

行政院環境保護署

110 年飲用水未列管新興污染物之水質研究計畫

受託單位：國立成功大學
計畫執行期間：中華民國110年02月08日 至
中華民國110年12月15日

印製年月：中華民國 110 年 12 月

行政院環境保護署編印

「110 年飲用水未列管新興污染物之水質研究計畫」

期末報告基本資料表

委辦單位	行政院環境保護署		
執行單位	國立成功大學		
參與計畫人員姓名	黃良銘特聘教授、林財富特聘教授、王根樹教授、陳婉如副教授、謝淑婷博士、吳怡儒博士、邱翌竹		
年度	一百一拾年度	計畫編號	
研究性質	<input type="checkbox"/> 基礎研究 <input checked="" type="checkbox"/> 應用研究 <input type="checkbox"/> 技術發展		
研究領域	飲用水		
計畫屬性	<input type="checkbox"/> 科技類 <input checked="" type="checkbox"/> 非科技類		
全程期間	民國 110 年 2 月 8 日至 110 年 12 月 15 日		
本期期間	民國 110 年 2 月 8 日至 110 年 12 月 15 日		
壬、本期經費	7850 千元		
	資本支出	經常支出	
	土地建築 <u>0</u> 千元	人事費 <u>3086.965</u> 千元	
	儀器設備 <u>0</u> 千元	業務費 <u>3978.035</u> 千元	
	其他 <u>0</u> 千元	材料費 <u>0</u> 千元	
		其他 <u>785</u> 千元	
癸、摘要關鍵字（中英文各三則）			
<u>極端氣候、雌激素類固醇、微生物指標</u>			
<u>Extreme climate, Estrogenic Steroids, Microbial indicator</u>			

計畫成果中英文摘要（簡要版）

一、中文計畫名稱：

110年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫

二、英文計畫名稱：

Investigation of Compounds of Emerging Concern in Drinking Water and Management of Water Quality 2021

三、執行單位：

國立成功大學

四、計畫主持人：

黃良銘特聘教授，林財富特聘教授，王根樹教授，陳菡如副教授

五、執行開始時間：

110/02/08

六、執行結束時間：

110/12/15

七、報告完成日期：

110/11/15

八、報告總頁數：

303

九、使用語言：

中文

十一、報告電子檔名稱

EPA-110 期末報告

十二、報告電子檔格式

PDF 檔

十三、中文摘要關鍵字

極端氣候、雌激素類固醇、微生物指標

十四、英文摘要關鍵字

Extreme climate, Estrogenic Steroids, Microbial indicator

十五、中文摘要

本計畫蒐集分析國際組織及先進國家飲用水管理相關法規制度推動現況，及極端氣候之因應方式，並評估石棉於我國飲用水中之風險。辦理飲用水列管物質篩選作業，優先評估 6 項雌激素類固醇，於我國 6 座代表性淨水場進行監測及資料蒐集，結果顯示此 6 項雌激素類固醇於我國暫無顯著風險。本計畫也彙整蒐集清單及觀察清單物質本土檢測數據，據以提出新興污染物監測建議。依本計畫抽驗飲用水中 28 項未列管新興污染物結果顯示，有 13 項污染物均低於定量極限或偵測極限，其他檢出之污染物濃度也極低，僅銻、鉍、硼、

2-MIB、全氟化合物有少數樣品有較高檢出濃度，須持續監測。此外亦評估 6 種國際常用微生物指標於我國停水後復水 20 處次配水樣品的檢出情況，建議持續累積本土微生物指標檢測數據，以評估我國生物性參數標準修正之必要性。

十六、英文摘要

This project reviewed the drinking water management regulation and responses to extreme climate of other countries and international organization. The risk of asbestos in drinking water in Taiwan was also evaluated. This project implemented contaminants screening process of drinking water quality regulation. Six unregulated estrogenic steroids were selected for evaluation. Their concentration was monitored in six representative drinking water treatment plants, and their health risk in drinking water system in Taiwan were evaluated. Results indicated that there is no significant risk of these 6 compounds on drinking water in Taiwan. This project also collected the monitoring histories of unregulated contaminants in Preliminary Contaminant Candidate List and Contaminant Candidate List, and proposed unregulated contaminants monitoring suggestions. In addition, this project inspected 28 unregulated compounds of emerging concern in drinking water. There were 13 compounds with monitoring results all below detection or quantification limitation. The other compounds with detection values were at very low concentration level. There were only few samples with higher concentration on germanium, thallium, boron, 2-MIB, and per- and polyfluorinated chemicals (PFCs). It is suggested to monitor them continuously. Besides, this project evaluated 6 different microbial indicators at 20 sample point when water re-supply after water outage. It is suggested to monitor those indicators to accumulate more data for evaluating if we should modify the microbial indicators standard.

目次

目次	I
圖次	VI
表次	VII
報告大綱	XI
計畫成果中英文摘要（詳細版）	XIII
第一章 前言	1
1.1 計畫背景	1
1.2 計畫目標	10
1.3 計畫內容	10
第二章 國際飲用水管理制度	15
2.1 世界衛生組織	15
2.1.1 飲用水管理相關法規制度	15
2.1.2 監督與稽查機制	16
2.1.3 政策計畫推動	16
2.1.4 水質標準管制	16
2.2 歐盟	19
2.2.1 飲用水管理相關法規制度	19
2.2.2 監督與稽查機制	19
2.2.3 政策計畫推動	20
2.2.4 水質標準管制	20
2.3 美國	23
2.3.1 飲用水管理相關法規制度	23
2.3.2 監督與稽查機制	23
2.3.3 政策計畫推動	25
2.3.4 水質標準管制	26
2.4 澳洲	30
2.4.1 飲用水管理相關法規制度	30
2.4.2 監督與稽查機制	30
2.4.3 政策計畫推動	31
2.4.4 水質標準管制	32
2.5 日本	34
2.5.1 飲用水管理相關法規制度	34

2.5.2	監督與稽查機制.....	34
2.5.3	政策計畫推動.....	34
2.5.4	水質標準管制.....	35
2.6	極端氣候(包括澇、旱等)飲用水管理.....	39
2.6.1	美國.....	39
2.6.2	歐盟.....	41
2.6.3	WHO.....	42
2.6.4	日本.....	42
2.6.5	澳洲.....	43
2.6.6	極端氣候因應建議.....	44
2.7	飲用水管理建議.....	45
2.7.1	指引值或次要標準.....	45
2.7.2	飲用水中石棉之風險與管理.....	45
第三章	飲用水未列管新興污染物質篩選作業推動.....	47
3.1	我國飲用水未列管新興污染物質篩選作業模式修訂.....	47
3.2	初步蒐集清單.....	50
3.2.1	110 年初步蒐集清單更新.....	53
3.3	蒐集清單.....	56
3.3.1	110 年蒐集清單物質列表.....	57
3.3.2	蒐集清單物質之本土水質檢測資料與毒理資料彙整.....	63
3.4	觀察清單.....	71
3.4.1	觀察清單物質降低關注層級原則.....	77
3.4.2	110 年觀察清單監測計畫.....	77
3.5	觀察清單物質於淨水廠檢測結果.....	79
3.5.1	微囊藻毒-LR 型淨水廠檢測資料彙整.....	79
3.5.2	甲醛淨水廠檢測資料彙整.....	80
3.5.3	鉍淨水廠檢測資料彙整.....	81
3.5.4	鄰苯二甲酸二丁酯淨水廠檢測資料彙整.....	82
3.5.5	1,2-二溴乙烷淨水廠檢測資料彙整.....	83
3.5.6	碲淨水廠檢測資料彙整.....	84
3.5.7	硼淨水廠檢測資料彙整.....	85
3.5.8	N-亞硝二甲胺淨水廠檢測資料彙整.....	86
3.5.9	N-亞硝二乙胺淨水廠檢測資料彙整.....	87
3.5.10	全氟辛烷酸淨水廠檢測資料彙整.....	88
3.5.11	全氟辛烷磺酸淨水廠檢測資料彙整.....	89
3.5.12	銻淨水廠檢測資料彙整.....	90

3.5.13 鎘淨水廠檢測資料彙整.....	91
3.5.14 鄰苯二甲酸二（乙基己基）酯淨水廠檢測資料彙整.....	92
3.6 候選清單.....	93
3.6.1 候選清單物質更新.....	93
3.6.2 候選清單物質降低關注層級原則.....	93
第四章 初步蒐集優先評估物質之調查與評估	95
4.1 環境荷爾蒙.....	96
4.1.1 雌激素類固醇.....	97
4.1.2 烷基酚聚氧乙烯醚類.....	98
4.1.3 鄰苯二甲酸鹽類.....	101
4.1.4 多鹵素化合物 Polyhalogenated compounds.....	101
4.1.5 人體健康用藥和個人保健用品（PPCPs）.....	101
4.1.6 農藥.....	102
4.1.7 本年度新興污染物評估對象.....	102
4.2 優先評估物質歷年檢測結果.....	104
4.3 淨水場採樣及水質檢測.....	107
4.4 採樣與分析方式.....	109
4.4.1 採樣設備及採樣方式.....	109
4.4.2 樣品分析方法.....	109
4.4.3 儀器分析方法.....	110
4.4.4 樣品分析與品保品管.....	113
4.5 淨水場採樣分析及結果討論.....	114
4.5.1 採樣天氣與水源變化.....	114
4.5.2 110 年度內分泌干擾物質採樣分析結果.....	118
第五章 未列管之新興污染物抽驗	121
5.1 抽驗項目與頻率.....	121
5.2 檢測方法及儀器設備.....	125
5.3 品保與品管.....	127
5.4 採樣規劃.....	129
5.5 抽驗結果.....	130
5.5.1 環境荷爾蒙抽驗結果.....	133
5.5.2 持久性有機污染物（全氟化物）抽驗結果.....	133
5.5.3 後續抽驗建議.....	134
第六章 離島飲用水水質狀況評估	139
6.1 水源與淨水程序.....	139
6.1.1 小琉球.....	139

6.1.2 澎湖.....	139
6.1.3 綠島及蘭嶼.....	142
6.1.4 金門縣.....	142
6.1.5 連江縣.....	145
6.1.6 海淡水水質影響.....	145
6.2 近 10 年水質檢測結果.....	149
6.2.1 列管項目.....	149
6.2.2 新興污染物.....	152
6.3 離島淨水場飲用水水質管理建議.....	165
第七章 飲用水中之微生物指標.....	167
7.1 飲用水中常用微生物指標.....	167
7.1.1 異營菌.....	168
7.1.2 總大腸桿菌群 (Total coliform bacteria).....	170
7.1.3 大腸桿菌 <i>E. coli</i> 及耐熱性 (糞便性) 大腸桿菌群.....	171
7.1.4 致病性大腸桿菌 <i>E. coli</i>	172
7.1.5 腸球菌.....	174
7.1.6 產氣莢膜梭菌 <i>Clostridium perfringens</i>	175
7.2 本土飲用水檢測.....	177
7.2.1 分析方法.....	177
7.2.2 採樣點位.....	177
7.2.3 分析結果.....	180
7.2.4 微生物參數修正建議與運用於我國飲用水管理之可行性.....	182
第八章 毒理資料庫建置與更新.....	183
8.1 毒理資料庫建置與更新.....	183
第九章 預期進度與查核重點.....	187
9.1 執行進度.....	187
第十章 結論與建議.....	191
10.1 結論.....	191
10.2 建議.....	193
參考文獻.....	195
附錄.....	199
附錄一、專家諮詢會議.....	199
附錄 1.1 第一次專家諮詢會議會議紀錄.....	200
附錄 1.2 第二次專家諮詢會議會議紀錄.....	206

附錄 1.3 第三次專家諮詢會議會議紀錄	212
附錄二、毒理資料庫	219
附錄 2.1 溴酸鹽 Bromate	219
附錄 2.2 亞氯酸鹽 Chlorite	223
附錄 2.3 陰離子界面活性劑 Anionic surfactants	226
附錄 2.4 雌素酮 Estrone	229
附錄 2.5 動情激素 Estradiol	233
附錄 2.6 乙炔動情激素 Ethinyl estradiol	237
附錄 2.7 黃體脂酮 Progesterone	240
附錄 2.8 炔諾酮 Norethindrone	243
附錄 2.9 甲炔孕酮 Medroxyprogesterone	246
附錄 2.10 鄰苯二甲酸二丁酯	249
附錄 2.11 甲醛	253
附錄 2.12 1,2-二溴乙烷(1, 2-Dibromoethane)	262
附錄 2.13 鎘	267
附錄 2.14 鉍	271
附錄三、期末審查意見回覆對照表	276

圖次

圖 2.1-1 世界衛生組織「飲用水水質指引」架構.....	15
圖 2.1-2 水安全計畫建置與實施流程圖.....	17
圖 2.3-1 美國篩選作業記事.....	26
圖 2.4-1 澳洲飲用水水質管理架構圖.....	32
圖 2.5-1 日本飲用水標準列管流程.....	35
圖 3.1-1 篩選作業示意圖.....	48
圖 3.1-2 子集概念圖.....	49

表次

表 1.1-1 2003 年至 2014 年環保署計畫研究評估之物質及列管情形.....	5
表 2.1-1 我國飲用水水質標準與 WHO 指引值比較	18
表 2.2-1 歐盟「飲用水指令」管制項目與我國管制標準比較.....	21
表 2.2-2 歐盟「飲用水指令」指標及配水管網風險評估參數管制項目與我國管制 情況.....	22
表 2.3-1 美國飲用水水質主要標準管制項目與我國管制標準比較.....	27
表 2.3-2 美國飲用水水質次要標準管制項目與我國管制標準比較.....	29
表 2.4-1 我國飲用水水質標準與澳洲指引值比較.....	33
表 2.5-1 日本飲用水水質標準管制項目與我國管制標準比較.....	36
表 2.5-2 日本「水質管理目標設定項目」與我國管制標準比較.....	38
表 3.2-1 本計畫參考國外法規列表.....	52
表 3.2-2 110 年初步蒐集清單 405 項物質.....	54
表 3.3-1 110 年蒐集清單物質列表（66 項）.....	58
表 3.3-2 蒐集清單項目之淨水場水質資料彙整.....	64
表 3.3-3 蒐集清單項目近 10 年環境流布資料彙整.....	68
表 3.3-4 蒐集清單物質毒理資料彙整.....	69
表 3.4-1 健康危害潛勢分數的換算表格.....	71
表 3.4-2 健康危害嚴重性量化評分表.....	72
表 3.4-3 污染物出現普遍性及濃度量化分數表.....	73
表 3.4-4 模式分數與納入觀察清單與否.....	73
表 3.4-5 觀察清單變動歷史.....	74
表 3.4-6 110 年觀察清單物質列表(14 項).....	75
表 3.4-7 觀察清單物質於國際上管制情況.....	76

表 3.4-8 建議檢測淨水場.....	78
表 3.5-1 97-110 年飲用水中微囊藻毒-LR 型檢測結果.....	79
表 3.5-2 97-110 年飲用水中甲醛檢測結果.....	80
表 3.5-3 97-110 年飲用水中鉍檢測結果.....	81
表 3.5-4 97-110 年飲用水中鄰苯二甲酸二丁酯檢測結果.....	82
表 3.5-5 97-110 年飲用水中 1,2-二溴乙烷檢測結果.....	83
表 3.5-6 97-110 年飲用水中碲檢測結果.....	84
表 3.5-7 97-110 年飲用水中硼檢測結果.....	85
表 3.5-8 97-110 年飲用水中 N-亞硝二甲胺檢測結果.....	86
表 3.5-9 97-110 年飲用水中 N-亞硝二乙胺檢測結果.....	87
表 3.5-10 97-110 年飲用水中全氟辛烷酸檢測結果.....	88
表 3.5-11 97-110 年飲用水中全氟辛烷磺酸檢測結果.....	89
表 3.5-12 97-110 年飲用水中鍺檢測結果.....	90
表 3.5-13 97-110 年飲用水中鎳檢測結果.....	91
表 3.5-14 97-110 年飲用水中鄰苯二甲酸二（乙基己基）酯檢測結果.....	92
表 4.2-1 雌素酮（E1）近 10 年本土原水檢測結果.....	104
表 4.2-2 雌素酮（E1）近 10 年本土清水檢測結果.....	104
表 4.2-3 雌二醇（動情激素，E2）近 10 年本土原水檢測結果.....	105
表 4.2-4 雌二醇（動情激素，E2）近 10 年本土清水檢測結果.....	105
表 4.2-5 乙炔動情激素（EE2）近 10 年本土原水檢測結果.....	105
表 4.2-6 乙炔動情激素（EE2）近 10 年本土清水檢測結果.....	106
表 4.3-1 本年度計畫採樣淨水場名單.....	108
表 4.4-1 固相萃取方法.....	109
表 4.4-2 MS/MS 參數.....	111
表 4.4-3 MS 參數.....	111

表 4.4-4 UPLC 參數.....	112
表 4.4-5 各待測物之 LOD 與 LOQ (ng/L).....	113
表 4.5-1 採樣當週各淨水場區域之累積雨量.....	116
表 4.5-2 110 年度淨水場採樣水質參數.....	117
表 4.5-3 110 年度淨水場內分泌干擾物質檢測結果.....	119
表 5.1-1 本計畫抽驗之物質於 109 年飲用水列管項目篩選作業之評估位階.....	122
表 5.1-2 本計畫抽驗未列管新興污染物於國際上管制情況.....	123
表 5.2-1 各檢測項目之檢測方法一覽表.....	125
表 5.2-2 各檢測項目分析之主要儀器設備一覽表.....	126
表 5.3-1 本計畫分析數據之品保品管.....	127
表 5.4-1 飲用水水質或水源水質中未列管之新興污染物抽驗規劃.....	129
表 5.5-1 抽驗結果均低於定量極限或偵測極限之項目.....	130
表 5.5-2 飲用水中鈦、鋰歷史檢測結果.....	131
表 5.5-3 抽驗結果有檢出之項目.....	132
表 5.5-5 全氟化物重複抽驗點位.....	134
表 5.5-7 後續新興污染物抽驗建議.....	137
表 6.1-1 澎湖縣淨水廠資料.....	140
表 6.1-2 澎湖縣海水淡化廠資料.....	141
表 6.1-3 綠島、蘭嶼淨水廠資料.....	143
表 6.1-4 金門縣淨水廠資料.....	143
表 6.1-5 連江縣淨水廠資料.....	146
表 6.1-6 連江縣海水淡化廠資料.....	147
表 6.2-1 離島近 10 年飲用水列管項目水質抽驗檢驗數統計.....	149
表 6.2-2 離島近 10 年飲用水列管水質抽驗不合格情況統計.....	151
表 6.2-3 澎湖縣近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計-自來水.....	153

表 6.2-4 澎湖縣近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計-簡水	156
表 6.2-5 蘭嶼、綠島近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計	157
表 6.2-6 金門縣近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計	159
表 6.2-7 連江縣近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計	162
表 7.1-1 微生物指標比較表	167
表 7.1-2 常用 6 項微生物指標國際採用情形	169
表 7.2-1 Clostridium perfringens 市售固態培養基成分(pH 為 7.6 ± 0.2)	178
表 7.2-2 大腸桿菌群、糞便性大腸桿菌群、大腸桿菌及腸球菌環檢所公告方法彙 整	179
表 7.2-3 微生物指標採樣點	180
表 7.2-4 微生物指標採樣結果	181
表 8.1-1 103 年至 110 年毒理資料庫新增及更新項目	184
表 9.1-1 預期進度與查核重點	188
表 9.1-2 實際預定進度及查核點說明	189

報告大綱

本計畫報告內容主要分成十章，第一章前言介紹計畫背景、目標、計畫內容及工作執行架構。本計畫工作內容主要分成四大項：

一、蒐集分析國際組織及先進國家飲用水管理相關法規制度推動現況，提出精進建議。

二、辦理飲用水列管物質篩選作業，更新各階段關注清單，提出後續管理作法。抽驗分析飲用水中未列管新興污染物，建立水質現況資料，做為篩選作業之重要依據。

三、離島飲用水水質評估與建議。

四、飲用水水質標準檢討與生物性參數評估

第二章彙整國際飲用水管理法規制度，蒐集分析世界衛生組織、歐盟、美國、澳洲及日本等國際組織或先進國家之飲用水管理相關法規制度、監督與稽查機制、政策計畫推動及水質標準管制等，與我國制度比較並研提管制策略修正建議。並分析國際因應極端氣候(包括澇、旱等)飲用水管理做法，建議未來精進方向。此外評估石棉於我國淨水廠之風險。

第三章檢說明我國飲用水列管項目篩選作業流程，更新初步蒐集清單、蒐集清單、觀察清單、候選清單等，並彙整蒐集清單，觀察清單近十年我國淨水場水質資料，提出觀察清單物質後續監測建議。

第四章說明初步蒐集優先評估物質之調查與評估結果，本年度篩選 6 項雌激素類固醇（雌素酮 (E1)、雌二醇 (E2)、乙炔動情激素 (EE2)、動情素 (estrogens)、黃體素 (progestins)、炔諾酮 (norethindrone)、甲炔孕酮 (medroxyprogesterone)），於六處淨水場進行 3 次採樣分析，其中 2 座淨水場進行全流程濃度調查，並建立 6 項雌激素類固醇毒理資料庫列於附錄二。

第五章彙整本年度未列管新興污染物抽驗結果。本年度執行 28 項未列管新興污染物共 3560 處次，檢測方法、檢測儀器、抽驗點位選擇、品保品管以及抽驗結果與討論等相關資訊列於第五章，並據以提出後續抽驗建議。

第六章彙整離島飲用水來源、處理流程及近 10 年離島飲用水水質管制項目及新興污染物水質檢測結果，評估海淡水製程對飲用水水質可能之風險，並針對離島淨水場飲用水水質管理提出建議

第七章彙整國際上常用 6 種微生物指標，並進行 20 處次本土採樣分析，針對結果進行系統性評估，並針對我國本土化之生物性參數修正提出建議。

第八章為毒理資料庫建置與更新，本年度建置 9 項物質之毒理資料庫，包含 6 項賀爾蒙類優先評估物質（雌素酮(E1)、雌二醇(E2)、乙炔動情激素(EE2)、動情素(estrogens)、黃體脂酮(progestins)、炔諾酮(norethindrone)、甲炔孕酮(medroxyprogesterone)，及 3 項飲用水水質標準管制項目（溴酸鹽(Bromate)、亞氯酸鹽(Chlorite)、陰離子界面活性劑），此外更新 15 項新興污染物的毒理資料庫（見附錄二）。

第九章則為本計畫執行之結論與建議，第十章為進度及查核重點，接著是參考文獻。

計畫成果中英文摘要（詳細版）

計畫名稱：110 年飲用水未列管新興污染物之水質研究計畫

計畫執行單位：國立成功大學

計畫主持人（包含協同主持人）：黃良銘特聘教授，林財富特聘教授，王根樹教授，陳婉如副教授

計畫期程：2021/2/8~2021/12/15

計畫經費：7,850,000 元

摘要

本計畫蒐集分析國際組織及先進國家飲用水管理相關法規制度推動現況，及極端氣候之因應方式，並評估石棉於我國飲用水中之風險。辦理飲用水列管物質篩選作業，優先評估 6 項雌激素類固醇，於我國 6 座代表性淨水場進行監測及資料蒐集，結果顯示此 6 項雌激素類固醇於我國暫無顯著風險。本計畫也彙整蒐集清單及觀察清單物質本土檢測數據，據以提出新興污染物監測建議。依本計畫抽驗飲用水中 28 項未列管新興污染物結果顯示，有 13 項污染物均低於定量極限或偵測極限，其他檢出之污染物濃度也極低，僅鍍、鉍、硼、2-MIB、全氟化合物有少數樣品有較高檢出濃度，須持續監測。此外亦評估 6 種國際常用微生物指標於我國停水後復水 20 處次配水樣品的檢出情況，建議持續累積本土微生物指標檢測數據，以評估我國生物性參數標準修正之必要性。

This project reviewed the drinking water management regulation and responses to extreme climate of other countries and international organization. The risk of asbestos in drinking water in Taiwan was also evaluated. This project implemented contaminants screening process of drinking water quality regulation. Six unregulated estrogenic steroids were selected for evaluation. Their concentration was monitored in six representative drinking water treatment plants, and their health risk in drinking water system in Taiwan were evaluated. Results indicated that there is no significant risk of these 6 compounds on drinking water in Taiwan. This project also collected the monitoring histories of unregulated contaminants

in Preliminary Contaminant Candidate List and Contaminant Candidate List, and proposed unregulated contaminants monitoring suggestions. In addition, this project inspected 28 unregulated compounds of emerging concern in drinking water. There were 13 compounds with monitoring results all below detection or quantification limitation. The other compounds with detection values were at very low concentration level. There were only few samples with higher concentration on germanium, thallium, boron, 2-MIB, and per- and polyfluorinated chemicals (PFCs). It is suggested to monitor them continuously. Besides, this project evaluated 6 different microbial indicators at 20 sample point when water re-supply after water outage. It is suggested to monitor those indicators to accumulate more data for evaluating if we should modify the microbial indicators standard.

前 言

飲用水的安全為民眾健康保護中重要的一環，而飲用水品質之確保，向來為我國政府施政之重點工作之一。臺灣地區人口眾多，降雨量雖不少，但因山高水急，水資源蓄積不易，部分地區枯水季時，尚有缺水之虞，加上臺灣地小人稠，水源區與經濟活動區域不易區隔，水源集水區或保護區管理不易，致使飲用水水源有遭受污染的風險。環保署為維護國人飲用水安全，針對飲用水水源及飲用水水質分別訂定「飲用水水源水質標準」與「飲用水水質標準」。

然而隨著科技發展，產生許多新興污染物（Compounds of Emerging Concern，例如目前尚未管制之疑似環境荷爾蒙物質、部份農藥、揮發性有機物與微生物等），為保障國人飲用水安全，環保署持續執行各項新興污染物採樣監測及背景資料調查分析，並逐年檢討修訂飲用水及飲用水水源管制標準。

本計畫主要目的為執行飲用水列管項目篩選作業，針對較具潛在風險之污染物於淨水場中進行監測分析、抽驗、建立毒理資料庫，探討其於國內之健康風險，此外更新飲用水列管項目之毒理資料，並蒐集分析國際組織及先進國家飲用水管理相關法規制度推動現況，提出精進建議。

執行方法

本計畫工作項目可分成四大項：

一、蒐集分析國際組織及先進國家飲用水管理相關法規制度推動現況，提出精進建議。

二、辦理飲用水列管物質篩選作業，更新各階段關注清單，提出後續管理作法。抽驗分析飲用水中未列管新興污染物，建立水質現況資料，做為篩選作業之重要依據。

三、離島飲用水水質評估與建議。

四、飲用水水質標準檢討與生物性參數評估

針對第一項主要工作項目彙整國際飲用水管理法規制度，蒐集分析世界衛生組織、歐盟、美國、澳洲及日本等國際組織或先進國家之飲用水管理相關法規制度、監督與稽查機制、政策計畫推動及水質標準管制等，與我國制度比較並研提管制策略修正建議。並分析國際因應極端氣候(包括澇、旱等)飲用水管理做法，建議未來精進方向。此外評估石棉於我國淨水廠之風險。

針對第二項主要工作項目，本計畫依據環保署於 102 年執行「推動飲用水列管項目之篩選作業計畫」，建立之作業流程與評估系統，收集先進國家及國際組織飲用水水質標準管制項目或訂定指引值之項目，以更新初步蒐集清單。

自初步蒐集清單中篩選優先評估物質進行調查與評估，本年度選擇 6 項雌激素類固醇（包括雌激素 (E1)、雌二醇 (E2)、乙炔動情激素 (EE2)、動情素 (estrogens)、黃體素 (progestins)、炔諾酮 (norethindrone)、甲炔孕酮(medroxyprogesterone)），針對北、中、南地區 6 個代表性淨水場（基隆新山淨水場、台北直潭淨水場、台北板新淨水場、新竹第二淨水場、台中豐原第二淨水場、高雄坪頂淨水場）進行 3 次水質檢測，分別採集各淨水場原水及清水樣品。

此外本計畫針對 28 項未列管新興污染物進行 3560 處次抽驗，依抽驗污染物特性選定抽驗之淨水場，抽驗結果以檢出濃度大於國際上已有之管制值、指標值或指引值之最小值發生率評估該污染物於我國淨水場的潛在風險。

針對第三項主要工作項目，彙整離島飲用水來源、處理流程及近 10 年離島飲用水水質管制項目及新興污染物水質檢測結果，評估海淡水製程對飲用水水質可能之風險，並針對離島淨水場飲用水水質管理提出建議。

第四項主要工作項目則評估國際上常用之生物性參數，辦理 20 處次大腸桿菌群(Coliform Group)、糞便性大腸桿菌群(Fecal Coliform)、大腸桿菌 (E. coli) 及腸球菌 (Intestinal enterococci) 及 Clostridium perfringens 的檢測分析。

結 果

本計畫蒐集分析國際組織及先進國家飲用水管理相關法規制度推動現況，並彙整美國、歐盟、WHO、日本、澳洲針對極端氣候之管理做法，各國做法多強調乾旱時期永續水資源因應。因應做法可分為(一)水資源規劃和開發、(二)高效用水、(三)風險管理、(四)教育推廣。水資源規劃和開發方面，我國可參採之相關作法包括(1)可運用水資源盤點、(2)集水區永續發展、(3)海水淡化技術開發及相關法規建立、(4)再生水技術開發及相關法規建立。部分縣市以地下水做為飲用水水源，可適時採用地下水補注。高效用水部分，我國可參採之相關作法包括(1)老舊設施輸水的效率提升、(2)尋找並修理管線及居家的滲漏、(3)制定禁止使用飲用水或表面水體澆灌非專業性農作物(如公共花園)之時機及相關規定、(4)減少水資源蒸發。風險管理方面，可透過建立水庫及河川水位即時監測(遙測)系統，了解國內可運用水源現況，並針對不同情境制定召開因應會議時機點。教育推廣部分，可透過長期持續性向國民宣導省水觀念減少水資源浪費。

本計畫執行飲用水水質標準管制項目篩選作業，彙整蒐集清單、觀察清單、候選清單物質歷年淨水場監測數據，並據以更新初步蒐集清單、蒐集清單、觀察清單項目。110 年初步蒐集清單新增 11 項，3 項改列蒐集清單，共包含 405 項物質；蒐集清單共新增 3 項(PFHxS、Geosmin 及 2-Methylisoborneol (2-MIB))，共 66 項；考量 DEHP 於我國飲用水中檢測結果顯示其濃度有逐漸降低，通過將 DEHP 自候選清單改列觀察清單，持續觀察。故 110 年觀察清單物質新增 1 項(DEHP)，共計 14 項，候選清單較 109 年清單減少 1 項，目前候選清單中暫無物質。

考慮長期檢測能量運用，實務上針對現有觀察清單物質進行連續 6 年、每年超過 200 筆監測，於檢測經費上有極困難度，因此本計畫評估現有環保署計畫針對新興汙染物抽驗的頻率，建立觀察清單物質降低關注層級原則。現有環保署計畫針對不同新興汙染物，依檢測費用進行每年 50 到 200 處次不等抽驗(少數項目進進行 20-30 處次分析)，建

議觀察清單物質若於五年內有 250 筆以上監測，且檢測值均未超過國際管制標準最小值，則可改列蒐集清單。候選清單物質若連續 3 年每年超過 100 筆監測，且監測值均未超過國際管制標準最小值，則可改列觀察清單。

而現階段 13 項觀察清單物質，自來水事業已逐步針對觀察清單物質完成至少一年 4 季監測，後續建議每年針對觀察清單中 5-6 項物質進行一年四季監測，監測項目以新增之觀察清單物質為優先，若無新增項目則監測既有觀察清單物質。建議 110 年優先針對甲醛、1,2-二溴乙烷、鄰苯二甲酸二丁酯、鎘、鉈等 5 項物質進行監測。

本年度優先評估之新興汙染物質包含雌素酮 (E1)、雌二醇 (動情激素, E2)、乙炔動情激素 (EE2)、黃體脂酮 (progesterone)、炔諾酮 (norethindrone) 及甲羥孕酮 (medroxyprogesterone) 等 6 項雌激素類固醇，本計畫於六處淨水場在 4、7、9 月進行三次採樣，分析檢測結果顯示，僅第一次 (4 月) 採樣於新山淨水場於之原水檢出微量雌素酮 (E1)，濃度為 1.86 ng/L，其餘 5 種汙染物於其他淨水場 (直潭淨水場、板新淨水場、新竹第二淨水場、豐原淨水場及坪頂淨水場) 之原水清水與流程水中皆為未檢出。第二次及第三次採樣 (7 月及 9 月) 結果則 6 處淨水場之原水、流程水及清水皆未檢出 6 種汙染物，因此本年度內分泌干擾物質 (環境荷爾蒙) 篩選汙染物之雌素酮 (E1)、雌二醇 (動情激素, E2)、乙炔動情激素 (EE2)、黃體脂酮 (progesterone)、炔諾酮 (norethindrone) 及甲羥孕酮 (medroxyprogesterone)，進行淨水場分析結果顯示目前無造成飲用水健康影響之疑慮。

執行 28 項未列管新興汙染物共 3560 處次，並據以提出後續抽驗建議。其中 13 項抽驗結果均低於定量極限或偵測極限顯示於我國飲用水中暫無顯著風險。抽驗結果中曾檢出高於定量極限濃度值之項目中嘉磷塞、微囊藻毒 LR 型、Geosmin 雖有檢出，但濃度均低於國際管制值最小值，暫無影響飲用水安全之虞。僅有鍍、鉈、硼、2-MIB、PFOA、PFOS、PFHxS 少數樣品檢出超過國際最小值之測值，建議持續監測關注。

8 項環境賀爾蒙本年度抽驗均為未檢出或低於定量極限，且歷年針對環境賀爾蒙之監測數據充足，然考量環境賀爾蒙為我國重要關注之汙染物，配合環保署跨部會「環境荷爾蒙管理計畫」，建議持續監測。環保署自 107 年起抽驗飲用水中之嘉磷塞，108 年至本年度共累積 150

處次抽驗數據，均低於國際管制值最小值，顯示於我國飲用水中暫無顯著風險，然我國農藥嘉磷塞使用頻率高，後續建議持續監測嘉磷塞，此外考量嘉磷塞在環境中很快會被降解成 AMPA，AMPA 相對穩定很多，國際上 WHO、日本、新加坡討論飲用水中的嘉磷塞時，會一併考慮 AMPA，將兩者濃度相加後作為標準或指引值，因此建議加測嘉磷塞降解產物 AMPA。

本計畫彙整國際上常用飲用水系統生物指標，國際上常用的指標微生物主要有 6 種，包含總菌落數、總大腸桿菌群、糞便性大腸桿菌群、E.coli、腸球菌、Clostridium perfringens。國際上針對飲用水配水系統是否遭糞便污染的指標微生物多採用大腸桿菌(或糞便性大腸桿菌)，美國、歐盟、澳洲、紐西蘭、加拿大、日本、南韓、新加坡等國家或國際組織均有管制大腸桿菌。針對腸球菌(Intestinal enterococci)，WHO 認為其於飲用水中的濃度通常低於大腸桿菌一個數量級，濃度較低，較不易分析，然而因腸球菌在飲用水中的存活時間較長且較能抵抗加氯消毒，為其作為指標微生物之優勢。澳洲與歐盟均有採用腸球菌作為指標之一，指引值及管制值均為不得檢出。針對 Clostridium perfringens，WHO 認為因其孢子較梨形鞭毛蟲及隱孢子蟲小，故除了可作為致病性原生動物污染指標外，亦可作為過濾程序的有效性指標，但分析方法較複雜且較昂貴。歐盟將 Clostridium perfringens 列為指標參數（非管制項目），要求經風險評估顯示應進行監測時，則應監測此參數。

本計畫針對 6 種國際上常用的微生物指標進行 20 處次分析。本次採樣擇於實施分區供水或減壓供水地區復水後進行，主要考量在復水時因負壓而造成吸入污水之污染，及停水前後水中微生物群體可能改變、管線 Biofilm 脫落等，採樣時機屬於微生物污染風險較高的時期。總菌落數測值介於未檢出~57 CFU/100 mL，總大腸桿菌、糞便性大腸桿菌群、及 Clostridium perfringens 均未檢出，大腸桿菌僅一處檢出 1 CFU/100 mL (雙重複樣品僅一個樣品有檢出)，而腸球菌僅一處檢出 5 CFU/100 mL (雙重複樣品僅一個樣品有檢出)。分析結果顯示管線中自來水在有維持餘氯的情況下，確實可效達到消毒及抑制管壁生物膜生長之功效，國際上亦有國家採用自由餘氯作為輔助微生物檢測的指標。

結 論

本計畫針對總菌落數、大腸桿菌群 (Coliform Group)、糞便性大腸桿菌群(Fecal Coliform)、大腸桿菌(E. coli)、腸球菌(Intestinal enterococci)、Clostridium perfringens 等 6 項微生物指標於停水後之復水後進行採樣，進行 20 處次採樣分析，結果顯示多數微生物指標均未檢出，推測管線中自來水維持餘氯，確實可效達到消毒及抑制管壁生物膜生長之功效。

本年度優先評估之新興汙染物質包含 6 項雌激素類固醇（雌素酮 (E1)、雌二醇 (E2)、乙炔動情激素 (EE2)、動情素 (estrogens)、黃體素 (progestins)、炔諾酮 (norethindrone)、甲炔孕酮(medroxyprogesterone)），本計畫於六處淨水場進行 3 次採樣分析，僅第一次採樣於新山淨水場於之原水檢出微量雌素酮 (E1)，顯示此 6 項雌激素類固醇於我國飲用水中暫無顯著風險。

本計畫執行我國飲用水未列管新興汙染物質篩選作業，更新各階層清單，「110 年初步蒐集清單」共 405 項、「110 年蒐集清單」共計 66 項、「110 年觀察清單」物質共計 14 項。本年度候選清單中暫無物質。

28 項未列管新興汙染物抽驗共 3560 處次，結果顯示全氟化物、2MIB 及離島的硼應持續關注其於我國淨水廠濃度變化，以評估於我國飲用水中之風險。此外監測結果顯示同一點位 PFOS 與 PFHxS 檢出的濃度值成正相關。

建議事項

- 一、觀察清單物質於我國飲用水中較有潛在風險，當監測結果顯示於我國飲用水中存在之濃度及頻率較高時即會納入候選清單考慮列管，一旦列管時即需有公告檢測法以利後續管理。而我國目前觀察清單 14 項物質中，除 NDMA、NDEA 之外均有對應之公告分析方法，依此建議建議環檢所應協助建立標準檢測方法。
- 二、後續抽驗項目及頻率建議如下：
 - 重金屬：抽驗鎘、鉍、鋰、鈦、硼及碲等 6 項各 200 處次。
 - 消毒副產物：NDMA、NDEA、NPYR 等 3 項各 50 處次。
 - 揮發性有機物：1,2-二溴乙烷 50 處次。
 - 微囊藻毒 LR 型、Geosmin、2-Methylisoborneol (2-MIB)) 各 30 處次。
 - 8 項環境荷爾蒙各 200 處次。

持久性有機污染物（全氟化物）各 50 處次。

- 三、 環保署自 109 年起於我國淨水廠針對國際上常用微生物指標進行檢測分析，包含本年度分析，目前累積 40 處次資訊，建議持續針對國際上常用微生物指標進行檢測，以累積足夠數據評估我國生物性參數管制標準是否應調整。

第一章 前言

1.1 計畫背景

為提升飲用水安全，美國、日本、澳洲與紐西蘭等世界主要國家均針對飲用水之管理制定相關法令或指導方針，而多數國家制定飲用水管理相關法規或標準時，經常參酌世界衛生組織(World Health Organization, WHO)所出版之飲用水水質準則(Guidelines for Drinking-water Quality)，再依據各國本身的地理條件、民眾認知、經濟、文化、民意等差異，採用風險—效益分析方法(risk-benefit approach)，訂定及持續檢討修訂該國家之飲用水水質標準的管制項目與最大限值，故各國飲用水水質標準之管制項目和標準值並未全部相同。

我國環保署為維護國人飲用水安全針對飲用水水源及飲用水水質分別訂定「飲用水水源水質標準」與「飲用水水質標準」。然而為因應近年來國內生活水準普遍提升，民眾對水質、水量及服務品質等需求增加之外，並考量科技日新月異，新興污染物(Compounds of Emerging Concern)可能有影響飲用水安全之虞，飲用水水源與飲用水水質標準實有必要持續檢討與修訂。以美國為例，美國環保署(US EPA)依安全飲用水法案(Safe drinking water act, SDWA)分別於 1998 年、2005 年、2009 年、2016 年建立 4 個污染物候選清單 (Contaminant Candidate List, CCL)，命名為 CCL1、CCL2、CCL3 和 CCL4，作為優先檢討是否要列入管制的污染物，並且規劃未列管污染物監測計畫(Unregulated Contaminant Monitoring Program, UCM)，以每五年一個循環，每個循環監測不超過 30 項未列管污染物項目，監測項目以污染物候選清單項目優先。2018 年美國環保署開始著手進行 CCL5 污染物的提名(nominations)。

我國環境保護署近年持續參酌國際飲用水安全管理相關法令之修訂趨勢，檢討及研訂飲用水管理相關管制標準與執行各項新興污染物背景資料調查分析，並據以逐年檢討修訂飲用水管制標準。過去飲用水管制工作，多著重於傳統之管制項

目評析及其允許存在之濃度多寡。近年來，在環境品質提升之觀念上有重大改變，從傳統消極的管制手段到事先積極的進行全面性的評估，進而提出一套標準執行程序來降低民眾遭受健康危害的風險。

為持續檢討國內飲用水水質標準，提供臺灣民眾飲用水的安全性，環保署自 2003 年起委託相關領域的專家學者組成研究團隊來針對飲用水中可能會引起人體健康潛在風險的污染物進行相關資料蒐集和健康風險評估，並進行飲用水中欲列管項目的評估與現行標準之檢討修訂。首先於 2003 年執行「飲用水水質標準中生物性及適飲性標準管制項目及標準之評估」計畫，針對飲用水中生物性污染物和適飲性管制項目進行評估。研究結果顯示在微生物指標方面，建議大腸桿菌群的管制值修正為「不得檢出」，並建議增訂糞便性大腸桿菌群亦為「不得檢出」；而在適飲性指標中修訂硬度和總溶解固體為 250 mg/L (as CaCO₃)與 450 mg/L，並建議新增五種水質處理藥劑，包含石灰（軟化）、蘇打（軟化）、亞氯酸鈉（消毒）、矽酸鈉（混凝）和氯化鈣（控制腐蝕和調整酸鹼值）。

2004 年執行「飲用水水質標準中影響健康管制項目（戴奧辛、農藥、含鹵乙酸）之評估」計畫，針對戴奧辛、農藥和含鹵乙酸進行納入管制項目的可行性評估，研究結果提出戴奧辛的管值限制值建議 12 pg-TEQ/L，並於 2009 年公告施行；在農藥方面，提出培丹(Cartap)、陶斯松(Chlorpyrifos)、大滅松(Dimethoate)、嘉磷塞(Glyphosate)、五氯酚(Pentachlorophenol)、福瑞松(Phorate)、托福松(Terbufos)的建議管制標準值和管制期程，並針對臺灣已有標準且持續使用中之農藥項目重新評估，計算其標準值及提出合理之修改期程。在鹵乙酸部份則建議管制一氯乙酸(Monochloroacetic acid, MCAA)、二氯乙酸(Dichloroacetic acid, DCAA)、三氯乙酸(Trichloroacetic acid, TCAA)、一溴乙酸(Monobromoacetic acid, MBAA)、二溴乙酸(Dibromoacetic acid, DBAA)等 5 項化合物(HAA5)濃度之總和為 0.06 mg/L，並於 2014 年公告施行。為提供自來水事業緩衝調整時間 2014 年 7 月至 2015 年 6 月五

項鹵乙酸總合限值為 0.08 mg/L，自 2015 年 7 月起五項鹵乙酸總合限值則為 0.06 mg/L。

2007 年至 2009 年執行之「飲用水水源及水質標準中列管污染物篩選與監測計畫」，針對飲用水水源及水質標準中列管污染物篩選與監測計畫進行三年的研究。三年間建立了三階段的「新增未列管污染物觀察清單(CCLs)」，分別為 30 項的 CCL1、20 項的 CCL2 和 19 項的 CCL3，並針對臺灣幾座淨水場進行目標污染物在原水和清水中的檢測分析。此研究更進一步建立了化學物質風險評估與微生物風險評估之流程與步驟，且根據採樣分析結果瞭解到目前國內淨水場的傳統處理程序無法有效地去除消毒副產物和持久性難分解有機物，如雙酚 A 和壬基酚。亦完成了 CCL1 中 30 項污染物的處理程序的成本試算，並提出以臭氧氧化、活性碳吸附處理的成本較經濟可行。最後並提出「飲用水水質未列管污染物監測作業要點」與「飲用水水質重複採樣檢測準則」之建議。

2010 年至 2013 年環保署執行「飲用水水源與水質中新興污染物對人體健康風險評估之研究計畫」，針對飲用水水源及水質標準中新興污染物進行四年的人體健康風險評估。前兩年主要是針對高科技產業所帶來的新興污染物分別提出 37 項和 38 項納入初步觀察清單中並進行評估，第三、四年則是增納 36 項近年來常用的清潔用品、藥物及醫療保健用品及消毒副產物。此計畫並參考美國環保署的候選清單篩選流程，研擬適用於我國民情之篩選流程草案，並建立 92 項目標物質的毒理資料庫。根據四年研究結果建議環保署對鹵乙酸、揮發性有機物和鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(di(2-ethylhexyl)phthalate, DEHP)儘速列入管制項目。針對 14 項水中高出現頻率的藥物如乙醯胺酚(Acetaminophen)、布洛芬(Ibuprofen)、N,N-二乙基間甲苯胺(N,N-Diethyl-meta-toluamine, DEET)、經苯甲酮(Oxybenzone)、對經基苯甲酸甲酯(Methylparaben)、對經基苯甲酸乙酯(Ethylparaben)、對經基苯甲酸丙酯(Propylparaben)、二氯乙腈、溴氯乙腈、三氯乙腈、二溴乙腈、二氯丙酮、三氯丙酮及水合氯醛建議進行必要的監測以評估其在飲用水中出現的潛在健康危害。

上述計畫(2003 年至 2013 年)研究評估之物質及目前列管情況列於表 1.1-1。

表 1.1-1 2003 年至 2014 年環保署計畫研究評估之物質及列管情形

計畫名稱	建議之蒐集清單項目	現已列管項目
飲用水水質標準中生物性及適飲性標準管制項目及標準之評估 (2003 年)	鹵乙酸、糞便性大腸桿菌群、梨形鞭毛蟲、隱孢子蟲、腸球菌、致病性病原菌	鹵乙酸
飲用水水質標準中影響健康管制項目 (戴奧辛、農藥、含鹵乙酸) 之評估 (2004 年)	戴奧辛、含鹵乙酸、培丹、陶斯松、大滅松、嘉磷塞、五氯酚、福瑞松、托福松	戴奧辛、含鹵乙酸
飲用水水源及水質標準中列管污染物篩選與監測計畫(1/3) (2007 年)	CCL1：大腸桿菌、糞便性大腸桿菌群、隱孢子蟲、梨形鞭毛蟲、戴奧辛、鹵乙酸、甲醛、亞氯酸根、陶斯松、大滅松、福瑞松、托福松、二氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯丙烷、順 1,2-二氯乙烯、反 1,2-二氯乙烯、四氯乙烯、一氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、甲苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯、鋁、壬基酚、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、微囊藻毒-LR 型、雙酚 A	戴奧辛、鹵乙酸、亞氯酸根、二氯甲烷、順 1,2-二氯乙烯、反 1,2-二氯乙烯、四氯乙烯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、甲苯、二甲苯、鋁
飲用水水源及水質標準中列管污染物篩選與監測計畫(3/3) (2009 年)	CCL2：二溴乙腈、二氯乙腈、三氯乙腈、嘉磷塞、五氯酚、1,1,2-三氯乙烷、1,2,4-三氯苯、甲基第三丁基醚、動情激素、雌素酮、雌素醇、乙炔動情激素、鄰苯二甲酸二丁酯、三丁基錫、六氯三磷氮環、多溴聯苯醚、全氟辛烷硫磺酸、全氟辛酸、2-甲基冰片、反-1,10-二甲基-反-9-萘烷醇 CCL3：鎂、鎳、鉍、鈮、銻、鈦、鈷、鈦、鎢、錫、鈳、乙酸正丁酯、異丙醇、丙酮、氫氟酸、氫氧化四甲基銨、二甲基亞、乙醇銨	無，但已納入飲用水列管項目篩選作業中

2012 年底至 2014 年執行「推動飲用水列管項目之篩選作業計畫」，依據「行政院環境保護署飲用水列管項目篩選作業原則（草案）」、參考美國環保署建立飲用水列管項目篩選流程和評分機制，擬定飲用水列管項目篩選作業機制與流程，並據以執行，建立初步蒐集清單、蒐集清單及觀察清單。

2014 年至 2016 年「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估」持續推動執行飲用水列管項目之篩選作業，更新初步蒐集清單、蒐集清單及觀察清單物質，並彙整 103 年觀察清單物質監測結果，檢測數據顯示氯苯、苯乙烯、乙苯、1,1-二氯乙烷、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、鄰苯二甲酸二甲酯、微囊藻毒 LR 型、壬基酚等物質於臺灣之飲用水中發生的頻率和強度現階段沒有影響公共健康的疑慮，暫無納入候選清單考慮管制的必要性。此外第一年針對 8 項可能影響飲用水安全之農藥項目進行評估與監測（包含：加保利、賽滅寧、芬殺松、固殺草、賓克隆、百滅寧、托福松、甲基多保淨），第二年自初步蒐集清單中篩選揮發性有機物質進行評估（包含：1,2-二溴乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、1,2-二溴-3-氯丙烷、六氯苯、六氯環戊二烯），第三年則以金屬物質（鉍、硼、鈷）、全氟碳化合物（全氟辛烷酸、全氟辛烷磺酸）及微生物指標（大腸桿菌、糞便性大腸菌群）作為評估項目並建立毒理資料庫。該計畫亦檢討臺灣現行飲用水水源水質標準、現行飲用水水質標準管制項目中之影響健康物質之管理方式及管制限值以及飲用水水質標準第四條等，以及水源保護區農藥使用之管理與規範。

2017 年「106 年飲用水新興污染物研究與水質管理」持續推動執行飲用水列管項目之篩選作業，更新初步蒐集清單、蒐集清單及觀察清單物質，將硼、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、鄰苯二甲酸二丁酯、全氟辛烷酸、全氟辛烷磺酸等六項物質納入觀察清單。另抽驗飲用水中 25 項未列管新興污染物，其中僅鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯曾檢出高於國際上部分國家管制標準之測值，彙整歷年檢測結果後，將其納入候選清單，進一步評估是否應納入我國飲用水水質標準進行管制。

2020 年「109 年飲用水新興污染物研究與水質管理計劃」評估六項全氟化物（全氟丁酸 (perfluorobutanoic acid, PFBA)、全氟己酸(perfluorohexanoic acid, PFHxA)、全氟庚酸(perfluoroheptanoic acid, PFHpA)、全氟壬酸(perfluorononanoic acid, PFNA)、全氟十一烷酸(perfluoroundecanoic acid, PFUnDA)、全氟丁基磺酸(perfluorobutanesulfonic acid, PFBS))及七項人體健康用藥和個人保健用品（對羥基苯甲酸甲酯 (methyl paraben)、對羥基苯甲酸乙酯(ethyl paraben)、對羥基苯甲酸丙酯(propyl paraben)、對羥基苯甲酸丁酯(butyl paraben)、乙醯胺酚(acetaminophen)、乙醯水楊酸(阿斯匹靈成分, acetylsalicylic acid)、待乙妥 (diethyltoluamide, DEET))於我國飲用水中之風險，結果顯示除乙醯水楊酸及 DEET 以外 11 項優先評估物質現階段於我國淨水場無顯著風險，乙醯水楊酸及 DEET 則建議持續觀察。此外抽驗飲用水中 23 項未列管新興污染物（鎳、鎘、鉍、碲、硼、甲醛、N-亞硝二甲胺 (NDMA)、N-亞硝二乙胺(NDEA)、N-亞硝基吡咯烷、1,2-二溴乙烷、PFOA、PFOS、PFHxS、嘉磷塞、壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯、鄰苯二甲酸二乙酯、鄰苯二甲酸二丁酯、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、鄰苯二甲酸二辛酯、鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯、微囊藻毒 LR 型)，有 13 項污染物均低於定量極限或偵測極限，其他檢出之污染物濃度也極低，僅全氟化合物及硼有少數樣品有較高檢出濃度，建議持續監測觀察，了解我國之風險。

1.2 計畫目標

本計畫延續過去環保署執行之計畫所建立之飲用水列管項目篩選作業流程，調查分析未列管之污染物於淨水場原水及清水背景資料，評估新興污染物於我國淨水場之風險，並針對過去計畫中提出較具風險之物質執行飲用水抽驗，供環保署飲用水水質列管項目決策及管限制值制定之依據。此外，並針對現行飲用水水質標準列管項目更新毒理資料。

本計畫目標如下：

- 一、彙整國際飲用水管理相關法規制度發展趨勢，建議我國飲用水管制精進策略。
- 二、辦理飲用水未列管新興污染物質篩選及抽驗作業，更新各階段關注清單，研提我國飲用水管制標準修正建議。
- 三、更新彙編飲用水未列管新興污染物質及列管項目之毒理資料。
- 四、評估我國離島飲用水水質狀況，研提管理建議。
- 五、彙整國際飲用水微生物標準或指標檢測方式，評估適合本土之微生物指標。

1.3 計畫內容

- 一、彙整國際飲用水管理相關法規制度發展趨勢，建議我國飲用水管制精進策略。
 - (一) 蒐集分析世界衛生組織、歐盟、美國、澳洲及日本等國際組織或先進國家之飲用水管理相關法規制度、監督與稽查機制、政策計畫推動及水質標準管制等，與我國制度比較並研提管制策略修正建議。
 - (二) 蒐集分析國際因應極端氣候(包括澇、旱等)飲用水管理做法及淨水處理方法差異，進行我國淨水場處理技術及現況評估，建議未來精進方向。
 - (三) 配合機關施政需求及國內外重大飲用水相關議題，提供國內外管制現況及政策說帖。

二、辦理飲用水未列管新興污染物質篩選及抽驗作業，更新各階段關注清單，研提我國飲用水管制標準修正建議。

(一) 參考國際管制模式，適時調整飲用水未列管新興污染物質篩選作業模式，並確立各階段關注清單項目降低關注層級之機制。

(二) 從初蒐清單中選取項目，抽驗調查其在本土原水、清水中之濃度，評估危害風險及淨水場處理效能。

1. 從初蒐清單中選取項目，抽驗調查至少 6 項飲用水水質標準未列管項目在我國北、中、南或離島代表淨水場飲用水與水源中之濃度現況（至少 6 處淨水場，每一處包含原水及清水各 1 個水樣，另其中 2 處淨水場加做流程中 2 個水樣，頻率皆至少 3 次）。

2. 彙整自來水事業及水利署等針對淨水場原水、清水之檢測結果，與機關之河川水體環境流布調查結果。

3. 彙編上述物質之毒理資料，具體評估危害風險及淨水場處理效能；針對檢出物質進一步研析其可能來源。

(三) 彙整歷年環保署針對蒐集清單物質、觀察清單及候選清單物質於我國淨水場清水之檢測結果，建立本土檢測資料庫並進行數據分析。

(四) 研訂觀察清單監測計畫，至少包括執行單位、監測之供水系統點位、監測頻率、期程、檢驗方法等，並蒐集觀察清單物質之國內運作量資料，整合國內外檢驗方法、處理技術、毒理特性等資料，俾利進行管制評估。

(五) 抽驗國內飲用水水質中未列管之新興污染物。

1. 重金屬：抽驗鎘、鎘、鉍、鋰、鈦、硼及碲等 7 項各 200 處次。

2. 消毒副產物：抽驗甲醛、N-亞硝二甲胺(NDMA)、N-亞硝二乙胺(NDEA)及 N-亞硝基吡咯烷等 4 項各 50 處次。

3. 揮發性有機物：抽驗 1,2-二溴乙烷 50 處次。

4. 農藥：抽驗嘉磷塞 50 處次。

5. 環境用藥：抽驗二乙基間甲苯胺(DEET) 30 處次。
6. 生物代謝產物：抽驗微囊藻毒 LR 型 20 處次。
7. 水中土霉味物質：Geosmin、2-Methylisoborneol (2-MIB) 等 2 項各 30 處次。

(六) 配合我國環境荷爾蒙管理計畫及持久性有機污染物斯德哥爾摩公約國家實施計畫，加強相關未列管新興污染物之水質抽驗。

1. 環境荷爾蒙：抽驗壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)、鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)、鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯(BBP)、鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)等 8 項各 200 處次。
2. 持久性有機污染物：抽驗全氟辛酸(PFOA)、全氟辛烷磺酸(PFOS)、全氟己烷磺酸(PFHxS) 等 3 項各 50 處次。
3. 抽驗點為淨水場清水。
4. 同時納入我國環境荷爾蒙管理計畫及持久性有機污染物斯德哥爾摩公約國家實施計畫之水質抽驗結果及評估分析。

(七) 參酌國際飲用水標準中已列管或優先關注之污染物項目及我國飲用水中新興污染物抽驗結果，更新初步蒐集清單、蒐集清單、觀察清單及候選清單。

(八) 依前述飲用水未列管新興污染物各項清單更新結果，評估是否新增我國飲用水標準管制項目，並建議後續抽驗項目、地點及頻率。

三、協助更新飲用水未列管新興污染物、列管物質之毒理資料。

(一) 配合國際資料蒐集及環境背景流布調查結果，彙編更新飲用水水質標準管制項目及新興污染物毒理資料，至少更新 18 項(含補齊列管項目資料)，並印製 8 份彙編資料。內容應包括分析方法、環境背景資料、毒理研究摘錄

與有害性鑑定、劑量效益評估、暴露評估、暴露途徑、風險特徵描述、處理技術及管制評估等。

四、評估我國離島飲用水水質狀況，研提管理建議。

- (一) 協助釐清離島飲用水來源，並探討離島水源、水質條件或海淡水製程等，是否有影響飲用水水質之風險。
- (二) 彙整近 10 年離島飲用水水質管制項目及新興污染物水質檢測結果。
- (三) 依據以上結果，針對離島淨水場飲用水水質管理提出建議。

五、彙整國際飲用水微生物標準或指標檢測方式，評估適合本土之微生物指標。

- (一) 彙整國際上應用於飲用水可作為糞便污染指標、消毒效率評估指標、過濾處理效能指標及配水管網完整性指標等 4 種指標之指標微生物種類，並探討其運用於我國飲用水管理之可行性。
- (二) 針對上述 4 種指標，篩選代表淨水場於原水、清水及配水點位進行前述項目至少 20 次採樣，分析我國本土原水、清水及配水中各指標微生物的檢出情況。針對糞便污染指標分析大腸桿菌群、大腸桿菌(*E. coli*)；消毒效率評估指標分析總菌落數；過濾處理效能指標分析 *Clostridium perfringens*；配水管網完整性指標分析腸球菌。
- (三) 將結果進行系統性評估，針對我國本土化之生物性參數修正提出建議。

六、配合前述工作項目至少辦理 3 場次專家諮詢會議，每場次邀請專家學者出席至少 3 位，出席委員支給出席費，與會人員以 15 人計，會議半天並供膳。

七、配合機關施政需求或因應緊急狀況，協助進行飲用水水質檢驗分析與飲用水中污染物之健康風險資料蒐研。

第二章 國際飲用水管理制度

2.1 世界衛生組織

2.1.1 飲用水管理相關法規制度

世界衛生組織為聯合國體系內負責衛生事務之國際組織，世界衛生組織共有 194 個會員國，每年世界衛生組織的成員國會派代表團參加「世界衛生大會」，是世界衛生組織的最高決策機構。世界衛生組織認為其做為一個在大眾健康及飲用水方面具權威的國際組織，帶領全球致力於避免水媒疾病的傳輸、提供各國政府發展基於健康考量的目標(health-based target)與法規(regulation)。

世界衛生組織自 1984 年起持續發表「第一版飲用水水質指引(Guidelines for Drinking-water Quality 1st edition)」，提供基於風險管理概念而建立的飲用水水質指引值，作為各國法規標準制定的參考依據。

2004 年世界衛生組織出版「第三版飲用水水質指引(Guidelines for Drinking-water Quality 3rd edition)」，提供了安全飲用水的架構，整份指引的架構如圖 2.1-1，該架構中建議定訂出以健康考量的目標(health-based target)，並由飲用水供水單位實施水安全計畫(Water Safty Plan, WSP)，最有效的鑑定及管理從集水區水源到用戶端過程中所有供水環節都採用綜合風險評估和風險管理，而非只單純關注水質。並透過獨立的監督確保水安全計畫有效執行且達到健康考量的目標。

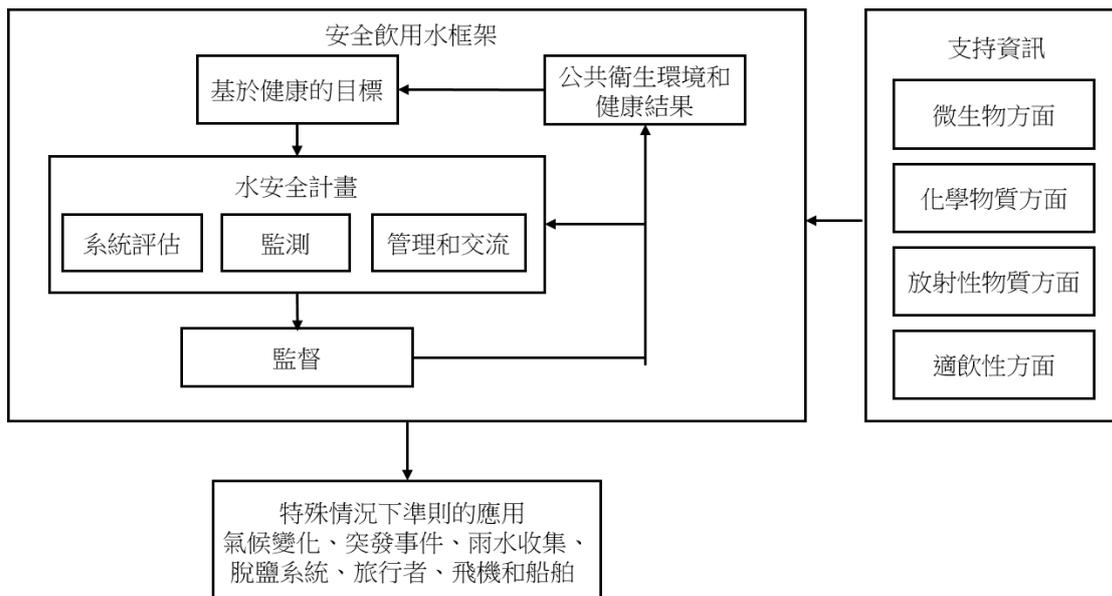


圖 2.1-1 世界衛生組織「飲用水水質指引」架構

「飲用水品質指引」提供了一系列輔助資訊，包括微生物方面、化學物質方面、放射性物質和適飲性方面等。此外此指引亦囊括特殊情況下的應用，包括氣候變遷（缺水集強降雨）、突發事件、雨水收集、脫鹽系統（如海水淡化）、旅行者、飛機及機場、船舶等。

最新之「飲用水水質指引」為 2017 年出版之第四版第一次修正，針對「飲用水水質指引」架構(圖 2.1-1)的每個要素均有詳細的介紹，並有詳細的微生物及化學物質資料表，列出各物質於飲用水中的可能來源、偵測方法、偵測極限、可行的處理程序及效率、指引值及指引值建立方式，可供各國依本身情況參考、調整、建立飲用水水質標準，而風險較低或因資料不足而尚未建立指引值之項目於指引中亦提出未建立指引值之原因供參考。

2.1.2 監督與稽查機制

因世界衛生組織所提出之飲用水水質指引屬於建議指引，並非強制性法條，且世界衛生組織本身為國際組織，因此針對飲用水管制項目超過指引值並未制定處分罰責，而是提出提高檢測頻率、改善飲用水處理設施等建議，目標為改善水質。

2.1.3 政策計畫推動

WHO 飲用水指引委員會於 2000 年左右開始提出水安全計畫(Water Safety Plan)的概念，並於 2005 年出版「水安全計畫」，其精神為從集水區管理、飲用水處理、飲用水水質目標、到最終的配水管網管理，進行全盤綜合評估，由源頭探討供水水質不佳或需提升之原因，提出管控措施(Control measure)進行改善，而非僅是追求水質標準之符合，然透過整提評估改善更可有效提升自來水事業供水水質，水安全計畫建置與實施流程如圖 2.1-2。

2.1.4 水質標準管制

我國飲用水水質標準與 WHO 指引值比較列於表 2.1-1，我國 68 項列管項目中，有 20 項 WHO 未評估指引值，有 17 項 WHO 經評估認為無需建立指引值或資料不足以建立以健康為基礎的指引值。剩餘 31 項中，25 項我國的管制值與 WHO 指引值一致或更嚴格，有六項我國的管制值略高於 WHO 指引值，包含鎘、銀、四

氯化碳、順 1,2-二氯乙烯、反 1,2-二氯乙烯、2,4-D。然此六項管制值與國際管制趨勢相近且已考量健康風險，屬合理之管制標準。

WHO 飲用水水質值引廣泛納入各項可能影響飲用水安全之生物性、化學性物質、指標、適飲性指標等，本計畫已將其納入篩選作業流程中各階層清單進行評估。

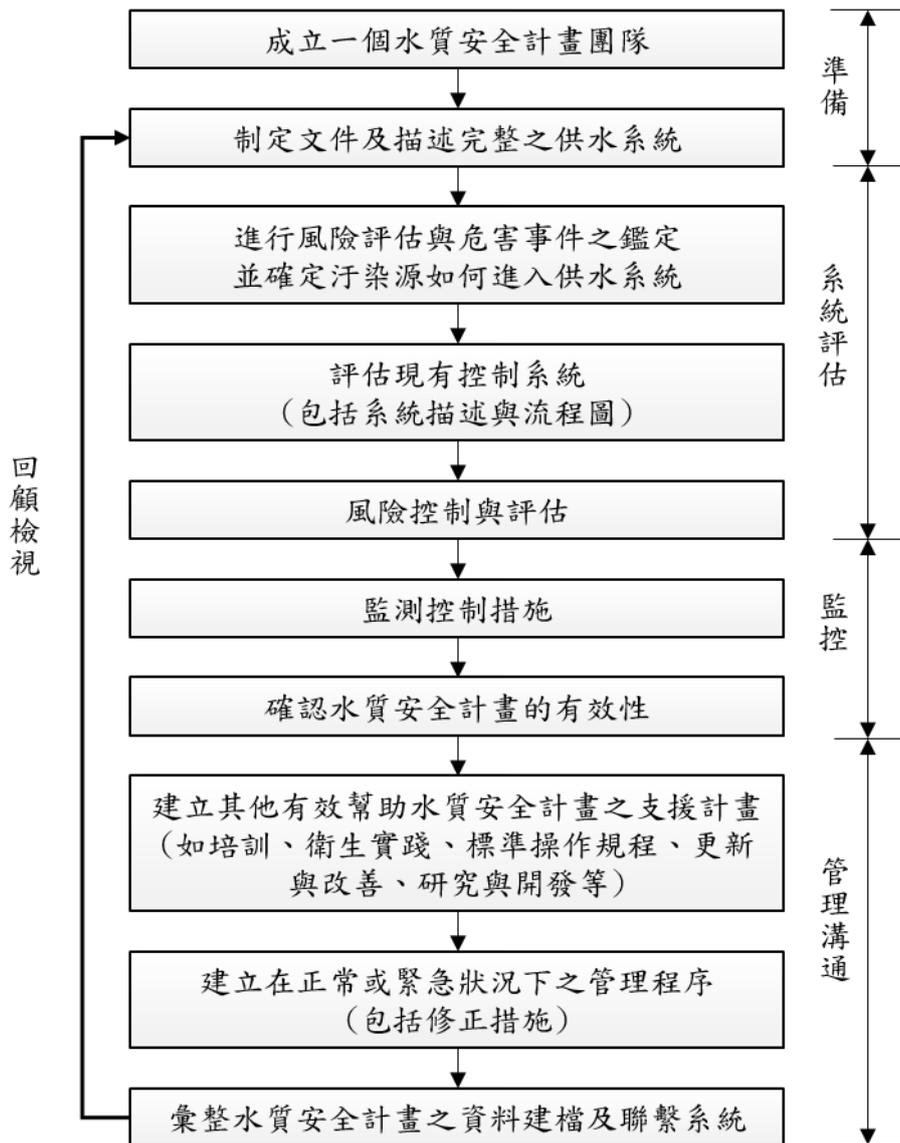


圖 2.1-2 水安全計畫建置與實施流程圖

(摘自何承嶧、駱尚廉,水安全計畫之實務—以德國為例，2016 自來水會刊第 35 卷第 3 期)

表 2.1-1 我國飲用水水質標準與 WHO 指引值比較

編號	項目	我國	WHO	編號	項目	我國	WHO
1	大腸桿菌群	6	—	35	四氯乙烯	0.005	0.04
2	總菌落數	100	—	36	安殺番	0.003	NR
3	臭度	3	—	37	靈丹	0.0002	0.002
4	濁度	2	—	38	丁基拉草	0.02	—
5	色度	5	—	39	2,4-二氯苯氧乙酸(2.4-D)	0.07	0.03
6	砷	0.01	0.01	40	巴拉刈	0.01	—
7	鉛	0.01	0.01	41	納乃得	0.01	—
8	硒	0.01	0.04	42	加保扶	0.02	0.07
9	鉻	0.05	0.05	43	滅必蝨	0.02	—
10	鎘	0.005	0.003	44	達馬松	0.02	—
11	鋇	2	1.3	45	大利松	0.005	—
12	銻	0.01	0.02	46	巴拉松	0.02	NR
13	鎳	0.02	0.07	47	一品松	0.005	—
14	汞	0.001	0.006	48	亞素靈	0.003	—
15	氰鹽	0.05	NR	49	戴奧辛	3	—
16	亞硝酸鹽	0.1	0.9	50	氟鹽	0.8	1.5
17	三鹵甲烷	0.08	—	51	硝酸鹽	10	11.3
18	鹵乙酸類	0.06	—	52	銀	0.05	NR
19	溴酸根	0.01	0.01	53	鈾	0.07	NR
20	次氯酸鹽	0.7	0.7	54	銻	0.07	—
21	三氯乙烯	0.005	0.02	55	鐵	0.3	NR
22	四氯化碳	0.005	0.004	56	錳	0.05	NR
23	1,1,1-三氯乙烷	0.2	NR	57	銅	1	2
24	1,2-二氯乙烷	0.005	0.03	58	鋅	5	NR
25	氯乙烯	0.0003	0.0003	59	硫酸鹽	250	NR
26	苯	0.005	0.01	60	酚類	0.001	—
27	1,4-二氯苯 (對)	0.075	0.3	61	陰離子界面活性劑	0.5	—
28	1,1-二氯乙烯	0.007	NR	62	氯鹽	250	NR
29	二氯甲烷	0.02	0.02	63	氨	0.1	NR
30	1,2-二氯苯 (鄰)	0.6	1	64	總硬度	300	NR
31	甲苯	0.7	0.7	65	總溶解固體量	500	NR
32	二甲苯	0.5	0.5	66	鋁	0.2	NR
33	順 1,2-二氯乙烯	0.07	0.05	67	餘氯	0.2-1	—
34	反 1,2-二氯乙烯	0.1	0.05	68	酸鹼值	6-8.5	NR

註：1. NR 為 WHO 經評估認為無需建立指引值或資料不足以建立以健康為基礎的指引值。

2. 單位：mg/L

2.2 歐盟

2.2.1 飲用水管理相關法規制度

歐盟主要飲用水相關法令為「飲用水指令(Directive 2020/2184 on the quality of water intended for human consumption)」，於 2020 年底修正頒布。指令中闡明立法目的，主要標的為公眾使用的水的水質，藉由確保公眾使用之水是有益健康且乾淨的，以避免水中的污染物對人體造成負面影響，進而保護人體健康。歐盟「飲用水指令」中訂有飲用水水質標準，主要提供會員國做為訂定飲用水水質標準之立法參考，會員國可增加管制項目或將管制值加嚴，但禁止其會員國減少管制項目或放寬管制值，並依每日供水量大小規範不同飲用水水質檢測頻率，飲用水水質標準項目分成兩類，監測頻率略有不同。藉由提供水源水質檢測資料證明可減少監測項目或頻率。針對飲用水水質標準管制項目要求確保分析方法及檢驗實驗室的品質。

2.2.2 監督與稽查機制

歐盟的飲用水指導方針中提供 56 項飲用水管制值，歐盟的飲用水管制值主要提供給會員國做為水標準之依據，會員國可增加管制項目或將管制值加嚴，但禁止其會員國減少管制項目或放寬管制值。歐盟針對飲用水水質的管制僅提出指導方針供會員國參考，針對飲用水水質超標的情況，歐盟僅要求各會員國必須確實了解、探討每一個超標事件的起因，並且盡快提出改善計畫予以改正，並未針對超標定出處分方式。

「飲用水指令」要求之飲用水水質監測計畫中監測項目主要以飲用水水質標準管制項目為主，各會員國可增加監測項目，監測計畫中將其飲用水水質標準分成 A 組參數及 B 組參數，監測頻率不同，此外各淨水場依其供水量有不同監測頻率規範，需依最低監測頻率要求進行監測。

A 組參數包含：

- 一、大腸桿菌、總大腸桿菌群、總菌落數、色度、濁度、味、臭味、pH、導電度等
- 二、採用加氯消毒時，氨氮及亞硝酸鹽氮可納入 A 組參數
- 三、鋁跟鐵若用座淨水處理藥品時，亦可納入 A 組參數
- 四、會員國可依各國情況增列歐盟「飲用水指令(Drinking Water Directive 98/83/EC)」未列管之項目，這些項目亦可納入 A 組參數

B 組參數則為「飲用水指令(Drinking Water Directive 98/83/EC)」中所規範之飲用水水質標準項目除 A 組參數以外之其餘參數。

歐盟飲用水指令中提供自來水事業透過風險評估證明飲用水品質，可減少監測項目或頻率：

- 一、大腸桿菌的監測頻率在任何情況下均不宜降低。
- 二、其他參數在三年的正規監測下，若所有測值均小於管制值的 60% 以下，則該參數可降低監測頻率。

在三年的正規監測下，若所有測值均小於管制值的 30% 以下，則該參數可自監測清單中移除。

2.2.3 政策計畫推動

歐盟定有飲用水水質標準供會員國做為立法參考，項目及管制值不得少於歐盟飲用水水質標準，並依每日供水量大小不同規範不同飲用水水質檢測頻率，飲用水水質標準項目分成兩類，監測頻率略有不同。藉由提供水源水質檢測資料證明可減少監測項目或頻率。針對飲用水水質標準管制項目要求確保分析方法及檢驗實驗室的品質。歐盟官方網頁中關於飲用水管理的施行中除了提到飲用水指令的執行外，還特別提出小型供水系統(Small Water Supplies)的議題。

2.2.4 水質標準管制

歐盟飲用水水質標準包含管制項目（列於表 2.2-1）及指標參數及用以風險評估與風險管理之必須監測指標性項目（列於表 2.2-2），管制項目為法規強制飲用水必須符合之項目，包含 2 項生物性參數、34 項化學性參數；而指標參數(Indicator Parameters and Parameters relevant for the risk assessment of domestic distribution systems)則為一旦有不符合時，需採取矯治措施(Remedial Action)，共 18 項，另鉛及退伍軍人桿菌(Legionella)則是用以評估住家飲水系統風險。各參數的管制值與我國管制情況列於表 2.2-1 及表 2.2-2。其中 35 項我國飲用水水質標準亦有列管，14 項列於我國初步蒐集清單中，2 項列於我國蒐集清單中，2 項列於我國觀察清單中。

表 2.2-1 歐盟「飲用水指令」管制項目與與我國管制標準比較

編號	中文	英文	CAS	台灣	歐盟
1	大腸桿菌	Escherichia coli (E. coli)	—	蒐集清單	0/ 100 ml
2	腸球菌	Enterococci	—	初蒐清單	0/ 100 ml
3	丙烯醯胺	Acrylamide	79-06-1	初蒐清單	0.0001
4	銻	Antimony	7440-36-0	0.01	0.01
5	砷	Arsenic	7440-38-2	0.01	0.01
6	苯	Benzene	71-43-2	0.005	0.001
7	苯並[a]芘	Benzo(a)pyrene	50-32-8	初蒐清單	0.00001
8	雙酚 A	Bisphenol A	80-05-7	蒐集清單	0.0025
9	硼	Boron	7440-42-8	觀察清單	1.5
10	溴酸根	Bromate	15541-45-4	0.01	0.01
11	鎘	Cadmium	7440-43-9	0.005	0.005
12	氯酸鹽	Chlorate	14866-68-3	初蒐清單	0.25
13	亞氯酸鹽	Chlorite	14998-27-7	0.7	0.25
14	鉻	Chromium	7440-47-3	0.05 (total)	0.025
15	銅	Copper	7440-50-8	1	2
16	氰鹽	Cyanide	57-12-5	0.05	0.05
17	1,2-二氯乙烷	1,2-dichloroethane	107-06-2	0.005	0.003
18	環氧氯丙烷	Epichlorohydrin	106-89-8	初蒐清單	0.0001
19	氟鹽	Fluoride	16984-48-8	0.8	1.5
20	鹵乙酸類	Haloacetic acids (HAAs)	—	0.06	0.06
21	鉛	Lead	7439-92-1	0.01	0.005
22	汞	Mercury	7439-97-6	0.001	0.001
23	微囊藻毒-LR 型	Microcystin-LR	101043-37-2	觀察清單	0.001
24	鎳	Nickel	7440-02-0	0.02	0.02
25	硝酸鹽	Nitrate	14797-55-8	10	11.3
26	亞硝酸鹽	Nitrite	14797-65-0	0.1	0.5
27	農藥	Pesticides	—	—	0.0001
28	農藥	Pesticides — Total	—	—	0.0005
29	總 PFAS	PFAS Total	—	—	0.0005
30	PFAS 合計	Sum of PFAS	—	—	0.0001
31	多環芳香烴	Polycyclic aromatic hydrocarbons	—	初蒐清單	0.0001
32	硒	Selenium	7782-49-2	0.01	0.02

*單位如未註記則為 mg/L

表 2.2-1 歐盟「飲用水指令」管制項目與與我國管制標準比較（續）

33	四氯乙烯	Tetrachloroethene and	127-18-4	0.005	0.01
	三氯乙烯	Trichloroethene	79-01-6	0.005	
34	總三鹵甲烷	Trihalomethanes Total	—	0.08	0.1
35	鈾	Uranium	7440-61-1	初蒐清單	0.03
36	氯乙烯	Vinyl chloride	75-01-4	0.003	0.0005

*單位如未註記則為 mg/L

表 2.2-2 歐盟「飲用水指令」指標及配水管網風險評估參數管制項目與我國管制情況

編號	中文	英文	CAS	台灣	歐盟
1	鋁	Aluminium	7429-90-5	0.2	0.2
2	氨	Ammonium	14798-03-9	0.1	0.5
3	氯鹽	Chloride	16887-00-6	250	250
4	Clostridium perfringens	Clostridium perfringens (including spores)	—	初蒐清單	0/100 ml
5	色度	Colour	—	5 鉑鈷單位	無異常
6	導電度	Conductivity	—	初蒐清單	2500 $\mu\text{S cm}^{-1}$ at 20 °C
7	氫離子濃度	Hydrogen ion concentration	—	6-8.5	6.5-9.5
8	鐵	Iron	7439-89-6	0.3	0.2
9	錳	Manganese	7439-96-5	0.05	0.05
10	臭度	Odour	—	3 初嗅數	無異常
11	氧化性	Oxidisability	—	初蒐清單	5 mg/l O ₂
12	硫酸鹽	Sulfate	14808-79-8	250	250
13	鈉	Sodium	7440-23-5	初蒐清單	200
14	口感	Taste	—	初蒐清單	無異常
15	菌落數	Colony count	—	100 (35°C)	無異常 (22°C)
16	大腸桿菌群	Coliform bacteria	—	6	0/100 ml
17	總有機碳	Total organic carbon	—	初蒐清單	無異常
18	濁度	Turbidity	—	2	無異常
19	退伍軍人菌菌屬	Legionella	—	初蒐清單	<1000 CFU/L
20	鉛	Lead	7439-92-1	0.01	0.01

*單位如未註記則為 mg/L

2.3 美國

2.3.1 飲用水管理相關法規制度

美國之飲用水管理以安全飲用水法(Safe Drinking Water Act)為主要法規，內容包含全國飲用水水質標準、污染物篩選及管制時程、標準的制定、風險評估及成本效益分析、標準放寬及例外情況、州政府的監督責任、消費者資訊及水質報告、公民訴訟、及飲用水供應意外緊急情況下之公權力。由於美國飲用水水源半數以上來自地下水，故法規針對地下水保護有較詳細的規範(SDWA §1421- §1429)，包含地下注入行為控制，法規要求任何地下注入行為均須經過政府核可，且不可影響到地下水源。針對小型供水系統，安全飲用水法中包含協助小型供水系統方案，在技術及經費上提供協助。在水源保護部分則執行原水評估及保護系統方案。美國安全飲用水法中針對部分方案之推動，於推動初期直接透過法律編列經費，並執行州循環貸款基金以供各方案的執行使用。美國安全飲用水法中除一般性的規定外亦將針對特定飲用水安全相關議題納入，如雌激素物質篩選方案、藻毒風險評估及管理、飲用水中的鉛管制等。

2.3.2 監督與稽查機制

美國飲用水水質的管制主要根據安全飲用水法(Safe Drinking Water Act, SDWA) 美國安全飲用水法主要分為六個部份(Part)，在 Part A 就先定義了主要(primary)飲用水標準與次要(secondary)飲用水標準，其中主要標準管制項目主要為對人體健康有不良影響之物質，而次要標準管制項目則為會影響飲用水的味道或外觀之物質。

我國環保署於 2007 年執行之「飲用水水源及水質標準中列管污染物篩選與監測計畫(1/3)」中亦曾彙整美國飲用水超過國家主要飲用水條例中規範之標準時，政府會採用的管制方式及罰則，包含收到主管機關的違規通知、緊急行政命令，或被提出告訴、被視為犯罪行為、以及罰款。根據美國安全飲用水法規定當飲用水主要標準管制項目水質超過標準時，自來水事業單位需於 24 小時內告知用水民眾(SDWA Sec. 1414. (c)(2)(C))，該超標之水質在短期暴露下對健康可能造成的風險影響。並將超標的情況列入年報(annual report)的用戶信心報告 (consumer confidence report, CCR)中。此外當淨水場的供水人口超過 10,000 人時，每件違規每天可罰 1000

元美金以上(SDWA/Sec1413 (a)(6))，每次超標每天最高可罰 25000 元美金(SDWA/Sec1414 (b)(2))，其他小型水廠則由州政府定出合理罰款金額。

我國環保署於 2009 年執行之「飲用水水源及水質標準中列管污染物篩選與監測計畫(3/3)」中亦提及美國自來水事業單位發現供水水質無法符合規定時，需採取檢討改善水質、重新採樣檢測，報告州政府及週知民眾等措施。當自來水事業單位未依規定監測水質、水質無法符合飲用水水質標準、未適時通知民眾、未向主管機關報告違反事項，則其違規事項才會予以罰金或法院告訴或構成犯罪。而非被環保單位逕行罰金處分。

環保署於 2013 年執行之「推動飲用水列管項目之篩選作業計畫」提到當飲用水水質超過法規標準時，環保局會採取勸導的行動，告知水公司水質超標，並輔導水公司改善水質，如果水質超標之情況遲遲無法改善，美國環保署會予以罰款，最後才會勒令水公司停止供水。然而，因為水公司一旦停止供水，將大幅影響民眾用水權益，環保局基本上只會採取第一個步驟，也就是輔導水公司改善水質，不太可能對水公司罰款。而次要標準管制項目因其非主要標準(強制管制)之項目，因此即使超標(無論在任何情況下超標)，美國環保署並不會對水公司採取任何行動。

美國安全飲用水法(Safe Drinking Water Act)要求自來水事業監測其水質並提報州政府，而州政府應檢視自來水事業提報之水質資料並應進行抽驗以確保飲用水水質符合標準，而環保署主要針對州政府提報之不合格水質資料進行監測。

對於飲用水水質標準未列管物質，美國安全飲用水法(Safe Drinking Water Act)要求環保署執行未列管但於飲用水中可能有影響公眾健康疑慮之污染物監測，每五年需發表未列管污染物監測規則(Unregulated Contaminant Monitoring Rule [UCMR])，根據污染物候選清單(CCL)列出 30 項以內自來水事業應監測之未列管物質，SDWA 中更編列 1000 萬美金支持未列管物質的監測(SDWA §1445a)。所有供水人口超過一萬人的供水系統均需進行監測，供水人數介於 25 人到一萬人之間的小型淨水系統也至少要有一次的採樣分析，美國環保署需負擔小型淨水場的監測費用。

2.3.3 政策計畫推動

美國除飲用水水質標準管制外，針對新興污染物是否進行管制制定一套篩選作業，發展歷程如圖 2.3-1。美國環保署於 1998 年建立第一份污染物觀察清單(CCL1)，主要根據當時現有相關資訊，由專家提名 60 項物質做為 CCL1，過程中諮詢專家學者及國家飲用水諮詢委員會(National Drinking Water Advisory Council, NDWAC)。在 2003 年做出第一次管制決策(RD1)，自 CCL1 中刪除 9 項經評估後無需考慮列管物質。

2005 年建立第二份污染物觀察清單(CCL2)，主要延續 CCL1 中的項目，僅刪除九項第一次管制決策決定無需考慮列管物質，剩餘 51 項物質。2008 年做出第二次管制決策(RD2)，刪除 11 項經評估後無需考慮列管物質。

美國 2009 年改以系統化及科學化篩選流程提出第三份污染物觀察清單(CCL3)，其中亦包含納入公民意見(public nominations)。美國 CCL3 中共有 116 項物質，其中 17 項物質與 CCL2 物質重覆。2011 年決定列管過氯酸鹽，並持續討論管制值。2019 年提出建議的管制值，然於 2020 年美國環保署經過審慎評估後認為

2016 年提出第四份污染物觀察清單(CCL4)包含 109 項污染物，其中 107 項物質延續自 CCL3，1 項新納入的物質，1 項原本列於 CCL1 的物質；同年提出第三次管制決策有四項物質經評估後無需考慮列管，2018 年開放第五份污染物觀察清單 CCL5 的提名，2019 年提出過氯酸鹽管制值的建議值，並於 2021 年 2 月提出第四次管制決策，2021 年 7 月公告 CCL5 初稿，包含 66 項化學物質、3 類化學物質（消毒副產物、全氟烷基物質(不含 PFOA、PFOS)以及藍藻毒素）及 12 個微生物項目，消毒副產物類別中共包含 23 項消毒副產物，藍藻毒素類別包含 anatoxin-a、cylindrospermopsin、microcystins 以及 saxitoxin，但不限於此 4 種藍藻毒素，全氟烷基物質類別則包含 PFOA、PFOS 以外所有的全氟/多氟烷基物質。

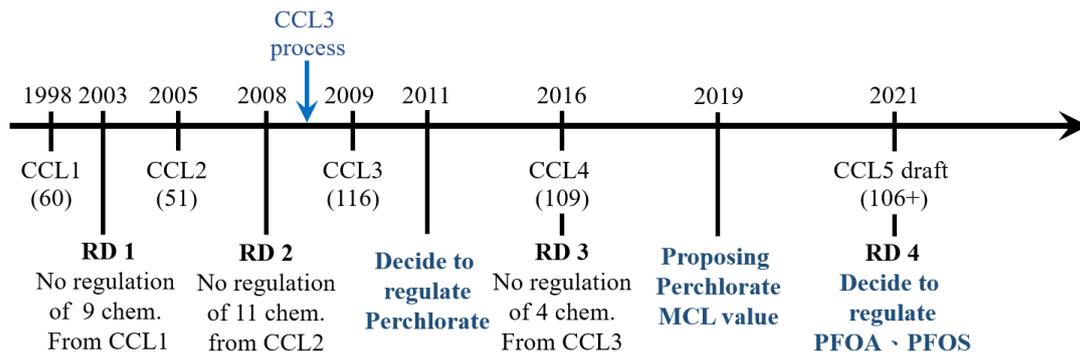


圖 2.3-1 美國篩選作業記事

2.3.4 水質標準管制

美國飲用水水質標準分為主要標準 (National Primary Drinking Water Regulations, NPDWR) 及次要 (Secondary) 標準，「安全飲用水法 (SDWA)」要求針對現行飲用水水質標準每六年應重新檢視一次標準的合理性。此外「安全飲用水法 (SDWA)」批准美國環保署授權小型淨水場在已經使用最佳處理技術 (BAT) 下，在不影響公共健康下，若因原水水質不佳而可與飲用水水質標準有容許偏差 (variance)。

美國飲用水水質主要標準 (National Primary Drinking Water Regulations, NPDWR) 可區分為六大類：微生物 (7 項)、消毒劑 (3 項)、消毒副產物 (4 項)、無機物 (16 項)、有機物 (53 項) 以及放射性物質 (4 項)，共 87 項 (表 2.3-1)，其中 39 項我國飲用水水質標準亦有列管，27 項列於我國初步蒐集清單中，11 項列於我國蒐集清單中，5 項列於我國觀察蒐集清單中，1 項列於我國候選清單中。放射性物質於我國係由原能會依權責訂定相關法規管理，非屬飲用水水質標準列管項目。

表 2.3-1 美國飲用水水質主要標準管制項目與我國管制標準比較

編號	中文	英文	CAS	台灣	美國
1	丙烯醯胺	Acrylamide	79-06-1	初蒐清單	TT
2	拉草	Alachlor	15972-60-8	初蒐清單	0.002
3	銻	Antimony	7440-36-0	0.01	0.006
4	砷	Arsenic	7440-38-2	0.01	0.01
5	石棉	Asbestos	1332-21-4	初蒐清單	7 MFL
6	草脫淨	Atrazine	1912-24-9	初蒐清單	0.003
7	鋇	Barium	7440-39-3	2	2
8	苯	Benzene	71-43-2	0.005	0.005
9	苯並[a]芘	Benzo[a]pyrene	50-32-8	初蒐清單	0.0002
10	鈹	Beryllium [Be]	7440-41-7	蒐集清單	0.004
11	溴酸根*	Bromate	15541-45-4	0.01	0.01
12	鎘	Cadmium	7440-43-9	0.005	0.005
13	加保扶	Carbofuran	1563-66-2	0.02	0.04
14	四氯化碳	Carbon tetrachloride	56-23-5	0.005	0.005
15	氯胺 (一氯胺、二氯胺、三氯胺)	Chloramines	—	初蒐清單	4 (as Cl ₂)
16	可氯丹/氯丹	Chlordane	57-74-9	初蒐清單	0.002
17	氯*	Chlorine	7782-50-5	初蒐清單	4 (as Cl ₂)
18	二氧化氯	Chlorine dioxide	10049-04-4	初蒐清單	0.8 (as ClO ₂)
19	次氯酸鹽	Chlorite	14998-27-7	0.7	1
20	一氯苯	Monochlorobenzene	108-90-7	觀察清單	0.1
21	鉻	Chromium	7440-47-3	0.05	0.1
22	銅	Copper	7440-50-8	1	TT (1.3)
23	隱孢子蟲	<i>Cryptosporidium</i>	M	蒐集清單	TT
24	氰鹽	Cyanide	57-12-5	0.05	0.2
25	2,4-D	2,4-D	94-75-7	0.07	0.07
26	茅草枯	Dalapon (2,2-DPA)	75-99-0	初蒐清單	0.2
27	1,2-二溴-3-氯丙烷	1,2-Dibromo-3-chloropropane (DBCP)	96-12-8	蒐集清單	0.0002
28	1,2-二氯苯	o-Dichlorobenzene	95-50-1	0.6	0.6
29	1,4-二氯苯	p-Dichlorobenzene	106-46-7	0.075	0.075
30	1,2-二氯乙烷	1,2-Dichloroethane	107-06-2	0.005	0.005
31	1,1-二氯乙烯	1,1-Dichloroethylene	75-35-4	0.007	0.007
32	順 1,2-二氯乙烯	cis-1,2-Dichloroethene	156-59-2	0.07	0.07
33	反 1,2-二氯乙烯	trans-1,2-Dichloroethene	156-60-5	0.1	0.1
34	二氯甲烷	Dichloromethane	75-09-2	0.02	0.005
35	1,2-二氯丙烷	1,2-Dichloropropane (1,2-DCP)	78-87-5	蒐集清單	0.005
36	己二酸二(2-乙基己基)酯	Di(2-ethylhexyl)adipate (DEHA)	103-23-1	蒐集清單	0.4
37	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)	117-81-7	候選清單	0.006
38	地樂酚	Dinoseb	88-85-7	初蒐清單	0.007
39	戴奧辛	Dioxin	--	3 pg-WHO-TEQ/L	0.00000003
40	敵草快/殺草快	Diquat	231-36-7	初蒐清單	0.02
41	草多索	Endothall	145-73-3	初蒐清單	0.1

*單位如未註記則為 mg/L

表 2.3-1 美國飲用水水質主要標準管制項目與我國管制標準比較 (續)

編號	中文	英文	CAS	台灣	美國
42	安特靈/異狄氏劑	Endrin	72-20-8	初蒐清單	0.002
43	環氧氯丙烷	Epichlorohydrin	106-89-8	初蒐清單	TT
44	乙苯	Ethylbenzene	100-41-4	觀察清單	0.7
45	1,2-二溴乙烷	1,2-Dibromoethane	106-93-4	觀察清單	0.00005
46	氟鹽	Fluoride	16984-48-8	0.8	4
47	梨形鞭毛蟲	<i>Giardia lamblia</i>	M	蒐集清單	TT
48	嘉磷塞	Glyphosate and AMPA	1071-83-6	蒐集清單	0.7
49	鹵乙酸類	Haloacetic acids – Total (HAAs)	--	0.06	0.06
50	飛佈達	Heptachlor	76-44-8	初蒐清單	0.0004
51	環氧飛佈達	Heptachlor epoxide	1024-57-3	初蒐清單	0.0002
52	總菌落數	Total Bacterial Count	M	100	TT (500)
53	六氯苯	Hexachlorobenzene	118-74-1	蒐集清單	0.001
54	六氯環戊二烯	Hexachlorocyclopentadiene	77-47-4	蒐集清單	0.05
55	鉛	Lead	7439-92-1	0.01	0.015
56	退伍軍人菌屬	<i>Legionella</i>	M	初蒐清單	TT
57	靈丹	Lindane	58-89-9	0.0002	0.0002
58	汞	Mercury	7439-97-6	0.001	0.002
59	甲氧氯	Methoxychlor	72-43-5	初蒐清單	0.04
60	硝酸鹽	Nitrate	14797-55-8	10	10
61	亞硝酸鹽	Nitrite	14797-65-0	0.1	1
62	歐殺滅	Oxamyl (Vydate)	23135-22-0	蒐集清單	0.2
63	五氯酚	Pentachlorophenol (PCP)	87-86-5	初蒐清單	0.001
64	皮克落	Picloram	1918-02-1	初蒐清單	0.5
65	多氯聯苯	Polychlorinated biphenyls (PCBs)	-	初蒐清單	0.0005
66	硒	Selenium	7782-49-2	0.01	0.05
67	草滅淨	Simazine	122-34-9	初蒐清單	0.004
68	苯乙烯	Styrene (Vinyl benzene)	100-42-5	觀察清單	0.1
69	四氯乙烯	Tetrachloroethylene	127-18-4	0.005	0.005
70	鉍	Thallium [Tl]	82870-81-3	觀察清單	0.002
71	甲苯	Toluene	108-88-3	0.7	1
72	大腸桿菌群	Coliform Group / total coliform	M	6	5.00%
73	三鹵甲烷	Trihalomethanes (THM)	—	0.08	0.08
74	毒殺芬	Toxaphene	8001-35-2	初蒐清單	0.003
75	2,4,5-TP; Silvexa	2,4,5-TP; Silvexa	93-72-1	初蒐清單	0.05
76	1,2,4-三氯苯	1,2,4-Trichlorobenzene	120-82-1	初蒐清單	0.07
77	1,1,1-三氯乙烷	1,1,1-Trichloroethane	71-55-6	0.2	0.2
78	1,1,2-三氯乙烷	1,1,2-Trichloroethane	79-00-5	蒐集清單	0.005
79	三氯乙烯	Trichloroethylene (Trichloroethene)	79-01-6	0.005	0.005
80	濁度	Turbidity	M	2 NTU	TT
81	氯乙烯	Vinyl chloride	75-01-4	0.003	0.002
82	病毒 (腸道)	Viruses (enteric)	M	初蒐清單	TT
83	二甲苯	Xylenes	1330-20-7	0.5	10
84	Alpha 粒子	Alpha particles	—	放射性	15 pCi/l
85	Beta 光子	Beta photon emitters	—	放射性	4
86	鐳 226、228	Radium 226 and 228	—	放射性	5 pCi/l
87	鈾	Uranium	7440-61-1	放射性	30 ug/l

*單位如未註記則為 mg/L

美國飲用水水質次要標準之項目主要為影響適飲性或引起外觀效應之污染物，因這些項目沒有影響健康的疑慮，故非強制管制項目，自來水單位可自行決定是否採行。美國飲用水水質次要標準共 15 項（表 2.3-2），其中 13 項我國亦有列管，2 項列於我國初步蒐集清單中。其中銅跟氟鹽在美國飲用水水質主要標準及次要標準中均出現，然次要標準的建議值較主要標準的管制值低，因考量影響適飲性或引起外觀效應而定之建議值，僅供自來水單位參考，無強制性。

表 2.3-2 美國飲用水水質次要標準管制項目與我國管制標準比較

編號	中文	英文	CAS	台灣	美國
1	鋁	Aluminum	7429-90-5	0.2	0.05 to 0.2
2	氯鹽	Chloride	16887-00-6	250	250
3	色度	Color	—	5 鉑鈷單位	15 color units
4	銅	Copper	7440-50-8	1	1.0
5	腐蝕性	Corrosivity	—	初蒐清單	Non-corrosive
6	氟鹽	Fluoride	16984-48-8	0.8	2.0
7	發泡劑	Foaming agents	10-84-4	初蒐清單	0.5
8	鐵	Iron	7439-89-6	0.3	0.3
9	錳	Manganese	8075-39-6 7439-96-5	0.05	0.05
10	臭度	Odor	—	3 初嗅數	3 初嗅數
11	pH	pH	—	6.0-8.5	6.5 - 8.5
12	銀	Silver	7440-22-4	0.05	0.1
13	硫酸鹽	Sulfate	14808-79-8	250	250
14	總溶解固體量	Total Dissolved Solids (TDS)	—	500	500
15	鋅	Zinc	7440-66-6	5	5

*單位如未註記則為 mg/L

2.4 澳洲

2.4.1 飲用水管理相關法規制度

澳洲之飲用水管理以「澳洲飲用水指引(Australian Drinking Water Guidelines)」為基礎，指引內容包含五大部分：

- 一、飲用水水質管理 (包含小型供水系統的應用)
- 二、飲用水水質項目說明
- 三、水質監測
- 四、飲用水消毒、採樣及統計分析相關資訊表格
- 五、水質項目資料表

2.4.2 監督與稽查機制

澳洲飲用水指引(Australian Drinking Water Guidelines)中包含兩大類指引值(guideline value)，一類是健康相關(health-related)指引值，為針對可能造成健康風險之特定飲用水品質項目，根據現有知識所制定終生飲用也不會造成顯著健康風險的濃度值，另一類為適飲性(aesthetic)指引值，為針對影響適飲性之特定飲用水品質項目，消費者所能接受的濃度值，如外觀、味道、氣味等。這兩類指引值需要各自考慮但互相配合評估。當測定值超過健康相關指引值，則需立即啟動相關應變措施，以減低消費者的風險，必要時得通報衛生主管機關並告知消費者飲用水的問題即採取的措施。若是影響適飲性水質項目超過指引值，則可只需要採取告知相關消費者水質不良等相關行動即可。

環保署於 2013 年執行之「推動飲用水列管項目之篩選作業計畫」提到當飲用水水質超過飲用水指引值時，南澳環保機關主管單位會採取勸導的行動，告知水公司水質超標，與淨水場協商共同定出改善目標及期限，自來水廠需提出改善方案，同時環保署也會視情況進行委託分析，若是持續未改善則會對淨水場處以罰款或要求關廠，罰款金額亦由環保署與自來水廠協商合理罰款。在實際執行上，淨水場大多都會配合改善，而不會進到罰款的階段。

澳洲各州政府對各州的供水和衛生進行管理，在澳大利亞各地都有不同的安排，包括水務委員會，環境保護機構和管理機構。它們在自然資源和水部門以及買

易部門等不同部門下運作。例如，昆士蘭州水資源政策由昆士蘭州水務委員會負責，該委員會隸屬於自然資源，礦業和能源部以及貿易部長。

澳洲飲用水指引中之飲用水水質管理架構主要是希望透過預防的策略確保從集水區到用戶端飲用水的安全。這個方法的中心觀點乃是利用監測來確認預防性量測及污染屏障的有效性，並增進對系統效能的了解。因此透過收集監測數據增加對整個供水系統的了解，包括存在的危害性及風險、處理屏障的效能、配水系統的整合性等。

飲用水水質管理架構鼓勵一個考慮完善健全的監測策略應包括：

- 一、自水源/集水區到淨水處理流程、配水系統的操作監測，以確保處理流程及活動均最佳化的發揮功能，以達到安全的飲用水。
- 二、飲用水水質的證明，包含配水系統的飲用水水質監測，以確保清水送達用戶端的品質，和用戶滿意度監測，以評估用戶的意見。
- 三、調查研究及研究性監測(包含新水源啟用前的背景值監測)，以鑑定危害特性，並增加對供水系統的了解。
- 四、合格性監測，針對新啟用操作流程及屏障，確保操作的有效性及控制。
- 五、事件及緊急應變監測，針對異常事件或緊急事件採取應變措施。

澳洲飲用水指引建議監測的優先順序應以健康危害做為考量。微生物性參數建議以大腸桿菌做為指標，澳洲飲用水指引建議之大腸桿菌監測頻率與供水量有關。非生物性項目(包括物理性參數、與淨水處理相關物質、消毒副產物、無機物、農藥及有機毒物、放射性物質等六大類)則根據不同類別建議監測頻率，與供水量沒有直接相關。

2.4.3 政策計畫推動

澳洲「飲用水指引」中提出飲用水水質管理架構(如圖 2.4-1)，整體概念與精神與世界衛生組織提出之水安全計畫相似，透過系統評估、文件化及報告、回顧及持續改善提升飲用水安全。指引中針對飲用水水質項目提供資料表，資料表中從健康風險角度列出指引值(guideline value)，並提供毒理資料參數及指引值建立公式供參考。

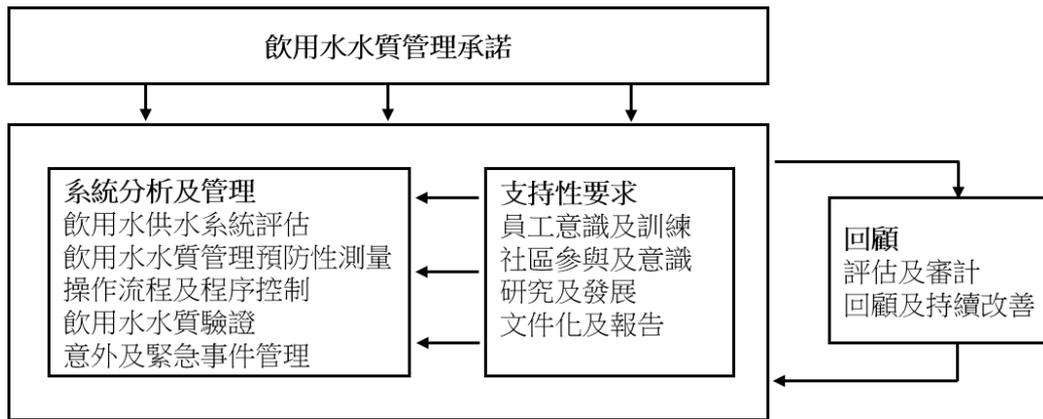


圖 2.4-1 澳洲飲用水水質管理架構圖

2.4.4 水質標準管制

我國 68 項列管項目中，有 16 項澳洲未評估指引值，剩餘 52 項中，35 項我國的管制值與澳洲指引值一致或更嚴格，有 17 項我國的管制值略高於澳洲指引值，然此 17 項管制值與國際管制趨勢相近且已考量健康風險，屬合理之管制標準。

表 2.4-1 我國飲用水水質標準與澳洲指引值比較

編號	項目	我國	澳洲	編號	項目	我國	澳洲
1	大腸桿菌群	6	—	35	四氯乙烯	0.005	—
2	總菌落數	100	—	36	安殺番	0.003	0.02
3	臭度	3	—	37	靈丹	0.0002	0.01
4	濁度	2	5	38	丁基拉草	0.02	—
5	色度	5	15	39	2,4-二氯苯氧乙酸(2,4-D)	0.07	0.03
6	砷	0.01	0.01	40	巴拉刈	0.01	0.02
7	鉛	0.01	0.01	41	納乃得	0.01	0.02
8	硒	0.01	0.01	42	加保扶	0.02	0.01
9	鉻	0.05	—	43	滅必蝨	0.02	—
10	鎘	0.005	0.002	44	達馬松	0.02	—
11	鋇	2	2	45	大利松	0.005	0.001
12	銻	0.01	0.003	46	巴拉松	0.02	0.02
13	鎳	0.02	0.02	47	一品松	0.005	—
14	汞	0.001	0.001	48	亞素靈	0.003	0.002
15	氰鹽	0.05	0.08	49	戴奧辛	3	—
16	亞硝酸鹽	0.1	3	50	氟鹽	0.8	1.5
17	三鹵甲烷	0.08	0.25	51	硝酸鹽	10	11.3
18	鹵乙酸類	0.06	—	52	銀	0.05	0.1
19	溴酸根	0.01	0.02	53	鋁	0.07	0.05
20	次氯酸鹽	0.7	0.8	54	銻	0.07	—
21	三氯乙烯	0.005	0.05	55	鐵	0.3	0.3
22	四氯化碳	0.005	0.003	56	錳	0.05	0.5
23	1,1,1-三氯乙烷	0.2	—	57	銅	1	2
24	1,2-二氯乙烷	0.005	0.003	58	鋅	5	3
25	氯乙烯	0.0003	0.0003	59	硫酸鹽	250	250
26	苯	0.005	0.001	60	酚類	0.001	—
27	1,4-二氯苯 (對)	0.075	0.04	61	陰離子界面活性劑	0.5	—
28	1,1-二氯乙烯	0.007	0.03	62	氯鹽	250	250
29	二氯甲烷	0.02	0.004	63	氨	0.1	0.5
30	1,2-二氯苯 (鄰)	0.6	1.5	64	總硬度	300	200
31	甲苯	0.7	0.8	65	總溶解固體量	500	600
32	二甲苯	0.5	0.6	66	鋁	0.2	0.2
33	順 1,2-二氯乙烯	0.07	0.06	67	餘氯	0.2-1	—
34	反 1,2-二氯乙烯	0.1	0.06	68	酸鹼值	6-8.5	6.5-8.5

*單位如未註記則為 mg/L

2.5 日本

2.5.1 飲用水管理相關法規制度

日本飲用水主要法規為「水道法」，內容較大比例著重於供水系統工程的規劃、施工、執行等，飲用水水質相關規定僅占一小部分。法規內容主要包含區域供水發展計畫、供水工程、指定供水設備工程公司、指定測試機構、都市供水計畫、專用水道及簡易專用水道、監督、罰則等。

2.5.2 監督與稽查機制

日本自來水事業單位供水水質超過強制「飲用水水質標準項目（水質基準項目）」之標準值時，自來水事業單位必須採取檢討原因、改善水質等措施，若能改善水質並符合水質標準，則不會受處分。相對地，若自來水事業單位檢討結果仍然無法符合水質標準，且持續一段時間，則應立即停止供水並通知相關者使用之危險性等行動（日本水道法第 23 條第 1 項）。未依規定採取上述行動則視為違反水道法第 23 條第 1 項，可依水道法第 52 條罰則之規範處罰三百萬日圓以下或三年以下有期徒刑，而非直接針對水質超標進行處分（康世芳等，2009）。日本飲用水水源、飲用水(健康局)、瓶裝水均由厚生勞動省管理。

日本水道法第 20 條規定飲用水應進行定期和非常規的水質檢查，水道法施行規則第 15 條更進一步規範飲用水定期水質檢查的項目及頻率，水道法施行細則規定，針對飲用水水質標準管制項目應訂定監測計畫，若過去監測值均未超過飲用水水質標準管制值的 1/2，可省略該項目的監測。

2.5.3 政策計畫推動

日本飲用水水質標準目前有 51 項管制項目，此外日本列出 27 項「水質管理目標設定項目」，這些物質為有可能在自來水中檢測到而需要注意水質管理的物質，其中 15 項我國飲用水水質標準亦有列管，9 項列於我國初步蒐集清單中，3 項列於我國觀察清單中（表 2.5-2）。「水質管理目標設定項目」中一項為農藥類，目標值為 114 項農藥的測值與目標值比值總和小於 1。2020 年新增了 PFOA 及 PFOS 的目標值。此外，日本也列出 45 項由於未確定毒性風險、清水中的存在量未知等

因素，因此不能被分類為水質標準項目或水質管理目標設定項目的「需要考慮項目」。

日本飲用水標準列管流程如圖 2.5-1，概略分為「水質標準」、「水質管理目標設定項目」、「要檢討項目」。日本將可能存在於飲用水中對飲用水安全可能造成風險之物質列於「要檢討項目」，由於毒性評估未確定且尚不清楚於日本飲用水中的含量，因此未將該項目分為水質標準項目或水質管理目標設定項目，並逐步蒐集毒理資料及日本飲用水中含量資訊。而「水質管理目標設定項目」，共 27 項，並列詳列 114 項農藥，針對這些項目日本政府已進行一定程度評估並訂定目標值，「水質管理目標設定項目」的目標值不具法律強制性，供自來水事業參考。最後為水質標準，共 51 項，根據日本《水務法》第 4 條的水質標準規定。日本法律規定自來水必須符合水質標準，並且可依《水廠法》對自來水公司施加檢查義務。

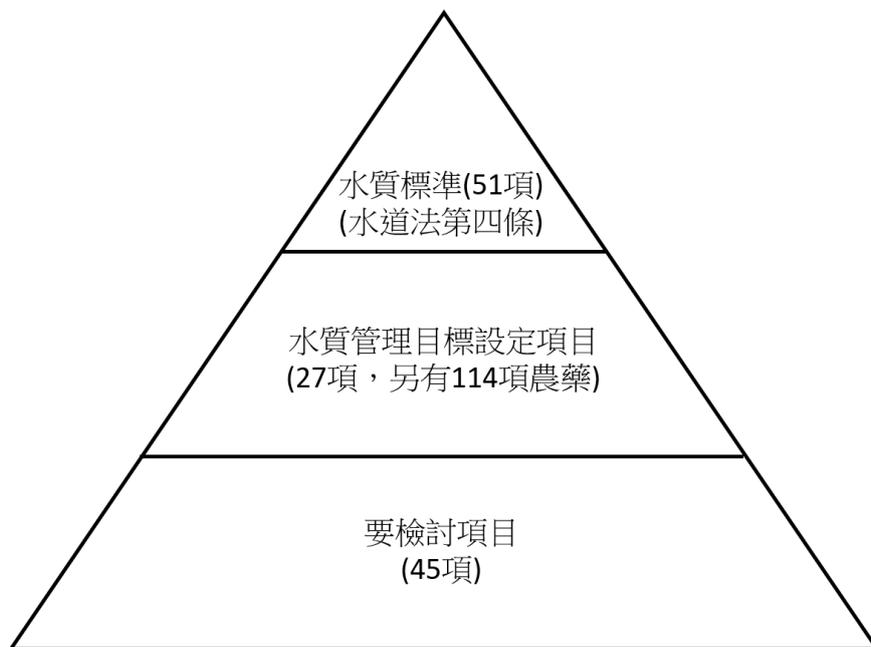


圖 2.5-1 日本飲用水標準列管流程

2.5.4 水質標準管制

根據日本「水道法」第 4 條的規定，自來水必須符合「水質基準に関する省令」規定的水質標準。最近一次更新為 2020 年，管制項目沒有改變，僅六價鉻管制值從 0.05 mg/L 降低為 0.02mg/L。目前「日本飲用水水質標準項目（水質基準項

目)」包含 51 項；其中 32 項我國飲用水水質標準亦有列管，15 項列於我國初步蒐集清單中，2 項列於我國蒐集清單中，2 項列於我國觀察清單中（表 2.5-1）。

表 2.5-1 日本飲用水水質標準管制項目與我國管制標準比較

編號	中文	英文	CAS	台灣	日本
1	總菌落數	Total Bacterial Count	M	100	<100/mL
2	大腸桿菌	<i>Escherichia coli</i> (O157) E.coli	M	蒐集清單	不得檢出
3	鎘	Cadmium	7440-43-9	0.005	0.003
4	汞	Mercury	7439-97-6	0.001	0.0005
5	硒	Selenium	7782-49-2	0.01	0.01
6	鉛	Lead	7439-92-1	0.01	0.01
7	砷	Arsenic	7440-38-2	0.01	0.01
8	鉻	Chromium	—	0.05	0.02 (六價鉻)
9	亞硝酸鹽	Nitrite	14797-65-0	0.1	0.04
10	氰鹽	Cyanide	57-12-5	0.05	0.01
11	硝酸鹽	Nitrate	14797-55-8	10	10 (硝酸鹽氮與亞硝酸鹽氮合計)
12	氟鹽	Fluoride	16984-48-8	0.8	0.8 (Fluorine)
13	硼	Boron	7440-42-8	觀察清單	1
14	四氯化碳	Carbon tetrachloride	56-23-5	0.005	0.002
15	1,4-環氧己烷	1,4-Dioxane	123-91-1	初蒐清單	0.05
16	順 1,2-二氯乙烯	cis-1,2-Dichloroethene	156-59-2	0.07	0.04
	反 1,2-二氯乙烯	trans-1,2-Dichloroethene	156-60-5	0.1	
17	二氯甲烷	Dichloromethane	75-09-2	0.02	0.02
18	四氯乙烯	Tetrachloroethylene/ tetrachloroethene	127-18-4	0.005	0.01
19	三氯乙烯	Trichloroethylene (Trichloroethene)	79-01-6	0.005	0.01
20	苯	Benzene	71-43-2	0.005	0.01
21	氯酸	Chloric acid	7790-93-4	初蒐清單	0.6
22	一氯乙酸	Monochloroacetic acid	79-11-8	初蒐清單	0.02
23	三氯甲烷/氯仿	Chloroform	67-66-3	初蒐清單	0.06
24	二氯乙酸	Dichloroacetic acid	79-43-6	蒐集清單	0.03
25	二溴氯甲烷/一氯二溴甲烷	Dibromochloromethane (DBCM)	124-48-1	初蒐清單	0.1
26	溴酸	Bromic acid	7789-31-3	初蒐清單	0.01
27	三鹵甲烷	Total trihalomethanes (TTHMs)	—	0.08	0.1
28	三氯乙酸	trichloroacetic acid	76-03-9	初蒐清單	0.03
29	溴二氯甲烷/二氯一溴甲烷	Bromodichloromethane (BDCM)	75-27-4	初蒐清單	0.03
30	三溴甲烷	Bromoform	75-25-2	初蒐清單	0.09

*單位如未註記則為 mg/L

表 2.5-1 日本飲用水水質標準管制項目與我國管制標準比較（續）

編號	中文	英文	CAS	台灣	日本
31	甲醛	Formaldehyde	50-00-0	觀察清單	0.08
32	鋅	Zinc	7440-66-6	5	1
33	鋁	Aluminium	7429-90-5	0.2	0.2
34	鐵	Iron	7439-89-6	0.3	0.3
35	銅	Copper	7440-50-8	1	1
36	鈉	Sodium (Na)	7646-69-7	初蒐清單	200
37	錳	Manganese	7439-96-5	0.05	0.05
38	氯鹽	Chloride	16887-00-6	250	200
39	總硬度	Hardness	—	300	300
40	總溶解固體量	Total dissolved solids (TDS)	—	500	500
41	陰離子界面活性劑	MBAS	--	0.5	0.2
42	土臭素	Geosmin	19700-21-1	初蒐清單	0.00001
43	二甲基異茨醇	2-Methylisoborneol (2-MIB)	2371-42-8	初蒐清單	0.00001
44	非離子性介面活性劑	Non-ionic surfactant	68213-23-0	初蒐清單	0.02
45	酚類	Phenols	108-95-2	0.001	0.005
46	總有機碳	Total organic carbon (TOC)	—	初蒐清單	3
47	酸鹼值	pH	—	6.0-8.5	5.8-8.6
48	口感	Taste	—	初蒐清單	無異常
49	臭度	Odour	—	3 初嗅數	無異常
50	色度	Colour	—	5 鉑鈷色度	5 鉑鈷色度
51	濁度	Turbidity	M	2 NTU	2 NTU

*單位如未註記則為 mg/L

表 2.5-2 日本「水質管理目標設定項目」與我國管制標準比較

編號	中文	英文	CAS	台灣	日本
1	銻	Antimony	7440-36-0	0.01	0.02
2	鈾	Uranium	7440-61-1	初蒐清單	0.002
3	鎳	Nickel	7440-02-0	0.02	0.02
4	1,2-二氯乙烷	1,2-Dichloroethane	107-06-2	0.005	0.004
5	甲苯	Toluene	108-88-3	0.7	0.4
6	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)	117-81-7	觀察清單	0.08
7	次氯酸鹽	Chlorite	14998-27-7	0.7	0.6
8	二氧化氯	Chlorine dioxide	10049-04-4	初蒐清單	0.6
9	二氯乙腈	Dichloroacetonitrile	3018-12-0	初蒐清單	0.01
10	水合氯醛	Chloral hydrate	302-17-0	初蒐清單	0.02
11	殺蟲劑	Pesticides		初蒐清單	1
12	餘氯	Residual chlorine		0.2-1	1
13	總硬度	Hardness	—	300	10-100
14	錳	Manganese	7439-96-5	0.05	0.01
15	碳酸	Free carbonic acid		初蒐清單	20
16	1,1,1-三氯乙烷	1,1,1-Trichloroethane	71-55-6	0.2	0.3
17	甲基第三丁基醚	Methyl tertiary-butyl ether (MTBE)	1634-04-4	初蒐清單	0.02
18	總有機碳	Total organic carbon (TOC)	—	初蒐清單	3
19	臭度	Odour	—	3 初嗅數	3 初嗅數
20	總溶解固體量	Total dissolved solids (TDS)	—	500	30-200
21	濁度	Turbidity	M	2 NTU	1NTU
22	酸鹼值	pH	—	6.0-8.5	7.5
23	腐蝕性	Corrosivity	—	初蒐清單	-1~0 藍氏飽和指數
24	異營菌	Heterotrophic bacteria	M	100	<2000/mL
25	1,1-二氯乙烯	1,1-Dichloroethylene	75-35-4	0.007	0.1
26	鋁	Aluminium	7429-90-5	0.3	0.1
27	全氟辛酸	Perfluorooctanoic acid (PFOA)	335-67-1	觀察清單	0.00005
	全氟辛烷磺酸鹽	Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS)	1763 -23-1	觀察清單	

*單位如未註記則為 mg/L

2.6 極端氣候(包括澇、旱等)飲用水管理

近年氣候變遷導致極端氣候更趨顯著，包含降雨分布不均、降雨強度增加、旱季增長等。同時亦增加飲用水水質的風險及飲用水處理的難度，包括：

- 一、降雨分布不均，增加水資源管理難度。
- 二、降雨強度增加，可能只得濁度增加。
- 三、旱季增長，可能造成飲用水水量不足，原水中污染物濃度因缺水可能有濃縮導致濃度增加的風險。

美國環保署全國水專案(EPA National Water Program)自 2012-2016 年間提出針對氣候變遷的應對(Responses to Climate Change)，本計畫彙整其報告內針對飲用水管理的策略，供我國參考。

本計畫蒐集國際因應極端氣候(包括澇、旱等)飲用水管理做法如下。

2.6.1 美國

針對乾旱，美國因應做法包括：

一、老舊設施輸水的效率

美國環保署為了節省水資源，鼓勵購買有 WaterSense 標籤的新型水管，以達省水省電的目的。同時，EPA 也會和美國住房及城市發展部(HUD)合作，在水流不論是低流量及高流量的情況下都要致力於提供安全的飲用水。此外，EPA 也會對民眾及地方供水淨水廠提供避免水耗的訓練。

二、地下水補注

很多社區仰賴地下水作為飲用水及灌溉來源，而長時間的乾旱會消耗地下水。藉由 National Drought Resilience Partnership(NDRP)合作，EPA 會和一些自治市以及公有事業合作致力於增加收集雨水以增加供水以及補充地下水。EPA 會做野外調查來探討一些像是乾井以及入滲池這些新穎綠色基礎設施對於幫助讓水進入地下水層的效果。同時，這些 EPA 的科學家也會評估再補充水的品質。

三、水的再利用

保存水資源的工作也日趨重要，其中包括增加水的再利用，這部分會根據飲用水及非飲用水兩種不同水的用途來進行。而這樣的策略在美國西部至關重要，因此區域氣候變遷導致的極端乾旱會增加水的蒸發，又因此區的人口增長會降低每人

可用水量。為了使供水能更加有彈性，美國環保署會增加水的再利用，以及增加用非傳統供水量(像是再生水)同時又須保障供水符合人類以及環境的安全。美國環保署也與其他聯邦機構合作來達到水資源永續的目標，其目標包含水資源管理以及乾旱抵禦能力。

在進一步回收水資源的部分，美國環保署以幾種方式達成此目標，包括建立設施來控制水媒疾病；評估處理程序、監控、以及對人類健康的風險分析；建立含有整個水循環的新設施；發展符合水資源回收最大化之彈性系統，此系統亦須符合公眾健康及環境目標；以及評估雨水回收系統等等。同時，美國環保署會與其他幾個機構合作來了解水回收對人體及環境潛在的健康影響。他們的研究包括評估再生水的應用，像是直接或間接的飲用水、補充含水層、以及灌溉水等等可能對公眾及環境造成的影響。

四、海水淡化

半鹹水及鹹水都可以增加受乾旱影響地區的供水。美國環保署科學家培養可以容忍鹽分的藻類來去除水體中的鹽分，進而降低能量消耗以及海水淡化的成本。藻類還可以成為再生能源的原料。除此之外，美國環保署科學家也繼續設計其他較低成本的脫鹽方法，來達到脫鹽系統較高的淡水回收。美國環保署也鼓勵其他中小企業進行新的技術發展及測試，包括微型的脫鹽設備，進而降低地下水及表面水的需求。

五、回應、恢復、以及回復

美國環保署提供研究結果，並致力於支持及訓練來幫助社區對於乾早有較高的抵禦能力。藉由與美國國家災害應變計劃(NDRP)合作，美國環保署發展出水的工具以及指示來協助淨水及污水事業因應乾旱。美國環保署也與印第安衛生局合作取得許多資訊，包含該地所需要的設施及資金、技術協助、乾旱應對及該區資源保存的機會。

更甚者，美國環保署也評估乾旱及野火可能對表面水體水質造成的影響，以及表面水體後續用來作為飲用水處理對水廠的水質造成的影響，此研究包括預先準備應對乾旱的計畫以及緊急狀況回應計畫，來降低乾旱造成的風險。

六、集水區永續發展

美國環保署支持社區找出乾旱抵禦能力以及集水區永續發展等議題的解決方法，美國環保署的集水區管理計畫與學術界合作，在東南方社區提供產品及服務來處理集水區針對水資源缺乏及乾旱的問題，以及提供有助於用水永續的設備。美國環保署也支持葡萄園及果園實施管理策略來降低灌溉水需求並維持土壤濕度並降低土壤流失。而美國環保署其他行動包括與他人合作來降低低流量時期及環境變化時期對流態造成的影響，進而降低對水中生態造成的影響。

也因此，美國環保署科學家會提供工具及研究來更加了解乾旱對於溼地造成的影響，包含評估乾旱造成河川鹹化導致局部水生生物滅絕、量化乾旱程度及衝擊對集水區抗旱能力及整合造成的影響，以及評估乾旱造成的影響和在湖水下降的情況下對水源管理造成的影響。

2.6.2 歐盟

在乾旱時期歐洲各國的解決方法，包含下列作法：

- 一、將不同水源的使用最佳化
- 二、使用保存水源
- 三、從其他水鄰近地區調配水
- 四、以水車從集水區運送水源到存放區
- 五、重開先前關閉的集水區
- 六、在還可以抽取表面水體的取水點改善抽取體積（為了將水存入深層含水層中）
- 七、在較涼爽的時段或是晚上灌溉農作物
- 八、禁止使用飲用水或表面水體澆灌非專業性農作物，像是公共花園
- 九、降低配水系統中的水壓
- 十、和消費者宣導省水
- 十一、 與其他水公司分享供水
- 十二、 與當地政府機關定期開會
- 十三、 建立危機處理小組
- 十四、 監督及追蹤供水以及需求，以及污水處理廠的處理表現
- 十五、 實施保存水的命令
- 十六、 分配瓶裝水給予脆弱的消費者

十七、 暫緩水庫清理及管線清理等活動

十八、 尋找並修理管線及居家的滲漏

2.6.3 WHO

在乾旱時期，溫度上升，可能會導致 *Legionella spp.*、總大腸桿菌群、生物膜及異營菌等增長，造成飲用水處理管理困難，且氨氧化菌的增加也會導致維持水中餘氯困難。由於水溫增加、餘氯較難在高水溫中維持導致這些微生物大量出現在淨水系統中。因應微生物在存水區及配水系統中增生，可分為三個層面控制：

一、源頭控制：

藉由選擇水源降低水中有機物以降低消毒量

從較冷的深度抽水

二、處理程序控制：

藉由增加混凝降低消毒需求

增加初級消毒後殘留的消毒濃度

引入二級消毒

改變消毒劑以降低殘留消毒劑衰減

三、配水系統控制：

降低淨水處理量以降低水力停留時間

設計或改善系統降低水在管中的水力停留時間

在管線上或是屋頂上塗上白漆或是採用反射材質

四、使用端控制

避免在直射太陽的容器存水

在管線上或是屋頂上塗上白漆或是採用反射材質

冷藏所存的水

2.6.4 日本

日本應對旱災採取三類對策：

(一) 水資源規劃和開發—供給方措施

水資源開發：日本一直在開發包括大壩水庫、河堰、湖庫開發、運河等在內的水資源設施，以確保所有公民都能獲得穩定和充足的水供應。

(二) 促進高效用水—需求方措施。

針對水質需求較低之用水（例如冷卻劑、沖洗馬桶、園藝等）增加雨水和再生水使用比率。並增加雨水收集、廢水回收、節水等設備。

(三) 協調乾旱風險管理——風險控制措施

河流和大壩管理員透過即時遙測系統不斷監測大壩水庫的河流徑流和蓄水量。當河流徑流或水庫水位下降，即在流域內成立乾旱協調委員會。

2.6.5 澳洲

採用不同類型應對氣候風險的水資源規劃和管理方法：

一、水資源規劃週期和審查規定

1. 採用 10-20 年的規劃週期。最佳時間框架可能因情況而異，需要較長的時間才能為用水戶提供確定性，但需要較即時的時間有效地應用新知識與技術。

2. 在水計劃中納入中期條款，以審查計劃是否達到既定目標，並在期末評估水計劃是否達到計劃結果。

3. 每年評估計劃實施情況，以審查水分配是否適合季節性和年度展望。

二、氣候資訊

1. 確定水規劃需要哪些氣候資訊，例如歷史記錄、未來預測、最乾早年份和乾旱序列長度。

2. 使用水文和氣候模型，結合歷史氣候變率和未來預測（如果相關）來確定可永續用水。

3. 在設定分配或消耗池之前，考慮管理框架應對氣候的適宜性和靈活性。

4. 對可能的和可能的氣候變化影響進行強有力的科學評估，以製定具體的行動或戰略。

5. 確保可以根據新的科學信息審查水計劃。

三、水分配

1. 從分配中保留水以適應當前知識的不確定性。

2. 每年分配水量，以提供靈活性以適應可用水量的季節性變化。

3. 提供結轉或儲備政策（在可能的情況下），允許權利持有人通過利用從前一年結轉到未來幾年的任何剩餘分配來管理氣候不確定性的風險。（此方法僅適用於預計未來幾年有水可用的情況。）

4. 因年度、中期或全期計劃評估觸發而減少配給水量。

四、水市場

1. 支持活躍的水市場（如適用），使用水者能夠通過水交易管理自己的風險。

- 水市場可能在大型、相互關聯的地表水系統中受益最大，在這些系統中，用水者的用水需求各不相同，並且在管理水資源分配方面具有靈活性。
- 這允許依賴水的行業至少根據氣候變化自行調整經濟成本，而無需政府干預。

五、過渡用水計劃以應對長期影響

1. 在有明確證據表明需要減少用水的情況下，實施減水途徑以提高水系統的恢復能力。

2. 考慮氣候變化和人口增長等其他壓力導致的用水需求變化如何影響未來的水資源規劃戰略。

2.6.6 極端氣候因應建議

綜整國際針對極端氣候之管理做法，多強調乾旱時期永續水資源因應。因應做法可分為（一）水資源規劃和開發、（二）高效用水、（三）風險管理、（四）教育推廣。

水資源規劃和開發方面，我國可參採之相關作法包括(1) 可運用水資源盤點、(2) 集水區永續發展、(3)海水淡化技術開發及相關法規建立、(4)再生水技術開發及相關法規建立。部分縣市以地下水做為飲用水水源，可適時採用地下水補注。

高效用水部分，我國可參採之相關作法包括(1)老舊設施輸水的效率提升、(2)尋找並修理管線及居家的滲漏、(3)制定禁止使用飲用水或表面水體澆灌非專業性農作物（如公共花園）之時機及相關規定、(4) 減少水資源蒸發。

風險管理方面，可透過建立水庫及河川水位即時監測（遙測）系統，了解國內可運用水源現況，並針對不同情境制定召開因應會議時機點。

教育推廣部分，可透過長期持續性向國民宣導省水觀念減少水資源浪費。

2.7 飲用水管理建議

2.7.1 指引值或次要標準

綜觀 WHO、歐盟、美國、澳洲、日本飲用水水質管理方式，WHO 及澳洲採用指引值，而非強制性管制標準，提供自來水事業飲用水水質管理目標，而美國、日本、及歐盟除了具法律強制性之標準外，均另訂有非具法律強制性之次要標準、指標參數、或水質管理目標設定項目，以提供自來水事業管理飲用水水質參考。

各國於飲用水水質超標時，多優先採用重新採樣檢測、限期改善、檢討改善水質等方式，遲未改善才予裁罰，與我國管理裁罰方式不同。然考量國情差異，建議針對我國飲用水中有潛在風險但風險尚不明確之項目，可逐步參考採用制定非具法律強制性之次要標準、指標參數、或水質管理目標設定項目方式，增加飲用水管理之彈性。

2.7.2 飲用水中石棉之風險與管理

目前先進國家中僅美國針對飲用水中的石棉定有飲用水水質標準（每升 7 百萬纖維，million fibers per liter (MFL)），其對飲用水中的石棉定義為大於 10 um 的纖維。美國環保署公告藉由飲用水長期暴露石棉可能健康影響為「增加發展良性腸息肉風險」。

然而澳洲、加拿大及 WHO 皆認為，經評估無足夠的數據（證據）顯示石棉經由飲用水會造成人體健康負面影響，國際癌症研究機構(IARC)認定石棉是致癌物的致癌路徑為吸入(inhalation)而非透過飲水，此外石棉在淨水處理流程中可經由混沉、過濾程序有效去除，因此無須管制飲用水中的石棉或建立指引值。而歐盟、新加坡、紐西蘭、日本未針對飲用水中的石棉制訂管制值或指引值。飲用水中的石棉可利用穿透式電子顯微鏡(TEM)進行分析，偵測極限為 0.3 MFL，然而澳洲飲用水指引指出利用 TEM 分析飲用水中的石棉耗時且較昂貴，不適合常規分析。

綜合考量評估石綿在國際上普遍認為致癌路徑為吸入，而非透過飲水，且石棉在淨水處理流程中可經由混沉、過濾程序有效去除，另外考量石綿分析耗時且昂貴，不適合常規分析，國內目前亦尚無檢測方法。WHO 及世界上主要先進國家對於飲水也無管制，各國停用石棉管於自來水工程，主要是考量其生產過程對從業人員健

康之影響，而非基於對飲用水安全之影響。因此本計畫建議尚無需將石綿列入管制或建立指引值，也尚無針對飲用水進行監測之需要。

第三章 飲用水未列管新興污染物質篩選作業推動

3.1 我國飲用水未列管新興污染物質篩選作業模式修訂

為促進飲用水列管物質篩選的系統化及標準化，並配合飲用水系統之物質檢測，環保署於 2012 年底至 2014 年執行「推動飲用水列管項目之篩選作業計畫」，依據「行政院環境保護署飲用水列管項目篩選作業原則（草案）」、參考美國環保署建立飲用水列管項目篩選流程和評分機制，擬定飲用水列管項目篩選作業機制與流程，建立一套評估系統，作為環保署新增飲用水管制項目之決策依據，以確保民眾飲用水安全。

「推動飲用水列管項目之篩選作業計畫」建立之篩選作業流程如圖 3.1-1，在飲用水列管物質公告之前需先經四個階段性的資料庫建置與評分機制：初步蒐集清單、蒐集清單、觀察清單、候選清單。

過去我國「飲用水列管項目之篩選作業」以「子集」的概念建構初步蒐集清單/蒐集清單/觀察清單/候選清單（如圖 3.1-2），即初步蒐集清單項目中亦包含蒐集清單項目、觀察清單項目、候選清單項目，而蒐集清單項目則包含觀察清單項目及候選清單項目，以此類推。然考量在此概念下，同一污染物可能出現在不同清單中造成混淆，故 107 年計劃中改以「篩選排除」的概念建構各階層清單（如圖 3.1-1），即初步蒐集清單項目經評估納入蒐集清單後，即從初步清單中排除，故一個污染物只會出現在初步蒐集清單、蒐集清單、觀察清單、候選清單的其中一個清單中。此外本計畫參考美國篩選作業模式，調整我國飲用水未列管新興污染物質篩選作業模式，並確立各階段關注清單項目降低關注層級之機制與條件。

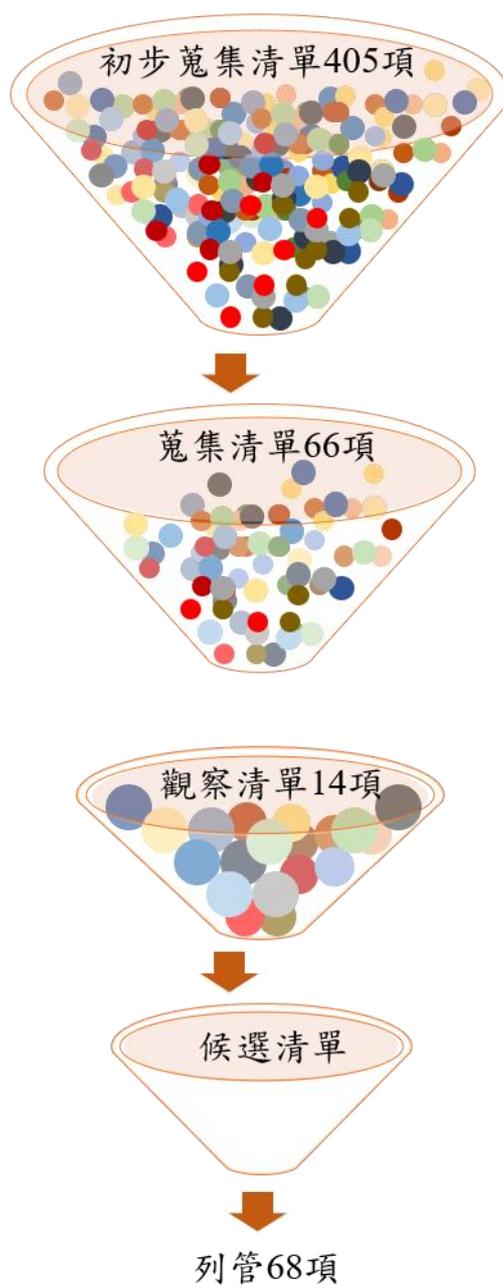


圖 3.1-1 篩選作業示意圖

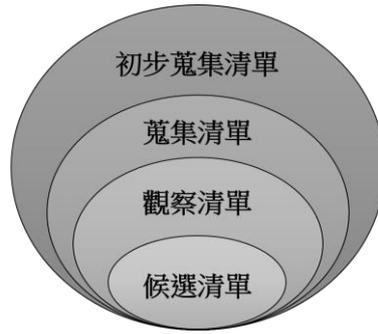


圖 3.1-2 子集概念圖

3.2 初步蒐集清單

初步蒐集清單物質主要為國際組織與國際上較先進之國家已列管或關注（訂定指引值）、但國內尚未列管之物質，做為我國後續評估淨水場新興污染物風險之方向參考。依據「行政院環境保護署飲用水列管項目篩選作業原則（草案）」，初步清單物質應至少參考下列國際組織及先進國家飲用水標準中已列管或優先關注之污染物項目：

- 一、美國飲用水水質標準 (National Primary Drinking Water Regulations; National Secondary Drinking Water Regulations) 所列物質。
- 二、美國飲用水中污染物候選清單(Contaminant Candidate List, CCL)所列物質。
- 三、日本飲用水水質標準(Drinking Water Quality Standards)所列物質。
- 四、澳洲飲用水指引(Australian Drinking Water Guidelines)所列物質。
- 五、德國飲用水條例(Drinking Water Ordinance)所列物質。
- 六、加拿大飲用水水質指引(Guidelines for Canadian Drinking Water Quality)所列物質。
- 七、英國供水（水質）條例(The Water Supply(Water Quality) Regulations)所列物質。
- 八、紐西蘭飲用水水質標準(Drinking-Water Standards for New Zealand)所列物質。
- 九、世界衛生組織飲用水水質指引(Guidelines for Drinking Water Quality)所列物質。
- 十、歐盟水資源綱要指令(Water Framework Directive)優先物質清單(List of Priority Substances)所列物質。
- 十一、其他已開發國家飲用水水質標準所管制之化學物質尚未納入我國飲用水水質標準管制項目者。
- 十二、依科學文獻資料、各國政府研究報告或重大社會矚目環境事件，有明確事實足以認定影響人體健康或公共安全之物質。

本計畫依據「行政院環境保護署飲用水列管項目篩選作業原則（草案）」所要求之資料來源更新初步蒐集清單項目，並增加列入南韓、新加坡等三個國際單位的

飲用水水質管制及監測項目。本計畫參考之國際標準及指引值資料來源詳列於表 3.2-1。

表 3.2-1 本計畫參考國外法規列表

國家/組織	法規名稱
臺灣	飲用水水質標準 (2017 修正) http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawContent.aspx?PCODE=00040019
WHO ¹	Guidelines for Drinking-water Quality, 4th edition (2017) (https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/water-safety-and-quality/drinking-water-quality-guidelines)
美國	National Primary Drinking Water Regulations and National Secondary Drinking Water Regulation (2009) (https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulation-table)
加拿大	Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Summary Table (2020) (https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/reports-publications/water-quality/guidelines-canadian-drinking-water-quality-summary-table.html)
歐盟	Official Journal of the European Communities (2020) (http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/legislation_en.html)
德國	Regulation on the quality of water intended for human use (Drinking Water Regulations) (2017) (https://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2001/BJNR095910001.html)
法國	Décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles (2017) (https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000215649)
紐西蘭	Drinking-water Standards for New Zealand 2005 (Revised 2018) (https://www.health.govt.nz/publication/drinking-water-standards-new-zealand-2005-revised-2018)
澳洲	Australian Drinking Water Guidelines 6 (updated 2021) (https://www.nhmrc.gov.au/about-us/publications/australian-drinking-water-guidelines)
日本	水道水質基準について令和 2 年(2020) (http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/kijunchi.html)
新加坡	Environmental Public Health (Quality of Piped Drinking Water) Regulations (2019) (https://sso.agc.gov.sg/SL-Supp/S156-2019/Published/20190322?DocDate=20190322)

¹WHO: 世界衛生組織 World Health Organization

3.2.1 110 年初步蒐集清單更新

近期有更新飲用水水質標準之國家包含加拿大、歐盟、日本、澳洲，其標準更新主要為標準值的變動，歐盟新增了部分項目，然其新增項目均已納於我國各級關注清單中（初步蒐集清單、蒐集清單或觀察清單中），顯示我國各級關注清單之完整性。

美國於七月公告第五份污染物觀察清單(CCL5)草稿，包含 12 種微生物項目，當中 10 項已包含於我國各級關注清單中，本計畫將另 2 項納入初步蒐集清單。CCL5 包含 69 種化學物質，其中 41 項為新增項目。69 項化學物質中，有兩項屬於物質類別，一類為消毒副產物，一類為全氟烷基物質(不含 PFOA、PFOS)。消毒副產物類別中共包含 21 項消毒副產物，當中 12 項已包含於我國各級關注清單中，本計畫將另 9 項納入初步蒐集清單。此外 PFHxS、Geosmin 及 2-Methylisoborneol (2-MIB)經環保署計畫抽驗調查，自初步蒐集清單納入蒐集清單。110 年初步蒐集清單新增 11 項，3 項改列蒐集清單，共包含 405 項物質（詳見表 3.2-2）。

表 3.2-2 110 年初步蒐集清單 405 項物質

主要	次要	數目	項目
適飲性參數		5	電導度、腐蝕性、口感、溫度、總有機碳、
生物性參數	—	26	退伍軍人菌屬、腸道病毒、腸病毒、腸球菌、產氣莢膜芽胞梭菌(<i>Clostridium perfringens</i>)、亞硫酸鹽還原菌、致病性原生動物、福氏耐格里原蟲、宋內氏志賀菌、腸道沙門氏菌、退伍軍人桿菌、棘阿米巴屬、腺病毒、產氣單胞桿菌屬、杯狀病毒科、克沙奇病毒、藍綠藻、埃可病毒、幽門螺桿菌、微孢子蟲、胞內鳥型分枝桿菌、空腸曲狀桿菌、A 型肝炎病毒、銅綠假單胞菌、 <i>Mycobacterium abscessus</i> 、 <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
有機化合物	藻毒	8	藍綠藻毒、魚腥藻毒素、魚腥藻毒素-異構物、魚腥藻毒素同系物 a、柱孢藻毒素、總微囊藻毒、節球藻毒素、岩毒素(麻痺性貝毒)
	一般	119	1,3-二氯苯、1,2,4-三氯苯、1,2,3-三氯苯、丙烯醯胺、丙烯腈、丙烯酸、丙烯醛、苯甲醚、丁基黃原酸、三氯乙醛、三聚氰酸、1,3-二氯丙烷、1,3-二氯丙烯、鄰苯二甲酸二乙酯、1,4-環氧己烷、氯化乙基汞、多環芳香烴、苯並[a]芘、多氯聯苯、二氯異氰尿酸鈉、2,4,5-三氯苯氧基醋酸、三氯苯、四乙基鉛、乙二胺四乙酸、發泡劑、非離子性介面活性劑、戊二醛、六氯丁二烯、甲基第三丁基醚/甲基叔丁基醚、六氯苯甲酸/環烷酸、2-萘酚、氨三乙酸、硝基苯、五氯酚、五氯丙烷、石油碳氫化合物、2,3,4,6-四氯酚、硝化甘油、異丙甲草胺苯胺羧酸、苯胺、1,3-二硝基苯、異丙甲草胺乙磺酸、甲草胺苯胺羧酸、1,3-丁二烯、氨基甲酸乙酯、鄰-甲苯胺、乙草胺苯胺羧酸、一氯二氟甲烷、一氯一溴甲烷、三乙胺、2,4-二硝基苯酚、乙醛、1,1,1,2 四氯乙烷、4,4'-二氨基二苯甲烷、異丙苯化過氧化氫、乙硫尿/亞乙基硫脲、聯胺/水合聯胺、乙醯胺、乙草胺乙烷磺酸鈉鹽、丙苯、N-亞硝基二苯胺、2,2-二氯丙烷、萘、1,2-二苯基聯氨、溴化甲烷、烯丙醇、氧化乙烯/環氧乙烷、1,1-二氯丙烯、對-異丙基甲苯、2-甲氧基乙醇、氯甲烷、乙二醇、喹啉、溴苯、正丁醇、丁基羥基甲氧苯、異佛爾酮、苯甲氯、甲草胺乙烷磺酸鈉鹽、1,1,2,2 四氯乙烷、三苯基氫氧化錫、二異氰酸甲苯、環氧丙烷、偏三甲苯、2,4-二硝基甲苯、2,6-二硝基甲苯、2-甲酚、環三亞甲基三硝胺、仲丁基苯、1,2-丁二烯、三乙烯四胺、N,N 二甲基苯胺、有機氰化物、甲基汞、1,2-二苯基聯胺、4-硝基酚、2-硝基酚、環氧氯丙烷、二烷基錫、丁基酚、正己烷、正庚烷、甲醇、異丙醇、丙酮、乙酸正丁酯、N-甲基-2-吡咯烷酮、丙二醇甲醚、丙二醇甲醚醋酸酯、己二酸二辛酯、丙烷、乳酸乙酯、甲基異丁酮、二甲基氧化硫、乙醇胺、丁酮、壬基酚聚乙氧基醇、氫氧化四甲基胺、丁苯
	全氟化物	6	全氟王酸、全氟己酸、全氟丁酸、全氟丁基磺酸、全氟十一烷酸、全氟庚酸
	醫療保健藥品	14	水合氯醛、紅黴素、二氯苯氧氯酚(俗稱:三氯沙)、17 α -雌二醇、17 α -乙炔基雌二醇、 β -雌二醇、雌三醇、雌素酮、烯雌酮、去氫馬烯雌酮、炔諾酮、炔雌醇、阿奇黴素、乙醯水楊酸
	消毒藥劑及消毒副產物	24	2-氯酚、2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、三氯硝甲烷(氯化苦)、二氯乙腈、溴氯乙腈、三氯乙腈、二溴乙腈、3-氯-4-二氯甲基-5-羥基-2(5 氫)-咪喃酮(MX)、N-亞硝基二丙胺、一氯乙酸、三氯甲烷/氯仿、三溴甲烷、溴二氯甲烷、二溴氯甲烷、Bromodichloronitromethane (BDCNM)、Chloropicrin (trichloronitromethane, TCNM)、Dibromochloronitromethane (DBCNM)、Bromochloroiodomethane (BCIM)、Bromodiiodomethane (BDIM)、Chlorodiiodomethane (CDIM)、Dibromoiodomethane (DBIM)、Dichloroiodomethane (DCIM)、Iodoform (triiodomethane, TIM)

表 3.2-2 110 年初步蒐集清單 405 項物質 (續)

主要	次要	數目	項目
有機化合物	農藥	179	殺蟲劑、大克蟎、普伏松、芬滅松、氯氟類、六氟鹽、聚乙醛、威百畝和代謝物(異硫氰酸甲酯)、乃卡巴精、達草滅、皮克落、聚己縮胍、匹拉沙托、氟乙酸鈉,1080、達球靈、大克草(DCPA mono-acid degradate)、大克草(DCPA di-acid degradate)、脫葉磷、噻節因、三氯比、乙基亞特松、滅克磷、甲胺磷、百治磷、亞砒磷、特丁磷砒、滴滴涕的代謝物(DDE)、三嗪類、拉草、草殺淨、殺草強、亞速爛、草脫淨+含氯代謝物、草脫淨代謝物、本達隆、克草、溴苯腈、乙基克繁草、綠麥隆、枯草隆、氯磺隆、畢克草、氟乃淨、茅草枯、麥草畏、二氯苯腈(殺蟲及除草劑)、2,4-DB(2,4-二氯苯氧丁酸)、2,4-DP、禾草靈、野燕枯/野麥枯、大芬滅、敵草快/殺草快、達有龍/敵草隆、草多索、茵草敵/丙草丹、2,4,5-涕丙酸/2,4,5-三氯酚氧乙酸、麥草氟甲酯、復祿芬、伏草隆、克林草、殺木磷、菲殺淨、依滅草、異丙隆、2-甲基-4-氯苯氧基乙酸(MCPA)、2-(4-氯-2 甲基酚氧基)(MCPPE)、莫多草、滅必淨、甲黃隆、稻得壯、滅落脫、滅殺草、歐拉靈、樂滅草、克草敵、施得圃、氟嘧磺隆、雷蒙得、除草靈、普拔根、戊炔草胺、啶磺草胺、草滅淨、特草定、草淨津/特丁津、特丁淨、殺丹、三福林/氟樂靈、滅草猛、理有龍、烯草酮、乙草胺、地散磷、滅草、三氯二異丙基乙醯酸、毆殺松、得滅克、阿特靈及地特靈、三亞蟎、谷速松、百列滅寧、乙基溴磷松、三硫磷、剋安勃、克芬松、可氯丹、賽扶寧、第滅寧、有機錫類、滴滴涕和代謝物((DDT, DDE 及 DDD)、二氯松、二福隆、地樂酚、二硫松、安特靈/異狄氏劑、益化利、撲滅松/殺螟松、繁福松、芬化利、芬普尼、福木松、飛佈達和其環氧化物、毒殺芬、六氯環己烷(含林丹, 六六六)、甲氧氯、甲基巴拉松、美文松、毆滅松、協力精、比加普、亞特松、佈飛松、毆蟎多、賜派滅、硫丙磷、亞培松、樂本松、腐絕、硫滅松、百利普芬、三氯松、3-羥基-克百威(丁硫克百威, 丙硫克百威的主要代謝物)、撲滅通、培丹、得芬諾、硫敵克、安丹、丁基滅必蟲、益達胺、賽果培、賽速安、可尼丁、亞滅培、滅賜克、免賴得、蓋普丹、貝芬替、萎銹靈、四氯異苯腈、賽普洛、依得利、芬瑞莫、依普同、鋅錳乃浦、滅達樂、撲滅寧、普克利、白粉松、五氯硝基苯、硫菌靈、得恩地、三泰芬、三丁基氧化錫(TBTO)(屬有機錫)、免克寧、大福松、得克利、福美鋅、福爾培、四氯丹
無機化合物	一般	8	石棉、溴酸、溴化物、碘化物、過錳酸鉀、硫化物、硫化氫、氯化氫
	重金屬	10	碘、矽、鈉、鈉、鈣、鎂、六價鉻、鎢、鋇、鉀
	消毒藥劑及消毒副產物	6	氯酸/氯酸鹽、高氯酸/高氯酸鹽、二氧化氯、氯胺(一氯胺, 二氯胺, 三氯胺)、氯酮類、臭氧

備註: 少數國家將放射性物質納入飲用水管理, 我國之管理分工, 放射性物質係由原能會依權責訂定相關法規管理, 非屬飲用水水質標準列管項目。

3.3 蒐集清單

針對初步蒐集清單之物質，過去於國內曾有相關專案計畫依本土情形、重大矚目環境事件等進行調查之項目則進一步納入「蒐集清單」。

2012 年底至 2014 年環保署執行「推動飲用水列管項目之篩選作業計畫」，將過去國內相關專案計畫曾依本土情形、重大矚目環境事件等進行調查研究的項目（計有 84 項物質）列為第一版蒐集清單，其中有 13 項物質（一氯乙酸、二氯乙酸、三氯乙酸、一溴乙酸、二溴乙酸、二氯甲烷、1,2-二氯苯、甲苯、二甲苯、順 1,2-二氯乙烯、反 1,2-二氯乙烯、四氯乙烯、鋁）於該計畫執行期間（2014 年 1 月 9 日）納入飲用水水質標準列管，因此扣除該 13 項物質後，更新為第二版蒐集清單。

2014 年「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(1/3)」計畫調查評估了 8 項飲用水中未列管之農藥(加保利、賽滅寧、芬殺松、百滅寧、托福松、賓克隆、甲基多保淨、固殺草)，2015 年「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(2/3)」計畫則調查評估 6 項飲用水中未列管之有機物(1,2-二溴乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、1,2-二溴-3-氯丙烷、六氯苯、六氯環戊二烯)，此二計畫共評估調查 14 項物質，其中托福松已被列在第二版蒐集清單中，剩餘 13 項於 2015 年納入「104 年蒐集清單」，此為第三版蒐集清單，共計 84 項物質。

2016 年「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(3/3)」計畫調查評估鈹、硼、鈷、全氟辛烷酸、全氟辛烷磺酸、嘉磷塞、大腸桿菌、糞便性大腸桿菌群等八項物質，其中全氟辛烷酸、全氟辛烷磺酸、大腸桿菌、糞便性大腸桿菌群等四項物質已屬 104 年之蒐集清單物質，另四項物質（鈹、硼、鈷、嘉磷塞）則為初步蒐集清單物質，經該計畫進行研究評估後納入「105 年蒐集清單」。然因我國之放射性物質係由原能會依權責訂定相關法規管理，非屬飲用水水質標準列管項目，故在「105 年蒐集清單」中刪除「104 年蒐集清單」中之 4 項放射性物質（鈹、銻、鈾、鉑），因此「105 年蒐集清單」維持 84 項物質。

「106 年飲用水新興污染物研究與水質管理」計畫調查評估馬拉松、歐殺滅、愛殺松、N-亞硝二甲胺(NDMA)、N-亞硝二乙胺(NDEA)、N-亞硝基吡咯烷(NPYR)，並納入「106 年蒐集清單」，共計 90 項物質。

107 年以「篩選排除」的概念取代原先以「子集」的概念建構各階層清單，經調整後「107 年蒐集清單」排除已納入觀察清單、候選清單的物質，並新增 6 項該年度評估調查之藥物和個人保健用品(吡哌美辛、磺胺甲噁唑、磺胺嘧啶、氟甲喹、克拉黴素、雙氯芬酸)，共有 75 項物質。

108 年度計畫考量我國高科技業發展蓬勃，且國民對於高科技業放流水對飲用水之影響多有疑慮，故挑選 6 項科學園區及各工業可能使用或民生用品廣泛存在的金屬，於我國飲用水中未經調查、尚缺基本資料之重金屬(釩、鎢、鋇、鋰、鉀、鈦)，優先進行評估。評估結果顯示，鋰的檢出值比對其毒理資料需後續持續關注，因此將鋰納入蒐集清單，而其他五項金屬則保留於初步蒐集清單，故「108 年蒐集清單」共 76 項物質

「108 年蒐集清單」中有 20 項物質沒有本土淨水場清水檢測資料供是否納入觀察清單之四項參數評估，故改列上一層之初步蒐集清單，再依檢測能量規劃安排本土淨水場檢測。上述 20 項物質包含丁基酚、正己烷、正庚烷、甲醇、異丙醇、丙酮、乙酸正丁酯、N-甲基-2-吡咯烷酮、丙二醇甲醚、丙二醇甲醚醋酸酯、己二酸二辛酯、丙烷、乳酸乙酯、甲基異丁酮、二甲基氧化硫、乙醇胺、丁酮、壬基酚聚乙氧基醇、氫氧化四甲基胺、丁苯。此外新增 7 項自觀察清單中改列蒐集清單之物質，「109 年蒐集清單」共 63 項。

3.3.1 110 年蒐集清單物質列表

環保署自 108 年起抽驗飲用水中全氟化物的濃度(包含 PFOA、PFOS 及 PFHxS)，其中 PFOA、PFOS 已列於觀察清單，考量抽驗結果顯示 PFHxS 於我國飲用水中有潛在風險，故將 PFHxS 自初步蒐集清單中納入蒐集清單。

此外本年度抽驗項目新增水中土霉味物質 Geosmin 及 2-Methylisoborneol (2-MIB)，結果顯示 Geosmin 及 2-Methylisoborneol (2-MIB)於我國飲用水中有潛在風險，故將 Geosmin 及 2-Methylisoborneol (2-MIB)自初步蒐集清單中納入蒐集清單。

故 110 年蒐集清單共新增 3 項，共 66 項（詳列於表 3.3-1）。

表 3.3-1 110 年蒐集清單物質列表（66 項）

編號	中文	英文	CAS	公告分析方法	備註
1	乙醯胺酚(俗稱:普拿疼)	Acetaminophen / paracetamol	103-90-2	W543.50B W545.50B ^a	101 年納入蒐集清單
2	鄰苯二甲酸二辛酯	Di-n-octylphthalate (DOP/DNOP)	117-84-0	W801.54B R811.21C	101 年納入蒐集清單
3	六氯苯	Hexachlorobenzene	118-74-1	M623.01C W801.54B	104 年納入蒐集清單
4	二苯基甲酮	Benzophenone	119-61-9	W545.50B ^a	101 年納入蒐集清單
5	對羥基苯甲酸乙酯	Ethylparaben	120-47-8	W545.50B ^a	101 年納入蒐集清單
6	馬拉松/馬拉硫磷	Malathion / Maldison	121-75-5	W603.50B R610.21C W610.52B W656.52B W801.54B	106 年納入蒐集清單
7	托福松	Terbufos	13071-79-9	W603.50B R610.21C W610.52B W656.52B W801.54B	101 年納入蒐集清單
8	羥苯甲酮	Oxybenzone	131-57-7	W545.50B ^a	101 年納入蒐集清單
9	待乙妥	N,N-Diethyl-metatoluamide, DEET	134-62-3	W545.50B ^a	101 年納入蒐集清單
10	辛基酚	p-tert-Octylphenol (OP)	140-66-9	W545.50B	101 年納入蒐集清單

a.未正式列入該方法，但該方法註明如經驗證且符合該方法規範者亦可適用。

表 3.3-1 110 年蒐集清單物質列表（66 項）（續）

編號	中文	英文	CAS	公告分析方法	備註
11	異丁苯丙酸	Ibuprofen	15687-27-1	W545.50B	101 年納入蒐集清單
12	凱妥布洛芬/ 苯酮苯丙酸	Ketaprofen	22071-15-4	W545.50B ^a	101 年納入蒐集清單
13	萘普生/甲氧 鈉丙酸	Naproxen / Misoprostol	22204-53-1	W545.50B ^a	101 年納入蒐集清單
14	歐殺滅	Oxamyl / Vydate	23135-22-0	W603.50B W635.53B	106 年納入蒐集清單
15	甲基多保淨	Thiophanate-methyl	23564-05-8	W603.50B	103 年納入蒐集清單
16	陶斯松	Chlorpyrifos	2921-88-2	W603.50B W610.52B W656.52B	101 年納入蒐集清單
17	福瑞松	Phorate	298-02-2	W801.54B W603.50B W610.52B W656.52B	101 年納入蒐集清單
18	苯氧苯丙酸/ 非諾布洛芬	Fenoprofen	31879-05-7	W545.50B ^a	101 年納入蒐集清單
19	賽滅寧	Cypermethrin	52315-07-8	W658.51B W603.50B	103 年納入蒐集清單
20	百滅寧	Permethrin	52645-53-1	W658.51B W603.50B	103 年納入蒐集清單
21	芬殺松	Fenthion	55-38-9	W801.54B W603.50B W656.52B	103 年納入蒐集清單
22	愛殺松	Ethion	563-12-2	W603.50B W801.54B W610.52B W656.52B	106 年納入蒐集清單
23	氯四環黴素	Chlortetracycline	57-62-5	W543.50B	101 年納入蒐集清單
24	胺基比林	Aminopyrine	58-15-1	W545.50B ^a	101 年納入蒐集清單
25	大滅松	Dimethoate	60-51-5	W603.50B W610.52B W656.52B	101 年納入蒐集清單

a. 未正式列入該方法，但該方法註明如經驗證且符合該方法規範者亦可適用。

表 3.3-1 110 年蒐集清單物質列表 (66 項) (續)

編號	中文	英文	CAS	公告分析方法	備註
26	四環黴素	Tetracycline	60-54-8	W543.50B	101 年納入蒐集清單
27	加保利	Carbaryl	63-25-2	W635.53B W603.50B	103 年納入蒐集清單
28	賓克隆	Pencycuron	66063-05-6	W603.50B	103 年納入蒐集清單
29	鈦	Titanium (Ti)	7440-32-6	M104.02C	101 年納入蒐集清單
30	鈹	Beryllium(Be)	7440-41-7	W303.51A M104.02C	105 年納入蒐集清單
31	鈷	Cobalt(Co)	7440-48-4	W303.51A M104.02C	105 年納入蒐集清單
32	固殺草	Glufosinate-ammonium	77182-82-2	W603.50B ^b	103 年納入蒐集清單
33	六氯環戊二烯	Hexachlorocyclopentadiene	77-47-4	W801.54B M623.01C	104 年納入蒐集清單
34	1,2 二氯丙烷	1,2-Dichloropropane	78-87-5	M612.00C W785.57B W784.52C	101 年納入蒐集清單
35	1,1,2-三氯乙烷	1,1,2-Trichloroethane	79-00-5	M612.00C W785.57B W784.52C	104 年納入蒐集清單
36	羥四環黴素	Oxytetracycline	79-57-2	W543.50B	101 年納入蒐集清單
37	鄰苯二甲酸丁基苯甲酯	Butyl benzyl phthalate(BBP)	85-68-7	R811.21C W801.54B	101 年納入蒐集清單
38	嘉磷塞	Glyphosate	9008-02-0	W655.51B	105 年納入蒐集清單
39	N-亞硝基吡咯烷	N-nitrosopyrrolidine, NPYR	930-55-2	W801.54B	106 年納入蒐集清單
40	對羥基苯甲酸丙酯	Propylparaben	94-13-3	W545.50B ^a	101 年納入蒐集清單

a.未正式列入該方法，但該方法註明如經驗證且符合該方法規範者亦可適用。

b.未正式列入該方法，但該方法適用範圍註明其他未列舉之農藥如符合本方法之品管規範亦適用之。

表 3.3-1 110 年蒐集清單物質列表（66 項）（續）

編號	中文	英文	CAS	公告分析方法	備註
41	對羥基苯甲酸丁酯	Butylparaben	94-26-8	W545.50B ^a	101 年納入蒐集清單
42	1,2-二溴-3-氯丙烷	1,2-Dibromo-3-chloropropane	96-12-8	M612.00C W785.57B W784.52C	104 年納入蒐集清單
43	1,2,3-三氯丙烷	1,2,3-Trichloropropane	96-18-4	M612.00C W785.57B W784.52C	104 年納入蒐集清單
44	非那雄胺	Finasteride	98319-26-7	W545.50B ^a	101 年納入蒐集清單
45	對羥基苯甲酸甲酯	Methylparaben	99-76-3	W545.50B ^a	101 年納入蒐集清單
46	隱孢子蟲	Cryptosporidium	—	E232.51C	101 年納入蒐集清單
47	大腸桿菌	Escherichia coli (E. coli)	—	E237.53B E215.52C	101 年納入蒐集清單
48	糞便性大腸桿菌群	Fecal coliform	—	E214.00C E213.02C	101 年納入蒐集清單
49	梨形鞭毛蟲	Giardia	—	E232.51C	101 年納入蒐集清單
50	氯苯	Chlorobenzene	108-90-7	M612.00C W785.57B W784.52C	109 年改列蒐集清單 103 年納入觀察清單
51	苯乙烯	Styrene	100-42-5	M612.00C W785.57B W784.52C	109 年改列蒐集清單 103 年納入觀察清單
52	乙苯	Ethylbenzene	100-41-4	M612.00C W785.57B W784.52C	109 年改列蒐集清單 103 年納入觀察清單
53	1,1-二氯乙烷	1,1-Dichloroethane	75-34-3	M612.00C W785.57B W784.52C	109 年改列蒐集清單 103 年納入觀察清單
54	壬基酚	Nonylphenol	25154-52-3	W541.50B W801.54B W545.50B	109 年改列蒐集清單 103 年納入觀察清單
55	雙酚 A	Bisphenol A	80-05-7	W545.50B W801.54B W541.50B	109 年改列蒐集清單 105 年納入觀察清單

a. 未正式列入該方法，但該方法註明如經驗證且符合該方法規範者亦可適用。

表 3.3-1 110 年蒐集清單物質列表 (66 項) (續)

編號	中文	英文	CAS	公告分析方法	備註
56	鄰苯二甲酸二甲酯	Dimethyl phthalate (DMP)	131-11-3	R811.21C	109 年改列蒐集清單 103 年納入觀察清單
57	吲哚美辛	Indomethacin	53-86-1	W545.50B ^a	107 年納入蒐集清單
58	磺胺甲噁唑	sulfamethoxazole	723-46-6	W543.50B	107 年納入蒐集清單
59	磺胺噻唑	Sulfathiazole	72-14-0	W543.50B	107 年納入蒐集清單
60	氟甲喹	Flumequine	42835-25-6	W543.50B ^b W545.50B ^b	107 年納入蒐集清單
61	克拉黴素	Clarithromycin	81103-11-9	W543.50B	107 年納入蒐集清單
62	雙氯芬酸	Diclofenac	15307-86-5	W543.50B ^b W545.50B ^b	107 年納入蒐集清單
63	鋰	lithium	7439-93-2	M104.02C	108 年納入蒐集清單
64	全氟己烷磺酸	PFHxS	355-46-4	W542.50B	110 年納入蒐集清單
65	土臭素	Geosmin	19700-21-1	W537.51B	110 年納入蒐集清單
66	2-甲基異莰醇	2-Methylisoborneol (2-MIB)	2371-42-8	W537.51B	110 年納入蒐集清單

a.未正式列入該方法，但該方法註明如經驗證且符合該方法規範者亦可適用。

b.未正式列入該方法，可以參考該分析方法。

3.3.2 蒐集清單物質之本土水質檢測資料與毒理資料彙整

目前最新之蒐集清單為 110 年蒐集清單，總共包含 66 項物質。本計畫彙整蒐集清單物質及其於 10 年內環保署針對淨水場原水、清水及其他環境流部調查之檢測結果，如表 3.3-2 及表 3.3-3。

蒐集清單物質中目前僅 29 項物質有可靠之毒理研究資料，其他項目目前暫無可靠之毒理資料，本計畫彙整於表 3.3-4。

表 3.3-2 蒐集清單項目之淨水場水質資料彙整

編號	項目		水場水質數據						採樣年份	各國法定標準最低值 (mg/L)
	中文	英文	原水(mg/L)		清水(mg/L)		配水(mg/L)			
			樣本數	數值	樣本數	數值	樣本數	數值		
1	陶斯松	Chlorpyrifos	335	ND~0.00021	1422	ND	NA	NA	97-102,104-105,107-108 年	0.03
2	福瑞松	Phorate	335	ND	1422	ND	NA	NA	97-102,104-105 年	0.002
3	托福松	Terbufos	335	ND	1397	ND~0.00135	NA	NA	97-102,104-105,107-108 年	0.0009
4	大滅松	Dimethoate	335	ND	1422	ND	NA	NA	97-102,104-105 年	0.006
5	加保利	carbaryl	31	ND	174	ND	NA	NA	99-101,103,107-108 年	0.03
6	賽滅寧	cypermethrin	31	ND	137	ND	5	ND	99-101,103,107-108 年	0.2
7	芬殺松	fenthion	31	ND	136	ND	14	ND	99-101, 103,105-106 年	0.006
8	百滅寧	permethrin	43	ND	24	ND	NA	NA	99-103 年	0.2
9	甲基多保淨	thiophanate-methyl	26	ND	290	ND~0.000056	28	ND	101,103,105-108 年	0.005
10	固殺草	glufosinate	26	ND	249	ND~0.00179	19	ND	101,103,105-108 年	0.02
11	鄰苯二甲酸丁基苯甲酯	Diisobutyl phthalate (BBP)	68	ND~0.000002	1550	ND~0.00001	283	ND~0.00164	100-110 年	0.5
12	鄰苯二甲酸二辛酯	Diocetyl Phthalate (DOP)	50	ND	1550	ND~0.00472	283	ND~0.00177	102-110 年	無
13	辛基酚	Octylphenol	132	ND~0.00028	135	ND~0.000061	NA	NA	98-103	無
14	待乙妥	DEET	33	ND-0.0005156	63	ND-0.0004731	NA	NA	101、109-110 年	無
15	乙醯氨酚 (俗稱:普拿疼)	Acetaminophen	39	ND~0.0000768	39	ND	NA	NA	101, 109 年	無
16	1,2-二氯丙烷	1,2-Dichloropropane	81	ND	527	ND	20	ND	98,100-108 年	0.005
17	1,1,2-三氯乙烷	1,1,2-Trichloroethane	21	ND	21	ND	NA	NA	104 年	0.005
18	1,2,3-三氯丙烷	1,2,3-Trichloropropane	21	ND	171	ND	NA	NA	104,107-108 年	無
19	1,2-二溴-3-氯丙烷	1,2-Dibromo-3-chloropropane	21	ND	171	ND	NA	NA	104,107-108 年	0.0002
20	六氯苯	Hexachlorobenzene	21	ND	312	ND	19	ND	104-108 年	0.001

表 3.3-2 蒐集清單項目之淨水場水質資料彙整 (續)

編號	項目		水場水質數據						採樣 年份	各國法定標 準最低值 (mg/L)
	中文	英文	原水(mg/L)		清水(mg/L)		配水(mg/L)			
			樣本數	數值	樣本數	數值	樣本數	數值		
21	六氯環戊二烯	Hexachlorocyclopentadiene	21	ND	171	ND	10	ND	104-106 年	0.05
22	鉍	Beryllium	25	ND~0.00092	24	ND~0.00004	NA	NA	99, 105 年	0.004
23	鈷	Cobalt	18	0.00001~0.01693	18	0.00001~0.0001	NA	NA	105 年	無
24	氟甲喹	Flumequine	18	ND	18	ND	NA	NA	107 年	無
25	N-亞硝基吡咯烷	N-nitrosopyrrolidine, NPYR	6	ND	243	ND~0.0001834	14	ND~0.0000066	106-110 年	無
26	嘉磷塞	Glyphosate	311	ND	598	ND~0.007883	4	ND	98-99,102,105, 107-110 年	0.28
27	愛殺松	Ethion	6	ND	152	ND	4	ND	106-108 年	0.004
28	馬拉松/馬拉硫磷	Malathion / Maldison	6	ND	6	ND	NA	NA	106 年	0.007
29	歐殺滅	Oxamyl / Vydate	6	ND	6	ND	NA	NA	106 年	0.007
30	鈦	Titanium	30	ND~0.01129	217	ND~0.04	NA	NA	99-100, 110 年	無
31	鋰	Lithium	12	0.00121-0.02044	212	ND~0.05	NA	NA	108, 110 年	無
32	對羥基苯甲酸甲酯	Methyl paraben	39	ND-0.0000158	39	ND-0.0000057	NA	NA	101, 109 年	無
33	對羥基苯甲酸乙酯	Ethyl paraben	39	ND-0.0000033	39	ND	NA	NA	101, 109 年	無
34	對羥基苯甲酸丙酯	Propyl paraben	39	ND-0.0000222	39	ND-0.0000037	NA	NA	101, 109 年	無
35	對羥基苯甲酸丁酯	Butyl paraben	39	ND	39	ND	NA	NA	101, 109 年	無
36	賓克隆	pencycuron	26	ND	19	ND	NA	NA	101,103 年	0.1
37	萘普芬/甲氧鈉丙酸 (俗稱: 拿百疼)	Naproxen	21	ND	21	ND	NA	NA	101 年	無
38	非那雄胺	Finasteride	21	ND	21	ND	NA	NA	101 年	無
39	二苯甲酮	Benzophenone	21	ND	21	ND	NA	NA	101 年	無
40	凱妥布洛芬/ 苯酮苯丙酸	Ketoprofen	21	ND	21	ND	NA	NA	101 年	無

表 3.3-2 蒐集清單項目之淨水場水質資料彙整 (續)

編號	項目		水場水質數據						採樣年份	各國法定標準最低值 (mg/L)
	中文	英文	原水(mg/L)		清水(mg/L)		配水(mg/L)			
			樣本數	數值	樣本數	數值	樣本數	數值		
41	四環黴素	Tetracycline	21	ND	21	ND	NA	NA	101 年	無
42	羥四環黴素	Oxytetracycline	21	ND	21	ND	NA	NA	101 年	無
43	氯四環黴素	Chlorotetracycline	21	ND	21	ND	NA	NA	101 年	無
44	異丁苯丙酸	Ibuprofen	21	ND-0.0000421	21	ND	NA	NA	101 年	無
45	苯氧苯丙酸	Fenoprofen	21	ND	21	ND	NA	NA	101 年	無
46	胺基比林	Aminopyrine	21	ND	21	ND	NA	NA	101 年	無
47	羥苯甲酮	Oxybenzone	21	ND-0.000516	21	ND	NA	NA	101 年	無
48	吲哚美辛	Indomethacin	18	ND	18	ND	NA	NA	107 年	無
49	雙氯芬酸	Diclofenac	18	ND	18	ND	NA	NA	107 年	無
50	磺胺甲噁唑	Sulfamethoxazole	18	ND	18	ND	NA	NA	107 年	無
51	克拉黴素	Clarithromycin	18	ND	18	ND	NA	NA	107 年	無
52	磺胺噻唑	Sulfathiazole	18	ND	18	ND	NA	NA	107 年	無
53	氯苯	Chlorobenzene	NA	NA	527	ND	20	ND	98,100-108 年	0.01
54	苯乙烯	Styrene	NA	NA	527	ND	20	ND	98,100-108 年	0.002
55	乙苯	Ethylbenzene	NA	NA	527	ND	20	ND	98,100-108 年	0.14
56	1,1-二氯乙烷	1,1-Dichloroethane	NA	NA	527	ND	20	ND	98,100-108 年	無
57	壬基酚	Nonylphenol(NP)	NA	NA	1541	ND	283	ND	101-110 年	0.105
58	雙酚 A	Bisphenol A (BPA)	NA	NA	1549	ND	283	ND	101-110 年	0.1
59	鄰苯二甲酸二甲酯	Dimethyl phthalate(DMP)	NA	NA	1550	ND~0.00577	283	ND	101-110 年	無
60	隱孢子蟲	Cryptosporidium	240	0-16	254	0	NA	NA	103-106 年	無

表 3.3-2 蒐集清單項目之淨水場水質資料彙整 (續)

編號	項目		水場水質數據						採樣年份	各國法定標準最低值 (mg/L)
	中文	英文	原水(mg/L)		清水(mg/L)		配水(mg/L)			
			樣本數	數值	樣本數	數值	樣本數	數值		
61	梨形鞭毛蟲	Giardia	240	0-280	279	0	NA	NA	103-106 年	無
62	大腸桿菌	Escherichia coli (E. coli)	NA	NA	460	ND~	47	<1~1	102-105, 109-110 年	不可檢出
63	糞便性大腸桿菌群	Fecal coliform	NA	NA	460	ND~	47	<1~5	102-105, 109-110 年	不可檢出
64	全氟己烷磺酸	PFHxS	NA	NA	128	ND~0.000164	12	ND~0.000008	108-110 年	0.00007 ^a
65	土臭素	Geosmin	NA	NA	30	ND~0.0000096	NA	NA	110 年	0.00001
66	2-甲基異茨醇	2-Methylisoborneol (2-MIB)	NA	NA	30	ND~0.00003199	NA	NA	110 年	0.00001

表 3.3-3 蒐集清單項目近 10 年環境流布資料彙整

項目中文	項目英文	檢測 樣品數	檢出 樣品數	檢出濃度	檢出之樣品 來源	調查樣品 來源	資料 來源
糞便性大腸桿菌群	Fecal coliform	16	16	80-12000 (CFU/100 ml)	1、4	1、4	3
大腸桿菌	E.coli	16	16	30-25000 (CFU/100 ml)	1、4	1、4	3
鄰苯二甲酸二辛酯	Diioctyl Phthalate (DOP)	282	146	ND-14.410 (mg/kg)	2-3	2-3	1-2、4-6
鄰苯二甲酸二丁酯	Dibutyl phthalate (DBP)	206	204	ND-0.404 (mg/kg)	2-3、5	2-3、5	1-2、4、6-7
鄰苯二甲酸丁酯苯甲 酯	Diisobutyl phthalate (BBP)	282	177	ND-1.00 (mg/kg)	2-3	2-3	1-2、4-6
陶斯松	Chlorpyrifos	114	10	ND-250 (ng/g)	2-3	1-3、4	2-3、5
大滅松	Dimethoate	114	4	ND-1.72 (ng/g)	2-3	1-3、4	2-3、5
福瑞松	Phorate	114	4	ND-29.6 (ng/g)	2-3	1-3、4	2-3、5
托福松	Terbufos	12	—	—	—	1、4	3
異丁苯丙酸	Ibuprofen	26	8	ND-26 (ng/L)	5	3、5	7
乙醯氨基酚	Acetaminophen	26	1	ND-3 (ng/L)	5	3、5	7
加保利	carbaryl	102	5	ND-91.2 (ng/g)	2-3	2-3	2、5
賽滅寧	cypermethrin	102	—	—	—	2-3	2、5
百滅寧	permethrin	114	—	—	—	1-4	2-3、5

樣品來源：1 河川、2 底泥、3 土壤、4 水庫、5 地下水

資料來源：1. 103-104 年度毒性化學物質環境流布背景調查計畫(第 1 年)，2014 年

2. 土壤底泥中農藥、多環芳香烴、酚類、塑化劑、有機錫調查計畫(1/2)，2013 年

3. 飲用水水質標準候選列管項目之調查與因應研擬，2013 年

4. 103-104 年度毒性化學物質環境流布背景調查計畫(第 2 年)，2015 年

5. 土壤底泥中農藥、多環芳香烴、酚類、塑化劑、有機錫調查計畫(2/2)，2014 年

6. 102 年度毒性化學物質環境流佈背景調查計畫，2013 年

7. 地下水有害物質傳輸調查及管制標準檢討計畫(第三期)，2015 年

表 3.3-4 蒐集清單物質毒理資料彙整

編號	物質名稱 中文	物質名稱 英文	健康危害 潛勢	評分採用參數	健康危害 嚴重性	評分採用臨界效應 (Critical Effects)	健康危害 參考資料
1	陶斯松	Chlorpyrifos	6	ATSDR Chr. MRL 0.001 mg/kg/day	5	Red blood cell AChE activity cholinesterase inhibition, cholinergic symptoms	ATSDR
2	福瑞松	Phorate	6	IREDD Chronic RfD 0.0005 mg/kg/day	5	Red blood cell and brain cholinesterase (ChE) inhibition	US EPA IREDD
3	托福松	Terbufos	7	EPA OPP RfD 0.00005 mg/kg-d	3	Plasma ChE inhibition	CCL3
4	大滅松	Dimethoate	6	EPA OPP RfD 0.0022 mg/kg-d	5	Brain cholinesterase (ChE) inhibition	CCL3
5	加保利	Carbaryl	3	EPA Slope Factor 0.000875 (mg/kg-d) ⁻¹	8	Suspected carcinogenicity	PCCL3
6	賽滅寧	Cypermethrin	4	EPA OPP RfD 0.06 mg/kg-d	9	Clinical signs of neurotoxicity & mortality; decreased body weight & body weight gain	PCCL3
7	芬殺松	Fenthion	6	EPA RfD 0.0007 mg/kg-d	3	plasma ChE inhibition	US EPA
8	百滅寧	Permethrin	4	EPA OPP Slope Factor (Oral) 0.0096 (mg/kg-d) ⁻¹	8	Suspected carcinogenicity	CCL4
9	甲基多保淨	Thiophanate-methyl	5	EPA OPP Slope Factor (Oral) 0.0116 (mg/kg-d) ⁻¹	8	Suspected carcinogenicity	CCL4
10	固殺草	Glufosinate-ammonium	6	IRIS RfD 0.0004 mg/kg-d	3	Increased absolute and relative kidney weights in males	—
11	鄰苯二甲酸丁基苯甲酯	Butyl benzyl phthalate	4	IRIS RfD 0.2 mg/kg-d	3	Significantly increased liver-to-body weight and liver-to-brain weight ratios (Hepatic)	IRIS
12	鄰苯二甲酸二辛酯	Di-n-octyl phthalate	3	ATSDR Int. MRL 0.4 mg/kg/day	6	liver effects, hepatic effects, thyroid toxicity, necrosis and other fatty changes	ATSDR
13	辛基酚	p-tert-Octylphenol	4	0.17 mg/kg-d	7	Decreased pup body weight and increased time to preputial separation	—
14	待乙妥	N,N-Diethyl-meta-toluamide, DEET	3	ATSDR Int. MRL 1 mg/kg/day	7	Decreased pup weight	ATSDR
15	乙醯胺酚	Acetaminophen	4	EMEA ADI 0.05 mg/kg-day	3	Cholestatic effects	PCCL3

表 3.3-4 蒐集清單物質毒理資料彙整 (續)

編號	物質名稱 中文	物質名稱 英文	健康危害 潛勢	評分採用參數	健康危害 嚴重性	評分採用臨界效應 (Critical Effects)	健康危害 參考資料
16	1,2-二氯丙烷	1,2-Dichloropropane	4	ATSDR Chr. MRL 0.09 mg/kg-d	8	probable human carcinogen	US EPA 6 year Review 2
17	1,1,2-三氯乙烷	1,1,2-Trichloroethane	5	IRIS RfD 0.004 mg/kg-d	4	Clinical serum chemistry (effects on erythrocytes and depressed humoral immune status) (Immune, Hematologic)	IRIS
18	1,2,3-三氯丙烷	1,2,3-Trichloropropane	7	RAIS HE OPP Slope Factor (Oral) 7 (mg/kg-d) ⁻¹ HEAST	8	Suspected carcinogenicity	CCL4
19	1,2-二溴-3-氯丙烷	1,2-Dibromo-3-chloropropane	6	ATSDR Int. MRL 0.002 mg/kg/day	7	spermatogenesis and sperm morphology	ATSDR
20	六氯苯	Hexachlorobenzene	6	IRIS RfD 0.0008 mg/kg-d	6	Liver effects (Hepatic)	IRIS
21	六氯環戊二烯	Hexachlorocyclopentadiene	5	IRIS RfD 0.006 mg/kg-d	3	Chronic irritation (Gastrointestinal)	IRIS
22	鉍	Beryllium	6	IRIS RfD 0.002 mg/kg-d	5	Small intestinal lesions (Gastrointestinal)	IRIS
23	鈷	Cobalt	5	ATSDR Minimal Risk Level 0.01 mg/kg-d 2004	4	Blood-increased hemoglobin, polycythemia; respiratory-effects on lung function	CCL4
24	氟甲喹	Flumequine	5	WHO ADI 0.03 mg/kg-d	6	Hepatotoxic lesions (males)	WHO
25	N-亞硝基吡咯烷	N-nitrosopyrrolidine, NPYR	7	IRIS Lifetime Cancer Risk (10 ⁻⁴) 0.002 mg/L	8	Cancer	CCL4
26	嘉磷塞	Glyphosate	4	IRIS RfD 0.1 mg/kg-d	7	Increased incidence of renal tubular dilation in F3b offspring (Developmental, Urinary)	IRIS
27	愛殺松	Ethion	6	EPA OPP RfD 0.0005 mg/kg-d	5	Plasma, RBC & brain ChE inhibition	PCCL3
28	馬拉松/馬拉硫磷	Malathion / Maldison	4	EPA OPP RfD 0.07 mg/kg-d	3	RBC ChE inhibition	PCCL3
29	歐殺滅	Oxamyl / Vydate	3	IRIS RfD 2.5 mg/kg/day	3	Decreased body weight gain and food consumption	IRIS

3.4 觀察清單

環保署 101 年「推動飲用水列管項目之篩選作業計畫」建立化學性物質篩選評估原則，針對蒐集清單物質進行四項屬性參數評分，以評估是否進入觀察清單。屬性參數是用來表現化學污染物之間的性質和特徵差異，包括對健康的影響(Health effect)以及存在情形(Occurrence)，將各種表達化學污染物屬性的資料加以量化比較。

在對健康的影響方面，採用健康危害潛勢(Potency)以及健康危害嚴重性(Severity)兩項參數，至於存在情形則是針對污染物出現普遍性(Prevalence)和污染物出現濃度(Magnitude)來做評估。污染物的健康危害潛勢(Potency)參數是將污染物會造成健康危害的濃度依照以下優先權順序，找出健康風險評估資料：(1)參考劑量(RfD)、(2)無觀察危害反應劑量(NOAE)、(3)最低觀察危害反應劑量(LOAE)、(4)最小中毒量(TDL0- RTECS)、(5)半致死劑量(LD50)，並參照健康危害潛勢分數換算表格(表 3.4-1)予以評分。若一物質在低濃度即會對人體造成健康危害，其健康危害潛勢分數就會比較高。健康危害嚴重性(Severity)參數是根據污染物對健康造成症狀嚴重程度給予 1 到 9 的量化分數(表 3.4-2)。

一污染物對人體健康造成的症狀越嚴重，其健康危害嚴重性分數越高。污染物出現普遍性及濃度則依表 3.4-3 量化。一污染物在飲用水清水中檢出的頻率越高，出現普遍性分數就越高，污染物被檢出的濃度的中位數越高，則污染物出現濃度分數就越高。四項參數之分數越高，則顯示該污染物在我國飲用水中對人體健康可能造成的風險越高。

表 3.4-1 健康危害潛勢分數的換算表格

Score	RfD mg/kg-day	LOAEL/NOAEL mg/kg-day	LD50 mg/kg	10 ⁻⁴ Cancer Risk
10	0 - 0.000000316	0 - 0.000316	0 - 0.0316	0 - 0.00000316
9	0.000000317 - 0.00000316	0.000317 - 0.00316	0.0317 - 0.316	0.00000317 - 0.0000316
8	0.00000317 - 0.0000316	0.00317 - 0.0316	0.317 - 3.16	0.0000317 - 0.000316
7	0.0000317 - 0.000316	0.0317 - 0.316	3.17 - 31.6	0.000317 - 0.00316
6	0.000317 - 0.00316	0.317 - 3.16	31.7 - 316	0.00317 - 0.0316
5	0.00317 - 0.0316	3.17 - 31.6	317 - 3,160	0.0317 - 0.316
4	0.0317 - 0.316	31.7 - 316	3,170 - 31,600	0.317 - 3.16
3	0.317 - 3.16	317 - 3,160	31,700 - 316,000	3.17 - 31.6
2	3.17 - 31.6	3,170 - 31,600	317,000 - 3,160,000	31.7 - 316
1	31.7 - >31.7	31,700 - >31,700	3,170,000 - >31,700,000	317 - >317

將所得之分數套用美國環保署於 Final Contaminant Candidate List 3 Chemicals: Classification of the PCCL to CCL 中提出之簡單線性模式(Simple Linear Model)： $Y[i] = -1.671 + 0.241 \times \text{健康危害潛勢分數} + 0.217 \times \text{健康危害嚴重性分數} + 0.116 \times \text{污染物出現普遍性分數} + 0.170 \times \text{污染物出現濃度分數}$ ，所得之得分區分為四大類(表 3.4-4)，若大於 3.5 則建議納入(L)觀察清單，介於 2.5 至 3.5 則考慮納入(L?)，1.5-2.5 則考慮不納入(NL?)，低於 1.5 則建議不納入(NL)。

表 3.4-2 健康危害嚴重性量化評分表

健康危害嚴重性分數	分數定義	緊急影響概要	健康危害嚴重性分數	分數定義	緊急影響概要
1	沒有影響	沒監測影響	6	顯著、不可逆、非致命性條件失調	影響多樣器官
2	表面的影響	牙齒的氟中毒			肝臟的影響
3	相互影響	生長及體重影響			影響腎臟
		腸胃失調	影響感官及神經系統		
		過敏	增殖		
		生物化學轉變	影響心臟		
		影響血液	其他影響		
		影響膽鹼酯	影響生殖器官		
		荷爾蒙轉變	母體遺傳毒性		
4	細胞/生理轉變導致失調(風險因素或先驅影響)	細胞空泡化	7	影響發育或繁殖導致主要機能障礙	影響繁殖力
		附加影響			抑制生長
		影響血液			降低後代發育能力
		影響免疫力	8	腫瘤或失調可能導致死亡	影響生長
		影響肝臟			癌症
影響膽鹼酯	9	死亡	增加死亡率		
其他方面的影響					
5	顯著功能轉變導致最小毒物量含義的可逆性及永久性改變	增加膽鹼能的影響			
		影響血液			
		結構上的影響			
		影響腎臟			
		影響肝臟			
		影響多樣器官			
		影響神經			
		影響視覺			
其他影響					

101 年「飲用水列管項目之篩選作業」計畫的第二版蒐集清單中，有 22 項物質有較完整的毒理資料及本土水質資料可進行上述四項參數評分，並將四項參數評分之參考資料一併提供予專家，經專家諮詢會議評估哪些物質應納入觀察清單。經專家諮詢會議決定將微囊藻毒 LR 型、壬基酚、鄰苯二甲酸二甲酯、氯苯、苯乙烯、乙苯、1,1-二氯乙烷、甲醛、銻、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯及鎘等 11 項物質納入觀察清單。並於 103 年 7 月起至 104 年 6 月止由自來水事業針對除銻跟鎘以外的 9 項物質於淨水處理或配水系統進行一年監測，監測結果顯示未觀察到有影響飲用水安全之疑慮。

105 年「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(3/3)」計畫依上述做法自蒐集清單中篩選出 1,2-二溴乙烷、雙酚 A、鉍及碲等 4 項物質，納入觀察清單。

106 年則篩選出砷、N-亞硝二甲胺(NDMA)、N-亞硝二乙胺(NDEA)、鄰苯二甲酸二丁酯、全氟辛烷酸(PFOA)、全氟辛烷磺酸(PFOS)等六項物質納入觀察清單，並將鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯自觀察清單中納入候選清單。

表 3.4-3 污染物出現普遍性及濃度量化分數表

污染物出現普遍性		污染物出現濃度	
分數	公共用水系統清水 檢出率 (%)	分數	清水檢出樣品偵測值 中位數(μg/l)
1	≤0.10	1	<0.003
2	0.11-0.16	2	0.003-0.01
3	0.17-0.25	3	0.01-0.03
4	0.26-0.44	4	0.03-0.1
5	0.45-0.61	5	0.1-0.3
6	0.62-1.00	6	>0.3-1
7	1.01-1.30	7	>1-3
8	1.31-2.50	8	>3-10
9	2.51-10.00	9	>10-30
10	>10.00	10	>30

表 3.4-4 模式分數與納入觀察清單與否

模式得分	納入觀察清單與否
>3.5	應納入(L)
>2.5~3.5	考慮納入(L?)
>1.5~2.5	考慮不納入(NL?)
≤1.5	不納入(NL)

108 年環保署計劃專家諮詢會議決議，觀察清單物質經長期監測後（連續進行超過 6 年監測，且平均每年超過 200 筆檢測值），若結果顯示於我國淨水場暫無顯著風險（檢測值均未超過國際管制標準最小值），則將這類物質改列蒐集清單，將檢測能量做較合理的運用。依上述條件，108 年觀察清單物質中有七項物質（氯苯、苯乙烯、乙苯、1,1-二氯乙烷、壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯）改列蒐集清單。

本年度計畫於第二次專家會議中討論決議將 DEHP 改列觀察清單(詳 3.8 節)，因此 110 年觀察清單物質新增 1 項，共計 14 項（表 3.4-6），國際上針對觀察清單物質的管制情況彙整於表 3.4-7。

表 3.4-5 觀察清單變動歷史

年度	清單變動	清單項目	數量
102	自蒐集清單新增 11 項	微囊藻毒 LR 型、壬基酚、鄰苯二甲酸二甲酯、氯苯、苯乙烯、乙苯、1,1-二氯乙烷、甲醛、鎳、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、鎘	11
105	自蒐集清單新增 4 項： 1,2-二溴乙烷、雙酚 A、鉍、碲	微囊藻毒 LR 型、壬基酚、鄰苯二甲酸二甲酯、氯苯、苯乙烯、乙苯、1,1-二氯乙烷、甲醛、鎳、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、鎘、1,2-二溴乙烷、雙酚 A、鉍、碲	15
106	自蒐集清單新增 6 項： 硼、NDMA、NDEA、鄰苯二甲酸二丁酯、PFOA、PFOS 1 項觀察清單物質改列候選清單： DEHP	微囊藻毒 LR 型、壬基酚、鄰苯二甲酸二甲酯、氯苯、苯乙烯、乙苯、1,1-二氯乙烷、甲醛、鎳、鎘、1,2-二溴乙烷、雙酚 A、鉍、碲、硼、NDMA、NDEA、鄰苯二甲酸二丁酯、PFOA、PFOS	20
108	7 項觀察清單改列蒐集清單： 氯苯、苯乙烯、乙苯、1,1-二氯乙烷、壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯	微囊藻毒 LR 型、甲醛、鎳、鎘、1,2-二溴乙烷、鉍、碲、硼、NDMA、NDEA、鄰苯二甲酸二丁酯、PFOA、PFOS	13
110	1 項候選清單物質改列觀察清單： DEHP	微囊藻毒 LR 型、甲醛、鎳、鎘、1,2-二溴乙烷、鉍、碲、硼、NDMA、NDEA、鄰苯二甲酸二丁酯、PFOA、PFOS、DEHP	14

表 3.4-6 110 年觀察清單物質列表(14 項)

污染物名稱	英文	CAS 編號	環檢所 公告分析方法	備註
微囊藻毒-LR 型	Microcystin-LR	101043-37-2	W539.50B	103 年納入觀察清單
1,2-二溴乙烷	1,2-Dibromoethane	106-93-4	W785.56B	104 年納入蒐集清單 105 年納入觀察清單
碲	Tellurium (Te)	13494-80-9	W311.53C	105 年納入觀察清單
全氟辛烷磺酸	Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS)	1763-23-1	W542.50B	105 年納入蒐集清單 106 年納入觀察清單
全氟辛烷酸 (全氟辛酸)	Perfluorooctanoic acid (PFOA)	335-67-1	W542.50B	105 年納入蒐集清單 106 年納入觀察清單
甲醛	Formaldehyde	50-00-0	W782.50B	103 年納入觀察清單
N-亞硝二乙胺	N-nitrosodiethylamine (NDEA)	55-18-5	—	106 年納入觀察清單
N-亞硝二甲胺	N-nitrosodimethylamine (NDMA)	62-75-9	—	106 年納入觀察清單
鉈	Thallium (Tl)	7440-28-0	W313.53B	105 年納入觀察清單
硼	Boron(B)	7440-42-8	W311.53C	105 年納入蒐集清單 106 年納入觀察清單
鎳	Gallium (Ga)	7440-55-3	W313.53B	103 年納入觀察清單
鍺	Germanium (Ge)	7440-56-4	W313.53B	103 年納入觀察清單
鄰苯二甲酸二丁酯	Dibutyl phthalate (DBP)	84-74-2	W801.54B	106 年納入觀察清單
鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯	di(2-ethylhexyl)phthalate, DEHP	117-81-7	W801.54B	103 年納入觀察清單 106 年納入候選清單 110 年改列觀察清單

表 3.4-7 觀察清單物質於國際上管制情況

中文	英文	CAS No.	WHO	美國	加拿大	歐盟	紐西蘭	澳洲 ^a	日本	南韓	新加坡
鍺	Germanium (Ge)	7440-56-4	—	CCL3、4 (HRL 0.000744)	—	—	—	—	—	—	—
鎵	Gallium (Ga)	7440-55-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鉈	Thallium (Tl)	82870-81-3	—	0.002	—	—	—	—	—	—	—
硼	Boron (B)	7440-42-8	2.4	CCL1、2	5	1	1.4	4	1	1	2.4
碲	Tellurium	137322-20-4 13494-80-9	—	CCL3、4 (HRL 0.175)	—	—	—	—	—	—	—
甲醛	Formaldehyde	50-00-0	NR ^b	CCL3、4 (HRL 1.4)	NR ^b	—	—	0.5	0.08	0.5	—
N-亞硝二甲胺	N-Nitrosodimethylamine (NDMA)	62-75-9	0.0001	CCL3、4 (HRL 0.000056)	0.00004	—	—	0.0001	0.0001 ^a	—	0.0001
N-亞硝二乙胺	N-nitrosodiethylamine (NDEA)	55-18-5	—	CCL3、4 (HRL 0.0000002)	—	—	—	—	—	—	—
1,2-二溴乙烷	1,2-Dibromoethane (Ethylene dibromide)	106-93-4	0.0004	0.00005	—	—	0.0004	—	—	0.0004	0.0004
全氟辛酸	Perfluorooctanoic acid (PFOA)	335-67-1	—	0.00007 ^e	—	—	—	0.00056	0.00005 ^e	—	—
全氟辛磺酸	Perfluorooctane sulfonate (PFOS)	1763-23-1	—	0.00007 ^e	—	—	—	0.00007 ^f	0.00005 ^e	—	—
鄰苯二甲酸二丁酯	Dibutyl phthalate	84-74-2	—	—	—	—	—	—	0.01 ^a	—	—
鄰苯二甲酸二(2-乙 基己基)酯	Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)	117-81-7	0.008	0.006	—	—	0.009	0.01	0.08 ^a	—	0.008
微囊藻毒-LR 型	Microcystin-LR	101043-37-2	0.001	CCL3、4 (HRL 0.000021)	0.0015	—	0.001 ^d	0.0013 ^d	0.0008 ^a	—	0.001

a 指引值/目標值/非常規指標值（非法定標準）

b NR:經評估無須制定指引值；NI:數據資料不足以制定指引值。

c 單位：mg/L

d 管制總微囊藻毒

e PFOA 與 PFOS 合計

f PFOS 與 PFHxS

3.4.1 觀察清單物質降低關注層級原則

108 年之前，依我國飲用水列管新興污染物質篩選作業流程，觀察清單物質於一年的監測計畫完成後，經由專家會議討論決定是否納入候選清單或保留於觀察清單。108 年環保署計畫專家諮詢會議討論決議，將觀察清單物質經長期監測後結果顯示於我國淨水場暫無顯著風險之物質改列蒐集清單，將檢測能量做較合理的運用。因此 108 年將 7 項已有連續進行超過 6 年、平均每年超過 200 處次監測、且檢測值均未超過國際管制標準最小值之觀察清單物質改列蒐集清單。

然而考慮長期檢測能量運用，實務上針對現有觀察清單物質進行連續 6 年、每年超過 200 筆監測，於檢測經費上有極困難度，因此本計畫評估現有環保署計畫針對新興污染物抽驗的頻率，建立觀察清單物質降低關注層級原則。現有環保署計畫針對不同新興污染物，依檢測費用進行每年 50 到 200 處次不等抽驗（少數項目進進行 20-30 處次分析），建議觀察清單物質若於五年內有 250 筆以上監測，且檢測值均未超過國際管制標準最小值，則可改列蒐集清單。

3.4.2 110 年觀察清單監測計畫

109 年觀察清單物質共 13 項，包含微囊藻毒 LR、甲醛、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、銻、鎘、鉍、碲、硼、1,2-二溴乙烷、鄰苯二甲酸二丁酯、全氟辛烷酸、全氟辛烷磺酸（表 3.4-6）。自來水事業已逐步針對觀察清單物質完成至少一年 4 季監測，後續建議每年針對觀察清單中 5-6 項物質進行一年四季監測，監測項目以新增之觀察清單物質為優先，若無新增項目則監測既有觀察清單物質。

110 年自來水事業優先針對 PFOA、PFOS、微囊藻毒 LR 型、銻、碲、硼進行監測。菁本計畫第三次專家會議討論決議，建議自來水事業 111 年針對觀察清單中之甲醛、1,2-二溴乙烷、鄰苯二甲酸二丁酯、鎘、鉍等 5 項物質進行監測，監測物質相關資料列於附錄 2.10 至 2.14。監測地點針對臺灣自來水股份有限公司及臺北自來水事業處等兩自來水事業所轄淨水場，分別篩選出 29 座（實際供水量占總供水量 80%）及 3 座（實際供水量占總供水量 90%）淨水場，且所引用之原水包含河川水、水庫水、地下水等不同水源（淨水場資料如表 3.4-8）。監測作業期程原則為 1 年，每座淨水場 1 季檢測 1 次，共計 4 次。其中淨水場清水及淨水場供水系統之配水管網端水質各占 50%。

表 3.4-8 建議檢測淨水場

	管理單位(廠/所)	供水單位(淨水場)	原水類別
臺灣自來水股份有限公司			
1	豐原給水廠	豐原一場	河川水
2		豐原二場	
3	鯉魚潭給水廠	鯉魚潭淨水場	水庫水
4	板新給水廠	板新淨水場一二期	河川水
		板新淨水場三期	
5	南化給水廠	南化淨水場	水庫水
6	平鎮給水廠	平鎮二期	水庫水
		平鎮一期	
7	坪頂給水廠	坪頂淨水場	河川水 地下水
8	大湳給水廠	大湳一期	水庫水
		大湳二期	
9	澄清湖給水廠	澄清湖淨水場	水庫水 地下水
10	烏山頭給水廠	烏山頭淨水場	水庫水
11	拷潭給水廠	拷潭淨水場	河川水 地下水
12	寶山給水廠	寶山一期	水庫水
		寶山二期	
		寶山三期	
13	東興給水廠	東興二期	水庫水
		東興一期	
14	鳳山給水廠	鳳山淨水場(民生)	河川水
15	新山給水廠	新山淨水場	水庫水
16	林內營運所	林內淨水場	河川水
17	新竹給水廠	第二淨水場	河川水
18	嘉義給水廠	公園淨水場	水庫水
19	臺南給水廠	潭頂淨水場	水庫水
20	平鎮給水廠	石門淨水場	水庫水
21	新竹給水廠	第一淨水場	河川水
22	嘉義給水廠	水上淨水場	水庫水
23	貢寮雙溪營運所	貢寮淨水場	河川水
24	牡丹給水廠	牡丹淨水場	水庫水
25	新山給水廠	暖暖淨水場	水庫水
26	龍潭給水廠	龍潭淨水場	水庫水
27	大岡山給水廠	嶺口淨水場	地下水
28	水里營運所	集集淨水場	河川水
29	屏東營運所	屏東淨水場	地下水
臺北自來水事業處			
1	臺北自來水事業處	直潭淨水場	翡翠水庫水流 經北勢溪取水
2		長興淨水場	
3		公館淨水場	

3.5 觀察清單物質於淨水廠檢測結果

3.5.1 微囊藻毒-LR 型淨水廠檢測資料彙整

國際上管制飲用水中微囊藻毒-LR 型的國家包含加拿大、新加坡，而 WHO、澳洲、日本、南韓則是制定無法律強制性的指引值，紐西蘭則是管制飲用水中的總微囊藻毒，管制濃度（或指引值）介於 0.0008-0.0015 mg/L 不等，其中日本的指引值 0.0008 mg/L 最為嚴格。

本計畫彙整近 97-110 年飲用水中（清水及配水）微囊藻毒-LR 型檢測結果，並計算大於 0.0008 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.5-1）。歷年來檢測結果均小於 0.0008 mg/L，顯示微囊藻毒-LR 型於我國淨水場暫無顯著風險。考量國內本島優養化水庫葉綠素 a 濃度不高，而外島（尤其金門）的湖水藻類濃度較高，建議減少本島淨水場的監測頻率、增加外島監測頻率，持續累積本土檢測資料。

表 3.5-1 97-110 年飲用水中微囊藻毒-LR 型檢測結果

年份	檢測樣品數	>0.0008 mg/L 樣品數（比例）
97	5	0 (0%)
98	34	0 (0%)
99	35	0 (0%)
100	25	0 (0%)
101	27	0 (0%)
102	30	0 (0%)
103	12	0 (0%)
104	121	0 (0%)
105	42	0 (0%)
106	49	0 (0%)
107	25	0 (0%)
108	27	0 (0%)
109	20	0 (0%)
110	20	0 (0%)

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.5.2 甲醛淨水廠檢測資料彙整

國際上管制飲用水中甲醛的國家包含日本、南韓，而澳洲則是制定無法律強制性的指引值，美國將甲醛納入污染物候選清單 4 (CCL4)並計算其健康參考水準 (HRL)，管制濃度（或指引值/健康參考水準）介於 0.08-1.4 mg/L 不等，其中日本的管制值 0.08 mg/L 最為嚴格。

本計畫彙整近 97-110 年飲用水中（清水及配水）甲醛檢測結果，並計算大於 0.08 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.5-2）。歷年來檢測結果均小於 0.08 mg/L，顯示甲醛於我國淨水場無顯著風險，然而因 105 年以前檢測樣品數並不多，建議持續監測，累積本土檢測資料，以有效評估甲醛於我國淨水場中之健康風險。

表 3.5-2 97-110 年飲用水中甲醛檢測結果

年份	檢測樣品數	>0.08 mg/L 樣品數（比例）
97	29	0 (0%)
98	31	0 (0%)
99	5	0 (0%)
100	5	0 (0%)
101	5	0 (0%)
102	—	—
103	22	0 (0%)
104	22	0 (0%)
105	27	0 (0%)
106	205	0 (0%)
107	100	0 (0%)
108	50	0 (0%)
109	50	0 (0%)
110	50	0 (0%)

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.5.3 鉈淨水廠檢測資料彙整

目前國際上僅有美國管制飲用水中的鉈應低於 0.002 mg/L。

本計畫彙整近 97-110 年飲用水中（清水及配水）鉈檢測結果，並參考美國飲用水水質標準，計算大於 0.002 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.5-3）。105 年以前檢測值均低於 0.002 mg/L，然而檢測樣品數並不多，106 年檢測超過 200 筆數據，有兩筆測值大於 0.002 mg/L，發生率為 0.9%，今年度抽驗 200 筆數據中，有 1 筆測值大於 0.002 mg/L，建議持續監測，累積本土檢測資料，了解鉈於我國淨水場的健康風險。

表 3.5-3 97-110 年飲用水中鉈檢測結果

年份	檢測樣品數	>0.002 mg/L 樣品數（比例）
100	400	0 (0%)
101	23	0 (0%)
102	22	0 (0%)
103	22	0 (0%)
104	22	0 (0%)
105	22	0 (0%)
106	221	2 (0.9%)
107	200	0 (0%)
108	201	0 (0%)
109	200	0 (0%)
110	200	1 (0.5%)

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.5.4 鄰苯二甲酸二丁酯淨水廠檢測資料彙整

國際上尚未有國家或國際組織管制飲用水中鄰苯二甲酸二丁酯，日本則是制訂指引值 0.01 mg/L。

本計畫彙整 97-110 年飲用水中（清水及配水）鄰苯二甲酸二丁酯檢測結果，並計算大於日本指引值 0.01 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.5-4）。自 102 年起，連續 9 年每年至少有超過 200 筆檢測數據，自 104 年起有少數樣品測得濃度大於 0.01 mg/L，然每年發生率均低於 1%。以 102-106 年累計之 2,096 筆資料來看，計 9 筆資料(0.429%) 超過國際指引值 0.01mg/L，發生率不高，建議維持於觀察清單中持續監測，以了解鄰苯二甲酸二丁酯於我國淨水場的健康風險變化。

表 3.5-4 97-110 年飲用水中鄰苯二甲酸二丁酯檢測結果

年份	檢測樣品數	>0.01 mg/L 樣品數（比例）
100	12	0 (0%)
102	228	0 (0%)
103	327	0 (0%)
104	283	2 (0.7%)
105	365	1 (0.3%)
106	839	6 (0.7%)
107	400	0 (0%)
108	402	0 (0%)
109	300	0 (0%)
110	200	0 (0%)

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.5.5 1,2-二溴乙烷淨水廠檢測資料彙整

國際上管制飲用水中 1,2-二溴乙烷的國家包含美國、紐西蘭、新加坡，而 WHO 則是制定無法律強制性的指引值，管制濃度（或指引值/健康參考水準）介於 0.00005-0.0004 mg/L 不等，其中美國的管制值 0.00005 mg/L 最為嚴格。

本計畫彙整 97-110 年飲用水中（清水及配水）1,2-二溴乙烷檢測結果，並計算大於 0.00005 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.5-5），自 102 年起，連續 5 年每年至少有超過 200 筆檢測數據，然而過去檢測極限均高於國際最低管制值 0.00005 mg/L，建議檢視檢測方法降低偵測極限並持續監測，以有效了解 1,2-二溴乙烷於我國淨水場的健康風險。

表 3.5-5 97-110 年飲用水中 1,2-二溴乙烷檢測結果

年份	檢測樣品數	>0.00005 mg/L 樣品數（比例）
100	178	—
101	359	—
102	350	—
103	370	—
104	482	2 (0.4%)
105	375	—
106	463	—
109	50	0 (0%)
110	50	0 (0%)

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.5.6 碲淨水廠檢測資料彙整

目前國際上並未有國家管制飲用水中的碲，或制定飲用水中的指引值，美國將碲納入污染物候選清單 4 (CCL4)，並計算其健康參考水準(HRL) 0.175 mg/L。

本計畫彙整 97-110 年飲用水中（清水及配水）碲檢測結果，並計算大於 0.175 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.5-6）。近十年，僅有 100 年及 106 年各有約 20 筆的檢測結果，檢測結果都遠小於 0.175 mg/L，然而檢測樣品數並不多，建議應規劃監測計畫，累積本土水質資料，以有效評估碲於我國淨水場中之健康風險。

表 3.5-6 97-110 年飲用水中碲檢測結果

年份	檢測樣品數	>0.175 mg/L 樣品數（比例）
100	17	0 (0%)
106	20	0 (0%)
109	200	0 (0%)
110	200	0 (0%)

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.5.7 礪淨水廠檢測資料彙整

國際上管制飲用水中礪的國家包含歐盟、加拿大、紐西蘭、新加坡、南韓，而 WHO、澳洲國則是制定無法律強制性的指引值，管制濃度（或指引值）介於 1-5 mg/L 不等，其中歐盟、日本、南韓的管制值 1 mg/L 最為嚴格。

本計畫彙整 97-110 年飲用水中（清水及配水）礪檢測結果，並計算大於 1 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.5-7）。105 年有 18 筆的檢測結果，檢測結果都遠小於 1 mg/L，而 107 年 200 筆檢測中有 6 筆超過 1 mg/L，108 度抽驗結果則是均低於 1 mg/L，109 年度及本年度均有檢出超過 1 mg/L。建議應持續監測累積本土水質資料，以有效評估礪於我國淨水場中之健康風險。

表 3.5-7 97-110 年飲用水中礪檢測結果

年份	檢測樣品數	>1 mg/L 樣品數（比例）
105	18	0 (0%)
107	200	6 (3%)
108	200	0 (0%)
109	200	5 (2.5%)
110	200	3 (1.5%)

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.5.8 N-亞硝二甲胺淨水廠檢測資料彙整

國際上管制飲用水中 N-亞硝二甲胺的國家僅有加拿大，而 WHO、澳洲、日本則是制定無法律強制性的指引值，管制濃度（或指引值）介於 0.0001-0.00004 mg/L 不等，其中加拿大的管制值 0.00004 mg/L 最為嚴格。美國則是將 N-亞硝二甲胺納入污染物候選清單 4 (CCL4)，並計算其健康參考水準(HRL) 0.00000069 mg/L。

本計畫彙整 97-110 年飲用水中（清水及配水）N-亞硝二甲胺檢測結果，並計算大於 0.00004 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.5-8）。自 104 年起才有 N-亞硝二甲胺之檢測數據，且 104 年及 105 年之偵測極限高於 0.00004 mg/L，106 年起之偵測極限則均低於 0.00004 mg/L，累積近 300 筆數據，檢測結果都遠小於 0.00004 mg/L，顯示 N-亞硝二甲胺於我國淨水場暫無顯著風險，然而仍建議持續監測，累積本土水質資料，以有效評估 N-亞硝二甲胺於我國淨水場中之健康風險。

表 3.5-8 97-110 年飲用水中 N-亞硝二甲胺檢測結果

年份	檢測樣品數	>0.00004 mg/L 樣品數（比例）
104	16	—
105	10	—
106	132	0 (0%)
107	101	0 (0%)
108	50	0 (0%)
109	50	0 (0%)
110	50	0 (0%)

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.5.9 N-亞硝二乙胺淨水廠檢測資料彙整

目前國際上並未有國家管制飲用水中的 N-亞硝二乙胺，或制定飲用水中的指引值，僅有美國將 N-亞硝二乙胺納入污染物候選清單 4 (CCL4)，並計算其健康參考水準(HRL) 0.0000002 mg/L。本計畫彙整 97-110 年飲用水中（清水及配水）N-亞硝二乙胺檢測結果，並計算大於 0.0000002 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.5-9）。近幾年雖有幾筆檢測高於健康參考水準(HRL) 0.0000002 mg/L，然健康參考水準為較嚴謹之評估指標，故建議持續監測，累積本土水質資料，以有效評估 N-亞硝二乙胺於我國淨水場中之健康風險。

表 3.5-9 97-110 年飲用水中 N-亞硝二乙胺檢測結果

年份	檢測樣品數	>0.0000002 mg/L 樣品數（比例）
106	18	1 (5.6%)
107	101	1 (0.99 %)
108	50	2 (4 %)
109	50	2 (4 %)
110	50	0 (0%)

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.5.10 全氟辛烷酸淨水廠檢測資料彙整

目前國際上並未有國家管制飲用水中的全氟辛烷酸，澳洲制定了 PFOA 在飲用水中的指引值 0.00056，美國提出全氟辛烷酸與全氟辛烷磺酸合併計算之健康建議值應小於 0.00007 mg/L，日本提出飲用水中全氟辛烷酸與全氟辛烷磺酸合併計算的目標值 0.00005 mg/L。本計畫彙整 97-110 年飲用水中（清水及配水）全氟辛烷酸檢測結果，並計算大於 0.00005 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.5-10）。105 年、106 年及今年度抽驗檢測結果都小於 0.00005 mg/L，然而檢測樣品數並不多，建議應持續監測，累積本土水質資料，以有效評估全氟辛烷酸於我國淨水場中之健康風險。

表 3.5-10 97-110 年飲用水中全氟辛烷酸檢測結果

年份	檢測樣品數	>0.00005 mg/L 樣品數（比例）
105	18	0 (0%)
106	65	0 (0%)
108	50	0 (0%)
109	50	1 (2%)
110	50	1 (2%)

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.5.11 全氟辛烷磺酸淨水廠檢測資料彙整

目前國際上澳洲提出飲用水中的全氟辛烷磺酸與 PFHxS 合計的指引值應小於 0.00007 mg/L，美國提出全氟辛烷酸與全氟辛烷磺酸合併計算之健康建議值應小於 0.00007 mg/L，日本提出飲用水中全氟辛烷酸與全氟辛烷磺酸合併計算的目標值 0.00005 mg/L。本計畫彙整近 97-110 年飲用水中（清水及配水）全氟辛烷磺酸檢測結果，並計算大於 0.00005 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.5-11）。108 年、109 年及抽驗結果僅有 1 筆超過 0.00005 mg/L，今年度則有 3 筆超過，建議應持續監測，累積本土水質資料，以有效評估全氟辛烷磺酸於我國淨水場中之健康風險。

表 3.5-11 97-110 年飲用水中全氟辛烷磺酸檢測結果

年份	檢測樣品數	>0.00005 mg/L 樣品數（比例）
105	18	0 (0%)
106	60	0 (0%)
108	50	1 (2%)
109	50	1 (2%)
110	50	3 (6%)

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.5.12 鍍淨水廠檢測資料彙整

目前國際上並未有國家管制飲用水中的鍍，或制定飲用水中的指引值，僅有美國將鍍納入污染物候選清單 4 (CCL4)，並計算其健康參考水準(HRL) 0.000744 mg/L。本計畫彙整 97-110 年飲用水中（清水及配水）鍍檢測結果，並計算大於 0.000744 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.5-12）。近幾年雖有幾筆檢測高於健康參考水準 (HRL) 0.00074 mg/L，然健康參考水準為較嚴謹之評估指標，故建議持續監測，累積本土水質資料，以有效評估鍍於我國淨水場中之健康風險。

表 3.5-12 97-110 年飲用水中鍍檢測結果

年份	檢測樣品數	>0.000744 mg/L 樣品數（比例）
100	17	0 (0%)
106	201	0 (0%)
107	200	1 (0.5 %)
108	201	4 (2%)
109	200	3 (1.5%)
110	200	1 (0.5%)

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.5.13 鎘淨水廠檢測資料彙整

目前國際上並未有國家管制飲用水中的鎘，或制定飲用水中的指引值。本計畫彙整 97-110 年飲用水中（清水及配水）鎘檢測結果（表 3.5-13）。自 100 年起，均有檢測數據，檢測結果最大值為 0.0001 mg/L，然目前沒有國際管制值或指引值，亦無可靠毒理資料可供計算健康參考水準，以評估健康風險，建議持續監測。

表 3.5-13 97-110 年飲用水中鎘檢測結果

年份	檢出最大值
100	0.00061
101	0.0001
102	0.0001
103	0.00012
104	0.00004
105	0.0001
106	0.00014
107	0.00017
108	0.00013
109	0.00010
110	0.00011

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.5.14 鄰苯二甲酸二（乙基己基）酯淨水廠檢測資料彙整

國際上管制飲用水中鄰苯二甲酸二（乙基己基）酯的國家包含美國、紐西蘭、新加坡，而 WHO、澳洲、日本則是制定無法律強制性的指引值，管制濃度（或指引值）介於 0.006-0.01 mg/L 不等，其中美國的管制值 0.006 mg/L 最為嚴格。

本計畫彙整 97-110 年飲用水中（清水及配水）鄰苯二甲酸二（乙基己基）酯檢測結果，並計算大於 0.006 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.5-14）。103 年至 107 年均有檢出高於美國的管制值 0.006 mg/L，然 108 年至本年度 900 筆檢測中均低於定量極限（0.004 mg/L）。建議應持續監測，掌握鄰苯二甲酸二（乙基己基）酯於我國淨水場中之健康風險。

表 3.5-14 97-110 年飲用水中鄰苯二甲酸二（乙基己基）酯檢測結果

年份	檢測樣品數	>0.006 mg/L 樣品數（比例）
97	5	0 (0%)
98	5	0 (0%)
99	5	0 (0%)
100	17	0 (0%)
101	28	0 (0%)
102	152	0 (0%)
103	321	2 (0.6%)
104	271	4 (1.5%)
105	355	6 (1.7%)
106	893	3 (0.3%)
107	400	1 (0.25%)
108	402	0 (0%)
109	300	0 (0%)
110	200	0 (0%)

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.6 候選清單

3.6.1 候選清單物質更新

109 年候選清單中僅有一項物質，即鄰苯二甲酸二（乙基己基）酯（DEHP）。

DEHP 於 103 年環保署執行之「推動飲用水列管項目之篩選作業計畫」時，考量其於飲用水中有潛在健康危害風險以及於我國淨水廠清水中曾檢出大於國際管制直最小值（美國管制值 0.06 mg/L）的測值，因而納入觀察清單，持續監測 DEHP 於我國淨水廠清水中的濃度。

環保署執行「106 年飲用水新興污染物研究與水質管理」計劃時，彙整我國 97-106 年飲用水中鄰苯二甲酸二（2-乙基己基）酯的檢測資料。資料顯示 103 年到 106 年間 DEHP 持續於我國淨水廠中檢出大於國際管制直最小值（美國管制值 0.06 mg/L）的測值，發生率介於 0.6%-1.7%，因此將 DEHP 納入候選清單，持續監測評估是否有列管的需要，同時考慮有列管的可能性，在分析方法上環檢所針對 DEHP 已有公告分析方法 NIEA W801.54B 可分析。

本年度計畫彙整歷年環保署針對 DEHP 於我國淨水場清水之檢測結果（表 3.5-14），建立本土檢測資料庫並進行數據分析，近年檢測結果顯示 108-110 年針對 DEHP 於我國淨水廠抽驗 702 筆清水樣品，數據均低於定量極限(0.004 mg/L)。因此於本年度第二次專家會議中進行討論，考量 DEHP 於我國飲用水中檢測結果顯示其濃度有逐漸降低，通過將 DEHP 自候選清單改列觀察清單，持續觀察。故 110 年候選清單較 109 年清單減少 1 項，目前候選清單中暫無物質。

3.6.2 候選清單物質降低關注層級原則

本年度第三次專家諮詢會議討論決議，針對候選清單物質監測結果顯示於我國淨水場暫無顯著風險，則可降低關注層級，改列觀察清單持續監測，將檢測能量做較合理的運用。考慮長期檢測能量運用，且改列觀察清單物質仍會持續進行監測，因本計畫建議候選清單物質若連續 3 年每年超過 100 筆監測，且監測值均未超過國際管制標準最小值，則可改列觀察清單。

第四章 初步蒐集優先評估物質之調查與評估

為利本土水質資料之建立及後續篩選作業之進行，建議針對初步蒐集清單之物質進行系統性之監測，以利本土水質資料之建立及後續篩選作業之進行。本計畫將自初步蒐集清單中篩選六項新興污染物質進行評估，篩選考量原則主要為四大項：

- 一、國內普遍使用或曾使用及對健康危害性。
- 二、國外相關標準值已有規範或建議值，即各國已列管，我國尚未列管之污染物。
- 三、國內外（含 WHO）關切之污染物清單。
- 四、公告之標準分析檢測方法。

依據以上原則進行評估，提供參與學者專家諮詢會議的委員會們進行最終篩選，決定本計畫之 6 項飲用水水質未列管污染物評估項目。且依評選須知，本計畫執行期間應針對我國北、中、南或離島代表淨水場抽驗調查飲用水與水源中之濃度現況（至少 6 處淨水場，每一處包含原水及清水各 1 個水樣，另其中 2 處淨水場加做流程中 2 個水樣，頻率皆至少 3 次）。根據採樣分析結果評估飲用水水源與水質中新興污染物之流佈；且彙整自來水事業及水利署等針對淨水場原水、清水之檢測結果，與機關河川水體環境流布調查結果，並彙編上述 6 項物質毒理資料，具體評估我國飲用水系統中之危害風險及淨水場處理效能，據以提出改善建議。

4.1 環境荷爾蒙

環境荷爾蒙又稱為內分泌干擾物質，簡稱為 EDCs(Endocrine disrupting compounds)，因其分子結構或化學特性與生物體內分泌系統所分泌的激素相似，在水體中存在濃度極低(sub-ng/L)即可能對生物體產生影響而逐漸受到重視 (Laenge et al., 2001)。根據世界衛生組織的定義，內分泌干擾物質為“改變內分泌系統功能，並因此在生物體或其後代產生不利健康影響的外源物質或混合物”。暴露於環境荷爾蒙因其能產生模仿或頡抗的作用，進而影響生物體內分泌系統，如荷爾蒙本身或荷爾蒙受器干擾荷爾蒙的代謝、合成、分泌、傳輸、結合與作用，範圍從急性到慢性疾病，即免疫作用，代謝作用，生殖異常，行為改變，糖尿病，肥胖症，心血管疾病，可能影響神經與內分泌系統，進而影響生物個體的成長發育，並可能使生物體產生兩性特徵 (Sumpter and Jobling, 1995; Gray and Metcalfe, 1997; Sonnenschein and Soto, 1998) 而影響生物體之生殖作用。現今來自廣泛的化學類別物質被懷疑可能是內分泌干擾物質，多種農藥（如除草劑、殺菌劑、殺蟲劑等）、工業產品(如有機氯化物，戴奧辛、PCB、DDT、壬基苯酚等)，塑化劑(如鄰苯二甲酸酯類)，清潔劑原料(雙酚 A 等)、金屬污染物(如甲基汞、鉛)、藥物等，以及動植物產生不同類型的天然激素。美國針對環境荷爾蒙篩選計畫 (Endocrine Disruptor Screening Program, EDSP) 建立約 10000 種化學品清單 (2014 年更新)，經由蒐集這些化學物質之物理特性、化學性質、暴露情形、以毒理及效應為基礎，分階段進行調查與評估，以了解其對雌激素，雄激素和甲狀腺激素系統的潛在影響。且於 2009 年公布第一階段篩選之最終清單，其中包含 67 種農藥活性成分或農藥相關高生產量之化學物質。2013 年則公布包含多種農藥、2 種全氟碳化物(PFCs, PFOA 及 PFOS)、4 種保健藥品(erythromycin, lindane, nitroglycerin, 及 quinoline)之第二階段清單。之後的 21 世紀環境荷爾蒙篩選計畫 (Endocrine Disruptor Screening Program for the 21st Century, EDSP21) 並以電腦模擬和高通量體外檢測 (In Vitro High-Throughput Assays) 加速對內分泌干擾物的篩檢。

當人們大量使用農藥、清潔劑等化學用品，這些物質殘留在環境中，透過食物鏈進入人體或其他生物體內，因這些物質可模擬體內之天然荷爾蒙，進而影響體內之生理調節機能。環境荷爾蒙的污染監測亦為近年來環境污染的重要議題之一，此類物質包括自然產生、環境污染、製藥產物、工業產品及民生用品等來源。

環境荷爾蒙種類複雜且多元，根據化學來源及使用情形，可分為雌激素類固醇、烷基酚聚氧乙烯醚類 (APEOs)、鄰苯二甲酸鹽類、多鹵素化合物、人體健康用藥和個人保健用品 (PPCPs) 及農藥等幾種化合物。

4.1.1 雌激素類固醇

雌激素類固醇又可分為天然與人工合成兩種動情激素 (Environment Canada, 1999)。環境中天然動情激素如雌二醇 (17β -estradiol, E2) 來源除人類外，所有的哺乳類皆會分泌。隨著人口的增長與畜牧業的發展，天然與合成動情激素的排放量開始與日俱增 (Lai et al., 2002)。人工合成的雌激素中常被使用在避孕藥與墮胎藥以及停經婦女的荷爾蒙補充治療上，最常用的成份是乙炔動情激素 (17α -ethinyl estradiol, EE2) 和甲基乙炔動情激素 (mestranol) (Loose-Mitchell and Stancel, 2001)。此外，尚有雌素酮 (estrone, E1)、氫氧雌素酮 (hydroxyestrones)、雌素醇 (estriol, E3) 等 (Barton and Andersen, 1998)。這些雌激素類固醇可能經由人類或其他動物排泄、污水處理廠排放廢污水、作為肥料的農業排放水 (Aris et al., 2014) 等方式而排放至環境水體。

雖人類排放到環境中 EE2 的總量不到 E2 的十分之一，但因其較難分解 (Larsson et al., 1999; Layton et al., 2000)，因此在水體的濃度與 E2 相當 (Spengler et al., 2001)。且由於 E1 的降解比 E2 要緩慢許多 (Rodgers-Gray et al., 2000)，再加上微生物可將 E2 氧化成 E1 (Ternes et al., 1999a)，所以文獻指出一般經過處理的廢水中，E1 濃度約為 E2 的 3~4 倍 (Baronti et al., 2000; Johnson et al., 2000)，因此 E1 的總活性不容忽視。E3 則活性不大，僅及 E2 的千分之一到百分之四 (Routledge and

Sumpter, 1997; Metcalfe et al., 2001)；雖 E3 在排放廢水中的含量約為 E2 的 10~15 倍 (Baronti et al., 2000; Johnson et al., 2000)，其總活性可能較不顯著。整體而言，經過處理的廢水，雌激素生物活性以類固醇雌激素佔大多數 (Korner et al., 2000)。

E2、EE2 和 E1 等具有雌激素活性的物質不只存在於排放的廢水，一般的河川都可能發現，通常為 ng/L 的濃度 (Arcand-Hoy et al., 1998; Desbrow et al., 1998; Stumpf et al., 1999; Ternes et al., 1999b; Rodgers-Gray et al., 2000)。Rodgers-Gray 的研究小組 (2000)連續八個月檢測一座英國廢水處理廠，發現排放水中 E1 和 E2 濃度的總和介於 36-308 ng/L。Lye 等人 (1997)首次報導接收排放廢水較多的河川，在雄魚血清中發現卵黃生成素 (vitellogenin) 的比率可達 60%，較接收量低的河川 (20%) 顯著增加，而且睪丸異常的現象亦高。Jobling 等人也將河魚的兩性化歸因於排放廢水中的雌性激素，而且這些魚的精子運動性和使卵子受孕的能力均顯著下降 (Jobling et al., 1998; Jobling et al., 2002a; Jobling et al., 2002b)。Robinson 等人 (2003)則發現暴露於 6 ng/L 的 EE2 七個月使魚卵孵育率下降達 90%。動情素 (estrogens) 和黃體素 (progestins) 是女性在月經週期及尿液中自然分泌的化學物質，但隨著口服避孕藥的普及，因這些避孕藥中含有合成的雌激素炔雌醇 (EE2) 成分，使用該類藥物之婦女排出類固醇雌激素有增加的趨勢。上述類固醇雌激素對人體健康的影響尚無定論，但是許多研究小組推測過去數十年來人體生殖系統的病變或多或少和暴露這些雌激素物質有關。許多歐洲國家睪丸癌的罹患率大幅上升 (Adami et al., 1994; Bergstrom et al., 1996; Sharpe, 2003)，乳癌與前列腺癌罹患率也有增加 (Menditto and Turrio-Baldassarri, 1999)，精蟲的品質與密度似乎有下降的現象 (Auger et al., 1995; Swan et al., 1997; Swan and Elkin, 1999; Swan et al., 2000)。

4.1.2 烷基酚聚氧乙烯醚類

第二類受重視的環境荷爾蒙是 APEOs 化合物，主要用途為非離子界面活性劑，是工業洗滌及去除油污的主要成份，亦可作為農藥中乳化劑、紡織工業中作為整理

劑、消泡劑、洗滌劑、柔軟劑、染色助劑等用途廣泛，APEO 中以壬基酚(nonylphenol, NP) 與辛基酚(octylphenol, OP)，分別來自於壬基酚聚乙氧基醇(nonylphenol polyethoxylates, NPEOs)及辛基酚聚乙氧基醇(octylphenol polyethoxylates, OPEOs)的分解。APEOs 中以壬基酚聚氧乙烯醇(nonylphenol ethoxylates, NPEOn, n 代表其氧乙烯單體所含的數目)占總產量的 80%以上為最多(Routledge and Sumpter, 1996; Houde et al., 2002; Birkett, 2003; Krogh et al., 2003)，其次為辛基酚聚氧乙烯醇，佔 15%；十二烷基氧乙烯醇(DPEO)及二壬基酚聚乙氧基醇(DNPEO)則各佔 1%左右。

在自然界有氧的狀況下 NPEOn 通常被快速分解為僅含有一至二個氧乙烯鏈(ethoxylate chain)的 NP1EO 與 NP2EO，接著可再氧化為壬基酚單氧乙烯醋酸(nonylphenoxyacetic acid, NP1EC)和雙氧乙烯醋酸 NP2EC，不過更進一步的降解則相當緩慢(Johnson and Sumpter, 2001; Petrovic et al., 2003)；NP 則主要於無氧降解時產生(Johnson and Sumpter, 2001; Montgomery-Brown et al., 2003)。自然環境中以生物降解為主，光解亦可能扮演部分角色(Montgomery-Brown and Reinhard, 2003)。但這些代謝產物的毒性與持久性反而隨著降解過程而增高(Birkett, 2003; Gomes and Lester, 2003)。至於在廢水處理廠只經一級處理後仍有許多長鏈的 NPEOn 存在，經二級的生物處理後長鏈的 NPEOn 大多被轉為短鏈的聚氧乙烯醇及羧酸代謝物，而 NP 僅佔少部分；經過活性污泥消化後之放流水，則可見到 NP 的比例大幅增加(Houde et al., 2002; Scrimshaw and Lester, 2003)。

據研究顯示，壬基酚類化合物直接排放入環境水體的情形較少，主要是隨著污水處理廠放流水以及使用消化後的污泥作為農業肥料為途徑進入水體環境(Ferguson et al., 2001; Schmitz-Afonso et al., 2003.; Loyo-Rosales et al., 2003)。Barber 團隊研究(2015)比較 NP 移除率為 99%的污水廠放流水，NP 濃度由 700 升至 1400 ng/L，NPE 則由 610 減少至 180 ng/L，此結果導因為污水處理廠放流水中 NPE 的降解。

Rice 團隊的研究 (2003)指出，壬基酚類化合物佔了於自然環境中流布的烷基苯酚類化合物 90%以上。環境中 OP 的濃度通常為 NP 的 1/10 (Gomes and Lester, 2003)。一般而言，自然水體中 NP 大多在 ng/L 至數十 $\mu\text{g/L}$ (Fenet et al., 2003; Gomes and Lester, 2003; Jonkers et al., 2005a; Jonkers et al., 2005b)；底泥是 NP 的主要沈積處，約佔了環境總量的 60%以上 (Ferguson et al., 2001; 曾迪華 et al., 2004)，濃度大多介於 0.5 至數十 mg/kg 乾重 (Fenet et al., 2003; Gomes and Lester, 2003; Jonkers et al., 2005a; Jonkers et al., 2005b)。底泥的厭氧狀態使得這類化合物降解緩慢，在有氧狀態下 NP 之半衰期約七天，但是在底泥內則可達 60 年 (Morley et al., 2004; Jonkers et al., 2003)。台灣目前已進行的河流水樣與底泥相關研究顯示，河水中 NP 平均濃度為 5 - 8 $\mu\text{g/L}$ ；底泥中 NP 的濃度為 0.1-8.5 mg/kg (陳庭堅 et al., 2002; 行政院環檢所., 2003; 許美芳 et al., 2003)。若以河水的濃度而言，台灣地區 NP 的濃度並不顯著高於歐美國家，但是仍高於歐盟對於水生生物所訂的無效應濃度 (predicted no effect concentration, PNEC) 0.33 $\mu\text{g/L}$ (Hansen et al., 2002a)。

壬基酚類的生殖效應活性主要來自於 NP、NP1EO、NP2EO 等氧乙烯鏈較短的化合物，隨著鏈長的增長而減弱 (Hansen et al., 2002a; Gomes and Lester, 2003; Petrovic et al., 2003)。大部分的研究顯示，OP 最具效力，其雌激性約為 NP 的四倍 (Miyamoto J and W., 1998; Birkett, 2003; Kuruto-Niwa R et al., 2005)，其次為 NP；雙酚 A 則略低於 NP (Petrovic et al., 2004)。在 *in vivo* 的研究顯示，NP 能引致雄魚產生卵黃生成素 (vitellogenin)、抑制其雄性器官的發展，使哺乳動物子宮增生、改變月經週期、減少精子數量、甚或影響下一代的生殖系統或性成熟的時間等 (White et al., 1994; Sharpe et al., 1995; Jobling et al., 1996; Miyamoto and Klein, 1998; Iguchi, 2000; LeBlanc, 2000; Hansen et al., 2002b)。人體實驗顯示 NP 於體內的半衰期為 2-3 小時，經由食入的生體可用率 (bioavailability) 約 20%，通常脂質內會有較高之濃度 (Muller et al., 1998; Hansen et al., 2002a)。台灣行政院環境保護署已將 NP 列為

第四類列管毒性化學物質，由於台灣龐大的用量以及地理環境、氣候之差異，亟需進行本土的壬基酚類化合物暴露量研究，據以評估對國人可能的健康危害。

4.1.3 鄰苯二甲酸鹽類

鄰苯二甲酸鹽類可分為高分子量之鄰苯二甲酸酯（HMW）及低分子量得鄰苯二甲酸酯（LMW），高分子量如鄰苯二甲酸二（2-乙基己基）酯（DEHP），鄰苯二甲酸二異壬酯（DINP）和鄰苯二甲酸二異癸酯（DIDP），通常作為乙烯基塑料中的增塑劑，用於玩具、食品容器和潤滑劑等消費品。低分子量鄰苯二甲酸酯（LMW），如鄰苯二甲酸二丁酯（DBP），鄰苯二甲酸二甲酯（DMP）和鄰苯二甲酸二乙酯（DEP），則被用於化妝品，個人照護用品中的香料以及農藥中的惰性添加劑。

4.1.4 多鹵素化合物 Polyhalogenated compounds

如多氯聯苯（PCB），多溴聯苯（PBB），溴化阻燃劑（如多溴聯苯醚 PBDEs），全氟辛烷磺酸鹽（PFOS）和全氟辛酸（PFOA）之類的內分泌干擾物質，這類化合物在塑料污染中常見，且被列為持久性有機污染物（POPs）。因為多鹵素化合物在熱和化學方面具高度穩定性，疏水性強，且具有抗化學，物理和生物轉化的特性。PCB，PBB 和 PBDE 是廣泛用於電氣設備，家具，紡織品，油漆和表面塗層的鹵化阻燃劑，而 PFOS 和 PFOA 通常被用作表面活性劑。

4.1.5 人體健康用藥和個人保健用品（PPCPs）

人體健康用藥和個人保健用品（PPCPs）包含廣泛的化學品和化合物，包括有獸醫用藥、人類藥物、荷爾蒙、消費品如防曬霜，乳液，清潔產品，驅蟲劑，香水和化妝品。這些化合物在製造和使用過程中，流布至環境水體甚至進入飲用水供應系統。獸醫及人類用藥如各種抗生素，個人保健用品產品則可分為「個人保健藥品」，主要是舒緩疾病症狀所使用，主要來源為醫師處方藥以及直接在藥房或大型

連鎖生活日用品超市購買成藥或指示藥。另一類產品則是「個人保健日用品」，此類產品屬於民生用品，用以提神、美容或殺菌，像是提神飲品、防曬乳、防蟲劑等，易於生活中取得並廣泛使用的商品。

4.1.6 農藥

常見的合成內分泌干擾物質農藥包括（1）有機氯化物，例如 DDT、DDE，林丹(lindane)和硫丹(endosulfan)。(2)有機磷酸鹽，例如陶斯松、大利松(diazinon)和拜裕松(quinalphos)。以及（3）氨基甲酸酯類，例如加保利。內分泌干擾物質中的一些農藥或化學品也常用作抗菌劑，例如三氯沙(triclosan)。開發中國家因人口從農業社會轉向工業社會，為了增加農業生產而逐漸增加農藥使用量，以維持農作物的產量。且在有機氯農藥被列為持久性有機物後，作為殺蟲劑的有機磷農藥逐漸替代有機氯農藥的使用。

4.1.7 本年度新興污染物評估對象

本團隊預訂以環境荷爾蒙為 110 年新興污染物評估對象，因環境荷爾蒙包含之化學物質種類繁多，烷基酚聚氧乙烯醚類如壬基酚(NP)、雙酚 A(BPA)等已包含於未列管新興污染物抽驗項目中進行調查。鄰苯二甲酸鹽類於 100 年之飲用水新興污染物計畫中評估 DEHP、DBP、DMP 及 DEP 等化合物，而 DEHP 已進入候選清單。PFOS、PFOA 等全氟碳化合物於 100 年、105 年及 109 年分別進行評估，其中 PFOS 及 PFOA 則已進入觀察清單。人體健康用藥和個人保健用品於 101 年、102 年及 107 年之飲用水新興污染物計畫對於水中多種抗生素、鎮痛解熱劑、殺菌劑、防曬乳之防腐劑等成分進行評估。103 年及 106 年則選取部分農藥（如加保利、芬殺松、馬拉松等）進行評估。綜合歷年飲用水中新興污染物評估結果，歸類為內分泌干擾物質之多項化合物，“雌激素類固醇”為飲用水中相關調查資料較缺乏的部分，因此選取雌激素類固醇之化學物質作為本年度評估對象。於 3 月 29 日第一次專家會議中與專家學者及環保署討論後整合專家意見，以雌素酮(Estrone,

E1)、雌二醇(17 β -Estradiol, E2)、乙炔動情激素(17 α -Ethinyl estradiol, EE2)、黃體脂酮(progesterone)、炔諾酮(norethindrone)、甲經孕酮(medroxyprogesterone)此 6 項為本年度評估對象。

4.2 優先評估物質歷年檢測結果

本計畫彙整水利署、環保署、自來水事業單位針對雌素酮 (E1)、雌二醇 (動情激素, E2)、乙炔動情激素 (EE2)、黃體脂酮 (progesteron)、炔諾酮 (norethindrone) 及甲羥孕酮 (medroxyprogesterone) 等六項優先評估物質歷年於淨水廠或河川檢測結果, 僅雌素酮 (E1)、雌二醇 (動情激素, E2)、乙炔動情激素 (EE2) 等三項物質曾於我國淨水廠原水及清水進行檢測, 檢測結果彙整如表 4.2-1 至表 4.2-6。

表 4.2-1 雌素酮 (E1) 近 10 年本土原水檢測結果

年份	單位	檢測樣品數	檢出樣品數	檢出濃度範圍	方法偵測極限
100	mg/L	1	-	-	0.00000192
101	mg/L	2	1	(<0.00000641) ^a	0.00000192
102	mg/L	2	-	-	0.000002 ^b
103	mg/L	21	-	-	0.00000442
104	mg/L	2	-	-	0.000000001
105	mg/L	3	3	(<0.0000005) ^a	0.0000005 ^b
109	mg/L	4	-	-	0.000002 ^b

a：小於定量極限以括號小於偵測極限或定量極限表示

b：為定量極限

表 4.2-2 雌素酮 (E1) 近 10 年本土清水檢測結果

年份	單位	檢測樣品數	檢出樣品數	檢出濃度範圍	方法偵測極限
100	mg/L	2	-	-	0.00000192
101	mg/L	2	1	(<0.00000641) ^a	0.00000192
102	mg/L	2	-	-	0.000002 ^b
103	mg/L	24	-	-	0.00000442
104	mg/L	4	-	-	0.000000001
105	mg/L	3	3	(<0.0000005) ^a	0.0000005 ^b
106	mg/L	3	-	-	0.000002 ^b
109	mg/L	5	-	-	0.000002 ^b
110	mg/L	5	-	-	0.0000063

a：小於定量極限以括號小於偵測極限或定量極限表示

b：為定量極限

表 4.2-3 雌二醇（動情激素，E2）近 10 年本土原水檢測結果

年份	單位	檢測樣品數	檢出樣品數	檢出濃度範圍	方法偵測極限
100	mg/L	1	-	-	0.00000192
101	mg/L	2	-	-	0.00000192
102	mg/L	2	-	-	0.0000015 ^b
103	mg/L	21	-	-	0.00000415
104	mg/L	2	-	-	0.000000001
105	mg/L	3	3	(<0.0000005) ^a	0.0000005 ^b
109	mg/L	4	-	-	0.00001 ^b

a：小於定量極限以以括號小於偵測極限或定量極限表示

b：為定量極限

表 4.2-4 雌二醇（動情激素，E2）近 10 年本土清水檢測結果

年份	單位	檢測樣品數	檢出樣品數	檢出濃度範圍	方法偵測極限
100	mg/L	2	-	-	0.00000192
101	mg/L	2	-	-	0.00000192
102	mg/L	2	-	-	0.0000015 ^b
103	mg/L	24	-	-	0.00000415
104	mg/L	4	-	-	0.000000001
105	mg/L	3	3	(<0.0000005) ^a	0.0000005 ^b
106	mg/L	3	-	-	0.000002 ^b
109	mg/L	5	-	-	0.00001 ^b
110	mg/L	5	-	-	0.0000082

a：小於定量極限以以括號小於偵測極限或定量極限表示

b：為定量極限

表 4.2-5 乙炔動情激素（EE2）近 10 年本土原水檢測結果

年份	單位	檢測樣品數	檢出樣品數	檢出濃度範圍	方法偵測極限
100	mg/L	1	-	-	0.00000353
101	mg/L	2	-	-	0.00000353
102	mg/L	2	-	-	0.0000014 ^b
103	mg/L	21	-	-	0.00000945
104	mg/L	2	-	-	0.000000001
105	mg/L	3	3	(<0.0000005) ^a	0.0000005 ^b
109	mg/L	4	-	-	0.00001 ^b

a：小於定量極限以以括號小於偵測極限或定量極限表示

b：為定量極限

表 4.2-6 乙炔動情激素 (EE2) 近 10 年本土清水檢測結果

年份	單位	檢測樣品數	檢出樣品數	檢出濃度範圍	方法偵測極限
100	mg/L	2	-	-	0.00000353
101	mg/L	2	-	-	0.00000353
102	mg/L	2	-	-	0.0000014 ^b
103	mg/L	24	-	-	0.00000945
104	mg/L	4	-	-	0.000000001
105	mg/L	3	3	(<0.0000005) ^a	0.0000005 ^b
106	mg/L	3	-	-	0.000002 ^b
109	mg/L	5	-	-	0.00001 ^b
110	mg/L	5	-	-	0.0000065

a：小於定量極限以以括號小於偵測極限或定量極限表示

b：為定量極限

4.3 淨水場採樣及水質檢測

依評選須知，本計畫執行期間應針對北、中、南地區選擇 6 個代表性淨水場，依計畫執行年度分別進行 6 種新興污染物採樣分析，以評估飲用水水源與水質中污染物流佈及飲用水處理流程之處理效能。為評估待測污染物質在飲用水供水系統中的流布情形，淨水場選取之考量為：

- 一、供水量及供水人口較大者
- 二、水源可能受到污染。

本年度優先評估化合物為環境荷爾蒙，選擇以地面水為水源之淨水場，水源可能因上游有受到較多生活污水排放影響水質或有農業畜牧活動，且主要供應民生用水為考量因素。如基隆河上游可能有較多家庭污水排放，高屏溪沿岸亦有多種農業畜牧活動，兼顧淨水場分佈區域應包含北、中、南三區，本計畫採樣淨水場經與環保署及專家於第一次專家諮詢會議討論後，以下列國內淨水場作為執行淨水場原水與清水採樣檢測之代表性淨水場：台北直潭淨水場、基隆新山淨水場、新竹第二淨水場、台北板新淨水場、台中豐原淨水場、高雄坪頂淨水場。

以上 6 處淨水場皆為傳統處理之淨水場，其中新山及坪頂 2 處淨水場並包含全流程（原水、沈澱、過濾、清水）採樣分析工作，以評估飲用水水源與水質中對於優先評估污染物之流布及傳統淨水處理流程對各優先評估污染物之處理效能。考量能涵蓋枯水期及豐水期之水質變化，規劃於 4 月、7 月、9 月進行本年度三次淨水場採樣。因各淨水場可能具備複數水源進行原水水源調節（混合水源），每次採樣並詳實紀錄該淨水場之水源調配現況。

各淨水場之水源特性簡述如下：新山淨水場水源為基隆河，原水來源有二，一為自八堵抽水站抽取基隆河溪水，二為自中幅抽水站抽取瑪鍊溪，二者至淨水場原水池，剩餘原水並蓄存於新山水庫，供枯水期使用。直潭淨水場水源為新店溪，上游有良好之水源保護且水量充足，因此以直潭淨水場作為背景資料淨水場，而直潭淨水場近年來則易受颱風暴雨影響造成濁度激增。板新淨水場位於鳶山旁，西臨大

漢溪，原水取自於鳶山堰及三峽河，供水區域包括新北市板橋、新莊、蘆洲、三重等十個鄉鎮市及中和、部分三重地區，且支援桃園地區之用水。新竹第二淨水場由頭前溪隆恩堰設攔河堰取水，但上游有五華工業區等廢污水排放，供應新竹市、新北市之用水。豐原淨水場主要水源為大甲溪，與鯉魚潭給水廠聯合調配大臺中地區用水，並支援苗栗、彰化等地區。坪頂淨水場水為則為高屏溪攔河堰，另有南化水庫連通管引水至坪頂。高屏溪流域廣闊，流經地區有農業、畜牧、休閒遊憩等多種活動，且上游曾發生廢棄污泥傾倒事件。各淨水場水源、供水區域、處理流程如表 4.3-1。

表 4.3-1 本年度計畫採樣淨水場名單

採樣淨水場	淨水場 水源	供水區域	供水量 (CMD)	處理 流程	說明
直潭淨水場	新店溪 南勢溪	臺北市 新北市	1,600,000	傳統 處理	下雨原水濁度升高
新山 淨水場	基隆河	基隆市區	160,000	傳統 處理	供應基隆民生用水
板新 淨水場	大漢溪	新北市區	680,000	傳統 處理	供應新北多地區用水並支援桃園
新竹第二 淨水場	頭前溪	新竹市區	140,000	傳統 處理	上游有工業區
豐原第二 淨水場	大甲溪	台中地區	600,000	傳統 處理	供應中部主要用水
坪頂淨水場	高屏溪	高雄市	550,000	傳統 處理	上游流域廣闊，流 經地區有多種活動

4.4 採樣與分析方式

4.4.1 採樣設備及採樣方式

使用褐色玻璃瓶做為採樣樣品瓶，採樣瓶並附螺旋瓶蓋，先以 1M 硫酸浸泡 1 天以上，再以自來水、去離子水沖洗後，再分別以丙酮及甲醇清洗後並風乾備用。以褐色玻璃瓶採集 1 公升水樣後，若水樣中含有餘氯（流程水及清水水樣），則加入硫代硫酸鈉以防止餘氯與待測物產生作用（每 1L 水樣加入 70 mg 硫代硫酸鈉）。採樣後之水樣瓶置於 4°C 冰存，並採冷藏方式於 1 天之內寄回實驗室，於 14 天內進行樣品之前處理。

4.4.2 樣品分析方法

本年度之 6 種優先評估污染物，依據環檢所公告之“水中新興污染物檢測方法-固相萃取與高效液相層析/串聯式質譜儀法 (NIEA W545.50B)”進行前處理與檢測分析。取 500 mL 水樣添加 100 ng 同位素標定內標準品後，於 130 rpm 搖晃 30 分鐘。接著以甲醇洗過之 PVDF 濾膜(0.45 μm)過濾水樣，然後使用 PolarPlus C18 吸附劑進行固相萃取。固相萃取方法參數如表 4.4-1，吸附劑依序使用甲醇/

表 4.4-1 固相萃取方法

	Soak (min:sec)	Air drying (min:sec)
Condition		
MeOH/DCM (1:1)	01:30	01:30
MeOH	02:00	00:00
Milli-Q water	04:00	00:00
Loading samples		
Air drying		15:00
Elution		
MeOH	10:00	01:00
MeOH	05:00	01:00
MeOH/DCM (1:1)	05:00	01:00
MeOH/DCM (1:1)	05:00	03:00

二氯甲烷(1:1)、甲醇和水(pH 3)流洗，之後水樣以約 70-80 mL/min 的流速通過吸附劑。水樣全部通過後，以氮氣吹拂吸附劑 15 分鐘。最後以 5 mL 甲醇以及甲醇/二氯甲烷(1:1,)沖提吸附劑各兩次，並收集沖提液。收集之沖提液於減壓濃縮機以 45°C、10 torr 真空下濃縮至 1 mL，再以 13 mm PTFE 材質濾膜(0.2 μm)過濾，上機分析。

4.4.3 儀器分析方法

分析儀器為 Waters UPLC I-Class PLUS 搭配 Waters Xevo TQ-XS。分析時依照物質離子化的情況，分成正電模式與負電模式進行分析。層析管柱同為 Waters BEH C18 (50 × 2.1 mm, 1.7 μm)。正電模式層析移動相為甲醇與 5 mM 醋酸銨水溶液，起始層析梯度為 30% 甲醇，維持 0.5 分鐘後，在 4 分鐘時升到 100% 甲醇並維持 0.5 分鐘，在 4.7 分鐘時回到起始梯度，維持到 7 分鐘，管柱溫度為 40°C，流速 0.5 mL/min。負電模式層析移動相為甲醇與 10 mM 甲基嗎啡林水溶液，起始層析梯度為 30% 甲醇，維持 0.5 分鐘後，在 4 分鐘時升到 95% 甲醇並維持 0.5 分鐘，在 4.7 分鐘時回到起始梯度，維持到 7 分鐘，管柱溫度為 40°C，流速 0.5 mL/min。進樣體積同樣為 2 μL。質譜儀游離方法在正電模式為廣用游離法(UniSpray)，負電模式為電灑游離法(ESI)。待測物分析方法質譜參數條件如表 4.4-2、表 4.4-3 及表 4.4-4。

表 4.4-2 MS/MS 參數

Compounds	Cone voltage (V)	Ion transition (collision voltage, V)
Norethindrone	15	(+) 299 > 109 (15)
		(+) 299 > 145 (15)
Norethindrone-D ₆	15	(+) 305 > 151 (20)
Progesterone	30	(+) 315 > 97 (20)
		(+) 315 > 109 (25)
Progesterone-D ₉	45	(+) 324 > 109 (35)
Medroxyprogesterone	30	(+) 345 > 97 (25)
		(+) 345 > 123 (25)
Medroxyprogesterone-D ₃	30	(+) 348 > 126 (20)
E1	40	(-) 269 > 145 (40)
		(-) 269 > 159 (40)
E1-D ₄	40	(-) 274 > 147 (40)
E2	40	(-) 271 > 145 (40)
		(-) 271 > 183 (40)
E2-D ₄	40	(-) 275 > 147 (40)
EE2	40	(-) 295 > 145 (45)
		(-) 295 > 159 (35)

表 4.4-3 MS 參數

	UniSpray+
Impactor (kV)	2.5
Source temperature (°C)	150
Desolvation temperature (°C)	500
Cone gas flow (L/hr)	150
Desolvation gas flow (L/hr)	1100
Nebuliser gas flow (Bar)	7.0
	ESI-
Capillary (kV)	2.5
Source temperature (°C)	150
Desolvation temperature (°C)	500
Cone gas flow (L/hr)	150
Desolvation gas flow (L/hr)	1100
Nebuliser gas flow (Bar)	7.0

表 4.4-4 UPLC 參數

UniSpray+		
Column	BEH C18 column (30 × 2.1 mm, 1.7 μm)	
Oven temperature (°C)	40	
Flow rate (mL/min)	0.5	
Injection volume (μL)	2	
Mobile phase	A: 5-mM Ammonium acetate _(aq) B: Methanol	
Gradient (min)	A (%)	B (%)
Initial	70	30
0.5	70	30
4.0	0	100
4.5	0	100
4.7	70	30
7.0	70	30
ESI-		
Column	BEH C18 column (30 × 2.1 mm, 1.7 μm)	
Oven temperature (°C)	40	
Flow rate (mL/min)	0.5	
Injection volume (μL)	2	
Mobile phase	A: 10-mM <i>N</i> -methylmorpholine _(aq) B: Methanol	
Gradient (min)	A (%)	B (%)
Initial	70	30
0.5	70	30
4.0	5	95
4.5	5	95
4.7	70	30
7.0	70	30

4.4.4 樣品分析與品保品管

每 10 個樣品取各 1 個水樣進行重複分析與添加分析（添加濃度為 200 ng/L），偵測極限如表 4.4-5。

表 4.4-5 各待測物之 LOD 與 LOQ (ng/L)

	LOD	LOQ
E1	0.08	0.26
E2	0.15	0.50
EE2	1.16	3.85
Norethindrone	0.75	2.49
Progesterone	0.09	0.30
Medroxyprogesterone	0.20	0.66

LOD 為方法偵測極限，LOQ 為定量極限

4.5 淨水場採樣分析及結果討論

4.5.1 採樣天氣與水源變化

第一次採樣於 4 月 13 日至 4 月 16 日進行，因 109 年冬季至 110 年春季，除臺灣北部外，其餘各地皆為少雨狀態，採樣當月（110 年 4 月）部分地區自來水已開始實施減壓供水或分區供水（臺中及彰化地區）。採樣期間根據氣象局資料（110 年 4 月氣候監測報告），採樣期間採樣地區的前月（3 月）至當月累積雨量皆為少雨類別。由中央氣象局取得採樣當週累積雨量資料（計算 4 月 10 日-16 日期間之累積雨量），如表 4.5-1 所示，僅基隆地區有降雨（採樣當天新山淨水場天氣為小雨），其餘地區採樣當週皆無降雨情形。因此可代表枯水期水樣。第一次採樣時期，新山淨水場為混合水源，原水 85% 來自基隆河，15% 為瑪鍊溪。板新淨水場取一、二期，原水則 72% 來自大漢溪，28% 來自三峽河。新竹第二淨水場原水來自頭前溪，豐原淨水場原水來自大甲溪，但因當時原水匱乏，已進行分區供水及實施供五停二。坪頂淨水場原水來自高屏溪，此時亦顯示高屏溪水量明顯減少之現況。因各地皆無明顯降雨，各淨水場的原水濁度皆低，各淨水場原水及清水的水質參數如濁度、pH、總溶解固體（TDS）及溶解性有機碳（DOC）如表 4.5-2。

第二次採樣於 7 月 15 日至 7 月 19 日進行，由中央氣象局取得採樣當週累積雨量資料（計算 7 月 15 日-19 日期間之累積雨量），如表 4.5-1，採樣期間雖僅臺中及高雄顯示降雨，但 6 月時臺灣受三波梅雨滯留鋒面接近或影響，期間全臺天氣不穩定，西半部有局部豪大雨發生。如 6 月 5-7 日受滯留鋒面影響，全臺有雨，西半部雨勢較大並有豪雨，甚至局部大豪雨發生。6 月 22 日至 25 日滯留鋒面影響，全臺各地有雨，並以南部地區雨勢較大。因此採樣期間根據氣象局資料（110 年 7 月氣候監測報告），採樣期間採樣地區的前月至當月，氣象局氣象測站除花蓮、成功及臺東站為少雨類別外，其餘為正常或多雨類別。第二次採樣期間，新山淨水場表示基隆河水位較低，採樣當日原水以新山水庫為主，原水組成新山水庫為 70%，基隆河為 25%，馬鍊溪為 5%。直潭淨水場原水來自於南勢溪。板新淨水場原水則來自於大漢溪（鳶山堰），新竹第二淨水場原水來自於頭前溪，豐原淨水場原水來自於大甲溪。且由於南化水庫經梅雨期間降雨水量充足可供應坪頂淨水場，坪頂淨水場原水採樣當日全來自於南化水庫。各淨水場水源採樣前日至當日無明

顯降雨，各淨水場原水及清水的水質參數如濁度、pH、總溶解固體（TDS）及溶解性有機碳（DOC）如表 4.5-2。

第三次採樣於 9 月 16 日至 9 月 23 日進行，由中央氣象局取得採樣當週累積雨量資料（計算 9 月 16 日-23 日期間之累積雨量），如表 4.5-1，採樣期間雖臺北、臺中及高雄顯示降雨，但 9 月中旬前半受璨樹颱風及西南風影響，9 月 11 日-12 日因璨樹颱風及外圍環流影響，東半部、中部以北雨勢明顯，13-14 日受西南風影響，中南部有短暫陣雨或雷雨，南部有局部大雨。因此參考採樣期間根據氣象局資料，採樣期間當月累積雨量，氣象局氣象測站僅日月潭站多餘氣候值，屬多雨類別，其餘 24 站雨量皆少於氣候值，屬於少雨或正常類別，其中採樣地區的基隆、臺中等地雨量更顯著偏少。第三次採樣期間，新山淨水場原水皆取自基隆河。直潭淨水場原水來自於南勢溪。板新淨水場原水則為大漢溪（鳶山堰）和三峽河混合（三峽河約 61%，大漢溪約 39%），新竹第二淨水場原水來自於頭前溪，豐原淨水場原水來自於大甲溪。而坪頂淨水場原水則由南化水庫提供 2/3，取自高屏溪約 1/3。

本年度三次採樣（4、7、9 月）之水源水量差異，以採樣當週淨水場區域之累積雨量難以看到淨水場水源水量的變化，雨量則用以觀察採樣當週是否有較大雨勢形成大雨逕流影響水源濁度。第一次採樣 4 月時中南部已進入少水甚或限水狀態，與第二次及第三次採樣相較，第一次採樣時中南部明顯為枯水期。各淨水場原水濁度則較容易受到採樣時水源處或河川上游降雨形成雨水逕流之影響，且河川水源之水量及濁度現況亦會影響淨水場原水組成來源分配，例如新山淨水場（以新山水庫與基隆河取水進行調節）、板新淨水場（以三峽河與大漢溪調節）及坪頂淨水場（以南化水庫供水與高屏溪調節），原水組成的差異顯示在表 4.5-2 之水質參數中，原水組成差異則主要影響原水濁度及 DOC（水中溶解性有機碳），本年度 6 處淨水場之原水 DOC 濃度顯示第一次採樣（4 月）期時皆比第二次、第三次（7、9 月）為高，4 月時水源水量明顯減少可能為影響因素之一。6 月後經梅雨及颱風外圍環流因素降雨而補充各水源地水量，各淨水場供水皆為正常狀態。

表 4.5-1 採樣當週各淨水場區域之累積雨量

	基隆	台北	板橋	新竹	臺中	高雄
第一次 4/10-4/16	86.0	0	0	0	0	0
第二次 7/15-7/19	0	0	0.5	2.5	14.5	40.0
第三次 9/16-9/23	0	40.5	20.0	0	1.5	14.5

單位：毫米（資料來源：中央氣象局）

表 4.5-2 110 年度淨水場採樣水質參數

單位：ng/L		濁度 (NTU)			pH			TDS (mg/L)			DOC (mg/L)			餘氯 (mg/L)		
採樣月份		4	7	9	4	7	9	4	7	9	4	7	9	4	7	9
新山	原水	8.06	4.23	5.0	7.31	7.20	7.25	120	149	106	2.81	1.24	1.04	-	-	-
	沈澱	1.25	1.93	1.08	7.21	7.09	7.15	130	141	110	2.77	0.98	0.95	-	-	-
	過濾	0.73	0.31	0.28	7.21	6.99	7.00	131	144	113	2.95	1.05	1.02	-	-	-
	清水	0.34	0.21	0.30	7.19	7.0	7.04	129	147	112	1.12	1.15	1.02	0.51	0.72	0.58
直潭	原水	3.0	4.0	10.0	7.25	7.27	7.19	66.0	60	54	1.08	0.41	0.38	-	-	-
	清水	0.01	0.01	0.02	7.13	7.13	7.62	75.1	61	58	1.05	0.39	0.32	0.62	0.63	0.64
板新	原水	41.1	22.0	6.0	7.23	7.40	7.70	174.2	156.4	88	2.38	1.66	0.47	-	-	-
	清水	0.06	0.10	0.05	7.21	7.0	7.45	188.2	161.9	88	2.22	1.26	0.37	0.68	0.72	0.70
新竹	原水	2.0	7.92	13.6	7.86	7.90	8.03	318.3	254	162	2.59	0.61	0.99	-	-	-
	清水	0.16	0.30	0.43	7.54	7.16	8.0	313.0	265	199	2.08	0.89	0.74	0.73	0.70	0.72
豐原	原水	4.36	23.2	9.21	8.10	7.74	7.98	235.1	158	130	2.15	0.98	0.48	-	-	-
	清水	0.38	0.53	0.50	7.94	7.31	7.78	231.2	165	131	1.53	1.15	0.64	0.89	0.76	0.71
坪頂	原水	3.0	8.0	9.0	7.52	7.57	7.56	421.7	263.8	234	1.41	0.89	0.67	-	-	-
	沈澱	1.58	5.30	5.40	7.55	7.45	7.39	419.0	265.9	239	1.52	0.91	0.57	-	-	-
	過濾	0.11	0.20	0.10	7.58	7.43	7.37	419.6	269.1	238	1.59	0.95	0.64	-	-	-
	清水	0.13	0.20	0.09	7.59	7.44	7.35	421.1	265.5	238	1.59	0.82	0.62	0.88	0.84	0.79

4.5.2 110 年度內分泌干擾物質採樣分析結果

本年度待篩選污染物檢測分析結果如表 4.5-3，觀察各淨水場原水及清水中待篩選污染物之內分泌干擾物質，其中新山及坪頂淨水場並進行全流程分析，包含原水、沈澱、過濾及清水水樣，檢測之待測物為雌素酮（E1）、雌二醇（動情激素，E2）、乙炔動情激素（EE2）、黃體脂酮（progesterone）、炔諾酮（norethindrone）及甲羥孕酮（medroxyprogesterone）共 6 種污染物。本年度三次採樣分別於 110 年 4、7、9 月進行，分析檢測結果顯示，僅第一次（4 月）採樣於新山淨水場於之原水檢出微量雌素酮（E1），濃度為 1.86 ng/L，其餘 5 種污染物於其他淨水場（直潭淨水場、板新淨水場、新竹第二淨水場、豐原淨水場及坪頂淨水場）之原水清水與流程水中皆為未檢出。第二次及第三次採樣（7 月及 9 月）結果則 6 處淨水場之原水、流程水及清水皆未檢出 6 種污染物，因此本年度內分泌干擾物質（環境荷爾蒙）篩選污染物之雌素酮（E1）、雌二醇（動情激素，E2）、乙炔動情激素（EE2）、黃體脂酮（progesterone）、炔諾酮（norethindrone）及甲羥孕酮（medroxyprogesterone），進行淨水場分析結果顯示目前無造成飲用水健康影響之疑慮。

新山淨水場原水中之微量雌素酮（E1）經傳統淨水處理程序，於沈澱、過濾、清水中皆未檢出。文獻資料顯示淨水處理方法中，加氯氧化能有效去除雌激素（如 E1、E2、E3、EE2），去除效率可達 99% 以上，以硫酸鋁或氯化鐵混凝方式，觀察到之去除效率不佳，硫酸鋁混凝對 E1 去除 5%，E2 去除 2%，EE2 則無去除效果。快濾池若為無煙煤，經實驗通過無煙煤填充管柱，E1、E2、EE2 去除效果較佳，去除率達 95%-99%，E3 去除率則為 84-93%，但若通過一般濾砂填充管柱，則含這些內分泌干擾物質的水樣只能去除 31-42%（Pereira R.O., Postigo C., Alda M.L., Daniel L.A., and Barceló D., 2011）。新山淨水場的淨水處理程序為傳統處理，原水經前加氯後，再經混凝、沈澱、過濾及消毒，因此在原水中檢出微量之 E1，過去研究顯示加氯氧化可去除雌激素 99% 以上，因此可能新山原水中的微量 E1 經加氯後即可達到一定的去除效果，在後續的流程水（沈澱、過濾及清水）則為未檢出。

表 4.5-3 110 年度淨水場內分泌干擾物質檢測結果

單位：ng/L		雌激素 E1			雌二醇 E2			乙炔動情激素 EE2			黃體脂酮 Progesterone			炔諾酮 Norethindrone			甲經孕酮 Medroxyprogesterone		
		0.26			0.50			3.85			0.30			2.49			0.66		
採樣月份		4	7	9	4	7	9	4	7	9	4	7	9	4	7	9	4	7	9
新山	原水	1.86	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	沈澱	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	過濾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
直潭	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
板新	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
新竹	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
豐原	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
坪頂	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	沈澱	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	過濾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

第五章 未列管之新興污染物抽驗

5.1 抽驗項目與頻率

本計畫依評選須知規劃抽驗 28 項未列管新興污染物共 3560 處次，包括：

- 一、重金屬：抽驗鎳、鎘、鉍、鋰、鈦、硼及碲等 7 項各 200 處次。
- 二、消毒副產物：抽驗甲醛、N-亞硝二甲胺(NDMA)、N-亞硝二乙胺(NDEA)及 N-亞硝基吡咯烷等 4 項各 50 處次。
- 三、揮發性有機物：抽驗 1,2-二溴乙烷 50 處次。
- 四、農藥：抽驗嘉磷塞 50 處次。
- 五、環境用藥：抽驗二乙基間甲苯胺(DEET) 30 處次。
- 六、生物代謝產物：抽驗微囊藻毒 LR 型 20 處次。
- 七、水中土霉味物質：Geosmin、2-Methylisoborneol (2-MIB)等 2 項各 30 處次。
- 八、環境荷爾蒙：抽驗壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)、鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)、鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯(BBP)、鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)等 8 項各 200 處次。
- 九、持久性有機污染物：抽驗全氟辛酸(PFOA)、全氟辛烷磺酸(PFOS)、全氟己烷磺酸(PFHxS)等 3 項各 50 處次。

本計畫抽驗之 28 項物質於 109 年飲用水列管項目篩選作業之評估位階列於表 5.1-1，觀察清單及候選清單物質全數納入，另包含 4 項初步蒐集清單項目及 10 項蒐集清單項目。其中 7 項重金屬、甲醛、1,2-二溴乙烷、8 項環境荷爾蒙分包委託中環科技事業(股)公司進行分析。本計畫抽驗之飲用水水質或水源水質中未列管新興污染物於國際上管制情況列於表 5.1-2。

本計畫分析抽驗結果，評估抽驗項目於我國飲用水中可能的風險程度，同時納入我國環境荷爾蒙管理計畫及持久性有機污染物斯德哥爾摩公約國家實施計畫之水質抽驗結果一併評估分析。

表 5.1-1 本計畫抽驗之物質於 109 年飲用水列管項目篩選作業之評估位階

初步蒐集清單	鄰苯二甲酸二乙酯、全氟己烷磺酸鹽(PFH _x S)、 Geosmin、2-Methylisoborneol (2-MIB)
蒐集清單	鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、鄰苯二甲酸二辛酯、N-亞硝基吡咯烷、嘉磷塞、壬基酚、鄰苯二甲酸二甲酯、雙酚 A、鋰、鈦、DEET
觀察清單	微囊藻毒 LR 型、1,2-二溴乙烷、碲、全氟辛烷酸(PFOA)、全氟辛烷磺酸(PFOS)、甲醛、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺(NDEA)、鉈、硼、鎂、鋅、鄰苯二甲酸二丁酯
候選清單	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯

表 5.1-2 本計畫抽驗未列管新興污染物於國際上管制情況

中文	英文	CAS No.	WHO ^a	美國	加拿大	歐盟	紐西蘭	澳洲 ^a	日本	南韓	新加坡
鍺	Germanium (Ge)	7440-56-4	—	CCL3、4 (HRL 0.000744)	—	—	—	—	—	—	—
鎵	Gallium (Ga)	7440-55-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鉈	Thallium (Tl)	82870-81-3	—	0.002	—	—	—	—	—	—	—
硼	Boron (B)	7440-42-8	2.4	CCL1、2	5	1	1.4	4	1	1	2.4
碲	Tellurium	137322-20-4 13494-80-9	—	CCL3、4 (HRL 0.175)	—	—	—	—	—	—	—
鋰	Lithium (Li)	7439-93-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鈦	Titanium (Ti)	7440-32-6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
甲醛	Formaldehyde	50-00-0	NA ^b	CCL3、4 (HRL 1.4)	NA ^b	—	—	0.5	0.08	0.5	—
N-亞硝二甲胺	N-Nitrosodimethylamine (NDMA)	62-75-9	0.0001	CCL3、4 (HRL 0.000056)	0.00004	—	—	0.0001	0.0001 ^a	—	0.0001
N-亞硝二乙胺	N-nitrosodiethylamine (NDEA)	55-18-5	—	CCL3、4	—	—	—	—	—	—	—
N-亞硝基吡咯烷	N-nitrosopyrrolidine (NPYR)	930-55-2	—	CCL3、4 (HRL 0.00002)	—	—	—	—	—	—	—
1,2-二溴乙烷	1,2-Dibromoethane (Ethylene dibromide)	106-93-4	0.0004	0.00005	—	—	0.0004	—	—	0.0004	0.0004
嘉磷塞	Glyphosate	1071-83-6	NA ^b	0.7	0.28	—	—	1	2 ^a	—	0.9
待乙妥	Diethyltoluamide, DEET	134-62-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
土臭素	Geosmin	19700-21-1	—	—	—	—	—	—	0.00001	—	—
2-甲基異茨醇	2-Methylisoborneol, 2MIB	2371-42-8	—	—	—	—	—	—	0.00001	—	—

a 指引值/目標值/非常規指標值（非法定標準）

b NA:經評估無須制定指引值；NI:數據資料不足以制定指引值。

c 單位：mg/L

表 5.1-2 本計畫抽驗未列管新興污染物於國際上管制情況 (續)

中文	英文	CAS No.	WHO ^a	美國	加拿大	歐盟	紐西蘭	澳洲 ^a	日本	南韓	新加坡
全氟辛酸	Perfluorooctanoic acid (PFOA)	335-67-1	—	0.00007 ^h	—	—	—	0.00056	0.00005 ^d	—	—
全氟辛磺酸	Perfluorooctane sulfonate (PFOS)	1763-23-1	—	0.00007 ^h	—	—	—	0.00007 ^e	0.00005 ^d	—	—
全氟己磺酸	Perfluorohexane sulfonate (PFHxS)	355-46-4	—	—	—	—	—	0.00007 ^e	—	—	—
壬基酚	Nonylphenol (NP)	25154-52-3 104-40-5 84852-15-3 91672-41-2 139-84-4	—	CCL4 (HRL 0.105)	—	—	—	—	0.3 ^a	—	—
雙酚 A	Bisphenol A	80-05-7	—	—	—	—	—	—	0.1 ^a	—	—
鄰苯二甲酸二甲酯	Dimethyl Phthalate (DMP)	131-11-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鄰苯二甲酸二乙酯	Diethyl Phthalate (DEP)	84-66-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鄰苯二甲酸二丁酯	Dibutyl phthalate (DBP)	84-74-2	—	—	—	—	—	—	0.01 ^a	—	—
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯	Butyl benzyl phthalate (BBP)	84-69-5	—	—	—	—	—	—	0.5 ^a	—	—
鄰苯二甲酸二辛酯	Diocetyl Phthalate (DOP)	117-80-4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	Di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)	117-81-7	0.008	0.006	—	—	0.009	0.01	0.08 ^a	—	0.008
微囊藻毒-LR 型	Microcystin-LR	101043-37-2	0.001	CCL3、4 (HRL 0.000021)	0.0015	—	0.001 ^b	0.0013 ^b	0.0008 ^a	—	0.001

a 指引值/目標值/非常規指標值 (非法定標準)

b 管制總微囊藻毒

c 單位: mg/L

d PFOA 與 PFOS 合計

e PFOS 與 PFHxS 合計

5.2 檢測方法及儀器設備

本計畫之各項檢測方法主要係依據環保署公告之最新檢測方法(NIEA)為主，有關本計畫檢測項目之各檢測方法說明詳見表 5.2-1，各檢測項目所使用之主要分析儀器設備名稱、廠牌與型號彙整說明於表 5.2-2。

表 5.2-1 各檢測項目之檢測方法一覽表

檢 測 項 目	檢 測 方 法 與 方 法 代 號
重金屬（鎳、鎘、鉍）	水中金屬及微量元素檢測方法－感應耦合電漿質譜法 (NIEA W313.54B)
重金屬（硼、碲、鋰、鈦）	水中金屬及微量元素檢測方法－感應耦合電漿原子發射光譜法 (NIEA W311.54C)
甲醛	水中甲醛、乙醛和丙醛檢測方法－液相層析儀／紫外光偵測器法 (NIEA W782.51B)
1,2-二溴乙烷	水中揮發性有機化合物檢測方法－吹氣捕捉／氣相層析質譜儀法 (NIEA W785.56B)
壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯類*	水中半揮發性有機化合物檢測方法－氣相層析質譜儀法 (NIEA W801.54B)
嘉磷塞	水中嘉磷塞檢測方法－液相層析串聯式質譜儀法草案 (NIEA W548.50B)
PFOA、PFOS、PFHxS	全氟烷酸類化合物檢測方法－固相萃取與高效液相層析／串聯式質譜儀法 (NIEA W542.50B)
N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、N-亞硝基吡咯烷	參考美國環保署 method 521
微囊藻毒 LR 型	固相萃取與高效液相層析/串聯式質譜儀法 (NIEA W539.50B)
DEET	水中新興污染物檢測方法－固相萃取與高效液相層析／串聯式質譜儀法 (NIEA W545.50B)
Geosmin、2MIB	水中土霉味物質 Geosmin 及 2-Methylisoborneol 檢測方法－固相微萃取/頂空/氣相層析質譜儀法 (NIEA W537.51B)

*鄰苯二甲酸二甲酯類包括鄰苯二甲酸二甲酯（DMP）、鄰苯二甲酸二乙酯（DEP）、鄰苯二甲酸二丁酯（DBP）、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯（BBP）、鄰苯二甲酸二辛酯（DOP）及鄰苯二甲酸二（乙基己基）酯（DEHP）等 6 項。

表 5.2-2 各檢測項目分析之主要儀器設備一覽表

檢測項目	儀器設備名稱 與 廠牌型號
重金屬（鎘、鎘、鉍）	儀器名稱：感應耦合電漿質譜儀 廠牌/型號：1. Agilent / ICP-MS 7500ce 2. Agilent / ICP-MS 7900
重金屬（硼、碲、鋰、鈦）	儀器名稱：感應耦合電漿原子發射光譜儀 廠牌/型號：Jobin Yvon/ ULTIMA 2000 / Agilent 5100
重金屬（碲）	儀器名稱：感應耦合電漿原子發射光譜儀 廠牌/型號：Jobin Yvon/ ULTIMA 2000 / Agilent 5100
甲醛	儀器名稱：高效液相層析儀-紫外光偵測器 廠牌/型號：Agilent 1200
1,2-二溴乙烷	儀器名稱：氣相層析質譜儀+氣相層析儀+吹氣捕捉器+A/S 廠牌/型號：Agilent 5975C+Agilent 7890A+OI4560 / OI4660 / OI4760+OI4552 / OI4100
壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯類*	儀器名稱：氣相層析質譜儀+A/S 廠牌/型號：SHIMADZU GCMS-QP2010+ SHIMADZU AOC 20(i+s)
嘉磷塞	儀器名稱：液相層析/串聯式質譜儀 廠牌/型號：Thermo Scientific Dionex UltiMate 3000 Standard Systems/Thermo scientific TSQ quantum ULTRA
PFOA、PFOS、PFHxS	儀器名稱：液相層析/串聯式質譜儀 廠牌/型號：Thermo Scientific Dionex UltiMate 3000 Standard Systems/Thermo scientific TSQ quantum ULTRA
N-亞硝二甲胺 N-亞硝二乙胺 N-亞硝基吡咯烷	儀器名稱：氣相層析質譜儀 廠牌型號：GC, 7890, Agilent, USA ; MS, 5975, Agilent, USA
微囊藻毒 LR 型	儀器名稱：高效液相層析/串聯式質譜儀 廠牌/型號：LC1200, Agilent; TSQ Quantum Ultra, Thermo, USA
DEET	儀器名稱：液相層析/串聯式質譜儀 廠牌/型號：Thermo Scientific Dionex UltiMate 3000 Standard Systems/Thermo scientific TSQ quantum ULTRA
Geosmin、2MIB	儀器名稱：氣相層析質譜儀 廠牌型號：GC, 7890, Agilent, USA ; MS, 5975, Agilent, USA

*鄰苯二甲酸二甲酯（DMP）、鄰苯二甲酸二乙酯（DEP）、鄰苯二甲酸二丁酯（DBP）、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯（BBP）、鄰苯二甲酸二辛酯（DOP）及鄰苯二甲酸二（乙基己基）酯（DEHP）等。

5.3 品保與品管

本計畫各檢測項目之品保與品管說明如表 5.3-1 所示。

表 5.3-1 本計畫分析數據之品保品管

檢測項目	檢測方法代號	單位	方法偵測極限或定量極限 ^b	重複樣品分析差異百分比(%)	查核樣品分析回收率(%)	添加樣品分析回收率(%)
鎘	NIEA W313.54B	mg/L	0.000021	0.0-10	90.4~110	86~105
鉍		mg/L	0.0000017	0.1-8	91~105	90~108
鎳		mg/L	0.000013	0.6-11	92~109	87~107
碲		mg/L	0.000030	0.3-11	92~109	89~112
硼	NIEA W311.54C	mg/L	0.0088	0.0-5	93~108	94~115
鋰		mg/L	0.00024/ 0.00072 ^a	0.1-4	98~105	94~115
鈦		mg/L	0.00023	0.0~5	96~109	94~115
甲醛	NIEA W782.52B	mg/L	0.00625	0.1~14	83~105	62~103
N-亞硝二甲胺	USEPA method 521	ng/L	8 ^b	0	96-104	85-115
N-亞硝二乙胺		ng/L	8 ^b	0	84-114	80-91
N-亞硝基吡咯烷		ng/L	5 ^b	2-16	98-112	77-115
1,2-二溴乙烷	NIEA W785.57B	mg/L	0.000020	0.0~11	90~120	97~112
嘉磷塞	NIEA W548.50B	µg/L	0.25	4~12	98~113	85~112
壬基酚	NIEA W801.54B	mg/L	0.00035	0.8~14	73~97	65~96
雙酚 A		mg/L	0.00126	0.3~22	47~103	44~116
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)		mg/L	0.00071	0.4~20	82~100	80~101
鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)		mg/L	0.00058	0.3~16	68~107	74~108
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)		mg/L	0.00066	0.5~19	83~104	80~101
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯 (BBP)		mg/L	0.00063	0.7~12	73~100	74~100
鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)		mg/L	0.00051	0.6~23	54~102	47~104
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)		mg/L	0.00056	0.2~20	57~98	49~98

註：a. 其中配合實驗室新購 ICP 設備，重新製作 MDL；自 110.07.13 起，鋰之方法偵測極限值由「0.00024」，修改為「0.00072」。

b. 定量極限

表 5.3-1 本計畫分析數據之品保品管 (續)

檢測項目	檢測方法 代號	單位	方法 偵測極限	重複樣品 分析差異 百分比(%)	查核樣品 分析回收 率(%)	添加樣品 分析回收 率(%)
PFOA	NIEA W542.51B	µg/L	0.0017	0~46	82~127	59~118
PFOS		µg/L	0.0012	0~44	56~116	64~103
PFHxS		µg/L	0.0017	2~46	61~133	54.7~122
DEET	NIEA W545.50B	µg/L	0.011	1~7	93~115	84~101
微囊藻毒 LR 型	NIEA W539.50B	ng/L	1	6-21	82-116	66-117
2-MIB	NIEA W537.51B	ng/L	1	2-18	80-117	83-106
Geosmin	NIEA W537.51B	ng/L	1.3	2-14	90-105	73-120

5.4 採樣規劃

各物質之抽驗規劃如表 5.4-1。

表 5.4-1 飲用水水質或水源水質中未列管之新興污染物抽驗規劃

項目	選點原則	數量
重金屬 (鎘、鎘、鉍、硼、碲、鋰、鈦)	a. 歷年測得濃度之點位	200
	b. 鄰近光電業、科學園區或工業區	
	c. 近 3 年未曾檢測	
	d. 優先選點後的其餘測點	
消毒副產物 (甲醛、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺及 N-亞硝基吡咯烷)	a. 歷年測得濃度之點位	50
	b. 簡易自來水系統加氯消毒程序者	
	c. 近 3 年未曾檢測	
揮發性有機物 (1,2-二溴乙烷)	a. 鄰近光電業、科學園區或工業區	50
	b. 水源為地下水者	
	c. 水源為海水者	
	d. 優先選點後的其餘測點	
環境荷爾蒙 (壬基酚、雙酚 A、DMP、DEP、DBP、BBP、DOP 及 DEHP)	a. 歷年測得濃度之點位	200
	b. 鄰近光電業、科學園區或工業區	
	c. 近 3 年未曾檢測	
	d. 優先選點後的其餘測點	
半揮發性有機物 (PFOA、PFOS、PFHxS)	a. 歷年測得濃度之點位	50
	b. 鄰近光電業、科學園區或工業區	
	c. 離島	
農藥 (嘉磷塞)	a. 歷年測得濃度之點位	50
	b. 歷年未曾抽驗過者	
	c. 鄰近農業區及水源為地面水者優先	
生物代謝產物 (微囊藻毒 LR 型)	a. 歷年測得濃度之點位	20
	b. 各行政轄區內以水庫為水源為主	
	c. 大型淨水場	
Geosmin、2-MIB	a. 各行政轄區內以水庫為水源為主	30
	b. 各縣市供水量大之淨水場	
生物代謝產物 (微囊藻毒 LR 型)	a. 與 Geosmin、2-MIB 點位一致	20
	b. 各行政轄區內以水庫為水源為主	
DEET	a. 歷年測得濃度之點位	30
	b. 未檢測過之點位	
	c. 各縣市供水量大之淨水場	

*鄰苯二甲酸二甲酯類包括鄰苯二甲酸二甲酯、鄰苯二甲酸二乙酯、鄰苯二甲酸二丁酯、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、鄰苯二甲酸二辛酯及鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯等 6 項。

5.5 抽驗結果

本計畫規劃抽驗 28 項未列管新興污染物共 3560 處次，抽驗結果彙整如表 5.5-1 及表 5.5-3。其中 1,2-二溴乙烷、壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯、鄰苯二甲酸二乙酯、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、鄰苯二甲酸二辛酯、N-亞硝二甲胺(NDMA)、N-亞硝二乙胺(NDEA)等 9 項物質均未檢出（低於偵測極限），碲、甲醛、鄰苯二甲酸二丁酯、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯等 4 項物質，雖有檢出，但檢出濃度低於定量極限（本計畫採用之定量極限均低於國際管制值或指引值最小值），顯示於我國飲用水中暫無顯著風險。上述 13 項抽驗結果均低於定量極限或偵測極限之項目，其定量極限、偵測極限、國際管制值最小值等資訊詳列於表 5.5-1。

表 5.5-1 抽驗結果均低於定量極限或偵測極限之項目

檢測項目	單位	方法 偵測極限	定量極限	分析數	國際管制值 最小值	抽驗結果
1,2-二溴乙烷	ug/L	0.02	1	50	0.05 (美)	均低於方法 偵測極限
壬基酚	mg/L	0.00035	0.004	200	0.3 (日)	
雙酚 A	mg/L	0.00126	0.004	200	0.1 (日)	
鄰苯二甲酸二甲酯	mg/L	0.00071	0.004	200	—	
鄰苯二甲酸二乙酯	mg/L	0.00058	0.004	200	—	
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯	mg/L	0.00063	0.004	200	0.5 (日)	
鄰苯二甲酸二辛酯	mg/L	0.00051	0.004	200	—	
N-亞硝二甲胺	ug/L	—	0.008	50	0.004 (加)	
N-亞硝二乙胺	ug/L	—	0.008	50	—	
碲	mg/L	0.00003	0.0001	200	0.175 (美 HRL)	均低於定量 極限
甲醛	mg/L	0.00625	0.0286	50	0.08 (日)	
鄰苯二甲酸二丁酯	mg/L	0.00066	0.004	200	0.01 (日)	
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	mg/L	0.00056	0.004	200	0.006 (美)	

抽驗結果中曾檢出高於定量極限濃度值之項目列於表 5.5-3，其中嘉磷塞、微囊藻毒 LR 型、Geosmin 雖有檢出，但濃度均低於國際管制值最小值，暫無影響飲用水安全之虞。

鎘、鋰、鈦、DEET、NPYR 國際上未有國家管制其飲用水中的濃度，未有管制值可供比較。

鎘：測值與我國過去飲用水中之測值差不多（參見表 3.5-13）。

鋰跟鈦：則是測到比過去高的測值（參見表 5.5-2），建議持續監測，觀察於我國飲用水中濃度變化情況。

DEET：「109 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫」針對 6 座淨水場進行三次 DEET 採樣調查，DEET 於清水檢出濃度介於 0.054-0.473 mg/L，本計畫 30 處次採樣檢出濃度最大值為 0.1146 mg/L，與去年測值差不多。

NPYR：環保署自 107 年開始抽驗 NPYR，107 年測值均低於定量極限(0.00658 ug/L)，108 年有 5 筆數據大於定量極限(0.005 ug/L)，測值範圍介於 0.00538-0.00661 ug/L，109 年均未檢出（低於 0.00431 ug/L），本年度檢出樣品增加，且濃度值較往年略高，建議持續監測。

鎘、鉍、硼、2-MIB、PFOA、PFOS、PFHxS 部分樣品檢出超過國際最小值之測值。

鎘：在目前檢出的樣品中僅一筆數值高於國際管制值最小值（美國健康參考水質 HRL），檢出值與歷年我國飲用水中最高檢出值差不多，建議持續監測，觀察於我國飲用水中濃度變化情況。

鉍：在目前檢出的樣品中僅一筆數值高於國際管制值最小值（美國），然檢出值略高於台灣歷年飲用水中檢出之濃度，值得持續監測關注。

表 5.5-2 飲用水中鈦、鋰歷史檢測結果

中文	英文	原水(mg/L)		清水(mg/L)		採樣年份
		樣本數	數值	樣本數	數值	
鈦	Titanium	30	ND~0.01129	17	0.00032~0.00226	99-100 年
鋰	Lithium	12	0.00121-0.02044	12	0.00144-0.0191	108 年

表 5.5-3 抽驗結果有檢出之項目

項目	單位	偵測極限	定量極限	分析數	測值高於國際管制值最小值樣品數	國際管制值最小值
鍺	mg/L	0.000013	0.0001	200	1	0.000744(美 HRL)
鎵	mg/L	0.000021	0.0001	200	0	—
鉈	mg/L	0.0000017	0.0001	200	1	0.002 (美)
硼	mg/L	0.0088	0.05	200	3	1 (歐日韓)
鋰	mg/L	0.00024	0.002	200	0	—
鈦	mg/L	0.00023	0.002	200	0	—
嘉磷塞	ug/L	0.25	1	50	0	280(加)
DEET	ug/L	0.0109	0.05	30	0	—
PFOA	ug/L	0.0017	0.005	50	1	0.05 ^a (日)
PFOS	ug/L	0.0012	0.005	50	3	0.05 ^a (日)
PFHxS	ug/L	0.0023	0.005	50	3	0.07 ^b (澳)
微囊藻 毒 LR 型	ng/L	0.26	0.5	20	0	800 (日)
Geosmin	ng/L	1.3	10	30	0	10 (澳、日)
2-MIB	ng/L	1	10	30	7	10(日)
NPYR	ug/L	0.005	0.005	50	0	—

a. 日本目標值 PFOA 與 PFOS 合計 <0.05 ug/L

b. 澳洲指引值，PFOS 與 PFHxS 合計 <0.07 ug/L

硼：於國際管制最嚴謹之標準為歐盟、日本、韓國 (1 mg/L)，本年度針對硼抽驗完成檢測的 200 個樣品，有 3 次檢出值略高於國際管制值最小值，濃度值介於 1.04-1.21 mg/L 之間，107 年、109 年抽驗亦分別有 6 筆及 5 筆檢測測值大於 1 mg/L，均發生於澎湖及連江（離島）的淨水廠，部分推測可能與海水含硼有關。然而檢出值均小於 1.3 mg/L，1 mg/L 為國際管制或指引值的最小值，部分國家的管制值介於 1.4 到 5 mg/L，顯示硼於我國離島淨水廠的風險尚在可接受範圍。

2-MIB 部分有 7 筆數據略高於國際管制值最小值，推測可能因今年上半年乾旱且水庫水位低，易孳生藻類代謝臭味物質，淨水場前加氯與後加氯無法有效氧化去除。Geosmin 雖然檢出濃度均低於國際管制值最小值(10 ng/L)，但檢出濃度有 2 筆大於 5 ng/L（分別為 7.9 及 9.6 ng/L），檢出濃度最大值接近國際管制值最小值，仍需持續關注。我國現行飲用水水質標準為臭味(初嗅數 3)，無臭味物質 Geosmin 與 2-MIB 管制，建議持續監測。

5.5.1 環境荷爾蒙抽驗結果

本年度抽驗環境賀爾蒙王基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)、鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)、鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯(BBP)、鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)等 8 項各 200 處次。

其中王基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯、鄰苯二甲酸二乙酯、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、鄰苯二甲酸二辛酯等 6 項物質均未檢出（低於偵測極限）（表 5.5-1），鄰苯二甲酸二丁酯、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯等 2 項物質，雖有檢出，但檢出濃度均低於定量極限 0.004 mg/L（本計畫採用之定量極限均低於國際管制值或指引值最小值），顯示於我國飲用水中暫無顯著風險。

5.5.2 持久性有機污染物（全氟化物）抽驗結果

全氟化物(PFOA、PFOS、PFHxS)部分，先進國家中有日本、美國及澳洲等提出指引值或建議值，日本針對 PFOA 與 PFOS 提出水質管理目標值，兩者合計應小於 0.05 ug/L，美國針對 PFOA 與 PFOS 建立健康建議值，兩者合計應小於 0.07 ug/L，而澳洲則是針對 PFOS 與 PFHxS 建立指引值，兩者合計應小於 0.07 ug/L。本年度目前針對全氟化物(PFOA、PFOS、PFHxS)進行 50 處次抽驗，第一階段抽驗 40 處

不同的淨水廠，第二階段針對有檢出的部分淨水廠，選擇 8 處次淨水廠重複抽驗 11 處次（表 5.5-4）。

PFOA 有 22 個樣品高於定量極限，PFOS 有 5 個樣品高於定量極限，PFHxS 有 6 個樣品高於定量極限，PFOA 與 PFOS 合計大於 0.05 ug/L（日本水質管理目標值）的樣品有 4 個，其中 1 個是 PFOA 測值較高（PFOS 低於定量極限 0.005 ug/L），另三個樣品均為 PFOS 濃度較高，從檢測結果來看，PFOA、PFOS 測值不一定有相關性。50 處次抽驗中，有 3 個樣品 PFOS 與 PFHxS 合計大於 0.07 ug/L，從檢測結果來看，PFOS、PFHxS 測值間存在一定相關性，PFOS 有檢出的點位同時均檢出 PFHxS，PFHxS 有檢出的 6 處次樣品有 5 處次同時檢出 PFOS，且同一點位 PFOS 與 PFHxS 檢出的濃度值成正相關。

表 5.5-4 全氟化物重複抽驗點位

縣市	淨水廠	重複次數
基隆市	暖暖	1
臺中市	清水	1
屏東縣	牡丹	1
臺南市	烏山頭	1
臺南市	南化	1
連江縣	東莒供水站	1
澎湖縣	成功	1
澎湖縣	望安	2
金門縣	洋山	2

5.5.3 後續抽驗建議

本年度抽驗 28 項未列管新興污染物後續抽驗建議如下，並彙整於表 5.5-5：

一、重金屬：抽驗鎘、鎳、鉍、鋰、鈦、硼及碲等 7 項各 200 處次。

本年度抽驗結果顯示鎘、鉍、硼部分樣品檢出超過國際最小值之測值，建議持續監測，而鋰、鈦、碲建議持續監測累積本土資料。監測頻率建議維持 200 處次。抽驗之地點建議優先選擇歷年測得濃度之點位、鄰近光電業、科學園區或工業區、近 3 年未曾檢測之淨水廠，硼的部分建議優先選擇增加離島淨水廠進行抽驗。

二、重金屬：鎳

環保署自 106 年起較大規模抽驗飲用水中之鎘(表 3.5-13)，考量國際上未有國家管制鎘於飲用水中的濃度，且近年監測結果顯示我國飲用水中鎘的濃度維持穩定，無增加的趨勢，環保署已建立足夠我國飲用水中鎘之背景濃度資訊，後續建議可將監測能量應用於其他新興污染物。

三、消毒副產物：甲醛

環保署自 106 年起較大規模抽驗飲用水中之甲醛(表 3.5-2)，結果顯示我國淨水廠中甲醛濃度均低於國際管制值最小值，顯示於我國飲用水中暫無顯著風險，後續建議可將監測能量應用於其他新興污染物。

四、消毒副產物：NDMA、NDEA、NPYR 等 3 項

環保署自 106 年起較大規模抽驗飲用水中之 NDMA、107 年起增加抽驗 NDEA 及 NPYR。NDMA 抽驗數據均低於國際管制值最小值(表 3.5-8)，NDEA 部分測值高於美國健康參考水準(表 3.5-9)，而 NPYR 本年度抽驗檢出率及測值均較往年高，建議持續監測，維持 50 處次抽驗頻率。抽驗之地點建議優先選擇歷年曾檢出之點位、本年度未曾檢測之點位、近 3 年未曾檢測。

四、揮發性有機物：1,2-二溴乙烷

環保署自 109 年起抽驗飲用水中之 1,2-二溴乙烷，109 年及本年度抽驗數據均低於國際管制值最小值，顯示於我國飲用水中暫無顯著風險，然因本土數據仍相當有限，建議持續監測，維持 50 處次抽驗頻率。抽驗之地點建議優先選擇歷年曾檢出之點位、鄰近光電業、科學園區或工業區、水源為地下水者、歷年未曾抽驗過者。

四、農藥：嘉磷塞

環保署自 107 年起抽驗飲用水中之嘉磷塞，108 年至本年度共累積 150 處次抽驗數據，均低於國際管制值最小值，顯示於我國飲用水中暫無顯著風險，然我國農藥嘉磷塞使用頻率高，後續建議持續監測嘉磷塞，此外考量嘉磷塞在環境中很快會被降解成 AMPA，AMPA 相對穩定很多，國際上 WHO、日本、新加坡討論飲用水中的嘉磷塞時，會一併考慮 AMPA，將兩者濃度相加後作為標準或指引值，因此建議加測嘉磷塞降解產物 AMPA。

五、環境用藥：抽驗二乙基間甲苯胺(DEET) 30 處次。

本年度抽驗測值與去年測值差不多，且考量國際上未有國家管制 DEET 於飲用水中的濃度，透過本計畫抽驗已建立 DEET 於我國飲用水中之背景濃度資訊。後續建議可將監測能量應用於其他新興污染物。

六、微囊藻毒 LR 型及水中土霉味物質(Geosmin、2-Methylisoborneol (2-MIB))

2-MIB 有 7 筆數據略高於國際管制值最小值，Geosmin 雖然檢出濃度均低於國際管制值最小值(10 ng/L)，但檢出濃度有 2 筆大於 5 ng/L（分別為 7.9 及 9.6 ng/L），檢出濃度最大值接近國際管制值最小值，微囊藻毒 LR 型雖有檢出，但濃度均低於國際管制值最小值，暫無影響飲用水安全之虞。然近年乾旱嚴重，常有水庫水位低孳生藻類代謝臭味物質的風險，建議持續監測微囊藻毒 LR 型及水中土霉味物質 Geosmin、2-MIB，因此 3 項物質均為藻類代謝物質，建議採用相同抽驗頻率並於相同監測地點進行抽驗，可評估其濃度相關性。抽驗頻率建議 30 處次，抽驗之地點建議優先選擇歷年曾檢出之點位、各行政轄區內以水庫為水源為主之淨水廠、本年度未曾檢測之點位。

八、8 項環境荷爾蒙

本年度 8 項環境荷爾蒙各 200 處次抽驗結果顯示現階段於我國淨水廠清水濃度很低，暫無顯著風險，然考慮環境賀爾蒙現為我國社會關注之新興污染物，且配合我國環境荷爾蒙管理計畫實施，建議持續監測，維持 200 處次抽驗頻率。抽驗之地點建議優先選擇歷年曾檢出之淨水廠、本年度未曾檢測之淨水廠。

九、持久性有機污染物（全氟化物）

本年度 3 項全氟化物 50 處次抽驗結果顯示部分淨水廠曾檢出高於國際建議指引值最小值之濃度，且配合持久性有機污染物斯德哥爾摩公約國家實施計畫，建議持續監測，維持 50 處次抽驗頻率。抽驗之地點建議優先選擇歷年曾檢出之淨水廠、本年度未曾檢測之淨水廠、以及離島淨水廠。

表 5.5-5 後續新興污染物抽驗建議

項目	點位	頻率
重金屬 (鎘、鉍、砷、碲、鋰、鈦)	a. 歷年測得濃度之淨水廠	200
	b. 鄰近光電業、科學園區或工業區	
	c. 近 3 年未曾檢測之淨水廠	
	d. 離島 (砷)	
消毒副產物 (N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺及 N-亞硝基吡咯烷)	a. 歷年測得濃度之淨水廠	50
	b. 本年度未曾檢測之淨水廠	
	c. 近 3 年未曾檢測之淨水廠	
揮發性有機物 (1,2-二溴乙烷)	a. 歷年曾檢出之淨水廠	50
	b. 鄰近光電業、科學園區或工業區	
	c. 水源為地下水者	
	d. 歷年未曾抽驗過之淨水廠	
環境荷爾蒙 (壬基酚、雙酚 A、DMP、DEP、 DBP、BBP、DOP 及 DEHP)	a. 歷年曾檢出之淨水廠	200
	b. 本年度未曾檢測之淨水廠	
嘉磷塞及 AMPA	a. 歷年測得濃度之淨水廠	50
	b. 優養化之水體	
	c. 鄰近農業區及水源為地面水者優先	
	d. 歷年未曾抽驗過之淨水廠	
半揮發性有機物 (PFOA、PFOS、PFHxS)	a. 歷年測得濃度之淨水廠	50
	b. 本年度未曾檢測之淨水廠	
	c. 離島	
Geosmin、2-MIB 、微囊藻毒 LR 型	a. 歷年曾檢出之淨水廠	30
	b. 各行政轄區內以水庫為水源為主	
	c. 本年度未曾檢測之淨水廠	

*鄰苯二甲酸二甲酯類包括鄰苯二甲酸二甲酯、鄰苯二甲酸二乙酯、鄰苯二甲酸二丁酯、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、鄰苯二甲酸二辛酯及鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯等 6 項。

第六章 離島飲用水水質狀況評估

6.1 水源與淨水程序

我國離島主要包含小琉球、澎湖、綠島、蘭嶼、金門、連江縣等地區。本計畫彙整各離島區域水源及淨水場淨水程序。

6.1.1 小琉球

小琉球自來水供水的主管機關為台灣自來水公司第七區處，琉球鄉原有琉球淨水場，水源為地下水，因地下水供應不穩定與土地問題，104 年中完全停出廢止。現今仰賴兩條由屏東縣林邊至琉球鄉的海底輸水管線供水，同時並聯送水，主要來自牡丹淨水場。觀光旺季、颱風、海底管線單條破裂皆曾造成供水不穩，目前以興建配水池方式增加供水穩定，維護海底管線之作業仍極為重要，海底管線亦有老舊汰換之年限問題，建議除定期查驗水質，需安排維護以及按照管線年限規劃架設新海底輸水管線埋設，維持至少兩條管線運作，避免停水。琉球鄉本島停止抽取地下水時則應養護，評估海底管線如有異常，小琉球短期自行供水之可行性。

6.1.2 澎湖

澎湖自來水供水的主管機關為台灣自來水公司第七區處，管理 7 座淨水場（表 6.1-1）及 4 座海水淡化廠（表 6.1-2）。其中兩座小型海淡廠，桶盤和虎井海淡場，屬簡易自來水系統，由澎湖建設處工商發展部管理。水源種類主要包含地面水、地下水、海水。地面水為水庫，含成功、興仁、東衛、小池、七美、西安、烏溝等水庫。地下水幾乎受到海水入侵，水源含地下水之淨水廠皆附設有半鹹水淡化設備（海水各成分的濃度以 TDS 來計算大約是 34,000 ppm，水中所含 TDS 若在 1,000 到 10,000 ppm 之間，通常稱做半鹹水，世界衛生組織頒布的飲用水水質標準，要求水中所含 TDS 濃度在 500 ppm 以下，依照這個標準，半鹹水不能直接用作飲用水），每日抽取地下水檢測原水水質，若鹽度超標則進行 RO 逆滲透處理，水質鹽度合格即進行一般傳統處理程序。

海淡廠部分涵蓋馬公（烏坎）海淡廠一廠及二廠（一廠內部有兩廠分屬不同廠商操作，二廠預計將要擴建）、西嶼海淡場、望安海淡廠、虎井海淡廠、桶盤

表 6.1-1 澎湖縣淨水廠資料

淨水場	供水系統	供水區域	水源種類	水源種類說明	水體名稱	水源地點	處理程序	使用藥劑種類
成功	馬公	馬公市、湖西鄉	地面水+地下水	地面水體+地下水體+馬公海淡水	成功鹽井淡化廠、深水井	成功水庫、興仁水庫、東衛水庫及深水井	消毒→膠凝→沈澱→快濾→消毒 RO	硫酸鋁、次氯酸鈉、硫酸
西嶼	西嶼	西嶼鄉	地面水+地下水	地下水+淡化水+地面水+海水淡化水	小池水庫、深水井	小池水庫+深水井 備援水源：西嶼海淡場	1.慢濾→清水池 2.膠凝、沉澱、慢濾→清水池 3.深井→RO 機組→RO 水進清水池 4.海淡水→清水池	硫酸鋁、次氯酸鈉、硫酸
七美	七美	七美鄉	地面水+地下水	地下水+地面水+淡化水	深水井、七美水庫	七美水庫、深水井	混凝沈澱過濾消毒+RO 逆滲透	硫酸鋁、次氯酸鈉、硫酸
望安	望安	望安鄉	地面水	地面水+海水淡化水	望安海水淡化廠、西安水庫	西安水庫 備援水源：望安海淡場	混凝沈澱過濾消毒+RO 逆滲透	硫酸鋁、次氯酸鈉、硫酸
吉貝	吉貝	白沙鄉吉貝村	地下水	地下水	吉貝深井	深水井	過濾消毒	次氯酸鈉
林投	馬公	湖西鄉	地下水	地下水+馬公海淡化水	深水井	深水井	過濾消毒+混合 RO 水	次氯酸鈉
白沙	白沙	白沙鄉(吉貝村除外)	地下水	地下水+淡化水	白沙深井	深水井	1.快濾→微過濾→RO 機組→清水池→消毒 2.氣曝→快濾→清水池	次氯酸鈉、硫酸

表 6.1-2 澎湖縣海水淡化廠資料

淨水場	供水系統	供水區域	水源種類	水源種類說明	水體名稱	水源地點	處理程序	使用藥劑種類
馬公(烏坎)海水淡化廠1廠	馬公	馬公市、湖西鄉	海水	海水	海水	海水	消毒(RO)	硫酸鋁、氫氧化鈣、次氯酸鈉、硫酸
馬公(烏坎)海水淡化廠2廠	馬公	馬公市、湖西鄉	海水	海水	海水	海水	消毒(RO)	硫酸鋁、氫氧化鈣、次氯酸鈉、硫酸
虎井海水淡化廠	簡易自來水	虎井	海水	海水	海水	海水	混凝沈澱過濾消毒+RO 逆滲透	硫酸鋁、次氯酸鈉、硫酸
桶盤海水淡化廠	簡易自來水	桶盤	海水	海水	海水	海水	混凝沈澱過濾消毒+RO 逆滲透	硫酸鋁、次氯酸鈉、硫酸

海淡廠，馬公海淡廠出水量較多，其餘為小型海淡廠，如西嶼與望安海淡廠，設立於西嶼和望安淨水場旁，視島上水源充足程度調配支援，乾旱季時增加供水比例。馬公海淡場設於烏坎，有一場與二場，供水時會在中繼站與成功淨水場所出清水混合再供給民眾。未來七美、吉貝等地有計畫將再增設海淡廠，若乾旱成為常態，因觀光等水資源需求提高，陸地水不足海淡水站供水比例可能再提升。

6.1.3 綠島及蘭嶼

綠島及蘭嶼均隸屬於臺東縣，自來水供水的主管機關為台灣自來水公司第十區處，綠島的飲用水主要由綠島淨水場、酬勤水庫供應；蘭嶼則包含東清、紅頭、朗島淨水場，相關資訊列於表 6.1-3。水源種類為地面水或地下水，以傳統處理程序：混凝、沉澱、過濾、消毒後供水。酬勤水庫完工後因集水區植被茂盛，一遇大雨即將落葉枯枝沖刷入水庫內，造成腐植質淤積。有優養化現象，水庫中的腐爛樹木及樹葉容易產生腐植質，水源水質「總有機碳」較容易出現異常情形，使次氯酸鈉消毒後出現三鹵甲烷偏高情形，2006 年已執行改善計畫，仍需加強監控。

6.1.4 金門縣

金門自來水供水的主管機關為金門縣自來水廠，包含大金門海水淡化廠一座海淡廠，太湖、榮湖洋山及紅山等 4 座主要淨水場，另有西浦頭加壓站、昔果山加壓站、後頭加壓站、莒光加壓站、金城高架水塔等具有處理程序之小型淨水廠。水源涵蓋金門本島地面水、地下水、海水，與經由海底管線自大陸龍湖水庫提供之水源，相關資訊列於表 6.1-4。大金門海水淡化廠與小三通大陸龍湖供水皆進到其他淨水場與地面水地下水等混和後處理再供給，並不直供民眾，而目前所有淨水場之水源皆使用到大陸龍湖供水。因島上原本水源（地面水、湖庫水）水質不佳，受家庭污水等排放優養化嚴重，又因少雨而儲水量不足，建設污水處理廠之後水源水質有所改善，但仍出現居民飲、用分離的狀況，因此金門水源依賴大陸供水比例高。金門地下水水資源並不豐富，長年超抽亦有土地問題。另外海淡水目前並不直接供給民眾，也是作為水源輸送入其他淨水場，與其他水源混合處理後再供水。

表 6.1-3 綠島、蘭嶼淨水廠資料

淨水場	供水系統	供水區域	水源種類	水源種類說明	水體名稱	水源地點	處理程序	使用藥劑種類
綠島淨水場	綠島	綠島鄉	地面水+地下水	地下深井水 混合水庫水	綠島深井、 酬勤水庫	綠島鄉麻流溝、 綠島鄉技能訓練所旁、 公館東段 97-1 號	混凝沈澱 過濾消毒	次氯酸鈉
酬勤水庫	綠島	綠島鄉	地面水	地面水	麻流溝水系 山澗水	綠島鄉麻流溝下游	沉澱消毒	次氯酸鈉
東清淨水場	蘭嶼	蘭嶼鄉東清村	地面水	地面水	東清溪	蘭嶼鄉東清溪水源地	過濾消毒	次氯酸鈉
紅頭淨水場	蘭嶼	蘭嶼鄉紅頭	地面水+地下水	地面水+地下 水	紅頭溪	蘭嶼鄉紅頭溪水源地紅頭 淨水場內	過濾消毒	次氯酸鈉
朗島淨水場	蘭嶼	蘭嶼鄉朗島	地面水	地面水	朗島溪	蘭嶼鄉朗島溪水源地	過濾消毒	次氯酸鈉

表 6.1-4 金門縣淨水廠資料

淨水場	供水系統	供水區域	水源種類	水源種類說明	水體名稱	水源地點	處理程序	使用藥劑種類
金城高架水塔	金城	金城鎮/ 金寧鄉	地面水+地下水	湖庫水+ 地下水	地下水、 水庫	金城地下水井、洋山淨水 場清水(大陸-龍湖水庫)	過濾消毒	氫氧化鈉、 次氯酸鈉
昔果山水塔	昔果山	金城鎮/ 金寧鄉	地面水+地下水	湖庫水+ 地下水	地下水、 水庫	昔果山地下水井、洋山淨 水場清水(大陸-龍湖水庫)	過濾消毒	氫氧化鈉、 次氯酸鈉
洋山淨水場	洋山	金沙鎮	地面水	湖庫水	水庫	大陸-龍湖水庫	混凝沉澱 過濾消毒	聚氯化鋁，次 氯酸鈉，硫酸
莒光加壓站	莒光	金城鎮/ 金寧鄉	地面水+地下水	湖庫水+ 地下水	地下水、 水庫	莒光地下水井、金城高架 水塔	過濾消毒	氫氧化鈉、 次氯酸鈉

表 6.1-4 金門縣淨水廠資料 (續)

淨水場	供水系統	供水區域	水源種類	水源種類說明	水體名稱	水源地點	處理程序	使用藥劑種類
榮湖淨水場	榮湖	金沙鎮	地面水	湖庫水	水庫	洋山淨水場 替代水源：擎天、瓊林、蘭湖、山西、金沙、榮湖水庫(備援)	混凝沈澱 過濾消毒	硫酸鋁，聚氯化鋁，硫酸，次氯酸鈉
西浦頭水塔	西浦頭	金寧鄉	地面水+ 地下水	湖庫水+ 地下水	地下水、 水庫	西浦頭地下水井、洋山淨水場清水(來源：大陸龍湖水庫)	過濾消毒	氫氧化鈉、 次氯酸鈉
舊金城水塔	莒光	金城鎮	地面水+ 地下水	湖庫水+ 地下水	地下水、 水庫	莒光加壓站	消毒	次氯酸鈉
太湖淨水場	太湖	金湖鎮	地面水+ 海水淡化後清水	湖庫水+ 大金門海淡廠清水	海淡水、 水庫	太湖、陽明湖、金湖水庫、田浦水庫/大陸-龍湖水庫	混凝沈澱 過濾消毒	硫酸鋁、 聚氯化鋁、 氫氧化鈉、 次氯酸鈉
大金門海水淡化廠	太湖	太湖淨水場(無直供民眾)	海水	海淡水	海淡水	海水	逆滲透消毒	次氯酸鈉
后頭加壓站	金城	烈嶼鄉	地下水	地下水	地下水	大金門地下水(金城高架水塔)	過濾消毒	氫氧化鈉，次氯酸鈉
紅山淨水場	金城	烈嶼鄉	地下水	地下水	地下水	大金門地下水(金城高架水塔) 替代水源：西湖、蓮湖、菱湖(備援)	混凝沈澱 過濾消毒	硫酸鋁，次氯酸鈉

6.1.5 連江縣

連江縣供水的主管機關為連江環境資源局及連江自來水廠，除南竿三期海淡廠屬於連江環境資源局管理，島上 6 座淨水場及 4 座海淡皆屬於連江自來水廠管理，相關資訊列於表 6.1-5。水源主要為湖庫水、地下水，其餘則來自海淡水，連江縣因島嶼面積狹小，地勢陡峻，地質不適蓄積水源，雨水儲存困難，因此仰賴海水淡化廠處理供水，陸地水與海淡水比例各佔一半，乾旱時海淡水佔比會再提升。

6.1.6 海淡水水質影響

除了小琉球、蘭嶼和綠島之外，金門、澎湖及連江供水皆涵蓋海淡水，主因為湖庫水水質不佳，過度依賴地下水易造成地層下陷等土地問題，隨氣候乾旱，海淡水供水所占比例有逐年增高趨勢。WHO Safe Drinking-water from Desalination 指出，海淡水作為飲用水亦有其問題存在，不同方式取得之海淡水亦有不同問題。台灣離島海淡廠主要採用 RO 逆滲透過濾之方式產海淡水，須關注硼（含硼酸鹽）、溴化物、溴酸鹽與天然存在於原水中的有機化學物質（腐植酸、藻類副產物等）。

硼在 RO 處理程序中移除效果較其他無機物相比為低，因此首先受到關注，目前國際管制最小值硼為 1 mg/L（歐盟、日本、南韓）。環保署於 106 年將硼納入觀察清單物質中，並於 107 年開始於我國淨水場進行較大規模抽驗（表 3.5-7）。結果顯示 107、109、110 年分別有測值高於國際管制最小值(1 mg/L)，且均發生於澎湖及連江縣的淨水廠，包含澎湖成功、馬公、林投及連江儲水沃、坂里、西莒、東湧、南竿二淨水廠，值得後續持續監測關注。

溴化物則是因大量存在於海水中，儘管移除百分比高達 95% 以上，仍會殘留一定的濃度，再經過臭氧等方式消毒，又將轉化成溴酸鹽類提高飲用水健康風險。天然存在的化學物質包括 NOM，例如腐殖酸以及藻類和海藻生長的副產品。此類物質可能包括會影響最味道和氣味，例如來自藍藻的土臭素，不過海水淡化過程能顯著控制藻類毒素，另外海水原水中的細菌、重金屬、溶解離子、鹽類、毒性化學物質等污染物質的濃度依取水點而異，對取水點需要監測，增建海淡場需評估海水水質。

表 6.1-5 連江縣淨水廠資料

淨水場	供水系統	供水區域	水源種類	水源種類說明	水體名稱	水源地點	處理程序	使用藥劑種類
東湧淨水場	東引	東引鄉	地面水	湖庫水	水庫	東湧水庫	混凝 沈澱 過濾 消毒	硫酸鋁、次氯酸鈉
東莒供水站	莒光	東莒	地面水+地下水	湖庫水+地下水	水庫+地下水	福正水庫、福正水井、猛沃水井	混凝 沈澱 過濾 消毒	次氯酸鈉
坂里淨水場	北竿	北竿鄉	地面水	湖庫水	水庫	坂里水庫	混凝 沈澱 過濾 消毒	硫酸鋁、次氯酸鈉
勝利淨水場	南竿	南竿東半區	地面水	湖庫水	水庫	勝利水庫	混凝 沈澱 過濾 消毒	硫酸鋁、次氯酸鈉
儲水沃淨水場	南竿	南竿西半區	地面水	湖庫水	水庫	儲水沃水庫/ 后沃水庫	儲水沃水庫：傳統處理 (混凝 沈澱 過濾 消毒) 后沃水庫水：高級(膜) 處理	硫酸鋁、次氯酸鈉
西莒淨水場	莒光	西莒	地面水	湖庫水	水庫	樂道沃水庫	混凝 沈澱 過濾 消毒	硫酸鋁、次氯酸鈉

表 6.1-6 連江縣海水淡化廠資料

淨水場	供水系統	供水區域	水源種類	水源種類說明	水體名稱	水源地點	處理程序	使用藥劑種類
南竿二期海水淡化廠	南竿	南竿	海水	海淡水	海水	海水	UF 膜、高級(膜)處理、 混凝 沈澱 過濾 消毒	檸檬酸、 次氯酸鈉
南竿三期海水淡化廠	南竿	南竿	海水	海淡水	海水	海水	UF 膜、高級(膜)處理混 凝 沈澱 過濾 消毒	檸檬酸、 次氯酸鈉
南竿二期-東引海水淡化廠	東引	東引	海水	海淡水	海水	海水	UF 膜、高級(膜)處理、 混凝沈澱過濾消毒	檸檬酸、 次氯酸鈉
南竿二期-西莒海水淡化廠	西莒	西莒	海水	海淡水	海水	海水	混凝 沈澱 過濾 消毒	檸檬酸、 次氯酸鈉
南竿二期-北竿海水淡化廠	北竿	北竿	海水	海淡水	海水	海水	混凝 沈澱 過濾 消毒	檸檬酸、 次氯酸鈉

而除了溴酸鹽，消毒副產物部分也需要監測 N-亞硝基二甲胺和其他亞硝胺(例如亞硝基二乙胺)，已知由於其低分子量 RO 膜很難去除。儘管有消毒副產物疑慮，後續消毒程序則是不得的步驟，主因在於病毒可能通過一些 RO 膜，或是操作過程 RO 模阻攔效果降低，後端仍需消毒確保飲用水安全。

經 RO 處理後，海淡水礦物質含量低，緩衝能力差，通常是對儲存、配送中使用的水泥和金屬材料具有腐蝕性，在台灣離島地區多將海淡水輸送到其他水廠，進行混合後再處理是常見解決方式，但輸送之管道材質仍須注意。

6.2 近 10 年水質檢測結果

6.2.1 列管項目

離島近 10 年飲用水列管水質抽驗檢驗數統計於表 6.2-1，不合格之檢測結果另外列於表 6.2-2。飲用水列管項目抽驗不合格比例大於 3%的項目包含蘭嶼及綠島的簡易自來水大腸桿菌群及總菌落數；金門縣總三鹵甲烷及錳；連江縣大腸桿菌群、總菌落數、氨氮、自由有效餘氯。

表 6.2-1 離島近 10 年飲用水列管項目水質抽驗檢驗數統計

水質項目	澎湖縣		蘭嶼、綠島		金門縣		連江縣	
	自來水	簡易自來水	自來水	簡易自來水	自來水	簡易自來水	自來水	簡易自來水
大腸桿菌群	530	53	226	41	2,882	-	385	-
總菌落數	522	19	167	612	2,851	-	209	-
臭度	-	-	42	-	-	-	3	-
濁度	3,850	335	459	7	2,889	-	102	-
色度	-	-	63	-	2,870	-	96	-
砷	103	23	212	2	68	-	31	-
鉛	103	22	213	1	1,956	-	33	-
硒	103	22	213	-	56	-	31	-
鉻	103	22	211	1	56	-	32	-
鎘	102	22	212	1	56	-	32	-
鋇	103	22	211	-	56	-	32	-
銻	103	22	210	-	56	-	32	-
鎳	103	22	209	1	56	-	32	-
汞	103	21	211	1	69	-	32	-
氰鹽	14	3	183	1	103	-	11	-
亞硝酸鹽氮	-	-	165	1	2,873	-	113	-
總三鹵甲烷	130	20	210	-	165	-	132	-
鹵乙酸類	36	1	132	-	64	-	16	-
溴酸鹽	70	9	200	-	89	-	22	-
亞氯酸鹽	-	-	8	-	64	-	1	-
三氯乙烯	28	6	165	-	110	-	10	-
四氯化碳	28	6	164	-	110	-	10	-
1,1,1-三氯乙烷	28	6	163	-	110	-	11	-
1,2-二氯乙烷	28	6	163	-	110	-	11	-
氯乙烯	28	6	163	-	110	-	11	-
苯、對-二氯苯	28	6	165	-	110	-	11	-
1,1-二氯乙烯	28	6	165	-	109	-	11	-

表 6.2-1 離島近 10 年飲用水列管項目水質抽驗檢驗數統計 (續)

水質項目	澎湖縣		蘭嶼、綠島		金門縣		連江縣	
	自來水	簡易自來水	自來水	簡易自來水	自來水	簡易自來水	自來水	簡易自來水
二氯甲烷	10	4	123	-	25	-	11	-
鄰-二氯苯	10	4	123	-	26	-	10	-
甲苯	10	4	123	-	25	-	10	-
二甲苯	9	4	123	-	25	-	11	-
順-1,2-二氯乙烯	9	4	123	-	25	-	11	-
反-1,2-二氯乙烯	9	4	123	-	25	-	11	-
四氯乙烯	9	4	123	-	25	-	10	-
安殺番	4	-	52	-	87	-	-	-
靈丹、丁基拉草	4	-	52	-	87	-	-	-
2,4-地、巴拉刈	4	-	52	-	87	-	-	-
納乃得	4	-	52	-	14	-	-	-
加保扶、滅必蟲	4	-	52	-	13	-	-	-
達馬松、大利松	4	-	52	-	13	-	-	-
巴拉松、一品松	4	-	52	-	13	-	-	-
亞素靈	4	-	52	-	13	-	-	-
戴奧辛	-	-	5	-	-	-	-	-
氟鹽	11	2	185	2	92	-	-	-
硝酸鹽氮	-	-	208	23	2,873	-	195	-
銀	102	22	213	-	131	-	130	-
鉬	13	1	161	-	70	-	-	-
銻	13	1	162	-	70	-	-	-
鐵	1	-	177	1	86	-	219	-
錳	-	-	176	1	88	-	219	-
銅	-	-	175	1	86	-	98	-
鋅	-	-	175	2	86	-	99	-
硫酸鹽	-	-	172	2	2,841	-	99	-
酚類	-	-	174	-	6	-	-	-
陰離子界面活性劑	11	-	170	1	12	-	-	-
氯鹽	8	1	175	1	2,871	-	220	-
氨氮	-	1	175	2	2,872	-	149	-
總硬度	-	-	200	3	2,872	-	98	-
總溶解固體量	8	-	161	1	2,869	-	113	-
鋁	67	11	151	-	2,249	-	40	-
自由有效餘氯	3,882	-	492	-	2,789	-	216	-
氫離子濃度指數	3,884	337	493	7	2,894	-	105	-

表 6.2-2 離島近 10 年飲用水列管水質抽驗不合格情況統計

縣市	水質項目	自來水水質			簡易自來水水質		
		檢驗數	不合格數	不合格率 (%)	檢驗數	不合格數	不合格率 (%)
澎湖縣	總三鹵甲烷	130	1	0.77	20	0	0
	溴酸鹽	70	1	1.43	9	0	0
	氫離子濃度指數	3,884	1	0.03	337	0	0
蘭嶼 綠島	大腸桿菌群	226	2*	0.9	40	23	57.5
	總菌落數	167	0	0	39	29	74.4
	濁度	459	1	0.2	7	0	0
	鉛	213	3	1.4	1	0	0
	銻	210	5*	2.3	-	-	-
	總三鹵甲烷	210	3	1.4	-	-	-
	總硬度	200	2	1	3	0	0
	總溶解固體量	161	1	0.6	1	0	0
金門縣	總菌落數	2,851	12	0.42	-	-	-
	濁度	2,889	5	0.17	-	-	-
	色度	2,870	6	0.21	-	-	-
	鉛	1,956	2	0.1	-	-	-
	總三鹵甲烷	165	7	4.24	-	-	-
	錳	88	3	3.41	-	-	-
	氨氮	2,872	15	0.52	-	-	-
	總溶解固體量	2,869	8	0.28	-	-	-
	鋁	2,249	24	1.06	-	-	-
連江縣	大腸桿菌群	385	19*	4.94	-	-	-
	總菌落數	209	7	3.35	-	-	-
	亞硝酸鹽氮	113	1	0.88	-	-	-
	總三鹵甲烷	132	2	1.52	-	-	-
	鐵	219	2	0.91	-	-	-
	錳	219	2	0.91	-	-	-
	氨氮	149	6	4.03	-	-	-
	總溶解固體量	113	1	0.88	-	-	-
	鋁	40	2	5	-	-	-
	自由有效餘氯	216	7	3.24	-	-	-

註：a. 部分數據顯示為”<定量極限”，而該定量極限>水質標準。

b. “-”表未有抽驗

6.2.2 新興污染物

近十年未列管新興污染物檢測結果列於表 6.2-3 至表 6.2-7。澎湖縣近 10 年未列管新興污染物檢出濃度大於定量極限且高於國際管制最小值之污染物包含自來水中鍍 3 筆、硼 5 筆以及全氟化物(PFOA、PFOS、PFHxS) 2 筆。鍍濃度高於國際管制值最小值的 3 筆數據皆自吉貝淨水場的清水測得。而澎湖屬於海島，島上大部分淨水廠原水來自於海水、海淡廠、地下水，地下水也易受海水入侵，硼在 RO 處裡程序中移除效果較其他無機物相比為低，因此首先受到關注，目前國際管制最小值硼為 1 mg/L(歐盟、日本、南韓)，5 件高於國際管制值最小值的水樣屬於成功淨水場、馬公海淡廠以及林投淨水場，成功、林投淨水場水源皆部分來自馬公海淡廠，因此馬公海淡廠取水位置之海水硼濃度值得關注。針對全氟化物先進國家中有日本、美國及澳洲等提出指引值或建議值，日本針對 PFOA 與 PFOS 提出水質管理目標值，兩者合計應小於 0.05 ug/L，美國針對 PFOA 與 PFOS 建立健康建議值，兩者合計應小於 0.07 ug/L，而澳洲則是針對 PFOS 與 PFHxS 建立指引值，兩者合計應小於 0.07 ug/L。澎湖 2 筆超過國際管制值最小值之樣品於 108 年以及 109 年測得，皆是望安淨水廠之清水，因此需額外關注望安淨水場原水狀況以及處理流程。

臺東縣(蘭嶼、綠島)近 10 年飲用水未列管自來水水質抽驗結果統計有一筆 NDEA 檢出，檢出濃度為 0.00001055 mg/L 高於美國健康參考水準(HRL) 0.0000002 mg/L，在蘭嶼東清淨水場測得。

金門縣近 10 年飲用水未列管自來水水質抽驗結果統計有 1 筆鍍濃度測得 0.0358 mg/L 高於美國健康參考水準 0.000744 mg/L。1 筆 1,2-二溴乙烷測得濃度 0.0033 mg/L 高於美國管制值 0.00005 mg/L。

連江縣近 10 年飲用水未列管自來水水質抽驗結果統計有 5 筆硼數據濃度範圍 1.04~1.21 mg/L 超過國際管制最小值 1 mg/L(歐盟、日本、南韓)，然除了 1 筆數據屬南竿二期為海淡場，其他 4 筆數據檢出之淨水場包含儲水沃、西莒、坂里水源來自水庫水，顯示連江縣地質可能含硼，需要進一步調查。

因離島金門連江澎湖皆設有海淡場，溴酸鹽以及硼需要格外關注，不過溴酸鹽在澎湖僅一筆不合格，僅需持需追蹤。而硼的調查結果顯示金門並無顯著硼的問題，主要測得在澎湖以及連江。

表 6.2-3 澎湖縣近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計-自來水

項目	單位	定量極限	方法偵測極限	檢驗數	檢出數	檢出濃度範圍	國際管制值最小值
六價鉻	mg/L	0.01	0.0018	4	-	-	
鎘	mg/L	0.0005	0.00008	32	9	BQL	NA
鉍	mg/L	0.0005	0.000107	32	6	BQL	0.002(美)
釩	mg/L	0.0005	0.000046	2	2	0.00035~0.0004	NA
鍺	mg/L	0.0005	0.000107	19	6	BQL~0.00168	0.000744 ^a (美 HRL)
硼	mg/L	0.05	0.0048	18	18	BQL~1.22	1 (歐日韓)
鉍	mg/L	0.0005	0.000107	13	-	-	0.06(澳)
甲醛	mg/L	0.112	0.00944	12	1	BQL	0.08(日)
NDMA	mg/L	0.004	0.000004	10	1	BQL	0.00004(加)
NDEA	mg/L	0.00001	0.000004	7	-	-	0.0000002 ^a (美 HRL)
NPYR	mg/L	0.00001	0.000006	7	-	-	NA
1,1-二氯乙烷	mg/L	0.001	0.00074	13	-	-	NA
1,2-二氯丙烷	mg/L	0.001	0.00072	13	-	-	0.005(美)
苯乙烯	mg/L	0.001	0.00071	13	-	-	0.002(韓)
一氯苯	mg/L	0.001	0.00076	13	-	-	0.01(紐)
乙苯	mg/L	0.001	0.00068	13	-	-	0.14(加)
甲基第三丁基醚	mg/L	0.001	0.00071	6	-	-	0.02(日)
1,2,3-三氯丙烷	mg/L	0.005	0.001	3	-	-	NA
1,2-二溴-3-氯丙烷	mg/L	0.001	0.00072	3	-	-	0.0002(美)
六氯苯	mg/L	0.004	0.001	5	-	-	0.0002(美)

表 6.2-3 澎湖縣近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計-自來水 (續)

項目	單位	定量極限	方法偵測極限	檢驗數	檢出數	檢出濃度範圍	國際管制值最小值
壬基酚	mg/L	0.005	0.00152	50	-	-	0.105 ^a (美 HRL)
雙酚 A	mg/L	0.004	0.00174	51	-	-	0.1 (日)
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)	mg/L	0.004	0.00095	50	-	-	0.55 ^a
鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)	mg/L	0.004	0.00101	50	-	-	0.3 (陸)
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)	mg/L	0.004	0.00172	50	7	BQL	0.01 (日)
鄰苯二甲酸丁苯酯(BBP)	mg/L	0.004	0.00129	50	-	-	0.5 (日)
鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)	mg/L	0.004	0.00119	50	-	-	NA
鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯 (DEHP)	mg/L	0.004	0.00171	54	15	BQL~0.0041	0.006 (美)
六氯環戊二烯	mg/L	0.002	0.001	2	-	-	0.05(美)
微囊藻毒素-LR	mg/L	0.001	0.00015	7	1	0.0000243	0.0008 (日)
糞便性大腸桿菌群	CFU/100 mL	-	-	17	-	-	不得檢出(韓)
大腸桿菌	CFU/100 mL	-	-	17	-	-	不得檢出(日韓澳)
芬殺松	mg/L	0.05	0.01662	2	-	-	0.006(日)
甲基多保淨	mg/L	0.05	0.000056	3	-	-	0.005(澳)
固殺草	mg/L	0.25	0.00012	3	-	-	0.02(日)
陶斯松	mg/L	0.001	0.00013	1	-	-	0.003(日)
愛殺松	mg/L	0.001	0.00025	1	-	-	0.004(澳)
加保利	mg/L	0.001	0.0004	1	-	-	0.03(澳)
碲	mg/L	0.0001	-	5	5	BQL	0.175 ^a (美 HRL)
1,2-二溴乙烷	mg/L	0.002	0.001	3	3	BQL	0.00005 (美)

表 6.2-3 澎湖縣近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計-自來水 (續)

項目	單位	定量極限	方法偵測極限	檢驗數	檢出數	檢出濃度範圍	國際管制值最小值
一氯乙酸	mg/L	0.0015	-	5	-	-	0.02(WHO 紐日新)
二氯乙酸	mg/L	0.0015	-	5	-	-	0.03(日)
三氯乙酸	mg/L	0.0005	-	5	-	-	0.03(日)
一溴乙酸	mg/L	0.0010	-	5	-	-	NR
二溴乙酸	mg/L	0.0005	-	5	-	-	NA
賽滅寧	mg/L	0.01	-	1	-	-	0.2(澳)
托福松	mg/L	0.0002	-	1	-	-	0.0009(澳)
鋅錳乃浦	mg/L	0.05	0.0059	1	-	-	0.009 (澳)
嘉磷塞	mg/L	0.0002	0.00012	2	-	-	0.28 (加)
PFOA	mg/L	0.000005	0.0000017	4	2	0.000009~0.000049	0.00005 ^b (日)
PFOS	mg/L	0.000005	0.0000017	4	2	0.000087~0.000194	0.00005 ^b (日)
PFHxS	mg/L	0.000005	0.0000023	4	2	0.0001~0.000127	0.00007 ^c (澳)

a：健康參考水準(HRL)

b：日本目標值 PFOA 與 PFOS 合計 <0.00005 mg/L

c：澳洲指引值，PFOS 與 PFHxS 合計 <0.00007 mg/L

表 6.2-4 澎湖縣近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計-簡水

項目	單位	定量極限	方法偵測極限	檢驗數	檢出數	檢出濃度範圍	國際管制值最小值
鎘	mg/L	0.0005	0.00008	3	1	BQL	NA
鉍	mg/L	0.0005	0.000107	3	-	-	0.002(美)
鎳	mg/L	0.0005	0.000107	1	1	BQL	0.000744 ^a (美 HRL)
硼	mg/L	0.05	0.0048	1	1	BQL	1 (歐日韓)
NDMA	mg/L	0.004	0.000004	1	-	-	0.00004(加)
NDEA	mg/L	0.00001	0.000004	1	-	-	0.0000002 ^a (美 HRL)
NPYR	mg/L	0.00001	0.000006	1	-	-	NA
壬基酚	mg/L	0.005	0.00152	6	-	-	0.105 ^a (美 HRL)
雙酚 A	mg/L	0.004	0.00174	6	-	-	0.1 (日)
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)	mg/L	0.004	0.00095	6	-	-	0.55 ^a
鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)	mg/L	0.004	0.00101	6	-	-	0.3 (陸)
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)	mg/L	0.004	0.00172	6	3	BQL	0.01 (日)
鄰苯二甲酸丁苯酯(BBP)	mg/L	0.004	0.00129	6	-	-	0.5 (日)
鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)	mg/L	0.004	0.00119	6	1	BQL	NA
鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯 (DEHP)	mg/L	0.004	0.00171	6	2	BQL~0.0046	0.006 (美)
砷	mg/L	0.0001	-	1	1	BQL	0.175 ^a (美 HRL)
糞便性大腸桿菌群	CFU/100 mL	-	-	3	1	TNTC	不得檢出(韓)
大腸桿菌	CFU/100 mL	-	-	3	1	TNTC	不得檢出(日韓澳)

a：健康參考水準(HRL)

表 6.2-5 蘭嶼、綠島近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計

項目	單位	定量極限	方法偵測極限	檢驗數	檢出數	檢出濃度範圍	國際管制值最小值
鎂	mg/L	0.0005	0.00008	12	4	BQL	NA
鉍	mg/L	0.0005	0.000107	12	9	BQL	0.002(美)
鎳	mg/L	0.0005	0.000107	7	5	BQL	0.000744 ^a (美 HRL)
硼	mg/L	0.05	0.0048	3	3	BQL~0.299	1 (歐日韓)
鉍	mg/L	0.0005	0.000107	1	-	-	0.06(澳)
甲醛	mg/L	0.112	0.00944	6	3	BQL	0.08(日)
NDMA	mg/L	0.004	0.000004	5	-	-	0.00004(加)
NDEA	mg/L	0.00001	0.000004	4	1	0.00001055	0.0000002 ^a (美 HRL)
NPYR	mg/L	0.00001	0.000006	4	1	BQL	NA
1,1-二氯乙烷	mg/L	0.001	0.00074	1	-	-	NA
1,2-二氯丙烷	mg/L	0.001	0.00072	1	-	-	0.005(美)
苯乙烯	mg/L	0.001	0.00071	1	-	-	0.002(韓)
一氯苯	mg/L	0.001	0.00076	1	-	-	0.01(紐)
乙苯	mg/L	0.001	0.00068	1	-	-	0.14(加)
壬基酚	mg/L	0.005	0.00152	10	-	-	0.105 ^a (美 HRL)
雙酚 A	mg/L	0.004	0.00174	10	-	-	0.1 (日)
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)	mg/L	0.004	0.00095	10	-	-	0.55 ^a
鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)	mg/L	0.004	0.00101	10	-	-	0.3 (陸)
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)	mg/L	0.004	0.00172	10	-	-	0.01 (日)
鄰苯二甲酸丁苯酯(BBP)	mg/L	0.004	0.00129	10	-	-	0.5 (日)
鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)	mg/L	0.004	0.00119	10	-	-	NA

表 6.2-5 蘭嶼、綠島近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計 (續)

項目	單位	定量極限	方法偵測極限	檢驗數	檢出數	檢出濃度範圍	國際管制值最小值
鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯 (DEHP)	mg/L	0.004	0.00171	10	1	0.00402	0.006 (美)
微囊藻毒素-LR	mg/L	0.001	0.00015	2	1	0.000002267	0.0008 (日)
糞便性大腸桿菌群	CFU/100 mL	-	-	9	-	-	不得檢出(韓)
大腸桿菌	CFU/100 mL	-	-	9	-	-	不得檢出(日韓澳)
芬殺松	mg/L	0.05	0.01662	1	-	-	0.006(日)
甲基多保淨	mg/L	0.05	0.000056	1	-	-	0.005(澳)
固殺草	mg/L	0.25	0.00012	1	-	-	0.02(日)
一氯乙酸	mg/L	0.0015	-	1	-	-	0.02(WHO 紐日新)
二氯乙酸	mg/L	0.0015	-	1	-	-	0.03(日)
三氯乙酸	mg/L	0.0005	-	1	-	-	0.03(日)
一溴乙酸	mg/L	0.0010	-	1	-	-	NR
二溴乙酸	mg/L	0.0005	-	1	-	-	NA
PFOA	mg/L	0.000005	0.0000017	1	1	-	0.00005 ^b (日)
PFOS	mg/L	0.000005	0.0000017	1	-	-	0.00005 ^b (日)
PFHxS	mg/L	0.000005	0.0000023	1	-	-	0.00007 ^c (澳)
碲	mg/L	0.0001	-	2	2	BQL	0.175 ^a (美 HRL)
1,2-二溴乙烷	mg/L	0.002	0.001	1	1	BQL	0.00005 (美)

a：健康參考水準(HRL)

b：日本目標值 PFOA 與 PFOS 合計 <0.00005 mg/L

c：澳洲指引值，PFOS 與 PFHxS 合計 <0.00007 mg/L

表 6.2-6 金門縣近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計

項目	單位	定量極限	方法偵測極限	檢驗數	檢出數	檢出濃度範圍	國際管制值最小值
六價鉻	mg/L	0.01	0.0018	4	-	-	
鈉	mg/L	0.1	-	3	3	25-54	180(澳)
鎂	mg/L	0.0005	0.00008	23	8	BQL	NA
鉍	mg/L	0.0005	0.000107	23	9	BQL	0.002(美)
釩	mg/L	0.0005	0.000046	2	1	BQL	NA
鍍	mg/L	0.0005	0.000107	14	10	BQL~0.0358	0.000744 ^a (美 HRL)
硼	mg/L	0.05	0.0048	12	12	BQL~0.211	1(歐日韓)
鉍	mg/L	0.0005	0.000107	6	3	BQL	0.06(澳)
二氯乙腈	mg/L	0.0001	0.00001	1	1	0.00172	0.02(WHO 紐新)
二溴乙腈	mg/L	0.0001	0.00001	1	1	0.0035	0.06(日)
水合氯醛	mg/L	0.0001	0.00001	1	1	0.00184	0.02(日)
甲醛	mg/L	0.112	0.00944	7	3	BQL	0.08(日)
NDMA	mg/L	0.004	0.000004	13	3	0.00000119~ 0.00001007	0.00004(加)
NDEA	mg/L	0.00001	0.000004	10	1	0.00000567	0.0000002 ^a (美 HRL)
NPYR	mg/L	0.00001	0.000006	10	-	-	NA
1,1-二氯乙烷	mg/L	0.001	0.00074	13	-	-	NA
1,2-二氯丙烷	mg/L	0.001	0.00072	13	-	-	0.005(美)
苯乙烯	mg/L	0.001	0.00071	13	-	-	0.002(韓)
一氯苯	mg/L	0.001	0.00076	13	-	-	0.01(紐)
乙苯	mg/L	0.001	0.00068	13	-	-	0.14(加)
甲基第三丁基醚	mg/L	0.001	0.00071	5	1	0.00084	0.02(日)
1,2,3-三氯丙烷	mg/L	0.005	0.001	4	-	-	NA

表 6.2-6 金門縣近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計 (續)

項目	單位	定量極限	方法偵測極限	檢驗數	檢出數	檢出濃度範圍	國際管制值最小值
1,2-二溴-3-氯丙烷	mg/L	0.001	0.00072	4	-	-	0.0002(美)
壬基酚	mg/L	0.005	0.00152	28	-	-	0.105a (美 HRL)
雙酚 A	mg/L	0.004	0.00174	29	-	-	0.1 (日)
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)	mg/L	0.004	0.00095	28	-	-	0.55a
鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)	mg/L	0.004	0.00101	28	-	-	0.3 (陸)
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)	mg/L	0.004	0.00172	28	-	-	0.01 (日)
鄰苯二甲酸丁苯酯(BBP)	mg/L	0.004	0.00129	28	1	-BQL	0.5 (日)
鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)	mg/L	0.004	0.00119	28	-	-	NA
鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯(DEHP)	mg/L	0.004	0.00171	30	6	BQL~0.011-	0.006 (美)
六氯苯	mg/L	0.004	0.001	7	-	-	0.0002(美)
六氯環戊二烯	mg/L	0.002	0.001	6	-	-	0.05(美)
微囊藻毒素-LR	mg/L	0.001	0.00015	12	-	-	0.0008 (日)
糞便性大腸桿菌群	CFU/100 mL	-	-	8	-	-	不得檢出(韓)
大腸桿菌	CFU/100 mL	-	-	8	-	-	不得檢出(日韓澳)
芬殺松	mg/L	0.05	0.01662	2	-	-	0.006(日)
甲基多保淨	mg/L	0.05	0.000056	5	-	-	0.005(澳)
固殺草	mg/L	0.25	0.00012	5	-	-	0.02(日)
陶斯松	mg/L	0.001	0.00013	3	-	-	0.003(日)
愛殺松	mg/L	0.001	0.00025	6	-	-	0.004(澳)
加保利	mg/L	0.001	0.0004	3	-	-	0.03(澳)
一氯乙酸	mg/L	0.0015	-	3	-	-	0.02(WHO 紐日新)
二氯乙酸	mg/L	0.0015	-	3	-	-	0.03(日)

表 6.2-6 金門縣近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計 (續)

項目	單位	定量極限	方法偵測極限	檢驗數	檢出數	檢出濃度範圍	國際管制值最小值
三氯乙酸	mg/L	0.0005	-	3	-	-	0.03(日)
一溴乙酸	mg/L	0.0010	-	3	-	-	NR
二溴乙酸	mg/L	0.0005	-	3	-	-	NA
賽滅寧	mg/L	0.01	-	3	-	-	0.2(澳)
托福松	mg/L	0.0002	-	3	-	-	0.0009(澳)
鋅錳乃浦	mg/L	0.05	0.0059	3	-	-	0.009 (澳)
嘉磷塞	mg/L	0.0002	0.00012	3	-	-	0.28 (加)
PFOA	mg/L	0.000005	0.0000017	5	1	BQL	0.00005 ^b (日)
PFOS	mg/L	0.000005	0.0000017	5	1	BQL	0.00005 ^b (日)
PFHxS	mg/L	0.000005	0.0000023	5	-	-	0.00007 ^c (澳)
碲	mg/L	0.0001	-	6	6	BQL	0.175 ^a (美 HRL)
1,2-二溴乙烷	mg/L	0.002	0.001	6	5	BQL~0.0033	0.00005 (美)
1,1,2-三氯乙烷	mg/L	0.005	0.002	3	-	-	0.00005 (美)
馬拉松	mg/L	-	0.0005	3	-	-	0.07(澳)
歐殺滅	mg/L	-	0.0005	3	-	-	0.007
克拉黴素	mg/L	-	0.00000217	3	-	-	NA
雙氯芬酸	mg/L	-	0.00000935	3	-	-	NA
氟甲喹	mg/L	-	0.00000664	3	-	-	NA
吡啶美辛	mg/L	-	0.0000446	3	-	-	NA
磺胺噻唑	mg/L	-	0.00000021	3	-	-	NA
磺胺甲噁唑	mg/L	-	0.00000209	3	-	-	NA
乙醯胺酚	mg/L	-	0.00000103	3	-	-	NA

表 6.2-7 連江縣近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計

項目	單位	定量極限	方法偵測極限	檢驗數	檢出數	檢出濃度範圍	國際管制值最小值
六價鉻	mg/L	0.01	0.0018	3	-	-	
鈉	mg/L	0.1	-	3	3	69.5~118	180(澳)
鎵	mg/L	0.0005	0.00008	24	6	BQL	NA
鉍	mg/L	0.0005	0.000107	24	4	BQL	0.002(美)
釩	mg/L	0.0005	0.000046	2	2	-	NA
鍺	mg/L	0.0005	0.000107	2	2	BQL~0.00051	0.000744 ^a (美 HRL)
硼	mg/L	0.05	0.0048	15	14	0.041~1.21	1 (歐日韓)
鉍	mg/L	0.0005	0.000107	10	-	BQL	0.06(澳)
甲醛	mg/L	0.112	0.00944	6	1	BQL	0.08(日)
NDMA	mg/L	0.004	0.000004	6	-	-	0.00004(加)
NDEA	mg/L	0.00001	0.000004	4	-	-	0.0000002 ^a (美 HRL)
NPYR	mg/L	0.00001	0.000006	13	-	-	NA
1,1-二氯乙烷	mg/L	0.001	0.00074	13	-	-	NA
1,2-二氯丙烷	mg/L	0.001	0.00072	13	-	-	0.005(美)
苯乙烯	mg/L	0.001	0.00071	13	-	-	0.002(韓)
一氯苯	mg/L	0.001	0.00076	13	-	-	0.01(紐)
乙苯	mg/L	0.001	0.00068	13	-	-	0.14(加)
甲基第三丁基醚	mg/L	0.001	0.00071	5	-	-	0.02(日)
1,2,3-三氯丙烷	mg/L	0.005	0.001	1	-	-	NA
1,2-二溴-3-氯丙烷	mg/L	0.001	0.00072	1	-	-	0.0002(美)
壬基酚	mg/L	0.005	0.00152	28	-	-	0.105 ^a (美 HRL)
雙酚 A	mg/L	0.004	0.00174	28	-	-	0.1 (日)

表 6.2-7 連江縣近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計（續）

項目	單位	定量極限	方法偵測極限	檢驗數	檢出數	檢出濃度範圍	國際管制值最小值
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)	mg/L	0.004	0.00095	29	-	-	0.55 ^a
鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)	mg/L	0.004	0.00101	29	-	-	0.3 (陸)
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)	mg/L	0.004	0.00172	29	3	BQL	0.01 (日)
鄰苯二甲酸丁苯酯(BBP)	mg/L	0.004	0.00129	29	-	-	0.5 (日)
鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)	mg/L	0.004	0.00119	29	-	-	NA
鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯(DEHP)	mg/L	0.004	0.00171	31	3	BQL	0.006 (美)
六氯苯	mg/L	0.004	0.001	4	-	-	0.0002(美)
六氯環戊二烯	mg/L	0.002	0.001	3	-	-	0.05(美)
微囊藻毒素-LR	mg/L	0.001	0.00015	8	-	-	0.0008 (日)
糞便性大腸桿菌群	CFU/100 mL	-	-	5	-	-	不得檢出(韓)
大腸桿菌	CFU/100 mL	-	-	5	-	-	不得檢出(日韓澳)
芬殺松	mg/L	0.05	0.01662	2	-	-	0.006(日)
甲基多保淨	mg/L	0.05	0.000056	2	-	-	0.005(澳)
固殺草	mg/L	0.25	0.00012	2	-	-	0.02(日)
一氯乙酸	mg/L	0.0015	-	3	-	-	0.02(WHO 紐日新)
二氯乙酸	mg/L	0.0015	-	3	2	0.0028~0.0046	0.03(日)
三氯乙酸	mg/L	0.0005	-	3	-	-	0.03(日)
一溴乙酸	mg/L	0.0010	-	3	-	-	NR
二溴乙酸	mg/L	0.0005	-	3	-	-	NA
嘉磷塞	mg/L	0.0002	0.00012	1	-	-	0.28 (加)

表 6.2-7 連江縣近 10 年飲用水未列管水質抽驗結果統計 (續)

項目	單位	定量極限	方法偵測極限	檢驗數	檢出數	檢出濃度範圍	國際管制值最小值
PFOA	mg/L	0.000005	0.0000017	4	2	BQL~0.000005	0.00005 ^b (日)
PFOS	mg/L	0.000005	0.0000017	4	2	BQL	0.00005 ^b (日)
PFHxS	mg/L	0.000005	0.0000023	4	1	BQL	0.00007 ^c (澳)
碲	mg/L	0.0001	-	5	5	0.752~1.14	0.175 ^a (美 HRL)
1,2-二溴乙烷	mg/L	0.002	0.001	3	3	BQL	0.00005 (美)

a：健康參考水準(HRL)

b：日本目標值 PFOA 與 PFOS 合計 <0.00005 mg/L

c：澳洲指引值，PFOS 與 PFHxS 合計 <0.00007 mg/L

6.3 離島淨水場飲用水水質管理建議

我國離島主要包含小琉球、澎湖、綠島、蘭嶼、金門、連江縣等地區，離島水源有限，多採用地面水、地下水、海水混合調配使用，金門還包括與經由海底管線自大陸龍湖水庫提供之水源，因水源複雜，且不同水源之水質、水量不穩定，大大增加飲用水處理難度。

小琉球自來水仰賴海底輸水管線自本島供水，建議定期安排維護以及按照管線年限規劃架設新海底輸水管線埋設，維持至少兩條管線運作，避免停水。琉球鄉本島停止抽取地下水時則應養護，評估海底管線如有異常，小琉球短期自行供水之可行性。

金門、澎湖及連江供水皆涵蓋海淡水，台灣離島海淡廠主要採用 RO 逆滲透過濾之方式產海淡水，須關注硼（含硼酸鹽）、溴化物、溴酸鹽與天然存在於原水中的有機化學物質（腐植酸、藻類副產物等）。經 RO 處理後，海淡水礦物質含量低，緩衝能力差，通常是對儲存、配送中使用的水泥和金屬材料具有腐蝕性，在台灣離島地區多將海淡水輸送到其他水廠，進行混合後再處理是常見解決方式，但輸送之管道材質仍須注意。

彙整我國離島飲用水水質標準管制項目及新興污染物監測結果顯示，離島水質較須關注之項目包含硼（可能來自海淡水）及全氟化物，此二類物質屬觀察清單物質、非管制項目，建議相關主管機關針對此二物質持續進行監測及並研擬改善措施。

第七章 飲用水中之微生物指標

7.1 飲用水中常用微生物指標

淨水程序中常採用指標微生物或參數評估系統（一）是否遭糞便污染(faecal pollution)，（二）過濾或消毒的有效性驗證，（三）配水系統是否遭污染或有生物膜生成的可能性。WHO 飲用水水質指引中，列了 8 種微生物指標，包含總菌落數/總異營菌、大腸桿菌群 Coliform Group / total coliform、糞便性大腸桿菌群 Fecal / thermo-tolerant coliform 及大腸桿菌 E. coli、腸球菌(Intestinal enterococci)、Clostridium perfringens、大腸桿菌噬菌體(Coliphages)、嗜 Bacteroides fragilis 病毒、腸病毒(Enteric viruses)等。WHO 將這些微生物指標的功能列表比較，本計畫彙整於表 7.1-1。

表 7.1-1 微生物指標比較表

指標或微生物	程序有效性驗證	操作有效性驗證	驗證與監測
大腸桿菌(或糞便性大腸桿菌)	無	無	糞便性污染指標
總大腸桿菌群	無	配水系統清潔度與完整度指標	無
異營菌	細菌消毒有效性指標	消毒程序有效性指標及配水系統清潔度與完整度指標	無
Clostridium perfringens	消毒有效性及去除病毒及原生動物之物理處理程序有效性指標	無	腸病毒及原生動物污染指標
大腸桿菌噬菌體	消毒有效性及去除病毒之物理處理程序有效性指標	無	腸病毒及原生動物污染指標
嗜 Bacteroides fragilis 病毒			
腸病毒	無	無	糞便性污染指標
腸球菌			

WHO, Guidelines for drinking-water quality, 4th edition (2017) Table 7.9 and section 11.6

上述 8 種微生物指標，國際上常用的指標主要有 6 種，包含總菌落數、總大腸桿菌群、糞便性大腸桿菌群、E.coli、腸球菌、Clostridium perfringens，各國採用情況及建議管制值或指引值彙整於表 7.1-2。國際上針對飲用水配水系統是否遭糞便污染的指標微生物多採用大腸桿菌(或糞便性大腸桿菌)，美國、歐盟、澳洲、紐西蘭、加拿大、日本、南韓、新加坡等國家或國際組織均有管制大腸桿菌。針對腸球菌(Intestinal enterococci)，WHO 認為其於飲用水中的濃度通常低於大腸桿菌一個數量級，濃度較低，較不易分析，然而因腸球菌在飲用水中的存活時間較長且較能抵抗加氯消毒，為其作為指標微生物之優勢。澳洲與歐盟均有採用腸球菌作為指標之一，指引值及管制值均為不得檢出。針對 Clostridium perfringens，WHO 認為因其孢子較梨形鞭毛蟲及隱孢子蟲小，故除了可作為致病性原生動物污染指標外，亦可作為過濾程序的有效性指標，但分析方法較複雜且較昂貴。歐盟將 Clostridium perfringens 列為指標參數（非管制項目），要求經風險評估顯示應進行監測時，則應監測此參數。6 種國際上常用的微生物指標介紹如下：

7.1.1 異營菌

簡介

異營菌平板計數法（Heterotrophic plate counts, HPC）可檢測多種異營性微生物，包括細菌和真菌，生物體需在指定的培養階段和特定溫度，並在無抑制劑或選擇試劑的情況下，在豐富的生長培養基上培養生長。通過 HPC 測試檢測到的生物包括對消毒過程敏感的生物，如總大腸桿菌群、耐殺菌生物（如孢子形成體）、以及在沒有殘留消毒劑的情況下經處理的水中迅速增殖的微生物。而此方法僅能檢測一小部分水中存在的微生物，族群的恢復將根據所應用的方法和條件而有所不同，儘管各國有公告標準方法，但並無一致性，使用培養基種類不同，培養溫度介於 20°C 到 37°C 不等，培養時間可從幾小時到 7 天或更長。

指標性

該測定方法幾乎無法成為病原體存在的指標，但對於水處理及消毒單元在操作監測上則為有用的指標，其目的是將數量保持在最低水平。另外，異營菌平板計數法可用於評估配水系統的清潔度(cleanliness)和完整性以及生物膜的存在。

表 7.1-2 常用 6 項微生物指標國際採用情形

國家	總菌落數 /異營菌	總大腸桿菌群 Total Coliform Group	糞便性大腸桿菌群 Fecal coliform	大腸桿菌 (<i>E. Coli</i>)	腸球菌 Enterococci	產氣莢膜芽胞梭菌 <i>Clostridium perfringens</i>
臺灣	100 /ml	6 MPN/100 ml (多管發酵法) 6 CFU/100 ml (濾膜法)	-	-	-	-
WHO	-	-	ND/100ml ¹	ND/100ml	-	-
美國	(500 colonies/mL)	5% ²	不可檢出 ²	不可檢出 ²	-	-
歐盟	無異常	ND / 100ml	-	ND/100 ml	ND/100 ml	ND/100ml ⁴
澳洲	-	-	ND/100ml ¹	ND/100ml	ND/100 ml	-
紐西蘭	-	-	-	<1/100ml	-	-
加拿大	-	ND/100ml	-	ND/100ml	-	-
日本	<100 /ml	- ³	-	不可檢出	-	-
南韓	-	ND/100ml	ND/100ml	ND/100ml	-	-
新加坡	-	-	<1/100ml ¹	<1/100ml	-	-

¹規範耐熱性大腸菌群

²每個月不可超過5%樣品檢出大腸桿菌群(total coliform)；每個月規律檢驗樣品數低於40個樣品的淨水場，大腸桿菌群檢出的樣品數則不得大於1。檢出大腸桿菌群之樣品需進一步分析糞便性大腸桿菌群(fecal coliforms)或大腸桿菌；若有連續兩次檢出大腸桿菌群，且其中一次檢出糞便性大腸桿菌或大腸桿菌，則嚴重違反最大污染程度(MCL)。

³因E. Coli 檢測技術提升，因此以E.coli取代原本total coliforms標準

⁴此為指標參數，非管制項目，經風險評估顯示應進行監測時，則應監測此參數

來源及發生

異營性微生物包括在水自然環境中（通常是指非危險性的）微生物菌群，也包括存在於多種污染源中的生物，它們大量存在於原水中。異營菌平板計數法檢測到的實際生物在位置之間和連續樣本之間差異很大。在有些飲用水處理過程如混凝和沉澱會減少水中異營菌平板計數生物的數量，而在砂濾及生物活性碳處理過程，會使微生物數量增殖，另外在消毒過程中，如氯化、臭氧化及紫外線照射則會使異營菌平板計數生物顯著下降。然而，實際上在適當的條件下如沒有消毒劑的殘留，異營菌平板計數法之生物會快速生長。異營菌平板計數之生物可以在水中以及與水接觸的表面上以生物膜的形式生長。增長或再生長的主要決定因素為溫度、營養物質，包括可吸收的有機碳、消毒劑殘留和停滯現象。

實際應用

不需復雜的實驗室設備或高技術人員。在簡單的需氧瓊脂平板上培養，在數小時至數天內可得結果，取決於過程中所用的參數。

對飲用水之重要性

消毒後，預期的生物數量會減少。對於異營菌平板計數檢測結果，實際數據結果要小於特定位置的結果變化。在配水系統中，數量的增加可能表明清潔度 (cleanliness) 下降，可能為停滯，且有形成生物膜的可能。異營菌平板計數之生物包含潛在的“機會性”病原體，例如 *Acinetobacter*、*Aeromonas*、*Flavobacterium*、*Klebsiella*、*Moraxella*、*Serratia*、*Pseudomonas*、*Xanthomonas* 等，但沒有證據表示這些細菌造成人們腸胃道感染是通過飲用水而引起。

7.1.2 總大腸桿菌群 (Total coliform bacteria)

簡介

總大腸桿菌群包含多種好氧、兼性厭氧、格蘭氏陰性菌以及非孢子生成菌，其能夠在相對高濃度的膽鹽存在下藉由乳糖的發酵在 35-37°C，24 小時內產酸和醛。大腸桿菌 *E. coli* 和耐熱性（糞便性）大腸桿菌群為總大腸桿菌群的子集，可在較高溫度下發酵乳糖。在乳糖發酵中，總大腸桿菌群會產生 β -半乳糖苷酶。傳統上，總大腸桿菌群被認為屬於埃希氏菌屬，檸檬酸桿菌屬，克雷伯氏菌屬和腸桿菌屬的

微生物，但該類細菌的異質性強，包含更廣泛的屬如沙雷特和哈夫尼亞。總大腸桿菌群包含糞便性物種及環境性物種。

指標性

總大腸桿菌群包括可以在水中生存和生長的生命。因此，它們不能用作糞便病原體的指標，但可用於評估供水分配系統的清潔度(cleanliness)和完整性以及生物膜的存在，然而上述都有其他更好的指標。而有研究指出總大腸桿菌群可以用作消毒指標，但是總大腸桿菌群的檢測比直接測量消毒劑殘餘量慢，也較不可靠。另外，總大腸桿菌群對於消毒的敏感度比腸病毒和原生動物大很多。異營菌平板計數法可檢測範圍更廣的微生物，通常被認為是供水分配系統完整性和清潔度(cleanliness)更好的指標。

來源及發生

污水和天然水中都存在總大腸桿菌群（不包括大腸桿菌 *E. coli*）。部分會在人類和動物排泄的糞便中，但許多大腸桿菌群是異營性，能夠在水和土壤環境中繁殖。總大腸桿菌群也可以在供水系統生存生長，尤其是在生物膜存在處。

實際應用

通常以 100 毫升水樣中的總大腸桿菌群做為標準，從乳糖產生酸或 β -半乳糖苷酶的產生，有多個相對簡單的程序，包括膜過濾，並在 35 - 37°C 的選擇性培養基上培養，24 小時後計數菌落數。替代方式可用試管或微量滴定板進行計數及存在/不存在測試，使用場站試驗套組也可行。

對飲用水之重要性

消毒後應立即不存在總大腸桿菌群，若存在則表示其處理不適當，若供水分配系統及儲水系統中有總大腸桿菌群的存在表示生物膜的再生或是外來物質的污染（土壤及植被）。

7.1.3 大腸桿菌 *E. coli* 及耐熱性（糞便性）大腸桿菌群

簡介

能夠在 44 - 45°C 發酵乳糖的大腸菌群為耐熱性（糞便性）大腸桿菌群。在大多數水域中，耐熱性（糞便性）大腸桿菌群主要屬是埃希氏菌屬，但是某些類型的檸檬酸桿菌，克雷伯氏菌和腸桿菌也具有耐熱性。大腸桿菌 *E. coli* 可藉由其能從

色氨酸產生吲哚或產生 β -葡萄糖醛酸苷酶，有別於其他耐熱性（糞便性）大腸桿菌群。大腸桿菌 *E. coli* 在人和動物糞便中的含量很高，在沒有糞便污染的情況下很少見到，儘管在沒有糞便污染情況下，在熱帶土壤中找到其生長的證據。除大腸桿菌 *E. coli* 外的耐熱性（糞便性）大腸桿菌群還可以包含環境中的生物。

指標性

大腸桿菌 *E. coli* 被認為是最適合的糞便污染指標。在大多數情況下，耐熱性（糞便性）大腸桿菌群主要由大腸桿菌 *E. coli* 組成。其雖不甚可靠但可以被接受的糞便污染指標。大腸桿菌 *E. coli*（或耐熱性（糞便性）大腸桿菌群）是監測程序中第一個選擇的生物以進行驗證，包括對飲用水水質的監控。這些生物也可用作消毒指標，但對其檢測比直接測量消毒劑殘餘量慢，也較不可靠。另外，大腸桿菌 *E. coli* 對消毒的敏感度遠超過腸病毒和原生動物。

來源及發生

大腸桿菌 *E. coli* 在人類和動物的糞便中大量存在，污水可能受到近期糞便污染的影響，在飲用水配水系統中的水溫和營養條件下，極不可能使這些生物生長。

實際應用

大腸桿菌 *E. coli*（或耐熱性（糞便性）大腸桿菌群）通常在 100 毫升水樣中進行量測。利用從乳糖產生酸和氣體或 β -葡萄糖醛酸糖苷酶的產生之特性，可以使用多種相對簡單的程序測定。程序包括膜過濾，並在 44-45°C 的選擇性培養基上培養，24 小時候計數菌落數。替代方式可用試管或微量滴定板進行計數及存在/不存在測試，某些方法用於體積大於 100 ml 的水樣，使用場站試驗套組也可行。

對飲用水之重要性

大腸桿菌 *E. coli*（或耐熱性（糞便性）大腸桿菌群）的存在提供了近期糞便污染的證據，而檢測應考慮採取進一步行動，包括對潛在來源進行進一步採樣和調查如不當的處理或配水系統受到破壞。

7.1.4 致病性大腸桿菌 *E. coli*

簡介

大腸桿菌 *E. coli* 存在於人類和其他溫血動物的腸道菌群中，通常不具有危害性。但若大腸桿菌 *E. coli* 出現在人體的其他部位，則會引起嚴重的疾病，如尿道

感染、菌血症和腦膜炎。而有少數之腸致病菌可引起急性腹瀉。根據不同的毒理，鑑定出幾種腸致病性大腸桿菌，包括腸出血性大腸桿菌（EHEC），腸毒素性大腸桿菌（ETEC）、腸致病性大腸桿菌（EPEC）、腸侵襲性大腸桿菌（EIEC），全聚合大腸桿菌（EAEC）和彌散性大腸桿菌（DAEC）。前四類有較多的已知信息，而 EAEC 和 DAEC 菌株的致病性和流行性尚不明確。

腸道出血性大腸桿菌（EHEC）血清型，例如 *E. coli* O157:H7 和 *E. coli* O111 會引起從輕度和非血性到高度血性的腹瀉，為出血性結腸炎。2%至 7%的病例會出現潛在的致命溶血性尿毒症，其特徵為急性腎衰竭和溶血性貧血，且 5 歲以下的兒童最容易發生溶血性尿毒症綜合症。EHEC 菌株的感染力明顯高於其他菌株，而會引起感染的僅有 100 種 EHEC。ETEC 會產生熱不穩定或熱穩定的大腸桿菌腸毒素，或同時產生兩種毒素，主要影響是發展中國家，特別是在幼兒中腹瀉的重要原因。ETEC 感染的症狀包括輕度腹瀉，腹部絞痛，噁心和頭痛。而 EPEC 感染在嬰兒的症狀主要以嚴重、慢性、非血性腹瀉、嘔吐和發燒有關。而 EPEC 感染在以開發國家很少見，但在發展中國家普遍發生，造成嬰兒營養不良，體重減輕和發育遲緩。EIEC 會引起水瀉和偶發性血痢，菌株通過類似於志賀氏菌的致病機制侵入結腸細胞。

來源及發生

腸致病性大腸桿菌是腸道生物，人類為其主要的宿主，並以 EPEC、ETEC 和 EIEC 菌株為主；而 EHEC 菌株的主要來源是牲畜，並可分為兩大類，第一類為佔大宗之牛和綿羊，另一類則為數量較少的山羊，豬和雞，此外也與未加工的蔬菜如豆芽相關。根據前面所述，致病性大腸桿菌會存在於不同種類的水體當中。

大腸桿菌的暴露途徑為人與人之間的傳播、人與動物的接觸、攝入受糞便污染的飲用水及食物。當中以人與人之間的傳播尤其普遍，人與人之間密切聯繫的社區（例如療養院和日託中心）。

對飲用水之重要性

目前已有大量文獻記載致病性大腸桿菌所引發之事件以及問題。如 2000 年 5 月發生於加拿大安大略省沃克頓的農業社區。此次事件由 O157:H7（和空腸彎曲桿菌）所引起，並導致 7 人死亡和超過 2300 人生病。事件起因於飲用水被含有牛糞的雨水徑流所污染。也因此，在水安全計劃中，若採取相關的控制措施，例如進

行適當的處理及配水系統的維護，可以有效地降低源自腸道致病性大腸桿菌的風險值並保護原水免受人類和動物糞便的污染。此外，沒有證據能表明腸致病菌株對水處理和消毒程序的反應不同於其他大腸桿菌。因此對大腸桿菌（或耐熱大腸菌）的檢測也可為飲用水中的腸致病性血清型適當的指標，儘管標準測試通常不會檢測到 EHEC 菌株

7.1.5 腸球菌

簡介

腸球菌為糞便鏈球菌之子群，當中亦包含鏈球菌屬之物種。這些細菌為革蘭氏陽性菌，對氯化鈉和鹼性 pH 值的耐受性高。為兼性厭氧之細菌，通常以單獨、成對或短鏈出現。包括腸道腸球菌在內的糞便鏈球菌都與 Lancefield's 的 D 組抗血清產生陽極反應，並已從溫血動物的糞便中分離出來。腸球菌子群由糞腸球菌 (*Enterococcus faecalis*)，糞腸球菌(*E. faecium*)，杜蘭腸球菌(*E. durans*)和平腸球菌(*E. hirae*)組成。此族群對於糞便污染的反應相對專一，也因此將其與糞便鏈球菌的其他部分分開。但在沒有糞便污染的情況下，有些從水中分離之腸道腸球菌也可能來自於像土壤之其他棲息地。

指標性

腸球菌可作為糞便污染的指標。而大多數物種在有水環境中不會繁殖。人體糞便中的腸球菌數量通常比大腸桿菌 *E. coli* 的數量低一個數量級。該族群的重要優點是它們在水環境中的生存時間通常比大腸桿菌 *E. coli*（或耐熱性（糞便性）大腸桿菌群）更長，對乾燥環境的抵抗力和對加氯消毒的抵抗力也更高。目前腸球菌已成為原水中糞便病原體的指標，因為糞便病原體的存活時間比大腸桿菌 *E. coli* 長，且檢測腸球菌可增加在飲用水中對大腸桿菌 *E. coli* 檢測之可信度。此外，它們還可用於檢測修理供水系統或鋪設新水管之後的水質

來源

腸球菌通常會存在於人和其他溫血動物的糞便中，也有一些會在沒有糞便污染的土壤中生長。此外，受污染之水體也會含有大量腸球菌。

實際應用

腸球菌可通過簡單、廉價的基本細菌學實驗設施來檢測。常用的方法為以膜過濾後再以選擇性培養基進行培養，並在 35 – 37°C 培養 48 小時後計算菌落數。其他方法為使用稀釋培養計數，利用微量滴定盤測定在乙酸鉍和吡啶酸在 41°C 36 小時培養下，腸球菌水解 4-methyl-umbelliferyl- β -D-glucoside 之能力

對飲用水之重要性

若腸球菌存在於水體中則代表近期水源遭受糞便污染，問題多來自處理程序及配水系統的完整性不足。也因此需考慮採取進一步行動，包括進一步採樣和調查潛在來源。

7.1.6 產氣莢膜梭菌 *Clostridium perfringens*

簡介

梭狀芽孢桿菌屬為革蘭氏陽性、厭氧、亞硫酸還原桿菌。此菌所產生的孢子特別可以抵抗水中環境一些不利的情況，像是紫外光輻射、極端溫度及 pH，以及像是加氯消毒的消毒過程。產氣莢膜梭菌作為該屬中的一員，占人類及其他溫血動物的正常腸道菌群 13-35%，其他種梭狀芽孢桿菌屬的細菌並不全然源於糞便。如同大腸桿菌，產氣莢膜梭菌在大部分環境水體無法增殖，也因此可以作為糞便污染的專一性指標。

指標性

考量到產氣莢膜梭菌的孢子在消毒過程極具抵抗性，以及可以存在於各種不利的環境條件下，產氣莢膜梭菌已經被提議作為經淨水流程處理的飲用水其原生動物指標。除此之外，產氣莢膜梭菌亦可作為受過糞便污染的指標，且可以如實反映間歇性的污染。由於大部分產氣莢膜梭菌作為可信賴的侵入性細菌指標的研究主要源於一個淨水廠，因此相關的證據缺少且不完備，其研究結果應謹慎對待，尤其是產氣莢膜梭菌的孢子生存時間極長，超越其他侵入性致病菌。產氣莢膜梭菌的孢子比其他原生動物的卵囊來得小，可能可以作為評估過濾過程效果的有用指標。

來源及發生

產氣莢膜梭菌及其孢子在污水中幾乎無所不在，但無法在環境水體中增殖。在某些動物的糞便裡，像是狗的糞便中，產氣莢膜梭菌的數量及出現頻率皆高於人類

的糞便，而在大部分溫血動物的糞便中，則較少見產氣莢膜梭菌。一般而言，在糞便中產氣莢膜梭菌的數量明顯少於大腸桿菌。

實際應用

產氣莢膜梭菌的營養細胞及孢子通常可由濾膜法檢測，其濾膜會被培養於嚴格厭氧條件下的選擇培養基。此方法不如其他像是大腸桿菌及腸球菌指標來得簡單便宜。

對飲用水之重要性

產氣莢膜梭菌在飲用水中出現可作為間歇性糞便污染的指標，潛在的污染來源應該予以調查。設計用來去除侵入性病毒或是原生動物的過濾過程應該也要可以去除產氣莢膜梭菌，因此應在處理程序後馬上偵測產氣莢膜梭菌以評估過濾在處理程序的效果。

7.2 本土飲用水檢測

本年度彙整國際上應用於飲用水可作為糞便污染指標、消毒效率評估指標、過濾處理效能指標及配水管網完整性指標等 4 種指標之指標微生物種類，並探討其運用於我國飲用水管理之可行性。針對上述 4 種指標，篩選代表淨水場於原水、清水及配水點位進行前述項目至少 20 次採樣，分析我國本土原水、清水及配水中各指標微生物的檢出情況。針對糞便污染指標分析大腸桿菌群、大腸桿菌(*E. coli*)；消毒效率評估指標分析總菌落數；過濾處理效能指標分析 *Clostridium perfringens*；配水管網完整性指標分析腸球菌，並根據分析結果進行系統性評估，針對我國本土化之生物性參數修正提出建議。由於國際上常使用的生物指標有 6 項，本計畫額外增加耐熱性（糞便性）大腸桿菌群分析。

7.2.1 分析方法

針對大腸桿菌群(*Coliform Group*)、糞便性大腸桿菌群(*Fecal coliform*)、大腸桿菌(*E. coli*)及腸球菌(*Intestinal enterococci*)環檢所公告方法彙整如表 7.2-2，本計畫均採用濾膜法(NIEA E230.55B、NIEA E214.00C、NIEA E234.52C、NIEA E233.50C)。總菌落數分析方法依環檢所公告方法 NIEA E203.56B 進行分析。

Clostridium perfringens 的分析環檢所未有公告方法，本計畫使用市售固態培養基（成分如表 7.2-1）。實驗分析流程為取 100 ml 樣品用抽氣過濾將樣品中微生物截留在直徑 47 mm、孔徑 0.45 μm 且有格線的無菌濾膜上後，將過濾後之濾膜正面朝上置於固態培養基上，完成後培養基倒放（避免水氣干擾）置於無菌之密封袋內，並置入厭氧包（吸收氧氣釋放二氧化碳）維持袋中厭氧狀態，於 44.5 °C 培養 18-24 小時，完成培養後計算黑色菌落。

7.2.2 採樣點位

經第一次專家會議討論，定調本年度微生物指標採樣以了解現況為目的，適逢今年度因乾旱，多處地區實施分區供水或減壓供水，可能在復水時因負壓而造成吸入污水之污染，及停水前後水中微生物群體可能改變、管線 *Biofilm* 脫落等，加強微生物指標之檢測。本年度採樣於停水或減壓供水後，復水時進行採樣。

台南市於 4 月 13 日(二)上午 9 時至 4 月 15 日(四)上午 5 時止(共 44 小時)因配合鐵道局東區生產路平交道 2000m/m 管線改遷施工，仁德區、中西區、南區、東區等四行政區轄內部分區域停水。彰化縣及台中市於 4 月 6 日起採分甲、乙兩區以供五停二方式供水。本計畫於復水後進行採樣。採樣點位列於表 7.2-3。

表 7.2-1 Clostridium perfringens 市售固態培養基成分(pH 為 7.6± 0.2)

Composition	Concentration
Enzymatic digest of casein	15 g/l
Yeast Extract	5 g/l
Enzymatic digest of soya	5 g/l
Sodium disulfite	1 g/l
Ammonium iron(III) citrate	1 g/l
Agar	12 g/l
D-Cycloserine	0.4 g/l

表 7.2-2 大腸桿菌群、糞便性大腸桿菌群、大腸桿菌及腸球菌環檢所公告方法彙整

方法編號	環檢所方法	檢測項目	適用性
NIEA E201.54B	水中大腸桿菌群檢測方法－多管發酵法	大腸桿菌群	地面水體、地下水體、廢水、污水及水源水質水樣
NIEA E202.55B	水中大腸桿菌群檢測方法－濾膜法	大腸桿菌群	地面水體、地下水體、廢水、污水、放流水及海域地面水體
NIEA E213.02C	水中糞生大腸桿菌群(Fecal coliform)檢測方法－多管發酵法	糞便性大腸桿菌群	原水、海水及廢水
NIEA E214.00C	水中糞便性大腸桿菌群檢測方法－濾膜法	糞便性大腸桿菌群	飲用水、湖泊、水庫、河川、溪流、井水、泉水、地下水、娛樂用水、海水及放流水
NIEA E215.52C	水中大腸桿菌群及大腸桿菌檢測方法－酵素呈色及螢光反應檢測法	大腸桿菌群 大腸桿菌	地面水體、地下水體、飲用水水源水質、 飲用水水質
NIEA E230.55B	飲用水中大腸桿菌群檢測方法－濾膜法	大腸桿菌群	飲用水及飲用水水源
NIEA E231.53B	飲用水中大腸桿菌群檢測方法－多管發酵法	大腸桿菌群	飲用水及飲用水水源
NIEA E233.50C	水中腸球菌檢測方法－濾膜法	腸球菌	地面水體、地下水體、飲用水水質、飲用水水源水質、娛樂用水、海水
NIEA E234.52C	水中大腸桿菌檢測方法－改良式 mTEC 培養基濾膜法	大腸桿菌	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水體、廢水、污水、放流水及海域地面水體
NIEA E235.51C	水中腸球菌檢測方法－螢光酵素檢測法	腸球菌	地面水、地下水、飲用水、飲用水水源、娛樂用水、海水及廢（污）水
NIEA E237.53B	水中大腸桿菌群及大腸桿菌檢測方法－酵素呈色濾膜法	大腸桿菌群 大腸桿菌	飲用水、飲用水水源、地面水體、地下水體、廢水、污水、放流水及海域地面水體

7.2.3 分析結果

本年度採樣結果如表 7.2-4。分析結果顯示，總菌落數測值介於未檢出～57 CFU/100 mL，總大腸桿菌、糞便性大腸桿菌群、及 *Clostridium perfringens* 均未檢出，大腸桿菌僅一處檢出 1 CFU/100 mL (雙重複樣品僅一個樣品有檢出)，而腸球菌僅一處檢出 5 CFU/100 mL (雙重複樣品僅一個樣品有檢出)。本次採樣擇於實施分區供水或減壓供水地區復水後，在復水時因負壓而造成吸入污水之污染，及停水前後水中微生物群體可能改變、管線 Biofilm 脫落等，採樣時機屬於微生物污染風險較高的時期。分析結果顯示管線中自來水不中斷的加氯及維持餘氯，確實可效達到消毒及抑制管壁生物膜生長之功效，國際上亦有國家採用自由餘氯作為輔助微生物檢測的指標。

表 7.2-3 微生物指標採樣點

縣市	淨水廠	配水點地址	點位代號
台南市	潭頂淨水廠	台南市東區東門路一段 215 號	東門
		台南市東區府連路 20 號	府連
		台南市南區永誠路三段 529 號	永成
		台南市南區健康路二段 284 號	健康
		台南市中西區府前路二段 244 號	府前
		台南市中西區友愛街 38 號	友愛
彰化縣	彰化給水廠/ 大竹淨水廠	彰化縣和美鎮東發路 159 號	東發
		彰化縣彰化市彰美路三段 118 號	彰美
		彰化縣彰化市福順街 26 號	福順
		彰化縣彰化市建國東路 178 號	建國
		彰化縣彰化市自強路 354 號	自強
		彰化縣彰化市長順街 235 巷 9 號	長順
台中市	豐原給水廠	台中市潭子區雅潭路二段 212 號	雅潭
		台中市北屯區遼寧路一段 3 號	遼寧
		台中市北區武昌路 128 號	武昌
		台中市西區貴和街 7 號	貴和
		台中市中區光復路 110 號	光復
		台中市南區台中路 192 號	台中
		台中市大里區益民路二段 62 號	益民
		台中市東區東光路 102 號	東光

表 7.2-4 微生物指標採樣結果

點位代號	採樣前 排水時間	餘氯(mg/L)	總菌落數		總大腸桿菌		糞生大腸桿菌群		E.coli		腸球菌		Clostridium perfringens	
東門	>20 s	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
府連	>20 s	0.36	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
永成	>20 s	0.44	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
健康	>20 s	0.45	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
府前	>20 s	0.42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
友愛	>20 s	0.45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東發	>20 s	0.52	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
彰美	>20 s	0.62	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
福順	>20 s	0.67	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
建國	>20 s	0.66	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
自強	>20 s	0.66	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
長順	>20 s	0.57	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
雅潭	20 s	0.32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
遼寧	20 s	0.27	8	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
武昌	20 s	0.5	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
貴和	25 s	0.11	16	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
光復	25 s	0.47	25	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
台中	30 s	0.15	44	46	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
益民	30 s	0.46	35	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東光	30 s	0.31	57	45	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

7.2.4 微生物參數修正建議與運用於我國飲用水管理之可行性

國際上常用的 6 項微生物指標中，我國飲用水水質標準採用其中 2 項，分別為總菌落數及總大腸桿菌群。WHO 飲用水指引中指出總菌落數為淨水處理及消毒單元在操作監測上有用的指標，且可用於評估配水系統的清潔度(cleanliness)和完整性以及生物膜的存在。而總大腸桿菌群雖不能用作糞便病原體的指標，但因其包含大腸桿菌，且分析費用較糞便性大腸桿菌群及大腸桿菌(E.coli)便宜，實務應用上有其優勢。

雖然國際上針對飲用水配水系統是否遭糞便污染的指標微生物多採用大腸桿菌(或糞便性大腸桿菌)，然國際上的應用方式乃將微生物指標作為飲用水系統是否受污染的「指標」，而非直接裁罰的「標準」。例如美國的微生物指標管制方式為每個月不可超過 5% 樣品檢出大腸桿菌群(total coliform)，每個月規律檢驗樣品數低於 40 個樣品的淨水場，大腸桿菌群檢出的樣品數則不得大於 1。檢出大腸桿菌群之樣品需進一步分析糞便性大腸桿菌群(fecal coliforms)或大腸桿菌若有連續兩次檢出大腸桿菌群，且其中一次檢出糞便性大腸桿菌或大腸桿菌，則嚴重違反最大污染程度(MCL)。而我國飲用水水質標準管制方式為超標即進行裁罰，較無彈性，因此是否參採國際微生物「指標」，須審慎評估，此外建議參採美國作法，若有檢出應立即複驗，連續兩次檢出才進行裁罰。

環保署自 109 年起於我國淨水廠針對國際上常用微生物指標進行檢測分析，包含本年度分析，目前累積 40 處次資訊，建議持續針對國際上常用微生物指標進行檢測，以累積足夠數據評估我國生物性參數管制標準是否應調整。

第八章 毒理資料庫建置與更新

8.1 毒理資料庫建置與更新

環保署自 103 年逐步建立飲用水中新興污染物之毒理資料庫，並更新飲用水水質標準管制項目之毒理資料庫，103 年至 110 年（含本年度）毒理資料庫新增及更新歷程列於表 8.1-1。

本年度彙編新增 9 項物質之毒理資料庫（見附錄二），包含 6 項賀爾蒙類優先評估物質（雌素酮(E1)、雌二醇(E2)、乙炔動情激素(EE2)、動情素(estrogens)、黃體脂酮(progesterins)、炔諾酮(norethindrone)、甲炔孕酮(medroxyprogesterone)，及 3 項飲用水水質標準管制項目（溴酸鹽(Bromate)、亞氯酸鹽(Chlorite)、陰離子界面活性劑），此外更新 15 項新興污染物的毒理資料庫，包含：鄰苯二甲酸二正辛酯、陶斯松、大滅松、福瑞松、托福松、布洛芬、乙醯胺酚、凱妥布洛芬、萘普生、非諾布洛芬、氨基比林、非那雄胺、經苯甲酮、四環黴素、經四環黴素等（彙編資料另行印製）。

毒理資料庫彙編與更新參考資料如下：

- 一、聯合國 International Agency for Research on Cancer (IARC)
- 二、美國環保署 Integrated Risk Information System (IRIS)
- 三、澳洲 The National Health and Medical Research Council (NHMRC)
- 四、加拿大衛生部 Health Canada (HC)
- 五、TOXNET（包含 ChemIDplus, Hazardous Substances Data Bank (HSDB), Toxicology Literature Online (TOXLINE), Chemical Carcinogenesis Research Information System (CCRIS), Developmental and Reproductive Toxicology Database (DART), Genetic Toxicology Data Bank (GENE-TOX), Integrated Risk Information System (IRIS), International Toxicity Estimates for Risk (ITER), Drugs and Lactation Database (LactMed), Toxics Release Inventory (TRI)等資料庫)
- 六、International Agency for Research on Cancer (WHO-IARC)
- 七、International Program on Chemical Safety (WHO-IPCS)
- 八、世界衛生組織 WHO 飲用水水質指引
- 九、ACToR (Aggregated Computational Toxicology Resource) from EPA
- 十、European Chemicals Agency (ECHA)

表 8.1-1 103 年至 110 年毒理資料庫新增及更新項目

年度	新增或更新項目
103	新增 8 項新興污染物（農藥）：加保利、賽滅寧、芬殺松、百滅寧、托福松、賓克隆、甲基多保淨、固殺草
104	新增 17 項新興污染物：1,2-二溴乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、1,2-二溴-3-氯丙烷、六氯苯、六氯環戊二烯，微囊藻毒 LR 型、壬基酚、鄰苯二甲酸二甲酯、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、氯苯、苯乙烯、乙苯、1,1-二氯乙烷、甲醛、鎂、鋅
105	新增 12 項新興污染物：鈹、硼、鈷、全氟辛烷酸（PFOA）、全氟辛烷磺酸（PFOS）、嘉磷塞、大腸桿菌（ <i>E. coli</i> ）、糞便性大腸桿菌群、碲、雙酚 A、鉍、1,2-二溴乙烷
106	新增 6 項新興污染物：馬拉松、歐殺滅、愛殺松、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、N-亞硝基吡咯烷
	更新 18 項飲用水列管項目：9 項重金屬（砷、鉛、硒、鉻、鎘、鋇、鎳、汞）及 9 項揮發性有機物（三氯乙烷、四氯化碳、1,1,1-三氯乙烷、1,2-二氯乙烷、氯乙烯、苯、對-二氯苯、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷）
107	新增 6 項新興污染物(PPCPs)：吡啶美辛、磺胺甲噁唑、磺胺噻唑、氟甲喹、克拉黴素、雙氯芬酸
	更新 18 項飲用水列管項目：金屬 7 項（銀、鐵、錳、銅、鋅、銻、鉬）、農藥 6 項（滅必蟲、達馬松、大利松、巴拉松、伊品松、亞素靈）及有機物 5 項（戴奧辛、甲苯、二甲苯、順-1,2-二氯乙烯、四氯乙烯）
108	新增 6 項新興污染物（重金屬）：釩、鎢、鋇、鋰、銻、鈦
109	新增 6 項新興污染物（全氟化物）：全氟己酸(PFHxA)、全氟丁酸(PFBA)、全氟丁基磺酸(PFBS)、全氟壬酸(PFNA)、全氟十一烷酸(PFUnDA)、全氟庚酸(PFHpA)
	更新 18 項新興污染物：氯四環黴素、二苯甲酮、二乙基間甲苯胺、對羥基苯甲酸甲酯、對羥基苯甲酸乙酯、對羥基苯甲酸丙酯、對羥基苯甲酸丁酯、鈦、異丙醇、加保利、賽滅寧、芬殺松、百滅寧、賓克隆、甲基多保淨、固殺草、1,2,3-三氯丙烷、1,1,2-三氯乙烷
110	新增 6 項新興污染物及 3 項飲用水水質標準管制項目：雌素酮(E1)、雌二醇(E2)、乙炔動情激素(EE2)、動情素(estrogens)、黃體脂酮(progestins)、炔諾酮(norethindrone)、甲炔孕酮(medroxyprogesterone)、溴酸鹽(Bromate)、亞氯酸鹽(Chlorite)、陰離子界面活性劑
	更新 15 項新興污染物：鄰苯二甲酸二正辛酯、陶斯松、大滅松、福瑞松、托福松、布洛芬、乙醯胺酚、凱妥布洛芬、萘普生、非諾布洛芬、氨基比林、非那雄胺、羥苯甲酮、四環黴素、羥四環黴素等。

十一、 Haz-Map

十二、 安全資料表（勞動部職業安全衛生署 GHS 網站）

十三、 國家網路藥典（國家網路醫藥）

毒理資料內容包含該物質之分析方法、環境背景資料、毒理研究摘錄與有害性鑑定、劑量效益評估、暴露評估、暴露途徑、風險特徵描述、處理技術及管制評估等。

第九章 預期進度與查核重點

9.1 執行進度

本計畫預期進度與查核重點列於表 9.1-1。實際預定進度及查核點說明列於表 9.1-2。本計畫已完成初步蒐集清單、蒐集清單、觀察清單、候選清單項目更新（3.2 至 3.6 節），並完成篩選初步蒐集清單物質優先評估之項目，選定雌素酮（E1）、雌二醇（E2）、乙炔動情激素（EE2）、動情素（estrogens）、黃體素（progestins）、炔諾酮（norethindrone）、甲炔孕酮（medroxyprogesterone）等 6 項三次採樣分析（第四章），並彙編毒理資料庫（參見附錄 2.4 至 2.9）。

近 10 年離島飲用水水質管制項目及新興污染物水質檢測結果彙整於 6.2 節。並已於今年 3 月 29 日、7 月 23 日、11 月 4 日分別三次專家諮詢會議，會議記錄詳列於附錄一。

期末進度之查核點均已完成，此外亦完成抽驗物質 3560 處次採樣與分析，結果列於 5.5 節。

表 9.1-1 預期進度與查核重點

		預定進度											
工作內容項目	月份	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. 篩選初步蒐集清單物質優先評估之項目、建立本土原水及清水資料，完成健康風險評估並彙編其毒理資料庫		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
2. 初步蒐集清單優先評估物質之採樣				■			■			■			
3. 推動飲用水列管項目篩選作業			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
4. 召開專家諮詢會				■			■			■			
5. 國內飲用水水質或水源水質中未列管之新興污染物抽驗			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
6. 比較分析我國與世界衛生組織、歐盟、美國、澳洲及日本管理法規制度，並提出精進建議				■	■	■	■	■	■	■	■	■	
7. 離島水質資料彙整與評估			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
8. 生物性參數水質抽驗			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
9. 行政配合事項			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
10. 第一次工作進度報告及期中、期末報告撰寫			■				■				■		
預定進度累積百分比 (%)		10	15	25	35	45	55	65	75	85	95	100	
查核點	預定完成時間	查核點內容說明											
第一次工作進度報告	109 年 4 月	(1) 篩選初步蒐集清單物質優先評估項目及採樣淨水廠 (2) 篩選新興污染物抽驗及生物性參數採樣淨水廠 (3) 完成第一次專家諮詢會及會議資料整理											
期中報告	109 年 7 月	(1) 完成第二次專家諮詢會及會議資料整理 (2) 完成第一次優先評估物質水質採樣 (3) 完成近 10 年離島飲用水水質管制項目及新興污染物水質檢測結果 (4) 更新初步蒐集清單、蒐集清單、觀察清單內容											
期末報告	109 年 11 月	(1) 比較我國與世界衛生組織、歐盟、美國、澳洲及日本管理法規制度，並提出精進建議 (2) 完成優先評估物質三次水質採樣及檢測 (3) 完成第三次專家諮詢會及會議資料整理 (4) 完成飲用水新興污染物抽驗及飲用水指標微生物分析											

表 9.1-2 實際預定進度及查核點說明

契約書之預定進度累積百分比 (%)		差異分析 (打√)			實際執行進度(%)		
工作內容項目	實際執行情形	符合	落後	超前	落後原因	困難檢討及對策	預計改善完成日期
		1. 篩選初步蒐集清單物質優先評估之項目、建立本土原水及清水資料，完成健康風險評估並彙編其毒理資料庫	已完成 6 項初步蒐集清單物質優先評估之項目篩選，6 項物質毒理資料庫彙編、3 次本土水質分析	√			
2. 初步蒐集清單優先評估物質之採樣	已完成 3 次採樣	√					
3. 推動飲用水列管項目篩選作業	更新初步蒐集清單、蒐集清單及觀察清單	√					
4. 召開專家諮詢會	已完成 3 次專家諮詢會議	√					
5. 國內飲用水水質或水源水質中未列管之新興污染物抽驗	規劃 28 項未列管新興污染物共 3560 處次抽驗均已完成。	√					
6. 比較分析我國與世界衛生組織、歐盟、美國、澳洲及日本管理法規制度，並提出精進建議	彙整我國與 WHO、歐盟、美國、澳洲及日本飲用水管規制度並提精進建議。	√					
7. 離島水質資料彙整與評估	彙整近十年離島水質資料並提出管理建議	√					
8. 生物性參數水質抽驗	完成 20 處次採樣分析。	√					
9. 行政配合事項	積極配合	√					
10. 第一次工作進度報告及期中、期末報告撰寫	已完成第一次工作進度報告及期中、期末報告撰寫	√					
查核點	完成時間	查核點內容說明					
期末報告	11 月	完成比較我國與世界衛生組織、歐盟、美國、澳洲及日本管理法規制度，並提出精進建議					
期末報告	11 月	完成優先評估物質三次水質採樣及檢測					
期末報告	11 月	完成第三次專家諮詢會及會議資料整理					
期末報告	11 月	完成飲用水新興污染物抽驗及飲用水細菌性水質分析					

第十章 結論與建議

10.1 結論

一、本計畫針對總菌落數、大腸桿菌群 (Coliform Group)、糞便性大腸桿菌群(Fecal Coliform)、大腸桿菌(E. coli)、腸球菌(Intestinal enterococci)、Clostridium perfringens 等 6 項微生物指標於停水後之復水後進行採樣，進行 20 處次採樣分析，結果顯示多數微生物指標均未檢出，推測管線中自來水不中斷的加氯及維持餘氯，確實可效達到消毒及抑制管壁生物膜生長之功效。

三、本年度優先評估之新興污染物質包含 6 項雌激素類固醇（雌素酮 (E1)、雌二醇 (E2)、乙炔動情激素 (EE2)、動情素 (estrogens)、黃體素 (progestins)、炔諾酮 (norethindrone)、甲炔孕酮(medroxyprogesterone)），本計畫於六處淨水場進行 3 次採樣分析，僅第一次採樣於新山淨水場於之原水檢出微量雌素酮(E1)，顯示此 6 項雌激素類固醇於我國飲用水中暫無顯著風險。

四、本計畫執行我國飲用水未列管新興污染物質篩選作業，更新各階層清單，並彙整近 10 年環保署針對蒐集清單物質、觀察清單及候選清單物質於我國淨水場清水之檢測結果。

(一) 近期有更新飲用水水質標準之國家包含加拿大、歐盟、日本、澳洲，其標準更新主要為標準值的變動，歐盟新增了部分項目，然其新增項目均已納於我國各級關注清單中（初步蒐集清單、蒐集清單或觀察清單中），顯示我國各級關注清單之完整性。

(二) 初步蒐集清單新增 9 項消毒副產物，「110 年初步蒐集清單」共 405 項

(三)「110 年蒐集清單」新增 3 項物質，包括 PFHxS、Geosmin 及 2-Methylisoborneol (2-MIB)，共計 66 項。

(四) 108-110 年針對 DEHP 於我國淨水廠抽驗 702 筆清水樣品，數據均低於定量極限(0.004 mg/L)，考量 DEHP 於我國飲用水中檢測結果顯示其濃度有逐漸降低，將 DEHP 自候選清單改列觀察清單，故「110 年觀察清單」物質共計 14 項。本年度候選清單中暫無物質。

五、執行 28 項未列管新興污染物抽驗共 3560 處次，並據以提出後續抽驗建議，結果顯示全氟化物、2MIB 及離島的硼應持續關注其於我國淨水廠濃度變化，以評估於我國飲用水中之風險。此外監測結果顯示同一點位 PFOS 與 PFHxS 檢出的濃度值成正相關。

10.2 建議

- 一、觀察清單物質於我國飲用水中較有潛在風險，當監測結果顯示於我國飲用水中存在之濃度及頻率較高時即會納入候選清單考慮列管，一旦列管時即需有公告檢測法以利後續管理。而我國目前觀察清單 14 項物質中，除 NDMA、NDEA 之外均有對應之公告分析方法，依此建議建議環檢所應協助建立標準檢測方法。
- 二、後許建議整合目前在各類清單中的物質，在政府各類計畫中之調查資料，包含各類環境介質中的存在狀況包括濃度與空間分布。
- 三、對於已列於各類清單中之新興污染物，由於國際管制可能已禁止生產或銷售，相關工業製程改善，建議後續可增加國內進口、製造、使用、排放端之資訊。
- 四、後續抽驗項目及頻率建議如下：
 - 重金屬：抽驗銻、鉍、鋰、鈦、硼及碲等 6 項各 200 處次。
 - 消毒副產物：NDMA、NDEA、NPYR 等 3 項各 50 處次。
 - 揮發性有機物：1,2-二溴乙烷 50 處次。
 - 微囊藻毒 LR 型、Geosmin、2-Methylisoborneol (2-MIB)) 各 30 處次。
 - 8 項環境荷爾蒙各 200 處次。
 - 持久性有機污染物（全氟化物）各 50 處次。
- 五、環保署自 109 年起於我國淨水廠針對國際上常用微生物指標進行檢測分析，包含本年度分析，目前累積 40 處次資訊，建議持續針對國際上常用微生物指標進行檢測，以累積足夠數據評估我國生物性參數管制標準是否應調整。

參考文獻

- Adami, H. O., Bergstrom, R., Mohner, M., Zatonski, W., Storm, H., Ekblom, A., Tretli, S., Teppo, L., Ziegler, H., Rahu, M., and et al. (1994). Testicular cancer in nine northern European countries. *Int. J. Cancer* 59, 33-38.
- Arcand-Hoy, L. D., Nimrod, A. C., and Benson, W. H. (1998). Endocrine-modulating substances in the environment: estrogenic effects of pharmaceutical products. *Int. J. Toxicol.* 17, 139-158.
- Aris, A.Z., Shamsuddin, A.S., Praveena, S.M., (2014). Occurrence of 17 α -ethynylestradiol (EE2) in the environment and effect on exposed biota: a review. *Environ. Int.* 69,104–119.
- Auger, J., Kunstmann, J. M., Czyglik, F., and Jouannet, P. (1995). Decline in semen quality among fertile men in Paris during the past 20 years. *N. Engl. J. Med.* 332, 281-285.
- Barber, L.B., Loyo-Rosales, J.E., Rice, C.P., Minarik, T.A., Oskouie, A.K., (2015). Endocrine disrupting alkylphenolic chemicals and other contaminants in wastewater treatment plant effluents, urban streams, and fish in the Great Lakes and Upper Mississippi River regions. *Sci. Total Environ.* 517, 195–206
- Baronti, C., Curini, R., D'Ascenzo, G., Di Corcia, A., Gentili, A., and Samperi, R. (2000). Monitoring natural and synthetic estrogens at activated sludge sewage treatment plants and in a receiving river water. *Environ. Sci. Technol.* 34, 5059-5066.
- Bergstrom, R., Adami, H. O., Mohner, M., Zatonski, W., Storm, H., Ekblom, A., Tretli, S., Teppo, L., Akre, O., and Hakulinen, T. (1996). Increase in testicular cancer incidence in six European countries: a birth cohort phenomenon. *J. Natl. Cancer Inst.* 88, 727-733.
- Birkett, J. W. (2003). Source of endocrine disrupters. In *Endocrine Disrupters in Wastewater and Sludge Treatment Processes* (J. W. Birkett, and J. N. Lester, Eds.), pp. 35-57. CRC Press LLC, London.
- Desbrow, C., Routledge, E. J., Brighty, G. C., Sumpter, J. P., and Waldock, M. (1998). Identification of estrogenic chemicals in STW effluent. 1. Chemical fractionation and in vitro biological screening. *Environ. Sci. Technol.* 32, 1549-1558.
- Fenet, H., Gomez, E., Pillon, A., Rosain, D., Nicolas, J. C., Casellas, C., and Balaguer, P. (2003). Estrogenic activity in water and sediments of a French river: Contribution of alkylphenols. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 44, 1-6.
- Ferguson, P., Iden, C., and Brownawell, B. (2001). Distribution and fate of neutral alkylphenol ethoxylate metabolites in a sewage-impacted urban estuary. *Environ. Sci. Technol.* 35, 2428-2435.
- Gomes, R. L., and Lester, J. N. (2003). Methods for the determination of endocrine disrupters. In *Endocrine Disrupters in Wastewater and Sludge Treatment Processes* (J. W. Birkett, and J. N. Lester, Eds.), pp. 177-217. CRC Press LLC, London.
- Hansen, B., Munn SJ, De Bruijn J, Pakalin S, Luotamo M, and F, B. (2002a). 4-Nonylphenol (branched) and nonylphenol risk assessment. . In *European Union Risk Assessment Report*. (Office for Official Publications of the European Communities, Ed.), pp. 1-244. (JRC) EC-JRC, Protection IfHaC, (ECB) ECB,, Merseyside, UK.

- Houde, F., DeBlois, C., and Berryman, D. (2002). Liquid chromatographic-tandem mass spectrometric determination of nonylphenol polyethoxylates and nonylphenol carboxylic acids in surface water. *J. Chromatogr. A* 961, 245-256.
- Iguchi, T. (2000). Embryonic and neonatal exposure to endocrine-altering contaminants: effects on mammalian female reproduction. In *Environmental Endocrine Disruptors: an Evolutionary Perspective* (L. J. Guillette, Jr., and D. A. Crain, Eds.), pp. 234-268. Taylor & Francis, New York.
- Jobling, S., Beresford, N., Nolan, M., Rodgers-Gray, T., Brighty, G. C., Sumpter, J. P., and Tyler, C. R. (2002a). Altered sexual maturation and gamete production in wild roach (*Rutilus rutilus*) living in rivers that receive treated sewage effluents. *Biol. Reprod.* 66, 272-281.
- Jobling, S., Coey, S., Whitmore, J. G., Kime, D. E., Van Look, K. J. W., McAllister, B. G., Beresford, N., Henshaw, A. C., Brighty, G., Tyler, C. R., and Sumpter, J. P. (2002b). Wild intersex roach (*Rutilus rutilus*) have reduced fertility. *Biol. Reprod.* 67, 515-524.
- Jobling, S., Nolan, M., Tyler, C. R., Brighty, G., and Sumpter, J. P. (1998). Widespread sexual disruption in wild fish. *Environ. Sci. Technol.* 32, 2498-2506.
- Jobling, S., Sheahan, D., Osborne, J. A., Matthiessen, P., and Sumpter, J. P. (1996). Inhibition of testicular growth in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to estrogenic alkylphenolic chemicals. *Environ. Toxicol. Chem.* 15, 194-202.
- Johnson, A. C., Belfroid, A., and Di Corcia, A. (2000). Estimating steroid oestrogen inputs into activated sludge treatment works and observations on their removal from the effluent. *Sci. Total Environ.* 256, 163-173.
- Johnson, A. C., and Sumpter, J. P. (2001). Removal of endocrine-disrupting chemicals in activated sludge treatment works. *Environ. Sci. Technol.* 35, 4697-4703.
- Jonkers, N., Laane, R., de Graaf, C., and de Voogt, P. (2005a). Fate modeling of nonylphenol ethoxylates and their metabolites in the Dutch Scheldt and Rhine estuaries: validation with new field data. *Estuarine Coastal Shelf Sci.* 62, 141-160.
- Jonkers, N., Laane, R., and de Voogt, P. (2005b). Sources and fate of nonylphenol ethoxylates and their metabolites in the Dutch coastal zone of the North Sea. *Mar. Chem.* 96, 115-135.
- Jonkers, N., Laane, R., and De Voogt, P. (2003). Fate of nonylphenol ethoxylates and their metabolites in two Dutch estuaries: Evidence of biodegradation in the field. *Environ. Sci. Technol.* 37, 321-327.
- Krogh, K. A., Halling-Sorensen, B., Mogensen, B. B., and Vejrup, K. V. (2003). Environmental properties and effects of nonionic surfactant adjuvants in pesticides: a review. *Chemosphere* 50, 871-901.
- Kuruto-Niwa R, Nozawa R, Miyakoshi T, Shiozawa T, and Y., T. (2005). Estrogenic activity of alkylphenols, bisphenol S, and their chlorinated derivatives using a GFP expression system. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 19, 121-130.
- Larsson, D. G. J., Adolfsson-Erici, M., Parkkonen, J., Pettersson, M., Berg, A. H., Olsson, P. E., and Forlin, L. (1999). Ethinylloestradiol - an undesired fish contraceptive? *Aquat. Toxicol.* 45, 91-97.
- Layton, A. C., Gregory, B. W., Seward, J. R., Schultz, T. W., and Sayler, G. S. (2000). Mineralization of steroidal hormones by biosolids in wastewater treatment systems in Tennessee USA. *Environ. Sci. Technol.* 34, 3925-3931.
- LeBlanc, G. A. (2000). Steroid hormone-regulated processes in invertebrates and their susceptibility to environmental endocrine disruption. In *Environmental Endocrine*

- Disrupters: an Evolutionary Perspective (L. J. Guillette, Jr., and D. A. Crain, Eds.), pp. 126-154. Taylor & Francis, New York.
- Loyo-Rosales, J., Schmitz-Afonso, I., Rice, C., and A., T. (2003). Analysis of octyl- and nonylphenol and their ethoxylates in water and sediments by liquid chromatography-mass spectrometry. *Chemosphere* 50, 103-110.
- Lye, C. M., Frid, C. L. J., Gill, M. E., and McCormick, D. (1997). Abnormalities in the reproductive health of flounder *Platichthys flesus* exposed to effluent from a sewage treatment works. *Mar. Pollut. Bull.* 34, 34-41.
- Menditto, A., and Turrio-Baldassarri, L. (1999). Environmental and biological monitoring of endocrine disrupting chemicals. *Chemosphere* 39, 1301-1307.
- Montgomery-Brown, J., Drewes, J. E., Fox, P., and Reinhard, M. (2003). Behavior of alkylphenol polyethoxylate metabolites during soil aquifer treatment. *Water Res.* 37, 3672-3681.
- Metcalf, C. D., Metcalfe, T. L., Kiparissis, Y., Koenig, B. G., Khan, C., Hughes, R. J., Croley, T. R., March, R. E., and Potter, T. (2001). Estrogenic potency of chemicals detected in sewage treatment plant effluents as determined by in vivo assays with Japanese medaka (*Oryzias latipes*). *Environ. Toxicol. Chem.* 20, 297-308.
- Miyamoto J, and W., K. (1998). Environmental exposure, species differences and risk assessment. *Pure Appl. Chem.* 70, 1829-1845.
- Morley, M. C., Snow, D. D., Fox, A., and Youngblood, D. (2004). Emerging chemicals and analytical methods. *Water Environ. Res.* 76, 481-530.
- Mueller, S., Schmid, P., and Schlatter, C. (1998). Evaluation of the estrogenic potency of nonylphenol in non-occupationally exposed humans. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 6, 27-33.
- Petrovic, M., Barcelo, D., Diaz, A., and Ventura, F. (2003). Low nanogram per liter determination of halogenated nonylphenols, nonylphenol carboxylates, and their non-halogenated precursors in water and sludge by liquid chromatography electrospray tandem mass spectrometry. *J. Am. Soc. Mass Spectrom.* 14, 516-527.
- Petrovic, M., Eljarrat, E., de Alda, M. J. L., and Barcelo, D. (2004). Endocrine disrupting compounds and other emerging contaminants in the environment: A survey on new monitoring strategies and occurrence data. *Anal. Bioanal. Chem.* 378, 549-562.
- Rice, C., Schmitz-Afonso, I., and Loyo-Rosales JE, L. E., Thoma R, Fay L, et al. (2003). Alkylphenol and alkylphenol-ethoxylates in carp, water, and sediment from the Cuyahoga River, Ohio. *Environ. Sci. Technol.* 37, 3747-3754.
- Robinson, C. D., Brown, E., Craft, J. A., Davies, I. M., Moffat, C. F., Pirie, D., Robertson, F., Stagg, R. M., and Struthers, S. (2003). Effects of sewage effluent and ethynyl oestradiol upon molecular markers of oestrogenic exposure, maturation and reproductive success. *Environ. Sci. Technol.* 37, 1521-1528.
- Rodgers-Gray, T. P., Jobling, S., Morris, S., Kelly, C., Kirby, S., Janbakhsh, A., Harries, J. E., Waldock, M. J., Sumpter, J. P., and Tyler, C. R. (2000). Long-term temporal changes in the estrogenic composition of treated sewage effluent and its biological effects on fish. *Environ. Sci. Technol.* 34, 1521-1528.
- Routledge, E. J., and Sumpter, J. P. (1996). Estrogenic activity of surfactants and some of their degradation products assessed using a recombinant yeast screen. *Environ. Toxicol. Chem.* 15, 241-248.
- Schmitz-Afonso, I., Loyo-Rosales, J., Aviles, M., Rattner, B., and Rice, C. (2003.). Determination of alkylphenol and alkylphenolethoxylates in biota by liquid chromatography-mass spectrometry. *Chemosphere* 50, 103-110.

- chromatography with detection by tandem mass spectrometry and fluorescence spectroscopy. *J. Chromatogr. A* 1010: 1025-1035.
- Scrimshaw, M. D., and Lester, J. N. (2003). Fate and behavior of endocrine disrupters in sludge treatment and disposal. In *Endocrine Disrupters in Wastewater and Sludge Treatment Processes* (J. W. Birkett, and J. N. Lester, Eds.), pp. 145-176. CRC Press LLC, London.
- Sharpe, R. M. (2003). The 'oestrogen hypothesis' - where do we stand now? *Int. J. Androl.* 26, 2-15.
- Sharpe, R. M., Fisher, J. S., Millar, M. M., Jobling, S., and Sumpter, J. P. (1995). Gestational and lactational exposure of rats to xenoestrogens results in reduced testicular size and sperm production. *Environ. Health Perspect.* 103, 1136-1143.
- Spengler, P., Korner, W., and Metzger, J. W. (2001). Substances with estrogenic activity in effluents of sewage treatment plants in southwestern Germany. 1. Chemical analysis. *Environ. Toxicol. Chem.* 20, 2133-2141.
- Stumpf, M., Ternes, T. A., Wilken, R. D., Rodrigues, S. V., and Baumann, W. (1999). Polar drug residues in sewage and natural waters in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Sci. Total Environ.* 225, 135-141.
- Swan, S. H., and Elkin, E. P. (1999). Declining semen quality: can the past inform the present? *Bioessays* 21, 614-621.
- Swan, S. H., Elkin, E. P., and Fenster, L. (1997). Have sperm densities declined? A reanalysis of global trend data. *Environ. Health Perspect.* 105, 1228-1232.
- Swan, S. H., Elkin, E. P., and Fenster, L. (2000). The question of declining sperm density revisited: an analysis of 101 studies published 1934-1996. *Environ. Health Perspect.* 108, 961-966.
- Ternes, T. A., Kreckel, P., and Mueller, J. (1999a). Behaviour and occurrence of estrogens in municipal sewage treatment plants - II. Aerobic batch experiments with activated sludge. *Sci. Total Environ.* 225, 91-99.
- Ternes, T. A., Stumpf, M., Mueller, J., Haberer, K., Wilken, R. D., and Servos, M. (1999b). Behavior and occurrence of estrogens in municipal sewage treatment plants - I. Investigations in Germany, Canada and Brazil. *Sci. Total Environ.* 225, 81-90.
- White, R., Jobling, S., Hoare, S. A., Sumpter, J. P., and Parker, M. G. (1994). Environmentally Persistent Alkylphenolic Compounds Are Estrogenic. *Endocrinology* 135, 175.
- 行政院環檢所. (2003). 九十二年度河川水體環境有機污染物調查分析. 環境檢驗所環境調查研究年報 11, 71-126.
- 許美芳, 陳庭堅, 陳福安, 謝季吟. (2003). 環境荷爾蒙調查研究. 中華民國行政院環境保護署環境檢驗所委託計畫(EPA-92-E3S5-02-01).
- 陳庭堅, 許美芳, 陳福安. (2002). 環境荷爾蒙規劃調查. 中華民國行政院環境保護署環境檢驗所委託計畫 EPA-91-E3S5-02-01.
- 曾迪華, 黃雪莉, 陳錫金. (2004). 烷基苯酚聚氧乙烯醇類界面活性劑之環境污染與復育之重要性. 台灣土壤及地下水環境保護協會簡訊 13, 2-8.

附錄

附錄一、專家諮詢會議

依評選須知，本計畫執行期間應召開 3 次專家學者諮詢會議，每場次邀請專家學者出席至少 3 位，設定諮詢議題以計畫執行方法、執行結果與討論為主，邀請具有與本計畫執行工作相關之國內外專家學者諮詢意見，彙整做成紀錄。

依計畫執行期程，本計畫於 3 月 29 日、7 月 23 日、11 月 4 日完成三場專家諮詢會議，討論議題如下：

一、第一次專家會議

- (一) 優先評估物質篩選、採樣淨水廠篩選
- (二) 抽驗物質淨水廠篩選
- (三) 指標微生物採樣淨水廠篩選

二、第二次專家會議

- (一) 優先評估物質第一次採樣分析結果討論
- (二) 第一階段抽驗結果討論
- (三) 各指標微生物採樣結果討論
- (四) 候選清單物質 DEHP 是否改列觀察清單物質

三、第三次專家會議

- (一) 各階段清單項目降低關注層級之機制
- (二) 優先評估物質第二、三次採樣分析結果
- (三) 新興污染物抽驗結果
- (四) 石棉於我國飲用水中之管理做法
- (五) 觀察清單監測計畫建議 111 年監測項目是否合適

附錄 1.1 第一次專家諮詢會議會議紀錄

一、會議時間：110 年 3 月 29 日（星期一）下午 2 時 00 至 4 時 00

二、會議地點：臺大公共衛生學院 7 樓（701R 室）

三、會議主席：黃良銘 教授（國立成功大學環境工程學系教授）

紀錄：邱翌竹

四、出(列)席人員：

- 康世芳 委員（淡江大學水資源及環境工程學系教授）
- 陳曼莉 前副處長（臺北自來水事業處）
- 毛義方 委員（中山醫學大學職業安全衛生學系教授）
- 李奇旺 委員（淡江大學水資源及環境工程學系教授）
- 童心欣 委員（國立臺灣大學環境工程研究所）
- 林伯雄 委員（國立中興大學環境工程學系教授）
- 歐陽嶠暉 委員（國立中央大學土木工程系與環工所教授）
- 葉宣顯 委員（國立成功大學環境工程學系教授）
- 林國清 處長（台灣自來水公司）
- 柯顯文 科長（行政院環境保護署水保處）
- 蔡明翰 薦任技佐（行政院環境保護署水保處）
- 王根樹 教授（國立台灣大學環境衛生研究所）
- 陳婉如 教授（國立成功大學環境工程學系）
- 吳怡儒 博士後研究員（國立成功大學環境工程學系）
- 謝淑婷 博士後研究員（國立臺灣大學公共衛生學系）
- 邱翌竹 助理（國立成功大學環境工程學系）

五、討論主題：

- （一）優先評估物質篩選、採樣淨水廠篩選
- （二）抽驗物質淨水廠篩選
- （三）指標微生物採樣淨水廠篩選

六、專家委員意見：

- （一）康世芳 委員
 - 1. 板新淨水廠源除大漢溪外，亦有三峽河，採樣時宜確認原水水源(混合水源)。

2. 離島淨水廠原水水源系統混合，水質管理於原水端較複雜，建議可加強清水端管理。
3. 大腸桿菌為 WHO，歐美日、南韓、新加坡等多國飲用水水質標準之管制項目，環保署檢討該項目已多年，建議今年度研究成果能提列入管制項目及管制期程。

(二) 葉宣顯 委員

1. 微生物標準或指標內，產氣莢膜芽孢梭菌 (*Clostridium perfringens*) 列於 EC 飲用水標準內 Indicator parameters，標準為 0/100mL。
2. 表面水或受表面水影響之水源較易檢出 *Clostridium perfringens*，故建議在採樣時，亦考量淨水廠系統之原水來源。
3. 離島飲用水水質狀況評估，建議亦考量原水受海水入侵造成 Br⁻ 濃度偏高，致影響消毒副產物生成，以及海淡水所引起水質腐蝕性，是否會有重金屬溶出之問題。
4. 因乾旱而實施分區供水，可能在復水時因負壓而造成吸入污水之污染，故建議可加強微生物性指標之檢測。

(三) 毛義方 委員

1. 110 年預定篩選之物質以荷爾蒙類內分泌干擾物質為篩選對象，共有 6 項，這 6 項大部分是人類服用的治療男女性藥物，其水庫的污染物是否可能來自人的排泄物污染，故淨水廠離水庫較遠，較易受生活污水之污染，檢驗水廠的選擇，宜考慮。
2. 本土微生物飲水指標，以大腸桿菌為指標，宜簡化為一種作指標。

(四) 李奇旺 委員

1. P18 檢驗結果每一項目有二列資料，是否為重複樣品，請標示清楚。
2. 糞便性大腸桿菌群及大腸桿菌更適合微生物標準的決策標準為何？
3. 請補充各階段關注清單項目降低關注層級之機制。
4. 是否針對伏流水的水質關注新興污染物的污染。

(五) 歐陽嶠暉 委員

1. 初步篩選之污染物主要來自醫療用藥。初步篩選基隆新山，而

基隆地區已有下水道系統，和平島及六堵兩場皆不排入基隆河。但如蘭潭山源上游集水區幾無污水下水道。故建議了解一下各種大淨水廠其水源上游尚未有下水道之淨水廠。做為篩選之依據。

2. 離島飲用水其中金門之水源部分是由大陸提供，是否應了解一下大陸之水源其集水區之狀況，尤其有否特別污染源。
3. 微生物標準 109 年檢測結必有某廠檢驗出糞便型大腸桿菌群，該數據列出應有備註說明或持續追蹤，否則可不再列出。

(六) 林伯雄 委員

1. 第 7 頁次，EDCs 低分子量建議加列 DIBP Di-iso-butyl phthalate (毒化物第 1.2 類)常見於指甲油、化妝品、香水等消費品。
2. 雌激素 E3 為懷孕婦女才有隻雌激素，不建議納入。
3. 第 15 頁次微生物指標反映之水質污染物與第 16 頁次表列之敘述不一致，例如 *Clostridium perfringens* 為過濾處理效能指標或消毒有效性。
4. 討論事項(一)建議名單：E1、E2、EE2(炔諾醇)、Progesterone、Testosterone、Mestranol、Norethindrone，如果經費及方法許可建議都分析。
5. 討論事項(二)淨水廠篩選名單合適。
6. 討論事項(三)微生物檢測項目建議加驗糞便性大腸桿菌群。

(七) 童心欣 委員

1. 微生物指標篩選時大腸桿菌群及糞便性大腸桿菌群使用之標準方法培養基不同，可能會造成 coliform 未檢出但 fecal coliform 檢出的結果，建議同樣將 coliform 的培養基輔助做一個 44.5°C 培養，可以對照萬一有以上情況時有參考標準。
2. *Clostridium perfringens* 通常檢測是以孢子為主，除檢驗過濾效率外，也代表消毒效率。
3. 採樣點若有分區供水或減壓供水地區，因文獻上眾多研究皆顯示停水前後水中微生物群體改變管線 Biofilm 脫落等，需特別注意採樣時間。

(八) 林國清 處長

1. 微囊藻菌主要由微囊屬產生，該藻為台灣常見有害藍綠藻，故

選點原則以水庫水源為主，然需考量相關淨水廠當時是否取用水庫作為淨水廠原水水源，避免數據失真。

2. 微生物檢測受採樣及保存影響甚大，採樣時是否可與本公司同仁聯繫，避免採集不適當之配水點。
3. 建議微生物採樣點除針對 109 年檢出之 4 處淨水場外，仍建議持續對其他淨水廠進行採樣分析，以利背景建立。
4. 本年度需本公司配合檢測微囊藻菌 LR 型、碲、鍍、硼、PFOA、PFOS，已配合檢測中。

(九) 陳曼莉 前副處長

1. 就微生物標準或指標而言，建議針對國際趨勢或指標所代表之意義研擬更合適之微生物指標。在現場採樣部分，則建議以了解現況為目的地。
2. 離島淨水廠之水源相當複雜，所呈現的水質問題也會隨之變化，建議先蒐集各種問題再更進一步探討。

七、結論：

- (一) 選定本年度 6 項優先評估物質為 E1、E2、EE2、Mestranol、Testosterone、Progesterone，採樣淨水廠則選定基隆新山淨水場、臺北直潭淨水場、臺北板新淨水場、新竹第二淨水場、臺中豐原第二淨水場、高雄坪頂給水廠等 6 處，
- (二) 同意計畫團隊提出之抽驗物質淨水廠篩選原則及選點。
- (三) 生物性參數採樣以了解現況為目的，配合實施分區供水或減壓供水地區，可能在復水時因負壓而造成吸入污水之污染，及停水前後水中微生物群體可能改變、管線 Biofilm 脫落等，加強微生物性指標之檢測。
- (四) 離島先蒐集歷年水質檢測資訊，釐清現況，再提出可能風險問題。

八、散會：下午 4 時 0 分

國立成功大學國際水質研究中心 會議簽名單
**會議名稱：行政院環境保護署「110 年飲用水未列管新興污
 染物之水質研究計畫」第 1 次專家諮詢會議**

開會時間：110 年 3 月 29 日(一) 下午 14 時 00 分至 16 時 00 分

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
康世芳 教授	淡江大學水資源及環境工程學系	康世芳
陳曼莉 前副處長	臺北自來水事業處	陳曼莉
毛義方 教授	中山醫學大學職業安全衛生學系	毛義方
李奇旺 教授	淡江大學水資源及環境工程學系	李奇旺
童心欣 教授	國立臺灣大學環境工程研究所	童心欣
林伯雄 教授	國立中興大學環境工程學系	林伯雄
歐陽嶠暉 教授	國立中央大學土木工程系與環工所	歐陽嶠暉
葉宣顯 教授	國立成功大學環境工程學系	葉宣顯
王根樹 教授	國立臺灣大學環境衛生研究所	王根樹
柯顯文 科長	行政院環境保護署水保處	柯顯文
李德馨 簡任技正	行政院環境保護署水保處	
蔡明翰 薦任技佐	行政院環境保護署水保處	蔡明翰
林國清 處長	台灣自來水公司水質處	林國清
薛志宏 科長	臺北自來水事業處	

附錄 1.2 第二次專家諮詢會議會議紀錄

一、會議時間：110 年 7 月 23 日（星期五）下午 3 時 00 至 5 時 00

二、會議地點：線上會議

（網址：<https://nckucc.webex.com/meet/z10102030>）

三、會議主席：黃良銘 教授（國立成功大學環境工程學系教授）

紀錄：邱翌竹

四、出(列)席人員：

康世芳 委員（淡江大學水資源及環境工程學系教授）
黃志彬 委員（國立陽明交通大學環境工程研究所教授）
毛義方 委員（中山醫學大學職業安全衛生學系教授）
李奇旺 委員（淡江大學水資源及環境工程學系教授）
陳曼莉 委員（前臺北自來水事業處副處長）
童心欣 委員（國立臺灣大學環境工程研究所教授）
林國清 處長（台灣自來水公司）
薛志宏 科長（臺北自來水事業處）
柯顯文 科長（行政院環境保護署水保處）
李德馨 簡任技正（行政院環境保護署水保處）
黃明輝 專員（行政院環境保護署水保處）
歐真好 環境技術師（行政院環境保護署水保處）
王根樹 教授（國立台灣大學環境衛生研究所）
陳婉如 教授（國立成功大學環境工程學系）
吳怡儒 博士後研究員（國立成功大學環境工程學系）
謝淑婷 博士後研究員（國立臺灣大學公共衛生學系）
邱翌竹 助理（國立成功大學環境工程學系）

五、討論主題：

- （一）優先評估物質第一次採樣分析結果討論
- （二）第一階段抽驗結果討論
- （三）指標微生物採樣結果討論
- （四）候選清單物質 DEHP 是否改列觀察清單物質

六、專家委員意見：

(一) 康世芳 委員

1. 6項內分泌干擾物質只有新山淨水場原水檢測出雌素酮，建議綜合過去與今年監測資料，確認原水檢出率。
2. 候選清單物質 DEHP 於 108-110 年累積 835 個水樣，顯示檢測值皆低於偵測極限且大於美國管制值發率生為 0%，故同意研究單位之建議改列觀察清單。
3. 明德、鳳山、鯉魚潭、連江縣淨水場臭味物質 Geosmin 與 2-MIB 濃度超過國際標準 10 ng/L，乃因今年上半年乾旱且水庫水位低，易孳生藻類代謝臭味物質，淨水場前加氯與後加氯無法有效氧化去除。我國現行飲用水水質標準為臭味(初嗅數 3)，無臭味物質 Geosmin 與 2-MIB 管制，但淨水場仍應加強清水臭味管理。
4. 國際飲用水水質硼管制值為 1.0 mg/L(日本)，連江縣與澎湖縣離島飲用水海淡水佔 60-70%，混和水庫水或地下水以供水。海水硼背景濃度 4-5 mg/L，若海淡廠薄膜對硼去除率不高，則清水硼易超過 1.0 mg/L。因此，離島淨水場要提早檢討與因應。

(二) 毛義方 委員

1. 第一次採樣分析關於 6 種內分泌干擾物質除新山水場一次雌素酮(E1)濃度 1.86 ng/L 高於偵測極限外，其他均低於偵測極限，顯示水場水質在此方面較沒有問題，不過請註明測定方法，另偵測極限請 check 單位 ng/mL or ng/L、水樣數(n)。
2. 對於新興污染物抽驗結果均低於國際管制最小值，表示無顯著風險，唯這些塑化劑壬基酚對國人之威脅是在瓶裝水。
3. DEHP 在 108-110 年共 835 筆抽驗值均低於定量極限 (0.004mg/L)，應可改列觀察清單。
4. 台灣飲用水有二個特性，加氯消毒及煮沸飲用，對飲用水末端有雙重保護，且依多次水質研究計畫結果，顯示微生物指標可採用 E.coli 或總大腸桿菌兩種，或其中 E.coli 之微生物指標方法，較具實用效益。

(三) 李奇旺 委員

1. 新山原水檢出微量雌素酮 (E1) 1.86 ng/L，全流程及清水則未檢出。請從文獻探討 E1 於傳統自來水處理程序處理的可能

性？

2. 國內未列管之新興污染物抽驗中，抽驗結果有些檢測值均低於偵測極限或定量極限。後續對於這些物質的管理方式為何？
3. 未列管之新興污染物抽驗中，有檢出之項目的後續管理方式為何？
4. 一開始 DEHP 進入候選清單的原因消失的原因？
5. 同意 DEHP 改列觀察清單
6. 腸球菌台中採樣點兩次分析的結果，分別為 5 及 0，誤差合理？

(四) 陳曼莉 副處長

1. DEHP 近三年皆未檢出，相較於過去數年確有差異，是否有特殊原因（例如：管制措施、採樣地點），建議再做說明。
2. 微生物標準或指標部分，建議將檢驗方法之難易程度或成本一併納入考量，目前採樣檢驗數量仍屬不足，建議可再適度強化背景資料之瞭解。
3. 分析 *Clostridium perfringens* 以作為過濾處理效能指標，與目前常用之濁度指標二者之間關聯性如何，建議再做說明。

(五) 童心欣 委員

1. E1 僅在新山檢出，可能是民生污水的貢獻，未來需有不同時間的採樣分析繼續觀察。
2. DEHP 為何在 103-106 年檢出後，就不再出現？是否可先檢視檢測儀器方法、採樣方法有差異？若皆無差異建議可以由候選清單移除。
3. 檢測微生物指標不僅是針對飲用水微生物安全，也是配水系統是否穩固的指標。例如目前腸球菌檢出的樣品表示配水管有機會有污水入滲，若有污水入滲就不一定僅是微生物污染而已，也同時會有其他化學物質進入。以此次檢測的結果可見停水復水後有腸球菌檢出，表示有可能有污水入侵自來水管線。建議在供水不穩定時持續此檢測項目。

(六) 黃志彬 教授

1. 優先評估物質第一次採樣分析只有新山原水檢出微量雌激素酮 1.86 ng/L，其他全流程及清水則均為 ND，顯示國內自來水中

此 6 項待評估污染物均為微跡，水質安全令人有信心，至於新山原水出現 1.86 ng/L，也是正常現象，但所幸因為前加氯量夠，很容易地就將其分解。

2. 新興污染物初步抽驗針對硼的部分，歷年檢出 > 1mg/L 之淨水廠主要集中於澎湖及連江，這主要這些地區的水場清水池部分來自海淡水的供應，甚至全為海淡水，而原海水硼含量約為 4.5 mg/L，經過逆滲透膜處理後硼可去除 70~90% 左右(根據 pH 而不同)，所以海淡水硼含量大約在 1.0 mg/l 左右，所以說檢測數據完全合理，而且符合海淡場的出水硼含量。
3. 同意 DEHP 改列觀察清單
4. 本土之微生物指標檢測結果，貴和及台中兩處採樣點的餘氯已經低於標準(0.2 mg/L)，尤其台中點的雙重複有一個樣品出現 5 CFU/ 100 mL 的腸球菌，建議調查該兩處是不是屬於管線末端或下游？

(七) 林國清 處長

1. 本計畫研究單位將 28 項觀察清單及候選清單物質納入抽驗範圍，建議列出受檢測之標的場，以及說明如何篩選，尤其有檢驗出數值且超出國際管制值之項目，本公司將密切關注。
2. 澎湖望安 109 年及今年 PFOA、PFOS 及 PFHxS 檢出濃度高，是否原水可能污染或場內高級淨水處理引起，建議團隊檢驗全流程分析，並可與其他海淡廠作比較。
3. 簡報 P18，抽驗結果:鄰苯二甲酸二丁酯及鄰苯二甲酸二(2-乙基己基酯)兩檢項之偵測/定量極限高於其他檢項 10 倍，是否為使用的儀器不同造成的差異？
4. 簡報 P19、21 抽驗結果建議加列「大於國際管制值的比例」，以免造成誤解。
5. DEHP 同意列入觀察清單。
6. 簡報 P29，於台中、東光 2 點位，腸球菌和 E.coli 於雙重複樣品僅一個樣品有檢出，建議如有此種情形，可於該處再行採樣檢驗，以為驗證。

(八) 薛志宏 科長

1. 有關 DEHP 由後選清單改列觀察清單，鑑於 WHO、美、日、澳、紐、星、中等國均已列為水質標準項目及訂定限值或準則

值；又為民眾關切項目；且自來水中 DEHP 與目前仍使用中之 PVC 管材釋出，有高關聯性，建議仍保留餘候選清單中並持續監測供水管網水質，瞭解供水管線造成之風險。

2. 雌激素僅 E1 在新山原水中檢出，淨水程序(沉澱水、過濾水)及清水均為 ND，推測應有採前加氯；依 AwwaRF(2007)針對淨水處理去除 EDCs/PPCPs 的研究顯示，加氯氧化去除可達 99% 以上，有效去除與化學結構含苯環連結 OH 基有關，供參。
3. 台南彰化台中等地停復水微生物採樣檢驗結果，自由餘氯濃度均大於 0.2mg/L，微生物大部份為總菌增加，顯示管線中自來水不中斷的加氯及維持餘氯，確實可效達到消毒及抑制管壁生物膜生長之功效，自由餘氯可作為輔助微生物檢測的指標。但須注意水中 BDOC 濃度及避免管中自來水產生滯留。

七、結論：

- (一) 微生物指標應考量檢驗方法之難易程度或成本及指標意義之實用性，建議採用國際上常用之大腸桿菌做為指標微生物。
- (二) 今年上半年因水情嚴峻部分淨水廠臭味物質 2-MIB 較高，應持續監測，並建議淨水場加強清水臭味管理。
- (三) 離島飲用水可能因部分採用海淡水，部分硼測值較高，應持續監測並提出因應建議。
- (四) 同意 DEHP 改列觀察清單。

八、散會：下午 5 時 0 分

線上會議畫面



附錄 1.3 第三次專家諮詢會議會議紀錄

一、會議時間：110 年 11 月 4 日（星期四）下午 2 時

二、會議地點：臺大公共衛生學院 7 樓（701R 室）

三、會議主席：羅仁鈞 副處長(行政院環境保護署水保處)

紀錄：邱翌竹

四、出(列)席人員：

- 康世芳 委員（淡江大學水資源及環境工程學系教授）
- 陳曼莉 前副處長（臺北自來水事業處）
- 毛義方 委員（中山醫學大學職業安全衛生學系教授）
- 童心欣 委員（國立臺灣大學環境工程研究所）
- 歐陽嶠暉 委員（國立中央大學土木工程系與環工所教授）
- 葉宣顯 委員（國立成功大學環境工程學系教授）
- 林國清 處長（台灣自來水公司）
- 羅仁鈞 副處長(行政院環境保護署水保處)
- 柯顯文 科長（行政院環境保護署水保處）
- 黃明輝 專員(行政院環境保護署水保處)
- 歐真好 特約環境技術師（行政院環境保護署水保處）
- 黃良銘 教授（國立成功大學環境工程學系教授）
- 吳怡儒 博士後研究員（國立成功大學環境工程學系）
- 謝淑婷 博士後研究員（國立臺灣大學公共衛生學系）
- 邱翌竹 助理（國立成功大學環境工程學系）

五、討論主題：

- （一）各階段清單項目降低關注層級之機制
- （二）優先評估物質第二、三次採樣分析結果
- （三）新興污染物抽驗結果
- （四）石棉於我國飲用水中之管理做法
- （五）觀察清單監測計畫建議 111 年監測項目是否合適

六、專家委員意見：

（一）康世芳 委員

4. 105-110 年硼檢測樣品數超過 1 mg/L 之資料分本島與離島各

別統計，以明確離島水質特性有硼之議題。

5. 海水硼背景濃度約 4 mg/L，離島海水淡化廠因飲用水水質標準無管制，對海淡水硼之要求不高，且離島採混合清水供水。後續可請台水公司追蹤硼議題。
6. 望安三次 PFOS、PFHxS 濃度均高於澳洲指引值，其污染源為何(觀光客)? 後續可請台水公司追蹤議題。
7. 確認國內自來水事業是否殘留石棉管? 石棉來自飲用水很少且無健康之虞，故歐美日及 WHO 皆未訂入標準項目。烏嘴潭石棉為特例，人工湖設置場地有發現石棉瓦，後續蓄水後由水利署或自來水事業單位取水確認有無石棉，尚無飲用水水質管理監測之需要及因應。

(二) 葉宣顯 委員

1. 離島望安、成功淨水場 PFOS、PFHxS 有檢出之情形建議可探討其可能之來源。
2. 抽驗結果表中之“藻毒”如為“微囊藻毒 LR 型”請明確寫出。
3. 有關飲用水中石棉(Asbestos)對人健康之影響，所有之文獻大多顯示無論由流行病研究或動物實驗均未顯示對人體健康有不良之影響。至於各國停用石棉管於自來水工程，主要是考量其生產過程對從業人員健康之影響，而非基於對飲用水安全之影響。
4. 有關硼的飲用水水質標準，WHO 之標準為 2.4 mg/L，或用國際最嚴格之 1.0 mg/L，因涉及海淡廠之設計規格，宜慎重考量。
5. 本計畫重視新興污染物之議題值得肯定，但我國現行飲用水水質標準中有關微生物性參數之規定，並未與國際接軌，建議後續加以關注。

(三) 毛義方 委員

3. 由於石棉在水中之特性，較不會引起人類之致癌性，儘管台灣有個案發生，宜個別處理及監測，但目前尚無需作管制值之制定。
4. PBDE(多溴二苯醚類)之污染在台灣廣泛，它是環境賀爾蒙之一，其污染量大，尤其在空氣中存在多，宜稍作探討其污染飲

用水體之可能性。

(四) 歐陽嶠暉 委員

7. 降低關注層級的連續檢測年數、每年件數之設定背景值宜加以說明。
8. 新興污染物監測結果，宜附注該水樣其是海水或淡水，並能進一步瞭解其可能原因。
9. 烏嘴潭石棉「事件」，不要用「事件」呈現，並查工程區是否清理完畢。
10. 未來三年檢測項目原則同意，但仍留滾動式檢討加減調整之機制。

(五) 陳曼莉 前副處長

1. 各階層清單項目降低關注層級之機制，建議除可考量檢測值之筆數外，亦應考量在時間、空間上分布之代表性。
2. 離島的水質問題與本島有相當大的差異性，建議對離島水質管理策略提出較具體之方案或建議，俾能使資源更能有效配置。
3. 石棉在飲用水之管理做法建議研究團隊可針對目前之狀況(包括國際管制作法、職業安全衛生、對健康之影響…)擬具津貼，必要時可對外界說明。
4. 微生物標準或指標部分建議就近年度所蒐集到的資訊進行分析，提出未來應持續努力之方向。

(六) 童心欣 委員

4. 採樣時間分為豐、枯水期，但今年特別的乾早期為五月，目前如此隨機採樣方式是否具代表性？觀察清單內物質皆對於各別水廠來說僅為單一隨機事件，可能要評估代表性。並依照代表性再行評估改層級的機制(頻率)(可分水庫原水或河川其流量差異分類)。
5. 內分泌干擾物質選取的項目是否可對照健保用藥資料庫？
6. 台中 PFOA 檢出時是否仍在建築工地水源？建議檢視過去結果與缺水事件前後兩者差異。

(七) 薛志宏 科長

1. 有關關注層級降低機制「觀察清單改列蒐集清單 5 年內 250

筆以上檢測值均未超過國際管制標準最小值，即可改列蒐集清單」，建議明確定義檢測對象為原水、清水或均包括，檢測地點建議應包括我國主要淨水場，連續 3 年，每年平均至少 100 筆數據，以免偏某一年份數據。而候選清單改列觀察清單，連續 3 年監測，平均每年超過 100 筆數據，均未超過國際管制標準最小值，即可改列蒐集清單」，由於列候選清單污染物，係經層層篩選，建議較慎重評估，建議參考 USEPA UCMR(非列管污染物監測法)，採 5 年 監測。

2. 2-MIB 5 處淨水場測值出現大於國際管制最小值，其中本島明德及鳳山屬優養化水庫，鯉魚潭則屬普養水庫，建議評估是否受今年乾旱影響。
3. 石棉於國際飲用水之管制僅美國訂現值 7 MFL(每公升百萬纖維)，USEPA 公告長期暴露可能健康影響為「增加發展良性腸息肉風險」，石棉產生肺癌等肺部疾病主要關注由呼吸進入人體，USEPA 認可「混凝過濾」等處理程序，可將原水中石棉纖維有效去除；且 WHO 評估無明確證據證明攝入含石綿纖維飲用水有害人體健康，故不需建立飲用水準則值。故烏嘴潭事件未來若有原水中石棉纖維污染，只要經過適當淨水處理應不足為慮，倒是工程施作作業環境及未來淨水污泥處理及處置須注意粉塵影響。
4. 111 年觀察清單監測計畫項目依何原則選定？

(八) 林國清 處長

1. 澎湖望安淨水場今年(110 年)PFOA、PFOS 及 PFHxS 檢出濃度較高，本公司將持續關注；另建議團隊作原水及淨水流程分析，以協助台灣自來水公司釐清可能來源。
2. 各階段降低關注層級方面:同意觀察清單如於五年內 250 筆以上檢測值，均未超過國際管制標準最小值，改列為蒐集清單；候選清單連續 3 年監測，平均每年超過 100 筆檢測值均未超過國際管制標準最小值，改列為觀察清單。
3. (1)石綿在國際上普遍認為致癌路徑為吸入，而非透過飲水。
(2)石綿於淨水處理流程中可經由混沉、過濾程序有效去除。
(3)石綿分析耗時且昂貴，不適合常規分析，且國內目前亦尚無檢測方法。(4)WHO 及世界上主要先進國家對於飲水也無管

制，因此建議尚無需將石綿列入管制或建立指引值。

七、結論

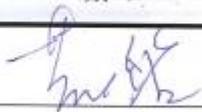
- (一) 同意各階段清單項目降低關注層級之機制，
- (二) 文獻大多顯示無論由流行病研究或動物實驗均未顯示從飲用水進入人體之石棉對人體健康有不良之影響。各國停用石棉管於自來水工程，主要是考量其生產過程對從業人員健康之影響，而非基於對飲用水安全之影響，故尚無飲用水水質管理監測之需要及因應。
- (三) 同意 111 年由自來水事業單位協助執行觀察清單監測計畫，檢測甲醛、1,2-二溴乙烷、鄰苯二甲酸二丁酯、鎘、鉍

國立成功大學國際水質研究中心 會議簽名單
 會議名稱：行政院環境保護署「110年飲用水未列管新興污
 染物之水質研究計畫」第3次專家諮詢會議

開會時間：110年11月4日(四) 下午14時00分至16時00分

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
康世芳 教授	淡江大學水資源及環境工程學系	康世芳
毛義方 教授	中山醫學大學職業安全衛生學系	毛義方
童心欣 教授	國立臺灣大學環境工程研究所	童心欣
陳曼莉 前副處長	臺北自來水事業處	陳曼莉
歐陽嶠暉 教授	國立中央大學土木工程系與環工所	歐陽嶠暉
葉宣顯 教授	國立成功大學環境工程學系	葉宣顯
王根樹 教授	國立臺灣大學環境衛生研究所	
羅仁鈞 副處長	行政院環境保護署水保處	羅仁鈞
李德馨 簡任技正	行政院環境保護署水保處	
柯顯文 科長	行政院環境保護署水保處	柯顯文
黃明輝 專員	行政院環境保護署水保處	黃明輝
歐真好 特約環境技術師	行政院環境保護署水保處	歐真好
林國清 處長	台灣自來水公司水質處	林國清
薛志宏 科長	臺北自來水事業處	薛志宏

國立成功大學國際水質研究中心 會議簽名單
 會議名稱：行政院環境保護署「110 年飲用水未列管新興污
 染物之水質研究計畫」第 3 次專家諮詢會議
 開會時間：110 年 11 月 4 日(四) 下午 14 時 00 分至 16 時 00 分

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
黃良銘 教授	國立成功大學環境工程學系	
林財富 教授	國立成功大學環境工程學系	
陳毓如 教授	國立成功大學環境工程學系	
謝淑婷 博士	國立臺灣大學環境衛生研究所	謝淑婷
吳怡儒 博士	國立成功大學環境工程學系	吳怡儒
邱翌竹 助理	國立成功大學環境工程學系	邱翌竹

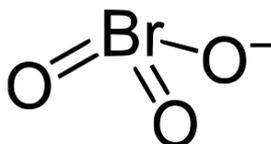
附錄二、毒理資料庫

附錄 2.1 溴酸鹽 Bromate

1. 水質項目名稱：溴酸鹽 (Bromate)

(CAS：15541-45-4)

別名：Perfluorohexanoic acid、Undecafluorohexanoic acid

2. 化學式/結構式：BrO₃⁻

3. 使用單位：mg/L

4. 分析方法：水中陰離子檢測方法-離子層析法 (NIEA W415.54B)

5. 環境背景資料

當水中有溴離子存在時，若以臭氧做為消毒飲的消毒方式，臭氧與原水中的天然溴化物反應就會形成溴酸鹽 (Haag & Hoigné, 1983)。經消毒後飲用水中所形成的溴酸鹽受多種因素影響，如原水pH值、溴離子濃度、臭氧使用量及消毒反應時間等。在某些條件下，飲用水消毒使用濃縮的次氯酸溶液也可能形成溴酸鹽 (IPCS, 2000)。

溴酸鈉和溴酸鉀是白色結晶，易溶於水 (Budavari et al., 1989)，為強氧化劑，主要使用於紡織品以硫磺染料時的中和溶液。溴酸鉀亦使用在化學試劑、研磨及烘焙過程中使麵粉熟成或處理啤酒釀造過程中的大麥。溴酸鹽不會揮發致空氣中，少量會吸附到土壤或底泥，因是強氧化劑，所以可能和有機物反應，產生溴離子。

人體可能的暴露途徑

對大多數人而言，接觸溴酸鹽的機會不大，若以臭氧對飲用水進行消毒，每日攝入溴酸鹽的範圍120 - 180 µg/day (McGuire et al., 1990)。來自於含溴酸鹽麵粉的烘焙食物和產品中的溴酸鹽含量則預計較低，因烘焙過程會分解溴酸鹽而成溴化物 (IARC, 1986)。

環境水體中的濃度

飲用水：歐洲自來水公司之研究發現，清水中溴酸鹽濃度範圍為低於偵測極限(2 µg/L)至16 µg/L (IPCS, 2000)。加拿大衛生部報告的濃度範圍為0.55 - 4.42 µg/L，平均濃度1.71 µg/L；另一項調查的濃度報告範圍為0.73 - 8.00 µg/L，平均濃度為3.17 µg/L；經臭氧處理的瓶裝水，溴酸鹽濃度範圍4.73-37.3 µg/L，平均濃度18 µg/L (Health Canada, 1999)。據IPCS(2000)的報告，各種水源經臭氧處理後的飲用水中溴酸鹽濃度為<2- 293 µg/，濃度受溴離子濃度、臭氧劑量、pH、鹼度、水中溶解性有機碳的量等因素影響。AWWA(2000)的報告則顯示清水中溴酸鹽平均濃度為3.06 µg/L，中位數為3.64 µg/L，配水系統中平均濃度為2.5 µg/L，中位數為

0.05 µg/L。在美國地表水為水源之清水溴酸鹽年平均濃度2.9µg/L(範圍0.2-25µg/L)(US EPA, 2001a)。臺北自來水事業處106年6月至110年5月臺北市各淨水場(直潭、長興、公館等)之清水中溴酸鹽檢測皆為ND(資料來源：臺北市自來水事業處水質科)。臺灣自來水公司水質年報(106年)高雄地區之鳳山、澄清湖、拷潭、翁公園等淨水場，清水中溴酸鹽濃度為ND-0.0059 mg/L(資料來源：106年水質年報，臺灣自來水公司)

6. 健康評量及毒理資料

有些人在暴露大量的溴酸鹽顯示出腸胃道症狀，如噁心、嘔吐、腹瀉、腹痛。部分攝入高濃度溴酸鹽的個體則顯示對腎臟、神經系統有影響及發生聽力損失，但這些患者的溴酸鹽暴露量是一般飲用水標準的數千倍。在大鼠研究中，長期暴露在高濃度溴酸鹽中的大鼠可能導致癌症，但是否會導致人類癌症則尚不清楚。若是口服途徑，動物和人類都是經由腸胃道吸收溴酸鹽，而溴酸鹽主要通過尿液排出，一部分以溴酸鹽形式，一部分以溴化物形式排出。

一些報告顯示在溴酸鹽動物實驗中誘發癌症，主要是來自F344大鼠的研究證據，溴酸鹽在雄性大鼠的多個部位產生腫瘤，包括腎臟(腺瘤和癌)，甲狀腺(卵泡細胞腺瘤和癌)和腹膜(間皮瘤)(Kurokawa et al, 1986a, b, 1987; DeAngelo 等, 1998)，而且在腫瘤的發生率和嚴重程度/進展方面有明確的劑量效應關係。

人類大多數的溴酸鹽中毒案例多是意外或故意攝入家庭中的燙髮液(含有溴酸鉀或溴酸鈉)。溴酸鹽的中毒作用包括噁心，嘔吐，腹痛，無尿和腹瀉，不同程度的中樞神經系統抑制，溶血性貧血和肺水腫，且這些影響大多數都是可逆的。攝入每公斤體重240-500毫克的溴酸鉀(每公斤體重185-385毫克溴酸鹽)後，就觀察到不可逆的結果，包括腎衰竭和耳聾(Quick, 1975)。IARC(1986, 1999)將溴酸鉀分類為2B組(可能對人類致癌)，認為沒有足夠的證據證明人類具有致癌性，但有足夠的證據證明實驗動物具有致癌性。基於有充分證據顯示對雄性和雌性大鼠具有致癌性，美國EPA(2001b)根據口服暴露途徑將溴酸鹽歸類為可能的人類致癌物(B2)。加拿大衛生部(Health Canada 1999年)將溴酸鹽分類為可能對人類致癌的物質(動物中有充分的證據；人類沒有數據)。

因溴酸鹽對人類的致癌作用證據不充分，IPCS(2000)根據每天每公斤體重大鼠每天攝入1.3 mg，不會發生腎細胞腫瘤的效應(Kurokowa et al. 1986b)，以1000為不確定因子估算出TDI為每公斤體重1 µg，飲用水中含溴酸鹽的10⁻⁵終生致癌風險為每天每公斤體重0.1µg。以IPCS(2000)的值，和10⁻⁵終生致癌風險，60公斤的成人每日飲水2公升，可得每公升3 µg的量

	RfD	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
--	-----	----------------------	----------------------	------	-----------------	------

1	0.004	1.1	6.1	—	—	雄大鼠/口服(1)
2	—	—	—	—	—	—

(1) DeAngelo et al. (1998)

7. 處理技術/成本分析

活性碳吸附

8. 國內外管制情形

項 目	國 名						
	我國	美國	WHO	EC	德國	英國	澳洲
BrO ₃ ⁻ 標準值 (單位：mg/L)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02

9. 行政考量

10. 管制優先次序

11. 參考文獻

AWWA (2000) American Water Works Association committee report: Disinfection at large and medium-size systems. Journal of the American Water Works Association, 92(5):32–43

Budavari, S; O'Neil, MJ; Smith, A; et al., eds. (1989) The Merck index: an encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. 11th ed. Rahway, NJ: Merck and Company, Inc.

DeAngelo AB et al. (1998) Carcinogenicity of potassium bromate administered in the drinking water to male B6C3F1 mice and F344/N rats. Toxicologic Pathology, 26(5):587–594.

Haag WR, Hoigné J (1983) Ozonation of bromide-containing water: kinetics of formation of hypobromous acid and bromate. Environmental Science and Technology, 17:261–267

Health Canada (1999) Bromate. Guidelines for Canadian drinking water quality — supporting document. Ottawa, Ontario, Health Canada, Environmental Health Directorate, Health Protection Branch

Kurokawa Y et al. (1986a) Long-term in vivo carcinogenicity tests of potassium bromate, sodium hypochlorite and sodium chlorite conducted in Japan. Environmental Health Perspectives, 69:221–236.

Kurokawa Y et al. (1986b) Dose–response studies on the carcinogenicity of potassium bromate in F344 rats after long-term oral administration. Journal of the National Cancer Institute, 77:977–982

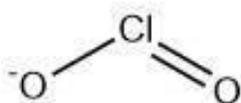
- Kurokawa Y et al. (1987) Relationship between the duration of treatment and the incidence of renal cell tumors in male F344 rats administered potassium bromate. Japanese Journal of Cancer Research, 78:358–364.
- IARC (1986) Some naturally occurring and synthetic food components, furocoumarins and ultraviolet radiation. Lyon, International Agency for Research on Cancer, pp. 207–220 (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 40)
- IARC (1999) Some chemicals that cause tumours of the kidney or urinary bladder in rodents and some other substances. Lyon, International Agency for Research on Cancer, pp. 481–496 (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 73).
- IPCS (2000) Disinfectants and disinfectant by-products. Geneva, World Health Organization, International Programme on Chemical Safety (Environmental Health Criteria 216)
- Quick CA, Chole RA, Mauer SM (1975) Deafness and renal failure due to potassium bromate poisoning. Archives of Otolaryngology, 101:494–495
- US EPA (2001a) Stage 2 occurrence and exposure assessment for disinfectants and disinfection byproducts (D/DBPs). Washington, DC, US Environmental Protection Agency
- US EPA (2001b) Toxicological review of bromate in support of Integrated Risk Information System (IRIS). Washington, DC, US Environmental Protection Agency. Available at <http://www.epa.gov/iris/>.

附錄 2.2 亞氯酸鹽 Chlorite

1. 水質項目名稱：亞氯酸鹽 (chlorite)
(CAS：14998-27-7)

別名：Chlorite ion

2. 化學式/結構式：ClO₂⁻



3. 使用單位：mg/L
4. 分析方法：水中陰離子檢測方法-離子層析法 (NIEA W415.54B)
5. 環境背景資料

亞氯酸鹽是亞氯酸形成的鹽類，含有亞氯酸根離子ClO₂⁻。二氧化氯是一種人工製造出來的氣體，並不存在於自然環境中，當加入水中時，二氧化氯會很快形成亞氯酸根離子，一種非常活躍的化學物質。二氧化氯常被用來作為漂白劑，尤其在造紙、紡織品工廠及公共水處理設施中，使飲用水可被安全飲用，因此以二氧化氯作為飲用水消毒藥劑，二氧化氯和水反應後則會生成亞氯酸鹽。二氧化氯，亞氯酸鹽和氯酸鹽亦可能用於食品的麵粉加工中，例如亞氯酸鈉用在改良食品澱粉的漂白劑，二氧化氯在澱粉加工做為類胡蘿蔔或其他天然色素的脫色劑 (US EPA, 1983; CMA, 1989; US FDA, 1990)。

水中：水中的亞氯酸鹽可能會進入地下水，水中砂土和沉積物則會減少亞氯酸鹽進入地下水之比例。

人體可能的暴露途徑

二氧化氯或亞氯酸鹽都不會累積在食物鏈中。二氧化氯被加入飲用水中是為了保護人們不被細菌或是其它微生物傷害。若以二氧化氯作為飲用水消毒劑，該供水地區的人們可能經由飲用水而暴露少量的二氧化氯及亞氯酸鹽。在紙漿和造紙廠、城市污水處理設施以及其它使用二氧化氯及亞氯酸鹽做為消毒劑的工作的人員，可能會有較高濃度二氧化氯及亞氯酸鹽的暴露（離子或是鹽類）。

環境水體中的濃度

水中：使用二氧化氯做為淨水水質的藥劑，可能產生亞氯酸根，曾有研究報告水中的氯酸根濃度為3.2-7.0 mg/L (Michael et al., 1981)。臺北自來水事業處106年6月至110年5月臺北市各淨水場（直潭、長興、公館等）之清水中亞氯酸鹽檢測皆為ND（資料來源：臺北市自來水事業處水質科）。

6. 健康評量及毒理資料

二氧化氯及亞氯酸鹽兩者都會在水中或是潮濕的人體組織中有快速反應，飲入含有大量亞氯酸鹽的水可能造成嘴巴、食道或是胃部的刺激。以大鼠研究顯示，懷孕的大鼠或初生的老鼠暴露在二氧化氯下會造成腦部發育遲緩，但這些研究的暴露濃度比人類平常在飲用水中所暴露到的濃度高很多。以大鼠暴露含亞氯酸離子的飲用水，監測血液中參數，進行 30-90 天實驗，在此研究中，每天每公斤體重 1 mg/kg 為 NOAEL(Heffernan et al., 1979)。目前沒有任何證據顯示二氧化氯或亞氯酸鹽會影響人類的生殖和成長發育，IARC (1991) 及美國環保署未將二氧化氯及亞氯酸鹽列為人類的致癌物 (為 Group 3)。OSHA 則訂空氣中二氧化氯或亞氯酸鹽濃度為每日 8 小時工作或每週 40 小時工作的暴露量為 0.1 ppm。

	RfD	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	—	—	—	—	105	大鼠/口服(1)
2	—	—	—	—	493	鵪鶉/口服(2)
3	—	0.036	—	—	—	人類/飲用水(3)

(1)Musil et al., 1964

(2)Fletcher, 1973

(3)Lubbers et al., 1981

7. 處理技術/成本分析

活性碳 (GAC) (Dixon & Lee, 1991)、改良二氧化氯產生器可降低亞氯酸鹽產生量。

8. 國內外管制情形

項 目	國 名						
	我國	美國	WHO	EC	德國	英國	澳洲
ClO ₂ ⁻ 標準值 (單位：mg/L)	0.7	1.0	—	—	—	—	—

我國僅限於添加氣態二氧化氯消毒之供水系統

9. 行政考量

10. 管制優先次序

11. 參考文獻

CMA (1989) A review of the uses, chemistry and health effects of chlorine dioxide and the chlorite ion. Washington, DC, Chemical Manufacturers Association

- Dixon K, Lee RG (1991) The effect of sulfur-based reducing agents and GAC filtration on chlorine dioxide by-products. *Journal of the American Water Works Association*, 83:48–55.
- Fletcher D (1973) Acute oral toxicity study with sodium chlorite in bobwhite quail. Industrial Bio-Test Laboratory's report to Olin Corporation (IBT No. J2119).
- Heffernan WP, Guion C, Bull RJ (1979) Oxidative damage to the erythrocyte induced by sodium chlorite, in vivo. *Journal of Environmental Pathology and Toxicology*, 2:1487–1499.
- IARC (1991) Chlorinated drinking-water; chlorination by-products; some other halogenated compounds; cobalt and cobalt compounds. Lyon, International Agency for Research on Cancer, pp. 45–359 (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 52)
- Lubbers JR, Chauhan S, Bianchine JR (1981) Controlled clinical evaluations of chlorine dioxide, chlorite and chlorate in man. *Fundamental and Applied Toxicology*, 1:334–338.
- Michael GE et al. (1981) Chlorine dioxide water disinfection: a prospective epidemiology study. *Archives of Environmental Health*, 36:20–27.
- Musil J et al. (1964) Toxicologic aspects of chlorine dioxide application for the treatment of water containing phenols. *Technology of Water*, 8:327–346
- US EPA (1983) Sodium chlorate: exemption from the requirement of a tolerance. US Environmental Protection Agency. *Federal Register*, 48:19028
- US EPA (1999) Alternative disinfectants and oxidants guidance manual. Washington, DC, US Environmental Protection Agency, Office of Water, April (EPA 815-R-99-014,
http://www.epa.gov/safewater/mdbp/alternative_disinfectants_guidance.pdf)

附錄 2.3 陰離子界面活性劑 Anionic surfactants

1. 水質項目名稱：陰離子界面活性劑（anionic surfactants）
別名：陰離子表面活性劑
2. 化學式/結構式：
3. 使用單位：mg/L
4. 分析方法：水中陰離子界面活性劑（甲烯藍活性物質）檢測方法-甲烯藍比色法 (NIEA W525.51A)
5. 環境背景資料

界面活性劑（表面活性劑）是清潔劑洗滌劑的主要成分，界面活性劑的結構含有疏水性的尾巴和親水性的頭，依照界面活性劑的特性，可區分為陰離子界面活性劑、陽離子界面活性劑、非離子性界面活性劑、兩性界面活性劑。陰離子界面活性劑的親水性末端帶有負電荷，負電荷有助於界面活性劑分子攻擊污垢，且對皮膚的刺激性較陽離子界面活性劑弱，因此陰離子界面活性劑常用於肥皂和洗滌劑，廣泛用於工業、家庭清潔劑或農藥製劑等，例如在化妝品方面使用在洗髮精、沐浴劑、牙膏、發泡劑等，在食品方面則用作乳化劑、消泡劑、增稠劑和蛋白質穩定劑，在紡織工業中，可用作染色助劑、漂白劑，在農藥領域，則可用作噴霧劑，乳化劑和分散劑等用途。陰離子界面活性劑雖對去除懸浮顆粒狀污垢非常有效 (M.J. Rosen;1989)，但在乳化油性污垢方面卻不那麼出色，且陰離子界面活性劑混合後會產生大量泡沫。陰離子界面活性劑包含磺酸鹽（sulfonic acid salts）、醇硫酸鹽（alcohol sulfates, AS）、醇醚硫酸鹽（alcohol ether sulfates, AES）、烷基苯磺酸鹽（alkylbenzene sulfonates）、磷酸酯類（phosphoric acid esters）及羧酸鹽（carboxylic acid salts）等，其中可生物降解的直鍊烷基苯磺酸鹽（linear alkylbenzene sulfonates, LAS）是最常見的，在廢水及河水中皆可發現。

陰離子界面活性劑在污水處理過程中迅速被生物分解，通常可減少 90% 以上 (Hennes-Morgan & de Oude 1994)，LAS（直鍊烷基苯磺酸鹽）也可經由礦化和生物降解作用去除，在較高的溫度下此作用發生更快。

人體可能的暴露途徑

健康的皮膚是陰離子界面活性劑良好的屏障，但若皮膚有傷口或破損，則容易進入體內。

環境水體中的濃度

陰離子界面活性劑進入河流等水體中，對於水中生物、底泥等可能會造成生態上的衝擊。陰離子界面活性劑為人工合成物質，非自然存在於環境中，因此污染源大都來自人為因素，如工業廢水及家庭污水等。環境水體中界面活性劑通常來自於污水處理廠，但因各界面活性劑的降解速度各不相同，廢污水排放水界面活性劑的組成可能和進流水界面活性劑的組成有蠻大差異（Hennes-Morgan & de Oude 1994）。

目前檢測水中陰離子界面活性劑之方法“水中陰離子界面活性劑（甲烯藍活性物質）檢測方法-甲烯藍比色法”是以直鏈或支鏈型的烷基苯磺酸鹽為標準，測得水中甲烯藍活性物質（Methylene-blue active substances, MBAS）之總濃度。表面水：因陰離子界面活性劑非河川污染指標，台灣各河川少有監測數據。觀察民國91~96年淡水河系之陰離子界面活性劑的量，91年淡水河、基隆河及新店溪，其陰離子界面活性劑含量明顯高於0.5 mg/L，但民國94~96年間由於污水下水道設立及工廠廢水管控，其陰離子界面活性劑含量大部分均少於0.5 mg/L（甄氏，民97）。根據臺北市之河川水質月報，如110年1月份陰離子界面活性劑的檢測，大直橋為0.18 mg/L，承德橋為0.2 mg/L，其餘皆為ND（臺北市環境品質資訊網，河川水質月報）。

自來水：環保署89-96年抽樣自來水，在92年抽樣的291件樣本中，有1件不合格，其餘均為合格。自來水公司對淨水場清水之陰離子界面活性劑檢項皆會進行定期檢測，如106年新山淨水場皆為ND，新竹第一淨水場清水，陰離子界面活性劑為ND-0.05 mg/L，豐原一場清水為ND-0.11 mg/L，高雄各淨水場皆為ND。臺北市自來水事業處109年6月至110年5月對於臺北市各淨水場清水水質檢驗，陰離子界面活性劑皆為未檢出（臺北市自來水事業處水質科）。

6. 健康評量及毒理資料

陰離子界面活性劑的毒性，會因為清潔劑種類和化學物質而有很大的差異（Lewis, 1990年），目前也缺乏長期慢性毒性的資料。健康的皮膚是陰離子界面活性劑良好的屏障，但若皮膚有傷口或破損，則容易進入體內。經口攝入陰離子界面活性劑，則容易被腸胃道吸收。陰離子界面活性劑經肝臟代謝後，代謝物從尿液排出，肝功能不佳的患者，可能發生血管內溶血

（R.W. Coppock, M.S. Mostrom, L.E. Lillie; Vet Hum Toxicol; 1988），肝功能障礙被認為和血液中清潔劑濃度有關。長期或反覆接觸清潔劑（陰離子界面活性劑）可能會引起刺激，攝入陰離子界面活性劑通常會導致嘔吐、噁心、腹瀉和腸胃道不適，通常會引發生病但不會致命。若不小心攝入陰離子界面活性劑，建議口服牛奶或水以稀釋洗滌劑，眼睛接觸則使用大量清水沖洗眼睛，皮膚暴露建議對皮膚進行徹底的沐浴和清洗。

	RfD	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—

7. 處理技術/成本分析

傳統的混凝(硫酸鋁和氧化鐵混凝劑)可去除少量陰離子界面活性劑(7.6%及10%)
([Jadwiga Kaleta, Maria Elektorowicz; 2013](#))

8. 國內外管制情形

項 目	國 名						
陰離子界面 活性劑	我國	美國	WHO	EC	德國	英國	澳洲
標準值 (單位：mg/L)	0.5	—	—	—	—	—	—

9. 行政考量

陰離子界面活性劑在水質管制項目中，為“影響適飲性物質”，而非影響健康性物質。

10. 管制優先次序

11. 參考文獻

Hennes-Morgan EC & de Oude NT 1994. Detergents. In **Handbook of ecotoxicology**, vol 2, ed P Calow, Blackwell Scientific, London

M.J. Rosen, (2nd ed.), Surfactants and Interfacial Phenomena, John Wiley, New York (1989)

[Jadwiga Kaleta](#)¹, [Maria Elektorowicz](#) The removal of anionic surfactants from water in coagulation process Environ Technol. Mar-Apr 2013;34(5-8):999-1005

Lewis MA 1990. Chronic toxicities of surfactants and detergent builders to algae: A review and risk assessment. Ecotoxicology and Environmental Safety 20, 123-140.

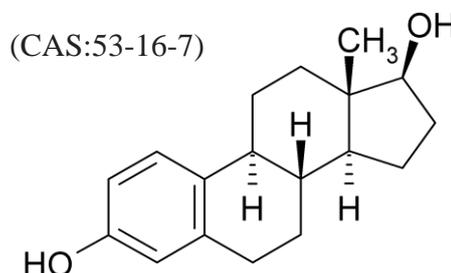
R.W. Coppock, M.S. Mostrom, L.E. Lillie The toxicology of detergents, bleaches, antiseptics and disinfectants in small animals. Vet Hum Toxicol, 30 (1988), pp. 463-473

甄慧蓮，九十七年度陰離子界面活性劑檢測探討，民國 97 年

附錄 2.4 雌素酮 Estrone

1. 水質項目名稱：雌素酮 (estrone)

別名：雌酮



2. 化學式/結構式：C₁₈H₂₂O₂

3. 使用單位：ng/L

4. 分析方法：水中新興污染物檢測方法-固相萃取與高效液相層析/串聯式質譜儀法 (NIEA W545.50B)

5. 環境背景資料

雌素酮是一種天然存在的類固醇類雌激素，或從懷孕的母馬尿中提煉合成。存在於女性體內的天然雌激素有雌素酮(estrone, E1)、雌二醇(動情激素 estradiol, E2)、雌三醇(estriol, E3)，而雌素酮是更年期女性體內雌激素的主要形式。雌素酮存在於孕婦和母馬的尿液、許多動物的卵泡液、人類胎盤、公牛和公馬尿液以及一些植物中。

治療的雌素酮是天然雌激素的合成形式。雌素酮通過細胞膜和生殖腺、乳腺、腦下垂體、下視丘、肝臟、骨骼等雌激素受體結合，此活化的雌激素受體複合物至細胞核中和 DNA 上的雌激素反應成分結合，促進女性生殖系統及第二性徵相關目標基因之轉錄。

空氣中：雌素酮若釋放至空氣中，因常溫時蒸汽壓為 2.5×10^{-10} mmHg，將存在於大氣的顆粒相中，顆粒相的雌素酮將藉由乾沈降或濕沈降自大氣中移除。以氙氣燈照射河水中雌酮則為 2-3 小時的光降解半衰期 (Meylan WM, Howard PH; 1993)，顯示雌素酮可受到陽光直接光解。

土壤中：雌素酮的 *k_{oc}* 為 457 (Khanal SK et al; 2006) 至 18000 (Yu Z et al; 2004) 顯示在土壤中遷移率低甚或不移動，也不易從潮濕的土壤表面揮發。根據污水中菌種接種的測試，不容易被生物降解 (Stumpe B, Marschner B; 2010)。

水中：水中的雌素酮容易被懸浮顆粒和底泥所吸附，且不易從水體表面揮發而去除 (Yu Z et al; 2004)，且因其 BCF 為 54 (Hansch C et al; 1995)，對水中生物的生物濃縮性為中等。因缺乏在水環境條件下水解的官能基，也不易被水解而去除。

表一、雌素酮物化特性

物化特性	文獻
------	----

蒸氣壓	25°C下， 2.5×10^{-10} mmHg	Lyman WJ; 1985
Koc	457-18000	Khanal SK et al; 2004
BCF	54	Hansch C et al; 1995

人體可能的暴露途徑

主是暴露途徑是服用該化合物（雌素酮）的藥物時，經由攝入而暴露。一般民眾則可能經攝入飲用水而暴露到非常微量且遠低於治療劑量的雌素酮（NIOSH; 2011）。

環境水體中的濃度

雌素酮是一種天然雌激素，可能在污水處理廠廢水和河口水域中檢測到。

飲用水：美國在2006~2007年收集的19個飲用水水源樣本中有15個檢測到乙雌素酮，濃度為0.90 ng/L，平均值/中位數為0.30 ng/L，清水及配水中雖有檢測到但濃度低於偵測極限（Benotti MJ et al; 2009）。2000年6~10月德國南部Ulm、Langenau及Blaubeuren地區收集的10個飲用水水樣，有4個水樣檢測到雌素酮，濃度範圍為0.20 - 0.60 ng/L（Kuch HM, Ballschmiter K; 2001）。

地表水：2005年4月~2006年3月間美國加州中部各鄉鎮的30個放牧牧場採集了89個水樣，78%水樣檢測到雌素酮，最大濃度為38 ng/L，周圍酪農場收集的32個水樣則有38%檢測到雌素酮，最大濃度為170 ng/L（Kolodziej EP, Sedlak DL; 2007）。2000年6-10月在德國南部多瑙河、瑙河和布勞河及流入康斯坦茨湖的三個小溪收集31個地表水樣品，有29個測到雌素酮，濃度範圍0.10-4.1 ng/L，平均濃度為0.7 ng/L（Kuch HM, Ballschmiter K; 2001）。中國北方的天津在北塘河、大沽河、永定新河水體中，雌素酮濃度分別為4.29-49.8、5.00-55.3 和 0.64-20.2 ng/L，平均濃度分別為 23.4、19.7 和 10.5 ng/L（Lei B et al; 2009）。在法國波爾多北部郊區，Eysines 污水處理廠放流水排至Jalle d'Eysines河水，且河流流經農業和住宅區。在排放口下游處檢測到雌素酮，在排放口下游1、2、4、6、8、10公里處，檢出雌素酮濃度分別為：10、5、4、3、2、1 ng/L（2003年7月）；16、10、5、4、2、0 ng/L（2003年9月）和1.9、2.2、1.9、1.8、1.8 和 1.8 ng/L（2004年2月）。且以上情形在排放口上游均為未檢出（Labadie P, Budzinski H; 2005）。

排放水：美國加州中部城市的 95-144個污水處理廠放流水，有37%含有雌素酮，最大濃度為19.5 ng/L（Kolodziej EP, Sedlak DL; 2007）。澳洲一間位於沿海的大型污水處理廠放流水平均濃度為 54 ug/L（Braga O et al; 2005）。德國南部2006年收集到的16個污水樣中有15個測到雌素酮，濃度範圍為 0.35 - 18 ng/L，中值為 3.4 ng/L（Kuch HM, Ballschmiter K; 2001）。38個德國城市污水處理廠中放流水中，20個測到雌素酮，中位數濃度為 0.001 ug/L，最大濃度為 0.070 ug/L（Ternes T; 2001）。在法國波爾多北部郊區，Eysines 污水處理廠放流水中檢測到雌素酮的濃度分別為

71.4 (2003年7月)、57.8 (2003年9月) 和 17.2 ng/L (2004年2月) (Labadie P, Budzinski H; 2005)。

6. 健康評量及毒理資料

女性患者服用過量的雌激素(口服避孕藥),可能會有噁心、嘔吐等症狀,雌激素相關的副作用包括噁心、乳房脹痛、體液滯留和水腫、頭痛和/或偏頭痛。雌激素缺乏與突發量出血、月經量少、易怒、抑鬱和更年期症狀有關。雌激素已知是人類的致癌物(DHHS/National Toxicology Program; 2005),停經後使用雌激素治療顯示對人體產生致癌性,動物實驗則顯示動情激素(estradiol)及雌素酮(estrone)對實驗動物有致癌性。因此停經後的雌激素治療對人有致癌性(Group 1)(IARC, 1999)。

	RfD	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—

7. 處理技術/成本分析

加氯氧化能有效去除雌激素(如 E1、E2、E3、EE2),去除效率可達 99% 以上(Pereira R.O., Postigo C., Alda M.L., Daniel L.A., and Barceló D., 2011)。

8. 國內外管制情形

項目	國名						
	我國	美國	WHO	EC	德國	英國	澳洲
雌素酮 標準值 (單位:mg/L)	—	—	—	—	—	—	—

9. 行政考量

10. 管制優先次序

11. 參考文獻

Benotti MJ et al; Environ Sci Technol 43: 597-603 (2009)

Braga O et al; Chemosphere 61: 827-833 (2005)

Kuch HM, Ballschmiter K; Environ Sci Technol 35: 3201-206 (2001)

DHHS/National Toxicology Program; Eleventh Report on Carcinogens: Estrogens, Steroidal (January 2005). Available from, as of July 31, 2009: <https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s084ster.pdf>

Hansch C et al; Exploring QSAR. Hydrophobic, Electronic, and Steric Constants. ACS Prof Ref Book. Heller SR, consult. ed., Washington, DC: Amer Chem Soc p. 157 (1995)

IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Human s. Geneva: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 1972-

PRESENT. (Multivolume work). Available at: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>, p. V72 503 (1999)

Khanal SK et al; Environ Sci Technol 40(21): 6537-6546 (2006)

Kolodziej EP, Sedlak DL; Environ Sci Technol 41: 3514-3520 (2007)

Labadie P, Budzinski H; Environ Sci Technol 39: 5113-5120 (2005)

Lei B et al; Chemosphere 76: 36-42 (2009)

Lyman WJ; p. 31 in Environmental Exposure From Chemicals Vol I, Neely WB, Blau GE, eds, Boca Raton, FL: CRC Press (1985)

Meylan WM, Howard PH; Chemosphere 26: 2293-99 (1993)

[Pereira](#) R.O., [Postigo](#) C., [Alda](#) M.L., [Daniel](#) L.A., and [Barceló](#) D., Chemosphere 82: 789-99 (2011)

Stumpe B, Marschner B; J Environ Biol 39: 907-916 (2010)

Ternes T; in Amer Chem Soc, ASC Symp Ser 2001, 791(Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Environment): 39-54 (2001)

US EPA; Estimation Program Interface (EPI) Suite. Ver. 4.1. Jan, 2010. Available from, as of Jan 25, 2011: <https://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/episuitedi.htm>

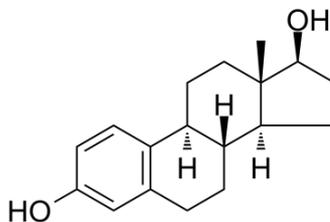
Yu Z et al; Environ Toxicol Chem 23: 531-539 (2004)

附錄 2.5 動情激素 Estradiol

1. 水質項目名稱：動情激素 (Estradiol)

別名：雌二醇、beta Estradiol, 17 beta-Estradiol, 17β-Estradiol, E2
(CAS:50-28-2)

2. 化學式/結構式：C₁₈H₂₄O₂



3. 使用單位：ng/L

4. 分析方法：水中新興污染物標準檢驗法—液相層析/串聯式質譜儀法 (NIEA W545.50B)

5. 環境背景資料

動情激素是哺乳動物釋放的一種天然類固醇激素 (Khanal SK et al; 2006)，在血中主要以蛋白結合形式存在。除了動情激素 (雌二醇)，其他天然的類固醇激素還包括雌素酮、雌三醇 (E3) 以及其它的結合物。17beta-Estradio (動情激素) 是具有最大雌激素活性的天然雌性類固醇激素。

雌激素存在於乳房、子宮、卵巢、皮膚、前列腺、骨骼、脂肪和腦組織中。成年女性在生育期雌激素的主要來源是卵泡，停經後大部分內源性雌激素是由雄烯二酮 (androstenedione) (由腎上腺皮質分泌) 轉化為外周組織中的雌素酮 (estrone) 而產生，而在雌激素受體 (ER) 方面，動情激素比雌素酮和雌三醇更有效。因此停經後有較高的雌素酮濃度的人會導致各種不良影響，除睡眠問題外，這些影響可能包括潮熱、發冷、陰道乾燥、情緒波動、經期失調和發冷等。

空氣中：空氣中的動情激素，因常溫時蒸汽壓為 6.4×10^{-9} mmHg，將存在於大氣的顆粒相中，顆粒相的動情激素將藉由乾沈降或濕沈降自大氣中移除。用氬弧燈照射水中動情激素，光降解半衰期為 2 小時，(Lin AY-C, Reinhard M; 2005)，因此可能受到陽光直接光解。

土壤中：動情激素在土壤中遷移率低，也不易從潮濕的土壤表面揮發。

水中：水中的動情激素 Koc 為 30000 (Fan Z et al; 2007)，預估不易被懸浮顆粒和底泥所吸附，且不易從水體表面揮發而去除 (Lyman WJ et al; 1990)，且因其 BCF 為 200 (Hansch C et al; 1995)，對水中生物的生物濃縮性可能高，前提是該化合物不被生物體代謝。

表一、動情激素物化特性

物化特性	文獻
------	----

蒸氣壓	25°C下， 6.4×10^{-9} mmHg	Lyman WJ; 1985
Koc	30000	Fan Z et al; 2007
BCF	110	Hansch C et al; 1995

人體可能的暴露途徑

主是暴露途徑是服用該化合物（動情激素）的藥物時，經由攝入而暴露。一般民眾則可能經攝入飲用水而暴露到非常微量且遠低於治療劑量的動情激素（NIOSH; 2011）。

環境水體中的濃度

飲用水：美國在2006~2007年收集的19個飲用水水源樣本中有1個檢測到動情激素（雌二醇），濃度為17 ng/L，但在清水及配水則檢測到低於偵測極限（0.50 ng/L）的濃度（Benotti MJ et al; 2009）。2001年加拿大安大略省的A.H. Weeks淨水場及ENWIN模廠的清水中則未檢出動情激素（Boyd GR et al; 2003）。2000年6~10月德國南部Ulm、Langenau及Blaubeuren地區收集的10個飲用水水樣，有5個水樣檢測到17- β -estradiol（動情激素），濃度範圍為0.20–2.10 ng/L；1個水樣檢出17- α -estradiol（乙炔動情激素），濃度為0.3 ng/L（Kuch HM, Ballschmiter K; 2001）。

地表水：美國USGS國家調查研究的顯示1999-2000年調查的河流，動情激素的濃度被報告頻率為10.0%，其中濃度最大值為0.093 ng/L，中位數則為0.009 ng/L（Kolpin DW et al; 2002）。加州中部於2005年4月至2006年3月自30個放牧區牧場收集的89個水樣，測得乙炔動情激素（17- α -estradiol）及動情激素（17- β -estradiol）的最大濃度分別為25及1.7 ng/L，附近乳牛農場收集的32個水樣中則6%檢出動情激素，最大濃度為0.7 ng/L（Kolodziej EP, Sedlak DL; 2007）。2003年8月至2004年11月，在密蘇里州懷特河（White Rivers）的水樣中則未檢測到動情激素（偵測極限1.3 ng/L）（Solis ME et al; 2007）。

排放水：美國加州中部城市廢水處理廠的95-144個放流水水樣，32%檢出動情激素（17- β -estradiol），最大濃度為7.8 ng/L（Kolodziej EP, Sedlak DL; 2007），2001年加拿大安大略省的A.H. Weeks水場及ENWIN模廠的放流水中則未檢出（Boyd GR et al; 2003）。有報告顯示瑞典污水處理廠放流水動情激素的濃度為0.001 ug/L（Carlsson C et al; 2006）。澳洲位於雪梨沿海一間大型初級污水處理廠放流水的動情激素平均濃度為14 ng/L（Braga O et al; 2005）。

6. 健康評量及毒理資料

女性患者服用過量的雌激素（口服避孕藥），可能會有噁心、嘔吐等症狀，頭痛，高血壓也與雌激素過量有關（International Programme on Chemical Safety; 1997）。動情激素（雌二醇）過量可能導致發生與雌激素相關的不良反應，包括噁心、嘔吐、腹痛、乳房脹痛、靜脈血栓形成和陰道出血。動情激素在大鼠90天後實驗的血液

中 NOAEL (未觀察到不良反應濃度) 為 0.003 mg/kg/day, 觀察的效應為血液、雌性生殖、雄性生殖、內分泌和肝臟毒性。

有足夠的證據顯示停經後雌激素療法在人類中具有致癌性, 動物實驗則顯示動情激素 (estradiol) 及雌素酮 (estrone) 對實驗動物有致癌性, 因此停經後的雌激素治療對人有致癌性 (Group 1) (IARC, 1999)。

	RfD	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	—	0.003	—	—	—	大鼠/口服(1)
2	—	—	—	—	>300	大鼠/皮下注射(2)

(1) [DrugBank](#)

(2) Iyakuhin Kenkyu. Study of Medical Supplies., 26(740), 1995

7. 處理技術/成本分析

加氯氧化能有效去除雌激素(如 E1、E2、E3、EE2), 去除效率可達 99% 以上 ([Pereira R.O.](#), [Postigo C.](#), [Alda M.L.](#), [Daniel L.A.](#), and [Barceló D.](#), 2011)。

8. 國內外管制情形

項 目	國 名						
	我國	美國	WHO	EC	德國	英國	澳洲
動情激素 標準值 (單位: mg/L)	—	—	—	—	—	—	—

9. 行政考量

10. 管制優先次序

11. 參考文獻

Benotti MJ et al; Environ Sci Technol 43: 597-603 (2009)

Boyd GR et al; Sci Total Environ 311: 135-149 (2003)

Braga O et al; Chemosphere 61: 827-833 (2005)

Carlsson C et al; Sci Total Environ 364: 67-87 (2006)

[DrugBank](#); <https://www.drugbank.ca/drugs/DB00783>

Fan Z et al; Chemosphere 67: 886-895 (2007)

Hansch C et al; Exploring QSAR. Hydrophobic, Electronic, and Steric Constants. ACS Prof Ref Book. Heller SR, consult. ed., Washington, DC: Amer Chem Soc p. 168 (1995)

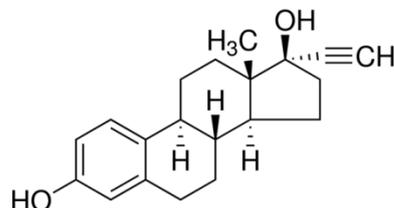
IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Geneva: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 1972-

- PRESENT. (Multivolume work). Available at: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Cla ssification/index.php>, p. V72 503 (1999)
- IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Human s. Geneva: World Health Organization, International Agency for Research on Canc er, 1972-
- PRESENT. (Multivolume work). Available at: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Cla ssification/index.php>, p. V21 245 (1979)
- International Programme on Chemical Safety; Poisons Information Monograph: Ethamb utol (PIM 221) (1997) Available from, as of May 19, 2005: <https://www.inchem.or g/pages/pims.html>
- Lin AY-C, Reinhard M; Environ Toxicol Chem 24: 1303-1309 (2005)
- Iyakuhi Kenkyu. Study of Medical Supplies., 26(740), 1995
- Khanal SK et al; Environ Sci Technol 40: 6537-6546 (2006)
- Kolodziej EP, Sedlak DL; Environ Sci Technol 41: 3514-3520 (2007)
- Kolpin DW et al; Environ Sci Technol 36: 1202-11 (2002)
- Kuch HM, Ballschmiter K; Environ Sci Technol 35: 3201-206 (2001)
- Lyman WJ; p. 31 in Environmental Exposure From Chemicals Vol I, Neely WB, Blau GE, eds, Boca Raton, FL: CRC Press (1985)
- Lyman WJ et al; Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Washington, D C: Amer Chem Soc pp. 15-1 to 15-29 (1990)
- NIOSH; NOES. National Occupational Exposure Survey conducted from 1981- 1983. Estimated numbers of employees potentially exposed to specific agents by 2 - digit standard industrial classification (SIC). Available from, as of Jan 11, 2011: <https://www.cdc.gov/noes/>
- O'Neil MJ, ed; The Merck Index. 14 th ed., Whitehouse Station, NJ: Merck and Co., Inc ., p. 642 (2006)
- [Pereira R.O.](#), [Postigo C.](#), [Alda M.L.](#), [Daniel L.A.](#), and [Barceló D.](#), Chemosphere 82: 789- 99 (2011)
- Solis ME et al; Arch Environ Contam Toxicol 53: 426-434 (2007)
- Tabak HH et al; Dev Ind Microbiol 22: 497-519 (1981)

附錄 2.6 乙炔動情激素 Ethinyl estradiol

1. 水質項目名稱：乙炔動情激素 (ethinyl estradiol)

別名：Ethinylestradiol, Ethinyl estradiol, [17alpha-Ethinylestradiol](#), 乙炔雌二醇
(CAS:57-63-6)

2. 化學式/結構式：C₂₀H₂₄O₂

3. 使用單位：ng/L

4. 分析方法：水中新興污染物檢測方法-固相萃取與高效液相層析/串聯式質譜儀法 (NIEA W545.50B)

5. 環境背景資料

乙炔動情激素是一種合成的類固醇，最常用作為複方口服避孕藥的雌激素成分，也用於治療更年期和停經後症狀，尤其是血管舒縮效應，也用於治療女性性腺機能減退和作為乳腺和前列腺惡性腫瘤的緩和治療。乙炔動情激素與雌激素受體複合物結合後進入細胞核，活化 DNA 基因轉錄進而使雌激素細胞反應。該藥物還可抑制附辜組織的 5- α 還原酶，從而降低辜固酮濃度，並可能延緩前列腺癌的進展。除抗腫瘤作用外，乙炔動情激素還可以預防骨質疏鬆症。在動物實驗中，這種藥物的短期治療被證明可提供長期保護對抗乳癌，模擬懷孕的抗腫瘤作用。

空氣中：乙炔動情激素若釋放至空氣中，因常溫時蒸汽壓為 1.9×10^{-9} mmHg，將存在於大氣的顆粒相中，顆粒相的乙炔動情激素將藉由乾沈降或濕沈降自大氣中移除。乙炔動情激素可吸收 281nm 波長的光 (O'Neil MJ, ed; 2006)，因此可能受到陽光直接光解。

土壤中：乙炔動情激素在土壤中遷移率低，也不易從潮濕的土壤表面揮發。根據污水中菌種接種的測試，不容易被生物降解 (Carlsson C et al; 2006)。

水中：水中的乙炔動情激素容易被懸浮顆粒和底泥所吸附，且不易從水體表面揮發而去除 (Lyman WJ et al; 1990)，且因其 BCF 為 110 (Hansch C et al; 1995)，對水中生物的生物濃縮性可能高，前提是該化合物不被生物體代謝。因缺乏在水環境條件下水解的官能基，也不易被水解而去除。

表一、乙炔動情激素物化特性

物化特性		文獻
蒸氣壓	25°C下， 1.9×10^{-9} mmHg	Lyman WJ; 1985
Koc	510	Hansch C et al; 1995
BCF	110	Hansch C et al; 1995

人體可能的暴露途徑

主要是暴露途徑是服用該化合物（乙炔動情激素）的藥物時，經由攝入而暴露。一般民眾則可能經攝入飲用水而暴露到非常微量且遠低於治療劑量的乙炔動情激素（NIOSH; 2011）。

環境水體中的濃度

飲用水：美國在2006~2007年收集的19個飲用水水源樣本中有1個檢測到乙炔動情激素，濃度為1.4 ng/L，但在清水及配水中未檢測到（Benotti MJ et al; 2009）。2000年6~10月德國南部Ulm、Langenau及Blaubeuren地區收集的10個飲用水水樣，有4個水樣檢測到乙炔動情激素，濃度範圍為0.15 - 0.50 ng/L（Kuch HM, Ballschmiter K; 2001）

地表水：美國USGS國家調查研究的顯示1999-2000年調查的河流，乙炔動情激素的濃度被報告頻率為15.7%，其中濃度最大值為0.831 ug/L，中位數則為0.073 ug/L（Kolpin DW et al; 2002）。來自五大湖區的5個地表水水樣則未檢測到乙炔動情激素（Klecka G et al; 2010）。

排放水：俄亥俄州辛辛那提 50 英里半徑範圍內的 14 個代表性污水處理廠進行分析，未處理的污水進流水乙炔動情激素濃度為0.50-2.52 ug/L，平均濃度為1.21 ug/L，經處理後放流水濃度範圍則為0.28 - 0.98 ug/L，平均為0.55 ug/L（Tabak HH et al; 1981）。有報告顯示瑞典污水處理廠放流水乙炔動情激素的濃度為0.0045 ug/L（Carlsson C et al; 2006）。

6. 健康評量及毒理資料

女性患者服用過量的雌激素（口服避孕藥），可能會有噁心、嘔吐等症狀，頭痛，高血壓也與雌激素過量有關（International Programme on Chemical Safety; 1997）。乙炔動情激素的慢性毒性可能會增加心血管疾病風險，包括心肌梗塞、腦血管疾病、血栓栓塞性疾病、膽囊疾病和某些人患特定部位癌症，如子宮內膜癌、乳腺癌和某些肝癌的發生率可能高於一般人。

停經後使用雌激素治療顯示對人體產生致癌性，動物實驗則顯示動情激素（estradiol）及雌素酮（estrone）對實驗動物有致癌性。因此停經後的雌激素治療對人有致癌性（Group 1）（IARC, 1999）。

	RfD	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	—	—	—	—	>5000 2500	大鼠/口服(1) 小鼠/口服
2	—	—	—	—	1200 1737	大鼠/口服(2) 小鼠/口服

(1)IARC. 1979

(2)Lewis, R.J. Sr. (ed) 2004

7. 處理技術/成本分析

加氯氧化能有效去除雌激素（如 E1、E2、E3、EE2），去除效率可達 99% 以上（Pereira R.O., Postigo C., Alda M.L., Daniel L.A., and Barceló D., 2011）。

8. 國內外管制情形

項 目	國 名
-----	-----

乙炔動情激 素	我國	美國	WHO	EC	德國	英國	澳洲
標準值 (單位：mg/L)	—	—	—	—	—	—	—

9. 行政考量

10. 管制優先次序

11. 參考文獻

Benotti MJ et al; Environ Sci Technol 43: 597-603 (2009)

Carlsson C et al; Sci Total Environ 364: 67-87 (2006)

Hansch C et al; Exploring QSAR. Hydrophobic, Electronic, and Steric Constants. ACS Prof Ref Book. Heller SR, consult. ed., Washington, DC: Amer Chem Soc p. 168 (1995)

IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Human s. Geneva: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 1972-

PRESENT. (Multivolume work). Available at: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>, p. V72 503 (1999)

IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Human s. Geneva: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 1972-

PRESENT. (Multivolume work). Available at: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>, p. V21 245 (1979)

International Programme on Chemical Safety; Poisons Information Monograph: Ethambutol (PIM 221) (1997) Available from, as of May 19, 2005: <https://www.inchem.org/pages/pims.html>

Kolpin DW et al; Environ Sci Technol 36: 1202-11 (2002)

Kuch HM, Ballschmiter K; Environ Sci Technol 35: 3201-206 (2001)

Lyman WJ; p. 31 in Environmental Exposure From Chemicals Vol I, Neely WB, Blau GE, eds, Boca Raton, FL: CRC Press (1985)

Lyman WJ et al; Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Washington, D C: Amer Chem Soc pp. 15-1 to 15-29 (1990)

NIOSH; NOES. National Occupational Exposure Survey conducted from 1981-1983. Estimated numbers of employees potentially exposed to specific agents by 2

- digit standard industrial classification (SIC). Available from, as of Jan 11, 2011: <https://www.cdc.gov/noes/>

O'Neil MJ, ed; The Merck Index. 14 th ed., Whitehouse Station, NJ: Merck and Co., Inc., p. 642 (2006)

[Pereira R.O.](#), [Postigo C.](#), [Alda M.L.](#), [Daniel L.A.](#), and [Barceló D.](#), Chemosphere 82: 789-99 (2011)

Tabak HH et al; Dev Ind Microbiol 22: 497-519 (1981)

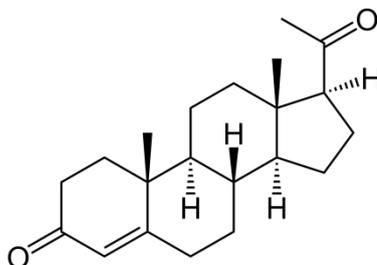
附錄 2.7 黃體脂酮 Progesterone

1. 水質項目名稱：黃體脂酮 (progesterone)

別名：黃體酮，孕酮，黃體素

(CAS:57-83-0)

2. 化學式/結構式：C₂₁H₃₀O₂



3. 使用單位：ng/L

4. 分析方法：水中新興污染物檢測方法-固相萃取與高效液相層析/串聯式質譜儀法 (NIEA W545.50B)

5. 環境背景資料

黃體脂酮（亦稱為黃體素）是一種內源性類固醇和孕激素之性激素，也是在體內主要的孕激素，由女性的卵巢分泌。治療性黃體脂酮為天然存在黃體脂酮的治療形式，黃體脂酮主要功能是使女性子宮內膜適合受精卵著床及保護著床後的胚胎細胞，因此又被稱為助孕酮或助孕素，亦用來作為經前症候群或調整經期規則等婦科方面黃體不足造成症狀之荷爾蒙療法藥物之一。

空氣中：黃體脂酮若釋放至空氣中，因常溫時蒸汽壓為 3.6×10^{-4} mmHg，將同時存在於大氣的氣相和顆粒相中 (Lyman WJ;1985)，氣態的黃體脂酮和光化學反應產生的氫氧自由基反應而分解，該反應在空氣中半衰期約為 1.2 小時，顆粒態的黃體脂酮將藉由乾沈降或濕沈降自大氣中移除。黃體脂酮素可吸收 290 nm 波長的光 (O'Neil MJ, ed; 2006)，因此可能受到陽光直接光解。

土壤中：依照黃體脂酮的 Kow 為 3.87 (Hansch C et al; 1995) 估算 Koc 值為 2800，顯示在土壤中為輕微遷移性。根據其蒸汽壓顯示，黃體脂酮也不易從乾燥的土壤表面揮發。

水中：以 Kow 估計黃體脂酮 Koc 為 2800 (Hansch C et al; 1995)，因此水中的黃體脂酮容易被懸浮顆粒和底泥所吸附，且不易從水體表面揮發而去除 (Lyman WJ et al; 1990)，因其 BCF 為 110 (Hansch C et al; 1995)，對水中生物的生物濃縮性為中等。

表一、黃體脂酮 物化特性

物化特性		文獻
蒸氣壓	25°C 下， 3.6×10^{-4} mmHg	US EPA; 2010.
Koc	2800	Hansch C et al; 1995
BCF	170	Hansch C et al; 1995

人體可能的暴露途徑

黃體脂酮為哺乳動物的雌激素之一，除天然生成外，可能因在生產和使用黃體脂酮的場所而有職業上暴露（NIOSH; 2011）。服用黃體脂酮等荷爾蒙補充藥的人以攝入方式暴露黃體脂酮（Lewis RJ, Sr, ed; 2007），一般民眾可能通過攝入飲用水方式暴露到遠低於治療劑量的黃體脂酮。

環境水體中的濃度

飲用水：在淨水場處理流程模擬中，顯示黃體脂酮去除 86%（Westerhoff P et al; 2005）。美國在2006~2007年收集的19個飲用水水源樣本中有4個檢測到黃體脂酮，最大濃度為3.1 ng/L，平均濃度為2.2 ng/L，在18個清水樣本中則檢測到1個，濃度為0.57 ng/L（Benotti MJ et al; 2009）。

地表水：美國2005-2006年間在加州中部於30個放牧牧場採集的89個水樣有5%檢出黃體脂酮，其中最大濃度為27 ng/L，在乳牛牧場附近收集的32個水樣則未檢測到（Kolodziej EP, Sedlak DL; 2007）。美國家調查研究的顯示1999-2000年調查的河流，黃體脂酮的濃度被報告頻率為4.3%，其中濃度最大值為0.199 ug/L，中位數則為0.11 ug/L（Kolpin DW et al; 2002）。來自五大湖區的5個地表水水樣則低於偵測極限（Klecka G et al; 2010）。

排放水：典型的未處理排放水中黃體脂酮濃度範圍約 0 - 0.02 ug/L（Tabak HH et al; 1981），2003年在Eysines 污水處理廠（位於法國波爾多北部郊區）放流水中檢測到黃體脂酮的平均濃度 < 9.0 ng/L（偵測極限為 9.0 ng/L）（Labadie P, Budzinski H; 2005）。

6. 健康評量及毒理資料

在對照的動物生殖實驗中，未顯示黃體脂酮有生殖毒性，或在動對照的婦女懷孕研究試驗中，未顯示黃體脂酮有胚胎毒性。很多研究發現長期使用口服避孕藥對胎兒發育並無影響，一些研究則顯示對嬰兒生長發育也無明顯的不良效應，但這些研究數量依舊是少數，因此在使用任何避孕藥前需排除疑似懷孕的狀況。

對於某些使用口服避孕藥患者的流行病學研究，有報告顯示患乳癌的相對風險增加，尤其是對於年齡較小且使用時間較長的情況，但這些研究為複方口服避孕藥，因此無法釐清此風險是因黃體素，動情素，或是兩者結合所導致。黃體脂酮顯示會誘發或促進動物的子宮、卵巢、乳腺和生殖腺腫瘤形成，合理預期為人類致癌物（DHHS; 2005）。

	RfD	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	—	—	—	—	327	大鼠/腹腔注射(1)
2	—	—	—	—	—	—

(1) Drugs in Japan, -(1183), 1995

7. 處理技術/成本分析

8. 國內外管制情形

項 目	國 名						
	我國	美國	WHO	EC	德國	英國	澳洲
乙炔動情激 素							
標準值 (單位：mg/L)	—	—	—	—	—	—	—

9. 行政考量

10. 管制優先次序

11. 參考文獻

- Benotti MJ et al; Environ Sci Technol 43: 597-603 (2009)
- DHHS/National Toxicology Program; Eleventh Report on Carcinogens: Progesterone (57-83-0) (January 2005). Available from, as of July 31, 2009: <https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s152prog.pdf>
- Hansch C et al; Exploring QSAR. Hydrophobic, Electronic, and Steric Constants. ACS Prof Ref Book. Heller SR, consult. ed., Washington, DC: Amer Chem Soc p. 168 (1995)
- Klecka G et al; Rev Environ Contam Toxicol. New York, NY: Springer Science & Business Media, 207: 1-93 (2010)
- Kolodziej EP, Sedlak DL; Environ Sci Technol 41: 3514-3520 (2007)
- Kolpin DW et al; Environ Sci Technol 36: 1202-11 (2002)
- Lewis RJ, Sr, ed; Hawley's Condensed Chemical Dictionary. 15th ed. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc. P. 1043 (2007)
- Labadie P, Budzinski H; Environ Sci Technol 39: 5113-5120 (2005)
- Lyman WJ; p. 31 in Environmental Exposure From Chemicals Vol I, Neely WB, Blau GE, eds, Boca Raton, FL: CRC Press (1985)
- Lyman WJ et al; Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Washington, DC: Amer Chem Soc pp. 15-1 to 15-29 (1990)
- NIOSH; NOES. National Occupational Exposure Survey conducted from 1981-1983. Estimated numbers of employees potentially exposed to specific agents by 2-digit standard industrial classification (SIC). Available from, as of Jan 11, 2011: <https://www.cdc.gov/noes/>
- O'Neil MJ, ed; The Merck Index. 14th ed., Whitehouse Station, NJ: Merck and Co., Inc., p. 642 (2006)
- Tabak HH et al; Dev Ind Microbiol 22: 497-519 (1981)
- US EPA; Estimation Program Interface (EPI) Suite. Ver. 4.1. Jan, 2010. Available from, as of Jan 27, 2011: <https://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/episuitedi.htm>
- Westerhoff P et al; Environ Sci Technol 39: 6649-6663 (2005)

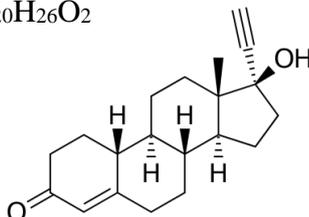
附錄 2.8 炔諾酮 Norethindrone

1. 水質項目名稱：炔諾酮 (norethindrone)

別名：Norethisterone

(CAS:68-22-4)

2. 化學式/結構式：C₂₀H₂₆O₂



3. 使用單位：ng/L

4. 分析方法：水中新興污染物檢測方法-固相萃取與高效液相層析/串聯式質譜儀法 (NIEA W545.50B)

5. 環境背景資料

炔諾酮是一種黃體製劑藥物，用作口服避孕藥或雌激素替代療法，以治療一些婦科疾病。炔諾酮模擬體內內源性黃體脂酮（黃體素）的作用，且有較強的效力，具有抑制排卵及改變子宮內膜的正常週期。

空氣中：炔諾酮若釋放至空氣中，因常溫時蒸汽壓為 3.1×10^{-7} mmHg，將存在於大氣的蒸汽和顆粒相中，氣態的炔諾酮會因光化學反應產生的氫氧自由基而分解，顆粒相的乙炔動情激素將藉由乾沈降或濕沈降自大氣中移除。炔諾酮含有可吸收 290nm 以上波長光的發色團 (Lyman WJ et al; 1990)，因此可能受到陽光直接光解。

土壤中：炔諾酮之 Koc 為 220 (Hansch C et al; 1995)，在土壤中有中等移動性，也不易從乾燥或潮濕的土壤表面揮發。目前缺乏生物降解的資料。

水中：炔諾酮的 Koc 為 220 (Hansch C et al; 1995)，因此水中的炔諾酮容易被懸浮顆粒和底泥所吸附，且不易從水體表面揮發而去除 (Lyman WJ et al; 1990)，且因其 BCF 為 42 (Meylan WM et al; 1999)，對水中生物的生物濃縮性為中等。因缺乏在水環境條件下水解的官能基，也不易被水解而去除。

表一、炔諾酮物化特性

物化特性		文獻
蒸氣壓	25°C 下， 3.1×10^{-7} mmHg	US EPA; 2010.
Koc	220	Hansch C et al; 1995
BCF	42	Meylan WM et al; 1999

人體可能的暴露途徑

主要是暴露途徑是服用該化合物（炔諾酮）的藥物時，經由攝入而暴露。在生產或製造炔諾酮和其他避孕藥的工作場所（O'Neil MJ, ed; 2006），則可能職業上因吸入和皮膚接觸暴露到該化合物。一般民眾則可能經攝入飲用水而暴露到非常微量且遠低於治療劑量的炔諾酮。

環境水體中的濃度

飲用水：曾有報告在未指明的飲用水集水庫水樣品中，炔諾酮濃度<10 ng/L（Halling-Soernsen B et al; 1998）。

地表水：來自五大湖區的地表水水樣則未檢測到炔諾酮（偵測極限0.005-2.0 ug/L）（Klecka G et al; 2010）。從未指定河流收集到的地表水樣檢測到炔諾酮，濃度為<17 ng/L（Halling-Soernsen B et al; 1998）。美國於1999-2000年進行的河川調查，測得炔諾酮最大濃度為0.872 ug/L，中位數為0.048 ug/L（Kolpin DW et al; 2002）。

排放水：俄亥俄州辛辛那提 50 英里半徑範圍內的 14 個代表性污水處理廠進行分析，未處理的污水進流水炔諾酮濃度為0.45 – 1.2 ug/L，平均濃度為 0.83 ug/L，經處理後放流水濃度範圍則為 0.28 – 1.01 ug/L，平均為 0.60 ug/L（Tabak HH et al; 1981）。2003-2004年三次在法國Eysines污水處理廠（位於波爾多北部郊區）檢測的炔諾酮平均濃度為<5.0，<2.0，<1.0 ng/L（偵測極限為5.0，2.0，1.0 ng/L）（Labadie P, Budzinski H; 2005）。

6. 健康評量及毒理資料

炔諾酮常見的副作用包括噁心、頭暈、頭痛、月經失調等類早孕反應及不規則出血、乳房腫脹等。炔諾酮為透過肝臟代謝，長期服用或服用劑量大，可能會加重肝臟負擔，引起肝功能損害。口服避孕藥對近視女性可能產生有害的影響，對於近視且散光嚴重的女性，口服避孕藥可能對於散光的誤差有明顯變化，可能導致眼睛圓錐角膜症狀，在使用雌激素避孕藥期間，出現視力視力障礙或配戴隱形眼鏡者應由眼科醫生評估隱形眼鏡耐受性變化（American Society of Health System Pharmacists; 2010）。炔諾酮合理預期為人類致癌物（DHHS/National Toxicology Program; 2005）。

	RfD	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	—	—	—	—	6000	小鼠/口服(1)
2	—	—	—	—	—	—

(1)Lewis, R.J. Sr. (ed) 2004

7. 處理技術/成本分析

8. 國內外管制情形

項 目	國 名						
	我國	美國	WHO	EC	德國	英國	澳洲
炔諾酮 (單位：mg/L)	—	—	—	—	—	—	—

9. 行政考量

10. 管制優先次序

11. 參考文獻

American Society of Health System Pharmacists; AHFS Drug Information 2010. Bethesda, MD. (2010), p. 3112

DHHS/National Toxicology Program; Eleventh Report on Carcinogens: Norethisterone (68-22-4) (January 2005). Available from, as of July 31, 2009: <https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s139nore.pdf>

Halling-Soernsen B et al; Chemosphere 36: 357-93 (1998)

Hansch C et al; Exploring QSAR. Hydrophobic, Electronic, and Steric Constants. ACS Prof Ref Book. Heller SR, consult. ed., Washington, DC: Amer Chem Soc p. 168 (1995)

Kolpin DW et al; Environ Sci Technol 36: 1202-11 (2002)

Labadie P, Budzinski H; Environ Sci Technol 39: 5113-5120 (2005)

Lewis, R.J. Sr. (ed) Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. 11th Edition. Wiley-Interscience, Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ. 2004., p. 2747

US EPA; Estimation Program Interface (EPI) Suite. Ver. 4.1. Jan, 2010. Available from, as of Jan 26, 2011: <https://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/episuitedi.htm>

Lyman WJ et al; Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Washington, DC: Amer Chem Soc pp. 15-1 to 15-29 (1990)

Meylan WM et al; Environ Toxicol Chem 18: 664-72 (1999)

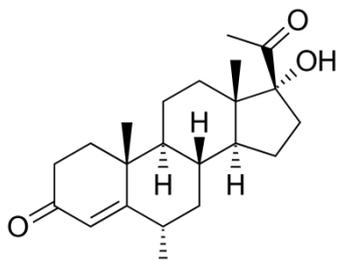
O'Neil MJ, ed; The Merck Index. 14 th ed., Whitehouse Station, NJ: Merck and Co., Inc., p. 642 (2006)

附錄 2.9 甲炔孕酮 Medroxyprogesterone

1. 水質項目名稱：甲炔孕酮 (medroxyprogesterone)

別名：Medroxiprogesteronum(CAS:520-85-4)

2. 化學式/結構式：C₂₂H₃₂O₃



3. 使用單位：ng/L

4. 分析方法：水中新興污染物檢測方法-固相萃取與高效液相層析/串聯式質譜儀法 (NIEA W545.50B)

5. 環境背景資料

甲炔孕酮是一種黃體素劑(為孕酮的一種形式)，模擬黃體酮在我們身體的作用，有助於調節排卵和月經期的女性荷爾蒙，可用於與月經有關各種情況之替代療法，缺乏內生性黃體素時，給予甲炔孕酮治療而恢復月經週期，改變子宮內膜，使適於受精卵著床。除了人類的荷爾蒙療法外，獸醫用藥也可能使用甲炔孕酮進行荷爾蒙調節。

空氣中：甲炔孕酮若釋放至空氣中，因常溫時蒸汽壓為 1.9×10^{-10} mmHg，將只存在於大氣的顆粒相中 (Lyman WJ;1985)，粒狀的甲炔孕酮將藉由乾沈降或濕沈降自大氣中移除。甲炔孕酮可吸收 290 nm 波長的光 (Lyman WJ et al; 1990)，因此可能受到陽光直接光解。

土壤中：甲炔孕酮的 Koc 值為 1200，因此在土壤中為低流動性。根據其蒸氣壓顯示，也不易從乾燥的土壤表面揮發。

水中：以 Kow 估計甲炔孕酮 Koc 為 1200 (Meylan WM et al; 1992)，因此水中的甲炔孕酮容易被懸浮顆粒和底泥所吸附，且不易從水體表面揮發而去除 (Lyman WJ et al; 1990)，因其 BCF 為 94 (Meylan WM, Howard PH; 1995)，對水中生物的生物濃縮性為中等。

表一、甲炔孕酮 物化特性

物化特性		文獻
蒸氣壓	25°C 下, 1.9×10^{-10} mmHg	Lyman WJ;1985
Koc	1200	Meylan WM et al; 1992
BCF	94	Meylan WM, Howard PH; 1995

人體可能的暴露途徑

甲炔孕酮作為黃體脂酮的荷爾蒙藥物使用，可能因在生產和使用黃體脂酮的場所而有職業上暴露（NIOSH; 2011）。服用口服避孕藥的人以攝入方式暴露甲炔孕酮，一般民眾可能通過攝入飲用水方式暴露到遠低於治療劑量的甲炔孕酮。

環境水體中的濃度

地表水：美國2005-2006年間在加州中部於30個放牧牧場採集的89個水樣有1%檢出甲炔孕酮，其中最大濃度為0.4 ng/L，在乳牛牧場附近收集的32個水樣，有12%檢出，最大濃度為1.0 ng/L（Kolodziej EP, Sedlak DL; 2007）。

排放水：在加州中部城市污水處理廠放流水之95-144個樣本，14%含有甲炔孕酮，最大濃度為14.9 ng/L（Kolodziej EP, Sedlak DL; 2007）。2000年在加州處理2000頭乳牛廢棄物的典型酪農廢棄物處理系統樣本中(樣本包含2小時內的新鮮糞便、2週的堆肥、3個月的儲放污水)則未檢出甲炔孕酮（Zheng W et al; 2008）。

6. 健康評量及毒理資料

動物或人體的研究試驗皆顯示該化合物對胚胎有不良影響，且此藥物對懷孕婦女所產生的效益很低，因此對於妊娠婦女或可能懷孕的婦女不可使用。使用過量雌激素和黃體素治療可能會導致女性出現噁心、嘔吐、乳房漲痛、頭暈、腹痛等症狀(US Natl Inst Health; 2010)。

	RfD	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—

7. 處理技術/成本分析

8. 國內外管制情形

項 目	國 名						
	我國	美國	WHO	EC	德國	英國	澳洲
甲炔孕酮 標準值 (單位：mg/L)	—	—	—	—	—	—	—

9. 行政考量

10. 管制優先次序

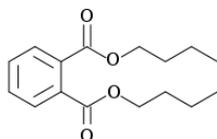
11. 參考文獻

- Kolodziej EP, Sedlak DL; Environ Sci Technol 41: 3514-3520 (2007)
- Lyman WJ; p. 31 in Environmental Exposure From Chemicals Vol I, Neely WB, Blau GE, eds, Boca Raton, FL: CRC Press (1985)
- Lyman WJ et al; Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Washington, D C: Amer Chem Soc pp. 8-12 (1990)
- Meylan WM et al; Environ Sci Technol 26: 1560-67 (1992)
- Meylan WM, Howard PH; J Pharm Sci 84: 83-92 (1995)
- NIOSH; NOES. National Occupational Exposure Survey conducted from 1981-1983. Estimated numbers of employees potentially exposed to specific agents by 2-digit standard industrial classification (SIC). Available from, as of Jan 11, 2011: <https://www.cdc.gov/noes/>
- US EPA; Estimation Program Interface (EPI) Suite. Ver. 4.1. Jan, 2010. Available from, as of Jan 27, 2011: <https://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/episuitedi.htm>
- US Natl Inst Health; DailyMed. Current Medication Information for MEDROXYPROGESTERONE ACETATE tablet (January 2011). Available from, as of February 2, 2010: <https://dailymed.nlm.nih.gov/dailymed/drugInfo.cfm?id=37686>
- Zheng W et al; Environ Sci Technol 42: 530-535 (2008)

附錄 2.10 鄰苯二甲酸二丁酯

1. 水質項目名稱：鄰苯二甲酸二丁酯 (di-n-butyl phthalate) (DBP)
(CAS：84-74-2)

2. 化學式/結構式： $C_{16}H_{22}O_4$



3. 使用單位：ng/L

4. 分析方法：

鄰苯二甲酸二丁酯	APHA「標準方法」 (分類索引編號)	我國環保署環檢所公告 (分類索引編號)(1)
分析方法	-	氣相層析／電子捕捉偵測器法 (NIEA R811.20C) 水中半揮發性有機化合物檢測方法-氣相層析質譜儀法(NIEA W801.52B)

5. 環境背景資料

鄰苯二甲酸二丁酯是一種無味、無色的油性液體，是一種人工製造的化學物質。不易蒸發，但有少許可以進入空氣中，在空氣中數天內會分解，不易溶於水；但會吸附在塵土上進入水中。

鄰苯二甲酸二丁酯廣泛運用於塑化劑、油漆溶劑、氯化橡膠、炸藥、指甲油、香水、樹脂、列印墨水、黏著劑，因此在環境中的分布很廣。暴露來源包括來自受污染的食物，其污染源有些來自包裝貯存食物的塑膠；食物中鄰苯二甲酸二丁酯的含量範圍約 50-500 ppb。另外一個暴露途徑是吸入受鄰苯二甲酸二丁酯污染的空氣，大氣中約含有 0.01 ppb；都市的空氣濃度約有 0.03-0.06 ppb。有一些飲用水也含有鄰苯二甲酸二丁酯，其濃度範圍約 0.1-0.2 ppb。

目前空氣、飲水與食物中鄰苯二甲酸二丁酯的濃度通常極低，尚不足以引起健康危害。有一些地方會有較高的鄰苯二甲酸二丁酯濃度，例如居住在製造或使用鄰苯二甲酸二丁酯的工廠附近，因其可能會排放至空氣中或污染飲用水。若居住在有害廢棄物棄置場附近，該棄置場有鄰苯二甲酸二丁酯溢散至空氣中，則暴露濃度會較高(2)。Vitali 等人(10)則在義大利受污染區的 Scandarello 湖則測得較高(44.3 ppb)的鄰苯二甲酸二丁酯濃度。

環保署於 91 年針對河川環境採樣，分別於枯水期及豐水期檢測河川環境水體中鄰苯二甲酸二丁酯之濃度，枯水期水體樣本中鄰苯二甲酸二丁酯濃度平均值為 11 $\mu\text{g/L}$ ，濃度範圍 0.8 - 93.2 $\mu\text{g/L}$ 。豐水期水體樣本，檢測濃度平均值為 35.2 $\mu\text{g/L}$ ，濃度範圍 21.3 - 74.0 $\mu\text{g/L}$ (3)。

成人人體對 DBP 的暴露評估結果如下(11, 12):

	室外空氣	室內空氣	飲用水	食物
環境中 DBP 濃度	0.0045-0.0062 µg/m ³	0.420 µg/m ³	<0.1 µg/L	奶油: 1.5mg/kg 淡水魚:0.5 mg/kg 馬鈴薯:0.63 mg/kg 香蕉:0.12 mg/kg 穀物:0-0.62 mg/kg 蔬菜:0.11 mg/kg 白砂糖:0.2 mg/kg
評估的劑量	0.00026-0.00036 µg/kgbw/day	0.120 µg/kgbw/day	<0.02 µg/kgbw/day	7 µg/kgbw/day

加拿大一篇研究針對不同年齡層族群做 DBP 的暴露評估結果如下(12, 13)，暴露評估劑 (ug/kgbw/day)：

	0.0-0.5 歲	0.5-4 歲	5-11 歲	12-19 歲	20-70 歲
室外空氣	0.0003	0.0004	0.00041	0.00038	0.00034
室內空氣	0.68	0.91	0.1	0.87	0.78
飲用水	0.11	0.062	0.033	0.022	0.021
食物	1.6	4.1	3.2	1.4	1.1
土壤	0.007	0.0054	0.0018	0.00049	0.00040
總暴露量	2.4	5.0	4.3	2.3	1.9

6. 健康評量及毒理資料

動物試驗顯示暴露於高濃度可能導致呼吸道刺激及輕微抑制中樞神經系統，症狀如頭痛、噁心、暈眩和嘔吐。在老鼠的研究中，暴露鄰苯二甲酸二丁酯的反應，在易感性個體中會誘導肝腫大，增加肝過氧化物酶之數量、胎體毒性、致畸胎和睪丸損傷。鄰苯二甲酸二丁酯在大鼠和小鼠之急毒性低，在實驗室動物之急毒性症狀包括過氧化物酶增加和肝腫大。長期研究中，在大鼠之效應包括減少體重增加率、增加相對肝重量、過氧化物酶增殖，伴隨增加過氧化物酶活性。在一連續性飼養調查研究中，其結果顯示在暴露動物之發育期和成熟期間，鄰苯二甲酸二丁酯之不良效應較僅在已成熟的暴露動物中較為顯著。鄰苯二甲酸二丁酯在母體未出現毒性效應時，仍會誘導胎兒發生毒性效應。

相關研究也指出，高劑量鄰苯二甲酸二丁酯會致畸胎，且致畸之易感性會隨發育狀況和服用期間改變。另外，亦有證據指出鄰苯二甲酸二丁酯非基因毒性。鄰苯二甲酸二丁酯造成過氧化物酶增殖，可能是嚙齒動物之肝臟致癌物。而民眾暴露在一般環境中的濃度下，鄰苯二甲酸二丁酯不太可能明顯增加致癌之風險。鄰苯二甲酸二丁酯暴露途徑為皮膚接觸、吸入、食入及眼睛接觸，目前食入為主要暴露途徑。其他暴露途徑之毒理資料，目前仍相當缺乏(4-5)。

	RfD	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD (mg)	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	—	—	—	—	>1500	小鼠 / 吞食 (6)
2	—	125	—	—	—	大鼠 / 吞食 (6)
3	—	—	600	—	—	大鼠 / 吞食 (6)
4		660 mg/kgbw/day	2100 mg/kgbw/day			大鼠 / 吞食(12)
5	—	—	—	21	—	成人 / 食用 (7)
6	—	—	—	48	—	成人 / 食用 (7)
7	0.1	—	—	—	—	10 公斤孩童 (9)

7. 處理技術/成本分析

無資料。

8. 國內外管制情形

項 目	國 名							
	台灣	WHO	美國 (2013/5)		加拿大	歐盟	德國	法國
鄰苯二甲酸 二丁酯	(2009)	(2011)	MCLG	MCL	(2012)	(2009)	(2011)	(2007)
標準值 (單位： mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-
鄰苯二甲酸 二丁酯	英國	紐西蘭	澳洲	日本	南韓	新加坡	中國大陸	
	(2009)	(2008)	(2011)	(2011)	(2008)	(2008)	(2006)	
標準值 (單位： mg/L)	-	-	-	-	-	-	0.003	

9. 行政考量

無。

10. 管制優先次序

毒性 4	發生於水體中之濃度 (µg/L)							
	ND	<0.1	0.1-<1	1-<10	10-<100	100- <1000	1K-<10K	≥10K
臺灣河川(註 1) (8)			✓	✓	✓			
臺灣地下水(14)	✓		✓		✓			
臺灣淨水場原水(14)	✓							
臺灣淨水場清水(14)	✓							

註 1：淡水河系(淡水河、新店溪)、頭前溪(新竹)、大甲溪(臺中)、濁水溪(彰化)、朴子溪(嘉義)、曾文溪(臺南)、二仁溪(臺南)、高屏溪(屏東)、蘭陽溪(宜蘭)。

11. 參考文獻

- [1] 鄰苯二甲酸酯類檢測方法－氣相層析儀／電子捕捉偵測器法，行政院環境保護署檢驗所，Ed. 2002。
- [2] 毒性化學物質管理執行方案規劃與公告列管評析計畫，行政院環境保護署，Ed. 2008。
- [3] 毒性化學物質污染排放調查與模式之建立－一般環境中期末報告. In 行政院環境保護署，Ed. 2002。
- [4] ATSDR, Toxicological Profile for Di-n-butyl phthalate. In U.S. Department of Health and Human Services: 2001.
- [5] IARC, Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. 1981, 77, 41-110.
- [6] US EPA, “Integrated Risk Information System”,
 - i. <http://www.epa.gov/iris/subst/0038.htm>.
- [7] US FDA,
<http://www.fda.gov/Safety/MedWatch/SafetyInformation/ucm215476.htm> .
- [8] 毒性化學物質環境流布調查成果手冊，行政院環境保護署，2009。
- [9] USEPA. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories.2011.
- [10] Vitali, M., Guidotti, M., Macilenti, G., Cremisini, C.1997. Phthalate esters in freshwaters as markers of contamination sources — a site study in Italy. *Environment international*, 23, 337–347.
- [11] IPCS. Environmental health criteria 189 Di-n-butyl phthalate, ISBN 92 4 157189 6. Geneva: Health Organization, 1997.
- [12] Kavlock, R., Boekelheide, K., Chapin, R., Cunningham, M., Faustman, E., Foster, P., Golub, M., Henderson, R., Hinberg, I., Little, R., Seed, J., Shea, K., Tabacova, S., Tyl, R., Williams, P., Zacharewski, T., 2002. NTP Center for the Evaluation of Risks to Human Reproduction: phthalates expert panel report on the reproductive and developmental toxicity of di-n-butyl phthalate. *Reproductive Toxicology* 16, 489–527.
- [13] Chan, P.K.L, Meek, M.E., 1994. Di-n-butyl phthalate evaluation of risks to health from environmental exposure in Canada. *J Environ Sci Health* 1994;12:257–68.
- [14] 王根樹，蔡詩偉，陳家揚，飲用水水源與水質中新興污染物對人體健康風險評估之研究計畫（2/4），EPA-100-U1J1-02-101。

附錄 2.11 甲醛

1. 中文名稱: 甲醛
2. 英文名稱: formaldehyde
3. 化學式/結構式: CH₂O
4. 使用單位: µg/L
5. 檢驗分析方法:

方法編號	使用儀器
NIEA W782.50B	液相層析儀／紫外光偵測器法

6. 環境背景資料:

(1) 飲用水主要來源與主要用途

飲用水中甲醛生成濃度主要是臭氧與加氯氧化天然有機物所產生，其他產生途徑包括意外的污染滲漏(如因聚縮醛塑膠的溶出進入飲用水)與大氣沉降所產生 (Glaze et al., 1989)。

林業、造紙業與紡織業為大量使用甲醛的三大產業，其主要的工業用途為塑膠、樹脂、尿素甲醛、酚、三聚晴氨、聚縮醛樹脂的生產。第二大用途為一些有機物質的工業合成原料。此外，甲醛亦使用在化妝品、殺真菌劑、紡織原料與防腐材料 (IPCS, 2002)。根據美國統計資料顯示，大約有 60% 的甲醛使用在甲醛樹脂與塑膠製程上，其中又以尿素甲醛樹脂為最主要 (>25%)。甲醛亦使用於人體使用之藥品與化妝品之消毒劑 (IPCS, 1989)。

(2) 水環境背景資料與飲用水暴露量

甲醛在水中主要是以甲基乙二醇及其聚寡物(oligomer)的形式存在。在臭氧化的飲用水中，甲醛濃度可能高達 30 µg/L (Krasner et al., 1989)。在台灣的研究發現，甲醛在瓶裝水與包裝飲用水中的濃度均低於偵測極限(129 µg/L) (Chia Fen et al., 2003)。甲醛在水環境中可快速經由生物降解去除 (Health Canada, 2006)。

一般而言，經臭氧處理之飲用水其甲醛濃度不會超過 50 µg/L，所以飲用水中甲醛的暴露屬於次要暴露途徑。在供水管線中，管線內部的保護覆蓋物質會隔離水與聚縮醛樹脂。因此，若覆蓋物質遭到破壞，會導致聚縮醛樹脂持續溶出甲醛，提升水中甲醛濃度。此外，水中甲醛濃度會受水力停留時間影響，最高可能會造成 20 µg/L 的甲醛生成濃度(Health Canada, 2006)。

煮沸之飲用水對甲醛濃度的衝擊影響仍有待評估。甲醛在水中的溶解度很高，其亨利常數($3 \times 10^{-5} \text{ kPa m}^3/\text{mol}$)代表甲醛不易由水中揮發至空氣中，因此，可預期因淋浴所造成的吸入暴露量相當低 (Takahashi, 1990)。

(3) 台灣地區現況調查

張氏(2005)於澄清湖淨水場處理單元(前臭氧、混凝池、快濾池、後臭氧、生物活性碳與清水池)進行醛類分析採樣,採樣結果顯示後臭氧反應槽中醛類濃度約為 8~10 µg/L,經生物活性碳反應槽後醛類濃度降低至 6~8 µg/L。醛類生成濃度中以乙二醛(Glyoxal)為主要生成物,其次為甲醛,甲醛濃度約為 1~2 µg/L。

7. 健康評量與毒理資料^[1]

(1) 實驗室動物與人體代謝及動力學研究

甲醛在生物體內會因代謝生物合成之蛋白質而產生,生成之甲醛濃度/器官組織約為 3~12 ng/g (Health Canada, 2006)。經食入的甲醛會立即被消化道所吸收,快速氧化為甲酸,隨後代謝為二氧化碳與水(Jeffcoat, 1983)。經皮膚吸收進入生物體的研究中發現,天竺鼠與大鼠的吸收速率較猴子快。因此,甲醛在生物體內主要透過肌肉傳遞,不易出現在肝臟、腸道或其他動物組織內(Bhatt et al., 1988)。

甲醛常快速氧化為甲酸,但氧化成二氧化碳與水的反應時,猴子的反應速率較老鼠慢(McMartin et al., 1977)。甲醛在老鼠中的其他代謝產物包括 N,N'-bis(hydroxymethyl) urea 與 N-(hydroxymethyl)urea (Mashford and Jones, 1982)。

(2) 暴露研究^[1]

大鼠與天竺鼠的半致死劑量(LD₅₀)分別為 800 與 260 mg/kg (Smyth et al., 1941)。^[1]將威斯達大鼠(Wistar rat)暴露於不同劑量甲醛之飲用水中(0, 5, 25 或 125 mg/kg)四星期進行短期暴露研究。由研究結果顯示,暴露在最高劑量之威斯達大鼠,其食物與水份攝取量最少,胃發生組織病理的改變,在雄性威斯達大鼠中亦發現總蛋白質與清蛋白的量偏低。因此,由實驗結果顯示,無明顯危害影響劑量(NOEL)為 25 mg/kg (Til et al., 1988)。

大鼠食入0, 50, 100或125 mg/kg的劑量與狗食入0, 50, 75或100 mg/kg 的劑量 91 天進行短期暴露研究。由研究結果顯示,不論在血液、臨床研究、尿液分析或肉眼/顯微鏡的病理學中甲醛均不會對其造成影響(Johannsen et al., 1986)。

甲醛在人類、大鼠與猴子血液中的平均濃度在經過短暫暴露(人類:1.9 ppm、40分鐘;大鼠:14.4 ppm、2小時;猴子:6 ppm、4星期)後差異不大。血液中控制組與暴露組織濃度分別為人類:2.61/2.77 µg/g;大鼠: 2.24/2.25 µg/g;猴子:2.42/1.84 µg/g (Health Canada, 2006)。

將雄性與雌性之威斯達大鼠(Wistar rat)暴露於不同劑量甲醛之飲用水中(0、1.2、15 或 82 mg/kg—雄性與 0、1.8、21 或 109 mg/kg—雌性)兩年進行長期暴露研究,飲用水中甲醛的濃度分別為 0 mg/L(控制組)、20 mg/L(低劑量)、260 mg/L(中劑量)與 1900 mg/L(高劑量)。由研究結果顯示,僅在最高劑量的實驗中發現負面效應,包括食物與水份攝取量最少、體重減輕、胃組織病理改變與黏膜壁增厚等現象。雌性威斯達大鼠腎臟的重量相對增加並發現會增加雄性與雌性腎乳頭壞死的比例。因此,由實驗結果顯示,無明顯危害影響劑量(NOEL)為 15 mg/kg 或 260 mg/L (Til et al., 1989)。

將威斯達大鼠(Wistar rat)暴露於不同劑量甲醛之飲用水中(0、10、50或300 mg/kg)12個月進行長期暴露研究。由研究結果顯示,雄性與雌性之威斯達大鼠在最高劑量下可觀查出胃腐蝕、胃潰瘍、鱗狀細胞增生、皮膚角化過度與基底細胞增生。僅一隻雄鼠與雌鼠在中間劑量發生增生現象 (IPCS, 1989; Tobe et al., 1989)。

(3) 動物毒性與致癌性研究

在小鼠懷孕6~15天期間,暴露於0、74、148或185 mg/kg的甲醛劑量,發現並無畸形的現象發生。在小鼠懷孕 8~12 天期間,暴露於 540 mg/kg 的甲醛劑量下所出生之小鼠對其生長與發育情形沒有影響 (Seidenberg et al., 1987)。當米格魯犬在交配4~56天後餵食0、3.1或9.4 mg/kg的甲醛劑量顯示對生殖與後代健康無影響 (Hurni and Ohder, 1977)。當小鼠暴露在 100~200 mg/kg 的單一甲醛劑量下會造成雄性精子產生畸形現象 (Cassidy et al., 1983)。取甲醛 8 或 16 mg/kg 進行腹腔內注射 10 天會造成睪丸組織的退化、抑制精子的形成、降低小鼠生殖器官的重量 (Shah et al., 1987)。

當小鼠暴露於福馬林(37% 甲醛、10% 甲醇)5 天後,發現精子的型態沒有發生畸形。當雄性大鼠暴露在 4% w/v 的甲醛濃度時,精子型態發生畸形的比例明顯增加,當劑量越高,效果越顯著(Health Canada, 2006)。

由 IARC 與 WHO 龐大的數據可觀察出甲醛可視為弱致突變性物質。在試管實驗中,甲醛對原核生物與真核生物存在致突變性,對黃果蠅 (*Drosophila melanogaster*)會產生基因毒性。甲醛在生物體內會迅速與蛋白質、RNA 和單股 DNA 接合,誘導 DNA 與蛋白質進行橫向連結,破壞單股 DNA 結構。在生物體的實驗中,甲醛會增加小鼠中 DNA 的合成 (Migliore et al., 1989)。

微核與染色體評估試驗皆無法顯示甲醛誘導暴露之大鼠與小鼠發生器官損害現象。小鼠體細胞突變評估試驗結果亦呈現負相關。在另一組實驗中顯示,甲醛增加大鼠上皮細胞之微核與核之異常現象。人體實驗中,在周圍淋巴細胞無細胞變化(Health Canada, 2006)。因此,甲醛的致突變性僅發生在試管實驗中,而非發生在生物體中(NHMRC, 2004)。

根據現行研究結果顯示,並無大量證據證實甲醛的致癌性。將雄性與雌性之威斯達大鼠(Wistar rat)暴露於不同劑量甲醛之飲用水中(0、1.2、15 或 82 mg/kg—雄性與 0、1.8、21 或 109 mg/kg—雌性)兩年,由實驗結果顯示,甲醛的暴露並不會影響腫瘤發生機率 (Til et al., 1989)。將 Sprague-Dawley (SD)老鼠暴露於不同劑量甲醛之飲用水中(0、1、5、10、50、100或150 mg/kg)兩年,由實驗結果顯示,隨著劑量的增加血癌(主要是急性淋巴性白血病)的發生率亦隨之增加。此外,腸胃腫瘤的發生與甲醛濃度無相對劑量關係 (Soffritti et al., 1989)。

將十隻大鼠暴露在 0.5%福馬林(0.2% 甲醛)的飲用水中 32 週,進行致癌性的研究。由研究結果顯示,胃發生組織病理變化且前胃與乳頭淋瘤發生腫瘤變化。此外,甲醛亦會提升腫瘤的行動力。然而,本研究存在高劑量的福馬林,因此資訊

的有效性受到限制 (Takahashi et al., 1986)。在另外的文獻中亦指出，當甲醛濃度高達 100 mg/kg 時，甲醛誘發大鼠體內鳥胺酸脫羧酶(Ornithine Decarboxylase)的活性。其它研究亦指出，並無足夠證據證實當甲醛經由老鼠皮膚進入體內，會成為致癌物質 (Krivanek et al., 1983)。

有研究證據顯示，當甲醛經由吸入途徑進入大鼠與小鼠體內時，會刺激鼻腔上皮造成癌症。當大鼠暴露在濃度 17mg/m^3 的甲醛兩年(5 小時/天、5 天/星期)時，對增加鼻腔鱗狀細胞癌的發生機率，亦會導致腫瘤的發生 (Swenberg et al., 1980)。並無明顯證據證實甲醛經小鼠皮膚進入體內後會促進腫瘤生長，但當大鼠吸入甲醛後明顯提升鼻咽癌發生機率(NHMRC, 2004)。

(4) 人體影響

高劑量甲醛暴露造成刺激與過敏接觸皮膚炎之效應，遠大於飲用水中甲醛之影響(Cosmetic, Toiletry and Fragrance Association, 1984)。因此，甲醛經由吸入途徑進入人體可被視為致癌物質。根據流行病學的死亡率研究顯示，工廠工人長時間甲醛的暴露下並無敏顯的肺癌增加率(Acheson et al., 1984); 雖然鼻咽癌的發生率增加，但與甲醛劑量間並無相關性(Collins et al., 1988)。更進一步的研究指出，甲醛可能引起肺癌或鼻息肉癌的致癌風險，以可能引起淋巴性白血病(Coggon et al., 2003)。

根據一些流行病學的研究顯示，甲醛的影響無法直接歸因於長時間的職業暴露，但是暴露的工廠工人們會增加罹患鼻咽癌、皮膚癌、前列腺癌 與結腸癌的發生機率。因此，根據可利用之人體證據顯示甲醛無高致癌潛勢(NHMRC, 2004)。

(5) 人體健康評量

根據美國環保署Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories 報告,彙整之甲醛健康評量如下表所示:

健康報告						癌症描述
10 公斤幼童		RfD (mg/kg/day)	DWEL (mg/L)	生命時間 (mg/L)	10-4 致癌 風險濃度	
一天 (mg/L)	十天 (mg/L)					
10	5	0.2	7	1	-	B1

8. 處理技術與成本效益:

水中甲醛濃度會因臭氧與加氯氧化天然有機物反應而顯著增加，可藉由改變氧化程序或活性碳(GAC)吸附將甲醛濃度降低至 0.03 mg/L (WHO, 2005)。使用雙

層濾料/GAC 或砂粒/無煙煤進行生物過濾可有效去除醛類(包括甲醛)。模廠過濾設備操作條件為14m/h(空床接觸時間EBCT 2.1分鐘), 模廠操作流程為前臭氧、混凝、沉澱與活性炭(使用木頭製與煤碳製兩種未使用之活性炭)。經流程處理後之甲醛濃度(約為7~12 mg/L)在無煙煤、煤碳製與木頭製之活性炭分別處理 32 天、15 天與 8 天後,均可達到 50%的去除率; 在 36 天、18 天與 15 天後,可達到 80%的去除率 (Krasner et al., 1993)。

另一份法國淨水場研究顯示, 甲醛濃度經臭氧處理後較原水濃度(1~25 µg/L)增加 2~4 倍。並於隨後的 GAC 過濾單元將甲醛濃度降至原水的背景值 (Jammes et al., 1995)。

無煙煤/砂粒的生物過濾單元(EBCT 7分鐘)在進流甲醛濃度10 µg/L時, 約可達到85%的去除率。利用氯化水(1 mg Cl₂/L)進行反沖洗的甲醛去除效果較非氯化水為差(Miltner et al., 1995)。在不同接觸時間的研究中發現,利用沙粒過濾甲醛實驗中, 在 2 分鐘的 EBCT 時會達到 60%的去除率, 但當 EBCT 增加至 7 分鐘, 去除率無明顯增加 (Wang & Summers, 1996)。

在 Edmonton 水處理場的甲醛研究中, 其甲醛濃度經臭氧反應(0.5~1.0 mg O₃/mg C)後由原水的 1.2 µg/L 提升至 2.2~3.2 µg/L。經雙層濾料過濾後, 甲醛濃度降至 0.5~0.9 µg/L, 再經由活性炭(GAC)吸附後, 甲醛濃度降至 0.3~0.6 µg/L (Health Canada, 2006)。

9. 國外管理現況:

項 目	國 名							
	台灣 (2009)	WHO (2011)	美國 (2013/5) MCLG MCL		加拿大 (2012)	歐盟 (2009)	德國 (2011)	法國 (2007)
標準值 (單位: mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-
甲 醛	英國 (2009)	紐西蘭 (2008)	澳洲 (2011)	日本 (2011)	南韓 (2008)	新加坡 (2008)	中國大陸 (2006)	
標準值 (單位: mg/L)	-	-	0.5	0.08	0.5	-	0.9	

10. 國內行政考量(最大限值):

11. 參考文獻:

- [1] 張怡怡、林財富,「以消毒副產物(DBPs)暴露評估為基礎建置安全供水系統之整合管制策略」—子計畫一:自來水消毒副產物(DBPs)在水源及

淨水廠中之流佈與管制策略研擬,國科會計畫編號:NSC 94-2621-Z-038-001, 民國95

- [2] Acheson ED et al. (1984) Formaldehyde in the British chemical industry. An occupational cohort study. *Lancet*, 1(8377):611–616.
- [3] Bhatt HS, Lober SB, Combes B (1988) Effect of glutathione depletion on aminopyrine and formaldehyde metabolism. *Biochemical Pharmacology*, 37:1581–1589.
- [4] Cassidy SL, Dix KM, Jenkins T (1983) Evaluation of a testicular sperm head counting technique using rats exposed to dimethoxyethyl phthalate (DMEP), glycerol alpha-monochlorohydrin (GMCH), epichlorohydrin (ECH), formaldehyde (FA), or methyl methanesulphonate (MMS). *Archives of Toxicology*, 53:71–78.
- [5] Chia-Fen T et al. (2003) Determination of low-molecule-weight aldehydes in packed drinking water by high performance liquid chromatography. *Journal of Food and Drug Analysis*, 11(1):46–52.
- [6] Coggon D et al. (2003) Extended follow-up of a cohort of British chemical workers exposed to formaldehyde. *Journal of the National Cancer Institute*, 95(21):1608–1615.
- [7] Collins JJ et al. (1988) Formaldehyde exposure and nasopharyngeal cancer: re-examination of the National Cancer Institute study and an update of one plant. *Journal of the National Cancer Institute*, 80:376–377.
- [8] Cosmetic, Toiletry and Fragrance Association (1984) Final report on the safety assessment of formaldehyde. *Journal of the American College of Toxicologists*, 3:157–184.
- [9] Drinking Water Inspectorate (2005). *Drinking Water 2005 (UK)*.
- [10] Glaze WH, Koga M, Cancilla D (1989) Ozonation by-products. 2. Improvement of an aqueous-phase derivatization method for the detection of formaldehyde and other carbonyl compounds formed by the ozonation of drinking water. *Environmental Science and Technology*, 23:838–847.
- [11] Gibson JE, Waritz RS, eds. *Formaldehyde: toxicology, epidemiology, mechanisms*. New York, NY, Marcel Dekker, pp. 159–171.
- [12] Health Canada (2006). *Guidelines for Canadian Drinking Water Quality*.
- [13] Hurni H, Ohder H (1977) Reproduction study with formaldehyde and hexamethylenetetramine in beagle dogs. *Food and Cosmetics Toxicology*, 11:459–462.
- [14] IPCS (1989) *Formaldehyde*. Geneva, World Health Organization (Environmental Health Criteria 89).

- [15] IPCS (2002) Formaldehyde. Geneva, World Health Organization (Concise International Chemical Assessment Document No. 40).
- [16] Jammes C, Hochereau C, Bruchet A (1995) Formation and behaviour of some ketoacids and aldehydes during drinking water treatment involving ozonation. *Revue des Sciences de l'Eau*, 8(3):333–354.
- [17] Jeffcoat AR (1983) Percutaneous penetration of formaldehyde. Final report (July 1981–July 1983). Research Triangle Park, NC, Research Triangle Institute, p. 59.
- [18] Johannsen FR, Levinskas GJ, Tegeris AS (1986) Effects of formaldehyde in the rat and dog following oral exposure. *Toxicology Letters*, 30:1–6.
- [19] Krasner SW. (1989) The occurrence of disinfection by-products in US drinking water. *Journal of the American Water Works Association*, 81:41–53.
- [20] Krasner SW, Scilimenti MJ, Coffey BM (1993) Testing biologically active filters for removing aldehydes formed during ozonation. *Journal of the American Water Works Association*, 85(5):62–71.
- [21] Krivanek ND, Chromey NC, McAlack JW (1983) Skin initiation–promotion study with formaldehyde in CD-1 mice. In: Clary JJ, Gibson JE, Waritz RS, eds. *Formaldehyde: toxicology, epidemiology, mechanisms*. New York, NY, Marcel Dekker, pp. 159–171.
- [22] Mashford PM, Jones AR (1982) Formaldehyde metabolism by the rat: a re-appraisal. *Xenobiotica*, 12:119–124.
- [23] McMartin KE. (1977) Methanol poisoning. V. Role of formate metabolism in the monkey. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 201:564–572.
- [24] Ministry of Health (2005). *Drinking-water Standards for New Zealand 2005*.
- [25] Migliore L. (1989) Micronuclei and nuclear anomalies induced in the gastrointestinal epithelium of rats treated with formaldehyde. *Mutagenesis*, 4(5):327–334.
- [26] Miltner RJ, Summers RC, Wang JZ (1995) Biofiltration performance: Part 2, effect of backwashing. *Journal of the American Water Works Association*, 87(12):64–70.
- [27] National Health and Medical Research Council (NHMRC) and Natural Resource Management Ministerial Council (NRMMC) (2004) *The 2004 Australian Drinking Water Guidelines (ADWG)*.

- [28] Seidenberg JM, Anderson DG, Becker RA (1987) Validation of an in vivo developmental toxicity screen in the mouse. *Teratogenesis, Carcinogenesis, and Mutagenesis*, 6:361–374.
- [29] Shah BM. (1987) Formaldehyde-induced structural and functional changes in the testis of rats. *Journal of Reproductive Biology and Comparative Endocrinology*, 7:42–52.
- [30] Smyth HF Jr, Seaton J, Fischer L (1941) The single dose toxicity of some glycols and derivatives. *Journal of Industrial Hygiene and Toxicology*, 23:259–268.
- [31] Soffritti M. (1989) Formaldehyde: an experimental multipotential carcinogen. *Toxicology and Industrial Health*, 5(5):699–730.
- [32] Swenberg JA et al. (1980) Induction of squamous cell carcinomas of the rat nasal cavity by inhalation exposure to formaldehyde vapor. *Cancer Research*, 40:3398–3402.
- [33] Takahashi M et al. (1986) Effects of ethanol, potassium metabisulfite, formaldehyde and hydrogen peroxide on gastric carcinogenesis in rats after initiation with N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine. *Japanese Journal of Cancer Research (Gann)*, 77:118–124.
- [34] Takahashi N (1990) Ozonation of several organic compounds having low molecular weight under ultraviolet irradiation. *Ozone Science and Engineering*, 12:1–18.
- [35] Til HP. (1988) Evaluation of the oral toxicity of acetaldehyde and formaldehyde in a 4-week drinking-water study in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 26:447–452.
- [36] Til HP. (1989) Two-year drinking-water study of formaldehyde in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 27:77–87.
- [37] Tobe M, Naito K, Kurokawa Y (1989) Chronic toxicity study of formaldehyde administered orally to rats. *Toxicology*, 56:79–86.
- [38] Upreti RK et al. (1987) Toxicokinetics and molecular interaction of [¹⁴C]-formaldehyde in rats. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 16:263–273.
- [39] USEPA (2006). *Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories*.
- [40] USEPA (2006). *National Primary Drinking Water Standard*.
- [41] Wang JZ, Summers RC (1996) Biodegradation behaviour of ozonated natural organic matter in sand filters. *Revue des Sciences de l'Eau*, 9(1):3–16.

[42] WHO (2006). Guidelines for Drinking Water Quality.

附錄 2.12 1,2-二溴乙烷(1, 2-Dibromoethane)

1. 水質項目名稱：1, 2-二溴乙烷(1, 2-Dibromoethane)
2. 別名：Ethylene dibromide、EDB (CAS：106-93-4)
3. 化學式/結構式：



使用單位：μg/L

4. 分析方法：

化學物名	APHA「標準方法」	我國環保署環檢所公告
分析方法	EPA method 551.1	NIEA W662.50C

5. 環境背景資料

1,2-二溴乙烷為工業化學品，以往的用途主要做為含鉛汽油的添加劑，現在則製造或使用染料、藥物、聚合物及其他化學品時會使用到二溴乙烷，因此可能在製程中經由各種廢棄物流而流布至環境中。二溴乙烷在農業上亦被使用在穀物或水果的燻蒸劑。而在天然環境中，海水中的大型藻類生長時可能會產生二溴甲烷及溴乙烷(Class, 1988)，雖然未特別確認其中二溴乙烷的量，但在實驗室中，調查一些極地藻類（如褐藻、紅藻和綠藻）在零度 C 下的狀況(Laternus F., 1995)，褐藻(Phaeophyta)可以每天產生二溴乙烷 20-30 ng/g。1,2-二溴乙烷於臺灣屬列管毒化物，103 年及 104 年登記使用量分別為 7.9 公斤及 15 公斤。

空氣中：二溴乙烷若釋放至大氣中，因蒸氣壓為 11.2 mmHg(25°C)(Call F., 1957)，表示若釋放至大氣中常溫下會以水蒸氣相存在，而大氣中的二溴乙烷會與光化學作用產生的氫氧自由基反應而分解，估計大氣中的半衰期約為 64 天(Atkinson R., 1989)。

土壤中：在土壤中的持久性則根據土壤特性而有極大差異。在一實驗室測試的 100 種土壤測得半衰期 1.5~18 週(Cohen SZ., 1984)，-但在一田野調查中則於二溴乙烷使用 19 年後仍可於土壤中偵測到(Steinberg SM., 1987)。

水中環境：Koc 值為 14~160(Rathbun RE., 1998)，顯示二溴乙烷在水體中則不易經由懸浮固體或底泥吸附，其亨利常數為 6.50×10^{-4} atm-m³/mole，從水體表面揮發為主要從水中移除的方法(Lyman WJ., 1990)，依照亨利常數估計從河流模式揮發的半衰期為 2.6 小時，湖泊則為 6 天。依照二溴乙烷的 BCF 範圍為 <1-14.9(Kawasaki M., 1980)，顯示水中生物之潛在生物濃縮率低，在好氧環境的水體中生物降解半衰期估計為 35 天~350 天(Pignatello JJ., 1990)。水解率低，估計在常溫下(25°C)水解半衰期約為 6 年(Barbash JE., 1989)，但自然環境中可能有多種物質(如 HS 離子)幫助催化而加速水解。二溴乙烷在污水的初級處理中，不

論是厭氧或是好氧狀態，都容易被懸浮污泥所降解(Jex GW. et al, 1985)，在有氧條件下，降解只要幾天，厭氧條件下則需要 5-6 週才會發生降解反應。

表一、1,2-二溴乙烷物化特性

物化特性		文獻
蒸氣壓	25°C下，11.2 mmHg	Call F.,1957
亨利常數	25°C下， 6.50×10^{-4} atm·m ³ /mole	
Koc	14-160	Rathbun RE.,1998
BCF	<1-14.9	

人體可能的暴露途徑：

1,2-二溴乙烷可做為土壤和商品的燻蒸劑，一般民眾可能經由接觸加工的穀物或農產品中所殘留的 1,2-二溴乙烷(Federal Register; Ethylene Dibromide Position Document I, 1977)。職業上可能在生產或有使用 1,2-二溴乙烷之工作場所經由呼吸及皮膚接觸而暴露到該化學物質，NIOSH 估計在美國於調查期間約有 6912 工作人員暴露 1,2-二溴乙烷(NOES 調查 1981-1983)(NIOSH)。一般大眾則可能經由週遭之空氣、攝入污染的飲水而暴露(Mayer, 1991；USEPA, 1992)。而周圍環境會有二溴乙烷存在的可能原因為使用含鉛汽油(Jackisch, 1992)、在交通繁忙的區域活動或居住在加油站附近等。估計二溴乙烷每日平均攝取量(ug/kg/day)依照區域而有些微差異，美國東北區:柑橘類約 0.00052，穀物為 0.0051；中部柑橘類約 0.005，穀物為 0.0052；南方柑橘類約 0.003，穀物為 0.0059；西部柑橘類約 0.00074，穀物為 0.0052(USEPA, Office of Drinking Water; 1985)。

環境水體中的濃度

飲用水：在荷蘭則測得二溴乙烷的最大濃度為 0.1ppb(Kraybill HF., Annals NY Acad Sci., 1977)。美國曾測得在加州和夏威夷的 3 個飲用水井中，測到二溴乙烷的濃度 35-300ppb(Burmester DE., 1982)。

地表水：在一石油精鍊和製造廠附近的溪流，曾檢測到二溴乙烷 1.05-1.13 ppb(Going J., 1975)。

地下水：美國地質調查局評估未經處理之地下水中 60 個揮發性有機物的量，樣本收集時間為 1980-1995 十年間之 2948 個水井(Squillace PJ. et al, 1989)，且這些水井是做為都市或鄉村地區的飲用水井。在都市水井(406 個樣本)中並無測得二溴乙烷，但在 2542 個鄉村水井中則有 8 個有測得(濃度中位數為 0.9 μ g/L)。1971-1991 年美國聯邦和州政府進行之地下水監測研究(US EPA, 1992)，在水井中曾測得高於最大濃度限值(Maximum Concentration Limit，二溴乙烷 MCL 為 0.05 μ g/L)。加州於 1979-1989 年間檢測的 1638 個地下井水樣本中有 45 個大於 MCL(檢出濃度範圍 0.006-4.7 μ g/L)；康乃迪克州於 1987 年檢測 2392 個地

下水井樣本，有 469 個大於 MCL 及 315 個小於 MCL (濃度範圍 0.02-8.0 $\mu\text{g/L}$)；佛羅里達 1979-1991 間的 14949 個地下水樣本，有 1552 個大於 MCL，411 個地下水井小於 MCL (濃度範圍 0.01-755 $\mu\text{g/L}$)；喬治亞州 1981-87 進行之調查，76 個水井中有測得 7 個大於 MCL，3 個小於 MCL (濃度範圍 0.02-110 $\mu\text{g/L}$)；麻薩諸塞州於 1985 年採樣 239 個井進行調查，其中 25 個大於 MCL，11 個小於 MCL (濃度範圍 0.03-6.9 $\mu\text{g/L}$)；奧勒岡州於 1985-87 年間於 161 個水井採樣調查，10 個水井大於 MCL，10 個小於 MCL (濃度範圍 0.034-0.172 $\mu\text{g/L}$)；華盛頓州於 1984-89 年間監測 181 個水井，21 個水井大於 MCL，2 個小於 MCL (濃度範圍 0.018-6.3 $\mu\text{g/L}$) (US EPA, 1992)；1979-1993 年間加州的 Fresno/Clovis 區域因廣泛在農業上使用二溴乙烷，可能有滲漏到井水及污染水質之可能性，故對地下水進行監測 (Kloos H., 1996)，研究發現 1979-1980 年的井水樣本，水中二溴乙烷濃度在 1982-1983 年時呈現下降狀態 (0.25 ppb 下降為 0.15 ppb)

6. 健康評量及毒理資料

二溴乙烷在小鼠及大鼠中皆會增加腫瘤的發生率，實驗動物有足夠的證據顯示二溴乙烷的致癌性，但在人類上則證據不足，故將二溴乙烷分類在“可能為人類的致癌物”(IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, 1999)。案例：一工人在儲槽內工作而昏倒，後才發現儲槽內含有殘留的二溴乙烷，此工人於暴露後 12 小時因代謝性酸中毒、中樞神經抑制和肝臟損壞而死亡，主管人員企圖搶救該名工人而進入儲槽亦昏倒，且於 64 小時後死亡 (Letz GA. et al., 1984)，顯示暴露到大量二溴乙烷之危險。經由呼吸途徑暴露到二溴乙烷，人類會引起中樞神經抑制及肺充血，若經由攝入的方式暴露，則會引起急性腸胃窘迫及肺水腫 (Hardman J.G. et al, 1996)。急性的皮膚暴露會引起局部的疼痛、發炎、紅腫、起水泡等 (Sullivan JB. Jr. et al., 1992)。USEPA 的癌症分類為 Group B2 Probable Human Carcinogen。

	RfD (mg/kg/day)	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1					146	大鼠/口服(1)
2					108	大鼠/口服
					300	兔子/皮膚接觸(2)
3					420	小鼠/口服
					110	Guinea豬/口服(3)

(1) Budavari, S. (ed.). The Merck Index - Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biologicals. Rahway, NJ: Merck and Co., Inc., 1989., p. 598

(2) Lewis, R.J. Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. 9th ed. Volumes 1-3. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 1996., p. 1546

- (3) Hayes, W.J., Jr., E.R. Laws, Jr., (eds.). Handbook of Pesticide Toxicology. Volume 2. Classes of Pesticides. New York, NY: Academic Press, Inc., 1991., p. 682

7. 處理技術/成本分析

二溴乙烷在水中溶解度低，在水中可經由重力分離或沉澱池去除，水中少量殘留可經由曝氣揮發去除（United Nations. Treatment and Disposal Methods for Waste Chemicals. 1985）

8. 國內外管制情形

項 目	國 名						
	我國	美國	WHO	EC	德國	英國	澳洲
標準值 (單位：mg/L)	—	0.00005	0.0004	—	—	—	—

9. 行政考量

無。

10. 管制優先次序

無。

11. 參考文獻

- [1] Atkinson R; J Phys Chem Ref Data. Monograph 1 (1989)
- [2] Barbash JE, Reinhard M; Environ Sci Technol 23: 1349-58 (1989)
- [3] Burmaster DE; Environ 24: 6-13, 33-36 (1982)
- [4] Call F; J Sci Food Agric 8: 81-5 (1957)
- [5] Class TH, Ballschmiter K; J Atmos Chem 6: 35-46 (1988)
- [6] Cohen SZ et al; ACS Symp Ser 259: 297-325 (1984)
- [7] Federal Register; Ethylene Dibromide Position Document I. Dec 14, 1977. 42FR63136-61
- [8] Going J, Long S; Sampling and Analysis of Selected Toxic Substances Task II - Ethylene Dibromide. Final Report. Washington, DC: USEPA-560/6-75-001 p. 39 (1975)
- [9] Hardman, J.G., L.E. Limbird, P.B. Molinoff, R.W. Ruddon, A.G. Goodman (eds.). Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. 9th ed. New York, NY: McGraw-Hill, 1996., p. 1689
- [10] IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to

- Humans. Geneva: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 1972-PRESENT. (Multivolume work). Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php> p. 71 661 (1999)
- [11] Jackisch PF; Kirk-Othmer *Encycl Chem Tech.* 4th. NY, NY: Wiley 4: 571 (1992)
- [12] Jex GW et al; *Microbial and Chemical Degradation of 1,2-Dibromoethane in the Environment.* ACS 190th Natl Mtg. Agrochemicals. Paper No. 36 (1985)
- [13] Kawasaki M; *Ecotox Environ Safety* 4: 444-54 (1980)
- [14] Kloos H; *Arch Environ Health* 51: 291-9 (1996)
- [15] Kraybill HF; *Annals NY Acad Sci* 298: 80-9 (1977)
- [16] Laternus F; *Chemosphere* 31: 3387-95 (1995)
- [17] Letz GA et al; *JAMA* 252 (17): 2428-31 (1984)
- [18] Lyman WJ et al; *Handbook of Chemical Property Estimation Methods.* Washington, DC: Amer Chem Soc pp. 4-9, 15-1 to 15-29 (1990)
- [19] Mayer JR et al; *Bull Environ Contam Toxicol* 47: 368-73 (1991)
- [20] Pignatello JJ, Cohen SZ; *Rev Environ Contam Toxicol* 112: 2-46 (1990)
- [21] Rathbun RE; U.S. Geological Survey Professional Paper 1589: 1-151 (1998)
- [22] Squillace PJ et al; *Environ Sci Technol* 33: 4176-4187 (1989)
- [23] Steinberg SM et al; *Environ Sci Technol* 21: 1201-8 (1987)
- [24] Sullivan, J.B. Jr., G.R. Krieger (eds.). *Hazardous Materials Toxicology-Clinical Principles of Environmental Health.* Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1992., p. 1057
- [25] USEPA; *Pesticides and Groundwater Database. A Compilation of Monitoring and Studies: 1971-1991 National Summary.* Washington, DC: USEPA, Off Pest Prog USEPA 734-12-92-001 (1992)
- [26] USEPA, Office of Drinking Water; *Criteria Document (Draft): Ethylene Dibromide p.IV-7* (1985)
- [27] United Nations. *Treatment and Disposal Methods for Waste Chemicals (IRPTC File).* Data Profile Series No. 5. Geneva, Switzerland: United Nations Environmental Programme, Dec. 1985., p. 169

附錄 2.13 鎵

1. 水質項目名稱：鎵 (Gallium)
(CAS：7440-55-3)
2. 化學式/結構式：Ga
3. 使用單位：mg/L
4. 分析方法：

鎵	APHA「標準方法」 (分類索引編號)	我國環保署環檢所公告 (分類索引編號)
分析方法	AAS、ICP-AES、ICP-MS、 ASV	水中金屬及微量元素檢測方法 —感應耦合電漿質譜法(NIEA W313.52B)

5. 環境背景資料

鎵是一種藍白色的軟金屬，鎵金屬在地球中的含量約僅有 0.0015%，在正常熔點(華氏 400 度) 以上時仍然處於穩定的固態，並且能與硫、硒、碲、磷、砷、銻反應。

鎵應用在半導體產業上，可製作 LED 燈源以及砷化鎵偶極雷射，以其為原料製作的 LED 燈具有高頻率、高電子遷移率及低噪音等特性，受到電子科技業的廣泛應用(1)。氮化鎵可作為新一代綠色環保型照明源、高密度光儲存、全彩顯示器、更能有效率的節約能源，當尺寸縮至奈米級大小，其優異的量子光學特性更趨明顯。奈米發光二極體，奈米雷射及奈米場效電晶體採用磷化鎵及砷化鎵系列材料，使用在紅、黃、綠可見光波段顯示器(2)。

Chen(3)於 2007 年研究在半導體工廠中操作員、工程師、行政人員對鎵的暴露，同時比較尿液中鎵濃度，結果顯示操作員和工程師吸入鎵的平均濃度分別為 12.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 10.72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，兩者皆顯著高於行政人員(2.59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)；另一結果顯示操作員和工程師尿液中鎵平均濃度分別為 10.15 $\mu\text{g}/\text{L}$ 和 9.06 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，兩者也都顯著高於行政人員(1.32 $\mu\text{g}/\text{L}$)。

6. 健康評量及毒理資料

砷化鎵 (Gallium Arsenide, GaAs) 的毒性至今仍沒有完整的研究。2003 年 200 多名 IBM 電腦公司的前雇員集體控告資方隱瞞工廠裡的有毒物質(包括砷化鎵)，導致雇員癌症發病率偏高。加州的環境健康危害評估辦公室 (Office of Environmental Health Hazard Assessment, OEHHA) 在 2008 年發布一份報告，將砷化鎵歸類為致癌物，該報告認為其處理過程可能造成重大的環境問題，其職業暴露勞工可能面臨罹患癌症的風險(4)。

Webb 等人(5)的文獻指出評估大鼠實驗中，經由呼吸道攝入之 Ga_2O_3 、 As_2O_3 及 GaAs 毒性，其毒性結果顯示 $\text{GaAs} > \text{As}_2\text{O}_3 > \text{Ga}_2\text{O}_3$ ，此結果認為 GaAs 之毒性可能主要來自於其中所含之砷，而 Ga_2O_3 產生之肺部損傷不明顯。然 1996 年 Ohyama(6)

等人觀察大鼠經由呼吸道注入之 GaAs 之毒性，卻發現 GaAs 會對肺部產生明顯傷害，受暴露組之壽命較控制組為短(7)。

鎘的毒性和生物種類是具相關性的。在一項研究中指出，老鼠的 LD₅₀ 大於 220 mg/kg，而狗的 LD₅₀ 只有 18 mg/kg。急性毒性試驗得知，暴露於不同鎘溶液的鯉魚，其 96 小時的半致死濃度(96-h LC₅₀)為 19.78(18.49-21.16) mg/L，鯉魚在不同鎘濃度(2.0、4.0、8.0 mg/L)中暴露 28 日後，生化因子平均值與對照組之間有顯著的差異。鯉魚的生物安全濃度(biological safety level)為 2.0 mg/L (8)。

一項為期 8 週，對老鼠的砷化鎘與繁殖能力的關係研究證實，如將老鼠每週暴露在砷化鎘環境中兩次，會導致其精子數目減少，不正常精子的數目增加(9)。Omura 等人於另一項天竺鼠之 GaAs 毒性研究中指出，鎘對睪丸毒性扮演重要角色(10)。

	RfD	NOAEL	LOAEL	MRDD	LD ₅₀ (mg/kg)	實驗方式
1	—	—	—	—	>220	大鼠 (7)
2	—	—	—	—	18	狗 (7)

7. 處理技術/成本分析

一般回收鎘金屬的方法包括分餾沉澱法、電解法及螯合法，在貝爾法中(Bayser process)中，使用電解法可以使鎘金屬回收率達到 99.99999%(10)。

8. 國內外管制情形

未查獲任何環境水體與飲用水之管制資料。

項目	國名							
	台灣 (2009)	WHO (2011)	美國 (2013/5)		加拿大 (2012)	歐盟 (2009)	德國 (2011)	法國 (2007)
			MCLG	MCL				
鎘 標準值 (單位：mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-
鎘	英國 (2009)	紐西蘭 (2008)	澳洲 (2011)	日本 (2011)	南韓 (2008)	新加坡 (2008)	中國大陸 (2006)	
標準值 (單位：mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	

9. 行政考量

無資料。

10. 管制優先次序

毒性 2	發生於水體中之濃度 (µg/L)							
	ND	<0.1	0.1-<1	1-<10	10-<100	100-<1000	1K-<10K	≥10K
南臺灣自來水場/註 1.(12)				✓				
光電業 TFT-LCD 面板放流水(13)		✓	✓	✓				
發光二極體放流水(13)					✓			

太陽能電池放流水(13)				✓	✓			
彩色濾光片放流水(13)				✓				
偏光板放流水(13)				✓				
新竹科學園區地下水(14)				✓	✓			
臺灣地下水(15)			✓					
臺灣淨水場原水(15)			✓	✓				
臺灣淨水場清水(15)			✓	✓				

註 1. 嘉義縣、臺南縣市、高雄縣市屏東縣市設計出水量五千噸以上之淨水場之清水及原水。

11. 參考文獻

- [1] 黃銀雄，電子業廢棄鎵金屬回收之研究，雲林科技大學碩士論文，2005。
- [2] 藍綠光發光二極體 – 行政院國家科學委員會
<http://web1.nsc.gov.tw/ctpd.asp?xItem=7784&ctNode=76&mp=8>
- [3] Chen, H.W., 2007. Exposure and health risk of gallium, indium, and arsenic from semiconductor manufacturing industry workers. *B Environ Contam Tox.* 78, 113-117.
- [4] 康世芳、張怡怡、蔣本基、張簡國平、李家偉，飲用水水源及水質標準中列管污染物篩選與監測計畫，2009。
- [5] Webb, D.R., Sipes, I.G., Carter, D.E., 1984. In vitro solubility and in vivo toxicity of gallium arsenide. *Toxicol Appl Pharmacol.* 76, 96-104.
- [6] Omura, M., Tanaka, A., Zhao, M., Hirata, M., Makita, Y., Inoue, N., Ishinishi, N., 1996. Testicular toxicity of gallium arsenide, indium arsenide and arsenic oxide in rats by repetitive intratracheal instillation. *Fund Appl Toxicol.* 32, 72-78.
- [7] Omura, M., Hirata, M., Tanaka, A., 1996. Testicular toxicity evaluation of arsenic containing binary compound semiconductor, gallium arsenide and indium arsenide in hamsters. *Toxicol Lett.* 89, 123-129.
- [8] Yang, J.L., Chen, H.C., 2002. Toxic Effects of the Semiconductor Metal Gallium on Common Carp (*Cyprinus Carpio*). *Acta Zoologica Taiwanica.* 13(2), 63 -72.
- [9] Flora, S.J.S., 2000. Possible Health Hazards Associated with the Use of Toxic Metals in Semiconductor Industries. *J Occup Health.* 42, 105-110.
- [10] Omura, M., Tanaka, A., Zhao, M., Hirata, M., Makita, Y., Inoue, N., Gotoh, K., 1995. Toxic effects of gallium arsenide on sperm in rats by repeated intratracheal instillations. *J Occup Health.* 37, 165-166.
- [11] Moskalyk, R.R., 2003. Gallium: the backbone of the electronics industry. *Miner Eng.* 16, 921-929.
- [12] 陳淑勤，南臺灣給水廠自來水中重金屬之流佈調查，中山大學碩士論文，2010。
- [13] 行政院環保署，「放流水標準」及「水污染防治法事業分類及定義」修正草案公聽會，2010年10月。
- [14] Chen, H.W., 2006. Gallium, Indium, and Arsenic pollution of groundwater from a semiconductor manufacturing area of Taiwan. *B Environ Contam Toxicol.* 77, 289–296.
- [15] 王根樹、蔡詩偉、陳家揚，飲用水水源與水質中新興污染物對人體健康之風險

110 年飲用水新興污染物研究與水質管理計劃

評估，EPA-100-U1J1-02-101.

附錄 2.14 鉈

1. 水質項目名稱：鉈 (Thallium)
(CAS：7440-28-0)
2. 化學式/結構式：Tl
3. 使用單位：mg/L
4. 分析方法：

鉈	APHA「標準方法」 (分類索引編號)	我國環保署環檢所公告 (分類索引編號)
分析方法	—	水中金屬及微量元素檢測方法— 感應耦合電漿質譜法(NIEA W313.52B)

5. 環境背景資料

鉈為一種無嗅無味的金屬，通常為純態或與其他金屬形成合金，也可與其他物質如溴、氯、氟和碘結合為鹽類(2)。鉈存在於空氣、水及土壤中，在未受污染地區，鉈在空氣中的濃度通常小於1 ng/m³，在水中的濃度小於1 µg/L，在水中底泥的濃度則小於1 mg/kg。鉈在地殼表面的平均濃度介於0.1 至 1.7 mg/kg，但在煤礦中其濃度可高達1000 mg/kg，一般礦物中則很少發現鉈成份高於60%以上。動植物通常含有小於1 mg/kg鉈(乾重)，而人體平均攝食量為小於5 µg/day，經由呼吸道吸入的量則小於 0.005 µg/day(1)。

鉈廣泛地分布在自然界水體中，且濃度分布不均，通常在環境水體中鉈為一價Tl(I)和三價Tl(III)兩種化學價態，但多以Tl(I)形式存在，在較強氧化條件下，Tl(I)可以轉化為Tl(III)。由於水溶性高，鉈易隨著地下水或地表水的流動而轉移到較遠的地方，因而造成更大範圍的水體鉈污染。鉈可通過飲用水或水體中魚貝等動物進入人體。

鉈在工業上的用途包括製造仿珠寶的色素、鎂海水電池的特殊合金陽極板、煙火、與汞製成合金用於溫度零度以下之開關和櫥櫃、低溫之溫度計、閃爍計數器、眼鏡鏡片及半導體工業。飽和的丙二鉈酸和甲酸鉈鹽水溶液常用於分離礦物性標本。醫療的用途方面有用於治療肺結核、梅毒、淋病、頭癬等。鉈-201心肌灌注造影術目前是臺灣地區使用最廣泛的心臟核子醫學檢查，臨床上，鉈-201心肌灌注造影術主要用於冠狀動脈心臟病（包括狹心症、心肌梗塞）的診斷、預後評估、手術前及手術後的評估。鉈-201也用於甲狀腺之早期與延遲影像，辨別良性與惡性甲狀腺結節。許多國家在農業上將鉈作為滅鼠藥使用，美國在1940年起禁止將其使用於滅鼠劑，1990年起部分滅鼠劑則開放使用，在臺灣核准使用的滅鼠劑都未使用鉈(3)。

鉈在水體中的流佈濃度變化不大，蔬菜及魚中則以十倍的速率增加。鉈只在水、魚及蔬菜三者之間轉移。當pH值增加，鉈與無機物之反應速率降低，促進腐植酸與鉈反應，故於水體中鉈與有機物結合為重要的反應。於還原環境中鉈可與硫結合並可能存於溶液中。在環境水體中的濃度以污水下水道之濃度為0.7-88 g/L，澳洲海水濃度平均為13.0 ng/L，淡水為3.7 ng/L，愛爾蘭海之平均鉈濃度為10.1-18.7 ng/L(21)。

6. 健康評量及毒理資料

鉈經過口服後容易被身體組織吸收，分布於全身器官組織中並累積在骨骼及腎髓，甚至累積於中央神經系統。鉈的生物半衰期為3-8天，主要由尿液排泄(4)。中毒初期有末梢神經麻木、四肢萎縮、麻木，掉頭髮是最常見的中毒症狀，中毒後期會有四肢疼痛、嚴重掉髮、意識不清等症狀，腎臟、神經等病變，最後變成呼吸衰竭死亡(3)。

短時間暴露高劑量的鉈會有嘔吐、腹瀉、暫時性掉髮等症狀，及對神經系統、肺臟、心臟、肝臟及腎臟造成影響，嚴重者會導致死亡；而目前對於長時間暴露低劑量鉈的健康效應仍然不清楚(5)。急性鉈中毒的主要症狀有腸胃炎、多發性神經病變及脫髮(6)。鉈對於汗腺和皮脂腺也會造成影響導致掌紅斑、瘰癧及乾性鱗狀皮(7)。急性鉈中毒會直接對竇房結及心肌造成影響產生低血壓和心搏過緩等症狀，而高血壓及心搏過速則是因迷走神經退化所致。慢性鉈中毒的主要症狀包括食慾不振、頭痛和造成腹部、上臂、股二頭肌及全身疼痛，嚴重時可能會導致脫髮、眼睛失明和死亡(8)。

先前研究指出以白鼠為實驗對象，鉈的參考劑量RfD為 8×10^{-5} 至 9×10^{-5} mg/kg-day，NOAEL為0.25 mg/kg-day thallium sulfate 或 0.20 mg/kg-day Tl，目前無參考濃度RfC資料(9)。鉈對成人的致死劑量一般為1 g/kg，最低致死劑量 (minimal lethal dose) 為12 mg/kg。目前仍然不清楚長時間攝食低劑量的鉈會對人體健康造成何種影響。此外沒有資料顯示孕婦食用受到鉈污染的蔬菜和水果會造成嬰兒出生時的缺陷，但對老鼠所做的研究顯示，暴露於高劑量的鉈，會阻礙其生長發育。吸入或吃入鉈是否會影響人的生殖尚不明瞭。但餵食老鼠鉈數週後，會出現生殖方面的問題。動物的實驗數據建議雄性動物的生殖系統可能容易被低濃度的鉈損害。美國的衛生福利部 (The Department of Health and Human Services)、國際癌症研究署 (The International Agency for Research on Cancer) 和環保署 (The Environmental Protection Agency, EPA) 並沒有把鉈列入人類的致癌物質。

	RfD (mg/kg/day)	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD ₅₀ (mg/kg)	實驗方式
1	8×10^{-5} — 9×10^{-5}	0.2-0.25	0.04	—	—	白鼠/吞食 硫酸鉈(9)
2	—	—	—	—	41.3	大鼠/吞食(22)

註:可溶性鉈鹽-醋酸鉈、碳酸鹽鉈、氯化鉈、硝酸鹽鉈、硫酸鹽鉈

7. 處理技術/成本分析

美國環保署建議使用活性氧化鋁和離子交換去除飲用水中的鉈(10)。另外，藉由硫酸鉈的還原沉澱反應也可將廢水中的鉈有效移除至 2 ppb 以下，但須控制溶液的 pH(11)。Kikuchi 等人則指出使用 DOWA Iron powder 方法可有效去除廢水中的鉈，其中使用的鐵金屬粉末與過氧化氫的 pH 介於 3 至 4 之間(12)，而 Kajitvichyanukul 研究顯示鉈可於水中吸附在二氧化鈦表面(13)。除此之外，將含有三價鉈的廢水放至混合槽，並加入石灰或氫氧化鈉調整 pH 於 8 至 10 間也可使氫氧化鉈沉澱(14)。Dahal 等人研究結果顯示當 pH 介於 2 至 5 間可使用電解二氧化錳 (electrolytic manganese dioxide) 吸附鉈(15)。Lu 等人採用前處理、混凝沉澱與結合活性碳柱過濾吸附，對原水中的鉈進行去除試驗。結果顯示，柱狀活性碳對水中鉈的去除效果最好，連續進行 3 小時對鉈的去除率在 89% 左右(16)。Twidwell 等

人指出沸石吸附、離子交換、溶劑萃取、活性碳吸附及高鐵酸鉀吸附可將鉍從廢水中移除，其他像是二氧化錳吸附、氫氧化鐵吸附及金屬還原等處理技術大多用來移除礦業廢水中的鉍至 2 ppb 以下，但需更進一步評估(17)。

8. 國內外管制情形

美國職業安全衛生署 (The Occupational Safety and Health Administration, OSHA)、美國工業衛生學會 (The American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH) 及德國皆訂定工作場所空氣中鉍之恕限值 (Threshold limit value) 不得超出 0.1 mg/m^3 (5)。美國國家職業安全衛生研究所 (The National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH) 建議空氣中鉍的濃度不應超過 15 mg/m^3 ，認為會立即危害到人的生命和健康。

美國環保署訂定鉍的飲用水水質標準之最大目標限值 (MCLG) 為 0.0005 mg/L ，最大限值 (MCL) 為 0.002 mg/L 以預防潛在健康危害(10)。另外，美國環保署之最佳可行性技術 (Best Demonstrated Available Technology) 對於處理廢水中鉍之濃度必須低於 0.14 mg/L 。根據瑞士空氣清淨法 (1985)，鉍的濃度限制為 $2 \text{ Ag/m}^3/\text{day}$ ，且瑞士法律制定農業土壤中鉍的最大許可值為 1 mg/kg 乾重(18)。加拿大則是建議土壤中 (農業利用、居住/公園土地利用、商業及工業土地利用) 鉍的濃度值為 1 mg/kg 。

項目	國名							
	台灣 (2009)	WHO (2011)	美國 (2013/5)		加拿大 (2012)	歐盟 (2009)	德國 (2011)	法國 (2007)
鉍			MCLG	MCL				
標準值 (單位： mg/L)	-	-	0.0005	0.002	-	-	-	-
鉍	英國 (2009)	紐西蘭 (2008)	澳洲 (2011)	日本 (2011)	南韓 (2008)	新加坡 (2008)	中國大陸 (2006)	
標準值 (單位： mg/L)	-	-	-	-	-	-	0.0001	

9. 行政考量

無。

10. 管制優先次序

毒性 1	發生於水體中之濃度 ($\mu\text{g/L}$)							
	ND	<0.1	0.1-<1	1-<10	10-<100	100-<1000	1K-<10K	$\geq 10\text{K}$
污水、下水道(21)			✓	✓				
南臺灣 22 座淨水廠 清水(23)		✓	✓	✓				
南臺灣自來水場/ 註 1.(23)			✓					
臺灣 92 座淨水場原 水(24)		✓						

臺灣 92 座淨水場清水(24)		✓						
臺灣地下水(25)	✓	✓						
臺灣淨水場原水(25)	✓	✓	✓					
臺灣淨水場清水(25)	✓		✓					

註 1. 嘉義縣、臺南縣市、高雄縣市屏東縣市設計出水量五千噸以上之淨水場之清水及原水

11. 參考文獻

- [1] IPCS Environmental health criteria 182 - Thallium
i. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc182.htm>
- [2] ATSDR, Toxicological profile for Thallium. In U.S. Department of Health and Human Services: Atlanta, GA, 1992.
- [3] 行政院衛生署疾病管制局，鉍中毒， Vol. 18，2002。
- [4] Zitko, V., 1975, Toxicity and pollution potential of thallium. Science of the Total Environment 4, 185-192.
- [5] Peter, A.L.J., Viraraghavan, T., 2005. Thallium: a review of public health and environmental concerns. Environment International 31, 493-501.
- [6] Friberg, L., Nordberg, G., Vouk, V.B., 1986. Handbook on the toxicology of metals. Elsevier: Amsterdam.
- [7] Mulkey, J.P., Oehme, F.W., 1993. A review of thallium toxicity. Veterinary and Human Toxicology 35, 445-453.
- [8] Zhang, Z., Zhang, B., Long, J., Zhang, X., Chen, G., 1998. Thallium pollution associated with mining of thallium deposits. Science in China Series D: Earth Sciences 41, 75-81.
- [9] MRI, Toxicity of thallium (I) sulfate (CAS No. 7446-18-6) in Sprague-Dawley rats. In 1988; Vol. 2.
- [10] EPA, U. S. Basic Information about Thallium in Drinking Water. <http://www.epa.gov/safewater/contaminants/basicinformation/thallium.html>
- [11] Williams-Beam, C., Twidwell, L. G., 2003. Removal of thallium from wastewater. In Hydrometallurgy 2003: 5th International Symposium Honoring Professor Ian M. Ritchie, Vancouver, BC; Canada, 1717-1727.
- [12] Kikuchi, E., Itoh, K., Fujishima, A., Yonezawa, T., Kimura, T., 1990. Removal of thallium from waste-water by using the iron metal and hydrogen-peroxide. Chemistry Letters 253-254.
- [13] Kajitvichyanukul, P., Chenthamarakshan, C.R., Rajeshwar, K., Qasim, S.R., 2003. Adsorption of Thallium(I) Ions on Titania Particle Surfaces in Aqueous Media. Adsorption Science & Technology 21, 217-228.
- [14] Rissmann, E.F., Schwartz, S.M., 1989. Treatment of wastes containing arsenic, selenium, thallium and mercury compounds. In Proceedings of 44th Industrial waste conference, Purdue University, West Lafayette, Indiana.
- [15] Dahal, M.P., Lawrance, G.A., 1996. Adsorption of thallium(I), lead(II), copper(II), bismuth(III) and chromium(III) by electrolytic manganese dioxide. Adsorption Science & Technology 13, 231-240.
- [16] Lu, S.M., Zhao, T.T., Meng, J.B., 2008. Study on Removal of Thallium in Drinking Water. Water Purification Technology 27, 25-27.
- [17] Twidwell, L.G.; Williams-Beam, C., 2002. Potential Technologies for Removing

- Thallium from Mine and Process Wastewater: An Abbreviated Annotation of the Literature. . European Journal of Mineral Processing & Environmental Protection 2, 1-10.
- [18] Ewers, U., Environmental exposure to thallium. Science of the Total Environment 1988, 71, (3), 285-292.
- [19] CCME, Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health-Thallium. In 1999.
- [20] 李祥平、齊劍英、劉娟、王津、王春霖、陳永亨，化學毒害性元素鉍在水體中的分布及其賦存狀態，2008。
- [21] 行政院環保署，毒性化學物質申報系統，毒理資料庫。
i. <http://flora2.epa.gov.tw/ToxicWeb/ToxicUC4/database1.asp>
- [22] 物質安全資料表，醋酸鉍 (Thallium acetate) 。
<http://www.echochemical.com/doc/msds/563-68-8.pdf>
- [23] 陳淑勤，南臺灣給水廠自來水中重金屬之流佈調查，國立中山大學環境工程研究所碩士論文，2010。
- [24] 廖政麒，淨水場原水、清水、配水微量金屬濃度分佈特性及其與臍帶血中重金屬關係之探討，國立臺灣大學環境衛生研究所碩士論文，2009。
- [25] 王根樹、蔡詩偉、陳家揚，飲用水水源與水質中新興污染物對人體健康之風險評估，EPA-100-U1J1-02-101。

附錄三、期末審查意見回覆對照表

審查建議	回覆
(一) 江漢全 委員	
1. 表格中的單位請查核補充，如：第 16 頁及第 31 頁。	謝謝委員意見，已於報告表 2.1-1、2.4-1 加註單位。
2. 數據品保目標中，某些項目準確度偏低，如雙酚 A 及 DEHP，是否合理（第 123 頁）？	謝謝委員意見，將與配合之檢測單位溝通提升準確度。
3. 表 5.5-1 中，有兩個項目之方法偵測極限與其定量極限值相同，原因為何？而抽驗結果之「偵測極限」，宜以低於「方法偵測極限」表示較清楚（第 126 頁）。	謝謝委員意見，已修正表 5.5-1。
4. 離島抽驗水質統計表中，以 "-" 表示者，是否未測定？或是偵測不到？而蘭嶼及綠島簡易自來水 E. coli 偏高的情形，目前是否已改善或能提建議改善（第 147 頁）？	謝謝委員意見，以 "-" 表示者，是否未測定，蘭嶼及綠島簡易自來水 E. coli 偏高。
5. 農藥嘉磷塞使用頻率高，雖累積 150 處抽驗暫無風險，仍請再予分析，是否對優養化水體有風險（第 133 頁）。	謝謝委員意見，已依建議修正 5.5.3 節嘉磷塞後續抽驗建議及表 5.5-7。
6. 第十章為進度與查核點，期末報告編排宜在第九章結論之前（第 187 頁）。	謝謝委員意見，已依建議修正第九章及第十章順序。
(二) 童心欣 委員	
1. 研究成果豐富相當肯定結果，少數報告中的撰寫需修正。中英翻譯專有名詞議採用國教院版本，例如 leginella 等。	謝謝委員意見，已依建議修正表 2.2-2、表 2.3-1、表 3.2-2。
2. 第七章，微生物部分，異營菌的敘述部分不合適，例如現有標準方法，指標「乾淨性」，「沒有合適消毒方法」等…。	謝謝委員意見，已依建議修正 7.1.1、7.1.2、7.2.4 節內容。
3. 法規標準修改前，尤其是微生物標準未來建議可與國際接軌，建議不僅修改標準，也同時修改法規，可將複驗概念帶入。	謝謝委員意見。本計畫將提供環保署參考。並已依建議修正 7.2.4 節微生物參數修正建議。
4. 微生物指標資訊，水公司或水處可	謝謝委員意見。

能都有檢測資料可以參考作為歷史資料。	
5. 微生物檢測的誤差（第 178 頁）與一般化學檢測不相上下，建議修改敘述。	謝謝委員意見。已依委員建議修正 7.2.4 節敘述。
(三) 張尊國 委員	
1. 本計畫為執行多年針對尚未列管的新興污染物有系統的收集先進國家的相關管理辦法，逐年滾動式檢討，檢視國內現況與研擬未來管理策略之建議。	謝謝委員意見。
2. 我國飲用水管理，對於管制項目與對應措施過於剛性，修改項目與濃度國情較難，可改慮歐盟、美、日做法，將項目分類，降低溝通困境，可執行性較高。	謝謝委員意見。本計畫將提供環保署參考。
3. 整合目前在各類清單中的物質，在政府各類計畫中之調查資料，尤其是各類環境介質中的存在狀況包括濃度與空間分布，如：土基會對地下水新興物質之調查。	謝謝委員意見。本計畫將納入建議供後續計畫執行參考。
4. 對於已列於各類清單中之新興污染物，由於國際管制可能已禁止生產或銷售，相關工業製程改善，除毒理資料庫更新，國內進口、製造、使用、排放端之資訊也可收集。	謝謝委員意見。本計畫將納入建議供後續計畫執行參考。
5. 對已於候選清單的 68 項物質，其分析方法也應與環檢所溝通，預備一旦列入管制項目時，有對公告之分析方法。	謝謝委員意見。目前蒐集清單(66 項)、觀察清單(14 項)物質中，除 NDMA、NDEA 之外均有對應之公告分析方法，本計畫已依委員意見，將建立 NDMA、NDEA 公告分析方法納入建議中。
6. 本計畫屬科技研究計畫並非常規性施政計畫，常規性施政計畫為提升檢測品質，可採行環檢所共同契約方式執行(開口合約)，然科研計畫本身具前瞻性與密集測試等需求，倘部分檢測項目以開口合約執行(如:重金屬)，但部分項目因環檢所未訂定檢測方法，另由本計畫採樣分析，致影響計畫整體調查分析研究之架構，因此建議科研計畫的	謝謝委員意見。本計畫將提供環保署參考。

採樣分析，可不必強制納入共同應契約。	
(四) 凌永健 委員	
1. 重大飲用水相關議題，宜納入在地人文環境背景等因素一併考量再提看法，重審該案人工湖環差，九月間被退回。	謝謝委員意見。本計畫期末報告中就國際管理情況針對飲用水中石綿之風險與管理提供建議。
2. 彙整國際對極端氣候飲用水管理，宜採本計畫分析結果如三次採樣水質參數及檢測項目在枯、豐水期的測值，跳動說明對國內水質的可能影響和因應管理建議。	謝謝委員意見。本計畫三次採樣中，第一次的數據可代表枯水期，第二、三次代表豐水期，原水水質差異主要是濁度及 DOC，枯水期濁度及 DOC，可能會增加加氯量及消毒副產物生成潛勢。
3. 對於檢出結果高於定量極限樣品處，且有國際管制值之銻、硼、嘉磷塞，宜就淨水廠位址和環境之關聯性提出說明，如硼來自海淡廠，原因明確。	謝謝委員意見。嘉磷塞的測值均遠低於國際管制標準最小值，顯示無顯著風險。銻僅一筆測值偏高，暫時無法判斷是否為偶發事件，建議持續監測。
4. 人為活動、PFOS、PFHxS 檢出結果介於 0.2~1.0 ug/L 澎湖望安的遠高於定量極限 0.005 ug/L 和國際管制最小值 0.05 ug/L，宜確認品管數據，並與台水公司，採對可能來源。PFOS 與 PFHxS 高關聯性的原因說明。	謝謝委員意見。台水公司已承諾將再了解追蹤，以釐清來源。
5. 針對微囊藻毒、Geosmin、2-MIB，宜採對三項之間的關聯性，探討可能影響因子。	謝謝委員意見，因微囊藻毒、Geosmin、2-MIB 由不同藻類產生，故三者間無顯著關聯性。
6. 提供國際間於 COVID-19 期間，對民眾提供安全及飲水簡知供參考。	謝謝委員意見，將配合署裡需求辦理。
(五) 康世芳 委員	
1. 國際飲用水管理制度之研究結果，顯示美國、日本與歐盟之飲用水水質管理，除強制性標準項目以影響人體健康為主，尚有非強制項目如美國次要標準，日本管理上之目標項目、監測項目等，皆值得我國參採。	謝謝委員意見。
2. 表 7.1-1 及表 7.1-2 所述總大腸桿菌群是否為我國飲用水水質標準項目大腸桿菌群？請確認。	謝謝委員意見。總大腸桿菌群(Total Coliform Group)即為我國飲用水水質標準項目大腸桿菌群(Coliform Group)。

3. 我國微生物指標項目如表 7.1-2 所示，大腸桿菌尚未列入標準項目，多數先進國家則已列入。大腸桿菌是否列入或如何管理(監測)已討論多年，建議明年度計畫能檢討並列入管理，以利與國際接軌。	謝謝委員意見。本計畫將提供環保署參考。
4. 離島海水淡化廠雖採薄膜處理，因硼非法規管制項目，故未特別加強去除。海水硼背景濃度為4.5~5.0 mg/L，薄膜處理出流水有時硼超過1.0mg/L，若配水系統混合海淡水與清水(地表水源)則硼可低於1.0 mg/L，明年離島採樣可考量混合清水之配水系統採樣。	謝謝委員意見，本年度超過1 mg/L的樣品中，澎湖望安跟林投的樣品即是海淡混清水，隨乾旱嚴重，混海淡比例會提升，今年採樣時間為5月，當時乾旱情形較嚴重，混和海淡水的比例應較高。
5. 表 6.2-2 蘭嶼綠島鉛、鎘各有3次、5次不合格，可查到濃度範圍？	謝謝委員意見，鉛檢測值為<0.02 mg/L，對照當時飲用水水質標準(102年 0.05 mg/L)並未超標，目前鉛的標準為0.01 mg/L，已於報告中修正。鎘檢測值均為<0.02 mg/L，飲用水水質標準為0.01 mg/L。
(六) 台灣自來水股份有限公司	
1. 離島望安、林投場今年硼有超出國際最小管制值1mg/L，可能與海水含硼有關，本公司會持續檢測及關注。	謝謝台水公司配合。
2. 澎湖望安淨水場今年(110年)PFOA、PFOS及PFHxS檢出濃度較高，是否與海淡機組組件有關，本公司將再了解追蹤，以釐清來源。	謝謝台水公司配合。
3. 有些新興污染物如與人體健康較無直接關係者，如其仍為民眾關切事項，建議可參考歐、美、日等國訂定「水質管理目標值」，供自來水單位努力推動改善，而不需訂定強制性的列管標準。	謝謝委員意見。本計畫將提供環保署參考。
4. 本研究報告對於新興污染物所提出之建議，本公司將持續了解並配合辦理。	謝謝台水公司配合。
(七) 臺北自來水事業處	
1. 報告第二章國際飲用水管理制度中，將國際飲用水水質標準或準則	謝謝委員意見，已依委員建議修正2.2.4節。

<p>值,與我國飲用水水質標準比較,非常值得參考。惟 p.19~20 中有關歐盟飲用水指令表 2.2-1 所列項目為法規強制項目飲用水必須符合者),表 2.2-2(indicator Parameters 及 Parameters relevant for the risk assessment of domestic distribution systems)則為一旦有不符法規強制項目時,採取矯治措施(Remedial Action),用以風險評估及風險管理之必須監測指標性項目;另鉛及退伍軍人桿菌(Legionella)用以評估住家飲水系統風險。建議於敘述中有所區分說明。</p>	
<p>2. 報告 p.78 述及「自 104 年起有少數樣品的濃度大於“0.55mg/L”,與同頁表 3.5-4 數據不同,建議修正;p.84 「並計算大於” 0.00007mg 的樣品數……「今年抽驗檢測結果都小於” 0.00007" mg/L」,與表 3.5-10 顯示數據有異;p.85105 年、106 年及今年度抽驗結果僅有"1"筆超過 0.00007 mg/L 與表 3.5-11 顯示數據有異,建予以修正。</p>	<p>謝謝委員意見,已依委員建議修正 3.5.4、3.5.10、3.5.11 節文字及表格內容。</p>
<p>3. 報告 p.126 表 5.5-1 中項目 N-亞硝二甲胺, 定量極限及方法偵測極限, 均為 0.08 ng/L 但國際管制最小值 0.004(加), 無法比較。p.128 表 5.5-3 中詳細出偵極限、定量極限、分檢出數、低於定量極限樣品數等欄位,部分項目如砷、PFOA 等檢出數會顯示出佔分析數很高比例,但實際上均小於定量極限(即檢測度範圍在偵不穩定濃度),建議考量表示方法,避免讀者誤解。</p>	<p>謝謝委員意見, N-亞硝二甲胺國際管制最小值為加拿大 0.04 ng/L, 已於報告中修正。表 5.5-3 修正為僅列出高於定量極限之測值。</p>
<p>4. p.163 第七章飲用水中之微生物指標, 詳述各項微生物指標之指標性、實際應用即對飲用水之重要性, 目前國際上使用最多的為大腸桿菌(E.coli), 雖被認為是最適合之糞便性指標, 但目前所訂大腸桿菌群及總菌落數為消毒有性及配水系</p>	<p>謝謝委員意見。本計畫將提供環保署參考。</p>

<p>統清潔度評估之重要評估指標性項目,未來在檢討水質標準微生物項目時,除注重與國際接軌外,建議採取相關之配套,同時兼顧管線輸送供水水質安全。</p>	
<p>(八) 水保處</p>	
<p>1. 極端氣候因應建議,已提供相對建議及我國可參考作法。建議可提供較細節具體作法,或是提供參考指引如水位下降至安全存量以下%範圍可進行某步驟,做為預防措施等,以供本署參酌。</p>	<p>謝謝委員意見。國際上提供之因應政策較為大方向的政策,具體細節做法之敘述較少。</p>
<p>2. 第 46 頁,圖 3.1-1 篩選作業項目與後面各節所述項目值不符,例初步蒐集清單 408 項與第 49 頁 405 項不同。另各階層各項目篩選理由是否有進行系統性歸類。</p>	<p>謝謝委員意見。已修正圖 3.1-1。各階層清單篩選理由分別於 3.2、3.3、3.4 條說明。</p>
<p>3. 承上,各階層每年項目皆有異動,可否標示今年新增、調整、減少各幾項,以掌握各階層差異數量。</p>	<p>謝謝委員意見。已依委員意見補充於 3.2.1、3.3.1、3.4、3.6.1 節</p>
<p>4. 表 5.5-7 後續新興污染物抽驗建議,消毒副產物點位建議 b.本年度未曾檢測、c.近 3 年未曾檢測,其優先順序原因為何?以鎘而言 106 年起迄今共計 5 年已累積建立數據背景又為何前述條件設為 3 年未曾檢測,建議補充說明。</p>	<p>謝謝委員意見。抽驗點為選擇優先順序按 abc 順序進行選擇。「近 3 年未曾檢測」是指近三年沒有進行檢測之點位(淨水廠),已於報告中補充說明,</p>
<p>5. 建議提出針對 N-亞硝二甲胺及 N-亞硝二乙胺尚未有公告檢測方法,建議環檢所應協助建立標準檢測方法,其建議理由請補充敘明之。</p>	<p>謝謝委員意見。已依委員意見補充說明於建議中。</p>