

行政院環境保護署

109 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫

受 託 單 位 ： 國立成功大學
計畫執行期間 ： 中華民國109年04月29日 至
 中華民國109年12月15日

印製年月：中華民國 109 年 12 月

行政院環境保護署編印

行政院環境保護署

109 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫

受 託 單 位：國立成功大學
計畫執行期間：中華民國109年04月29日 至
 中華民國109年12月15日
計 畫 主 持 人：黃良銘教授
協 同 主 持 人：林財富特聘教授、王根樹教授
 陳婉如副教授
研 究 人 員：謝淑婷、吳怡儒、邱翌竹
計 畫 經 費：新臺幣捌佰參拾萬元整

印製年月：中華民國 109 年 12 月

「109 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫」

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	一百零九年度	計畫編號	
研究性質	☐ 基礎研究 ☒ 應用研究 ☐ 技術發展		
研究領域	飲用水		
計畫屬性	☐ 科技類 ☒ 非科技類		
全程期間	民國 109 年 4 月 29 日至 109 年 12 月 15 日		
本期期間	民國 109 年 4 月 29 日至 109 年 12 月 15 日		
壬、本期經費	8300 千元		
	資本支出	經常支出	
	土地建築 <u> 0 </u> 千元	人事費 <u>2925.25</u> 千元	
	儀器設備 <u> 0 </u> 千元	業務費 <u>4129.75</u> 千元	
	其他 <u> 0 </u> 千元	材料費 <u> 0 </u> 千元	
		其他 <u>1245</u> 千元	
癸、摘要關鍵字（中英文各三則） <u>人體健康用藥和個人保健用品、全氟碳化物、生物性指標</u> <u>Pharmaceuticals Personal Care Products (PPCPs), Perfluorinated compounds (PFCs),</u> <u>microbial indicator</u>			

計畫成果中英文摘要（簡要版）

一、中文計畫名稱：

109 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 2020

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，陳婉如副教授

五、執行開始時間：

109/04/29

六、執行結束時間：

109/12/15

七、報告完成日期：

109/11/15

八、報告總頁數：

325

九、使用語言：

中文

十一、報告電子檔名稱

EPA-109 期末報告

十二、報告電子檔格式

PDF 檔

十三、中文摘要關鍵字

人體健康用藥和個人保健用品、全氟碳化物、生物性指標

十四、英文摘要關鍵字

Pharmaceuticals Personal Care Products (PPCPs), Perfluorinated compounds (PFCs), 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，針對飲用水水質標準物理性標準及化學性標準－可能影響健康物質進行檢討。辦理飲用水列管物質篩選作業，優先評估六項全氟化物及五項人體健康用藥和個人保健用品，於 6 座代表性淨水場進行監測及資料蒐集。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 23 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，僅全氟化合物及硼有少數樣品有較高檢出濃度，須持續監測。水安全計畫為國際飲用水安全管理之趨勢，本年度推動水安全試辦計畫，邀請水事業單位及相關學者召開一次啟動會議，並於臺北自來水事業處及台灣自來水公司分別進行一次輔導會議。此外亦評估五種生物性參數於我國 20 處次配水樣品的檢出情況，建議釐清我國飲用水系統需要之指標優先順序，再進一步評估適用之指標微生物種類。

十六、英文摘要

This project reviewed the drinking water management of other contraries and international organization and proposed some implement suggestions for physical standards and substances with potential health impact, which were regulated in Drinking Water Quality Standards of Taiwan. This project implemented contaminants screening process of drinking water quality regulation. Six unregulated perfluorinated compounds (PFCs) and seven pharmaceuticals personal care products 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. Monitoring results showed that among these 13 compounds only acetylsalicylic acid and diethyltoluamide (DEET) revealed higher occurrence and concentration in drinking water system in Taiwan. It was suggested to be monitored continuously. 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 23 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. Only few samples with higher per- and polyfluorinated chemicals (PFCs) and Boron concentration, therefore it is suggested to monitor them continuously. Water safety plan is proposed to manage Drinking water globally. This project also helped the implement of the water safety plan. Besides, this project evaluated five different microbial indicators at 20 sample points. It is suggested to identify the priority of the needs of different indicators, then evaluated suitable microorganism species for the indicators.

目次

目次	I
圖次	V
表次	VI
報告大綱	IX
計畫成果摘要（詳細版）	XI
第一章 前言	1
1.1 計畫背景	1
1.2 計畫目標與內容	10
第二章 飲用水管理法規制度	17
2.1 世界衛生組織(WHO)	17
2.1.1 我國飲用水水質標準與 WHO 指引值比較	18
2.2 歐盟	20
2.2.1 我國飲用水水質標準與歐盟水質標準比較	20
2.3 美國	23
2.3.1 飲用水水質標準管制項目篩選作業流程	23
2.3.2 我國飲用水水質標準與美國水質標準比較	24
2.4 澳洲	28
2.4.1 我國飲用水水質標準與澳洲水質標準比較	28
2.5 日本	30
2.5.1 日本飲用水標準列管流程	30
2.5.2 我國飲用水水質標準與日本水質標準比較	30
第三章 檢討我國標準適宜性	37
3.1 我國飲用水水源水質標準	37
3.2 我國飲用水水質標準沿革	39
3.3 飲用水水質標準物理性標準檢討	43
3.3.1 臭度 (Odor / Odour)	43
3.3.2 濁度	43
3.3.3 色度	45
3.4 飲用水水質標準化學性標準－可能影響健康物質檢討	46
3.4.1 氟鹽	46
3.4.2 硝酸鹽	48
3.4.3 銀	48
3.4.4 鉬	49
3.4.5 鉬	50

3.5 飲用水標準中微生物標準或指標評估	51
3.5.1 國際採用之微生物標準或指標.....	51
3.5.2 我國生物性參數採樣分析.....	55
3.5.3 採樣點篩選.....	56
3.5.4 分析結果.....	56
第四章 飲用水列管新興污染物質篩選作業	59
4.1 我國飲用水列管新興污染物質篩選作業模式	59
4.1.1 初步蒐集清單.....	61
4.1.2 蒐集清單.....	63
4.1.3 觀察清單.....	67
4.1.4 候選清單.....	70
4.2 各階層物質的監測作業	72
4.2.1 優先評估物質調查.....	72
4.2.2 未列管物質抽驗.....	72
4.2.3 觀察清單物質監測計畫.....	72
4.3 初步蒐集清單更新	73
4.4 蒐集清單更新	77
4.4.1 蒐集清單物質改列初步蒐集清單.....	77
4.4.2 109 年蒐集清單物質.....	78
4.4.3 蒐集清單物質納入觀察清單評估.....	83
4.4.4 蒐集清單物質之水質檢測資料彙整.....	83
4.5 觀察清單物質更新	93
4.5.1 觀察清單物質之水質檢測資料彙整.....	93
4.5.2 觀察清單物質改列蒐集清單.....	113
4.5.3 109 年觀察清單物質.....	114
4.5.4 觀察清單監測計畫.....	115
4.6 候選清單更新	117
第五章 初步蒐集優先評估物質之調查與評估	119
5.1 文獻回顧	120
5.1.1 人體用藥及個人保健用品及民生消費品所衍生之新興污染物（PPCPs）	120
5.1.2 藥物使用及其環境水體流佈情形.....	120
5.1.3 個人保健用品.....	123
5.1.4 民生消費品.....	126
5.2 淨水廠採樣及水質檢測	129
5.2.2 採樣數量及分析項目.....	131
5.2.3 採樣設備及採樣方式.....	131
5.2.4 水樣前處理方法.....	131

5.2.5 儀器分析方法.....	132
5.2.6 樣品分析與品保品管.....	134
5.3 採樣分析結果與討論	137
5.3.1 第一次採樣.....	137
5.3.2 第二次採樣.....	140
5.3.3 第三次採樣.....	143
5.3.4 PPCPs 分析結果.....	148
5.4 優先評估物質毒理資料庫建置	151
5.4.1 全氟丁酸(PFBA).....	152
5.4.2 全氟己酸(PFHxA).....	152
5.4.3 全氟丁基磺酸(PFBS).....	153
5.4.4 全氟庚酸(PFHpA).....	153
5.4.5 全氟壬酸(PFNA).....	153
5.4.6 全氟十一酸(PFUnDA).....	154
第六章 未列管之新興污染物抽驗	155
6.1 抽驗規劃	155
6.2 檢測方法及儀器設備	159
6.3 分析品管要求及數據品保目標	161
6.4 抽驗結果與後續建議	162
6.4.1 抽驗結果.....	162
6.4.2 後續抽驗建議.....	165
第七章 水安全計畫	167
7.1 水安全試行計畫推行	167
7.1.1 執行水安全計畫之基本指導方針.....	167
7.1.2 水安全計畫之執行步驟.....	167
7.2 水安全計畫共識會議與豐原淨水場執行現況	169
7.2.1 危害因子評估項目、風險控制及執行成效.....	169
7.2.2 豐原廠水安全有效性及總風險值消長趨勢.....	171
7.2.3 現場輔導專家建議.....	171
7.3 臺北自來水事業處水安全計畫	173
7.3.1 團隊組成：	173
7.3.2 臺北自來水事業處所管轄供水系統描述：	173
7.3.3 水源及淨水場：	173
7.3.4 風險分析評估與子題選定：	173
7.3.5 風險管控要項建立.....	175
7.3.6 現場輔導專家建議.....	179
7.4 臺灣自來水公司五區水安全計畫執行-以水上淨水場為例	180

7.4.1 水上淨水場概述及風險鑑別.....	180
7.4.2 現場輔導專家建議.....	191
7.5 水安全計畫(Water Safty Plan, WSP)在國際間之應用	194
7.5.1 義大利 Mortara 水安全計畫執行案例	194
第八章 其他工作項目	201
8.1 毒理資料庫更新	201
第九章 結論與建議	203
9.1 結論	203
9.2 建議	205
第十章 預期進度與查核重點	207
10.1 執行進度	207
參考文獻	211
附錄	215
附錄一、水安全計畫相關會議會議紀錄	215
附錄 1.1 水安全計畫啟動會議會議紀錄.....	215
附錄 1.2 臺北自來水事業處水安全計畫會議紀錄.....	223
附錄 1.3 台灣自來水公司水安全計畫執行輔導會議.....	231
附錄二、採驗採樣規劃點位及期程	238
附錄三、優先評估物質毒理資料庫建置	247
附錄 3.1 全氟丁酸(PFBA).....	247
附錄 3.2 全氟己酸(PFHxA).....	249
附錄 3.3 全氟丁基磺酸(PFBS).....	252
附錄 3.4 全氟庚酸 Perfluoroheptanoic acid	255
附錄 3.5 全氟壬酸 Perfluorononanoic acid	259
附錄 3.6 全氟十一酸 Perfluorononanoic acid	263
附錄四、盲樣查核結果	265

圖次

圖 2.1-1 世界衛生組織「飲用水水質指引」架構.....	17
圖 2.3-1 美國篩選作業記事.....	23
圖 2.3-2 美國環保署 CCL3 篩選流程.....	24
圖 2.5-1 日本飲用水標準列管流程.....	30
圖 3.5-1 大腸桿菌群/糞便型大腸桿菌/大腸桿菌關係圖.....	54
圖 4.1-1 篩選作業示意圖.....	60
圖 4.1-2 蒐集清單沿革.....	64
圖 4.1-3 子集概念圖.....	66
圖 7.1-1 水安全計畫建置與實施流程圖.....	168
圖 7.3-1 臺北自來水事業處 WSP 執行架構.....	174
圖 7.4-1 臺灣自來水公司水安全計畫推行步驟.....	181
圖 7.5-1 Mortara 淨水場處理流程.....	194

表次

表 1.1-1 2003 年至 2013 年環保署計畫研究評估之物質及列管情形.....	7
表 1.2-1 工作項目之具體工作成果及對應之章節、頁碼對照.....	11
表 2.1-1 我國飲用水水質標準與 WHO 指引值比較.....	19
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.....	25
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.....	27
表 2.4-1 我國飲用水水質標準與澳洲指引值比較.....	29
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.....	31
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.....	33
表 2.5-3 我國飲用水水質標準與 WHO、歐盟、美國、澳洲、日本標準或指引值 比較.....	34
表 3.1-1 飲用水水源水質標準（作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者）.....	37
表 3.2-1 飲用水水質標準沿革.....	40
表 3.2-2 我國現行飲用水水源水質標準及飲用水水質標準類別近年檢討情形....	42
表 3.3-1 臭度、濁度、色度之國際管制情況.....	43
表 3.4-1 氟鹽、硝酸鹽、銀、鉬、銻之國際管制情況.....	46
表 3.5-1 各國對總大腸桿菌群、糞便型大腸桿菌、大腸桿菌、腸球菌、 <i>Clostridium perfringens</i> 的管制情形.....	52
表 3.5-2 指標微生物比較表.....	53
表 3.5-3 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.....	57
表 3.5-4 生物性參數檢測結果（單位: CFU/100mL）.....	58
表 4.1-1 第二版蒐集清單物質（71 項）.....	65
表 4.1-2 健康危害潛勢分數的換算表格.....	67
表 4.1-3 健康危害嚴重性量化評分表.....	68
表 4.1-4 污染物出現普遍性及濃度量化分數表.....	69
表 4.1-5 108 年觀察清單物質(20 項).....	69
表 4.3-1 本計畫參考國內外法規列表.....	74
表 4.3-2 109 年初步蒐集清單 397 項物質	75
表 4.4-1 109 年蒐集清單物質列表（63 項）.....	78
表 4.4-2 蒐集清單物質篩選評分資料彙整.....	84
表 4.4-3 蒐集清單物質毒理資料彙整.....	87
表 4.4-4 蒐集清單項目之淨水場水質資料彙整.....	89

表 4.4-5 蒐集清單項目近 10 年環境流布資料彙整.....	92
表 4.5-1 97-108 年飲用水中氯苯檢測結果	93
表 4.5-2 97-108 年飲用水中苯乙烯檢測結果	94
表 4.5-3 97-108 年飲用水中乙苯檢測結果	95
表 4.5-4 97-108 年飲用水中 1,1-二氯乙烷檢測結果	96
表 4.5-5 97-108 年飲用水中壬基酚檢測結果	97
表 4.5-6 97-108 年飲用水中雙酚 A 檢測結果.....	98
表 4.5-7 100-109 年飲用水中鄰苯二甲酸二甲酯檢測結果	99
表 4.5-8 97-109 年飲用水中微囊藻毒-LR 型檢測結果	100
表 4.5-9 97-109 年飲用水中甲醛檢測結果	101
表 4.5-10 97-109 年飲用水中鉍檢測結果	102
表 4.5-11 97-109 年飲用水中鄰苯二甲酸二丁酯檢測結果	103
表 4.5-12 97-109 年飲用水中 1,2-二溴乙烷檢測結果	104
表 4.5-13 97-109 年飲用水中碲檢測結果	105
表 4.5-14 97-109 年飲用水中硼檢測結果	106
表 4.5-15 97-109 年飲用水中 N-亞硝二甲胺檢測結果	107
表 4.5-16 97-109 年飲用水中 N-亞硝二乙胺檢測結果	108
表 4.5-17 97-109 年飲用水中全氟辛烷酸檢測結果	109
表 4.5-18 97-109 年飲用水中全氟辛烷磺酸檢測結果	110
表 4.5-19 97-109 年飲用水中鍺檢測結果	111
表 4.5-20 97-109 年飲用水中鎘檢測結果	112
表 4.5-21 109 年觀察清單物質列表(13 項).....	114
表 4.5-22 建議檢測淨水場.....	116
表 4.6-1 109 年候選清單物質列表(1 項).....	117
表 4.6-2 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)本土飲用水檢測結果.....	117
表 5.1-1 本年度篩檢之待評估全氟化物.....	128
表 5.2-1 本年度採樣淨水場基本資料.....	130
表 5.2-2 固相萃取方法.....	132
表 5.2-3 MS/MS 參數	133
表 5.2-4 MS 參數	133
表 5.2-5 UPLC 參數.....	134
表 5.2-6 各待測物之 LOD 與 LOQ、檢量線濃度範圍	134
表 5.2-7 採樣樣品重複分析.....	135
表 5.2-8 樣品添加分析.....	136
表 5.3-1 第一次採樣當週各淨水場區域之累積雨量.....	137
表 5.3-2 第一次採樣淨水場水質參數.....	138
表 5.3-3 第一次採樣檢測結果（全氟碳化物）	139

表 5.3-4 第二次採樣當週各淨水場區域之累積雨量	140
表 5.3-5 第二次採樣淨水場水質參數	141
表 5.3-6 第二次採樣檢測結果（全氟碳化物）	142
表 5.3-7 第三次採樣當週各淨水場區域之累積雨量	143
表 5.3-8 第三次採樣淨水場水質參數	145
表 5.3-9 第三次採樣檢測結果（全氟碳化物）	146
表 5.3-10 109 年度淨水場全氟碳化物待測污染檢測結果	147
表 5.3-11 109 年度淨水場 PPCPs 待測污染檢測結果	150
表 6.1-1 本計畫抽驗之物質於飲用水列管項目篩選作業之評估位階	155
表 6.1-2 本計畫抽驗未列管新興污染物於國際上管制情況	156
表 6.1-3 飲用水水質或水源水質中未列管之新興污染物抽驗規劃	158
表 6.2-1 各檢測項目之檢測方法一覽表	159
表 6.2-2 各檢測項目分析之主要儀器設備一覽表	160
表 6.3-1 本計畫分析數據品保目標	161
表 6.4-1 抽驗結果均低於定量極限或偵測極限之項目	163
表 6.4-2 抽驗結果有檢出之項目	164
表 6.4-3 後續抽驗項目、地點及頻率	166
表 7.4-1 實例一：原水端 嘉南大圳濁度變化大造成濁度過高	182
表 7.4-2 實例二：淨水端 前加氯加藥模式致消毒副產物總三鹵甲烷生成風險高	183
表 7.4-3 實例三：淨水端 快濾池效能不佳	185
表 7.4-4 實例四：配水端 無預警破管搶修、施工完成後未落實排水作業	186
表 7.4-5 實例五：配水端 管線末端水質滯留惡化	187
表 7.4-6 水上淨水場風險控制策略有效性確認	188
表 7.5-1 Mortara 供水系統危害事件鑑定	195
表 7.5-2 Mortara 供水系統危害事件之風險改善及控制措施	197
表 7.5-3 Mortara 供水系統之監測計畫	199
表 10.1-1 預期進度與查核重點	208
表 10.1-2 實際預定進度及查核點說明	209

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、水安全試辦計畫推動。

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，初步說明世界衛生組織、美國、歐盟、日本、澳洲的管制作法，針對美國及日本概述其列管物質篩選流程，並比較我國水質標準與國際的差異。

第三章檢討我國管制標準適宜性，本年度針對飲用水水質標準物理性標準及化學性標準－可能影響健康物質參考國際管理做法進行檢討。

第四章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、候選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。

第五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 項全氟碳化物（全氟丁酸、全氟己酸、全氟庚酸、全氟壬酸、全氟十一烷酸、全氟丁基磺酸）及 4 項人體健康用藥和個人保健用品（PPCPs，包含對羟基苯甲酸甲酯、對羟基苯甲酸乙酯、對羟基苯甲酸丙酯、對羟基苯甲酸丁酯），於六處淨水場進行 3 次採樣分析，其中一座淨水場進行全流程濃度調查，並建立 6 項全氟碳化物毒理資料庫列於附錄三。

第六章彙整本年度未列管新興汙染物抽驗結果。本年度執行 23 項未列管新興汙染物抽驗共 3870 項次，採樣方法、保存方法、送樣注意事項講習會、檢測方法、品保品管以及抽驗結果與討論等相關資訊龜裂於第六章，並據以提出後續抽驗建議。

第七章主要說明水安全計畫的精神與執行方式，並彙整我國目前水安全試辦計畫推動成果，包含邀請水事業單位及相關學者召開一次啟動會議，並於臺北自來水事業處及台灣自來水公司分別進行一次輔導會議。

第八章為本計畫召開之三次專家諮詢會議會議紀錄。

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。評選會議、第一次工作進度報告及期中審查意見回覆列於附錄一。

計畫成果摘要（詳細版）

計畫名稱：109 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫

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：2020/4/29~2020/12/15

計畫經費：8,300,000 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，針對飲用水水質標準物理性標準及化學性標準—可能影響健康物質進行檢討。辦理飲用水列管物質篩選作業，優先評估六項全氟化物及五項人體健康用藥和個人保健用品，於 6 座代表性淨水場進行監測及資料蒐集。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 23 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，僅全氟化合物及硼有少數樣品有較高檢出濃度，須持續監測。水安全計畫為國際飲用水安全管理之趨勢，本年度推動水安全試辦計畫，邀請水事業單位及相關學者召開一次啟動會議，並於臺北自來水事業處及台灣自來水公司分別進行一次輔導會議。此外亦評估五種生物性參數於我國 20 處次配水樣品的檢出情況，建議釐清我國飲用水系統需要之指標優先順序，再進一步評估適用之指標微生物種類。

This project reviewed the drinking water management of other contraries and international organization and proposed some implement suggestions for

physical standards and substances with potential health impact, which were regulated in Drinking Water Quality Standards of Taiwan. This project implemented contaminants screening process of drinking water quality regulation. Six unregulated perfluorinated compounds (PFCs) and seven pharmaceuticals personal care products 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. Monitoring results showed that among these 13 compounds only acetylsalicylic acid and diethyltoluamide (DEET) revealed higher occurrence and concentration in drinking water system in Taiwan. It was suggested to be monitored continuously. 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 23 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. Only few samples with higher per- and polyfluorinated chemicals (PFCs) and Boron concentration, therefore it is suggested to monitor them continuously. Water safety plan is proposed to manage Drinking water globally. This project also helped the implement of the water safety plan. Besides, this project evaluated five different microbial indicators at 20 sample points. It is suggested to identify the priority of the needs of different indicators, then evaluated suitable microorganism species for the indicators.

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 Emergening 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、水安全試辦計畫推動。

四、生物性指標評估。

針對第一項主要工作項目蒐集研析世界衛生組織、歐盟、美國、澳洲及日本等國際組織或先進國家之飲用水水質標準管制現況，並與我國飲用水水質標準進行彙整比較。

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。

本年度優先評估六項全氟化物（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)）及五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)），篩選考量原則主要為四大項：

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，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。

此外本計畫抽驗 23 項新興污染物，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。

水安全試辦計畫推動則邀請水事業單位及相關學者召開一次啟動會議，並於臺北自來水事業處及台灣自來水公司分別進行一次輔導會議。。

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，針對飲用水水質標準物理性標準及化學性標準—可能影響健康物質進行檢討，物理性標準管制項目包含臭度、濁度、色度，化學性標準—可能影響健康物質管制項目則包含氟鹽、硝酸鹽、銀、鉬、鈾）之管制值，此 8 項管制項目之管制值與國際管理趨勢及管制值相近，且未有新的文獻報告更新於飲用水中的風險，故均暫無修正的必要。

本計畫針對大腸桿菌群 (Coliform Group)、糞便性大腸桿菌群 (Fecal Coliform)、大腸桿菌(E. coli)、腸球菌(Intestinal enterococci)、Clostridium perfringens 等 5 項生物性參數進行分析。本計畫共分四次進行採樣分析，每次均進行運送空白，空白試驗結果均未檢出。大腸桿菌群 20 個樣品均未超過飲用水水質標準 (6 CFU/100 ml (濾膜法))，其中僅有一個樣品檢出 1 CFU/100 ml，該樣品餘氯濃度為 20 個點位中最高，其他生物性參數均未檢出。而糞便性大腸桿菌有兩個樣品檢出，然此二樣品均未檢出大腸桿菌群及其他生物性參數，將糞便性大腸桿菌群的菌落移至大腸桿菌群培養基，亦無法培養出菌落。腸球菌 20 個樣

品均未檢出。Clostridium perfringens 有一個樣品檢出，該樣品餘氯濃度為 20 個樣品最低，該樣品其他生物性參數均未檢出。結果顯示大腸桿菌群 (Coliform Group) 及糞便性大腸桿菌群 (Fecal) 數據有不一致之情況，此為培養法的限制，應持續追蹤，獲得更多數據，以供後續管制策略之參考。

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。本年度優先評估物質包含 6 項全氟化物及 7 項人體健康用藥和個人保健用品 (PPCPs)，其中 1 項篩選自初步蒐集清單，6 項篩選自蒐集清單，故將其餘 5 項全氟化物及 1 項藥物納入初步蒐集清單，更新增 6 項，此外有 20 項物質自蒐集清單改列初步蒐集清單，故「109 年初步蒐集清單」增加 26 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，因此改列上一層之初步蒐集清單，此外增加 7 項自觀察清單中改列蒐集清單之物質。而針對現階段觀察清單物質，本年度將已連續進行超過 6 年監測，且平均每年超過 200 筆檢測值，檢測值均未超過國際管制標準最小值之項目改列蒐集清單，以將檢測能量做較合理的運用。

本計畫針對 52 項蒐集清單物質（扣除 7 項自觀察清單改列蒐集清單之物質及 4 項生物性參數）彙整四項參數評分資料於，及健康危害分數參考依據、近十年本土水質監測統計，模式評估結果均為考慮不納入 (NL?) 及不納入 (NL) 觀察清單。並提供資料予專家，於專家資訊會議中討論是否應納入觀察清單。考量現階段蒐集清單物質初步毒理資料及水質資料顯示暫無物質須納入觀察清單。

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 PFOA、PFOS、微囊藻毒 LR 型、鎘、砷、硼進行監測。

本年度優先評估之新興汙染物質包含六項全氟碳化物（全氟丁酸、全氟己酸、全氟庚酸、全氟壬酸、全氟十一烷酸、全氟丁基磺酸）及 5 項人體健康用藥和個人保健用品 (PPCPs，包含對羥基苯甲酸甲酯、對羥基苯甲酸乙酯、對羥基苯甲酸丙酯、對羥基苯甲酸丁酯)，本計畫於

六處淨水場進行 3 次採樣分析，全氟碳化物檢測結果均為未檢出或個位數 ng/L，顯示於我國飲用水中暫無顯著風險。PPCPs 中水楊酸及 DEET 目前部分淨水場已明顯出現檢出比例及濃度(>5.2 ng/L)，建議納入監測。

執行 23 項未列管新興污染物抽驗共 3870 項次，並據以提出後續抽驗建議。其中 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污染物，配合環保署跨部會「環境荷爾蒙管理計畫」，建議持續監測，然可減少監測次數至 200 處次，以將檢測能量做較合適的運用。鎂與鉍本土飲用水檢測數據豐富且顯示無顯著風險，建議暫時無須監測，將檢測能量做更合適的運用。飲用水中 1,2-二溴乙烷之本土資料少，104-109 年間僅 71 筆數據，則建議增加監測頻率為 100 處次。另蒐集清單物質中鋰與鈦之水質結果顯示檢出率高且檢出濃度略高，然檢測數據少，清水水質資料均不到 20 筆數據，建議納入抽驗。

結 論

本年度檢討飲用水水質標準中物理性管制項目(包含臭度、濁度、色度)及化學性標準—可能影響健康物質管制項目(包含氟鹽、硝酸鹽、銀、鉬、鈾)之管制值，此 8 項管制項目之管制值與國際管理趨勢及管制值相近，且未有新的文獻報告更新於飲用水中的風險，故均暫無修正的必要。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)、腸球菌(Intestinal enterococci)、Clostridium perfringens 等 5 項生物性參數進行 20 處次採樣分析，結果顯示大腸桿菌群 (Coliform Group)及糞便性大腸桿菌群(Fecal)數據有不一致之情況，此為培養法的限制，應持續追蹤，獲得更多數據，以供後續管制策略之參考。本計畫抽驗飲用水中 23 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。

建議事項

- 一、觀察清單物質中 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。
- 二、因計畫期程，抽驗樣品多為豐水期(夏季)，然枯水期的水質更為重要，建議因應調整計畫起始期程
- 三、傳統淨水流程對新興污染物去除效果有限，我國淨水廠多採傳統淨水程序，建議自來水事業應提前提升淨水處理流程。
- 四、飲用水生物指標依目標不同，包含糞便污染指標、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，不同指標之指標微生物種類亦有所區別，建議釐清我國飲用水系統需要之指標優先順序，再進一步評估適用之指標微生物種類。

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。研究結果顯示在生物性指標方面，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(俗稱待乙妥、敵避，N,N-Diethyl-meta-toluamine, DEET)、羥苯甲酮(Oxybenzone)、對羥基苯甲酸甲酯(Methylparaben)、對羥基苯甲酸乙酯(Ethylparaben)、對羥基苯甲酸丙酯(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。

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(全氟辛酸、全氟辛烷磺酸)及生物性指標(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。

2018 年「107 年飲用水新興污染物研究與水質管理」計畫評估 6 項個人保健用品及環境用藥（包括吡啶美辛、磺胺甲噁唑、磺胺嘧啶、氟甲唑、克拉黴素、雙氯芬酸）於我國飲用水中之風險，結果顯示此六項物質在我國飲用水均無顯著風險。此外抽驗飲用水中 35 項未列管新興污染物，氯苯、乙苯、苯乙烯、六氯苯、陶斯松、鋅錳乃浦、托福松、加保利、壬基酚、雙酚 A、賽滅寧、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯丙烷、甲基第三丁基醚、1,2,3-三氯丙烷、1,2-二溴-3-氯丙烷、N-亞硝二甲胺 (NDMA)、N-亞硝二乙胺(NDEA)、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、鄰苯二甲酸二甲酯、微囊藻毒 LR 型、鉍、鉍、N-亞硝基吡咯烷、鄰苯二甲酸二乙酯、鄰苯二甲酸二辛酯、甲基多保淨、固殺草、愛殺松、嘉磷塞、鎘、鄰苯二甲酸二丁酯、甲醛、鎘等 34 個檢測項目於我國淨水場中大於國際管制標準最小值的發生率均為 0。鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯及硼曾檢出高於國際上部分國家管制標準之測值，檢出之樣品分別有 1 %及 3%高於最低國際管制標準，目前鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯已納入候選清單，而硼則納入觀察清單，持續評估國內飲用水中之風險。

2019 年「108 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫」評估 6 項重金屬（包括鈾、鎢、鋇、鋰、鉀、鈦）於我國飲用水中之風險，結果顯示除鋰以外 5 項優先評估物質現階段於我國淨水場無顯著風險，鋰則建議納入蒐集清單持續觀察。此外抽驗飲用水中 39 項未列管新興污染物（鎘、鎘、鉍、硼、鉍、甲醛、N-亞硝二甲胺(NDMA)、N-亞硝二乙胺(NDEA)、N-亞硝基吡咯烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯丙烷、苯乙烯、氯苯、乙苯、甲基第三丁基醚、1,2,3-三氯丙烷、1,2-二溴-3-氯丙烷、六氯苯、PFOA、PFOS、PFHxS、甲基多保淨、固殺草、陶斯松、鋅錳乃浦、托福松、愛殺松、加保利、賽滅寧、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 28 項污染物均未檢出，其

他檢出之污染物濃度也極低，僅全氟化合物有少數樣品有較高檢出濃度，須持續監測。自 2013 年起建立之蒐集清單物質項目與後續新增之項目及目前列管情況列於表 1.1 2。

表 1.1-1 2003 年至 2013 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、釷、碲、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

表 1.1-1 2003 年至 2013 年環保署計畫研究評估之物質及列管情形（續）

計畫名稱	蒐集清單項目	現已列管項目
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(1/4)(2/4)（2010-2011 年）	鎘、鉑、碲、銻、銻、鉍、鈦、鈦、鈦、丙烷、正己烷、正庚烷、甲醇、異丙醇、丙酮、丁酮、丁苯、甲基異丁苯、乳酸乙酯、乙酸正丁酯、氫氧化四甲基銨、丙二醇甲醚醋酸酯、丙二醇甲醚、二甲基氧化硫、乙醇胺、N-甲基吡咯烷酮、鄰苯二甲酸丁酯苯甲酯、全氟辛烷磺酸、全氟辛酸、鄰苯二甲酸二辛酯、鄰苯二甲酸二甲酯、鄰苯二甲酸二丁酯、己二酸二辛酯、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、丁基酚、辛基酚、壬基酚、壬基酚二乙氧基醇	無，但已納入飲用水列管項目篩選作業中
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(3/4)（2012 年）	布洛芬、乙醯胺酚、凱妥布洛芬、非諾布洛芬、氨基比林、萘普生、四環黴素、羥四環黴素、氯四環黴素、非那雄胺、二苯甲酮、羥苯甲酮、DEET、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、三氯沙、草脫淨	
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(4/4)（2013 年）	歐殺松、亞培松、培丹、益滅松、施得圃、三氯沙、二氧六圓、貝芬替、二氯乙腈、三氯乙腈、溴氯乙腈、二溴乙腈、二氯丙酮、三氯丙酮、水合氯醛、吐納麝香、佳樂麝香、二甲苯麝香、酮麝香、1,2-二氯丙烷、壬基酚聚乙氧基醇、鄰苯二甲酸二甲酯、鄰苯二甲酸二辛酯、氯苯、壬基酚	
推動飲用水列管項目之篩選作業計畫（2012-2014）	糞便性大腸桿菌群、大腸桿菌、隱孢子蟲、梨形鞭毛蟲、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、乳酸乙酯、乙酸正丁酯、氫氧化四甲基銨、二甲基氧化硫、N-甲基-2-吡咯烷酮、丙二醇甲醚、1,1-二氯乙烷、丙二醇甲醚醋酸酯、己二酸二辛酯、全氟辛烷酸、丙烷、正己烷、正庚烷、異丙醇、丙酮、丁酮、丁苯、乙醇胺、苯乙烯、丁基酚、辛基酚、微囊藻毒-LR 型、甲醇、鄰苯二甲酸二丁酯、鄰苯二甲酸丁酯苯甲酯、全氟辛烷磺酸、甲基異丁酮、乙苯、雙酚 A、甲醛、陶斯松、大滅松、福瑞松、托福松、異丁苯丙酸、乙醯胺酚、凱妥布洛芬/苯酮苯丙酸、萘普芬/甲氧鈉丙酸、苯氧苯丙酸、氨基比林、非那雄胺、羥苯甲酮、四環黴素、羥四環黴素、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、鎘、鈦、碲、鉍、銻、銻、鈦、鈦、銻、銻、鈦、鈦等 71 項	

表 1.1-2 2014 年至 2019 年蒐集清單之項目

計畫名稱	蒐集清單項目	現已列管項目
飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(1/3) (2014 年)	新增加保利、賽滅寧、芬殺松、固殺草、賓克隆、百滅寧、托福松、甲基多保淨等 8 項。	無，但已納入飲用水列管項目篩選作業中
飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(2/3) (2015 年)	新增 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、六氯環戊二烯等 6 項。	
飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(3/3) (2016 年)	新增鉍、硼、鈷、嘉磷塞、全氟辛烷酸、全氟辛烷磺酸、大腸桿菌、糞便性大腸菌群等 8 項。	
106 年飲用水新興污染物研究與水質管理 (2017 年)	新增馬拉松、歐殺滅、愛殺松、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、N-亞硝基吡咯烷等 6 項。	
107 年飲用水新興污染物研究與水質管理 (2018 年)	新增吡啶美辛、磺胺甲噁唑、磺胺嘧啶、氟甲喹、克拉黴素、雙氯芬酸等 6 項。	
108 年飲用水新興污染物研究與水質管理 (2019 年)	新增鋰。	

1.2 計畫目標與內容

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。再飲用水管理方面，過往計畫主要針對特定主題了解國際上的作法並提出建議，今年度則是較全面的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，進而針對我國飲用水管理制度提出精進建議。

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、輔導我國飲用水安全計畫執行模式。
- 四、更新飲用水列管項目及新興污染物之毒理資料。

本計畫各工作項目之具體工作成果及對應之章節、頁碼列於表 1.2-1

表 1.2-1 工作項目之具體工作成果及對應之章節、頁碼對照

契約工作項目	具體工作成果	對應之章節/頁碼
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、政策計畫推動及水質標準管制現況。	彙整世界衛生組織、歐盟、美國、澳洲及日本飲用水水質管制現況。	第二章
(二) 比較分析我國與前述各國管理法規制度並研提管制策略修正建議。	比較我國飲用水水質標準與世界衛生組織、歐盟、美國、澳洲及日本飲用水水質標準差異。 針對我國飲用水水質標準中物理性標準、化學性標準－可能影響健康物質、生物性參數之管制值及管制作法進行檢討。	第二章 第三章 3.3-3.5 節
(三) 參考國際管制趨勢，修訂飲用水未列管新興污染物質篩選作業模式。	修訂飲用水未列管新興污染物質篩選作業模式，將部分蒐集清單物質改列初步蒐集清單、部分觀察清單物質改列蒐集清單，並訂定改列原則。	第四章
(四) 參酌國際管制趨勢與國內水質抽驗資料，檢討我國飲用水水源水質標準及水質標準適宜性，並研提修正建議。	檢討我國飲用水水源水質標準及水質標準中物理性標準、化學性標準－可能影響健康物質的適宜性，並提出建議。	第三章 3.1、3.3、3.4 節’
(五) 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。	本年度無此需求	

表 1.2-1 工作項目之具體工作成果及對應之章節、頁碼對照 (續)

[illegible]

表 1.2-1 工作項目之具體工作成果及對應之章節、頁碼對照（續）

契約工作項目	具體工作成果	對應之章節/頁碼
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）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，建立本土檢測資料庫並進行數據分析。	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	4.4.4 、4.5.1 、4.6
（四）篩選更新觀察清單，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。	7 項物質自觀察清單中改列蒐集清單。 提出 110 年觀察清單監測計畫	4.5
（五）抽驗國內飲用水水質或水源水質中未列管之新興污染物。	執行 23 項未列管新興污染物抽驗共 3870 項次，並據以提出後續抽驗建議。	第六章
（六）參酌飲用水中新興污染物抽驗結果，更新我國飲用水初步蒐集清單、蒐集清單、觀察清單及候選清單。	初步蒐集清單新增 6 項藥物物質。 20 項物質自蒐集清單改列初步蒐集清單。 7 項物質自觀察清單中改列蒐集清單。 並據以更新初蒐清單、蒐集清單及觀察清單。	4.3 、4.4 、4.5 、4.6
（七）依前述飲用水未列管新興污染物各項清單更新結果，建議我國飲用水新興污染物後續抽驗項目、地點及頻率。	提出 110 年抽驗建議	1.1.1
（八）參考國際管制趨勢及國內水質調查現況，評估我國飲用水標準新增管制項目。	經評估我國飲用水水質標準暫無須新增之項目	4.6

表 1.2-1 工作項目之具體工作成果及對應之章節、頁碼對照（續）

契約工作項目	具體工作成果	對應之章節/頁碼
三、輔導我國自來水事業推動飲用水安全試行計畫		
（一）蒐研國內外水安全計畫相關執行模式及案例。	義大利 Mortara 水安全計畫執行案例	7.5 節
（二）輔導我國自來水事業推動飲用水安全試行計畫。 1. 邀集國內自來水事業辦理 1 場次水安全計畫推動會議(全天、供膳)，參與單位須包含自來水事業、外部輔導專家及主管機關等，與會人員至少 30 人。 2. 邀集國內飲用水管理相關專家學者至少 5 名，組成水安全計畫外部輔導團隊，並執行至少 2 場次外部輔導作業，每場次外部輔導作業至少需 3 名以上專家學者出席(出席委員支給出席費、全天、供膳)，與會人員至少 15 人。 3. 研擬水安全試行計畫外部輔導報告 1 份。	本計畫協助臺灣自來水公司及臺北自來水事業處推動水安全計畫，召開一場啟動會議，及兩場輔導會議（北水處及台水水上場），邀請專家學者提供水安全計畫推動建議，提升我國自來水事業飲用水安全管理。	7.2-7.5 節 附錄五
（三）檢討我國水安全計畫試行結果，提供我國後續推動水安全計畫執行建議。	輔導會議中由專家提供建議	7.2.3 節、7.3.6 節、7.4.2 節

表 1.2-1 工作項目之具體工作成果及對應之章節、頁碼對照（續）

契約工作項目	具體工作成果	對應之章節/頁碼
四、協助更新飲用水列管項目及新興污染物之毒理資料		
（一）配合國際管制趨勢、已更新之分析方法、國內外環境背景調查資料、毒理特性研究資料及處理技術等修訂更新飲用水管制毒理資料庫內容。	更新氯四環黴素、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、1,1,2-三氯乙烷毒理資料庫	資料庫另行印製
（二）配合上述資料，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，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。		
五、彙整國際上飲用水標準中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）蒐研國外飲用水標準中微生物標準或指標檢測方式相關案例，並彙整關鍵原因及對策。	彙整國際常用生物性參數及指標並加以比較。	3.5 節
（二）檢驗項目包含大腸桿菌群(Coliform Group)、糞便性大腸桿菌群(Fecal)、大腸桿菌(E. coli)及腸球菌(Intestinal enterococci)等 4 項各 20 處次。	採樣分析檢驗項目包含大腸桿菌群(Coliform Group)、糞便性大腸桿菌群(Fecal)、大腸桿菌(E. coli)及腸球菌(Intestinal enterococci)等 4 項各 20 處次。並加測 Clostridium perfringens。	3.5 節

表 1.2-1 工作項目之具體工作成果及對應之章節、頁碼對照（續）

契約工作項目	具體工作成果	對應之章節/頁碼
六、配合前述工作項目至少辦理 3 場次以上之專家諮詢會議，每場次邀請專家學者至少 4 位以上出席，至少邀請 3 位專家學者出席，出席委員支給出席費，與會人員以 15 人計，會議半天並供膳。	辦理三次專家會議。	第八章
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水中污染物之健康風險資料蒐研。	本年度無此需求	
八、本計畫執行期間，得標廠商應依機關需求進行推動執行計畫所產生之經濟效益分析，並將其納入計畫成果報告。	本年度無此需求	

第二章 飲用水管理法規制度

2.1 世界衛生組織(WHO)

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。

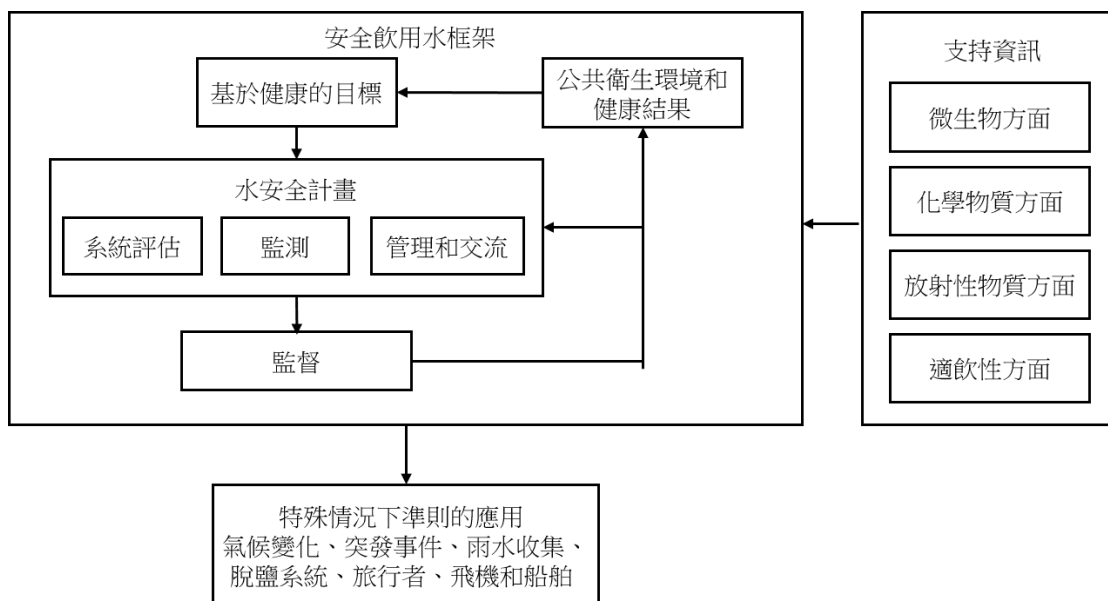


圖 2.1-1 世界衛生組織「飲用水水質指引」架構

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。

2.1.1 我國飲用水水質標準與 WHO 指引值比較

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、鉍、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 飲用水水質指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。

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	鉬	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：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。

2.2 歐盟

歐盟主要飲用水相關法令為「飲用水指令 (Drinking Water Directive, DIRECTIVE 98/83/EC)」，於 2015 年修正。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。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。

2.2.1 我國飲用水水質標準與歐盟水質標準比較

歐盟飲用水水質標準包含 2 項生物性參數、26 項化學性參數、18 項指標參數、2 項放射性參數，除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外，另 46 項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 32 項我國飲用水水質標準亦有列管，11 項列於我國初步蒐集清單中，1 項列於我國蒐集清單中，1 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	0.005
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	硼	Boron	7440-42-8	觀察清單	1
9	溴酸根	Bromate	15541-45-4	0.01	0.01
10	鎘	Cadmium	7440-43-9	0.005	0.005
11	鉻	Chromium	7440-47-3	0.05 (total)	0.05
12	銅	Copper	7440-50-8	1	2
13	氰鹽	Cyanide	57-12-5	0.05	0.05
14	1,2-二氯乙烷	1,2-dichloroethane	107-06-2	0.005	0.003
15	環氧氯丙烷	Epichlorohydrin	106-89-8	初蒐清單	0.0001
16	氟鹽	Fluoride	16984-48-8	0.8	1.5
17	鉛	Lead	7439-92-1	0.01	0.01
18	汞	Mercury	7439-97-6	0.001	0.001
19	鎳	Nickel	7440-02-0	0.02	0.02
20	硝酸鹽	Nitrate	14797-55-8	10	11.3
21	亞硝酸鹽	Nitrite	14797-65-0	0.1	0.5
22	農藥	Pesticides	—	—	0.0001
23	農藥	Pesticides — Total	—	—	0.0005
24	多環芳香烴	Polycyclic aromatic hydrocarbons	—	初蒐清單	0.0001
25	硒	Selenium	7782-49-2	0.01	0.01
26	四氯乙烯	Tetrachloroethene and	127-18-4	0.005	0.01
	三氯乙烯	Trichloroethene	79-01-6	0.005	
27	總三鹵甲烷	Trihalomethanes — Total	—	0.08	0.1
28	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 鉑鉍單位	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

2.3 美國

2.3.1 飲用水水質標準管制項目篩選作業流程

美國篩選作業發展如圖 2.3-1，美國環保署於 1998 年建立第一份污染物觀察清單(CCL 1)，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(CCL 2)，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（圖 2.3-2）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。

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。2018 年開放第五份污染物觀察清單 CCL5 的提名，並預計於 2019 年提出過氯酸鹽管制值的建議值。

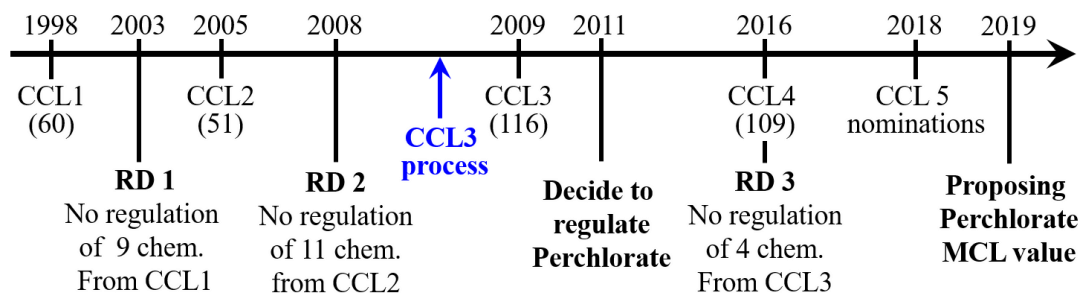


圖 2.3-1 美國篩選作業記事

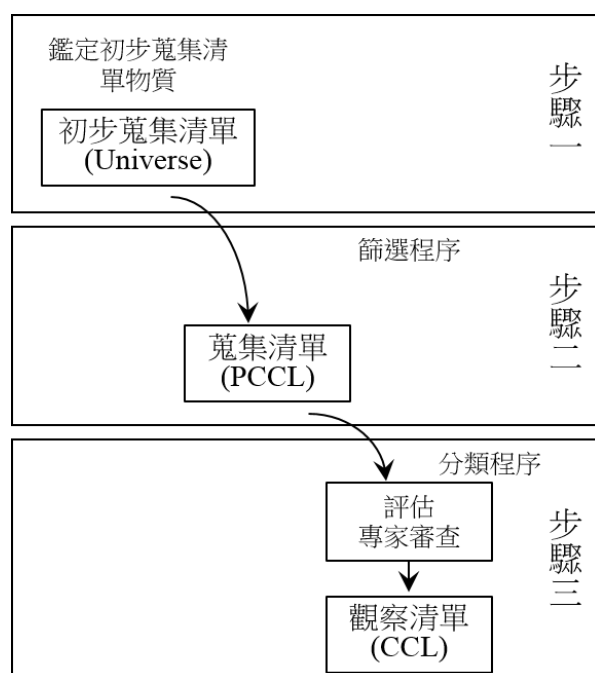


圖 2.3-2 美國環保署 CCL3 篩選流程

(翻譯自美國環保署網站 <https://www.epa.gov/ccl/contaminant-candidate-list-3-ccl-3>)

2.3.2 我國飲用水水質標準與美國水質標準比較

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	鉍	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	Cryptosporidium	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	軍團菌屬	<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	鉈	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

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

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水質項目，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水質項目，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。

澳洲「飲用水指引」針對飲用水水質項目提供資料表，資料表中提供已證實可有效去除飲用水中該物質之淨水處理程序，以及可達到之濃度，供民眾及自來水事業參考。以「鎘」為例，飲用水中的鎘可採用石灰軟化（在 pH 8.5-11.3 的範圍間去除濾可達 98%）及利用氯化鐵混凝（在 pH 8 以上去除濾可達 90%，但 pH 的時去除效率較差）有效去除。

2.4.1 我國飲用水水質標準與澳洲水質標準比較

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

2.5 日本

2.5.1 日本飲用水標準列管流程

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。

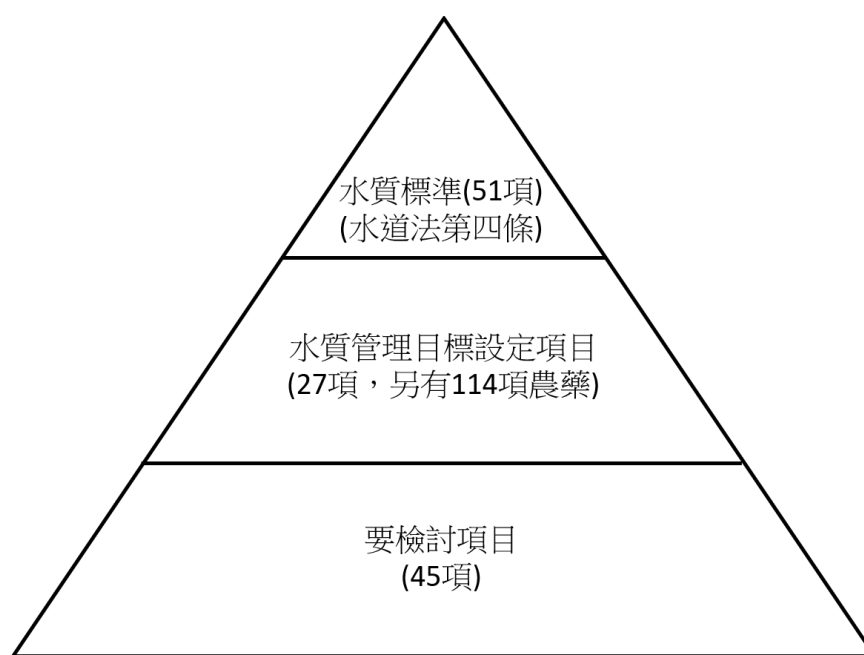


圖 2.5-1 日本飲用水標準列管流程

2.5.2 我國飲用水水質標準與日本水質標準比較

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 項列於我國觀察清單中，2 項列於我國觀察清單中（表 2.5-1）。

除 51 項管制項目外，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，2 項列於我國觀察清單中，1 項列於我國候選清單中（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」。

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

*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
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
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	候選清單	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

表 2.5-3 我國飲用水水質標準與 WHO、歐盟、美國、澳洲、日本標準或指引值比較

編號	項目	我國	WHO	歐盟	美國	澳洲	日本
1	大腸桿菌群	6	NV	0/100 ml ^a	5.00%	—	<2000 ^a
2	總菌落數	100	NV	無異常 (22°C) ^a	TT (500)	—	<100
3	臭度	3	—	無異常 ^a	3 ^a	—	無異常
4	濁度	2	NV	無異常 ^a	TT	5	2
5	色度	5	—	無異常 ^a	15 color units ^a	15	5
6	砷	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
7	鉛	0.01	0.01	0.01	0.015	0.01	0.01
8	硒	0.01	0.04	0.01	0.05	0.01	0.01
9	鉻	0.05	0.05	0.05	0.1	—	0.02 (六價鉻)
10	鎘	0.005	0.003	0.005	0.005	0.002	0.003
11	鋇	2	1.3	—	2	2	—
12	銻	0.01	0.02	0.005	0.006	0.003	0.02 ^a
13	鎳	0.02	0.07	0.02	—	0.02	0.02 ^a
14	汞	0.001	0.006	0.001	0.002	0.001	0.0005
15	氰鹽	0.05	NR	0.05	0.2	0.08	0.01
16	亞硝酸鹽	0.1	0.9	0.5	1	3	0.04
17	三鹵甲烷	0.08	—	0.1	0.08	0.25	0.1
18	鹵乙酸類	0.06	—	—	0.06	—	—
19	溴酸根	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	—
20	次氯酸鹽	0.7	0.7	—	1	0.8	0.6 ^a
21	三氯乙烯	0.005	0.02	0.01	0.005	0.05	0.01
22	四氯化碳	0.005	0.004	—	0.005	0.003	0.002
23	1,1,1-三氯乙烷	0.2	NR	—	0.2	—	0.3 ^a
24	1,2-二氯乙烷	0.005	0.03	0.003	0.005	0.003	0.004 ^a
25	氯乙烯	0.0003	0.0003	0.0005	0.002	0.0003	—
26	苯	0.005	0.01	0.001	0.005	0.001	0.01
27	1,4-二氯苯 (對)	0.075	0.3	—	0.075	0.04	—
28	1,1-二氯乙烯	0.007	NR	—	0.007	0.03	0.1 ^a
29	二氯甲烷	0.02	0.02	—	0.005	0.004	0.02
30	1,2-二氯苯 (鄰)	0.6	1	—	0.6	1.5	—
31	甲苯	0.7	0.7	—	1	0.8	0.4 ^a
32	二甲苯	0.5	0.5	—	10	0.6	—
33	順 1,2-二氯乙烯	0.07	0.05	—	0.07	0.06	0.04
34	反 1,2-二氯乙烯	0.1	0.05	—	0.1	0.06	0.04

註：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。NV 為有評估，然未有指引值。a: 非強制性標準。

表 2.5-3 我國飲用水水質標準與 WHO、歐盟、美國、澳洲、日本標準或指引值比較（續）

編號	項目	我國	WHO	歐盟	美國	澳洲	日本
35	四氯乙烯	0.005	0.04	0.01	0.005	—	0.01
36	安殺番	0.003	NR	—		0.02	—
37	靈丹	0.0002	0.002	—	0.0002	0.01	—
38	丁基拉草	0.02	—	—		—	—
39	2,4-二氯苯氧乙酸 (2,4-D)	0.07	0.03	—	0.07	0.03	—
40	巴拉刈	0.01	—	—		0.02	—
41	納乃得	0.01	—	—		0.02	—
42	加保扶	0.02	0.07	—	0.04	0.01	—
43	滅必蟲	0.02	—	—		—	—
44	達馬松	0.02	—	—		—	—
45	大利松	0.005	—	—		0.001	—
46	巴拉松	0.02	NR	—		0.02	—
47	一品松	0.005	—	—		—	—
48	亞素靈	0.003	—	—		0.002	—
49	戴奧辛	3	—	—	0.00000003	—	—
50	氟鹽	0.8	1.5	1.5	4	1.5	0.8 (Fluorine)
51	硝酸鹽	10	11.3	11.3	10	11.3	10 (亞硝酸鹽 氮合計)
52	銀	0.05	NR	—	0.1 ^a	0.1	—
53	鋁	0.07	NR	—		0.05	—
54	銻	0.07	—	—		—	—
55	鐵	0.3	NR	0.2 ^a	0.3 ^a	0.3	0.3
56	錳	0.05	NR	0.05 ^a	0.05 ^a	0.5	0.05
57	銅	1	2	2	TT (1.3)	2	1
58	鋅	5	NR	—	5 ^a	3	1
59	硫酸鹽	250	NR	250 ^a	250 ^a	250	—
60	酚類	0.001	—	—		—	0.005
61	陰離子界面活性劑	0.5	—	—		—	0.2
62	氯鹽	250	NR	250 ^a	250 ^a	250	200
63	氨	0.1	NR	0.5 ^a		0.5	—
64	總硬度	300	NR	—		200	300
65	總溶解固體量	500	NR	—	500 ^a	600	500
66	鋁	0.2	NR	0.2 ^a	0.05-0.2 ^a	0.2	0.2
67	餘氯	0.2-1	—	—		—	1 ^a
68	酸鹼值	6-8.5	NR	6.5-9.5 ^a	6.5 - 8.5 ^a	6.5-8.5	5.8-8.6

註：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。NV 為有評估，然未有指引值。a: 非強制性標準。

第三章 檢討我國標準適宜性

3.1 我國飲用水水源水質標準

環保署為確保民眾飲用水的安全，除了針對飲用水訂有「飲用水水質標準」外，針對飲用水之水源亦訂有「飲用水水源水質標準」做為第一道把關，現行「飲用水水源水質標準」中針對「地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者」(以下簡稱自來水水源)，現有管制項目共 10 項，管制項目及最大限值如表 3.1-1。

表 3.1-1 飲用水水源水質標準（作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者）

項 目	最 大 限 值	單 位
大腸桿菌群密度	20,000（具備消毒單元者） 50（未具備消毒單元者）	MPN／100 毫升或 CFU／100 毫升
氨氮（以 $\text{NH}_3\text{-N}$ 表示）	1	毫克／公升
化學需氧量（以 COD 表示）	25	毫克／公升
總有機碳（以 TOC 表示）	4	毫克／公升
砷（以 As 表示）	0.05	毫克／公升
鉛（以 Pb 表示）	0.05	毫克／公升
鎘（以 Cd 表示）	0.01	毫克／公升
鉻（以 Cr 表示）	0.05	毫克／公升
汞（以 Hg 表示）	0.002	毫克／公升
硒（以 Se 表示）	0.05	毫克／公升

氣候變遷及極端氣候導致水資源匱乏的窘境日益嚴重，科技發展帶來的水源污染風險也與日俱增，皆為全球共同面臨的問題。為提供安全飲用水，除了持續且更積極的保護水源之外，國際上多以提升淨水處理技術的方式因應水源不足或水源水質的惡化的問題。此外，廢水處理後的放流水直接或間接做為飲用水之水源也成為部份國家或部份地區（美國加州、新加坡等）的水源選項之一，雖然我國目前尚不至於需使用放流水做為飲用水之水源，但預期這未來會成為全球化的趨勢。因此在此趨勢下，水源水質標準應不再是一水源是否可以做為飲用水水源選用的標準，應是可做為水源選用後應適用何淨水處理單元等之規劃指引。

飲用水管理條例第六條規定，所定水體符合飲用水水源水質標準者，始得作為飲用水之水源。但提出飲用水水源水質或淨水處理改善計畫，向中央主管機關申請核准者，不在此限。目前我國以此作為飲用水安全之源頭把關，然而隨著氣候變遷

與科技發展，我國無法倖免於水資源缺乏的危機之外，現行之「飲用水水源水質標準」未來可能反而侷限了可供飲用水水源使用之水資源。雖然「提出飲用水水源水質或淨水處理改善計畫者不在此限」，然而檢視過去曾提出之飲用水水源水質或淨水處理改善計畫，改善作為多以提升淨水處理為主，改善後係以是否可符合「飲用水水質標準」評估其改善成效，已失去源頭管制之原意。此外，現行飲用水水源水質標準管制 10 水質項目，並未考量不同地域之水源有不同特性，缺乏因地制宜彈性，對於後續淨水處理單元亦無因應調整之機制。綜合上述，雖飲用水水源水質標準制定之初有其時空背景，施行至今亦完成其階段性任務，已促使自來水事業完成至少 25 個淨水處理改善計畫，有效確保供水安全，惟考量全球氣候變遷及科技發展所帶來的淨水處理挑戰及供水風險，淨水處理技術已日新月異，淨水處理仍以能符合飲用水水質標準為最終考量，飲用水水源水質標準已不足因應變異性日趨加大之水源，因此本計畫建議將「飲用水水源水質標準」修訂為「飲用水水源水質指引」，依不同地域之水體分類訂定指引項目及指引值，供自來水事業評估對應水質應採用之淨水處理技術，以達供水更安全且具經濟效益之目標。

3.2 我國飲用水水質標準沿革

我國飲用水水質標準於 87 年訂定發布，共列管 54 個項目，其中濁度、色度、砷、氨氮、總硬度、總溶解固體物分兩階段施行管制值；92 年第一次修訂，調整濁度、色度、砷、氨氮、總硬度、總溶解固體物、自由餘氯等 7 項物質的管制值；94 年增加 1 項管制項目（溴酸鹽），並調整總三鹵甲烷(95 年 7 月 1 日施行)、總硬度及總溶解固體物之管制值；97 年增加 2 項管制項目（亞氯酸鹽、戴奧辛），並調整總三鹵甲烷之管制值；98 年增加 2 項管制項目（錮、鉬）。103 年增加鹵乙酸類、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、鋁等 9 項管制項目，並調整鉛和戴奧辛之管制值；106 年調整鎳、汞、鹵乙酸類、亞氯酸鹽、氯乙烯、甲苯、二甲苯、鋁等 8 項之管制值。飲用水水質標準管制項目及管制值沿革列於表 3.2-1。

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。我國現行飲用水水源水質標準及飲用水水質標準類別近年檢討情形彙整於表 3.2-2。本年度針對飲用水水質標準物理性標準及化學性標準－可能影響健康物質進行檢討。

表 3.2-1 飲用水水質標準沿革

編號	項目	現行	106 年	103 年	98 年	97 年	94 年	92 年	87 年
1	大腸桿菌群	6	6	6	6	6	6	6	6
2	總菌落數	100	100	100	100	100	100	100	100
3	臭度	3	3	3	3	3	3	3	3
4	濁度	2	2	2	2	2	2	2	4
5	色度	5	5	5	5	5	5	5	15
6	砷	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05
7	鉛	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
8	硒	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
9	鉻	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
10	鎘	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
11	鋇	2	2	2	2	2	2	2	2
12	銻	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
13	鎳	0.02	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14	汞	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
15	氰鹽	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
16	亞硝酸鹽	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
17	三鹵甲烷	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1
18	鹵乙酸類	0.06	0.06	0.08	—	—	—	—	—
19	溴酸根	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	—	—
20	次氯酸鹽	0.7	0.7	1	1	1	—	—	—
21	三氯乙烯	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
22	四氯化碳	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
23	1,1,1-三氯乙烷	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
24	1,2-二氯乙烷	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
25	氯乙烯	0.0003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
26	苯	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
27	1,4-二氯苯 (對)	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
28	1,1-二氯乙烯	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
29	二氯甲烷	0.02	0.02	0.02	—	—	—	—	—
30	1,2-二氯苯 (鄰)	0.6	0.6	0.6	—	—	—	—	—
31	甲苯	0.7	0.7	1	—	—	—	—	—
32	二甲苯	0.5	0.5	10	—	—	—	—	—
33	順 1,2-二氯乙烯	0.07	0.07	0.07	—	—	—	—	—
34	反 1,2-二氯乙烯	0.1	0.1	0.1	—	—	—	—	—

註：灰底表該項目為當年度新增管制項目或管制值有調整。

表 3.1-1 飲用水水質標準沿革（續）

編號	項目	現行	106 年	103 年	98 年	97 年	94 年	92 年	87 年
35	四氯乙烯	0.005	0.005	0.005	—	—	—	—	—
36	安殺番	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
37	靈丹	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
38	丁基拉草	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
39	2,4-二氯苯氧乙酸 (2,4-D)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
40	巴拉刈	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
41	納乃得	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
42	加保扶	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
43	滅必蟲	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
44	達馬松	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
45	大利松	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
46	巴拉松	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
47	一品松	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
48	亞素靈	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
49	戴奧辛	3	3	3	12	12	—	—	—
50	氟鹽	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
51	硝酸鹽	10	10	10	10	10	10	10	10
52	銀	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
53	鉬	0.07	0.07	0.07	0.07	—	—	—	—
54	銮	0.07	0.07	0.07	0.07	—	—	—	—
55	鐵	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
56	錳	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
57	銅	1	1	1	1	1	1	1	1
58	鋅	5	5	5	5	5	5	5	5
59	硫酸鹽	250	250	250	250	250	250	250	250
60	酚類	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
61	陰離子界面活性 劑	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
62	氯鹽	250	250	250	250	250	250	250	250
63	氨	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1-0.5
64	總硬度	300	300	300	300	300	300	150-400	400-500
65	總溶解固體量	500	500	500	500	500	500	250-600	600-800
66	鋁	0.2	0.3	0.4	—	—	—	—	—
67	餘氯	0.2-1	0.2-1	0.2-1	0.2-1	0.2-1	0.2-1	0.2-1	0.2-1.5
68	酸鹼值	6-8.5	6-8.5	6-8.5	6-8.5	6-8.5	6-8.5	6-8.5	6-8.5

註：灰底表該項目為當年度新增管制項目或管制值有調整。

表 3.2-2 我國現行飲用水水源水質標準及飲用水水質標準類別近年檢討情形

標準類別	近年檢討情況
飲用水水源水質標準	104 年完成檢討
飲用水水質標準細菌性標準	108 年完成檢討
飲用水水質標準物理性標準	109 年完成檢討
飲用水水質標準化學性標準－影響健康物質中 9 項重金屬、2 種鹽類、4 種消毒副產物及戴奧辛。	105 年完成檢討
飲用水水質標準化學性標準－影響健康物質中農藥與揮發性有機物類	103 年完成檢討
飲用水水質標準化學性標準－可能影響健康物質	109 年完成檢討
飲用水水質標準化學性標準－影響適飲性、感觀物質	—
飲用水水質標準化學性標準－有效餘氯、氫離子濃度指數	—

3.3 飲用水水質標準物理性標準檢討

飲用水水質標準物理性標準管制項目包含臭度、濁度、色度，國際管制情況列於表 3.3-1。

表 3.3-1 臭度、濁度、色度之國際管制情況

	臭度	濁度	色度
台灣	3 TON	2 NTU	5 Pt-Co unit
WHO ^a	無	無	無
歐盟	可接受、無異常	可接受、無異常	可接受、無異常
美國	3 TON ^a	TT	15 color unit ^a
澳洲 ^a	可接受	5 NTU	15 HU
日本	無異常	$\leq 2/1/0.1^b$	≤ 5
加拿大	可接受	$0.3/1/0.1^c$	≤ 15 TCU
紐西蘭	可接受	2.5 NTU	10 TCU
新加坡	無	5 NTU	15 TCU

a. 非強制性標準。

b. 飲用水濁度標準為 2 NTU，用戶水龍頭出水測值不超過 1 NTU，淨水場之清水應小於 0.1 NTU。

c. 濁度標準依處理程序而異。傳統(conventional)及直接過濾程序： ≤ 0.3 NTU；慢沙濾及矽藻土(diatomaceous earth)過濾 ≤ 1.0 NTU；薄膜過濾 ≤ 0.1 NTU。

3.3.1 臭度 (Odor / Odour)

臭味屬適飲性指標，一般而言不對直接影響人體健康，然而飲用水中若有異味，易造成消費者/使用者有負面感受。國際上針對臭味的管制多為無異常，消費者可接受即可，僅我國與美國訂有 3 初嗅數 (TON)的臭味標準，且美國之臭味標準屬次級飲用水水質標準，無強制性，僅提供自水事業參考。基於臭味本身無影響健康的疑慮，且我國之標準於國際上已屬嚴格，故臭味標準無修正之必要。

3.3.2 濁度

WHO「飲用水水質指引」指出濁度用來表示水中由懸浮顆粒(如泥沙)、化學性顆粒(如鐵錳)、有機顆粒(如植物碎片)及微生物造成的混濁程度。濁度可能由

原水水質不佳、淨水處理不佳造成，在配水系統中，則可能由配水管線中的沉積物、生物膜、污水藉由管線破損或故障處入侵管線造成。高濁度可能會導致清洗的物件的染色及淨水處理的有效性。濁度增加時會降低光線在水中的穿透性，當濁度低於 4 NTU 時，僅能利用儀器偵測，濁度高於 4 NTU 時，則可能可以觀察到乳白色、泥沙狀、紅棕色或黑色的懸浮顆粒。濁度的存在可作為有害化學物質存在或是微生物污染的指標，儘管大部分貢獻濁度的顆粒對人體健康並無危害，然可見的濁度會降低消費者對飲用水的接受度，當消費者對飲用水失去信心轉而使用其他濁度低但不安全的水源時，反而可能對消費者造成危害。對於無預警的濁度問題客訴，均應進一步釐清問題來源，因為無預警的濁度可能反映出配水系統有問題。

美國、澳洲、加拿大、日本則是針對不同情況及目的有不同之濁度標準。

一、美國

考量飲用水中濁度的主要來源為土壤逕流(Soil runoff)，飲用水中的濁度主要用來做為水質和過濾有效性（如致病性生物是否存在）的指標，高濁度常與高濃度的致病性生物有關，如病毒、寄生生物、細菌等。這些生物可能會造成人體不適，如噁心、痙攣、腹瀉、頭痛等。美國針對飲用水中的管制方式為針對採用常規或直接過濾的系統(conventional or direct filtration)，濁度均不得大於 1 NTU，而每個月 95%以上樣品的濁度需小於或等於 0.3 NTUs。採用常規或直接過濾之外的過濾方式之系統，則需符合各州的限制，且均不得超過 5 NTUs。

二、澳洲

澳洲飲用水指引針對三種不同的目的制定濁度指引值：

（一）減少抗氯性致病菌：

當水處理流程僅採用過濾處理隱孢子蟲(Cryptosporidium)及梨形鞭毛蟲(Giardia)存在的風險時，過濾程序必須經過最佳化以使過濾單元的出流水濁度應低於 0.2 NTU，且均不可高於 0.5 NTU。

（二）消毒：

以加氯做為消毒方式時，濁度需低於 1 NTU，若有特殊例外需要採用較高的濁度標準時，需經過批准。

（三）適飲性：

基於適飲性考量，消費者端的飲用水濁度應低於 5 NTU。

三、加拿大

加拿大將濁度視為生物性指標，飲用水水質指引針對三類不同的處理單元制定濁度指引值：

- (一) 常規或直接過濾的系統：每一個過濾循環或每個月 95%的樣品 ≤ 0.3 NTU，且均不可高於 1 NTU。
- (二) 慢砂濾及矽藻土過濾：每一個過濾循環或每個月 95%的樣品 ≤ 1.0 NTU，且均不可高於 3 NTU。
- (三) 薄膜過濾：每一個過濾期(operational filter period)或每個月 99%的樣品 ≤ 0.1 NTU。單一濾膜若量測到濁度大於 0.1 NTU 超過 15 分鐘則應立即啟動濾膜單元完整性(integrity)的調查。

四、日本

飲用水濁度標準為 2 NTU，然另要求用戶水龍頭出水測值不超過 1 NTU，淨水場之清水應小於 0.1 NTU。

我國飲用水濁度標準為 2NTU，自來水、簡易自來水、社區自設公共給水因暴雨或其他天然災害致飲用水水源濁度超過 1500 NTU 時，其飲用水水質濁度最大限值為 4 NTU。基於濁度本身並直接影響健康，且我國之標準於國際管制標準差異不大，故濁度標準暫無修正之必要。

3.3.3 色度

針對水中色度，WHO「飲用水水質指引」指出一般而言飲用水不具有可見的顏色。飲用水若有顏色通常表示水中含有色的有機物質（主要為腐植物質），此外水中的顏色也強烈受鐵或其他金屬離子的影響，這些金屬離子可能是自然界原本就有的微量金屬離子，也可能是管線中有腐蝕的情況產生的。水中顏色亦有可能是水源遭工業廢水污染造成，因此色度是判別有害情況最直接的指標，因此飲用水中若出現顏色，應調查顏色的來源。自然界有機碳（例如腐植物質）造成的色度表示可能在消毒程序後有較高的傾向會產生消毒副產物。當玻璃杯中的水色度大於 15 TCU 時，大多數人即可以辨識出差異，因此水中色度低於 15 TCU 時，大多數消費者都可以接受。因此美國、澳洲、加拿大、新加坡的色度標準均訂於 15 TCU，紐

西蘭的標準為 10 TCU，而我國與日本色度標準最低，為 5 TCU。歐盟標準則是無異常、可接受即可。

色度屬適飲性指標，一般而言不對直接影響人體健康，然而飲用水若有顏色，易造成消費者/使用者有負面感受。基於色度本身無影響健康的疑慮，且我國之標準於國際上已屬嚴格，故色度標準無修正之必要。

3.4 飲用水水質標準化學性標準－可能影響健康物質檢討

飲用水水質標準化學性標準－可能影響健康物質管制項目包含氟鹽、硝酸鹽、銀、鉬、銻，國際管制情況列於表 3.4-1。

表 3.4-1 氟鹽、硝酸鹽、銀、鉬、銻之國際管制情況

mg/L	氟鹽	硝酸鹽氮 ^a	銀	鉬	銻
台灣	0.8	10	0.05	0.07	0.07
WHO ^c	1.5	11.3	NR ^b	NR	—
歐盟	1.5	11.3	—	—	—
美國	2	10	0.1 ^c	—	—
澳洲 ^c	1.5	11.3	0.1	0.05	—
日本	0.8	10 ^d	—	0.07 ^c	—
加拿大	1.5	10	NR	—	—
紐西蘭	1.5	11.3	—	0.07	—
新加坡	0.7	11.3	—	0.07	—

a. 濃度以氮計

b. NR: 無須管制或無法建立指引值

c. 目標值，非管制標準

d. 硝酸鹽氮與亞硝酸鹽氮合計

3.4.1 氟鹽

WHO 氟指引值為 1.5 mg/L，一般為防止齲齒而於飲用水中加氟的情況下，飲用水中氟的最終濃度為 0.5-1 mg/L (World Health Organization, 2017)。WHO 的報告指出飲用水中的氟高於 1.5 mg/L 時可能會造成氟斑牙，當氟的濃度超過 10 mg/L 時，接著可能會產生氟骨症。曾有一些文獻報導因過量添加氟(多發生在小型淨水

場)而造成氟暴露的急性症狀,但對人體健康影響的疑慮主要還是來自長期接觸氟。藉由故障保安(fail-safe)設備和工作設計(working practices)可以避免過量添加氟事故發生(Fawell et al., 2006)。

過去美國疾病控制與預防中心(CDC)建議為防止齲齒而於飲用水中加氟的情況下,飲用水中應包含 0.7–1.2 mg/L 的氟,而濃度則依當地平均最高日溫而定,2015 年美國提出建議最佳飲水加氟的濃度為 0.7 mg/L (U.S. Department of Health and Human Services Federal Panel on Community Water Fluoridation, 2015)。

美國於 1962 年起採取飲水加氟(Water fluoridation)預防齲齒的措施(U.S. Department of Health and Human Services Federal Panel on Community Water Fluoridation, 2015)。飲水加氟時選擇含氟化合物的主要考量包括溶解性、安全性、可用性和低成本。通常透過添加以下三種化合物到飲用水中:氟化鈉,氟矽酸,或氟矽酸鈉(Reeves, 1986)。氟化鈉(NaF)是第一種使用的化合物。如果使用手動操作,一般傾向使用結晶形式,因為可減少灰塵。比其他化合物貴,但容易處理,通常由較小的公用事業公司使用。氟矽酸(H_2SiF_6)是美國最常用的水氟化添加劑。其為便宜的液體,是生產磷肥的副產品。濃度通常是 23-25%,因其含有高比例水分,運輸成本相對昂貴。氟矽酸鈉(Na_2SiF_6)是氟矽酸的鈉鹽。它是一種比氟矽酸更容易運輸的粉末或細晶體。也稱為氟矽酸鈉。

公共用水氟化的爭議起因於政治,道義,倫理,經濟和安全等方面的問題。反對的人認為水氟化可能導致嚴重的健康問題,不足以證明成本合理,並且劑量不能被精確控制。關於道德規範,飲水氟化反映個人權利與公眾利益的衝突。

在阿根廷,法國,加蓬,利比亞,墨西哥,塞內加爾,斯里蘭卡,坦桑尼亞,美國和津巴布韋等國家,約有 4%的世界人口使用”天然”氟化水(即水源中已含有氟化物)。在一些地區,特別是非洲,中國和印度的部分地區,飲用水中天然氟化物已超過飲水加氟建議的濃度。

2014 年 8 月 26 日,以色列停止強制氟化,指出“只有約 1%的水用於飲用,而 99%的水用於其他用途(工業,農業,沖廁所等)。還有科學證據表明,大量的氟化物可能會對健康造成損害,當通過飲用水供應氟化物時,對實際消耗的氟化鈉的量無法控制,這可能導致過度消耗,氟化水的供應迫使那些不願意使用氟化水的人

必須使用氟化水，所以在大多數國家，這種做法是不被接受的。不使用飲水加氟的國家多採用替代方式，如歐洲則是採用其他形式補充氟化物，如氟化鹽。

歐盟飲用水氟的標準為 1.5 mg/L，典型飲用水加氟的濃度則為 1mg/L。僅有少數歐盟國家於飲用水中加氟，歐盟國家普遍反對於飲用水中加氟。日本飲用水氟的標準為 0.8 mg/L，未實施於飲用水中加氟。

我國則未於飲用水加氟，乃是採用與歐洲相似的模式，由衛生福利部鼓勵民眾使用加氟食鹽補充氟化物，增進牙齒健康，預防齲齒。飲用水水質標準 0.8 mg/L，低於國際上多數國家之標準，且於影響健康的疑慮，暫無修正之必要。

3.4.2 硝酸鹽

WHO「飲用水水質指引」針對飲用水中硝酸鹽的指引值建立乃依據使用持續含有 50 mg/L 硝酸鹽的飲用水對嬰兒無負面健康影響之流行病學研究結果。

國際上先進國家普遍均有管制飲用水中的硝酸鹽，且管制標準多為 10 mg N/L 硝酸鹽氮（以氮計）或 50 mg/L 硝酸鹽（約等於 11.3 mg N/L 硝酸鹽氮）。部分國家考慮硝酸鹽氮及亞硝酸鹽氮可能微生物反應轉換，亦管制兩者合計不得超過 10 mg N/L。

我國飲用水中硝酸鹽氮的標準為 10 mg N/L，與國際管理趨勢一致，暫無修正之必要。

3.4.3 銀

針對飲用水中的銀，WHO「飲用水水質指引」認為現有資料不足以建立以健康影響為基礎的指引值。加拿大則是認為飲用水對於人體銀的貢獻量幾乎可忽略，故無需建立銀之標準。美國則是將銀列於次級飲用水水質標準，無強制性，僅提供自水事業參考。

澳洲針對飲用水中銀濃度之指引值（非強制性）係根據健康影響考量，制定方式如下：

$$0.1 \text{ mg/L} = \frac{0.4 \text{ mg/day} \times 0.5}{2\text{L/day}}$$

其中 0.4 mg/day 為每人一生無健康影響的每天攝取量

0.5 為飲用水貢獻每天攝取量的比例

2L/day 為成人每日平均飲水量。

我國飲用水中銀的標準為 0.05 mg/L，較澳洲根據健康影響考量制定之標準嚴格，暫無修正之必要。

3.4.4 鉬

針對飲用水中的鉬，WHO「飲用水水質指引」認為飲用水中的鉬濃度多遠低於影響健康的濃度值，故無需建立指引值。澳洲

澳洲針對飲用水中鉬濃度之指引值（非強制性）係根據健康影響考量，制定方式如下：

$$0.05 \text{ mg/L} = \frac{0.5 \text{ mg/day} \times 0.2}{2\text{L/day}}$$

其中 0.5 mg/day 為成人每日鉬需求量的上限

0.2 為飲用水貢獻每天攝取量的比例

2L/day 為成人每日平均飲水量。

2008 年 WHO 飲用水水質指引依經飲水攝入鉬的二年長期研究取得之無明顯有害效應劑量(NOAE)0.2 mg/L，加上不確定係數建立指引值。一般而言，不確定性係數為 10，但考慮鉬是人體必需元素，因此 WHO 在 2008 年之飲用水水質指引中選用 3，作為不確定性係數（UF），計算鉬在飲水中鉬的指引值為 0.07 毫克/公升。

我國飲用水中鉬的標準採用世界衛生組織指引值(0.07 mg/L)，並規定其採樣範圍為淨水場取水口上游周邊五公里範圍內有半導體製造業、光電材料及元件製造業等污染源者，應每季檢驗一次，如連續兩年檢測值未超過最大限值，自次年起檢驗頻率得改為每年檢驗一次。

我國飲用水中鉬的標準雖較澳洲根據健康影響考量制定之標準略高（但澳洲供水系統中鉬並非例行性監測項目），然與紐西蘭及新加坡管制標準、日本管制目標值一致，暫無修正之必要。

3.4.5 鎳

國際上先進國家均未針對飲用水中的鎳建立標準或指引值，我國飲用水中鎳的標準值建立乃根據 Keiko Asakura 等於 2008 年以老鼠作口服鎳毒性實驗為期二十八天的文獻，得到無明顯有害效應劑(NOAE)為 1000 毫克/公斤-每天，並依美國環保署建立飲用水水質標準之管制目標值(MCLG)公式計算方式：

$$MCLG = (NOAE) \div (UF)。$$

UF 為不確定係數設定為 10000 ($10 \times 10 \times 10 \times 10$)，主要考量相同物種間的差異、不同物種間的差異、暴露期間長短的差異以及研究數據的差異。假設成人體重七十公斤，每天飲水量為二公升，每天經由飲用水途徑暴鎳的總量比例為 20%，進而制訂飲用水中鎳的管制值為 0.7 毫克/公升。考量國際上未有先進國家針對飲用水中的鎳建立標準或指引值，且未有新的文獻報告更新飲用水中鎳的風險，故暫無修正的必要。

3.5 飲用水標準中微生物標準或指標評估

3.5.1 國際採用之微生物標準或指標

飲用水中的生物性污染一般可區分為五類：

- 一、致病菌 (Bacterial pathogens)，如部分大腸桿菌菌株(舉其他例子)、*Helicobacter pylori*。
- 二、致病病毒 (Viral pathogens)，如腸病毒。
- 三、致病原生動物 (Protozoan pathogens)，如隱孢子蟲、梨形鞭毛蟲等。
- 四、寄生蟲。
- 五、藻毒類。

在淨水程序中可透過過濾（微生物可是為固體物被去除）及（或）消毒（殺死微生物或使其失去活性）處理。

在淨水場中多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，常用指標有：

- 一、總菌落數/總異營菌
- 二、大腸桿菌群 Coliform Group / total coliform
- 三、糞便性大腸桿菌群 Fecal / thermo-tolerant coliform
- 四、大腸桿菌 *E. coli*

其他指標微生物或參數包括腸球菌 (Intestinal enterococci)、*Clostridium perfringens*、Coliphages、*Bacteroides fragilis* phages、Enteric viruses 等。其中 WHO 認為腸球菌(Intestinal enterococci)是做為是否遭糞便污染好的指標微生物，分析容易且經濟可行，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。而 *Clostridium perfringens*，WHO 認為是做為是否有原生動物的指標微生物，但分析方法不如其他指標微生物（如大腸桿菌及腸球菌）容易，且較昂貴。本計畫彙整國際上針對總大腸桿菌群、糞便型大腸桿菌、大腸桿菌、腸球菌、*Clostridium perfringens* 的管制情形於表 3.5-1。

表 3.5-1 各國對總大腸桿菌群、糞便型大腸桿菌、大腸桿菌、腸球菌、*Clostridium perfringens* 的管制情形

國家	總菌落數 異營菌	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	0/ 100ml	-	0/100 ml	0/100 ml	-
澳洲	-	-	ND/100ml ¹	0/100ml	0/100 ml	-
紐西蘭	-	-	-	<1/100ml	-	-
加拿大	-	ND/100ml	-	0 /100ml	-	-
日本	<100 /ml	- ³	-	不可檢出	-	-
南韓	-	ND/100ml	ND/100ml	0/100ml	-	-
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

WHO 針對總大腸桿菌群、糞便型大腸桿菌、大腸桿菌、*Clostridium perfringens* 等微生物或指標的功能列表比較、本計畫將腸球菌納入比較，彙整於表 3.5-2。糞便型大腸桿菌、大腸桿菌與腸球菌均為糞便性汙染指標，腸球菌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。而 *Clostridium perfringens* 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汙染指標外，亦可作為過濾程序的有效性指標。

表 3.5-2 指標微生物比較表

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	無	無	糞便性汙染指標
糞便型大腸桿菌	無	無	無
總大腸桿菌群	無	配水系統清潔度與完整度指標	無
<i>Clostridium perfringens</i>	消毒有效性及物理處理程序（去除病毒及原生動物）有效性指標	無	致病原生動物汙染指標
腸球菌	無	無	糞便性汙染指標

美國環保署針對總大腸桿菌群、糞便型大腸桿菌、大腸桿菌分別定義如下：

- 一、總大腸桿菌群(Coliforms)：只存活於溫血動物腸道(如人類、寵物、家畜及野生動物)
- 二、糞便型大腸桿菌(Fecal coliform)：存在於人類及動物的排泄物，屬總大腸桿菌群中的一類
- 三、*E.coli*：為最常見的糞便型大腸桿菌的一種。

其關係圖如圖 3.5-1，大腸桿菌群包含糞便性大腸桿菌，而大腸桿菌為糞便型大腸桿菌的一種，故大腸桿菌群有檢出時，不一定代表該樣品受大腸桿菌污染。

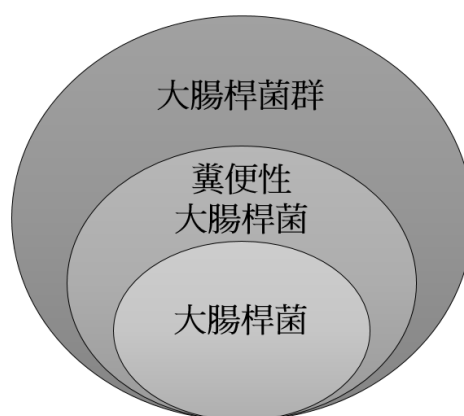


圖 3.5-1 大腸桿菌群/糞便型大腸桿菌/大腸桿菌關係圖

在多管發酵法檢驗方法中指出，若需要將自然環境中的大腸菌群與糞便中的大腸菌群區分開，則是將溫度由 37°C 提升至 44.5°C，因此糞便型大腸桿菌又稱耐熱大腸桿菌(thermotolerant coliforms/ Thermotolerant coliform bacteria)。WHO 則指出儘管大腸桿菌是糞便污染較精確的指標，而耐熱性大腸菌數算是可接受的替代指標，在必要的情況下，仍必須進行適當的確認測試。然而對於飲用水衛生品質而言，總大腸菌不應作為指標，特別是熱帶地區，因許多不具衛生影響的細菌幾乎存在於所有未處理水中。

目前國際上僅美國、加拿大、韓國有管制大腸桿菌群，且同時管制糞便性大腸桿菌群及(或)大腸桿菌，除美國以外管制標準均為 0/100 mL。糞便性大腸桿菌群及大腸桿菌，各國至少管制其中 1 項，除美國以外管制標準均為 0/100 mL。

美國管制做法與其他國家較不相同，規範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)。但我國國情不同，是否參採美國以檢出率作為法規仍有待評估。

除總大腸桿菌群、糞便型大腸桿菌、大腸桿菌、腸球菌、Clostridium perfringens 外，國際上採用之其他微生物標準或指標包含 Giardia（加拿大、美國、紐西蘭）、Cryptosporidium（加拿大、美國、紐西蘭）、腸病毒（加拿大、美國）等。上述微生物標準或指標均已納入我國列管物質篩選作業知各階層清單中。

3.5.2 我國生物性參數採樣分析

考量供水管網尚未全面更新，且國人飲水普遍有煮沸再飲之習性，我國現行飲用水水質標準中只管制總大腸桿菌群（採淨水場清水池及供水管網端一致之管制限值 6 MPN or CFU/ml），對於糞便性大腸桿菌或大腸桿菌則未有管制。管制作法與國際上多數國家不同，確有修正之必要。「108 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫」建議進行 1-2 年檢測評估調查，同時檢測大腸桿菌群(Coliform Group)、糞便性大腸桿菌群(Fecal Coliform)、大腸桿菌(E. coli)及腸球菌(Intestinal enterococci)等，本年度針對飲用水原水及清水辦理 20 處次檢測分析。

針對大腸桿菌群(Coliform Group)、糞便性大腸桿菌群(Fecal)、大腸桿菌(E. coli)及腸球菌(Intestinal enterococci)環檢所公告方法彙整如表 3.5-3，本計畫均採用濾膜法(NIEA E230.55B、NIEA E214.00C、NIEA E234.52C、NIEA E233.50C)。

Clostridium perfringens 的分析則使用市售固態培養基，含以下成分(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

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。

3.5.3 採樣點篩選

本計畫彙整環保署提供自 105 年起之清水及管網配水中大腸桿菌群抽驗結果，歷年均有超過 7000 筆檢測數據，有 32-77 筆檢出，然 105 年迄今僅 3 筆超標（大腸桿菌群飲用水水質標準：6 MPN/100 ml (多管發酵法)或 6 CFU/100 ml (濾膜法)）。

本計畫根據環保署及自來水公司提供之資料，挑選近年有重複檢出之點位進行檢測。

3.5.4 分析結果

本計畫針對大腸桿菌群 (Coliform Group)、糞便性大腸桿菌群(Fecal Coliform)、大腸桿菌(E. coli)、腸球菌(Intestinal enterococci)、Clostridium perfringens 等 5 項生物性參數分析結果如表 3.5-4。本計畫共分四次進行採樣分析，每次均進行運送空白，空白試驗結果均未檢出。

大腸桿菌群 20 個樣品均未超過飲用水水質標準 (6 CFU/100 ml (濾膜法))，其中僅有一個樣品檢出 1 CFU/100 ml，該樣品餘氯濃度為 20 個點位中最高，其他生物性參數均未檢出。而糞便性大腸桿菌有兩個樣品檢出，然此二樣品均未檢出大腸桿菌群及其他生物性參數，將糞便性大腸桿菌群的菌落移至大腸桿菌群培養基，亦無法培養出菌落。腸球菌 20 個樣品均未檢出。Clostridium perfringens 有一個樣品檢出，該樣品餘氯濃度為 20 個樣品最低，該樣品其他生物性參數均未檢出。

結果顯示大腸桿菌群 (Coliform Group)及糞便性大腸桿菌群(Fecal)數據有不一致之情況，此為培養法的限制，應持續追蹤，獲得更多數據，以供後續管制策略之參考。

表 3.5-3 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

表 3.5-4 生物性參數檢測結果 (單位: CFU/100mL)

縣市	地址	餘氯	大腸桿菌群		糞便性大腸桿菌群		大腸桿菌		腸球菌		Clostridium perfringens	
嘉義縣	月眉村	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
嘉義縣	東榮村	0.32	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
嘉義市	興業西路	0.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
嘉義市	民生南路	0.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
嘉義市	彌陀路	0.86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
嘉義市	興仁街	0.69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
嘉義縣	石弄村	0.54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
嘉義縣	大埔村	0.53	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0
彰化縣	伸港鄉	0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
臺中市	中山路	0.38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
臺中市	豐原區	0.41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
基隆市	七堵區	0.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
新竹縣	關西鎮	0.95	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
新北市	萬里區	0.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
新北市	淡水區	0.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
新北市	金山區	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
臺北市	師大路	0.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
宜蘭縣	五結鄉大眾路	0.44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
宜蘭縣	五結中路	0.49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
宜蘭縣	壯圍鄉	0.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

第四章 飲用水列管新興污染物質篩選作業

4.1 我國飲用水列管新興污染物質篩選作業模式

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 4.1-1，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：

- 一、首先彙整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，以及科學文獻資料、研究報告或試驗指出存在飲用水中且可能影響人體健康或公共衛生安全之物質，納入「初步蒐集清單」。
- 二、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」。
- 三、「推動飲用水列管項目之篩選作業計畫」參考美國環保署的列管項目篩選原則，將未列管物質區分為化學性指標物質與生物性指標物質，制定不同的篩選評估原則，根據篩選評估原則進行每項物質的評分後，再依據篩選機制進行評估，並提供給參與學者專家諮詢會議的委員們進行篩選，評估是否納入「觀察清單」。
- 四、進入觀察清單之物質，再經過專家會議針對監測結果、處理技術及分析成本等層面討論是否應考慮列管，若應考慮列管之物質則納入「候選清單」，經專家會議綜合評估技術、成本、風險、行政、社會衝擊面及公聽審議後，由環保署制定管制值並予以公告。

「飲用水列管項目之篩選作業」推行至今已近六年，本計畫針對篩選作業模式進行檢討與修訂，詳訂各作業機制。

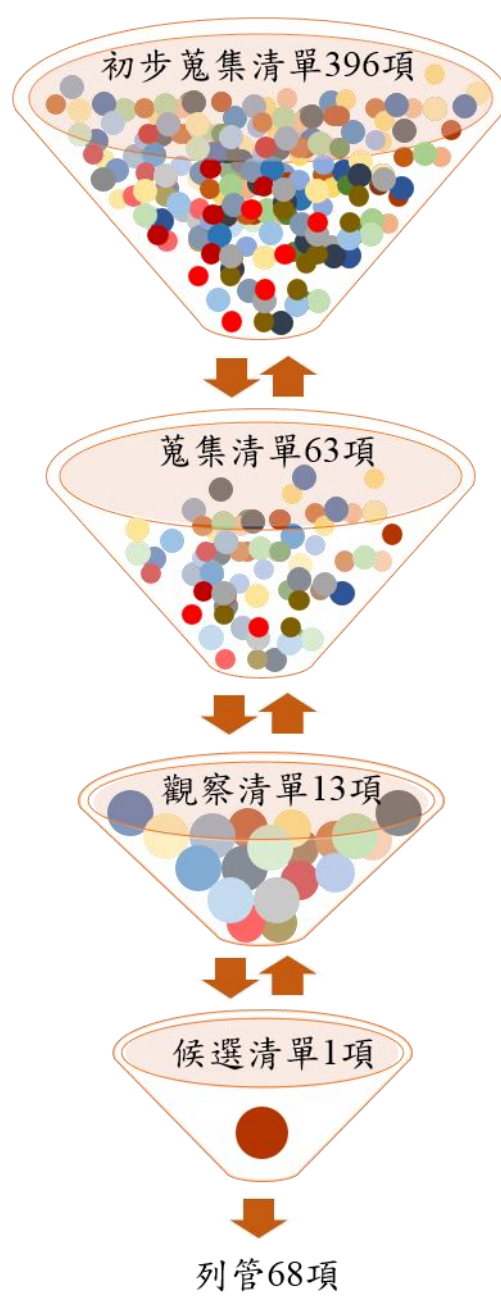


圖 4.1-1 篩選作業示意圖

4.1.1 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。

4.1.2 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」。蒐集清單沿革如圖 4.1-2。

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（含 71 項物質）。

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 項在 2015 年執行「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(2/3)」計畫時納入「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)」計畫調查評估鉍、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（鉍、硼、鈷、嘉磷塞）則為初步蒐集清單物質，因經該計畫進行研究評估，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

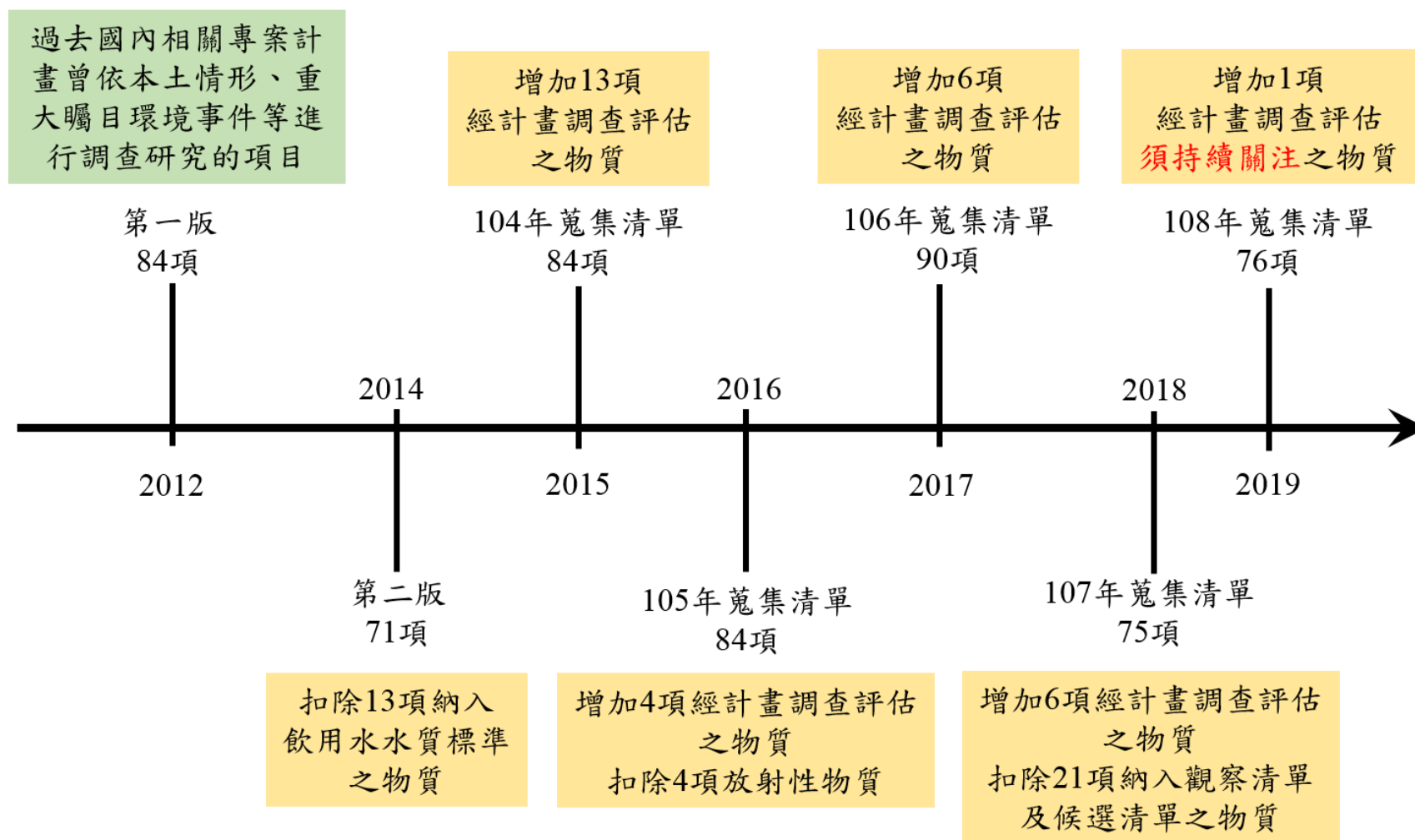


圖 4.1-2 蒐集清單沿革

「105 年蒐集清單」中刪除「104 年蒐集清單」中之 4 項放射性物質（鈾、銻、釷、鉍），因此「105 年蒐集清單」維持 84 項物質。

「106 年飲用水新興污染物質研究與水質管理」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。

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 4.1-3），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。2018 年「107 年飲用水新興污染物質研究與水質管

表 4.1-1 第二版蒐集清單物質（71 項）

主要分類	次要分類	毒性化學物質分類	數目	項目
生物性參數	-	-	4	糞便性大腸桿菌群、大腸桿菌、隱孢子蟲、梨形鞭毛蟲
有機化合物	一般有機物	-	24	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、乳酸乙酯、乙酸正丁酯、氫氧化四甲基胺、二甲基氧化硫、N-甲基-2-吡咯烷酮、丙二醇甲醚、1,1-二氯乙烷、丙二醇甲醚醋酸酯、己二酸二辛酯(or 己二酸雙-2-乙基己酯)、全氟辛烷酸、丙烷、正己烷、正庚烷、異丙醇、丙酮、丁酮、丁苯、乙醇胺、苯乙烯、丁基酚、辛基酚、微囊藻毒-LR 型、甲醇
		難分解物質	6	1,2-二氯丙烷、壬基酚聚乙氧基醇、鄰苯二甲酸二甲酯、鄰苯二甲酸二辛酯、氯苯、壬基酚、
		慢毒性物質	3	鄰苯二甲酸二丁酯、鄰苯二甲酸丁酯苯甲酯、全氟辛烷磺酸
		疑似毒化物	3	甲基異丁酮、乙苯、雙酚 A
	消毒藥劑及消毒副產物	急毒性物質	1	甲醛
	農藥	-	4	陶斯松、大滅松、福瑞松、托福松
	醫療保健藥品	-	17	異丁苯丙酸(俗稱:布洛芬)、乙醯氨基酚(俗稱:普拿疼)、凱妥布洛芬/苯酮苯丙酸、萘普生/甲氧鈉丙酸(俗稱:拿百疼)、苯氧苯丙酸(俗稱:非諾洛芬)、胺基比林、非那雄胺、羥苯甲酮、四環黴素、羥四環黴素、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
無機化合物	重金屬	-	4	鎘、鈦、碲、鉍
	放射性物質	-	5	銻、鈾、銻、釷、鉍

1 整合行政院環保署 96 年～100 年污染物質篩選結果及監測建議(王根樹, 101, 飲用水水源與水質中新興污染物質對人體健康風險評估之研究計畫(3/4))及

2 原蒐集清單中一氯乙酸、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、鋁等 13 項物質於 2014 年 1 月 9 日(計畫執行期間)列管。

理」計畫考量在此概念下，同一污染物可能出現在不同清單中而造成混淆，故改以「篩選排除」的概念建構各階層清單（如圖 4.1-1），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。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、磺胺噻唑、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、銻、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觀察清單，故「108 年蒐集清單」共 76 項物質

現階段篩選作業針對「蒐集清單」中的物質主要進行資料蒐集、彙整及評估，淨水場的檢測主要針對初步蒐集清單物質（建立初步本土資料）及觀察清單物質（進行較完整本土淨水場檢測以進行風險評估）。

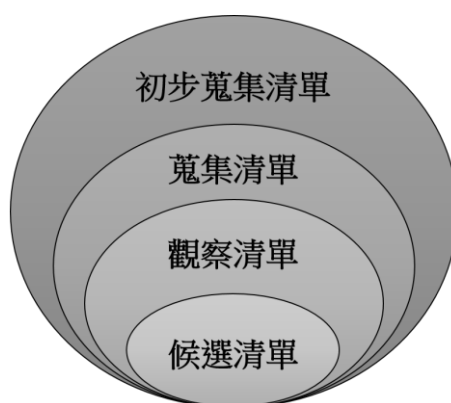


圖 4.1-3 子集概念圖

4.1.3 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(NOEL)、(3)最低觀察危害反應劑量(LOEL)、(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 4.1-2)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 4.1-3)。

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 4.1-4 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。

將所得之分數套用美國環保署於 Final Contaminant Candidate List 3 Chemicals:

表 4.1-2 健康危害潛勢分數的換算表格

Score	RfD mg/kg-day	LOEL/NOEL 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

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，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)。

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、鎘、鎳、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鎘跟鎳以外的 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。

表 4.1-3 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	7	影響發育或繁殖導致主要機能障礙	影響生殖器官
		荷爾蒙轉變			母體遺傳毒性
		細胞空泡化			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
4	細胞/生理轉變導致失調 (風險因素或先驅影響)	影響免疫力			影響生長
		影響肝臟	8	腫瘤或失調可能導致死亡	癌症
		影響膽鹼酯	9	死亡	增加死亡率
		其他方面的影響			
		增加膽鹼能的影響			
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	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			

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 年則篩選出硼、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。觀察清單物質至 108 年為止共有 20 項物質（表 4.1-5）。

表 4.1-4 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 4.1-5 108 年觀察清單物質(20 項)

納入年度	數量	項目
103 年	11-1 項*	微囊藻毒 LR、氯苯、甲醛、壬基酚、苯乙烯、乙苯、1,1-二氯乙烷、銻、鎘、鄰苯二甲酸二甲酯
105 年	4 項	1,2-二溴乙烷、雙酚 A、鉍、碲
106 年	6 項	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

註：鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯於 106 年納入候選清單，故自觀察清單中移除。

4.1.4 候選清單

「觀察清單」之物質應考慮下列三項條件，以評估是否進入「候選清單」預備進行列管：

1. 污染物可能對人體健康有不利的影響。
2. 污染物已知會或有實質存在於公共供水系統的可能性，且其存在的頻率和強度有影響公共健康的疑慮。
3. 管制此污染物可提供具有意義的機會降低飲用水之公眾的健康風險。若現階段沒有合適且經濟可行的檢測技術及處理技術可以去除飲用水中的該污染物，則管制該污染物並無法降低風險，在此情況下不適合列管該物質。

在健康風險方面，由環保署彙整觀察清單物質之毒理資料，並評估資料的完整性，包含影響層面、影響濃度、以及是否有其他曝露來源，並檢視資料來源的可信度與準確度。在於公共供水系統之發生率。

由環保署與自來水事業單位進行代表性淨水場的監測，每個代表性淨水場進行為期一年四次（應包含四季）淨水場清水的檢測調查。環保署應提供觀察清單物質分析檢測方法及協助訓練分析檢測能力（環檢所），自來水事業單位則考量自行或委外進行原水與清水檢測分析及自來水淨水場處理技術之開發可行性及成本分析。

上述資料彙整後，經學者專家諮詢會議的委員們討論是否應納入「候選清單」，若相關資料不足已評估是否納入候選清單之物質，則保留於觀察清單中，待補足資料後再進行評估。若資料完整且經評估不具健康風險，則可改列蒐集清單。若無可行處理技術或成本太高，或無法取得相關資料時，將保留於觀察清單中，再行評估。

候選清單物質再經專家會議綜合評估技術、成本、風險、行政、社會衝擊面及公聽審議後，討論是否納入飲用水數標準列管，應列管之物質由環保署制定管制值並予以公告。

環保署「106 年飲用水新興污染物研究與水質管理」計畫彙整我國歷年針對飲用水中鄰苯二甲酸二（乙基己基）酯的檢測資料（

表 4.6-2），我國環保署自 97 年開始監測飲用水中鄰苯二甲酸二（乙基己基）酯的濃度，97 年到 101 年的檢測樣品數不多，每年檢測樣品數不大於 30 個樣品，濃度均小於目前國際上最低之管制標準美國飲用水質標準 0.006 mg/L。自 102 年起增加檢測樣品數至 100 個樣品左右，104 年起更增加至每年 300 個樣品以上，102-106 年檢出濃度大於美國管制值(0.006 mg/L)發生率介於 0.25%-1.8%，最大檢出濃度為 0.0124 mg/L，小於日本飲用水水質目標值，考量鄰苯二甲酸二（乙基己基）酯於我國飲用水中發生的情況，該計畫於第二次專家會議中決議將其納入候選清單中。

4.2 各階層物質的監測作業

4.2.1 優先評估物質調查

為建立本土飲用水中新興污染物水質資料，環保署執行相關計畫，自 103 年起每年挑選 6 項物質進行本土調查（主要從初步蒐集清單中挑選），於 3-6 座淨水場進行 3 次採樣分析，以建立本土背景資料，並評估於我國的風險，及是否需進一步調查。這些項目基本上每年不重複，以累積我國對飲用水新興污染物了解的「廣泛度」。本年度針對優先評估物質之調查詳見第五章。

4.2.2 未列管物質抽驗

環保署依經費狀況規劃未列管新興污染物抽驗項目及頻率，對於曾經在淨水場清水檢出可能有風險疑慮之項目進行抽驗，以建立較完整之本土資料。抽驗項目主要針對觀察清單及候選清單物質，部分蒐集清單及初步蒐集清單物質，每年可能有重複，以累積「足夠資料」評估這些污染物在我國飲用水中的風險，並根據檢測結果評估後續管理策略。原則上同一年度一淨水場只會採樣一次，以分析不同淨水場風險情況。本年度計畫抽驗相關規劃與結果詳見第六章。

4.2.3 觀察清單物質監測計畫

依據未列管新興污染物質篩選作業，一物質在健康危害及本土淨水場存在的頻率與強度均有一定危害風險程度時，經評估納入觀察清單後，應針對具代表性之淨水場(供水量或供水人口大)進行為期至少一年，包含四季之樣品的採樣分析，以系統性評估該污染物是否具有風險。觀察清單物質為期一年的監測計畫應由自來水事業協助進行。詳細說明見 4.5.4 節。

4.3 初步蒐集清單更新

「108 年初步蒐集清單」包含 371 項物質，概分為生物性參數、有機化合物及無機物質，其中有機化合物又分為藻毒、一般有機化合物、醫療保健藥品、消毒藥劑及消毒副產物、農藥（包含除草劑、殺蟲劑、殺菌劑），無機物質則包含一般無機物、重金屬及消毒藥劑及消毒副產物。

本計畫優先評估物質包含六項全氟化物及五項人體健康用藥和個人保健用品（PPCPs）（詳見第五章），其中全氟壬酸已列於初步蒐集清單，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、乙醯胺酚已列於蒐集清單，其餘五項全氟化物（全氟己酸、全氟丁酸、全氟丁基磺酸、全氟十一烷酸、全氟庚酸）納入初步蒐集清單。此外有 20 項物質自蒐集清單改列初步蒐集清單（詳見 4.4.1 節），故「109 年初步蒐集清單」共 397 項。

表 4.3-1 本計畫參考國內外法規列表

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/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/en/)
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) Contaminant Candidate List, CCL https://www.epa.gov/ccl
加拿大	Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Summary Table (2019) (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 (2015) (http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/legislation_en.html)
英國	http://www.legislation.gov.uk/wsi/2018/647/contents/made
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) Drinking Water Ordinance (https://www.bundesgesundheitsministerium.de/health/drinking-water-ordinance.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 2018) (https://www.nhmrc.gov.au/guidelines/publications/eh52)
日本	水道水質基準について (2020) (http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/kijunchi.html)
南韓	먹는물 수질 기준 Water quality Standard (http://www.easylaw.go.kr/CSP/CnpClsMain.laf?popMenu=ov&csmSeq=536&ccfNo=2&cciNo=1&cnpClsNo=1)
新加坡	Environmental Public Health (Quality of Piped Drinking Water) Regulations (2019)

¹WHO: 世界衛生組織 World Health Organization

表 4.3-2 109 年初步蒐集清單 397 項物質

主要	次要	數目	項目
適飲性參數		7	電導度、腐蝕性、土臭素/二甲基萘烷醇、二甲基異茨醇、口感、溫度、總有機碳、
生物性參數	—	24	軍團菌屬、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
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、二烴基錫、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	全氟壬酸、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	15	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)-呋喃酮(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

表 2.1-2 109 年初步蒐集清單 397 項物質（續）

主要	次要	數目	項目
有機化合物	農藥	28	殺蟲劑、大克蟎、普伏松、芬滅松、氯氟類、六氟鹽、聚乙醛、威百敏和代謝物(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
	農藥-除草劑	67	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)(MCPP)、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
	農藥-殺蟲劑	59	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、丁基滅必蝨、益達胺、賽果培、賽速安、可尼丁、亞滅培、滅賜克
	農藥-殺菌劑	25	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(million fibers per liter, MFL)、溴酸、溴化物、碘化物、過錳酸鉀、硫化物、硫化氫、氯化氰
	重金屬	10	碘、矽、鈉、鈳、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。

4.4 蒐集清單更新

4.4.1 蒐集清單物質改列初步蒐集清單

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」

「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，建議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。

4.4.2 109 年蒐集清單物質

表 4.4-1 109 年蒐集清單物質列表（63 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	對羟基苯甲酸乙酯	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-meta-toluamide, 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
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	Ketapofen	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

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 4.4-2 109 年蒐集清單物質列表（63 項）（續）

編號	中文	英文	CAS	公告分析方法	備註
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
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	鉍	Beryllium(Be)	7440-41-7	W303.51A M104.02C	105 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 4.4-2 109 年蒐集清單物質列表（63 項）（續）

編號	中文	英文	CAS	公告分析方法	備註
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	氧四環黴素	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	對羟基苯甲酸丙酯	Propylparaben	94-13-3	W545.50B ^a	101 年納入蒐集清單
41	對羟基苯甲酸丁酯	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	對羟基苯甲酸甲酯	Methylparaben	99-76-3	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 4.4-2 109 年蒐集清單物質列表（63 項）（續）

編號	中文	英文	CAS	公告分析方法	備註
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
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 ^c W545.50B ^c	107 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。

c.未正式列入該方法，可以參考該分析方法。

表 4.4-2 109 年蒐集清單物質列表（63 項）（續）

編號	中文	英文	CAS	公告分析方法	備註
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 ^c W545.50B ^c	107 年納入蒐集清單
63	鋰	lithium	7439-93-2	M104.02C	108 年納入蒐集清單

c.未正式列入該方法，可以參考該分析方法。

4.4.3 蒐集清單物質納入觀察清單評估

本計畫針對 52 項蒐集清單物質（扣除 7 項自觀察清單改列蒐集清單之物質及 4 項生物性參數）彙整四項參數評分資料於表 4.4-2，及健康危害分數參考依據（表 4.4-3）、近十年本土水質監測統計（表 4.4-4），模式評估結果均為考慮不納入(NL?)及不納入(NL)觀察清單。並提供資料予專家，於專家資訊會議中討論是否應納入觀察清單。經專家會議討論，考量蒐集清單物質初步毒理資料及水質資料顯示暫無物質須納入觀察清單。

4.4.4 蒐集清單物質之水質檢測資料彙整

目前最新之蒐集清單為 109 年蒐集清單(初稿)，總共包含 63 項物質，概分為生物性參數、一般有機化合物、醫療保健藥品、消毒藥劑及消毒副產物、農藥及重金屬。

本計畫初步更新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 4.4-4 及表 4.4-5。

本土淨水場的監測數據為「飲用水列管項目篩選作業流程」中評估蒐集清單物質是否應納進觀察清單主要評分參數「污染物出現普遍性」和「污染物出現濃度」評分的量化依據，沒有足夠代表性的本土淨水場的監測數據為現階段飲用水列管項目篩選作業的瓶頸。考量監測經費有限，故本計畫針對依據蒐集清單物質的健康危害程度、於本土淨水場清水中出現的情況以及本土淨水場清水監測數據量提出後續監測的優先順序。

表 4.4-2 蒐集清單物質篩選評分資料彙整

編號	物質名稱 中文	物質名稱 英文	健康危害 潛勢	健康危害 嚴重性	健康危害 參考資料	污染物出現 普遍性	污染物出現 濃度*	統計 樣品數	模式模擬 結果		國際列管情形
1	陶斯松	Chlorpyrifos	6	5	ATSDR	1	1	1422	1.146	NL	WHO、加拿大、紐西蘭、澳洲、新加坡、
2	福瑞松	Phorate	6	5	IREDD	1	1	1422	1.146	NL	加拿大
3	托福松	Terbufos	7	3	CCL3	4	4	1397	1.811	NL?	美國 CCL3、加拿大、澳洲
4	大滅松	Dimethoate	6	5	CCL3	1	1	1422	1.146	NL	WHO、美國 CCL3、加拿大、紐西蘭、新加坡、
5	加保利	Carbaryl	3	8	PCCL3	1	1	24	1.074	NL	加拿大、澳洲、南韓
6	賽滅寧	Cypermethrin	4	9	PCCL3	1	1	24	1.532	NL?	澳洲
7	芬殺松	Fenthion	6	3	—	1	1	33	0.712	NL	澳洲
8	百滅寧	Permethrin	4	8	CCL4	1	1	24	1.315	NL	美國 CCL4、澳洲、新加坡
9	甲基多保淨	Thiophanate-methyl	5	8	CCL4	1	1	28	1.556	NL?	美國 CCL4、澳洲
10	固殺草	Glufosinate-ammonium	6	3	—	1	6	28	1.562	NL?	無
11	鄰苯二甲酸 丁基苯甲酯	Butyl benzyl phthalate	4	3	PCCL3	7	6	751	1.776	NL?	日本關注
12	鄰苯二甲酸 二辛酯	Di-n-octylphthalate	3	6	ATSDR	2	7	739	1.776	NL?	無
13	辛基酚	p-tert-Octylphenol	4	7	—	10	3	135	2.482	NL?	無
14	待乙妥	N,N-Diethyl-meta-toluamide, DEET	3	7	ATSDR	10	3	21	2.241	NL?	無
15	乙醯胺酚	Acetaminophen	4	3	PCCL3	1	1	21	0.23	NL	無

表 4.4-2 蒐集清單物質篩選評分資料彙整（續）

編號	物質名稱 中文	物質名稱 英文	健康危害 潛勢	健康危害 嚴重性	健康危害 參考資料	污染物出現 普遍性	污染物出現 濃度*	統計 樣品數	模式模擬結 果		國際列管情形
16	1,2-二氯丙烷	1,2-Dichloropropane	4	8	USEPA 6 year review2	1	1	282	1.315	NL	WHO、美國、紐西 蘭、新加坡
17	1,1,2-三氯乙 烷	1,1,2-Trichloroethane	5	4	IRIS	1	1	21	0.688	NL	美國
18	1,2,3-三氯丙 烷	1,2,3-Trichloropropane	7	8	CCL4	1	1	21	2.038	NL?	美國 CCL4
19	1,2-二溴-3-氯 丙烷	1,2-Dibromo-3-chloropropane	6	7	ATSDR	1	1	21	1.58	NL?	WHO、美國、紐西 蘭、南韓、新加坡
20	六氯苯	Hexachlorobenzene	6	6	IRIS	1	1	33	1.363	NL	美國
21	六氯環戊二烯	Hexachlorocyclopentadiene	5	3	IRIS	1	1	33	0.471	NL	美國
22	鈹	Beryllium	6	5	IRIS	10	2	24	2.36	NL?	美國、澳洲
23	鈷	Cobalt	5	4	CCL4	10	3	18	2.072	NL?	美國 CCL4
24	氟甲喹	flumequine	5	6	—	1	1	—	1.122	NL	—
25	N-亞硝基吡咯 烷	N-nitrosopyrrolidine, NPYR	7	8	CCL4	1	1	6	2.038	NL?	美國 CCL4
26	嘉磷塞	Glyphosate	4	7	IRIS	1	1	498	1.098	NL	美國、加拿大、澳 洲
27	愛殺松	Ethion	6	5	PCCL3	1	1	7	1.146	NL	澳洲
28	馬拉松/馬拉 硫磷	Malathion / Maldison	4	3	PCCL3	1	1	12	0.23	NL	澳洲、加拿大
29	歐殺滅	Oxamyl / Vydate	3	3	IRIS	1	1	12	-0.011	NL	美國、澳洲
30	鈦	Titanium	—	—	—	10	6	17			—

表 4.4-2 蒐集清單物質篩選評分資料彙整（續）

編號	物質名稱 中文	物質名稱 英文	健康危害 潛勢	健康危害 嚴重性	健康危害 參考資料	污染物出現 普遍性	污染物出現 濃度*	統計 樣品數	國際列管情形
31	鋰	Lithium	—	—	—	10	8	18	—
32	對羥基苯甲酸甲酯	Methyl paraben	—	—	—	10	1	21	—
33	對羥基苯甲酸乙酯	Ethyl paraben	—	—	—	1	1	21	—
34	對羥基苯甲酸丙酯	Propylparaben	—	—	—	9	2	21	—
35	對羥基苯甲酸丁酯	Butylparaben	—	—	—	1	1	21	—
36	賓克隆	Pencycuron	—	—	—	1	1	19	—
37	萘普生/甲氧鈉丙酸	Naproxen / Misoprostol	—	—	—	1	1	21	—
38	非那雄胺	Finasteride	—	—	—	1	1	21	—
39	二苯基甲酮	Benzophenone	—	—	—	1	1	21	—
40	凱妥布洛芬/苯酮苯丙酸	Ketoprofen	—	—	—	1	1	21	—
41	四環黴素	Tetracycline	—	—	—	1	1	21	—
42	羥四環黴素	Oxytetracycline	—	—	—	1	1	21	—
43	氯四環黴素	Chlortetracycline	—	—	—	1	1	21	—
44	異丁苯丙酸/布洛芬	Ibuprofen	—	—	—	1	1	21	—
45	苯氧苯丙酸	Fenoprofen	—	—	—	1	1	21	—
46	胺基比林	Aminopyrine	—	—	—	1	1	21	—
47	羥苯甲酮	Oxybenzone	—	—	—	1	1	21	—
48	吲哚美辛	indomethacin	—	—	—	1	1	18	—
49	雙氯芬酸	diclofenac	—	—	—	1	1	18	—
50	磺胺甲噁唑	sulfamethoxazole	—	—	—	1	1	18	—
51	克拉黴素	clarithromycin	—	—	—	1	1	18	—
52	磺胺噻唑	sulfathiazole	—	—	—	1	1	18	—

表 4.4-3 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 4.4-3 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

表 4.4-4 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	鄰苯二甲酸丁酯苯甲酯	Diisobutyl phthalate (BBP)	68	ND~0.000002	1350	ND~0.00001	283	ND~0.00164	100-109 年	0.5
12	鄰苯二甲酸二辛酯	Dioctyl Phthalate (DOP)	50	ND	1350	ND~0.00472	283	ND~0.00177	102-109 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	33	ND-0.0004731	NA	NA	101、109 年	無
15	乙醯氨基酚 (俗稱:普拿疼)	Acetaminophen	21	ND	21	ND	NA	NA	101 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 4.4-4 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	鈹	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	193	ND~0.00000569	14	ND~0.0000066	106-109 年	無
26	嘉磷塞	Glyphosate	311	ND	548	ND~0.00042	4	ND	98-99,102,105,107-109 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	17	0.00032~0.00226	NA	NA	99-100 年	無
31	鋰	Lithium	12	0.00121-0.02044	12	0.00144-0.0191	NA	NA	108 年	無
32	對羥基苯甲酸甲酯	Methyl paraben	21	ND-0.0000158	21	ND-0.000004	NA	NA	101 年	無
33	對羥基苯甲酸乙酯	Ethyl paraben	21	ND-0.0000033	21	ND	NA	NA	101 年	無
34	對羥基苯甲酸丙酯	Propyl paraben	21	ND-0.0000222	21	ND-0.0000037	NA	NA	101 年	無
35	對羥基苯甲酸丁酯	Butyl paraben	21	ND	21	ND	NA	NA	101 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
41	四環黴素	Tetracycline	21	ND	21	ND	NA	NA	101 年	無

表 4.4-4 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		
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	1341	ND	283	ND	101-109 年	0.105
58	雙酚 A	Bisphenol A (BPA)	NA	NA	1349	ND	283	ND	101-109 年	0.1
59	鄰苯二甲酸二甲酯	Dimethyl phthalate(DMP)	NA	NA	1350	ND~0.00577	283	ND	101-109 年	無
60	隱孢子蟲	Cryptosporidium	240	0-16	254	0	NA	NA	103-106 年	無
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~	7	<1	102-105 年	不可檢 出
63	糞便性大腸桿菌群	Fecal coliform	NA	NA	460	ND~	7	<1	102-105 年	不可檢 出

表 4.4-5 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	Diocetyl 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

4.5 觀察清單物質更新

4.5.1 觀察清單物質之水質檢測資料彙整

本計畫彙整近十年觀察清單物質於淨水廠檢測之結果，如下：

一、氯苯

國際上管制飲用水中氯苯的國家包含美國、紐西蘭、加拿大，而澳洲、中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 0.01-0.3 mg/L 不等，其中紐西蘭的管制值與澳洲的指引值 0.01 mg/L 最為嚴格。

本計畫彙整 97-108 年飲用水中（清水及配水）氯苯檢測結果，共有 3048 筆檢測，並計算大於 0.01 mg/L 的樣品數及發生率（表 4.5-1）。已有足夠數據顯示氯苯於我國淨水場無顯著風險，建議可改列蒐集清單。

表 4.5-1 97-108 年飲用水中氯苯檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.01 mg/L 樣品數（比例）
97	29	0.00146	0 (0%)
98	61	(<0.000087)	0 (0%)
99	5	(<0.00025)	0 (0%)
100	205	(<0.00009)	0 (0%)
101	382	(<0.00009)	0 (0%)
102	438	(<0.00015)	0 (0%)
103	400	(<0.00012)	0 (0%)
104	432	(<0.00022)	0 (0%)
105	435	(<0.00022)	0 (0%)
106	567	(<0.00044)	0 (0%)
107	100	(<0.00013)	0 (0%)
108	50	(<0.00076)	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

二、苯乙烯

國際上管制飲用水中苯乙烯的國家包含美國、紐西蘭、新加坡，而 WHO、澳洲、日本、中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 0.004-0.1 mg/L 不等，其中紐西蘭的管制值與澳洲的指引值 0.004 mg/L 最為嚴格。

本計畫彙整 97-108 年飲用水中（清水及配水）苯乙烯檢測結果，共有 2975 筆檢測，並計算大於 0.004 mg/L 的樣品數及發生率（表 4.5-2）。已有足夠數據顯示苯乙烯於我國淨水場無顯著風險，建議可改列蒐集清單。

表 4.5-2 97-108 年飲用水中苯乙烯檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.004 mg/L 樣品數（比例）
97	26	0.00286	0 (0%)
98	61	(<0.001)	0 (0%)
99	5	(<0.00047)	0 (0%)
100	205	(<0.001)	0 (0%)
101	386	(<0.0005)	0 (0%)
102	438	(<0.00035)	0 (0%)
103	400	0.00057	0 (0%)
104	432	(<0.00023)	0 (0%)
105	335	(<0.00023)	0 (0%)
106	567	(<0.00039)	0 (0%)
107	100	(<0.0001)	0 (0%)
108	50	(<0.00071)	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

三、乙苯

國際上管制飲用水中乙苯的國家包含美國、紐西蘭、加拿大、新加坡、南韓，而 WHO、澳洲、中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 0.0016-0.7 mg/L 不等，其中加拿大針對適飲性建立之管制值 0.0016 mg/L 最為嚴格。

本計畫彙整 97-108 年飲用水中（清水及配水）乙苯檢測結果，共有 3201 筆檢測，並計算大於 0.0016 mg/L 的樣品數及發生率（表 4.5-3）。已有足夠數據顯示乙苯於我國淨水場無顯著風險，建議可改列蒐集清單。

表 4.5-3 97-108 年飲用水中乙苯檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.0016 mg/L 樣品數（比例）
97	5	—	0 (0%)
98	61	(<0.00008)	0 (0%)
99	58	(<0.001)	0 (0%)
100	183	(<0.00023)	0 (0%)
101	364	(<0.00048)	0 (0%)
102	438	(<0.00023)	0 (0%)
103	467	0.00028	0 (0%)
104	499	(<0.0002)	0 (0%)
105	435	0.00051	0 (0%)
106	567	(<0.00042)	0 (0%)
107	100	(<0.00011)	0 (0%)
108	50	(<0.00068)	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

四、1,1-二氯乙烷

目前國際上並未有國家管制飲用水中 1,1-二氯乙烷，或制定飲用水中的指引值，美國將 1,1-二氯乙烷納入污染物候選清單 4 (CCL4)，並計算其健康參考水準 (HRL) 0.00614 mg/L。本計畫彙整 97-108 年飲用水中（清水及配水）1,1-二氯乙烷檢測結果，共有 3206 筆檢測，並計算大於 0.00614 mg/L 的樣品數及發生率（表 4.5-4）。已有足夠數據顯示 1,1-二氯乙烷於我國淨水場無顯著風險，建議可改列蒐集清單。

表 4.5-4 97-108 年飲用水中 1,1-二氯乙烷檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.00614 mg/L 樣品數（比例）
97	29	(<0.00027)	0 (0%)
98	61	(<0.00007)	0 (0%)
99	25	(<0.001)	0 (0%)
100	205	(<0.00011)	0 (0%)
101	386	(<0.00011)	0 (0%)
102	438	0.00016	0 (0%)
103	467	(<0.00011)	0 (0%)
104	499	(<0.00026)	0 (0%)
105	435	(<0.00026)	0 (0%)
106	567	(<0.00047)	0 (0%)
107	100	(<0.00012)	0 (0%)
108	50	(<0.00074)	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

五、壬基酚

目前國際上僅有日本制定飲用水中壬基酚的指引值 0.3 mg/L，美國則是將壬基酚納入污染物候選清單 4 (CCL4)，並計算其健康參考水準(HRL) 0.105 mg/L。本計畫彙整 97-108 年飲用水中（清水及配水）壬基酚檢測結果，共有 3050 筆檢測，並計算大於 0.105 mg/L 的樣品數及發生率（表 4.5-5）。已有足夠數據顯示壬基酚於我國淨水場無顯著風險，建議可改列蒐集清單。

表 4.5-5 97-108 年飲用水中壬基酚檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.105 mg/L 樣品數（比例）
97	5	-	0 (0%)
98	61	0.000548	0 (0%)
99	38	0.000332	0 (0%)
100	25	0.000258	0 (0%)
101	32	0.0000812	0 (0%)
102	204	0.00024	0 (0%)
103	339	0.00324	0 (0%)
104	272	(<0.00305)	0 (0%)
105	435	(<0.02)	0 (0%)
106	839	(<0.00305)	0 (0%)
107	400	(<0.0012)	0 (0%)
108	400	(<0.00152)	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

六、雙酚 A

目前國際上僅有日本制定飲用水中雙酚 A 的指引值 0.1 mg/L，本計畫彙整 97-108 年飲用水中（清水及配水）雙酚 A 檢測結果，共有 2967 筆檢測，並計算大於 0.1 mg/L 的樣品數及發生率（表 4.5-6）。自 102 年起，連續 5 年每年至少有超過 200 筆檢測數據，106 年 839 筆資料中僅 1 筆資料測值偏高(0.001mg/L)，但仍低於國際指引 0.1mg/L。102-105 年度另累計 1,030 筆資料，皆低於 0.1mg/L，已有足夠數據顯示雙酚 A 於我國淨水場無顯著風險，建議可改列蒐集清單。

表 4.5-6 97-108 年飲用水中雙酚 A 檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.1 mg/L 樣品數（比例）
97	29	0.0000713	0 (0%)
98	61	0.000075	0 (0%)
99	39	0.00005	0 (0%)
100	25	0.0000032	0 (0%)
101	41	0.0000099	0 (0%)
102	203	0.00002	0 (0%)
103	328	0.00216	0 (0%)
104	267	(<0.00068)	0 (0%)
105	335	(<0.00054)	0 (0%)
106	839	0.001	0 (0%)
107	400	(<0.00149)	0 (0%)
108	400	(<0.00174)	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

七、鄰苯二甲酸二甲酯

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甲酯，或制訂指引值。本計畫參考美國消費品安全委員會針對鄰苯二甲酸二甲酯的毒性回顧(Toxicity review of dimethyl phthalate (DMP), 2010)，採用 Lehman (1955)利用小鼠進行動物實驗取得之讀理資料 NOAEL 1834 mg/kg/day；1000 的安全係數(美國健康參考水準計算公式)，依據衛生福利部國民健康署執行之「1993 - 1996 台灣國民營養健康狀況變遷調查結果」計畫調查 18 歲以上成人(男女各約 1500 人)平均體重約為 60 公斤，故本計畫健康參考水準之計算採用 60 公斤做為國人平均體重，並假設自飲用水中攝取量佔人體總攝取量的比例為 0.01，計算得到健康參考水準(HRL)為 0.55 mg/L。

本計畫彙整 100-109 年飲用水中（清水及配水）鄰苯二甲酸二甲酯檢測結果，共有 2842 筆檢測，並計算大於 0.55 mg/L 的樣品數及發生率（表 4.5-7）。已有足夠數據顯示鄰苯二甲酸二甲酯於我國淨水場無顯著風險，建議可改列蒐集清單。

表 4.5-7 100-109 年飲用水中鄰苯二甲酸二甲酯檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.55 mg/L 樣品數（比例）
100	12	0.0000078	0 (0%)
101	—	—	—
102	228	0.00274	0 (0%)
103	339	0.00232	0 (0%)
104	271	(<0.00278)	0 (0%)
105	353	(<0.005)	0 (0%)
106	839	0.0118	0 (0%)
107	400	0.00577	0 (0%)
108	400	(<0.00095)	0 (0%)
109	300	(<0.00058)	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

八、微囊藻毒-LR 型

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、中國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 97-109 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 4.5-8）。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 4.5-8 97-109 年飲用水中微囊藻毒-LR 型檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.0008 mg/L 樣品數（比例）
97	5	ND	0 (0%)
98	34	0.000129	0 (0%)
99	35	(<0.00001)	0 (0%)
100	25	0.0000088	0 (0%)
101	27	(<0.00015)	0 (0%)
102	30	(<0.0001)	0 (0%)
103	12	0.00005	0 (0%)
104	121	(<0.0001)	0 (0%)
105	42	(<0.00001)	0 (0%)
106	49	0.0002	0 (0%)
107	25	(<0.000001)	0 (0%)
108	27	(<0.00000026)	0 (0%)
109	20	0.000002267	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

九、甲醛

國際上管制飲用水中甲醛的國家包含日本、南韓、中國，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 97-109 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 4.5-9）。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 4.5-9 97-109 年飲用水中甲醛檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.08 mg/L 樣品數（比例）
97	29	0.04851	0 (0%)
98	31	0.0444	0 (0%)
99	5	0.02580	0 (0%)
100	5	0.0065	0 (0%)
101	5	(<0.00273)	0 (0%)
102	—	—	—
103	22	0.00968	0 (0%)
104	22	0.0258	0 (0%)
105	27	(<0.0159)	0 (0%)
106	205	(<0.00838)	0 (0%)
107	100	0.0323	0 (0%)
108	50	(<0.00725)	0 (0%)
109	50	(<0.0286)	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

十、鉍

目前國際上僅有美國管制飲用水中的鉍應低於 0.002 mg/L，而中國則是制定無法律強制性的指引值 0.0001 mg/L。

本計畫彙整近 97-109 年飲用水中（清水及配水）鉍檢測結果，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 4.5-10）。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%，建議持續監測，累積本土檢測資料，了解鉍於我國淨水場的健康風險。

表 4.5-10 97-109 年飲用水中鉍檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.002 mg/L 樣品數（比例）
100	400	0.00049	0 (0%)
101	23	0.00003	0 (0%)
102	22	0.00001	0 (0%)
103	22	0.00003	0 (0%)
104	22	0.00003	0 (0%)
105	22	0.00005	0 (0%)
106	221	0.002	2 (0.9%)
107	200	0.0001	0 (0%)
108	201	0.00034	0 (0%)
109	200	0.00014	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

十一、鄰苯二甲酸二丁酯

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，日本及中國則是制訂指引值 0.01 及 0.003 mg/L。

本計畫彙整 97-109 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 4.5-11）。自 102 年起，連續 5 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 0.55 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 4.5-11 97-109 年飲用水中鄰苯二甲酸二丁酯檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.01 mg/L 樣品數（比例）
100	12	(<0.0000004)	0 (0%)
102	228	0.00174	0 (0%)
103	327	0.00305	0 (0%)
104	283	0.02440	2 (0.7%)
105	365	0.0154	1 (0.3%)
106	839	0.0127	6 (0.7%)
107	400	0.00902	0 (0%)
108	402	(<0.00172)	0 (0%)
109	300	(<0.004)	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

十二、1,2-二溴乙烷

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 97-109 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 4.5-12），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 4.5-12 97-109 年飲用水中 1,2-二溴乙烷檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.00005 mg/L 樣品數（比例）
100	178	(<0.00024)	—
101	359	(<0.00024)	—
102	350	(<0.00024)	—
103	370	(<0.00024)	—
104	482	0.0033	2 (0.4%)
105	375	(<0.0003)	—
106	463	(<0.00043)	—
109	50	(<0.00005)	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

十三、碲

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 97-109 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 4.5-13）。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 4.5-13 97-109 年飲用水中碲檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.175 mg/L 樣品數（比例）
100	17	0.00001	0 (0%)
106	20	(<0.0004)	0 (0 %)
109	200	(<0.0001)	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

十四、硼

國際上管制飲用水中硼的國家包含歐盟、加拿大、紐西蘭、新加坡、南韓，而 WHO、澳洲、中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 0.5-5 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 97-109 年飲用水中（清水及配水）硼檢測結果，並計算大於 1 mg/L 的樣品數及發生率（表 4.5-14）。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，今年度抽驗結果則是均低於 1 mg/L。建議應持續監測累積本土水質資料，以有效評估硼於我國淨水場中之健康風險。

表 4.5-14 97-109 年飲用水中硼檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>1 mg/L 樣品數（比例）
105	18	0.04445	0 (0%)
107	200	1.22	6 (3%)
108	200	0.49	0 (0%)
109	200	1.22	5 (2.5%)

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

十五、N-亞硝二甲胺

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 97-109 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 4.5-15）。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 4.5-15 97-109 年飲用水中 N-亞硝二甲胺檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.00004 mg/L 樣品數（比例）
104	16	(<0.0005)	—
105	10	(<0.005)	—
106	132	0.00000157	0 (0%)
107	101	(<0.000006)	0 (0%)
108	50	0.00001623	0 (0%)
109	50	0.00002056	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

十六、N-亞硝二乙胺

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 97-109 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 4.5-16）。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 4.5-16 97-109 年飲用水中 N-亞硝二乙胺檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.0000002 mg/L 樣品數（比例）
106	18	0.00000567	1 (5.6%)
107	101	0.00000454	1 (0.99 %)
108	50	0.00001964	2 (4 %)
109	50	0.00002142	2 (4 %)

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

十七、全氟辛烷酸

目前國際上並未有國家管制飲用水中的全氟辛烷酸，或制定飲用水中的指引值，僅有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。本計畫彙整 97-109 年飲用水中（清水及配水）全氟辛烷酸檢測結果，並計算大於 0.00007 mg/L 的樣品數及發生率（表 4.5-17）。105 年、106 年及今年度抽驗檢測結果都小於 0.00007 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 4.5-17 97-109 年飲用水中全氟辛烷酸檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.00007 mg/L 樣品數（比例）
105	18	0.0000309	0 (0%)
106	65	0.0000244	0 (0%)
108	50	0.000013	0 (0%)
109	50	0.000289	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

十八、全氟辛烷磺酸

目前國際上僅澳洲提出飲用水中的全氟辛烷磺酸的指引值（與 PFHxS 合計應小於 0.00007 mg/L）。本計畫彙整近 97-109 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 0.00007 mg/L 的樣品數及發生率（表 4.5-18）。105 年、106 年及今年度抽驗結果僅有 1 筆超過 0.00007 mg/L，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 4.5-18 97-109 年飲用水中全氟辛烷磺酸檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.00007 mg/L 樣品數（比例）
105	18	(<0.000007)	0 (0%)
106	60	0.0000484	0 (0%)
108	50	0.000087	1 (2%)
109	50	0.000194	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

十九、鎘

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，僅有美國將鎘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 97-109 年飲用水中（清水及配水）鎘檢測結果，並計算大於 0.000744 mg/L 的樣品數及發生率（表 4.5-19）。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，以有效評估鎘於我國淨水場中之健康風險。

表 4.5-19 97-109 年飲用水中鎘檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	>0.000744 mg/L 樣品數（比例）
100	17	0.00004	0 (0%)
106	201	0.00074	0 (0%)
107	200	0.00109	1 (0.5 %)
108	201	0.00168	4 (2%)
109	200	0.0358	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

二十、鎘

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 97-109 年飲用水中（清水及配水）鎘檢測結果（表 4.5-20）。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 4.5-20 97-109 年飲用水中鎘檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值
100	400	0.00061
101	22	0.0001
102	22	0.0001
103	22	0.00012
104	22	0.00004
105	22	0.0001
106	201	0.00014
107	201	0.00017
108	201	0.00013
109	200	0.00010

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

4.5.2 觀察清單物質改列蒐集清單

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，經專家會議討論決定是否納入候選清單或保留於觀察清單。然部分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，經 108 年環保署計畫專家諮詢會議討論，決議應將這類物質改列蒐集清單，將檢測能量做較合理的運用。因此本計畫建議針對現階段觀察清單物質，若一物質已連續進行超過 6 年監測，且平均每年超過 200 筆檢測值，檢測值均未超過國際管制標準最小值，則建議改列蒐集清單，經第二次專家會議討論通過。

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）建議改列蒐集清單。109 年觀察清單物質共 13 項，詳列於表 4.5-21。其中壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯雖改列蒐集清單，但考量與其他環境賀爾蒙分析方法一致，一併分析並不會增加過多成本，雖改列蒐集清單，仍將於環保署計畫中規劃與其他環境賀爾蒙物質一併抽驗。後續新增的觀察清單物質，建議於完成一年的監測計畫後，併同歷史檢測結果評估納入候選清單、或保留於觀察清單、或改列蒐集清單，以將檢測能量做較合理的運用。

4.5.3 109 年觀察清單物質

表 4.5-21 109 年觀察清單物質列表(13 項)

污染物名稱	英文	CAS 編號	公告分析方法	備註
微囊藻毒-LR 型	Microcystin-LR	101043-37-2	NIEA W539.50B	103 年納入觀察清單
1,2-二溴乙烷	1,2-Dibromoethane	106-93-4	NIEA W785.56B	105 年納入觀察清單 104 年納入蒐集清單
碲	Tellurium (Te)	13494-80-9	NIEA W311.53C	105 年納入觀察清單
全氟辛烷磺酸	Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS)	1763-23-1	NIEA W542.50B	106 年納入觀察清單 105 年納入蒐集清單
全氟辛烷酸 (全 氟辛酸)	Perfluorooctanoic acid (PFOA)	335-67-1	NIEA W542.50B	106 年納入觀察清單 105 年納入蒐集清單
甲醛	Formaldehyde	50-00-0	NIEA 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	NIEA W313.53B	105 年納入觀察清單
硼	Boron(B)	7440-42-8	NIEA W311.53C	106 年納入觀察清單 105 年納入蒐集清單
鎵	Gallium (Ga)	7440-55-3	NIEA W313.53B	103 年納入觀察清單
鍺	Germanium (Ge)	7440-56-4	NIEA W313.53B	103 年納入觀察清單
鄰苯二甲酸二丁 酯	Dibutyl phthalate (DBP)	84-74-2	NIEA W801.54B	106 年納入觀察清單

4.5.4 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。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。經專家會議討論，110 年優先針對 PFOA、PFOS、微囊藻毒 LR 型、銻、碲、硼進行監測。

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 4.5-22）。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 4.5-22 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	

4.6 候選清單更新

109 年候選清單物質列表詳見表 4.6-1，目前候選清單中僅有鄰苯二甲酸二(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」中被納入觀察清單，持續監測 DEHP 於我國淨水廠清水中的濃度，環檢所針對 DEHP 已有公告分析方法 NIEA W801.54B 可分析。

，進一步評估列入飲用水水質標準的必要性。

考量環保署計畫於 108-109 年 DEHP 進行共 702 處次淨水場清水/配水樣品抽驗，結果均低於定量極限或未檢出，故將鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯保留於候選清單，暫無須納入飲用水水質標準管制。

表 4.6-1 109 年候選清單物質列表(1 項)

污染物名稱	英文	CAS 編號	公告分析方法	備註
鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯	di(2-ethylhexyl)phthalate, DEHP	117-81-7	NIEA W801.54B	103 年納入觀察清單 106 年納入候選清單

表 4.6-2 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)本土飲用水檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值	大於美國管制值發生率%	備註
97	5	(<0.0006) ^a	0	美國飲用水標準: 0.006 mg/L 新加坡飲用水標準: 0.008 mg/L WHO 飲用水指引值: 0.008 mg/L 紐西蘭飲用水標準: 0.009 mg/L 澳洲飲用水指引值: 0.01 mg/L 日本飲用水目標值: 0.08 mg/L
98	5	(<0.0006) ^a	0	
99	5	(<0.0006) ^a	0	
100	17	(<0.005) ^a	0	
101	28	0.0059	0	
102	94	0.0072	1.1% (1 個樣品)	
103	114	0.0124	1.8% (2 個樣品)	
104	321	0.009	1.2% (4 個樣品)	
105	353	0.0103	1.1% (4 個樣品)	
106	400	0.0086	0.25% (1 個樣品)	
107	400	0.011	1% (4 個樣品)	
108	402	(<0.00171) ^a	0	
109	300	(<0.004) ^a	0	

^a 檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限或定量極限表示

^b 單位: mg/L

第五章 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。

根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，依據計畫目標，本年度預定為未列管藥物和個人保健用品民生用品等，決定 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北、中、南地區或離島選擇至少 6 個代表性淨水場進行採樣分析，每一處淨水場包含原水及清水各 1 個水樣，其中 2 處淨水場加做流程水樣 2 個，頻率至少 3 次，根據採樣分析結果評估飲用水水源與水質中有機物、農藥、環境荷爾蒙、日常生活用品、金屬與消毒副產物等之新興污染物之流佈；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。

5.1 文獻回顧

5.1.1 人體用藥及個人保健用品及民生消費品所衍生之新興污染物（PPCPs）

人體健康用藥和個人保健用品（PPCPs）包括廣泛的化學品和化合物，在廣義上包括有動物用藥、人類藥物（包含處方類和非處方類藥物及生物製劑）、荷爾蒙、保健品、消費品如防曬霜，乳液，清潔產品，驅蟲劑，香水和化妝品、相關消毒劑，以及其他在生產製造中添加的相關成分等，如賦型劑、防腐劑等。這些化合物在製造和使用過程中，流布至我們的水環境甚至於飲用水供應系統。只要人類持續使用 PPCPs，這些污染物很可能已經存在於水中，特別是因為許多藥物沒有完全被人體吸收，而排泄到廢水和地表水。或經由多種途徑(如下列情況)，PPCPs 也可以釋放至供水系統中：

- 一、經由生活污水(如使用個人衛生用品、家用清潔劑和民生消費品之沖洗)或醫院廢水進入水體環境。
- 二、未使用的藥物、保健品等被傾倒在廁所（馬桶）或倒入水槽。
- 三、畜牧業之動物排泄荷爾蒙和抗生素，因而流入湖泊或溪流。
- 四、製造或商業運作不當處理此類化合物。

5.1.2 藥物使用及其環境水體流佈情形

醫藥於環境中之殘留始於 1977 年 Hignite 與 Azarnoff 的報導，但是真正獲得學界重視而開始系統性的研究則至 1990 年代才開始 (Zuccato et al., 2006)。近年來，這些藥物存在環境水體的報導日漸增多，除了歐洲為主之外，北美與其他國家亦展開相關研究 (Castiglioni et al., 2006; Zuccato et al., 2006)。過去 30 年來，人們對於 PPCPs 在環境中的安全性議題持續增加，這些藥物殘留最令人擔心的，莫過於抗生素所可能引致的細菌抗藥性 (de Alda et al., 2003)，例如超級細菌的產生，或是如 MRSA (methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*) 這類可以抵抗多數抗生素的細菌。抗生素除了用於治療人類傳染病之外，亦被大量用於禽畜及養殖業的疾病治療、預防，甚至做為生長促進劑等 (Pomati et al., 2006)。有許多抗生素並未被完全代謝，有些經 phase II 代謝產生的接合物 (conjugate)，於環境中或廢水處理過程可被微生物分解回原來具有生物活性的本體，對微生物生態產生影響 (Heberer, 2002)。

PPCPs 可根據其性質和使用目的分為多類，藥物通常包括抗生素、荷爾蒙、止痛藥、消炎藥、血脂調節藥物、貝他受體阻滯劑(β -blockers)、和抑制細胞生長的藥物；個人照護用品(PCPs)包括防腐劑、殺菌劑/消毒劑、驅蟲劑、香氛物和防曬劑。迄今為止已有 3000 種以上的 PPCPs 用於人類和動物的醫療及提升其生活水準。抗生素常用於保護人類及動物免於遭受細菌引起的疾病和感染的藥物，估計全球抗生素消費量增加 67%(Boeckel et al., 2015)，其中貝他內醯胺類 (β -lactam, 包含盤尼西林 (penicillins) 與頭芽胞菌素 (cephalosporins)) 用量最大，不只使用在人類上，用途亦包含畜牧畜產業 (Alder et al., 2001; Miao et al., 2004)。因 β -lactam 環狀結構並不穩定，極易水解，其於環境中的半衰期僅為數小時至數天 (Hirsch et al., 1999; Alder et al., 2001; Cahill et al., 2004; Miao et al., 2004; Kummerer et al., 2005)，於環境水體中濃度極低 (數個 ng/L)，甚至低於偵測極限 (Hirsch et al., 1999; Castiglioni et al., 2006; Zuccato et al., 2006)。氟化奎林酮類 (fluoroquinolone, FQ) 為人工合成的抗生素，不論是革蘭氏 (Gram) 陽性或陰性菌皆有效果，在人類用抗生素中占重要地位，亦有少部分用於畜產 (Alder et al., 2001)。以瑞士為例，FQ 的用量約為抗生素總用量的 15%，其中以 ciprofloxacin 和 norfloxacin 為主，其他種類之 FQ 僅佔極少數 (Golet et al., 2001; Gobel et al., 2004)。磺胺類 (sulfonamides) 抗生素可干擾細菌葉酸 (folic acid) 之合成，達到抑菌 (bacteriostatic) 的效果；目前大多與 trimethoprim 合併使用以減少抗藥性並增強效果 (Alder et al., 2001; Gobel et al., 2004)。人類用磺胺類以 sulfamethoxazole 為主，畜產則大多使用 sulfamethazine (Alder et al., 2001)。四環素 (tetracyclines) 自 1984 年發展以來已有八種，現今主要用於畜產及漁業 (Miao et al., 2004)。

人類及畜牧業所使用的抗生素可能經由廢水處理廠 (wastewater treatment plant, WWTP)、農業逕流排放或直接由家戶進入環境水體；過期藥品若不當處置，亦會進入環境。廢水污泥或動物排泄物若用做肥料，其中所含的抗生素可能污染當地的地下水、河川等。用於魚類養殖的抗生素大多可能未經魚體吸收而隨著排放水進入廢水處理廠或直接進入河川。在一些抗生素中，sulfamethoxazole, ciprofloxacin, azithromycin, 及 tylosin 是污水處理廠放流水常偵測到的物種 (Huang et al., 2011)，且如四環黴素在進流水及放流水中皆測得高持久性，顯示污水處理廠的去除效率低，對於鎮痛解熱劑等藥物 (如 acetaminophen, diclofenac, ibuprofen, 及 naproxen 等)

的處理效果則約為 40%~80%(Kasprzyk-Hordern et al., 2008; Kasprzyk-Hordern et al., 2009; Jelić et al., 2011; Carmona et al., 2014; Fernández-López et al., 2016; Papageorgiou et al., 2016)。因此，抗生素用量、穩定性、生物體代謝率、廢水是否經過處理以及處理流程去除抗生素的效果等為影響環境負荷的主要因素。

PPCPs 可能存在於地表水、地下水、飲用水或污水中，存在濃度為 ppt (ng/L)~ppb($\mu\text{g/L}$)，傳統廢水處理廠對於 PPCPs 的效率不高，因廢水處理廠常用的活性污泥處理系統，是為去除有機物(如 BOD)而設計。一般而言，二級廢水處理可去除 70~90%的 β -lactams (Kummerer, 2001); FQ 的去除率約為 70~80% (Alder et al., 2001; Kummerer, 2001)；四環素類的去除效果約為 60% (Lindberg et al., 2005)。因 FQ 的去除大多僅為吸附而非真正降解，所以活性污泥中發現的抗生素以 FQ 為主(Kummerer, 2001; Lindberg et al., 2005)。另一方面，macrolides 的去除率並不佳 (Castiglioni et al., 2006)；sulfamethoxazole 與 trimethoprim 亦能抵擋廢水處理流程而大多進入水體 (Lindberg et al., 2005)。排放廢水中常被偵測到的抗生素為 ciprofloxacin, norfloxacin, ofloxacin (此三者屬 FQ)，紅黴素的水解產物 (erythromycin-H₂O，已無生物活性)，clarithromycin, roxithromycin (此三者屬 macrolides)，以及 sulfamethoxazole 與 trimethoprim 等，濃度大多介於數十至數百 ng/L (Gobel et al., 2004; Miao et al., 2004; Lindberg et al., 2005; Nakata et al., 2005; Castiglioni et al., 2006)；至於四環素與盤尼西林則通常低於偵測極限(50 及 20 ng/L) (Hirsch et al., 1999)。醫院廢水中抗生素含量的調查較少，不過似乎遠高於一般污水處理廠的排放水，偵測到的抗生素濃度從數百 ng/L 至高達上百 $\mu\text{g/L}$ (Lindberg et al., 2004)。此外，Westerhoff 等 (2005)針對 trimethoprim 和 sulfamethoxazole 於淨水流程進行去除效率的調查，雖然混凝的去除效果並不好，但是加氯或臭氧處理等步驟則能幾乎完全移除兩者。

表面水體因有來自於畜產及養殖業使用之抗生素，其物種及濃度有別於處理廠放流水。例如極少出現於處理廠放流水的 sulfamethazine 則常見於表面水 (Alder et al., 2001)；lincomycin 於河水和放流水之濃度近似 (Zuccato et al., 2006)。Trimethoprim 和 sulfamethoxazole 為表面水體最常出現者 (Cahill et al., 2004)。大致上河水中抗生素濃度低於廢水放流水，中位數為數個至數十 ng/L (Cahill et al., 2004; Debska et al., 2004; Zuccato et al., 2006)。

現有報導顯示抗生素在歐洲及北美地區水體中的濃度介於 ng/L 至低 $\mu\text{g/L}$ ，雖然對人類而言，構成健康危害的可能性不大，但是因水中微生物長期持續地接觸抗生素，不能完全排除對微生物潛在的影響 (Prat et al., 2004)。關於 PPCPs 在水生環境的影響，已經開始進行廣泛的探討，然而對於其代謝產物、副產物、降解產物的資料仍相當有限，例如 Kumpel 等學者 (2001)即呼籲應當重視表面水體中抗生素慢性暴露對細菌的毒性，而非急毒性。現有對此議題的研究仍不多，而且論點並不一致。Pomati 等人 (2006)以混有 13 種藥物（其中含有四種抗生素）、濃度僅為 ng/L 測試對人類胚胎細胞的影響，發現該細胞的型態及生理皆受到影響，且細胞複製亦被抑制。有些研究亦認為現有醫院或廢水處理廠放流水對於細菌生長產生選擇性的壓力 (selection pressure)，對於廢水處理廠中生物處理也有所影響 (Al-Ahmad et al., 1999; Kummerer and Henninger, 2003)。Hartmann 與其同僚 (1998)的研究顯示，醫院廢水短期暴露即可能對細菌產生致突變性，其中以 FQ 類的抗生素效應最大（尤其是 ciprofloxacin）；美國有些河川已發現對於磺胺類與 trimethoprim 具抗藥性的細菌，而長期持續地暴露抗生素可能將使這些細菌在生態上佔了上風而繼續保有其抗藥性 (Lindberg et al., 2005)。另一方面，亦有學者認為現有水體中抗生素濃度威脅不大。Nakata 等人 (2005)的調查顯示，ofloxacin 現有表面水中濃度比對環境中細菌產生效應的 50%濃度 (EC50) 低了 1-2 order of magnitude，不過該研究則指出使用污泥當作肥料的農地應進一步觀察其對土壤微生物的影響；Miao 等人 (2004)測量加拿大八個污水處理廠，因放流水中各抗生素單一濃度皆低於 $1 \mu\text{g/L}$ ，認為應不至於影響水中生物的生存生長。

5.1.3 個人保健用品

「個人保健用品」(personal care products, PCPs) 為日常生活中民眾基於健康照顧、提神、美容或殺菌等原因而使用之個人或居家產品 (Daughton and Ternes, 1999)。這些產品可分為兩大類：一類為「個人保健藥品」，主要是舒緩疾病症狀之用，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。另一大類產品則是「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。

個人保健品主要是人為製造出來的化學物品直接被消費者使用，並且主要施用於人體上。PCPs 中所含的活性成份（active ingredients）具有刺激人體神經系統以及殺蟲、殺菌等能力，是發展這類產品中最重要的賣點。但於使用後，所殘留的 PCPs 會經由不同管道釋放至環境介質中，其中又以進入水循環為主要途徑。例如服用個人保健用藥之後，部份原始成份或是轉化過後產物會隨著尿液排出，進入污水系統；有些產品也可能因為過期棄置而被丟入垃圾場處理，經過滲流水等進入環境。目前文獻上有關環境中的研究結果指出，表面水體常可偵測到 PCPs 藥物的存在，濃度幾乎可達到 $\mu\text{g/L}$ 的層級之間 (Ashton et al., 2004; Glassmeyer et al., 2005; Vieno et al., 2005; Gros et al., 2006)；法國的飲用水分析結果顯示，水中可發現幾種常見的個人保健藥品的存在，包括 acetaminophen、diclofenac、ibuprofen、ketoprofen 等，以 acetaminophen 測得濃度最高，為 210 ng/L (Togola and Budzinski, 2008)。國際性毒理學評估研究-多中心細胞毒性試驗評估 (Multicenter Evaluation of In Vitro Cytotoxicity Tests, MEIC) 藉由體內與體外試驗來評估一系列化學物質對人體毒性，雖然可以觀察到結果很有限，但是在所選出的 50 種化學物質中，至少有 18 種是藥物，足已可見 PCPs 所被廣為使用的程度。

急毒性是探討 PCPs 對非目標生物可能的生態毒性方式之一，但是急毒性容易被發現，因此慢性毒性即成為主要的考量 (Daughton and Ternes, 1999)。PCPs 所誘發出的影響在自然界中很難被發現，因此對於任何一種非目標生物而言，目前完全缺乏探討 PCPs 對其生命週期影響的研究。PCPs 可能以原始型態、代謝物或其他降解等形式存在，成為環境中生物體長期暴露的因子。原先毒性較低或無毒性的鏈結物也可能經由酵素或水解轉化成具有生物活性的物質。降解之產物甚至可能比原物質具有更高的生物活性，對生物體影響更大。儘管部分 PCPs 化合物半衰期並不長，但因其在水環境中持續存在，造成水生生物的長期暴露，因此對生物體的影響非短時間可以評估 (Daughton and Ternes, 1999)。Kurelec (1993) 提出基因毒性疾病症狀 (genotoxic disease syndrome, GDS) 的概念，將水生環境的非顯著性變化加以具體化；GDS 被認為是由廣泛且逐漸的累積毒性暴露劑量，並非是由單一毒性暴露所造成。這些累積的影響在酵素系統、蛋白質表現、代謝與細胞毒性修復中發生，可能會導致健康損傷、組織或器官逐漸退化或萎縮、生長減少、加速老化、免疫系統損傷、生殖系統損傷、較高疾病發生率與適應力或生存能力受損。

雙氯芬酸 (diclofenac、) 布洛芬 (ibuprofen)、阿斯匹靈 (acetylsalicylic acid) 及凱妥布洛芬 (ketoprofen) 是最早在污水及河水中被檢測出來的鎮痛解熱劑成分 (Stumpf et al., 1996)。英國 River Taff 及 River Ely 兩條河川的兩個採樣點連續採樣檢出 diclofenac、ibuprofen、naproxen 的比率皆高於 90%，濃度為 12-59 ng/L 之間 (Kasprzyk-Hordern et al., 2009)。Diclofenac 與 acetaminophen 在法國 Herault 水域濃度介於 1.36-72.3 ng/L (Togola and Budzinski, 2008)。由污水處理的移除效果顯示，大多數的化合物在放流水中存在的平均濃度低於進流水。Stan 和 Heberer (1997) 的研究顯示污水處理設備對阿斯匹靈水溶性代謝物—水楊酸有較好的移除效率。另外，研究也顯示水中存在濃度偏高的 ibuprofen 可經由污水處理流程中的生物降解作用移除，移除效果達 99% 以上 (Onesios et al., 2009)。

三氯沙 (triclosan) 具有抗菌的效能，通常以 0.01%-0.3% (w/w) 的濃度用於醫療保健產品，被廣泛使用在牙膏、漱口水、洗手乳、化妝品、除臭劑等日用品以及塑膠產品當中。由於 triclosan 對微生物分解具有抵抗性，因此容易在飲用水中發現。解離的三氯沙在陽光下易被分解，未解離的三氯沙及甲基三氯沙則不易被陽光分解而進入環境水體中。Okumura 與 Nishikawa 等人 (1996) 發現水中三氯沙濃度介於 0.05-0.15 µg/L 之間。英國 River Taff 及 River Ely 兩條河川檢出濃度為 5-13 ng/L 之間 (Kasprzyk-Hordern et al., 2009)。

防曬劑的成份 oxybenzone 於美國廢水處理廠進流水中檢驗中位數為 1870 ng/L (Oppenheimer et al., 2007)；於英國 River Taff 及 River Ely 流域旁的污水處理廠進流水資料顯示，oxybenzone 平均濃度分別為 638 ng/L 及 1195 ng/L；放流水中平均濃度則為 231 ng/L 及 22 ng/L，而河川水體的檢出平均濃度則為 9-10 ng/L。Kasprzyk-Hordern 等人 (2009) 研究顯示污水處理場對於 oxybenzone 有相當不錯的移除效率 75-95%。防曬劑具有相當高的脂溶性，在魚類之生物濃縮因子約為 5,200。Nagtegaal 等 (1997) 研究發現在德國湖水中有防曬乳存在，於鳥類體內六種防曬乳成份含量可達 2.0 mg/kg-lipid，在蟑螂身上則有 0.50 mg/kg-lipid。

待乙妥 (N,N-Diethyl-meta-toluamine, DEET) 是重要的驅蟲劑成分，且在環境水體中具持久性。在日本 Tone river 中主流檢測出平均濃度為 18 ng/L，支流為 16 ng/L，河川附近污水處理場放流水平均濃度為 69 ng/L (Nakada et al., 2007)。且在冬

季時，因驅蟲劑使用量減少而環境中 DEET 的濃度也明顯降低(Sui et al., 2010, Wang et al., 2014)，而活性碳處理之去除率約為 52% (Westerhoff et al., 2005)。

Paraben 是最廣為使用在藥品及化妝品添加之防腐劑，英國 River Taff 流域的河川水體可檢測到 methyl paraben 的存在，平均檢出濃度大約在 17-46 ng/L (Kasprzyk-Hordern et al., 2009)。西班牙西北方的加里西亞附近的河川水體也有類似的檢出結果，檢出濃度約為 7.5-37 ng/L (Blanco et al., 2009)。由於 paraben 在好氧環境中易被生物分解，且可在活性污泥中有效去除，如 Methyl paraben 以及 butyl paraben 在污水處理場中的移除效率接近 100% (Kasprzyk-Hordern et al., 2009)。

由於人體用藥及個人保健用品的使用頻率如此之高，化合物種類繁多，這些產品經由不同途徑進入環境介質，充斥在各種自然與生活環境當中，其所產生之影響不容忽視，因此應盡快建立這些成份的環境流佈基礎資料，以利相關政策的執行與推動。

Mompelat 整理了德國、義大利、加拿大、法國、芬蘭及美國的水庫、清水、自來水中，90 種 PPCPs 的出現率(Mompelat et al., 2009)，其中檢出 bezafibrate, clofibric acid, diclofenac, gemfibrozil, ibuprofen, 及三氯沙，濃度為 2.5-734 ng/L。Vulliet et al. (2011)在飲用水中發現 25 種 PPCPs，且水楊酸是最常被檢出的。Carmona et al. (2014)則報導在西班牙瓦倫西亞的自來水及礦泉水中可檢出低濃度的 PPCPs(<100 ng/L)，parabens 則在淨水場濃度相對高，自來水中則以 naproxen 及水楊酸較常被檢出，但 diclofenac, PrP, 及 ibuprofen 的濃度則較高(1-39 ng/L)；礦泉水中檢出對羟基苯甲酸甲酯(methylparaben)。

5.1.4 民生消費品

在過去的 15 年左右，科學家們發現環境中幾乎所有地方都有微量的全氟化物 (PFCs)，雖在全球的人和動物中發現的含量很低。全氟碳化物為人工合成化學物質，是指在一個烷類的有機物上，以氟取代多數或全數的氫，常用於耐熱、防污、防油、防水等材質，常見用途為不沾鍋、耐污纖維和地毯、滅火泡沫的成分，在工業上也常用於包裝塗料、牛奶紙盒、化妝品添加劑及個人照護產品(PCPs)。全氟化物可分為長鏈、短鏈和揮發性，包括全氟辛烷磺酸(PFOS)和全氟辛烷酸(PFOA)，這些全氟化物流布在環境中因不易受陽光分解，微生物降解也很緩慢，因而容易存

在環境中多年，也容易累積在動物的活體器官脂肪組織，且可能對免疫系統產生不良影響。近年來在美國也曾發生全氟化物污染事件，2016 年美國紐約州境內小鎮 Hoosick Falls 的公共供水系統及私人飲用水井驗出含量超過美國環保署健康建議值(70 ng/L)的 PFOA，為保護當地居民健康，政府要求當地居民避免飲用自來水或用於烹煮食物，並在超市提供免費瓶裝水，至 2016 年 3 月底此污染危機事件才解除。

近年來各國持續關注水體環境中的 PFCs 濃度，全球的地表水中皆能觀察到 PFCs 存在(Mclachlan M.S. et al., 2007; Xie Z. et al., 2015)，而 PFOA 和 PFOS 為地表水中最常被檢測出且濃度也最高的全氟化物，在河流中濃度甚至可達數百 ng/L，過去的研究顯示全氟化物與人口密度密切相關，且受到城市活動的影響(Müller C.E. et al., 2011; Xiao F. et al., 2012)。因此 21 世紀初，美國、歐洲和日本的 PFCs 主要製造商大多加入由美國環保署協調的行動，自願停止生產長鏈狀 PFCs，目標在 2010 年減產 95%，2015 年停產其餘 5%，某些未參與這項自願計畫的公司仍持續生產、進口並使用長鏈 PFCs。越來越多的企業因停止使用長鏈 PFCs 而改用危害性較低的替代產品，例如短鏈 PFCs，短鏈的全氟化物對人體危害較少，但這些替代物依然會留在環境中，且可能因效用較弱，需要更大的使用量才能達到相同的功效，目前在市場上，短鏈 PFCs 用於加工製造的家具地毯、紙張添加劑等各式產品，但關於其化學結構、毒性、生物影響、環境流布等資訊仍相當缺乏。

我國環保署 2010-2013 年於「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」中針對部分淨水場原水與清水中之全氟辛烷磺酸 (PFOS)、全氟辛烷酸 (PFOA)、布洛芬(ibuprofen)、乙醯胺酚 (acetaminophen)、凱妥布洛芬 (ketoprofen)、萘普生 (naproxen)、非諾布洛芬 (fenoprofen)、氨基比林 (aminopyrine)、四環黴素 (tetracycline)、羟四環黴素 (oxytetracycline)、氯四環黴素 (chlorotetracycline)、非那雄胺 (finasteride)、二苯甲酮 (oxybenzone)、羥苯甲酮 (benzophenone)、DEET、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)、吐納麝香、佳樂麝香等分布情形進行初步瞭解。2018 年之「107 年飲用水新興污染物研究與水質管理」計畫則以吲哚美辛(indomethacin)、雙氯芬酸(diclofenac)、磺胺甲噁唑(sulfamethoxazole)、克拉黴素 (clarithromycin)、

磺胺噻唑（sulfathiazole）及氟甲喹（flumequine）6 項污染物為觀察對象。其中多項人體健康用藥、個人保健用品及民生用品已納入蒐集清單，全氟辛烷磺酸與全氟辛烷酸則已進入觀察清單階段。

在藥品方面已有多項進行持續監測，本年度飲用水中篩檢項目以人體健康用藥和個人保健用品及民生用品為主，規劃待測污染物為全氟化物及部分個人保健用品。美國安全飲用水法案（Safe Drinking Water Act, SDWA）將 PFOA 列為 CCL3 及 CCL4(Contaminant Candidate List)，而在美國環保署第三次未管制污染物監測規則 UCMR3(third Unregulated Contaminant Monitoring Rule)中則監測並評估 6 種相關污染物：PFBS、PFHpA、PFHxS、PFOA、PFOS 及 PFNA。全氟化物在世界各國目前的並無飲用水中濃度限制，而以健康風險為考量給予建議值（health advisory level）或行動值（action levels）。例如英國環保署規範作為飲用水的地下水之 PFOS 濃度需小於 $1 \mu\text{g/L}$ ，若超過該濃度則需進一步調查以保護地下水源。德國衛生部則採用預防措施的概念，以 PFOS 及 PFOA 合併計算建議值為 $0.1 \mu\text{g/L}$ 。參考 UCMR3 的監測項目及各國監測的行動值，本年度篩檢待評估全氟化物如表 5.1-1，佐以個人保健用品中常使用之對羟基苯甲酸甲酯（methyl paraben）、對羟基苯甲酸乙酯（ethyl paraben）、對羟基苯甲酸丙酯（propyl paraben）、對羟基苯甲酸丁酯（butyl paraben）、乙醯胺酚（acetaminophen）。

表 5.1-1 本年度篩檢之待評估全氟化物

類別	待評估物質
全氟化物	全氟己酸(perfluorohexanoic acid, PFHxA)、 全氟丁酸(perfluorobutanoic acid, PFBA)、 全氟丁基磺酸(perfluorobutanesulfonic acid, PFBS)、 全氟壬酸(perfluorononanoic acid, PFNA)、 全氟十一烷酸(perfluoroundecanoic acid, PFUnDA)、 全氟庚酸(perfluoroheptanoic acid, PFHpA)

5.2 淨水廠採樣及水質檢測

依評選須知，本計畫執行期間應針對北、中、南地區選擇 3 個代表性淨水廠，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，業界排放至環境水體與消費者使用日常生活用品所產生之污染物流佈及飲用水處理流程對各類新興污染物之處理效能。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。

本年度優先評估污染物屬於人體健康用藥和個人保健用品及民生用品，以地面水為水源之淨水場，以水源可能因上游有受到較多生活污水排放影響水質或集水區上游廣闊，流經農業畜牧或各種活動，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及民生活動，兼顧淨水場分佈區域應包含北、中、南三區，本計畫建議以下列國內淨水場作為未來執行淨水場原水與清水採樣檢測之候選對象，並經第一次專家會議討論通過：

- 一、基隆新山淨水場
- 二、台北直潭淨水場
- 三、台北板新淨水場
- 四、新竹第二淨水場
- 五、台中豐原第二淨水場
- 六、高雄坪頂淨水場

以上 6 處淨水場皆為傳統處理之淨水場，規劃進行 3 次水質檢測，分別採集各淨水場原水及清水樣品，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。6 處淨水場本年度採

樣及分析檢測項目依各年度計畫執行與環保署協商結果及第一次專家諮詢會之結論辦理，規劃採樣時間為 6 月、8 月及 10 月進行。

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鋉溪，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、竹北市之用水。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，高屏河流域廣闊，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 5.2-1。

表 5.2-1 本年度採樣淨水場基本資料

採樣淨水場	淨水場水源	供水區域	供水量 (CMD)	處理流程	說明
新山淨水場	基隆河	基隆市	160,000	傳統處理	供應基隆民生用水
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
板新淨水場	大漢溪	新北市	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	臺中市	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

5.2.2 採樣數量及分析項目

本年度計畫之待測物，經第一次專家會議討論與同意後，篩選之優先評估污染物為：全氟己酸(perfluorohexanoic acid, PFHxA)、全氟丁酸(perfluorobutanoic acid, PFBA)、全氟丁基磺酸(perfluorobutanesulfonic acid, PFBS)、全氟壬酸(perfluorononanoic acid, PFNA)、全氟十一烷酸(perfluoroundecanoic acid, PFUnDA)、全氟庚酸(perfluoroheptanoic acid, PFHpA)，共 6 項污染物，本年度 6 個淨水場各進行 3 次採樣，於 2020 年 6 月、8 月、10 月間進行，每一處淨水場每次採集包含原水及清水，其中 2 處淨水場加做流程水樣 2 個，每次採集 16 個水樣，全年度 3 次採樣共 48 個樣品，以評估飲用水水源與水質中對於優先評估污染物之流佈及飲用水處理流程對各類污染物之處理效能，再據以提出改善建議。

5.2.3 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。

5.2.4 水樣前處理方法

本年度之 6 種優先評估污染物，依據環檢所公告之“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)”進行前處理與檢測分析。取 500 mL 水樣添加 50 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 μ m)過濾水樣，然後使用 HLB 吸附劑進行固相萃取（表 5.2-2）。吸附劑依序使用甲醇和水流洗，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 10% MeOH/ Milli-Q water 沖洗吸附劑，再以氮氣吹拂吸附劑 15 分鐘。最後以 5 mL 含 0.1% 氫氧化銨之甲醇沖提吸附劑兩次，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 Nylon 材質濾膜(0.2 µm)過濾，上機分析。

表 5.2-2 固相萃取方法

	Soak (min:sec)	Air drying (min:sec)
Condition		
MeOH	02:00	00:00
Milli-Q water	04:00	00:00
Loading samples		
Wash		
10% MeOH/ Milli-Q water	02:00	01:30
10% MeOH/ Milli-Q water	02:00	01:30
Air drying		15:00
Elution		
0.1% NH ₄ OH in MeOH	10:00	01:00
0.1% NH ₄ OH in MeOH	05:00	01:00

5.2.5 儀器分析方法

分析儀器為 Waters UPLC I-Class PLUS 搭配 Waters Xevo TQ-XS。層析管柱皆為 Waters CORTECS C18 (30 × 2.1 mm, 1.6 µm)。層析移動相為乙腈與 0.1% 醋酸水溶液，起始層析梯度為 5% 乙腈，維持 0.5 分鐘後，在 3.5 分鐘時升到 95% 乙腈並維持 0.5 分鐘，在 4.1 分鐘時回到起始梯度，維持到 6.5 分鐘，管柱溫度為 45°C，流速 0.5 mL/min，進樣體積 1 µL。質譜儀游離方法為廣用游離法(UniSpray)，impactor 電壓 1.5 kV，source 溫度 150°C，desolvation 溫度與氣體流速分別為 600°C 與 1200 L/hr，cone 氣體流速 150 L/hr。相關儀器設定參數與分析條件，詳見表 5.2-3、表 5.2-4、表 5.2-5。

表 5.2-3 MS/MS 參數

Compounds	Cone voltage (V)	Ion transition (collision voltage, V)
PFBA	10	(-) 213.0 > 169.0 (10)
¹³ C ₄ -PFBA	12	(-) 217.0 > 172.0 (10)
PFHxA	10	(-) 313.0 > 118.8 (20)
		(-) 313.0 > 268.9 (10)
¹³ C ₅ -PFHxA	10	(-) 318.0 > 272.9 (10)
PFHpA	5	(-) 363.1 > 168.0 (10)
		(-) 363.1 > 319.4 (10)
PFOA	13	(-) 412.9 > 168.8 (18)
		(-) 412.9 > 368.9 (10)
¹³ C ₈ -PFOA	13	(-) 421.1 > 376.1 (10)
PFNA	10	(-) 463.2 > 218.9 (15)
		(-) 463.2 > 419.0 (10)
PFDA	10	(-) 513.0 > 268.9 (16)
		(-) 513.0 > 469.1 (10)
PFUnDA	4	(-) 563.0 > 168.9 (24)
		(-) 563.0 > 268.9 (20)
¹³ C ₇ -PFUnDA	17	(-) 570.1 > 525.1 (10)
PFBS	20	(-) 299.0 > 79.7 (35)
		(-) 299.0 > 98.7 (30)
¹³ C ₃ -PFBS	20	(-) 302.0 > 79.7 (35)
PFOS	6	(-) 499.0 > 79.8 (50)
		(-) 499.0 > 98.8 (48)
¹³ C ₄ -PFOS	22	(-) 503.1 > 79.7 (42)

表 5.2-4 MS 參數

	UniSpray+
Impactor (kV)	1.5
Source temperature (°C)	150
Desolvation temperature (°C)	600
Cone gas flow (L/hr)	150
Desolvation gas flow (L/hr)	1200
Nebuliser gas flow (Bar)	7.0

表 5.2-5 UPLC 參數

UniSpray+		
Column	CORTECS C18 column (30 × 2.1 mm, 1.6 μm)	
Oven temperature (°C)	45	
Flow rate (mL/min)	0.5	
Injection volume (μL)	1	
Mobile phase	A: 0.04% Acetic acid _(aq)	
	B: Acetonitrile	
Gradient (min)	A (%)	B (%)
Initial	95	5
0.5	95	5
3.5	10	95
4.0	10	95
4.1	95	5
6.5	95	5

5.2.6 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 100 ng/L)，偵測極限及品保品管結果如表 5.2-6、表 5.2-7、表 5.2-8。

表 5.2-6 各待測物之 LOD 與 LOQ、檢量線濃度範圍

	LOD (ng/L)	LOQ (ng/L)	檢量線濃度範圍 (ng/mL)	r^2
PFBA	6.61	22.0	1 - 250	0.994
PFHxA	0.26	0.87	0.1 - 250	0.994
PFHpA	0.40	1.34	0.1 - 250	0.993
PFOA	0.05	0.16	0.1 - 250	0.992
PFNA	0.04	0.12	0.1 - 250	0.994
PFUnDA	20.1	67.0	0.1 - 250	0.993
PFBS	0.18	0.60	1 - 250	0.992

表 5.2-7 採樣樣品重複分析

	新山原水											
	第一次				第二次				第三次			
	1	2	Mean	RPD (%)	1	2	Mean	RPD (%)	1	2	Mean	RPD (%)
PFBA	ND	ND	-	-	ND	ND	-	-	ND	ND	-	-
PFHxA	5.04	4.12	4.58	20	1.94	1.88	1.91	3.1	1.60	1.54	1.57	3.8
PFHpA	2.54	2.02	2.28	23	1.82	1.68	1.75	8.0	ND	ND	-	-
PFNA	0.22	0.20	0.21	10	0.40	0.34	0.37	16	0.24	ND	-	-
PFUnDA	ND	ND	-	-	ND	ND	-	-	ND	ND	-	-
PFBS	ND	ND	-	-	ND	ND	-	-	ND	ND	-	-
PFOA	5.48	3.20	4.34	53	4.74	2.78	3.76	52	3.20	2.18	2.69	38
	新竹原水											
	第一次				第二次				第三次			
	1	2	Mean	RPD (%)	1	2	Mean	RPD (%)	1	2	Mean	RPD (%)
PFBA	ND	ND	-	-	ND	ND	-	-	ND	ND	-	-
PFHxA	1.10	1.04	1.07	5.6	1.14	ND	-	-	1.26	1.58	1.42	23
PFHpA	1.98	1.80	1.89	10	ND	ND	-	-	1.84	1.58	1.71	15
PFNA	ND	ND	-	-	ND	ND	-	-	ND	ND	-	-
PFUnDA	ND	ND	-	-	ND	ND	-	-	ND	ND	-	-
PFBS	ND	ND	-	-	ND	ND	-	-	1.58	2.82	2.20	56
PFOA	1.71	1.96	1.84	14	2.04	12.0	9.92	142	2.66	2.60	2.63	2.3

單位：ng/L

*ND 為小於 LOQ 值

表 5.2-8 樣品添加分析

	豐原原水								
	第一次			第二次			第三次		
	未添加	添加後	回收率 (%)	未添加	添加後	回收率 (%)	未添加	添加後	回收率 (%)
PFBA	ND	150	150	ND	139	139	ND	153	153
PFHxA	ND	105	105	ND	95.5	96	ND	102	102
PFHpA	ND	193	193	ND	133	133	ND	125	125
PFNA	ND	3.78	3.78	ND	24.2	24.2	ND	44.0	44.0
PFUnDA	ND	_*	_*	ND	_*	_*	ND	_*	_*
PFBS	ND	101	101	ND	93.2	93	ND	99.9	99.9
PFOA	0.66	105	104.3	0.94	92.3	91.4	0.26	88.6	88.3
	坪頂原水								
	第一次			第二次			第三次		
	未添加	添加後	回收率 (%)	未添加	添加後	回收率 (%)	未添加	添加後	回收率 (%)
PFBA	ND	176	176	ND	169	169	ND	179	179
PFHxA	ND	108	108	ND	105	105	ND	112	112
PFHpA	ND	131	131	ND	148	148	ND	302	302
PFNA	ND	58.0	58	ND	14.2	14	ND	0.5	0.5
PFUnDA	ND	_*	_*	ND	_*	_*	ND	_*	_*
PFBS	ND	104	104	ND	98.3	98	ND	118	118
PFOA	0.70	111	110	1.12	96.9	96	0.60	99.4	98.8

單位：ng/L

添加濃度 100 ng/L

ND 為小於 LOQ 值

*因樣品中未偵測到內標，故無法計算添加後濃度

5.3 採樣分析結果與討論

5.3.1 第一次採樣

本年度第一次採樣於 6 月 10 日至 6 月 16 日間進行，採樣期間，根據氣候監測報告，6 月 10 - 30 日受太平洋高壓或偏南風影響，各地高溫炎熱，各地以穩定天氣為主，迎風面的中南部、東南部偶有局部雨勢，午後有短暫陣雨或雷雨，其中 6 月 13-14 日山區及部分平地對流發展旺盛，有局部大雨或豪雨發生。由中央氣象局取得採樣當週累積雨量資料（計算 6/10-6/16 期間之累積雨量）如表 5.3-1 所示，臺北、新北、臺中皆有降雨情形發生。依據中央氣象局 109 年 5-6 月各氣象站統計資料，月累積雨量方面，除高雄站及澎湖站偏多雨外，其餘 23 站為正常或少雨類別，降雨日數方面，今年梅雨季雨日除嘉義站多於氣候平均值外，其餘 24 個氣象站均少於氣候平均值（資料來源：氣象局 2020 年 5-6 月梅雨季季節氣候分析）。

本計畫規劃於北、中、南淨水場之採樣，採樣淨水場包括：基隆新山淨水場、臺北直潭淨水場、新北板新淨水場、新竹第二淨水場、豐原第二淨水場及高雄坪頂淨水場，此 6 處淨水場皆以地表水為水源。第一次採樣新山淨水場原水皆來自基隆河，直潭淨水場水源為新店溪，板新淨水場水源為大漢溪（三峽河與鳶山堰混合原水），新竹第二淨水場水源取自頭前溪，豐原淨水場取水自石岡壩（水源為大甲溪），坪頂淨水場原水則部分取自高屏溪攔河堰（約 35%），部分來自南化水庫（約 65%），淨水場水質參數如表 5.3-2，採樣期間雖有降雨發生，但雨勢不大，未影響各淨水場原水濁度及溶解性有機碳濃度（DOC）。

第一次採樣各淨水場待測物檢測分析結果如表 5.3-3，觀察各淨水場原水及清水中待測污染物之全氟碳化物濃度，檢測之待測物為：全氟丁酸(perfluorobutanoic

表 5.3-1 第一次採樣當週各淨水場區域之累積雨量

6/10-6/16	基隆	台北	板橋	新竹	臺中	高雄
	0.5	79.8	68.0	3.5	99.0	7.5

單位：毫米（資料來源：中央氣象局）

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)、並加測水中全氟辛烷酸(PFOA)做為持續監測對象。在本年度監測之全氟碳化物方面,其中 PFBA、PFUnDA、PFBS 在各淨水場原水與清水中皆未檢出(ND), PFNA 僅在新山淨水場原水中檢出微量(0.22 ng/L),新山及新竹第二淨水場之原水、清水中皆有 PFHxA(濃度 1.10 - 5.04 ng/L),板新則僅有原水中有微量,清水則未檢出。PFHpA 則在新山(原水、清水)、板新及新竹第二之原水中微量存在(1.98 - 3.00 ng/L)。以 PFOA 作為持續調查監測之污染物,各淨水場原水及清水中皆能檢出 PFOA,顯示 PFOA 可能在環境水體中仍普遍存在。新山及坪頂淨水場為全流程水樣,分析原水、沈澱、過濾、清水等各流程水樣濃度,原水中若有微量

表 5.3-2 第一次採樣淨水場水質參數

淨水場	水源	濁度 (NTU)	pH	TDS (mg/L)	DOC (mg/L)	餘氯 (mg/L)
新山	原水	7.69	7.28	138.1	1.32	-
	沈澱	1.28	7.67	153.0	1.09	-
	過濾	0.32	7.65	140.3	1.26	-
	清水	0.12	7.07	139.7	1.12	0.67
直潭	原水	14.0	7.34	59.0	0.64	-
	清水	0.01	7.08	63.2	0.54	0.64
板新	原水	6.98	7.73	91.9	0.92	-
	清水	0.08	7.14	90.2	0.61	0.70
新竹 第二	原水	16.80	7.68	219.5	1.47	-
	清水	0.43	7.67	220.0	0.77	0.62
豐原 二場	原水	9.55	7.97	116.1	0.76	-
	清水	0.93	7.49	119.4	0.99	0.84
坪頂	原水	61.0	7.94	298.8	0.71	-
	沈澱	5.50	7.75	300.8	0.77	-
	過濾	0.13	7.75	300.8	0.76	-
	清水	0.21	7.73	300.3	0.84	0.83

表 5.3-3 第一次採樣檢測結果（全氟碳化物）

淨水場	水樣	PFBA	PFHxA	PFHpA	PFNA	PFUnDA	PFBS	PFOA
偵測極限	ng/L	22.0	0.87	1.34	0.12	67.0	0.60	0.16
新山	原水	ND	5.04	2.54	0.22	ND	ND	5.48
	沈澱	ND	4.30	7.72	ND	ND	ND	8.16
	過濾	ND	4.64	4.04	ND	ND	ND	3.06
	清水	ND	4.72	2.46	ND	ND	ND	3.90
直潭	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.48
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.98
板新	原水	ND	1.08	3.00	ND	ND	ND	1.24
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.38
新竹第二	原水	ND	1.10	1.98	ND	ND	ND	1.71
	清水	ND	1.16	ND	ND	ND	ND	2.90
豐原第二	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.66
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.84
坪頂	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.70
	沈澱	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.46
	過濾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.52
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.70

全氟碳化物存在，經加藥、沈澱、過濾等處理，清水中之該污染物濃度無明顯減少，傳統淨水處理程序對於 PFHxA、PFHpA、PFOA 等全氟碳化物無顯示處理效果。

5.3.2 第二次採樣

第二次採於 8 月 10 日至 8 月 14 日間進行，8 月因中南部受颱風外圍環流及西南風影響，降雨時間較長，加上午後雷陣雨，平地雨量偏多；其他地區大多為多雲到晴、氣溫悶熱，午後有局部短暫雷陣雨的天氣。採樣期間，8 月 10 日至 11 日受米克拉颱風外圍環流影響，各地有短暫陣雨或雷雨，並有局部大雨或豪雨發生；12 日至 20 日各地以多雲到晴，午後有局部短暫雷陣雨的天氣為主。由中央氣象局取得採樣當週累積雨量資料（計算 8/10-8/14 期間之累積雨量）如表 5.3-4 所示，新北、新竹、臺中及高雄有較多累積雨量。但依照氣象局分析今年 7-9 月之累積雨量資料，僅基隆與高雄站略多於氣候平均值，其他 23 個測站少於氣候平均值，在累積雨量與降雨日數方面，皆較往年偏低（資料來源：氣象局 2020 年 7-9 月季節氣候分析）。

第二次採樣新山淨水場原水部分來自基隆河（約 50%）部分來自新山水庫（約 50%），直潭淨水場水源為新店溪，板新淨水場水源為大漢溪（三峽河與鳶山堰混合原水），新竹第二淨水場水源取自頭前溪，豐原淨水場水源來自大甲溪，坪頂淨水場於採樣當時原水來自南化水庫，淨水場水質參數如表 5.3-5。

第二次採樣各淨水場待測物檢測分析結果如表 5.3-6，在本年度監測之全氟碳化物方面，其中 PFBA、PFUnDA、PFBS 在各淨水場原水與清水中皆未檢出(ND)，PFNA 在新山與直潭淨水場原水中檢出微量（0.20-0.40 ng/L），在直潭、板新、新

表 5.3-4 第二次採樣當週各淨水場區域之累積雨量

8/10-8/14	基隆	台北	板橋	新竹	臺中	高雄
	1.5	44.5	99.0	80.0	76.0	116.0

單位：毫米（資料來源：中央氣象局）

竹、坪頂淨水場則於清水檢出微量（0.20-0.36 ng/L）。新山、板新及新竹第二淨水場之原水、清水中皆有 PFHxA（濃度 1.08–2.24 ng/L）。PFHpA 則在新山（原水、清水）、板新之原水中微量存在（1.64 - 2.76 ng/L）。以 PFOA 作為持續調查監測之污染物，各淨水場原水及清水中皆能檢出微量 PFOA（0.52 – 5.24 ng/L），顯示 PFOA 在環境水體中仍普遍存在。

表 5.3-5 第二次採樣淨水場水質參數

淨水場	水源	濁度 (NTU)	pH	TDS (mg/L)	DOC (mg/L)	餘氯 (mg/L)
新山	原水	3.40	7.30	146.0	1.26	-
	沈澱	0.01	7.22	147.0	1.27	0.70
	過濾	6.01	7.06	147.5	1.18	-
	清水	0.83	7.05	148.1	1.22	-
直潭	原水	0.28	7.02	58.0	0.53	-
	清水	0.26	6.94	62.2	0.56	0.70
板新	原水	2.11	7.48	133.1	1.23	-
	清水	0.17	7.35	128.0	0.97	0.88
新竹第二	原水	36.50	8.01	207.2	0.97	-
	清水	0.41	7.44	216.0	1.03	0.73
豐原二場	原水	6.37	8.28	163.1	0.70	-
	清水	0.21	7.72	170.2	0.71	0.71
坪頂	原水	4.01	7.78	274.6	0.76	-
	沈澱	1.38	7.50	275.3	0.86	-
	過濾	0.11	7.56	275.6	0.71	-
	清水	0.11	7.55	276.4	0.72	0.88

表 5.3-6 第二次採樣檢測結果（全氟碳化物）

淨水場	水樣	PFBA	PFHxA	PFHpA	PFNA	PFUnDA	PFBS	PFOA
偵測極限	ng/L	22.0	0.87	1.34	0.12	67.0	0.60	0.16
新山	原水	ND	1.94	1.82	0.40	ND	ND	4.74
	沈澱	ND	2.10	2.06	ND	ND	ND	5.24
	過濾	ND	2.24	2.28	ND	ND	ND	2.92
	清水	ND	1.72	1.64	ND	ND	ND	3.42
直潭	原水	ND	ND	ND	0.20	ND	ND	1.68
	清水	ND	ND	ND	0.24	ND	ND	1.98
板新	原水	ND	1.48	2.76	ND	ND	ND	1.90
	清水	ND	1.08	ND	0.26	ND	ND	2.06
新竹第二	原水	ND	1.14	ND	ND	ND	ND	2.04
	清水	ND	1.14	ND	0.36	ND	ND	2.28
豐原第二	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.94
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.14
坪頂	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.12
	沈澱	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.32
	過濾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.52
	清水	ND	ND	ND	0.20	ND	ND	0.96

5.3.3 第三次採樣

第三次採於 10 月 6 日至 10 月 14 日間進行，因今年 10 月前無颱風登台，原預期 10 月豐水期反而降雨量少，中南部幾乎無降雨，全台 7 座水庫蓄水量低，桃園、新竹、苗栗、臺中等區域水情亮黃燈而實施減壓供水。由中央氣象局取得採樣當週累積雨量資料（計算 10/6-10/14 期間累積雨量）如表 5.3-7 所示，除基隆有較多累積雨量，其餘各地皆為少雨或久未下雨狀態。

第三次採樣新山淨水場原水皆來自基隆河，直潭淨水場水源為新店溪，板新淨水場水源為大漢溪（三峽河與鳶山堰混合原水，鳶山堰約為 65%，三峽河約為 35%），新竹第二淨水場水源取自頭前溪，豐原淨水場水源來自大甲溪，坪頂淨水場於 10 月採樣當時因中南部各水庫已呈現少水狀態，故原水皆取自高屏溪，淨水場水質參數如表 5.3-8。

第三次採樣各淨水場待測物檢測分析結果如表 5.3-9，與第一次及第二次採樣檢測結果相似，在本年度監測之全氟碳化物方面，其中 PFBA、PFUnDA 在各淨水場原水與清水中皆未檢出（ND），PFNA 在新山與板新淨水場原水中檢出微量（0.24 及 0.66 ng/L）。新山、板新及新竹第二淨水場之原水、清水中可測得有 PFHxA（濃度 1.26 – 3.18 ng/L）。PFHpA 則在板新及新竹原水、清水中微量存在（1.84 - 3.64 ng/L）。各淨水場原水及清水中皆能檢出微量 PFOA（濃度 0.26 – 5.30 ng/L），顯示 PFOA 在環境水體中存在之普遍性，且檢出之各全氟碳化物濃度等級皆為個位數 ng/L，遠低於美國環保署之健康建議值（70 ng/L）。

109 年全氟碳化物分析結果如表 5.3-10，在 6、8、10 月之三次採樣中，本年度 6 處採樣淨水場之原水與清水中皆未檢出 PFBA 及 PFUnDA 此二種待評估污染

表 5.3-7 第三次採樣當週各淨水場區域之累積雨量

10/6-10/14	基隆	台北	板橋	新竹	臺中	高雄
	203	18.0	6.5	0	0	0

單位：毫米（資料來源：中央氣象局）

物。PFOA 則無論季節或降雨量多寡，在各淨水場原水與中皆有微量存在（濃度 0.26–8.16 ng/L），且經傳統處理流程無法去除。在新山、板新、新竹第二淨水場本年度三次採樣皆有檢出微量 PFHxA（濃度 1.08 – 5.04 ng/L），據採樣月份不同而水源有差異的為新山採樣當週的累積雨量則 10 月雨量較 6、8 月多，新山 PFHxA 之濃度則 10 月最低，推測雨量之影響可能較水源差異明顯，板新淨水場 PFHxA 及 PFBS 濃度亦顯示相似現況，即 6、8 月雨量較多，10 月雨量較少，而雨量較少的 10 月原水 PFHxA 濃度（3.18 ng/L）較 6、8 月濃度略高（1.08-1.48 ng/L），且 6、8 月無檢出 PFBS，10 月枯水期時板新及新竹第二淨水場檢出低濃度之 PFBS。新山與板新之 PFOA 濃度亦觀察到可能因雨量影響水中濃度情形。109 年度 6 處淨水場檢出之全氟化物濃度皆為個位數 ng/L，本年度檢測之全氟化物雖偶有出現在淨水場原水或清水中，但為極低濃度。

美國聯合公共衛生部(DPH)針對私人井水作為飲用水採用 5 種 PFAS(PFOA、PFOS、PFNA、PFHxS 及 PFHpA)合併計算濃度設立行動值，而 PFBS 在環境中具有高度持久性，在水環境中具有很高的移動性，並且具有遠距離傳輸的潛力，且會在人體內具中度累積性，在人體血液、尿液、頭髮、母乳中等曾檢測到，歐洲化學品管理局(ECHA)2019 年將 PFBS 及其鹽類視為高度專注物質(substance of very high concern, SAHC)，本年度之採樣淨水場原水或清水中曾檢出 PFOA、PFNA、PFHxA、PFHpA 及 PFBS，建議可持續觀測收集更多 PFCs 在飲用水中流布資料，以利後續評估。

表 5.3-8 第三次採樣淨水場水質參數

淨水場	水源	濁度 (NTU)	pH	TDS (mg/L)	DOC (mg/L)	餘氯 (mg/L)
新山	原水	8.86	7.32	119.0	1.20	-
	沈澱	2.99	7.18	125.2	1.34	-
	過濾	0.37	7.21	125.0	0.95	-
	清水	0.28	7.19	130.0	0.95	0.80
直潭	原水	3.00	7.04	60.1	0.64	-
	清水	0.01	7.06	62.4	0.44	0.67
板新	原水	14.00	7.70	188.1	1.34	-
	清水	0.10	7.14	218.0	1.42	0.80
新竹 第二	原水	16.80	8.01	300.2	0.89	-
	清水	0.41	8.00	305.0	0.75	0.68
豐原 二場	原水	22.20	7.79	208.1	0.56	-
	清水	0.16	7.62	210.2	0.75	0.70
坪頂	原水	25.00	8.10	352.8	0.56	-
	沈澱	5.92	7.80	354.8	0.64	-
	過濾	0.36	7.82	354.2	0.62	-
	清水	0.33	7.84	353.8	0.69	0.77

表 5.3-9 第三次採樣檢測結果（全氟碳化物）

淨水場	水樣	PFBA	PFHxA	PFHpA	PFNA	PFUnDA	PFBS	PFOA
偵測極限	ng/L	22.0	0.87	1.34	0.12	67.0	0.60	0.16
新山	原水	ND	1.60	ND	0.24	ND	ND	3.20
	沈澱	ND	2.02	ND	ND	ND	ND	5.30
	過濾	ND	1.80	ND	0.14	ND	ND	2.62
	清水	ND	2.54	ND	0.42	ND	ND	3.06
直潭	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.66
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.94
板新	原水	ND	3.18	2.38	0.66	ND	2.04	4.20
	清水	ND	2.26	3.64	ND	ND	3.12	4.28
新竹第二	原水	ND	1.26	1.84	ND	ND	1.58	2.66
	清水	ND	1.72	2.12	ND	ND	2.88	2.76
豐原第二	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.26
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.28
坪頂	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.60
	沈澱	ND	0.92	ND	ND	ND	ND	0.58
	過濾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.70
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.50

表 5.3-10 109 年度淨水場全氟碳化物待測污染檢測結果

單位： ng/L		PFBA			PFHxA			PFHpA			PFNA			PFUnDA			PFBS			PFOA		
偵測極限		22.0			0.87			1.34			0.12			67.0			0.60			0.16		
採樣月份		6	8	10	6	8	10	6	8	10	6	8	10	6	8	10	6	8	10	6	8	10
新 山	原水	ND	ND	ND	5.04	1.94	1.60	2.54	1.82	ND	0.22	0.40	0.24	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.48	4.74	3.20
	沈澱	ND	ND	ND	4.30	2.10	2.02	7.72	2.06	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	8.16	5.24	5.30
	過濾	ND	ND	ND	4.64	2.24	1.80	4.04	2.28	ND	ND	ND	0.14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.06	2.92	2.62
	清水	ND	ND	ND	4.72	1.72	2.54	2.46	1.64	ND	ND	ND	0.42	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.90	3.42	3.06
直 潭	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.20	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.48	1.68	0.66
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.24	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.98	1.98	0.94
板 新	原水	ND	ND	ND	1.08	1.48	3.18	3.00	2.76	2.38	ND	ND	0.66	ND	ND	ND	ND	ND	2.04	1.24	1.90	4.20
	清水	ND	ND	ND	ND	1.08	2.26	ND	ND	3.64	ND	0.26	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.12	1.38	2.06	4.28
新 竹	原水	ND	ND	ND	1.10	1.14	1.26	1.98	ND	1.84	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.58	1.71	2.04	2.66
	清水	ND	ND	ND	1.16	1.14	1.72	ND	ND	2.12	ND	0.36	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.88	2.90	2.28	2.76
豐 原	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.66	0.94	0.26
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.84	1.14	0.28
坪 頂	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.70	1.12	0.60
	沈澱	ND	ND	ND	ND	ND	0.92	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.46	1.32	0.58
	過濾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.52	0.52	0.70
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.20	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.70	0.96	0.50

5.3.4 PPCPs 分析結果

本年度篩選的 5 項待評估 PPCPs 為：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）並以歷年來檢測分析之乙醯胺酚（acetaminophen）作為持續監測觀察比較對象。與全氟碳化物於相同淨水場同時採樣(6、8、10 月)，檢測分析方法則依照環檢所：水中抗生素類及鎮痛解熱劑類化合物檢測方法-固相萃取與高效液相層析/串聯式質譜儀法(NIEA W543.50B)，採樣時相關雨量與水質基本資料同第 5.3.1、5.3.2 及 5.3.3 節。

109 年 PPCPs 分析結果如表 5.3-11，4 種 paraben 中以對羥基苯甲酸甲酯（methyl paraben）為最常檢出之項目，6 月各淨水場原水或清水中皆可檢出微量對羥基苯甲酸甲酯，8 月、10 月則有部分淨水場檢出，對羥基苯甲酸甲酯濃度為 ND-7.3 ng/L，對羥基苯甲酸丙酯（propyl paraben）則在新山原水、新竹原水或清水中微量檢出（濃度為 ND-6.2 ng/L），對羥基苯甲酸乙酯與對羥基苯甲酸丁酯此二種待測污染物，在本年度 6、8、10 月各淨水場水樣中皆為 ND。新山與新竹原水中有檢出乙醯胺酚（濃度為 ND-76.8 ng/L）直潭、板橋、豐原及坪頂淨水場則本年度皆無檢出乙醯胺酚。

此 6 處淨水場皆為傳統淨水場，傳統淨水處理程序可能無法有效去除水中對羥基苯甲酸甲酯，有研究使用臭氧及結合光催化臭氧處理可降解對羥基苯甲酸甲酯(Doná, G.; Carpiné, D.; et al.)。因加氯可有效降低水中乙醯胺酚濃度，清水則皆無檢出，亦呈現淨水處理加氯作用對於乙醯胺酚之處理效果，但研究亦顯示乙醯胺酚經加氯分解後會生成毒性更強之消毒副產物，如 1,4-苯醌（1,4-benzoquinone）及乙醯基 - 對 苯 醌 亞 胺 (NAPQI, N-acetyl-p-benzoquinone imine) (Bedner M. and MacCrehan WA, 2006)。

台灣已步入高齡化社會，慢性病等個人保健藥物使用量可能逐漸增加，環境水體中出現 PPCPs 可能性也隨之增加，本團隊自 101 年陸續針對使用量較多之 PPCPs

選取淨水場進行調查(參考表 4.1-1 蒐集清單)，因傳統淨水處理流程無法有效去除水中 PPCPs，故部分污染物在清水中亦存在，雖這些 PPCPs 在人體的使用量顯著高於水中檢出濃度，但考量飲用水持續暴露之影響，建議可持續監測與調查，建立本土飲用水中分布資料庫，以利後續評估。

表 5.3-11 109 年度淨水場 PPCPs 待測污染檢測結果

單位： ng/L		對羥基苯甲酸甲酯 Methylparaben			對羥基苯甲酸乙酯 Ethylparaben			對羥基苯甲酸丙酯 Propylparaben			對羥基苯甲酸丁酯 Butylparaben			乙醯胺酚 Acetaminophen		
偵測極限		1.2			1.0			1.0			1.0			4.3		
採樣月份		6	8	10	6	8	10	6	8	10	6	8	10	6	8	10
新 山	原水	7.3	ND	3.7	ND	ND	ND	6.2	1.8	3.1	ND	ND	ND	76.8	ND	25.3
	清水	2.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
直 潭	原水	4.4	ND	1.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	清水	4.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
板 新	原水	2.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	清水	3.1	ND	1.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
新 竹	原水	3.8	ND	ND	ND	ND	ND	1.3	1.0	ND	ND	ND	ND	15.9	4.5	ND
	清水	5.7	1.4	1.6	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
豐 原	原水	3.4	1.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	清水	2.2	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
坪 頂	原水	5.1	ND	1.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	清水	4.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

5.4 優先評估物質毒理資料庫建置

本計畫根據下列資料彙編 6 項優先評估物質毒理資料，內容包含該物質之分析方法、國內外背景環境調查資料、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。

- 聯合國 International Agency for Research on Cancer (IARC)
- 美國環保署 Integrated Risk Information System (IRIS)
- 澳洲 The National Health and Medical Research Council (NHMRC)
- 加拿大衛生部 Health Canada (HC)
- 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)
- International Agency for Research on Cancer (WHO-IARC)
- International Program on Chemical Safety (WHO-IPCS)
- 世界衛生組織 WHO 飲用水水質指引
- ACToR (Aggregated Computational Toxicology Resource) from EPA
- European Chemicals Agency (ECHA)
- Haz-Map
- 安全資料表 (勞動部職業安全衛生署 GHS 網站)
- 國家網路藥典 (國家網路醫藥)

以下為本年度優先評估污染物：全氟丁酸(perfluorobutanoic acid, PFBA)、全氟己酸(perfluorohexanoic acid, PFHxA)、全氟丁基磺酸(perfluorobutanesulfonic acid, PFBS)、全氟庚酸(Perfluoroheptanoic acid, PFHpA)、全氟壬酸(Perfluorononanoic acid, PFNA)及全氟十一酸(Perfluorononanoic acid, PFUnDA)之特性與毒理資料簡述，詳細毒理資料請見附錄三。

5.4.1 全氟丁酸(PFBA)

全氟丁酸（PFBA）為種類眾多的全氟碳化合物之一種，全氟碳化合物廣泛使用在許多工業級民生消費品中，PFBA 之相關動物實驗、毒理資料仍相當缺乏，目前多參考全氟辛烷磺酸（PFOS）之健康影響。全氟辛烷磺酸和其他全氟化學品可對健康造成嚴重影響，包括癌症，內分泌干擾，青春期加速，肝臟和免疫系統受損以及甲狀腺改變。

5.4.2 全氟己酸(PFHxA)

全氟己酸（PFHxA）是無色液體，可溶於水，是用來作為潤濕劑，分散劑，乳化劑和發泡劑的眾多種全氟碳化合物表面活性劑之一。在人類細胞培養物中進行的研究顯示，PFHxA 的毒性可能低於其他 PFC。研究顯示，全氟化合物(如 PFHxA)在細胞上無急性毒性，目前美國環保署國際癌症研究機構對於 PFHxA 人體內是否會引起癌症的可能性尚未進行評估。

全氟己酸毒性數據

實驗途徑	RfD (mg/kg/day)	NOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)
雌大鼠：口服餵食				50
雄大鼠：口服餵食				200

5.4.3 全氟丁基磺酸(PFBS)

全氟丁烷磺酸 (PFBS) 為種類眾多的全氟碳化合物之一種，在水中溶解度低，PFBS 對人體的潛在毒性效應資料仍十分缺乏，動物實驗方面，反覆口服暴露中高劑量 PFBS 的大鼠，可觀察到貧血、輕度腎臟效應和胃壁的刺激性損害，未觀察到生殖效應，也無引起實驗動物癌症的潛在效應。因此 USEPA 未評估 PFBS 在人體內致癌的可能性 (USEPA/IRIS, 2015)。

全氟丁基磺酸毒性數據

實驗途徑	RfD (mg/kg/day)	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg /day)	MRDD	LD50 (mg/kg)
大鼠：口服餵食					430

5.4.4 全氟庚酸(PFHpA)

全氟丁烷磺酸 (PFBS) 為種類眾多的全氟碳化合物之一種，在水中溶解度低，被分類為長鏈全氟鏈烷羧酸，PFHpA 等全氟化物被廣泛用於日常產品中，使產品有更好的耐污性、防油漬和防水，也可用於防止食物粘在炊具上，使沙發和地毯耐污漬，使衣服和床墊更加防水，用於某些食品包裝。在已發表的文獻中可以找到一些有關 PFHpA 的實驗動物研究，但是這些研究不足以確定人類潛在健康影響。目前無關於 PFHpA 對實驗動物引起癌症，先天缺陷或生殖作用的數據。

5.4.5 全氟壬酸(PFNA)

全氟烷化合物是一群人工合成的化合物，並非天然存在於環境中。全氟壬酸 (PFNA) 為種類眾多的全氟碳化合物之一種。全氟壬酸主要在血液中檢測到。在臺灣年輕成人的研究發現血清中PFNA與血中脂締素 (adiponectin) 成正相關，而且與甲狀腺功能指標呈正相關。目前尚無PFNA在人類中產生毒性作用的數據。國際癌症研究中心 (IARC) 已將全氟辛酸 (PFOA) 歸類為人類可能致癌物 (2B)，但尚未評估其他全氟烷化合物是否也會致癌。

5.4.6 全氟十一酸(PFUnDA)

全氟十一酸（PFUnDA）也稱為 C11-PFA，是一種全氟烷基酸（PFAA），被分類為全氟烷基羧酸及其衍生物的有機化合物。全氟十一酸以無色固體形式存在，具有和氧化劑反應的能力。全氟十一酸有多種用途，包括食品包裝、家具、室內裝潢和地毯上防污防油脂塗料。全氟十一酸主要在血液中檢測到，目前尚無 PFUnDA 在人類中產生毒性作用的數據。國際癌症研究中心（IARC）已將全氟辛酸（PFOA）歸類為人類可能致癌物（2B），但尚未評估其他全氟烷化合物是否也會致癌。

第六章 未列管之新興污染物抽驗

6.1 抽驗規劃

本計畫依評選須知抽驗未列管新興污染物 3870 項次，包括：

- 一、重金屬：抽驗銻、鎘、鉍、硼及碲等 5 項各 200 處次。
- 二、消毒副產物：抽驗抽驗甲醛、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、半揮發性有機物：抽驗 PFOA、PFOS、PFHxS 等 3 項各 50 處次。
- 五、農藥：抽驗嘉磷塞 50 處次。
- 六、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）及鄰苯二甲酸二（乙基己基）酯（DEHP）等 8 項各 300 處次。
- 七、生物代謝產物：抽驗微囊藻毒 LR 型 20 處次。

本計畫抽驗之 23 項物質於飲用水列管項目篩選作業之評估位階列於表 6.1-1，13 項觀察清單物質及 1 項候選清單物質全數納入，另包含 2 項初步蒐集清單項目及 7 項蒐集清單項目。除半揮發性有機物及農藥外之物質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 6.1-2。各物質之抽驗點位選點原則如表 6.1-3。

表 6.1-1 本計畫抽驗之物質於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(PFHxS)
蒐集清單	壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯、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
觀察清單	微囊藻毒 LR 型、甲醛、鎘、銻、鉍、碲、硼、N-亞硝二甲胺、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)
候選清單	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯

表 6.1-2 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	美國	加拿大	歐盟	紐西蘭	澳洲 ^b	日本	南韓	新加坡
銻	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	NA ^c	CCL3、4 (HRL 1.4)	NA ^c	—	—	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 ^b	—	0.0001
N-亞硝二乙胺	N-nitrosodiethylamine (NDEA)	55-18-5	—	CCL3、4 (HRL 0.0000002)	—	—	—	—	—	—	—
N-亞硝基吡咯烷	N-nitrosopyrrolidine (NPYR)	930-55-2	—	CCL3、4 (HRL 0.00002)	—	—	—	—	—	—	—
全氟辛酸	Perfluorooctanoic acid (PFOA)	335-67-1	—	CCL3、4 (HRL 0.0011) 健康建議值 0.00007 ^d	—	—	—	0.00056	0.00005 ^{a,d}	—	—
全氟辛磺酸	Perfluorooctane sulfonate (PFOS)	1763-23-1	—	CCL3、4 (HRL 0.0002) 健康建議值 0.00007 ^d	—	—	—	0.00007 ^e	0.00005 ^{a,d}	—	—
全氟己磺酸	Perfluorohexane sulfonate (PFHxS)	355-46-4	—	—	—	—	—	0.00007 ^e	—	—	—

a 單位：mg/L

b 指引值/目標值/非常規指標值（非法定標準）

c NA:經評估無須制定指引值；NI:數據資料不足以制定指引值。

d PFOA 與 PFOS 合計

e PFOS 與 PFHxS 合計

表 6.1-2 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	美國	加拿大	歐盟	紐西蘭	澳洲 ^b	日本	南韓	新加坡
嘉磷塞	Glyphosate	1071-83-6	NA ^c	0.7	0.28	—	—	1	2 ^b	—	0.9
1,2-二溴乙烷	1,2-Dibromoethane (Ethylene dibromide)	106-93-4	0.0004	0.00005	—	—	0.0004	—	—	0.0004	0.0004
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 ^b	—	—
雙酚 A	Bisphenol A	80-05-7	—	—	—	—	—	—	0.1 ^b	—	—
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 ^b	—	—
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯	Butyl benzyl phthalate (BBP)	84-69-5	—	—	—	—	—	—	0.5 ^b	—	—
鄰苯二甲酸二辛酯	Dioctyl Phthalate (DOP)	117-81-7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
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 ^b	—	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 ^d	—	0.001

a 單位：mg/L

b 指引值/目標值/非常規指標值（非法定標準）

c NA:經評估無須制定指引值；NI:數據資料不足以制定指引值。

d 管制總微囊藻毒素，包含微囊藻毒-LR 型

表 6.1-3 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	符合條件	數量		
			自來水	簡易自來水	合計
重金屬 (鎘、鎳、鉍、 硼、碲)	a.歷年測得濃度之點位	a、b	33	0	200
	b.鄰近光電業、科學園區或工業區	b、c	7	4	
	c.近 3 年未曾檢測	a	51	1	
	d.優先選點後的其餘測點	b	22	0	
		c	18	8	
		d	56	0	
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	a	10	0
	b.簡易自來水系統加氯消毒程序者	b	0	6	
	c.歷年曾檢出菌落數偏高者	c	2	4	
	d.各縣市比較之歷年總三鹵甲烷偏高者	d	11	4	
	e.近 3 年未曾檢測	e	13	0	
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	a、b	5	0	50
	b.水源為地下水者	a	12	0	
	c.水源為海水者	b	20	0	
	d.優先選點後的其餘測點	c	2	0	
		d	11	0	
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	a、b	45	2	300
	b.鄰近光電業、科學園區或工業區	a	116	9	
	c.近 3 年未曾檢測	b	31	3	
	d.優先選點後的其餘測點	c	15	4	
		d	73	2	
半揮發性 有機物 (PFOA、 PFOS、PFHxS)	a.歷年測得濃度之點位	a、b、c	2	1	50
	b.鄰近光電業、科學園區或工業區	a	7	0	
	c.水源為地下水者	b、c	5	0	
	d.歷年未曾抽驗過者	b	10	0	
	e.各縣市至少安排一測點	d、e	25	0	
農藥 (嘉磷塞)	a.歷年測得濃度之點位	a	0	0	50
	b.歷年未曾抽驗過者	b、c	40	10	
	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	a、b	1	0	20
	b.各行政轄區內以水庫為水源為主	b、c	19	0	
	c.大型淨水場				

6.2 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 6.2-1，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 6.2-2。

表 6.2-1 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）	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)
重金屬（碲）	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	水中殘留農藥檢測方法－液相層析／串聯式質譜儀法 (NIEA W603.50B)
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)

*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 6.2-2 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 (鎳、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)	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

*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。

6.3 分析品管要求及數據品保目標

本計畫各檢測項目之品管分析包括，檢量線製備、檢量線查核、空白樣品分析、重複樣品分析、查核樣品分析、添加樣品分析等。有關各項分析數據之品保目標說明如表 6.3-1 所示。

表 6.3-1 本計畫分析數據品保目標

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(%)
鎂	NIEA W313.53B	mg/L	0.000022	0.1~9.3	91~106	91~112
鉍		mg/L	0.000032	0.2~6.4	90~108	90~112
鎳		mg/L	0.000095	0.8~10.5	92~110	92~116
碲	NIEA W311.53C	mg/L	0.0001 (定量極限)	0.1~17.1	92~107	83~112
硼		mg/L	0.0048	0.0~2.6	92~104	95~107
甲醛	NIEA W782.50B	mg/L	0.00515	0.0~3.0	94~101	81~93
N-亞硝二甲胺	USEPA method 521	ng/L	4	0	90-108	88-115
N-亞硝二乙胺		ng/L	4	0	86-106	74-119
N-亞硝基吡咯烷		ng/L	6	0	86-94	69-107
1,2-二溴乙烷		mg/L	0.00024	0.5~9.8	93~117	96~118
嘉磷塞	NIEA W603.50B	µg/L	0.12	0~26.55	82-106	72-117
微囊藻毒 LR 型	NIEA W539.50B	ng/L	1	0	81-98	80-104
PFOA	NIEA W542.50B	µg/L	0.0012	2.5-10	80-119	65-124
PFOS		µg/L	0.0017	0.2-5.2	93-133	94-133
PFHxS		µg/L	0.0023	0.3-11.9	81-130	76-130
壬基酚	NIEA W801.53B	mg/L	0.00023	0.1~14.4	68~101	69~99
雙酚 A		mg/L	0.00120	0.3~29.1	61~118	49~110
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)		mg/L	0.00058	0.0~8.5	72~104	73~102
鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)		mg/L	0.00055	0.6~8.9	75~105	75~105
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)		mg/L	0.00100	0.1~19.0	70~97	68~100
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯 (BBP)		mg/L	0.00063	0.3~16.1	75~93	67~96
鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)		mg/L	0.00078	0.1~21.0	66~93	68~94
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)		mg/L	0.00077	0.5~22.6	69~93	72~101

6.4 抽驗結果與後續建議

6.4.1 抽驗結果

本計畫依評選須知完成 3870 項次抽驗，抽驗結果彙整如表 6.4-1 及表 6.4-2。其中 13 項物質抽驗結果均低於定量極限或偵測極限，其定量極限、偵測極限、國際管制值最小值等資訊詳列於表 6.4-1。

抽驗結果中有十項物質曾檢出高於定量極限之濃度值，包含 PFOA、PFOS、PFHxS、NDMA、NDEA、微囊藻毒 LR 型、鎘、鉍、鎘、硼。檢出情況詳列於表 6.4-2。其中 NDMA、微囊藻毒 LR 型、鉍雖有檢出，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。國際上未有國家管制 NDEA、鎘、鎘等三項物質，未有管制值可供比較，NDEA 及鎘的測值與我國過去飲用水中之測值差不多（參見表 4.5-16 及表 4.5-20），鎘則是測到比過去高的測值（參見表 4.5-19），建議持續監測，觀察於我國飲用水中濃度變化情況。

表 6.4-1 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	預定 分析數	完成 分析數	國際管制值 最小值	抽驗結果
碽	mg/L	—	0.0001	200	200	0.175 (美 HRL)	均低於定量 極限
甲醛	mg/L	0.00515	0.0286	50	50	0.5 (澳)	均低於定量 極限
NPYR	ug/L	0.00431	0.005	50	50	—	均低於偵測 極限
1,2-二溴乙烷	ug/L	—	0.05	50	50	0.05 (美)	均低於定量 極限
壬基酚	mg/L	0.00023	0.004	300	300	0.3 (日)	均低於偵測 極限
雙酚 A	mg/L	0.00120	0.004	300	300	0.1 (日)	均低於偵測 極限
鄰苯二甲酸 二甲酯 (DMP)	mg/L	0.00058	0.004	300	300	—	均低於偵測 極限
鄰苯二甲酸 二乙酯(DEP)	mg/L	0.00055	0.004	300	300	—	均低於定量 極限
鄰苯二甲酸 二丁酯(DBP)	mg/L	0.00100	0.004	300	300	0.01 (日)	均低於定量 極限
鄰苯二甲酸 丁基苯甲酯 (BBP)	mg/L	0.00063	0.004	300	300	0.5 (日)	均低於偵測 極限
鄰苯二甲酸 二辛酯(DOP)	mg/L	0.00078	0.004	300	300	—	均低於偵測 極限
鄰苯二甲酸 二(2-乙基己 基)酯 (DEHP)	mg/L	0.00077	0.004	300	300	0.006 (美)	均低於定量 極限
嘉磷塞	mg/L	0.0001	0.0002	50	50	0.28 (加)	均低於偵測 極限

表 6.4-2 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	檢出數	國際管制值最小值
NDMA	ug/L	0.00468	0.005	50	1	0.04(加)
NDEA	ug/L	0.00455	0.005	50	2	—
微囊藻 毒 LR	ug/L	0.00026	0.0005	20	2	0.8 (日)
鎘	ug/L	0.022	0.1	200	1	—
鉈	ug/L	0.0032	0.1	200	1	2 (美)
銻	ug/L	0.0095	0.1	200	6	—
PFOA	ug/L	0.0012	0.005	50	9	0.05 ^a (日)
PFOS	ug/L	0.0017	0.005	50	3	0.05 ^a (日)
PFHxS	ug/L	0.0023	0.005	50	1	0.07 ^b (澳)
硼	mg/L	0.0048	0.05	200	48	1 (歐日韓)

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

6.4.2 後續抽驗建議

根據本年度抽驗結果與歷年檢測結果比較，本計畫提出後續抽驗建議如下：

- (1) 環境賀爾蒙 8 項：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污染物，配合環保署跨部會「環境荷爾蒙管理計畫」，建議持續監測，然可減少監測次數至 200 處次，以將檢測能量做較合適的運用。
- (2) PFOA、PFOS、PFHxS 等 3 項：建議持續監測，然考量全氟化物檢測成本較高，可依經費情況維持 50 處次或增加監測頻率。
- (3) NDMA、NDEA、NPYR 等 3 項：本年度檢出值接近國際管制值最小值，建議持續監測，並建議維持 50 處次。
- (4) 甲醛、嘉磷塞：今年抽驗結果顯示均未檢出，環保署針對飲用水中的甲醛濃度於 103-109 年累積 466 筆數據，嘉磷塞於 105-109 年則累積有 158 筆數據，且嘉磷塞為國內使用量大除草劑之一，建議持續監測累積本土數據，並建議維持 50 處次。
- (5) 銻、硼、碲：銻與硼於本年度抽驗中，均有檢出，建議持續監測。碲於本年度抽驗中雖均未檢出，但我國飲用水中碲濃度資料少，除今年抽驗之數據外，僅 100 年及 106 年分別有 20 筆左右數據，故建議持續監測，以累積本土數據，供後續管理政策擬定依據。抽驗頻率建議維持 200 處次。
- (6) 鎘、鉍：環保署針對飲用水中的鎘與鉍於 106-109 年均已累積超過 800 筆數據，且考量鎘目前尚無國際管制值，而鉍的測值均低於國際管制值最小值 0.002 mg/L，建議明年度這兩項金屬可暫時無須監測，將檢測能量做更合適的運用。
- (7) 1,2-二溴乙烷：今年抽驗結果顯示均未檢出，然我國飲用水中 1,2-二溴乙烷之本土資料少，104-109 年間僅 71 筆數據，建議持續監測，監測頻率建議可增加為 100 處次。
- (8) 微囊藻毒 LR：今年僅 2 個樣品有檢出，且檢出濃度低，然因氣候變遷，降雨量少，水庫水源藻臭情況增加，對應產生藻毒的風險可能也較高，建議持續監測，抽驗頻率可維持 20 處次。

- (9) 鋰、鈦：蒐集清單物質中鋰與鈦之水質結果顯示檢出率高且檢出濃度略高，然檢測數據少，清水水質資料均不到 20 筆數據（表 4.4-5），建議納入抽驗，累積水質數據，釐清先前檢出的情況屬偶發事件或是常態。

後續抽驗項目、地點及頻率建議如表 6.4-3。

表 6.4-3 後續抽驗項目、地點及頻率

項目	選點原則建議	抽驗數量
重金屬 (鎳、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 年未曾檢測之點位	
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.歷年測得濃度之點位	100
	b.鄰近光電業、科學園區或工業區	
	c.水源為地下水者	
	d.水源為海水者	
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	
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.水源為地下水者	
	d.歷年未曾抽驗過者	
	e.各縣市至少安排一測點	
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	

第七章 水安全計畫

7.1 水安全試行計畫推行

2004 年世界衛生組織(WHO)公布的第三版飲用水水質準則、國際水協會(IWA)公布的波昂安全飲用水憲章，同時將「水安全計畫 (water safty plan, WSP)」納入其中，引起全球各供水管理系統與機構的重視。本計畫年度工作內容項目包含推動我國水安全試行計畫，協助建構我國自來水事業自主管理機制，並輔導自來水事業單位推動水安全試行計畫。

7.1.1 執行水安全計畫之基本指導方針

水安全計畫是一項能夠持續確保飲用水水質安全的有效方法，透過從水源端至用戶端所有環節進行廣泛的風險評估與風險管理的綜合性評估及分析，找出供水安全脆弱點並進行改善，以確保水質安全。推動水安全計劃的目標即為「持續確保飲用水供給之安全性與可接受性」，而此計畫的主要優勢在於，不管其供水系統多簡單或多複雜，計畫之可應用性能確保各種類型及規模之供水系統的安全性。

7.1.2 水安全計畫之執行步驟

「水安全計畫」並非單純一個或數個計畫，而是一個持續評估並最佳化供水系統的概念流程。為確保飲用水水質安全，避免造成供水安全的重大風險，如現有處理技術暫時無法完全移除污染源時，就需採取盡量減小其危害程度之措施，改善措施需要包括短期、中期或長期三個階段，啟動水安全計劃流程必須針對每一個供水系統個別進行開發與實施，依照 WHO 之水安全計畫，其執行步驟如下圖 7.1-1。水安全計畫執行步驟詳細流程及內容說明，請參閱本計畫 108 年計畫執行之水安全計畫稽核報告書。

整個水安全計畫執行重要的是滾動式檢討，即透過脆弱性評估來發現問題→提出改善方案→評估控管措施效果，同時輔以外部建議及評鑑，持續檢討並進行改善，達到以健康為基礎之水質目標。

因應新興污染物種類眾多，且濃度通常甚低，不同淨水場水源特性及淨水處理程序不同，可能面臨之新興物染物種類亦不同，傳統全面性管制相同之污染物已無法有效應對新興污染物議題，故建議應積極推動「水安全計畫」，以降低飲用水中新興污染物的風險。

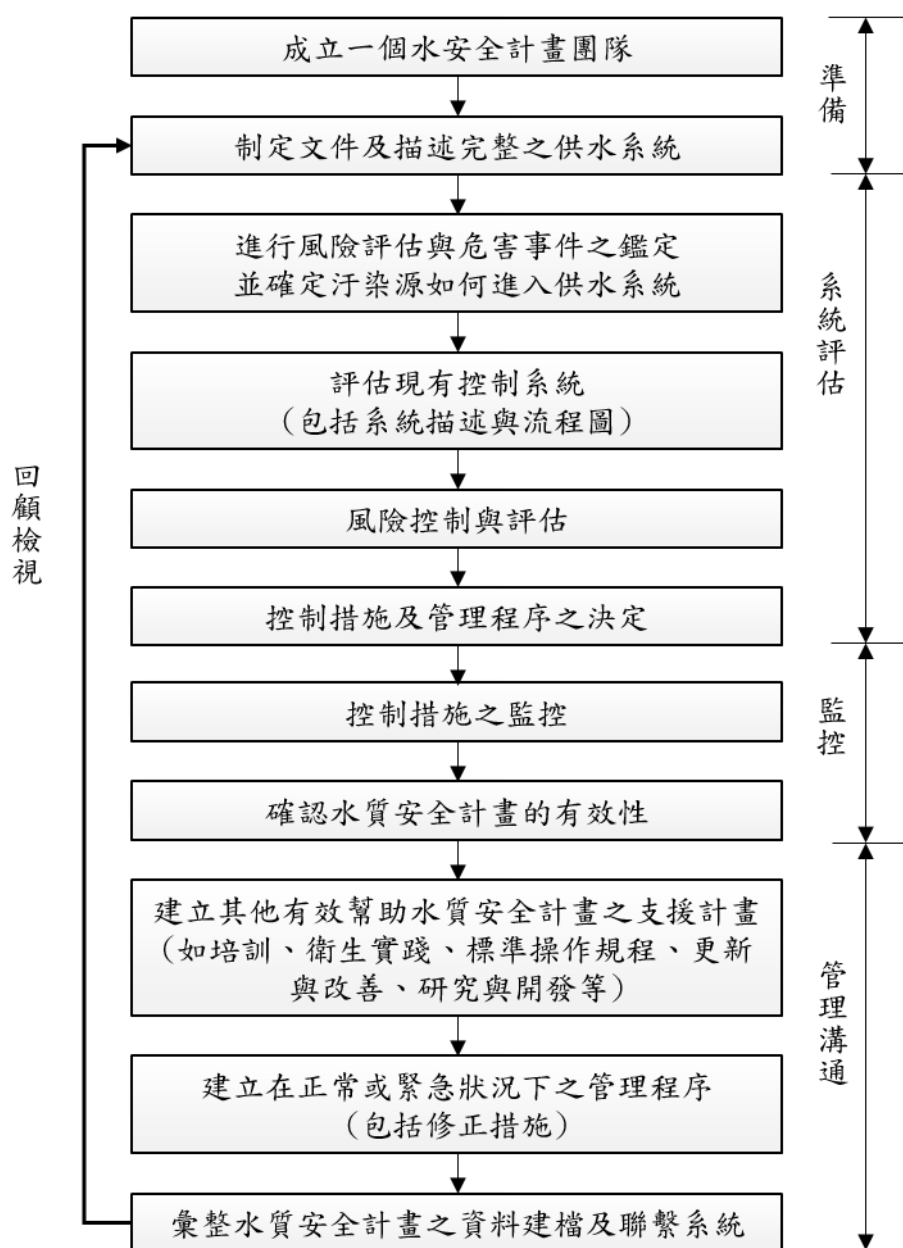


圖 7.1-1 水安全計畫建置與實施流程圖

世界衛生組織針對「水安全計畫」提供許多操作手冊供各國參採，目前國際上已有許國家實施「水安全計畫」，包含澳洲水質安全計畫、英國(英格蘭及威爾士)水質安全計畫、加拿大 Alberta 省水安全計畫、葡萄牙飲用水之放射性風險評估、韓國水質管理與屋頂雨水安全供水計畫、香港水質安全計畫，我國臺北自來水事業處亦已參考「水安全計畫」的精神，推動「臺北市水質精進推動計畫」多年。歐盟 2017 年提出的「飲用水指令」修正草案將世界衛生組織提出的水安全計畫(water safty plan, WSP)納入「飲用水指令」中。

本計畫已安排於 8/31 於豐原淨水場舉辦「水安全計畫共識營」，9/7 於台北自來水事業處舉辦「北水處水安全計畫輔導會議」、9/14 於嘉義水上淨水廠舉辦「台水水安全計畫輔導會議」。

7.2 水安全計畫共識會議與豐原淨水場執行現況

豐原淨水場水安全計畫辦理進程為 108 年 6 月進行先前討論會及專家諮詢共識會議，108 年 10 月舉辦 108 年第四季之水安全評估會議及第二次輔導會議，109 年 1 月舉辦 109 年第一季水安全評估會議，4 月舉辦 109 年第二季水安全評估會議，7 月舉辦 109 年第三季水安全評估會議。

供水系統描述：豐原廠水源取自大甲溪下游之石岡壩，以管徑 3200 公釐等原水管輸送原水至南渠幹，再進入一、二淨水場處理，與農田水利會灌溉用水共流。因大甲溪原水濁度變化大，遇颱風豪雨即濁度飆升（上游電廠、水庫於颱風時期排洪排砂將使狀況更嚴重），又因河川特性原水中含砂量高，造成豐原淨水場高濁度原水淨水操作難度高。豐原給水廠總出水量可達 92 萬 CMD，與鯉魚潭給水廠聯合運用，供給大台中地區並支援苗栗、彰化等地區部分用水，並且除供水外，亦須負責豐原、潭子、神岡及部分大雅區合計約 10 餘萬戶修漏、管線汰換、延管工程及處理用戶水質等問題。

7.2.1 危害因子評估項目、風險控制及執行成效

危害因子評估：豐原淨水場水安全計畫執行分別針對用戶端、水源、淨水場、配水及其他等分類之細項發生影響水質安全事件之嚴重度、事件頻率計算個別風險分數，每季持續滾動檢討，由風險值降低與否討論執行成效。

水源端：

問題	需採取行動
水源高濁不利操作	1. 台中地區水源調配小組依水情指導啟動大甲溪-鯉魚潭聯合運用。 2. 取用食水料溪水源 3. 啟用初沈池
原水油污染	增設油污薄膜偵測儀

淨水端

問題	需採取行動
清水濁度超內控	1. 二場一期沈澱池定期清淤。 2. 二場一期快濾池定期反洗，維持濾池功能良好。 3. 二場一期沈澱池改善（沈澱水濁度設計）。 4. 二場一期快濾池濁度計設置。
清水鋁超內控	1. 採雙加藥系統控制（低濁為固定氯化鐵加藥量，其餘不足加入 PACL 補足，高濁時僅加入 PACL。） 2. 建立加藥曲線
淨水設備及加藥系統運轉故障	1. 定期保養調校 2. 製作一機三卡 3. 加藥機備援及管線定期清洗更新
廢水部分：機械設備故障或效能不足	1. 定期保養調校 2. 製作一機三卡 3. 員工自行清理或排除
廢水部分：廢水場監控設備訊號異常	1. 報修單追蹤管控 2. 加速維修或改善汰換期程
廢水場污泥堆置空間不足	1. 場內小搬運 2. 加速污泥清理 3. 覓地增設污泥暫存場

供水端

問題	需採取行動
無預警破管搶修、改接事件	1. 確認制水閥位置，辦理停水公告，有效管控停水區域之影響範圍及程度。 2. 無預警破管搶修，施工完成後開啟制水閥，宜由小再漸大，亦注意檢測開啟下游管線之排水管及消防栓水質，以確保污水排除，並防止污染物質進入供水系統。 3. 施工點在凹處挖掘應有足夠深度，以利抽水及排水作業，有效防止改接時污水進入管中。
管線末端水質滯留惡化	開啟末端管線之排水管及消防栓並檢測供水水質，以確保水質。

用戶端

問題	需採取行動
用戶未定期清洗水塔， 沈澱雜質污染水質	由管網或其他管道宣導民眾「水池、水塔應定期清洗 與維護管理」觀念

7.2.2 豐原廠水安全有效性及總風險值消長趨勢

針對豐原淨水場各項影響水質安全因子進行風險分析後，水安全計畫執行團隊針對分析結果顯示之影響因素進行改善，其結果如下：

清水鋁水質風險控制：改以氯化鐵雙加藥改善後，清水鋁合格率大幅提升，除 5-7 月時因加藥控制因素造成降低。

清水濁度水質風險控制：經二場一期沈澱池改善工程，自 2020 年 1 月起內控達成率 100%，除 5-7 月時因加藥控制因素造成降低。

本季變化共減少 4 個風險分數：清水池濁度內控達成率由 75.5% 上升為 84.9%；清水池鋁內控達成率由 86.7% 上升為 90.3%；混合後清水池總鋁內控達成率由 83.3% 上升為 100%。

7.2.3 現場輔導專家建議

總風險值從 103 降低至目前的 89，成果值得肯定，但要再持續下降必須先進行更詳細之風險分布、進行風險降低改善策略之成本效益分析，以爭取公司更多的經費支援。報告中關於水質異常風險與客訴風險，系統中皆有登記，為已發生事件，可清楚計算風險值，而事件危害風險則為各區處情境預設發生的可能性再加以計算，此次報告兩者以淨水場風險分數總計的方式呈現，未來評估建議分開表示，以利風險因子評估。鑑於因各種因素，廠方必須超量供水，針對廠方所提供之危害風險因子，未來可加入超量供水，水廠程序及操作是否可承擔此任務，亦可列入風險作評估。

再就水源、淨水、供水及用戶端提供建議：

水源端：全球氣候變遷將導致大澇、大旱問題，尤其是高濁度原水已難避免，甚至成為常態，豐原廠受限於原水濁度不穩定，時有高濁度原水問題，加上清水水質標準持續加嚴，未來仍將面臨供水能力受限，備載容量不足之問題，此部分宜有

較長期之規劃，並思考透過水利署邀集相關單位研商解決方案之可能性，有效調配水量。

淨水端：危害因子中有關於殘餘鋁超標，而採用雙加藥系統，建議建立雙加藥系統在不同原水濁度下之加藥量控制曲線。關於廢水處理程序在夜間停止操作，因此反注水入循環主程序前端，也可能對原水水質造成負面影響，且現有廢水及污泥處理設備係以 180 NTU 規劃設計，而初沈池僅能處理至 500 NTU，造成回收處理廢水水質不佳，因此就中長程控制措施建議仍需再購地增設廢水及污泥處理設備，仍需以全量排放為原則，建議亦建立此方面的風險控制措施。另外除了強化淨水處理效能外，並應檢視清水池及供水轄區配水池容量，增加清水貯存時間，緩和淨水壓力。

供水端：配水系統之水樣內控濁度目前為 0.5 NTU，依現有水質數據統計其達成率仍低，為健全配水系統，長期本場出水目標仍需以達成內控標的為 0.2 NTU。配水停復水作業，水濁是客訴的主要來源，若排水時間拉長又造成復水時間拉長，如何找到最佳時間值得繼續檢討。並建議檢視管網配水系統，如應逐步強化備援系統，可提出建議，以利預算優先順序之爭取。

用戶端：用戶端的客訴將黃濁水、泥沙、水有異物等合併計算風險分數，應該要再細分整理用戶水質等抱怨之原因，以利系統性處理相關問題，瞭解客訴及風險之區別。

7.3 臺北自來水事業處水安全計畫

臺北自來水事業處推動水安全計畫之目的為：精進供水水質、提升用戶滿意度、強化內部不同工作領域水質維護觀念之建立。為推動水安全計畫執行，臺北自來水事業處成立水安全計畫執行團隊，其執行架構參考 WHO 水安全計畫執行策略，如圖 7.3-1 所示。

7.3.1 團隊組成：

臺北自來水事業處成立水安全計畫執行團隊由臺北自來水事業處副處長擔任召集人，總工程司擔任副召集人，開啟水安全計畫。WSP 的團隊成員包含：淨水科、供水科、水質科、技術科、企劃科、工程總隊工務科及各營業分處等單位主管組成委員會，含括水源與取水、淨水、管網、工程及水質等專業領域。採取自導式推動水安全計畫，即自行評估自行矯正，每季開會一次檢討執行效果。

7.3.2 臺北自來水事業處所管轄供水系統描述：

為推動水安全計畫，臺北自來水事業處執行團隊針對臺北自來水全系統進行檢點與瞭解，評估因子包含：水質標準與供水水質現況、水源（氣候、水源環境、集水區土地利用、取水蓄水資訊）、淨水程序與處理設備、水處理藥劑、供水管網與配水池、用戶及用水方式、員工訓練狀況、標準程序文件化狀況等各方面。

7.3.3 水源及淨水場：

臺北自來水之水源有新店溪水源及高地水源二種，新店溪水源供應直潭、長興、公館三處淨水場，高地水源則有雙溪及陽明淨水場，設備能量為供水 443.8 萬噸/日。

7.3.4 風險分析評估與子題選定：

臺北自來水事業處成立水安全計畫執行團隊針對水源、淨水處理、供水管網及用戶等四個環節，先蒐集所有歷史水質事件（包括用戶抱怨及操作失誤紀錄），列出所有可能的危害事件，再以半定量矩陣進行評估，排定危害事件處理之優先順序，並將突發性水質事件列入檢討，評估項目可為過去曾處理改善但執行未臻完善者，

屬於試辦專案性質者，列出後續想解決或改善問題與目標，俾利列為次年主題持續改善。

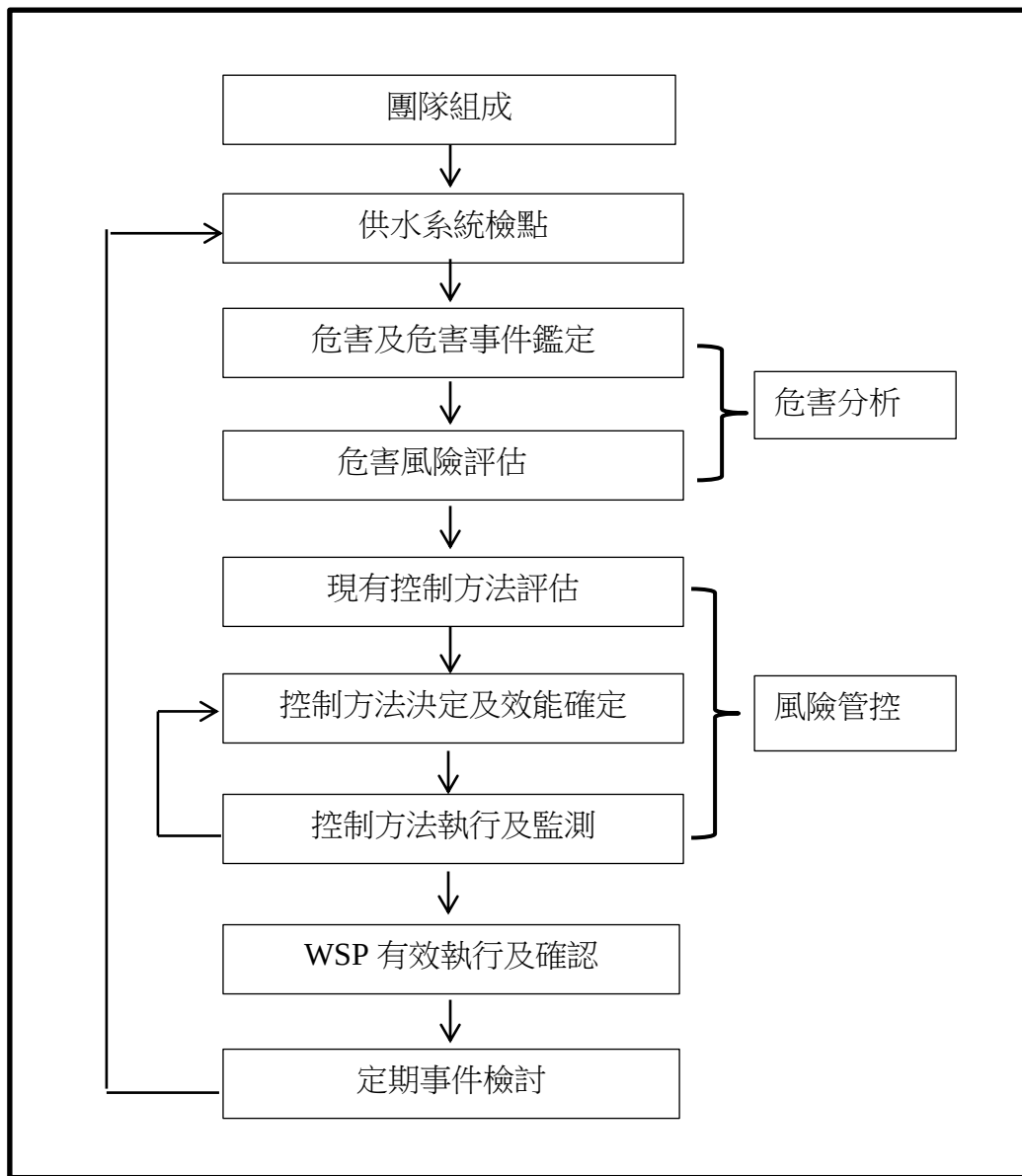


圖 7.3-1 臺北自來水事業處 WSP 執行架構

7.3.5 風險管控要項建立

臺北自來水事業處成立水安全計畫執行團隊透過例行會議針對各子題充分檢討，提出實際可行之控制措施或屏障措施。並提出監測方式及水質目標，以利爾後進行持續監測及檢討，確認控制措施有效執行。監測方面，則應包含監測項目、如何監測、何時監測、監測頻率、由誰監測、誰分析監測結果、誰對監測結果採取行動，明訂各單位工作內容。

103 年至 108 年間，臺北自來水事業處推行水安全計畫於水源、淨水、管網、用戶四個環節同時推動，並針對各環節研訂可能影響水質安全的各項因素。

水源主題：

蓄水及取水設施異常、水源區傾倒有害廢棄物、水源區社區污水排放、水壩淤積、高濁度原水水庫放水稀釋機制、水源區臭味物質來源查察、原水濁度急遽飆升掌握。

淨水主題：

加藥系統維護不當、緊急污染事故處理、淨水處理監控設備異常、高濁度原水處理、超高濁度原水分區操作因應策略、水中含土霉味物質淨水處理、沈澱淤泥排除。

管網主題：

制水閥啟閉過快、排水時間不足造成水質污染、配水池維護不當、大型幹線維修供水調配、導入新技術-自來水管清洗、精進加壓站供水可靠度及水壓穩定、小型加壓站維修復水進水方案。

用戶方面主題：

飲用與消防共用、水池水塔設計不當或疏於維護管理、水質普測、本處推薦之廠商水池水塔清洗作業管理、臺北好水標章核發與管理、機關學校建物直飲推動。

針對 109 年各環節子題管控措施，臺北自來水事業處執行團隊提出水安全計畫執行實例如下。

一、水源子題：雙溪水源餐飲廢水及生活污水排放

水源危害：集水區之餐飲廢水及生活污水排放導致水源大腸桿菌群及氨氮偏高現象，致影響淨水處理成效及提高飲用水水質安全之潛在風險。

危害發生原因：以 106-108 年比較雙溪與直潭每月水質檢測結果為例，顯示雙溪場上游可能污染源為餐廳廢水、生活污水或農業用肥料等污染物質偏高。比較氨氮及大腸桿菌群、總溶解固體、總三鹵甲烷生成潛勢、原水 TOC、清水總三鹵甲烷等數值，水源區水源水質於夏季枯水期或降雨初期常發生大腸桿菌群及氨氮偏高現象，其中大腸桿菌群容易隨氣溫增高而增加，甚至可能超過「飲用水水源水質標準」。且該集水區未鋪設下水道系統，以致餐飲廢水及生活污水排放造成水源污染，經初步瞭解，污水來源可能來自水源區之各餐廳、當地住民（約 150 戶、）、其他遊憩活動所衍生之水源汙染。

採取之控制措施：（1）陸域巡查：以車輛及徒步沿線巡邏，各到巡點每月至少一次，但夏季枯水期或水源水質異常機動增加巡查。若有違規則現場拍照存證，敘明違規情形，將資料行文有關單位協商處理改善。（2）溯溪巡查：由碧溪橋下水源至聖人瀑布水源巡查，以徒步方式於河道間溯溪巡查，遇有疑似生活污水排放地點，以衛星定位器定位及拍照存證，並採樣攜回檢驗氨氮、總溶解固體及導電度，以確認是否為污染源，若經檢驗氨氮 >0.1 ppm 及大腸桿菌群 $>20,000$ CFU/100ml 時，將現場照片等資料行文有關單位協商處理改善。（3）自動偵測儀器：設有生物毒性、油膜、總有機碳偵測儀，偵測值即時傳輸至雙溪場及淨水科「淨水處理資訊中心」，若有突發狀況即進行通報及應變。

監控方式與水質目標：經協商相關機關（市府環保局）進行定期及不定期污染源聯合巡查並做成紀錄及採樣送檢，每月取樣檢驗大腸桿菌群結果不符合飲用水水源水質標準的年度次數為 0。

二、淨水子題：水源區暴雨沖刷初期淨水因應

危害發生原因：青潭堰上游大臺北華城、花園新城、直潭等大型社區污水站容量有限，於暴雨時無法容納瞬間大量之雨水，導致污水溢流進入蘭溪及磺窟溪，污水夾帶氨氮及微細顆粒等污染物質，影響原水水質，進而影響淨水處理中混凝劑及前加氯之加藥處理效果，包含以下可能現象：

混凝劑的加藥量不足：造成微細顆粒無法凝聚沈降，導致快濾池之濁度可能穿透。

前加氯的加藥量不足：造成過濾出水餘氯降至 0，提高後氯加藥控制之難度。

採取之控制措施：（1）連續偵測氨氮及 COD：於取水口設置連續式低濃度氨氮計及 COD 計，24 小時連續偵測水質污染指標數據，偵測值即時傳輸至淨水場水質監測。（2）設置混凝池餘氯計：新設置混凝池出口處餘氯計，若遇受污染之原水造成餘氯大量消耗時，可提早 1 小時提高前加氯劑量，使過濾水餘氯保持在 0.1 ppm 以上。（3）Line 群組通報：當連續式 COD 數值>5 mg/L，或實測氨氮值>0.1 mg/L，由場長立即通報「淨水處理小組」Line 群組，並由維護股立即追蹤污染源，各場水質人員立即進場研判狀況並進行處理及回報。（4）制定原水水質快速變化之緊急處理 SOP：當原水濁度 5 分鐘內上升 10 NTU、連續式 COD 數值>5 mg/L，或實測氨氮值>0.1 mg/L 時，立即於青潭堰預先加注 PACl 5ppm 以上，總加藥劑量為經驗表上限值增加 20%，再依現況及杯瓶試驗作微調，此外為避免餘氯被消耗殆盡，以混凝池餘氯目標值 0.6-0.7ppm，逐步提高前加氯加注量，確保沈澱水餘氯 0.1ppm 以上。（5）追蹤污染源：維護股佈點人員於接獲通報後，分別前往磺窟溪、蘭溪、二原取水口等可能發生污染之區域進行原水氨氮取樣實測。（6）採樣原水送檢驗室檢驗：於原水受污染期間採樣原水送水質檢驗室檢驗 UV254、TOC、COD 等水質污染指標數值，掌握水中污染物成分，並與連續式儀器比對，以利後續若發生類似案例時作為淨水處理之參考。

監控方式與水質目標值：依照監測項目（如青潭原水 COD、青潭原水氨氮、長興場內混凝水餘氯、疑似污染源現地氨氮、原水取樣等）進行預訂之監測頻率、監測地點、負責監測人員、分析結果、採取行動等列表紀錄，達成於水源水質異常期間出水濁度達到內控標準目標值 0.2NTU 以下，以及出水餘氯達到內控標準目標值 0.48ppm - 0.72ppm。

三、管網子題：精進大同加壓站啟停作業以降低擾動管網及避免影響水質

危害：大型加壓站停電抽水機全部停機後，管網壓力快速降低，於重新啟動抽水機時，因流速變化過大或管末端空管，造成水質污染。抽水機全部停機可能原因：台電無預警停電、計畫性停電（無法以發電機供電）如電器檢驗、電器設備施工。

危害發生原因：（1）管網壓力快速降低，恢復抽水機運轉時，因流速轉換過大造成管內淤泥揚起。（2）管內末端空管，復水造成水污。108 年 4 月大同加壓站

發生一例污染案件。以半定量矩陣進行危害分析，108 年施工及電氣檢驗計畫性停電有 2 次長時間停電，因台電瞬間跳電則有 6 次短時間停電，109 年已發生 5 次瞬間跳電，因此評估嚴重程度屬於特高。

採取之控制措施：（1）設備操作：依臨時停電及計畫性停電分別制訂標準作業流程調整啟動抽水機。（2）人員訓練：每季進行 1 次大型加壓站緊急發電機加載測試教育訓練、每年汛期（5 月）前進行 1 次加壓緊急應變演練。大同加壓站同時對天母、北投及大度加壓站人員一併進行教育訓練。（3）管網、管末排水措施：各監視點監測加壓站進水出水濁度，當水質濁度異常升高大於 0.8NTU 且無下降趨勢，或供水範圍監控點壓力降為 0 時，監控中心通知營業分處進行消防栓排水、排氣。

監控方式與水質目標：監測項目加壓復電啟動抽水機、管網壓力、管網濁度，定期進行緊急應變演練及發電機加載演練，依照所制訂之清水抽水機開機、停機、及大同加壓站計畫性停電之標準作業流程操作，使計畫性停電或其他臨時性停電狀況，發生水污染狀況為 0 件。

四、用戶子題：建築工地工程用水與地下水混接污染防治

危害分析：建築工地周圍有民眾反應水黃及有異味，經以發生頻率及影響程度進行半定量矩陣分析，危害風險為中等。危害原因為建築工地馬達直接抽水（抽地下水），使周圍住戶支配水管受污染。

採取之控制措施：（1）檢視建築工地用水申請之現行作業流程。（2）新增建築工地工程用水與地下水混接污染防治作業流程。（3）任務分工：清查工地用水現場，確認安裝逆止閥，並定期巡查即時掌握狀況回報。

監控方式與水質目標：既有建案清查（清查 148 件建築工地）確認逆止閥裝設並完成補裝。新建案則予以納管，40mm 以上工程用水，每 2 個月定期派員複查，加強審查估驗照片逆止閥裝設內容，預定以一年六個月採試辦專案實施，每季定期滾動檢討，修正作業模式，確定符合日後可常態作業之標準作業流程，以確保建案工地於一樓底板完成前，表後逆止閥安裝正常，避免因抽取地下水時污染北水處配水管，不再發生地下水混接之水污染事件。

7.3.6 現場輔導專家建議

臺北自來水事業處水安全計畫推動次目主要包括已發生（曾發生）、潛在可能發生之危害及危害情境模擬，各科針對影響供水水質的事項，努力分析危害等級並提出風險管控方式，此種以特定次目情境為評估對象，作一系列危害分析及管控措施，並配合必要之監控，成為北水處執行 WSP 的主軸及特色。

雙溪水源餐飲廢水及生活污水排放作為危害風險之發生原因，控制措施則為陸域巡查、溯溪巡查、並輔以自動偵測儀器。前兩者之控制功能有限，而以自動偵測儀器作為最後一道之關卡，以便在突發狀況進行通報及應變。建議平日要維持生物毒性及油脂偵測儀之有效偵測功能，並作必要之測試，並提出偵測值超過多少，需有一定之應變措施。關於水源污染情形，雙溪水源餐飲廢水及生活污水已明顯影響雙溪淨水場水質，以臺北自來水事業處本身之角色難以有效處理，建議和外部單位協調（如臺北水源特定區管理局、環保局、衛工處等）持續溝通與討論。

青潭堰上游之三個社區於暴雨期間生活污水溢流至污染水源，建議協調新北市或臺北水源特定區管理局重視。北水處歷經 104 年蘇迪勒颱風新店溪高濁與污泥處理能力之經驗，宜考量對今後更嚴峻情境模擬及控制措施。

國內自來水配水管網多屬間接供水之型式，用戶之非壓力式蓄水池易受污染，使供水鏈前方之努力功虧一簣，在能源之使用上，亦不具效率。因水處對建築物內管線用水設備具審核權，建議在長期規劃上，自來水事業單位結合營建署等相關主管機關，改善此一問題。

7.4 臺灣自來水公司五區水安全計畫執行-以水上淨水場為例

臺灣自來水公司於 107 年由水質部推動水安全計畫，108 年五區根據「臺灣自來水股份有限公司水安全計畫施行要點」成立水安全計畫團隊，首次召開水安全計畫評估會議，依據風險鑑別結果，擇定嘉義廠水上淨水場為區處示範場。109 年 1 月辦理第二次 WSP 評估會議，4 月辦理第三次 WSP 評估會議，7 月辦理第四次 WSP 評估會議，9 月配合本計畫（109 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫）之水安全計畫推動執行輔導會議。水上淨水場依照臺灣自來水公司水安全計畫執行步驟（如圖 7.4-1），並持續推行步驟四至步驟七，每季定期於區處召開水安全計畫評估會議。

7.4.1 水上淨水場概述及風險鑑別

水上淨水場水源來自於蘭潭水庫及嘉南大圳，經淨水處理後提供嘉義市區、水上地區、沿海、中庄、後壁地區之用水。經檢討過往原水及供水水質，評估主要危害供水水質安全之因素包括：（1）嘉南大圳濁度變化大造成濁度過高。（2）前加氯加藥模式易產生消毒副產物總三鹵甲烷。（3）快濾池過濾效果不佳。（4）破管搶修、施工完成後未落實排水作業。（5）管末水質滯留惡化，造成客訴。經由半定量矩陣評估與計算，水質異常風險及客訴風險合計風險值為 20，危害事件風險合計風險值為 12。

水上淨水場風險評估、所採取之控制策略與執行情形可以下表說明：

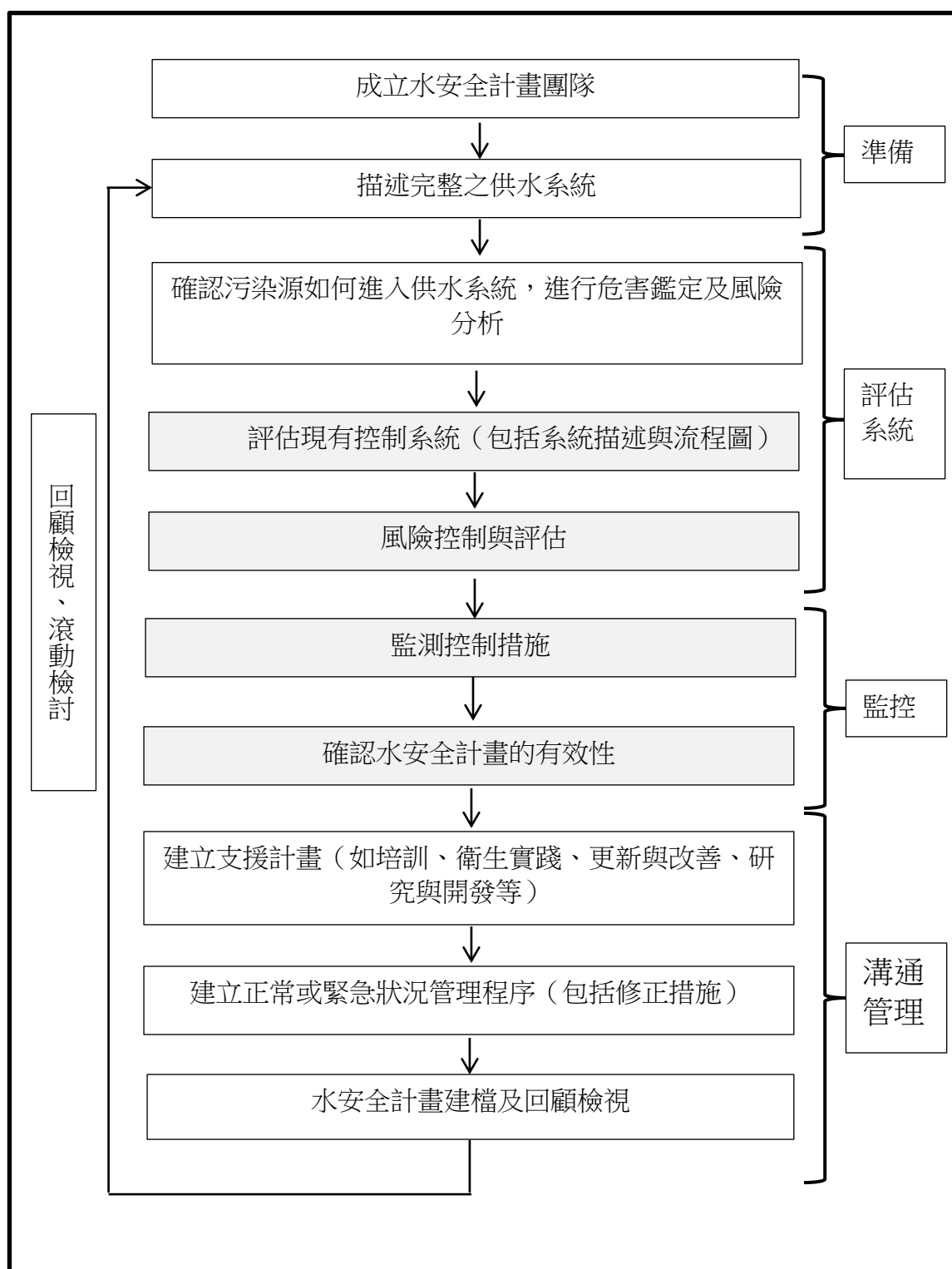


圖 7.4-1 臺灣自來水公司水安全計畫推行步驟

表 7.4-1 實例一：原水端 嘉南大圳濁度變化大造成濁度過高

步驟四：評估現有控制系統				
需採取控制行動（指現有控制方式）	評估之確認方式			評估結果
	方式	指標項目	評估者	
1.依加藥曲線調整混凝劑加藥量 2.降低原水取用量	歷史資料評估 (自今回溯 5 年) (期間 104.07~109.08	1.沉澱水濁度 $\leq$ 5NTU 2.過濾水濁度	OOO	由 5 年期間資料顯示: 高濁期間，增加氯化鐵單位加藥率 (30→60ppm)，原水取用量降低 60%(80,000CMD→30,000CMD)，沉澱水濁度 $\leq$ 5NTU、過濾水濁度 $\leq$ 0.5NTU。

步驟五、六：風險控制評估及監測						
風險改善控制措施	控制措施監測/執行					
	期間	監測/執行項目	監測/執行方式	頻率	監測地點	監測/執行者
1.與嘉南大圳管理單位保持密切聯繫，排淤前提早因應 2.增加取用蘭潭水庫水量。	108.9 月 ~109.8 月	1.原水濁度 2.取用水量監測	高濁期間紀錄 原水進流量 及濁度水質(線 上或人工)	高濁期 間每日 2 次	1.烏林監測站、圳水取 水口/原水濁度監測 2.混合井/原水進水量監 測	控制室人員及 檢驗室人員

表 7.4-2 實例二：淨水端 前加氯加藥模式致消毒副產物總三鹵甲烷生成風險高

步驟四：評估現有控制系統				
需採取控制行動（指現有控制方式）	評估之確認方式			評估結果
	方式	指標項目	評估者	
降低前加氯量、使沉澱後餘氯值低於 0.25ppm	歷史資料評估（期間：109 年 1 月至 109 年 7 月）	1.沉澱水餘氯值 2.清配水總三鹵甲烷	OOO	由 109 年 1 月至 109 年 7 月沉澱水餘氯值及清水總三鹵甲烷歷史資料評估結果如下表

沉澱水餘氯值及清水總三鹵甲烷

總三鹵甲烷	109 年 1 月	109 年 2 月	109 年 3 月	109 年 4 月	109 年 5 月	109 年 6 月	109 年 7 月
沉澱水餘氯	0.19	0.22	0.23	0.17	0.21	0.20	0.10
清水 配水	0.0236 0.0476	0.0181 0.0327	0.0146 0.0357	0.0150 0.0373	0.0222 0.0394	0.0387 0.0636	0.0247 0.0454

步驟五、六：風險控制評估及監測						
風險改善控制措施	控制措施監測/執行					
	期間	監測/執行項目	監測/執行方式	頻率	監測地點	監測/執行者
1.設置沉澱後餘氯，並控制餘氯值<0.25ppm，前加氯量控制於 3ppm 以下二場一期快濾池定期反洗	108.9 月 ~109.8 月	1.設置沉澱後餘氯監視器(已完成設置) 2.定期每月檢測清配水總三鹵甲烷(水質課協助) 3.加強人工檢測	1.餘氯監視器/水質日報表 2.定期每月採樣檢測 3.濁度監視器/水質日報表	1.即時 2.每月 3.即時	1.沉澱池 2.清水池及配水點 3.快濾池	水質課人員及控制室輪班操作人員

表 7.4-2 實例二：淨水端：前加氯加藥模式致消毒副產物總三鹵甲烷生成風險高（續）

步驟五、六：風險控制評估及監測						
風險改善控制措施	控制措施監測/執行					
	期間	監測/執行項目	監測/執行方式	頻率	監測地點	監測/執行者
2.委請嘉藥大學協助評估淨水操作加藥點：109 年 8 月已將二期前加氯點位(快混池)，改至沉澱後加氯。 3.原一期單元清水送沿海地區，調整為一、二期混合方式供水，已將 12,000 T 清水池(一期清水)送水幹管與 6,000 T 清水池(二期清水)送水幹管連通，混合一二期清水送沿海地區。 4.降低配水池水位、以減少配水池滯留時間。朴子所配水池水位由 3.5 米降低至 3.2 米	108.9 月 ~109.8 月	1.設置沉澱後餘氯監視器(已完成設置) 2.定期每月檢測清配水總三鹵甲烷(水質課協助) 3.加強人工檢測	1.餘氯監視器/水質日報表 2.定期每月採樣檢測 3.濁度監視器/水質日報表	1.即時 2.每月 3.即時	1.沉澱池 2.清水池及配水點 3.快濾池	水質課人員及控制室輪班操作人員

水安全計畫成效檢討：自 109 年 1 月開始每月採樣送七區檢驗水上場、六腳站、朴子站總三鹵甲烷，109 年 6 月 2 日環保署委託上準科技採檢，六腳及朴子站總三鹵甲烷超標(0.08mg/L)，依照 WSP 提出之風險管控策略進行改善並確效，顯示未來尚存在水質安全風險，需持續檢討與改進。

表 7.4-3 實例三：淨水端 快濾池效能不佳

步驟四：評估現有控制系統				
需採取控制行動（指現有控制方式）	評估之確認方式			評估結果
	方式	指標項目	評估者	
增加反沖洗頻率	歷史資料評估 (自今回溯 1 年) (期間 108.09~109.08	過濾水濁度	嘉義 廠	由 108 年 8 月至 109 年 7 月過濾水濁度歷史資料評估顯示過濾水濁度長期臨界內控值 0.5NTU，顯示過濾效能偏低，故先以增加反洗頻率因應

步驟五、六：風險控制評估及監測						
風險改善控制措施	控制措施監測/執行					
	期間	監測/執行項目	監測/執行方式	頻率	監測地點	監測/執行者
快濾池濾料篩洗及濾床整修改善	108.9 月 ~109.8 月	過濾水濁度監視器紀錄/水質檢驗日報表(低於內控值 80%)	水質日報表	每日	操作室及檢驗室	輪班操作人員

表 7.4-4 實例四：配水端 無預警破管搶修、施工完成後未落實排水作業

步驟四：評估現有控制系統				
需採取控制行動（指現有控制方式）	評估之確認方式			評估結果
	方式	指標項目	評估者	
1.確認制水閥位置，辦理停水公告，有效管控停水區域之影響範圍及程度 2.斷水前週知用戶注意虹吸現象勸導停止一切機械抽水，以防止污染水質物質流入供水系統 3.施工完成後開啟制水閥，宜由小再漸大，亦注意檢測開啟下游管線之排水管及消防栓水質，以確保污水排除	歷史小水樣資料評估(自今回溯 1 年) (期間 108.09~109.08)	配水濁度、餘氯、pH	嘉義廠水質人員	由 108 年 8 月至 109 年 7 月歷史小水樣資料評估結果顯示： 復水前水質檢驗僅要求廠商需依本作業實施，但無相關抽驗紀錄

步驟五、六：風險控制評估及監測						
風險改善控制措施	控制措施監測/執行					
	期間	監測/執行項目	監測/執行方式	頻率	監測地點	監測/執行者
破管搶修確實依停復水作業要點辦理排水並落實水質抽驗	108.9 月 ~109.8 月	修漏案件水質檢測並紀錄，濁度符合 <1.6NTU	修漏案件處理單(加註水質檢驗紀錄)	每案修漏案件	1.管線 2.施工排水點	嘉義廠管線股

表 7.4-5 實例五：配水端 管線末端水質滯留惡化

步驟四：評估現有控制系統				
需採取控制行動（指現有控制方式）	評估之確認方式			評估結果
	方式	指標項目	評估者	
開啟末端管線之排水管及消防栓並檢測供水水質，以確保污水排除	歷史資料評估(自今回溯 1 年) (期間 108.08~109.07)	排水頻率	管線股	由 108 年 8 月至 109 年 7 月歷史資料評估結果顯示： 一般為接獲民眾反映後，進行管線末端配水管或消防栓排水作業，無定期實施。

步驟五、六：風險控制評估及監測						
風險改善控制措施	控制措施監測/執行					
	期間	監測/執行項目	監測/執行方式	頻率	監測地點	監測/執行者
建立管線末端配水管資料，定期排水及檢測水質並記錄	108.11 月 ~109.10 月	管線末端定期每 3 個月排水及檢測水質並記錄，濁度符合<1.6NTU	管線末端排水及水質紀錄表	每 3 個月	管線末端	嘉義廠管線股

表 7.4-6 水上淨水場風險控制策略有效性確認

危害事件	WSP 控制措施	執行情形/後續作為	上次風險分數	本次風險分數	驗證事項	執行成效(Y/N)
1.嘉南大圳濁度變化大造成濁度過高 [危害：濁度]	降低圳水取用量及出水量，改以他場支援供水。	執行情形： 依現況調整取用原水及出水量，降低淨水單元負擔，清水濁度無發生超出標準值之情事。 後續作為： 持續與嘉南大圳管理單位密切聯繫溝通，於排淤或調整放水量時，依現況調整本場取用圳水量。	2	1	針對清水濁度執行檢測以符合標準值。	Y
2.操作模式為前加氯加藥量較後加氯為大，易產生消毒副產物三鹵甲烷 [危害：清、配水管網總三鹵甲烷值偏高]	減少前加氯量，並控制沉澱後餘氯<0.2ppm	1.以沉澱後餘氯控制<0.2ppm 管控次氯酸鈉用量 2.因本場供水範圍遼闊，為避免管網末段餘氯值偏低之風險，委請學術單位協助評估淨水操作加藥點(次氯酸鈉/氯化鐵)調整。	4	4	自 109 年 7 月以來總三鹵甲烷檢測數據皆小於內控值 0.064 mg/L，但仍需持續監測	待確認
	調整前加氯位置(快混池)至沉澱後，藉以降低有機物質與氯作用時間。	執行情形： 已將二期前加氯點位(快混池)，改至沉澱後加氯，針對清水、配水點檢測總三鹵甲烷。 後續作為： 俟總清配水三鹵甲烷檢測結果，評估此加藥模式應用至一期淨水單元。				
	原一期單元清水送沿海地區，調整為一、二期混合方式供水	執行情形： 已將 12000T 清水池(一期清水)送水幹管與 6000T 清水池(二期清水)送水幹管連通，混合一二期清水送沿海地區。 後續作為： 依據清配水檢測結果，總三鹵甲烷值低於標準值及內控值，持續依現行一二期清水混合方式送沿海地區。				
	降低配水池水位、以減少配水池滯留時間	執行情形： 朴子所配水池水位由 3.5 米降低至 3.2 米 後續作為： 持續保持配水池水位高度 3.2 米。				

表 7.4-6 水上淨水場風險控制策略有效性確認（續）

危害事件	WSP 控制措施	執行情形/後續作為	上次風險分數	本次風險分數	驗證事項	執行成效 (Y/N)
3.快濾池過濾效果不佳 [危害：快濾池濾後濁度偏高]	濾料篩洗及濾床整修	執行情形： 快濾池改善工程已於 109 年 7 月完成一二期快濾池濾砂篩洗及補砂作業。 後續作為： 依據水質檢驗規範頻率持續針對濁度等檢驗項目執行檢測。	6	4	針對快濾池濾後水濁度執行檢測以符合內控值 0.5 NTU。	Y
4.破管搶修 [危害：配水濁度偶發偏高]	依破管搶修 SOP 執行	依破管搶修 SOP 執行，搶修完定要確認合乎飲用水水質標準，否則要進行後續排水直至合乎標準	3	3	臨時及突發性破管搶修後，於管末端(消防栓)執行排水作業至符合本公司配水濁度內控值。	Y
5.管線末端水質滯留惡化 [危害 1：氯味過重]	針對配水管網前、中、後共 3 點採樣與分析，並檢測臭度並無異常，可能為偶發事件。加強後續加藥量及加氯量控制。	執行情形： 客服系統立案後，水質人員即前往用戶處檢測餘氯值，檢測結果符合法規標準值；因屬個人觀感問題，已與用戶解釋情況後，並宣導餘氯係殺菌之用，且符合法規標準值，用戶已可接受。 後續作為： 針對客訴氯味過重情形，應反饋至「淨水場」瞭解加氯量至配水管網分布情形，尤其掌握餘氯減少後最高及最低自由有效餘氯濃度是否符合法規範圍要求。針對反應氯味過重之用戶，應再次主動追蹤用戶感受，了解用戶滿意度。	2	4	執行情形： 確認淨水場及配水自由有效餘氯濃度皆符合本公司內控值範圍(0.3 mg/L~0.9 mg/L)。	N
[危害 2：客訴水有異味]	(非屬本公司權責)	水質人員前往判斷為用戶更換水塔及新管線經日照產生類似塑膠味及用戶個人感覺，詢問附近住戶皆無相關問題，與用戶解釋後可接受。	6	6	與附近用戶詢問，無相關問題	Y

表 7.4-6 水上淨水場風險控制策略有效性確認（續）

危害事件	WSP 控制措施	執行情形/後續作為	上次風險分數	本次風險分數	驗證事項	執行成效 (Y/N)
5.管線末端水質滯留惡化 [危害 3：客訴水有白濁、黃濁、有異物]	加強排水	執行情形： 1.應為管壁附著物些許沖出，於用戶端排水後已無此現象 2.部分白濁客訴案件經現場拜訪用戶及查證，係因用戶端更換抽水馬達壓力差或本廠供水水壓調整，致水中存在細微氣泡，靜置數後即消除，已向用戶說明此現象於健康無礙，並經檢測符合飲用水水質標準。 後續作為： (反映/回饋水源、淨水、配水及用戶等 4 面向處理) 1.確實執行停復水後排水作業。 2.落實定期排水作業 3.供水水壓調整採逐步微調方式(漸升或漸減)進行。	4	4	確認淨水場色度及配水濁度皆符合本公司內控值 (<0.5NTU)	Y
	調整供水水壓採漸進式調整					Y
	加強管線工程及修漏廠商教育訓練(制水閥啟閉程序及排水濁度確認)					Y
[危害 4：客訴水有顏色(客訴風險分數 2)]	供水壓力採漸進式調整	3.用戶反應水黃濁，於排水過後已無此現象。	4	4		Y
[危害 5：其他硬度及水垢(客訴風險分數 1)]	於接獲用戶水質課訴事件，加強用戶水質觀念宣導	1.水煮沸後硬度產生之茶垢及容器內外溫度差異產生霧氣，經用戶解釋，已可接受。 2.水錶錶面進水使用戶產生微生物孳生疑慮，已向用戶解釋自來水中含有有效餘氯係為去除微生物之用，用戶已可接受。	3	3	確認淨水場硬度符合本公司內控值 (<240mg/L)。	Y
風險分數總計			34	33		

臺灣自來水公司推動水質安全計畫，以水源到用戶，以水質為核心，由各單位組成團隊共同合作，檢討各流程之風險及危害事件，採取改善措施、控制點監測、確認成效。水安全計畫開始推動後，水上淨水場總三鹵甲烷風險分析結果顯示其由水源（總有機碳）、淨水（加氯點、加氯量及設備操作維護）、配水（管網及加壓站內總三鹵甲烷的再生成）經檢討聘採取修正措施後，對於用戶用水水質安全風險的 WSP 管控概念。建議後續持續進行滾動檢討，以降低水質風險。

7.4.2 現場輔導專家建議

針對水上淨水場執行水安全計畫，原則有參照台水公司 WSP 執行架構推動，惟建議在風險計算上，依施行要點需將四個面向（原水、淨水、配水及用戶）採同一基期進行比較，例如 109 年第三季檢討，應以前一季作為比較基準，以分別驗證各項水質水量危害的執行成效，並據以適時調整朝"確認有效性"方向執行。惟所謂水質風險、客訴風險及危害事件風險的實質內涵係以分數高低讓執行單位有改善前後對照基準，實際上仍請聚焦在掌握全時供水水質能符合現有水質標準規定及達成顧客滿意為目標。

水源方面：

水上淨水場具多重水源，除嘉南大圳，還有蘭潭及湖山水庫水（可因應藻類生分層取水）可調配，因應每年 5~6 月具較高消毒副產物生成趨勢，水上場已具備緊急應變能力，符合水安全計畫步驟九"建立在正常或緊急狀況之處理程序"對於特殊水質事件的處理能力。建議對個別水源之特性及季節性變化再作分析，如 TOC、DOC、藻類、三鹵甲烷生成潛勢等指標，例如總三鹵甲烷生成與水中自然有機物（NOM）含量之關係大於與濁度之關係，UV254 與 DOC 之比值稱為 SUVA（比 UV 吸光值），可用於瞭解 NOM 之特性。SUVA 值低表示有機物可能來自水體內生物源，SUVA 值高則主要來自集水區之 NOM，追蹤蘭潭水庫與嘉南大圳原水之有機物特性，以釐清污染來源、種類及季節性因素間之關聯，應有助於掌握二水源間取水量之時機及配比。

淨水方面：

一、沈澱操作：宜釐清夏秋季節原水是否有藻華現象，雖原水測得 TOC 不高，惟含藻原水經前氯大量破壞藻細胞後，會導致沉澱水 TOC 大幅升高無法去除，經後氯消毒後導致清水及管網三鹵甲烷含量升高。

二、過濾操作：過濾池之硬體改善及操作方面應可由個別濾池之水質監測結果進行判斷，進一步收集資料。例如每日記錄濾池操作狀況及參數，針對每一濾池設置偵測器連續監測過濾水濁度，每日檢視實施反沖洗濾池的過濾水濁度掃描圖，瞭解濾程中是否有瞬間濁度穿透、反沖洗時機不良或反沖洗後初始濁度穿透過大等現象，記錄相關操作資料，以研判穿透係因濾床效能不佳或操作不良所致，如有異常應立即追蹤原因並進行檢討。每年依前述措施，評估快濾池狀況、評定優劣等級，依評定結果優先順序，逐年編列經費進行濾料篩洗、檢討濾料規格、更換濾料或濾池整修。

配水方面：

水上淨水場本次水安全計畫內容著重於淨水系統操作部分，後續建議針對配水系統完整性進行更深入之評估及檢視，以提升用水安全。例如配水端因管線長達 20 多公里，除了簡報調整加藥點外，亦可考量中途加氯點的可能性，且管網內垢情況亦應加入評估其風險，並增加管控措施。且根據三鹵甲烷監測歷史資料顯示，朴子、六腳、東石、義竹四個加壓站原為傳統淨水處理水場，自 108 年申請改為加壓站後，總三鹵甲烷有升高趨勢，是否因管線太長導致三鹵甲烷上升？若台水公司以後規劃把淨水場改成加壓站，需考慮是否也會有此情形。

客訴方面：

對於客訴水黃、水濁及異物等問題，宜請用戶留樣進行檢測分析，建議可將水經 0.45 μm 濾紙過濾，然後觀察滯留於濾紙上之物質，以求精準地找出改善之道。並釐清是用戶用水設備因素，或管網閥栓操作及管線施工不當所致。所有管線施工及閥栓操作，應落實分段緩慢啟閉，避免管垢因水壓變化而沖出。管線末端應定期排水，並檢測初排水樣濁度、餘氯、排水時間，以及恢復正常之濁度、餘氯，以利評估依管末端水質狀況，調整管末排水期程。

後續水安全計畫建議

水上淨水場現今建立的風險鑑別或評估等級，建議加入外聘委員方式，予以重新調整，特別是嘉南大圳濁度變化，三鹵甲烷數值仍偏高，可以細分數值範圍予以不同風險，否則不容易表現出風險改善之狀況。簡報資料紀錄期間尚不足以讓外界學者專家有效判讀風險特性，建議就委員意見及委託研究成果再紀錄一段時間（如8~12個月）後，由公司邀請學者專家予以指導。

台灣水安全計畫推動結論與建議

本計畫推動臺北自來水事業處與台灣自來水公司施行水安全計畫，由去年初步達成共識、推動執行，至今年以成立專家輔導團的方式提供專業建議，已初步建立水安全運行架構，促使供水單位從水源端至用戶端所有環節進行廣泛的風險評估與風險管理的綜合性評估及分析，找出供水安全脆弱點並進行改善。水安全計畫為不斷審視、評估與改善的工作，建議持續由水安全計畫團隊協助自來水事業單位，邀集學者專家進行現場輔導與改善建議，以確保民眾水質安全。

7.5 水安全計畫(Water Safty Plan, WSP)在國際間之應用

7.5.1 義大利 Mortara 水安全計畫執行案例

Mortara 小鎮位於義大利北部，人口數約 15500，有三個飲用水淨水場，該區的地下水源存在關鍵污染物為氨、錳、鐵，有時還有砷。每個淨水場處理的地下水平均流量為 11-28 L/s，水中可能有氨，錳，鐵，砷污染物，處理流程如下圖所示，地下水取水後經前氧化，加入氯化鐵混凝後，以生物濾床、粒狀活性碳/砂濾過濾（其中有一淨水場沒有粒狀活性碳/砂濾）進行過濾處理，若有必要則以次氯酸鈉消毒（如圖 7.5-1）。

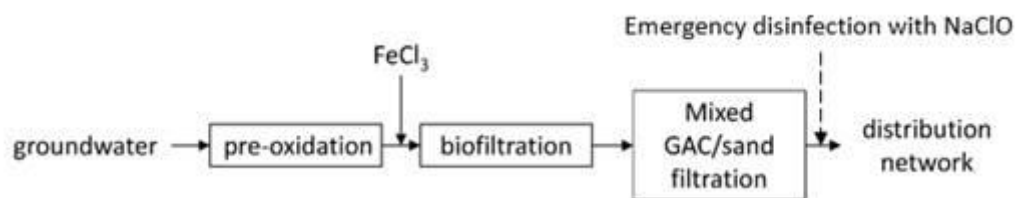


圖 7.5-1 Mortara 淨水場處理流程

Mortara 根據 WHO 的指引及義大利衛生指引執行 WSP，包含以下步驟：

1. 組成一支由事業單位管理級、研究人員、環境及健康保護機構相關人員的 WSP 團隊。
2. 透過現場檢查、歷史數據分析及發展流程來描述飲用水供水系統。
3. 應用半定量矩陣法進行危害事件鑑定、識別相關的危害及風險。（危害事件發生的可能性由 1~5 分，5 為常發生。嚴重程度為 1~5 分，5 為化學或生物參數對短期及長期健康造成直接影響，風險排序則參照 WHO 之半定量矩陣表）。
4. 鑑別控制措施及風險評估的有效性。
5. 開發新控制措施計畫，以降低風險等級。
6. 制訂監測計畫，確認監測的內容、監測方式、監測頻率、負責監測的人員以及臨界限值和糾正行動。
7. 制訂驗證計畫，以控制 WSP 的有效性。

經風險評估後的危害事件鑑定，在採取控制措施前鑑定出以下危害事件及發生頻率和嚴重程度（表 7.5-1）。

表 7.5-1 Mortara 供水系統危害事件鑑定

處理流程	危害事件	危害類別	L	S	R	風險排序
進水	馬達故障	水量不足	2	3	6	中
	閥門故障/破裂	水量不足	1	3	3	低
	集水管故障/破裂	化學/物理/微生物	1	5	5	低
前氧化	空氣壓縮機損壞	化學	1	2	2	低
生物過濾	濾床內壁剝離	化學/物理	2	4	8	中
混凝後沈澱	劑量馬達故障	化學	2	4	8	中
砂/GAC 過濾	鼓風機故障	化學/物理	1	4	4	低
消毒	消毒劑過量	化學	2	4	8	中
水場內部管網	生物膜侵蝕	微生物	2	5	10	高
儲水槽	開口無保護	化學/物理/微生物	4	5	20	非常高
	惡意破壞	化學/物理/微生物	1	5	5	低
配水管網	生物膜侵蝕	微生物	4	5	20	非常高
	惡意破壞	化學/物理/微生物	3	5	15	高

L：發生可能性；S：嚴重程度；R：風險等級。

經第一次風險評估後，分析了 130 個危害事件（24 個為集水系統，88 個為處理單元，18 個為配水管網）及 148 個危害點（29 個為集水系統，98 個為處理單元，21 個為配水管網），據以決定可採取之控制措施、風險評估和優先順序。

決定控制措施、風險評估和優先順序及其有效性

先行確認當前的控制措施及其效能，且針對首次實施控制措施（1st cut-off）後進行風險再評估，藉由現場監控技術改善及數據分析來評斷控制措施的有效性，例如集水區例行性視察及連續線上監測。例如進水泵的操作由遠端控制和定期現場檢查來控制；且有 2 個泵備用，因此若 1 個泵不工作，則由另一泵可取水。對這三

種控制措施進行了驗證，結果表示是有效的。因此，便可將此危害事件和危害點發生的可能性降低，風險等級也變低。

若控制措施無法有效執行，或改善後水質參數無法符合義大利法規，則該控制措施被認為是無效的。在某些情形下，降低風險是一個關鍵，因可能已經採取了某些控制措施，但沒有效果，因此無法有效降低事件發生的可能性。此外，在考慮控制措施時，事件發生的可能性評估是相當主觀的，因此飲用水供應系統管理者需提供歷史監測數據及資料，使 WSP 團隊儘可能客觀的進行評斷。

WSP 團隊對於風險排序低的事件先進行紀錄及保留，只針對中、高、非常高風險的危害制訂後續處理步驟。在第 2 次的決斷點後（2nd cut-off），考慮 10 個危害事件（1 個為集水系統，4 個為處理單元，5 個為配水管網）及 13 個危害（2 個為集水系統，5 個為處理單元，6 個為配水管網），從第 2 次風險評估步驟分別將其降低 90%及 88%的風險。

經風險評估後，針對在第 2 次決斷點後的每個危害事件和危害點，中、高和非常高風險等級制定改善/升級計劃（表 7.5-2），確認新的控制措施，以降低風險。例如，為了控制 FeCl_3 的注入，可將定量泵連接到遠程控制，若泵無作用則觸發警報。此外，可進行實驗室模擬的杯瓶試驗，以驗證砷沉澱程序的效率。新控制措施建議要有成本效益和可持續性。

表 7.5-2 Mortara 供水系統危害事件之風險改善及控制措施

處理流程	危害事件	危害類別	L	S	R	風險 排序	現場控制措施	V	L	S	R	風險 排序	適當控制措施
進水	泵故障	水量不足	2	3	6	中	安裝備用泵 遠端控制 現場檢查	E E E	1	5	5	低	紀錄並保持檢視(2 nd)
							紀錄並保持檢視(1 st)						
	閥門故障/破裂	水量不足	1	3	3	低							
	集水管故障/破裂	化學/物理/微生物	1	5	5	低	量測下游流量 確認水往下一水池 輸送	E	1	5	5	低	紀錄並保持檢視(2 nd)
							紀錄並保持檢視(1 st)						
前氧化	空氣壓縮機損壞	化學	1	2	2	低							
生物過濾	濾床內壁剝離	化學/物理	2	4	8	中	現場檢查和維護 濾池底部設砂礫和 平板	E E	1	4	4	低	紀錄並保持檢視(2 nd)
FeCl ₃ 沈澱	劑量馬達故障	化學	2	4	8	中	現場檢查 調整泵	E NE	2	4	8	中	杯瓶試驗 加 FeCl ₃ 後採樣檢測 用遠程控制泵
							紀錄並保持檢視(1 st)						
砂/GAC 過濾	鼓風機故障	化學/物理	1	4	4	低							
消毒	消毒劑過量	化學	2	4	8	中	消毒劑劑量控制	E	1	4	4	低	紀錄並保持檢視(2 nd)
水場內部管網	生物膜侵蝕	微生物	2	5	10	高	下游消毒	E	1	5	5	低	紀錄並保持檢視(2 nd)
儲水槽	開口無保護	化學/物理/微生物	4	5	20	非常高	避免動物進入 下游消毒	NE E	2	5	10	高	安裝隔離避免動物進入
	惡意破壞	化學/物理/微生物	1	5	5	低	現場監視 警報器	E E	1	5	5	低	紀錄並保持檢視(2 nd)
配水管網	生物膜侵蝕	微生物	4	5	20	非常高	移除生物膜	E	1	5	5	低	紀錄並保持檢視(2 nd)
	惡意破壞	化學/物理/微生物	3	5	15	高	無適當控制	NE	3	5	15	高	管網再加氯 現場檢視

V：驗證，E：有效，N：無效，L：可能性，S：嚴重性，R：風險

制訂監測計畫及確認 WSP 的有效性

確定新的控制措施之後，需制定監測計畫，決定要監測的內容，如何監測，監測頻率，在何處監測以及由誰進行監測。並且也需要決定臨界限值和相關糾正措施，可先將每個水質參數的臨界限值定在意大利飲用水法規限值。在 WSP 團隊根據供水系統經理的經驗進行討論後，為每個參數定臨界限值。超過臨界限值則要採取緊急糾正行動，以確保用戶用水安全。因此，團隊內部針對每個危害事件討論了糾正行動，並且可能需要立即通知當地衛生部門和/或採取緊急應變計畫來替代供水。

例如監測以 FeCl_3 為混凝劑的沈澱流程，水處理單元的負責人員應該每月在 GAC/砂濾池出口收集水樣，分析鐵和砷的濃度。若鐵濃度大於 $140 \mu\text{g/L}$ ，則配水管網中可能有鐵沈積。因此必須確認 FeCl_3 能有效沈澱且恢復水中鐵適當含量。此外，若砷濃度大於 $10 \mu\text{g/L}$ （義大利法規值），則淨水單元管理人員必須確認 FeCl_3 的沈澱效果。

因此 WSP 能成功的重要課題是進行監測和分析以及建立控制和監測時良好工作狀況的人力資源。

在擬定監測計畫後，要確認 WSP 的有效性，建立驗證的內容，包括如何驗證、驗證頻率、要在何處驗證以及由誰進行驗證等，以確保 WSP 的執行能發揮效能。例如化學性品質方面，應每月監測 GAC/砂濾池出口的關鍵污染物（鐵，砷，錳和氨）濃度。關於配水系統的微生物品質，為了保障用戶的水安全，淨水場管理人員應每月在飲用水處理廠出口處及配水管網不同位置收集和分析水樣，監測微生物病原體的量（如大腸桿菌），以確保用戶用水安全（表 7.5-3）。

結論

Mortara 小鎮的 WSP 為與淨水處理單元管理者討論後經由風險評估的過程，從操作和管理的角度來看，對管理者是重要的工具。此外，對飲用水供應系統從未發生的風險也進行評估，制訂相對應的風險管理程序，確定了飲用水供應系統的關鍵點，並提出控制措施以改善水質。Mortara 小鎮的飲用水供應系統經由實行 WSP

減少公眾健康風險，確保水質參數符合法規要求、增加消費者的信心、且因參與計畫而改善管理資源，淨水場的設備管理者已經開始採取 WSP 團隊提出的新控制措施進行工作。

表 7.5-3 Mortara 供水系統之監測計畫

監測事項	監測位置	監測時間	監測方式	監測負責人
化學參數 (砷、鐵、錳、 氨)	GAC/砂濾池流 出口	每月	現場	操作單元管理人
大腸桿菌濃度	淨水場流出口	每月	現場	操作單元管理人
遠端控制連接	廠內及配水管網	每年	現場	操作單元管理人

第八章 其他工作項目

8.1 毒理資料庫更新

本計畫將參考下列資料更新 18 項新興污染物之毒理資料，包含氯四環黴素、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。

- 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)
- 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 結論與建議

9.1 結論

- 一、本年度檢討飲用水水質標準中物理性管制項目（包含臭度、濁度、色度）及化學性標準－可能影響健康物質管制項目（包含氟鹽、硝酸鹽、銀、鉬、銻）之管制值，此 8 項管制項目之管制值與國際管理趨勢及管制值相近，且未有新的文獻報告更新於飲用水中的風險，故均暫無修正的必要。
- 二、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)、腸球菌(Intestinal enterococci)、Clostridium perfringens 等 5 項生物性參數進行 20 處次採樣分析，結果顯示大腸桿菌群 (Coliform Group)及糞便性大腸桿菌群(Fecal)數據有不一致之情況，此為培養法的限制，應持續追蹤，獲得更多數據，以供後續管制策略之參考。
- 三、本年度優先評估之新興汙染物質包含六項全氟碳化物（全氟丁酸、全氟己酸、全氟庚酸、全氟壬酸、全氟十一烷酸、全氟丁基磺酸）及五項人體健康用藥和個人保健用品（PPCPs，包含對羥基苯甲酸甲酯、對羥基苯甲酸乙酯、對羥基苯甲酸丙酯、對羥基苯甲酸丁酯、乙醯胺酚），本計畫於六處淨水場進行 3 次採樣分析，全氟碳化物檢測結果均為未檢出或個位數 ng/L，顯示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汙染物質篩選作業，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）、初步蒐集清單新增 5 項全氟碳化物（全氟己酸、全氟丁酸、全氟丁基磺酸、全氟十一烷酸、全氟庚酸）及一項藥物（乙醯水楊酸），此外有 20 項物質因缺乏本土水質資料，自蒐集清單改列初步蒐集清單，待後續逐步進行評估，「109 年初步蒐集清單」共 396 項

- (二)、108 年蒐集清單中 20 項物質改列初步蒐集清單，並新增 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。此外評估蒐集清單物質之健康危害及本土清水檢測結果，暫無須進一步納入觀察清單監測之物質。鋰與鈦可納入抽驗，累積本土水質資料。
- (三)、108 年觀察清單中有 7 項物質已連續進行超過 6 年監測，且平均每年超過 200 筆檢測值，檢測值均未超過國際管制標準最小值，顯示於我國飲用水中暫無顯著風險，無須持續監測觀察，改列蒐集清單。「109 年觀察清單」共 13 項。

五、執行 23 項未列管新興污染物抽驗共 3870 項次，並據以提出後續抽驗建議。其中 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污染物，配合環保署跨部會「環境荷爾蒙管理計畫」，建議持續監測，然可減少監測次數至 200 處次，以將檢測能量做較合適的運用。鎂與鉍本土飲用水檢測數據豐富且顯示無顯著風險，建議暫時無須監測，將檢測能量做更合適的運用。飲用水中 1,2-二溴乙烷之本土資料少，104-109 年間僅 71 筆數據，則建議增加監測頻率為 100 處次。另蒐集清單物質中鋰與鈦之水質結果顯示檢出率高且檢出濃度略高，然檢測數據少，清水水質資料均不到 20 筆數據，建議納入抽驗。

9.2 建議

- 一、觀察清單物質中 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。
- 二、因計畫期程，抽驗樣品多為豐水期(夏季)，然枯水期的水質更為重要，建議因應調整計畫起始期程
- 三、傳統淨水流程對新興污染物去除效果有限，我國淨水廠多採傳統淨水程序，建議自來水事業應提前提升淨水處理流程。
- 四、飲用水生物指標依目標不同，包含糞便污染指標、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，不同指標之指標微生物種類亦有所區別，建議釐清我國飲用水系統需要之指標優先順序，再進一步評估適用之指標微生物種類。

第十章 預期進度與查核重點

10.1 執行進度

本計畫預期進度與查核重點列於表 10.1-1，實際預定進度及查核點說明列於表 10.1-2。本計畫已完成篩選初步清單物質優先評估之項目，選定全氟己酸(perfluorohexanoic acid, PFHxA)、全氟丁酸(perfluorobutanoic acid, PFBA)、全氟丁基磺酸(perfluorobutanesulfonic acid, PFBS)、全氟壬酸(perfluorononanoic acid, PFNA)、全氟十一烷酸(perfluoroundecanoic acid, PFUnDA)、全氟庚酸(perfluoroheptanoic acid, PFHpA)等 6 項三次採樣分析，並彙編毒理資料庫(參見附錄三)。

於今年 6 月 5 日召開第一次專家諮詢會，確認本年度 6 項優先評估物質及採樣淨水廠、細菌性參數採樣點位，並討論無本土淨水場資料之蒐集清單物質回到上一層初步蒐集清單，後續規劃檢測。8 月 24 日召開第二次專家諮詢會，討論第一次優先評估物質採樣分析結果、初步抽驗分析結果，以及部分觀察清單物質改列蒐集清單之討論，11 月 2 日召開第三次專家諮詢會，討論優先評估物質採樣結果、新興污染物抽驗結果、生物性參數調查結果、蒐集清單物質納入觀察清單等議題。

水安全計畫之試辦，本計畫於 8/31 於豐原淨水場舉辦「水安全計畫共識營」，並安排於 9/7 於台北自來水事業處舉辦「北水處水安全計畫輔導會議」、9/14 於嘉義水上淨水廠舉辦「台水水安全計畫輔導會議」。

本計畫執行飲用水未列管新興污染物質篩選作業，並更新初步蒐集清單、蒐集清單、及觀察清單。

表 10.1-1 預期進度與查核重點

		預定進度											
工作內容項目	月份	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1. 篩選初步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. 水安全試行計畫推行（共識營、輔導會議）													
8. 細菌性水質抽驗													
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（%）													
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 6 月	(1) 篩選初步清單物質優先評估項目、彙整蒐集清單物質近 10 年內淨水場檢測及其他環境流布調查結果 (2) 完成第一次專家諮詢會及會議資料整理											
期中報告	109 年 9 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) 完成水安全試辦計畫共識營 (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 12 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) 完成兩次水安全試辦計畫稽核會議 (5) 完成飲用水新興污染物抽驗及飲用水細菌性水質分析											

表 10.1-2 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 (%)					實際執行進度(%)		
工作內容項目	實際執行情形	差異分析 (打√)			落後原因	困難檢討及對策	預計改善完成日期
		符合	落後	超前			
篩選初步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	√					
初步蒐集清單優先評估物質之採樣	已完成 3 次採樣	√					
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	√					
召開專家諮詢會	已完成 3 次專家諮詢會議	√					
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 3870 項次抽驗均已完成。	√					
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	彙整我國與歐盟、美國及日本飲用水水質標準比較。	√					
水安全試行計畫推行(共識營、輔導會議)	8/31 召開共識營、9/7、14 召開輔導會議	√					
細菌性水質抽驗	完成 20 處次採樣分析。	√					
行政配合事項	積極配合	√					
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	完成兩次水安全試辦計畫輔導會議					
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					

參考文獻

- AmrutaMorone, PrajakattaMulay, Sanjay P.Kamble. Removal of pharmaceutical and personal care products from wastewater using advanced materials. *Pharmaceuticals and Personal Care Products: Waste Management and Treatment Technology. Emerging Contaminants and Micro Pollutants*. 2019, Pages 173-212
- Alder, A. C., McArdell, C. S., Golet, E. M., Ibric, S., Molnar, E., Nipales, N. S., and Giger, W. (2001). Occurrence and Fate of Fluoroquinolone, Macrolide, and Sulfonamide Antibiotics during Wastewater Treatment and in Ambient Waters in Switzerland. In *Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Environment* (C. G. Daughton, and T. L. Jones-Lepp, Eds.), pp. 56-69. American Chemical Society, Washington, DC.
- Australian Drinking Water Guidelines 6 (updated 2018) (<https://www.nhmrc.gov.au/guidelines/publications/eh52>)
- Bedner M., MacCrehan WA. (2006). Transformation of acetaminophen by chlorination produces the toxicants 1,4-benzoquinone and N-acetyl-p-benzoquinone imine. *Environ Sci Technol.*, 15;40(2):516-22.
- Cahill, J. D., Furlong, E. T., Burkhardt, M. R., Kolpin, D., and Anderson, L. G. (2004). Determination of pharmaceutical compounds in surface- and ground-water samples by solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry. *J. Chromatogr. A* 1041, 171-180.
- Canada, Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Summary Table (2019) (<https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/reports-publications/water-quality/guidelines-canadian-drinking-water-quality-summary-table.html>)
- Carmona, V. Andreu, Y. Picó Occurrence of acidic pharmaceuticals and personal care products in Turia River Basin: from waste to drinking water. *Sci. Total Environ.*, 484 (2014), pp. 53-63
- Castiglioni, S., Bagnati, R., Fanelli, R., Pomati, F., Calamari, D., and Zuccato, E. (2006). Removal of pharmaceuticals in sewage treatment plants in Italy. *Environ. Sci. Technol.* 40, 357-363.
- de Alda, M. J. L., Diaz-Cruz, S., Petrovic, M., and Barcelo, D. (2003). Liquid chromatography-(tandem) mass spectrometry of selected emerging pollutants (steroid sex hormones, drugs and alkylphenolic surfactants) in the aquatic environment. *J. Chromatogr. A* 1000, 503-526.
- Debska, J., Kot-Wasik, A., and Namiesnik, J. (2004). Fate and analysis of pharmaceutical residues in the aquatic environment. *Crit. Rev. Anal. Chem.* 34, 51-67.
- Doná G., Carpiné D., Leifeld V., Dantas T.L.P. et al. (2019). Efficient remove methylparaben by ozonation process. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 16, 2441–2454.
- European Communities, Drinking Water Directive (Directive 98-83-EC) https://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/legislation_en.html
- Fernández-López, J.M. Guillén-Navarro, J.J. Padilla, J.R. Parsons Comparison of the removal efficiencies of selected pharmaceuticals in wastewater treatment plants in the region of Murcia, Spain. *Ecol. Eng.*, 95 (2016), pp. 811-816
- Gobel, A., McArdell, C. S., Suter, M. J. F., and Giger, W. (2004). Trace determination of macrolide and sulfonamide antimicrobials, a human sulfonamide metabolite, and

- trimethoprim in wastewater using liquid chromatography coupled to electrospray tandem mass spectrometry. *Anal. Chem.* 76, 4756-4764.
- Golet, E. M., Alder, A. C., Hartmann, A., Ternes, T. A., and Giger, W. (2001). Trace determination of fluoroquinolone antibacterial agents in solid-phase extraction urban wastewater by and liquid chromatography with fluorescence detection. *Anal. Chem.* 73, 3632-3638.
- Heberer, T. (2002). Occurrence, fate, and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment: a review of recent research data. *Toxicol. Lett.* 131, 5 - 17.
- Hirsch, R., Ternes, T., Haberer, K., and Kratz, K.-L. (1999). Occurrence of antibiotics in the aquatic environment. *Sci. Total Environ.* 225, 109-118.
- Huang, J.E. Renew, K.L. Smeby, K. Pinkston, D.L. SedlakAssessment of potential antibiotic contaminants in water and preliminary occurrence analysis. *J. Contemp. Water Res. Educ.*, 120 (1) (2011), p. 4
- Jelić, M. Gros, A. Ginebreda, R. Cespedes-Sánchez, F. Ventura, M. Petrovic, D. BarceloOccurrence, partition and removal of pharmaceuticals in sewage water and sludge during wastewater treatment. *Water Res.*, 45 (3) (2011), pp. 1165-1176
- Kasprzyk-Hordern, R.M. Dinsdale, A.J. GuwyMultiresidue methods for the analysis of pharmaceuticals, personal care products and illicit drugs in surface water and wastewater by solid-phase extraction and ultra performance liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry. *Anal. Bioanal. Chem.*, 391 (4) (2008), pp. 1293-1308
- Kasprzyk-Hordern, R.M. Dinsdale, A.J. GuwyThe removal of pharmaceuticals, personal care products, endocrine disruptors and illicit drugs during wastewater treatment and its impact on the quality of receiving waters. *Water Res.*, 43 (2) (2009), pp. 363-380
- Kummerer, K., Ericson, J. F., Hannah, R., Johnson, A., Sedlak, D. L., and Weston, J. J. (2005). Environmental Fate and Transport of Human Pharmaceuticals. In *Human Pharmaceuticals: Assessing the Impacts on Aquatic Ecosystems* (R. T. Williams, Ed.), pp. 111-145. SETAC Press, Snowbird, Utah, USA.
- Kurelec, B. (1993). The Genotoxic Disease Syndrome. *Mar. Environ. Res.* 35, 341-348.
- Lindberg, R., Jarnheimer, P. A., Olsen, B., Johansson, M., and Tysklind, M. (2004). Determination of antibiotic substances in hospital sewage water using solid phase extraction and liquid chromatography/mass spectrometry and group analogue internal standards. *Chemosphere* 57, 1479-1488.
- Mclachlan, M. S., Holmström, K. E., Margot Reth, A. & Berger, U. Riverine Discharge of Perfluorinated Carboxylates from the European Continent. *Environ Sci Technol.* 41, 7260–7265 (2007).
- Miao, X. S., Bishay, F., Chen, M., and Metcalfe, C. D. (2004). Occurrence of antimicrobials in the final effluents of wastewater treatment plants in Canada. *Environ. Sci. Technol.* 38, 3533-3541.
- Müller, C. E., Gerecke, A. C., Alder, A. C., Scheringer, M. & Hungerbühler, K. Identification of perfluoroalkyl acid sources in Swiss surface waters with the help of the artificial sweetener acesulfame. *Environ Pollut.* 159, 1419–1426 (2011)
- Nakata, H., Kannan, K., Jones, P. D., and Giesy, J. P. (2005). Determination of fluoroquinolone antibiotics in wastewater effluents by liquid chromatography-mass spectrometry and fluorescence detection. *Chemosphere* 58, 759-766.

- New Zealand, Drinking-water Standards for New Zealand 2005 (Revised 2018) (<https://www.health.govt.nz/publication/drinking-water-standards-new-zealand-2005-revised-2018>)
- Onesios, K. M., Yu, J. T., and Bouwer, E. J. (2009). Biodegradation and removal of pharmaceuticals and personal care products in treatment systems: a review. *Biodegradation* 20, 441-466.
- Oppenheimer, J., Stephenson, R., Burbano, A., and Liu, L. (2007). Characterizing the passage of personal care products through wastewater treatment processes. *Water Environ. Res.* 79, 2564-2577.
- Papageorgiou, C. Kosma, D. Lambropoulou Seasonal occurrence, removal, mass loading and environmental risk assessment of 55 pharmaceuticals and personal care products in a municipal wastewater treatment plant in Central Greece. *Sci. Total Environ.*, 543 (2016), pp. 547-569
- Pomati, F., Castiglioni, S., Zuccato, E., Fanelli, R., Vigetti, D., Rossetti, C., and Calamari, D. (2006). Effects of a complex mixture of therapeutic drugs at environmental levels on human embryonic cells. *Environ. Sci. Technol.* 40, 2442-2447.
- Prat, M. D., Benito, J., Compano, R., Hernandez-Arteseros, J. A., and Granados, M. (2004). Determination of quinolones in water samples by solid-phase extraction and liquid chromatography with fluorimetric detection. *J. Chromatogr. A* 1041, 27-33.
- Qian Sun, Mingyue Li, Cong Ma, Xiangqiang Chen, Xiaoqing Xie, Chang-Ping Yu. Seasonal and spatial variations of PPCP occurrence, removal and mass loading in three wastewater treatment plants located in different urbanization areas in Xiamen, China. *Environ Pollut.* 2016 Jan;208 (Pt B):371-81
- Stumpf, M., Ternes, T., Haberer, K., Seel, P., and Baumann, W. (1996). Nachweis von Arzneimittlrückständen in Kläranlagen und Fließgewässern [Determination of drugs in sewage treatment plants and river water]. *Vom Wasser* 86, 291-303.
- Togola, A., and Budzinski, H. (2008). Multi-residue analysis of pharmaceutical compounds in aqueous samples. *J. Chromatogr. A* 1177, 150-158.
- US EPA, Contaminant Candidate List, CCL <https://www.epa.gov/ccl>
- US EPA, 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>)
- WHO, Guidelines for Drinking-water Quality, 4th edition (2017) https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/en/
- Xiao, F., Halbach, T. R., Simcik, M. F. & Gulliver, J. S. Input characterization of perfluoroalkyl substances in wastewater treatment plants: Source discrimination by exploratory data analysis. *Water Res.* 46, 3101–3109 (2012).
- Xie, Z. et al. Neutral Poly-/perfluoroalkyl Substances in Air and Snow from the Arctic. *Sci. Rep.* 5 (2015).
- Yonggang Wang, Xu Wang, Mingwei Li, Jing Dong, Changhong Sun, and Guanyi Chen. Removal of Pharmaceutical and Personal Care Products (PPCPs) from Municipal Waste Water with Integrated Membrane Systems, MBR-RO/NF. *Int J Environ Res Public Health.* 2018 Feb; 15(2): 269
- Zbynek Hrkal, Pavel Eckhardt, Anna Hrabánková, and Eva Novotná. PPCP Monitoring in Drinking Water Supply Systems: The Example of Káraný Waterworks in Central Bohemia. *Water.* 2018 Dec; 10(12):1852

Zuccato, E., Castiglioni, S., Fanelli, R., Reitano, G., Bagnati, R., Chiabrando, C., Pomati, F., Rossetti, C., and Calamari, D. (2006). Pharmaceuticals in the environment in Italy: Causes, occurrence, effects and control. Environ. Sci. Pollut. Res. 13, 15-21

台灣飲用水水質標準 (2017 修正)
<http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawContent.aspx?PCODE=O0040019>

日本水道水質基準について (2020)
<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/kijunchi.html>
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/index.html>

環保署，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)

環保署，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)

環保署，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)-(3/3) (2007-2009)

環保署，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(1/4)-(4/4) (2010-2013)

環保署，推動飲用水列管項目之篩選作業計畫 (2012-2014)

環保署，飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(1/3)-(3/3) (2014-2016)

環保署，106 年飲用水新興污染物研究與水質管理 (2017)

環保署，107 年飲用水新興污染物研究與水質管理 (2018)

環保署，108 年飲用水新興污染物研究與水質管理 (2019)

附錄

附錄一、水安全計畫相關會議會議紀錄

附錄 1.1 水安全計畫啟動會議會議紀錄

一、會議時間：109 年 8 月 31 日（星期一）下午 2：00

二、會議地點：台灣自來水公司豐原給水場 2 樓會議室(台中市石岡區明德路 415 號)

三、會議主席：王根樹 教授（國立台灣大學環境衛生研究所）

紀錄：謝淑婷 博士

四、出（列）席單位及人員：如會議簽名單

五、主席報告：闡述世界衛生組織水安全計畫之重點並進行持續監測與改善

六、豐原淨水場推動水安全計畫成果報告

七、綜合討論（依發言順序）：

（一） 駱尚廉 委員

1. 總風險值從 103 降低至目前的 89，同仁的努力確實發揮了成效，但要再持續下降必須先進行風險分布、風險降低之成本效益分析，以爭取公司更多的經費支援。
2. 水源端的高濁雖難避免，但目前已採取應變方法，而原水油污染，其污染源頭為何？是否能優先解決原因。
3. 豐原場在淨水端之風險控制做了不少的努力，未來可針對配水端、用戶端的風險管控可再多投入些人力、時間與財力。

（二） 黃志彬 委員

1. 豐原水廠提出完整的危害風險因子，並作必要之評估，努力值得肯定。
2. 針對廠方所提供之危害風險因子，建議可加入超量供水，有鑑於因各種因素，廠方從命必須超量供水。此時水廠程序及操作是否可承擔此任務，亦可列入風險作評估。
3. 危害因子中有關於殘餘鋁招標，而採用雙加藥系統，建議建立雙加藥在不同原水濁度下之加藥量控制曲線。
4. 有鑑於廢水處理程序在夜間停止操作，因此反注水入循環主程序前端，此操作將成為慣性，也算是對原水水質造成負面影響，此亦是危害風險之一，建議亦建立此方面的風險控制措施。

（三） 陳曼莉 委員

1. 豐原給水場 WSP 一年來執行成果相當豐碩，值得鼓勵，僅再就水源、淨

水、供水及用戶端提供以下建議。

2. 水源端，全球氣候變遷將導致大澇、大旱的問題，尤其是高濁度原水已很難避免，甚至成為常態，建議再加強與相關主管機關之協調，有效調配水量。
3. 淨水端，除了強化淨水處理效能外，並應檢視清水池及供水轄區配水池容量，增加清水貯存時間，緩和淨水壓力。
4. 供水端，建議檢視管網配水系統，如應逐步強化備援系統，可提出建議，以利預算優先順序之爭取。
5. 用戶端，建議整理用戶水質等抱怨之原因，以利系統性處理相關問題。

(四) 康世芳 委員

1. 豐原給水場一年來努力推動 WSP，總風險值由 103 降至 89，成果佳值得肯定。總風險目標值多少？
2. 高濁度為國內淨（給）水場在水源端經常面臨的風險，於高濁度時加強清水水質及用戶端用水之宣導，以降低風險。
3. WSP 水源端涉及水利署，建議邀水利署參與 WSP 會議，使水利署思考於 WSP 可扮演功能。
4. 無預警破管搶修時，加強供水端、用戶端之水質管理，以降低風險。
5. 用戶端之民眾滿意度能反映至 WSP 成果？

(五) 王根樹 委員

1. 四區處及豐原廠在水安全計畫業務推動上相當積極，除找出可能之問題外，亦透過工程改善減輕風險，已有成果。
2. 受限於原水濁度不穩定，時有高濁度原水問題，加上清水水質標準持續加嚴，未來仍將面臨供水能力受限，備載容量不足之問題，再加上原水水權未能保障，此部分宜有較長期之規劃，並思考透過水利署邀集相關單位研商解決方案之可能性。
3. 針對推動水安全計畫之成果，除透過風險下降展現外，未來可評估透過整體水質改善成果來表示之可能性。
4. 針對配水系統之完整性及脆弱性評估，可考慮透過管網系統之節點控制功能，在特定點有破損或其他問題時，管網小區間可互相支援，避免因破損管網導致後方管線長時間停水問題，此項議題可考慮列入長期改善項目。

(六) 葉宣顯 委員

1. 「水安全計畫 WSP」之基本精神在於從水源、輸水、淨水、配水以至用戶水龍頭間全系統之追蹤，找出可能之危害因子，同時參與者除水事業

單位外，應包括水源集水區之經營管理者，及消費者團體，建議後續本計畫可擴大邀請相關單位參與。

2. 消費者反應濾心更換頻率增加及水有顏色之客訴件數較多，推測可能與水中懸浮固體物之去除效率有關，建議除混凝、沈澱等前處理單元效率之增進外，亦可檢討綠葉式及阿卡諾式快濾池之濾料規格，包括有效料徑、均勻係數、厚度等，以及操作條件，包括反洗，以視是否有再增進濁度去除之空間。
3. 當配水管網流況改變時，所引起濁度或色度之客訴，有時是因管網內壁生物膜剝落所造成，建議可試著測試清水之 AOC 或 BDOC 值，以視生物膜之生成潛勢。
4. 廢水回收使用之同時，建議注意是否有原生動物梨形蟲及隱孢子蟲在系統內累積之問題。

(七) 洪世政 處長

1. 高卓及超量出水是豐原場風險的主要來源，高濁部分因目前初沈池僅約淨水場坐大處理量之半，讓泥沙阻絕於外，係為決戰境外之最大風控原則，因此就中長程控制措施建議仍需再購地增設初沈池，並添加高分子凝聚劑提昇成效。
2. 現有廢水及污泥處理設備係以 180 NTU 規設，而初沈池僅能處理至 500 NTU，造成回收處理廢水水質不佳，因此就中長程控制措施建議仍需再購地增設廢水及污泥處理設備，仍需以全量排放為原則。
3. 配水停復水作業，水濁是客訴的主要來源，若排水時間拉長又造成復水時間拉長，卻是兩難，如何找到最佳時間值得續為檢討。
4. 配水系統之水樣內控濁度目前為 0.5 NTU，其達成率仍低，為健全配水系統，長期本場出水目標仍需以達成內控標的為 0.2 NTU。

(八) 何承嶧 副處長

1. 豐原淨水場之水安全計畫之三好如下：
 - (1) 主管重視，起帶頭效應，值得肯定。
 - (2) 落實 WHO 及台水 WSP 架構並確實執行。
 - (3) 針對”危害事件”風險，透過推動小組腦力激盪開誠佈公，確實分析檢討及研擬後續改善對策，特別值得讚揚。
2. 相關三點建議：
 - (1) 客訴風險未分析分類，較難逐一對應及追溯危害可能發生源，對防範未然的效果貢獻有限，建議修訂。

(2) 相關簡報內容未見”監測設備、檢測作為或稽核機制”的敘述及實務作法，尤其對於”濁度”具可即時造成危害的特性，此步驟六可發揮即時提供數據的協助功能，豐原淨水場全流程雖達到台水公司水質內控要求的比例按季檢討有逐漸好轉的趨勢，惟仍建議評估將「監測控制措施」納列後續滾動檢討管理的重要作為。

(3) 針對台水公司水安全計畫施行要點所列水質風險包含有三：水質風險、客訴風險及危害事件風險，倘其中任一項水質危害所導因的危害事件(Hazardous Event)事涉外部利害關係人(Stakeholder)，應依步驟八建立支援計畫，以溝通平台方式循序尋求解決方案，此部分建議執行單位應主動釋出溝通訊，另外亟需環保署協助制訂相關法規面，讓水事業單位滾動檢討及跨單位協調作業有所依據，對達到水質改善及客戶滿意目標有更具體落實的期待。

(九) 吳振榮 副總經理

1. 水公司 107 年推動導入水安全計畫 WSP，每個區處擇一個示範淨水場辦理。公司預計在今年 11 月將召開各區處 WSP 推動檢討會議，以檢視各區處一年多來推動的成果、了解遇到的困難及制度上須修正的地方。推動過程中牽涉到外界單位，如各縣市政府環保局、水利局、水利署、水資源局等，各區處都儘量邀請共同來討論。
2. 水公司各區處推動 WSP 一年多以來，對於用戶新裝、工程施工、管線修漏等作業對水質安全的影響也在今年導入，讓同仁瞭解水安全計畫 WSP 不只是水質單位的工作，而是整個區處團隊都要共同參與的。
3. 關於豐原廠危害風險因子評估，用戶端的客訴將黃濁水、泥沙、水有異物等合併計算風險值及件數，我近日在公司內部討論時已請水質處再予細分，區分各項客訴件數以利日後處置有效性的評估。
4. 本次豐原場報告中關於水質異常風險與客訴風險，相關水質預警系統及客服系統皆有登錄，為已發生事件，可清楚計算風險值；而事件危害風險則為各區處情境模擬，預設發生的可能性再加以計算，此次報告將兩者合計為淨水場風險值，未來公司將分開評估表示，以利風險因子呈現。
5. 豐原給水廠三條供水幹管（PCCP 及 PSCP）已逾使用年限且無替代備援管線，對於供水穩定度相形更顯脆弱，這將是區處未來需面對的問題。類此各執行單位找出水安全計畫風險，提出相對應的改善策略，因改善策略可能牽涉到供水、水質、漏防、工務等各權責單位，公司會由各權責單位編列預算給執行單位來進行改善，水安全計畫預算並不會僅由水質單位來籌編。

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「109 年飲用水新興汙染物研究與水質管理計畫」水安全計畫共識會議

開會時間：109 年 8 月 31 日(一) 下午 14 時

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
駱尚廉 教授	國立臺灣大學環境工程研究所	駱尚廉
黃志彬 教授	國立交通大學環境工程研究所	黃志彬
葉宣顯 教授	國立成功大學環境工程學系	葉宣顯
陳曼莉 副處長	臺北自來水事業處	陳曼莉
游琇如 科長	行政院環境保護署水保處	游琇如
黃明輝 專員	行政院環境保護署水保處	黃明輝
李德馨 簡任技正	行政院環境保護署水保處	李德馨
蔡明翰 薦任技佐	行政院環境保護署水保處	蔡明翰
王根樹 教授	國立臺灣大學環境衛生研究所	王根樹
黃良銘 教授	國立成功大學環境工程學系	黃良銘
林財富 教授	國立成功大學環境工程學系	—
陳婉如 教授	國立成功大學環境工程學系	陳婉如
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

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「109 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫」水安全計畫共識會議

開會時間：109 年 8 月 31 日(一) 下午 14 時

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
吳振榮 副總經理	台灣自來水公司	吳振榮
洪世政 處長	台灣自來水公司水質處	洪世政
何承嶧 副處長	台灣自來水公司水質處	何承嶧
林正隆 組長	台灣自來水公司水質處	林正隆
刁文儀 工程師	台灣自來水公司水質處	刁文儀
蕭淑貞 處長	台灣自來水公司第四區管理處	
趙文燦 副處長	台灣自來水公司第四區管理處	趙文燦
官關苑鈞 工程員	台灣自來水公司四區操作課	官苑鈞
張子中 課長	台灣自來水公司四區工務課	張子中
楊茂寧 工程師	台灣自來水公司四區工務課	楊茂寧
陳東曜 課長	台灣自來水公司四區漏防課	
林義鈞 工程師	台灣自來水公司四區漏防課	林義鈞
王郁雯 課長	台灣自來水公司四區業務課	王郁雯
洪玉珍 管理師	台灣自來水公司四區業務課	洪玉珍

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「109 年飲用水新興汙染物研究與水質管理計畫」水安全計畫共識會議

開會時間：109 年 8 月 31 日(一) 下午 14 時

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
鐘錦珍 課長	台灣自來水公司四區水質課	鐘錦珍
張晉豪 工程員	台灣自來水公司四區水質課	張晉豪
許惠佳 工程員	台灣自來水公司四區水質課	許惠佳
楊金龍 廠長	台灣自來水公司豐原給水廠	楊金龍
謝德財 淨一股長	台灣自來水公司豐原給水廠	謝德財
鄭博文 淨二股長	台灣自來水公司豐原給水廠	鄭博文
林揚鈞 管線股長	台灣自來水公司豐原給水廠	林揚鈞
賴冠宏 機電股長	台灣自來水公司豐原給水廠	賴冠宏
章鳳琴 主任	台灣自來水公司豐原服滿候所	章鳳琴
吳珮吟 股長	台灣自來水公司豐原服務所	
張簡群峰 技術士	台灣自來水公司豐原服務所	
	台灣自來水公司	
	台灣自來水公司	
	台灣自來水公司	
	台灣自來水公司	

附錄 1.2 臺北自來水事業處水安全計畫會議紀錄

一、會議時間：109 年 9 月 7 日（星期一）下午 2：00

二、會議地點：臺北自來水事業處行政大樓第一會議室(2 樓) (地址：台北市大安區長興街 131 號)

三、會議主席：王根樹 教授（國立台灣大學環境衛生研究所）

紀錄：謝淑婷 博士

四、出（列）席單位及人員：如會議簽名單

五、主席報告：闡述世界衛生組織水安全計畫之重點並進行持續監測與改善

六、臺北自來水事業處執行水安全計畫成果報告

北水處先介紹水安全計畫推動概況，再依序以水源及管網等四個子題介紹不同面向之危害原因與風險管控，四子題分別為：

1. 雙溪水源餐飲廢水及生活污水排放
2. 水源區暴雨冲刷初期淨水因應
3. 精進大同加壓站啟停作業，以降低擾動管網及避免影響水質
4. 109 年度水安全計畫風險管控措施-建案工地工程用水與地下水混接汙染防止

七、綜合討論（依發言順序）：

（一）駱尚廉 委員

1. 團隊組成採自導式推動，建議可擴大至器材、藥品供應商、消費者代表、專家學者等外部成員。
2. 危害分析之半定量矩陣，因為都有數值，可以轉換為定量矩陣。危害分析最後針對每一淨水場，單獨分析探討之。
3. 建議與衛工處持續溝通與討論，雙溪水源餐飲廢水及生活污水已明顯影響雙溪淨水場水質，不能稱之為「效益不顯著」。
4. 各科針對影響供水水質的事項，努力分析危害等級並提出風險管控方式，為北水處值得嘉許的方式。

（二）黃志彬 委員

1. 北水處水安全計畫推動次目主要包括已發生（曾發生）、潛在可能發生之危害及危害情境模擬，這種以特定次目情境為評估對象，作一系列危害分析及管控措施，並配合必要之監控，成為北水處執行 WSP 的主軸及特色。
2. 雙溪水源餐飲廢水及生活污水排放作為危害風險之發生原因，控制措施則僅及陸域巡查、溯溪巡查、並輔以自動偵測儀器。前兩者之控制功能有限，而以自動偵測儀器作為最後一道之關卡，以便在突發狀況進行通報及應變。建議平日要維持生物毒性及油脂偵測儀之有效偵測功能，並

作必要之測試，並提出偵測值超過多少，需有一定之應變措施。

3. 水源區暴雨冲刷初期淨水因應所指出之控制措施（1）連續偵測氨氮及 COD，其中 COD 值是否可在低濃度連續偵測，請確認。（2）設置混凝池餘氯計，在此提醒在混凝膠羽中加入氯，不但會增加加氯量，使 DBP 生成潛能加大，該氯亦會破壞膠羽，降低沈澱效果。

（三） 康世芳 委員

1. 掌握水源危害原因並採取控制措施，惟雙溪水源餐飲廢水及生活污水之污染源控制，需北市政府相關局處協調及重視。
2. 青潭堰上游之三個社區於暴雨期間生活污水溢流至污染水源，是否合法？建議協調新北市或臺北水源特定區管理局重視。
3. 供水系統加壓站抽水機啟停作業對管網水質影響已納入控制措施。
4. 104 年蘇迪勒颱風新店溪高濁與污泥處理能力之經驗，宜考量對今後更嚴峻情境模擬及控制措施。

（四） 葉宜顯委員

1. 雙溪水源有機物及氨氮個別之需氯量建議加以探討。
2. 加壓站停電後，重新啟動後，除考慮對水質之影響外，建議亦考慮水錘現象，以避免對水管材質之損壞。
3. 北水處水質平均硬度僅 32.4 mg/L，係屬軟水，建議對水質之腐蝕性加以關注。
4. 雙溪水源受幾家餐飲業者廢水及百餘戶住家生活污水之污染問題，如有適當之土地可使用，建議可將化糞池之出流水，再經土地處理之生物分解作用，可進一步削減污染量。
5. 國內自來水配水管網多屬間接供水之型式，用戶之非壓力式蓄水池易受污染，使供水鏈前方之努力功虧一簣。在能源之使用上，亦不具效率。因水處對建築物內管線用水設備具審核權，建議在長期規劃上，自來水事業單位結合營建署等相關主管機關，以改善此一問題。

（五） 吳振榮 委員

1. 北水處推動水安全計畫已有多年，現已跳脫 WHO 推動架構步驟並已進化到「危害分析」→「風險管控」→「有效執行確認」的聚焦成效檢討。對於影響程度（嚴重性）分類分水質、用戶兩大類，台水公司是依水質預警系統 ADTS、客服系統 1910 去計算風險值，北水處是如何計量，能否補充說明。
2. 對於雙溪水源由 106~108 年水質分析顯示遠低於水源水質標準，屬於未雨綢繆性質的預防性風險，其發生頻率等級 4（個人認為應更低）嚴重性

2（個人認為應更高，屬人口密集區，獨立系統）是否有其他考量？同樣青潭堰水源區暴雨沖刷嚴重性 2（個人認為應更高，屬人口密集區）另其長興場水源水質異常出水濁度目標值 0.2 NTU 以下，與北水處水質濁度 0.04 NTU 仍有段差距，有無用戶端反應記錄

3. 精進大同加壓站啟停作業中，SOP「台電短時間是否可恢復供電」，其短時間定義是多久？對於 107-109 年停跳電記錄，實施 SOP 的有效性如何？。
4. 各類風險控管皆重點在水質的維護，但對於用戶端的感受較少著墨，建議再予補充。

（六） 何承嶧 委員

1. 水安全計畫推動概況
 - （1）北水處全員動員，全系統檢討：含括水源、淨水、管網、工程、用戶設備及水質等領域。每季開會 1 次，高階主管重視。從 103 年推動迄今不中斷，持續掌控水安全，精神值得敬佩。
 - （2）北水處發展特殊 WSP 運作模式係想定試辦專案，列出後續想解決或改善的問題，做為次年主題持續改善目標，屬前瞻性作法。又監測方式非僅界定儀器管理，已擴及人員管理面，符合 WHO 監測 (Monitoring) 及稽核 (Auditing) 精神。
 - （3）以水源、淨水、管網及用戶為個別討論範圍，主題不限水質議題(例如：水源區傾倒有害廢棄物)，與 WHO 先界定污染源(以水質或水量)，再從現有設備、擬擴改建設備等方向進行改善方式略有不同。因此對於特定”水質危害”，可能會有發生非屬已界定的”危害事件”(例如假設用戶端的三鹵甲烷超標或用戶反應消毒氯味過重)，將會有應變能力的挑戰。
2. 水源區暴雨沖刷初期淨水因應
 - （1）所提暴雨沖刷可能涉及的原水議題為氨氮及微細顆粒，其水質表現應為濁度、色度、NOM(天然有機物)...等，因為未有完整全流程供水系統描述，似較難對應在那一單元如何處置及精進？建議擴大探討後續淨水程序及管網和用戶端相對應的程序(如各淨水單元的效能是否發揮)及因應對策(如建立合宜的杯瓶加藥曲線及評估加強混凝及沉澱效能)。
 - （2）本案針對各項控制措施已透過腦力激盪方式具體描述，是否可補充說明如何執行確效策略？
3. 雙溪水源餐飲廢水及生活污水排放
 - （1）本案有提及”相關機關協商事項”，已務實建立”溝通平台”，確實可針對攸關水質問題做即時的協調處置。

- (2) 本案較聚焦水源污染防治，至於 WSP 後端三面向較無探討。
- (3) 從簡報內容較無法看出相關主管所扮演的角色？
- 4. 精進大同加壓站啟停作業，以降低擾動管網及避免影響水質
 - (1) 本案改善管控措施 SOP 敘述完整且具體，但無法確認如何監測水質濁度控管在 0.8 以下？是人工檢測或已設置線上濁度監測儀？建議分享補充說明。另外除跳電因素之外，往上一面向的淨水端，是否也有可能是造成後端管網及用戶濁度超標及用戶抱怨的問題來源？
 - (2) 所列 107~109 年大同加壓站均有停跳電事件，能否補充相關處理流程所碰到的困難為何？以及用戶的反應及服務方式為何？
- 5. 建案工地工程用水與地下水混接汙染防止
 - (1) 本案雖屬試辦性質，然相關水質危害應為用戶端的濁度、色度、臭度及大腸桿菌群...等，本案均已討論提及這些項目，值得肯定。另外倘能針對各水質危害(如上述：濁度、色度、臭度及大腸桿菌群...等)研訂相關 SOP，或可補實單一流程圖未能涵括全部水質的危害。
 - (2) 本案主要聚焦表位未設置逆止閥問題，是否除例行抄表及水表稽查的主動作，是否可考量被動式由客戶反映，建立提供用戶協同檢視的機制？即類同用戶新裝工程，在何時用戶需繳費？幾天用戶需確認裝表?的同時建議提醒用戶協同或事前檢視，以減少水污事件，具體降低客訴。
- 6. 綜合性建議意見
 - (1) 北水處以各面向(水源、淨水、配水或用戶)之”**危害事件(Hazardous Event)**”為討論主軸，**內容深入具體**，惟仍建議每一危害事件討論再加入檢視”**從集水區到消費者(From catchment to consumer)**”，將更符合 WSP 全流程檢視及滾動檢討的精神。
 - (2) 北水處因水源品質極佳，爰 WSP 相對針對水源端及淨水端較少著墨，換個角度思考，即另存在潛藏風險，仍建議**考量環境係變動因子**，故尤其是淨水端，可就水質數據高於平時經驗值時(例如假設原水 TOC 因藻類滋生及污染上升至 2~4 mg/L)，依 WSP10 步驟精神進行模擬探討因應對策，俾建立文件化資料，以供臨事應變之需。
 - (3) 北水處所列 WSP 風險類同台水的”危害事件風險”，因台水的水質風險及客訴風險已可藉由 ADTS 及 1910 等資訊系統協助鑑定風險，另考量非可預期部分以腦力激盪方式補足可能遺漏之處(例如北水處按季召開的委員會議)。因**水質類客服滿意度是 WSP 確認有效性重要指標**，而本次簡報內容尚無呈現北水處的相關回應客

訴案例說明，仍**期待瞭解北水處水質後送案件 SOP**，尤其牽涉多單位(如鑑別用戶水質黃濁來源係工程引起、供水方向改變、天然暴雨或用戶用水設備...?)，此部分可做為台水檢討 **WSP** 客訴風險重要參考資料，請卓參。

(七) 王根樹 委員

1. 關於水源污染情形，單北水處本身難處理，建議和外部單位協調（如臺北水源特定區管理局、環保局、衛工處等）。
2. 訂立之水質目標若超標之因應方式為何。

八、散會：下午 4 時 20 分

國立成功大學國際水質研究中心 會議簽名單
行政院環境保護署「109 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫」臺北自來水事業處水安全計畫執行輔導會議

開會時間：109 年 9 月 7 日(一) 下午 14 時

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
駱尚廉 教授	國立臺灣大學環境工程研究所	駱尚廉
黃志彬 教授	國立交通大學環境工程研究所	黃志彬
葉宣顯 教授	國立成功大學環境工程學系	葉宣顯
吳振榮 副總經理	台灣自來水公司	吳振榮
洪世政 處長	台灣自來水公司水質處	
何承嶧 副處長	台灣自來水公司水質處	何承嶧
游琇如 科長	行政院環境保護署水保處	游琇如
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
王根樹 教授	國立臺灣大學環境衛生研究所	王根樹
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	
陳婉如 教授	國立成功大學環境工程學系	陳婉如
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

國立成功大學國際水質研究中心 會議簽名單
行政院環境保護署「109 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫」臺北自來水事業處水安全計畫執行輔導會議

開會時間：109 年 9 月 7 日(一) 下午 14 時

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
陳曼莉 副處長	臺北自來水事業處	陳曼莉
王銘搏 總工程司	臺北自來水事業處	王銘搏
吳能鴻 專門委員	臺北自來水事業處	吳能鴻
鄭專門委員國華	臺北自來水事業處	鄭國華
柯祖穎 總工程司	臺北自來水事業處工程總隊	柯祖穎
詹焜耀 專門委員	臺北自來水事業處	詹焜耀
許芳山 副總工程司	臺北自來水事業處	許芳山
廖介廷 副總工程司	臺北自來水事業處	廖介廷
邱福利 科長	臺北自來水事業處供水科	邱福利
時佳麟 科長	臺北自來水事業處技術科	時佳麟
許登發 科長	臺北自來水事業處淨水科	許登發
曹慧娟 科長	臺北自來水事業處企劃科	曹慧娟
范川江 主任	臺北自來水事業處東區營業分處	范川江
許敏能 主任	臺北自來水事業處西區營業分處	許敏能
楊境維 主任	臺北自來水事業處南區營業分處	楊境維

附錄 1.3 台灣自來水公司水安全計畫執行輔導會議

一、會議時間：109 年 9 月 14 日（星期一）下午 2：00

二、會議地點：公園淨水場會議室（嘉義市東區民權東路 46 號）

三、會議主席：王根樹 教授（國立台灣大學環境衛生研究所）

紀錄：謝淑婷 博士

四、出（列）席單位及人員：如會議簽名單

五、主席報告：闡述水安全計畫之重點並進行持續監測與改善及相關注意事項

六、台水五區介紹水安全計畫執行情形-以水上淨水場為例：

1. 五區處水安全計畫實施歷程
2. 水上淨水場概述及風險鑑別
3. 水上場執行狀況-危害事件風險控制情形
4. 水上淨水場風險控制策略有效性確認
5. 後續工作

七、綜合討論（依發言順序）：

（一） 葉宣顯 委員

1. 109 年水上場濁度氯化鐵加藥曲線關係圖，建議檢討低濁度時，濁度與加藥量之關係。
2. 總三鹵甲烷生成與水中自然有機物（NOM）含量之關係大於與濁度之關係，UV254 與 DOC 之比值稱為 SUVA（比 UV 吸光值），可用於瞭解 NOM 之特性。SUVA 值低表示有機物可能來自水體內生物源，SUVA 值高則 NOM 來自集水區，建議可追蹤蘭潭水庫與嘉南大圳原水之有機物特性。
3. 快濾池效率之提升，除增加反洗頻率外，亦可檢討濾料規格、濾率集水力流況等參數。
4. 客訴水有白濁、黃濁及異物，建議將水經 0.45 μm 濾紙過濾，然後觀察滯留於濾紙上之物質，以求精準地找出改善之道。

（二） 駱尚廉 委員

1. 已依 WSP 十步驟，進行四至七步驟之評估會議，已建立基礎架構。
2. 現今建立的風險鑑別或評估等級，建議加入外聘委員方式，予以重新調整，特別是嘉南大圳濁度變化，三鹵甲烷數值仍偏高（雖然大部分可小於 0.064 mg/L）可以細分數值範圍予以不同風險，否則不容易表現出風險改善之狀況。

（三） 陳曼莉 委員

1. 水上淨水場之水源來自嘉南大圳及蘭潭水庫，建議對個別水源之特性及

季節性變化再作分析，應有助於掌握二水源間取水量之時機及配比。

2. 在淨水處理方面，建議加藥曲線應能針對不同濁度範圍建立不同加藥曲線。
3. 對原水中有機物之含量應能更進一步掌握，例如，以 UV254 之檢測就比 TOC 或其他方法相對容易。
4. 過濾池之硬體改善及操作方面之精緻化，其效果應可由個別濾池之水質監測結果進行判斷，建議進一步收集資料。
5. 配水池水位調整，對減少滯留時間之貢獻度如何，各管網採樣點其流達時間如何？配水管網之狀況建議可再更深入了解。
6. 客訴案件之處理建議可進一步探討原因，俾能適時研擬適當改善措施。
7. 建議進一步對 THMFP 進行瞭解及探討。

(四) 賴頌仁 委員

1. 有關供水總三鹵甲烷含量偏高的看法及建議：
 - (1) 由簡報 p5 得知水上淨水場原水 TOC 約 1.0 mg/L，不知是否有季節性高低變化？以該原水 TOC 含量，經消毒、輸配至管網後，總三鹵甲烷含量竟高達 60 餘 ppb(甚或經環保署抽驗超標)，有些超乎想像。另從 p11 資料顯示，配水的三鹵甲烷含量幾乎都是清水的 2 倍以上，是否 DOC 含量較高，混凝沉澱無法去除，導致管網中三鹵甲烷再生成？
 - (2) 另宜釐清夏秋季節原水是否有藻華現象，雖原水測得 TOC 不高，惟含藻原水經前氯大量破壞藻細胞後，會導致沉澱水 TOC 大幅升高無法去除，經後氯消毒後導致清水及管網三鹵甲烷含量升高。
 - (3) 建議統計分析各水源水質，如 TOC、DOC、藻類、三鹵甲烷生成潛勢等指標，釐清污染來源、種類及季節性因素等，將有助於相應改善措施採行。
2. 關於快濾池效能改善方面，北水處曾「推動快濾池精緻化操作方案」，提供相關經驗供參考：
 - (1) 建立濾池基本資料：針對每一濾池推動一池一卡，建立包括過濾模式、反洗模式、濾料特性、厚度等資料，若有維修變動即應更新，以利維護管理與問題偵錯 (trouble shooting)。
 - (2) 每日記錄濾池操作狀況及參數：針對每一濾池設置偵測器連續監測過濾水濁度，每日檢視實施反洗濾池的過濾水濁度掃描圖，瞭解濾程中是否有瞬間濁度穿透、反洗時機不良或反洗後初始濁度穿透過大等現象，記錄相關操作資料，以研判穿透係因濾床效能不佳或操作不良所致，如有異常立即追蹤原因並進行檢討。
 - (3) 定期檢視快濾池設施：每季逐一檢視濾池日常操作狀況，記錄包

括表洗及反洗時是否有小丘、小坑、積泥、漩渦、噴流、裂隙、漏砂等特殊現象，必要時進行濾料鑽心試驗及留泥量分析，俾助於問題診斷及及時檢修。

- (4) 每年依前述措施，評估快濾池狀況、評定優劣等級，依評定結果優先順序，逐年編列經費進行濾料篩洗、更換或濾池整修，將經費花在刀口上。

3. 有關客戶抱怨改善方面，分享北水處經驗：

- (1) 造成用戶反映自來水異藥味的原因有許多，例如換表施工膠合不當、藻類釋出土霉臭味；用戶新換塑膠內線、使用橘色塑膠軟管延伸接水，抑或熱水瓶蓋墊片、盛水容器塑膠零件老化等，而氯味過重僅是其中原因之一，但用戶無法分辨，常歸咎於淨水場加氯過高。建議平時可訓練一組(約 3 人)對味覺較敏感同仁，分辨各種致因的味道差異。當用戶反映時，可請用戶留水樣，加以聞嗅辨識，向客訴用戶說明原因，平時也可加以宣導。
- (2) 真正氯味過重通常發生於冬季，以台水公司出水餘氯內控標準 $0.3\sim0.9\text{ mg/L}$ 而言，當自來水餘氯介於 $0.7\sim0.9\text{ mg/L}$ 時，較敏感的用戶是有可能嗅得到氯味高。建議冬季時節餘氯揮發較慢，可適度調低出水餘氯 0.1 mg/L ，夏季再予以恢復。
- (3) 對於客訴水黃、水濁問題，宜請用戶留樣進行檢測分析，並釐清是用戶用水設備因素，或管網閥栓操作及管線施工不當所致。所有管線施工及閥栓操作，應落實分段緩慢啟閉，避免管垢因水壓變化而沖出。管線末端應定期排水，並檢測初排水樣濁度、餘氯、排水時間，以及恢復正常之濁度、餘氯，以利評估依管末端水質狀況，調整管末排水期程。

(五) 王根樹 主席

1. 五區 WSP 團隊成立後，推動 WSP 已逾一年，並召開多次評估會議，已具備 WSP 執行之架構。
2. 水上淨水場之原水 TOC 僅約 1 mg/L ，處理流程包括前、後加氯，惟偶有高濁原水情形，前加氯劑量雖控制在 3 ppm 以下，因沈澱池出水餘氯 $<0.25\text{ ppm}$ ，顯示氯消耗量不低，在原水 TOC 及高濁水中土壤顆粒貢獻 NOM 下，THM 生成量可能增加，此可由一般檢測 THM 達 0.05 mg/L 看出，而出水 THM 僅約 0.03 ppm ，亦顯示配水系統貢獻 THM 前質之可能性。建議可透過較長期之歷史數據分析進行更深入之探討。
3. 在評估會議中已針對風險控制策略進行有效性確認，並檢討風險分數及風險控制策略執行間之關聯，此亦符合 WSP 之精神，後續宜持續推動並探討進一步策略修正之可能性。

4. 本次內容著重於淨水系統操作部分，後續建議針對配水系統完整性進行更深入之評估及檢視，以提升用水安全。至於水源部分，配合操作參數探討影響清水水質之主要因素。

(六) 洪世政 處長

1. 原水端利用增加蘭潭水庫原水供應部分，建議仍需評估蘭潭水庫水質是否亦有優養化、臭味問題之風險。
2. 淨水端加強混凝去除三鹵甲烷前質部分，建議增加調整 pH 加酸成效的探討。
3. 配水端因管線長達 20 多公里，故管網內垢情況應加入評估其風險，並增加管控措施。
4. 用戶端部分建議公司可以針對管末部分，增加採測瞭解其風險情形，並增加管控措施。
5. 三鹵甲烷數據檢測部分，本公司與外部檢測單位有三成之差異，應瞭解其原因，若是偏低，應納為風險。

(七) 何承嶧 副處長

1. 水上場具多股水源，除嘉南大圳，還有蘭潭及湖山水庫水(可因應藻類生分層取水)可調配，因應每年 5~6 月具較高消毒副產物生成趨勢，水上場已具備緊急應變能力，符合水安全計畫步驟九"建立在正常或緊急狀況之處理程序"對於特殊水質事件的處理能力。本案可由簡報第 16 頁之敘述：109.8.5 六腳加壓站及朴子加壓站總三鹵甲烷值分別為 0.0463 及 0.0491 mg/L,低於公司內控標準及法規限值，同步前後氯亦明顯降低加藥量獲得驗證。惟相關水量配比事涉原水 TOC 及淨水端全流程和配水及用戶端對應總三鹵甲烷濃度變化，宜建議水上場應建立長期性資料，以回饋 WSP 四面向的因應對策。
2. 水上場執行內容，原則有參照台水 WSP 架構，惟建議在風險計算上，依施行要點需將四個面向(原水、淨水、配水及用戶)採同一基期進行比較，例如 109 年第三季檢討，應以前一季作為比較基準，以分別驗證各項水質水量危害的執行成效，以適時調整朝"確認有效性"方向執行。惟所謂水質風險、客訴風險及危害事件風險的實質內涵係以分數高低讓執行單位有改善前後對照基準，實際上仍請聚焦在掌握全時供水水質符規及達成顧客滿意。
3. 本案配水端及用戶端對應的客訴風險似未明確檢討各項水質危害的可能成因及因應對策，惟已盡力向用戶妥為說明，值得肯定。後續建議與業務及相關單位共同研商，俾利提昇服務品質。

(八) 吳振榮 副總經理

1. 水上場是繼豐原場台水公司指定的第二個 WSP 示範場，這表示公司對五區處同仁平常努力的肯定，同時也有著寄望甚深的期許。
2. 「量足、質優、服務好」是公司的核心價值，水上場在「量足」方面可以與外部單位嘉南大圳北幹線管理單位聯繫，在歲修、高濁度時降低北幹渠取水量改由蘭潭水庫增加取水；在「質優」方面，已由內部設備的改善（如一期快濾池改善工程），但對於總三鹵甲烷仍偶有超標現象，如何確保風險管控的有效性，除了簡報調整加藥點外，對於配水管網長達 10~20 公里是否安全無虞條件下，考量中途加氯點的可能性。
3. 簡報資料紀錄期間尚未能讓外界學者專家有效判讀風險性，建議就委員意見及委託研究成果再紀錄一般時間（如 8~12 個月）後，再由公司邀請學者專家予以指導。
4. 修漏、專案或新裝工程施工後，復水應有水質檢驗作業並留下紀錄。

(九) 黃明輝 專員

1. 朴子、六腳、東石、義竹四個加壓站原為傳統淨水處理水場，自 108 年申請改為加壓站後，總三鹵甲烷有升高趨勢，是否因管線太長導致三鹵甲烷上升？若台水公司以後規劃把淨水場改成加壓站，需考慮是否也會有此情形。

(十) 康世芳 委員

1. 水上淨水場於 108 年 10 月啟動水安全計畫(WSP)，每季召開內部檢討會議，經約僅 1 年已組成動小組，且依 WSP 推動步驟執行 WSP 相關分工與整合，初步建立危害鑑別之分析，值得肯定。
2. 應補充說明水上淨水場之水源系統，水源調度是否只有來至嘉南大圳危害事件為高濁度？風險改善措施含增加蘭潭水庫水量(ppt 第 10 頁)，台水公司管理之蘭潭水庫為其調度水源，該座水庫水質於環保署水質監測網顯示最近為優養化(CTSI 大於 50)，有時葉綠素-a 大於 10 $\mu\text{g/L}$ ，故建議要考量蘭潭水庫水源風險鑑別。
3. 總三鹵甲烷尚未超過飲用水水質標準，台水公司內控值為多少？
4. 管線末端水質滯留致水質不佳，若有些配水系統經常發生，除每定期每 3 個月排水及檢測水質並記錄，濁度符合 $<1.6\text{NTU}$ ，3 個月才檢測一次，是否還有實務可行方法能提發現？如增加監測頻率或增設水質線上監測。

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「109 年飲用水新興汙染物研究與水質管理計畫」台灣自來水公司水安全計畫執行輔導會議

開會時間：109 年 9 月 14 日(一) 下午 14 時

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	
駱尚廉 教授	國立臺灣大學環境工程研究所	駱尚廉
黃志彬 教授	國立交通大學環境工程研究所	康世芳
葉宣顯 教授	國立成功大學環境工程學系	葉宣顯
陳曼莉 副處長	臺北自來水事業處	陳曼莉
賴頌仁 一級工程師	臺北自來水事業處	賴頌仁
李德馨 簡任技正	行政院環境保護署水保處	李德馨
黃明輝 專員	行政院環境保護署水保處	黃明輝
王根樹 教授	國立臺灣大學環境衛生研究所	王根樹
黃良銘 教授	國立成功大學環境工程學系	黃良銘
林財富 教授	國立成功大學環境工程學系	
陳婉如 教授	國立成功大學環境工程學系	陳婉如
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

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「109 年飲用水新興汙染物研究與水質管理計畫」台灣自來水公司水安全計畫執行輔導會議

開會時間：109 年 9 月 14 日(一) 下午 14 時

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
吳振榮 副總經理	台灣自來水公司	吳振榮
洪世政 處長	台灣自來水公司水質處	洪世政
何承嶧 副處長	台灣自來水公司水質處	何承嶧
林正隆 組長	台灣自來水公司水質處	林正隆
陳乃菁 工程員	台灣自來水公司水質處	陳乃菁
穆岳鈞 處長	自來水公司五區管理處	穆岳鈞
吳界明 副處長	自來水公司五區管理處	吳界明
吳宜昌 課長	自來水公司五區管理處	吳宜昌
蕭博元 課長	自來水公司五區管理處	蕭博元
張偉政 廠長	自來水公司五區管理處	張偉政
蕭茂順 股長	自來水公司五區管理處	蕭茂順
王冠中 工程員	自來水公司五區管理處	王冠中
劉弘 工程員	自來水公司五區管理處	劉弘
	自來水公司五區管理處	
	自來水公司五區管理處	

附錄二、採驗採樣規劃點位及期程

行政區	測點 編號	淨水場	採樣 日期	重金屬	1,2-二溴 乙烷	環境荷 爾蒙	甲醛 N 亞硝類	全氟 化物	嘉磷塞	微囊 藻毒
臺中市	G11	沙鹿	05 月 18 日	✓	✓	✓		✓		
臺中市	G12	明秀	05 月 18 日	✓		✓				
臺中市	G16	大肚	05 月 18 日	✓	✓	✓				
臺中市	G22	清水	05 月 18 日	✓	✓	✓		✓		
彰化縣	I03	溪湖第一	05 月 18 日	✓						
彰化縣	I04	福興	05 月 18 日	✓	✓	✓		✓		
花蓮縣	S10	富世	05 月 18 日	✓		✓				
花蓮縣	S12	和平工業區	05 月 18 日	✓	✓	✓		✓		
彰化縣	I12	社頭	05 月 19 日	✓		✓				
彰化縣	I13	田中	05 月 19 日			✓				
彰化縣	I24	倡和	05 月 19 日	✓		✓				
彰化縣	I30	大丘園淨水場	05 月 19 日	✓		✓				
花蓮縣	S41	國慶淨水場	05 月 19 日	✓	✓	✓		✓		
臺中市	G26	公館	05 月 21 日	✓		✓	✓			
臺中市	G27	神岡	05 月 21 日			✓			✓	
臺中市	G28	忠義	05 月 21 日	✓						
彰化縣	I06	彰化第三	05 月 25 日	✓		✓				
彰化縣	I07	全興	05 月 25 日	✓	✓	✓				
彰化縣	I21	和美	05 月 25 日	✓	✓	✓	✓			
彰化縣	I29	大竹淨水場	05 月 25 日	✓		✓				
彰化縣	I33	福田淨水場	05 月 25 日	✓		✓				
彰化縣	I34	線西淨水場	05 月 25 日	✓	✓	✓		✓		
宜蘭縣	R14	澳花	05 月 25 日	✓		✓				
宜蘭縣	R15	東澳	05 月 25 日			✓				
宜蘭縣	R16	碧候	05 月 25 日			✓			✓	
花蓮縣	S09	娑婆礁	05 月 25 日			✓				
花蓮縣	S25	南華	05 月 25 日			✓			✓	
花蓮縣	S27	光華	05 月 25 日	✓						
臺中市	230	社腳社區第一 簡易自來水	05 月 26 日	✓						
臺中市	G29	烏日	05 月 26 日	✓		✓				
臺中市	G30	喀哩	05 月 26 日	✓						
彰化縣	I09	員林第一	05 月 26 日	✓						
彰化縣	I10	員林第二	05 月 26 日			✓				
彰化縣	I11	員林第三	05 月 26 日	✓		✓		✓		
宜蘭縣	R02	寒溪	05 月 26 日	✓		✓			✓	
宜蘭縣	R06	蘇澳	05 月 26 日	✓		✓				
花蓮縣	S13	壽豐	05 月 26 日			✓				
花蓮縣	S16	支亞干	05 月 26 日			✓				
宜蘭縣	R18	南山淨水場	05 月 27 日			✓				
宜蘭縣	R19	四季淨水場	05 月 27 日			✓				

抽驗採樣規劃點位及期程（續）

行政區	測點 編號	淨水場	採樣 日期	重金屬	1,2-二溴 乙烷	環境荷 爾蒙	甲醛 N 亞硝類	全氟 化物	嘉磷塞	微囊 藻毒
宜蘭縣	R20	松羅	05 月 27 日			√				
嘉義縣	L01	水上	06 月 01 日	√		√				
嘉義縣	L15	水上-東石加壓站	06 月 01 日			√				
嘉義縣	L16	水上-義竹加壓站	06 月 01 日	√		√				
花蓮縣	S15	鳳林	06 月 01 日	√						
花蓮縣	S33	萬榮	06 月 01 日	√						
臺東縣	T01	利嘉淨水場	06 月 01 日	√	√	√		√		
臺東縣	T02	泰安淨水場	06 月 01 日			√				
嘉義縣	L12	水上-民雄加壓站	06 月 02 日	√						
嘉義縣	L13	水上-朴子加壓站	06 月 02 日				√			
嘉義縣	L14	水上-六腳加壓站	06 月 02 日			√				
花蓮縣	S37	東里	06 月 02 日					√		
臺東縣	T35	東清淨水場	06 月 02 日	√	√	√	√	√		
嘉義縣	L02	大林第一淨水場	06 月 03 日	√	√	√		√		
嘉義縣	L03	新港	06 月 03 日			√	√			√
花蓮縣	S05	三笠山	06 月 03 日	√		√				
花蓮縣	S18	紅葉	06 月 03 日	√		√				
花蓮縣	S19	舞鶴	06 月 03 日			√				
臺東縣	T07	初鹿淨水場	06 月 03 日	√		√				
臺東縣	T08	班鳩淨水場	06 月 03 日			√				
臺東縣	T24	陸安淨水場	06 月 03 日	√		√				
臺東縣	T31	池上淨水場	06 月 03 日			√				
嘉義縣	L08	吳鳳淨水場=達邦 淨水場	06 月 04 日			√				
嘉義縣	L09	阿里山淨水場	06 月 04 日			√				
嘉義縣	L10	石桌	06 月 04 日	√		√				
嘉義縣	L11	樂野	06 月 04 日			√			√	
臺東縣	T11	瑞豐淨水場	06 月 04 日			√				
臺東縣	T12	瑞源淨水場	06 月 04 日	√		√		√		
臺東縣	T25	關山淨水場	06 月 04 日	√		√				
新竹縣	208	上寮簡易自來水	06 月 08 日				√			
新竹縣	E03	新埔	06 月 08 日	√		√	√			
臺東縣	T19	土坂淨水場	06 月 08 日	√	√	√				
臺東縣	T20	大溪淨水場	06 月 08 日			√				
臺東縣	T29	安朔淨水場	06 月 08 日	√		√		√		
新竹縣	209	石光簡易自來水	06 月 09 日	√		√				
新竹縣	216	大東大同簡易自來水	06 月 09 日	√						
新竹縣	E04	關西	06 月 09 日	√		√			√	
臺東縣	T30	綠島淨水場	06 月 09 日	√		√	√			√
新竹縣	255	秀巒村 7 鄰泰崗 部落簡易自來水	06 月 10 日			√				
新竹縣	E06	梅花	06 月 10 日			√				

抽驗採樣規劃點位及期程（續）

行政區	測點 編號	淨水場	採樣 日期	重金屬	1,2-二溴 乙烷	環境荷 爾蒙	甲醛 N 亞硝類	全氟 化物	嘉磷塞	微囊 藻毒
臺東縣	T13	水母淨水場	06 月 10 日			√	√			
臺東縣	T15	成功淨水場	06 月 10 日	√		√				
新竹縣	E09	五峰(桃山)	06 月 11 日	√		√			√	
新竹縣	E10	南坑	06 月 11 日			√			√	
臺東縣	T04	正興淨水場	06 月 11 日			√			√	
臺東縣	T06	大王淨水場	06 月 11 日	√		√			√	
嘉義縣	L06	大埔	06 月 15 日			√				
花蓮縣	186	高寮簡易自來水	06 月 15 日	√			√		√	
花蓮縣	187	春日里簡易 自來水	06 月 15 日			√	√		√	
花蓮縣	200	大興村簡易 自來水	06 月 15 日			√	√			
臺東縣	T09	紅葉淨水場	06 月 15 日			√				
臺東縣	T10	永安淨水場	06 月 15 日	√		√				
嘉義縣	L05	石碇	06 月 16 日	√						
嘉義縣	L07	觸口	06 月 16 日			√			√	
臺東縣	T26	加羅板淨水場	06 月 16 日	√		√				
臺東縣	T27	和平淨水場	06 月 16 日			√				
南投縣	H23	大坪頂	06 月 17 日	√		√	√			
南投縣	H25	大旗尾	06 月 17 日	√		√				
臺東縣	T17	金崙淨水場	06 月 17 日	√	√	√		√	√	
臺東縣	T18	嘉蘭淨水場	06 月 17 日			√				
臺東縣	T21	壠坵淨水場	06 月 17 日	√		√				
臺東縣	T14	泰源淨水場	06 月 18 日				√			
苗栗縣	F11	南庄	06 月 22 日			√			√	
苗栗縣	F12	東興淨水場	06 月 22 日			√				
臺中市	G31	霧峰	06 月 22 日	√		√				
臺中市	G32	坑口	06 月 22 日	√	√	√		√	√	
南投縣	H13	信義	06 月 22 日	√		√	√			
南投縣	H14	羅娜	06 月 22 日			√				
基隆市	Q01	暖暖	06 月 22 日	√		√		√	√	√
基隆市	Q04	六堵	06 月 22 日			√	√			
苗栗縣	217	公館鄉大坑村 簡易自來水	06 月 23 日	√		√	√		√	
苗栗縣	F05	中興	06 月 23 日	√		√				
臺中市	287	獅子城簡易 自來水	06 月 23 日			√		√		
臺中市	288	樂美家園簡易 自來水	06 月 23 日			√				
臺中市	291	豐正第二簡易 自來水	06 月 23 日			√				
南投縣	H19	埔里第二	06 月 23 日	√		√			√	
南投縣	H20	埔里第三淨水場	06 月 23 日			√				
南投縣	H21	埔里第五	06 月 23 日	√		√				
南投縣	H22	藍城	06 月 23 日	√		√				
基隆市	Q02	安樂	06 月 23 日	√	√	√				

抽驗採樣規劃點位及期程（續）

行政區	測點 編號	淨水場	採樣 日期	重金屬	1,2-二溴 乙烷	環境荷 爾蒙	甲醛 N 亞硝類	全氟 化物	嘉磷塞	微囊 藻毒
基隆市	Q03	新山	06 月 23 日	✓		✓				✓
苗栗縣	F07	苗栗第四淨水場	06 月 29 日	✓		✓				
苗栗縣	F08	苗栗第三	06 月 29 日	✓	✓	✓		✓		
苗栗縣	F09	明德	06 月 29 日	✓		✓	✓			✓
苗栗縣	F09-3	明德-後龍鎮南港 里中和里	06 月 29 日			✓		✓		
南投縣	H24	春陽	06 月 29 日			✓				
苗栗縣	F10	大湖	06 月 30 日		✓					
苗栗縣	F14	卓蘭	06 月 30 日			✓				
苗栗縣	169	頭屋鄉頭屋簡易 自來水場	07 月 01 日			✓	✓		✓	
苗栗縣	268	頭屋鄉頭屋村	07 月 01 日				✓		✓	
南投縣	H26	公林淨水場	07 月 01 日			✓				
南投縣	H27	東光淨水場	07 月 01 日	✓						
南投縣	H28	日月潭	07 月 01 日			✓				✓
南投縣	H29	德化淨水場	07 月 01 日	✓		✓				✓
花蓮縣	S07	新社	07 月 01 日	✓		✓				
花蓮縣	S08	港口	07 月 01 日			✓				
苗栗縣	F01	八股	07 月 02 日	✓		✓			✓	
苗栗縣	F02	草寮淨水場	07 月 02 日			✓				
苗栗縣	F03	水美淨水場	07 月 02 日	✓		✓				
苗栗縣	F04	三義淨水場	07 月 02 日	✓		✓				
苗栗縣	F13	裕隆	07 月 02 日	✓		✓				
南投縣	H07	鹿谷	07 月 02 日	✓		✓			✓	
南投縣	H09	瑞竹淨水場	07 月 02 日	✓		✓				
花蓮縣	S01	光復	07 月 02 日	✓						
花蓮縣	S02	富源	07 月 02 日	✓		✓				
南投縣	H12	水里	07 月 06 日	✓		✓			✓	
南投縣	H16	民和	07 月 06 日	✓		✓				
金門縣	V04	金城供水站/金城 地下水井	07 月 06 日	✓		✓				
金門縣	V05	昔果山供水站	07 月 06 日	✓		✓	✓			
金門縣	V08	西浦頭地下水井	07 月 06 日	✓	✓	✓		✓		
金門縣	V09	莒光供水站	07 月 06 日	✓	✓	✓		✓		
南投縣	H01	營盤口	07 月 07 日	✓		✓				
南投縣	H02	林子頭	07 月 07 日			✓				
南投縣	H04	草屯第二淨水場	07 月 07 日	✓	✓	✓		✓		
南投縣	H05	草屯第三淨水場	07 月 07 日			✓				
南投縣	H06	草屯第四淨水場	07 月 07 日			✓				
金門縣	V01	太湖	07 月 07 日	✓		✓	✓	✓	✓	✓
金門縣	V02	榮湖	07 月 07 日			✓	✓			✓
南投縣	H30	南崗	07 月 08 日	✓	✓	✓	✓	✓		
南投縣	H32	嘉和第二	07 月 08 日			✓				

抽驗採樣規劃點位及期程（續）

行政區	測點 編號	淨水場	採樣 日期	重金屬	1,2-二溴 乙烷	環境荷 爾蒙	甲醛 N 亞硝類	全氟 化物	嘉磷塞	微囊 藻毒
金門縣	V07	后頭供水站	07 月 08 日	✓	✓	✓	✓	✓		
南投縣	H34	粗坑	07 月 09 日	✓						
花蓮縣	S03	玉里	07 月 09 日			✓				
花蓮縣	S04	明里	07 月 09 日			✓				
桃園市	C01	大湳淨水場	07 月 13 日	✓		✓				
桃園市	C05	大溪	07 月 13 日			✓			✓	
新竹市	D01	新竹第一	07 月 13 日	✓		✓				
新竹市	D02	新竹第二	07 月 13 日	✓		✓	✓	✓	✓	
新竹市	D03	湳雅	07 月 13 日	✓	✓	✓				
高雄市	O04	甲仙	07 月 13 日			✓				
高雄市	O06	民生	07 月 13 日			✓				
澎湖縣	U07	七美	07 月 13 日			✓				✓
連江縣	W01	東湧淨水場	07 月 13 日			✓				
高雄市	O01	手巾寮	07 月 14 日	✓		✓				
澎湖縣	U08	望安	07 月 14 日	✓		✓		✓		
連江縣	W05	儲水沃淨水場	07 月 14 日	✓		✓	✓			✓
連江縣	W07	南竿二期	07 月 14 日	✓	✓	✓				
連江縣	W08	南竿三期	07 月 14 日	✓		✓				
高雄市	O11	寶來	07 月 15 日			✓			✓	
連江縣	W02	東莒供水站	07 月 15 日			✓		✓		
連江縣	W06	西莒淨水場	07 月 15 日	✓	✓	✓		✓	✓	
高雄市	233	中油公司煉製事 業部高雄煉油廠	07 月 16 日	✓		✓	✓			
澎湖縣	194(2)	馬公市烏坎里簡 易自來水	07 月 16 日	✓		✓				
澎湖縣	195(2)	馬公市山水里簡 易自來水	07 月 16 日			✓				
連江縣	W03	坂里淨水場	07 月 16 日	✓	✓	✓		✓		✓
彰化縣	I14	永靖	07 月 20 日	✓						
彰化縣	I15	下壩	07 月 20 日			✓				
彰化縣	I18	埤頭	07 月 20 日	✓		✓				
彰化縣	I26	北斗	07 月 20 日	✓		✓				
桃園市	C06	復興淨水場	07 月 21 日			✓				
彰化縣	I05	芳苑	07 月 21 日	✓		✓				
彰化縣	I19	二林	07 月 21 日			✓				
彰化縣	I20	竹塘淨水場	07 月 21 日			✓				
澎湖縣	U05	白沙	07 月 21 日			✓				
澎湖縣	U06	西嶼	07 月 21 日			✓				
澎湖縣	U10	吉貝	07 月 21 日	✓		✓				
桃園市	C02	平鎮淨水場/平鎮 給水廠(平鎮)	07 月 22 日	✓	✓	✓	✓	✓		
桃園市	C03	石門	07 月 22 日	✓		✓				✓
澎湖縣	U01	成功	07 月 22 日	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
澎湖縣	U02	馬公海水淡化廠	07 月 22 日	✓	✓	✓				

抽驗採樣規劃點位及期程（續）

行政區	測點 編號	淨水場	採樣 日期	重金屬	1,2-二溴 乙烷	環境荷 爾蒙	甲醛 N 亞硝類	全氟 化物	嘉磷塞	微囊 藻毒
澎湖縣	U03	林投	07 月 22 日	✓	✓	✓		✓		
新竹縣	E01	員嶼	07 月 27 日	✓		✓				
新竹縣	E02	芎林	07 月 27 日	✓	✓	✓		✓		
新竹縣	E05	寶山	07 月 27 日	✓		✓				
新竹縣	E07	尖石淨水場	07 月 28 日			✓				
新竹縣	E08	內灣淨水場	07 月 28 日	✓		✓				
高雄市	O18	茂林	07 月 28 日			✓				
桃園市	202	高原簡易自來水 管理委員會	07 月 29 日			✓	✓			
桃園市	203	高平簡易自來水	07 月 29 日	✓		✓	✓			
桃園市	206	石門簡易自來水	07 月 29 日			✓	✓			
桃園市	207	三林簡易自來水	07 月 29 日	✓						
桃園市	C04	龍潭	07 月 29 日			✓				
新竹縣	167	新興簡易自來水	07 月 29 日			✓			✓	
新竹縣	210	橫山簡易自來水	07 月 29 日			✓	✓			
新竹縣	168	沙坑簡易自來水	07 月 30 日				✓		✓	
新竹縣	211	福興簡易自來水	07 月 30 日	✓			✓			
新竹縣	215	大肚簡易自來水	07 月 30 日			✓				
高雄市	O14	大崗山給水廠嶺 口淨水廠	08 月 03 日				✓			
高雄市	O20	大崗山給水廠-北 嶺加壓站	08 月 03 日	✓		✓				
高雄市	O21	大崗山給水廠路 竹淨水場	08 月 03 日	✓		✓	✓			
高雄市	N01	鳳山	08 月 04 日	✓		✓		✓		
高雄市	O16	拷潭	08 月 04 日	✓	✓					
高雄市	O17	翁公園	08 月 04 日			✓				
屏東縣	P18	高樹	08 月 04 日			✓				
屏東縣	P19	新豐	08 月 04 日			✓			✓	
屏東縣	P20	馬兒	08 月 04 日	✓	✓	✓		✓		
屏東縣	P21	廣興	08 月 04 日			✓				
高雄市	O07	美濃	08 月 05 日	✓		✓				
屏東縣	P23	北葉	08 月 05 日			✓				
屏東縣	P24	三和	08 月 05 日			✓			✓	
屏東縣	P25	屏東農場淨水場	08 月 05 日	✓		✓				
屏東縣	P26	長治百合淨水場	08 月 05 日	✓		✓				
屏東縣	P27	禮納里淨水場	08 月 05 日	✓		✓				
高雄市	O13	澄清湖	08 月 06 日	✓		✓				✓
高雄市	O15	坪頂(小坪)	08 月 06 日	✓		✓	✓		✓	
雲林縣	J21	四湖加壓站	08 月 10 日	✓						
雲林縣	J23	北港第二/北港營 運所	08 月 10 日	✓		✓				
雲林縣	J24	元長第二/北港營 運所	08 月 10 日			✓				
雲林縣	J25	水林淨水場	08 月 10 日	✓	✓	✓				
雲林縣	J26	拔拉腳淨水場	08 月 10 日	✓	✓	✓		✓		

抽驗採樣規劃點位及期程（續）

行政區	測點編號	淨水場	採樣日期	重金屬	1,2-二溴乙烷	環境荷爾蒙	甲醛 N 亞硝類	全氟化物	嘉磷塞	微囊藻毒
雲林縣	J02	埤仔頭淨水場	08 月 11 日			√				
雲林縣	J03	石榴淨水場	08 月 11 日	√	√	√		√	√	
雲林縣	J04	林內淨水場	08 月 11 日			√				
雲林縣	J27	湖山淨水場	08 月 11 日			√			√	√
雲林縣	J28	大北勢淨水場	08 月 11 日			√	√			
雲林縣	J19	麥寮第一/雲林給水廠(麥一淨水場)	08 月 12 日	√		√				
雲林縣	J20	新興加壓站	08 月 12 日			√				
雲林縣	J22	三條崙淨水場	08 月 12 日			√				
臺南市	M03	南化	08 月 12 日			√			√	√
臺南市	M05	楠玉	08 月 12 日	√		√				
臺南市	M06	鏡面	08 月 12 日			√				√
屏東縣	P01	林邊	08 月 12 日			√				
屏東縣	P03	力里	08 月 12 日	√		√				
屏東縣	P05	南和	08 月 12 日			√				
屏東縣	P06	來義	08 月 12 日	√						
屏東縣	P13	枋寮淨水場	08 月 12 日			√				
雲林縣	J09	虎尾加壓站	08 月 13 日	√						
雲林縣	J10	平和加壓站	08 月 13 日	√	√	√		√		
雲林縣	J16	土庫加壓站	08 月 13 日			√				
雲林縣	J17	馬光加壓站	08 月 13 日			√				
雲林縣	J18	褒忠加壓站	08 月 13 日					√		
雲林縣	J11	西螺淨水場	08 月 17 日	√		√				
雲林縣	J12	莿桐加壓站	08 月 17 日	√	√	√	√			
雲林縣	J13	崙背加壓站	08 月 17 日			√				
雲林縣	J14	二崙加壓站	08 月 17 日	√						
雲林縣	J15	番社淨水場	08 月 17 日				√			
屏東縣	P14	牡丹	08 月 17 日	√		√	√			√
新北市	A02	直潭	08 月 18 日	√		√				
新北市	B17	烏來	08 月 18 日	√		√				
雲林縣	232	古坑鄉草嶺社區合作社簡易自來水	08 月 18 日	√		√			√	
雲林縣	J01	古坑/古坑營運所(古坑淨水場)	08 月 18 日	√		√				
雲林縣	J05	阿丹淨水場	08 月 18 日	√	√	√				
雲林縣	J08	崁腳淨水場	08 月 18 日			√				
屏東縣	P22	屏東	08 月 18 日	√		√				
屏東縣	P29	頂新淨水場	08 月 18 日	√	√	√		√		
臺南市	M01	潭頂	08 月 19 日			√				
臺南市	M02	烏山頭	08 月 19 日	√	√	√		√		
屏東縣	P02	餉潭	08 月 19 日	√		√				
屏東縣	P07	吾拉魯滋	08 月 19 日			√				
屏東縣	P08	潮新	08 月 19 日	√	√	√		√		

抽驗採樣規劃點位及期程（續）

行政區	測點 編號	淨水場	採樣 日期	重金屬	1,2-二溴 乙烷	環境荷 爾蒙	甲醛 N 亞硝類	全氟 化物	嘉磷塞	微囊 藻毒
屏東縣	P09	四春	08 月 19 日			√				
屏東縣	P10	佳平	08 月 19 日			√				
屏東縣	P11	新來義	08 月 19 日			√				
新北市	B08	湧泉(北投子)淨水場	08 月 20 日	√		√				
新北市	B09	興華	08 月 20 日	√		√				
新北市	B10	樹興淨水場	08 月 20 日	√		√				
臺北市	A01	公館	08 月 24 日	√		√	√			√
臺北市	A03	長興	08 月 24 日	√	√	√		√		
臺北市	A05	雙溪	08 月 24 日	√						
新北市	B06	白雲	08 月 24 日	√		√			√	
新北市	B15	石碇	08 月 24 日			√	√		√	
臺北市	A04	陽明淨水場-泉源場 區	08 月 25 日	√		√			√	
臺北市	A06	陽明淨水場-竹子湖 加壓站	08 月 25 日	√		√				
臺北市	A08	陽明淨水場-中正池	08 月 25 日	√		√				
臺北市	A09	陽明淨水場-公館里 菁山路 101 巷	08 月 25 日	√		√				
臺北市	A10	陽明淨水場-鹿角坑 加壓站	08 月 25 日	√		√				
新北市	B01	貢寮	08 月 25 日			√	√			
新北市	B01-1	貢寮-貢寮區	08 月 25 日			√		√		
新北市	B02	員山	08 月 25 日	√	√	√		√		
宜蘭縣	R08	圳頭	08 月 25 日			√			√	
宜蘭縣	R09	枕山	08 月 25 日			√				
宜蘭縣	R12	深溝	08 月 25 日	√		√			√	
宜蘭縣	R10	大溪	08 月 26 日			√				
宜蘭縣	R11	龍潭	08 月 26 日	√	√	√	√	√		
宜蘭縣	R22	金面淨水場	08 月 26 日	√	√	√		√		
新北市	B04	老梅	08 月 27 日			√				
新北市	B05	三芝	08 月 27 日	√			√			
宜蘭縣	R01	天送埤淨水場	08 月 27 日			√	√			
宜蘭縣	R04	柑仔坑	08 月 27 日	√						
宜蘭縣	R07	廣興	08 月 27 日			√				
新北市	B11	林庄	08 月 31 日	√		√				
嘉義市	K01	公園	08 月 31 日	√		√		√		
嘉義市	K02	蘭潭	08 月 31 日		√	√			√	
新北市	B12	萬里	09 月 01 日	√	√					
新北市	B13	中幅	09 月 01 日			√				
新北市	B14	二坪	09 月 01 日	√						
宜蘭縣	R03	大隱	09 月 01 日			√				
宜蘭縣	R21	清洲	09 月 01 日			√			√	
宜蘭縣	165	龍潭村簡易自來水	09 月 02 日	√					√	
宜蘭縣	166	林美村簡易自來水	09 月 02 日						√	

抽驗採樣規劃點位及期程（續）

行政區	測點 編號	淨水場	採樣 日期	重金屬	1,2-二溴 乙烷	環境荷 爾蒙	甲醛 N 亞硝類	全氟 化物	嘉磷塞	微囊 藻毒
新北市	294	天籟社區	09 月 03 日	√		√				
新北市	B07	坪林	09 月 07 日			√				
新北市	B16	平溪	09 月 07 日			√				
臺中市	G18	大甲第一	09 月 07 日	√		√				
臺中市	G19	頂店	09 月 07 日			√				
臺中市	G21	大安	09 月 07 日	√						
臺中市	G34	日南	09 月 07 日			√				
彰化縣	I08	花壇	09 月 07 日			√				
彰化縣	I23	大村第二	09 月 07 日			√			√	
彰化縣	I28	大村淨水場	09 月 07 日			√				
彰化縣	I31	大葉淨水場	09 月 07 日	√		√				
臺中市	G01	豐原第一	09 月 08 日	√		√				
臺中市	G02	豐原第二	09 月 08 日	√		√				√
臺中市	G03	鯉魚潭	09 月 08 日	√		√				
彰化縣	I01	鹿港	09 月 08 日			√				
彰化縣	I02	秀厝	09 月 08 日	√						
彰化縣	I16	打鐵厝	09 月 08 日	√		√				
彰化縣	I32	彰濱淨水場	09 月 08 日	√		√				
臺中市	G06	東勢	09 月 09 日	√	√	√				
臺中市	G07	慶東	09 月 09 日			√	√	√	√	
臺中市	G08	新社	09 月 09 日			√				
新北市	B03	板新淨水場	09 月 10 日	√		√				

附錄三、優先評估物質毒理資料庫建置

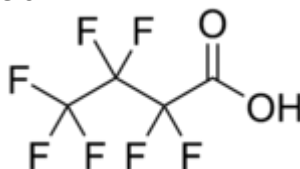
附錄 3.1 全氟丁酸(PFBA)

1. 水質項目名稱：全氟丁酸 (perfluorobutanoic acid, PFBA)

(CAS：375-22-4)

別名：Heptafluorobutyric acid、Perfluorobutyric acid、Perfluorobutanoic acid、Heptafluorobutanoic acid

2. 化學式/結構式：
- $C_4HF_7O_2$



3. 使用單位：ng/L

4. 分析方法：

全氟辛烷酸	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	-	全氟烷酸類化合物檢測方法-固相萃取與高效益相層析/串聯式質譜儀法(NIEA W542.50B)

5. 環境背景資料

全氟丁酸 (PFBA) 為種類眾多的全氟碳化合物之一種，全氟碳化合物廣泛使用在許多工業級民生消費品中，包括用於紡織物和地毯的保護性塗料，紙張塗料，殺蟲劑配方和表面活性劑等 (Calafat AM et al; 2006)。全氟辛烷磺酸包括全氟烷基磺酸鹽 (PFSA) 和全氟烷基羧酸鹽 (PFCA)，其中全氟辛烷磺酸鹽 (PFOS) 和全氟辛酸 (PFOA) 在世界各地的環境，野生動植物和人類中可廣泛檢測到 (Giesy and Kannan, 2001; Wang et al., 2014)。這些化學物質因其具持久性，生物蓄積性和毒性以及其遠距運輸的能力引起了大眾的關注。為了全球性的限制使用和生產，全氟辛烷磺酸 (PFOS) 和其鹽 (POSF) 在2009年5月的《斯德哥爾摩公約》中被列為持久性有機污染物。此外，PFOA及其鹽全氟辛酸銨 (APFO) 已被歐洲化學品管理局 (ECHA, 2013) 列在高度關注物質 (SVHC) 候選清單中。這些規定的結果導致PFAA的生產已轉向一些管制較弱的國家以滿足日益增長的需求，並轉向使用未受管制的短鍊和新型多氟PFAA同源物。

人體可能的暴露途徑

一般人可能因呼吸含有PFBA的灰塵和皮膚接觸而暴露，或經由食物、飲用水攝入含有PFBA的食物。

環境水體中的濃度

地下水：廢水處理廠是主要地表水之PFAA的主要來源，因此荷蘭採集淨水場集水區範圍內直接和間接排放PFAA至地下水的來源，直接來源為附近區域的掩埋場滲出水及城市排水，可測到最大濃度為1.8 µg/L的L-PFOA及1.2 µg/L的PFBA；地下水抽水井中的濃度（地下水行進距離> 25年）要低得多：L-PFOA和PFBA的濃度分別為0.96和3.5 ng/L (Eschauzier et al.)。

6. 健康評量及毒理資料

PFBA之相關動物實驗、毒理資料仍相當缺乏，目前參考PFOS之健康影響。全氟辛烷磺酸（PFOS）和其他全氟化學品可對健康造成嚴重影響，包括癌症，內分泌干擾，青春期加速，肝臟和免疫系統受損以及甲狀腺改變。

	Rf D	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	—	—	—	—	0.068	小鼠/腹腔注射(1)
2	—	—	—	—	>0.01	兔子/靜脈注射(1)

(1) Summary Tables of Biological Tests, 1950

7. 處理技術/成本分析

8. 國內外管制情形

PFBA 為一新興污染物，因此各國對於其在飲水中濃度的標準，大部分都尚未有所定論。

項 目	國 名						
PFBA	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

ECHA (European Chemicals Agency) Candidate List of Substances of Very High Concern for Authorisation. (2013) <https://echa.europa.eu/home>

Environ. Sci. Technol., 35 (2001), pp. 1339-1342

Eschauzier, Christian; Raat, Klaasjan J; Stuyfzand, Pieter J; De Voogt, Pim.

Perfluorinated alkylated acids in groundwater and drinking water: identification, origin and mobility

Giesy J.P., K. Kannan Global distribution of perfluorooctane sulfonate in wildlife.

<https://comptox.epa.gov/dashboard/DTXSID4059916>

Summary Tables of Biological Tests, National Research Council Chemical-Biological Coordination Center., 2(56), 1950

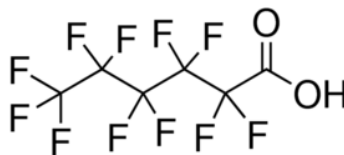
Wang T. , P. Wang, J. Meng, S. Liu, Y. Lu, J.S. Khim, J.P. Giesy A review of sources, multimedia distribution and health risks of perfluoroalkyl acids (PFAAs) in China Chemosphere (2014)

附錄 3.2 全氟己酸(PFHxA)

1. 水質項目名稱：全氟己酸（perfluorohexanoic acid, PFHxA）
（CAS：307-24-4）

別名：Perfluorohexanoic acid、Undecafluorohexanoic acid

2. 化學式/結構式： $C_6HF_{11}O_2$



3. 使用單位：ng/L

4. 分析方法：

全氟辛烷酸	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	-	全氟烷酸類化合物檢測方法-固相萃取與高效益相層析/串聯式質譜儀法(NIEA W542.50B)

5.環境背景資料

全氟己酸（PFHxA）是無色液體，可溶於水，是用來作為潤濕劑，分散劑，乳化劑和發泡劑的眾多種全氟碳化合物表面活性劑之一。全氟碳化合物廣泛使用在許多工業級民生消費品中，使日常產品更耐污漬，耐油脂和防水。它們可用於防止食物粘在炊具上，使沙發和地毯耐污漬，使衣服和床墊更加防水（Calafat AM et al; 2006），也可用於某些食品包裝。

空氣中：PFHxA的蒸汽壓為2.0 mmHg（US EPA. Ver. 4.1.），釋放到大氣中則以蒸氣形式存在，氣相的PFHxA和光化學產生的氫氧自由基反應而降解；且因沒有吸收> 290 nm波長的髮色團，因此不易受陽光直接光解。

水中：PFHxA會被水中的懸浮固體和沈積物所吸附，不易從水體表面揮發，且由於缺乏在環境條件下的水解官能團，預計PFHxA不會在環境中水解。虹鱒魚的BCF為0.59（Conder JM et al; 2008），顯示水生生物的生物濃縮度較低。

土壤中：PFHxA的log Koc值為1.63 - 2.35（Sapulvado JG et al; 2011），顯示全氟己酸在土壤中具有中等至很高的移動率，不會從土壤和水的表面揮發到空氣中，而容易在土壤間移動。

表一、全氟己酸丁烷磺酸物化特性

物化特性		文獻
蒸氣壓	25°C下，2.0 mmHg	US EPA; Ver. 4.1.
Koc	1.63-2.35	Sapulvado JG et al; 2011)
BCF	0.59	Conder JM et al; 2008)

人體可能的暴露途徑

一般人可能因呼吸含有PFHxA的灰塵和皮膚接觸而暴露，或經由食物、飲用水攝入含有PFHxA的食物。

環境水體中的濃度

飲用水：根據美國環保署2008年從全美的7個淨水場收集的原水和清水測得的PFHxA平均濃度如下（Quinones O, Snyder SA; 2009）：

淨水場位置	進流/出流	樣本數	檢出率（%）	平均濃度(ng/L)
Aurora, CO	進流	3	0	<1.0
	出流	3	0	<1.0
Havasu City, AZ	進流	6	67	1.5
	出流	6	83	1.4
Las Vegas, NV	進流	30	30	1.2
	出流	33	39	1.2
Minneapolis, MN	進流	6	33	1.1
	出流	7	14	1.1
Clayton County, GA	進流	6	100	29
	出流	7	100	23
Orange County, CA	進流	5	100	7.9
	出流	5	0	<1.0
Los Angeles County, CA	進流	5	100	14
	出流	5	100	1.9

地表水：從美國河流大湖流域採集的地表水樣品在1994年-2000年採集的9個樣品中檢測PFHxA濃度為0.0011-0.0037 ug/L（Klecka G et al; 2010）。在006年春季北卡羅來納州Cape Fear集水區的80個地點中，44.4%的河水樣品中檢出PFHxA，濃度為<0.05 - 23.0 ng/L（Holzer J et al; 2011）。在明尼蘇達州、威斯康星州和密西根湖的10個地點採集12個地表水樣品，1個檢出PFHxA濃度為0.27 ng/L（Ericson I et al; 2009）。

地下水：美國阿拉法特州在曾受氟化物生物土壤影響的農場周圍採集19個地下水井，有6個測得PFHxA，濃度為9.7-3970 ng/L（Lindstrom AB et al; 2011）。2009年8月-2010年2月在新澤西州使用地下水為水源的公共供水系統中，18個出流水檢出4個含有PFHxA，濃度5-12 ng/L（Post GB et al; 2013）。2010年2月至2010年3月加拿大Scarborough Bluffs在安大略湖岸邊採集的5個地下水樣品中檢測到PFHxA的含量為1.1-4.7 ng/L（Meyer T et al; 2011）。

6. 健康評量及毒理資料

在人類細胞培養物中進行的研究顯示，PFHxA的毒性可能低於其他PFC。在重複暴露於中間濃度PFHxA鈉鹽（全氟己酸鈉；NaPFHx）的小鼠中觀察到鼻部病變。在重複暴露口服高劑量PFHxA的大鼠中，觀察到腎臟和肝臟毒性，體重減輕和存活率降低；而終生口服後未在大鼠中誘發腫瘤發生，即沒有證據顯示PFHxA在雄性或雌性大鼠中具有致腫瘤性。在暴露於NaPFHx的實驗大鼠中，PFHxA不會引起不育，流產或先天缺陷。

PFHxA及PFOA作為全氟羧酸類（PFCAs）之樣版評估在人體內血清的交互作用，人體內的血清白蛋白確認為PFHxA及PFOA相互作用的主要部位（D'eon JC et al; 2010）。PFHxA暴露可能與吉爾伯特症（Gilbert Syndrome，一種輕度遺傳性肝病，人體無法正常處理膽紅素）有關（Fan H et al; 2014）。研究顯

示，全氟化合物（如PFHxA）在細胞上無急性毒性，在人的肝癌Hep G2細胞中，沒有跡象顯示PFHxA通過凋亡機制而誘導細胞毒性（European Food Safety Authority. 2014）。美國EPA國際癌症研究機構對於PFHxA人體內是否會引起癌症的可能性尚未進行評估。

	RfD	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	—	50 200	—	—	—	雄大鼠/口服(1) 雌大鼠/口服

(1) Chengelis CP et al; 2009

7. 處理技術/成本分析

8. 國內外管制情形

PFBA 為一新興污染物，因此各國對於其在飲水中濃度的標準，大部分都尚未有所定論。

9. 行政考量

10. 管制優先次序

11. 參考文獻

- Calafat AM et al; Environ Sci Technol 40: 2128-34 (2006)
 Chengelis CP et al; Reprod Toxicol 27 (3-4): 342-51 (2009)
 Conder JM et al; Environ Sci Technol 42: 995-1003 (2008)
 D'eon JC et al; Environ Toxicol Chem 29 (8): 1678-88 (2010)
 Ericson I et al; Arch Environ Contam Toxicol 57: 631-8 (2009)
 European Food Safety Authority. Bull S, Burnett K, Vassaux K, Ashdown L, Brown T and Rushton L, 2014. Extensive literature search and provision of summaries of studies related to the oral toxicity of perfluoroalkylated substances (PFASs), their precursors and potential replacements in experimental animals and humans. Area 1: Data on toxicokinetics (absorption, distribution, metabolism, excretion) in in vitro studies, experimental animals and humans. Area 2: Data on toxicity in experimental animals. Area 3: Data on observations in humans. p.28 (EFSA supporting publication EN-572) (2014) Available from, as of March 16, 2016: <http://www.efsa.europa.eu/en/publications>
 Fan H et al; Environ Res 135: 70-5 (2014)
 Holzer J et al; Environ Sci Technol 45: 8046-52 (2011)
 Klecka G et al; Rev Environ Contam Toxicol 207: 1-93 (2010)
 Lindstrom AB et al; Environ Sci Technol 45: 8015-21 (2011)
 Meyer T et al; Environ Sci Technol 45: 8113-9 (2011)
 Post GB et al; Environ Sci Technol 47: 13266-75 (2013)
 Quinones O, Snyder SA; Environ Sci Technol 43: 9089-95 (2009)
 Sapulvado JG et al; Environ Sci Technol 45:8106-112 (2011)

附錄 3.3 全氟丁基磺酸(PFBS)

1. 水質項目名稱：全氟丁烷磺酸（Perfluorobutanesulfonic acid, PFBS）
（CAS：375-73-5）

2. 化學式/結構式： $C_4HF_9O_3S$



3. 使用單位：ng/L

4. 分析方法：

全氟辛烷酸	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	-	全氟烷酸類化合物檢測方法-固相萃取與高效益相層析/串聯式質譜儀法(NIEA W542.50B)

5.環境背景資料

全氟丁烷磺酸（PFBS）為種類眾多的全氟碳化合物之一種，在水中溶解度低，具有4碳氟鏈和1個磺酸官能基的化合物。自1950年以來，全氟碳化合物廣泛使用在許多工業級民生消費品中，包括用於紡織物和地毯的保護性塗料，紙張塗料，殺蟲劑配方和表面活性劑等（Calafat AM et al; 2006）。因全氟辛烷磺酸（PFOS）具有持久性、毒性及生物累積性，自2003年以來3M公司開始在防污劑中以PFBS取代PFOS。PFBS被廣泛使用在日常用品耐污、防油、防水的處理上，例如防止食物黏在炊具上，使沙發、地毯具有抗污性，使衣服、床墊具有防水性，也用於某些食品包裝中。

空氣中：若PFBS排放至空氣中會被分解，25°C時的蒸氣壓約為0.027 mm Hg（US EPA; 2015），這表明PFBS將以蒸氣型態存在於大氣中。氣相的PFBS將與光化學產生的氫氧自由基反應而在大氣中降解；該反應在空氣中的半衰期估計為115天。PFBS沒有在可吸收大於290 nm的生色團，因此預計不會受到日光直接光解。也不容易從土壤和水體釋放至大氣中。

土壤中：如果釋放到土壤中，則PFBS的Koc為180（Swann RL et al; 1983），因此在土壤中PFBS具中度移動性。該化合物在環境中將以陰離子形式存在，根據估計的pKa，PFBS不會從潮濕的土壤表面揮發也不會從乾燥的土壤表面揮發。微生物降解亦非其主要的分解方式（Quinete N et al; 2010）。

水體中：水中的PFBS會吸附在懸浮的固體和沈積物中，不易從水體表面揮發。在虹鱒魚的BCF為0.71（Conder JM et al; 2008），因此水生生物中的生物濃度低，對水中生物潛在之生物累積性不高。

表一、全氟丁烷磺酸物化特性

物化特性		文獻
蒸氣壓	25°C下，0.027 mmHg	US EPA; 2015
Koc	180	Swann RL et al; 1983
BCF	0.71	Conder JM et al; 2008

人體可能的暴露途徑

一般人可能因呼吸含有PFBS的灰塵和皮膚接觸而暴露，或經由食物、飲用水攝入含有PFBS的食物。

環境水體中的濃度

地表水：2007年8月從德國灣沿岸水域採集的48個樣品中檢測到PFBS，濃度為3.38 - 17.7 ng/L (Ahrens L et al; 2009)。從瑞士的 Glatt河採集的河水樣品中分別檢測到7.7、2.8和2.3 ng/L的PFBS (Huset CA et al; 2008)。中國廣州的珠江支流和沿長江的水樣中測得PFBS的濃度分別<0.03 - 3.4和< 0.005 - 2.1 ng/L (So MK et al; 2007)。

飲用水：荷蘭阿姆斯特丹監測淨水場處理設施之PFBS，運河引水渠為31-42 ng/L，清水為17-24 ng/L (Eschauzier C et al; 2012)。挪威奧斯陸2008年10月至2009年1月自3個家戶（分別來自不同自來水廠）採集的飲用水則未檢出PFBS (Haug LS et al; 2010)。在德國Arnsberg-Neheim收集的飲用水樣品中檢測到的PFBS最高濃度為13 ng / L (Holzer J et al; 2008)。美國環保署之未管制污染物監測規則 (UCMR3) 監測公共供水系統中包含PFBS之30種污染物 (USEPA; 2016)，2016年的數據摘要中報告在4,864個公共供水系統含有PFBS，其中8個高於最低報告濃度 (MRL) 0.09 ug/L (USEPA; UCMR 3, 2016)。

6. 健康評量及毒理資料

以虹鱒魚 (*Oncorhynchus mykiss*) 進行全氟烷基酸 (PFAAs) 在魚體內特定組織的攝取和去除研究，和相同鍊長的全氟烷基羧酸相比，全氟烷基磺酸更容易吸收，排除所需的半衰期更長，根據估計，最長的去除半衰期是PFOS，在肌肉組織中8.4天至肝臟中20.4天，PFNA則在血液中8.2天至肝臟11.6天。在氟化物的製造中，全氟丁烷磺酰氟 (PBSF) 已被用來取代同系列8碳的全氟辛烷磺磺酸 (POFS)，而衍生自PBSF的含氟化合物可能會生成全氟丁烷磺酸 (PFBS) 為最終降解產物。對於PFBS的動物毒理相關資料仍相當缺乏，因此以同系列8碳的PFOS之相關動物毒理資料進行比較。(Bogdanska J et al; 2014)，和暴露於PFOS相較，身體組織內的PFBS濃度較低，低了5-40倍，而體內不同組織器官的分布也有所差異，在肝臟和肺臟的濃度就比血液中濃度低。

PFBS對人體的潛在毒性效應資料仍十分缺乏，動物實驗方面，反覆口服暴露中高劑量PFBS的大鼠，可觀察到貧血、輕度腎臟效應和胃壁的刺激性損害，未觀察到生殖效應，也無引起實驗動物癌症的潛在效應。因此USEPA未評估PFBS在人體內致癌的可能性 (USEPA/IRIS, 2015)。

氣喘的孩童體內血清之PFBS濃度明顯比沒氣喘孩童的高 (European Food Safety Authority. 2016)。測試4種全氟烷基化合物對人體和大鼠體內11beta-HSD2的抑制能力，其中一種化合物是PFBS (Zhao B et al; 2011)。結果顯示PFBS對人類和大鼠11beta-HSD2活性的抑製作用最低。PFBS可輕微降低小鼠血漿甘油三酸酯。用PFBS的鉀鹽 (K (+) PFBS) 進行了為期90天的大鼠口服飼養研究 (Lieder PH et al; 2009)，沒有發現與PFBS相關的死亡率，體重或神經系統影響，動物實驗中PFBS對於性別及性腺組織亦無觀察到發生影響。

	RfD	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	—	—	—	—	430	大鼠(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

PFBS 為一新興污染物，因此各國對於其在飲水中濃度的標準，大部分都尚未有所定論。

9. 行政考量

10. 管制優先次序

11. 參考文獻

- Ahrens L et al; Chemosphere 76: 179-84 (2009)
 Bogdanska J et al; Chemosphere 98: 28-36 (2014).
 Calafat AM et al; Environ Sci Technol 40: 2128-34 (2006)
 Conder JM et al; Environ Sci Technol 42: 995-1003 (2008)
 Eschauzier C et al; Environ Sci Technol 46: 1708-15 (2012)
 European Food Safety Authority. Bull S, Burnett K, Vassaux K, Ashdown L, Brown T and Rushton L, 2014. Extensive literature search and provision of summaries of studies related to the oral toxicity of perfluoroalkylated substances (PFASs), their precursors and potential replacements in experimental animals and humans. Area 1: Data on toxicokinetics (absorption, distribution, metabolism, excretion) in in vitro studies, experimental animals and humans. Area 2: Data on toxicity in experimental animals. Area 3: Data on observations in humans. p.75 (EFSA supporting publication EN-572) (2014) Available from, as of March 16, 2016: <http://www.efsa.europa.eu/en/publications>
 Haug LS et al; Chemosphere 80: 1137-43 (2010)
 Holzer J et al; Environ Health Perspect 116: 651-7 (2008)
 Huset CA et al; Environ Sci Technol 42: 6369-77 (2008)
 Lieder PH et al; Toxicology 259 (1-2): 33-45 (2009)
 Lewis, R.J. Sr. (ed) Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. 11th Edition. Wiley-Interscience, Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ. 2004., p. 2859
 Quinete N et al; Environ Contam Toxicol 59:2 0-20 (2010)
 Swann RL et al; Res Rev 85: 17-28 (1983)
 So MK et al; Chemosphere 68: 2085-95 (2007)
 USEPA/IRIS Integrated Risk Information System. Available from, as of Dec 22, 2015: <http://www.epa.gov/iris/>
 USEPA; Monitoring the Occurrence of Unregulated Drinking Water Contaminants. Available from, as of Jan 28, 2016: <http://www.epa.gov/dwucmr>
 USEPA; The Third Unregulated Contaminant Monitoring Rule (UCMR 3): Data Summary April 2016. Available from, as of May 31, 2016: <https://www.epa.gov/sites/prDUCTION/files/2016-05/documents/ucmr3-data-summary-april-2016.pdf>
 Zhao B et al; J Steroid Biochem Mol Biol 125 (1-2): 143-7 (2011)

附錄 3.4 全氟庚酸 Perfluoroheptanoic acid

1. 水質項目名稱：全氟庚酸（Perfluoroheptanoic acid, PFHpA）
（CAS：375-85-9）

2. 化學式/結構式： $C_7HF_{13}O_2$



3. 使用單位：ng/L

4. 分析方法：

全氟辛烷酸	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	-	全氟烷酸類化合物檢測方法-固相萃取與高效益相層析/串聯式質譜儀法(NIEA W542.50B)

5.環境背景資料

全氟庚酸（PFHpA）為種類眾多的全氟碳化合物之一種，為白色粉末，在水中溶解度低，被分類為長鏈全氟鏈烷羧酸，這些酸和衍生物用來作為潤濕劑，分散劑，乳化劑和發泡劑。PFHpA等全氟化物被廣泛用於日常產品中，使產品有更好的耐污性、防油漬和防水，也可用於防止食物粘在炊具上，使沙發和地毯耐污漬，使衣服和床墊更加防水，用於某些食品包裝。自1950年以來，全氟碳化合物廣泛使用在許多工業及民生消費品中，包括用於紡織物和地毯的保護性塗料，紙張塗料，殺蟲劑配方和表面活性劑等（Calafat AM et al; 2006）。

空氣中：若PFHpA排放至空氣中，25°C時的蒸氣壓約為0.133 mm Hg（Steele WV et al; 2002），表示PFHpA將以蒸氣型態存在於大氣中。氣態的PFHpA將與光化學產生的氫氧自由基反應而在大氣中降解；該反應在空氣中的半衰期估計為31天。PFHpA沒有在可吸收大於290 nm的生色團（Lyman WJ et al; 1990），因此預計不會受到日光直接光解。也不容易從土壤和水體釋放至大氣中。

土壤中：如果釋放到土壤中，則PFHpA的Koc為1.52-2.82（Sapulvado JG et al; 2011），因此在土壤中PFHpA具非常高至低的移動性。該化合物在pH5-9的環境中將以陰離子形式存在，因此PFHpA不易從潮濕的土壤表面揮發也不會從乾燥的土壤表面揮發。在25°C下含內源微生物的土壤中培養497天至546天，PFHpA的濃度減少40%，顯示有微生物降解的可能（Washington JW et al; 2009）。

水體中：水中的PFHpA會吸附在懸浮的固體和沈積物中，不易從水體表面揮發。在虹鱒魚的BCF為0.62（Conder JM et al; 2008），因此水生生物中的生物濃縮度低。且化學結構缺乏在一般環境中的水解官能基，因此也不易水解（Lyman WJ et al; 1990）。

表一、全氟庚酸物化特性

物化特性		文獻
蒸氣壓	25°C下，0.133 mmHg	Steele WV et al; 2002
Koc	1.52-2.82	Sapulvado JG et al; 2011
BCF	0.62	Conder JM et al; 2008

人體可能的暴露途徑

一般人可能因呼吸含PFHpA的灰塵和皮膚接觸而暴露，或經由食物、飲用水攝入含有PFHpA的食物，以及使用接觸含有PFHpA的消費品而暴露。

環境水體中的濃度

地表水：2006年在紐約奧爾巴尼市的湖水樣本中檢測到PFHpA，濃度為1.15-12.7 ng/L (Kim S, Kannan K; 2000)。在阿拉法特州迪凱特 (Decatur) 附近，曾受到含氟化學工業處理過之生物固體污染的農田附近池塘和溪流取樣，32個水樣中有16個測得PFHpA，濃度為30-8250 ng / L (Lindstrom AB et al; 2011)。在明尼蘇達州，威斯康辛州和密西根湖12個地點的樣品中檢出PFHpA濃度<0.25-10.23 ng / L (Simcik MF, Dorweiler KJ; 2005)。2009年中國渾河及支流採集的12個水樣及沈陽的10個湖泊水樣中分別測得PFHpA國0.56-4.00及1.48-5.83 ng/L (Sun H et al; 2011)。中國江蘇省2011年之研究，在9個淮河及8個太湖水樣中測得PFHpA分別為0.49-1.4 ng / L和2.4-3.9 ng / L (Yu N et al; 2013)。中國2012年由珠江三角洲採集的水樣有19個樣品測得PFHpA，濃度為0.23-1.45 ng / L (Zhang Y et al; 2013)。，日本2007年自Hayabuchi河樣品中測得PFHpA的濃度為3.3-5.8 ng / L (Zushi Y, Masunaga S; 2009)。

飲用水：2007年10月至2009年10月從日本東京的公共用水收集有5個樣品中檢測到全氟庚酸，其濃度<1.0-4.6 ng/L (Kuroda K et al; 2014)。荷蘭阿姆斯特丹監測淨水場處理設施之PFHpA，運河引水渠為1.0-2.0 ng/L，清水為14-3.8 ng/L (Eschauzier C et al; 2012)。挪威奧斯陸2008年10月至2009年1月自3個家戶（分別來自不同自來水廠）採集的飲用水則檢出PFHpA濃度<0.12-0.76 ng/L (Haug LS et al; 2010)。2006年和2008年從中國10個城市的家庭，學校，辦公室，餐廳，商場，飯店和機場抽取的43個自來水樣本中，有83%檢出了PFHpA (Mak YL et al; 2009)。2008年2月西班牙加泰隆尼亞5個不同區域收集40個不同地點的都市飲用水中，17個樣品測得全氟庚酸，濃度分布為<0.47-18.40 ng/L (Ericson I et al; 2009)。2010年8月自澳洲34個地點收集的飲用水樣品，有67%測得全氟庚酸，濃度為0.15-2.54 ng/L (Thompson J et al; 2011)。美國環保署之未管制污染物監測規則 (UCMR3) 監測公共供水系統中包含PFHpA之30種污染物 (USEPA; 2016)，2013年開始監測800個服務1000人以上的淨水處理系統，2016年的數據摘要中報告在4,864個公共供水系統含有PFHpA，其中84個低於最低報告濃度 (MRL) 0.01 ug/L (USEPA; UCMR 3, 2016)。

6. 健康評量及毒理資料

研究105名男性分為睪固酮激素高低組，體內的PFHpA濃度並無差異。在兒童中，雖發現有氣喘和沒氣喘的孩童血清中的PFHpA有差異 (Bull S et al; 2014)，對於在有和無子宮內膜異位的女性，血清中平均PFHpA濃度並無差異。南韓的一項研究，在孕婦的血清、臍帶血及母乳中，皆無檢出PFHpA。PFHpA(以及其他全氟羧酸化合物)的細胞毒性以兩種哺乳動物細胞和一種海洋細菌進行研究，結果顯示這些化合物影響急性生物活性非常低，且發現全氟羧酸的毒性與全氟化碳鍊長之間存在關係，全氟化碳鍊越長，酸的毒性就越大 (Mulkiewicz E et al; 2007)。

目前尚無PFHpA在人類中產生毒性作用的數據。在已發表的文獻中可以找到一些有關PFHpA的實驗動物研究，但是這些研究不足以確定人類潛在健康影響。目前無關於PFHpA對實驗動物引起癌症，先天缺陷或生殖作用的數據。美國EPA IRIS

計劃，國際癌症研究機構或美國國家毒理學計劃報告尚未PFHpA在人體內引起癌症的可能性進行評估。

7. 處理技術/成本分析

使用活性碳吸附，膜過濾和離子交換處理水中全氟碳化物（Herkert et al., 2020）。

8. 國內外管制情形

PFHpA 為一新興污染物，因此各國對於其在飲水中濃度的標準，大部分都尚未有所定論。

9. 行政考量

10. 管制優先次序

11. 參考文獻

- Bull S, Burnett K, Vassaux K, Ashdown L, Brown T and Rushton L, 2014. Extensive literature search and provision of summaries of studies related to the oral toxicity of perfluoroalkylated substances (PFASs), their precursors and potential replacements in experimental animals and humans. European Food Safety Authority.
- Calafat AM et al; Environ Sci Technol 40: 2128-34 (2006)
- Conder JM et al; Environ Sci Technol 42: 995-1003 (2008)
- Ericson I et al; Arch Environ Contam Toxicol 57: 631-8 (2009)
- Eschauzier C et al; Environ Sci Technol 46: 1708-15 (2012)
- Haug LS et al; Chemosphere 80: 1137-43 (2010)
- Herkert et al., N.J. Herkert, J. Merrill, C. Peters, D. Bollinger, S. Zhang, K. Hoffman, et al. Assessing the effectiveness of point-of-use residential drinking water filters for perfluoroalkyl substances (PFASs). Environmental Science & Technology Letters, 7 pp. 178-184 (2020)
- Kim S, Kannan K; Environ Sci Technol 41: 8328-34 (2007)
- Kuroda K et al; Sci Total Environ 488-489: 51-60 (2014)
- Lindstrom AB et al; Environ Sci Technol 45: 8015-21 (2011)
- Lyman WJ et al; Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Washington, D C: Amer Chem Soc pp. 7-4, 7-5, 15-1 to 15-29 (1990)
- Lyman WJ et al; Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Washington, D C: Amer Chem Soc pp. 8-12 (1990)
- Mulkiewicz E et al; Environ Toxicol Pharmacol 23 (3): 279-85 (2007)
- Mak YL et al; Environ Sci Technol 43: 4824-9 (2009)
- Sapulvado JG et al; Environ Sci Technol 45: 8106-112 (2011)
- Simcik MF, Dorweiler KJ; Environ Sci Technol 39: 8678-83 (2005)
- Steele WV et al; J Chem Eng Data 47: 648-66 (2002)
- Sun H et al; Water Research 45: 4483-90 (2011)
- Thompson J et al; Chemosphere 83: 1320-5 (2011)
- USEPA; Monitoring the Occurrence of Unregulated Drinking Water Contaminants. Available from, as of Jan 28, 2016: <http://www.epa.gov/dwucmr>
- Washington JW et al; Environ Sci Technol 43: 6617-23 (2009)

USEPA; The Third Unregulated Contaminant Monitoring Rule (UCMR 3): Data Summary April 2016. Available from, as of May 31, 2016: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-05/documents/ucmr3-data-summary-april-2016.pdf>

Yu N et al; Environ Sci Technol 47: 710-7 (2013)

Zhang Y et al; Chemosphere 93: 1519-25 (2013)

Zushi Y, Masunaga S; Environ Toxicol Chem 28: 691-700 (2009)

附錄 3.5 全氟壬酸 Perfluorononanoic acid

1. 水質項目名稱：全氟壬酸（Perfluorononanoic acid, PFNA）
（CAS：375-95-1）

2. 化學式/結構式： $C_9HF_{17}O_2$



3. 使用單位：ng/L

4. 分析方法：

全氟辛烷酸	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	-	全氟烷酸類化合物檢測方法-固相萃取與高效益相層析/串聯式質譜儀法(NIEA W542.50B)

5.環境背景資料

全氟烷化合物是一群人工合成的化合物，並非天然存在於環境中。全氟壬酸（PFNA）為種類眾多的全氟碳化合物之一種。自1950年以來，全氟碳化合物（如PFNA）廣泛使用在許多工業和民生消費品中，包括用於紡織物和地毯的保護性塗料，紙張塗料，殺蟲劑配方和表面活性劑等（Calafat AM et al; 2006）。

空氣中：若PFNA排放至空氣中，25°C時的蒸氣壓約為 8.3×10^2 mm Hg（Lyman WJ; 1985），表示PFNA將以蒸氣型態存在於大氣中。氣態的PFNA將與光化學產生的氫氧自由基反應而在大氣中降解；該反應在空氣中的半衰期估計為31天。PFNA沒有可吸收大於290 nm的發色團（Lyman WJ et al; 1990），因此預計不會受到日光直接光解。

土壤中：如果PFNA釋放到土壤中，則其Koc為 1.2×10^5 ，因此在土壤中PFNA具非常低的移動性。該化合物在環境中將以陰離子形式存在，而不易被含有機碳和黏土的土壤強烈吸附（Doucette WJ; 2000）。PFNA不易從潮濕的土壤表面揮發也不會從乾燥的土壤表面揮發。且有機含氟化物，如PFNA預期可抵抗生物降解（Hanson KJ et al; 2001）。

水體中：水中的PFNA會吸附在懸浮的固體和沈積物中，不易從水體表面揮發。在水中BCF為9100（Meylan WM et al; 1999），顯示在水生生物中的生物濃縮度很高。由於其化學結構缺乏在一般環境中的水解官能基，PFNA在一般的水體環境也不易水解（Lyman WJ et al; 1990）。

表一、全氟壬酸物化特性

物化特性		文獻
蒸氣壓	25°C 下， 8.3×10^2 mmHg	Lyman WJ; 1985)
Koc	1.2×10^5	Sapulvado JG et al; 2011
BCF	9100	Meylan WM et al; 1999

人體可能的暴露途徑

在生產或使用PFNA的工作場所，工作人員可能通過吸入和與該化合物的皮膚接觸，發生職業性PFNA暴露。一般人可能因呼吸含PFNA的灰塵和皮膚接觸而暴

露，或經由食物、飲用水攝入含有PFNA的食物，以及使用接觸含有PFNA的消費品而暴露。為孩童而言，接觸經全氟化物處理過表面的地毯可能是一重要的暴露來源。環境水體中的濃度

地表水：在阿拉法特州迪凱特（Decatur）附近，曾受到含氟化學工業處理過之生物固體污染的農田附近池塘和溪流取樣，32個水樣中有9個測得PFNA，濃度為12.4-286 ng/L（Lindstrom AB et al; 2011）。加拿大2010年Highland Creek流域收集的地表水樣中檢測到PFNA，濃度0.80 to 2.4 ng/L（Meyer T et al; 2011）。2006年春季從北卡羅來納州卡普菲爾河流域的80處收集100個水樣中，全氟化合物總濃度最高的11個樣品之PFNA濃度為2.24-194 ng/L（Nakayama S et al; 2007）。2005年在日本20條河川的研究皆有檢測到PFNA，濃度0.25 - 53 ng/L

（Murakami M et al; 2008）。韓國在2004年收集流入Shihwa湖的5條河流的PFNA濃度0.83 - 6.95 ng/L，Shihwa湖的濃度則為0.63 - 10.86 ng/L，京畿道的濃度是0.94 - 3.29 ng/L（Rostkowski P et al; 2006）。

飲用水：中國2006-2008年由10個城市的家戶、學校、辦公室、餐廳、商場、飯店和機場等處採集的43個自來水樣本中，79%檢出PFNA

（Mak YL et al; 2009）。挪威2008-2009年由奧斯陸的三個家戶收集之自來水樣（分別來自不同淨水場），並無檢出PFNA（Haug LS et al; 2010）。

地下水：2010年2~3月在加拿大Highland Creek流域採集的地下水樣品中檢測到PFNA，濃度為0.071-0.54 ng/L（Meyer T et al; 2011）。日本東京在2006年9-11月在15個地下水樣中檢測到PFNA，濃度0.1 to 94 ng/L（Murakami M et al; 2009）。

6. 健康評量及毒理資料

動物實驗以PFNA1, 3, 5 mg/kg/day餵食雄性大鼠14天，本研究中，接受5 mg PFNA/kg/天的大鼠，血清睪丸激素水平降低，而雌二醇的水平則急劇升高。接受5 mg PFNA/kg/天的大鼠的生精細胞具有凋亡特徵，顯示PFNA暴露可導致大鼠睪丸細胞凋亡（Feng Y et al; 2009）。有研究以PFNA0, 0.2, 1,或5 mg/kg/day餵食雄性大鼠14天，探索PFNA對肝醣代謝的特異性作用及其潛在機制（Fang X et al; 2012）。結果顯示給予5 mg/kg/day PFNA可顯著增加大鼠血清中的葡萄糖和肝醣原。因此暴露於PFNA會經由抑制肝胰島素信號的途徑，在大鼠肝臟中，加速葡萄糖輸出並增加糖原合成而使葡萄糖代謝紊亂。

全氟壬酸主要在血液中檢測到。研究人員分析了2011年9月11日至12月23日在紐約世貿中心附近工作人員的458個血漿樣本，以評估暴露於粉塵和煙霧中的全氟化物暴露程度（Tao L et al; 2008），並根據其暴露程度分為粉塵多、粉塵少、煙霧多、煙霧少等4組，檢測項目為8種全氟化物，而幾乎所有樣本皆能檢測到PFOS，PFOA，全氟己烷磺酸鹽（PFHxS）和全氟壬酸（PFNA），且煙霧多組的血漿中PFNA濃度顯著高於煙霧少組，顯示血漿脂質含量與某些全氟化物濃度間存在明顯負相關。

在臺灣年輕成人的研究發現血清中PFNA與血中脂締素（adiponectin）成正相關，而且與甲狀腺功能指標呈正相關（蘇大成，2015）。

目前尚無PFNA在人類中產生毒性作用的數據。國際癌症研究中心（IARC）已將全氟辛酸（PFOA）歸類為人類可能致癌物（2B），但尚未評估其他全氟烷化合物是否也會致癌。

7. 處理技術/成本分析

使用活性碳吸附，膜過濾和離子交換處理水中全氟碳化物（Herkert et al., 2020）。

8. 國內外管制情形

PFNA 為一新興污染物，因此各國對於其在飲水中濃度的標準，大部分都尚未有所定論。

9. 行政考量

因應聯合國持久性有機污染物斯德哥爾摩公約，環保署 109 年公告修正現行列管毒性化學物質全氟辛酸、全氟辛烷磺醯氟、全氟辛烷磺酸、全氟辛烷磺酸鋰鹽及多溴二苯醚管理規定，以強化我國毒性化學物質管理。前述物質於公告後，無論運送、製造、輸入、販賣、使用、貯存等運作行為，運作業者皆應於期限內依規定申請許（核）可並依內容運作，以利流向掌握。

10. 管制優先次序

美國環保署對於全氟辛酸（PFOA）及全氟辛烷磺酸（PFOS）之終身建議值為 70 ppt，對於其他全氟化物則尚未有建議。

11. 參考文獻

- Calafat AM et al; Environ Sci Technol 40: 2128-34 (2006)
- Doucette WJ; pp. 141-188 in Handbook of Property Estimation Methods for Chemicals. Boethling RS, Mackay D, eds. Boca Raton, FL: Lewis Publ (2000)
- Feng Y et al; Toxicol Lett 190 (2): 224-30 (2009)
- Fang X et al; Toxicology 294 (2-3): 109-15 (2012)
- Hanson KJ et al; Environ Sci Technol 35: 766-70 (2001)
- Haug LS et al; Chemosphere 80: 1137-43 (2010)
- Herkert et al., N.J. Herkert, J. Merrill, C. Peters, D. Bollinger, S. Zhang, K. Hoffman, et al. Assessing the effectiveness of point-of-use residential drinking water filters for perfluoroalkyl substances (PFASs). Environmental Science & Technology Letters, 7 pp. 178-184 (2020)
- Lindstrom AB et al; Environ Sci Technol 45: 8015-21 (2011)
- Lyman WJ et al; Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Washington, D C: Amer Chem Soc pp. 7-4, 7-5 (1990)
- Lyman WJ et al; Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Washington, D C: Amer Chem Soc pp. 8-12 (1990)
- Lyman WJ; p. 31 in Environmental Exposure From Chemicals Vol I, Neely WB, Blau GE, eds, Boca Raton, FL: CRC Press (1985)
- Mak YL et al; Environ Sci Technol 43: 4824-9 (2009)
- Meylan WM et al; Environ Toxicol Chem 18: 664-72 (1999)
- Meyer T et al; Environ Sci Technol 45: 8113-9 (2011)
- Murakami M et al; Environ Sci Technol 42: 6566-72 (2008)
- Nakayama S et al; Environ Sci Technol 41: 5271-6 (2007)
- Rostkowski P et al; Environ Toxicol Chem 25: 2374-80 (2006)
- Tao L et al; Environ Sci Technol. 42 (9): 3472-8 (2008)

蘇大成，王淑麗；內分泌干擾化學物質與心臟代謝疾病之相關性．科技部，
NSC101-2314-B002-184-MY3. 2015)

附錄 3.6 全氟十一酸 Perfluorononanoic acid

1. 水質項目名稱：全氟十一酸（Perfluorononanoic acid, PFUnDA）
（CAS：2058-94-8）

2. 化學式/結構式： $C_{11}HF_{21}O_2$



3. 使用單位：ng/L
4. 分析方法：

全氟辛烷酸	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	-	全氟烷酸類化合物檢測方法-固相萃取與高效益相層析/串聯式質譜儀法(NIEA W542.50B)

5. 環境背景資料

全氟烷化合物是一群人工合成的化合物，並非天然存在於環境中。全氟十一酸（PFUnDA）也稱為C11-PFA，是一種全氟烷基酸（PFAA），被分類為全氟烷基羧酸及其衍生物的有機化合物。在環境、植物、魚類和動物中常檢測到PFAA，是食品包裝、沙發、地毯上防污和防油脂塗料的成分，PFAAs已用於製造鐵弗龍及Gore-Tex等重要消費產品。全氟碳化合物廣泛使用在許多工業和民生消費品中，包括用於抗熱、防油污、防水等。全氟十一酸以無色固體形式存在，具有和氧化劑反應的能力。全氟十一酸有多種用途，包括食品包裝、家具、室內裝潢和地毯上防污防油脂塗料。

人體可能的暴露途徑

在生產或使用PFUnDA的工作場所，工作人員可能通過吸入和與該化合物的皮膚接觸，發生職業性暴露。一般人可能因呼吸含PFUnDA的灰塵和皮膚接觸而暴露，或經由食物、飲用水攝入含有PFUnDA的食物，以及使用接觸含有PFUnDA的消費品而暴露。

6. 健康評量及毒理資料

動物實驗以PFUnDA 0, 0.1, 0.3, 1.0 mg/kg/day餵食大鼠進行生殖和發育的毒性測試，在0.3 mg/kg/day的劑量時雌性與雄性大鼠皆觀察到肝細胞的小葉肥大，以1.0 mg / kg /天的劑量觀察到局部壞死。在生殖/發育毒性方面，1.0 mg / kg / day劑量使出生後4天的幼鼠體重增加被抑制，而其他參數沒有發現劑量相關的變化。根據這些發現，生殖/發育毒性的未觀察到的不良反應劑量（NOAEL）分別為0.1 mg / kg /天和0.3 mg / kg /天（Mika T. et al; 2014）。

全氟十一酸主要在血液中檢測到。在成人體內血液中曾檢出濃度0.000323 (0.000284-0.000372) uM的全氟十一酸(NA; 2013)。目前尚無PFUnDA在人類中產生毒性作用的數據。國際癌症研究中心（IARC）已將全氟辛酸（PFOA）歸類為人類可能致癌物（2B），但尚未評估其他全氟烷化合物是否也會致癌。

7. 處理技術/成本分析

以特殊介質的濾膜吸附水中全氟化合物 (CAI YAQI; WANG JUAN; SHI YALI; 2020)。使用活性碳吸附，膜過濾和離子交換處理水中全氟碳化物 (Herkert et al., 2020)。

8. 國內外管制情形

PFOA 為一新興污染物，因此各國對於其在飲水中濃度的標準，大部分都尚未有所定論。

9. 行政考量

因應聯合國持久性有機污染物斯德哥爾摩公約，環保署 109 年公告修正現行列管毒性化學物質全氟辛酸、全氟辛烷磺醯氟、全氟辛烷磺酸、全氟辛烷磺酸鋰鹽及多溴二苯醚管理規定，以強化我國毒性化學物質管理。前述物質於公告後，無論運送、製造、輸入、販賣、使用、貯存等運作行為，運作業者皆應於期限內依規定申請許（核）可並依內容運作，以利流向掌握。

10. 管制優先次序

美國環保署對於全氟辛酸 (PFOA) 及全氟辛烷磺酸 (PFOS) 之終身建議值為 70 ppt，對於其他全氟化物則尚未有建議。

11. 參考文獻

- CAI YAQI; WANG JUAN; SHI YALI; Method for rapidly removing perfluoro/polyfluoro compounds in environmental water(2020).
https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&locale=en_EP&CC=CN&NR=111252859A&KC=A
- Herkert et al., N.J. Herkert, J. Merrill, C. Peters, D. Bollinger, S. Zhang, K. Hoffman, et al. Assessing the effectiveness of point-of-use residential drinking water filters for perfluoroalkyl substances (PFASs). Environmental Science & Technology Letters, 7 pp. 178-184 (2020) NA (2013). National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES Survey) 2013. NA
- Mika Takahashi, Shigeru Ishida, Mutsuko Hirata-Koizumi, Atsushi Ono, Akihiko Hirose; Repeated dose and reproductive/developmental toxicity of perfluoroundecanoic acid in rats. The Journal of Toxicological Science. The Journal of Toxicology Science 39:97-108(2014)

附錄四、盲樣查核結果

本計畫 109 年 5~8 月外購市售盲樣不定期績效查核結果表

查核項目	品保規劃書擬定 低濃度範圍	日期	樣品來源	單位	檢測結果(mg/L)	配製值(mg/L)	回收率(%)	品保目標
銻	0.0005~0.01	109.06.11	Agilent/ Merck	mg/L	0.00210	0.002	105	80~120 %
銻	0.0005~0.01	109.07.13	Agilent/ Merck	mg/L	0.00138	0.00140	98.6	80~120 %
銻	0.0005~0.01	109.08.20	Agilent/ Merck	mg/L	0.00078	0.0008	97.5	80~120 %
鎘	0.0005~0.01	109.06.11	Agilent/ Merck	mg/L	0.00214	0.002	107	80~120 %
鎘	0.0005~0.01	109.07.13	Agilent/ Merck	mg/L	0.00146	0.00140	104.3	80~120 %
鎘	0.0005~0.01	109.08.20	Agilent/ Merck	mg/L	0.00078	0.0008	97.5	80~120 %
鉍	0.0005~0.01	109.06.11	Agilent/ Merck	mg/L	0.00646	0.0606	—	0.00535~0.0067 mg/L
鉍	0.0005~0.01	109.08.20	Agilent/ Merck	mg/L	0.00128	0.001264	—	0.00104~0.0015 0 mg/L
碲	0.0005~0.01	109.06.11	Agilent/ Merck	mg/L	0.00101	0.001	101	80~120 %
碲	0.0005~0.01	109.08.20	Agilent/ Merck	mg/L	0.00083	0.00080	103.8	80~120 %
硼	0.05~2.0	109.06.11	Agilent/ Merck	mg/L	0.603	0.600	—	0.545~0.650 mg/L
硼	0.05~2.0	109.07.14	Agilent/ Merck	mg/L	0.116	0.109	—	0.076~0.142 mg/L
硼	0.05~2.0	109.08.20	Agilent/ Merck	mg/L	0.120	0.1144	—	0.0936~0.1336 mg/L
1,2-二溴乙烷	0.001~0.025	109.05.26	RTC/ERA	mg/L	0.00380	0.00350	108.6	75~125 %
1,2-二溴乙烷	0.001~0.025	109.06.10	RTC/ERA	mg/L	0.00138	0.00150	92.0	75~125 %
1,2-二溴乙烷	0.001~0.025	109.07.25	RTC/ERA	mg/L	0.00071	0.00116	—	0.00064~0.0016 8 mg/L
1,2-二溴乙烷	0.00005~0.004	109.08.19	RTC/ERA	mg/L	0.00133	0.00134	—	0.00074~0.0019 5 mg/L
甲醛	0.0286~0.572	109.05.26	Fluka	mg/L	0.297	0.316	—	0.147~0.385 mg/L
甲醛	0.0286~0.572	109.06.11	Fluka	mg/L	0.283	0.282	—	0.131~0.344 mg/L
甲醛	0.0286~0.572	109.07.22	Fluka	mg/L	0.206	0.226	—	0.105~0.275 mg/L
甲醛	0.0286~0.572	109.08.28	Fluka	mg/L	0.152	0.170	—	0.0788~0.206 mg/L
壬基酚	0.004~0.160	109.06.17	RDH/自行 配製	mg/L	0.0153	0.0185	82.7	40~130 %
雙酚 A	0.004~0.160	109.06.17	Accustandar d/自行配製	mg/L	0.00911	0.0185	49.2	40~130 %

附錄 4.1 本計畫 109 年 5~8 月外購市售盲樣不定期績效查核結果表（續）

查核項目	品保規劃書擬定 低濃度範圍	日期	樣品來源	單位	檢測結果(mg/L)	配製值(mg/L)	回收率(%)	品保目標
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)	0.004~0.160	109.06.17	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0146	0.0185	78.9	50~130 %
鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)	0.004~0.160	109.06.17	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0150	0.0185	81.1	50~130 %
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)	0.004~0.160	109.06.17	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0159	0.0185	85.9	50~130 %
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯(BBP)	0.004~0.160	109.06.17	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0148	0.0185	78.4	50~130 %
鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)	0.004~0.160	109.06.17	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0147	0.0185	79.5	50~130 %
鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯(DEHP)	0.004~0.160	109.06.17	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0145	0.0185	78.4	50~130 %
壬基酚	0.004~0.160	109.07.29	RDH/自行配製	mg/L	0.0157	0.0180	87.2	40~130 %
雙酚 A	0.004~0.160	109.07.29	Accustandard/自行配製	mg/L	0.0155	0.0180	86.1	40~130 %
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)	0.004~0.160	109.07.29	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0156	0.0180	86.7	50~130 %
鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)	0.004~0.160	109.07.29	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0157	0.0180	87.2	50~130 %
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)	0.004~0.160	109.07.29	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0145	0.0180	80.6	50~130 %
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯(BBP)	0.004~0.160	109.07.29	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0146	0.0180	81.1	50~130 %
鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)	0.004~0.160	109.07.29	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0151	0.0180	83.9	50~130 %
鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯(DEHP)	0.004~0.160	109.07.29	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0163	0.0180	90.6	50~130 %
壬基酚	0.004~0.160	109.08.20	RDH/自行配製	mg/L	0.0103	0.0130	79.2	40~130 %
雙酚 A	0.004~0.160	109.08.20	Accustandard/自行配製	mg/L	0.00581	0.0130	44.7	40~130 %
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)	0.004~0.160	109.08.20	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0104	0.0130	80.0	50~130 %
鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)	0.004~0.160	109.08.20	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0102	0.0130	78.5	50~130 %
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)	0.004~0.160	109.08.20	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0111	0.0130	85.4	50~130 %
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯(BBP)	0.004~0.160	109.08.20	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0111	0.0130	85.4	50~130 %
鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)	0.004~0.160	109.08.20	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0114	0.0130	87.7	50~130 %
鄰苯二甲酸二(乙基己基)酯(DEHP)	0.004~0.160	109.08.20	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0126	0.0130	96.9	50~130 %

註：1.品保規劃書擬定之低濃度範圍，為本年度計畫執行前所擬定之購買原則，然因部分測項無法購得於所擬定濃度範圍內之標準品，故依實際購得之標準品執行盲樣績效查核。

2.樣品來源有標示“*”者，表為無法購得市售盲樣，故依據品保規劃書說明所購得之標準品自行配製盲樣進行查核。

本計畫 109 年 9 月內部不定期績效查核結果表

查核項目	品保規劃書擬定 低濃度範圍	日期	樣品來源	單位	檢測結果	配製值	回收率 (%)	品保目標
鎘	0.0005~0.01	109.09.11	Agilent/ Merck	mg/L	0.00052	0.00050	104.0	80~120 %
鎳	0.0005~0.01	109.09.11	Agilent/ Merck	mg/L	0.00052	0.00050	104.0	80~120 %
鉍	0.0005~0.01	109.09.11	Agilent/ Merck	mg/L	0.00047	0.00050	94.0	80~120 %
碲	0.0005~0.01	109.09.11	Agilent/ Merck	mg/L	0.00050	0.00050	100	80~120 %
硼	0.05~2.0	109.09.11	Agilent/ Merck	mg/L	0.203	0.200	101.5	80~120 %
1,2-二溴乙烷	0.00005~0.004	109.09.10	RTC/ERA	mg/L	0.00149	0.00162	—	0.00097~0.00227 mg/L
甲醛	0.0286~0.572	109.09.11	Fluka	mg/L	0.174	0.181	—	0.0840~0.219 mg/L
壬基酚	0.004~0.160	109.09.14	RDH/自行 配製	mg/L	0.0102	0.0120	85.0	40~130 %
雙酚 A	0.004~0.160	109.09.14	Accustandar d/自行配製	mg/L	0.00923	0.0120	76.9	40~130 %
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)	0.004~0.160	109.09.14	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0103	0.0120	85.5	50~130 %
鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)	0.004~0.160	109.09.14	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0105	0.0120	87.5	50~130 %
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)	0.004~0.160	109.09.14	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0109	0.0120	90.8	50~130 %
鄰苯二甲酸丁基 苯甲酯(BBP)	0.004~0.160	109.09.14	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.00983	0.0120	81.9	50~130 %
鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)	0.004~0.160	109.09.14	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0103	0.0120	85.8	50~130 %
鄰苯二甲酸二 (乙基己基)酯 (DEHP)	0.004~0.160	109.09.14	RESTEK/ 自行配製	mg/L	0.0102	0.0120	85.0	50~130 %

註：1.品保規劃書擬定之低濃度範圍，為本年度計畫執行前所擬定之購買原則，然因部分測項無法購得於所擬定濃度範圍內之標準品，故依實際購得之標準品執行盲樣績效查核。

2.樣品來源有標示“*”者，表為無法購得市售盲樣，故依據品保規劃書說明所購得之標準品自行配製盲樣進行查核。