



行政院環境保護署

108 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫

期末報告

受託單位：國立成功大學環境工程學系
計畫執行期間：中華民國108年03月18日 至
中華民國108年12月31日

印製年月：中華民國 108 年 12 月

行政院環境保護署編印



行政院環境保護署

108 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫

期末報告

受託單位：國立成功大學環境工程學系
計畫執行期間：中華民國108年03月18日至
中華民國108年12月31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
林逸彬教授、陳婉如副教授
林高弘博士
共同主持人：盧幸成博士
研究人員：謝淑婷、吳怡儒、邱翌竹
計畫經費：新臺幣壹仟零伍拾參萬元整

印製年月：中華民國 108 年 12 月

「108 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫」

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、林逸彬教授、陳婉如副教授、林高弘博士、盧幸成博士、謝淑婷博士、吳怡儒博士、邱翌竹		
年度	一百零八年度	計畫編號	
研究性質	<input type="checkbox"/> 基礎研究 <input checked="" type="checkbox"/> 應用研究 <input type="checkbox"/> 技術發展		
研究領域	飲用水		
計畫屬性	<input type="checkbox"/> 科技類 <input checked="" type="checkbox"/> 非科技類		
全程期間	民國 108 年 3 月 18 日至 108 年 12 月 31 日		
本期期間	民國 108 年 3 月 18 日至 108 年 12 月 31 日		
壬、本期經費	10150 千元		
	資本支出	經常支出	
	土地建築 <u>0</u> 千元	人事費 <u>4018.517</u> 千元	
	儀器設備 <u>0</u> 千元	業務費 <u>5116.483</u> 千元	
	其他 <u>0</u> 千元	材料費 <u>0</u> 千元	
		其他 <u>1015</u> 千元	
癸、摘要關鍵字（中英文各三則） <u>重金屬、水安全計畫、生物性指標</u> <u>Heavy metal, Water Safty Plan, microbial indicator</u>			

計畫成果中英文摘要（簡要版）

一、中文計畫名稱：

108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 2019

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，林逸彬教授，陳婉如副教授，林高弘博士

五、執行開始時間：

108/03/18

六、執行結束時間：

108/12/31

七、報告完成日期：

108/11/29

八、報告總頁數：

325

九、使用語言：

中文

十一、報告電子檔名稱

EPA-108 期末報告

十二、報告電子檔格式

PDF 檔

十三、中文摘要關鍵字

重金屬、水安全計畫、生物性指標

十四、英文摘要關鍵字

Heavy metal, Water Safty Plan, 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生物性參數管理做法提出精進建議。辦理飲用水列管物質篩選作業，自初步蒐集清單中篩選出 6 項優先評估物質（釩、鎢、鋇、鋰、銻、鈦），於 4 座代表性淨水場進行監測及資料蒐集，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。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 39 項未列管新興污染物結果顯示，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。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共識營，並於臺北自來水事業處及台灣自來水公司分別進行一次稽核輔導會議。此外亦評估自來水輸送管線對飲用水水質影響，建議用於自來水系統的管材應朝「無鉛管材」方向從源頭進行管理。

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 microbial parameter regulation in drinking water. This project implement contaminants screening process of drinking water quality regulation. Six unregulated contaminants (Vanadium, Tungsten, Lithium, Rubidium, Strontium, Titanium) were selected from Universe Contaminant Candidate List. Their concentration were monitored in four representative drinking water treatment plants, and their health risk in drinking water system in Taiwan were evaluated. Monitoring results showed that these six compounds except for Lithium didn't result in significant health risk in drinking water system in Taiwan. Lithium was suggested to be including into Preliminary Contaminant Candidate List. 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 39 unregulated compounds of emerging concern in drinking water. Results of 28 compounds were all below detection limitation. The other compounds with detection values were at very low concentration level. Only one sample with higher per- and polyfluorinated chemicals (PFCs) concentration, therefore it is suggested to monitor PFCs continuously. Water safety plan is proposed to manage Drinking water globally. This project also help the implement of the water safety plan. Besides, this project evaluate the effect of the material used in distribution system on drinking water quality. It is suggest to regulate the material used in drinking water system to reduce potential contamination source.

目次

目次	I
圖次	V
表次	VII
報告大綱	XI
計畫成果摘要(詳細版)	XV
第一章 前言	1
1.1 計畫背景	1
1.2 計畫目標	9
1.3 計畫內容	10
第二章 飲用水管理法規制度	15
2.1 世界衛生組織(WHO)	15
2.2 歐盟	19
2.3 美國	22
2.3.1 水源管理	23
2.3.2 美國飲用水水質標準管制項目篩選作業流程	24
2.4 澳洲	26
2.5 日本	28
2.6 管制標準檢討	29
第三章 飲用水未列管新興污染物質篩選作業推動	35
3.1 我國飲用水水質標準管制項目篩選作業流程	35
3.1.1 初步蒐集清單更新	37
3.1.2 蒐集清單物質之更新	41
3.1.3 觀察清單物質篩選機制	50
3.1.4 觀察清單物質歷年檢測統計	56
3.1.5 觀察清單物質後續監測建議	74
3.1.6 候選清單物質	75
3.2 初步蒐集清單優先評估物質之調查與評估	76
3.2.1 優先評估物質篩選背景	77
3.2.2 6項優先評估物質	83
3.2.3 採樣之淨水場篩選與採樣分析檢測	84
3.2.4 分析方法(水中重金屬分析方法)	87
3.2.5 採樣結果分析與討論	90
3.2.6 處理技術討論	99
3.2.7 優先評估物質毒理資料庫建立	100

3.3 未列管之新興污染物抽驗	103
3.3.1 檢測方法及儀器設備	107
3.3.2 品保品管數據	109
3.3.3 採樣規劃	111
3.3.4 採樣講習會	112
3.3.5 抽驗結果	118
3.3.6 我國飲用水新興污染物後續抽驗項目建議	124
第四章 水安全計畫試行	125
4.1 水安全計畫(Water Safty Plan, WSP)在國際間之應用	125
4.1.1 日本實施之水安全計畫	125
4.1.2 香港水安全計畫實施介紹	127
4.2 飲用水安全管理的角色與責任	129
4.3 執行水安全計畫之基本指導方針	129
4.3.1 以健康為基礎的水質目標 (Health-base target)	129
4.3.2 建立以公眾健康為基礎之水質目標	131
4.3.3 水安全計劃	132
4.3.4 確定優先關切項目	133
4.4 水安全計畫之執行步驟	135
4.5 自來水事業單位執行水安全計畫之介紹	142
4.5.1 臺北自來水事業處水安全計畫稽核報告	142
4.5.2 臺灣自來水公司水安全計畫起源與初步推動	144
第五章 自來水輸送管線對飲用水水質之影響評估	149
5.1 背景	149
5.1.1 自來水輸送管線之管材	149
5.1.2 自來水輸送管線之管材對水質的影響	149
5.1.3 自來水中鉛的管制標準	150
5.1.4 自來水中鉛的採樣方法	151
5.1.5 目標	152
5.2 國內外自來水鉛污染事件探究	153
5.2.1 自來水鉛污染事件	153
5.2.2 汰換鉛管後可能之鉛污染	159
5.3 研析我國自來水輸送管線可能風險及污染來源並研提降低我國自來水輸 送管線可能風險之因應策略。	161
5.3.1 鉛管及含鉛管材的使用	161
5.3.2 台灣及各國對自來水管線設備有害物質溶出實驗彙整	162
第六章 其他配合事項	165
6.1 加州微形塑膠相關法案內容	165

6.2 歐盟飲用水農藥殘留標準	166
6.3 美國銅、鋅地面水體水質標準	167
6.3.1 銅	167
6.3.2 鋅	169
6.4 投稿國際研討會	171
6.5 評估新增飲用水中多溴二苯醚檢測之可行性	173
6.6 彙整壬基酚雙酚 A 及鄰苯二甲酸酯類淨水場調查結果	174
6.7 科技論壇資料	178
6.7.1 論文	178
6.7.2 海報	186
6.8 109 年飲用水未列管污染物檢測項目研商會議資料準備	187
第七章 結論與建議	189
7.1 結論	189
7.2 建議	191
參考文獻	193
附錄	199
附錄一、我國「行政院環境保護署飲用水列管項目篩選作業原則（草案）」	199
附錄二、108 年度淨水場其他金屬檢測結果	203
附錄三、毒理資料庫	205
附錄 3.1 鋰(Lithium).....	205
附錄 3.2 銦(Strontium)	210
附錄 3.3 鈦(Titanium).....	214
附錄 3.4 鎢(Tungsten).....	219
附錄 3.5 釩(Vanadium).....	223
附錄 3.6 銣(Rubidium)	226
附錄四、水安全試辦相關會議	229
附錄 4.1 水安全試辦計畫共識營會議紀錄	229
附錄 4.2 水安全試辦計畫共識營簽名單	232
附錄 4.3 台北自來水事業處水安全計畫外部稽核會議	235
附錄 4.4 台北自來水事業處水安全計畫外部稽核會議簽到表	239
附錄 4.5 台灣自來水公司豐原廠水安全計畫外部稽核會議	242
附錄 4.6 台灣自來水公司豐原廠水安全計畫外部稽核會議簽到表	246
附錄五、專家諮詢會會議紀錄	251
附錄 5.1 第一次專家諮詢會會議紀錄	251
附錄 5.2 第二次專家諮詢會會議紀錄	257
附錄 5.3 第三次專家諮詢會會議紀錄	263

附錄六、第一次工作進度報告與期中、期末報告審查會議會議紀錄與意見回覆	268
附錄 6.1 第一次工作進度報告審查會議紀錄	268
附錄 6.2 第一次工作進度報告審查會議意見回覆	270
附錄 6.3 期中報告審查會議紀錄	272
附錄 6.4 期中報告審查會議意見回覆	278
附錄 6.5 期末報告審查會議會議紀錄	287
附錄 6.6 期末報告審查會議意見回覆	291

圖次

圖 2.1-1 世界衛生組織「飲用水水質指引」架構.....	15
圖 2.3-1 美國篩選作業記事.....	25
圖 2.3-2 美國環保署 CCL3 篩選流程.....	25
圖 2.4-1 澳洲飲用水水質管理架構圖.....	27
圖 2.6-1 大腸桿菌群/糞便型大腸桿菌/大腸桿菌關係圖.....	32
圖 3.1-1 篩選作業示意圖.....	36
圖 3.1-2 子集概念圖.....	43
圖 3.3-1 pH 計校正流程.....	117
圖 4.1-1 危害分析流程.....	125
圖 4.4-1 執行水安全計畫之流程.....	136
圖 4.5-1 臺北自來水事業處 WSP 執行架構.....	143
圖 4.5-2 臺灣自來水公司水安全計畫推行步驟.....	145

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.....	6
表 2.1-1 多數國家或領地有規範的項目	18
表 2.1-2 各國規範值的中位數高於 WHO 指引值的項目	18
表 2.2-1 歐盟「飲用水指令」生物性與化學性管制項目與我國管制情況.....	20
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.....	21
表 2.6-1 各國對總大腸桿菌群、糞便型大腸桿菌、大腸桿菌的管制情形.....	31
表 3.1-1 新加坡飲用水水質標準新增項目及管制值.....	38
表 3.1-2 108 年初步蒐集清單 371 項物質.....	39
表 3.1-3 第二版蒐集清單物質（71 項）.....	41
表 3.1-4 108 年蒐集清單物質（76 項）.....	44
表 3.1-5 蒐集清單項目歷年調整情況.....	44
表 3.1-6 蒐集清單項目 103-107 年之淨水場水質資料彙整.....	45
表 3.1-7 蒐集清單項目 103-107 年之環境水質資料彙整.....	48
表 3.1-8 新興污染物於淨水場及環境流布參考資料.....	49
表 3.1-9 健康危害潛勢分數的換算表格.....	50
表 3.1-10 健康危害嚴重性量化評分表.....	51
表 3.1-11 污染物出現普遍性及濃度量化分數表.....	51
表 3.1-12 第二版蒐集清單物質四項參數評分表.....	53
表 3.1-13 107 年觀察清單物質（20 項）.....	53
表 3.1-14 觀察清單物質於國際上管制情形.....	54
表 3.1-15 97-108 年飲用水中氯苯檢測結果	56
表 3.1-16 97-108 年飲用水中苯乙烯檢測結果	57
表 3.1-17 97-108 年飲用水中乙苯檢測結果	58
表 3.1-18 97-108 年飲用水中 1,1-二氯乙烷檢測結果	59
表 3.1-19 97-108 年飲用水中壬基酚檢測結果	60
表 3.1-20 97-108 年飲用水中雙酚 A 檢測結果.....	61
表 3.1-21 97-108 年飲用水中微囊藻毒-LR 型檢測結果	62
表 3.1-22 97-108 年飲用水中甲醛檢測結果	63
表 3.1-23 97-108 年飲用水中鄰苯二甲酸二甲酯檢測結果	64
表 3.1-24 97-108 年飲用水中鉈檢測結果	65
表 3.1-25 97-108 年飲用水中鄰苯二甲酸二丁酯檢測結果	66
表 3.1-26 97-108 年飲用水中 1,2-二溴乙烷檢測結果	67
表 3.1-27 97-108 年飲用水中碲檢測結果	68
表 3.1-28 97-108 年飲用水中硼檢測結果	68

表 3.1-29 97-108 年飲用水中 N-亞硝二甲胺檢測結果	69
表 3.1-30 97-108 年飲用水中 N-亞硝二乙胺檢測結果	70
表 3.1-31 97-108 年飲用水中全氟辛烷酸檢測結果	71
表 3.1-32 97-108 年飲用水中全氟辛烷磺酸檢測結果	71
表 3.1-33 97-108 年飲用水中鎘檢測結果	72
表 3.1-34 97-108 年飲用水中鎘檢測結果	73
表 3.2-1 科學工業園區積體電路及光電製程之化學品及氣體	78
表 3.2-2 優先評估物質 96-107 年之淨水場水質資料彙整	84
表 3.2-3 優先評估物質 96-107 年之環境水體流布監測結果 (mg/l)	84
表 3.2-4 本年度計畫採樣淨水場名單	86
表 3.2-5 感應耦合電漿質譜儀之操作參數設定	88
表 3.2-6 優先評估物質樣品重複分析結果	88
表 3.2-7 優先評估物質添加分析結果	89
表 3.2-8 第一次採樣當週各淨水場區域之累積雨量	91
表 3.2-9 第一次採樣淨水場水質參數	91
表 3.2-10 第一次採樣檢測結果	92
表 3.2-11 第二次採樣當週各淨水場區域之累積雨量	94
表 3.2-12 第二次採樣淨水場水質參數	94
表 3.2-13 第二次採樣檢測結果	94
表 3.2-14 第三次採樣當週各淨水場區域之累積雨量	95
表 3.2-15 第三次採樣淨水場水質參數	95
表 3.2-16 第三次採樣檢測結果	96
表 3.2-17 108 年度淨水場待測污染檢測結果	98
表 3.3-1 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	103
表 3.3-2 本計畫抽驗未列管新興污染物於國際上管制情況	104
表 3.3-3 各檢測項目之檢測方法一覽表	107
表 3.3-4 各檢測項目分析之主要儀器設備一覽表	108
表 3.3-5 本計畫分析數據品保	109
表 3.3-6 飲用水水質或水源水質中未列管之新興污染物抽驗規劃	111
表 3.3-7 採樣講習會議程表	112
表 3.3-8 採樣器材設備清點檢查表	113
表 3.3-9 採樣現場狀況紀錄表	114
表 3.3-10 樣品監控紀錄表	115
表 3.3-11 抽驗結果均低於偵測極限或定量極限之項目	119
表 3.3-12 有檢出之項目及其濃度範圍	120
表 3.3-13 抽驗結果彙整	121
表 4.1-1 東京都會供水系統的淨水場組成	126

表 4.1-2 日本風險層級評估量表.....	126
表 4.1-3 日本風險層級控制措施.....	127
表 4.4-1 風險等級進行區別.....	138
表 4.4-2 風險評估定量表.....	138
表 4.4-3 風險管理優先順序.....	138
表 5.4-1 台灣及各國對自來水管線設備鉛溶出實驗.....	163
表 6.3-1 銅鋅國際管制情形及健康風險摘要.....	170
表 6.6-1 壬基酚 (NP)本土飲用水檢測結果(單位: mg/l).....	174
表 6.6-2 雙酚 A (BPA)本土飲用水檢測結果(單位: mg/l).....	175
表 6.6-3 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯本土飲用水檢測結果(單位: mg/l).....	175
表 6.6-4 鄰苯二甲酸二甲酯 (DMP)本土飲用水檢測結果(單位: mg/l).....	176
表 6.6-5 鄰苯二甲酸二乙酯 (DEP)本土飲用水檢測結果(單位: mg/l).....	176
表 6.6-6 鄰苯二甲酸二丁酯 (DBP)本土飲用水檢測結果(單位: mg/l).....	177
表 6.6-7 鄰苯二甲酸丁苯甲酯(BBP)本土飲用水檢測結果(單位: mg/l).....	177
表 6.6-8 鄰苯二甲酸二辛酯 (DNOP)本土飲用水檢測結果(單位: mg/l).....	177
表 6.8-1 109 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫檢測建議.....	187

報告大綱

本計畫報告內容主要分成七章，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、自來水輸送管線對飲用水水質影響評估

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，另每年環保署會針對飲用水水質標準項目進行檢討，本年度參考國際管理做法檢討生物性參數的管理做法與標準。

第三章說明本年度飲用水列管項目篩選作業執行進度，包括更新初步蒐集清單，蒐集清單，本計畫篩選 6 項金屬離子釩、鎢、鋇、鋰、銣、鈦做為優先評估物質，於四座淨水場中進行三次採樣調查，針對其中一座淨水場進行全流程濃度調查，並建立毒理資料庫列於附錄三。此外彙整蒐集清單及觀察清單物質歷年淨水場檢測結果，並提出後續監測建議。本年度提出篩選作業退場機制，建議經調查評估後無顯著風險之物質可退回上一層清單。此外本計畫抽驗國內 400 處飲用水水質或水源水質中未列管之新興污染物，辦理方法、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亦列於第三章說明。

第四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共識營，並於臺北自來水事業處及台灣自來水公司分別進行一次稽核輔導會議。

第五章說明自來水輸送管線對飲用水水質之影響評估結果，蒐研國外自來水輸送管線污染事件相關案例，並彙整污染事件關鍵原因及對策。研析我國自來水輸送管線可能風險及污染來源，提出降低我國自來水輸送管線可能風險之因應策略。

第六張列舉本計畫配合環保署施政需求，協助蒐集因緊急狀況之飲用水中污染物之健康風險資料。包含：加州微形塑膠相關法案內容、歐盟飲用水農藥殘留標準、美國銅、鋅地面水體水質標準、投稿 2019 韓國水資源會議摘要準備、評估新增飲用水中多溴二苯醚檢測之可行性、彙整壬基酚雙酚 A 及鄰苯二甲酸酯類淨水場調查結果、科技論壇資料準備等。

第七章則為本計畫執行之結論與建議，接著是參考文獻。期中審查意見回覆列於附錄七。

本計畫共執行三次專家諮詢會議，會議記錄列於附錄六。此外本計畫彙整更新飲用水水質標準管制項目及蒐集清單物質之毒理資料庫，附於報告後之光碟中。

計畫主要工作項目預定進度及執行期間列於下頁，均如期完成。

主要工作項目進度及執行期間

主要工作項目預定進度及執行期間											
工作內容項目	月份	3	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、建立本土原水及濟水資料，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											
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、自來水輸送管線對飲用水水質之影響評估											
8、水安全試行計畫推行(共識營、稽核會議)											
9、我國自來水輸送管線之水質抽驗											
10、行政配合事項											
11、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(%)					45		60		85		100
查核點	完成時間										
第一次工作進度報告	108年5月3日提交報告 108年5月17日報告審查	(1) 篩選初步清單物質優先評估之項目、彙整蒐集清單物質近五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	108年8月8日提交報告 108年8月19日報告審查	(1) 研析世界衛生組織、歐盟、美國、澳洲及日本管理法規制度 (2) 完成第二次專家諮詢會及會議資料整理 (3) 完成第一次水質採樣及檢測 (4) 完成水安全試辦計畫共識營 (5) 更新初步蒐集清單、蒐集清單、觀察清單內容									
期末報告	108年11月27日提交報告 108年12月18日報告審查	(1) 完成第三次專家諮詢會及會議資料整理 (2) 完成第二及第三次水質採樣及檢測 (3) 完成國內飲用水水質或水源水質中未列管之新興污染物抽驗 (4) 完成兩次水安全試辦計畫稽核會議 (5) 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									

計畫成果摘要（詳細版）

計畫名稱：108 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，林逸彬教授，陳婉如副教授，林高弘博士、盧幸成博士

計畫期程：2018/3/18~2017/12/31

計畫經費：10,150,000 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生物性參數管理做法提出精進建議。辦理飲用水列管物質篩選作業，自初步蒐集清單中篩選出 6 項優先評估物質（鈮、鎢、鋇、鋰、銣、鈦），於 4 座代表性淨水場進行監測及資料蒐集，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。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 39 項未列管新興污染物結果顯示，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。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共識營，並於臺北自來水事業處及台灣自來水公司分別進行一次稽核輔導會議。此外亦評估自來水輸送管線對飲用水水質，建議用於自來水系統的管材應全面朝「無鉛管材」方向從源頭進行管理。

This project reviewed the drinking water management of other contraries and international organization and proposed some implement suggestions for microbial parameter regulation in drinking water. This project implemented contaminants screening process of drinking water quality regulation. Six unregulated contaminants (Vanadium, Tungsten, Lithium, Rubidium, Strontium, Titanium) were selected from Universe Contaminant Candidate List. Their concentrations were monitored in four

representative drinking water treatment plants, and their health risk in drinking water system in Taiwan were evaluated. Monitoring results showed that these six compounds except for Lithium didn't result in significant health risk in drinking water system in Taiwan. Lithium was suggested to be including into Preliminary Contaminant Candidate List. 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 39 unregulated compounds of emerging concern in drinking water. Results of 28 compounds were all below detection limitation. The other compounds with detection values were at very low concentration level. Only one sample with higher per- and polyfluorinated chemicals (PFCs) concentration, therefore it is suggested to monitor PFCs 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 the effect of the material used in distribution system on drinking water quality. It is suggested to regulate all plumbing materials used in drinking water system toward "lead-free" standard to reduce potential lead source.

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、自來水輸送管線對飲用水水質影響評估

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管理相關法規制度推動現況，並提出精進建議。

針對第二項主要工作項目，本計畫依據環保署於 102 年執行「推動飲用水列管項目之篩選作業計畫」，建立之作業流程與評估系統，收集先進國家及國際組織飲用水水質標準管制項目或訂定指引值之項目，以更新初步蒐集清單。自初步蒐集清單中篩選 6 項物質優先進行評估，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。

針對北、中、南地區 4 個代表性淨水場進行 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 39 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共識營，並於臺北自來水事業處及台灣自來水公司分別進行一次稽核輔導會議。

第四項主要工作項目則蒐研國外自來水輸送管線污染事件相關案例，並彙整污染事件關鍵原因及對策。研析我國自來水輸送管線可能風險及污染來源，提出降低我國自來水輸送管線可能風險之因應策略。

結 果

本計畫彙整國際上新興污染物管制標準及飲用水管理做法，參考美國污染物篩選作業提出我國蒐集清單、觀察清單及候選清單物質應有退場機制。觀察清單物質經監測評估後，若有足夠數據顯示於我國無顯著風險可退回至蒐集清單，將經費與能量用於其他新興污染物的調查評估。此外參考國際管理做法檢討我國生物性指標標準及管理做法，我國現行飲用水水質標準中生物性參數管理作法與標準值，與國際上的做法略有差異，應做修正調整，然而建議先進行 1-2 年檢測評估調查，同時測總菌落數、總大腸桿菌、糞便性大腸桿菌、大腸桿菌、腸球菌，了解相關性後，作為後續修正方向的依據。

本年度選取 6 項金屬離子鈇、鎢、鋇、鋰、鈷、鈦做為優先評估物質，於四座淨水場中進行三次採樣調查，並針對其中一座淨水場進行全流程濃度調查，結果顯示鋰的部份測值高於健康參考水準，建議將鋰納入蒐集清單，後續持續監測，另外 5 項金屬則保留於初步蒐集清單。

本計畫執行飲用水水質標準管制項目篩選作業更新初步蒐集清單、蒐集清單項目，及蒐集清單、觀察清單、候選清單物質歷年淨水場監測數據，並提出觀察清單物質後續監測建議，監測資料充足且結果顯示其於我國淨水場中暫無顯著風險之項目，建議可減少監測頻率，將經費與能量用於其他新興污染物的調查評估。

新興污染物抽驗部分，本年度抽驗 39 個項目，其中除 PFOA、PFOS、PFHXS、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、N-亞硝基吡咯烷、及 5 項重金屬以外的 28 個項目檢測結果均低於偵測極限或定量極限。N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、N-亞硝基吡咯烷、PFOA、及 5 項重金屬雖有檢

出，但均低於最低國際管制標準或指引值，顯示無顯著風險。而 PFOS 及 PFHxS 50 個樣品中有一個超過美國健康建議值（PFOA 與 PFOS 合計小於 0.07 ug/L）及澳洲指引值（PFOS 與 PFHxS 合計小於 0.07 ug/L），建議持續監測觀察，了解我國之風險。

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共識營，並於臺北自來水事業處及台灣自來水公司分別進行一次稽核輔導會議，兩個自來水事業單位均積極推動。

結 論

我國現行飲用水水質標準中生物性參數管理作法與標準值，與國際上的做法略有差異，應做修正調整。

本年度選取 6 項金屬離子鈇、鎢、鋇、鋰、鈷、鈦做為優先評估物質，結果顯示鋰的部份測值高於健康參考水準，建議將鋰納入蒐集清單，後續持續監測，另外 5 項金屬則保留於初步蒐集清單。

觀察清單物質監測資料充足且結果顯示其於我國淨水場中暫無顯著風險之項目，建議可減少監測頻率，將經費與能量用於其他新興污染物的調查評估。

新興污染物抽驗部分，本年度抽驗（普查）39 個項目，其中 28 個項目檢測結果均低於偵測極限或定量極限。N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、N-亞硝基吡咯烷、PFOA、及 5 項重金屬雖有檢出，但均低於最低國際管制標準或指引值，顯示無顯著風險。而 PFOS 及 PFHxS 50 個樣品中有一個超過美國健康建議值（PFOA 與 PFOS 合計小於 0.07 ug/L）及澳洲指引值（PFOS 與 PFHxS 合計小於 0.07 ug/L），建議持續監測觀察，了解我國之風險。

建議事項

一、針對飲用水水質標準生物性指標：我國管制作法與國際上多數國家不同，確有修正之必要，然建議進行 1-2 年檢測評估調查，同時檢測總菌落數、總大腸桿菌、糞便性大腸桿菌、大腸桿菌、腸球菌，了解相關性後再討論合適的修正方向。此外考量大腸桿菌群或大腸桿菌等生物指標已發展百年以上，現代有許多不同的生物威脅，

建議未來應發展現代生物技術（非培養性）之標準檢測方法，作為未來面對更高生物危害風險時之管理對策。

二、根據觀察清單物質本土淨水場監測數據分析與本年度抽驗結果，本計畫建議：

- (一) 觀察清單物質中，監測資料充足且結果顯示其於我國淨水場中暫無顯著風險者，建議可減少監測頻率。
- (二) 初步蒐集清單物築或蒐集清單物質本年度抽驗結果均低於偵測極限者，建議後續可以改測其他項目。
- (三) 鄰苯二甲酸二丁酯及 DEHP，考量近年有少數樣品超過國際最低管制值，建議維持於觀察清單中持續監測。考量環境賀爾蒙分析方法相近，故建議後續監測時可同時監測其他項目。
- (四) 觀察清單物質中本土歷史監測數據有限，建議規劃監測計畫累積本土水質資料，以有效評估這些物質於我國淨水場中之健康風險。
- (五) 1,2-二溴乙烷自 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。
- (六) 微囊藻毒-LR 型之監測結果顯示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。
- (七) 消毒副產物中 N 亞硝類於本年度抽驗有部分檢出值，考量消毒副產物確有存在於飲用水的可能，建議持續抽驗。

三、水安全計畫為國際飲用水管理之趨勢，建議後續逐步建置適合我國自來水事業應用之水安全計畫試行手冊，供自來水事業單位參考。

四、我國供水系統中鉛污染源，推測可能為各式含鉛管材(如黃銅、含鉛鍍料)的使用。建議用於自來水系統的管材應朝「無鉛管材」(鉛含量小於總重 0.25%) 方向從源頭進行管理管制。

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(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)」(附錄一)、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(鈹、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(2-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、氟甲喹、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、鉭、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、鎂、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(2-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(2-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。

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、鈦、鈷、鈦、鎢、錫、鈳、乙酸正丁酯、異丙醇、丙酮、氫氟酸、氫氧化四甲基銨、二甲基亞、乙醇銨	無，但已納入飲用水列管項目篩選作業中

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、鉛、碲、鍺、銻、鉭、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-甲基咯烷酮、鄰苯二甲酸丁酯苯甲酯、全氟辛烷磺酸、全氟辛烷酸、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、羧四環黴素、氯四環黴素、非那雄胺、二苯甲酮、羧苯甲酮、DEET、對羧基苯甲酸甲酯、對羧基苯甲酸乙酯、對羧基苯甲酸丙酯、對羧基苯甲酸丁酯、三氯沙、草脫淨	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(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、	無，但已納入飲用水列管項目篩選作業中

表 1.1-2 2014 年至 2017 年蒐集清單之項目

計畫名稱	蒐集清單項目	現已列管項目
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、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、乙醯氨酚、凱妥布洛芬/苯酮苯丙酸、萘普芬/甲氧鈉丙酸、苯氧苯丙酸、胺基比林、非那雄胺、經苯甲酮、四環黴素、經四環黴素、氯四環黴素、二苯甲酮、二乙基間甲苯胺、對經基苯甲酸甲酯、對經基苯甲酸乙酯、對經基苯甲酸丙酯、對經基苯甲酸丁酯、鎂、鈦、碲、鉍、鍺、鈾、銻、鈹、銻、鈳、鈳、鈳、鈳、鈳等 71 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(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。	
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）	新增呋喃美辛、磺胺甲噁唑、磺胺噻唑、氟甲喹、克拉黴素、雙氯芬酸等 6 項。	

1.2 計畫目標

本計畫延續過去環保署執行之計畫所建立之飲用水列管項目篩選作業流程，調查分析未列管之污染物於淨水場原水及清水背景資料，評估新興污染物於我國淨水場之風險，並針對過去計畫中提出較具風險之物質執行飲用水抽驗，供環保署飲用水水質列管項目決策及管限制值制定之依據。此外，並針對現行飲用水水質標準列管項目更新毒理資料。在飲用水管理方面，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、推動我國水安全試行計畫，建構我國自來水事業自主管理機制。
- 四、協助更新飲用水列管項目及新興污染物之毒理資料。
- 五、評估自來水輸送管線對飲用水水質之影響。

1.3 計畫內容

一、彙整國際飲用水管理相關法規制度發展趨勢，建議我國飲用水管制策略

- (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。
- (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。
- (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。
- (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。
- (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。

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

- (一) 蒐集國際飲用水標準中已列管或優先關注之污染物項目，更新飲用水列管項目初蒐清單。
- (二) 從初蒐清單中選取項目，抽驗調查其在本土原水、清水中之濃度，彙編其毒理資料，評估危害風險及淨水場處理效能。
 1. 抽驗調查至少 6 項飲用水水質標準未列管項目在我國北、中、南或離島代表淨水場飲用水與水源中之濃度現況（至少 3 處淨水場，每一處包含原水及清水各 1 個水樣，另其中 2 處淨水場加做流程中 2 個水樣，頻率皆至少 3 次）。
 2. 彙整自來水事業及水利署等針對淨水場原水、清水之檢測結果，與機關之河川水體環境流布調查結果。
 3. 彙編上述物質之毒理資料，並具體評估危害風險及淨水場處理效能。

- (三) 彙整分析蒐集清單物質之水質檢測資料，包括 5 年內水利署及自來水事業針對淨水場原水、清水等之檢測結果及其他環境流布調查結果，並建議優先補充本土調查資料之項目。
- (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。
- (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。
1. 重金屬：抽驗銻、鎘、鉍、硼及鉍等 5 項各 200 處次。
 2. 消毒副產物：抽驗甲醛、N-亞硝二甲胺(NDMA)、N-亞硝二乙胺(NDEA)及 N-亞硝基吡咯烷等 4 項各 50 處次。
 3. 揮發性有機物：抽驗 1,1-二氯乙烷、1,2-二氯丙烷、苯乙烯、氯苯、乙苯、甲基第三丁基醚、1,2,3-三氯丙烷及 1,2-二溴-3-氯丙烷等 8 項各 50 處次。
 4. 半揮發性有機物：抽驗六氯苯、PFOA、PFOS、PFHxS 等 4 項各 50 處次。
 5. 農藥：抽驗甲基多保淨、固殺草、鋅錳乃浦、陶斯松、托福松、愛殺松、加保利、賽滅寧及嘉磷塞等 9 項各 50 處次。
 6. 環境荷爾蒙：抽驗壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)、鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)、鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯(BBP)、鄰苯二甲酸二辛酯(DOP)、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)等 8 項各 400 處次。
 7. 生物代謝產物：抽驗微囊藻毒 LR 型 25 處次。
- (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。

(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。

(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。

三、推動我國水安全試行計畫，建構我國自來水事業自主管理機制。

(一) 蒐研國內外水安全計畫相關執行模式及案例。

(二) 輔導我國自來水事業推動水安全試行計畫。

1. 邀集國內自來水事業辦理 1 場次水安全計畫共識會議，參與單位須包含自來水事業、外部稽核專家及主管機關等，與會人員以 30 人計。

2. 篩選適宜之區段地點，輔導自來水事業執行水安全試行計畫。

3. 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稽核團隊，並執行至少 2 場次外部稽核作業，每場次外部稽核作業至少需 3 名以上專家學者出席，與會人員以 20 人計。

4. 研擬水安全試行計畫外部稽核報告 1 份。

(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。

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。

(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。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、評估自來水輸送管線對飲用水水質之影響。

(一) 蒐研國外自來水輸送管線污染事件相關案例，並彙整污染事件關鍵原因及對策。

(二) 執行我國自來水輸送管線之水質抽驗 80 處次。

(三) 研析我國自來水輸送管線可能風險及污染來源。

(四) 研提降低我國自來水輸送管線可能風險之因應策略。

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，每場次邀請至少 4 位專家學者出席，與會人員以 10 人計，會議半天並供膳，與會人員以 15 人計。

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。

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)。

世界衛生組織發表了一系列的水質指引，包含飲用水、廢水的安全使用及安全休憩水環境等。水質指引的建立是基於風險管理，自 2004 年世界衛生組織出版「飲用水水質指引(Guidelines for Drinking-water Quality)」，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。

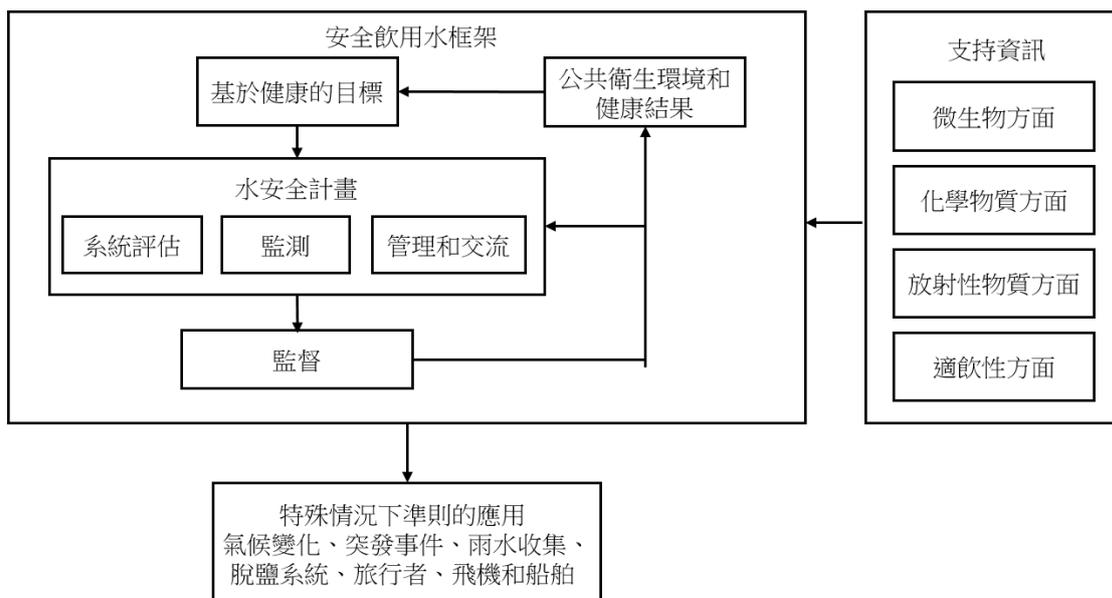


圖 2.1-1 世界衛生組織「飲用水水質指引」架構

水安全計畫的實施，包含系統評估、監測、管理、交流等步驟，以達到公共衛生環境和安全的目標，作為對安全飲用水框架的支撐，「飲用水水質指引」提供了一系列輔助資訊，包括微生物方面、化學物質方面、放射性物質和適飲性方面等。此外此指引亦囊括特殊情況下的應用，包括氣候變遷(缺水集強降雨)、突發事件、雨水收集、脫鹽系統(如海水淡化)、旅行者、飛機及機場、船舶等。

世界衛生組織並透過建立實施指引值的資料及提供國家直接的支持，以支持各國實行飲用水水質指引。包括發展符合指引原則的區域性飲用水水質規範、水安全計畫的發展、實施與稽核、以及強化施行的監督。世界衛生組織提供的資料包含：

- 一、飲用水水質指引(Guidelines for Drinking-water Quality)
- 二、水安全計畫(Water Safty Plan)資源
- 三、飲用水水質規範及標準及建立

世界衛生組織出版之「飲用水水質指引」將飲用水建議管制項目分成微生物、化學物質、輻射性物質、適飲性項目(如味道、氣味、外觀等)等四類。針對飲用水建議管制項目中的化學物質及有害微生物詳列其基本資料表(fact sheets)，並從健康風險角度針對較高風險之項目列出指引值(guideline value)，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。此外提供建議之分析方法及其偵測極限、可行的淨水處理方法及預期可達成之處理效果。

2018 年世界衛生組織出版「各國飲用水水質規定及標準之全球回顧(A global overview of national regulations and standards for drinking-water quality)」，內容比較世界衛生組織公佈的指引值與世界衛生組織飲用水規定全球網絡(WHO International Network of Drinking-water Regulators, RegNet)之會員的飲用水水質規定及標準。

第四版「飲用水水質指引」中包含 24 項無機物、89 項有機物的指引值。24 項無機物中，調查的 104 個國家或領地(territories)均有規範銅、鉛及硝酸鹽，有 103 個國家或領地(territories)規範錳。最少國家規範的無機物包含鉍(12 個)、嘉磷塞(11 個)、鈾(17 個)。除了鎘之外的 23 項無機物，各國規範值的中位數均等於或低於世界衛生組織的指引值。世界衛生組織鎘的指引值 0.003 mg/l，各國規範值的中位數 0.005 mg/l。

第四版「飲用水水質指引」包含的 89 項有機物中，最多國家或領地(territories) 規範的物質為阿特靈(Aldrin)和地特靈(dieldrin)(71 個)、苯(77 個)、四氯乙烯(71 個)、1,2 二氯乙烷(67 個)。最少國家或領地(territories)規範的物質為 2-苯酚(1)、撲滅松(fenitrothion)(2)、硝基苯(3)、N-亞硝基二甲胺(NDMA) (3)。沒有國家或領地(territories) 規範三聚氰酸(cyanuric acid), 二氯異氰尿酸鈉(sodium dichloroisocyanurate)、羥基化莠去津(hydroxyatrazine)。

有七個國家或領地沒有規範任何的有機物，在有規範有機物的國家或領地中，除了 4 項有機物以外，各國規範值的中位數均等於或低於世界衛生組織的指引值。這四項有機物為氰乃淨(cyanazine) (世界衛生組織的指引值(GV) 0.0006 mg/l、各國規範值的中位數 0.0007 mg/l，然而總共只有五個國家或領地規範此物質)、二溴乙腈(dibromoacetonitrile) (GV 0.07 mg/l、median 0.0775，有 16 個國家或領地規範此物質)、二氯乙腈(dichloroacetonitrile) (GV 0.02 mg/l、median 0.06 mg/l，有 17 個國家或領地規範此物質)、氯乙烯(vinyl chloride) (GV 0.0003 mg/l、median 0.0005 mg/l，有 60 個國家或領地規範此物質)。

針對飲用水中的農藥，有 46 個國家或領地除了阿特靈(Aldrin)和地特靈(dieldrin)、飛佈達(heptachlor)和環氧飛佈達(heptachlor epoxide)以外，沒有規範個別農藥，而是規範所有個別農藥濃度不得超過 0.0001 mg/l、總農藥濃度不可超過 0.0005 mg/l (總農藥濃度的定義為監測計畫(monitored procedure)中所有偵測到並定量之個別農藥濃度總合)，或是類似的規範。這些國家或領地主要是歐洲或歐盟國家。

世界衛生組織「飲用水水質指引」第四版中包含 26 項化學性考量及 4 巷生物性考量的參數與適飲性(acceptability)、口味(taste)、臭味(odour)及外觀(appearance)相關。這些參數的重要性在於，如果飲用水適飲性、口味、臭味或外觀等因素無法被消費者接受，消費者可能轉而使用其他適飲性較高但可能較不安全的飲用水。然而消費者較少因適飲性拒絕飲用水，多因健康疑慮拒絕飲用水。所以衛生組織不建議將這些參數列為強制性規範，制定這類指引值僅供特殊情況參考。較常被各國規範或提及的適飲性參數包含氫離子濃度(pH, hydrogen ion) (103 個)、氯化物(chloride) (100 個)、鐵(iron) (99 個)、鋁(aluminium)及硫酸鹽(sulfate) (97 個)，最少被規範的參數為石油(petroleum oils) (3 個)及溶氧(dissolved oxygen) (4 個)。

第四版「飲用水水質指引」中包含的 24 項無機物、89 項有機物中，多數國家或領地(territories)有規範的物質或各國規範值的中位數高於 WHO 指引值的項目列於表 2.1-1、表 2.1-2，並與我國管理情況進行比較。

世界衛生組織「飲用水水質指引」亦包含輻射性參數，然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。

表 2.1-1 多數國家或領地有規範的項目

單位: mg/l	WHO 指引值	有制定規範的國家或領地數	各國規範值中位數	我國管理情況
銅 (Copper)	2	104	1.5	1
鉛 (Lead)	0.01 (暫定 A, T) ^a	104	0.01	0.01
硝酸鹽氮 (Nitrate nitrogen)	11.3 ^{b, c}	104	11.3 ^c	10
鎘 (cadmium)	0.003	76	0.005	0.005
阿特靈 (Aldrin)和地特靈 (dieldrin)	0.00003	71	0.00003	初步蒐集清單物質
苯 (benzene)	0.01	77	0.005	0.005
四氯乙烯 (tetrachloroethene)	0.04	71	0.01	0.005
1,2 二氯乙烷 (1,2 dichloroethane)	0.03	67	0.003	0.005

a. A: 分析技術可行之暫定值，T: 處理技術可行之暫定值。

b. WHO 亦規範合併硝酸鹽及亞硝酸鹽之指引值，規範值為兩者測得之濃度與其指引值之比，合計不得大於 1。

c. 50 mg/l 硝酸鹽(NO₃⁻)，約等於 11.3 mg/l 硝酸鹽氮(NO₃⁻-N)

表 2.1-2 各國規範值的中位數高於 WHO 指引值的項目

單位: mg/l	WHO 指引值	有制定規範的國家或領地數	各國規範值中位數	我國管理情況
鎘 (cadmium)	0.003	76	0.005	0.005
氰乃淨 (cyanazine)	0.0006	5	0.0007	初步蒐集清單物質
二溴乙腈 (dibromoacetonitrile)	0.07	16	0.0775	初步蒐集清單物質
二氯乙腈 (dichloroacetonitrile)	0.02	17	0.06	初步蒐集清單物質
氯乙烯 (vinyl chloride)	0.0003	60	0.0005	0.0003

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)」，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。

歐盟針對飲用水中農藥的管制做法與美國、日本、澳洲不太一樣。美國、澳洲、日本的做法為列舉管制項目並逐項制定管制值，歐盟並未針對個別農藥品項致定管制值，其飲用水中農藥的管制方式分為有機氯農藥及非有機氯農藥，有機氯農藥包含阿特靈(aldrin)、地特靈(diieldrin)、飛佈達(heptachlor)、環氧飛佈達(heptachlor epoxide)等，其個別濃度均不得超過 0.00003 mg/l；非有機氯農藥單一項農藥濃度則不得超過 0.0001mg/l，各項農藥檢出濃度總合不得超過 0.0005mg/l，實際執行時只需針對可能出現在供水系統中的農藥進行監測。此濃度限值並非根據健康風險制訂，而是歐盟委員會根據分析方法的極限而定，並作為普遍限制農藥不得檢出的環境政策。歐盟的管制標準中所指的農藥包括有機的殺蟲劑、除草劑、殺真菌劑、殺線蟲劑、殺蟲劑、滅藻劑、滅鼠劑、殺黏菌劑等，及其相關產物(尤其是生長調節劑)，此外還包含有關的代謝產物、降解產物及反應生成物。

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。

表 2.2-1 歐盟「飲用水指令」生物性與化學性管制項目與我國管制情況

項目	管制值	我國管制情況
大腸桿菌 Escherichia coli (E. coli)	0/ 100 ml	蒐集清單物質
腸球菌 Enterococci	0/ 100 ml	初步蒐集清單物質
丙烯醯胺 Acrylamide	0.0001 mg/l	初步蒐集清單物質
銻 Antimony	0.005 mg/l	0.01 mg/l
砷 Arsenic	0.01 mg/l	0.01 mg/l
苯 Benzene	0.001 mg/l	0.005 mg/l
苯並[a]芘 Benzo(a)pyrene	0.00001 mg/l	初步蒐集清單物質
硼 Boron	1 mg/l	觀察清單
溴酸根 Bromate	0.01 mg/l	0.01 mg/l
鎘 Cadmium	0.005 mg/l	0.005 mg/l
鉻 Chromium	0.05 mg/l	0.05 mg/l (total)
銅 Copper	2 mg/l	10 mg/l
氰鹽 Cyanide	0.05 mg/l	0.05 mg/l
1,2-二氯乙烷 1,2-dichloroethane	0.003 mg/l	0.005 mg/l
環氧氯丙烷 Epichlorohydrin	0.0001 mg/l	初步蒐集清單物質
氟鹽 Fluoride	1.5 mg/l	0.8 mg/l
鉛 Lead	0.01 mg/l	0.01 mg/l
汞 Mercury	0.001 mg/l	0.002 mg/l
鎳 Nickel	0.02 mg/l	0.07 mg/l
硝酸鹽 Nitrate	50 mg/l	10 mg/l
亞硝酸鹽 Nitrite	0.5 mg/l	0.1 mg/l
農藥 Pesticides	0.0001 mg/l	各別建立管制值
農藥 Pesticides — Total	0.0005 mg/l	各別建立管制值
多環芳香烴 Polycyclic aromatic hydrocarbons	0.0001 mg/l	初步蒐集清單物質
硒 Selenium	0.01 mg/l	0.01 mg/l
四氯乙烯與三氯乙烯 Tetrachloroethene and Trichloroethene	0.01 mg/l	四氯乙烯 0.005 mg/l 三氯乙烯 0.005 mg/l
總三鹵甲烷 Trihalomethanes — Total	0.1 mg/l	0.08 mg/l
氯乙烯 Vinyl chloride	0.0005 mg/l	0.003 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

項目	管制值	我國管制情況
鋁 Aluminium	0.2 mg/l	0.3 mg/l
氨 Ammonium	0.5 mg/l	0.1 mg/l
氯鹽 Chloride	250 mg/l	250 mg/l
<i>Clostridium perfringens</i> (including spores)	0/100 ml	初步蒐集清單
色度 Colour	消費者可接受且無異常變化	5 鉑鈷單位
導電度 Conductivity	2500 $\mu\text{S cm}^{-1}$ at 20 °C	初步蒐集清單
氫離子濃度 Hydrogen ion concentration	6.5-9.5	6-8.5
鐵 Iron	0.2 mg/l	0.3 mg/l
錳 Manganese	0.05 mg/l	0.05 mg/l
臭度 Odour	消費者可接受且無異常變化	3 初嗅數
氧化性 Oxidisability	5 mg/l O ₂	初步蒐集清單
硫酸鹽 Sulphate	250 mg/l	250 mg/l
鈉 Sodium	200 mg/l	初步蒐集清單
口感 Taste	消費者可接受且無異常變化	初步蒐集清單
菌落數 Colony count	無異常變化 (22°C)	100 mg/l (35°C)
大腸桿菌群 Coliform bacteria	0/100 ml	6 mg/l
總有機碳 Total organic carbon	無異常變化	初步蒐集清單
濁度 Turbidity	消費者可接受且無異常變化	2 mg/l

2.3 美國

美國國會於 1974 年通過「安全飲用水法(Safe Drinking Water Act)」，此為確保美國飲用水水質的主要聯邦法律。「安全飲用水法」授權美國環保署制定全國性飲用水標準，以避免因暴露於天然或人為的污染物而影響健康。美國飲用水標準僅適用於公共供水系統(Public Water Systems)（不適用於私人水井）。

美國的公共供水系統有三種類型：

- 一、社區飲用水系統(Community Water Systems, CWSs)：常年供應飲用水予相同社群（如家庭、社區大樓）。美國約有 52000 個這類的系統供水給全美大部份的民眾。
- 二、非暫時性非社區飲用水系統(Non-Transient Non-Community Water Systems, NTNCWSs)：一年內供應飲用水予相同社群超過六個月，但非全年供水（如擁有自己飲用水系統的學校、工廠、教會、辦公室大樓）。美國約有 85000 個這類的系統。
- 三、暫時性非社區飲用水系統(Transient Non-Community Water System, TNCWS)：供水予不會長時間使用飲用水的民眾（如加油站、營地），美國約有 18000 個這類的系統。

飲用水標準可能因不同供水系統類型或不同供水人口而異。

「安全飲用水法」中牽涉到飲用水污染物相關的管理程序包括：

- 一、污染物候選清單 (Contaminant Candidate List, CCL):「安全飲用水法(SDWA)」要求環保署每五年要公布一次可能出現在飲用水中未列管的污染物清單。
- 二、污染物候選清單的管制決策(Regulatory Determinations, RD)：「安全飲用水法(SDWA)」要求環保署每五年應針對 CCL 中至少五項污染物提出列管與否之決定(不論是否決定列管)。是否列管主要針對三個層面的考量：
 - (一) 是否有負面健康影響。
 - (二) 在公共飲用水系統中的發生情況。
 - (三) 藉由管制是否能有意義、有實質的機會降低健康風險。（某些污染物現行沒有經濟可行的處理技術，因此列管並無法降低健康風險，這種情況會暫時不考慮列管）

- 三、未列管污染物監測(Unregulated Contaminant Monitoring)：「安全飲用水法(SDWA)」要求環保署每五年建立一個監測計畫的準則，以監測 30 項以內自來水事業應監測之未列管物質。「安全飲用水法(SDWA)」更編列 1000 萬美金支持未列管物質的監測(SDWA §1445a)。
- 四、管制標準建立(Regulation Development)：如果美國環保署經由管制決策評估程序後決定列管一個污染物，自作出管制決策後環保署有 24 個月的時間提出管制作法草案，從草案提出後有 18 個月的時間定案。在管制標準建立的過程中，「安全飲用水法(SDWA)」則有要求評估一些特定的因子。
- 五、六年回顧檢視(Six Year Review)：「安全飲用水法(SDWA)」要求環保署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，若有需要應進行修正，每次的修正均應維持或改善民眾健康。若要進行管制標準的修正，應比照管制標準建立的流程，並評估「安全飲用水法(SDWA)」要求評估的特定的因子。
- 六、國家污染物濃度資料庫(National Contaminant Occurrence Database, NCOD)：「安全飲用水法(SDWA)」要求美國環保署針對公共供水系統中列管及未列管污染物資訊，彙整並維持國家飲用水污染物濃度資料庫

2.3.1 水源管理

在水源部份，美國飲用水水源半數以上來自地下水，故美國「安全飲用水法(Safe Drinking Water Act, SDWA)」針對地下水保護有較詳細的規範(SDWA §1421-§1429)。法規要求任何地下注入行為均須經過政府核可，且不可影響到地下水源。美國「安全飲用水法(SDWA)」中訂有有水源請願方案(SDWA §1454)，社區供水系統或地方政府可向州政府提出水源請願，要求政府協助(1)減少飲用水中污染物(2)經費或技術支援(3)發展長期水源保護策略。SDWA 中更編列每年 500 萬美金(~2003 年止)給州政府支持請願方案。

「安全飲用水法(SDWA)」針對飲用水水源並未訂定飲用水水源水質標準，而是透過水源水質評估了解特定水源主要污染物並據以提出應變措施。水源水質評估方案須包括：

- 一、劃定原水評估區域。

- 二、盤點已知及可能的污染物來源。
- 三、測定淨水場受原水評估區域內污染源或污染活動影響的程度。
- 四、公告大眾鑑定出之污染源可能造成的威脅及其對淨水場的意義。
- 五、執行管理措施以預防、減少或消除飲用水風險。
- 六、發展飲用水受污染或供水中斷的意外事件應變計劃策略。

美國飲用水水質的管制主要根據安全飲用水法(Safe Drinking Water Act, SDWA)

美國安全飲用水法主要分為六個部份(Part)，在 Part A 就先定義了主要(primary)飲用水標準與次要(secondary)飲用水標準，其中主要標準管制項目主要為對人體健康有不良影響之物質，而次要標準管制項目則為會影響飲用水的味道或外觀之物質，因這些項物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。

「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)。

美國環保署針對飲用水水質標準物質建置物質資料表(Fact sheet)，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。

2.3.2 美國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。

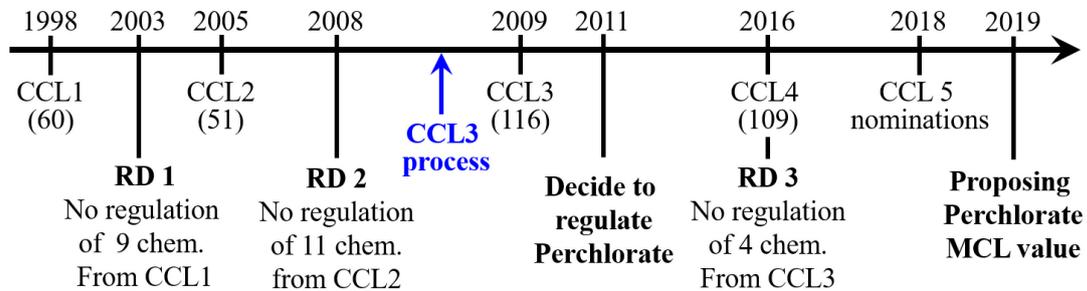


圖 2.3-1 美國篩選作業記事

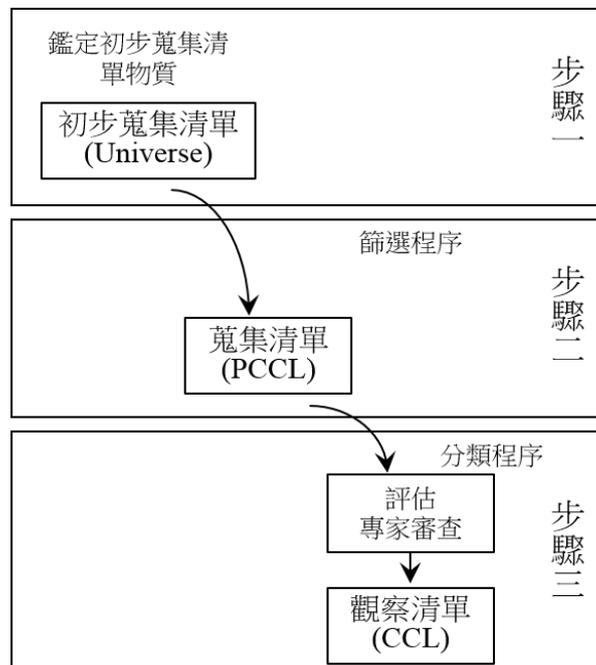


圖 2.3-2 美國環保署 CCL3 篩選流程

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

2.4 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 的範圍間去除瀘可達 98%）及利用氯化鐵混凝（在 pH 8 以上去除瀘可達 90%，但 pH 的時去除效率較差）有效去除。

澳洲「飲用水指引」中提出飲用水水質管理架構（如圖 2.4-1），整體概念與精神與世界衛生組織提出之水安全計畫相似，透過系統評估、文件化及報告、回顧及持續改善提升飲用水安全。指引中針對飲用水水質項目提供資料表，資料表中從

健康風險角度列出指引值(guideline value)，並提供毒理資料參數及指引值建立公式供參考。

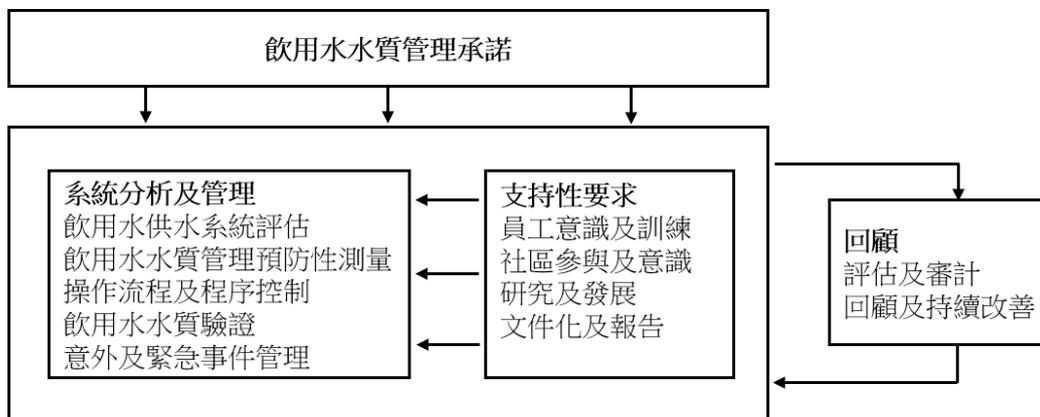


圖 2.4-1 澳洲飲用水水質管理架構圖

2.5 日本

日本「水道施設の技術的基準を定める省令」中針對取水設施、蓄水設施、水輸送設施、淨水設施、供水設施、配電設施均有規範。其中第五條規範淨水設施應具備之要求，包含在使用地表水或地下水作為原水的情況下，根據供水設施的規模，原水水質及其變化程度，可採用消毒處理、慢濾、快濾、膜過濾、粉狀活性炭處理、粒狀活性炭處理、臭氧處理、生物處理和其他淨水方法以獲得所需的水質。此外針對消毒、慢濾、快濾、膜過濾、粉狀活性炭處理、粒狀活性炭處理、臭氧處理、生物處理、紫外線處理均訂有更詳細的要求。

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 2015 年，目前包含 51 項「飲用水水質標準項目（水質基準項目）」；26 項有可能在自來水中檢測到，注意水質管理的「管理目標設定項目」，其中一項為農藥類，包含 118 項農藥；47 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」。

2.6 管制標準檢討

環保署逐年檢討「飲用水水源水質標準」及「飲用水水質標準」並更新「飲用水水質標準」項目之毒理資料庫，近五年標準值檢討與毒理資料庫更新之項目如下：

- 一、103 年「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(1/3)」計畫檢討「飲用水水質標準」中 13 項農藥與 15 項揮發性有機物之標準，包含安殺番、靈丹、丁基拉草、2,4-地、巴拉刈、納乃得、加保扶、滅必蝨、達馬松、大利松、巴拉松、一品松、亞素靈、三氯乙烯、四氯化碳、1,1,1-三氯乙烷、1,2-二氯乙烷、氯乙烯、苯、1,4-二氯苯、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯苯(鄰)、甲苯、二甲苯、順 1,2-二氯乙烯、反 1,2-二氯乙烯、四氯乙烯等。
 - 二、104 年「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(2/3)」計畫檢討飲用水水源水質標準。
 - 三、105 年「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(3/3)」檢討「飲用水水質標準」中 9 項重金屬（砷、鉛、硒、鉻（總鉻）、鎘、鋇、銻、鎳、汞）、2 項鹽類（氰鹽、亞硝酸鹽）、4 項消毒副產物（總三鹵甲烷、鹵乙酸類、溴酸鹽、亞氯酸鹽）及戴奧辛之標準。
 - 四、「106 年飲用水新興污染物研究與水質管理」更新「飲用水水質標準」中 9 項重金屬（砷、鉛、硒、鉻、鎘、鋇、銻、鎳、汞）及 9 項揮發性有機物（三氯乙烯、四氯化碳、1,1,1-三氯乙烷、1,2-二氯乙烷、氯乙烯、苯、對-二氯苯、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷）之毒理資料庫。
 - 五、「107 年飲用水新興污染物研究與水質管理」更新「飲用水水質標準」中 7 項金屬（銀、鐵、錳、銅、鋅、銻、鉬）、6 項農藥（滅必蝨、達馬松、大利松、巴拉松、伊品松、亞素靈）及 5 項有機物（戴奧辛、甲苯、二甲苯、順-1,2-二氯乙烯、四氯乙烯）之毒理資料庫。
- 今年度計畫則是針對生物性指標進行檢討。

飲用水中的生物性污染一般可區分為五類：

- 一、致病菌 (Bacterial pathogens)，如大腸桿菌。
- 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。

國際上飲用水水質管制項目中常用的生物指標主要有：總菌落數（或總異營菌）、總大腸桿菌群、糞便型大腸桿菌、大腸桿菌等四項。國際上的管制情形如表 2.6-1 所示。

表 2.6-1 各國對總大腸桿菌群、糞便型大腸桿菌、大腸桿菌的管制情形

國家	總菌落數 (Total Bacterial Count) 異營菌 (Heterotrophic plate count)	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>)
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
澳洲	-	-	ND/100ml ¹	0/100ml
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

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 2.6-1，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。

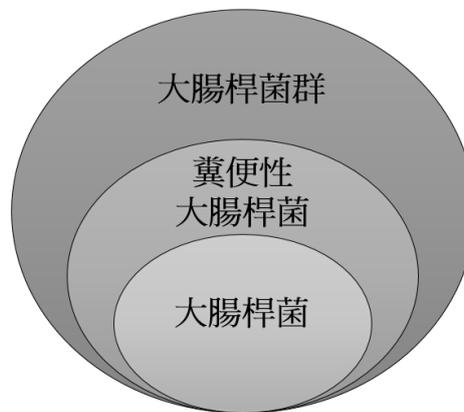


圖 2.6-1 大腸桿菌群/糞便型大腸桿菌/大腸桿菌關係圖

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。

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，然而建議進行 1-2 年檢測評估調查，同時檢測總菌落數、總大腸桿菌、糞便性大腸桿菌、大腸桿菌、腸球菌，了解相關性後再討論合適的修正方向。此外因為加氯量高，這些指標菌在清水中即使是零檢出，亦不表示水中為「無菌」狀態，更不代表水中沒有其他致病性的存在，也有可能是因氯添加而處於活著非可培養(Viable but nonculturable state, VBNC)狀態，在配水中餘氯降低可能有微生物再生可能，或有污染入侵，配水端的生物指標非常重要。

第三次專家會議中，亦有委員提到，現今多項研究皆顯示大腸桿菌群並非完全為動物來源，作為疑似糞便污染管理似乎不完全合理，直接簡化以大腸桿菌(Ecoli)檢測可能較為直接。另外，由於上述無論是大腸桿菌群或大腸桿菌等生物指標已發展百年以上，現代有許多不同的生物威脅，例如 *Pseudomonas aeruginosa* (較 Ecoli 具指標性)、*Streptotrophomonas maltophilia* (multiple ARGs resistances)、*Mycobacterium* 等等，皆為現今威脅高，常於配水中再生之菌株，建議未來應發展

現代生物技術(非培養性)之標準檢測方法，作為未來面對更高生物危害風險時之管理對策。

非培養性的檢測方法包含分子生物技術，如即時定量聚合酶鍊鎖反應(real-time quantitative polymerase chain reaction, real-time qPCR)、基質輔助雷射脫附游離/飛行時間質譜法(matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight, MALDI-TOF-MS)，亦可應用於大腸桿菌群的分類，了解污染來源。

第三章 飲用水未列管新興污染物質篩選作業推動

3.1 我國飲用水水質標準管制項目篩選作業流程

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，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」，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）」（附錄一）、參考美國環保署建立一套評估系統，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。

飲用水水質標準管制項目篩選作業流程如圖 3.1 1 所示，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、「初步蒐集清單」

彙整國際上較先進之國家與國際組織飲用水管制項目、建議監測項目、設有指引值，以及科學文獻資料、研究報告或試驗顯示於飲用水中有潛在風險但國內尚未列管之物質，納入「初步蒐集清單」（詳見 3.1.1 節）。

二、「蒐集清單」

「初步蒐集清單」中的物質於我國曾有相關專案計畫曾進行本土調查、研究、評估者，進一步納入「蒐集清單」，其餘物質則保留於「初步蒐集清單」中。

三、「觀察清單」

「蒐集清單」中的物質則區分為化學性指標物質與生物性指標物質，針對該物質對健康的影響(Health effect)以及存在情形(Occurrence)制定不同的篩選評估原則（評分原則見），根據篩選評估原則進行每項物質的風險評分，並提供給參與學者專家諮詢會議的委員們進行最終篩選，評估將風險高的物質納入「觀察清單」，未入選進入「觀察清單」之物質則保留於「蒐集清單」中。

四、「候選清單」

「觀察清單」之物質確認後，需進行至少 1 年淨水場清水的檢測調查，評估這

些物質在台灣飲用水中存在的風險、是否有合適的檢測方法及經濟可行的淨水處理程序，並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：

- (一) 污染物可能對人體健康有不利的影響。
- (二) 污染物已知會或有實質可能性會存在於公共供水系統，且其存在的頻率和強度有影響公共健康的疑慮。
- (三) 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。

經學者專家諮詢會議的委員們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。

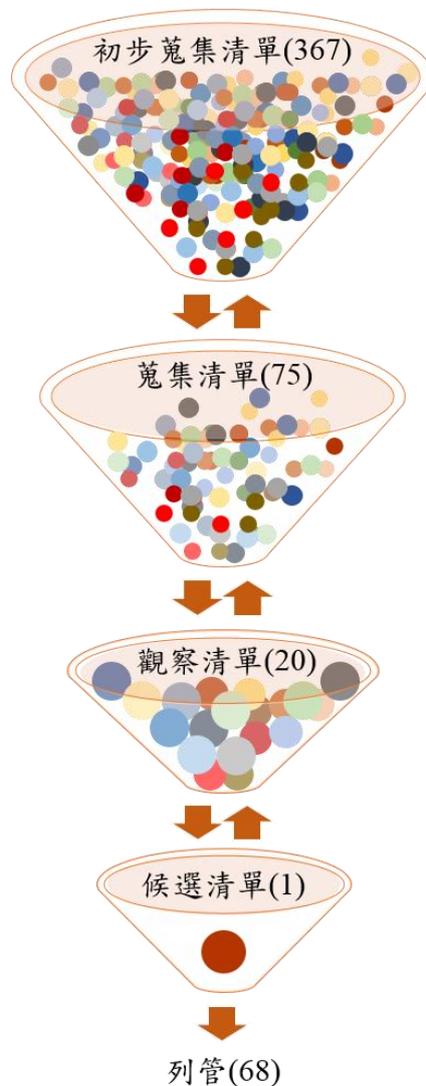


圖 3.1-1 篩選作業示意圖

3.1.1 初步蒐集清單更新

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)」(附錄一)，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項目，而我國飲用水水質標準尚未列管之項目納入「初步蒐集清單」。

- 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(本計畫納入南韓及新加坡)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。

環保署計畫每年就上述資料來源更新「初步蒐集清單」物質。一般而言各國飲用水相關法規的更新頻率不高，去年底至今年底僅有紐西蘭及新加坡之飲用水標準有更新。

紐西蘭於 2018 年 12 月更新飲用水標準，在更新版本中並未新增管制項目或關注項目。新加坡則於今年 3 月更新飲用水水質標準，新增了 12 項標準(表 3.1-1)，新增之項目均已列於我國初步蒐集清單(9 項)或蒐集清單(2 項)或觀察清單中(1 項)。

此外環保署每年會就我國飲用水水質標準未列管的新興污染物挑選 6-8 項物質優先進行評估。本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，優先進行評估，經專家會議討論後選定鈇、鎢、鋇、鋰、銻、鈦進行調查評估，相關資訊列於 3.1.1 節。此六項金屬中，鈇已列於初步蒐集清單中、鈦已列於蒐集清單中，故將另外四項重金屬鎢、鋇、鋰、銻納入初步蒐集清單，現階段我國初步蒐集清單共包含 371 項物質(表 3.1-2)。

表 3.1-1 新加坡飲用水水質標準新增項目及管制值

項目(英文)	CAS 編號	管制值 (mg/l)	我國管理現況
草脫淨 (Atrazine and its chloro-s-triazine metabolites)	1912-24-9	0.1	初蒐清單物質
本達隆 (Bentazone)	25057-89-0	0.5	初蒐清單物質
三聚氰酸 (Cyanuric acid)	108-80-5	40	初蒐清單物質
二氯松 (Dichlorvos)	62-73-7	0.02	初蒐清單物質
大克蟎 (Dicofol)	115-32-2	0.01	初蒐清單物質
敵草快 (Diquat)	231-36-7	0.03	初蒐清單物質
嘉磷塞 (Glyphosate and aminomethylprophoric acid, AMPA)	1071-83-6	0.9	蒐集清單物質
草脫淨代謝物 (Hydroxyatrazine)	2163-68-0	0.2	初蒐清單物質
馬拉松 (Malathion)	121-75-5	0.9	蒐集清單物質
N-亞硝二甲胺 (N-Nitrosodimethylamine, NDMA)	62-75-9	0.0001	觀察清單物質
過氯酸鹽 (Perchlorate)	87081-35-4	0.07	初蒐清單物質
二氯異氰尿酸鈉 (Sodium dichloroisocyanurate)	2893-78-9	50 40 (as cyanuric acid)	初蒐清單物質

表 3.1-2 108 年初步蒐集清單 371 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、產氣莢膜梭菌、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	100	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、全氟壬酸、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、二氫基錫
	醫療保健藥品	13	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
	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)-咪喃酮(MX)、N-亞硝基二丙胺、一氯乙酸、三氯甲烷/氯仿、三溴甲烷、溴二氯甲烷、二溴氯甲烷

表 3.1-2 108 年初步蒐集清單 371 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、噁節因、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)(MCP)P、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、氯化氫
	重金屬	11	碘、矽、鈉、鈉、鈣、鎂、六價鉻、鎢、鋇、鋰、鈷
	消毒藥劑及消毒副產物	6	氯酸/氯酸鹽、高氯酸/高氯酸鹽、二氧化氯、氯胺(一氯胺, 二氯胺, 三氯胺)、氯酮類、臭氧

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

3.1.2 蒐集清單物質之更新

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」從初步蒐集清單物質中，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，扣除 13 項（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管制之物質，更新為第二版蒐集清單（含 71 項物質）（表 3.1-3）。

表 3.1-3 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、萘普芬/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	鎳、鈦、碲、鉍
	放射性物質	-	5	銻、鈾、錒、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。

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），其中托福松已被列在第二版蒐集清單中，剩餘 7 項因經該計畫調查評估，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。「104 年蒐集清單」還納入了經「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(2/3)」計畫調查評估的 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），共計 84 項物質。

2016 年「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(3/3)」計畫調查評估鈹、硼、鈷、全氟辛烷酸、全氟辛烷磺酸、嘉磷塞、大腸桿菌、糞便性大腸桿菌群等八項物質，其中全氟辛烷酸、全氟辛烷磺酸、大腸桿菌、糞便性大腸桿菌群等四項物質已屬 104 年之蒐集清單物質，另四項物質（鈹、硼、鈷、嘉磷塞）則為初步蒐集清單物質，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「105 年蒐集清單」中刪除「104 年蒐集清單」中包含之 4 項放射性物質（鈾、銻、鈳、鉍），因此「105 年蒐集清單」維持 84 項物質。

2017 年「106 年飲用水新興污染物研究與水質管理」計畫調查評估馬拉松、歐殺滅、愛殺松、N-亞硝二甲胺(NDMA)、N-亞硝二乙胺(NDEA)、N-亞硝基吡咯烷(NPYR)，並納入「106 年蒐集清單」，共計 90 項物質。

過去我國「飲用水列管項目之篩選作業」以「子集」的概念建構初步蒐集清單／蒐集清單／觀察清單／候選清單（如圖 3.1-2），即初步蒐集清單項目中亦包含蒐集清單項目、觀察清單項目、候選清單項目，而蒐集清單項目則包含觀察清單項目及候選清單項目，以此類推。2018 年「107 年飲用水新興污染物研究與水質管理」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 3.1-1），即初步蒐集清單項目經評估

納入蒐集清單後，即從初步清單中排除，故一個污染物只會出現在初步蒐集清單、蒐集清單、觀察清單、候選清單的其中一個清單中。經調整後「106 年蒐集清單」原有 90 項物質，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（吡喹美辛、磺胺甲噁唑、磺胺嘧啶、氟甲喹、克拉黴素、雙氯芬酸），「107 年蒐集清單」有 75 項物質。

本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（鈇、鎢、鋇、鋰、鉀、鈦），優先進行評估（詳見 3.2 節）。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（表 3.1-4），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。蒐集清單項目歷年調整情況彙整於表 3.1-5。

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，本計畫更新 5 年內環保署、水利署及自來水事業針對蒐集清單物質於淨水場原水、清水等之檢測結果於表 3.1-6，環境流布結果列於表 3.1-7，參考資料來源列於表 3.1-8。

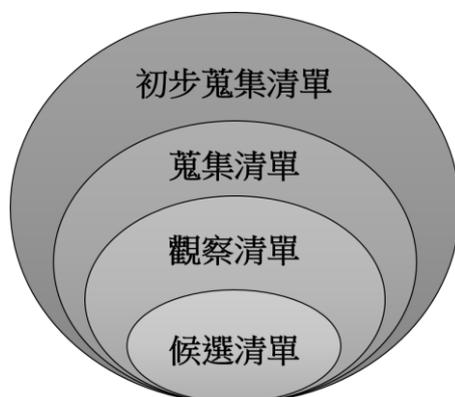


圖 3.1-2 子集概念圖

表 3.1-4 108 年蒐集清單物質 (76 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	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、丙二醇甲醚醋酸酯、己二酸二辛酯(or 己二酸雙-2-乙基己酯)、丙烷、正己烷、正庚烷、異丙醇、丙酮、丁酮、丁苯、乙醇胺、丁基酚、辛基酚、甲醇、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
		難分解物質	3	1,2-二氯丙烷、壬基酚聚乙氧基醇、鄰苯二甲酸二辛酯
		慢毒性物質	1	鄰苯二甲酸丁苯甲酯
		疑似毒化物	1	甲基異丁酮
	消毒藥劑及消毒副產物	急毒性物質	1	N-亞硝基吡咯烷
	農藥	—	15	陶斯松、大滅松、福瑞松、托福松、加保利、賽滅寧、芬殺松、百滅寧、賓克隆、甲基多保淨、固殺草、嘉磷塞、馬拉松、歐殺滅、愛殺松
醫療保健藥品	—	23	異丁苯丙酸、乙醯氨基酚、凱妥布洛芬/苯酮苯丙酸、萘普生/甲氧鈉丙酸、苯氧苯丙酸、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、吡喹啉、磺胺甲噁唑、磺胺噻唑、氟甲喹、克拉黴素、雙氯芬酸	
無機化合物	重金屬	—	4	鈦、鉍、鈷、鋰

備註：1. 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。

表 3.1-5 蒐集清單項目歷年調整情況

第一版 (101 年)	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」從初步蒐集清單物質中，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，共 84 項。
第二版 (103 年)	扣除 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），共 71 項（表 3.1-3）。
第三版 (104 年)	新增 13 項（加保利、賽滅寧、芬殺松、百滅寧、賓克隆、甲基多保淨、固殺草、1,2-二溴乙烷、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），共 84 項。
105 年	新增 4 項（鉍、硼、鈷、嘉磷塞），刪除 4 項放射性物質（鈾、銻、鈹、鉑），共 84 項。
106 年	新增 6 項（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），共 90 項。
107 年	排除已納入觀察清單、候選清單的 21 項物質，並新增 6 項（吡喹啉、磺胺甲噁唑、磺胺噻唑、氟甲喹、克拉黴素、雙氯芬酸），共 75 項。
108 年	新增 1 項：鋰，共 76 項。

表 3.1-6 蒐集清單項目 103-107 年之淨水場水質資料彙整

編號	項目		水場水質數據						採樣年份	WHO 指引值 (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	鄰苯二甲酸丁酯苯甲酯	Diisobutyl phthalate (BBP)	191	ND~<0.005	2097	ND~0.00164	99	ND~0.00164	103-107 年	未建議
2	1,2,3-三氯丙烷	1,2,3-Trichloropropane	59	ND	1678	ND	58	ND	103-107 年	未建議
3	1,2-二溴-3-氯丙烷	1,2-Dibromo-3-chloropropane	59	ND	1678	ND~0.0009	58	ND	103-107 年	0.001
4	托福松	Terbufos	35	ND	1332	ND~<0.00135	4	ND	103-107 年	未建議
5	賽滅寧	cypermethrin	18	ND	86	ND	-	-	103、107 年	未建議
6	甲基多保淨	thiophanate-methyl	18	ND	186	ND~0.056	9	<0.056	103、105-107 年	未建議
7	鈹	Beryllium	18	ND~0.92	18	ND	-	-	103-107 年	未建議
8	鈷	Cobalt	18	0.00001~0.01693	18	0.00001~0.0001	-	-	105 年	未建議
9	鄰苯二甲酸二辛酯	Diocetyl Phthalate (DOP)	191	ND~<0.005	2097	ND~0.00742	100	ND~0.00177	103-107 年	未建議
10	N-亞硝基吡咯烷	N-nitrosopyrrolidine, NPYR	18	ND	119	ND~0.00000658	-	-	106-107 年	未建議
11	二乙基間甲苯胺	DEET	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
12	加保利	carbaryl	18	ND	118	ND	-	-	103、107 年	未建議
13	百滅寧	permethrin	18	ND	18	ND	-	-	103 年	未建議
14	嘉磷塞	Glyphosate	18	ND	18	ND	-	-	105 年	未建議
15	1,1,2-三氯乙烷	1,1,2-Trichloroethane	59	ND	1578	ND~0.00116	58	ND	103-106 年	未建議
16	六氯苯	Hexachlorobenzene	21	ND	227	ND	60	ND	104-107 年	未建議
17	六氯環戊二烯	Hexachlorocyclopentadiene	21	ND	127	ND	12	ND~<0.00044	104-106 年	未建議
18	愛殺松	Ethion	18	ND	118	ND~0.00077	-	-	106-107 年	未建議
19	馬拉松/馬拉硫磷	Malathion / Maldison	30	ND	18	ND	-	-	106 年	未建議
20	1,2-二氯丙烷	1,2-Dichloropropane	38	ND	1761	ND~0.00126	161	ND	103-107 年	0.04
21	陶斯松	Chlorpyrifos	43	ND~<0.0024	1374	ND~0.00126	4	ND	103-107 年	0.03
22	大滅松	Dimethoate	1307	ND~<0.0024	1274	ND~<0.0024	4	ND	103-106 年	0.006
23	福瑞松	Phorate	35	ND~<0.0024	4	ND	4	ND	103-106 年	未建議
24	乙醯氨基酚 (俗稱:普拿疼)	Acetaminophen	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
25	歐殺滅	Oxamyl / Vydate	18	ND	18	ND	-	-	106 年	未建議

表 3.1-6 蒐集清單項目 103-107 年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	WHO 指引值 (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		
26	芬殺松	fenthion	18	ND	118	ND	41	ND	103、105-106 年	未建議
27	賓克隆	pencycuron	18	ND	18	ND	-	-	103 年	未建議
28	固殺草	glufosinate	18	ND	118	ND~0.00179	41	ND	103、105-107 年	未建議
29	鈦	Titanium	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
30	辛基酚	Octylphenol	22	N~0.00002	22	ND~0.00001	-	-	103 年	未建議
31	異丁苯丙酸 (俗稱:布洛芬)	Ibuprofen	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
32	凱妥布洛芬/苯酮苯丙酸	Ketoprofen	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
33	萘普芬/ 甲氧鈉丙酸	Naproxen	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
34	苯氧苯丙酸 (俗稱: 非諾洛芬)	Fenoprofen	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
35	胺基比林	Aminopyrine	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
36	非那雄胺	Finasteride	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
37	羥苯甲酮	Oxybenzone	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
38	四環黴素	Tetracycline	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
39	羥四環黴素	Oxytetracycline	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
40	氯四環黴素	Chlorotetracycline	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
41	吲哚美辛	indomethacin	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
42	雙氯芬酸	diclofenac	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
43	磺胺甲噁唑	sulfamethoxazole	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
44	克拉黴素	clarithromycin	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
45	磺胺噻唑	sulfathiazole	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
46	氟甲喹	flumequine	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
47	糞便性大腸桿菌群	Fecal coliform	573	<1~44000	455	<1	386	<1~7	103-106 年	不可檢出
48	大腸桿菌	Escherichia coli (E. coli)	322	<1~12000	333	<1	486	<1~4	103-106 年	不可檢出
49	隱孢子蟲	Cryptosporidium	240	0-16	254	0	-	-	103-106 年	未建議
50	梨形鞭毛蟲	Giardia	240	0-280	279	0	-	-	103-106 年	未建議

表 3.1-6 蒐集清單項目 103-107 年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	WHO 指引值 (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		
51	正己烷	hexane	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
52	正庚烷	Heptane	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
53	甲醇	Methanol	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
54	異丙醇	Isopropyl	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
55	丙酮	Acetone	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
56	丁酮	4-butylphenol	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
57	壬基酚聚乙氧基醇	Nonylphenol ethoxylate alcohol	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
58	氫氧化四甲基胺	Tetramethyl Ammonium Hydroxide	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
59	丙二醇甲醚	Propylene glycol 1-methyl ether	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
60	丙二醇甲醚醋酸酯	Propylene glycol monomethyl ether acetate	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
61	丙烷	Propane	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
62	二苯甲酮	Benzophenone	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
63	對羥基苯甲酸甲酯	Methyl paraben	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
64	對羥基苯甲酸乙酯	Ethyl paraben	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
65	對羥基苯甲酸丙酯	Propyl paraben	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
66	對羥基苯甲酸丁酯	Butyl paraben	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
67	甲基異丁酮	Methyl isobutyl ketone	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
68	二甲基氧化硫	Dimethyl sulfoxide	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
69	乙醇胺	Ethanolamine	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
70	N-甲基-2-吡咯烷酮	N-Methylpyrrolidone	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
71	乳酸乙酯	Ethyl lactate	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
72	乙酸正丁酯	n-Butyl Acetate	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
73	己二酸二辛酯	Di(2-ethylhexyl)adipate	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
74	丁基酚	p-tert-Butylphenol	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議
75	丁苯	Butylbenzene	38	ND	1557	ND	58	ND	103-106 年	未建議

表 3.1-6 蒐集清單項目 103-107 年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	WHO 指引值 (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		
76	鋰	Lithium	-	-	-	-	-	-	無資料	未建議

表 3.1-7 蒐集清單項目 103-107 年之環境水質資料彙整

編號	項目		水質數據					採樣年份	WHO 指引值 (mg/l)
	中文	英文	底泥		水體				
			樣本數	數值 (mg/kg)	樣本數	數值(mg/l)	類別		
1	鄰苯二甲酸丁酯苯甲酯	Diisobutyl phthalate (BBP)	60	ND~1	3	ND	圳	103-104 年	未建議
2	鄰苯二甲酸二辛酯	Dioctyl Phthalate (DOP)	60	ND~0.07	-	-	-	103 年	未建議
3	四環黴素	Tetracycline	-	-	3	ND	圳	104	未建議
4	羥四環黴素	Oxytetracycline	-	-	3	ND	圳	104	未建議
5	氯四環黴素	Chlorotetracycline	-	-	3	ND	圳	104	未建議
6	磺胺甲噁唑	sulfamethoxazole	-	-	3	ND	圳	104	未建議
7	磺胺噻唑	sulfathiazole	-	-	3	ND	圳	104	未建議

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(第一年度-第二年度)
2. 104 年度微萃取技術開發 (3/4) – 水中內分泌干擾物、抗生素及化妝品化合物檢測方法建立

表 3.1-8 新興污染物於淨水場及環境流布參考資料

1	行政院環境保護署 102-105 年度飲用水水質標準中較難檢驗項目抽驗計畫
2	行政院環境保護署一〇二年度土壤底泥中農藥、多環芳香烴、酚類、塑化劑、有機錫調查計畫 1/2
3	行政院環境保護署 102-103 年度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
4	行政院環境保護署一〇三年度 103-104 年度毒性化學物質環境流布背景調查計畫
5	臺北翡翠水庫管理局一〇二年度飲用水水質標準候選列管項目之調查與因應研擬-總結報告
6	經濟部水利署 102-103 年度公共給水系統新興污染物監控與處理技術提升研究(1/2) (2/2)
7	飲用水水質標準未列管之農藥檢驗計畫-第一年-第二年
8	飲用水水源及水質標準項目之調查及評估-第一年-第三年
9	行政院環境保護署 106-107 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫
10	行政院環境保護署水中超微量有機物檢測技術建立研究 (1/2-2/2)
11	行政院環境保護署 水中醫藥類及其代謝之殘留化學物質之檢測技術建立研究(3/4-3/3)
12	臺北自來水事業處自主檢測資料
13	台灣自來水公司自主檢測資料
14	環檢所檢測統計

3.1.3 觀察清單物質篩選機制

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。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：

參考劑量(RfD)→無觀察危害反應劑量(NOEL)→最低觀察危害反應劑量(LOEL)→最小中毒量(TDL0- RTECS)→半致死劑量(LD50)

並參照健康危害潛勢分數換算表格(表 3.1-9)予以評分。

健康危害嚴重性(Severity)參數是根據污染物對健康造成症狀嚴重程度給予 1 到 9 的量化分數(表 3.1-10)。污染物出現普遍性及濃度則依表 3.1-11 量化。

表 3.1-9 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

(翻譯修正自 Final Contaminant Candidate List 3 Chemicals: Classification of the PCCL to CCL, US EPA 2009)

表 3.1-10 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	7	影響發育或繁殖導致主要機能障礙	影響腎臟
		腸胃失調			影響感官及神經系統
		過敏			增殖
		生物化學轉變			影響心臟
		影響血液			其他影響
		影響膽鹼酯			影響生殖器官
		荷爾蒙轉變			母體遺傳毒性
		細胞空泡化			影響繁殖力
4	細胞/生理轉變導致失調(風險因素或先驅影響)	附加影響	8	腫瘤或失調可能導致死亡	抑制生長
		影響血液			降低後代發育能力
		影響免疫力			影響生長
		影響肝臟			癌症
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			
		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			

(翻譯修正自 Final Contaminant Candidate List 3 Chemicals: Classification of the PCCL to CCL, US EPA 2009)

表 3.1-11 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

(翻譯修正自 Final Contaminant Candidate List 3 Chemicals: Classification of the PCCL to CCL, US EPA 2009)

四項參數之分數參考美國環保署建立之線性模式(如下式),計算屬性分數:

$$Y = -1.671 + 0.241 \times \text{健康危害潛勢} + 0.217 \times \text{健康危害嚴重性} + 0.116 \times \text{污染物出現普遍性} + 0.170 \times \text{污染物出現濃度}$$

當屬性分數 Y 值小於 1.5 其分類為「不應納入(NL)」,1.5-2.5 間則為「考慮不納入(NL?)」,2.5-3.5 間則為「考慮納入(L?)」,而 Y 值在 3.5 以上則屬於「應納入(L)」的範疇。

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(表 3.1-12),並將四項參數平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、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯及鎂等 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鎂以外的 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影響飲用水安全之疑慮。

105 年「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(3/3)」計畫依上述做法自蒐集清單中篩選出 1,2-二溴乙烷、雙酚 A、鉍及碲等 4 項物質,納入觀察清單。106 年則篩選出硼、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(詳見 3.1.5 節)。今年度觀察清單未有新增項目,目前觀察清單維持 20 項物質(表 3.1-13)。

表 3.1-12 第二版蒐集清單物質四項參數評分表

	健康危害 潛勢	健康危害 嚴重性	污染物出現 普遍性	污染物出現 濃度
微囊藻毒 MicrocystinLR	9	3	10	4
氯苯 Chlorobenzene	5	6	9	6
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)	5	3	9	7
甲醛 Formaldehyde	4	6	10	8
壬基酚 Nonylphenol	4	7	10	6
鎘 Germanium	6	6	10	3
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)	3	1	10	5
鎂 Gallium	0	4	10	3
苯乙烯 Styrene	4	6	9	6
乙苯 Ethylbenzene	4	6	3	5
1,1-二氯乙烷	4	8	4	6
碲 Tellurium	4	7	9	3
鈦 Titanium	0	8	10	6
鉍 Thallium	4	3	10	2
雙酚 A BisphenolA	4	3	10	4
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)	4	7	1	6
1,2-二氯丙烷	4	6	1	6
陶斯松 Chlorpyrifos	7	5	1	4
福瑞松 Phorate	6	6	1	4
托福松 Terbufos	7	3	1	5
大滅松 Dimethoate	6	5	1	5
鄰苯二甲酸丁酯苯甲酯(BBP)	0	1	10	5

表 3.1-13 107 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、鎘、鎂、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

*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。

表 3.1-14 觀察清單物質於國際上管制情形

項目 (單位: mg/L)	WHO [#]	美國	歐盟	澳洲 [#]	加拿大	日本	紐西蘭	新加坡	南韓
氯苯 Chlorobenzene	—	0.1	—	0.3 0.01*	0.08 0.03*	—	0.01	—	—
苯乙烯 Styrene (Phenylethene)	0.02	0.1	—	0.03 0.004*	—	0.02 [#]	0.004	0.02	—
乙苯 Ethylbenzene	0.3	0.7	—	0.3 0.003*	0.14 0.0016*	—	0.3	0.3	0.3
1,1-二氯乙烷 1,1-Dichloroethane	—	0.00614 [#] (CCL4-HRL)	—	—	—	—	—	—	—
雙酚 A Bisphenol A	—	—	—	—	—	0.1 [#]	—	—	—
微囊藻毒 LR 型 Microcystin- LR	0.001	0.000021 [#] (CCL4-HRL)	—	0.0013	0.0015	0.0008 [#]	0.001 [@]	0.001	0.001 [#]
壬基酚 Nonylphenol	—	0.105 [#] (CCL4-HRL)	—	—	—	0.3 [#]	—	—	—
甲醛 Formaldehyde (Methanal)	NA	1.4 [#] (CCL4-HRL)	—	0.5	—	0.08	—	—	0.5
鄰苯二甲酸二甲酯 Dimethyl phthalate	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鉍 Thallium	—	0.002	—	—	—	—	—	—	—
鄰苯二甲酸二丁酯 Dibutyl phthalate	—	—	—	—	—	0.01 [#]	—	—	—

[#]指引值或非法律強制性建議值

*適飲性考量

[@]總微囊藻毒

表 2.7-2 觀察清單物質於國際上管制情形 (續)

項目 (單位: mg/L)	WHO [#]	美國	歐盟	澳洲 [#]	加拿大	日本	紐西蘭	新加坡	南韓
1,2-二溴乙烷 1,2-Dibromoethane (Ethylene dibromide)	0.0004	0.00005	—	—	—	—	0.0004	0.0004	—
碲 Tellurium	—	0.175 [#] (CCL4-HRL)	—	—	—	—	—	—	—
硼 Boron	2.4	—	1	4	5	1	1.4	2.4	1
N-亞硝二甲胺 N-nitrosodimethylamine	0.0001	0.00000069 [#] (CCL4-HRL)	—	0.0001	0.00004	0.0001 [#]	—	—	—
N-亞硝二乙胺 N-nitrosodiethylamine	—	0.0000002 [#] (CCL4-HRL)	—	—	—	—	—	—	—
PFOA Perfluorooctanoic acid	—	0.0011 [#] (CCL4-HRL)	—	—	—	—	—	—	—
PFOS Perfluorooctane sulfonate	—	0.0002 [#] (CCL4-HRL)	—	—	—	—	—	—	—
鍺 Germanium	—	0.000744 [#] (CCL4-HRL)	—	—	—	—	—	—	—
鎵 Gallium	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[#]指引值或非法律強制性建議值

*適飲性考量

3.1.4 觀察清單物質歷年檢測統計

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，並計算大於 0.01 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.1-15）。已有足夠數據顯示氯苯於我國淨水場無顯著風險，建議可減少監測頻率，並自觀察清單中移除。

表 3.1-15 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	5	(<0.00025)	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，並計算大於 0.004 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.1-16）。已有足夠數據顯示苯乙烯於我國淨水場無顯著風險，建議可減少監測頻率，並自觀察清單中移除。

表 3.1-16 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	31	(<0.00047)	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，並計算大於 0.0016 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.1-17）。已有足夠數據顯示乙苯於我國淨水場無顯著風險，建議可減少監測頻率，並自觀察清單中移除。

表 3.1-17 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	35	(<0.001)	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，並計算大於 0.00614 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.1-18）。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，建議可減少監測頻率，並自觀察清單中移除。

表 3.1-18 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	5	(<0.00029)	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，並計算大於 0.105 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.1-19）。已有足夠數據顯示壬基酚於我國淨水場無顯著風險，建議可減少監測頻率，並自觀察清單中移除。

表 3.1-19 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，本計畫彙整 97-108 年飲用水中（清水及配水）雙酚 A 檢測結果，並計算大於 0.1 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.1-20）。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，建議可減少監測頻率。

表 3.1-20 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、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 97-108 年飲用水中（清水及配水）微囊藻毒-LR 型檢測結果，並計算大於 0.0008 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.1-21）。歷年來檢測結果均小於 0.0008 mg/L，顯示微囊藻毒-LR 型於我國淨水場暫無顯著風險。考量國內本島優養化水庫葉綠素 a 濃度不高，而外島（尤其金門）的湖水藻類濃度較高，建議減少本島淨水場的監測頻率、增加外島監測頻率，持續累積本土檢測資料。

表 3.1-21 97-108 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%)

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、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 97-108 年飲用水中（清水及配水）甲醛檢測結果，並計算大於 0.08 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.1-22）。歷年來檢測結果均小於 0.08 mg/L，顯示甲醛於我國淨水場無顯著風險，然而因 105 年以前檢測樣品數並不多，建議持續監測，累積本土檢測資料，以有效評估甲醛於我國淨水場中之健康風險。

表 3.1-22 97-108 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	17	0.00968	0 (0%)
104	20	0.00658	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%)

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、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。

本計畫彙整近 97-108 年飲用水中(清水及配水)鄰苯二甲酸二甲酯檢測結果，並計算大於 0.55 mg/L 的樣品數及發生率(表 3.1-23)。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，建議可減少監測頻率。

表 3.1-23 97-108 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	(<0.00085)	0 (0%)
108	400	(<0.00095)	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 97-108 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 3.1-24）。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 3.1-24 97-108 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	380	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%)

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 97-108 年飲用水中（清水及配水）鄰苯二甲酸二丁酯檢測結果，並計算大於日本指引值 0.01 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.1-25）。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 3.1-25 97-108 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%)

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 97-108 年飲用水中（清水及配水）1,2-二溴乙烷檢測結果，並計算大於 0.00005 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.1-26），自 102 年起，連續 5 年每年至少有超過 200 筆檢測數據，然而過去檢測極限均高於國際最低管制值 0.00005 mg/L，建議檢視檢測方法降低偵測極限並持續監測，以有效了解 1,2-二溴乙烷於我國淨水場的健康風險。

表 3.1-26 97-108 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)	—

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、碇

目前國際上並未有國家管制飲用水中的碇，或制定飲用水中的指引值，美國將碇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 97-108 年飲用水中(清水及配水)碇檢測結果，並計算大於 0.175 mg/L 的樣品數及發生率(表 3.1-27)。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，以有效評估碇於我國淨水場中之健康風險。

表 3.1-27 97-108 年飲用水中碇檢測結果

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%)

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 97-108 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 3.1-28)。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 3.1-28 97-108 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%)

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 97-108 年飲用水中（清水及配水）N-亞硝二甲胺檢測結果，並計算大於 0.00004 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.1-29）。自 104 年起才有 N-亞硝二甲胺之檢測數據，且 104 年及 105 年之偵測極限高於 0.00004 mg/L，106 年起之偵測極限則均低於 0.00004 mg/L，累積近 300 筆數據，檢測結果都遠小於 0.00004 mg/L，顯示 N-亞硝二甲胺於我國淨水場暫無顯著風險，然而仍建議持續監測，累積本土水質資料，以有效評估 N-亞硝二甲胺於我國淨水場中之健康風險。

表 3.1-29 97-108 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%)

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 97-108 年飲用水中（清水及配水）N-亞硝二乙胺檢測結果，並計算大於 0.0000002 mg/L 的樣品數及發生率（表 3.1-30）。近幾年雖有幾筆檢測高於健康參考水準(HRL) 0.0000002 mg/L，然健康參考水準為較嚴謹之評估指標，故建議持續監測，累積本土水質資料，以有效評估 N-亞硝二乙胺於我國淨水場中之健康風險。

表 3.1-30 97-108 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 %)

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 97-108 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 3.1-31）。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 3.1-31 97-108 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%)

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 97-108 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 3.1-32）。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 3.1-32 97-108 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%)

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 97-108 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 3.1-33）。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 3.1-33 97-108 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%)

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 97-108 年飲用水中（清水及配水）鎘檢測結果（表 3.1-34）。自 100 年起，均有檢測數據，檢測結果最大值為 0.0001 mg/L，然目前沒有國際管制值或指引值，亦無可靠毒理資料可供計算健康參考水準，以評估健康風險，建議持續監測。

表 3.1-34 97-108 年飲用水中鎘檢測結果

年份	檢測樣品數	檢出最大值
100	380	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

註：單位: mg/L，檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

3.1.5 觀察清單物質後續監測建議

根據觀察清單物質本土淨水場監測數據分析結果，本計畫建議：

一、氯苯、苯乙烯、乙苯、1,1-二氯乙烷、壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯等七項物質，監測資料充足且結果顯示其於我國淨水場中暫無顯著風險者，建議可減少監測頻率。

二、鄰苯二甲酸二丁酯，考量近年有少數樣品超過國際最低管制值，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。

三、全氟辛烷磺酸、全氟辛烷酸、鎘、砷、硼、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、鉍、甲醛、鎘等十項物質，本土歷史監測數據有限，建議規劃監測計畫累積本土水質資料，以有效評估這些物質於我國淨水場中之健康風險。

四、1,2-二溴乙烷自 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。

五、微囊藻毒-LR 型之監測結果顯示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。

3.1.6 候選清單物質

環保署執行「106年飲用水新興污染物質研究與水質管理」計劃，彙整我國97-106年飲用水中鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯的檢測資料。我國環保署及自來水事業自97年開始監測飲用水中鄰苯二甲酸二(2-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，103年起更增加檢測樣品數，檢出濃度大於美國管制值發生率介於0.25%-1.7%，最大檢出濃度為0.0124 mg/l，小於日本飲用水水質目標值0.008 mg/L，考量鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯於我國飲用水中發生的情況，「106年飲用水新興污染物質研究與水質管理」計劃於該年度第二次專家會議建議將其納入候選清單中，進一步評估列入飲用水水質標準的必要性，經與會專家同意，決議將鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯納入候選清單。

考量本年度針對鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯規劃之400處次淨水場清水/配水樣品抽驗結果均未檢出，建議將鄰苯二甲酸二(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 3.1-34 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	ND	0	健康參考水準: 0.006 mg/L 美國飲用水標準: 0.006 mg/L WHO 飲用水指引值: 0.008 mg/L 中國飲用水目標值: 0.008 mg/L 新加坡飲用水標準: 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	152	0.00057	0	
103	321	0.0124	0.6% (2 個樣品)	
104	271	0.00898	1.5% (4 個樣品)	
105	355	0.0111	1.7% (6 個樣品)	
106	893	0.017	0.3% (3 個樣品)	
107	400	0.011	0.25% (1 個樣品)	
108	400	(<0.00171) ^a	0	

^a 檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

^b 單位: mg/L

3.2 初步蒐集清單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。本計畫將自初步蒐集清單中篩選六項新興污染物質進行評估，篩選考量原則主要為四大項：

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

依據以上原則進行評估，提供參與學者專家諮詢會議的委員會們進行最終篩選，決定本計畫之 6 項飲用水水質未列管污染物評估項目。且依評選須知，本計畫執行期間應針對北、中、南地區或離島選擇至少 3 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。

環保署於 106 年修正事業、污水下水道系統及建築物污水處理設施之放流水標準，108 年則增訂海水淡化廠及蒸汽供應業放流水水質項目及限值，因此事業（如晶圓製造及半導體製造業，光電材料及元件製造業、石油化學業、金屬基本工業、電鍍業和印刷電路板製造業等事業）、污水下水道系統（如科學工業園區專用污水下水道系統、石油化學專業區專用污水下水道系統等）之放流水，經處理後符合管制標準，即可排入承受水體，然而排入的承受水體若屬流量較小之灌排渠道或其他水路，因重金屬具累積性，恐導致灌溉作物和農地受到重金屬污染，故本年度規劃評估高科技業常用之重金屬。

3.2.1 優先評估物質篩選背景

高科技產業所衍生之新興污染物

新竹科學園區成立自民國 69 年 12 月 15 日，地跨新竹縣、市兩個行政區，並積極規劃推動朝周邊擴充，如竹南科學園區、龍潭科學園區、銅鑼科學園區、宜蘭科學園區及生物醫學科學園區等。科學園區內之事業可分為六大產業，包括積體電路、光電產業、電腦及周邊、通訊產業、精密機械及生物技術產業等六大類。且繼新竹科學園區成功經驗後，政府比照竹科模式，積極規劃推動如南部科學園區、中部科學園區等其他科學園區。隨著各園區發展與產能增加，各產業所使用的化學原料、毒性化學物質與有機溶劑等數量與化學藥劑種類皆與傳統產業有所差異，且高科技產業因其快速發展的產業特性，製程壽命多數較其他產業短暫，必須持續調整甚至改變製程以維持競爭力，因此所使用的原料及化學品等亦隨之變化，這些化學藥劑之新興污染物可能經由空氣或製程廢污水排放至環境中。

高科技產業潛在排放之污染物

高科技產業之六大產業中的積體電路、部分的通訊產業及光電產業均屬於類半導體製程，一般認為污染潛勢較大的製程，光電產業中，發光二極體（LED）、薄膜電晶體液晶顯示面板（TFT-LCD）兩類亦是污染潛勢相當大的產業。電腦周邊、精密機械產業等因製程較單純，使用的化學原料也較少，一般認為污染潛勢較小。由於生產製程多樣化，且使用之化學物質種類亦相當多，致使高科技產業排放之污染物呈現量少但種類繁多的特性。在半導體產業中，以積體電路產業產生之污染較多，其次為光電產業。而半導體製程中以黃光製程、封裝製程為主要揮發性有機污染物來源。其 VOCs 的來源除製程使用的光阻劑、去光阻劑、顯影劑外，主要為清洗過程使用的異丙醇、丙酮、乙酸丁酯、甲苯、二甲苯、含氯有機物等溶劑。而光電業之 LED 和 LCD 製造業與半導體製造業製造程序類似，其主要之空氣污染物為有機廢氣和無機廢氣。製程中之有機廢氣主要產生源為顯影製程使用的光

阻劑、去光阻劑、顯影劑，以及基板清洗過程使用的異丙醇、丙酮等(工業局,2006)。

新竹科學園區積體電路廠及光電廠製程所使用化學品及氣體如表 3.2-1 所示。

在光電產業製程中通常包括四項重要之製程步驟，包括：(1)三五族及二六族金屬晶圓之製作；(2)積體電路的設計；(3)於晶圓上製成積體電路或晶片；(4)組裝流程。光電業製造過程會產生高濃度有機物，包括微影製程所使用的光阻劑與顯影劑、去除光阻時所使用的去光阻劑、清洗時所使用的酸鹼與有機溶劑等，

表 3.2-1 科學工業園區積體電路及光電製程之化學品及氣體

產業別	製程	主要空氣污染物
積體電路 產業	矽晶圓清洗	氫氟酸、氟化銨
	化學氣相沉積 及金屬鍍膜	三氟化氮、三氯化硼、六氟化鎢、硫酸銅
	光罩	顯影液
	微影	光阻液
	封裝製造	酸鹼廢氣(電鍍區)、錫燻煙(浸錫區)、有機溶劑蒸氣(三氯乙烷、丙烷)、酸氣(清洗過程)
	顯影	顯影液、碳酸鈉
	濕蝕刻	氫氟酸、硝酸、磷酸、硫酸、蝕刻液
	離子蝕刻	砷化氫、三氟化氮、三氟甲烷、四氟化碳、三氟化硼
	光阻剝離	二甲基亞砷、乙醇胺、N-甲基 2-四氫吡各酮、乙二醇、乙醇、胺基磺硫酸
	化學研磨	研磨液、氨水、雙氧水
	清洗	去光阻液、異丙醇、三氯乙烯、界面活性劑
光電產業	清洗	二氧化矽蝕刻液、氟化氮、氫氟酸
	微影	六氟化硫、強化光阻劑、光阻液、正型光阻劑、醋酸 酯類、顯影液
	蝕刻	氫氟酸、N-甲基 2-四氫吡各酮、氟化氮、氧化銻錫、硝酸、醋酸、磷酸、異丙醇、乙醇胺、去光阻液、氯氣、氨氣、銻錫氧化物蝕刻液、三氟化氮
	組裝	洗邊劑、光罩清洗劑、N-甲基 2-四氫吡各酮、異丙醇、界面活性劑

資料來源：產業廢水污染調查及管制措施研議計畫，2009-2011

無機物部分則包含蝕刻時所使用的酸鹼液。使用的化學物質包括有害氣體、金屬酸鹼及有機溶劑等，大部分具有毒性、腐蝕性、爆炸性、可燃性、氧化性等物理、化學特性，這些化學物質將可能直接或間接產生危害員工。以積體電路製程為例，可分為薄膜沈積、微影、蝕刻等三大步驟，與離子植入、研磨拋光、清潔等製程，而光電產業中典型的液晶顯示面板，亦具有類似製程，在各步驟與製程皆需要用到多種化學品，包含高純度氣體、有機溶劑、蝕刻清潔用各式酸鹼等。在高科技園區主要產業中，以半導體類（如積體電路產業）及光電產業兩類使用的金屬種類多，使用量亦大，包括半導體產業的濺鍍、離子植入、薄膜沈積等，皆會用到固態、氣態的金屬化合物原料，而蝕刻蝕刻、化學機械研磨等製程，則會產生含有各式金屬化合物之物質。

例如光電產業使用較多的 III、V 族金屬元素（如砷、鎵、銦等），高科技產業於製程中可能暴露之毒性金屬通常為 IIA、 IIIA、VA 及 VIB 族之金屬或類金屬元素，包括：鋁 (aluminum, Al)、鎵 (gallium, Ga)、銦 (indium, In)、砷 (arsenic, As)、銻 (antimony, Sb)、鋅 (zinc, Zn)及硒 (selenium, Se)等，且除了製程產生的金屬污染物之外，各製程機台產生的製程尾氣，則藉由乾式吸附或乾式洗滌等方式，避免具有毒性之製程尾氣直接排入大氣中，然而這些吸附劑產生之固體或液體廢棄物則以固體廢棄物、廢水或污泥的方式存在於環境中。

高科技產業潛在之污染暴露

高科技產業中使用之 IIA、 IIIA、VA 及 VIB 族金屬或類金屬元素的毒性及影響，在動物及臨床實驗已知會改變細胞功能，導致真核細胞 (eukaryotic cell) 死亡及癌細胞形成。Liao 等人 (2004) 於 1991 至 1994 年間，以北台灣某 3 家光電公司員工共分 4 個暴露組進行問卷及人體樣本採集，結果發現在領班及工程師的血中銦及尿中鎵與砷之含量均高於對照組。此外，分析結果顯示，血中與尿中之鋁、鎵、銦及銻濃度呈現顯著相關，顯示人體尿液或血液為光電產業重金屬職業暴露之

良好生物偵測指標。另外，Tanake (2004) 研究顯示，半導體產業所使用之砷化合物包括：Gallium arsenide (GaAs), indium arsenide (InAs), and aluminium gallium arsenide (AlGaAs)等，以大鼠氣管插管實驗顯示，對肺臟毒性之強度以 InAs 最強，其次為 GaAs 及 AlGaAs。實驗顯示，InAs 與 AlGaAs 尚無證明具致癌性，但其他如 GaAs 及 InP 則已證實具潛在致癌性，需特別加以重視。Huang 與 Chen 針對 3 半導體製造廠離子植入區 (ion implanter) 之 21 位工程師及 10 位程式設計師進行重金屬砷之空氣、擦拭 (wipe)、尿液採樣，結果顯示尿中砷之濃度與暴露時間成顯著相關 ($p = 0.0001$)，其中研判尿中砷之暴露來源以食入 (intake) 較吸入 (inhalation) 占重要的角色；該研究亦指出，暴露者連續時間序列的尿液樣本，為監測低濃度砷暴露的良好指標 (Hwang et al., 2000)。

奈米物質之可能潛在影響

銀離子是金屬銀失去一個以上電子形成的帶正電荷的陽離子，如 Ag^{1+} 、 Ag^{2+} 、 Ag^{3+} 等。以水溶液形式存在，銀離子具有氧化作用，常用於殺菌消毒，作為抗菌劑，具有安全性、廣效性、無耐性菌、抑菌效果顯著的優點，是一種非常理想的抗菌劑，因此銀離子抗菌劑在眾多紡織品抗菌劑中屬於效果與安全性比較高的選項。銀的殺菌效率和其表面積有很大關係。通過增加表面積，可以提高銀離子的釋放量，使其殺菌能力大增。且因奈米技術興起，用極少量的銀附著於奈米級的載體便可產生強力的殺菌作用。於是，一時間奈米銀粉劑(或稱之為載銀)成為廣泛使用之商品。含有奈米銀的消費品包括食品包裝材料，食品補充劑，紡織品，電子產品，家用電器，化妝品，醫療裝置，飲用水消毒劑和室內噴霧劑等。近年來，奈米材料對環境和人體可能帶來的的負面影響逐漸受到關注。

目前常用於化妝品製劑或防曬劑的奈米結構如二氧化鈦 (TiO_2) 或氧化鋅 (ZnO)，用於防曬劑的二氧化鈦或氧化鋅的奈米顆粒範圍多為 30-150 nm，多項研究結果顯示，這些奈米結構金屬氧化物，無論是二氧化鈦或氧化鋅皆不會穿透進

皮膚角質層內，其體外基因毒性及光毒性試驗顯示對人類健康亦無影響（Karsten Schilling, et al 2010），但奈米結構金屬氧化物進入環境水體對於生態是否經由飲用水產生潛在之健康影響，相關研究仍相當闕如，美國環保署亦持續關注奈米二氧化鈦使用於水處理中的潛在風險（USEPA, 2010）。

以中部科學園區二林基地為例，其產業發展定位為奈米科技，引進產業主要為精密機械、奈米材料、生物科技、航太產業、通訊及光電產業為主。為保護承受水體之水質，除既有放流水管制標準外，另參酌美國 TTO(總毒性有機物 Total Toxic organic, TTO)管理條例，於環評審查結論中要求放流水總毒性有機物濃度標準為 1.37 mg/l，其涵蓋項目包含 1,2-二氯苯、1,3-二氯苯、1,4-二氯苯、酚、2-乙基己基酯、丁基苯基酯、對二丁基酯、二氯甲烷、1,2-二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、氯仿、二氯溴乙烷、1,2,4-三氯苯、甲苯、乙苯、2,4,6-三氯酚、2-氯酚、2,4 二氯酚、2-硝基酚、4-硝基酚、五氯酚、1,1-二氯乙烯、四氯乙烯、三氯乙烯、蔥、萘、四氯化碳、1,2-二苯基聯銜、異伏弄等 30 項及依毒性化學物質管理法列管之毒性化學物質。

環境水體可能遭受之污染

以新竹科學園區為例，六大產業中，廢（污）水量以積體電路產業為最多，約佔總廢水量之 80%，其次為光電產業約佔 13%，廢水種類則包含酸鹼系廢水、氟系廢水、有機廢水、重金屬廢水和研磨廢水等。各科技園區根據產業別差異，廢污水比例亦有所不同，例如龍潭廠進駐廠商以光電及積體電路為主，廢（污）水量以光電產業較多，佔總廢水量之 60%，積體電路產業廢（污）水佔 40%為其次（資料來源：新竹科學工業園區網頁）。以上各產業產生的廢水含有各種藥劑及化學成分，經污水處理廠處理至符合放流水標準，即排入河川或其他環境水體。污水處理廠產生的污泥，則委託合格的污泥處理商。但污泥非法棄置新聞時有所聞，如 2014 年

之高屏溪上游之傾倒污泥事件，造成土壤、農地或集水區可能遭受重金屬及有毒化學物質污染。

針對科學園區水體環境所作的調查，地面水體依據環保署全國環境水質監測資訊網 2018 年水質監測資料顯示，客雅溪污染程度(以河川污染指數 PRI 表示)，上游中正橋測站為未受/稍受污染，鳳凰橋附近則屬輕度至中度污染，中、下游測站(客雅溪橋、香雅橋)皆屬中度至嚴重污染河段。另頭前溪則至涌雅取水口以上測站皆屬未受/稍受污染河段。

環保署於 106、108 年修正放流水標準，且考量放流水經處理後雖已符合管制標準，但排入的承受水體若屬流量較小之灌排渠道或其他水路，因重金屬具累積性，恐導致灌溉作物和農地受到重金屬污染，因此針對製程運作重金屬且排放量達一定規模之晶圓製造及半導體製造業、光電材料及元件製造業、化工業、金屬基本工業、金屬表面處理業、電鍍業、印刷電路板製造業等 7 種事業、科學工業園區、石油化學專業區和其他工業區專用污水下水道系統，加嚴鎘、鉛、總鉻、六價鉻、銅、鋅、鎳、硒和砷等 9 項重金屬之管限制值，並新增錫管制項目，依排放量規模區分管限制值；另基於部分石油化學專業區以外之工業區仍有光電材料及元件製造業廠商進駐，並新增銻、鎳和鋁之管制。

各科學園區污水處理廠之放流水，以傳統水質項目檢測為主，如 pH、水溫、生化需氧量 (BOD)、懸浮固體物 (SS)、化學需氧量 (COD)，對重金屬與揮發性有機物含量等處理放流水之生物毒性和基因毒性之評估較為缺乏。一般採樣分析結果多顯示園區污水廠放流水之急毒性甚低，重金屬項目多能符合放流水標準。且因應修正之放流水標準，9 項重金屬管限制值加嚴管制及新增錫之管制，各工廠之水質項目只要符合法令規定，即可排入河川。但業界使用之化學物質種類繁多，且製程中亦可能產生其他衍生物，管制項目難以面面俱到，因而，考量科學園區之規模及產業特性、使用化學物質之多元性，及諸多民生消費品，其放流水中之重金屬物

種如僅以放流水標準項目加以管制，其他產業相關特殊污染物對水體環境及飲用水水質是否有潛在影響，此課題值得深入探討。

環保署於 99-100 年曾針對高科技產業之可能影響水質項目進行調查（計畫名稱：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），金屬部分針對砷(As)、鉻(Cr)、鎘(Cd)、鈦(Ti)、鎳(Ga)、鍺(Ge)、鉬(Mo)、鈷(Ru)、鈀(Pd)、鉛(Pb)、碲(Te)、銻(Re)、鉑(Pt)、鉍(Tl)、銦(In)等 15 項金屬進行新竹科學園區及中部科學工業園區附近淨水場之原水與清水進行評估。105 年進行北中南六處淨水場原水與清水中之鈹(Be)、硼(B)、鈷(Co)等 3 項金屬評估（計畫名稱：飲用水水源與水質標準項目之調查及評估）。上述 18 項金屬扣除 6 項飲用水水質標準列管之金屬、及 4 項放射性金屬（鈾、銻、鈷、鉑），剩餘 8 項金屬（鉍、碲、硼、鍺、鎳、鈦、鈹、鈷）因經國內計劃調查評估，故納入蒐集清單中。鉍、碲、硼、鍺、鎳，則分別在 101 年、105 年、106 年納入觀察清單（參見 3.4.1 節）。

3.2.2 6 項優先評估物質

108 年預訂以金屬離子為飲用水中篩檢項目，以科學園區及各工業可能使用或民生用品廣泛存在的金屬，以未經調查、尚缺基本資料為優先考量，規劃待測污染物為鈳、鎢、錳、鋰、銻、銻、鈷等 7 項。經由第一次專家會議（108 年 4 月 8 日）討論，金屬鈳於工業與民生用品中使用廣泛，宜納入篩選清單，實際檢測之 6 項污染物為：鈳、鎢、錳、鋰、銻、鈷等 6 項。六項優先評估物質近 12 年內僅鈳及鈷有淨水場水質監測資料（列於表 3.2-2），近 12 年內僅鈳有環境流布資料（列於表 3.2-3）。國際上針對這六項重金屬，美國環保署針對錳有提出健康建議值(Health Advisories) 4 mg/l，部分州則訂立飲用水中鈳的指引值，包括亞利桑那州(Arizona) 7 ug/l、佛羅里達州(Florida) 49 ug/l、明尼蘇達州(Minnesota) 50 ug/l、，威斯康辛(Wisconsin) 30 ug/l、加州(California) 50 ug/l。鎢、鋰、銻、鈷等四項重金屬在國際上則尚未有飲用水中的管制值或指引值。

表 3.2-2 優先評估物質 96-107 年之淨水場水質資料彙整

項目		水場水質數據				採樣年份	WHO 指引值 (mg/l)
中文	英文	原水(mg/l)		清水(mg/l)			
		樣本數	數值	樣本數	數值		
釩	Vanadium(V)	-	-	45	ND~0.0115	101-102 年	未建議
鈦	Titanium (Ti)	30	ND~0.01129	17	0.00032~0.00226	99-100 年	未建議

資料來源：環保署，飲用水水質標準中較難檢驗項目抽驗計畫 101-102 年

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)(2/4)

表 3.2-3 優先評估物質 96-107 年之環境水體流布監測結果 (mg/l)

項目	鈦
偵測極限	0.00021
樣品數	15
檢出樣品數	15
檢出值	0.00048~0.00323
類別	民井
採樣年分	99-100 年
資料來源	1

資料來源：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（2/4）

3.2.3 採樣之淨水場篩選與採樣分析檢測

依評選須知，本計畫執行期間應針對北、中、南地區選擇 3 個代表性淨水場，依計畫執行年度分別進行 6 種新興污染物採樣分析，以評估飲用水水源與水質中，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金屬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金屬污染物，因此本年度篩選之採樣淨水場，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，或有產業污染之虞者，且主要供應民生用水為考量因素。如基隆河上游可能有較多家庭污水排放，新竹淨水場因頭前溪上游有新竹科學園區外的高科技產業鏈工廠排放廢污水，且新竹地區環保團體相當關心這些產業排放水是否影響飲用水水質，高屏溪上游有眾多人類活動且曾發生事業污染物棄置事件，兼顧淨水場分佈區域應包含北、中、南三區，本計畫建議以基隆新山淨水場、新竹第一淨水場、台中豐原淨水場、高雄坪頂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，因直潭淨水場為水源保護良好之淨水場，並且供應大臺北地區民生用水，加列直潭淨水場作為環境背景調查資料。經由第一次專家會議討論，新竹第二淨水場因水源與新竹第一淨水場相同，皆取自頭前溪，且第二淨水場供水量（140,000 CMD）較第一淨水場（90,000 CMD）大，建議以新竹第二淨水場為採樣對象。108 年度篩選金屬項目，可能污染為工業排放，金屬離子具有累積性，專家會議討論可擇一雲林或彰化地區使用地下水為水源，周圍可能有工業排放之淨水場，因此以彰化第三淨水場為候選對象。並於第一次採樣後，彰化第三淨水場之水源來自當地深水井，待測污染物檢測結果無污染之虞，經由專家會議討論後同意，第二次、第三次採樣改為豐原第二淨水場。下列國內淨水場作為 108 年度執行淨水場原水與清水採樣檢測之對象：

- 一、臺北直潭淨水場
- 二、新竹第二淨水場
- 三、彰化第三淨水場（第一次採樣）
- 四、豐原第二淨水場（第二、第三次採樣）
- 五、高雄坪頂淨水場

以上各淨水場中，新竹第二淨水場及高雄坪頂淨水場並包含全流程水樣（原水、沈澱、過濾、清水）進行分析檢測 6 項待測污染物。

此 5 處採樣淨水場皆為傳統處理之淨水場，規劃此 5 處淨水場進行 3 次水質檢測，分別採集各淨水場原水及清水樣品，其中 2 處淨水場並加測流程水樣 2 個，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優先評估污染物之處理效能。

各淨水場之水源特性簡述如下：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。新竹第二淨水場由頭前溪隆恩堰設攔河堰取水，上游多為山林地帶，頭前溪源流短促，且流經新竹工業園區。彰化第三淨水場水源取自當地深井，水源為地下水，鄰近彰化地區工業區。坪頂淨水場水為則為高屏溪攔河堰，高屏溪流域廣闊，流經地區有農業、畜牧、休閒遊憩等多種活動，且上游曾發生廢棄污泥傾倒事件。各淨水場水源、供水區域、處理流程如表 3.2-4。

表 3.2-4 本年度計畫採樣淨水場名單

採樣淨水場	淨水場 水源	供水區域	供水量 (CMD)	處理 流程	說明
直潭淨水場	新店溪 南勢溪	臺北市 新北市	1,600,000	傳統 處理	下雨原水濁度升高
新竹第二 淨水場	頭前溪	新竹市區	140,000	傳統 處理	於科學園區附近
彰化第三 淨水場	當地 地下深井	彰化市	30,000	傳統 處理	鄰近工業區，且以 地下水為水源
臺中豐原	大甲溪	臺中市	480,000	傳統 處理	供應中部主要供水
坪頂淨水場	高屏溪	高雄市	550,000	傳統 處理	高屏溪上游流域廣 域，曾發生污泥傾 倒事件

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：釩、鎢、鋇、鋰、銻、鈦，共 6 項無機污染物，本年度 4 個淨水場各進行 3 次採樣，預定於 2019 年 5 月、7-8 月、9-10 月間進行，每次採集原水、清水含流程水 12 個水樣，全年度 3 次採樣共 36 個樣品。每一處淨水場包含原水及清水，其中 2 處淨水場加做流程水樣 2 個，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。

採樣設備及採樣方式

重金屬樣品使用的採樣容器為 50 mL 之聚乙烯塑膠瓶（PE），先利用去離子水將瓶身及瓶蓋清洗三至五次後浸入稀硝酸溶液中，經過十二小時以上之浸泡，取出 PE 採樣瓶再利用去離子水反覆沖洗三至五次後，在室溫下晾乾備用。

3.2.4 分析方法（水中重金屬分析方法）

本年度之 6 種優先評估污染物依據環檢所公告之“水中微量元素檢測方法-感應耦合電漿質譜法(NIEA W313.53B)”以感應耦合電漿質譜儀(Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry, ICP-MS)進行水中微量元素金屬濃度分析，操作參數設定如表 2.35 所示。用來稀釋標準品的稀釋溶液為去離子水，配製多元素檢量線標準溶液時，由濃度 10 mg/l 標準品(Agilent, USA)，依照所需的稀釋倍率依下表配製方法稀釋出所要配製的濃度，配製濃度範圍為 0.01~100 µg/l。

樣品分析之品保品管

每 10 個樣品即有各 1 個水樣進行重複分析與添加分析，結果如表 3.2-6 及表 3.2-7。

表 3.2-5 感應耦合電漿質譜儀之操作參數設定

操作參數	設定值
Forward power	1500W
Plasma gas	15 l-Ar/min
Auxiliary gas	0.91 l-Ar/min
Carrier gas	1.24 l-Ar/min
Spray chamber temperature	2°C
Peripump	0.15rps

表 3.2-6 優先評估物質樣品重複分析結果

	新竹原水				彰化原水			
第一次採樣								
	1	2	mean	RPD(%)	1	2	mean	RPD(%)
鋰	6.44	6.71	6.58	4.0	13.25	14.05	13.65	5.9
鈉	0.40	0.41	0.40	0.8	0.18	0.18	0.18	0
鉀	1.08	1.05	1.07	3.5	0.41	0.43	0.42	5.1
鋇	252.76	248.60	250.68	1.7	449.18	456.53	452.86	1.6
鎢	0.04	0.03	0.04	28.6	0.03	0.03	0.03	0
鈦	0.69	0.85	0.77	20.0	0.23	0.20	0.22	14.2
第三次採樣								
鋰	6.59	6.80	6.69	3.1	6.39	6.77	6.58	5.8
鈉	0.30	0.30	0.30	1.97	0.12	0.13	0.13	2.5
鉀	1.32	1.27	1.30	4.2	1.71	1.76	1.74	2.6
鋇	247.04	242.80	244.92	1.7	170.23	175.10	172.66	2.8
鎢	0.028	0.021	0.024	26.1	0.07	0.07	0.07	0
鈦	0.42	0.47	0.44	10.8	0.34	0.39	0.36	11.9

*單位：μg/l

表 3.2-7 優先評估物質添加分析結果

待測物	坪頂原水	添加後 濃度	回收率 (%)	新竹原水	添加後 濃度	回收率 (%)
第一次採樣 (添加 1 µg/l)						
鋰	20.44	21.64	120	6.71	7.96	126
釩	0.39	1.58	119	0.41	1.69	119
鉀	2.07	3.04	97	1.08	2.10	102
鋇	548.21	549.23	101	252.76	253.39	63
鎢	0.06	1.18	112	0.04	1.18	114
鈦	0.65	1.62	97	0.85	1.89	104
第二次採樣 (添加 1 µg/l)						
鋰	5.08	5.71	63	6.59	7.34	75
釩	0.12	1.08	96	0.30	1.21	90
鉀	1.56	2.30	74	2.06	1.27	-80
鋇	213.84	208.46	-538	242.80	244.73	193
鎢	0.04	1.30	126	0.03	1.25	123
鈦	0.55	1.46	91	0.42	1.35	93
第三次採樣 (添加 5 µg/l)						
鋰	14.53	17.92	68	10.40	6.66	-75
釩	0.12	5.08	99	0.24	4.22	80
鉀	0.23	4.31	82	1.26	4.82	71
鋇	442.42	449.63	144	232.89	238.37	110
鎢	0.06	4.48	88	0.03	4.31	86
鈦	0.50	4.74	85	0.76	4.62	77

*單位：µg/l

3.2.5 採樣結果分析與討論

第一次採樣結果分析與討論

本年度第一次採樣於 4 月 30 日至 5 月 3 日間進行，採樣期間，受鋒面影響各地偏涼有雨，且西半部雨勢較大而有局部大雨。由中央氣象局取得採樣當週累積雨量資料（計算 4/30-5/23 期間之累積雨量）如表 3.2-8 所示，臺北、新竹、彰化及高雄皆有降雨情形發生，新竹採樣期間累積雨量達 110 毫米以上。依據中央氣象局 105 年 5 月各氣象站統計資料，中部以北及及東北部以多雨為主，其餘地區大致為正常類別。月累積雨量方面，除彭佳嶼、台南、高雄、成功、恆春及澎湖等 6 站少於氣候平均值，其餘 19 站皆多於氣候平均值。顯示今年 5 月在東北風、南方雲係及鋒面影響期間，各地降雨明顯且持續時間長，導致各地多為多雨且降水日數較多的一個月。

本計畫規劃於北、中、南淨水場之採樣，採樣淨水場包括：臺北直潭淨水場、新竹第二淨水場、彰化第三淨水場及高雄坪頂淨水場，此 4 處淨水場除彰化第三淨水場以地下深井為水源外，其餘 3 處皆以地表水為水源。第一次採樣直潭淨水場水源為南勢溪，新竹第二淨水場水源為頭前溪，坪頂淨水場水源取自高屏溪攔河堰，淨水場水質參數如表 3.2-9，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)。

清水中待測污染物之濃度，其中新竹第二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。待測污染物有鋰、鈳、銻、錳、鎢、鈦共 6 種，以感應耦合電漿質譜儀方式分析，靈敏度佳偵測極限低（可測至 ppt 等級之濃度），故水中極微量金屬物質皆可檢出，此 6 種金屬物質中，鎢濃度在各淨水場皆 $< 0.1 \mu\text{g/l}$ 為即微量之存在，此 4 處淨水場原水與清水中鈳及鈦亦為極低濃度，皆 $< 1 \mu\text{g/l}$ 。直潭淨水場為本研究預設之背景淨水場，各待測物質檢出濃度相較其他淨水場也最低。鋰、銻與錳則顯示坪頂淨水場檢測值較高，而文獻顯示銻在海水中平均濃度為 125 ppb，本年度第一次採樣各淨水場銻檢出濃度遠低於海水平均濃度，

故原水與清水中的銻可能為地質背景濃度，6種待測物中雖以鋇濃度較高，但亦有資料顯示礦泉水中含有 200-400 $\mu\text{g/l}$ 之鋇，日本調查市售 33 種礦泉水中，鋇的幾何平均濃度為 94.4 $\mu\text{g/l}$ （寬信賴區間為 1.96-4539 $\mu\text{g/l}$ ）(Usuda K.; 2006)，國內亦曾對於市售瓶裝飲用水（水源含陸域淡水及海洋深層水）中元素分析結果，海洋瓶裝水中平均銻濃度 2.88 $\mu\text{g/l}$ ，自來水平均濃度為 2.37 $\mu\text{g/l}$ ，自來水中鋇平均濃度 180.55 $\mu\text{g/l}$ ，淡水源瓶裝水中鋇平均濃度為 134.40 $\mu\text{g/l}$ （梁氏等，2017）。海水中平均含有 8 mg/l 的鋇(Angino, E.E.; 1966)，因此淨水場濃度之差異亦可能為各淨水場集水區地質差異或流經區域之影響，各污染物之濃度或可能來源，仍需持續調查與研究。

表 3.2-8 第一次採樣當週各淨水場區域之累積雨量

4/30-5/3	台北	新竹	彰化	高雄
	69.2	110.5	77.5	61.2

單位：毫米（資料來源：中央氣象局）

表 3.2-9 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)
直潭	原水	7.50	7.31	61	0.63	-
	清水	0.05	7.07	64	0.41	0.61
新竹第二	原水	12.70	7.70	135	0.90	-
	清水	0.44	8.02	163	1.71	0.62
彰化第三	原水	4.23	7.00	468	0.50	-
	清水	0.23	7.64	392	0.46	0.49
坪頂	原水	10.00	8.31	331	1.02	-
	清水	0.69	8.05	296	1.34	0.83

表 3.2-10 第一次採樣檢測結果

淨水場	水樣	鋰(Li)	鈮(V)	銣(Rb)	銦(Sr)	鎢(W)	鈦(Ti)
單位		μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l
偵測極限		0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.20
直潭	原水	5.84	0.12	1.09	70.23	0.03	0.23
	清水	7.54	0.11	1.09	72.45	0.04	0.22
新竹第二	原水	6.44	0.40	1.08	252.76	0.04	0.69
	沈澱	6.38	0.09	1.12	251.86	0.04	0.12
	過濾	5.91	0.17	1.10	246.69	0.04	0.21
	清水	5.90	0.16	1.23	234.03	0.05	0.31
彰化第三	原水	13.25	0.18	0.41	449.18	0.03	0.23
	清水	12.11	0.16	0.68	392.95	0.04	0.27
坪頂	原水	20.44	0.39	2.07	548.21	0.06	0.65
	沈澱	19.50	0.39	2.21	530.46	0.06	0.23
	過濾	19.43	0.39	2.20	523.40	0.06	0.41
	清水	19.10	0.42	2.25	499.23	0.07	0.12

第二次採樣結果分析與討論

第一次採樣結果顯示彰化第三淨水場雖以地下水為水源，對於待測污染物並無影響，經專家會議討論同意後，第二次採樣改以豐原淨水場為採樣淨水場。第二次採樣於 8 月 6 日至 8 月 8 日間進行，採樣期間，因受到利奇馬颱風外圍環流影響，各地為有雨或午後雷陣雨，北部及東北部雨勢較大。由中央氣象局取得採樣當週累積雨量資料（計算 8/6-8/8 期間之累積雨量）如表 3.2-11 所示，臺北、新竹、臺中及高雄皆有降雨情形發生，以臺北及新竹有較明顯之雨勢。依據中央氣象局 105 年 8 月各氣象站統計資料，中部以北及東北部以多雨為主，其餘地區大致為正常類別。月累積雨量方面，25 個氣象局屬氣象站中，臺北站 7 月為少雨類別，新竹、臺中、高雄等測站為正常或少雨類別；8 月累積雨量僅臺北站為少雨類別，其餘為正常或多雨類別。7~8 月大致上為北部較為偏熱，中南部為雨量、降雨日數多。因此第二次採樣可作為豐水期水樣之參考。

第二次採樣之淨水場包括：臺北直潭、新竹第二、豐原第二及高雄坪頂淨水場，此 4 處淨水場皆以地表水為水源。豐原淨水場以石岡壩為水源，坪頂淨水場於第二次採樣時，約 90% 原水來自南化水庫，各淨水場水質參數如表 3.2-12，採樣期間淨水場所在縣市雖有微量降雨發生，但雨勢不大，對於水中 DOC 等各參數並無顯著影響。

第二次採樣各淨水場待測物檢測分析結果如表 3.2-13，觀察各淨水場原水及清水中待測污染物之濃度，其中新竹第二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。6 種待測金屬（鋰、釩、銻、錳、鎢、鈦）中，坪頂之沈澱水，鎢濃度未檢出，其餘有檢出待測金屬，但濃度為微量存在。各淨水場原水及清水中，鋰濃度為 2.73~7.08 $\mu\text{g/l}$ ，釩濃度為 0.03~0.30 $\mu\text{g/l}$ ，銻濃度為 0.98~1.84 $\mu\text{g/l}$ ，錳濃度範圍則為 43.75~250.29 $\mu\text{g/l}$ ，鎢濃度為 ND~0.07 $\mu\text{g/l}$ ，鈦濃度為 0.30~0.65 $\mu\text{g/l}$ 。由新竹第二及坪頂淨水處理全流程顯示，原水經混凝、沈澱、過濾及消毒處理後，此 6 項待測金屬濃度無顯著差異，故傳統處理流程對於此 6 項金屬污染物可能無明顯去除效果。

表 3.2-11 第二次採樣當週各淨水場區域之累積雨量

8/6-8/8 (單位：毫米)	臺北	新竹	臺中	高雄
	37.6	73.5	8.5	5.0

(資料來源：中央氣象局)

表 3.2-12 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)
直潭	原水	7.50	7.23	53	0.57	-
	清水	0.03	7.07	54	0.29	0.57
新竹第二	原水	12.60	7.84	184	0.97	-
	清水	0.27	7.79	174	0.81	0.73
豐原第二	原水	9.27	8.45	126	0.59	-
	清水	0.58	7.66	135	0.48	0.78
坪頂	原水	177.0	7.98	227	1.47	-
	清水	0.29	7.52	253	1.15	0.76

表 3.2-13 第二次採樣檢測結果

淨水場	水樣	鋰(Li)	釩(V)	銣(Rb)	銦(Sr)	鎢(W)	鈦(Ti)
單位		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
偵測極限		0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.20
直潭	原水	2.73	0.07	0.98	43.75	0.02	0.30
	清水	4.73	0.07	1.05	46.03	0.02	0.61
新竹第二	原水	6.59	0.30	1.32	247.04	0.03	0.42
	沈澱	6.28	0.04	1.35	244.73	0.03	0.52
	過濾	7.08	0.07	1.42	250.29	0.03	0.45
	清水	6.89	0.10	1.35	244.58	0.02	0.37
豐原第二	原水	6.39	0.12	1.71	170.23	0.07	0.34
	清水	6.57	0.03	1.84	174.66	0.06	0.65
坪頂	原水	5.08	0.12	1.56	213.84	0.04	0.55
	沈澱	4.12	0.20	1.72	202.22	ND	0.63
	過濾	4.94	0.21	1.73	208.37	0.02	0.31
	清水	4.62	0.19	1.74	208.77	0.01	0.41

第三次採樣結果分析與討論

第三次採樣於 10 月 2 日至 10 月 7 日間進行，採樣期間，北中南各地皆無降雨，由中央氣象局取得採樣當週累積雨量資料（計算 10/2-10/7 期間之累積雨量）如表 3.2-14 所示，臺北、新竹、臺中及高雄皆幾乎無降雨。但根據中央氣象局之氣候監測資料，10 月 1 日時北部有明顯降雨。第三次採樣之淨水場同第二次，包括：臺北直潭、新竹第二、豐原第二及高雄坪頂淨水場，坪頂淨水場於第三次採樣時，原水則來自高屏溪攔河堰，各淨水場水質參數如表 3.2-15，直潭淨水場採樣前一天於上游集水區有降雨情形，因此直潭原水濁度與 DOC 較高，但經淨水處理後，清水濁度皆能達到標準。第三次採樣各淨水場待測物檢測分析結果如表 3.2-16，其中新竹第二及坪頂淨水場分析原水、沈澱、過濾、清水等各流程水樣濃度。以感應耦合電漿質譜儀分析待測污染物，偵測極限低，因此各淨水場原水及清水中皆有檢出 6 種待測金屬物質。6 種待測物中以鋇濃度較高，鎢濃度則接近偵測極限。直潭淨水場之鋰、鉀及鋇濃度低於其他三處淨水場（新竹第二、豐原第二、坪頂），豐原淨水場鈾、鋇、鈦濃度低於新竹第二及坪頂淨水場，與第二次採樣結果有相同之趨勢。

表 3.2-14 第三次採樣當週各淨水場區域之累積雨量

10/2-10/7（單位：毫米）	臺北	新竹	臺中	高雄
	0	0	0	1.0

表 3.2-15 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)
直潭	原水	152.0	7.61	49	1.21	-
	清水	0.01	7.20	54	0.90	0.59
新竹第二	原水	17.70	7.81	166	1.29	-
	清水	0.65	7.72	170	1.02	0.78
豐原第二	原水	6.69	8.23	137	0.99	-
	清水	0.29	7.78	141	0.99	0.74
坪頂	原水	35.00	7.82	342	1.04	-
	清水	0.16	7.57	344	1.25	0.83

表 3.2-16 第三次採樣檢測結果

淨水場	水樣	鋰(Li)	釩(V)	銣(Rb)	銪(Sr)	鎢(W)	鈦(Ti)
單位		μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l
偵測極限		0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.20
直潭	原水	1.21	0.12	0.64	41.59	0.03	0.52
	清水	1.44	0.11	0.66	40.38	0.07	0.50
新竹第二	原水	6.66	0.24	1.24	232.89	0.03	0.76
	沈澱	6.78	0.07	1.26	234.83	0.05	0.38
	過濾	7.02	0.10	1.29	240.30	0.03	0.97
	清水	6.94	0.10	1.34	242.72	0.03	0.71
豐原第二	原水	7.25	0.13	1.81	187.66	0.08	0.39
	清水	7.82	0.08	1.94	188.51	0.07	0.44
坪頂	原水	14.54	0.23	1.67	446.42	0.06	0.50
	沈澱	14.26	0.23	1.78	439.00	0.03	0.42
	過濾	14.23	0.25	1.85	454.33	0.06	0.70
	清水	13.90	0.25	1.80	444.06	0.04	0.41

綜合討論

本計畫執行 108 年度工作項目中 3 次淨水場待評估污染物採樣分析，目標為北、中、南 6 處淨水場之採樣，採樣淨水場包括：臺北直潭淨水場、新竹第二淨水場、豐原給水場（第二淨水場）、高雄坪頂給水場共 4 個淨水場，其中因彰化第三淨水場水源地下水，經第一次採樣結果專家會議評估，待測污染物濃度皆極低，因此於第二次及第三次採樣更改為豐原第二淨水場。待評估污染物為：鋰（Li）、釩（V）、銣（Rb）、銦（Sr）、鎢（W）及鈦（Ti）6 項金屬物質。108 年度三次採樣檢測分析結果彙整如表 3.2-17，108 年度三次採樣於 5、8、10 月進行，以新竹第二淨水場及坪頂淨水場為全流程採樣（含原水、沈澱、過濾、清水），108 年度包含淨水場流程水共 36 個樣本，檢測待評估污染物共 216 樣次。

各淨水場原水及清水中，檢出鋰濃度為 1.21~20.44 $\mu\text{g/l}$ ，釩濃度為 0.03~0.42 $\mu\text{g/l}$ ，銣濃度為 0.41~2.25 $\mu\text{g/l}$ ，銦濃度範圍則為 40.38~548.21 $\mu\text{g/l}$ ，鎢濃度為 ND~0.08 $\mu\text{g/l}$ ，鈦濃度為 0.12~0.97 $\mu\text{g/l}$ 。此 6 種金屬檢測結果，以銦之濃度較高，美國環保署對於飲用水中銦的終生健康建議值(lifetime HAL)為 4 mg/l(4000 $\mu\text{g/l}$)，各淨水場中檢出之水中銦濃度，皆遠低於 4 mg/l，因此應無健康上之疑慮。整體而言，觀察同一淨水場在不同採樣時間的濃度變化差異不大，根據中央氣象局之氣候分析，本年度 7~9 月因受西南風及颱風外圍環流影響，臺灣各地測站降雨日數大部分多於氣候值，即與其他年度同期相比，降雨日數偏多，累積雨量則為正常或多雨類別，因此第 2 次及第 3 次採樣應可代表豐水期水樣，而同一淨水場之 3 次採樣相較，直潭淨水場第 1 次採樣之鋰、銣、銦濃度較第 2、3 次略高，新竹淨水場則第 1 次採樣之釩、銦較第 2、3 次高，而鋰及鈦則第 3 次採樣濃度略高於第 1、2 次，無觀察到明顯季節性差異。坪頂淨水場第 1 次及第 3 次各待測物濃度差異不大，顯示其一致性，但第 2 次採樣(8 月)金屬濃度較第 1、3 次低，鋰、釩、銦有較明顯差異，而坪頂水場第 2 次採樣水源 90%由南化水庫供應，故推論此 6 項金屬

表 3.2-17 108 年度淨水場待測污染檢測結果

單位：μg/l		鋰(Li)			釩(V)			銣(Rb)			銦(Sr)			鎢(W)			鈦(Ti)		
偵測極限		0.03			0.01			0.02			0.02			0.01			0.20		
採樣月份		5	8	10	5	8	10	5	8	10	5	8	10	5	8	10	5	8	10
直潭	原水	5.84	2.73	1.21	0.12	0.07	0.12	1.09	0.98	0.64	70.23	43.75	41.59	0.03	0.02	0.03	0.23	0.30	0.52
	清水	7.54	4.73	1.44	0.11	0.07	0.11	1.09	1.05	0.66	72.45	46.03	40.38	0.04	0.02	0.07	0.22	0.61	0.50
新竹第二	原水	6.44	6.59	6.66	0.40	0.30	0.24	1.08	1.32	1.24	252.76	247.04	232.89	0.04	0.03	0.03	0.69	0.42	0.76
	沈澱	6.38	6.28	6.78	0.09	0.04	0.07	1.12	1.35	1.26	251.86	244.73	234.83	0.04	0.03	0.05	ND	0.52	0.38
	過濾	5.91	7.08	7.02	0.17	0.07	0.10	1.10	1.42	1.29	246.69	250.29	240.30	0.04	0.03	0.03	0.21	0.45	0.97
	清水	5.90	6.89	6.94	0.16	0.10	0.10	1.23	1.35	1.34	234.03	244.58	242.72	0.05	0.02	0.03	0.31	0.37	0.71
豐原第二	原水	-	6.39	7.25	-	0.12	0.13	-	1.71	1.81	-	170.23	187.66	-	0.07	0.08	-	0.34	0.39
	清水	-	6.57	7.82	-	0.03	0.08	-	1.84	1.94	-	174.66	188.51	-	0.06	0.07	-	0.65	0.44
坪頂	原水	20.44	5.08	14.54	0.39	0.12	0.23	2.07	1.56	1.67	548.21	213.84	446.42	0.06	0.04	0.06	0.65	0.55	0.50
	沈澱	19.50	4.12	14.26	0.39	0.20	0.23	2.21	1.72	1.78	530.46	202.22	439.00	0.06	ND	0.03	0.23	0.63	0.42
	過濾	19.43	4.94	14.23	0.39	0.21	0.25	2.20	1.73	1.85	523.40	208.37	454.33	0.06	0.02	0.06	0.41	0.31	0.70
	清水	19.10	4.62	13.90	0.42	0.19	0.25	2.25	1.74	1.80	499.23	208.77	444.06	0.07	0.01	0.04	ND	0.41	0.41
彰化第三	原水	13.25	-	-	0.18	-	-	0.41	-	-	449.18	-	-	0.03	-	-	0.23	-	-
	清水	12.11	-	-	0.16	-	-	0.68	-	-	392.95	-	-	0.04	-	-	0.27	-	-

5 月為彰化第三淨水場，8、10 月更動為豐原第二淨水場

物質在各淨水場原水中濃度，可能主要來自於集水區地理環境，及所經流域地質因素之影響。108 年度之採樣淨水場為直潭、新竹第二、豐原、坪頂，此 4 處淨水場皆為傳統處理流程，即原水經加藥、混凝、沈澱、過濾消毒等淨水處理，由新竹第二及坪頂之原水、清水與各流程濃度相較，經淨水處理流程後，清水濃度無顯著降低，因此傳統處理流程對於此 6 種金屬物質應無去除效果。

3.2.6 處理技術討論

傳統水處理程序如混凝、過濾為最常見之水處理流程，用以去除水中顆粒和濁度，但對水中溶解性金屬並無法有效去除，本年度全流程採樣結果亦顯示傳統處理流程對於待測污染物，水中鋰、鈉、鉀、鎂、鎢、鈦等無明顯處理效果，因此需要高級處理，如離子交換、活性碳吸附及薄膜處理則是較佳的方式。

離子交換

美國環保署對於水中若含有放射性銻，建議以離子交換為最佳可處理技術，因穩定的銻和放射性銻之化學特性相同，因此離子交換方法能有效去除飲用水中的天然銻（Sorg and Logsdon, 1980; El-Kamash, 2008; Sato et al., 2010）。以離子交換樹脂結合活性碳處理廢水中之鈉，去除率達 99.5%(DYNALENE, 2019)。使用離子交換樹脂去除水中溶解性金屬需注意樹脂有多種官能基形態選擇，根據欲去除金屬(如鋰、鉀、鎂等)之親和力選擇適合的離子交換樹脂(Hubicki Z. and Dorota K., 2012)。且若水中含有顆粒物，鐵錳物質或溶解性有機物，可能會影響離子交換樹脂之使用壽命，則需先進行預處理，避免樹脂結垢，及延長樹脂濾床使用壽命。

薄膜處理

高壓薄膜有更緊密的孔隙結構，因此以奈米過濾（NF）或逆滲透（RO）的方式去除飲用水中離子是成熟的技術。例如水中銻以二價形式存在，使用 RO 或 NF 膜去除率可達 95%以上（Najm, 2016）。

3.2.7 優先評估物質毒理資料庫建立

本年度 6 種待測金屬之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、風險特徵描述及處理技術等資訊。此外並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，及環保署之河川水體環境流布調查結果。

以下為本年度優先評估污染物之特性與毒理資料簡述，詳細毒理資料見附錄。

鋰

鋰廣泛分布在多種礦物、岩石、土壤和水中，鋰的用途在製造聚烯烴塑料時作為催化劑，飛機和導彈的燃料，火箭推進器。與鋁或鎂的合金作為航空用途，亦有用在合金硬化劑、藥物、維他命 A 合成、肥皂、潤滑油等，在多種 3C 用品中如手機、筆記型電腦、計算機等亦會使用鋰電池作為攜帶型電源。目前缺乏鋰對動物方面的毒理研究，鋰是一種廣泛使用的藥物，碳酸鋰用於治療躁鬱症，在治療初期階段若給予過量劑量，可能發生急性中毒之症狀，人體中高濃度鋰會取代細胞內的鈉，擾亂鉀代謝，導致細胞功能遭到破壞，引起心臟、肝、腎、肺及神經系統損害，在急性鋰離子中毒的病例中，主要的臨床特徵有可能因心肌抑鬱引發的肺水腫導致呼吸衰竭。

鈮

鈮在自然界中無元素態，而是以化合物存在多種礦石中，石油和煤炭燃燒是環境中鈮的重要來源。鈮以氧化鈮型態被用來做為汽車零件、彈簧等。大部分的鈮被用來製造鋼鐵，也可和鐵混合用於製造飛機引擎的重要元件。未來鈮化合物在超導體、熱或光活化電阻器-導體、光電開關等方面會有更多的應用。人體可能經由空氣、水及食物暴露於低劑量的鈮中，大多數人主要為經由食物接觸到鈮，如海產食物中發現含有鈮。人類吸入到高劑量的鈮可能會造成肺部刺激性反應，胸痛、咳嗽等症狀，急性暴露有頭痛、口乾、金屬味、中樞神經系統抑制、鼻炎、氣管炎、腹痛、腹瀉等症狀。鈮不容易由胃、腸或皮膚接觸方式吸收。國際癌症研究中心 (the

International Agency for Research on Cancer, IARC) 根據暴露大鼠與肺癌中的證據，將五氧化二釩歸類為可能對人類具致癌性的物質。除此外，IARC 及美國環保署則未將釩歸類為具致癌性物質。

銣

銣的反應性極高，和其他鹼金屬相似，例如在空氣中快速氧化，銣在自然界中出現在白榴石、鉍榴石、鐵鋰雲母等礦物中，鋰雲母是銣的主要商業來源，因此銣也是鋰、鉍金屬冶煉過程中的副產物。銣化合物有一些化學及電子上面之應用，常被用在原子的雷射技術操控上。銣是用於製造電子器具（光電倍增管光電管）、分光光度計、光譜測定、彩色電視、雷達、全球定位系統（GPS）、雷射器、玻璃、陶瓷、電子鐘等的原料之一。銣離子沒有明顯的毒性，在人體內經由汗液和尿液迅速排除。銣化合物毒性的相關評估中，目前僅氯化銣提供潛在的毒性資料，銣的其他化合物毒性等相關資料仍相當缺乏。

鋇

鋇是一種天然存在於岩石、土壤、塵埃、煤炭和油中的元素，自然存在的鋇沒有放射性，被稱為鋇或穩定的鋇，鋇的化合物用於製作陶瓷與玻璃製品、因其明亮的紅色火焰（硝酸鋇）而用於煙火裝置（如信號彈）和煙花、油漆顏料、日光燈（磷酸鋇）和藥物等。對於一般民眾，食物和飲水或飲用到含鋇的牛奶是暴露鋇的較大來源，鋇是人體必須的微量元素之一，鋇與人體牙齒、骨骼形成有關。鋇過多可能導致骨骼生長發育過快，關節粗大、肌肉萎縮及貧血等，暴露於低濃度穩定的鋇並未顯示會影響成人健康，但可能會危害孩童。美國環保署以 4 mg/l 作為飲用水中鋇的終生健康建議值（lifetime HAL）為。

鎢

天然狀態的鎢沈積物多存在於花崗變質岩、火成岩中，鎢可用來製造合金。鎢合金具有堅固、柔韌、耐磨、及良好導電能力的特性，使用鎢的產品包含 X 射線管、燈泡、飛鏢、釣魚用重錘、電鍍條、渦輪葉片、高爾夫球桿、陀螺儀等。鎢對

眼睛和皮膚有刺激性，人類暴露到鎢尚未有具體的健康危害，要暴露到高濃度鎢的機會亦很小。因目前尚未有確定的資料確定是否吸入、口服、皮膚接觸到鎢或鎢化合物會導致人類癌症發生，國際癌症研究中心（IARC）或美國環保署都未將鎢歸類為具有致癌性，但鎢已在美國國家毒物計畫（National Toxicology Program, NTP）進行動物實驗。

鈦

鈦約佔土壤 0.5~1.5%，由於鈦和氧及其他元素有極佳的親和力，因此鈦在自然環境中不以金屬態存在。環境中鈦的主要污染來源為石化燃料燃燒和含鈦廢棄物的焚化。鈦合金廣泛應用於航空、工業製程、汽車、農產食品、醫學、運動用品、珠寶及手機等方面。海中的鈦濃度約 $4 \times 10^{-12} \text{M}$ ，飲用水中鈦的濃度通常很低，大概介於 0.5-15 $\mu\text{g/l}$ 之間，食物是人類暴露鈦主要的來源，但鈦不易被腸胃道吸收。目前一般人群接觸鈦的程度並未構成健康風險，國際癌症研究組織並未將鈦歸類為致癌物。美國國家科學基金會（NSF International）評估鈦和二氧化鈦的口服毒性，根據動物實驗中未觀察到不良效應的資料，計算出 3mg/kg/day 的參考劑量（RfD）。

3.3 未列管之新興污染物質抽驗

本計畫將依評選須知抽驗之未列管新興污染物質包括：

- 一、重金屬：抽驗鎘、鎳、鉍、硼及鉍等 5 項各 200 處次。
- 二、消毒副產物：抽驗甲醛、N-亞硝二甲胺(NDMA)、N-亞硝二乙胺(NDEA)及 N-亞硝基吡咯烷等 4 項各 50 處次。
- 三、揮發性有機物：抽驗 1,1-二氯乙烷、1,2-二氯丙烷、苯乙烯、氯苯、乙苯、甲基第三丁基醚、1,2,3-三氯丙烷及 1,2-二溴-3-氯丙烷等 8 項各 50 處次。
- 四、半揮發性有機物：抽驗六氯苯、PFOA、PFOS、PFHxS 等 4 項各 50 處次。
- 五、農藥：抽驗甲基多保淨、固殺草、陶斯松、鋅錳乃浦、托福松、愛殺松、加保利、賽滅寧及嘉磷塞等 9 項各 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、鄰苯二甲酸二乙酯、鄰苯二甲酸二丁酯、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、鄰苯二甲酸二辛酯及鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯等 8 項各 400 處次。
- 七、生物代謝產物：抽驗微囊藻毒 LR 型 25 處次。

本計畫抽驗之 39 項物質於飲用水列管項目篩選作業之評估位階列於表 3.3-1，有 4 項物質屬初步蒐集清單項目，有 16 項物質屬蒐集清單項目，18 項物質則屬觀察清單物質，另有 1 項屬候選清單物質。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質於國際上管制情況列於表 3.3-2。

表 3.3-1 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	104 年	甲基第三丁基醚、鄰苯二甲酸二乙酯、鋅錳乃浦、全氟己烷磺酸鹽(PFHxS)
蒐集清單	106 年	1,2-二氯丙烷、六氯苯、甲基多保淨、固殺草、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、鄰苯二甲酸二辛酯、鉍、N-亞硝基吡咯烷、1,2,3-三氯丙烷、1,2-二溴-3-氯丙烷、陶斯松、托福松、愛殺松、加保利、賽滅寧、嘉磷塞
觀察清單	103 年	微囊藻毒 LR 型、壬基酚、鄰苯二甲酸二甲酯、氯苯、苯乙烯、乙苯、1,1-二氯乙烷、甲醛、鎳、鎘
	105 年	雙酚 A、鉍
	106 年	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	106 年	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯

表 3.3-2 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 ^a	日本	南韓	新加坡
鍺	Germanium (Ge)	7440-56-4	—	CCL3、4	—	—	—	—	—	—	—
鎵	Gallium (Ga)	7440-55-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鉍	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
鈹	Beryllium (Be)	7440-41-7	NA ^b	0.004	—	—	—	0.06	—	—	—
甲醛	Formaldehyde	50-00-0	NA ^b	CCL3、4	NA ^b	—	—	0.5	0.08	0.5	—
N-亞硝二甲胺	N-Nitrosodimethylamine (NDMA)	62-75-9	0.0001	CCL3、4	0.00004	—	—	0.0001	0.0001 ^a	—	—
N-亞硝二乙胺	N-nitrosodiethylamine (NDEA)	55-18-5	—	CCL3、4	—	—	—	—	—	—	—
N-亞硝基吡咯烷	N-nitrosopyrrolidine (NPYR)	930-55-2	—	CCL3、4	—	—	—	—	—	—	—
1,1-二氯乙烷	1,1-Dichloroethane	75-34-3	NI ^b	CCL1-4	—	—	—	NI ^b	—	—	—
1,2-二氯丙烷	1,2-Dichloropropane (1,2-DCP)	107-06-2	0.04	0.005	—	—	0.05	—	—	—	0.04
苯乙烯	Styrene (Vinyl benzene)	100-42-5	0.02	0.1	—	—	0.03 0.004 ^{af}	0.03 0.004 ^e	0.02 ^a	—	0.02
全氟辛酸	Perfluorooctanoic acid (PFOA)	335-67-1	—	CCL4	—	—	—	0.00056	須注意	—	—
全氟辛磺酸	Perfluorooctane sulfonate (PFOS)	1763-23-1	—	CCL4	—	—	—	0.00007 ^g	須注意	—	—
全氟己磺酸	Perfluorohexane sulfonate (PFHxS)	355-46-4	—	—	—	—	—	0.00007 ^g	—	—	—

a 指引值/目標值/非常規指標值（非法定標準）

b NA:經評估無須制定指引值；NI:數據資料不足以制定指引值。

c 使用臭氧時

d 單位：mg/l

e 適飲性考量

f 臭味考量

g PFOS 與 PFHxS 合計

表 3.3-2 本計畫抽驗未列管新興污染物質於國際上管制情況（續）

中文	英文	CAS No.	WHO	美國	加拿大	歐盟	紐西蘭	澳洲 ^a	日本	南韓	新加坡
氯苯	Chlorobenzene/ Monochlorobenzene	108-90-7	NA ^b	0.1	0.08 0.03 ^e	—	0.01 ^{ae}	0.3 0.01 ^e	—	—	—
乙苯	Ethylbenzene	100-41-4	0.3	0.7	0.14 0.0016 ^e	—	0.3 0.08 ^{ae} 0.002 ^{ad}	0.3 0.003 ^e	—	0.3	0.3
甲基第三丁基醚	Methyl tertiary-butyl ether (MTBE)	1634-04-4	NA ^b	CCL1-4	0.015 ^e	—	—	—	0.02 ^a	—	—
1,2,3-三氯丙烷	1,2,3-Trichloropropane	96-18-4	—	CCL3、4	—	—	—	—	—	—	—
1,2-二溴-3-氯丙烷	1,2-Dibromo-3- chloropropane	96-12-8	0.001	0.0002	—	—	0.001	—	—	0.003	0.001
六氯苯	Hexachlorobenzene	118-74-1	NA ^b	0.001	—	—	—	—	—	—	—
甲基多保淨	Thiophanate-methyl	23564-05-8	—	CCL3、4	—	—	—	0.09	0.3 ^a	—	—
固殺草	Glufosinate -ammonium	77182-82-2	—	—	—	—	—	—	0.02 ^a	—	—
陶斯松	Chlorpyrifos/ Chlorpyriphos	2921-88-2	0.03	—	0.09	—	0.04	0.01	0.003 ^a	—	0.03
鋅錳乃浦	Mancozeb	8018-01-7	—	—	—	—	—	0.009	0.005	—	—
托福松	Terbufos	13071-79-9	—	CCL1、2、3	0.001	—	—	0.0009	—	—	—
愛殺松	Ethion	563-12-2	—	—	—	—	—	0.004	—	—	—
加保利	Carbaryl	63-25-2	NA ^b	—	0.09	—	—	0.03	0.05 ^a	0.07	—
賽滅寧	Cypermethrin	52315-07-8	NA ^b	—	—	—	—	0.2	—	—	—
嘉磷塞	Glyphosate	1071-83-6	NA ^b	0.7	0.28	—	—	1	2 ^a	—	—

a 指引值/目標值/非常規指標值（非法定標準）

b NA:經評估無須制定指引值；NI:數據資料不足以制定指引值。

c 單位：mg/l

d 臭味考量

e 適飲性考量

f 與其他 7 項農藥合計

表 3.3-2 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 ^a	日本	南韓	新加坡
壬基酚	Nonylphenol (NP)	25154-52-3 104-40-5 84852-15-3 91672-41-2 139-84-4	—	CCL4	—	—	—	—	0.3 ^a	—	—
雙酚 A	Bisphenol A	80-05-7	—	—	—	—	—	—	0.1 ^a	—	—
鄰苯二甲酸二甲酯	Dimethyl Phthalate (DMP)	131-11-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鄰苯二甲酸二乙酯	Diethyl Phthalate (DEP)	84-66-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
鄰苯二甲酸二丁酯	Dibutyl phthalate (DBP)	84-74-2	—	—	—	—	—	—	0.01 ^a	—	—
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯	Butyl benzyl phthalate (BBP)	84-69-5	—	—	—	—	—	—	0.5 ^a	—	—
鄰苯二甲酸二辛酯	Diocetyl Phthalate (DOP)	117-81-7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
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 ^a	—	0.008
微囊藻毒-LR 型	Microcystin-LR	101043-37-2	0.001	CCL3 ^d	0.0015	—	0.001 ^b	0.0013 ^b	0.0008 ^a	—	0.001

a 指引值/目標值/非常規指標值 (非法定標準)

b 管制總微囊藻毒

c 單位：mg/l

d 管制藻毒素，包含微囊藻毒-LR 型

3.3.1 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 3.3-3，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 3.3-4。

表 3.3-3 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、鈹）	感應耦合電漿質譜法 (NIEA W313.53B)
重金屬（硼）	感應耦合電漿原子發射光譜法 (NIEA W311.53C)
甲醛	液相層析儀/紫外光偵測器法 (NIEA W782.50B)
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
八種揮發性有機物 a	吹氣捕捉/氣相層析質譜儀法 (NIEA W785.56B)
六氯苯	氣相層析質譜儀法 (NIEA W801.53B)
壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯類 b	氣相層析質譜儀法 (NIEA W801.53B)
甲基多保淨、固殺草、托福松、賽滅寧	水中殘留農藥檢測方法—液相層析/串聯式質譜儀法 (NIEA W603.50B)
陶斯松、愛殺松	水中殘留農藥檢測方法—液相層析/串聯式質譜儀法 (NIEA W603.50B)
加保利	水中殘留農藥檢測方法—液相層析/串聯式質譜儀法 (NIEA W603.50B)
鋅錳乃浦	目前無公告方法，自行開發檢測法將以 EDTA 螯合去除錳鋅離子後，以 dimethyl sulphate 衍生，利用 HPLC-DAD 偵測
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)
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)

a. 1,1-二氯乙烷、苯乙烯、1,2-二氯丙烷、氯苯、乙苯、甲基第三丁基醚、1,2-二溴-3-氯丙烷、1,2,3-三氯丙烷

b. 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（2-乙基己基）酯（DEHP）等 6 項。

表 3.3-4 各檢測項目分析之主要儀器設備一覽表

檢測項目	儀器設備名稱 與 廠牌型號
重金屬 (鎘、鎘、鉍、鉍)	儀器名稱：感應耦合電漿質譜儀 廠牌/型號：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：PerkinElmer optima 7000 DV/2100 DV
甲醛	儀器名稱：高效液相層析儀 + 紫外光偵測器 廠牌/型號：Perkin Elmer 200
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
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、1,2-二溴-3-氯丙烷、 1,2,3-三氯丙烷	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 5977B + Agilent 7890B + Tekmar ATOMX + Agilent 7693A
六氯苯	儀器名稱：氣相層析質譜儀 + 氣相層析儀 + A/S 廠牌/型號：Agilent 5973 + Agilent 6890 + Agilent 7683
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 + 氣相層析儀 + A/S 廠牌/型號：Agilent 5973 + Agilent 6890 + Agilent 7683
甲基多保淨、固殺草、 托福松、賽滅寧	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
陶斯松、愛殺松、 加保利	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
鋅錳乃浦	儀器名稱：高效能液相層析儀 HPLC-DAD 廠牌/型號：Dionex UHPLC 3000, Thermo Fisher
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
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

*備註：環境荷爾蒙包括壬基酚、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 (2-乙基己基) 酯 (DEHP) 等 8 項。

3.3.2 品保品管數據

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說明如表 3.3-5 所示。空白分析測值均為未檢出。

表 3.3-5 本計畫分析數據品保

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(%)
重金屬：						
鎂	NIEA W313.53B	µg/l	0.00008	0~7.7	88~106	87~107
鈦		µg/l	0.000107	0.2~8.6	90~107	91~107
鎳		µg/l	0.000107	0.1~8.3	89~110	81~109
鉍		µg/l	0.000107	0~10.6	90~150	85~108
硼	NIEA W311.53C	µg/l	0.0032	0.5~10.6	90~107	87~116
消毒副產品：						
甲醛	NIEA W782.50B	mg/l	0.00725	0.6~22.3	87~121	73~107
N-亞硝二甲胺	USEPA method 521	ng/l	4.68	0	83~105	78~118
N-亞硝二乙胺		ng/l	4.55	0~14	83~119	82~126
N-亞硝基吡咯烷		ng/l	4.31	0~1.1	81~119	72~106
揮發性有機物：						
1,1-二氯乙烷	NIEA W785.56B	mg/l	0.00074	0~6.7	92~122	93~120
1,2-二氯丙烷		mg/l	0.00072	0.6~4.6	92~111	92~106
苯乙烯		mg/l	0.00071	0.6~4.6	88~120	90~118
氯苯		mg/l	0.00076	0.6~5.6	90~120	89~112
乙苯		mg/l	0.00068	0.3~7.6	89~101	90~99
甲基第三丁基醚		mg/l	0.00071	0.4~5.5	92~102	94~121
1,2-二溴-3-氯丙烷		mg/l	0.00072	0.7~10.4	94~113	91~103
1,2,3-三氯丙烷		mg/l	0.00069	0.6~13.4	94~112	92~106

*QL：表示為定量極限(Quantitation Limit)。

表 3.3-5 本計畫分析數據品保目標 (續)

檢測項目	檢測方法代號	單位	方法偵測極限	重複樣品分析差異百分比(%)	查核樣品分析回收率(%)	添加樣品分析回收率(%)
半揮發性有機物：						
六氯苯	NIEA W801.53B	mg/L	0.00087	0.5~10.8	75~98	79~98
環境荷爾蒙：						
壬基酚	NIEA W801.53B	mg/L	0.00152	0.2~5.8	79~95	80~97
雙酚 A		mg/L	0.00174	0.5~14	77~99	78~99
鄰苯二甲酸二甲酯 (DMP)		mg/L	0.00095	0.2~2.9	79~95	72~100
鄰苯二甲酸二乙酯 (DEP)		mg/L	0.00101	0.1~10.7	75~99	79~99
鄰苯二甲酸二丁酯 (DBP)		mg/L	0.00172	0.2~7.7	79~98	73~98
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯 (BBP)		mg/L	0.00129	0.1~7.9	78~98	71~99
鄰苯二甲酸二辛酯 (DOP)		mg/L	0.00119	0.1~9	75~97	73~98
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)		mg/L	0.00171	0.1~6.6	77~99	71~98
農藥						
甲基多保淨	NIEA W603.50B	µg/L	0.01	0.4~15.8	92~126	88~150
固殺草		µg/L	0.12	0.0~26.0	92~107	77~109
托福松		µg/L	0.2 ^a	0.1~6.7	86~110	72~110
賽滅寧		µg/L	5 ^a	0.9~8.6	62~118	59~113
鋅錳乃浦	N/A	µg/L	5.9	2.8~12.3	90~104	79~104
陶斯松	NIEA W603.50B	µg/L	0.04	2.4~17.1	12~80	5~119
愛殺松		µg/L	0.04	0.4~28.4	23~100	5~96
加保利		µg/L	0.4	1.0~15.0	40~86	26~89
嘉磷塞		µg/L	0.12	1.4~15.8	80~110	75~119
PFOA		µg/L	0.0017	0.3~16.3	70~109	67~117
PFOS		µg/L	0.0012	0.0~9.2	83~112	84~117
PFHxS		µg/L	0.0023	0.5~22.5	99~130	74~126
生物代謝產物						
微囊藻毒 LR 型	NIEA W539.50B	ng/L	0.26	0	99~117	72~106

3.3.3 採樣規劃

各物質之抽驗規劃（抽驗淨水場數、抽驗頻率、總檢測處次等）如表 3.3-6。

表 3.3-6 飲用水水質或水源水質中未列管之新興污染物質抽驗規劃

檢 測 項 目	總 處次	自來水 供水系統	簡易自來水 系統	選點原則
鍍、鎘、鉍、硼、鉍	200	200	0	鄰近光電業、科學園區或工業區優先
甲醛	50	50	0	(1)歷年未曾抽驗過者優 (2)大型淨水場
揮發性有機物 ¹ 六氯苯、PFOA、 PFOS、PFHxS	50	50	0	(1)鄰近工業及水源為地下 水者優先 (2)歷年未曾抽驗過者
甲基多保淨、固殺 草、陶斯松、鋅錳乃 浦、托福松、愛殺 松、加保利及賽滅寧	50	40	10	(1)鄰近農業區及水源為地 面水者優先 (2)與以前年度不重複
壬基酚、雙酚 A 鄰苯二甲酸二甲酯類 ²	400	362	38	全選
N-亞硝二甲胺、 N-亞硝二乙胺、 N-亞硝基吡咯烷	50	50	0	大型淨水場為主
微囊藻毒 LR 型	25	25	0	(1)各行政轄區內以水庫為 水源為主，與以前年度不 重複次之 (2)大型淨水場優先

*備註: 1. 揮發性有機物包括 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、1,2,3-三氯丙烷及 1,2-二溴-3-氯丙烷等 8 項

2. 鄰苯二甲酸二甲酯類包括鄰苯二甲酸二甲酯、鄰苯二甲酸二乙酯、鄰苯
二甲酸二丁酯、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、鄰苯二甲酸二辛酯及鄰苯二甲酸
二(2-乙基己基)酯等 6 項。

3.3.4 採樣講習會

本計畫之抽驗由各縣市環保局協助採樣後寄送至國立成功大學進行分析，於抽驗進行前進行採樣講習會，議程如表 3.3-7，會議中說明抽驗工作內容、需縣市環保局配合之事項、採樣表格填寫方式（如表 3.3-8 至表 3.3-10）、現場量測設備校正方式等，並分組實作演練採樣程序。

表 3.3-7 採樣講習會議程表

開會時間	中華民國 108 年 05 月 09 日	
開會地點	台灣自來水公司鯉魚潭給水廠	
主辦單位	行政院環境保護署	
	議程	單位
9:30~10:00	報到及領取會議資料	工作人員
10:00~10:10	工作計畫暨縣市環保局應配合事項說明	環保署
10:10~10:50	飲用水採樣程序品保品管措施說明	上準環境科技股份有限公司/ 劉曜文經理 成功大學/吳怡儒博士
10:50~11:00	休息(茶點、點心)	
11:00~11:30	採樣作業重點	上準環境科技股份有限公司/ 劉曜文經理
11:30~12:00	採樣表格填寫及現場量測設備校正說明	上準環境科技股份有限公司/ 劉曜文經理
12:00~13:00	中午用餐休息	
13:00~13:30	前往實作會場	
13:30~14:00	現場採樣程序及注意事項說明 (分組實作演練)	上準環境科技股份有限公司 成功大學
14:00~14:30		上準環境科技股份有限公司 成功大學
14:30~15:30	綜合討論	上準環境科技股份有限公司 成功大學
15:30~	歸賦(提領餐盒)	

表 3.3-8 採樣器材設備清點檢查表

專案名稱：108 年飲用水新興污染物研究與水質管理。
 專案編號：PJ10822，採樣單位：〔 〕環保局。
 測點數量：(1)自來水供水系統：〔 〕個檢驗測點，測點編號：TTW-〔 〕，樣品編號：LTR-TW-108〔A 〕。
 (2)簡易自來水供水系統：〔 〕個檢驗測點，測點編號：TTW-〔 〕，樣品編號：LTR-TW-108〔B 〕。

一、成大環工系

◎準備人員：_____，準備日期：_____年____月____日。
 ◎檢查人員：_____，檢查日期：_____年____月____日。

二、採樣單位【各直轄市、縣(市)環保局】

●接收清點人員：_____，接收日期：_____年____月____日。
 ●採樣人員如下表，採樣日期：_____年____月____日。

姓名	採 樣 訓 練		職稱代碼
	本計畫參加年度	環保局自行訓練	
	<input type="checkbox"/> 106、 <input type="checkbox"/> 107、 <input type="checkbox"/> 108、 <input type="checkbox"/> 未參加	<input type="checkbox"/> 有、 <input type="checkbox"/> 無	
	<input type="checkbox"/> 106、 <input type="checkbox"/> 107、 <input type="checkbox"/> 108、 <input type="checkbox"/> 未參加	<input type="checkbox"/> 有、 <input type="checkbox"/> 無	
	<input type="checkbox"/> 106、 <input type="checkbox"/> 107、 <input type="checkbox"/> 108、 <input type="checkbox"/> 未參加	<input type="checkbox"/> 有、 <input type="checkbox"/> 無	

註：主要採樣人員為 A（環保局員工）、B（約聘人員）。
 協助人員為 C（駐局人員）、D（替代役）、E（委辦公司人員）。

序號	一、樣品容器與採樣紀錄表格	◎成大環工系 (準備人員)	◎成大環工系 (檢查人員)	●採樣單位 (接收人員)	●採樣單位 (採樣人員)
1	樣品容器組數：TW-A〔 〕組、TW-B〔 〕組				
2	已加入抗壞血酸(25mg)之 VOCs 樣品容器：〔 〕個				
3	已加入抗壞血酸(25mg)之 VOCs 運送空白樣品容器：計〔 〕個				
4	已加入抗壞血酸(25mg)之 VOCs 野外空白樣品容器：計〔 〕個				
5	已加入抗壞血酸(25mg)之 VOCs 備用樣品容器：計〔 〕個				
6	已加入硫代硫酸鈉(80mg)之 SVOCs 樣品容器：〔 〕個				
7	已加入氯化銨(50mg)之甲醛樣品容器：〔 〕個				
8	已加入 EDTA-2Na(50mg)及抗壞血酸(50mg)之農藥樣品容器：〔 〕個				
9	品管分析樣品測點之樣品容器：LTR-TW-〔 〕				
10	pH 查核標準液，50 mL：pH 6.0〔 〕瓶、pH 9.0〔 〕瓶				
11	試劑水（運送空白樣品與野外空白樣品用）：計〔 〕瓶				
12	樣品封條：計〔 〕張				
13	紀錄表單：表 3〔 〕頁、表 6〔 〕頁、表 4〔 〕頁				
14	樣品冷藏用塑膠冰箱：計〔 〕個				
序號	二、樣品瓶組數量	◎成大環工系 (準備人員)	◎成大環工系 (檢查人員)	●採樣單位 (接收人員)	●採樣單位 (採樣人員)
1	LTR-TW- 瓶組數量				
序號	三、樣品保存藥劑	◎成大環工系 (準備人員)	◎成大環工系 (檢查人員)	●採樣單位 (接收人員)	●採樣單位 (採樣人員)
1	重金屬樣品一保存用藥劑（低汞硝酸，15 mL）：〔 〕瓶				
2	VOCs 樣品一保存用藥劑（3M 之硫酸水溶液，10 mL）：〔 〕瓶				
3	塑膠滴管（樣品加藥保存用）：〔 〕支				
序號	四、其它器材設備與測量儀器【由採樣直轄市、縣(市)環保局自行準備】	◎成大環工系 (準備人員)	◎成大環工系 (檢查人員)	●採樣單位 (接收人員)	●採樣單位 (採樣人員)
1	餘氯測定計（現場測量用）：計〔 〕台				
2	pH/溫度計（現場測量用）：計〔 〕台				

註 1、各直轄市、縣(市)環保局接收人員依據本清點檢查表，於接收清點檢查後，在相關欄位內打勾。
 (1)若清點正確後，請於本表的採樣單位（接收人員）欄位內簽名後，掃描以 E-mail 方式 [E-mail: xyleik@gmail.com] 回傳成大環工系準備人員。
 (2)若清點不符合本表各項數量時，請以電話告知成大環工系（王怡文（專案研究助理）/ 邱聖竹（專案研究助理），TEL：(06)275-7575 轉 65850 再轉（分機 41、37）），以進行補寄作業。
 註 2、各直轄市、縣(市)環保局採樣人員依據本清點檢查表，於採樣當日出發前的清點檢查後，須在相關欄位內打勾。
 註 3、各直轄市、縣(市)環保局採樣人員於完成採樣後，將本表與採樣樣品一併交予成大環工系採樣人員。

三、採樣單位【各直轄市、縣(市)環保局】

●主管(主辦)人員：_____，複核日期：_____年____月____日。

四、成大環工系

◎審查人員：_____，審查日期：_____年____月____日。

表 3.3-9 採樣現場狀況紀錄表

專案名稱：108 年飲用水新興污染物研究與水質管理。

專案編號：PJ10822，採樣單位：〔 〕環保局。

採樣人員：_____。

測點數量：計有〔 〕個測點。

測點編號：TTW-〔 〕，樣品編號：LTR-TW-108〔 〕。

現場記錄資料：

序號	測站編號 〔TTW-n〕	樣品編號 〔LTR-TW-108An〕	採樣現場記錄說明	會同人員
1	TTW-()	LTR-TW-108()	1、水源屬： <input type="checkbox"/> 河川水(名稱：_____) <input type="checkbox"/> 水 庫(名稱：_____) <input type="checkbox"/> 地下水體、 <input type="checkbox"/> 海水、 <input type="checkbox"/> 其他(說明：_____) ※是否2種以上水源混用： <input type="checkbox"/> 否、 <input type="checkbox"/> 是(比例：_____) 2、水質外觀： <input type="checkbox"/> 清澈、 <input type="checkbox"/> 混濁 3、水質顏色： <input type="checkbox"/> 無色透明、 <input type="checkbox"/> 其它(說明：_____) 4、3日內是否添加混凝劑： <input type="checkbox"/> 否、 <input type="checkbox"/> 是(種類：_____)	
2	TTW-()	LTR-TW-108()	1、水源屬： <input type="checkbox"/> 河川水(名稱：_____) <input type="checkbox"/> 水 庫(名稱：_____) <input type="checkbox"/> 地下水體、 <input type="checkbox"/> 海水、 <input type="checkbox"/> 其他(說明：_____) ※是否2種以上水源混用： <input type="checkbox"/> 否、 <input type="checkbox"/> 是(比例：_____) 2、水質外觀： <input type="checkbox"/> 清澈、 <input type="checkbox"/> 混濁 3、水質顏色： <input type="checkbox"/> 無色透明、 <input type="checkbox"/> 其它(說明：_____) 4、3日內是否添加混凝劑： <input type="checkbox"/> 否、 <input type="checkbox"/> 是(種類：_____)	
3	TTW-()	LTR-TW-108()	1、水源屬： <input type="checkbox"/> 河川水(名稱：_____) <input type="checkbox"/> 水 庫(名稱：_____) <input type="checkbox"/> 地下水體、 <input type="checkbox"/> 海水、 <input type="checkbox"/> 其他(說明：_____) ※是否2種以上水源混用： <input type="checkbox"/> 否、 <input type="checkbox"/> 是(比例：_____) 2、水質外觀： <input type="checkbox"/> 清澈、 <input type="checkbox"/> 混濁 3、水質顏色： <input type="checkbox"/> 無色透明、 <input type="checkbox"/> 其它(說明：_____) 4、3日內是否添加混凝劑： <input type="checkbox"/> 否、 <input type="checkbox"/> 是(種類：_____)	
4	TTW-()	LTR-TW-108()	1、水源屬： <input type="checkbox"/> 河川水(名稱：_____) <input type="checkbox"/> 水 庫(名稱：_____) <input type="checkbox"/> 地下水體、 <input type="checkbox"/> 海水、 <input type="checkbox"/> 其他(說明：_____) ※是否2種以上水源混用： <input type="checkbox"/> 否、 <input type="checkbox"/> 是(比例：_____) 2、水質外觀： <input type="checkbox"/> 清澈、 <input type="checkbox"/> 混濁 3、水質顏色： <input type="checkbox"/> 無色透明、 <input type="checkbox"/> 其它(說明：_____) 4、3日內是否添加混凝劑： <input type="checkbox"/> 否、 <input type="checkbox"/> 是(種類：_____)	

【注意事項說明】：

1、本表中註有「◎」欄位須由成大環工系相關人員負責填寫，其餘欄位則由各直轄市、縣(市)環保局現場採樣負責人員填寫。

●採樣單位【各直轄市、縣(市)環保局】

主管(主辦)人員：_____，複核日期：_____年 月 日。

◎成大環工系

審查人員：_____，複核日期：_____年 月 日。

表 3.3-10 樣品監控紀錄表

專案名稱：108 年飲用水新興污染研究與水質管理。

專案編號：PJ10822，採樣單位：〔 〕環保局。

測點數量：計有〔 〕個測點，測點編號：TTW-〔 〕，樣品編號：LTR-TW-108〔 〕。

◎成大環工系：

準備人員		準備日期	年 月 日
檢查人員		檢查日期	年 月 日

●採樣單位：【各直轄市、縣(市)環保局】

採樣人員		採樣日期	年 月 日	樣品運送方式： <input type="checkbox"/> A：採樣車自送 <input type="checkbox"/> B：空運 <input type="checkbox"/> C：快遞
送樣人員		運送日期	年 月 日	

●現場餘氯計查核測定：【各直轄市、縣(市)環保局】

測量時機	濃度別	確認值 (A：mg/L)	分析值 (B：mg/L)	相對誤差 (%)	備註： 相對誤差須小於 15% 相對誤差計 算公式： $\frac{ A-B }{A}$
水 樣 測量前	濃度 1				
	濃度 2				
水 樣 測量結束	檢量線之 查核濃度				

●現場 pH 計查核測定：【各直轄市、縣(市)環保局】

校正液濃度	校正參數		校正允收	查核液標準值	查核液測值	允收範圍
<input type="checkbox"/> 4.0 (°C)	<input type="checkbox"/> 斜率		-56 ~ -61	<input type="checkbox"/> 6.0 (20°C)	/ °C	標準值±0.05
<input type="checkbox"/> 7.0 (°C)	<input type="checkbox"/> 靈敏度		95~103%	<input type="checkbox"/> 9.0 (20°C)		
<input type="checkbox"/> 10.0 (°C)	零(點)電位	<input type="checkbox"/> pH	6.55~7.45	<input type="checkbox"/> ____ (°C)		
<input type="checkbox"/> ____ (°C)		<input type="checkbox"/> mV	-25~25mV			

註：pH 查核液請依該測點之 pH 值選用：若該測點 pH 值介於 4.0~7.0，請選用 6.0 之查核液；若介於 7.0~10.0，則選用 9.0 之查核液。（標準值依量測時之溫度而異，請參閱瓶上附表）

序 號	測站編號 (TTW-n) 樣品編號 (LTR-TW-An)	餘氯計 查核 (mg/L) ①記錄點數 點下二②	pH 計 查核 (0或00之標稱 擇一查核)① ②記錄點數 點下二②	兩次有效 餘氯測值 (mg/L) ①記錄點數 點下二②	pH ①記錄點數 點下二②	水溫 (°C)	採樣 時間 (時:分)	樣 品 監 控 記 錄											執行單位					
								a	b	c	d	e	f	g	h	i					總 數			
1	測站：TTW- 樣品：LTR-TW- (分析品管測點)	確認值： 分析值： 相對誤差： (%)	pH 測值： 溫度： 兩次誤差： (%)	第1次： 第2次： 兩次誤差： (%)	第1次： 第2次：			1	5	1	3	4	3	2	2	1							22	--- ◎準備：成大 ●採樣：採樣單位 ◎接樣：成大
	LTR-TW-連白 (縣市：____， 日期：____/____/____)			---	--	--	--			1													1	--- ◎準備：成大 ●採樣：採樣單位 ◎接樣：成大

【樣品容器代號說明】：

a：重金屬(5 項)，b：VOCs(8 項)，c：甲醛，d：SVOCs(9 項)，e：農藥(9 項)，f：消毒副產物(3 項)，g：微囊藻毒 LR 型，h：全氟化物(3 項)，i：異常測值確認用樣品。

【相對差異百分比計算公式】： $\frac{|\text{測值1}-\text{測值2}|}{(\text{測值1}+\text{測值2})/2} * 100\%$ ，相對差異百分比需小於 10%。

●採樣單位：【各直轄市、縣(市)環保局】

主管(主辦)人員		複核日期	年 月 日
----------	--	------	-------

◎成大環工系：

接樣清點人員		接樣清點時間	年 月 日， 時 分
審查人員		審查日期	年 月 日

【注意事項說明】：

- 1、本表中註有「◎」欄位須由成大環工系相關人員負責填寫，註有「●」欄位則由各直轄市、縣(市)環保局相關人員負責填寫。
- 2、成大環工系準備人員、接樣人員：於準備與接樣後，須在樣品監控紀錄欄內標示各檢驗測點的各檢驗項目樣品容器代號的數量與總數。
- 3、採樣人員於正式採樣前，須測定有效餘氯量，直到連續兩次的有效餘氯量測值穩定後(兩次誤差 < ±10%)，始可正式採集待測水樣。
- 4、採樣人員：於接收後與完成採樣後，須在樣品監控紀錄欄標示各檢驗測點的各檢驗項目樣品容器代號的數量與總數。
- 5、採樣人員於採樣完成後，須將本表與當日採集的樣品一併送回成大環工系。
- 6、成大環工系接樣人員：於接收樣品清點後，若發現樣品數量不符合時，須立即以電話與採樣單位聯繫與確認。
- 7、成大環工系接樣人員：於接樣清點檢查時，須檢查各樣品標籤中「保存檢查」欄是否有採樣人員打勾以示完成保存作業。若無打勾時，則須以 pH 試紙進行確認。

縣市環保機關配合事項

本計畫之採樣及送樣由直轄市、縣(市)環保局安排定時程辦理。本計畫採樣所需器材(添加藥劑、低汞硝酸、採樣瓶、樣品標籤、封條及冰箱等)及檢查表、監控表等，由成大提供，並於採樣日前 7 日送達採樣單位，環保局採樣人員負責於採樣前採樣器材設備之接收與清點檢查工作，執行現場飲用水水質採樣工作，以及採樣後負責運送樣品至成大環工系(或以快遞寄至成大環工系)。

現場量測設備校正方式

(一) pH 計

1. 使用前校正或使用備用查核標準液進行查核確認仍超過允差範圍時。
2. 校正方法(如圖 3.3-1)：
 - (1) 選擇兩種 pH 差值為 3 (4、7 或 7、10)，且範圍能涵蓋水樣之參考緩衝液以校正 pH 計。
 - (2) 各取適量之緩衝溶液於乾淨燒杯中，使保持同一溫度。
 - (3) 將電極移出以蒸餾水淋洗，再以柔軟面紙輕輕拭乾，置於第一種緩衝溶液，以磁石攪拌，俟穩定後校正儀器；再以同法用第二種緩衝溶液校正儀器。
 - (4) 將電極沖洗拭乾後置入水樣中，以磁石攪拌，俟穩定後讀取 pH 值並記錄溫度。
 - (5) 允差範圍：pH 完成校正後，將依所校正之範圍(pH：4~7 或 pH：7~10)選用適當之 pH 標準緩衝液(pH=6.00 或 pH=9.00)進行查核測量，允差範圍為標準值 ± 0.05 。

(二) 餘氯計

1. 取樣後，立即分析。
2. 請勿以塑膠容器收集樣品。
3. 為獲得最佳測值，以同一時段收集之水樣分析。
4. 分析時要使用樣品瓶，不可將儀器置於水樣中或直接將水樣倒入儀器中。
5. 步驟：
 - (1) 取水樣 10 mL，倒入樣品瓶中，作為空白之用。(請立即分析水樣，勿儲

存)

- (2) 壓鍵開機。
- (3) 取出儀器蓋，將步驟 1 之空白樣品瓶放入測試位置，瓶子上方塊符號正對按鍵方向，蓋上蓋子遮住樣品瓶。(樣品瓶需擦乾後，再放入儀器中)

6. 查核

- (1) 採樣前：執行 2 個濃度 (建議：0.2、0.9 mg/L)。
- (2) 採樣後：擇 1 濃度執行，確認餘氯計狀況是否一整日均正常。
- (3) 標準品量測結果與確認值之差異需小於 15%。
- (4) 任一條件未符合均視為無效樣品，需重新採樣

7. 量測

- (1) 確認餘氯量測結果是否合格？(飲用水水質標準：0.2~1.0 mg/L)
- (2) 每一測點水樣均需執行兩次餘氯量測，且量測結果差異需小於 10%。



圖 3.3-1 pH 計校正流程

3.3.5 抽驗結果

本計畫抽驗之 39 個項目均完成抽驗檢測，其中除 PFOA、PFOS、PFHxS、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、N-亞硝基吡咯烷、及 5 項重金屬以外的 28 個項目檢測結果均低於偵測極限或定量極限。此 28 項物質完成分析樣品數及偵測極限列於表 3.3-11。PFOA、PFOS、PFHxS、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、N-亞硝基吡咯烷、及 5 項重金屬的抽驗結果彙整於表 3.3-12。

N-亞硝二甲胺完成 50 個樣品檢測，其中僅 3 個樣品有檢出（偵測極限 0.00468 $\mu\text{g/l}$ ），目前國際上已有數個國家管制飲用水中的 N-亞硝二甲胺濃度或提出指引值，包含 WHO、加拿大、澳洲、日本等，管制標準或指引值介於 0.04~0.1 $\mu\text{g/l}$ ，檢出之樣品濃度介於 0.014-0.016 $\mu\text{g/l}$ ，均低於最低國際管制標準或指引值 0.04 $\mu\text{g/l}$ （加拿大），顯示無顯著風險。

N-亞硝二乙胺、N-亞硝基吡咯烷等 2 個項目雖有檢出（2 個及 3 個樣品），然目前沒有國際管制值或指引值，檢出濃度介於 0.012-0.019 $\mu\text{g/l}$ （N-亞硝二乙胺）、0.005-0.007 $\mu\text{g/l}$ （N-亞硝基吡咯烷）。

全氟化物的部分，PFOA 有檢出之數值均低於澳洲管制值 0.56 $\mu\text{g/l}$ ，而 PFOS 及 PFHxS 50 個樣品中有一個超過美國健康建議值（PFOA 與 PFOS 合計小於 0.07 $\mu\text{g/L}$ ）及澳洲指引值（PFOS 與 PFHxS 合計小於 0.07 $\mu\text{g/L}$ ），建議持續監測觀察，了解我國之風險。

銻、鎘、鉍、硼、鉍等 5 項重金屬本年度有 201 處次檢測，其中鉍、硼、鉍於國際上有管制值或指引值（參考表 3.3-2），因本計畫採用之分析方法偵測極限低，可測得微量之金屬，故 5 項金屬均有檢出，然而檢出濃度均低於最低國際管制標準或指引值 0.04 $\mu\text{g/l}$ （加拿大），顯示無顯著風險。

本計畫 39 個項目抽驗結果彙整於表 3.3-13。

表 3.3-11 抽驗結果均低於偵測極限或定量極限之項目

項目	分析樣品數	偵測/定量 ^a 極限
甲醛	50	0.00725
1,1-二氯乙烷	50	0.00074
1,2-二氯丙烷	50	0.00072
苯乙烯	50	0.00071
氯苯	50	0.00076
乙苯	50	0.00068
甲基第三丁基醚	50	0.00071
1,2,3-三氯丙烷	50	0.00069
1,2-二溴-3-氯丙烷	50	0.00072
六氯苯	50	0.00087
壬基酚	402	0.00152
雙酚 A	402	0.00174
鄰苯二甲酸二甲酯	402	0.00095
鄰苯二甲酸二乙酯	402	0.00101
鄰苯二甲酸二丁酯	402	0.00172
鄰苯二甲酸甲基苯甲酯	402	0.00129
鄰苯二甲酸二辛酯	402	0.00119
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	402	0.00171
甲基多保淨	50	0.00001
固殺草	50	0.00012
鋅錳乃浦	50	0.00005 ^a
陶斯松	50	0.00004
托福松	50	0.0000002 ^a
愛殺松	50	0.0001 ^a
加保利	50	0.0001 ^a
賽滅寧	50	0.000005 ^a
嘉磷塞	50	0.00012
微囊藻毒 LR 型	27	0.00000026

a. 定量極限

表 3.3-12 有檢出之項目及其濃度範圍

項目	單位	分析數	低於定量極限 樣品數	檢出濃度範圍	國際管制值最小 值	定量極限	偵測極限
PFOA	ug/l	50	46	0.005-0.013	0.56 ^{a, b}	0.005	0.0017
PFOS	ug/l	50	49	0.087	0.07 ^{a, b}	0.005	0.0012
PFHxS	ug/l	50	48	0.008-0.1	0.07 ^b	0.005	0.0023
NDMA	ug/l	50	47	0.01435-0.01623	0.04	0.005	0.00468
NDEA	ug/l	50	48	0.01246-0.01964	NA	0.005	0.00455
NPYR	ug/l	50	47	0.00538-0.00661	NA	0.005	0.00431
鉍	ug/l	201	181	0.2-0.3	4	0.5	0.107
鎵	ug/l	201	171	0.08-0.13	NA	0.5	0.08
鉈	ug/l	201	183	0.11-0.34	2	0.5	0.107
鍺	ug/l	201	178	0.11-1.68	NA	0.5	0.107
硼	mg/l	201	6	0.0047-0.49	1	0.01	0.0032

a. 美國健康建議值 PFOA+PFOS <0.07 ug/L

b. 澳洲指引值，PFOS 與 PFHxS 合計<0.07 ug/L

表 3.3-13 抽驗結果彙整

項目	完成分析數	國際管制標準或指引值 ^a	國際標準(或指引值) ^a 最小值	大於國際管制標準(或指引值)最小值	
				樣品數	發生率(%)
銻	201	無	無	—	—
鎘	201	無	無	—	—
鉍	201	美國: 0.002	0.002	0	0
硼	201	WHO: 2.4 ^b 、加拿大: 5、歐盟: 4、紐西蘭: 1.4、澳洲: 4 ^b 、日本: 1、南韓: 1、新加坡: 2.4	1	0	0
鉍	201	美國: 0.004、澳洲: 0.06 ^b	0.004	0	0
甲醛	50	澳洲: 0.5 ^b 、日本: 0.08 ^b 、南韓: 0.5	0.08 ^b	0	0
N-亞硝二甲胺	50	WHO: 0.0001 ^b 、加拿大: 0.00001、澳洲: 0.0001、日本: 0.0001 ^b	0.00004	0	0
N-亞硝二乙胺	50	無	無	—	—
N-亞硝基吡咯烷	50	無	無	—	—
1,1-二氯乙烷	50	無	無	—	—
1,2-二氯丙烷	50	WHO: 0.04 ^b 、美國: 0.005、紐西蘭: 0.05、新加坡: 0.04	0.005	0	0
苯乙烯	50	WHO: 0.02 ^b 、美國: 0.1、紐西蘭: 0.004 ^{b,d} 、澳洲: 0.004 ^{b,c} 、日本: 0.02 ^b 、新加坡: 0.02	0.004 ^b	0	0
氯苯	50	美國: 0.1、加拿大: 0.03 ^c 、紐西蘭: 0.01 ^{b,c} 、澳洲: 0.01 ^{b,c}	0.01 ^b	0	0

a. 單位: mg/l

b. 指引值/目標值/非常規指標值(非法定標準)

c. 適飲性考量

d. 臭味考量

表 3.3-10 抽驗結果彙整 (續)

項目	完成 分析數	國際管制標準或指引值 ^a	國際標準(或指 引值) ^a 最小值	大於國際管制標準(或指引值)最小值	
				樣品數	發生率(%)
乙苯	50	WHO: 0.3 ^b 、美國: 0.7、加拿大: 0.0016 ^c 、紐西蘭: 0.002 ^{b, d} 、澳洲: 0.003 ^{b, c} 、南韓: 0.3、新加坡: 0.3	0.0016	0	0
甲基第三丁基醚	50	加拿大: 0.015 ^c 、日本: 0.02 ^b 、	0.015 ^c	0	0
1,2,3-三氯丙烷	50	無	無	—	—
1,2-二溴-3-氯丙烷	50	WHO: 0.001 ^b 、美國: 0.0002、紐西蘭: 0.001、南韓: 0.003、新加坡: 0.001	0.0002	0	0
六氯苯	50	美國: 0.01	0.01	0	0
PFOA	50	澳洲: 0.00056 ^b	0.00056	0	0
PFOS	50	澳洲: 0.00007 ^{b, f}	0.00007	1	2
PFHxS	50	澳洲: 0.00007 ^{b, f}	0.00007	1	2
甲基多保淨	50	澳洲: 0.09 ^b 、日本: 0.3 ^b	0.09 ^b	0	0
固殺草	50	日本: 0.02 ^b	0.02 ^b	0	0
鋅錳乃浦	50	澳洲: 0.009 ^b	0.009 ^b	0	0
陶斯松	50	WHO: 0.03 ^b 、加拿大: 0.09、紐西蘭: 0.04、澳洲: 0.01 ^b 、日本: 0.003 ^b 、新加 坡: 0.03	0.003 ^b	0	0
托福松	50	加拿大: 0.001、澳洲: 0.0009 ^b	0.0009 ^b	0	0

a. 單位: mg/l

b. 指引值/目標值/非常規指標值 (非法定標準)

c. 適飲性考量

d. 臭味考量

e. 管制總微囊藻毒

f. PFOS 與 PFHxS 合計

表 3.3-10 抽驗結果彙整 (續)

項目	完成 分析數	國際管制標準或指引值 ^a	國際標準(或指 引值) ^a 最小值	大於國際管制標準(或指引值)最小值	
				樣品數	發生率(%)
愛殺松	50	澳洲: 0.004 ^b	0.004 ^b	0	0
加保利	50	加拿大: 0.09、澳洲: 0.03 ^b 、日本: 0.05 ^b 、南韓: 0.07	0.03 ^b	0	0
賽滅寧	50	澳洲: 0.2 ^b	0.2 ^b	0	0
嘉磷塞	50	美國: 0.7、加拿大: 0.28、澳洲: 1 ^b	0.28	0	0
壬基酚	402	日本: 0.3 ^b	0.3 ^b	0	0
雙酚 A	402	日本: 0.1 ^b	0.1 ^b	0	0
鄰苯二甲酸二甲酯	402	無	無	—	—
鄰苯二甲酸二乙酯	402	無	無	—	—
鄰苯二甲酸二丁酯	402	日本: 0.01 ^b	0.01 ^b	0	0
鄰苯二甲酸甲基苯 甲酯	402	日本: 0.5 ^b	0.5	0	0
鄰苯二甲酸二辛酯	402	無	無	—	—
鄰苯二甲酸二(2- 乙基己基)酯	402	WHO: 0.008 ^b 、美國: 0.006、紐西 蘭: 0.009、澳洲: 0.01 ^b 、日本: 0.08 ^b 、新加坡: 0.008	0.006	0	0
微囊藻毒 LR 型	27	WHO: 0.001 ^b 、加拿大: 0.0015、 紐西蘭: 0.001 ^e 、澳洲: 0.0013 ^{b,e} 、 日本: 0.0008 ^b 、新加坡: 0.001	0.0008 ^b	0	0

a. 單位: mg/l

b. 指引值/目標值/非常規指標值 (非法定標準)

c. 適飲性考量

d. 臭味考量

3.3.6 我國飲用水新興污染物後續抽驗項目建議

重金屬中鍺、鎵、硼、鉈均屬觀察清單物質，且本土歷史監測數據有限，建議保留抽驗，鉍為蒐集清單物質且本年度抽驗結果顯示遠低於美國飲用水水質標準，建議改抽驗屬觀察清單物質且本土歷史監測數據有限的砷。

消毒副產物中 N 亞硝類於本年度抽驗有部分檢出值，考量消毒副產物確有存在於飲用水的可能，建議持續抽驗。

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、1,2,3-三氯丙烷及 1,2-二溴-3-氯丙烷等揮發性有機物及六氯苯本年度抽驗結果均低於偵測極限，建議改測觀察清單中的 1,2-二溴乙烷。

全氟辛烷磺酸、全氟辛烷酸屬觀察清單物質，本年度抽驗有檢出超過澳洲指引值，建議增加抽驗樣品數。

農藥類抽驗結果均低於偵測極限，建議僅保留使用量最大的嘉磷塞持續抽驗。

鄰苯二甲酸二丁酯及 DEHP，考量近年有少數樣品超過國際最低管制值，建議維持於觀察清單中持續監測。考量環境賀爾蒙分析方法相近，故建議後續監測時可同時監測其他項目。

微囊藻毒-LR 型之監測結果顯示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。

第四章 水安全計畫試行

本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，輔導自來水事業單位推動水安全試行計畫。

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

4.1.1 日本實施之水安全計畫

日本的 WSP 實施歷程始於 2008 年由日本水協 (JWWA) 會議草擬指引，後由日本厚生勞動省 (MHLW) 於 2008 年 5 月發佈水安全計畫指引，建議當地的自來水供應業者實施水安全計畫以確保管理飲用水質 (非強制性)。WSP 的推行先以小型/中型水供應業者為主要對象，利用水質監測資料進行危害鑑定分析，危害分析流程如圖 4.1-1。

日本的水安全計畫關鍵步驟為危害鑑定及分析，因此在發展水安全計畫時，有 2 個重要的附件：電腦軟體及範例。電腦軟體的部分使用下拉選單的軟體和格式，建立水安全計畫各式表單及危害分析表格。範例的部分則是建立水安全計畫的各式案例，尤其是針對小型水場，例如快濾系統、慢濾系統、消毒等各單元。

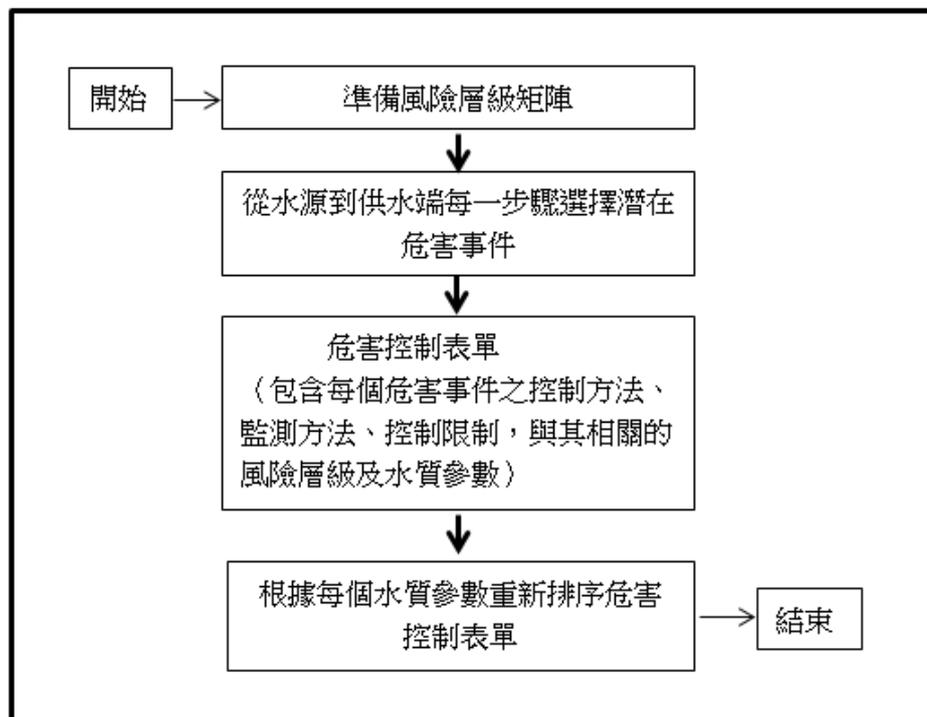


圖 4.1-1 危害分析流程

WSP 應用於東京都會供水系統歷程始於 2006 年，當年先選擇一處淨水場（Misato 淨水場）推行，發展該廠的水安全計畫。2007 年 Misato 淨水場實施水安全計畫，並於東京全部供水系統發展 WSP（包含 71 處淨水場）。2008 於東京全部供水系統實施 WSP。

東京供水系統實施水安全計畫於以下 71 處不同水源及處理程序之淨水場（淨水場組成如表 4.1-1），並依照風險層級評估量表（表 4.1-2）實施風險層級控制措施（表 4.1-3），風險層級評估以事件發生頻率及淨水場控制準則和水質標準作為判斷依據，事件發生導致水質標準超標的風險層級越高。評估事件的風險層級後，再依照風險層級實施控制措施。水安全計畫有系統實施後，東京進一步實施高品質水管理計畫：

- 一、東京之供水系統全部系統納入 WSP：包含 71 處淨水場及配水系統
- 二、ISO 9001：針對淨水場品質管理，通過 ISO 9001
- 三、ISO/IEC 17025：對於水質檢驗實驗室確保分析品質

大阪水安全管理計畫原則如東京水安全計畫方式實施，以 ISO 9001 的精神包含淨水場及配水管網進行品質管理，對於水安全管理則實施 ISO 22000。

表 4.1-1 東京都會供水系統的淨水場組成

水源類型	處理方法			
	快濾	慢濾	膜過濾	只有消毒
地表水	8	1	2	-
直接受地表水影響之地下水	3	3	5	-
地下水	1	-	1	47
總計	12	4	8	47

表 4.1-2 日本風險層級評估量表

發生頻率	衝擊層級			
	低於控制準則	高於控制準則	低於水質標準	高於水質標準
一週一次或以上	2	4	5	5
低於一週一次，一月一次或以上	1	3	5	5
低於一月一次，一年一次或以上	1	3	5	5
低於一年一次	1	3	5	5

表 4.1-3 日本風險層級控制措施

風險層級	控制措施
5	應暫停進水、傳輸/配水或供水系統
4	除加強控制外，應考量設施改善之類的永久措施
3	應加強控制
2	依照正常操作方式，除此外可考量設施改善之類的永久措施
1	依照正常操作方式

4.1.2 香港水安全計畫實施介紹

香港水務署參照 WHO 的方針架構於 2007 年實施部門的水安全計畫，確保從水源至供水系統的飲用水品質以保障大眾健康。

香港安全飲用水的架構主要參考 WHO 的架構包含：

- 一、飲用水之風險評估需以健康為基礎作為目標。
- 二、以水安全計畫為管理工具，藉由風險管控及多重屏障來協助健康為基礎作為的目標。
- 三、有獨立的監督系統，經由公眾健康的狀況檢視水安全計畫的施行。

因此水安全計畫的核心組成包含：

- 一、完整的飲用水供水系統評估，鑑定潛在風險及相對應的控制措施
- 二、監測程序：確保控制措施被有效執行
- 三、紀錄 WSP 執行之管理及溝通程序的文件

在水安全計畫中，水務署內部則為制訂規範、監督和諮詢的角色。雖然水務署提供的水是可以安全飲用的，但由於各種因素，如未正確清潔水箱或由於水停滯太久而污染內部供水系統、使用不合適的管材，內部管道系統的水質都可能受到影響。2017 年水務署檢視水安全計畫後，更進一步推行綜合飲用水水質管理系統（DWQMS），經由適當的體制架構、水質政策、水安全計畫等，進一步加強水質管理，以確保適當的資源分配、溝通及教育訓練。

DWQMS 囊括了：水質策略、水質管理原則、以健康為基準的目標、水安全計畫及監控安排，5 個方面實施。

除針對供水系統的 WSP 外，2017 年更編制了建築物水安全計劃的指引和範本，協助業主或物業管理者，制訂水安全計劃，以風險為基礎和多重屏障的方式，

加強建築物的用水安全。建築物水安全計劃的實施，有賴物業管理者和管道業者共同努力，包括辨識和評估內部供水系統的潛在風險，制定控制措施和執行相應的檢查和保養。此外，通過定期審核和檢視，物業管理者可以驗證和更新建築物的水安全計劃。香港水務署已於 2017 年 9 月推出建築物水安全計劃的指引和分別合適一般建築物和學校使用的範本後，鼓勵建築物業主或物業管理者自願參與。

香港政府經由下列步驟實施建築物水安全計畫：

- 一、瞭解建築物的內部管道系統
- 二、評估並確認內部管道系統可能存在的污染區域（例如蓄水池可能因外物進入而污染水質）
- 三、實施相對應的控制措施，以預防或降低風險發生（例如定期檢查蓄水池，確認水池蓋子鎖緊）
- 四、定期實施常規性檢查，確認 WSP 有效的被執行。

香港水務署則負責監督 DWQMS 的執行，定期檢討 DWQMS，進行計畫更新和進一步改善綜合飲用水水質管理系統，並結合發展局和衛生署，對自來水和飲用水進行水質監測。

4.2 飲用水安全管理的角色與責任

為了維護民眾的健康，與水安全相關的各個單位應密切聯繫合作，以確保飲用水之水質安全。為達成此目的，首要考慮處理的事項就是預防管理。飲用水供應者需負起飲用水水質與安全的責任：

- 一、中央主管機關建立目標和架構，明確的制定飲用水管理法規和水質標準，以規範供水業者之義務和責任。
- 二、對於任何一種形式的供水業者，都需有詳細的規範和驗證標準，以確保每次供水都能達到水質目標。
- 三、成立一個獨立的監督機構，負責監督供水安全和相關驗證測試工作。

但在實際執行上，較難區分監督單位和供水機構的責任，在大多數國家，負責監督的機構為衛生主管部門（或公共衛生部門），部分國家則為環保機構，另外在地方政府的環保衛生部門也具有監督職責。監督工作之執行需要一個系統性的方案，其內容除稽查、分析、公共衛生檢視外也應考慮社會觀感，且應涵蓋整個飲用水系統、集水區、公共運輸建設、污水處理廠、水庫（蓄水設施）、各種型態之配水系統。監督單位必要時需要有法規支持和法律賦予的公權力，利用適當罰則配合鼓勵措施來確保供水業者遵守各項規定。

4.3 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，並且能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方法。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。

4.3.1 以健康為基礎的水質目標（Health-base target）

公眾健康維護在飲用水安全計畫架構中為重要的項目之一，應根據水質安全性評估和水媒危害風險評估，以建立一種可測量之衛生品質、水質或績效目標。為達成此目的，需經由各界學者專家（包含供水業者、水質安全相關單位和團體）進

行研議，內容應考慮所有公眾健康議題、飲用水水源、微生物水媒疾病、化學物質危害，以確保消費者用水安全。飲用水中的化合物可能引起健康危害，可能為單次暴露（致病性微生物）或長期暴露（多種化學物質）所引起，以健康為基礎之水質目標可應用於所有類型的供水系統，這些水質目標（水質安全指引）包括四種健康基本目標：

- 一、健康結果目標（**Health outcome target**）：減少經由不同危害飲用水安全的暴露所造成的疾病，可利用量化的方式建立健康基本目標。
- 二、於水體中建立各種不同物質的水質目標（**Water quality target**）：這些化學物質通常會被規範其在水中之允許濃度（設定水質標準）之物質。
- 三、績效目標（**performance targets**）：設定短期暴露會造成的公眾健康風險或對健康影響有顯著意涵的允許數值或濃度，通常會設定應減少多少濃度或對於污染防治成效加以規範。
- 四、特定之技術目標（**Specified technology target**）：中央主管機關可具體建議區域性的處理設施和社區性或家庭飲用水之飲用水處理系統以改善水質。

在以公眾健康為目標的條件下，了解當地環境條件、蒐集各種訊息以評估現有設施狀況及用水設施之設置與經營是否足夠保護及改善公眾健康，且針對各種不同規模和類型之供水系統進行適當的分析。大多數的國家都在不同環境條件下對各種型態之污染物建立水質標準，為達成水質標準之要求，主管機關及供水系統應制定具代表性的管理方案、控制措施及水質/操作性能指標，且能在適當的情況下逐步協助建立全國性、區域性及地方性之管理實施，以確保資源的有效利用。

這些水質指標是飲用水水質指引中已有的要素或標準，用於保護和改善飲用水水質和人體健康，這些指標亦提供給水供應商和管理者作為水質參考基準，用以確認現有供水系統的適當性並評估需要改進的地方。水安全計畫之順利發展已被證實其可為供水系統成功應用的基礎，而以公眾健康為基礎之水質目標可應用於確認其供水水質安全及公共衛生持續改善的指標。這些指標通常需要定期地回顧檢查並且持續更新指標內容和優先順序，再者各種規範和標準也應定期更新。

為達成以公眾健康為基礎之水質目標，應訂定具體的介入措施，包括污染控制措施，如水源保護和淨水處理過程。

4.3.2 建立以公眾健康為基礎之水質目標

為了確保有效的健康保護和改善，以公眾健康為基礎之水質目標必須實際可行、可測量，以科學資料為基礎，並符合經濟、技術資源、制度、本土特性（包括生態、環境、社會、文化條件）。以公眾健康為基礎之水質目標應是整體公共衛生政策的一部分，考量到公共衛生的狀況、趨勢、導因於飲用水的傳染性疾病之散布，乃至對有害化學品的整體暴露。

雖然水是不同生物性、化學性或放射性危害的來源，但水並非是唯一的來源。在制定以公眾健康為基礎之水質目標時需另外考量到其它來源，包括食物、空氣、人和人接觸、消費行為以及不良之衛生和個人之衛生習慣等。由於引起疾病的途徑有許多種，因此針對飲用水制定嚴格的指標只能有限的保護民眾健康。舉例而言，當飲用水途徑只佔整體總暴露的一小部份時，此時針對化學危害建立嚴格的水質指標的功能很有限，要達到水質指標所付出的成本會不必要地轉移至其他衛生介入措施，且和減少整體暴露之環境危害、提昇公共衛生的大目標並不一致。

考量不同介入措施對疾病發生率的影響也很重要，對於一些病原體和其相關疾病而言，水質的介入措施或許不具效果。這主要是因為可能有其他更主要的暴露途徑。但長期經驗則顯示改善飲用水供應和水質管理，對於控制水媒疾病則是有效果的，如傷寒和痢疾。

符合健康基本目標應被視為一種更廣泛的公共衛生政策，包括健康促進、廢棄物處理、個人衛生、教育大眾減少個人暴露和個人行為對水資源的衝擊等。制定公共衛生優先順序時，考量到各種介入措施的成本效益，通常會優先處理對疾病有主要影響者。只要最終不偏離最重要的目標，若能用較低成本達成較小的績效指標並非代表忽略最終健康指標。

改善飲用水安全的重要觀念之一是不建立過於嚴格的指標，因為水質指標的訂定是鼓勵飲用水水質有更加的改善且以健全的風險管理系統為基礎。因此，以公眾健康為基礎之水質目標可用於支持及量化水質改善程度的基礎，並藉由通過更嚴格的水質指標或更明確的衛生保護標準（例如從技術層面指標到效果的指標）而持續進步。

建立以公眾健康為基礎之水質目標時必須謹慎考量短期突發事件和一般期間的水質變化，此對於績效指標和具體技術指標的發展尤其重要。例如在大雨後或設

備維修期間，短期內水質可能明顯惡化；災害事件會造成水源水質嚴重惡化，而水場處理流程效率降低甚或使系統故障，皆會增加疾病爆發的可能性。這些事件為已建立的多重障礙原則（**multiple barriers concept**）提供水質安全額外的驗證。

在化學性危害方面，以公眾健康為基礎之水質目標普遍採用水質指標的形式加以建立，績效指標則以淨水程序中之去除比例來表示，或是將具體技術指標應用於化學性危害。

針對微生物性危害，以公眾健康為基礎之水質目標普遍採用績效指標或具體技術指標，而指標的選擇會受到水源水質資料之數據所影響。水質指標的發展較少基於病原體管制，因為偵測飲用水中的病原體常是不可行且不符合成本效益的選擇。例如病原體數量等同於 10^6 DALY 每人年的健康結果指標，通常設定為每 10^4 - 10^5 公升的水應少於一隻微生物，此在監測實務上不易達成。因此偵測指標性微生物（如大腸桿菌）是較可行且符合成本效益的方式。實際上，公共衛生概念中飲用水的健康風險常歸因於單一危害，因此在選取適用之指標時，健康風險的參考等級常個別應用於每一種健康危害。

以公眾健康為基礎之水質目標是飲水安全最直接的描述。例如腹瀉疾病發生頻率或癌症發生率的上限，這些上限代表可容忍的疾病負擔。WHO 之用水安全計畫中在以公眾健康為基礎之水質目標中定義 10^{-6} DALY（每人每年）為可容忍的疾病負擔；針對有閾值的化學物質，以公眾健康為基礎之水質目標則是以 NOAEL（無觀察危害反應劑量）為基礎來建立。

4.3.3 水安全計劃

在飲用水水質的整體控管中，仍需要對微生物和化學物質之濃度發展一項管理計劃。在此計畫實施時，提供供水系統水質安全和淨水流程控管，以確保水中的病原體和化學物質之數量/濃度，對於公眾健康沒有產生危害之疑慮，能讓消費者安全飲用。供水業者應開發其水安全計劃，水安全計劃由系統評估、系統設計、操作監控和管理計畫等內容所組成，其中還包含資料建檔和聯繫系統。水安全計劃的基礎需建立在多重原則之上，如潛在危害分析、關鍵控制點、其他系統的管理方法等；對供水系統而言，此計畫應該能滿足解決飲用水全方面的問題，且著重於取水、處理及輸送飲用水之過程。

在缺乏完善水安全計畫之下，很多供水系統仍能提供堪用的安全飲用水。制定並實施一個水安全計劃可協助系統詳細的評估，其中包括危害度的優先順序、各檢查點的操作監控、控制測量、資料修正等。此外水安全計劃亦提供整個管理階層的組織方式和系統架構，以減少因監督管理所造成的疏忽；且其緊急應變計畫對於系統故障及突發事件所導致之水質安全影響皆能予以因應，如乾旱、暴雨和洪水事件。

4.3.4 確定優先關切項目

WHO 之飲用水水質指引中包含大量的飲用水中可能出現之物質，以滿足各國的不同需要。一般而言，在特定的情況下，僅有少數的物質與公眾健康有關。此水質指引對於各國主管機關和地方管理單位而言，可參考各污染物回應當地飲用水水質參數，且能針對不同關切物質發展的處理技術，以達到最大的經濟效應。

以公眾健康為基礎的水質指引需建立於飲用水中可能引起危害之組成物質，並提供一個基本的方法來評估飲用水水質；不同的水質參數結果，需要不同的管理重點去保護及改善公眾健康。其優先順序如下：

- 一、確保消費者能飲用到較安全的飲用水
- 二、管理重要的化學物質，了解對健康影響的危害
- 三、優先解決具有危害的化學物質，特別是會影響飲用水味道、氣味、外觀的物質
- 四、選用適合的處理技術，在符合水質指引的條件下減少污染來源，或將污染數值控制在標準值下

基於公眾健康為基礎所訂定之危害性考量有的兩個特點：第一、物質對公眾健康所造成的嚴重性和暴露於此物質可能造成的影響；第二、這些物質和特定危害的風險相關。對於化學性危害，必須要考慮的是對健康影響的嚴重程度和民眾對該物質的可能暴露量，對健康的影響很顯然的是和物質的毒性和濃度有關，但也和暴露時間長短有關；對大部分的化學物質而言，健康衝擊是和長期暴露有關的。因此，若只是短期暴露，對健康的不良影響可能會較低，除非該物質的濃度很高。因此需要較多關注的物質是在水體廣泛存在的物質，且在飲用水源或飲用水中可測出，並且達到健康風險疑慮濃度之物質。

儘管世界衛生組織並沒有針民眾可接受度來設定某些物質(如會影響飲用水的外觀、口感、味道等)的建議管制值，但不同國家針對這些物質設定水質標準是很

常見的。雖然超過這些標準含量和健康危害並沒有直接相關，但可能會對民眾對水質安全之信心造成影響，甚至因認識不足而改用其他較不安全的水源。

水質標準通常都是依不同地方可接受程度而做考量。執行優先順序之設定應依照一個跨機構的系統性評估來決定，亦可能是由中央主管機關來決定。而在以國家層級來決定管制值時，應該依據風險評估(如嚴重度和暴露程度)之結果來辨別相關風險。在地方供水系統層級上，可能需要優先考慮有效率的系統管理。這些過程可能需要許多不同單位參與，如健康、水資源、供水系統、環境、農業、地質和礦業等主管機關，以建立一套協調管理機制來共享各種資訊，以達到飲用水水質監控的目的。

建議供水系統應將水安全計劃流程當作供水系統的整體工作指引，並保證持續進行安全供水方向的風險管理原則。供水系統的企業組織與運行方式宜融為一體，使供水系統內接受且能合理的實施水安全計畫程序，以更具有經濟效應的水安全計畫能長期實施及運行。

4.4 水安全計畫之執行步驟

為確保飲用水水質安全，避免造成供水安全的重大風險，如目前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，開發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 之水安全計畫其步驟如圖 4.4-1。

流程 1、成立一個水安全計劃團隊

水安全計劃工作團隊需要具有豐富的經驗和專業技能，工作人員須詳細了解從水源地取水、原水處理技術到配水系統等流程，並了解每一個環節可能影響整個供水系統安全之危害。工作團隊於開發早期階段的重要任務即是決定水安全計劃如何實施，並運用特定的方法評估風險出現的可能性以及可能相應的結論。

對於一般供水系統來說，需要來自此領域的專家及其他部門負責人之共同協助，對整個供水系統的水質及安全可能產生的影響及危害進行確認，並幫助水安全相關的內部人員和每一個人更加了解水安全計劃之實施方法。

成立一支經驗豐富的、對於流程具有專業技術的工作團隊，他們需要了解水安全計劃流程的組成，以及對於流程每一個步驟相對應的風險評估，此工作團隊需要了解應該達到的健康目標，並在評估之後確定全流程是否能夠達到相關的水質標準要求。

流程 2、描述完整之供水系統

水安全計劃工作團隊的第一項工作就是全面地描述供水系統，當供水系統尚無供水系統記錄時，在現場進行系統之描述就十分重要，其目的是確認後續記錄的準確性，包括原水、流程水及處理後清水等，使供水系統達到水質標準的要求，並獲得充分的風險評估及風險管理資訊。每一個供水系統都必須進行個別的詳細自我風險評估，對於特定之供水系統應進行個別的數據紀錄。許多供水事業的特定供水系統已經具有豐富的經驗並掌握了相應的記錄，在這樣的情況下，水安全計劃將只需要將這些內容進行系統化的檢查，以確保水安全計劃涵蓋最新的資訊且完整度良好，並通過現場檢查確認其準確性即可。

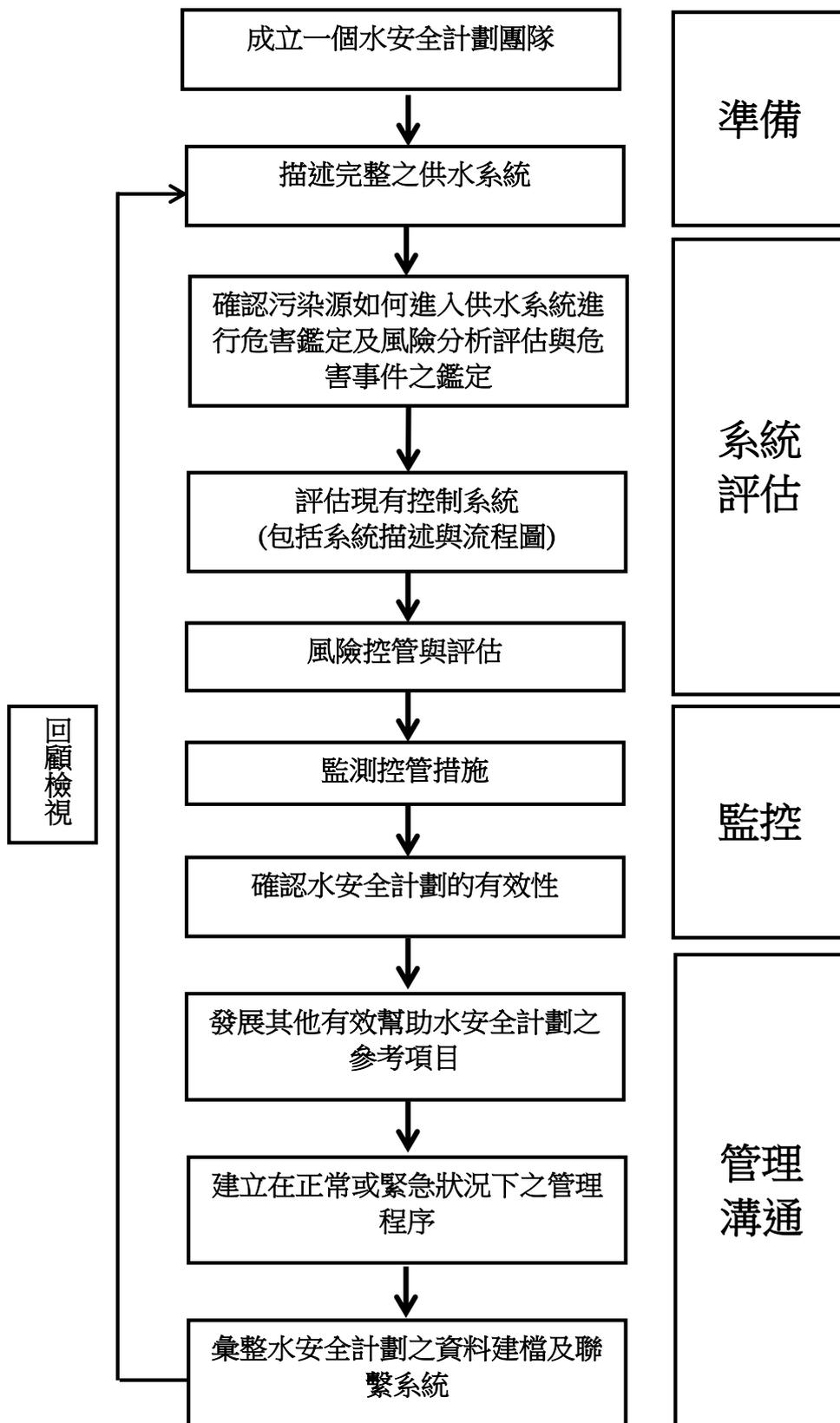


圖 4.4-1 執行水安全計畫之流程

一份詳細完整的供水系統現狀描述，須包括系統的流程圖，對供水系統目前所能達到的水質狀況的了解，並確定用水戶及用水的方式。

流程 3、進行風險評估與危害事件之鑑定並確定污染源如何進入供水系統

當成立一個全新的飲用水供水系統，或對既有的飲用水設備升級時，第一步驟即為發展一個水安全計劃，蒐集評估其中的潛在危害、每一份危害的風險程度，利用適當的措施來控制確定的風險，確保達到水質標準和目標的要求。

這個步驟的第一步，應該確定供水系統的每一個相關環節中有可能影響水安全的所有潛在微生物及物理性和化學性危害來源，並確定所有可能導致供水受到污染、受到危害及被中斷的危害及危害事件（在污染事件中將污染物質帶入供水系統中或不能移除的污染物質），最後確認最初準備的流程圖上標明的每一項的風險。第二步則要描述在何種情況下、在哪些地方可能發生危害和危害事件。最後一步要用可解釋或可比較的方法進行風險評估，對於風險等級進行區別，如表 4.4-1。

一旦具有危害風險或污染之來源被確定，即可互相比較風險事件之間的程度，紀錄風險管理的優先順序。雖然有許多污染物質會影響飲用水的水質，但非每一項危害或危害事件都具有相同的重要性。所以每一項風險事件皆應評估可能發生的機率（確定發生、可能發生、鮮少發生），如果發生危害，危害的程度可分為不顯著的、嚴重的、災難型等程度，其目的為區分危害物質的重要性。通常會使用半定量矩陣法（Semiquantitative Matrix）進行評估，如表 4.4-2。表 4.4-3 是經由專家研議，以及造成危害公眾健康所構成的風險程度所製作，可利用此表訂定危害事件風險管理的優先順序。

流程 4、評估現有控制系統（包括系統描述與流程圖）

進行確認危害和風險評估時，水安全計劃團隊應該記錄現有的和潛在可行的控制措施，並且應該考慮現有控制系統是否有效。根據控制系統類型的不同，可以利用透過現場調查、特定供水場之操作經驗、數據監控來確認控制系統的有效性；考慮所有的控制系統之功能特性，重新對可能發生的風險和產生的結果進行計算，在執行每一個控制系統之運作時如能達到減小風險之目的，則證明該控制系統之機制是有效的。如果在最初進行風險評估時，未能了解該控制系統的效果，則應該

表 4.4-1 風險等級進行區別

項目	等級	明確的定義
可能之類別		
確定會發生	5	每天一次
很可能會發生	4	每周一次
有可能發生	3	每月一次
不太發生	2	每年一次
鮮少發生	1	五年以上
嚴重程度分類		
災難性的	5	公眾健康效應
嚴重的	4	一般健康危害
一般程度的	3	影響口感之危害
不嚴重的	2	不符合標準規範
不重要的	1	沒有影響或未偵測到之危害

表 4.4-2 風險評估定量表

可能發生的機率	嚴重程度				
	不重要的	不嚴重的	一般程度	嚴重的	災難性的
確定會發生	5	10	15	20	25
很可能會發生	4	8	12	16	20
有可能發生	3	6	9	12	15
不太可能發生	2	4	6	8	10
幾乎不發生	1	2	3	4	5

表 4.4-3 風險管理優先順序

危害分數範圍	< 6	6—9	10—15	> 15
危害等級	低	中等	高	極高

以控制系統為沒有作用為基礎來考慮。若考慮採取所有控制系統後仍具存在的風險，並且這些風險是水安全計劃工作團隊無法進行改善修正者，則應該考慮採取額外的糾正措施。

此流程需評估控制系統和流程之內容及運作方式，並確認其有效性，和在最佳狀態下仍可能產生的無法預測之風險。

流程 5、風險控管與評估

前一個步驟確認了水安全的重大風險，此流程則再進一步檢視現有的控制系統是否足以有效地控制風險。假如根本沒有控制系統，就需要開發一個改進或升級風險控管之計劃，每一個確定需要改進的系統都需由「全體成員」去承擔實施責任以達成目標。在系統升級或改進中，可能需要做的是檢查、記錄和將那些不起作用的事實情況，強調需要改進的地方應確實地記錄下來，可能需要的新控制系統或是進行控制系統的升級。

改進或升級計劃可以包括短期、中期或長期的程序，因此可能需要根據系統評估進行更詳細的分析及風險控管，同時蒐集其他重要的相關訊息，分階段實施各項改進計劃。風險控管改進或升級計劃的實施，需確定系統能得到改進並且有明顯改進的效果，同時水安全計劃也因此而升級，另外應注意採用新的控制系統也可能會產生新的風險。風險控管的三項重點如下：

- 一、針對每一個重大的、未採取控制措施的風險開發優化的改進/升級計劃。
- 二、根據計劃的短期、中期或長期的活動來實施改進計劃。
- 三、改進/升級計劃的實施監控。

流程 6、監測控管措施

監測控管措施需對已經認可完成之控制措施流程進行檢視監控，包括對控制措施的詳細說明和確認，以確認控制措施持續地產生作用或需要建立新的程序。這些行動都應該記錄在管理程序各項文件中，詳細說明控制措施的監控過程，也需包括當未能達到執行目標時所應採取的必要糾正行動。每隔一定時間應進行控制措施的效能評估，對於可能發生的異常事件進行修正改善。

流程 7、確認水安全計劃的有效性

必須設計並使用一套正式的程序，以確認水安全計劃進行的有效性，確保水安全計劃能正常運作，其中最重要的三點為：

- 一、確認所有流程及步驟是否遵守了水安全計劃
- 二、對水安全計劃之流程進行內部和外部之審核
- 三、用戶滿意度

如果無法確認水安全計劃之有效性，就應該修改和實施改進或升級計劃。此步驟需確定水安全計劃本身之審慎與適當性，並按計劃有效率的進行工作，最後確認合乎水質標準要求。

流程 8、發展其他可協助水安全計劃執行之項目

水安全計劃之參考項目是有關水安全之相關人員的技能與知識、了解水安全計劃方法、管理系統安全供水的能力等一系列培訓、研究與開發等活動訓練。其它項目還包括像連續教育課程、設備校正、預防性維護、衛生和保健等。法律方面，如了解供水安全義務與責任亦應有所了解。供水事業單位及供水系統也必須了解他們自身的責任，並且利用不同執行項目來處理這些有關水安全有關的問題。

流程 9、建立在正常或緊急狀況下之行政管理程序

記錄清晰的管理程序系統，在正常條件下運行所應採取的程序（即標準運行程序），以及當系統在特定的“事件”狀況下運行所採取的程序（修正行動），兩者皆為水安全計劃極為重要的一部分。這樣的程序應該由具有經驗的人員記錄下來，且在必要的時候進行更新，尤其是在實施改進、升級計劃和對事件進行檢查時進行更新，定期檢視相關負責人員之工作項目，以確保程序文件記錄之正確性。

在正常或緊急事故的條件下管理程序強調的是：

- 一、緊急應變策略，不同狀況下供水和配水之方案
- 二、流程監控，列出危害發生時的指標和上限值，當事件發生時具有警戒級別
- 三、供水事業及其它相關單位之職責。
- 四、溝通協議及策略，包括通知流程及相關人員聯絡方式
- 五、緊急事故中採取協調措施之責任分工，各人員需來自不同領域的獨立部門
- 六、通報緊急單位和通知用戶及其它相關單位之溝通計劃（如緊急應變中心等）
- 七、檢視修改記錄的各項目

如上所描述，為確保水安全計劃中出現的緊急危害的問題，水安全計劃團隊應對管理程序進行階段性地修改。此階段對實施水安全計劃之重要性在於，對水質有影響或具有潛在影響的危害、各種緊急事件中，能夠減少其發生的次數、降低後果的嚴重性，或減小發生的可能性。

儘管如此，對水質的影響事件還是可能發生，故除了階段性檢查外，更重要的是水安全計劃在每次緊急事件中，不論是在哪裡所發生的危害，在事件發生以後，皆需進行檢討以了解所採取的措施是否充分適當，或者是否有更佳的处理方式。事件發生後對其過程進行評估，以檢視操作程序上是否出現問題，盡可能確保類似的情況不再發生，綜合性且透明化的檢查事件會發生之原委，供水事業或供水系統之應對措施是否充足，最後將得到的經驗結合至水安全計劃程序記錄中。

流程 10、彙整水安全計劃之資料建檔及聯繫系統

作為水安全計劃流程的最後一個步驟，須整合全部的水安全計劃流程結果紀錄和分析檢討，如飲用水供應系統的描述及評估、流程的改善與修正、飲用水配送、相關人員訓練、在各種情況下的供水應變及程序運作參考等，利用不同型態之紀錄來檢查水安全計劃的完整性，並且具有週期性的檢視各項紀錄，可以觀察出水安全流程之趨勢。這些檢查的步驟對水安全計畫之成功扮演非常關鍵的角色，它有利於水安全計劃的實施，並對未來所進行的評估提供基礎。

在此步驟也需建立一個有關水安全訊息傳達的機制，如發生於飲用水中且可能造成公共健康影響之事件，此機制能迅速通報各相關單位，並且可以即時解決區域性的問題。在民眾有安全用水的權利，也需告知有關水安全上的健康相關議題。

回顧檢討

水安全計劃團隊仍應階段性的進行各相關單位及相關人員溝通會議，並且全面性地回顧檢討水安全計劃以及學習經驗和新的程序，其中需要注意的幾項重點如下所示，且繼續提供供水企業和其它相關單位所需之最新水安全計劃。

- 一、監控數據及流程的紀錄
- 二、水源(流域)及配水系統的改變
- 三、水安全計劃修正的方式
- 四、改善策略和升級方法
- 五、修正後的程序
- 六、緊急危害和風險

4.5 自來水事業單位執行水安全計畫之介紹

本團隊於 108 年 6 月 25 日辦理水安全計畫共識會議(會議紀錄參見附錄四)，邀集主管機關、專家團隊與臺灣自來水公司及臺北自來水事業處參與水安全計畫，闡述自來水事業單位對於水安全計畫之執行構想。

自來水事業單位具備達成水安全計畫共識後，並於 10 月 17 日由專家團隊與主管機關於臺北長興淨水場參與臺北自來水事業處水安全計畫實施稽核輔導會議(原訂 9 月 30 日舉行，因颱風延期至 10 月 17 日)，及 10 月 23 日於豐原淨水場舉辦台灣自來水公司水安全計畫執行稽核輔導會議(會議紀錄參見附錄四)。

4.5.1 臺北自來水事業處水安全計畫稽核報告

臺北自來水事業處於民國 103 年，開始執行水安全計畫，以「全流程水質管理」為目的，從水源至用戶水龍頭保障供水品質，改變傳統以水質標準的被動規範方式，採取集合所有利害相關者共同參與改善作為討論，對於導致水質危害的原因發展管理措施，主動性及預防性改善水質。北水處水安全計畫執行架構如圖 4.5-1。各流程之工作項目如下所述：

供水系統檢點：

臺北自來水事業處之水安全計畫範圍包含北水處全供水範圍，由淨水科、供水科、技術科及水質科先完成水源、淨水場、供水管網及用戶端等環節之背景環境、管理狀況及水質檢驗、監測狀況與監測結果進行盤點，於委員會提出討論與確認問題，以利實施探討問題發生原因。

危害及危害事件鑑定：

蒐集所有歷史水質事件，(包括用戶抱怨及操作失誤紀錄)及水質危害文件資料，蒐集之範圍包含水源、淨水處理、管網及用戶，並且除考量飲用健康外，美味、水量是否足夠以及自來水事業之聲譽亦納入考量，列出所有可能的危害及危害事件發生原因。

危害風險評估：

以半定量矩陣法進行危害風險評估，為避免過於主觀，將「發生可能性」及「嚴重性」，依照供水特性清楚定義。將危害事件依照得分的高低排定處理之優先順序。

控制方法決定及效能確定：

針對年度需優先處理之危害事件，進行充分檢討，提出實際可行之控制措施或屏障措施，透過研擬、執行相關行動及作業程序，以達成既定水質目標，並減緩或改善危害發生。且控制措施需經現場調查、操作經驗、監控數據或文獻研究，確認控制措施之有效性。

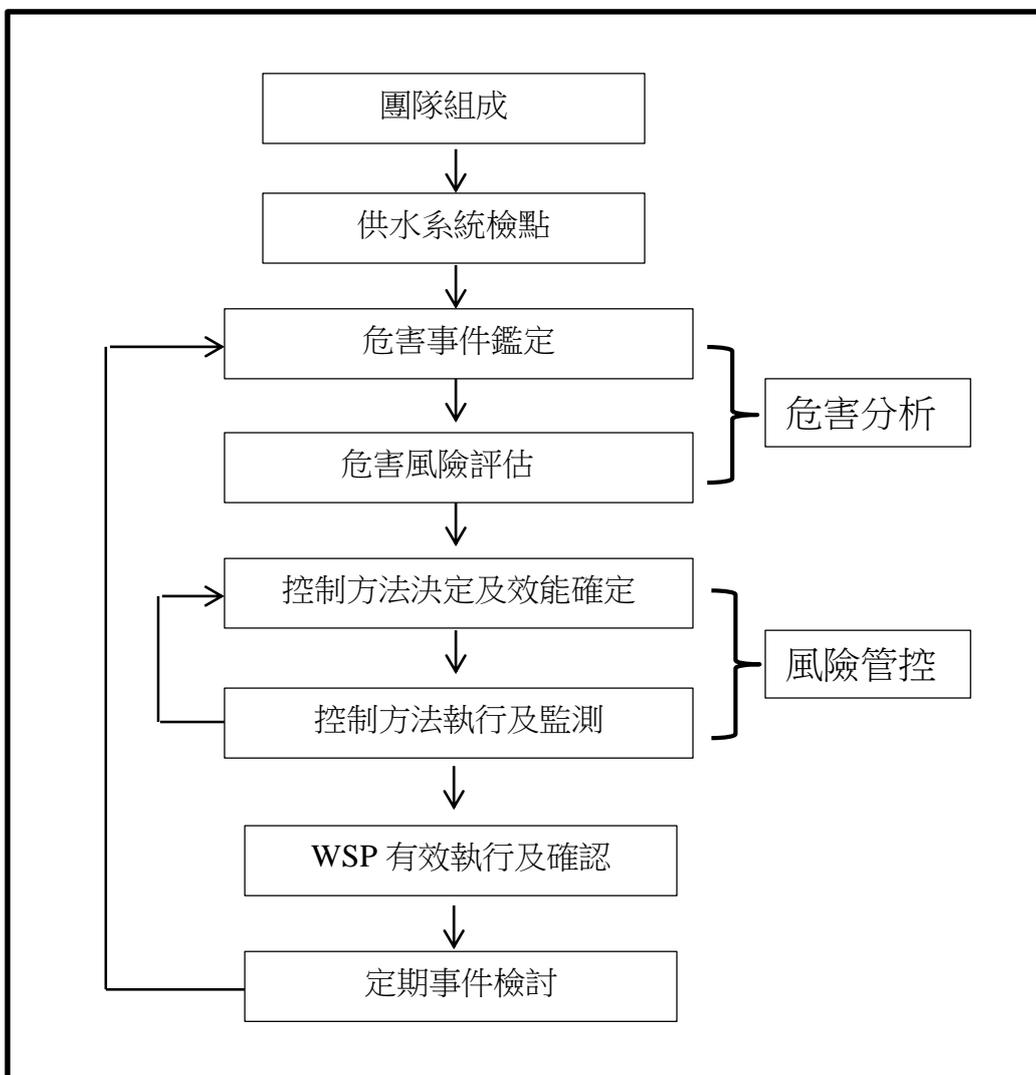


圖 4.5-1 臺北自來水事業處 WSP 執行架構

控制方法執行及監測：

對控制措施訂定監測方式及管理程序，以確認控制措施能有效執行。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。監測數據並需回饋系統運作及經常評估，若偏離目標則需採取矯正行動。

WSP 有效執行及確認：

由主辦的科室填報管控措施執行情形及目標達成率後，經由委員會議列管、進行追蹤及檢討，以水質監測及用戶申訴結果，來評估管控措施的有效性，若有偶發事件，提出偶發事件並檢討。

103 年至 107 年，臺北自來水事業處推行水安全計畫於水源、淨水、管網、用戶各層面皆有顯著成果，總計完成 10 件 SOP（標準操作程序）新增或修訂，8 件 SOP 執行強化，2 件情境模擬，2 件試辦專案及 6 件水質事件檢討，目前有 1 件持續列管，其餘均達預訂水質目標後，回歸科室例常作業，自行管控。

4.5.2 臺灣自來水公司水安全計畫起源與初步推動

臺灣自來水公司於 107 年由水質部推動水安全計畫，先擇定坪頂淨水場為試辦淨水場，逐步推行水安全計畫。水安全計畫推動小組成員至坪頂淨水場與坪頂場廠所人員進行脆弱點分析與實場試驗，以快濾池效能評估為初步改善目標，實施坪頂淨水場水安全計畫試辦成果評估，同時間擬定「臺灣自來水股份有限公司水安全計畫施行要點」函頒各區處。配合本計畫（108 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，108 年核定豐原淨水場為試辦場，實施「水安全計畫理論及實務訓練班」調請各區處未來推動水安全計畫之主力水質課及操作課工作人員參與相關教育訓練。

臺灣自來水公司豐原淨水場水安全計畫執行現況

臺灣自來水公司於水安全計畫共識會議後（108 年 6 月 25 日）擇定豐原淨水場為 108 年水安全計畫試辦場後，訂立水安全計畫推行步驟（如圖 4.5-2）先於 108

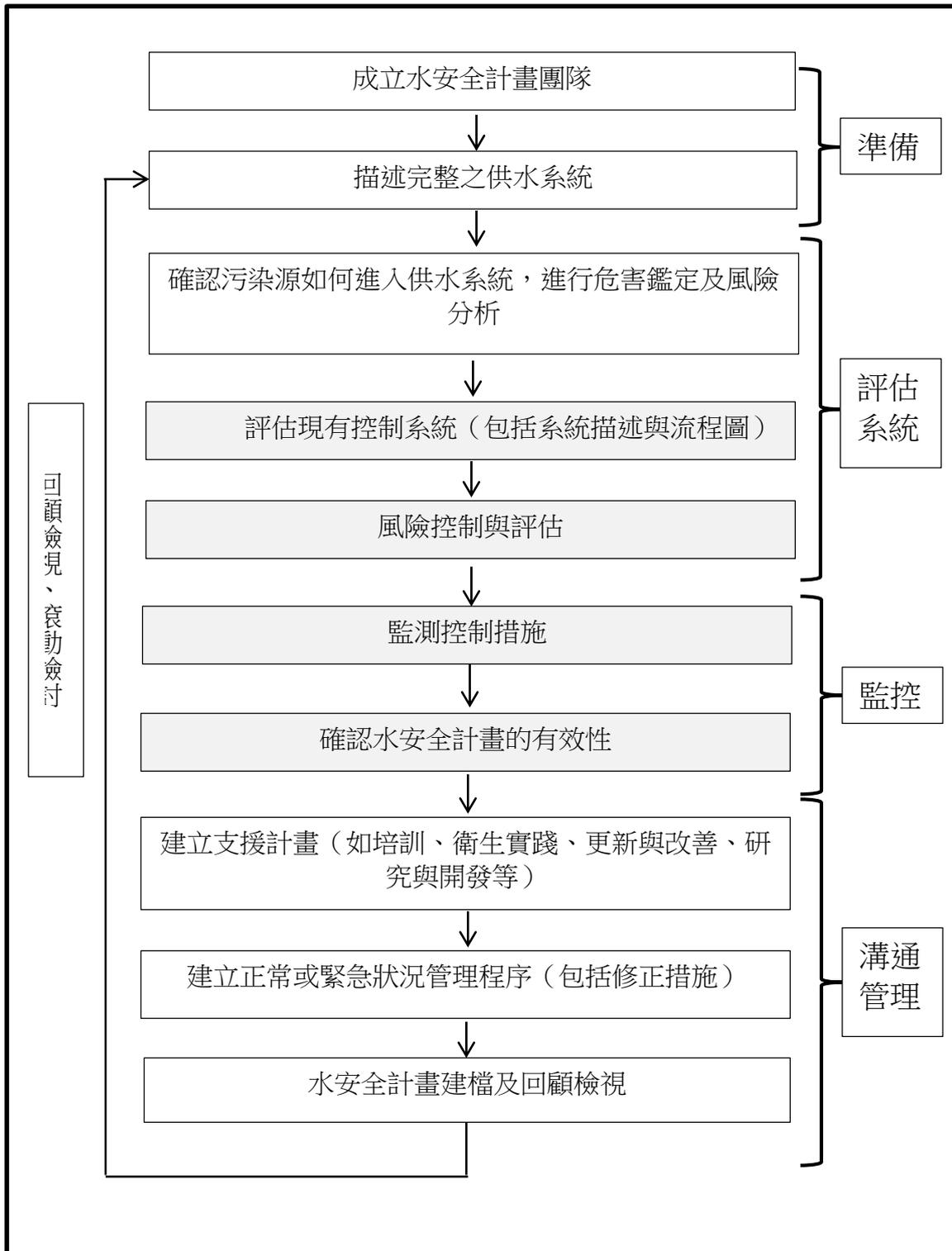


圖 4.5-2 臺灣自來水公司水安全計畫推行步驟

年 6 月-8 月分四梯次辦理水安全計畫理論及實務訓練班，訓練對象為水質課、操作課、工務課、漏防課、業務課、給水廠、營運所及服務所各相關人員。108 年 9 月 3 日至 5 日則針對中高階主管辦理水安全計畫理論及實務訓練班。

依臺灣自來水公司水安全計畫推行步驟，10 月 13 日水安全計畫輔導會議時，豐原淨水場執行至第六步驟（監測控制措施），現就豐原淨水場試辦水安全計畫目前進度介紹。

水安全計畫團隊：

由水質課、操作課、工務課、漏防課、業務課、給水廠、營運所及服務所各相關人員各相關人員共同參與水安全計畫。

描述完整供水系統

根據豐原淨水場之完整供水系統，水質課進行多次內部會議討論水安全計畫相關報告與紀錄文件，水質課、操作課、工務課、漏防課、業務課、給水廠、豐原服務所等各相關單位，針對水安全計畫文件建置及風險措施之作法溝通討論，以達共識。

危害鑑定及風險分析

臺灣自來水公司於 108 年 10 月 15 日啟動「第 1 次區處水安全評估會議」，檢視 57 處淨水場，進行危害鑑別及風險分析，訂出各廠所優先執行之淨水場，以及豐原試辦場後續進度檢討。分別就原水端、淨水端、廢水端、配水端、用戶端分別提出所發生之危害事件。如原水端：水源高濁度，不利操作；淨水端：清水鋁超內控比例高；廢水端：廢水場污泥堆置空間不足；配水端：無預警破管搶修、改接事件；用戶端：用戶用水設備錯接或混接等危害事件。

評估現有控制系統

根據危害事件，瞭解現有控制方式及可採取之控制行動，評估執行現有控制行動後，危害事件評估結果（需提出數據或資料，佐證此危害事件處理效果或再發生情形），以瞭解現有控制系統需改善之處。

危害事件風險控制執行

分別就原水端、淨水端、廢水端、配水端、用戶端所提出之危害事件，進行水安全計畫推行步驟五、六（風險控制評估及監測），具體提出風險改善控制措施以及執行控制項目欲達到之目標，規劃執行方式及監測執行的頻率，並明訂控制措施之監測/執行者、監測/執行地點，以及數據分析者，瞭解控制措施之執行成果。

108 年豐原淨水場試辦水安全計畫，現階段為持續推行步驟四至步驟七，即找出危害事件後、評估現有系統控制方式、進行風險控制並監測控制措施執行成果，經由持續監測，確認水安全計畫的有效性。未來仍持續往下推行水安全計畫步驟，以期建立支援計畫、建立這常會緊急狀況管理程序、水安全計畫建檔及回顧檢視，定期每季召開會議，滾動檢討豐原淨水場水安全計畫實施成果。

第五章 自來水輸送管線對飲用水水質之影響評估

5.1 背景

5.1.1 自來水輸送管線之管材

在自來水供水系統中，原水經淨水場處理後，多能符合現行之飲用水水質標準(台北市自來水事業處, 2018; 台灣自來水公司, 2018)，處理完之清水經配水系統配送至用戶的過程中，則可能因老舊管線的腐蝕、破管或錯接而有被污染的風險。其中配水管線包含自來水事業單位管轄之外線及民眾私人財產之內線，兩者界線通常以水表劃分。

自來水外線包含幹管、支管及給水外線，其中幹管及支管多使用鋼管(SP)及延性鑄鐵管(DIP)，而給水外線則包含現已禁用但尚未完全汰換之老舊鉛管(LP)、不鏽鋼管(SSP)、及可撓性活套接塑膠管(HIP)(台灣自來水公司, 2017)。自來水內線之管材屬私人財產，使用之材質須符合經濟部水利署「用戶用水設備引用國家標準總號及名稱」及 CNS 相關規範，所用管材主要包含各類塑膠、鋼及不鏽鋼(經濟部水利署, 2016)，值得注意的是，老舊建築中仍可能還有鉛管內線，而其他管件包含閥、接頭、水龍頭則多以黃銅或銅製作，而黃銅管材大多含鉛。

5.1.2 自來水輸送管線之管材對水質的影響

排除因破管及錯接導致系統外部污染物進入而造成之自來水污染，自來水輸送管線對飲用水水質之影響，主要來自於管材本身有害物質的溶出。就塑膠管而言，有機污染物的溶出為最主要的隱憂，以使用量最大的聚氯乙烯管(PVC)為例，主要的溶出物為 PVC 製造過程中使用之穩定劑及其他揮發性有機物，常用的穩定劑包含有機錫及氧化鉛，但過去研究已證實，有機錫的溶出量遠低於 WHO 的建議值(Sadiki and Williams, 1999; Fristachi et al., 2009; Adams et al., 2011)，揮發性有機物僅有極微量的溶出(Skjevrak et al., 2003)，以 PVC 瓶裝水的實驗則顯示，氯乙烯單體的溶出也低於美國環保署的法規標準值(Fayad et al., 1997)。以金屬管線而言，

有害金屬的溶出則為最主要的疑慮，其中鉛對人體健康的影響極鉅，且因老舊鉛管及各種含鉛管材的廣泛使用，長期以來被忽視的飲用水鉛污染已被視為自來水事業單位的重大挑戰 (Renner, 2010a)。

5.1.3 自來水中鉛的管制標準

飲用水中污染物的最大目標限值(Maximum Contaminant Level Goal, MCLG)為飲用水中不會造成任何健康危害的污染物濃度。對鉛而言，其 MCLG 為零，意即飲用水中只要有鉛，就會對健康造成影響 (USEPA, 1991)。然而在飲用水中要完全達到鉛的 MCLG 是有困難的，為了在保障人民的健康及處理成本中取得平衡，世界各國對自來水中的鉛濃度皆有其法規標準。美國環保署(USEPA)於 1986 年制定安全飲用水法(Safe Drinking Water Act)，同年禁止在飲用水管線中使用鉛管 (USEPA, 1987)，並於 1991 年頒佈鉛銅法則(Lead and Copper Rule, LCR)管制飲用水中的鉛和銅的濃度(USEPA, 1991)。LCR 中所訂定的鉛行動限值(Action Level, AL)為 15 $\mu\text{g}/\text{l}$ ，其意義為在配水系統中採集的飲用水樣品中，若第 90 百分位數(90th percentile)的水樣含鉛濃度超過 15 $\mu\text{g}/\text{l}$ ，就必須依 LCR 相關規定採取相關改善措施，包括告知用戶、加強腐蝕控制(調整 pH 值或添加腐蝕抑制劑)、或鉛管汰換。世界衛生組織(World Health Organization, WHO)曾就飲用水含鉛量標準進行多次修正，目前對於飲用水中含鉛量(WHO, 2011)；現今歐盟實施的飲用水中鉛含量標準即為 10 $\mu\text{g}/\text{l}$ ；日本於 2004 年訂飲用水含鉛標準為 10 $\mu\text{g}/\text{l}$ ；我國的飲用水水質標準也自 2013 年 12 月 25 日起，將飲用水中鉛濃度的最大限值從 50 $\mu\text{g}/\text{l}$ 降為為 10 $\mu\text{g}/\text{l}$ ；加拿大於 2019 年將飲用水含鉛量指引值從 10 $\mu\text{g}/\text{l}$ 修訂成 5 $\mu\text{g}/\text{l}$ (Health Canada, 2019)。

值得注意的是，最新流行病學研究發現，在美國每年約有 40 萬成年人，因長期暴露在不同來源但低濃度的鉛，引發心血管疾病而死亡(Lanphear et al., 2018)。

5.1.4 自來水中鉛的採樣方法

國際上檢測自來水中鉛濃度的採樣方法有三種：第一時間採樣(first draw sampling)、日間隨機採樣(random daytime sampling)以及放流採樣(flush sampling)。第一時間採樣為美國環保署 LCR 所規定的採樣方法，為將滯留在家戶自來水管線中 6 小時以上未使用的自來水，直接採集第一公升樣品。此方法一般可以檢測出住屋內管材鉛的釋出量，但缺點為無法檢測一公升外含鉛管材的釋鉛量，且需住戶協助採樣(Sandvig et al., 2008)。在英國及歐盟則採用日間隨機採樣，此方法在日間隨機時間，隨機選取建物進行採樣，採樣前不放流，此方法的優點是可在白天任意時段進行採樣，較為方便，但為具代表性，需要採集大量樣品 (Hayes, 2009)。

台灣至 2018 年 10 月 15 日前，飲用水採樣方法依據環檢所 2015 年公告之「飲用水水質採樣方法-自來水系統」(NIEA W101.55A) 進行，規定「採樣前必須打開水龍頭排出管線內之自來水餘水及如鐵鏽之污染物」，此方法主要目的為採集水表前的新鮮水樣進行檢驗，但因可能受污染的水已經沖掉，且一般民眾無放流再用水的習慣，對民眾真實的鉛暴露及住戶端管線可能的溶鉛無法掌握。因此，即使環保局與自來水事業單位聯合採樣顯示均無鉛污染(行政院環保署, 2019)，也無法保證民眾的用水安全。事實上，此方法和環檢所 2005 年公告之「水質檢測方法總則」(NIEA W102.51C)所規定的「對於採集水管中鉛含量的水質樣品時，則不必將水放流，直接採樣即可」的規定相抵觸。

以上三種方法雖各有優缺點，但主要的差異在於前兩種方法採樣前不先放流，其精神為了解民眾實際鉛暴露及飲水安全為優先考量，台灣於 2018 年 10 月 15 日前的方法則放流後再採新鮮水樣，主要以當作環保局裁罰基準為目的，這樣的採樣方法無法反映民眾真實的鉛暴露，已有台灣本土的研究指出，放流 5 分鐘，鉛濃度可降低將近 90% (Ng et al., 2018b)。有鑑於此，環檢所已制定新的「飲用水水質採樣方法」(NIEA W101.56A)，增列「飲用水之用戶端水龍頭水質採樣」，採不放流、以水龍頭或取水閥最大流量在住戶端水龍頭採樣(「採樣與保存」之步驟(七))，

於 2018 年 10 月 15 日開始實施，惟目前仍無使用最新飲用水水質採樣方法(NIEA W101.56A)步驟（七）的檢測結果，無法釐清民眾真正的鉛暴露風險及飲水安全。

5.1.5 目標

本計劃蒐研國內外自來水輸送管線污染事件相關案例，彙整污染事件關鍵原因及對策。檢視我國自來水輸送管線可能風險及污染來源，以提出降低我國自來水輸送管線可能風險之因應策略。自來水鉛污染防治為目前世界各國自來水事業單位面臨的嚴峻挑戰，因此，本計劃以自來水鉛污染為主要探討對象。

5.2 國內外自來水鉛污染事件探究

5.2.1 自來水鉛污染事件

近二十年來因自來水鉛污染事件頻傳嚴重威脅公共衛生，引起的飲用水安全議題獲得高度重視，其中，尤以美國的調查研究最為完整，其他國家近年調查也發現，自來水鉛污染非常普遍，為一系統性問題，整理如下。

2000 年 5 月至 2001 年 1 月間，針對賓州費城(Philadelphia, Pennsylvania)292 所公立學校的調查顯示其中 57.4% 學校自來水鉛濃度超過 20 $\mu\text{g/l}$ ，甚至有 17.1% 學校水樣超過 100 $\mu\text{g/l}$ (Bryant, 2004)。

在 2001 年，供應 Washington DC 的淨水場為了減少消毒副產物的形成，將消毒劑從氯換成氯胺，進而引發水中鉛濃度急劇增加(Edwards and Dudi, 2004)，此事件造成孩童血液中鉛濃度的提升，2001-2003 年調查發現當地孩童血液中鉛濃度是 2000 年所測得的數據的 4 倍(Edwards et al., 2009)，期間甚至導致胎兒死亡，出生率下降(Edwards, 2014)。後續研究發現，長久以來因加氯消毒已在鉛管內壁表面形成低溶解度之二氧化鉛(PbO_2)保護層，換成氯胺後因其氧化能力不足，導致 PbO_2 溶解而造成污染(Lytle and Schock, 2005; Lin and Valentine, 2008, 2009)，後續淨水場加強腐蝕控制，在清水中加入磷酸腐蝕抑制劑，才改善污染狀況。

維吉尼亞州斯塔福德市(Stafford, Virginia)的淨水場在 2003 年 4 月把混凝劑從硫酸鋁換成氯化鐵，導致水中 Chloride-to-sulfate mass ratio (CSMR)從 0.29-0.38 上升至 4.75，遠超過會導致鉛腐蝕溶出的門檻值 0.58 (Dodrill and Edwards, 1995)。在 2003 年的一項調查發現，第 90 百分位數的水樣鉛濃度是 40 $\mu\text{g/l}$ ，超過美國環保署鉛行動限值。該淨水場在 2004 年 2 月把消毒劑從氯換成氯胺。儘管增加磷酸腐蝕抑制劑的劑量，但 2004 年的調查發現第 90 百分位數鉛濃度是 54 $\mu\text{g/l}$ ，最高鉛濃度甚達 441 $\mu\text{g/l}$ 。2004 年 8 月，淨水場把混凝劑換成硫酸鐵。2004 年 12 月的調查發現第 90 百分位數鉛濃度降至 11 $\mu\text{g/l}$ ，符合鉛行動限值(Edwards and Triantafyllidou, 2007)。

南卡羅來納州格林維爾市(Greenville, South Carolina)淨水場在 2001 年 1 月將混凝劑從硫酸鋁換成聚合氯化鋁，這導致 CSMR 從 0.5 上升至 4.5。另外，在 2002 年 12 月把二級消毒劑從氯換成氯胺，並在 2003 年 8 月將主要消毒劑從氯改成臭氧。2004 年調查發現 22%的水樣超過鉛行動限值 15 $\mu\text{g/l}$ ，並且在 2005 年上升至 27%。研究發現格林維爾市鉛污染的主要來源是含鉛焊料和黃銅。在 2004 年 8 月，該淨水場開始使用磷酸腐蝕抑制劑改善鉛污染問題，並於 2006 年 4 月開始使用硫酸鋁為混凝劑，使 CSMR 降至 0.55。2006 年下半年的調查發現第 90 百分位數的水樣含鉛濃度降至 8 $\mu\text{g/l}$ (Edwards and Triantafyllidou, 2007)。

羅德島州(Rhode Island)兒童血液鉛濃度超過 10 $\mu\text{g/dL}$ 的數量是美國平均值的三倍，調查發險主要原因是淨水場原水硬度較低具較高腐蝕性且該州有鉛管的老舊房屋數量很多(Renner, 2010b)。雖然羅德島州不斷調整水化學以減緩鉛的釋出，但始終沒辦法符合美國環保署鉛行動限值。為了解決問題，從 2006 年開始，他們每年對 1000 戶家執行鉛管『部分汰換』(Renner, 2010b)。

2006 年奧瑞岡州波特蘭市(Portland, Oregon)提供免費自來水鉛濃度檢測，收集了 3205 個自來水樣本，其中 2.5%的樣本超過 15 $\mu\text{g/l}$ ，0.1%超過 120 $\mu\text{g/l}$ ，最高濃度達到 910 $\mu\text{g/l}$ 。需特別注意的是，這些樣本都是市民自願提供，並非從高風險住戶裡採集的。波特蘭市沒有鉛管，該市使用的黃銅和焊接材料雖標榜為“無鉛管材”，然當時美國環保署規定的“無鉛管材”含鉛量可達總重的 8%。其自來水的腐蝕性很高，但當地居民不願意讓淨水場添加腐蝕抑制劑，導致鉛從黃銅和焊接材料釋出(Renner, 2010b)。

美國大約有 10-15%的家戶使用私人飲水系統(private drinking water system)，水源包含地下水和泉水，這些系統並不受安全飲用水法和鉛銅法則管制。因此，居民有責任監測和維修自己的飲用水系統。然而，因水質檢測頻率低，相較於自來水用戶承擔更大的風險。2012 年，2144 個使用私人飲用水系統的家戶水樣檢測發現，19%的水樣鉛濃度超過鉛行動限值，而最高達 24740 $\mu\text{g/l}$ 。研究發現鉛、銅和鋅的

濃度具高度相關性，代表自來水輸送管線中的黃銅很可能是主要污染源 (Pieper et al., 2015)。

密西西比州傑克遜市(Jackson, Mississippi)於 2015 年 7 月進行自來水鉛濃度調查，發現 22%住戶的自來水鉛濃度大於 15 $\mu\text{g/l}$ (第 90 百分位數的鉛濃度是 28 $\mu\text{g/l}$)，而最高鉛濃度高達 476 $\mu\text{g/l}$ (Galbraith and Teague, 2016)。

密西根州弗林特市(Flint, Michigan)則於 2015 年爆發大規模自來水鉛污染，水質檢測發現 40%家戶的自來水鉛濃度超過鉛行動值，所測到的最高濃度甚至達 13200 $\mu\text{g/l}$ ，該事件也伴隨退伍軍人菌感染，造成 12 人死亡。時任美國總統歐巴馬於 2016 年 1 月宣布 Flint 進入緊急狀態，提供瓶裝水供市民使用。後續調查顯示，此污染事件的原因為該市淨水場於 2014 年改用附近之弗林特河(Flint River)為原水水源，該原水腐蝕性較強，但腐蝕控制並未持續進行所導致(Torrice, 2016; Olson et al., 2017; Pieper et al., 2017)。弗林特市於 2015 年 10 月換回原來水源，並加強腐蝕控制，於 2018 年水質逐漸恢復正常，但當地居民已對自來水安全失去信心。值得注意的是，Flint 的鉛水危機，原可及早發現以降低傷害，但當地主管單位未遵循美國環保署規定的第一時間採樣的規範，要求住戶於採樣前大量沖水 3-5 分鐘進行放流，而導致水中鉛濃度大幅降低，錯失第一時間發現問題、避免大規模污染的機會，主管人員在 2017 年被起訴，但於 2019 年撤銷。Flint 事件發生後，自然資源守護委員會(Natural Resources Defense Council, NRDC)從 USEPA 取得各州違反鉛銅法則規範的記錄，發現 2015 年共有 5363 件違反鉛銅法則規範，共計影響 1800 萬人的用水安全。違反事項包括：1)未使用規定的採樣方法(第一時間採樣, First Draw Sampling)，2)未完善執行腐蝕控制，3)未將鉛污染事件匯報州政府並告知民眾。針對銅鉛法則的違規紀錄，USEPA 及各州僅對其中 11.2%違反事項採取正式執法行動(Olson and Fedinick, 2016)。此外，USEPA 承認資料庫中各州對鉛銅法則的彙報資料是有問題的(USEPA, 2015)。其中最令人驚訝的是該資料庫竟然顯示 Flint 是符合鉛銅法則的。其背後原因是因為 Flint 採用了放流採樣(Flush Sampling)，而非第

一時間採樣(First Draw Sampling)，顯示美國國內仍有許多自來水鉛污染的問題尚未揭露 (Olson and Fedinick, 2016)。

伊利諾州芝加哥市(Chicago, Illinois)於 2016 至 2018 年對 2797 住家進行自來水水質分析，發現其中 3 成住戶自來水鉛濃度大於 5 $\mu\text{g/l}$ ，最高鉛濃度達 250 $\mu\text{g/l}$ 。鉛污染發生的原因是自來水配水系統中仍有老舊鉛管。為了保護市民的用水安全，芝加哥市政府與美國環保署建議市民如果已數小時不使用自來水，需要預先放流 3 至 5 分鐘以降低自來水鉛濃度。然而，調查發現即使預先放流 5 分鐘，仍有 9% 住戶自來水鉛濃度大於 5 $\mu\text{g/l}$ (Byrne and Hawthorne, 2018; Hawthorne and Reyes, 2018)。

新澤西州(New Jersey)於 2016 年進行 486 校區飲用水鉛濃度檢測。結果發現 79% 校區有至少一個飲用水源的鉛濃度大於 15 $\mu\text{g/l}$ ，且 39 個校區的最高鉛濃度大於 1000 $\mu\text{g/l}$ ，其中一處達 23980 $\mu\text{g/l}$ (Sullivan and Lopez, 2019)。該州最大的城市紐華克(Newark)於 2015 年的自來水水質檢測中發現至少 10% 住戶的自來水鉛濃度大於 27 $\mu\text{g/l}$ 。為了維護市民用水安全，紐華克市分發 35000 個過濾器給民眾。由於安裝的過濾器無法發揮預期效能，該市於 2019 年 8 月開始分發瓶裝水給住戶使用 (Scutti, 2019)。此鉛污染事件發生的原因是淨水場沒有做好腐蝕控制且沒有控制好自來水的 pH 值。為了解決問題，淨水場開始使用磷酸鋅作為腐蝕抑制劑(Vigilone, 2019)。

在 2018 年，底特律(Detroit)的 86 所學校進行了水質檢測，結果顯示其中 57 所學校的自來水鉛濃度超過 LCR 所訂定的鉛行動限值 15 $\mu\text{g/l}$ ，底特律也宣布學校的供水不能作為飲水使用。此鉛污染事件的原因是學校裡老舊的管線系統。由於完全汰換老舊鉛管需要龐大的費用，因此目前的解決方案是安裝過濾系統以降低鉛濃度(Nir, 2018)。

加利福尼亞州(California)規定幼稚園到高中(K-12)公立學校在 2019 年 7 月 1 日前檢測其自來水中鉛濃度。從 6595 所學校提供的檢測結果發現，大約兩成的 K-12 學校有至少一個供水點的自來水鉛濃度超過 5 $\mu\text{g/l}$ (Amarelo, 2019)。

美國聯邦審計署於 2018 年 7 月公布的報告顯示，2016-2017 年間全美 K12，僅有 43%的學區有檢測自來水中的鉛濃度，而這些檢測的學區中有 37%發現高濃度的鉛，估計約有超過 1 千萬名學生受到影響。為了降低學生曝露於高濃度鉛的風險，這些學區開始採取許多因應措施，包括安裝過濾器、提供瓶裝水及汰換噴泉式飲水器 (US Government Accountability Office, 2018)。哈佛大學學者匯集整理美國 12 州 2016 年 1 月至 2018 年 2 月對 10888 所學校進行自來水鉛濃度調查，發現其中 4777(44%)所學校發現一個或多個供水點的鉛濃度超過該州的鉛濃度限值，於 485152 個第一時間採樣樣品中，有 57152(12%)樣品的鉛濃度超過該州的鉛濃度限值(Cradock et al., 2019)。

美國環境研究與政策中心(Environment America Research & Policy Center)及美國公共利益研究組織(U.S. PIRG Education Fund)於 2019 年 3 月公布的報告也彙整了美國各州學校發生的鉛污染事件(Rumpler and Dietz, 2019)。其中包括: 在紐約市(New York City) 83%的學校建築有至少一個供水點的鉛濃度大於 15 $\mu\text{g}/\text{l}$ ，最高達 3200 $\mu\text{g}/\text{l}$ ；米爾瓦基(Milwaukee)學校發現 183 個供水點的鉛濃度超過 15 $\mu\text{g}/\text{l}$ ；華盛頓州(Washington)學校共檢測了 8630 自來水的鉛濃度，發現其中 60.8%的自來水鉛濃度大於 1 $\mu\text{g}/\text{l}$ 。學校裡的管材、水龍頭及噴泉式飲水器都可能是鉛的來源。在保護學生的用水安全上，華盛頓州(Washington)目前採用的政策及方案最完善，其中包括:1)所有以飲用為目的的供水點都需安裝過濾器。2)採用的飲用水鉛含量標準為 5 $\mu\text{g}/\text{l}$ 。3)對所有供水點進行年度鉛濃度檢測。4)在網路上公開所有水質檢測結果及為了降低鉛污染所實行的措施。5)在全部飲水機上安裝條碼，以讓家長了解濾芯更換的頻率。

其他國家或地區鉛污染的調查則有: (1) 在德國的下薩克森城的早期研究顯示，鉛管換管戶採樣的採樣有約 4.7 % 的住戶其飲用水含鉛量高於歐盟標準 (Zietz et al., 2001)。(2) 澳洲悉尼(Sydney) 95 間新房子的自來水中鉛濃度調查發現，60%的第一時間採樣樣品鉛濃度大於澳洲飲用水準則(Australian Drinking Water

Guidelines)所訂定的 $10 \mu\text{g/l}$ ，而鉛濃度最高的自來水樣是 $442 \mu\text{g/l}$ ，鉛污染的來源是家戶的水管系統(Rajaratnam et al., 2002)。(3) 德國漢堡市(Hamburg)有高比例的舊建築，至今大約有 10 萬至 12 萬棟公寓(即 12-14%)仍使用鉛管供水。一項為期 10 年的飲用水鉛濃度調查發現大於 30%的樣本鉛濃度高於 $40 \mu\text{g/l}$ (Fertmann et al., 2004)。(4) 英國在 95 %的配水管網中加入磷酸防止管線腐蝕，在 2010 年仍有 1 %的飲用水鉛含量不符合歐盟標準 (Hayes, 2009)。(5)澳洲派厄尼(Pioneer)進行的水質檢測發現該小鎮有自來水樣的鉛濃度大於當時澳洲飲用水準則(Australian Drinking Water Guidelines)所訂定的 $10 \mu\text{g/l}$ (NHMRC, 2011; Taswater, 2013)。研究結果發現鉛污染來源包括配水管網中的鉛管接頭、老舊的 PVC 管線及住戶家裡的含鉛管材(Harvey et al., 2015)。(6) 澳洲新南威爾士州(New South Wales, Australia)212 家戶的水質檢測發現，其中 8%的自來水鉛濃度超過 $10 \mu\text{g/l}$ 。調查發現家戶裡安裝的含鉛接頭和其它含鉛管材，如水龍頭是導致鉛污染的主要原因(Harvey et al., 2016)。(7) 2015 年 7 月，部分香港國宅的飲用水樣本中被檢出含鉛量超出法規標準的 $10 \mu\text{g/l}$ ，而超標的原因經調查後確認為使用含鉛焊料所導致 (Water Supplies Department, 2017)。(8) 2012 年 5 月至 6 月在加拿大 8 所學校及 3 間大型建築進行的自來水鉛濃度調查(共 130 個採樣點，包括飲水機，廚房與衛生間水龍頭)發現第 90 百分位數鉛濃度是 $21 \mu\text{g/l}$ (Dore et al., 2018)。(9) 2016 年 11 月至 2017 年 4 月在台灣大學校園內一已知有鉛管的老舊建築進行自來水鉛濃度調查，發現在七個採樣點中，四個已知含有鉛管的採樣點測到超過台灣法規標準 $10 \mu\text{g/l}$ 。其中兩個採樣點的平均總鉛濃度達 $165 \mu\text{g/l}$ 和 $150 \mu\text{g/l}$ (Ng et al., 2018b)。(10) 2014 年至 2018 年，加拿大共有 11 個城市參與大規模自來水鉛濃度檢測，其中包括:蒙特利爾(Montreal)、奧克維爾(Oakville)和里賈納(Regina)。於 12000 樣品中，有三分之一樣品超過加拿大的飲用水含鉛量指引值 $5 \mu\text{g/l}$ (Health Canada, 2019)，且有 18%樣品超過 $15 \mu\text{g/l}$ 。最大的鉛污染源是配水管網中的老舊鉛管(BBC News, 2019)。

5.2.2 汰換鉛管後可能之鉛污染

有鑑於鉛對人體的危害，世界各國有系統地進行老舊鉛管汰換，但因住戶端的汰換涉及進入私人住所及相關的費用支出，最終常常僅能執行「部分汰換」(partial replacement)，且因老舊圖資遺失或不完整，鉛管的分布幾乎無法全盤掌握，這也是台灣面臨的相同問題。

根據在北美及歐洲進行的研究發現，部分汰換鉛管可能會造成短期甚至長期的鉛污染問題。短期(幾天~幾週)的鉛污染主要歸因於汰換工程進行時因為管線的擾動，而使住戶端鉛管表面的含鉛腐蝕產物脫落，早期 Boyd 等人於實驗室模擬部分汰換鉛管，發現切割和磨損鉛管會使附著於管壁上的固態鉛脫落進入水中，在連續流的實驗中，一開始的鉛含量會超過 1000 $\mu\text{g/l}$ ，經過幾小時的連續流後水中的鉛含量就會降低到約 100 $\mu\text{g/l}$ ，兩天後則會低於 15 $\mu\text{g/l}$ ，然而在間歇流的狀況下，2 週後水中鉛的含量仍然高於 15 $\mu\text{g/l}$ (Boyd et al., 2004)。在德國 Zietz 等人的研究發現，自來水鉛濃度過高的住戶中有高達 50%都和鉛管的部分汰換有關 (Zietz et al., 2001)。2010 年時美國疾病管制局(Centers of Disease Control and Prevention)發布緊急公開信，指出鉛管部分汰換後，住戶兒童的血鉛濃度比未汰換或是給水管線中不含鉛管的兒童高，呼籲美國暫停實施鉛管部分汰換(Frumkin, 2010)。

長時間的鉛污染(幾個月)則和電偶腐蝕(galvanic corrosion)反應相關。電偶腐蝕是指當兩種不同的金屬在電解質溶液中連接，較活潑的金屬會氧化(陽極)，而釋放出此金屬離子。以美國、加拿大使用銅管汰換鉛管為例，鉛管與銅管相接即會產生電化腐蝕，導致高濃度的鉛溶出(Triantafyllidou and Edwards, 2011; St Clair et al., 2016)。加拿大於 2016 年進行的現地調查發現，部分汰換後自來水中鉛的濃度立即上升兩倍，且持續 6 個月(Trueman et al., 2016)。台灣以不鏽鋼部分汰換鉛管，最新的研究發現，若不鏽鋼和殘餘鉛管接觸，同樣也會發生電偶腐蝕，造成更大量的鉛釋出(Ng et al., 2018a)，惟因特殊汰換接頭的使用，此電偶腐蝕現象應可加以避免。

美國環保署規定水公司在汰換水錶前鉛管時，必須主動提議協助汰換水錶後住戶端的鉛管，費用由住戶承擔。如果住戶不同意，水公司必須在進行「部分汰換」45 天前告知住戶可能會有鉛濃度上升的問題，並教導民眾如何降低鉛曝露風險。執行「部分汰換」後，水公司必須在 72 小時以內檢測住戶的自來水鉛濃度，並告知住戶檢測結果(USEPA, 1991)。2016 至 2017 年，匹茲堡水公司在進行鉛管汰換前並沒有預先告知汰換住戶飲用水含鉛量可能會上升，且未對住戶自來水鉛濃度進行檢測及宣導如何降低鉛曝露風險，遭賓州政府起訴，匹茲堡水公司被罰鍰 240 萬美元 (Rubinkam, 2019)。

綜上所述，鉛管汰換戶最好能配合進行水表前(水處或水公司管轄)及水表後及建物內鉛管(用戶財產)的「全面汰換」(full replacement)，若無法進行全面汰換，則須和住戶進行相關風險的溝通，並在部分汰換後馬上進行大水量的沖刷，受影響的住戶則必須加裝濾水器，並進行嚴格的水質監控(Renner, 2010b)。

5.3 研析我國自來水輸送管線可能風險及污染來源並研提降低我國自來水輸送管線可能風險之因應策略。

本團隊蒐集國內外含鉛管材的使用狀況，並檢討本國和各國對管線有害物質溶出檢驗的規範，以提出降低我國自來水輸送管線可能溶出有害金屬風險之因應策略。

5.3.1 鉛管及含鉛管材的使用

鉛管由於穩定性和可塑性佳，曾廣泛使用於自來水系統中，臺灣於 1979 年開始禁止鉛管作為自來水管線之使用，美國則於 1986 年立法禁用鉛管，儘管世界各國在 1980 年代已禁用鉛管，鉛管仍存在於許多老舊社區。此外，黃銅管材或焊接材料甚至是經過認證之無鉛管材其鉛含量皆不是零。1996 年美國環保署修定的安全飲用水法允許的「無鉛管材」含鉛量可達總體重量的 8%，此定義上的誤導也間接造成自來水事業單位及民眾對於飲用水中鉛污染問題的忽視。

2011 年美國聯邦法通過修訂安全飲用水法中對於無鉛的定義，規定從 2014 年 1 月 4 開始，用於配水管網中的管線、接頭等會和水接觸的管材，其鉛含量不能超過總重量之 0.25% (Kempic, 2012; USEPA, 2017)，然此較嚴謹的無鉛定義尚未在世界各國通行。在台灣，經濟部標準局僅在 2017 年頒布的無鉛水龍頭規範中採取此較嚴格的標準 (Bureau of Standards, 2017)，多數黃銅製造的水表、接頭或一般水龍頭的含鉛量，最高仍可達總體重 8%，一項最新對國內市售管材含鉛及溶鉛的研究發現，市售的水龍頭含鉛量達 6.8%，而各種以黃銅製造的管材皆有溶出高濃度鉛的疑慮(Lei et al., 2018)。因此，加強規範所有用於自來水系統之配件達到鉛含量小於總重 0.25% 之「無鉛管材」標準，應為台灣努力的方向。

5.3.2 台灣及各國對自來水管線設備有害物質溶出實驗彙整

表 5.3-1 彙整台灣、美國、日本及中國自來水管線設備有害物質溶出實驗及鉛的管制限值。由表 5.3-1 可知，在台灣及世界各國自來水管線設備有害物質溶出實驗中，所使用的溶出液腐蝕性大多不強，且溶出時間最多僅一天，通過測試的管材在腐蝕性較高的自來水及長期的鉛溶出難以掌握。另有研究指出溶出試驗所使用的溶出液的“新鮮度”，也會因二氧化碳溶解於溶出液的量變大而降低鉛的釋出量，可能使通過檢驗的自來水輸送管線在實際的使用中釋出過量鉛(Dudi et al., 2005)。此外，美國的研究隨著自來水中硝酸鹽濃度從低濃度(0-1 mg/l NO₃-N)上升至高濃度(2.5-10 mg/l NO₃-N)，含鉛焊料的鉛釋出量會大幅提高(Nguyen et al., 2011)，因此可增加溶出試驗溶液的硝酸鹽濃度，以模擬高硝酸鹽對鉛溶出的狀況。

另外，焊劑對銅和黃銅合金皆具有腐蝕性，因此將導致鉛溶出量多出幾個數量級(Triantafyllidou et al., 2012)。然而，目前世界各國的自來水管線設備有害物質溶出試驗仍沒有把焊劑納入試驗條件。另有研究指出，當偶腐蝕發生時鉛的釋出量與含鉛焊料表面的 pH 值具有正相關。當黃銅和含鉛焊料接觸時，電偶腐蝕反應會導致含鉛焊料上的 pH 值降低至 pH 4。如果含鉛焊料上的 pH 值降低 0.6 單位(Δ pH = 0.6)，將導致鉛的釋出通量多五倍(Ma et al., 2018)。這項研究說明了目前世界各國溶出實驗的 pH 值偏高，無法反應電偶腐蝕反應下 pH 值降低所導致鉛釋出通量大幅上升的情況。

表 5.3-1 台灣及各國對自來水管線設備鉛溶出實驗

	測試對象	溶出試驗溶液	溶出時間 (小時)	鉛溶出限值	國家
CNS 15274	自來水用器具 (Equipment for water supply service)	pH 7.0±0.1, H: 45±5 mg/l CaCO ₃ , ALK: 35±5 mg/l CaCO ₃ , RC: 0.3±0.1 mg/l Cl ₂	16	0.01 mg/l for service lines; 0.001 mg/l for endpoint devices	台灣
CNS 4053-1	自來水用硬質聚氯乙烯 塑膠管(Unplasticized polyvinyl chloride pipes for water supply)	pH 7.0±0.1, H: 45±5 mg/l CaCO ₃ , ALK: 35±5 mg/l CaCO ₃ , RC: 0.3±0.1 mg/l Cl ₂	16	0.005 mg/l	台灣
CNS 8088	水龍頭(Faucets, ball taps and flush valves)	pH 8.0±0.5, NOC: 122±5 mg/l C, ALK: 500±25 mg/l CaCO ₃ , RC: 2±0.5 mg/l Cl ₂	16	Q = 0.005 mg/l	台灣
NSF 61	Drinking water system components	1) pH 5.0, H: 100 mg/l CaCO ₃ , AC: 2 mg/l Cl ₂ 2) pH 10.0, AC: 2 mg/l Cl ₂	24	Q = 0.005 mg/l	美國
JIS 3200-7	Piping units for dwellings	pH 7.0±0.1, H: 45±5 mg/l CaCO ₃ , ALK: 35±5 mg/l CaCO ₃ , RC: 0.3±0.1 mg/l Cl ₂	16	0.007 mg/l for endpoint devices; 0.01 mg/l for feed-water instruments installed midway through piping	日本
GB/T17219-1998	Equipment and protective materials in drinking water system	pH 8.0, H:100 mg/l CaCO ₃ , RC: 2 mg/l Cl ₂	24	0.005 mg/l	中國

Symbols: AC - Available chlorine, ALK - Alkalinity, H - Hardness, NOC - Non-organic carbon, RC - Residual chlorine, WLC - weighted average lead content, TOC - Total Organic Carbon, SO₂ - Oxygen Saturation, SCS - Sum of Chloride ion and Sulfate ion concentration

表 5.4-1 台灣及各國對自來水管線設備鉛溶出實驗 (續)

	測試對象	溶出試驗溶液	溶出時間 (小時)	鉛溶出限值	國家
JC/T1043-2007	Faucets	pH 8.0±0.5, NOC: 122±5 mg/l C, ALK: 500±25 mg/l CaCO ₃ , RC: 2 mg/l Cl ₂	16	Q = 0.011 mg/l	中國
AS/NZS 4020:2018	Testing of products for use in contact with drinking water	H: 50 mg/l CaCO ₃	24	0.01 mg/l	澳洲和紐西蘭
EN 15664 Parts 1 and 2 DIN 50930 Part 6	Metallic materials on water intended for human consumption	1) pH 7.1-7.5, ALK: >250 mg/l CaCO ₃ , SCS: >3 mmol/l, SO ₂ : >70% saturation, TOC: >1.5 mg/l 2) pH 6.7-7.1, ALK: 25-65 mg/l CaCO ₃ , SO ₂ : >70% saturation 3) pH 8.0-8.4, ALK: 35-65 mg/l CaCO ₃ , SO ₂ : >70% saturation	0.5, 1, 2, 4, 8, 16	0.005 mg/l	歐洲

Symbols: AC - Available chlorine, ALK - Alkalinity, H - Hardness, NOC - Non-organic carbon, RC - Residual chlorine, WLC - weighted average lead content, TOC - Total Organic Carbon, SO₂ - Oxygen Saturation, SCS - Sum of Chloride ion and Sulfate ion concentration

第六章 其他配合事項

6.1 加州微形塑膠相關法案內容

加州通過兩個與微型塑膠有關的法案，一個是 SB 1422 加州安全飲用水法：微型塑膠(California Safe Drinking Water Act: microplastics)，一個是 SB 1263 海洋保護委員會：全州微型塑膠策略 (Ocean Protection Council: Statewide Microplastics Strategy)。

「加州安全飲用水法：微型塑膠」法案內容如下：

現行法律，即“加州安全飲用水法”，要求州水資源管理委員會管理與飲用水管制有關的規定，以保護公眾健康，包括(但不限於)進行與下列項目相關的研究、和示範項目：(1) 提供可靠，安全的飲用水供應，(2)執行聯邦安全飲用水法，(3) 採用實施條例，(4) 進行研究和調查，以評估私人家庭用水的水質。根據該法案，實施條例必須包括(但不限於)監測污染物和向公眾通知交付給用戶的水質的要求。

該法案將要求州委員會在 2020 年 7 月 1 日(或之前)通過飲用水中的微型塑膠定義，並在 2021 年 7 月 1 日(或之前)建立檢測飲用水中微型塑膠的標準方法，並要求進行 4 年的測試並報告飲用水中微型塑膠，包括公開披露這些結果。

6.2 歐盟飲用水農藥殘留標準

歐盟管制標準中所指的農藥(Pesticides)包括有機殺蟲劑、有機除草劑、有機殺真菌劑、有機殺線蟲劑、有機殺蝨劑、有機滅藻劑、有機滅鼠劑、有機殺黏菌劑等，及其相關產物(尤其是生長調節劑)，此外還包含有關的代謝產物、降解產物及反應生成物。歐盟並未針對個別農藥品項制定管制值，其飲用水中農藥的管制方式分為有機氯農藥及非有機氯農藥，有機氯農藥包含阿特靈(aldrin)、地特靈(dieldrin)、飛佈達(heptachlor)、環氧飛佈達(heptachlor epoxide)等，其個別濃度均不得超過 0.00003 mg/l，非有機氯農藥單一項農藥濃度則不得超過 0.0001mg/l，各項農藥檢出濃度總合不得超過 0.0005mg/l，實際執行時只需針對可能出現在供水系統中的農藥進行監測。

6.3 美國銅、鋅地面水體水質標準

美國接近我國地面水體分類水質標準之指標為 **Water Quality Criteria** (<https://www.epa.gov/wqc>)，**Water Quality Criteria** 並非標準，而是供各州制定標準時可參考的依據，各州可依需求選擇要管制的項目，不一定要完全採用美國環保署提供的所有項目，然而各項目的標準值不可比環保署提供的標準寬鬆。

Water Quality Criteria 依用途大致分三大類：

- 一、**Aquatic Life Criteria Table**：供水產養殖用
- 二、**Human Health Criteria Table**：人體健康考量（供民眾休憩用）
- 三、**Organoleptic Effects Criteria Table**：感官考量

銅(Copper, Cu)在 **Aquatic Life Criteria Table**、**Human Health Criteria Table** 有不同的管理考量跟標準。鋅(Zinc, Zn)在 **Aquatic Life Criteria Table**、**Human Health Criteria Table**、**Organoleptic Effects Criteria Table** 有不同的管理考量跟標準。其中在 **Organoleptic Effects Criteria Table** 中鋅的管制建議值為 5 mg/l。

美國地面水體水質標準(**Water Quality Criteria**)資料，係考量水生生物對於鋅、銅離子的耐受能力較低，故飲用水水質標準較地面水體分類及水質標準寬鬆。

6.3.1 銅

銅對人體屬必要微量元素，為許多酵素作用時所不可或缺，每日理想攝取量約為 2-3 mg。經腸胃道吸收的銅約 25-60%，通常儲存在肝臟、腦及肌肉組織，高劑量時甚至會存在腎臟中，體內的銅主要經膽汁消化分解。銅對人體並不具累積性危害，在高劑量時方被視為毒性物質，急性中毒時主要會刺激消化道而造成噁心、嘔吐、腹部疼痛等症狀，但產生影響之劑量則因人而異，自 10~100 mg 不等。慢性毒害目前仍不明確，若干研究指出影響肝臟新陳代謝，甚至可能造成肝硬化，同時認為對嬰孩影響更明顯，乃因肝功能尚未完全，使代謝銅之速率較慢，但在相關證據上尚嫌薄弱。有研究指出具有遺傳疾病威爾森氏症(Wilson's disease)或先天對銅代

謝失調為銅中毒的敏感性族群。另對致癌性方面，仍無任何證據顯示銅會導致腫瘤發生。在適飲性影響上，水質中銅之味覺閾值約在 1~2 mg/l 之間，超過 5 mg/l 之飲水將令人無法接受，由於人類味覺極易感知之緣故，所以經由飲水造成之急性銅中毒極少發生。除此之外，銅含量過高可能加速鋼鐵材質之配水管材的腐蝕，而濃度超過 1 mg/l 之水質，亦可能造成器具及洗衣時之斑點出現。

美國原來僅將銅列於次要水質標準中，但由於用戶出水中銅含量過高，代表可能管線受到腐蝕，故美國環保署在安全飲用法之鉛銅規則(Lead and copper rule, LCR)中對銅之標準另行規定，如同管制鉛之方式以「行動標準」(Action Levels, ALs)來取代管制值，其定義為若在監測週期內對用戶所採集之水樣中有 10%以上之樣品測得高於上限值(1.3 mg/l)，則代表污染已經過量需採取必要之措施，直至污染改善為止。在 LCR 中已針對銅之控制訂定明確之相關措施，如腐蝕控制技術及原水處理技術(其中所列管線之更換原則及民眾教育僅適用於鉛污染防治，不適用於銅污染)，行動標準 1.3 mg/l 乃根據研究結果所得之 LOAEL 值 (5.3 mg/day)來估算。

WHO 則根據以狗為對象之研究結果，認為長期攝入而無不良影響之劑量為 0.5 mg/kg，以成人體重 60 kg 及 10%攝入量來自飲水來估算，得到基準值為 2 mg/l，此值為暫定之基準。若考慮適飲性影響來訂定之限值可能更低(約 1~2 mg/l 左右)，由於差異不大，不另行推薦基準值。

澳洲標準的建立主要參考 WHO 指引值，計算方式如下：

$$2 \text{ mg/l} = \frac{0.5 \text{ mg/kg body weight/day} \times 70\text{kg} \times 0.1}{2\text{L/day}}$$

2L/day

0.5 mg/kg body weight/day 是 WHO 暫定每人每天最大容許攝取量

70 kg 為成人平均體重

0.1 為每天攝取量來自飲用水之貢獻比例

2 L/day 為成人每日平均飲水量

國際上針對銅的管制標準列於表 6.3-1。我國銅之飲用水水質標準與國際間飲用水水質標準相比已屬最嚴格之標準，參考之國際標準建立乃基於健康風險，故應無修正之必要。

6.3.2 鋅

鋅對人體屬必要微量元素，為許多酵素不可或缺之成分，缺乏鋅會導致生長遲緩、厭食症、嗜睡及夜盲症等。鋅主要攝取來源以食物為主，每日理想攝取量約 12 mg，依性別及年齡而定，人體對鋅之吸收能力受到許多因素影響而不易評估，約 20-30%，暴露高濃度鋅時大多儲存於肝臟、腎臟、骨頭、肌肉及視網膜等器官或組織。鋅通常被視為低毒性或無毒性之物質，在極高劑量時才可能導致中毒，主要症狀為暈眩、嘔吐、腹瀉及腹部筋攣。長期暴露則可能導致鋅代謝失調、貧血及胃部腐蝕等臨床症狀。據若干研究建議每日之攝入量以不超過 1 mg/kg 為宜，但並無確切之證據來證明其危害性，以往曾有長期飲用超過 20 mg/l 之飲水而無任何不良症狀之醫學報告發表。在適飲性影響上，水質中鋅含量超過 3 mg/l 以上可能產生苦澀味，味覺閾值則因人而異，某些民眾可能飲用高達 20 mg/l 之水而未感覺異味。另外濃度長期超過 5 mg/l 時，會導致煮沸容器壁上產生乳白色滑膩之薄膜。目前尚無研究指出長期暴露鋅會提高癌症發生機率，然而在細胞研究則發現鋅會導致哺乳類細胞的染色體發生變異。

因此，由於和健康相關性低，USEPA 將鋅列於次要水質項目，根據多數消費者感受程度，訂定 5mg/l 為標準值，但基於可能之潛在健康威脅，正研議將其納入主要水質管制項目，研議之標準值為 2 mg/l(尚未定案公告實施)。基於對人體之低毒性。WHO 則是經評估後認為飲用水中發現的鋅濃度無健康疑慮，無制定指引值之必要。

國際上針對鋅的管制標準列於表 6.3-1。目前國際上針對飲用水中的鋅多數認為無須管制或是基於適飲性建立管制值或指引值，管制值/指引值自 1-5 mg/l 不等。我國管制標準與美國及加拿大相同，故應暫無修正之必要。

表 6.3-1 銅鋅國際管制情形及健康風險摘要

單位: mg/l	銅(Copper)	鋅(Zinc)
台灣	1	5
WHO	2	NE ^a
美國	TT ^b (1.3)	5 ^c
歐盟	2	NA ^a
澳洲	2 ^d , 1 ^e	3 ^e
紐西蘭	2 ^d , 1 ^e	1.5 ^e
加拿大	1 ^e	5 ^e
日本	1	1
韓國	1 ^e	3 ^e
中國	1	1
新加坡	2	NA ^a
註: ^a NE: 為 WHO 飲用水指引經評估後認為無制定指引值之必要；NA: 無管制值或指引值 ^b 當 10% 飲用水樣品濃度超過 1.3mg/l 時，須採取應變措施。 ^c 次要標準/非強制性標準 ^d 健康考量 ^e 適飲性考量		

6.4 投稿國際研討會

本計畫協助環保署將計畫研究成果撰寫摘要投稿由世界水資源協會(International Water Resources Association)於2020年5月11-15日在韓國大邱舉行之第17屆世界水大會(IWRA's XVII World Water Congress)，本次大會主題為「全球水安全與彈性：知識、技術與政策(Foundations for Global Water Security and Resilience: Knowledge, Technology and Policy)」。摘要已被大會接受於會議中以海報進行發表。摘要內容如下：

Assessment and Management of Emerging Contaminants in Source Water and Drinking Water of Taiwan

Since the outbreak of In and Mo contamination in source water of Hsin-Chu area in 2007, which was resulted from unregulated contaminants in the effluents discharged from photoelectric industries, the occurrences of emerging contaminants in water environments have been of great concerns in Taiwan due to their potential health effects. Since 2007, several multi-year projects were supported by Taiwan Environmental Protection Administration (TWEPA) to monitor and assess the occurrences and the potential health risks of emerging contaminants in drinking water. In the meantime, several projects related to characteristics of specific contaminants in industrial wastewater and revisions of effluent standards for pollution control within different categories of industries were also supported by TWEPA to reduce the loading of potential emerging contaminants in received river water. For protection of drinking water quality, it is thus essential to assess the occurrence of emerging contaminants in source water and assess their removal after water treatment processes. After screening more than 150 emerging contaminants, 75 contaminants were selected for further assessment in drinking water quality management based on their reported occurrence data and potential health threats. Between 2010 and 2017, raw water and finished water samples were collected and analyzed from 13 water treatment plants in different regions of Taiwan to establish the occurrence database of those chemicals. The selected contaminants can be divided into 6 categories: emerging disinfection byproducts (DBPs), endocrine disrupting compounds (EDCs), pesticides (PESTs), pharmaceuticals, personal care products (PPCPs), volatile organic chemicals

(VOCs) and metals. Based on the results of the occurrence data and corresponding health threats, a screening protocol was proposed in which the priority of the regulatory needs for those chemicals was recommended. A panel with panelists from government, academic institutions and water industries recommended a list of 24 chemicals to be included for further assessment of possible drinking water quality regulations. However, no new standards have been established for these emerging contaminants in drinking water due to the very low occurrence concentrations obtained for these chemicals and lack of available health risk information. Instead of pipe end control as other conventional contaminants in drinking water, “control from the sources” was thus adopted as the overall strategy for control and management of these microcontaminants in drinking water.

For river water quality management, In, Ga and Mo were first regulated for effluents discharged from optoelectronic industries in 2010. The TWEPA further revised the effluent standards of photoelectronic and petrochemical industries and electronic passive devices manufacturing industries in 2017. In the 2017 revisions, nine carcinogenic substances include acrylonitrile and N-methylpyrrolidone was added in the regulation to reduce the potential health risks aroused by these contaminants. Based on the monitoring data of trace metals in river water, more strict limits of effluent stands for Cd, Pb, Cr, Cu, Zn, Ni, Se and As were applied for wafer manufacturing and semiconductor manufacturing industries; Sn was added in the regulated list. After promulgation of the new regulations in 2017, TWEPA conducted a monitoring survey in 2018 to assess the treatment efficiencies of these affected industries to fulfill the new effluent standards. Although the results of the survey showed that most of the industries were able to meet the new effluent standards, the improvement of the river water and source water quality still needs further investigations.

6.5 評估新增飲用水中多溴二苯醚檢測之可行性

針對「國內外多溴二苯醚及短鏈氯化石蠟管理現況及精進建議」中提到，美國依國家主要飲水規範(NPDWRs)(NPDWRs)需定期檢驗公共供水系統中 4-6 溴二苯醚含量。目前國內尚未執行飲用水中多溴二苯醚檢測，故建議環保署環管處評估將其納入飲用水檢測之可行性。

美國環保署針對 200 多項飲用水中可能有風險之未列管污染逐步進行檢測，依據美國「未列管污染物監控規範 (Unregulated Contaminant Monitoring Rule,UCMR)」之要求，每五年提出 30 項(以內)的物質進行檢測。

2007 年之 UCMR 2 (2007-2011)包含了商用八溴二苯醚中之六溴二苯醚、商用五溴二苯醚中之四溴二苯醚及五溴二苯醚之檢測。針對以地下水為水源之淨水場需於一年內檢測兩次，而以地面水或受地面水直接影響之地下水為水源之淨水場則需於一年內檢測四次，為期一年，目的為建立美國本土淨水場污染物濃度背景資料，並非長期定期檢測。

我國環保署自 101 年起建立「初步蒐集清單」(現有 300 多項飲用水中可能有風險之未列管污染)，並每年針對 6-8 優先評估項物質建立本土淨水場污染物濃度背景資料。環管處將把美國環保署 UCMR2 檢測過之 4 項多溴二苯醚(BDE-47、BDE-99、BDE-100、BDE-153)納入初步蒐集清單，與其他未列管污染物一併進行檢測優先順序之評估。

6.6 彙整壬基酚雙酚 A 及鄰苯二甲酸酯類淨水場調查結果

考量目前檢測技術發展，偵測極限較低，即使水中存有極微量之環境荷爾蒙仍有機會被檢出，但有檢出並不代表有風險，為避免民眾因不了解而誤會，考慮不以「檢出率」表示，改以大於「國際最低管制值」發生率表示。然目前國際上先進國家僅管制鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯，其他物質則以大於「健康參考水準」發生率表達。健康參考水準之計算參考美國之計算公式，WHO 及澳洲建立指引值時亦多採用以計算方式。

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)、鄰苯二甲酸丁苯甲酯(BBP)、鄰苯二甲酸二辛酯 (DNOP)、雙酚 A、壬基酚 (NP)等七項物質本土飲用水清水(含配水)檢測結果大於「健康參考水準」發生率均為 0。

鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)國際上有許多國家已定有管制值或指引值，其中以美國的標準值 0.006 mg/l 最為嚴謹，我國近五年來飲用水中鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯濃度超過此標準值的發生率介於 0.6-1.4%之間。即若以最嚴謹之美國飲用水水質標準來看，我國飲用水達成率為 98.6-99.4%。

表 6.6-1 壬基酚 (NP)本土飲用水檢測結果(單位: mg/l)

年份	檢測 樣品數	檢出 最大值	大於健康參考 水準發生率%	備註
96	20	0.00028	0	健康參考水準: 0.045 mg/l 日本飲用水目標值: 0.3 mg/l
97	5	(<0.034) ^a	0	
98	61	0.00055	0	
99	38	0.00033	0	
100	25	0.00026	0	
101	32	0.00008	0	
102	204	0.00024	0	
103	320	0.00324	0	
104	271	(<0.00305) ^a	0	
105	355	(<0.0018) ^a	0	
106	839	(<0.0018) ^a	0	
107	400	(<0.0012) ^a	0	

^a 檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

表 6.6-2 雙酚 A (BPA)本土飲用水檢測結果(單位: mg/l)

年份	檢測 樣品數	檢出 最大值	大於健康參考 水準發生率%	備註
97	29	0.00007	0	健康參考水準為 0.015 mg/l 日本飲用水目標值: 0.1 mg/l 中國飲用水目標值: 0.01 mg/l
98	61	0.00008	0	
99	39	0.00005	0	
100	25	0.000007	0	
101	41	0.00001	0	
102	203	0.00002	0	
103	309	0.00216	0	
104	267	(<0.00226) ^a	0	
105	355	(<0.0015) ^a	0	
106	982	(<0.00142) ^a	0	
107	400	(<0.00149) ^a	0	

^a檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

表 6.6-3 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯本土飲用水檢測結果(單位: mg/l)

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	健康參考水準: 0.006 mg/l 美國飲用水標準: 0.006 mg/l WHO 飲用水指引值: 0.008 mg/l 中國飲用水目標值: 0.008 mg/l 新加坡飲用水標準: 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	152	0.00057	0	
103	340	0.0124	0.6% (2 個樣品)	
104	271	0.009	1.4% (4 個樣品)	
105	355	0.0103	1.1% (4 個樣品)	
106	1239	0.0170	0.6% (7 個樣品)	
107	400	0.0110	1% (4 個樣品)	

^a檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

表 6.6-4 鄰苯二甲酸二甲酯 (DMP)本土飲用水檢測結果(單位: mg/l)

年份	檢測 樣品數	檢出 最大值	大於健康參考 水準發生率%	備註
100	12	0.000001	0	健康參考水準: 0.55 mg/l 國際上目前未有管制值
102	228	0.00274	0	
103	320	0.00232	0	
104	271	(<0.0028) ^a	0	
105	372	(<0.005) ^a	0	
106	839	0.0118	0	
107	400	(<0.00069) ^a	0	

^a 檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

表 6.6-5 鄰苯二甲酸二乙酯 (DEP)本土飲用水檢測結果(單位: mg/l)

年份	檢測 樣品數	檢出 最大值	大於健康參考 水準發生率%	備註
102	212	(<0.0009) ^a	0	健康參考水準: 0.24 mg/l 中國飲用水目標值: 0.3mg/l
103	306	(<0.00245) ^a	0	
104	267	(<0.00245) ^a	0	
105	355	0.00742	0	
106	839	(<0.00168) ^a	0	
107	400	0.00577	0	

^a 檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

表 6.6-6 鄰苯二甲酸二丁酯 (DBP)本土飲用水檢測結果(單位: mg/l)

年份	檢測 樣品數	檢出 最大值	大於健康參考 水準發生率%	備註
100	12	(<0.0000004) ^a	0	健康參考水準為: 0.03 mg/l 日本飲用水目標值: 0.01 mg/l 中國飲用水目標值: 0.003 mg/l
102	228	0.00174	0	
103	308	0.0031	0	
104	283	0.0271	0	
105	365	0.0244	0	
106	839	0.0127	0	
107	400	0.00902	0	

^a檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

表 6.6-7 鄰苯二甲酸丁苯甲酯(BBP)本土飲用水檢測結果(單位: mg/l)

年份	檢測 樣品數	檢出 最大值	大於健康參考 水準發生率%	備註
100	12	0.00001	0	健康參考水準為 0.06 mg/l 日本飲用水目標值: 0.5 mg/l
102	228	0.00268	0	
103	308	(<0.00283) ^a	0	
104	267	(<0.00241) ^a	0	
105	363	0.00164	0	
106	839	0.00164	0	
107	400	(<0.00089) ^a	0	

^a檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

表 6.6-8 鄰苯二甲酸二辛酯 (DNOP)本土飲用水檢測結果(單位: mg/l)

年份	檢測 樣品數	檢出 最大值	大於健康參考 水準發生率%	備註
102	228	0.00414	0	健康參考水準: 0.12 mg/l 國際上目前未有管制值或指引值
103	308	0.0018	0	
104	267	(<0.0034) ^a	0	
105	364	(<0.0041) ^a	0	
106	839	0.00146	0	
107	400	0.00472	0	

^a檢測樣品均未檢出時，以括號小於偵測極限表示

6.7 科技論壇資料

6.7.1 論文

飲用水新興污染物研究與水質管理

黃良銘¹ 林財富¹ 王根樹² 陳婉如¹ 吳怡儒¹ 謝淑婷²

¹ 國立成功大學環境工程學系

² 台灣大學公共衛生學系

EPA-107-U1J1-02-A081

摘要

本計畫辦理飲用水列管物質篩選作業，自初步蒐集清單中篩選出六項優先評估物質（吡啶美辛、磺胺甲噁唑、磺胺噻唑、氟甲喹、克拉黴素、雙氯芬酸）於六座代表性淨水場進行監測及相關資料蒐集，調查結果顯示此六項物質於我國淨水場濃度均極低（或未檢出），顯示於我國淨水場暫無顯著健康風險。抽驗分析 36 項共 6,355 處次飲用水中未列管新興污染物，其中有 12 項污染物現階段於我國淨水場無顯著風險，建議可降低監測頻率或改測其他物質。另外 24 項污染物，為持續累積本土檢測資料以評估其在我國飲用水中的風險程度，建議可持續監測。

關鍵詞：個人藥物、動物用藥、新興污染物抽驗

一、前言及研究目的

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

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

環保署建立一系統化及標準化的飲用水列管項目篩選作業機制與流程，評估飲用水中的新興污染物是否需要列入管制，此流程包含四個階段性的清單建置與評分機制(圖 1)。各階段篩選原則如下：

- 一、初步蒐集清單：廣泛納入飲用水中國際上或我國本土關注的未列管新興污染物。
- 二、蒐集清單：初步蒐集清單物質經過我國研究、調查、評估的物質劃入蒐集清單。
- 三、觀察清單：在健康風險危害及本土飲用水中出現情況較顯著的物質納入觀察清單。
- 四、候選清單：經監測評估後考慮列管的物質納入候選清單。

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。

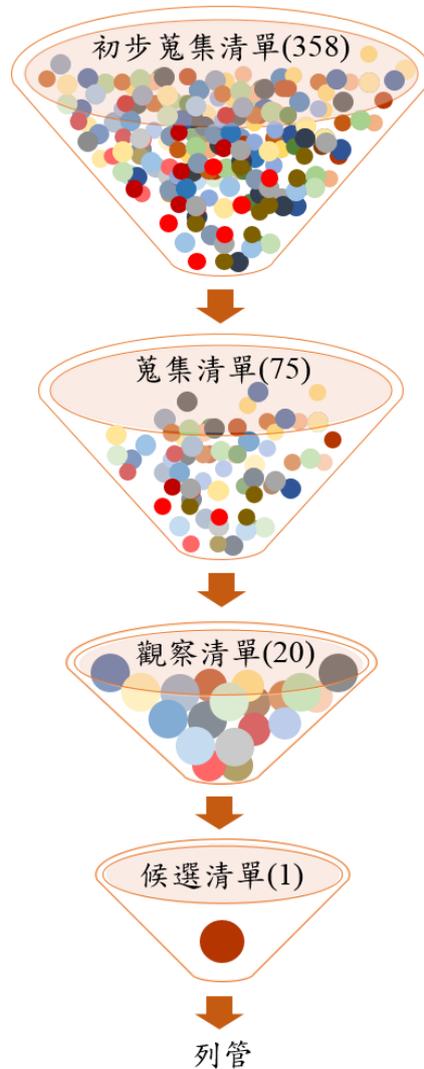


圖 1. 篩選作業清單資料庫圖示

二、研究方法

1. 優先評估物質篩選

「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[1]。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。個人保健用品中所含的活性成份(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。但是於使用後，所殘留的個人保健用品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，部份原始成分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個人保健用品藥物的存在，濃度幾乎可達到微克每升($\mu\text{g/l}$)的等級之間 [2-4]；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，包括乙醯胺酚(acetaminophen)、雙氯芬酸(diclofenac)、布洛芬(ibuprofen)、可多普洛菲(ketoprofen)等，以乙醯胺酚測得濃度最高，為 210 ng/l [5]。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，足已可見個人保健用品所被廣為使用的程度。

人體健康用藥和個人保健用品 (PPCPs) 在環境水體中可能為普遍存在，這些環境水體可能被作為飲用水源，因此 PPCPs 於飲用水中之分布現況與潛在健康風險值得進一步關注。根據初步蒐集清單之篩選原則 (國內普遍使用或曾使用及對健康危害性、國內外關切之污染物、國外相關標準值已有規範或建議值、已公告之標準分析檢測方法)，參考文獻中美國及中國等於飲用水中檢出之 PPCPs 項目 [6]，參酌衛生福利部之公立醫療院所藥品使用量 (104 年、105 年公立醫療院所藥品使用量) 及行政院農業委員會之動物用藥資訊，初步篩選下列人體健康用藥和個人保健用品 (PPCPs) 為飲用水中篩檢項目：

一、鎮痛解熱劑：卡巴馬平(carbamazepine)、安替比林(antipyrine)、吲哚美辛(indomethacin)、布洛芬、乙醯胺酚、可多普洛菲、萘普生(naproxen)、芬諾普芬(fenopropfen)、胺基吡啉(aminopyrine)、雙氯芬酸。

二、抗生素：磺胺甲噁唑(sulfamethoxazole)、克拉黴素(clarithromycin)、四環黴素(tetracycline)、氧四環素(oxytetracycline)、氯四環素(chlorotetracycline)、阿莫西林(amoxicillin)。

三、清潔用品/防曬劑/驅蟲劑：敵避(DEET)、二苯甲酮(Oxybenzone)、二苯基酮(Benzophenone)。

四、美容與保健用品：對羥基苯甲酸甲酯(methyl paraben)。

五、日常用品：咖啡因。

六、動物用藥品：磺胺噻唑(sulfathiazole)、氟甲喹(flumequine)。

其中布洛芬、乙醯胺酚、可多普洛菲、萘普生、芬諾普芬、胺基吡啉、四環黴素、氧四環素、氯四環素、敵避、二苯甲酮、二苯基酮、對羥基苯甲酸甲酯等項目為 2012 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」中已進行台灣 6 處淨水場原水與清水之濃度調查[7]。卡巴馬平及安替比林在美國及中國飲用水系統中雖皆有檢出，我國公立醫療院所則鮮少使用，對於國內外關切之污染物篩選原則，根據 2018 年歐洲地球科學聯合大會 Bregoli 發表以各國常見的鎮痛解熱藥物雙氯芬酸作為替代指標藥物以模式評估淡水生態系統中其他藥物之存在與可能的流布，發現超過 10,000 公里的水域含有之藥物濃度超過歐盟觀察名單限制的濃度(100 ng/l)，因此本團隊規劃以雙氯芬酸作為國內外關切之污染物。本計畫篩檢個人用藥及保健藥品 4 項，如吲哚美辛、雙氯芬酸、磺胺甲噁唑及克拉黴素與動物用藥品 2 項，如磺胺噻唑及氟甲喹共 6 項。另考量乙醯胺酚為國內使用量大之鎮痛解熱劑，環保署於 2012 年時進行評估與調查[6]，本計畫並檢測乙醯胺酚作為持續追蹤與水質資料比較。

2. 未列管之新興污染物抽驗

為瞭解新興污染物於我國淨水場風險，本計畫抽驗飲用水中 36 項未列管新興污染物，以瞭解新興污染物於我國淨水場分布情況及濃度範圍，各新興物染物檢測方法如表 1。

三、結果與討論

1. 優先評估物質

本計畫執行 3 次淨水場待評估污染物採樣分析，目標為北、中、南 6 處淨水場之採樣，採樣淨水場包括：基隆新山給水場、臺北直潭淨水場、新竹第二淨水場、豐原給水場（第二淨水場）、高雄鳳山給水場及金門太湖淨水場共 6 個淨水場。待評估污染物為：克拉黴素、雙氯芬酸、氟甲喹、吲哚美辛、磺胺甲噁唑及磺胺噻唑 6 項，考量乙醯胺酚為國內使用量大之鎮痛解熱劑，環保署於 2012 年時進行評估與調查，本年度並檢測乙醯胺酚作為持續追蹤與水質資料比較。2018 年之檢測分析結果如表 2，2018 年三次採樣於 4、7、9 月進行，第一次及第二次採樣以新山給水場及豐原淨水場為全流程採樣（含原水、沈澱、過濾、清水），根據前兩次採樣分析結果，第三次採樣調整為以新山給水場及新竹第二淨水場為全流程採樣，2018 年包含淨水場流程水共 48 個樣本，檢測待評估污染物共 336 樣次。

整體而言，傳統淨水處理流程依照各淨水場處理情形可去除 0~25.0%之總有機碳(total organic carbon, TOC)（因新山、直潭、新竹、豐原等淨水場原水總有機碳濃度本來就低，則總有機碳去除效果不明顯），因傳統處理之混凝與過濾方式偏向去除水中顆粒狀物質，若水中總有機碳組成偏溶解性或不易附著在顆粒物質上，則混凝、過濾等傳統處理方式較不易達到總有機碳去除效果。太湖淨水場則為高級處理流程，因此總有機碳去除率通常可達 80%以上。

5 項待評估污染物如克拉黴素、雙氯芬酸、氟甲喹、吲哚美辛及磺胺噻唑在 2018 年北、中、南及外島（金門）篩選之 6 處淨水場原水、清水及流程水皆未檢出（ND）。

表 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	總處次
重金屬（鎘、鎘、鉍、鉍）	感應耦合電漿質譜法 (NIEA W313.53B) (備註：樣品優先執行濁度測試，如遇該樣品濁度大於 1 NTU 時，即依據標準方法進行消化前處理，小於 1 NTU 則直接上機測定。)	200
重金屬（硼）	感應耦合電漿原子發射光譜法 (NIEA W311.53C) (備註：樣品優先執行濁度測試，如遇該樣品濁度大於 1 NTU 時，即依據標準方法進行消化前處理，小於 1 NTU 則直接上機測定。)	200
甲醛	液相層析儀/紫外光偵測器法 (NIEA W782.50B)	100
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	100
1,1-二氯乙烷、苯乙烯、1,2-二氯丙烷、氯苯、乙苯、甲基第三丁基醚、1,2-二溴-3-氯丙烷、1,2,3-三氯丙烷	吹氣捕捉/氣相層析質譜儀法 (NIEA W785.56B)	100
六氯苯	氣相層析質譜儀法 (NIEA W801.53B)	100
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、鄰苯二甲酸二辛酯及鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	氣相層析質譜儀法 (NIEA W801.53B)	400
甲基多保淨、固殺草、托福松、賽滅寧	水中殘留農藥檢測方法—液相層析/串聯式質譜儀法 (NIEA W603.50B)	100
陶斯松、愛殺松	氣相層析儀/火焰光度偵測器法 (NIEA W610.52B)	100
加保利	液相層析儀/螢光偵測器法 (NIEA W635.52B)	100
鋅錳乃浦	參考食品中殘留農藥檢驗方法-殺菌劑二硫代胺基甲酸鹽劑之檢驗_(92227 署授食字第 0929203624 號)	100
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)	30
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)	25

表 2. 2018 年淨水場待測污染物檢測濃度

偵測極限 (ng/l)		克拉黴素			雙氯芬酸			氟甲喹			吡哌美辛			磺胺噻唑			磺胺甲噁唑			乙醯胺酚		
		2.17			9.35			6.64			44.6			0.21			2.09			1.03		
採樣月份		4	7	9	4	7	9	4	7	9	4	7	9	4	7	9	4	7	9	4	7	9
新 山	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6.02	ND	40.20	99.90									
	沈澱	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND									
	過濾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND									
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.85	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
直 潭	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND									
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND									
新 竹	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.82	9.20	ND	ND									
	沈澱	-	-	ND	-	-	ND	-	-	ND	-	-	ND									
	過濾	-	-	ND	-	-	ND	-	-	ND	-	-	ND									
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND									
豐 原	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND									
	沈澱	ND	ND	-	ND	ND	-	ND	ND	-	ND	ND	-									
	過濾	ND	ND	-	ND	ND	-	ND	ND	-	ND	ND	-									
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND									
鳳 山	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	60.60	ND	8.06	ND	ND	ND									
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND									
太 湖	原水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.76	ND	ND	ND									
	清水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND									

磺胺甲噁唑則在鳳山原水、新山原水、新竹原水、太湖原水曾檢出，檢出率 10.4%，檢出濃度範圍 4.76~60.60 ng/l，但經加藥、沈澱、過濾、消毒等淨水處理，流程水與清水則皆為未檢出。乙醯胺酚則在新山原水與新竹第二淨水場原水曾檢出，檢出率 6.25%，檢出濃度 9.20~99.90 ng/l，經加藥、沈澱、過濾、消毒等淨水處理，流程水與清水則亦皆為未檢出

水中出現磺胺甲噁唑或乙醯胺酚之可能原因，乙醯胺酚為廣泛使用之鎮痛解熱劑，常與多種感冒藥合併使用，在一般醫療照護機構亦多有使用；磺胺甲噁唑是一種廣效行抗生素，在人類治療與動物用藥中皆可能使用，在畜牧業亦有使用。原水中檢出微量磺胺甲噁唑或乙醯胺酚濃度皆為相當微量等級(ng/l)，可探究水源上游是否有醫療照護或畜牧等相關產業（如小型安養中心、牧場或養殖場等）。文獻顯示消毒劑如氯和臭氧可和磺胺甲噁唑及乙醯胺酚反應，本年度採樣之 6 座淨水場中部分淨水場在原水中可檢出此磺胺甲噁唑或乙醯胺酚，在流程水及清水中則未檢出，而這幾座淨水場處理流程皆有前加氯，且原水檢出濃度極低，可能原水中含微量濃度的該污染物經前加氯處理而去除，但胺甲噁唑及乙醯胺酚經加氯作用也可能和氯反應而生成其他的化合物。

2. 新興污染物抽驗結果

本計畫抽驗之 36 個項目均已完成抽驗檢測，其中氯苯、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、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、鄰苯二甲酸二甲酯、微囊藻毒 LR 型等 20 個檢測項目均未檢出，顯示這 20 個項目於國內淨水場清水中暫無顯著危害風險。

鈹、鈹、N-亞硝基吡咯烷、鄰苯二甲酸二辛酯、鄰苯二甲酸二乙酯、甲基多保淨、愛殺松、固殺草、嘉磷塞、甲醛、鄰苯二甲酸二丁酯等 11 個項目雖有檢出，但均低於國際管制值或建議指引值，顯示這 11 個項目於國內淨水場清水中暫無顯著危害風險。

鎘於 200 個樣品中均未檢出或低於定量極限 0.5 $\mu\text{g/l}$ ，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。鎘於 200 個樣品中僅 1 個樣品(1.09 $\mu\text{g/l}$)略高於美國建立之健康參考水準(HRL)定量極限 0.744 $\mu\text{g/l}$ 。N-亞硝二甲胺抽驗的 100 個樣品均未檢出或低於定量極限 0.5 $\mu\text{g/l}$ 。

目前國際上已有數個國家管制飲用水中的鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯濃度或提出指引值，包含美國、世界衛生組織、新加坡、紐西蘭、澳洲、南韓、日本等，管制標準或指引值介於 0.006~0.1 mg/l，本年度抽驗 400 個鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯樣品，其中 99 % 的樣品低於美國管制標準(0.006 mg/l)、世界衛生組織指引值及新加坡管制標準(0.008 mg/l)。本計畫已將鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯納入候選清單評估是否應納入我國飲用水水質標準進行管制。

目前國際上已有數個國家管制飲用水中的硼濃度或提出指引值，包含世界衛生組織、新加坡、加拿大、歐盟、紐西蘭、澳洲、南韓、日本、中國等，管制標準或指引值介於 0.5~5 mg/l，本年度抽驗 200 個硼樣品，其中 97 % 的樣品低於最低國際管制標準 1 mg/l（歐盟、日本、南韓），本計畫已將硼納入觀察清單，持續監測以了解硼在國內飲用水中之風險。

本計畫彙整本年度抽驗結果與歷年檢測結果後提出後續監測建議，若一物質近三年內每年有超過 250 筆檢測數據，且測值均小於國際管制值最小值者建議降

低監測頻率或改測其他物質，讓檢測經費可發揮最有效的效益。此外，鎘因未有國際管制標準可比較，亦建議降低監測頻率或改測其他物質。近三年內本土檢測數據少於每年 250 筆之物質，或測值曾大於國際管制值最小值者建議持續監測，而 1,2,3-三氯丙烷及 1,2-二溴-3-氯丙烷歷年檢測的偵測極限略高於國際管制值最小值或指引值，則建議精進檢測方法後持續監測。

四、結論

本計畫辦理飲用水列管物質篩選作業，自初步蒐集清單中篩選出六項人體及動物用藥（吡喹酮、磺胺甲噁唑、磺胺嘧啶、氟甲喹、克拉黴素、雙氯芬酸），於基隆新山給水場、臺北直潭淨水場、新竹第二淨水場、豐原給水場（第二淨水場）、高雄鳳山給水場及金門太湖淨水場等六座代表性淨水場進行監測及相關資料蒐集，調查結果顯示此六項物質於我國淨水場暫無顯著健康風險。抽驗分析 36 項共 6,355 處次飲用水中未列管新興污染物，其中有 12 項污染物現階段於我國淨水場無顯著風險，建議可降低監測頻率或改測其他物質。另外 24 項污染物，為持續累積本土檢測資料以評估其在我國飲用水中的風險程度，建議可持續監測。

參考文獻

- [1] Daughton, C. G., and Ternes, T. A. "Pharmaceuticals and personal care products in the environment: Agents of subtle change?" *Environ. Health Perspect.* 107, 907-938. (1999).
- [2] Ashton, D., Hilton, M., and Thomas, K. V. "Investigating the environmental transport of human pharmaceuticals to streams in the United Kingdom." *Sci. Total Environ.* 333, 167-184. (2004).
- [3] Glassmeyer, S. T., Furlong, E. T., Kolpin, D. W., Cahill, J. D., Zaugg, S. D., Werner, S. L., Meyer, M. T., and Kryak, D. D. "Transport of chemical and microbial compounds from known wastewater discharges: Potential for use as indicators of human fecal contamination." *Environ. Sci. Technol.* 39, 5157-5169. (2005).
- [4] Vieno, N. M., Tuhkanen, T., and Kronberg, L. "Seasonal variation in the occurrence of pharmaceuticals in effluents from a sewage treatment plant and in the recipient water." *Environ. Sci. Technol.* 39, 8220-8226. (2005).
- [5] Togola, A., and Budzinski, H. "Multi-residue analysis of pharmaceutical compounds in aqueous samples." *J. Chromatogr. A* 1177, 150-158. (2008).
- [6] Tiejun Q., Zhengrong Y., Xihui Z., and Doris W.T. Au. "Occurrence and fate of pharmaceuticals and personal care products in drinking water in southern China." *J. Environ. Monit.*, 13, 3097 (2011).
- [7] 行政院環境保護署，102 年度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. (2012)

6.7.2 海報

108年環境科技論壇

107年飲用水新興污染物研究與水質管理（環管處）

黃良銘¹ 林財富¹ 王根樹² 陳婉如¹ 吳怡儒¹ 謝淑婷²

¹國立成功大學環境工程學系 ²台灣大學公共衛生學系

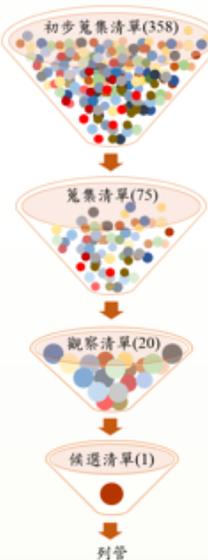
摘要

本計畫辦理飲用水列管物質篩選作業，自初步蒐集清單中篩選出六項優先評估物質（吡喹美辛、磺胺甲嘔唑、磺胺嘧啶、氟甲唑、克拉黴素、雙氯芬酸）於六座代表性淨水場進行監測及相關資料蒐集，調查結果顯示此六項物質於我國淨水場濃度均極低（或未檢出），顯示於我國淨水場暫無顯著健康風險。抽驗分析36項共6,355處次飲用水中未列管新興污染物，其中有12項污染物現階段於我國淨水場無顯著風險，建議可降低監測頻率或改測其他物質。另外24項污染物，為持續累積本土檢測資料以評估其在我國飲用水中的風險程度，建議可持續監測。

飲用水列管項目之篩選作業

環保署建立一系統化及標準化的飲用水列管項目篩選作業機制與流程，評估飲用水中的新興污染物是否需要列入管制，此流程包含四個階段性的清單建置與評分機制（圖一）。

- 初步蒐集清單：廣泛納入飲用水中國際上或我國本土關注的未列管新興污染物。
- 蒐集清單：初步蒐集清單物質經過我國研究、調查、評估的物質劃入蒐集清單。
- 觀察清單：在健康風險危害及本土飲用水中出現情況較顯著的物質納入觀察清單。
- 候選清單：經監測評估後考慮列管的物質納入候選清單。



圖一 篩選作業清單資料庫圖示

6項未列管物質調查評估

自初步蒐集清單中篩選出六項個人藥物/動物用藥為本年度優先評估物質，包括吡喹美辛、磺胺甲嘔唑、磺胺嘧啶、氟甲唑、克拉黴素、雙氯芬酸，調查結果顯示此六項物質於我國淨水場濃度均極低或未檢出，顯示於我國淨水場暫無顯著健康風險。

未列管新興污染物抽驗

抽驗分析36項共6,355處次飲用水中未列管新興污染物，其中有12項污染物現階段於我國淨水場無顯著風險，建議可降低監測頻率或改測其他物質。另外24項污染物，為持續累積本土檢測資料以評估其在我國飲用水中的風險程度，建議可持續監測。

表一 抽驗項目及檢測處次

檢測項目	總處次
銻、鎘、鉍、砷、鉍	200
甲胺、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、N-亞硝基吡咯烷、甲基多巴保淨、固殺草、陶斯松、錳錳乃浦、托福松、愛殺松、加保利、賽滅寧、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、1,2,3-三氯丙烷及1,2-二溴-3-氯丙烷、六氯苯	100
壬基酚、雙酚A、鄰苯二甲酸酯類(DMP、DEP、DBP、BBP、DOP及DEHP)	400
微囊藻毒LR型	25
真磷藍	30

結論及應用成果

本計畫辦理飲用水列管物質篩選作業，自初步蒐集清單中篩選出六項人體及動物用藥（吡喹美辛、磺胺甲嘔唑、磺胺嘧啶、氟甲唑、克拉黴素、雙氯芬酸），於基隆新山給水場、臺北直潭淨水場、新竹第二淨水場、鹽原給水場（第二淨水場）、高雄鳳山給水場及金門太湖淨水場等六座代表性淨水場進行監測及相關資料蒐集，調查結果顯示此六項物質於我國淨水場暫無顯著健康風險。抽驗分析36項共6,355處次飲用水中未列管新興污染物，其中有12項污染物現階段於我國淨水場無顯著風險，建議可降低監測頻率或改測其他物質。另外24項污染物，為持續累積本土檢測資料以評估其在我國飲用水中的風險程度，建議可持續監測。

主辦單位： 行政院環境保護署 執行單位： 環資國際有限公司

6.8 109 年飲用水未列管污染物檢測項目研商會議資料準備

環保署於 108 年 12 月 18 日召開「109 年飲用水未列管污染物檢測項目研商會議」，本計畫協助準備會議資料，會議決議包含：

- 一、考量氯苯、苯乙烯、乙苯、1,1-二氯乙烷等 4 項物質，監測資料充足且結果顯示其於我國淨水場中暫無顯著風險，後續暫無持續監測之必要，109 年自來水事業配合檢測之觀察清單項目應包含微囊藻毒 LR、甲醛、壬基酚、銻、鎘、鄰苯二甲酸二甲酯、1,2-二溴乙烷、雙酚 A、鉍、碲、硼、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、鄰苯二甲酸二丁酯、全氟辛烷酸、全氟辛烷磺酸等 16 項物質。其中台灣自來水公司可免測 1,2-二溴乙烷，臺北自來水事業處可免測銻、鎘等項。
- 二、109 年自來水事業配合檢測之觀察清單以每季一次，一年四次為原則，檢測頻率若無法每季 1 次，應以枯水季水質檢測優先。
- 三、109 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫檢測項目及監測頻率如表 6.8-1。

表 6.8-1 109 年飲用水新興污染物研究與水質管理計畫檢測建議

清單	項目 (監測頻率)
初步蒐集清單	鄰苯二甲酸二乙酯 (400) 全氟己烷磺酸鹽(PFH _x S) (30)
蒐集清單	N-亞硝基吡咯烷、嘉磷塞 (50) 鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、鄰苯二甲酸二辛酯 (400)
觀察清單	鎘、銻、鉍、硼、碲 (200) 1,2-二溴乙烷 (50) 甲醛、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺(NDEA) (50) 全氟辛烷酸(PFOA)、全氟辛烷磺酸(PFOS) (30) 壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯、鄰苯二甲酸二丁酯 (400) 微囊藻毒 LR 型 (25)
候選清單	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (400)

第七章 結論與建議

7.1 結論

本計畫彙整國際上新興污染物管制標準及飲用水管理做法，參考美國污染物篩選作業提出我國蒐集清單、觀察清單及候選清單物質應有退場機制。觀察清單物質經監測評估後，若有足夠數據顯示於我國無顯著風險可退回至蒐集清單，將經費與能量用於其他新興污染物的調查評估。此外參考國際管理做法檢討我國生物性指標標準及管理做法，我國現行飲用水水質標準中生物性參數管理作法與標準值，與國際上的做法略有差異，應做修正調整，然而建議先進行 1-2 年檢測評估調查，同時測總菌落數、總大腸桿菌、糞便性大腸桿菌、大腸桿菌、腸球菌，了解相關性後，作為後續修正方向的依據。

本年度選取 6 項金屬離子鈳、鎢、鋇、鋰、鉀、鈦做為優先評估物質，於四座淨水場中進行三次採樣調查，並針對其中一座淨水場進行全流程濃度調查，各淨水場原水及清水中，檢出鋰濃度為 1.21~20.44 $\mu\text{g/l}$ ，鈳濃度為 0.03~0.42 $\mu\text{g/l}$ ，鉀濃度為 0.41~2.25 $\mu\text{g/l}$ ，鋇濃度範圍則為 40.38~548.21 $\mu\text{g/l}$ ，鎢濃度為 ND~0.08 $\mu\text{g/l}$ ，鈦濃度為 0.12~0.97 $\mu\text{g/l}$ 。此 6 種金屬檢測結果，以鋇之濃度較高，美國環保署對於飲用水中鋇的終生健康建議值 (lifetime HAL) 為 4 mg/l (4000 $\mu\text{g/l}$)，各淨水場中檢出之水中鋇濃度，皆遠低於 4 mg/l，因此應無健康上之疑慮。結果顯示鋰的部份測值高於健康參考水準，建議將鋰納入蒐集清單，後續持續監測，另外 5 項金屬則保留於初步蒐集清單，本計畫亦針對此六項物質建立毒理資料庫。

本計畫執行飲用水水質標準管制項目篩選作業更新初步蒐集清單、蒐集清單項目，及蒐集清單、觀察清單、候選清單物質歷年淨水場監測數據，並提出觀察清單物質後續監測建議，監測資料充足且結果顯示其於我國淨水場中暫無顯著風險之項目，建議可減少監測頻率，將經費與能量用於其他新興污染物的調查評估。此外亦更新飲用水水質標準列管項目及蒐集清單物質之毒理資料庫。

新興污染物抽驗部分，本年度抽驗 (普查) 39 個項目，其中除 PFOA、PFOS、PFHXS、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、N-亞硝基吡咯烷、及 5 項重金屬以外的 28 個項目檢測結果均低於偵測極限或定量極限。N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、N-亞硝基吡咯烷、PFOA、及 5 項重金屬雖有檢出，但均低於最低國際管制標準或

指引值，顯示無顯著風險。而 PFOS 及 PFHxS 50 個樣品中有一個超過美國健康建議值（PFOA 與 PFOS 合計小於 0.07 ug/L）及澳洲指引值（PFOS 與 PFHxS 合計小於 0.07 ug/L），建議持續監測觀察，了解我國之風險。

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共識營，並於臺北自來水事業處及台灣自來水公司分別進行一次稽核輔導會議，兩個自來水事業單位均積極推動。

7.2 建議

飲用水水質標準生物性指標

- 一、短期：我國管制作法與國際上多數國家不同，確有修正之必要，然而建議進行 1-2 年檢測評估調查，同時檢測總菌落數、總大腸桿菌、糞便性大腸桿菌、大腸桿菌、腸球菌，了解相關性後再討論合適的修正方向。
- 二、長期：無論大腸桿菌群或大腸桿菌等生物指標已發展百年以上，現代有許多不同的生物威脅，例如 *Pseudomonas aeruginosa* (較 *E. coli* 具指標性)、*Streptococcus maltophilia* (multiple ARGs resistances)、*Mycobacterium* 等等，皆為現今威脅高，常於配水中再生之菌株，建議未來應發展現代生物技術（非培養性）之標準檢測方法，作為未來面對更高生物危害風險時之管理對策。

新興污染物監測建議

- 根據觀察清單物質本土淨水場監測數據分析與本年度抽驗結果，本計畫建議：
- 一、氯苯、苯乙烯、乙苯、1,1-二氯乙烷、壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸二甲酯等 7 項觀察清單物質，監測資料充足且結果顯示其於我國淨水場中暫無顯著風險者，建議可減少監測頻率。
 - 二、1,2-二氯丙烷、甲基第三丁基醚、1,2,3-三氯丙烷及 1,2-二溴-3-氯丙烷等揮發性有機物及六氯苯本年度抽驗結果均低於偵測極限，建議改測觀察清單中的 1,2-二溴乙烷。
 - 三、鄰苯二甲酸二丁酯及 DEHP，考量近年有少數樣品超過國際最低管制值，建議維持於觀察清單中持續監測。考量環境賀爾蒙分析方法相近，故建議後續監測時可同時監測其他項目。
 - 四、全氟辛烷磺酸、全氟辛烷酸、鎘、碲、硼、N-亞硝二甲胺、N-亞硝二乙胺、鉍、甲醛、鎘等十項物質，本土歷史監測數據有限，建議規劃監測計畫累積本土水質資料，以有效評估這些物質於我國淨水場中之健康風險。
 - 五、1,2-二溴乙烷自 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。

- 六、微囊藻毒-LR 型之監測結果顯示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。
- 七、重金屬中銻、鎘、砷、鉍均屬觀察清單物質，且本土歷史監測數據有限，建議保留抽驗，鉍為蒐集清單物質且本年度抽驗結果顯示遠低於美國飲用水水質標準，建議改抽驗屬觀察清單物質且本土歷史監測數據有限的砷。
- 八、消毒副產物中 N 亞硝類於本年度抽驗有部分檢出值，考量消毒副產物確有存在於飲用水的可能，建議持續抽驗。
- 九、農藥類抽驗結果均低於偵測極限，建議僅保留使用量最大的嘉磷塞持續抽驗。

水安全計畫

水安全計畫為國際飲用水管理之趨勢，建議後續逐步建置適合我國自來水事業應用之水安全計畫試行手冊，供自來水事業單位參考。

自來水輸送管線對飲用水水質之影響

目前經濟部標準局僅於 2017 年 1 月推出無鉛水龍頭標準(含鉛量<0.25%)。其他管材則未規範。建議用於自來水系統的管材應朝「無鉛管材」（鉛含量小於總重 0.25%）方向從源頭進行管理管制，且搭配較嚴謹之有害物質溶出實驗加以把關。

參考文獻

- Adams, W.A., Xu, Y., Little, J.C., Fristachi, A.F., Rice, G.E. and Impellitteri, C.A., 2011. Predicting the migration rate of dialkyl organotins from pvc pipe into water. *Environmental Science & Technology*. 45 (16), 6902-6907.
- Amarelo, M., 2019. Lead Detected in Drinking Water of Almost 1 in 5 California Schools. Retrieved from <https://www.ewg.org/release/lead-detected-drinking-water-almost-1-5-california-schools>
- American Academy of Pediatrics, 2016. Prevention of Childhood Lead Toxicity, (policy statement). Retrieved from <https://pediatrics.aappublications.org/content/pediatrics/early/2016/06/16/peds.2016-1493.full.pdf>
- Angino, Ernest E.; Billings, Gale K.; Andersen, Neil (1966). "Observed variations in the strontium concentration of sea water". *Chemical Geology*. 1: 145.
- BBC News, 2019. Lead levels in Canadian water 'exceed safe limit' in a third of cases. Retrieved from <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-50293527?fbclid=IwAR0CKrC2Qngz0vPo1R9JEAfgTCnVnvIQz8DGo3BHBqbbtMKiER2V6ORaGkg>
- Boyd, G.R., Shetty, P., Sandvig, A.M. and Pierson, G.L., 2004. Pb in tap water following simulated partial lead pipe replacements. *Journal of Environmental Engineering-ASCE*. 130 (10), 1188-1197.
- Bryant, S.D., 2004. Lead-contaminated drinking waters in the public schools of Philadelphia. *Journal of Toxicology - Clinical Toxicology* 42(3), 287-294.
- Bureau of Standards, Metrology and Inspection, 2017. CNS 8088: Faucets, ball taps and flush valves. Available on: <https://www.bsmi.gov.tw/wSite/ct?xItem=66760&ctNode=1510>.
- Butler, G.I., H.C.K., 1966. *Corrosion and Its Prevention in Waters*. Leonard Hill, London.
- Byrne, J., Hawthorne, M., 2018. City tests confirm some Chicago homes with water meters have lead in tap water. Retrieved from <https://www.chicagotribune.com/politics/ct-met-rahm-emanuel-lead-pipe-replacement-study-20181101-story.html>
- Centers for Disease Control and Prevention, 2012. *Lead in Drinking Water and Human Blood Lead Levels in the United States*.
- Cradock, M., Hecht, C., Poole, M.K., Vollmer, L., Flax, C., Barrett, J., 2019. *State Approaches to Testing School Drinking Water for Lead in the United States*. Retrieved from <https://www.hsph.harvard.edu/prc/projects/school-research/early-adopters/>
- Dodrill, D.M. and Edwards, M., 1995. Corrosion control on the basis of utility experience. *Journal American Water Works Association*. 87(7), 74-85.
- Dore, E., Deshommes, E., Andrews, R.C., Nour, S. and Prevost, M., 2018. Sampling in schools and large institutional buildings: Implications for regulations, exposure and management of lead and copper. *Water Research* 140, 110-122.
- Dudi, A., Schock, M., Murray, N. and Edwards, M., 2005. Lead leaching from inline brass devices: A critical evaluation of the existing standard. *Journal American Water Works Association*. 97(8), 66-78+12.

- DYNALENE, 2019. <https://www.dynalene.com/news/2019/04/vanadium-and-nickel-removal-using-ion-exchange-resin-and-activated-carbon/>
- Edwards, M., 2014. Fetal death and reduced birth rates associated with exposure to lead-contaminated drinking water. *Environmental Science & Technology*. 48 (1), 739-746.
- Edwards, M. and Dudi, A., 2004. Role of chlorine and chloramine in corrosion of lead-bearing plumbing materials. *Journal American Water Works Association*. 96 (10), 69-81.
- Edwards, M. and Triantafyllidou, S., 2007 Chloride-to-sulfate mass ratio and lead leaching to water. *Journal American Water Works Association*. 99(7), 96-109.
- Edwards, M., Triantafyllidou, S. and Best, D., 2009. Elevated blood lead in young children due to lead contaminated drinking water: Washington, DC, 2001-2004. *Environmental Science & Technology*. 43 (5), 1618-1623.
- Egan, P., 2017. Detroit Free Press. Available on: <https://www.freep.com/story/news/local/michigan/flint-water-crisis/2017/06/14/flint-water-crisis-charges/397425001/>.
- El-Kamash, A.M. (2008). Evaluation of zeolite A for the sorptive removal of Cs⁺ and Sr²⁺ ions from aqueous solutions using batch and fixed bed column operations. *J. Hazard. Mater.*, 151(2-3): 432-445.
- Fayad, N.M., Sheikheldin, S.Y., AlMalack, M.H., ElMubarak, A.H. and Khaja, N., 1997. Migration of vinyl chloride monomer (VCM) and additives into PVC bottled drinking water. *Journal of Environmental Science and Health Part A-Environmental Science and Engineering & Toxic and Hazardous Substance Control*. 32 (4), 1065-1083.
- Fertmann, R., Hentschel, S., Dengler, D., Janßen, U. and Lommel, A., 2004. Lead exposure by drinking water: an epidemiological study in Hamburg, Germany. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 207(3), 235-244.
- Fristachi, A., Xu, Y., Rice, G., Impellitteri, C.A., Carlson-Lynch, H. and Little, J.C., 2009. Using probabilistic modeling to evaluate human exposure to organotin in drinking water transported by polyvinyl chloride pipe. *Risk Analysis*. 29 (11), 1615-1628.
- Frumkin, H., 2010. Important update: lead-based water lines. Available on: <http://www.cdc.gov/nceh/lead/waterlines.htm>
- Galbraith, K., Teague, M., 2016. High levels of lead found in Mississippi capital's water likened to Flint crisis. Retrieved from <https://www.theguardian.com/us-news/2016/mar/17/high-levels-lead-mississippi-water-flint-michigan>
- Harvey, P.J., Handley, H.K. and Taylor, M.P., 2015 Identification of the sources of metal (lead) contamination in drinking waters in north-eastern Tasmania using lead isotopic compositions. *Environmental Science and Pollution Research* 22(16), 12276-12288.
- Harvey, P.J., Handley, H.K. and Taylor, M.P., 2016. Widespread copper and lead contamination of household drinking water, New South Wales, Australia. *Environmental Research* 151, 275-285.
- Hayes, C. (ed) (2009) Best Practice Guide on Plumbosolvency Control, International Water Association, London.
- Health Canada, 2019. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Summary Table. Retrieved from <https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh->

- sem/alt_formats/pdf/pubs/water-eau/sum_guide-res_recom/sum_guide-res_recom-eng.pdf
- Hwang YH and Chen SC. 2000, Monitoring of low level arsenic exposure during maintenance of ion implanters. *Arch. Environ. Health* 55, 347–354.
- Kempic, J., 2012. Lead-free definition under the Safe Drinking Water Act. Office of Water/ USEPA Stakeholder meeting.
- Lanphear, B.P., Rauch, S., Auinger, P., Allen, R.W. and Hornung, R.W., 2018. Low-level lead exposure and mortality in US adults: a population-based cohort study. *Lancet Public Health*. 3 (4), E177-E184.
- Lei, I.L., Ng, D.Q., Sable, S.S. and Lin, Y.P., 2018. Evaluation of lead release potential of new premise plumbing materials. *Environmental Science and Pollution Research*. 25, 27971–27981.
- Liao YH, Yu HS and Ho CK. 2004, Biological Monitoring of Exposures to Aluminium, Gallium, Indium, Arsenic, and Antimony in Optoelectronic Industry Workers. *J Occup Environ Med*. 46(9):931-6.
- Lin, Y.P. and Valentine, R.L., 2008. Release of Pb(II) from monochloramine mediated dissolution of lead oxide (PbO₂). *Environmental Science & Technology*. 42 (24), 9137-9143.
- Lin, Y.P. and Valentine, R.L., 2009. Reduction of lead oxide (PbO₂) and release of Pb(II) in mixtures of natural organic matter, free chlorine and monochloramine. *Environmental Science & Technology*. 43 (10), 3872-3877.
- Lytle, D.A. and Schock, M.R., 2005. Formation of Pb(IV) oxides in chlorinated water. *Journal American Water Works Association*. 97 (11), 102-114.
- Ma, X., Armas, S.M., Soliman, M., Lytle, D.A., Chumbimuni-Torres, K., Tetard, L. and Lee, W.H., 2018. In situ monitoring of Pb²⁺ leaching from the galvanic joint surface in a prepared chlorinated drinking water. *Environmental Science and Technology*. 52(4), 2126-2133.
- Maas, R.P., Patch, S.C., Christian, A.M. and Coplan, M.J., 2007. Effects of fluoridation and disinfection agent combinations on lead leaching from leaded-brass parts. *NeuroToxicology*. 28(5 SPEC. ISS.), 1023-1031.
- Najm, I. (2016). Strontium in water: Critical review of its treatment options and considerations for its removal. Water Research Foundation. ISBN 978-1-60573-239-8. Available at: www.waterrf.org/Pages/Projects.aspx?PID=4604
- Ng, D.Q., Chen, C.Y. and Lin, Y.P., 2018a. A new scenario of lead contamination in potable water distribution systems: Galvanic corrosion between lead and stainless steel. *Science of the Total Environment*. 637, 1423-1431.
- Ng, D.Q., Liu, S.W. and Lin, Y.P., 2018b. Lead as a legendary pollutant with emerging concern: Survey of lead in tap water in an old campus building using four sampling methods. *Science of the Total Environment*. 636, 1510-1516.
- Nguyen, C.K., Stone, K.R. and Edwards, M.A., 2011. Nitrate accelerated corrosion of lead solder in potable water systems. *Corrosion Science*. 53(3), 1044-1049.
- NHMRC, 2011 Australian Drinking Water Guidelines Paper 6 National Water Quality Management Strategy. National Health and Medical Research Council. National Resource Management Ministerial Council, Commonwealth of Australia, Canberra
- Nir S. M., 2018. Not Far From Flint, Contamination Has Left Detroit School Taps Dry. Retrieved from <https://www.nytimes.com/2018/11/15/us/detroit-schools-water-lead-contamination.html>

- Office, U.S.G.A. (2018) K-12 Education: Lead testing of school drinking water would benefit from improved federal guidance. Retrieved from <https://www.gao.gov/products/GAO-18-382>.
- Olson, E., Fedinick, K. P., 2016. What's In Your Water? Flint And Beyond. Retrieved from <https://www.nrdc.org/resources/whats-your-water-flint-and-beyond>
- Olson, T.M., Wax, M., Yonts, J., Heidecorn, K., Haig, S.J., Yeoman, D., Hayes, Z., Raskin, L. and Ellis, B.R., 2017. Forensic estimates of lead release from lead service lines during the water crisis in Flint, Michigan. *Environmental Science & Technology Letters*. 4 (9), 356-361.
- Pieper, K.J., Krometis, L.A. and Edwards, M., 2016. Quantifying lead-leaching potential from plumbing exposed to aggressive waters. *Journal American Water Works Association*. 108(9), E458-E466.
- Pieper, K.J., Krometis, L.A.H., Gallagher, D.L., Benham, B.L. and Edwards, M., 2015. Incidence of waterborne lead in private drinking water systems in Virginia. *Journal of Water and Health*. 13(3), 897-908.
- Pieper, K.J., Tang, M. and Edwards, M.A., 2017. Flint water crisis caused by interrupted corrosion control: investigating "ground zero" home. *Environmental Science & Technology*. 51 (4), 2007-2014.
- Rajaratnam, G., Winder, C. and An, M., 2002 Metals in drinking water from new housing estates in the Sydney area. *Environmental Research* 89(2), 165-170.
- Renner, R., 2010a. Exposure on tap drinking water as an overlooked source of lead. *Environmental Health Perspectives*. 118 (2), A68-A74.
- Renner, R., 2010b. Reaction to the solution lead exposure following partial service line replacement. *Environmental Health Perspectives*. 118 (5), A203-A208.
- Renner, R., 2010c. Reaction to the Solution Lead Exposure Following Partial Service Line Replacement. *Environmental Health Perspectives*. 118(5), A203-A208.
- Rubinkam, M., 2019. Pittsburgh water authority charged criminally over lead. Retrieved from <https://www.washingtontimes.com/news/2019/feb/1/pittsburgh-water-authority-charged-criminally-over/?fbclid=IwAR07vhsb5FH8aEFv4bFsudYsE6pv3dQeW9LA2xgscg1fqLqOntdCutIbPLY>
- Rumpler, J. and Dietz, E., 2019. Get the Lead Out. Retrieved from <https://environmentamerica.org/feature/ame/get-lead-out-0>
- Sadiki, A.I. and Williams, D.T., 1999. A study on organotin levels in Canadian drinking water distributed through PVC pipes. *Chemosphere*. 38 (7), 1541-1548.
- Sandvig, A., Kwan, P., Kirmeyer, G., Maynard, B., Mast, D., Trussell, R.R., Trussell, S., Cantor, A.F. and Prescott, A., 2008. Contribution of service line and plumbing fixtures to Lead and Copper Rule compliance issues.
- Sato, I., Kudo, H. and Tsuda, S. (2010). Removal efficiency of water purifier and adsorbent for iodine, cesium, strontium, barium, and zirconium in drinking water. *J. Toxicol. Sci.*, 36(6): 829.
- Schilling K., Bradford B., Castelli D., Dufour E., Frank N.J., Pape W., Schulte S., Tooley I., Bosch and Schellauf F., 2010, Human safety review of "nano" titanium dioxide and zinc oxide *Photochem. Photobiol. Sci.* 9(4):495-509.
- Scutti, S., 2019. Newark hands out bottled water after its filter program fails to fix lead problems. Retrieved from <https://edition.cnn.com/2019/08/12/health/newark-bottled-water-lead->

- contamination/index.html?fbclid=IwAR3xnaYDi0Ye6n8L1XTFDNV-wyXwNvISRxKAFEWXDtNQTiPKxLIt-2sCTg
- Skjevrak, I., Due, A., Gjerstad, K.O. and Herikstad, H., 2003. Volatile organic components migrating from plastic pipes (HDPE, PEX and PVC) into drinking water. *Water Research*. 37 (8), 1912-1920.
- Sorg, T. J. and Logsdon, G. S. (1980). Treatment technology to meet the interim primary drinking water regulations for inorganics: Part 5. *J. Am. Water Works Assoc.*, 72 (7):411–422
- Survey of Strontium in mineral waters sold in Japan: relations strontium to other minerals and evaluation of mineral water as a possible dietary source of strontium. *Biol Trace Elem Res*. 2006 Jul;112(1):77-86.
- St Clair, J., Cartier, C., Triantafyllidou, S., Clark, B. and Edwards, M., 2016. Long-term behavior of simulated partial lead service line replacements. *Environmental Engineering Science*. 33 (1), 53-64.
- Sullivan, M. and Lopez, M., 2019 Compliance With Mandated Testing for Lead in Drinking Water in School Districts in New Jersey. *Journal of Environmental Health* 82(1), 14-19.
- Tanaka A. 2004, Toxicity of indium arsenide, gallium arsenide, and aluminium gallium arsenide. *Toxicol Appl Pharmacol*. 1;198(3):405-11.
- TASWATER, 2013 Quarterly chemical testing—Pioneer 2010–2013. Taswater, Northern Region
- Torrice, M., 2016. How lead ended up in Flint's water. *Chemical & Engineering News*. 94 (7), 26-29.
- Triantafyllidou, S. and Edwards, M., 2011. Galvanic corrosion after simulated small-scale partial lead service line replacements. *Journal American Water Works Association*. 103 (9), 85-+.
- Triantafyllidou, S., Raetz, M., Parks, J. and Edwards, M., 2012. Understanding how brass ball valves passing certification testing can cause elevated lead in water when installed. *Water Research*. 46(10), 3240-3250.
- Trueman, B.F., Camara, E. and Gagnon, G.A., 2016. Evaluating the effects of full and partial lead service line replacement on lead levels in drinking water. *Environmental Science & Technology*. 50 (14), 7389-7396.
- USEPA (1987) Prohibition on use of lead pipes, solder and flux. *Federal Register*. 52, 20674.
- USEPA (1991) Maximum contaminant level goals and national primary drinking water regulations for Lead and Copper. *Federal Register* 56, 26460-26564.
- USEPA (2010) Nanomaterial Case Studies: Nanoscale Titanium Dioxide in Water Treatment and in Topical Sunscreen.
- USEPA, 2015. “Providing Safe Drinking Water in America: 2013 National Public Water Systems Compliance Report”. Retrieved from <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/sdwacom2013.pdf>
- USEPA (2017) Use of lead free pipes, fittings, fixtures, solder and flux for drinking water. Available on: <https://www.epa.gov/dwstandardsregulations/use-lead-free-pipes-fittings-fixtures-solderand-flux-drinking-water>.
- US Government Accountability Office, 2018. K-12 Education: Lead Testing of School Drinking Water Would Benefit from Improved Federal Guidance. Retrieved from <https://www.gao.gov/products/GAO-18-382>.

- Vigilone, G., 2019. Water treatment failures drove Newark's lead crisis. Retrieved from <https://cen.acs.org/environment/water/Water-treatment-failures-drove-Newarks/97/web/2019/08?fbclid=IwAR310VdcxOypNnydnMHYl8xhrReebqhlauwUjkCy2IgfTL4txuovnmMCzKo>
- Water Supplies Department, HK, 2017. Drinking water quality for the period of October 2016–September 2017. Available on: http://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content_1182/Drinking_Water_Quality-e.pdf.
- WHO, 2011. Water Sanitation and Health: Guidelines for drinking water quality.
- WHO, Drinking water. https://www.who.int/topics/drinking_water/en/
- Zbigniew Hubicki and Dorota Kołodyńska. Selective Removal of Heavy Metal Ions from Waters and Waste Waters Using Ion Exchange Methods Edited by Ayben Kilislioglu
- Zietz, B., de Vergara, J.D., Kevekordes, S. and Dunkelberg, H., 2001. Lead contamination in tap water of households with children in Lower Saxony, Germany. *Science of The Total Environment*. 275 (1-3), 19-26.
- 台北市自來水事業處, 2018. Available on: <https://www.water.gov.taipei/cp.aspx?n=F046E45446707A64> Accessed on 2019/1/25.
- 台灣自來水公司, 2017. 自來水管理設工程施工說明書 Available on: <https://www.water.gov.tw/public/Attachment/20170410092016050.pdf>.
- 台灣自來水公司, 2018. Available on: <https://www.water.gov.tw/lp.aspx?CtNode=775&CtUnit=178&BaseDSD=73&mp=1> Assessed on 2019/1/25.
- 經濟部水利署, 2016. 水利署修正用戶用水設備引用國家標準總號及名稱案 Available on: http://www.waterpipe-net.org.tw/archive/2_1050908 水利署修正用戶用水設備引用國家標準總號及名稱案.pdf.
- 行政院環保署, 2019. 自來水水質抽驗結果. Available on: <https://opendata.epa.gov.tw/Data/Details/DWSItem/>
- 呂國禎, 陳良榕. 「失控的高科技廢物」. 天下雜誌 568 期; 2015-03-17 新竹焦點版. 新竹科學工業園區管理局網站/園區保護資訊網/水廠簡介/ https://saturn.sipa.gov.tw/SPAEGI/page_detail.do?&fmeLv1Id=afdf1308-20ad-4fbe-8a4b-922e5720eac3&fmeLv2Id=304251de-0c40-4731-8e56-e02d2a9960c6
- 梁文睿, 彭宗仁, 蔡修裕, 林娉婷, 黃秉益, 林毓雯, 黃群鈞, 劉滄琴. “比較市售瓶裝飲用水之元素特徵”, 台灣農業研究, 66(1)74-86, 2019

附錄

附錄一、我國「行政院環境保護署飲用水列管項目篩選作業原則（草案）」

環保署為建立系統化及標準化飲用水列管項目篩選及評估機制，爰參考國際飲用水管理之做法與精神，蒐集相關物質之健康評量與毒理特性等基本資料，再納入自來水事業單位之檢測量能，進行國內飲用水水質背景資料之建立，並召開學者專家及相關機關研商會議，以篩選新增飲用水水質標準列管項目，執行程序研擬為「行政院環境保護署飲用水列管項目篩選作業原則（草案）」。草案內容如下：

- 一、為建立飲用水水質標準管制項目之篩選基準，據以評估飲用水水質標準之新管制項目，特訂定本原則。
- 二、飲用水水質標準管制項目篩選作業程序，依序為建立蒐集清單、觀察清單、候選清單及建議飲用水水質標準新管制項目（詳流程圖）。
- 三、本署為建立蒐集清單得參考下列國際標準或資料：
 - （一）美國飲用水水質標準 (National Primary Drinking Water Regulations, NPDWRs; National Secondary Drinking Water Regulations, NSDWRs) 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）澳洲回收水指引(Australian Guidelines for Water Recycling)所列物質。
 - （六）德國飲用水條例(Drinking Water Ordinance)所列物質。
 - （七）加拿大飲用水水質指引(Guidelines for Canadian Drinking Water Quality)所列物質。
 - （八）英國供水（水質）條例(The Water Supply(Water Quality) Regulations)所列物質。
 - （九）紐西蘭飲用水水質標準(Drinking-Water Standards for New Zealand)所列物質。
 - （十）世界衛生組織飲用水水質指引(Guidelines for Drinking Water Quality)所列物質。

(十一) 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。

(十二) 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。

(十三) 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。

四、本署彙整蒐集清單中物質之相關資料，包括其他國家或國際組織已（建議）管制或關注但尚未（建議）管制情形、健康評量與毒理特性、環境流布等蒐集結果，經徵詢相關單位意見並諮詢學者專家，決定納入觀察清單之物質優先序位。

五、就列入觀察清單之物質，由下列各機關、事業協同辦理下列各項工作：

(一) 本署環境檢驗所

針對尚未公告或指定標準檢測方法之物質，開發、指定或完成公告其標準檢測方法。

(二) 自來水事業（由本署環境衛生及毒物管理處協調執行）

1. 建立自來水淨水場原水及清水之水質檢測資料，並依相關物質是否已有公告標準檢測方法執行檢測，檢測作法及頻率如下：

(1) 已有公告標準檢測方法之物質：考量供水區域、供水人口數、特殊環境條件等，篩選國內具代表性之自來水淨水場，每季檢測原水及清水之水質。

(2) 尚未公告標準檢測方法，但已有指定檢測方法之物質：考量供水區域、供水人口數、特殊環境條件等，篩選國內具代表性之自來水淨水場，每半年檢測原水及清水之水質。

2. 蒐集文獻資料並分析國內自來水淨水場處理技術之開發可行性及成本分析，相關結果並檢送本署。

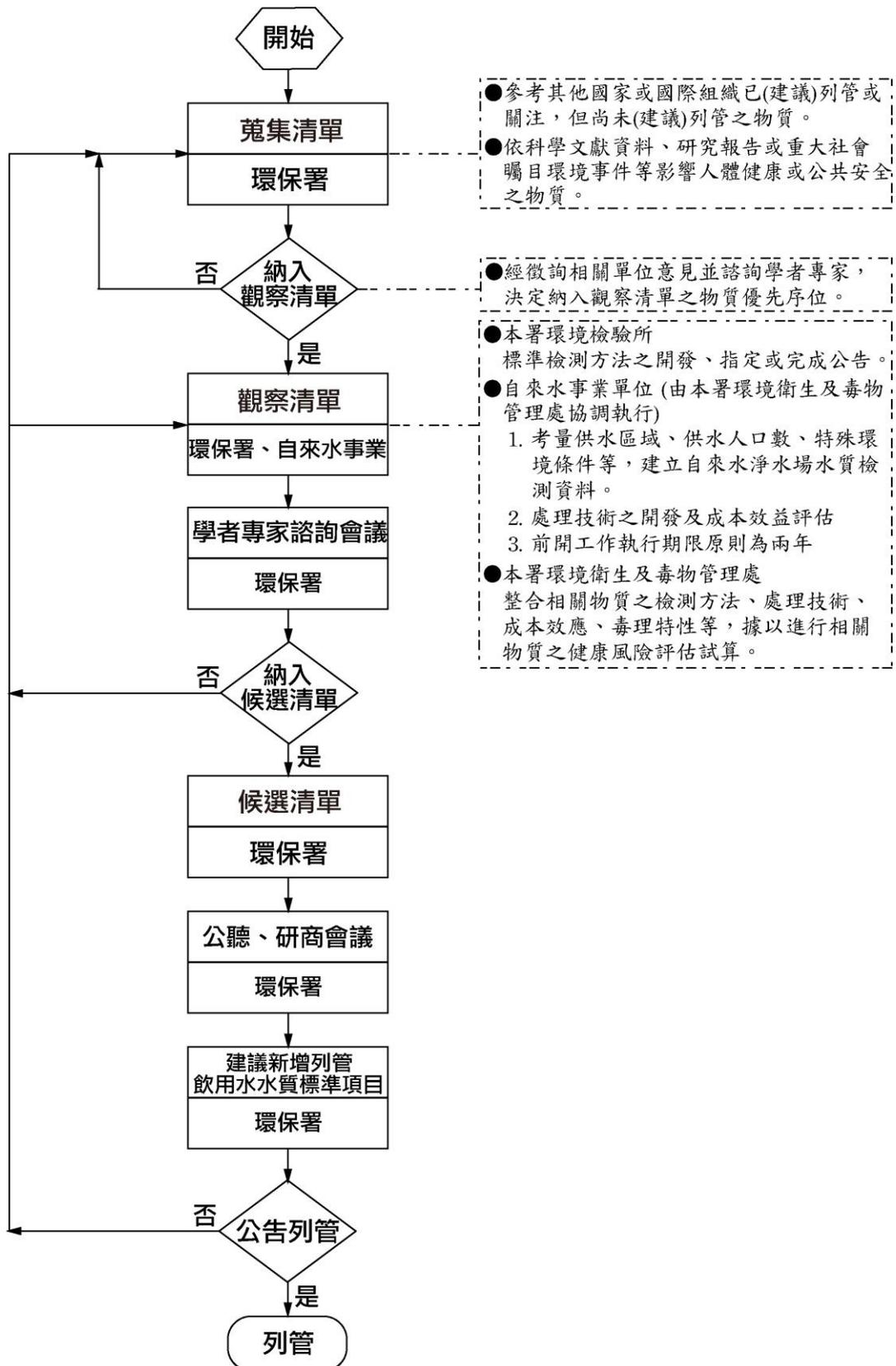
3. 前開工作之執行期限原則為二年。

(三) 本署環境衛生及毒物管理處

整合相關物質之檢測方法、處理技術、成本效益、毒理特性等資料，並視自來水事業提送之水質檢測結果資料，據以進行相關物質之健康風險評估試算。

六、本署依觀察清單中物質之資料，得召開學者專家諮詢會議，評估物質管制必要性後建立候選清單及公告管制方案。

- 七、本署歷年曾針對飲用水水質標準中尚未管制項目辦理調查檢測，如經綜合考量其毒理特性、調查數據完整性及潛在影響程度等，認有納入飲用水水質標準管制之必要，得經學者專家諮詢會議討論後納入候選清單。
- 八、本署得參考候選清單及公告管制方案，召開公聽、研商會議，徵詢目的事業主管機關及各直轄市、縣（市）政府意見，提出建議新增管制飲用水水質項目，再由本署考量管理資源與飲用水水質，依飲用水管理條例第十一條規定，公告新增飲用水水質標準管制項目。



●參考其他國家或國際組織已(建議)列管或關注，但尚未(建議)列管之物質。
●依科學文獻資料、研究報告或重大社會矚目環境事件等影響人體健康或公共安全之物質。

●經徵詢相關單位意見並諮詢學者專家，決定納入觀察清單之物質優先順位。

●本署環境檢驗所
標準檢測方法之開發、指定或完成公告。
●自來水事業單位(由本署環境衛生及毒物管理處協調執行)
1. 考量供水區域、供水人口數、特殊環境條件等，建立自來水淨水場水質檢測資料。
2. 處理技術之開發及成本效益評估
3. 前開工作執行期限原則為兩年

●本署環境衛生及毒物管理處
整合相關物質之檢測方法、處理技術、成本效應、毒理特性等，據以進行相關物質之健康風險評估試算。

行政院環境保護署飲用水列管項目篩選作業原則(草案)

附錄二、108 年度淨水場其他金屬檢測結果

(µg/l)		鎳(Ni)			砷(As)			鉬(Mo)			銦(In)		
偵測極限		0.09			0.02			0.01			0.006		
採樣月份		5	8	10	5	8	10	5	8	10	5	8	10
直潭	原水	0.13	0.38	0.66	0.38	0.20	0.10	0.18	0.13	0.23	ND	0.011	0.008
	清水	0.12	0.39	0.76	0.25	0.12	0.11	0.20	0.12	0.23	ND	0.012	0.009
新竹 第二	原水	0.21	0.35	0.62	0.51	0.38	0.37	0.61	0.50	0.60	ND	0.010	0.007
	沈澱	0.37	0.47	0.75	0.20	0.12	0.07	0.67	0.56	0.59	ND	0.011	0.010
	過濾	0.28	0.52	0.84	0.24	0.17	0.14	0.64	0.58	0.65	ND	0.013	0.007
	清水	0.29	0.46	0.73	0.23	0.20	0.13	0.67	0.54	0.60	ND	0.011	0.010
豐原 第二	原水	-	0.39	0.72	-	1.01	0.92	-	0.46	0.57	-	0.012	0.010
	清水	-	0.48	0.78	-	0.29	0.39	-	0.44	0.55	-	0.011	0.010
坪頂	原水	0.51	0.62	0.83	1.71	0.75	0.93	1.94	0.57	1.27	ND	0.011	0.010
	沈澱	0.65	0.46	0.86	0.75	0.30	0.64	1.83	0.55	1.29	ND	0.012	0.008
	過濾	0.62	0.45	0.84	0.71	0.26	0.67	1.89	0.54	1.37	ND	0.012	0.008
	清水	0.86	0.50	0.92	0.67	0.30	0.74	1.86	0.57	1.27	ND	0.012	0.010
彰化 第三	原水	1.63	-	-	1.42	-	-	0.98	-	-	ND	-	-
	清水	1.07	-	-	1.24	-	-	1.03	-	-	ND	-	-

5 月為彰化第三淨水場，8、10 月為豐原第二淨水場

		鉑(Pt)			鎳(Ga)			鈹(Tl)			鈀(Pd)			銫(Cs)		
偵測極限 ($\mu\text{g/l}$)		0.005			0.03			0.005			0.01			0.01		
採樣月份		5	8	10	5	8	10	5	8	10	5	8	10	5	8	10
直潭	原水	0.007	ND	0.006	3.28	2.00	0.62	0.005	ND	0.013	0.02	0.23	0.29	0.28	0.16	0.03
	清水	0.007	ND	0.007	3.06	2.28	0.85	ND	ND	0.028	0.02	0.22	0.20	0.34	0.15	0.07
新竹第二	原水	0.013	ND	0.010	6.47	4.51	4.17	0.009	0.007	0.008	0.05	0.24	0.35	0.03	0.02	0.04
	沈澱	0.009	ND	0.005	6.01	4.44	3.86	0.006	ND	0.006	0.05	0.25	0.38	0.03	0.02	0.03
	過濾	0.007	ND	0.007	6.06	4.67	4.15	ND	0.005	ND	0.05	0.24	0.30	0.03	0.02	0.04
	清水	0.010	ND	0.010	6.31	4.48	4.11	0.005	ND	0.008	0.04	0.24	0.26	0.04	0.02	0.05
豐原第二	原水	-	ND	0.011	-	1.45	1.50	-	0.006	0.008	-	0.20	0.30	-	0.05	0.12
	清水	-	ND	0.007	-	1.83	1.59	-	0.006	0.005	-	0.22	0.23	-	0.07	0.13
坪頂	原水	0.007	ND	0.010	10.59	5.07	6.77	0.009	0.007	0.008	0.09	0.21	0.51	0.06	0.01	0.03
	沈澱	0.007	ND	0.005	10.44	4.89	6.54	0.005	0.005	0.010	0.09	0.22	0.44	0.07	0.01	0.06
	過濾	0.005	ND	0.016	10.43	5.13	7.08	0.007	ND	0.008	0.08	0.27	0.52	0.08	0.03	0.06
	清水	0.005	ND	0.007	9.98	5.06	7.00	0.006	ND	ND	0.07	0.24	0.43	0.09	0.03	0.07
彰化第三	原水	0.008	-	-	5.68	-	-	ND	-	-	0.07	-	-	0.02		
	清水	0.006	-	-	5.01	-	-	ND	-	-	0.06	-	-	0.05		

附錄三、毒理資料庫

附錄 3.1 鋰(Lithium)

1. 水質項目名稱：鋰(Lithium)

(CAS：7439-93-2)

2. 化學式/結構式：Li

3. 使用單位：mg/l

4. 分析方法：

化學物名	APHA 「標準方法」	我國環保署環檢所公告
分析方法		NIEA W311.53B

5. 環境背景資料

鋰廣泛分布在多種礦物、岩石、土壤和水中(Kamienski CW; 1995)，如鋰雲母、鋰輝石、透鋰長石、和水鋰石是主要含鋰的礦石。在自然界中鋰不是自由金屬，是鹼金屬的成分(Lide DR; 2005)，典型的鹼金屬氧化態為+1。鋰濃度在地殼中估計為20-70 ppm(重量比) (Kamienski CW; 1995)，為豐富度排名第 27 的元素(Bauer RJ; 1990)，在海水中鋰元素存在的相對恆定濃度為 0.14 至 0.25 ppm。元素鋰是銀白色金屬，暴露到潮濕空氣時變黃，且會與水反應。鋰的用途在製造聚烯烴塑料時作為催化劑，飛機和導彈的燃料，火箭推進器，用於冶金、脫氣劑、脫氧劑(如銅和銅合金)、脫硫劑等。與鋁或鎂的合金作為航空用途，亦有用在生產氬，還原和加氫劑、合金硬化劑、藥物、維他命 A 合成、肥皂、潤滑油、和格氏試劑(Grignard reagents)等，在多種 3C 用品中如手機、筆記型電腦、計算機等亦會使用鋰電池作為攜帶型電源。

空氣中：釋放至空氣中的鋰化合物以粒狀物型態存在，在天然環境中易為離子態而不易揮發。粒狀的鋰化合物則經由乾沈降或濕沈降的方式自空氣中去除。

土壤中：鋰在 pH5，Kp4.6 的土壤中被腐植質土壤輕微吸附（Oman C, 1999），顯示鋰化合物在土壤中不會被強烈吸附。鋰在含水層中量測的吸附係數（Freundlich coefficients）範圍為 4.5-5.5（Vereecken H et al; 1996），而鋰在 pH5，Kp4.6 的腐植土中為輕微的被吸附，因此鋰化合物不容易被土壤和底泥所吸附，鋰離子在天然環境中不易發生氧化還原反應，且在化合物或溶解的離子態中以+1 的氧化態存在，因此不會從乾燥或潮濕的土壤表面揮發。

水中：水中的鋰化合物不易被懸浮固體和底泥所吸附，鋰離子可能在水環境中發生沈澱、吸附、配位基交換反應。且因在環境中多為離子態，也不易從水體表面揮發而去除，離子態的鋰化合物在自然環境中生物濃縮性也不高。

在許多植物、浮游生物和無脊椎動物中能發現微量的鋰，濃度為 69 - 5,760 ppb。在脊椎動物中，鋰濃度略低，幾乎所有脊椎動物組織和體液都含有 21 - 763 ppb 的鋰（ENC Labs, 2010）。

6. 人體可能的暴露途徑：

工業上暴露可能由工作場所吸入和皮膚接觸鋰，如礦石中提煉鋰、製備各種鋰化合物、焊接工作等都是相關職業暴露鋰的來源(Clayton, G.D., 2088)。因鋰在多種介質中存在，一般大眾可能經由呼吸、食物或飲水暴露介質中微量的鋰。

7. 環境水體中的濃度

飲用水：1982-1983年挪威調查384個自來水廠，22個樣本檢出鋰，濃度範圍為 <2-12.5 $\mu\text{g/l}$ （Flaten TP; 1991）。美國94個大城市的飲用水中鋰濃度約1.8 $\mu\text{g/l}$ （範圍為0-95 $\mu\text{g/l}$ ）（Schroeder HA et al; 1974）；25個城市分成2組的飲用水中鋰平均濃度則為16.8 和5.3 $\mu\text{g/l}$ （Schroeder HA; 1966）。委內瑞拉安地斯山脈地區飲用水中鋰濃度範圍為5-80 $\mu\text{g/l}$ （Ribas B; 1991）。

地表水：在大湖區之生態系統進行對水質之研究，蘇必略湖及密西根湖測得水中鋰平均濃度為0.63及2.2 $\mu\text{g/l}$ (Great Lakes Water Quality Board, 1989)。1980-1981年在特拉華河河口選擇13處地表水進行水化學物質之分析，鋰濃度範圍為<4-12 $\mu\text{g/l}$ (Hochreiter JJ Jr; 1982)。英格蘭東北部在1993和1994年收集主要河流進入Humber河口之溶解性樣本中，鋰平均濃度為1.84-27 $\mu\text{g/l}$ (Neal C et al; 1996)。1994年6月及9月從Alamosa河收集溶解性樣本中鋰的平均濃度為0.86和1.9 $\mu\text{g/l}$ ，從新墨西哥州大砷泉(Big Arsenic Springs)的樣本，鋰平均濃度為20 $\mu\text{g/l}$ (Taylor HE et al; 2001)。

地下水：1984年春天，美國在18天期間自加州San Joaquin山谷西部118個場址收集的淺層地下水樣，鋰濃度範圍為40-190 $\mu\text{g/l}$ (Deverel S, 1988)。1985-1987年間在康乃狄克州4個地下水層收集的水樣，83個地下水井中有31個檢測出鋰，中位數濃度為 <4.0 $\mu\text{g/l}$ (Fernandez-Turiel JL et al; 1995)。

8. 健康評量及毒理資料

元素鋰會導致嚴重的皮膚和眼睛灼傷，目前缺乏動物方面的毒理研究。鋰是一種廣泛使用的藥物，碳酸鋰用於治療躁鬱症，在治療初期階段若給予過量劑量，可能發生急性中毒之症狀，中毒症狀包括：厭食、口乾、噁心、嘔吐、腹瀉、手部顫抖、肌肉無力、記憶障礙（特別是對於老人）等 (Chang, L.W. 1996)。人體中高濃度鋰會取代細胞內的鈉，擾亂鉀代謝，導致細胞功能遭到破壞，引起心臟、肝、腎、肺及神經系統損害，在一急性鋰離子中毒的病例中，主要的臨床特徵有可能因心肌抑鬱引發的肺水腫導致呼吸衰竭。

	RfD (mg/kg/day)	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	0.002		2.1			躁鬱症治療(1)
2						

(1) Physician's Desk Reference (PDR). 2006. 60th ed. L. Murray, Ed. Thompson PDR, Montvale, NJ

9. 處理技術/成本分析

10. 國內外管制情形

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

11. 行政考量

無。

12. 管制優先次序

無。

13. 參考文獻

Bauer RJ; Ullmann's Encycl Indust Chem, 5th ed., Deerfield Beach, FL: VCH Publ.

VA15: 393-414 (1990)

Chang, L.W. (ed.). Toxicology of Metals. Boca Raton, FL: Lewis Publishers, 1996, p.

455

Clayton, G.D., F.E. Clayton (eds.) Patty's Industrial Hygiene and Toxicology. Volumes

2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F: Toxicology. 4th ed. New York, NY: John Wiley & Sons

Inc., 1993-1994., p. 2C: 2088

Deverel S, Millard S; Environ Sci Technol 22: 697-702 (1988)

ENC Labs. [Some Facts about Lithium](#). 15 October (2010)

Fernandez-Turiel JL et al; Environ Internat 21: 807-20 (1995)

- Flaten TP; *Sci Tot Environ* 102: 35-73 (1991)
- Great Lakes Water Quality Board, 1987 Report on the Great Lakes Water Quality. Appendix B - Great Lakes Surveillance, Vol I. Report to the International Joint Commission (1989)
- Hochreiter JJ Jr; *Chemical-Quality Reconnaissance of the Water and Surficial Bed Material in the Delaware River Estuary and Adjacent New Jersey Tributaries; USGS/WRI/NTIS* 82-36 (1982)
- Kamienski CW; *Kirk-Othmer Encycl Chem Technol*. 4th ed. NY, NY: John Wiley & Sons, 15: 434-463 (1995)
- Lide DR; *CRC Handbook of Chemistry and Physics* 86th ed, CRC Press, Inc p. 4-21 (2005)
- Neal C et al; *J Hydrol* 182: 37-64. (1996)
- Oman C, Rosqvist H; *Wat Res* 33: 2247-54 (1999)
- Ribas B; pp. 1015-23 in *Metals and Their Compounds in the Environment*, Merian E, Ed; VCH: Weinheim, Fed Rep Ger (1991)
- Schroeder HA et al; *Arch Environ Health* 28: 303-11 (1974)
- Schroeder HA; *JAMA* 195: 125-9 (1966)
- Taylor HE et al; *Arch Environ Contam Toxicol* 41: 410-26 (2001)
- Vereecken H et al; pp. 627-48 in *Environ Fate Xenobiot, Proc Symp Pestic Chem*, 10th, 1996. Del Re AAM, ed., Goliardica Pavese: Italy (1996)

附錄 3.2 銣(Strontium)

1. 水質項目名稱：銣(Strontium)

(CAS：7440-24-6)

2. 化學式/結構式：Sr

3. 使用單位：mg/l

4. 分析方法：

化學物名	APHA 「標準方法」	我國環保署環檢所公告
分析方法		NIEA W311.53B

5. 環境背景資料

銣是一種天然存在於岩石、土壤、塵埃、煤炭和油中的元素，存在地殼中約 0.02-0.03% 的量 (Hibbins SG; 1997)，經由碳酸鹽、硫酸鹽的風化而流入海洋，海水約含有 7 mg/l 的銣。自然存在的銣沒有放射性，被稱為銣或穩定的銣，銣在環境中有 4 種穩定的同位素，⁸⁴Sr、⁸⁶Sr、⁸⁷Sr、⁸⁸Sr。銣的化合物用於製作陶瓷與玻璃製品（如碳酸銣/氧化物作為電視面板玻璃）、因其明亮的紅色火焰（硝酸銣）而用於煙火裝置（如信號彈）(USGS; 2005) 和煙花、油漆顏料、日光燈（磷酸銣）(ATSDR; 2004) 和藥物等。銣也有數個放射性同位素，最常見的為 ⁹⁰Sr（銣 90），為核反應或核子武器爆炸時形成，當放射性銣衰變時會放出β粒子，銣 90 的半衰期為 29 年。

空氣中：銣化合物在空氣中通常以顆粒態存在，經由濕沈降或乾沈降的方式自空氣中去除。

土壤中：銣在土壤中為低度或中度的移動性，在 21 個天然底泥-地下水系統中吸附的銣濃度為 9.2×10^{-7} - 1.04×10^{-4} mole/cu-dm，影響銣吸附的主要參數為底泥的陽離子交換能力及地下水的陽離子強度 (Koss V, 1990)，也不易從土壤表面揮發。

水中：水體中的銣不易以離子型態從水體表面揮發，銣由於與鈣性質相似，在水中生物容易積聚在骨骼中 (ATSDR; 2004)，在藍鯉魚 (*Lepomis macrochirus*) 的生物濃縮係數為 40.3~342.7 (Nakamoto RJ, 1992)，表示為中度至高度的生物濃縮性。

6. 人體可能的暴露途徑：

可能經由呼吸空氣、攝食和飲水暴露於低濃度的穩定鋇與放射性鋇中，對於一般民眾，食物和飲水或飲用到含鋇的牛奶是暴露鋇的較大來源，若是食用的食物生長於受污染的土壤或是去過放射性鋇的污染源附近，則可能會暴露到放射性鋇。職業上則是在生產或使用鋇化合物的工作場所，經由呼吸而暴露鋇。

7. 環境水體中的濃度

飲用水：取自沙烏地阿拉伯Riyadh 的32個學校水樣，鋇濃度為282-533 $\mu\text{g/l}$ (Al-Saleh IA; 1996)，挪威於1982-1983年間由自來水廠收集的384個飲用水，鋇濃度為1.5-571 $\mu\text{g/l}$ (Flaten TP; 1991)。

地下水：鋇在地殼中普遍存在，因此礦泉水中亦有鋇。

地表水：海水中鋇的濃度約為8.1-10 mg/l ，淡水濃度則為0.05-0.5 mg/l ，偶爾超過5 mg/l (Burrows D, 1975)。自阿根廷La Rioja省的Famatina地區27個地點收集的水樣測得鋇濃度為62.7-2991.3 $\mu\text{g/l}$ (Fernandez-Turiel JL et al; 1995)。1983年在Superior湖水測得的鋇濃度為44 $\mu\text{g/l}$ (Great Lakes Water Quality Board; 1989)，1980-1981年間在德拉瓦河河口和鄰近新澤西支流13處位置收集的水樣，水中鋇濃度為39-300 $\mu\text{g/l}$ (Hochreiter JJ JR; 1982)。取樣自美國239個廢水處理廠進流水，鋇的濃度為0.025-0.45 mg/l (Minear RA et al; 1981)。1993-1994年，調查英格蘭東北部主要河流排入Humber河口的地表水，鋇濃度為63.1-750 $\mu\text{g/l}$ (Neal C et al; 1996; Talbot MMJF et al; 1985)。

8. 健康評量及毒理資料

鋇是人體必須的微量元素之一，鋇與人體牙齒、骨骼形成有關，人體經由食物或飲水攝入鋇，經消化道吸收後由尿液排出體外。體內 99.0%的鋇存在於骨骼中，骨鋇與血鋇不斷進行交換，處於動態平衡中。鋇過多可能導致骨骼生長發育過快，關節粗大、肌肉萎縮及貧血等。暴露於低濃度穩定的鋇並未顯示會影響成人健康，但可能會危害孩童。目前並未觀察到鋇的暴露導致出生缺陷或其他發育影響，但動物實驗顯示

放射性銫可能導致動物出生缺陷，高濃度穩定的銫則可能導致孩童骨骼生長受損，高濃度的放射性銫會導致貧血和損害骨髓及阻礙血液正常凝血，且對於放射性銫的影響，孩童比成人更加敏感。吸入途徑暴露穩定的銫而導致死亡的唯一人類研究報告是與鉻酸銫有關，在職業暴露研究中，鉻酸銫被認為是導致肺癌死亡率增加的原因。而鉻酸銫的毒性歸因於六價鉻離子，六價鉻進入肺細胞而代謝成基因毒物。銫本身雖有助於鉻酸銫的溶解度，但相關的健康效應都會不如鉻酸鹽造成的健康效應顯著（DHHS/ATSDR 2004）。

	RfD (mg/kg/day)	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	6E-1	190	380			年輕大鼠/口服(1)
2		525	633			Sprague-Dawley 大鼠(2)
3		263				大鼠(3)

- (1) Storey, E. 1961. Strontium "rickets": bone calcium and strontium changes. *Austral. Ann. Med.* 10: 213-222
- (2) Marie, P.J., M.T. Garba, M. Hott and L. Miravet. 1985. Effect of low doses of stable Sr on bone metabolism in rats. *Miner. Electrolyte Metab.* 11: 5-13.
- (3) Skoryna, S.C. 1981. Effects of oral supplementation with stable strontium. *Can. Med. Assoc. J.* 125(7): 703-712

9. 處理技術/成本分析

10. 國內外管制情形

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

USEPA 飲用水指引值為：4000 $\mu\text{g/l}$ ，各州指引值則為 FLORIDA:4200 $\mu\text{g/l}$ ，MAINE: 4200 $\mu\text{g/l}$ 。

11. 行政考量

無。

12. 管制優先次序

無。

13. 參考文獻

- Al-Saleh IA; Sci Tot Environ 181: 215-21 (1996)
- ATSDR; Toxicological Profile for Strontium. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Public Health Service (2004)
- Burrows D, Dacre JC; Toxicity to Aquatic Organisms and Chemistry of Nine Selected Waterborne Pollutants From Munitions Manufacture - A Literature Evaluation. US Army Medical Bioeng Res Devel Lab. TR-7503. p 58 (1975)
- DHHS/ATSDR Toxicological Profile for Strontium p 33 (2004)
- Fernandez-Turiel JL et al; Environ Internat 21: 807-20 (1995)
- Flaten TP; Sci Tot Environ 102: 35-73 (1991)
- Great Lakes Water Quality Board; 1987 Report on Great Lakes Water Quality. Appendix B, Volume I (1989)
- Hibbins SG; in Kirk-Othmer Encycl Chem Tech. 4th ed. NY, NY: John Wiley and Sons 22: 947-55 (1997)
- Hochreiter JJ JR; Chemical-Quality Reconnaissance of the Water and Surficial Bed Material in the Delaware River Estuary and Adjacent New Jersey Tributaries, 1980-81. USGS/WRI/NTIS 82-36 (1982)
- Koss V, Kim JJ; J Contaminant Hydrology 6: 267-80 (1990)
- Minear RA et al; Database for Influent Heavy Metals in Publicly Owned Treatment Works.
- Nakamoto RJ, Hassler TJ; Arch Environ Contam Toxicol 22: 88-98 (1992)
- Neal C et al; J Hydrology 182: 37-64 (1996) (8) Talbot MMJF et al; Water SA 11: 65-68 (1985)
- USEPA-600/S2-81-220. USEPA: Cincinnati, OH (1981)
- USEPA/Office of Water; Federal-State Toxicology and Risk Analysis Committee (FSTRAC). Summary of State and Federal Drinking Water Standards and Guidelines (11/93) To Present
- USGS; Minerals Commodity Summary 2005 Database. Strontium. Available from the Database Query page at <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/strontium/strommcs05.pdf> as of Oct 5 2005.

附錄 3.3 鈦(Titanium)

1. 水質項目名稱：鈦(Titanium)

(CAS：7440-32-6)

2. 化學式/結構式：Ti

3. 使用單位：mg/l

4. 分析方法：

化學物名	APHA「標準方法」	我國環保署環檢所公告
分析方法		NIEA W311.53B

5. 環境背景資料

鈦是地殼中含量第九高的元素(質量佔地殼 0.63%)，大部份的火成岩及其演變成的沉積岩中皆含有鈦，在美國地質調查局分析過的 801 種火成岩中，有 784 種含有鈦，鈦約佔土壤的 0.5%~1.5% (Barksdale, 1968)。由於鈦和氧及其他元素有極佳的親和力，因此鈦在自然環境中不以金屬態存在。環境中鈦的主要污染來源為石化燃料燃燒和含鈦廢棄物的焚化。在職場中暴露主要發生在含鈦礦物、鈦金屬及二氧化鈦的製程。

由於鈦具有穩定的化學性質，良好的耐高溫、耐低溫、抗酸鹼、高強度、低密度、常用來製造火箭及太空船，因此有太空金屬的美名。鈦合金廣泛應用於航空、工業製程、汽車、農產食品、醫學、運動用品、珠寶及手機等方面。二氧化鈦因具有穩定的化學性質、良好的塗裝及抗紫外光的能力，常用來作為室外上漆的白色顏料。另外，在搪瓷中加入二氧化鈦可增加其亮度、硬度和抗腐蝕的能力。碳化鈦可用來製造切削刀具，四氯化鈦則可作為催化劑並合成有機鈦化物。

鈦在地殼中的平均濃度為 4400 mg/kg，海中的鈦濃度約 $4 \times 10^{-12} \text{M}$ 。在 100°C，pH=7 的水中，鈦濃度估計小於 10^{-7}M (Buettner, K. M., 1863)。飲用水中鈦的濃度通常很低，大概介於 0.5-15 $\mu\text{g/l}$ 之間，而在不同食物種類中鈦的濃度有很大的差異。人體平均攝食量為 300-400 $\mu\text{g/day}$ 。

空氣中：空氣中的鈦化合物（如二氧化鈦）多以顆粒狀態存在於，但四氯化鈦可以存在於氣相大氣中（ATSDR; 1997），在都市空氣中鈦濃度大部分低於 $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而在鄉村空氣中濃度也不高，但在工業區其濃度則可能超過 $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。此外，在工作場所中空氣濃度可能達到 mg/m^3 。空氣中顆粒狀的鈦可經由乾沉降或濕沈降自空氣中移除。

土壤中：土壤中的鈦、鈦化合物，主要以氧化物和水合氧化物存在於土壤中，它們是不溶性化合物（Cotton FA, 1980），因此在土壤中移動性低，且其離子特性與蒸氣壓低，因此不易從潮濕或乾燥的土壤表面揮發。

水中：水中的鈦化合物多以離子態存在，可溶性鈦離子容易水解成水合氧化鈦和不溶的鹼性氧代鹽，因為溶解的鈦化合物是離子的，預計離子不會揮發，因此不易從水體表面揮發而去除。預計鈦化合物不會在水生生物中產生生物濃縮性。

6. 人體可能的暴露途徑：

一般人可能通過吸入環境空氣，攝入食物和與含有鈦化合物的民生消費品皮膚接觸而暴露於鈦化合物，食物是人類暴露鈦主要的來源，美國的典型飲食每天提供約300微克的鈦。大部分植物的含鈦量約 1 ppm，食用植物的含鈦量約 2 ppm，木賊及蕁麻最高可達 80 ppm (Emsley, 2001)。一般民眾使用含二氧化鈦的藥物和化妝品則可能發生皮膚暴露，例如防曬乳、一些抗痤瘡軟膏和牙齦和口腔粘膜的消炎軟膏。經由空氣暴露到鈦則多是金屬、二氧化碳和碳化物的混合，暴露於鈦及其化合物不僅發生在金屬鈦的生產中，且發生在使用它的過程中(WHO; 1982)，在處理鈦的相關職業場所工作人員，因吸入含鈦的粉塵、煙霧和蒸氣而暴露(Friberg, L., 1979.)。

7. 環境水體中的濃度

地表水：美國和加拿大取樣自15條河流，鈦濃度範圍為2-107 (WHO; 1982)，海水中則含量1-9 $\mu\text{g}/\text{l}$ (Whitehead J; 1991)。來自印第安納州中部受污染的酸性礦井排水則鈦濃度為0.03-0.4 mg/l (Allen SK et al; 1996)。

飲用水：美國42個城市供水系統中有81%發現鈦，平均濃度2.1 µg/l（濃度範圍0.5-12 µg/l）(WHO; 1982)。挪威淨水場的四季水樣中，384個清水樣本中鈦平均濃度<0.2 ug/l（偵測極限=0.2 ug/l，範圍2-62 ug/l）(Flaten TP; 1991)。

8. 健康評量及毒理資料

一般民眾主要經由攝食暴露到鈦，但鈦不易被腸胃道吸收，吸入含鈦粉塵可能會引起胸悶、胸痛、咳嗽及呼吸困難(Lenntech Titanium)，如果與皮膚或眼睛接觸可能會造成刺激。在職場中，通常經由吸入而累積在肺部。外科所使用的鈦金屬易被組織接受，其他化合物像是二氧化鈦、水楊酸鈦及單寧酸鹽也常用於化妝品、藥物及食品中，目前則無任何健康危害。然而暴露到不同的鈦化合物可能導致不同程度的肺纖維化(IPCS)。

動物實驗及人體研究資料皆指出吸入性的二氧化鈦具有生物惰性，急性與亞急性研究顯示二氧化鈦對肺並無任何健康效應產生，而輕微纖維化與暴露到各種含鈦粉塵有關，可能是因為粉塵伴隨著其他物質所造成。根據動物實驗研究，氮化鈦、氫化鈦、碳化鈦及硼化鈦可能引起纖維化，這些物質也會導致肝臟及腎臟失調，向大鼠注射鈦金屬可誘發纖維肉瘤和淋巴肉瘤，但人體研究資料不足。四氯化鈦會造成皮膚灼熱也會對粘膜及眼睛造成強烈刺激。當大鼠暴露到粉末狀的鈦金屬時可能造成纖維瘤及淋巴瘤[1]，以動物實驗進行致癌性研究，將大鼠注射鈦則在注射部位發展纖維肉瘤，但沒有證據顯示鈦對人體有致癌作用。尚缺人類毒性資料，目前一般人群接觸鈦的程度並未構成健康風險(WHO; 1982)。國際癌症研究組織並未將鈦歸類為致癌物。美國國家科學基金會(NSF International)評估鈦和二氧化鈦的口服毒性，根據動物實驗中未觀察到不良效應的資料，計算出 3mg/kg/day 的參考劑量(RfD)。

	RfD (mg/kg/day)	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1	3	2680				小鼠、大鼠/口服 (1)
2						

(1) NCI (National Cancer Institute). 1978. Bioassay of titanium dioxide for possible

carcinogenicity. Bethesda, MD: National Cancer Institute. Technical report # 97

9. 處理技術/成本分析

鈦在酸性溶液中以陽離子存在因此可使用離子交換去除。硫酸銅可由二氧化鈦顏料產品中形成，作為水處理的沉澱劑與酸或氧反應。

10. 國內外管制情形

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

11. 行政考量

無。

12. 管制優先次序

無。

13. 參考文獻

Allen SK et al; Bull Environ Contam Toxicol 56: 240-3 (1996)

ATSDR; Toxicological Profile for Titanium Tetrachloride. Atlanta, GA: ATSDR p. 69 (1997)

Barksdale, Jelks. Titanium. Clifford A. Hampel (editor). The Encyclopedia of the Chemical Elements. New York: Reinhold Book Corporation. (1968): 732-738. LCCN 68-29938.

Buettner, K. M.; Valentine, A. M. Bioinorganic Chemistry of Titanium. Chemical Reviews. 2012, 112 (3): 1863

Cotton FA, Wilkinson G; Advanced Inorganic Chemistry. 4th ed. NY, NY: John Wiley and Sons pp. 694-708 (1980)

Emsley, John. Titanium. Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements. Oxford, England, UK: Oxford University Press. (2001)

Flaten TP; Sci Total Environ 102: 35-73 (1991)

Friberg, L., G.R. Nordberg, and V.B. Vouk. Handbook on the Toxicology of Metals. New York: Elsevier North Holland, 1979., p. 630

IPCS ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 24.(TITANIUM.

<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc24.htm>)

Lenntech Titanium - Ti. <http://www.lenntech.com/periodic/elements/ti.htm>

Lenntech Titanium (Ti) and water.

<http://www.lenntech.com/periodic/water/titanium/titanium-and-water.htm#ixzz0nhInN4eu>

WHO; Environmental Health Criteria. Titanium. Geneva, Switzerland: WHO 24: 1-68 (1982)

附錄 3.4 鎢(Tungsten)

1. 水質項目名稱：鎢(Tungsten)

(CAS：7440-33-7)

2. 化學式/結構式：W

3. 使用單位：mg/l

4. 分析方法：

化學物名	APHA「標準方法」	我國環保署環檢所公告
分析方法		NIEA W311.53B

5. 環境背景資料

鎢是一種天然存在的元素，地殼中平均鎢的含量為 0.006%，可與其他化學物質結合，存在岩石及礦物中，天然狀態的鎢沈積物多存在於花崗變質岩、火成岩中（Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. 1978-1984.），鎢可用來製造合金。鎢合金具有堅固、柔韌、耐磨、及良好導電能力的特性，使用鎢的產品包含 X 射線管、燈泡、飛鏢、釣魚用重錘、電鍍條、渦輪葉片、高爾夫球桿、陀螺儀等，鎢也被用作催化劑（如氧化鎢和硫化鎢）以加速化學反應，或作為布類的防火塗料和耐色染料（如有機鎢）。鎢的化合物可用於許多用途，燒結碳化鎢是一種堅硬的物質，可用於切割、製造砂輪或形成其他工具，其他鎢化合物則可用於陶瓷顏料。因此少量的鎢可能藉由工業排放和核衰減而釋放至環境中（Hartung M; 1991）。

空氣中： 空氣中鎢的蒸氣壓低，以顆粒狀態存在於空氣中，可下沉到土壤、水、植物的表面上，或在雪或雨水中沉降（濕沈降）而自空氣中去除。

土壤中： 土壤中的鎢、鎢化合物，在 pH5-9 之環境中，吸附係數為 10~50,000（Meijer A et al; 1998），具有中等至低的移動性，鎢化合物以離子態或不溶解態固體存在於環境中（Cotton FA, 1980），因此不易從潮濕的土壤表面揮發，且根據離子特性和蒸氣壓，也不易經由乾燥的土壤表面揮發。

水中：水中的鎢化合物多被懸浮固體和底泥所吸附，天然水中的鎢成分為鎢酸鹽（如 WO_4^{2-} ）及其他鎢聚陰離子型態（Tanizaki Y et al; 1992），鎢化合物以離子態或不溶解態固體存在於環境中，因此不易從水體表面揮發而去除。

6. 人體可能的暴露途徑：

可能經由吸入含有鎢的空氣（空氣中鎢濃度低於 1.5 ng/m^3 ，城市空氣中通常比鄉村空氣含有較多的鎢）、攝取含有鎢的食物或遭受污染之飲用水而暴露到及低濃度的鎢。在生產或使用鎢化合物的工作場所，職業上的暴露可能經由吸入含鎢粉塵和皮膚接觸。

7. 環境水體中的濃度

地表水：1987-1988年間在密西西比河及支流測得的鎢濃度為 $<0.2 \text{ } \mu\text{g/l}$ （Taylor HE et al; 1990）。英國的海水分析則鎢為 $0.1 \text{ } \mu\text{g/l}$ 等級的濃度，太平洋的濃度則略低，為 0.008 ppb ，因藉由鎢吸附到氫氧化鐵、氧化錳及黏土礦物，可更快將鎢去除（Hartung M; 1991）。

雨水：英國的雨水分析中顯示鎢濃度 $<0.1 \text{ } \mu\text{g/l}$ （Hartung M; 1991）

排放濃度：美國1972年西部州的發電廠燃煤機組煙氣中粒狀物的鎢濃度為 $2.0\text{-}23.2 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ （Ondov JM et al; 1989）。來自加拿大大不列顛哥倫比亞省的三處不同的廢棄沈積物分析揮發性鎢化合物（如 $\text{W}(\text{CO})_4$ ，發現濃度範圍為 $0.005\text{-}0.01 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ 鎢（Feldmann J, 1997）。

8. 健康評量及毒理資料

人類暴露到鎢尚未有具體的健康危害，要暴露到高濃度鎢的機會亦很小。鎢對眼睛和皮膚有刺激性（Lewis, R.J. 1996），在相關的職業暴露上（例如鎢金屬粉末冶金工作）無顯示肺塵症出現在工作人員身上（American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1991），也無資料顯示鎢為對人體有害或有毒的物質（Friberg, L., 1979.）。因目前尚未有確定的資料確定是否吸入、口服、皮膚接觸到鎢或鎢化合物會導致人類癌症發生，國際癌症研究中心（the International Agency for Research on Cancer, IARC）

或美國環保署都未將鎢歸類為具有致癌性，但鎢已在美國國家毒物計畫（National Toxicology Program, NTP）進行動物實驗。

	RfD (mg/kg/day)	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1					5000	大鼠/腹腔注射(1)
2						

- (1) American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Inc. Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. 6th ed. Volumes I, II, III. Cincinnati, OH: ACGIH, 1991., p. 1663

9. 處理技術/成本分析

10. 國內外管制情形

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

11. 行政考量

無。

12. 管制優先次序

無。

13. 參考文獻

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Inc. Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. 6th ed. Volumes I, II, III. Cincinnati, OH: ACGIH, 1991., p. 1663

Cotton FA, Wilkinson G; Advanced Inorganic Chemistry. NY, NY: John Wiley and Sons, pp. 844-883 (1980)

Feldmann J, Cullen WR; Environ Sci Technol 31: 2125-9 (1997)

- Friberg, L., G.R. Nordberg, and V.B. Vouk. Handbook on the Toxicology of Metals. New York: Elsevier North Holland, 1979., p. 645
- Hartung M; pp. 1269-73 in Metals and their Compounds in the Environment. Merian E, ed. Weinheim, Germany: VCH (1991)
- Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. 3rd ed., Volumes 1-26. New York, NY: John Wiley and Sons, 1978-1984., p. V23 414
- Lewis, R.J. Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. 9th ed. Volumes 1-3. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 1996., p. 3338
- Meijer A et al; Environmental Effects of Tungsten and Tantalum Alloys. Elgin AFB, FL: Air Force Res Lab. AFRL-MN-EG-TR-2000-7017 (1998)
- Ondov JM et al; Atmos Environ 23: 2193-2204 (1989)
- Tanizaki Y et al; Wat Res 26: 55-63 (1992)
- Taylor HE et al; Sci Total Environ 97/98: 369-84 (1990)

附錄 3.5 鈎(Vanadium)

1. 水質項目名稱：鈎(Vanadium)

(CAS：7440-62-2)

2. 化學式/結構式：V

3. 使用單位：mg/l

4. 分析方法：

化學物名	APHA 「標準方法」	我國環保署環檢所公告
分析方法		NIEA W311.53B

5. 環境背景資料

鈎為自然界存在白色至灰色的金屬複合物，在自然界中無元素態，而是以化合物存在多種礦石中，鈎與鈎複合物可於地殼、岩石、鐵礦石、及原油沈澱物中被發現，在地殼的平均濃度為 100 mg/kg (ATSDR; 2015)，石油和煤炭燃燒是環境中鈎的重要來源 (Nordberg, G.F. et al; 2015)。鈎本身沒有味道，常和其他元素，如氧、鈉、硫、氯結合。鈎以氧化鈎型態被用來做為汽車零件、彈簧及滾動軸層之特殊鋼的組成物。在美國，大部分的鈎被用來製造鋼鐵。鈎也可和鐵混合用於製造飛機引擎的重要元件。含鈎催化劑用於幾種氧化反應，如鄰苯二甲酸酐和硫酸的製造，也用於生產農藥、黑色染料、墨水和顏料，這些色料在紡織、印刷、陶瓷工業常使用到。未來鈎化合物在超導體、熱或光活化電阻器-導體、光電開關、鈎酸鹽玻璃等方面會有更多的應用。

鈎進入環境中不易溶解於水，水中的鈎化合物多被懸浮固體和底泥所吸附，在土壤容易與其他顆粒物或沈澱物結合，不易經由揮發而自土壤或水中去除。

6. 人體可能的暴露途徑：

人體可能經由空氣、水及食物暴露於低劑量的鈎中，大多數人主要為經由食物接觸到鈎，如海產食物中發現含有鈎。燃燒燃料油或煤炭的工廠，可能將氧化鈎釋放到空氣中，相關工作人員或附近居民則經由呼吸暴露到鈎。菸草煙霧中亦有鈎的成分，吸煙或二手煙可能增加鈎的暴露量。

7. 健康評量及毒理資料

動物實驗觀察到攝取鈇對健康有些影響，包含紅血球數量減少、血壓增高、輕微神經方面影響。但動物研究中，有害動物影響的量，遠高於一般自然環境中可能的暴露量。對於懷孕動物暴露到鈇的研究則顯示，當鈇暴露量影響到母親時，通常子代會有生長遲緩並增加先天缺陷的發生。鈇對哺乳動物的肺、肝等器官有累積作用，會引起呼吸系統、神經系統、腸胃系統、造血系統損害及新陳代謝改變，且會抑制生長發育。

人類吸入到高劑量的鈇可能會造成肺部刺激性反應，胸痛、咳嗽等症狀，急性暴露有頭痛、口乾、金屬味、中樞神經系統抑制、鼻炎、氣管炎、腹痛、腹瀉等症狀(Lelkin, J.B., 1998.)。鈇不容易由胃、腸或皮膚接觸方式吸收，攝取鈇的人曾通報有噁心、輕微腹瀉、胃絞痛的症狀。一項研究發現職業性接觸鈇後神經行為改變的證據。國際癌症研究中心(the International Agency for Research on Cancer, IARC)根據暴露大鼠與肺癌中的證據，將五氧化二鈇歸類為可能對人類具致癌性的物質。除此外，IARC 及美國環保署則未將鈇歸類為具致癌性物質。

	RfD (mg/kg/day)	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1					>2000	雌大鼠/口服(1)
2					59	兔子/皮下注射(2)

(1) European Chemicals Agency (ECHA); Registered Substances, Vanadium (CAS Number: 7440-62-2) (EC Number: 231-171-1) (Last updated: March 3, 2016). Available from, as of April 7, 2016: <http://echa.europa.eu/>

(2) Lewis, R.J. Sr. (ed) Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. 11th Edition. Wiley-Interscience, Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ. 2004., p. 3657

8. 處理技術/成本分析

9. 國內外管制情形

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

美國部分州訂立飲用水中鈮指引值：ARIZONA:7 µg/l，FLORIDA:49 µg/l，
MINNESOTA:50 µg/l，WISCONSIN:30 µg/l，CALIFORNIA:50 µg/l

10. 行政考量

無。

11. 管制優先次序

無。

12. 參考文獻

ATSDR; Toxicological Profile for Vanadium. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, US Public Health Service (Sept 2012). Available from, as of Dec 2, 2015: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/index.asp>

Lelkin, J.B., Paloucek, F.P., Poisoning & Toxicology Compendium. LEXI-COMP Inc. & American Pharmaceutical Association, Hudson, OH 1998., p. 753

Nordberg, G.F. et al; Handbook on the Toxicology of Metals 4th ed., Vol. 2. Academic Press, Waltham, MA. 2015, p. 1349,1363

附錄 3.6 銣(Rubidium)

1. 水質項目名稱：銣(Rubidium)

(CAS：7440-17-7)

2. 化學式/結構式：Rb

3. 使用單位：mg/l

4. 分析方法：

化學物名	APHA 「標準方法」	我國環保署環檢所公告
分析方法		NIEA W311.53B

5. 環境背景資料

銣是一種軟質、呈銀白色的金屬，屬於鹼金屬，銣的反應性極高，和其他鹼金屬相似，例如在空氣中快速氧化。自然界出現的銣元素由兩種同位素組成， ^{85}Rb 是唯一一種穩定穩定同位素，佔 72%。 ^{87}Rb 則具微放射性。銣在自然界中出現在白榴石、鉍榴石、鐵鋰雲母等礦物中，鋰雲母是銣的主要商業來源，因此銣也是鋰、鉍金屬冶煉過程中的副產物。銣化合物有一些化學及電子上面之應用，銣金屬能輕易氯化，且有特殊的吸收光譜範圍，所以常被用在原子的雷射技術操控上。銣是用於製造電子器具（光電倍增管光電管）、分光光度計、光譜測定、彩色電視、雷達、全球定位系統（GPS）、雷射器、玻璃、陶瓷、電子鐘等的原料之一。

生物對銣離子的處理機制和鉀離子相似，因此銣離子會被生物體經主動運輸至動物或植物細胞中。

水中：銣金屬會和水發生劇烈反應，即使放在煤油中也會緩慢反應，被溶解的少量氧給氧化。

6. 人體可能的暴露途徑：

銣特性和鉀類似，兩種物質亦一起存在於礦物質和土壤中，因此植物吸收鉀的同時也可能吸附微量的銣，人類則經由食物鏈的方式暴露到微量銣。

7. 健康評量及毒理資料

銣容易與皮膚水份形成氫氧化銣，導致皮膚和眼睛化學性灼傷。和鈉與鉀一樣，銣溶解在水中時幾乎皆呈現+1 氧化態，在生物體內的銣也一樣，因此在人體內和鉀離子類似，主要積聚在細胞內液中(Relman, AS. 1956)。銣離子沒有明顯的毒性，在人體內經由汗液和尿液迅速排除，人體內的生物半衰期約 31~46 天 (Paschalis, C. 1978)。銣化合物毒性的相關評估中，目前僅氯化銣提供潛在的毒性資料，銣的其他化合物毒性等相關資料仍相當缺乏。動物實驗則顯示，在老鼠體內的鉀一部份替換成銣，則身體尚能承受，但若肌肉組織內一半鉀替換成銣，則老鼠便會死亡 (Meltzer, HL. 1991; Follis, RH.,1943.)。

下表為氯化銣的動物實驗毒理資料

	RfD (mg/kg/day)	NOAEL (mg/kg/day)	LOAEL (mg/kg/day)	MRDD	LD50 (mg/kg)	實驗方式
1		299	597			Swiss-Webster 小鼠/ 飲用水(1)
2		167	333			S-D大鼠/飲用水(1)
3	5*10 ⁻³		5.3			人類症狀(2)

(1) Alexander, GJ; Meltzer, HL. (1975). Onset of audiogenic seizures in rodents after intake of near-toxic doses of rubidium chloride. J Pharmacol Exp Ther 194: 480-487

(2) Placidi, G; Lenzi, A; Lazzarini, F; Dell'Osso, L; Cassano, GB; Akiskal, HS. (1988). Exploration of the clinical profile of rubidium chloride in depression: a systematic open trial. J Clin Psychopharmacol 8: 184-188

8. 處理技術/成本分析

9. 國內外管制情形

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

10. 行政考量

無。

11. 管制優先次序

無。

12. 參考文獻

Bolter, E; Turekian, K; Schutz, D. The distribution of rubidium, cesium and barium in the oceans. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1964, 28 (9): 1459

Follis, Richard H., Jr. Histological Effects in rats resulting from adding Rubidium or Cesium to a diet deficient in potassium. *AJP – Legacy*. 1943, **138** (2): 246.

Meltzer, HL. A pharmacokinetic analysis of long-term administration of rubidium chloride. *Journal of clinical pharmacology*. 1991, **31** (2): 179–84.

Paschalis, C; Jenner, F A; Lee, C R. Effects of rubidium chloride on the course of manic-depressive illness. *J R Soc Med*. 1978, **71** (9): 343–352.

Relman, AS. The Physiological Behavior of Rubidium and Cesium in Relation to That of Potassium. *The Yale journal of biology and medicine*. 1956, **29** (3): 248–62.

附錄四、水安全試辦相關會議

附錄 4.1 水安全試辦計畫共識營會議紀錄

一、會議時間：108 年 6 月 25 日（星期二）下午 2 時 0 分至 4 時 0 分

二、會議地點：台灣自來水公司第四區處 4 樓會議室

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：邱翌竹

四、出(列)席人員：詳附錄 4.2 會議簽名單（共 35 人）

五、討論主題：

（一）WHO 水安全計畫執行應注意事項說明

（二）臺灣自來水公司與臺北自來水事業處對於水安全計畫之執行說明

（三）綜合討論

六、專家委員建議：

（一）駱尚廉 委員

（二） 水源對水質的風險評估及危害鑑定，是重要環節之一，但也是最困難的項目，需要多投入些人力、財力以逐漸建立些範例。

（二）黃志彬 委員

1. 水安全計畫(WSP)具有特定性及範圍性，例如 WSP for high turbidity/oil pollution/hazardous chemical dumping 等。有鑑於台灣本島的自來水質合格率幾乎 100%，因此本島供水系統水質出現安全問題主要集中在特殊水源，再加上本島水場的單元基本上為傳統處理程序，故針對特殊水源污染，則只有更換水源為唯一應變措施。因此，本島供水系統 WSP 的推動較偏重預防性的風險評估及應變措施。

2. 近年來 WSP 發展在工作團隊組成方面，可以分成三方面，第一為 core team(核心團隊或中心團隊)；第二為 coordinated team(下屬團隊或執行團隊)，可以分為水源組、處理組、管網組；第三為 external team，是由主管單位官員及專家組成，建議本計畫可以採取此組織架構去推動。。

（三）葉宣顯 委員

1. 為符合水安全計畫 WSP 由水源至用戶龍頭之基本理念，建議試行計畫

不宜侷限於淨水場，而應包含其水源及下游之輸配水系統。

2. **WSP** 之重點在於找出個別供水系統之可能存在之危害點及相對應之防治之道。因為各國供水系統所包含之元素相當接近，故建議台水公司總處可參考先進國家已建立之文獻資料，擬定 **WSP** 之準則，以供下屬各個大小供水系統，依自己系統之特性，建立自身之 **WSP**，以據以實行。
3. **WSP** 之實施除了供水事業單位本身人員之外，亦應邀請相關單位之人員參與，如水利署、農田水利會、縣市政府環保局等。尤其在集水區及水源之管理部分。

(四) 何承嶧 副處長

1. 台北水公司推動 **WSP** 初始，以”簡單、具體、可行”的考量，讓 12 個區處同仁有較低的操作入門限值。因此將 **WHO WSP 10 steps** 以”建立制度→案例研討→教育訓練→尋求外援→持續改善”的流程運作台水 **WSP**，目前已有七區坪頂供水系統的執行經驗可供參考。
2. 根據台水教育訓練的經驗，同仁希望可有表格化的參考資料，因此台水總處推動小組，已製作三種版本的教材，其一為簡圖版，其二為表格版，其三則為文件版，以上均以 **WHO 2004** 版本的 **WSP 10 steps** 為依據。受訓同仁以實務演練方式，以上列教材於課堂即時討論，整理資料，並上台報告，根據回饋，對掌握架構的落實程序，有正面效益。

(五) 陳曼莉 副處長

1. **WSP** 是改變傳統水質標準被動規範方式，而以由水源→淨水→配水→用戶龍頭全系統進行危害分析及控制，而確實能保障供水系統的安全。
2. 危害因子分析及風險評估進行時，亦應同時提出控制方法，監測方式及如何確定效能，換言之，不只要提出問題也要有解決方案及效果評估方式。
3. 期許未來 **WSP** 能成為帶領自來水事業工程規劃建設，及預算編列之重要參考。

七、會議結論：

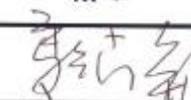
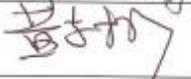
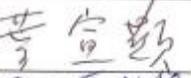
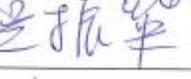
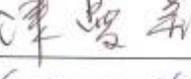
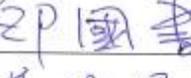
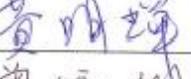
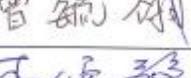
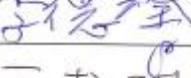
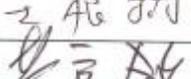
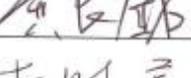
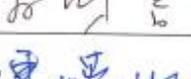
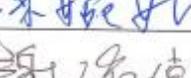
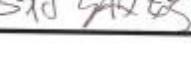
水安全計畫是國際飲用水管理的趨勢，我國主要自來水事業單位：台灣自來水公司及臺北自來水事業處均認同執行水安全計畫可以全面性的提升我國飲用水安

全、降低風險，並且也已開始逐步推動執行水安全計畫。環保署後續亦將持續推動專家學者輔導自來水事業單位執行水安全計畫，提供諮詢及建議。

八、散會：下午 4 時 0 分

附錄 4.2 水安全試辦計畫共識營簽名單

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「108 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：108 年 6 月 25 日(二) 下午 14 時

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
駱尚廉 教授	國立臺灣大學環境工程研究所	
黃志彬 教授	國立交通大學環境工程研究所	
葉宣顯 教授	國立成功大學環境工程學系	
吳振榮 副總經理	台灣自來水公司	
洪世政 處長	台灣自來水公司水質處	
何承峰 副處長	台灣自來水公司水質處	
陳曼莉 副處長	臺北自來水事業處	
邱國書 簡任技正	行政院環境保護署環管處	
黃明輝 專員	行政院環境保護署環管處	
曾毓翎	行政院環境保護署環管處	
李德馨 簡任技正	行政院環境保護署環管處	
王根樹 教授	國立臺灣大學環境衛生研究所	
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	
謝淑婷 博士	國立臺灣大學環境衛生研究所	

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「108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：108年6月25日(二)下午14時

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
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
	臺北自來水事業處	韓志宏
	台灣自來水公司	
	台灣自來水公司	林新雄
	台灣自來水公司	
	台灣自來水公司	廖宜德
	台灣自來水公司	王印夏
	台灣自來水公司	林冠宇
	台灣自來水公司	鄭博文
	台灣自來水公司	許新璋
	台灣自來水公司	張子中
	台灣自來水公司	洪聖魁
	台灣自來水公司	曾為榮

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「108 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：108 年 6 月 25 日(二) 下午 14 時

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
		楊茂亭
	台灣自來水公司	許惠佳
		楊金龍
		陳立人
		謝德財
		鍾錦沂

附錄 4.3 台北自來水事業處水安全計畫外部稽核會議

一、會議時間：108 年 10 月 17 日（星期三）下午 2 時 0 分至 4 時 0 分

二、會議地點：台北自來水事業處第一會議室(2 樓)

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：邱
翌竹

四、出(列)席人員：

駱尚廉 委員（國立台灣大學環境工程研究所教授）
黃志彬 委員（國立交通大學環境工程研究所教授）
葉宜顯 委員（國立成功大學環境工程學系教授）
陳曼莉 副處長（臺北自來水事業處）
王銘榘 總工程司（臺北自來水事業處）
薛志宏 科長（臺北自來水事業處）
何承嶧 副處長（台灣自來水公司）（提供書面意見）
吳孟兒 高級環境技術師（行政院環境保護署環管處）
黃明輝 專員（行政院環境保護署環管處）
曾毓翎 助理環境技術師（行政院環境保護署環管處）
黃良銘 教授（國立成功大學環境工程學系教授）
吳怡儒 博士後研究員（國立成功大學環境工程學系）
謝淑婷 博士後研究員（國立臺灣大學公共衛生學系）
邱翌竹 助理（國立成功大學環境工程學系）
吳能鴻 專門委員（臺北自來水事業處）
鄭國華 專門委員（臺北自來水事業處）
柯祖穎 總工程司（臺北自來水事業處工程總隊）
詹焜耀 專門委員（臺北自來水事業處）
廖介廷 副總工程司（臺北自來水事業處）
邱福利 科長（臺北自來水事業處供水科）
時佳麟 科長（臺北自來水事業處技術科）
許登發 科長（臺北自來水事業處淨水科）
范川江 主任（臺北自來水事業處東區營業分處）
許敏能 主任（臺北自來水事業處西區營業分處）
楊境維 主任（臺北自來水事業處南區營業分處）
林金富 主任（臺北自來水事業處北區營業分處）

張本慶 主任（臺北自來水事業處陽明營業分處）

薛志宏 科長（臺北自來水事業處水質科）

黃惠玉 工程師（臺北自來水事業處）

五、討論主題：

（一）臺北自來水事業處水安全計畫執行現況說明

（二）專家意見與討論

六、專家委員意見：

（一）駱尚廉 委員

1. **WSP** 團隊成員除台北自來水事業處專任人員外，建議可再增加其他權益(利害)相關團體之人員。
2. **WSP** 之成果需要相關之監測資料來佐證，例如相關風險值歷年之情況，隱孢子蟲之監測資料等。

（二）黃志彬 委員

1. **WSP** 在已開發國家及發展中國家執行過，然依照各國經濟及水資源開發狀況而有不同層次之執行方式及範疇。事實上，**WHO** 對 **WSP** 的認知不單只以 **WSP** 之名義或名稱執行者，只要是為維護全供水系統安全為前提，即為 **WSP**。
2. 建議危害事件之分析是著重在預防性及未來性，即著重於有可能發生的特殊狀況，如全球氣候變遷、水源緊急污染事故、地震等，應分別在四個環節找出重要控制點(CCP)及有效之控設施(**monitoring**)。

（三）葉宜顯 委員

1. 水處要推動直飲，那致病性原生動物:隱孢子蟲及梨形蟲是一個重要之議題。以美國環保署管制之制度來看，嚴謹之過濾程序是有效阻絕原蟲的方法之一。反過來說快濾池濾料漏損及泥球產生有可能降低濾床之阻絕效率，而造成原蟲之貫穿，而快濾池集水設備或反洗系統異常則可能增加濾料漏損及泥球之生成，故建議可考量提高相關之危害風險等級。
2. 改進閘栓啟閉操作方式，雖可改善管垢沖出之水質不良事件，但治本之

道，建議可同時考慮增進水質之化學穩定性(LSI 值)及生物穩定性(AOC 值)，以避免腐蝕、積垢及生物膜生成等問題。

3. 水處自身之 WSP 團隊非常堅實，但 WSP 之基本精神，在於除自來水事業機構主導外，應包含水源管理單位，集水區土地使用者，器材及藥品供應商，消費者團體等，可列為後續水安全計畫精進之目標。

(四) 何承嶧 副處長 (書面意見)

1. 台水首先感謝北水在台水推行 WSP 之初所提供的協助：包括提供參照 WHO 執行 WSP 架構、風險計算、持續教育訓練及提高推動召集人層級以彰顯重視程度等具體建議，以上部分對台水公司執行 WSP 具有相當的正面效益。
2. 至於目前北水處推動 WSP 現況部分，則有以下幾點請教及建議：
 - (1) P8 執行架構中未見「緊急及突發事件應變機制」？可想見各權管單位均已建立相關緊急水質事件 SOP 足以因應。但能否說明 WSP 小組是否需要傳遞上揭訊息給各權管單位？或各權管單位是否需要將處理結果回饋 WSP 推動小組，俾便後續檢討追蹤管控降低風險留下文件處理資料備參？請卓參。
 - (2) P14 危害風險評估部分，想請教如何將計算排序結果轉化為 P29 四大面向所列主題執行先後順序？如果人力足夠是否可同步進行？敬請分享執行經驗供參。
 - (3) P29 所列主題包括水源 6 項、淨水 6 項、管網 6 項及用戶 5 項，依內容似乎多以危害事件(Hazardous Events)呈現？但是其中某單一主題可能牽涉多項危害(Hazard)(例如：水源區臭味物質來源查察→可能同時有多種臭味物質)，假設如果可以危害(Hazard)[What]出發再探討危害事件(Hazardous Events)[How]，或許更可聚焦在四大面向全流程分析，去分別探討水質議題的各面向對應策略。以上建議謹提供參考。

(五) 陳曼莉 副處長

1. 北水處目前 WSP 團隊成員僅限於水處本身，尚未涵蓋其他政府機關，

消費者及利害關係人等相關團體。在水源維護方面，現階段是透過與相關機關間定期協調會報，進行溝通及相關事項之處理，效果頗佳。團隊之組成方式，未來可視國情及主管機關之規定在做適度調整。

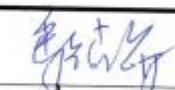
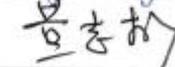
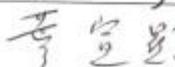
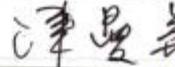
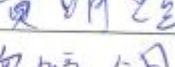
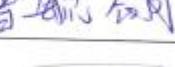
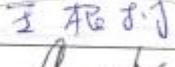
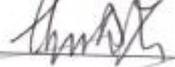
2. 官方網站對於水質資訊及 WSP 執行情形已有揭露，對於材料廠商等供應鏈之成員及消費者之溝通，可再思考是否有更有效之方式。
3. WSP 對於水事業體而言，並非新增工作，而是提供平台讓不同領域的工作人員能有效溝通，建立共識。建議水源、淨水、管網、用戶等環節齊頭並進，增加人員的參與感，加速共識之建立。

八、散會：下午 4 時 0 分

附錄 4.4 台北自來水事業處水安全計畫外部稽核會議簽到表

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「108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實施輔導會議

開會時間：108年10月17日(四) 下午14時00分

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
駱尚廉 教授	國立臺灣大學環境工程研究所	
黃志彬 教授	國立交通大學環境工程研究所	
葉宣顯 教授	國立成功大學環境工程學系	
康世芳 教授	淡江大學水資源及環境工程學系	
陳曼莉 副處長	臺北自來水事業處	
王銘博 總工程司	臺北自來水事業處	
何承峰 副處長	台灣自來水公司水質處	
吳孟兒 高級環境技術師	行政院環境保護署環管處	
黃明輝 專員	行政院環境保護署環管處	
曾毓翎 助理環境技術師	行政院環境保護署環管處	
王根樹 教授	國立臺灣大學環境衛生研究所	
黃良銘 教授	國立成功大學環境工程學系	
林財富 教授	國立成功大學環境工程學系	
陳毓如 教授	國立成功大學環境工程學系	
謝淑婷 博士	國立臺灣大學環境衛生研究所	

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「108 年飲用水新興汙染物研究與水質管理計畫」-臺北自來水事業處水安全計畫實施輔導會議

開會時間：108 年 10 月 17 日(四) 下午 14 時 00 分

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
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
吳能鴻 專門委員	臺北自來水事業處	吳能鴻
鄭國華 專門委員	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	
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
牛正邦 科長	臺北自來水事業處企劃科	
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

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「108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實施輔導會議

開會時間：108年10月17日(四)下午14時00分

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
楊境維 主任	臺北自來水事業處南區營業分處	楊境維
林金富 主任	臺北自來水事業處北區營業分處	林金富
張本慶 主任	臺北自來水事業處陽明營業分處	張本慶
薛志宏 科長	臺北自來水事業處水質科	薛志宏
廖信誠 科長	臺北自來水事業處工程總隊工務科	
黃惠玉 工程師	臺北自來水事業處	黃惠玉
	臺北自來水事業處	

附錄 4.5 台灣自來水公司豐原廠水安全計畫外部稽核會議

一、會議時間：108 年 10 月 23 日（星期三）下午 2 時 0 分至 4 時 30 分

二、會議地點：台灣自來水公司豐原給水廠 2 樓會議室

三、會議主席：黃良銘 教授（國立成功大學環境工程學系） 紀錄：邱翌竹

四、出(列)席人員：

駱尚廉 委員（國立台灣大學環境工程研究所教授）
黃志彬 委員（國立交通大學環境工程研究所教授）
吳振榮 副總經理（台灣自來水公司）
洪世政 處長（台灣自來水公司）
何承嶧 副處長（台灣自來水公司）
陳曼莉 副處長（臺北自來水事業處）
薛志宏 科長（臺北自來水事業處）
黃明輝 專員(行政院環境保護署環管處)
曾毓翎 助理環境技術師(行政院環境保護署環管處)
陳毓如 教授（國立成功大學環境工程學系教授）
吳怡儒 博士後研究員（國立成功大學環境工程學系）
謝淑婷 博士後研究員（國立臺灣大學公共衛生學系）
邱翌竹 助理（國立成功大學環境工程學系）
廖宜德 課長（台灣自來水公司）
林正隆 組長（台灣自來水公司）
蕭淑貞 處長（台灣自來水公司）
趙文燦 副處長（台灣自來水公司）
黃庭水 課長（台灣自來水公司）
王郁雯 課長（台灣自來水公司）
毛鳳鳴 主任（台灣自來水公司）
李典益 主任（台灣自來水公司）
林冠宇 工程員（台灣自來水公司）
林幸兒 小姐（台灣自來水公司）
鄭博文 股長（台灣自來水公司）
賴冠宏 股長（台灣自來水公司）
林振聲 代股長（台灣自來水公司）
王冠中 工程員（台灣自來水公司）

張子中 課長（台灣自來水公司）
洪聖智 工程員（台灣自來水公司）
曾為恭 工程師（台灣自來水公司）
楊茂寧 工程師（台灣自來水公司）
許惠佳 工程員（台灣自來水公司）
楊金龍 廠長（台灣自來水公司）
謝德財 股長（台灣自來水公司）
鐘錦珍 課長（台灣自來水公司）
官苑鈞 工程員（台灣自來水公司）
吳任富 （台灣自來水公司）

五、討論主題：

- （一）台灣自來水公司水安全計畫執行現況說明
- （二）綜合討論

六、專家委員意見：

（一）駱尚廉 委員

1. 豐原廠試行水安全計畫 **WSP**，雖然才開始啟動不久，但在大家的共同努力之下，已跨出成功的第一步，對原水端、淨水端、配水端及用戶端的危害事件正進行彙整，對現有控制系統已進行詳細評估，對清水濁度合格率，清水鋁合格率等均有監測比較，加強轄區用戶宣導等，因此水安全總風險值已從 108 年第二季的 97 降低至第三季的 91，表示同仁們的努力與成效，值得肯定。
2. 從風險分析的資料來看，有許多風險的來源是設備老舊，常損壞，不合用(例如污泥氈型沉澱池)，變形故障(例如無軸螺旋葉片)，污泥堆置場容量不足等問題，建議可寬列經費，加速更新改善，就可大幅降低風險。
3. 建議 **wSP** 團隊可增加材料廠商供應者，規劃設計工程師，用戶設備維護清潔公司，消費者代表，媒體或 **NGO** 代表。

（二）黃志彬 委員

1. 四區處執行豐原廠供水系統的 **WSP**，針對危害事件的認定涵蓋水質(包括高濁、油污染、殘餘鋁)、水量(污泥系統)及管理監控設備異常)及水質

水量相關的破管及改接事件，是涵蓋水質水量及管理層面的 WSP，是屬於廣義的 WSP，能夠在短時間之內完成之部分項目及步驟，實屬不易，值得肯定。

2. 建議個危害事件可以分級，依據其發生頻率及危害嚴重性分級，決定優先次序及風險程度。
3. 建議初沉池出水濁度小於 500NTU，可以作必要之調降。
4. 油污偵測一段炫示操作技術問題，不太適合作為危害事件，反而需要訂定油污偵測之控制值。
5. 建議壓在食水料溪取水口設置油污偵測設備。
6. 為了減少加藥機管線阻塞及膜片破裂之危害風險，建議雙加藥機加藥系統有必要建構。
7. 清水殘餘鋁之控制值建議改為內控值，而非清水鋁內控比例。
8. 清水鋁監測值控制在 0.1y/L 以下，若不使用雙加藥，其實從沉降沉降平衡關係，已非常接近理論值，是否非要訂定如此低的控制值，建議僅慎評估之。

(三) 何承嶧 副處長

1. 四區豐原供水系統悉依 WHO WSP 精神及水公司施行要點實施 WSP，目前進度及內容均值得肯定，針對原、淨、配及用戶端個面相均已探討，後推動掌握水安全事項成果可期。
2. 目前試辦內容的步驟已進行到步驟 7，後續可以配搭 8-10 步驟，並持續滾動檢討精進，已總風險降低至 0 為終極目標，贏得用戶對飲水安全的信賴。
3. WSP 除了最高主管的重視可為前導，另各利害關係人<stakeholds>的協調共同解決問題，則是實務面的重點。例如本次簡報 p16 所提風險係常態超負荷，除了用戶需求增加須相對滿足外，其實執行端<本案為豐原給水廠>在掌握如簡報 p10 的”台中區水源調配小組”的協調機會，像水量連動水質議題的主管機關，表達尋求協助的可能性，也建議主

政單位能提供適時的協助和指導，以確保水安全。

(四) 洪世政 處長

1. 豐原廠油污染風險部分，大部分來自於斷訊，是機器本身，令其上游是否存在油污之風險，應另確認並了解其來源方可定義為高風險或低風險，建議所有風險項目應依高低排定優先項目，循序漸進。
2. 污泥餅輸送機老化毀損，影響濃縮池功能進而惡化回收水質，風險「監測控制措施」，建議應將回收水質列為改善標的之監測項目，並定其標的。
3. 本廠主要水質風險來自於上游的泥與砂，與超負荷原水為主要因素，建議除了加強廠內淨水操控外，對於源頭及沉砂池之加強管控及水源條配亦可列為努力目標。

(五) 陳曼莉 副處長

1. 在本次四區處的報中，對 **WSP** 之推動方式已有相當具體的架構，也充分展現主管的支持與決心，相當值得肯定。
2. 在原水端，對於水源以面對的問題，建議藉由類似水源調配小組等平台，確實提出。當有助於後續改善作業。
3. 淨水端，建議對藥品之採購規範在作檢視，是否予改善加藥管線阻塞，混凝效果及後續沉澱，過濾.....效能。
4. 配水端，建議法令相關施工廠商之契約管理以減少施工及管網條配，制水閥啟閉等面相對管網及用戶水質造成的影響。
5. 建議蒐集用戶客訴(水質)案件，進一步分析原因，依其優先順系研擬改善措施。

八、散會：下午 4 時 30 分

附錄 4.6 台灣自來水公司豐原廠水安全計畫外部稽核會議簽到表

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「108 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：108 年 10 月 23 日(三) 下午 14 時 00 分

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
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
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
陳曼莉 副處長	臺北自來水事業處	陳曼莉
薛志宏 科長	臺北自來水事業處水質科	薛志宏
吳孟兒 高級環境技術師	行政院環境保護署環管處	
黃明輝 專員	行政院環境保護署環管處	黃明輝
曾毓翎 助理環境技術師	行政院環境保護署環管處	曾毓翎
王根樹 教授	國立臺灣大學環境衛生研究所	
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

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「108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：108年10月23日(三)下午14時00分

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
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
	臺北自來水事業處	
	台灣自來水公司	吳振華
	台灣自來水公司	洪世政
	台灣自來水公司	
	台灣自來水公司	柯正隆
	台灣自來水公司	
	台灣自來水公司(四區組)	蕭淑貞 長
	台灣自來水公司	趙文煒 副長
	台灣自來水公司	鍾錦沂
	台灣自來水公司	張子中
	台灣自來水公司	廖宜德
	台灣自來水公司	曹庭宇

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「108 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：108 年 10 月 23 日(三) 下午 14 時 00 分

出(列)席人員		
姓名	單位職稱	簽名
	台灣自來水公司	王 仰 曼
	台灣自來水公司	王 冠 中
	台灣自來水公司	毛 鳳 鳴
	台灣自來水公司	楊 金 階
	台灣自來水公司	李 崇 之
	台灣自來水公司	楊 茂 亨
	台灣自來水公司	曾 厚 榮
	台灣自來水公司	林 冠 宇
	台灣自來水公司	林 幸 兒
	台灣自來水公司	洪 夏 子
	台灣自來水公司	官 苑 鈞
	台灣自來水公司	謝 德 淵
	台灣自來水公司	鄭 博 文
	台灣自來水公司	賴 冠 宏
	台灣自來水公司	林 振 聲

附錄五、專家諮詢會會議紀錄

附錄 5.1 第一次專家諮詢會會議紀錄

一、會議時間：108 年 4 月 8 日（星期一）下午 1 時 30 分至 4 時 0 分

二、會議地點：臺大公共衛生學院 7 樓 701R 會議室

三、會議主席：黃良銘 教授（國立成功大學環境工程學系教授）紀錄：邱翌竹

四、出(列)席人員：

康世芳 委員（淡江大學水資源及環境工程學系教授）

童心欣 委員（國立台灣大學環境工程研究所教授）

毛義方 委員（中山醫學大學職業安全衛生學系教授）

李奇旺 委員（淡江大學水資源及環境工程學系教授）

林伯雄 委員（國立中興大學環境工程學系教授）

歐陽嶠暉委員（中央大學環境工程研究所教授）

葉宣顯 委員（國立成功大學環境工程學系教授）

洪世政 處長（台灣自來水公司）

何承嶧 副處長（台灣自來水公司）

陳曼莉 副處長（臺北自來水事業處）

蔡玲儀 處長（行政院環境保護署環管處）

邱國書 簡任技正（行政院環境保護署環管處）

蔡坤龍 科長（行政院環境保護署環管處）

薛加湧 科員（行政院環境保護署環管處）

王根樹 教授（國立台灣大學環境衛生研究所）

林逸彬 教授（國立台灣大學環境工程研究所教授）

陳婉如 教授（國立成功大學環境工程學系）

吳怡儒 博士後研究員（國立成功大學環境工程學系）

謝淑婷 博士後研究員（國立臺灣大學公共衛生學系）

邱翌竹 助理（國立成功大學環境工程學系）

五、討論主題：

（一）優先評估物質篩選、採樣淨水場篩選

(二) 水安全試辦計畫實施淨水場篩選

(三) 國內未列管之新興污染物抽驗規劃

六、專家委員意見：

(一) 康世芳委員

3. 108 年度調查重金屬項目中銀已為飲用水水質標準及地面水體水質分類標準管制項目之一，標準皆為 0.05 mg/l，依環保署水質年報地面水體標準銀合格率近 3 年為 100%；飲用水水質銀之現況資料可參考自來水單位水質年報。建議考量銀調查之需要性。
4. 地面水體水質分類標準(保護人體健康)銅、鋅之限值分別為 0.03 mg/l、0.5 mg/l，飲用水水質標準則分別為 1.0 mg/l、5.0 mg/l，建議本計畫協助環保署檢討標準。
5. 新山水庫水源區科技案較少，建議考量桃園地區飲用水水源。
6. WSP 強調至水龍頭水質，我國 WSP 推動涉及自來水事業現況、法規，建議研究團隊可提出長期推動策略(含法規)。

(二) 童心欣委員

1. 優先評估物質合適(銀除外)。
2. 代表水廠除新竹第一，直潭外建議坪頂(或岡山)(因高屏溪除工業污水排入外，也有農業污水進入，而畜牧業飼料多有重金屬添加)或考慮桃園地區石門淨水場等。
3. 另建議研擬法源依據(例如營運法規)對於用戶端用水整合規劃。
4. 管線水質在用戶端有許多其他污染物可能，建議整理文獻資料在水表後可能之污染物參考清單。

(三) 毛義方委員

1. 本年 108 年預篩金屬離子為主，唯台灣科學園區之廢水處理，均在科學園區內集中各公司之廢水匯集後集中處理，可能污染水體的途徑可先加以評估其可能性。
2. 3 場淨水場以較可能受污染的地點為主，建議新竹第一、台中豐原、高雄坪頂共 3 場。
3. 輸送管線用戶端之檢驗項目中，溫度項目似可免。

4. 另大台北地區抽驗只 20 戶，似乎太少，意義不大，建議可酌以增加，另採直接供水戶住戶原則是否必要？WSP 計畫很好，可擴大進行。至於用戶端之水處理仍以自來水公司為主，未有法規之前，以服務告知為其方法，另塑膠管釋出之氯乙烯單體(Vinyl chloride)可列為未來執行之重要項目。
5. 水安全計畫之執行，末端沒人管，照理應由環保署主管負責任，然後去分工到各單位，如同室內空氣品質管理仍由環保署掌理一樣，由自來水公司提供一個平台。

(四) 李奇旺委員

1. 優先評估物質的分析方法是否類似？可否一次分析得知。
2. 淨水場篩選的原則，跟產業所在地接近的程度關係大不大？
3. 篩選作業的退場機制為何？
4. 評估自來水輸送管線對飲用水質之影響，評估項目為何？

(五) 林柏雄委員

1. 本計畫之六項優先項目之篩選原則為何並不清楚，若能提供進一步之金屬項目之背景資料，例如銻在名單中但鈦不在名單中之原因為何？
2. 未列管之新興污染物(slide 12)中，去年度有檢出之位點建議應優先納入為今年度之抽驗規劃採樣點，此外鄰苯二甲酸酯類(phthalate)之項目為 6 項，另有 2 項未納入今年度。
3. 稽核(Auditing) 之流程以及水安全計畫外部團隊組成人員之召集，何單位執行是否可提供較完整之資訊，包括內部(internal)外部(external)
4. 亞硝二甲胺類物質之選點亦建議以去年度有檢出之點位為優先。
5. 農業用藥項目是否應納入農委會，370 種允許使用(共 2512 項農藥殘留)。建議第二名嘉磷賽納入台灣常用農藥相關資訊予以調整。

(六) 歐陽嶠暉委員

1. 108 年預計篩選之金屬離子，其篩選考量原則宜逐一列舉其相對應項目。
2. 蒐集清單鎖定科學園區，但各科學園區之開發皆經嚴密環評，其放流水一定是在水源廠水口下游，則其重金屬在自來水源之可能性相對較低，列為優先是否適宜。
3. 篩選淨水場是否考量及地下水飲用水如彰化、屏東地區，較具意義。

4. 本計畫為飲用水新興污染物研究，日本的水源端、用水端與放流端三者之間關係特性，似與台灣較接近，是否可進一步了解日本對於新興污染物的研究重點，以做為參考。
5. 家戶用水端之水質安全，檢討由目前的水塔清理，增加水質安全檢討著手。

(七) 葉宣顯 委員

1. 監測淨水場之篩選，請考量淨水場原水與污染源相對位置之關係。
2. 新興污染物抽驗項目有關農藥之選項是否與目前國內常用之農藥有關？
3. “水安全計畫 WSP”不應以水場為單位，而應以整個供水系統，由水源至用戶龍頭為單位。
4. “水安全計畫 WSP”除大廠之供水系統外，亦建議考量地下水直接加氯後供水之小系統。

(八) 洪世政 處長

1. 本計畫提出之六項優先評估物質是否合適？
2. 108 年預定評估鈾、鎢、銀、鋇、鉀 6 項，唯銀已是飲用水水質標準，是否需要再列入？另其他項目列入之理由，是否請主辦單位陳述一下。
3. 進行六項優先評估物質採樣之代表性採樣淨水場篩選？
4. 新竹第一、第二淨水場水源皆來自頭前溪，建議將新竹第一(出水量 90,000 CMD)改為新竹第二(出水量 140,000 CMD)。另，豐原場及坪頂場上由偶有污染情形，建議可選此 3 場。
5. 國內未列管之新興污染物抽驗規劃—甲醛之選點原則：(2)各縣市比較之歷年總三鹵甲烷偏高者，其理由是否請主辦單位陳述一下。
6. 水安全計畫對民眾用水安全有助益，樂觀其成，唯稽核機制尚未建立，恐造成淨水場人員無所是從，是否先行建立稽核機制以供遵循？另坪頂場已運行該計畫一段時間，建議另擇一場，藉由各專家從輔導至稽核建立一系列作業程序，以供本公司各淨水場遵循參考。

(九) 何承嶧 副處長

針對 WSP

1. 認同 EPA 以 external audit 角度協助輔導水事業推動 wsp，尤其可針對步驟七“確認有效性”的“符規程度”及“用戶滿意度”進行後續的實踐步驟。

2. 建議 EPA 可協助提供水事業設立 wsp 推動的專責單位的法規規格並提供溝通平台，將對推動 wsp 有實質助益。(尤其是水源端及用戶端)
3. 至於輔導稽核仍建議 EPA 專案團隊可以 wsp 十步驟(或十一步驟)共同參與，協助技術面及行政面的問題解決目標。

(十) 陳曼莉 副處長

4. 本次選定 6 項金屬離子，其來源為工業排放污染或土壤天然存在，建議先蒐集文獻資料進行了解，俾利進行選擇，選擇建議以人為(工業)污染優先。另是否有公告檢驗方法？
5. 未列管新興污染物抽驗計畫中微囊藻毒 LR 之抽驗，建議選定夏秋兩季，溫度較高，較可能滋生藻類之季節進行採樣。
6. 環保署水安全計畫試辦計畫，建議由環保署先行邀自來水業者及水源管理單位舉辦訓練及共識營，使 2 者自來水業者充分了解正確之推動或加強處，及目前推動方向及方法是否有需要進行修正或加強處，再由 2 自來水業者進行推動修正，之後再介入外稽角色，較不會讓業者產生推動疑義，及讓業者失去推動信心。

(十一) 行政院環保署環管處

1. 有關水安全計畫(WSP)之試行推動，本署之角色定位於邀集相關單位及專家學者組成諮詢輔導團，提供自來水事業必要之輔導諮詢及協助。
2. 本計畫針對輸送管線水質抽驗工作，主要為建立本土水質背景資料，以作為後續風險評估、溝通說明及相關管制策略之參考，相關檢測結果建議可提報至專諮會討論確認。
3. 本(108)年度建議可依已掌握本土水質檢測資料，針對新興污染物關注清單物質重新進行篩檢、分類及檢討。
4. WSP 試行計畫推動對象，建議可請自來水事業提供建議名單。

七、會議結論：

- (一) 本(108)年度優先評估物質先選定釩、鎢、鋇、鋰、銻、鈦等六項。後續會再配合環保署管制需要增加相關分析項目。
- (二) 優先評估物質採樣淨水場選定臺北直潭淨水場、新竹第二淨水場、彰化給水廠第三淨水場、高雄坪頂給水廠等共四個淨水場。

- (三) 有關水安全計畫(WSP)之試行推動，環保署本(108)年度委託本計畫進行試行研究，主要工作定位於邀集相關單位及專家學者組成諮詢輔導團，提供自來水事業必要之輔導諮詢及協助；會後將再與自來水事業協調試行地點。
- (四) 新興污染物抽驗規劃之選點原則，參照委員建議將去年度有檢出之點位優先納入為本年度之抽驗規劃採樣點。

八、散會：下午 4 時 0 分

附錄 5.2 第二次專家諮詢會會議紀錄

一、會議時間：108 年 7 月 31 日（星期三）下午 1 時 30 分至 4 時 0 分

二、會議地點：臺大公共衛生學院 7 樓（701R 室）

三、會議主席：黃良銘 教授（國立成功大學環境工程學系教授）

紀錄：邱翌竹

四、出(列)席人員：

毛義方 委員（中山醫學大學職業安全衛生學系教授）

李奇旺 委員（淡江大學水資源及環境工程學系教授）

林伯雄 委員（國立中興大學環境工程學系教授）

黃志彬 委員（國立交通大學環境工程研究所教授）

葉宣顯 委員（國立成功大學環境工程學系教授）

洪世政 處長（台灣自來水公司）

陳曼莉 副處長（臺北自來水事業處）

吳孟兒 高級環境技術師（行政院環境保護署環管處）

黃明輝 專員（行政院環境保護署環管處）

曾毓翎 助理環境技術師（行政院環境保護署環管處）

施育林 先生（行政院環境保護署環境檢驗所）

王根樹 教授（國立台灣大學環境衛生研究所）(請假)

陳婉如 教授（國立成功大學環境工程學系）

吳怡儒 博士後研究員（國立成功大學環境工程學系）

謝淑婷 博士後研究員（國立臺灣大學公共衛生學系）

邱翌竹 助理（國立成功大學環境工程學系）

郭顯定 先生（國立台灣大學環境工程研究所）（代林逸彬教授）

五、討論主題：

（一）篩選作業流程蒐集清單、觀察清單、候選清單退場機制

（二）DEHP 是否應納入飲用水水質標準管制

（三）優先評估物質第一次採樣分析結果

六、專家委員意見：

（一）康世芳委員（書面意見）

3. 日本厚生勞動省將 DEHP 不列入 51 項水道水質標準項目中，但列為水質管理目標設定項目，2015 年(平成 27 年)修訂之目標值為 0.08 mg/l。通報各自來水事業監測原水與清水，以東京都水道局為例，監測原水與清水之 DEHP 並揭露於水質年報。
4. 簡報 14 頁資料顯示 WHO、美國、新加坡、紐西蘭、澳洲等各國對 DEHP 之水質管理濃度為 0.006-0.08 mg/l，請確認各國之管理值為標準值或指引值(guideline)、目標值。
5. 依 103-107 年近 5 年國內淨水場清水水質檢測資料 2,177 筆，超過最嚴格美國 0.006 mg/l 之資料數 18 筆，佔資料 2,177 筆之 0.82%。
6. 綜合上述，DEHP 可暫不列管，退回觀察清單，建議環保署邀集水利署、自來水事業單位研商飲用水原水、清水 DEHP 管理，擬定監測計畫據以實施。

(二) 童心欣委員 (書面意見)

1. 初步蒐集清單中，建議若調查無顯著風險，可不須納入蒐集清單。觀察清單若在調查中無顯著「檢出」事實，可退回蒐集清單。但建議建立較系統性檢測調查標準。例如樣品數量及檢出量或濃度。
2. DEHP 檢出較低，且檢測之採樣、分析較易有誤差。建議退回觀察清單並持續監測。
3. 新竹第二淨水場出清水 TOC 幾乎是原水兩倍，是否操作有誤？沉澱池長期未排泥？重金屬檢測中建議附上偵測極限，另外是否有可能分析放射同位素類的金屬離子？

(三) 毛義方委員

1. 蒐集清單調查結果無顯著風險，包括毒性小及污染量不大，經專家會議同意後，建議可以退出蒐集清單，若實際調查結果，觀察清單物質無顯著風險，建議退回蒐集清單。
2. 物質如無列管必要，建議敘明理由後，退回觀察清單，並註明該物質於何時被退回觀察清單及其退回理由。
3. DEHP 雖具毒性，經研究結果，水中污染量均很小，佔總人體攝取量 1%

以下，可敘明理由後退回觀察清單，並持續監測 5 年即可，必要時可再延長監測時間。

(四) 李奇旺委員

1. 濃度及發生頻率可能決定風險的主因，若退回觀察清單或自觀察清單中刪除，如何確保將來的濃度及可能發生頻率不會再增加？
2. 濃度及發生頻率評估，列管物於各清單中的基礎為何？
3. DEHP 當初進入候選清單的原因，是否原因不存在？為何？

(五) 林伯雄委員

1. 簡報第 6 頁請加註中英文名詞，對照初步清單，蒐集清單等；另圖中右下角 CCL3 應為 CCL。
2. 同上第 6 頁，已剔除之未列管項目是否有重新檢討回到名單之機制，與美國相較，已剔除名單是否有列在美國或歐盟之新興污染物之項目。
3. 第 8 頁無顯著風險之定義，例如與已知指引值差距與出現頻率(%)為何，應加註，方便理解。
4. 第 11 頁，同上，觀察清單之污染物，調查結果為無顯著風險之定義應明確，保留與退回理應依循相同機制。
5. 第 13 頁 DEHP 之飲用水檢測歷年之趨勢顯示，濃度不高但普遍性仍舊在 0.4%-1.7%之間，若不計採樣潛在之代表性問題及樣本數不足，(第 10 頁次)應予保留。
6. 第 16 頁次，DEHP 除具有致癌毒性，隔代生殖缺陷，與生長發育異常風險之效應，亦建議納入考量。
7. 除清水及配水作為飲用水之 DEHP 暴露路徑外，其他水源含瓶裝水之貢獻為何，是否有本土之數值可供參考？
8. 第 26 頁金屬水質分析結果，呈現淨水處理廠(共 4 處)之處理流程對上述之大部分金屬並無去除效率！(傳統處理流程並無法去除)，建議持續監測，了解更多之背景值。
9. 由初步蒐集清單(367)到候選清單(1)已剔除 366 項化物，資料是否有誤？納入列管之標準是否過高？

(六) 黃志彬 委員

1. DEHP 飲用水檢測值，超過 0.006 mg/l 管制值之樣品數，近 5 年來均在 5 次上下，經計劃評估無列管必要。提出是否退回觀察清單，建議清查檢出之位置是否出現位置集中在某些地區(水源)，若是，可考慮提出「有條件的觀察」，即在某些常出現的區域繼續觀察，其他區域則暫時從觀察清單中刪除。
2. 鈦金屬若在原水出現較高數值，淨水場之沉澱處理單元顯示可明顯去除，如新竹二廠及坪頂，建議蒐集相關文獻作為佐證。

(七) 葉宣顯 委員

1. 同意 DEHP 退回觀察清單，並持續監測。
2. Slide 25，第一次採樣水質參數，新竹第二及坪頂有清水有 TOC 值較原水高之情形，建議水廠可追蹤其原因。
3. Slide 30，“優先評估物質”是否即指“初步蒐集清單項目”？如是，建議統一名詞用語。
4. Slide 26，“初步蒐集清單項目”之六種重金屬，如國際上已有管制值，建議列入表內，以供參考。
5. 協助更新飲用水列管項目為計劃目標之一，建議檢討目前我國飲用水水質標準內農藥列管項目之合宜性。
6. 生物性污染所造成之危害為立即性的，建議檢討目前我國飲用水水質標準內列管之微生物項目，並與國際接軌。

(八) 洪世政 處長

1. 篩選作業流程蒐集清單、觀察清單、候選清單退場機制
 - 初步蒐集清單之物質若調查結果顯示無顯著風險，是否仍應納入「蒐集清單」？
 - 觀察清單之物質若調查結果顯示無顯著風險，是否仍保留於「觀察清單」中？或是退回「蒐集清單」？
 - 評估後若無列管之必要，是否退回觀察清單？

對於水源的保護各單位均善盡責任，而自來水事業單位也盡最大努力，因此建議評估後若無列管之必要，應可退回上一層，若已退回初步蒐集清單則刪除，可避免浪費資源。

2. 建議鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯暫不列管，退回觀察清單，並持續監測是否合適？

鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯於環境中處處可見，尤其食物的貢獻度遠高於飲用水，且近五年 $>0.006\text{mg/l}$ 的發生率均低於2%，建議退回觀察清單，並持續監測。

3. 優先評估物質第一次採樣分析結果

第一次採樣分析結果，鈦的檢測數據-新竹第二沉澱水($0.12\mu\text{g/l}$)、過濾水($0.21\mu\text{g/l}$)、清水($0.31\mu\text{g/l}$)、及坪頂沉澱水($0.23\mu\text{g/l}$)、過濾水($0.41\mu\text{g/l}$)、清水($0.12\mu\text{g/l}$)，數據與處理單元成效有些差異，請再確認。

(九) 陳曼莉 副處長

1. 篩選作業流程中退場機制之建立，應有其必要性，惟應明訂各階段之監測頻率。
2. 有關 DEHP 部分，檢出率雖然不高，但仍應考量健康風險，WHO 已建立指引值，且美、日、澳洲、紐西蘭、新加坡等國皆已建立水質標準，建議暫留候選清單。
3. 本階段優先評估 6 項金屬部分(Sr 及 Li 檢測值較高)，建議再瞭解是否為環境背景值及健康風險。加拿大健康部 USEPA 雖皆未訂水質標準但有些對健康之建議值可供參考。

七、環保署環管處意見：

- (一) 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)國際上有許多國家已定有管制值或指引值，亦包括大陸，其中以美國標準值 0.006mg/l 最為嚴謹，我國近 5 年來飲用水中 DEHP 濃度超過此標準值的發生率介於 0.3-1.8%之間；即若以最嚴謹之美國飲用水水質標準來看，我國飲用水合格率為 98.2-99.7%。

- (二) 另對照近 5 年來，我國辦理自來水水質檢測結果，每年約檢測 10,000 多件，該自來水水質合格率均為 99.9 以上%，顯示上述國內飲用水中 DEHP 濃度超過美國標準值的發生率仍有一定比例，建議持續監測。
- (三) 查本國相關環保法規除毒管法已將 DEHP 等相關鄰苯二甲酸酯類公告列為毒化物外，亦包括放流水、環境底泥及地下水等，均已訂定鄰苯二甲酸酯類相關管制標準。
- (四) 建議 DEHP 仍維持候選清單，本(108)年度持續執行之「飲用水新興污染物研究與水質管理計畫」，並針對鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)共 400 處次進行採水檢驗，俟檢測結果出爐後，再進一步研析是否將 DEHP 納入飲用水水質標準列管或持續加強監測。

八、會議結論：

- (一) 篩選作業流程蒐集清單、觀察清單、候選清單應建立退場機制，並定義退場之條件(例如風險值、與已知指引值差距與出現頻率(%)) 及較系統性檢測調查評估標準(例如樣品數量及檢出量或濃度)。
- (二) 針對退回上一層清單之物質，應註明該物質於何時被退回觀察清單及其退回理由。
- (三) 本年度針對 DEHP 規劃 400 處次淨水場清水/配水樣品抽驗，應待本年度抽驗完成後，將檢測結果納入一併考量是否將 DEHP 納入飲用水水質標準管制。
- (四) 彰化第三淨水場水源為地下深井，優先評估物質第一次採樣結果水質未見受周遭環境明顯影響，且後續彰化供水之地下水水源比例會降低，第二次採樣改為豐原淨水場。

九、散會：下午 4 時 0 分

附錄 5.3 第三次專家諮詢會會議紀錄

一、會議時間：108 年 11 月 21 日（星期四）下午 2 時 00 至 4 時 0

二、會議地點：臺大公共衛生學院 6 樓（601R 室）

三、會議主席：黃良銘 教授（國立成功大學環境工程學系教授）

紀錄：邱翌竹

四、出(列)席人員：

康世芳 委員（淡江大學水資源及環境工程學系教授）-書面

童心欣 委員（國立台灣大學環境工程研究所教授）-書面

毛義方 委員（中山醫學大學職業安全衛生學系教授）

李奇旺 委員（淡江大學水資源及環境工程學系教授）

許昺慕 委員（國立中正大學地球與環境科學系教授）

葉宣顯 委員（國立成功大學環境工程學系教授）

洪世政 處長（台灣自來水公司）

陳曼莉 副處長（臺北自來水事業處）-書面

賴頌仁 （臺北自來水事業處）

黃明輝 專員（行政院環境保護署環管處）

曾毓翎 助理環境技術師（行政院環境保護署環管處）

蔡明翰 （行政院環境保護署環管處）

王根樹 教授（國立台灣大學環境衛生研究所）

林逸彬 教授（國立台灣大學環境工程研究所教授）

吳怡儒 博士後研究員（國立成功大學環境工程學系）

謝淑婷 博士後研究員（國立臺灣大學公共衛生學系）

邱翌竹 助理（國立成功大學環境工程學系）

五、討論主題：

（一）優先評估物質第二、三次採樣分析結果討論

（二）抽驗結果討論

（三）飲用水水質標準生物性參數檢討

六、專家委員意見：

（一）康世芳 委員

1. 議題一及議題二：同意成大研究成果之建議。
2. 議題三：不管制大腸桿菌群，則飲用水水源水質標準大腸桿菌群密度之管制是否一併檢討。

(二) 童心欣 委員

1. 微生物在國際管理現況中，美國各州可能有不一致，且大多以每單位檢測樣本數「檢出率」作為標準，而非檢出之「菌落數」。但我國國情不同，檢出率是否可以作為法規仍有待評估。
2. 由於現今多項研究皆顯示大腸桿菌群並非完全為動物來源，作為疑似糞便污染管理似乎不完全合理，建議直接簡化以大腸桿菌(Ecoli)檢測可能較為直接，應為不得檢出。腸球菌由於我國四周環海，可能較不適合。
3. 配水系統是否遭受污染或微生物再生，建議仍使用異營菌落數評估較易，但建議參考其他國家，以低營養鹽之 R2A 或 NWRI 培養基取代現行之 PCA 培養基，較易反映配水系統之菌株。若仍使用現行之 PCA 培養基，即使清水無檢出，對於配水端的再生數量很難有統計上的顯著關係。
4. 檢測評估調查，無論是總菌落數或總大腸桿菌群在清水中各水廠幾乎都是內控零檢出，因為加氯量高的關係，雖然這些指標菌是零檢出，但不表示水中為「無菌」狀態，更不代表水中沒有其他致病性的存在，也有可能是因氯添加而處於 VBNC 狀態，尤其在配水中餘氯降低可能有微生物再生可能，或有污染入侵，因此如執行團隊建議以管理配水端的生物指標為主。
5. 另外，由於上述無論是 coliform or Ecoli 等生物指標已發展百年以上，現代有許多不同的生物威脅，例如 *Pseudomonas aeruginosa* (較 Ecoli 具指標性)、*Stenotrophomonas maltophilia* (multiple ARGs resistances)、*Mycobacterium* 等等，皆為現今威脅高，常於配水中再生之菌株，建議未來應發展現代生物技術(非培養性)之標準檢測方法，作為未來面對更高生物危害風險時之管理對策。

(三) 毛義方 委員

1. 本研究發現台灣目前的水處理方式對一些重金屬(低濃度)去除效果不明顯。

2. 鋰與鈇有部分清水有高於健康參考水準，建議對可能來源作較深入之探討。

3. 生物指標之研究可規劃明年進行，建議對採樣的一次水量及採樣頻率亦列入考慮。

(四) 李奇旺 委員

1. 各類清單項目的樣本分析頻率，於清單的時間，遠端的機制，可大約列於 P.4 slide。

2. Ti 的值低於偵測極限，可否以 ND 表示。

3. 討論議題一、二：保留於清單多久？

4. 討論議題三：針對項目的目的，分析的容易度，有無重複取捨。

(五) 許昺慕 委員

1. 強降雨與枯水期間，致病微生物存在機率較高宜考慮對水源、水質監測，並建立背景值資料。

2. 配水管網生物膜脫落與再增生問題宜重視。

(六) 葉宣顯 委員

1. 重金屬鋰(Li)及新興污染物(PFOS 及 PFHXS)超過指引值(或 HRL)之淨水場，建議有關單位探討或追蹤其可能之原因。

2. 指標微生物或參數部分 Fecal/thermotolerant coliform 及 E.coli 5.0%之註解部分，建議加以釐清。

3. 歐盟對總菌落數(或異營菌)之規範列於 Indicator parameters: Colony count 22°C no abnormal change. 大腸桿菌亦列為 Indicator parameters: Coliform bacteria 0/100 mL.

4. 微生物性水質參數之修訂，除參考先進國家之作法外，建議應做全盤周密之考量，包括相關之配套措施，但基本精神應在於保護消費者之健康。

(七) 洪世政 處長

1. 優先評估物質第二、三次採樣分析結果討論

2. 鋰的部分測值高於健康參考水準，鈇的測值均低於健康參考水準，但有部分測值很接近，建議將鋰與鈇納入蒐集清單，後續持續監測，另外五項金

屬則保留於初步蒐集名單

3. 台水: 鋰與鈳可能來自岩石及自然環境, 因此建議鋰與鈳保留於初步蒐集清單。
4. 抽驗結果討論
5. PFOA、PFOS、PFHxS、NDMA、NDEA、NPYR、鉍、鎘、鉈、銻、錳、硼等 11 項建議持續監測
6. DEHP 本年度測值均低於偵測極限(小於國際管制值最小值), 建議保留於候選清單持續監測
7. 台水: 有關 DEHP 之測值本年度既低於偵測極限也小於國際管制值最小值(美國 $6 \mu\text{g/l}$), 且近五年大於 $6 \mu\text{g/l}$ 的發生率均低於 2%, 建議退回觀察清單, 並持續監測。
8. 飲用水水質標準生物性參數檢測

台水:

- (1) (參照簡報 23 頁)總菌並非糞便性污染指標, 普遍存在環境中, 且現行直接供水之配水點尋求不易(例如: 現多為大樓, 無直接配水點、雨天採樣, 菌數會增加、運送保存期間易受污染等), 另目前污染性指標已另訂管制標準(如大腸桿菌群), 且歐盟及 WHO 建議將總菌列入操作參數(當成是否能有效消毒之參數), 而非列入標準值, 故建議刪除此參數。
- (2) (參照簡報 24 頁)有關指標微生物—大腸桿菌群、糞便性大腸桿菌及大腸桿菌, 其中大腸桿菌群因含括範圍太廣泛(某些菌數可存於污水及自然水體中), 與是否遭受污染的關聯性較低。依據 WHO 2017 年新修定之飲用水指引, 糞便性大腸桿菌群與大腸桿菌為較好之指標性微生物; 參照美國作法, 篩選本公司近 3 年有驗出大腸桿菌群之配水點, 加做糞便性大腸桿菌群及大腸桿菌皆無檢出, 因暫無此風險。惟目前本公司背景資料不盡齊全, (尚無檢測糞便性大腸桿菌、大腸桿菌及腸球菌), 擬請貴署進行 1-2 年全國檢測評估調查已訂定較為妥善之標準。
- (3) (參照簡報 24 頁)建議表示方法能回歸環檢所公告方法 $<1 \text{ CFU(MPN)/100mL}$ 。
- (4) 因水源水質標準亦列有大腸桿菌群標準, 建議若修正大腸桿菌群標準時, 能同時修正。

9. 篩選作業流程蒐集清單、觀察清單、候選清單應有退場機制，建議比照美國，評估後若無列管之必要，應可退回上一層，若已退回初步蒐集清單則刪除，可避免浪費資源。

(八) 陳曼莉 副處長

1. 第 7 頁直潭 3 次檢測結果，清水中鋰雖均低於指引值，惟均略高於原水，是否可推測可能原因？水處理藥品或相關金屬管線設備？
2. 第 9 頁直潭第 1 次檢測結果原清水中鋰及鋇濃度均較第 2、3 次高，是降雨地質沖刷影響嗎？是否可提供當日對照原水濁度做比較？
3. 依 WHO 文件所述，「總菌落數」及「大腸桿菌群」除可作為管線系統輸送水之潔淨指標(regrowth 及 biofilm 之發生) 外，亦可作為淨水處理完善消毒指標，因「大腸桿菌群」包含糞便性及環境中菌種，不適合做為糞便污染的指標(即培養出「大腸桿菌群」不見得發生糞便性污染)，「大腸桿菌」則適合作為糞便污染的指標，因最常發現在人畜糞便中。「大腸桿菌群」及「大腸桿菌」都極易於加氯消毒去活化，且有效消毒亦可降低「總菌落數」，故三者均為有效消毒的指標。以我國單一水樣檢測不合格即進行裁罰之方式，不可能分淨水場清水及管網水分別加以規範，故除規範自由餘氯外，再規範微生物項目，實為雙重保障，為兼顧淨水有效消毒及管網供水潔淨，「大腸桿菌群」實為較適合及較嚴苛的指標管制項目。

七、散會：下午 4 時 0 分

附錄六、第一次工作進度報告與期中、期末報告審查會議會議紀錄與意見 回覆

附錄 6.1 第一次工作進度報告審查會議紀錄

一、時間：中華民國 108 年 5 月 17 日（星期五）下午 3 時 0 分

二、地點：本署（臺北市中華路 1 段 83 號）4 樓第 4 會議室

三、主席：邱簡任技正國書 紀錄：葉惠芬

四、出（列）席單位及人員：詳會議簽名單。

五、主席致詞（宣布開會）：略。

六、計畫執行單位簡報（國立成功大學）：略。

七、綜合討論意見：

- （一）108 年 4 月 29 日立法院召開公務預算凍結案審查會議，本計畫凍結金額新臺幣 100 萬元（含管理費）已獲解凍，請依原契約規劃持續辦理各項工作。
- （二）美國環保署之安全飲用水法案分別於 1998、2005、2009、2016、2018 建立 5 個污染物候選清單（CCL 1~CCL5），作為優先檢討是否予以管制，各清單之間是否有橫向關聯性，以及退場機制？請於報告中補充說明，並納入修正我國篩選原則之參考。
- （三）1.1 節計畫背景提及，依據 2003 年計畫研究成果，生物性指標，建議大腸桿菌群管制值修正為「不得檢出」，並建議增訂糞便性大腸桿菌群亦為「不得檢出」，惟各國國情與管制作法不同，請協助蒐集國外相關管制配套措施，以利納入修訂我國飲用水水質標準之參考。
- （四）銅、鋅之飲用水管制標準較地面水體分類及水質標準寬鬆，參考美國地面水體水質標準(Water Quality Criteria)資料，係考量水生生物對於鋅、銅離子的耐受能力較低，請於 2.5 節強化飲用水水質標準較地面水體分類及水質標準寬鬆之相關論述。
- （五）水安全計畫之試行推動，配合水公司年度作業時間，共識會議預計於 6 月底之辦理，議程安排、討論議題及邀請專家學者等資料請提前備妥，並向署內確認後執行。
- （六）報告內容之編排邏輯及錯漏字，請修正：

1. 2.1 未列管新興物染物質篩選作業推動，但內文僅單列 2.1.1 蒐集清單物質之水質檢測資料彙整分析一小節，建議可不再細分。
2. 2.1.1 蒐集清單物質....，2.2 初步蒐集清單優先評估物質...，與篩選原則的邏輯不一致，建議期中/期末報告調整章節呈現方式。
3. 2.2.1 高科技所衍生之新興污染物，建議於開頭前描述本年度探討「高科技產業」之緣由。
4. 2.2.6 節 6 項優先評估物質原選定釩、鎢、鋇、鯉、鉍、銻等 7 項重金屬，但經專家諮詢會後，實際檢測物質為 6 項，建議補充說明刪除「鉍」此項物質之原因；另請說明此 6 項重金屬之檢測方法。
5. 2.2.7 節 108 年度執行 4 座淨水場採樣檢測對象應為：臺北直潭淨水場、新竹第二淨水場、彰化給水廠第三淨水場、高雄坪頂給水廠。
6. 專家諮詢會議紀錄，建議置於報告附錄。
7. 2.6 節其他配合事項，可增列 108 年環境科技論壇及 109 年韓國大邱世界水大會之中、英文論文撰寫事宜；另請計畫協助留意並蒐集 109 年韓國大邱世界水大會之會議訊息並轉知本署。

八、結論：

- (一) 本案工作進度報告經審查符合計畫契約書進度，原則通過，請依審查意見，以回覆意見對照表之形式列於期中報告，並請依計畫預定進度，繼續加強辦理。
- (二) 請依契約書內容辦理請款事宜。

九、散會：下午 4 時 0 分。

附錄 6.2 第一次工作進度報告審查會議意見回覆

審查意見	回覆
(一) 綜合討論意見	
1. 108 年 4 月 29 日立法院召開公務預算凍結案審查會議，本計畫凍結金額新臺幣 100 萬元（含管理費）已獲解凍，請依原契約規劃持續辦理各項工作。	計畫團隊將依原契約規劃持續辦理各項工作。
2. 美國環保署之安全飲用水法案分別於 1998、2005、2009、2016、2018 建立 5 個污染物候選清單（CCL 1～CCL5），作為優先檢討是否予以管制，各清單之間是否有橫向關聯性，以及退場機制？請於報告中補充說明，並納入修正我國篩選原則之參考。	美國污染物觀察清單(CCL1-5)有退場機制，本計畫參考美國作法，經第二次專家會議討論，決議篩選作業流程蒐集清單、觀察清單、候選清單建立退場機制，針對退回上一層清單之物質註明該物質於何時被退回觀察清單及其退回理由。並將定義退場之條件(例如風險值、與已知指引值差距與出現頻率(%)) 及較系統性檢測調查評估標準(例如樣品數量及檢出量或濃度)。
3. 1.1 節計畫背景提及，依據 2003 年計畫研究成果，生物性指標，建議大腸桿菌群管制值修正為「不得檢出」，並建議增訂糞便性大腸桿菌群亦為「不得檢出」，惟各國國情與管制作法不同，請協助蒐集國外相關管制配套措施，以利納入修訂我國飲用水水質標準之參考。	本計畫初步彙整國際上針對大腸桿菌相關生物參數管制方法於 2.8.1 節。
4. 銅、鋅之飲用水管制標準較地面水體分類及水質標準寬鬆，參考美國地面水體水質標準(Water Quality Criteria)資料，係考量水生生物對於鋅、銅離子的耐受能力較低，請於 2.5 節強化飲用水水質標準較地面水體分類及水質標準寬鬆之相關論述。	本計畫依建議於 5.3 節補充飲用水水質標準較地面水體分類及水質標準寬鬆之相關說明。
5. 水安全計畫之試行推動，配合水公司年度作業時間，共識會議預計於 6 月底之辦理，議程安排、討論議題及邀請專家學者等資料請提前備妥，並向署內確認後執行。	本計畫已於 6 月 25 日辦理水安全試辦計畫共識營會議。
6. 報告內容之編排邏輯及錯漏字，請	謝謝委員建議。

<p>修正：</p> <p>(1) 2.1 未列管新興物染物質篩選作業推動，但內文僅單列 2.1.1 蒐集清單物質之水質檢測資料彙整分析一小節，建議可不再細分。</p> <p>(2) 2.1.1 蒐集清單物質…，2.2 初步蒐集清單優先評估物質…，與篩選原則的邏輯不一致，建議期中/期末報告調整章節呈現方式。</p> <p>(3) 2.2.1 高科技所衍生之新興污染物，建議於開頭前描述本年度探討「高科技產業」之緣由。</p> <p>(4) 2.2.6 節 6 項優先評估物質原選定鈇、鎢、鋇、鯉、鉍、銻等 7 項重金屬，但經專家諮詢會後，實際檢測物質為 6 項，建議補充說明刪除「鉍」此項物質之原因；另請說明此 6 項重金屬之檢測方法。</p> <p>(5) 2.2.7 節 108 年度執行 4 座淨水場採樣檢測對象應為：臺北直潭淨水場、新竹第二淨水場、彰化給水廠第三淨水場、高雄坪頂給水廠。</p> <p>(6) 專家諮詢會議紀錄，建議置於報告附錄。</p> <p>(7) 2.6 節其他配合事項，可增列 108 年環境科技論壇及 109 年韓國大邱世界水大會之中、英文論文撰寫事宜；另請計畫協助留意並蒐集 109 年韓國大邱世界水大會之會議訊息並轉知本署。</p>	<p>(1) 已依委員建議修正標號。</p> <p>(2) 已依委員建議調整報告編排順序。</p> <p>(3) 已依委員建議於 2.3 節補充說明緣由。</p> <p>(4) 已於 2.3.10 節補充檢測方法。</p> <p>(5) 已依委員建議修正。</p> <p>(6) 已依委員建議將專家會議紀錄置於附錄。</p> <p>(7) 已依委員建議納入科技論壇及 109 年韓國大邱世界水大會之摘要撰寫</p>
--	---

附錄 6.3 期中報告審查會議紀錄

- 一、 時間：108 年 08 月 19 日（星期一）上午 10 時 00 分
- 二、 地點：本署（台北市中華路一段 83 號）4 樓第 4 會議室
- 三、 主席：吳高級環境技術師孟兒 記錄：曾毓翎
- 四、 出(列)席單位及人員：如會議簽名單
- 五、 主席致詞：（略）
- 六、 審查單位報告：（略）
- 七、 綜合討論（依發言順序）：

（一） 李委員俊福

1. 蒐集 WHO、美、日...等先進國家相關法規制度，目前成果較不明顯，可再加強。
2. 6 項優先評估物質相關檢測資料，請註明出處。
3. 第二章之表格、標題表示方式待改進。
4. Li、Rb、Sr、W 等四項，目前淨水場之淨水程序去除率不佳，是否一併探討。
5. 部分有機氯(DDT、Chlordane...Aldrin...Dieldrin...)再度被列入「初步蒐集清單」的原因何在。
6. P.44~45 表示編碼有誤，P.49 亦同。
7. P.49 表之重複分析範圍過大。
8. 管制標準檢討應區分水源水質與飲用水水質。

（二） 康委員世芳

1. 飲用水水質標準鋅維持 5 mg/l，與地面水體分類水質標準(保護人體驗康) 0.5 mg/l 不一致。銅項目(0.03 mg/l)亦如此，建議環保署水保處、環管處跨局處檢討。
2. 建議蒐集日本或韓國鋅標準，分別為 1.0 mg/l 及 3.0 mg/l 之解說。
3. 建議台水公司統計鋅標準由 5.0 mg/l 改為 1.0 mg/l 時之達成率，提供研究團隊參採。
4. 水安全計畫試行執行狀況良好，值得肯定。建議後續由法規建置及水安全計畫試行手冊著手，列入明年工作項目。

(三) 凌委員永健

1. 宜有摘要和進度達成率表。潛「式」、「賀」爾蒙、「汙」染、「克」雅溪錯別字，宜修訂。
2. P.15 篩選作業示意圖，提出進場、退場機制，是泛用性，後續宜提出指引供參考。P.21 環保放流水標準宜引用到 108 年最新標準，排入河川的標準宜將承受水體的水質分級和總量管制納入參考。高科技產業用詞宜引用放流水標準適用範圍中業別，如晶圓及半導體製造業、光電材料及元件製造業、科學工業園區專用下水道系統等。
3. P.22 宜提供 6 種重金屬地殼元素和海水背景值，工業製品用途，以協助說明測值差異，部分測值低於空白樣品測值。P.48 2.7.2 品管分析含空白樣品分析，宜說明測值。
4. P.57 管制標準檢討提出建議後續加入糞便型大腸桿菌群、大腸桿菌等修正評估水質標準，值得肯定。「生物性指標」宜為「細菌性指標」。
5. 首次提出水安全計畫，值得肯定。後續宜就台灣特殊的高風險因子，如枯水期、颱風期間的水質變動，優先建議納入考量。

(四) 水利署 簡吉甫 科員

1. 有關大腸桿菌未來標準如修改為不得檢出，建議對於簡易自來水部分，建議請再考量背景因素(原水水質、枯豐水期水量...)或設但書排除。

(五) 臺北自來水事業處 賴頌仁 一級工程師

1. 有關本計畫初步蒐集清單鋰、鈉、鉀等 6 項金屬第一次採樣分析，4 座淨水場檢測結果均有測值，其中以鋰及鈉數值較高，建議評估瞭解自然環境背景值，並於報告中補充該等金屬對人體健康之可能影響，再評估是否進一步納入蒐集清單。
2. 簡報中提到先進國家飲用水水質標準大腸桿菌群(total coliform group)限值大抵訂為「未檢出」，建議我國飲用水水質標準也可考量比照一事，依本處以往水質監測經驗，自來水即使未遭受污染，當滯留時間較久時，仍可能有微量大腸桿菌群 (<6 CFU/100mL) 檢出。若考慮將大腸桿菌群限值加嚴訂為「未檢出」，是否比照美國環保署(US EPA)規定，每個月不可超過 5% 樣品檢出大腸桿菌群，檢出大腸桿菌群之樣品則進一步分析糞便

性大腸桿菌群(fecal coliform)或大腸桿菌(e. coli)。

3. 報告中是否建議經濟部將該等材料配件納入國家標準(CNS)評估修訂，從源頭進行管理。
4. 本次未列管新興污染物質篩選作業參考美國篩選作業流程，也建立退場機制，程序相當嚴謹，惟對於農藥項目(包括已列管部分)，是否定期檢討，如有些農藥項目已禁用多年，且原水及清水監測結果多年來均為未檢出(ND)，環境流布調查也未檢出，是否考量解除列管。
5. 依往例，列入觀察清單項目，會請自來水事業單位自行監測部分項目，並將檢測數據陳報供大署決策參考；109 年度自來水事業單位自行監測項目若有變動，惠請於今年 11 月前通知，以利來得及納入本處明年水質監測計畫辦理。

(六) 台灣自來水公司 洪世政 處長

1. 有關高科技產業所衍生之新興污染物，本計畫是評估新竹科學園區六大產業及各次產業之主要污染物，因高科技產業所衍生之新興污染物備受重視且可能影響水源水質，建請研究單位藉由此計畫滾動檢討有關科學園區排放水污染物種類。另，台水公司頭前溪隆恩堰取水口係受上游五華工業區污染性工廠排放之影響，與竹科園區排放於客雅溪無關，故本計畫所採測新竹第二淨水場之六種篩選金屬離子(鈇、鎢、銀、鋇、銣、鈦)是否與五華工業區排放有關應請團隊釐清，以供台水公司爾後加強檢測之參考。
2. 有關康世芳委員建議鋅之飲用水標準(5.0mg/l)可參考日本(1.0mg/l)、韓國(3.0 mg/l)之飲用水標準評估修正之必要性，因 WHO 評估飲用水中的鋅無健康疑慮，無制定指引值之必要，因此若要修正飲用水標準建請分階段逐步修正。
3. 有關期中報告提及修訂飲用水水質標準中生物性標準部份(p57)，建議如下：
 - (1) 有關飲用水水質標準中大腸桿菌群擬下修部份：
 - A. 參考某些先進國家係未訂定本項標準而照美國所訂標準為每個月不可超過 5% 樣品檢出大腸桿菌群。

B. 目前現有狀況很多住戶為空戶，範圍甚多亦有滯留水問題，易致餘氯偏低及菌類滋生問題，另考量供水管網尚須時間進行全面更新；此外，華人飲水普遍有煮沸再飲之習性，故原訂標準(6CFU/100mL)應無礙身體健康。

C. 飲用水標準涉及罰則，若訂為不可檢出，一旦測出數值，即會開罰，以目前實況而論，標準往下修訂，極易發生不合格情事。綜上所述，建議現階段大腸桿菌群不修正或分階段進行修正。

(2) 有關擬增訂糞便性大腸桿菌群及大腸桿菌部份，因某些先進國家未定標準，而且美國所訂標準，係為大腸桿菌群結果檢出時才需進一步分析糞便性大腸桿菌群或大腸桿菌。另經本公司清水自主檢驗至今均 <1 ，似無增訂之必要。此外，因非現行標準檢項，背景資料很少(本公司固於檢驗人力，自主檢驗件數有限)，如擬增訂，建議可另行委託研究團隊先行建立及調查相關數據以為基準。

(3) 有關報告中標準之單位表示方式擬以「不可檢出/100 毫升」表示部份，建議依據環保署公告之檢驗方法中所列之單位表示，例如飲用水中大腸桿菌群檢測方法－濾膜法，結果處理若無金屬光澤菌落生長，則大腸桿菌群密度以「 <1 CFU/100 mL」表示。

(七) 本署環管處

1. 請於報告中補充本計畫各項工作內容之預期進度與查核重點(甘特圖)，並說明各工作項目執行是否符合預期進度。
2. 報告書封面、封面裡頁及書脊請依照契約書附件三報告印製格式修正。
3. 請留意報告中之用字，”汙”染物表示請以污染物為主；淨水”廠”表示請以淨水場為主。
4. P.1 針對 CCL5 污染物提名，敘述文字：「...2018 年美國環保署開始著手進行 CCL5 污染物的提名...」，請說明是否已有初步提名規劃。
5. P.2 針對生物性指標，敘述文字：「...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』...」，請說明國外作法為何，是否有相關配套措施。
6. P.4 針對飲用水安全之農藥項目篩選機制為何?請說明。
7. P.13 有關污染物觀察清單(CCL)，敘述文字：「...自 CCL1 中刪除 9 項經評估後無需考慮列管物質...」，請說明其刪除原因為何？

8. P.13 第 2.1 項，請說明 2009 年提出第二份污染物觀察清單時，採納之公民意見為何？
9. P.14 請說明飲用水水質標準管制項目篩選作業之評分機制。
10. P.15 請說明國內外新興污染物之退場機制。
11. P.15 圖 2.2-1 篩選作業示意圖，目前列管數目應為 68，請修正。
12. P.17 第 2.3.2 項高科技產業潛在排放之污染物，請更新資料，以利查閱。
13. P.22 有關針對高科技產業所產生之新興污染物調查，請述明進入蒐集清單(鈦、鈹、鈷)及觀察清單(銻、碲、硼、鍺、鎳)之原因為何？
14. P.23 有關 108 年度執行淨水場原水及清水採樣檢測之對象，P.23(新竹第一淨水場)及 P.24(新竹第二淨水場)不一致，請確認。(同表 2.3-4)
15. P.24 有關各淨水場僅簡述其水源特性，未提及於本計畫篩選此 4 處淨水場的目的為何，請說明。
16. P.26 表 3.4-7 第一次採樣添加分析，回收率為 97%~120%，建議於報告中補充說明回收率範圍原因為何。
17. P.27 有關待測物鋇的濃度，敘述文字：「...但亦有資料顯示礦泉水中含有 200-400 $\mu\text{g/l}$ 之鋇」，請說明相關資料來源及出處。
18. P.39 第 8 行請增列日本飲用水水質目標值為何？
19. P.51 第 2.7.4 項，採樣講習會請述明說明會之內容規劃、目的及執行成效。
20. P.76 表 3.4-1，學校自來水水質 pH 值有部分數值超過 8.5(飲用水水質標準，pH 值為 6.0-8.5)，甚至超過 9，請述明可能發生原因及如何避免；另有關第一次採樣分析結果之飲水機餘氯並非皆為 ND，請說明原因並留意內文一致性。
21. 建議於報告中綜合整理從觀察清單項目到是否納入候選清單中，專家諮詢會議委員所提建議及篩選結果。
22. 建請多將相關文獻收集成果、計畫執行成果及分析數據結果等重要資訊寫入報告中。
23. 報告書內容：

- (1) 請留意內文未提及相關圖表之問題(如 P.13 圖 2.1-1、P.31 表 2.4-2...等)
- (2) 請留意多處表標題編號有誤之問題(如 P.32 表 2.4-2、P.35 表 2.3-2、P.44 表 2.7-2、P.49 表 2.3-5、P.55 表 2.7-8...等)
- (3) P.9 第 5 行，「...再飲用水管理方面...」，應為”在”。
- (4) P.16 第 2.3 項第 4 行，「...國內普遍使用或曾使用及對健康危害性...」，請註明對何具有健康危害性。另請調整排版。
- (5) P.18 表 2.3-1，表格呈現請盡量列於同一頁，以利審視。如欲分兩頁(以上)請加入表格開頭。(同 P.22 表 2.3-3、P.25 表 2.3-6、P.26 表 2.3-8、P.41 表 2.7-1)
- (6) P.20 第 9 行，二氧化鈦(TiO₂)，請下標。
- (7) P.23 第 2.3.7 項第 12 行，應為”新”竹第一淨水場。
- (8) P.38 第 2.6 項第 10 行，「...將鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯自觀察清單中...」，建議修改為鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(以下簡稱 DEHP)。
- (9) P.38 及 P.39 之鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯，請統一寫法。
- (10) P.39 第 7 行最大檢出濃度”為”0.0124 mg/l。
- (11) P.58 2.8.2 銅，排版有誤，請修正。(同 P.60 2.8.3 鋅)
- (12) P.62 及 P.102 為空白頁，請刪除。
- (13) P.66 第 3.3.1 項第 3 行，「2000 年 5 月至 2001 年一月間...」，有關年份及月份請統一數字寫法。
- (14) 同前項第 11 行，二氧化鉛(PbO₂)，請下標。
- (15) P.72 圖 3.4-1，學校之點位顯示顏色太淡，建議加深或調整其他標示。
- (16) P.82 第 15 行，硝酸鹽(NO₃-N)，請下標。

八、 結論

- (一) 本案工作進度報告經審查符合計畫契約書進度，原則通過，請依審查委員及出(列)席單位審查意見，以回覆意見對照表之形式列於期中報告，並請依計畫預定進度，繼續加強辦理。
- (二) 請依契約書內容辦理請款事宜。

九、 散會：下午 12 時 00 分

附錄 6.4 期中報告審查會議意見回覆

審查建議	回覆
(一) 李俊福 委員	
1. 蒐集 WHO、美、日...等先進國家相關法規制度，目前成果較不明顯，可再加強。	謝謝委員意見，已於第二章 2.1-2.5 節敘述 WHO、美、日...等先進國家相關法規制度。
2. 6 項優先評估物質相關檢測資料，請註明出處。	謝謝委員意見，已於表 3.2.2 及 3.2.3 後補充資料來源。
3. 第二章之表格、標題表示方式待改進。	謝謝委員意見，已改進。
4. Li、Rb、Sr、W 等四項，目前淨水場之淨水程序去除率不佳，是否一併探討。	對於本年度評估之金屬項目，因傳統淨水處理程序去除效率不佳，相關處理技術討論(如離子交換、逆滲透等)說明於 3.2.6 節。
5. 部分有機氯 (DDT、Chlordane...Aldrin...Dieldrin...) 再度被列入「初步蒐集清單」的原因何在。	「初步蒐集清單」屬於涵蓋層面較大的清單，彙整國際上較先進之國家與國際組織飲用水管制項目、建議監測項目、設有指引值，以及科學文獻資料、研究報告或試驗顯示於飲用水中有潛在風險但國內尚未列管之物質。僅作為參考。
6. P.44~45 表示編碼有誤，P.49 亦同。	謝謝委員意見，已更正。
7. P.49 表之重複分析範圍過大。	謝謝委員意見，原數值為重覆分析目標，因新興污染物均極微量，重覆分析之差異有時會比較大。已將表 3.3-5 更新為實際之分析情況。
8. 管制標準檢討應區分水源水質與飲用水水質。	環保署逐年檢討「飲用水水源水質標準」及「飲用水水質標準」，103 年「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(1/3)」計畫檢討「飲用水水質標準」中 13 項農藥 15 項與揮發性有機物之標準。104 年「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(2/3)」計畫已完成檢討飲用水水源水質標準。105 年「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(3/3)」檢討「飲用水水質標準」中 9 項重金屬、2 項鹽類、4 項消毒副產物及戴奧辛之標準。今年度計畫則是針對生物性指標進行檢討。
(二) 康世芳 委員	

1. 飲用水水質標準鋅維持 5 mg/L，與地面水體分類水質標準(保護人體驗康)0.5 mg/L 不一致。銅項目(0.03 mg/L)亦如此，建議環保署水保處、環管處跨局處檢討。	謝謝委員意見，將提供予署裡評估。
2. 建議蒐集日本或韓國鋅標準，分別為 1.0 mg/L 及 3.0 mg/L 之解說。	謝謝委員意見，
3. 建議台水公司統計鋅標準由 5.0 mg/L 改為 1.0 mg/L 時之達成率，提供研究團隊參採。	謝謝委員意見，將提供台水公司參考。
4. 水安全計畫試行執行狀況良好，值得肯定。建議後續由法規建置及水安全計畫試行手冊著手，列入明年工作項目。	謝謝委員意見，將提供予署裡參考。
(三) 凌永健 委員	
1. 宜有摘要和進度達成率表。潛「式」、「賀」爾蒙、「汙」染、「克」雅溪錯別字，宜修訂。	謝謝委員意見，已依委員建議補充與修正。
2. P.15 篩選作業示意圖，提出進場、退場機制，是泛用性，後續宜提出指引供參考。P.21 環保放流水標準宜引用到 108 年最新標準，排入河川的標準宜將承受水體的水質分級和總量管制納入參考。高科技產業用詞宜引用放流水標準適用範圍中業別，如晶圓及半導體製造業、光電材料及元件製造業、科學工業園區專用下水道系統等。	謝謝委員意見，已依委員建議補充與修正。
3. P.22 宜提供 6 種重金屬地殼元素和海水背景值，工業製品用途，以協助說明測值差異，部分測值低於空白樣品測值。P.48 2.7.2 品管分析含空白樣品分析，宜說明測值。	感謝委員提示，關於 6 種金屬地殼或海洋背景，工業製品用途，於各金屬之毒理資料庫（附錄三）中陳述，若有其他國家及地區之水中檢測濃度，亦表示於毒理資料表之”環境水體中的濃度”項目中。空白分析測值均為未檢出。
4. P.57 管制標準檢討提出建議後續加入糞便型大腸桿菌群、大腸桿菌等修正評估水質標準，值得肯定。「生物性指標」宜為「細菌性指標」。	國際上針對糞便型大腸桿菌群、大腸桿菌等參數歸納為”microbial indicator”，除細菌外亦包含病毒、原生動物等參數，故本計畫譯為生物性指標。
5. 首次提出水安全計畫，值得肯定。後續宜就台灣特殊的高風險因子，	謝謝委員意見，將提供予署裡參考。

如枯水期、颱風期間的水質變動，優先建議納入考量。	
(四) 水利署 簡吉甫 科員	
1. 有關大腸桿菌未來標準如修改為不得檢出，建議對於簡易自來水部分，建議請再考量背景因素(原水水質、枯豐水期水量...)或設但書排除。	謝謝委員意見，將提供予署裡參考。
(五) 臺北自來水事業處 賴頌仁 一級工程師	
1. 有關本計畫初步蒐集清單鋰、鈳、鈷等 6 項金屬第一次採樣分析，4 座淨水場檢測結果均有測值，其中以鋰及鈳數值較高，建議評估瞭解自然環境背景值，並於報告中補充該等金屬對人體健康之可能影響，再評估是否進一步納入蒐集清單。	關於 6 種金屬地殼或海洋背景，工業製品用途，以及人體可能的暴露途徑和對人體健康可能之影響，於各金屬之毒理資料庫（附錄三）中陳述。
2. 簡報中提到先進國家飲用水水質標準大腸桿菌群 (total coliform group) 限值大抵訂為「未檢出」，建議我國飲用水水質標準也可考量比照一事，依本處以往水質監測經驗，自來水即使未遭受污染，當滯留時間較久時，仍可能有微量大腸桿菌群 (<6 CFU/100mL) 檢出。若考慮將大腸桿菌群限值加嚴訂為「未檢出」，是否比照美國環保署(US EPA)規定，每個月不可超過 5% 樣品檢出大腸桿菌群，檢出大腸桿菌群之樣品則進一步分析糞便性大腸桿菌群(fecal coliform)或大腸桿菌(e. coli)。	本計畫建議進行 1-2 年檢測評估調查，同時測總菌落數、總大腸桿菌、糞便性大腸桿菌、大腸桿菌、腸球菌，了解相關性後再討論合適的修正方向。
3. 報告中是否建議經濟部將該等材料配件納入國家標準(CNS)評估修訂，從源頭進行管理。	目前經濟部標準局僅於 2017 年 1 月推出無鉛水龍頭標準(含鉛量<0.25%)。其他管材則未規範。美國環保署於 2014 年 1 月規定所有用於自來水系統中之管材，皆須符合 0.25% 的規定。本報告會建議未來台灣應朝全面使用無鉛管材方向努力，從源頭進行管理。
4. 本次未列管新興污染物質篩選作業參考美國篩選作業流程，也建立退場機制，程序相當嚴謹，惟對於農藥項目(包括已列管部分)，是否	考慮我國民情，已列管之農藥項目，即使已禁用多年，且原水及清水監測結果多年來均為未檢出(ND)，環境流布調查也未檢出，仍不易解除列管。

<p>定期檢討，如有些農藥項目已禁用多年，且原水及清水監測結果多年來均為未檢出(ND)，環境流布調查也未檢出，是否考量解除列管。</p>	<p>未列管之項目，較低風險之農藥，會保留在較上層的清單，如「初步蒐集清單」或「蒐集清單」，無須持續監測調查，但讓民眾感受到政府有關關注。</p>
<p>5. 依往例，列入觀察清單項目，會請自來水事業單位自行監測部分項目，並將檢測數據陳報供大署決策參考；109年度自來水事業單位自行監測項目若有變動，惠請於今年11月前通知，以利來得及納入本處明年水質監測計畫辦理。</p>	<p>謝謝委員意見，將提供予署裡參考。</p>
<p>(六) 台灣自來水公司 洪世政 處長</p>	
<p>1. 有關高科技產業所衍生之新興污染物，本計畫是評估新竹科學園區六大產業及各次產業之主要污染物，因高科技產業所衍生之新興污染物備受重視且可能影響水源水質，建請研究單位藉由此計畫滾動檢討有關科學園區排放水污染物種類。另，台水公司頭前溪隆恩堰取水口係受上游五華工業區污染性工廠排放之影響，與竹科園區排放於客雅溪無關，故本計畫所採測新竹第二淨水場之六種篩選金屬離子(鈮、鎢、銀、鋇、銻、鈦)是否與五華工業區排放有關應請團隊釐清，以供台水公司爾後加強檢測之參考。</p>	<p>本計畫選取新竹第二淨水場作為檢測對象，新竹第二淨水場水源取自頭前溪，上游設有五華工業區，因此除本年度篩選之6種金屬離子，並加測其他工業所可能使用之金屬項目如:鎳、鎂、砷、鉬、銻、鈾、鈾、鈾、鈾等，了解頭前溪之淨水場取水口是否受工業污染。</p>
<p>2. 有關康世芳委員建議鋅之飲用水標準(5.0mg/L)可參考日本(1.0mg/L)、韓國(3.0 mg/L)之飲用水標準評估修正之必要性，因WHO評估飲用水中的鋅無健康疑慮，無制定指引值之必要，因此若要修正飲用水標準建請分階段逐步修正。</p>	<p>謝謝委員意見，將提供予署裡參考。</p>
<p>3. 有關期中報告提及修訂飲用水水質標準中生物性標準部份(p57)，建議如下： (1) 有關飲用水水質標準中大腸桿菌群擬下修部份：</p>	<p>本計畫建議進行1-2年檢測評估調查，同時測總菌落數、總大腸桿菌、糞便性大腸桿菌、大腸桿菌、腸球菌，了解相關性後再討論合適的修正方向。報告中以「不可檢出/100毫</p>

<p>A. 參考某些先進國家係未訂定本項標準而照美國所訂標準為每個月不可超過 5% 樣品檢出大腸桿菌群。</p> <p>B. 目前現有狀況很多住戶為空戶，範圍甚多亦有滯留水問題，易致餘氯偏低及菌類滋生問題，另考量供水管網尚須時間進行全面更新；此外，華人飲水普遍有煮沸再飲之習性，故原訂標準 (6CFU/100mL) 應無礙身體健康。</p> <p>C. 飲用水標準涉及罰則，若訂為不可檢出，一旦測出數值，即會開罰，以目前實況而論，標準往下修訂，極易發生不合格情事。綜上所述，建議現階段大腸桿菌群不修正或分階段進行修正。</p> <p>(2) 有關擬增訂糞便性大腸桿菌群及大腸桿菌部份，因某些先進國家未定標準，而且美國所訂標準，係為大腸桿菌群結果檢出時才需進一步分析糞便性大腸桿菌群或大腸桿菌。另經本公司清水自主檢驗至今均 <1，似無增訂之必要。此外，因非現行標準檢項，背景資料很少(本公司囿於檢驗人力，自主檢驗件數有限)，如擬增訂，建議可另行委託研究團隊先行建立及調查相關數據以為基準。</p> <p>(3) 有關報告中標準之單位表示方式擬以「不可檢出/100 毫升」表示部份，建議依據環保署公告之檢驗方法中所列之單位表示，例如飲用水中大腸桿菌群檢測方法－濾膜法，結果處理若無金屬光澤菌落生長，則大腸桿菌群密度以「< 1 CFU/100 mL」表示。</p>	<p>升」表示的部份主要為部分國家法規為 non detectable，即不可檢出。</p>
<p>(七) 本署環管處</p>	
<p>1. 請於報告中補充本計畫各項工作內容之預期進度與查核重點(甘特圖)，並說明各工作項目執行是否符</p>	<p>謝謝委員意見，依委員意見辦理。</p>

合預期進度。	
2. 報告書封面、封面裡頁及書脊請依照契約書附件三報告印製格式修正。	謝謝委員意見，依委員意見辦理。
3. 請留意報告中之用字，”汙”染物表示請以污染物為主；淨水”廠”表示請以淨水場為主。	謝謝委員意見，已依委員建議修正。
4. P.1 針對 CCL5 污染物提名，敘述文字：「...2018 年美國環保署開始著手進行 CCL5 污染物的提名...」，請說明是否已有初步提名規劃。	美國尚未公告提名結果。
5. P.2 針對生物性指標，敘述文字：「...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』...」，請說明國外作法為何，是否有相關配套措施。	已於 2.6 節補充說明。
6. P.4 針對飲用水安全之農藥項目篩選機制為何?請說明。	農藥項目評估為 103 年「飲用水水源及水質標準項目之調查及評估(1/3)」，篩選原則如下：一、國內環境監測曾檢出，且近年未進行淨水場之檢測。二、國內使用量大（考慮不同物質使用量情況）。三、國外相關標準值已有規範或建議值，或列為關切之污染物清單。四、國內關切具潛在風險的物質。
7. P.13 有關污染物觀察清單(CCL)，敘述文字：「...自 CCL1 中刪除 9 項經評估後無需考慮列管物質...」，請說明其刪除原因為何？	美國環保署網頁並無提供明確原因。然美國環保署評估針對污染物是否列管會評估三項指標：（一）是否有負面健康影響。（二）在公共飲用水系統中的發生情況。（三）藉由管制是否能有意義、有實質的機會降低健康風險。（某些污染物現行沒有經濟可行的處理技術，因此列管並無法降低健康風險，這種情況會暫時不考慮列管），若有其中一項是否定的，則無管制之必要。
8. P.13 第 2.1 項，請說明 2009 年提出第二份污染物觀察清單時，採納之公民意見為何？	在美國環保署開放提名污染物觀察清單時，公民團體及民眾亦可提名，提出之物質會由專家統一評估後，由環保署公布清單物質。
9. P.14 請說明飲用水水質標準管制	已於 3.1.4 節補充說明。

項目篩選作業之評分機制。	
10. P.15 請說明國內外新興污染物之退場機制。	美國環保署在評估新興污染物無虛列管後，會將其自觀察清單中移除，詳細說明於 2.3 節。
11. P.15 圖 2.2-1 篩選作業示意圖，目前列管數目應為 68，請修正。	謝謝委員意見，已修正。
12. P.17 第 2.3.2 項高科技產業潛在排放之污染物，請更新資料，以利查閱。	感謝委員指導，3.2.1 節補充高科技產業製程使用之化學品及氣體。
13. P.22 有關針對高科技產業所產生之新興污染物調查，請述明進入蒐集清單(鈦、鉍、鈷)及觀察清單(鈦、碲、硼、鎳、鎳)之原因為何？	鈦、碲、硼、鎳、鎳、鈦、鉍、鈷因經國內計劃調查評估，故納入蒐集清單中。鈦、碲、硼、鎳，則分別在 101 年、105 年、106 年納入觀察清單，鈦、鉍、鈷則保留於蒐集清單中。
14. P.23 有關 108 年度執行淨水場原水及清水採樣檢測之對象，P.23(新竹第一淨水場)及 P.24(新竹第二淨水場)不一致，請確認。(同表 2.3-4)	感謝委員指正，108 年度採樣對象為新竹第二淨水場，已於內容進行修正。
15. P.24 有關各淨水場僅簡述其水源特性，未提及於本計畫篩選此 4 處淨水場的目的為何，請說明。	關於淨水場篩選的考量（人口及供水量、水源可能受到污染）與最後篩選之淨水場，相關資料於 3.2.3 節中說明。
16. P.26 表 3.4-7 第一次採樣添加分析，回收率為 97%~120%，建議於報告中補充說明回收率範圍原因為何。	感謝委員指導，本年度三次採樣皆有進行重複分析與添加分析，QAQC 結果置於 3.2.4 節，因待測污染物多為極微量濃度，可接受回收比率 70~130%。
17. P.27 有關待測物鋇的濃度，敘述文字：「...但亦有資料顯示礦泉水中含有 200-400 $\mu\text{g/L}$ 之鋇」，請說明相關資料來源及出處。	礦泉水含有之鋇濃度出處已補充在 3.2.5 節，第一次採樣結果的相關陳述。
18. P.39 第 8 行請增列日本飲用水水質目標值為何？	謝謝委員意見，已補充。
19. P.51 第 2.7.4 項，採樣講習會請述明說明會之內容規劃、目的及執行成效。	謝謝委員意見，已補充於 3.3.4 節。
20. P.76 表 3.4-1，學校自來水水質 pH 值有部分數值超過 8.5(飲用水水質標準，pH 值為 6.0-8.5)，甚至超過 9，請述明可能發生原因及如何避免；另有關第一次採樣分析結果之	本計畫學校採樣部分包含 5 所中小學及 5 所幼兒園，中小學的飲用水採樣點皆由飲水機供應，幼兒園則是由大部分由水龍頭供應(其中一所同時採飲

<p>飲水機餘氯並非皆為 ND，請說明原因並留意內文一致性。</p>	<p>水機及廚房水龍頭，部分經濾水器過濾)。 其中，飲水機供應之水會將自來水先煮沸再冷卻，較高 pH 值應為煮沸過程中將水中碳酸以 CO₂ 形式排除所致。此外，餘氯也因煮沸逸散而為 ND。 所有餘氯非 ND 的採樣點皆在幼兒園廚房水龍頭。</p>
<p>21. 建議於報告中綜合整理從觀察清單項目到是否納入候選清單中，專家諮詢會議委員所提建議及篩選結果。</p>	<p>謝謝委員意見，已補充。</p>
<p>22. 建請多將相關文獻收集成果、計畫執行成果及分析數據結果等重要資訊寫入報告中。</p>	<p>謝謝委員意見，已補充。</p>
<p>23. 報告書內容：</p> <p>(1) 請留意內文未提及相關圖表之問題(如 P.13 圖 2.1-1、P.31 表 2.4-2...等)</p> <p>(2) 請留意多處表標題編號有誤之問題(如 P.32 表 2.4-2、P.35 表 2.3-2、P.44 表 2.7-2、P.49 表 2.3-5、P.55 表 2.7-8...等)</p> <p>(3) P.9 第 5 行，「...再飲用水管理方面...」，應為”在”。</p> <p>(4) P.16 第 2.3 項第 4 行，「...國內普遍使用或曾使用及對健康危害性...」，請註明對何具有健康危害性。另請調整排版。</p> <p>(5) P.18 表 2.3-1，表格呈現請盡量列於同一頁，以利審視。如欲分兩頁(以上)請加入表格開頭。(同 P.22 表 2.3-3、P.25 表 2.3-6、P.26 表 2.3-8、P.41 表 2.7-1)</p> <p>(6) P.20 第 9 行，二氧化鈦 (TiO₂)，請下標。</p> <p>(7) P.23 第 2.3.7 項第 12 行，應為”新”竹第一淨水場。</p> <p>(8) P.38 第 2.6 項第 10 行，「...將鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯自觀察清單中...」，建議修改為鄰苯</p>	<p>格式與排版部分均已修正。</p> <p>(4) 感謝委員指正，章節 3.2，「...國內普遍使用或曾使用及對健康危害性...」修正為「國內普遍使用或曾使用及對人體可能潛在健康危害性」。</p>

<p>二甲酸二(2-乙基己基)酯(以下簡稱 DEHP)。</p> <p>(9) P.38 及 P.39 之鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯，請統一寫法。</p> <p>(10) P.39 第 7 行最大檢出濃度”為”0.0124 mg/L。</p> <p>(11) P.58 2.8.2 銅，排版有誤，請修正。(同 P.60 2.8.3 鋅)</p> <p>(12) P.62 及 P.102 為空白頁，請刪除。</p> <p>(13) P.66 第 3.3.1 項第 3 行，「2000 年 5 月至 2001 年一月間...」，有關年份及月份請統一數字寫法。</p> <p>(14) 同前項第 11 行，二氧化鉛(PbO₂)，請下標。</p> <p>(15) P.72 圖 3.4-1，學校之點位顯示顏色太淡，建議加深或調整其他標示。</p> <p>(16) P.82 第 15 行，硝酸鹽(NO₃-N)，請下標。</p>	
--	--

附錄 6.5 期末報告審查會議會議紀錄

- 一、 時間：108 年 12 月 18 日（星期三）下午 2 時 40 分
- 二、 地點：本署（台北市中華路一段 83 號）4 樓第 3 會議室
- 三、 主席：蔡處長玲儀 記錄：曾毓翎
- 四、 出(列)席單位及人員：如會議簽名單
- 五、 主席致詞：（略）
- 六、 審查單位報告：（略）
- 七、 綜合討論（依發言順序）：
 - （一）凌委員永健
 1. 完成預期工作項目，“汙”字宜統一用“污”字。
 2. 宜討論利用大腸桿菌群的細菌菌群用 MALDI-TOF-MS 進行 rRNA 的基因序列分析用以分類大腸桿菌群。
 3. 新竹地區環保團體關心座落於新竹科學園區外的高科技產業鏈工廠的排放廢(污)水，而非科學園區的廢(污)水排放。
 4. 宜提供鋰及鈳的一般物化及健康風險性質，以及可能來源。
 5. PFOA、PFOS 檢測建議用同樣方法加入 PFNA、PFHxS，微囊藻毒的檢測宜可能同 UCMR4 的 LR 以外的其他種微囊藻毒的急毒性若有需要亦可建議環檢所擴展現有方法的適用範圍。
 - （二）黃委員志彬
 1. 水安全計畫試行部分有下列幾項建議：
 - (1) 表 4.1-2 日本風險層級評估量表內容有關衝擊層級項目中分為低及高之控制標準，此部分對應發生頻率之數值，建議在文中加以說明。
 - (2) 表 4.4-1 有關本計畫對風險等級進行區別，然而在可能類別所對應之定義，有存在不一致的現象，如可能類別為「幾乎不會發生」，所對應的定義為「每隔五年以上」，另外「不太可能發生」項目所對應的是「每年一次」，是否不對等，建議修正之。
 - (3) 建議確認計畫所提出之水安全計畫流程中，第三步驟之名稱，在北水處及自來水公司之水安全計畫流程均有不相同的表述，其中存在差異，若本質是一致的，建議採用同一名稱以利遵循。

(三) 歐陽委員嶠暉

1. 108 年採樣分析結果，坪林及彰化第三的分析值，高於指引值，可納入蒐集清單並進一步瞭解。
2. 目前分析項目，偏於生物性及化學性，未來是否考量放射性物質。
3. 對於鉛管的更換做了追蹤，但對於淨水器材或藥品是否要建立認證制度以防銅、鉛再被利用。
4. 台北自來水事業處的 WSP，簡略第 4.5 兩個重要的程序，回饋應為引至第二階段。
5. 對於自來水各淨水場及供水系統，應建立年度評鑑制度及完整的評鑑指標及評鑑表件。

(四) 張委員尊國

1. 計畫已完成合約中之工作項目，且品質內容皆優良。
2. 本計畫除監測結果可提供國內對自來水中新興污染物有一個全面性篩測，以及目前現況，參考價值極大。
3. 對個別化水廠水質之比較可得新竹第二、高雄坪頂、彰化第三，與台北直潭比較，雖然皆符合標準，但許多項目間之差異，依然反映地區產業之特徵，值得警惕。

(五) 台灣自來水公司 何承嶧 副處長

1. 有關報告第 33 頁中，熱帶地區，因環境可能存在大腸桿菌群，因此建議比照日本標準，利用大腸桿菌代替大腸桿菌群，當作糞便性污染指標微生物；惟目前本公司相關檢測數據甚少，建請貴署通案評估。另若欲修正大腸桿菌群飲用水標準擬請一併考慮水源水質標準之修訂。
2. 異營菌(總菌)部分，考量容易受到周遭環境污染，建議由自來水單位視淨水場出水狀況及配水管網需求自主檢驗，當作淨水操作參考即可，不列入飲用水水質標準。
3. 為執法之便利性，建議相關數據之表示法及檢測方法，參照現行環檢署公告方法。(例：大腸桿菌群<1CFU/100mL，非報告中表示法：不可檢出)
4. 自來水鉛污染大多來自水龍頭，建議依『自來水法「自來水用戶用水設備標準」第 19 條用戶管線與其管件及衛生設備，其有國際標準或國家標準，

應從其規定』，惟其規定並未明確須為無鉛材質，故宜由主管機關規範自來水用戶管線與其管件應為無鉛管材(P190-191)。

5. 報告 P65 有關降低 1,2 二溴乙烷檢測極限，本公司實已降低為 0.00002 mg/L 遠低於 100~106 前之檢測極限，且 107、108 年檢測數據均為 ND，建議免予持續監測。
6. P189 觀察清單物質後續監測項目，部分項目(11 項)本公司有持續檢測，但受限於人力，項目及頻率無法配合每季檢測，只能提供本公司現有資料。
7. 建議環保署針對水安全計畫，制定相關法規或規定確保水質安全，執行細節可由自來水事業自行達成法規限值要求。

(六) 臺北自來水事業處 薛志宏 科長

1. 本研究內容極為豐富，值得自來水事業於水質管理參考，感謝研究團隊的努力。
2. p.65 及 p.67 1,2-二溴乙烷及 N-亞硝二甲胺檢測結果，若偵測極限高於國際上最低標準值時，大於最嚴格標準值樣品數及比例計算，應為”未知”，建議修正
3. p.110 及 p.116 亞硝胺類化合物(NDMA、NDEA、NPYR)有檢出者，建議能略述其處理程序背景資料，如使消毒劑、原水種類(地面水或水庫水、是否水源區有污水處理廠尾水放流等)及氨氮濃度等，以為可能產生原因參考。

(七) 本署環管處

1. P.XI，主要工作項目預定進度及執行期間，現已為期末報告，請填寫實際執行日期，已符合合約工作進度。
2. P.44 表 3.1-4 108 年蒐集清單物質(76 項)，無機化合物，重金屬部分數量為 4，請更正。
3. P.109 第 3.3.4 採樣講習會，請針對貴單位於採樣講習會，主要工作項目進行彙整及說明(包含抽驗工作內容、縣市環保機關配合事項、採樣表格填寫方式及現場量測設備校正方式等)，並於報告中呈現成果。
4. P.109 請統一為採樣講習會。
5. P.171 第 6.4 項投稿 2019 韓國水資源會議摘要，請增列說明本會議內容、時間、地點及相關議程。

6. P.187 第七章結論與建議，請將本年度新增 6 項飲用水水質未列管污染物評估項目，並更新上述毒理資料，其採樣分析成果一併納入結論並說明。
7. 請將「109 年飲用水未列管污染物檢測項目研商會議」決議事項列入期末報告內容。
8. 報告書內容：P.145 第 5.2.1 項，二氧化鉛(PbO₂)，請下標。

八、 結論

本計畫期末報告經審查修正後通過，請依審查委員及本署意見及建議修正，依契約規定於會議紀錄發文後 10 日內提送期末報告修正稿 2 份，以辦理後續結案事宜。

九、 散會：下午 4 時 00 分

附錄 6.6 期末報告審查會議意見回覆

審查建議	回覆
(一) 凌永健 委員	
1. 完成預期工作項目，“汙”字宜統一用“污”字。	謝謝委員意見，已依委員建議修正。
2. 宜討論利用大腸桿菌群的細菌菌群用 MALDI-TOF-MS 進行 rRNA 的基因序列分析用以分類大腸桿菌群。	謝謝委員意見，已經委員意見納入報告 2.6 節。
3. 新竹地區環保團體關心座落於新竹科學園區外的高科技產業鏈工廠的排放廢(污)水，而非科學園區的廢(污)水排放。	感謝委員指導，相關說明補充於 3.2.3 採樣淨水場之篩選的內容中。
4. 宜提供鋰及鈆的一般物化及健康風險性質，以及可能來源。	謝謝委員意見，鋰及鈆的一般物化及健康風險性質，以及可能來源等相關資料呈現於附錄三毒理資料庫。
5. PFOA、PFOS 檢測建議用同樣方法加入 PFNA、PFHxS，微囊藻毒的檢測宜可能同 UCMR4 的 LR 以外的其他種微囊藻毒的急毒性若有需要亦可建議環檢所擴展現有方法的適用範圍。	謝謝委員意見，將提供予署裡參考。
(二) 黃志彬 委員	
1. 水安全計畫試行部分有下列幾項建議： (1) 表 4.1-2 日本風險層級評估量表內容有關衝擊層級項目中分為低及高之控制標準，此部分對應發生頻率之數值，建議在文中加以說明。 (2) 表 4.4-1 有關本計畫對風險等級進行區別，然而在可能類別所對應之定義，有存在不一致的現象，如可能類別為「幾乎不會發生」，所對應的定義為「每隔五年以上」，另外「不太可能發生」項目所對應的是「每年一次」，是否不對等，建議修正之。 (3) 建議確認計畫所提出之水安全計畫流程中，第三步驟之名	(1)表 4.1-2 關於日本風險層級評估量表之說明，已補充於章節 4.1.1 文中。 (2)表 4.4-1 為 WHO 水安全計畫手冊的發生頻率進行分數分級及定義說明，依照委員建議，在用詞上加以修改，將幾乎不會發生修改為不太發生(每年一次)，不太可能發生修改為鮮少發生(五年以上)，使更容易了解。 (3)本計畫所提出之水安全計畫流程，為依照 WHO 水安全計畫手冊之架構，北水處之水安全計畫執行流程，原則上仍遵循一樣的流程架構，但在表述上將 WHO 流程之步驟三及四合併，即危害鑑定與評估現有系統一起進行，找出現有系統造成危害之原因。自來水公司亦依照 WHO 之架構，本質皆為相同，但如委員所指

<p>稱，在北水處及自來水公司之水安全計畫流程均有不相同的表述，其中存在差異，若本質是一致的，建議採用同一名稱以利遵循。</p>	<p>示，為表示一致性，依照敘述流暢，將水安全計畫流程第三步驟文字調整為：確認污染源如何進入供水系統，進行危害鑑定及風險分析，以利閱讀。</p>
<p>(三) 歐陽嶠暉 委員</p>	
<p>1. 108 前採樣分析結果，坪林及彰化第三的分析值，高於指引值，可納入蒐集清單並進一步瞭解。</p>	<p>謝謝委員肯定。</p>
<p>2. 目前分析項目，偏於生物性及化學性，未來是否考量放射性物質。</p>	<p>謝謝委員意見，我國政府之管理分工，放射性物質係由原能會依權責訂定相關法規管理，非屬環保署飲用水水質標準列管範疇。</p>
<p>3. 對於鉛管的更換做了追蹤，但對於淨水器材或藥品是否要建立認證制度以防銅、鉛再被利用。</p>	<p>謝謝委員意見，如 5.3.1 節所示，自來水中的鉛主要來自鉛管及其他含鉛管材，因此，無鉛管材(鉛含量 <0.25%)在自來水系統中的全面使用為排除鉛來源的根本之道。此需各主管機關如中央標準局、營建署的配合推動。</p>
<p>4. 臺北自來水事業處的 WSP，簡略第 4.5 兩個重要的程序，回饋應為引至第二階段。</p>	<p>感謝委員指導，因台北自來水事業處的 WSP 流程，在執行上略有調整，即第四步驟，評估現有系統提升至第二步，在描述供水系統時即進行全面供水系統檢點，危害鑑定時找出原因進行排序，依照排序處理危害事件，因此定期事件檢討時回饋至第三步驟(危害鑑定)以執行排序較後的危害事件。</p>
<p>5. 對於自來水各淨水場及供水系統，應建立年度評鑑制度及完整的評鑑指標及評鑑表件。</p>	<p>謝謝委員意見，將提供予署裡參考。</p>
<p>(四) 張尊國 委員</p>	
<p>1. 計畫已完成合約中之工作項目，且品質內容皆優良。</p>	<p>謝謝委員肯定。</p>
<p>2. 本計畫除監測結果可提供國內對自來水中新興污染物有一個全面性篩測，以及目前現況，參考價值極大。</p>	<p>謝謝委員肯定。</p>
<p>3. 對個別化水廠水質之比較可得新竹第二、高雄坪頂、彰化第三，與台北直潭比較，雖然皆符合標準，</p>	<p>謝謝委員意見，將提供予署裡參考。</p>

但許多項目間之差異，依然反映地區產業之特徵，值得警惕。	
(五) 台灣自來水股份有限公司	
1. 有關報告第 33 頁中，熱帶地區，因環境可能存在大腸桿菌群，因此建議比照日本標準，利用大腸桿菌代替大腸桿菌群，當作糞便性污染指標微生物；惟目前本公司相關檢測數據甚少，建請貴署通案評估。另若欲修正大腸桿菌群飲用水標準擬請一併考慮水源水質標準之修訂。	謝謝委員意見，將提供予署裡參考。
2. 異營菌(總菌)部分，考量容易受到周遭環境污染，建議由自來水單位視淨水場出水狀況及配水管網需求自主檢驗，當作淨水操作參考即可，不列入飲用水水質標準。	謝謝委員意見，將提供予署裡參考。
3. 為執法之便利性，建議相關數據之表示法及檢測方法，參照現行環檢署公告方法。(例：大腸桿菌群 <1CFU/100mL，非報告中表示法：不可檢出)	謝謝委員意見，報告中以「不可檢出」表示的部份主要為部分國家法規為 non detectable，忠於各國法規原文精神故譯為「不可檢出」，未來制定我國標準時將參採現行環檢署公告方法之表示方式。
4. 報告 P65 有關降低 1,2 二溴乙烷檢測極限，本公司實已降低為 0.00002 mg/L 遠低於 100~106 前之檢測極限，且 107、108 年檢測數據均為 ND，建議免予持續監測。	謝謝委員意見，將提供予署裡參考。
5. P189 觀察清單物質後續監測項目，部分項目(11 項)本公司有持續檢測，但受限於人力，項目及頻率無法配合每季檢測，只能提供本公司現有資料。	謝謝委員意見，將提供予署裡參考。
6. 建議環保署針對水安全計畫，制定相關法規或規定確保水質安全，執行細節可由自來水事業自行達成法規限值要求。	謝謝委員意見，將提供予署裡參考。
(六) 臺北自來水事業處	
1. 本研究內容極為豐富，值得自來水事業於水質管理參考，感謝研究團隊的努力。	謝謝委員肯定。
2. p.65 及 p.67 1,2-二溴乙烷及 N-亞硝	謝謝委員意見，已依委員建議修正。

二甲胺檢測結果，若偵測極限高於國際上最低標準值時，大於最嚴格標準值樣品數及比例計算，應為”未知”，建議修正。	
3. p.110 及 p.116 亞硝胺類化合物 (NDMA、NDEA、NPYR)有檢出者，建議能略述其處理程序背景資料，如使消毒劑、原水種類(地面水或水庫水、是否水源區有污水處理廠尾水放流等)及氨氮濃度等，以為可能產生原因參考。	謝謝委員意見。
(七) 環保署環管處	
1. P.XI，主要工作項目預定進度及執行期間，現已為期末報告，請填寫實際執行日期，已符合合約工作進度。	謝謝委員意見，已依委員建議修正。
2. P.44 表 3.1-4 108 年蒐集清單物質 (76 項)，無機化合物，重金屬部分數量為 4，請更正。	謝謝委員意見，已依委員建議修正。
3. P.109 第 3.3.4 採樣講習會，請針對貴單位於採樣講習會，主要工作項目進行彙整及說明(包含抽驗工作內容、縣市環保機關配合事項、採樣表格填寫方式及現場量測設備校正方式等)，並於報告中呈現成果。	謝謝委員意見，已依委員建議呈現於報告 3.3.4 節。
4. P.109 請統一為採樣講習會。	謝謝委員意見，已依委員建議修正。
5. P.171 第 6.4 項投稿 2019 韓國水資源會議摘要，請增列說明本會議內容、時間、地點及相關議程。	謝謝委員意見，已依委員建議增列說明，然因會議時間為明年五月，大會尚未公告議程。
6. P.187 第七章結論與建議，請將本年度新增 6 項飲用水水質未列管污染物評估項目，並更新上述毒理資料，其採樣分析成果一併納入結論並說明。	謝謝委員意見，已依委員建議修正。
7. 請將「109 年飲用水未列管污染物檢測項目研商會議」決議事項列入期末報告內容。	謝謝委員意見，已依委員建議納入，列於 6.8 節。
8. 報告書內容：P.145 第 5.2.1 項，二氧化鉛(PbO ₂)，請下標。	謝謝委員意見，已依委員建議修正。