

# 飲用水水源及水質標準項目 之調查及評估

計畫主持人：黃良銘 特聘教授

共同主持人：林財富 特聘教授

王根樹 教授

研究團隊：吳怡儒博士、謝淑婷博士

邱翌竹、蔡沁芳

國立成功大學環境工程系/國際水質研究中心

台灣大學環境衛生研究所

2017.06.26

# 前言

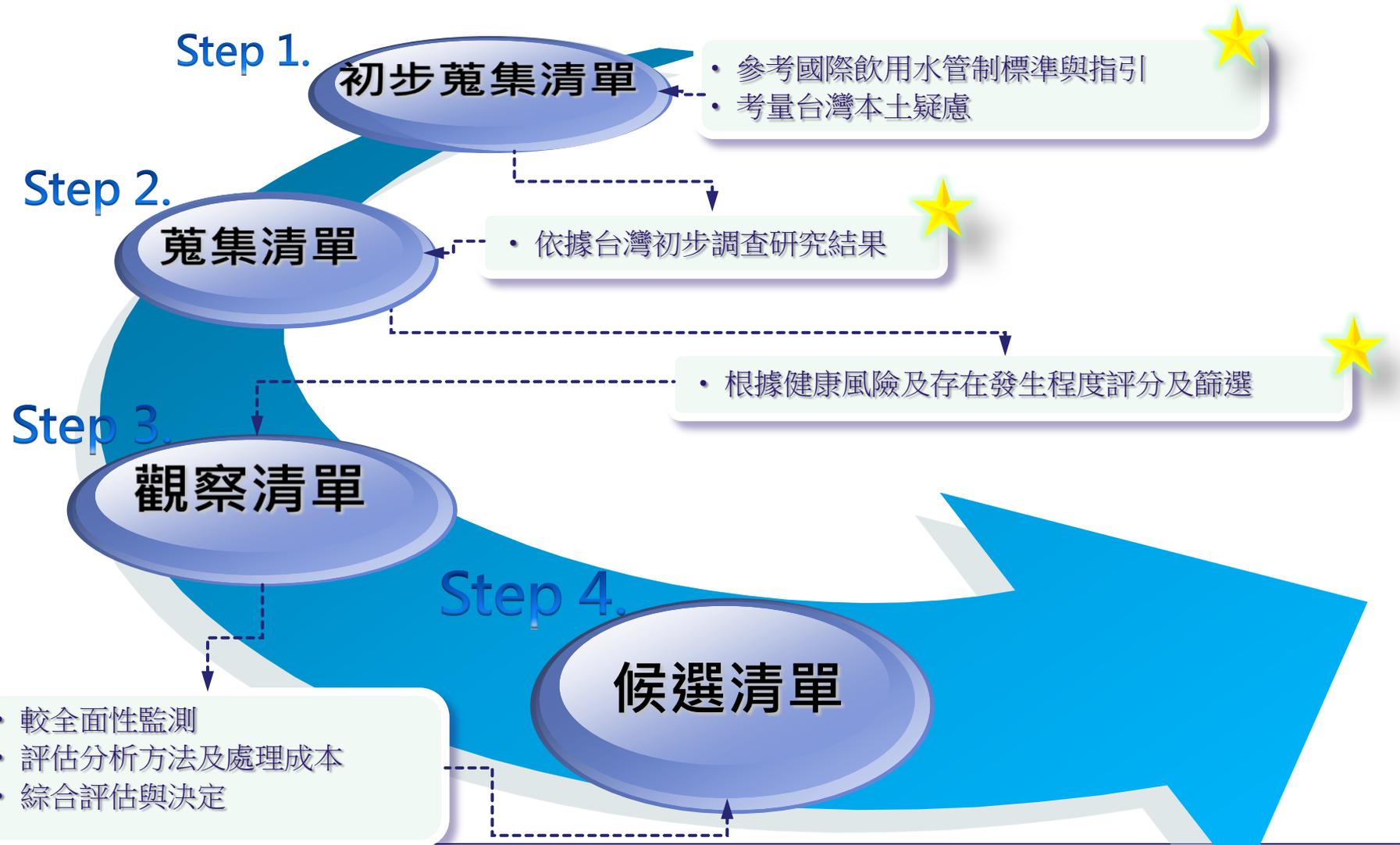
- ❖ 為確保國民飲用水安全，環保署針對飲用水及飲用水水源訂有相關水質管制標準
- ❖ 應該管制哪些物質？
- ❖ 如何制定合理的管制值？
- ❖ 有意義的管制
- ❖ 政策的決定需要科學研究成果作為支持

# 前言

## ❖ 飲用水品質管制流程



# 篩選作業流程



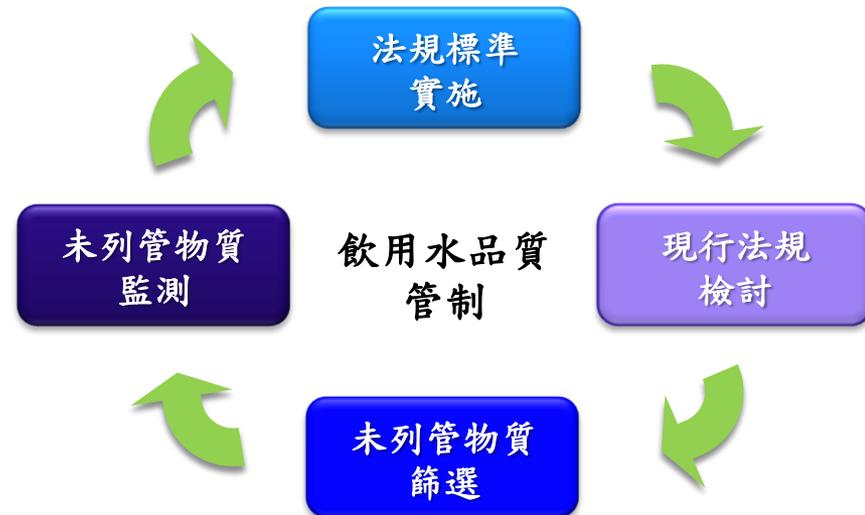
# 計畫目標

## ❖ 未列管物質篩選與監測

- 初步蒐集清單
  - 103年針對農藥，104年針對有機物
  - 105年以無機物質及生物性參數為主
- 蒐集清單進入觀察清單物質篩選

## ❖ 現行法規檢討

- 飲用水水質標準有關農藥、揮發性有機物質**以外之影響健康物質**
- 濁度
- 總酚





# 未列管物質篩選與監測

# 未列管物質篩選

## ❖ 考量因素：

- 由初步蒐集清單中篩選105年之8項優先評估污染物。
- 國內外（含WHO）關切之污染物清單
- 國外相關標準值已有規範或建議值
- 有公告之標準分析檢測方法
- 103年為農藥，104年為有機物，105年考量以無機物質及生物性參數為主

# 未列管物質篩選

## ❖ 鉍

- 致癌物分類為group1（為人體的致癌物）
- 美國、澳洲、中國訂有管制值或建議值

## ❖ 硼

- WHO、歐盟、澳洲、紐西蘭、加拿大、日本、韓國、中國等有管制值或建議值

## ❖ 鈷

- 致癌物分類為A3（即為動物之致癌物但在人體中則證據不充分）
- 美國CCL3觀察

## ❖ 嘉磷塞

- 國內用量大之農藥
- 美國、加拿大、澳洲、中國等有管制值或建議值
- 國內環境水體及飲用水中嘉磷塞的調查資料闕如

# 未列管物質篩選

## ❖ 全氟辛烷酸

- 美國CCL3觀察、日本列為需進一步研究列管之必要性之污染物
- 過去研究檢測淨水場原水曾檢測出存在，但缺乏淨水場之清水調查資料

## ❖ 全氟辛烷磺酸

- 美國CCL3觀察、日本列為需進一步研究列管之必要性之污染物
- 過去研究檢測淨水場原水曾檢測出存在，但缺乏淨水場之清水調查資料

## ❖ 糞便性大腸菌群

- 用以表示水是否遭糞便污染的指標之一
- WHO、澳洲、韓國、中國等有管制值或建議值
- 美國以fecal coliform、*E. coli*、及total coliforms三者綜合檢測結果評估

## ❖ 大腸桿菌

- WHO、歐盟、澳洲、紐西蘭、加拿大、日本、韓國、中國等有管制值或建議值
- 美國以fecal coliform、*E. coli*、及total coliforms三者綜合檢測結果評估

# 優先評估物質12年內 淨水場及環境流布調查

1. 行政院環境保護署92-104年度飲用水水質標準中較難檢驗項目抽驗計
2. 行政院環境保護署102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100-101年度水中超微量有機物檢測技術建立研究

## 只有兩個計劃曾調查8項優先評估物質中的物質

5. 行政院環境保護署99-103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
6. 行政院環境保護署103年度103-104年度毒性化學物質環境流布背景調查計畫
7. 行政院環境保護署96-98年度飲用水水源及水質標準中列管污染物篩選與監測計畫
8. 行政院環境保護署94-96年度飲用水水源及水質中產毒藻種及藻類毒素之研究

# 優先評估物質12年內 淨水場及環境流布調查

項目	單位	原水			清水			環境水體				資料來源
		樣品數	未檢出	檢出值	樣品數	未檢出	檢出值	樣品數	未檢出	檢出值	類別	
鈹 Beryllium(Be)		-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
硼 Boron(B)		-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
鈷 Cobalt(Co)		-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
嘉磷塞 Glyphosate		-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
全氟辛烷酸 Perfluorooctanoic acid (PFOA)	ng/L	12	0	0.69- 8.92	-	-	-	5	0	2.38- 49.2	地下水體	1
全氟辛烷磺酸 Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS)	ng/L	12	2	1.16- 11.8	-	-	-	5	4	13- 23.8	地下水體	1
糞便性大腸桿菌群 Fecal / thermotolerant coliform	CFU/ 100mL	-	-	-	-	-	-	-	-	-		2
大腸桿菌 <i>E. coli</i>	CFU/ 100mL	20	2	5-3500	20	20	-	-	-	-		2

資料來源: 1. 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第 2 年, 2011 年。

2. 飲用水水源及水質標準中列管污染物篩選與監測計畫第 1 年, 2007 年。

# 淨水場採樣及水質檢測

- ❖ 計畫執行期間針對北、中、南地區選擇6個代表性淨水場進行監測。
- ❖ 篩選原則為：
  - 1.供水量供水人口較大者
  - 2.水源可能受到污染者
- ❖ 於3月(代表枯水期)、6月、9月進行淨水場之採樣與水質分析。

# 本計畫監測之淨水場

淨水場	日出水量(CMD)	淨水程序	水源	附註
基隆新山	158,000	傳統處理	基隆河-新山水庫	純為民生用
臺北直潭	1,600,000	傳統處理	新店溪(含南、北勢溪)	
新竹第一	90,000	傳統處理	頭前溪	於科學園區附近
台中豐原	480,000	傳統處理	大甲溪	供應中部地區主要淨水場
台南南化	560,000	傳統處理	曾文溪	
高雄坪頂	420,000	傳統處理	高屏溪	水源濁度較高

# 採樣分析結果

	大腸桿菌	糞便性 大腸菌群	嘉磷塞	鉍	硼	鈷	PFOA	PFOS
原水								
檢出次數	18	18	0	7	18	18	10	0
檢出率(%)	100	100	0	38.89	100	100	55.56	0
濃度範圍	1~1.2×10 <sup>4</sup>	4~4.4×10 <sup>4</sup>	ND	0~0.92	3.36~43.36	0.01~16.93	0~29.2	ND
中位數	165	700	ND	0	17.88	0.18	3.19	ND
清水								
檢出次數	0	0	0	0	18	18	8	0
檢出率(%)	0	0	0	0	100	100	44.44	0
濃度範圍	ND	ND	ND	ND	3.57~44.45	0.01~0.10	0~30.9	ND
中位數	ND	ND	ND	ND	16.99	0.03	0	ND

# 採樣結果討論

## 大腸桿菌及糞便性大腸菌群

- ❖ 整體而言，6處採樣淨水場中，原水皆可檢出大腸桿菌及糞便性大腸菌群之存在（檢出率為100%），清水均未檢出。
- ❖ 目前飲用水水質標準之細菌性標準為大腸桿菌群（Coliform Group）與總菌落數（Total Bacterial Count），總菌落數難以代表水體是否被污染，也和水體的安全性及水質無關
- ❖ 雖然許多國家以大腸桿菌群作為指標微生物，用以判斷水體是否遭受污染，但當初以大腸桿菌群作為水質指標，為溫帶地區國家根據當地調查資料所決定，對於熱帶及亞熱帶之國家是否適用大腸桿菌群作為水質標準，許多專家學者們認為應進一步詳細評估，因此可考慮加入其他參考微生物（如大腸桿菌與糞便大腸菌群）。
- ❖ 此外因以不同檢測方法測得之微生物數目常有極大差異，故在訂立飲用水中之生物性指標時，宜評估適宜之大腸桿菌與糞便大腸菌群檢測方法。

# 採樣結果討論

## 嘉磷塞、鈹、鈷、硼

- ❖ 嘉磷塞：各淨水場水樣原水及清水採樣分析皆為ND，故在農藥殘留對人體健康之衝擊可優先考慮飲用水以外之其他暴露途徑。
- ❖ 鈹：6處淨水場原水中可檢出微量的鈹(ND-0.92 ug/L，檢出率38.89%)，經傳統淨水程序處理後，清水中未檢出鈹
- ❖ 鈷：6處淨水場原水中可檢出微量的鈷(0.01-16.93 ug/L，檢出率100%)，經傳統淨水程序處理後，鈷濃度亦顯示較原水為低（清水鈷濃度為0.01-0.10 ug/L）
  - 目前未有國家或國際組織針對鈷進行管制或制定指引值
- ❖ 硼：
  - 各淨水場之原水(3.36-43.36 ug/L) 與清水(3.57-44.45 ug/L) 中皆可檢出硼
  - 濃度差異主要原因可能為水源地質與土壤特性之因素
  - 若飲用水水源受到污水處理廠排放或海水之污染，則飲用水中硼之濃度則會增加
  - WHO、歐盟、澳洲、日本等其他國家或組織亦訂立飲用水中硼之限值或建議值(0.7-5 mg/L)，本年度清水檢出濃度遠低於各國管制值或指引值，
  - 考量硼對人體健康未顯示有致癌性證據，且故暫不列入觀察清單。

# 採樣結果討論

## 全氟碳化合物 (PFOA, PFOS)

- ❖ 6處淨水場水樣原水與清水之PFOS皆為ND
- ❖ PFOA原水濃度分布為ND-29.20 ng/L（檢出率55.56%），清水PFOA濃度分布為ND-30.90 ng/L（檢出率44.44%）
- ❖ 新山、新竹第一、豐原與南化淨水場之PFOA檢出率較高；有檢出PFOA水樣中，新山與新竹第一淨水場濃度則較高，因全氟碳化合物在各種民生消費產品（如各種披薩盒及防油紙袋）及生產高效能氟聚合物（如鐵氟龍）製程皆可能含有PFOA，推測可能影響新山與新竹第一淨水場檢出較高之PFOA濃度。
- ❖ 因全氟碳化合物在環境中具有高持久性，能在環境中聚集，人體和動物組織中累積，對人體健康和環境產潛在之危害，為近年來全球關注之污染物
- ❖ 本年度之淨水場採樣與分析結果中顯示臺灣部分淨水場中有微量PFOA之存在，雖濃度為ng/L，由保護公眾健康之角度仍應持續關注其是否在飲用水中出現。
- ❖ 美國環保署於2016年5月時，亦提出飲用水中的PFOA與PFOS之終身暴露健康建議值（health advisory levels）為70 ng/L（兩者濃度合併計算）。
- ❖ 建議將PFOA納入觀察清單，持續進行環境流布與飲用水資料相關搜集。



# 現行飲用水水質標準檢討

# 飲用水水質標準檢討

- ❖ 國內現行飲用水水質標準中有關農藥、揮發性有機物質以外之影響健康物質 (共16項)
    - 9種重金屬：砷、鉛、硒、鉻(總鉻)、鎘、鋇、銻、鎳、汞
    - 2種鹽類：氰鹽、亞硝酸鹽
    - 4種消毒副產物：總三鹵甲烷、鹵乙酸類、溴酸鹽、亞氯酸鹽
    - 戴奧辛
  - ❖ 濁度
  - ❖ 酚類
-

# 國際上之管理方式

單位: mg/L	CAS No.	台灣	WHO <sup>b</sup>	美國	歐盟	澳洲 <sup>h</sup>	紐西蘭	加拿大 <sup>h</sup>	日本	韓國	中國	新加坡
砷 (Arsenic)	7440-38-2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
鉛 (Lead)	7439-92-1	0.01	0.01	TT <sup>d</sup> (0.015)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
硒 (Selenium)	7782-49-2	0.01	0.04	0.05	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01
鉻(總鉻) (Total Chromium)	7440-47-3	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05 <sup>e</sup>	0.05	0.05	0.05 <sup>e</sup>	0.05	0.05 <sup>e</sup>	0.05
鎘 (Cadmium)	7440-43-9	0.005	0.003	0.005	0.005	0.002	0.004	0.005	0.003	0.005	0.005	0.003
鋇 (Barium)	7440-39-3	2	0.7	2	NA	2	0.7	1	NA	NA	0.7 <sup>h</sup>	0.7
銻 (Antimony)	7440-36-0	0.01	0.02	0.006	0.005	0.003	0.02	0.006	0.02 <sup>h</sup>	0.02 <sup>h</sup>	0.005 <sup>h</sup>	0.02
鎳 (Nickel)	7440-02-0	0.1	0.07	NA <sup>b</sup>	0.02	0.02	0.08	NA	0.02 <sup>h</sup>	NA	0.02 <sup>h</sup>	0.07
汞(Mercury)	7439-97-6	0.002	0.006 <sup>a</sup>	0.002 <sup>a</sup>	0.001	0.001	0.007 <sup>a</sup>	0.001	0.0005	0.001	0.01	0.006 <sup>a</sup>
氰鹽(以 CN-計) (Cyanide)	57-12-5	0.05	NE <sup>b</sup>	0.2 <sup>e</sup>	0.05	0.08	0.6	0.2	0.01 <sup>i</sup>	0.001	0.05	0.07
亞硝酸鹽氮(以氮計) (Nitrite-Nitrogen)	14797-65-0	0.1	0.9	1	0.15 <sup>f</sup>	0.91 <sup>f</sup>	0.91 <sup>f</sup>	1	0.04	NA	NA	0.91 <sup>f</sup>
溴酸鹽 (Bromate)	15541-45-4	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01 <sup>h</sup>	0.01 <sup>c</sup>	0.01
亞氯酸鹽 (Chlorite)	14998-27-7	1 <sup>c</sup>	0.7	1	NA	NA	0.8	1	0.6 <sup>h</sup>	NA	0.7 <sup>c</sup>	0.7

<sup>a</sup> 無機汞

<sup>b</sup> 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；

<sup>c</sup> 溴酸鹽僅限使用臭氧時；亞氯酸鹽僅限添加氣態二氧化氯消毒之供水系統

<sup>d</sup> 美國要求自來水事業單位需控制水的腐蝕性，當超過 10%的飲用水樣品超過行動標準(Action Level=0.015 mg/L)，自來水事業單位變需採取進一步措施。

<sup>e</sup> as free cyanide

<sup>f</sup> 原管制標準單位為 mg/L Nitrite，為利於比較，表中已換算為 mg/L Nitrite-Nitrogen。

<sup>g</sup> 管制 Cr(VI)，澳洲進一步規定若是總鉻的濃度超過此值則應進一步分析 Cr(VI)。

<sup>h</sup> 非強制性標準。

<sup>i</sup> 包含氰鹽(Cyanide)及氯化氰(cyanogen chloride)

# 國際上之管理方式

單位: mg/L	CAS No.	台灣	WHO	美國	歐盟	澳洲	紐西蘭	加拿大	日本	韓國	中國	新加坡																
三氯甲烷 (Chloroform)	67-66-3	0.08 <sup>a</sup>	0.3	0.08 <sup>a</sup>	0.1 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a, f</sup>	0.4	0.1 <sup>a</sup>	0.06	0.08	0.06	0.3																
一溴二氯甲烷 (Bromodichloromethane)	75-27-4		0.06										0.15	0.1	0.03	0.1	0.03	0.1	0.06 <sup>h</sup>	0.06								
二溴一氯甲烷 (Dibromochloromethane)	124-48-1		0.1																		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1 <sup>h</sup>	0.1		
三溴甲烷 (Bromoform)	75-25-2		0.1																								0.1 <sup>h</sup>	0.1
一氯乙酸 (Monochloroacetic acid, MCAA)	79-11-8	0.06 <sup>b</sup>	0.02	0.06 <sup>b</sup>	NA	0.15	0.02	0.02	0.02	0.06 <sup>h</sup>	NA	NA																
二氯乙酸 (Dichloroacetic acid, DCAA)	79-43-6		0.05										0.1	0.05	0.04	NA	0.05 <sup>h</sup>											
三氯乙酸 (Trichloroacetic acid, TCAA)	76-03-9		0.2															0.2	NA	0.2	NA	0.1	0.1					
一溴乙酸 (Monobromoacetic acid, MBAA)	79-08-3		I.D. <sup>c</sup>																					NA	NA	FS <sup>c</sup>	0.06 <sup>h</sup>	NA
二溴乙酸 (Dibromoacetic acid, DBAA)	631-64-1		I.D.																									
戴奧辛 (Dioxin) <sup>d</sup>	—	3	NA <sup>c</sup>	30 <sup>e</sup>	NA	NA	NA	NA	FS, 1 <sup>g</sup>	NA	NA	NA																

<sup>a</sup> 管制總三鹵甲烷(Total Trihalomethanes)，包含三氯甲烷、一溴二氯甲烷、二溴一氯甲烷、和三溴甲烷

<sup>b</sup> 管制鹵乙酸類(Haloacetic acids)，以檢測一氯乙酸、二氯乙酸、三氯乙酸、一溴乙酸、二溴乙酸等 5 項化合物(HAA5)所得濃度之總和計算之。

<sup>c</sup> I.D.: inadequate data 無足夠資訊以建立指引值；NA:無管制值或指引值；AC:消費者可接受且無異常變化；FS:需進一步研究

<sup>d</sup> 單位為 pg-WHO-TEQ/L

<sup>e</sup> 管制 2,3,7,8-TCDD 濃度 30pg/L。

<sup>f</sup> 總合或個別均不得超過 0.25 mg/L。

<sup>g</sup> 暫訂值

<sup>h</sup> 非強制管制值

<sup>i</sup> 各種化合物的實測濃度與其各自限值的比值之合

# 飲用水水質標準檢討

## ❖ 已是13國家/國際組織中最嚴謹標準者

- 建議維持原管制值，不需檢討
- 砷、鉛、硒、鉻(總鉻)、溴酸鹽、總三鹵甲烷、鹵乙酸類、戴奧辛

## ❖ 美國管制標準及WHO和澳洲之指引值的建立均已考慮健康風險及檢測方法等因素

- 現行標準低於美國管制標準、WHO及澳洲指引值者建議維持原管制值
- 亞硝酸鹽氮、氰鹽

## ❖ 可檢討

- 鎘、鋇、銻、鎳、汞、亞氯酸鹽
  - 經健康風險評估建議修正鎳的飲用水水質標準為0.07 mg/L，修正總汞之管制標準為0.001 mg/L。
  - 其他項目暫無修正之必要
-

# 濁度相關標準檢討

## ❖ 依環保署的修正草案建議修正

- 當原水濁度超過1500 NTU時，其飲用水水質濁度得適用4 NTU之最大限值
- 原水濁度超過5000 NTU致水質濁度無法符合標準時，供水單位應立即採取應變措施，並公告通知民眾水質狀況及因應措施。
- 建議應就適用之時間點做出明確規範

## ❖ 與濁度相關飲用水水質標準

- 鋁之飲用水水質標準建議維持原管制限值
  - 溴酸鹽考量其為影響健康物質且已訂定淨水處理藥劑之濃度限值，建議刪除颱風天災不適用之規定。
-

# 酚類管制標準檢討

- ❖ 目前飲用水水質標準中針對酚類之管制：
    - 屬影響適飲性、感觀物質
    - 管制酚類(總酚Phenols)，管制值為0.001 mg/L
    - 現有環檢所公告標準方法之偵測極限高於酚類管制值，造成實務管理困難
  - ❖ 檢討分類管制方法與限值，管制總酚之考量主要為適飲性，故建議評估現行儀器偵測極限濃度之總酚是否會影響適飲性，於飲用水水質標準中指定公告分析方法，並以“不得檢出”為限值。
-



報告完畢  
謝謝聆聽