

荷蘭水質中心
出國報告

荷蘭水質中心 出國報告

壹、KWR 簡介	26
貳、歐洲水管理政策.....	26
參、KWR 研究理念、綱領	27
肆、先進水處理技術介紹-紫外線消毒與氧化.....	32
伍、荷蘭飲用水法規.....	32
陸、心得與建議：	37

壹、KWR 簡介

- 一、業主：Dutch drinking water industries。
- 二、KWR 前驅 Kiwa 設於 1948 年，二次世界大戰之後。
 - (一) 1972：Joint Research Program
 - (二) 1979：Situating in Nieuwegein
 - (三) 2006：Splitting Kiwa and Kiwa Water Research
 - (四) 2008：KWR Watercycle Research Institute
- 三、客戶來源：Industry、International、EU-government、Dutch- government、Consultancy in watercycle and so on.
- 四、水管理範圍及供應：
 - (一) 人口：16,3 百萬。
 - (二) 面積：40,844 平方公里。
 - (三) 供水量：1,250 百萬 m³/year。
 - (四) 來源：2/3 地下水及 1/3 表面水。
 - (五) 配水網長度：110.000 公里。水價：1,3 Euro/ m³。
- 五、組織：可分為以下三大群組(Group)
 - (一) Water Resources Knowledge Group：包括 Geohydrology、Ecology、Water Management、Knowledge and Program Management 等。
 - (二) Water Technology Knowledge Group：包括 Water Infrastructure、Water Treatment、Industry & Water、Waste Water 等。
 - (三) Water Quality & Health Knowledge Group：包括 Microbiology、Laboratory for Microbiology、Chemical Water、Laboratory for Material Testing & Chemical Analysis 等。

貳、歐洲水管理政策

- 一、原則
 - (一) 保護歐洲所有的水資源。

- (二) 連結所有的相關目標，並保留彈性去實踐。
- (三) 連結所有相關單位貫策執行。
- (四) 對於技術、資金和政策以長期計畫支持。

二、河川流域保護綱領內容

- (一) 第一期計畫自 2009 年至 2015 年，若未達到，每 6 年調整一次，直到 2027 年。
- (二) 在 2015 年有良好、極佳的生態、化學狀態：
 - 1. 良好的生態狀態：係指沒有或極少人類活動。
 - 2. 良好的化學狀態：係指依歐盟河川水體標準，主要 44 種污染物皆被移除，此外，建立每個流域相關污染物資訊。
- (三) 飲用水水源保護

參、KWR 研究理念、綱領

對於水管理方面，不論是水源、水處理、配水系統及廢水等都息息相關，無法切割，因此需要有一個獨立機構來進行研究，KWR 即是扮演這樣的角色。此外，KWR 也會與學校、研究單位等共同合作，並將所獲得成果提供給政府或客戶作為政策執行使用。其研究主軸主要分為以下 4 個部分：

一、Healthy Water：

充足、高品質水為健康生活的基礎，其範圍包括 4 大方向：

(一) Water quality and health research area

確保水處理過程中，水質安全及品質是其工作重點，如水源來自地下水，必須要確保水源品質，考慮路徑、淨化程序等；如水源來自表面水，則需建立監督、檢查機制等。此外，依 WHO 對於飲用水指引，水部門透過 Water Safety Plans 應針對淋浴用水及水再利用著重風險分析與管理。研究問題包括：

- 1. 廢水、表面水可能作為飲用水、淋浴用水來源，其可能污染物為何？
- 2. 污染物在環境中自淨能力？廢水處理、物化處理後分解情形？

3. 飲用水中生物穩定性？如 *Legionella* 在飲水裝置設施生長情形？如何維持配水系統內水質穩定？
4. 高品質水定義為何？健康風險與微生物風險分析關聯性？

(二) Security research area

對於意圖污染、下毒事件或恐怖主義攻擊事件等，民眾總認為水部門應提供其保護，故水部門希望能藉由行為模式分析來預測恐怖主義可能的行為，並採取預防措施。研究問題包括：

1. 如何利用高科技偵測、定位、阻絕恐怖主義行動？可能危機？可能影響？可提供緊急應變措施？
2. 民眾健康照護應為何？復原應採取對策？破壞後設施再使用安全性？

(三) Client and citizen research area

對於水使用者需確認其水質是可信的，有時亦需要瞭解其風險何在？對於民眾需瞭解何種為飲用水？何種為淋浴用水？因此，水部門需要瞭解客戶及民眾需求，才能符合期望。研究問題包括：

1. 水及耗能趨勢？如何符合生活型態？
2. 對於 tap 或 bottled water 如何建立飲水信心？
3. 如何維持高品質飲水環境？
4. 如何鼓勵民眾節約用水？

(四) Millennium Development Goals research area

1. 研究問題包括：
2. 如何快速、簡單、經濟決定水的品質？
3. 如何有效提升用戶端水質？
4. 對於飲用水公共設施哪些是必須的？是以開發國家需要的？

二、Sustainable Water：

氣候變遷影響水質與水量，其範圍包括 3 大方向：

(一) Climate-proof water sector research area

氣候變遷衝擊水部門，舉例來說，因氣候改變，表面水溫度急速升高，造成 cyanobacteria、藻類等大量繁殖。為因應此，水部門必須

針對氣候影響預測可能情形、估算及風險評估，並找出解決策略。KWR 的角色即在提供這方面研究供水部門參考，研究問題包括：

1. 氣候變遷對於水質與水量衝擊？貯存量？
2. 溫室氣體排放可能的影響？
3. 溫度提升對於地面水衝擊？傳輸過程或配水系統等生物穩定性影響？
4. 對於氣候變遷，可能解決方式？

(二) Sustainable sources, water-use cycles and water systems research area

水部門需要以節能、原料方式，處理水、廢棄物問題，此外，Cold-Heat storage 及地下水超抽等都將影響地下水質、量。水源量管理主要在於 fresh water 貯存，因此 KWR 研究著重於隨著溫度變化，如何維護、控制 fresh ground water 質與量？研究問題包括：

1. 水處理替代技術研發
2. 隨著都市化衝擊，最佳 water-use cycle 及水處理為何？
3. 如何提升 water-use cycle，除使其處理過程中，殘餘物降至最低，亦盡可能使污染降至最低，並進行成本效益分析。

(三) Nature conservation and development research area

KWR 提供模式，推估植物在空間、時間變化，因子包括水、自然、大氣沉澱、氣候變化等。研究問題包括：

1. 影響天然物種環境因子為何？
2. 藻類入侵物種風險？如何控制？
3. 如何發展河、湖區域生物多樣性？

三、Advanced Water

其範圍包括 4 大方向：

(一) Trends research area

研究社會趨勢與水部門關聯性，包括新增化學物、未知病原體、老舊公共設施、氣候變遷、恐怖主義等，藉由趨勢分析予水部門參考。研究問題包括：

1. 未來趨勢為何？目前挑戰為何？

2. 水部門的因應策略？

(二) Advanced detection methods for water quality research area

研究先進毒化物、微生物偵測方法。決定有毒物、病原體於水中健康風險及水部門監控方法，如發現污染來源及如何有效處理。研究問題包括：

1. 研究藥物、殺蟲劑代謝物等化學分析方法，包括即時分析等
2. 研究追蹤內分泌激素物質衰解情形方法等
3. 針對 microorganisms 研究快速、多選擇性的偵測方法

(三) New technology for the water-use cycle research area

研究先進的水系統處理技術，包括水萃取、純化等。研究問題包括：

1. 奈米科技於水純化應用
2. 對於偏遠地區供水，如何利用新的技術解決？

(四) Geo-information research area

未來將有一大部分地下水公共設施需被汰換，KWR 主要評估公共設施使用情形，和如何修復，並研究對於氣候變遷，設施因應措施，利用先進即時量測方法，及地理系統大量隨著空間、時間資料被收集，透過統計，將資訊予水部門。研究問題包括：

1. 建立地下水公共設施調查技術及修復技術
2. 如何運用遙測，地理系統予水部門參考

四、Efficient Water

政府結合水使用者、飲用水公司、自治區、省等單位共同合作，而水質與供應及成本間需要有良好的平衡，因此該部份研究重點在於汲水、處理、傳送與成本分析等。其範圍包括 3 大方向：

(一) Efficient water-use cycle research area

為使 water-use cycle 更有效率，KWR 亦針對氣候變遷加以預測，考量尖峰係數，使水處理設備有更大緩衝能力，此外，亦減少處理過程中能源耗損，及傳輸配水系統研究等。研究問題包括：

1. 針對 the entire water-use cycle，大眾健康風險分析為何？

2. 如何使水處理更有效率
3. 何時為最佳移除污染物時機？
4. 緩衝設施是否足以負荷？

(二) Water and energy research area

KWR 研究如何使水處理過程中，能源使用更有效率，亦針對能源回收加以研究。研究問題包括：

1. 在 water-use chain 替代來源為何？
2. 能源交換技術研究，如 wastewater 系統能源回收，如何應用於 water-use cycle？

(三) Knowledge productivity research area



圖 1 荷蘭水質中心 KWR 外觀圖

肆、先進水處理技術介紹-紫外線消毒與氧化

常用消毒方式包括加氯消毒、次氯酸消毒、臭氧消毒、紫外線消毒等，各種消毒方式有所產生的消毒副產物，也有其較有效的適用對象，如紫外線消毒，對於隱孢子蟲、梨形鞭毛蟲有較有效及消毒效果，成本亦較低。而氧化方式以臭氧、臭氧/過氧化氫、臭氧/紫外線、過氧化氫/紫外線等較常用，氧化對於殺蟲劑、荷爾蒙類、氣味、醫藥用劑則較具效果。本次 KWR 安排了 Dr. Leon. Janssen 介紹各類消毒與氧化之流程、動力學及其應用，並針對各有效適用種類做了詳細比較，相關資料詳如附件。

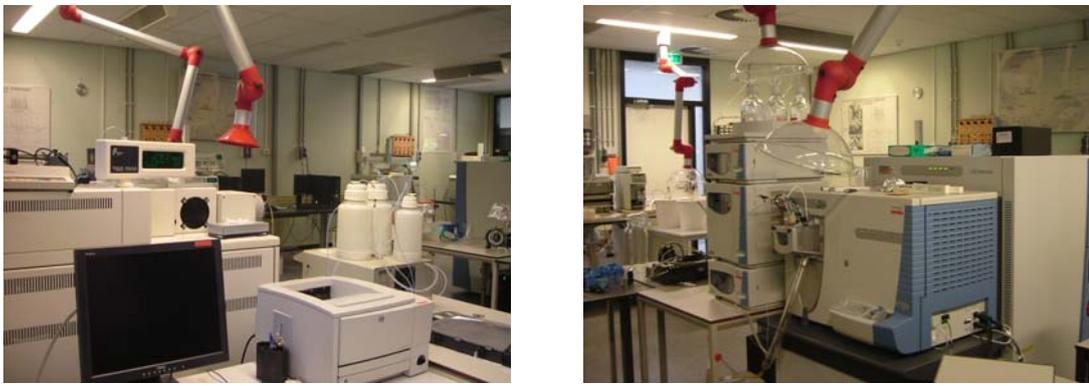


圖 1 荷蘭水質中心 KWR 實驗室內部圖

伍、荷蘭飲用水法規

一、本署參酌國際安全飲用水管理趨勢，委託執行「飲用水水源及水質標準中列管污染物篩選與監測計畫」，該計畫期程為三年，工作內容包括檢討我國飲用水水質管理相關法規與水質標準等。依該研究經專家諮詢會議選定 30 項「新增未列管污染物候選清單」(以下簡稱 CCLs)檢討是否納入飲用水水質標準，本次訪問 KWR 亦請該機構協助提供目前歐盟或荷蘭相關標準及訂定水質標準之考量因素。有關 30 項新增未列管物染物候選清單歐盟標準如下表：

類別	編號	中文名稱	英文名稱	歐盟標準	美國環保署致癌性分類
致病性微生物原蟲	1	糞便性大腸桿菌群	Fecal Coliform	0/100ml	—
	2	大腸桿菌	<i>Escherichia coli</i>	0/100ml	—
	3	隱孢子蟲	<i>Cryptosporidium</i>	Risk Assessment	—

	4	梨形鞭毛蟲	<i>Giardia Lamblia</i>	Risk Assessment	—
生物代謝產物	5	微囊藻毒-LR 型	Microcystins-LR	—	—
消毒副產物	6	鹵乙酸類	Haloacetic acids (HAAs)	1µg/l	MCAA: — DCAA: — TACC: C
	7	亞氯酸鹽 (97.1.2.已公告最大 限值：1.0 毫克/公 升)	Chlorite	—	D
	8	醛類	Aldehyde	—	B1
農藥	9	陶斯松	Chlorpyrifos	0.1µg/l	D
	10	大滅松	Dimethoate	0.1µg/l	—
	11	福瑞松	Phorate	0.1µg/l	D
	12	托福松	Terbufos	0.1µg/l	—
揮發性有機物	13	二氯甲烷	Dichloromethane	1µg/l	B2
	14	1,1-二氯乙烷	1,1- Dichloroethane	1µg/l	C
	15	1,2-二氯丙烷	1,2- Dichloropropane	1µg/l	B2
	16	順 1,2-二氯乙烯	Cis-1,2-dichloroeth ene	1µg/l	D
	17	反 1,2-二氯乙烯	Trans-1,2- dichloroethene	1µg/l	D
	18	四氯乙烯	tetrachloroethene	10 µg/l, incl tri	—
	19	一氯苯	Chlorobenzene	1µg/l	D
	20	1,2-二氯苯	1,2- Dichlorobenzene	1µg/l	D
	21	1,4-二氯苯	1,4- Dichlorobenzene	1µg/l	C
	22	甲苯	Toluene	1µg/l	—
	23	乙苯	Ethylbenzene	1µg/l	D
揮發性有機物	24	二甲苯	Xylene	1µg/l	—
	25	苯乙烯	Styrene	1µg/l	C
金屬	26	鋁	Aluminum	200µg/l	—

持久性 難分解 有機物	27	戴奧辛 (97.1.2.已公告最大 限值:12 皮克-世界 衛生組織-總毒性 當量 / 公升, 自 98.1.2.施行)	Dioxin	—	B2
	28	壬基酚	Nonylphenol	—	—
	29	鄰苯二甲酸二(2- 乙基己基)酯	Di-(2-ethylhexyl)ph thalate	—	B2
	30	雙酚 A	Bisphenol A	—	—

備註：

1. 美國環保署致癌分類：Group B：可能為人類致癌物質，其中 B1：基於對人類有限之致癌證據；B2：有充分之動物證據，但缺少或無人類致癌證據；Group C：可能為人類致癌物質(基於不足之動物證據且無人類致癌證據)；Group D：無法分類為人類致癌物質。
2. Risk Assessment：Based on a maximum of 1 infected person per year per 10000 consumers(每年每 10000 位消費者，最多 1 人感染)

二、荷蘭飲用水法規

(一) 法令依據：歐盟指令(EC-Directive)及荷蘭飲用水法。

(二) 荷蘭飲用水標準：包括

1. 健康基準(Health based)水質標準項目(parameters): 具有慢毒性或基因毒性風險者。【table I and table II】
2. 感官性(Esthetic)水質標準項目：氣味、顏色及口感。【table III b】
3. 道德性(Ethical)水質標準項目：基於謹慎預防原則(precautionary principle) 【table III c】、非現行法規管制項目但確不應存在於飲用水中者。
4. 指標性(Indicator)水質標準項目。【table III b】
5. 技術性(Technical)水質標準項目。【table III a】

三、荷蘭飲用水水質項目及標準

(一) 生物性項目

項目	限值	備註
隱孢子蟲	-	Note 1
大腸桿菌	0 CFU/100ml	
球菌(enterococci)	0 CFU/100ml	
病毒(entroviruses)	-	Note 1
梨形鞭毛蟲	-	Note 1

Note 1：not present in drinking water in dangerous concentrations, HACCP, based on a maximum of 1 infected person per year per 10000 consumers(每年每 10000 位消費者，最多 1 人感染)

(二) 化學項目(有機性)

項目	限值(µg/l)	備註
苯并蒎(Benzo(a)pyrene)	0.01	table II
殺蟲劑	0.1	table II
多氯聯苯	0.1	Individual isomers
多環芳香化合物	0.1	table II
環氧氯丙烷	0.1	table II
丙烯醯胺	0.1	table II
氯乙烯	0.5	table II
多氯聯苯(總)	0.5	table II
殺蟲劑(總)	0.5	table II
單環碳氫化合物	1	table III c
鹵化脂肪碳氫化合物	1	table III c
含鹵單環碳氫化合物	1	table III c
氯酚	1	table III c(0.1 if metabolite)
芳香胺基化合物	1	table III c(0.1 if metabolite)
苯	1	table II
1,2-二氯乙烷	3	table II
總三氯、四氯乙烯	10	table II
總三鹵甲烷	25	table II

(三) 化學項目(無機性)

項目	限值(µg/l)	備註
溴酸鹽	1	table II
汞	1	table II
銻	5	table II
鎘	5	table II
砷	10	table II
鉛	10	table II
硒	10	table II
鎳	20	table II
鉻	50	table II
氰化物	50	table II
鎂	50	table III b
亞硝酸鹽	100	table II
鋁	200	table III b
鐵	200	table III b
硼	500	table II
氟化物	1100	table II
銅	2000	table II
鋅	3000	table III b
硝酸鹽	50000	table II
氯化物	150000	table III a

鈉	150000	table III b
硫酸鹽	150000	table III b

(四) Table III b：感官性水質標準項目

項目	最大值	單位
鉛	200	µg/l
氣味	消費者可接受	-
顏色	20	mg/l Pt/Co
鐵	200	µg/l
鎂	50	µg/l
鈉	150	mg/l
口感	消費者可接受	
硫酸鹽	150	mg/l
濁度	4(tap)1(at pumpstation)	FTU
鋅	3	mg/l

四、荷蘭在朝高品質供水的目標前進但仍遭遇一些問題包括：持續不斷的污染來源，不可能完全去除污染物，分析技術進步，讓「無法檢出」變得無效，許多污染物非現行法規管制項目諸如醫藥製品、內分泌干擾素、毒品等，如何訂定這些化合物的管制標準是荷蘭極具挑戰的課題。

五、基於健康的化合物風險評估

(一) 以每日攝取量 ADI 計算基因毒性化合物致死風險，如果沒有數據可得到，可利用 QSARs 或者 TTC 概念。TTC 係指毒理濃度閾值，如果濃度比這個門檻低，即無影響效果。用於飲用水時，非具基因毒性物質濃度標準一般為 0.1µg/l，如具基因毒性物質濃度標準一般為 0.01µg/l，但仍有例外，如非必要的金屬。

(二) 彙整荷蘭飲用水中有機微量污染物的水質標準制定原則如下：

1. 污染物濃度不得高於世界衛生組織、美國環保署歐盟指令等健康基準之規定。
2. 非具基因毒性化合物，濃度參考值可為 0.1 µg/l。
3. 污染物總濃度最大值可為 1 µg/l、或者單一群組為 0.5µg/l。
4. 具基因毒性化合物，濃度參考值可為 0.01 µg/l。
5. 具基因毒性化合物，總濃度參考值可為 0.05µg/l。

陸、心得與建議：

- 一、飲用水品質的優劣，直接影響到全體國民的身心健康，而各國因水源所在地、風險評估等因素，對於水源所制定的政策也有所不同。我國目前因受限於經費、人力不足，針對水源現況或是風險評估等皆是採取逐年編列委辦計畫方式辦理，一旦承辦廠商或政府機關人事異動，則恐有出現政策不連續或研究斷層之虞，如有類似荷蘭水質中心 KWR 專業機構，除可延續歷年研究，並可專業有效掌握台灣水質現況，對於民眾健康也將有莫大助益。
- 二、水質問題日新月異，而飲用水處理也非早期物理、化學、生物處理等可以因應，而文明社會所帶來藥物影響等新議題，皆需有全方面考量，並盡早提出因應策略，而非被動等到事件發生再來處理，也因此專業機構建立更有其必要性，方可對於我國水質新物種進行掌控，並進行相關風險評估，以作為政府制定政策之考量。
- 三、追求飲用水水質高品質，雖然是政府機關首要目標之一，但亦須有完整經濟效益評估，如歐洲地區大多將飲用水與淋浴用水等生活用水處理至相同標準，亦即採取最嚴格之標準來訂定生活用水，但我國因氣候、河川或水域特性等因素與歐洲國家都有甚大的差異，是否有必要採取相同之政策，有極大討論空間，建議仍應考量經濟效益因素來選擇我國最佳處理技術或水質標準。
- 四、提升飲用水水質不僅在處理技術、消毒方式上需不斷研究精進，如何加強管制污染源，減少排放，降低對原水水質之影響，在荷蘭仍為未來努力之方向，我國對水庫上游集水區治理、自來水水質水量保護區或飲用水源水質保護區之業務涉及環保、農業、內政、經濟等相關部會，對於點源污染及非點源污染之管制與輔導工作，建議應加強部會合作、落實執行，對於飲用水質之提升將可事半功倍。
- 五、對於醫藥製品、內分泌干擾素、毒品等非現行法規管制項目之重視已成為國際趨勢，如何訂定這些化合物的管制標準，建議應有系統地逐步蒐集常用藥物之使用及代謝狀況等國內外資訊，並建立篩選原則，分批進行環境流布調查，以作為爾後是否納管之參據。

