

美國非點源  
污染防治的歷史觀



西元一八五八年的倫敦，不僅是大英帝國心臟，也是全世界的政治、經濟甚至文化中心。從泰晤士河出發的船隊，遍佈地球村五大洋，替帝國帶來無盡財富。緊鄰泰晤士河的國會大廈裡，激烈辯論的常常是，關係到大英帝國統治下，約佔全球土地面積四分之一上面約為全世界四分之一人口的命運和前途。不幸在這極其繁榮的景象下，竟然發生了令人沮喪的震撼環境事件。那一年倫敦天氣出奇炎熱，入夏以來，市內泰晤士河段創立了被居民公認為最臭一年的紀錄，原因是在工業迅速發展，大都會人口雲集，以及抽水馬桶帶來革命性居家生活便利等巨大變動下，大量都市污水和工業廢水，日以繼夜奔向泰晤士河。套句現代習語，終於引起大自然的反撲，臭得居民嚇嚇叫。國會開會時要用浸過漂白水的毛毯遮住窗口，維多利亞女皇坐御艇到河上出巡，也不得不堆滿芳香鮮花來掩蓋臭氣。

也許是巧合，也許是故意安排，負責泰晤士河污染整治的都會工程局總工程司巴沙益，就在這時候提出了整治計畫。國會議員在濃重臭氣威脅下，不僅預算分文未動，並且迅速照案通過，揭開了地球村有史以來河川污染整治的新頁。這個整治計畫的主要內容，是在泰晤士河兩側分別建造截流管線，把倫敦市下水道裡的污水截住，用管線輸送到下游排放。全部工程在西元一八七五年完成，對倫敦居民來說，的確助益不少。可是下游污染狀況，卻反而變得更為嚴重。後來當局不得不在兩條截流管的排放口，各建了一座初級污水處理廠，分別在西元一八八九年及一九八一年完工，



才階段性解決了當時泰晤士河的污染問題<sup>1</sup>。這種方式也變成了傳統水污染整治模式，主要手段是適當處理集中的廢污水，也就是目前統稱的點源污染，再排放到水體去。值得順便一提的是，英國在西元一八七六年實施了，應該是地球村第一個國家級「河川污染防治法」。

從西元十九世紀開始，美國因為工商業和都市興起，有些地方陸續出現水體污染現象。如西元一九三六年俄亥俄州卡荷加河，由於石油污染，竟然起火足足燒了五天五夜。但是真正達到全面性水污染嚴重地步，還是在第二次世界大戰以後。和西元十九世紀英國情形相仿，美國在第二次世界大戰後，躍居全球政治經濟龍頭地位，工商業迅速發展，大都會崛起，水污染跟蹤而來，到處都有臭氣沖天的河川。科學教師出身的國會議員勃萊尼登高一呼，終於在西元一九四八年首度通過了「聯邦水污染防治法」，目的是協助州政府執行水污染防治權責。<sup>2</sup>其中主要內容包括（一）每年撥款一百萬美元，補助地方規劃設計污水下水道，另外撥付每年二十五萬美元，作為地方污水下水道建設部份工程費用的貸款；（二）五年內每年撥款一百萬美元，研究工業廢水污染防治。這個水污染防治法充分反映了上面說過的傳統，就是把水污染防治，只看作是點源污染問題。

到西元一九八〇年代，非點源污染已經逐漸受到注意，水質模擬數學模式中，也已包括非點源污染輸入項目。但是正統水污染防治工程中，似乎仍然限於考慮點源污染。西元一九七〇年筆者在美國波士頓一家工程顧問公司服務時，曾參與一項由美國國會政府稽核辦公室委辦，有關河川水



質污染防治最佳化研究中，也只用點源污染資料。即使以最具創新和前瞻性的西元一九七二年修訂版「聯邦水污染防治法」來說，雖然因為把生態觀念帶進水污染防治立法，而被稱為「清潔水法」，也沒有提到非點源污染。「清潔水法」其實只是西元一九四八年「聯邦水污染防治法」的好幾個歷年修訂版中的一個。在台灣，有些人把這個西元一九七二年修訂版，認為是美國首創水污染防治立法，並不妥當。

美國從西元一九六〇年代開始，對水污染防治展開一連串積極行動。首先在西元一九六一年修訂了西元一九五六年版的「聯邦水污染防治法」，聯邦政府對水污染防治採取強勢作風。接著又在西元一九六五年通過「水質法」，除規定釐訂各項水體水質標準外，還包括在內政部之下，設置聯邦水污染防治局，負責推動全國水污染防治工作。

這項工作在西元一九七〇年實施「國家環境政策法」後，移交給同年根據該法成立的聯邦環保署。那時候對水污染防治的策略是，工業廢水污染防治以最佳合宜處理技術為基準，都市污水除極少數例外外，一律要具備二級處理。同時為顧慮地方政府財務困難，籌款不易而且費時，又特別提高聯邦補助地方污水下水道建設經費額度。所有規劃設計費用，全部由聯邦政府負擔。工程費用聯邦補助從過去的30%，改為視情形分為30、40和50%等三種。在西元1972年版「清潔水法」中更提高到一律為75%<sup>2</sup>。州政府往往另外撥款補助，進一步減輕地方負擔。



這種強力措施所產生的壓力，筆者在服務的公司中，也深深感受得到。當時除了負責替以製造洲際飛彈導航系統出名的雷神公司規劃工業廢水污染防治外，還要參與麻州春田市污水處理廠提升為二級處理的規劃設計。後者由於也處理附近鄉鎮污水，具有區域性質，所以聯邦和州政府合起來的補助，竟然達到總工程費的85%。換句話說，地方政府只要負擔15%。

點源污染防治工作，在當局對工業廢水和都市污水的鉗形攻勢下，迅速達到相當成效。水體污染，尤其是河川水質情況，很快有了顯著改善。可惜好景不常，後來竟然遭遇到了瓶頸。雖然維持了同樣點源污染防治努力，水體水質改進的步調，卻是愈來愈緩慢。其中有一個原因就是受非點源污染的影響，使得當局不得不面對非點源污染的防治問題。

非點源污染通常包括都市、農林地、營建工地排水等，源頭分散，性質各不相同，污染量變化很大，而且估計不易。傳統水污染防治方法，往往無用武之地。至於對水污染防治的影響，比較顯著的是像上面所說的，不少水體只依賴點源污染防治，常常無法達成水體水質目標。根據西元一九九八年美國各州調查水體污染狀況結果顯示，主要由於受到都市及農林地排水影響，在調查水體中，五分之一河川不能達成可游泳及垂釣的目標；二分之一湖泊水庫有明顯污染現象，以及96%的五大湖沿岸無法達到水質標準要求。非點源中的污染物包括細菌、磷、氮和重金屬等<sup>3</sup>。另外威斯康辛州統計顯示，州內有40%河川受到都市、農地和營建工地排水的污染威脅<sup>4</sup>。



對有些水體來說，非點源污染數量，甚至超過點源污染。因此，如果不採取有效非點源污染防治，根本就不可能希望改善水質。根據美國沿海非點源污染計畫所作調查，顯示非點源是沿海污染主要來源<sup>5</sup>。

優養化目前已經成為水體水質惡化的主要原因之一，尤其是對湖泊水庫及海灣水質的影響，更為嚴重。非點源污染往往含有大量肇致優養化的磷和氮。如美國最大海灣，集水區面積達166,000平方公里（約為台灣面積的五倍），也是水產最豐富的乞沙比克海灣，就是因為優養化，生態失去平衡，使生產力降到約為過去的四分之一，西元二千年的水體健康指數只有28分（滿分為一百分）<sup>6</sup>。

對於另外一些水體，雖然點源污染量遠超過非點源，但是由於非點源污染排放集中在暴雨的短時間內，往往成為水體不能達成水質標準的主要原因。

到西元一九八〇年時代，聯邦環保署覺得，對非點源污染性質的瞭解，防治科技的掌握，以及模擬非點源污染數學模式的開發等，都已經有長足進步。因此在西元一九八七年大翻修「清潔水法」時，增加了非點源污染防治的相關內容，包括「都市雨水下水道管制」及「非點源污染管制計畫」等兩大部份。其他如「清潔湖泊」及「國家海灣計畫」等節中，也提到非點源污染應該考慮在整體規劃裡面。



「都市雨水下水道管制」的對象是都市分流式雨水下水道，事實上也包括十一種工業設施的雨水下水道。管制辦法是把這些雨水下水道排放口，納入點源排放許可系統裡面，因此必須申請排放許可。如果一個都市有好幾個排放口，可以整合在同一個許可裡。管制內容和傳統點源不同的地方是，以要求設置適當處理設備來代替放流水排放標準。這項管制分兩個階段實施。第一階段又細分為兩個梯次執行。第一梯次包括人口在二十五萬以上都市及面積在5英畝（約2公頃）以上工業設施，相關管制規則在西元一九九〇年發佈。第二梯次包括人口在十萬至二十五萬之間都市及面積在1到5英畝（約0.4到2公頃）工業設施，相關管制規則在西元一九九九年發佈<sup>7</sup>。至於第二階段則將包括人口在十萬以下都市，目下尚在擬訂相關管制規則中。

至於「非點源污染管理計畫」，是針對只依賴點源污染防治無法達到水質標準的水體。州政府必須向聯邦環保署呈送，包括非點源在內的水體污染整治規劃報告。

防治非點源污染，原則是採取最佳管理實務（Best Management Practice，簡稱BMP）。通常分為兩大類。一類是非結構性措施，包括土地使用管理、肥料管理、耕作方法調整等。另一類是結構性設施，包括滯留池、入滲設備、草溝、草帶等，大部份是可以就地取材的簡易設備。這些設備的設計，過去只是以功能性為主。第二代已進一步朝向結合自然景觀，共同利用空間等方向發展。



在美國，非點源污染管制的執行，是由州政府主導。各州自行制訂相關法規，並不一致。聯邦政府環保署只負責核定州政府的計畫，同時每年也編列對州政府補助的預算。由於近年對非點源污染防治的重視，西元二〇〇一年的補助預算已達到空前創紀錄二億零九百萬美元<sup>9</sup>。另外聯邦環保署也和農業部合作開發新穎非點源污染防治科技，改善防治成效。

意外地引起軒然大波，並且成為加速推動非點源污染防治推手的，竟然是西元一九七二年版「清潔水法」中，表面上看起來和非點源污染風馬牛不相及的一個條文，就是所謂303(d)條款。這條款要求各州政府，應查明境內現有污染防治措施未能達到水質目標水體，造列清單，並附具各相關集水區污染整治計畫，送交聯邦環保署核定。計畫中必須包括承受水體在維持健康條件下，所能涵容的每一項有關污染物的最大每日總量(The Total Maximum Daily Load，簡稱TMDL)。聯邦環保署如果認為計畫不當時，得予以代為修正。

由於西元一九七二年版「清潔水法」裡並沒有提到非點源污染，因此過去計算TMDL時，也只限於點源污染。但是西元一九八七年版「清潔水法」正式引進了非點源污染，立刻對303(d)條款產生了相當大的衝擊。聯邦環保署認為TMDL管制的，既然是每一項相關污染物的污染總量，當然應該計算非點源污染在內。由於計算TMDL需要比較正確的污染量，在目前非點源污染定量尚屬不易的情況下，無疑大大提高了計算TMDL的困難度。上面提到過的「非點源污染管理



計畫」，只是針對必須有非點源污染防治才能達到水質標準的水體。但303(d)條款卻包括所有目前防治措施還不能達到水質標準的水體，管制範圍應該要比「非點源污染管理計畫」來得廣大。就管制要求來說，303(d)條款也遠比「非點源污染管理計畫」嚴格。因此303(d)條款對非點源污染防治發展的影響，無疑將更為深遠。

第一個受到舊法新解考驗的是俄勒岡州。州裡有一條長一百三十公里的泰拉丁河，集水區面積1,840平方公里，包括林地、農場和人口稠密都市等。河身下游一百公里水坡平坦，流速緩慢。經過污水下水道大規模改善後，河水水質雖然有顯著改善，但是氨氮及總磷兩項還是不能符合標準。西元一九八七年版「清潔水法」實施後，民間環保團體西北環境捍衛中心立刻向法院起訴，並且獲勝，強制要求州政府將泰河列入303(d)條款水體清單，並且為氨氮及總磷兩項污染物擬具包括非點源在內的TMDL管制計畫。

因為沒有前例可資遵循，俄州政府真是吃盡苦頭。最後總算弄出一套計畫。除了污水下水道系統增加脫氮脫磷設備外，對非點源污染，也想出了不少點子，包括沿河兩岸設置8到15公尺寬的緩衝草帶，採用滲水停車場，雨水排水必須經過滯留池才能排放等，同時對沿河農場要求實施最佳管理實務，防治非點源污染，結果倒還相當不錯<sup>10</sup>。

不過有人認為西元一九七二年版「清潔水法」制訂303(d)條款時，只考慮點源污染。西元



一九八七年修訂版中也沒有提到改變303(d)條款內涵。執法單位自動將非點源污染包括進去，顯然違背法律原意。

加州有一位普朗索先生，根據這個理由，在西元一九九九年3月向加州地方法院提出訴訟。這案子的來歷是，普先生和太太從加州森林廳獲得許可，砍伐其自有土地上的木材。他認為許可中包括「不合理和肇致浩大費用」的環保要求，因此根據「行政程序法」，指出聯邦環保署無視於污染完全限於收穫木材及林地排水等非點源污染，竟然要求實施TMDL管制，顯屬違法。法院審理結果，駁回原告意見，而且裁示303(d)條款雖然沒有特別提到非點源污染，但是國會在西元一九八七年修訂「清潔水法」時，就是希望該法能更完善防治水污染。如果303(d)條款不予考慮非點源污染，勢必使很多水體難以達成水質目標，而且美國第九巡迴法院亦已有TMDL管制應包括點源及非點源的裁示紀錄。不過被告表示對判決不服，將提出上訴<sup>11</sup>。除非上訴結果和地方法院判決相反，303(d)條款應包括點源及非點源在內，已經可以認為確立。

聯邦環保署鑒於執行303(d)條款的種種爭議，特別在西元一九九六年8月組成了一個諮詢委員會，包括二十位有利害關係人士，其中有州政府一級主管、環保人士，以及農工及城市代表等。委員會在西元一九九八年提出報告<sup>12</sup>。聯邦環保署根據上述報告，及其他相關考慮因素，在西元一九九九年8月23日公布實施TMDL管制規則草案，徵求公眾意見，總共居然收到各方面意



見三萬件，可見反應熱烈。該署在對草案酌情修正後，終於在西元二千年7月11日正式頒佈定案規則，預定在西元二〇〇一年10月1日起生效。

其中主要內容包括：（一）州政府應每四年呈報水質未達標準及有未能達成標準之虞的水體清單及相關整治計畫，上述水體清單應以優先順序排列，有關飲用水水源及保護瀕臨絕種野生動物的水體應予以第一順位；（二）整治計畫期限為十年，但經向聯邦環保局申請並核定者，可延長到十五年；（三）TMDL管制應附具詳細實施計畫，其中且必須包括點源及非點源污染防治在內，雨水排水管制部份必須在實施計畫確定後五年內完成，非點源污染防治部份，應詳列管制污染物、防治方法及財源等；（四）森林、畜牧場及農地不必申請排放許可<sup>13</sup>。

根據最近統計，美國現在有超過二萬處河段、湖泊及海灣水質尚未達成水質目標，必須在相關集水區實施TMDL管制。美國水污染防治專業人士組織的「水環境協會」，在西元二〇〇一年3月舉行TMDL管制科學問題研討會，主題是如何落實TMDL管制，而不是再像過去那樣討論要不要實施TMDL管制，充分顯示出TMDL管制勢在必行的趨勢<sup>14</sup>。就目前情況來看，除了都市及某些工業設施的雨水下水道，將受全面管制外，其他非點源污染防治似乎著力在水質尚未達到標準水體的集水區。將來是否會全面性展開，還要看未來發展。

據筆者所知，台灣地區規模最大的水污染防治工作，淡水河系污染整治計畫，在西元一九八



九年（民國79年）開始實施時，並沒有考慮非點源污染。但近年已在這方面有了相當迅速的發展。淡水河系三個主要支流的非點源污染調查及整治規劃，均已陸續完成。其他如高屏溪流域等非點源調查研究工作，也相繼展開。根據已有資料顯示，板新水源保護區在西元一九九八年（民國87年）時，點源和非點源排放總磷量百分比分別為82.3%及17.7%。但到西元二〇〇七年（民國96年）時，因為市鎮污水下水道均已完成，點源和非點源排放總磷百分比分別為34.9%及65.1%，表示非點源將為主要總磷來源。另外翡翠水庫集水區在西元一九九八年（民國87年）時，點源和非點源排放總磷百分比分別為17.9%及82.1%，非點源實際上已經是主要總磷來源<sup>15</sup>。

台灣地區非點源污染防治，是否應該像美國那樣原則上以尚未達成水質目標的水體集水區為主，還是全面性實施，值得探討。目前非點源污染防治工作，似乎是限於環保署及一些學者專家在推動。如果農政單位能全力介入，以其濃厚農林專業知識為背景，應該可以作出可觀貢獻。

（本文原刊環境工程會刊第12卷第1期，民國90年4月出版）



## 參考文獻：

- 1 「泰晤士河整治史」，環保署，民國81.2。
- 2 "The Clean Water Act of 1987", Water Pollution Control Federation, USA, 1987。
- 3 "Nonpoint Source Pollution Plagues US Waterways", Water Environment & Technology, Water Environment Federation, USA (以下簡稱WE&T), Vol. 12, No, 9, Sept, 2000, P.17。
- 4 "Wisconsin Officials Rethink Runoff Problems after Flood of Comments", WE&T Vol. 12, No. 9, Sept. 2000, P.11。
- 5 "States Need Targeted Funding To Reduce Polluted Runoff", WE&T, Vol. 12, No. 12, Dec. 2000, P.15。
- 6 "Nutrient Trading To Begin in Chesapeake Bay Watershed", WE&T, Vol. 13, No. 1, Jan. 2001, pp.18-19。
- 7 余嘯雷，「美國非點源污染管制最新狀況及最佳管理作業之趨勢」，流域集水區非點源最佳管理措施之研究（期末報告—附錄），環保署（國立成功大學，國立台灣大學，國立台北科技大學執行），民國89.12, pp. 2-1到2-4。
- 8 "Storm Water Phase II Final Rule Extended", Water Environment Federation Highlights, USA, Vol. 37, No. 2, Feb. 2000。



- 9 "Budget Boost for U.S. EPA in Fiscal Year 2001", WE&T, Vol. 12, No. 12, Dec. 2000, P.16。
- 10 Steve Werblow, "A Closer Look: Detailed River Study Spurs Oregon to Reassess Total Maximum Daily Loads in the Tualatin River", WE&T, Vol. 12, No. 2, Feb. 2000, pp.40-44。
- 11 "Clean Water Act Addresses Nonpoint Source Pollution, Court Says", WE&T, Vol. 12, No. 8, Aug. 2000, pp. 77-78。
- 12 "Federal Advisory Committee Report Drives Overhaul of TMDL Proposal", WE&T, Vol. 11, No. 5, May. 1999, P.29。
- 13 "U.S. EPA Signs TMDL Rule Despite Congressional Protests", WE&T, Vol. 12, No. 8, Aug. 2000, pp.40-41。
- 14 "TMDL Conference to Focus on Science Issues", Water Environment Federation Highlights, USA, Vol. 38, No. 1, Jan. 2001。
- 15 「淡水河流域大漢溪、新店溪非點源污染分析調查及整治規劃」，環保署（美商傑明工程顧問台灣分公司執行），民國89.12.22。