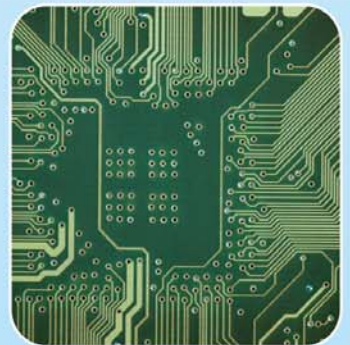


# 對環境資源部的期望 (II)

## -台灣環境品質的變遷與展望

CTCI FOUNDATION



財團法人中技社(CTCI Foundation) 於 1959 年 10 月 12 日創設，以「引進科技新知，培育科技人才，協助國內外經濟建設及增進我國生產事業之生產能力為宗旨」。初期著力於石化廠之設計與監建，1979 年轉投資成立中鼎工程，承續工程業務；本社則回歸公益法人機制，朝向裨益產業發展之觸媒研究、污染防治與清潔生產、節能、及環保技術服務與專業諮詢。2006 年本社因應社會環境變遷的需求，在環境與能源業務方面轉型為智庫的型態，藉由專題研究、研討會、論壇、座談會等，以及發行相關推廣刊物與科技新知叢書，朝知識創新服務的里程碑邁進，建構資訊交流與政策研議的平台；協助公共政策之規劃研擬，間接促成產業之升級，達成環保節能與經濟繁榮兼籌並顧之目標。

本著創社初衷，為求對我們所處的環境能有更深的貢獻以及協助產業發展，對國內前瞻性與急迫性的能源、環境及經濟議題邀集國內外專家進行研究探討，為廣為周知，提供讀者參考，特發行此專題報告。

此專題報告作者共四位，第一位**歐陽嶠暉**為國家工學博士，曾任中央大學環境工程研究所教授多年，現為台灣水環境再生協會名譽理事長、中央大學榮譽教授；第二位**鄭福田**為土木工程博士，曾任台灣大學環境工程研究所教授多年，現任台灣大學榮譽教授、台灣環境管理協會理事長；第三位**李錦地**為環境工程碩士，曾任自來水公司總經理、住宅及都市發展局副局長，現為台灣環境管理協會榮譽理事長；第四位**倪世標**為土木工程碩士，曾任台北市政府副秘書長、環保署主任秘書，已退休。

**發行人：潘文炎**

**作者：歐陽嶠暉、鄭福田、李錦地、倪世標(按文章序)**

**主編：林志森**

**執行編輯：鄒倫、陳潔儀、潘惠萍、許湘琴**

**發行者：財團法人中技社**

地址 / 106 台北市敦化南路二段 97 號 8 樓

電話 / 886-2-2704-9805

傳真 / 886-2-2705-5044

網址 / [www.ctci.org.tw](http://www.ctci.org.tw)

ISBN：978-986-88170-7-4

# 目錄

---

前言		1
第一章 台灣水環境資源品質變遷與展望	歐陽嶠暉	5
第二章 空氣品質管理之回顧與展望	鄭福田	29
第三章 因應氣候變遷工作之回顧與展望	鄭福田	41
第四章 台灣廢棄物管理演進及展望	李錦地	51
第五章 台灣土壤及土地管理演進及展望	李錦地	71
第六章 環評制度	倪世標	79
第七章 毒化物管理	倪世標	91
第八章 環境監測及資訊發展	倪世標	97
第九章 結論與建議		107



# 前言

台灣在 15 世紀外國人的眼中是座美麗綠色的 Formosa，20 世紀中葉二次大戰後創造出舉世聞名的經濟奇蹟，成為脫離開發中國家的經濟體，這塊土地曾經蘊育國人引以為傲的民主和平與經濟成就，國民每人 GDP 從 1998 年 7,243 美元成長到 2012 年 20,356 美元。然而長久開發自然資源的過程，青山綠水面積的消長、畜牧飼養、工業生產發展的污染，也讓我們這塊土地的環境負荷比其他國家多出數倍的負擔(表 A)。

回顧過去 25 年的社會與環境變遷，早期因面對產業型污染、都市與生活型公害，於 1987 年成立環境保護專責單位—行政院環境保護署，並逐年建構完備的環保法規、本土化的問題處理機制與發展進步的環工技術；但對於現在所面臨大規模全球氣候變遷，水資源匱乏及能源短缺的危機，已非環保署單一部會可以解決。

環境資源部即將於明(2014)年成立，象徵國家水、土、林資源整合的里程碑，但勢必面臨經濟資源開發、管理與環境保護雙面刃的嚴峻挑戰。各界對於環境資源部的成立給予很高的期待，因為過去環境保護以「管制為目標」之政策思維，已不再能滿足人們與環境共存共榮的需要，惟有以永續的生態環境為根基，社會與經濟才能持續發展；隨著產業模式的轉變、能源供給的改變、低碳綠能產業的興起，身為地球村的一份子，台灣在國土規畫及節能減碳、氣候調適乃至產業結構等政策當然需要與時因應調整。

本社去(2012)年曾就環資部成立的定位與策略、水資源及土地資源利用、自然災害預防及應變體系等幾項主題，彙整智庫專家建議出版專題報告，其中重要建言，包括：

一、環資部的定位與戰略架構要明確，擺脫既有管制為主的思維，扮演跨領域整

合的角色，引領國內綠色經濟發展。

二、水資源應朝永續利用及變遷調適作規劃，落實流域上、中、下游整合式管理。

三、建立事權統一機構及制度，限制非必要的開發建設，落實土地資源永續利用及保育管理的精神。

四、健全自然災害預防及應變體系，結合氣候變遷建立明確防災救災分工。

五、強化資源循環再利用的永續價值，建立資源循環產業鏈厚植競爭力。

國家的永續經營必須能兼顧環境保護和經濟發展，過去25年保護環境的努力，有哪些環境品質獲得改善，甚至比國外做得更好？好的成績需要給予肯定，同時讓國人瞭解且共同維護讓環境更好；而哪些環境問題又是亟待調整以「永續發展」為出發考量的地方？未來需要加強檢討的環境政策或資源管理的方向為何？同時，對於過去環保署因扮演環境保護之角色所為之各項立法、政策、策略或措施等，對環境、產業、社會所帶來後續之實質影響如何？希望藉著進一步的檢視，對於未來環資部訂定環保政策時，於環保、經濟及社會三者之間進行取捨達到三贏。

基此，本(2013)年度專題報告再從攸關國人生活品質的環境議題，包括水資源環境、空氣品質及氣候變遷、廢棄物及毒物管理、土壤及土地管理、環境影響評估制度等面向，分章探討過去環境保護工作的成效，並與國外先進國家相較，對未來環境資源永續的展望提出建議，希望對於台灣環境與能資源永續發展有所助益。

表A：主要國家環境負荷因素比較(2012年)

國家	中華民國		日本	韓國	美國	德國	英國	荷蘭	法國
		1998水準							
人口數(百萬人)	23.3	21.8	127.6	48.9	313.9	81.8	63.2	16.7	63.6
每平方公里人口數(人)所當值	644	605	338	489	32	229	259	402	116
GDP(10億美元)	474.3	260.8	5,964.0	1,155.9	15,684.8	3,400.6	2,440.5	773.1	2,608.7
每人GDP(美元)所當值	20,356	7,243	46,740	23,638	46,844	40,198	36,375	46,293	39,548
面積(千平方公里)	36.2	36.0	377.9 (2011)	99.9 (2011)	9,831.5 (2011)	357.1 (2011)	243.6 (2011)	41.5 (2011)	549.2 (2011)
機動車輛(百萬輛)	22.3	15.9	87.2 (2011)	19.8 (2010)	250.3 (2010)	50.6 (2010)	34.2 (2011)	0	39.9 (2008)
每平方公里機動車輛(輛)所當值	616	442	231	198	25	142	140	0	73
汽車(百萬輛)	7.2	5.3	75.0 (2011)	17.9 (2010)	242.1 (2010)	46.8 (2010)	33.0 (2011)	0	37.7 (2010)
每平方公里汽車(輛)所當值	199	147	198	179	25	131	135	0	69
燃料燃燒排放CO <sub>2</sub> 總量(百萬公噸CO <sub>2</sub> )	270.2 (2010)	—	1,143.1 (2010)	563.1 (2010)	5,368.6 (2010)	—	—	—	—
每人平均排放(公噸CO <sub>2</sub> /人)	11.66	—	8.97	11.52	17.31	—	—	—	—
能源消費(百萬公噸油當量)	109.4 (2011)	—	478.2 (2011)	271.1 (2011)	2,208.8 (2011)	311.7 (2011)	203.6 (2011)	89.1 (2011)	245.4 (2011)
每人能源消費(公噸油當量)所當值	5	—	4	6	7	4	3	5	4
豬隻(千頭)	6,008	6,539	9,768 (2011)	8,171 (2011)	66,361 (2011)	26,758 (2011)	4,441 (2011)	12,429 (2011)	13,987 (2011)
每平方公里豬隻(頭)所當值	166	182	26	82	7	75	18	299	25
粗鋼產量(百萬公噸)	20.7	16.9	107.2	69.1	88.7	42.7	9.6	6.9	15.6
每平方公里粗鋼產量(公噸)所當值	572	470	284	692	9	120	39	166	28
水泥產量(百萬公噸)	15.8	19.7	51.3 (2011)	53.8 (2009)	63.9 (2009)	30.7 (2009)	15.9 (2007)	3.4 (2004)	20.6 (2009)
每平方公里水泥產量(公噸)所當值	436	546	136	539	6	86	65	82	38

資料來源：行政院環境保護署，2013





# 第一章 台灣水環境資源品質變遷與展望

歐陽嶠暉

## 一、前言

近年來全球由於人口持續增加，使得糧食及水資源不足問題持續惡化。因用水不足，每年造成約 500 萬人~1,000 萬人死亡。依據調查，2010 年世界上陷於水資源不足的國家有 31 國，預估至 2025 年水資源不足國家將再增 17 國達 48 國。

在全世界水資源嚴重不足下，台灣卻得天獨厚，可說是一降雨量相當豐富，但卻又是降雨時空分配不均、水資源利用及管理不善，造成水資源不足，而成為有待積極尋求突破的國家。

台灣平均年降雨量約 2,500mm，為一降雨量極為豐沛的國家，約為全世界年平均降雨量 973mm 的近 3 倍。但若以台灣土地面積 36,000 平方公里計算，每年總降雨量達約 900 億立方公尺，平均每人每年平均雨水量則僅及 3,916 立方公尺，世界平均分配每人每年雨水量為 21,796 立方公尺，台灣不及世界平均的五分之一，乃因人口密度高，形成世界第 18 個缺水國家（如圖 1.1）。

至於台灣水資源利用狀況，在台灣土地上每年總降雨量雖約 900 億噸，但由於降雨過於集中在夏季，且因地形陡峭，以致可攔截使用的總用水量約僅 180 億噸（如圖 1.2）。而各種用水量以農業用水佔 71.3%（127 億噸）最多，其次為生活用水 19.1%（34 億噸）、工業用水 9.6%（17 億噸）。

台灣地區因降雨量時空分佈不均，不僅造成水資源不足；也因時空分配不均，造成水體在不降雨時，流量不足。又因污水下水道普及率偏低，而污染負荷高，而造成水體水質污染。另水利用效率低及管理不善，而造成水資源未充分利用，皆為台灣面臨的水環境問題。

為要達到水資源之有效利用不虞匱乏，惟有朝強化水環境管理、涵養水源、保護水質、提升用水效率，加強污水下水道建設與管理及污水處理水回收再利用，以充裕水資源，始能提升未來台灣在生活、生產及生態上的持續發展。

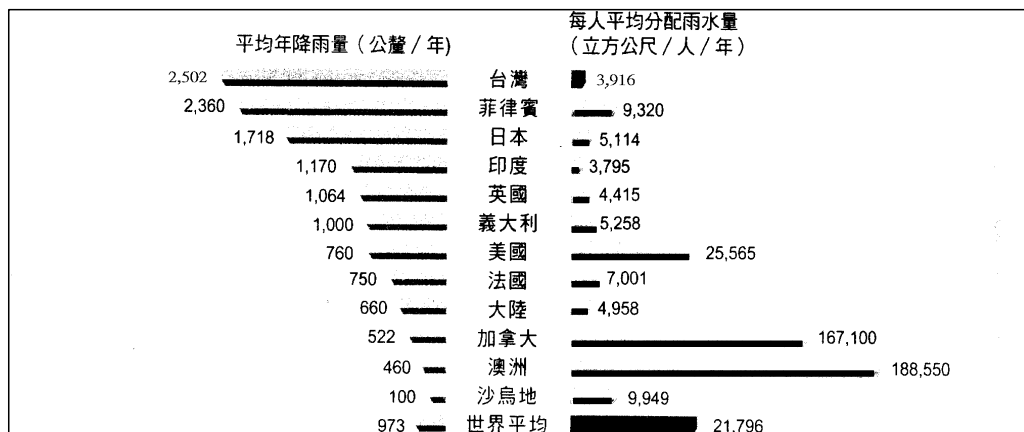


圖 1.1：世界各國降雨量及每人平均分配雨水量比較

本專文除就台灣水環境資源問題加以充分檢討外，並參考同為海島國家的新加坡、韓國及日本的做法，提出具體的前瞻策略供政策性參考。

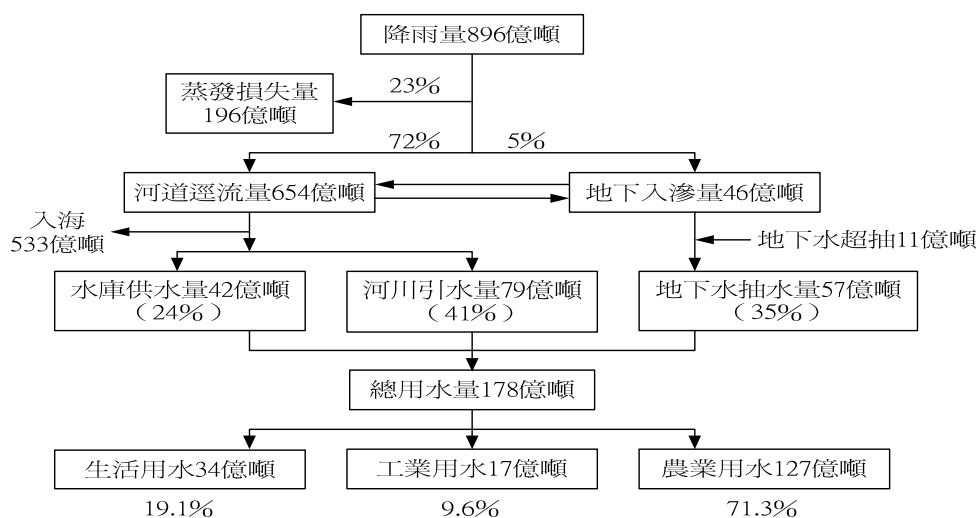


圖 1.2：台灣水資源利用結構圖（水利署，1997~2011 年統計）

## 二、台灣水資源問題

### (一) 天然因素與氣候變遷

台灣地區年平均降雨量雖多，但因降雨時空分佈懸殊，且全島面積 3/4 以上皆屬高山與丘陵，河川坡陡流急，導致 3/4 以上之逕流皆直接入海，可利用水量僅及 1/5，在人類科技無法控制天然限制因素之情況下，要增加可用水量尚非人力所能改變。月雨量分佈之多寡，為直接影響河川流量最大因素，如表 1.1。

台灣地區降雨特性，平均年降雨量約 2,500mm，主要降雨集中在 5~10 月，有 77.8% 的雨量降於豐水期，其降雨量分佈由北而南漸次不平均，顯示北部的全年降雨量較平均，豐水季降雨量約 62.2%，另 11 月至次年 4 月降雨量約 37.8%。但南部地區則明顯不平均，在豐水季降雨 89.8%，另半年的枯水季則僅約 10.2%。顯示台灣地區的降雨明顯凸顯豐枯水季極不平均，及南北降雨也極不對稱的時空分配皆不平均的現象，亦為經常造成中南部缺水的主要原因。

表 1.1：台灣各區域平均年雨量月雨量分配（2001~2010 年統計）

月份	北部	中部	南部	東部	台灣地區	%
1 月	171.5	56.0	29.9	74.9	76.9	3.1
2 月	167.7	76.4	33.4	79.7	83.6	3.3
3 月	183.7	114.8	52.8	91.8	106.2	4.2
4 月	149.6	128.2	85.2	106.0	115.4	4.6
5 月	238.7	279.7	274.4	244.0	261.0	10.4
6 月	294.3	419.6	525.7	330.4	403.6	16.1
7 月	230.9	305.6	500.4	364.3	358.6	14.3
8 月	294.9	361.9	577.5	431.9	423.9	16.9
9 月	405.5	200.5	274.4	418.5	311.5	12.5
10 月	347.5	59.4	105.1	325.9	190.5	7.7

11月		239.0	31.8	32.2	143.9	99.6	4.0
12月		187.8	41.3	22.1	73.0	73.4	2.9
全年		2911.1	2075.2	2513.1	2684.3	2504.2	100
豐水期	公厘	1811.8	1626.7	2257.5	2115.0	1948.6	
5~10月	%	62.2	78.4	89.8	78.4	77.8	
枯水期	公厘	1099.3	448.5	255.6	448.5	555.1	
11~4月	%	37.8	21.6	10.2	21.6	22.2	

再者近年來由於地球溫暖化造成氣候變遷極端化，依據過去 60 年統計(如圖 1.3)，台灣地區不僅不降雨日數增長，不降雨日數也增加，且發生的間距愈短愈頻繁，洪旱交替頻率密集，乾旱週期由 17 年降為 9 年，導致旱者愈旱造成水資源嚴重不足，同時也造成豪大雨頻傳，每次豪大雨造成水源集水區嚴重沖刷，淹沒湖庫，清淤困難，影響水庫調節容量，也是造成水源不足，且帶來坡地災害增大、增多。

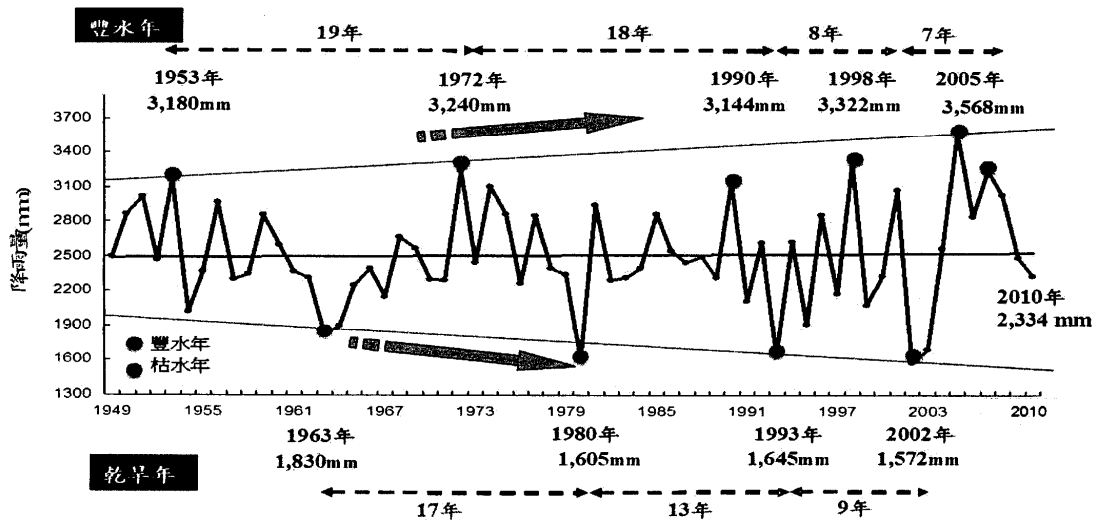


圖 1.3：台灣年平均降雨量旱澇加遽趨勢  
(年雨量統計圖 1949~2010 年)

## (二) 國土開發利用影響水資源

集水區因地形、生態、水文及土地利用等特性不同，而有不同之經營型態，如水庫集水區即以保護水庫壽命，提供充分有效水資源為目的。水源集水區則以保護水源涵養，確保民生用水乃至其他用水不虞匱乏。而市鎮集水區則以土地開發為工商業或聚居為主。不同土地開發對水土環境資源影響如表 1.2。

任何土地開發為人類之經濟需求，同時水資源需要量也增加，然而由表 1.2 所示，各種土地利用或開發行為，所導致之水文影響乃是滲流量減少、降低地下水補注或貯蓄、增加洪峰流量、加劇表土流失、增加水庫淤砂，乃至於地盤下陷，而其所延伸之問題即水資源之涵養減少，降低可利用之水資源供應量，在需求量增加而供應量減少下，導致水資源之供應不足。

近年來常發生豪大雨造成各水庫淤積嚴重，又因各水庫集水區不當的開墾道路、

濫墾山坡地、山坡地超限利用及濫葬等，破壞集水區水土保持，造成水庫淤積，各水庫有效容量嚴重降低，最嚴重者其容量已不及原建設時的一半。

目前國土開發利用面臨部份地區過度開發利用，未能以供定需，導致高缺水地區發展高耗水產業之錯置，使局部地區更顯水資源之不足。

表 1.2：土地開發利用對水文之影響

利用方式	影 響
都市開發	(1)減少滲入量，因而減少地下水補助。 (2)不滲透面增加，提高洪水量。 (3)加快地面逕流流速，集流時間縮短。 (4)不透水率增加，滲透量減少，造成市鎮熱島化。
山坡地濫墾	除以上(1)、(2)、(3)外 (1)增加河川輸砂量，造成河床淤積。 (2)縮小河川通水面積，加快流速，可能會抬高洪水位，增加洪峰危險。 (3)增加淤積量，縮短水庫壽命，造成水庫污染。
森林濫伐	(1)減少截留、蒸發散。 (2)減少植生覆蓋，因而減少滲透量、地表滯流。 (3)增加地表流速，因而增大對土壤之沖刷量。
超抽地下水	(1)含水層水量減少，造成地盤下陷。 (2)減少地下水流出量，影響枯水期河川水位及水質。 (3)沿海地區超抽會造成海水入侵、地下水污染、土壤劣化、作物生產量降低。 (4)地盤下陷或地下水污染一旦發生，則甚難(幾乎不可能)復舊，地力永遠衰退。

### (三) 地下水超抽地盤下陷

地下水本是一穩定可靠且水質良好的水資源之一。國內因地下水長期超抽利用，地盤下陷問題自 1970 年代即已呈現，迄今已超過 40 多年，下陷區域總面積曾廣達 5,877 平方公里，佔台灣總面積 16.5%。其間各級政府雖曾採取各項措施，惟成效有限，近年來透過相關部會之合作，雖稍見成效，地層下陷有趨緩之勢，但地盤下陷為一不可逆之過程，下陷之地難以回復，造成國土嚴重流失，引發災害侵襲，影響程度至大。

地下水超抽導致地盤下陷，乃因長期超量抽取地下水，其抽取量大於地下水補注量，導致地下水位降低，引起原土壤顆粒間之含水量消失，造成土壤壓密，而形成地盤下陷所致。而其長期超抽量與地盤下陷量成正比，是台灣各地區地盤下陷之主要原因(如圖 1.4)。

根據資料顯示，下陷總面積最大的縣市是雲林縣，目前持續下陷面積達 286.5 平方公里，累積下陷量最大的縣市是屏東縣，最大累積下陷總量達 3.22 公尺，下陷速率最大的縣市是彰化縣大城鄉，年下陷率達 14.2 公分/年，其他縣市則趨緩或近於趨停，而桃園縣屬新興潛勢區，地下水位下降迅速，需密切追蹤監控。

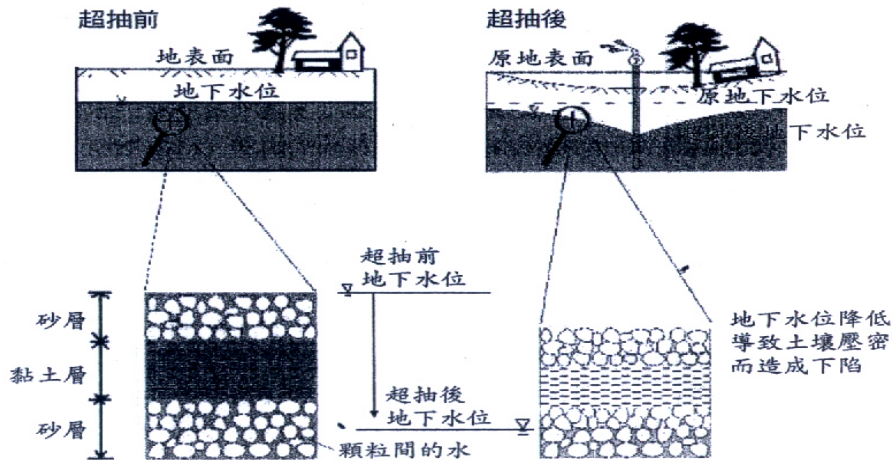


圖 1.4：超抽地下水影響示意圖

#### (四) 水庫容量不足以調節水量，且淤積嚴重

台灣地區因受地形條件所限，蓄水庫可用以調節豐枯水量之容量不足，以及集水區地質因素及不當的土地利用，造成沖刷淤積，影響蓄水容量至大。又因豐枯水之水量差異懸殊，致每年運用次數偏高，稍遇乾旱即有缺水危機。

依據統計日本全年用水量為 835 億噸，其公告水庫共有 2,774 座，水庫總容量大達 300 億噸，水庫有效容量佔全年總用水量的 36%，可達到穩定豐枯季水量的調節，且因高山冬季積雪，春夏期間融化，補充河川流量功能大，水資源可利用量相對更為豐富。

台灣每年可用水量 180 億噸，而所擁有的水庫及攔河堰，依公告有 96 座，有效容量約 19.1 億噸，約僅為全年總用水量的 10.6%，不及日本的三分之一。每年藉水庫供給水量約 42.0 億噸，則水庫年平均運用率達 2.3 次，尤其石門水庫要達 4~5 次，因之若過長時間未降雨補充調節，隨時就有缺水問題。尤其預估至 2030 年水庫容量將因淤積有效容量將降至 50%，屆時水庫只能調節 21 億噸，缺水將更嚴重。

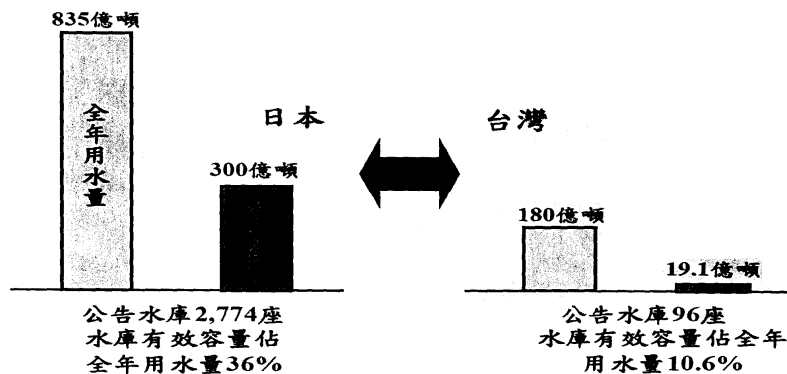


圖 1.5：日本及台灣用水量及水庫容量比較

### (五) 輸配水漏水損失大，自來水未能生飲

台灣地區自來水普及率，台北自來水事業處系統達 99% 以上，台灣自來水公司系統達 95% 以上，顯示台灣地區之生活用水皆仰賴自來水系統供應。

依前述圖 1.2，台灣地區平均每年生活用水供水量達 34 億噸，相當於每日 931 萬噸，但若每人每日用水量平均以 250 公升估計，每人每年用水量為 91 噸，相當於每日 575 萬噸/日。全國家庭用水量每年僅約 21 億噸，顯示供水量及家庭用水量之間相差達每年 13 億噸，約 38.2%，也即每日未有效利用水量達 366 萬噸（包括漏水量，2010 年統計）。台灣自來水漏水率為 21.0%，也即每日自來水漏水量為 194 萬餘噸，每年達 7.14 億噸，為一令人震撼的未有效利用量和漏失水量。

世界各國主要都市漏水率依國家進步狀況而異，相差極大，如表 1.3。

表 1.3：世界各大都市（含國家）漏水率（%）

都市（或國家）	漏水率
東京	3.0
新加坡	4.2
柏林	5.0
日本	7.2
莫斯科	9.9
馬德里	10.5
仁川	17.0
台北	(2012 年) 19.1
開羅	20.0
台灣	(2010 年) 21.0
伊斯坦堡	25.2
香港	26.0
倫敦	26.5
墨西哥市	35.0

註：除台北、台灣外，其餘數據為 2008 年日本環境省製作

另依圖 1.2，台灣農業用水每年達 127 億噸，雖近年來農地休耕面積逐年增加，但供水量卻並無太大的變化，農田用水自取水至田間用水，因灌溉圳道多為粗放式，不僅漏失嚴重，更因使用效率低，致損失約在 20~40% 之間，也即每年未實際充分利用水量達約 25 億~50 億噸。

從上述生活用水及農業用水未有效利用量（含漏水量）每年達 38 億噸至 63 億噸之無效用水，佔每年總可用水量 180 億噸的 1/5 至 1/3，損失極大。

世界已開發國家之自來水多已達到可直接生飲。但台灣的自來水供水多為間接供水，因輸配水管老舊，且漏水，以及未能分成小供水區，配合區內用水之時間變化，適當的調整配水壓力，以提供直接且穩定安全衛生的良質自來水，而不適宜直接生飲，有待長期投入提升改善。

### (六) 節約用水不足，自來水水價偏低不足以價制量

台灣地區每人每日用水量約在 200~250 公升之間，經濟部水利署以每人每日用

水量 250 公升為上限，進行水資源供需規劃，而 2010 年為每人每日 268 公升。但做為世界第二缺水國家的新加坡，其水資源規劃每人每日用水量僅為 150 公升，而其目前實際用水量也已達到該目標，而並以此做為進行 2050 年水資源供需的調度規劃。

新加坡為因應其缺水，而藉水價以抑制及反映水資源成本，成為一成功的國家。新加坡自 2000 年起自來水水費分為兩級，每月用水量 40 度以下之家戶及工商用戶，每度自來水水費以新加坡幣 1.17 元，另加水資源保育費 30%，合併相當於每度自來水水費為新台幣 36 元。而用水量超過每月 40 度以上之家戶，超過部份每度新加坡幣 1.4 元，同時收取水資源保護稅 40%，合併計算每月超過 40 度部份，折合新台幣每度 47 元。至於非家庭用戶每度為新加坡幣 1.17 元，另水資源稅 20%，折合新台幣每度 33.7 元。

再者新加坡國家因污水下水道全國普及率已近 100%，故為維持污水下水道的營運而收取下水道費，其下水道費分污水處理費及管線維護費兩項。污水處理費依自來水用水量每度收新加坡幣 0.3 元，折合新台幣 7.2 元。而管線維護費，則以每戶為單位，每戶每月收費 3 元，折合新台幣 72 元。

另新加坡為推動工業界節約用水，並為解決水資源不足，而積極推動污水處理水回收再利用，將回收水命名為新生水，並為鼓勵工業界在製程上使用新生水，而以每度新生水新加坡幣 1.15 元（相當於新台幣 27.6 元），低於自來水費（每度新台幣 36 元）約近三分之二的價格，鼓勵工業界使用再生水，以解決水資源不足問題，同時免付下水道費以降低工業界負擔，並達到水資源回收利用之目的，如表 1.4。

反觀台灣的自來水水價偏低，依國際水協會（IWA）統計，為 GDP 在 30,000～40,000 美元國家中，平均水價最低者，也係水費負擔率最低之國家，如表 1.5。目前台灣自來水公司平均水價每度 10.92 元（2012 年），不僅低於成本水價 11.16 元，遠低於新加坡每戶每月用水量 40 度以下之家戶用水每度 36 元或每月超過 40 度以上部份的每度 47 元。目前台灣自來水公司水價為 1993 年所修訂者，歷經 20 年未再檢討調整，除導致台灣自來水公司負債五、六百億元，每年借債還利息，而持續嚴重虧損中，更無能力用以改善提升自來水設施，尤其是漏水率的改善，每年造成數億噸已經淨化好，且耗費電力和藥劑之水資源的漏失，恐為最大的損失。

台灣自來水家庭用水費佔消費支出比率，如表 1.6，僅及國民每戶消費之 0.35%，但卻是生活最不可或缺的，更突顯自來水費偏低，而不能以價制量，以致家庭用水量未能如新加坡降低。

表 1.4：新加坡各種水費收費標準及每月水費（折合新台幣）

	用水量 (度/月)	自來水費 (元/度)	污水處理費 (元/度)	下水道維護費 (元/戶)
自來水水費 (家戶及工商戶)	40 以下	36	7.2	72.0
	超過 40 度以上 部份	47		
新生水水費 (工商戶)		27.6	免付費	免付費
家戶每月自來水費 (元/月)	1.用水量 40 度家戶折算為 1,800 元 2.用水量 60 度家戶折算為 3,092.4 元 〔1,800+20×(47+7.2)〕			

表 1.5：國際水協會（IWA）統計（2010 年）各國平均水價及負擔率

國家	人均 GDP (美元)	平均水價 (新台幣元/度)	水費負擔率 (%)
比利時	37,600	57.2	1.01
芬蘭	38,300	48.0	0.83
德國	37,900	70.7	1.23
香港	49,300	17.3	0.23
日本	34,300	49.6	0.96
澳門	33,000	16.8	0.34
韓國	31,700	15.2	0.32
西班牙	30,600	33.3	0.72
英國	35,900	67.6	1.25
台灣	37,900	9.2 *	0.16

註 1：GDP 為換算各國物價後之實質 GDP 比較

2：\*為台北及台灣兩自來水單位水價平均值

表 1.6：我國家庭用水費佔消費支出比率統計表

年度	人均 GDP (美元) 註 1	平均每戶消費支出 (萬元新台幣/年)	家庭用水費佔消費支出 比率 註 2
2007	17,154	71.6	0.38%
2008	17,399	70.5	0.38%
2009	16,359	70.6	0.37%
2010	18,503	70.2	0.37%
2011	20,006	72.9	0.35%

註 1：中華民國統計資訊網「國民所得統計常用資料」

註 2：根據台水公司普通及軍眷用戶水費之資料換算

另依台灣自來水家庭用水量結構分析，家庭民生用水量每戶每月用水量在 20 度以下之用水戶數，約佔總戶數之 65%（台水），但其合計用水量則僅佔總用水量的 20% 左右；反之大於 100 度以上之用水大戶，雖僅佔總用戶數之 1.5%，但其用水量卻佔總用水量的 42%。更顯示自來水多因水價偏低而由大戶任意浪費使用之不經濟性，而有參考新加坡加大水價累進費率級距價差，在兼顧基本家庭生活用水量之外，採以價制量之制衡策略，促使達到節約用水之目的和必要性。

再依前圖 1.2，台灣地區每年工業用水量為 17 億噸，佔總用水量的 9.6%，除部份直接取自河川水及地下水，有相當大的部份是以自來水為生產用水，雖政府過去積極推動製程回收循環利用，但因自來水水價便宜，以致成效尚有待提升。依日本全國其工業用水製程回收再利用達總工業用水量的近 80%，而台灣僅約近 65%，顯示台灣的工業用水製程回收再利用，仍有相當大的努力空間。

### 三、台灣水體水質問題

#### (一) 污染負荷量高

##### 1. 生活污水量大



台灣地區土地面積 36,193 平方公里，人口達 2,300 多萬人，在 2011 年時，平均每平方公里人口 642 人，而以台北市的人口密度 9,700 人最高，其次為新北市、台中市、桃園縣及彰化縣人口密度 1,200 人以上，顯示人口過度集中，產生大量的生活污水，加重環境負荷，污染排放量佔總污染源排放量的 69.6%（以 BOD 計）。而由於各市鎮污水下水道之建設普及率除台北市達 72.14% 較高以外，大部份市鎮污水下水道多尚未建設污水下水道系統，為造成河川污染重要原因。

## 2. 工業廢水複雜

台灣地區工廠總數在 2010 年為 78,005 家，平均工廠密度為每平方公里 2.16 家，所產生的廢水排放污染量佔總污染源排放量的 20.2%（以 BOD 計），且由於工業廢水水質複雜，甚至含有重金屬等，雖多已設置有集中性的工業區廢水處理廠或工廠單獨處理後排放，但因量大且集中，仍為造成水體污染的來源之一。

## 3. 畜牧廢水污染集中且量大

根據統計 2011 年底，台灣地區養豬頭數達 627 萬頭，其廢水排放量佔總污染源排放量的 10.2%，但因集中飼養，廢水處理放流水質偏高（COD 600mg/L），且多集中於台灣中南部縣市，由於河川流量少，以致成為中南部河川的主要污染來源之一。

台灣各種污染源排放量分析如表 1.7。

表 1.7：各種污染源廢污水量（2011 年）

來源別	產生量	削減量	排放量	產生量	排放量
	(BOD <sub>5</sub> 公噸/日)	(BOD <sub>5</sub> 公噸/日)	(BOD <sub>5</sub> 公噸/日)	百分比 (%)	百分比 (%)
總計	2,447	1,731	717	100.0	100
市鎮污水	999	601	499	40.8	69.6
工業廢水	799	655	145	32.7	20.2
農業廢水	649	576	73	26.5	10.2

## (二) 水體水質持續改善中

### 1. 河川水質

台灣地區水體水質監測開始自 1976 年，在 1987 年前河川水質監測站數共 179 站，至 2012 年總共在 57 個流域，涵蓋主支流 92 條河川，計 2,933.9 公里長度中，設置有 316 水質監測站。

各河川水質在歷經政府長期持續努力推動各種減輕污染策略後已有顯著的改善。除未（稍）受污染河段長度比略有增長外，嚴重污染河段長度比，也由 2001 年的 13.2% 下降至 2012 年的 3.6%，顯示整體河川水質污染呈現穩定下降趨勢，如表 1.8。

另針對 11 條重點河川做為加強改善，以達溶氧量大於 2mg/L 之短程目標，也皆已有相當成效。惟有部份下游河段，因污水處理放流水中氮氮的未處理，反而降低溶氧量的問題，有待檢討放流水氮氮濃度之必要性。

近年也針對 7 條都會型河川進行整治，以提升都市之水環境，改善景觀，增進人

與水之親和，都市生活品質並已獲初步成效。

表 1.8：全國 50 條重要河川嚴重污染長度百分比

50 條重要河川污染長度統計									
年別	總計	未稍受污染 (RPI<2)		輕度污染 (2≤RPI≤3)		中度污染 (3<RPI≤6)		嚴重污染 (RPI>6)	
	長度 (公里)	長度 (公里)	(%)	長度 (公里)	(%)	長度 (公里)	(%)	長度 (公里)	(%)
2001	2934.0	1808.9	61.7	287.6	9.8	451.3	15.4	386.2	13.2
2002	2904.2	1812.5	62.4	349.7	12.0	335.4	11.5	406.5	14.0
2003	2904.2	1726.2	59.5	390.0	13.4	328.9	11.3	459.2	15.8
2004	2904.2	1860.1	64.0	284.8	9.8	537.4	18.5	222.0	7.6
2005	2904.2	1864.9	64.2	287.8	9.9	572.5	19.7	179.1	6.2
2006	2933.9	1922.7	65.5	263.3	9.0	573.2	19.5	174.7	6.0
2007	2933.9	1811.7	61.8	233.2	7.9	592.7	23.6	196.3	6.7
2008	2933.9	1912.3	65.2	264.9	9.0	532.2	21.5	124.5	4.2
2009	2933.9	1970.1	67.2	237.8	8.1	553.9	18.9	172.1	5.9
2010	2933.9	1835.9	62.6	216.1	7.4	720.6	24.6	161.4	5.5
2011	2933.9	1869.6	63.7	291.8	9.9	616.2	21.0	156.3	5.3
2012	2933.9	1840.1	62.7	284.2	9.7	704.1	24.0	105.4	3.6

## 2. 水庫水質

台灣地區的民生用水約 70% 取自水庫，但由於各水庫集水區地形陡峻，地質脆弱，降雨集中，造成自然崩塌，再由於人為的不當開發耕作，飼養畜牧以及闢建遊樂設施等活動，導致大量砂土及污水排入各湖泊、水庫，造成水庫淤積、優養化。

行政院環保署自 1993 年起，每年針對 21 座主要水庫設置水質監測站，除進行水質監測外，並加強污水下水道建設及推廣非點源污染最佳管理策略。

依據 2001 年起之調查統計，水庫優養狀態，已由 2001 年的 10 座下降至 2012 年的 4 座，其卡爾森優養指數 (CTSI) 以庫容加權計算後，也由 2001 年的 48.26 下降至 2012 年的 40.89，顯示十年來水庫水質優養化情形，呈現長期穩定現象，如表 1.9。

表 1.9：歷年水庫水質概況 (2001~2012 年)

年別	監測水庫數(座)	貧養 (CTSI<40)		普養 (40≤CTSI≤50)		優養 (CTSI>50)		無測值 (座)
		(座)	(%)	(座)	(%)	(座)	(%)	
2001	20	0	0.00	9	45.00	10	50.00	1
2002	20	0	0.00	12	60.00	7	35.00	1
2003	20	2	10.00	7	35.00	10	50.00	1
2004	20	3	15.00	7	35.00	9	45.00	1
2005	20	2	10.00	11	55.00	6	30.00	1
2006	20	1	10.00	10	52.00	8	42.00	1
2007	20	2	10.00	12	60.00	5	25.00	1
2008	20	2	10.00	12	60.00	6	30.00	0
2009	20	3	15.00	12	60.00	5	25.00	0
2010	20	3	15.00	14	70.00	3	15.00	0
2011	20	4	20.00	12	60.00	4	20.00	0
2012	20	3	15.00	13	65.00	4	20.00	0

### 3. 海域水質

台灣地區各河川之排水最後皆都流入近海而至海洋，因之海域水質承受河川排放物，而造成水質變化。

行政院環保署自 1994 年起在本島及澎湖沿海及金門、馬祖進行水質監測，計 19 處海域 104 測點，進行每季共計 17 項水質監測。

依據 2012 年海域水質監測資料，20 處海域之環境品質標準達成率，除臺北沿海(99.0%)、新竹香山沿海(98.5%)、臺中港沿海(99.3%)、高屏溪口沿海(97.9%)以及大鵬灣沿海(94.6%)等 5 處海域外，其餘 15 處海域之環境品質達成率均為 100%，且由 2002 至 2011 年間各海域之水質項目鎘、鉛、鋅等皆達到 100% 的達成率，而 pH 的值近有上升趨勢，達成率也達 99.9% 的現狀。

### 4. 地下水水質

台灣地區自來水水源除 70% 取自水庫外，部份自來水水源為取自地下水，地下水水質則受到地面水之影響，因之地下水水質之管理成為很重要的一環。

行政院環保署針對全國九大水區設置 431 口區域性監測井，每季採取水樣辦理地下水水質 45 項監測工作。

根據 2012 年度監測結果，監測項目低於地下水污染監測標準的總比率平均為 89.9%，其中低於地下水水質監測標準之項目為總溶解固體 88.4%、氨氮 60.2%、鐵 74.8%、錳 48.8% 等，對於氨氮之水質管理為應加重視的地下水水質。

#### (三) 水體水質達成率之檢討

台灣水體水質經環保單位及污水下水道建設之努力下，近年來水體水質已有顯著改善，尤其是河川污染嚴重河段的縮短及水庫水質優養化數的減少，但所呈現的仍只是污染的降低，而非水體水質目標達成狀況之成效，因我國早期河川污染嚴重，乃以降低河川污染河段之長度比率為政績目標，但實際上保護水體乃以達到水體用途分類之水質指標為水體保護目標。

日本河川水體保護之環境基準，依其用途區分為六類，各分類用途之水質基準以 pH、BOD、SS、溶氧及大腸菌群數五項指標，列如表 1.10。

表 1.10：日本河川水體水質分類基準值

項目 類別	利用目的之適用性	基準值				
		pH	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	大腸菌群數 (MPN/100mL)
AA	自來水一級、自然保全及 A 以下列舉者	6.5~8.5	<1	<25	7.5>	<50
A	自來水二級、水產一級、游泳及 B 以下列舉者	6.5~8.5	<2	<25	7.5>	<1,000
B	自來水三級、水產二級及 C 以下列舉者	6.5~8.5	<3	<25	5.0>	<5,000
C	水產三級、工業用水一級及 D 以下列舉者	6.5~8.5	<5	<50	5.0>	—
D	工業用水二級、農業用水及 E 所列舉者	6.5~8.5	<8	<100	2.0>	—
E	工業用水三級、環境保全	6.5~8.5	<10	沒有漂流物	2.0>	—

日本對於水體，河川水質保護達成率係以全國河川、湖泊各水體分類段之 BOD 及 COD 之環境基準達成率為評估指標，其 2010 年之達成率比率，如表 1.11。

我國河川水體分類則分為甲乙丙丁及戊五類，基準值指標則除日本的五項外，尚有氨氮及總磷共七項。但做為呈現河川水質狀況之最具代表性的生化需氧量(BOD)，在丁及戊類卻未列指標值，而未能如日本以 BOD 做為全國全部河川管理達成狀況之代表性指標。此乃我國於 1980 年代訂定河川水體水質分類時，因各河川污染嚴重，BOD 值皆偏高，無法於短期內呈現管理成效，而予省略之故。但時至今日台灣各河川之水質已頗有改善，而有加以檢討增訂，用以彰顯全國性一致管理成效之必要。

#### (四) 保護用水水體水質，檢討更嚴格之水質標準

台灣部份水體河川，即使各污染源之放流水都達到現行放流水標準，但因河川流量低，缺乏基流量，而仍呈污染，而未能達到原訂分類之達成率。日本為保護海灣水質，訂有依水體允許之總量核算不同排放源更加嚴格之放流水水質標準，如在東京灣、伊勢灣及霞浦三海灣，訂定有目標年為達各海灣水質，可允許排入海灣之總量以為削減各污染源的策略。藉以規範及制定排入海灣範圍內之放流水質及策略。

韓國亦為防止河川、海灣污染及湖泊優養化，自 2012 年 1 月起，為保護自來水水源取水，在四大重要河川（漢江、錦江、洛東江、榮山江）之水域以更嚴格之放流水區分為四種放流水水質標準，以強化水源水質保護，如表 1.12。

表 1.11：日本水體環境基準達成狀況（BOD 及 COD）

### 1. 河川（BOD）

類型	水域數		達成水域數		達成率（%）	
	2010 年	2009 年	2010 年	2009 年	2010 年	2009 年
AA	361	358	333	328	92.2	91.6
A	1,265	1,261	1,182	1,184	93.4	93.9
B	533	534	481	478	90.2	89.5
C	276	280	251	251	90.9	89.6
D	81	82	77	78	95.1	95.1
E	45	46	45	44	100.0	95.7
合計	2,561	2,561	2,369	2,363	92.5	92.3

### 2. 湖泊（COD）

類型	水域數		達成水域數		達成率（%）	
	2010 年	2009 年	2010 年	2009 年	2010 年	2009 年
AA	31	33	7	5	22.6	15.2
A	137	133	90	85	65.7	63.9
B	18	18	2	2	11.1	11.1
C	0	0	0	0	0.0	0.0
合計	186	184	99	92	53.2	50.0

### 3. 海域（COD）

類型	水域數		達成水域數		達成率（%）	
	2010 年	2009 年	2010 年	2009 年	2010 年	2009 年
A	260	260	165	171	63.5	65.8
B	211	211	178	177	84.4	83.9
C	119	119	119	119	100.0	100.0
合計	590	590	462	467	78.3	79.2

### 4. 全國

類型	水域數		達成水域數		達成率（%）	
	2010 年	2009 年	2010 年	2009 年	2010 年	2009 年
合計	3,337	3,335	2,930	2,922	87.8	87.6

註：河川為 BOD、湖泊及海域為 COD

表 1.12：韓國四大重要河川不同區分之放流水標準

區分	BOD	COD	SS	總氮	總磷
I 地域	5	20	10	20	0.2
II 地域	5	20	10	20	0.3
III 地域	10	40	10	20	0.5
IV 地域	10	40	10	20	2.0

（2011.2.17 修訂）

上述日本及韓國的制度，可供檢討做為台灣嚴重污染、自來水水源及水庫集水區水質無法改善之水體水質管理之參考。

### （五）化糞池及合併淨化槽未能有效維護管理及清理，以降低排放水水質保護水體

韓國全國污水處理率已達 90.1%，污水除由下水道收集系統收集外，有部份仍使用合併式淨化槽，但由於設計、施工及管理不佳，仍造成水體污染原因之一，為加強改善水體水質，韓國將其納入由地方政府負責維護管理，並收取設置及維護管理費。已先自 2011 年於兩地區開始試辦，並預計自 2013 年擴大全國實施。

台灣污水處理率總共為 43.77% (表 1.13 即含建築物污水處理 11.47%，專用污水下水道普及率 10.58%及公共污水下水道普及率 21.72%)，其中建築物污水處理設施，比率頗大，且亦同樣未能完善設置及操作管理。為提升其處理效果，降低排放水污染，尤其在水源地區者，可檢討由地方政府委託代為操作管理，以提升管理成效。目前台北水源特定區內之污水處理設施即由政府負責操作管理，得以獲致良好的管理，其他水源區也甚值檢討。

另全國由於污水處理率尚低，使用傳統化糞池仍佔一半以上之比例，其處理效率低，且多未加清理，其排水也是重要污染來源，應由地方政府全面負責委託每年至少清理一次，以降低排水之污染。

#### (六) 地方政府推動水污染防治監督機制，可採滾動式具體落實

近年來環保主管機關，積極推動由各縣市每年策定「河川污染整治(含流域管理)計畫」，提出計畫書，藉以考核各縣市整合各局處推動水污染防治之具體作法，由各縣市自行提出其轄內各水體之環境背景、問題分析、河川污染整治願景與目標、污染熱區管理及各年度之整治行動計畫。由於行動自訂，而極具做為監督執行成效之依據，同時也做為各縣市推動成效之評比，為具主管機關監督管理之制度，惜各縣市多係委託民間編製，而未經內部千錘百鍊，內化及深化為水環境管理文化。又因需每年策訂一次雖採滾動式，但因過程程序，含蓋內容複雜，不易每年就能獲得具體量化成果，此一措施倘能以 3~4 年為一階段，以減少行政事務，或將更能落實執行成效，也達到更具完整化之成果。

### 四、污水下水道及水再生利用問題

#### (一) 污水下水道普及率偏低，環境品質有待提升

台灣地區 80%以上人口聚居市鎮，其生活活動所排出的污水集中，排入河川等水體為造成河川及水庫污染的主要原因。

台灣的水污染源中，工業廢水及畜牧廢水，在政府長期的管制及宣導下，所排放之總污染負荷 BOD 約為生活污水之三分之一(如表 1.7)，已獲得相當的控制和成效，惟獨污水下水道建設，雖近年來政府開始重視，但其建設成效除台北市之普及率已達 72.14% (接管人口比率) 外，院轄市高雄市及新北市則約在 30% 左右，台中、台南普及率約在 10% 左右，至於其他縣市之普及率更低，甚至尚有部份縣市之普及率掛零，如表 1.13。

污水下水道為市鎮基本公共建設，其普及除可提升生活環境品質，更成為國際競爭力基礎建設評比指標之一。世界各國污水下水道普及率如表 1.14。台灣污水下水道普及率截至 2012 年底，全國僅 21.72%，與先進國家比較明顯偏低，有待加速建設。

表 1.13：五院轄市公共污水下水道普及率%（2012 年底）

區域	公共污水下水道普及率(A)	專用污水下水道普及率(B)	建築物污水處理設置率(%) (C)	污水處理率(%) (D)=(A)+(B)+(C)
台北市	72.14	2.82	1.88	76.84
新北市	33.41	27.63	7.29	68.33
台中市	9.92	9.79	11.77	31.49
台南市	11.86	3.94	11.56	27.36
高雄市	30.87	4.89	15.69	51.44
全國	21.72	10.58	11.47	43.77

註：普及率：公共污水下水道接管人數/縣市總人口數

表 1.14：世界各國下水道普及率

國名	普及率(%)	國名	普及率(%)	國名	普及率(%)
丹麥	98	加拿大	91	西班牙	59
英國	97	法國	81	挪威	57
瑞典	94	芬蘭	77	韓國	50
荷蘭	93	美國	71	墨西哥	20
德國	92	日本	65	台灣	(2012) 21.72
瑞士	91	義大利	61		

註：普及率：下水道利用人口/總人口

資料：日本下水道協會、躍進之日本下水道（2010）

## (二) 污水下水道建設推動緩慢，有待教育宣導

台灣在過去建設發展過程中，唯獨污水下水道建設除台北市及高雄市外，推動緩慢，主要原因是污水下水道建設為系統性建設，建設期程長，往往逾越縣市鄉鎮長之任期（四年），縣市鄉鎮長基於爭取選票考量及民眾嫌惡抗爭（擔心二度污染、房地產下跌等）因素，往往不願配合推動，加上地方財政窘困無力負擔配合款，技術人力短缺且用地取得曠日廢時，更使縣市鄉鎮長卻步。

但隨著經濟高度發展，生活水準提高，人們已逐漸意識到下水道建設對改善環境衛生、提升生活品質、降低河川污染及保護水源水質之重要性。政府更應帶領民眾往前，並深切體認污水下水道建設的重要性，從對民眾居住環境衛生品質的提升，擴及保護公共水域水質，甚至有效利用下水道資源（回收水及污泥），創造理想的水循環，形成循環水道。唯有政府積極教育民眾能普遍接受及配合，始能迅速推動建設。

## (三) 部份縣市於用戶接管施工時，未能徹底分流以及填除化糞池，致未能彰顯污水下水道之效益

污水下水道分支管於延伸至各住戶時，其用戶接管必須將污水完整接入污水下水道，並防止雨水排水的接入，以達徹底分流。另原各住戶之化糞池流入管應直接接入污水下水道，同時填除化糞池，以杜絕糞尿的貯留影響環境衛生，並達到改善生活環境品質的目的，但部份縣市由於未能貫徹此等基本觀念，導致當下雨時，污水處理廠大量雨水流入，甚至造成雨水自人孔冒出，不下雨時又因部份污水未接入污水下水道而逕行自雨水排水管排出，造成河川污染之現象。又因糞尿仍經由化糞池，除有礙環境衛生，也使污水廠流入水水質偏低等問題，而未能充分達到投資建設污水下水道的效益。

#### (四) 污水處理水可為都市水庫第二水資源，有待開發

污水下水道更重要的是可做為都市水庫創造第二水資源，紓解用水不足。因污水經收集處理後之放流水，可達高耗用水之工業用水及農業灌溉用水水質標準，將放流水就近轉移為工業生產及農業灌溉利用，並將部份原供工業利用及灌溉之水源，轉移調度為生活用水或工業用水之水源，將是一穩定之都市水庫第二水資源。

台灣地區可利用之水資源一定，又因氣候變遷降雨時空不均，產業用水持續增加，除推動節約用水，調整灌溉用水移轉為民生、工業用水外，雨水收集利用、海水淡化及廢污水回收再生，做為次級用水水源，尚有待開發。

台灣地區污水下水道建設漸趨普及，各市鎮污水處理廠多位於市區，甚至於接近於工業用水或灌溉用水需求地區，若能積極加以推動污水處理水再生後就近再利用，將可大大改善用水不足問題。

#### (五) 新加坡、韓國污水回收再利用成效，可為借鏡

世界重要水再生利用國家之再利用量、利用率及利用對象如表 1.15。而在再利用國家中，尤以新加坡其污水下水道普及率已近 100%，而為解決其水源，自 2000 年代開始積極開發再生水-新生水，提供為水源，截至 2010 年，其新生水已取代總用水量的近 20%，包括每日提供 270,000CMD 再生水供產業用水外，另每日引 45,000CMD 再生水流入水庫（約總用水量 2.5%）與水庫貯存水混合後，供作水源用水，另也已有 415 家戶直接使用再生水。新加坡預計至 2050 年，其再生水使用量將增加至總用水量的 50%，可供我國借鏡。

表 1.15：主要水再利用國家之再利用量、利用率及利用對象（2007 年）

國家	下水處理水再利用量（萬 m <sup>3</sup> /年）	下水再利用率（%）	再生水利用目的、背景
美國	約 365,000	約 6	主要使用於加州，因可用水源不足，為水資源之一部份。佛羅里達州為減少敏感水域的排放及用水不足，供灌溉、澆灌利用。德州為改善河川流量及地下水涵養。
以色列	約 28,000	約 83	全國性用水不足，以灌溉為主
西班牙	約 35,000	約 12	依 EU 水組織架構之指令
義大利	約 23,000	約 7	工業區擴大，導入工業區利用
日本	約 20,000	約 1.4	因應全國各地缺水做不同利用
澳洲	約 16,600	—	用水不足，再生水為水資源計畫之一
新加坡	約 11,490(2010)	約 20	水源不足，以再生水供產業及水庫水源。2010 年工業用水 270,000CMD，水庫入水 45,000CMD
韓國	約 74,610(2010)	約 10.9	水源不足，提供為工業用水及灌溉利用

韓國為改善其水資源不足，而採取提升下水再生水利用率，並以法令規定自 2011 年起，每日處理污水量在 5,000CMD 以上之污水處理廠，必須回收再生水利用量 10% 以上，其 2010 年全國下水處理量為 68 億 4,500 萬立方公尺，而其回收利用率則達 10.9%，其下水回收再利用採以法律強制規定，也即強制產業配合利用之制度，亦可供我國參考。



## (六) 污水下水道設施效率化管理，減少管理界面和降低成本

台灣公共污水下水道污水處理廠，依據營建署 2012 年 6 月資料，在營運中的已有 52 處，施工、設計及規劃中的有 216 處。惟污水處理系統，將隨著建設小規模化逐漸增加，不僅建設費增加，營運管理成本也將提升，甚至單位處理量的 CO<sub>2</sub> 排放量也隨能源利用，愈小規模單位處理量愈大，而不具經濟。

韓國為改善其下水道建設小規模化比率增加，導致處理效率低及營運管理費大為增加之困難，特將全國統合為 30 個圈域，並自 2011 年起由水庫上游（5 個圈域）的下水道進行地域性統合，另 25 個圈域則預定於 2012 年～2015 年全部達到統合，進而實施流域性的下水道管理，進行修訂過去單一放流水標準，而改以流域水體水質目標為基準之不同放流水標準。

台灣部份污水處理廠規模小，由單獨一家操作公司代為操作管理之現象，有待檢討以縣市所屬數廠為一單位集中由一家代操作，以收人員調動，設備維護管理人力的共用，提升整體效益，也值檢討。

## (七) 污水下水道營運管理費不足，影響設施壽命至大

台灣污水下水道建設費除台北市及高雄市之一部份外，幾乎由中央政府補助建設，建設完成後之下水道及污水處理設施，由於係暴露在污水中，其劣化速率快，而需有充裕的經費以維護管理，延長其使用壽命，否則其更新所需經費更大且更困難，甚至有安全問題，但下水道設施為地方公共設施，依法應由地方政府依自來水使用量，收取污水下水道使用費，以供做為維護管理財源的一部份。

新加坡之污水下水道普及率已近 100%，其下水使用費，則分污水處理費及管線維護費分別收取，污水處理費依自來水用水量每度收取新加坡幣 0.3 元，折合新台幣每度 7.2 元，另管線維護費則以每戶為單位每月每戶收費新加坡幣 3 元，折合新台幣 72 元，如前述表 1.4。

日本 2010 年全國下水道使用費收費平均約每戶每月用水量 20m<sup>3</sup>，日幣 3,000 円，折合台幣每月 909 元，而其全國下水道總支出平均為處理每度污水需 164.8 円，折合台幣約 50 元，包括資本費（設施攤提費及營運費），而實際下水道使用費每度收入為 140.7 円，約可實際支付下水道營運費之 85.4%，其他不足的部份 14.6%，才由地方政府編列預算支應，以減少地方政府負擔，避免因下水道建設而拖垮地方政府財政，如表 1.16，甚值我國各地方政府參考。

日本即使已全面收取下水道使用費，且下水道施工品質要求也高，但其已完成之下水道管渠四十萬公里長中，每年仍因管渠劣化、老化，而發生崩塌斷裂達 4,000～5,000 件，甚至時有人命事故。更值得剛起步的台灣加以重視下水道系統之維護管理，尤其對污水處理廠更應建立完善的維護管理體系。

表 1.16：日本全國下水道使用費收費及實際支出

污水處理費 (円/m <sup>3</sup> )	資本費及營運費 (円/m <sup>3</sup> )		下水道使用費 (円/m <sup>3</sup> )	實際支出比(%)	
	資本費	維護管理費		下水道 使用費支應	一般預算支 應
164.8	82.2	82.6	140.7	85.4	14.6
≒50 元/m <sup>3</sup>			(42.6 元/m <sup>3</sup> )		

註：2010 年統計

台灣地區除台北市自 1983 年開始，收取污水下水道使用費，目前依自來水使用量每度收集 5 元外，其他營運中的各縣市皆未收取污水下水道使用費。但因污水下水道在各縣市為新興業務，其營運費用之編列，會排擠到其他部門之既定預算，而無法充分編列，造成各下水道系統未能有充裕經費進行經常性的維護管理，以致設施頻繁故障，縮短可用年限，其損失遠比正常管理耗費極大，甚至有可能發生管線崩塌意外事故，實有賴各縣市早日開始收取污水下水道使用費，以補預算財源之不足，並提升污水下水道設施之維護管理，以延長使用壽命。

目前各縣市多以非污水下水道供用地區未依法收取水污染防治費，若供用地區收取污水下水道使用費，將有失公平為由，雖多已制定有收費辦法，卻仍不收取，實有待依法分別同時收取水污染防治費及污水下水道使用費，以達污染者付費及使用者付費之精神，並分別充裕財源改善水環境與維護污水下水道設施。

#### (八) 污泥資源化防止二次污染並促成減碳功能

下水道污水處理過程所產生的脫水污泥餅量，依各污水處理廠之規模而異，而一座每日處理污水量 10 萬噸之污水處理廠，其每日產生之污泥餅約 20~30 噸，台灣地區由於地狹人多，屬合法的掩埋場已不易獲得，因之每日所產生之污泥最終處置，成為一相當棘手的問題。

日本近年因開發出脫水污泥低溫炭化技術，將脫水污泥餅先乾燥後，再以 300°C 左右低溫造粒炭化，所消耗能源較低，排出的溫室氣體量也比焚化材料化為低，但其產品則可提供作為煤炭火力發電廠之混合燃料，除可做為燃料增加發電量外，更可達到碳中和之效益，可折減火力發電廠之溫室氣體排放量，而有益於地球環境保護。

未來各都市污水處理廠污泥餅處置問題，可檢討由縣市為單元或以數縣市為單元，集中後仿日本的低溫炭化方式，將脫水污泥餅集中炭化後，就近提供給煤炭火力發電廠做燃料，以發揮污泥資源化利用，並降低溫室氣體總排放量。亦可經集中烘乾後，由各縣市垃圾焚化廠，利用其餘裕量，併同垃圾混燒資源化，以徹底解決污泥處置問題。

## 五、前瞻未來策略

未來行政院環境資源部，將整合現在分散在各部會之農委會水土保持局，經濟部水利署、環保署水保處及營建署下水道工程處，統合於同一部會之內，形成一縱向貫穿水系管理和橫向之水量水質合一管理。其共同面臨的是各部門之間行政面的融合和

重組，以及技術面的水不足、水太多、集水區被破壞、水質污染、自來水漏水率高、污水下水道尚待積極建設與有效管理、水回收再生利用觀念尚待建立等問題。

未來除應持續防治水患及調配水資源之利用外，更必須注意自然環境的維護、追求各種水體利用水質和水環境，以永續經營水資源，創造源源不絕之活水。瞻望未來水環境資源的管理策略，有待積極推動：

### (一) 整合調整與重組原各權責機關之法令、組織架構及明確分工

1. 未來水、土、林的管理整合在環境資源部下，其治理與管理面之分工及權責劃分，有賴從原各自的水土保持法、水利法、水污染防治法及下水道法，重新檢討，建立新架構，以明確各機關的分工和權責。並檢討原在 2002 年制定公布之環境基保法之內涵，甚至檢討有否制定水基本法之必要性，以奠定長遠的水政策。
2. 進行法令規章整合之檢討。如自來水法及飲用水條例之整合，將自來水法定位為事業法規，自來水法與飲用水管理條例重疊部份，全部劃歸自來水法主管；飲用水條例以主管飲用水水質及自來水尚未供應地區之用水、井水之安全為主，瓶裝水之管理則劃歸食品主管機關主管，以明確劃分權責。

### (二) 強化水庫集水區及水源集水區之水、土、林管理，以涵養水源確保既有水庫的永續利用

1. 水庫及水源集水區的不當開發利用，會加速造成水庫淤積量增加減短水庫使用壽命，增加河川輸砂量，縮小河川通水面積，造成河川淤積，加快流速，抬高洪水位，增加洪峰風險，減少雨水截留及蒸發散，減少植生覆蓋，增大土壤沖刷，減少滲透量及地表滯留，減少平常滲出影響基流量等，皆為影響水源穩定水量的因素，亟待各級政府，依法嚴加保護管理。尤其在環保意識高漲，新的水庫開發已不容易之下，對於只能調節總用水量 10.6% 容量的現有水庫，更應有具體能落實之保育、管理策略，以達長壽命化。
2. 有關集水區管理，已有翡翠、石門及曾文水庫跨部會及跨縣市平台經驗，應由未來環境資源部內加以整合，並從制度面建立具體分工機制，達到水、土、林整合為環境資源部之功能和目的。
3. 現台灣已公告之自來水水源集水區雖有 113 處，其面積總和為 8,992 平方公里(標高 100 公尺以上山區佔總面積 90%)，相當於台灣地區總土地面積約 25%，其面積雖大，但其範圍內之人口約僅 80 萬人，兩千多萬人的自來水使用者，應能負起 80 萬人受限的損失，建立合理的回饋，補償制度。目前水源保育與回饋費每年約有 12 億元，未來應以加強保育為主，新加坡以收取自來水費的 40%，做為水資源保護稅，可供我國借鏡。
4. 自來水水源是要提供世代共同利用之水源，因之流域內之居民如何以減低水源區的環境負荷，有效保育並維持其活力，不僅是本世代的責任，也需負起保存遺留給下一代之任務。因之亟待各水源河川流域的居民，每一個人在生活中，如何共同形成一新的環境共生的新文化，認識水源區的重要性，以人與水源區共生之理念，成為公民意識，達到水源區健全的永續發展，是全民的責任。

5. 台灣各市鎮隨著都市化，而漸趨不透水化，除為造成市鎮遇豪雨即行淹水原因之一外，也造成在非降雨日市鎮周邊溪流乾枯而水質污染更形嚴重，更造成夏天炎熱時，市鎮熱島化，悶熱難耐且耗費電力。因之促進市鎮透水化減少不透水層增加雨水貯留，增加滲透性雨水下水道及綠化，皆為創造舒適市鎮生活環境之重要策略，有待檢討相關政策、措施積極推行。

**(三) 調整水體水質保護策略，依法收取水污染防治費，全面定期清理污染源，維護水源及各種水體用途水質**

1. 對於水庫及自來水水源，其水質未能達到自來水原水水質標準者，應依各水體特性，訂定各種更嚴格的放流水標準，做為保護水質之依據。
2. 對於水庫及自來水水源集水區內之建築物污水處理設施及專用污水下水道，檢討全部由地方政府代為統一委託操作管理，以收確實正常運轉，保護水源，但得由水源回饋金支付全部設置及操作費用。
3. 對於污水下水道尚未建設供用地區，為提升其化糞池之功能，應由地方政府統一委託每年代清理至少一次以上，對於其財源應檢討依法酌量收取水污染防治費專案支應，達到污染者付費及保護水體水質。
4. 對於重要水體河段，雖放流水皆已合乎放流水標準，但仍未能達到水體分類之水質者，應依該河段允許之污染負荷量，訂定總量，再據以訂定更嚴格的放流水水質標準，包括增加放流氮管制標準，以為管理依據。
5. 歷年以來以河川污染長度百分比做為河川施政管理目標之行政措施，並未能彰顯保護達成程度，又有以 DO 2mg/L 以上不發臭為目標，但因台灣河川坡度大，再曝氣能力高，而不易呈現實際水質，宜檢討參考日本改以各地面水體分類水質達成率為管理目標，河川以 BOD、水庫及海灣以 COD 為管理指標，因 BOD 或 COD 具綜合性之意義，藉以掌握各種不同分類之達成率，做為分別加強管理之依據，並以全國總達成率為總目標。至於目前地面水體河川分類丁、戊類河段未訂有 BOD 指標數據，則可加以檢討增訂，使全部河川水體可以 BOD 達成率為管理指標。
6. 有效落實各縣市以階段性，選擇優先性策略推動短、中、長程為目標、願景之河川污染整治（含流域管理）計畫，對於已推動有成之豬糞尿廁所化所分離之豬糞，朝協助生質能發電利用，以降低濃度，藉以逐階段達到改善河川水質。

**(四) 合理調整自來水水價，採累進費率計價，以價制量。發行自來水特別公債籌募財源，加速挽救漏水，維護自來水設施使用壽命**

1. 自來水是民生及產業生產必須物質，為使其能提供量足質優的自來水以滿足需求，必須有充裕的自來水營運管理經費，供做為開發、營運管理及設施維護之財源。並維護能世代利用，以確保設施的永續利用。
2. 自來水為提供基本生活所必須的自來水量，需以較基本水價提供，以照顧基本生活需要。但對於超過一定基本使用量以上的使用者，因已非基本生活需要的用水量，以及從水源開發營運及維護之成本需要，應依其用水量愈多，反應出

愈高的單位用水量水價，也即累進水價，以反應合理水價，則不僅可達到反應成本，以價制量，同時可依法獲得較合理的利潤及財源，以加速更新自來水設施，提升自來水供水水質，達到自來水輸配水減漏以充裕水資源水量，並使自來水設施可達到世代永續利用之多項效益。

3. 台灣自來水公司目前平均水價每度為 10.92 元，低於平均成本 11.16 元，為全世界最低水價者，遠低於新加坡每戶每月用水量 40 度以下之水價每度 36 元，更低於每月 40 度以上者，超過部份每度 47 元，也低於世界各國平均水價 37.6 元。應加強宣導民眾，瞭解支付合理水價，才能有健全的自來水設施和優質的自來水。
4. 台灣自來水水費，自 1993 年調整以來，已歷 20 年，因未能反應合理水價，且缺乏政府充裕預算補助，以致設施陳舊，漏水率偏高達 21% 以上，造成已經處理後的珍貴自來水漏失，既耗損藥品及電力，更浪費可用的水資源量至鉅，每日漏失水量超過 194 萬噸，每年損失珍貴水資源超過 7.14 億噸，為一多重的重大損失。若再不加速抽換老化水管，其隨著年代將更加漏損，而更新率趕不上增加漏損時，將造成無法挽回的災難。因之應即訂定每年減漏目標，積極進行減漏，而以達到新加坡漏水率的 5% 以下為目標，同時除減少漏水率外，更應提升售水率，以達效率化供水。
5. 台灣自來水水價多年來每每以政治因素未再檢討，而造成自來水主管事業單位的高負債，未能投資改善，期待全民能早日有共同挽救自來水的認識，建立合理水價的定期評估制度，以改善自來水設施，並進而達到確保可用的珍貴水資源，維護世代可利用的寶貴資產。為加速漏水改善，應檢討發行自來水特別公債，籌募財源加速辦理，再以合理調整水價及累進費率計價盈餘攤還，以挽救面臨癱瘓的自來水。

#### (五) 提升用水合理化管理，珍惜水資源

1. 新加坡為一缺水國家，其每人每日用水量僅 147 公升，台灣每人每日用水量大於 268 公升以上，政府規劃以 250 公升為上限，有再檢討的空間。而每人每日供水量與每人每日用水量間有相當大的差距，包括漏損、無費用水等，皆賴積極減漏並減少各種損失，尤其都市澆灌之無費用水，應改使用污水處理水替代，以減少耗用自來水。
2. 產業用水除新開發者，需依用水計畫書審核其用水量外，對於既有產業，應建立定期申報其產業生產變化及用水需求，重新核定供水量制度，包括地下水抽水水權量，並得改提供部份再生水供做次級用水替代水源。
3. 目前產業用水回收率全國平均約 65%，應藉調整水價、比照新加坡取用自來水及新生水之不同水價，以及定期申報檢討用水變更制度等，提升產業用水回收率，未來產業新開發計畫，超過一定用水量以上者，應朝自籌水源之政策，做為管理制度。
4. 農業用水灌溉用水效率亟待提升，尤其改善農業輸水渠道漏水損失，以及強化掌水工代灌制度，有效提升水資源利用效益。

5. 目前的曾文及烏山頭灌區供水量與農田實際灌溉進水量頗有差距，若能強化專人（掌水工）代輪灌之工作方式，採灌水面積灌水量責任制，以提升供水之使用效率，使供水量與灌溉水量之差距更為降低，則所降低的水量，就可轉移供嘉南及高雄地區民生及工業使用，該地區經常缺水問題將可獲得很大的舒緩。而所增加之水源原水售水之收入，也可酌量補助上述專人代輪流灌溉的掌水工，在各期作耕作期間之工作津貼，如此效率化之運作不僅可創造出大量水資源，以減緩南部每年缺水，也不影響農作之用水需求，但可充分發揮效率化灌溉節水，並充裕南部地區水資源效益。

#### **(六) 加速污水下水道建設，受益者付費以強化設施維護，確保安全及長壽命化**

1. 台灣地區公共污水下水道人口普及率目前僅為 21.72%（2012 年），有賴政府加速建設，以改善生活環境品質及保護水域水質，進而創造都市水庫，以建立第二水源，充裕水資源。每年確保一定建設量之預算，加速建設，提升施工管材耐用性及施工技術，以提升整體使用年限，並建立完整的 GIS 下水道管渠資訊，以為長期維護管理之用，確保安全，並降低生命週期總支出（LCC）。
2. 加強污水下水道基本智識、目的、效益及使用管理之公民意識宣導，提升國民的認識，瞭解其重要性，進而在生活上能加以重視，使全民能以擁有利用污水下水道而能成為文明生活幸福感指標之一。另為健全污水下水道的建設，應教育及督導各縣市政府之污水下水道建設，應達到用戶接管徹底分流，並填除化糞池，以改善生活環境，防治水體污染，達到建設污水下水道的投資效益。
3. 污水下水道設施由於長期處於污水環境中，老化、劣化及故障較快，必須有充裕的固定經費以加強維護管理，延長設施使用壽命，減低更新頻率。依下水道法在污水下水道供用地區，污水下水道用戶必須依用水量繳交污水下水道使用費，但目前除台北市外，各縣市已有污水下水道地區，皆未依法收取，以致其管理預算多不足，對於已完成設施之維護管理不合標準，將影響其使用年限，甚至有因管理不善造成污水下水道管塌陷，造成人命事故，以及污水處理設施之提早故障等，故各已建設污水下水道之縣市，應即依法收取污水下水道使用費，以充裕財源，加強設施維護，否則污水下水道恐有成為各市鎮隨時會引爆的災禍。
4. 目前各縣市污水下水道的操作維護管理，多採個別系統委託民間公司代辦，由於係分別委託，造成管理成本、設施維修、技術人員分散之不效率不經濟問題，未來各縣市宜朝整合成一專案加以委託，以提升管理效率及維護能力，達到節能減碳，並進而降低維護成本。
5. 各級下水道機關應加強培訓專業人才，累積經驗提升監督管理能力，並嚴加考核代操作管理。中央主管機關更應建立提升代操作業的制度和水準，持續技能訓練及考核，整體提升營運管理水準，以延長設施使用壽命，確保安全。
6. 隨著污水下水道普及，各地區之污水處理量將逐年增加，污水處理所產生之處理水，除應朝資源化利用外，所產生的污泥將因台灣土地狹小無處可掩埋，而造成環保問題。為長期解決污泥問題，必須朝資源化及碳中和減碳為目標。檢討鄰近數縣市將脫水污泥集中合乎經濟規模，低溫炭化提供為煤炭火力發電廠

之燃料，除達資源化利用外，更為發電廠碳中和減少碳排放之效益，長期解決未來污泥資源化問題。

#### (七) 污水處理水回收再生為第二水源，以充裕水資源

1. 污水處理水回收再生利用為全世界各國解決水資源不足之對策，尤其新加坡在 2010 年已回收達 20%，預計至 2050 年回收 50%，而其自來水供水水價每度 34 元，但再生水之新生水水價則減 27.6 元，且不需付下水道費及污水處理費，藉以獎勵工業用水改用再生水，其做法可供我國借鏡。政府已訂定 2031 年達到回收再生水量 120 萬 CMD 之目標，應予以積極全面推動，以創造充裕水資源。
2. 對於台灣中、南部水資源不足地區，除規定新開發之產業在核定用水計畫書時，核定要使用一定比率之再生水或回收率外，對於既有的產業應建立定期檢討用水量機制，於定期申請用水檢討時，應予核定使用一定比率之替代水源再生水，以發揮節約用水及充裕水資源。
3. 污水處理水之再生水，應加速完成「再生水資源發展條例」之訂定，以為推動再生水之依據，並由地方政府採 BOT 或民間融資制度 (PF1) 以合約辦理供應，供應之再生水，可依需求端之需求供應二級處理水或進一步處理之再生水，而有不同水價，或由使用端自行處理後再利用。
4. 目前自來水尚有 14% 水源係用地下水，未來對於地層下陷區應加速朝地面水替代，非下陷區也應朝減量取水，以達地下水之平衡。

#### (八) 以供定需，做為未來水資源管理策略

1. 依據經濟部水利署估計，台灣地區未來由於少子化，產業轉型及推動用水合理化後，最高需水量將於 2021 年前發生，水資源需求總量將達 182 億噸，其中農業用水量佔 70%、生活用水量 17.5% 及工業用水量 12.5%，而以年總用水量不超過 200 億噸為目標，其差額 20 億噸水源之開發，則以廢污水再生及海水淡化為主，而成為長期可供之水資源。並避免高耗水產業錯置在高缺水潛勢地區，不適宜人口居住處不開發城鄉之策略，達到衡量可供水量以決定開發之以供定需策略。
2. 未來應透過區域計畫法、環境影響評估法及非都市計畫區開發管理制度等法規，審核核發用水、供水，進而定期就既有產業目前實際用水量紀錄、用水量差異、節約用水計畫執行情形，藉以重新核定用水量或水權量，以達到靈活調整水資源可用之水量及水權量。

## 六、結語

台灣所面臨的水環境資源問題，已相當嚴峻，亟待環境資源部積極整合各相關部門，共同針對問題，擬訂具體對策，解決現狀問題，有效管理以達到效率化用水，並強化既有設施的維護管理。宣導建立全民節約用水，使用者付費及污染者付費之公民意識，依法酌收水源回饋金、水污染防治費（污水下水道未普及地區）及污水下水道使用費（污水下水道供用地區），並合理調整自來水水價及累進費率計費等，以充裕

各項財源，挽救維護世代間無可替代的水環境資源設施，為本世代全民無可迴避的責任和義務。全民應能體認各種水環境資源設施，包括水庫、自來水及下水道，在「建設、施工階段雖是夢魘，完工後利用則是世代間社會共同資產，有效管理是責任，不能妥善維護管理將是社會大災難」，因今日不做，明日會後悔，期待在尚未全面癱瘓之前，能以全民的智慧，加速拯救改善台灣水環境資源。

## 參考文獻

1. 楊偉甫（2012）我國水資源政策
2. 日本國土交通省土地、水資源局水資源部（2012）日本の水資源
3. 日本環境省（2012）環境白皮書
4. 日本水環境學會（2009）日本の水環境行政 ぎょうせい
5. 日本下水道協會（2011）日本の下水道
6. 經濟部水利署（2010）國際水再生利用推動經驗評析
7. 行政院環境保護署（2012）行政院環境保護署水質保護處 25 年紀實
8. 日本下水道誌（2012/08）韓國の最新下水道事情
9. 中興工程顧問（2012）新加坡污水處理水回收再利用出國參訪報告
10. 周國鼎（2013）2012 國際水價現況解析，自來水會刊 32 卷第 2 期
11. 內政部營建署（2013）2012 年污水下水道用戶接管普及率及污水處理率統計
12. 歐陽嶠暉等（2007）永續水資源，空中大學



## 第二章 空氣品質管理之回顧與展望

鄭福田

### 一、背景說明

空氣是人類賴以維生最重要物質之一，我國行政院環境保護署(以下簡稱環保署)為維護國民健康、生活環境，提升生活品質，致力於空氣污染防制工作。我國空氣污染防制法(以下簡稱空污法)於1975年5月23日制定公布施行，並於1982年5月7日第一次修正，此階段屬於衛生署之環境衛生處主管(後改制為衛生署環境保護局)，於1987年8月22日行政院衛生署環境保護局升格為「行政院環境保護署」，現環保署署長，沈世宏先生即為第一任空氣品質保護及噪音管制處(以下簡稱空保處)處長，空污法先後在1992年、1999年、2002年、2005年、2006年、2011、2012年經過七次的修正，空污法共86條，分總則、空氣品質維護、防制、罰則與附則等五章。

在衛生署時代，空氣污染管制主要以固定污染源排放管制(適用於所有經排放管道排放)、汽機車情轉狀態排放管制、全面禁止使用含硫份超過2%以上之燃料油等管制為主。

正式升格為環保署後，沈世宏先生任第一任空保處處長即逐步全面推動空氣品質之維護工作，環保署成立25週年，環境資源部(以下簡稱環資部)組織也在立法院審議中，茲將25年來，有關我國空氣污染防制之推動，依時間序列，每五年為一階段回顧如下：

#### (一) 1987年~1991年

此五年內，處長為沈世宏先生及林達雄先生；此時期重要之施政措施如下：

1. 發布「空氣品質標準」；
2. 推動「擴大列管固定空氣污染源督導改善計劃」及執行陸空聯合稽查(飛鷹計畫)；
3. 全面禁止使用含硫量超過1.5%之燃料油；
4. 實施汽油車第二期排放標準管制新汽車出廠一律限用無鉛汽油，及實施機車第二期排放標準；
5. 完成「空氣品質監測網更新計畫」之規劃。

#### (二) 1992年~1996年

此五年內處長為陳雄文先生；此時期重要之施政措施如下：

1. 1995年3月23日訂定「空氣污染防制費收費辦法」，同年5月31日空氣污染防制基金預算經立法院審查通過，於7月1日開徵空氣污染防制費，依油燃料使用量徵收(其後於1998年改為依實際排放量徵收)；
2. 實施固定污染源空氣污染排放許可制度；
3. 公告含硫量0.3%以上之柴油為易致空氣污染之燃料(車用)，全面禁止使用

- 含硫量超過 1.0%之燃料油，並在台北縣市、台中縣市、高雄縣市等三大都會區推動使用含硫量 0.5%以下之燃料油；
4. 完成臺灣地區空氣品質監測網的測站設置；
  5. 實施柴油車第二期排放標準；
  6. 推動環保公園設置，核定環保公園 93 處，面積總計約 200 公頃；

### (三) 1997 年~2001 年

此時期之處長為陳雄文先生及洪正中先生；重要之施政措施如下：

1. 通過「發展電動機車行動計畫」；
2. 司法院大法官議決釋字第 426 號解釋空氣污染防制費徵收合憲；
3. 實施機車第三期排放標準、柴油車第三期排放標準及汽油車第三期排放標準；
4. 實施「車用汽柴油成分及性能管制標準」，全面使用無鉛汽油，電動機車全年國內銷售量須達該廠商當年總生產或進口之 2%；
5. 完成環保林園大道 196 公里，面積計 398 公頃；
6. 公告訂定「機器腳踏車冷車行車型態排氣污染測試方法及程序」、「機器腳踏車蒸發污染測試方法及程序」、「機器腳踏車耐久測試方法及程序」；
7. 公告訂定「行政院環境保護署補助高污染老舊機器腳踏車汰舊換新購買低污染噴射引擎機器腳踏車執行要點」。

### (四) 2002 年~2006 年

此時期之處長為呂鴻光先生、何舜琴女士及楊之遠先生；重要之施政措施如下：

1. 訂定發布「新購電動輔助自行車補助辦法」；
2. 公告「機車排氣檢驗軟體功能認證作業程序」及「柴油汽車排氣煙度試驗方法及程序」；
3. 與中華民國台灣薄膜電晶體液晶顯示器產業協會 (Taiwan TFTLCD Association) 共同簽訂「全氟化物排放減量合作備忘錄」，正式啟動我國產業自發性溫室氣體排放減量行動方案。
4. 公告「含硫量超過 0.5%之液體燃料，供固定污染源使用者，為易致空氣污染之物質」，公告新竹縣市、苗栗、宜蘭、澎湖、花蓮、臺東、金門及連江實施限制只能使用含硫量 0.5%以下的液體燃料油
5. 訂定發布「生煤、石油焦或其他易致空氣污染之物質販賣或使用許可證管理辦法」；
6. 臺北市、新竹縣、南投縣及臺中縣 4 縣市環保局生質柴油垃圾車道路試行計畫上路；
7. 所有空氣品質測站完成增設監測設備，全面監測對健康影響較大的 2.5 微米 (PM2.5) 細懸浮微粒；
8. 公告「室內空氣品質建議值」；
9. 全國首座國際級空氣品質背景測站 (設置於鹿林山) 啟用，將跨國合作追蹤空氣污染長程傳輸；
10. 發布「鋼鐵業集塵灰高溫冶煉設施戴奧辛管制及排放標準」、「固定污染源

- 戴奧辛排放標準」及「光電材料及元件製造業空氣污染管制及排放標準」；
11. 公告「移動污染源空氣污染防制費收費費率」及「固定污染源空氣污染防制費收費費率」。

#### (五) 2007 年~2011 年

此時期之處長為蕭慧娟女士、楊慶熙先生及謝燕儒先生；重要之施政措施如下：

1. 公告「公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之揮發性有機物之行業製程排放係數、操作單元(含設備元件)排放係數、控制效率及其他計量規定」及「公私場所固定污染源空氣污染防制設備空氣污染防制費減免辦法」；
2. 公告「汽油汽車耐久測試方法與程序」、「汽油汽車蒸發排放測試方法與程序」及「汽油汽車廢氣排放測試方法與程序」；
3. 實施機車第五期排放標準；
4. 全國加油站 2,589 站全數裝設油氣回收設備；
5. 發布「新購或改裝油氣雙燃料車補助辦法」；
6. 成立「溫室氣體減量管理辦公室」；
7. 訂定發布「膠帶製造業揮發性有機物空氣污染管制及排放標準」、「電力設施空氣污染物排放標準」及「揮發性有機物空氣污染管制及排放標準」；
8. 訂定發布「行政院環境保護署審查開發行為空氣污染物排放量增量抵換處理原則」及「固定污染源空氣污染物削減量差額認可保留抵換及交易辦法」。
9. 訂定公布「室內空氣品質管理法」；

#### (六) 綜合五階段 25 年的空氣污染管制歷程，主要重點在於：

1. 固定污染源
  - (1) 排放管道及周界標準，並依污染排放規模之大小，分批逐步實施；
  - (2) 燃料標準：液體燃料之含硫量階段性調降，由 2%降低到 50ppm；固體燃料(生煤及石油焦)販賣或使用申請限制；乾淨氣體燃料使用推廣。
2. 移動污染源
  - (1) 分期訂定機車、柴油車及汽車之排放標準；
  - (2) 強制使用無鉛汽油；
  - (3) 電動機車使用推廣。
3. 逸散源管制
  - (1) 推動揮發性有機物管制，訂定揮發性有機物、PU 合成皮、膠帶業、汽車業及光電半導體業之排放標準；
  - (2) 營建工地、裸露地表、河川揚塵之應設置或採行有效抑制粒狀污染物逸散設施。
4. 徵收空污費：以經濟誘因手段，鼓勵污染源增設污染防制設備，減少污染排放。

## 二、成效

經過 25 年來之努力，在空氣污染防治工作上，環保署主要成就可分下列幾點說明：

### (一) 空污費徵收

空氣污染防治費從 1996 年開始徵收，統計至 2012 年，有關移動源、固定源之收入及執行率如表 2.1 所示；另外，營建工程空污費則由地方直接徵收。17 年來總共徵收 522.54 億餘元，由於空污費預算較充裕，對於各項空氣污染管制防制全面展開，而使空氣品質有顯著之改善。

表 2.1：空氣污染防治費徵收

收入與支出 年度	徵收收入			基金用途		
	移動污染源收入	固定污染源收入	合計	預算數	決算數	執行率
1996	24.78	36.62	61.40	68.46	41.61	61%
1997	12.28	31.76	44.04	47.43	39.81	84%
1998	10.39	33.38	43.77	46.95	40.80	87%
1999	11.51	10.88	22.39	28.56	31.37	110%
2000	29.80	13.56	43.37	48.48	49.54	102%
2001	18.76	8.16	26.91	27.72	32.76	118%
2002	16.67	6.70	23.37	29.93	23.38	78%
2003	16.80	6.04	22.85	24.98	19.50	78%
2004	14.41	6.35	20.76	23.89	18.82	79%
2005	12.84	6.02	18.86	22.25	19.45	88%
2006	10.63	5.78	16.41	18.33	17.78	97%
2007	19.71	7.12	26.83	21.85	18.00	82%
2008	17.75	8.83	26.58	26.60	21.90	82%
2009	13.44	5.72	19.16	36.14	22.68	63%
2010	16.13	8.12	24.25	32.93	27.14	82%
2011	29.16	12.39	41.55	27.06	24.19	89%
2012	28.92	11.12	40.04	31.75	27.21	86%
合計 (億元)	303.98	218.55	522.54	563.31	475.94	84%

資料來源：行政院環境保護署空氣污染防治基金 98 及 99 年度執行成果報告。

### (二) 空氣品質

1. PSI 大於 100 之站日數比率，由 1994 年之 7% 降到 2012 年之 0.95%，改善率達 86%。
2. 雖有 PM<sub>10</sub> 不符合日平均標準、或 O<sub>3</sub> 不符合 8 小時或 1 小時標準之情事，我國歷年空氣污染指標以年平均值而言，均符合空氣品質標準，且逐年改善，如表 2.2。
3. 表 2.3 乃我國台北、高雄、台中三大都會區與其他國家重要城市之空氣品質現況，由表中可見 PM<sub>10</sub> 台灣三大城市比日本東京、京都、美國南加州、紐約、舊金山、巴黎等高，但比中國大陸之北京、上海、廣州、新加坡、印度等低，台灣於 PM<sub>10</sub> 還有努力空間，SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 和亞洲、美國、法國等大

都市相去不遠，但臭氧則明顯較其他國家有明顯差距。

4. 表 2.4 為各國空氣品質標準，與各國空氣品質標準相較，顯示我國多數物種之年均值與各國相仿，但 PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub> 之日均值與 CO、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、Pb 之小時平均值偏高，部分標準值仍有努力空間；另 TSP 僅我國與中國有標準值，因此無法比較標準值之高低。

表 2.2：1994-2012 年我國一般測站空氣污染指標平均值及各等級比較表

年份	PSI	PSI 0-50(%)	PSI 51-100(%)	PSI 大於 100(%)
1994 年	61.4	34.31	58.96	7.00
1995 年	60.2	36.60	57.42	6.10
1996 年	59.2	40.76	52.86	6.60
1997 年	58.5	41.41	53.36	5.50
1998 年	55.4	48.23	46.75	5.10
1999 年	56.3	46.33	48.60	5.10
2000 年	55.2 (56.2)	46.95 (46.12)	49.05 (48.78)	3.97 (5.10)
2001 年	56.2 (56.3)	43.53 (43.50)	53.45 (53.11)	3.01 (3.40)
2002 年	55.9 (56.3)	43.10 (42.42)	53.81 (54.41)	3.09 (3.16)
2003 年	56.1	42.34	55.05	2.61
2004 年	59.5 (59.5)	38.60 (38.60)	56.87 (56.80)	4.52 (4.60)
2005 年	58.4 (58.6)	39.76 (39.76)	56.23 (55.79)	4.00 (4.46)
2006 年	58.3 (58.4)	41.32 (41.32)	54.96 (54.52)	3.72 (4.16)
2007 年	58.1 (58.3)	40.67 (40.67)	55.65 (55.31)	3.68 (4.02)
2008 年	56.9 (57.0)	42.05 (42.05)	55.08 (54.99)	2.87 (2.97)
2009 年	57.6 (57.9)	39.77 (39.72)	57.35 (57.04)	2.87 (3.24)
2010 年	55.0 (56.4)	43.65 (43.61)	54.91 (54.22)	1.44 (2.17)
2011 年	54.5	44.44	54.19	1.38
2012 年	52.977 (52.982)	48.07	50.98 (50.97)	0.95 (0.96)

備註：1. 臺灣地區受到境外沙塵暴長程傳輸影響，為合理評估污染管制措施的成效，乃自 2000 年開始進行扣除境外沙塵影響後的統計值分析，以確實了解空氣污染防治成效的探討。

2. 括弧內之數字為未扣除沙塵暴影響之監測結果。

資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網。

表 2.3：國際間各城市主要污染物之最新空氣品質現況

國家	城市別	最新公布年份	主要污染物**			
			PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)	O <sub>3</sub> (ppb)
日本	東京	2011 年	21.0	2.0	19.0	28.0
	京都	2011 年	18.0	4.0	17.0	30.0
韓國	首爾	2010 年	49.0	5.0	34.0	19.0
中國	北京	2011 年	114.0	9.8	26.8	
	上海	2011 年	80.0	10.2	24.8	
	廣東	2010 年	54.0	7.7	13.2	
	廣州	2011 年	69.0	9.8	23.9	
	深圳	2011 年	57.0	3.9	23.4	
		2012 年	56.0	6.3	18.5	25.2
香港	2011 年	64.0	8.4	19.5	27.1	
新加坡* <sup>1</sup>		2011 年	76.0	26.3-28.0	12.2	-* <sup>5</sup>
印度		2008 年	109.0			
美國	全國	2010 年	-* <sup>6</sup>	2.2	10.2	-* <sup>5</sup>
	南加州	2011 年	41.3	-* <sup>2</sup>	24.6	-* <sup>5</sup>
	紐約	2011 年	19.2	2.1	11.7* <sup>4</sup>	30.7
	舊金山	2011 年	19.5		14.0	-* <sup>5</sup>
		2012 年	17.4		13.0	-* <sup>5</sup>
法國	巴黎* <sup>3</sup>	2011 年	22.0-54.0	0.4-0.7	4.4-54.1	
		2012 年	19.0-55.0	0.4-0.7	4.4-52.6	
台灣	台北	2011 年	45.4	3.0	23.3	38.3
		2012 年	42.3	2.6	21.6	38.0
	高雄	2011 年	73.8	6.4	18.1	51.4
		2012 年	67.1	5.3	17.5	49.7
	台中	2011 年	55.6	3.3	17.6	47.6
		2012 年	51.3	2.9	16.7	47.8

備註:\*\*:各污染物統一單位分別為 PM<sub>10</sub>(μg/m<sup>3</sup>)、SO<sub>2</sub>(ppb)、NO<sub>2</sub>(ppb)及 O<sub>3</sub>(ppb)。mg/m<sup>3</sup>換算 ppm 計算公式為”濃度值(mg/m<sup>3</sup>)×22.4(l/mole)/污染物分子量(g/mole)=ppm”。

\*1: 新加坡 2011 年報資料中並未敘明 SO<sub>2</sub> 年均濃度值，依據圖趨勢線概估其年均濃度值介於 75~80μg/m<sup>3</sup> 之間。

\*2: 南加州之二氧化硫資料因官方網站提供不完全無法取得。

\*3: 巴黎之污染物濃度僅 PM<sub>10</sub> 有文字敘述年均濃度值，其他僅以趨勢圖表示。

\*4: 為 2010 年濃度值。

\*5: 該國家或城市之 O<sub>3</sub> 空氣品質濃度統計以八小時最大濃度值表示之。

\*6: 該國家之 PM<sub>10</sub> 空氣品質濃度以 24 小時最大濃度值表示之。

表 2.4：各國空氣品質標準

國家 \ 物種		TSP( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			SO <sub>2</sub> (ppm)			NO <sub>2</sub> (ppm)			CO(ppm)			O <sub>3</sub> (ppm)			Pb( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
		1-hour	24-hour	Annual	1-hour	24-hour	Annual	1-hour	24-hour	Annual	1-hour	24-hour	Annual	1-hour	8-hour	Annual	1-hour	8-hour	Annual	1-hour	8-hour	Annual	1-hour	8-hour	Annual	
美洲	美國 <sup>1</sup>	-	-	-	-	150	-	35	12-15	0.075	0.5 <sup>a</sup>	-	0.1	-	0.053	35	9	-	-	0.075	-	-	-	-	0.15 <sup>b</sup>	
	加拿大 <sup>2</sup>	-	-	-	-	120	70	-	-	-	0.34	0.11	0.02	0.21	-	0.05	31	13	-	0.08	-	-	-	-	-	
歐洲	歐盟 <sup>3</sup>	-	-	-	-	50	40	-	-	25	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.134)	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.048)	-	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.106)	-	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.021)	-	10 $\text{mg}/\text{m}^3$ (8.75)	-	-	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.061)	-	-	-	0.5	
	法國 <sup>4</sup>	-	-	-	-	50	40	-	-	27	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.134)	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.048)	-	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.106)	-	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.021)	-	10 $\text{mg}/\text{m}^3$ (8.75)	-	-	-	-	-	-	0.5	
澳洲 <sup>5</sup>		-	-	-	-	50	-	-	25	8	0.2	0.08	0.02	0.12	-	0.03	-	9	-	0.1	0.08 <sup>c</sup>	-	-	-	0.5	
亞洲	日本 <sup>6</sup>	-	-	-	200	100	-	-	35	15	0.1	-	0.04	0.04	-	-	-	20	10	0.06	-	-	-	-	1	
	南韓 <sup>7</sup>	-	-	-	-	100	50	-	-	-	0.1	0.05	0.02	0.1	0.06	0.03	25	9	-	0.1	0.06	-	-	-	0.5	
	中國 <sup>8</sup>	-	120-500	80-300	-	50-250	40-150	-	-	-	-	150-700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.057-0.268)	50-250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.019-0.096)	10-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.004-0.008)	120-240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.06-0.12)	80-120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04-0.064)	40-80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02-0.043)	10-20 $\text{mg}/\text{m}^3$ (8.75-17.5)	4-6 $\text{mg}/\text{m}^3$ (3.5-5.25)	-	-	-	-	-	-	-
	印度 <sup>9</sup>	-	-	-	-	100	60	-	60	40	-	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.031)	20-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.008-0.019)	-	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.043)	30-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.016-0.043)	4 $\text{mg}/\text{m}^3$ (3.5)	2 $\text{mg}/\text{m}^3$ (1.75)	-	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.092)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.092)	-	-	1	0.5	

國家	物種	TSP( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			SO <sub>2</sub> (ppm)			NO <sub>2</sub> (ppm)			CO(ppm)			O <sub>3</sub> (ppm)			Pb( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
		1-hour	24-hour	Annual	1-hour	24-hour	Annual	1-hour	24-hour	Annual	1-hour	24-hour	Annual	1-hour	8-hour	Annual	1-hour	8-hour	Annual	1-hour	8-hour	Annual	1-hour	8-hour	Annual
	新加坡 <sup>10</sup>	-	-	-	-	50	20	-	37.5	12	-	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.019)	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.006)	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.106)	-	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.043)	30 $\text{mg}/\text{m}^3$ (26.25)	10 $\text{mg}/\text{m}^3$ (8.75)	-	-	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.051)	-	-	-	-
	台灣 <sup>11</sup>	-	250	130	-	125	65	-	35	15	0.25	0.1	0.03	0.25	-	0.05	35	9	-	0.12	0.06	-	-	-	1 <sup>d</sup>
	WHO <sup>12</sup>					50	20		25	10		20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.0075)		200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.106)	-	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.043)					100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.051)				

資料來源：

<sup>1</sup> USEPA, <http://www.epa.gov/air/criteria.html>。

<sup>2</sup> Environment Canada, <http://www.ec.gc.ca/rnsps-naps/default.asp?lang=En&n=24441DC4-1>。

<sup>3</sup> European Union, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008L0050:en:NOT>。

<sup>4</sup> AIRPARIF, <http://www.airparif.asso.fr/en/reglementation/normes-francaises>。

<sup>5</sup> Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities, <http://www.environment.gov.au/atmosphere/airquality/standards.html>。

<sup>6</sup> 日本環境省, <http://www.env.go.jp/en/air/aq/aq.html>。

<sup>7</sup> Air Kroeia, <http://www.airkorea.or.kr/airkorea/eng/information/main.jsp?action=standard>。

<sup>8</sup> 中華人民共和國環境保護部, <http://www.mep.gov.cn/image20010518/5298.pdf>, [http://www.mep.gov.cn/gkml/zj/wj/200910/t20091022\\_171965.htm](http://www.mep.gov.cn/gkml/zj/wj/200910/t20091022_171965.htm)。

<sup>9</sup> MINISTRY OF ENVIRONMENT & FORESTS, Government of India, <http://moef.nic.in/sites/default/files/notification/Recved%20national.pdf>。

<sup>10</sup> National Environment Agency of Singapore, 空氣品質目標(Ambient Air Quality Targets), <http://www.nea.gov.sg/psi/>。

<sup>11</sup> 行政院環境保護署, <http://ivy5.epa.gov.tw/epalaw/index.aspx>。

<sup>12</sup> WHO, [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair\\_aqg/en/index.html](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair_aqg/en/index.html)。

備註：

<sup>a</sup> 3 小時平均值。

<sup>b</sup> 3 個月平均值。

<sup>c</sup> 4 小時平均值。

<sup>d</sup> 月平均值。

<sup>e</sup> 假設為標準狀態下, 則  $[1 (\text{mg}/\text{m}^3) / \text{分子量}] \times 24.5 = \text{ppm}$



### (三) 學術研究

1. 表 2.5 為行政院國家科學委員會歷年補助環境工程類別之統計，自 1994 年以來，由國科會通過之環境工程類別補助計畫約有 6,000 件，總投入資金約有 44 億元之多，顯見空污費致力於空氣污染之學術研究不遺餘力。
2. 空氣品質模式相關資料分散在各學術與技術顧問機構中，造成資源分散、重複建置、品質不一及資訊屏障等缺點，因此，環保署成立空氣品質模式支援中心，以整合並健全空氣品質模式相關資源，建立台灣空氣品質模式 (TAQM, Taiwan Air Quality Model)，成立多年以來，已累積相當的經驗與成果，對空氣品質保護決策有實質的幫助。然而其決策支援的面相，對整個空保工作而言相對仍屬侷限，故未來仍須致力投入相關資源，以完備空污法規層面之規劃與要求。
3. 積極與國外各相關單位接洽，包括美國 EPA、NASA、NOAA 等，進行整體性規劃，2004 年 12 月 3 日簽訂鹿林山空氣品質背景測站建置合作協議書，展開建立背景站工作，已於 2006 年 4 月 13 日啟用，以作為我國長程傳輸等研究之基礎。

表 2.5：行政院國家科學委員會歷年補助環境工程類別統計表

年度	執行件數*	執行金額 (百萬元)
1994 年	120	56.52
1995 年	157	66.52
1996 年	111	53.06
1997 年	177	75.38
1998 年	219	106.34
1999 年	222	121.31
2000 年	472	295.09
2001 年	252	169.79
2002 年	305	204.20
2003 年	339	246.48
2004 年	347	270.22
2005 年	441	336.66
2006 年	418	318.25
2007 年	414	315.50
2008 年	389	334.15
2009 年	368	316.00
2010 年	331	309.62
2011 年	319	292.48
2012 年	308	307.59
2013 年	274	271.22
總計	5,983	4,466

備註：為當年核定與執行中之多年期計畫之總數。

資料來源：行政院國家科學委員會，

<https://nscnt12.nsc.gov.tw/WAS2/academia/AsAcademiaInquire.aspx?sys=PR>。

#### (四) 產業投入

經濟部工業局同時輔導產業提升綠色技術能力，並妥善處理廠內所產生之污染等問題，響應業界關注製程綠色技術、污染防制設施之操作維護及相關法規管制重點等方面，產業為因應國家重大環保政策及國際環保趨勢，亦積極投入清潔生產及污染改善工作，朝綠色產業技術發展，達成經濟發展與環境保護兼籌並顧及產業永續發展之目標。

### 三、展望

由於空污費專供空氣污染防制之用，經費充裕之條件下，在政策之制訂、各種污染之成因與反應機轉及控制技術之研究，秉持上窮碧落下黃泉之精神，無論點、線、面污染源全面管理，乃至利用人造衛星、直昇機等設施展開三度空間調查，加上地方環保局配合，獲致豐碩之管制成效，但污染源之增加（新興工業、車輛）、科技發達，衍生其他污染排放問題，因此藉由辦理座談會，邀請空保處謝燕儒處長、中央大學李崇德教授、成功大學蔡俊鴻教授、台灣大學張能復教授、景丰公司陳錦煌總經理，針對我國空氣污染防制未來努力目標及推動方向提出建言，期望未來環境資源部於空氣品質改善領域上，能百尺竿頭更進一步。

#### (一) 修訂環境空氣品質標準

空氣品質雖逐年改善但某些事件日或某些測站仍有 O<sub>3</sub>、PM<sub>10</sub> 不符合國家標準之狀況，更何況我國之空氣品質標準並非最嚴格者，故建議以 WHO 之標準為目標，修訂我國之環境空氣品質標準，並朝此目標努力。

#### (二) 建立海峽兩岸空氣品質管理技術交流管道

海峽兩岸空氣品質相互影響，大陸之沙塵暴即是台灣每年空氣品質拉警報的主因之一，大陸近幾年投注相當大之資金、人力於建立空氣品質之擴散模式，已有相當之成果。2012年5月28日「海峽兩岸空氣品質管理交流研討會」，初步建立海峽兩岸共同交流之平台，往後宜建立其他議題之交流平台，由海峽兩岸每年輪流舉辦交流研討會，交換雙方空氣品質管理之經驗、心得、技術等，獲取最經濟有效之空氣品質改善辦法。

#### (三) 長程傳輸與兩岸合作

台灣地區之空氣污染物約有 30% 來自境外輸入；尤其是大陸之沙塵暴更會造成台灣之空氣品質惡化，因此在境內應探討空氣品質模式之建置、驗證，透過境外海峽兩岸之合作，有效運用擴散模式，作為環境影響、管制策略評估及監測站設立之參考。

#### (四) 能源與環境之探討

能源使用為主要空氣污染成因之一，台灣自產能源極少，政府近年來大力推展再生能源，但其貢獻比率仍然有限，能源產業造成之空氣污染應如何有效防制、如何發展新能源與再生能源，與減少傳統能源之污染皆為十分重要之課題。另，應逐期檢討 PM<sub>2.5</sub> 空氣品質標準，以達成 WHO 提出之空氣品質準則

值，由於細懸浮微粒形成機制複雜，必須從源頭管制開始思考，因此，將能源與空氣品質管理整併同步考量，才能發揮最大效益。

#### (五) 規範之訂定與更新檢討

檢討修訂目前之空氣品質標準，對於既有規範之加嚴及新增其他污染物之標準，例如：PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub>、苯等。藉由探討污染物之原始來源（Primary）及二級來源（Secondary），例如：不同空品區之 O<sub>3</sub> 形成機制、PM<sub>2.5</sub> 之原始污染貢獻量與二次污染之貢獻量，此類污染物之貢獻量、形成機制檢測及傳輸現象，包括境外輸入，須訂定技術經濟合理可行之管制策略加以管理。

#### (六) 各類污染源排放係數之研訂

污染源排放係數攸關管制法規之制定、執行，甚至影響環評之審查、公害糾紛之判定與裁決，目前除排放規模大於一定門檻之固定污染源應依法定期檢測、申報外，其他排放來源，如營建工地之粒狀物排放、石化業之逸散排放(如：燃燒塔、儲槽、設備元件等)，在檢測經費昂貴及需研發新式監測技術等執行所遭遇實際困難，僅累積少數檢測資料，如全國燃燒塔有 100 多根，但僅有 2 根燃燒塔之遙測資料，全國設備元件約有五百萬個以上，近年來才累積數百個圍封檢測資料，以上述有限監檢測據，尚無法建立污染源之本土化排放係數，引用國外現行使用之排放係數估算國內工廠之排放量，與實際排放現況仍有部份落差，應可投入較多資源，積極從事排放調查研究。

#### (七) 空氣品質防制區之劃定

台灣目前依位置、地形特性分為 7 個空氣品質防制區，此乃假設空氣污染物在該防制區內充分混合、擴散，但根據理論並非如此；因有此防制區之限制，導致區內縣市之發展受到影響，建議擴大防制區分為東部、西部即可。

#### (八) 跨部會之合作

空氣污染源主要來源為固定污染源與移動污染源，固定污染源和經濟部有關，而移動污染源則主要和交通部有關，過去部、署之合作尚稱良好，但對能源效率、加速汰換老舊車輛、抑制車輛數量成長、限制某些高污染地區、時段之車輛行駛等，有賴交通部之配合。淘汰、輔導高污染之工業，提高業界清潔之能源，有賴經濟部協助。



# 第三章 因應氣候變遷工作之回顧與展望

鄭福田

## 一、背景說明

氣候變遷可能對全球環境產生衝擊，故為遏止溫室氣體造成氣候變遷，聯合國於 1992 年 6 月在巴西里約熱內盧召開地球高峰會議，共同簽屬「聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)」，於 1994 年 3 月 21 日正式生效，現有 195 個締約國。從 1995 年首次締約國大會後，至 2012 年底已經召開 18 次公約締約國大會 (Conference of Parties, COP)。根據 IPCC 預估，若 21 世紀末 CO<sub>2</sub> 濃度要穩定在 550ppm，則全球排放量必須削減一半，故為了提升法律效力，以期全球各國致力於溫室氣體減量工作，於 1998 年 3 月 16 日至 1999 年 3 月 15 日，在紐約聯合國總部開放氣候公約成員簽署，且於 2005 年 2 月 16 日開始強制生效，現由 191 個簽署國家，成為目前唯一具有法律強制力、抑制氣候變化的國際公約。其後，為因應京都議定書將於 2012 年到期，各會員國於 2009 年 12 月，在 COP15 會中，制訂因應後京都時代的「哥本哈根協議 (Copenhagen Accord)」，明確提出 2020 年前溫室氣體減量目標與作法，截至 2010 年 7 月 30 日，已有 136 個國家支持哥本哈根協議，附件一國家與非附件一國家將致力於 2020 年前減少溫室氣體排放量。除了前述國際上推動的減緩 (mitigation) 策略外，各國政府因應氣候變遷威脅的另一項重點為推動調適 (adaptation) 策略，目的為妥善處理氣候變遷所造成的衝擊，故聯合國開發計畫署 (United Nations Development Programme, UNDP) 提出一套調適政策架構 (Adaptation Policy Framework, APF)，作為指引國家設計與執行各項降低脆弱度方案之依據，使各國在面臨氣候變遷情況下，能降低潛在的負面衝擊，增強正面獲益。

我國雖非聯合國會員無法簽署京都議定書，亦未被要求承擔減量責任，但基於身為地球村一員本應善盡保護地球之責任，我國亦積極投入溫室氣體減量工作，另有鑑於臺灣因地理與地質因素，地震及颱風發生頻繁，災害 (土石流及洪泛) 潛勢地區多，故極端天氣將加劇災害發生之頻率及規模，於推動減量工作的同時亦著手推動調適策略。我國自 1992 年起即密切注意氣候變化，有關我國溫室氣體調適與減緩工作之推動，依時間序列進行回顧如下：

### (一) 1992 年~2000 年重點推動工作有：

1. 1992 年因應公約的發展成立「全球變遷工作小組」
2. 1994 年 8 月工作小組提升為「全球環境變遷政策指導小組」
3. 1997 年成立跨部會的「行政院國家永續發展委員會」(以下簡稱委員會)：委員會下設「大氣保護及能源工作分組」負責「氣候變化綱要公約」與「蒙特婁議定書」。
4. 1998 年召開第一次全國能源會議
5. 1999 年行政院通過全國能源會議結論具體行動方案與行政院永續會 21 世紀議程會議

**(二) 2000 年~2005 年重點推動工作有：**

1. 2002 年委員會下之「大氣保護及能源工作分組」改組成立「國際環保組」
2. 2004 年行政院永續會成立因應氣候變遷暨京都議定書推動小組
3. 2005 年召開第二次全國能源會議

**(三) 2006 年~2007 年重點推動工作有：**

1. 2006 年 2 月完成溫室氣體減量法草案（以下簡稱「溫減法」（草案））且報請行政院審議，且於隔年 7 月完成立法院逐條審查，一讀通過。
2. 2006 年 4 月經濟部產業溫室氣體減量辦公室成立
3. 2006 年 4 月及 7 月分別召開國家永續發展會議與經濟永續發展會議
4. 2007 年正式啟動國家溫室氣體登錄平台

**(四) 2008 年~2009 年重點推動工作有：**

1. 2008 年委員會再改設置九個工作分組，由環保署擔任召集工作，其成員包含經濟部能源局、經濟部工業局、經建會、國科會、內政部、財政部等相關單位，藉此整合各部會措施及分工。
2. 2008 年 1 月 10 日環保署亦成立「溫室氣體減量管理辦公室」，設「減量規劃組」、「盤查交易組」、「宣導調適組」等三組，負責執行氣候變遷及溫室氣體管理相關政策法規研擬、跨部會整合協調、產業盤查、全民減碳行動推廣、擴展國際參與等工作。
3. 2008 年溫減法（草案）重新提報行政院，且再次送請立法院審議，迄今 2013 年仍在立法院審議當中。
3. 2009 年訂定永續能源政策綱領，同年召開第三次全國能源會議。
4. 通過再生能源發展條例與能源管理部分條文修正案。
5. 2009 年成立「行政院節能減碳推動會」，藉由各部門分年目標的實踐，累積達成我國溫室氣體減量目標。
6. 2009 年強化委員會的功能，下設節能減碳及氣候變遷組，作為氣候變遷減緩與調適政策推動之平台，並分別由環保署與經建會整合推動相關工作。

**(五) 2010 年~2012 年重點推動工作有：**

1. 2010 年 3 月發布之「國家節能減碳總計畫」中，著力「健全法規體制」、「改造低碳能源系統」、「打造低碳社區與社會」、「營造低碳產業結構」、「建構綠色運輸網絡」、「營建綠色新景觀與普及綠建築」、「擴張節能減碳科技能量」、「推動節能減碳公共工程」、「深化節能減碳教育」及「強化節能減碳宣導與溝通」等十大標竿方案，可細分為 35 個標竿型計畫，冀期在各項節能減碳面向，透過各部門積極規劃與執行落實分年目標及累積達成我國減量目標。
2. 2010 年 1 月 29 日經建會成立「規劃推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫」專案小組，研擬我國氣候變遷調適政策綱領與行動計畫。
3. 2010 年為節能減碳年，且於 2011 年正式推動溫室氣體適當減緩行動（NAMAs）。
4. 2010 年 8 月經建會提出「各部會辦理氣候變遷調適行動方案的標準作業程序」，使各部會在共同調適概念與原則下，推動調適工作。
4. 2012 年 5 月 9 日公告六種溫室氣體為空氣污染物。

## 二、成效

經過二十多年努力，在氣候變遷工作推動上，主要成就可分下列幾點說明：

### (一) 訂定我國溫室氣體減碳目標：

對外表達我國支持哥本哈根協議立場，於 2020 年將溫室氣體排放總量比 BAU 減少至少 30%；對內仍以 2020 年回到 2005 年排放水準、於 2025 年回到 2000 年排放量作為努力目標。

### (二) 建構我國氣候變遷調適計畫體系：

建立完整計畫與目標體系，訂定各調適領域之總目標，依據總目標訂定策略，且每個策略亦訂定可量化之目標；依據經建會訂定之國家氣候變遷調適政策綱領，相關部會進一步規劃調適之措施與行動計畫，逐步推動調適工作，整體調適計畫體系如圖 3.1 所示。

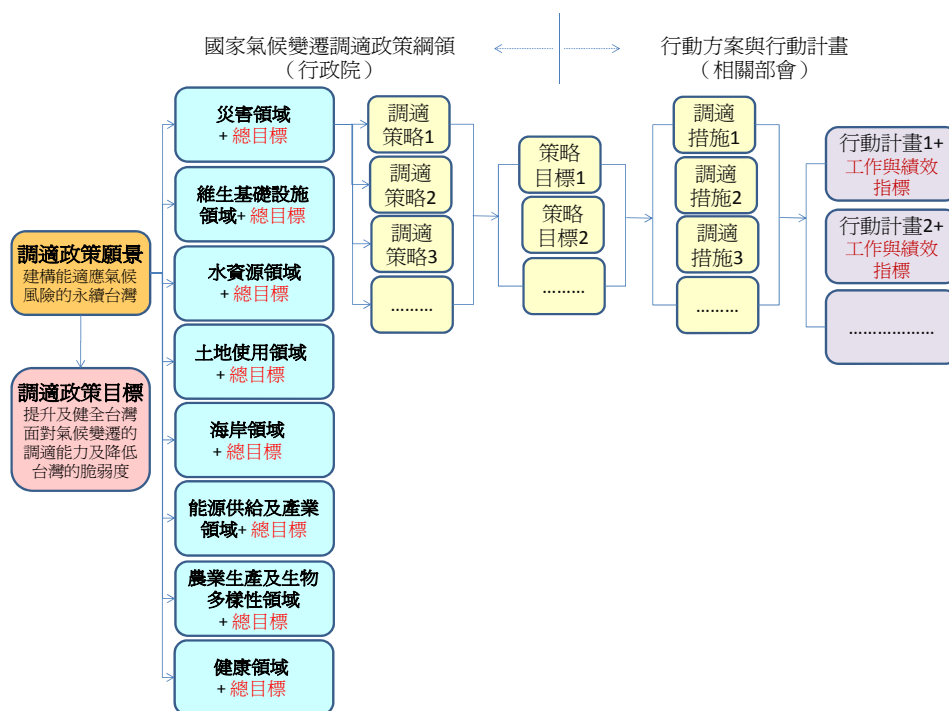


圖 3.1：國家氣候變遷調適政策綱領

### (三) 推動溫室氣體減量相關立法：

為達成我國主動揭示溫室氣體減量目標及期程，減碳四法為我國節能減碳施政之重要法制基礎，其中「能源管理法」與「再生能源發展條例」等兩項法案已於 2009 年獲立法通過，另「溫減法」(草案)與「能源稅法」(草案)刻正由立法院及行政院積極且適時推動。

1. 2009年7月8日公布施行「能源管理法」修正條文，加強管理能源，促進能源效率提升，且增列罰則提升強制力。
2. 2009年7月8日公布施行「再生能源發展條例」，推廣再生能源利用及增進能源多元化。
3. 「溫減法」(草案)於2006年9月通過行政院審查，送請立法院進行審議；該法案係採原則性立法及階段性逐期加嚴管制規範，同時參酌國際減碳管理動態及考量國情實務狀況，規劃納入包括排放強度、效能標準、總量管制、排放交易等相關行政管制措施。該法案大綱如圖3.2所示。
4. 「能源稅法」(草案)現由財政部研擬中，期藉此提供消費者經濟誘因，促進節能減碳生活行為與選擇低碳高能源效率的設備與商品。

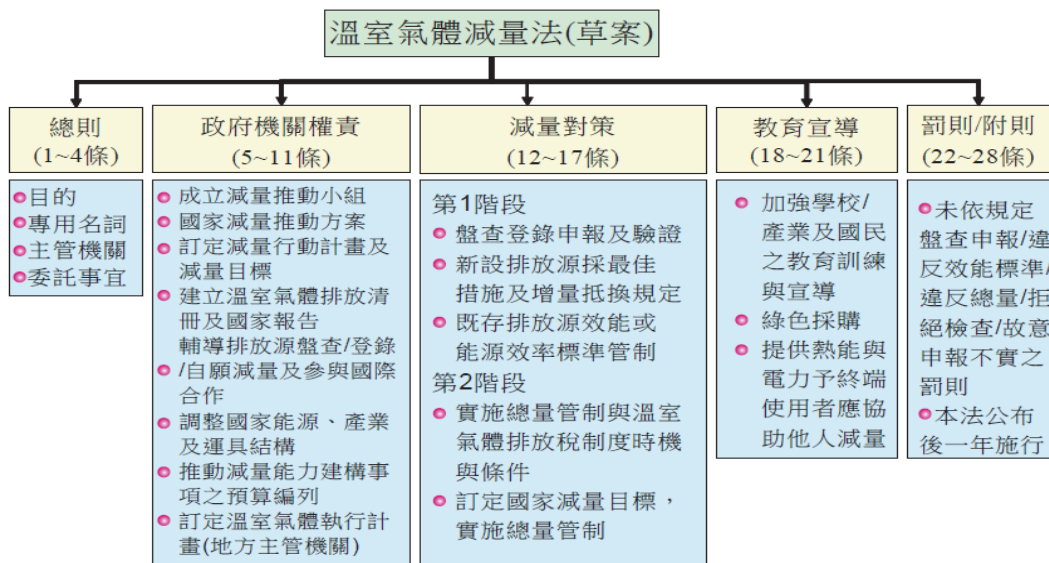


圖 3.2：2006 年「溫室氣體減量法」(草案) 大綱

#### (四) 建構國內溫室氣體管理及減量相關能力：

「溫減法」(草案)中，對重大排放源之管制方式，係參酌國際公約及先進國家管制精神，採強制盤查、效能標準管制及總量管制等三階段減量策略，如圖3.3所示。



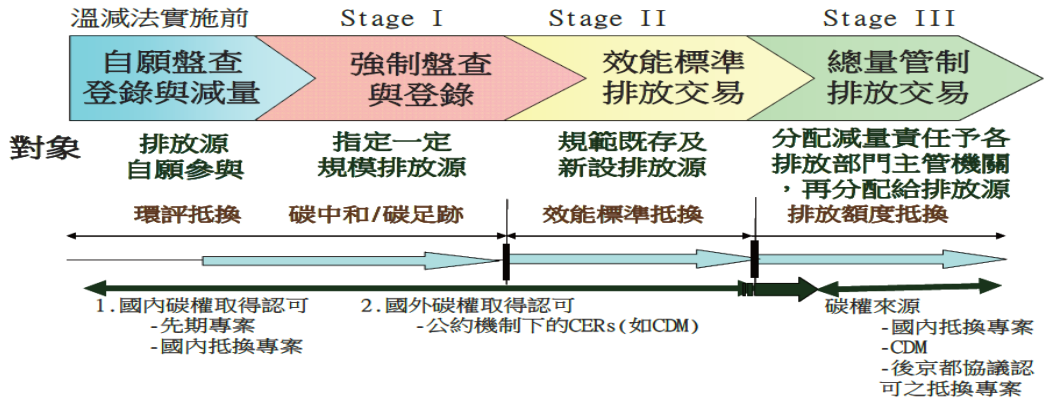


圖 3.3：溫室氣體減量法（草案）三階段減量策略

在「溫減法」未生效之前，環保署亦已及早進行國內溫室氣體管理及減量相關能力建構，主要推動成果如下：

### 1. 奠定溫室氣體盤查能力：

- (1) 2007 年 6 月發行「產業溫室氣體盤查技術手冊」，為 2009 年正式發行「溫室氣體盤查與登錄指引」之前身，為我國產業執行盤查登錄作業之一致性依據。
- (2) 2010 年 9 月 10 日正式發布「行政院環境保護署溫室氣體盤查及登錄管理原則」（以下簡稱管理原則），完備我國盤查登錄作業之法制依循。
- (3) 2011 年完成我國「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」，建立直轄市、縣市政府（以下簡稱地方政府）盤查執行能力，使其排放量盤查結果具有透明、準確、客觀的特性。

### 2. 建立我國認查驗管理制度

- (1) 於 2009 年 11 月 6 日首次發布「行政院環境保護署管理溫室氣體查驗機構作業原則」（以下簡稱作業原則），又於 2010 年 12 月 30 日修正發布；作業原則主要規範溫減法草案生效前之查驗機構申請、審查程序及管理規範。
- (2) 於 2009 年 12 月針對排放量盤查發行「溫室氣體查證指引」，並於 2010 年底改版發行「溫室氣體查驗指引」。
- (3) 編撰查驗人員訓練教材及查驗人員訓練班：完成查驗人員課程與標準化教材的編訂，率先開辦「溫室氣體盤查暨先期專案」與「溫室氣體抵換專案」訓練課程。

### 3. 推動產業自願減量工作

- (1) 促進國內產業簽署自願減量協議：於 2004 年 8 月 27 日、2005 年 7 月 21 日與 TTLA 及 TSIA 簽訂「全氟化物排放減量合作備忘錄」，依據合作備忘錄規範，TTLA 2005 年至 2010 年共減少 3,200 萬噸 CO<sub>2</sub>e 的排放；TSIA 於 2010 年更將全氟化物排放量降至 2.39 百萬噸 CO<sub>2</sub>e，達到基準值以下，且其 PFCs 減少排放量約有 1,500 萬噸 CO<sub>2</sub>e。另於 2010 年

9月1日促成台電公司與鎂合金協會簽訂六氟化硫(SF<sub>6</sub>)減量協議活動，係透過回收但無法再使用之電力事業 SF<sub>6</sub> 再轉交鎂合金產業使用，以延長台電 SF<sub>6</sub> 的使用生命週期，降低國內 SF<sub>6</sub> 使用排放。

- (2)建立國內溫室氣體自願減量成效認可機制：發布「溫室氣體先期專案暨抵換專案推動原則」、「溫室氣體減量額度帳戶管理要點」、「溫室氣體先期專案暨抵換專案審議會設置要點」等行政規則，完成我國自願減量成效認可機制。另公告溫室氣體減量額度編碼格式及水泥、鋼鐵、電力、半導體、液晶顯示器等五種行業排放強度，作為減量額度管理及先期專案減量額度審核依據。
4. **研訂開發行為碳排放管理及監督機制**：於2010年11月完成「開發行為溫室氣體排放增量評估及抵換規劃計算指引」，做為開發單位進行溫室氣體排放管理與環保署審查開發案件溫室氣體提報內容依據。
5. **成立「碳捕集及封存技術策略聯盟」**：於2011年3月28日成立「碳捕集及封存技術策略聯盟」，宣誓我國 CCS 策略聯盟正式成立，在 CCS 策略聯盟的成員中，政府機關包括環保署、經建會、國科會及經濟部相關單位，主要負責 CCS 相關策略、法規訂定與民眾溝通宣導。產業界部分則由公營事業帶頭，負責 CCS 技術示範及試行作業；另亦有相關領域的專家學者組成專家顧問團，負責 CCS 技術研發工作，目的為促使我國 CCS 於2020年時正式商轉。
6. **積極落實公眾溝通與全民參與**
  - (1)推動「節能減碳無悔措施全民行動方案」：研訂「節能減碳無悔措施全民行動方案」，於2008年6月5日行政院會通過，針對食、衣、住、行、育、樂提出「節能減碳十大無悔措施」。
  - (2)建置「清淨家園顧厝邊綠色生活網(Ecolife)」之節能減碳平臺：提供民眾節能減碳之單一入口的部落格格式宣傳網站，作為全民與政府互動減碳資訊分享交流園地。
  - (3)強化地方政府推動節能減碳全民行動：2009年4月起至年底舉辦「全國村里簽署評比活動」，獲得全國7,800多個村里共同支持及參與響應減碳簽署的風氣。2010年起，環保署將「全國村里簽署評比活動」擴大實施為「縣市(直轄市、縣市政府)、鄉鎮市區及村里動員節能減碳績效評比」。
  - (4)補助地方政府、民間團體辦理節能減碳宣傳：自2009至2011年止，共計補助各地方政府100項計畫，補助金額約計超過1億8,900萬；另亦補助辦理各項宣導活動，自2009至2011年止，共計補助198項活動(計畫)，金額超過1,087萬元。
  - (5)推動「節能減碳行動標章」活動：自2009年起辦理「節能減碳行動標章」認證申請活動，共計至2011年底計有137家企業、商家及社區，獲頒行動標章認證。
7. **建立碳中和基礎能力**：
  - (1)建立我國碳足跡計算方法：2009年啟動「碳足跡計算準則與低碳會議推動策略」計畫，研擬「我國產品與服務碳足跡計算指引」及「產品與服

務碳足跡查證技術指引」。

- (2)倡導低碳飲食：彙整編撰「國民低碳飲食選擇參考手冊」，具體落實全民減碳行動。
- (3)推廣環保低碳活動：編撰「環保低碳活動指引」，逐步指導民眾辦理符合環保低碳要求的會議、活動或展覽外，亦設計「環保低碳活動 LOGO」。
- (4)碳中和實施與宣告指引：完成「碳中和實施與宣告指引」。
- (5)積極輔導產業進行碳中和：在 2011 年 3 月底輔導奇美電子公司與歐萊德公司，針對其選定的產品型號 (TL-42X8000D 42 吋 LED 多媒體液晶顯示器，與 400mL 綠茶洗髮精) 完成碳管理計畫書第三者確證，且於同年 4 月 22 日地球日正式宣告。另亦於 2011 年度完成輔導友達光電公司之竹科企業總部與「2011 海峽兩岸氣候變遷與能源永續發展論壇」進行組織及活動碳中和。

8. **推動能源之星**：自 1999 年起至 2011 年 12 月底，計有 35 家國內廠商，856 件產品獲得能源之星標章，其中電腦 45 項、電腦顯示器 244 項、多功能事務機 62 項、掃瞄器 505 項。

9. **獎勵一般廢棄物掩埋場沼氣發電**：自 1999-2011 年，共計核撥出約 3 億 962 萬元獎勵金，獎勵發電約 6 億 8,805 萬度，相當於減少甲烷排放約 15.3 萬噸或約減少二氧化碳排放 403 萬公噸。

10. **推動低碳永續家園**：係分「低碳社區」、「低碳城市」及「低碳生活圈」三階段循序推動，於民國 2011 年全國建構 50 個低碳示範社區；2014 年建設本島 4 座低碳示範城市及金門、澎湖 2 座低碳島；至 2020 年則形成北、中、南、東 4 個低碳生活圈。

#### (五) 公告溫室氣體為空氣污染物：

依「空氣污染防制法施行細則」規定，於 2012 年 5 月 9 日公告「二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、六氟化硫及全氟化碳為空氣污染物」，先行推動溫室氣體申報法制作業。

### 三、展望

因應氣候變遷的溫室氣體減量工作，中央各部會目前多各自訂定因應策略，未見以國家整體為出發點之各部會整合性具體執行策略，更欠缺定期政策方向調整之溝通管道，有鑑於目前溫室氣體已公告為空氣污染物，未來運用空污法推動溫室氣體管理工作之權責則全數落在環保署，因此更需及早確認中央各部會的權責分工與推動重點，以期達到我國最佳策略推動效益。

#### (一) 修訂我國分階段減碳目標

大氣中溫室氣體濃度之增加，可能是氣候變遷的因素之一，台灣雖非締約國，但也善盡地球村成員之責任，訂定我國減碳之目標 (2020 年回到 2005 年排放量、於 2025 年回到 2000 年排放量)，環保署署長沈世宏先生更致函聯合國氣候變化綱要公約 (UNFCCC)，表達我國支持哥本哈根協議，自願承諾於 2020 年達成將溫室

氣體排放總量比排放基線(Business as usual, BAU)減少至少 30%的目標，在我國 NAMAs 下，列有中央政府各部會應負之減碳責任。但該減量策略隨著核一、核二不能延役，核四是否繼續興建息息相關。我國之溫室氣體排放量雖排名為全球第 20 名<sup>1</sup>，但總排放量僅占全球排放量之 0.89%。建議未來環資部和經濟部共同協商，在保持國家適度經濟發展與安全可靠潔淨之能源供應下，我國之減碳分階段目標。

## (二) 積極規劃在環資部氣候變遷司下之人才培訓進用計畫

氣候變遷造成天然災害，影響海岸線變遷、土地使用、水資源、農業生產及生物多樣性等，因此重要的維生基礎設施及產業發展，政府已成立「規則推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫」專案小組，由經建會主政，共分八個主題即(1) 災害、(2) 維生基礎設施、(3) 水資源、(4) 土地使用、(5) 海岸、(6) 能源供給及產業、(7) 農業生產及生物多樣性、(8) 健康。環保署目前有關之工作為(3)、(4)、(6)、(8)。未來組織再造後，可能隨經建會而改由國家永續發展委員會(以下簡稱國發會)負責，但國發會非行政機關，實際之執行仍有賴國科會、經濟部、農委會、國防部、交通部、內政部、衛生署等單位來執行，環資部下設有氣候變遷司，但以目前環保署之溫室氣體減量辦公室之編制而言，有關正式人員之任用、訓練及涉外碳權之交易轉讓，和中央各部會有關調適政策之協調擬定，在在需要專業之人才，環資部應積極規劃在環資部氣候變遷司下之人才培訓進用計畫。

## (三) 兩岸交流與合作應擴大碳權之轉回與購置境外碳權部分

有關兩岸合作之建立交流平台部分，已由綠基會協助環保署建立良好之交流溝通管道，有關 CDM、VCS、碳交易等，中國大陸已有實際經驗，未來環資部除繼續擴大交流外，應儘速設法促成雙邊之實質合作。包括對於台商在大陸減碳之成果，協助將碳權轉回台灣，或協助台灣順利購買境外碳權。

## (四) 考量有否可能修改溫減法為「氣候變遷減緩法」

溫減法(草案)從 2006 年送立法院，迄今已經 7 年 3 屆立法委員，現雖一讀通過，但關鍵性之條文仍待朝野協商，未來之環資部應積極溝通、說明、協調，儘速通過溫減法。在溫減法未通過之前，環保署已於 2012 年 5 月 9 日將六種溫室氣體公告為空氣污染物，因其已公告為空氣污染物故(1) 應依法公告排放標準、徵收空污費、檢測申報等，有關這些法規之施行細則、作業程序仍賴未來之環資部儘速訂定施行；(2) 由於此六種溫室氣體已公告為空氣污染物，故依法應從事各種防制措施以達減量之成效。則業者過去之先期減量作為是否有外加性，應加檢討。在溫減法有諸多爭議未能順利通過立法審議及調適工作之立法應同時等重考量，應思考修改為「氣候變遷減緩法」之可能性。

## (五) 儘速評估國家減量目標訂定對產業之衝擊並建立因應做法

國家修訂之減量目標，透過協商分配至各相關部會後，其對國內相關業界之衝擊及其國內減量或向國外購置碳權之可行性，應儘速評估。如經濟發展持續低迷，可考量延後實施(一)之期程。

<sup>1</sup>資料來源：International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2011

#### (六) 依法施行後續工作，審慎考量因應措施

將六種溫室氣體公告為空氣污染物後，依空氣污染物防制法應行辦理之行政措施、辦法、規章應儘速訂定、發布施行，並考量其對業界之影響及未來溫室氣體減量法通過施行之因應措施。

#### 參考文獻

1. 行政院經濟建設委員會，國家氣候變遷調適政策綱領，2012年6月25日。
2. 行政院環境保護署，環境保護25周年回顧與展望，2012年10月。
3. 行政院環境保護署，空氣品質保護36年紀實，2012年10月



## 第四章 台灣廢棄物管理演進及展望

李錦地

### 一、前言

廢棄物管理雖為環境保護之一環，但其本質在於保持個人清潔、家庭清潔、社會清潔的環境衛生維護國民健康。完善的廢棄物管理，可以根除垃圾隨意丟棄堆積造成髒亂，惡臭成為細菌滋生、蒼蠅叢集、蟑螂繁衍、老鼠滯居之溫床；進而避免釀成傳染病，漫延、暴發，而致為害國民健康與公共衛生，為預防醫學重要防疫之橋頭堡。對廢棄物妥善處理並將其轉化為能資源再加利用、再生利用，循環有效利用，達成零廢棄、而得融入地球生態系統中之能資源系統循環，與環境生態共生之運轉中。

廢棄物管理依其來源分為 1、一般廢棄物：指由家戶或其他非事業所產生之垃圾。2、一般事業廢棄物：指由事業所產生有害事業廢棄物以外之廢棄物。3、有害事業廢棄物：指由事業所產生具有毒性、危險性，其濃度或數量足以影響人體健康或污染環境之廢棄物。依其分類課以不同責任與不同處理標準。

台灣廢棄物管理自 1970 年代間，經由各級政府組織建制，與時俱進立法及增修訂而趨健全完備。並於 1984 年至 2002 年實施都市垃圾處理方案，使廢棄物管理具有豐碩之成效。

在具體的表象上，由「你丟我撿」之髒亂轉為「垃圾不落地」，家戶外公共場所之清除，公廁清潔之提升，垃圾清運、妥善處理，落實分類回收，進而納入永續物料管理系統，達到指日可期的資源循環體系之社會。全國平均每人每日垃圾清運量由 1989 年的 0.863 公斤降為 2012 年的 0.397 公斤；換算為全國平均每日垃圾清運量 17,147 公噸降低到 9,233 公噸(如表 4.1)。

表 4.1：歷年垃圾處理情形

年度	每人每日垃圾清運量 (公斤)	垃圾妥善處理率 (%)	垃圾回收率 (%)
1989	0.863	60.17	
1990	0.963	60.93	
1995	1.138	65.12	...
2000	0.982	90.60	9.78
2005	0.667	99.49	29.42
2010	0.482	99.97	48.82
2012	0.397	99.99	54.36

本表垃圾回收率，包含資源回收、廚餘及巨大垃圾回收再利用。

資料來源：環境保護統計年報 101 年，行政院環保署。

### 二、社經變遷與廢棄物管理壓力

#### (一) 人口集中都會區

人口集中形成廢棄物堆積或散落清掃不易保持，難予整潔環境，台灣都市居民生活活動時間長至深夜，近年興起之夜市即為顯例。

## (二) 工業發展

工業發展結果一般事業廢棄物雖非盡為有害事業廢棄物，但品類繁多分類困難，回收不易，再生利用又限於原料成分不明，以及缺乏處理技術能力，常混雜為一般事業廢棄物。

## (三) 非法傾棄難杜絕

營建廢棄物、裝修拆除殘餘物隨意傾棄山谷、凹地、農地、埤塘。化學廢液、溶劑非法堆放，如三鶯大橋下不明廢棄物堆放。高雄旗山溪廢液傾棄，引起水源停止抽水，而致用戶停水。

## (四) 處理設施場址民眾抗爭

廢棄物處理設施為鄰避設施，民眾排斥，引起抗爭。如中壢市二星期之垃圾無處處理，於街道巷堆積。林內焚化爐建設完成無法操作而閒置。

## 三、一般廢棄物管理重要政策、方案、計畫、制度及其成效

國內一般廢棄物管理沿革，如圖 4.1 所示：

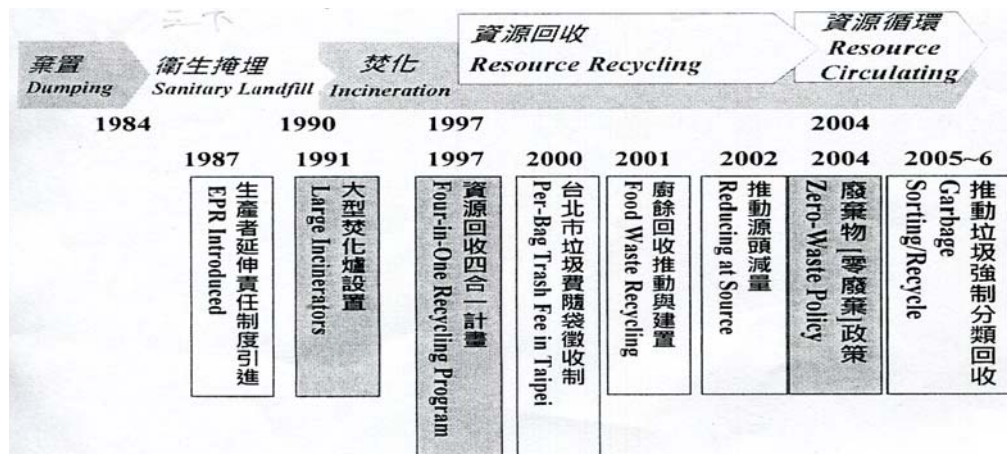


圖 4.1：一般廢棄物管理沿革

### (一) 1974 年廢棄物清理法(廢清法)正式立法

該法中規定期清理為政府及人民應負之責任。環境之清潔，家戶以內由人民負責及家戶以外由政府負責掃除。

又規定人民之禁止行為

- \*隨地吐痰、檳榔汁、渣；拋棄紙屑、菸蒂、口香糖等。
- \*隨地便溺
- \*飼養禽畜有礙附近環境衛生
- \*張貼或噴漆廣告污染定著物

由以上分工及禁止行為，開始由各縣市鄉鎮市清潔機關設置人員稽查家戶內清



潔，家戶外由清掃人員清除，確實有對環境加以清掃及稽查。又對違反禁止行為加以取締，亦受理舉證檢舉，依法處罰。

結果，改變了「你丟我撿」陋習，且養成而自己用過的東西自己處理的社會習慣，使環境清潔有了初步成效。

## (二) 1984 年至 2004 年都市垃圾處理方案

處理政策初為「以掩埋為主、焚化為輔」，後改為「以焚化為主、掩埋為輔」。分三期政策及三期計畫，又加後續計畫；歷時 20 年，政府投注經費計約 1,125 億元。其主要政策、制度建立之推動計畫為：

1. 垃圾處理應以區域綜合規劃為原則，以達到垃圾處理安全、衛生、經濟及資源利用為目標。
2. 補貼地方辦理清理設備改善，使清運設備機械化、現代化。垃圾處理之固定設備移由政府負擔；垃圾之收集、運輸及處理之操作，維護等費用，以使用人(住戶)負擔為原則。並由地方政府依實際費用訂定住戶負擔費率，建立收費制度。
3. 推動使用者付費制度。依廢清法之規定，由中央訂定一般廢棄物清除處理費徵收辦法，籌措垃圾處理費，以反映營運成本為目標。
4. 推廣民營化；依公民營廢棄物清除處理機構管理辦法，規劃委託公民營機構辦理。由環保署成立專責單位，統一規劃焚化爐之興建並開放給民間投資，以優惠之獎勵措施簽署長期合約，研訂合理收費標準，促進民間投資業者投資。垃圾清運及垃圾處理場(廠)之操作營運視為公共事業，並鼓勵公民營機構辦理，以解決人員編制及經費負擔問題。
5. 焚化爐之能量，考慮經濟規模及能源利用等問題，並以服務性為主。
6. 考慮垃圾減量及資源回收利用推廣分類回收制度，加速訂定各項廢棄物分類回收辦法，建立回收管道。寬列經費補助各級政府購置必要分類回收設備。

方案之實施使我國廢棄物管理制度依序建立，與 1974 年立法當時之都市環境必較，可以說天壤之別，使今日台灣都市呈現環境整潔及衛生之景象，可躋入先進國家都市整齊悅目之境界。

茲就上列六項中除第一項為垃圾處理之原則外，分別說明其落實情況及成效。

### 1. 補助地方辦理垃圾清運機械化及現代化

自 1990 年起補助垃圾清運機具，迄 2006 年 6 月止，全國各式垃圾清理車輛共計 12,562 輛；包括有密封及壓縮車，資源回收車等最多，另有掃街車及溝泥車。使垃圾清運除週日外，每日依社區方塊沿線全點式不定點收集，而資源回收車則以每週二日收集；進行資源回收工作；此一作為得以有垃圾清運機械化及現代化之重要成效。改變家戶垃圾排出，貯存由定點堆積存放，造成野貓野狗破袋殘食、蒼蠅叢集飛舞；或戶外存放垃圾箱（目前為市場及集合式住宅），而由清潔人員以簡陋機動三輪車拖運等，而改變為「垃圾不落地」；而且家戶聞聲定點或不定點完成，將一般垃圾及廚餘分類投進清運車輛，既為強制分類資源回收奠定了良好前

置作業，也塑造都市整潔景象，更博得國際來訪人員之讚賞。

政府每年約投注 312.5 億 (2012 年)，占全國環境保護總經費 443 億之 75%；及清潔人員 17,787 人及清運人員 27,637 人，維護此一國家之環境衛生及整潔悅目之風貌。

## 2. 推動使用者付費制度

為落實使用者與污染者付費原則，於 2002 年公告修正一般廢棄物清除處理費徵收辦法規定，地方政府依實際成本計算應徵收垃圾費數額並公告之。

收費方式按用水量計算、按戶定額計算及按垃圾量計算 (隨袋徵收) 三種方式擇定徵收。

目前台北市、新北市及台中市石岡區實施隨袋徵收之外，其餘地區皆按水量或按戶徵收。

3. 推動投資者投資焚化爐之興建，以及公私民營機構承辦垃圾清運及垃圾處理場 (廠) 之操作營運。目前營運中之焚化廠 (林內廠完成未操作)，除台北市三座、高雄市二座公有公營，桃園縣、台中市烏日廠為民有民營，其餘皆為公有民營。至於清運民營化計有台中市中區、南 A 區、南 B 區、清水區、新竹市香山區、台南市西區、高雄市新興區。

4. 焚化廠營運中計 24 座，設計處理 24,650 公噸 / 日，興建費用主體 866 餘億元及整地 15.1 億元，總計 881.17 億元。發電量 30.5 億度 / 年，售電所得 45.5 億元。2011 年焚化一般垃圾 4,234,990 公噸，一般事業廢棄物 2,272,773 公噸，其處理率占全妥善處理率 99.95% 之 96.98%。達到以焚化為主、掩埋為輔之政策目標。

## 5. 垃圾減量及資源回收利用，訂定各項廢棄物分類回收辦法

自 2005 年起推動垃圾強制分類計畫，依民眾、社區、機關、學校須將垃圾分為資源、廚餘及垃圾等三類，始得交付清除處理。

推動隨袋徵收，市民可直接享有垃圾減量及資源回收而少付垃圾費用。目前台北市及新北市均已實施。

### (三) 1988 年開始推動資源回收

於 1988 年依據廢清法推動「生產者延伸責任」要求生產者負責廢棄物回收處理責任。公告八類物品廢棄物列為資源回收項目。於 1997 年成立資源回收基金管理委員會，負責補貼回收處理業經稽核認證之回收處理量，以及稽核認證等費用。於 1997 年推動資源回收四合一計畫及回收成效，如圖 4.2：

- 透過社區民眾自發成立回收組織
- 推廣家戶垃圾分類回收
- 規範回收為製造、輸入、販賣業者責任
- 挹注經費促進系統運作



- 鼓勵民間企業發展
- 向民眾、社區及清潔隊收購資源物質
- 將資源垃圾與一般垃圾分開收集清運
- 變賣所得一定比例回饋參與之民眾及工作人員

圖 4.2：資源回收四合一計畫

為將一般廢棄物具回收再利用價值之廢棄物(資源垃圾)予以分類加以回收，以利後續之處理及避免二次污染之發生，環保署於 2006 年 4 月 17 日公告一般廢棄物應回收項目為紙類、鐵鋁、玻璃等類，架構如圖 4.3 所示，各鄉鎮公所清潔隊必須將應回收項目分類回收、再利用，不得併入其他一般廢棄物。回收項目及回收率如表 4.2。

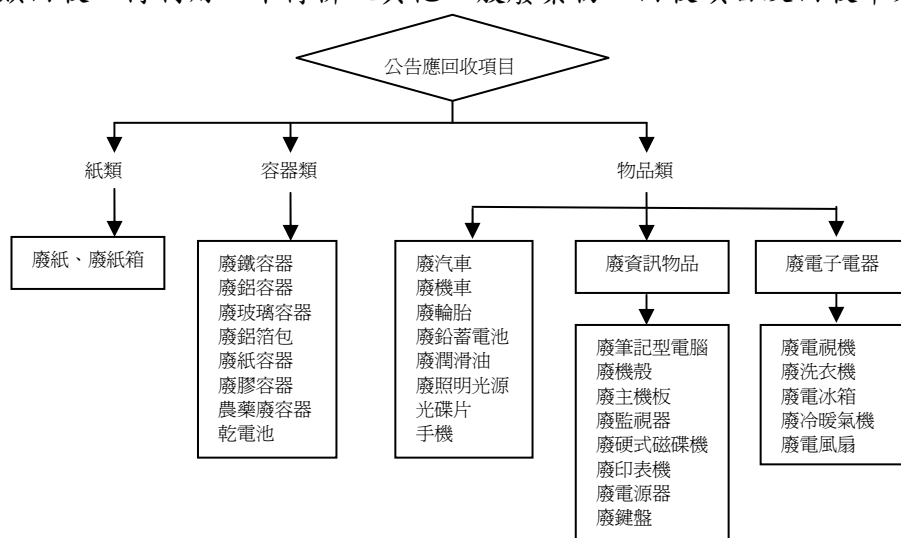


圖 4.3：一般廢棄物公告應回收分類

表 4.2：資源回收四合一計畫公告應回收項目

回收項目	開始實施年份	回收率(%)		
		2008	2009	2010
廢容器(Containers)	1989	85.88	66.17	73.51
廢乾電池(General batteries)	1999	67.25	50.85	42.45
廢機動車輛 (Automobiles/Motorcycles)	1994	72.85	91.04	80.83
廢鉛蓄電池(Car batteries)	1990	62.08	37.15	74.21
廢輪胎(Tires)	1989	68.68	68.80	72.10
廢潤滑油(Lubricants)	1990	44.01	61.81	71.72
廢電子電器物品(Household appliances)	1997	53.26	55.60	61.83
廢資訊物品(Electronics IT products)	1997	39.05	31.83	40.90
廢照明光源(Light bulbs)	2002	56.48	67.42	80.02

#### (四) 綠色生活－廢棄物減量

廢棄物是人類所造成，換個方式來說，廢棄物的源頭就是人類，如果要減少廢棄物的產生，必須做好源頭管理與減量，也就是從人類自身的行為著手，而有所謂「廢棄物減量，人人有責」的口號。21 世紀是環境保護觀念崛起的世代，觀念首重環境永續發展，跟人們最直接相關的綠色生活即是要點，更有綠色生活標章的出現，標章代表著「可回收、低污染、省資源」，使人們更加認識綠色生活，也增加接觸的機會。綠色生活與綠色商店標章如圖 4.4。

綠色生活代表著「生活簡單，沒有負擔」。其實綠色生活就是以簡單為原則，購買生活用品時，能夠考慮到產品對生態環境的影響，而多選擇對環境傷害少、污染程

度低的產品。地球是萬物共同擁有，若人們不快點行動以身作則，恐怕將難以挽回地球環境可能上演的悲劇。



圖 4.4：綠色生活與綠色商店標章

政府為了達成「零廢棄」及「永續發展」之目標，進而將過去「管末處理」(end-of-pipe treatment)之管理方式轉變為「減量預防」之觀念。廢棄物減量之首要工作為污染源減量，其次為處理；對於廢棄物管制方面有四個優先次序，首先為源頭減廢(source reduction)，次為回收再利用(recycling and reuse)，再次為處理(treatment)，最末為最終處置(disposal)。

針對廢棄物減量，環保署推動資源回收 4R 策略，廢棄物資源化方法優先順序，分別為減少使用(reduce)、再用(reuse)、回收再造(recovery)及循環再用(recycling)，其意涵見圖 4.5 所示。

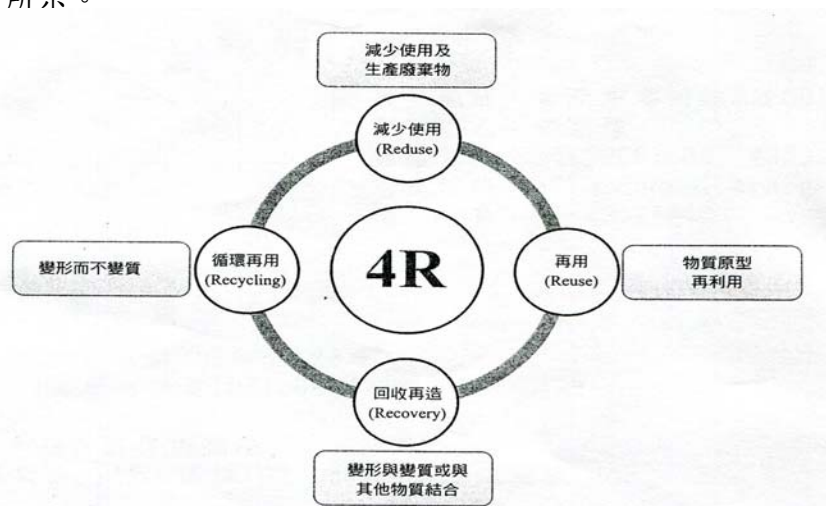


圖 4.5：資源回收 4R 策略

為抑制廢棄物之產生及達成源頭減廢之目標，配合先進國家對產品「綠色」訴求之趨勢，及相關法律之限制下，國內外廠商紛紛要求供應商產品須符合永續性。其中以綠色產品設計之觀點及清潔生產原則選用原物料與設計製程，延續永續發展之宗旨。針對政府、企業及民眾方面對於廢棄物減量之策略如下列所示：

#### 1. 政府之減量策略

- (1) 推動資源回收
- (2) 推行廢棄物減量化與資源化
- (3) 加速建立完整法令及制度
- (4) 加強事業廢棄物產源減量及回收

## 2. 企業之減量策略

- (1) 綠色生命週期評估策略
- (2) 綠色設計策略
- (3) 清潔生產策略
- (4) 永續性設計策略
- (5) 使用回收材料策略
- (6) 綠色設計之 3R 策略
- (7) 延長產品使用壽命策略

## 3. 民眾之減量策略

- (1) 推動消費者綠色消費行為
- (2) 選購再生產品、耐用產品
- (3) 定期保養以延長物品使用壽命、使用購物袋等

政府為了減少日益增加的廢棄物問題，於 2003 年制定資源回收再利用法(以下簡稱資再法)，並訂定一般廢棄物零廢棄政策，落實零廢棄之目標，其實施策略及推動措施，內容包含執行資源回收再利用法、強化源頭減量、加強執行資源回收等項目，如圖 4.6 所示。

為將產品生命週期之概念，從源頭設計、製造、使用至回收與再利用作全面性之規劃，環保署於 2005 年推行「資源回收再利用推動計畫」，以促進全國各部會全面性之資源回收再利用行動，其執行計畫內容中，實施策略及執行措施包含八大項。

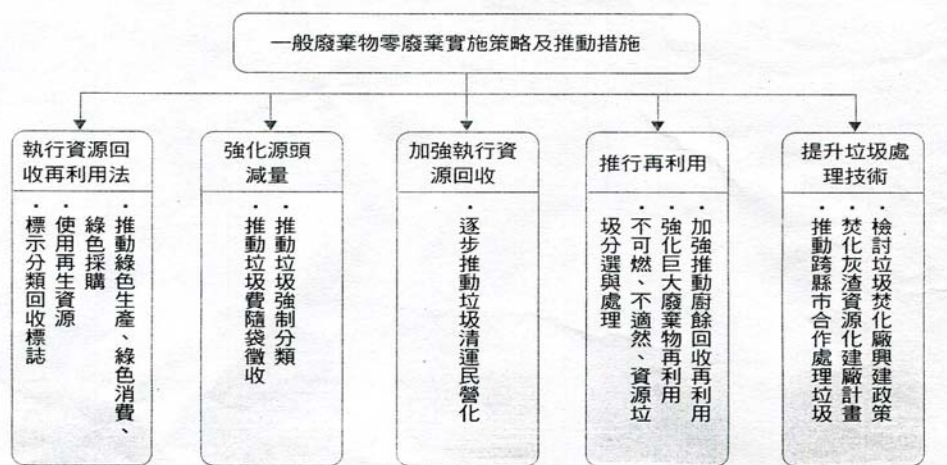


圖 4.6：一般廢棄物實施策略及推動措施

## (五) 廚餘回收再利用

廚餘(剩菜、剩飯、菜葉殘渣)可分為養豬廚餘或堆肥廚餘。廚餘量大，佔家庭垃圾之 20~30%；油脂成分高，易堵塞管路，不利掩埋；水分、氯鹽含量高不利焚化；具有機成分、具資源回收再利用價值，為推動垃圾「零廢棄全回收」之重要關鍵因素。2012 年製作雞、魚飼料或作為生質能源用途約 5 公噸、製作堆肥 666 公噸、高溫蒸煮後養豬 1,609 公噸。

推動策略包括多元化利用、再利用方式因地制宜、建立合作機制及清運系統、建



立再利用模式、開拓再利用成品通路、推動綠色飲食(廚餘減量)。2012年廚餘回收再利用量達83萬公噸，平均每日2,284公噸。2020年以廚餘回收量為每日4,000公噸為目標。推動家戶廚餘納入一般垃圾清運系統及再利用，為世界首見，屢有外國及地區來台觀摩。

#### (六) 巨大廢棄物多元再利用

巨大廢棄物回收再利用包括以1.具修繕價值者修復後再使用；2.無修繕價值者拆解、分類後破碎再利用或做堆肥調整材或燃料。

本項工作具有再利用成品價值之經濟效益，及環境衛生改善、廢棄物減量、資源回收等環境效益，以及創造就業機會，提升環保惜福之生活習慣。

推動成效，於2002年再利用量近乎零，而自2007~2012年再生家具修繕17.4萬件以上，販售金額1億1,710萬餘元。2012年參訪或參加拍賣活動人數有26萬人以上。極具社會及環境教育效益。

### 四、事業廢棄物管理重要政策、方案、計畫、制度及其成效

國內事業廢棄物管理演進，如圖4.7所示：

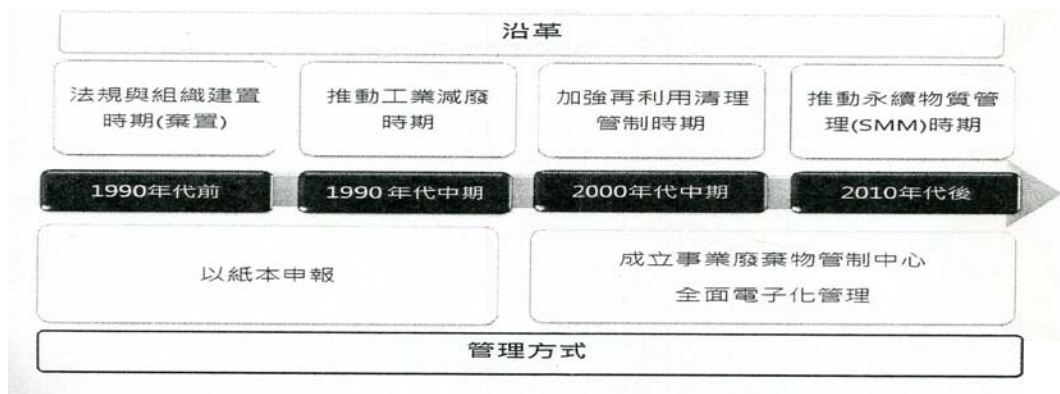


圖 4.7：事業廢棄物管理演進

#### (一) 事業廢棄物分類

事業廢棄物可分為一般事業廢棄物及有害事業廢棄物二種，說明如下：

1. 一般事業廢棄物：由事業單位所產生之垃圾、糞尿、動物屍體及其他失去原本效用，以及足以污染環境之廢棄物。
2. 有害事業廢棄物：由事業單位生產過程所產生之灰渣、污泥、廢油、廢酸、廢鹼、廢塑膠及其他廢化學物質或經環保署認定之廢棄物。

其中對環境最具危害性之廢棄物非有害事業廢棄物莫屬，原因在於其對人體健康之危害及環境污染力甚大或具有不可回復性；因此，政府更加嚴格規定有害事業廢棄物之管理、貯存、清運及處理項目。有害事業廢棄物之種類與來源如表4.3所示：

表 4.3：有害事業廢棄物之種類與來源

種類	產出源
製程有害事業廢棄物	基本化學工業、石油化工原料製造業、塗、漆料及相關產品製造業、農藥及環境衛生用藥製造業、製藥業、其他化學製品製造業、石油煉製業、其他石油及煤製品製造業、鋼鐵冶煉業、廢棄物處理業等
混合五金廢料	依貯存、清除、處理及輸出入等清理階段危害特性判定
生物醫療廢棄物	醫療機構、醫事檢驗所、醫學實驗室、工業及研究機構生物安全等級第二級以上之實驗室、從事基因或生物科技研究之實驗室、生物科技工廠及製藥工廠，於醫療、醫事檢驗、驗屍、檢疫、研究、藥品或生物材料製造等

資料來源：廢清法

## (二) 事業廢棄物管制

對於事業廢棄物管理，由於 90 年代之前未予有效管制，致有多起不法丟棄。其中較重大事件者，包括高雄大樹鄉廢棄毒液、台北縣(新北市)三鶯大橋下不明廢棄物、高雄荖濃溪油泥廢棄、旗山溪廢溶劑污染等危害事件。顯示在管制上源頭管理不足、未能據以查核掌握；流向運輸追蹤未能全面稽查攔檢，致使其多次轉包得以違法任意丟棄。

尤以於 2000 年發生旗山廢溶劑事件，引起水源污染以致停止水源抽水影響供水後，遂訂定管制清理方案。從政策面、管理面及執行面加以全面管制。達到妥善清理，再利用流向管理，提高資源回收再利用。並配合綠色設計及生產、綠色消費及貿易、源頭減量及再利用，建構永續物料及資源管理系統等多項策略。管制內容分述如下：

### 1. 政策面

- (1) 於 2000 年 3 月 21 日由經濟部(工業局)訂定工業廢棄物清除處理推動方案。其實施策略及推動措施為：掌握產出、清理及流向分布；設置公民營清理機構及共同清除處理機構；擴大推動清潔生產、工業減廢輔導；推動處理中心規劃設置；將一般工業廢棄物納入都市垃圾處理設施處理。調度規劃以及最終處理場之調度與規劃設置。
- (2) 於 2001 年 1 月 17 日行政院核定全國事業廢棄物管理清理方案。由於 2000 年 7 月旗山溪棄置廢溶劑、污染水源事件，影響自來水用戶共 60 萬戶之供水。凸顯事業廢棄物管理之迫切性，由環保署研擬提出，其方案強化源頭管理及流向追蹤、加強稽查管制、防止環境犯罪與非法棄置，並確立一般事業廢棄物環保署負責整合協調、監督各目的事業機關推動。

### 2. 管理面

- (1) 先前已於 1989 年環保署與經濟部工業局成立工業減廢聯合輔導小組。推動減廢示範與推動輔導；進行減廢應用技術研發；加強工業減廢觀念宣導與訓練工作。本工業減廢之推動，由經濟部工業局第七組(後易名為永續發展組)積極策訂施政計畫提供計畫目的，挹注預算由中技社成立工業污染防治服務團(1983 年)至 2005 年，及時引進由污染控制、回收利用、減廢減量、污染預防以至清潔生產。使工業界各類製造生產與時建制各項環境管理制度，蔚為風潮，符合歐盟規範，有益產品輸出，成效卓著。

(2) 於 2000 年 10 月 21 日由環保署成立事業廢棄物管制中心藉由資訊管理系統對事業機構、廢棄物清除處理機構及事業廢棄物機構申報，及其資料之比對篩選可發現違規業者，並可由各縣市環保局強力稽查，告發取締，有效掌握產源及流向，加以管制妥善處置。

2011 年事業廢棄物產出總量為 1,873 萬公噸，較 2010 年 1,809 萬公噸增加 64 萬公噸，其中一般事業廢棄物約 1,753 萬公噸，有害事業廢棄物約 120 萬公噸。又申報廢棄物資料中工業占 89.2%，營建占 8.3%，農林漁牧、醫療、教育、國防、交通及其他合計占 2.5%，由此可全面掌握事業廢棄物及各業別之產出量。

### 3. 執行面

#### (1) 加強清運流向之追蹤管制

由於事業廢棄物之清運多委由公民營清理機構代為清除或處理，為促使其妥善清除處理，必須有效管理清理機構，確保其體系健全發展，避免發生非法棄置事件。對其清運流向必須隨時追蹤管制，此項追蹤管制，除須流向申報外，尚須由委託之生產單位妥為訂定承攬契約，嚴予約制；藉由 GPS 即時追蹤外，並由生產單位環安人員不定時之尾隨追蹤及訪視，如有非法棄置情事，仍須由委託業者負責。

#### (2) 加強工業廢棄物妥善清除及再利用

針對解決工業廢棄物由 2002 年約 1,093 萬公噸成長至 2011 年約 1,671 萬公噸之成長問題，由經濟部工業局推動加強源頭減量、回收再利用、再使用及再生利用發展資源再生產業及市場機制，提倡綠色設計生產、採購促進減少資源原料使用，及有效循環利用。

經濟部工業局以輔導及多項獎項評選獎勵，推動工業減廢、源頭減量綠色供應鏈多年，環保署並以企業環保獎加以推動，期能與國際永續物料資源管理系統接軌。

#### (3) 各事業廢棄物之再利用率

- ① 工業廢棄物再利用率 2001~2011 年間，由 2001 年 82.10% 降至 2002 年 73.60%，而自 2003 年起逐年提升至 2011 年 85.16%。
- ② 醫療廢棄物由 2001~2011 年之再利用率由 0.9% 提升至 2011 年之 2.2%。
- ③ 教育機構廢棄物由 2001~2011 年之再利用率由 0.0% 提升至 10%。
- ④ 農業廢棄物於 2001~2011 年之再利用率則忽高忽低，高時有 2001 年之 92.50% 及 2009 年之 99.24%，與低時之 2003 年之 68.20% 及 2008 年之 65.10%，2011 年則為 84.84%。
- ⑤ 營建廢棄物自 2001~2011 年之再利用率，則曾於 2004 年低至 0%，卻也有 2002 年之 91.40%，而自 2004 年起則逐年提升至 2009 年 82.15%，2011 年則為 65.5%。



## 五、廢棄物再利用面臨的課題

隨著經濟與都市化高度發展，我國廢棄物量日趨增加，掩埋土地嚴重不足，廢棄物資源再利用已是刻不容緩之議題。為使廢棄物達永續發展之理想，以下將藉由經濟、環保及社會面去探討我國廢棄物再利用所面臨之課題。

### (一) 經濟面

資源化市場在回收產業中常伴隨高風險，若廢棄物之再生利用成本高於原物料成本，則再生利用之製品將無法取代原物料。

經濟誘因是資源回收市場蓬勃發展原因之一，如以廢玻璃為例，民眾積極回收廢棄玻璃，使得回收量有逐年增長之趨勢，而再生處理管道卻僅有玻璃製造業者，因此可能導致二次原物料市場供需失衡，進而使二次原物料價格下降。再者，廢玻璃之分類必須按照分類與分色，方能進到回收再生處理廠，而政府僅針對公告之玻璃容器給予補貼，相形之下，其他之玻璃製品無法給予補貼，可能會導致整個市場資源遭扭曲，回收成本亦大幅增加。

因此不能不計成本進行資源回收，必須在符合經濟效益及市場誘因之情況下才具有資源回收之價值。

### (二) 環境面

國內曾經發生資源再生回收場，堆置回收物品未依規定妥善貯存，及不符原許可內容違法設置廢棄物貯存場，造成環境污染情形，環保局經常調查發現，資源回收場非法使用土地進行堆置大量資源回收物品，衍生環境污染，影響環境衛生及噪音污染問題。

廢棄物再利用主要為減低環境污染問題，若在回收時卻衍生其他二次污染問題，則此亦為不環保之作為，也因此廢棄物回收再利用亦須考量環境面，以低污染、省能源及附加價值之技術進行廢棄物資源回收，方能得到最大效益。

### (三) 社會面

生產者與消費者在環保意識及綠色消費觀念上不盡相同，對於市場供需所產生之影響亦大不相同。資源再生產品須仰賴消費者之支持，方能決定是否具再利用之潛力，也因而社會觀感的因素益顯重要。以下探討生產者及民眾兩方面在環保意識、綠色消費及社會觀感上對廢棄物再利用之影響：

#### 1. 環保意識

- (1) 民眾雖具環保意識，但在日常生活中，消費購物仍依價格取向、品牌偏好與消費習慣等因素選購商品；另一方面因貪圖便利性、生活習慣等，也會影響廢棄物分類之成效。
- (2) 環保標章之知名度、認同度與權威性尚嫌不足。目前一般社會大眾對於再生利用之製品會認定為次級品或劣質品，對於環保標章之形象常有所誤解。以玻璃製品為例，實際上需要外觀純淨者才能貼上環保標章，如此不僅可以提升環保

標章之形象也可提升再生製品之評價。

## 2. 綠色生產及消費觀念

(1)生產者缺乏綠色生產觀念，再生製品之品管成本較高，產品外觀較差與增加生產損耗，使生產者不願落實綠色生產作業。

(2)消費者亦缺乏綠色消費概念，環保意識近年雖被大眾所認同，如以玻璃製品而言，不免有高價位代表高品質之觀感，製品白晳透明代表純潔之成見，再生製品被接受之程度有限。

## 3. 社會觀感

若再生廠外觀與環境衛生尚未做好，將導致民眾抗議，再生利用廠必須顧及環境保護之社會面，廠區內外應保持美化與整潔。廢棄物再利用所面臨的課題，必須考慮社會福祉、保護環境與經濟發展所帶效益是否符合期待，而能同時考慮到經濟、環境與社會三面向才是廢棄物再利用出路。

我國未來一般廢棄物管理策略，應參酌國際潮流並納入以源頭減量與資源再生利用之零廢棄與永續發展之精神，藉由環境、經濟與社會面之探討後，提倡再生資源之使用及利用，以達廢棄物產量最小化及減少廢棄物污染環境之機會、節省自然資源使用及擴大資源回收市場。

# 六、國外借鏡

## (一) 資源回收

國外之資源回收制度均行之有年，若了解各先進國家之回收制度與我國之差異，及各國處理技術之現況，透過各種管道搜集各先進國家最新回收處理技術、法規資訊等，便能成為良好的學習典範，表 4.4 為台灣與國外之回收率比較。

表 4.4：一般廢棄物回收率與各國之比較

國家	年份	回收率	2005 年回收率
台灣	2003	20.1%	29.4%
	2006	35.4%	
	2011	48.3%	
日本	2003	17.0%	19.0%
南韓	2004	49.2%	-
德國	2009	46.6%	-
比利時	2009	35.8%	-
美國	2006	32.5%	24.0%
英國	2009	26.9%	17.0%
法國	2009	18.2%	16.0%
愛爾蘭	2009	31.8%	34.0%
瑞士	2009	34.3%	34.0%

資料來源：行政院環保署統計年報 101 年，環保署，2013 年 2 月。

## (二) 建築廢棄物回收再利用

國外對於建築廢棄物之回收再利用亦推廣多年，而且多透過適當之回收系統制度來達成回收再利用之目標。美國聯邦政府制定「固體廢棄物處置法」，主要將廢棄混凝土應用於道路工程上；英國政府透過廢棄物再利用白皮書與政府策略之多項措施解決廢棄物問題，目前正積極試圖將建築廢棄物中取得之混凝土塊和磚石，與玻璃廢棄物混合製成新的混凝土製品；荷蘭、丹麥與比利時三國政府則成立回收處理體系，並於建築法規中強制訂立回收建材之比率，使其回收率達 80% 以上，其中超過 90% 的廢棄混凝土塊皆運用於道路底層之填充材料與填海造陸上；日本於 1991 年制定「再生資源利用促進法」，並在 1994 年發表「建設廢棄物副產物對策行動計畫—Recycle Plan 21」，於 2000 年達成「最終處理量減半」之目標，廢棄混凝土與磚石則多應用於填海造陸工程。此外，在廢棄物管理上，日本相關單位亦利用全球資訊網成立「建設廢棄物交換中心」，促進各種廢棄物項目之處理、數量、去處等方面的資訊流通。建築廢棄物任意棄置將造成景觀破壞，回收再生將賦予新的生命與用途。

## (三) 美國的廢棄物管理政策

美國各州有關廢棄物減量，回收的立法時間各異，但不外乎三類：政策宣導性立法、減量規劃性立法及回收立法。政策宣導立法以推廣相關環保教育為主，並輔以宣示性回收減量為目標；減量立法特色乃在強制規範直接改變生產習慣及以經濟誘因方式改變消費習慣；回收立法特色則在於發展回收市場，建立經濟誘因制度(如賦稅優惠、稅捐控制)，建立環保回收標章的「產品標示」作為鼓勵回收，要求製造商負回收責任。

美國各州回收立法明確、民眾守法度高，對於「使用者付費」的觀念早已建立，我國有待檢討付諸實施，相信我國回收政策必有相當正面的效果。

## (四) 日本的廢棄物處理政策

### 1. 循環型社會的形成

日本隨著廢棄物產生量由高度成長期邁入當前的安定成長期，其廢棄物處理政策亦因應而調整之，如表 4.5 所示。而在邁向循環型社會的結構時，其廢棄物管理制度亦調整為如表 4.6 所示。

表 4.5：日本廢棄物處理政策之演變

政策類別	高度成長期	安定成長期
基本對策	以處理效率為優先，經營型	以減量及再資源化為優先，環境型
經濟結構	大量生產及消費導向	省資源及省能源導向
法律體系	廢棄物處理法，成長型社會	資源回收法，環境型社會
費用負擔	由市、村、町及事業單位負擔	由製造者及市民負擔
垃圾回收	市場機制優先	公共機制優先
垃圾收集	勞務集約型，許認可方式	資本集約型，自由競爭方式
問題對應	由地方自治體主導，行政管理型	社會連攜，自治權活用型

表 4.6：邁向循環型社會的廢棄物管理制度

制度區分	活動主體	產業社會原則	環境社會原則
經濟、市場制度	企業、業界	大量生產、銷售	延伸製造者責任
政治、公共制度	政府、地方自治體	廢棄物處理行政	環境社會制度形成
社會、參與制度	市民、團體	大量消費、放棄	推動減量及再資源化

為了解決廢棄物處理的問題，地方自治團體必須依其各自之特性，訂定為達成循環型社會在生產、消費、廢棄物收集、處理、及再利用等各階段之策略，如圖 4.8 所示。其首要之策略當為從生產及消費抑制著手，以達到廢棄物之避免產生(refuse)及減量化(reduce)的預防原則，亦即採取自上游之發生源抑制之預防措施；其次為廢棄物之回收再使用及再資源化；然後是依污染者付費原則(polluter pays principle)及受益者付費之原則(user pays principle)來適切地分擔費用。

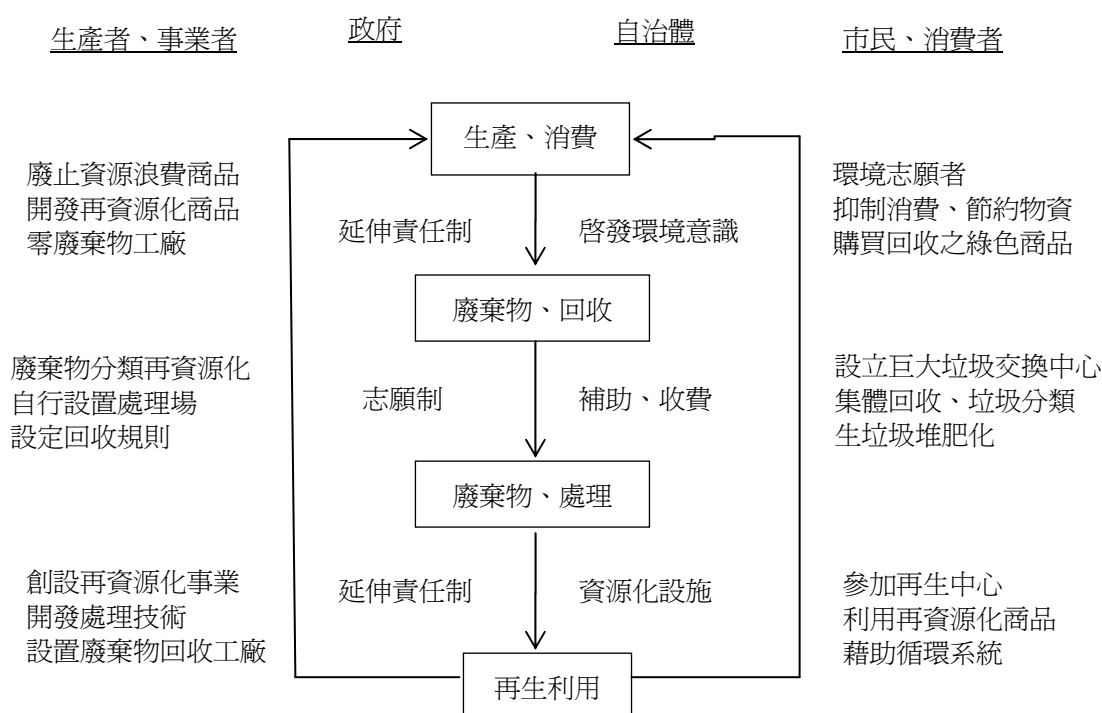


圖 4.8：日本循環型社會之構圖

日本於 2001 年 4 月 1 日施行「特定家用電器再商品化法(簡稱家電回收法)」，要求消費者承擔費用，零售業者和製造業者應盡到收回廢舊產品以及進行回收利用的義務；而自 2013 年 4 月 1 日起施行一項新法律，即「廢舊小型電子產品等再資源化促進法(簡稱小型家電回收法)」，其目的在於，通過降低收集、運輸及再資源化的難度，以便於建立進行大量且高效率回收利用的機制。有意從事小型家電回收之業者，只要通過經濟產業大臣和環境大臣的認定，而不需獲得市、町、村長的許可，就可以進行回收業務，期望藉由擴展日本的「都市採礦(urban mining)」行動從廢棄物中回收稀有金屬。例如從廢棄的手機、電氣電子產品、汽車等回收鉑、鎢、金、銀等中貴金屬。依據日本國家物質及材料研究所(NIMS)之調查，日本國內之廢棄手機及電氣電子產品中所含的金及銀等貴金屬量是世界最多的，其中金約 6,800 噸、銀 60,000 噸、鈹 1,700 噸。日本並設定目標在 2030 年時要達到稀有金屬之自給率為 50%。當前許多國

家都在進行都市採礦之最佳技術研究，以期以最經濟之技術從都市廢棄物中回收大量之貴金屬。

日本內閣會議已經在 2013 年 5 月通過依據各回收利用法及廢棄物處理法等上位法制定的「第三次推進形成循環型社會基本計畫」，更加著重於資源循環的「質」，即將重點放在稀少性資源及其可再生性上。當前日本企業的 3R 活動已經開始由「企業社會責任(CSR)」向「資源戰略」轉變。

日本在邁入循環型社會的情況下，原來的廢棄物處理行政體系已經無法經濟且適切地對應廢棄物處理問題，因此必需在考慮受益者負擔、民間活用、市民合作、區域行政、降低成本、意識改革等各方面，將廢棄物處理由官治的體系轉移為環境共生社會、市民合作社會創造型的自治行政體系，參見表 4.7。

表 4.7：日本廢棄物處理行政體系的轉變

區分	原來體系	新體系	內容
處理區域	自區內處理	區域性處理	戴奧辛對策、焚化灰渣資源化
責任區分	市町村責任	延伸生產者責任	製造者有製品再資源化之義務
費用負擔	市町村稅負擔	受益者負擔、原因者負擔	垃圾收集付費制
處理體系	市町村主導型	官民協働型	集體回收、抑制事業廢棄物產生
行政及財政策略	提升處理效率	減量及再資源化	資源廢棄物分類、商品化

## 2. 日本廢棄物之能源回收

由於地球化石能源之日漸枯竭及化石能源造成之地球暖化問題，因此再生能源之開發利用為各國致力之目標，因此如何利用廢棄物以產生再生能源已成為重要之課題，日本在此方面從過去以來就利用廢物處理設施來回收餘熱或電力，近年來更進一步加強 Biomass 之利用，茲分述如下：

### (1) 廢棄物之能源回收

日本將廢棄物分為一般廢棄物及產業廢棄物，一般廢棄物主要指從家庭、辦公室、商店、飯店、醫院、車站、百貨公司等與日常生活相關所產生的廢棄物；產業廢棄物則是從製造業的工廠、建築業、畜產業等產業活動所排的廢棄物。一般廢棄物之產生量從 2001 年之每人每日產生量 1.18 公斤降至 2011 年之 0.975 公斤，國民每年所負擔之垃圾處理費亦從 20,500 日元降低至 14,100 日元。日本在 2011 年一般廢棄物總產生量約為 4,530 萬噸，約有 1,200 多座都市垃圾焚化設施，每日約可處理垃圾 186,255 噸，其中有些餘熱利用但未發電、或餘熱利用有發電，有些則餘熱未利用，總發電能力約為 1,740MW，每噸一般廢棄物約可產生 500-600Kwh 電力，總發電量約 7,487GWh；而產業廢棄物 2010 年的產生量約為 38,600 萬噸，其處理方式包括直接再生利用、中間處理、及直接最終處分，經中間處理後，則有部分做再生利用，其餘部分則進行最終處分，產業廢棄物經焚化爐處理後其餘熱有部分進行再利用及發電。日本之紙漿蒸解廢液、廢油、廢輪胎等之燃燒為廢棄物能源回收重要來源。表 4.8 所示為日本廢棄物處理設施熱回收現況。

表 4.8：日本廢棄物處理設施熱回收現況

餘熱回收狀況	垃圾焚化設施		產業廢棄物焚化設施	
	座數	佔比	爐數	佔比
餘熱利用但未發電	549 座	43%	329 爐	23%
餘熱利用有發電	300 座	24%	106 爐	8%
餘熱未利用	420 座	33%	979 爐	69%

資料來源：日本の廢棄物処理，平成 23 年度版，日本環境省

## (2) 加強推動 Biomass 之能源回收

Biomass 為由動植物系產生之有機物(不含化石資源)，是當今可再生利用能源之一，日本為加強推動各類 Biomass 的利用以產生能源，於 2009 年 6 月公布「Biomass 活用推進法」，並於 2010 年 12 月制定「Biomass 活用推進基本計畫」，包括 Biomass 的種類、利用率、及 2020 年的利用目標等，如表 4.9 所示。該基本計畫要求農林漁業者、Biomass 製品製造業者、地方公共團體、及相關之府、省等，必需積極配合推動 Biomass 的有效利用。藉由 Biomass 的利用，預期可以達成「地球溫暖化防止」、「循環型社會的形成」、「具競爭力的新策略型產業的育成」、及「農林漁業、農山漁村的活性化」等多目標之效果。

表 4.9：日本 Biomass 種類、產生量、利用率及 2020 年目標

Biomass 種類	目前年產生量	目前利用率	2020 年目標
家畜排泄物	8,800 萬噸	約 90%	約 90%
下水污泥	7,800 萬噸	約 77%	約 85%
黑液	1,400 萬噸	約 100%	約 100%
紙	2,700 萬噸	約 80%	約 85%
食品廢棄物	1,900 萬噸	約 27%	約 40%
製材工廠殘料	340 萬噸	約 95%	約 95%
建設產生廢木材	410 萬噸	約 90%	約 95%
農作物非食用部分	1,400 萬噸	約 30% (不含綠肥)	約 45%
		約 80% (包含綠肥)	約 90%
林地殘材	800 萬噸	完全未利用	約 30%

資料來源：バイオマス活用推進基本計畫，平成 22 年 12 月，日本環境省

## 3. 日本執行廢棄物管理之經濟措施

如同其它環保管理措施一樣，日本在廢棄物管理上除了訂定許多法規標準之命令與控制(command and control)方式外，另外也採用了許多經濟誘因導向之措施，其採取之經濟原則包括：

- (1) 產品課稅(費)制度(product charges)
- (2) 徵收排放稅(費)(emission charges)

- (3) 押金制度(deposit-refund systems)
- (4) 信託基金歸還制度(deposit-return systems)
- (5) 向市民徵收垃圾處理費

而為了有效量化評估日本一般廢棄物處理之績效，因此也訂定了各評估項目如表 4.10 所示。

表 4.10：日本一般廢棄物處理績效評估項目

分類	評估指標	指標名稱	單位
循環型社會形成	廢棄物產生量	每人每日廢棄物產生量	Kg/人·日
	廢棄物再生利用	廢棄物之資源回收率	T/T
	能源回收利用	廢棄物之能源回收量	MJ/T
	最終處分	廢棄物最終處分之比例	T/T
地球溫暖化防止	溫室氣體排放量	廢棄物處理時產生之溫室氣體量	Kg/人·日
公共服務	廢棄物處理服務	居民滿意度	--
經濟性	單位處理費用	每人每年所需處理經費	日元/人·年
		資源回收所需費用	日元/T
		能源回收所需費用	日元/MJ
		最終處分減量所需費用	日元/T

### (五) 推動零廢棄政策

各國零廢棄目標方面；紐西蘭於 2002 年與當地 74 個地方政府達成共識，預計 2020 年達成零廢棄目標，將不再送任何廢棄物進入掩埋場；美國喬治亞州政府已立法明定 2020 年達成零廢棄目標；澳洲首都坎培拉於 1997 年訂定「2010 零廢棄計畫」；日本於 2000 年訂定「循環型社會基本法」，預計 2010 年將其廢棄物最終處置量與 2000 年相比較減少 50%，全球「零廢棄」推動概況如表 4.11 所示。

表 4.11：全球「零廢棄」推動概況表

台灣	以「源頭減量、資源回收」為先，2007 年垃圾不進掩埋場，且 2007 年、2011 年及 2020 年之總減量目標分別達 25%、40%及 75%
澳洲	以循環資源再利用為主；首都坎培拉於 1997 年訂定「2010 年零廢棄計畫」，預 2010 年零廢棄物進垃圾掩埋場
紐西蘭	以再利用最大化、廢棄物最小化、減少消費量及回收循環再使用；考慮廢棄物處置成本、源頭減量、宣導及教育民眾之實施原則，計畫 2003 年廢棄物減量再利用達 50%，2005 年達 80%，2020 年零廢棄物進入掩埋場
英國	2003 年零廢棄政策的優先順序為減量、再利用、焚化及掩埋處置，減少廢棄物掩埋數量，提昇再利用比例
荷蘭	預訂 2010 年資源回收目標由 1996 年之 72%，增加至 80%，逐年減低掩埋處置之比例，達到資源永續再利用的目標
德國	2003 年提出廢棄物政策的優先順序，以源頭減量、再利用及適當處理與處置為政策指導原則，並明定廢棄物未經處理不得任意掩埋或焚化
瑞典	2003 年廢棄物處理政策訂為減量、回收利用、焚化、堆肥或分解及掩埋，預計 2021 年達成資源永續再利用的目標
美國	優先順序為源頭減量、再使用、回收再利用或堆肥、焚化與能源回收及掩埋，藉由源頭減量、資源回收再利用及減少掩埋與焚化、推動資源永續再利用。其中喬治亞州明訂 2020 年達成零廢棄目標，加州 San Francisco 市預計 2010 年達到零廢棄 75%的階段性目標，科羅拉多州 Fetzer 市預計 2009 年達到零廢棄
日本	2000 年「循環型社會基本法」，以源頭減量、再使用、回收再利用及適當處置為政策指導原則，預計 2010 年其廢棄物最終處置量與 2000 年相比減少 50%

資料來源：張祖恩，資源循環與環境共生，2007

雖然在文化與時空背景不同的考量下，並非每一個細節都值得我們學習或仿效，也不見得我國可以直接引用，但仍有許多非常值得國內資源回收制度所採納與效法的要件與原則。

廢棄物的問題需要政府、產業、民眾一同配合，只要人人有責任心，肯付諸行動，才容易有實質的效果。這都可以從國外寶貴經驗中慢慢學習與成長的，期許能為環境保護灑下種子，讓它成長、茁壯，鞏固現在，永續未來，創造綠色台灣。

## 七、展望未來

### (一) 願景：21 世紀的資源循環型社會，成就我們的永續發展

歷經數十年的社會經濟之轉變發展，廢棄物清理法在法規制度面不斷的修正公布，主要目的在於追隨著國際間永續發展之願景及環境保護之使命，藉由法令的規範及政策管理面之政策指引及其他相關法案與計畫的推動，我國廢棄物清理發展已由以往清除處理的方向逐漸走向資源化管理的趨勢，符合永續發展原則。廢棄物清理由過去的「管末處理」(end-of-pipe treatment)轉換至「源頭減量、污染預防及回收減廢」之行動，從原料之使用，到產品製造，以至於廢棄物管理，達成產出廢棄物產生量最小化與資源回收再利用量最大化之目標，以提供國人一個乾淨、整潔、舒適之生活環境，進而朝向「零廢棄」及「資源循環型社會」體系與永續發展之目標邁進。

此外，事業廢棄物部分，未來整體管制措施，亦朝向廢棄物資源化、優先管制有害事業廢棄物、利用資訊及技術執行全程列管、追蹤及查核等方向加強推動。同時冀望於 2020 年達到事業廢棄物減量率 10% 及再利用率 85% 之目標，優先推動有效處理有害事業廢棄物、加強提升一般事業廢棄物再利用比例及健全事業廢棄物再利用流向基線等措施，同時提供獎勵及經濟誘因，促使業者參與投資，發展靜脈產業。以永續物質管理、資源再利用及使用回收產品等物質循環交互利用等，構築永續資源循環體系(圖 4.9)，邁向工業生態化目標。

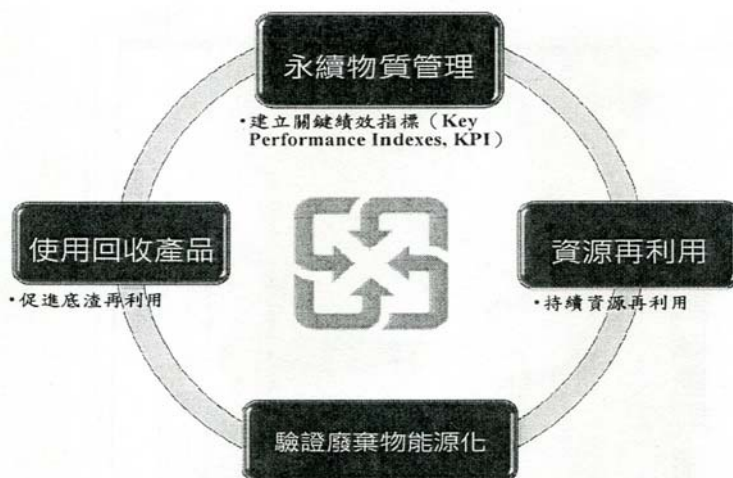


圖 4.9：永續資源循環體系



## (二) 目標：

### 1. 乾淨家園、綠化生活（資源循環零廢棄）

為了進一步提升一般廢棄物之回收成效及處理潛能，未來應持續推動各項政策，以期達成我國「垃圾零廢棄」之中期管理目標。表 4.12 為台灣未來各類廢棄物回收率目標。期盼未來 20 年台灣能全面邁向「零廢棄、全回收」的資源循環型社會。

表 4.12：包裝廢棄物與總資源回收之回收目標

項目 年	包裝廢棄物回收率%					總資源回收率%
	總回收率	玻璃材料	塑膠材料	紙類	金屬材料	資源回收
2012 年	65	70	20	60	30	69
2017 年	70	75	25	65	35	75
2027 年	75	80	30	70	40	80

### 2. 留給下一代最好的

四百年前，台灣因美麗的山川地貌，被世人稱為「福爾摩沙—美麗之島」。但在近代數十年的發展歷程中，台灣人民創造了經濟成長奇蹟。但卻在經濟發展過程中，我們的生態環境遭到污染和破壞，並導致公害嚴重、物種漸減、森林及水資源減少等現象，進而影響了今後世代的永續發展。

永續發展的真諦是「促進當代的發展，但不得損害後代子孫生存發展的權利」。對環境而言，減少垃圾量、減低焚化爐及掩埋場之負荷是當務之急。最重要的是將廢棄物減量或變成資源，以達到資源永續利用，建立循環型社會的目的。我國各業別廢棄物減量率及再利用率目標如表 4.13 所示。

表 4.13：我國中長期各業別廢棄物減量率及再利用率目標

廢棄物產出業		2011 年	2020 年
工業廢棄物	減量率	15%	20%
	再利用率	78%	80%
科學園區廢棄物	再利用率	45%	50%
醫療廢棄物	減量率	10%	20%
	再利用率	30%	45%
營建廢棄物	減量率	10%	20%
	再利用率	75%	80%
農業廢棄物	減量率	10%	20%
	再利用率	84%	85%
教育廢棄物	減量率	10%	20%
	再利用率	30%	45%
國防廢棄物	減量率	20%	25%
	再利用率	70%	80%

資料來源：行政院環保署，95~96 年資源回收再利用推動計畫，2005。

## (三) 策略：加強廢棄物搖籃到搖籃的管理，減少資源使用，促進資源再生，達成資源永續利用

### 1. 擴大推動廢棄物源頭減量

藉完整的產品生命週期評估，推動產品綠色設計，並以綠色製程，減少原物料資源使用，降低環境負荷；推動環境友善化理念，融入產品設計及工程規範，如規範產品應避免過度包裝，及限制或禁止使用一次即丟容器。推動政府及民間企業優先採購綠色設計之環保產品，提高綠色採購比率。

## 2. 持續推動垃圾強制分類及加強資源回收

持續推動垃圾強制分類，並創造縣市實施垃圾費隨袋徵收之誘因，以價制量，從源頭減少垃圾產生。應用資源回收基金，適時調節資源回收物收購價格，並輔導動員社區或個體戶提升回收成效。獎勵回收相關行業回收處理新技術，並協助開拓再生料通路，提高再生料經濟價值。

## 3. 加強事業廢棄物管理，妥善規劃其處理設施

持續加強事業廢棄物源頭管理及流向追蹤，確實掌控代清除機構清運運作動態及落實事業廢棄物分類、提昇廢棄處處理效能及管理措施，並完備廢棄物處理設施。嚴格取締非法棄置，並追究清理、復原責任。

## 4. 嚴格推動事業廢棄物再利用，積極推動廢棄資源運用管理

嚴格推動事業廢棄物再利用管理，加強查核特殊廢棄物例如煉鋼廠集塵灰等清理情形，避免流向不明危害環境，加強廢棄物輸出入管理，管控廢棄資源物輸出，以本國再利用為優先，避免有用資源流失。

## 5. 強化廢棄資源物之再生機制，開拓再生產品通路

督促政府相關部門持續擴大公告強制性「可再生資源」之種類，並妥善管理建構廢棄物搖籃（產生）到搖籃（再生）管道，使資源得以迅速有效利用。獎勵開發廢棄物再生技術，提昇廢棄物再生比例，引進民間企業投入再生資源之物流貿易，開拓再生產品通路，培育環保產業，並杜絕非法棄置，再生產品品質應符合國家標準等規定。

## 參考文獻

- 行政院環境保護署(2007) 環境保護 20 年回顧與展望，2007 年 8 月。
- 行政院環境保護署(2008) 廢棄物管理三十年紀實，2008 年 1 月。
- 行政院環境保護署(2008) 行政院環境保護署成立 21 週年施政成果回顧與展望，2008 年 8 月。
- 行政院環境保護署(2012) 垃圾處理政策評估說明書，2012 年 4 月。
- 行政院環境保護署(2012) 廢棄物管理紀實民國 76-101 年，2012 年 8 月。
- 行政院環境保護署(2011) 100 年度資源回收再利用年報。
- 行政院環境保護署(2013) 行政院環境保護署統計年報 101 年，2013 年 2 月。
- 日本環境省 日本の廢棄物處理，平成 23 年度版。
- 日本環境省 バイオマス活用推進基本計畫，平成 22 年 12 月。
- 張祖恩(2007) 資源循環與環境共生。
- 張添晉(2010) 廢棄物再利用，中興工程科技基金會。
- 鄭顯榮，21 世紀的資源循環型社會成就我們的永續發展。
- 賈要勤、溫榮弘編譯，(社)化學工學會 SCE.Net 原編 (2007) 圖解新能源百科，全華圖書。

# 第五章 台灣土壤及土地管理演進及展望

李錦地

## 一、前言

由於過去環保法令未臻完善，導致廢棄物隨意棄置、掩埋情形頻頻發生，到 2011 年已累積列管場址達 175 處，其中不乏成為土壤及地下水列管場址，爐渣、集塵灰等問題更是無法預估，廢棄物隨意棄置除影響農漁牧產品外，另外涉及廢棄物非法棄置刑責等問題。各種污染問題包括：

### (一) 廢棄工廠污物留，整治場址浮上檯

近年來環保機關大舉調查廢棄工廠土壤地下水遭受污染情形，每年持續調查就有新場址出現。土污法施行前固然無「法」有效發掘工廠廢棄時將污染物留存在場內，而污染行為主體又人去樓空，或行為責任不明；土污法施行後業主未完全履行土污法第 9 條的義務，包括未進行土壤污染調查檢測，或調查不實等，也是一大隱憂。

### (二) 灌溉水含重金屬，農地污染數不完

過去環保機關辦理之農地土壤重金屬污染調查，累計曾列管之場址超過 2,000 餘處，造成之鎘米、鉻米事件，引起社會恐慌。農地除遭棄置污物污染外，灌溉用水含「五金」是污染最主要原因，其大都來自事業廢水，尤其是金屬表面處理業的污染，灌排未分離乃是主要禍首。

### (三) 地下油槽潺潺滴，污染場址又一樁

歷年全國加油站及大型儲槽調查累計列管污染場址數達 80 餘處，其中不乏位於住家附近，污染又容易擴散，形成社會問題。加油站老舊、儲油槽又位於地下，一旦漏油很難及時發現，而過去預防之法令又在目的事業主管機關及水污染防治法，無法及時有效掌控。

土壤地下水污染整治業務推動已邁入 10 餘個年頭，依政府管考單位公布之績效，土壤及地下水污染復育部分，截至 2011 年底，農地類污染場址平均改善率已達 78.7%，加油站污染場址平均改善率達 26.6%，工廠類污染場址平均改善率已達 22.4%。

污染改善工作極為艱困，除經費、人力、技術問題外，地主或污染責任者的配合意願更是關鍵。上述污染改善率有待進一步向前邁進。

## 二、土壤及地下水污染調查、列管、整治概況

台灣直至 2000 年 2 月 2 日公布施行「土壤及地下水污染整治法」(簡稱土水法)，方確立法令依據，使污染場址的處理有明確的執行規範，並於 2001 年 9 月 11 日成立「土壤及地下水污染整治基金管理委員會」(簡稱土基會)，2001 年 11 月 1 日開徵土壤及地下水污染整治費，並陸續進行農地、加油站、大型儲槽、非法棄置場址、廢棄工廠等有污染之虞的場址污染潛勢調查，並對個別陳情案件進行查證。俾便依該法之

規定進行管理。以污染場址之土壤或地下水污染濃度達到管制標準者，所在地主管機關公告為土壤、地下水污染控制場址。控制場址經初步評估後，有危害國民健康及生活環境之虞時，所在地主管機關應報經中央主管機關審核後，公告為土壤地下水污染整治場址。

## (一) 場址調查

### 1. 污染場址類型

依環保署2011年度土壤及地下水污染整治年報統計，截至2011年底止，土壤污染各類型場址列管情形以農地列管場址數最多，有2,204筆，其次是工廠類污染場址有184筆，加油站污染場址120筆，其他類污染場址57筆、非法棄置污染場址25筆及儲槽污染場址8筆。

而地下水污染各類型場址列管情形以加油站列管場址數最多，有83筆，其次是工廠類污染場址有52筆，其他類污染場址44筆，儲槽類污染場址11筆及非法棄置污染場址4筆。

### 2. 污染物種類

統計目前累積列管場址中，重金屬是最常出現的污染物，其次為油品、非油品类之揮發性有機化合物。

## (二) 農地土壤污染

### 1. 污染成因與現況

農地污染成因，大多係因為台灣區域排水系統未臻完善，部分農田灌溉渠道因事業廢水排入，造成灌溉用水污染，農地長期引用受污染灌溉水源之水，不但累積了重金屬，進而造成食用農作用重金屬含量過高，對國人健康可能構成潛在之威脅。

依據環保署2011年度土壤及地下水污染整治年報統計，累積至2011年底農地公告列管的場址共計2,244筆，共計約484公頃。

### 2. 問題與對策

我國地小人稠，土地使用複雜，土地利用分區管制在國外行之有年，但國內土地使用規劃與管制規範，在使用分區內，又可有各種用地變更編定及容許其他用途之放寬使用規定，使土地利用分區不明確。工業區外工廠林立，特別是工廠附近及工業區周圍農地污染情形嚴重，受污染土地雖可因農作物剷除銷毀及農地停耕而得到補償，但土壤污染整治僅為治標而非治本之方。應以推動源頭管制，加強稽查管制污染源，以及推動溝渠底清除及灌排分離政策，斷絕污染來源，使完成污染改善之農地不再遭受污染，並配合平地造林相關政策，輔導受污染農地轉作與休耕。

### (三) 加油站及儲槽土壤及地下水污染

#### 1. 污染成因與現況

加油站及儲槽污染事件，主要係因儲槽、管線老舊腐蝕失修、地層下陷變動及操作管理不當等原因，致儲槽、管線破裂毀損，儲存物質滲漏致污染土壤或地下水。如何由源頭管制污染來源，於新建加油站時落實儲槽、管線之施工品質做好預防措施，並藉由定期監測及完善的管理措施，減少加油站洩漏造成土壤及地下水污染，係未來推動方向。

依據環保署 2011 年度土壤及地下水污染整治年報統計，累積至 2011 年底加油站公告列管的場址計 84 筆，共計約 11.8 公頃；而大型儲槽公告列管的場址累計共 8 處，列管總面積約 187 公頃。

#### 2. 問題與對策

加油站因儲槽系統設置於地下，其管線及槽體檢查不容易，是造成土壤與地下水污染的潛在污染源，而大型儲槽洩漏油品量遠大於加油站漏量，屬重大污染案件，又因加油站數量逐年成長，業者可能因過去設施老舊及操作管理上疏失，大幅提高了油品滲漏所衍生的污染風險。故環保署針對設立十年以上之加油站和超過 100 乘之大型儲槽，發生滲漏的高危險群進行調查，發現其污染嚴重。對已遭污染廠區，如何選用經濟可行的調查及整治技術，避免花費金錢和時間，又無法達到預期效益，為業者面臨的最重要課題。

### (四) 工廠及工業區土壤及地下水污染

#### 1. 污染成因與現況

土壤及地下水污染可能因工業製造、生產過程中原料存放、產品製程及廢棄物質處理不當所致，污染地點可能為仍運作之工廠、停止生產之工廠或其他非法棄置地區。

截至 2006 年底止，累計公告列管工業污染(廠)場址 48 處。依污染類別分析，48 處累計公告列管工業污染(廠)場址中，土壤及地下水均超過管制標準者有 4 處，僅地下水超過標準者有 9 處，僅土壤超過土壤污染管制標準有 35 處。土壤污染項目以重金屬類及總石油碳氫化合物污染最普遍，地下水污染項目則以總酚、三氯乙烯最常見。

#### 2. 問題與對策

依國內土壤及地下水調查、列管場址及整治現況，有關農地、加油站及儲槽污染整治部分，均能符合計畫及目標推動及執行；惟工廠及工業污染場址問題複雜，經費龐大，仍待積極投入整治工作。另需加強執行國內廢棄工廠之管理策略。

#### 3. 廢棄工廠管理策略

根據經濟部工業局之統計顯示，我國歷年來關廠歇業或註銷登記之工廠家數超過 10 萬筆，如以其運作屬土地污染潛勢較高之高污染性工業類型統計，大概

有近3萬家工廠。因工廠與土地權之資料均未整合，因此這些工廠土地究竟有多少因轉廠(新設或變更名稱)而仍為工業使用或釋出供住商用途？或有多少屬於閒置或銀行之不良債權待拍賣？亦無從得知。

對於廢棄工廠土地污染潛勢問題之處理，現況大致面臨如下的困難：

- (1) 製造業管理之基本資料欠缺：與製程運作有關之資料、工廠範圍與地籍登錄、相關統計資料、資料未更新(已無定期性之工商普查)或欠缺電子化而難以藉助資訊工具分析等。
- (2) 廢棄工廠家數過多，而政府環保資源有限且國內專業人力不足。
- (3) 廢棄工廠土地污染問題預防性之政策工具涉及各部會主管法令，互相制掣，亦無法統合修法。
- (4) 國內對於國土利用欠缺完整電子化歷史紀錄，污染查證時常難以還原運作歷史而無頭緒。

廢棄工廠之管理於目前之前期實施策略，透過先導計畫所系統篩選出各主要行業與優先對象實施重點式或示範性調查。利用對其製程與原物料之瞭解，合理訂定各業別廢棄工廠之調查程序，並利用實際之現場調查經驗修正回饋後，建立對各主要污染性業別廢棄工廠之調查規則指引及相關因子。爾後發展逐一業別分年普查以及查證研判的重點，規劃環保機關分工的方式，有系統的執行，以發揮初期實施對後續政策形成之先導性功能。

而就長期策略目標而言，包含：

- (1) 整合與修訂廢棄工廠土地污染問題所涉及之相關法令，以能多管齊下，使行政資源運用更具效益。
- (2) 逐漸引導工業土地污染問題透過工廠自主性預防予以節制，獲得政府、企業與國民三贏之局面。
- (3) 逐漸引導廢棄工廠場址土地之商業交易雙方，採取互相查核等方式確認問題與納入交易價格考量，達成預防污染土地釋出產生對無知國民之健康風險、甚至主動整治之市場機制。

迄今，土基會除完成國內廢棄工廠基礎資料建置工作，並已針對國內廢棄工廠現況，發展一有系統之篩選原則，及行政管制策略。

### 三、污染場址整治策略

土壤及地下水污染整治牽涉複雜加上所需整治經費頗鉅，要達成整治完成目標不易，先進國家執行達成上項者，尚不一而足，惟執行相關經驗足供我們參考與改進。

依國內目前土水法規制度，污染整治必須達到管制標準以下，才能解除列管部分場址，可能因目前技術不可行，或整治到管制標準以下所需耗費的時間和金錢遠大於整治完成後所能得到的效益，其花費是否值得，有待商榷。反觀歐美先進國家，其整治目標係以場址用途以及健康風險評估為依據，訂定整治目標，以使有限的整治經費，用在具高風險的污染區域。國內雖已將風險評估之概念引進，惟整體制度

仍不健全，規範不夠明確，運用案例仍非常有限，接受度不高，因此整體制度仍有待加強，以進一步推廣運用以供選擇，訂定合理整治目標，達到加強整治及恢復土地利用的最佳成效。

## (一) 污染場址再開發(褐地政策)

### 1. 褐地緣起

至 1990 年代褐地又與土壤及地下水污染場址等問題結合，致使於 90 年代起陸續有許多政策或法規開始規範或制訂鼓勵政策，促使褐地再利用。一般褐地(brownfield)之定義為國家在工業化及不斷開發的情形下，都市內土地受到經濟結構變遷和環境污染下遭棄置荒廢，該場址甚至受到污染導致土壤或地下水出現有害物質、污染物或有污染之虞，而致使該場址之土地擴增、開發再利用受到相關法令之限制，形成了許多衰敗或閒置的地區。褐地場址不僅出現在工業區的各類工廠用地、老舊加油站、倉庫，甚至存在於含有鉛塗料和石綿的民生住宅區。

美國之「褐地」一詞於 2001 年褐地法中有明確定義：「因有危害性物質或污染物存在或可能存在之不動產，使得該不動產之擴張、再開發或再利用變的複雜」。而歐洲普遍之褐地定義更為廣泛：「在都市中曾經使用過之土地或鄰近土地，已受污染或可能受污染，現為廢棄而需使其再從事商業用途」。褐地一詞用於與未開發之綠地(greenfields)相對應。

下列為歸納歐、美等國家其褐地政策所包括之對象，大致可分為六類：

- (1) 曾為工商使用之土地。
- (2) 目前為廢棄、閒置，不使用狀態之土地。
- (3) 有營利用途開發計畫之土地。
- (4) 無其他污染整治補助金之土地。
- (5) 非整治進行中且無整治計畫之土地。
- (6) 確定有污染事實之土地。

### 2. 台灣的褐地現況

台灣總共有 3,707,658 公頃的面積，較平緩可利用的土地為 1,865,770 公頃，約占土地面積之 51.83%，扣除農業用地僅餘 319,284 公頃，可做為工業及建築用地僅占土地面積之 9%。目前約有 646 公頃的地區被公告為污染場址而遭棄置的褐地，其中之農地約有 114 公頃占 17.6%，非農業用地有 532 公頃占 82.4%。由這樣的比例明顯看出台灣的土地已大量被使用，為了確保下一代的子孫仍有綠地美景，不該再繼續擴大都市的版圖。

受到都市產業結構變遷下，國內褐地議題日益嚴重。台北市的傳統製造業已經開始轉型，遂產生許多零星工業區變更的議題；新北市則是面臨製造業發展的瓶頸，傳統製造業大廠紛紛遷移的影響，有超過 30% 的閒置廠商出現。

### 3. 台灣褐地的法規制度

台灣的褐地大多因為找不到污染行為人或污染行為人沒有能力整治土地而遭棄置，應擬相關政策加速褐地的整治，以下就台灣目前制訂的相關法規作一分析。

我國關於污染土地再開發利用之相關法規，包括「土壤及地下水污染整治法」第 17 及 46 條，以及「土壤及地下水污染管制區管制辦法」第 7 條中有相關規定。其中土污法中僅第 17 條提供土地開發行為人專案核定整治目標，並不似美國和歐洲等國家對於私人企業針對輕微污染場址進行污染清除和再開發時提供間接金融獎勵措施。

目前雖尚無褐地政策，更無其他相關之獎勵措施，而法規更嚴厲規範，導致有意購買及開發再利用的團體為之退步，嚴重阻礙工商業用地的開發，為了刺激更有效率的褐地清理及再開發作業，未來我國如研擬褐地政策，除參考美國和歐洲等國家提供減稅和低利貸款外，尚可參考我國目前許多具法源依據之獎勵措施擬定適合獎勵方案。

## (二) 健康風險評估

健康風險評估，係將污染情況對人體健康可能造成不良效果的機率，利用設定的暴露情境，將化學性、物理性及生物性的定性概念，以定量的方式呈現，供決策參考。

目前國內土壤及地下水污染整治策略與管理，主要以清除污染物為主，制定管制標準和政策，如發現土壤及地下水有污染之虞，即以公告控制場址與整治場址為管理方式，如此可能需較龐大的經費整治，且決策的過程中較缺乏土壤的再利用、水文、地質、公共衛生等相關規劃與社區住民、專家學者之參與，而偏重於環境工程的方式進行污染改善。先進國家紛紛思考「如何定義污染場址整治完成？」與「進行整治行動的時機？」等問題，甫於 1995 年英國與美國等國家相繼提出污染場址風險評估(risk assessment for contaminated sites)的觀念。

健康風險評估與土地重新開發之機制，國內土壤及地下水污染整治法已有類似概念，可朝向著重受體風險危害評估及增加經濟誘因吸引民間資金參與整治工作。

## 四、綜合建議

受污染土壤可分為私有及公有兩類，政府所有的土地面積較大，應以宏觀、長期計畫來整治，而私人土地面積雖較小、問題較複雜，應分別採行對策。整合政策面及業務面之觀點，主要建議如下：

### (一) 推動土壤污染分級分區管制，加速污染土地整治再利用

土地利用有各種不同用途，例如農業區、工業區、住宅區、道路、公園綠地等，其土壤污染對於環境危害性與居民健康風險高低不同。對於居民健康風險輕微、不具立即整治迫切性的污染場址，可依現行法令要求污染行為人儘速提出計畫與期程加以改善；針對部分污染場址，可運用不同的土地利用方式進行整治，如生質能、綠美化或造林等。若以同一套標準來針對不同使用目的的土壤加以改善及整治，則導致資源難以發揮最高效益。

我國土地有限，應積極將污染土地整治復育再利用。執行過程若能增加整治經濟



誘因，鼓勵民間或土地開發機構主動整治污染土地，促使民間「主動」整治，較依法「要求」整治有效，將加速整治工作之推展。經濟誘因獎勵措施方面，如開放整治許可吸引銀行或投資人投資、減稅措施及配合宣傳公益活動提升企業形象等。以美國褐地(Brownfield)計畫為例，即是透過政府與民間合作，將污染場址配合土地開發成功地完成污染場址整治及再開發。如刪除受污染土地開發計畫實施前應繳入整治基金回饋之規定，增加污染土地開發之經濟誘因，即為發展褐地計畫的重要配套措施。

故應參考先進國家作法，儘速規劃推動發展以經濟誘因代替嚴格管制之污染場址(褐地)再開發政策措施，使受污染土地資源，可以經濟有效的方法降低風險，加速活化再生。

## (二) 健全健康風險評估機制，推動污染場址控制與整治工作

整治技術只是解決污染問題的一種工具，關鍵在於是否有效處理污染？發現遭污染時，首要工作為了解污染來源，並有效控制污染源，避免污染持續擴散，其後應針對場址進行詳細而深入的調查，評估該場址之污染範圍及對環境的影響！整治工作之執行應依據污染調查之評估結果，考量管制方式、整治經費、整治時程、整治目標與場址最終用途等因素後，選擇有效且符合經濟效益的整治技術或處理。若以不當的方法處理，只是徒浪費時間及金錢，無法達到整治之目標。

參考先進國家作法利用風險評估工具，提供訂定整治策略參考，應逐步健全我國健康風險評估整體運作機制，並增訂污染場址可依健康風險評估結果訂定整治目標，以降低污染土地整治成本，並加速污染整治進度。

## (三) 推動污染預防的管理政策

為強調事前污染預防遠勝於事後污染整治之觀念，應加強「土地污染預防措」，強化業者自主性預防管理措施，除土污法第 8、9 條規定之執行範圍應擴大落實辦理外，提供各種誘因，如稅賦減免、抵減土污費等，促進業者投資污染預防措施，如二次阻隔設施、共同管溝、管線地上化等。此外，加重土地關係人的責任，使土地關係人做好監督的職責，以預防土地的污染。而加強空、水、廢、毒主要污染途徑稽查之傳統管制方式，亦為不能缺少的最佳污染預防手段之一。

另，建立溝通平台，加強資訊公開，先與民眾溝通，達成共識才有辦法進行下一步的土壤污染整治。以國外為例，荷蘭與台灣的地質水文及污染狀況相似，荷蘭政府亦是積極建立與民眾溝通的管道。

## 參考文獻

- 行政院環境保護署(2007) 環境保護 20 年回顧與展望，2007 年 8 月。
- 行政院環境保護署(2008) 行政院環境保護署成立 21 週年施政成果回顧與展望，2008 年 8 月。
- 行政院環境保護署(2008) 土壤及地下水污染整治與管理策略之探討，2008 年 3 月。



# 第六章 環評制度

## 倪世標

### 一、背景說明

人類為了維繫生存各種開發活動，對於周遭的環境，及生態環境的平衡必然會產生某種影響；以往的世界人口有限，科學技術並不發達，人類對於環境資源的利用速度與大自然的生養步調尚能並駕齊驅。但自從十八世紀工業革命之後，人類生產工具發生大幅度的改變，機器代替手工，資源的開採突破人力的圍束而漫無限制，化學工業與能源的發展甚且製造出自然環境所無法涵容的合成物質。時至今日，人類活動的腳步實已遠超過其生存資源的自然孕育速度。天然資源開始枯竭，不斷發生的各類環境破壞及公害問題，並已由歐、美、日等工業先進國家擴及許多開發中國家，而成為全球性的環境問題。人們開始警覺到大自然的賦與不再是那麼天經地義，過去一直被忽略的環境因子逐漸受到重視，而成為政策結構中的一部份。

1960年代歐美先進國家已經覺悟，一味追求經濟成長，而置環境問題於不顧，未必能替民眾爭取到福利。由於工業發展及資源利用方式之不得當，導致生活環境惡化，結果不但需要額外投資，用以建造並維護污染處理設備，而育樂及資源的損失更是得不償失。權衡兩者得失，環境影響評估 (Environmental Impact Assessment, EIA, 以下簡稱環評) 觀念大為流行，時至今日，以環評制度作為國家環境管理政策的基石，經由該制度具前瞻性之積極功能，使國家有限之自然資源作整體性之規劃利用，實已廣為各國接受，而為近年來世界性環境保護潮流中之一股主流。

環評之意義，係於擬定經濟開發或措施時，就該開發或措施行為，對環境（包括生活環境、自然環境、社會環境及經濟層面等）所可能影響程度及範圍，事前加以客觀、綜合之科學調查、預測、分析及評定，提出綜合環境管理計畫，進而公開說明，並付諸審核，以決定該項開發或措施，是否值得實施。

茲將美、英、法、荷、加拿大及我國環評制度之特色，加以分析說明，詳如下表：

項目 國家	法規依據之特色 及強制性	程序之特色 及複雜度	環評報告之 特色、技術	環評審查	公眾參與
美國	國家環境政策法係藉由環評將該法案揭櫫之政策及目標，納入聯邦政府之計畫及方案中，具高強制性，但各州執行之嚴謹度不同。	程序完整，但需較長時程。	要求完整、內容明確，包括替代方案、減輕對策、但缺乏後續衝擊之監測。	美國環保署對於環評報告之審查並無否決權，但意見具影響力。	公眾參與程度高
英國	列於城鄉計畫法中，但於法中另行規定環評程序。	程序完整，但複雜度高。	對於報告內容要求較缺乏明確之標準，且替代方案之評估較缺乏。	地方政府 (Local Planning Authority) 具環評審查之否決權，但開發單位、民眾、團體如對審查結果不	公眾參與程度普通。

				服，可向環境部申訴。	
法國	列於自然保育法中	環評程序簡單	環評書件要求簡單，並以查核表為主，欠缺替代方案之評估，其特色為輔以保險制度	環保機關非審查機關。	公眾參與程度普通。
荷蘭	列於環境管理法中，為協助計畫之決策工具。	程序完整，但複雜度高。	要求完整、內容明確，尤其替代方案之評估最為詳盡。	目的事業主管機關為決策機關，但環評委員會對報告審查極具影響力。	其程序含括公眾審查，公眾參與程度高。
加拿大	環評法，為專有法律，具高度強制力	程序完整，但複雜度高。並成立專責之環境評估審查機關負責程序、技術研究及相關作業。	要求完整、內容明確，其中範疇界定之程序為其評估作業特色。	權責機關負責審查，但如有進一步要求，則由環境評估審查機關及環評審查委員會負責審查。	其程序含括公眾審查，公眾參與程度高。
中華民國台灣	環評法，為專有法律，具高度強制力且具計畫之否決權。	程序完整，操作方式單純。	要求完整、內容明確	由環保機關之環評審查委員會負責審查，審查結果具強制力及否決權。	第一階段環評作業及第二階段環評作業均具有完整之公眾參與程序。

#### 我國環評制度推動過程：

我國環評制度始於1980年4月11日行政院召開「推動建立環境影響評估制度執行計畫協商會議」中，決議：「為維護國內環境品質，確有逐步推動建立環境影響評估制度之必要，並舉辦示範性小型計畫，擷取經驗、技術以建立模式，確立評估項目，研擬法令，建立制度及審核之參考」。

1982年第二次全國科技會議，建議政府有效推行環評制度，並責由行政院衛生署環境保護局（行政院環境保護署之前身）負責草案之擬定。

1983年10月13日行政院第1854次院會決議，重大經建計畫、開發觀光資源計畫或民間興建可能污染環境之大型工廠時均應事先做好環評工作，再行報核准後辦理。

其後，歷經四階段，茲將各階段環評制度之推動情形概述如下：

#### （一）1985年10月17日行政院核定之「加強推動環境影響評估方案」階段：

係5年之試辦性方案，俾累積辦理之經驗、技術、人力，諸如：台中火力第一、二號機發電計畫、北部第二高速公路、核四廠、木柵焚化廠、鯉魚潭水庫工程計畫、新天輪、明潭抽蓄水力發電計畫等均為該時期完成環評者，依統計自1985年至1990年完成環評之案件為77件，開發類型含括：工廠及工業區、交通、水利、遊憩、環境保護工程、能源開發等。

本階段開發單位係負責評估報告之提出、修正；環保機關係負責邀集有關機關、專業機構、人員組成審核小組，彙整審查意見提供計畫審議核准參考；計畫核定機關負責共同審核評估報告，並對最終評估報告及審核意見加以全盤考慮，作為審議核准之參考。當時環評係屬參考制。

## **(二) 1991年4月17日「加強推動環境影響評估後續方案」階段：**

「加強推動環境影響評估方案」實施後原擬透過立法以建立法制化，惟因立法須週延考量，致進度未符預期，行政院遂核定本方案，為期6年，並以1990年送立法院審議之「環境影響評估法」草案為推動藍本，此一方案有一重大變革，即將環評之審查主體改由目的事業主管機關擔任，惟為使目的事業主管機關得以充分準備及適應，方案實施第一年仍依「加強推動環境影響評估方案」之規定流程辦理。

當時相關之環評規定係散見於各目的事業主管機關之相關法規中，適用範圍相當廣，包括「促進產業升級條例」、「大眾捷運法」、「山坡地保育利用條例」、「山坡地開發建築管理辦法」、「野生動物保育法」、「新設工廠污染防治審核作業要點」、「公民營廢棄物清除處機構管理輔導辦法」等，合計有30餘項。

## **(三) 1992年11月2日核定修訂「加強推動環境影響評估後續方案」**

前述後續方案將審查主體改為目的事業主管機關後，因身兼審查及開發輔導，易遭大眾疑慮，加上國內環評實施經驗，環保機關為審查主體易連貫環保法令，預防污染發生，且立法院於審查環評法草案一讀時，將審查主體改回環保主管機關。行政院環境保護署（以下簡稱環保署）1992年2月復徵詢各部會意見，其中除內政部外，其他部會均贊同現階段由環保機關作為審查主體。因此環保署遂依立法院一讀環評法草案及各部會意見，草擬「加強推動環境影響評估後續方案」修正案，並經1992年11月2日行政院核定修正，施行至1994年12月底止。

此階段環評審查仍為參考制。環保署自1991年1月至1994年12月止，計審查完成環評案件129件，開發類型含括：工廠及工業區、交通、水利、遊憩、文教醫療、社區開發、環境保護工程、能源開發等。

## **(四) 1994年12月30日環評法公布施行階段**

1994年12月30日環評法公布施行，環保署即陸續訂定相關子法，包括：「行政院環境保護署環評審查委員會組織規程」、「環評書件審查收費辦法」、「開發行為應實施環評細目及範圍認定標準」、「環評法施行細則」、「開發行為環評作業準則」、「政府政策環評作業辦法」及「軍事秘密及緊急性國防工程環評作業辦法」，相關環評法規陸續建構完成。此階段環評審查為否決制。而環評法施行後至民國2012年10月止第一階段環評計審查821件，通過584件、進入第二階段環評106件、認定不應開發53件、其他78件；上開第二階段環評案件，經審查後通過97件、認定不應開發5件、撤案4件。環評法共分四章計32條，第一章總則，第二章評估、審查及監督，第三章罰則，第四章附則，其主要架構如圖6.1，審查流程如圖6.2：

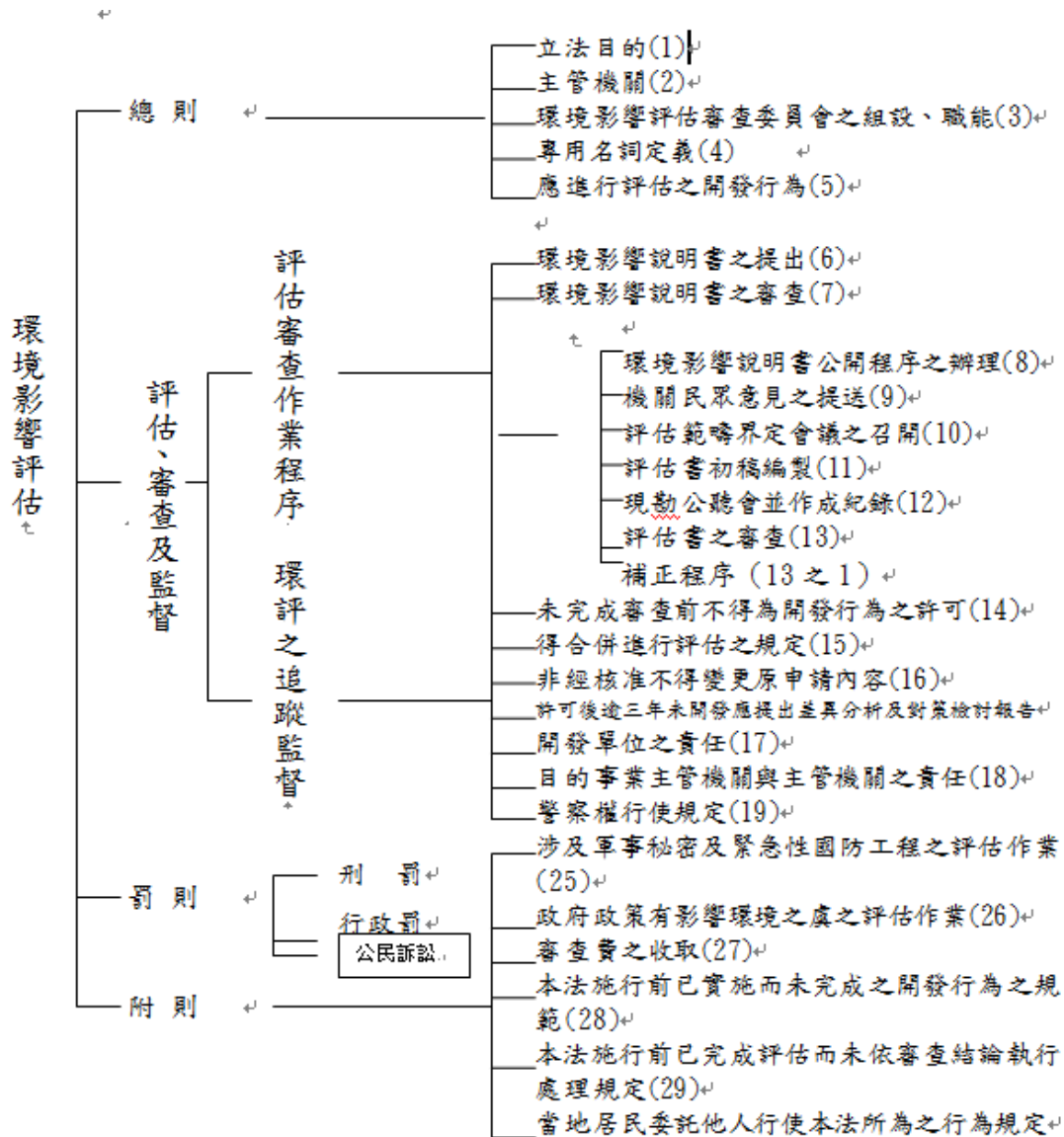


圖6.1：環評法架構

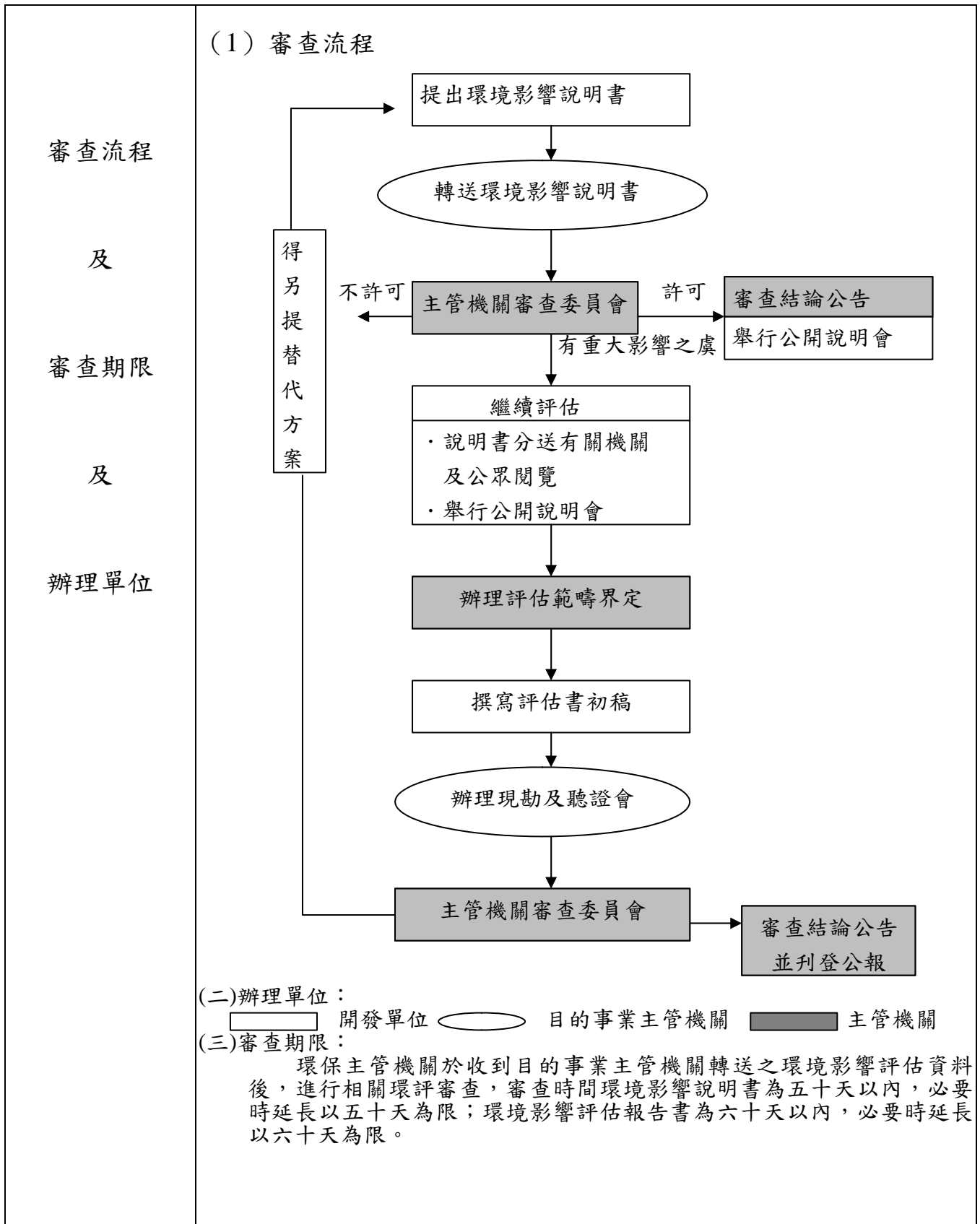


圖6.2：環評審查流程

## 二、成效

環評制度之推動，係將環境與經濟、技術因素等併同考量，以尋求最合理之利用，以創造環境、當地居民、開發者三贏局面，因此其功能，可大致含括以下各項：

### (一) 預防環境破壞，避免公害糾紛發生

以往對於污染之防制(治)，採取事後管制為主，惟因事後管制除成效較緩外，並易造成衝突、抗爭及公害糾紛，社會成本之付出頗大，因此藉由環評之事前預防，將可有效提昇污染防治成效及減低環境衝擊，避免公害糾紛，對當地居民、開發者均屬有利。

### (二) 維護環境品質及環境資源之永續利用

由於環境有一定的承載力，自然資源也非取之不盡，用之不竭，因此藉由環評確保在環境承載力下合理開發，可維護人類生存之環境品質，而對自然資源之利用，亦應衡量其供給能力，以期資源永續，生生不息。

### (三) 建立與當地民眾之說明與溝通管道，俾促進共識

環評強調之精神內涵在公開、客觀，因為任一開發計畫與當地民眾關係最為密切，影響也最直接，因此與當地民眾說明、溝通誠有必要，透過雙向溝通，促進彼此瞭解，減少不必要之猜忌、疑慮，對當地居民、開發者均是良性之互動。

### (四) 促使開發單位預先瞭解環保措施，提昇工程環境品質，利於管理及追蹤考核。

### (五) 增進相關主管機關之橫向連繫及地方意見之縱向溝通。

### (六) 計畫、決策之依據

環評實施之結果，供作計畫者或決策者，於充分瞭解環境影響及因應對策後，決定是否執行之重要依據。

環評法實施至今，針對外界之意見及實際執行情形業已進行以下措施加以改善：

#### (一) 環評法規修正：

環評法於 1994 年 12 月 30 日公布，至 2003 年止歷經 3 次修正；環評法施行細則 1995 年 10 月 25 日發布後，至 2005 年止歷經 5 次修正；開發行為應實施環評細目及範圍認定標準 1995 年 10 月 18 日發布後，至 2012 年止歷經 10 次修正；開發行為環評作業準則 1995 年陸續發布 21 項開發行為之作業準則，經整合後於 1997 年 12 月 31 日發布單一之作業準則，至 2012 年止並歷經 8 次修正；環保署環評審查委員會組織規程 1995 年 6 月 30 日發布後，至 2007 年止歷經 4 次修正。

#### (二) 環評程序方面：

1. 請各目的事業主管機關檢討修訂其主管之法令中涉及環評之規定，以回歸環評法。
2. 環評與土地使用變更、水土保持規劃採併行審查方式，約節省審查時間



3個月。

3. 編訂「環評審查作業參考手冊」及「環評作業指南」供開發單位及地方環保主管機關辦理環評作業參考，大幅提昇審查效率。
4. 訂定重大經建計畫環評個案強化初審會議作法及「行政院環保署環評審查委員會專案小組初審會議作業要點」，有效節省審查時間約半個月至1個月。
5. 環評與污染防治（制）措施計畫合併審查，可節省審查時間2個月。

(三) 辦理環評法規宣導，並由中央、地方分別執行，另透過大眾媒體廣為宣導。

(四) 每年均辦理環評相關技術研討，以提昇環評業務人員之素質及智能。

(五) 設立環評諮詢窗口，以輔導開發單位辦理環評作業，提昇審查效率。

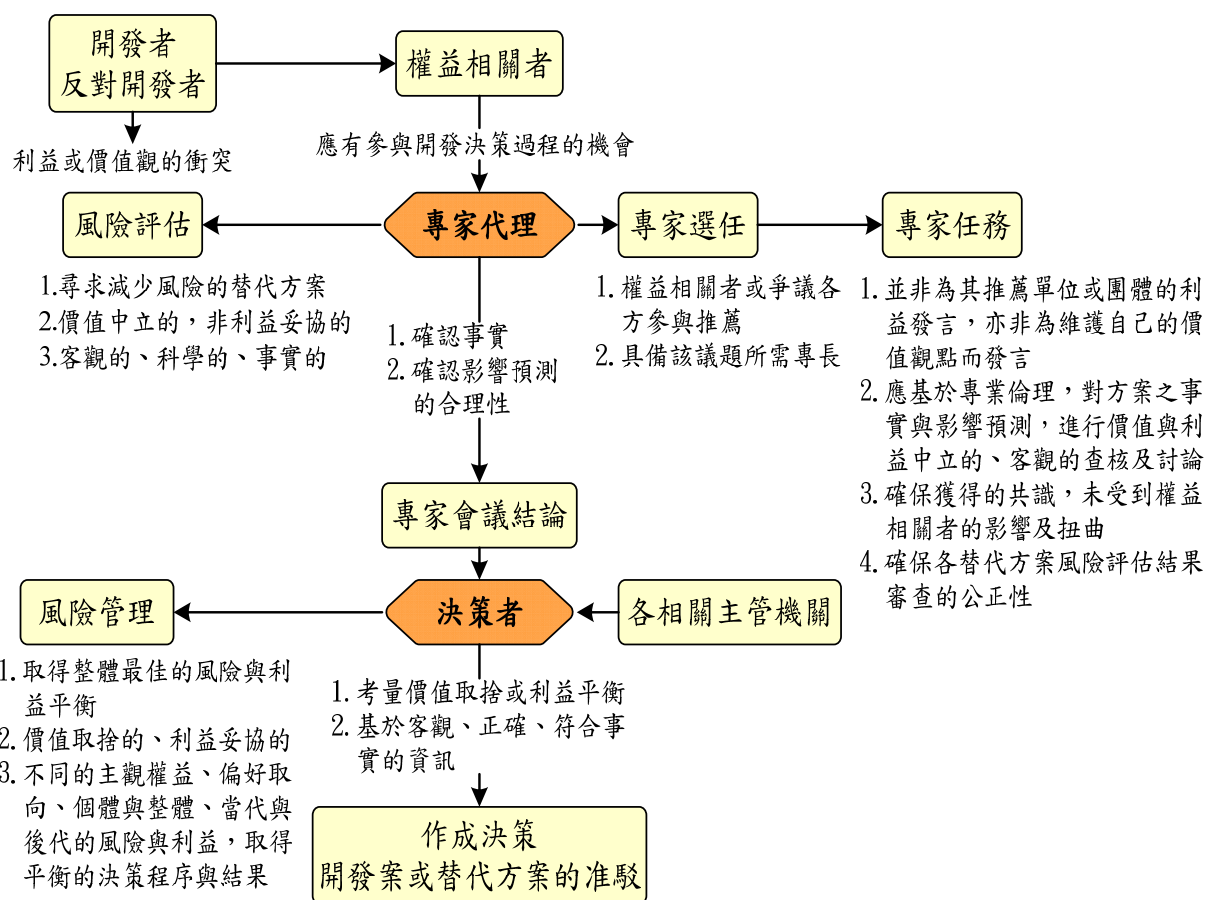
(六) 自1996年起持續辦理環評技術顧問機構評鑑，以提昇其評估技術能力。

(七) 第一階段環評作業納入公眾參與程序，使公眾(權益相關者)有參與開發決策過程的機會，獲得充分及公開的資訊，避免權益受到不當的侵害，因此規範開發單位於規劃階段即須進行相關公眾參與作業，包括開發單位將開發計畫名稱、開發行為內容及場所、準備進行之調查及評估範疇等相關資訊，刊登於環保署網站，並以書面通知相關機關。開發單位參酌相關機關、團體、學者、專家及居民代表意見，檢討修正評估範疇，必要時得召開範疇界定會議加以討論。開發單位於作成說明書前，公開邀請當地居民或有關團體舉行會議，並將辦理情形及居民意見回應，編製於說明書。

(八) 環境影響說明書審查階段環保主管機關將環境影響說明書公開於網站，徵詢相關機關、團體或人民意見，供環評委員於審查時納入考量。環保署將環評相關書件、審查會議預定召開時間、審查會議紀錄等，公開於網站。環保署召開環評委員會專案小組初審會或大會時，當地居民或相關團體得申請到場列席旁聽或陳述意見。

(九) 推動公眾參與專家代理機制，由權益相關者及爭議各方推薦爭議議題所需相關專長並獲其信任的專家參與風險評估。有效連結風險評估、管理與溝通等3部分，進行價值與利益中立、客觀的查核討論，確保最終獲得的共識，不受爭議各方及權益相關者的影響及扭曲，運用於重要開發及環保案件，

妥善解決環境保護與經濟發展衝突，獲取雙贏結果。機制說明如下圖：



### 三、展望

今後環評制度須檢討之主要課題可分為作業程序、評估技術及區位選擇問題等三項，茲分述如下：

#### (一) 作業程序

1. 開發行為應否實施環評之爭議：環評法第五條明定：「開發行為對環境有不良影響之虞者，應實施環境影響評估。」及「開發行為應實施環境影響評估者，其認定標準、細目由中央主管機關會商有關機關於本法公布施行後一年內定之，送立法院備查。」依上述規定，訂定「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」，作為開發行為應否實施環評之依據。前項認定標準係以正面表列方式訂定，對於鄰避性設施，迭有民眾認為規定太過寬鬆、建議改以負面表列方式（明定開發行為均應實施環評，對於環境顯無影響之虞者，訂定免實施環評之認定標準）或有若干項目規範過細或過嚴。
2. 應進行第二階段環評之機制：環評法第八條第一項規定：「對環境有重大影響之虞，應繼續進行第二階段環評。」另環評法施行細則第 19 條則將「對環境有重大影響」之情形予以詳列。二階段環評制度實施以來，對於規模大或鄰避性設施應否直接進行二階段環評，民眾與主管機關之環評審查委員會或有不同之看法。

3. 環評審查環保機關環評委員會是否該有否決權，從最早推動環評制度的美國並未於環評中設計此一機制，因決策考量須環境外，亦須涵蓋社會及經濟面，致其決策權係歸於目的事業主管機關，而我國因國情及機關權限，還有時空環境背景因素，就環評否決權之檢討研究亦為重要課題。
4. 開發單位對於環評審查作業時效相當關切，開發者須辦理環評書件之準備、公眾閱覽及公開說明會，執行環評審查結論及承諾事項，均須有一定之時間、作業及財務成本，因此對於環評審查期望儘量縮短時間。

## (二) 評估技術

環評技術發展仍面臨一些問題，大致可分為以下各方面：

1. 環境資料庫不足：環評技術執行之首要瓶頸為環境背景資料不足，短期之調查資料使實際評估作業產生困難，致評估結果之代表性，時有遭受質疑之情形。
2. 許多環境項目定量評估困難：如生態、文化、社會經濟、景觀美質等，其牽涉除技術問題外，尚有技術顧問機構多不願聘請此類人才加以培植訓練。
3. 調查評估人員素質不一，易招致質疑調查評估過程及結果之客觀性與代表性，因此須持續透過教育訓練研習，提昇調查評估人員評估技術。
4. 環境影響程度之評定，其專業判斷或標準化之指標尚須加強，如若干環境項目無影響、輕微影響、中度影響、嚴重影響之評定，常滋生爭議。
5. 評估模式及參數範圍之建立尚有不足，如水體水污染評估模式、風險評估等。
6. 評估模式之驗證尚須加強，雖然環境管理（監測）計畫已推動實施，但少有回饋原來之評估模式或技術，以求進一步修正或精進評估模式或技術。
7. 污染總量管制尚待加強，由於區域之環境總量訂定不易，致使個案環評時對於容許增量之限值評估困難。
8. 評估過程之公眾參與與資訊公開待加強，若干有爭議之開發案，由於評估過程之公眾參與與資訊公開不足，致科學之評估結果不易說服民眾。

## (三) 區位選擇問題

1. 開發單位如選擇區位不當，尤其是位於環境敏感區則將造成環評審查過程爭議不斷及時程延宕，究其原因或為政府並未劃設限制發展區或顧問公司環境調查未周延等。
2. 環境總量負荷不足，如空氣、水體污染總量或水資源供應不足，亦會孳生環評審查爭議及時程延宕。

此外，各界對於環評期許事項，主要是建議提高作業效率及審查公信力。有關提高作業效率方面，若能達成環境資訊充分供應、作業方式明確易行以及技術顧問機構作業品質良好等，即可有效達成預期效率。至於提高審查公信力方面，主要涉及審查基準應明確且公正客觀、審查後能在環境涵容能力範圍內等。

茲就環評制度以上檢討分析，提供以下建議：

- 1、建議相關主管機關儘速檢討劃設不可開發區、限制發展區，以避免開發單位選擇不當區位。
- 2、建議儘速訂定區域環境總量，以供開發單位規劃時得以因應。
- 3、檢討「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」，篩選該實施環評之開發行為，並排除依其他環境法令即足以管制者。至於環評之變更程序建議可朝簡化著手，例如對環境之影響變更輕微者可採報備制等。
- 4、強化環評預審功能，使開發單位於規劃評估時即可就相關問題事先因應。同時持續建立並驗證評估模式、界定參數範圍，以減少評估誤差，提昇評估之可信度
- 5、加強評估過程之公眾參與與資訊公開，但程序或可適度簡化。
- 6、協調有關機關、團體、公營機構、技術顧問機構積極合作，持續建立環境資料庫，並納入地理資訊系統，以利資源共享。。

## 參考文獻

- (一)「加強推動環境影響評估方案」，行政院環境保護署，1985年。
- (二)「加強推動環境影響評估後續方案」，行政院環境保護署，1991年。
- (三)「環境影響評估制度之建立」，行政院環境保護署，1991年。
- (四)「加強推動環境影響評估推動計畫」，行政院環境保護署，1991年。
- (五)「加強推動環境影響評估後續方案」修訂本，行政院環境保護署，1992年。
- (六)「環境影響評估回顧及模式建立」，行政院環境保護署，1994年。
- (七)「環境影響評法」，行政院環境保護署，1994年。
- (八)「環境影響評估問題與具體改善建議」，行政院經建會，1996年。
- (九)「環境影響評估問題研討會」，臺大環境工程系列研討會之七，1985年6月。
- (十)赴英國考察「水源環境敏感區與環境影響評估技術」報告，行政院環境保護署，1995年9月。
- (十一)Maurice Sunkin, David M Ong & Robert Wight (1998) 「Sourcebook on Environmental Law」, Cavendish Publishing Limited, London. Sydney.
- (十二)Christopher Wood (1995) Environmental Impact Assessment A Comparative Review
- (十三)Ministry of Housing Spatial Planning and the Environmental The EIA Commission of The Netherlands (1996) Strategic Environmental Assessment Status, Challenges and Future Directions
- (十四)Directive 2001/42/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2001 On the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment
- (十五)Commission for Environmental Impact Assessment, The Netherlands Views from the Commission for EIA in 2002
- (十六)International Association for Impact Assessment(2002)The linkage Between Impact Assessment and the Sustainable Development Agenda, and Recommendations for Actions draft

- (十七)行政院環保署 2002 年 6 月環境影響評估法規
- (十八)行政院環保署環境影響評估審查委員會會議記錄
- (十九)行政院環保署劉宗勇出席國際影響評估協會第 20 屆年會出國報告書
- (二十)行政院環保署劉宗勇出席國際影響評估協會第 22 屆年會出國報告書



# 第七章 毒化物管理

## 倪世標

### 一、背景說明

隨著科技發展及快速工業化、都市化，化學物質使用快速增加，其潛在風險亦隨之增高，化學物質之種類、成分繁多，世界上登錄有案者達1千多萬種，經常流通使用者約6萬餘種，且隨著科技發展，每年開發之新化學物質有百餘種。在已知之化學物質中，毒性較明確之毒性化學物質(以下簡稱毒化物)約6,000種，近年來毒化物對人體健康與生活環境的影響已成為各國需要深思面對的課題，因此國際上對毒化物的管理已日趨重視。目前國內合法工廠約10萬家，常用之化學物質約2萬餘種，平均每年化學事故件數約有30至60件，其中屬毒化物事故每年可能發生4至8件。另一方面由於我國經濟活動有別於歐美先進國家，雖然也有大企業，但有將近8萬家左右的中小企業，這些中小企業活絡了臺灣經濟，並對經濟產值有相當大貢獻，但因中小企業人力少、資源有限，若發生重大災害事故時，應變能量恐有不足，需由政府救災單位支援協助，鑑於環境事故應變工作為政府施政的重要工作，故須大力強化災害防救能量，以建立民眾對政府處理環境事件緊急應變及監控能力的信心。

毒化物管理，主要是依據1986年11月18日行政院環境保護小組第6次委員會議決通過之「毒化物管制方案」為藍圖，及同年11月26日公布施行之「毒化物管理法」(以下簡稱毒管法)辦理，著重「源頭管理」之精神，對公告列管之毒化物依毒理特性以及「運作行為」予以規範。運作行為包括製造、輸入、輸出、販賣、運送、使用、貯存、廢棄等。

毒化物災害(以下簡稱毒災)預防體系建置，緣自1986年全國行政會議決議，由前行政院衛生署環境保護局負責規劃「建立全國化學災害應變體系」，另依行政院1988年4月2日核定「安靖計畫」，執行上劃分為「化學災害預防體系」與「化學災害應變體系」兩部分。「化學災害應變體系」係依「臺澎地區重要工業設施安全維護綱要計畫」所建立之會報體系擴大辦理，由國防部推動；「化學災害預防體系」則由行政院環境保護署(以下簡稱環保署)召集有關機關成立化學災害預防協調會報共同執行。嗣後行政院於1994年4月9日修正核定「建立全國化學災害預防及應變體系計畫」，由環保署推動建立化學災害預防體系，並協助內政部規劃化學災害應變體系。

### 二、成效

#### (一) 公告毒化物限制使用並建立分類管理制度

1987年12月環保署成立毒物管理技術諮詢委員會，加強毒化物管理，防制毒性物質污染環境，並訂定「篩選毒化物作業原則」，使毒化物列管作業透明化、制度化，依其毒理特性、國際間管理趨勢及國內運作情況，篩選列管名單分批分類進行列管限制其使用用途，目前計列管302種毒化物，其中：第一類(難分解物質)計103種、第二類(慢毒性物質)計100種、第三類(急毒性物質)計73種、第四類(疑似毒化物)計92種(註：多種同時具有第一、二、三類性質)，並已列管5,384家毒化物運作業業者。第一、

二、三類毒化物之製造、輸入及販賣需申請許可證，使用、貯存、廢棄及輸出則簡化採登記備查，運作量低於最低管制限量者僅需經簡單核可；第四類毒化物可免申請許可證、登記備查或核可而逕行運作。環保署於2002年建立網路申報毒化物運作紀錄和釋放量機制，開啟網路申報新時代。2008年推動毒化物線上申辦許可、登記、核可等證件；實施毒化物運作紀錄、運送聯單等線上申報，達到各式申辦作業網路E化及落實簡政便民之電子化政府服務精神。(管理制度架構詳如圖7.1)

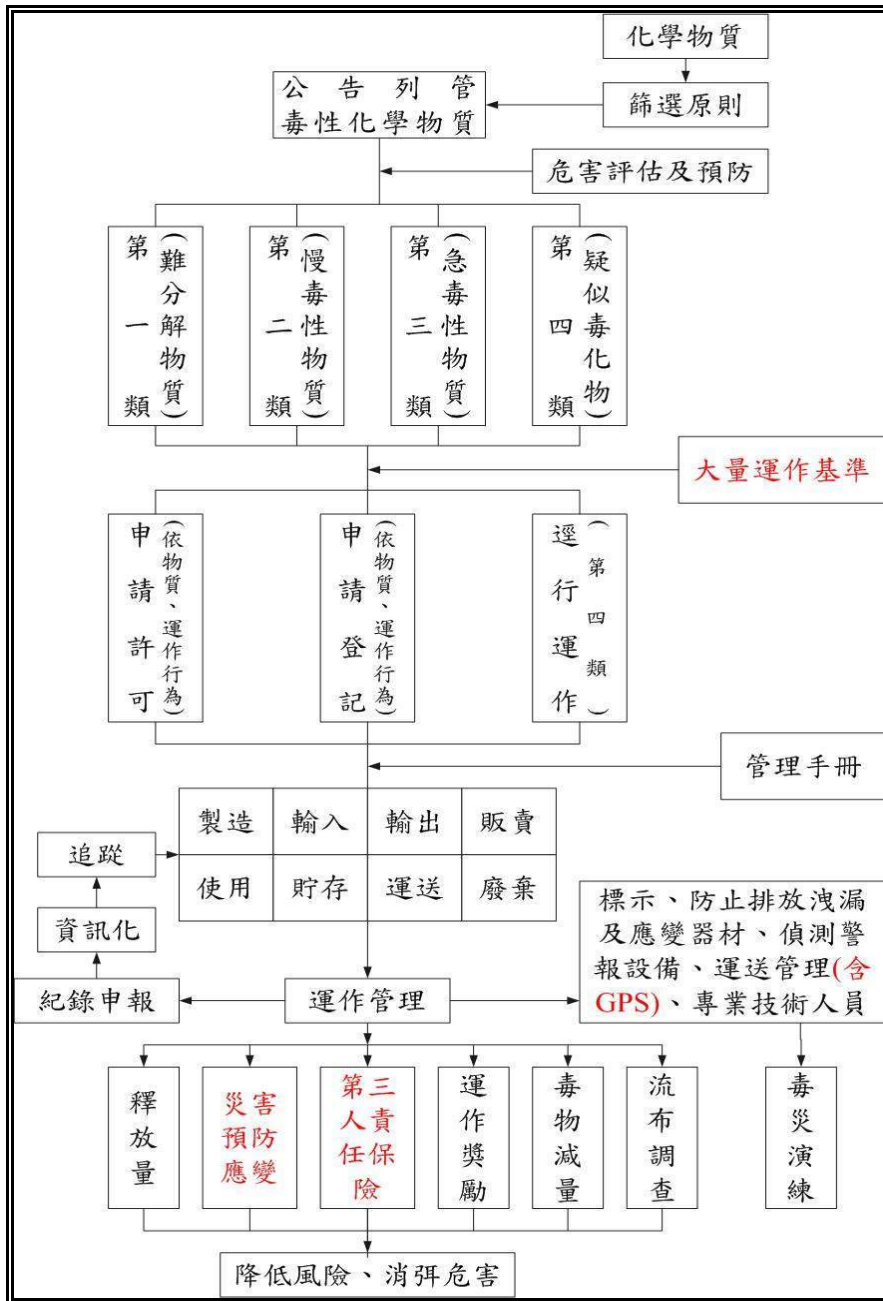


圖 7.1：毒化物管理架構

## (二) 持續進行毒化物流布調查及推動專案污染減量計畫

環保署自1998年7月起全力推動「國家環境保護計畫—毒化物管理」，以健全管理法規、規範制度化。自1999年逐年執行毒化物特定污染源環境及一般環境之環境流



布調查；持續辦理毒化物環境流布背景調查、建立臺灣地區人均毒化物負荷量基線資料、戴奧辛環境流布整合工作；建置毒化物環境流布調查資料庫，並配合聯合國斯德哥爾摩公約，進行河川、毒化物如多氯聯苯等持久性有機污染物(POPs)及壬基酚(NP)、氧化三丁錫(TBT)、鄰苯二甲酸酯類(PAEs)等環境荷爾蒙流布調查，用以評估國內環境暴露情形，以維護環境永續及人體健康。2003年至2005年推動『三年行動計畫』-「毒化物公告列管與排放減量計畫」與「斯德哥爾摩公約計畫」，訂定持久性有機污染物管制策略。2010年4月完成訂定「環境荷爾蒙管理計畫」，並函送各部會推動小組成員據以推動。

### (三) 健全毒災防救體系，推動預防整備措施

環保署於1996年8月實施「毒化物災害防救計畫」，建立應變通報體系，並策劃推動毒災預防、應變及善後相關策略，執行各項毒化物災害防救相關工作，建立毒災通報系統。2000年7月19日公布「災害防救法」，規定環保署為毒化物災害防救業務主管機關，負責推動毒化物災害預防及防救工作，因此擬訂「毒化物災害防救業務計畫」並經中央災害防救會報核定，函頒各級主管機關落實執行，提供預防、減災、整備、應變及善後等各階段工作之依循。同時訂定毒化物災害防救相關法規如「毒災緊急應變警報訊號之種類、內容、樣式、方法及其發布時機」、「行政院環境保護署支援毒災害處理作業規定」及「毒災害救助種類及標準」等，期能健全毒災害防救體制。2011年6月函請各縣市政府完成「毒災疏散避難作業原則」發布，進行地方政府毒災疏散路徑及避難場所規劃整備與轄區疏散演練等工作，並納入地區災害防救計畫毒災篇之修正。

2005年7月施行毒化物運作工廠災害責任保險制度，針對運作危害性大之毒化物業者強制投保第三人責任險，並會同金管會督導保險同業公會研訂保險契約，促使業者重視運作場所安全管理，消弭災害發生。2007年7月26日發布「毒化物運作責任保險辦法」，已將製造、使用、貯存、運送毒化物運作人納入該辦法中規範。另為強化毒化物運送安全管理，自2007年1月起陸續要求運送第一類、第二類及第三類毒化物的車輛應分4批裝設即時追蹤系統(以下簡稱GPS)納入管理，以全面監控毒化物運送車輛即時運送狀況，確實掌握運輸動線與運送安全，目前計列管304家運輸業者，有1,670台車輛完成裝設。

### (四) 建置中央毒災應變能量，協助相關救災單位處理化學品事故

毒化物事故常伴隨火災、爆炸及洩漏而造成空氣污染、廢水污染及土壤污染等，必須仰賴專業團隊及時提供應變諮詢，並迅速趕赴現場進行事故周遭環境監控及協助處理，以掌握及控制災情，防止二次環境污染，減低民眾經濟財產損失及對事故疑慮。環保署自1995年起提供電話緊急諮詢，2001年福國化工案後擴大成立了北、中、南區毒災應變諮詢中心，毒災事故時，由諮詢中心派專家趕赴現場協助，並提供現場技術諮詢。2006年整併應變諮詢中心為「環境毒災應變諮詢監控中心」，提供各界有關毒化物(含其他化學品)管理及事故緊急諮詢服務，監控國內外相關事故處理，並成立北、中、南部7個環境毒災應變隊，進駐新北市、新竹縣、宜蘭縣、臺中市、雲林縣、臺南市、高雄市等7個地區，購置應變、偵測、防護、處理、車輛等裝備，建立政府專業應變能量，全年無休全時執勤。另協助地方政府整合業者防救力量，編成毒災聯合防救小組，推廣自主聯防觀念及發揮業者自救救人精神。另為整合業界能

量，自 2010 年至 2012 年積極輔導業者成立全國毒災聯防組織共計 88 個，有 666 家廠家次參與，涵蓋毒化物運送總量達 97%，利於應變資源之整合運作。據統計 2006 年至 2012 年計監控事故 2,093 件，其中出勤支援 596 件，以 2008 年 97 場次最多，2011 年 63 場次最低，有效協助國內化學品事件處理。

### 三、展望

#### (一) 積極進行毒化物管理法規修訂，與國際化學品管理制度接軌

我國毒化物管理之窘境有：(1)國內化學品管理係依各項目的用途由各有關主管機關依權責管理，尚無公告既有化學物質清單，故無從管理新化學物質，恐淪為國際上新興或新研發之新化學物質試驗場所。(2)現行毒化物管理法篩選公告列管毒化物，須仰賴政府機關逐筆蒐集國內、外化學品資訊，管制名單亦多以國外優先列管物質為考量。(3)國內本土化學物質運作及毒理危害評估等資料靠政府單方面努力仍力有未逮，本土資訊蒐集所費不貲且效率有限。今後毒化物管理改善之新契機有：(1)歐盟近年化學品管理新制 REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals) 化學品登錄、評估及授權制度自 2007 年 6 月 1 日實施，要求製造、輸入達一定量之既有及新化學物質業者，須依所訂期程登錄並提交安全資料。(2)參採歐盟 REACH 化學品管理制度，可有效解決現行毒化物管理篩選公告列管毒化物資訊蒐集困境，透過登錄之建立可有效掌握國內新化學物質及既有化學物質之製造及輸入、物質安全特性及暴露、危害評估等資料，作為篩選評估列管毒化物之基礎。

管理國內化學品涉及之法規甚多，計有環保署主管之毒化物管理法、環境用藥管理法；行政院勞工委員會主管之勞工安全衛生法；經濟部主管之先趨化學品工業原料之種類及申報檢查辦法、工廠危險物品申報辦法；行政院衛生署主管之藥事法、化粧品衛生管理條例、食品衛生管理法、管制藥品管理條例；行政院農業委員會主管之農藥管理法、動物用藥品管理法、飼料管理法；內政部主管之消防法、公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準暨安全管理辦法、爆竹煙火管理條例；交通部主管之道路交通安全規則。參採歐盟 REACH 法規精神，權衡現行我國化學品管理分工及長期以來化學品源頭登錄的法源依據薄弱問題，建議修法增列既有及新化學物質登錄管理，為較適合之管理方式。

#### (二) 健全化學物質安全資訊，成立專業單位推動相關管制措施

配合政府組織再造，建議未來環境資源部增加人力及編制成立專業單位推動化學物質相關管制措施；建置與推動既有化學物質源頭登錄機制，透過建立化學物質登錄管理資訊系統(詳如圖 7.2)，建立並推動綠色化學安全標準及綠色替代化學物質評估機制，同時啟動新化學物質登錄制度與實施配合邊境管制，將可有效掌握大量使用化學物質運作概況，進而擬訂出因應化學物質危害特性的暴露防範措施與安全使用方法，達到降低對人體與環境可能造成的危害，進而為國民打造更安全的生活環境。

儘速實施與國際同步的國家化學物質源頭登錄制度，將有利於商業貿易標準化、降低技術貿易壁壘與調和國際做法，不但可提昇我國實施聯合國國際化學品管理策略方針(SAICM)之化學品安全使用，並可落實執行期程，使我國符合近年來如 2006 年杜拜宣言、2012 年里約+20 聯合國永續會議宣示等全球行動發展趨勢，與致力達成

化學品使用在生命週期中對人體與環境傷害降到最低的全球永續發展目標。

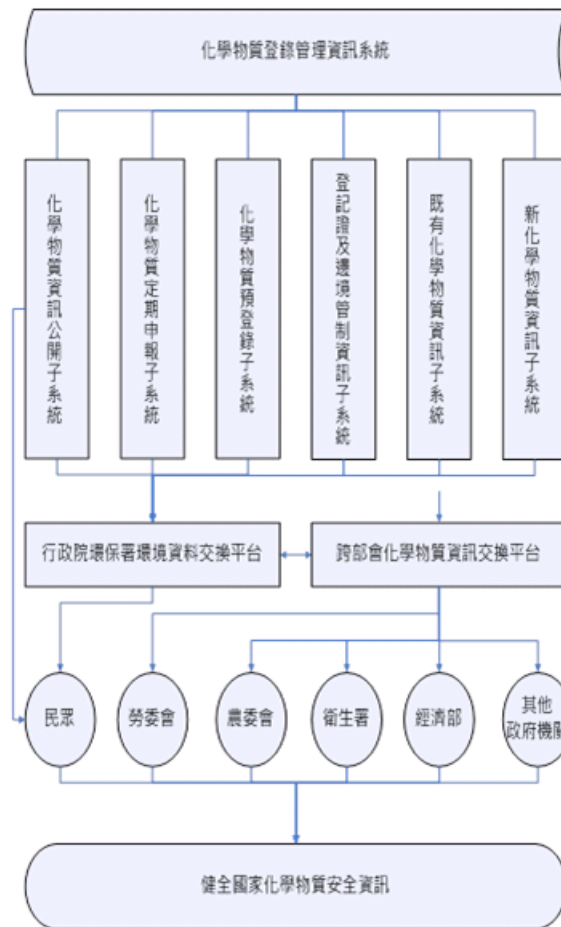


圖 7.2：化學物質登錄管理資訊系統圖

### (三) 加強毒化物流向調查，落實預防與整備工作，有效管控運作風險

建議毒化物運作業業者之中央目的事業主管機關及地方主管機關應繼續加強管理措施，追蹤毒化物運作情形，進行流向監控，藉整合資訊平台檢視資訊流、資金流、物流及物質平衡等複合性勾稽，篩選異常案件，相關單位配合執行現場查核，以掌握實際流向。各級主管機關應依法督促業者確實做好運作預防與整備措施，有效控管事故風險，同時輔導業者組成聯防組織，充實應變能量，並經常與政府相關救災單位聯防支援運作業業者舉行演練，提升事故自主應變能力。

### (四) 穩定維持政府毒災應變能量，確保應變經驗永續傳承

目前中央環境毒災緊急應變體系，廣為各級政府相關救災單位、業者及民眾所熟悉，成效卓著，已能支援各級政府救災單位處理化學品事故，有效控制災情，妥善監控環境防止二次污染，減低民眾疑慮及降低社會經濟損失。惟相較於國際間先進國家皆以專責單位執行化學品管理相關業務，我國中央及地方機關投入人力及資源偏低，相關化學品主管機關及地方政府均表示其組織人力及財力有限，無法支持專業應

變隊運作，且考量各化學品主管機關及各地方政府均成立毒化災應變單位亦不符成本效益，若能以全國一中心統一調度及 7 隊應變隊跨區支援，為較具經濟效益的配置方式。毒化物緊急應變及諮詢工作，目前係依經建計畫經費支持，由環保署委託專業機構成立中央環境毒災應變諮詢監控中心及地區應變隊之任務編組，應變團隊配置先進毒化災偵測儀器、防護裝備、應變器材及車輛，資深成員除接受國內外專業應變訓練外，並累積多年事故現場應變經驗，深受相關政府救災單位及業者之肯定，為國內化學品事故應變不可或缺之一環。因此宜配合政府組織再造與人員精簡，並顧及中央及地方政府環保單位毒災應變人力與救災專業，爭取納入施政計畫編列基本需求、成立法人組織或由相關環境基金支持，以維持人員穩定，有效傳承經驗，確保應變體系得以延續。

## 參考文獻

- (一) 行政院環境保護署編，2005，〈強化毒化物管理及應變計畫〉，環保署
- (二) 行政院環境保護署編，2009，〈強化毒化物管理及應變計畫〉，環保署
- (三) 行政院環境保護署編，2010，〈毒性化學物質災害防救業務計畫〉，環保署
- (四) 行政院編，2012，〈行政院災害防救白皮書〉，行政院
- (五) 行政院環境保護署編，2012，〈環保署 25 週年紀實〉，環保署
- (六) 行政院環境保護署編，2012，〈環境衛生及毒物管理處紀實〉，環保署
- (七) 行政院，2012，〈毒性化學物質管理法部分條文修正草案〉，行政院
- (八) 行政院環境保護署編，2013，〈建構寧適家園計畫〉，環保署

# 第八章 環境監測及資訊發展

## 倪世標

### 一、背景說明

環境監測是環境保護的基礎性工作，所有環境保護施政措施均依賴環境監測數據的解析，掌握環境現況及變化趨勢，藉以評估施政作為的成效。資訊科技過去 30 年間日新月異，為人類生活帶來巨大改變，而環境保護工作結合資訊科技，以提升工作效能，則早已蔚為趨勢。

#### (一) 沿革

行政院環境保護署（以下簡稱環保署）於 1987 年成立時，設置「環境監測及資訊處」（以下簡稱監資處），職掌環境監測及資訊系統發展等業務。25 年來，隨著時空轉換，環境監測及資訊發展業務有很大的變化。在空氣品質監測方面，除了各項硬體設備與時俱進，汰舊換新，監測項目增多，監測數據的處理與運用日益精進；在環境水質監測方面，由於精省後臺灣省環保處改制，全國環境水質監測於 2002 年後改由監資處執行，各項規制趨於健全，水質監測資料得以延續。資訊業務的發展，因資訊技術逐年快速變化，環保署各項資訊系統及應用服務持續推陳出新，早期全署共用 IBM 大型主機，晚近導入行動裝置 iPad，就運用資訊技術協助環境業務之推展，著有績效。

#### (二) 歷年重要措施及經費投入

##### 1. 空氣品質監測

我國空氣品質監測工作自 1982 年（行政院衛生署環境保護局時期）開始，迄今已達 30 年。1987 年環保署成立時，全國僅 19 座空氣品質監測站，目前全國空氣品質監測站已增設至 76 站。監測地點則由臺灣本島擴充至馬祖、金門及澎湖等離島，提供民眾完整空氣品質監測資訊；此外，為了機動性監測空氣品質，環保署目前有 6 部移動式監測站，用以因應臨時性空氣品質監測調查之需。其次，環保署目前於台北及高屏地區曾先後設置 5 座微粒超級測站，連續監測微粒成分及粒徑、光學特性等；於北部、中部及高屏地區共設置 9 座光化學評估監測站，以監測重要的臭氧前驅物。

就空氣品質而言，國內近年的本地污染情況逐漸改善，而空氣品質受到污染物長程跨境傳輸影響比例漸重，環保署於臺灣中部鹿林山（位於新中橫塔塔加附近，海拔 2,862 公尺）設置一座國際級大氣背景測站，自 2006 年 4 月開始運轉，用以監測空氣污染物跨境傳輸，如大氣汞、氟氯碳化物(CFCs)微量氣體等，同時參與多項國際監測合作。此外，在馬祖東引及東沙各設置一座旋轉式太陽輻射儀，成為臺灣最北端及最南端的空氣品質監測設施，分別擔負著監控來自北方及南方境外空氣污染物的任務。

1997 年，環保署開始預報隔日空氣品質，同時開始觀測及預報紫外線強度。

預報作業現在還包括了中國大陸沙塵預警（每年 11 月到隔年 5 月）、河川揚塵預警等。目前對臺灣本島的空氣品質可以作三天的預報，離島則作隔天預報。

監測數據隨著資訊和網路技術的發展，不斷的貼近民眾。空氣品質監測資料現在不但用 Internet，還有手機簡訊，只要某一測站的監測值超標，相關人員的手機就會收到簡訊。再者，隨著網路社群的普及發展，我們現在也運用 Facebook, Twitter, 和噗浪這類社群網站，讓這些網路上的工具與環境監測工作結合，使得環境監測數據可以更貼近民眾的生活。

## 2. 環境水質監測

按照我國公部門的分工，在精省之前，跨縣市河川水質的監測是由臺灣省環保處執行，縣市境內的河川水質則由各縣市環保局執行，是以環保署監資處的水質監測量能是非常有限的，只能做一些方法或是制度上的一些規劃工作。精省之後，臺灣省環保處改制成環保署的「督察總隊」，其組織的任務改變，不再執行水質監測工作。

2002 年，環保署水保處在報院公共建設河川水質維護改善計畫，將水質監測的工作加以納入，並由監資處負責執行（包括河川、海洋、水庫、地下水等各類水體的例行性水質監測）。2009 年起，限於公共建設經費縮減，區域性地下水質之例行監測經費改由土污基金支應，而其他水體之測項及監測頻率亦因應業務需求，逐年調整。

目前環保署執行環境水質例行性監測，係採全國分區委託合格檢測機構辦理方式。全國共執行河川 91 條、計 316 測點；水庫 60 處、計 121 測點；海域 19 處、計 104 測點，區域性地下水監測 431 點。上述測點依照監測項目不同，分為每月或每季採樣，另有部分測點因為其變化相對穩定，則每半年採樣一次。其次，每年夏季，為關照民眾在海灘遊憩活動，定期監測海灘水質。

環境水質監測作業每年大約產出 10 萬餘筆水質監測數據，這些數據經過品保程序後，在「全國環境水質監測資訊網」公布供全民查閱。同時，監測處並定期分析監測數據，提供業管單位及地方環保局施政參考。

## 3. 土壤污染調查

1983 年前行政院衛生署環境保護局鑑於國內農地土壤重金屬污染事件接連發生，究其因，均是因為灌溉水源受到污染所造成。為了保障民眾食用作物的安全，著手進行農地土壤污染調查工作，將種植食用農作物的農田土壤列為優先調查重點，展開全國農地土壤重金屬含量調查。

採取的方式是由最早 4 公里見方的 1,600 公頃大樣區網格調查起，進行大樣區的概況調查，完成「臺灣地區土壤重金屬含量調查總報告」，1987 年起展開第 2 階段細密調查，調查對象為第 1 階段概況調查中列為可能污染地區，採樣範圍以 100 公頃為原則，重金屬含量較高者以 25 公頃為 1 單位網格，進行較細密的中樣區調查。此階段之調查結果，經整理後彙編完成「1987-1990 年臺灣地區重金屬含量調查資料參考結果」1 套(共 15 冊)。1992 年後針對前述調查後疑似受污染之 5 萬公頃農地進行小樣區的細密調查，由各地地方環保機關提報土壤重金屬含量程度

達第 5 級之地區，合計面積共 1,024 公頃。

為使歷年來屬第 5 級有重金屬污染之虞農地能依法進行後續管制措施，環保署完成「農地土壤重金屬調查與場址列管計畫」，對全國 319 公頃農地污染調查及個案農地污染陳情查證，後續並於每年度補助地方環保局辦理相關調查作業。

#### 4. 環境資訊系統發展

環保署自 1987 年成立以來，一直致力於推動業務電腦化，期藉由資通訊科技，協助解決問題，並創造價值。歷年來，各項軟硬體基礎建設及應用系統發展，與時俱進，其間有多項系統及措施為國內公部門創舉，例如：第二代公文系統於 1990 年首先採行「條碼」作為公文號輸入界面、1995 年設置全國公部門第一個全球資訊網、2000 年發展全國公部門第一個線上簽核差勤系統、2006 年率先導入資訊服務管理系統 (ITSM)，為國內第一個獲 ISO20000 認證之公務機關、2011 年發展具有對話回應功能之「新聞專區」服務系統。近年更致力推動環境資源資訊之整合及開放資料 (open data) 等前瞻性資訊發展業務，著有績效。

在資訊技術基礎設施方面，環保署早期有 IBM 及王安 (WANG) 等中大型主機，並以 DEC PDP-11 小型主機作為空氣品質監測資料處理系統。隨資訊技術發展，整體主機系統朝小型化發展 (downsizing)，1996 年開始陸續將各類行政管理資訊系統重新在小型伺服器上開發，採 Windows 的作業平台，漸漸的網路服務主機、業務資訊系統、網路申報系統等都改採分散式的工作站主機平台。至於網路系統發展，1994 年間即率先完成網際網路的連線，並陸續建置電子郵件、分散性檔案查詢 (Gopher) 功能，2002 年升級為政府骨幹網路 (GSN) T3 專線，頻寬提升為 45Mb/s，流量成長極快，資料進出相當頻繁。2009 年配合行政院組織改造政策，辦理環境資源部資訊改造先期作業，整併外點單位及所屬機關機房，於 GSN 臺中文心機房成立共構機房，外點單位及所屬機關由文心共構機房 100Mb/s 的線路連線網際網路，是環保署網路整合的新里程碑。

在應用軟體發展方面，公文管理系統歷經四代，各階段系統功能均有創新作法，目前正進行導入新版公文系統線上簽核；2000 年間上線的人事差勤管理系統係當時公部門間第一個採用 Web-based 的線上簽核系統，有效摒除傳統紙本作業，這個系統迄今仍在運作；第三代會計系統則是第一個採行「就源輸入」的作法，廣受好評；其次，會計，人事及總務薪資作業系統，藉由資料整合，相互勾稽，完善內控成效，獲其它機關觀摩；其它的行政管理資訊系統，也都分別由大型主機分年改版到以內部網路為平台的作業環境。

環保署為國土資訊系統九大資料庫中「環境品質分組」之召集單位，主要負責基礎圖資環保資料部分，配合內政部國土資訊系統之資料倉儲與流通中心之建置，以分工方式，逐年建立及維護環境資料庫地理資訊系統圖層資料。2001 年起，開始推動「環境資料庫整合發展建置」網路服務階段；此一階段，代表我國環境保護的工作，已由純資料的數化、處理、蒐集，走向環境資訊公開、加值及全民參與等新里程。

2010 年 11 月起，參考美國環保署環境資料交換系統 (Central Data eXchange, CDX) 機制，考量到組織改造後各機關 (構) 間對環境資源資訊跨域傳輸需求，

遂規劃建置環境資源資料交換平台，至 2011 年底平台建置完成，已有 10 種以上資料在平台傳輸。2011 年度環境資料庫建置第二階段工作告一段落，本階段環境資料已累積 6 千多萬筆可觀筆數，同時彙整 31 類環境相關資料庫，網站瀏覽人數亦與日俱增。

隨著行政院組改腳步加速，環境資料亦將擴展成為「環境資源資料整合計畫」，未來環境資源資料將加重與防災資訊方面的聯結，同時亦將重新思考提供民眾整體一站式資訊，節省民眾資訊取得時間，持續提供分眾、主動、全程之資訊服務。

### (三) 與先進國家比較

#### 1. 空氣品質監測

美、日、歐盟空氣品質監測任務主要涵蓋：空氣品質標準符合度監測、民眾暴露評估監測、高濃度監測、背景濃度、跨國傳輸影響、長期趨勢監測及緊急應變監測等多項屬性。其大多採中央與地方分工制，由地方維運常規空氣品質監測與即時數據發布，中央為設置研究型監測系統並整合地方常規監測資料發布年度報告。由於我國幅員不似美、日、歐盟廣闊，常規與研究型空品監測目前均由中央統一設置及發布資訊，彙整我國與美、日、歐盟監測策略及法規比較如表 8.1。

表8.1：各國監測策略及法規比較表

主要項目	日本	歐盟	美國	我國
(1)空氣監測目標				
a. 設置任務	***	***	***	***
b. 監測任務	*	**	***	
(2)監測系統分類				
a. 常測型監測	**	**	**	**
b. 特殊任務監測	**	**	**	**
(3)常測型監測				
a. 監測需求	**	***	***	***
b. 屬性分類	**	**	**	**
c. 設置準則	**	**	***	**
d. 績效評估及調整方式	**	**	**	
(4)研究型監測				
a. 監測需求	**	**	**	**
b. 屬性分類	**	**	**	**
c. 設置準則	**	**	**	**
d. 運作方式	**		**	
(5)地方監測任務與中央之區分				
a. 設置及裁撤之規定	***	**	***	**
b. 分級或採用標準		**	***	
(6)數據運用				
a. 一般及特殊任務監測數據之公布	**	**	***	**
b. 空品標準之修訂研究單位	***	**	***	
c. 呈報國會前之相關審核單位	***	**	***	
d. 標準修訂之運作流程	**	**	**	

註：\*：手冊，\*\*：政令、策略或施行細則，\*\*\*：法律明文規定



## 2. 環境水質監測

日本對於水質之重視不下於臺灣，水質監測系統從採樣分析進步到連續監測系統，1970 年起，陸續針對國內水體建構自動水質監測站，包含水庫、河川及集水區共 166 座水質污染監控站。監測頻率方面，水溫、pH、DO、導電度、濁度、COD、總氮、總磷及葉綠素 a 等水質項目為自動連續監測，其餘則為一個月監測 1 次。一般水體中主要之監測項目包括 pH、DO、導電度、SS 以及 COD，針對特定區水體尚有增加氯離子、CN、氨離子、總氮和總磷。

美國則利用多元化的監測方式，來診斷水體是否健康，除了我國採用的水質化學分析外，亦加入生態監測模式分析包括魚種、水生昆蟲的分布調查，以及相關水生生物分析，有些指標如重金屬濃度還規定了不同形態污染物的濃度，對於可溶性重金屬還進一步列出公式計算不同硬度下的濃度標準。由於美國為聯邦制，各州監測頻率因立法不同而有所區別，水樣檢測也是由各州各別進行，目前美國對於水質監測的布點密集度以及其更新速度皆已達一定程度，但其連續監測系統項目並不如日本多項，彙整我國與美、紐、日、德常用水質指標比較如表 8.2。

我國水質監測現況仍以人工採樣為主，預訂 2013 年於社子溪及客雅溪試運行水質連續監測系統，將建立結合水質、水位、流速、流量推估等河川水質水文資訊架構之自動監測作業模式，增進了解水質變動特性。

表 8.2：各國常用水質指標比較表

臺灣	河川: RPI
	水庫: CTSI
美國	河川: 布朗水質指數 WQI
紐西蘭	河川: MCI
	湖泊: TLI
日本	河川: 谷田氏水質生物指標量表、BOD 或 COD 達成率
德國	河川: 快速生物評估法

## 二、成效

### (一) 具體成效

空品監測站網包含臺灣本島、馬祖、金門及澎湖共 76 常規站、移動式監測車 6 站，光化監測 9 站，每年約產出 1 千 2 百萬筆逐時數據。除了空品自動監測外，環保署每日下午 5 時及早上 10 點半定時公布本島 3 日及離島次日空氣品質預報資訊，另每日亦同時提供隔日紫外線預報，每年 9~12 月提供河川揚塵預警，11 月~5 月提供沙塵預報，使民眾事先瞭解周遭環境空氣品質狀況，作為戶外活動安排參考。

隨著行動通訊的普遍應用，除了將逐時數據公布在「空氣品質監測網」外，亦開發空品高值主動發布簡訊服務，藉由手機簡訊或電子郵件寄發沙塵訊息給訂閱者。亦於臉書 (Facebook)、噗浪 (Plurk)、推特 (Twitter) 及環境即時通 APP 提供空品品質及紫外線指數即時現況，提供民眾更即時的环境資訊。

河川水質監測每年平均 3600 站次約 5 萬筆數據、水庫水質監測平均 460 站次約

7,800 筆數據、海域水質監測平均 416 站次約 7,000 筆數據、區域性地下水水質監測每年約產出 3 萬筆數據。每月產出「全國河川水質監測結果摘要說明」、「5 條主要河川（淡水河、頭前溪、大甲溪、曾文溪、高屏溪）近五年河川污染程度百分比變化」等水質報告，每年產出「環境水質監測年報」列舉各項水質數據統計比較結果，公布於「全國環境水質監測資訊網」供民眾參考。

另逐年擴大海域水質監測範圍，包括太平島、東沙、南沙南海水質監測及東引海域水質監測。並逐年推廣與響應世界水質監測日活動，促進我國民眾與世界接軌，2011 年我國參與人次超過 3 萬人，世界排名第 5，監測 997 點次為世界排名第 3。

## （二）各界評價及對經濟社會之影響

空氣及水是我們賴以維生的資源，隨著經濟發展與人口成長，產生遠超過環境所能負荷的污染物。我們仰賴身體檢查來了解身體健康狀況，醫生依檢查結果診治，環境品質監測就如同對空氣、河川、水庫、海洋及地下水等水體的身體檢查，透過科學方法監測分析，了解環境品質的優劣狀況，所建立的監測數據可提供環保機關作為擬定污染防治策略措施之參考，並可讓環保團體及所有關切環境的社會大眾了解環境現況，喚起民眾共同配合維護環境，促進更好的生活品質。

## 三、展望

行政院組織改造工作，歷經 10 餘年的檢討，目前整體輪廓已然成形，自 2012 年起，陸續有新機關正式啟動，為我國行政體制帶來新風貌。「環境資源部組織法」目前尚在立法院審議，一般認為是行政院組改過程中，難度最高，最為複雜的法案之一。由於合併機關分別來自經濟部（水利署、地調所、礦務局）、內政部（營建署國家公園組）、交通部（氣象局）、農委會（林務局、水土保持局、林業試驗所、特有生物中心）等機關，未來各機關間組織文化，業務屬性等勢必需要相當時間磨合，才能發揮協同合作之功效。

依照「環境資源部處務規程」草案，環境資源部成立後，空氣品質監測業務將移撥「大氣環境司」，水質監測業務將劃歸「水及流域司」，而資訊業務則依據行政院組改「資訊業務向上集中原則」，成立「資訊處」，歸類為輔助單位，統籌環境資源部資訊發展業務。展望未來，除了因應組改所衍生的組織更替變局外，25 年來環境監測及資訊發展所累積的成果與經驗，如何有效延續，並藉由組改契機，去蕪存菁，發揮統合效益，亟需預為籌劃。

### （一）統整環境監測作業體制、明確律定各機關權責

組改後，環境監測將面臨新的挑戰與機會。過去 25 年來，由於「環境監測」的定義一直未能明確廓清，也缺乏相關法規律定其範圍，是以公部門執行監測工作，彼此間或有重疊，或步調不同，造成整體資源重置及資料解析衝突等問題。究竟什麼是「環境監測」？其範圍如何界定？範圍內的各種監測標的由什麼機構負責？監測資料如何管理、發布？資料品質如何保證？中央與地方如何分工？以往這些問題難以處理的原因，主要在於各執行部門分屬不同部會，阻礙橫向溝通，而中央地方縱向分工，也因為法令欠缺明確規範，造成權責不清，容易產生糾葛，環境資源部成立後必須優

先處理此項課題。

基於專業分工，未來環境監測（調查）的實際執行工作，可能仍將分散在各不同機關。例如：氣象監測屬於「氣象局」，地質調查資料（斷層、順向坡...）和土石流潛勢監測資料在「水保地礦署」、水文觀測資料則在「水利署」、生態監測資料可能分別在「森林署」、「特有生物中心」。這些各自監測所得的資料，如何有效地彙集、整理，提供環境資源部及其它機關運用，勢必需要統合的機制及相關的配套措施。

未來環境監測工作若能考量「政」「事」分離原則，也就是將「監測管理」與「監測技術及執行」分開，藉由行政管理體系強化監測管理工作，解決監測縱向及橫向的關係問題，如此才能理順整體監測業務運行。亦即環境監測之制度、權責分工、監測資料之管理運用等「管理面向」事宜，必須由環境資源部統一規範。至於實際從事監測、調查及資料蒐集等「執行面向」事宜，則由各業務主管機關及地方機關負責。

## （二）通盤檢討空氣品質監測站網、統整運用監測資料

空氣品質監測網設置操作已逾 25 年，目前部分空氣品質監測站設置地點環境條件已出現變化差異，測站屬性是否符合原設定需求，必須加以正視。其次，五都成立後，地方自治生態丕變，未來中央與地方如何就空氣品質監測業務妥為分工，避免資源重置，亟待通盤檢視並研擬對策。

參酌國外空氣品質監測系統發展趨勢，未來空氣品質監測系統包括：常測型監測及任務型監測，並強化品保/品管及數據應用；常測型監測分為核心測站、一般測站及其他測站，其他測站包括：交通測站、背景測站及國家公園測站；任務型監測包括移動式監測車及研究型監測。整體系統最主要特徵乃導入核心監測站，擴充監測項目；包括：基準污染物、有害空氣污染物、光化學前驅物，以期充分掌握未來推動空氣品質管制策略新興議題任務所需資訊，茲建議規劃未來空氣品質監測站類型，如圖 8.1。

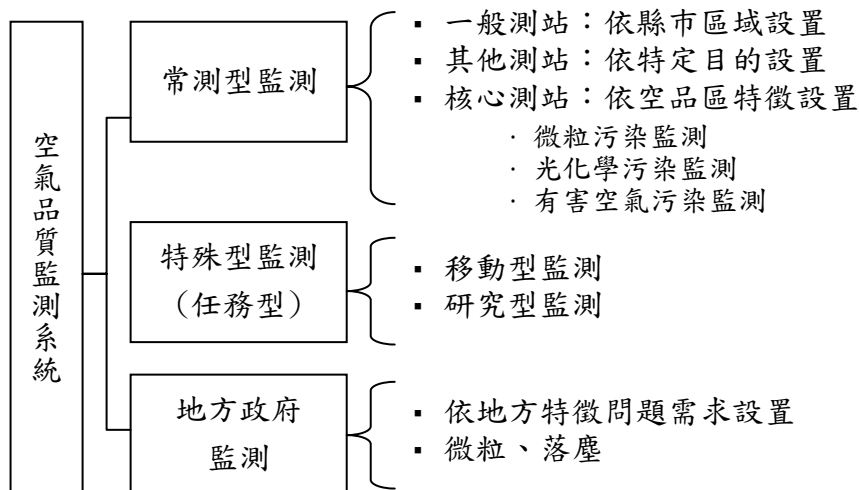


圖 8.1：未來空氣品質監測站類型

其次，地方政府設置空氣品質監測系統對掌握各地特殊空氣品質問題極具關鍵性，但現階段對於地方政府空氣品質監測站設置及運作並無具體規範。現行空污法施行細則對設站之準則，係以人口數為主要依據，未來宜自法規面思考以下課題，並研擬調整修訂相關法規，茲建議中央與地方政府空氣品質監測系統整體架構如圖 8.2。

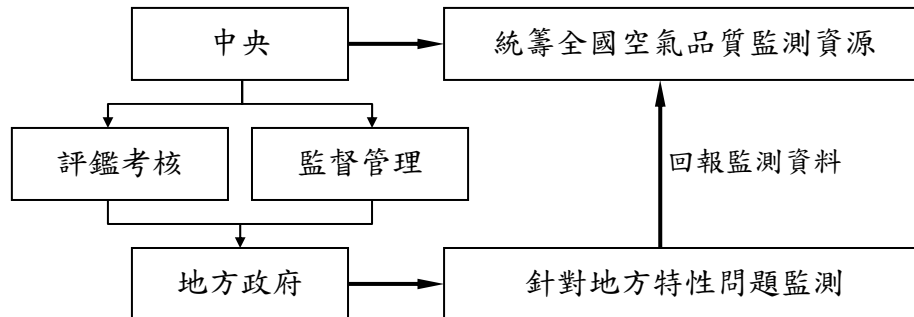


圖 8.2：中央與地方政府空氣品質監測系統整體架構示意圖

### （三）明確釐清水質監測範疇及分工、發展水質自動監測技術

現行水質監測作業在體制上存有相當困境，其困難包括：經費不穩定，每年必須視公共建設核定額度，調整測項及頻率；難以掌握監測作業品質，由於民間檢測業者素質不一，監測數據容易引發外界質疑；部分監測工作重複，由於若干地方政府及水庫管理單位亦執行水質監測，容易造成監測數據彼此扞牾。類此執行方式是否屬長久之計，必須嚴肅以對。因此未來必須就以下事項明確釐清：

1. 必須法規明定，將水質監測依其實施範圍分成 (1)環境水質監測；(2)污染源水質監測(包括場置性地下水監測)。依照監測性質又分為 (1)例行性監測 (2)計畫性(或任務性)監測。
2. 環境水質例行性監測工作，針對河川、海域、區域性地下水等三類水體，明確劃分「中央監測點」及「地方監測點」；而水庫則宜檢討全面改由水庫管理單位自行負責。
3. 對於例行性的監測項目、測點選擇、監測頻率及水質評價之計算方式等統一定，不宜由各監測部門自行其是；監測作業品質管制程序必須有一致作法；產出的監測數據必須結合品質保證作業相關成果。
4. 環境水質監測資料必須集中統一管理，並規定其運用及詮釋方式。
5. 環境水質例行性監測屬常規業務，負責監測之部門，必須將其經費預算納為法定例行性支出，否則就必須將監測項目、測點及頻率等分成不同的層級，視經費規模適當調整。
6. 對於污染源的水質監測、場置性地下水監測，宜由業管單位統一規定作法，且必須與環境水質監測有所區隔。

其次，現行環境水質監測作業多以人工定期採樣為主，未來必須積極研發連續自動監測技術，克服我國河川水量不穩定特性，逐步以連續自動監測取代人工採樣監測。

#### (四) 持續精進環境資訊系統發展、創造環境資料新價值

環境資訊系統近年來雖有若干成果，但由於資訊及通訊科技展快速，加上民眾對環境的關注日益增加，仍有長足之發展與改善空間，以下幾點是未來值得關注與探討的課題。

1. 簡化業務流程，統合環境資料管理之法制作業  
針對環境資料之蒐集、整理、運用等課題，目前多散見各單項業務管理法規，而各項資料生產及管理作業之主管機關不一，流程錯綜複雜，在這種情況下，對於各種環境介質之監測與資料蒐集運用，未來需要有類似「環境資料管理辦法」等上位之行政規則，方能克竟事功。
2. 制定務實的環境資訊標準  
包括資料格式、資料代碼等，都必須加以規範，如此各系統間才能分享資料。但這並不意味制訂標準後所有的系統必須放棄其自主性（autonomy），各系統仍可保有其原有作業方式，但是必須增設資料匯出模組，當進行資料整合或是資料分享時，必須匯出符合標準之資料。
3. 強化資料整合、互通（interoperability）及分享技術  
現階段如 XML, Web Service, 資料倉儲等技術如何有效並充分應用在環境資訊系統，並搭配上上述制度面及標準化工作，尚有努力空間。
4. 發展資料視覺化（data visualization）技術  
環境資訊系統對空間地理資訊之需求極為殷切，未來宜妥善運用適當工具軟體，在環境資料轉換成圖表等視覺化展示方式，以支援政策評析工作。
5. 建立資料品質管控技術與作業規範，並加以落實  
假設採樣及檢測實驗等完全符合標準作業程序，但是資料在輸入時，或是整合到資料庫時發生資料錯誤，則勢必前功盡棄。解決資料品質課題宜由不同層面加以克服，制度面與技術面的設計很重要，但如何確保實際從事資料蒐集、檢測的工作人員在工作上落實更為重要。
6. 發展關鍵性的環境應用服務及系統  
運用開放資料（Open Data）服務模式，將資料與系統切開；開放環境資料給公眾增值利用，激發創意，促成政府資料產業發展之新契機，並讓民眾感受到環境資料不可或缺的效益。

#### 參考文獻

- (一)魏賢清、方志偉譯，環境保護的公共政策，上海三聯書店（2006年）
- (二)行政院環境保護署，研擬新世代全國空氣品質監測系統發展綱要計畫，EPA-98-L105-02-201（2009年）
- (三)行政院環境保護署，環境水體水質監測作業整合先期規劃，EPA-101-L101-02-203（2012年）
- (四)行政院環境保護署，環境監測與資訊發展 25 週年紀實（2012年）
- (五)UNEP Global Environmental System, Planning of Water Quality Monitoring Systems, Final Draft（2012年）
- (六)行政院環境保護署，環境保護 25 年回顧與展望（2012年）
- (七)行政院環境保護署，土壤及地下水污染整治（2012年）



## 第九章 結論與建議

水資源、空氣品質及氣候變遷、廢棄物及毒物管理、土壤管理、環境影響評估制度等是目前行政院環境保護署之主要業務，也是與公眾息息相關之環境議題。從國際間環境永續評比指標(ESI)來看國內的環境品質，像是自來水普及率、再生水利用、山坡地保育、海岸流失、河川水庫污染、農藥與化學肥料使用量、固體廢棄物處理、有毒廢棄物產生量、資源回收、都市空氣污染(懸浮微粒)、燃料燃燒排放 CO<sub>2</sub>、溫室氣體排放量等各項指標，2004 年的評比曾在 146 國中掛車尾(聯合報 A6 版，2005 年 1 月)。我國 ESI 分數 32.7，與分列前 2 名的芬蘭(75.1)、挪威(73.4)相差甚遠，雖然可能部分因為指標資料庫缺漏未能與國際接軌導致，卻也顯示我國整體環境永續性極待努力。另依據環保署 2008 年底完成的「台灣環境品質目標分析及改善專案工作計畫」委託研究，台灣環境負荷指標多數高於其他國家，環境品質僅少數項目與先進國家並駕齊驅；依循經濟發展水準和環境品質應具對稱性原則，該項報告建議將 2027 年台灣環境品質達到與瑞士或日本 2008 年水準列為策略目標。皆顯示國內環境品質大多數與先進國家仍有一段落差，有賴政府與全民共同努力才能達到先進國家的水準。

台灣經過過去至少 25 年(環保署成立迄今)環境保護的努力，部份環境品質之改善有目共睹，但仍有不少環境品質指標與先進國家相較尚有相當大的改善空間。加上面對近十年來海島型氣候變遷及澇旱災情明顯加劇，極端氣候趨於常態化，環境惡化帶來的禍患，如颱風帶來巨大水土災害，與屢登熱門關注話題版面的蘇花高、2005~2011 年大型國光石化投資案、2011 年塑化劑事件、2013 年悠活渡假村開發案等造成的環境與健康風險，以及與環境負荷密切相關的能、資源消耗問題，都是需要加強跨部會合作的議題。現行低水價，低油、電價之政策必須儘早修正，才能改變國人消費行為，減少環境生態負擔以及激勵再生能、資源產業創新發展。中國大陸十二五規劃推動的「資源節約型」與「環境友善型」之兩型社會，值得我們借鏡。

以下綜合本篇各章關於國內環境品質專題重點，臚列幾項具體成效及需待加強努力重點，以「綠燈亮點」代表肯定成效良好，「黃燈裝備點」代表提醒未來需要加強改善，「紅燈警示點」代表惕勵未來亟需檢討修正改善，並對台灣環境品質之變遷與展望提出建議，供後續施政參考。

## 一、具體成效及待改善重點

### (一) 綠燈亮點：

#### 1. 水環境品質

- (1) 都會區自來水供水普及率高，包括台北、高雄市，皆與世界各大城市趨近 100%。
- (2) 河川污染嚴重河段縮短，重點河川溶氧量大於 2mg/L 的改善目標已有相當成效；都會型河川的整治，也明顯改善景觀與提升都市生活品質。

#### 2. 環境空氣品質與氣候變遷管理

空氣品質不良率(PSI>100 的站日數比率)，自 1990 年高峰期後，由 1994 年的 7% 逐年降到 2012 年的 0.95%，改善率達 86%，歷年 PSI 平均值均符合空氣品質標準且逐年改善。

#### 3. 環境廢棄物與毒化物管理

- (1) 生活垃圾已完全清運，妥善處理率達 99.99%，並推動「全分類、零廢棄」，將垃圾分為資源、廚餘及垃圾等 3 類。資源回收量逐年增加，垃圾清運量則持續下降。全國平均每人每日垃圾清運量由 1989 年 0.86 公斤降為 2012 年 0.4 公斤。垃圾資源回收率自 1998 年 6% 增加到 2010 年 48.82%，大幅成長，與南韓(2004 年 49.2%)、德國(2009 年 46.6%)相當；而 2012 年資源回收率更上升至 54.36%。另推動廚餘減量納入一般垃圾清運系統及再利用，為世界首見，2012 年廚餘回收再利用量達 83 萬公噸，平均每日 2,284 公噸。
- (2) 工業廢棄物回收再利用率超過 85%，為全球排名最前之佼佼者；另農業廢棄物與營建廢棄物再利用率也超過 80%。
- (3) 公告毒化物限制使用並建立分類管理制度、健全毒災防救體系，推動預防整備措施、及建置中央毒災應變能量，協助相關救災單位處理化學品事故。

#### 4. 環境影響評估制度

「環評法」自 1994 年 12 月公布施行，主為預防環境破壞、避免公害糾紛。20 年來已逐漸建立完整的環評制度，做為開發行為與環境保護間平衡的平台。

### (二) 黃燈裝備點：

#### 1. 水環境品質

- (1) 自來水未能直接生飲，與世界已開發國家之自來水多可直接生飲相較，還有差距，宜儘速投入經費及採取有效管理措施改善，以符先進國家之水準。
- (2) 水庫水質優養化數雖有減少，已由 2001 年的 10 座下降至 2012 年的 4 座；但優養化程度仍屬惡化程度，宜儘速研發解決方式。
- (3) 污水下水道普及率 21.7%(2012 年)，污水處理率 43.8%，與鄰近韓國下水道



普及率 50%、日本 65%、新加坡近 100%相較仍偏低。另回收水再利用應加強，可借鏡新加坡(20%)、韓國(10.9%)，不僅應獎勵產業界使用，地方政府更應放棄本位主義，做整體水資源有效運用之考量，優先提供再生使用，珍惜有限的水資源。

- (4) 比較世界各大都市自來水漏水率，國內自來水漏水率為 21.0%(汰換率 0.37%)，雖優於香港、倫敦(均為 26%)，卻遠高於東京(3%)和新加坡(4.2%)，仍應積極投入硬體改善與軟體管理以降低漏水率，提昇水資源之有效利用率。

## 2. 環境空氣品質與氣候變遷管理

- (1) 粒狀污染物 PM<sub>10</sub> 及臭氧 O<sub>3</sub> 為國內空氣污染主要項目，並有 PM<sub>10</sub> 不符合日平均標準、或 O<sub>3</sub> 不符合 8 小時或 1 小時標準等情事，以台北、台中、高雄三都與其他國家重要城市相較，PM<sub>10</sub> 比中國大陸之北京、上海、廣州、新加坡、印度等低，但比東京、京都、紐約、舊金山、巴黎等地要高，但還有努力空間；SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 和亞洲、美國、法國等大都市相近，但 O<sub>3</sub> 與其他國家相較，則有明顯差距。
- (2) 因應氣候變遷的溫室氣體減量工作，尚缺明確法制規範與定期政策方向調整的溝通管道及部會合作，執行力道較弱。雖於 2012 年 5 月先公告「二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、六氟化硫及全氟化碳為空氣污染物」以「空污法」推動減量工作，唯執行上面對適法爭議及能源供給配套機制未成熟前，難以全面推展。宜配合產業與能源結構改變，檢討修訂適宜可行的溫室氣體減碳目標與進程。

## 3. 環境廢棄物與毒化物管理

- (1) 一般事業廢棄物處理尚未盡妥善，代清除機構清運動態及最終處置亦未能隨時掌握、追蹤、稽查，致非法傾棄事件仍未能根絕。
- (2) 營建或房屋裝修廢棄物未能落實分類，可供再利用、再生使用建材流通機制並未建立，再使用率應可再提升。
- (3) 對具可資源化廢棄物與有害廢棄物之輸出入管制策略不明，有礙國內資源化產業之生根發展，亦有違反巴賽爾公約有害廢棄物境外輸出之精神。

## 4. 土壤與土地管理

- (1) 相較於世界各地的污染場址數，我國以農地灌溉用水含「重金屬」污染為首要原因，其中多數來自事業廢水，應積極檢討或著手處理灌排分離；而農藥、化學肥料高密度使用與殘留蓄積，對環境產生惡性循環，不利農地的永續利用。
- (2) 對已受污染場址之監測、整治曠日費時，不利有限土地之永續利用，且可能間接造成妨害國民健康。

## 5. 環境影響評估制度

- (1) 二階段環評制度實施以來，對於大規模或鄰避性設施應否直接進行二階段環評，民眾與主管機關之環評審查委員會常或有不同看法。
- (2) 對於健康風險評估已訂出審議規範，其他環境因子(如噪音、振動、輻射等)是否也應逐步訂定相關的標準，使環評及開發業者、環評委員有所遵循。
- (3) 現階段環評委員會具有否決權，常成為爭議的焦點，是未來檢討的關鍵項目。

### (三) 紅燈警示點：

#### 1. 水環境品質

節約用水不足，自來水水價偏低不足以以價制量。台灣地區每人每日用水量約 268 公升(2010 年)，生活用水及農業用水無效用水量(含漏水量)每年達 38~63 億噸，佔每年總可用水量 180 億噸的 1/5~1/3，損失極大。而新加坡的水資源規劃已逐步做到每人每日 150 公升的目標；而依 2010 年統計，水費負擔率，英國 1.25%、日本 0.96%、韓國 0.32%、香港 0.23%，台灣僅 0.16%，水價過低，也與世衛組織建議合理自來水費負擔占消費支出 1~2% 標準尚有一段距離。

#### 2. 環境影響評估制度

2005、2008 年相繼於雲林、彰化的國光石化投資開發案、2013 年屏東悠活開發案、或是環評結論被行政法院撤銷等環評事件屢生爭議；環評作業與過程，從開發業主到地方政府、中央政府、利益團體、地區民眾等無一滿意。衝突與抗爭衍生的社會成本大，企業投資受到制肘，不僅逐漸喪失競爭優勢，且造成不少產業外移，直接影響國內經濟發展。宏觀面而言，經濟的衰退勢必連帶影響地方繁榮，及人民就業機會，而經濟與環境生活品質也將同時受到負面衝擊。

面對國家永續發展之前瞻需求，雖然各界都能同意以環境影響評估(EIA)制度作為國家環境管理政策的基石，使國家有限自然資源作整體性規劃利用。但是應該檢討現行環評制度存在的問題，包括是否確能容觀與容納更多的溝通，明確規範參與各方的遊戲規則與及開發單位需遵循的標準。此外，更應設定時限，曠日費時之審核，例如國光石化案花了近 6 年兩任政府之無效率環評審查，業界投入超過 5 億元之環評經費，最終仍胎死腹中，不僅造成政府、企業與社會多輸窘境，也影響國家整體經濟發展。

## 二、建議

### (一) 水環境品質管理

1. 整合調整及重組原各權責機關之法令、組織架構及明確分工；強化水庫集水區及水源集水區之水、土、林管理，以涵養水源確保既有水庫的永續利用。

2. 調整水體水質保護策略，依法收取水污染防治費，全面定期清理污染源，維護水源及各種水體用途水質；加速污水下水道建設，受益者付費以強化設施維護，確保使用安全與壽命；污水處理水回收再生為第二水源，以減少浪費並充裕水資源。
3. 以供定需，做為未來水資源管理策略；合理調整自來水水價，採累進費率計價，以價制量；發行自來水特別公債籌募財源，加速降低漏水投資與管理，維護自來水設施使用壽命。

## (二) 環境空氣品質與氣候變遷管理

1. 為維護環境空氣品質，建議以 WHO 標準為目標，修訂我國環境空氣品質標準；對於固定和移動污染源的管制，持續加強與事業主管機關經濟部、交通部合作，諸如提升能源效率、淘汰或輔導高污染工業，加速汰換老舊車輛、抑制車輛數量成長等措施。
2. 區域性污染物減量對空氣品質改善能達成具體績效，建議檢討空氣品質防制區的劃定，研訂各類污染源排放係數，加強監測並分階段降低受長程境外傳輸影響的沙塵暴、酸沈降指標等。
3. 為達到有效溫室氣體管理，檢討修訂階段減碳目標，儘速評估原訂目標落實之可行性與對產業的影響及建立因應做法；在法制方面，應加強立法、行政、產業界的溝通，將「溫室氣體減量法」提升其位階，如仿韓國制訂「綠色成長基本法」，同時規範政府、國民與企業應配合遵循事項，而不應僅規範產業之減量或考量修改為「氣候變遷減緩法」，以有效落實氣候變遷之預防(含溫室氣體減量與調適)。

## (三) 環境廢棄物、土壤地下水與毒化物管理

1. 以邁向「零廢棄、全回收」的「資源循環型」與「環境友善型」社會為願景目標，並以供應鏈及物質流聯結物料、產品及廢棄物管理等政策及措施，加強廢棄物搖籃到搖籃的管理，減少資源使用，促進資源再生，達成資源永續利用；妥善規劃廢棄物處理設施與強化再生機制、嚴格要求事業廢棄物再利用。
2. 推動土壤污染分級分區管制與污染預防管理政策，健全健康風險評估機制，訂定經濟誘因獎勵措施，引進民間投資開發，加速污染土地整治再利用。
3. 積極進行毒化物管理法規修訂，與國際化學品管理制度接軌；健全化學物質安全資訊、加強毒化物流向調查，有效管控運作風險、穩定維持毒災應變能量。

## (四) 環境影響評估制度管理

1. 修訂完備的議事規範，也有助於專家會議、公民會議等能在相互尊重與充分溝通的遊戲規則下發揮環評機制的功能。
2. 環評內涵在於公開、客觀，環評過程應加強公眾參與和資訊公開，但程序或可適度簡化。

3. 加強環評審查公信力，涉及審查基準應明確且公正客觀、審查後能在環境涵容能力範圍內。持續建立並驗證評估模式、界定參數範圍，以減少評估誤差、提昇評估可信度。
4. 提高環評作業效率，包括充分供應環境資訊、作業方式明確易行、確保技術顧問機構作業品質良好等；檢討「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」，篩選該實施環評的開發行為，並排除依其他環境法令即足以管制者；環評之變更程序(差異分析)應簡化，例如對環境之影響變更輕微者可採報備制。
5. 儘速檢討劃設不可開發區與限制發展區，訂定區域環境總量，強化環評預審功能，供開發單位規劃評估時得以因應、避免選擇不當區位。
6. 其他相關建議請參考本社 2011 年 10 月出版「環境影響評估制度與實務」專題報告結論事項。

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

對環境資源部的期望(Ⅱ)—台灣環境品質的變遷與展望 / 歐陽  
嶠暉等作；林志森主編.

-- 初版. -- 臺北市：中技社, 民 102.9

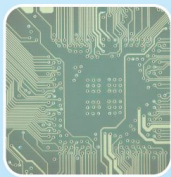
112 面 ; 21×29.7 公分

ISBN 978-986-88170-7-4(平裝)

1. 環境保護

445.99

102018139



財團 中技社  
法人

CTCI FOUNDATION

106 台北市敦化南路2段97號8樓

Tel : 02-2704-9805~7 Fax : 02-2705-5044

<http://www.ctci.org.tw>



使用再生紙印製