

台灣永續發展指標系統

新竹分所 李素珍

一、前言

雖然科學家無法確定全球暖化對劇烈天氣的影響，但指出溫室氣體排放量的增加可能促使全球暖化，而最近反常的極端氣候，如暴風雪、旱災及水災等都深深影響社會經濟，去年台灣的八八水災也重創南台灣。科學家指出暖化會導致全球升溫，然而去（2009）年冬天至今（2010）年元月，為何全球有些地區遭暴風雪覆蓋？而有些地區卻逢旱災或驟熱？氣象專家指出，暖化正是風雪冰封北半球的元凶，因此，全民都應有共識配合政府政策來節能減碳，為減緩全球的暖化盡一份力量。本文簡略說明「台灣永續發展指標系統」供讀者參考，並期國人共同努力，朝向低碳社會邁進，期使國家可以永續發展。

二、聯合國永續發展委員會「永續發展指標系統」

聯合國永續發展委員會於 1996 年建立「永續發展指標系統」，縱向面分為社會、環境、經濟及制度等 4 類，橫向面以 D S R 為架構，D 為 Driving force（驅動力）；S 為 State（現狀）；R 為 Response（回應），其中 D 有 42 項、S 有 53 項、R 有 37 項，共計 132 項指標。目的為鼓勵世界各國研發永續發展之指標，除提供各國在評選指標與決策過程的參考外，並鼓勵各國依國情特色與發展需求，選擇或修正指標內容與評估方法，據以建立符合各國實際需求的永續發展指標系統。至目前聯合國分別於 2001 年及 2007 年兩次改版修正該系統。目前台灣「永續發展指標系統」為參照 1996 年聯合國「永續發展指標系統」制定。故節錄 1996 年聯合國「永續發展指標系統」之內容（龐元勳與錢玉蘭，1998）供參。

(一)社會面

包括對抗貧窮、教育及訓練與公眾意識、保護及促進人類健康、促進人類永續安居發展、人口動力與永續發展等 5 個領域。

(二)經濟面

包括加速國家政策永續發展的國際合作、改變消費形態、財政資源及機制、環境技術轉移等 4 個領域。

(三)環境面

包括確保乾淨水資源的品質與供應、海洋及海岸區保護、土地資源整合規劃與管理、對抗沙漠化及乾旱、山區永續發展、促進永續農業及農村發展、對抗森林濫砍、保存生物歧異度、生物科技的環境管理、大氣層的保護、固體廢棄物及相關問題的環境管理、毒性化學物質的環境管理、有害廢棄物的環境管理、輻射性永棄物安全及環境管理等 14 個領域。

(四)制度面

包括整合環境及發展的決策、永續發展科學、開發中國家機制及國際合作、國際組統協定、國際法令手段及機制、決策資訊、強化主要族群的角色等 7 個領域。

三、台灣現行「永續發展指標系統」

行政院於 2002 年 12 月就已核定「國家永續發展行動計畫」，由各部會積極推動，建構國家層級的永續發展指標系統。台灣「永續發展指標系統」係參照聯合國 1996 年公布之「永續發展指標系統」而制定，經考量資料取得之可行性、穩定性、與公共政策連結之意義、與國際接軌之可能等，選擇具有永續發展意義與代表性的指標，區分為海島台灣（Island Taiwan）與都市台灣（Urban Taiwan）兩個體系，涵括環境污染、生態資源、社會壓力、經濟壓力、制度回應、都市永續發展等 6 個領域 42 項指標，建構出台灣「永續發展指標系統」。行政院永續發展委員會於 2004 年 6 月首度發布「台灣永續發展指標系統」，之後每年

均與前一年度作比較，逐一檢討各項指標是否背離永續，2009 年為第 6 次發布。「台灣永續發展指標系統」之公布，除了讓各界瞭解我國永續發展趨勢與變化，作為政府施政參考外，也讓國際瞭解我國在推動永續發展上所做的努力，並期藉由永續指標系統的發布，促使國民能共同關心及參與國家永續發展工作。

「台灣永續發展指標系統」涵括環境污染、生態資源、社會壓力、經濟壓力、制度回應與都市永續發展等 6 大部分，其中環境污染又包括氣域（二氧化碳排放量、空氣品質平均值）、水域（受輕度污染以下污染河川比率、水庫品質）、陸域（廢棄物資源回收率、低放射性固化廢料成長率）；而生態資源包括非資源生產地面積比、天然海岸比例、未受損失森林面積比、實際耕地面積比、單位勞力漁獲量、生態敏感地、有效水資源等；社會壓力包括每人每日垃圾量、檳榔種植面積、公害陳情案件受理統計、癌症死亡率、傳染病感染率、失業率；經濟壓力包括每戶家庭擁有電腦的比率、每人國產水泥消費量、農藥消費量佔農產產值比率、製造業用水量佔工業生產價值比率、製造業用水量佔工業生產價值比率、製造業勞動生產力指數、能源使用效率；制度回應包括環保生態預算支出、政府實施各種鼓勵綠色產業的財稅措施個案增加率、環境影響評估完成審查案件比率、污水下水道處理率、制訂禁用或嚴格限用的化學品數量、環保標章核發使用量、民間團體與政府合作參與生活環境改造計畫之程度；都市永續發展包括都市平均每人所得、都會區小汽車持有率、大眾運輸乘客人次、都市化面積擴張率、都會區每年空氣嚴重污染比率、每人享有公園綠地面積、都會區主要河段中度以上污染長度比。

以下簡略說明國內 2009 年第 6 次發布「台灣永續發展指標系統」中，「環境污染部分」之二氧化碳排放量、PSI 平均值、受輕度污染以下污染河川比率、水庫品質、廢棄物資源回收率、低放射性固化廢料成長率等之指標與永續發展推動成效供參，並期國人共同努力，朝向低碳社會邁進，使國家可以永續發展。

(一) 二氧化碳排放量指標

1. 目標

穩定或降低二氧化碳排放量。

2. 指標定義

每年台灣地區二氧化碳的排放量，但不含農林地吸收量（Land Use Change and Forest）。

3. 指標計算式

年二氧化碳總排放量/年中人口數。

4. 推動成效之趨勢分析

目前國內尚未管制二氧化碳排放量，加上計算基礎源自於燃料使用量，因此會隨著經濟產值的上升而呈現出年年增加的趨勢。因二氧化碳的排放量係根據各種類別燃料的消耗量加以推估，因此二氧化碳的成長與燃料消耗量的增幅一致，且與時間呈高度的線性關係。我國之溫室氣體以二氧化碳為最主（超過 80 %）。二氧化碳的排放量自 1988 年至 2007 年持續上升，2008 年稍減緩（表 1），為背離永續，顯示我國的能源及產業結構均需調整。

表 1. 台灣燃料燃燒排放二氧化碳統計表

年	二氧化碳排放總量（公噸）	台灣地區年中人口總數	二氧化碳人均排放量（公噸 /人）
1988	98,977	19,839,703.5	4.99
1989	107,923	20,055,492.0	5.38
1990	110,502	20,278,946.0	5.45
1991	120,154	20,503,568.0	5.86
1992	129,376	20,704,226.5	6.25

1993	139,523	20,899,019.0	6.68
1994	148,222	21,086,645.0	7.03
1995	156,182	21,267,652.5	7.34
1996	164,937	21,441,432.0	7.69
1997	176,339	21,634,124.0	8.15
1998	188,459	21,835,703.0	8.63
1999	197,306	22,010,489.0	8.96
2000	214,248	22,184,529.5	9.66
2001	218,813	22,341,120.0	9.79
2002	227,345	22,463,172.0	10.12
2003	237,289	22,562,663.0	10.52
2004	249,124	22,646,836.0	11.00
2005	257,256	22,729,752.5	11.32
2006	265,273	22,823,455.0	11.62
2007	268,881	22,917,443.5	11.73
2008	256,974	22,997,696.0	11.17

資料來源：經濟部能源局、內政部戶政司。

(二) 空氣污染指數 (Pollutants Standard Index, PSI) 平均值之指標

1. 目標

PSI 平均值的持續降低。

2. 指標計算方法

由懸浮微粒、二氧化硫、一氧化碳、臭氧、二氧化氮五種污染物計算副指

數，然後取副指數之最大值。

3.指標計算式

採 PSI 全年監測之平均值。

4.推動成效之趨勢分析

PSI 值越高表示空氣品質越差。PSI 平均值在 1994 年至 1997 年呈減緩趨勢，1998 年至 2003 年指標值呈現持平。2004 年突增至 60，2005 年略降至 59，與 1996 年之水準相近。2004 年的突增原因，可能是景氣復甦導致。從歷年監測結果來看，近五年空氣品質維持在 57 至 60 之間，仍有改善空間（表 2）。

表 2. PSI 年平均值統計表

年	PSI 年平均值
1994	61
1995	60
1996	59
1997	58
1998	56
1999	56
2000	56
2001	56
2002	56
2003	56
2004	60

2005	59
2006	58
2007	58
2008	57

資料來源：行政院環保署監資處，台灣地區空氣品質監測報告。

(三) 受輕度汙染以下汙染河川比率之指標

1. 目標

受輕度汙染以下汙染河川比率為 100 %。

2. 指標計算式

$(\text{未受汙染河川長度} + \text{受輕度汙染河川長度}) / \text{河川監測總長度}$ 。

3. 推動成效之趨勢分析

以河川汙染指數 (river pollution index) 界定河川總監測長度中受輕度汙染以下汙染河川與總監測長度之比率，比率高則表示河川受汙染的程度較低。汙染指數為計算溶氧量、生化需氧量、懸浮固體、氨氮四種物質濃度的積分，積分高則表示受汙染的程度較高，若河川水體的品質愈來愈差，顯示背離永續。

過去 20 年間，受輕度汙染以下汙染河川之比率呈現不規則的波動，顯示國內對於河川水質的改善並未能拿出有效的措施。整體而言，可以 2001 年為分界點，1988 年至 2001 年，河川汙染情形日益惡化，受輕度汙染以下河川比率由 1988 年的 77.40 % 逐年下降至 2001 年 71.45 % 的最低點，而後至 2006 年之間，又逐漸提升至 74.51 %，顯示近年來環保機關在水汙染管制及河川水質改善上的努力已逐漸顯現成效，然而尚未超越 1988 年的水準 77.40 % (表 3)，顯示還有改善的空間，亟待各相關政府機關的通力合作以及長期且全面的河川水質改善策略。

表 3. 台灣河川污染程度表

年	未受污染河川長度 (公里)	受輕度污染河川長度 (公里)	河川監測總長度 (公里)	受輕度污染以下比例 (%)
1988	1965.20	287.80	2910.80	77.40
1989	1974.40	197.60	2889.30	75.17
1990	1933.30	230.50	2889.30	74.89
1991	1983.50	239.40	2938.90	75.64
1992	1803.90	368.80	2938.90	73.93
1993	1796.30	408.60	2938.90	75.02
1994	1857.20	361.10	2934.01	75.61
1995	1882.60	337.90	2934.01	75.68
1996	1816.10	302.40	2911.70	72.76
1997	1890.80	296.20	2934.01	74.54
1998	1887.70	272.40	2934.01	73.62
1999	1942.93	222.78	2934.01	73.81
2000	1865.29	353.08	2934.01	75.61
2001	1808.88	287.62	2934.01	71.46
2002	1812.55	349.74	2904.21	74.45
2003	1726.16	389.95	2904.21	72.86
2004	1860.10	284.80	2904.21	73.85
2005	1864.91	287.78	2904.21	74.12
2006	1922.70	263.30	2933.92	74.51

2007	1811.70	233.20	2933.92	69.70
2008	1912.30	264.90	2993.90	74.21

資料來源：行政院環保署統計室，環保統計年報。

(四) 水庫品質

1. 指標定義

在水庫監測資料中，以葉綠素、透明度、總磷等存在量為水庫優養化指標。Carlson 優養指數小於 40 為貧養，介於 40 到 50 為普養，大於 50 為優養。

2. 指標計算式

(未受污染河川長度+受輕度污染河川長度) / 河川監測總長度。

3. 推動成效之趨勢分析

由歷年水庫 Carlson 優養指數加權平均值分佈 (表 4)，只有 1997、1998 年超過優養值 50，分別為 50.28 及 50.04，其餘年度值均小於 50。而近六年自 2001 年的 48.26 漸降至 2004 年的 45.09，達最低點後又逐漸上升，2006 年達 46.25，而近二年指數又降低，變化趨勢已趨向永續發展。雖然如此，隨著台灣人口不斷增加，而異常天候比率又日漸增高，水庫水質的控制更面臨嚴峻的挑戰，需要有關當局擬定長期的管理策略以為因應。

表 4. 水庫水質優養化分析表

年	Carlson 優養指數加權平均值
1994	43.64
1995	43.36

1996	47.58
1997	50.28
1998	50.04
1999	44.35
2000	43.49
2001	48.26
2002	47.08
2003	45.59
2004	45.09
2005	45.91
2006	46.25
2007	43.73
2008	43.76

資料來源：行政院環保署水保處，環保統計年報。

(五) 廢棄物資源回收率

1. 指標定義

所謂的廢棄物資源回收率，是指每年全國所清運的固體廢棄物中，被回收處理之比率，其中包括巨大垃圾（自 2005 年起）、廚餘回收、資源回收三大類。

2. 指標計算式

$$\text{資源回收率} = (\text{資源回收量} + \text{廚餘回收量} + \text{巨大垃圾再利用量}) / (\text{垃圾清運量} + \text{資源回收量} + \text{廚餘回收量} + \text{巨大垃圾再利用量})$$

3. 推動成效之趨勢分析

環保署自 1997 年 1 月起推動「資源回收四合一」，確保資源垃圾確實回收再利用或妥善處理，此指標自 1997 年才有統計資料，至 2006 年為止，資源回收率有明顯的增加。其主要原因在於環保署自 2005 年 1 月起實施第一階段垃圾強制分類，選定台北市、高雄市、基隆市、台南市、新竹市、嘉義市、宜蘭縣、高雄縣及台中縣等九個縣市實施，大幅增加資源回收率。而自 2006 年 1 月起則擴大為全國 23 縣市全面實施，資源回收率更持續上升至 2008 年的 42.50（表 5）。未來如何提高民眾進行垃圾分類的實際成效，將直接影響本指標長期發展的趨勢。

表 5. 廢棄物資源回收率統計表

年	資源回收量 (公噸)	廚餘回收量 (公噸)	巨大垃圾回收量 (再利用量)(公噸)	垃圾清運量 (公噸)	資源回收率 (%)
1998	111,753	528	0	8,880,775	1.25
1999	149,876	19,493	0	8,565,699	1.94
2000	477,856	2,782	0	7,875,511	5.75
2001	584,333	216	0	7,254,841	7.46
2002	878,319	3,706	0	6,723,639	11.60
2003	1,048,981	167,304	0	6,139,050	16.54
2004	1,392,715	299,264	0	5,862,890	22.40
2005	1,756,035	464,201	29,575	5,525,253	28.94
2006	2,107,037	570,176	28,646	5,032,672	34.97
2007	2,408,429	662,791	31,230	4,873,237	38.90
2008	2,497,985	691,194	44,469	4,374,153	42.50

資料來源：行政院環保署統計室，環保統計年報。

(六) 低放射性固化廢料成長率

1. 指標定義

由核廢料固化成長率決定核廢料管理指標。

2. 指標計算式

成長率 = (近 3 年平均年產量 - 前 3 年平均年產量) / 前 3 年平均年產量

3. 推動成效之趨勢分析

當成長率為負值時，顯示廢棄物產量呈遞減之趨勢；當成長率為正值時，顯示廢棄物產量有增加之趨勢。歷年三座核能電廠固化廢棄物年產量與成長率如表 6，核能電廠固化廢棄物年產量逐年減少。1986 年前低放射性固化廢棄物成長率為正值，代表背離永續（主要是核二廠與核三廠分別自 1981 年與 1984 年開始產生低放射性固化廢棄物）；從 1988 年以後廢棄物成長率皆為負值，代表朝永續方向邁進。1998 年及 1999 年廢棄物成長率最佳，分別為 -56.26 及 -54.90。自 2000 年又開始上升，至 2007 年又朝永續方向邁進。

表 6. 核能電廠歷年低放射性固化廢棄物統計表

年	核一、二、三各廠低放射性固	核一、二、三各廠低放射性固	廢棄物成長率 (%)
---	---------------	---------------	------------

	化廢棄物產量(桶)-近三年均量	化廢棄物產量(桶)-前三年均量	
1988	7,011	10,252	- 31.61
1989	7,343	8,416	- 12.75
1990	6,499	7,624	- 14.76
1991	6,401	7,011	- 8.07
1992	5,111	7,343	- 30.40
1993	4,963	6,499	- 23.63
1994	4,402	6,401	- 31.23
1995	4,232	5,111	- 17.20
1996	3,450	4,963	- 30.49
1997	2,438	4,402	- 44.62
1998	1,851	4,232	- 56.26
1999	1,556	3,450	- 54.90
2000	1,343	2,438	- 44.91
2001	1,130	1,851	- 38.95
2002	954	1,556	- 38.69
2003	849	1,343	- 36.78
2004	749	1,130	- 33.72
2005	749	1,130	- 33.72
2006	531	849	- 37.46
2007	396	749	- 47.13
2008	280	677	- 58.64

資料來源：原子能委員會放射性物料管理局。

四、台灣正研擬修訂「永續發展指標系統」

行政院永續發展委員會 2008 年 12 月會議決議，以聯合國 2007 年「永續發展指標系統」第三版為架構，台灣現行「永續發展指標系統」為種子，並參考國際永續發展相關評比指標，如環境績效指標（Environmental Performance Indicators, EPI）、環境永續指數（Environmental Sustainability Index, ESI）及先進國家永續發展指標，來研擬修訂「台灣永續發展指標系統」，俾與國際接軌。預計 2010 年以永續發展指標系統修正版，計算及公布我國 2009 年永續發展推動成效。

五、「環境永續指數」與「環境績效指標」之國際評比

世界經濟論壇（簡稱 WEF）與相關研究單位，於 2000 年首度提出環境永續指數（Environmental Sustainability Index, ESI），針對世界各國之環境永續性進行研究計算，以作為各國環境永續性評比之依據。2005 年 WEF 公布了 ESI 之全球分數與排行，我國首度被列入排行，然而在 146 國家中台灣排名第 145，顯示台灣在環境永續性方面需加強努力。芬蘭延續幾次第一名之紀錄，挪威、烏拉圭、瑞典和冰島分居 2 至 5 名，日本、南韓、中國、北韓分列 30、122、133、146 名。ESI 指標評估之對象包括全球大部分的國家，以大部分國家所得到的整體計算結果為相對分數，因而降低了主觀意識的影響，且由於 ESI 系統具備國與國之間對照比較的特性，也增加了 ESI 指標系統的說服力及實用性。

環境績效指標（Environmental Performance Indicators, EPI）由美國耶魯大學以及哥倫比亞大學共同進行評比，自 2002 年開始每 2 年彙編一次。分為環境健康、空氣污染、水資源、生物多樣性及棲地、具生產力的天然資源與氣候變遷等 6 個類別、25 項指標。2006 年發表 EPI 指標評比結果，台灣於 133 國家中排名第 24。2008 年 EPI 指標評比，149 國家中，前 4 名依序為瑞士、瑞典、挪威、及芬蘭，日本第 21 名，台灣排名第 40，南韓第 51 名，中國第 105。

雖然 ESI 及 EPI 是依不同目的來設計，但透過所有國家在這 2 個指數的相對排名便具有相當的意義，台灣在 EPI 的評比明顯高於 ESI 的評比，顯示台灣在治理環境現況上績效較佳，但需面對長期的永續性挑戰。作為地球村的一員，台灣仍需加油！

六、結語

一個好的指標是能在發生問題時提出警訊，並協助如何確認與解決問題之所在，而一個好的永續發展指標應能指出在環境、社會及經濟彼此間連結交互作用的問題，並找出問題之所在及協助導引問題之解決之道（於幼華與張益誠，1999）。

全球暖化為人類及生態系統帶來了許多災難，譬如：冰川及永久凍土層融化、珊瑚礁死亡、海平面上升、生態系統改變、洪水、乾旱及暴風雪的災害增加等，這些災難都不再是科學家的預言。面對如此巨大的環境危機，為使地球永續發展，節能減碳人人有責，每個人都可為減緩全球暖化盡一份心力。

參考文獻：

1. 行政院國家永續發展委員會全球資訊網。2010。2009年台灣永續發展指標。
2. 於幼華與張益誠。1999。永續發展指標。環境教育季刊 37：53～74。
3. 龐元勳與錢玉蘭。1998。國際環保資訊-永續發展指標建立之研究。

行政院環境保護署科技研究發展計畫，EPA-87-FA04-03-10。

本文轉載自 2010 年行政院農委會畜產試驗所新竹分所出版之「酪農天地雜誌」第 90 期第 35-43 頁。