

國家資源之永續利用

王塗發*

壹、前言

在時序進入二十一世紀的倒數時刻，也正是台灣邁向轉型改造的關鍵時刻。目前的台灣，在經濟方面，平均每人國民所得已達一萬三千美元，正由新興工業化國家邁向已開發國家之林；在政治方面，威權體制早已解體，一黨專制的局面已轉為多黨競爭的政黨政治體制；在社會方面，節儉美德已逝，守望相助之風不存，貧富差距擴大，功利主義大行其道，浮華、奢侈、浪費的風氣盛行，而導致「貪婪之島」之譏；在環境方面，婆娑之洋中的「美麗之島」已逐漸失去昔日美麗的容貌，而淪落至被譏為「豬圈」般的「垃圾之島」。而台灣環境的敗壞，則與過去半個世紀的快速工業發展有密切的關係。

人類自產業革命之後，工業快速成長。由於工業生產消耗大量的資源，且排放大量的污染物，工業化的結果，乃對全球自然資源與環境生態產生相當大的負面衝擊，如臭氧層的破壞、溫室效應、酸雨、毒性廢氣物之擴散、海洋與河川的污染、熱帶雨林及森林的濫伐、野生生物的滅絕等。這些環境生態問題將對未來的經濟發展產生限制的作用。有鑑於此，聯合國大會乃於 1983 年 12 月決議成立世界環境暨發展委員會(World Commission on Environment and Development)，擬就全球發展逆退與環境惡化的問題詳加調查，並研擬一套長期的環境策略。該委員會調查研究的結果，於 1987 年提出一份報告書「我們共同的未來」(Our Common Future)，特別強調「永續

* 本文作者為國立台北大學經濟學系教授兼主任。

發展」(sustainable development) 的理念。「永續發展」意指滿足當代人的需求而不損及後代子孫滿足其需求的發展(WCED, 1987), 是兼顧經濟成長與環境保護, 並考量跨世代間的社會公平的發展型態。在 1992 年 6 月間於巴西里約舉行的「地球高峰會議」中, 「永續發展」即為一百五十多個與會國家所共同關切的焦點。此後, 「永續發展」即成為世界各主要國家所追求的理想目標。

同時, 自 1980 年代以來, 國際環保意識高張, 環保運動風起雲湧, 綠色風潮席捲全球。不僅消費者要求消費綠色產品(指低耗能、少污染的產品), 一些先進國家的政府也獎勵生產綠色產品。例如, 在 1992 年, 美國環境保護總署(EPA)發起能源之星電腦計畫(Energy Star Computer Program), 鼓勵廠商參與設計、製造低耗電量的個人電腦(亦即所謂的綠色電腦)。該計畫的首要目標是防制環境污染, 而以要求省電 50-70% 的產品為開端(因為節約能源或省電, 可以降低污染), 凡合格之產品皆頒發能源之星標章, 以鼓勵消費者購買。美國總統柯林頓更簽署行政命令, 自 1993 年 10 月 21 日起, 聯邦政府採購之資訊產品, 必須符合美國環境保護總署所頒發的規格(王塗發, 1994)。有些國家則要求某些商品必須取得環保認證(如 ISO14000)¹, 始得進口。

未來二十一世紀將是環保世紀, 任何國家的產品若不符合國際上所要求的環保標準, 甚至沒有取得 ISO14000 的認證, 不但很難被具有環保意識的綠色消費者所接受, 而且很可能會受到各國的貿易抵制, 而無法在國際市場

¹ ISO14000 乃是歐洲國際標準組織(ISO)在 1996 年 9 月所訂定的環境管理系統標準。ISO14000 與過去世界各國在環境管理方面著重管末端(end of the pipe)管制的最大不同, 在於採用產品生命週期(life cycle)的環境管理, 從原料的開採、輸送、製造 / 加工、運銷, 到產品的使用、廢棄等整個產品由搖籃到墳墓的過程, 都要徹底地檢討、管制其對環境的衝擊。ISO14000 包含二十多個標準。其中有兩項可以申請認證: 一項是針對組織的環境管理規章, 另一項是針對產品的環保標章。

上與人競爭。相反的，一個企業若能做好環保工作，使其產品能取得 ISO14000 的認證，或其他國際環保標準的認證，必能廣獲國際上綠色消費者的歡迎。

面對「永續發展」的綠色潮流，在未來的新世紀中，台灣的發展究竟該如何定位，乃是值得國人深思的課題。而本文則將探討：如何有效利用國家資源，來促進台灣的「永續發展」。

本節說明本文的研究動機與目的，已如上述。下一節將先介紹整體國家環境資源的現況，並分析當前的問題。第三節提出資源永續利用之理念與原則，以及相關的政策與措施。最後一節為簡單的結論與建議。

貳、現況與問題分析

廣義的國家資源應包含人力資源與自然資源；狹義的國家資源則係指國家統治權所及的自然資源，即領土範圍內的土地及其所承載的山川、森林、空氣、以及其下所蘊含的礦物與水資源等。本文將僅探討狹義的國家資源。以下將分別就環境、能源以及土地開發的現況與問題進行分析。²

一、境現況與問題

台灣的環境負荷早已高居世界前茅。台灣的工廠密度為每平方公里 2.66 家，是日本的 2.4 倍，美國的 65 倍；台灣的汽車密度為每平方公里 129 輛，是日本的 0.8 倍，美國的 6 倍；機車密度為每平方公里 330 輛，是日本的 7.3 倍，美國的 330 倍；台灣的養豬密度為每平方公里 280 頭，是日本的 10 倍，美國的 47 倍；台灣的人口密度為每平方公里 587 人，是日本的 1.8 倍，美國的 21 倍，居世界第二，僅次於孟加拉（參見楊瑪利，1997）。台灣小小的彈丸之地卻背負著如此沉重的負擔，堪稱是大地無法承受之重！

²本文僅探討環境、能源與土地開發問題，比狹義的國家資源之範疇還小，係因篇幅所限，且水資源、魚產資源等其他資源的問題實宜另文深入探討較妥。

隨著工商業之快速發展，台灣每年用水量不斷增加，目前已高達 200 億立方公尺以上，在過去半個世紀擴增了一倍，使台灣水源不足的問題益形嚴重。由於水源不足，農、工業之發展大量仰賴違法超抽的地下水，結果導致沿海各地嚴重的地層下陷。根據估計，每年違法超抽的地下水，幾乎是台灣水庫總取水量的二倍，所造成的地層下陷面積已超過總平地面積的 11%，比四個台北市還大（參見楊瑪利，1997）。同時，涵養水源的森林也不斷地在消失中。台灣森林覆蓋率在日據時代約佔全島面積的 64%，如今只剩 52%。而在現有山坡地中，近十年來由於檳榔、高山茶、高冷蔬菜與果樹等農業的墾植，以及高爾夫球場與休閒遊憩場的關建，已有七十幾萬公頃被濫墾、濫建，約相當於 25 個台北市的面積。過度開發山林使台灣水土不保，導致水庫壽命縮短。據水利單位估計，因泥沙淤積，造成台灣平均一年減少一座明德水庫的蓄水量（見楊瑪利，1997）。

由於台灣過去的工業化過程中，偏重於石化、鋼鐵、水泥、造紙等高耗能、高污染的重化工業之發展，導致台灣環境品質不斷地惡化。以目前國際上特別重視的溫室效應（green house effects）問題為例，根據經濟部能源委員會的資料，一九九〇年我國溫室氣體（green house gases，含二氧化碳、甲烷、氧化亞氮等）之總排放量為 148 百萬公噸，其中因能源使用而排放之二氧化碳（CO₂）約為 118 百萬公噸，占 80%，平均每人 CO₂ 排放量為 5.5 公噸。近年來我國的二氧化碳排放量更是快速增加。一九九七年每人二氧化碳排放量約為 10.28 公噸，較一九九〇年增加約 87%（見自由時報，1997 年 12 月 15 日）。由各部門燃燒燃料所排放之二氧化碳來看，則以工業部門所排放的比例為最高，歷年來一直維持在 59% 以上，其次為運輸部門，再其次為住商部門。在一九九五年，這三個部門排放的二氧化碳所占的比例分別為 59.1%、17.4% 與 15.4%（見表 1）。若發電單獨計算，則發電部門約占三分之一。

表 1、台灣燃料燃燒排放二氧化碳估計量(部門別)

單位：千公噸

年別 \ 部門	工業	運輸	農業	住商	其他	合計
1980	47857 (65.9)	8779 (12.1)	2739 (3.8)	8214 (11.3)	5015 (6.9)	72604 (100.0)
1985	48054 (63.7)	11738 (15.6)	2990 (4.0)	8033 (10.6)	4647 (6.2)	75462 (100.0)
1990	72403 (61.1)	19622 (16.6)	3656 (3.1)	15325 (12.9)	7515 (6.3)	118521 (100.0)
1995	97671 (59.1)	28790 (17.4)	3824 (2.3)	25507 (15.4)	9602 (5.8)	165394 (100.0)

說明：括號內的數字代表百分比。

資料來源：經濟部能源委員會座談會資料（1998）。

工業部門占最高比例的二氧化碳排放量，則與不良的產業結構（太多高耗能產業）有密切的關係。工業部門為最大的能源消費部門；在一九七七年，其消費量占總能源消費量的比重高達 64.1%，此後雖略有下降，但至一九九七年仍高達 57.3%。其次是運輸部門與住宅部門。前者由 11.0% 大幅提高至 16.8%；後者由 10.3% 微增至 11.6%（見表 2）。在工業部門內，消費能源最多的產業為化工業（以化學材料為主）、非金屬礦物製品業（以水泥為主）及金屬基本業（以鋼鐵業及煉鋁業為主），其次為紡織業與木竹、造紙業。而上述這些石化、鋼鐵、水泥、造紙等能源密集產業所消耗的能源占全國最終能源消費的比重，一直高達三分之一以上（一九九七年為 34.7%），但其所創造的實質國內生產毛額（GDP）僅占全國實質 GDP 的 7% 左右（見表 3）。因為這些高耗能產業所消耗的能源相當多，但所創造的實質 GDP 卻很有限，所以導致我國的能源密集度偏高，而能源生產力偏低，同時也帶來嚴重的環境污染問題。這種現象可以反映出我國的產業結構不良（偏重高耗能產業），是造成高二氧化碳排放與高污染的主要原因。

表 2、台灣能源消費量(部門別)

年別\項目	單位：萬公秉油當量							
	工業 部門	運輸 部門	農業 部門	住宅 部門	商業 部門	其他 部門	非能源 消費	最終能 源消費
1977	1332.5 (64.1)	229.1 (11.0)	77.8 (3.7)	215.0 (10.3)	45.2 (2.2)	139.7 (6.7)	40.9 (2.0)	2080.2 (100.0)
1982	1822.6 (62.4)	377.8 (12.9)	98.7 (3.4)	314.8 (10.8)	67.9 (2.3)	194.5 (6.7)	45.5 (1.6)	2921.7 (100.0)
1987	2631.3 (61.7)	576.6 (13.5)	139.1 (3.3)	464.5 (10.9)	115.0 (2.7)	277.2 (6.5)	57.8 (1.4)	4261.6 (100.0)
1992	3340.7 (57.1)	996.7 (17.0)	137.1 (2.3)	685.3 (11.7)	257.2 (4.4)	353.3 (6.0)	85.1 (1.5)	5855.6 (100.0)
1997	4481.3 (57.3)	1316.6 (16.8)	144.4 (1.8)	908.6 (11.6)	391.5 (5.0)	478.3 (6.1)	104.3 (1.3)	7825.0 (100.0)

說明：括號內的數字代表百分比。

資料來源：經濟部能源委員會座談會資料（1998）。

表 3、台灣能源密集工業之能源密度

年別	能源密集工業能源消費		能源密集工業 實質生產毛額		能源密集工業 之能源密集度 (公升油當量 /千元)
	數量 (千公秉油當 量)	占國內 最終消費 比率(%)	金額(91年價格) (百萬元)	占實質 GDP 比率(%)	
1982	10,587	36.24	150,093	6.54	70.54
1987	15,496	36.36	256,258	7.05	60.47
1992	20,284	34.64	335,017	6.52	60.55
1997	27,154	34.7	465,720	6.69	58.31

資料來源：經濟部能源委員會，能源統計月報，1997年12月。

二、能源利用之現況與問題

台灣是個化石能源非常匱乏的國家，在 1997 年的能源總供給量 8,761.2 萬公秉油當量中，自產能源僅占 3.8%，進口能源則占了 96% 以上。我國雖然缺少自產能源，但能源消費之成長卻相當驚人。根據經濟部能源委員會的資料，在 1977 至 1997 年間，我國最終能源消費量由 2,080.2 萬公秉油當量增為 7,825.0 萬公秉油當量（見表 4），增加了 2.76 倍，年平均能源消費成長率達 7.2%。同期間，平均每人能源消費量由 1,248.6 公升油當量增至 3,626.5 公升油當量。而能源消費相對於實質國內生產毛額的彈性值則一直維持在 1 左右（即實質國內生產毛額成長 1%，能源消費就跟著增加 1%）。

表 4、台灣能源消費(按能源別)

年別	總計 (萬公秉油當量)	煤及煤產品 (%)	石油產品 (%)	液化天然氣 (%)	天然氣 (%)	電力 (%)
1977	2080.20	9.1	48.6	-	8.4	33.9
1980	2957.94	8.5	52.1	-	5.9	33.5
1985	3623.36	12.3	48.7	-	3.1	35.9
1990	5200.72	13.5	44.8	0.7	2.3	38.7
1991	5533.47	13.6	42.6	1.5	2.5	39.8
1992	5855.55	13.8	42.8	1.5	2.6	39.3
1993	6197.23	14.2	42.5	1.5	2.4	39.4
1994	6637.13	13.7	43.1	1.6	2.4	39.2
1995	7011.30	13.4	43.2	1.6	2.4	39.4
1996	7343.93	13.5	42.8	1.6	2.3	39.8
1997	7825.00	14.6	41.4	2.1	1.5	40.4

資料來源：經濟部能源委員會提供。

按能源別來看，台灣的初級能源消費以石油為主，其次為煤。表 5 雖顯示電力消費相當接近石油產品之消費，但我國的電力係以火力發電為主(占 60% 以上)，其主要燃料為煤炭與石油，故從初級能源消費結構來看，主要為石油與煤炭。我們亦可從能源的供給結構來觀察，根據能源會的資料，在 1997 年的能源總供給 8,761.2 萬公秉油當量中，石油占了 50.9%，居第一位，煤炭占 29.8% 居次，核能發電占 10.3%，液化天然氣與天然氣占 6.3%，水力發電占 2.7%。由於燃煤與燃油是最主要的污染來源，而我國能源消費結構與供給結構又偏重在石油與煤炭，所以在產業發展過程中自然會造成嚴重的環境污染問題。

這種能源結構，實可反映出我國缺乏適當的長程能源發展策略。檢討過去的能源發展與利用，我們可以發現，我國能源政策偏頗、能源研究發展經費之配置不當、對開發再生能源與推廣汽電共生之努力不足(王塗發，1997)。在能源政策方面，台電公司與能源主管機關一向重視能源之開源甚於節流。在開源方面，則盡最大的力量去推動大型的核能電廠與燃煤電廠之興建，而相對較忽視天然氣發電廠之興建，且對乾淨的再生能源(如太陽能與風力能)的研究與開發之著力更是微乎其微。同時，工業用電又享受較民生與商業用電低二、三成的電價。在這樣的能源政策下，愈是耗電的產業，就享受愈多的獎勵與補貼。結果，自然會導致不良的產業結構，並造成環境品質的惡化。

三、土地開發利用之現況與問題

根據內政部地政司提供於環境白皮書(行政院環保署，1997)上的資料，台灣 360 萬公頃土地，截至 1996 年 6 月底止，已測量登記的土地面積為 193 萬 3 千餘公頃，占總面積的 54%。其中都市土地面積 44 萬餘公頃，占台灣總面積的 12%，已登記土地面積的 23%；非都市土地面積 149 萬 3 千餘公頃，占已登記土地面積的 77%。都市土地中住宅區面積 6 萬 1 千餘公頃，占 54%；

商業區面積 7 千餘公頃，占 2%；工業區面積 2 萬 4 千餘公頃，占 6%；農業區面積 9 萬 8 千餘公頃，占 22%；保護區面積 12 萬 9 千餘公頃，占 29%；其他土地面積 12 萬 1 千公頃，占 27%。非都市土地中特定農業區 38 萬 4 千餘公頃，占 25%；一般農業區 17 萬餘公頃，占 11%；森林區 8 萬 5 千餘公頃，占 6%；山坡地保育區 69 萬 2 千餘公頃，占 46%；風景區 4 萬 5 千餘公頃，占 3%；國家公園區 1 萬餘公頃，占 2%；特定專用區 5 萬 8 千餘公頃，占 4%。

台灣農地面積約 88 萬餘公頃，占總面積的 24.3%。雖然農業用地占平原地區的最大部分，有些農地還有休耕或廢耕的情況，但農業卻不限於在平地，竟還擴展到山坡地，甚至高山上，例如檳榔、高山茶、高冷蔬菜與果樹的墾植。濫墾的結果，造成水土不保、山地崩塌、土石流及水庫淤積等嚴重問題。

另一方面，工業用地所占比率雖然不高，但甚多工業區都設立在沿海的敏感海岸地區。大規模的海岸開發，將使自然濱海海線消失，改變海岸地形，對人民親水權、漁業資源、國土保安造成甚大的衝擊。沿海工業區的不斷興建，導致工業對地下水的需求不斷地擴增。工業與養殖魚業超抽地下水愈來愈嚴重，結果導致台灣沿海地區地層快速下陷（參見表 5），對沿岸居民的生命財產造成莫大的威脅。

台灣地狹人稠，土地資源本就有限，總面積 3 萬 6 千平方公里，其中 73%屬山坡地與高山地區，適合發展的土地僅占 27%。又由於未能合理規劃與有效利用，造成各類邊際土地或環境敏感地區相當大的開發壓力。不當開發及超限利用情形層出不窮，導致水土資源之嚴重破壞，對整個自然生態及國人的生活品質均構成極大威脅。再加上人為的投機炒作，導致地價不合理的飆漲，使得居住與工商用地取得困難，造成社會不公，也影響產業發展。

表 5、台灣地區地層下陷情形

地區	下陷地區範圍	下陷地區概估面積 (平方公里)	累積最大下陷 量(公尺)
台北盆地	台北市、三重、板橋、新莊	252	2.24
宜蘭沿海	礁溪、狀園、五結、頭城、蘇澳	50	0.19
彰化沿海	線西、鹿港、福興、芳苑、大城	100	1.23
雲林沿海	麥寮、台西、西湖、口湖、水林	300	1.78
嘉義沿海	東石、布袋、義竹	250	0.90
台南沿海	北門、學甲、七股	30	0.17
高雄沿海	彌陀	10	0.20
屏東沿海	東港、林邊、佳冬、枋寮、新埤	175	2.88

資料來源；行政院環保署，1997。

根據過去行政院科技顧問會議的檢討，造成這些問題的主要原因包括：(1) 現有規劃及管理體系不健全，(2) 區域計畫之規劃、協調不盡周延，致未能發揮功效，(3) 都會區缺乏整體發展計畫，(4) 海岸地區缺乏整體規劃管理，(5) 土地使用開發及分區管制未盡公平合理，(6) 土地違規使用查處執行績效不彰，而且相關法令規定之罰則太輕，對違規使用者無法產生嚇阻作用。(參見行政院科技顧問組，1993，第 2-124 2-126 頁)

一、資源永續利用之理念、原則與策略

人類為了追求經濟發展，必須開發利用資源，特別是能源。而開發利用與消費能源則會破壞與污染大自然環境。環境的破壞與污染，加上化石能源的耗竭性與有限性，終將對經濟持續發展產生制約的作用。因此，西方工業

先進國家乃特別關注經濟發展(economic development)、能源節約(energy conservation)與環境保護(environmental protection)三者之間的平衡問題(即所謂的三 E 問題)。而經濟發展的果實，如何由人類(包含未來世代子孫)公平共享，也是不容忽視的問題。前述聯合國所提出的「永續發展」理念即植基於此。

永續發展涵蓋經濟發展、社會公平與環境保護三個面向。其關係可如圖 1 或圖 2 所示。傳統上，欲求這三者的兼籌並顧，故將經濟系統、社會系統與環境系統三者的關係呈現如圖 1 所示，期望三者能有個交集。然而，在實務上，當這三者發生衝突時，短視的執政者往往會捨環境保護與社會公平而就經濟發展，三者的平衡兼顧自然淪為口號或空言。要反映「永續發展」的真精神應如圖 2 所示。地球只有一個，而整個自然環境系統上的自然資源，除了養育人類，還要養育其他萬物。人類雖貴為萬物之靈，但仍只是整個生物鏈體系的一環，不能獨享自然資源而破壞生態環境系統。維持生態平衡、萬物共榮，以永續環境為基礎的經濟發展，才是真能提高人類福祉的健康經濟發展。而人類福祉的提升，則不能只著眼於經濟成長或國民所得水準的提高。經濟活動只是人類社會活動的一部分。除了經濟活動，人類社會活動還包括政治、文化 等活動。追求社會公平、安全、正義、生活尊嚴等亦是提升人類福祉的重要內涵。因此，健康、良好品質的經濟發展，亦必須以社會公平為基礎。

國家資源的利用，包含能源的開發與利用，以及國土的規劃與開發，乃是百年大計，必須具有前瞻性與國際觀，必須從宏觀的角度先定位台灣未來的發展方向。如果我們根據「永續發展」的理念，定位未來 21 世紀台灣的發展願景，則我們的國家資源利用必須以「永續發展」理念為最高指導方針，任何利用原則與策略都不可違背「永續發展」的精神。而大部分資源的利用，都是為了促進經濟發展，改善人民的生活福祉，故以下將分別就未來產業發

展的方向、能源開發與利用策略、以及國土規劃的原則與策略來進行分析(以下參見王塗發, 1999)。

四、未來產業發展的方向與措施

(一) 以「質」的提升取代「量」的擴增

台灣過去著重於石化、鋼鐵、水泥等高耗能、高耗水、高污染產業的發展型態，導致自然生態的破壞與環境品質的惡化，影響後世子孫的福祉，完全與「永續發展」的精神背道而馳。若欲秉持永續發展的理念，考量世代間的公平，為後世子孫的福祉設想，則台灣必須改變過去不良的發展型態，調整產業結構，朝低耗能、低耗水、低污染、高知識密集的方向發展，以「質」的提升取代「量」的擴增。因此，對於高耗能、高耗水、高污染的產業，即使無法限制其擴張，至少也不應給予鼓勵，過去對這些產業的不當獎勵與優惠皆應儘速取消。

為了追求「質」的提升，以取代「量」的擴增，則有必要編製綠色國民所得帳(Green GNP)。事實上，為了配合落實「永續發展」目標，聯合國乃檢討傳統國民所得帳體系(system of national income accounting, 簡稱 SNA), 並重新研究設計，改善原有國民所得帳的編製方法，而於 1989 年提出一套整合環境與經濟的社會會計帳 (System of Integrated Environmental and Economic Accounting, 簡稱 SEEA), 即所謂的綠色國民所得帳 (Green GNP)。在 1993 年，聯合國更進一步出版 SEEA 計算手冊，並對墨西哥及巴布新幾內亞 (Papua New Guinea) 等國推廣。同時，美、日、德、奧、荷、澳等工業先進國家則陸續發表各國的永續經濟福利指標 (Index of Sustainable Economic Welfare, 簡稱 ISEW) 之研究成果。以美、德、奧等國的 ISEW 系統為例，大致上可以發現：在 1950 年代，ISEW 相當於傳統 GNP 的 70-75%；自 1980-1985 年之後，儘管傳統 GNP 仍在不斷上升，ISEW

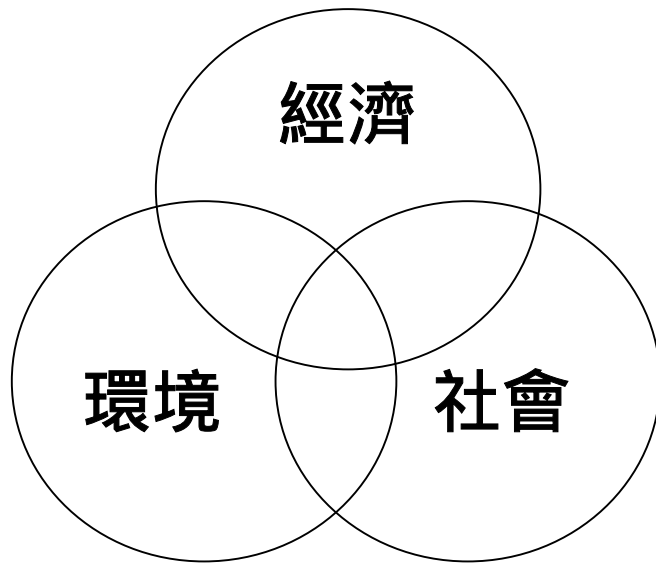


圖 1 經濟-社會-環境關係圖(A)

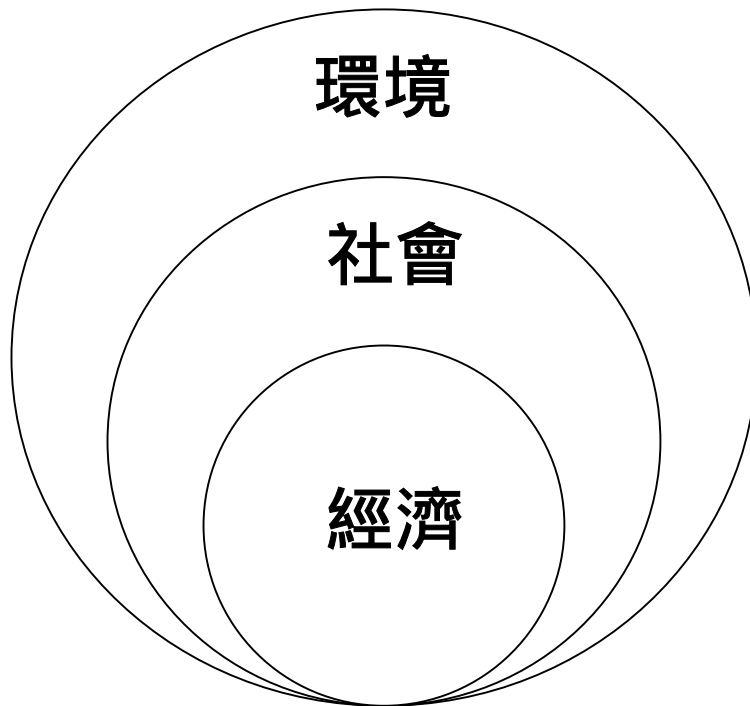


圖 2 經濟-社會-環境關係圖(B)

卻已開始下滑；到了 1990 年代，ISEW 只相當於傳統 GNP 的 50-60%（見陶在樸，1997）。聯合國推動編製綠色國民所得帳的目的，在於促使世界各國政府以追求綠色國民所得帳的成長為目標，取代過去以追求傳統 GNP 的成長為目標。如此才會著重於良好品質且與環境相容的經濟發展。而當經濟開發可能與環境保護互斥時，則以環境保護為優先。這樣的經濟發展才符合永續發展的精神。台灣今後的經濟開發政策當以此為本（王塗發，2000）。

（二）發展環保產業，生產綠色產品

目前國際上環保意識高漲，綠色風潮席捲全球，消費者對綠色產品的要求愈來愈高，未來 21 世紀將是綠色環保的世紀。為了改善地球的環境品質，維護自然生態體系，國際間已簽署多項公約，例如蒙特婁議定書、氣候變化綱要公約、華盛頓公約、巴塞爾公約、生物多樣化公約等，並對未遵守公約規範的國家採取貿易制裁的懲罰措施。台灣是個貿易導向的海洋國家，對外貿易依存度非常高，根本禁不起國際上的貿易制裁。因此，台灣必須遵守各種國際公約的規範。為了迎合世界潮流，為了善盡地球村之一員的責任，也為了本身環境品質的改善，台灣必須努力發展環保產業，生產綠色產品。

台灣曾有「美麗寶島」之美譽，具有相當豐富的天然觀光資源，例如太魯閣的峽谷、野柳的海蝕奇岩、澎湖的海底世界、東北角與花東海岸景觀等，都是獨特不可再造的奇異美景。去(一九九九)年「九二一集集大地震」對南投、台中一帶所造成的大地位移現象，亦形成了世界級的特殊斷層景觀。這些都是台灣發展觀光服務業最有利的條件。觀光服務業號稱無煙囪工業，歐、美各國都非常重視。根據美國華頓計量經濟預測協會的研究，旅遊觀光事業乃是全球最大的產業；在歐洲，觀光事業所創造的就業機會，幾乎占了歐洲總就業量的 10% 左右(見王塗發，1992)。世界各先進國家都在積極發展觀光事業，台灣具有優越的觀光資源條件，更應積極地發展此項綠色產業使台灣成為「東方的瑞士」。

（三）發展知識密集產業

台灣是一個開放型的海島經濟，對外貿易依賴度非常高，以致國際貿易的盛衰乃成為影響台灣經濟發展的最主要因素。因此，台灣的產業發展策略必須具有國際觀，就台灣在國際上所居的地位，根據比較利益(comparative advantage)原理，依其相對優勢之所在，決定未來產業發展的方向。台灣地窄人稠、水源不足、耗竭性能源(煤、油、天然氣等)匱乏，基本上就不適宜發展高耗水、高耗能的污染性產業。現在已進入資訊化的時代、數位經濟的社會，衛星通訊發達，網際網路普及，腦力(brain power)產業興起，「速度」與「創新」已成為促進產業發展的最主要因素。而台灣的教育普及，國民的教育程度普遍都很高，勞工素質亦高，技術人力之培育並不困難，致使台灣漸居發展高技術密集產業的有利地位。根據工研院的調查，1998 年我國市場佔有率達全球排行前三名的產品共有二十九項，包括晶圓代工、主機板、掃描器、光碟片 等八項高居全球第一，IC 設計、IC 封裝、光罩、筆記型電腦、繪圖卡、網路卡、數據機、光碟機 等十四項居第二位，印刷電路板、監視器 等七項居第三位³。這就是台灣比較優勢之所在。因此，台灣應致力發展低污染、低耗能、高知識、高技術密集的產業，以建造一個「綠色矽島」。

五、永續能源開發與利用策略

由前述分析可知，我國的環境污染問題實與能源結構和能源的開發利用有密切的關係。為了解決台灣的環保問題，為了達成永續發展的理想目標，實非有適當的永續能源開發與利用策略不可。觀諸各國的能源策略，則不外乎提升能源效率與調整能源結構。

（一）提升能源效率

³ 見自由時報，1999 年 11 月 8 日。

(1) 汽電共生

提升能源效率乃是最符合永續發展精神的無悔(no regrets)策略。提升能源效率最有效的策略之一為汽電共生。自 1991 年 6 月 1 日經濟部實施新的汽電共生系統購電費率以來，台灣的汽電共生發電量即迅速增加。根據經濟部能源委員會（1997）的資料，台灣汽電共生發電總裝置容量，在 1991 年為 1,383.28MW，占台電發電系統的 7.52%，到 1996 年增為 2,356.46MW，占台電發電系統的 9.92%。其未來的發展潛力仍相當可觀。能源委員會預估，汽電共生裝置容量將由 1998 年初的 2,650MW，提高至 2010 年的 5,580MW，2020 年的 6,360MW（見台電公司，1998）。其他提升能源效率措施，可參見王塗發(1998)。

(2) 推動綠色環境稅制

解決經濟發展與環境保護衝突的一項經濟工具，係對能源的使用，就其含碳量或污染物排放量的多寡課徵碳稅、污染排放費或能源稅等環境稅，藉以將污染環境的外部成本內部化。但同時降低個人綜合所得稅或營利事業所得稅，以維持總稅額不變。如此將可收所謂的「雙重紅利」(double dividend)的效果，一方面改善環境品質，一方面激勵企業改善能源使用效率，促進產業健康的發展。

(二) 調整能源結構

調整能源結構的策略，基本上是增加低碳或無碳能源，而減少高碳能源的使用。在這方面，歐、美先進國家大多以提高天然氣發電與再生能源的比重為主，而降低燃油、燃煤及核能發電的比重。根據國際能源總署(IEA)的資料，IEA 會員國未來的發電結構，天然氣發電的比重將由 1995 年的 12.9% 增至 2005 年的 19.6%；同期間生質能與沼氣發電等複合再生能源將由 1.4% 增為 1.8%，太陽能與風能則由 0.1% 增為 0.3%。至於核能發電則由 24.7% 降為 23.6%，燃煤發電亦同步下降，由 37.6% 降至 36.8%，而燃油發電則更由

7.1%降低為 4.5%(見王塗發，1998)。

天然氣發電是各種火力發電中最符合環保要求的發電方式。它只產生極微量的氮氧化物(約為一般燃煤發電的十分之一)與少量的二氧化碳(約為燃煤發電的一半)，而沒有燃煤發電所排放的硫氧化物、粒狀物、飛灰與煤渣。因此，重視環保的歐、美各先進國家與日本都大力提倡以天然氣發電取代燃煤發電與燃油發電。台灣在這方面的努力顯然不足，有待大力突破。

再生能源在整體能源結構中雖然一直不是主流，在可預見的未來之發電結構中也不大可能居於主流的地位，但是世界各國為了因應溫室效應，而積極鼓勵開發新的再生能源的態度與策略則值得肯定。根據世界能源委員會(WEC)的預測，到公元 2020 年，所有再生能源對全球能源供給的貢獻率將達 21%；若為了要達成環境永續的情境，則到公元 2020 年再生能源對全世界能源供給的貢獻率必須提高到 30%，其中 12%則來自「新的」再生能源(IEA,1997)。聯合國跨政府間氣候變化專家小組(IPCC)則預測在 2020 年，水力、太陽能、風能、海洋能及生質能等再生能源將可提供全球約 25 % 的能源。台灣在這方面深具潛力，但過去的努力不足，今後實應積極研究開發這些無碳的再生能源。例如，目前台灣太陽能熱水器的普及率僅 2 %，遠不如緯度較高之日本的 20 %。台灣在這方面顯然有相當大的發展空間。

風力發電則完全依賴自然風，既不消耗其他能源，對環境之影響亦屬相當輕微，是一種乾淨的再生能源。因此，美國、日本、德國、丹麥等國家，均積極進行風力發電的開發利用。美國加州是目前應用風力發電最有成效的地方。在美國，風力發電廠每年的發電量超過 35 億度。在歐洲，風力發電成長相當快速，且未來的發展潛力也很大。例如德國在 1990 至 1995 年間風力發電由 1,130 億度增加到 17,000 億度(足供德國四百七十多萬戶家庭一年的照明用)，增加量最大；英國則成長最快速，在 1990 至 1994 年間，每年幾乎成長 150%(IEA，1997a、b)。這主要是因為風力發電的成本愈來愈低，

使風力發電愈來愈有競爭力之故。美國的太平洋瓦斯及電力公司的研究亦曾指出，在 2002 年以前，風力發電將會成為最經濟的新基載(baseload)電源 (Gray and Rosenberg, 1991)。

風力發電沒有燃料成本(因為風力是免費的)，其主要的成本為資本設備成本，約佔總成本的 75%~90%。由於技術進步與生產規模的擴大，風力發電機的成本不斷地下降。根據歐洲風能協會(European Wind Energy Association)的資料，目前風力發電的單位成本為每度電約 0.035~0.075 歐元 (ECU)，略高於燃氣發電的 0.03~0.038 歐元，但低於核能發電的 0.04~0.084 歐元與燃煤發電的 0.05~0.091 歐元(見表 6)。若將污染的外部成本考慮在內，則無污染的風力發電將是最便宜的一種能源。歐洲風能協會並預估未來風力發電成本仍將繼續下降，到公元 2005 年每度電的成本將下降到 0.03~0.05 歐元(EWEA, 1998b)。

表 6、不同電廠發電成本比較表

技術	建廠成本 (歐元/千瓦)	燃料成本 (歐元/度)	操作及維護成本 (歐元/度)	總發電成本 (歐元/度)
燃煤發電	1000-1300	0.016-0.046	0.012-0.020	0.050-0.091
核能發電	1200-1800	0.004-0.010	0.009-0.013	0.040-0.084
天然氣發電	460-700	0.015-0.018	0.004-0.008	0.030-0.038
風力發電	900-1300	0	0.010-0.020	0.035-0.075

資料來源：European Wind Energy Association(1998).The Economics of Wind Energy(fact sheet).

歐洲風能協會指出，世界各國都在設定風力發電的目標(target)，預估在未來的十年間風力發電的裝置容量將增加 220 億瓦(EWEA, 1998a)。丹麥的企圖心更大，預期在 2030 年風力發電的裝置容量達 55 億瓦，其中離岸型風力發電機將占 40 億瓦(翁榮羨, 1999)。

台灣是個海島，每年約有半年以上的東北季風期，風力資源相當豐富。新竹湖口、關西台地的部分山區、中南部海濱及離島，都很適合風力發電。根據行政院環保署(1998)「氣候變化綱要公約宣導小冊」上的資料，台灣可利用風力發電總潛力在 100 萬千瓦(即 10 億瓦)以上。

台灣的風力資源豐富，若能設定一個目標，積極開發與利用，則不僅可提高電力的供應能力，有助於電力的穩定供應，而且可增加本土性自主能源的比重，減少對外的能源依賴度；同時也有助於落實能源多元化的目標。審視未來的國際發展趨勢，台灣應可設定到公元 2010 年風力發電的裝置容量至少達 2 億瓦的目標。這樣的目標僅為台灣風力發電總潛力的 20%，只要自 2000 年起每年平均裝設 20 部容量各為 1 百萬瓦的風力機，即可順利達成。

為了要積極開發利用風力能，政府可參考美國、日本及歐洲各國獎勵風力發電的策略。這些策略包括租稅減免、低利貸款、資本補助、以及按市場電價保證收購等。這些策略在歐、美各國都已實施多年，且已獲得相當的成效，應該都值得我國參考、採行。另一方面，台電或民間發電業者都可自歐、美各國引進先進的風力發電技術，以降低發電成本。

六、永續發展的國土規劃原則與策略

(一) 規劃原則

依據「永續發展」的精神，我們提出下列四項永續發展之國土規劃原則：

(1)生態間的平衡，(2)世代間的公平，(3)區域間的均衡，(4)族群間的和諧。以下分述之。

(1)生態間的平衡

由於自然界吸收人類活動對天然環境的衝擊之容受能力有其極限，而且自然資源(包括水、土地、空氣與動植物)不僅供人類使用，還要養育萬物，所以永續發展的精神特別著重於經濟與環境、保育之兼籌並顧，經濟發展必須是與環境可以相容的發展型態。因此，為了滿足人類生活基本需要與改善人類生活品質的經濟開發活動，應以不破壞環境生態為原則，或對自然環境的衝擊應在其可承受的程度以內。國土之開發利用乃是為了滿足人民生活需要與改善人民生活品質的一種經濟開發活動，自應以不破壞環境生態為原則。此即為生態間的平衡原則，亦即人與大自然間的和諧。

(2)世代間的公平

永續發展是指有效的利用與管理自然資源，來改善我們今天的生活，而不損及未來世代子孫的幸福。從時間的維度上來看，自然資源不僅要供我們這一代人使用，而且還要供後世萬代子孫使用，以滿足其生活需要。因此，依照永續發展的精神，國土的開發利用必須考量世代間的公平性，不應破壞自然資源而危害到後世子孫的權益。根據此項原則，任何破壞環境資源致使後世子孫不堪利用的國土開發活動皆應禁止。

(3)區域間的均衡

「永續發展」也關切同一世代內的社會公平，而特別著重於滿足世界上貧困者的基本生活需要(basic needs)。從空間的維度上來看，城鄉之間或各區域之間應有依其本身的特性與條件，充分發展的機會。無論是都會中心或天涯海角的邊陲之地，皆應有同等發展的機會。因此，國土規劃應注意區域間的均衡發展，不可有「重北輕南」、「重西輕東」的發展策略。

(4)族群間的和諧

同一世代內的社會公平之另一面向為不同族群間的公平。永續發展著重於滿足世界上貧困者的基本生活需要，自然也就應該特別關切少數弱勢族群

的基本生活需要。因此，國土的開發利用必須兼顧所有族群的公平利益，不可為了圖利強勢族群而犧牲弱勢族群的權益。依此原則，在台灣的國土規劃、開發，就必須照顧到少數原住民的權益。

(二) 發展策略

根據上述「永續發展」之規劃原則，我們認為對於國土的開發利用，應採下列發展策略：

(1) 將國土劃定為禁止開發地區、限制發展地區與可發展地區

依生態間的平衡原則與世代間的公平原則，應按自然環境的特性，將生態敏感地區(包括國家公園、自然保留區、野生動物保護區、海岸地區、特殊景觀地區)、文化景觀敏感地區(文化古蹟保存區)、資源生產敏感地區(水源保護區)、以及天然災害敏感地區(潛在災害區)等劃定為禁止開發地區。因為這些地區一旦遭受破壞，便無法回復其原來的自然風貌，後世子孫也就無法享用了。若如此，則不但破壞生態間的平衡原則，也違背世代間的公平原則。另外，基於國防安全的理由，可將國防用地指定為限制發展地區，對其開發利用或變更使用需經嚴謹的評估與規劃。其餘可發展地區之開發利用宜採取發展許可制，視開發的規模大小與機能，加以審核。

欲將國土作上述之劃分，必須先確實掌握全國的環境生態資源及其空間分佈狀況。因此，應儘快建立全國性的環境生態資源資料體系，作為國土規劃之依據。同時，在國土依其特性分區劃定時，亦應建立國土開發回饋與補償機制，對於因而獲利或受損者，應有適當的回饋或合理的補償。

(2) 建立土地儲備制度(land banking)及所有權與使用權分離制度

行政院經建會在 1995 年的「國土綜合開發研討會」上，提出的「邁向二十一世紀的國土規劃」中，第一項發展策略為變更農地使用(見行政院經建會，1995)。經建會認為自行政院於 1979 年 3 月核定實施「台灣地區綜合開發計畫」迄今，社經環境大幅變遷，益以土地密集發展之結果，造成地價

高漲，住宅、產業及公共設施用地取得困難，問題叢生。於是乃主張釋放較低地價之農地，以增加土地供給量抑制地價上漲是必要的策略。經建會並預估至 2011 年需變更農地約 48,370 公頃，包括：住宅用地 20,050 公頃、工業及工商綜合區 10,340 公頃、交通用地 12,220 公頃、遊憩用地 5,760 公頃。另一方面，農委會則基於糧食生產、生態保育，以及加入世界貿易組織(WTO)之考量，計畫在目前的 88 萬公頃農地中保留 72 萬公頃而釋出 16 萬公頃。

事實上，地價高漲不是單純土地供給不足的問題，它還牽涉到區域性土地供給缺乏彈性、人為投機炒作、分配不均、無效率使用等問題。將雲林縣的農地釋出，並不能解決台北市地價太高的問題。在台北市房價偏高，但在其他地區卻同時存在空屋太多的問題。工業及工商綜合區對土地需求增加，但同時卻有些已開發的工業區乏人問津或使用率偏低。更何況若按經建會的估算，至 2011 年需變更農地供住宅、工商業、交通及遊憩用地約 4.8 萬多公頃，則只需將台糖 5.8 萬公頃土地扣除營業用的工廠及辦公室用地後，收歸國有，然後統籌規劃，以「只租不售」的方式來釋出，就綽綽有餘了。同時，過去平均每年約有 2,455 公頃左右的水田被轉為非農業使用(見張長義，1999)，也沒有使地價下跌。因此，以釋放農地作為抑制地價上漲的必要策略，恐怕未必有效。而釋出農地也不是解決目前土地問題的靈丹。

至於為了因應加入 WTO 對農業造成的衝擊而釋出農地，也未必是一貼好處方。因應加入 WTO 對農業的衝擊，可以調整農業的產業結構，例如推廣有機農業或觀光休閒農業。在歐洲行之有年的鄉村管理計畫與有機援助計畫，政府對於以達到維護景觀美化、多樣化、保護擴展野生動植物生態之特定農耕方式的獎勵，以及對農業有機生產的援助(參見吳珮瑛，1999)，都足供我們借鏡。此外，農地亦可作為景觀、保育或綠地開放空間之用。

由此可知，今天台灣的土地問題不在於農地的釋出與否，光靠農地釋出並不能解決當前的土地問題。要解決工商業及公共設施用地取得困難的問

題，宜建立土地儲備制度及土地所有權與使用權分離制度。首先應清理所有國有土地及被侵佔的國土，將其收回。其次，應將國營及省營事業的土地，除了營業用的工廠及辦公用地外，一律收回國有。同時，對於可能釋出的農地，亦由國家照價收買，納入土地儲備庫的一環。然後統籌規劃，作為公共設施用地，或以長期(三十年或五十年)低價出租的方式(如科學園區)供工商企業租用。此種土地「國有民用」的所有權與使用權分離制度，不但可以杜絕土地投機炒作的歪風，而且可以有效解決工商業用地取得困難的問題，並可降低企業的經營成本，提升產業的競爭力。

(3)建立完整便捷的全國交通運輸網路與公共設施

依區域間的均衡原則，要促進區域均衡發展、縮短城鄉差距，宜儘速完成一套完整的交通網路之規劃與建設，使全島成為一個生活圈。凡五十萬以上人口之都會區應有捷運或地鐵系統。南北以高速鐵、公路為交通大動脈，與各都會區之捷運或地鐵系統相銜接，並以東西向分支快速道路與各鄉鎮聯繫。另外，並建立環島海運系統(即所謂的「藍色公路」)，以供貨運為主。

此外，現在已經進入資訊化時代，國際資訊交流頻繁、迅速，網際網路普及，電子商務興起，使得國家資訊基礎建設(NII)益顯重要。因此，除了一般的大眾運輸系統外，更應建設全國性的資訊高速公路，以支持個人、家庭、企業、政府、學校及醫療機構之各種需求。

同時，全國各鄉鎮也都應建立完善的衛生下水道系統、自來水系統、通信、電訊設施、醫療保健設施、托育設施、及老、殘福利設施等基礎公共設施與社會服務設施。如此才能活化鄉村的生活機能、提升鄉村的生活品質，自然有助於縮短城鄉差距，促進區域均衡發展。

一旦建設完成便捷的全國交通運輸網路與基礎公共設施，全台成為一個生活圈，則必可縮短城鄉差距，促進區域均衡發展。而區域均衡發展的結果，人口不再湧向城市，自然就可紓解都會區的環境壓力，並有效抑制其不合理

高漲的房地產價格，使工商業用地取得困難的問題，經由需求面的區域性移轉而獲得有效的解決。

(4)劃設原住民保留地供原住民使用

依族群間的和諧原則，有關國土分區規劃、開發利用與管理，應兼顧傳統文化與社群關係之尊重與維護。對於原住民保留地之劃設，則應考量原住民族群、人文、歷史背景、人口、生活及經濟活動等需要。若因保留地位於水庫集水區或水源保護區範圍內，致其使用權益受到限制，則政府應設法予以補償。有關原住民保留地之移轉，則應以原住民為限。而原住民保留地既經劃設後，則未經原住民同意之前，政府都不宜以任何藉口強制徵用。

貳、結論與建議

一、結論

台灣在過去半個世紀的經濟發展過程中，工商業快速發展，締造了令人稱羨的經濟奇蹟。然而，工業化的結果卻對台灣的自然環境造成莫大的傷害。台灣的環境負荷早已高居世界前茅。台灣在過去的工業化過程中，偏重於石化、鋼鐵、水泥、造紙等高耗能源、高污染的重化工業之發展。因此，導致我國的能源密集度偏高，而能源生產力偏低，同時也帶來嚴重的環境污染問題。而前述產業發展造成環境污染的問題，實與其使用能源的種類與多寡有密切的關係。由於燃煤與燃油是最主要的污染來源，而我國能源消費結構與供給結構又偏重在石油與煤炭，所以在產業發展過程中自然會造成嚴重的環境污染問題。

這種能源結構，實可反映出我國缺乏適當的長程能源發展策略。檢討過去的能源發展與利用，我們發現，我國能源政策偏頗、能源研究發展經費之配置不當、對開發再生能源與推廣汽電共生之努力不足。在能源政策方面，台電公司與能源主管機關一向重視能源之開源甚於節流。在開源方面，則盡

最大的力量去推動人民最反對的大型核能電廠與燃煤電廠之興建，而相對較忽視天然氣發電廠之興建，且對乾淨的再生能源(如太陽能與風力能)的研究與開發之著力更是微乎其微。同時，工業用電又享受較民生與商業用電低二、三成的電價。在這樣的能源政策下，愈是耗電的產業，就享受愈多的獎勵與補貼。結果，自然會導致不良的產業結構，並造成環境品質的惡化。

土地乃是重要的生產要素之一，產業的發展不能沒有土地。台灣的土地資源有限，總面積 3 萬 6 千平方公里，其中 73% 屬山坡地與高山地區，適合發展的土地僅占 27%。又由於未能合理規劃與有效利用，造成各類邊際土地或環境敏感地區相當大的開發壓力。不當開發及超限利用情形層出不窮，導致水土資源之嚴重破壞，對整個自然生態及國人的生活品質均構成極大的威脅。再加上人為的投機炒作，導致地價不合理的飆漲，使得居住與工商用地取得困難，造成社會不公，也影響產業發展。

二、政策建議

在未來的 21 世紀中，台灣的發展究竟該如何定位，是值得國人深思的課題。基於「永續發展」的理念，我們提出下列政策建議，以供各界參考。

1. 在產業發展方面，必須以「質」的提升取代「量」的擴增，積極發展低污染、低耗能、高知識、高技術密集的產業，以及綠色環保、觀光產業。對於高耗能、高耗水、高污染產業的不當獎勵與優惠，應儘速取消。
2. 在能源的開發與利用方面，應採取永續能源策略，提升能源效率，推動綠色環境稅制，調整能源結構，減少高碳能源(煤炭與石油)的使用，而增加低碳(天然氣)與無碳能源(如太陽能與風力能)的開發與利用。尤其對於乾淨的太陽能與風力能等再生能源的開發與利用，更應仿倣歐、美先進國家，採取租稅減免、低利貸款、資本補助、以及保證收購等獎勵政策。

3. 在國土規劃方面，應以「永續發展」理念為最高指導方針；規劃原則必須考量：(1)生態間的平衡，(2)世代間的公平，(3)區域間的均衡，以及(4)族群間的和諧。同時，根據這些規劃原則，宜採下列四項發展策略：
- (1)將國土劃定為禁止開發地區、限制發展地區與可發展地區；
 - (2)建立土地儲備制度(land banking)及所有權與使用權分離制度；
 - (3)建立完整便捷的全國交通運輸網路與公共設施；
 - (4)劃設原住民保留地供原住民使用。

參考文獻

1. 王塗發，2000，「台灣綠色國民所得帳的啟示」，政策月刊(即時出版)。
2. 王塗發，1999，「產業發展、能源利用與國土規劃」，發表於《跨世紀國土規劃研討會》，財團法人國家展望文教基金會，台北，1999年7月3日。
3. 王塗發，1998，「台灣因應二氧化碳排放減量應採之對策」，民間能源會議論文集，台北市，台灣環境保護聯盟，第113~155頁。
4. 王塗發，1997，「台灣需要什麼樣的能源政策」，林鴻淇、楊盛行編，能源開發與利用，中華生質能源學會出版，第33~48頁。
5. 王塗發，1994，「環保與經濟：對立或共生」，日本文摘月刊，第八卷第十二期，第49~58頁。
6. 王塗發，1992，「台灣觀光事業之經濟效果分析與評估」，臺灣銀行季刊，第43卷第1期，第313~346頁。
7. 台灣電力公司，1998，「電力事業因應溫室效應問題之對策與計畫」。
8. 行政院環境保護署，1998，氣候變化綱要公約宣導小冊。
9. 行政院環境保護署，1997，八十六年版環境白皮書。
10. 行政院經濟建設委員會，1995，國土綜合開發研討會實錄。
11. 行政院科技顧問組，1993，「行政院第十四次科技顧問會議，議題參：開拓資源與環境保育（會議資料）」。
12. 吳珮瑛，1999，「農業環境政策的探討」，在瞭望公元2000年 焦點研究 4：展望產業暨環保政策研討會宣讀之論文，財團法人國家展望文教基金會，1999年6月23日。
13. 翁榮羨，1999，「再生能源規劃報告--風能」，新能源及潔淨能源研究開發規劃分項報告(初稿)，第27-34頁。

14. 張長義, 1999, 「台灣國土資源永續發展問題與對策」, 邁向二十一世紀：永續環境、資源與經濟研討會論文集, 行政院環境保護署, 第 71~92 頁。
15. 陶在樸, 1997, 「可持續性經濟福利指標(ISEW)的計算方法」, 在《綠色國民所得帳研討會》上發表之論文, 中央研究院經濟研究所, 12 月 13 日。
16. 楊瑪利, 1997, 「台灣環境總體檢」, 環境台灣, 天下編輯著, 天下雜誌發行, 第 75~86 頁。
17. 經濟部能源委員會編印, 1997, 台灣能源統計年報 1996。
18. European Wind Energy Association (EWEA), 1998a. Wind Energy Technology(fact sheet).
19. European Wind Energy Association (EWEA), 1998b. The Economics of Wind Energy(fact sheet).
20. Gray,P. and E. Rosenbery,1991."Turning on Wind Power," The Environmental Forum, PP.16~22.
21. International Energy Agency (IEA),1997a. Renewable Energy Policy in IEA Countries,Volume I: Overview,OECD.
22. International Energy Agency (IEA),1997b. Energy Environment Update,No.7: Policies for Renewables,OECD.
23. International Energy Agency (IEA),1997c. Key Issues in Developing Renewables,OECD.
24. World Commission on Environment and Development, 1987, Our Common Future, Oxford University Press, Oxford.