

台灣地區經濟指標與空氣品質變動之關連研究

Research of the correlation between Economic norm and Air Quality in Taiwan

陳王琨¹、林志誠²、林曉卿³

Wang-Kun Chen , Ji-Chen Lin 、 Hsiao-Chin Lin

¹ 私立景文技術學院環境管理系副教授

Associate professor, Department of Environment Management, Jin-Wen
Institute of Technology

與

² 私立景文技術學院國際貿易系副教授

Associate professor, Department of International Trade, Jin-Wen
Institute of Technology

與

³ 私立景文技術學院國際貿易系專題生

Project student, Department of International Trade, Jin-Wen Institute
of Technology

摘要

環境品質與經濟發展，一直是大家所關心的話題。經濟發展為環境品質帶來的是正面或負面的影響，也有許多的研究者提出許多的論述。在過去幾年內，台灣因為發生許多天然災變以及國外的恐怖事件，在經濟上有很大的變化，然而對於國內的環境品質而言，經濟發展的變動究竟在實際上會有什麼樣的影響，若能透過計量的分析，當可對環境與經濟的關係有更清楚的瞭解。在本研究中即以台灣地區的空气品質變動與經濟指標做為分析之對象，以國內生產毛額 (GDP) 作為本研究經濟分析的指標。而在空氣品質上，傳統的空气污染指標 (PSI) 由於在環保研究上已有許多人採用，因此將它做為研究中的評量指標之一。本研究另外依大氣中的懸浮微粒、二氯化硫、二氧化氮、一氧化碳、以及臭氧等之監測結果設定新的空氣品質評量指數 (AQI) 以做為空氣品質比較的相對指標。用環保署過去十年來在各地所監測的空氣品質之年平均值作為主要研究構面，由這些資料計算出空氣品質評量指數 (AQI)，利用此項結果再與國內生產毛額 (GDP) 以及歷年來的空氣污染投入經費互相比較。由本研究結果可以看出我國在空氣污染防治的努力成效是否具體，國內實行的許多相關法規及政策對於空氣品質的維護是否確實有正面的影響，同時也可以看出經濟變動影響空氣污染投入之經費或是空氣品質改善之間的關連，對於未來不論是在環境政策的修正、檢討或方針的擬定與評估、都可以做為一個主要的參考依據。

關鍵詞：空氣污染、投入產出、空氣品質、生產毛額。

Abstract

Environment quality and economy development is the topic that everybody concern. In the past few years, Taiwan faces the terrible affairs from abroad and many natural disasters. The economy variation is very obvious. However, for environment quality, the economy fluctuation actually influences the environmental quality and has to be analyzed very carefully. An object analysis, with economic and environmental index, is helpful for understanding the relation between environmental quality and economic development. This research chose the air quality concentration of TSP, SO₂, NO₂, CO and O₃ etc as the comparing parameters, and calculate the new air quality evaluation index, AQI. The object is to compare the economic parameters, gross domestic product. By the result of this study, it is clear that the air pollution prevention in our country, depend on many related laws and policy's maintenance toward air qualities. The change of industry category is the most important factor that improves the air quality in Taiwan.

Keyword : air quality, air pollution, gross national product

第一章 前言

國民生產毛額（GDP）是結合所有產業，人民所付出而形成的經濟產出，GDP 跟隨著經濟的發展而變動，與政府投入各產業的經費有雙關聯，一關聯是 GDP 影響政府投入經費，二是政府投入的經費對環境品質也同時造成影響。

然而，環境的品質是靠人民和政府一起共同經營的，台灣在過去半過世紀的經濟發展過程中，工業快速成長，締造了經濟奇蹟，目前每人國民所得已超過一萬二千美元，而成為亞洲四個新興工業化經濟體之一，正邁向已開發國家之林。然而，工業化雖然對台灣的經濟成長貢獻良多，但卻也對台灣環境造成相當大的負面影響。由於許多的工廠生產時會產生對人體有害的廢氣，因而造成空氣品質的不佳，加上台灣汽機車日益頻繁，所排出的廢氣對人體亦產生危害，所以每當經濟日益茁壯，GDP 上升時，其工廠及汽機車所排放的污染源就隨之增加，GDP 影響汽機車的數量，而污染排放量越多，對空氣的污染也成正比例的成長，造成嚴重的空氣污染問題。政府為牽制這些產業及汽機車，對此實施法律規定，有一些法律規定是禁止、控管，有一些法律規定是檢驗、核查，都是對空氣品質的改善有著相當的幫助。

第二章 空氣品質評量指數(Air Quality Index)

在本文當中，以空氣品質評量指數 (Air Quality Index, 以下簡稱 AQI) 來代替 PSI，利用從環保署所得到的資料，加以統合運算出 AQI。

空氣品質評量指數(AQI)之公式為

$$I = \text{Cave} / \text{Cstd} \text{-----(1)}$$

其中, Cave 為空氣品質全省總年平均値，而 Cstd 則為空氣品質標準。I 為特定污染物之標準。

$$\text{AQI} = \left[I(\text{TSP}) + I(\text{SO}_2) + I(\text{NO}_2) + I(\text{CO}) + I(\text{O}_3) \right] / 5 \text{-----(2)}$$

上式表式 AQI 為總懸浮微粒 I(TSP)，二氧化硫 I(SO₂)，二氧化氮 I(NO₂)，一氧化碳 I(CO)，與臭氧 I(O₃)之平均値。

表一 重要環境保護統計指標(全省總年平均値)

時間(年)	懸浮微粒 (PM ₁₀) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	二氧 化硫 (PPM)	二氧 化氮 (PPM)	一氧 化碳 (PPM)	臭氧 (PPM)
85 年	64.47	0.007	0.024	0.96	0.054
86 年	62.72	0.006	0.024	1.03	0.054
87 年	58.15	0.006	0.023	0.81	0.053
88 年	59.95	0.005	0.023	0.74	0.054
89 年	59.37	0.004	0.022	0.70	0.054
90 年	57.87	0.004	0.021	0.73	0.057
91 年	54.28	0.004	0.019	0.60	0.060

資料來源：環保署

表二 空氣品質標準

項	目	標	準	值	單	位
總懸浮微粒 (TSP)	二十四小時值	二五〇			$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克/立方公尺)	
	年幾何平均值	一三〇				
粒徑小於等於十微米 () 之懸浮微粒 (PM10)	日平均值	一二五			$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克/立方公尺)	
	年平均值	六五				
二氧化硫 (SO ₂)	小時平均值	〇·二五			ppm (體積濃度百萬分之一)	
	日平均值	〇·一				
	年平均值	〇·〇三				
二氧化氮 (NO ₂)	小時平均值	〇·二五			ppm (體積濃度百萬分之一)	
	年平均值	〇·〇五				
一氧化碳 (CO)	小時平均值	三五			ppm (體積濃度百萬分之一)	
	八小時平均值	九				
臭氧 (O ₃)	小時平均值	〇·一二			ppm (體積濃度百萬分之一)	
	八小時平均值	〇·〇六				
	八小時平均值	〇·〇六				

資料來源：環保署空保處

而得知。表 1 是歷年的環境空氣品質的年平均值，表 2 為空氣品質標準，而表 3 則為空氣品質評量指數 AQI 的計算結果。

表三 歷年空氣品質評量指數 (AQI)

	85 年 I 值	86 年 I 值	87 年 I 值	88 年 I 值	89 年 I 值	90 年 I 值	91 年 I 值
總懸浮微粒 (TSP) 65 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.99	0.96	0.89	0.92	0.91	0.89	0.84
二氧化硫 (SO ₂) (0.03ppm)	0.23	0.20	0.20	0.17	0.13	0.13	0.13
二氧化氮 (NO ₂) (0.05ppm)	0.48	0.48	0.46	0.46	0.44	0.42	0.38
一氧化碳 (CO) (9ppm)	0.11	0.11	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07
臭氧 (O ₃) (0.06ppm)	0.90	0.90	0.88	0.90	0.90	0.95	1.00
AQI	0.54	0.53	0.51	0.51	0.49	0.49	0.48

註：AQI = (TSP + SO₂ + NO₂ + CO + O₃) / 5

第三章 空氣品質評量指數、國民生產毛額及空氣維護經費投入之比較

在本章中，將列出國民生產毛額及空氣維護經費投入的表，與前一章的空氣品質評量指數相互比較。表 4 是歷年的國民生產毛額，表 5 是歷年環境保護與空氣品質維護之經費投入。

表四 歷年國民生產毛額

年(季) 別 Period	國內 生產毛額 GDP	產 業						
		農、林、漁、 牧業 Agricultur e, hunting, forestry & fishing	礦業及土石 採取業 Mining & quarring	製 造 業 Manufactur -ing	水電燃氣業 Electricit &water	營 造 業 Construc- tion	批發零售及 餐飲業 Trade & eating-dri nking places	運輸倉儲通 信業 Transport, storage & communica- tion
85 年	7,678,126	245,184	31,334	2,143,654	190,327	376,746	1,289,625	488,800
86 年	8,328,780	212,100	38,631	2,315,42	195,779	391,785	1,434,915	530,916
87 年	8,938,967	220,605	46,777	2,448,395	205,575	389,255	1,588,691	588,555
88 年	9,289,929	237,531	46,391	2,470,012	207,749	358,300	1,717,692	625,637
89 年	9,663,388	201,810	40,427	2,550,380	208,325	329,567	1,865,320	648,571
90 年	9,506,624	185,182	37,986	2,431,213	208,871	277,651	1,833,533	656,292
91 年	9,748,811	181,000	41,986	2,519,581	215,610	249,632	1,895,476	675,988
92 年 f	9,864,951	176,969	36,980	2,532,401	219,147	223,963	1,956,030	674,397

資料來源：行政院主計處

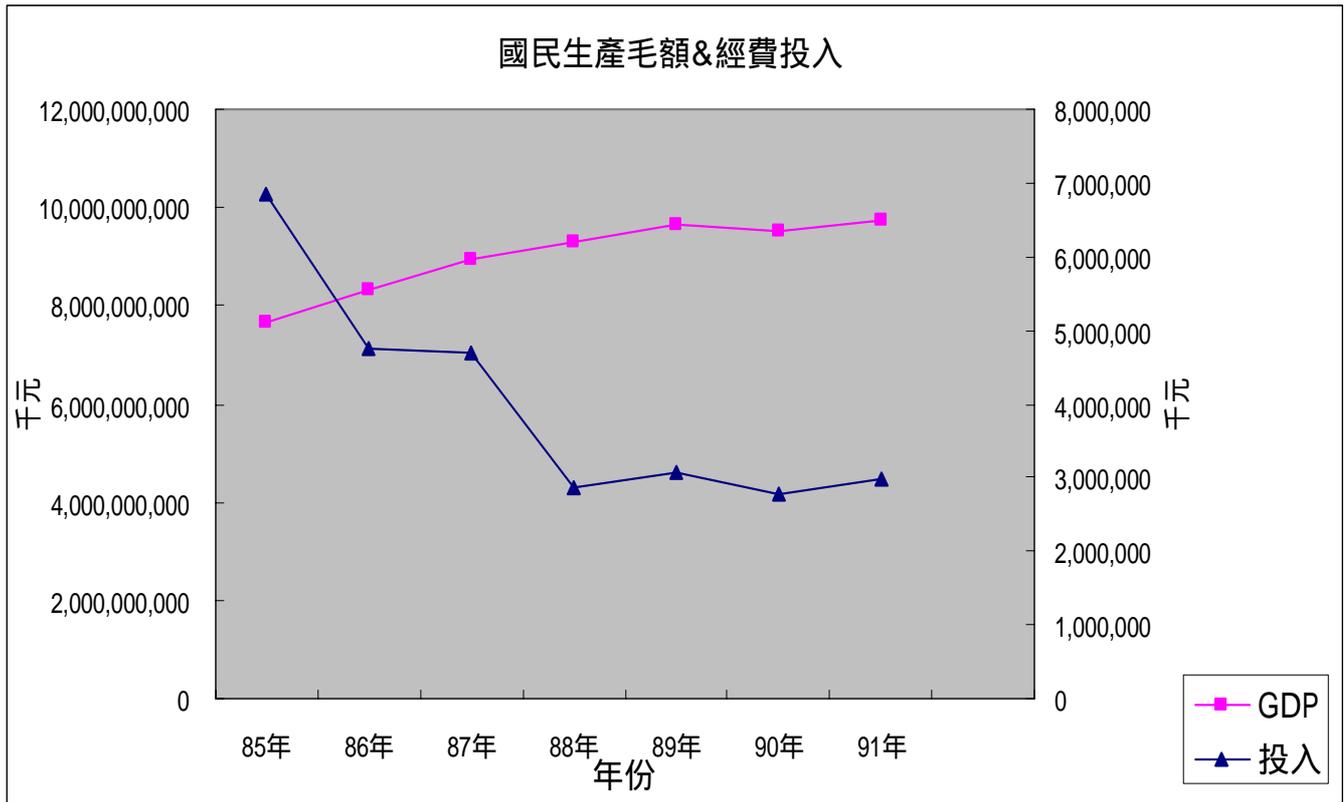
表五 環境保護空氣品質維護經費投入

	投入	固定污染源管制 經費	移動污染源管制 經費	推動都市綠化及 空氣品質淨化區 之設置	執行空氣品質改 善維護計畫
85 年	6,846,352	485,483	833,470	2,000,000	2,743,088
86 年	4,743,247	358,854	1,821,460	850,000	1,265,215
87 年	4,695,232	490,392	1,579,272	800,000	1,400,000
88 年	2,855,600	462,037	1,298,872	372,500	410,600
89 年	3,068,726	511,728	1,484,748	462,800	325,400
90 年	2,772,028	338,052	1,117,791	611,700	365,260
91 年	2,993,020	346,908	1,414,680	472,500	510,500

資料來源：環保署空保處

在此用表四及表五的數值在 Excel 中利用圖表精靈描繪出以總國民生產毛額為主，政府部門在空氣維護中會投入的總經費的圖，利用此圖可以看出是否空氣品質會和國民生產毛額一起變動。

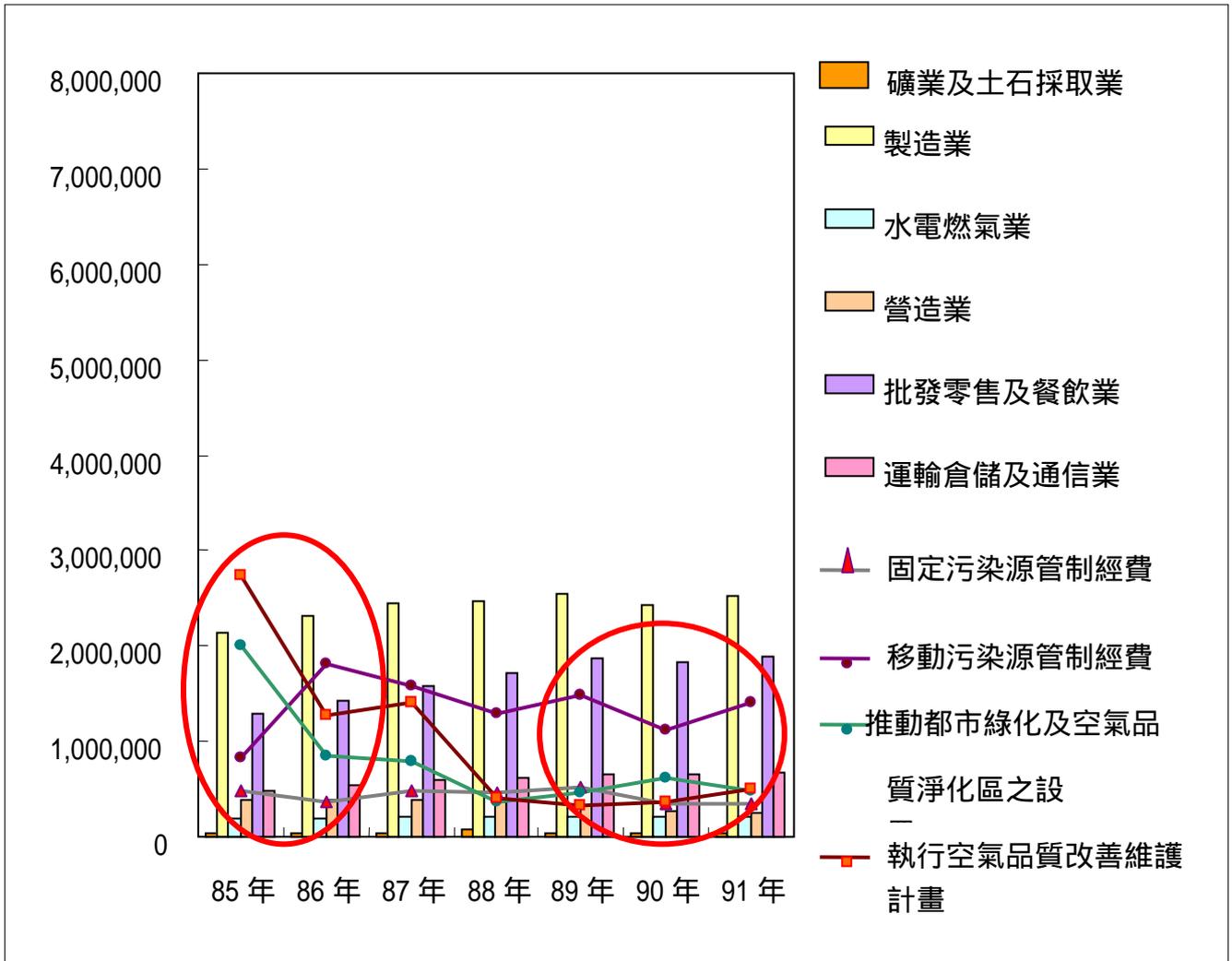
圖一 國民生產毛額及空氣保護經費投入



由圖一，可以看出紅色線代表的 GDP 是逐年上升，但政府投入環保的經費卻逐年下降。在中期，台灣是以工業發展為主的國家，這時國家注重於經濟發展上，所以對於環境的保護可能較不注重。爾後，由於綠色組織的盛行，使得政府也逐漸重視環境的保護，而加重條規的嚴厲，相對於環保的支出會增加，因此可看到在 85 年時環保投入有近七佰萬仟元的投入，而此時我國的 GDP 也不過為八佰萬仟元，所以說是相當地重視，但往後的幾年卻是下降，而本文對此的解釋為：產業逐漸轉型為資訊科技，因為產業的轉型相對於環境較無汙染，將投入縮減，轉而投入其他的建設，加上環保意識的抬頭及政府對環境汙染的宣導，使得社會大眾為了有一個良好的生活品質也加以跟進，讓政府的支出下降，因為不需有多大的支出，所以投入也可以相對下降。

而圖一是總生產毛額和總投入的比較，而以下的這張圖則是各產業生產毛額及環保署針對不同污染源、計劃的投入去相互比較。

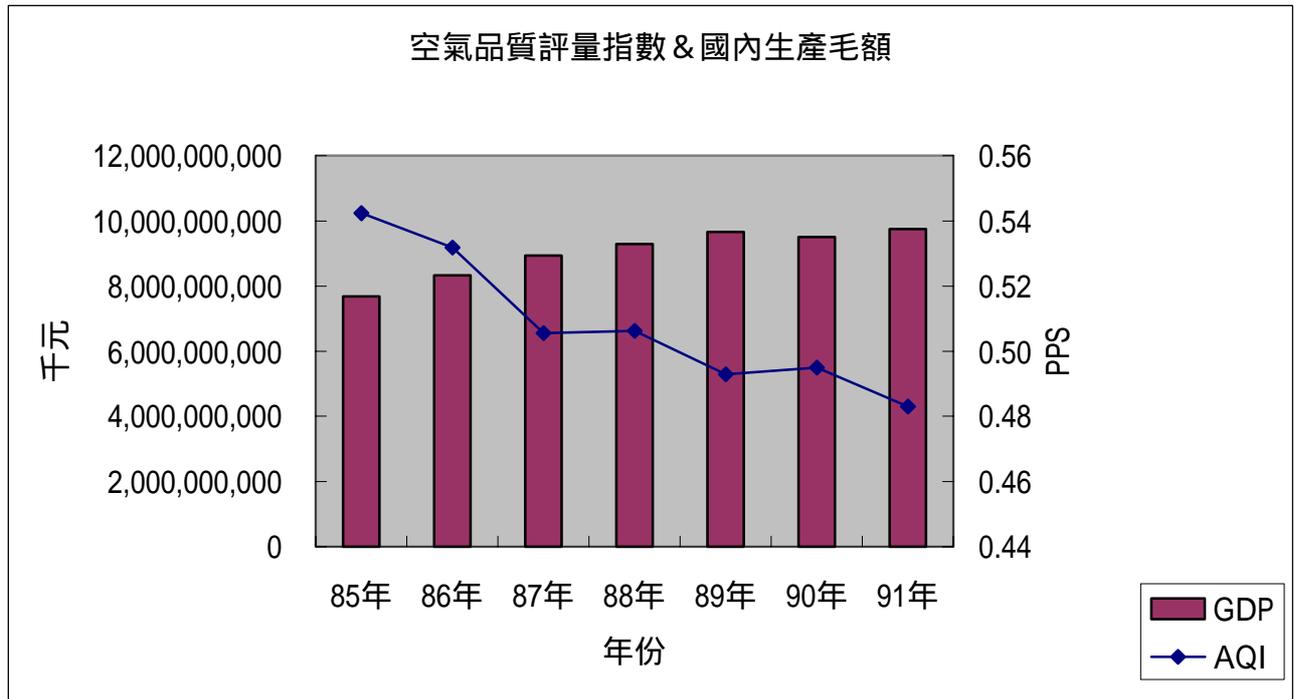
圖二 空氣保護經費投入及各產業國民生產毛額



由圖二，可看出在國民生產毛額部份上，製造業都是位於之冠，其次為批發零售及餐飲業，那表示在我國是製造業及批發零售餐飲業為主，而政府在空氣環保的投入上，在85年裡都是較高的，只有固定污染源管制經費的部份是維持於較平行的，其餘的投入皆為85年最高，爾後是一直下降，但是由圖可以看到在曲線上有不一樣的曲線，移動污染源管制費上在85年至86年上升的幅度很大，再來就是在89年至91年先下降後爬升，其原因為自84年起，環保署公告「補助新購電動機車腳踏車執行要點」，並陸續修正公告，從每輛補助5,000元的額度，又依車種性能訂定不同的補助標準，最高可達21,000元的補助額；且89年1月1日起，電動機車全年之銷售量需達總銷量或進口量之2%，為機車污染的改善踏上了新里程碑。且加上汽車也以瓦斯車代替，使得在移動污染源經費會有小幅度的減少，但其補助金額卻沒縮減，所以爾後又回到了原來的水平。

接下來本文會以AQI和國民生產毛額作比較，看看是否會因本國的生產毛額較高，而污染也會隨之而增加。

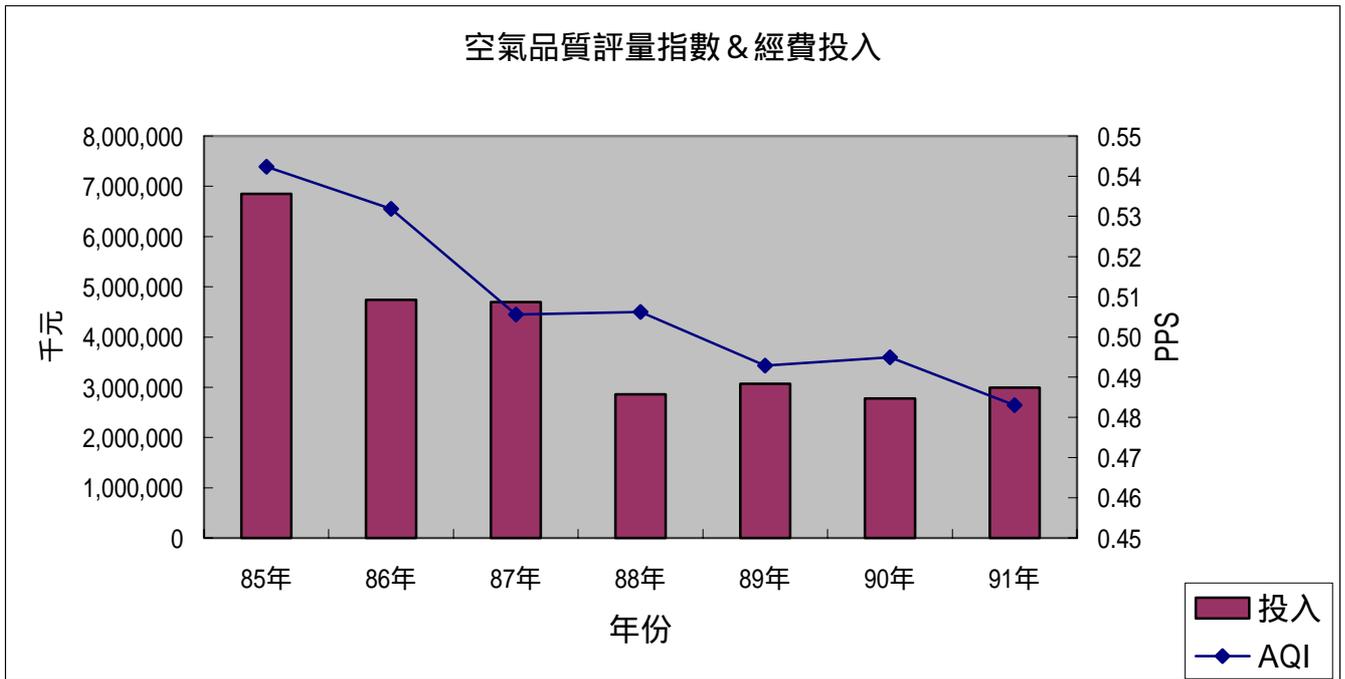
圖三 空氣品質評量指數及國內生產毛額



圖三為 GDP 對空氣品質評量指數之圖，左邊的數字為 GDP 的衡量單位，右邊為空氣品質指數 (AQI) 的衡量單位，AQI 在此是代表 PSI，在 85 年時 AQI 的指數位於 0.54pps 的位置，而 GDP 則是位於 8 佰萬仟元，相對於往後幾年的 GDP，它是最底的，但 AQI 卻是相當高，在這發展的時期，台灣的工廠建造較多且較無嚴峻的規範，使得這時空氣的污染相當嚴重，加上前文所提及的此時環保意識的抬頭，讓政府不得不重視，開始加重處罰及可檢測污染的儀器，和對各地環境的評估投入變多，再加上產業的變動和規定的嚴格，也對環境起了影響，由上圖可看出台灣的环境是漸漸趨於好的且合乎標準的。

下面的圖為 AQI 及空氣品質維護經費投入的比較，可以看出在政府的努力之下，台灣的空氣品質依投入經費之增減而有所變動。

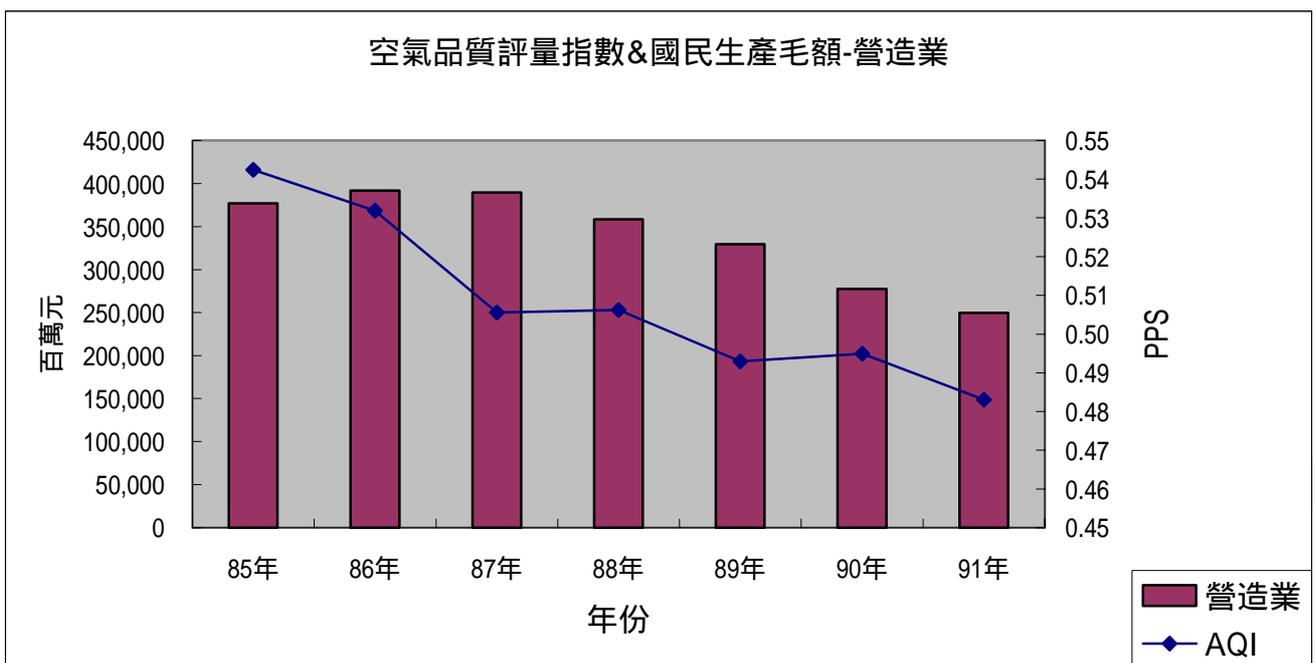
圖四 空氣品質評量指數和空氣保護經費投入



圖四顯示出投入與 AQI 呈現正比的，這其實可以在以下的圖皆為 AQI 及各產業之生產毛額的比較，由下可找出是那個行業較和空氣污染較有相關。

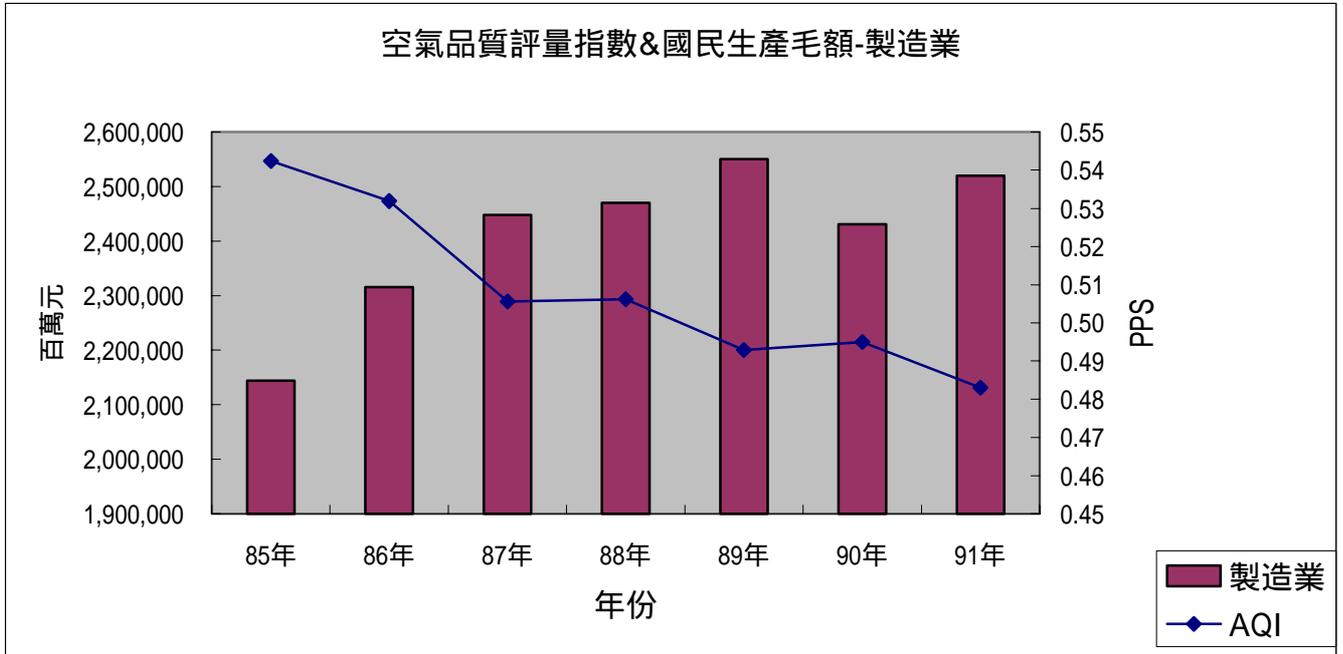
圖五是空氣品質評量指數與營造業國民生產毛額之關係圖。隨著營造業生產毛額的減少，空氣品質評量指數降低。

圖五 空氣品質評量指數及國民生產毛額之營造業

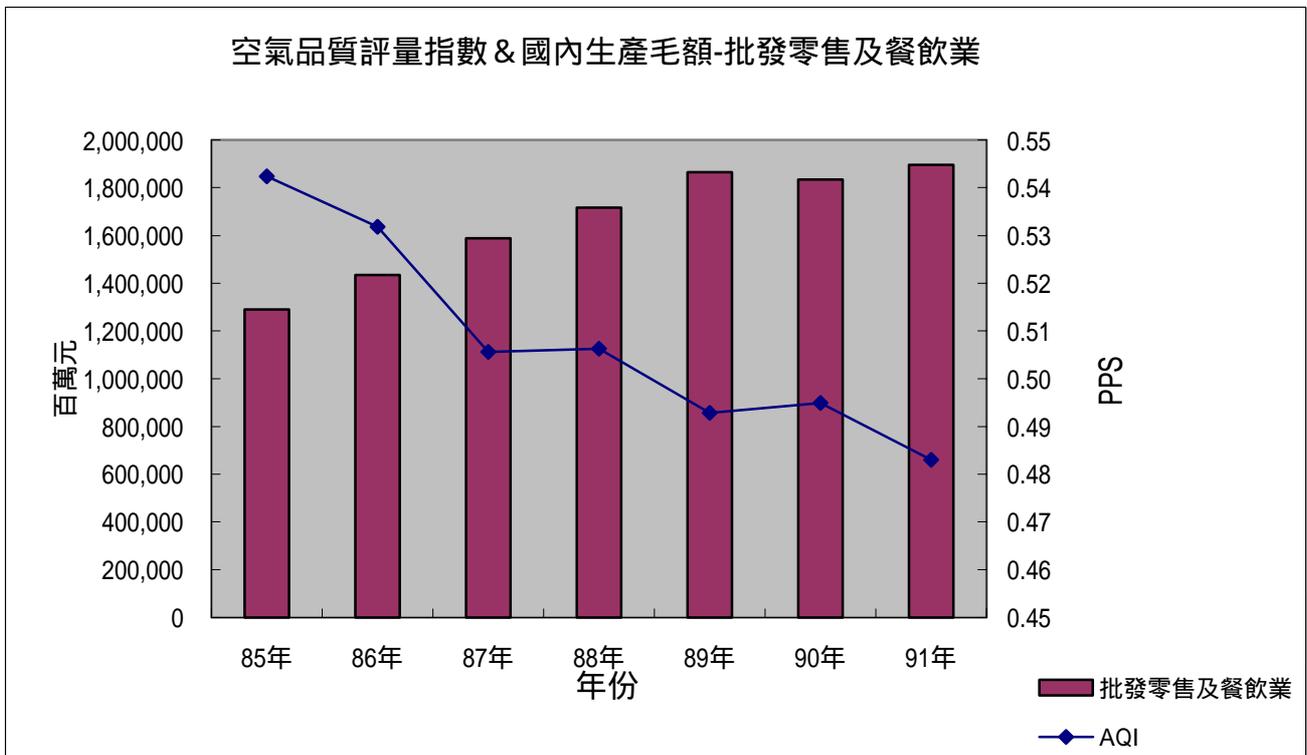


其實營造業在 85 至 89 年的發展都還不錯，而此時相對地 AQI 值也較高，所以營造業和污染是有高相關的。

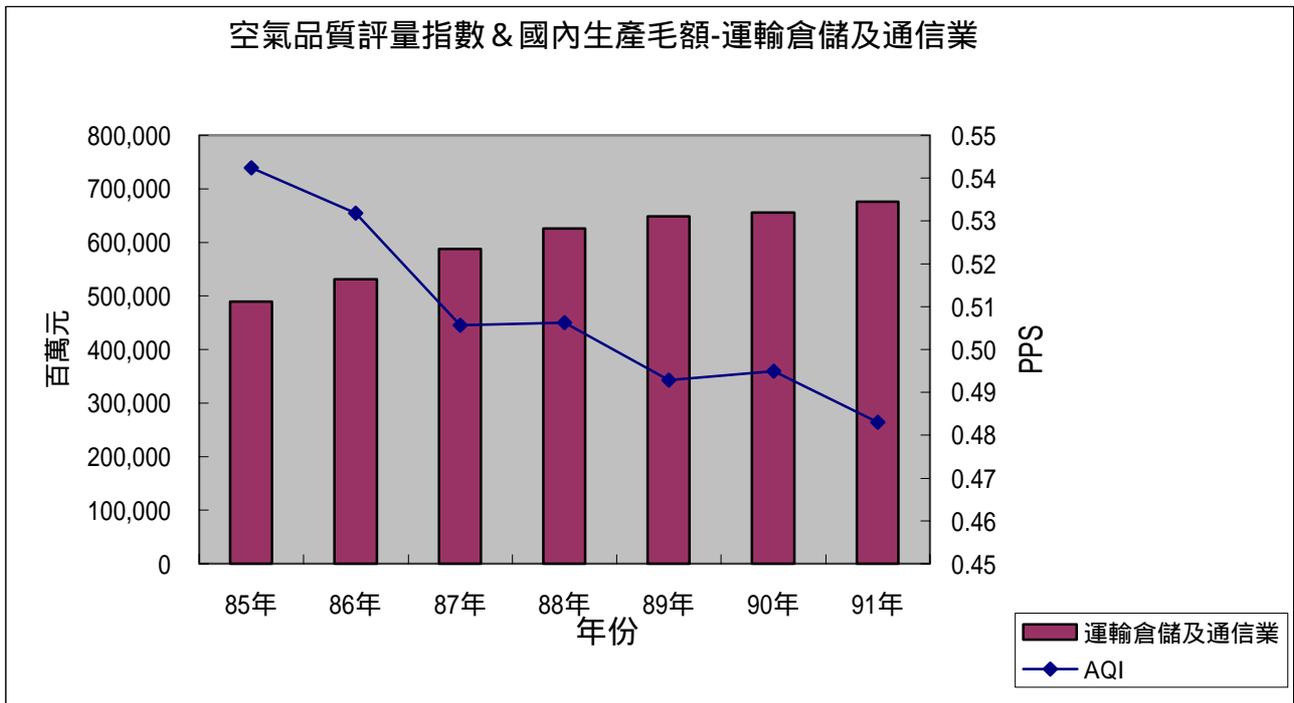
圖六 空氣品質評量指數及國民生產毛額之製造業



圖七 空氣品質評量指數及國內生產毛額之批發零售及餐飲業

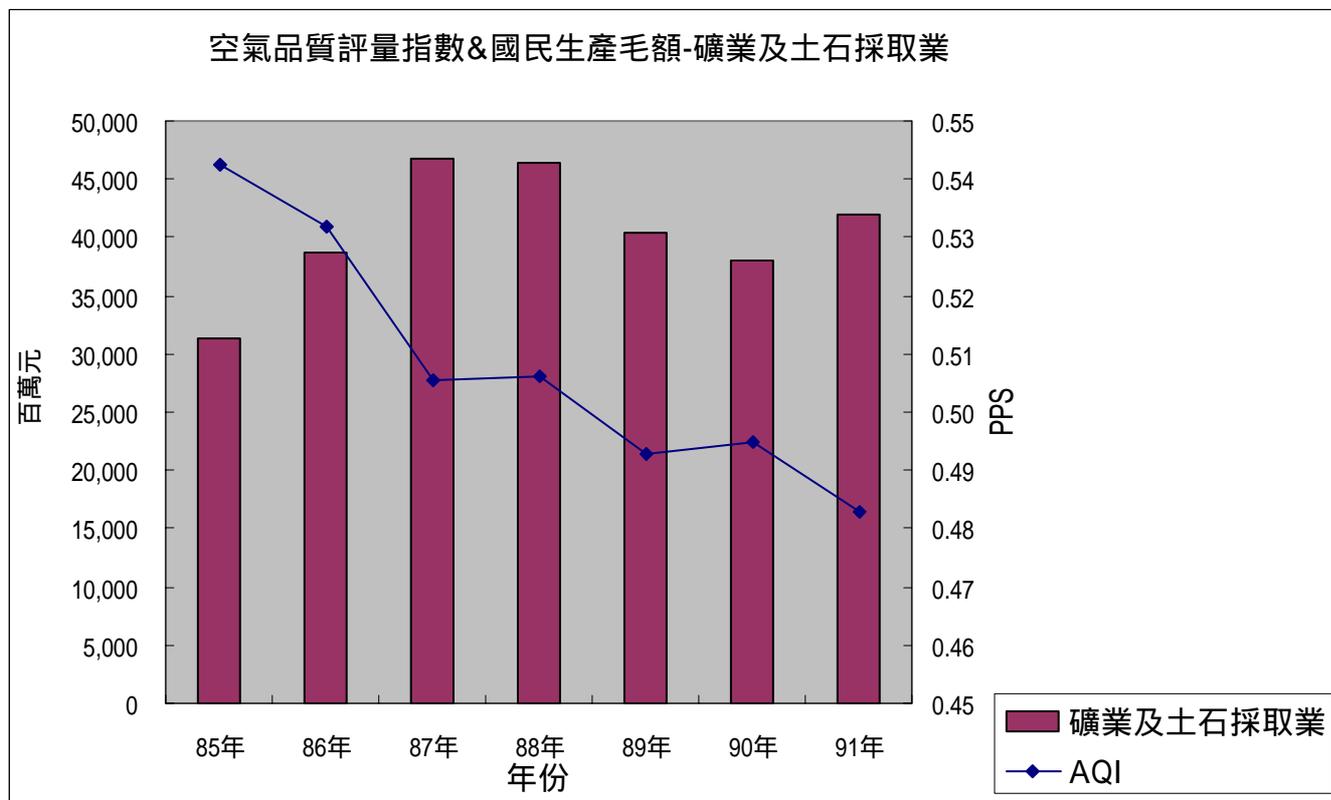


圖八 空氣品質評量指數及國內生產毛額之運輸倉儲及通信業



圖六是製造業生產毛額與 AQI 之關係，圖七是批發零售及餐飲業與 AQI 之關係，圖八則為運輸倉儲通信業生產毛額與 AQI 之關係。三者皆呈現負相關的現象，可以看出這三個行業與空氣品質的關聯不大，甚至可以說是呈現負向的影響。

圖九 空氣品質評量指數及國內生產毛額之礦、土石採取業



圖九則是礦、土石採取業之國民生產毛額與 AQI 之關係，在圖中呈現近年正相關的趨勢。

表五 年生產毛額與 AQI 之相關排名

名次	行業別
1	營造業
2	製造業
3	礦、土石採取業
4	運輸倉儲及通信業
5	批發零售及餐飲業

第四章 結論

台灣在這時代中隨著工商業的快速發展，人口和車輛也不斷地成長，在可利用的土地空間限制下，使得每單位環境資源的使用都承受較高的負荷，不但造成污染糾紛頻傳，也造成空氣污染急遽增加。由於台灣環境品質惡化與去五十多年來「求成長、罔顧環保」的發展型態有關係，對未來台灣的永續生存有相當大的威脅。為了能永續發展，政府正積極地改變過去的發展型態，促進產業升級，朝低污染、低耗能源、高技術密集與高附加價值產業的方向發展，以「質」的提升取代「量」的增加；對於高污染、高耗能產業，雖無法抑制其成長，但也不應給予鼓勵的。而環保問題的發生，往往會影響一國的能源政策與產業政策，進而影響一國的能源開與經濟發展。

而由上列圖表所示，本文可以歸納出結論：圖一營造業所表示的國民生產毛額與 AQI 是呈現正相關的；而圖七批發零售及餐飲業的國民生產毛額與 AQI 是呈現負相關的。

但看到了以上圖表的所示，可以見到政府了解環境對台灣日後的發展重視，做出許多相當的措施，雖然早期台灣為追求成長而忽略環保，導致環境品質隨經濟成長而不斷地惡化，但台灣在努力之下，使得空氣品質漸漸轉好，不讓空氣污染去污染了台灣的孩子，正所謂前人種樹，後人乘涼，渴望不只是只有空氣的變好，也希望所有的污染都能離台灣而去，還給台灣一個永久「美麗寶島」之稱。

第五章 參考文獻

1. 王塗發(2000), 產業發展與環境保護, 展望產業暨環保政策研討會, 52-61, 台北市:財團法人國家展望文教基金會
2. 王塗發(1993), 塑造台灣永續發展的生存環境, 新社會發展藍圖研討會, 台北市:財團法人新社會基金會
3. 環保署(2000), 空氣品質保護 25 年紀實(1975~2000), 空保處, 台北市:環保署空保處