

## OECD 綠色成長觀測指標--指數化之應用研究

科技政策研究與資訊中心 李國安 賴允政

### 摘要

許多國家開始面臨經濟成長停滯、環境污染、維護自然資源與生態系統，以及因應氣候變遷等問題。因此許多國際組織與國家開始倡議制定綠色政策，希冀能在發展經濟時，亦達到自然環境與資源的維護。

本研究依據 OECD 所提之四大群組進行綠色成長指標系統之建構，除指標系統與指數化之建構方法可提供各界參考外，各群組、主題、指標之指數內涵可作為監控綠色成長現況與趨勢發展之參考，而群組四「經濟機會與政策回應」或可供政策制定者進行決策時之參考。

### 一、前言

在工業革命過後，自然資源的大量開採與使用成為許多先進國家經濟成長的主要動力來源。當許多國家以大量開採與使用自然資源換取經濟成長時，其開採過程與使用過後所造成的環境汙染與資源耗竭等相關危害，已逐漸對地球上所有物種的生存產生威脅。因此，當經濟成長為人類帶來更富裕生活的同時，人們也開始被迫反思能否改變現有的經濟成長模式。

再者，因為環境汙染與氣候變遷所造成的隱藏成本與經濟損失，讓各先進國家開始尋求各種替代能源，以避免持續破壞環境進而威脅地球上各物種的永續生存。此外，從美國的經濟大蕭條開始，全球主要國家皆歷經網路泡沫、全球金融危機、次貸風暴、歐洲債務危機等多次經濟危機的影響下，各國的經濟前景皆不甚樂觀，再加上現有的經濟模式已逐漸難以支持未來的經濟成長。因此，各國紛紛開始尋找新經濟成長的動力來源。

經由上述可得知許多國家開始面臨經濟成長停滯、環境污染、維護自然資源與生態系統，以及因應氣候變遷等問題。因此許多國際組織與國家開始倡議制定綠色經濟政策，希冀能在發展經濟時，亦達到自然環境與資源的維護。雖然各國所制訂之綠色經濟成長策略有所不同，但其最終目標都是在維護地球的自然資源與環境，以利各物種的永續生存，並創造綠色經濟以帶動國家經濟成長。由於各國的地理環境與自然資源蘊藏量的不同，以及產業結構的差異。因此在綠色經濟政策的制定上，各國所偏重的焦點皆有所差異。故本研究認為必須先蒐集相關資訊，方能做為制定綠色經濟相關政策時的參考資訊。

本研究運用經濟合作暨發展組織(Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD)於 2011 年所提出之四大群組<sup>1</sup>，進行建構專屬於台灣的指標系統。選用 OECD 所提出的指標系統係因該系統在建構上相對彈性，可依據國家自身的自然資源以及產業特性之差異，自行建構專屬於國家的指標系統，以達到資訊蒐集並做為政策制定時之參考依據。

OECD 將綠色成長分為四大群組(Group)，分別是(1)環境和資源生產力(Environmental & Resource Productivity)；(2)自然資產(Natural Asset Base)；(3)生活環境品質(Environmental Quality of Life)；(4)經濟機會與政策回應(Economic Opportunities and Policy Response)。四大群組之下再各自依據主題(Theme)的不同而提出建議指標(Proposed Indicators)，詳如表 1。

表 1 OECD 之四大群組、主題與建議指標

群組(Group)	主題(Theme)	建議指標(Proposed Indicators)
環境及資源生產力 (Environmental & Resource Productivity)	碳與能源生產力 (Carbon & energy productivity)	二氧化碳生產力 (CO2 productivity)
		能源生產力 (Energy productivity)
	資源生產力 (Resource productivity)	原物料生產力(非能源類) (Material productivity (non-energy))
		水資源生產力 (Water productivity)
	多要素生產力 (Multi-factor productivity)	多要生產力反映出環境服務 (Multi-factor productivity reflecting environmental services)
自然資源基礎 (Natural Asset Base)	可再生資源 (Renewable stocks)	淡水資源 (Freshwater resources)
		森林資源 (Forest resources)
		漁類資源 (Fish resources)
	不可再生資源 (Non-renewable stocks)	礦產資源 (Mineral resources)
	生物多樣性與生態系統 (Biodiversity and ecosystems)	土地資源 (Land resources)
		土壤資源 (Soil resources)
		野生動物資源 (Wildlife resources)
生活的環境品質 (Environmental Quality of Life)	環境的健康與風險 (Environmental health and risks)	環境所導致的健康問題和相關成本 (Environmentally induced health problems & related costs)
		暴露於自然或工業的風險及相關的經濟損失 (Exposure to natural or industrial risks and related economic losses)
	環境的服務和設施 (Environmental services and amenities)	污水處理和飲用水 (Access to sewage treatment and drinking water)

<sup>1</sup> Towards Green Growth: Monitoring Progress, 2011, OECD

經濟機會與政策回應 (Economic Opportunities and Policy Response)	技術和創新 (Technology and innovation)	重視綠色成長的研究發展支出 (R&D expenditure of importance to Green Growth)
		重視綠色成長的專利 (Patents of importance to Green Growth)
		各部門的環境相關創新 (Environment-related innovation in all sectors)
	環境的商品和服務 (Environmental goods and services)	環境商品和服務的生產 (Production of environmental goods and services, EGS)
	國際的資金流動 (International financial flows)	重視綠色成長的國際資金流 (International financial flows of importance to Green Growth)
	價格和移轉 (Prices and transfers)	環境相關賦稅 (Environmentally related taxation)
		能源定價 (Energy pricing)
		水定價和成本回收 (Water pricing and cost recovery)
	法規和管理辦法 (Regulations and management approaches)	發展中 (Indicators to be developed)
	培訓和技能發展 (Training and skill development)	發展中 (Indicators to be developed)

資料來源：節錄自 OECD

於 OECD 「邁向綠色成長」一文中，以四大群組做為監控綠色成長之發展。但本文認為僅以監控的方式並不足以推動綠色成長邁向綠色經濟。雖然綠色產業的發展並非一蹴可及，更非政策制定者可以獨力創造，但若能制訂完善的政策誘因，則綠色產業的未來發展並非遙不可及的夢想。因此，本研究認為政策制定者或可利用群組四做為創造良性循環的起始，進而帶動其他三個群組往綠色經濟的方向邁進。

本研究將四大群組轉化為四個推動綠色成長的概念性步驟。第一步為釐清目前所面對的問題，包含(1)碳排放與環境汙染；(2)自然資源；(3)未來經濟成長。第二步為監控(1)碳排放與環境汙染；(2)自然資產。第三步是提出的解決之道，包括(1)研發綠色科技；(2)創造綠色產業帶動經濟成長。最後的目標在於達到(1)提升生活環境品質；(2)延續所有物種的永續發展；(3)促進經濟發展。綜上所述，本研究依據 OECD 所提出之四大群組進一步發展成綠色策略之架構圖，藉以做為我國發展綠色經濟模式時之參考，如圖 1 所示。

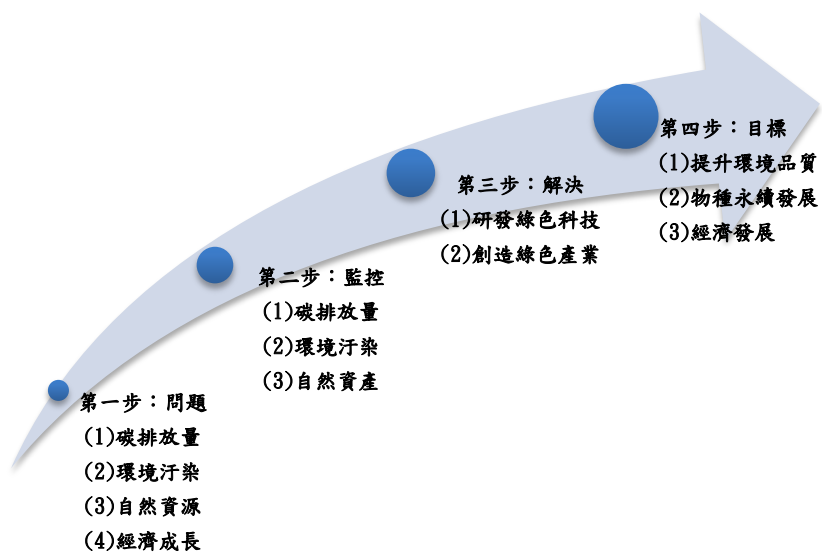


圖 1 綠色策略架構

資料來源：本研究整理

## 二、綠色經濟與綠色成長

推行綠色經濟做為新經濟成長的動力來源有其歷史背景，係因各先進國家遭逢多次經濟危機，以及因環境污染與氣候變遷所衍生的隱藏成本與經濟損失，因而促使各國開始反省自工業革命後的經濟成長與發展。過去的經濟發展多數是以消耗自然資源為基礎而進行的發展模式，而此模式於「全球綠色新政」<sup>2</sup>(Global Green New Deal, GGND)一文中被稱為「褐色經濟」(Brown Economy)，意即此經濟模式的發展過程為先求經濟成長，再反思環境汙染的問題。

聯合國環境規劃署於 2009 年「全球綠色新政」一文中強調政府增加投資或補助綠色科技，不但可以達到節能減碳，且可帶動新投資，並創造新產業的發展。根據聯合國環境規劃署的建議，要達成綠色經濟成長應竭力提升能源使用效率的研發，以及可再生能源的研究發展，並研發更乾淨的能源來源。其最終目的在於達成降低碳排放量與生態系統的損害，並促進經濟成長與永續發展。因此，推動綠色經濟相關計畫的貢獻可分為下述三點：(1)世界經濟復甦(Riviving the World Economy)。(2)節能省碳(Saving)和創造就業(Creating Jobs)。(3)保護弱勢族群(Protecting Vulnerable Group)。

「綠色經濟」一詞係由聯合國環境規劃署於 2011 年「邁向綠色經濟：實現永續發展與消除貧窮之途徑」(Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication)一文中所提出，其定義為「可改善人類福祉及社會公平，同時可降低環境風險及生態破壞之經濟」。2012 年聯合國於巴西里約第三度召開「聯合國永續發展會議」(United Nations Conference on Sustainable Development, UNCSDD)，簡稱 Rio+20 會議，闡明綠色經濟是實現永續發展的重要工具之一，綠色經濟應該有助於消除貧窮、增進社會包容、改善人類福祉、為所有人創造就業機會，同時維持地球生態體系的健康運轉。

為了改變上述的經濟成長模式，世界銀行(the World Bank)認為應提升能源使用效率、開發更多乾淨且可再生的能源，以及改變自然資源的管理方式<sup>3</sup>。唯有如此才能達到由「褐色經濟」轉變為「綠色經濟」。

據上所述，當全球的有限資源在經濟成長的過程中不停被損耗時，未來的經濟成長動力已難以再仰賴傳統經濟模式，必須透過有別與往昔的資源使用模式，方能帶動新一波的經濟成長。而此種不同於以往的經濟模式，其成長動能來源即為 OECD 於 2011 年提出的綠色成長(Green Growth)<sup>4</sup>。其中有關綠色成長之定義為「在促進經濟和發展之餘，同時確保大自然能繼續提供我們所仰賴的資源和幸福」。因此，綠色成長之目的在於創造綠色經濟，其主要的概念來自於讓自然

<sup>2</sup>Global Green New Deal, United Nations Environment Programme, 2009.

<sup>3</sup> FROM BROWN GROWTH TO GREEN: THE ECONOMIC BENEFITS OF CLIMATE ACTION, WORLD BANK, 2013,

<sup>4</sup> Fostering Innovation for Green Growth, OECD, 2011



資源可以永續的使用下去，並盡可能在不損害環境與自然資產的情境下達到經濟成長。

此外，根據經濟學人(Economist)於 2000 年提出綠色成長，文中提及「評估一國之經濟政策時，必須將經濟發展時對環境所造成的影響納入評估範圍。」而在評估對環境所造成的影響時，最重要的是建立可信賴的指標。目前已有許多研究單位建構各種與環境及自然資源相關的監控指標，並藉由監控指標以了解目前綠色經濟發展現況，例如：美國耶魯大學和哥倫比亞大學與世界經濟論壇合作，每兩年發表一次的環境績效指標(Environmental Performance Index, EPI)；世界自然基金會所提出的「生命行星指數」(Living Planet Index, LPI)和「生態足跡」(Ecological Footprint)；聯合國提出的「環境經濟綜合帳整合系統」(System of Integrated Environment and Economic Accounting, SEEA)，等等。

綜合上述，本研究發現目前已發展出多種與綠色成長及綠色經濟相關的理論與研究，然而每一種理論與研究皆因研究目的與時空背景的差異而有所不同。因此，在建構綠色經濟時，亦會產生本質上的差異，但所追求的目標不外乎以下幾種：(1)人類福祉(Human Well-Being)；(2)社會公平(Social Equity)或社會包容性(Social Inclusive)；(3)綠色工作(Green Job)；(4)環境風險(Environmental Risk)；(5)氣候變遷(Climate Change)；(6)低碳(Low carbon)；(7)資源效率(Resource Efficiency)<sup>5</sup>。

目前台灣與綠色經濟或綠色成長相關的指標，多數皆來自於「行政院國家永續發展委員會」所建置的「永續發展指標系統」<sup>6</sup>。台灣永續發展指標系統共可分為十二個面向，各面向下各有不同的指標以代表面向本身的意義。2012 年永續發展指標之增刪修正，係參考「2012 聯合國永續發展大會 (Rio+20)」產出文件「我們想要的未來 (The Future We Want)」之內容進行檢討，而修正後之指標系統共有 12 個面向、39 個議題、88 項指標。永續發展指標系統的 12 個面向為環境、節能減碳、國土資源、生物多樣性、生產、生活、科技、城鄉文化、健康、福祉、治理、參與等。台灣建置永續發展指標系統，主要的目的在於評量及檢視國家推動永續發展之成效。

除永續發展指標系統外，綠色國民所得<sup>7</sup>亦是在推動綠色經濟成長時應納入考量的一個重要參考因子。綠色國民所得帳起因於經濟學家認為在計算一國的所得或產出時，應同時估算自然資源的折耗與影響<sup>8</sup>。綠色國民所得帳又稱為環境與經濟綜合帳，其主要目的是將人類經濟行為與環境的互動納入衡量一國經濟活動成果之考量。因此，綠色國民所得帳是反映創造經濟發展的同時，對於自然環

<sup>5</sup> A guidebook to the Green Economy, UN, 2012

<sup>6</sup> 行政院國家永續發展委員會全球資訊網：2012 永續發展指標評量結果  
<http://nsdn.epa.gov.tw/CH/DEVELOPMENT/INDEX.HTM>

<sup>7</sup> 行政院主計總處 <http://www.dgbas.gov.tw/lp.asp?CtNode=4861&CtUnit=1350&BaseDSD=7>

<sup>8</sup> 蕭代基(2006)，台灣綠色國民所得帳理論架構、編算模式及實施情形。

境及資源的利用程度及衝擊效應。

有鑑於金融海嘯、能源與資源的耗竭，以及氣候變遷導致多數國家的經濟成長停滯，因此許多國家紛紛以綠色新政因應之。而綠色新政的首要之務便是發展綠色創新，以科技創新為核心改變目前能源與資源的使用方式，再透過推廣使用各種因綠色創新而衍生的產品與服務，藉以促進綠色成長，並進一步發展綠色經濟以達到永續發展。

因此，綠色成長的最終目標即在於達成全球物種的永續發展與生存，並在追求經濟成長時，同時兼顧維護全球的自然環境與資源。因此，可將綠色成長視為達成綠色經濟及永續發展的重要策略之一。再者，根據「全球綠色新政」一文中認為發展綠色成長時，建議由政策進行投資或補貼，可促進綠色產業之發展，而OECD則以監控群組四之「經濟機會與政策回應」作為綠色成長之策略。因此本文認為在OECD第四群組中納入「全球綠色新政」之概念，更能有效提升綠色成長之發展。

### 三、研究方法

#### (一) 指標選用

為達到 OECD 所提出之綠色經濟成長的監控與成長內涵，本研究將台灣永續發展指標系統中與 OECD 所建議的指標進行指標內涵的交互比對，並由政府相關部門中蒐集可用於四大群組的相關指標，以完成在 OECD 四大群組建議下的台灣綠色成長指標系統，詳如表 2。

表 2 OECD 框架下之台灣永續發展及其他指標選用

群組	主題	OECD 建議指標	選用指標
群組一 環境及資源生產力	碳與能源生產力	二氧化碳生產力	每單位 CO2 所創造之 GDP
		能源生產力	能源生產力
	資源生產力	原物料生產力 (非能源類)	再生能源裝置容量百分比(%)
			垃圾回收率
			事業廢棄物妥善再利用率(%)
			有害事業廢棄物再利用率(%)
群組二 自然資源基礎	可再生資源	淡水資源	製造業用水量占製造業生產價值比率
		森林資源	各水庫管理單位最近一次進行量測之有效蓄水容量之累加有效容量(百萬立方公尺)
		漁類資源	森林覆蓋之土地面積比率(%)
	不可再生資源	礦產資源	漁產量(公噸)
		土地資源	土石生產(千立方公尺)
	生物多樣性與生態系統	土壤資源	開發用地面積比(%)
			地層持續下陷面積(平方公里)
		土地資源	衛星影像判釋之山坡地變異面積(平方公里)
			生物多樣性遺傳資源及種原保存比率(%)
群組三 生活的環境品質	環境的健康與風險	環境所導致的健康問題和相關成本	空氣汙染指標值((Pollutant Standards Index, PSI)全年監測平均值)
		暴露於自然或工業的風險以及相關的經濟損失	污染防治支出(億元)
	環境的服務和設施	汙水處理和飲用水	污水處理率(%)
群組四 經濟機會與政策回應	技術和創新	重視綠色成長的研究發展支出	目前並未建立相關指標
		重視綠色成長的專利	台灣在美國專利商標局的綠色相關專利被引用次數前 10%
		各部門的環境相關創新	台灣在美國專利商標局的綠色相關專利核准數
	環境的商品和服務	環境商品和服務的生產	購置防治汙染及資源回收設備或技術申請投資抵減證明(百萬元)
			公私部門綠色採購金額(億元)
			環保標章核可使用產品數
	國際的資金流動	重視綠色成長的國際資金流	目前並未建立相關指標
	價格和移轉	環境相關賦稅	折損及質耗合計(綠色 GDP)
		能源定價	進口原油 CIF 平均價格(新台幣/公秉)
		水定價和成本回收	水汙染質損帳 水資源折耗

資料來源：本研究整理

本研究將四大群組依據其群組、主題分別計算成四大群組指數(Group Index)與各群組下之主題指數(Theme Index)，用以觀測綠色經濟成長四大群組以及群組下各主題的整體歷年表現。以下將就四大群組與指數計算分別論述之。



第一個群組為「環境及自然資源生產力(Environmental & Resource Productivity)」,所表示的意涵為運用自然資產的生產效率,其目的在於監控環境及自然資源生率的變化。因為改變環境及資源的生產力會出現多種效果,包含自然資源和其他投入要素的替代效應、產業結構的轉移,以及多要素生產力(Multi-Factor Productivity)的改變等。台灣的產業結構以電子相關製造業為主,因此在經濟成長的相關活動中,需大量耗損能源及自然資源。因此,提升環境和資源的生產力為台灣推動綠色成長的必要條件之一。

第一個群組「環境及自然資源生產力」所包含的主題共有三種,分別是(1)「碳與能源生產力」;(2)「資源生產力」;(3)「多要素生產力」。因此,在第一群組的指標選用上,其重點在於低碳、促進經濟體的資源使用效率,且指標須能反映出經濟體的生產面與經濟成長為佳。依據上述原則本研究選用可監控隨經濟成長而產生的廢棄物排放量相關指標,著重的指標為碳排放、能源使用,以及垃圾回收等相關指標。但目前台灣在多要素生產力的主題上,並無相關單位建立適切的指標,因此本研究將不採用該主題。

倘若自然資源耗盡,且難以尋找替代資源,人類該如何延續經濟發展。因此,第二個群組為「自然資源基礎(Natural Asset Base)」,其內涵為監控自然資產的蘊藏量。而第二個群組的主題包含,(1)「可再生資源」;(2)「不可再生資源」;(3)「生物多樣性與生態系統」。台灣為海島型國家,再加上地狹人稠,自然資源相當不足。長期以來的經濟活動,損耗了各種自然資源,以及生物的多樣性。因此,在群組二的指標選用上偏重於自然資源使用量的監控上,主要選用的指標包含淡水資源、森林資源、魚類資源、野生動物資源等相關指標。

第三個群組為「生活的環境品質(Environmental Quality of Life)」,其內涵為衡量經濟活動中損耗自然資產後所衍生的成本,以及所造成的經濟損失。故OECD在此群組中所設定的主題為(1)「環境的健康與風險」;(2)「環境的服務和設施」。因此,本研究選用與環境污染相關的指標,包含空氣汙染指標值、防治污染的支出,以及汙水處理率等。惟台灣目前缺乏針對環境污染所衍生的健康問題和成本,以及經濟損失之相關資料。

第四個群組為「經濟機會與政策回應(Economic Opportunities and Policy Response)」,其內涵為透過政策因應綠色成長的議題,並藉以創造新的經濟成長。因此,OECD於第四個群組所設定的主題為(1)「技術和創新」;(2)「環境的商品和服務」;(3)「國際的資金流動」;(4)「價格和移轉」。本研究於第四個群組的主題架構下選用與綠色科技相關的專利數、公私部門綠色採購金額、綠色GDP等相關指標。但台灣目前缺乏與「國際資料流動」主題之相關指標,因此本文無法進一步探討該主題。

在第四群組中的綠色成長之技術研發與創新方面,本研究運用世界智慧財產

組織 (World Intellectual Property Classification, WIPO) 的國際專利分類 (International Patent Classification, IPC) 中的綠色發明 (Green Inventory) 做為綠色科技之技術與創新所需資訊來源的基礎<sup>9</sup>。透過分析台灣於綠色專利六大領域的發展情況，以提供政策制定者所需之決策資訊，藉以達到 OECD 所提之「經濟機會與政策回應」，進而研擬出推動綠色成長之策略。

在專利資料的運用方面，本研究選取美國專利商標局 (United States Patent and Trademark Office, USPTO) 做為資料來源，主要係考量美國為科技領先國家、且為台灣的主要外銷市場之一，以及其專利已涵蓋大多數專利局的專利。而綠色相關專利的分類則根據世界智慧財產組織的國際綠色專利發明所提供之分類，世界智慧財產組織將專利發明中與綠色科技相關的發明分為六大類，本研究依據其專利代碼轉換成美國專利商標局的代碼，進而取得台灣於綠色科技六大分類中的專利核准數與專利被引用數。

由美國專利商標局中篩選出台灣目前已持有的核准數，以及根據被引用次數的前 10% 做為品質與重要性的代表。因此，本研究共篩選出四個變數，包含 (1) 歷年美國專利局的核准數、(2) 台灣在美國的專利核准數、(3) 台灣專利中被引用次數為前 10% 的核准數，以及 (4) 美國專利中被引用次數的前 10% 核准數。本研究以上述四個變數作為「技術和創新」主題下之主要指標。

本研究以第四個群組做為驅動整個綠色成長的動力來源，因為監控之目的在於了解目前發展趨勢。但若希冀現況與未來能有所改變，則公私部門皆須致力於技術與創新的發展。唯有技術與創新才能改變能源使用效率、替代能源的發展、降低環境污染，並提升生活的環境品質。

綜合上述，本研究以結合 OECD 之四大群組建議指標與台灣永續發展指標及其它符合建議之指標，做為本研究之指標選用架構。四大群組中的各指標之資料來源與定義詳列於表 3。

表 3 指標選取與資料來源

群組	主題	選用指標	變數定義	資料來源
群組一 環境及資源 生產力	碳和能源生產力	該年度燃料燃燒 CO2 總排放量	每單位 CO2 所創造之 GDP	經濟部能源局
		能源生產力	「能源生產力」指在一定期間內，生產每一單位能源所產生之實質國內生產毛額，其計算方式是以實質國內生產毛額除以能源總消費量。	經濟部能源局
	資源生產力	再生能源裝置容量百分比	再生能源包括太陽能、生質能、非抽蓄式水力、風力、地熱能、海洋能、國內一般廢棄物與一般事業廢棄物等直接利用或經處理所產生之	行政院國家永續發展委員會

<sup>9</sup> 資料來源：<http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/est/index.html>

群組	主題	選用指標	變數定義	資料來源
			能源。	
		垃圾回收率	一般廢棄物中資源、廚餘、巨大垃圾回收再利用比例。	行政院國家永續發展委員會
		事業廢棄物妥善再利用率	當年度事業廢棄物申報再利用量占申報總產生量之比率。	行政院國家永續發展委員會
		有害事業廢棄物再利用率	當年度有害事業廢棄物申報再利用量占申報總產生量之比率。	行政院國家永續發展委員會
		製造業用水量占製造業生產價值比率	此指標主要在表現水資源的使用情形，從中看出一國製造業的比重及消長情形和耗用水資源的程度。其計算方式：製造業用水量/製造業生產價值。同樣地，為去除物價變動的因素製造業生產價值是以主計總處發布之國內各業產出平減指數予以平減計算。	行政院國家永續發展委員會
群組二 自然資源基礎	可再生資源	各水庫管理單位最近一次進行量測之有效蓄水容量之累加有效容量(百萬立方公尺)	各水庫管理單位最近一次進行量測之有效蓄水容量之累加有效容量。	行政院國家永續發展委員會
		森林覆蓋之土地面積比率	依第 3 次森林資源及土地利用調查所得森林面積(21,024 km <sup>2</sup> )為基準，自 91 年起逐年累積「臺灣地區造林面積」及「臺灣地區森林災害」後，除以臺灣土地總面積(36,006.18 km <sup>2</sup> )。	行政院國家永續發展委員會
		漁產量(公噸)	包含遠洋漁業、近海漁業、沿岸漁業、海面養殖業、內陸漁撈業以及內陸養殖業。	行政院農業委員會漁業署
	不可再生資源	土石生產(千立方公尺)	包含砂、碎石、級配料、卵石、黏土、塊石、營建剩餘土石方等。	經濟部礦物局
	生物多樣性與生態系統	開發用地面積比	(都市發展地區面積 + 非都市土地中之開發用地面積) / 臺灣土地總面積(36,006.18 平方公里)	行政院國家永續發展委員會
		地層持續下陷面積(平方公里)	年下陷速率超過 3 公分之區域面積定義為「地層持續下陷面積」，可藉以了解地層下陷是否有減緩趨勢。	行政院國家永續發展委員會
		衛星影像判釋之山坡地變異面積(平方公里)	「山坡地變異比例」之定義為「每年以衛星影像判釋山坡地變異面積占山坡地面積之百分比(不含林班地)」	行政院國家永續發展委員會
		生物多樣性遺傳資源及種原保存比率	蒐集並保存野生物遺傳物質及種原(保存方式包括：乾式標本保存、濕式標本組織保存、冷藏保存、超低溫保存、DNA 種原保存)。(已蒐集保存之生物種數/臺灣已登錄之物種)×100% = 保存率	行政院國家永續發展委員會
群組三	環境的健康	PSI 全年監測	空氣污染指標值(PSI) 為依據監測	行政院國家永續發

群組	主題	選用指標	變數定義	資料來源
生活的環境品質	與風險	平均值	資料將當日空氣中懸浮微粒(PM10)(粒徑 10 微米以下之細微粒)、二氧化硫(SO2)、二氧化氮(NO2)、一氧化碳(CO)及臭氧(O3)濃度等數值，以其對人體健康的影響程度，分別換算出不同污染物之副指標值，再以當日各副指標之最大值為該測站當日之空氣污染指標值(PSI)，PSI 平均值為 PSI 值之全年監測平均值。	展委員會
		污染防治支出(億元)	1.空氣污染防治 2.水污染防治 3.廢棄物處理 4.噪音及振動防制 5.研究發展 6.其他	行政院環保署
	環境的服務和設施	污水處理率	污水處理率以主要污水下水道及處理設施的普及率及設置率計算。其中污水下水道所指者為能接收一般家庭廢水並且輸引至適當處理場所之管線。污水處理率為經由污水處理設施(包括公共污水下水道、專用污水下水道、及建築物污水處理設施)處理的戶數與全國平均戶數之比率。 污水處理戶數/全國當量戶數(當量戶數=全國人口數/每戶平均人數，目前每戶暫以四人估計)。	行政院國家永續發展委員會
群組四 經濟機會與政策回應	技術與創新	美國專利商標局之專利核准數	運用 WIPO 所提供的 IPC Green Inventory 分類代碼，將代碼轉換為 USPTO 之代碼，再從該資料中篩選出現有的專利核准數。	美國專利商標局
		台灣在美國的專利核准數	以台灣申請美國專利商標局並核准之專利。	
		美國專利商標局之專利被引用次數前 10%	計算美國專利商標局之專利核准數中被引用次數最高的前 10%。	
		台灣專利被引用次數為前 10%	計算美國專利商標局之專利核准數中被引用次數最高的前 10%，其中台灣所占有的專利數量。	
	環境的商品與服務	政府鼓勵防治污染及資源回收財務措施	以政府各種獎勵及誘因措施，整體所花費的經費，作為政府對於產業結構與環境改善、污染防治的投入程度的反應。	行政院國家永續發展委員會
		公私部門綠色採購金額(億元)	政府機關、民間企業及團體採購環保、節能、省水、綠建材標章等標章產品金額。	行政院國家永續發展委員會。
		環保標章核可使用產品數	凡通過審議並取得環保標章使用證書之產品件數。	環保標章核可使用產品數
	價格和移轉	折損及質耗合計	自然資源折耗值(Natural Resource Depletion)及環境品質質損(Environmental Degradation)值分別依聯合國經濟與環境綜合帳(System of Integrated Environmental and	行政院主計總處



群組	主題	選用指標	變數定義	資料來源
			Economic Accounting, SEEA)建議之淨價格法及維護成本法估算。 自然資源折耗值目前主要評估項目包括水資源(地下水)及礦產與土石資源(非金屬礦產，能源及土石資源)；環境品質質損目前包含評估空氣汙染，水汙染及固體廢棄物等三類環境汙染物，依維護成本法(Maintenance Cost Approach)的推估結果。	
	價格和移轉	進口原油平均價格	石油原油每公秉進口價格(Cost, Insurance, Freight; CIF) (新台幣)	經濟部能源局
		水汙染質損帳	水汙染質損包含市鎮汙水，工業廢水以及農業廢水三個部分	行政院主計總處
		水資源折耗	以單位水價減單位成本再乘以超抽量來計算。	行政院主計總處

## (二) 指數計算

運用指數表達整個群組的優勢在於可衡量特定面向(群組/主題)的歷年變化。但其缺點在於，當指標的變化不明顯時，或指標不具代表性時則會導致指數的意義無法表達群組的內涵。因此本文在選取指標時，其選取原則係根據台灣本身的自然資源特性、產業結構，以及提供產業未來發展方向等面向。

本文在編製指數方面，係參考物價指數的編制方法即拉氏公式(Laspeyres)，而權重的設定則以均權(Equal-Weight)為主。指標則選用與 OECD 建議之指標內涵最接近的指標，並根據台灣的國家特性納入台灣現有的指標，進而根據主題(Theme)建立主題指數，最後再依據群組(Group)計算群組總指數，如圖 2 所示。

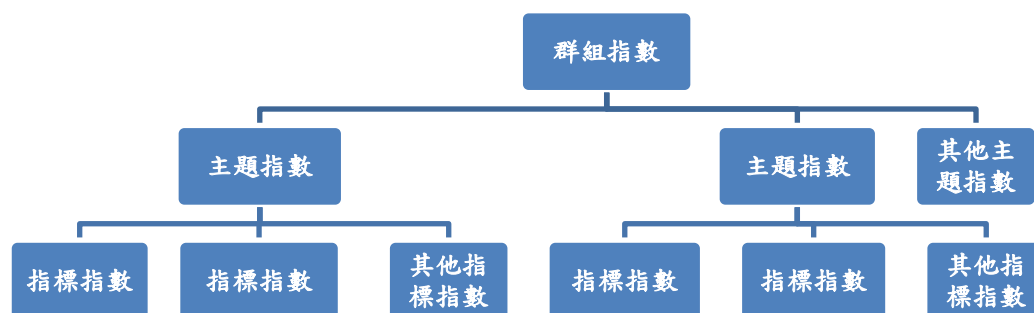


圖 2 各階層指數之建構原理

另在指標數值意涵方面，因考量各指標數值的大小對綠色經濟成長的正負向影響皆有所不同。因此本研究提出以倒數轉換方式進行指標數值轉換，以解決上述的指標正負向影響之疑慮。表三為描述各指標數值對綠色成長的正負向影響，本研究將負向的指標數值進行倒數轉換，藉以達到所有指標數值對綠色成長有一致性的影響方向。以表 4 中的「製造業用水量占製造業生產價值比率」為例，因



用水量越大對綠色成長越會產生負向效果，亦即製造業用水量占製造業生產價值比率的數值意義與綠色成長為負向關係，因此必須將數值意義轉換為數值越大越有利於綠色成長的正向關係。

倒數轉換的公式如下：

$$Indicator\ X_{i,t} = \left\{ \frac{100}{\left[ \frac{X_{i,t=93,...,101}}{X_{i,t=93}} * 100 \right]} \right\} * 100$$

表 4 指標對綠色經濟成長的影響

群組	主題	選用指標	對綠色成長的影響
群組一 環境及資源生產力	碳與能源生產力	每單位 CO2 所創造之 GDP	正向效果
		能源生產力	正向效果
	資源生產力	再生能源裝置容量百分比(%)	正向效果
		垃圾回收率	正向效果
		事業廢棄物妥善再利用率(%)	正向效果
		有害事業廢棄物再利用率(%)	正向效果
		製造業用水量占製造業生產價值比率	負向效果
群組二 自然資源基礎	可再生資源	各水庫管理單位最近一次進行量測之有效蓄水容量之累加有效容量(百萬立方公尺)	正向效果
		森林覆蓋之土地面積比率(%)	正向效果
		漁產量(公噸)	正向效果
	不可再生資源	土石生產(千立方公尺)	負向效果
	生物多樣性與生態系統	開發用地面積比(%)	負向效果
		地層持續下陷面積(平方公里)	負向效果
		衛星影像判釋之山坡地變異面積(平方公里)	負向效果
		生物多樣性遺傳資源及種原保存比率(%)	正向效果
群組三 生活的環境品質	環境的健康與風險	PSI 全年監測平均值	負向效果
		污染防治支出(億元)	負向效果
	環境的服務和設施	污水處理率(%)	正向效果
群組四 經濟機會與政策回應	技術和創新	美國專利商標局之專利核准數	正向效果
		台灣在美國的專利核准數	正向效果
		美國專利商標局之專利被引用次數前 10%	正向效果
		台灣專利被引用次數為前 10%	正向效果
	環境的商品和服務	政府鼓勵防治污染及資源回收財務措施	正向效果
		公私部門綠色採購金額(億元)	正向效果
		環保標章核可使用產品數	正向效果
	價格和移轉	折損及質耗合計	負向效果
		進口原油(Cost, Insurance, Freight; CIF)平均價格	負向效果
		水汙染質損帳	負向效果
		水資源折耗	負向效果

各階層之指數計算公式如下所示。

$$Indicator\ X_{i,t} = \frac{X_{i,t=93,\dots,101}}{X_{i,t=93}} * 100$$

$X$  表示選用指標； $i$  表主題指數下的第  $i$  個指標； $t$  表示年份為民國 93 年至 101 年；基準年設定為民國 93 年。

$$Theme\ Index_{it} = \sum(W * X_{i,t})$$

$Theme\ Index$  為主題指數； $W$  為權重，權重配置為均權配置；其計算為主題指數下之各指標的均權平均數。

$$Group\ Index_{i,t} = \sum(W * Sub\ Index_{i,t})$$

$Group\ Index$  為計算各群組總指數下之各主題指數的均權平均數。

本文之研究架構如圖 3，係以結合 OECD 的綠色成長指標架構與台灣永續發展指標，以及其他相關指標，進而研擬出四大指數。編制群組及主題指數的優勢在於可透過指數呈現四群組的歷年累計變化狀況。其中，指數一至三之主要功能在於監控整體環境的變化，而指數四則做為發展綠色產業與改善指數一至三的起始動力。因為唯有透過綠色科技創新，才能改變目前的資源與能源使用效率，以達到改善環境，並發展綠色產業帶動經濟成長。



圖 3 群組指數架構

本研究將四大群組下各種指標進一步計算成四大群組指數，其目的在於達成下述四個目標：

- (1) 以此做為綠色成長各群組及主題之指標選用架構；
- (2) 以主題指數做為分析綠色成長各主題發展之基礎資訊；
- (3) 以群組指數做為反映綠色成長之效益評估平台；
- (4) 指標與指數之歷年變化可做為制定綠色相關政策時之參考。

### (三) 資料限制

本研究之資料來源主要係採用行政院國家永續發展委員會之指標資料，而永續會乃是參考聯合國永續發展指標系統與架構而組成永續發展指標系統，並於2003年發表第1版指標系統，為求配合永續發展指標之發布，故資料期間以2003年以後之資料為主，藉以實際關永續發展指標中與綠色成長相關的指標。此外，本研究之指標資料受限於各單位公布時間與收錄期間不一，因此為求在計算指數時能有一致性之基礎，指標資料以民國93年作為基準年度，藉以獲取最大長度之指標資料。此外，部分主題與相關指標受限於目前並無相關統計資料，因此於本文中無法進一步探討其影響與效益。

#### 四、研究結果分析

本文之研究結果可分為四個部分，即為 OECD 所建議之四大群組，本研究依據 OECD 之建議選取適當指標，爾後再分層建構指數，先將指標依據 OECD 所設定之主題編製成主題指數，再將主題指數進一步編製成四大群組總指數。以下將就四大群組分別論述之。

群組總指數一為「環境及資源生產力」，又分為兩個主題指數，分別是(1)「碳和能源生產力」；(2)「資源生產力」。各主題又由各自所屬之指標所構成，即本研究根據 OECD 所建議而選用之指標，如表 5-1 所示，其欄位中的數值皆為指標之原始數值。由表 5-1 可得知，除「製造業用水量占製造業生產價值比率」外，多數的指標皆呈現正向成長，其中又以「垃圾回收率」成長幅度最大。

表 5-1 群組一環境及資源生產力選用指標

主題	碳和能源生產力		資源生產力				
指標年度	每單位 CO2 所創造之 GDP	能源生產力	再生能源裝置容量百分比	垃圾回收率	事業廢棄物妥善再利用率	有害事業廢棄物再利用率	製造業用水量占製造業生產價值比率
93	46.51	107.87	6.11	24.01	76.68	48.73	1.48
94	47.39	110.75	6.04	29.42	74.73	52.91	1.34
95	48.54	114.39	6.08	35.41	75.46	52.23	1.32
96	50.76	111.97	6.21	38.70	75.71	49.66	1.25
97	53.48	116.05	6.33	41.97	76.61	53.3	1.3
98	55.25	116.71	6.38	45.48	80.18	56.92	1.35
99	57.14	121.61	6.58	48.82	80.58	56.01	1.11
100	58.48	127.91	7.00	52.20	82.4	59.02	1.05
101	60.61	130.97	7.47	54.36	80.86	58.43	1.11

表 5-2 呈現群組一「環境及資源生產力」之各項指標原始值轉換為指數後的歷年變動情形。在各指標指數中變化最大的指標指數「垃圾回收」，從 93 年的 100 成長至 101 年的 226.41，其所隱含的意義為歷年的成長率約 2.26 倍。「每單位 CO2 所創造之 GDP」自 93 年的 100 開始一路上升至 130，其表示的意義為近年來「每單位 CO2 所創造之 GDP」對綠色成長呈現正向效果，並成長約 30%。其中，能源部門<sup>10</sup>又為碳排放量最多的產業，因此提升能源使用效率與相關技術研發，為台灣推動綠色成長的重大關鍵之一。

「再生能源裝置容量指數」自 93 年的 100 成長至 101 年的 122，其所代表的意義為歷年整體成長幅度約為 22%。但「裝置容量」係指設備數量與容量，並非發電量，其實際產生的電力需視該裝置的運轉時間及影響因子所決定。102 年台灣再生能源發電量占當年度總供電量比例約為 4.5%<sup>11</sup>，而德國的再生能源發電量已占總發電量的 27%。因此，台灣可考慮借鏡德國於再生能源的規劃方向，以提高台灣再生能源的整體效益。除上述指標指數外，其他指標指數則呈現相對

<sup>10</sup>資料來源：我國燃料燃燒二氧化碳排放統計，103 年 7 月，經濟部能源局。

<sup>11</sup>資料來源：台灣電力公司 [http://www.taipower.com.tw/content/new\\_info/new\\_info-c34.aspx?LinkID=13](http://www.taipower.com.tw/content/new_info/new_info-c34.aspx?LinkID=13)

較小的變化。

表 5-2 群組一指標指數之計算

主題	碳和能源生產力		資源生產力				
指數 年度	每單位 CO2 所創造之 GDP 指數	能源生產力 指數	再生能源裝 置容量指數	垃圾回收 指數	事業廢棄物妥 善再利用指數	有害事業廢棄 物再利用指數	製造業用水量占製 造業生產價值比率 指數
93	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
94	101.90	102.67	98.85	122.53	97.46	108.58	110.45
95	104.37	106.04	99.51	147.48	98.41	107.18	112.12
96	109.14	103.80	101.64	161.18	98.74	101.91	118.40
97	114.97	107.58	103.60	174.80	99.91	109.38	113.85
98	118.78	108.20	104.42	189.42	104.56	116.81	109.63
99	122.86	112.74	107.69	203.33	105.09	114.94	133.33
100	125.73	118.58	114.57	217.41	107.46	121.12	140.95
101	130.30	121.41	122.26	226.41	105.45	119.91	133.33

表 5-3 呈現主題指數「碳和能源生產力」、「資源生產力」與群組一總指數「環境及資源生產力指數」。截至 101 年為止，兩個主題指數對綠色經濟成長都呈現正向影響，「碳和能源生產力指數」自 90 年的 100 微幅上升至 110.44，而「資源生產力指數」至 101 年亦成長至 138.42。雖然兩個主題指數都是正向成長，但就群組一總指數「環境及資源生產力指數」整體而言，歷經 8 年的時間，群組一總指數自 93 年起的整體歷年累計成長率僅 34.36%。因此，相關單位必須針對重要指標下所隱含的關鍵技術及重大議題進行規劃，才能真正達到提升能源及資源生產力。

表 5-3 主題指數與群組一總指數

指數 年度	主題指數 碳和能源生產力指數	主題指數 資源生產力指數	群組一總指數 環境及資源生產力指數
93	100.00	100	100
94	101.90	108.65	105.27
95	104.37	112.63	108.50
96	109.14	117.13	113.13
97	114.97	117.88	116.43
98	118.78	119.22	119.00
99	122.86	133.05	127.95
100	125.73	140.55	133.14
101	130.30	138.42	134.36

台灣因地狹人稠，四面環海且自然資源蘊藏量並非十分豐富，因此有必要進行自然資源的監控與維護。表 6-1 呈現台灣重要自然資源的相關指標，其涵蓋範圍包含水、森林、漁、土地等多項重要自然資源。在「生物多樣性與生態系統」主題下之「衛星影像判釋之山坡地變異面積」，由於指標資料起始年為民國 97 年，與其他指標資料期間並不一致。但台灣近年來因天災而導致的山坡地面積變動頻傳，有鑒於此指標在反映天災上具備相當程度的重要性，再者，因考量該指標的數值變動特性僅會增長或維持不變。因此本研究以 97 年之數值為基準往前回推至 93 年，因基準值皆相同，所以並不會影響後續主題指數之計算。

由表 6-1 可得知指標原始數值變化較大的指標為「各水庫有效蓄水容量之累



加有效容量」、「地層持續下陷面積」、「山坡地變異面積」，以及「生物多樣性遺傳資源及種原保存比率」等。此外，表 6-1 中的「各水庫有效蓄水容量之累加有效容量」、「漁產量」、「土石生產」、「開發用地面積比」與「山坡地變異面積」等五項指標與綠色成長的關係為負向，因此經倒數轉換後，可發現四項指標指數皆呈現逐年下降的趨勢，如表 6-2 所示。

表 6-1 群組二自然資源基礎選用指標

主題	可再生資源			不可再生資源	生物多樣性與生態系統			
指數年度	各水庫有效蓄水容量之累加有效容量 <sup>12</sup> (百萬立方公尺)	森林覆蓋之土地面積比率(%)	漁產量(公噸)	土石生產(千立方公尺)	開發用地面積比(%)	地層持續下陷面積(平方公里)	山坡地變異面積 <sup>13</sup> (平方公里)	生物多樣性遺傳資源及種原保存比率(%)
93	2,150.71	58.86	1,273,831	53,988	11.4	1,194.20	11.7778	43.54
94	2,057.46	58.82	1,295,111	54,198	11.57	1,147.10	11.7778	35.49
95	2,041.36	58.83	1,262,265	54,376	11.62	891.7	11.7778	32.4
96	2,009.92	58.83	1,503,701	42,456	11.66	803.2	11.7778	30.07
97	1,990.27	58.84	1,341,636	42,042	11.7	820.4	11.7778	25.54
98	1,866.93	58.77	1,090,218	37,337	11.77	532.78	17.2713	22.81
99	1,888.31	58.85	1,169,824	49,209	11.89	633	15.894	19.11
100	1882.36	59.04	1,222,655	45,355	11.91	534.4	16.8989	16.43
101	1860.01	59.18	1,256,082	43,845	11.96	286.5	21.0623	15.77

在表 6-2 群組二「自然資源基礎」中，歷年累計變化最大的兩項指標指數為「有效蓄水容量」、「山坡地變異面積」。至 101 年為止，各水庫的有效蓄水容量共短少了 13.52%。而台灣四面環海，淡水資源因而更顯珍貴，再加上台灣各流域中適合做為水庫的地點並不多，因此有必要針對水庫進行長期性的維護以維持或提升水庫的有效蓄水容量。在山坡地變異面積方面，因近年的颱風屢屢夾帶大豪雨，進而造成山坡地流失的情形更加嚴重，因此政府相關單位必須針對此兩項指標進行更深入的監控與維護。

在地層持續下陷面積的部分，早年因超抽地下水而導致地層下陷面積持續擴大<sup>14</sup>，但近年來在政府的有效維護下，下陷面積已日漸趨緩。此外，在「生物多樣性遺傳資源及種原保存」方面，建議相關單位深入探討其原因是否為現已保存了大多數的種源，因此該比率出現逐年下滑現象，抑或是缺乏保存方法，而導致進度落後。群組二中的其餘指標指數變化幅度則相對穩定。

表 6-2 群組二指標指數之計算

主題	可再生資源			不可再生資源	生物多樣性與生態系統			
指數年度	各水庫有效蓄水容量	森林覆蓋之土地面積比	漁產量	土石生產	開發用地面積比	地層持續下陷面積	山坡地變異面積	生物多樣性遺傳資源及種原保存比
93	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
94	95.66	99.93	101.67	99.61	98.53	104.11	100.00	81.51
95	94.92	99.95	99.09	99.29	98.11	133.92	100.00	74.41

<sup>12</sup>各水庫管理單位最近一次進行量測之有效蓄水容量之累加有效容量

<sup>13</sup>衛星影像判釋之山坡地變異面積

<sup>14</sup>資料來源：經濟部水利署 [http://mag.udn.com/mag/edu/storypage.jsp?f\\_ART\\_ID=249665](http://mag.udn.com/mag/edu/storypage.jsp?f_ART_ID=249665)

96	93.45	99.95	118.05	127.16	97.77	148.68	100.00	69.06
97	92.54	99.97	105.32	128.41	97.44	145.56	100.00	58.66
98	86.81	99.85	85.59	144.60	96.86	224.15	68.19	52.39
99	87.80	99.98	91.84	109.71	95.88	188.66	74.10	43.89
100	87.52	100.31	95.98	119.03	95.72	223.47	69.70	37.74
101	86.48	100.54	98.61	123.13	95.32	416.82	55.92	36.22

表 6-3 呈現三個主題指數「可再生資源」、「不可再生資源」、「生物多樣性與生態系統」以及群組三總指數「自然資源基礎」。三個主題指數中，僅「可再生資源指數」對綠色經濟成長為負向影響，其他兩個指數皆為正向的影響。

主題「可再生資源指數」是處於逐年遞減狀態，雖然整體下降幅度不大，但若不能有效維護可再生資源，對整體物種的生存及經濟發展仍會造成相當程度的影響。因台灣的原始礦產資源較為缺乏或已枯竭，因此本文僅採用「土石生產」指標做為「不可再生資源」的代理變數。「不可再生資源指數」每年以固定比例緩步成長，因此未來的土石開採狀況必須更加嚴密的進行監控，因土石蘊藏量並非無限，若持續開採，除了衍生資源耗盡的風險外，亦會對環境及物種造成相當程度的危害。

在主題指數「生物多樣性與生態系統」的成長趨勢可發現，主要係因地層下陷面積的統計數值有相當大量的減少，箇中原因為近年抽取地下水的比例逐年下降，因此地層下陷面積持續減緩。

整體而言，表 6-2 中的群組二「自然資產指數」於 101 年前僅是微幅的漲跌，除 101 年有較大的變化外，「自然資產指數」並未有太大的變化。但在 101 年時，指數為 123.14，箇中原委係來自於地層持續下陷面積的有效減緩，促使群組二總指數「自然資產總指數」較前一年提升 16.38，由指數變化可顯現台灣的自然資源維護已有所成長，未來應持續監控並加強維護。

表 6-3 主題指數與總指數

指數/ 年度	主題指數 可再生資源	主題指數 不可再生資源	主題指數 生物多樣性與生態系統	群組二總指數 自然資源基礎
93	100.00	100.00	100.00	<b>100.00</b>
94	99.09	99.61	96.04	<b>98.25</b>
95	97.99	99.29	101.61	<b>99.63</b>
96	103.82	127.16	103.88	<b>111.62</b>
97	99.28	128.41	100.41	<b>109.37</b>
98	90.75	144.60	110.40	<b>115.25</b>
99	93.21	109.71	100.63	<b>101.18</b>
100	94.60	119.03	106.65	<b>106.76</b>
101	95.21	123.13	151.07	<b>123.14</b>

表 7-1 為群組三「生活環境的品質」的選用指標，在兩個主題「環境的健康與風險」、「環境的服務與設施」下選用「PSI 全年監測平均值」、「污染防治支出」，以及「汙水處理率」等三個指標。由指標原始數值可得知，「汙水處理率」與「污染防治支出」已有大幅成長，而 PSI 全年監測平均值呈現相對較小的變化。

因受限於目前各相關單位並未提供其他相關的指標資料，因此僅能以上述三

個指標作為代表指標。其它面向的指標仍須有關單位蒐集相關資料後方能納入，依據 OECD 之建議，理想的指標應為環境受損害或汙染所造成的對應成本或經濟損失。

表 7-1 群組三 生活的環境品質選用指標

主題	環境的健康與風險		環境的服務與設施
指標年度	PSI 全年監測平均值	污染防治支出(億元)	污水處理率(%)
93	60	1,021.30	27.48
94	58	1,090.82	30.2
95	58	1,072.30	35.22
96	58	1,159.40	39.48
97	57	1,206.80	43.67
98	58	1,242.60	48.66
99	55	1,321.70	53.02
100	55	1,411.10	57.99
101	53	1,399.40	62.99

表 7-2 呈現指標數值經計算後的指標指數，因「PSI 全年監測平均值」、「污染防治支出」兩項指標與綠色成長為負向關係，亦即此兩項指標的數值越大，對綠色成長越不利。因此，本研究以倒數轉換的方法進行指標指數的計算，以達到所有指標指數與綠色成長皆呈現一致性的方向，即數值越大對綠色成長越有利。

由表 7-2 可發現「PSI 全年監測平均值」，自 93 年至 101 年僅成長 13.21%，雖然是微幅成長，但仍不可忽略空氣汙染的情況正逐漸在惡化。而「污染防治支出」亦是逐年增加中，因此有必要針對汙染防治進行評估，藉以降低污染防治支出的成本。此外，在「汙水處理」的部分，自 93 年至 101 年業已成長了約 2.29 倍，表示政府在汙水下水道及處理設施有相當大的進展。

表 7-2 群組三指標指數之計算

主題	健康的環境與風險		環境的服務與設施
指標年度	PSI 全年監測平均值	污染防治支出	污水處理
93	100.00	100.00	100.00
94	103.45	93.63	109.90
95	103.45	95.24	128.17
96	103.45	88.09	143.67
97	105.26	84.63	158.92
98	103.45	82.19	177.07
99	109.09	77.27	192.94
100	109.09	72.38	211.03
101	113.21	72.98	229.22

由表 7-3 的主題指數可得，「環境健康與風險指數」逐年下降中，其主因來自於污染防治支出年年提升，因此在防治汙染方面，相關單位必須更嚴密監控。群組三總指數「生活的環境品質」呈現大幅度的成長，表示台灣在維護生活品質方面已有所成長，但在指標的種類上仍有所不足，目前僅能以空氣和水做為主要的代理變數。

表 7-3 主題指數與總指數

年度	主題指數 健康的環境與風險	主題指數 環境的服務與設施	群組三總指數 生活的環境品質
93	100.00	100.00	100.00
94	98.54	109.90	104.22
95	99.35	128.17	113.76
96	95.77	143.67	119.72
97	94.95	158.92	126.93
98	92.82	177.07	134.95
99	93.18	192.94	143.06
100	90.73	211.03	150.88
101	93.09	229.22	161.16

表 8-1 為群組四「經濟機會與政策回應」的選用指標及其原始數值。群組四可分為三個主題分別是「技術創新」、「環境的商品與服務」、「價格和移轉」，以下將分別論述，在「技術與創新」的主題下，本文採用綠色專利相關的指標。而「環境的商和服務」的主題下，則選用「購置防治污染及資源回收設備或技術申請投資抵減證明」、「公私部門綠色採購金額」、「環保標章核可使用產品數」等三項指標。在「價格和移轉」的主題下，選用與「綠色 GDP」相關的指標，以及「原油進口價格」等指標。

表 8-1 群組四經濟機會與政策回應選用指標

主題	技術與創新				環境的商品和服務			價格和移轉			
指標 年度	美國專利 局的專利 核准數	台灣在美 國的專利 核准數	美國專利 局被引用 次數的前 10%核准 數	台灣專利 於被引用 次數的前 10%核准 數	購置防治污 染及資源回 收設備或技 術申請投資 抵減證明(百 萬元)	公私部門 綠色採購 金額	環保標 章核可 使用產 品數	折損及質 耗合計	進口原油 CIF 平均 價格(新 台幣/公 秉)	水汙染 質損帳	水資源 折耗
93	21054	261	2200	2	3,959	57	2,556	89669	7,444.86	39,742	15,980
94	20603	262	1999	1	6,714	67.8	2,986	89713	9,981.74	39,719	15,754
95	18024	223	1747	2	3,978	63.8	3,303	88693	12,705.54	39,362	15,333
96	19836	266	1917	3	6,715	70.7	3,766	87741	13,920.22	39,229	15,221
97	22715	256	2207	6	6,378	89.6	4,381	84248	19,654.91	38,012	14,809
98	24991	357	2691	16	6,985	91.9	5,204	78941	12,625.72	33,471	14,588
99	30433	411	3566	20	3,180	121.8	5,889	79804	15,396.94	35,115	14,673
100	30989	443	2468	11	2,114	127.5	7,089	75560	20,105.92	30,457	14,132
101	31325	432	4862	38	218	173.1	9,582	74327	20,995.74	29,398	13,721

表 8-2 呈現群組四選用指標經計算後之指數。因「折損及質耗」、「水汙染質損帳」、「水資源折耗」等三項指標與綠色成長之關係為負向。因此本研究運用倒數轉換公式使各指標與綠色成長皆呈現正向關係，以利後續各主題指數之計算。以下將針對群組四之各指標指數分別進行論述。

在群組四的主題「技術與創新」下之指標「台灣占美國專利局核准數比例」自 93 年的基準值 100 成長至 101 年的 111，共成長約 11%。其代表的意義為台灣與綠色相關專利的投入研發已呈現初步成果。另「台灣前 10% 占美國前 10% 被引用次數的比例」亦是逐年成長，相較於民國 93 年的基準值 100，致 101 年已成長 8.6 倍至 860。「台灣專利產出為前 10% 的比例」呈現大幅度的增加，指標指數自 93 年的基準值 100 成長至 101 年的 1148，共成長了 11.48 倍。上述兩個



指標可代表台灣產出的專利品質良莠，因唯有重要且具備創新的專利才有被引用的價值。

由於上述兩個代表專利品質的指標皆大幅成長，代表台灣在專利品質的努力上已呈現相當良好的成果。此外，代表數量方面的專利指標為台灣占美國專利局核准數的比例，截至民國 101 年，雖然僅有微幅成長，但以研發創新的角度而言，相較於專利的產出數量，專利的品質更是關鍵。因為不論是專利佈局，或是未來的應用，品質遠重於數量。

在「環境的商品和服務」主題下的「公私部門綠色採購金額」、「環保標章核可使用產品數」皆有大幅成長。而「購置防治污染及資源回收設備或技術申請投資抵減證明」一項則大幅減少，根據指數的變化，本研究推論因公私部門已於過去幾個年度購置所需設備，因此近年投入金額大幅減少。「環保標章核可使用產品數」由 93 年至 101 年共成長 3.75 倍，表示台灣在推廣使用環保相關產品已有所成。

表 8-2「價格與移轉」主題下的選用指標中，除「進口原油 CIF 平均價格」外，其餘三個指標皆進行倒數轉換，藉以達到指數變動對綠色成長之方向一致性的要求。取自綠色 GDP 的指標包含「折損與質耗」、「水汙染質損帳」、「水資源折耗」等，其用意在於將經濟發展時所付出的隱藏成本轉換為實質費用。因數值經過倒數轉換，所以當數值逐年成長，其所代表的是伴隨著經濟成長而損耗的資源量正逐年降低。

表 8-2 群組四指標指數之計算

主題	技術與創新			環境的商品和服務			價格和移轉			
指標 年度	台灣占美國 專利局核准 數比例	台灣前 10% 占美 國前 10% 被引用 次數的比例	台灣專利產 出為前 10% 的比例	購置防治污染及 資源回收設備或 技術申請投資抵 減證明	公私部門 綠色採購 金額	環保標 章核可 使用產 品數	折損及質 耗	進口原 油 CIF 平均價 格	水汙 染質 損帳	水資源 折耗
93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
94	103	55	50	170	119	117	100	134	100	101
95	100	126	117	100	112	129	101	171	101	104
96	108	172	147	170	124	147	102	187	101	105
97	91	299	306	161	157	171	106	264	105	108
98	115	654	585	176	161	204	114	170	119	110
99	109	617	635	80	214	230	112	207	113	109
100	115	490	324	53	224	277	119	270	130	113
101	111	860	1148	6	304	375	121	282	135	116

表 8-3 中的主題指數「技術與創新」至 101 年時，已大幅成長了 7.06 倍，代表台灣在綠色成長相關的技術與創新已出現良好的成果。第二個主題指數「環境產品和服務」至民國 101 年已有 2.28 倍的成長，代表台灣持續投入在環境友善的產品與服務上已有相當的成效。第三個主題指數「價格與移轉」亦呈現 1.64 倍的成長，其主因來自於進口原油價格的大幅攀升。

本研究考量原油價格越高越能刺激與迫使公私部門進行能源使用效率與綠色科技的相關技術研發，因此並未對此指標進行倒數轉換，主要係希冀能透過價



格的高漲刺激替代能源的發展及相關科技研發，以達到節能減碳的目標，並進一步邁向綠色成長。

群組四總指數「經濟機會與政策回應」從民國 93 年開始至 101 年呈現倍數成長，其主因來自於「技術與創新」主題指數來自於三個基礎指標的大幅成長，分別是「台灣占美國專利局核准數比例」、「台灣前 10% 占美國前 10% 的比例」，以及「台灣專利產出前 10% 的比例」。其中，「台灣專利產出前 10% 的比例」呈現接近 11.4 倍的成長，此指標所蘊含的意義為台灣產出的專利具有一定程度的重要性與創新性，因此被引用的次數方能名列前茅。

表 8-3 主題指數與總指數

指數 年度	主題指數 技術與創新	主題指數 環境的商品和服務	主題指數 價格和移轉	群組四 總指數 經濟機會與政策回應
93	100	100	100	<b>100</b>
94	69	135	109	<b>104</b>
95	114	114	119	<b>116</b>
96	142	147	124	<b>138</b>
97	232	163	146	<b>180</b>
98	451	180	128	<b>253</b>
99	454	175	135	<b>255</b>
100	310	185	158	<b>218</b>
101	706	228	164	<b>366</b>

## 五、結論

圖 4 呈現各群組總指數的歷年變化，群組一至群組三之總指數的基本功能是用於監控，本身的歷年變化並不大。若希冀總指數一至三能往有利於綠色成長變動，則必須透過群組四總指數「經濟機會與政策回應」驅動其他三個群組總指數。因為唯有投資於技術與創新，並讓技術與環境相關產品達到實際應用方能改變與帶動其他的三個群組指數的變化。

以綜觀的角度而言，指數一由 93 年至 101 年僅成長 24.43%，此即意味著整體環境與資源的保護與使用效率皆有待加強，而加強的方式即在於關鍵技術的研發或借鏡引進，以改善台灣的整體環境資源使用效益。

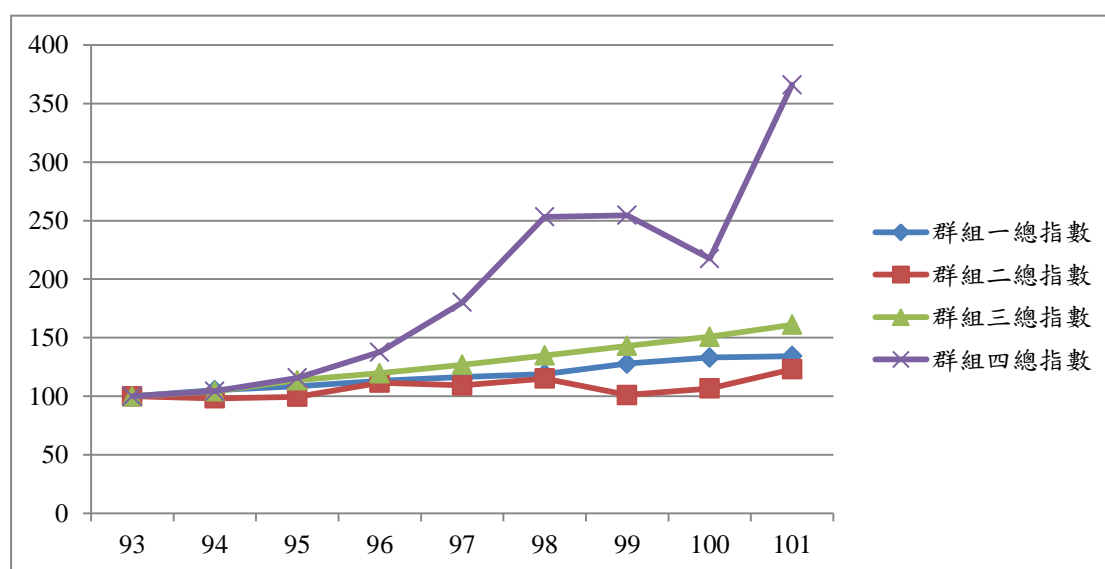


圖 4 四大總指數歷年趨勢

目前變化最大的總指數為群組四的「經濟機會與政策回應」，群組一與群組三總指數則逐年微幅成長，而群組二與群組四的變化方向則較為相似。由此看來，雖然群組四的總指數有相當大的變化，但仍舊無法驅動其他三個群組總指數大幅往綠色成長邁進。因此可推論出目前的主題指數「技術與創新」並無法使「碳與能源生產力」指數以及「再生能源裝置容量」有更大幅度的成長。

整體而言，台灣目前致力於「技術與創新」，因此在綠色科技相關專利的表現上相當傑出，但專利的實際應用與相關產品的研發需要有進一步的發揮，方能驅動所有指數邁向綠色成長，並進一步促成綠色相關產業的發展，最終才能透過綠色經濟成為台灣新經濟成長動力。

本研究依據 OECD 所提之四大群組進行指標系統建構，除指標系統建構方法可提供各界參考外，指標系統架構之內涵可做為四大群組的現況與趨勢發展之監控，另可透過指數所提供之資訊提供政策制定者進行決策時所需之參考。

本文之研究貢獻共有四點，分述如下：

1. 各群組下之指標選用可做為綠色成長指標選用系統之架構。
2. 各群組所構成之指數可做為綠色成長效益分析之基礎資訊。
3. 各群組指數所提供之資訊可做為綠色科技政策之決策支援資訊。
4. 綠色專利分析框架可做為公私部門制定綠色策略時之參考資訊。

透過四個總指數之分析，可得知台灣的公私部門皆致力於綠色經濟的發展，但目前為止群組總指數「環境及資源生產力」、「自然資源」、「生活的環境品質」雖有成長，相較於群組四總指數「經濟機會與政策回應」的成長幅度而言，仍舊有待加強。因此，台灣的公私部門應竭力投資於綠色科技相關的技術與產品，方能創造新產業並帶動新一波的綠色經濟成長。另一方面，在相關資料的收集與建置亦須進一步加強，因為唯有認清現況發展，才能找尋到對的方向前進。

## 參考文獻

- OECD (2011), Fostering Innovation for Green Growth.
- OECD (2011), Towards Green Growth Monitoring Progress OECD Indicators.
- OECD (2011), Towards Green Growth : A Summary for Policy Makers.
- OECD (2013), Moving towards a Common Approach on Green Growth Indicators: Green Growth Knowledge Platform Scoping Paper.
- UNEP (2009), Global Green New Deal.
- UN (2012), A Guidebook to the Green Economy.
- UN (2013), Green Growth Indicators: A Practical Approach for Asia and the Pacific, United Nations
- World Bank (2013), From Brown Growth to Green: The Economic Benefits of Climate Action.