

# 環境科學

永續社 [epa.url.tw](http://epa.url.tw)



本書旨在提供一個全面且系統性的框架，以理解人類與其生存環境之間複雜且動態的互動關係。環境科學作為一門整合性的學問，其範疇橫跨自然科學、社會科學、工程技術乃至人文倫理，探討的核心在於如何維繫地球生態系統的健康與穩定，以支持當代與未來世代的永續發展。本書的編排結構，從基礎概念到具體議題，從自然法則到社會規範，循序漸進地引導讀者建構完整的環境知識體系。

本書的起點，在於闡明環境科學的跨學科本質及其重要性。我們將首先釐清環境科學的定義與範疇，說明其不僅是研究大氣、水、土壤及生物等自然要素的科學，更是深入分析人類活動如何影響這些要素，以及這些變化又如何回饋至人類社會的綜合性領域。認識到環境問題的複雜性，必須透過生態學、化學、物理學、地理學、經濟學、政治學及倫理學等多重視角的交叉檢視，方能尋求有效的理解與解決方案。提升公眾對此領域的認知與意識，是促成集體行動與政策改革的基石，這涉及社會中各種機構的角色與責任，以及不同社群在環境議題中的參與和影響。

在建立基礎認知後，本書將深入探討支撐人類文明的自然資源。我們將區分可再生與不可再生資源的特性，分析過度開發與管理不善所引發的資源耗竭、環境退化等相關問題。此部分將強調，資源的永續利用並非僅是政府或企業的責任，個人透過消費選擇與生活習慣的改變，同樣能在資源保護中發揮關鍵作用。最終目標是導向一種公平且永續的生活方式，確保資源的利用既能滿足當前需求，亦不損及後代子孫滿足其自身需求的權利。

接著，本書將進入生態系統的核心單元。生態系統是生物與其非生物環境相互作用的動態整體，理解其結構、功能與運作法則，是環境科學的基礎。我們將詳細說明生產者、消費者與分解者在系統中的角色，並追蹤能量如何透過食物鏈與食物網流動，以及水、碳、氮、氧等關鍵物質如何進行生物地球化學循環。從微觀的池塘到宏觀的海洋，從森林、草原到沙漠，我們將剖析各類生態系統的特徵、結構與功能，並探討生態演替的過程以及人類活動導致的生態系退化問題。

生物多樣性作為生態系統韌性與功能的根本，將是本書另一重點章節。我們將從遺傳、物種與生態系三個層次定義生物多樣性。本章將系統性闡述生物多樣性所蘊含的各種價值——從直接的消費與生產價值，到間接的社會、倫理、審美乃至未來的選擇價值。同時，我們將直面生物多樣性面臨的嚴重威脅，如棲地喪失與破碎化、盜獵及人獸衝突，並介紹就地保育與遷地保育等主要保育策略。

環境污染是人類活動衝擊自然系統最顯著的表徵之一。本書將分門別類地探討空氣、水、土壤、海洋、噪音、熱及核污染等各類污染的成因、對生態與人體健康的影響，以及可行的預防與控制措施。固體廢棄物管理，特別是都市與工業廢棄物所帶來的挑戰，亦將被深入討論。本章強調，污染防治不僅是技術與法規問題，個人透過源頭減量、分類回收及綠色消費等行為，亦是構成解決方案不可或缺的一環。

環境問題本質上是社會問題。本書將探討從不可持續的發展路徑轉向永續發展的迫切性與途徑。內容將涵蓋快速都市化衍生的能源、水資源（包括節水、雨水收集與流域管理）及居住正義等問題。我們將深入環境倫理的各個面向，包括資源消耗的公平性、南北差距、城鄉差距、性別平等、代際正義、動物權利等，並連結至環境教育與傳統的保育價值觀。此外，全球性的環境議題如氣候變遷、全球暖化、酸雨、臭氧層破壞等，其成因、影響與國際因應努力亦將被詳細分析。本章也將概述重要的環境保護法規，如空氣、水、野生動物及森林保護相關法律，並討論環境影響評估、公民行動在法規執行中的角色。

人口動態與環境壓力密不可分。本書將檢視全球人口成長的趨勢與區域差異，分析人口爆炸與都市化對環境造成的複合壓力，並討論家庭福利計畫等人口政策。環境與人類健康之間的連結至關重要，我們將探討環境健康的概念，分析氣候、傳染病、水媒疾病、食品中的化學物質乃至環境致癌物如何影響公共衛生。本章亦將觸及環境人權、環境正義、以及智慧財產權與社區生物資源保護等新興議題。價值觀教育被視為引導社會變革的深層力量，包括培養對自然與文化的珍視、追求社會正義、以及理解公平利用公共資源的責任。最後，本書將論及愛滋病毒/愛滋病、婦女與兒童福利等特定社會健康議題，並展望資訊科技在環境監測、健康照護與公眾參與中所能扮演的積極角色。

透過以上各章的連貫論述，本書期望能為讀者構築一個堅實而寬廣的環境科學知識平台，不僅理解我們所面臨的挑戰，更能洞察其背後的系統性成因，並思考自身在促進人與自然和諧共生的永續未來中，所能擔負的責任與採取的行動。



# 第一章 環境研究的跨學科性質

環境科學作為一門學術領域，其核心特徵在於其鮮明的跨學科性質。它並非由單一學科獨立構成，而是整合了來自自然科學、社會科學、工程學乃至人文學科的知識、理論與方法，旨在系統性地理解人類與自然環境之間複雜的互動關係。這種整合的必要性源於環境問題本身的複雜性，任何單一學科的視角都難以全面剖析諸如氣候變遷、生物多樣性喪失或污染擴散等議題。例如，要有效解決一條河川的污染問題，不僅需要化學知識來分析污染物成分，需要生物學來評估對水生生態的影響，需要工程學來設計處理設施，更需要經濟學、法學和社會學來考量治理成本、法規制定以及社區行為的改變。因此，環境研究本質上是一個協作框架，它要求研究者超越傳統的學科邊界，以一種整體性的視野來探討環境系統的結構、功能及其與人類社會的相互依存關係。

這種跨學科的取向，使得環境科學的知識基礎極為廣泛且動態發展。它奠基於生態學、地質學、氣象學、海洋學等自然科學，以理解地球系統的物理、化學與生物過程。同時，它必須汲取經濟學、政治學、社會學、倫理學等社會科學的養分，以分析資源分配、政策制定、社會行為與環境價值觀等人文面向。此外，工程與技術學科提供了監測、減緩與修復環境問題的實際工具與解決方案。這種多元知識的融合，並非簡單的疊加，而是需要進行有機的整合與對話，從而形成對環境問題更為全面、深入且具實踐意義的認識。這種整合過程本身，也持續推動著新概念、新方法論的產生，例如永續發展、生態經濟學、環境正義等，這些都是跨學科思維下的重要產物。

理解環境研究的跨學科性質，對於培養解決當代環境挑戰的能力至關重要。它意味著環境專業人員或具備環境素養的公民，不能僅滿足於專精一門技術或理論，而需具備系統思考的能力，能夠看到局部問題與整體系統的關聯，能夠辨識自然過程與社會動因的交織影響。在實踐層面上，這要求教育體系設計相應的課程，鼓勵跨領域的學習與研究合作；在政策制定上，則需建立跨部門的協調機制，因為環境議題往往涉及能源、農業、交通、工業、衛生等多個政策領域。最終，認識到環境研究的跨學科本質，是邁向有效環境治理與永續未來的首要步驟，它為後續深入探討環境科學的具體定義、範圍、重要性，以及公眾意識的培養，奠定了必要的理論與視野基礎。

## 1.1 環境科學定義、範圍和重要性

環境科學作為一門整合性的學問領域，其核心在於系統性地研究人類與自然環境之間的互動關係。這門學科並非單一學問的延伸，而是匯集了生物學、化學、物理學、地質學、氣候學、生態學、地理學，乃至於社會學、經濟學與政治學等多種

學科的知識與方法，旨在理解環境系統的運作機制，並解決因人類活動而產生的各種環境問題。其根本目標在於探究環境的結構、功能及其演變過程，評估人類活動對環境造成的影響，並尋求在滿足當代發展需求的同時，不損及後代子孫福祉的永續發展路徑。因此，環境科學的本質是問題導向且應用性強的，它不僅關注自然世界的規律，更著重於人類社會該如何調整其行為與制度，以達成與自然環境和諧共存的終極目的。

從範圍上來看，環境科學的研究範疇極為廣泛且層次分明。在最基礎的層次上，它探討構成環境的物理與化學組成，例如大氣、水體、土壤及岩石圈的性質與循環。進階至生態層次，則聚焦於生物與其生存環境間的關係，包括個體、族群、群集乃至整個生態系統的結構、功能與動態，例如能量流動、物質循環與生物多樣性的維繫。然而，環境科學最具特色的部分，在於它必然將人類社會納入環境系統中進行考量。這涉及對人口增長、資源消耗、污染排放、土地利用變遷、科技發展與經濟活動等社會驅動力的分析，並評估這些活動對前述自然系統造成的壓力與改變。此外，環境政策、環境法律、環境經濟學、環境倫理以及公眾環境意識與行為等社會人文面向，亦是其不可或缺的研究範疇。這種從分子層次到全球尺度，從自然過程到社會經濟影響的全面性關照，構成了環境科學跨領域與整合性的鮮明特徵。

環境科學的重要性在當代社會已無庸置疑，其首要價值在於提供我們理解地球生命支持系統的科學基礎。透過對氣候系統、水循環、營養鹽循環及生態平衡的深入研究，我們得以認知到自然環境的承载力與脆弱性。例如，對碳循環的詳盡了解，是理解全球暖化成因與後果的基石；對生態系統服務，如授粉、水淨化、氣候調節等的量化評估，則讓人們具體認識到自然資本的無可替代性。其次，環境科學是診斷與解決環境問題的關鍵工具。無論是都市空氣污染、河川優養化、土壤退化、廢棄物處理或是生物多樣性喪失，都需要依靠嚴謹的科學監測、數據分析與模型模擬，才能準確找出污染源、評估影響程度並預測未來趨勢，從而為制定有效的防治策略與技術方案提供依據。

進一步而言，環境科學在引導社會走向永續發展的道路上扮演著核心角色。永續發展強調經濟發展、社會公平與環境保護三者的平衡，而環境科學正是評估發展活動環境成本、尋找清潔生產技術、設計資源循環利用模式，以及規劃生態友善土地利用的知識來源。它幫助我們辨識哪些資源利用方式是不可持續的，並探索替代方案。例如，在能源領域，環境科學評估各種能源技術，從化石燃料到再生能源的全面環境影響，為能源轉型政策提供科學支持。在農業領域，它推動對生態農業、永續林業與漁業的研究，以確保糧食安全與生態健康的兼顧。

最後，環境科學的教育與普及對於培養具備環境素養的公民至關重要。在民主社會中，環境政策的形成與執行需要公眾的理解、支持與參與。環境科學知識能幫助公眾辨識環境資訊的真偽，理解環境風險，並在日常生活中做出對環境更友善的選擇。從個人節能減碳、垃圾分類，到社區參與環境監督、支持環保政策，這些行

動的背後都需要基本的環境科學認知作為支撐。因此，環境科學不僅是科學家與政策制定者的專業領域，其核心知識與思維方式更應成為現代公民通識教育的一部分，這是應對當前與未來複雜環境挑戰的社會基礎。總而言之，環境科學以其跨學科的整合視野，為我們理解人與環境的複雜關係、解決迫切的環境問題、並規劃永續的未來，提供了不可或缺的科學框架與實踐指南。

### 1.1.1 環境科學定義

環境科學是一門整合性的學問領域，其核心在於系統性地研究人類與自然環境之間的互動關係。這門學科並非單一學問的延伸，而是融合了生物學、化學、物理學、地質學、氣候學、生態學、地理學，乃至於社會學、經濟學與政治學等多種學科知識的綜合體。其根本目的在於理解自然環境的結構、功能與動態變化，並探究人類活動對環境所造成的各種影響，無論是正面的或負面的。透過這種跨學科的透鏡，環境科學旨在釐清複雜環境問題的根源，評估其可能帶來的後果，並進一步尋求解決或緩解這些問題的科學途徑與管理策略。因此，它不僅是一門描述自然現象的科學，更是一門致力於應用科學知識以促進環境永續性與人類福祉的應用科學。

從歷史脈絡來看，環境科學作為一門獨立學科的興起，與二十世紀中後期全球日益凸顯的環境問題密切相關。工業革命以來，特別是二戰後經濟的快速發展，導致了資源過度消耗、污染加劇、生態系統退化等問題，諸如《寂靜的春天》一書所揭示的農藥危害，以及後來的酸雨、臭氧層破洞等事件，促使科學界與公眾意識到必須以更系統、更整體的方式來研究環境。這門學問因而從傳統的自然科學研究中分化出來，強調將地球視為一個由大氣圈、水圈、岩石圈和生物圈相互連結的整體系統，即所謂的「地球系統科學」觀點。在此框架下，環境科學的定義便涵蓋了對這個複雜系統中物質循環、能量流動、生態過程的基礎研究，以及對人類社會如何嵌入並改變這些過程的深入分析。

具體而言，環境科學的定義包含幾個關鍵面向。首先，它關注環境的「狀態」，即監測與評估空氣、水、土壤、生物等環境介質的質量與健康狀況。其次，它探究環境「壓力」的來源，主要分析人類活動（如工業排放、農業開發、都市擴張、資源開採）如何成為驅動環境變化的主要力量。第三，它評估環境變化所帶來的「影響」，包括對生態系統穩定性、物種生存、自然資源供給，以及最終對人類社會經濟與健康造成的風險。最後，也是其應用價值的核心，在於發展「回應」策略，這涉及污染控制技術、資源管理方法、環境政策制定、保育行動以及推動永續發展的實踐方案。因此，環境科學的定義本質上是問題導向的，它始於對環境現象的客觀觀察與理解，終於尋求人與環境和諧共存的可行之道。

理解環境科學的定義，對於後續探討其範圍與重要性至關重要。它奠定了全書的基調：我們所面對的環境議題，從氣候變遷到生物多樣性喪失，從水污染到廢棄物管理，都不是孤立的事件，而是人類社會經濟系統與自然生態系統複雜交織下的產物。唯有透過這種整合性的科學視角，才能避免頭痛醫頭、腳痛醫腳的片面解決

方案，從而發展出兼具科學嚴謹性與社會可行性的全面性對策。這門學問不僅為專業人士提供工具，也旨在賦予每一位公民理解環境問題本質的基礎能力，這正是提升公眾環境意識、促成集體行動的知識基石。

### 1.1.2 環境科學範圍

環境科學的範圍極為廣泛且具整合性，其核心在於理解地球系統中物理、化學、生物及社會過程之間複雜的交互作用。此領域並非單一學科的延伸，而是融合了生態學、地質學、氣象學、化學、物理學、地理學、海洋學、土壤科學等多種自然科學的知識基礎，並進一步納入經濟學、政治學、社會學、倫理學及法律等人文社會科學的觀點。這種跨學科的整合特性，使得環境科學能夠全面性地探討環境問題的成因、機制、影響以及可能的解決方案。其研究範疇從微觀的分子在生物體內的累積與毒性，到宏觀的全球氣候變遷與生物地球化學循環，無所不包。因此，環境科學家的工作場域可能從實驗室、野外調查站，延伸到政策分析室與社區會議中，顯示其範疇橫跨了基礎研究、應用科技與社會治理等多個層面。

具體而言，環境科學的研究範圍可劃分為幾個相互關聯的主軸。首先是對自然環境系統本身的理解，包括大氣、水圈、岩石圈及生物圈的結構、功能與動態變化。這涉及研究氣候模式、水文循環、地質作用、生態系統的能量流動與物質循環等基礎過程。其次是探討人類活動對這些自然系統造成的衝擊，例如工業排放如何改變大氣組成與氣候、農業與都市化如何導致棲地破碎與物種滅絕、資源開採如何污染水體與土壤。此一部分著重於污染物的來源、傳輸路徑、環境宿命及其對生態與人體健康的影響評估。第三個主軸則是尋求解決環境問題與實現永續發展的途徑，這涵蓋了污染控制技術的研發、廢棄物管理策略、資源保育方法、環境影響評估程序、環境經濟學分析，以及相關政策、法規與國際公約的制定與執行。

此外，環境科學的範圍也必然包含對人類社會層面的深入檢視。環境問題本質上是人與環境互動失調的結果，因此必須理解驅動人類行為的社會、經濟、文化與制度因素。這包括分析不同發展模式下的資源消耗型態、探討環境正義與公平性議題、評估環境政策對不同社群的影響、研究公眾環境意識與行為的改變，以及思考如何透過教育、倫理與立法來引導社會朝向永續方向轉型。從地方社區的資源管理衝突，到全球性的南北國家在氣候責任上的爭議，都是環境科學關切的範疇。總而言之，環境科學的範圍是一個從自然系統到人類社會，從地方性問題到全球性議題，從問題診斷到方案實踐的連續整體，其終極目標在於為人類與地球其他生命形式謀求一個可長久共存且健康繁榮的未來。



### 1.1.3 環境科學重要性

環境科學的重要性在於其為人類社會提供了一套系統性的知識框架與分析工具，用以理解並應對人與自然環境之間日益複雜的互動關係。在當代，人類活動對地球系統的影響已達到前所未有的規模與深度，從氣候變遷、生物多樣性喪失到各類污染問題，無一不威脅著生態系統的穩定與人類自身的福祉。環境科學透過整合物理、化學、生物、地質、社會科學及工程學等多學科視角，不僅能診斷這些環境問題的根源與機制，更能評估其潛在風險，並發展出基於實證的解決方案。它超越了單純的問題描述，進入了因果分析與預測模擬的層次，使我們能夠在資源管理、政策制定與技術發展上做出更明智的選擇，避免因無知或短視而加劇環境危機，從而為永續發展奠定堅實的科學基礎。

從經濟與社會發展的角度審視，環境科學的重要性體現在其對長期繁榮與安全的保障作用。自然資源是經濟活動的物質基礎，生態系統服務則是人類社會賴以生存的無償支持系統，包括淨化空氣與水、調節氣候、授粉、土壤形成等。環境科學的研究揭示了這些資源與服務的有限性與脆弱性，強調了在發展過程中必須納入環境成本與承載力的考量。例如，對水循環與流域生態的科學理解，能指導水資源的永續利用與管理，避免過度開發導致的水資源枯竭或水質惡化，進而影響農業、工業與民生。同樣地，對土壤污染與退化機制的掌握，是確保糧食安全與土地生產力的關鍵。缺乏環境科學的指引，經濟發展往往淪為對自然資本的掠奪性消耗，最終將侵蝕發展的成果，甚至引發資源爭奪與社會動盪。

此外，環境科學在引導科技創新與政策法規制定上扮演著核心角色。面對環境挑戰，科技是雙面刃，既能成為污染源，也能提供解方。環境科學透過生命週期評估、風險分析等方法，幫助辨識技術的環境足跡，並引導研發朝向更清潔、高效、循環的方向發展，例如可再生能源技術、污染控制設備及廢棄物資源化技術。在政策層面，環境科學提供的監測數據、模型預測與影響評估，是制定有效環境標準、

劃設保護區、設計經濟誘因（如碳定價）以及進行國際環境談判不可或缺的依據。它使環境治理從主觀訴求轉向客觀決策，提升了政策的科學性與正當性。同時，環境科學教育也是培育公民環境素養、推動公眾參與環境監督的基石，這將在後續章節中進一步探討公眾意識的必要性。

最後，從更宏觀的哲學與倫理層面而言，環境科學深化了人類對自身在自然界中位置的認知，促進了環境倫理的形成。它揭示了生物多樣性的內在價值與生態系統的複雜關聯，打破了人類中心主義的思維，強調人與其他物種、與後代子孫之間的利益平衡與道德責任。這種由科學認知所支撐的倫理觀，是推動社會從不可持續的消費模式轉向永續生活方式的重要動力。總而言之，環境科學的重要性是全方位且深遠的，它不僅是解決具體環境問題的工具，更是人類文明能否與地球生命支持系統和諧共存、實現長久繁榮的關鍵知識體系。其重要性將在後續各章節對自然資源、生態系統、污染及社會議題的深入探討中，得到更具體的印證與闡釋。



## 1.2 環境科學公眾意識的必要性

環境科學的知識體系與研究成果，若僅侷限於學術機構與專業領域之內，其對於解決實際環境問題的影響力將大打折扣。因此，提升公眾對環境科學的認知與理解，不僅是一項教育任務，更是推動社會整體邁向永續發展的關鍵基石。公眾意識的建立，意味著社會成員能普遍理解人類活動與自然環境之間的複雜互動關係，並能基於科學證據，對各類環境議題形成理性的判斷與態度。這種廣泛的認知基礎，是促使政府制定有效政策、企業實踐社會責任、以及社區採取集體行動的社會動力

來源。缺乏公眾意識的環境政策，往往難以獲得社會支持，執行過程中也易遭遇阻力，最終導致政策目標無法實現。反之，當公眾具備足夠的環境素養，便能形成一股監督與推動的力量，促使各層面的決策更符合生態永續的原則。

環境議題具有高度的複雜性與不確定性，從氣候變遷的全球性影響到社區層級的廢棄物管理，皆涉及多元的科學知識與價值判斷。若公眾對基本的環境科學原理缺乏認識，便容易受到片面資訊或錯誤觀點的誤導，例如對核能風險的過度恐懼或對再生能源效益的盲目質疑，都可能阻礙社會就重要環境政策達成共識。提升環境科學公眾意識，有助於培養公民的批判性思考能力，使其能夠辨識資訊的真偽，評估不同解決方案的利弊，並在民主過程中做出明智的選擇。這種由下而上的知識建構過程，能強化社會應對環境挑戰的韌性，使社群在面對污染事件、資源短缺或生態災害時，能基於共同的理解採取協調一致的行動，而非陷入恐慌與指責。

進一步而言，環境科學公眾意識的深化，直接關乎個人日常生活行為的改變。許多環境問題的根源，在於無數個體消費、移動、飲食與廢棄物處理等習慣的總和效應。當個人理解自身碳足跡、水足跡與生態足跡的意涵，並知曉其行為選擇背後的环境成本時，便更有可能自發性地採取節能、減廢、綠色消費等對環境友善的行動。這種微觀層面的行為改變，匯集起來即能產生宏觀的正面影響。例如，公眾對資源回收分類知識的普及，能大幅提升廢棄物管理系統的效率；對節約用水重要性的認識，能緩解水資源短缺的壓力。因此，環境教育不僅是知識的傳遞，更是價值觀與生活態度的塑造，旨在將永續發展的理念內化為公民的日常實踐。

在現代社會中，資訊傳播管道多元且迅速，這為提升環境科學公眾意識提供了前所未有的機會，但也帶來了挑戰。機會在於，透過大眾媒體、社交網絡、科普書籍與博物館等管道，環境科學知識得以更生動、更廣泛地觸及不同年齡與背景的民眾。然而，挑戰在於資訊爆炸的環境中，科學資訊可能與偽科學、商業宣傳或意識形態論述相互競爭，導致公眾無所適從。因此，環境科學的傳播必須注重溝通策略，將複雜的科學數據轉化為易懂的語言，並結合在地關懷與生活經驗，使民眾感受到環境問題與自身的切身相關性。同時，科學家與教育工作者有責任確保傳遞資訊的準確性與平衡性，避免過度簡化或危言聳聽，以建立公眾對科學社群的長期信任。

最終，培養環境科學公眾意識的目標，在於營造一個「生態公民社會」。在這個社會中，公民不僅享有在健康環境中生活的權利，也認知並願意承擔對環境的相應責任。這種責任感體現於積極參與公共事務，例如關注環境影響評估的過程、支持保育政策、或參與社區環境監測與復育工作。公眾意識的高漲，也能促使企業界將環境績效視為核心競爭力的一部分，因為消費者的環保偏好將直接影響市場選擇。從全球視角來看，諸如氣候變遷、生物多樣性流失等跨國界問題的解決，亟需國際合作，而各國公眾的認知與壓力，是推動政府參與並履行國際環境協議的重要力量。因此，環境科學的公眾意識是連結個人行動、社區韌性、國家政策與全球治

理不可或缺的橋樑，其必要性在於它是將科學知識轉化為保護地球實質行動的社會催化劑。

### 1.2.1 環境中的機構

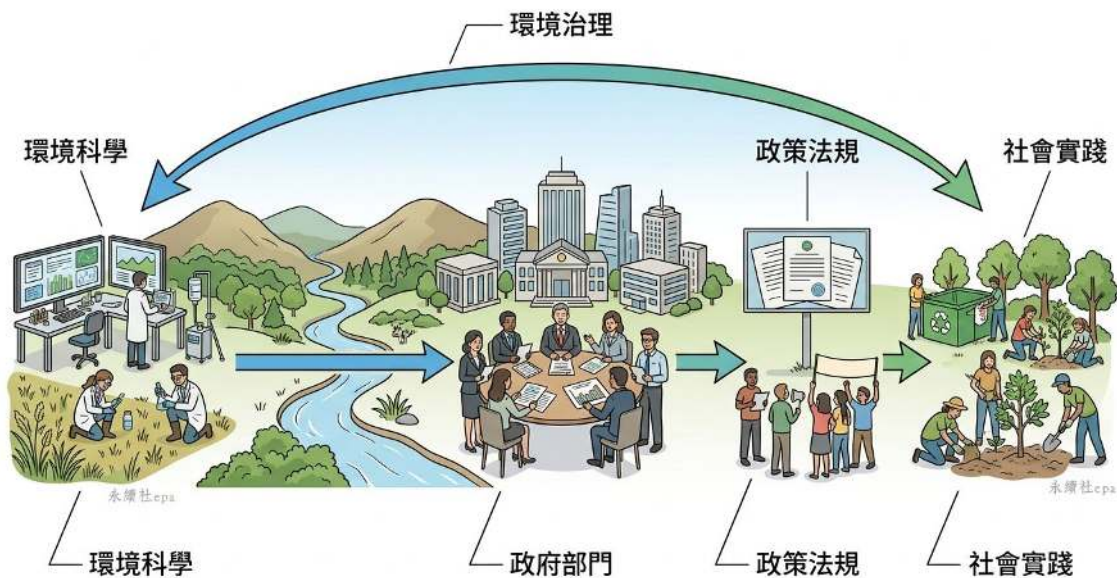
環境科學公眾意識的提升，並非僅依賴個人的自發性覺醒，更關鍵的是社會中各種機構所扮演的引導、規範與執行角色。這些機構構成了推動環境治理與教育的骨幹網絡，其運作效能直接影響公眾對環境議題的理解深度與參與廣度。所謂「環境中的機構」，泛指所有在環境決策、管理、教育、監督及執行層面具有影響力的組織實體，其範疇廣泛，從國際組織、各級政府部門、立法與司法機關，到非政府組織、學術研究單位、企業乃至社區團體，均屬此列。這些機構透過制定政策、執行法律、進行研究、傳播知識與發起行動，將抽象的環境科學知識轉化為具體的社會規範與公眾行為準則，是連結科學認知與社會實踐不可或缺的橋樑。

在眾多機構類型中，政府部門無疑佔據核心地位。從中央到地方的環境保護、自然資源、農業、工業、衛生、教育等相關部會，負責將環境科學的發現轉化為國家政策與法律規章。例如，環境主管機關透過設立空氣品質標準、水體污染排放限值、自然保護區劃設等具體管制措施，直接規範社會經濟活動對環境的影響。這些法規的制定與執行，不僅是技術性的管理行為，更是對公眾進行的一種強制性環境教育，迫使企業與個人正視其行為的環境後果。此外，政府的教育機構則負責將環境科學知識系統性地納入正規教育體系，從基礎教育到高等教育，培養公民具備基本的環境素養與科學判斷能力，這是提升公眾意識的長遠根基。

除了政府體系，非政府組織與公民團體在塑造公眾意識上發揮著獨特而關鍵的作用。這類機構通常更具彈性與草根性，能夠深入社區，針對特定環境議題進行倡議、教育與動員。它們往往扮演監督者與吹哨者的角色，揭露環境破壞事件，挑戰不永續的發展政策，並推動環境正義。例如，許多環境非政府組織透過科學調查、數據公開、媒體宣傳與公眾講座，將複雜的環境問題轉譯為公眾易於理解的語言，激發社會關注與討論。它們的行動彌補了政府機制的不足，並為公民參與環境事務提供了多元的管道與平台，是凝聚社會共識、形成環境保護壓力的重要力量。

此外，企業作為主要的資源利用者與污染排放者，其內部機構的環境管理方針與社會責任實踐，亦是影響公眾認知與行為的重要環節。負責任的企業會設立環境、社會及治理部門，導入綠色生產技術，實施產品生命週期評估，並公開環境資訊。這些作為不僅能減少自身的環境足跡，更能透過供應鏈與市場消費行為，影響廣大的上下游廠商與消費者，傳遞永續發展的價值。同時，學術與研究機構，如大學、科學院、智庫等，則是環境科學知識生產與創新的源頭。它們透過嚴謹的研究產生證據，為政策制定提供科學基礎，並培養未來的環境專業人才。這些機構的科研成果，經由出版、研討會、科普活動等方式向社會傳播，持續深化公眾對環境系統運作機制與問題根源的理解。

綜上所述，環境中的機構是一個多層次、多面向的複雜系統，各機構間相互影響、協作或制衡，共同塑造了社會的環境治理格局與公眾的環境意識水平。公眾環境意識的提升，並非在真空中發生，而是鑲嵌於這套機構網絡的運作之中。機構的透明度、問責性、科學基礎以及與公眾的溝通效能，決定了環境科學知識能否有效轉化為社會行動。因此，理解「環境中的機構」其功能、互動與限制，是探討環境科學公眾意識必要性的核心環節，也為後續分析「環境中的人群」如何與這些機構互動，奠定了必要的制度背景基礎。



### 1.2.2 環境中的人群

環境科學的實踐與推廣，其核心動力最終來自於社會中的每一個個體，即「環境中的人群」。人群並非僅是環境問題的被動承受者，更是環境變遷的關鍵驅動者與解決方案的潛在執行者。從微觀的家庭消費選擇，到宏觀的社會運動與政策支持，人群的行為模式、價值觀念與集體行動，深刻影響著環境的狀態與未來走向。理解人群在環境系統中的角色，意味著必須檢視其與自然資源的互動方式、所面臨的環境風險差異，以及其環境意識與行動能力如何被塑造。這涉及社會學、經濟學、心理學與教育學等多重視角，凸顯了環境議題本質上的人文與社會面向。

人群與環境的互動首先體現在日常生活的資源利用與廢棄物產生上。個人的消費習慣，例如能源使用、水資源消耗、交通方式選擇以及廢棄物分類行為，累積起來便構成了龐大的環境足跡。不同社會經濟背景、居住地域（都市或鄉村）及文化傳統的人群，其環境足跡存在顯著差異。例如，高度都市化地區的人群可能更依賴集中供能與食品供應系統，其污染排放較為集中但效率可能較高；而鄉村地區的人群可能更直接依賴當地自然資源，其影響則較為分散但與生態系統的連結更為緊密。此外，環境風險的分布往往並不平均，弱勢社群常因居住於工業區附近、缺乏

乾淨水源或防災能力不足，而承受不成比例的污染與災害衝擊，這便引出了環境正義的關鍵議題。

提升公眾環境意識與促進環保行動，是連結「環境中的人群」與永續未來的橋樑。環境意識的培養是一個複雜的過程，需要透過正規教育、媒體傳播、社區參與及親身經驗等多重管道。有效的環境教育不僅傳遞知識，更旨在培養批判思考能力、生態價值觀以及負責任的行動意願。當人群具備足夠的知識並感知到環境問題與自身的關聯性時，便可能從個人層面改變行為，例如節能減廢、支持綠色產品；更進一步，則可能集結成公民團體，參與環境監督、倡議政策改革或進行生態保育工作。歷史顯示，許多重要的環境法規與保護區的設立，其背後往往都有強有力的公眾輿論與社會運動支持。

然而，促使人群採取環保行動面臨諸多障礙，包括資訊不足、短視的經濟誘因、習慣的惰性，以及認為個人行動無助於解決全球問題的無力感。因此，除了教育，還需要透過制度設計與基礎設施提供，來創造一個便於實踐環保行為的社會環境。例如，完善的公共運輸系統、便利的資源回收設施、合理的能源價格結構，以及鼓勵綠色創新與消費的經濟政策，都能引導人群做出更環境友善的選擇。最終，環境科學的目標不僅是理解自然系統的運作，更是要引導人類社會——由無數個體與群體組成——走向與地球生命支持系統和諧共存的發展路徑。認識「環境中的人群」，即是認識環境問題的根源與解決希望的所在。

