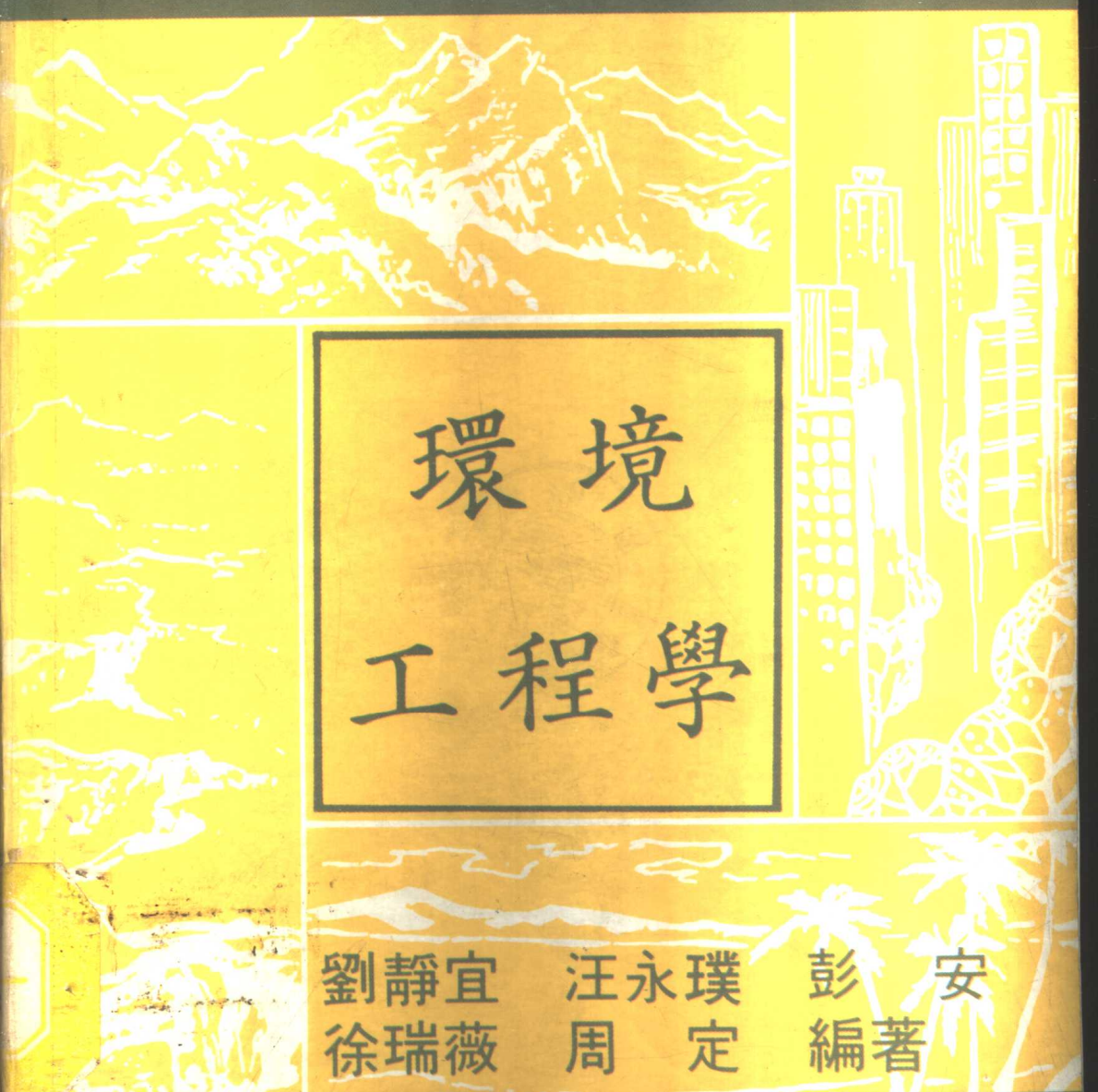


918536

環境科學基本叢書 1



環境 工程學

劉靜宜
徐瑞薇

汪永璞
周定

彭安
編著

科技圖書股份有限公司

x 5

0253

912536

環境科學基本叢書 I

環境工程學

劉靜宜
徐瑞薇

汪永璞
周 定

彭

編著

科技圖書股份有限公司

行政院新聞局登記證 局版台業字第 1123 號

版權所有 • 翻印必究

環境科學基本叢書 1

環境工程學

編著者：劉靜宜 汪永璞 彭 安
徐瑞薇 周 定

發行人：趙 國 華

發行者：科技圖書股份有限公司

台北市重慶南路一段 49 號四樓之 1

電 話：3118308 • 3118794

郵政劃撥帳號 0015697-3

七十八年十一月初版

特價新台幣 150 元

前 言

保護環境，造福人類，使一般大眾以及子孫後代有一個良好的生息與工作環境，這是環境保護的基本目的。

爲了提高對環境意識，普及環境科學基本知識，組織環境科學方面的專家編寫了一套《環境科學基本叢書》。這套叢書包括：環境化學、環境物理學、環境生物學、環境地學、環境工程學、環境醫學六冊。每冊對各該學科的基礎理論，基本內容及基本知識做了比較全面性、系統性的介紹與闡述。書中附有圖表以加深對內容的了解，力求做到深入淺出。

本叢書可供環保的中級技術管理人員與各級主管閱讀，也可供從事環保科技人員與大專院校的有關專業的師生參考。

環境科學是一門新興的邊緣學科，它的研究對象、任務、內容及學科體系等都在發展之中，還有許多問題尚待進一步研究與探討。同時由於我們組織編寫這套叢書的時間倉促，經驗不足，難免會有某些缺點與錯誤，熱忱地期望讀者批評指正。

編輯者言

本書通俗地介紹了環境工程學的基本內容，其中包括環境工程學的發展簡史，水體污染和空氣污染及其防治的途徑與措施，固體廢棄物的處理與利用以及環境系統工程的基礎知識。

本書主要供環境保護系統的中級技術管理人員、科技人員和大專院校有關專業師生參考。

環境工程學

目 錄

前 言

編輯者言

第一章 環境工程學概論

1.1 環境工程學興起·····	1
1.2 環境工程學的發展簡史·····	2
1.3 環境工程學的分支學科·····	5
1.4 環境工程學的發展及展望·····	8

第二章 水污染防治工程

2.1 水資源·····	11
2.2 水污染和廢水的水質指標·····	14
2.3 水體中的主要污染物質及其危害·····	24
2.4 水體保護·····	38
2.5 水污染控制的基本原則及基本方法·····	46
2.6 廢水的物理處理法·····	48
2.7 廢水的化學處理法·····	55
2.8 廢水的物理化學處理法·····	61
2.9 廢水的生物化學處理法·····	69
2.10 幾種工業廢水的處理·····	88

第三章 空氣污染防治工程

3.1	空氣污染的形成	119
3.2	空氣污染源及污染的類型	122
3.3	空氣中的主要污染物及其危害	128
3.4	空氣品質標準	138
3.5	空氣污染綜合防治措施	146
3.6	空氣污染物治理技術	148

第四章 固體廢棄物的處理與利用

4.1	棄之爲害，用則爲寶	173
4.2	固體廢棄物的處理	181

第五章 環境系統工程

5.1	環境系統工程的誕生	243
5.2	環境系統工程的基本任務	245
5.3	環境系統工程的理論基礎和方法	248
5.4	環境系統工程的研究領域	251

第一章 環境工程學概論

1.1 環境工程學興起

隨着社會經濟和科學技術的迅速發展，人類社會變得越來越錯綜複雜。社會生產和人類生活各個領域的內容更加豐富多采，還不斷湧現出前人聞所未聞的嶄新事物，也不斷出現一些引起世界各國共同關心的重大社會經濟問題。環境問題就是其中之一。

人類出現以後，從自然環境中獲取生活資源，然後又將使用過的自然物質及廢棄物質還給自然環境，從而參與了自然界的物質循環和能量流動，不斷影響着自然環境。因此，人類自身的生存和發展過程，同時也是人類改造自然環境的過程。在這個過程中，由於人類知識能力和生產能力的限制，往往伴隨着產生人類意料不到的不良後果，造成對環境的污染和對生態的破壞。隨著社會的進步，出現了作為社會活動中心的都市。都市中人口稠密、工業集中，工廠和家庭排出的廢水、廢氣和固體廢棄物相當集中，造成了都市環境的污染。十八世紀產業革命以後，大工業的出現，工業發展更快，人口急劇集中，環境問題也日益嚴重。尤其是1950年以來，社會經濟和科學技術的突飛猛進，人類社會影響自然界的能力大為增強，環境污染發展成為當代社會的重大問題。

當代環境問題的嚴重性，表現在如下幾個方面，首先，人工合成化學品生產的迅速發展。據統計，世界上已有化學產品六百

2 環境工程學

多萬種，年產量從 1930 年代的 100 萬噸上升到目前的幾億噸，其中有毒化學產品年產達四百多萬噸，這些人工合成物，特別是其中之有毒物質大量進入自然環境，在環境中擴散、遷移和轉化，給人類和其它生物的生存帶來嚴重的潛在威脅。其次，人類活動排入環境的廢棄物數量已大大超過環境的承載容量，靠環境自淨能力已經不可能消除掉。據 1970 年代估計，全世界每年排放的廢水約 6000 ~ 7000 億噸，一氧化碳和二氧化碳約四億噸，固體廢棄物約 3000 億噸。第三，沙漠化現象日益嚴重。地球上已受到沙漠化影響的土地有 3800 萬 km^2 ，並且每年還有約 600 萬 ha 土地發生沙漠化。沙漠化破壞土地資源，威脅着世界糧食生產。同時，地球上森林面積在急劇減少，在 1960 年到 1970 年末期間，森林面積從 38 億 ha 減少到 26 億 ha。森林對調節氣候有重要作用，森林面積的迅速減少，無疑將對人類社會產生嚴重的後果。第四，地球上的資源，特別是不可再生的資源日益減少，面臨枯竭危險。礦物燃料消耗量增加很快，出現了能源危機。淡水資源也日益不能滿足需要。此外，地球上的動植物資源也急劇地減少。

事實證明，人類活動已經嚴重地影響了自然環境。環境污染已達到危險的程度，生態平衡受到了干擾，自然資源遭到大規模地破壞，這一切已經引起也界各國的深切關注。環境工程學就是在這種情況下，為解決日益嚴重的環境問題而逐漸發展起來的一門嶄新的環境科學分支學科。

1.2 環境工程學的發展簡史

環境工程學是一門嶄新的工程技術學科。它主要匯集了土木

工程，公共衛生工程及有關工業技術三個方面的有關技術而形成和發展起來的。

土木工程是研究房屋、道路、橋樑等公用設施的規劃、設計和營造的工程技術學科。給水與排水設施也是土木工程的研究對象，這也就是“給水排水工程”這門工程技術學科形成的基礎。

給水排水工程設施很早就已出現，我國在公元前 2000 年就使用陶土管修建下水管道。西方在這個時期，提出飲用水須經煮沸。公元一世紀，埃及人開始使用砂濾法淨水。我國在明朝以前就開始使用明礬作為淨水藥劑。1850 年英國開始把漂白粉用於飲用水消毒。1852 年美國建立木炭過濾的自來水廠。1865 年，英國設立了防止河道污染委員會。

在污水處理方面，法國在 1860 年就建立了消化池，用厭氧法處理污水。英國於十九世紀中葉，美國於本世紀初分別建成較完整的公共污水處理廠。污水處理的試驗研究也較早，1882 年開始污水曝氣試驗，1893 年首次進行活性污泥法試驗，1914 年，英國的兩位工程師發表活性污泥法論文，這一年就被定為活性污泥法創始年。近十多年來，由於治理水體污染的需要，在給水排水工程的基礎上，水處理領域經過不斷地研究，逐漸發展成為一門新的獨立學科——水污染防治工程。

公共衛生的研究也是環境工程產生的推動力之一。公共衛生的研究結果顯示，流行傳染病與環境有非常密切的關係。1894 年，英國倫敦曾發生霍亂。有人對病情分布圖加以分析指出，霍亂流行方向與供水方向一致，一旦對供水水源的水加以處理，霍亂就被控制住了。從此以後，水媒傳染的疾病便成為公共衛生學研究的主要對象之一。尤其是二十世紀以來，倫敦煙霧事件、洛杉磯光化學煙霧事件、日本的「痛痛病」和痛痛病等一系列因環境嚴

重污染而引起的重大公害事件，奪去了成千上萬人的生命，使環境污染及其控制成為人們高度關心的問題，有力地推動了環境工程學的誕生和發展。

在空氣污染方面，早在 1661 年，英國出版了“驅散倫敦惱人之煙霧”的專著，闡述了倫敦煙塵污染及其治理方面的見解，提出把工廠搬遷到郊區去，並在城市周圍建立綠帶，以防止都市空氣污染。1668 年，英國學者加斯特洛發表“消煙機械”，論述消煙除塵的裝置和原理。1819 年，英國議會召開第一次煙塵控制委員會會議，討論減少蒸汽機車和燃煤爐排放煙塵問題。1872 年，英國出版了化學家史密斯《空氣和降雨：化學氣候學的開端》一書，該書論述了酸雨的形成和危害。1885 年，美國發明離心集塵器。進入二十世紀以來，消煙除塵、空氣調節、燃燒裝置的改造及工業廢氣淨化等工程技術逐步得到推廣和應用。

固體廢棄物的處理和利用，也有着悠久的歷史。早在古代希臘，即有垃圾覆土掩埋的處理。但大部分古代城市的固體廢棄物都被任意丟棄，並未採用科學的處置方法。1384 年，英國頒布公共衛生法，規定由地方政府負責集中處置垃圾。最早的處置方法主要是掩埋或焚化。進入二十世紀後，隨着人口進一步向都市集中，消費水準迅速提高，固體廢棄物排出量急劇增加，成為嚴重的環境問題。為了加強對固體廢棄物的管理，許多國家設立了管理機關和研究機構，研究固體廢棄物的處理、回收、利用的技術和管理措施，並出版了許多專門著作和刊物，使固體廢棄物的處理和利用，逐步成為環境工程學的一個重要分支。

噪音是現代都市環境的公害之一。1950 年代以來，人們運用物理學的理論來研究噪音問題，建立了控制噪音的基礎理論，形成了環境聲學這一門環境技術學科。在環境聲學的基礎上，人

們廣泛而深入地研究了控制噪音的技術問題，取得了一系列成果。

近三十多年來，儘管世界各國為控制環境污染方面作出了艱巨努力，付出了巨大代價，但環境污染並未很成功地被控制住。使人們認識到，僅僅採用傳統的單項治理技術還不夠，還應當採用經濟的、管理的和法律的等手段和工程技術相結合的綜合防治措施，並運用現代系統科學的方法，對環境問題及其防治措施進行綜合分析，以求得整體上的最佳效果。在這種背景下，環境系統工程和環境污染綜合防治的研究受到普遍重視，發展成為環境工程學的兩個非常有發展前途的重要分支。

環境工程學是在人類控制環境污染，保護和改善生存環境的過程中應運而生的。它的歷史雖然不長，却已經顯示出強大的生命力，近年來，環境工程學的專門著作，期刊和其它出版物大量湧現，學習和研究環境工程學的人也越來越多。在新的技術出現的形勢下，隨着人類生活水準的提高，對生活環境的品質要求也會不斷提高，環境工程學將因此而得到更廣泛的重視，必定會更快地向前發展。

1.3 環境工程學的分支學科

環境工程學的基本任務是應用環境技術學科及其有關學科的理論與方法，研究控制和預防各種環境污染的工程技術措施。它本身也是一個龐大的學科體系，目前主要包含有下列幾個分支學科。

1.3.1 水污染防治工程

研究治理和預防水體污染，改善和保護水環境品質，合理利

用水資源的工程技術和工程措施。由於水環境問題與自然條件（如都市的地理、氣象、水文、土壤等）和社會條件（如都市發展、經濟建設、人口密度等）密切相關。因此，水污染防治工程必須綜合考慮污水的來源、水量與水質的控制，污水處理廠的配置，污水處理方法，自然淨化能力以及都市發展的影響等多方面的因素，全面規劃，綜合防治。水污染防治工程的研究領域有：水體自淨規律及其利用；都市污水處理及其利用；工業廢水處理；河系污染綜合防治；給水水源的淨化處理；水環境水質標準研究和非點源水體污染防治等。

1.3.2 空氣污染防治工程

研究控制和預防空氣污染，改善空氣品質的工程技術措施。空氣污染物有的來自自然界本身的變化，有的來自人類的生產和消費活動。工業生產排放的有害氣體的治理和固體微粒的去除是空氣污染防治工程的主要內容，其研究領域有：空氣品質管理；固體微粒污染物治理技術；氣態污染物的治理技術；酸雨防治；空氣污染綜合防治等。

1.3.3 固體廢棄物的處理與利用

研究工業廢棄物、市鎮垃圾和放射性固體廢棄物的處理和回收利用的技術工程措施。固體廢棄物對某一生產或消費過程來說是廢棄物，對另一過程來說却可能是有使用價值的原料。因此，除了固體廢棄物的無害化處置方法之外，這個分支還要研究固體廢棄物資源回收的技術途徑。其研究領域有固體廢棄物無害化處置；固體廢棄物清運處置，固體廢棄物綜合利用及放射性固體廢棄物的處置等。

1.3.4 噪音控制技術

研究控制噪音源的聲音輸出、噪音傳播和接收的工程技術措施。噪音污染與其它污染不同，它是一種物理性污染，其特點是局部性的和沒有殘遺物。因此噪音防治主要是控制聲源和聲音的傳播，以及對收音人進行保護。其研究領域有噪音管制標準和噪音防治措施等。

1.3.5 環境系統工程

研究規劃、設計和管理環境系統的方法。它以環境學和工程技術的理論為根據，運用系統科學的原理和方法，利用電子計算機技術，對大規模環境污染問題及其防治措施進行系統分析，謀求整體上的優先次序。環境系統工程的方法是解決區域性規模宏大的環境問題最有效工具，也可用於某些環境工程單元操作系統，如污水處理廠的最適設計等。

1.3.6 環境品質監測與分析技術

環境品質監測的任務是測定環境中污染物的濃度，觀察分析其變化趨勢和對環境影響的過程。環境污染物分析則是測定污染物的性質、來源、含量和分布狀態。環境品質監測與分析是環境科學技術研究的基礎性工作，其研究領域有環境品質監測方法；環境品質監測管制及環境污染物分析理論與方法。

環境工程學目前正處於蓬勃發展的階段，由於環境問題涉及面廣，在深入討論解決環境問題途徑的過程中，必將出現更多的分支學科，使環境工程學發展成爲一個內容豐富，領域廣泛的龐大學科體系。

1.4 環境工程學的發展及展望

近二十多年來，人類為解決環境問題作出了艱苦的努力，在控制環境污染方面曾獲得了一定成績，某些環境污染問題得到了控制，局部地區的環境品質有所改善。在這個過程中，人類社會關於環境問題的認識，關於污染治理技術的研究成果的逐漸累積，形成了一個環境科學技術體系，作為這個體系中的一個極其重要的組成部分，環境工程學在迅速地成長，它的各個分支正趨於成熟。然而，由於環境污染是一個具有長期潛在效應的問題，也由於人類社會可用於環境污染的財力、物力畢竟是有限的，環境污染的治理與防止，仍將是人類社會面臨的重大任務之一。環境工程學正面臨着新的課題，它不但要繼續研究原有問題的解決途徑，還要尋求解決許多新的環境污染問題的途徑和方法。

對於污染的治理，環境工程學必須進一步完善和改進現有的技術和設備，發展處理效率高、能源消耗少、費用省、佔地小的新技術、新工法和新設備。

在水污染防治工程領域裏，一些新的分離固體物技術、循環用水技術、污水土地處理系統、低能源消耗廢水生物處理工法及廢水回用，都是有待於重點解決的課題。

在固體廢棄物處理與利用的領域裏，固體廢棄物收集與運輸的機械化、自動化技術、掩埋方法和焚化方法的改進，固體廢棄物資源回收的技術途徑與工程方法，也都需要加強研究。

不僅如此，在局部地區環境品質得到改善的同時，也出現了一些新的、大規模污染的問題，因此環境工程學必須擴展它的研究範圍。在已開發國家，1970年代中期以來，視覺可見的空氣污染基本上得到了控制，並且還在繼續改善之中。但是空氣污染

物遠距離飄移却造成新的更加複雜的環境污染問題。硫氧化物和氮氧化物可以飄移 1000km 以上而形成酸雨。在歐洲各國，特別是在北歐斯堪的納維亞半島各國，以及在美國和加拿大之間，酸雨已成為國際問題。同時，當前的污染治理並未使廢氣中的污染物達到零排放，而空氣中的污染物還在繼續增加。據報導，1950 年至 1980 年間，由於大氣中二氧化碳濃度上升，地球上年平均氣溫已升高了 $1-2^{\circ}\text{C}$ 。水污染方面亦是如此，儘管已開發國家的有機物，重金屬等造成的陸地水污染已得到初步治理，但是水體優養化，農藥的大面積污染，特別是全球性海洋污染都日益嚴重。這樣大規模的污染問題，影響範圍大，破壞性強，僅靠傳統的單項治理技術顯然是難於解決的。運用綜合防治的原理和方法，研究防治這種新型污染問題的工程技術措施，是環境工程學的重要任務之一。

新的大規模環境問題的出現，表明環境污染的後果是極其深遠的，治理污染不但要花費巨額投資，而且必須經歷一段長期過程。由此，人們從 1970 年以來開始認識到，控制環境污染的根本途徑是改善傳統的生產工法和設備，消除污染環節；用無污染的非礦物能源代替傳統的礦物能源；發展少污染或無污染的新的生產工法和設備；從而從根本上減少污染物的排放，使污染物排入環境後不致破壞環境的自然淨化能力。因此，環境工程學除了探討廢物資源回收技術和自然資源合理開發利用途徑，更重要的是，它應當結合各個工業部門的技術改進和發展的研究，從減少污染物產生和排放的觀點出發，研究傳統生產工法和設備的技術改造，發展無污染的生產技術、工法和設備、研究開發和利用新一代能源的技術措施，應當說，這是環境工程學最重要和最有意義的發展方向。

10 環境工程學

環境工程學是在人類與解決環境污染的過程中所誕生和發展的，隨着環境污染問題的發展，環境工程學在不斷地充實和完善。人類是環境的主人，環境工程學的發展，將增強人類認識和控制環境問題的能力，在人類生活中創造更加美好的生存環境，並為人類作出較大的貢獻。