



環境科學與工程專業基礎課程改革 與學生科學研究能力培養研究與探索

劉靜玲、楊志峰

中國 北京 100875

北京師範大學環境科學與工程系

電郵：jingling0722@sina.com

收稿日期：二零零三年六月六日(六月廿三日再修定)

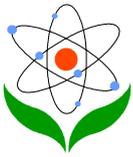
內容

摘要

1. 背景簡介
 2. 教學方法的改革與創新
 - 2.1 21 世紀環境科學與工程教育發展趨勢
 - 2.2 專業基礎課程的地位與作用
 - 2.3 教學方法的改革與探索
 3. 實現教學改革目標的途徑
 4. 教學改革效果評估與分析
 - 4.1 教學改革效果評估
 - 4.2 需要進一步研究和改進的問題
 5. 結論
 6. 參考文獻
- 作者簡介
-

摘要

本文依據 21 世紀環境科學與工程教育發展趨勢，針對環境科學與工程的專業基礎課教學面臨的難點與亟待解決的問題，對教學改革、學科建設和學生綜合素質培養方面進行了嘗試和探索。確立了教學指導思想和目標。對專業基礎課程《環境學原理》和《環境科學概論》的內容進行了設計與優化。採用課堂案例分析、小型研討會專家講座、科學研究小組和校園環境教育等多種方式，使學生對環境



科學與工程有較全面的認知，學生的科學研究基本素質和能力有顯著的提高。對不同途徑的教學改革效果進行評估和分析的基礎上，得出如下結論：(1) 專業教師的素質和教師隊伍建設是教學改革的前提；(2) 教學體系優化組合是形成和發揮教學特色的基本條件；(3) 教學內容和教材更新是教學的資源儲備與技術支援。

關鍵字: 環境科學與工程、課程改革、能力培養

1. 背景簡介

北京師範大學環境科學與工程系成立於 2001 年，現有環境科學與工程專業博士後 15 人，博士研究生 35 人，碩士研究生 103 人及本科生 51 人。為了適應北京師範大學建立研究型大學的要求，本科生與研究生的比例實現 1:1~1:2。目標是培養從事水、氣、聲、固體廢物等環境污染控制和環境管理、自然資源管理、生態環境建設的工程技術人才^[1]。

北京師範大學環境科學與工程系的特色在於：

(1) 專業科研基礎雄厚

依託全國高等學校重點學科-環境科學學科，以劉昌明、林學鈺兩位院士為首的多名國際國內知名專家和學者組成了強大的科研教學隊伍，其中教授 15 名，副教授 20 名，博士生導師 12 名。在環境評價、規劃與管理，水資源與水環境，環境類比與污染控制，廢物處置與資源化技術，水污染治理工程，環境教育與可持續發展教育等方面取得了豐碩的成果。

(2) 學科積澱豐富

北京師範大學環境科學與工程學科的發展可以追溯到 1983 年成立的環境科學研究所，是經中國教育部批准的全國高校首批從事環境科學研究與環境教育的基地之一，最早的環境科學領域高層次人才培養基地，首批具有環境科學碩士學位和博士學位授予權，首批成立環境科學與工程博士後流動站。著名環境保護專家劉培桐先生為研究所的奠基人。環境科學研究所擁有國家環境保護總局批准頒發的首批甲級環境影響評價證書。

(3) 環境模擬

針對我國水環境和水資源問題嚴重的局面，1995 年建成水環境模擬國家重點實驗室，是"環境模擬與污染控制國家重點聯合實驗室"成員之一。1999 年成立了水科學研究所，重點開展水資源和水環境學方面教學與研究工作。2000 年成立了與其他院校聯合的教育部水沙科學重點實驗室。2001 年經教育部審批，環境科



學學科為全國高等學校重點學科。

(4) 科學研究高起點

密切結合國內外學科發展前沿、國家生態環境建設中急需解決的重大環境問題和社會發展的需求，在學術帶頭人的帶領和全體教學和科研人員的共同努力下，承擔了包括國家重點基礎研究發展規劃（973）專案在內的多項國家重點專案和國際合作專案，在國內外環境科學與工程學科領域具有相當的影響力。

2. 教學方法的改革與創新

2.1 21 世紀環境科學與工程教育發展趨勢

21 世紀的環境科學與工程專業作為中國高等教育發展最迅速的學科之一，有別于傳統學科而呈現如下 3 個發展趨勢^[2]：

2.1.1 由單一的工學和理學向綜合學科發展

環境科學與環境工程開始和生物學、化學、地理學、大氣科學、地球科學和工程科學發生交叉和滲透，並逐漸形成了不同于傳統學科的學科結構，具有很強的綜合性和複雜性。環境科學與工程的教學體系必須適應這一發展趨勢，更新教學理念，改革教學方法。

2.1.2 由人類中心主義轉向逐步建立人與自然和諧發展的環境觀

人類中心主義的影響由來已久，解決環境問題的根本出路並不僅僅是弄清污染發生的機理和發明治理環境污染的技術，最終解決的途徑是協調社會與發展的關係。社會發展要求環境科學與工程在提高生態環境質量的同時，強調人與環境的和諧，以減少生態風險，取得最優的環境管理與工程效益。

2.1.3 由學科壁壘轉向提倡科學思維與人文精神的融合

目前文、理和工科專業劃分明確，學科專業壁壘森嚴。而環境科學與工程專業不僅需要學生廣博的知識面和扎實的基本功，還需要豐富、發展和塑造自己的人文精神，把一個工程和一項技術放到跟廣闊的背景中，去探索人與環境和諧的最佳途徑。因此，打破壁壘、學科間交叉滲透是十分必要的。

2.2 專業基礎課程的地位與作用

中國大學現階段大多按照公共必修課和選修課、基礎課、專業基礎課、專業課和專業選修課進行課程體系的配置，專業基礎課在保證專業和學生質量和水平方面具有重要的作用與地位，並體現不同學校的研究特色和發展方向（北京師範大學



本科生和碩士研究生基礎課程設置見表 1)。

表 1 北京師範大學環境科學與工程專業

學生物件	課程類別	是否必修	課程名稱
本科生	專業基礎課	必修	環境科學概論、環境監測、環境工程原理
		選修	綠色化學、水文學和水資源、環境微生物學、電腦輔助設計
碩士研究生	專業基礎課	必修（必選 5 門以上）	環境學原理、生態學原理、水質模型與類比、環境影響評價、環境化學、流體力學、環境經濟學、數值分析、環境工程原理、滲流理論、程式設計、數學物理方程、環境數學

2.2.1 重要性

專業基礎課往往是專業課的前導和基礎，使學生充分瞭解學科特點，全面掌握專業發展歷史、現狀與發展趨勢，為學生學習和深入理解環境科學的基本理論和方法奠定基礎。

以碩士研究生的《環境學原理》和本科學生的《環境科學概論》為例，這兩門課均具有承上啓下的重要作用。既要使學生對學科的發生發展有全面地瞭解，又要激發學生的學習興趣，樹立穩定的專業思想；既要使學生掌握理論基礎，又要避免與後續課的重復。

2.2.2 點與亟待解決的問題

環境科學與工程學科發展迅速，熱點問題變化快；新理論與新方法不斷出現，知識增長和更新速度加快；研究成果新且數量多，沒有完全定性的機理和假設多；涉及領域廣泛而具有極強的綜合性；不同國家和地區生態環境的複雜性決定了解決環境問題途徑的多樣性；缺乏新穎、適用不同背景學生教學物件的系列教材。面對挑戰，我們充分發揮環境科學與工程學科研究和人才培養方面的優勢，加強研究型教學和互動式教學的改革與探索，為培養高水準人才提供基本的前提和保證。

我們認為環境科學與工程的專業基礎課可以作為學生科學素質和創新能力培養的切入點，針對難點與亟待解決的問題，教學改革更具有迫切性和重要性。以下是我們在教學和學科建設方面的嘗試和探索，希望同國內外同行進行交流與合作，共同提高環境科學與工程學科教學質量和水平。



2.3 教學方法的改革與探索

2.3.1 教學改革指導思想

由於環境科學與工程專業基礎課程的跨學科性、實踐性和社會性，決定了專業教師應根據所在地區的自然、社會、經濟和學校等特點，結合不同專業背景的學生，利用多種技術手段，開展形式多樣的教學改革的嘗試和探索。

根據環境科學與工程學科知識發展更新的速度快和解決問題的不確定性等特點，確立了教學指導思想：

- 培養學生樹立有利於環境的倫理觀；
- 注重基本理論知識的同時培養學生探求解決環境問題的過程和方法；
- 培養學生環境科學與工程方面的綜合素質，包括分析能力、獨立解決問題能力、組織協調能力和創新思維。

2.3.2 教學內容設計與優化

在查閱國內外大量教材、科學研究和教學研究文獻的基礎上⁽³⁻¹²⁾，形成了有特色的教學內容體系。

教學內容設計和優化注重外延式更新和內涵式更新⁽¹³⁾。

1. 外延式更新：注重知識點的更新、知識內容優選和最新科學研究動態；
2. 內涵式更新：注重教學內容提煉和加工、思想和邏輯主線的編制、環境科學基本理論與方法的總結和知識質量的提高。

《環境科學原理》和《環境科學概論》作為環境科學與工程專業重要的專業基礎課，在多年的教學實踐的基礎上，總結出主要的教學內容由如下幾個方面組成：

- (1) 環境科學思想；(主要講授人類環境思想的演變和進步)
- (2) 環境科學及其分支學科歷史及進展；(國內外環境科學學科發展的歷史、現狀與趨勢)
- (3) 環境科學基本原理；(環境科學及其相關學科的基本理論)
- (4) 環境科學基本方法；(環境科學包括的管理手段、監測手段、法律手段和經濟手段等)
- (5) 環境科學技術(環境科學技術、環境工程技術和生態工程技術等簡介)

針對不同學生(本科生或碩士研究生)和不同的學科背景(理科、工科和文科)，不同專題的知識結構和難易程度可以進行不同程度的調整。

3. 實現教學改革目標的途徑

3.1 課堂案例分析(case study)

案例教學是現今大學教育中比較先進的教學方法之一，以哈佛大學工商管理案例



教學最為著名，哈佛大學每年在教授的親自指導之下，根據教學的實際需要，由優秀的博士研究生專門進行教學案例的編寫。案例教學的優勢在於密切聯繫實際，具有較強的針對性、目的性和時效性。具體表現為：(1) 提高發現問題的能力；(2) 鍛煉學生分析和解決問題的能力；(3) 加強學生的交流與合作精神；(4) 促進學生的創造性思維的形成；(5) 調動教師和學生研究性教學的積極性；(6) 鍛煉學生的表達、歸納總結和思辨能力。在教學的過程中，穿插案例教學，是高效利用課堂學時、改善教學效果、提高學生綜合素質的有效途徑之一。

例如，在講授"水環境污染"時，為了使學生充分認識到中國水資源短缺和水環境污染的嚴重性，以中國近期的大型水利工程為研究案例，使學生通過案例研究，瞭解人與水污染、水災害的辯證關係，通過對大型水利工程的利弊分析，使學生深入瞭解水危機的嚴重性和協調水環境的重要性，在全面分析諸多複雜生態環境、社會和經濟發展等影響因數的基礎上，充分認識到問題的複雜性和綜合性，切實認識到目前人類面臨的困境，提出可能的解決途徑。

3.2 小型研討會(*seminar*)

現代環境科學與工程專業教學目的不應該以講授和繼承前人的知識積累為主，應該調動學生在借鑒前人成果的基礎上，積極思考，勇於創新，發現新思路和新方法，在探索中體會成功的快樂。小型研討會成功的關鍵在於：(1) 需要創新精神和能力的教師隊伍；(2) 精心設計研討主題、內容和分工；(3) 倡導教無終極學無止境的研究教學理念；(4) 運用啟發式教學，處理好"導"與"演"的關係；(5) 鼓勵和培養學生的創新思維和行動。

例如，在進行《環境學基本理論》的教學中，對生態學基礎理論中的重點內容，即生態系統生態學與生態環境保護專題中，以小組為單位，進行了4個主題的研討：(1) 生態系統的結構與功能；(2) 生態系統的類型與生態環境現狀；(3) 人類對自然生態系統的干擾與破壞；(4) 恢復生態學與生態系統的恢復與重建。經過認真準備之後進行研討，由任課教師和博士後、博士生等組成評議團，按照報告的科學性、先進性、論述與表達以及提問與答辯新型評分，最終評出優勝者。

3.3 專家講座 (*science lecture*)

在本科生和研究生專業基礎課教學過程中，穿插與環境科學與工程學科前沿密切相關的專家講座，使學生瞭解學術動態和熱點問題，特別是通過講座，使學生對專家的科學態度、學術風格、科學素養和學術思想有全方位的瞭解，可以激發學生對科學研究的興趣，啟發學生創新思維的思路，提高學生提出問題和解決問題的能力。

我們充分利用本學科的優勢，邀請國內外著名專家來我系進行交流和講演。例



如，劉昌明院士的"水資源可持續利用"；Dr. Jianwu Tang (University of California, Berkeley): Modeling Ecosystem Carbon Fluxes；Prof. Yongyuan Yin (Canada Environmental Protection Bureau): Assessment and countermeasure for control of water level of Great Lake Basin；Prof. Klige R. (Russia Natural Academician): Global Change of Hydrosphere 等的精彩講座，使學生受益匪淺。

3.4 科學研究小組(research group)

利用課餘時間，強化學生的專業興趣和關注環境問題的責任感，充分調動學生的對生態環境保護興趣和熱情，在本科生中建立科學研究小組，並實行導師制，對於學生的科研活動進行有計劃、有步驟的指導，定期開展考察、交流和科學報告活動，在學生中有針對性地選拔和發現對環境科學與工程有濃厚興趣的科技後備人才，通過科研小組的活動，對學生進行科學思想、方法和能力等綜合素質的培養。

科研小組通過資料收集、考察或者參與教師的科研專案，確定研究方向和目標並提供階段性的科學小論文，通過各組間的交流和導師的輔導，進一步修正研究的方向。例如，參觀了中國科技館、北京錦繡大地和北京上地開發區。在導師的指導下撰寫科技小論文。

3.5 校園環境教育(green campus)

結合國家、教育部和學校的環境保護宣傳活動，通過開展校園的環境教育活動，使學生應用在課堂上學習到的知識，為提高公眾和師生的環境意識貢獻自己的聰明和才智。

例如，在 6.5 環境日和中國環境學會共同舉辦徵集簽名、發放宣傳冊和進行問卷調查，結合國內外的環境教育研究專案，對公眾的生態環境意識、環境污染的認識程度、保護自身安全的意識和權利以及為保護環境的支付意願等進行了廣泛的調查和分析，研究報告得到有關管理部門和專家的高度評價。

4. 教學改革效果評估與分析

4.1 教學改革效果評估

我們有 7 名教師、120 名學生參與這項教學改革計劃，雖然，只開展了短短的 2 年時間，教師和學生反映效果較好，但還需要進一步的改進和探索。

4.1.1 通過案例教學：

(1) 本科生開始對環境問題的關注，提高了學習興趣，穩定和確立了專業思想，



碩士研究生發現問題的能力提高；(2) 提高了學生分析和解決問題的能力；(3) 鍛煉學生的表達、歸納總結和思辨能力；(4) 培養學生的團隊精神。

4.1.2 通過小型研討會：

(1) 充分調動了教師和學生雙方的積極性，教師需要提供研討的主題、詳細的分工，和學生共同制定研討大綱，指導學生進行資料的收集、分析，調動學生在借鑒前人成果的基礎上，積極思考，勇於創新，培養學生的基本科學素質和科學態度。

4.1.3 通過專家學術講座：

(1) 使學生對專家的科學態度、學術風格有全方位的瞭解，感受科學的魅力，激發學生對科學研究的熱情和投入；(2) 瞭解和掌握學術動態、科學前沿和熱點問題；(3) 通過對不同學術理論和方法的傾聽和辯論，提高學生大膽提出問題的勇氣和敏捷的思辨能力；(4) 使學生感受到嚴謹的、實事求是的科學態度和作風是科學研究和科學家必備的基本素質。

4.1.4 通過科研小組：

(1) 強化學生的專業興趣和關注環境問題的責任感，充分調動學生對生態環境保護興趣和熱情；(2) 在學生中有意識地發現、培養和選拔素質全面的科技後備人才。

4.1.5 通過開展校園的環境教育活動：

(1) 培養學生參與社會活動的意識；(2) 培養學生關注全球環境的同時，關注自己身邊的環境；(3) 引導學生"從我做起，從小事做起"；(4) 使學生可以在校園活動中應用學習到的專業知識，為提高公眾和師生的環境意識貢獻自己的聰明和才智。

4.2 需要進一步研究和改進的問題

經過我們對教學改革進行的有限探索，教學改革的路還面臨許多困難，我們在今後的教學改革實施過程中需要加強的方面和建議如下：

1. 參與教學改革的教師和學生規模有限，應該擴大規模。
2. 由於科學研究工作量大，教學投入的時間和精力有限，應有長期的組織框架和具體措施保證，使教師合理分配教學和科研的時間。
3. 案例教學教案均由任課教師自己編寫，很難保證案例的質量和水平；建議組織有關的教師、博士生和碩士生參與教學案例的編寫。
4. 研討課中需要教師具有把握和組織課堂的能力並能夠及時對學生的發言進



行點評，難度較大，應該對青年教師進行有計劃的培訓，並對教學方法進行研討。

5. 可以利用的教學資源如教材、參考書、光碟和網路等十分有限，與國內外教學方面的交流幾乎沒有，應該加強教學資源的積累，積極開展國內外的交流與合作。

5. 結論

5.1 專業教師的素質是教學改革的前提

新技術革命和資訊技術的發展使千百年來人類知識經驗存在的文本形式不再是唯一，可持續理論的發展要求環境科學與工程專業教師必備的素質包括：既有改革意識，又富有科學研究和教學研究的創新精神；樹立與素質教育相適應的教學觀、師生觀和人才觀等現代的教育理念；具備良好的心理素質以及對學生進行心理健康教育的知識和能力；具有社會文化和科學修養；具備對活動課程的組織管理能力；具備對課程進行設計的能力；掌握一定的教育技術和教育科研方法。雖然教師作用和學校的功能受到挑戰，教師的職責和作用有所改變，但在教學手段的組織、協調以爭取教育的最佳效益方面，教師仍扮演著極其重要角色，在長期的教學環節中，加強專業基礎課教師隊伍的建設具有重要意義，是直接影響專業教學風格和質量的關鍵所在。

5.2 教學體系優化組合是形成和發揮教學特色的基本條件

在充分發揚傳統教學章節的系統性和穩定性，以案例、研討主題和學術報告穿插其中加強教學的互動性和靈活性，以不同專題對教學內容進行優化設計，突出知識體系和知識點，專題內容組織和配置靈活，可以根據不同的教學物件、學生背景進行重新組合，與環境科學與工程學科發展相適應。

5.3 學內容和教材更新是教學的資源儲備與支援

目前，大學中教學管理部門和學生對教學質量的要求非常高，教學內容和教材的更新是非常必要的，照本宣科的教學方式遠遠不能適應現代教學的要求，要求教師充分發揮教學上的核心作用和創新意識，以提高教學的質量。應充分利用現代教學資源，例如錄影、光碟、網路和教學科研基地等資源，改革教學方法，通過多樣的教學形式，如案例教學、研討型教學、專家講座和科研小組等形式，使教學過程由傳習性、因襲性教學方式轉變為互動式、探究式和問題式教學方式，培養學生科學素質和創新能力。



6. 參考文獻

北京師範大學網頁：<http://www.bnu.edu.cn>

鄭正，朱怡中，王勇，21 世紀的環境工程教育，中國大學教學，No.9, pp28-30, 2002

錢易、唐孝炎主編，環境保護與可持續發展，高等教育出版社，北京，2000

張蘭生主編，全球變化，高等教育出版社，北京，2000

李博主編，生態學，高等教育出版社，北京，2000

盛連喜主編，現代環境科學導論，化學工業出版社，北京，2001

UNEP，全球環境展望 2000，中國環境科學出版社，北京，2001

陳英旭主編，環境學，中國環境科學出版社，北京，2001

Mackenzie L. Davis, David A. Cornwell, 王建龍譯，環境工程導論，清華大學出版社 麥格勞-希爾教育出版集團，北京，2002

左玉輝編著，環境學，高等教育出版社，北京，2000

Andrew R. W. Jackson & Julie M. Jackson, ENVIRONMENTAL SCIENCE，世界圖書出版公司北京分公司，北京，2000

岸根卓郎著，何鑒譯，環境論，南京大學出版社，南京，1999

劉振天，論大學教學內容更新的策略選擇，中國大學教學，No.9, pp24-27, 2002

作者簡介：

劉靜玲 博士

北京師範大學環境科學與工程系教授

地址：北京市新街口外大街 19 號

郵編：100875

電話：86-10-62205092

傳真：86-10-62200397

E-MAIL：jingling0722@sina.com

楊志峰 博士



亞太科學教育論壇，第四期，第一冊，文章三，第十一頁(二零零三年六月)
劉靜玲、楊志峰
環境科學與工程專業基礎課程改革與學生科學研究能力培養研究與探索

北京師範大學環境科學與工程系教授、博士生導師、系主任

地址：北京市新街口外大街 19 號

郵編：100875

電話：86-10-62207951

傳真：86-10-62200397

E-MAIL：zfyang@bnu.edu.cn