

教育部世行贷款21世纪初高等教育教学改革项目研究成果

# 环境监测与分析 实践教程

聂麦茜 主编



化学工业出版社  
教材出版中心

教育部世行贷款 21 世纪初高等教育教学改革项目研究成果

# 环境监测与分析实践教学

聂麦茜 主编

化学工业出版社  
教材出版中心  
·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

环境监测与分析实践教程/聂麦茜主编. —北京: 化学工业出版社, 2003.9

教育部世行贷款 21 世纪初高等教育教学改革项目研究成果  
ISBN 7-5025-4814-9

I. 环… II. 聂… III. ①环境监测-高等学校-教材  
②环境质量-分析(化学)-高等学校-教材 IV. X8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 080032 号

---

教育部世行贷款 21 世纪初高等教育教学改革项目研究成果

环境监测与分析实践教程

聂麦茜 主编

责任编辑: 王文峡

文字编辑: 刘莉珺

责任校对: 李 林

封面设计: 郑小红

\*

化学工业出版社 出版发行  
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 13 $\frac{3}{4}$  字数 273 千字

2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4814-9/G·1275

定 价: 22.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 前 言

本书系教育部世行贷款 21 世纪初高等教育教改项目“环境类专业实践教学诸环节的研究与实践”(1282806021)项目成果之一。

环境类专业实践教学诸环节的研究与实践,涉及社会、高等教育和大学师生等众多方面,具有长期性和艰巨性特点。本次出版的《环境监测与分析实践教程》、《大气污染控制实践教程》和《水污染控制实践教程》反映了我校环境类专业教师对实践环节教学改革的理解和探索,意在抛砖引玉,敬请同行、学者多多给予批评指正,以便就共同关注的问题展开讨论,为深化教学改革而共同努力。

《环境监测》和《分析化学》是环境类专业学生的两门必修课。而《环境监测》作为环境类专业学生的一门专业课,以其他基础课和专业基础课为基础,同时又为《水污染控制工程》、《大气污染控制工程》及《固体废物处理与处置》等课程的学习打基础。《环境监测》课程是一门综合性的边缘学科,其内容涉及化学、物理、生物、物理化学、生物化学、生物物理等学科内容。《环境监测》和《分析化学》都是实践性很强的课程。单靠课堂教学学生很难掌握,实践教学环节是不容忽视的。

本书共分 11 章。第一章绪论。第二章编写了《环境监测与分析》实践环节教学大纲。大纲明确了这两门课程实践教学环节应该训练的内容。第三章编写了环境样品监测分析的一般程序,系统介绍了环境样品从采集到最后给出监测结果等一系列过程中的有关实用知识、技术,以及复杂环境样品的分析监测思路。第四章编写了大型分析仪器原理及在环境监测过程中的应用。第五章编写了环境监测实验室基础知识,系统介绍了称量仪器、玻璃仪器及其使用,实验室用水及试剂、监测结果的表述方法等。第六、七、八、九章为实验内容,选编了水质及土壤监测、大气监测、生物监测及综合设计性四大类共 27 个实验。其中 5 个综合设计及研究性实验是为了配合教学改革的需要而编写的,这些实验将很好地训练学生的自主实验能力。另外,对于环境类专业的学生,《分析化学》及《环境监测》两门课程实践教学环节

训练的目的一致，但侧重面不同。《分析化学》实践教学环节训练内容更偏重于分析化学的基本操作训练。而《环境监测》实践教学环节的训练内容则是包括采样前的现场调查、布点、采样、样品保存、样品预处理、分析方法的准确选择、分析测试及其综合评价等一系列过程的综合训练。为了同时满足《分析化学》及《环境监测》课程的实践教学环节训练要求，本书编写的第六章实验中包括了基础的分析化学训练内容。本书第十章中编写了环境监测实习任务书及指导书，同时附有教师编写的、引导性环境监测方案设计案例及环境监测实习报告案例和学生在教师指导下编写的相应的案例。本书的附录部分为读者提供了部分环境标准及常用的常数。

本书第一章由张承中编写；第二章、第三章（除微波技术外）、第九章第一、二、三节由聂麦茜编写；第二章微波技术应用、第四章、第六章第二、十一、十三、十四节、第七章、第九章第四、五节由葛碧洲编写；第五章，第六章第六、七、九、十、十二节及附录1~5由温晓玫编写；第七章由朱刚利编写；第六章第一、三、四、五、八节由吴蔓莉编写；第十章第三、四节及附录6~10由舒麒麟编写。

本书的出版得到了西安建筑科技大学刘立忠的支持和帮助，在此表示感谢。

由于编者水平有限，有些内容带有探索性，所以，书中错误或疏漏在所难免，敬请专家及读者提出指正意见。

编者

2003年7月

## 内 容 简 介

本书系统介绍了环境监测与分析实践环节教学、各种常见样品预处理技术及分析技术和手段、分析监测实验室基础知识等内容。在此基础上,编写了常见的14个水质监测实验、5个大气监测实验、3个生物监测实验,为了配合教学改革的需要,还编写了5个综合设计及研究性试验,并介绍了环境监测过程中常用的或正在开发研制的生物传感器。本书还编写了环境监测实习任务书及指导书,同时附有教师编写的、引导性环境监测方案设计案例及环境监测实习报告案例和学生在教师指导下编写的相应的案例。本书的附录部分为读者提供了部分环境标准及监测分析中常用的相关常数。

本书可作为高等院校环境科学、分析化学及相关专业学生课程实验及实习教学用书,也可作为环境监测与分析技术人员的参考书。

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
第一节 环境类专业实践教学编写目的和要求.....	1
第二节 实验.....	3
第三节 实习.....	6
第四节 课程设计.....	8
第五节 毕业设计(论文).....	9
<b>第二章 《环境监测与分析》实践环节教学大纲</b> .....	12
第一节 《环境监测与分析》在环境类专业课程中的地位.....	12
第二节 《环境监测与分析》实践环节课时安排.....	13
第三节 《环境监测与分析》实践教学环节训练内容.....	13
第四节 《环境监测与分析》实验大纲.....	15
第五节 《环境监测与分析》实习大纲.....	15
<b>第三章 环境样品监测分析一般程序</b> .....	18
第一节 环境监测的一般程序及结果准确性的影响因素.....	18
第二节 环境样品的采集和制备.....	19
第三节 样品的预处理.....	24
第四节 测定方法的选择.....	39
第五节 复杂环境样品监测一般程序举例.....	40
<b>第四章 仪器分析在环境监测中的应用</b> .....	44
第一节 紫外可见分光光度法.....	44
第二节 原子吸收光谱法.....	51
第三节 气相色谱分析.....	56
第四节 高效液相色谱分析.....	62
<b>第五章 环境监测实验室基础知识简介</b> .....	68
第一节 分析天平.....	68
第二节 常见玻璃仪器简介.....	71
第三节 重量分析法基础知识.....	84
第四节 监测与分析实验用水的制备方法.....	86

第五节	试剂与试液 .....	89
第六节	监测分析基本概念及监测结果表述 .....	91
<b>第六章</b>	<b>水质及土壤监测实验 .....</b>	<b>95</b>
第一节	水样中碱度的测定 .....	95
第二节	水样中酸度的测定 .....	98
第三节	水样中硬度的测定 .....	100
第四节	水中高锰酸盐指数的测定 .....	103
第五节	水中六价铬的测定 .....	105
第六节	水中悬浮物的测定 .....	107
第七节	水中溶解氧的测定 .....	108
第八节	水中挥发性酚类的测定 .....	112
第九节	水中矿物油的测定 .....	116
第十节	化学需氧量 (COD <sub>Cr</sub> ) 的测定 .....	119
第十一节	水中氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的测定 .....	122
第十二节	总磷的测定 .....	126
第十三节	水样中常见阴离子的离子色谱法测定 .....	129
第十四节	原子吸收分光光度法测定土壤样品中铜和锌的含量 .....	131
<b>第七章</b>	<b>大气监测实验 .....</b>	<b>134</b>
第一节	大气中总悬浮颗粒物的测定 (重量法) .....	134
第二节	大气中氮氧化物的测定 (盐酸萘乙二胺分光光度法) .....	136
第三节	大气中二氧化硫的测定 (盐酸副玫瑰苯胺分光光度法) .....	139
第四节	大气中苯系化合物的气相色谱测定 .....	143
第五节	大气中多环芳烃的高效液相色谱法分析 .....	145
<b>第八章</b>	<b>环境生物监测实验 .....</b>	<b>148</b>
第一节	水中大肠菌群数的测定 .....	149
第二节	水中细菌菌落总数 (CFU) 的测定 .....	158
第三节	空气中微生物监测 .....	160
第四节	生物传感器简介 .....	163
<b>第九章</b>	<b>综合设计性实验 .....</b>	<b>167</b>
第一节	水中矿物油的测定 (设计性实验) .....	167
第二节	生活污水中化学及生物指标的综合测定 (设计性实验) .....	169
第三节	大气中可吸入性悬浮颗粒物中多环芳烃等的分析监测 (研究性实验) .....	170
第四节	废水中 COD 快速测定的新技术应用 .....	171
第五节	废水样品中的全氮分析参考案例 .....	173



<b>第十章 《环境监测实习》任务书及指导书</b> .....	175
第一节 《环境监测实习》任务书 .....	175
第二节 《环境监测实习》指导书 .....	176
第三节 某大学校园环境监测方案制订案例.....	179
第四节 环境监测实习报告案例.....	188
<b>附录</b> .....	198
附录 1 国际原子量表 .....	198
附录 2 一些化合物的相对分子质量 .....	199
附录 3 几种市售酸和氨水的相对密度和浓度 .....	200
附录 4 配制一定浓度溶液时一些试剂的常用基本单元 .....	200
附录 5 一些难溶化合物的溶度积常数 .....	201
附录 6 生活饮用水水质卫生规范 .....	202
附录 7 地表水环境质量标准 (GB 3838—2002) .....	203
附录 8 污水综合排放标准 (GB 8978—1996) .....	205
附录 9 城市区域环境噪声标准 (GB 3096—1993) .....	209
附录 10 环境空气质量标准 (GB 3095—1996) .....	210
<b>主要参考文献</b> .....	211

# 第一章 绪 论

## 第一节 环境类专业实践教程编写目的和要求

### 一、编写目的

我国《高等教育法》规定：“高等教育的任务是培养具有创新精神和实践能力的高级专门人才。”随着我国经济体制从计划经济向市场经济转变，社会就业单位对本科生的创新精神和解决实际问题能力提出了更高的要求。1998年7月，教育部正式颁布《普通高等学校本科专业目录》，从1999年秋季招生开始实施。本科专业目录的修订，在拓宽专业口径和增强适应性方面采取了较大力度的改革，将原有本科专业调减一半以上。环境类专业得到了较大的加强与拓宽，例如新的环境工程专业包含了原有5个专业，即环境工程、环境监测、环境规划与管理（部分）、水文地质与工程地质（部分）和农业环境保护（部分）。为了适应发展的需要，教育部高等学校环境科学与工程类专业教学指导委员会，根据教育部对编制教学计划的“统一性和多样性相结合”的原则，制定了环境类专业本科培养方案和教学基本要求，鼓励各高校根据市场经济需求并结合各自特点，编制具体的教学计划，并强调加强基础教学，加强实践环节，努力提高环境类专业学生的创新精神和实践能力。

世行贷款21世纪初高等教育教改项目——“环境类专业实践教学诸环节的研究与实践”（1282B 06021），通过对国内外高校环境类专业实践环节教学现状调查分析表明，实践环节教学改革引起了国内各高校重视，并已得到不同程度的加强，实践性教学环节构成呈现多样性特点，各校实践教学改革正在向深度发展。调查分析结果还表明，与理论教学相比，实践环节教学相对比较薄弱，尚存在亟待研究解决的问题。比较突出的是缺乏实践教学环节教材和案例教材，实习经费较紧张，实习基地建设较困难，实践环节教学方式较落后等问题，这是当前制约培养学生具有创新精神和实践能力的主要障碍。

为此，“环境类专业实践教学诸环节的研究与实践”课题组在总结26年来创办环境类专业本科教学经验的基础上，注意认真吸取相关院校的办学经验，编写了环境类专业实践教程系列教材。本次出版的实践环节教材包括《大气污染控制实践教程》、《水污染控制实践教程》和《环境监测与分析实践教程》三种。本实践教程主要供高等学校环境

类专业本科学生使用，亦可供从事环境类专业实践教学和相关研究的高校教师作为本科教学参考书，对于从事环境类专业的科研人员也具有一定参考价值。

## 二、基本思路

高等教育的实践教学包括实验、实习、课程设计、毕业设计和社会实践等诸多环节。实践教学的各个环节对于实现培养具有创新精神和实践能力的高级专门人才的目标，具有不可替代的重要作用。

环境类专业是一个综合性很强的学科。其所包含的环境工程专业和环境科学专业之间存在很多交叉内容，且与其他学科在内容上也有很多交叉，自身知识体系又十分庞大，涉及应用领域极其广泛。以主干课程建设为基础构建环境类专业实践教学体系，是我们的基本思路。

根据教育部环境科学与工程类专业教学指导委员会所制定的本科培养方案中规定的主干课程，结合实际情况，确定以生态学、环境工程微生物学、环境监测、水污染控制、大气污染控制、固体废物处理处置等六门主干课程作为本次实践环节教学研究的基本范围。

教学改革的基本单位是课程。课程建设的核心是解决“教什么”和“如何教”这两个问题。首要的是解决“教什么”，即教育教学观念转变和课程教学内容优化；其次是“如何教”，即实践教学体系结构调整、实践环节学时充实，以及教学方式改革等问题。

教育教学观念转变在实践环节教学改革中起到主导作用，要转变传统的“授受”模式，激发学生主体性，面向市场需求，实施探究式教学策略，实现理论学习和实践学习结合，基础性实验和综合性、设计性实验结合，实习和社会实践结合，课程设计与市场需求结合，提高学生综合素质，培养具有创新精神和实践能力的环境类专业人才。

课程教学内容优化以知识点为单位，根据环境科技领域的发展动态和知识前沿，立足于市场需求，认真遴选主干课程知识点，以知识点之间的内在联系形成知识群。在此基础上，确定实践环节的能力培养目标和实践点，界定本科学习各阶段的实践环节构成，保证实践环节培养目标明确、层次有序，在知识结构上理工渗透、系统完整，在教学效果上促进学生专业知识和能力达到人才培养的规格。

环境类专业实践环节教学体系采用基础训练平台+专业训练平台+综合训练平台三个层次相结合的结构体系。基础训练平台的实践内容以公共基础课和专业基础课的实验为主，辅以社会调查、公益劳动等社会实践活动。着眼于培养本科生基本操作技能；专业训练平台着眼于本科生从事环境保护活动必需的工程技术、经济、法律和管理规划等方面的知识基础和能力基础，目的是为学生获取特定专业方向的知识技能建立一个宽阔和坚实的能力培养平台。该平台实践环节丰富，包括专业实验（三门主干课程共设置65个实验）、实习（认识实习、监测实习、生产实习、生态实习和毕业实习）、课程设

计（水污染控制课程设计 I、II，大气污染控制课程设计 I、II，环保设备设计、环境规划设计 I、II 和环境影响评价共八门课程设计）和社会实践（区域环境生态调查、校园网监测、环保绿色组织活动等）；综合训练平台着眼于加强实践环节教学与将要施行的注册环境工程师制度的联系，使就业岗位所需知识技能在实践环节教学中体现出来，满足拓宽环境类专业从业领域和范围，提高人才国际竞争力。具体内容包括毕业实习、毕业设计（论文）和 ISO 9000、ISO 140001 资质认证等社会实践活动。

增加实践教学环节学时和学分数量，提高其在教学计划中所占比例，是保证实践环节教学质量的重要措施。从 2000 年开始，在保证本科生知识结构完整性的前提下，西安建筑科技大学环境类专业将理论教学总时数控制在 2500 学时以下，实验、实习、课程设计、毕业设计等实践性教学环节总学时为 45 周，与理论教学周数之比达 3:8。

### 三、基本要求

对环境类专业实践教程的使用方面，拟从“教”与“学”两个层面出发，提出以下基本要求。

① 环境类专业实践环节教学体系确定后，优秀的实践性教材就成为提高专业教学质量的关键。而现行的各种教材虽各有特色，但各有一定局限性。因此，教师应根据社会需求，结合各校特色来选择实践环节教学内容和组织教学，力求突出重点，合理衔接，精讲多练，注重能力培养。同时，加强人格培养，注重团队精神，也是实践环节教学的重要原则。

② 教学方法和教学手段的改进是提高实践环节教学效果的重要保证。利用多媒体、校园网、影像材料和典型案例，可以充实和拓展教学效果，调动学生的学习积极性。重要的是把握实践环节教学总体目标，强化课程各知识点之间的联系，强化实验、实习、课程设计、毕业设计等环节之间的联系，强化学校教育和社会需求的联系，努力促进学生形成专业基本知识体系，提高专业技能。

③ 学生在实践环节教学过程中，要树立实事求是的科学态度和严谨的工作作风，忠于自己所观察到的实验现象和调查数据，养成严肃、认真、细致、整洁的工作习惯，努力使实践环节教学成为学生主动参与、内因驱动、在实践中提高的学习过程。

④ 学生应独立完成实践教学诸环节的全过程，对各环节的工作重点、基本原理、操作程序、研究方法做到心中有数，在独立完成过程中，从环境科学角度进行创新思维并主动发展在实际工作中对所学知识的创造性应用能力。

## 第二节 实 验

实验教学的宗旨是培养学生理论与实际相结合的操作技能，实事求是、精益求精的

科学态度，以及分析问题和解决问题的实践能力。实验教学改革是环境类专业教学改革的重要部分。对于环境类专业可以把实验部分单独设课或与理论教学合在一门课程里，安排方式可以不同，但实验教学内容的更新、教学方式的改革、实验条件的改善、教学管理的加强却是必不可少的。

## 一、构筑环境类专业实验教材新体系

目前，在实验环节教学中，主要存在实验教学内容陈旧，且多以基本操作和验证性实验为主，环境类专业主干课程缺乏实验教材等问题。实验环节教学改革的指导思想是逐步改变过去以基本操作和验证性实验为主的现状，坚持以应用性和面向社会需求为主，以培养学生创新精神的实践能力为主，增加思考性、设计性和综合性实验，并注意将反映环境科学新进展的内容转化为实验教学内容，重视多媒体和计算机技术在实验教学中的应用。

实验教学应加强基本技能训练，强化实际分析问题、解决问题能力和创新能力的培养。本实践教程中关于实验教学指导书的编写注重四方面的改革。一是注重理论教学与实验教学的紧密联系，认真遴选主干课程知识点和有利于学科交叉融合的切入点作为实验教学内容；二是注重面向社会需要，使知识技能结构合理，以反映环境科学与工程学科发展趋势的新成果来补充完善实验教学体系；三是注意从简单到复杂、循序渐进的培养原则来安排实验教学，如从天平使用操作学习到掌握排除常见故障的能力，从学习各种环境监测仪器的校准方法到掌握仪器误差分析技能等；四是注意基本训练型、综合应用型及设计创新型实验的合理结构比例，在本科实验教学阶段以基本训练型实验为主。

本次出版的环境类专业实践教程系列教材共选编了65个实验。其中《环境监测与分析实践教程》选编了水质及土壤监测、大气监测、生物监测及综合设计型四类27个实验项目；《大气污染控制实践教程》选编了环境空气监测、管道中烟气参数测定、粉尘物理性质测定、除尘器性能测定、气态污染物净化及机动车尾气测定六类20个实验项目；《水污染控制实践教程》选编了水污染控制的物理方法、化学方法及物理化学方法、水污染控制的生物化学方法及污泥处理四类18个实验项目。在这些实验项目中，编写了部分综合应用型和设计研究型实验，加强学生创新能力培养，其数量约为总数的1/5。

## 二、加强实验环节教学管理

加强实验教学目标管理，重在对实验教学全过程的控制。坚持实验全过程控制的三段式管理制度，即实验前结合课堂教学，组织学生预习实验指导书，认识实验设备，写出实验预习报告的预习制度；实验过程中加强教师启发式指导和检查学生实验操作、验收实验数据相结合的过程管理制度；实验后实行学生提交实验报告，师生讲评实验结果

的验收总结制度。

改革实验教学考试方式是实现全过程控制的重要保证。改变过去以实验无单独考核成绩，或以批改学生提交的实验报告作为考核成绩等传统做法，坚持以调动学生实验积极性，正确处理好严格把关和减轻学生负担的关系为原则的考核方式。提出实验单设学分，单独考核，实验考核成绩由预习准备、实验操作和实验报告三个阶段成绩构成，促进实验教学全过程管理。

### 三、建设开放式环境类专业实验教学中心

实验室是本科生实验教学的重要基地，实验室建设是实践环节教学能力建设的重要内容。西安建筑科技大学环境工程实验室是教育部和陕西省重点实验室，已有二十多年本科生教学实验经验。在本教改项目实施过程中，在原环境工程实验室的基础上组建了环境类专业实验教学中心，从体制上保证实验环节教学活动的组织；加强教师的参与，提高实验教学人员整体素质，从队伍结构上保证实验环节教学质量；改进实验装置，提高本科生教学实验的规范性，从实验条件上保证实验教学深化改革；施行开放性实验，调动学生积极性，加强师生交流，加强与国内外兄弟院校的交流，促进实验环节教改成果的示范辐射效果。

#### 1. 建设环境类专业实验教学中心

为适应专业拓宽后对实验课教学的要求，对原有各专业实验室进行了调整，组建了宽口径的环境类专业实验教学中心。该中心主要承担环境类专业本科生专业实验教学，并配备专职人员管理实验教学全过程，并与教师一起承担专业实验教学任务，从体制上为实验教学改革措施的落实提供保障。

#### 2. 加强教师参与，提高实验人员整体素质

为加强实验环节教学队伍建设，要求理论课教师进实验室参加实验室建设和指导学生实验，并鼓励教授进实验室参与教学指导，这已成为一项制度并得到坚持。由于教师与实验人员的共同努力，促进了实验教学内容更新，实验装备水平提高，并增设了综合应用型和设计研究型教学实验项目，重编了实验教材。

#### 3. 改进实验装置，规范本科教学实验

项目实施过程中，实验室共开发和更新实验装置 14 台，有效提高了本科教学实验的规范性。同时已向国内 15 家高校提供使用。已开发的实验装置包括斜板（管）沉淀器、竖流式沉淀器、氧传递系数测试装置、活性污泥试验装置、生物转盘实验装置、离子交换实验装置、表面曝气实验装置、UASB 反应器试验装置、电除尘器伏安特性模拟实验装置、袋式除尘器实验装置、旋风除尘器实验装置、粉尘真密度测试装置、移液管粉尘粒径分布测试装置及吸气罩实验装置等。

#### 4. 开放性实验室建设

环境类专业实验教学中心在完善开放条件和建立各项规章制度基础上,实现全面开放。实验室近年已接待设有环境类专业的五所兄弟院校本科生专业实验 20 余次,还陆续接待了国外高校的本科生(研究生)到校参观和参与实验。同时,实验室对校内本科生也实现开放,许多本科学生参加教师所承担的科研课题,在实验室组织学生完成研究训练计划(Student Research Training, SRT)。

### 第三节 实 习

实习是理工类高校实践教学的重要环节。国内高校环境类专业实习环节教学现状调查结果表明,由于企业生产经营机制的转变和学校实习经费不足,校内外实习基地建设困难,实习教材缺乏,实习目的要求不明确,导致实习难免走马观花,达不到应有实习效果。项目针对实习环节面临的问题,以建设实习基地为核心,加强“三个结合”,即理论教学与实习训练相结合,基本技能与综合训练相结合,个性化训练和团队精神培养相结合,促进了实习环节教学质量提高。

#### 一、加强理论教学与实习训练有机结合,明确各类实习的教学功能

实习环节包括诸多形式,各类实习教学功能定位是实习环节教学改革的首要问题。以六门主干课程教学目标实现作为各类实习功能定位的主要依据,加强理论教学与实践训练的有机结合,构建由校外实习和校内实习组成的环境类专业实习教学环节新体系。

校外实习包括认识实习、生态实习、生产实习和毕业实习诸环节。认识实习安排在专业课开课前,以了解主干专业课涉及的工艺设备、净化流程和净化装备为主要教学目的,实习形式以参观为主,实习时间一周。生态实习在国家级自然保护区开展生态学野外实验内容,满足拓宽后环境类专业的教学需要,实习时间一周,安排在《生态学》等主干课之后。生产实习时间四周,安排在第七学期。生产实习内容包括工业三废治理设施运行、检修和故障诊断,企业环境管理和规划,清洁生产综合利用,环保设备设计、加工和安装等内容。生产实习也可称为工厂实习,通过工厂实习,深化学生理解、消化课堂教学内容,了解现代化大工业生产的工艺和装备,培养观察事物、分析问题和解决问题的实践能力。毕业实习是学生完成全部课堂教学之后进行的最后一次实习,主要目的是结合毕业设计(论文)课题内容,为完成毕业设计(论文)任务奠定基础,并通过实习增长实际知识和技能,培养学生创新能力和解决实际问题的能力。毕业实习一般三周。

校内实习包括校园环境监测实习和社会实践活动。监测实习两周,每年两次对校园环境开展空气、生活污水和噪声等监测活动,并将监测结果在校园监测网定期公布。社会实践活动,例如大学生环保组织的科技活动,环境日宣传活动,大学生环境论坛等。

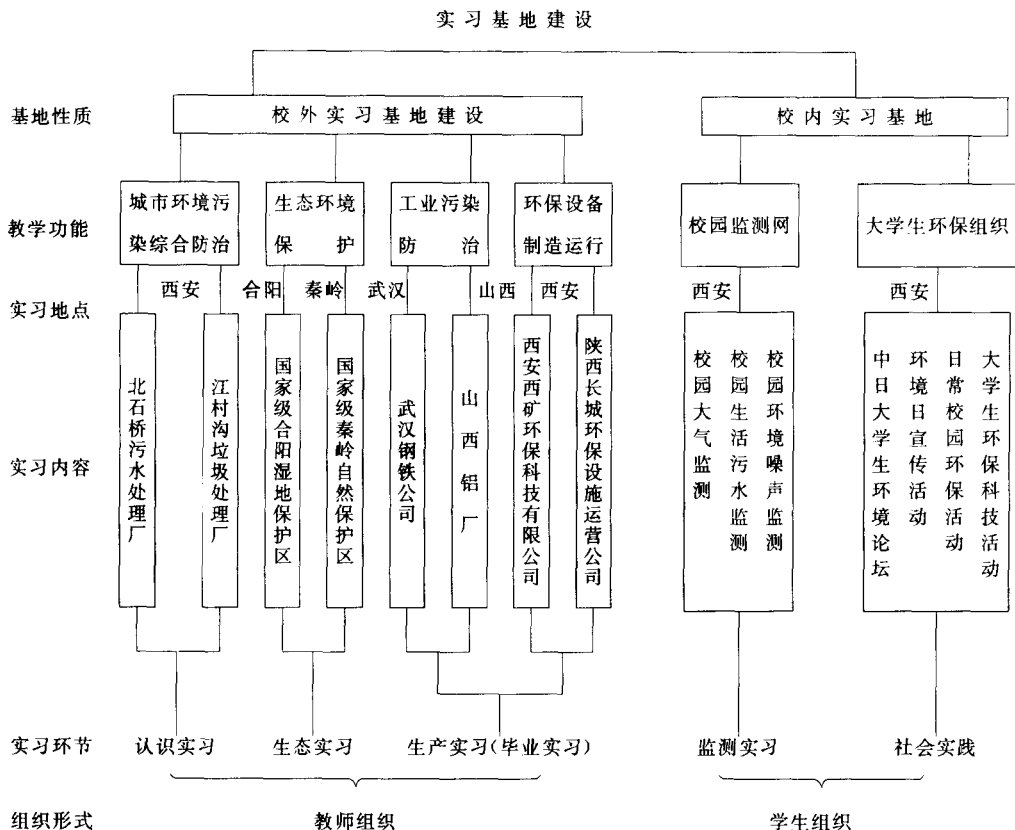
另外，还可组织生态调查和流域污染调查等校外社会实践活动。

根据对各类实习教学功能定位，编写出各类实习大纲和教学指导书。《环境监测与分析实践教程》编入了环境监测实习大纲、实习教学任务书和指导书，并编入具体案例。目前已形成由认识实习、生态实习、生产实习、监测实习和毕业实习组成的总学时不少于10周的环境类专业实习教学新体系。

## 二、加强基本技能与综合训练相结合，建设各类实习基地

在明确各类实习教学功能基础上，以建设校内外实习基地为核心，重新整合实习内容，加强基本技能与综合训练相结合，突出实习重点，拓宽实习的教学功能，全面培养和提高学生的综合素质和创新意识。

目前，已建成了的环境类专业校内外实习基地及其教学功能、实习地点、实习内容、组织形式如图所示。



环境类专业校内外实习基地建设

## 三、加强个性化训练和团队精神培养相结合，改革实习教学方法

通过产学研结合，改革实习教学方法，加强个性化训练和团队精神培养，是提高实



习教学质量的重要途径。改革实习内容程序单一化模式,增加实习类型多样化,突出个性化教育,增强教学互动性,实施实习内容标准化与个性化相结合,鼓励学生克服实习报告“克隆”现象,指导学生大胆创新。学生通过接触和认识社会,了解社会对人才规格的需求,提高对实践能力和创新能力培养的自觉性。

青年学生由于缺乏对国情、社会、生产第一线的了解,思想中缺乏对国家、社会和集体责任感。在实习中通过较长时间的社会实践,学习工人、农民的好品质,增强纪律观念、劳动观念和社会责任性。在实习中,鼓励和指导学生成立实习小组,协同完成实习任务,注意培养学生的团队精神。

## —— 第四节 课程设计 ——

课程设计是课程教学的重要组成部分,是培养学生工程设计能力和创新能力的实践教学重要环节。明确课程设计教学目标,由对课程教学的补充转向对学生素质与能力的培养,以工程设计能力和科学研究能力培养为主线,开展多样化课程设计是适应拓宽后的环境类专业教学改革的重要内容。

### 一、实施多样化课程设计,强调创新能力培养的全面性

为了适应拓宽后的环境类专业发展的需要,加强学生工程设计能力的训练,将原来开设的四个课程设计增加到八个,要求每个学生完成4~6个课程设计。课程设计题目涵盖了工程设计、设备设计、区域规划、企业管理、环境评价等多个学科方向,有利于环境类专业的理工渗透和交叉融合,有利于学生素质和能力的全面培养。

### 二、加强课程设计教材建设,增强实践技能训练的系统性

为适应课程设计环节教学改革需要,组织编写了八个课程设计任务书和教学指导书,以及案例教材。《大气污染控制实践教程》中编入了“颗粒污染物控制课程设计”和“气态污染物控制课程设计”的任务书,指导书和设计案例;《水污染控制实践教程》中编入了“离子交换法处理课程设计”、“化学沉淀法课程设计”、“啤酒废水处理课程设计”和“生活污水处理课程设计”的任务书、指导书和设计案例。

### 三、改革课程设计考核方式,提高课程设计教学效果

课程设计内容丰富而时间较短,一般每个课程设计为1.5~2周。各类课程设计内容各具特点,如何提高实际教学效果是指导教师关注的问题。以讲评方式替代传统的考核方式,组织学生讨论课程设计文件图纸,并由指导教师针对存在问题进行启发式讲评,开展生动活泼的考核,有利于促进教学效果的提高。