

高等学校规划教材

固体废物处理实训

GUTI FEIWU CHULI SHIXUN

白 圆 编著
杨 军 陈永志 主审

校外借

中国建筑工业出版社

高等学校规划教材

固体废物处理实训

白 圆 编著

杨 军 陈永志 主审



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

固体废物处理实训/白圆编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 1

高等学校规划教材

ISBN 978-7-112-21486-0

I. ①固… II. ①白… III. ①固体废物处理-高等学校-教材 IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 272914 号

本教程是为《固体废物处理与处置》课程开设的实践性必修课程所写的教材。目的是帮助学生加深理解各种固体废物处理与资源化技术的原理, 初步掌握基本实验方法和操作技能, 突出在实训过程中, 学生发现、提出、分析和解决问题的能力, 以及实际操作能力和创新与创造能力的训练, 培养学生具有依据工程实践的需要进行科学思维和科学实验与设计的初步能力, 形成良好的工作作风、科学态度与社会责任。

本教程介绍了固体废物处理与处置的相关法律、法规、方针、政策, 强调法治在固体废物处理与处置中的重要地位。对固体废物处理与处置的收集、运输、破碎、分选、压实、固化、焚烧、热解、生物化处理以及最终处置等各个环节中涉及的实验、实习、课程设计、毕业设计的目的要求、方法原理、仪器设备、操作流程及注意事项等内容作了全面的阐述, 并对生活垃圾的工艺流程、设施设备以及施工方式方法进行了详细说明, 突出了实训的可操作性。对如何利用信息技术进行固体废物处理与处置的实训教学活动进行了具有前瞻性的说明。

本教程汇集了国内外固体废物处理与处置有关实训的资料信息, 体现了基础理论学习与实践教学相结合、课堂内与课堂外相结合、因材施教、内容全面、方式多样、促使学生综合素质全面发展的特点。本教程可供高等院校环境类专业及其相近专业的本科生使用, 亦可作为从事环境类专业实训教学和相关研究的教师、管理人员以及科研人员的参考资料。

责任编辑: 于 莉 杜 洁 王美玲

责任校对: 王 瑞 李欣慰

高等学校规划教材

固体废物处理实训

白 圆 编著

杨 军 陈永志 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京鹏润伟业印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 12 字数: 289 千字

2018 年 1 月第一版 2018 年 1 月第一次印刷

定价: 38.00 元

ISBN 978-7-112-21486-0

(31156)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

随着全球资源、能源与环境问题的日益突出以及人口的增加、生产力的迅速发展和人民生活水平的不断提高,城市规模在扩大,城市垃圾的产生量在逐年递增,并且其性质更加复杂,对环境的污染日益加剧,已成为我国社会经济可持续发展和生态文明建设的一大障碍。随着我国对固体废物管理工作的日益重视,处理处置固体废物的政策、法规、制度日趋完善,公民环境保护观念正在发生变化,固体废物“减量化、无害化、资源化”的理念正在变成行动。

环境工程专业从 20 世纪 90 年代开始在全国高等院校中获得了大规模的发展。经过这些年的努力,高等院校在该课程的理论教学方面取得了可喜的成绩,并积累了宝贵的教学经验。然而在实训教学方面,尤其在教材建设和教学方法与内容改革上却显得相对薄弱和滞后。随着现代信息技术的发展和广泛应用,当前迫切需要有一本能引导学生走出教室,走进实验室;走出学校,走向社会,走进施工现场;走出国门,走向世界的具有中国特色的实训教材。学生走出教室,走进实验室,通过实验验证所学基础理论知识,通过科学探究在科学思维、科学态度与社会责任方面得到提升;走出学校,走向社会,了解社情民意以及环境保护相关法律、法规、政策的执行情况;走进施工现场,进行实地勘察,充分利用社会资源,既弥补了学校实验设施的不足,又克服了实践教学手段单一的现象;通过实习、课程设计、毕业设计等实训活动,了解固体废物处理与处置的现状,提出科学合理的建议,培养动手能力和发现、提出、分析、解决问题的能力,加强工程意识以及创新思维的训练;运用多媒体技术走向国际,扩大视野,了解其他国家或地区关于固体废物处理与处置的发展方向,为我国固体废物处理与处置提供可借鉴的经验。《固体废物处理实训》的出版就是在这种背景下的一次新的尝试。

本教程结构清晰。第 1 章重点介绍了实训课程开设的内容、目的、意义、要求,突出了科学实验在固体废物工程资源化中的运用;第 2 章介绍了固体废物处理与处置的相关法律、法规、方针、政策,以及社会调查研究的方法与形式,强调法治在固体废物处理与处置中的重要地位及社会调查研究是获取相关信息的重要手段。第 3~12 章紧扣无害化和资源化,对固体废物处理与处置的收集、运输、破碎、分选、压实、固化、焚烧、热解、生物化处理以及最终处置等各个环节中涉及的实验、实习、课程设计、毕业设计的目要求、方法原理、仪器设备、操作流程及注意事项等内容作了全面的阐述,并对生活垃圾的工艺流程、设施设备以及施工方式方法进行了详细说明,突出了实训的可操作性与创新能力的培养,是本教程的重点内容。通过本教程的教学不仅可以帮助学生加深理解理论课学习过程中遇到的难以理解的问题,有助于培养学生的工程意识,使学生有机会了解现代化处理固体废物的工艺和装备,而且可以培养学生的动手能力和创新思维,形成正确的科学态度与社会责任。

本教程汇集了国内外固体废物处理与处置有关实训的资料信息,体现了基础理论学习

与实践教学相结合、课堂内与课堂外相结合、因材施教、内容全面、方式多样、灵活运用、促使学生综合素质全面发展的特点。本教程可供高等院校环境类专业及其相近专业的本科生、研究生使用，亦可作为从事环境类专业实训教学和相关研究的教师、管理人员以及科研人员的参考资料。

本教程的使用具有很大的灵活性。由于不同学校的设施条件不同，在选用本教程时，各学校可以根据本校的实际选择部分实训内容，编写符合本校实际的实训课程实施指导意见组织教学。

本教程在编写的过程中，得到了兰州交通大学环境与市政工程学院及同行的鼓励和支持。本教程由杨军教授、陈永志教授主审，赵保卫教授、宋小三教授对书稿进行了审核并作了大量的组织协调工作，马昱祺等负责整理了部分文字资料，学院及甘肃省高等学校特色专业—环境工程（101004）项目提供了资助。在此一并表示感谢！本书出版得到中国建筑工业出版社的大力支持。对他们认真细致的工作和提出的宝贵意见表示感谢！

由于编者水平有限，书中定有不妥和疏漏之处，敬请读者不吝赐教。

白圆

2017年8月于兰州交通大学

目 录

第1章 实训课程设置	1
1.1 环境类专业实训课程开设的目的、意义和要求	1
1.1.1 开设的目的、意义	1
1.1.2 基本要求	3
1.2 实验课程	4
1.2.1 提高对科学探究与实验课的认识	4
1.2.2 实验课程的类型	5
1.2.3 实验课程的目的与要求	5
1.3 实习课程	7
1.3.1 实习课程实施的三个环节	7
1.3.2 实习指导书的内容	7
1.3.3 实习课程教学要求	8
1.3.4 固体废物课程实习主要内容	8
1.4 课程设计课程	10
1.4.1 课程设计的目的	10
1.4.2 课程设计的实施需要注意的事项	10
1.4.3 教学组织和具体要求	10
1.4.4 课程设计的步骤	11
1.4.5 课程设计的要点	11
1.4.6 课程设计的进度安排	11
1.5 毕业设计课程	11
1.5.1 毕业设计需要注意的事项	12
1.5.2 课题调研（毕业实习）	12
1.5.3 指导教师要求	12
1.5.4 答辩	13
1.5.5 评分	13
1.5.6 总结	14
1.6 信息技术为依托的实训课程	14
1.6.1 信息技术对教师教学能力的要求	14
1.6.2 固体废物处理与处置工程实训网络教学系统	14
1.6.3 固体废物处理与处置工程实训网络教学平台内容	16
第2章 固体废物管理政策法规与社会调查	19
2.1 固体废物管理体系政策法规	19

2.1.1	我国固体废物管理体系	20
2.1.2	固体废物管理的技术政策	21
2.1.3	固体废物管理的经济政策	22
2.1.4	固体废物管理的法律法规	23
2.1.5	固体废物管理的技术标准	24
2.2	实训活动：社会调查	26
2.2.1	认识社会调查	26
2.2.2	调查问卷设计案例	27
第3章	固体废物的分类与分析、采样与制样实验	29
3.1	固体废物的分类与分析规则	29
3.1.1	固体废物的分类	29
3.1.2	固体废物的来源和组成	30
3.2	固体废物的采样与制样	31
3.2.1	固体废物的采样	31
3.2.2	固体废物的制样	34
3.3	实训活动：实验	37
3.3.1	固体废物的采样与制样实验	37
3.3.2	城市生活垃圾的分类实验	37
3.3.3	固体废物有机质的测定实验	37
3.3.4	固体废物总磷的测定实验	39
第4章	固体废物的收集与运输规划设计	42
4.1	固体废物收集与运输路线的规划设计及优化	42
4.1.1	固体废物收集路线及规划设计	42
4.1.2	固体废物收运路线的优化	44
4.1.3	设计案例	45
4.2	实训活动	47
4.2.1	根据已知条件和要求进行收集路线设计	47
4.2.2	校园垃圾收集路线的设计与优化（以兰州交通大学为例）	48
4.2.3	城市生活垃圾中转运输的规划与设计	49
第5章	固体废物的压实、破碎、分选实验	52
5.1	城市垃圾预处理流程设计	52
5.1.1	预处理流程设计	52
5.1.2	预处理设计案例	57
5.1.3	设计作业	58
5.2	实训活动	60
5.2.1	固体废物破碎与筛分实验	60
5.2.2	固体废物压实实验	63
5.2.3	固体废物风力分选实验	66
5.2.4	固体废物磁力分离实验	67

第6章 固体废物的固化/稳定化技术实验	70
6.1 固化/稳定化技术的应用	70
6.2 实训活动	71
6.2.1 有害固体废物固化实验	71
6.2.2 危险废物重金属含量及浸出毒性测定实验	73
第7章 固体废物的焚烧实验	77
7.1 焚烧资源化利用	77
7.2 实训活动	79
7.2.1 焚烧炉底灰处理方案设计	79
7.2.2 固体废物含水率测定实验(烘干法)	80
7.2.3 固体废物化学性质测定实验	81
7.2.4 可燃固体废物热值测定实验	82
第8章 固体废物的热解实验	86
8.1 城市固体废物热解原理及资源化利用	86
8.1.1 城市垃圾的热解	86
8.1.2 生物质的热解	87
8.1.3 废塑料和废橡胶的热解	87
8.1.4 污泥的热解	88
8.2 实训活动:城市污水处理厂生物污泥热解实验	88
第9章 堆肥/生物化及其他固体废物处理技术实训	90
9.1 好氧堆肥和厌氧消化	91
9.2 实训活动一:实验	92
9.2.1 有机垃圾生物处理过程模拟	92
9.2.2 厌氧消化过程模拟	95
9.3 实训活动二:课程设计	99
9.3.1 堆肥过程课程设计	99
9.3.2 厌氧消化过程课程设计	101
第10章 固体废物的最终处置课程设计与实验	105
10.1 填埋场的工艺流程及选址	106
10.1.1 填埋场的工艺流程	106
10.1.2 填埋场场址的选择	108
10.2 实训活动一:城市生活垃圾卫生填埋场课程设计	109
10.2.1 设计目的	109
10.2.2 设计任务及内容	109
10.2.3 垃圾填埋场场址的评析	109
10.2.4 垃圾填埋工程的设计	109
10.2.5 设计要求	109
10.2.6 计算内容及方法	110
10.2.7 主要参考书、手册、标准和规范	126

10.3 实训活动二：实验	128
10.3.1 垃圾填埋场稳定化过程模拟	128
10.3.2 垃圾渗滤液的沥浸实验	131
10.3.3 总固体测定分析实验	136
10.3.4 溶解性固体测定分析实验	137
10.3.5 悬浮固体测定分析实验	138
第11章 特种固体废物无害化与资源化实训	140
11.1 城市污泥实训	140
11.1.1 城市污泥的特性、分类与资源化	141
11.1.2 实训活动：调研及实验	145
11.2 餐厨垃圾无害化与资源化实训	148
11.2.1 餐厨垃圾的无害化与资源化	148
11.2.2 实训活动：社会调查与科研讲座及实验	154
第12章 家庭源危险固体废物资源化实训	156
12.1 电子废弃物的资源化利用	157
12.1.1 电子废弃物的处理技术路线	157
12.1.2 电子废弃物拆解工艺	157
12.1.3 电子废弃物破碎分离工艺	159
12.1.4 提取铜工艺	159
12.1.5 提取金工艺	160
12.1.6 非金属的回收	161
12.1.7 废塑料的回收利用工艺	162
12.1.8 微生物法从电子废弃物中回收贵金属	163
12.2 有害组分的家用化学品无害化处理	164
12.2.1 家用化学品资源化处理	164
12.2.2 家用化学品无害化处理	164
12.3 电池分类与无害化处理	165
12.3.1 电池的种类	165
12.3.2 废旧电池的处理技术	166
12.3.3 不同种类废旧电池的回收处理处置技术	167
12.4 实训活动：社会调查与科研讲座及实验	171
12.4.1 社会调查	171
12.4.2 科研讲座	171
12.4.3 含锌废物碱浸—电解回收金属锌粉实验	171
附录A	179
参考文献	181

第1章 实训课程设置

当您拿到这本教程时，您一定很想知道开设实训课程有什么意义？实训课程到底包含哪些课程类型？作为教师，应该怎样组织实训课程的教学？作为环境专业的学生，应该如何学习实训课程才能达到教学大纲的要求？本章通过对环境类专业实训课程开设的目的、意义和要求以及实验课程、实习课程、课程设计课程、毕业设计课程的阐述，您将获得对相关问题的认识和理解。

学习目标

本章学习完后，您将能够：

- (1) 说出环境类专业实训课程开设的目的、意义和要求；
- (2) 进一步提高对科学探究与实验的认识，知道对科学探究及实验能力的基本要求；
- (3) 说出实习课程实施的三个环节、实习课程的教学要求以及固体废物课程实习的主要内容；
- (4) 知道课程设计与毕业设计的流程和要求。

学习内容

- 1.1 环境类专业实训课程开设的目的、意义和要求
- 1.2 实验课程
- 1.3 实习课程
- 1.4 课程设计课程
- 1.5 毕业设计课程
- 1.6 信息技术为依托的实训课程

学习时间

2学时。

学习方式

第1学时学生自学，第2学时组织讨论，交流学习心得体会，教师指导点评。

1.1 环境类专业实训课程开设的目的、意义和要求

1.1.1 开设的目的、意义

随着我国高等教育的发展，高等教育的实训在培养学生的综合能力方面发挥着越来越重要的作用。实训教学是专业人才培养方案的重要组成部分，是实现高等教育人才培养目标的主体性教学之一，而实训教学环境是培养技能型应用人才的基本支撑条件。

根据环境类专业高等教育培养方案和教学基本要求，从行业取经，从市场需求整合课程，加强实习实训建设，实施探究式的教学策略，实现理论学习和实践学习的结合，编制

了具体的教学计划，突出强调加强基础教学和实践环节，努力提高环境类学生的实践能力和综合素质，培养适应社会需求的环境类专业技术人才。

环境工程专业实训课程开设的目的、意义，如图 1-1 所示。

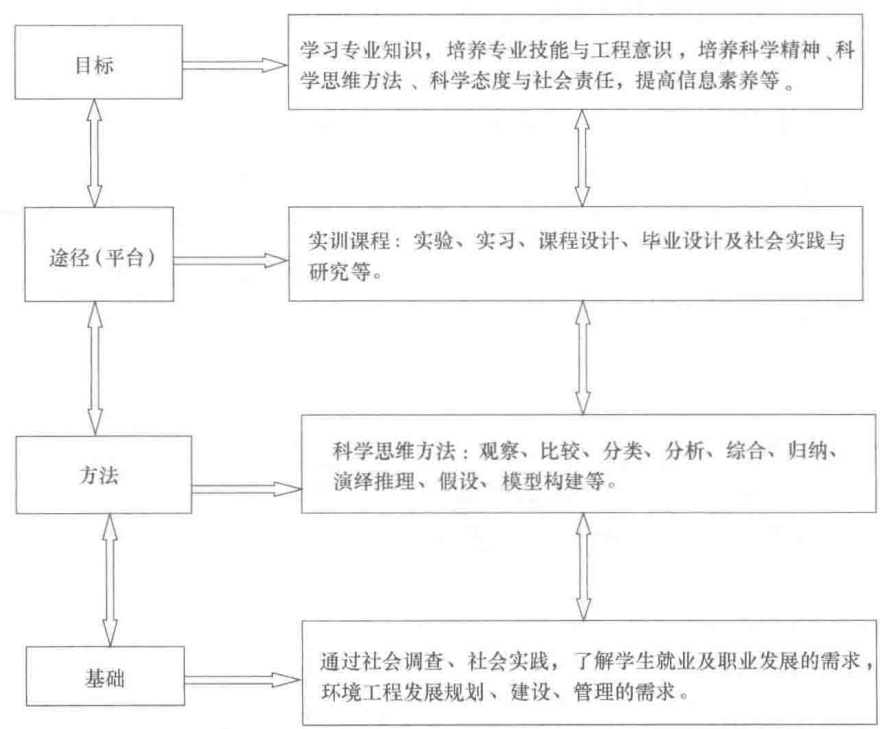


图 1-1 实训课程开设的目的、意义框架图

说明：

- (1) 高等教育环境类专业的人才培养目标，是培养具有较扎实的专业理论基础，掌握环境影响评价要点，熟练使用现代监测仪器获取相关信息，具有数据分析、预测和评价的能力，善于合作交流，具有团体协作精神和社会责任感等的应用型和技能型环境专业人才。环境工程专业的实训课程与理论课程同样肩负着引导学生自主学习专业知识，培养专业技能与工程意识，培养科学精神、科学思维方法、科学态度与社会责任的任务，是实现培养目标的关键环节。
- (2) 学生要达到课程规定的目标，学习理论课程是其中的重要方法之一，但要提升学生的创新能力、实践能力，使学生对于社会发展中表现出的环境问题有一个正确的态度、价值取向和行为表现，在学校学习阶段，则需通过实训课程的实践与培养才能够实现，因此实训课程是培养学生创新能力的一个平台，是一条重要的途径。
- (3) 实训课程的学习过程是一个科学思维方法的运用过程。学生在实验课程的学习过程中，从独立查阅资料、提出实验方案到自主实验研究、科学分析推导，在课程设计与毕业设计课程的学习过程中，从选题到完成设计，无一不用到观察、比较、分类、分析、综合、归纳、演绎推理、假设、模型构建等科学思维方法。因此，实训课程既是科学思维方法的运用，也是学生科学思维能力的提升过程。

(4) 了解学生就业发展的需求以及环境工程发展规划、建设、管理等的需求,是实训课程开设的基础性工作,实训课程的内容离开了学生发展和环境工程发展的需求,就会无的放矢,就会成为无源之水、无本之木。而学生及环境工程发展的需求只有通过社会调查、社会实践才能掌握,正因为如此,本教程在编写的过程中特别强调社会调查、社会实践在实训活动中的重要地位,增加了相关的内容。

1.1.2 基本要求

简单地说,实训就是在实践中对学生的综合素质、基本技能、专业技能、专业综合能力以及创新能力的培养和训练。环境类专业的实训是指按照环境类专业的教学要求,在真实或仿真模拟的现场操作环境中,通过实验、现场勘查、案例分析、撰写调研报告、撰写论文、毕业设计、答辩、展示交流等有效的实践活动,培养学生的实际工作能力和创造能力,为适应社会对职业技术的要求奠定扎实的基础。

(1) 实训课程的教学需要在学校创设模拟实训环境,充分利用学校的实验设施开设实验课。在这一虚拟环境下或实验室,利用真实的案例组织教学活动,对学生进行岗位实训锻炼。这种方式要求教师要事先深入到相关部门进行调查研究,收集真实案例,如将审批合格的报告书(表)和相关的图文资料等带回课堂,供学生学习参考。结合真实的案例,在教师指导下将理论知识和实训内容有机地结合起来,学生系统地将所学知识操练一遍,达到较好的教学效果。

(2) 需要组织学生走出教室、走出学校,走向社会、走进现场,充分利用校外的人力、物力资源,通过工程技术人员及管理人士的讲解、实地考察、交流等活动,培养学生解决生产实践和工程项目中实际问题的技术及管理的能力,陶冶学生爱岗敬业的情操。同时也让社会充分了解学校,为学生对口就业创造良好的机遇。

(3) 加强学生职业规范化训练,加强学生对各行业技术编制知识点的掌握,提高环境监测仪器操作技术能力、安全意识、管理意识、协作意识和创新意识等。主要包括:素质拓展、基础技能、专业技能、专业综合能力、综合实习和创新实践六个模块。

1) 素质拓展模块

增强学生对社会的认知能力、适应能力,目的是培养学生的综合素质,养成有助于个人发展的良好个性品质。包括社会实践、社会调查、创造、创作等环节。

2) 基础技能模块

加强学生的数学、外语、计算机应用的技能,目的是培养学生扎实的基础知识能力,提升学生的信息素养水平。包括公共基础实验、学科基础实验、外语听说读写、计算机基础训练及文献检索等环节。

3) 专业技能模块

加深对专业理论知识的认识和理解,目的是培养学生求真务实的科学态度、严谨细致的作风,锻炼分析问题和解决问题的能力,主要包括专业课程的实验教学。

4) 专业综合能力模块

依照专业特点所应具备的能力结构要求进行的专业综合能力训练,为学生构建专业综合能力平台,主要包括课程设计、实训课程、毕业设计(论文)等环节。

5) 综合实习模块

强化学生对专业实践综合知识和生产技能的认识,目的是培养学生的专业实践能力和

解决实际问题的能力，主要由认识实习、生产（专业）实习、毕业实习三个实践层次构成。

6) 创新实践模块

发挥学生的创新思维和创造性，使学生的理论知识得到巩固和升华，突出学生的个性发展，提高学生的创新能力。包括学生科研立项、开放实验项目、各类学科竞赛、科技学术报告等环节。

1.2 实验课程

科学探究与实验是环境工程专业的重要内容之一。科学探究与实验课是学生验证和巩固所学基本理论和知识，进行实验方法和技能的基本训练，培养分析问题和解决问题能力的重要教学环节，也是培养学生掌握科学实践方法、科学研究能力、科学思维能力和科学态度与社会责任以及创新精神和实践能力必不可少的实践性教育环节。

1.2.1 提高对科学探究与实验课的认识

1. 科学探究

“科学探究”是指提出科学问题、形成猜想和假设、设计实验与制定方案、获取和处理信息、基于证据得出结论并作出解释，并对科学探究过程和结果进行交流、评估、反思的能力。“科学探究”主要包括问题、证据、解释、交流与合作等要素。科学探究及实验能力的基本要求见表 1-1。

科学探究及实验能力的基本要求 表 1-1

科学探究要素	科学探究及实验能力的基本要求
提出问题	能发现与环境工程有关的问题;从环境工程的角度较明确地表述这些问题;认识提出问题的意义
猜想与假设	对解决问题的方式和问题的答案提出假设;对实验结果进行预测;认识猜想与假设的重要性
制定计划与设计实验	知道实验目的和已有条件,制定实验方案;尝试选择实验方法及所需要的装置与器材;考虑实验的变量及控制方法;认识制定计划的作用
进行实验与收集证据	用多种方式收集证据;按说明书进行实验操作,会使用基本的实验仪器;如实记录实验数据,知道重复收集实验数据的意义;具有安全操作的意识;认识科学收集实验数据的重要性
分析与论证	对实验数据进行分析处理;尝试根据实验现象和收集的数据得出结论;对实验结果进行解释和描述;认识在实验中进行分析论证是很重要的
评估	尝试分析假设与实验结果间的差异;注意探究活动中未解决的矛盾,发现新的问题;吸取经验教训,改进探索方案;认识评估的意义
交流与合作	能写出实验探究报告;在合作中注意既坚持原则又尊重他人;有合作精神;认识交流与合作的重要性

2. 科学思维

“科学思维”是从环境工程的视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式；是基于经验事实构建理想模型的抽象概括过程；是分析综合、推理论证等方法的内化；是基于事实证据和科学推理对不同观点和结论提出质疑、批判、检验和修正，提出

创造性见解的能力。“科学思维”主要包括模型构建、科学推理、科学论证、质疑创新等要素。

3. 科学态度与责任

“科学态度与责任”是指在认识科学本质，理解科学-技术-社会-环境关系的基础上，逐步形成的对科学和技术应有的正确态度和责任感。“科学态度与责任”主要包括科学本质、科学态度、社会责任等要素。

1.2.2 实验课程的类型

根据实验的性质可以将实验课程分为两类，一类是验证性实验课程，一类是探究性实验课程。

1. 验证性实验课程

验证性实验课程通常是指实验者在教师的指导下针对已知的实验结果而进行的以验证实验结果、巩固和加强有关知识内容、培养实验操作能力为目的的重复性实验。

2. 探究性实验课程

探究性实验课程通常是指实验者在不知晓实验结果的前提下，通过自己实验、探索、分析、研究得出结论，从而形成科学概念的一种认知活动。

1.2.3 实验课程的目的与要求

1. 对实验课指导教师的要求

实验课指导教师应按教学计划和教学大纲的规定，确定实验个数、目的要求和具体内容。

2. 对实验课内容的要求

实验课应有实验指导书，实验指导书对实验原理、方法、步骤、技术要求和数据处理等内容的叙述应概念清晰、条理清楚、简单易懂，思考题应联系实验内容，抓住重点、启发难点。

3. 对学生的预习要求

实验前学生应进行预习。对于较复杂的实验，教师对学生的预习应加以指导。实验前教师可用抽查的办法检查学生的预习情况，没有预习的学生，不允许做实验。对一般实验的讲解应简明扼要，讲清重点和实验中的关键，避免过多的阐述，留给学生思考的余地，保证学生有足够的操作时间。

4. 对实验过程的要求

实验时应让学生独立思考、独立操作。教师应有计划地检查学生的操作和记录，用提问的方式启发学生解决疑难问题并防止操作错误；教师应引导学生细心观察和捕捉实验中出现的现象，要特别关注意料之外发生的现象，启发学生分析实验数据与理论推导结果存在差异的原因；在实验过程中应防止包办代替和放任自流。

5. 对实验报告的要求

实验记录要接受指导教师的检查。学生应按规定的格式和内容，独立书写实验报告。教师对学生应严格要求，对实验操作马虎、结果错误或实验报告不符合要求的学生，可责令其重做实验或重写报告。

6. 对科学态度与责任的要求

要教育学生严格遵守实验室的规章制度。教师要经常结合实验项目，教育学生注意安

全、爱护公物、节约水电和节省实验用品、培养学生勤俭节约的作风，同时要教育学生尊重教师的劳动，讲究文明礼貌。根据实验的科学态度来评定实验成绩。实验成绩应按一定比例计入本门课程的总成绩中，实验成绩不及格者，不允许参加课程的考试。对于实验学时较多的课程，可以独立设课，单独考核。

7. 对实验室建设的要求

要注意积累资料和加强实验室的建设。指导教师要互相观摩教学，取长补短，交流经验。实验室应根据积累的经验，分析每一个实验中的重点、难点、关键问题以及注意事项，组织编写实验卡。积极创造条件，开设综合型实验和设计型实验，并逐步增加近代测试技术的训练项目，不断提高实验质量。

8. 对实验安全的要求

《实验室化学固体废物处置安全规范》要求：

(1) 实验室化学固体废物的定义

本规范中的实验室化学固体废物是指在实验室所产生的各类危险化学品固态废物，包括：1) 固态、半固态的化学药品和化学废物；2) 原瓶存放的液态化学药品；3) 化学药品的包装材料；4) 废弃玻璃器皿。以下简称为固废。

(2) 固废的包装材料

1) 实验室自行准备大小合适、中等强度的包装材料（如纸箱、编织袋等）。

2) 包装材料要求完好、结实、牢固；纸箱要求底部加固。

(3) 包装贴标

1) 收集固废前，先在收集纸箱或编织袋上贴上《实验室化学固体废物清单》。

2) 按要求填写产生固废的实验房间、联系人及其联系电话。

(4) 固废的收集

1) 分类收集：

① 瓶装化学药品和空瓶：确保瓶体上标签完好，原标签破损的须补上标签，瓶盖旋紧后竖直整齐放入纸箱；瓶装化学药品、空瓶须分别装箱收集。

② 其他化学药品和化学固废：用塑料袋分装并扎好袋口，在塑料袋上贴上标签并写上固废名称和成分，袋口朝上放入纸箱或编织袋内。

③ 玻璃器皿：放入纸箱内。

以上三类不能混放。

2) 做好记录：按要求在《实验室化学固体废物清单》上做相应记录。

3) 停止收集：以纸箱和编织袋能密封为限，瓶装化学药品和空瓶不能叠放，每袋或每箱质量不能超过 50kg。

(5) 固废的存放

1) 固废收集满后，须在学院实验室废物处置联系人处登记相关的废物信息。

2) 必须存放在学院指定位置，严禁把固体废物存放在非工作人员易接触到的地方。

(6) 固废的处置

按照学校的统一部署和废物处置公司的要求进行固废的转运、记录和交接。

(7) 其他注意事项

剧毒、可燃、易燃、强腐蚀性或有其他特殊问题的化学固体废物必须贴上相应的标

志，且单独存放；对来源和组成不明的废弃化学品也应贴上标志后单独存放。

由于各个单位实验室实验条件不同、设备型号不同，故实验中涉及的仪器设备需根据产品说明书操作，其与本书所阐述的实验步骤会有不同。

1.3 实习课程

为提高工程技术人才的培养质量，培养学生的工程实践能力和创新思维能力，学校开设了实习课程。实习课程一般由三个实践环节组成，即认识实习、生产实习和毕业实习。实习课程开设的目的是：巩固所学的理论知识，并使理论紧密结合生产实践，通过接触生产、接触实际，增加学生对社会的了解，锻炼学生的实际工作能力；通过组织学生参观企业、聘请一线工程师开展专题讲座等方式，让学生了解环境污染控制的必要性，了解相关的环境政策等，增强专业意识，为专业课的学习奠定良好的基础。

1.3.1 实习课程实施的三个环节

1. 认识实习

认识实习，是入学后第一个十分重要的专业实践环节，一般是经过一年的基础课程和专业理论学习后进行。其目的是使学生通过实践，加深对学科和专业的认识，增加学习兴趣，增加社会使命感和责任感，并树立起热爱专业并愿为之刻苦学习的思想。认识实习一般以参观为主，并辅以调查访问。通过观察、调研、听取专题报告等形式，学生了解学科专业所涉及的范围以及专业术语、基本概念、学科前沿与成就，了解主干课程涉及的工艺设备、工艺流程和处理装备等。实习期间，学生应注意收集所见所闻和自己的体会，收集必要的资料和简图，撰写实习日记、调研报告和实习报告。

2. 生产实习

生产实习，是实践教学的重要环节，一般安排在学完专业基础课和部分专业核心课后的第六学期末或暑期。其目的是通过到工厂、企业或政府机关跟班实习，深化学生理解、消化课堂教学内容，培养观察事物、分析问题和解决问题的实践能力，做到理论联系实际、学以致用。重点了解实习单位的基本情况，熟悉工艺流程、生产设备以及环保设备的设计、加工和安装，收集工艺参数、操作条件、操作制度、管理和维修制度，对生产工艺流程及其设施进行经济技术分析，提出存在的问题和解决的措施。

3. 毕业实习

毕业实习，是在学生学完所有的专业课程后，毕业设计前进行的重要实践环节。其目的是培养学生树立工程意识，利用所学的专业知识对实际工程进行调查研究、分析综合、整理数据、归纳总结，同时培养学生的工程活动能力、与人合作共事的意识，巩固所学的理论知识。毕业实习重在收集与毕业设计有关的资料，包括熟悉有关环境污染综合治理程序，熟悉和掌握污染控制工程的设计步骤和方法，掌握各种处理设施的运行管理规程，熟悉我国的环境保护方针政策、相关规范标准及环保现状，了解新工艺、新技术在工程实践中的应用状况，为毕业设计打好基础。

1.3.2 实习指导书的内容

实习指导书能帮助实习者有目的、有步骤、按要求完成实习任务，主要包括以下内容：①实习的目的与对象；②实习所在单位的基本情况；③实习的生产岗位及需要熟悉的

工艺流程、生产设备；④需要收集的工艺参数、操作条件、操作制度、管理和维修制度提要；⑤相关理论提要和规范标准；⑥对生产工艺流程及其设施进行经济技术分析，提出存在的问题和解决的措施；⑦实习进度安排和检查制度；⑧实习报告的要求；⑨实习考核方式及成绩评定标准；⑩实习的组织要求。

1.3.3 实习课程教学要求

1. 实习场所的选定

为保证生产实习取得良好的效果，实习场所的选定一般应根据需要和可能选择技术先进、生产稳定、管理完善，其产品、作业流程在本专业中具有代表性的站、段、厂、工地或公司，作为实习单位。为了扩大学生的知识面，除生产实习单位外，还可以就近安排在其他几个单位进行参观。

实习计划经批准下达后，应根据专业培养目标和教学计划的要求，联系实习单位的生产实际情况，按照《实习大纲》的要求以及其他有关指导性文件，并会同实习单位，拟订出详细的实习工作计划。

2. 实习动员

实习前，应由学院、系对学生进行动员，组织学生认真学习和讨论《实习大纲》等有关文件，使学生在思想上做好充分准备。

3. 实习指导

实习指导教师的主要任务是组织和检查学生实习情况，与实习单位技术人员密切配合，加强对学生的指导；加强安全教育和保密教育，严防安全事故的发生；充分调动每个学生的主观能动性；教育学生向有丰富实践经验的工程师、技术人员及现场的工人学习。

4. 实习成果

实习结束时，每个学生都必须按要求按时提交实习日志和实习报告，指导教师应明确实习日志和实习报告的具体内容和写作格式。实习日志，包括实习名称、日期、天气、地点、目的、方法、主要内容、收获、改进建议及措施。实习报告，包括实习目的和意义、实习时间及实习内容、实习方法、参观工厂概况介绍、主要设施设备及工艺流程、主要设施设备的操作及运行管理、处理效果、存在的问题及原因分析、合理化建议、总结及评价。

5. 实习考核

实习结束时，要进行考核。考核的方式可根据实习的内容和特点确定，最后按五级分制（优秀、良好、中等、及格、不及格）评定成绩。教师审阅实习报告时，也可以请实习单位的指导人员共同参加审阅。实习后可组织学生座谈，交流实习的体会及收获。

1.3.4 固体废物课程实习主要内容

固体废物课程实习的内容，是以《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB 50869—2013、《生活垃圾焚烧处理工程技术规范》CJJ 90—2009、《生活垃圾堆肥处理技术规范》CJJ 52—2014 的要求为依据，参观生活垃圾填埋场、焚烧厂、堆肥厂和垃圾厌氧消化厂。了解总体概况、总体布置、操作运行及管理、主要系统的构成和设计参数以及供配电、给水排水、消防等设施，了解环境监测项目的检测方法及仪器设备。

1. 参观生活垃圾卫生填埋场

(1) 了解填埋场总体概况，包括厂址位置、防护距离、建筑规模、服务年限、建筑用