



普通高等教育“十三五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “13·5” GUIHUA JIAOCAI

环境工程专业实习 实践指导书

陈月芳 林海 毕琳 编著



冶金工业出版社

www.cnmp.com.cn



普通高等教育“十三五”规划教材

环境工程专业实习 实践指导书

陈月芳 林海 毕琳 编著



北 京

冶金工业出版社

2017

内 容 提 要

本书在阐述认识实习的目的、要求、内容及对学生实习基本要求的基础上,按章节分别介绍了污水处理厂及处理技术、典型大气污染治理单位及治理技术、固体废物处理场及处理方式方法、噪声治理基本内容、环保治理中常用设备和仪表,以及各个内容的典型案例,并将涉及民生的环保法规、政策以补充资料的形式融入到教材中。

本书可作为高等学校环境工程、环境科学、市政、给排水等专业的教学用书和环境治理行业技术人员的参考指导书。

图书在版编目(CIP)数据

环境工程专业实习实践指导书/陈月芳,林海,毕琳编著.
—北京:冶金工业出版社,2017.7
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5024-7529-1

I. ①环… II. ①陈… ②林… ③毕… III. ①环境工程—
高等学校—教学参考资料 IV. ①X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 104440 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcbbs@cnmp.com.cn

责任编辑 于昕蕾 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 郑 娟 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7529-1

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;固安华明印业有限公司印刷

2017 年 7 月第 1 版,2017 年 7 月第 1 次印刷

169mm×239mm;11 印张;213 千字;165 页

25.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgcbbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

实习是环境工程专业教学计划中的一项重要实践环节，学生在校期间不仅应掌握坚实的基础理论和宽广的专业知识，还必须参加相应的实践活动。学生通过实践，可促进理论联系实际，加深对书本知识的理解，提高分析和解决问题的能力，获得环境工程设计、施工技术与组织管理的初步实践知识，了解环保设施、设备的运行管理知识。通过感性认识，增强学生对环境污染治理工艺原理的理解，并获得实际工作能力与经验。认识实习是实践教学的重要组成部分，目的在于培养学生对专业知识的初步感性认识，对学生环保意识的初步渗透，弥补课堂教学的不足，让理论知识与实际生产紧密结合。

本书首先介绍了认识实习的目的、要求、内容及对学生实习的基本要求，然后按照章节分别介绍了污水处理厂、典型大气污染治理单位、固体废物处理场、噪声治理、环保治理中常用设备和仪表等基本内容，以及各个内容的典型案例，并将环保法规、政策等以补充资料的形式融入到本书中。

全书由陈月芳副教授统稿，林海教授、毕琳工程师修订和定稿。北京科技大学金龙哲、宋波、李天昕、董颖博、杜翠凤、刘双跃等教师在撰写过程和提供素材中，给予了帮助；研究生安丹凤、滕科均、王岩、彭焕玲、刘哲参与了本书的材料内容汇总和校正，在此表示感谢！同时，本教材得到了北京市特色专业建设点（环境工程 TS12533）建设项目、北京科技大学教材出版基金、北京科技大学教育教学改革项目的经费资助，在此表示感谢！在审稿阶段，还得到北京排水集团、华能北京热电厂、北京环卫集团等单位的支持！最后，感谢帮助和支

持本书编写和出版工作的有关领导和广大师生!

北京科技大学周北海教授和中国地质大学(北京)冯传平教授担任本书的主审。根据主审提出的意见,本书又做了全面的修改和补充。

本书可作为高等学校环境工程、环境科学、市政工程、给排水科学与工程等专业的教学用书和环境污染治理行业技术人员的参考指导书。

由于作者水平有限,书中难免存在错误或遗漏之处,恳请批评指正。

作 者

2017年2月于北京

目 录

1 认识实习概述	1
1.1 实习环节	2
1.1.1 专家报告	2
1.1.2 参观学习	2
1.1.3 日记和笔记	3
1.1.4 实习报告撰写	3
1.1.5 其他活动	3
1.2 实习期间安全生产一般要求	3
思考题	4
2 环境工程专业入门教育	5
2.1 我国环境保护状况	5
2.2 我国污染物排放情况	6
2.3 我国水环境质量状况	7
2.3.1 流域	7
2.3.2 省界水体	7
2.3.3 湖泊（水库）	7
2.3.4 地下水	8
2.3.5 全国地级及以上城市集中式饮用水水源地	8
2.4 我国大气环境质量状况	9
2.4.1 空气质量	9
2.4.2 酸雨	9
2.4.3 雾霾	10
2.5 我国土壤环境质量状况	11
2.5.1 土地资源现状	11
2.5.2 水土流失	11
2.5.3 重金属污染	11
2.6 环境主要标准	12

2.6.1 水环境保护相关标准	12
2.6.2 大气环境保护相关标准	13
2.6.3 声环境保护相关标准	15
2.6.4 土壤环境保护相关标准	15
2.6.5 危险废物环境保护相关标准	16
2.6.6 机动车尾气排放相关标准	16
思考题	17
3 污水处理技术	18
3.1 污水处理厂概述	18
3.2 我国污水处理情况	19
3.3 城市排水管网系统	19
3.4 常见城市污水预处理、一级处理系统	20
3.4.1 格栅	21
3.4.2 沉砂池	22
3.4.3 沉淀池	24
3.5 常用二级水处理系统	27
3.5.1 活性污泥法	27
3.5.2 生物膜法	31
3.5.3 厌氧生物处理法	33
3.6 污水深度处理系统	35
3.6.1 过滤系统	35
3.6.2 生物处理方法	39
3.7 中水回用技术	41
3.7.1 混凝技术	41
3.7.2 沉淀技术	43
3.7.3 离子交换技术	44
3.8 消毒	44
3.8.1 UV 消毒	45
3.8.2 氯消毒	45
3.8.3 氯盐消毒	46
3.8.4 臭氧消毒	47
3.9 污泥处理系统	48
3.9.1 脱水	48
3.9.2 发酵	50

3.9.3 污泥堆肥	51
3.9.4 污泥焚烧	52
3.9.5 卫生填埋	52
思考题	53
参考文献	54
4 大气污染治理技术	55
4.1 除尘技术	56
4.1.1 水膜除尘技术	56
4.1.2 机械除尘技术	57
4.1.3 过滤除尘技术	58
4.1.4 电除尘技术	59
4.1.5 扬尘的抑制技术	61
4.2 脱硫技术	62
4.2.1 干法脱硫技术	62
4.2.2 湿法脱硫技术	64
4.2.3 生物法脱硫技术	69
4.2.4 半干法脱硫技术	70
4.3 脱硝技术	73
4.3.1 化学脱硝	73
4.3.2 生物法脱硝	77
4.4 烟塔合一烟气处理	78
4.5 二氧化碳捕集	81
4.5.1 二氧化碳捕集系统的原理	81
4.5.2 二氧化碳的捕集方式	81
4.6 机动车尾气污染与治理技术	83
4.6.1 尾气的成分与危害	83
4.6.2 常用机动车尾气治理技术	84
思考题	87
参考文献	87
5 固体废物处理	89
5.1 固体废物分类、收集、转运	89
5.1.1 固体废物的分类	90
5.1.2 城市垃圾的收集与转运	91

VI	
5.2	生活垃圾卫生填埋场 95
5.2.1	垃圾填埋场简介 96
5.2.2	填埋场工程 97
5.2.3	防渗系统 102
5.3	生活垃圾堆肥 103
5.3.1	好氧堆肥 104
5.3.2	厌氧堆肥 105
5.4	垃圾渗滤液 108
5.4.1	渗滤液的来源 108
5.4.2	渗滤液的特点 108
5.4.3	渗滤液量的计算 109
5.4.4	渗滤液收集系统 109
5.4.5	渗滤液排放标准 109
5.5	渗滤液处理技术 110
5.5.1	渗滤液处理方法分类 110
5.5.2	渗滤液处理工艺 111
	思考题 119
	参考文献 119
6	噪声治理 120
6.1	工业噪声的危害 120
6.1.1	噪声定义 120
6.1.2	工业噪声来源 120
6.1.3	工业噪声危害 121
6.2	噪声控制技术 121
6.2.1	在噪声声源处控制 121
6.2.2	在传声途中控制 122
6.2.3	在噪声接受点控制 130
6.3	具体设备防噪方案 132
6.3.1	风机设备防噪 132
6.3.2	冷却塔的噪声 132
	思考题 135
	参考文献 135
7	设备及仪表 136
7.1	设备 136

7.1.1 泵	136
7.1.2 风机	140
7.1.3 管道	143
7.1.4 压力容器	146
7.2 仪表	149
7.2.1 压力表	149
7.2.2 流量计	150
7.2.3 液位计	154
7.2.4 在线 pH 计	156
思考题	157
参考文献	157
本科实习日记与报告	159

认识实习, 又称认知实习, 是对书本知识的巩固加深。需要到工作岗位去参观、了解今后将要工作(实习)的环境, 增加对将要从事的职业岗位的初级认识。

实习目的

环境工程专业认识实习是本科教学计划中重要的实践性教学环节, 又称认知实习。通过到各种规模和工艺的市政污水处理厂(再生水厂、污水深度处理厂)、各种行业污水处理厂(站), 市政垃圾转运站、垃圾堆肥厂、垃圾安全填埋场和垃圾焚烧处置厂、火力发电厂、钢铁行业等企业参观学习, 听取企业专家相关介绍, 使学生初步接触环境工程专业的应用领域, 认识生产工艺, 感受生产过程, 开拓专业视野。

同时专业认识实习也是学生初步了解我国环保领域发展动态、发展需求和存在的重要途径之一, 通过此次实践活动, 可以培养学生理论联系实际的能力; 综合运用所学知识, 分析科研、工程中存在的问题; 掌握解决实际问题的基本思路和方法。通过实习使学生进一步了解环境工程专业的发展现状, 从而更加热爱本专业, 更好地发挥自己的专长, 为中国环保事业献出自己的力量。

实习内容

环境工程专业的认识实习, 主要包含水处理、大气污染控制、固体废物处理与处置、环境监测等相关生产单位和企业的集中实习, 一般具体包含如下内容:

- (1) 了解实习单位的概况、安全生产要求、生产工艺、主要处理设备、处理效果和环保标准等。
- (2) 了解城市给水系统的布局、输水管道以及常见给水处理流程和工业。
- (3) 了解城市排水系统的收集、运输、排放等基本概念。
- (4) 掌握污水处理厂主要的生产工艺流程, 以及各处理单元的处理性能和指标。
- (5) 掌握污水处理厂中水处理工艺, 以及各处理单元的处理性能和指标。
- (6) 掌握电厂锅炉补给水处理生产工艺过程(流程), 以及各处理单元的处

理性能和指标。

(7) 掌握大气烟气脱硫处理的不同分类、工作原理,主体设备内部结构及特点,了解技术性能指标。

(8) 掌握大气烟气脱硝处理的主要工艺、工作原理,主体设备的内部结构及特点,了解工作原理及技术性能指标。

(9) 掌握不同种除尘工艺的工作原理,主要除尘设备的内部结构、特点以及技术性能指标。

(10) 掌握二氧化碳捕集处理的工艺原理、主体处理设备的内部结构及特点,了解技术性能指标。

(11) 了解垃圾分类和垃圾处理、处置的常见方法。

(12) 城市垃圾转运系统的基本流程以及生活垃圾特点。

(13) 掌握垃圾转运站处理流程与设备的内部结构及特点。

(14) 掌握垃圾堆肥厂处理流程,主要处理单元原理和内部结构,掌握工作原理及技术性能指标。

(15) 掌握垃圾填埋场工作原理及技术性能指标。

(16) 掌握企业降噪设备(材料)的结构、特点、工作原理及技术性能指标。

1.1 实习环节

为了提高实习效果,根据生产单位实际情况和实习经费金额,可以采取多种多样的实习方式和环节,具体方式可以划分为以下几种。

1.1.1 专家报告

(1) 听取实习单位安全部(科、室)有关人员向实习学生介绍实习单位情况,进行安全、保密、注意事项等教育。

(2) 听取实习单位总工程师或者生产总负责人对实习单位总体概况作报告或解说。

(3) 听取实习单位各处理单元或车间技术人员作技术报告,对具体流程、单元、工艺作详细的技术分析并针对实际工程讲解经验公式的应用。

(4) 观看相关技术录像带,并配合讲解。

1.1.2 参观学习

(1) 结合教师配备和实习单位指导人员数量情况,对于实习学生进行合理

分组参观学习，以了解其概况。

(2) 实习过程中，结合课程重点和难点以及实习单位的特色，结合技术报告，多次深入到各部门（分场）、各实验室、各车间进行再次参观学习。

(3) 实习过程中，鼓励学生结合理论知识，多观察、多发现问题，多提出问题，多思考，并向相关技术人员请教，以提高实习效果。

1.1.3 日记和笔记

实习笔记是检查实习情况的一个重要方面，也是学生提交实习报告的重要依据。学生应将每天实习状况、所听报告内容认真记录，整理收集到的资料和图表，记录遇到的问题和技术人员解答的结果，并整理完成每天的实习日记。学生每天必须认真对待实习笔记，指导教师应随时督促检查。

1.1.4 实习报告撰写

实习结束，学生应写出书面报告，对实习进行全面总结，一般包括：

(1) 实习的主要过程，包括实习时段、实习地点和单位以及实习期间听取的专题讲座或参观介绍。

(2) 实习单位的主要生产概况、主要生产工艺、主要的环保相关设备和设施概况等。

(3) 生产企业或者单位的主要污染物类型、污染物性质以及其处理和排放特性等。

(4) 书面报告应包含实习的收获与感想，在实习过程中发现的问题和解决问题的方法，对实习工作的建议和意见、希望与改进措施等。

(5) 就听课和参观获取的技术信息与专业知识，在技术层面上总体陈述自己的收获和体会。

1.1.5 其他活动

在完成实习任务的同时，应充分利用业余时间，开展各种丰富多彩的社会活动，如：同实习单位的工程技术人员进行交流，组织开展座谈会、联欢会和球赛，从事一些有益的公益活动以及参观实习单位以外的有关单位；参观当地人文景观或历史古迹，提高人文素养等。

1.2 实习期间安全生产一般要求

进入各个实习单位期间，除必须严格遵守实习单位的安全规章守则外，一般实习学生还应注意如下要求：

(1) 进厂按规定穿满足现场要求的实习服,女同学的长发必须盘在头顶,并必须佩戴工作帽,以防头发被转动设备卷入,造成伤亡。

(2) 进入厂区,女同学不准穿裙子、高跟鞋,以防在攀梯上行走时造成扭伤或摔伤。

(3) 在实习现场严禁同学间相互嬉戏,以防发生交通事故、高空坠落、机械伤害等恶性事故,造成人员伤亡。

(4) 在实习现场严禁进入任何废弃的设备内,以防发生窒息死亡事故。

(5) 在没有可靠的安全保障的条件下,不准随便登高。

(6) 在实习现场行走时,要随时注意头顶的管道和脚下的阴沟与地槽。

(7) 在实习现场时,不要随便触摸裸露的管道与设备,以防烫伤;更不要随便动现场的阀门与按钮,以防发生紧急停车、物料放空等生产事故,造成重大经济损失。

(8) 在实习现场如遇到突发性气体泄漏、爆炸、火灾等危险情况,应沉着冷静、尽快撤离现场避险。

思考题

1-1 简述实习的目的和意义。

1-2 简述撰写实习报告的具体要求。

1-3 简述实习期间的注意事项。

实习目的

入门教育是学习环境工程专业的的基础。通过对学生进行专业入门教育灌输,了解环境保护现状,构建环境现状、环境污染、环境治理、环境效益关联体系。以《中国环境状况公告》为载体,着重介绍我国废水、废气、固废以及城市生活排放的污染物类型、污染浓度、污染范围等,拓宽学生的知识面,增进学生对水环境、大气环境、土壤环境的了解,加强学生对环境污染的量化认识。

实习内容

入门教育要求学生广泛而全面地了解环境整体状况,具体如下:

(1) 了解我国环境保护现状,以《中国环境状况公告》为例,从质与量的角度分析我国环境保护取得的主要进展,加强学生对环境现状的量化认识。

(2) 了解我国污染物排放情况,包括废水、废气、固废、城市生活排放的主要污染物情况,增进学生对污染排放的具体认识。

(3) 了解我国水环境质量、大气环境质量、土壤环境质量情况,提升学生宏观掌握知识的能力。

2.1 我国环境保护状况

根据环境保护部公布的 2015 年《中国环境状况公报》的内容,我国环境保护取得的进展主要有:

(1) 2015 年全国城市空气质量总体趋好,首批实施新环境空气质量标准的 74 个城市细颗粒物($PM_{2.5}$)平均浓度比 2014 年下降 14.1%。出台实施《水污染防治行动计划》;稳步推进土壤污染防治,加快编制《土壤污染防治行动计划》。

(2) 全国化学需氧量、二氧化硫、氨氮和氮氧化物排放总量分别比 2014 年下降 3.1%、5.8%、3.6%和 10.9%。

(3) 深入开展《环境保护法》实施年活动,依法落实地方政府环保责任。全国实施按日连续处罚、查封扣押、限产停产案件 8000 余件,移送行政拘留、

涉嫌环境污染犯罪案件近 3800 件。妥善处置突发环境事件,科学应对天津港“8.12”特别重大火灾爆炸事故对环境的影响。提高执法监管水平。以新《环境保护法》为标志,环境保护的立法和执法取得明显进展。2011~2014 年,联合多部门开展环保专项整治行动,检查企业 362 万余家(次),查处环境违法问题 3.7 万件。建立行政执法与刑事执法协调配合机制,环境司法取得重大进展。

(4) 深化生态环保领域改革。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年计划的建议》提出实施最严格的环境保护制度,党中央、国务院印发《关于加快推进生态文明建设的意见》和《生态文明体制改革总体方案》,共同形成了深化生态文明体制改革的战略部署和制度架构。

(5) 持续加大生态和农村环境保护。加强生物多样性保护,完成生物多样性保护优先区域边界核定,发布《中国生物多样性红色名录——脊椎动物卷》。

2.2 我国污染物排放情况

2015 年《中国环境状况公报》中污染物排放状况如下:

(1) 废水中主要污染物。2015 年,化学需氧量排放总量为 2223.5 万吨,比 2014 年下降 3.1%,比 2010 年下降 12.9%;氨氮排放总量为 229.9 万吨,比 2014 年下降 3.6%,比 2010 年下降 13.0%。

(2) 废气中主要污染物。2015 年,二氧化硫排放总量为 1859.1 万吨,比 2014 年下降 5.8%,比 2010 年下降 18.0%;氮氧化物排放总量为 1851.8 万吨,比 2014 年下降 10.9%,比 2010 年下降 18.6%。

(3) 城市生活排放。截至 2015 年底,全国城市污水处理厂处理能力 $1.4 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{d}$,全年累计处理污水量达 $410.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。2015 年,全国城市污水处理率达到 91.97%,完成“十二五”规划目标要求。

2015 年,全国共建有公共厕所 12.6 万座,其中东中西部各 6.4 万座、3.5 万座、2.7 万座,分别约占 50.6%、27.7%、21.7%;三类以上标准的公共厕所所有 9.5 万座,约占 75.5%,其中东中西部各 5.1 万座、2.3 万座、2.1 万座,分别约占 53.7%、24.7%和 21.6%。

2015 年,全国设市城市生活垃圾清运量为 $1.92 \times 10^8 \text{ t}$,城市生活垃圾无害化处理量 $1.80 \times 10^8 \text{ t}$ 。其中,卫生填埋处理量为 $1.15 \times 10^8 \text{ t}$,占 63.9%;焚烧处理量为 $0.61 \times 10^8 \text{ t}$,占 33.9%;其他处理方式占 2.2%。无害化处理率达 93.7%,比 2014 年上升 1.9 个百分点。全国生活垃圾焚烧处理设施无害化处理能力为 $21.6 \times 10^4 \text{ t/d}$,占总处理能力的 32.3%。

2.3 我国水环境质量状况

水环境是指自然界中水的形成、分布和转化所处空间的环境,是指围绕人群空间及可直接或间接影响人类生活和发展的水体,是其正常功能的各种自然因素和有关社会因素的总体。也有的指相对稳定的、以陆地为边界的天然水域所处空间的环境。水环境主要由地表水环境和地下水环境两部分组成。地表水环境包括河流、湖泊、水库、海洋、池塘、沼泽、冰川等,地下水环境包括泉水、浅层地下水、深层地下水等。

水环境是构成环境的基本要素之一,是人类社会赖以生存和发展的重要场所,也是受人类干扰和破坏最严重的领域。水环境的污染和破坏已成为当今世界主要的环境问题之一。下面重点介绍我国的流域、省界水体、湖泊(水库)、地下水、全国地级及以上城市集中式饮用水水源地等水环境质量状况。

2.3.1 流域

2015年,长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河等七大流域和浙闽片河流、西北诸河、西南诸河的700个国控断面中,I类水质断面占2.7%,比2014年下降0.1个百分点;II类占38.1%,比2014年上升1.2个百分点;III类占31.3%,比2014年下降0.2个百分点;IV类占14.3%,比2014年下降0.7个百分点;V类占4.7%,比2014年下降0.1个百分点;劣V类占8.9%,主要集中在海河、淮河、辽河和黄河流域,比2014年下降0.1个百分点。主要污染指标为化学需氧量、五日生化需氧量和总磷。

2.3.2 省界水体

2015年,全国530个重要省界断面监测表明,I~III类、IV~V类、劣V类水质断面比例分别为66.0%、16.5%和17.5%。主要污染指标为氨氮、总磷和化学需氧量。与2014年相比(可比的517个省界断面),I~III类水质断面比例无变化,劣V类水质断面比例下降1.1个百分点。

2.3.3 湖泊(水库)

2015年,全国62个重点湖泊(水库)中,5个湖泊(水库)水质为I类,比2014年减少两个;13个为II类,比2014年增加2个;25个为III类,比2014年增加5个;10个为IV类,比2014年减少5个;4个为V类,5个为劣V类,均与2014年持平。主要污染指标为总磷、化学需氧量和高锰酸盐指数。

2015年,开展营养状态监测的61个湖泊(水库)中,贫营养的6个,比