



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

环境工程技术

● 薛叙明 主编



化学工业出版社
教材出版中心

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

环 境 工 程 技 术

主 编 薛叙明
责任主审 陈家军
审 稿 陈家军 王金生 刘 红

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

环境工程技术/薛叙明主编. —北京: 化学工业出版社, 2002.6

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-5025-3881-X

I. 环… II. 薛… III. 环境工程学-专业学校-教材
IV. X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 038822 号

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

环境工程技术

主 编 薛叙明

责任主审 陈家军

审 稿 陈家军 王金生 刘 红

责任编辑: 王文峡 何曙霓

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 潘 峰

*

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

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 25½ 字数 632 千字

2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3881-X/G·1035

定 价: 31.00 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

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 10 月

前 言

当今世界上,环境问题已经成为制约人类生存的重大问题和热点问题。人类只有一个地球,保护良好的自然环境不仅对于今天的人类十分重要,而且还关系到我们的子孙后代的生存安全。中国是一个拥有 13 亿人口的大国,环境污染及环境问题也是我国经济发展、社会进步所面临的严重问题之一。因此,防治污染、治理环境和走可持续发展道路是时代的要求,是我国社会和经济发展的必然选择。

为适应环境保护事业的发展和满足社会对环境专门人才,特别是具有从事环境保护与监测工作的综合职业能力,在生产、服务、技术和管理第一线工作的高素质劳动者的需求,许多学校都开设了环境类专业。为了保证教学质量及确保培养目标的实现,国家教育部组织编写并评审通过了全国中等职业学校环境保护与监测专业指导性教学计划(三年制),由化学工业出版社依据本教学计划,组织全国十多所学校的教师编写了中等职业学校环境保护专业主干课程系列教材。

《环境工程技术》是环境保护专业的一门主干专业课。本教材在编写过程中力求体现以下特点:

1. 依据职业教育的特点及本课程的性质,力求体现教学内容的科学性、实用性及前瞻性。对目前环保领域广泛采用的成熟技术及工艺进行了重点介绍,同时注意介绍和反映当前国内外最新技术和科技成果,力求体现新技术、新工艺、新材料、新方法。着重突出了能力的培养,注重生产实际,注重理论与实践的结合。

2. 本教材作为中等职业学校用书,我们充分考虑了目前三年制中职教育的生源特点,在编写中力求做到:降低理论深度,突出实际应用,注重循序渐进,强调联系实际,文字精练易懂,并配有大量插图,便于学生自学。

3. 力求体现学生为主体的教学思想。根据编者多年教学经验,在每一章开头设置了“学习指南”,以引导学生做到有的放矢地学习;章后添加了“本章小结”,以帮助学生消化理解和融会贯通所学知识;并通过编入形式多样、内容紧扣教学的习题与思考题,帮助学生巩固所学知识,检验学习效果。

4. 体现能力为本,留出知识接口。改革实验教学与课堂教学相分离的传统,而将实验教学内容以技能训练形式及现场教学形式紧跟于相应的理论教学内容之后,使理论与实践融为一体,以强调实践能力的培养。此外,在每章的最后增设了“知识小浪花”栏目,用于介绍本课程或相关章节内容有关的新知识、新技术、新工艺及其他相关知识,以培养学生的科学思维,扩大其视野,激发其学习兴趣,并留下相应的知识接口及增加教材的可读性。

5. 考虑了各地的实际情况和中等职业学校各层次的具体情况,采用模块式教学,内容安排中带“*”号的章节作为选学模块,以适应不同学时的教学要求。

参加本书编写工作的人员有:江苏省常州化工学校薛叙明老师(编写第 1~7 章),广西化工学校许强老师(编写第 2、3 章),江苏省常州化工学校李东升老师(编写第 8~11 章),河南省平顶山城建专科学校靳慧霞老师(编写第 12~15 章),辽宁省本溪化工学校王玉祥老师(编写第 16~18 章)。全书由薛叙明老师任主编并统稿。

本教材在编写过程中，得到了化工出版社及有关单位领导和老师的大力支持与帮助，特别是常州化工学校沈永祥校长、曹红英老师对本书的编写给予了极大的关注和支持，并做了大量工作；常州化工学校陈炳和副校长、李耀中、李弘、黄志坚、钮鑫等老师、南京绿色环保工程公司陆见雪高级工程师等对本书的编写工作也提供了很多帮助。

国家教育部规划教材审定委员会的专家北京师范大学环境科学研究所陈家军教授任责任主审，北京师范大学环境科学研究所王金生教授、刘红教授对全书进行了审阅；与此同时，化工出版社又从行业角度，邀请北京化工大学副教授冯流博士担任行业主审，审阅了全书。上述两方面专家都对本教材提出了许多宝贵的意见。

此外，书稿在编写过程中参考借鉴了大量国内高校、中专及其他类型学校的相关教材和文献资料（参考文献名录列于书后）。在此谨向上述各位领导、专家及参考文献的原作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，时间又很仓促，尽管力图完美，但错误与不足在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2002 年 5 月 8 日

目 录

1. 绪论	1	1.3.1 环境保护与可持续发展	4
学习指南	1	*1.3.2 清洁生产	5
1.1 环境及环境问题	1	1.4 本课程的性质、内容及学习要求	8
1.1.1 环境的概念	1	1.4.1 本课程的性质及内容	8
1.1.2 环境问题	1	1.4.2 本课程的学习要求	9
1.2 环境科学及环境工程	2	本章小结	9
1.2.1 环境科学	2	习题及思考题	9
1.2.2 环境工程	2	知识小浪花	9
1.3 环境保护与清洁生产	4		

第一篇 水污染控制技术

2. 水体污染控制基本知识	11	3.2.3 沉淀池	37
学习指南	11	3.2.4 沉淀池的操作管理	43
2.1 水资源及水循环	11	3.2.5 隔油	45
2.1.1 水资源及其自然分布	11	3.3 过滤	47
2.1.2 水循环	12	3.3.1 过滤概述	47
2.2 水体污染及水体自净	12	3.3.2 快滤池	49
2.2.1 水体污染	12	3.3.3 其他常用过滤设备	59
2.2.2 水体的自净作用	14	技能训练 3-1: 静置沉淀实验	61
2.3 水质指标与水质标准	16	技能训练 3-2: 过滤实验	62
2.3.1 水体污染的水质指标	16	本章小结	65
2.3.2 水质标准	18	习题及思考题	65
2.4 污水处理的基本原则及基本方法	19	知识小浪花	66
2.4.1 污水处理的基本原则	19	4. 污水的化学处理方法	67
2.4.2 污水处理的基本方法	20	学习指南	67
2.4.3 污水处理的级别	22	4.1 中和	67
本章小结	23	4.1.1 概述	67
习题及思考题	24	4.1.2 酸性污水的中和处理	68
知识小浪花	24	4.1.3 碱性污水的中和处理	72
3. 污水的物理处理方法	25	4.2 混凝	73
学习指南	25	4.2.1 混凝原理	73
3.1 水质的预处理	25	4.2.2 混凝剂与助凝剂	76
3.1.1 格栅	25	4.2.3 混凝过程及设备	77
3.1.2 筛网	27	4.2.4 澄清池	82
3.1.3 调节	28	4.3 氧化还原	83
3.2 沉淀与隔油	31	4.3.1 概述	83
3.2.1 沉淀的理论基础	31	4.3.2 氧化	84
3.2.2 沉砂池	36	4.3.3 还原	87

* 4.4 化学沉淀	88	作	143
4.4.1 氢氧化物沉淀法	89	6.2.4 活性污泥法的新发展	151
4.4.2 硫化物沉淀法	89	6.3 生物膜法	154
4.4.3 钡盐沉淀法	89	6.3.1 生物膜法的基本原理	154
4.5 消毒	89	6.3.2 生物滤池	156
4.5.1 概述	89	6.3.3 生物转盘	162
4.5.2 氯化法消毒	90	6.3.4 生物接触氧化法	165
4.5.3 其他消毒方法	92	6.4 污水的厌氧生物处理	167
技能训练: 混凝实验	93	6.4.1 厌氧生物处理的对象、目的和 特点	167
本章小结	95	6.4.2 厌氧生物处理的基本原理	168
习题及思考题	95	6.4.3 厌氧生物处理方法	171
知识小浪花	96	* 6.5 稳定塘和污水的土地处理	176
5. 污水的物理化学处理方法	98	6.5.1 稳定塘	176
学习指南	98	6.5.2 污水的土地处理	179
5.1 气浮	98	* 6.6 污水的深度处理及最终处置	184
5.1.1 概述	98	6.6.1 污水的深度处理	184
5.1.2 气浮原理	99	6.6.2 污水的最终处置	188
5.1.3 气浮过程及设备	100	现场教学 6-1: 生物转盘演示实验	190
5.2 离子交换	105	现场教学 6-2: 参观学校所在城市污水处理厂	190
5.2.1 概述	105	本章小结	191
5.2.2 离子交换剂	106	习题及思考题	191
5.2.3 离子交换法的运行方式	108	知识小浪花	193
5.2.4 离子交换系统的操作管理与 维护	111	7. 污泥的处理及处置	194
5.3 吸附	111	学习指南	194
5.3.1 概述	111	7.1 概述	194
5.3.2 吸附基本原理	112	7.1.1 污泥的分类、性质及主要指 标	194
5.3.3 吸附剂	114	7.1.2 污泥的处理及处置方法和典型 流程	196
5.3.4 吸附过程、设备及应用实例	116	7.2 污泥的浓缩	197
技能训练: 气浮实验	119	7.2.1 重力浓缩法	197
本章小结	123	7.2.2 气浮浓缩法	199
习题及思考题	124	7.3 污泥的稳定	200
知识小浪花	124	7.3.1 污泥厌氧消化	200
6. 污水的生物化学处理方法	126	7.3.2 污泥好氧消化	203
学习指南	126	7.4 污泥的脱水与干化	204
6.1 概述	126	7.4.1 污泥的机械脱水	204
6.1.1 污水处理中的微生物	126	7.4.2 污泥的干化	207
6.1.2 生物处理对污水水质的要求	131	7.5 污泥的最终处置	209
6.1.3 污水生物处理的类型及特点	133	7.5.1 综合利用	209
6.2 活性污泥法	134	7.5.2 弃置	210
6.2.1 活性污泥法的基本原理	135		
6.2.2 曝气	137		
6.2.3 活性污泥法的运行方式及其操 作	143		

7.5.3 焚烧	210
本章小结	211

习题及思考题	211
知识小浪花	212

第二篇 大气污染控制技术

8. 大气污染控制基本知识	213
学习指南	213
8.1 大气及大气污染	213
8.1.1 大气及其组成	213
8.1.2 大气污染的含义、原因及危害	214
8.2 大气主要污染物及污染源	214
8.2.1 大气污染物	214
8.2.2 大气污染源	215
8.3 大气污染控制	216
8.3.1 大气污染控制的含义	216
8.3.2 控制大气污染的途径	216
8.4 大气质量控制标准	217
8.4.1 大气环境标准的种类和作用	218
8.4.2 制定大气质量控制标准的依据	218
8.4.3 我国的大气质量控制标准	218
本章小结	220
习题及思考题	220
知识小浪花	220
9. 燃烧过程中各种污染物的形成	222
学习指南	222
9.1 燃料的种类及性质	222
9.1.1 燃料的种类	222
9.1.2 燃料的性质	223
9.2 燃料的燃烧过程	225
9.2.1 燃烧过程及燃烧产物	225
9.2.2 燃料燃烧的基本条件	225
9.2.3 燃烧过程中产生的污染物	226
9.3 燃烧过程中硫氧化物的形成与控制	226
9.3.1 硫氧化物的形成机制	226
9.3.2 硫氧化物形成的控制	226
9.4 燃烧过程中氮氧化物的形成与控制	227
9.4.1 氮氧化物的形成机制	228
9.4.2 氮氧化物形成的控制	228
9.5 燃烧过程中颗粒物的形成与控制	229
9.5.1 燃烧过程中烟尘的形成	229

9.5.2 燃烧过程中烟尘的控制	230
9.5.3 燃烧过程中其他污染物的形成	230
本章小结	232
习题及思考题	232
知识小浪花	233
10. 气态污染物的治理	234
学习指南	234
10.1 吸收法	234
10.1.1 概述	234
10.1.2 吸收的基本原理	235
10.1.3 吸收操作流程	236
10.1.4 吸收剂的选择	237
10.1.5 吸收设备	237
10.1.6 应用实例(一)——低浓度 SO_2 烟气的净化脱硫	238
10.1.7 应用实例(二)——含 NO_x 烟气的净化, 脱氮氧化物	243
10.2 吸附法	244
10.2.1 概述	244
10.2.2 吸附基本原理	245
10.2.3 吸附剂	245
10.2.4 吸附流程及设备	247
10.2.5 应用实例(一)——含 SO_2 烟气的吸附净化脱硫	249
10.2.6 应用实例(二)——含 NO_x 烟气的净化, 脱氮氧化物	250
10.3 催化转化法	252
10.3.1 催化剂	252
10.3.2 催化反应器	252
10.3.3 应用实例——催化还原法净化含 NO_x 烟气	254
* 10.4 燃烧法	255
10.4.1 燃烧类型及特点	255
10.4.2 燃烧过程及装置	255
10.4.3 燃烧法应用实例	257
10.4.4 燃烧热能的回收	257
* 10.5 冷凝法	258
10.5.1 冷凝法基本原理	258
10.5.2 冷凝法流程及设备	258

本章小结	260	11.3.3 袋式除尘器的除尘原理	276
习题及思考题	260	11.3.4 袋式除尘器的滤料	276
知识小浪花	260	11.3.5 常用袋式除尘器的结构与性能	277
11. 粉尘的治理	262	11.4 湿式除尘器	279
学习指南	262	11.4.1 湿式除尘器的特点	279
11.1 除尘技术基本知识	262	11.4.2 湿式除尘器的分类	279
11.1.1 粉尘的分类	262	11.4.3 湿式除尘器的除尘机理	279
11.1.2 粉尘的性质	262	11.4.4 常用湿式除尘器的结构与性能	280
11.1.3 除尘装置的性能	264	11.5 静电除尘器	281
11.1.4 除尘装置的分类及其适用范围	266	11.5.1 静电除尘器的特点	281
11.2 机械式除尘器	267	11.5.2 静电除尘器的分类	281
11.2.1 重力沉降室	267	11.5.3 静电除尘器的工作原理	283
11.2.2 惯性除尘器	268	11.5.4 静电除尘器的结构	284
11.2.3 旋风除尘器	269	本章小结	285
11.3 袋式除尘器	274	习题及思考题	285
11.3.1 袋式除尘器的特点	274	知识小浪花	286
11.3.2 袋式除尘器的分类	274		

第三篇 固体废物污染控制技术

12. 固体废物污染控制基本知识	288	13.2.1 破碎的目的及破碎类型	298
学习指南	288	13.2.2 破碎机械——机械能破碎技术	299
12.1 固体废物概述	288	13.2.3 低温破碎——非机械能破碎技术	301
12.1.1 固体废物的定义	288	13.3 固体废物的分选	302
12.1.2 固体废物的来源及分类	288	13.3.1 概述	302
12.1.3 固体废物的污染途径	289	13.3.2 筛分	303
12.1.4 固体废物的危害	290	13.3.3 风力选分与水力选分	303
12.2 危险废物的含义及管理	291	13.3.4 磁力选分	304
12.2.1 危险废物的定义及分类	291	13.4 固体废物的固化	305
12.2.2 危险废物的鉴别	291	13.4.1 概述	305
12.2.3 危险废物的管理	292	13.4.2 水泥固化及应用	306
12.3 固体废物污染的控制及其技术政策	292	13.4.3 沥青固化及应用	307
12.3.1 控制固体废物污染的途径	292	13.4.4 石灰固化及应用	307
12.3.2 控制固体废物污染的技术政策	293	13.4.5 玻璃固化及应用	308
本章小结	294	13.5 固体废物的焚烧	308
习题及思考题	294	13.5.1 固体废物焚烧处理的目 前提	308
知识小浪花	295	13.5.2 固体废物焚烧温度要求及焚烧 产物	309
13. 固体废物的处理方法	296	13.5.3 固体废物焚烧设施	310
学习指南	296	13.5.4 焚烧过程污染物的产生与 防治	311
13.1 固体废物的压实	296	13.6 固体废物的热解	313
13.1.1 概述	296	13.6.1 固体废物热解处理的目 的和	
13.1.2 压实处理流程	297		
13.1.3 压实器	297		
13.2 固体废物的破碎	298		

前提	313	14.5.2 固体废物热解生产燃料	335
13.6.2 固体废物的热解原理	313	本章小结	335
13.6.3 废塑料的热解处理	313	习题及思考题	336
13.6.4 废橡胶的热解处理	316	知识小浪花	336
13.7 固体废物的生物处理	316	15. 固体废物的最终处置	338
13.7.1 堆肥化	316	学习指南	338
13.7.2 沼气化	318	15.1 最终处置方法概述	338
13.7.3 其他生物处理技术	319	15.1.1 最终处置的概念	338
本章小结	319	15.1.2 最终处置方法的类型	338
习题及思考题	319	15.2 固体废物的土地填埋处置	339
知识小浪花	320	15.2.1 土地填埋处置概述	339
14. 固体废物的资源化利用	321	15.2.2 填埋场地的选择	339
学习指南	321	15.2.3 填埋场地的结构	340
14.1 固体废物资源化利用概述	321	15.2.4 地下水保护	341
14.1.1 固体废物资源化利用的意义	321	15.2.5 地表径流水控制及气体控制	343
14.1.2 固体废物资源化利用的基本原则 及途径	322	15.2.6 填埋方法	345
14.2 固体废物在建材方面的综合利用	322	15.2.7 填埋操作	346
14.2.1 高炉渣的建材利用	322	15.3 固体废物的土地耕作处置	346
14.2.2 钢渣的建材利用	325	15.3.1 土地耕作处置的特点及机理	346
14.2.3 煤矸石及粉煤灰的建材利用	328	15.3.2 土地耕作处置的制约因素	347
14.2.4 其他工业废渣的建材利用	330	15.3.3 土地耕作处置的操作程序	348
14.3 固体废物提取有用金属	331	* 15.4 固体废物的浅地层处置	349
14.3.1 从硫铁矿烧渣提取有用金属	331	15.4.1 浅地层处置的定义	349
14.3.2 从含汞废物中回收汞	331	15.4.2 浅地层处置的对象	349
14.3.3 从其他工业废渣中回收金属	332	15.4.3 浅地层处置的方法	349
14.4 固体废物代替工业原料	332	* 15.5 固体废物的深井灌注处置	350
14.4.1 铬渣的利用	332	15.5.1 深井灌注处置概述	350
14.4.2 煤矸石代替工业原料生产化工 产品	333	15.5.2 深井灌注处置操作程序	351
14.4.3 从煤粉中分选空心微珠	333	* 15.6 固体废物的海洋处置	352
14.4.4 钢渣作熔剂使用	333	15.6.1 海洋倾倒	352
14.4.5 含铬污泥制作磁性材料	334	15.6.2 远洋焚烧	353
14.5 固体废物作能源	334	本章小结	354
14.5.1 固体废物焚烧释热的利用	334	习题及思考题	354
		知识小浪花	355

第四篇 其他公害防治技术

16. 噪声污染及其防治	356	16.2 噪声控制技术	360
学习指南	356	16.2.1 概述	360
16.1 噪声污染及评价	356	16.2.2 吸声技术	360
16.1.1 噪声的定义及分类	356	16.2.3 隔声技术	362
16.1.2 噪声的特征及危害	356	16.2.4 消声技术	363
16.1.3 噪声的评价	357	本章小结	365
16.1.4 噪声的测量	359		

习题及思考题	365	方法	374
知识小浪花	366	18.2 放射性废物处理与处置技术	376
17. 振动及其防治	367	18.2.1 放射性废物的来源和分类	376
学习指南	367	18.2.2 放射性废物的危害	377
17.1 振动及其评价	367	18.2.3 放射性废物的处理技术	377
17.1.1 振动的概念及其公害特征	367	本章小结	380
17.1.2 振动的评价	367	习题及思考题	380
17.2 振动控制技术	369	知识小浪花	380
17.2.1 概述	369	主要参考文献	382
17.2.2 隔振技术	369	附录	384
17.2.3 阻尼减振	370	附录 1 地表水环境质量标准基本项目	
本章小结	371	标准	384
习题及思考题	371	附录 2 污水综合排放标准	385
知识小浪花	372	附录 3 居住区大气中有害物质的最高允许	
* 18. 其他公害及其防治	373	浓度	391
学习指南	373	附录 4 车间空气中有害物质的最高允许	
18.1 电磁辐射污染及其防治	373	浓度	392
18.1.1 电磁辐射污染概述	373	附录 5 固体废物产生源及可能产生的废物	
18.1.2 防治电磁辐射污染的基本		提示	393

1. 绪 论

 **学习指南** “良好的开头是成功的一半”。当您开始学习本课程时，应对本课程有个大致的了解。本章就是为满足您的这一需要而设。通过学习本章，您可以了解到什么是环境及环境问题，环境科学的产生、分科、研究对象及任务，环境工程及其研究内容；本课程在整个专业课程设置中的性质、主要内容及学习要求，它为您今后的学习指明方向。此外，您还可以了解到有关环境保护及清洁生产的基本知识。

1.1 环境及环境问题

1.1.1 环境的概念

环境一词的含义和内容极其丰富，它随着各种具体状况的差异而不同。从哲学意义上说，环境是一个相对于主体的客体，它与其主体之间相互依存，它的内容随着主体的不同而不同。我国《环境保护法》中对环境的法律含义则是：“指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”这是一种把环境中应当保护的要素或对象界定为环境的一种工作定义，其目的是从实际工作的需要出发，对环境一词的法律适用对象或适用范围作出了规定，以保证法律的准确实施。从科学角度而言，环境的含义应是“以人类社会为主体的外部世界的总体”。这里所说的外部世界主要指：人类已经认识到的，直接或间接影响人类生存和社会发展的周围世界，主要是指地球表面与人类发生相互作用的自然要素及其总体。它是人类生存发展的基础，也是人类开发利用的对象。环境是以人类为主体的客观物质体系，它具有整体性、区域性、变动性等最基本的特征。

1.1.2 环境问题

环境问题是指由于环境质量发生的种种变化，对人类生产、生活和健康产生一系列不利影响的问题。环境问题的成因有自然因素和人为因素两方面。人为因素即人类的生产及社会活动不断加剧了人类与环境之间的作用与反作用，直接引发了严重的环境问题，并达到了威胁人类生存的危险程度。目前，世界所面临的环境问题主要有：人口、资源、生态环境破坏及环境污染。环境问题不仅是一个工程技术问题，也已成为一个严重的社会问题。

环境污染作为一个严重的社会问题，随着产业革命的开始而出现。特别是 20 世纪 50 年代以来，环境污染问题出现了两次高潮，污染也由局部扩大到区域继而到全球范围，由单一的大气污染扩大到大气、水体、土壤和食品等各方面的污染。在世界范围内，存在着全球气候变暖、大气污染、水体污染、酸雨蔓延、海洋污染、臭氧层破坏、生物物种减少、森林锐减、土地荒漠化和固体废物污染等十大环境问题。在我国环境问题同样不容乐观，在 1998 年环境状况公报中指出：“中国面临的环境问题形势依然严峻。相当多地区环境污染状况仍然没有得到改变，有的甚至还在加剧。一些地区水土流失、荒漠化、森林和草地功能衰退等生态问题比较突出。1998 年发生了洪水、赤潮和沙尘暴等严重的自然灾害。”环境与环境问题已向人们提出了严重的挑战。

1972年6月联合国在瑞典斯德哥尔摩举行了由113个国家参加的第一次人类环境会议。会议讨论了当代环境问题，并产生了《人类环境宣言》，宣言呼吁各国政府和人民为维护 and 改善人类环境、造福全体人民、造福子孙后代而共同努力。近20年来，许多国家都采取了不少措施和对策来防治污染和解决环境问题，各国科学技术工作者也集中精力进行研究和实践，从而促进了环境科学的兴起和发展。

1.2 环境科学及环境工程

1.2.1 环境科学

环境科学是在人们亟待解决环境问题的社会需要下，迅速发展起来的一门综合性的新兴的边缘学科。它经过20世纪60年代的酝酿，到70年代初期便从零星而不系统的环境保护和研究工作汇集成为一门独立的、内容丰富的、领域广泛的新兴科学，即为研究人类环境质量及其控制的科学。

在现阶段，环境科学主要是运用自然科学和社会科学的有关学科的理论、技术和方法来研究环境问题，形成与其有关的学科相互渗透、交叉的许多分支学科。属于自然科学方面的有：环境工程学、环境地学、环境生物学、环境化学、环境物理、环境数学、环境水利学、环境系统工程、环境医学等。属于社会科学方面的有：环境社会学、环境经济学、环境法学及环境管理学等。这些分支学科虽然各有特点，但又互相关联、互相依存。它们是环境科学这个整体不可分割的组成部分，而且还都处于蓬勃的发展时期。随着环境问题的发展和人类对它的进一步认识，环境科学及其各分支学科也必将不断地充实、丰富和完善。

环境科学研究的目的与我国《环境保护法》的任务是一致的，《环境保护法》第一章总则指出：“为保护和改善生活环境与生态环境，防治污染和其他公害，保障人体健康，促进社会主义现代化建设的发展，制定本法。”

环境科学的研究对象是：由人类与环境组成的对立统一体，即以人类为主体的“人类-环境”系统。其基本任务是揭示人类社会活动与环境演化规律之间相互作用关系，寻求人类社会与环境协同演化、持续发展的途径与方法。用环境系统工程的语言来说，环境科学的基本任务就是通过系统分析与综合，规划设计出高效的“人类-环境”系统，并随时把它调控到最优化的运行状态。具体包括以下几方面内容：探索全球范围内自然环境演化的规律；探索全球范围内人与环境的相互依存关系；协调人类的生产、消费活动同生态要求之间的关系；探索区域污染综合防治的途径。通过对这些方面的研究来调整人类的社会行为，保护、发展和建设人类赖以生存的环境，从而使环境永远为人类社会持续、协调、稳定的发展提供良好的支持和保证。

1.2.2 环境工程

环境工程学是环境科学的一个分支，又是工程学的一个重要组成部分。它运用环境科学、工程学和其他有关学科的理论和方法，研究保护和合理利用自然资源，控制和防治环境污染，以改善环境质量，使人们得以健康和舒适的生存。因此，环境工程学有着两个方面的任务：既要保护环境，使其免受和消除人类活动对它的有害影响；又要保护人类免受不利的环境因素对健康和安全的损害。

1.2.2.1 环境工程学的形成与发展

环境工程学是在人类保护和改善生存环境并同环境污染作斗争的过程中逐步形成的。这

是一门既有悠久历史又正在新兴发展的工程技术学科。

在水体的开发与保护方面，人们很早就认识到控制水污染的重要性。早在公元前 2300 年前后，中国就创造了凿井取水技术，促进了村落和集市的形成。后来为了保护水源，又建立了持刀守卫水井的制度。从给排水工程方面来说，中国在公元前 2000 多年，已用陶土管修建了地下排水道，古罗马大约在公元前 6 世纪也已开始修建下水道；中国在明朝以前就开始用明矾净水，英国在 19 世纪初开始用砂滤法净化自来水，并在 1850 年把漂白粉用于饮用水消毒；美国在 1852 年建立了木炭过滤的自来水厂。在污水处理方面，英国在 19 世纪后半叶，开始建立公共污水处理厂，20 世纪初出现了生物法处理污水的新技术。此后的半个多世纪，各种水处理新技术、新方法不断涌现，给水排水和水污染控制工程得到了极大的发展。

在大气污染控制方面，早在公元 61 年、罗马哲学家 Seneca 就已抨击因烹饪和供热用火而导致的空气污染为“烟囱劣行”。公元 1081 年中国宋朝的沈括在著名的《梦溪笔谈》中描述了炭黑生产所造成的烟尘污染。18 世纪中叶清朝康熙皇帝下旨命令煤烟污染严重的琉璃工厂迁往北京城外。西方工业革命以后，英国不少学者提出了消除烟尘污染的见解。消除除尘技术在 19 世纪后期已有所发展。1855 年美国发明了离心除尘器，20 世纪初开始采用布袋除尘器和旋风除尘器。随后，燃烧装置改造、工业气体净化和空气调节等工程技术也逐渐得到推广和应用。

在固体废弃物的处理和利用方面也有着悠久的历史。古希腊早有垃圾埋坑覆土的处置方法，我国自古以来就利用粪便和垃圾堆肥施田。英国很早就颁布禁止把垃圾倒入河流的法令。1822 年德国利用矿渣制造水泥。1874 年英国建立了垃圾焚烧炉。进入 20 世纪以后，随着人口进一步向城市集中，工业生产的迅速发展，各种垃圾和团体废弃物数量剧增，对它们的管理、处置和回收利用技术也不断取得成就，逐步形成为环境工程学的一个重要组成部分。

在噪声控制方面，中国和欧洲的一些古建筑中，墙壁和门窗都考虑了隔音的要求。20 世纪 50 年代以来，噪声已成为现代城市环境的公害之一，人们从物理学、机械学、建筑学等各个方面对噪声问题进行了广泛的研究，各种控制噪声的技术也取得了很大的进展。

公共卫生学与环境工程学的关系十分密切。公共卫生的研究和进展也推动了环境工程学的发展，早在 1775 年英国医生波特发现扫烟囱工人多患阴囊癌，指出这与接触煤烟有关。1854 年英国医生斯诺首先注意到了霍乱疫情与当地水井有关。后来的医学发展证实了水性传染病与水污染之间的相互关系。今天，人们不仅关心饮水对公众健康的影响，而且认识到现代生活的各个方面，包括食物、空气、噪声、有毒有害物质和其他各种环境因素都与人们健康有关。公共卫生学已十分重视研究环境污染对健康的危害；从而也促进了环境工程学的发展。

多年来，尽管人们为控制各种环境污染付出了巨大的代价，但往往只是局部有所控制，总体上仍未得到解决，环境至今仍在继续恶化。因此，人们认识到控制环境污染不仅要采用单项治理技术、还应当采用经济的、法律的和管理的各种手段和工程技术相结合的综合防治措施，并运用现代系统科学的方法和计算机技术。对环境问题及其防治措施进行综合分析，以求得整体上的最佳效果或优化方案。在这种背景下，环境规划、环境污染综合整治和环境系统工程的研究工作迅速发展起来，逐渐成为环境工程学的一个新的、重要的分支。

总之，环境工程学是在人类控制环境污染、保护和改善生存环境的斗争过程中诞生和发

展的。它脱胎于土木工程、卫生工程、化学工程、机械工程等母系学科，又溶入了其他自然科学和社会科学的有关原理和方法，为着一个共同的目标，形成了一门新兴的独立的学科。随着经济和生产的发展以及人们对环境质量要求的提高，环境工程学亦必将得到进一步的完善与发展。

1.2.2.2 环境工程学的主要内容

环境工程学是一个庞大而复杂的技术体系。它不仅研究防治环境污染和公害的技术和措施，而且研究自然资源的保护和合理利用，探讨废物资源化技术，改革生产工艺，发展无废或少废的闭路生产系统，以及对区域环境进行系统规划与科学管理，以获得最优的环境效益、社会效益和经济效益。这些都是环境工程学的重要内容。

环境工程学的基本内容主要有以下几个方面。

(1) 水质净化与水污染控制工程：它的主要任务是研究预防和治理水体污染，保护和改善水环境质量，合理利用水资源以及提供不同用途和要求的用水的工艺技术和工程措施。它的主要研究领域有：水体自净及其利用；城市污水处理与利用；工业污水处理与利用；给水净化处理；城市、区域和水系的水污染综合整治；水环境质量和污水排放标准等。

(2) 大气污染控制工程：它的主要任务是研究预防和控制大气污染，保护和改善大气质量的工程技术措施。它的主要研究领域有：大气质量管理；烟尘治理技术；气体污染物治理技术；酸雨的成因和防治；城市、区域大气污染综合整治；制订大气质量标准和废气排放标准等。

(3) 固体废弃物处理处置与管理工程：它的主要任务是研究城市垃圾、工业废渣、放射性及其他有毒有害固体废弃物的处理、处置和回收利用资源化等的工艺和技术措施。它的主要研究领域有：固体废弃物管理；固体废弃物无害化处置；固体废弃物的综合利用和资源化；放射性及其他有毒有害废物的处理等。

(4) 噪声、振动与其他公害防治技术：它主要研究声音、振动、电磁辐射等对人类的影响及消除这些影响的技术途径和控制措施。

(5) 环境规划、管理和环境系统工程：它的主要任务是研究利用系统工程的原理和方法，对区域性的环境问题和防治技术措施进行整体的系统分析，以求取得综合整治的优化方案，进行合理的环境规划、设计与管理；它也研究环境工程单元过程系统的优化工艺条件，并用计算机技术进行设计、运行和管理。

(6) 环境监测与环境质量评价：它的主要任务是研究环境中污染物质的性质、成分、来源、含量和分布状态、变化趋势以及对环境的影响；在此基础上，按照一定的标准和方法对环境质量进行定量的判定、解释和预测；此外，它还研究某项工程活动或资源开发所引起的环境质量变化及对人类健康和福利的影响等。

此外，从广义上说，环境工程学还包括供暖通风和空气调节等。

本课程主要讨论水污染控制技术、大气污染控制技术、固体废弃物污染控制技术、噪声、振动与其他公害防治技术等方面的内容。

1.3 环境保护与清洁生产

1.3.1 环境保护与可持续发展

我国《环境保护法》规定，环境保护的内容是“保护和改善生活环境和生态环境，防治

污染和其他公害。”具体来说，环境保护就是运用现代环境科学的理论与方法，在合理开发利用自然资源的同时，深入认识并掌握污染和破坏环境的根源与危害，有计划地保护环境，预防环境质量的恶化；控制环境污染和破坏，促进人类与环境的协调发展。近百年来，世界各国，主要是发达国家的环境保护工作，大致经历了四个发展阶段：限制阶段、“三废”治理阶段、综合防治阶段及规划管理阶段。

1992 年 6 月，在里约热内卢召开了联合国环境与发展大会，会议指出：“和平、发展与保护环境是相互依存和不可分割的”。这标志着世界环境保护工作迈上了新的征途：探求环境与人类社会发展的协调方法，实现人类与环境的可持续发展。至此，环境保护工作已从单纯的治理污染扩展到人类发展、社会进步这个更广阔的范围，即可持续发展及“环境与发展”成为环境保护工作的主题。因而，提倡在生产源头消除废物或使废物产生和排放最小化，而不是废物产生后再进行处理——清洁生产的观点受到了人们的重视，促进了清洁生产技术的发展。

*** 1.3.2 清洁生产**

1.3.2.1 清洁生产的概念

清洁生产亦称为“无废工艺”、“废物减量化”、“污染预防”等。清洁生产的概念，最早可追溯到 1976 年，这一年的 11、12 月间，欧洲共同体在巴黎举行了“无废工艺和无废生产的国际研究会”，提出了为协调社会和自然的相互关系应主要着眼于消除造成污染的根源，而不仅仅是消除污染引起的后果这样一种新的思路。随后，得到了国际社会的普遍响应，1989 年联合国环境规划署制订了《清洁生产计划》，在全球范围内推行清洁生产。

清洁生产虽然已成为当前的热门话题，但至今还没有完全统一、完整的定义。1989 年联合国环境署在总结清洁生产各种概念的基础上，对清洁生产的概念进行了概括，在 1996 年，联合国环境署又在 1989 年定义的基础上对清洁生产的概念进行了重新定义。内容如下：清洁生产是指将整体预防的环境战略持续应用于生产过程、产品和服务中，以期增加生态效率并减少对人类和环境的风险。对生产，清洁生产包括节约原材料，淘汰有毒原材料，减少所有废物的数量和毒性；对于产品，清洁生产战略旨在减少从原材料的提炼到产品的最终处置的整个寿命周期的不利影响；对服务，要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。这个清洁生产的基本要素如图 1-1 所示。

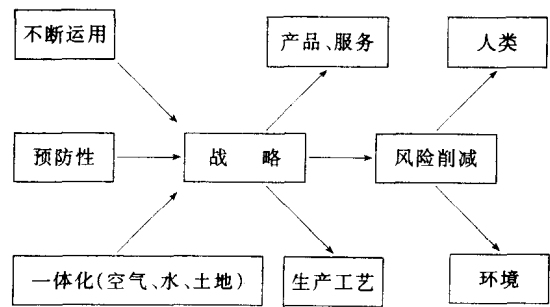


图 1-1 清洁生产战略的基本要素

我国在《中国 21 世纪议程》中对清洁生产进行了如下定义：清洁生产是指既可满足人们的需要又可合理使用自然资源和能源并保护环境的实用生产方法和措施，其实质是一种物料和能耗最少的人类生产活动的规划和管理，将废物减量化、资源化和无害化，或消灭于生产过程之中。同时对人体和环境无害的绿色产品的生产亦将随着可持续发展进程的深入而日