

金腊华 邓家泉 吴小明 编

# 环境评价方法 与实践



Chemical Industry Press



化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

# 环境评价方法与实践

金腊华 邓家泉 吴小明 编



化学工业出版社  
环境科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

**图书在版编目(CIP)数据**

环境评价方法与实践/金腊华,邓家泉,吴小明编.  
北京:化学工业出版社,2004.11  
ISBN 7-5025-6314-8

I. 环… II. ①金…②邓…③吴… III. 环境质  
量-评价 IV. X82

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 117534 号

---

**环境评价方法与实践**

金腊华 邓家泉 吴小明 编

责任编辑:刘兴春 王 斌

责任校对:郑 捷

封面设计:蒋艳君

\*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行  
环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982539

http://www.cip.com.cn

\*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市海波装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 22<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 字数 590 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6314-8/X·558

定 价:48.00 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

环境是人类赖以生存和发展的基本条件。人类生产和生活活动既能有意识地改造自然环境,又不由自主地影响环境。环境影响评价就是为了科学引导人类活动,尽可能减小人类活动对环境的不良影响。从20世纪60年代初环境影响评价概念的提出,到21世纪初环境影响评价国家法规的颁布,环境影响评价已经成为环境管理过程中的一项具体的制度,并且也发展成为环境科学体系中一门专业性学科。

编者根据我国环境影响评价发展的实际需要,结合在暨南大学、南昌大学等高校的教学体会和实际工程项目环境影响评价工作的实践经验,按照国家有关法规、标准、技术导则和最新学科研究成果,编写了此书。

全书以环境影响评价的基本理论和方法为基础,注重介绍实际应用实例,便于读者深刻领会和掌握环境影响评价的技术方法,有利于读者自学;各章末附有思考练习题,便于读者对所学知识进行巩固和提高。全书力求通俗易懂、简明实用,既有理论阐述,又有实例分析,同时注重内容的先进性。本书可作为环境类、市政工程类、土木工程类和水利工程类专业本科生或研究生的教材,也可作为相关专业科研、工程人员的参考书。

本书共分10章:第1章、第2章和第3章着重介绍环境评价的基础知识和质量评价理论与方法;第4章着重介绍地表水、大气、土壤、噪声和固体废物污染影响预测方法;第5章介绍生态环境影响评价方法;第6章介绍环境风险评价;第7章介绍环境影响的减缓措施和策略;第8章介绍区域环境影响评价方法;第9章、第10章着重介绍环境影响评价工作中实用性很强的知识——评价文书格式和评价收费预算方法。其中第1~7章由暨南大学博士生导师金腊华教授编写,第8章由水利部珠江水利委员会科研所总工程师邓家泉教授级高级工程师编写,第9~10章由水利部珠江水利委员会科研所吴小明高级工程师编写;最后,金腊华负责全书汇总和统稿。

本书编写过程中参考了许多研究者的有关成果,并得到了广东省科技计划重点项目(2003A3040407)的支持,暨南大学环境工程系黄报远校对了全书文字,在此一并表示衷心感谢!

由于时间紧迫,加之编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2004年10月于广州暨南大学明湖苑

# 目 录

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 1 环境评价基础知识 .....                    | 1  |
| 1.1 环境、环境系统 .....                   | 1  |
| 1.1.1 环境 .....                      | 1  |
| 1.1.2 环境系统 .....                    | 4  |
| 1.2 环境质量及其表述 .....                  | 5  |
| 1.2.1 环境质量的基本概念 .....               | 5  |
| 1.2.2 环境要素的质量参数 .....               | 6  |
| 1.3 环境污染与生态破坏 .....                 | 7  |
| 1.3.1 环境污染及其分类 .....                | 7  |
| 1.3.2 生态破坏 .....                    | 12 |
| 1.4 环境标准 .....                      | 13 |
| 1.4.1 环境标准的概念与作用 .....              | 13 |
| 1.4.2 环境标准的分类和分级 .....              | 13 |
| 1.4.3 制定环境标准的原则 .....               | 37 |
| 1.5 环境影响 .....                      | 38 |
| 1.5.1 环境影响的概念 .....                 | 38 |
| 1.5.2 环境影响的分类 .....                 | 38 |
| 1.6 环境评价目的、意义及分类 .....              | 39 |
| 1.6.1 环境评价的定义 .....                 | 39 |
| 1.6.2 环境评价的分类 .....                 | 39 |
| 1.6.3 环境评价的目的和意义 .....              | 39 |
| 1.6.4 环境影响评价的分类 .....               | 40 |
| 1.7 环境影响评价程序 .....                  | 40 |
| 1.7.1 基本概念 .....                    | 40 |
| 1.7.2 环境影响评价程序遵循的原则 .....           | 40 |
| 1.7.3 中国环境影响评价管理程序 .....            | 41 |
| 1.7.4 环境影响评价的工作程序 .....             | 42 |
| 1.8 建设项目环境影响评价的分类筛选 .....           | 44 |
| 1.8.1 分类筛选的基本原则 .....               | 44 |
| 1.8.2 对环境可能造成不同程度影响的建设项目的界定原则 ..... | 44 |
| 1.8.3 建设项目环境评价分类名录 .....            | 45 |
| 1.9 环境评价工作的资质要求 .....               | 50 |
| 1.9.1 评价单位的资质要求 .....               | 50 |
| 1.9.2 评价工作的个人资质要求 .....             | 51 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 1.9.3 评价证书管理与考核              | 51  |
| 思考练习题                        | 52  |
| <b>2 环境质量评价技术方法</b>          | 53  |
| 2.1 污染源调查与评价方法               | 53  |
| 2.1.1 污染源概述                  | 53  |
| 2.1.2 污染源调查                  | 53  |
| 2.1.3 污染源评价                  | 55  |
| 2.2 环境质量指数评价法                | 56  |
| 2.2.1 环境评价指标的设计原则            | 56  |
| 2.2.2 环境质量指数评价方法             | 56  |
| 2.3 应用实例                     | 68  |
| 2.3.1 环境现状调查与监测方法实例          | 68  |
| 2.3.2 污染源调查与评价方法实例           | 69  |
| 2.3.3 水环境质量现状评价实例            | 71  |
| 2.3.4 大气环境质量现状评价实例           | 74  |
| 2.3.5 噪声环境质量现状评价实例           | 77  |
| 2.3.6 土壤环境质量现状评价实例           | 80  |
| 2.3.7 模糊数学评价法应用实例            | 80  |
| 思考练习题                        | 82  |
| <b>3 环境影响评价技术方法</b>          | 84  |
| 3.1 环境影响的识别方法                | 84  |
| 3.1.1 环境影响识别基础               | 84  |
| 3.1.2 核查表法                   | 85  |
| 3.2 类比法                      | 85  |
| 3.3 专家调查法                    | 86  |
| 3.4 环境影响模型分析法                | 88  |
| 3.4.1 数学模型的分类                | 88  |
| 3.4.2 环境系统数学模型的建立            | 89  |
| 3.5 应用实例                     | 92  |
| 3.5.1 工业建设项目对环境影响的识别         | 92  |
| 3.5.2 水利工程对环境的影响识别           | 95  |
| 3.5.3 类比分析法在拟建发电工程环境影响评价中的应用 | 100 |
| 思考练习题                        | 101 |
| <b>4 环境影响预测方法</b>            | 102 |
| 4.1 地表水环境影响预测方法              | 102 |
| 4.1.1 废水排放量的预测方法             | 102 |
| 4.1.2 地表水中污染物迁移转化过程预测        | 102 |
| 4.2 大气环境影响预测方法               | 131 |
| 4.2.1 大气污染物扩散过程              | 131 |
| 4.2.2 影响大气污染的主要因素            | 137 |

|       |                                   |     |
|-------|-----------------------------------|-----|
| 4.2.3 | 大气污染预测模式 .....                    | 138 |
| 4.3   | 土壤环境影响预测方法 .....                  | 146 |
| 4.3.1 | 土壤环境影响类型及判别标准 .....               | 146 |
| 4.3.2 | 土壤中污染物的运动及变化趋势预测 .....            | 151 |
| 4.3.3 | 土壤退化趋势预测 .....                    | 152 |
| 4.3.4 | 土壤资源破坏和损失预测 .....                 | 154 |
| 4.3.5 | 土壤环境影响的广度和深度分析 .....              | 154 |
| 4.4   | 噪声环境影响预测方法 .....                  | 155 |
| 4.4.1 | 噪声特性及其评价量 .....                   | 155 |
| 4.4.2 | 噪声衰减和反射预测 .....                   | 158 |
| 4.4.3 | 噪声环境影响预测方法 .....                  | 161 |
| 4.5   | 固体废物及垃圾影响预测方法 .....               | 167 |
| 4.5.1 | 工业固体废物产生量预测 .....                 | 167 |
| 4.5.2 | 生活垃圾产生量预测 .....                   | 167 |
| 4.6   | 应用实例 .....                        | 168 |
| 4.6.1 | 东莞某造纸厂牛皮纸生产线扩建工程项目水环境影响预测分析 ..... | 168 |
| 4.6.2 | 某水泥厂干法回转窑水泥熟料生产线大气环境影响预测分析 .....  | 173 |
| 4.6.3 | 某燃油发电工程噪声和固体废物环境影响预测分析 .....      | 186 |
|       | 思考练习题 .....                       | 189 |
| 5     | 生态环境影响评价方法 .....                  | 191 |
| 5.1   | 生态环境影响评价的基本概念 .....               | 191 |
| 5.1.1 | 生态环境影响评价中的有关术语 .....              | 191 |
| 5.1.2 | 生态环境影响评价的目的和任务 .....              | 192 |
| 5.1.3 | 生态环境影响评价的基本原则 .....               | 192 |
| 5.1.4 | 生态环境影响评价工作的等级划分 .....             | 193 |
| 5.1.5 | 生态环境影响评价的范围及期限 .....              | 194 |
| 5.1.6 | 生态环境影响评价技术工作程序 .....              | 194 |
| 5.1.7 | 生态环境影响评价标准 .....                  | 194 |
| 5.1.8 | 生态影响识别和评价因子的筛选 .....              | 196 |
| 5.1.9 | 生态环境质量的判定 .....                   | 198 |
| 5.2   | 工程分析与生态环境调查 .....                 | 198 |
| 5.2.1 | 工程分析 .....                        | 198 |
| 5.2.2 | 生态环境状况调查 .....                    | 198 |
| 5.3   | 生态环境现状评价 .....                    | 200 |
| 5.3.1 | 评价要求 .....                        | 200 |
| 5.3.2 | 生态因子数据的收集和整理 .....                | 200 |
| 5.3.3 | 生态环境现状评价 .....                    | 201 |
| 5.4   | 生态影响分析 .....                      | 202 |
| 5.4.1 | 生态分析 .....                        | 202 |
| 5.4.2 | 生态影响分析 .....                      | 204 |

|       |                         |     |
|-------|-------------------------|-----|
| 5.5   | 生态环境影响预测 .....          | 205 |
| 5.5.1 | 影响预测的基本步骤 .....         | 205 |
| 5.5.2 | 影响预测的内容与指标 .....        | 206 |
| 5.5.3 | 生态环境影响预测方法 .....        | 206 |
| 5.6   | 应用实例 .....              | 214 |
| 5.6.1 | 常见建设项目生态环境影响评价要点 .....  | 214 |
| 5.6.2 | 燃油发电工程对生态环境的影响评价 .....  | 231 |
|       | 思考练习题.....              | 246 |
| 6     | 环境风险评价方法 .....          | 248 |
| 6.1   | 基本概念 .....              | 248 |
| 6.1.1 | 环境风险的基本概念 .....         | 248 |
| 6.1.2 | 环境风险评价的基本概念 .....       | 250 |
| 6.1.3 | 环境风险评价的发展过程 .....       | 250 |
| 6.2   | 环境风险评价方法 .....          | 251 |
| 6.2.1 | 环境风险评价策略与评价程序 .....     | 251 |
| 6.2.2 | 源项分析 .....              | 253 |
| 6.2.3 | 环境风险评价指标 .....          | 254 |
| 6.3   | 有毒有害物质在大气中的事故扩散 .....   | 257 |
| 6.3.1 | 烟团模型 .....              | 257 |
| 6.3.2 | 多烟团体源模型 .....           | 257 |
| 6.3.3 | 分段烟羽模型 .....            | 258 |
| 6.3.4 | 天气取样技术 .....            | 258 |
| 6.4   | 风险评价中的不确定性 .....        | 261 |
| 6.5   | 应用实例 .....              | 261 |
|       | 思考练习题.....              | 267 |
| 7     | 环境影响的减缓措施与策略 .....      | 268 |
| 7.1   | 基本原则 .....              | 268 |
| 7.2   | 地面水环境影响常用消减措施 .....     | 268 |
| 7.3   | 大气环境影响常用消减措施 .....      | 268 |
| 7.3.1 | 燃烧过程排出的大气污染物消减措施 .....  | 269 |
| 7.3.2 | 非燃烧过程产生的大气污染物消减措施 ..... | 269 |
| 7.3.3 | 城区大气污染物的消减措施 .....      | 269 |
| 7.4   | 土壤环境影响常用消减措施 .....      | 270 |
| 7.4.1 | 加强土壤资源法制管理 .....        | 270 |
| 7.4.2 | 加强建设项目的环境管理 .....       | 270 |
| 7.4.3 | 加强土壤环境的监测和管理 .....      | 270 |
| 7.4.4 | 加强土壤保护的科学技术研究 .....     | 270 |
| 7.5   | 噪声环境影响常用消减措施 .....      | 277 |
| 7.5.1 | 基本措施 .....              | 277 |
| 7.5.2 | 公路噪声消减措施 .....          | 278 |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 7.6 固体废物与城市垃圾的综合防治 .....        | 279        |
| 7.6.1 综合防治的原则 .....             | 279        |
| 7.6.2 综合防治措施 .....              | 279        |
| 7.7 应用实例 .....                  | 282        |
| 7.7.1 某化工原料保税仓环境影响的消减措施实例 ..... | 282        |
| 7.7.2 某燃油发电厂环境影响消减措施实例 .....    | 287        |
| 思考练习题 .....                     | 290        |
| <b>8 区域环境影响评价 .....</b>         | <b>291</b> |
| 8.1 区域环境影响评价的概念和特点 .....        | 291        |
| 8.1.1 区域环境影响评价的概念 .....         | 291        |
| 8.1.2 区域环境影响评价的特点 .....         | 291        |
| 8.1.3 区域环境影响评价的主要类型 .....       | 292        |
| 8.2 区域环境影响评价的原则、目的及意义 .....     | 292        |
| 8.2.1 区域环境影响评价的原则 .....         | 292        |
| 8.2.2 区域环境影响评价的目的和意义 .....      | 292        |
| 8.3 区域环境影响评价的内容和工作程序 .....      | 293        |
| 8.3.1 区域环境影响评价的基本内容 .....       | 293        |
| 8.3.2 区域环境影响评价重点 .....          | 293        |
| 8.3.3 区域环境影响评价的工作程序 .....       | 294        |
| 8.4 区域环境影响评价范围的确定 .....         | 294        |
| 8.5 区域环境容量分析 .....              | 295        |
| 8.5.1 环境容量的概念 .....             | 295        |
| 8.5.2 环境容量的类型 .....             | 295        |
| 8.5.3 环境容量的计算方法 .....           | 295        |
| 8.6 区域环境污染物总量控制 .....           | 308        |
| 8.6.1 概念和分类 .....               | 308        |
| 8.6.2 技术路线 .....                | 308        |
| 8.6.3 区域开发主要资源预测 .....          | 308        |
| 8.6.4 区域发展环境污染总量控制分析 .....      | 309        |
| 8.7 开发区土地利用评价 .....             | 310        |
| 8.7.1 区域环境承载力分析 .....           | 310        |
| 8.7.2 开发区土地利用与生态适宜度分析 .....     | 311        |
| 8.8 区域环境管理计划 .....              | 313        |
| 8.8.1 机构设立与监控系统的设立 .....        | 313        |
| 8.8.2 区域环境管理指标体系的建立 .....       | 313        |
| 8.8.3 区域环境目标可达性分析 .....         | 314        |
| 8.9 应用实例 .....                  | 314        |
| 思考练习题 .....                     | 316        |
| <b>9 环境影响评价文书格式 .....</b>       | <b>317</b> |
| 9.1 环境影响评价大纲格式 .....            | 317        |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 9.2 环境影响评价报告书格式 .....           | 317        |
| 9.2.1 环境影响报告书编制基本要求 .....       | 317        |
| 9.2.2 环境影响报告书编制要点 .....         | 318        |
| 9.3 环境影响评价报告表格式 .....           | 319        |
| 9.4 环境影响评价登记表格式 .....           | 321        |
| 附录一 某垃圾处理工程环境影响评价大纲 .....       | 322        |
| 附录二 某污水处理工程环境影响报告表 .....        | 337        |
| 思考练习题 .....                     | 343        |
| <b>10 环境影响评价收费预算方法与标准 .....</b> | <b>344</b> |
| 10.1 环境影响评价收费预算方法 .....         | 344        |
| 10.1.1 收费原则 .....               | 344        |
| 10.1.2 建设项目环境影响评价收费内容 .....     | 344        |
| 10.2 环境影响评价收费标准 .....           | 345        |
| 10.3 应用实例 .....                 | 346        |
| 思考练习题 .....                     | 350        |
| <b>参考文献 .....</b>               | <b>351</b> |

# 1 环境评价基础知识

## 1.1 环境、环境系统

### 1.1.1 环境

#### 1.1.1.1 环境的概念

环境一词在古代意味所管辖的区域。生态学所说的环境包括生物环境和非生物环境。但在环境科学中,环境是指人类所赖以生存的地球环境,也就是以人为核心的周围一切物质世界,即围绕着人群空间的各种自然的和社会的总和。它包括大气、水体、土壤、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、名胜古迹、水生生物、风景游览区、自然保护区、城市工作生活区等。

人类环境不同于其他生物的环境,它包括自然环境和社会环境两部分。

自然环境包括人类赖以生存的环境表述,例如空气、阳光、水、土壤、矿物、岩石和生物等以及由这些要素构成的各圈层,例如大气圈、水圈、土壤圈、生物圈和岩石圈。

社会环境是指人类的社会制度等上层建筑条件,包括社会的经济基础、城乡结构以及与社会制度相适应的政治、经济、法律、宗教、艺术、哲学的观念和机构等。

一般把包括地球岩石的上部、水圈和大气圈的下部的范围叫做生物圈。其范围一般认为是从地球表面不到 11km 的深度(即太平洋海沟最深处)至地面以上不到 9km 的高度(即喜马拉雅山珠穆朗玛峰顶)的范围。生物圈是地球表面全部有机体及与之相互发生作用的物理环境的总称。由于这个环境里有空气、水、土壤而能够维持生物的生命,故人们习惯于把地球上凡是有生命的地方称为生物圈。污染物对环境的影响主要在生物圈内。环境影响评价也主要是针对这个范围。

#### 1.1.1.2 地球环境的基本特征

在茫茫宇宙中,地球是迄今为止发现存在生物的惟一天体。这是因为地球环境丰富多样,适合生物的生存和繁衍。

地球环境具有如下特征:

- 1) 地球上存在着大气、陆地和海洋;
- 2) 距离地面 15~40km 处有一个臭氧层,保护着地球不受高能紫外线的侵袭;
- 3) 地球大气中还有一定数量的二氧化碳,使地表保持适中的温度,有利于生物的生长;
- 4) 地表上覆盖着一层土壤,为植物提供营养和生长的基地;
- 5) 地壳的厚度很适中,它可以把岩浆将覆盖在地下足够的深度,足以维持一定的构造运动和火山活动,使地壳深度和浅部之间保持一定的物资交流;
- 6) 地球是一个靠生命来捕获、转移和组成太阳辐射能,靠生命活动来驱动地球表层的物质元素循环,靠生命过程来调控并保持其远离天体物理学平衡的开放系统。

正是由于地球具备上述独特性,才使得自然生物能够在地球上生存繁衍和延续。但是必须注意到,地球的现状是生命参与地质历史过程的结果,地球现在的状态也是靠生命活动调节、控制或维持的。

### 1.1.1.3 人类与地球各圈层的关系

人类自诞生之日起,就和地球各圈层发生密切的关系。

#### (1) 人类与大气圈

大气圈是地球外面由各种气体和悬浮物组成的复杂流体系统,是在生命活动参与下长期发育而形成的。

① 大气圈的结构 地表以上大气的浓度随着高度的增加而逐渐减少。一般以距离地表 800km 以内的高空作为大气层。目前,世界普遍采用的大气圈分层方法是 1962 年世界气象组织执行委员会正式通过的国际大地测量和地球物理学联合会建议的分层系统,也就是根据大气温度垂直变化特征,将大气圈分为对流层、平流层、中间层、热成层和逸散层,如图 1-1 所示。

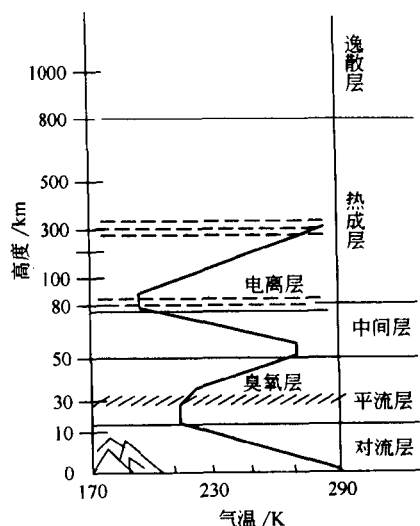


图 1-1 大气圈的热分层

1) 对流层。位于大气圈最下层、平均厚度 12 km,存在强烈的垂直对流作用和水平运动。对流层中水汽和埃尘含量较高,雷电、雨雪、云雾、霜、雹等天气现象与过程都发生在这一层,对人类影响也最大。通常所指的大气污染就是对此层而言的。在这一层中,大气温度随高度增加而下降,其平均递减速率为  $-6.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 。

2) 平流层。位于对流层顶部至大约 50km 的高度。其下部有影响的稳定层,温度基本不随高度变化,近似等温状态。稳定层以上温度又随高度增加而上升,这是由于地表辐射影响的减少和氧及臭氧对太阳辐射吸收加热使大气温度上

升结果。平流层由于水汽和埃尘含量极少,没有雨雪等天气现象。

3) 中间层。位于平流层顶到大约 80km 的高度,温度随高度增加而下降,到其顶部达到最低,是大气圈中最冷的一层。该层中又有大气的垂直对流运动。

4) 热成层。位于中间层顶以上,又叫作电离层。温度随高度增加急剧上升,到大约 800km 高度时,白天温度可以达到 1000~1750K。该层空气分子在各种射线作用下大多发生电离,成为原子、离子和自由电子。

5) 逸散层。位于热成层之上,是大气圈的最外侧,大约延伸至 800km 的高度。这里大气极其稀薄,地心引力微弱,运动较快的质点可以逃出而逸入宇宙空间。

② 地球大气的精细平衡 应当区别清楚空气与大气:一般地,对于室内或某个特定场所(如车间、会议室和厂区等)供人和动植物生存的气体习惯上称作空气;而在气象学、环境科学中把大区域或全球性的气流叫作大气。

大气是多种气体的混合物,其组成包括恒定的、可变的和不定组分。

大气的恒定组分系指大气中含有的氮、氧、氩及微量的氟、氦、氖、氫等稀有气体;其中氮、氧、氩三种组分占大气总量的 99.96%,在近地层大气中这些气体组分的含量几乎认为是不变的。大气的可变组分主要是指大气中的二氧化碳、二氧化硫、臭氧和水蒸气等,这些气体的含量由于受地区、季节、气象以及人们生活和生产活动等因素的影响而有所变化。

由恒定组分及正常状态下的可变组分所组成的大气叫作洁净大气。

大气中的不定组分来源于自然界的火山爆发、森林火灾、海啸、地震等灾害引起的成分(如尘埃、硫化氢、硫氧化物、氮氧化物和细菌等)。这些成分的产生最主要的则是由于人类生产的

发展、城市增多与扩大、人口密集或由于城市工业布局不合理，环境管理不善等人为因素造成的。一般说来，这些不定组分进入大气中，可造成局部和暂时性的大气污染。各种不定组分进入大气，在数量不大时，由于大气的扩散、稀释、沉降、雨水洗涤、日光作用以及相互中和、化合或绿色植物的光合作用等一系列物理、化学和生物等因素的作用，而使大气的成分恢复到原来状态，对人体的健康一般不会构成严重的危害，这一过程称为大气的自净作用，这是一种自然环境调节的重要机能。

## (2) 人类与水圈

地球海洋和陆地上的液态和固态水构成了水圈。

水对人类和生态环境的作用表现为以下几方面。

① 水是一切生命得以存在和发展的基本物质。

② 水是无色透明的，它使太阳光中的可见光和波长较长的紫外线可以透过，使光化作用所需的光能可到达水面以下的一定深度，从而对生物体有害的短波紫外线被阻挡在外。这不仅在地球上生命的产生和进化过程中起了关键性的作用，今天对生活在水中的各种生物也具有重要意义。

③ 水是一种极好的溶剂，为生命过程中营养物和废弃物的传输提供了最基本的媒介。而且水的介电常数在所有的液体中是最高的，使得大多数离子化合物能够在其中溶解并发生最大程度的电离，这对于营养物质的吸收和生物体内各类生化反应的进行具有重要意义。

④ 水的比热容是所有的液体和固体中最大的，并且水的蒸发热也很高。正是由于这种高比热容、高蒸发的特性，使得地球上的海洋、湖泊、河流等水体白天吸收到达地表的太阳光的热量，夜晚又将热量释放到大气中，避免了剧烈的温度变化，使地表温度长期保持在一个相对恒定的范围内。

⑤ 水在  $4^{\circ}\text{C}$  时密度最大，这一特性在控制水体温度分布和垂直循环中起着重要作用。冰轻于水的特性同样对水下生物的生存具有重要作用。

地球上水的总量大约有  $14 \times 10^8 \text{ km}^3$ ，其中 97% 以上分布在海洋中，淡水量仅占 2.8%，而淡水的大部分以地球两极的冰盖、冰川和深度在 750 m 以上的地下水的形式存在。所以淡水资源的可利用量不到 1%，仅仅是河流、湖泊等地表水和地下水的一部分。中国拥有的水资源总量大约有  $2.80 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，居世界第六位，但是按照人口平均计算，我国人均水资源量仅仅有  $2330 \text{ m}^3$ ，只有世界人均占有量的  $1/4$ 。实际上，我国水资源空间分布很不均匀，长江流域以北的淮河、黄河、海滦河、辽河、黑龙江五个流域水资源量仅占全国总量的 14.4%，而人口却占全国总量的 43.5%，所以这五个流域的人均水资源占有量仅接近  $900 \text{ m}^3$ 。

人类对水圈的影响主要表现在：兴修水库；大量开采地下水；小河流渠道化；对湖泊的侵袭，如围湖造田等。

## (3) 人类与土壤圈

土壤是地球陆地上能供植物生长与繁殖的疏松表层。土壤圈的厚度在几厘米到几米之间，个别地方可达到几十米，例如热带、亚热带有些地方的土壤。

土壤是由岩石演化而来的，但它与岩石不同，它具有肥力，能够提供和调节水、气、热和营养元素的能力。正是由于有了土壤圈，才使得地球上有了广阔的森林、草原和农田，人类才能够获得宝贵的生产和生活资源。

人类对土壤圈的影响表现在对土壤的污染、使土地盐碱化、沙化等。

## (4) 人类与岩石圈

岩石圈是位于土壤圈下的那层，是地球内部各圈层的最外层。

岩石圈对人类生存和发展的作用：

- 1) 提供化石燃料，主要提供煤炭和核裂变原料的铀矿。
- 2) 提供矿物原料，包括提供各类金属矿料和非金属矿料。

人类对岩石圈的利用会对岩石圈的结构和整个地球环境造成严重的影响。

(5) 人类与生物圈

生物圈的历史大约有 30 亿年。人类与生物圈的关系密切，人类与生物圈的关系可以通过人体所包含的化学组成同生物圈中各成分的化学组成的对比来反映，见表 1-1。化学元素不仅是构成人体的基本物质，而且在人体的生长、发育、疾病、死亡中起着十分重要的作用。化学元素是把人和环境联系起来的基本因素。从表 1-1 可见，环境成分的主要化学组成与标准人体的主要化学组成是不同的，而不同的环境成分其化学组成也是相异的。尽管如此，还可以看到一些相似处，如地壳和土壤的平均化学组成很相近；生物物质的化学组成与人体的组成很相近，即主要是由氧、碳、氢、氮组成。

表 1-1 人体和各环境成分的主要化学组成 单位：%

| 元 素   | 环 境 成 分 |       |       |       |                   | 标 准 人 体 |
|-------|---------|-------|-------|-------|-------------------|---------|
|       | 地壳      | 土壤    | 海水    | 大气    | 生物物质 <sup>①</sup> |         |
| H(氢)  | —       | —     | 10.72 |       | 10.5              | 10      |
| C(碳)  | 0.023   | 2     | 0.003 |       | 18                | 18      |
| O(氧)  | 47.0    | 49    | 85.94 | 23.15 | 70                | 65      |
| N(氮)  | 0.0019  | 0.1   |       | 75.51 | 0.3               | 3       |
| K(钾)  | 2.5     | 1.36  | 0.04  |       | 0.3               | 0.2     |
| Na(钠) | 2.5     | 0.63  | 1.077 |       | 0.002             | 0.65    |
| Ca(钙) | 2.96    | 1.37  | 0.04  |       | 0.5               | 1.5     |
| Mg(镁) | 1.87    | 0.63  | 0.13  |       | 0.04              | 0.05    |
| S(硫)  | 0.047   | 0.05  | 0.09  |       | 0.05              | 0.25    |
| P(磷)  | 0.093   | 0.08  |       |       | 0.07              | 1.0     |
| Cl(氯) | 0.0017  | 0.01  | 1.94  |       | 0.02              | 0.15    |
| Si(硅) | 29.0    | 33    |       |       | 0.2               |         |
| Al(铝) | 8.05    | 7.13  |       |       | 0.005             | 0.001   |
| Fe(铁) | 4.65    | 3.8   |       |       | 0.01              | 0.0057  |
| Ar(氩) |         |       |       |       |                   |         |
| 合计    | 98.696  | 99.26 | 99.98 | 99.94 | 99.997            | 99.807  |

① “生物物质” 由 6000 种以上动物和植物化学分析的基础上获得的。

1.1.2 环境系统

系统是由两个或者两个以上相互独立又相互联系和制约、执行特定功能的要素组成的整体。组成系统的要素叫作子系统，而且每个子系统又可以由若干个更小的子系统所构成；同样，每一个系统又是一个更大系统的子系统。

1.1.2.1 系统分类

系统可以按不同的方法进行分类。

按照系统的成因可以分为自然系统、人工系统和复合系统，其中复合系统是介于自然系统与人工系统或者包含自然和人工系统的系统。

按照系统同周围环境的关系可以划分为封闭系统和开放系统。封闭系统的内部和外部事物之间没有物质、能量、信息等的联系，外部事物的变化可使系统发生一定的变化，但不能使系统的结构发生改变；而开放系统则是系统的内部事物和外部事物之间有各种各样的物质、能量和信息等方面的联系，而且外部事物的变化能使系统的结构发生改变。

#### 1.1.2.2 环境系统与环境要素

环境是一个巨大的、复杂多变的开放系统，是由自然环境和人类社会以及这两大互相联系和互相作用的系统组成的整体。环境是由环境要素构成的。环境要素是构成环境系统的子系统，是环境中互相联系又相互对立的基本组成部分；每个环境要素又由许多子要素组成；环境系统是各种环境要素及其相互关系的总和。

环境要素可以分为非生物的和生物的。非生物要素也叫作物理要素或者物理化学要素，例如大气、水体、土壤、岩石、城市的构筑物和基础设施等。生物要素是指有生命体，例如动物、植物、微生物等。人类社会也可以看作是生物要素的一个子要素。

环境系统和生态系统两个概念的区别在于前者是将环境作为相对独立于人的整体来看待，后者把生物与环境看作整体，并侧重反映生物种群之间以及生物与环境之间的相互关系。环境系统从地球形成之后就存在，生态系统则是生物出现后形成的系统。

环境系统的范围可以是全球性的，也可以是局部性的。例如一个城市、区域和河流都可以是一个单独的环境系统。环境系统也可以是几个要素交织而成，例如空气-水体-土壤系统，水-土壤-生物系统。

#### 1.1.2.3 环境系统的基本特征

环境系统具有如下基本特征。

① 整体性 环境是一个统一的整体，组成环境的每一要素即具有其相对独立的整体性，又有相互之间的联系性、依存性和制约性。

② 地域差异性 地球上处于不同地理位置和不同大小面积的环境系统存在着显著的差异。

③ 变动性和稳定性 环境系统处于自然过程和人为社会过程的共同作用中，因此环境的内部结构和内部状态始终处于不断变化之中。这种变动既是确定的，又带有随机性，反映在系统所处的状态参数的变化以及输入系统的各种因素的变化上。环境系统的变动性和稳定性是相辅相成的，变动是绝对的，稳定是相对的。

④ 资源性及其有限性 环境具有资源性，环境系统是环境资源的总和。环境提供了人类生存所必须的物质和能量，人类社会离开了这些物质和能量就不可能生存，如果环境中物质和能量的供应不足或不平衡也会危及人类社会的生存和发展。因此，人类社会的生存和发展要求环境有相应的付出，环境为人类社会的生存和发展提供必要的条件。这就是环境的资源性。环境资源包括物质性和非物质性两个方面，例如生物资源、矿产资源、淡水资源、海域资源、土地资源、森林资源等都是环境资源的物质性方面，而环境状态就是环境的非物质性方面之一。虽然环境资源是非常丰富多样，但是是有限的。

## 1.2 环境质量及其表述

### 1.2.1 环境质量的基本概念

环境质量是指环境系统的内在结构和外部状态对人类以及生物界的生存和繁衍的适宜性。

例如空气质量是由氮、氧和稀有气体等恒定组分和二氧化碳、水蒸气、尘埃、硫氧化物、氮氧化物与臭氧等不定组分以一定的含量构成的；表现出无色、无味、透明、流动性好等状态。空气的这种结构和状态很适宜于人类和其他生物的生存和发展。但是，一旦空气的组成结构被破坏，例如氧气含量降低或者硫氧化物浓度过高，就会不适宜人和生物的生存，此时就说空气质量恶化或者变坏。例如全球气候变暖就是环境质量恶化的表现。

环境质量可以用各种方法和手段作定性和定量描述。用于定量描述的有各种质量参数值、指标和质量指标数值和质量模型；用于定性描述的是各种反应其程度的形容词、名词、短语，例如好、差、符合标准、不符合标准等。

环境污染和环境退化是由自然过程和人类活动造成环境系统或者环境要素的结构破坏，从而表现出不良的状态。我们说环境质量好，是指无环境污染和污染程度很低，也可以指环境无退化或退化很轻微。

环境质量既指环境的总体质量，也指环境要素的质量。应该注意到，环境质量是相对的和动态变化的。在不同的地方、不同的历史时期人类对环境适应性的要求是不同的。在我国，人们对环境适应性的要求随着收入的增加在迅速提高。

### 1.2.2 环境要素的质量参数

环境是由各种环境要素组成的。每一个环境要素的状况可以由参数或因子加以描述。其中部分参数决定着环境要素的物理状态，这些参数称为环境要素的状态参数或者状态因子；另一部分是直接反映环境要素物理状态和化学组分的参数，例如空气中的二氧化硫浓度、一氧化碳浓度、水体中生化需氧量（BOD）浓度、挥发分浓度等。

#### （1）大气环境因素的质量参数

- ① 风向、风速。
- ② 降水量和湿度。
- ③ 温度 平均温度，最高和最低温度，气温的垂直分布。
- ④ 空气组分 包括各种污染物浓度，例如悬浮颗粒物、硫氧化物、氮氧化物、一氧化碳、碳氢化合物、光化学氧化剂、二氧化碳和各种微量污染气体等。

#### （2）水环境要素的质量参数

- ① 水文平衡 降雨量与地下水位及流量，湖泊和水库储水量和更新周期等。
- ② 地下水情势 地下水储量，主要含水层补给量或者亏损量，影响水流的地质构造。
- ③ 水土流失量，流入水体的沉积物量。
- ④ 地表水 水位、流速、季节变化频率和持续时间，正常年、丰水年、枯水年的流量、水生物生态特征。
- ⑤ 水质 各种水质参数，如水中各种矿物组分的浓度、各种无机盐和有机污染物浓度；水温、溶解氧饱和度等指标。
- ⑥ 水生生物种群，底泥的污染物组分等。

#### （3）土壤

土壤的物理、化学性质参数，土壤中污染物的种类、含量、土壤的沉陷、隆起、侵蚀状况等。

#### （4）生物

各种物种的组成，罕见的、稀有的或者濒临灭绝的物种的群体个数，陆生和水生植物种群，不同群体的繁殖水平。

### (5) 电磁辐射和环境噪声

电磁辐射和放射性水平，交通量强度。各种振动噪声水平、交通噪声水平等。

### (6) 社会经济

① 人口结构及动态：人口数，年龄及性别分布，农村、城市人口分布，民族分布，出生率，死亡率，迁入及迁出人数等。

② 劳动就业、收入分配和消费：有劳动力人口中就业人口的比例，各部分社会成员的收入状况、消费方式。

③ 生产状况。

④ 健康状况和营养水平。

⑤ 城乡基础设施状况 包括道路交通、治安保卫和防护设施，保健卫生设施，污水管和固体废弃物处理和处置设施等。

### (7) 文化

① 教育水平 高等学校数量及分布，中等及初等学校数量及其分布，大、中、小学就读人数比例等。

② 校园环境 饮食服务质量，图书馆服务设施，其余娱乐设施等。

③ 业余生活 影剧院分布密度及服务设施、上座率，体育运动水平及设施等。

### (8) 景观

① 绿化 人均占有园林和绿地面积、绿化覆盖率等。

② 艺术效果 建筑总平面布局、构景、色彩及效果，水景等景观。

## 1.3 环境污染与生态破坏

### 1.3.1 环境污染及其分类

在环境中发生有害物质的积聚状态称为污染。具体地说，环境污染是指有害物质对大气、水体、土壤和动物、植物的污染，并达到了致害的程度。

造成环境污染的因素大致可分为化学污染、物理污染、生物污染和广义范围内的环境污染及生态系统的失调。

① 化学污染 某些单质及有机或无机化合物被引入环境而发生了化学破坏作用。例如，农药污染、化肥污染等。

② 物理污染 粉尘及各种固体废弃物、噪声、恶臭、废热、震动、各种破坏性辐射线、地面沉降等。例如，烟尘污染、交通噪声污染、温排水污染等。

③ 生物污染 各种病菌或霉菌对环境的侵袭。例如，医院废水污染等。

④ 生态系统失调 生态系统自我调节能力丧失。

在这些污染中，化学污染是造成环境污染的主要原因。

根据污染对象的不同，环境污染可以划分为水体污染、大气污染、土壤污染、声环境污染等种类。

#### 1.3.1.1 水体污染

天然洁净水由于人类活动而被污染的现象叫作水污染。

水在被使用后而丧失了其使用价值，于是被废弃外排，这种被废弃外排的水就叫作废水。废水的基本特征就是被废弃了，它可能包含污染物、也可能不包含污染物。

按照不同的分类方法，可对废水进行不同的分类。