

高校建筑学专业规划推荐教材

URBAN  
ENVIRONMENT

**城市环境物理**

刘加平 等编著

PHYSICS

中国建筑工业出版社

高校建筑学专业规划推荐教材

URBAN  
ENVIRONMENT

**城市环境物理**

刘加平等编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

城市环境物理/刘加平等编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2010.9

高校建筑学专业规划推荐教材

ISBN 978-7-112-12492-3

I. 城… II. 刘… III. 城市环境-环境物理学 IV. X21

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第188292号

责任编辑: 陈 桦

责任设计: 张 虹

责任校对: 王金珠 姜小莲

高校建筑学专业规划推荐教材

**城市环境物理**  
**URBAN ENVIRONMENT PHYSICS**

刘加平 等编著

\*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京嘉泰利德公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

\*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 18¼ 插页: 16 字数: 474千字

2011年4月第一版 2011年4月第一次印刷

定价: 46.00元

ISBN 978-7-112-12492-3

(19781)

**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)

# — Preface —

## — 前言 —

城市是人类聚居生活的高级形态，是一个国家或地区的政治、经济和文化中心。城市化程度是人类社会和文明进步的重要标志，人们期望“城市，让生活更美好”。

城市中建筑物与人群的高密度聚集，能源和资源的高强度消耗，在城市空间形成了特殊的城市室外物理环境——城市热环境、城市风环境、城市声环境、城市光环境等，其既有别于自然状态下的气候环境，也不同于建筑室内物理环境。城市物理环境的性态在很大程度上受制于人类活动、建筑物的密度和类型，反过来，城市物理环境又强烈地作用于城市建筑物，不但影响着建筑室内物理环境的优劣，还决定着建筑物的能耗特性和空气质量。

因此，作为城市规划师、建筑师和城市建设的管理人员，有必要理解城市物理环境的形成机理，掌握控制和改善城市物理环境的途径。为此，近20年来，国内很多高校陆续开设了“城市环境生态学”、“建筑生态环境”和“城市环境工程学”等相关课程。西安建筑科技大学自20世纪80年代开始，一直在建筑学和城市规划专业设置“城市物理环境”课程。经过多年的教学和研究实践，逐步形成了适合于城市规划和建筑学专业的城市物理环境知识体系，曾于1993年编著出版了《城市环境物理》教材（油印版）。10多年来，该书一直作为国内多个高校建筑学和城市规划专业的本科教材使用。作者及多位同事在近十多年的教学研究过程中，深刻体会到规划设计类专业对这类课程教材内容的需求，同时，在科研与对外交流过程中，所在的研究团队也获得了许多城市环境物理领域的研究成果，感到有必要重新撰写一部《城市环境物理》，既可以作为高校教材，供建筑学、城市规划、总图设计及相关专业本科生和研究生学习，亦可供有关教师、建筑师、规划类工程师等技术人员参考，以便为创造良好城市物理环境提供理论依据。

城市环境物理是建筑学和城市规划学的重要组成部分，主要论述城市空间形态和布局、城市物理环境、建筑室内物理环境及建筑能耗的耦合关系和相互作用机理，讲述如何在城市规划、小区规划及建筑组团设计中，合理运用规划和设计手段，创造健康适宜的城市物理环境，实现节能和低碳城市的目标。“城市环境物理”与“建筑物理”互为补充，前者关注的是城市室外物理环境设计，而后者则以创造室内物理环境为重点，二者的结合，共同体

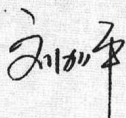
现了城市规划与建筑设计学科的技术科学属性。

本书包括三个部分的内容。首先讲述了城市环境物理基础知识以及人类活动与城市环境之间的互动关系；再从城市热环境、城市湿环境、城市风环境、城市大气环境、城市光环境、城市声环境六个方面，简述了城市环境的物理特征和变化规律，进而详细介绍了通过规划设计手段改善城市物理环境的策略和方法；最后论述了如何顺应城市固有的地域气候特点来调节城市物理环境以及城市环境质量评价的体系与方法。基本的思路是，在介绍城市环境物理基本知识的基础上，从城市规划设计人员的角度，针对人与城市物理环境的关系进行分析，就城市环境的特征及形成机理进行论述，阐述通过规划设计手段来改善城市物理环境、减小城市灾害的策略和方法。

本书的撰写工作分工如下：本人拟定编写大纲并撰写第1~3章和第10章，东华大学钟珂撰写第4和第5章，长安大学赵敬源撰写第6~9章。

限于作者的学识、科学水平及所涉及内容的广泛性，书中的叙述、引述和介绍难免存在不当或挂一漏万之处，敬请读者批评指正。

西安建筑科技大学



2010年10月于西安

### 第 1 章 城市环境物理基础 \ 1

- 1.1 环境科学与城市环境物理 \ 1
- 1.2 生态学与城市生态系统 \ 7
- 1.3 我国生态环境建设规划 \ 11
- 1.4 能量的传输与度量 \ 16
- 1.5 太阳辐射 \ 23

### 第 2 章 人与城市物理环境 \ 30

- 2.1 城市环境中人的行为方式 \ 30
- 2.2 城市物理环境的变迁与城市公害 \ 34
- 2.3 人类为获得良好城市物理环境的努力 \ 40

### 第 3 章 城市热环境 \ 48

- 3.1 城市热平衡 \ 48
- 3.2 城市热岛效应 \ 55
- 3.3 绿化对城市热环境的影响 \ 66
- 3.4 住区热环境 \ 78
- 3.5 合理运用太阳能改善住区热环境 \ 86
- 3.6 建筑布局形成的局部气流对住区热环境的改善作用 \ 94

### 第 4 章 城市湿环境 \ 99

- 4.1 湿空气的基本概念 \ 99
- 4.2 城市的水分平衡与潜热交换量 \ 103
- 4.3 城市储水能力与生态地面 \ 107
- 4.4 城市湿环境的自然调和 \ 110

## 第5章 城市风环境 \ 117

- 5.1 大气边界层物理特性 \ 117
- 5.2 边界层沿纵向风速分布 \ 128
- 5.3 风向分布与规划设计 \ 131
- 5.4 局地环流与规划设计 \ 134
- 5.5 建筑物附近的气流分布 \ 138
- 5.6 建筑规划中的自然通风设计 \ 150
- 5.7 城市热环境特征对气流的影响 \ 155
- 5.8 市区风环境 \ 161

## 第6章 城市大气环境 \ 165

- 6.1 城市大气污染 \ 165
- 6.2 大气污染对环境的影响 \ 174
- 6.3 大气环境标准 \ 176
- 6.4 大气污染物的传输与扩散 \ 180
- 6.5 控制大气环境污染的规划设计原则 \ 187
- 6.6 建筑物附近的空气污染特征 \ 198
- 6.7 城市交通干道内的污染特征 \ 205

## 第7章 城市光环境 \ 219

- 7.1 光环境基础 \ 219
- 7.2 城市光环境控制的原则与途径 \ 224
- 7.3 城市光污染的危害及防治 \ 237

## 第 8 章 城市声环境 \ 243

- 8.1 噪声及其计量 \ 243
- 8.2 噪声评价 \ 252
- 8.3 噪声危害及控制标准 \ 255
- 8.4 噪声控制的原则与途径 \ 257
- 8.5 城市声环境的规划与设计 \ 261

## 第 9 章 利用气候信息改善城市环境 \ 271

- 9.1 城市气候环境图集 \ 271
- 9.2 盆地城市——旭川市气候分析图应用简介 \ 277
- 9.3 高密度城市——大阪市气候分析图应用简介 \ 285

## 第 10 章 城市环境质量评价 \ 293

- 10.1 环境质量评价 \ 293
- 10.2 建设项目环境影响评价 \ 295
- 10.3 环境影响评价实例 \ 297
- 10.4 建筑寿命周期评价方法 \ 304

## 主要参考文献 \ 312



# 第 1 章 城市环境物理基础

## 1.1 环境科学与城市环境物理

### 1.1.1 环境

人类和其生存环境是对立统一的结合体。人类离不开环境，同时又与环境的不断相互作用中得以生存和发展。

环境 (Environment) 是一含义极其广泛的概念。广义上说，环境是指某一中心或主体周围对该中心或主体有影响的自然因素和社会因素的总和。通常情况下，在未指明该环境的主体时，其主体是人类或特定的人群。例如，室内环境，其主体是房间的使用者；城市环境，其主体是全体城市居民；当讨论全球二氧化碳温室效应对气候的影响时，其主体显然是指全人类。

按流行的观点，通常将人类赖以生存的环境分为三部分，第一部分是所谓的自然环境。自然环境是人类赖以生存的基础，它包括地球上的大气、水体、土地、森林、草原以及太阳辐射等等。自然环境是地球演变进化过程中自然形成的客观因素，这些因素在地表上的不同分布，影响着不同区域居民的生活习惯和进化过程。第二部分是所谓的人工环境，它是指经人们改造后的自然环境，通常包括房屋、桥梁、道路以及城市等。人工环境亦对人类的生存繁衍有着重要的影响。第三部分是指社会环境，它包含的主要是精神因素，如政治、法律、宗教、风俗习惯等，这部分内容不属于本书的讨论范畴。

### 1.1.2 建筑科学中常见的几类物理环境

(1) 室内热环境 室内热环境是指建筑空间内影响人体热感觉和热舒适的物理因素。这些因素包括室内空气温度、相对湿度、室内气流速度及室内各表面的平均辐射温度。温度是影响人体舒适的基本量，温度高，人感觉热；温度低，人感觉冷。室内空气相对湿度影响人体的蒸发散热，气流速度影响人体的对流散热和蒸发散热，而平均辐射温度影响人体的辐射散热。只有四项因素合理组合才会使房间的使用者感到热舒适，建筑热工学就是让建筑师和土建工程师在了解基本理论的基础上，掌握通过建筑保温设计、防热设计、防潮设计创造良好室内热环境的方法。而采暖与空调的目的也在于通过设备的方法来创造舒适的室内热环境。

(2) 室内声环境 室内声环境是指室内空间通过人耳对人体感觉产生作用的声场分布，良好的室内声环境是建筑空间环境的重要组成部分。

声音是人体正常生活所必需的，但在不同场合对声音的要求是不同的，当人们休息时不需要声音（或不允许声音超过一定强度），而在文体娱乐时则需要声音且满足一定的强度要求。描述室内声环境的物理量主要有背景噪声级和混响时间；对普通工业与民用建筑，其室内的背景噪声要低，即外围护结构要有较好的隔声性能；而对一些特殊类建筑，如影剧院、音乐厅、录音棚、演播室等，除了满足一般建筑要求外，还应有合适的室内混响时间和优美的音质和音色。创造良好的室内声环境可以通过规划与设计以及施工的手段来达到，这部分属建筑声学的范畴。

（3）室内光环境 室内光环境，从物理意义上，是指室内空间的光场分布；这里的光是指可见光，其波长为 $0.35\sim 0.7\mu\text{m}$ 。可见光是人们工作、学习、生活不可缺少的。在人类进化过程中，人眼对太阳光线中的可见光部分感觉最为灵敏和舒适，因而在建筑设计中应尽量利用自然光；当在夜间或阴雨天室内照度不够时，需要用人工照明来补充，以创造适度均匀的室内光照环境。建筑光学的目的就在于给建筑师提供创造良好室内环境的理论和方法。

（4）城市热湿环境 城市热湿环境是近十几年才出现的新的物理概念。其主要含义是指城市区域（城市覆盖层内）空气的温度分布和湿度分布。大天气系统的温湿度分布属于气候学的范畴。随着城市化的高速发展，城市区域的温湿度分布表现出与郊区农村越来越多的不同，出现所谓的城市热污染，直接影响城市区域建筑物室内热环境，这就需要城市规划工作者、建筑设计工作者通过学习专门的知识来了解城市区域的热湿环境，并利用规划设计手段，创造良好的城市热湿环境。

（5）城市风环境 城市风环境是指城市区域内的风速风向分布。城市化后，市区内大量的建筑、构筑物使得城市成为一立体化的下垫面层，其内的风速与风向分布已完全不同于大天气系统。了解城市风环境知识的目的在于使与城市建筑有关的科技和管理工作者掌握如何利用规划与设计手段、在充分利用风力降温排污的同时，减少城市风害以及由风引起的污染。

（6）城市大气环境 城市大气环境是地球表面大气环境的一个特殊部分。通常所谓的大气污染，主要是指城市化后引起的区域性大气环境污染。研究大气环境，是为了搞清楚大气污染的程度以及污染物在大气中的迁移、扩散及存在形态的规律，并掌握如何通过规划和设计减轻和消除城市区域的大气污染。

（7）城市声环境 按现今的观点，城市声环境与城市区域的噪声分布几乎是同义语。所谓噪声，就是人们不喜欢的声音，它是一个既绝对又相对的概念。从绝对意义上讲，像飞机、汽车、工厂机器等发出的声音，对所有的人来说，都是令人讨厌的。相对的含义在于，有些声音对一部分人是需要的，而对另一部分人是不需要的。例如，舞厅需要有节奏很强的音响效果，这对舞迷们是最好的满足。但对附近看书学习或休息的

人们来说却是极大的干扰。噪声的这种特殊性，就需要城市规划、小区规划、交通规划、建筑设计等科技工作者利用合理的规划和设计来减弱噪声对人们工作、生活和学习的影响。现代经济高速发展，大量人口流向大城市，使得城市区域的绝对噪声污染和相对噪声干扰越来越严重，迫切需要有关的科技工作者进行噪声控制。

常见的环境概念还含有城市光环境、城市电磁环境等，在此不再赘述。至于室内视觉环境、心理环境等，因超出物理环境范畴，请参考其他有关书籍。

### 1.1.3 环境的自净机能

远在人类出现之前，由于火山爆发、洪水泛滥、地震等自然现象，会给某一自然环境带来很多“异物”（原来没有的东西）。随着人类社会的发展，工农业、交通运输业、居民生活等向自然环境中大量排放各种污染物。但是，环境有一种机能，即在一定程度上，借助于一系列物理、化学、生物过程，被异物污染的环境都有清除异物恢复原状的能力，这就是环境的自净作用。

大气、水体、土壤等都有一定的自净能力。大气的自净能力有以下几方面：

(1) 通过风力，将烟尘等输送到高空远处，在空间扩散稀释，降低烟尘浓度。

(2) 借助于重力作用，混入大气的颗粒异物，徐徐下沉，降落地面。

(3) 由于雨水的冲洗作用，将空气中的污染物带到地面。这种自净作用，当然与雨水大小有关。而且在  $\text{SO}_2$  污染严重地区，雨水虽使大气达到自净，但地面却会受到“酸雨”的危害。

(4) 植物的光合作用，降低空气中的  $\text{CO}_2$  等气体浓度，补充氧气。

水体（水域）的自净作用主要有：

(1) 通过水的湍流扩散作用，使进入水体的污染物得到稀释。

(2) 由于重力或冲撞、吸附作用，固体污染物在水体中沉降析出，使污染浓度降低。

(3) 进入水中的有机质异物，则因微生物等的分解作用，或使之变为无害物，或降低其浓度，这就是所谓“生物净化”作用。

(4) 水体还有化学性自净能力，即可将某些污染物氧化、还原成无害物，从而使环境净化。

自净作用是环境的调节机能，但任何环境的自净能力都具有一定的限度，不同环境的自净能力也不同。风大的地区，其空气自净能力比风小的地区为大。长江的自净能力比黄河大，因为长江流量大，水流急，稀释能力强。在同一条河流中，各个河段的自净能力也不同。在同一城市中，建筑密度大的区域风速小，空气自净能力就相应较小。

环境对异物的可容纳量称为“环境容量”或“环境负荷能力”。如果

污染异物不超过环境容量，就能通过自净作用而恢复到原有的环境状况。反之，如异物超过环境容量，虽然各种自净作用总会使污染有所减轻，但已不能使环境恢复到原有正常状况，从而使环境恶化。

#### 1.1.4 环境科学

环境科学，顾名思义，是研究环境的科学，是研究人类和环境相互关系的科学。其任务是研究人类社会经济活动引起人类环境系统变化的规律，及其对人类健康和社会发展的影响，探索调节、控制环境问题的有效途径和方法，求得人类与环境的协调发展。

环境科学是一门综合性很强的学科，涉及自然科学和社会科学的广泛领域。从目前来看，环境科学的主要研究课题有：

(1) 探索全球范围内人类和环境相互作用及其发展规律 环境总是不断地演化，并且随时随地都在发生变异。在人类改造自然的活动中，为使环境有利于人类的方向发展，就必须了解环境变化的过程，包括它的基本特性、结构形式和演化机理等。

(2) 协调人类的生产和消费与自然生态之间的关系 人类的生产和消费一方面从环境中获取资源，另一方面又向环境排放废物。废物参与自然界的物质循环，影响环境的质量。人类生产和消费系统中物质及其能量的迁移、转化过程是异常复杂的，但最终必须使它们在输入和输出之间保持平衡。这个平衡包括两项内容：一是排入环境的废弃物不能超过环境净化能力，避免环境污染；二是从环境中获取可更新资源不能超过它的再生或增殖能力，以保证永续利用，而从环境中获取不可更新资源，要做到合理开发和利用，避免资源枯竭。因此，必须把发展经济和保护环境作为两个不可偏废的目标纳入经济社会长远规划，把有关经济社会的决策同生态学的要求配合起来，以求得人类和环境的协调发展。

(3) 查明环境变化对人类生存的影响 环境变化是由物理的、化学的、生物学的和社会的因素，以及它们的相互作用引起的。森林资源减少、土地沙漠化、野生动植物的灭绝等环境退化现象，不仅会降低社会生产能力，而且可能带来频繁的自然灾害，毁坏人类的生存环境。因此，必须研究污染物在环境中的物理、化学过程，在生态系统中的迁移、转化机理，以及进入人体后产生的各种作用，包括致畸、致癌和致突变等作用；研究环境退化同物质循环之间的关系，从而为制定各项环境标准、控制污染物的排放量、限制造成环境退化的活动等提供可靠依据。

(4) 研究区域环境综合防治的技术和管理措施 引起环境问题的因素很多，实践证明，需要运用多种工程技术措施和管理手段，从区域环境的整体上调节和控制人类与环境的相互关系和相互作用，应用系统工程分析方法寻求解决环境问题的最优方案。

近 10 年来随着人们对环境问题的进一步认识，环境科学的研究方法有了较大的转变。一是注意从整体上剖析环境问题。20 世纪 70 年代发

达国家对于环境问题大都是按环境要素分别加以研究的。结果往往是顾此失彼，成本昂贵而未彻底解决问题。例如对于  $\text{SO}_2$  排放问题，最初许多国家花费了大投资，严格控制电站等企业向大气中排放  $\text{SO}_2$ ，而忽视了硫元素是人体和农作物的基本组成元素之一，很多生物在生长过程中需要空气中含有有一定浓度的  $\text{SO}_2$ 。所以，从整体上来说，对于  $\text{SO}_2$  的排放应有一定的标准而不是越少越好。二是注意研究全球性的问题。例如，全球性的  $\text{CO}_2$  温室效应，臭氧层的破坏等等。三是注意扩大生存学原理的应用范围。在工业建设中研究推广生态工艺，在农业建设中发展生态农业，在环境建筑中充分利用自然生态系统的净化机能。这些新的研究动向使得环境科学的发展更加迅速，更加系统化。

从发展角度来看，环境科学已由最初的单一环境保护科学发展到目前尚未十分定型的庞大的科学体系。所谓尚未十分定型，是指这门学科到现在为止还没有形成其区别于其他学科的独特理论与方法，作为学科体系还在成型中。所谓庞大的学科体系，是指这门学科横跨地学、生物学、化学、物理学、医学、农学、工程学、数学以及社会科学等几乎所有科学领域的边缘。对这众多的分支学科，根据国际学术界较普遍的观点，将环境科学内容划分为以下三方面：

(1) 基础环境学 主要有环境数学、环境物理学、环境化学、环境地学、环境生物学等，这些都是从原有老学科发展、充实而来的新的分支学科。

(2) 应用环境学 内容极为广泛，并在不断发展。现在已成体系的有环境工程学、环境生态学、环境医学、大气环境学、城市环境物理学。

(3) 环境管理学 主要包括环境法学、环境经济学、环境规划学、环境管理学等。

### 1.1.5 城市环境物理学

城市环境物理学是介于环境科学与建筑科学之间的一门学科课程，是建筑科学中的一门分支学科。城市环境物理学是利用物理学的一些基本原理，分析城市环境内部各因素的运动变化规律和存在形态，阐述如何利用规划设计手段改善日益恶化的城市热湿环境、光环境、声环境、风环境和大气环境等。

城市环境物理学，目的是给建筑师和规划工程师提供创造良好的室外物理环境和城市物理环境的基本知识和方法。因此，它是建筑学专业和规划类专业的专业基础课之一。它与“建筑物理学”的区别在于：前者重视的是室外物理环境，而后者重视的是室内物理环境，因而可以说城市环境物理学与建筑物理学是姊妹课程。而城市环境物理学与环境工程学的区别又在于，前者主要涉及创造良好物理环境的规划和设计理论，而后者涉及的主要是工程技术手段。以控制城市大气污染为例，前者的主要任务是如何利用风速、风向等气象参数，合理布置、选择城市用地以控制市区大气污染浓度低于控制标准。而后者的主要任务是如何利用

设备的手段(如除尘器等)来减弱污染物的排放量,控制城市的大气污染,从短期和长远的眼光来看,两种方法是互相弥补、缺一不可的。

到目前为止,城市环境物理学尚处在年青阶段,基本理论尚待深化,研究方法必须充实和完善,规划与设计手段还要继续开拓、摸索和实践,不过该学科具有青春活力,受到越来越多的科技工作者和管理工作者的重视,正快速向前发展。

### 1.1.6 环境问题及我国的政策

#### 1) 通常将环境问题分为两类

(1) 第一类环境问题:也称原生环境问题,是由于自然界固有的不平衡性所造成的对人类环境的破坏。例如,地震、火山爆发、台风、海啸等,这类环境问题随着科学技术的发展,人们会逐步控制,减小其危害。

(2) 第二类环境问题:也称次生环境问题,是由于人们社会经济活动所造成对环境的破坏,这类环境问题是人们在创造高速发展经济时的副产物。

人们对次生环境问题的认识,经历了由片面到全面、由局部到全球的发展过程。自18世纪产业革命以来,工业迅速发展,城市人口日益集中,对能源和其他资源的消耗量剧增。随之而来的是向大气中排放大量的有害气体和烟尘,向江河湖海排放大量的废水和向城市区域排放大量的固体废弃物,引起局部的自然环境要素发生变异。像伦敦烟雾事件、洛杉矶光化学烟雾事件等,均属此类问题。随着对环境问题的重视和环境结构研究的深入,人们逐渐认识到环境问题是全球性的问题。保护环境应从保护大气、水体、土壤、自然资源等基本要素做起,即保护人类赖以生存的地球。这就要求把经济发展和环境保护结合起来,实行区域环境综合规划,以保证生态相对平衡。

发达国家的环境污染问题出现较早,治理也较早,经过30多年的努力,取得了较好的效果,环境污染基本上得到了控制。我国是发展中国家,工农业生产都处于较落后的状态,一直到20世纪60年代末,还没有认识到我国环境问题的严重性。其实,我国自然资源破坏和环境污染已到了相当严重的地步:近几年森林面积每年净减15万 $\text{hm}^2$ ;新中国建立以来由于滥垦滥牧造成的土地沙化面积近670万 $\text{hm}^2$ 。全国水土流失比较严重的面积估计有150万 $\text{km}^2$ ,约占国土面积的1/6,每年冲走的土壤估计有50亿t,带走的氮、磷、钾元素约4000万t,比我国一年的化肥产量还多。地下水超采,造成地面水硬度增高和水位下降,水源枯竭的情况。江河湖海等地表水受到不容忽视的污染。据1979年对82条河流(河段)监测资料统计,其中有45条河流(河段)受到污染,特别是一些城市附近的河流,基本上成为污水沟。全国200多万个工业企业一年中向大气排放的污染物约5000万t,其中 $\text{SO}_2$ 就有约1800万t,使得城市区域大气质量严重恶化,大部分城市大气中污染物超过国家标准。噪声污

染同样也很严重,北京、上海、天津等城市中心区的交通噪声等超过纽约、伦敦和东京等都市的闹市区。

## 2) 我国的政策

从1973年开始,我国陆续颁布了一系列有关环境保护的法律和规定,至今已有百种左右;其中与规划设计有关的有《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护设计规定》、《工业企业厂界噪声标准》(GB 12348—90)、《城市区域环境噪声标准》(GB 3096—93)、《大气环境质量标准》(GB 3095—82)、《工业企业设计卫生标准》(TJ 36—79)等。这些法规是建筑设计、城市规划、总图设计等专业技术人员所必须了解的,有些条款还必须牢记,如“在新建、改建和扩建工程,必须提出对环境影响的报告书,经环境保护部门和其他有关部门审查批准后才能进行设计”;“防止污染和其他公害的设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产”等。

## 1.2 生态学与城市生态系统

环境科学研究“人类—环境”系统的发生和发展、调节和控制以及利用和改造,但“人类—环境”系统不是从来就有的,在45亿年以前,地球上不但没有人类,而且也没有生物。地球经历了化学进化阶段、生物进化阶段以后,才出现了人类,生物和人类都是地球发展到一定阶段的产物。生物的进化阶段,形成了生物与其环境的对立统一关系;人类社会的出现,形成了人类与其生存环境的对立统一关系。环境是一个复杂的系统,生物和人类都是环境发展到一定阶段出现的生命系统,生命系统与环境系统在特定空间组成了具有一定结构和功能的生命系统,它既包括自然生态系统,也包括人工生态系统。生态系统既是生态学的研究中心,也是研究环境、研究环境科学的基础。

### 1.2.1 生物圈

生物圈是指地球表面全部有机体及其相互作用的生存环境的总称。它的范围大体上是从海平面以下约11km的深度到其上约10km高空的空间。生物圈是一个广阔的生命活动的舞台,在其中活跃的生物大约有:动物216万种,植物34万种,微生物4万种。生物圈中最活跃的成员是人类。

通常将生物圈分为三部分:

一是气圈,其厚度大致为10km左右,占大气总厚度的极小部分,基本上处于大气对流层之间。根据气象学,对流层中水蒸气和尘埃含量较高,风、云、雨、雪、雾等天然现象,都发生在这一层大气中。所以气圈对生物的生存关系最为密切,而气圈受地面各种活动的影响也最明显。气圈还是地表的保护层。因愈接近地表空气密度愈大,它能有效地

防止或减少流星和宇宙废弃物等对地球的危害，减弱太阳光线中的紫外辐射，吸收和储存地表的长波辐射热，使生物圈保持适当的气温。

二是水圈。水是生物生存的主要条件之一。地表的 70% 左右是水，总水量约 13.6 亿  $\text{km}^3$ ，其中 97% 是海水，其余 3% 是地表水，包括湖水、河水、地下水及冰川和积雪等。生物体中离不开水分，一般植物体中含水 41%~60%，人体与动物体中含水 80% 左右。

三是岩石圈。是指近地表面的土壤和岩石层。由于地球表面有山有海等，故这一层厚度很不均匀。岩石圈是人类及生物的栖息之地，是生物生存和发展的基本条件。

### 1.2.2 生态系统

在一定的空间里，生物与环境之间，生物与生物之间，互相依赖互相制约，并以某种方式进行物质和能量的交换。把这种一定空间中的生物与环境的结合体，叫生态系统。

一个完整的生态系统一般应由下列四部分组成：

(1) 生产者 绿色植物通过光合作用将水和大气中  $\text{CO}_2$  合成碳水化合物、蛋白质、脂质等有机化合物，实现太阳的动能转换为可贮存的化学能形式，供自身及其他生物用作能源。因此，这些生产者也称自养者。此外有些细菌也能利用化学能将无机物转化为有机物，也可称为生产者。

(2) 消费者 动物和非绿色植物。依靠绿色植物或以绿色植物为能源的其他生物为生，也称为他养者。按所处食物链中地位可分为食草动物（一级消费者）、食肉动物（以食草动物为食，称二级消费者），以二级消费者为食的动物称为三级消费者，等等。复杂的食物关系可形成食物网。

(3) 分解者（还原者） 主要为土壤和地表中的微生物，包括大多数细菌、真菌。它们将有机物分解为简单无机化合物，供生产者及本身再利用，此外还有些细菌能将无机物转变为植物可利用的营养，也可归入分解者一类。分解者具有十分重要的生态意义，甚至有时成为控制因素。

(4) 非生命物质 指各种无机物、无生命有机物和自然因素，构成生态系统的自然营养物理环境。物理环境包括气候、土、地质、水温、氢离子浓度等。

由上述可知，从植物到动物伴随物质转移的同时，产生能量流动，即每个生态系统中发生物质的循环流动（营养流或物质流）及能量流动。除了上述两种基本流动外，生物还应有信息流动，也是为适应环境所必须的。

### 1.2.3 生态平衡

如上所述，生态系统包括有生命和非生命的多种组分。生态系统内



部各组分之间,在一段时间内,在一定的条件下,保持着自然的、暂时的、相对动态平衡关系,将这种相对稳定的平衡关系称为生态平衡。

控制生态系统稳定平衡的原因是生态系统内部具有“正反馈”与“负反馈”的调节功能。例如,所有物种都有一种本能,在一个无限制的环境中,连续地以指数形式增长,即物种的种群是具有潜势的“正反馈”作用,如资源的减少、生长率降低以及生理和肌体变化等。同样,整个生态系统的各组分之间的关系受正负反馈作用的控制,自我调节,使整个系统保持相对的稳定。如果生态系统内部失去负反馈作用,将会出现生态危机。例如澳大利亚原来并没有兔子,后来从欧洲引进了兔子,引进后由于没有天敌予以适当限制,致使兔子大量繁殖,在短短的时间内,繁殖的数量相当惊人,遍布数千万亩田野,在草原上每年以90km的速度向外蔓延。该地区原来长满的青草和灌木,全被吃光,再不能放牧牛羊。田野一片光秃,土壤无植物保护而被雨水侵蚀,造成生态系统的破坏。澳大利亚政府曾鼓励大量捕杀,但不见效果,最后不得不引进一种兔子的传染病,使兔群大量死亡,总算将兔子的生态危机控制住了。我国大连等地的“蛇岛”变成“鼠岛”也属类似现象。

在一定条件下,人类具有调节和控制生态平衡的能力,并使其朝着有利于人类社会生存的方向发展。人类可以通过大面积植树造林调节自然生态系统中的组分结构来改善气候;也可以兴修水利、大面积灌溉以促进绿色植物的生长。然而近代的人为活动,更多的是使生态平衡遭到严重破坏。乱砍滥伐森林,毁草造田,在湖泊屯土造田等都曾造成极严重的后果,受到大自然的惩罚。

#### 1.2.4 闭合系统与开放系统

关于生态系统的分类有多种。按生态系统内部能量和物质的传递过程,可将生态系统分为两种:

- (1) 闭合系统:只有能量传递无物质传递;
- (2) 开放系统:有能量和物质两种传递。

自然界中绝对的孤立系统是没有的。例如热量的隔绝只是相对的,而重力、电磁场力等的作用更难完全摆脱。但有时这种影响很微小,则可近似看作一个孤立系统。因此,实际上只存在闭合和开放两种系统。

环境科学认为一个系统如果与周围环境没有相互作用时,称为闭合系统。但实际上只有把整个宇宙看作一个系统时,才是真正的闭合系统。不过许多系统可忽略环境的作用,近似看作闭合系统。生物圈就是一个近似的闭合系统,内部的能量不管产生什么样的变化,仍保留在系统内,某些变量可重新分布,但仍离不开生物圈。

一个宇宙飞船也是闭合系统,任何热损失或从外部输入的热量可忽略不计。但飞船开始发射时并不闭合,只有进入轨道后才是闭合的。这是人工微型生物圈的重要特性。