



世纪高等教育建筑环境与设备工程系列规划教材

建筑环境学

JIAN ZHU HUAN JING XUE

黄 晨 主编
龙惟定 主审



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪高等教育建筑环境与设备工程系列规划教材

建筑环境学

主 编	黄 晨	
副主编	姜 坪	罗义英
参 编	杨秀芹	刘燕敏
主 审	龙惟定	

机械工业出版社

本书共有7章,在引入建筑环境概念的基础上,系统介绍了建筑外环境、室内空气环境、建筑热湿环境、建筑声环境、建筑光环境,最后介绍了建筑环境的综合控制与评价。全书以各环境形成的机理、特性、评价为主线,通过图文并茂、工程应用、例题分析论述建筑环境学所涉及的基本理论和分析方法,并引入新理念、新标准对建筑环境予以分析和评价。本书最后讨论并介绍了建筑环境的综合控制目标、评价、分析方法及其案例。全书深入浅出,内容丰富,每章后均配有习题与思考题、参考文献,便于自学和实践。

本书为高等学校建筑环境与设备工程专业基础课程用教材,可作为建筑学、土木工程、环境工程等专业的教学用书,也可作为其他专业了解建筑环境学知识的辅助教材,并可作为相应部门科研、管理、工程技术人员以及关心建筑环境领域各界人士的参考用书籍。

图书在版编目(CIP)数据

建筑环境学/黄晨主编. —北京:机械工业出版社,2005.9

(21世纪高等教育建筑环境与设备工程系列规划教材)

ISBN 7-111-17187-X

I. 建... II. 黄... III. 建筑学—环境理论—高等学校—教材 IV
.TU-023

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第092182号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:刘涛 版式设计:冉晓华 责任校对:刘志文

封面设计:王伟光 责任印制:石冉

保定市印刷厂印刷

2005年9月第1版第1次印刷

1000mm×1400mm B5·12.75印张·插页·495千字

定价:33.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

序

建筑环境与设备工程专业是 1998 年教育部新颁布的全国普通高等学校本科专业目录，将原“供热通风与空调工程”专业和“城市燃气供应”专业进行调整、拓宽而组建的新专业。专业的调整不是简单的名称的变化，而是学科科研与技术发展，以及随着经济的发展和人民生活水平的提高，赋予了这个专业新的内涵和新的元素，创造健康、舒适、安全、方便的人居环境是 21 世纪本专业的重要任务。同时，节约能源、保护环境是这个专业及相关产业可持续发展的基本条件，因而它们和建筑环境与设备工程专业的学科科研与技术发展总是密切相关，不可忽视。

作为一个新专业的组建及其内涵的定位，它首先是社会需求所决定，也是和社会经济状况及科学技术的发展水平相关的。我国的经济持续高速发展和大规模建设需要大批高素质的本专业人才，专业的发展和重新定位必然导致培养目标的调整和整个课程体系的改革。培养“厚基础、宽口径、富有创新能力”能符合注册公用设备工程师执业资格并能与国际接轨的多规格的专业人才以满足需要，是本专业教学改革的目的。

机械工业出版社本着为教学服务，为国家建设事业培养专业技术人才，特别是为培养工程应用型和技术管理型人才作贡献的思想，积极探索本专业调整和过渡期的教材建设，组织有关院校具有丰富教学经验的教授、副教授主编了这套建筑环境与设备工程专业系列教材。

这套系列教材的编写以“概念准确、基础扎实、突出应用、淡化过程”为基本原则，突出特点是既照顾学科体系的完整，保证学生有坚实的数理科学基础，又重视工程教育，加强工程实践的训练环节，培养学生正确判断和解决工程实际问题的能力，同时注重加强学生综

合能力和素质的培养，以满足 21 世纪我国建设事业对专业人才的要求。

我深信，这套系列教材的出版，将对我国建筑环境与设备工程专业人才的培养产生积极的作用，会为我国建设事业作出一定的贡献。

陈在康

2005 年 1 月于长沙

前 言

“建筑环境学”是建筑环境与设备工程专业一门主干专业基础课，并已作为专业重组后反映学科专业特色的重要基础课程。

建筑环境科学或人工环境科学是建筑环境与设备工程专业的学科发展、专业建设和课程体系的立足点，建筑环境学则是建筑环境科学或人工环境科学的集中体现。人类对良好的生活、工作环境的追求是从自然环境逐渐地转变到改变自然环境直至创造人工环境的过程。而近二十年来，出现了诸如“病态建筑综合症”等，人们对室内环境的抱怨和批评增加，使得人们开始追求人工环境中的自然环境。这一螺旋式的变化和发展过程，对本专业提出了更高的要求，在环保与节能的总体趋势下，创造更接近于自然环境的人工环境是我们面临的新任务，而培养学生掌握新时代建筑环境的内涵，分析、评价、控制建筑环境的方法，树立良好的绿色环保和生态的人居环境的理念，是本课程的重要任务。

本书在引入建筑环境概念的基础上，系统介绍了建筑外环境、室内空气环境、建筑热湿环境、建筑声环境、建筑光环境，最后介绍了建筑环境的综合控制与评价。掌握建筑环境的形成、环境特性的影响因素、主客观环境的分析和评价方法，是学习建筑环境学的关键。为此，全书以各环境形成的机理、特性、评价为主线阐述各环境知识点，以图文并茂的形象化、实际工程的应用、通俗易懂的例题分析为写作指导思想，使学生通过学习，掌握建筑环境变化的客观规律，领悟控制建筑环境的关键，从而达到掌握各环境所涉及的基本原理和分析方法的目的。本书各章节后均配有习题与思考题、参考文献，以便自学和实践。本书的课时安排建议为48~56学时，部分章节中的*号内容，各学校可根据实际情况取舍。

区别于现有同类教材,本书具有如下特点:

(1) 通过绪论阐述建筑环境学与建筑学科、环境学科之间的关系,使学生能够理解重组后专业的内涵,了解本专业、本课程在城市建设发展中的地位 and 作用。

(2) 在阐述基本原理和分析方法时,注重工程应用的可操作性,力图使学生通过教材学习,能够运用教材提供的原理、方法在实际建筑或工程中得到实践。

(3) 在“实际建筑自然通风”中,系统介绍了多开口建筑在热压、风压作用下的自然通风量的计算方法。

(4) 在“建筑热湿环境”中,引入了新的室内热湿环境舒适性评价的理念,并对其定量评价的方法进行了阐述。

(5) 本书拓展了与建筑环境相关领域的知识,如地质、水环境等,在声光环境中扩展了与建筑学相关的基础知识,以增加学生对交叉学科、边缘学科方面的了解。

(6) 本书最后介绍了适应于建筑环境的综合评价的方法,提出了在评价建筑环境的同时还应对由此给自然环境带来的负荷加以评估的新理念。

全书共分7章。第1章由上海理工大学黄晨、平顶山工学院罗义英负责编写;第2章由罗义英、黄晨负责编写;第3章由浙江理工大学姜坪负责编写;第4章由黄晨负责编写,第5章由平顶山工学院罗义英、杨秀芹负责编写;第6章由杨秀芹、罗义英负责编写;第7章由同济大学刘燕敏负责编写。全书由黄晨统稿。

本书由同济大学龙惟定教授主审,在整个编写过程中,龙惟定教授为本书框架和体系、编写内容等方面提出了许多宝贵的意见和指导,并对全书进行了详细的审阅,谨此表示衷心的感谢。同济大学范存养教授无私地提供了许多有价值的资料,并对本书提出了许多有益的建议,全国建筑环境与设备工程专业指导委员会彦启森教授、吴元炜教授对本书的写作给予了很大的鼓励和支持,在此一并表示深深地感谢。

本书参考了大量的教材、标准、科技书籍与文献,引用了许多相关的资料、图表、例题,同时也汇集了编者多年来的教学经验和科研成果,在此谨向有关文献的作者表示诚挚的谢意,向编写组成员成功的合作表示祝贺。最后对所有关心和支持本书编写的人士、研究生表

示真挚的谢意。

由于“建筑环境学”是本专业一门新的重要的学科基础课，涉及面广、体系新，加之编者学识和经验有限，书中一定存在错误、疏漏和不妥之处，恳请读者在使用过程中将发现的纰漏、错误以及建议及时反馈给编者，以完善本书，提高本书的质量，编者不胜感谢。

主编联系方式：

地 址：上海军工路 516 号 455 信箱

邮 编：200093

邮 箱：huangc@mail.usst.edu.cn, hcyhywj@163.com

电 话 (办)：021 - 65670045、021 - 65689275

编 者
2005 年 6 月

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 自然环境与建筑环境	1
1.2 建筑环境学的作用与地位	2
1.2.1 建筑环境学在环境学中的地位与作用	2
1.2.2 建筑环境学在建筑领域中的地位与作用	3
1.3 建筑环境发展过程与病态建筑综合症	6
1.4 建筑环境对人的行为影响*	8
1.4.1 建筑环境与人的行为模式	9
1.4.2 建筑环境对人的感觉、知觉的影响	11
1.4.3 建筑环境对人的交流行为的影响	12
1.4.4 建筑环境对人的健康行为的影响	12
1.5 建筑环境学的主要内容及研究方法	13
习题与思考题	15
参考文献	16
第 2 章 建筑外环境	17
2.1 建筑外环境中的太阳辐射	17
2.1.1 地球运行的基本知识	17
2.1.2 太阳位置的表示方法	21
2.1.3 太阳辐射能与日照	22
2.1.4 日照间距	27
2.1.5 垂直面日影计算*	29
2.2 建筑外环境中的气候环境	30
2.2.1 室外气象参数	30
2.2.2 城市气候	37
2.2.3 中国的气候环境	44
2.2.4 采暖通风空调设计中室外空气参数的选用	51
2.3 建筑外环境中的其他环境*	53
2.3.1 地质环境	53
2.3.2 建筑水环境	56
2.4 植被对建筑外环境的影响*	57

2.4.1 城市植被的概念和特点	57
2.4.2 植被对建筑外环境的作用	58
习题与思考题	60
参考文献	61
第3章 室内空气环境	62
3.1 室内空气污染物种类	62
3.1.1 室内空气污染物来源	62
3.1.2 室内空气主要污染物及其对人体的危害	65
3.2 室内空气品质标准及其评价方法	76
3.2.1 室内空气品质定义及其沿革	76
3.2.2 室内空气品质标准	78
3.2.3 室内空气品质评价方法	81
3.3 民用建筑室内空气污染控制方法	84
3.3.1 室内污染源的控制	84
3.3.2 建筑维护方法	86
3.4 通风换气控制方法	88
3.4.1 通风稀释方程与通风量的确定	89
3.4.2 自然通风原理	96
3.4.3 实际建筑自然通风*	101
3.4.4 有组织的自然通风	106
3.4.5 气流组织评价方法	109
3.4.6 室内气流的定量分析方法*	112
3.4.7 空调系统的应对措施*	114
习题与思考题	117
参考文献	118
第4章 建筑热湿环境	120
4.1 影响室内热环境的物理因素	121
4.1.1 太阳辐射与室外空气综合温度	121
4.1.2 非透明体围护结构的热工特性	130
4.1.3 半透明体围护结构的热工特性	144
4.2 房间冷负荷的形成及其计算方法概述	149
4.2.1 得热与负荷的基本概念	150
4.2.2 稳定计算方法	153
4.2.3 非透明体围护结构冷负荷及谐波反应法	154
4.2.4 半透明体围护结构得热与负荷及其节能方法	158
4.2.5 冷负荷系数法与室内负荷	170
4.2.6 通风渗透负荷	178
4.3 室内湿环境的形成	181

4.3.1 室内湿源及其散湿量	181
4.3.2 墙体传湿及计算	183
4.3.3 围护结构结露及其防治	184
4.4 热湿环境中的人体生理学和心理学基础	189
4.4.1 热湿环境中的人体生理学基础	189
4.4.2 热湿环境中的人体心理学基础	193
4.4.3 人体热平衡方程以及热舒适性描述	196
4.5 人对热湿环境的评价	202
4.5.1 PMV - PPD 指标及其影响因素	202
4.5.2 空调房间引起局部热不舒适的主要因素	209
4.5.3 其他稳态热舒适性综合评价参数	213
4.5.4 动态热湿环境及其评价方法	217
4.5.5 过热、过冷热湿环境及其评价方法	220
习题与思考题	225
参考文献	227
第5章 建筑声环境	229
5.1 声音的基本概念及特性	229
5.1.1 声音的基本特性	229
5.1.2 声音的度量	233
5.1.3 声音的传播特性	237
5.1.4 室内声学特性	240
5.2 人的听觉特征及其对环境噪声的反应	244
5.2.1 人耳的听觉特性	244
5.2.2 室内环境噪声的特征	246
5.2.3 噪声的危害	247
5.2.4 环境噪声的评价	249
5.3 环境噪声控制	256
5.3.1 环境噪声控制的基本方法	256
5.3.2 噪声控制的主要途径	257
5.3.3 吸声减噪	260
5.3.4 房间的隔声降噪	264
5.3.5 隔振与减振降噪	266
5.3.6 消声降噪	269
5.3.7 通风、空调系统的噪声控制	272
5.4 室内音质设计基础*	276
5.4.1 音质的主观评价与客观指标	277
5.4.2 声学用房的混响时间	280
5.4.3 建筑声环境的设计原则	282

习题与思考题	283
参考文献	285
第6章 建筑光环境	286
6.1 光与颜色的基本知识	286
6.1.1 光学基本知识	286
6.1.2 材料的光学特性	293
6.1.3 颜色的基本概念	297
6.2 视觉环境	304
6.2.1 人眼的视觉特征	305
6.2.2 视觉功效	309
6.2.3 照明对视觉的影响	309
6.3 天然光环境	310
6.3.1 光气候与采光标准	310
6.3.2 采光口和天然光环境	316
6.3.3 天然光环境设计基础	321
6.4 人工光环境	324
6.4.1 人工光源	324
6.4.2 照明灯具	329
6.4.3 照明方式和照明种类	334
6.4.4 人工光环境质量及其评价标准	336
6.4.5 室内工作照明设计基础	340
6.4.6 人工照明的节能措施	345
6.4.7 室内外环境照明设计基本方法*	347
习题与思考题	350
参考文献	351
第7章 建筑环境的综合控制与评价	352
7.1 建筑环境的综合控制目标	352
7.1.1 医药工业	353
7.1.2 纺织工业	354
7.1.3 电子工业	354
7.2 建筑环境的综合评价	356
7.2.1 建筑环境评价的分类	357
7.2.2 建筑环境的评价方法	357
7.2.3 建筑环境评价要素及其评价方法	362
7.2.4 建筑环境的节能评价标准	363
7.3 建筑环境的综合分析	364
7.3.1 建筑物的环境影响因素	364
7.3.2 室内环境品质对人的综合作用	365

7.3.3 建筑内环境对建筑外环境的反作用	366
7.3.4 建筑环境评价的数据分析	369
习题与思考题	370
参考文献	370
附录	372
附录 1 建筑材料热物理性能计算参数	372
附录 2 公共建筑室内照度标准值	374
附录 3 工业建筑通用房间一般照明照度标准值	377
附录 4 建筑环境的客观评价	378
附录 5 建筑环境的主观评价	390
附录 6 某建筑环境评价案例	393

第 1 章

绪 论

1.1 自然环境与建筑环境

环境是人类赖以生存和发展的基础。环境是指人类以生存并以人为中心围绕着人的物质世界。环境是一个极其复杂的、互相影响、互相制约的辩证的自然综合体。

环境一般可分为自然环境和社会环境，随着科学技术的高度发展，人工环境也应运而生。人类的自然环境就是指环绕于人类周围各种自然因素的总和，它是由生物圈构成并保持平衡的物质世界。人类的社会环境是指人类的社会制度、经济状况、职业分工、文化艺术、卫生等上层建筑和生产关系。人工环境是指人类为了满足生产及生活需要，采用人工方式创造的物理环境。

人类自古以来，最初为了保护自己，创造洞穴以抵御降雨、大风、寒冷、炎热及敌人。这些洞穴与当初动物的巢穴相同，仅防身而已，以后开始利用窗户自然采光，利用开口通风换气，巧妙地利用自然获得舒适的生活环境。现代社会的发展，生活水平的提高和科学技术的进步，人们对高质量居住条件包括对室内各种舒适环境的要求越来越高。室内环境以及与之共存的建筑，被人们不断地研究和改善，并采用建筑设备提供给室内自然所不能给予的舒适环境，由此产生了人工环境学。

城市环境是自然环境的一部分，除了构成城市的物理环境外，它还包括人类活动所形成的社会环境。在城市物理环境中建筑是城市环境的重要组成部分。直接影响人类生活工作的主要是建筑中的室内环境，它受建筑物室外气温、风速及日照等的影响。因此建筑环境包含了室内环境以及环绕建筑的室外环境。图 1-1 展示了自然环境、城市环境、建筑环境、室内环境之间的关联。

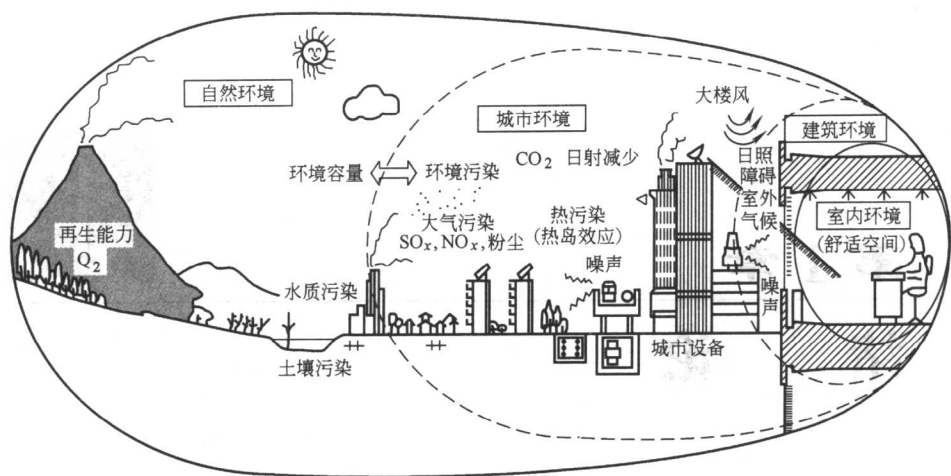


图 1-1 自然环境与建筑环境

1.2 建筑环境学的作用与地位

建筑环境学是指在建筑空间内，在满足使用功能的前提下，如何使人们在使用过程中感到舒适和健康的一门科学。它包括建筑、传热、声、光、材料及生理和心理等多门学科的内容，是一门跨学科的边缘学科。建筑设备学或称建筑环境工程学则运用建筑环境学、工程技术等的原理和方法，采用机械手段，巧妙地将设备组成系统，以提供室内所需的舒适环境。建筑环境学和建筑设备工程学又可统称为建筑环境与设备工程学。

1.2.1 建筑环境学在环境学中的地位与作用

环境学是关于利用、控制自然环境，确保安全、舒适生活的技术科学的总称。建筑环境学是环境学中的一个分支。

建筑环境是城市环境的一部分，城市环境学主要研究城市公共设施所形成的环境与人类生存所需环境之间的关系，它也是与人们生活、工作息息相关的—门学科。城市环境学、建筑环境学、设备学组成了广义环境的内核，图 1-2 表示了这三个学科之间的关系以及这一领域所需的基础学科。从图 1-2 中可以看出，各学科相互影响，相互作用，形成了许多新兴边缘、交叉学科。由环境构成、环境规划、设备系统及其原理等形成了环境系统学。无论是城市环境、建筑环境，还是特殊的室内环境，整个环境系统的形成是建立在—定的环境学原理的基础上，根据相应的设备工作原理，通过环境规划组成满足要求的环境系统，其组成环境系统的方法是类似的。建筑环境系统处于城市大环境之中，众多的建筑环境及其

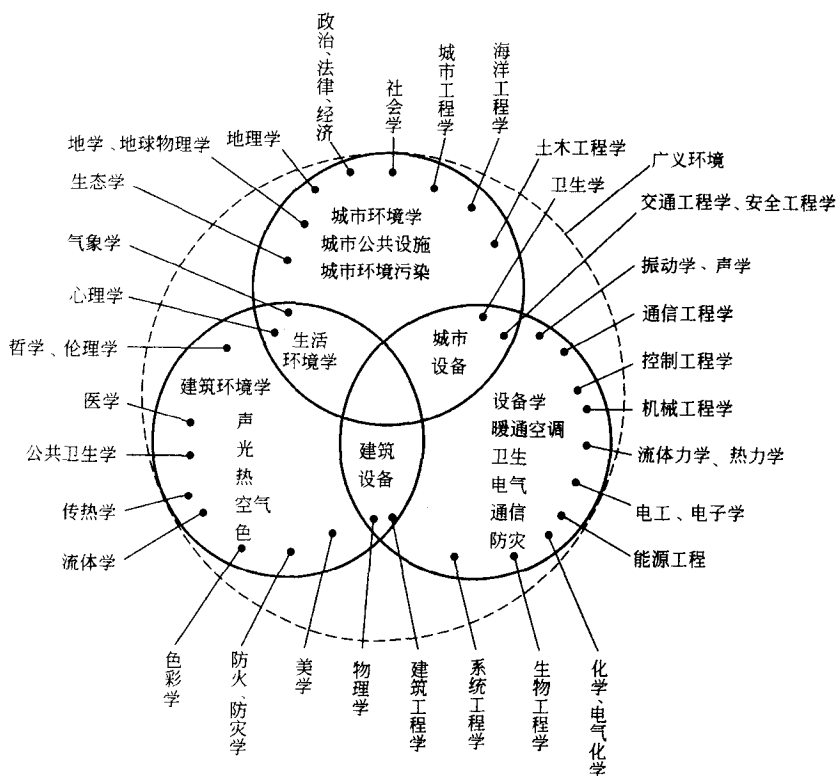


图 1-2 建筑环境学与城市环境学、设备学的关联

建筑外环境组成了庞大的城市环境系统。建筑环境系统根据建筑功能的不同，对建筑环境的要求以及所组成的环境系统也有所不同。图 1-3 表示了环境系统的立体构造。

1.2.2 建筑环境学在建筑领域中的地位与作用

房屋建筑设计一般由建筑设计、建筑结构工程设计、建筑环境与建筑设备工程设计构成。这三者的基础理论均来自于建筑学、建筑结构工程学、建筑环境与设备工程学。而这三个学科又分别由众多的基础学科与应用学科所组成。图 1-4 描绘了房屋建筑设计过程中所需的学科构成。

图 1-5 反映了房屋建筑在建设过程中建筑设计、建筑结构工程设计、建筑环境与设备工程设计三者之间的内在联系。建筑师根据业主提出的建筑功能要求，规划设计建筑造型和内部分隔，并通过建筑造型和选用的建筑材料最大限度地实现建筑功能对建筑内部环境的要求，并实现对建筑的艺术描绘，在完成建筑功能的同时，给人以美的享受。结构工程师根据建筑师规划设计的建筑造型、内部分

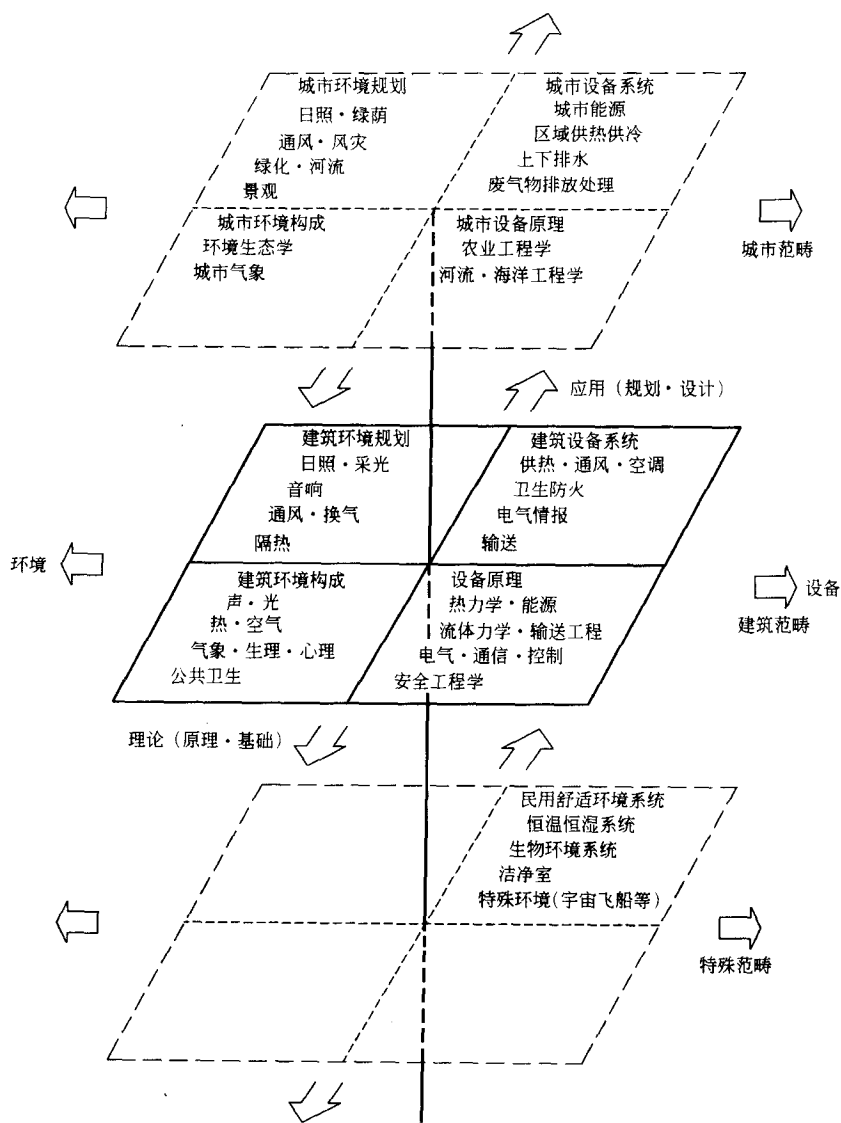


图 1-3 环境系统工程学立体构造

隔,以承受建筑结构荷载,免遭地震、台风、暴雨等各种自然灾害所引起的危害为目的,进行一系列的结构计算,定量确定建筑结构,为满足建筑功能要求赋予建筑足够的安全性。建筑设备工程师则以建筑师所规划的建筑内部分隔为对象,考虑采用设备系统工程的方法实现建筑本身无法实现、建筑功能所要求的室内环境。从图 1-5 中可以看出,建筑环境是建筑设备工程师与建筑师共同关注的结合点,房屋建设最终通过结构工程师、设备工程师的结构工程、设备工程的设计与