



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高校建筑学专业指导委员会规划推荐教材

建筑物理

(第三版)

BUILDING
PHYSICS

东南大学 柳孝图 编著



中国建筑工业出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高校建筑学专业指导委员会规划推荐教材

建筑物理

(第三版)

BUILDING
PHYSICS

东南大学 柳孝图 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑物理/柳孝图编著. —3 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2010

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高校建筑学专业指导委员会规划推荐教材

ISBN 978-7-112-11786-4

I. 建… II. 柳… III. 建筑物理学—高等学校—教材
IV. TU11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 023793 号

责任编辑: 陈 桦 王玉容

责任设计: 赵明霞

责任校对: 陈晶晶

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高校建筑学专业指导委员会规划推荐教材

建筑物理

(第三版)

东南大学 柳孝图 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

世界知识印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 33¼ 插页: 4 字数: 842 千字

2010 年 7 月第三版 2010 年 11 月第二十七次印刷

定价: 52.00 元

ISBN 978-7-112-11786-4

(19036)

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)

第三版前言

《建筑物理》(第三版)是教育部“普通高等教育‘十一五’规划教材选题”之一。

随着我国社会、经济和城市化进程的发展,编者认识到必须把物理环境诸因素的变化及控制,置于人类活动与自然环境这一大的背景中考察、分析。现代社会人居环境的改变,除了偶发的自然灾害外,就是人类以不可持续的理念、方法对自然资源、能源的开发、应用引起的环境改变。以密集居住的人群及其从事的高强度经济活动为特征的城市区域,是对自然资源、能源消耗最多,排废最集中的地域。

根据上述认识,对于第三版,编者在努力把握作为专业基础课之一的本课程教学内容改革方向的前提下,把城市区域环境与建筑物理环境品质(包括出现的恶化趋势及改善措施)的关系,作了必要的阐述和分析。此外,和前版相比,各篇的内容及整合都有所调整,主要是:

一、建筑热工学篇 由于室外热环境是影响室内热环境品质的最主要因素,增加了微气候和健康通风方面的知识;理顺建筑热工、建筑节能计算中几个计算参数的关系;增加了居住建筑群日照分析和可调节遮阳的介绍。

二、建筑光学篇 为适应不同学校、不同专业及不同学时的需要,对一些内容进行了整合,例如:把“采光标准”移到“采光设计”中。新增加了有关颜色的知识、国际照明委员会(CIE)天空类型的说明以及武汉美术馆展厅照明设计。

三、建筑声学篇 增加了双耳听觉、扩散反射构造设计、声景观方面的知识;选用了一些新近测量的吸声材料的数值;更换了声环境规划设计的工程案例分析;新增了国家大剧院工程实例以及近些年国外建造的厅堂实例。

全书反映了最新版本的国家标准、规范,增加了计算机软件介绍。附录中选

用了有较好实用性的建筑隔声构造资料。

经过更新、调整、修订，并着力改进面向全国的适应性和可选择性的第三版，总体篇幅与第二版相当。

第三版的撰稿人及承担的工作分别是：

东南大学傅秀章副教授 第1篇第1.1章至1.4章，相关软件介绍以及建筑热工学实验指示纲要。

山东建筑大学刘琦副教授 第1.5章及建筑日照软件介绍。

重庆大学陈仲林教授、严永红教授、杨光曙教授及张文青高级工程师 第2篇全部及建筑光学软件介绍、实验指示纲要。重庆大学研究生刘炜、罗玮、黄彦、黄珂、吴欣、李晶参加了第2篇的修订工作。

浙江工业大学邵惠鑫副教授 参加撰写第3.1章，负责撰写建筑声学软件介绍、建筑声学实验指示纲要。

太原理工大学陆风华教授 第3.2章书稿的初稿。

第三版其余章节的撰写，部分书稿的再修改、补充、更新、调整，及全书的定稿均由本人完成。东南大学研究生马晶琼、郑彬、王莎莎、陈蕾参与了全部书稿的录入、整理及绘图工作。

全国高校建筑学专业指导委员会聘请的审阅人、天津大学沈天行教授审阅书稿后指出：“《建筑物理》（第三版）内容丰富了很多，特别增加了很多新的内容、新的实例。建筑物理是一门技术性较强的课，因此随着建筑技术的发展，需要更新、发展的内容较多，本书做到了这一点。应该说是一本内容充实又有时代气息的好教材。望该教材能早日印出，投入市场，为不同类型的建筑物理学子使用。”此外，编者已依沈教授审阅中提出的几点具体意见对书稿作了相应的修改、补充。

在本书修订过程中，同济大学、上海申华声学装备公司提供了新的建筑隔声、降噪资料，中国中元国际工程公司周茜高级工程师、北京市建筑设计研究院王峥高级工程师提供了建筑声环境规划分析实例，中国国家大剧院李国棋博士、清华大学燕翔博士以及朱相栋老师提供了国家大剧院资料，美国 ARTEC 顾问公司 Russ Johnson 先生提供了国外厅堂工程实例。北京天正软件公司、深圳斯维尔软件公司提供了相关的软件资料。此外，中国标准建筑设计研究院张生友高级工程师、中国恩菲工程技术有限公司李涛建筑师、东南大学石邢副教授、清华大学郝文璟老师也都提供了可贵的帮助。

对在本书修订中付出辛勤劳动的各位学者和提供支持、帮助的单位、专家、学者、朋友致以衷心的感谢。

对本书审阅人、天津大学沈天行教授和一直关注、支持、帮助本书修订工作的中国建筑工业出版社陈桦编辑同样致以深切的谢意。

《建筑物理》第一版（1990年）及第二版（2000年）先后共计印刷25次（其中第一版印刷6次），累计印数113320册（其中第一版39820册）。希望第三版能继续为培养土建类专业人才及相关人员的继续教育提供应有的服务。

限于编者的水平，书中的不妥之处切盼得到各方面的批评、指正。

柳孝图

2009年12月

第二版前言

本书第一版自1991年出版发行以来，虽为许多高等学校选用，被全国注册建筑师管理委员会指定为一级注册建筑师资格考试的复习用书，和获建设部优秀教材一等奖，但编者认为还应着力提高内容的先进性、科学性、系统性以及教学的适用性，才能适应时代的需要。编者对该书修订再版的设想于1997年获准列入建设部“九五”重点教材建设计划。

我国高等学校建筑类学科设置建筑物理课程始于20世纪50年代，主要以各类单体建筑为对象介绍室内空间物理环境诸因素与人们生产、生活的关系，以及为优化这些物理因素刺激作用可以采取的建筑措施。事实上除了地下空间等特殊的环境条件外，室内空间物理环境无不受外界环境的影响。作为人类生存环境组成部分的物理环境，与城市的发展变化密切相关，或者说城市物理环境诸因素的变化和作用是与在城市区域集居密度不断增加的居民及其从事的消耗大量矿物燃料的高强度经济活动密切相关。因此，第二版增列了“人与物理环境概论”一章，其中包括了“人类活动与自然环境”的简述，以及简要分析在为实现包括改善物理环境在内的可持续发展进程中，建筑学专业人员可以发挥的作用。

本书除保留第一版的基本特点外，还从以下几方面作了修订。

1. 优化编写体例

单独编列一章“室内热环境”，把室外气候作为影响室内环境的因素之一，以便较系统、简要地介绍室内热环境理论。把“湿空气的概念”移至第三章，使对“蒸汽渗透”及“内部冷凝”的介绍衔接。“建筑日照”和“遮阳”都是以地球绕太阳运行规律为基础，分析直射阳光对室内空间的热作用，因此，归并为一章。此外，将“建筑声学篇”的六章调整、归并为四章。

2. 以典型的、先进而又实用的内容代替某些陈旧内容

尽可能按国家近年制订的“规范”、“标准”组织相关内容，既可使在城市规划和建筑设计中解决建筑物理问题时有准确的依据，又有助于建立和加强使用技术法规的观念。

第二版从热环境角度增加了对玻璃幕墙、被动式太阳能建筑的介绍。“建筑照明”增加了对上海博物馆新馆的介绍，以及若干室内、外照明的彩色照片，希望有助于加深对相关内容的理解。“建筑声学篇”精选了一些新的而又实用的内容，对于大型厅堂实例的介绍，既有现今仍然使用且音质良好的传统体形音乐厅，又有新竣工交付使用的上海大剧院。

此外，对于第一版在出版发行前未及勘误的错漏也作了仔细校核和改正。

第二版仍由本人主编。各部分书稿的撰稿人是：东南大学柳孝图教授（第0.1章及第Ⅲ篇），湖南大学杨新民高级建筑师（第Ⅰ篇），重庆建筑大学杨光璠教授及张青文工程师（第Ⅱ篇）。全国建筑类学科专业指导委员会聘请的主审人是天津大学沈天行教授。编者依主审人提出的意见对书稿作了若干修改和补充。

本书的修订工作得到许多专家、学者及单位的关心和帮助。中国建筑科学研究院张绍纲教授、肖辉乾教授，中国气象科学研究院朱瑞兆教授，同济大学俞丽华教授、钟祥璋教授，华东建筑设计研究院章奎生高级工程师，南京大学孙广荣教授、吴启学副教授以及人民大会堂管理局都提供了十分宝贵的资料。此外，华南理工大学吴硕贤教授，重庆建筑大学陈延训教授、林泰勇副教授，浙江大学葛坚老师、张三明老师等都对本书的修订给予很多关心和帮助，在此一并致衷心的感谢。我还要感谢中国建筑工业出版社王玉容编辑自本书第一版出版以来持续至今的合作和热情支持。

就我们的主观愿望而言，希望第二版能更好地为我国高校建筑类学科的建筑物理教学和跨世纪的建筑工作者服务，但限于编者的水平，书中的不妥之处，恳切希望得到各方面的及时批评和指正。

柳孝图

1999年8月

第一版序

建筑物理主要是从生理、心理的角度，分析人们对房屋建筑内、外环境的物质和精神要求；并综合运用工程技术手段，在规划和建筑设计中，为人们创造适宜的物理环境的学科。

以学校的教学环境而论，如果对教室的设计，只考虑其长、宽、高的尺度，就将与贮藏空间没有区别。教室是供教学活动使用的空间，应能满足师生在物质和精神两方面的需要。教室的外围护结构不能只考虑防止外界自然力的作用，而应当使自然力与人们自身的热觉、视觉和听觉系统的适应能力相平衡。也就是说，学校建筑要为师生提供适宜的热环境、光环境和声环境，以有利于身心健康和提高学习、工作效率。在古代，虽然对科学道理懂得很少，但人们还是根据实际的感受和当时的物质条件，力求创造相对适宜的活动空间。随着时代发展出现的另一类房屋建筑，例如恒温、恒湿车间，录音室、演播厅等，需要为人们提供与自然力完全隔绝的热环境、光环境和声环境。因此，社会生产力的发展和科学技术的进步，一方面使许多建筑师对“建筑功能”的理解，有了新的概念，注入新的内容；另一方面也促使了与许多学科相互交叉的、以建筑热工学、建筑光学和建筑声学为基本内容的建筑物理学科的形成。自60年代以来，有些工业发达国家的建筑科学工作者，认为“建筑环境设计取代了作为建筑科学主要问题的建筑结构”，这种见解并非没有道理。当然，建筑环境设计的内涵并不只是建筑物理环境设计。

随着时代的发展，人们对物理环境的要求日益重视。在住宅区的规划设计时，必须考虑为保证日照应有的建筑间距和建筑热工设计规程的要求。在室内欣赏音乐，除了适宜的混响时间，还要求有声音的“环绕感”。在最近的四分之一

世纪里，在环境的设计和研究中，已经得到发展的一项活动是对竣工的（包括交付使用的）房屋建筑的性能进行系统的评价。从环境功能考虑的这种评价，主要包括外部环境、空间环境、热觉环境、视觉环境和听觉环境等五个方面。

此外，当今整个社会所要实现的各项目标中，存在着相互矛盾的一面。例如，一座现代化的城市，不可能没有空中交通。但是航空港的修建，必然给城市带来强烈的飞机噪声。作为现代化城市标志之一的城市中心的高层建筑群，会引起“热岛效应”。正在研究和不断开发的轻型建筑材料和预制装配的干法施工，要求有新的技术手段解决房屋建筑的隔声问题。因此，城市化和工业、科学技术的发展，使设计人员对城市布局和建筑功能的考虑与实现，对科学技术的依赖关系日益明显。当代的建筑师，如果具有坚实的基础理论和较宽的知识面，就能将建筑创作的艺术构思与反映时代要求的工程技术揉合在一起。我国高等学校建筑系，自50年代以来设置的建筑物理课程，正是反映了对培养建筑师考虑物理环境设计和综合能力的要求。

本书在编写时着重考虑以下几点：

一、着眼于宏观的通用性 现在全国约有40余所高等学校设置建筑学专业，大多数为4年制，少数是5年制。考虑作为面向全国高校同类专业的教材，只能着眼于宏观的通用性。因此，本课程的内容仍按原全国建筑学专业教学计划中分配的90学时（包括实验课）为依据。各篇分别为：建筑热工学32学时，建筑光学26学时，建筑声学32学时。

二、反映对专业基础课的要求 建筑物理是建筑学专业的专业基础课程之一。依我的理解，“专业”是指对物理环境的要求，本质上属于建筑设计的范畴；是对城市和建筑物功能要求与质量评价的组成部分。“基础”是指其内容属于建筑学专业所要求的基本理论的组成部分；但须运用物理学的知识和分析方法于总体布局、单体建筑设计、建筑围护结构和室内装修等的设计中。基于这样的认识，本书着重讲述建筑师必备的物理环境基本概念，基本知识，经验公式，有实用价值的规划、设计原则，以及为达到标准或规范要求可以采用的工程技术措施，而减少数学公式和物理细节。因为是专业基础课，可以采用一些不同的，但又相互补充的教学方法。例如，选择最基本的部分作系统的讲授，甚至可以考虑把分别编入三篇的人对环境感觉的物理基础，集中在一起讲授。有些内容可以结合不同的课程设计题目，安排和组织教学（例如，建筑日照结合住宅区的规划设计，室内音质结合影剧院设计等）；还可以通过开设选修课、指导毕业设计等，组织教学。

三、注意内、外空间物理环境的联系 人们熟知的是外部环境和建筑空间环境之间的必然联系，并且一般建筑内部空间的物理环境受到外部环境的制约。建筑师在着手一项工程设计时，总是从总图布置开始，继而进入单体建筑设计。尽管对于人们所处的外部环境和建筑内部空间物理环境的设计，没有固定的程式可供遵循，但是如果能从接受任务开始，就把对物理环境的功能要求，结合到用地选择和总图布置中去，必将有助于比较合理和经济地进行建筑空间的物理环境设计。基于这样的认识，本书内容适当反映外部空间（包括建筑群布局）和建筑

物内部空间物理环境的关系。

四、提供参考选用的实验指示纲要 实验是本课程的组成部分。从建筑学专业的特点考虑,依实验要求的繁简和使用仪器设备的种类,有些属示范性的实验;有些实验项目则可由学生自己动手作。各校可依不同的条件选择开出若干实验。

五、西安冶金建筑学院等四校合编的建筑物理(高等学校试用教材),在总体安排和内容选编等方面的许多特色,本书编者均注意认真地研究和借鉴。此外,书中也包括了编者的某些比较成熟的、有实用价值的研究成果。

本书由柳孝图主编。建筑热工学的编者是管荔君(东南大学副教授),建筑光学的编者是杨光璿(重庆建筑工程学院教授)和罗茂羲(重庆建筑工程学院副研究员),建筑声学的编者是柳孝图(东南大学教授)。

全国建筑学类学科专业指导委员会聘请林其标教授(华南理工大学)担任本书的主审人。林教授除负责全书的审阅外,还建议学科委聘请沈天行教授(天津大学)和谢德安副教授(重庆建筑工程学院)分别参加审阅本书建筑光学篇和建筑声学篇的书稿。对于在审阅中所提出的意见,除由主编、各篇编者认真考虑并参照修改书稿外,谨向主审人及审稿人表示衷心的感谢。

对于本书的错漏和不妥之处,恳切希望得到各方面的及时批评和指正。

柳孝图

1990年5月

基本符号表

建筑热工学

A_{sa}	室外综合温度振幅, $^{\circ}\text{C}$;
A_s	太阳方位角, deg ;
a	材料的热扩散系数 (或称导温系数), m^2/s ;
c	材料比热容, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;
c_p	空气比热容, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;
D	热惰性指标, 无量纲;
H_0	围护结构的总蒸汽渗透阻, $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}/\text{g}$;
h_s	太阳高度角, deg ;
I	太阳辐射照度, W/m^2 ;
K_0	围护结构传热系数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
P	水蒸气分压力, Pa ;
q	热流强度, W/m^2 ;
q_H	采暖耗热量指标, W/m^2 ;
q_m	人体新陈代谢产热率, W/m^2 ;
Δq	人体得失的热量, W/m^2 ;
$R_{0, \min}$	最小总热阻, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$;
R_{ag}	封闭空气间层热阻, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$;
R_0	围护结构传热阻, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$;
R_e	外表面换热阻, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$;
R_i	内表面换热阻, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$;
r_h	对辐射热的反射系数, 无量纲;
S	材料的蓄热系数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
SC	窗玻璃遮阳系数, 无量纲;
SD	遮阳设施的遮阳系数, 无量纲;
$SHGC$	窗系统 (包括窗玻璃和遮阳设施) 的太阳辐射得热系数, 无量纲;
S_w	窗口综合遮阳系数, 无量纲;
t_d	露点温度, $^{\circ}\text{C}$;
t_e	室外空气温度, $^{\circ}\text{C}$;
t_i	室内空气温度, $^{\circ}\text{C}$;
t_{sa}	室外综合温度, $^{\circ}\text{C}$;
v	气流速度, m/s ;

基本符号表

Y	材料层表面蓄热系数, $W/(m^2 \cdot K)$;
Z	温度波的周期, h; 采暖期天数, d;
α_c	对流换热系数, $W/(m^2 \cdot K)$;
α_e	外表面换热系数, $W/(m^2 \cdot K)$;
α_i	内表面换热系数, $W/(m^2 \cdot K)$;
α_r	辐射换热系数, $W/(m^2 \cdot K)$;
δ	太阳赤纬角, deg;
ε	黑度 (或发射率), 无量纲; 朝向修正系数;
φ	空气相对湿度, %;
λ	材料导热系数, $W/(m \cdot K)$;
ρ_h	对辐射热的吸收系数, 无量纲;
ρ_s	围护结构外表面对太阳辐射的吸收系数;
τ_h	对辐射热的透射系数, 无量纲;
ν_0	围护结构衰减倍数, 无量纲;
ν_i	室内温度谐波传到围护结构内表面时的衰减度, 无量纲;
ξ_0	围护结构延迟时间, h;
ξ_i	室内温度谐波传到围护结构内表面时的延迟时间, h;
ω	蒸汽渗透强度, $g/(m^2 \cdot h)$; 角速度, deg/h;
μ	材料的蒸汽渗透系数, $g/(m \cdot h \cdot Pa)$ 。

建筑光学

A	面积, m^2 ;
C	采光系数, %; 亮度对比;
C_{av}	采光系数平均值, %;
C_{min}	采光系数最低值, %;
C_d	天窗窗洞口的采光系数, %;
C'_d	侧窗窗洞口的采光系数, %;
C_u	照明装置的利用系数;
d	识别对象的最小尺寸, mm;
E	照度, lx;
E_n	在全阴天天空漫射光照射下, 室内给定平面上的某一点由天空漫射光所产生的照度, lx;
E_w	在全阴天天空漫射光照射下, 与室内某一点照度同一时间、同一地点, 在室外无遮挡水平面上由天空漫射光所产生的室外照度, lx;
Φ	光通量, lm;

I_{α}	发光强度, cd;
K_f	晴天方向系数;
K	光气候系数; 维护系数;
K_c	侧面采光的窗宽修正系数;
K_q	高跨比系数;
K_p	顶部采光的室内反射光增量系数;
K'_p	侧面采光的室内反射光增量系数;
K_{τ}	顶部采光的总透射比;
K'_{τ}	侧面采光的总透射比;
K_w	侧面采光的室外建筑物挡光折减系数;
L_{α}	亮度, cd/m^2 ;
L_t	目标亮度, cd/m^2 ;
L_b	背景亮度, cd/m^2 ;
L_{θ}	仰角为 θ 的天空亮度, cd/m^2 ;
L_z	天顶亮度, cd/m^2 ;
R_a	一般显色指数;
ΔE	色差;
RCR	室空间比;
CCR	顶棚空间比;
$V(\lambda)$	光谱光(视)效率;
α	材料的光吸收比; 视角, 分;
τ	采光材料的光透射比;
ρ	材料的光反射比;
$\bar{\rho}$	室内各表面光反射比的加权平均值;
η	灯具效率, %;
λ	波长, nm;
Ω	立体角, sr;
CRF	对比显现因数;
LPD	照明功率密度, W/m^2 。

建筑声学

AI	清晰度指数;
C	声速, m/s;
f	声波的频率, Hz;
I	声强, W/m^2 ;
L_A	A 计权声级, dB (A);
L_{dn}	昼夜等效 [连续] 声级, dB (A);
$L_{Aeq,T}$	等效 [连续 A 计权] 声级, dB (A);

基本符号表

L_1	声强级, dB;
L_p	声压级, dB;
$L'_{\text{pnT,w}}$	计权标准化撞击声压级, dB;
L_w	声功率级, dB;
N	菲涅尔数;
NR	噪声评价数;
NRC	降噪系数
p	有效声压, N/m^2 ;
$Phon$	响度级, 方;
Q	声源的指向性因数;
R	隔声量, dB; 房间常数, m^2 ;
R_w	计权隔声量, dB;
SIL	语言干扰级, dB;
T_{60}	混响时间, s;
TNI	交通噪声指数, dB (A);
W	声源的功率, W;
α	吸声系数, %;
λ	声波的波长, m;
τ	声透射系数, %。

目 录

绪论 物理环境概论

- 0.1 人类活动与自然环境 2
- 0.2 人与物理环境 7
- 0.3 物理环境（品质）的优化 9

第1篇 建筑热工学

- 第1.1章 室内外热环境 17
 - 1.1.1 室内热环境 17
 - 1.1.2 室外气候 25
 - 1.1.3 我国建筑热工设计分区及设计要求 30
 - 1.1.4 城市气候和微气候 31
 - 第1.1章注释 35
- 第1.2章 建筑的传热与传湿 36
 - 1.2.1 传热方式 36
 - 1.2.2 平壁的稳态传热 48
 - 1.2.3 平壁的周期性传热 57
 - 1.2.4 建筑传湿 67

第 1.3 章 建筑保温与节能	73
1.3.1 建筑保温的途径	73
1.3.2 围护结构保温设计	76
1.3.3 围护结构传热异常部位的保温措施	88
1.3.4 围护结构受潮的防止与控制	95
第 1.3 章注释	101
第 1.4 章 建筑隔热与通风	102
1.4.1 室内过热的原因及防热途径	102
1.4.2 围护结构隔热设计	104
1.4.3 房间的自然通风	118
第 1.4 章注释	130
第 1.5 章 建筑日照与遮阳	131
1.5.1 日照的基本原理	131
1.5.2 日照标准与日照间距	138
1.5.3 日照分析方法	140
1.5.4 建筑遮阳	146
第 2 篇 建筑光学	
第 2.1 章 建筑光学基本知识	159
2.1.1 眼睛与视觉	159
2.1.2 基本光度单位和应用	162
2.1.3 材料的光学性质	168
2.1.4 可见度及其影响因素	173
2.1.5 颜色	178
第 2.1 章注释	183
第 2.2 章 天然采光	184
2.2.1 光气候和采光系数	184
2.2.2 窗洞口	191
2.2.3 采光设计	205
2.2.4 采光计算	219
第 2.2 章注释	228
第 2.3 章 建筑照明	229
2.3.1 电光源	229
2.3.2 灯具	239

2.3.3	室内工作照明设计	246
2.3.4	室内照明设计举例	256
2.3.5	照明计算	264
2.3.6	室内环境照明设计	268
2.3.7	室外照明设计	291
2.3.8	绿色照明工程	296
第2.3	章注释	300

第3篇 建筑声学

第3.1	章 声音的物理性质及人对声音的感受	303
3.1.1	声音 声源 空气中的声波	303
3.1.2	声音的物理性质与计量	304
3.1.3	声音在户外的传播	310
3.1.4	声波的反射 折射 衍射 扩散 吸收和透射	312
3.1.5	声音在围蔽空间内的传播	317
3.1.6	人对声音的感受	323
3.1.7	噪声对人的影响	328
第3.2	章 建筑吸声 扩散反射 建筑隔声	335
3.2.1	建筑吸声	335
3.2.2	扩散反射	344
3.2.3	建筑隔声	346
3.2.4	墙体、门、窗及屋顶隔声	348
3.2.5	楼板隔声	356
3.2.6	建筑隔声测量与单值评价量	357
第3.2	章注释	360
第3.3	章 声环境规划与噪声控制	361
3.3.1	城市噪声及相关的评价量	361
3.3.2	声环境立法 标准和规范	367
3.3.3	城市声环境规划与降噪设计	369
3.3.4	创造愉悦的声景	379
3.3.5	几类建筑声环境设计要点及工程实例	381
3.3.6	建筑物的吸声降噪	389
3.3.7	建筑物的隔声降噪	394
3.3.8	建筑隔振与消声	400
第3.4	章 室内音质设计	407
3.4.1	围蔽空间里的声学现象综述	407