



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高校建筑环境与设备工程专业指导委员会规划推荐教材

# 建筑环境学 (第三版)

朱颖心 主编

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  
高校建筑环境与设备工程专业指导委员会规划推荐教材

# 建筑环境学

(第三版)

朱颖心 主编  
朱颖心 张寅平 李先庭 秦佑国 詹庆旋 编著

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

建筑环境学/朱颖心主编. —3版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2010. 8

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高校建筑环境与设备工程专业指导委员会规划推荐教材

ISBN 978-7-112-12333-9

I. ①建... II. ①朱... III. ①建筑学-环境理论

IV. ①TU-023

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 149981 号

“建筑环境学”是高等学校建筑环境与设备工程专业的基础课。本教材在介绍了建筑外环境、室内热湿环境、空气质量环境、空气流动、声光环境的同时, 还从人的生理和心理角度出发, 分析介绍了人的健康舒适要求与室内、外环境质量的关系, 为创造适宜的建筑室内环境与室外微环境提供了理论依据。本教材共九章, 包括: 绪论、建筑外环境、建筑热湿环境、人体对热湿环境的反应、室内空气品质、室内空气环境营造的理论基础、建筑声环境、建筑光环境、工业建筑的室内环境要求。每部分均相对独立, 各章都提供了思考题、符号说明、主要术语中英对照和参考文献。

本书除可作为建筑环境与设备工程专业的教材外, 还可供土建类其他专业的师生参考。

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高校建筑环境与设备工程专业指导委员会规划推荐教材  
**建筑环境学**  
(第三版)

朱颖心 主编

朱颖心 张寅平 李先庭 秦佑国 詹庆旋 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

北京红光制版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 22 字数: 550 千字

2010 年 10 月第三版 2010 年 10 月第二十次印刷

定价: 37.00 元

ISBN 978-7-112-12333-9

(19567)

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

“建筑环境学”是建筑环境与设备工程专业一门重要的专业基础课，内容涉及热学、流体力学、物理学、心理学、生理学、劳动卫生学、城市气象学、房屋建筑学、建筑物理等学科知识，是一门跨学科的边缘科学。它是建筑环境与设备工程专业的研究对象由单纯的机械设备系统向综合的建筑环境系统转化的产物。

本教材在介绍了建筑外环境、室内热湿环境、空气质量环境、空气流动、声环境、光环境的同时，还从人的生理和心理角度出发，分析了人的健康舒适要求与室内外环境质量的关系，为创造适宜的建筑室内环境提供了理论依据。本教材由八大部分组成：建筑外环境、建筑热湿环境、人体对建筑热湿环境的反应、室内空气品质、室内空气环境营造的理论基础、建筑声环境、建筑光环境、典型工艺过程对室内环境的要求。每部分均相对独立，各章都提供了思考题、符号表、主要术语中英对照和参考文献，书后有附录。各章公式中所用的符号只在本章中统一。

本教材由朱颖心编写第一章、第二章、第三章和第四章，张寅平编写第五章，李先庭编写第六章，秦佑国和朱颖心编写第七章，詹庆旋和朱颖心编写第八章，第九章仍然采用了第一版金招芬编写的第八章内容。

《建筑环境学》第一版是在2001年出版的，由金招芬、朱颖心、亢燕铭和刁乃仁编著，彦启森教授主审，是本教材迈出的重要的第一步。经过四年的教材应用实践，在对课程内容的认识和对教学方法的体验进一步深化的基础上，编写组于2005年在第一版的基础上进行了调整改进，各章内容的深度与广度都有不同程度的扩展，一些概念和术语也得到进一步的明确，从而形成了第二版教材，并被列入“十五”国家级规划教材。由于原第一版主编金招芬博士英年早逝，第二版教材由朱颖心担任主编，张寅平教授、李先庭教授、秦佑国教授和詹庆旋教授加入了教材编写组。尤其是秦佑国教授和詹庆旋教授两位被我国建筑声学界和建筑光学界公认为造诣深厚的大师的加盟，使得本教材的品质又得到了进一步的提升。而张寅平教授和李先庭教授也将多年来自己在室内空气品质和室内气流环境方面的科研心得融入了本教材的撰写，保证了本教材与前沿的紧密联系。

通过又一个五年的教学实践，大家对建筑环境学这门课程的认识又有了新的心得，因此修编后的第三版于2010年作为国家级“十一五”规划教材出版。第三版教材的第二章至第六章都有了改动，特别是第三章、第五章和第六章的结构上有了较大的变化，而第二章和第四章均增加了一些新的内容。

第二章增加的内容是大气压力对人体的影响，第四章增加的内容包括自然通风环境中的人体热舒适以及热环境与劳动效率之间的关系，一些文字和术语也进行了修订。

第三章对非透光围护结构的显热传热过程的介绍做了较多的调整。本版首先清晰地介绍了非透光围护结构显热传热过程的基本原理，尤其是导热与长波辐射的综合影响，然后

引出冷负荷与热负荷的概念，最后再介绍简化手工算法中“通过非透光围护结构的显热得热”概念的来源以及与通过墙体实际传入室内热量之间的差别。这一顺序改动的目的是要在前面重点突出需要学生深入掌握的基本概念，而把仅需要学生了解的内容放在后面，以免干扰初学者入门时对基本概念的理解。在本章的最后部分增加了对部分现代建筑热模拟工具的进一步的介绍。

第五章比上一版增加了室内化学污染对人体影响的生理基础、室内空气污染暴露水平和健康风险评价，以及室内空气净化器性能及评价的内容，减少了初学者感到数学公式多且难度较大的建材污染源散发特性方面的内容。这样做的考虑是：在了解室内化学污染对人体影响的生理基础、暴露水平和健康风险后，再谈室内空气化学污染控制原理会更体现室内空气品质控制中以人为本的思想，更有针对性，避免盲目性；此外，目前空气净化器使用中存在大量问题，很多是由于大家对其原理不了解所致。所以，了解空气净化器的原理、性能和评价方法，对今后正确开发、选用合适的空气净化方法至关重要。只有充分认识世界，才能与世界和谐相处，让学生充分认识世界是本次修编的重点。

第六章的重点是介绍室内空气环境营造的基础理论。在简要介绍自然通风原理后，重点介绍了稀释通风、置换通风和局域保障法的原理，以及室内空气环境的评价指标与测量方法。与第二版相比，删除了初学者难于理解的计算流体力学模拟室内空气环境的内容以及气流组织示例，而将内容专注于如何营造和评价所需要的室内空气环境。这样的安排，可以使本科生更宏观地掌握室内空气环境的营造方法，有利于在后期专业课中学习各种气流组织的运用方法。

本版第一章、第七章、第八章和第九章仍然采用了第二版的内容，没有改变。

为方便任课教师制作电子课件，我们制作了包括书中公式、图表等内容的素材库，可发送邮件至 [jiangongshl@163.com](mailto:jiangongshl@163.com) 免费索取。

由于所涉及学科内容的广泛性，可能存在的不当之处请各位读者提出宝贵意见，使本教材在使用过程中不断得到完善。

在此，特向为本课程及教材打下良好基础的第一版教材作者致以衷心的感谢和崇高的敬意！

## 第二版前言

“建筑环境学”是建筑环境与设备工程专业一门重要的专业基础课，内容涉及热学、流体力学、物理学、心理学、生理学、劳动卫生学、城市气象学、房屋建筑学、建筑物理等学科知识。事实上，是一门跨学科的边缘科学。它是建筑环境与设备工程专业的研究对象由单纯的机械设备系统向综合的建筑环境系统转化的产物。

《建筑环境学》第一版是在2001年出版的，由金招芬、朱颖心、亢燕铭和刁乃仁编著，是本教材迈出的重要的第一步。经过四年的教材应用实践，广大任课教师对“建筑环境学”课程内容的认识和教学方法的体验又有了进一步提高。因此，编写组在第一版的基础上进行了调整改进，各章内容的深度与广度都有不同程度的扩展，一些概念和术语也得到进一步的明确，从而形成了目前的第二版教材。

本教材在介绍了建筑外环境、室内热湿环境、空气质量环境、空气流动、声光环境的同时，还从人的生理和心理角度出发，分析介绍了人的健康舒适要求与室内外环境质量的关系，为创造适宜的建筑环境提供了理论依据。本教材由八部分组成：建筑外环境、建筑热湿环境、人体对热湿环境的反应、室内空气品质、通风与气流组织、建筑声环境、建筑光环境、典型工艺过程对室内环境的要求。每部分均相对独立，各章都提供了思考题、符号说明、主要术语中英对照和参考文献，书后有附录。各章公式中所用的符号只在本章中统一。

为了保证理论体系的完整性，一些章节有不同程度的较深入的理论公式和数学模型介绍（用星号标注），以备教师和有研究兴趣的同学学习参考。教师可根据各校的培养目标予以取舍。

本版教材的编著者均为清华大学建筑学院的教授。朱颖心主编并编写了第一章、第二章、第三章、第四章，张寅平编写了第五章，李先庭编写了第六章，秦佑国和朱颖心编写了第七章，詹庆旋和朱颖心编写了第八章，第九章仍然采用了第一版金招芬编写的第八章内容。本书由清华大学建筑学院的彦启森教授担任主审。

本版教材被列为国家级“十五”规划教材。由于所涉及学科内容的广泛性，可能存在的不当之处敬请读者提出宝贵意见，使本教材在使用过程中不断得到完善。

在此，特向为本课程及教材打下良好基础的第一版教材作者致以衷心的感谢和崇高的敬意！

# 目 录

第一章 绪论	1
第二章 建筑外环境	7
第一节 地球绕日运动的规律	7
第二节 太阳辐射	10
第三节 室外气候	15
第四节 城市微气候	29
第五节 我国气候分区特点	38
第三章 建筑热湿环境	46
第一节 太阳辐射对建筑物的热作用	46
第二节 建筑围护结构的热湿传递	53
第三节 以其他形式进入室内的热量和湿量	65
第四节 冷负荷与热负荷	70
第五节 典型负荷计算方法原理介绍	81
第四章 人体对热湿环境的反应	93
第一节 人体对热湿环境反应的生理学和心理学基础	93
第二节 人体对稳态热环境反应的描述	115
第三节 人体对动态热环境的反应	118
第四节 其他热湿环境的物理度量	124
第五节 热环境与劳动效率	127
第六节 人体热调节的数学模型*	132
第五章 室内空气品质	139
第一节 室内空气品质简介	139
第二节 影响室内空气品质的污染源和污染途径	144
第三节 室内空气品质对人的影响及其评价方法	158
第四节 室内空气品质标准	172
第五节 室内空气污染控制方法	173
第六节 室内材料和家具的污染源散发特性*	188
第六章 室内空气环境营造的理论基础	202
第一节 室内空气环境营造方法概述	202
第二节 自然通风	204
第三节 稀释法与置换法	210
第四节 局域保障法	216
第五节 室内空气环境的评价指标	220

---

第六节 主要评价指标的测量方法	230
<b>第七章 建筑声环境</b>	238
第一节 建筑声环境的基本知识	238
第二节 人体对声音环境的反应原理与噪声评价	245
第三节 声音传播与衰减的原理	252
第四节 材料与结构的声学性能	258
第五节 噪声的控制与治理方法	265
<b>第八章 建筑光环境</b>	282
第一节 光的性质与度量	282
第二节 视觉与光环境	288
第三节 天然采光	298
第四节 人工照明	306
第五节 天然采光的数学模型	312
第六节 光环境控制技术的应用	316
<b>第九章 工业建筑的室内环境要求</b>	322
第一节 室内环境对典型工艺过程的影响机理	322
第二节 典型工业建筑的室内环境设计指标	326
<b>附录</b>	331



# 第一章 绪 论

## 一、建筑与环境的关系

建筑是人类发展到了一定阶段后才出现的。人类的一切建筑活动都是为了满足生产和生活的需要。从最早为了躲避自然环境对自身的伤害，用树枝、石头等天然材料建造的原始小屋，到现代化的高楼大厦，人类几千年的建筑活动无不受到环境条件和科学技术发展的影响，同时，随着人们对人与自然、建筑与人、建筑与环境之间关系的认识不断调整与深化，人们对建筑在人类社会中的地位以及建筑发展模式的认识也在不断提高。

人类自身的进化与最近 1000 万年全球气候形态的巨变有着密切的关系，建筑是人类适应相对寒冷气候的产物。人类在从低纬度的热带雨林地区向寒带高纬度地区逐渐迁徙的过程中，利用建筑来适应不同气候，是人类适应与抗衡自然环境的最初体现。

考古学家发现，人类活动的发展是从低纬度地区向高纬度地区扩展的。越是高纬度地区，人类遗址的时间就越晚。因为人类发源于热带雨林，在这个区域，人类不需要建筑就可以生存。随着建筑的出现，人类的活动逐渐向两极移动，直到科技高度发达的今天，人类活动的足迹几乎遍布全球。

人类最早的居住方式是树居和岩洞居。在热带雨林、热带草原等湿热地区的人类主要栖息在树上，以避免外界的侵害，这是人类祖先南方古猿生活方式的延续。随着人类向温带迁移，人类住所过渡到了冬暖夏凉的岩洞居，以适应该地区年温差和日温差都较大的特点。随着历史的发展，树居和岩洞居发展成为巢居和穴居，成为人类建筑的雏形。巢居（图 1-1）增加了“构木为巢”的人类创造过程，反映了人类改造自然的努力。穴居方式（图 1-2）可获得相对稳定的室内热环境，顶部的天窗既可采光又可排烟，适应气候的能力更强。而巢居和穴居又在漫长的历史过程中逐渐发展，演变为不同的建筑类型，见图 1-3。



图 1-1 巢居<sup>[1]</sup>

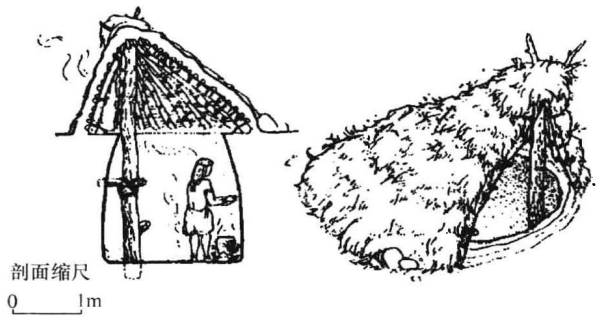


图 1-2 河南偃师汤泉沟穴居遗址<sup>[1]</sup>

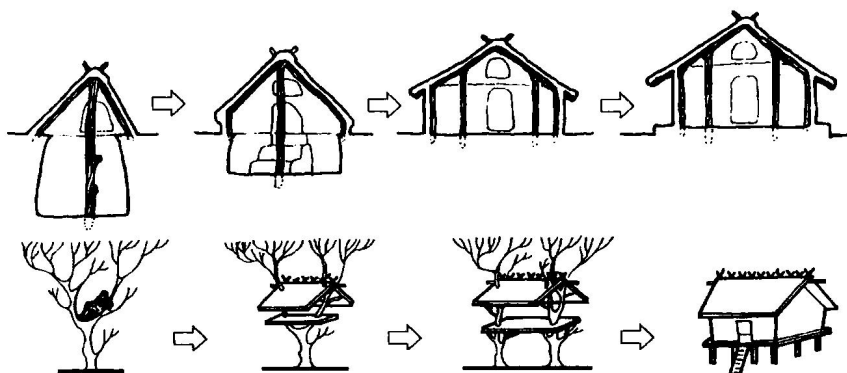


图 1-3 从巢居和穴居发展为真正意义上的建筑<sup>[1]</sup>

建筑是人类与大自然（特别是恶劣的气候条件）不断抗争的产物。在功能上，建筑是人类作为生物体适应气候而生存的生理需要；在形式上，是人类启蒙文化的反映<sup>[1]</sup>。因此，世界上比较古老的文明，如古埃及、古巴比伦、古印度和古代中国，都位于南北纬 20°~40°之间，即所谓中低纬度文明带，如图 1-4 所示。

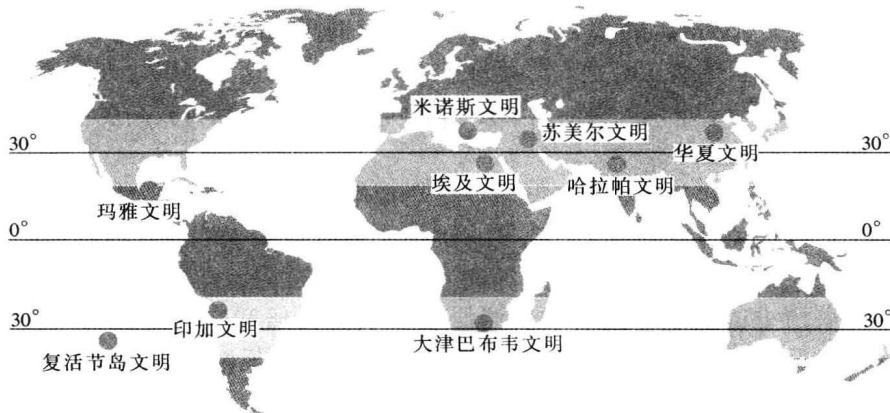


图 1-4 世界上比较古老的文明都位于南北纬 20°~40°之间<sup>[1]</sup>

建筑的功能是在自然环境不能保证令人满意的条件下，创造一个微环境来满足居住者的安全与健康以及生活生产过程的需要，因此从建筑出现开始，“建筑”和“环境”这两个概念就是不可分割的。从躲避自然环境对人身的侵袭开始，随着人类文明的进步，人们对建筑的要求不断提高，至今人们希望建筑物能满足的要求包括：

- 安全性：能够抵御飓风、暴雨、地震等各种自然灾害所引起的危害或人为的侵害；
- 功能性：满足居住、办公、营业、生产等不同类型建筑的使用功能；
- 舒适性：保证居住者在建筑内的健康和舒适；
- 美观性：要有亲和感，反映当时人们的文化追求。

所以说建筑物应满足安全、健康、舒适、工作快捷的要求。而不同类型的建筑有着不同的主要要求，比如住宅、影剧院、商场、办公楼等建筑对健康、舒适的要求比较高，生物实验室、制药厂、集成电路车间、演播室等则有严格保证工艺过程的环境要求；还有一

些建筑是既要保证工艺要求，又要保证舒适性要求，例如舞台、体育场、手术室等，以及各种有人员的生产场所。

人们在长期的建筑活动中，结合各自生活所在地的资源、自然地理和气候条件，就地取材、因地制宜，积累了很多设计经验。例如生活在北极圈的爱斯基摩人利用当地的冰块和雪盖起了圆顶雪屋，将兽皮衬在雪屋内表面，通过鲸油灯采暖，使室内温度达到 $15^{\circ}\text{C}$ ，从而能够满足人们的生活需要。而在日较差很大的干热地区，例如巴格达地区，传统建筑的墙厚达 $340\sim 450\text{mm}$ ，屋面厚度达 $460\text{mm}$ 。利用土坯热惯性，在室外日夜温差达到 $24^{\circ}\text{C}$ （ $16\sim 40^{\circ}\text{C}$ ）时，仍然能够维持室内温度的波动不到 $6^{\circ}\text{C}$ （ $22\sim 28^{\circ}\text{C}$ ）。

在我国北方寒冷的华北地区，由于冬季干冷，夏季湿热，为了能在冬季保暖防寒，夏季遮阳防热、防雨以及春季防风沙，就出现了大屋顶的“四合院”。而在我国的西北、华北黄土高原地区，由于土质坚实、干燥、壁立不倒、地下水位低等特殊的地理条件，人们创造出了“窑洞”来适应当地的冬季寒冷干燥、夏季有暴雨、春季多风沙、秋高气爽、气温年较差较大的特点。生活在西双版纳的傣族人，为了防雨、防湿和防热以取得较凉爽的居住条件，创造出了颇具特色的架竹木楼“干栏”建筑。云南布依族的石屋以石块砌墙，以石瓦盖顶，就地取材，造价低廉，冬暖夏凉，不怕火灾，隔声性能好。这些都是人们在生活实践中逐渐摸索出来的利用建筑控制环境的有效手段。

综上所述，在现代人工环境技术尚未出现的时代，在现今还未能采用现代技术的地区，地区之间巨大的气候差异是造成世界各地建筑形态差异的重要原因。

## 二、人类对建筑与环境关系的认识过程

建筑与环境之间的关系实际上是非常复杂、难以认识和预测的，因为建筑涉及室外环境和人。室外气候具有随机变化的特点，而人对环境的感受与反应又存在显著的个体差异，而且还会随很多外部环境和主观因素的变化而变化。因此，人类对建筑环境规律的探索从来没有停止过。

中国的风水说，实际上是人们对建筑环境规律认识的总结。风水说以八卦五行、河图洛书等易学文化为基础，在建筑选址方面认为“背山、面水、向阳”为最佳方位，在建筑布局方面注意空间分割、方位调整、色彩运用，认为宅院地势应适当前低后高，要重视“水口”、“气口”方位等等；认为不好的住宅物理环境对人的心理有影响，导致影响人的命运。其合理的部分是认为环境因素影响人的身体与心理健康，内容涉及环境心理学、地理学、气象学、生态学、规划学、建筑学等。风水的理论更多的是前人实践经验的总结，缺乏理性的分析与提炼。由于过去科学技术水平的限制，缺乏科学的认识和分析手段，人们对有关建筑环境的很多问题无法作出合理解释，但公众又对于建筑环境分析如建筑选址、建筑布局等有着迫切的要求，因此风水术士把神秘主义引入了风水说，使对自然现象解释不清的地方陷入巫术。例如，消除不利因素的“符镇法”，把光、电、磁等波动均称之为“气”，且无所不在，无所不包。这样就把风水理论变成了一种把合理的前人经验与神秘主义糅合在一起的玄学，陷入了迷信的歧途。

现代科学的发展已经为研究分析建筑环境提供了手段。借助现代技术我们可以解释、分析、探讨有关建筑与人、建筑与自然环境的诸多问题，从而可以在建筑环境的研究上摆脱玄学的误导。

### 三、建筑与环境关系的发展中存在的问题

除了使用前人这些设计经验来创造和改善自己的居住环境以外，随着科学技术的不断进步，人们开始主动地创造可以受控的室内环境。20世纪初，能够实现全年运行的空调系统首次在美国的一家印刷厂内建成，这标志着人们可以不受室外气候的影响，在室内自由地创造出能够满足人类生活和工作所需要的物理环境。空调技术的发展使得各种不同于常规建筑物的人造空间如车、船、飞机、航天器内的环境都能够得到控制，从而也促进了这些相关产业的飞速发展。

工业革命带来技术发展的突飞猛进给人们造成了错觉，以为随着技术的进步，人类有能力无限制地改变自然环境，而不再会受到自然条件的制约。反映在建筑设计上，人们不再像先祖那样去尽心尽力地研究当地的自然地理和气象条件，去建造符合当地自然条件的建筑物，而是把精力都放到了文化和美观的层面了。现代人工环境技术的发展在很大程度上造成了世界建筑趋同化的消极影响，空调采暖的普及使人们不必再关心建筑本身的性能，因为只要消耗大量的能源就可以随心所欲地获得所要求的室内环境，从而导致的不仅是能源的紧缺和资源的枯竭，而且还导致了大量污染物排放而造成的地球环境的污染和生态环境的破坏。

“人定胜天”还是“天人合一”？这是在如何对待大自然方面的哲学思想上的对立。事实证明，工业技术的滥用导致了自然界对人类的报复。因此我们应该认识到，无论工业技术发展多么高的水平，人们仍然需要了解、爱护我们的自然界，合理地利用自然资源。科学的进步应该为我们更好地了解神秘的大自然和保护自然环境提供更为有效的手段。

目前，世界上发达国家的建筑能耗已经达到社会总能耗的 1/3，而我国作为世界第一人口大国，随着经济的飞速发展，城乡建筑业的发展速度已居世界首位。而我国的能源资源特点决定了我国今后的能源构成中，煤仍然要占总能源的 60% 以上。因此在二氧化碳、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_x$ 、粉尘排放的控制方面我们面临着艰巨的任务。

在强调可持续发展的今天，建筑环境控制也面临不少亟待解决的问题。比如，如何调解满足建筑环境舒适性要求与节能环保之间的矛盾。目前建筑物的年耗能量中，为满足室内温湿度要求的空调系统能耗所占的比例约为 50%，照明所占比例约为 33%。而在我国，所消耗的电能或热能大多来自热电厂或独立的工业锅炉，其燃烧过程的排放物是造成大气温室效应和环境污染的根源。所以研究和制订合理的室内环境标准，优化建筑物本身的环境性能，尽量减少建筑能耗，同时也能够合理、有效地利用能源，是我们艰巨而紧迫的一个任务。再比如，在室内的空气品质方面，由于大量使用合成材料作为建筑内部的装修和保温，并一味地为了节能而降低新风量出现了所谓的病态建筑。在这些建筑内长期停留和工作的人，会产生气闷、黏膜刺激、头疼及嗜睡等症状。流行病学的研究也使我们认识到在这种低水平环境污染下的潜在危险，以及在这种环境下对人体健康可能产生的有害影响。研究和掌握形成病态建筑的起因，分析各因素之间的相互影响，为创造一个健康的环境提供科学依据也是我们面临的一个很重要的任务。

### 四、“建筑环境学”的主要内容与地位

“建筑环境学”与“传热学”、“工程热力学”以及“流体力学”共同组成了建筑环境与设备工程学科的专业基础平台。不过，在这些专业基础平台课程中，“建筑环境学”才是本学科区别于其他学科的核心基础课程。建筑环境与设备工程学科的目标是创造和控制

人工因素形成的物理环境，包括建筑室内环境、建筑群内的室外微环境，以及各种设施、交通工具内部的微环境，即用各种人工外壳围合和半围合起来的微环境。这个微环境用英文 Built Environment 来描述更加准确，意思是通过人为因素形成的微环境，或者说是人工环境。在我们学习如何创造和控制这个人工环境之前，我们首先应该了解我们需要什么样的微环境，这个要创造并控制的微环境有什么特点，和哪些因素有最重要的关联。也就是说，我们为了改造世界，必须要认识世界。

综上所述，“建筑环境学”，即“Built Environment”，就是反映这个 Built Environment 的内在特征与理论的课程，能够帮助我们更清楚地认识这个研究对象，为我们采用各种方法来改造、控制这个研究对象创造条件。它涉及建筑与外部环境、建筑与室内环境、建筑与人之间的关系，因为建筑是特性最为复杂的微环境外壳。了解了建筑在内外因素影响下的特性，再了解其他类型的微环境外壳的特性就要容易得多。

通过学习“建筑环境学”，我们要完成这样的任务：（1）了解人类生活和生产过程需要什么样的室内、外环境；（2）了解各种内外部因素是如何影响人工微环境的；（3）掌握改变或控制人工微环境的基本方法和原理。

针对第一个任务，我们需要从人类在自然界长期进化过程中形成的生理特点出发，了解热、声、光、空气质量等物理环境因素（即不包括美学、文化等主观因素在内的环境因素）对人的健康、舒适的影响，了解人到底需要什么样的微环境。此外还要了解特定的工艺过程需要何种人工微环境。

针对第二个任务，我们要了解外部自然环境的特点和气象参数的变化规律，掌握这些外部因素对建筑环境各种参数的影响；掌握人类生活与生产过程中热量、湿量、空气污染物等产生的规律以及对建筑环境形成的作用。

针对第三个任务，我们要了解建筑环境中热、空气质量、声、光等环境因素控制的基本原理、基本方法和手段。根据使用功能的不同，从使用者的角度出发，研究微环境中温度、湿度、气流组织的分布、空气品质、采光性能、照明、噪声和音响效果等及其相互组合后产生的效果，并对此作出科学的评价，为营造一个满足要求的人工微环境提供理论依据。

“建筑环境学”的课程内容主要由建筑外环境、建筑热湿环境、人体对热湿环境的反应、室内空气品质、气流环境、声环境和光环境七个主要部分组成。

为了研究建筑规划、单体建筑设计、建筑围护结构设计和室内装修设计等建筑设计元素对室内、外环境的影响，需要涉及从材料的物理性能着手，对材料的热物性、光学性能、声学性能进行研究的建筑物理学。

从研究人体的功能出发，用热生理学来研究人体对热和冷的反应机理，从中去认识包括像血管收缩和出汗等一系列的反应机理。

为了了解人在某些给定的热、声、光环境下的感觉，即在一定的刺激下，人的感觉如何来定量地描述这种感觉，必须借助心理学的研究手段，通过观察受试者的反应得出结论。由于感觉是不能测量出来的，需要通过某些间接的途径来实现，所以需要通过不同的测试手段来研究反应与感觉的关系。

劳动卫生学则从室内的一些令人不太舒服的环境出发，例如在过冷或过热的环境、空气组分比例不符合卫生健康要求的场合、有强噪声的车间、采光条件太差或者亮度对比度

过强的操作空间等诸如此类的环境，研究这些环境可能对人体健康和安全带来的危害及由此造成的工作效率下降的问题。

综上所述，我们可以知道，由于“建筑环境学”内容的多样性，内容涉及热学、流体力学、物理学、心理学、生理学、劳动卫生学、城市气象学、房屋建筑学、建筑物理等学科知识。事实上，它是一门跨学科的边缘科学，因此对建筑环境或者人工微环境的认识需要综合以上各类学科的研究成果，这样才能完整和准确地描述建筑环境，合理地调节控制建筑环境，并给出评价的标准。

### 参 考 文 献

- [1] 王鹏. 建筑适应气候——兼论乡土建筑及其气候策略. 清华大学博士论文, 2001.

## 第二章 建筑外环境

建筑物所在地的气候条件和外部环境，会通过围护结构直接影响室内的环境。如果为了控制室内环境而要利用当地的室外空气、太阳能、地层蓄能、地下水蓄能、风能等，均需依赖于当地的外部环境与气候条件。因此为了得到良好的室内气候条件以满足人们生活和生产的需要，必须了解当地各主要气候要素的变化规律及其特征。

一个地区的气候与建筑的外部环境是在许多因素的综合作用下形成的。与建筑环境密切相关的外部环境要素有太阳辐射、气温、湿度、风、降水、天空辐射、土壤温度等等。而这些外部环境要素的形成又主要取决于太阳对地球的辐射，同时又受人类城乡建设和生活、生产的影响。

太阳辐射不仅对地球的宏观气候以及微观气候有决定性的影响，而且对建筑物的热环境和光环境有着直接的作用。而太阳在天空中的位置因时、因地时刻都在变化，因此正确掌握太阳对地球运动的规律，以及对地球环境作用的机理，是处理建筑环境问题的基础。

本章涉及的建筑外环境的内容包括宏观气候与微观气候两部分：

- (1) 太阳辐射对地球环境的作用以及地球气候的特点；
- (2) 人类营造的建筑物与生活、生产活动对局部微气候的影响。

### 第一节 地球绕日运动的规律

#### 一、地球绕日的运动

地球上任何一点的位置都可以用地理经度和纬度来表示。

一切通过地轴的平面同地球表面相交而成的圆叫经度圈，经度圈都通过地球两极，因而都在南北极相交。这样每个经圈都被南北两极等分成两个  $180^\circ$  的半圆，这样的半圆叫经线，或子午线。全球分为 180 个经圈，360 条经线。1884 年经国际会议商定，以英国伦敦的格林尼治天文台所在的子午线为全世界通用的本初子午线，如图 2-1 所示。

一切垂直于地轴的平面同地球表面相割而成的圆，都是纬线，它们彼此平行。其中通过地心的纬线叫赤道。赤道所在的赤道面将地球分成南半球和北半球，如图 2-2 所示。

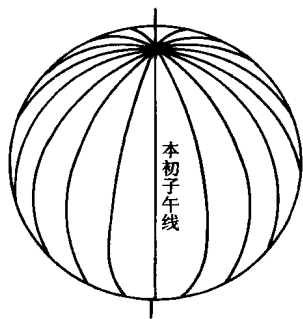


图 2-1 地球经度圈

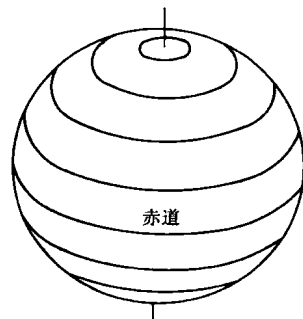


图 2-2 地球纬度圈

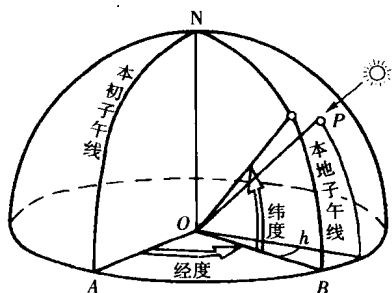
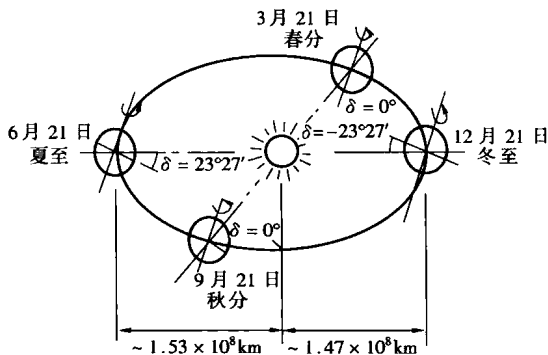


图 2-3 本初子午线与本地子午线

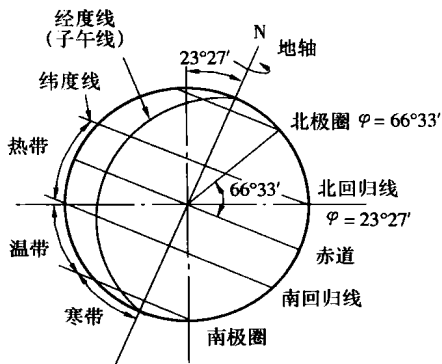
不同的经线和纬线分别以不同的经度和纬度来区分。所谓经度，就是本初子午线所在的平面与某地子午线所在平面的夹角。因此，经度以本初子午线为零度线，自零度线向东分为  $180^\circ$ ，叫东经，向西分  $180^\circ$ ，称为西经。纬度 ( $\varphi$ ) 是地球表面某地的本地法线（地平面的垂线）与赤道平面的夹角，是在本地子午线上度量的。赤道面是纬度度量起点，赤道上的纬度为  $0^\circ$ 。自赤道向北极方向分为  $90^\circ$ ，称为北纬，向南极方向分为  $90^\circ$ ，称为南纬，如图 2-3 所示。

1. 关于四季

四季是因地球公转而形成的。地球绕太阳逆时针旋转称为公转，其运行轨道的平面称为黄道平面。地球绕太阳的运行轨道接近椭圆形，而太阳所处位置稍有偏心，因此太阳与地球之间的距离逐日变化。地球除公转外，还绕其极轴（地轴）自转，地轴的倾斜角即地轴与黄道平面的法线的交角始终保持  $23^\circ 27'$  或  $23.45^\circ$ ，亦常被近似表述为  $23.5^\circ$ ，见图 2-4。



(a)



(b)

图 2-4 地球的公转和自转

地球中心和太阳中心的连线与地球赤道平面的夹角称为赤纬  $\delta$ （或赤纬角），由于地轴的倾斜角永远保持不变，致使赤纬随地球在公转轨道上的位置即日期的不同而变化，全年赤纬在  $+23.45^\circ \sim -23.45^\circ$  之间变化。从而形成了一年四季的更替。赤纬随时都在变化。赤纬  $\delta$  可用以下简化公式计算：

$$\delta = 23.45 \times \sin\left(360 \frac{284 + n}{365}\right) \quad (2-1)$$

式中  $n$ ——计算日在一年中的日期序号。

赤纬从赤道平面算起，向北为正，向南为负。春分时，太阳光线与地球赤道面平行赤纬为  $0^\circ$ ，阳光直射赤道，并且正好切过两极，南北半球的昼夜相等。春分以后，赤纬逐渐增加，到夏至达到最大  $+23.45^\circ$ ，此时太阳光线直射地球北纬  $23.45^\circ$ ，即北回归线上。以后赤纬一天天地变小，秋分日时的赤纬又变回到  $0^\circ$ 。在北半球，从夏至到秋分为夏季，北极圈处在太阳一侧，北半球昼长夜短，南半球夜长昼短，到秋分时又是日夜等长。当阳



光又继续向南半球移动时，到冬至日，赤纬达到 $-23.45^\circ$ ，阳光直射南纬 $23.45^\circ$ ，即南回归线。这情况恰与夏至相反。冬至以后，阳光又向北移动返回赤道，至春分太阳光线与赤道平行。如此周而复始。地球在绕太阳公转的行程中，春分、夏至、秋分、冬至是四个典型的季节，分别为春夏秋冬四季中间的日期。从天球上看，这四个季节把黄道等分成四个区段，若将每一个区段再等分成六小段，则全年可分为 24 小段，每小段太阳运行大约为 15 天左右，这就是我国传统的历法——24 节气。

## 2. 关于昼夜

昼夜是因地球自转而形成的。一天时间的测定，是以地球自转为依据的，昼夜循环的现象给了我们测量时间的一种尺度。钟表指示的时间是均匀的，均以地方平均太阳时为准。

所谓地方平均太阳时，是以太阳通过当地的子午线时为正午 12 点来计算一天的时间。这样经度不同的地方，正午时间均不同，使用起来不方便。因此，规定在一定经度范围内统一使用一种标准时间，在该范围内同一时刻的钟点均相同。经国际协议，以本初子午线处的平均太阳时为世界时间的标准时，称为“世界时”。把全世界按地理经度划为 24 个时区，每个时区包含地理经度 $15^\circ$ 。以本初子午线东西各 $7.5^\circ$ 为零时区，向东分 12 个时区，向西也分 12 个时区。每个时区都按它的中央子午线的平均太阳时为计时标准，作为该时区的标准时。相邻两个时区的时间差为 1 小时。

真太阳时是以当地太阳位于正南向的瞬时为正午 12 时，地球自转 $15^\circ$ 为 1 小时。但是由于太阳与地球之间的距离和相对位置随时间在变化，以及地球赤道与黄道平面的不一致，致使当地子午线与正南方向有一定的差异，所以真太阳时比当地的平均太阳时（钟表时间）有时快一些，有时慢一些。真太阳时与当地平均太阳时之间的差值称为时差。某地的真太阳时  $T$  可按下式计算：

$$T = T_m \pm \frac{L - L_m}{15} + \frac{e}{60} \quad (2-2)$$

式中  $T$ ——当地的真太阳时，h；

$T_m$ ——该时区的平均太阳时（该时区的标准时），h；

$L$ ——当地子午线的经度，deg；

$L_m$ ——该时区中央子午线的经度，deg；

$e$ ——时差，min；

$\pm$ ——对于东半球取正值，对于西半球取负值。

如果式(2-2)不考虑时差  $e$ ，则求得的就是当地的地方平均太阳时，即钟表时间  $T_0$ 。

$$T_0 = T_m \pm \frac{L - L_m}{15} \quad (h) \quad (2-3)$$

我国地域广阔，从东 5 时区到东 9 时区，横跨 5 个时区。为计算方便，我国统一采用东 8 时区的时间，即以东经 $120^\circ$ 的平均太阳时为中国的标准，称为“北京时间”。北京时间与世界时相差 8 小时，即北京时间等于世界时加上 8 小时。

由于我国 5 个时区统一采用东 8 时区的时间作为标准时间，因此在用式 (2-2) 求取某地的真太阳时， $T_m$  和  $L_m$  均应采用东 8 时区的标准时和中央子午线的经度。

若将真太阳时用角度表示时，则称太阳时角，简称时角  $h$ ，如图 2-3 所示，是指当时太阳入射的日地中心连线  $OP$  线在地球赤道平面上的投影与当地真太阳时 12 点时，日、地中心连线在赤道平面上的投影之间的夹角。其计算公式为