

普通高中课程标准实验教科书·通用技术（选修2）

建筑及其设计

教师教学用书

河南省基础教育教学研究室

河南科学技术出版社

组编

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

总 主 编：傅水根

本册主编：刘立新 张东辉

编写人员：刘立新 张东辉 陈 红 陈 萌 管品武 王 宁

责任编辑：孟明明

美术编辑：宋贺峰

责任校对：丁秀荣

普通高中课程标准实验教科书·通用技术（选修2）

建筑及其设计教师教学用书

河南省基础教育教学研究室 组编
河 南 科 学 技 术 出 版 社



河南科学技术出版社出版发行

（郑州市经五路66号）

邮政编码：450002 电话：（0371）65737028

河南新华印刷集团有限公司印刷

全国新华书店经销



开本：787 mm×1 092 mm 1/16 印张：6.25 字数：154千字

2007年12月第1版 2016年1月第3次印刷

ISBN 978-7-5349-3774-3

定价：9.75元

如发现印、装质量问题，影响阅读，请与出版社联系调换

《建筑及其设计》简介	(1)
第一章 建筑与文化	(7)
第一节 建筑的含义和构成要素	(8)
一、教学目标	(8)
二、结构分析	(8)
三、教学建议与说明	(8)
四、参考资料	(11)
第二节 中西方古典建筑概述	(16)
一、教学目标	(16)
二、结构分析	(16)
三、教学建议与说明	(17)
四、参考资料	(21)
第三节 建筑文化的继承与发展	(31)
一、教学目标	(31)
二、结构分析	(31)
三、教学建议与说明	(31)
四、参考资料	(33)
第四节 建筑艺术欣赏	(37)
一、教学目标	(37)
二、结构分析	(37)
三、教学建议与说明	(37)
四、参考资料	(39)
第二章 建筑材料及其加工	(45)
第一节 走近建筑材料	(45)
一、教学目标	(45)
二、结构分析	(46)
三、教学建议与说明	(46)
四、参考资料	(48)
第二节 常用建筑材料及其连接	(52)
一、教学目标	(52)
二、结构分析	(52)
三、教学建议与说明	(53)
四、参考资料	(54)

第三节 建筑材料的选择与使用	(58)
一、教学目标	(58)
二、结构分析	(58)
三、教学建议与说明	(58)
四、参考资料	(59)
第三章 建筑构造及其简单设计	(64)
第一节 认识建筑构造	(64)
一、教学目标	(64)
二、结构分析	(65)
三、教学建议与说明	(65)
四、参考资料	(67)
第二节 基本的建筑构件	(69)
一、教学目标	(69)
二、结构分析	(70)
三、教学建议与说明	(70)
四、参考资料	(73)
第三节 简单的建筑构造设计和模型制作	(76)
一、教学目标	(76)
二、结构分析	(77)
三、教学建议与说明	(77)
四、参考资料	(78)
第四章 建筑结构及其简单设计	(80)
第一节 认识建筑结构	(81)
一、教学目标	(81)
二、结构分析	(81)
三、教学建议与说明	(81)
四、参考资料	(84)
第二节 常见的建筑结构类型	(87)
一、教学目标	(87)
二、结构分析	(87)
三、教学建议与说明	(87)
四、参考资料	(90)
第三节 简单的建筑结构设计 and 模型制作	(91)
一、教学目标	(91)
二、结构分析	(91)
三、教学建议与说明	(92)
四、参考资料	(93)

《建筑及其设计》简介

根据中华人民共和国教育部制定的《普通高中技术课程标准（实验）》，我们编写了普通高中课程标准实验教科书通用技术（选修2）《建筑及其设计》，供高中学生使用。为了使大家更好地理解和使用该教材，现将有关编写的情况做一简单介绍。

一、编写指导思想和原则

作为通用技术教材的选修模块，《建筑及其设计》与其他模块一样，都遵循共同的编写指导思想和原则。

（一）基本理念

（1）关注全体学生的发展，构建比较适合社会发展要求的知识体系，着力提高学生的技术素养。

（2）加强学生实践能力的培养，注重学生创造潜能的开发。

（3）立足科学、技术、社会的视野，加强人文素养的教育和审美情趣的培养。

（4）紧密联系学生的生活实际，努力反映具有时代特色的先进技术和先进文化。

（5）丰富学生的学习过程，倡导学习方式的多样化，培养学生的团队精神。

（二）编写原则

（1）全面反映通用技术课程的基本理念。

（2）体现普通高中通用技术课程的特点，既注意教学内容的先进性，又注意实践教学环节的实用性和可行性。

（3）注重科学性，做到科学原理、技术原理、范例及数据准确可靠。

（4）体现建筑贴近生活的特点，广泛联系学生的生活经验和知识基础。

（5）符合安全规范。

（6）实践教学活动中由简单到综合，体现“边做边学”的思想。

二、知识体系的构建

建筑与人类的生活息息相关，是人类文明产生的标志，是四大生活要素“衣、食、住、行”之一。建筑具备多重属性，既包括精神、文化方面的内容，也包括结构、材料等物质

方面的内容。

（一）总体框架

教材从建筑文化开始，通过对建筑的含义和构成要素、中西方古典建筑概述、建筑文化的继承与发展及建筑艺术欣赏的学习，使学生对建筑的含义有较深入的理解，认识到建筑是具备多重属性的，它不仅与人的心理行为、科学技术、社会行业有关，还与艺术有关。建筑既包括意识形态的内容，即建筑思想、建筑观念、建筑意识等，又包括物质形态的内容，即建筑物、建筑材料、建筑构造和建筑结构。

通过对建筑材料及其加工、建筑构造及其简单设计、建筑结构及其简单设计的学习，使学生了解和掌握实现建筑思想和观念的物质手段，即建筑材料是建筑最基本的构成元素，建筑是由建筑材料制作的各种各样的建筑构件组成的，为了使建筑物能够抵御各种外界的作用，建筑必须有一个坚固的结构骨架。

教材既介绍了与建筑有关的文化思想，又介绍了实现建筑理念的物质手段，文、理、工知识相互交融，脉络清晰、条理清楚，有利于高中学生综合素质的培养。

各章节教学参考学时数见附表。

（二）具体内容处理

教材共分为四章，第一章要求学生对建筑文化的含义有一个比较全面的理解，认识到建筑文化除了表现时代精神和人文风土外，也是社会化的产物。第二、三、四章则要求学生掌握和了解实现建筑理念的物质手段的基本知识：建筑材料是建筑物最基本的构成元素，必须了解建筑材料的分类及基本性质，才能在建筑中合理正确地使用建筑材料；建筑构造是指各种由建筑材料制作的构件按照一定的原理和连接方式结合成一个建筑整体，并在各自的位置发挥不同的作用；建筑结构是由建筑材料按照合理方式组成并能抵抗各种荷载作用的骨架。教材各章的内容既有区别又相互衔接、渗透，形成比较简明、完整的“建筑及其设计”知识体系。

1. 建筑与文化

关于建筑的含义，建筑理论界至今还没有一个统一而明确的说法。第一节“建筑的含义和构成要素”指出，“建筑”是个多义的词汇，从不同角度可以有多种理解，既可以是名词，也可以是动词；既可以表示建筑的行为，也可以表示建造的结果——建筑物，还可以表示一定时期的建筑风格。教师可通过“探究尝试”及“小资料”组织讨论，让学生充分表达自己的观点。建筑功能、建筑技术和建筑形象是建筑构成的三要素，功能是目的，技术是手段，形象则是实现功能和技术的表现形式。建筑按使用功能的不同，可分为工业建筑和民用建筑，民用建筑又可分为居住建筑和公共建筑。居住建筑中的住宅、学生宿舍及公共建筑中的学校建筑与学生的生活、学习关系密切，在“活动延伸”中可以充分调动学生的积极性和创造性，鼓励学生开展调研，提出自己的见解。

建筑是一种文化，同时还承载着其他的文化。第二节“中西方古典建筑概述”运用典型的图片资料展示了中国与西方古典建筑的特点、风格，以及中西方建筑文化的交流，使学生进一步理解建筑文化的含义。第三节“建筑文化的继承与发展”通过实例使学生认识到，建筑文化遗产保护的指导思想是保护它的真实性和原生性，未来建筑文化的发展应当具有可持续发展观、科技观、经济观、社会观和文化观。第四节“建筑艺术欣赏”要使学生认识到建筑艺术的表现形式是多样的，学会辩证地、批判地欣赏建筑艺术，对建筑的评

价既要全面，又要有重点。这三节的特点是图片资料比较多，建议结合图片资料组织学生讨论，有条件时还可组织学生参观调研。

2. 建筑材料及其加工

建筑材料种类很多，材料的性能及用途也不同。第一节“走近建筑材料”首先使学生了解从不同角度对建筑材料的分类方法，掌握建筑材料有哪些基本性质，以便在选用建筑材料时很好地利用材料的基本性质，发挥材料的优点，克服或避免其缺点。建筑材料与学生的日常生活很贴近，教学中应使学生首先通过“现象与问题”“探究与尝试”对周边的建筑物和建筑材料进行调研和简单的试验，思考建筑材料如何分类及建筑材料有哪些基本性质，然后通过讲解教材内容使上述知识条理化。本节的“小资料”可启发学生认识到，在选择和使用建筑材料时应考虑多种因素，树立综合分析的观念。

第二节“常用建筑材料及其连接”则比较具体地介绍了建筑中常用建筑材料——钢材、木材、混凝土、砖和砌块及建筑玻璃的性质和优缺点、主要应用范围及连接方法，使学生进一步理解应如何根据材料的特点使用建筑材料，发挥材料的优点，克服或避免其缺点。由于这些常用建筑材料随处可见，本节的“现象与问题”“探究与尝试”应尽可能组织学生参观调研，加深对常用建筑材料性能及应用范围的理解，有条件时还可请一些工程技术人员进行讲解，培养学生的工程意识。本节中的“小资料”或“新视窗”主要介绍了克服常用建筑材料缺点的措施，可以扩大学生的知识面，启发思维。

第三节“建筑材料的选择与使用”分为两部分，其中“建筑材料选用的原则”应使学生认识到建筑材料的材料性能、质量的可靠性和健康因素是首先应该保证的，否则将会给建筑物的使用者造成危害，要培养学生树立质量意识。经济因素和环境因素要在保证质量可靠性和安全条件下综合考虑，以使建造的房屋取得较好的经济效益并经久耐用，进一步培养学生综合分析比较的能力。“建筑材料的生产与环境保护”应使学生了解，各种建筑材料的使用虽然提高了人们的生活质量，但某些建筑材料在生产过程中也会对环境造成一定的危害，损害人类的长期利益。必须限制或淘汰生产过程中污染环境的建筑材料，发展有利于环境保护的产品，确立环境保护和可持续发展的理念。本节中的“现象与问题”“探究尝试”和“实践活动”主要引导学生通过实践和思考，加深对建筑材料的选择与使用的认识，如果学校周边有水泥厂、钢铁厂或砖厂等企业，可以组织学生参观，加深对环境保护的认识。

3. 建筑构造及其简单设计

建筑是由各种各样的基本构件组成的，建筑构造就是指各种各样的基本建筑构件按照一定原理和连接方式结合成一个建筑整体，并在各自的位置上发挥不同的作用。第一节“认识建筑构造”，首先要使学生认识什么是建筑构造，不同使用功能的建筑，其建筑构造的组成是不相同的。教学中可重点结合教材第70页的图3.1、图3.2进行讲解，并可组织学生参观有关的建筑，加深对建筑构造的理解。还要使学生认识到，任何建筑物都是为人服务的，建筑构造的任务就是为使用者提供安全、舒适、经济、美观的使用环境，满足人的行为、生理及心理方面的需求。因此要掌握对建筑构造的基本要求，即安全要求，抵御自然因素的要求，以及人的行为、生理与心理的要求等。本节的“探究尝试”及“活动延伸”都是让学生对自己所处的教学建筑进行实地考察或体验，建议在调查的基础上组织讨论，加深其对建筑构造基本要求的理解。

第二节“基本的建筑构件”是在学生对建筑构造及其基本要求理解和掌握的基础上，对主要基本建筑构件（基础、墙体、楼地层、楼梯、门窗和屋顶）进行了比较详细的介绍。教学中要注意使学生从每种基本建筑构件的功能、分类、构造做法三方面来理解和掌握。本节的“实践活动”和“探究尝试”均是组织学生带着问题对周围的建筑物进行观察和调研，通过实践活动进一步了解各种基本建筑构件的功能、分类和构造做法。

第三节的第一部分“简单的建筑构造设计”以“实践活动”确定一栋住宅楼的平面、立面和剖面开始，引导学生学习掌握建筑构造设计的原则及建筑构造设计的主要内容。应该说明的是，在此项“实践活动”中没有唯一的答案，房间可大可小，房屋的层高也可以高一些或低一些，门窗的尺寸也可以变化，平面图等也可以改动。应鼓励每个学生在调查的基础上提出自己的方案，组织课堂讨论，比较哪一个方案更合理适用，有条件时还可以请专业设计人员进行点评，提高学生的学习兴趣。“简单的建筑模型制作”部分主要是使学生了解建筑模型的用途、常用的制作工具、制作步骤，以及建筑模型制作中环境配置的作用。节末的“实践活动”要求制作过街天桥的模型，可将学生分成若干个5~6人的小组，每组学生在调查讨论的基础上设计方案，用厚纸或三合板等材料制作一个模型，各组的模型可进行展览，还可组织教师和学生进行评比，也可请专业技术人员讲评。

4. 建筑结构及其简单设计

建筑结构和建筑构造是不同的，二者之间既有区别又有联系。建筑构造是指由基础、墙体、楼地层、楼梯、门窗和屋顶等建筑基本构件按照一定原理和连接方式结合成的一个建筑整体。在这些构件中，有的主要起围护、分隔、保温、隔热和防水作用，除了承受自身的重力荷载外，不承受楼板、屋顶等传来的其他荷载，称为非承重构件；还有的构件（如板、梁、柱、承重墙和基础等）除了承受自身的重力荷载外，还要承受楼板、屋顶等传来的其他荷载，称为承重构件。房屋的承重构件相互连接组成建筑物的骨架，这种骨架能够支撑房屋建筑自身的重量和居住在房屋中的人群、设备的重量，抵抗风、雨、雪乃至地震的各种作用而不发生破坏和倒塌，主要起保证结构安全可靠的作用，称为建筑物的结构。应当指出，承重构件可以同时起围护、分隔等作用，而非承重构件不能起承重作用。

第一节“认识建筑结构”重点应使学生理解建筑结构就是建筑物赖以抵抗各种荷载作用、保证建筑物安全使用的骨架。首先，建筑结构是由建筑材料组成的；其次，建筑结构要根据建筑材料的性能（强度）合理组合成稳定体系。要保证建筑结构的安全可靠，需要根据材料的性能特点，选择能充分发挥建筑材料性能的结构形式，合理地利用结构材料，这就需要进行力学分析。本节的“探究尝试”就是通过一个食堂不同的结构形式，引导学生认识到遵循选择能充分发挥材料性能的结构形式以合理地利用结构材料的原则，可以创造出多姿多彩的结构形式。建筑物的骨架即结构也是由各种基本结构构件组成的，应当注意的是，建筑结构基本构件是以构件受力的情况划分的，主要有受压构件、受拉构件、受弯构件和受扭构件，以及同时存在两种或两种以上受力情况的复合受力构件，如压弯构件、拉弯构件、弯扭构件等。

第二节“常见的建筑结构类型”是使学生了解人类在长期工程实践中创造并广泛应用的几种常见建筑结构类型（梁板结构、刚架及框架结构、桁架和网架结构、拱结构、悬索结构及薄壳结构）的受力特点和应用场合。本节列举的一些比较成功的结构类型应用实例，以及“实践活动”和“探究尝试”的内容，是为了使学生加深对常见建筑结构类型特点的

认识,鼓励学生进行创造性思维,提出新的见解。

第三节“简单的建筑结构设计和模型制作”应使学生掌握荷载、内力及变形、结构抗力的概念和相互关系,掌握在选择合理的结构类型后进行结构设计的内容。应使学生知道,在实际工程中确定设计中应采用的荷载值和材料强度值是一个比较复杂的问题,为确保所设计建筑物的安全,荷载和材料强度应按照国家标准的规定取值。

三、本书的编写特色

本书在编写过程中努力贯彻教育部《技术课程标准》的理念,突出建筑与学生的生活和学习息息相关的特点,力求做到使学生从观察周围的建筑开始,提出问题引起思考,在解决问题的过程中理解建筑的理念,掌握建筑及其设计的基础理论知识,较好地达到预期的课程目标。本书注意引导学生运用所学知识分析解决建筑中的实际问题,提高调研和动手能力,发展个性,培养创造性。具体说来,本书具有以下特点:

(1) 教学内容贴近生活,易于激发学生的学习热情。建筑是人类四大生活要素“衣、食、住、行”之一,建筑为人们提供了学习、工作、休息、娱乐等各种各样的场所。学生在日常生活和学习中经常会遇到建筑中的各种问题,如建造的造型、建筑的文化内涵、建筑材料、建筑质量、建筑对学习和生活的影响等,每个人都能对周围的建筑发表自己的见解,很自然会产生学习了解与建筑有关的知识的欲望。本书以高中学生易于理解的语言,较为系统地介绍了建筑文化与建筑结构等一系列知识,较好地回答了学生经常遇到的与建筑有关的问题。因此本书的教学内容是学生所关心的,易于调动和激发学生的学习热情。

(2) 教材实例图片资料丰富,知识性和趣味性强。本书介绍了较多的反映中西方文化特点的古典和现代建筑,引导学生从不同角度多方面地欣赏建筑艺术,全面而有重点地评价建筑;介绍了人类在长期工程实践中创造的比较成功的建筑结构实例,以及与建筑有关的环境保护知识,有利于启发学生的创造性思维,提出新的见解。教材的知识性、可读性和趣味性较强。

(3) 引导学生带着问题学习,有利于加深对所学知识的理解。教材注重学习方式的多样化,在各节内容的编排上均是先由“现象与问题”入手,引导学生通过观察、调研或实验,提出问题引起思考,在回答解决问题的过程中学习掌握相关知识,改变了死记硬背的学习方式,有利于学生加深理解,巩固所学知识。

(4) 文、理、工等知识相互交融,有利于高中学生综合素质的培养。建筑具备多重属性,既涉及历史、文化、艺术、社会心理等方面的知识,又涉及材料性质、力学及经济发展和环境保护等方面的知识。因此学习本门课程有助于高中学生融合文、理、工等方面的知识,有利于学生综合素质的培养和提高。

(5) 与高中其他课程的内容联系紧密,有助于学生将理论知识应用于实际。教材中建筑与文化方面的内容有助于学生将建筑与历史知识结合,教材中建筑材料、建筑构造和建筑结构方面的内容与数学、物理、化学等课程的内容联系紧密,使学生认识到可以运用数学、物理和化学知识来解决工程实践中的具体问题,既培养了学生理论联系实际的能力,又能促进学生学习 and 运用数学、物理和化学知识的热情和兴趣。

《建筑及其设计》教学参考学时数

教学内容	参考学时数
第一章 建筑与文化	12
第一节 建筑的含义和构成要素	2
第二节 中西方古典建筑概述	4
第三节 建筑文化的继承与发展	3
第四节 建筑艺术欣赏	3
第二章 建筑材料及其加工	8
第一节 走近建筑材料	2
第二节 常用建筑材料及其连接	4
第三节 建筑材料的选择与使用	2
第三章 建筑构造及其简单设计	8
第一节 认识建筑构造	2
第二节 基本的建筑构件	4
第三节 简单的建筑构造设计和模型制作	2
第四章 建筑结构及其简单设计	8
第一节 认识建筑结构	3
第二节 常见的建筑结构类型	3
第三节 简单的建筑结构设计 and 模型制作	2

第一章 建筑与文化

本章提示

建筑不仅为我们提供了居住、工作及活动的空间场所，同时还蕴含着丰富的人文资源，人们的生活离不开建筑。我国著名的建筑史学家梁思成先生说：“建筑是人类社会全部文化的高度集中。”本章内容就是让学生带着了解的兴趣身临其境般地遍访我国大江南北及世界各地，初步了解建筑蕴含的博大精深的民族传统文化，了解当地的风土人情和地理环境。本章的宗旨是使学生理解：建筑是各民族技术与文化的结晶，体现着各个历史时代当时生产力的发展水平。

建筑文化是一个与日常生活联系紧密的内容。本章提供了大量各类建筑的图片给学生增加信息量、开阔视野，从建筑的过去、现在和未来等不同时期入手，呈现绚丽多彩的建筑文化，使建筑文化成为能见度较高、理念丰富、可触摸的概念。然而，教师在授课过程中，很容易造成只对建筑做简单介绍及只从建筑表面意义上去赏析。学生第一次接触建筑文化，对其充满了兴趣，教师在讲解时难免会涉及建筑科学的专业知识、深层理论，因而教师应尽可能避开晦涩的专业术语，使用简单易懂的语言和直观生动的比喻来帮助学生理解建筑文化。

本章共分为4节，简要而系统地叙述了建筑的基本知识、中西方古典建筑的发展及其成就、建筑文化的传承与保护及建筑艺术欣赏的方法，用大量文献资料和实景图片为学生提供了一个了解建筑艺术、弘扬建筑文化的途径。在学习过程中，任课教师可以通过不同的渠道收集更多的中外经典建筑的图片、资料制作成电子课件，以丰富课堂教学内容，扩展学生知识面，提高学生对不同经典建筑的识别及赏析能力。对于学生的素质培养来说，自我学习、融会贯通是重要的学习方法，在了解、理解的基础上培养学生探究发现的能力才是本章学习的最终目的。本章学时安排如下：

(1) 第一节2学时，学生在本节重点理解建筑构成的三要素，对于建筑的含义和分类，只作为了解内容，通过“探究尝试”和“活动延伸”对三要素加深理解。

(2) 第二节4学时，分别讲述中国古典建筑和西方古典建筑。本节知识覆盖面大，内容较多，主要侧重在对中西方古典建筑的特征、代表作品进行赏析，使学生对其有一个宏观了解，掌握一些传统文化知识。

(3) 第三节3学时，侧重在民族传统建筑的保护和建筑文化的继承方面，要让学生深刻理解保护民族传统文化的重要性，引导学生树立保护建筑遗产的意识和发扬光大建筑传统文化的信念。

(4) 第四节3学时，通过本节学习，希望学生能掌握欣赏建筑艺术的基本方法，树立高雅的审美观，全面认识建筑艺术的价值。

第一节 建筑的含义和构成要素

一、教学目标

1. 了解建筑的含义、范围、分类等基本概念，理解建筑空间的含义。
2. 学习建筑构成三要素，了解每种要素的含义及其作用。
3. 了解建筑的分类，并能在日常生活中加以运用。
4. 对建筑学这门学科及建筑艺术有一个基本的了解，为进一步欣赏和品味建筑艺术打下良好的基础。

二、结构分析

本节是建筑与文化这一章的开篇。建筑是与绘画、雕塑、音乐等并列的艺术门类，又具有自身的独特魅力。它是我们身边的艺术，与每个人的生活密切相关。因此，懂得欣赏建筑艺术是生活中的一大乐趣，也是培养审美能力的重要途径。

建筑对于我们既熟悉又陌生。由于建筑学科的综合性和复杂性，如何深刻领会其中的含义，懂得如何欣赏建筑是我们学习的重点。因此，有必要先介绍一些最基本的知识，使学生能够了解建筑的本质，然后才能谈到欣赏。本节的主要内容是建筑的含义、构成和分类，借助它们说明建筑与人类生活的密切联系及建筑艺术的辉煌成就。

关于什么是建筑，从不同角度有着多种定义和说法，本节第一部分通过“探究尝试”“小资料”等多种形式告诉学生建筑含义的多样性，并引入一个重要的概念“空间”。在了解什么是建筑空间的基础上，进一步分析建筑空间的构成方式，让学生了解体会空间感。这部分还简要提到了与建筑相关的专业学科，本节末尾的阅读材料作为知识补充简要介绍了大学中建筑学及相关专业的内容、要求及范围，使学生了解建筑专业的构成。

第二部分为本节重点，讲述建筑构成三要素。只有让学生知道建筑功能、建筑技术、建筑形体的内容和作用，才能在以后的几节中根据这些要素欣赏建筑，了解建筑文化。

第三部分为建筑的分类，通过图表的方式让学生了解日常生活中的建筑是什么类型，从而理解不同的建筑类型有不同的特点和设计要求。

三、教学建议与说明

本节的教学重点是帮助学生弄清建筑的基本含义和构成要素，对建筑有一个从感性上升到理性的认知过程。对于这部分内容，课本围绕着三个问题进行讲解，层层递进，从建筑的表面现象深入到本质属性，从而帮助学生建筑建立起基本的概念，掌握基本的知识。

教学策略：通过生动幽默的语言和图片引起学生对建筑艺术的兴趣，结合实例进行讲解。

导入新课：建筑对于我们每个人，都应该是非常熟悉的，我们逛的超市，读书的教室，还有体育馆，这些都是建筑。但作为艺术的建筑我们又觉得陌生，建筑就是房子吗？除了我们知道的房子，桥梁、陵墓、纪念碑等属于建筑吗？

对于第一部分中“空间”的理解可能成为一个难点。一般来说，建筑空间指用人为手段所限定的供人们各种具体、特定的生活活动的空间。这里，是否有人类的主观加工是至关重要的。

人类最初建造建筑是为了防御自然界的有害侵袭，获得较为安全的室内空间，由此也就产生了室内外空间的区别，建筑物的每一个体块，包括墙体、柱子或栏杆等，都会成为一种空间边界，构成空间延续中的一种限定，从而每一种建筑势必会成就两种类型的空间：内部空间和外部空间。

●通过对教材第4页内容的学习，应该知道建筑包含建筑物与构筑物。

(1) 建筑物。指供人们生活、居住、工作、学习、娱乐和从事生产的建筑。它是为了满足生活的需要，利用所掌握的物质技术手段，在科学技术与美学法则的支配下，通过对空间的限定、组织而创造的人为的生活环境。如故宫太和殿、悉尼歌剧院等。

(2) 构筑物。指人们一般不直接在内进行生产和生活的建筑，比如桥梁、城墙、堤坝等。如美国金门大桥、法国巴黎埃菲尔铁塔等。

●在建筑构成三要素中，建筑功能是最为重要的。第一，它首先要满足人体尺度和人体活动所需的尺度；第二，要满足人的生理要求，也就是要求建筑具有良好的朝向、保温、隔声、防潮、防水、采光及通风的性能，这也是人们进行生产和生活所必需的条件；第三，要满足不同建筑有不同使用特点的要求。例如，火车站要求人流、货流畅通；影剧院要求听得清、看得见和疏散快；教学建筑中教室应该明亮、安静；工业厂房要求符合产品的生产工艺流程；某些实验室对温度、湿度有特殊要求等，这些都直接影响着建筑物的使用功能。教材第6页“新视窗·背景外延”中的“实用、坚固、美观”，对应了建筑功能、建筑技术和建筑形象的要求。

●对教材第5页“实践活动”的处理参考意见：

教师可先结合图片和参考资料内容简要介绍教材表1.1中四个建筑的历史背景、主要特点，让学生进行总结即可。

表 1.1 建筑的作用、主要材料、结构形式与形象特征

建筑名称	建筑作用	主要材料	结构形式	形象特征
山西应县佛宫寺释迦塔	佛塔	木材	楼阁式	整体轮廓丰满挺拔，精致而宏伟
威海甲午海战纪念馆	纪念馆	砖石	钢筋混凝土结构	造型奇特，肃穆、庄严
法国巴黎凯旋门	纪念性	石材	砌体	宏伟、庄严
法国巴黎埃菲尔铁塔	纪念性	钢铁	钢结构	高大、挺拔

●对教材第6页“探究尝试”的教学建议：

对于悬空寺的建造，教师可参阅参考资料的内容进行讲解，若有条件还可采用中央电视台《走近科学》栏目中“揭秘千年悬空寺”的内容作为知识扩充，或者可介绍给学生课下观看。

●对教材第7页“探究尝试”的教学建议：

教材中建筑形象部分已揭示了三个建筑的基本特点，一般学生对布达拉宫比较熟悉，可让学生先自行描述，帕提依神庙和米拉公寓由教师进行分析和讲解。学生看到图片能够认识即可。

●对教材第8页“思考题”的处理参考意见：

1. 可以结合教材，从技术、艺术、空间等角度来理解，建筑既有外延的含义，即是建筑物和构筑物的合称；也有内涵的意义，即在建筑中所包含的文化价值、艺术审美、历史背景、时代特征等。

2. 比较容易回答，找一个典型建筑实例，也就是大部分学生都认识的建筑实例来说明，可以采用教材后三节中的例子，比如故宫太和殿、上海东方明珠电视塔等。

3. 应该让学生了解教学楼设计的一些要求。

(1) 功能要求。教学楼一般由四部分组成：教学部分、办公部分、辅助部分、交通部分。教学部分包括普通教室、实验室、自然教室、美术教室、书法教室、语言教室、合班教室、图书资料室、体育器材室、科技活动室等；办公部分包括教师办公室、教师休息室、行政办公室等；辅助部分包括卫生间、传达室、值班室等；交通部分包括电梯、楼梯、门厅、走廊等。教学用房的平面应该功能分区明确、联系方便并有利于疏散。

(2) 形式要求。对于中学教学楼，建筑的体型及立面设计要反映学校的“性格”与特征，通过成组的教室、明亮的窗户、开敞通透的出入口及亮丽的色彩，给人开朗、活泼、亲切和愉快的感觉。首先要主次分明，教学用房是主要的使用空间，应布置在主要部位，办公室及辅助用房宜放在次要部位，通过体量、虚实、凹凸与色彩的对比，突出主要部分。其次要使各部分相互呼应、协调统一，从而达成整体完美、细节生动的艺术形象。

(3) 经济要求。建筑经济与否直接关系到建筑的整体建造费用，所以应该采用合理的结构形式、恰当的建筑材料、适宜的建筑技术，使教学楼达到经济、适用、美观的要求，应因地制宜地进行设计。

●对教材第9页“活动延伸”的处理参考意见：

1. 教师要结合参考资料对什么是住宅、住宅的组成及住宅优缺点评价的标准是什么进行讲解，使学生明白什么是好的住宅户型设计。然后让学生测量自家房间、家具的尺寸，建立起一种简单的尺度感，并可选取一位学生的家作为范例，教师和学生都可以提出方案进行修改（教材表1.3）。在修改的时候，一种是在原有框架内改动，不改变外轮廓，这种方式对于非建筑专业的教师和学生来说有难度；另一种是在原有住宅基础上适当地改变外轮廓，这种方式比较容易操作，建议采用。

表 1.3 住宅中多个房间的情况调查

名称	大小	形状	朝向	如何改进
客厅	15 m ²	长方形	南	可以再加宽一点
厨房	5.2 m ²	长方形	北	应该加一个阳台
餐厅	7 m ²	方形		与厨房连在一起，使用空间小
主卧室	14.4 m ²	长方形	南	使用还比较方便
卧室	10 m ²	长方形	北	房间有点小
卫生间	3.6 m ²	方形	西	没有窗户，是暗卫生间，应该加一个窗户
……	……	……	……	……

2. 可以让学生对目前居住的小区从景观绿化、小区道路、居民交往、活动设施等方面

进行评价，然后以心目中的居住环境要求填写教材中的调查表 1.4。

表 1.4 欲购新房的情况调查

使用功能：满足父母和我的居住要求，希望住在三室两厅的房子中，我有独立的卧室，还有一间书房	自然环境：有大片的绿地和草坪，树木种类较多，希望三季有花，四季常绿，小区中有水景、雕塑，中心广场适于体育活动	补充 1：离学校近
外观造型：造型新颖，高雅大方	人文环境：小区住户整体素质较高，爱护环境，希望周边有公共绿地、体育场、超市	补充 2：绿色环保、节约能源

四、参考资料

山西应县佛宫寺释迦塔

山西应县佛宫寺释迦塔又称应县木塔，位于山西省朔州市应县县城内西北角的佛宫寺院內，是佛宫寺的主体建筑。古代有民谣说：沧州狮子应州塔，正定府里大菩萨。木塔建于辽代清宁二年（1056 年），距今已有 900 多年的历史。它不仅是中国建筑艺术最优秀的作品之一，也是世界上现存最古老、最完整的木结构楼阁式塔。

木塔总高 67.31 m，底层直径 30.27 m，外形相当敦厚，虽高峻却不失凝重。整个建筑由塔基、塔身、塔刹三部分组成。塔基分为上下两层，下层为方形，上层为八角形。塔身平面为八角形，外观是 5 层，但是塔内又有 4 层暗层，所以结构实际上是 9 层，称为“明五暗四”。木塔使用了很多中国传统的建造手法，全塔上下除了砖石塔基和铁制塔刹外，整体架构所用都是木材，找不到一根铁钉，数以万计的构件全靠卯榫互相咬合固定在一起，具有良好的整体性。而且全塔共使用 54 种不同形式的斗拱，种类之多，国内罕见，世称“斗拱博物馆”。塔门坐北朝南，内有木质楼梯可以攀登到顶层，二层以上塔身外部均设有挑出的回廊（古代称为平坐），可供游人凭栏远眺。塔内明层每层都有塑像，神态各异、造型优美，内壁上的壁画比例适当、色彩鲜艳、衣纹流畅，保持着辽代的风格特征。

应县木塔历经沧桑，遭受过无数次自然和人为的破坏。元代以后，应县曾发生过 10 余次较强的地震，其中 6 级以上就有 3 次，木塔却安然无恙。1926 年军阀混战时，木塔中弹 200 余发，至今弹痕可见，而历史上遭雷击更是数不胜数。木塔之所以在近千年的时间里始终巍然屹立，除其本身结构坚不可摧外，历代不断维修也是一个重要原因。据史料记载，历史上共进行了 6 次大型维修。新中国成立后，国家先后多次拨款，不断对木塔进行补修、加固。而且在 1974 年整修时发现了一批辽代经卷和绢质佛像画等珍贵文物，对进一步研究辽代的政治、经济、文化、宗教活动等具有重要的学术价值。

（摘编自《中国建筑地图》）

甲午海战纪念馆

甲午海战纪念馆坐落于甲午战争纪念地威海刘公岛上，是一处以建筑、雕塑、绘画等综合艺术展示甲午海战悲壮历史的大型遗址性纪念馆，建于 1995 年。海战馆占地 14 000 m²，建筑面积 8 900 m²。

海战馆建筑构思奇特，气势宏大，建在当年旗规定远号搁浅的地方。这是一组雕塑式的建筑，其具有标志性特征的设计敢于打破常规，以高耸的雕塑与纪念馆连成一体，突出海战主题。一艘残破的覆舟作为海战馆的大门，建筑主体则犹如相互穿插、撞击的舰体悬浮于海面之上，质朴而粗犷的残船败壳悲壮感人，战争气氛被渲染出来，深化了纪念意义。在 18 m 高的建筑主体上还矗立了一尊高 15 m 的北洋海军将领巨型塑像，其手持望远镜凝视海疆，随风扬起的斗篷预示着一场恶战即将来临。海战馆通过建筑形式的隐喻，体现了建筑喻体（战舰）与内容（纪念甲午海战）之间的密切联系，被建筑界誉为“当代中国建筑艺术精品”。

（摘编自《甲午海战纪念馆》）

法国巴黎凯旋门

久负盛名的法国巴黎凯旋门是 1836 年 7 月 29 日建成的，距今已有 170 多年的历史。凯旋门坐落在巴黎西北面的戴高乐广场，12 条大街以它为中心呈辐射状散开，因此戴高乐广场也称为星际广场。

凯旋门的建造，始于古罗马。1806 年 2 月 12 日，在奥斯特里茨战役中打败了奥俄联军的拿破仑为了庆祝胜利，下令在星际广场建造一座城门。当年 8 月 15 日，城门按照法国建筑大师夏尔格兰的设计方案破土动工，中间几经波折，时建时停，经历了 30 年。整个凯旋门全用石材建造，高 48.8 m，宽 44.5 m，厚 22 m，中心拱门宽 14.6 m，两侧拱门较低。凯旋门内外墙上的雕刻全部以法国大革命及拿破仑第一帝国时期的战绩为主题，外墙上有关巨型雕像，其中《马赛曲》刻在右侧石柱上，浮雕上右手持剑的自由女神在振臂高呼，号召人们为保卫新生的共和国而战斗。门内侧刻有曾跟随拿破仑远征的 386 名功勋将领的姓名。1920 年 11 月 10 日在门正下方建成无名烈士墓，里面埋葬着第一次世界大战中牺牲的无名战士。每逢节日，就有一面 10 m 多长的法兰西国旗从拱门顶端直垂下来，在无名烈士墓上空招展飘扬。凯旋门顶部是一个博物馆，凯旋门的拱门上可以乘电梯或登石梯上去，馆内陈列着有关凯旋门的历史文件和拿破仑生平事迹的图片。凯旋门和法国的历史文化紧密相连，是人们参观游览的胜地，也是法国政府重点保护的名胜古迹之一。

法国巴黎埃菲尔铁塔

法国巴黎埃菲尔铁塔占地约 10 000 m²，耸立在巴黎市区塞纳河畔的战神广场上。埃菲尔铁塔 1887 年 1 月 26 日动工，1889 年 5 月 15 日开放，距今已有 100 多年的历史了。

埃菲尔铁塔是巴黎的一个标志，也是建筑构造史上的技术杰作。法国政府在筹备纪念法国大革命 100 周年的国际博览会时举办了纪念建筑的设计竞赛，征得百余方案，其中土木工程师埃菲尔设计的 300 m 高镂空结构铁塔方案中选。铁塔的 4 座塔墩由水泥浇筑，使得塔基像一座平地而起的铁环，四角交结，十分稳固；完全为钢架镂空结构的塔身有 1.2 万个金属配件，由 250 万只铆钉连接在一起，重达 7 000 多 t。再加上电视天线、4 个基座等，总重量 9 750 t。由地面到塔顶有电梯和 1 710 级台阶，还有一个旋转的灯标直插云端，气势磅礴，象征着法国大革命的伟大和崇高。铁塔分三层，在 57 m、115 m 和 274 m 处各为一层，每层都有平台和栏杆。从第三层起，建筑结构猛然收缩，直指苍穹，从一侧远望好像倒写的“Y”。在铁塔设计中最为出众的是防强风吹袭的钢结构设计，而其独创的四脚支撑外形更是成为各国电视塔参照的典范。站立在塔顶甚至可以眺望 72 km 之远的景物，铁塔附近那波光粼粼的塞纳河、郁郁葱葱的绿色林带、鳞次栉比的建筑群、雄伟庄严的凯旋门、繁华喧闹的爱丽舍大街及古老的

巴黎圣母院等尽收眼底。每年有两三百万人来参观埃菲尔铁塔。

(摘自《塔碑的故事》)

山西恒山悬空寺

悬空寺位于恒山脚下，在浑源县城城南 5 km 处的金龙峡内西岩峭壁上。自古以来，这里一直被列为北岳恒山的第一奇观。

悬空寺创建于北魏后期（471~523 年），已经经历了 1 400 多个年头。现存建筑是明、清两代重修的。悬空寺背西面东，像是悬在一幅巨大屏风中腰的一尊精巧、别致的玉雕。

悬空寺寺门朝南，寺内有楼阁殿宇 40 间。南北各有一座三檐歇山顶，危楼耸起，对峙而立，从低向高，三层叠起。六座殿阁，相互交叉，飞起的栈道相连，高低相错，用木制楼梯相沟通，曲折迂回，参差有致，高下错落，虚实相交，构思布局妙不可言。整个寺庙，错综而不零乱，交叉而不失严谨，似虚而实，似危实安，实中生巧，危里见俏，一种在国内其他寺庙中体会不到的危险感会紧紧地抓住游人的猎奇心理。

悬空寺内塑像颇多，并有各种铜铸、铁铸、泥塑、石雕像 80 尊。三圣殿内的释迦、韦驮、天女等塑像，形体丰满，神态感人，是悬空寺内彩塑中的佼佼者。更为特殊的是悬空寺最高层的三教殿内，释迦牟尼、老子、孔子的塑像共居一室，耐人寻味。佛教、道教、儒教始祖同居一室，确不多见。

悬空寺虽幽居深谷，但有恒山水库依傍。夏日，青山侧立，黛色的山峦在水库中显出倒影。水色清碧，涟漪层层。到溢洪闸全开时，峡谷内飞流喷涌，山水相交，浑然一体，使悬空寺的奇景又增添了秀色。

布达拉宫

布达拉宫在西藏拉萨西北的玛布日山上，是著名的宫堡式建筑群，是藏族古建筑艺术的精华。“布达拉”，或译“普陀珞珈”，意为“佛教圣地”。布达拉宫始建于公元 7 世纪。藏王松赞干布为远嫁西藏的唐朝文成公主在拉萨海拔 3 700 m 的玛布日山上建造了有 999 间房屋的宫宇——布达拉宫。17 世纪重建后，布达拉宫成为历代达赖喇嘛的冬宫，也是过去西藏地方统治者政教合一的统治中心，从五世达赖喇嘛起，重大的宗教、政治仪式均在此举行，同时它又是供奉历世达赖喇嘛灵塔的地方。

布达拉宫现占地 41 万 m²，建筑面积 13 万 m²，宫体主楼 13 层，高 115 m，全部为石木结构，5 座宫顶覆盖鎏金铜瓦，金光灿烂、气势雄伟，是藏族古建筑艺术的精华，被誉为高原圣殿。它依山垒砌，群楼重叠，殿宇嵯峨，气势雄伟，有横空出世、气贯苍穹之势，坚实厚重的花岗岩墙体，松茸平展的白玛草墙领，金碧辉煌的金顶，具有强烈装饰效果的巨大鎏金宝瓶、幢和经幡，交相辉映，红、白、黄三种色彩的鲜明对比，分部合筑、层层套接的建筑形体，都体现了藏族古建筑艺术特色。布达拉宫是藏式建筑的杰出代表，也是中华民族古建筑的精华。

宫殿的设计和建造根据高原地区阳光照射的规律，墙基宽而坚固，墙基下面有四通八达的地道和通风口。屋内有柱、斗拱、雀替、梁、椽木等，组成承架。铺地和盖屋顶用的是叫“阿尔嘎”的硬土，各大厅和寝室的顶部都有天窗，便于采光换气。宫内的柱梁上有各种雕刻，墙壁上的彩色壁画面积有 2 500 m²。宫内还收藏了西藏特有的在棉布、绸缎上彩绘的唐卡及历代文物。布达拉宫在 1961 年被列入全国重点文物保护单位，1989 年进行了全面的整修。

独特的布达拉宫是神圣的，每当提及它时人们都会很自然地联想起西藏。在人们心中，这座凝结了藏族劳动人民智慧又目睹了汉藏文化交流的古建筑群，已经以其辉煌的雄姿和藏传佛教圣地的地位绝对地成为藏民族的象征。1994 年 12 月初，西藏拉萨布达拉宫被列入《世界遗产名录》。

帕提依神庙

帕提依神庙是古希腊最著名的建筑，建于公元前 447~前 432 年。它是雅典卫城的主体建筑，是为了纪念雅典战胜波斯侵略者的伟大胜利而建的。它也是希腊本土最大的多立克柱式神庙，是古代建筑艺术的杰作。

帕提依神庙在卫城最高处，是卫城唯一的围廊式建筑，殿内供奉黄金和象牙制作的雅典娜立像。它采用希腊神庙中最典型的长方形平面，周围有一圈列柱，建在一个三级台基上。屋顶是两坡顶，顶的东西两端形成三角形的山花，上有精美的高浮雕，与严谨的结构形成鲜明对比。西山花上雕刻雅典娜和海神波赛冬争战的场面，正面东山花上雕刻出关于雅典娜诞生的情景。雕刻饰以金、蓝、红等色彩，浓艳华丽。围廊内墙壁上部有一圈高约 1 m 的连续浅浮雕，描绘雅典娜庆节的热烈场面。神庙的列柱采用了雄浑、刚健的多立克柱式，比例匀称，庄严和谐，是多立克柱式的典范。

神庙在 1687 年土耳其—威尼斯战争中被炮火所毁，如今只剩下 30 多根石柱和断壁残垣。

米拉公寓

米拉公寓位于西班牙巴塞罗那的帕塞奥·德格拉西亚大街上，它以怪异的造型而闻名于世，是由西班牙建筑设计师安东尼·高迪设计建造的。高迪在建筑艺术探新中是勇于开辟新道路的人，他以浪漫主义的想象力使塑性艺术渗透到三维空间的建筑中。

米拉公寓位于街道转角处，地面以上共 6 层（含屋顶层）。这座建筑的墙面凸凹不平，屋檐和屋脊有高有低，呈蛇形曲线。建筑造型仿佛一座被海水长期侵蚀又经风化布满孔洞的岩体，墙体本身也像波涛汹涌的海面，富有动感。米拉公寓的阳台栏杆由扭曲回绕的铁条和铁板构成，如同挂在岩体上的一簇簇杂乱的海草。米拉公寓的平面布置也不同一般，墙线曲折弯扭，房间的平面形状没有一处是方正的矩形。米拉公寓以其独特的造型引来成千上万的游人。

杰弗逊纪念拱门

杰弗逊纪念拱门又称杰弗逊国家纪念碑，由当代著名建筑师小沙里宁设计，位于美国中部密西西比河中游最大的港口城市——密苏里州圣路易斯市，建于 20 世纪 60 年代，是为纪念美国先辈移民开拓西部而建的一座高宽各为 190 m 的抛物线形拱门，游人可乘电梯直达拱顶观光。

（摘编自《20 世纪西方建筑史》）

住宅建筑设计

1. 住宅建筑

住宅是人类为了满足家庭生活的需要所构筑的居住空间，它是人类适应自然、改造自然的产物，并且是随着人类社会的进步逐步发展起来的。

住宅建筑为人们生活提供居住的空间，住宅设计与当地自然环境、人们的生活习惯、历史文化背景密切相关，也随着社会进步和物质技术条件的发展而不断变化，具有典型的民族性和地方性。在住宅建设中，为了适应大规模的开发建设，简化设计工作，实现建筑

工业化，常将一幢住宅分为若干标准段，称为单元。以一种单元或几种单元拼接成不同大小、形体的多种组合体，这种设计方法称为单元设计法，这类建筑因此被称为单元式住宅。

2. 住宅建筑设计的原则

一幢单元式住宅，可以由一户或几户组成单元，再由几个或多个单元组成一幢住宅。

单元式住宅设计的基本原则如下：

套型恰当——按照国家规定的住宅标准和市场需求，恰当地安排套型，应具有组合不同套型的灵活性，满足居住者的实际需求。

使用方便——功能合理，不仅能满足住户在日照、通风、采光、隔声、隔热或保温、防水、防火、防盗等方面的要求，而且能合理解决公共空间（如客厅）与私密空间（如卧室），以及洁净空间（如客厅、卧室）与有较多污染的空间（如厨房、卫生间）之间的相互关系，设置必要的储藏空间；此外，设计中还应尽量减少交通面积，避免户外交通对户内的干扰。

交通便捷——尽可能压缩户外公共交通面积，并避免公共交通对户内的干扰。

经济合理——提高面积的使用率，合理利用空间。在设计中，应首先选择合理的结构与构造方案；同时，选择经济合理的层高和层数，合理布置住宅的朝向以节约能源；此外，还要选择绿色环保建筑材料。

造型美观——能满足城市规划的要求，立面新颖美观，造型丰富多样。

环境优美——住宅环境包括室内空间环境和外部空间环境，要考虑邻里交往、居民休憩、儿童游戏、老人休闲、安全防卫、绿化美化及物业管理等各种需求。

3. 住宅设计的要求

（1）套型。住宅应按套型设计，即每套住宅的分户界线应明确，必须独门独户，每套住宅至少应包含卧室、起居室（厅）、厨房和卫生间等基本功能空间。

（2）卧室、起居室（厅）。卧室之间不应相互穿越，卧室应有直接采光、自然通风，其使用面积不宜小于下列规定：双人卧室 10 m^2 ，单人卧室 6 m^2 ，兼起居的卧室 12 m^2 。

起居室（厅）应有直接采光、自然通风，其使用面积不应小于 12 m^2 。起居室（厅）的主要功能是供家庭团聚、接待客人、休闲娱乐之用，常兼有进餐、杂务、交通等作用。

（3）厨房。厨房的使用面积不应小于 4 m^2 ，厨房应有直接采光、自然通风，并宜布置在户内进口处。

厨房应设置洗涤池、案台、炉灶及排油烟机等设施或预留位置，按炊事操作流程排列，操作面净长不应小于 2.10 m 。单面布置设备的厨房净宽不应小于 1.50 m ，双面布置设备的厨房其两排设备的净间距不应小于 0.90 m 。

（4）卫生间。每套住宅应设卫生间。四室住宅宜设两个或两个以上卫生间。每套住宅至少应配置三件卫生洁具，不同洁具组合的卫生间使用面积应符合下列规定：

设便器、洗浴器（浴缸或者喷淋设施）、洗面器三件卫生洁具时面积不小于 3 m^2 ；

设便器、洗浴器两件卫生洁具时面积不小于 2.50 m^2 ；

设便器、洗面器两件卫生洁具时面积不小于 2 m^2 ；

单设便器的不小于 1.10 m^2 。

（5）层高和室内净高。普通住宅层高不宜高于 2.80 m 。卧室、起居室（厅）的净高不应低于 2.40 m ，局部净高不应低于 2.10 m ，且其面积不应大于室内使用面积的 $1/3$ 。利用

坡屋顶内空间作为卧室、起居室（厅）时，其 1/2 面积的净高不应低于 2.10 m。厨房、卫生间的净高不应低于 2.20 m。

（6）阳台。阳台是室内与室外的过渡空间，在城市居住生活中发挥着越来越重要的作用。每套住宅应设阳台。阳台栏杆设计应防儿童攀登，垂直栏杆间净空不应大于 0.11 m，放置花盆处必须采取防坠落措施。

（7）过道。套内入口过道净宽不宜小于 1.20 m，通往卧室、起居室（厅）的过道净宽不应小于 1 m，通往辅助用房的过道净宽不应小于 0.90 m，过道拐弯处的尺寸应便于搬运家具。

（8）门窗。没有邻接阳台或平台的外窗窗台，如距地面净高较低，容易发生儿童坠落事故。因此外窗窗台面距楼面、地面的净高低于 0.90 m 时，应有防护措施。

各部位门洞口的最小尺寸应符合如下规定：

各部位门洞口的最小尺寸

类别	门洞口宽度/m	门洞口高度/m
共用外门	1.20	2.00
户门	0.90	2.00
起居室门	0.90	2.00
卧室门	0.90	2.00
厨房门	0.80	2.00
卫生间门	0.70	2.00
阳台门	0.70	2.00

[摘自《住宅建筑设计原理（第二版）》]

第二节 中西方古典建筑概述

一、教学目标

- 1. 了解中国古代建筑艺术的成就和特点，了解中国古典建筑的结构体系、屋顶、装饰等特征，重点了解和认识中国宫殿建筑、民居建筑、古典园林的特点，知道中国古典建筑艺术的代表作。
- 2. 了解西方古典建筑文化在不同时期的艺术特征、主要建筑类型及代表作。
- 3. 通过对比中西方古典建筑文化的不同点，知道中西方建筑文化的差异。
- 4. 从各具特色的中外古典建筑中读懂其中所蕴含的深远的民族思想和内涵，体会古代劳动人民的聪明才智。

二、结构分析

本节分为两部分内容，分别讲述了中国古典建筑和西方古典建筑。

中国古典建筑经数千年来继承演变，流传发展至亚洲广大区域。虽然在思想及生活上，中国曾多次受外来异族的影响，发生多次变异，但中国建筑几千年来始终保存着它固有的结构方式及布局。所以“中国古典建筑概述”部分主要介绍中国古典建筑最有别于世界其他建筑体系的建筑艺术特征，对古建筑的木构架、斗拱、民居、装饰等进行讲解。

西方古典建筑随着时间的变化而不断演进，故“西方古典建筑概述”部分选取了西方不同历史时代和不同地域的建筑文化进行讲解，分别论述了古埃及建筑、古希腊建筑、拜占庭建筑、哥特建筑及文艺复兴时期的建筑，与高中历史课程的有关时代背景相配合，有助于学生加深理解。

在本节最后通过“小资料·中西方建筑文化的交流”及“新视窗·知识外延”介绍两种文化的融合和借鉴，虽然中国与欧洲建筑经过相对独立而漫长的发展，由于文化差异而形成不同的建筑观，但中西文化的交流并没有因为时间和空间的距离而分隔，而是在相互促进、相互借鉴、相互影响中起着重要的作用。

本节末尾提供的阅读材料简要讲解了中国古典园林的发展史，之所以选这篇材料，不仅因为中国古典园林在世界园林史上独树一帜，还在于园林艺术中所蕴含的深刻的传统文化背景和人文情感。

三、教学建议与说明

教学难点：在教学中，学生对于中国古典建筑的专业术语可能较为陌生，可通过多样化的教学手段加强学生的认识；西方古典建筑风格迥异的原因，很大一部分是宗教的影响，较为典型的建筑作品都是教堂建筑，教师在讲解中可适当介绍一些宗教背景知识，加深学生对西方古典建筑的理解。

教学策略：学习本节是学生了解中西方古典建筑艺术成就的重要手段，仅通过课文图片，学生难以产生设身处地的感受，难以真正理解课文的内容，需要教师通过多媒体课件、挂图、光盘资料、文学作品、音乐等教学手段帮助学生提高认知能力和审美能力，与学生共同探讨中西方古典建筑蕴含的背景特征、艺术精神和美学意识。

教学中，教师可以充当“导游”的角色，尽量创造出“旅游”情境及营造出“游览”的气氛，让学生产生犹如临其境的感受，加强建筑艺术的感染力。

●对教材第11页“探究尝试”的处理参考意见：

1. 木构架结构的优点。首先，承重与围护结构分工明确，屋顶重量由木构架来承担，外墙起遮挡风雨、隔热保温的作用，内墙起分隔室内空间的作用。由于墙壁不承重，这种结构赋予建筑物极大的灵活性。其次，有利于防震、抗震，木构架结构很类似今天的框架结构，由于木材具有的特性，且木构架结构所用斗拱和卯榫又都有一定的伸缩余地，因此在一定限度内可减少地震对这种构架所造成的损害。民间俗语“墙倒屋不塌”形象地表达了这种结构的特点。

2. 我国选择木材作为主要结构材料的原因。石材的特点是足以承担巨大的压力，宜于向高空发展。与之刚好相反，木材的特点是容易制造较大跨度的窗框和飞檐，宜于横向发展。

木材长期广泛地被作为一种主流建筑材料加以使用，主要有以下优势：

(1) 取材方便。在古代，我国广袤土地上散布着大量茂密的森林，并且木材易于加工，随着铁制斧、锯、凿、钻、刨等工具的使用，木结构的技术水平得到迅速提高，并由此形

成我国独特的、成熟的建筑技术体系。

(2) 适应性强。木架建筑使用的灵活性大,无论平原或山区,还是寒带或热带,都能满足使用要求。

(3) 有较强的抗震性。木构架的组成采用卯榫结合形式,木材本身具有的柔性加上卯榫节点有一定程度的可活动性,使整个木构架在消减地震力的破坏方面具备很大的潜力。

(4) 施工速度快。木材施工远比石料快,加上唐宋以后各种木构件的式样基本定型化,因此可对各种木构件同时加工,制成后组合拼装。我国明嘉靖年间建紫禁城三大殿只花了3年时间,欧洲同时代建设的罗马圣伯多禄大教堂则用了120年。

(5) 便于修缮。卯榫节点有可卸性,替换某种构件比较容易。

●对教材第13页“探究尝试”的处理参考意见:

1. 屋顶中直线和曲线巧妙地组合,形成向上微翘的飞檐(檐口向上稍翘),增添了建筑物飞动轻快的美感。

2. “起翘”是指在屋檐转角处的四角微微翘起。为避免雨水侵袭屋身和台基,屋顶的四周屋檐伸出较远,这种屋檐是作为椽子的木料挑出梁枋之外而构成的。屋檐到四个角的位置挑出的距离必然增大,四周用比椽子更大的木料(称为角梁的构件)来支撑,所以屋檐水平线成为富有弹性的曲线。这个问题教师可以通过物理现象加以讲解:如果一颗圆珠从上陡下平的轨道上下滑,那么它一定会比顺着直线轨道下滑的距离更远,这是因为轨道越陡,圆珠受到的地心引力越大。当然雨水不是固体而是液体,而且下雨时整个屋面同时受到雨水冲刷,导致排水的效果不是特别显著。为解决这个矛盾,在屋顶檐口处运用了“飞檐”和“起翘”,这样既满足实际需要,又使屋顶产生轻盈飞跃的视觉效果。

●宫殿、坛庙是我国古代建筑等级最高的建筑物,也是帝王权威和统治的象征,在群体布局、色彩处理、尺度对比等方面富有特色和创造性。对于宫殿建筑部分,可着重讲解故宫,了解中国传统建筑艺术的伟大成就。

●对民居部分讲解时,可以重点讲解北京四合院和客家土楼。北京四合院是北方地区院落式住宅的典型,土楼是移民文化在住宅中的典型表现。也可以根据学习情况或地理区域,适当增加窑洞、碉楼、徽州民居及当地乡土民居等内容,使学生建立了解家乡、热爱家乡的观念。

●对教材第15页“思维外延”的处理参考意见:

这个问题对于高中生来说有一定的难度,只要认识窑洞民居就可以了,教师可以对节能、经济、环保等优点进行讲解。

穴居式民居最典型的代表是窑洞民居,主要分布在豫西、晋中、陕北、陇东等地。中国的窑洞民居在形式上分为三类,一种是在山坡、土塬的沟崖地带挖一口窑,平着伸进去,前面有比较开阔的平川地,从侧面看,这种地形很像靠背椅的形式,称为靠崖式窑洞;一种是在平地上向下挖,挖成一个凹的大院子,再向这个院子四周挖窑洞,成为下沉式窑洞。这种窑洞从远处看不到,就像是平地一样,只有走近才能看到地上一个个的凹坑,向坑里一看,下面是一户户的人家,人们便用“进村不见村,树冠露三分,麦垛星罗布,户户窑洞沉”来形容。下沉式窑洞是窑洞中最为奇特和珍贵的一种,世界上除了北非突尼斯少数几个村庄外,只有我国才有这种形式。还有一种是在地上用砖砌成一个窑洞式的房子,称为独立式窑洞,是窑洞中最高级的一种,以山西省平遥县的窑洞为代表。

窑洞的优点：窑洞民居之所以历经上万年而不衰，一方面在于它科学地利用了当地的自然条件，结构简单，易于建造，造价低廉，而且大都依山而建，不占用耕地，不破坏地形地貌，有利于保护生态平衡；另一方面在于它良好的实用性，即洞内温度较为恒定，冬暖夏凉，洞内的湿度也较为适中，能够减少室外噪声和湿度变化对人体的影响；再加上它不需要木材，还有利于节约森林资源。

●对教材第16页“探究尝试”的处理参考意见：

在分析这个问题时，学生可以运用第一节所讲的建筑构成三要素的内容尝试回答。教师根据需要讲解客家土楼的历史背景，再让学生从建筑造型、建筑布局、建筑材料、建筑结构、建筑文化等方面结合图片进行总结，达到认识的目的就可以了。

客家土楼主要分布在福建、广东一带。客家原是中原汉族的一支，东晋时为了躲避战乱，南下移居闽粤等地，为了生活的方便和自卫等，聚族而居为其明显特色。土楼一般建在山区，平面分为圆楼和方楼两种，紧凑而封闭。外圈是高4~6层的夯土楼房，外土墙厚可达1.5 m，十分牢固。底层和二层不开窗，最外一环底层用作厨房、畜圈、杂用，二层用作储藏，上面数层则开小窗，外观很像古堡碉楼。环楼内是庭院，设有厅堂、仓库和水井等公共用房。正对着大门轴线设置的厅堂是祭祀用的祠堂，也供办理婚丧仪式之用，是土楼的中心，其他房间均围绕它设置，排列规整有序，均衡对称。客家土楼住宅是在特定的地理、历史环境下，对外为了防御敌人、抗台风，对内为了满足长幼有序、宗族聚居、一致对外的需要而创造出来的，堪称中国古代住宅建筑的异宝。外国人形象地称之为“山里冒出的大蘑菇”。

客家土楼的主要建筑特点：

- (1) 方形或圆形。
- (2) 中心是祠堂。
- (3) 中轴对称。
- (4) 出于防卫要求，外墙高大厚实。
- (5) 外环楼层一、二层不开窗。

●对教材第17页“实践活动”的实施建议：

1. 可让学生在课下通过参观、上网、书籍及其他资料对所生活地区的民居进行了解，重点在于学生能够独立地对居住地的民居文化和历史来源做出分析和总结。

2. 让学生自己从土楼、四合院等民居建筑中总结怎样进行邻里交往，以自己家的住宅为例，以图纸的形式说明怎样改善住宅形式，增加邻里交往。在教师、家长的指导帮助下完成。

●中国古典园林与中国的山水画、京剧、烹饪并称为“中国文化四绝”，在讲解这部分内容时，可以采取实例分析法，比如通过对苏州留园或拙政园的分析，使学生对园林内部的山、水、植物、建筑、文学、绘画等进行一定了解，体会到中国古典园林不仅是一种建筑环境，更是一种文化。

●对教材第18页“实践活动”的实施建议：

1. 容易实施，让学生自行查找，不拘泥于学过的课文，可以广泛地搜集文学资料。如诗词作品有苏舜钦的《沧浪亭》：“一迳抱幽山，居然城市间”。有张祜的《题曾氏园林》：“十亩长堤宅，萧疏半老槐”。有王维的“人道我居城市里，我疑身在万山中”等。文章作品则可指导学生阅读《红楼梦》《西厢记》等古典名作，其中均有大量描写园林的段落。

2. 教师结合参考资料，讲明园林建筑的区别，并选择几种形式的图片作为参照，剩余部分由学生上网找园林建筑图片画下来，并说明所画园林建筑的作用。

●对教材第 22 页“实践活动”的处理参考意见：

古希腊与古罗马柱式的差异教材中已经给出一定的提示，在操作时可以按照表格的形式完成。

古希腊与古罗马柱式的对比

古希腊柱式	共有三种，分别是多立克柱式、爱奥尼克柱式、科林斯柱式
古罗马柱式	共有五种，分别是多立克柱式、爱奥尼克柱式、科林斯柱式、塔司干柱式和混合柱式

●对教材第 25 页“探究尝试”的处理参考意见：

通过本节学习，学生应能在教师引导下，从教材中总结出中西方古典建筑的不同点（教材表 1.6）。

表 1.6 中西方古典建筑的比较

	中国古典建筑	西方古典建筑
主要建筑材料	木材	石材
主要结构构件	斗拱、木梁、柱	石柱、石梁
建筑布局	中轴对称、严格的群体布局	单体布局
建筑造型	屋顶、屋身、台基的三段式	随着时代变化而改变
风格稳定性	比较稳定，一脉传承	随着时代的变化而改变
色彩	等级分明、对比强烈	绚丽多彩
园林	虽由人作、宛自天开的自然山水式园林	轴线明确、规整对称的几何形式园林

注：西方古典建筑主要以柱式作为造型手段，但不同历史时期也有不同的造型特色。希腊建筑讲究比例匀称，造型简洁优雅，重视内外空间的自然过渡，开敞的柱廊给人以明朗、开放的亲切之感；罗马建筑造型浑厚雄壮，装饰华丽多彩；拜占庭建筑则以集中造型为代表，有着大小不一的穹隆顶；哥特建筑以高、直、尖为特色，高大的形体由于飞扶壁的作用显得薄而轻快，有一飞冲天的气势。

●对教材第 26 页“思考题”的处理参考意见：

1. 关于中国古典建筑的主要特征，本节第一部分已经做了较为详细的讲述，需要学生进行总结。

建筑外形上的特征——具有屋顶、屋身和台基三个部分。

建筑结构上的特征——采用木构架，并使用斗拱作为主要结构构件。

建筑群体布局特征——都是由单个建筑组成的群体，通过院落的组合，一般都有明显的中轴线，在中轴线上布置重要的建筑物。

建筑装饰及色彩特征——等级鲜明，对比强烈，文化内涵丰富。

2. 对于西方近现代建筑，依据建筑历史年代的划分，主要是指 18 世纪下半叶到现在所

有的建筑。依据学生的知识范围和当代媒体资源的宣传，学生可能对西方现代建筑了解得比较多。学生通过各种渠道把了解的西方近现代建筑实例的特点写成论文，配以图片，统一制成 A4 纸大小的格式，教师负责收集后装订，从而成为一本《西方近现代建筑实例介绍》，供全体学生翻阅。

●对教材第 26 页“活动延伸”的教学建议：

- 1. 教师可将参考资料的内容结合教材进行讲解，学生如有兴趣，教师可推荐一些建筑历史书籍让学生课外阅读，只作为一般性了解。
- 2. 可以用图表形式表达，学生可以参照教材图片，画出罗马万神庙、圣索菲亚大教堂、佛罗伦萨大教堂和圣彼得大教堂的穹顶，对比寻找不同点。

	穹顶处理手法	风格
罗马万神庙	穹顶直径为 43.43 m，离地面 43 m，穹顶底部厚度与墙同厚，为 6.2 m，向上则渐薄，到中央处开设有一个直径 8.23 m 的圆洞，供采光之用。穹顶的材料运用了混凝土和砖，并在穹顶内部设置了五排凹格。凹格越往上越小，不仅减轻了屋顶的自重，也强调了穹顶的高度感。内部空间在穹顶中央大孔洞射进来的光线作用下，显得宏伟壮观并带有神秘感	古罗马
圣索菲亚大教堂	穹顶直径 32.6 m，离地面高 54.8 m，采用砖砌结构，通过东西两个半穹顶及南北各两个大柱墩来平衡。穹顶底部密排着一圈 40 个窗洞，光线入射时形成幻影，使大穹顶显得轻巧。穹顶上镶嵌有彩色玻璃，非常华丽	拜占庭
佛罗伦萨大教堂	穹顶内径 42 m，高逾 30 m，外轮廓采用哥特式的骨架券结构，借鉴了古罗马的经验，一共有 8 个大肋和 16 个小肋，都采用大理石砌筑。穹顶分为内外两层，两层之间的空隙有 1.2~1.5 m，设有楼梯供攀登。在穹隆的尖顶上，建造了一个精致的八角形采光亭，结合了哥特式和古典式的形式。它的结构和施工都体现了文艺复兴时期科学技术的普遍进步	文艺复兴前期
圣彼得大教堂	穹顶直径 41.9 m，顶部采光塔十字架距地面 137.7 m。内部墙面用各色大理石、壁画、雕刻装饰，富丽堂皇。穹顶的肋是石砌的，其余部分用砖。穹顶分为内外两层，内层上有藻井样式的天花。它是真正的球面穹顶，整体性比较强，轮廓饱满自然	文艺复兴中期

四、参考资料

中国古典建筑的屋顶形式

中国古典建筑的屋顶有多种形式，其中以重檐庑殿顶级别最高，其次为单檐庑殿顶、单檐歇山顶。

(1) 庑殿顶。庑殿顶是中国古典建筑中的最高形制。在等级森严的封建社会, 这种形式常用于宫殿、坛庙一类的皇家建筑, 并且有单檐(一层屋檐)和重檐(多层屋檐)之分。重檐用于规格最高的建筑之中, 如故宫午门、太和殿、乾清宫、太庙大戟门等。庑殿屋面有四大坡, 前后坡屋面相交形成一条正脊, 两山屋面与前后屋面相交形成四条垂脊, 故庑殿又称四阿殿、五脊殿。

(2) 歇山顶。歇山屋面峻拔陡峭, 四角轻盈翘起, 玲珑轻巧。歇山顶的等级仅次于庑殿顶, 它由正脊、四条垂脊、四条戗脊组成, 成为九脊殿顶。也有单檐、重檐两种形式。常用在宫殿中的次要建筑和住宅、园林建筑中, 如故宫角楼、黄鹤楼等。

(3) 悬山顶。悬山屋面仅有前后两坡, 而且两侧伸出山墙之外。屋面上有一条正脊和四条垂脊, 又称挑山顶, 一般多用于民居, 延伸到山墙以外的屋顶用来保护山墙。

(4) 硬山顶。硬山顶也是有前后两坡, 左右两侧山墙同屋面齐平, 或略高于屋面, 檩木梁架全部封砌在山墙内, 也多用于民居, 在我国尤其是北方地区应用广泛。它的形式与悬山差不多, 只是屋檐不悬出山墙罢了。

(5) 攒尖顶。屋面在顶部交会于一点形成尖顶, 没有正脊, 有若干屋脊交于上端。它的形式很丰富, 有单檐和重檐之分, 还有圆形、方形、三角形、五角形、六角形、八角形等形式。古典园林中各种不同形式的亭子常用此式屋顶。

(6) 卷棚顶。屋面双坡, 没有明显的正脊, 即前后坡相接处不用脊而砌成弧形曲面。

(7) 单坡。多用于较简单或辅助性建筑, 常附于围墙或建筑的侧面。单坡屋顶是斜屋顶的基本单元, 一些复杂的斜屋顶都可由其组成。

(摘自《中国古典建筑与近现代建筑》)

故宫

故宫旧称紫禁城, 是明、清两代的皇宫, 也是中国现存最大、最完整的古代宫殿建筑群, 距今已有近 600 年的历史。它集中体现了我国古代建筑艺术的优秀传统和独特风格, 在建筑史上具有十分重要的地位。1988 年, 它被联合国教科文组织列为“世界文化遗产”。

1403 年, 明成祖朱棣在北平顺天府建北京, 1406 年令匠师蒯祥开始建设皇城及城垣, 1420 年正式迁都, 1421 年全部竣工, 用了大约 15 年的时间。此后历经多次火灾和重建, 在清乾隆三十年(1765 年)重修了三大殿, 在嘉庆三年(1798 年)重修了乾清宫和交泰殿, 这就是我们现在看到的北京故宫。

故宫位于北京内城的中心, 南北长 961 m, 东西宽 753 m, 为一个长方形平面。占地 72 万 m^2 , 建筑面积 15.5 万 m^2 , 共有宫殿楼阁 9 900 多间。周围有 10 m 高的城墙, 四角上是美丽的角楼。城墙外围还环绕着宽 52 m、深 6 m 的护城河。故宫四面有门, 南面正门是午门, 北面后门为神武门, 东西两侧分别为东华门和西华门。

故宫采取了严格对称的院落式布局, 代表了中国古代建筑组群布局的最高水平。故宫形成了明显的南北中轴线, 与北京城中轴线重合, 向南延伸到北京内城的城门正阳门, 向北延伸到作为故宫背景的景山而结束。

作为故宫正门的午门平面为凹字形, 又高又大的城台上正中建重檐庑殿的大殿, 高峻雄伟, 下面有门道, 气象威猛森严, 是献俘、颁诏的地方。午门后有五座精巧的汉白玉拱桥通往太和门。故宫宫殿的建筑布局有外朝、内廷之分。外朝从午门到乾清门, 以太和、中和、保和三大殿为中心。太和殿是举行最隆重庆典的场所, 如皇帝登基、大婚、册封皇

后、命将出征和节日庆贺等；中和殿是庆典前皇帝休息的地方；保和殿用来举行殿试和宴请外宾。三大殿共同坐落在一个大尺度的工字形台基上，连成有机的整体。内廷以乾清门为界线，向北属于帝王生活区，以乾清宫、交泰殿、坤宁宫为中心，位于中轴线上，其东西两侧为东西六宫，是后妃居住之所。乾清宫在故宫内廷最前面，皇帝在此批阅奏报、选派官吏和召见臣下。交泰殿在乾清宫和坤宁宫之间，含天地交合、安康美满之意，是皇后生日举办寿庆活动的地方。坤宁宫在故宫内廷最后面，明时为皇后住所，清代则改为祭神场所。其中东暖阁为皇帝大婚的洞房，康熙、同治、光绪三帝，均在此举行婚礼。宫城最北部为御花园，是故宫中唯一一处亲近自然的场所。可以说，北京故宫的建筑成就是非常具有典型意义的，它所强调的中轴线排列和对称布局、院落的运用及空间变化是对中国古建筑空间艺术的继承和发展。此外，在建筑形式尺度的对比及建筑色彩和装饰的运用上也达到了极致。在中国传统建筑中，尺度越大，台基越高，代表建筑的级别越高；在色彩上，黄色为最尊贵的颜色，然后是红、绿、青、蓝、黑和灰色。宫殿用黄和红色调，民宅只能用黑、灰和白色调。故宫中大片的黄色琉璃瓦屋顶、红色的墙壁、红漆柱子及绚丽的彩画，在富丽堂皇中取得了统一而丰富的艺术效果。

（摘编自《中国建筑》）

中国园林三大要素

山、水（泉石）：山是永恒稳定的象征，一般来说园子大，选用的山也比较大，主要的假山多是土山，山石用在重点部位，称“山骨”。小园子采用的山比较小，全用山、石堆叠。水是智慧和廉洁的象征，水从山泉流出，通过曲折的溪涧最后汇成大池，成为园林的主体水面。

植物：富有生机，象征着欣欣向荣。花草树木是自然式的，讲究意境，花木种类的选择都要顺应地形、朝向等自然气候条件与植物的生长习惯，同时特别注意保留原有的古树和植被，使之成为全园植物的骨干。

建筑：为了表现“曲径通幽”，建筑分散在山水、植物之中，与自然的景物交织在一起。园中的主要建筑往往与主要山、池相对，在自然景色最集中的地方，建筑不仅成为观赏景物的好去处，也成为必不可少的点缀园林的要素。

园林中的对景和借景

在中国古代，常常把园林看成一首诗或一幅画，而不是单纯的土木工程，它巧妙地将诗画艺术与自身融于一体，如建筑上的匾额、雕塑等。诗画与园林作品不仅赞赏自然本身的形态美，而且更注重自然的内在美，将自然“人格”化，认为松柏延年、荷花廉洁、翠竹虚心、岩石坚贞，都与人的情感相联系。竹影花影、风声雨声、阳光月光、茶香花香，都能激起人们的情感和丰富的联想。

对景：在园林中，或登上亭、台、楼、阁、榭，可观赏堂、山、桥、树木，或在堂、桥、廊等处观赏亭、台、楼、阁、榭，这种景点与景点之间的正对或者互对的构景方法，称为对景。中国古典园林的对景不像西方园林轴线对景的方式，而是随着曲折灵活的平面，移步换景，逐渐展开，蕴含着“看与被看”的关系，显得含蓄深远。比较常见的如自门洞一侧去看另一侧的景物，或通过特意设置的窗口自室内去看室外的景物，从而使景物宛若一幅图画嵌于框中。如苏州拙政园中，中部的枇杷园月洞门中可以看到雪香云蔚亭，而东部的宜两亭和倒影楼则互为对景。

借景：把园外的佳境，通过精心的组织，收纳到园林中来，扩大园林的空间感。借景有多种形式。远借——如从拙政园梧竹幽居南侧的池岸边，可以看到园外北寺塔；邻借——如在颐和园信步时透过一个个漏窗，就能步移景异地欣赏到不同的自然景观；仰借、俯借则是观赏角度的不同，如晴空万里、春江渔火；应时而借就是在一日之间的疏影移动、晨曦残阳。借景还可引申为借声、借香，等等。

（摘编自《中国古典园林分析》）

中国园林之最

- (1) 中国现在保存得最完整和规模最大的皇家园林是北京颐和园。
- (2) 中国现存历史最悠久的皇家园林是北京北海公园。
- (3) 中国皇家宫苑最多的城市是北京。
- (4) 中国古典园林和世界文化遗产最多的城市是苏州。
- (5) 中国最大的祠堂式古典园林是山西的晋祠。
- (6) 中国园林中最长的游廊是北京颐和园的长廊。
- (7) 中国园林中现存最高的楼阁是北京颐和园的佛香阁。
- (8) 中国古典园林中最大的假山是北京景山。

（摘自《细说中国园林》）

藻井天花

藻井是高级的天花，是室内顶棚凹进去的部分，也就是在天花板中央部分向上升起一个方形的井口，井口逐层向内收缩，由四方形渐变为八角形，上面有一条盘龙做装饰，一般位于帝王御座、神像座、佛像座之上。故宫太和殿金銮宝座上就有一个大型的盘龙藻井。这个藻井上圆下方，全井分为上中下三层，以斗拱承托，层层递收；中层八角形，布满了云龙雕饰；上层圆顶内盘卧着巨龙，俯首下视，口衔宝珠。

屋脊兽吻

古代建筑屋脊的两端，在很早的时候就像兽角一样弯起来。作为屋脊的收束，这部分后来被称为“正吻”。汉代以后，正吻多半装饰成一种名为“鸱尾”的图案。据说“鸱尾”是随佛教的传入而带来的一种装饰，它象征一种会喷水的鱼龙。把这种鱼的尾巴形状放在屋顶上，也就是希望它能产生“喷水”的防火作用，这大概与我国古建筑多为木质容易起火有关。除鱼龙外，还有很多象征吉祥的瑞兽也被排在屋顶上，通常称为“仙人走兽”。比如在屋顶的角脊排成一行的“瑞兽”，一般有十样。吻兽排列有着严格的规定，按照建筑等级的高低而有数量的不同，最多的是故宫太和殿上的装饰，采用了十种形式。在其他古建筑上一般最多使用九个走兽，例如中和殿、保和殿都是九个。其他殿上的小兽按级递减。

（摘自《中国古典建筑与近现代建筑》）

彩画的种类

明清时期最常用的彩画种类可分为三个等级。

(1) 和玺彩画。又称宫殿建筑彩画，这种彩画在清代是最高等级的彩画，大多画在皇家宫殿、坛庙的主殿及堂、门等重要建筑上。其主要特点是：中间的画面由各种不同的龙或凤的图案组成，间补以花卉图案，金碧辉煌，十分壮丽。如北京故宫中太和殿、中和殿、保和殿的彩画。

(2) 旋子彩画。等级次于和玺彩画。画面用简化形式的旋子画，有时也可画龙凤，一

般用在次要宫殿或寺庙中，如故宫的东华门等。

(3) 苏式彩画。等级低于前两种。苏式彩画源于江南苏杭地区民间传统技法，画面为山水、人物故事、花鸟鱼虫、福寿字等，一般用于园林建筑和住宅。北京颐和园万寿山下的长廊彩画为其代表，全长 728 m 的长廊的梁枋上绘制了《红楼梦》《西游记》《水浒传》等古典小说中的故事场面和各种动植物形象，1 万余幅彩画几乎无一雷同。

《建筑十书》

《建筑十书》是西方古代保留至今最完整的建筑典籍。于公元前 27 年由古罗马建筑师维特鲁威著，约于公元前 14 年出版。全书分十卷，内容包括建筑教育、城市规划和建筑设计原理、建筑材料、建筑构造作法、施工工艺、施工机械和设备等。《建筑十书》奠定了欧洲建筑科学的基本体系，系统总结了希腊和罗马建筑的实践经验，相当全面地建立了城市规划和建筑设计的基本理论，以及各类建筑物的设计原理，并论述了一些基本的建筑艺术原理，至今仍是一部具有参考价值的建筑科学全书。

[摘自《中国建筑史（第五版）》]

吉萨金字塔

古埃及人迷信人死之后，灵魂不灭，只要保护住尸体，3 000 年后就会在极乐世界里复活永生，因此他们特别重视建造陵墓。古埃及尼罗河每年泛滥，淹没田野达三四个月。农民和劳工们无法种地，于是他们找到了建造陵墓的工作。由于埃及人的生死观及信奉太阳神的影响，他们认为太阳每天从东方升起，从西方落下，就像每天于东方出生及西方死亡，所以金字塔都建于尼罗河西边。公元前 3 世纪中叶，在三角洲的吉萨造了三座大金字塔，是古埃及金字塔的代表，在今开罗近郊，主要由胡夫金字塔、哈夫拉金字塔、米克里斯诺金字塔及大狮身人面像组成，并且周围还有许多小金字塔围绕。胡夫金字塔是其中最大的金字塔。形体呈立方锥形，四个塔面正好向着东西南北四个方向，方向误差按百分比只有 0.015%，巨大的四底边长几乎完全相等，误差不超过 1%。塔原高 146.4 m，现为 137 m，底边各长 230.6 m，占地 5.3 万 m²，用 230 余万块平均约 2.5 t 的石块干砌而成，总重量达到了 600 万 t。

[摘编自[1]《外国建筑史（19 世纪末叶以前）》]

[2]《塔碑的故事》]

雅典卫城的建筑艺术

古希腊的文化，是欧洲文化的源泉与宝库，古希腊的建筑艺术，则是欧洲建筑艺术的源泉与宝库。古希腊建筑风格的特点主要是和谐、完美、崇高。而古希腊的神庙建筑则是这些风格特点的集中体现者，也是古希腊乃至整个欧洲最伟大、最辉煌、影响最深远的建筑。以神庙为主体的建筑群体，也常常以更为宏伟的构图，表现了古希腊建筑和谐、完美而又崇高的风格特点。这里最有代表性的建筑群体，恐怕非雅典卫城莫属了。卫城是古希腊人进行祭神活动的地方，位于雅典城西南的一个高岗上，由一系列神庙构成。卫城入口是一座巨大的山门，山门向外突出两翼，犹如伸开双臂迎接四面八方前来朝拜“神”的人们。左翼城堡之上坐落着胜利神庙，山门因地制宜，内外划分为两段，外段为多立克式，内段为爱奥尼克式，其体量和造型处理都恰到好处，既雄伟壮观又避免了体量过大而影响卫城内主体建筑的效果。在卫城内部，沿着祭神流线，布置了守护神雅典娜像、主体建筑帕提依神庙和以女像柱廊闻名的伊瑞克先神庙。卫城的整体布局考虑了祭礼序列和人们对

建筑空间及形体的艺术感受特点，建筑因山就势，主次分明，高低错落，无论是身处其间或是从城下仰望，都可看到较为完整的艺术形象。建筑本身则考虑到了单体相互之间在柱式、大小、体量等方面的对比和变化，加上巧妙地利用了不规则不对称的地形，使得每一景物都各有其一定角度的最佳透视效果，当人身处其中，从四度空间的角度（运动的角度）来审视整个建筑群时，一种和谐、完美的观感就会油然而生，此时，崇高，就不仅仅是这座建筑群本身固有的艺术意境了，而是成为接受者、审美主体的一种鲜明、强烈的艺术感受。这座建筑群永恒的魅力，也就通过一代又一代审美者的艺术感受流传下来，成为一种审美的范本，一种于和谐中见完美、于完美中显崇高、于崇高中见永恒的“高不可及的范本”。这正是古希腊艺术最杰出的品格和最伟大的价值之所在。

[摘编自《外国建筑史（19世纪末叶以前）（第二版）》]

拱券

拱券是西方古典建筑一种建筑结构形式，简称拱或券。它除了竖向荷重时具有良好的承重特性外，还起着装饰美化的作用。其外形为圆弧状，由于各种建筑类型的不同，拱券的形式略有变化。其种类有：筒拱、交叉拱、十字拱、穹隆（半球）。

罗马五柱式

柱式是一种建筑结构的样式。它的基本单位由柱和檐构成。柱可分为柱础、柱身、柱头（柱帽）三部分。由于各部分尺寸、比例、形状的不同，加上柱身处理和装饰花纹的各异，而形成各不相同的柱式。

古典柱式是西方古典建筑的重要造型手段。罗马古典柱式共有五种：多立克式、爱奥尼克式、科林斯式、塔司干式、混合式。其中塔司干式和混合式是在前三种希腊柱式的基础上发展起来的两种罗马柱式。多立克式是最先出现的，柱身比例粗壮，由下而上逐渐缩小。柱身刻有凹圆槽，柱头比较简单，没有花纹，没有柱础，直接立在台基上，按照维特鲁威的说法，它是以男子的身高和脚的比例6:1为依据的，显示出“男子体形的刚劲和优美”。爱奥尼克式出现得稍晚，柱头有左右下垂的发卷式的雕刻装饰，而且比多立克式的柱头更高，柱身上下比例变化不显著，显示出“窈窕而有装饰的均衡的女性姿态”。科林斯式出现得最晚，除了柱头的纹饰外，其他各部分与爱奥尼克式相同。关于科林斯式的来历，有一个美丽的传说：一位临近婚期的科林斯少女因病死亡了，将她埋葬后，她的母亲把她生前喜爱的物品收在一个篮子中，放到她的墓碑顶上。篮子正好压在一棵莨苕草根上，到了春天，这棵草根就沿着篮子的边沿生长出涡卷状的毛茛叶片。这时，著名的雅典雕刻家卡里玛库斯正好路过这里，非常喜爱这些生长在篮子周围叶片的美丽形状，就照它们的样子在科林斯建造一些立柱，这就是科林斯柱式。塔司干式的柱身比例较粗，没有圆槽，有柱础。混合式则在科林斯式柱头上加上一对爱奥尼克式的涡卷，柱式更为华丽、细密和纤巧。

（摘编自《建筑十书》）

古罗马万神庙

万神庙在罗马城中心，建于公元120~124年。罗马人奉祀神灵与希腊人不同，他们习惯于将多个神灵集于一堂供奉，故称“万神庙”。它的结构简洁明了，主体呈圆形，四周墙体上没有一扇窗户，顶部覆盖着一个直径达43.3m的穹顶，穹顶的最高点也是43.3m，顶部有一个直径8.9m的圆形大洞，用于采光，这个洞口也是万神庙唯一的采光点。如此宏伟巨大的神庙建造应归功于罗马人娴熟的工程技术和新材料的应用，砖砌拱券、天然混凝

土都无疑使穹顶有了质量上的保证。

(摘编自《建筑的故事》)

罗马大角斗场

但凡去意大利首都罗马的人,没有不到老城中心东南侧的大角斗场去凭吊一番的,这座椭圆形的建筑建于公元70~82年,又名大斗兽场,无论从功能、规模、技术和艺术风格各方面看,它都无愧于古罗马建筑的不朽代表作。

大角斗场平面为椭圆形,长轴为189 m,短轴为156 m,内部由三大部分组成:中央是表演区,长86 m,宽54 m。四周由下至上,排列着60排阶梯状的观众席,按照观众等级分为五区,每区均有独立的过道和楼梯直通对外的出口,全场可容纳观众5万余人。为了疏散人流,四周共建有80个出口,整体布局考虑十分周详。表演区又称为沙场,地上满铺着黄沙,以吸去斗杀中流出的污血。竞技场和看台下有地下室,作为关禁猛兽和角斗士逗留之用。角斗开始之前,斗士和野兽通过底层看台下特殊的入口进入场中。为了安全,在第一排看台和竞技场之间建有较高的挡墙。大角斗场立面高48.5 m,分为四层:下部三层为绕场一周的连续拱券柱廊,每层有80个券洞,第四层是封闭的石墙。大角斗场没有主要入口,整个立面连绵无尽,周而复始,浑然一体。这种处理,强化了建筑的尺度感和韵律感,使它看起来既坚实又有节奏,达到了建筑技术和艺术的完美统一。但就在这里,在疯狂的竞技和斗兽的喊杀喝彩声中,无数的角斗士倒在血泊中,也是在这里,引发了世界著名的斯巴达克起义。

(摘自《凝固的旋律——中西建筑艺术比较》)

拜占庭时期的建筑艺术

拜占庭原是古希腊的一个城堡,公元395年,显赫一时的罗马帝国分裂为东西两个国家,西罗马的首都仍在当时的罗马,而东罗马则将首都迁至拜占庭,其国家也就被称为拜占庭帝国。拜占庭建筑,就是诞生于这一时期的拜占庭帝国的一种建筑文化。

从历史发展的角度来看,拜占庭建筑是在继承古罗马建筑文化的基础上发展起来的,同时,由于地理关系,它又汲取了波斯、两河流域、叙利亚等东方文化,形成了自己的建筑风格,并对后来的俄罗斯的教堂建筑、伊斯兰教的清真寺建筑都产生了积极的影响。

拜占庭建筑的特点主要有四个方面:第一个方面是屋顶造型,普遍使用外观好像“洋葱头”的穹隆顶。第二个特征是整体造型中心突出。在一般的拜占庭建筑中,建筑构图的中心往往十分突出,那体量既高又大的圆穹顶就成为整座建筑的构图中心,围绕这一中心部件,周围又常常有序地设置一些与之协调的小部件。第三个特点是它创造了把穹顶支撑在四个甚至更多的独立支柱上的结构方法,从而形成集中的构图。第四个特点是在装饰的使用上,内部装修豪华,色彩绚丽,用各种彩色的大理石贴面,点缀着金箔,地面和穹顶采用大面积底色一致的马赛克人物画或粉画。发券、柱头等地方装饰着大量的石雕,使建筑内部空间与外部立面显得灿烂夺目。

[摘编自《外国建筑史(19世纪末叶以前)(第二版)》]

哥特式教堂的建筑艺术

哥特式教堂的形成是和西欧封建社会发展的新阶段密切联系的。11~12世纪,随着商品交换的繁荣,在一些交通要道、关隘、渡口及教堂和城堡附近,形成了许多以手工业生产为主、为商业贸易服务的封建城市。到了12~13世纪时,由于手工业和商业的繁荣,社

会富足，人口逐渐集中到城市里来，在神权思想占统治地位的中世纪欧洲，就需要体积庞大的教堂来容纳做礼拜的教徒，因此这一时期的教堂自然得到特别有利的发展机会。而基督教会神权得以扩大，教会拥有大量财富，需要用教堂高大向上的形体来表示神权的尊严和崇高，这就为建造高大建筑提供了物质基础。建筑结构技术的进步，尖拱、飞扶壁、框架等做法的发明，也为哥特式教堂提供了技术上的支持。哥特式建筑也是封建城市的兴起、手工业与商业的发展、基督教神权的扩大这三者结合的产物。

哥特式建筑的总体特点是：空灵、纤瘦、高耸、尖峭。它们直接反映了中世纪新的结构技术和浓厚的宗教意识。哥特式教堂的建筑风格完全脱离了古罗马的影响，这种风格所表现的宗教意识及其所显示的技术成就，可以从两个方面具体地感受到：首先是外部造型。哥特式教堂外观的基本特征是高而直，其典型构图是一对高耸的尖塔，中间夹着中厅的山墙，在山墙檐头的栏杆、大门洞上设置了一列布有雕像的凹龕，把整个立面横向联系起来，在中央的栏杆和凹龕之间是象征天堂的圆形玫瑰窗。西立面作为教堂的入口，有三座门洞，门洞内都有几层线脚，线脚上刻着成串的圣像。所有墙体上均由垂直线条统贯，一切造型部位和装饰细部都以尖拱、尖券、尖顶为合成要素，所有的拱券都是尖尖的，所有门洞上的山花、凹龕上的华盖、扶壁上的脊边都是尖耸的，所有的塔、扶壁和墙垣上端都冠以直刺苍穹的小尖顶。与此同时，建筑的立面越往上划分越为细巧，形体和装饰越见玲珑。这一切，都使整个教堂充满了一种超俗脱凡、腾跃迁升的动感与气势。这种气势将基督教的“天国理想”表现得生动、具体，也显示出中世纪高超的建筑技术。其次，从内部空间的特点也可窥见其宗教情怀与技术手段。在哥特式教堂中，尖券与尖拱的大量使用，赋予空间和结构以极大的灵活性，同时也为教堂的艺术风格带来了新奇的格局。哥特式教堂的平面一般仍为拉丁十字形，但中厅窄而长，瘦而高，教堂内部导向天堂和祭坛的动势都很强，教堂内部的结构全部裸露，近于框架式，垂直线条统帅着所有部分，使空间显得极为高耸，象征着对天国的憧憬。束状的柱子涌向天顶，像是一束束喷泉从地面喷向天空；有时像是森林中一棵棵挺拔的树干，光线就从枝叶的缝隙中透进来，启示人们以迷途中的光明，每当阳光从布满窗棂的彩色玻璃照射进来时，整个教堂的空间便弥漫着迷离与幽幻，教堂仿佛就是天堂。窗子是哥特式教堂最有表现力的装饰部位。此种气氛已尽显了基督教的精神，而这种气氛的形成，又无疑得益于尖券、尖拱及空间结构等技术。在哥特式教堂建筑中，享有崇高声誉的教堂比比皆是，其中法国的巴黎圣母院、意大利的米兰大教堂、德国的科隆大教堂都是代表。它们的外部造型、细部装饰及内部空间的结构，都既充分地反映了哥特式建筑的一般风格特点，又个性鲜明。所以，人们谈起哥特式建筑，往往都要以它们为例。

[摘编自[1]《历史·建筑·历史——外国古代建筑史简编》

[2]《外国建筑史（19世纪末叶以前）（第二版）》]

巴黎圣母院

巴黎圣母院是中世纪欧洲最著名的教堂，也是法兰西哥特式建筑的典型。它位于巴黎塞纳河中的西岱岛上，入口向西，前面的广场是市民的集市和节日欢庆活动的中心。教堂平面宽约48 m，长为130 m，可容纳近万人，它于1163年奠基，至1250年建成，花了差不多90年时间。

巴黎圣母院中厅高约35 m，而两侧通廊仅9 m，相差极大。结构采用柱墩承重，柱间全开有狭长的尖拱窗，窗上的彩色玻璃拼镶出一幅幅圣经故事的图画。屋顶采用尖券六等分

肋骨拱，两侧和东墙外建有飞扶壁，以平衡屋顶拱券的侧推力，使整个结构体系现出合理而轻盈的美感。教堂的西立面很有特色，粗壮的柱墩将它划分为左、中、右三段，左、右各有一高约 70 m 的塔楼，两排水平的带状花饰又将它们紧紧连在一起。正立面正中有一个直径达 13 m 的巨大圆形花窗，做玫瑰花图案，故称为玫瑰窗。大厅中部的屋顶上耸立着高 90 m 的华美尖塔。从正面远处看，这座塔尖正巧露出于两座塔楼之间，直刺蓝天。

曾经有许多重大的典礼在这里举行，例如宣读 1945 年第二次世界大战胜利的赞美诗，又如 1970 年法国总统戴高乐将军的葬礼等。而雨果不朽的世界名著《巴黎圣母院》更是让这座宗教建筑闻名世界。巴黎圣母院是一座石头建筑，在世界建筑史上，被誉为一个由巨大的石头组成的交响乐。

（摘自《凝固的旋律——中西建筑艺术比较》）

文艺复兴时期的建筑艺术

西方中世纪的黑暗、落后、愚昧和禁欲，由意大利的诗人但丁在《神曲》中反映出来，并表现出西方资产阶级思潮的萌芽，反映了人们与封建势力进行斗争的新阶段的开始。这支《神曲》，成了意大利 15 世纪文艺复兴运动的一支嘹亮的号角。

随着文艺复兴运动的深入发展，不仅在文艺方面，而且在教育和科学技术上也出现了兴旺发达的局面。在这许多文化领域中，贯串了一个思想，即人文主义。他们歌颂世俗，藐视宗教的“天堂”；推崇理性思想，否定宗教神启；反对禁欲主义，提倡对现实生活的追求。他们认为，人有权利去认识客观世界，人有权利去享受现实生活，人有权利去发展自己、塑造自己，人有权利去热爱一切的美。在经历了 1 000 多年的宗教愚昧和蒙蔽之后，这样的思想大解放激活了先进人们的潜力，在文化的各个领域内产生了一批又一批创造力、意志力和想象力十分活跃、自我意识坚定、个性十分鲜明的“巨人”。

但是，封建的和教会的力量仍旧很强，新的文化还没有足够的权力和锐利的武器同它进行必胜的斗争，于是，新文化的追求者几乎一致地转向基督教之前的古希腊和古罗马的古典文化，向它们求教，借用它们的权威和武器，由此在意大利掀起了如醉如痴地搜求、学习、研究古代著作和文化遗物的热潮。这些人被称为人文学者。意大利毕竟是古罗马的中心，古代著作和遗物比较多，十字军东征也带回保存在拜占庭的文化典籍和知识。1453 年土耳其人灭掉拜占庭帝国，更有大批学者和文物来到意大利。这使人文学者学习古典文化的热潮更加高涨。建筑的文艺复兴指的是建筑形式上的复兴与建筑主题上的复兴，就是扬弃中世纪时期的哥特式建筑风格而在宗教和世俗建筑上重新采用古希腊和古罗马时期的柱式构图要素。文艺复兴在建筑中的主要表现有：第一，为市民生活服务的建筑类型大量出现，广场、住宅、图书馆都是代表；第二，穹顶的结构技术有了很大进步，大型建筑都用拱券覆盖，例如圣彼得大教堂；第三，建筑师完全摆脱工匠师傅的身份，他们其中有很多都是多才多艺的“巨人”，建筑师大多身兼雕塑家和画家，米开朗琪罗就是代表人物之一。

〔摘自《外国古建筑二十讲（插图珍藏版）》〕

佛罗伦萨主教堂的穹顶

佛罗伦萨主教堂是 13 世纪末行会从贵族手中夺取了政权后，作为共和政体的纪念碑而建造的。这座教堂在 1296 年动工，工程建造了 100 多年，还剩下一个八角形平面的大屋顶无法完成，直到 1420 年通过设计竞赛才采用了伯鲁乃列斯基的设计方案。这名建筑师出身

于行会工匠，精通机械铸造、雕刻工艺，研究过数学、透视学，曾到罗马城潜心研究过古代建筑遗产，是个多才多艺的艺术家。他的方案综合了罗马拱券和哥特式肋骨拱技术，经过精确计算而设计出一座前所未有的穹隆顶。

为了要使这个大穹隆能够成为城市的标志，伯鲁乃列斯基在穹隆下加了一个 12 m 高的八角形的鼓座。大穹顶内径 44 m，穹顶本身高逾 30 m，从外面看去好像半个椭圆，以长轴向上，表面露出了八根肋骨拱。穹隆的外壳共有两层，在两层之间是空的，可以容人上下。在穹隆的尖顶上建造了一个很精致的八角形亭子。小亭子与穹隆顶的总高有 60 m，亭子顶距地面达到 115 m。整个屋顶的造型十分成功，它高高耸立在大教堂上俯瞰着佛罗伦萨全城，成为远近瞩目的标志。这个穹顶在西方建筑史上具有划时代的意义，它突破了在中世纪的天主教堂建筑中从来不允许用异教徒的穹隆顶作为建筑构图主题的禁忌，显示了文艺复兴新思想敢于斗争的力量。因此，它是文艺复兴时期独创精神的标志，也是文艺复兴建筑的里程碑，更是开创了建筑史上一个新的时代。

(摘自《凝固的旋律——中西建筑艺术比较》)

中西方建筑艺术的差别

中西方建筑形式上的差别，是文化差别的表现，它反映了物质和自然环境的差别、社会结构形态的差别、人的思维方式的差别，以及审美境界的差别。

(1) 建筑材料的不同，体现了中西方文化的差异。从建筑材料来看，在现代建筑未产生之前，世界上所有已经发展成熟的建筑体系中，包括属于东方建筑的印度建筑在内，基本上都是以砖石为主要建筑材料来营造的，属于砖石结构系统。诸如古埃及的金字塔，古希腊的神庙，古罗马的斗兽场、输水道，中世纪欧洲的教堂……无一不是用石材筑成，无一不是这部“石头史书”中留下的历史见证。唯有我国古典建筑（包括邻近的日本、朝鲜等）是以木材来做房屋的主要构架，属于木结构系统，因而被誉为“木头的史书”。中西方建筑对于材料的选择，除由于自然因素不同外，更重要的是由不同文化、不同理念导致的结果。西方人对石材的肯定，是因为西方人在人与自然的关系中强调人是世界的主人，人的力量和智慧能够战胜一切。中国是以原始农业为主的经济方式，所宣扬的是“天人合一”的宇宙观。中国人将木材选做基本建材，正是重视了它与生命的亲和关系。

(2) 建筑空间的布局不同，反映了中西方制度、文化、性格特征的区别。从建筑的空间布局来看，中国建筑是封闭的群体空间格局，在地面平面铺开。中国无论何种建筑，从住宅到宫殿，几乎都是一个格局，类似于“四合院”模式。中国建筑的美又是一种“集体”的美。如北京明清宫殿、明十三陵、曲阜孔庙，即是以重重院落相套而构成规模巨大的建筑群。如果说中国建筑占据着地面，那么西方建筑就占领着空间，譬如罗马大角斗场高为 48.5 m，万神庙高 43.3 m，中世纪的圣索菲亚大教堂中央大厅穹隆顶离地达 60 m。文艺复兴建筑中最辉煌的作品圣彼得大教堂高 137 m，这座庄严雄伟的建筑物固然反映了西方人崇拜神灵的狂热，更多是利用了先进的科学技术成就给人一种奋发向上的精神力量。

(3) 建筑的发展不同，表现了中西方对革新态度的差别。从建筑发展过程看，中国建筑是保守的。据文献资料可知，中国的建筑形式和所用材料 3 000 年不变。与中国不同，西方建筑经常求变，其结构和材料演变得比较急剧。从希腊雅典卫城上出现第一批神庙起到今天已经 2 500 余年了，其间整个欧洲古代的建筑形态不断演进、跃变着。从古希腊的古典柱式到古罗马的拱券、穹隆顶技术，从哥特建筑的尖券、十字拱和飞扶壁技术到欧洲文艺

复兴时代的罗马圣彼得大教堂，无论形象、比例、装饰和空间布局，都发生了很大变化，反映了西方人勇于创新的精神。

(4) 建筑价值的不同，显现中西方审美观念的异殊。中国古代建筑的结构，不靠计算，不靠定量分析，不用形式逻辑的方法构思，而是靠师傅带徒弟的方式，言传身教，靠实践，靠经验。翻开西方的建筑史，不难发现，几何美学和数学逻辑对整个西方文明的结构带来了决定性的影响，甚至于像园林绿化、花草树木之类的自然物，经过人工剪修、刻意雕饰，也都呈现出整齐有序的几何图案，它以其超脱自然、驾驭自然的“人工美”，与中国园林那种“虽由人作，宛自天开”的自然情调形成鲜明的对照。早在2000年前，古罗马奥古斯都时期的建筑理论家维特鲁威就在他的《建筑十书》中提出了“实用、坚固、美观”这一经典性的建筑三要素观点，被后人奉为圭臬，世代相传。因而当中国古老的建筑物随着时间的流逝而被毁坏或“烟消云散”的时候，西方古希腊、古罗马、古埃及的建筑依然完好地保存着，用实物形象地演绎着自己的文化。

(摘自《中外城市建筑文化对比》)

第三节 建筑文化的继承与发展

一、教学目标

1. 在多元化情景中认识建筑中的民族传统及其意义。
2. 了解建筑文化遗产的作用与价值，知道保护建筑文化遗产的指导思想。
3. 了解什么是世界文化遗产及我国的世界文化遗产。
4. 了解建筑文化的发展方向。

二、结构分析

本节由三个部分组成，通过民族传统的继承、建筑文化遗产的保护及建筑文化的发展来说明建筑文化保护与传承的关系。了解民族传统的内涵，才能认识继承的重要性。只有对文化采取有效的保护措施，才能传承历史精髓。只有了解建筑文化发展的方向，才能理解建筑与社会、生活的密切关系。本节引入大量的知识性资料，结合当代建筑科学的发展，介绍了北京菊儿胡同、绿色建筑、智能建筑、生态建筑等，希望学生开阔眼界、增长知识、关注建筑文化发展的未来。本章学习以思考为主，促使学生在学习过程中自觉探索、理解、领悟，以此为基点启发学生的学习兴趣。

三、教学建议与说明

教学重点：本节重点是让学生理解保护建筑文化遗产的重要性，了解建筑文化中民族传统继承与发展的意义。

教学策略：这一节中实例比较少，教师需要增加语言的生动性及课外活动的辅助，以帮助学生理解建筑文化的继承与发展。

导入新课：在本节的“现象与问题”中引入了一个真实发生过的实例，教师可让学生对这个例子讨论：遇真宫为什么会发生火灾？火灾原因是2003年武当山文管部门违规将遇真宫出租给当地某文化武术影视学校，学校的工作人员用电不当，导致电灯烤燃他物而引发了火灾事故。虽然最终司法机关对主要责任人进行了刑事处罚，对有领导责任的相关单位进行了行政处理，事后相关部门也出资重建了遇真宫，但新建的遇真宫却永远失去了研究元末明初建筑历史的文化价值，失去了它的历史意义。对于这些老建筑，我们应该怎样保护呢？

●对教材第29页“实践活动”的处理参考意见：

1. 学生可能对这座建筑不熟悉，通过查阅资料的方式来完成活动要求，内容不要求全面完整，对建筑中所表达的传统内涵有一定体会就可以了。

建筑的处理手法：采用一系列大小不一的院落组合；

采用传统建筑艺术中中轴对称的建筑手法；

采用传统江南民居中白色的墙面和灰色的线脚；

抽象园林建筑屋面的一些做法。

在这座建筑中，设计师用现代建筑材料和技术传递传统建筑文化的精髓。例如，庭院空间中前庭绿化较少，按照广场空间设计，而不是传统园林的设计手法，是为了满足现代旅馆功能而采取的设计。屋顶虽然采用硬山和单坡顶，但通过使用钢结构体现了现代特征。

2.（略）

●对教材第31页“探究尝试”的教学建议：

采用辩论形式能使学生产生更多的兴趣，且锻炼语言表达能力和反应能力。教材给出的辩题没有对错之分，目的在于要学生了解保护和发展历史文化名城各自不同的意义，可参阅参考资料的内容。

●对教材第32页“新视窗·思维外延”的处理参考意见：

例如，2008年北京奥运会的口号“绿色奥运”，在市场上出售的“绿色建材”，太阳能、风能、潮汐能、植物能等“绿色能源”等，都具有“环保、节能、无污染”的优点。

●对教材第33页“活动延伸”的处理参考意见：

1. 关注老龄化问题对住宅设计的影响，可以让学生对自己家庭中的老年人进行访问，找到老年人对住宅的实际需求并列成表格，主要关注老年人居住应考虑的因素，依照这些因素进行方案设想。

2. 由教师进行安排，可以把学生分成若干小组，以小组为单位完成调研，让学生了解本地区的建筑文化遗产。

●对教材第33页“思考题”的处理参考意见：

1. 教师可以指定一个例子，最好是生活或学习所在地附近的实例，在讲解上可以从三个方面说明：对建筑的保护要做到从政策上要求国家的支持，从技术上要定时、定期地维修，从发展方面要能积极可靠地利用。

2. 不做要求。

四、参考资料

香山饭店

香山饭店坐落于北京西北郊距城区 20 多 km 的香山公园，是世界著名华裔建筑师贝聿铭于 1982 年设计的。建筑师采用了简洁朴素、具有亲和力的江南民居为外部造型，将西方现代建筑原则与中国传统建筑的营造手法，巧妙地融合成具有中国气质的建筑空间，表达出建筑师对中国建筑民族之路的思考。

这座依偎在香山怀抱中的建筑，总建筑面积约 15 万 m²，但并没有视觉的庞然感，建筑师结合地形，巧妙地营造出高低错落的庭院式空间，匍匐在层峦叠翠之间，如同植物蔓地生长。为了保留珍贵的古树，局部建筑形体虽然错动挪让，但也获得了园林建筑的风格。建筑的前庭、大堂和后院，分布在一条南北轴线上。空间序列的连续性，营造出中国传统建筑庭院深深的美学表现。方形和圆形是建筑中重复使用的几何符号，大门、窗、空窗、漏窗、壁灯、砖饰都是方形，而月洞门、灯具、茶几、宴会厅前廊墙面装饰等都是圆形，不断的重复与韵律加强了建筑的整体识别性。整个香山饭店的色彩，从室外到室内，均以白色和灰色为主体，配上香山的晚秋红叶、庭院中的青竹芭蕉、泉水潺潺，穿过光影斑驳的粉墙上的月洞门，透过影影绰绰的海棠花窗，让人不由回忆起那江南的粉墙灰瓦、小桥流水人家。

（摘自“CCTV10 走近科学——云卧香山”节目）

继承民族传统建筑文化的手法

建筑应当反映生活，而生活是植根于文化的。文化是孕育建筑的土壤，正是由于文化土壤的培育，才使建筑具有“记忆中的活力”，而不是“瞬间的活力”。继承民族传统建筑文化，有以下几个方面的表现手法：

（1）传统建筑形式的再现：就是在设计中运用传统的平面布局、空间、外观及细部，严格遵循古建筑营造法式。在特定的地域、特定的文化背景下，形式的复古不失为一种再现传统的手段。例如河北正定隆兴寺的大悲阁，就是在考证、研究已有史料的基础上，根据宋代典型建筑样式重新建造的。这样，通过对传统建筑形式和形制的再现，自然而然地体现出传统建筑的气质和传统空间韵味。

（2）传统建筑的视觉符号运用：就是把古建筑有代表性的视觉符号局部运用于现代建筑中，并对所运用的视觉符号加以适当的抽象来达到对传统风格的延续，传统建筑中常见的视觉符号有飞檐、斗拱、门窗套、牌坊，以及细部纹饰、彩画、漏窗等。

（3）利用隐喻、象征手法来再现传统：这种手法只有同一文化背景下的人们才能看得出来。一旦人们读懂了设计者通过建筑传达出的含义，那么，读者便会产生心理及审美的愉悦。例如河南博物院，就是以我国最早的天文台遗址——登封元代观星台为原型的，体现了中原文化的深厚博大、源远流长，这只有知道这些历史才能体会其中的含义。

（4）古朴文化的新生命：这里的“古朴文化”指的是人们长久以来所形成的生活习俗、生活方式乃至古典的哲学思想。怎么让这些古朴的文化、优良的传统在今天焕发出新的生命是人们面临的重要问题。比如北京的菊儿胡同就是通过改造，不仅保留了老北京传统的胡同生活，也为街区带来了新的活力。

历史文化名城

根据《中华人民共和国文物保护法》，历史文化名城是指“保存文物特别丰富，具有重

大历史文化价值和革命意义的城市”。其主要类型如下：

1. 传统建筑风貌类

完整地保留了某一历史时期积淀下来的建筑群体的名城，具有整体的传统建筑环境和建筑遗产，在物质形态上使人感受到强烈的历史氛围，并折射出某一时代的政治、文化、经济、军事等诸多方面的历史结构，其格局、街道、建筑均真实地保存着某一时代的风貌或精湛的建造技艺，是这一时代地域建筑传统风格的典型代表，如北京、西安、洛阳、平遥等。

2. 自然环境景观类

自然环境对名城的布局 and 建筑特色起到了决定性的作用。这些城市由于山水环境对建筑布局和风格的影响而显示出独特个性，并反映出丰富的人文景观和强烈的民风民俗的文化色彩，如承德、镇江、苏州、绍兴等。

3. 民族及地方特色类

由于地域差异、历史变迁而显示出地方特色或民族个性，并集中地反映在某一地区，如泉州、拉萨、丽江、喀什等。

4. 文化及史迹类

在一定历史时期内以文化教育著称，对推动全国或某一地区的社会发展起过重要作用，或其代表性的民俗文化对社会产生较大、较久的影响，或以反映某一历史事件或某个历史阶段的重要个人、组织的住所、建筑为其显著特色，例如延安、遵义、上海等。

5. 特殊职能类

在一定历史时期内以某种职能占有极为突出的地位，为当时某一区域范围内的商贸中心、物资集散地、交通枢纽、军事防御重地，如自贡以盐城著称，景德镇有瓷都之称等。

截至 2007 年 3 月，我国政府已将 108 座城市列为中国历史文化名城，并对它们进行了重点保护。它们的留存，为今天人们回顾中国历史打开了一个窗口。

(摘自国家文物局网站)

贵州生态博物馆

1971 年国际博物馆协会大会提出了“生态博物馆”的概念并迅速形成了实践运动。生态博物馆的基本观点就是：文化遗产应原状地保护和保存在其所属社区及环境之中。在生态博物馆中，文化遗产、自然景观、建筑、可移动实物、传统风俗等一系列文化因素均具有特定的价值和意义。

1997 年至 2004 年，我国和挪威合作，在贵州六枝梭嘎、黎平堂安、锦屏隆里、花溪镇山村四个古老的民族村寨建立了生态博物馆，形成了具有独特自然环境和文化遗产的生态博物馆群。

六枝梭嘎生态博物馆是我国第一个生态博物馆。贵州省西北部的六枝、织金、纳雍三县交界的大山深处，生活着苗族的一个支系，被称为“长角苗”。目前，长角苗仅有 4 000 多人，至今仍保持着简单的男耕女织的自然经济状态。虽然生活方式简单，而婚嫁丧葬等习俗活动却特别隆重繁复，礼节繁缛而神秘，保持着相当浓厚的古老传统。

黎平堂安侗族生态博物馆在贵州东南部，距贵阳超过 600 km。堂安古寨已有 700 多年的历史，坐落在山腰上的堂安，上为葱郁的原始森林，下为连绵不断的层层梯田，云雾环绕，群鸟清歌，幽静安闲。寨子里有侗族代表性的鼓楼、戏楼、民居等木构穿斗式建筑，古朴和谐。

锦屏隆里生态博物馆位于贵州东南部锦屏县内，距离贵阳 480 多 km。隆里古城建于明洪武年间，原是屯兵驻军的兵营。城内完好地保留着规整的“三街六巷”，古朴典雅的明清建筑群，笔直幽深四通八达的街巷，向世人传达出迷人的魅力和丰富的文化内涵。

花溪镇山村生态博物馆在距离贵阳西南 21 km 的花溪区石板镇花溪河的一个半岛上，三面环水。自明朝以来，汉族与布依族文化得到很好的融合。镇子至今保存着木构架的石板房，鳞次栉比，形成丰富的建筑空间，体现了汉族和布依族民居不同而又融合的建筑风格。

(摘自“中国记忆——CCTV 文化遗产博览月”)

文物保护原则

怎样保护好作为文物的建筑，根据世界各地和中国的实践，在我国《文物保护法》和有关的国际文件中都有论述和规定，其中比较重要的有以下几个方面。

(1) 整体性的保护：整体不仅指一栋建筑的整体，而且指一组建筑群的整体和这些建筑所在的环境。故宫内的每一栋建筑，不论是宫门、大殿还是廊屋都是宫城内不可分割的一个部分，否则就不能说明这座封建帝王建筑群所具有的历史、艺术和科学价值。一座村落里的祠堂、住屋、村口的石桥、堤坝，甚至包括水塘、水井，如果不做整体的保护，就看不出它们所反映的家族制度和在家族制度下居民生活的全貌。仍以北京故宫为例，为了保护这座世界文化遗产的环境，在北京市城市规划中明确规定了对故宫四周新建筑高度的限制，由故宫向四周延伸，新建筑由低到高形成一条曲线，以保证故宫视觉的完整性。

(2) 保持原状的修复：任何古代建筑，随着岁月的流逝，不可避免受到自然和人为的破坏，因此对古建筑的保养和修缮成为保护中重要和经常性的工作。对于我国木结构的古建筑，在保养和修缮工作中，要保持和不改变文物原样，结构部分还相对容易一点，但是装修与装饰部分，尤其是在油漆彩画的修缮上存在比较大的困难。作为保护木料构件的油漆彩画经常直接受到风吹日晒和大气的污染，它们与琉璃、砖瓦材料相比，受损坏的速度相当快，彩画褪色、油漆层剥落都造成整体形象破烂不堪。北京故宫在对宫殿建筑长期不断的修缮工作中对此做了多方面的实验和努力，对表面损坏较明显的柱子和门窗部分隔若干年刷一层红色漆，对檐下损坏不太严重的梁枋彩画维持原状不予修理，对损坏的彩画重新制作，但在制作时有意把新彩画作旧，看上去好像没有经过修理而保持了“原状”。

[摘自《中国古建筑二十讲(插图珍藏本)》]

我国的文化遗产日

2005 年 12 月，国务院为设立文化遗产日下发通知，指出“我国的文化生态正在发生巨大变化，文化遗产及其生存环境受到严重威胁”，“要从对国家和历史负责的高度，从维护国家文化安全的高度，充分认识保护文化遗产的重要性”，决定从 2006 年起，将每年 6 月的第二个星期六定为我国的文化遗产日。

社会老龄化与住宅设计

据 2000 年 11 月底第五次人口普查，我国 65 岁以上老年人口已达 8 811 万，占总人口 6.96%；60 岁以上人口达 1.3 亿，占总人口 10.2%。按照联合国提出的标准，年满 60 岁以上的人口在总人口中的比例超过 10%，或者 65 岁以上的人口的比例超过 7% 的地区、国家，属于老年型。按国际标准衡量我国已进入了老年型社会，老龄化已成为 21 世纪不可逆转的世界性趋势。据联合国预测，1990~2020 年世界老龄人口平均年增速度为 2.5%，同期我国老龄人口的递增速度为 3.3%，到 2020 年我国 65 岁以上老龄人口将达 1.67 亿，约占全世

界老龄人口 6.98 亿的 24%，全世界四个老人中就有一个是中国人。

老年人由于生理机能衰退、心理因素变化、家庭结构转变、生活时空架构变化，对生活环境等方面有着较为特殊的要求，特别是高龄和残病的老年人由于身体活动困难，更加迫切要求方便安全的无障碍环境。因此，在建筑设计中应考虑以下几个方面。

(1) 功用性。要充分考虑老年人步行和使用轮椅的空间，尽可能消除地面上的高差或设置缓坡，使老年人能够自由活动。在居住方式上有同居式的，即老人与子女同住在一个户内；有邻居式的，即由老年人居住的小户型与其子女居住的大户型搭配在一起，这样老人与子女既可各自独立，又可以保持联系；也有并列式的，即在相互独立的两套户型中开辟一个公共的生活空间，使老年人原有的活动空间得以发展和延伸。

(2) 安全性。保证老年人安全使用各种设施。应提高所使用材料的安全性、照明的便捷性、色彩的易识别性，以适应老年人的特征。

(3) 健康性。保持老年人居室的干净，特别是考虑良好的通风、采光。

(4) 可变性。由于老年人从自理自力期到照顾关怀期的变化，因而老年人住宅的设计应当考虑延续性设计，便于增添设备、设施等改造工程。

(5) 方便性。老年人的思维能力有所下降，复杂的操作对他们来讲有难度。所以在设计时，应在厅、房各位置安装各类明显的控制开关，使老年人能方便、快速地与外界取得联系以获得帮助，包括物业服务和家人的协助。

(6) 协助性。起居室、卧室、卫生间等门扇要预留观察窗，以便其他人能及时了解老年人的情况并给予协助。

在室外公共设施设计和配套方面，小区规划建设中应考虑无障碍设计。设施建设应便于老年人自由进入园林绿地、庭院进行休闲晨练。考虑到老年人有害怕孤独的心理，住宅小区需营造各类交流空间，丰富老年人的精神文化生活，为老人开辟一个学习、交流、休闲、健身的场所。

(摘自《满足老年化的住宅设计趋势》)

智能网控家居

智能网控家居已出现在我们的生活中。在任何时候、任何地方，只要有能上网的计算机、移动电话、PDA (Personal Digital Assistant, 个人数字助理)，就可以轻松地控制和监视家中的一切。而在家时，可以使用 LCD 触摸控制面板，不需要走动，指头轻轻一动，就可以控制所有的家用电器。智能网控家居具有安全、舒适、节约能源和可家庭办公的特征。最著名的例子就是微软公司的比尔·盖茨耗费巨资、耗时数年建造起来的大型豪华住宅，堪称当今智能家居的经典之作。

在这座房子里，共铺设了近 84 km 的电缆，将房内的所有电器连接成一个绝对标准的家庭网络。豪宅的大门设有气象情况感知器，电脑可根据各项气象指标，控制室内的温度和通风的情况，所以，这个豪宅被称作电脑住宅。电脑住宅门口安装了微型摄像机，除主人外，其他人欲进入门内，必须由摄像机通知主人，由主人向电脑下达命令，大门方可开启，否则任何人无法进入。来到盖茨家的客人们每个人都别着一只小电子针，里面装着内置电脑，随时显示他们所处的位置。所有的照明、音乐、温湿度等都可以根据客人自己的需要通过电脑任意调节。电脑住宅的厨房内，装有一套全自动烹调设备。电脑住宅的厕所里，安装了一套检查身体的电脑系统，如发现异常，电脑会立即发出警报。主人在回家途

中只需启动遥控装置,浴缸就自动放水调温,做好一切准备迎候。房屋的安全系数也足够高,当一套安全系统出现故障时,另外一套备用的安全系统则自动启动;当主人需要时,只要按下“休息”开关,设置在房子四周的防盗报警系统便开始工作;当发生火灾等意外时,住宅的消防系统可通过通信系统自动对外报警,显示最佳营救方案,关闭有危险的电力系统,并根据火势分配供水。

第四节 建筑艺术欣赏

一、教学目标

1. 比较全面地了解不同建筑艺术的特点、成就,初步体会建筑艺术的社会价值。
2. 通过研究性学习,使学生掌握欣赏古今中外优秀建筑的方法,并能联系实际生活加以运用。
3. 通过对典型建筑的欣赏,学会正确地从不同角度对建筑进行评价,逐步体会建筑文化与建筑人文蕴含的意义,愉悦性情,热爱建筑艺术。

二、结构分析

本节围绕建筑艺术的欣赏方法展开教学,共分为两个部分,每个部分又分为多个内容。为使适应教学过程,采用了递进的编写形式。

首先,通过“现象与问题”引入借物抒情散文名篇《项脊轩志》中的一段话,并参照文学赏析的方法对文字及情感进行分析,使学生理解其中所描绘的诗情画意、物我交融的境界,从而产生一定的共鸣。

其次,在第一部分内容中选取中外建筑史上几个著名的建筑实例,分别从色彩、外观、比例尺度、结构形式、空间组合、与环境的融合及园林特色等方面进行描绘,提取这些建筑的主要特点,从而引出对建筑艺术多样性的感性认知。只有了解和认识了风格各异、丰富多彩的建筑形式,才能让学生在思考的基础上领悟到建筑中所包含的情感价值、人文内涵、风俗习惯、地域特征,从而以研究的眼光来评价一座建筑物。

第二部分在此基础上讲述了建筑艺术的欣赏方法,说明如何正确客观地欣赏建筑艺术。这一部分分别从多层次、多角度的辩证批判地欣赏这三个方面论述。“多层次”涉及建筑的形与意,也就是外观形象与内部情感;“多角度”则通过一个典型实例,说明如何进行全面的欣赏;最后一部分重点强调欣赏的客观性,要求学生建立起正确的审美观、价值观。

本节最后的阅读材料介绍了四位现代主义建筑大师的生平,使学生不仅了解在教材中出现的大师作品,也对这些作品的设计者有一些了解。

三、教学建议与说明

本节教学的主要内容是建筑艺术的欣赏方法,也就是如何从领会一座建筑的性质、特征和艺术表现手法,对其整体概况有一个准确的了解和认识,并且从这些方面进行科学的

分析、评价,进而体会设计者的意图,并根据所掌握的形式美原则和其他评价标准对其进行客观的评判,分清其优劣高下。在这样的教学过程中,逐步完善自身的美学知识,提高自己的审美品位和欣赏眼光,摒弃低级庸俗的趣味,塑造健全的高水平的艺术修养、健康高雅的情趣和丰富充实的精神世界。

教学难点:本课的教学难点是让学生了解建筑艺术的基本欣赏方法,从而懂得如何以理性的眼光去分析和欣赏建筑艺术。对这部分知识的讲解属于本节第二部分,是本节的重点。其中,学生要接触一些建筑专业术语,只有通过建筑艺术基本语汇的了解和认识,才能掌握建筑艺术水平的评判方法。同时,通过不断地实践和领会、积累和总结,学生才能对建筑艺术建立起正确的审美标准,从而懂得如何欣赏一座建筑,怎样领会优秀建筑的奥妙,并进一步培养积极健康的审美品位。

●对教材第36页“探究尝试”的教学建议:

建筑艺术是通过建筑群体组织、建筑物的形体、平面布置、立面形式、内外空间组织、结构造型,亦即建筑的构图、比例、尺度、色彩、质感和空间感,以及建筑的装饰、绘画、雕刻、庭院、家具陈设等多方面的考虑和处理所形成的一种综合性艺术。因此,对于建筑艺术的表达形式,就可以从以上部分进行分析。在课堂上,教师可以运用以下提示来引导学生:这座建筑运用了什么样的空间组织方式?运用了什么样的材料?建筑形象与建筑功能有什么关系?

●对教材第37页“实践活动”的处理参考意见:

学生思维的发散与活跃来自日常积累,教材中所提到的四座建筑从外观上能够比较清楚地表现出象征和隐喻,教师可让学生对所列出的建筑造型进行思考,由学生尝试体会其中的象征含义,然后再做讲解。不用强调标准答案,学生提出的答案也许五花八门,这样更利于学生想象力的发展。对建筑的介绍参见参考资料。

上海东方明珠电视塔:大珠小珠落玉盘。

香港中国银行总部大厦:芝麻开花节节高。

重庆商业城:双喜临门,红烛高照。

上海金茂大厦:中国古代的宝塔造型。

●对教材第38页“探究尝试”的教学建议:

该例子说明不同的人看问题的角度不同,得到的结果也不同。其实建筑艺术欣赏也是与个人的知识背景、价值取向、审美情趣有密切关系的。

●对教材第39页“探究尝试”的教学建议:

通过查阅资料,写一篇对朗香教堂的赏析文章,文章可以“仁者见仁,智者见智”,没有固定的答案和评价,充分发挥学生的想象力和创造性。

朗香教堂

朗香教堂位于法国东部孚日山区朗香村,1955年建成。它是现代主义建筑中最具影响力的作品之一。它的著名,不仅因为建筑师是世界著名的建筑大师勒·柯布西耶,还因为这座教堂的造型是人们见所未见、闻所未闻、连想都想不到的怪模样。

朗香教堂的体形设计和空间处理非常特别。从入口一面看,它有一个深色的向上翻起又带有一个尖角的屋顶,有点像一条船的船帮。“船帮”之下是一面向后倾斜的白色实体墙面,上面开着形状各异、大小不一的窗洞,另一端有一个圆乎乎的白色柱体。柱体和后倾

的墙体之间设有教堂的大门。这座小教堂有一个突出的大屋顶，整个屋面自东向西倾斜。柯布西耶说，朗香教堂构思的出发点是把这座小教堂当作一个听觉器官，就像耳朵内部构造一样复杂、曲里拐弯。它的外形给人们带来了无边的想象：既像一艘驶向远方的大船，又像一顶修士的帽子，也像祈祷合掌的双手，还像一只凫水的鸭子，也许还像正在起飞的飞机。从不同的角度观赏，人们能够产生众多的联想。

●对教材第 40 页“实践活动”的处理参考意见：

活动的目的是让学生通过教材的学习，能够熟练运用建筑构成要素及建筑所表达的文化内涵等知识来评价一个建筑。长城是学生非常熟悉的例子，教师可以不给予过多的提示，让学生自己来组织讨论和评价。

小明的爸爸：从建筑的文化内涵与意义方面。

小明的妈妈：从建筑的外观特征方面。

小明：从建筑的技术与结构方面。

●对教材第 41 页“思考题”的处理参考意见：

1. 本题其实是对教材内容，主要是对建筑欣赏方法掌握程度的一个考察，题目可以结合第 42 页“活动延伸”中活动 2 的内容完成。

2. 强调审美态度，只要学生能以全面、综合而不是片面、局部的观点评价建筑艺术，并在评价建筑的过程中能够不断调整思维角度，建立科学分析问题的方法就可以了。

●对教材第 42 页“活动延伸”的教学建议：

活动 1：可与语文课上文学赏析的写作结合设置，不一定安排拙政园的赏析，也可让学生对旅游过的景点写一篇赏析。

活动 2：最好由教师指明生活或学习所在地的一座标志性建筑，如果可能，可带领学生或让学生自己参观，准备照片、图片、资料等内容，在上课时为大家讲解、分析，培养其口头表达能力并学会倾听他人对建筑的评价，对建筑的优缺点参与讨论，提出合理化建议。

四、参考资料

古根海姆博物馆

古根海姆博物馆坐落在西班牙的一个中等城市毕尔巴鄂，由美国建筑师弗兰克·盖里主持设计，于 1997 年竣工。整个建筑由一群外覆钛合金板的不规则双曲面体组合而成，它以奇美的造型、特异的结构和崭新的材料立刻博得举世瞩目，被称作“世界上最有意义、最美丽的博物馆”。

博物馆在建材方面使用玻璃、钢和石灰岩，表面包覆钛金属，与该市长久以来的造船业传统遥相呼应。建筑的外表面呈向各个方向弯曲的双曲面，随着日光入射角的变化，建筑的各个表面都会产生不断变动的光影效果。博物馆的室内设计极为精彩，特别是入口处的中庭设计，创造出了打破简单几何秩序的强烈冲击，曲面层叠起伏、奔涌向上，光影倾泻而下、直透人心。

一位西班牙著名建筑师曾这样称赞道：“没有任何人类建筑的杰作能像这座建筑一般如同火焰在燃烧。”随着天光的变换，整个博物馆幻化出奇异的迷彩，河面粼波浩荡，光影上下相逐，整座城市随这座熠熠闪烁的建筑而流光溢彩。而且，因为盖里设计的这座独特的建筑，也给毕尔巴鄂——这个一度衰落的工业城市带来每年上百万的游客，使其再次焕发

出勃勃的生命力。

佛光寺大殿

佛光寺位于山西省五台山市台怀镇佛光山山麓，始建于北魏时期。现存的佛光寺东大殿是在晚唐时期重建的。大殿虽经过多次修葺，仍然保持了唐代的风貌。

佛光寺大殿建在低矮的砖台基上，外观简朴大方，门、窗、墙壁、斗拱、柱、额等全用朱色涂刷。它的屋面坡度较平缓，柱身粗壮，斗拱宏大，屋檐伸出 4 m 多。建筑整体比例雄浑优美、强健有力，体现出一种雍容庄重、气度不凡、健康爽朗的格调，展示了大唐建筑的艺术风采。

佛光寺大殿是我国现存最大的唐代木建筑，在中国及世界建筑史上占有重要的地位，是全国重点文物保护单位。殿内的木门、佛座、佛像都是唐代原物，是我国唐代艺术珍品。

[摘编自《中国建筑史（第五版）》]

卡瑞卡拉浴场

卡瑞卡拉浴场位于意大利罗马境内，建于公元 3 世纪，是当时古罗马城最大的公共浴场之一。整个建筑群平面接近长方形，浴场的总长为 368 m，总宽为 363 m，可以供 1 600 人同时沐浴。它的主体建筑长 228 m，宽 116 m，露天浴场、温水浴室、热水浴室及它们之间的过厅串联在一起，形成了中心对称轴线。在主体建筑的周围是花园、绿地和运动场，场地四周还有俱乐部、演讲厅、图书馆、商店等建筑，集沐浴、社交、娱乐于一体。它室内空间变化丰富，有各种形式的厅堂，方的、圆的、扁的、椭圆的，有的开敞，有的封闭，有的有列柱，有的无列柱。室内装饰也极为华丽，主体建筑室内都采用大理石贴面，并点缀着精致的柱式和雕像。

[摘编自《外国建筑史（19 世纪末叶以前）》]

西塔里埃森

西塔里埃森是建筑大师赖特自 1938 年起在美国亚利桑那州附近的沙漠上修建的一处冬季使用的工作总部，也是他的追随者和从世界各地慕名而去的学生们工作、学习和生活的地方。西塔里埃森是一片单层的建筑群，其中包括工作室、作坊及赖特和学生们的住宅、起居室、娱乐室等。那里气候炎热、雨水稀少，西塔里埃森的建筑方式也就很特别，先用当地的石块和水泥筑成厚重的矮墙和墩子，上面用木料和帆布遮盖。需要通风的时候，帆布板可以打开或移走。西塔里埃森的建造没有固定的规划设计，经常增添和改建。这所建筑的形象十分奇特，粗粝的乱石墙、没有油饰的木料和白色的帆布板错综复杂地组织在一起，有的地方像石头堆砌的地堡，有的地方像临时搭设的帐篷。总体给人的印象是建筑物如同沙漠里的植物，与沙漠和谐地融为一体。

[摘自《西塔里埃森（国外名建筑选析丛书）》]

寄畅园

无锡寄畅园是江南著名的山麓别墅园林，以精湛的造园艺术和独特的风格著称于世。寄畅园至今已有 400 多年的历史，最初是明正德年间（1506—1521 年）兵部尚书秦金的别墅，到明万历十九年（1591 年），由秦金的后代秦耀经营建造为寄畅园，后又经秦家后人数次修整。它既有江南园林曲折婉转、妙造自然的特色，又有因巧于借山建园、融合自然的古朴清旷的独特韵味。

走进寄畅园西部，古树、幽谷、泉声使人如入自然山野，你会发现假山无处不在，差

不多占据了园子总面积的 2/3，山上种植着乔木与灌木，依山体之势有幽谷壑道。从惠山引来的泉水随高低不同的山势跌落下来，在山间叮咚作响，构成了“八音涧”的景观。

园东有一个水池，南北长，东西窄，占总面积的 17%，取名“锦汇漪”。池水被分隔为南北两个水域，打破了水池的狭长感。水池北头分别有平桥与廊桥横架水面，为不大的水域增加了景观层次。最后，在水池北头做成水尾，凭借廊桥的掩饰，造成池无头而水有源的错觉。锦汇漪面积不大，但由于池岸曲折，又将水域做了多次的分隔，富于变化而不显局促。

相对于山、水而言，园中建筑物并不多，除在入口处集中有几座祠、堂、斋以外，其余几座亭、台、楼、桥都散置在水池周围。其中位于水池中段东岸的知鱼槛突出水面，成了水域构图中心，可以观赏池西岸平列的山景。位于园北的嘉树堂，地势高敞，是全局的主要景观，仰观惠山对面而峙，回望锡山塔影徘徊，眼前春水被微风吹皱，人如在画中游。锡山、惠山不在园中，胜在园中。本来只有二亩半的窄长地段，看上去景物层叠，深远无垠。地处水池西北岸的涵碧亭和连接知鱼槛与涵碧亭的廊桥、廊屋，既是观赏和休息的好去处，又以其空亭、粉墙、漏窗，增添了园中的景色。

寄畅园占地不大，由于有了明确的规划，对造山、叠石、水池形态、建筑及其细部进行了精心处理，因而创造出富有特色的诸多景观，尤其是它以浓重的山、水与疏落有致的建筑组成的山林环境，完全继承了唐宋以来的文人园林风格，成为现存明、清园林中的上品。

（摘自《中国园林》）

中国国家体育场——鸟巢

鸟巢是 2008 年北京奥运会主体育场，由 2001 年普利茨克奖获得者瑞士建筑师赫尔佐格、德梅隆与中国建筑师合作完成。它外观好像中国瓷器的裂纹和鸟巢的形状，所以人们亲切地称其为鸟巢。

鸟巢以巨大的钢网围合，覆盖着 9.1 万人的体育场；内部没有一根立柱，看台是一个完整的没有任何遮挡的红色碗状造型，如同一个巨大的容器，赋予体育场以不可思议的戏剧性和无与伦比的震撼力。这种均匀而连续的环形也将使观众获得最佳的视野，带动他们的兴奋情绪，并激励运动员向更快、更高、更强冲刺。

鸟巢外形结构主要由巨大的门式钢架组成，共有 24 根桁架柱。建筑顶面呈鞍形，长轴为 332.3 m，短轴为 296.4 m，最高点高度为 68.5 m。在这座体育建筑中，用众多的技术创新充分体现了 2008 年奥运会的口号：绿色奥运、科技奥运、人文奥运。鸟巢采用了我国自主研发的太阳能发电系统，清洁、环保的太阳能发电系统将安装在国家体育场的 12 条主通道上。鸟巢工程总用钢量 11 万 t，外部钢结构用钢 4.2 万 t，是目前国内外体育场馆中用钢量最多、规模最大、施工难度最大的工程。它全部采用了我国自主创新、具有知识产权的国产钢材，钢材的板厚达到 11 cm。另外，在鸟巢顶部的网架结构外表面还贴上一层半透明的膜，使光线通过漫反射进入体育场内，不仅光线更柔和，由此形成的漫射光还可解决场内草坪的维护问题，也为座席提供遮风挡雨的功能。它的碗状座席采用上下层错落布置，无论观众坐在哪个位置，和赛场中心点之间的视线距离都在 140 m 左右，保证“人人平等”地看比赛。鸟巢不仅为 2008 年奥运会建造的一座独特的标志性建筑，而且将为 21 世纪的中国和世界建筑发展提供历史见证。

形式美的原则

形式美的基本原则主要包括均衡与稳定、对比与协调、节奏与韵律、比例与尺度。

1. 均衡与稳定

建筑的均衡主要是指建筑的前后左右各部分之间的关系，要给人安定、平衡和完整的感受。而稳定是建筑物在造型上产生的艺术效果。人们从自然现象中意识到一切物体想要保持均衡与稳定，就必须具备一定的条件：例如像山那样下部大、上部小，像人那样具有左右对称的体形，像鸟那样具有双翼……于是人们在建造建筑时都力求符合均衡与稳定的原则，例如埃及的金字塔，呈下大上小、逐渐收分的方尖锥体。

2. 对比与协调

艺术中的对比手法可以达到强调和夸张的作用，在设计时常用形状对比，例如凯旋门的弧形券洞和方形的外形；材料对比，例如玻璃的光滑与墙体的粗糙；方向对比，例如人民英雄纪念碑的挺拔与天安门广场的舒展；此外还有光影对比、虚实对比等。协调可以看成是极微弱的对比，容易使人感到统一和完整。

3. 节奏与韵律

节奏与韵律在建筑中的体现极为广泛、普遍，它们都体现为有规律的排列和重复的变化。不论是中国建筑还是西方建筑，也不论是古代建筑还是现代建筑，几乎处处都有予人美感的韵律和节奏，例如帕提依神庙的一根根列柱、嵩岳寺塔一层层的外檐、卢沟桥的一个个桥洞等。

4. 比例与尺度

比例所研究的就是长、宽、高之间的关系问题。所谓推敲比例，就是指通过反复比较而寻求出这三者之间最理想的关系。尺度主要指建筑与人体之间的大小比例和建筑各部分之间的大小比例。在建筑设计中，一般都应该使建筑的实际大小与给人印象的大小相符合，这样才能避免错觉。

[摘自《建筑初步（第二版）》]

建筑中的象征与隐喻

1. 东方明珠广播电视塔

东方明珠广播电视塔位于上海市浦东世纪大道1号。1991年动工建造，1994年投入使用，是上海的标志性建筑。东方明珠电视塔选用了圆球体作为基本建筑元素，其设计富有唐代诗人白居易诗中“大珠小珠落玉盘”的优美意境。主体由3个斜筒体、3个直筒体和11个球组成，形成巨大的空间框架结构，做到了现代科技与东方文化的完美统一。

电视塔总高度为468 m。从电视塔大台阶步入塔内底层，便见宏伟的大堂，从底层电梯大厅到直径为45 m的中球，离地面263 m，只需40 s。该球共9层，有10 000 m²以上，在旋转餐厅可看上海全景。从中球乘高速电梯到350 m高度，是一个全封闭的银球体太空舱。该塔灯光在电脑控制下，可以有1 000多种变化，每当节日来临，都有数不清的中外游客在外滩观赏绚丽多彩的灯光变化，可以说是上海黄浦江畔的夜明珠。

2. 香港中国银行总部大厦

香港中国银行总部大厦位于香港中环地区。由贝聿铭建筑师事务所设计，1989年竣工，1990年启用。总建筑面积为129 000 m²，地上70层，高315 m，加顶上两杆的高度共有367.4 m，建成时是香港最高的建筑物。

中银大厦外形为棱柱状，取“芝麻开花节节高”的寓意，象征着力量、生机、茁壮和锐意进取的精神；基座的麻石外墙隐喻长城，代表中国。其独特外形设计因此让它成为香港最瞩目地标之一。

（摘编自《贝聿铭》）

3. 重庆商业城

重庆商业城位于重庆市朝天门地区，由1栋56层的超高层写字楼、3栋高层公寓式写字楼及裙房组成，总建筑面积22万m²。该方案以“双喜临门，红烛高照，金杯庆贺，扬帆远航”的建筑形象，体现了对新重庆的期待和祝愿，建成后成为重庆市的标志性建筑之一。

（摘编自《关于标志性建筑的认识和实践——重庆“东方商业城”规划设计整体构思》）

4. 金茂大厦

金茂大厦由美国芝加哥SOM建筑事务所设计，坐落在上海浦东核心地区——陆家嘴金融贸易区中心，与著名的外滩风景区隔江相望。大厦于1997年竣工，总高度420.5m，地上88层，地下3层，总建筑面积290000m²，堪称上海的一座标志性建筑。金茂大厦的设计令人联想起中国古代的宝塔造型，随着楼层的增加，渐渐地向内收缩，形成一个有韵律的构图。

建筑中的意象

1. 什么是意象

意象是人的主观情意与客观物象的结合，通过感官体验激发想象力，人们头脑中形成了一个经过情感浸染的图像——意象。任何诉诸感官的词语都可以成为意象，如视觉意象、热觉意象、听觉意象等。在文学作品中，意象是最基本的要素，互相联系的情节事件，反复出现的细节、主题，或各种片断，都可以成为意象，象征和比喻也属于意象。

（摘自《文艺心理学大辞典》）

2. 建筑中的意象

简单地说，建筑意象就是指运用在建筑设计中的，具有一定象征、隐喻作用的符号。建筑师通过运用在他们作品中的这些符号，与他人交流，表达自己的设计意图，并且起到了渲染气氛、激发人类想象力和情感的作用。这些符号能够从自然界或者人类社会中找到原型（具体事物），或者说，它们是从人类历史中沉淀、衍生出来的具有一定象征或隐喻作用的符号，它们源于人类的物质、精神生活的经历。

建筑意象的原型在人的生活、文化或观念中反复出现，从而在人们的思想观念中抽象成了一些具体符号，以至当人们在看到这些符号的时候就会产生一些跟自身经历密切相关的联想。例如，当我们看到建筑物上的镂空花窗，很容易联想到中国的传统建筑；当金茂大厦层层内收的外观呈现在我们面前时，就会让我们想起中国古塔的造型。建筑师通过建筑中的意象使作品实现一定的象征和隐喻意义。

赖特的有机建筑论

美国建筑师赖特是现代主义建筑大师之一，他在建筑理论中最重要的成就就是创立并倡导了有机建筑论。

赖特强调有机建筑就是“自然的建筑”。建筑师应该从自然中得到启示，房屋应当像植物一样，是“地面上一个基本的和谐的要素，从属于自然环境，从地里长出来，迎着太

阳”。他认为每一座建筑都应当是特定地点、特定目的、特定的自然和物质条件及特定文化的产物。根据这些客观条件形成一个理念，把这个理念由内到外贯穿于建筑的每一个局部，使每一个局部都互相关联，成为整体不可分割的组成部分。这就是赖特的有机建筑论的主要思想。赖特创作的流水别墅和西塔里埃森都是有机建筑的代表作品。

有机建筑的理论对现代建筑师的创作思想有很深远的影响，在世界许多地区都有有机建筑的追随者。

[摘编自《外国近现代建筑史（第二版）》]

一统空间

一统空间，又称“全面空间”“通用空间”，它是由现代主义大师密斯所创立的。简单说来就是以不变的空间形式，来满足不断变化的功能要求，即建筑师在非常简单、纯净的整体空间中，根据自己对生活、工作、游戏等各类行为的不同需求，将其布置成各种不同的形式。我们可以用“以不变应万变”来理解一统空间的定义。一统空间的代表作品之一即是范斯沃斯住宅。

光污染

借用“噪声”的叫法，人们把那些对视觉、对人体有害的光叫“噪光”。噪光带来的污染就叫光污染。继水污染、大气污染、噪声污染、固体废物污染之后，光污染成为第五大污染。国际上一般将光污染分成三类，即白亮污染、人工白昼和彩光污染。

白亮污染：白天阳光照射强烈时，城市里建筑物的玻璃幕墙、釉面砖墙、磨光大理石和各种涂料等装饰反射光线，明晃白亮，炫眼夺目，即白亮污染。有数据表明，盛夏时节，玻璃幕墙反射强光焦点温度甚至可达 70℃ 以上，可酿成火灾。人体在光污染中首当其冲受到损伤的部位是眼睛，强光会对人眼的角膜和虹膜造成伤害。瞬间的强光照射会使人出现短暂的失明，甚至引发交通事故。长时间的强光还会干扰大脑中枢神经，导致神经衰弱，使人头昏心烦、失眠、食欲低下、身体乏力等。

人工白昼：夜幕降临后，商场、酒店上的广告灯、霓虹灯闪烁夺目，令人眼花缭乱。有些强光束甚至直冲云霄，使得夜晚如同白天一样，即所谓人工白昼。在这样的“不夜城”里，夜晚难以入睡，扰乱人体正常的生物钟，导致白天工作效率低下。2001 年美国一家研究机构公布了一个令世人为之哗然的数据：夜晚的华灯造成的光污染已使全世界五分之一的人不能看见夜晚天空中闪烁的繁星。

彩光污染：舞厅、夜总会安装的黑光灯、旋转灯、荧光灯及闪烁的彩色光源构成了彩光污染。据测定，黑光灯所产生的紫外线强度大大高于太阳光中的紫外线，且对人体有害影响持续时间长。人如果长期接受这种照射，可诱发流鼻血、脱牙、白内障，甚至导致白血病和其他癌变。彩色光源让人眼花缭乱，不仅对眼睛不利，而且干扰大脑中枢神经，使人感到头晕目眩，出现恶心呕吐、失眠等症状。

第二章 建筑材料及其加工

本章提示

房屋建筑是用各种各样的建筑材料建造的，建筑材料是建筑物最基本的构成元素，必须了解建筑材料的分类及基本性质，充分发挥材料的优点，克服或避免其缺点，才能在房屋建筑中合理正确地使用建筑材料。常用的建筑材料有钢材、木材、混凝土、砖、砌块及建筑玻璃等，这些材料的性能不同，因而应用场合也不相同。本节主要学习建筑材料的分类，建筑材料的基本性质，常用建筑材料的特点、应用范围和连接方法，以及合理选择和使用建筑材料的基本原则。本章共分为三节，各节教学内容要点如下：

第一节“走近建筑材料”主要介绍了建筑材料的分类和建筑材料的基本性质。建筑材料从不同的角度可以有不同的分类方法，按照材料的化学成分可分为有机材料、无机材料和复合材料三大类；按照材料的使用功能可分为结构材料和非结构材料两大类。结构材料和非结构材料并无严格的界限，如砖和砌块，当用来砌筑房屋的承重墙时，就属于结构材料；当用来砌筑房屋非承重的围护墙或隔墙时，就属于非结构材料。本节介绍的建筑材料的基本性质（力学性质、与水有关的性质、热学性质等）对不同使用功能的材料应有所侧重，如对结构材料应侧重其力学性质及与水有关的性质，对非结构材料则应侧重其热学性质等。

第二节“常用建筑材料及其连接”介绍了钢材、木材、混凝土、砖和砌块及建筑玻璃的特点（优点和缺点）、主要应用范围和连接方法。重点是使学生了解如何根据材料的特点使用建筑材料，发挥材料的优点，克服或避免其缺点。

第三节“建筑材料的选择与使用”介绍了在工程建设中选用建筑材料时应考虑的主要因素，即材料性能、质量的可靠性、健康因素、经济因素及环境因素等。我国目前是世界上工程建设最多的国家，很多建筑材料（如钢材、混凝土等）的生产和使用量均占世界第一，而某些建筑材料的生产消耗了过多的资源并造成了环境污染。因此本节还介绍了在建筑材料生产过程中节省材料、节省资源、节约土地、保护环境以实现可持续发展的措施。

第一节 走近建筑材料

一、教学目标

1. 了解建筑材料按化学成分和使用功能的分类。

2. 掌握建筑材料的力学性质、与水有关的性质和热学性质，以及这些性质对建筑物的影响。

二、结构分析

本节通过“现象与问题”的调查入手，引导学生认识到建筑材料的种类繁多、性质各异，用途也不同；工程中可以从不同的角度对建筑材料进行分类。建筑材料按化学成分可以分为有机材料、无机材料和复合材料；按使用功能可以分为结构材料和非结构材料，并通过“探究尝试”进一步巩固建筑材料分类的概念。

建筑材料的选择和应用与其基本性质密切相关，建筑材料的基本性质包括力学性质、与水有关的性质、热学性质等。不同使用功能的材料对材料性质的要求有所侧重，如结构材料应侧重其力学性质，用于保温的材料应侧重其热学性质及与水有关的性质，用作路面或房屋地面的材料应具有很好的耐磨性等。在选用建筑材料时应很好地利用材料的基本性质，发挥材料的优点，克服或避免其缺点。

三、教学建议与说明

建筑材料的种类很多，随着材料科学的发展，还会有很多新的建筑材料出现。建筑材料按化学成分可分为有机材料、无机材料和复合材料三大类，其中无机材料又可分为金属材料和非金属材料，复合材料又可分为金属与非金属复合材料、有机与无机复合材料等。教学中对于建筑材料的分类应注意以下两点：

(1) 目前在工程建设中经常用到的建筑材料有钢材、混凝土、水泥、玻璃、塑料、纸、橡胶、木材、石材、砖、瓦、陶瓷、铝合金、沥青、钢筋混凝土、钢纤维混凝土等。按化学成分分类，钢材、混凝土、水泥、玻璃、石材、砖、瓦、陶瓷、铝合金等属于无机材料。其中钢材、铝合金为金属材料，混凝土、水泥、玻璃、石材、砖、瓦、陶瓷为非金属材料；塑料、纸、橡胶、木材、沥青等属于有机材料；钢筋混凝土、钢纤维混凝土属于复合材料。由于混凝土为非金属材料，钢筋混凝土、钢纤维混凝土又称为金属与非金属材料的复合材料；有机与无机复合材料是近年来开始应用的新型建筑材料，如玻璃纤维增强塑料等。

(2) 建筑材料按功能可以分为结构材料和非结构材料。应该注意的是，结构材料和非结构材料并无严格的界限，有的材料在建筑物中既可以是结构材料，也可以是非结构材料。如砖和砌块，当用于砌筑承重墙时属于结构材料，当用于砌筑围护墙或隔墙时则属于非结构材料；如木材，当用于制作房屋的屋架或柱子时属于结构材料，当用于门、窗或装饰贴面时则属于非结构材料；其他材料也有类似的情况。

建筑材料的基本性质部分教学的重点是使学生掌握建筑材料的力学性质（强度和比强度、弹性与塑性、脆性与韧性及硬度与耐磨性）、与水有关的性质（吸湿性与吸水性、耐水性、抗渗性及抗冻性）、热学性质（热容性和导热性）等的概念，以及这些性质对选择和使用建筑材料的影响（可参阅参考资料）。

●对教材第46页“探究尝试”的处理参考意见：

1. 进行钢丝（不要用铁丝或铅丝）和铝线（或铜线）的弯曲对比试验，目的是使学生获得材料弹性与塑性的感性认识，直线形的钢丝弯曲放松后能恢复原有的直线形，表现出弹性性质；而直线形的铝线（或铜线）弯曲放松后仍保持弯曲的形状，表现出塑性性质。

2. 用铁锤分别敲击木片、玻璃片和黏土砖的试验目的是使学生获得材料脆性与韧性性质的感性认识,铁锤敲击玻璃片和黏土砖均使这两种材料破碎,说明玻璃片和黏土砖均属于脆性材料;而铁锤敲击木片则不能使其破碎,说明木材属于韧性材料。

3. 将干燥的木片、玻璃片和黏土砖称重后在水中浸泡的试验目的是使学生获得材料吸水性质的感性认识,通过试验可以看出玻璃的吸水性很小,而木材和黏土砖吸水性较大。

4. 把铝线和木条的一端放到热水里的试验是使学生获得对材料导热性的感性认识,通过试验可以看出铝材的导热性很好,而木材的导热性较差,因此目前广泛使用的铝合金门窗的保温性能不好,不利于建筑节能,宜改用保温性能较好的塑钢门窗或木门窗。

5. (略)

●对教材第 47 页“实践活动”的处理参考意见:

教材中表 2.3 计算材料的比强度结果如下所示,根据计算结果可以看出钢材的抗拉和抗压比强度最高,木材的抗压比强度接近钢材,抗拉比强度也很高,而混凝土的抗拉和抗压比强度远远低于钢材和木材;因此钢材和木材均属于轻质高强材料。计算时请注意计量单位的换算关系,如落叶松木的密度为 $500 \text{ kg/m}^3 = 500 \times 1\,000 \text{ g}/(1\,000 \text{ mm})^3 = 0.000\,5 \text{ g/mm}^3$,抗拉强度为 $9.6 \text{ MPa} = 9.6 \text{ N/mm}^2$,因此落叶松的抗拉比强度为 $9.6/0.000\,5 = 19\,200 \text{ N} \cdot \text{mm/g}$;低碳钢的密度为 $7\,800 \text{ kg/m}^3 = 7\,800 \times 1\,000 \text{ g}/(1\,000 \text{ mm})^3 = 0.007\,8 \text{ g/mm}^3$,抗拉和抗压强度均为 $235 \text{ MPa} = 235 \text{ N/mm}^2$,因此低碳钢的抗拉和抗压比强度为 $235/0.007\,8 \approx 30\,128.2 \text{ N} \cdot \text{mm/g}$;混凝土的密度为 $2\,400 \text{ kg/m}^3 = 2\,400 \times 1\,000 \text{ g}/(1\,000 \text{ mm})^3 = 0.002\,4 \text{ g/mm}^3$,C20 级混凝土的抗拉强度为 $1.54 \text{ MPa} = 1.54 \text{ N/mm}^2$,因此 C20 级混凝土的抗拉比强度为 $1.54/0.002\,4 \approx 641.7 \text{ N} \cdot \text{mm/g}$;其余类推。

我国建筑工程目前使用的承重结构材料中,混凝土的用量最大,而混凝土的抗拉和抗压比强度都很低,不属于轻质高强材料。木材虽然属于轻质高强材料,但由于我国森林资源相对较少,近期尚不能大量使用木材作为结构材料,因此应大力发展采用钢材作为结构材料的建筑。

表 2.3 计算材料的比强度

材料名称	密度/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	抗拉强度/ MPa	抗拉比强度/ ($\text{N} \cdot \text{mm} \cdot \text{g}^{-1}$)	抗压强度/ MPa	抗压比强度/ ($\text{N} \cdot \text{mm} \cdot \text{g}^{-1}$)
落叶松木	500	9.6 (顺木纹受拉)	19 200	15 (顺木纹受拉)	30 000
低碳钢 (Q235)	7 800	235	30 128.2	235	30 128.2
混凝土 (C20 级)	2 400	1.54	641.7	13.4	5 583.3

●对教材第 49 页“探究尝试”的教学建议:

抗洪抢险中河堤出现的“管涌”现象,是由于河堤下土层的抗渗性不好,使河堤内处于高水位的河水通过河堤下面土层的渗透作用,在河堤外的地面上涌出。因此堵“管涌”应采用抗渗性很好(不易透水)的材料,如水泥、黏土等遇水形成水泥胶浆或黏土胶浆后不易透水;而沙土的抗渗性较差(容易透水),不宜采用。

●对教材第 49 页“思考题”的处理参考意见:

1. 建筑材料从不同的角度可以有不同的分类方法,按照材料的化学成分可分为有机材

料、无机材料和复合材料三大类；按照材料的使用功能可分为结构材料和非结构材料两大类。结构材料和非结构材料并无严格的界限，有的材料在建筑物中既可以是结构材料，也可以是非结构材料，可举例说明。

2. 建筑材料的基本性质主要有：①力学性质，包括强度和比强度、弹性与塑性、脆性与韧性、硬度与耐磨性等。②与水有关的性质，包括吸湿性与吸水性、耐水性、抗渗性及抗冻性等。③热学性质，包括热容性和导热性等。在选择和使用建筑材料时，应根据使用功能的要求，发挥材料的优点，克服或避免其缺点。

四、参考资料

建筑材料的力学性质

1. 强度和比强度

材料的强度是指材料在外力作用下不破坏时能承受的最大应力。由于外力作用的形式不同，破坏时的应力形式也不同，工程中最基本的外力作用形式如教材第 47 页图 2.1 所示，相应的强度就分为抗压强度、抗拉强度、抗弯强度和抗剪强度。材料的抗拉、抗压、抗剪强度，可用下式计算：

$$f = \frac{P}{A}$$

式中， f 为材料的抗拉（或抗压、抗剪）强度（MPa）， P 为材料破坏时的最大荷载（N）， A 为受力面面积（mm²）。

材料的抗弯试验一般用矩形截面试件，一般是在试件两支点的三分点处作用两个相等的集中荷载 [见教材 47 页图 2.1 (c)]，计算公式如下：

$$f_t = \frac{Pl}{bh^2}$$

式中， f_t 为材料的抗弯（折）强度（MPa）， P 为试件破坏时的最大荷载（N）， l 为两支点间的距离（mm）， b 、 h 分别为试件截面的宽度和高度（mm）。

影响材料强度的因素很多，除了材料的组成外，材料的孔隙率增加，强度将降低；材料含水率增加，温度升高，一般强度也会降低；另外，试件尺寸大的比小的强度低；加荷速度较慢或表面不平等因素均会使所测强度值偏低。承重的结构材料除了承受外荷载力，尚需承受自身重力。因此，不同强度材料的比较可采用比强度指标，比强度是指单位体积质量的材料强度，它等于材料的强度与其表观密度之比，是衡量材料是否轻质、高强的指标。

2. 弹性和塑性

材料在外力作用下产生变形，当外力去除后，能完全恢复原来形状的性质称为弹性，这种可恢复的变形称弹性变形 [图 2.1 (a)]。若去除外力，材料仍保持变形后的形状和尺寸，且不产生裂缝的性质称为塑性。此种不可恢复的变形称为塑性变形 [图 2.1 (b)]。材料在弹性范围内，其应力与应变之间的关系符合如下的虎克定律：

$$\sigma = E\varepsilon$$

式中， σ 为应力（MPa）， E 为材料的弹性模量， ε 为应变。弹性模量是材料刚度的度量，反映了材料抵抗变形的能力，是结构设计中的主要参数之一。土木工程中有不少材料称为弹塑性材料，它们在受力时，弹性变形和塑性变形会同时发生，外力去除后，弹性变形恢

复，塑性变形保留 [图 2.1 (b)]。

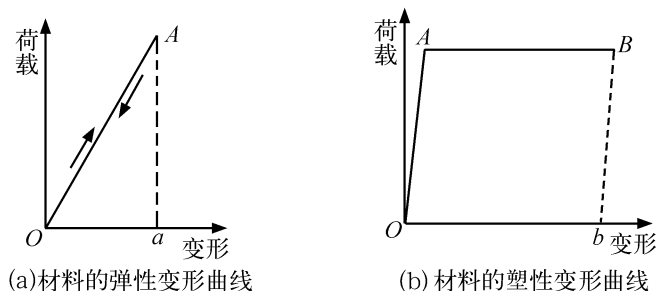


图 2.1 材料的弹性和塑性变形

3. 脆性和韧性

材料在外力作用下，无明显塑性变形而突然破坏的性质称为脆性，具有这种性质的材料称为脆性材料。材料在冲击或振动作用下，能吸收较大的能量，产生一定的变形而不破坏的性质，称为韧性或冲击韧性，它可用材料受荷载达到破坏时所吸收的能量来表示，由下式计算：

$$\alpha_k = \frac{A_k}{A}$$

式中， α_k 为材料的冲击韧性 (J/mm^2)， A_k 为试件破坏时所消耗的功 (J)， A 为试件的受力净截面积 (mm^2)。

4. 硬度和耐磨性

硬度是材料抵抗较硬物质刻划或压入的能力。测定硬度的方法很多，常用刻划法和压入法。刻划法常用于测定天然矿物的硬度，即按滑石、石膏、方解石、萤石、磷灰石、正长石、石英、黄玉、刚玉、金刚石的硬度递增顺序分为 10 级，通过它们对材料的划痕来确定所测材料的硬度，称为莫氏硬度。压入法是以一定的压力将一定规格的钢球或金刚石制成的尖端压入试样表面，根据压痕的面积或深度来测定其硬度。常用的压入法有布氏法、洛氏法和维氏法，相应的硬度称为布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度。

耐磨性是材料抵抗磨损的能力，用耐磨率表示，可按下式计算：

$$M = \frac{m_0 - m_1}{A}$$

式中， M 为耐磨率 (g/cm^2)， m_0 为磨前质量 (g)， m_1 为磨后质量 (g)， A 为试样受磨面积 (cm^2)。

建筑材料与水有关的性质

材料与水有关的性质除了教材中所列的吸湿性与吸水性、耐水性、抗渗性及抗冻性外，一般还包括亲水性与憎水性和含水状态。

1. 亲水性与憎水性

固体材料与水接触时，由于水分与材料表面之间的相互作用不同，会产生如图 2.2 中 (a) 和 (b) 所示的两种情况。图中在材料、水和空气的三相交叉点处沿水滴表面作切线，此切线与材料和水接触面的夹角 θ 称为润湿边角。一般认为，当 $\theta \leq 90^\circ$ 时，材料能被水润湿而表现出亲水性，这种材料称为亲水性材料；当 $\theta \geq 90^\circ$ 时，材料不能被水润湿而表现出

憎水性，这种材料称为憎水性材料。由此可见，润湿边角越小，材料亲水性越强，越易被水润湿，当 $\theta=0$ 时，表示该材料完全被水润湿。大多数土木工程材料，如砖、木、混凝土等均属于亲水性材料；沥青、石蜡等则属于憎水性材料。

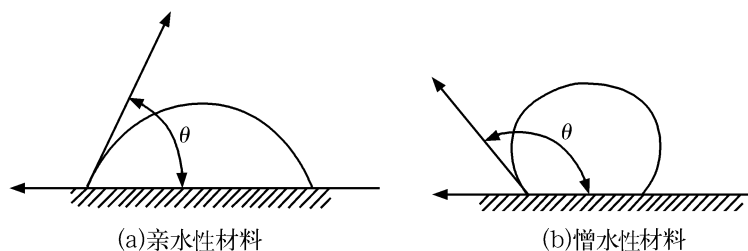


图 2.2 材料润湿示意图

2. 含水状态

亲水性材料的含水状态可分为四种基本状态（图 2.3）：（a）干燥状态，材料的孔隙中不含水或含水极微；（b）气干状态，材料的孔隙中所含水与大气湿度相平衡；（c）饱和面干状态，材料表面干燥，而孔隙中充满水达到饱和；（d）湿润状态，材料不仅孔隙中含水饱和，而且表面上被水润湿附有一层水膜。除上述四种基本含水状态外，材料还可以处于两种基本状态之间的过渡状态中。

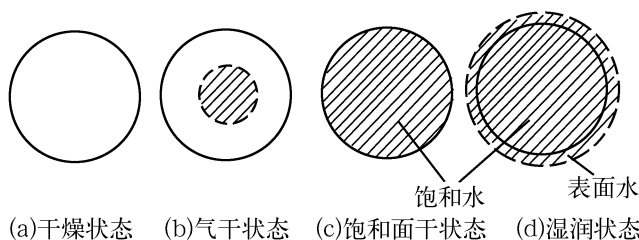


图 2.3 材料的含水状态

3. 吸湿性与吸水性

（1）吸湿性：亲水材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。反之，在干燥空气中会放出所含水分称为还湿性。材料的吸湿性用含水率表示，按下式计算：

$$W_h = \frac{m_s - m_g}{m_g} \times 100\%$$

式中， W_h 为材料含水率（%）， m_s 为材料吸湿状态下的质量（g）， m_g 为材料干燥状态下的质量（g）。材料的含水率随环境的温度和湿度变化发生相应的变化，在环境湿度增大、温度降低时，材料含水率变大；反之变小。材料中所含水分与环境温度所对应的湿度相平衡时的含水率，称为平衡含水率。材料的开口微孔越多，吸湿性越强。

（2）吸水性：吸水性是指材料在水中吸水的性质。材料的吸水性用吸水率表示，它有质量吸水率和体积吸水率两个定义。

质量吸水率是指材料吸水饱和时，吸收的水分质量占材料干燥时质量的百分率，计算式如下：

$$W_m = \frac{m_b - m_g}{m_g} \times 100\%$$

式中, W_m 为材料的质量吸水率 (%), m_b 为材料吸水饱和时的质量 (g), m_g 是材料在干燥状态下的质量 (g)。

体积吸水率是材料吸水饱和时, 所吸水分体积占材料干燥状态时体积的百分率, 计算式如下:

$$W_V = \frac{m_b - m_g}{V_0} \times \frac{1}{\rho_w} \times 100\%$$

式中, ρ_w 为水在常温下的密度 ($\rho_w = 1 \text{ g/cm}^3$), V_0 为干燥材料在自然状态下的体积 (cm^3)。质量吸水率和体积吸水率两者存在以下关系:

$$W_V = W_m \cdot \rho_0$$

式中, ρ_0 为材料干燥状态时的表观密度 (g/cm^3)。材料的开口孔越多, 吸水量越大。虽然水分很易进入开口的大孔, 但无法存留, 只能润湿孔壁, 所以吸水率不大; 而开口细微连通孔越多, 吸水量越大。

4. 耐水性

材料的耐水性, 是指材料长期在水作用下不破坏、强度也不明显下降的性质。耐水性用软化系数表示:

$$K_R = \frac{f_b}{f_g}$$

式中, K_R 为材料的软化系数, f_b 为材料在饱和吸水状态下的抗压强度 (MPa), f_g 为材料在干燥状态下的抗压强度 (MPa)。一般材料吸水后, 强度均会有所降低, 强度降低越多, 软化系数越小, 说明该材料耐水性越差。材料的 K_R 取值为 0~1, 工程中将 $K_R > 0.85$ 的材料称为耐水材料。长期处于水中或潮湿环境中的重要结构, 所用材料必须保证 $K_R > 0.85$, 用于受潮较轻或次要结构的材料, 其值也不宜小于 0.75。

5. 抗渗性

材料的抗渗性, 是指其抵抗压力水渗透的性质。材料的抗渗性常用渗透系数或抗渗等级表示。渗透系数按照达西定律以下式表示:

$$K = \frac{Qd}{AtH}$$

式中, K 为渗透系数 (cm/h), Q 为渗水总量 (cm^3), A 为渗水面积 (cm^2), d 为试件厚度 (cm), t 为渗水时间 (h), H 为静水压力水头 (cm)。

抗渗等级 (记为 P), 是以规定的试件在标准试验条件下所能承受的最大水压力 (MPa) 来确定的。材料的抗渗性与孔隙率及孔隙特征有关。开口的连通大孔越多, 抗渗性越差; 闭口孔隙率大的材料, 抗渗性仍可良好。材料的渗透系数越小或抗渗等级越高, 表明材料的抗渗性越好。地下建筑、压力管道等设计时都必须考虑材料的抗渗性。

6. 抗冻性

抗冻性是指材料在含水状态下能经受多次冻融循环作用而不破坏, 强度也不显著降低的性质。材料的抗冻性常用抗冻等级 (记为 F) 表示, 抗冻等级是以规定的吸水饱和试件, 在标准试验条件下, 经一定次数的冻融循环后, 强度降低不超过规定数值, 也无明显损坏和剥落, 则此冻融循环次数即为抗冻等级。显然, 冻融循环次数越多, 抗冻等级越高, 抗冻性越好。

材料受冻融破坏的原因，是材料孔隙内所含水结冰时体积膨胀（约增大9%），对孔壁造成的压力使孔壁破裂所致。因此材料抗冻能力的好坏，与材料吸水程度、材料强度及孔隙特征有关。一般而言，在相同冻融条件下，材料含水率越大，材料强度越低且材料中含有开口的毛细孔越多，受到冻融循环的损伤就越大。在寒冷地区和环境中的结构设计和材料选用，必须考虑到材料的抗冻性能。

建筑材料的热学性质

1. 热容性

同种材料的热容性差别，常用热容量比较。热容量是指材料在温度变化时吸收或放出热量的能力，以下式表示：

$$C = \frac{Q}{t_1 - t_2}$$

式中， C 为热容量（J/K）， $(t_1 - t_2)$ 为材料受热或冷却前后的温差（K）， Q 为材料在温度变化时吸收或放出的热量（J）。不同材料的热容性，可用比热容做比较。比热容是指单位质量的材料升高单位温度时所需的热量，公式如下：

$$c = \frac{Q}{m(t_1 - t_2)}$$

式中， c 为材料的比热容 [J/(kg·K)]， m 为材料的质量（kg）。

2. 导热性

材料的导热性，是指材料两侧有温差时热量由高温侧向低温侧传递的能力，常用导热系数（又称热导率）以下式表示：

$$\lambda = \frac{Qd}{(t_1 - t_2)AZ}$$

式中， λ 为导热系数 [W/(m·K)]， Q 为传热量（J）， d 为材料厚度（m）， A 为材料传热面积（m²）， $(t_1 - t_2)$ 为材料两侧温差（K）， Z 为传热时间（s）。材料的导热性与孔隙特征有关，增加孤立的不连通孔隙能降低材料的导热能力。

第二节 常用建筑材料及其连接

一、教学目标

1. 掌握常用建筑材料（钢材、木材、混凝土、砖和砌块、建筑玻璃）的优缺点及其应用范围。
2. 了解常用建筑材料最基本的连接方法。

二、结构分析

本节从“现象与问题”入手，引导学生思考房屋建筑中三大主材（钢材、木材和混凝土

土)的特点,进而分别介绍钢材、木材、混凝土、砖和砌块、建筑玻璃的优缺点及其应用范围,使学生了解在工程实践中如何根据使用功能的要求、发挥材料的优点,克服或避免材料的缺点,合理选择和使用建筑材料。

三、教学建议与说明

本节的重点是掌握最常用建筑材料(钢材、木材、混凝土、砖和砌块、建筑玻璃)的性能特点,注意在工程建设中如何发挥其优点,克服或避免其缺点;了解这些常用建筑材料的基本连接方法。

钢材是广泛应用的建筑材料之一,钢材的优点是强度高、比强度大、韧性好、抗冲击能力强,废钢材可以回收重新冶炼成新钢材,实现资源再生有利于环境保护。钢材的缺点是容易腐蚀、耐火性较差等。钢材常用连接方法有焊接、铆钉连接和螺栓连接,钢筋的连接方法有焊接和机械连接。在工程实践中对暴露于自然条件下的钢材必须采取有效的防腐措施,对用钢材建造的房屋应进行防火保护,教材第52页的“小资料”介绍了钢材防腐和防火措施,可供学生阅读参考,并可组织学生参观加深认识。

木材具有轻质高强、易于加工、弹性和韧性好、能够承受冲击荷载、保温和绝缘性能好等优点,木材的缺点是湿胀干缩变形较大、天然缺陷较多、易腐蚀、易燃等。木材的连接方式主要有卯榫连接、螺栓连接和钉连接等。应该说明的是,木材是可再生的绿色资源,在森林资源丰富的国家(如北欧、北美洲和大洋洲的国家),木材是建造房屋的主要材料,既有利于环境保护,又可节省大量的不可再生的资源。但我国森林资源比较缺乏,应大力提倡合理利用废材及木材加工后剩余的废料,制造各种人造板材以节约木材;还应积极开展植树造林,既能改善环境,又可为我国将来发展木材产业打下基础。教材第53、54页的“小资料”介绍了克服木材缺点的一些措施,可供学生阅读参考。

混凝土是我国工程建设中应用非常广泛的建筑材料之一,各类房屋、桥梁、道路、水坝都可以用混凝土建造。混凝土的优点是抗压强度高、耐久性和耐火性好、易于就地取材、可模性好等。混凝土的缺点是自重大、抗拉强度低、容易出现裂缝,一旦损坏修复起来比较困难,施工受季节环境影响较大等。随着科学技术的发展,上述缺点已在一定程度上得到了改善。如采用轻质混凝土可以减轻结构自重,采用预应力混凝土(参见教材第107页的“小资料”)可以提高结构或构件的抗裂性能,采用植筋或粘钢等技术可以较好地对发生局部损坏的混凝土结构或构件进行修复等。

砖是一种有数千年历史的建筑材料,时至今日,以各种砖为主要墙体材料建造的住宅、学校、办公楼等建筑在我国仍占有很大比例。过去相当长的一段时间内,我国建造房屋的墙体材料多采用黏土砖,由于烧制黏土砖要毁坏农田,不利于环境和资源保护,我国已开始限制或取消黏土砖的使用,采用黏土砖的替代产品来建筑房屋。页岩、煤矸石或粉煤灰烧结砖,蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖,以及各种混凝土砌块等是我国目前可替代黏土砖的主要产品。

玻璃是房屋建筑中广泛应用的建筑材料之一,主要用于各类建筑的门窗、高层建筑的幕墙,以及宾馆、办公室、卫生间的隔断等。玻璃制品有普通平板玻璃、安全玻璃、保温绝热玻璃等,玻璃在常温下加工的方法有裁割、磨边、磨砂、钻孔等,玻璃连接方法有通过金属或塑料型材进行连接,通过胶合剂、金属构件进行连接等。

●对教材第 55 页“探究尝试”的处理参考意见:

木材产品的应用场合中,原木主要用作屋架、柱、桁条等,也可用于加工锯材和胶合板等;薄板(厚度 12~21 mm)主要用作门芯板、隔断、木装修等;厚板(厚度 40~60 mm)主要用作门窗;小方(截面积 54 cm^2 以下)主要用作椽条、隔断木筋、吊顶搁栅等;中方(截面积 $55\sim 100\text{ cm}^2$)主要用作支撑、搁栅、扶手、檩条等;大方(截面积 $101\sim 225\text{ cm}^2$)主要用作屋架、檩条等。

●对教材第 57 页“实践活动”的处理参考意见:

1. 使学生了解通过试验判定混凝土强度等级的基本方法,混凝土立方体试块的边长为 150 mm,截面面积为 $150\text{ mm}\times 150\text{ mm}=22\,500\text{ mm}^2$,三个试块受压破坏时最大压力的平均值为 700 kN (700 000 N);则混凝土立方体抗压强度平均值为 $700\,000\text{ N}/22\,500\text{ mm}^2\approx 31.1\text{ MPa}$ (根据建筑材料试验方法的规定,边长为 150 mm 的立方体试块为标准试块,试验结果不需要修正),介于 30 MPa 和 35 MPa 之间,因此判定这一组混凝土的强度等级为 C30。

2. 当混凝土表面不涂润滑剂进行试验时,由于试验机压板和混凝土接触面存在较大的摩擦力,限制了与试验机压板接触处的混凝土向外的横向变形,使测得的抗压强度值较高[教材第 57 页图 2.16 (a)];当混凝土表面涂润滑剂时,由于试验机压板和混凝土接触面的摩擦力大大减小,不能限制与试验机压板接触处的混凝土向外的横向变形,使测得的抗压强度值偏低[教材第 57 页图 2.16 (b)]。为了避免试验结果不同的情况,试验方法规定试块表面混凝土不能涂润滑剂。

●对教材第 60 页“实践活动”的处理参考意见:

参见“教学建议与说明”中的玻璃部分。

●对教材第 60 页“思考题”的处理参考意见:

1. 建筑材料的种类很多,除了本节所介绍的钢材、木材、混凝土、砖和砌块及建筑玻璃外,常用的建筑材料还有石灰、建筑塑料、沥青材料、天然石材、建筑陶瓷、建筑装饰涂料及各类防水材料等。随着建筑材料科学的发展,还将出现更多新的、性能更好的建筑材料。

2. 木材是性能优良的建筑材料,但由于我国森林资源比较缺乏,应大力提倡节约木材,合理利用废材及木材加工后剩余的废料,制造各种人造板材;还应积极开展植树造林,既能改善环境,又可提供木材资源。黏土砖的材料易于就地取材、制作工艺简单、造价低廉,在我国房屋建筑中已应用数千年;但烧制黏土砖要毁坏大量农田,不利于环境和资源保护,我国已开始限制或取消黏土砖的使用;应大力发展黏土砖的替代产品,如页岩、煤矸石或粉煤灰烧结砖,蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖,以及各种混凝土砌块等。

四、参考资料

钢的分类

根据钢的化学成分、品质和用途不同,可分成不同的钢种。钢材按照化学成分可分为以下两种:

(1) 碳素钢。低碳钢(含碳量 $<0.25\%$),中碳钢(含碳量为 $0.25\%\sim 0.6\%$),高碳钢(含碳量 $>0.6\%$)。

(2) 合金钢。低合金钢（合金元素总量 $<5\%$ ），中合金钢（合金元素总量为 $5\% \sim 10\%$ ），高合金钢（合金元素总量 $>10\%$ ）。

钢材按冶炼时脱氧程度可分为以下三种：

(1) 镇静钢。一般用硅脱氧，要求高时再用铝或钛进行补充脱氧，脱氧完全，钢液浇铸后平静地冷却凝固，基本无 CO 气泡产生。钢质均匀密实，品质好，但成本高。镇静钢可用于承受冲击荷载的重要建筑结构。

(2) 沸腾钢。用锰铁脱氧，脱氧很不完全，钢液冷却时有大量 CO 气体外逸，引起钢液沸腾。沸腾钢内部杂质多，化学成分和力学性能不够均匀，强度低，冲击韧性和可焊性差，但生产成本低，可用于一般的建筑结构。

(3) 半镇静钢。用少量的硅进行脱氧，脱氧不完全，钢液浇铸后有微弱沸腾现象，其性能介于镇静钢和沸腾钢之间。

钢材按品质（杂质含量）可分为普通质量钢、优质钢、高级优质钢和特级优质钢。

钢材按用途可分为结构钢、工具钢、轴承钢等。建筑上常用的钢种是普通碳素结构钢（低碳钢）和普通低合金结构钢。

木材的防护措施

1. 干燥

木材在加工和使用之前进行干燥处理，可以提高强度，防止收缩、开裂和变形，减小质量及防腐防虫，从而改善木材的使用性能和寿命。大批量木材干燥以气体介质对流干燥法（如大气干燥法、循环窑干燥法）为主。家具、门窗及室内建筑用木料应干燥至含水率 $6\% \sim 10\%$ ，室外建筑用木料应干燥至含水率 $8\% \sim 15\%$ 。

2. 防腐防虫

木材的腐朽是由真菌在木材中寄生而引起的。侵蚀木材的真菌有三种，即霉菌、变色菌和木腐菌。霉菌一般只寄生在木材表面，并不破坏细胞壁，对木材强度几乎无影响。变色菌多寄生于边材，对木材力学性质影响不大。但变色菌侵入木材较深，难以除去，损害木材外观和质量。木腐菌侵入木材，分泌酶把木材细胞壁物质分解成可以吸收的简单养料，供自身生长发育。腐朽初期，木材仅颜色改变；之后真菌逐渐深入内部，木材强度开始下降；至腐朽后期，木材呈海绵状、蜂窝状或龟裂状等，颜色大变，材质极松软，甚至可用手捏碎。

因各种昆虫危害而造成的木材缺陷称为木材虫害。往往木材内部已被蛀蚀一空，而外表依然完整，几乎看不出破坏的痕迹，因此危害极大。白蚁喜温湿，在我国南方地区种类多、数量大，常对建筑物造成毁灭性的破坏。甲壳虫（如天牛、蠹虫等）则在气候干燥时猖獗，它们危害木材主要在幼虫阶段。木材中被昆虫蛀蚀的孔道称为虫眼或虫孔。虫眼对材质的影响与其大小、深度和密集程度有关。深的大虫眼或深而密集的小虫眼能破坏木材的完整性，降低其力学性质，也成为真菌侵入木材内部的通道。

真菌在木材中生存必须同时具备以下三个条件：水分、氧气和温度。木材含水率为 $35\% \sim 50\%$ ，温度为 $24 \sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，并含有一定量空气时最适宜真菌的生长。当木材含水率在 20% 以下时，真菌生命活动就受到抑制。浸没水中或深埋地下的木材因缺氧而不易腐朽，俗语有“水浸千年松”之说。所以，可从破坏菌虫生存条件和改变木材中菌虫生存的养料属性着手，进行防腐防虫处理，延长木材的使用年限。

(1) 干燥。采用气干法或窑干法将木材干燥至较低的含水率，并在设计和施工中采取各种防潮和通风措施，如在地面设防潮层、木地板下设通风洞、木屋顶采用山墙通风等，使木材经常处于通风干燥状态。

(2) 涂料覆盖。涂料种类很多，木材防腐应采用耐水性好的涂料。涂料本身无杀菌杀虫能力，但它可在木材表面形成完整而坚韧的保护膜，从而隔绝空气和水分，并阻止真菌和昆虫的侵入。

(3) 化学处理。化学防腐是将对真菌和昆虫有毒害作用的化学防腐剂注入木材中，使真菌、昆虫无法寄生。防腐剂主要有水溶性、油溶性和油质防腐剂三大类。室外应采用耐水性好的防腐剂。防腐剂注入方法主要有表面涂刷、常温浸渍、冷热槽浸透和压力渗透等。

3. 防火

易燃是木材最大的缺点，木材防火处理的方法有：

(1) 用防火浸剂对木材进行浸渍处理，为了达到要求的防火性能，应保证一定的吸药量和透入深度。

(2) 将防火涂料涂刷或喷洒于木材表面，待涂料固结后即构成防火保护层。防火效果与涂层厚度或每平方米涂料的用量有密切关系。

防火处理能推迟或消除木材的引燃，降低火焰在木材上蔓延的速度，延缓火焰破坏木材的速度，从而给灭火或逃生提供时间。但应注意：防火涂料或防火浸剂中的防火组分随着时间的延长和环境因素的作用会逐渐减少或变质，从而导致其防火性能不断减弱。

混凝土的分类

混凝土是由胶结材料将天然的（或人工的）骨料粒子或碎片聚集在一起形成坚硬的整体，并具有强度和其他性能的复合材料。混凝土可以从不同的角度进行分类。

混凝土按所用胶结材料可分为：水泥混凝土、沥青混凝土、硅酸盐混凝土、聚合物胶结混凝土、聚合物浸渍混凝土、聚合物水泥混凝土、水玻璃混凝土、石膏混凝土、硫黄混凝土等。其中使用最多的是以水泥为胶结材料的水泥混凝土，它是当今世界上使用最广泛、使用量最大的结构材料。

混凝土按表观密度大小（主要是骨料不同）可分为三大类：干表观密度大于 2500 kg/m^3 的重混凝土，采用高密度骨料（如重晶石、铁矿石、钢屑等）或同时采用重水泥（如钡水泥、锶水泥等）制成，主要用于辐射屏蔽方面；干表观密度为 $2000\sim 2500\text{ kg/m}^3$ 的普通混凝土，是由天然沙、石为骨料与水泥配制而成，是目前建筑工程中常用的承重结构材料；干表观密度小于 2000 kg/m^3 的轻混凝土，是指轻骨料混凝土、无沙大孔混凝土和多孔混凝土，主要用于保温和轻质结构。

混凝土按施工工艺可分为：泵送混凝土、喷射混凝土、真空脱水混凝土、造壳混凝土（裹砂混凝土）、碾压混凝土、压力灌浆混凝土（预填骨料混凝土）、热拌混凝土、太阳能养护混凝土等多种。

混凝土按用途可分为：防水混凝土、防射线混凝土、耐酸混凝土、装饰混凝土、耐火混凝土、不发火混凝土、补偿收缩混凝土、水下浇筑混凝土等多种。

混凝土按掺和料可分为：粉煤灰混凝土、硅灰混凝土、磨细高炉矿渣混凝土、纤维混凝土等多种。

玻璃的基本知识

玻璃是一种透明的无定形硅酸盐固体物质。熔制玻璃的原材料主要有石英砂、纯碱、长石、石灰石等。石英砂是构成玻璃的主体材料。纯碱主要起助熔剂作用。石灰石使玻璃具有良好的抗水性，起稳定剂作用。建筑玻璃的化学组成主要为 SiO_2 、 Na_2O 、 CaO 、 Al_2O_3 、 MgO 、 K_2O 等。

玻璃的制造工艺主要包括熔化、成型、退火三个工序。熔化是玻璃配合料在玻璃熔窑里被加热至 $1550\sim 1600\text{ }^\circ\text{C}$ ，熔融成为黏稠状的玻璃液，然后通过引上法或浮法等工艺成型。引上法是通过引上设备，使熔融的玻璃液被垂直向上提拉冷却成型。它的优点是工艺较简单，缺点是玻璃厚薄不易控制。浮法成型是一种现代玻璃生产方法，它是将熔融的玻璃液流入盛有熔锡的锡槽炉，使其在干净的锡液表面自由摊平，并经来自炉顶上部的火焰抛光后成型。该法生产的玻璃表面十分平整光洁，无波筋、波纹，性能优良。玻璃成型后应进行退火，退火是消除或减小其内部应力至允许值的一种处理工序。

建筑塑料

建筑塑料较传统的建筑材料有许多优点，无论是从本身的生产还是从在建筑物上使用来讲，都具有良好的节能效果。近年来我国已开始普遍推广使用各种塑料管道卫生设备、塑料装饰板、塑料门窗、泡沫塑料复合墙体等建筑材料，其发展前景十分广阔。

塑料是以聚合物（或树脂）为主要成分，在一定的温度、压力等条件下可塑制成一定形状，且在常温下能保持其形状不变的有机材料。塑料用作建筑材料始于 20 世纪 50 年代，现在，发达国家在建筑上用的塑料已占塑料总产量的 30%，塑料已成为继混凝土、钢材、木材之后的第四种主要建筑材料，有着非常广阔的发展前景。塑料与传统建筑材料相比，有很多优异的性能：

(1) 表观密度小。一般只有 $0.8\sim 2.2\text{ g/cm}^3$ ，是钢的 $1/8\sim 1/4$ ，混凝土的 $1/3$ ，与木材相近。

(2) 比强度高。塑料的强度较高，其比强度接近或超过钢材，为混凝土的 $5\sim 15$ 倍，是一种很好的轻质高强材料。

(3) 可加工性好。可以采用多种方法加工成型，制成薄板、管材、门窗异型材等各种形状的产品，还便于切割和“焊接”。

(4) 耐化学腐蚀性好。对酸、碱等化学试剂的耐腐蚀性比金属材料及部分无机材料强，特别适合做化工厂的门窗、地面、墙壁等。塑料对环境水及盐类也具有较好的抗腐蚀能力。

(5) 抗振、吸声和保温性好。塑料的导热性很小，一般热导率为 $0.024\sim 0.81\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 。泡沫塑料的导热性很小，与空气相当。塑料（特别是泡沫塑料）可减小振动、降低噪声、隔热保温。

(6) 耐水性和耐水蒸气性强。塑料一般吸水率和透气性很低，可用于防潮防水工程。

(7) 装饰性强。塑料制品有各种鲜艳的颜色，还可进行印刷、电镀、压花等加工，使得塑料呈现丰富的装饰效果。

(8) 电绝缘性优良。塑料作为建筑材料使用也存在一些缺点，主要是弹性模量低、易老化、不耐高温、易燃。塑料的弹性模量只有钢材的 $1/20\sim 1/10$ ，热变形温度一般为 $60\sim 120\text{ }^\circ\text{C}$ 。部分塑料容易着火或缓慢燃烧，同时产生大量有毒烟雾，会造成建筑物失火并导致人员伤亡。

第三节 建筑材料的选择与使用

一、教学目标

1. 掌握选用建筑材料应遵循的原则，即应保证材料性能、质量的可靠性，并综合考虑健康因素、经济因素和环境因素。
2. 了解建筑材料的生产、使用与环境的关系，以及在生产建筑材料时应注意的保护环境的措施。

二、结构分析

建筑材料与人们的生活密切相关，本节的“现象与问题”首先引导学生思考如果使用了不合格的建筑材料会给人们造成什么样的危害，从而引出应该怎样选择建筑材料的问题。我国目前是世界上土木建筑工程量最大的国家，很多建筑材料生产的规模和数量都居世界第一，但是某些建筑材料在生产过程中也对环境造成了一定危害。因此在我国大规模进行工程建设、大量生产各种建筑材料的同时，也必须采取措施保护环境。

建筑材料好的性能和质量是确保所建造的建筑物能够安全、正常使用的前提，因此建筑材料的性能和质量是选用建筑材料时首先要考虑的因素。某些装饰材料如果生产工艺不当或化学溶剂使用不当，在房屋使用过程中化学溶剂逐渐挥发，将给人们的健康带来不良影响；有的天然石材可能具有放射性，也会给人们的健康带来不良影响。因此，健康因素是必须考虑的。在保证建筑物安全、正常使用的前提下，还应该尽量降低造价，选择性能价格比高的材料，合理搭配使用不同品种规格、不同价格的材料，获得较好的经济效益。此外，在选择建筑材料时要充分考虑环境对建筑材料的影响，以使建造的房屋经久耐用。

某些建筑材料的生产过程可能会造成环境污染，如大量烧制黏土砖要毁坏农田，大量挖取河沙有可能引起河堤的垮塌，大量砍伐森林会严重影响大气环境，从长远看，损害了人类的根本利益。因此在生产建筑材料时，还应注意保护环境。

三、教学建议与说明

使用不合格建筑材料造成危害的事例很多，使用强度不合格、容易脆断的钢筋修建的钢筋混凝土大梁、楼板等，在使用过程中断裂垮塌，造成人员伤亡；使用不合格水泥建造的梁、柱强度很低、严重开裂（参见教材第 63 页图 2.21），不得不拆除，造成重大经济损失；某些房间使用了逐渐挥发有害气体的装饰材料，使居住在房屋中的人生病等。还有很多类似的事例，可组织学生调查、讨论，认识使用不合格材料给人们造成的危害。

我国是世界上水泥产量最大的国家，但我国过去很多水泥是一些小水泥厂采用“立窑”工艺生产的，不仅产量低、产品质量不稳定，而且生产过程排放出大量含有微小固体颗粒的烟尘。这些烟尘被人吸入后会引起呼吸道疾病，固体颗粒落在农作物的叶面上会使农作物严重减产，甚至死亡。在小水泥厂集中的地区，整个天空都是灰蒙蒙的，房顶、田地落

满了灰尘，严重影响了周围人们的生活。为了保护环境，我国各地已开始限期关停小水泥厂，建设一批采用新型干法工艺生产的大型水泥厂，这种新的水泥生产工艺采用封闭的“回转窑”连续生产，不仅水泥质量稳定、产量高，而且生产过程中不排放烟尘，整个厂区十分干净，应该大力发展。

●对教材第 62 页“探究尝试”的处理参考意见：

可选择的地面装修材料主要有各种彩色釉面陶瓷地砖、各种木地板、地面涂料及花岗岩或大理石地砖等；其中花岗岩或大理石地砖用于高级地面装修或踏步。可选择的墙面装修材料主要有建筑装饰涂料、彩色釉面陶瓷墙砖，以及花岗岩或大理石墙砖等；其中花岗岩墙砖为高级饰面材料，既可用于室内墙面，也可用于室外墙面；大理石墙砖主要用于室内墙面装饰，因为大理石为碱性岩石，大气中的酸雨容易与岩石的碳酸钙作用生成易溶于水的石膏，使表面很快失去光泽变得粗糙多孔，从而降低装饰效果。在选择地面或墙面装修材料时，要保证材料性能质量可靠，不影响健康，并综合考虑经济和环境因素。有的装修材料如人造板材、油漆、涂料等在制造过程中使用了一些化学溶剂（如丙酮、苯等），加上生产工艺不当，这些溶剂可能在房屋使用过程中逐渐挥发，对人的健康带来不良影响；此外，有的天然石材可能具有放射性，也会对人的健康带来不良影响。因此在选用这类材料时应检查产品是否符合质量标准。

●对教材第 66 页“思考题”的处理参考意见：

1. 选择建筑材料时应考虑以下因素：①质量因素，保证材料性能、质量合格，建筑材料必须符合国家规定的质量标准。②健康因素，选用的建筑材料不应对人体造成损害。③经济因素，要选择性能价格比高的材料，并合理搭配使用不同品种规格、不同价格的材料。④环境因素，选择建筑材料时要充分考虑环境对建筑材料的影响，以使建造的房屋经久耐用。

2. 目前减少建筑材料生产对环境影响的主要措施有：①禁止或限制使用黏土砖，关停黏土砖厂，大力推广使用以工业废料粉煤灰为主要原料的粉煤灰砖、混凝土砌块等来代替黏土砖，以保护耕地。②大力发展用工业废渣、城市垃圾、下水道污泥等废弃物生产建筑材料，变废为宝，保护环境。③关停耗能高、污染严重、质量无保证的小水泥厂、小钢铁厂等，代之以采用新工艺生产的节能、无污染、产品质量高的大型建筑材料生产企业。④大力开展植树造林，严禁过度砍伐树木，节约使用木材，并大力开发各种材质的人造板材来取代天然木材。

●对教材第 66 页“实践活动”的处理参考意见：

1. 门、窗或走廊的铁栏杆等发生锈蚀现象主要是钢材表面与大气中的侵蚀性介质（ O_2 、 CO_2 、 SO_2 和 H_2O 等）作用引起的，当空气湿度较大或侵蚀介质浓度较大（如化工厂环境）时，锈蚀现象更为严重。

2. 略。

四、参考资料

建筑材料的耐久性

建筑材料的耐久性是指用于建筑物的材料在环境的各种因素影响下，能长久地保持其性能的性质。土木工程材料在使用中将受到环境的各种影响，除了前述的外界物理力学作

用外,还会发生某些化学变化。例如,钢筋会锈蚀,水泥混凝土会受到各种酸、碱、盐的侵蚀,沥青和塑料会老化等。这些化学变化,都使材料的组成或结构发生改变,性质也随之发生变化,造成使用功能恶化。所以,选用合适的材料,保持材料使用时的化学性质稳定,不使其恶化,是结构设计中必须考虑的问题。

材料所受的环境影响是多方面的。可能是物理作用的影响,如环境温度、湿度的交替变化,使材料在冷热、干湿、冻融的循环作用下发生破坏;可能是化学作用的影响,如紫外线或大气及环境中的酸、碱、盐作用,使材料的化学组成和结构发生改变而使其性能恶化;也可能是机械作用的影响,如材料在长期荷载(或交替荷载、冲击荷载)的作用下发生破坏,又如受到磨损或磨耗而破坏;还可能是生物作用的影响,如材料受菌类、昆虫等的侵害作用,发生虫蛀、腐朽等破坏现象。

由上可知,土木工程材料在使用中会受到多种因素的作用,使其性能变坏。所以,在建筑物的设计及材料的选用中,必须慎重考虑材料的耐久性问题,以利于节约材料、减少维修费用,延长建筑物的使用寿命。

钢材的腐蚀机制

钢材表面与周围介质发生作用而引起破坏的现象称为腐蚀(锈蚀)。钢材腐蚀的现象普遍存在,如在大气中生锈,特别是当环境中各种侵蚀性介质或湿度较大时,情况就更为严重。腐蚀不仅使钢材有效截面积均匀减小,还会产生局部锈坑,引起应力集中;腐蚀也会显著降低钢的强度、塑性、韧性等力学性能。根据钢材与环境介质的作用原理,腐蚀可分为化学腐蚀和电化学腐蚀。

1. 化学腐蚀

化学腐蚀指钢材与周围介质(如 O_2 、 CO_2 、 SO_2 和 H_2O 等)直接发生化学作用,生成疏松的氧化物而引起的腐蚀。在干燥环境中化学腐蚀的速度缓慢,但在干湿交替的情况下腐蚀速度会大大加快。

2. 电化学腐蚀

钢材由不同的晶体组织构成,并含有杂质,由于这些成分的电极电位不同,当有电解质溶液(如水)存在时,就在钢材表面形成许多微小的局部原电池。整个电化学腐蚀过程如下:

阳极区 $Fe = Fe^{2+} + 2e^-$ (铁溶解,即铁被腐蚀,并放出电子);

阴极区 $2H_2O + 2e^- + \frac{1}{2}O_2 = 2OH^- + H_2O$ (消耗电子,氧被还原);

溶液区 $Fe^{2+} + 2OH^- = Fe(OH)_2$ (生成铁锈,体积膨胀),

$4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3$ (进一步氧化,体积再膨胀)。

水是弱电解质溶液,而溶有 CO_2 的水则成为有效的电解质溶液,从而加速电化学腐蚀过程。钢材在大气中的腐蚀,实际上是化学腐蚀和电化学腐蚀共同作用所致,但以电化学腐蚀为主。

混凝土的碳化和碱—骨料反应

混凝土的碳化是指环境中的 CO_2 和水与混凝土内水泥石中的 $Ca(OH)_2$ 反应,生成 $CaCO_3$ 和水,从而使混凝土的碱度降低(也称中性化)的现象。碳化对混凝土的作用利少弊多,中性化使混凝土中的钢筋因失去碱性保护而锈蚀,碳化收缩会引起微细裂缝,使混凝土强度降低。碳化对混凝土的性能也有有利的影响,表层混凝土碳化时生成的 $CaCO_3$,可

填充水泥石的孔隙，提高密实度，对防止有害介质的侵入具有一定的缓冲作用。影响混凝土碳化的因素有：

(1) 水泥品种。使用普通硅酸盐水泥要比使用早强硅酸盐水泥碳化稍快些，而使用掺混合材料的水泥则比普通硅酸盐水泥碳化要快。

(2) 水灰比。水灰比越小，碳化速度越慢。

(3) 环境条件。常置于水中或干燥环境中的混凝土，碳化也会停止。相对湿度在 50%~70% 时，碳化速度最快。

为了提高抗碳化能力，降低水灰比，采用减水剂以提高混凝土密实度是根本性的措施。

碱—骨料反应是指混凝土中含有活性二氧化硅的骨料与所用水泥中的碱（ Na_2O 和 K_2O ）在有水的条件下发生反应，形成碱—硅酸凝胶，此凝胶吸水膨胀并导致混凝土胀裂的现象。由上可知，碱—骨料反应的发生，必然是由于水泥中含碱量较高，骨料中含有活性 SiO_2 及有水存在的缘故。预防措施有：采用低碱水泥，对骨料进行检测，不用含活性 SiO_2 的骨料，掺用引气剂，减小水灰比及掺加火山灰质混合材料等。

建筑装饰材料

在建筑上，把铺设、粘贴或涂刷在建筑内外表面主要起装饰作用的材料，称为装饰材料。装饰材料除了起装饰作用以满足人们的美感需要以外，还起着保护建筑物主体结构和改善建筑物使用功能的作用，使建筑物耐久性提高，并使其保温隔热、吸声隔声、采光等居住功能得到改善。建筑装饰材料种类繁多，除了已介绍过的木材、建筑塑料、建筑玻璃制品外，还有天然石材、建筑陶瓷和建筑涂料等。

1. 天然石材

天然石材资源丰富，强度高，耐久性好，加工后具有很强的装饰效果，是一种重要的装饰材料。天然岩石种类很多，用作装饰的主要有花岗岩和大理岩。

首先介绍花岗岩。

从岩石形成的地质条件看，花岗岩属深成岩，也就是地壳内部熔融的岩浆上升至地壳某一深处冷凝而成的岩石。构成花岗岩的主要造岩矿物是长石（结晶铝硅酸盐）、石英（结晶 SiO_2 ）和华云母（片状含水铝硅酸盐）。从化学成分看，花岗岩主要含 SiO_2 （约 70%）和 Al_2O_3 ， CaO 和 MgO 含量很少，因此属酸性结晶深成岩。花岗岩的特点如下：

(1) 色彩斑斓、呈斑点状晶粒花样。花岗岩的颜色由长石颜色和其他深色矿物颜色而定，一般呈灰色、黄色、蔷薇色、淡红色、黑色。由于花岗岩形成时冷却缓慢且较均匀，同时覆盖层的压力又相当大，因而形成较明显的晶粒。按花岗岩晶粒大小分为伟晶、粗晶、细晶三种。晶粒特别粗大的伟晶花岗岩，性质不均匀且易于风化。花岗岩花纹的特点是表面呈晶粒花样，并均匀分布着繁星般的云母亮点与闪闪发亮的石英结晶。

(2) 硬度大，耐磨性好。

(3) 耐久性好。花岗岩孔隙率小，吸水率小，耐风化。

(4) 具有高抗酸腐蚀性。花岗岩的化学组成主要为酸性的 SiO_2 ，因而耐酸。

(5) 耐火性差。由于花岗岩中的石英在 573℃ 和 870℃ 会发生相变膨胀，引起岩石开裂破坏，因而耐火性差。

(6) 可以打磨抛光。花岗岩质感坚实，抛光后熠熠生辉，具有华丽高贵的装饰效果，因此主要用作高级饰面材料，可以用于室内也可以用于室外。同时，也广泛用作室内和室

外的高级地面材料和踏步。

石材行业通常将具有与花岗岩相似性能的各种岩浆岩和以硅酸盐矿物为主的变质岩统称为花岗石。花岗石板材的质量应符合《天然花岗石建筑板材》(GB/T 19766—2005)的规定。

接下来介绍大理岩。

大理岩因盛产于云南大理而得名。从岩石的形成来看,它属于变质岩,即由石灰岩或白云岩变质而成。主要的造岩矿物为方解石(结晶碳酸钙)或白云石(结晶碳酸钙镁复盐)。其化学成分主要是 CaCO_3 (CaO 约占 50%), 酸性氧化物 SiO_2 很少, 属碱性的结晶岩石。大理岩的性质如下:

(1) 颜色绚丽、纹理多姿。纯大理岩为白色, 我国称之为汉白玉。一般大理岩中含有氧化铁、二氧化硅、云母、石墨、蛇纹石等杂质, 使大理岩呈现出红、黄、黑、绿、灰、褐等各色斑斓纹理, 磨光后极为美丽典雅。大理岩结晶程度差, 表面不是呈细小的晶粒花样, 而是呈云状、枝条状或脉状的花纹。

(2) 硬度中等, 耐磨性次于花岗岩。

(3) 耐酸蚀性差, 酸性介质会使大理岩表面受到腐蚀。

(4) 容易打磨抛光。

(5) 耐久性次于花岗岩。

大理岩主要用作室内高级饰面材料, 也可以用作室内地面或踏步(耐磨性次于花岗岩)。由于大理岩为碱性岩石, 不耐酸, 因而不宜用于室外装饰。大气中的酸雨容易与岩石中的碳酸钙作用, 生成易溶于水的石膏, 使表面很快失去光泽变得粗糙多孔, 从而降低装饰效果。石材行业通常将具有与大理岩相似性能的各类碳酸盐岩或镁质碳酸盐岩, 以及有关的变质岩统称为大理石。大理石板材的质量应符合《天然大理石建筑板材》(GB/T 19766—2005)的规定。

2. 建筑陶瓷

凡以黏土、长石、石英为基本原料, 经配料、制坯、干燥、焙烧而制得的成品, 统称为陶瓷制品。用于建筑工程的陶瓷制品, 则称为建筑陶瓷, 主要包括釉面砖、外墙面砖、地面砖、陶瓷锦砖、琉璃制品、卫生陶瓷等。陶瓷制品质地按其致密程度(吸水率大小)分为三类: 陶质、瓷质和炆质。

陶质制品结构多孔, 吸水率大 ($>10\%$), 断面粗糙, 不透明, 敲击声粗哑。陶质制品又可分为粗陶和精陶。建筑上常用的烧结黏土砖、瓦属粗陶制品; 精陶一般施有釉, 建筑装饰面用的各种釉面砖均属精陶。

瓷质制品结构致密, 吸水率小 ($<1\%$), 有一定透明性, 建筑上用于外墙饰面和铺地, 陶瓷锦砖及日用餐茶具均属瓷质。

炆质制品介于陶和瓷之间, 也称半瓷, 结构较致密, 吸水率为 $1\% \sim 10\%$, 不透明。炆器还可分为粗炆器和细炆器。建筑用的外墙面砖和地面砖属粗炆器, 而日用炆器(如紫砂壶等)属细炆器。

3. 建筑装饰涂料

建筑装饰涂料是指涂敷于物体表面能与基体材料很好黏结并形成完整而坚韧保护膜的物料。它一般由以下三种基本成分组成:

(1) 成膜基料。成膜基料主要由油料或树脂组成，是使涂料牢固附着于被涂物体表面后能与基体材料很好黏结并形成完整薄膜的主要物质，是构成涂料的基础，决定着涂料的基本性质。

(2) 分散介质。分散介质即挥发性有机溶剂或水，主要作用是使成膜基料分散而形成黏稠液体，它本身不构成涂层，但在涂料制造和施工过程中都不可缺少。

(3) 颜料和填料。颜料和填料本身不能单独成膜，主要用于着色和改善涂膜性能，增强涂膜的装饰和保护作用，亦可降低涂料成本。

此外，涂料还根据需要加入各种辅助材料，如催干剂、流平剂、防结皮剂、固化剂、增塑剂等。涂料种类繁多，按主要成膜物质的性质可分为有机涂料、无机涂料和有机无机复合涂料三大类；按使用部位分外墙涂料、内墙涂料和地面涂料等；按分散介质种类分为溶剂型和水性两类。

第三章 建筑构造及其简单设计

本章提示

建筑是由各种各样的建筑构件组成的。建筑构件是指建筑物中能满足某一特定功能的组成部分，常见的建筑构件有基础、墙、柱、楼地层、楼梯、门、窗、屋顶等。建筑构造就是指各种建筑构件按照一定的原理和连接方式组合成一个建筑整体，并在各自的位置发挥不同的作用。建筑构造设计的任务就是为居住者或使用者提供安全、舒适、经济、美观的使用环境，以满足人的行为、生理及心理等方面的需求。

在前面两章中，我们对建筑与文化、建筑材料和材料加工有了初步认识，本章将分三节对建筑构造及其设计进行介绍。第一节“认识建筑构造”着重介绍了建筑构造，内容包括建筑构造的基本概念、民用建筑与工业建筑各自的构造组成、不同因素对建筑构造的要求，目的是加深学生对建筑构造的理解。第二节“基本的建筑构件”详细介绍了基础、墙体、楼地层、楼梯、门窗和屋顶六大基本建筑构件，旨在强化学生对建筑构件的理解与掌握。第三节“简单的建筑构造设计和模型制作”介绍了简单的建筑构造设计，为了提高学生的空间想象能力和实际动手制作能力，具体地讲述了模型设计制作的知识和技能，利用所学知识调动学生学习的兴趣。

本章本着将理论融入实践的原则，对每一节的内容都给出了相应的实践活动建议。通过实践使学生对建筑构造有了感性认识，同时也加强了学生创新意识的培养。学完本章之后，学生应该对建筑构造及其简单设计有一个清晰的整体认识，掌握基本建筑构件的建筑构造要求。

第一节 认识建筑构造

一、教学目标

1. 掌握建筑构造的基本概念。
2. 熟悉民用建筑与工业建筑各自的构造组成，了解二者在构造组成上的不同。
3. 了解对建筑构造的要求（安全要求，抵御自然因素的要求，人的行为、生理与心理的要求）。

二、结构分析

要学习建筑构造及其简单设计,首先必须对建筑构造有一个基本的认识。因此,本节第一部分首先引入了建筑构造的基本概念;然后,通过教材第 70 页图 3.1 和图 3.2 分别给出了住宅和单层工业厂房的构造组成,让学生们了解二者在构造组成上的不同。安排的“小资料”和“实践活动”都是针对单层及多层工业厂房的,通过“小资料”中的内容介绍和“实践活动”中有关问题的探究,让学生熟悉工业建筑构造的组成。

第二部分给出了对建筑构造的要求。任何建筑物都是为人服务的,建筑构造的任务就是为居住者或使用者提供安全、舒适、经济、美观的使用环境,以满足人的行为、生理及心理等方面的需求。在“探究尝试”中,从墙体、楼板层及走廊三个方面探究了建筑物中对噪声的控制问题,并让学生从建筑构造的角度提出一些对噪声的改进建议。在“活动延伸”栏目中,分析了人的生理和心理等因素对建筑构造的要求,以激发学生们进一步学习的兴趣。

三、教学建议与说明

本节内容分为建筑构造的组成和对建筑构造的要求两部分。

1. 建筑构造的组成

教师在讲解时,先给学生介绍建筑构造的基本概念;引导学生在教材图 3.1 上,找到民用建筑的 8 个基本组成构件:基础、墙、柱、楼地层、楼梯、门、窗、屋顶,此外,再找到诸如阳台、散水、台阶等构件和配件,简要讲述上述各个组成构件的作用。

单层工业厂房由承重结构和围护结构组成。承重结构有:①横向排架:由基础、柱、屋架(或屋面梁)组成。②纵向连系构件:由基础梁、连系梁、圈梁、吊车梁等组成。③支撑系统:屋架支撑和柱间支撑等。围护结构有外墙、屋顶、地面、门窗、天窗等。引导学生在教材图 3.2 上找到单层工业厂房的各个组成构件,简述各个组成构件的作用。比较教材图 3.1 和图 3.2,得出民用建筑和工业建筑在构造组成上的相同和不同之处。

2. 对建筑构造的要求

教师首先讲解建筑构造的安全要求,就是建筑物能够可靠地承受各种荷载的作用,荷载包括恒荷载和活荷载两种,建筑物要有一个坚固的骨架(为后续第四章讲述的“结构”内容引入铺垫)来抵御各种荷载的作用。其次讲解建筑构造抵御自然因素的要求,自然界的风、霜、雨、雪等自然因素均会对建筑物和建筑构件的正常使用产生一定的影响,从而使建筑物的有些部位出现渗水、漏水现象,或室内过冷或过热现象,为防止建筑物因上述自然因素受损或影响正常使用,必须对上述部位采取防潮、防水、保温、隔热等措施。最后,讲解建筑构造中人的行为、生理与心理的要求,要考虑人的行为对建筑物的影响,同时也要考虑人的生理和心理对建筑物的要求。教师可以从隔声、防火两个方面加以讲解:在隔声方面,从墙体隔声、楼板隔声、走廊隔声三个方面讲述;在防火方面,从走道的宽度和长度、楼梯的宽度和数量两个方面讲述。

●对教材第 69 页“学习导航”的处理参考意见:

1. 建筑构造就是指各种建筑构件按照一定的原理和连接方式结合成一个建筑整体,并在各自的位置发挥不同的作用。

2. 建筑物依据其使用性质, 通常可分为民用建筑和工业建筑。民用建筑主要有: 住宅、集体宿舍等居住建筑; 行政办公建筑(如机关、企事业单位的办公楼等)、文教建筑(如学校、实验室、图书馆、文化宫等)、托幼建筑(如托儿所、幼儿园等)、医疗建筑(如医院、门诊部、疗养院等)、商业建筑(如商店、商场、百货公司等)、演出性建筑(如电影院、剧院、音乐厅、杂技场等)、体育建筑(如体育场、体育馆、游泳馆等)、展览建筑(如展览馆、博物馆等)、旅馆建筑(如宾馆、旅馆、招待所等)、交通建筑[如铁路客运站、长途汽车站、水路客运站(港)、航空港等]、通信建筑(如邮局、电信楼、广播电视台、国际卫星通信地面站等)、园林建筑(如公园、动物园、植物园、庭园、小游园、花园等)、纪念性建筑(如纪念碑、纪念堂、纪念馆等)等公共建筑。工业建筑是进行工业生产的房屋, 例如机械制造厂中的铸工车间、机械加工车间及装配车间、工具车间、锅炉房和仓库等。

一幢民用或工业建筑, 一般是由承重结构和围护结构组成的。以住宅为例: 墙、柱、基础、楼板、屋顶等属于承重结构, 墙、屋顶、门窗等属于围护构件, 其中墙和屋顶既是承重结构也是围护结构。以单层工业厂房为例, 其承重结构和围护结构前面已作介绍。

3. 人们所从事的生产和生活活动, 也往往会造成对建筑物的影响, 如机械振动、化学腐蚀、爆炸、火灾等, 都属人为因素的影响。因此在进行建筑构造设计时, 必须针对各种有关的影响因素, 从构造上采取防振、防腐、防爆、防火等相应的措施, 以避免建筑物遭受不应有的损失。此外, 人的生理和心理需求也对建筑提出了要求, 北方地区要求建筑物冬季能保温; 南方地区则要求建筑物通风、隔热; 影剧院、会堂、音乐厅, 要求具有良好的音响效果; 住宅区应控制噪声干扰, 要求隔声等。

●对教材第 69 页“现象与问题”的处理参考意见:

1. 作用在建筑物上的各种外力统称为荷载, 荷载可分为恒荷载和活荷载两种。建筑物中的人、物和设备会对建筑物产生活荷载。

2. 自然界的风、雨、雪等构成了影响建筑物使用功能和建筑构件使用质量的因素。它们可导致建筑材料因热胀冷缩而开裂, 或出现渗、漏水现象, 或造成室内过热或过冷而影响建筑物的正常使用等。因而, 在建筑构造设计时, 要对各有关部位采取必要的防范措施, 如防潮、防水、保温、隔热等, 以防患于未然。

3. 在炎热的夏天, 建筑物的围护结构(墙、屋顶、门窗等)能阻挡强烈的阳光, 使室内比室外凉爽; 而在严寒的冬天, 它能把冷空气挡在室外, 从而使室内比室外暖和。

●对教材第 71 页“实践活动”的处理参考意见:

1. 多层工业厂房主要适用于较轻型的、在工艺上利用垂直工艺流程有利的工业, 或利用楼层能创设较合理的生产条件的工业等。如服装、针织、制鞋、食品、印刷、光学、无线电、半导体、轻型机械制造及各种轻工业等。单层工业厂房主要适用于重型机械制造工业、冶金工业、纺织工业等。

2. 抗风柱是单层工业厂房的围护结构构件, 主要承受山墙传来的风荷载, 并将它们传给屋盖结构和基础。柱间支撑主要用来加强厂房的纵向刚度和稳定性, 承受并传递纵向水平荷载至排架柱或基础。

●对教材第 72 页“探究尝试”的处理参考意见:

这些提问其实是从墙体、楼板层及走廊三个方面探究建筑物中对噪声的控制问题。

(1) 墙体主要隔离由空气直接传播的噪声。空气传播的噪声在墙体中的传播途径有两种：一是通过墙体的缝隙和微孔传播；二是在声波作用下墙体受到振动，声音透过墙体而传播。建筑内部的噪声，如说话声、家用电器声等通过墙体传入室内。为了降低噪声，对墙体一般采取以下措施：①加强墙体的密缝处理。②增加墙体密实性及厚度，避免噪声穿透墙体。③利用有空气间层或多孔性材料的夹层墙，提高墙体的减振和吸音能力。

(2) 楼板层主要隔离由固体传播的噪声。步履声、移动家具对楼板的撞击声等是通过固体（楼板层）传递的。为了减少固体传声对下层空间的影响，一般采取以下措施：①在楼板面铺设弹性面层，如地毯、橡胶、塑料等。②结合室内空间的要求，在楼板下设置吊顶，使撞击楼板产生的振动不能直接传入下层空间。

(3) 走廊上学生的活动或讲话的声音会通过墙体或墙上设置的门窗传入室内。对噪声的控制，除采取上述（1）中墙体的噪声控制方法以外，还可以在靠近走廊一侧的墙上设置高窗或采用双层中空玻璃来减少噪声对室内的影响。

●对教材第 73 页“思考题”的处理参考意见：

1. 在建筑构造设计时，为了抵御各种自然因素对建筑物的侵蚀和破坏，建筑物应满足防潮、防水、保温、隔热等要求，以防患于未然。

2. 墙体和楼板的隔声效果差、楼梯的宽度过小、楼梯的坡度过大、楼梯数量设置过少、建筑物中最远房间出入口到楼梯间安全出入口的距离过长等，均会给房屋的居住者带来生理或心理方面的不利影响。

●对教材第 73 页“活动延伸”的处理参考意见：

室内空间长、宽、高的不同比例，会给人带来不同的感受。高而窄的比例易使人产生兴奋、激昂、向上的情绪，但过高就会觉得不亲切；宽而矮的空间使人感觉宁静、开阔、亲切，但过低又会使人感觉压抑、沉闷。

当教室的门、走廊或楼梯尺度建造得比较窄时，就不能满足人们在紧急情况下的疏散要求。

四、参考资料

建筑构造研究的对象及其任务

建筑构造是研究建筑物各组成部分的构造原理和构造方法的学科，是建筑设计不可分割的一部分。它具有实践性强和综合性强的特点，在内容上是对实践经验的高度概括，并且涉及建筑材料、建筑物理、建筑力学、建筑结构、建筑施工及建筑经济等有关方面的知识。因此，研究的主要任务在于根据建筑物的功能要求，提供符合适用、安全、经济、美观要求的构造方案，作为建筑设计中综合解决技术问题及进行施工图设计、绘制大样图等

的依据。

解剖一座建筑物，不难发现它是由许多部分构成的。而这些构成部分在建筑工程上被称为构件或配件。建筑构造原理就是综合多方面的技术知识，根据多种客观因素，从选材、选型、工艺、安装等各个方面，研究各种构、配件及其细部构造的合理性以便能更有效地满足建筑使用功能的理论。而构造方法则是在理论指导下，进一步研究如何运用各种材料，有机地组合各种构、配件，并提出解决各构、配件之间相互连接的方法和这些构、配件在使用过程中的各种防范措施。

墙体的保温要求

在严寒的冬季，热量通过外墙由室内高温一侧向室外低温一侧传递的过程中，既产生热损失，又会遇到各种阻力使热量不致突然消失，这种阻力称为热阻。热阻越大，则通过墙体所传出的热量就越小，这说明墙体的保温性能好；反之则差。因此，对有保温要求的墙体，必须提高其构件的热阻，通常采取以下措施：

(1) 增加墙体的厚度。墙体的热阻与其厚度成正比，欲提高墙身的热阻，可增加其厚度。因此，严寒地区的外墙厚度往往超过结构的需要。虽然增加墙厚能提高一定的热阻值，但却是一种很不经济的办法。

(2) 选择热导率小的墙体材料。在建筑工程中，一般把热导率值小于 $0.29 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 的材料称为保温材料。因此，要增加墙体的热阻，常选用热导率小的保温材料，如泡沫混凝土、加气混凝土、陶粒混凝土、泡沫塑料、矿棉及玻璃棉等。

(3) 采取隔蒸汽措施。为了减少采暖建筑的热损失，冬季通常是门窗紧闭，生活用水及人的呼吸使室内湿度增高，形成高温高湿的室内环境。温度愈高，空气中含的水蒸气愈多。当室内热空气传到外墙时，墙体内部温度较低，蒸汽在墙内形成凝结水，水的热导率较大，因此就使外墙的保温能力明显降低。如果凝结水发生在墙体的表面称为表面凝结；如果发生在墙体内部，则称为内部凝结。表面凝结会使室内装修变质损坏，严重时还会影响人体健康；而内部凝结则会使保温材料内的孔隙中充满水分，致使保温材料失去保温能力，降低墙体的保温效果。同时，保温层受潮时，将影响材料的使用年限。为防止墙体产生内部凝结，常在墙体的保温层靠高温一侧，即蒸汽渗入的一侧，设置一道隔蒸汽层，以防止或控制表面及内部凝结。隔蒸汽材料一般采用沥青、卷材、防水涂料或薄膜等。

墙体的隔热要求

我国南方地区，特别是长江流域、东南沿海等地，夏季炎热时间长，太阳辐射强烈，气温较高，如七月份平均气温高达 $30 \sim 38^\circ\text{C}$ ；太阳水平辐射强度最高为 $930 \sim 1\,047 \text{ W}/\text{m}^2$ 。同时，这些地区的相对湿度也大，形成既热且闷的湿热气候。

墙体防热的能力直接影响室内的气候条件，特别在开窗的情况下影响更大。为了使室内不致过热，除了考虑对周围环境采取防热措施，并在建筑设计中加强自然通风外，在外墙构造上必须进行隔热处理。由于外墙外表面受到的日晒时数和太阳辐射强度以东、西向最大，东南和西南向次之，南向较小，北向最小，所以隔热措施应以东、西向墙体为主，一般采取以下措施：

(1) 墙体外表面宜采用浅色而平滑的外饰面，如白色抹灰、陶瓷砖或马赛克等，形成反射，以减少墙体对太阳辐射的吸收。

(2) 在窗口的外侧设置遮阳设施，以减少太阳对室内的直射。

(3) 在外墙内部设置通风间层，利用风压和热压的作用，使间层中空气不停地交换，从而降低外墙内表面的温度。

(4) 利用植被对太阳能的转化作用而降温。所谓植被是在外墙外表面种植各种攀缘植物等，利用植被的遮挡、蒸腾和光合作用，吸收太阳辐射热，达到隔热的目的。

走道宽度和长度的确定

走道又称为过道、走廊，它主要是用来联系同层内各大小房间用的。走道的宽度和长度主要根据人流通行、安全疏散、防火规范、走道性质、空间感受来综合考虑。

一般民用建筑常用走道宽度如下：当走道两侧布置房间时，学校为 2.10 ~ 3.00 m，门诊部为 2.40 ~ 3.00 m，办公楼为 2.10 ~ 2.40 m，旅馆为 1.50 ~ 2.10 m；作为局部联系或住宅内部走道不应小于 0.90 m；当走道一侧布置房间时，其走道的宽度应相应减小。

走道的长度应根据建筑性质、耐火等级及防火规范来确定。按照《建筑设计防火规范》（GB 50016—2014）的要求，最远房间出入口到楼梯间安全出入口的距离必须控制在一定的范围内，见表 3.1 [现行《建筑设计防火规范》（GB 50016—2014）把建筑物的耐火等级划分成四级。一级的耐火性能最好，四级最差。性质重要或规模宏大或具有代表性的建筑，通常按一、二级耐火等级进行设计；一般的建筑按二、三级耐火等级设计；很次要的或临时建筑按四级耐火等级设计]。

表 3.1 房间门至外部出口或封闭楼梯间的最大距离（m）

名 称	位于两个外部出口或楼梯之间的房间（ l_1 ）			位于袋形走道两侧或尽端的房间（ l_2 ）		
	耐火等级			耐火等级		
	一、二级	三级	四级	一、二级	三级	四级
托儿所、幼儿园	25	20		20	15	
医院、疗养院	35	30		20	15	
学校	35	30	25	22	20	
其他民用建筑	40	35	25	22	20	15

走道的采光和通风主要依靠天然采光和自然通风。外走道由于只有一侧布置房间，可以获得较好的采光通风效果。内走道由于两侧均布置有房间，如果设计不当，就会造成光线不足、通风较差，一般是通过走道尽端开窗，利用楼梯间、门厅或走道两侧房间设高窗来解决。

楼梯的宽度和数量

楼梯的宽度和数量主要根据使用性质、使用人数和防火要求来确定。一般供单人通行的楼梯宽度应不小于 850 mm，双人通行 1 100~1 200 mm。楼梯的数量应根据使用人数及防火规范要求来确定，必须满足关于走道内房间门至楼梯间的最大距离的限制（表 3.1）。在通常情况下，每幢公共建筑均应设两个楼梯。

第二节 基本的建筑构件

一、教学目标

- 1. 了解基础的分类、墙的作用、墙的分类和设计要求等。
- 2. 了解楼地层的作用、要求和类型，以及常用楼（地）面的做法。
- 3. 了解楼梯的作用、要求和类型。
- 4. 了解门窗的作用、设计要求和分类。

5. 了解屋顶的要求、组成和类型,了解平屋顶柔性屋面、刚性屋面、涂料屋面和瓦屋面的排水和防水问题。

二、结构分析

在对建筑构造有一个宏观认识的基础上,本节逐一介绍了常见建筑构件(基础、墙体、楼地层、楼梯、门窗和屋顶)的作用、分类和设计要求。在“现象与问题”栏目中,组织学生们讨论并回答所列的问题,加深了对本节所学知识的总体把握和理解。在墙体部分设置的“新视窗·知识外延”和“实践活动”,主要是针对墙体分类和设计要求的,通过“新视窗”的内容介绍和“实践活动”中相关问题的探讨,加深学生们对墙体的认识;对应于楼地层、楼梯和门窗部分,相应安排了“实践活动”和“探究尝试”,让学生实地调查楼地面的做法,测量楼梯和门窗的尺度,这样不仅使学生能更深切地领会所学的知识,而且通过动脑和动手,更能激发其学习热情;最后,在屋顶部分设置的“探究尝试”中,安排学生观察下雨时教学楼屋顶雨水的排水方式,以进一步熟悉和掌握屋面的防水构造,并利用所学知识,有针对性地提出几项解决屋顶漏水问题的建议。

三、教学建议与说明

教师在讲课时,应从构件的作用、分类和设计要求这几方面来讲解基础、墙体、楼地层、楼梯、门窗和屋顶六大部分。具体到每一个构件的讲解,可以结合教材中所给的图片内容及“实践活动”“探究尝试”中对有关问题的探讨,来加深学生对所学知识的熟悉和掌握。下面以基础和楼地层为例,提一些教学建议。

(1) 基础。教师首先引入基础的基本概念和构造设计时对基础的要求,然后结合教材中图 3.5 和图 3.6 详细讲述刚性基础(砖砌基础)和柔性基础(钢筋混凝土基础),难点在“刚性基础的刚性角”部分,应从以下三个方面把这个概念给学生说清楚:基础底面积为什么要增大,刚性基础底面宽度的增大为什么要受到刚性角的限制,砖砌基础和混凝土基础刚性角的控制范围(详见参考资料中的“刚性基础的刚性角”)。

(2) 楼地层。楼地层是指楼板层和地坪层,教师讲课的重点在楼地层的作用、设计要求和类型三个方面。着重介绍教材中图 3.13 和图 3.14 中的钢筋混凝土楼板。图 3.13 为现浇单向板肋梁楼板,板由次梁支撑,次梁的荷载传给主梁,一般情况下,常采用的单向板跨度尺寸为 1.7~2.5 m,次梁的经济跨度为 4~6 m,主梁的经济跨度为 5~8 m;图 3.14 为预制空心钢筋混凝土楼板,根据板的受力情况,并考虑隔声的要求和板面的上下平整,可将预制板抽孔做成空心板,常见的空心板孔洞有矩形、方形和圆形等,板的孔数有单孔、双孔、三孔和多孔,目前我国预应力空心板的跨度尺寸可达到 6 m、6.6 m、7.2 m 等,板的厚度为 120~300 mm。同时,可引导学生结合教材中图 3.16~图 3.19 和“实践活动”的内容,了解常用吊顶和楼地面的做法,分析它们各自的优缺点和适用范围。

●对教材第 74 页“现象与问题”的处理参考意见:

1. 以钢筋混凝土房屋为例,其建造顺序为:平整场地→基础开挖→浇筑基础、地圈梁→回填→浇筑框架柱、梁、楼板→砌墙→抹灰→装修。

2. 房屋的基础是用钢筋混凝土材料建造的。在建造基础的过程中如果遇到地下水,可采用降水的方法。通常主要采用的方式有集水明排和降水等形式。集水明排法又称表面排

水法，即在基坑开挖过程中及基础施工和养护期间，在基坑四周开挖集水沟汇集坑壁及坑底渗水，并引向集水井；降水法主要是将带有滤管的降水工具沉设到基坑四周的土中，利用各种抽水工具，在不扰动土的结构条件下将地下水抽出。

3. 房屋底层填充墙在 ± 0.000 标高以下采用黏土砖，其余部位框架填充墙采用加气混凝土砌块。

4. 可以将屋顶做成卷材防水屋面或刚性防水屋面。

卷材防水屋面是利用防水卷材与黏结剂结合，形成连续致密的构造层来防水的一种屋顶。按其所用卷材可分为沥青卷材防水屋面、高聚物改性沥青卷材防水屋面、高分子类卷材防水屋面。卷材防水屋面由于其防水层具有一定的延伸性和适应变形的能力，又称作柔性防水屋面。卷材防水屋面较能适应温度、振动、不均匀沉陷等因素的变化作用，整体性好，不易渗漏，但施工较为复杂，技术要求较高。

刚性防水屋面是指用细石混凝土做防水层的屋面，因混凝土属于脆性材料，抗拉强度较低，故而称为刚性防水屋面。刚性防水屋面的主要优点是构造简单，施工方便，造价较低；缺点是易开裂，对气温变化和屋面基层变形的适应性较差，所以刚性防水屋面多用于日温差较小的我国南方地区。刚性防水屋面要求基层变形小，一般不适用于保温的屋面，因为保温层多采用轻质多孔材料，其上不宜进行浇筑混凝土的湿作业；此外，混凝土防水层铺设在这种松软的基层上也很容易产生裂缝。刚性防水屋面也不宜用于高温、有振动、基础有较大不均匀沉降的建筑。

●对教材第 77 页“实践活动”的处理参考意见：

墙体依其在房屋所处位置分类，可分为外墙和内墙。外墙位于房屋的四周，故又称为外围护墙，它是房屋的外围护结构，起着挡风、阻雨、保温、隔热等围护室内房间不受侵袭的作用；内墙指位于房屋内部的墙，主要起分隔内部空间的作用。

墙体根据结构受力情况不同，可分为承重墙和非承重墙。承重墙指直接承受上部屋顶、楼板所传来荷载的墙；非承重墙指不承受上部荷载的墙，包括隔墙、填充墙和幕墙。隔墙用来分隔内部空间，其重量由楼板或墙下小梁承担；框架填充墙指框架结构中填充在柱子之间的墙；幕墙指悬挂于外部骨架或楼板间的轻质外墙。

●对教材第 80 页“实践活动”的处理参考意见：

1. 钢筋混凝土楼板（现浇楼板和预制楼板）在学校、商店、住宅等常见的建筑中应用比较普遍。常见的楼层地面和底层地面有以下做法：

（1）水泥砂浆楼（地）面。水泥砂浆地面简称水泥地面。它构造简单，坚固耐磨，防潮防水，造价低廉，是目前使用最普遍的一种低档地面。但水泥砂浆地面导热系数大，对不采暖的建筑，在严寒的冬季走上去感到寒冷；再加上它的吸水性差，每当空气中湿度大的黄梅天，容易返潮；此外它还具有易起灰，不易清洁等问题。

（2）水磨石楼（地）面。其特点是表面光洁、美观，不易起灰。其造价较水泥地面高，黄霉天也易返潮。常用作公共建筑的大厅、走廊、楼梯及卫生间的地面。

上述两种楼地面由于主要采用密实的水泥砂浆或混凝土，地面的导热系数大，表面吸水性较差。因此，遇到空气中湿度大的黄梅天，很容易出现表面结露的返潮现象。为了解决这个问题，可采取以下构造措施：①在面层与结构层之间加一层保温层。②改换面层材料。③架空地面。

(3) 陶瓷锦砖楼（地）面。陶瓷锦砖又称马赛克，是以优质瓷土烧制而成的小尺寸瓷砖。陶瓷锦砖有不同的大小、形状和颜色并可以组合成各种图案，使饰面能达到一定艺术效果。陶瓷锦砖块小缝多，主要用于防滑要求较高的卫生间、浴室等房间的地面。

(4) 陶瓷地砖楼（地）面。陶瓷地砖又称墙地砖，其类型有釉面地砖、无釉面地砖和无釉防滑地砖等。陶瓷地砖有各种颜色，色调均匀，砖面平整，抗腐耐磨，施工方便，且块大缝少，装饰效果好，特别是防滑地砖又能防滑，因而越来越多地用于办公室、商店、旅馆和住宅中。陶瓷地砖一般厚 6~10 mm，其规格有 800 mm×800 mm、500 mm×500 mm、400 mm×400 mm、300 mm×300 mm、250 mm×250 mm、200 mm×200 mm 等。块越大，价格越高，装饰效果越好。

(5) 木楼（地）面。木地面具有弹性好、导热系数小、不起尘、易清洁等特点，是理想的地面材料，但我国木材资源少，造价较高，常用于住宅、宾馆、体育馆、剧院等建筑中。

2. 地面设计方案可参考第 1 题的处理意见，吊顶可参考本节参考资料中的“住宅吊顶设计”。

●对教材第 81 页“探究尝试”的处理参考意见：

1. 在通常情况下，一幢教学楼应设两个楼梯：主要楼梯，一般布置在建筑物门厅内明显的位置或靠近主入口的位置；辅助楼梯，布置在建筑物的次要入口或建筑物适当的位置，如建筑物的走廊（过道）转折处，容纳比较小的人流，或仅供紧急疏散用。位于两个楼梯之间的教室出入口到楼梯间安全出入口的距离不应超过 35 m；位于袋形走道两侧或尽端的教室出入口到楼梯间安全出入口的距离不应超过 22 m。

2. 踏步常用高度尺寸见表 3.2。

表 3.2 踏步常用高度尺寸

名称	住宅	幼儿园	学校、办公楼	医院	剧院、会堂
踏步高 h/mm	150~175	120~150	140~160	120~150	120~150
踏步宽 b/mm	250~300	260~280	280~340	300~350	300~350

●对教材第 83 页“探究尝试”的处理参考意见：

1. 屋面的排水方式通常分为无组织排水和有组织排水两类。无组织排水是屋面伸出外墙，形成挑檐，使屋面的雨水经挑檐自由下落；有组织排水比较常用，它是在屋面做出排水坡度，把屋面上的雨水有组织地排到天沟或雨水口，通过雨水管排泄到地面，在地面可通过明沟集水井排到地下的排水系统中。

2. 防治屋顶漏水的方法：①可在楼板上刷一层专用的防水漆或者厚点的沥青漆，然后再加一层水泥砂浆层。②平屋顶上人屋面的防漏：首先要找坡，可以用炉渣，上面铺细石混凝土保护，用于排水；用 SBS 改性沥青油毡防水卷材铺设；上面铺设细石混凝土做保护层。如果不是上人屋面，仅铺防水卷材即可，但一定要注意屋面排水良好。③找到屋面楼板开裂的位置，在楼板开裂处将原来的保护层、防水层凿去，宽度为裂缝每边 25 cm；在楼板裂缝位置凿槽，槽的断面形状为 V 形，宽、深各 3 cm；将凿开后的槽内及楼板面清理干净，不得留有灰尘、水等；在槽内用环氧树脂胶泥涂刷，分两次，厚度约 1 mm；胶泥固化后，用 1：1 水泥砂浆封填所凿的槽；恢复凿开位置的防水保护层（1：2 水泥砂浆）。

●对教材第 85 页“思考题”的处理参考意见：

1. 基础是建筑地面以下的承重构件，是建筑的下部结构。它承受建筑物上部结构传下来的全部荷载，并把这些荷载连同本身的重量一起传到地基上。按基础所用材料和受力特点分，有刚性基础和柔性基础。

2. 承重墙是直接承受上部屋顶、楼板所传来荷载的墙。非承重墙是不承受上部荷载的墙，包括隔墙、填充墙和幕墙。

3. 楼板按所用材料的不同可分为木楼板、钢筋混凝土楼板、砖石楼板等。常用的楼层地面做法有水泥砂浆地面、水磨石地面、陶瓷锦砖地面、陶瓷地砖地面、木地面等。

4. 楼梯的形式主要有直行单跑楼梯、直行多跑楼梯、折角楼梯、平行双跑楼梯、双向折角及平行双分楼梯、三折楼梯、剪刀楼梯、螺旋形楼梯和弧形楼梯。

5. 门的主要功能是交通联系，窗主要供采光和通风之用。门按其开启方式通常有平开门、弹簧门、推拉门、折叠门、转门等。窗按其开启方式通常有平开窗、固定窗、悬窗、推拉窗等。

6. 常见的屋顶有平屋顶、坡屋顶和曲面屋顶等。根据屋面防水盖料的不同，常用的屋面防水做法有柔性防水屋面、刚性防水屋面、涂料防水屋面和瓦屋面。

四、参考资料

刚性基础的刚性角

由刚性材料制作的基础称为刚性基础。所谓刚性材料，一般是指抗压强度高，而抗拉、抗剪强度低的材料，砖、石砌体基础和混凝土基础均属于刚性基础。从受力和传力角度考虑，由于土壤单位面积的承载能力小，上部结构通过基础将其荷载传给地基时，只有将基础底面积不断扩大，才能适应地基受力的要求。根据试验得知，上部结构（墙或柱）在基础中传递压力是沿一定角度分布的，这个传力角度称压力分布角，或称刚性角，以 α 表示。由于刚性材料抗压能力强，抗拉能力差，因此压力分布角只能在材料的抗压范围内控制。如果基础底面宽度超过控制范围，即由 B_0 增大到 B_1 ，致使刚性角扩大，基础会因受拉而破坏，如图 3.1 所示。所以，刚性基础底面宽度的增大要受到刚性角的限制。不同材料基础的刚性角是不同的，通常砖砌基础的刚性角控制在 $26^\circ \sim 33^\circ$ 为好，混凝土基础应控制在 45° 以内。柔性基础由于其底部配有钢筋，利用钢筋来承受拉力，使基础底部能够承受较大弯矩，因此，柔性基础底面宽度的增大不受刚性角的限制。

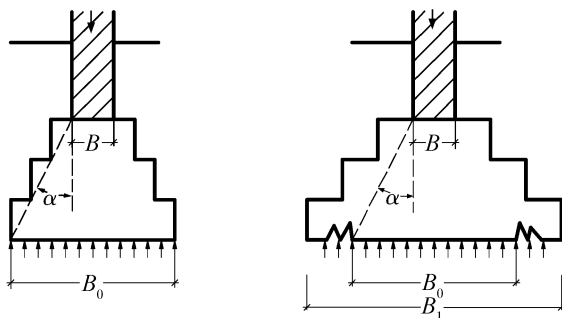


图 3.1 刚性基础的受力、传力特点

隔墙

隔墙是分隔室内空间的非承重构件。在现代建筑中,为了提高平面布局的灵活性,大量采用隔墙以适应建筑功能的变化。由于隔墙不承受任何外来荷载,且自身的重量还要由楼板或墙下的小梁来承受,因此,设计应使隔墙自重轻、厚度薄,便于安装和拆卸,有一定的隔声能力,同时还要能够满足特殊使用部分如厨房、卫生间等处的防火、防水、防潮要求。隔墙的类型很多,按其构造方式可分为轻骨架隔墙、块材隔墙和板材隔墙三大类。

1. 轻骨架隔墙

(1) 木骨架隔墙。木骨架隔墙的优点是质轻、壁薄、便于拆卸;缺点是耐火、耐水和隔声性能差,且耗用较多木材。木骨架隔墙由上槛、下槛、墙筋(即教材图 3.11 中的竖木条)、斜撑及横撑组成,上、下槛及墙筋断面尺寸为 $(45\sim 50)\text{ mm}\times(70\sim 100)\text{ mm}$,斜撑与横撑的断面与墙筋相同或略小于墙筋,墙筋间距常为 400 mm 。横撑间距可与墙筋相同,也可适当放大;然后,在墙筋两侧钉胶合板或硬质纤维板。

(2) 轻钢骨架隔墙。轻钢骨架是由各种形式的薄壁型钢制成的,其主要优点是强度高、刚度大、自重轻、整体性好、易于加工和大批量生产,还可根据需要拆卸和组装。常用的薄壁型钢有 $0.8\sim 1\text{ mm}$ 厚槽钢和工字钢。在骨架两侧用自攻螺钉固定人造面板(如胶合板、纤维板、石膏板等)。

(3) 石膏骨架隔墙。石膏骨架隔墙是用石膏作为骨架,两侧粘贴纸面石膏板、水泥刨花板等。

2. 块材隔墙

(1) 砖隔墙。普通砖隔墙一般采用半砖(120 mm)隔墙。半砖隔墙用普通黏土砖或黏土空心砖顺砌,砌筑砂浆宜 $>M 2.5$ 。因墙体较薄,稳定性差,当墙体高度超过 5 m 时应加固。对顺砌隔墙,若高度超过 3.6 m 、长度超过 5 m ,一般沿高度每隔 0.5 m 在纵横墙交接处的砖缝中砌入2根 $\phi 4\text{ mm}$ 的锚拉钢筋,或每隔 $1.2\sim 1.5\text{ m}$ 设一道 $30\sim 50\text{ mm}$ 厚的水泥砂浆层,内放2根 $\phi 6\text{ mm}$ 钢筋。顶部与楼板相接处用立砖斜砌,填塞墙与楼板间的空隙。隔墙上有门时,要预埋铁件或将带有木楔的混凝土预制块砌入隔墙中以固定门框。

(2) 砌块隔墙。亦称为超轻混凝土隔断。它用比普通黏土砖体积大、密度小的超轻混凝土砌块砌筑。常用的有加气混凝土块、泡沫混凝土块、粉煤灰硅酸盐砌块、水泥炉渣砌块等。隔墙厚度由砌块尺寸而定,一般为 $90\sim 120\text{ mm}$ 。加固措施与砖隔墙相似。砌块大多具有质轻、孔隙率大、隔热性能好等优点,但吸水性强。因此,砌筑时应在墙下部先砌 $3\sim 5$ 层黏土砖。

3. 板材隔墙

板材隔墙是指用轻质材料制成的大型板材,其高度相当于房间净高,施工中不依赖骨架直接装配而成。因此,它具有自重轻、安装方便、施工速度快、工业化程度高的特点。常用的板材隔墙有加气混凝土板、多孔石膏板、碳化石灰板、水泥木丝板等,厚度大多为 $60\sim 100\text{ mm}$,宽约 $600\sim 1\,000\text{ mm}$,长度略小于房间净高。安装时,板材下部先用一对对口木楔顶紧,然后用细石混凝土堵严,板缝用黏结砂浆或黏结剂进行黏结,并用胶泥刮缝,平整后再做表面装修。

住宅吊顶设计

吊顶是根据房型及装修总体方案来决定的,吊顶是为了更好地体现总体方案的主题思

想。吊顶时请注意以下问题：

(1) 一套住宅的吊顶要有总体布局。除了厨房和卫生间外，其他地方吊顶要有总体安排。比如走道吊顶了，走道两旁的餐厅和客厅就可以不吊顶；再比如，卧室一般不吊顶，但有时从总体方案的角度来考虑，也可以吊顶。

(2) 同一个空间内不能满吊顶。一般吊顶面积占整个房间面积三分之一左右为宜，个性问题另当别论。与此同时，吊顶还要有层次。

(3) 吊顶时注意与灯具统筹考虑。目前由于房高制约灯具设计师的设计灵感，因此适合现有房型的灯具不多，所以吊顶时应注意布灯，会达到比较好的效果。

(4) 吊顶的高度。如果没有过梁和中央空调等因素的制约，吊顶的高度一般在 25 cm 左右，最高不能超过 30 cm，最低最好不低于 20 cm。

(5) 吊顶材料。一般情况吊顶龙骨为轻钢骨架和木骨架两种，吊顶板材多采用纸面石膏板，它不仅防火阻燃，而且膨胀系数较小，不容易裂缝。

(6) 慎用玻璃吊顶。玻璃吊顶有其优点，比如灯箱式吊顶，就是吊顶内装日光灯，玻璃上彩绘图案，一开灯既能照明又有彩图可供欣赏，但如果不小心碰碎玻璃掉下来会出现危险，所以要慎用，要用也要注意面积不宜很大，位置也要放在不易碰碎的地方。

楼梯组成

楼梯由梯段、楼梯平台和栏杆扶手三部分组成。

梯段是楼梯的主要使用和承重部分，它由若干个踏步组成，踏步由踏面与踢面组成。为减少人们上下楼梯时的疲劳及适应人行走的习惯，一个楼梯段的踏步数要求最多不超过 18 级，最少不少于 3 级。

楼梯平台指两楼梯段之间的水平板，有楼层平台、中间平台之分。其主要作用在于缓解疲劳，同时平台还是梯段之间转换方向的连接处。

栏杆扶手是指梯段及平台边缘的安全保护构件，供上下楼梯时倚扶之用。当楼梯宽度不大时，可只在梯段临空面设置；当楼梯宽度较大时 ($>1.4\text{ m}$)，非临空面也应加设扶手；当楼梯宽度很大时 ($>2.2\text{ m}$)，还应在梯段中间加设扶手。

楼梯形式

以教材第 81 页图 3.20 为例，楼梯主要有以下形式：

(1) 单梯段直跑。此种楼梯无中间平台，仅用于层高不大的建筑。

(2) 双梯段直跑。此种楼梯是直行单梯段楼梯的延伸，增设了中间平台，适用于层高较大的建筑。

(3) 折角楼梯。此种楼梯导向较自由，折角可变，可为 90° ，也可大于或小于 90° 。

(4) 平行双跑楼梯。即双折楼梯，此种楼梯由于上完一层楼刚好回到原起步方位，与楼梯上升空间的回转往复性吻合，比直跑楼梯节约面积并缩短人流行走距离，是最常用的楼梯形式之一。

(5) 双向折角、平行双分楼梯。楼梯第一跑在中部上行，然后其中间平台处往两边以第一跑的二分之一梯段宽，各上一跑到楼层面。由于其造型的对称严谨性，常用作办公类建筑的主要楼梯。

(6) 三折楼梯。此种楼梯中部形成较大梯井，常用于层高较大的公共建筑中。

(7) 剪刀楼梯。由两个直行双跑楼梯交叉并列布置而成，通过的人流量较大，中间平

台为人流变换行走方向提供了条件,适用于层高较大且有楼层人流多向性选择要求的建筑,如商场、多层食堂等。

(8) 弧形楼梯。围绕一较大的轴心空间旋转,水平投影为一段弧环。布置在公共建筑的门厅时,具有明显的导向性和优美轻盈的造型。

(9) 螺旋形楼梯。围绕一根单柱布置,平面呈圆形。这种楼梯不能作为主要人流交通和疏散楼梯,但由于其流线造型美观,常作为建筑小品布置在庭院或室内。

门窗形式

门按其开启方式通常有平开门、弹簧门、推拉门、折叠门和转门等。平开门是水平开启的门,它的铰链装于门扇的一侧与门框相连,使门扇围绕铰链轴转动,平开门构造简单,开启灵活,加工制作简便,是建筑中最常见、使用最广泛的门。弹簧门是以弹簧铰链代替普通铰链,借助弹簧的力量使门扇能向内、向外开启并可经常保持关闭,广泛用于商店、学校、医院、办公楼和商业大厦。推拉门开启时门扇沿轨道向左右滑行,开启时门扇可隐藏于墙内或悬于墙外,其开启时不占空间,受力合理,不易变形,但在关闭时难以严密,构造亦较复杂,多用于工业建筑中的仓库和车间大门。折叠门分为侧挂式和推拉式两种,侧挂式折叠门与普通平开门相似,只是门扇之间用铰链相连而成,推拉式折叠门与推拉门构造相似,折叠门开启时占空间少,但构造较复杂,一般用作商业建筑的门,或在公共建筑中起灵活分隔空间的作用。转门由两个固定的弧形门套和垂直旋转的门扇构成,门扇可分为三扇或四扇,绕竖轴旋转,转门对隔绝室外气流有一定作用,可作为寒冷地区公共建筑的外门,但不能作为疏散门。

窗的形式一般按开启方式定。按开启方式通常把窗分为平开窗、固定窗、悬窗、推拉窗等。平开窗铰链安装在窗扇一侧与窗框相连,向外或向内水平开启,有单扇、双扇、多扇及向内开与向外开之分,平开窗构造简单,开启灵活,制作维修方便,是民用建筑中使用最广泛的窗。无窗扇、不能开启的窗为固定窗。固定窗的玻璃直接嵌固在窗框上,可供采光和眺望用,不能通风,其构造简单,密闭性好,多与亮子和开启窗配合使用。根据铰链和转轴位置的不同,悬窗可分为上悬窗、中悬窗和下悬窗,上悬窗铰链安装在窗扇的上边,一般向外开,可防雨,多用作外门和窗上的亮子;下悬窗铰链安在窗扇的下边,一般向内开,通风较好,不防雨,一般用于内门上的亮子;中悬窗是在窗扇两边中部装水平转轴,窗扇绕水平轴旋转,开启时窗扇上部向内,下部向外,对挡雨、通风有利,常用作大空间建筑的高侧窗。推拉窗具有良好的气密性和水密性,对有隔声、保温、隔热、防尘等特殊要求的建筑尤为适用。

第三节 简单的建筑构造设计和模型制作

一、教学目标

1. 理解建筑构造的设计原则。
2. 了解建筑构造设计的基本内容。

3. 了解建筑模型设计、制作的知识和技能,能够设计、制作简单的建筑模型,训练立体造型的创意和动手制作能力。

二、结构分析

本节分为两部分,第一部分为简单的建筑构造设计,内容涉及建筑构造的设计原则和 design 内容。安排了两个“实践活动”,其中第一个“实践活动”与教材中图 3.26 相结合,简要介绍了建筑平面、立面和剖面的设计内容;第二个“实践活动”,要求学生利用所学的知识设计一种建筑基本构件,并对不同的住宅户型进行比较和分析。

第二部分为简单的建筑模型制作,讲述了建筑模型的类型和具体的制作方法,教材中图 3.27 和图 3.28 分别给出了两个制作好的建筑模型。安排的“探究尝试”和“实践活动”都是针对建筑模型制作的,旨在开拓学生的空间想象能力,并提高学生的动手制作能力。

三、教学建议与说明

本节的内容为建筑构造设计和建筑模型制作。

1. 简单的建筑构造设计

教师首先以第一个“实践活动”和教材中图 3.26 为例,讲述建筑平面图、立面图和剖面图的设计内容(详见“实践活动”的处理参考意见),然后讲述建筑构造设计的基本原则和设计内容。最后,在第二个“实践活动”中,指导学生任选一个基本建筑构件进行设计,并利用所掌握的知识,对不同户型的住宅设计图从不同的角度进行比较和分析,以提高学生分析问题、处理问题的能力。

2. 简单的建筑模型制作

讲述建筑模型的分类和制作步骤,结合“探究尝试”和“实践活动”指导学生制作一个过街天桥的模型。让学生集体策划,绘制过街天桥的设计图(教师引导学生讨论、描述自己所见的过街天桥,从造型、布局、结构等方面进行讲解);指导学生用容易找到的材料和工具[各种白色卡纸、彩色卡纸、硬纸板、纸箱板、玻璃纸、废透明胶片、易拉罐等金属板材、木材、吹塑纸、硬泡塑(聚苯乙烯板)、软泡塑(海绵)、美工刀、剪刀、圆规、直尺、乳胶、胶水、铅笔、橡皮等]制作过街天桥;布置展示,邀请全校学生或家长参观、评述;最后,教师给出教学评价建议:是否充分表达出了想象力和新颖的设计创意,设计构思是否充分考虑了过街天桥的各种实际问题,设计有无明显的疏漏或不合理之处,制作过程中是否始终保持浓厚的兴趣且耐心细致,在设计制作活动中能否与同学愉快地交流与合作。

●对教材第 86 页“实践活动”的处理参考意见:

1. 建筑的单个房间平面设计是在整体建筑合理而适用的基础上,确定房间的面积、形状、尺寸及门窗的大小和位置。

(1) 房间的面积。影响一个房间面积大小的因素主要有容纳人数、家具设备及人们使用的活动面积。在实际的设计工作中,房间面积主要是依据我国有关部门及各地区制订的面积定额指标、房间的容纳人数及面积定额确定的。在当今住宅设计中,一般考虑为大客厅(面积大于 15 m^2)、主卧室(面积大于 15 m^2)、次卧室($10\sim 12\text{ m}^2$)的组合,住宅卧室以外墙短向布置为主。

(2) 房间的形状。民用建筑常见的房间形状有矩形、方形、多边形和圆形等。房间形

状的确定,不仅仅取决于功能、结构和施工条件,也要考虑房间的空间艺术效果。一般功能要求的民用建筑,房间形状常采用矩形。

(3) 房间的尺寸。房间尺寸是指房间的面宽和进深,而面宽常常是由一个或多个开间组成。房间尺寸的确定一般应满足家具设备布置及人们活动要求,满足视听要求,有良好的天然采光、经济合理的结构布置,以及符合建筑模数协调统一标准的要求。因此,房间的开间和进深一般以 300 mm 为模数,住宅中主要卧室开间尺寸为 3.30 ~ 3.60 m,进深尺寸为 3.90~4.50 m;住宅楼梯间的开间尺寸常取 2.70 m。

(4) 房间门窗设置。房间中门的最小宽度,是由人体尺寸、通过人流股数及家具设备的大小决定的。住宅中厕所、浴室门宽可取 700 mm,卧室门宽常取 900 mm,厨房可取 800 mm,住宅入户门常取 1 000 mm。确定窗面积的影响因素主要有采光要求、通风要求、朝向和建筑节能等。门窗位置直接影响到家具布置、人流交通、采光、通风等。门窗位置应尽量使墙面完整,便于家具设备布置及合理组织人行通道,还应有利于采光通风。

(5) 在房间的剖面设计中,住宅卧室由于使用人数少、面积不大又无特殊要求,故净高较低,常取 2.8~3.0 m;窗台高度与使用要求、人体尺度、家具尺寸及通风要求有关,一般常取 900~1 000 mm;为了防止室外雨水流入室内,并防止墙身受潮,一般民用建筑常把室内地坪适当提高,以使建筑物室内外地面形成一定高差,通常室外踏步的级数以不超过四级,即室内外地面高差不大于 600 mm 为好。

(6) 建筑立面是由许多部件组成的,这些部件包括门窗、墙柱、阳台、雨篷、花饰等。立面设计就是恰当地确定这些部件的尺寸大小、比例关系及材料色彩等。

(7) 阳台可分为挑阳台、凹阳台和半凸半凹阳台。阳台的结构及构造设计应安全、坚固、适用、美观。

2. 略。

●对教材第 88 页“实践活动”的处理参考意见:

1. 参考教材第二节内容。

2. 可以从房间面积、形状、尺寸、门窗的设置是否合理,是否满足通风、采光要求,房间朝向分配是否合理,设计中是否体现了动静分区、净污分区,面积的合理利用程度这五个方面对不同的房屋进行比较和分析,指出它们各自的优点和缺点。

四、参考资料

平面组合设计

平面设计包括使用部分设计和交通联系部分设计。使用部分是指建筑物中的主要使用房间(如住宅中的卧室和起居室)和辅助使用房间(如住宅中的厨房和厕所);交通联系部分是指走道、楼梯等。建筑平面设计包括单个房间平面设计及平面组合设计。平面组合设计是根据特定建筑的功能要求,采取不同的组合方式将各单个房间合理地组合起来。平面组合大致可归纳为如下几种形式:

(1) 走道式组合。走道式组合的特点是使用房间与交通联系部分明确分开,各房间沿走道一侧或两侧并列布置,房间门直接开向走道,通过走道相互联系;各房间基本上不被穿越,能较好地保持相对独立性。走道式组合的优点是各房间有直接的天然采光和通风、结构简单、施工方便等。这种方式适用于房间面积不大、数量较多的重复空间组合,如学

校、宿舍、医院等。

(2) 套间式组合。套间式组合的特点是用穿套的方式按一定的序列组织空间。房间与房间之间相互穿套，不再通过走道联系。这种形式通常适用于房间的使用顺序和连续性较强、使用房间不需要单独分隔的情况，如展览馆、火车站、浴室等。

(3) 大厅式组合。大厅式组合是以公共活动的大厅为主，穿插布置辅助房间。这种组合的特点是主体房间人数多、面积大、层高大，辅助房间与大厅相比尺寸悬殊，常布置在大厅周围并与主体房间保持一定的联系。

(4) 单元式组合。将关系密切的房间组合在一起成为一个相对独立的整体，称为单元。将一种或多种单元按地形和环境情况在水平或垂直方向重复组合起来成为一幢建筑，这种组合方式称为单元式组合。单元式组合的优点是能提高建筑标准化，节省设计工作量，简化施工，同时功能分区明确，平面布置紧凑，单元与单元之间相对独立、互不干扰，因此，广泛用于民用建筑，如住宅、学校、医院等。

房间门的数量及开启方向

按照《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)的要求，当房间使用人数超过 50 人，面积超过 60 m^2 时，至少需设两个门。对于一些大型公共建筑如影剧院的观众厅、体育馆的比赛大厅等，由于人流集中，为保证紧急情况下人流迅速、安全地疏散，门的数量和总宽度应按每 100 人 600 mm 宽计算，并结合人流通行方向分别设双扇外开门于通道外，且每扇门宽度不应小于 1400 mm 。

门的开启方向一般有外开和内开两种，大多数房间的门均采用内开方式，可防止门开启时影响室外的人行交通。对于公用房间，如果面积超过 60 m^2 且容纳人数超过 50 人，如影剧院、候车厅、体育馆、商店营业厅、合班教室及有爆炸危险的实验室等，为确保安全疏散，这些房间的门必须向外开。

模型制作工具和材料

建筑设计是在图纸上完成的二维空间作品，建筑模型则是三维空间作品。因此，建筑模型有助于更直接、更明了地理解建筑方案。在构思的每一个阶段，建筑模型都对开拓设计思维、提高设计认识、变换设计手法起着积极的作用。

建筑模型制作的基本工具有：美工刀、切圆器、 45° 切割刀、切割板、剪刀、尺子、乳胶、双面胶等；基本材料有：各色卡纸、航模木板、塑料棒、透明胶片、磨砂胶片、草屑、色纸、黏土、丙烯颜料等。模型制作材料主要有以下几种：

(1) 卡纸。卡纸是最常用的模型材料，你可以根据需要选择不同的卡纸，如白卡、灰卡、色卡等。单层白卡通常用来做草模，灰卡可以用来表现素混凝土的材质，色卡则用来表现不同的饰面。表现混凝土的方法有很多，除了灰卡纸外，还可利用软质木板所具有的粗糙特性，经上色制成纹理粗糙的模型，也可用泡沫苯乙烯板面上固有的粗糙面来表现混凝土。

(2) 木板。灵活运用木板的材质质感及加工方便的特点，可以取得各种不同的模型表现效果。切割薄而细的软木板料时，要尽可能使用薄形刀具。当切割细小的软木时，应在木材下面贴上一层透明纸带，这样可以增加其强度，使切割不受影响。

(3) 泡沫苯乙烯板。泡沫苯乙烯板比较适合做一些草模和研究模型，其优点是便于加工。

(4) 有机玻璃。有机玻璃材质硬，较难切割，要用专门的刀才能切开，但由于这种材料很透明，可以看到内部空间，因此，通常用来做模型的外表面。

第四章 建筑结构及其简单设计

本章提示

人能够完成站立、运动、负重等各种需要的行为，是由于人体内有由骨骼形成的支撑骨架。一幢建筑物要满足人们对安全、舒适等方面的要求，能够支撑房屋建筑自身的重量和居住在房屋中的人群、设备的重量，抵抗风、雨、雪乃至地震的各种作用而不被破坏，也必须有一个坚固的骨架。从通俗的意义上讲，建筑结构就是建筑物赖以抵抗各种作用的骨架。

本章是在学习了前三章的基础上，进一步学习如何充分发挥不同建筑材料的特点，按照合理方式组合成建筑物的骨架即建筑结构，了解建筑材料的性能和组合方式对建筑结构形式的影响，了解工程实践中常见的建筑结构类型和建筑结构设计的原理，学会简单的建筑结构模型制作。本章共分为三节，各节教学内容要点如下：

(1) 第一节“认识建筑结构”是本章的重点。“建筑结构”是一个比较抽象的专业术语，作为高中学生可以从通俗的意义上进行理解，即建筑结构就是建筑物赖以抵抗各种荷载作用保证建筑物安全使用的骨架。首先要使学生了解建筑结构是由建筑材料组成的；其次，建筑结构要根据建筑材料的性能（强度）进行合理组合成为稳定体系，这就与建筑材料的发展水平、土木工程师的力学分析能力及建造技术的水平有关。

(2) 第二节“常见的建筑结构类型”是在理解什么是建筑结构，以及建筑材料的性能和组合方式对建筑结构影响的基础上，介绍工程实践中常见的建筑结构类型，即梁板结构、刚架及框架结构、桁架和网架结构、拱结构、悬索结构和薄壳结构等。重点是要学生理解人类在长期工程实践中总结出来并广泛应用的常见建筑结构类型在充分发挥建筑材料性能特点方面的合理性。教学楼、住宅大多采用梁板结构或框架结构，可由学生自行观察总结；其他结构类型可以根据学校附近建筑的实际情况组织学生参观。

(3) 第三节“简单的建筑结构设计和模型制作”重点要使学生理解作用在房屋结构上的荷载在结构中会产生内力和变形，结构设计的目的就是确保结构抵抗内力和变形的能力（抗力）大于荷载产生的内力和变形，这样结构才能安全、适用。

第一节 认识建筑结构

一、教学目标

1. 从通俗的意义上理解什么是建筑结构。
2. 了解建筑材料的性能及组合方式对建筑结构的影响。
3. 了解建筑结构有哪些基本构件。

二、结构分析

(1) 本节的重点是理解什么是建筑结构。在土木工程中, 建筑结构是指由建筑材料按合理方式组成, 能承受荷载而起骨架作用的构筑物, 建筑结构必须是稳定的体系(不能是可变体系)。上述概念比较抽象, 高中学生不易理解。因此本节的教学首先从“现象与问题”入手, 通过两个小木框的试验理解什么是稳定体系, 什么是可变体系; 通过小木凳放在不同地面上站人的试验理解要使一个建筑物稳定地承受外部荷载, 建筑的基础必须扩大(降低土体与建筑物接触面的应力)使强度较低的土体能够承受上部较大的荷载。

(2) 在通过试验获得感性认识的基础上使学生理解建筑结构是建筑物抵抗各种外力作用的骨架, 建筑结构必须是稳定的体系; 同时引出基础和地基的概念, 了解建筑物下部扩大与地基相联系的部分称为基础, 基础也是结构的组成部分, 地基是指支撑建筑物的土体或岩石。同时通过对教材图 4.1 几种简单结构的介绍加深学生对结构作用的理解。

(3) 在理解建筑结构概念的基础上, 进一步了解选择不同的建筑材料, 采用不同组合方式, 可建造出不同的结构形式。设计结构时应当遵循的原则主要有两点: 一是选择能充分发挥建筑材料性能的结构形式(组合方式); 二是充分利用建筑材料的优点, 避免和克服其缺点, 合理利用结构材料。第一点主要是通过力学分析, 把材料集中用在受力较大的部位, 而受力较小的部位则可少用材料, 从而组成不同的结构形式(可结合教材图 4.3 和图 4.4 的例子说明); 第二点通过教材图 4.5 的例子来说明如何发挥钢筋抗拉强度高、混凝土抗压强度高的优点, 克服混凝土抗拉强度低的缺点, 从而形成钢筋混凝土梁的结构形式。

(4) 使学生认识到建筑的结构有的比较简单, 有的非常复杂, 但都是由各种基本构件组成的, 应知道建筑结构有哪几种基本构件。

三、教学建议与说明

●对教材第 92 页“现象与问题”的教学建议:

1. 小木框的边长没有具体要求, 例如, 可取 400 mm 左右, 宽 80~100 mm, 制作好的小木框应能稳定地放在桌子上; 小木框可以是矩形, 也可以是正方形。小木框相邻边的接头处应钻光滑的孔洞, 插入螺栓连接后接头处相邻两边能够转动。当在教材第 92 页图(a)的小木框上堆重物(如几本书)时, 由于平行四边形的不稳定性, 稍一推动它就会倒下来, 说明图(a)的小木框是不稳定的体系, 不能作为承重骨架。而在图(b)的小木框上堆重

物时，由于加了斜向木条，将平行四边形分成两个三角形，而三角形是稳定的，因而可以堆较重的重物（如多放几本书）而不会倒下来，说明图（b）的小木框是稳定的体系，能够作为承重骨架。这个小试验说明，作为建筑物的骨架必须是稳定的体系。

在土木工程结构中稳定体系称为“几何不变体系”，不稳定体系称为“几何可变体系”，使小木框两边能够转动的螺栓接头称为“铰”（见下面的参考资料）。应该说明的是，如果图（a）小木框接头处做成相邻两边不能转动的形式（如用小钢片将接头固定），则小木框就变成稳定体系，仍然能够作为承重骨架，相邻两边不能转动的接头称为“刚节点”。如有条件可以补充这一试验，也可留给学生思考，为下一节学习“刚架及框架结构”打下基础。

2. 小木凳的试验比较简单，可组织较多的学生利用教室的木凳同时进行，松软沙土可利用操场的沙坑或农田中刚犁过的土地。当木凳放到松软的沙土上再站上一个人时，由于木凳腿与土的接触面很小（应力很大）会陷入软土中，并有可能翻倒（要注意安全）；当在松软的沙土上铺一块厚木板（板不能太薄，厚度一般在 20 mm 以上），再把木凳放上站人时，由于木凳腿承受的压力通过厚木板的扩散分布到较大的面积上（压强明显减小），因而厚木板陷入软土的深度很小，也不会翻倒。通过这个试验使学生认识到，木凳腿相当于建筑物的柱子或墙，沙土相当于地基，厚木板相当于建筑物下部扩大与地基相联系的部分即基础。地基的强度通常都低于墙或柱子，不能承受较大的应力，为了使建筑物下面的地基能够支撑较大的重量，就必须把建筑物下部与地基相连部分的接触面积加大，使上部传来的力分散到较大的面积上，降低地基承受的应力，基础也是结构的组成部分。

此外，把木凳放到坚硬的土地（或水泥地面）上站一个人时，虽然木凳腿与地面的接触面很小，但由于坚硬的土地（或水泥地面）的强度较高，能够承受较大的压应力而不破坏，因而木凳腿不会陷入土中，也不会翻倒。说明地基的强度（承载力）对建筑物基础的影响很大，在坚硬的地基上建造房屋基础可以做得小一些，费用也可节省；而在软土地基上建造房屋基础必须做得很大，费用也高很多。

●对教材第 93 页“实践活动”的教学建议：

（1）建筑物除了有承重骨架（结构）部分外，还有起围护分隔作用的围护墙、分隔墙、门窗等。建筑物的围护分隔部分只承受自身的重量而不能承受或传递外部荷载，因而不属于承重骨架（结构）。因此辨认房屋的承重骨架（结构）需要从观察外部荷载的传递路径入手，可以参考教材第 72 页图 3.4，观察屋顶荷载、楼层荷载、墙体自重荷载及风荷载和土压力等是通过什么路径传递到基础和地基的。在图 3.4 中屋顶自重（屋面板及保温防水层自重）及雪荷载（分布在屋面板上）传递到屋架上，再通过屋架传递到支撑屋架的墙上；楼层自重（楼板及地面装修等自重）及使用荷载（人群及家具荷载，分布在楼板上）传递到两边的外墙和中间的内墙上；最后屋顶荷载、楼层荷载及墙体自重均通过外墙和内墙传递到基础和地基上；因此屋面板、楼板、屋架、外墙和内墙及基础就组成了图 3.4 中房屋的承重骨架（结构）。在我们周围的建筑中，6 层以下的住宅楼、教学楼及办公楼等有很多是采用类似于图 3.4 房屋的结构形式的，这种结构在土木工程中称为钢筋混凝土砌体混合结构，因为屋面板、屋架和楼板采用钢筋混凝土制作，而承重墙采用砖、石或砌块砌筑而成（砌体）。钢筋混凝土砌体混合结构比较简单，比较容易辨认。

（2）教材中表 4.1 中所列的砖或石、木材、混凝土、钢筋混凝土和钢材是最常用的建

筑材料，在一般的建筑物中都可能被用到，但不一定都会用在承重骨架（结构）上。比如教材中图 3.4 的房屋也会用到木材，但是用来做门窗，并未用作承重骨架，因此此房屋所用的建筑结构材料只有钢筋混凝土和砖石，不包括木材。

（3）同一种材料在某一种结构类型的房屋中可能是起承重作用的结构材料，而在另一种结构类型的房屋中可能不起承重作用而不是结构材料。比如砖石砌筑的墙在钢筋混凝土砌体混合结构房屋（如教材图 3.4 的房屋）中是起承重并传递荷载作用的，属于结构材料；而某些砖墙在框架结构类型的房屋中只起围护和分隔作用，并不承受外荷载，因而不属于结构材料。判别某种墙体是否起承重作用，比较直观的方法是假设这种墙体被拆除掉是否会引起房屋的整体或局部垮塌？如果会引起垮塌，这种墙体就是起承重作用的；如果不会引起垮塌，这种墙体就不是起承重作用的。比如图 3.4 的房屋如果拆除某一外墙或内墙，屋架或楼板就会垮塌，因而内墙或外墙都是起承重作用的墙。而在框架结构房屋中，屋面和楼面荷载是传递到周边的梁上，然后由梁传递到柱上，再由柱传递到基础和地基上的；在这种房屋中的墙是砌筑在梁下面起围护分隔作用的，如果将墙拆除并不会引起垮塌，因此在框架结构房屋中的墙是不起承重作用的。

（4）未配钢筋的混凝土又称素混凝土或混凝土，混凝土因抗压强度较高而抗拉强度很低，很少单独用作结构材料（多用于基础的垫层）。在混凝土中配一定数量的钢筋，使钢筋主要承受拉力而混凝土主要承受压力，就形成了一种新的复合材料——钢筋混凝土，它广泛应用于土木工程中。应该注意的是，钢筋细长容易弯曲，不能单独作为结构材料，只有将钢筋配置到混凝土中与混凝土共同工作才能起承受荷载的作用，因而应该把钢筋混凝土作为一种复合材料。作为结构材料的钢材主要是指能够单独承受荷载的型钢（工字钢、角钢、钢管等，参见教材第 50 页图 2.2），在我国多用于大型公共建筑的屋盖（网架）或大跨度工业厂房。

●对教材第 94 页“探究尝试”的处理参考意见：

这项活动主要是引导学生认识到，由于建筑材料的性能不同（有的抗压强度较高而抗拉强度很低，有的抗压和抗拉强度都很高），要根据所采用承重结构材料性能的特点选择能充分发挥材料性能的结构形式。通过力学分析，教材中图 4.2（a）中的屋架在屋面荷载作用下，在有的杆件中可能产生较大的拉力，在有的杆件中又可能产生较大的压力，因而选用抗拉强度和抗压强度都比较高的木材来制作屋架是合理的。图 4.2（b）中的落地拱在屋面荷载作用下主要产生较大的压力，因此可以选用抗压强度较高的混凝土材料来制作落地拱；但由于混凝土的抗拉强度很低，在偶然情况下落地拱中也可能产生不大的拉力，因此在落地拱中仍然要配少量的钢筋以抵抗可能产生的拉力，而成为钢筋混凝土落地拱。力学分析结果表明，图 4.2（c）中混凝土双曲面扁壳在屋面荷载作用下主要产生压力，采用抗压强度较高的混凝土薄壳足以抵抗压力，这与用手捏鸡蛋在蛋壳上产生压力，蛋壳虽很薄但却不易被压碎的道理是一样的。

应该说明的是，由于建筑材料的多样性，同一结构形式也可以用不同的材料制作，比如图 4.2（a）中的屋架也可以采用抗拉强度和抗压强度都很高的钢材来制作，图 4.2（b）中的落地拱也可以采用抗压强度很高的钢管制作。这可以作为学生的思考题或开展课堂讨论，进一步理解遵循选择能充分发挥材料性能的结构形式、合理地利用结构材料的原则，可以创造出多姿多彩的结构形式。

●对教材第 98 页“探究尝试”的处理参考意见:

1. 教材中图 4.7 (a) 进一步分析了拱的特点, 图中两拱趾间的水平距离 l 称拱的跨度, 拱顶至拱趾间水平线之间的距离 f 称拱高, l/f 称为高跨比, 是控制拱受力的重要参数。拱在竖向荷载作用下在拱趾处会产生水平推力, 水平推力的反力 H 与竖向荷载在拱中产生的竖向压力合成后将主要产生斜向压力。当作用在拱上的竖向荷载形式确定后 (如图中沿跨度均匀分布的竖向荷载), 可以通过力学分析求出一条合理的拱轴曲线 (对应于均匀分布的竖向荷载, 合理的拱轴曲线为二次抛物线), 在这种理想情况下拱内只产生压力, 因此这种拱可以用抗压强度较高的混凝土、石材或砖砌体来建筑。

2. 我国古代最著名的拱桥是河北赵州桥 (见教材第 4 页图 1.1), 建于隋代, 距今已有约 1400 年, 净跨 37.02 m, 宽约 9 m, 是世界上最早建造的圆弧形石拱桥, 充分表现出我国古代劳动人民的聪明才智。

3. 悬索的形状与拱相反, 主要承受拉力, 可以从晾衣服的绳子受拉力来理解。因此悬索可用抗拉强度很高但容易弯曲的材料来制作, 如钢丝索等。

●对教材第 98 页“实践活动”的处理参考意见:

1. 应结合材料的性能和基本构件的受力情况来判断, 对受压构件应选用抗压强度较高的材料, 表中所列的 5 种材料均可选用; 对受拉构件应选用抗拉强度较高的材料, 如木材、钢筋混凝土和钢材; 对受弯构件因部分截面受拉, 部分截面受压, 应选用抗拉和抗压强度均较高的材料, 即应选用木材、钢筋混凝土和钢材。

2. 根据调查对象的不同可能有不同的结果, 一般梁、板属于受弯构件, 墙、柱属于受压构件, 屋架的上弦杆属于受压构件, 下弦杆属于受拉构件, 腹杆可能受拉也可能受压 (参见教材第 96 页图 4.4), 受扭构件比较少见。

●对教材第 99 页“思考题”的处理参考意见:

1. 建筑结构是建筑物抵抗各种外力作用的骨架, 它是由建筑材料按照合理方式组成并能承担外力作用的稳定的物体和体系。除了教材中列举的建筑结构外, 还可通过观察举出其他一些例子。

2. 选择能充分发挥材料性能的结构形式; 合理地利用结构材料, 充分利用材料的优点, 避免和克服材料的缺点。

四、参考资料

几何不变体系与几何可变体系

杆系结构是由若干杆件相互连接而成的体系, 当它与地基连接成一整体时, 就可以用来承受荷载。一个结构要能够承受和传递荷载, 首先它的几何构造应当合理。图 4.1 (a) 所示由三根杆与地基组成的三角形结构, 受到荷载作用后, 在不考虑材料应变的条件下, 其几何形状与位置均能保持不变, 我们将这样的体系称为几何不变体系。建筑结构所用的体系应为几何不变体系。而图 4.1 (b) 所示的铰接四边形体系, 即使不考虑材料的应变, 在很小的荷载作用下也会引起体系几何形状和位置的改变, 这样的体系称为几何可变体系。显然, 几何可变体系不能用于建筑结构。对一个结构进行设计和选定计算简图时, 首先要分析它是不是几何不变体系, 这一工作称为结构的几何组成分析。

几何组成分析的目的在于: ①保证结构具有可靠的几何组成, 避免工程中出现可变结构,

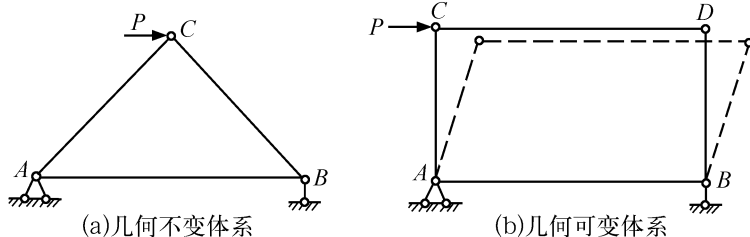


图 4.1 几何不变体系与几何可变体系

造成事故。②了解结构各部分之间的构造关系，改善和提高结构的性能。③判别静定、超静定结构。静定结构是全部内力都能用静力平衡条件求解的结构，而超静定结构是全部内力不能只用静力平衡条件求解的结构（必须补充其他条件如物理关系和变形协调关系才能求解全部内力）。

在几何组成分析中，由于不考虑杆件本身的变形，一个几何不变的体系可以视为一个刚片，刚片是指在平面内可看做刚体的物体，它的几何形状和尺寸是不变的。我们可以将一根梁、一根链杆或在体系中已肯定为几何不变的某个部分都看作一个刚片。如图 4.1 (a) 的三角形，我们可以将它视为一个刚片，也可以将此三角形视为由三个刚片 AC 、 AB 、 CB 所组成。支撑结构的地基也可以视为一个刚片，这样处理会给我们的分析带来极大的方便。

拱和悬索

拱有两大特点，即杆件是曲杆，在竖向荷载作用下有水平推力；三铰拱是一种静定的拱式结构，它在大跨度结构上用料比梁省，因而在桥梁和屋盖中广泛应用。图 4.2 (a) 为一三铰拱桥结构，图 4.2 (b) 是拱架的计算简图。拱的两端支座处称为拱趾，两拱趾间的水平距离称为拱的跨度，拱轴上距起拱线最远处称拱顶，拱顶至起拱线之间的竖直距离称为拱高，拱高 f 与跨度 l 之比称为高跨比，是控制拱的受力的重要数据。

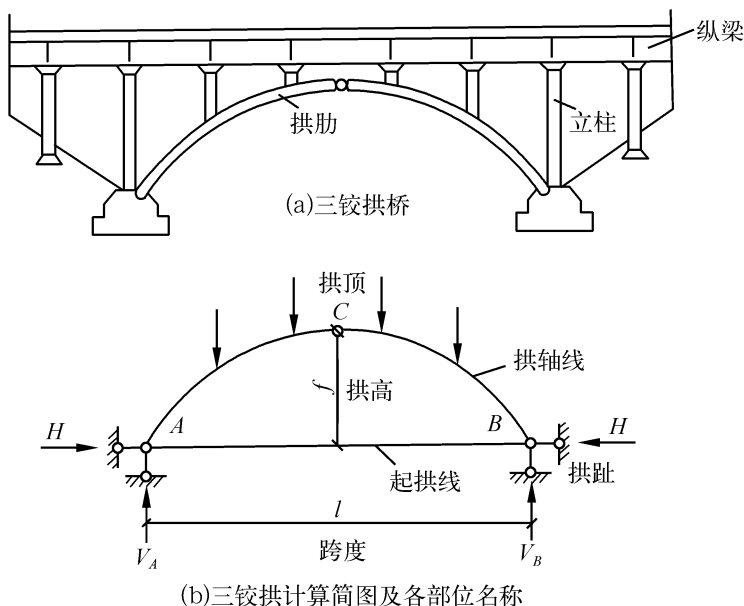


图 4.2 三铰拱桥及其计算

拱的基本特点是在竖向荷载作用下会产生水平推力 H 。水平推力的存在与否是区别拱与梁的主要标志。由于水平推力的存在，对拱趾处基础的要求高。在屋架中为消除水平推力对墙或柱的影响，在两支座间增加一拉杆，把两支座改为简支的形式，支座上的水平推力由拉杆来承担。如图 4.3 (a) 所示为一带拉杆的装配式钢筋混凝土三铰拱，图 4.3 (b) 为其计算简图，吊杆很细，不参与计算。

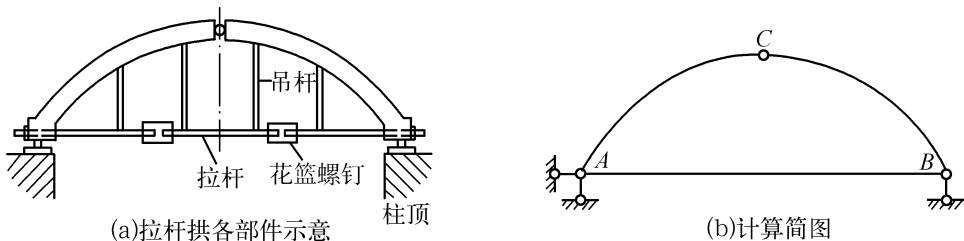


图 4.3 拉杆拱及其计算简图

三铰拱在荷载作用下各截面上一般产生弯矩、剪力及轴力，当拱所有截面均受到均匀压力且处于无弯矩及无剪力状态时，材料的使用最经济，这种在固定荷载作用下使拱处于无弯矩及无剪力状态的拱轴线称为合理拱轴线。利用合理拱轴线的概念有助于在设计中选择合理的结构形式，降低工程造价提高结构的安全性。用力学方法可以证明，图 4.4 的三铰拱在沿水平方向均匀分布的竖向荷载作用下的合理拱轴线为二次抛物线，合理拱轴线方程为 $y = \frac{4f}{l^2} x(l-x)$ 。

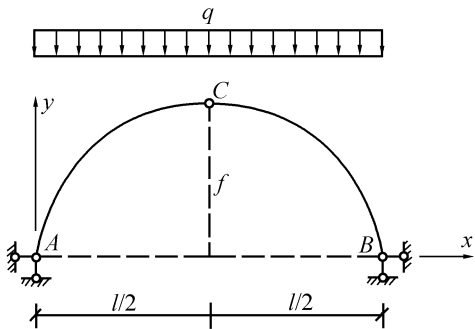


图 4.4 三铰拱的合理拱轴线

悬索也是工程实际中常见的一种结构形式，如传统的悬索桥用悬挂在两边塔架上的悬索作为主要的承重结构（图 4.5），梁自重及车辆重量通过吊索作用在悬索上。当悬索承受荷载后挠曲成 AOB 曲线， A 点与 B 点间的水平距离 l 称为跨度， A 、 B 点的连线与悬索最低点 O 的竖向距离 f 称为垂度。用力学方法可以证明，当悬索承受的竖向荷载沿水平方向均匀分布时（这种荷载大多为桥上车、人群重量所引起），悬索曲线的形状也为二次抛物线。

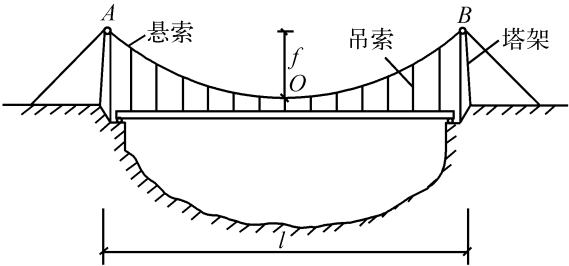


图 4.5 悬索桥

第二节 常见的建筑结构类型

一、教学目标

1. 了解常见的建筑结构类型及其特点。
2. 梁板结构是一种最常见的结构类型，了解梁板结构有哪些形式。
3. 楼梯也是一种梁板结构，了解楼梯与一般的梁板结构有哪些不同。
4. 了解桁架和网架有什么区别。

二、结构分析

通过上一节的学习，使学生理解了“建筑结构是建筑物抵抗各种外力作用的骨架，建筑结构是由建筑材料按照合理方式组成并能承担外力作用的稳定的物体和体系”，遵循“选择能充分发挥材料性能的结构形式；合理地利用结构材料，充分利用材料的优点，避免和克服材料的缺点”的原则，通过力学分析并综合考虑材料来源、建设费用及施工便捷等因素就可以创造出多姿多彩的结构形式和类型。本节进一步介绍了人类遵循上述原则在长期工程实践中创造并被广泛应用的常见建筑结构类型（梁板结构、刚架及框架结构、桁架和网架结构、拱结构、悬索结构及薄壳结构）及其特点。

本节所介绍的结构类型在结构组成、受力分析及建筑材料的选择方面均各有特点，从力学分析的角度看是按照由简单到复杂、由平面力系向空间力系过渡的，应重点说其受力的特点。此外，在实际工程中一个建筑物有时不止采用一种结构类型，在很多情况下是多种结构类型的组合。比如刚架及框架结构（参见教材第 102 页图 4.12），主要是指建筑物的主梁和柱组成建筑物的主要承重骨架，形成了具有刚性节点的结构，因而称为框架结构；而楼板和次梁是支撑在框架上的，楼板和次梁又形成了梁板结构。又比如在房屋建筑中拱结构主要用于屋盖（参见教材第 104 页图 4.21），屋盖采用拱结构支撑于两边的框架上，实际上是拱结构和框架结构的组合。

本节的“新视窗”和“小资料”意在使学生认识到，随着材料科学的发展，新的结构材料的出现，以及人类对结构受力分析的方法和手段的进步，还可以创造出更新的结构形式和结构类型，建筑结构也绝不仅仅是教材中所介绍的几种常见结构类型，要鼓励学生发挥创新能力，提出新的想法。

三、教学建议与说明

1. 梁板结构

梁板结构是房屋的楼层和屋面最常采用的结构类型之一，板的自重、作用在屋面的雨雪重量、房屋中人群设备等的重量由板传递到梁上，再由梁传递给柱（或墙）。在实际工程中大多数现浇钢筋混凝土板的四边均支在梁上，理论上作用在板上的荷载是向板四边的梁上传递的。但力学分析表明，当板的长边与短边之比较大时（大于 2），作用在板上的荷载

主要沿板短边的方向传递,而沿长边方向传递的荷载很少,可以忽略不计,在力学分析中近似认为板上荷载只沿板短边方向传递到梁上,这种梁板结构就称为单向板肋梁楼盖 [教材中图 4.9 (a)]。当板的长边与短边之比较小时(小于 2),作用在板上的荷载将通过两个方向传递到四边的支撑梁上,这种梁板结构就称为双向板肋梁楼盖 [教材中图 4.9 (b)]。

井式楼盖主要适用于需要较大空间的房屋(如会议室、小礼堂等),梁支撑在房间四周的柱或墙上,房间中间没有柱子,形成井字形的交叉梁系 [教材中图 4.9 (c)]。在梁板结构中板的面积很大,板的厚度对材料用量的影响也很大:当支撑梁的间距较大时板的厚度也较大,板所用的材料较多;当支撑梁的间距较小时板的厚度也较小,板所用的材料较少。为了减小板的厚度,有时将一个方向梁的间距做得较小(2 m 左右),则板的厚度只需 50 ~ 60 mm,这样虽然增加了部分梁所用的材料,但因板所用的材料大大减少,梁板总的材料用量还是节省的,这就形成了密肋楼盖 [教材中图 4.9 (d)]。在大型商场或仓储建筑中,因梁的高度较大减小了房屋的有效空间,为了尽可能获得较大的使用空间,有时也可以不设梁将板做得较厚,板所承受的荷载直接传递到柱上,由于板与柱相交处受力较大,通常在板柱相交处设有柱帽,称为无梁楼盖 [教材中图 4.9 (e)]。楼梯是房屋建筑中的竖向通道,楼梯有多种形式,其中板式楼梯和梁式楼梯也是一种梁板结构,只不过两端支撑梁的高度不同。板式楼梯实际是一块斜向支撑的板,板端支撑在平台梁上,最下的梯段板可支撑在梯段基础墙上;当梯段较长时,为了节省材料,可在斜板侧面设置斜梁,踏步板支撑在斜梁上,斜梁再支撑在平台梁上,这就形成了梁式楼梯。

教学中除应使学生了解梁板结构的各种形式及特点外,还应使学生认识到梁板结构的各种形式均有其优点和缺点,工程实践中,设计人员在选择梁板结构的形式时不能只从某一方面(如节省材料)考虑,要综合考虑使用要求、施工方便、材料用量(费用)等因素,以使总体上获得最大的效益。

2. 刚架结构

刚架结构是由一些直线形杆件如梁和柱组成的具有刚性节点的结构,在工程实践中多层刚架结构又称为框架结构。刚性节点是保持相交的杆件夹角(如 90°)不变的节点,刚性节点可以产生微小的转动,但在转动过程中相交于节点的杆件端部也转动相同的角度,保持夹角不变。刚架和框架结构的梁和柱组成房屋的承重骨架,墙只起分隔作用,因而房间的布置和使用灵活方便,在住宅、办公楼、商店、多层厂房中采用很普遍,便于组织学生参观。我国目前单层刚架结构房屋主要用于一些单层厂房或集贸市场建筑,且大多用钢材建造,施工速度快,造价相对较低;多层或高层框架结构建筑大多采用钢筋混凝土建造,但近年来采用钢结构建造的刚架结构逐渐增多。

3. 桁架和网架结构

桁架和网架结构也是由杆件组成的结构,与刚架和框架相比,桁架和网架结构的杆件要细小得多,在力学分析中是允许节点相交处各杆件之间夹角变化的(实际结构中变化很小);桁架和网架的荷载主要作用在节点上,因而杆件有的承受压力,有的承受拉力,承受的弯矩和剪力很小;桁架和网架结构由于杆件细小、重量轻、制作方便,在大跨度公共建筑(体育场馆、大礼堂等)的屋盖中应用较多。桁架和网架的区别在于桁架的杆件在同一平面内,属于平面受力体系;而网架的杆件不在同一平面内,属于空间受力体系,计算也复杂一些。网架以稳定的平面或空间三角形为基本单元,因而可以组合出多种多样的形状,

造型美观,应用很多,组织学生参观也比较方便。

4. 拱结构和悬索结构

拱结构和悬索结构的受力特点可以对照讲解,拱轴曲线是向上的凸曲线,拱在竖向荷载作用下主要产生压力,拱趾处必须提供较大的水平推力,因此拱结构可以用抗压强度较高的材料如石材、砖、混凝土等建造,但拱趾(拱脚)必须建造在坚实的基础(或岩石)上以提供较大的水平推力。教学中还可以引导学生设想,一旦拱趾(拱脚)在水平推力的作用下产生向外的滑移,会产生什么样的严重后果?从而加深学生对工程质量重要性的认识。悬索的曲线是向上的凹曲线,悬索在竖向荷载作用下主要产生拉力,受力情况与拱正好相反。由于悬索大多采用抗拉强度很高但比较柔韧的钢索,而钢索在风荷载作用下容易摇摆甚至向上挠曲,不易保持稳定,因此悬索结构用作屋盖时还应布置稳定索[参见教材第105页图4.23(a)~(d)]。

5. 薄壳结构

薄壳结构属于空间受力结构,由于薄壳主要承受曲面内的轴力作用,所以材料的强度(主要是抗压强度)能得到充分利用。例如,6 m×6 m的钢筋混凝土双向板,最小厚度仅需130 mm,而35 m×35 m的双曲扁壳屋盖,壳板厚度仅80 mm,因此薄壳结构自重轻,材料用量省。自然界在这方面给予人类很好的启示,如动物的蛋壳、植物种子的外壳都是以最少的材料建造坚固的薄壳空间结构很好的例子。薄壳常用于较大跨度的建筑物,如展览大厅、俱乐部、飞机库、食堂、工业厂房和仓库等的屋盖。薄壳空间结构的曲面形式按其形成的几何特点可以分为以下几类:①旋转曲面,即由一条平面曲线做母线绕其平面内的轴线旋转而形成的曲面,常见的旋转曲面有球形曲面、旋转抛物面和旋转双曲面等。②平移曲面,即一条竖向曲线(母线)沿另一条竖向曲线(导线)平移所形成的曲面。③直纹曲面,即一段直线的两端各沿一条固定的直线或曲线移动所形成的曲面。

●对教材第106页“实践活动”的处理参考意见:

1. 火力发电厂中类似烟囱的曲线形高大建筑称为冷却塔,它的作用是将电厂锅炉燃烧过的温度很高的煤渣运到塔内,通过淋水使煤渣迅速冷却后运出。由于灼热的煤渣淋水时产生大量的水蒸气,为使水蒸气尽快排出,修建了类似烟囱的曲线形冷却塔。理论分析表明,旋转双曲面形状的冷却塔可以使水蒸气以最快的速度从塔顶排出,因而火力发电厂中的冷却塔均采用旋转双曲面形状(图4.6)。

2. 此活动的目的是使学生通过试验认识到,把一张纸两端放在教材中图4.29所示的书上,纸会弯曲落下来,因为纸两端放在书上相当于一块楼板支撑在两端的墙上,



图4.6 发电厂的冷却塔

而板是受弯构件，需要有一定的厚度（截面上部受压、下部受拉，参见教材第 96 页图 4.3）才能承受荷载，而纸太薄很快就弯曲落下来。而将纸折成教材图 4.29 中的形状再将两端支撑在书上，可以看到它不会掉下，因为折板形成了薄壳空间结构，受力状况和板有很大的不同，说明薄壳结构可以大大节省材料。另外将纸弯成柱面形状并将纸的两端顶在书的内侧，形成拱结构，也可达到同样的目的。

●对教材第 107 页“思考题”的处理参考意见：

1. 常见的梁板结构形式有单向板肋梁楼盖、双向板肋梁楼盖、井式楼盖、密肋楼盖和无梁楼盖。
2. 梁、板属于受弯构件，柱属于受压构件。
3. 梁、板应采用抗拉强度和抗压强度都较高的材料如钢筋混凝土、钢材、木材等建造；柱可以用抗压强度较高的材料如砖、石砌体和混凝土等建造，抗压强度都较高的材料如钢筋混凝土、钢材、木材等同样也可用来建造柱。
4. 拱结构主要承受压力，而悬索结构主要承受拉力。

四、参考资料

拱结构应用实例

法国巴黎国家工业与技术展览中心大厅，平面为三角形，边长 218 m，高 43.6 m。屋顶采用双层波形薄壁拱壳，拱脚附近因压力较大拱壁加厚，传至 3 个拱脚的水平推力由呈三角形布置的预应力拉杆承受（图 4.7）。大厅屋顶每平方米面积的混凝土折算厚度仅 18 cm，而跨度为 206 m，厚度与跨度之比小于 1/1 100。假定鸡蛋壳的厚度为 0.4 mm，直径（跨度）为 4 cm，蛋壳的厚度与跨度之比为 1/100。由此可见，大厅的材料用量是非常省的，设计是成功的，它的跨度之大也是世界少有的。

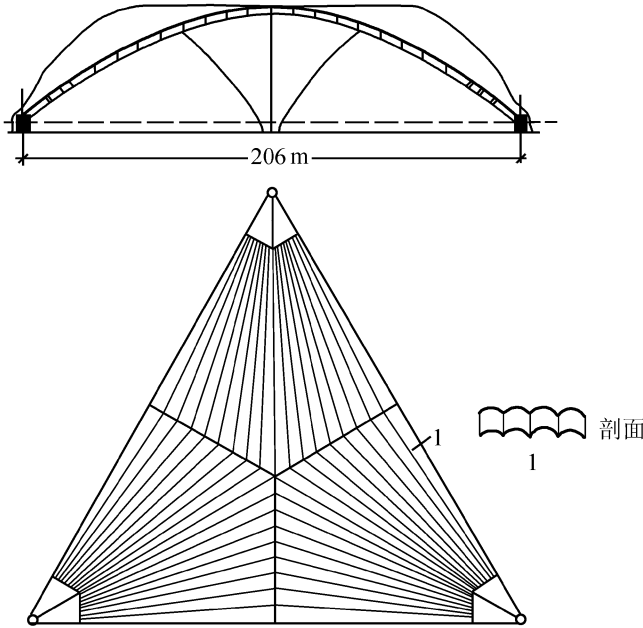


图 4.7 法国巴黎国家工业与技术展览中心大厅结构示意图

常用的屋架形式

屋架也是桁架结构,是较大跨度建筑的屋盖中常用的结构形式之一。在一般情况下,当房屋的跨度大于 18 m 时,屋盖结构采用屋架比较经济。屋架按其所采用的材料区分,有钢屋架、钢筋混凝土屋架、木屋架和钢木屋架等。钢筋混凝土屋架当其下弦采用预应力钢筋时,称为预应力钢筋混凝土屋架。目前我国预应力钢筋混凝土屋架的最大跨度已做到 60 m 以上,钢屋架的最大跨度已做到 70 m 以上。我国常用的屋架有三角形、矩形、梯形、拱形和无斜腹杆等多种形式(图 4.8)。其中三角形屋架一般用于跨度在 18 m 以下的建筑,其他形式的屋架可应用于跨度较大的建筑。

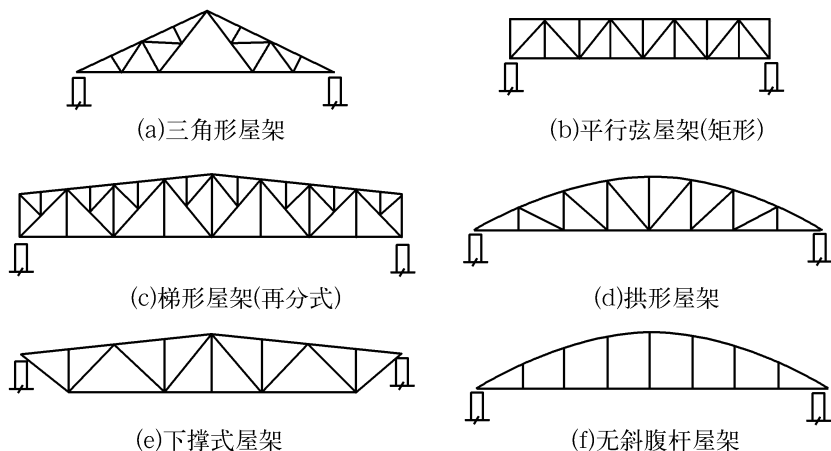


图 4.8 常用的屋架形式

悬索结构应用实例

德国乌柏特市游泳馆(教材第 105 页图 4.24)面积为 $65\text{ m}\times 40\text{ m}$,可容纳观众 2000 多人。根据两端看台的形式,屋盖设计成单曲单层悬索结构,跨度为 65 m。这种屋盖形式不仅较好地适应了建筑物内部的平面布置,而且外形也比较美观。

第三节 简单的建筑结构和模型制作

一、教学目标

1. 掌握作用在建筑结构上的永久荷载、可变荷载的特点,了解建筑结构设计荷载取值的原则。
2. 了解建筑结构设计的目的和建筑结构设计的内容。
3. 会制作简单的建筑结构模型。

二、结构分析

学生通过本章第一节和第二节的学习,初步了解了如何选择合适的结构类型,本节进一

步了解建筑结构设计的目的保证建筑结构的正常和安全使用, 结构设计的基本内容包括:

- (1) 确定并计算作用在建筑结构上的荷载。
- (2) 计算荷载在结构中引起的内力及变形, 即进行结构分析。
- (3) 选择合适的材料并确定结构构件的截面尺寸, 计算结构抵抗内力和变形的能力 (结构抗力)。
- (4) 确保结构的抵抗力大于外荷载产生的最大内力和变形。
- (5) 如不能满足要求, 则应增大结构构件的截面尺寸, 或提高所使用的结构材料的强度, 直至满足要求。

三、教学建议与说明

应该向学生说明的是, 在进行某一建筑物的结构设计时, 首先要综合考虑使用要求、施工方便、材料用量 (费用) 等多方面的因素, 选择合适的结构类型。选择合适的结构类型是结构设计的重要内容之一, 通常是由理论水平较高、工程实践经验丰富的工程师来完成, 或经担任技术负责人的工程师审查选定的。通过本章第一节和第二节的学习, 学生已经了解了选择合理结构类型的一般原则, 并懂得了一些常见结构类型的受力特点和应用范围, 本节所学习的是已经选择了合理的结构类型后所应进行的结构设计内容。

作用在房屋结构上的荷载按其随时间变化的特点可分为永久荷载、可变荷载和偶然荷载。永久荷载是指在结构使用期间其值不随时间变化, 或其变化与平均值相比可以忽略不计的荷载, 如结构自重、土压力、预应力等; 可变荷载是指在结构使用期间其值随时间变化, 且其变化与平均值相比不可以忽略不计的荷载, 如安装荷载、楼面活荷载、风荷载、雪荷载、吊车荷载、温度变化等; 偶然荷载是指在结构使用期间不一定出现, 而一旦出现其量值很大且持续时间很短的荷载, 如地震、爆炸、撞击荷载等。

确定作用在建筑结构上荷载的大小是进行结构受力分析的前提, 由于作用在建筑结构上的荷载 (特别是可变荷载) 是变化的, 确定荷载值的大小是比较复杂的问题。如果荷载取值过大, 则会使设计的结构尺寸偏大, 材料用量过多造成浪费; 如果荷载取值过小, 又会使设计的房屋结构不安全。为了确保所设计的建筑结构既安全可靠, 又不造成浪费, 在工程设计中规定建筑结构上荷载的取值要通过统计和概率分析来确定, 使作用在建筑结构上实际荷载可能出现的最大值超过设计计算中所采用荷载值的概率要足够小。我国广大建筑科技工作者对各种荷载进行了大量的调查、统计和概率分析, 制定了国家技术标准《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001), 规定了各种荷载值的大小, 因此在建筑结构设计中, 各种荷载的大小要按照国家标准的规定取值。

根据结构类型和荷载作用方式的不同, 计算荷载在结构中引起的内力和变形 (结构受力分析) 可能比较简单, 也可能很复杂, 有的可以手算, 有的必须借助电子计算机才能计算。本节参考资料中给出的简支梁受力分析可以运用高中物理中的力学知识来进行, 可供教学或学生练习参考。

结构的抗力是指结构抵抗内力和变形的能力, 结构的抗力与构件的截面尺寸和材料的强度有关。教材第 109 页给出的是一个抗力计算最简单的例子, 即钢筋所能抵抗的最大拉力 $N_u = f_y A_s = 210 \text{ N/mm}^2 \times 154 \text{ mm}^2 = 32\,340 \text{ N} = 32.34 \text{ kN}$, 其中 A_s 为钢筋的截面面积, f_y 为钢筋抗拉强度的设计值。应该说明的是, 采用不同材料 (钢材、木材、钢筋混凝土及砖石

等) 制作的结构或基本构件在不同受力情况下(受拉、受压、受弯、受剪及受扭) 抗力的计算方法是不同的, 我国的国家技术标准均规定了相应的抗力计算方法, 如《钢结构设计规范》《木结构设计规范》《混凝土结构设计规范》和《砌体结构设计规范》等, 专业技术人员在计算结构抗力时必须遵守上述规范的规定。

教学中还应该指出, 建筑结构材料的强度也是在一定范围内变化的, 即使同一炉炼出的钢材或同一批浇筑的混凝土, 其强度也是有的高一些有的低一些, 因此确定计算结构抗力时所采用的材料强度值(材料强度的设计值) 也是比较复杂的问题。如果材料强度的设计值取得过低, 结构虽然很安全, 但所需材料的用量过大, 不够经济; 如果材料强度的设计值取得过高, 虽然所用的材料减少, 却又不够安全。在工程结构设计中, 材料强度的设计值是通过材料强度的概率统计分析确定的, 使材料实际可能出现的最低强度低于设计时所采用的材料强度设计值的概率要足够小, 既要保证结构安全, 又不使材料的用量过大。我国的结构设计规范均列出了各类结构材料的强度设计值, 供工程技术人员在计算结构抗力时采用, 教材第 109 页的“小资料”列出了我国现行《混凝土结构设计规范》规定的部分钢筋和混凝土材料的强度设计值。

●对教材第 108 页“现象与问题”的处理参考意见:

通过对作用在房屋结构上的荷载、荷载在结构中引起的内力和变形及结构抗力的学习, 就能比较好地理解本节开头的“现象与问题”。

1. 作用在走道板上的荷载主要有板的自重(包括板底粉刷层和板顶地面装修层自重), 即永久荷载, 以及板面承受的人群设备重量, 即可变荷载。

2. 上述荷载作用在走道板上将引起的内力有弯矩和剪力(详见下面的参考资料“简支梁的受力分析”), 引起的变形为板向下的挠曲变形。

3. 板抵抗内力和挠曲变形的能力即为结构的抗力, 要保证走道板的安全使用, 必须使板的抗力(抵抗弯矩和剪力的能力) 大于荷载引起的弯矩和剪力, 并使板向下的挠曲变形控制在允许的范围内。

●对教材第 110 页“思考题”的处理参考意见:

1. 通常作用在房屋结构上的荷载有房屋构件的自重、建筑物中人群或设备物品的重量、风荷载、雨雪荷载等, 在地震区还应考虑地震荷载。永久荷载是不随时间变化(或变化很小) 的荷载, 如房屋构件的自重等; 可变荷载是随时间变化的荷载, 如建筑物中人群或设备物品的重量、风荷载、雨雪荷载等。

2. 偶然荷载是指在结构使用期间不一定出现, 而一旦出现其量值很大且持续时间很短的荷载, 如地震、爆炸、撞击荷载等。

3. 结构设计的内容一般应包括: 选择合理的结构类型, 计算作用在建筑结构上的荷载, 计算荷载在结构中引起的内力及变形(结构分析), 确定结构构件的截面尺寸和材料强度, 计算结构的抗力, 确保结构的抵抗力大于外荷载产生的最大内力, 结构的变形控制在允许的范围内。如不能满足要求, 则应增大结构构件的截面尺寸或提高所用结构材料的强度, 直至满足要求。

四、参考资料

作用在建筑结构上的恒荷载与活荷载

永久荷载又称恒荷载, 可按结构构件的体积和组成构件材料的标准重度(单位体积的

重量) 计算得出, 在国家标准中给出了常用材料的标准重度, 因而设计时可以很方便地计算出房屋结构的自重即恒荷载。表 4.1 列出了部分材料的标准重度, 按照材料标准重度计算的荷载值称为恒荷载的标准值。

表 4.1 部分材料的标准重度

材料名称	杉木	松木	石灰砂浆	水泥砂浆	素混凝土	钢筋混凝土	普通砖砌体	钢材
标准重度/ (kN/m ³)	4~5	6~7	17	20	22~24	24~25	18	78.5

例如, 一根钢筋混凝土梁的截面为 $b \times h = 200 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ (b 表示截面的宽度, h 表示截面的高度), 梁的长度 $l = 3\,000 \text{ mm}$, 则每 1 m 梁长自重的标准值

$$q_k = 0.2 \text{ m} \times 0.5 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 2.5 \text{ kN/m}$$

整根梁自重的标准值

$$G_k = 0.2 \text{ m} \times 0.5 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 7.5 \text{ kN}$$

在以上计算中, q_k 表示沿梁每米长度荷载的标准值, 单位为 kN/m, 称为 (线) 均布荷载; 在工程中均布荷载也可以表示为单位面积上荷载值的大小, 单位为 kN/m², 在计算楼板荷载时会用到。 G_k 又称为集中荷载, 单位为 kN。均布荷载和集中荷载在结构设计中会经常用到。

可变荷载又称活荷载, 作用在建筑物上的活荷载变化很大, 要准确确定它的大小是很困难的。比如同样是住宅建筑, 有的家里人口多、家具重, 活荷载就大一些; 有的家里人口少、家具轻, 活荷载就小一些。又比如风荷载 (风压力), 在北方或沿海地区, 风压力就大一些; 在内陆或建筑物密集的地区风压力就小一些; 即使在同一地区, 在不同的年份或不同的季节, 风压力大小也不一样; 此外, 建筑物的形状和高度不同, 所承受的风压力也不相同。

为了提出可供结构设计中采用的活荷载值, 我国广大的科技人员进行了大量的调查和研究。比如, 为了确定住宅和办公室活荷载的取值, 先后对 4 个城市 (北京、兰州、成都和广州) 的 606 间住宅的实际活荷载进行了测定, 对 3 个城市 (北京、兰州和广州) 的 258 间办公室的实际活荷载进行了测定。根据测定的结果进行统计分析, 找出其变化的规律, 分别确定一个相对较大的荷载值作为设计中采用的住宅 (或办公室) 活荷载值。

又比如, 为了确定风荷载的取值, 根据全国各气象台站的最大风速记录, 经过统计分析确定 50 年内的最大风速, 再按伯努力 (Bernoulli) 公式求出各地的基本风压力, 在设计时还要根据建筑物的形状和高度将基本风压力换算成所采用的风荷载值。

其他活荷载的大小也是用类似的方法确定的, 这样用统计的方法确定的活荷载值称为活荷载标准值。表 4.2 列出了部分楼面活荷载标准值。

表 4.2 部分楼面活荷载标准值

类 别	住宅、办公室、教室	阳台、走廊 (一般情况)	阳台 (人群 密集时)	食堂、一般 档案室	礼堂、剧场、 洗衣房	商店、展览 厅、候车室	健身房、演 出舞台
标准值/ (kN/m ²)	2.0	2.5	3.5	2.5	3.0	3.5	4.0

简支梁的受力分析

图 4.9 所示的简支梁是一种静定结构，图中的钢筋混凝土梁支撑在两边的砖墙上，上部承受砖墙的自重。为了进行结构受力分析，还必须把实际的结构 [图 4.9 (a)] 简化成图 4.9 (b) 的形式，称为结构的计算简图。为什么要把实际的结构简化成计算简图呢？这是因为实际结构在支座处的受力很复杂，为了简化结构的受力分析，必须把支座处的受力形式理想化，简化成为结构的计算简图。图 4.9 (b) 中左边所画的支座形式表示该支座不允许梁在支座处上、下、左、右移动，但允许梁在支座处转动，称为不动铰支座 [图 4.10 (a)]；图 4.9 (b) 中右边所画的支座形式表示该支座不允许梁在支座处上、下移动，但允许左、右移动和在支座处转动，称为可动铰支座 [图 4.10 (b)]。还有一种支座既不允许梁在支座处上、下、左、右移动，也不允许梁在支座处转动，称为固定端支座 [图 4.10 (c)]。不动铰支座、可动铰支座和固定端支座是结构受力分析中经常采用的支座形式，它们与实际工程支座的受力情况不完全相同，但只是忽略了次要因素，保留了结构受力的最主要特征，使结构受力的分析大大简化。

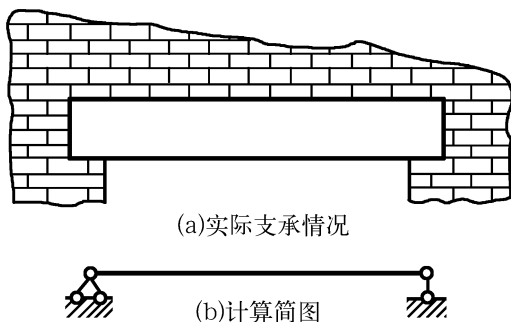


图 4.9 过梁的支撑情况和计算简图

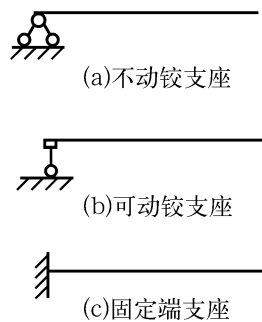


图 4.10 支座的形式

设图 4.9 中梁两支座之间的距离（称为跨度）为 l ，梁上承受的均布荷载（包括上部墙体传来的荷载和梁自重）为 q ，则由静力平衡方程可求出简支梁各部分的内力，具体步骤如下（图 4.11）：

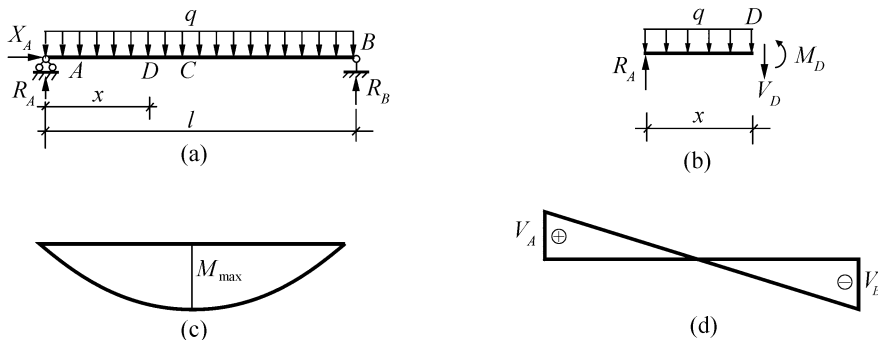


图 4.11 简支梁的受力分析

(1) 图 4.11 (a) 的简支梁上没有作用水平方向的外力，由水平方向力的平衡条件可

知 A 支座水平方向的反力 $X_A=0$ 。作用在梁上的均布荷载 q 对 A 支座的顺时针方向的力矩为 $ql \times l/2 = ql^2/2$, B 支座反力 R_B 对 A 支座的逆时针方向的力矩为 $R_B \times l = R_B l$; 由于简支梁处于平衡状态, 逆时针方向的力矩必定和顺时针方向的力矩相等, 即 $R_B l = ql^2/2$, 可求得 $R_B = ql/2$ 。同理, 可求出 $R_A = ql/2$ 。

(2) 将梁从距 A 支座 x 处的 D 截面切开, 暴露出内力 (这样切开的图称为隔离体图), 由水平方向的反力 $X_A=0$ 可知, 在 D 截面上只有弯矩 M_D 和剪力 V_D 。A 支座的反力 R_A 对 D 截面的顺时针方向的力矩为 $R_A x = qlx/2$, 弯矩 M_D 和均布荷载 q 对 D 截面的逆时针方向的力矩为 $M_D + qx \times x/2$, 由逆时针方向的力矩和顺时针方向的力矩相等可以得到 $M_D + qx \times x/2 = qlx/2$, 即

$$M_D = \frac{ql}{2}x - qx \frac{x}{2} = \frac{qx}{2} (l-x)$$

在跨中 C 截面 $x = \frac{l}{2}$, 弯矩最大, $M_{\max} = M_C = \frac{ql^2}{8}$ 。

由竖向力的平衡关系可以得出 $R_A = ql/2 = V_D + qx$, 即

$$V_D = \frac{ql}{2} - qx$$

在支座 A 截面 $x=0$, B 截面 $x=l$, 剪力的绝对值最大, $V_A = \frac{ql}{2}$, $V_B = -\frac{ql}{2}$, 在图 4.11

(b) 中规定对支座顺时针方向转动的剪力取正号, 对支座逆时针方向转动的剪力取负号。

(3) 将沿梁轴线各截面的弯矩 M 和剪力 V 按比例画出, 称为内力图, 分别如图 4.11

(c)、图 4.11 (d) 所示。内力图是结构受力分析中经常用到的。