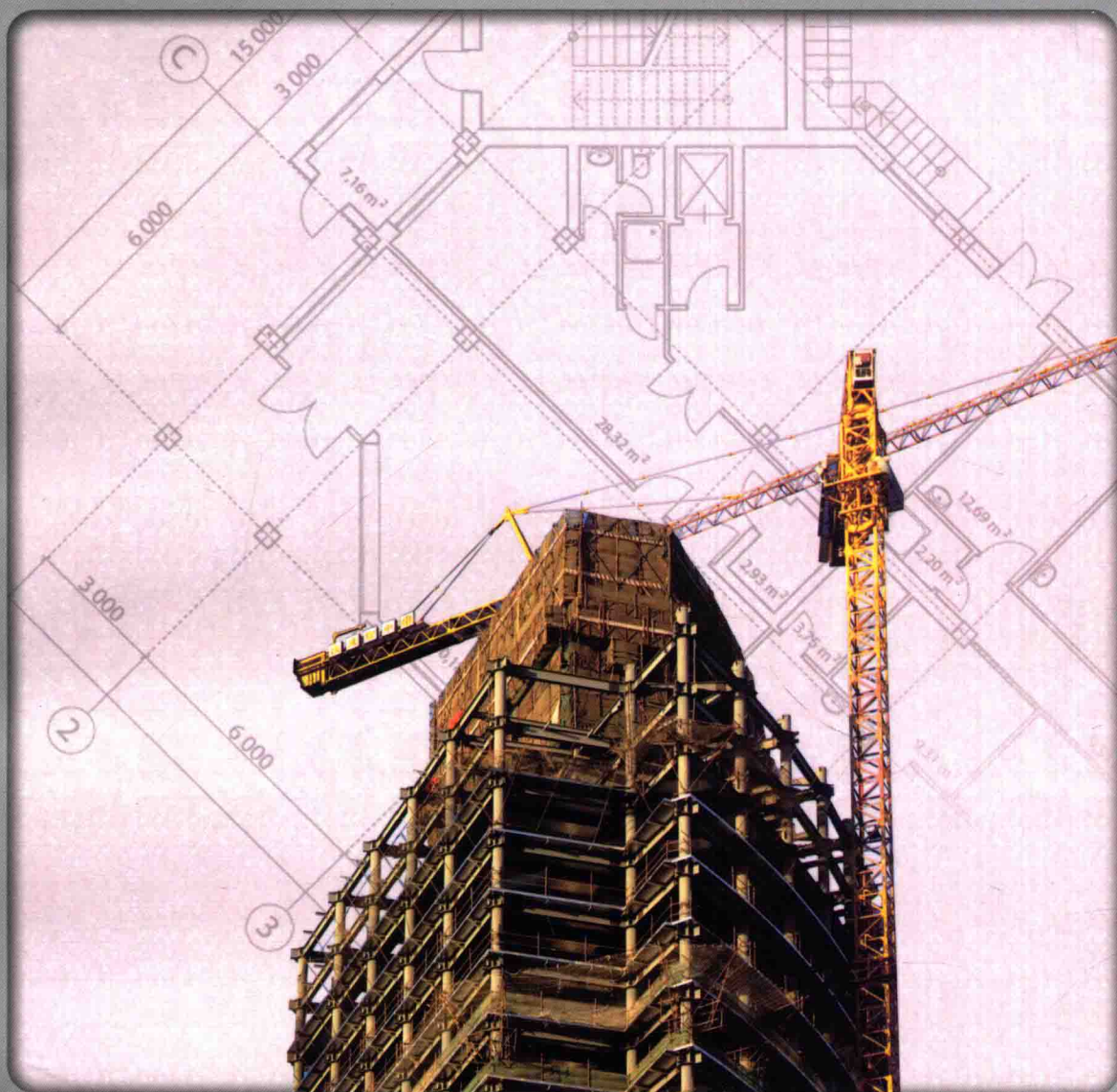




混凝土结构与砌体结构

HUNNINGTU JIEGOU YU QITI JIEGOU

主编/赵维霞 马秀平

主审/牟培超

北京理工大学出版社

INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

| 知识协同过滤 | 内容标准更新 | 层次合理递进 |

混凝土结构与砌体结构

主 编 赵维霞 马秀平
副主编 吴 恒 张 毅 赵维森
参 编 孙巨凤 郑 宇 滕永彪
主 审 牟培超

内 容 提 要

本书依据我国颁布的《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)及相关国家标准和规范,在教材内容选取上充分体现“必需够用”的原则,全书以结构基本概念和结构构造为重点,注重结构构件的受力特点分析,取消弱化结构设计和公式推导等传统内容,系统介绍了结构设计原则、钢筋混凝土材料力学性能、受弯构件设计、受扭构件设计、梁板结构设计、多高层框架结构设计及砌体结构房屋设计等内容。

《混凝土结构与砌体结构》主要作为高等院校建筑工程技术专业或土建类其他相关专业的教学用书,也可作为岗位培训教材或土建相关工程技术人员的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构与砌体结构/赵维霞,马秀平主编.—北京:北京理工大学出版社,2014.1

ISBN 978-7-5640-8728-9

I. ①混… II. ①赵… ②马… III. ①混凝土结构 ②砌体结构 IV. ①TU37 ②TU209

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第314728号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(总编室)

82562903(教材售后服务热线)

68948351(其他图书服务热线)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京市通州京华印刷制版厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/17

字 数/382千字

版 次/2014年1月第1版 2014年1月第1次印刷

印 数/1~1 500

定 价/46.00元

责任编辑/杨 倩

文案编辑/杨 倩

责任校对/周瑞红

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

PREFACE

本书是结合教育部《关于以就业为导向，深化高等职业教育改革的若干意见的精神》及《教育部关于全面提高高职高专教育质量的若干意见》等文件精神，适应高等院校教育改革而编写的。“混凝土结构与砌体结构”主要讲授在研究结构基本构件受力特点的基础上，解决钢筋混凝土结构及砌体结构的强度和变形问题，从而进一步解决构件的设计问题，包括结构方案、构件选型、材料选择和构造要求等问题，是集试验、计算、构造、实践为一体的综合性较强的课程。其教学主要任务是培养学生基本构件验算及设计能力和建筑结构工程图识读能力，使其具备施工中结构问题的认知及处理能力；对学生职业能力培养和职业素质养成起到核心支撑作用。

本书由赵维霞、马秀平任主编，吴恒、张毅、赵维森任副主编，牟培超任主审。参加编写的人员及分工如下：赵维霞编写项目1、项目2、项目4；马秀平编写项目3、项目5；吴恒编写项目6；张毅编写项目8；赵维森编写项目7；孙巨凤、郑宇、滕永彪编写了项目4的部分内容。

本书在编写过程中参考了国内外同类教材和相关资料，由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录 CONTENTS

绪论	1
项目1 建筑结构设计方法应用	7
任务1.1 了解结构的极限状态	7
任务1.2 概率极限状态设计方法的应用	12
项目2 钢筋混凝土材料的力学性能	17
任务2.1 钢筋的性能及要求	17
任务2.2 混凝土的力学性能	20
任务2.3 钢筋与混凝土间的粘结	24
项目3 钢筋混凝土受弯构件设计	27
任务3.1 受弯构件构造要求	27
任务3.2 受弯构件正截面承载力计算	34
任务3.3 受弯构件斜截面承载力计算	60
任务3.4 受弯构件变形及裂缝宽度验算	75
项目4 钢筋混凝土受压构件设计	88
任务4.1 钢筋混凝土轴心受压构件设计	88
任务4.2 钢筋混凝土偏心受压构件设计	98
项目5 钢筋混凝土受扭构件设计	114
任务5.1 受扭构件的分类	114
任务5.2 纯扭构件的承载力计算	115
任务5.3 弯剪扭构件的承载力计算	121
项目6 梁板结构设计	128
任务6.1 梁板结构的认识	128

任务6.2 单向板肋梁楼盖设计	131
任务6.3 双向板肋梁楼盖设计	158
任务6.4 钢筋混凝土楼梯设计	165
任务6.5 钢筋混凝土雨篷设计	174
项目7 钢筋混凝土多层框架结构房屋设计	178
任务7.1 结构体系认识	178
任务7.2 框架结构内力分析	180
任务7.3 框架结构梁、柱节点构造要求	200
项目8 砌体结构设计	205
任务8.1 静力计算方案确定	205
任务8.2 墙、柱高厚比验算	209
任务8.3 受压构件承载力计算	213
任务8.4 轴心受拉、受弯、受剪构件设计	232
任务8.5 刚性方案房屋墙柱设计	234
任务8.6 过梁、挑梁与圈梁设计	244
附录 等截面等跨连续梁在常用荷载作用下的内力系数表	257
参考文献	266

绪 论

●学习目标

通过对绪论的学习,熟悉混凝土结构和砌体结构的分类,理解混凝土结构和砌体结构的优缺点及其应用范围,掌握混凝土和钢筋协同工作的原因,深刻体会学习本课程的重要性。

1. 混凝土结构

(1)混凝土结构分类。混凝土结构是以混凝土材料为主,根据需要配置和添加钢筋、钢筋网、钢筋、钢管、预应力钢筋和各种纤维而形成的结构,包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构、钢筋混凝土结构、钢管混凝土结构、预应力混凝土结构及纤维混凝土结构等。素混凝土结构是指由无筋或不配置受力钢筋的混凝土制成的结构。由于混凝土材料抗压性能好,但抗拉性能差,因此,素混凝土结构在工程中的使用范围有限,主要用于承受压力的结构,在建筑工程中一般只用作基础垫层或室外地坪。钢筋混凝土结构是指在混凝土结构中配置受力的钢筋、钢筋网或钢筋骨架形成的结构,是混凝土结构中最常用的结构,主要适用于各种受压、受拉、受弯和受扭结构,如梁、板、柱、墙等。钢管混凝土结构主要是针对高层建筑中的柱而言的,高层建筑为了压缩混凝土柱截面,将型钢置于柱中以增强柱子的承载能力,常用的型钢截面有十字形和 I 形(图 0-1)。在钢管中充填混凝土的结构称为钢管混凝土结构(图 0-2)。钢管混凝土结构是从型钢混凝土结构及螺旋箍筋柱发展而来的。国外最早应用型钢混凝土结构,主要是用混凝土来保护钢结构,使之防火性能及防腐蚀性能得到大

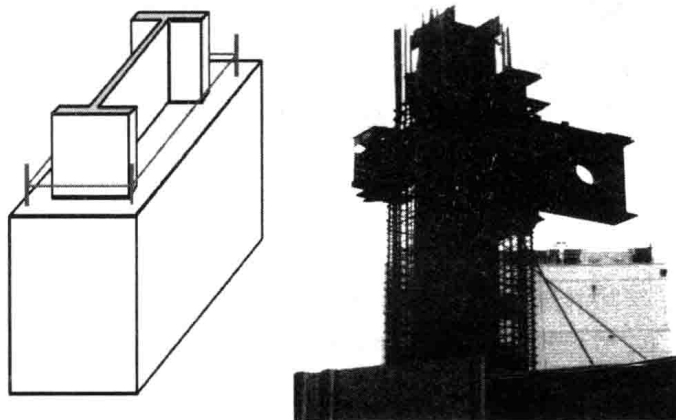


图 0-1 钢筋混凝土柱

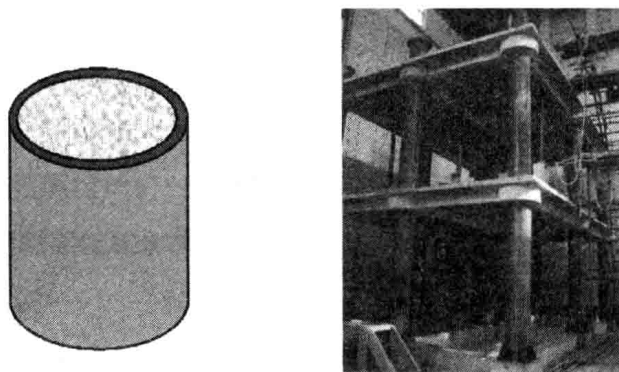


图 0-2 钢管混凝土

大改善，不必进行经常性的、工作量很大的日常维护。后来，在结构中才主要利用混凝土来提高结构刚度，以减小结构的侧移。将型钢混凝土用于高层、超高层及高耸钢结构中，以及用于地震区的建筑中，将使建(构)筑物的侧移大大减小。预应力混凝土是由配置受力的预应力钢筋通过张拉或其他方法建立预加应力的混凝土制成的结构，预应力混凝土结构的应用范围和钢筋混凝土结构相似，但由于预应力混凝土结构具有抗裂性好、刚度大和强度高的特点，适用于一些跨度大、荷载重及有抗裂抗渗要求的结构，如桥梁、吊车梁等。

(2)钢筋混凝土结构特点及其应用。图 0-3(a)、(b)所示，素混凝土、钢筋混凝土简支梁，截面尺寸(200 mm×300 mm)、跨度及荷载相同，混凝土强度等级均为 C20。通过试验可得出，对素混凝土梁，由于混凝土的抗拉性能差，在集中荷载还不大的时候，混凝土就开裂，使截面缩小，梁迅速折断。破坏时，梁的变形很小，无明显预兆，属脆性破坏类型。而配置受拉钢筋的梁受拉区依然会开裂，但裂缝出现后，拉力主要由钢筋承担，荷载还能继续增加很多，直至钢筋屈服，受压区混凝土被压碎，梁才被破坏。破坏时，梁的变形很大，有明显预兆，属延性破坏类型。配筋不仅提高了梁的承载能力，而且也提高了它的变形能力。钢筋混凝土结构将两者结合在一起协同工作，让钢筋主要承受拉力，混凝土主要承受压力，从而充分地利用了材料。钢筋和混凝土是两种物理力学性质不同的材料，它们在钢筋混凝土结构中之所以能够共同工作，是因为：

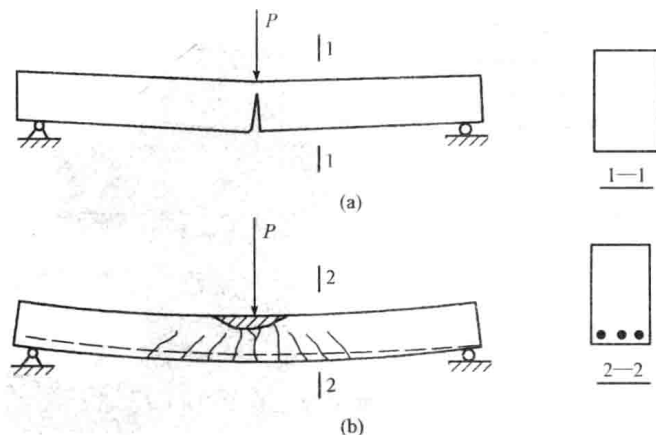


图 0-3

(a)素混凝土梁；(b)钢筋混凝土梁

1) 钢筋表面与混凝土之间存在粘结作用。这种粘结作用由三部分力组成：一是混凝土结硬时体积收缩，将钢筋紧紧握住而产生的摩擦力；二是由于钢筋表面凹凸不平而产生的机械咬合力；三是混凝土与钢筋接触表面间的胶结力。其中机械咬合力约占 50%。

2) 钢筋和混凝土的温度线膨胀系数几乎相同(钢筋为 $1.2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ，混凝土为 $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)，在温度变化时，二者的变形基本相等，不致破坏钢筋混凝土结构的整体性。

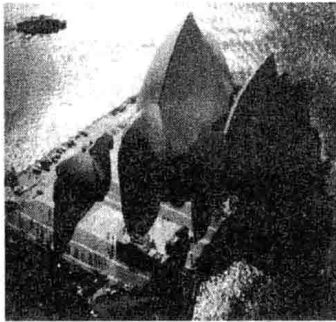
3) 钢筋被混凝土包裹着，不会因大气的侵蚀而生锈变质。

上述三个原因中，钢筋表面与混凝土之间存在粘结作用是最主要的原因。因此，钢筋混凝土构件配筋的基本要求，就是要保证二者共同受力，共同变形。

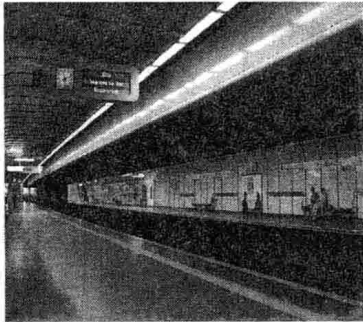
钢筋混凝土结构是混凝土结构中应用最多的一种，也是应用最广泛的建筑结构形式之一。它不但被广泛应用于多层与高层住宅、宾馆、写字楼以及单层与多层工业厂房等工业与民用建筑中，道路、桥梁、水利工程中，而且水塔、烟囱、核反应堆等特种结构以及工业、交通、民用和军用的地下工程中也多采用钢筋混凝土结构(图 0-4)。钢筋混凝土结构之所以应用如此广泛，主要是因为它具有如下优点：



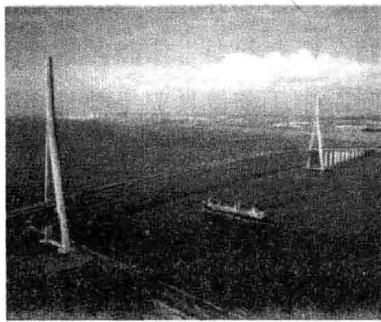
迪拜大厦(162层，总高828 m)



悉尼歌剧院



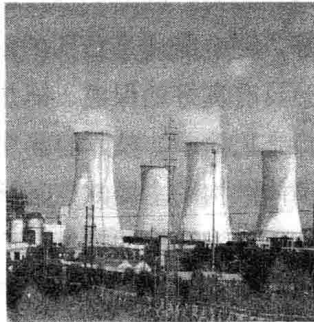
地铁



法国诺曼底桥



三峡工程



烟囱

图 0-4 钢筋混凝土结构的应用

1) 可就地取材。钢筋混凝土的主要材料是砂、石、水泥和钢筋。砂和石一般都可由建筑工地附近提供，水泥和钢材的产地在我国分布也较广。

2) 耐久性好。钢筋混凝土结构中，钢筋被混凝土紧紧包裹而不致锈蚀，即使在侵蚀性介质条件下，也可采用特殊工艺制成耐腐蚀的混凝土，从而保证了结构的耐久性。

3) 整体性好。钢筋混凝土结构特别是现浇结构有很好的整体性，这对于地震区的建筑

物有重要意义,另外对抵抗暴风及爆炸和冲击荷载也有较强的能力。

4)可模性好。新拌合的混凝土是可塑的,可根据工程需要制成各种形状的构件,这给合理选择结构形式及构件断面提供了方便。

5)耐火性好。混凝土是不良传热体,钢筋又有足够的保护层,火灾发生时钢筋不致很快达到软化温度而造成结构瞬间破坏。

钢筋混凝土也有一些缺点,主要是:

1)自重大。若承受荷载相同,采用混凝土结构时的截面尺寸比采用钢结构要大很多,从而导致混凝土结构自重大,这对建筑大跨度结构、高层结构及结构的抗震都极为不利。

2)抗裂性能差。由于混凝土抗拉强度很低,所以受拉区很容易出现裂缝,裂缝过宽,就会影响其使用性能。

另外,混凝土结构还存在模板用量大、工期长等缺点,但随着科学技术的不断发展,这些缺点可以逐渐克服。例如,采用轻质、高强的混凝土,可克服自重大的缺点;采用预应力混凝土,可克服容易开裂的缺点;掺入纤维做成纤维混凝土,可克服混凝土的脆性;采用预制构件,可减小模板用量,缩短工期。

2. 砌体结构

由块体(砖、石材、砌块)和砂浆砌筑而成的墙、柱作为建筑物主要受力构件的结构称为砌体结构,它是砖砌体结构、石砌体结构和砌块砌体结构的统称。

砌体结构主要有以下优点:

1)取材方便,造价低廉。砌体结构所需用的原材料如黏土、砂子、天然石材等几乎到处都有,因而比钢筋混凝土结构更为经济,并能节约水泥、钢材和木材。砌块砌体还可节约土地,使建筑向绿色建筑、环保建筑方向发展。

2)具有良好的耐火性及耐久性。一般情况下,砌体能耐受 400°C 的高温。砌体耐腐蚀性能良好,完全能满足预期的耐久年限要求。

3)具有良好的保温、隔热、隔声性能,节能效果好。

4)施工简单,技术容易掌握和普及,也不需要特殊设备。

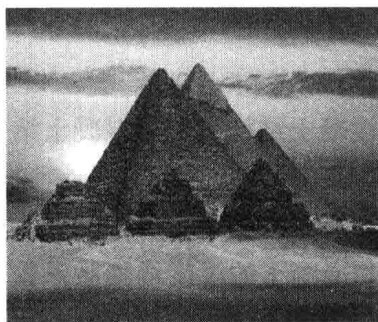
砌体结构的主要缺点是抗拉、抗弯、抗剪强度低,自重大,抗震性能差,砌筑速度慢。

鉴于砌体结构的缺点,一般不宜作为受拉或受弯构件。房屋的楼盖或屋盖结构通常采用钢筋混凝土结构、钢结构和木结构。因此,通常将由砌体和其他材料组成的结构称为混合结构。砌体结构在多层建筑中应用非常广泛,特别是在多层民用建筑中,砌体结构占绝大多数,目前,高层砌体结构也开始应用。

砌体结构的应用可以追溯到古埃及的金字塔、我国秦朝时的长城和隋朝时的赵州桥,以及一些宫殿、佛塔等。今天,砌体结构的应用更加广泛,不但应用于低层及多层民用建筑,如私人住宅、别墅、办公楼、试验楼等,在工业建筑中(如围墙、烟囱、筒仓、水池、料仓等)也较多采用,如图0-5所示。

3. 学习方法与要求

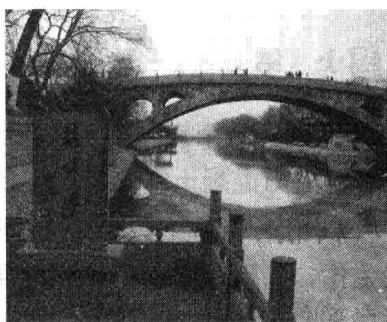
“混凝土结构与砌体结构”是建筑工程技术专业的主要专业基础课程,也是核心课程,



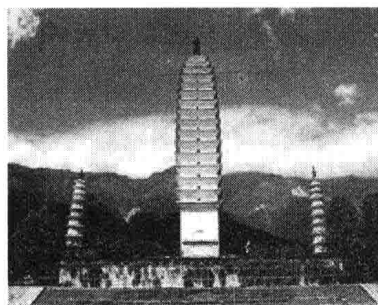
金字塔



长城



赵州桥



云南大理崇圣寺三塔



多层砌体房屋

图 0-5 砌体结构应用

在该专业的课程体系中起到承上启下的作用，是建筑工程技术的能力基础，主要内容包括建筑结构设计方法应用、钢筋混凝土材料的力学性能、钢筋混凝土受弯构件设计、钢筋混凝土受压构件设计、钢筋混凝土受扭构件设计、梁板结构设计、钢筋混凝土多层框架结构房屋设计、砌体结构设计等八个项目。

通过本课程的学习，学生应对建筑施工项目中建筑构件及结构有一个比较全面的认识，掌握结构构件设计的方法与步骤，从而进一步解决混凝土及砌体结构及构件设计问题，包括结构方案的确定、构件选型、材料选择、配筋和构造要求等问题。通过实践教学，理论联系实际，学生应具备施工中结构问题的认知及处理能力。

本课程具有很强的实践性和综合性。课程依托于工程实际，最终又要解决实际工程中的截面设计及构造等问题，因此具有很强的实践性；而其设计构成从确定结构方案直到内力分析，最后到构造措施，具有很强的综合性。因此，要加强课程作业、课程设计和毕业设计等实践性教学环节的学习。本课程的数学内容以规范为依据，包括《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)等，在学习课程的同时，学生需要深刻理解规范条文，逐步熟悉和正确运用。

本课程的内容多、符号多、计算公式多、构造规定也多，学习时应注意加强理解，切忌死记硬背、生搬硬套。如在进行构件设计计算时，无论正截面受弯、斜截面受剪还是受压构件配筋计算，只要理解基本假定，绘制出受力图，公式自然就记住了。

“混凝土结构与砌体结构”是一门发展很快的学科，学习时要多注意它的新动向和新成就，以扩大知识面。

小结

1. 混凝土结构包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构、钢骨混凝土结构、钢管混凝土结构、预应力混凝土结构及纤维混凝土结构等。

2. 钢筋和混凝土是两种物理力学性质不同的材料，在钢筋混凝土结构中之所以能够共同工作，是因为：钢筋表面与混凝土之间存在粘结作用；钢筋和混凝土的温度线膨胀系数几乎相同，在温度变化时，二者的变形基本相等，不致破坏钢筋混凝土结构的整体性；钢筋被混凝土包裹着，不会因大气的侵蚀而生锈变质。

3. 砌体结构是指由块体(砖、石材、砌块)和砂浆砌筑而成的墙、柱作为建筑物主要受力构件的结构。

思考与练习

1. 混凝土结构分类有哪些？钢筋和混凝土是如何共同工作的？
2. 钢筋混凝土结构有哪些优点和缺点？
3. 砌体结构有哪些优点和缺点？
4. 本课程主要包括哪些内容？学习本课程要注意哪些问题？

项目 1 建筑结构设计方法应用

◎学习目标

通过对建筑结构设计方法应用的学习，充分认识结构的极限状态，掌握概率极限状态设计方法的应用。

任务 1.1 了解结构的极限状态

1.1.1 结构的安全等级

我国根据建筑结构破坏后果的影响程度，将结构分为三个安全等级，见表 1-1。破坏后果很严重的为一级；破坏后果严重的为二级；破坏后果不严重的为三级。对人员比较集中、使用频繁的体育馆、影剧院等，安全等级宜按一级设计。建筑物中各类结构构件的安全等级，宜与整个结构的安全等级相同，允许对部分结构构件根据其重要程度和综合效益进行适当的提高或降低，但不得低于三级。

表 1-1 建筑结构安全等级

安全等级	破坏后果	建筑物类型
一级	很严重	重要的建筑物
二级	严重	一般的建筑物
三级	不严重	次要的建筑物

1.1.2 结构的设计使用年限和设计基准期

1. 设计使用年限

设计使用年限是指设计规定的结构或结构构件不需进行大修即可按其预定目的使用，完成预定功能的时期，即结构在规定的条件下所应达到的使用年限。一般建筑结构设计使用年限为 50 年。各类工程结构的设计使用年限并不统一，总的来讲，桥梁应比房屋长，大坝应更长一些。

2. 设计基准期

设计基准期是为确定可变作用及与时间有关的材料性能等取值而选用的时间参数，它是结构可靠度分析的一个时间范围。设计基准期可根据结构设计使用年限的要求适当选定。一般来说，设计使用年限长，设计基准期可能长一些；设计使用年限短，设计基准期可能短一些。《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)规定，确定可变荷载代表值时应采用 50 年设计基准期。设计使用年限分类见表 1-2。

特别说明：结构的设计使用年限虽与其使用寿命有联系，但不等同。超过设计使用年限的结构并不是不能使用，而是指它的可靠度降低了。

表 1-2 设计使用年限分类

类别	设计使用年限/年	示 例
1	5	临时性结构
2	25	易于替换的结构构件
3	50	普通房屋和构筑物
4	100	标志性建筑和特别重要的建筑结构

1.1.3 结构的功能要求

设计的结构和结构构件，在规定的设计使用年限内，在正常维护条件下，应能保持其实用功能，而不需进行大修加固。工程结构的功能要求应包括以下几项：

1. 安全性

结构在规定的使用期间内，应能承受在正常施工、正常使用情况下可能出现的各种荷载、各种变形；在偶然事件(如地震、爆炸等)发生时和发生后，应能保持整体稳定性，不应发生倒塌或连续破坏而造成生命、财产的严重损失。

2. 适用性

结构在正常使用过程中应具有良好的工作性能。例如，不产生影响使用的过大变形或振幅，不发生足以让使用者不安的过宽的裂缝。

3. 耐久性

结构在正常维护条件下应具有足够的耐久性，完好使用到设计规定的年限，即设计使用年限。例如，不发生严重的混凝土碳化和钢筋锈蚀。

特别说明：满足安全性、适用性、耐久性功能要求的结构是可靠的。上述功能要求概括起来可以称为结构的可靠性。结构的可靠性是指结构在规定的使用年限内，在规定的条件下(正常设计、正常施工、正常使用和维修)完成预定功能的能力。

1.1.4 结构功能的极限状态

结构在使用期间的工作情况称为结构的工作状态。结构能满足功能要求，称结构“可靠”或“有效”，否则称结构“不可靠”或“失效”。区分结构工作状态“可靠”与“失效”的界限是

“极限状态”。因此，结构的极限状态可定义为：整个结构或结构的一部分，超过某一特定状态就不能满足设计规定的某一功能(安全性、适用性、耐久性)要求，该特定状态称为该功能的极限状态。极限状态是结构开始失效的标志。结构极限状态分为以下两类：

1. 承载能力极限状态

承载能力极限状态是指相应于结构或结构构件达到最大承载力、出现疲劳破坏或不适合继续承载的变形的情形。当结构或结构构件出现下列状态之一时，应认为超过了承载能力极限状态：

- (1)整个结构或结构的一部分作为刚体失去平衡(如倾覆等)；
- (2)结构构件或连接因超过材料强度而破坏(包括疲劳破坏)，或因过度变形而不适于继续承载；
- (3)结构转变为机动体系；
- (4)结构或结构构件丧失稳定(如压屈等)；
- (5)地基丧失承载能力而破坏(如失稳等)。

承载能力极限状态主要考虑有关结构安全性的功能，出现超过此种极限状态的概率必须很低。因此，任何承载的结构或者构件都需要按承载能力极限状态进行设计。

2. 正常使用极限状态

正常使用极限状态是指对应于结构或结构构件的变形、裂缝或耐久性能达到某项规定的限值，使其无法正常使用的情形。当结构或结构构件出现下列状态之一时，应认为超过了正常使用极限状态：

- (1)影响正常使用或外观的变形；
- (2)影响正常使用或耐久性能的局部损坏(包括裂缝)；
- (3)影响正常使用的振动；
- (4)影响正常使用的其他特定状态。

虽然超过正常使用极限状态的后果一般不如超过承载能力极限状态那样严重，但也不可忽视。例如，过大的变形会造成房屋内粉刷层剥落，门窗变形，屋面积水等后果；水池和油罐等结构开裂会引起渗漏，等等。

特别说明：结构或结构构件设计时，应先按承载能力极限状态进行承载力设计计算，然后根据使用要求按正常使用极限状态进行变形、裂缝宽度或抗裂等验算。

1.1.5 结构上的作用、作用效用和结构抗力

1.1.5.1 结构上的作用

凡是能够使结构产生内力、应力、位移、应变、裂缝的因素都称为结构上的作用，可分为两种，即直接作用和间接作用。荷载是直接作用，如施加在结构上的集中力和分布力；温度变化、混凝土收缩徐变、地基不均匀沉降、地震等引起结构外加变形或约束变形的原因称为间接作用。

1. 荷载的分类

按照作用时间的长短和性质,结构上的荷载可分为三类:永久荷载、可变荷载和偶然荷载。

(1)永久荷载也称为恒荷载,是指在结构使用期间,其值不随时间变化,或者其变化值与平均值相比可忽略不计的荷载,如结构自重、土压力、预应力等。永久荷载应包括结构构件、围护构件、面层及装饰、固定设备、长期储物的自重,土压力、水压力,以及其他需要按永久荷载考虑的荷载。

(2)可变荷载也称为活荷载,是指在结构使用期间,其值随时间变化,且其变化值与平均值相比不可忽略的荷载,如楼面活荷载、屋面活荷载、风荷载、雪荷载、吊车荷载等。

(3)偶然荷载,是指在结构设计使用期间可能不出现,一旦出现,其量值很大且持续时间很短的荷载,如爆炸力、撞击力等。

特别说明:《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)(以下简称《荷载规范》)规定,固定隔墙的自重可按永久荷载考虑,位置可灵活布置的隔墙自重应按可变荷载考虑。

2. 荷载的代表值

荷载是随机变量,任何一种荷载的大小都有一定的变异性。因此,结构设计时,对于不同的荷载和不同的设计情况,应赋予荷载不同的量值,该量值即荷载代表值。《荷载规范》规定,对永久荷载应采用标准值作为代表值;对可变荷载应根据设计要求采用标准值、组合值、频遇值或准永久值作为代表值;对偶然荷载应按建筑结构使用的特点确定其代表值。

(1)荷载标准值。荷载标准值是结构在设计基准期内具有一定概率的最大荷载值,它是荷载的基本代表值。

1)永久荷载标准值。结构自重的标准值可按结构构件的设计尺寸与材料单位体积的自重计算确定。一般材料和构件的单位自重可取其平均值,对于自重变异较大的材料和构件,自重的标准值应根据对结构的不利或有利状态,分别取上限值或下限值。常用材料和构件单位体积的自重查《荷载规范》附录 A 采用。现将几种常用材料单位体积的自重(单位为 kN/m^3)摘录如下:素混凝土 22~24(振捣或不振捣),钢筋混凝土 24~25,水泥砂浆 20,石灰砂浆、混合砂浆 17,普通砖 18,普通砖(机器制)19。例如,取钢筋混凝土单位体积自重标准值为 25 kN/m^3 ,则截面尺寸为 $300 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ 的钢筋混凝土矩形截面梁的自重标准值为 $3.75(0.3 \times 0.5 \times 25) \text{ kN/m}$ 。

2)可变荷载标准值。民用建筑楼面均布活荷载标准值见表 1-3,其余各种可变荷载标准值的取值,如屋面活荷载、工业建筑楼面活荷载、风荷载、雪荷载、厂房屋面积灰荷载等详见《荷载规范》。

(2)可变荷载组合值。两种或两种以上可变荷载同时作用于结构上时,所有可变荷载同时达到其单独出现时可能达到的最大值的概率极小,因此,除主导荷载(产生最大效应的荷载)仍可以其标准值为代表值外,其他荷载均应以小于标准值的荷载值为代表值,即可变荷载组合值。可变荷载组合值可表示为 $\psi_c Q_k$,其中 ψ_c 为可变荷载组合值系数,其值可由《荷载规范》查取,部分 ψ_c 的值见表 1-3。

表 1-3 民用建筑楼面均布活荷载标准值及其组合值、频遇值和准永久值系数

项次	类 别			标准值 /(kN·m ⁻²)	组合值 系数 ψ_c	频遇值 系数 ψ_f	准永久值 系数 ψ_q
1	(1)住宅、宿舍、旅馆、办公楼、医院病房、托儿所、幼儿园			2.0	0.7	0.5	0.4
	(2)试验室、阅览室、会议室、医院门诊室			2.0	0.7	0.6	0.5
2	教室、食堂、餐厅、一般资料档案室			2.5	0.7	0.6	0.5
3	(1)礼堂、剧场、影院、有固定座位的看台			3.0	0.7	0.5	0.3
	(2)公共洗衣房			3.0	0.7	0.6	0.5
4	(1)商店、展览厅、车站、港口、机场大厅及其旅客等候室			3.5	0.7	0.6	0.5
	(2)无固定座位的看台			3.5	0.7	0.5	0.3
5	(1)健身房、演出舞台			4.0	0.7	0.6	0.5
	(2)运动场、舞厅			4.0	0.7	0.6	0.3
6	(1)书库、档案库、储藏室			5.0	0.9	0.9	0.8
	(2)密集柜书库			12.0	0.9	0.9	0.8
7	通风机房、电梯机房			7.0	0.9	0.9	0.8
8	汽车通道及客车停车库	(1)单向板楼盖(板跨不小于2 m)和	客车	4.0	0.7	0.7	0.6
		双向板楼盖(板跨不小于3 m×3 m)	消防车	35.0	0.7	0.5	0.0
		(2)双向板楼盖(板跨不小于6 m×6 m)	客车	2.5	0.7	0.7	0.6
		和无梁楼盖(柱网不小于6 m×6 m)	消防车	20.0	0.7	0.5	0.0
9	厨房	(1)餐厅		4.0	0.7	0.7	0.7
		(2)其他		2.0	0.7	0.6	0.5
10	浴室、卫生间、盥洗室			2.5	0.7	0.6	0.5
11	走廊、门厅	(1)宿舍、旅馆、医院病房、托儿所、幼儿园、住宅		2.0	0.7	0.5	0.4
		(2)办公楼、餐厅、医院门诊部		2.5	0.7	0.6	0.5
		(3)教学楼及其他可能出现人员密集的情况		3.5	0.7	0.5	0.3
12	楼梯	(1)多层住宅		2.0	0.7	0.5	0.4
		(2)其他		3.5	0.7	0.5	0.3
13	阳台	(1)可能出现人员密集的情况		3.5	0.7	0.6	0.5
		(2)其他		2.5	0.7	0.6	0.5

注：1. 本表所给各项活荷载适用于一般使用条件，当使用荷载较大、情况特殊或有专门要求时，应按实际情况采用。
2. 第6项书库活荷载当书架高度大于2 m时，书库活荷载尚应按每米书架高度不小于2.5 kN/m²确定。
3. 第8项中的客车活荷载仅适用于停放载人少于9人的客车；消防车活荷载适用于满载总重为300 kN的大型车辆；当不符合本表的要求时，应将车轮的局部荷载按结构效应的等效原则，换算为等效均布荷载。
4. 第8项消防车活荷载，当双向板楼盖板跨介于3 m×3 m~6 m×6 m之间时，应按跨度线性插值确定。
5. 第12项楼梯活荷载，对预制楼梯踏步平板，尚应按1.5 kN集中荷载验算。
6. 本表各项荷载不包括隔墙自重和二次装修荷载；对固定隔墙的自重应按永久荷载考虑，当隔墙位置可灵活自由布置时，非固定隔墙的自重应取不小于1/3的每延米长墙重(kN/m)作为楼面活荷载的附加值(kN/m²)计入，且附加值不应小于1.0 kN/m²。