

教育部
规划教材

中等职业学校建筑施工专业(含岗位培训、行业中级技术工人等级考核)

建筑结构

第二版

全国中等职业学校建筑类专业教材编写组 编 龚伟 主编



高等教育出版社

教育部规划教材
中等职业学校建筑施工专业
(含岗位培训、行业中级技术工人等级考核)

建 筑 结 构

(第二版)

全国中等职业学校建筑类专业教材编写组 编

龚 伟 主编

高等教育出版社

内容提要

本书为第二版,是教育部职教司组织编写的中等职业学校建筑施工专业系列教材之一,系教育部规划教材,建设部教育司参加了本系列教材教学计划、教学大纲及教材编写的审定工作。

全书共分七篇二十七章,主要内容包括建筑结构的设计原则及荷载、混凝土结构、砌体结构、钢结构、木结构、建筑结构抗震和结构施工图的识读等。全书按我国《建筑可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)和最新修订的各建筑结构设计规范编写,采用了国务院颁布的《中华人民共和国法定计量单位》。

本书为中等职业学校建筑施工专业教材,也可作为建筑施工企业岗位培训教材或供有关技术人员、技术工人学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构 / 龚伟主编; 全国中等职业学校建筑类专业教材编写组编. —2版. —北京: 高等教育出版社, 2006.6

ISBN 7-04-019802-9

I. 建... II. ①龚...②全... III. 建筑结构-专业学校-教材 IV. TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 044761 号

策划编辑	梁建超	责任编辑	李 激	封面设计	李卫青	责任绘图	朱 静
版式设计	张 岚	责任校对	俞声佳	责任印制	毛斯璐		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 唐山市润丰印务有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 23.75
字 数 580 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 1994 年 1 月第 1 版
2006 年 6 月第 2 版
印 次 2006 年 6 月第 1 次印刷
定 价 31.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19802-00

第二版前言

本书为教育部规划教材,系中等职业学校建筑施工专业系列教材之一,本书的第一版出版于1994年。

《建筑结构》是建筑施工专业的主干课。通过本课程的学习,应掌握混凝土、砌体、钢、木等结构构件的受力特点、基本计算方法、主要构造要求及建筑结构抗震的基本知识,能正确识读和理解结构施工图,掌握建筑施工人员应必备的结构知识,正确指导施工,正确分析和解决施工中的各类结构问题。

到目前为止,几家出版社共出版了本人编写的各类教材12本(有3本与其他作者合编)。其中,在建筑结构类教材中,由于对象和培养目标的差异,内容差别很大。仅以篇幅而言,最多者达115万字(上、下册),最少的仅15.3万字。在这些教材中,本书的第一版是具有一定特色的。此版自第一次印刷以来,共发行近20万册,这在读者群有限,且当前有众多同类教材的情况下,也可以从一个侧面反映了读者对此书的认同。

本书修订的宗旨是:

一、更新。删减陈旧部分,增加新的内容是本次修订的主旨。应当说,自本书第一版出版以来的十几年中,建筑结构学科已有了飞速的发展,但是建筑结构的最新科研成果和成熟的工程经验,主要还是集中地体现在最新修订的各建筑结构国家标准中。因此,本次修订中,除各篇均已补充了新内容外,最主要的就是以新规范取代旧规范,这也是修改量最大、最主要的部分,是第二版与第一版的根本区别。

本书第二版所采用的新的国家标准,按书中的顺序依次为:

1. 《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001);
2. 《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001);
3. 《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002);
4. 《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002);
5. 《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001);
6. 《钢结构设计规范》(GB 50017—2003);
7. 《木结构设计规范》(GB 50005—2003);
8. 《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001);
9. 《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2001)。

二、简明。《建筑结构》历来是初学者望而生畏的学科,其中除内容方面的因素外,庞大的篇幅也是一个重要原因。教材越是庞杂,就越是难以掌握且限制了学生的思维。本次修订通过删繁就简、由浅入深,精简不常用的结构类型,去掉繁琐推导,降低理论难度,使教材更能适合中等职业学校学生的知识起点和教学时数。实际上,教材的简明更有利于教师在现有教材的基础上,

补充建筑结构的最新成就、科研成果及本地区的实例和资料,同时也为学生阅读课外有关资料等提供了空间。本书第一版共 63 万字,本次修订中虽然增加了“结构施工图的识读”一篇,但仍把总字数控制在 55 万字以内(修订中删去了“地基与基础”部分,“地基与基础”宜单独设课,教材另编)。由于本书同时也可供建筑企业专业管理人员岗位培训使用,因此教材的简明也有利于他们在短期内掌握必备的建筑结构知识。

三、实用。学习《建筑结构》是为了掌握一门实用的专业知识,而绝不是科普水平。学生在此前已具有的数学、建筑力学、建筑材料、房屋构造等知识基础,完全有条件掌握各类建筑结构的受力特点和基本计算方法,从而加深对各类建筑结构的理解,提高分析问题和解决问题的能力。本次修订虽然精简了篇幅,但仍保留了 18 个例题。说明并未因简明而降低要求和影响实用。为加强理论和实际的结合,本书编入了各类结构的倒塌事故案例 25 个,这也是本书区别于其他同类教材的特色。案例及其分析反映了典型事故的经验教训,有助于在教学过程中通过生动的事实,更好地掌握理论知识。这些案例都编写在有关各篇的末尾,教学中也可穿插在有关章节中进行。本书各案例主要取材于中国建筑业联合会选编的《建筑工程倒塌实例分析》一书(本书不采用未经公开发表的事故实例)。

四、全面。由于建筑事业的发展、人才的流动,从事建筑施工的工程技术人员总要面对广阔的建设领域,甚至不仅限于国内,因此对教材内容不能动辄删减。例如,是否讲述“建筑结构抗震”,就不能只考虑本地是否为抗震设防地区。又如,过去常被删除的“木结构”,由于民用建筑多样化和个性化的发展,我国在因生态保护问题而被动限制木结构使用的同时,目前事实上每年都进口相当数量的木材用于木结构建筑,而且逐年在增加。木结构在一些发达国家的部分地区,甚至是普通住宅的首选。新的木结构规范也大量地引进了国外木结构设计标准、建筑类型及进口木材的使用等内容,一些施工人员已感到木结构知识的不足,可见对教材内容的删减必须慎重对待。再如,“结构施工图的识读”一向是在第一学期的“建筑制图”课中讲授,但学生在学习《建筑结构》课之前,是很难正确理解的。另外,本书此次在“结构施工图的识读”一篇中编入的“混凝土结构施工图平面整体表示方法”,这一内容早在 2000 年即已由建设部颁布并推广,但至今并未纳入建筑制图教材中。因此,本书增加“结构施工图的识读”这一篇。教材要“少而精”,关键在“精”,而不能靠删减内容来解决,应尽量避免学生在结构知识上的空白。

根据教学计划,本课程的教学时数为 132 学时,各部分的教学参考学时如下:

一、建筑结构的设计原则及荷载	6
二、混凝土结构	50
三、砌体结构	16
四、钢结构	28
五、木结构	10
六、建筑结构抗震	8
七、结构施工图的识读	6
八、复习、机动	8
总计	132 学时

建筑结构是内容非常丰富的技术学科。本书所涉及各类建筑结构,实际上各自又是完整的自成体系的独立学科。因此,本课程虽然是本专业的主干课,但就本书而言也只是建筑结构的

入门。有志于对建筑结构深入掌握的读者,不可只满足于对本书的学习和理解。我国幅员辽阔,各地习惯作法不同,新的结构类型不断出现,有关规定也时有更新或更改,教学中应结合实际,适时补充新的内容,注重知识的实际运用。

另外,根据中华人民共和国标准《量和单位》(GB 3100~3102—1993)和出版社的要求,本书图表中的单位表示方法用“/”代替习用的“()”,例如用“/mm”代替“(mm)”;用“/N”代替“(N)”等。

教材是学生汲取知识的主要源泉,其重要性不言而喻。教材不同于科技专著,多年来的事实已证明由教师来编写教材是一个正确的选择。衷心希望具有教学第一线丰富经验的优秀中青年教师参加到教材编写的行列中来。

本书经河南省建筑工程学校吴承霞同志精心审阅,谨致谢意。

限于编者水平,书中的不妥之处敬希读者指正。

编 者

2006年4月

第一版前言

随着职业技术教育改革的深化,特别是1990年国家教委017号文“关于制定职业高级中学(三年制)教学计划的意见”的颁布,全国职高建筑类专业迫切需要一套新的教学计划及其配套教材,以使培养的学生能更好地适应社会及经济发展的需要。为此1992年3月国家教委职教司召开了全国职业高中建筑施工专业教学研讨会议,建设部教育司的同志出席了会议并进行了专业指导。参加会议的有江苏、山东、辽宁、四川、广东、广西、陕西、浙江等省教委选派的专业教师、教研员和建设部的有关专家。

会议充分肯定了由国家教委职教司与建设部教育司组织编写的上一轮职高建筑类专业教材,认为这轮教材对提高全国职高建筑类专业的教学质量、强化技能训练方面的教学改革起到了一定作用,取得了明显的社会效益,受到了全国各地职高师生的好评。会议审定并通过了全国职业高中建筑施工专业的教学计划与专业课程的教学大纲,落实了国家教委规划教材——建筑施工专业教材的编写工作,成立了“全国职高建筑类专业教学研究组”。

本书就是根据这次会议通过的全国职业高中建筑施工专业教学计划和《建筑结构》课程教学大纲编写的。全书共分七篇三十章,主要内容包括建筑结构概论、混凝土结构、砌体结构、地基与基础、钢结构、木结构和房屋抗震基本知识。

《建筑结构》是建筑施工专业一门重要的专业课。通过本课程的学习,应掌握混凝土、砌体、钢、木等结构构件的受力特点、基本计算方法、主要构造要求以及地基与基础的一般知识,掌握施工人员应必备的结构知识,正确识读和理解结构施工图,指导施工,正确处理施工中遇到的各类结构问题。

本书按我国《建筑结构设计统一标准》(GBJ 68—84)和新修订的各建筑结构设计规范编写,采用了国务院颁布的《中华人民共和国法定计量单位》。

《建筑结构》由过去独立的四门课程改为一门综合性的课程,这在教学上是一个重大的改变。同时,也提出了在有限的时数内,《建筑结构》课程对建筑施工专业,必须更有针对性的要求。为加强理论与实际的结合,本书第一次提出了在《建筑结构》课程中采用案例教学的尝试。本书的混凝土结构、砌体结构、地基与基础、钢结构、木结构各篇中,编写了各类事故的案例共30个。案例反映了典型事故经验和教训,是活的教材,有助于在学习过程中,通过生动的事实,更好地掌握理论知识。这些案例都编写在各篇的末尾,在教学中可穿插在有关章节中进行。本书各案例主要取材于中国建筑业联合会质量委员会选编的《建筑工程倒塌实例分析》一书。

根据教学大纲的规定,本课程的教学时数为190学时,各部分的参考学时数如下:

第一篇 建筑结构概论	8 学时
第二篇 混凝土结构	80 学时
第三篇 砌体结构	20 学时

第四篇 地基与基础	26 学时
第五篇 钢结构	28 学时
第六篇 木结构	10 学时
第七篇 房屋抗震基本知识	6 学时
复习、机动	12 学时

本书由龚伟、丁灼伟编写,龚伟主编。丁灼伟编写了第 18、19 章及第 20 章的一部分,其余各章由龚伟编写。全书经郭继武同志细致审阅,编者表示衷心的感谢。易钟煌、杨胜伟、王军伟、苗凤立、范继昭、王建军、郑慧颖、李胡双、谢才东、朱云卿等同志对本书的编写都提出了很多宝贵意见,编者在此一并致谢。

限于编者水平,书中的不妥及疏漏之处,请读者批评指正。

编 者
1993 年 6 月

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

第一篇 建筑结构设计原则及荷载

第一章 建筑结构设计原则	3	第一节 荷载的分类及荷载代	
第一节 建筑结构的分类	3	表值	8
第二节 建筑结构的极限状态	4	第二节 恒载	9
第三节 极限状态设计的原则	5	第三节 楼面及屋面活荷载	10
复习思考题	7	第四节 雪荷载及风荷载	13
第二章 建筑结构荷载	8	复习思考题	18

第二篇 混凝土结构

第三章 混凝土结构的材料	21	第五章 钢筋混凝土受压、受拉和	
第一节 钢筋和混凝土的共同		受扭构件	61
工作	21	第一节 受压构件	61
第二节 钢筋	22	第二节 受拉构件	65
第三节 混凝土	26	第三节 受扭构件	67
第四节 钢筋与混凝土的粘结及		复习思考题	68
钢筋的作用	29	习题	69
复习思考题	30	第六章 预应力混凝土结构	70
第四章 钢筋混凝土受弯构件	31	第一节 预应力混凝土结构的	
第一节 梁、板的构造	31	原理	70
第二节 受弯构件正截面承载力的		第二节 预应力混凝土结构的	
计算	36	构造	77
第三节 受弯构件斜截面承载力的		复习思考题	80
计算	46	第七章 钢筋混凝土楼盖	81
第四节 钢筋锚固、连接的构造		第一节 钢筋混凝土楼盖的	
规定	54	类型	81
第五节 受弯构件裂缝宽度和挠度		第二节 整体式单向板肋形	
的验算	57	楼盖	83
复习思考题	59	第三节 整体式双向板肋形	
习题	60	楼盖	90

第四节 装配式楼盖	92	的措施	117
复习思考题	95	第三节 单层厂房的主要构件	120
第八章 楼梯、雨篷、挑檐、过梁、 挑梁、圈梁	96	复习思考题	124
第一节 楼梯	96	第十章 多层与高层房屋结构	125
第二节 雨篷	101	第一节 多层与高层房屋结构的 类型	125
第三节 挑檐	102	第二节 框架结构	128
第四节 过梁	106	第三节 剪力墙结构	133
第五节 挑梁	108	第四节 框架—剪力墙结构	135
第六节 圈梁	109	复习思考题	138
复习思考题	111	第十一章 钢筋混凝土结构倒塌事故 案例	139
第九章 单层厂房	112	第一节 案例	139
第一节 单层厂房的组成及受力 特点	112	第二节 钢筋混凝土结构倒塌事 故原因综述	148
第二节 保证单层厂房整体稳定			

第三篇 砌体结构

第十二章 砌体结构构件承载力 的计算	153	与构造要求	165
第一节 砌体材料及其选择	153	第一节 房屋的静力计算方案	165
第二节 砌体的力学性能及设计 指标	155	第二节 墙、柱的高厚比	166
第三节 受压构件的计算	157	第三节 砌体结构的构造要求	170
第四节 局部受压的计算	160	复习思考题	173
复习思考题	164	习题	173
习题	164	第十四章 砌体结构倒塌事故案例	175
第十三章 混合结构墙体的计算特点		第一节 案例	175
		第二节 砌体结构倒塌事故原因 综述	185

第四篇 钢结构

第十五章 钢结构的连接和构件的 计算	189	第十六章 钢屋盖	221
第一节 钢材及其设计指标	189	第一节 钢屋架	221
第二节 钢结构的连接	193	第二节 网架结构	230
第三节 钢结构构件的计算	207	复习思考题	235
复习思考题	219	第十七章 钢结构倒塌事故案例	236
习题	220	第一节 案例	236
		第二节 钢结构倒塌原因综述	242

第五篇 木 结 构

第十八章 木结构构件及连接的

计算 247

第一节 木材及其设计指标 247

第二节 木结构构件的计算 253

第三节 木结构的连接 258

复习思考题 264

习题 265

第十九章 木屋架与钢木屋架 266

第一节 木屋架 266

第二节 钢木屋架 269

第三节 支撑与锚固 271

第四节 木屋架的检查 274

复习思考题 275

第二十章 轻型木结构及木结构的

防火 276

第一节 轻型木结构的概念

及其用材 276

第二节 轻型木结构的设计

概念 278

第三节 木结构的防火 282

复习思考题 285

第二十一章 木结构倒塌事故

案例 286

第一节 案例 286

第二节 木结构倒塌原因综述 291

第六篇 建筑结构抗震

第二十二章 地震的基本知识 295

第一节 地震的震级与烈度 295

第二节 地震对建筑物的作用 298

第三节 地震的破坏现象 299

复习思考题 300

第二十三章 抗震设防与抗震设计的

原则 301

第一节 抗震设防的原则 301

第二节 抗震设计的基本要求 303

复习思考题 307

第二十四章 抗震构造措施 308

第一节 多层砌体房屋抗震构造

措施 308

第二节 多层及高层钢筋混凝土

房屋抗震构造措施 316

复习思考题 324

第七篇 结构施工图的识读

第二十五章 结构施工图的组成及

基础施工图 327

第一节 结构施工图的组成 327

第二节 基础施工图 329

复习思考题 334

第二十六章 钢筋混凝土结构

施工图 335

第一节 钢筋混凝土构件的图示

方法 335

第二节 结构平面布置图及结构

构件详图 339

第三节 混凝土结构施工图的平

面整体表示方法 344

复习思考题 349

第二十七章 钢结构与木结构

施工图 351

第一节 钢结构施工图 351

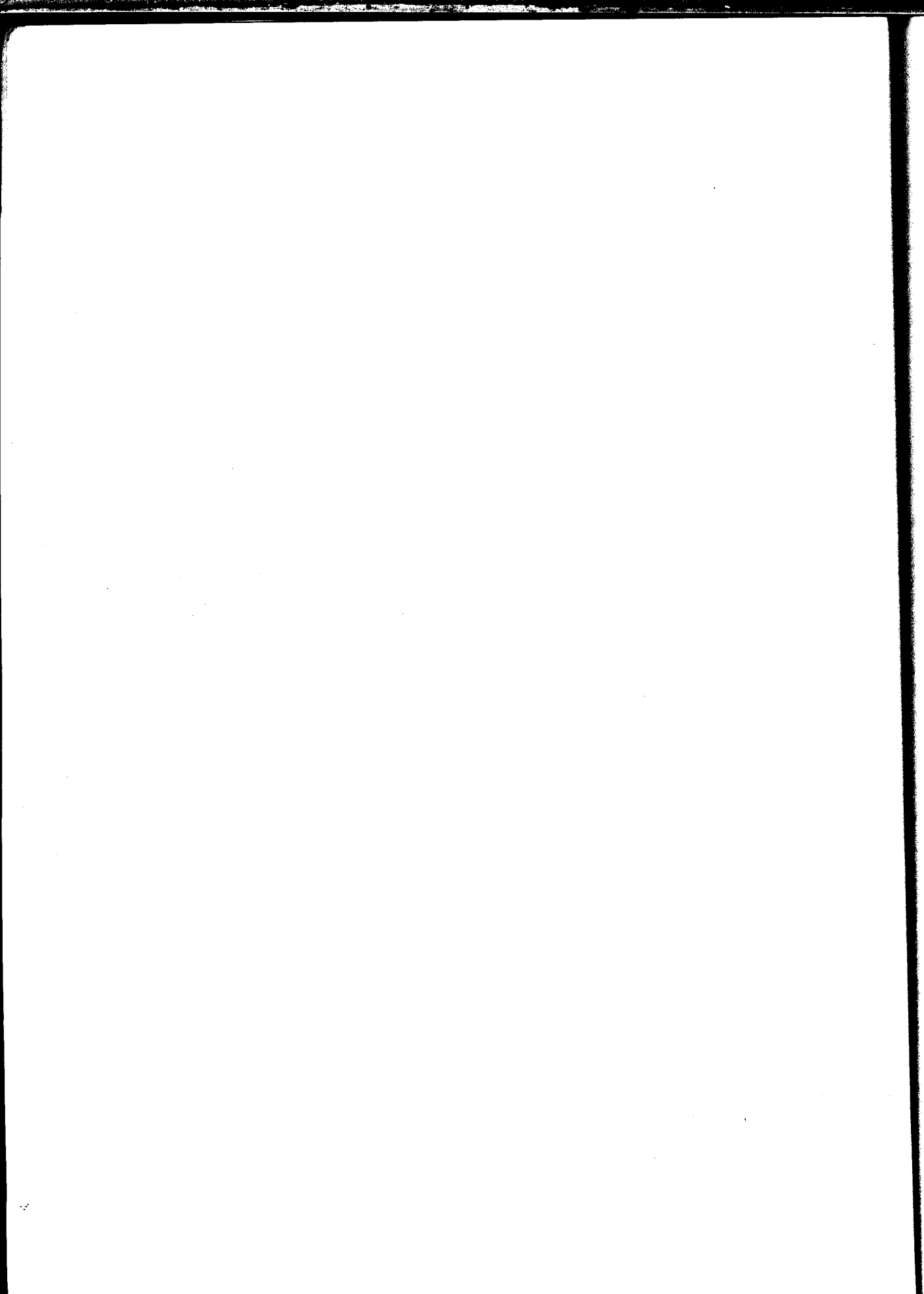
第二节 木结构施工图 359

复习思考题 363

附录一	极限状态设计表达式	364
附录二	中国地震烈度表	366

第一篇

建筑结构的设计原则及荷载



建筑结构的设计原则

第一节 建筑结构的分类

在建筑中,由若干构件(如板、梁、柱等)连接而构成的能承受荷载和其他间接作用(如温度变化、地基不均匀沉降等)的体系,称为建筑结构。建筑结构在建筑中起骨架作用,是建筑的重要组成部分。一般,建筑结构可简称结构。

根据所用材料的不同,建筑结构分为混凝土结构、砌体结构、钢结构和木结构。

混凝土结构是钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构、素混凝土结构的总称,其中目前应用最广泛的是钢筋混凝土结构。钢筋混凝土结构的主要优点是强度高、耐久、抗震性能好,并具有可塑性,可制成各种形状;其缺点是自重大、抗裂能力差、现浇时耗费模板多、工期长等。钢筋混凝土结构广泛应用于工业与民用建筑中,一些特种结构,如烟囱、水塔、筒仓、挡土墙等也主要用钢筋混凝土建造。随着建筑技术的发展,钢筋混凝土结构的缺点正逐步得到克服,例如采用轻骨料混凝土减轻自重,采用预应力混凝土提高构件的抗裂性,采用预制构件克服模板耗费多和工期长的缺点等。

砌体结构是以砌体为主制作的,包括砖结构、石结构和其他材料的砌块结构。砌体结构的主要优点是造价低廉、耐火性高、工艺简单、施工方便;其缺点是自重大、强度较低、抗震性能差、施工速度慢、不能适应建筑工业化的要求等。砌体结构因能就地取材,所以在工业与民用建筑中得到了广泛的应用,特别是在村镇建设中主要是采用砌体结构。砌体结构除应用于单层和多层建筑外,在特种结构中,如烟囱、水塔、小型水池等也常采用。

钢结构是用钢材制作的结构。钢结构的优点是强度高、重量轻、材质均匀、制作简单、运输方便;缺点是易锈蚀、维修费用高、耐火性能差等。钢结构主要用于大跨度屋盖、高层建筑、重型工业厂房、承受动力荷载的结构及塔桅结构中。应当指出,钢材是国民经济各部门中不可缺少的重要材料,价格比较昂贵,因此在建设中应合理使用,最大限度地节约钢材。

木结构是以木材为主制作的结构。木结构的优点是能就地取材、制作简单、造价较低、便于施工;缺点是木材本身疵病较多、易燃、易腐、结构变形较大。由于木材的用途广泛,而其产量受到自然条件的限制,目前在大、中城市中已限制采用木结构,只是在林区和农村的房屋中还有少量应用。由于木材易燃、易腐,因此在火灾危险性较大及在经常受潮又不易通风的生产性建筑中不宜应用。过去由于对生态保护重视不够,森林资源破坏严重,导致被动地限制木结构在建筑工程中的正常使用。今后我国将大力发展人工林,扩大树种利用,一些速生树种及进口速生材将进入建筑市场,将会促进木结构的合理使用,充分发挥木结构在建筑工程中的作用。

第二节 建筑结构的极限状态

根据《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001), 建筑结构在规定的设计使用年限内(普通房屋和构筑物为 50 年, 纪念性建筑和特别重要的建筑结构为 100 年), 应满足下列功能要求:

1. 在正常施工和正常使用时, 能承受可能出现的各种作用。
2. 在正常使用时具有良好的工作性能。
3. 在正常维护下具有足够的耐久性能。
4. 在设计规定的偶然事件发生时及发生后, 仍能保持必需的整体稳定性。

以上功能要求, 也可以用安全性、适用性、耐久性来概括。一个合理的结构设计, 应该是用较少的材料和费用, 获得安全、适用和耐久的结构, 即结构在满足使用条件的前提下, 既安全, 又经济。

若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的要求, 则此特定状态就称为该功能的极限状态。极限状态也就是结构濒于失效的一种状态。

极限状态可分为以下两类:

一、承载能力极限状态

这种极限状态对应于结构或结构构件达到最大承载能力或不适于继续承载的变形。

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)。
2. 结构构件或连接因超过材料强度而破坏(包括疲劳破坏), 或者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)。
5. 地基丧失承载能力而破坏(如失稳)。

二、正常使用极限状态

这种极限状态对应于结构或结构构件达到正常使用或耐久性能的某项规定限值。

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。

由上述两类极限状态可以看出, 承载能力极限状态主要考虑结构的安全性功能。当结构或结构构件超过承载能力极限状态时, 就已经超出了最大限度的承载能力, 不能再继续使用。正常使用极限状态主要是考虑结构的适用性功能和耐久性功能。例如, 吊车梁变形过大会影响行驶; 屋面构件变形过大会造成粉刷层脱落和屋顶积水; 构件裂缝宽度超过容许值会使钢筋锈蚀影响耐久等。这些均属于超过正常使用极限状态。