

建筑结构

王成祥 李永光 主编

- 混凝土结构 砌体结构 钢结构
- 建筑结构抗震设计
- 建筑工程质量事故分析与处理
- 建筑结构 CAD
- 36-16 建筑结构施工图的识读与绘制
- 结构设计指导及常用数据

地震出版社

建 筑 结 构

王成祥 李永光 主编

地 震 出 版 社

内 容 简 介

本书第一至四篇根据建设部批准的普通中专工业与民用建筑专业《建筑结构课程教学大纲》及有关设计规范编写,包括混凝土结构、砌体结构和钢结构,基本内容涉及概率极限状态设计方法、材料的力学性能、基本构件计算、钢筋混凝土梁板结构、单层厂房、多层框架、混合结构和钢屋盖设计等,并附有计算实例。

本书第五至九篇是为了扩大知识覆盖面,并考虑地区之间的差异而编写的,其中建筑结构抗震设计、建筑工程质量事故分析与处理、建筑结构CAD等三篇为选修课程内容;建筑结构施工图的识读与绘制为自学内容;为配合毕业设计,还编写了结构设计指导和建筑结构常用数据一篇,内容包括常用荷载作用下的内力计算图表和有关的结构设计资料、数据。

本书可作为各类工业与民用建筑、村镇建设等专业的中专和岗位培训教学用书,也可供土建工程技术人员参考。

建 筑 结 构

王成祥 李永光 主编

责任编辑:蒋乃芳

责任校对:李 珏 张晓梅

*

地 震 学 社 出版

北京民安路9号

北京丰华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

787×1092 1/32 47.2印张 1210千字

1998年9月第一版 1998年9月第一次印刷

印数 0001—6000

ISBN 7-5028-1585-6/TU·133

(2028) 定价: 60.00 元

前 言

本书是根据建设部 [1997] 156 号文件批准的《普通中等专业学校工民与民用建筑专业培养方案(试行)》中的培养目标、毕业生适应范围、基本业务规格及毕业生应具备的知识能力编写的。

全书分两部分:第一至四篇系根据《建筑结构课程教学大纲》要求的内容及有关标准和结构设计规范编写,包括结构设计原理、基本构件计算、钢筋混凝土结构、砌体结构和钢结构等内容,并附有计算实例。

第五至九篇为适应社会主义市场经济需要,把技能培养摆在突出位置,扩大学生知识覆盖面而编写,介绍了建筑结构抗震设计、建筑工程质量事故分析与处理和建筑结构 CAD 等与建筑结构关系密切的选修课程。同时,为解决历年来学生毕业设计中查找资料、数据及绘制结构施工图的困难,本着学用结合的原则,编写了结构施工图的绘制与识读、钢筋混凝土楼盖课程设计注意事项、结构设计常用数据和图表等内容。

本书在内容的编排上与以往的建筑结构类教材明显不同,主要体现在以下三方面:

1. 注重理论知识与设计实践的紧密结合。按专业教学计划开设的课程本应满足课程设计、毕业设计的需求,但实践表明,许多学生在做设计之前总是不知从何下手。本书将结构知识、设计注意事项、结构常用数据融合起来,既方便了课堂教学的需要,又满足了课程设计和毕业设计的需求,同时,还为施工技术人员现场处理常见结构问题提供了急需数据和资料。使学生能够学用结合,加深对理论知识的理解,提高现场解决实际问题的能力。

2. 汇集了大量的常用资料和数据,便于学生应用。面向施工企业一线培养的中专毕业生走上工作岗位后,常感到所学知识不够用,实践经验少,难以适应工作的需要。其原因之一是既适合教学需要又能指导实际工作的教材较少,学生在校期间也很难有足够的精力去查阅多本资料。为此,本书将一些常用资料加以梳理并汇集于书中,希望能在一定程度上缓解这一问题。

3. 编入了选修课内容。这一方面是考虑了不同地区实施教学计划的不同需要,另一方面是为了扩展学生的专业知识面。书中所选内容均与建筑结构课程密切相关,对学生了解有关内容很有益处。

本书由王成祥、李永光任主编;王怀珍、孙玉红、高增砚、康桂鑫、蔡际田任副主编。

参加本书编写的有:

绪论、第一篇:王成祥、蔡际田;第二篇:孙玉红(第一章)、王怀珍(第二、三章)、丁天庭(第四章)、李永光(第五章)、杨恒林(第六章)、王成祥、胡成海(第七章)、郝俊、唐丽萍(第八章)、李永光、沈伟东(第九章);第三篇:谷传德、王立祥(第十章);谷传德(第十一、十二章);第四篇:宋非非、朱秀兰(第十三、十四章)、宋非非、仲崇梅(第十五章)、宋非非、万静(第十六章)、宋非非、李秀(第十七章);第五篇:高增砚(第十八章)、王金玉(第十九章)、纪也莉(第二十章);第六篇:龙沛霖、徐玉环;第七篇:段文峰;第八篇:康桂鑫、李松海;第九篇:康桂鑫、王成祥。

本书作者来自下列单位：

吉林省建筑工程学校、内蒙古建筑学校、辽宁省建筑工程学校、浙江省建筑工业学校、吉林省城市建设学校、大连市建筑工程学校、抚顺市城市建设学校、长春建筑高等专科学校、吉林省纺织设计院、吉林省建材设计院、延吉市建筑设计院、长春市经济技术合作公司、磐石市建设监理公司。

全书由钟善桐教授主审钢结构部分，唐岱新教授主审砌体结构和建筑工程质量事故分析与处理部分，计学润教授主审混凝土结构及有关建筑结构常用数据部分。

全书由王春雨录入、排版，王春辉、于春艳绘图。

本书编写过程中参考了许多资料，在此向有关作者表示感谢。

本书的编写是对建筑结构教材内容改革的尝试，希望本书能成为使用者的良师益友。能否达到目的，还有待于使用者的反应，恳请授课教师将有关本书的使用情况告诉我们，以期进一步改进。

由于编者水平有限，缺点和不足之处难免，望使用本书的老师和读者批评指正。

编 者

1997年9月

目 录

绪 论

一、建筑结构发展概况	(1)
二、建筑结构课程的内容、特点及学习中应注意的问题	(3)
思考题	(4)

第一篇 建筑结构基本计算原理

一、结构的功能要求和极限状态	(5)
二、结构上的作用与作用效应	(6)
三、结构构件的抗力和材料强度	(9)
四、概率极限状态设计法	(9)
小 结	(12)
思考题	(13)
附录一	(14)
附表 1-1 民用建筑楼面均布活荷载标准值及其准永久值系数	(14)
附表 1-2 活荷载按楼层数的折减系数	(14)
附表 1-3 屋面均布活荷载	(14)
附表 1-4 常用材料和构件自重	(15)
附表 1-5 全国部分城市基本雪压、基本风压值	(17)
附表 1-6 屋面积雪分布系数 μ_r	(18)
附表 1-7 风荷载体型系数 μ_s	(19)
附表 1-8 风压高度变化系数 μ_z	(21)

第二篇 钢筋混凝土结构

第一章 钢筋和混凝土材料的力学性能	(22)
§ 2-1-1 钢筋	(22)
§ 2-1-2 混凝土	(23)
§ 2-1-3 钢筋与混凝土之间的粘结力	(28)
小 结	(29)
思考题	(30)
第二章 受弯构件正截面承载力计算	(31)
§ 2-2-1 板和梁的一般构造	(31)
§ 2-2-2 受弯构件正截面受力特征的试验研究	(36)
§ 2-2-3 单筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算	(38)
§ 2-2-4 双筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算	(45)
§ 2-2-5 单筋 T 形截面受弯构件正截面承载力计算	(49)
小 结	(55)
思考题	(56)

习 题	(57)
第三章 受弯构件斜截面承载力计算	(59)
§ 2-3-1 概述	(59)
§ 2-3-2 斜截面破坏的主要形态和影响斜截面承载力的主要因素	(60)
§ 2-3-3 斜截面承载力计算	(62)
§ 2-3-4 保证斜截面抗弯承载力的构造措施	(67)
小 结	(72)
思考题	(72)
习 题	(73)
第四章 钢筋混凝土受弯构件的变形和裂缝宽度验算	(74)
§ 2-4-1 受弯构件的变形验算	(74)
§ 2-4-2 钢筋混凝土受弯构件裂缝宽度验算	(80)
小 结	(83)
思考题	(83)
习 题	(84)
第五章 受压构件承载力计算	(85)
§ 2-5-1 轴心受压构件承载力计算	(85)
§ 2-5-2 偏心受压构件正截面承载力计算	(89)
§ 2-5-3 偏心受压构件斜截面承载力计算	(98)
§ 2-5-4 构造要求	(99)
小 结	(101)
思考题	(101)
习 题	(101)
第六章 预应力混凝土构件计算	(103)
§ 2-6-1 概述	(103)
§ 2-6-2 预应力的施加方法	(104)
§ 2-6-3 预应力混凝土的材料	(106)
§ 2-6-4 张拉控制应力与预应力损失值	(106)
§ 2-6-5 预应力混凝土轴心受拉构件各阶段的应力分析	(112)
§ 2-6-6 预应力混凝土轴心受拉构件计算	(118)
§ 2-6-7 预应力混凝土受弯构件各阶段应力分析	(125)
§ 2-6-8 构造要求	(127)
小 结	(128)
思考题	(129)
习 题	(129)
第七章 钢筋混凝土梁板结构	(131)
§ 2-7-1 概述	(131)
§ 2-7-2 整体式单向板肋梁楼盖	(131)
§ 2-7-3 整体式双向板肋梁楼盖	(151)
§ 2-7-4 装配式铺板楼盖	(155)
§ 2-7-5 楼梯	(156)
§ 2-7-6 雨篷	(163)

小 结	(171)
思考题	(172)
习 题	(173)
第八章 钢筋混凝土单层工业厂房结构	(174)
§ 2-8-1 单层厂房排架结构的组成及传力途径	(174)
§ 2-8-2 单层厂房的结构布置	(176)
§ 2-8-3 单层厂房排架内力分析	(179)
§ 2-8-4 单层厂房排架柱设计	(186)
§ 2-8-5 单层厂房常用节点连接	(189)
§ 2-8-6 单跨排架内力计算例题	(191)
§ 2-8-7 柱下钢筋混凝土独立基础	(200)
小 结	(208)
思考题	(209)
习 题	(210)
第九章 多层框架结构	(211)
§ 2-9-1 结构布置	(211)
§ 2-9-2 计算简图	(211)
§ 2-9-3 框架结构的内力和侧移计算	(213)
§ 2-9-4 内力组合及截面设计	(217)
§ 2-9-5 框架结构计算实例	(219)
小 结	(230)
思考题	(232)
习 题	(232)
附录二	(233)
附表 2-1 混凝土强度标准值	(233)
附表 2-2 混凝土强度设计值及弹性模量 E_c	(233)
附表 2-3 钢筋强度标准值、钢筋强度设计值、钢筋弹性模量	(234)
附表 2-4 钢丝强度标准值、钢丝强度设计值、钢丝弹性模量	(235)
附表 2-5 受弯构件的允许挠度	(236)
附表 2-6 裂缝控制等级、混凝土拉应力限制系数 α_{ct} 及最大裂缝宽度允许值 $[w_{max}]$	(236)
附表 2-7 受弯构件最大配筋百分率 ρ_{max}	(237)
附表 2-8 混凝土构件中纵向受力钢筋的最小配筋百分率 ρ_{min}	(237)
附表 2-9 矩形和 T 形截面受弯构件正截面受弯承载力计算系数	(237)
附表 2-10 截面抵抗矩塑性系数 γ_m	(238)
附表 2-11 不需作裂缝宽度验算的最大钢筋直径 d_{max}	(240)
附表 2-12 每米板宽内的钢筋截面面积	(240)
附表 2-13 钢筋的计算截面面积及理论重量	(241)
附表 2-14 均布荷载和集中荷载作用下等跨连续梁的内力系数 (按弹性理论计算方法)	(242)
附表 2-15 承受均布荷载的双向板计算系数 (按弹性理论计算方法)	(251)
附表 2-16 (a) 钢筋混凝土板自重	(254)
附表 2-16 (b) 钢筋混凝土梁自重	(254)
附表 2-17 单层厂房边柱常用截面参考尺寸	(255)

附表 2-18	柱顶单位集中荷载作用下系数 C_0	(256)
附表 2-19	柱顶力矩作用下系数 C_1	(256)
附表 2-20	力矩作用在牛腿顶面系数 C_3	(257)
附表 2-21	集中荷载作用在上柱 ($y=0.6H_u$) 系数 C_5	(257)
附表 2-22	集中荷载作用在上柱 ($y=0.8H_u$) 系数 C_5	(258)
附表 2-23	均布荷载作用在整个柱系数 C_{11}	(258)
附表 2-24	规则框架承受均布水平力作用时标准反弯点高度比 y_n 值	(259)
附表 2-25	上下层梁相对线刚度变化时反弯点高度比的修正值 y_1	(260)
附表 2-26	上下层层高变化时反弯点高度比的修正值 y_2 和 y_3	(260)

第三篇 砌体结构

第十章 砌体材料的种类及力学性能	(261)
§ 3-10-1 砌体的材料及强度等级	(261)
§ 3-10-2 砌体的种类	(262)
§ 3-10-3 砌体的抗压强度	(264)
§ 3-10-4 砌体的弹性模量	(265)
小 结	(266)
思考题	(266)
第十一章 砌体结构构件承载力计算	(267)
§ 3-11-1 砌体结构按承载力极限状态设计的基本表达式	(267)
§ 3-11-2 无筋砌体受压构件承载力计算	(267)
§ 3-11-3 砌体局部受压承载力计算	(273)
§ 3-11-4 砌体轴心受拉、受弯和受剪的承载力计算	(279)
小 结	(282)
思考题	(282)
习 题	(282)
第十二章 混合结构房屋墙、柱设计	(285)
§ 3-12-1 混合结构房屋的承重体系和静力计算方案	(285)
§ 3-12-2 墙、柱的高厚比验算	(288)
§ 3-12-3 刚性方案房屋墙、柱计算	(292)
§ 3-12-4 过梁及其构造	(303)
§ 3-12-5 砌体结构的构造措施	(306)
小 结	(309)
思考题	(309)
习 题	(310)
附录三	(311)
附表 3-1 砖砌体的抗压强度设计值	(311)
附表 3-2 一砖厚空斗砌体的抗压强度设计值	(311)
附表 3-3 混凝土小型空心砌块砌体的抗压强度设计值	(311)
附表 3-4 中型砌块砌体的抗压强度设计值	(312)
附表 3-5 毛料石砌体的抗压强度设计值	(312)
附表 3-6 毛石砌体的抗压强度设计值	(313)

附表 3-7 沿砌体灰缝截面破坏时的轴心抗拉强度设计值、弯曲抗拉强度设计值和抗剪强度设计值	
附表 3-8 沿块体截面破坏时的烧结普通砖砌体的轴心抗拉强度设计值和弯曲抗拉强度设计值	(314)
附表 3-9 受压构件的计算高度 H_0	(3144)
附表 3-10 影响系数 φ (砂浆强度等级 $\geq M5$)	(315)
附表 3-11 影响系数 φ (砂浆强度等级 M2.5)	(315)
附表 3-12 影响系数 φ (砂浆强度等级 M1)	(316)
附表 3-13 影响系数 φ (砂浆强度等级 M0.4)	(316)
附表 3-14 影响系数 φ (砂浆强度 0)	(317)

第四篇 钢结构

第十三章 概述	(318)
§ 4-13-1 钢结构的特点和应用范围	(318)
§ 4-13-2 钢结构的设计方法	(319)
小 结	(320)
思考题	(320)
第十四章 钢结构的材料	(321)
§ 4-14-1 钢材的品种和规格	(321)
§ 4-14-2 钢材的机械性能和主要影响因素	(322)
§ 4-14-3 钢材的选用	(326)
小 结	(327)
思考题	(327)
第十五章 钢结构的连接	(328)
§ 4-15-1 对接焊缝的构造和计算	(328)
§ 4-15-2 角焊缝连接的构造和计算	(333)
§ 4-15-3 普通螺栓连接	(341)
§ 4-15-4 高强度螺栓连接	(348)
小 结	(352)
思考题	(352)
习 题	(352)
第十六章 钢结构构件计算	(355)
§ 4-16-1 轴心受力构件	(355)
§ 4-16-2 受弯构件	(366)
§ 4-16-3 偏心受力构件	(376)
小 结	(379)
思考题	(380)
习 题	(380)
第十七章 钢屋架设计	(381)
§ 4-17-1 屋盖结构的组成和布置	(381)
§ 4-17-2 屋盖支撑	(381)
§ 4-17-3 屋架的形式与主要尺寸	(385)

§ 4-17-4 桁架杆件设计	(386)
§ 4-17-5 钢屋架设计实例	(395)
小 结	(409)
思考题	(409)

附录四

附表 4-1 各种截面回转半径的近似值	(410)
附表 4-2 普通工字钢规格	(411)
附表 4-3 普通槽钢规格	(412)
附表 4-4 等肢角钢规格	(413)
附表 4-5 不等肢角钢规格	(415)
附表 4-6 Q235 钢 a 类截面轴心受压构件的稳定系数 φ	(418)
附表 4-7 Q235 钢 b 类截面受压构件的稳定系数 φ	(418)
附表 4-8 Q235 钢 c 类截面轴心受压构件的稳定系数 φ	(419)
附表 4-9 16Mn 钢、16Mnq 钢 a 类截面轴心受压构件的稳定系数 φ	(419)
附表 4-10 16Mn 钢、16Mnq 钢 b 类截面轴心受压构件的稳定系数 φ	(420)
附表 4-11 16Mn 钢、16Mnq 钢 c 类截面轴心受压构件的稳定系数 φ	(420)
附表 4-12 轴心受压构件的计算长度系数	(421)

第五篇 建筑结构抗震设计

第十八章 地震知识及抗震设计原则

§ 5-18-1 构造地震	(422)
§ 5-18-2 震源、震中和地震波	(422)
§ 5-18-3 地震震级、烈度、近震与远震	(423)
§ 5-18-4 抗震设防的范围、目标及标准	(425)
§ 5-18-5 抗震设计的基本要求	(428)
小 结	(430)
思考题	(433)
习 题	(434)

第十九章 钢筋混凝土框架抗震设计

§ 5-19-1 概述	(435)
§ 5-19-2 震害及其分析	(435)
§ 5-19-3 框架结构抗震设计一般要求	(435)
§ 5-19-4 框架地震作用及位移的计算	(436)
§ 5-19-5 框架柱、梁、节点抗震设计	(440)
小 结	(446)
思考题	(461)
习 题	(461)

第二十章 多层砌体房屋抗震设计

§ 5-20-1 概述	(463)
§ 5-20-2 震害分析	(463)
§ 5-20-3 抗震设计一般规定	(463)
§ 5-20-4 多层砌体房屋抗震验算	(464)
§ 5-20-5 抗震构造措施	(466)
习 题	(480)

小 结	(486)
思考题	(487)
附录五	(488)
附表 5-1 中国地震烈度表 (1980)	(488)
附表 5-2 需要考虑远震影响的部分城市	(489)
附表 5-3 《中国地震烈度区划图 (1990)》主要城市基本烈度	(489)
附表 5-4 一级抗震等级现浇框架纵向钢筋配筋示意	(492)
附表 5-5 一级抗震等级现浇框架箍筋配筋示意	(493)
附表 5-6 二级抗震等级现浇框架纵向钢筋配筋示意	(494)
附表 5-7 二级抗震等级现浇框架箍筋配筋示意	(495)
附表 5-8 三、四级抗震等级现浇框架纵向钢筋配筋示意	(496)
附表 5-9 三、四级抗震等级现浇框架箍筋配筋示意	(497)

第六篇 建筑工程质量事故分析与处理

第二十一章 概述	(498)
§ 6-21-1 建筑工程质量事故类别与主要原因	(498)
§ 6-21-2 建筑工程质量事故处理的主要任务与特点	(499)
§ 6-21-3 建筑工程质量事故处理的一般原则和注意事项	(500)
§ 6-21-4 建筑工程质量事故处理的程序	(501)
思考题	(503)
第二十二章 地基与基础工程质量事故分析与处理	(504)
§ 6-22-1 地基工程质量事故分析与处理	(504)
§ 6-22-2 基础工程质量事故分析与处理	(509)
思考题	(514)
第二十三章 主体结构工程质量事故分析与处理	(515)
§ 6-23-1 砌体工程质量事故分析与处理	(515)
§ 6-23-2 钢筋混凝土工程质量事故分析与处理	(519)
§ 6-23-3 预应力混凝土工程质量事故分析与处理	(525)
§ 6-23-4 钢结构工程质量事故与分析	(530)
思考题	(535)
第二十四章 装饰工程质量事故分析与处理	(536)
§ 6-24-1 顶棚工程质量事故分析与处理	(536)
§ 6-24-2 地面工程质量事故分析与处理	(538)
§ 6-24-3 墙面工程质量事故分析与处理	(541)
思考题	(545)
第二十五章 防水与特种工程质量事故分析与处理	(546)
§ 6-25-1 防水工程质量事故分析与处理	(546)
§ 6-25-2 特种工程质量事故分析与处理	(552)
思考题	(554)
附录六	(555)
附表 6-1 砌体裂缝主要原因与图例	(555)

第七篇 建筑结构 CAD

第二十六章 建筑结构 CAD 概况与应用软件	(558)
§ 7-26-1 建筑结构 CAD 概念与发展	(558)
§ 7-26-2 PK、PM 系列建筑结构 CAD 系统软件简介	(561)
小 结	(566)
思考题	(566)
第二十七章 框架结构 CAD	(567)
§ 7-27-1 PK 软件结构计算部分的主要功能及有关技术条件	(567)
§ 7-27-2 框架结构绘图功能及主要技术条件	(570)
§ 7-27-3 框架结构 CAD 实现过程	(576)
小 结	(579)
思考题	(579)
习 题	(579)

第八篇 建筑结构施工图的识读与绘制

第二十八章 结构制图的一般表示方法	(580)
§ 8-28-1 建筑结构制图图例	(580)
§ 8-28-2 尺寸标注	(585)
第二十九章 建筑结构施工图的识读与绘制	(597)
§ 8-29-1 建筑结构施工图的识读	(597)
§ 8-29-2 建筑结构施工图的绘制	(600)
第三十章 整体式单向板肋形楼盖课程设计注意事项	(601)

第九篇 结构设计指导及建筑结构设计常用数据

第三十一章 结构设计指导	(604)
§ 9-31-1 工程设计程序	(604)
§ 9-31-2 结构设计的原则、目的和依据	(605)
§ 9-31-3 结构型式和结构体系的选择	(606)
§ 9-31-4 砌体房屋结构选型	(607)
§ 9-31-5 楼屋盖结构选型	(609)
第三十二章 建筑结构设计常用数据	(611)
§ 9-32-1 结构内力计算常用数据	(611)
§ 9-32-2 钢筋混凝土梁、板截面设计	(634)
§ 9-32-3 柱截面设计	(660)
§ 9-32-4 墙壁构件截面设计	(676)
§ 9-32-5 现浇楼梯构件设计选用表	(704)
§ 9-32-6 砖砌墙体构件设计用表	(718)
参考文献	(744)

绪 论

由若干结构构件通过正确联接，组成能承受并传递荷载和其它间接作用的房屋骨架称为建筑结构。

一、建筑结构发展概况

我国应用最早的建筑结构是木结构和砖石结构。山西五台山佛光寺大殿（公元 857 年）、66m 高的应县木塔（公元 1056 年）均为别具一格的梁、柱木结构承重体系。世界上最早的单孔空腹式石拱桥为河北赵县的安济桥（公元 581~617 年），净跨 37.37m，举世闻名的万里长城也是采用砖石结构。

我国是采用钢铁结构较早的国家。公元 58~75 年（汉明帝时代），在我国西南地区建造了世界上最早的铁链桥——兰津桥，元江桥、盘江桥和四川泸定大渡河铁索桥等都是钢铁结构。泸定桥建成于 1705 年，净长 100m，由 13 根铁链组成，每根铁链重达 1.5t。

19 世纪，钢结构有了飞跃的发展。其中有代表性的是芝加哥的西尔斯大厦为 110 层，高 443m。

19 世纪水泥问世后出现了混凝土结构。随后出现了钢筋混凝土结构及预应力混凝土结构，用钢筋混凝土建造的著名工程结构有：美国 76 层 260m 高的芝加哥“水塔广场”大厦；加拿大和苏联建成高度分别为 549m 和 533m 的预应力混凝土电视塔；我国正建和已建的哈尔滨速滑馆，内有 400m 跑道；金茂大厦为 88 层，高 420.5m；东方明珠电视塔，高 468m（其中上部 118m 为钢结构天线，下部 350m 为预应力混凝土结构）；环球金融大厦高 460m；广东深圳的 63 层国际大厦，高 200.18m，楼屋盖采用的是无粘结预应力混凝土结构。

建筑结构的發展从材料、结构、计算理论、试验技术等方面简要记述如下。

1. 材料方面

建筑材料的发展方向是高强、轻质、耐久、抗震。

提高材料的强度可减小截面尺寸，减轻构件自重，对于发展高层建筑、高耸结构、大跨结构是一个行之有效的重要措施。目前我国常用的混凝土强度等级为 C20~C80，现已制成强度等级为 C100 的混凝土。东方明珠电视塔下部采用 C60 级混凝土；上海明天广场采用的是 C80 级混凝土。罗马尼亚已制成 C170 级混凝土，美国已制成 C200 级混凝土。预计 21 世纪常用混凝土强度等级可达 C130 级以上，特制混凝土将达到 C400 级。利用天然轻骨料、工业废料轻骨料、人造轻骨料制成轻骨料混凝土可减轻自重 10%~30%，其强度等级为 C7.5~C70，容重为 12~18kN/m³。国外用于承重结构的轻骨料混凝土为 C30~C60；用于围护非承重结构的轻骨料混凝土一般为 C5~C20，容重为 10~14kN/m³。

为改善混凝土受拉性能，提高延性而制成的纤维混凝土具有一定的发展前途。采用耐碱玻璃纤维和低碱度水泥相配合而制成的玻璃纤维水泥制品，提高了混凝土的抗拉强度和纤维的碱化能力。钢纤维增强混凝土具有较好的抗拉、耐磨、抗冲击等性能。树脂混凝土强度高、成型性好、耐腐蚀性强。用聚合物浸渍混凝土可提高混凝土的耐腐蚀程度和强度，可广泛应用于耐酸、耐碱要求的工程结构之中。

砌体材料过去一直以实心粘土砖为主,近几年,空心砖、加气混凝土砌块和墙板(含实心和空心)、混凝土中小型空心砌块、粉煤灰砌块大量涌进建筑市场。今后的研制和发展方向仍将是轻质高强的砌体材料,以取代粘土砖和石材。

2. 结构方面

钢筋混凝土结构过去以现浇、非预应力为主导方向,现广泛采用装配式、装配整体式钢筋混凝土结构或预应力混凝土结构。各省各地区都有标准化图集,使设计标准化、制造工厂化和施工机械化,建筑工程逐步朝工业化建筑体系方向发展。

钢与混凝土或钢与钢筋混凝土组成的结构,有型钢或角钢与钢筋混凝土组合梁、柱,及钢管混凝土和预弯梁等。型钢和钢筋混凝土组合柱是型钢浇灌在混凝土中,优点是施工时就可以承重,节省支架,加快工程施工进度;但因其用钢量大,目前国内很少采用。钢管混凝土是在钢管中填充混凝土,加载时混凝土处于三向受压状态,钢管起到箍的作用,具有抗压强度高,延性好的优点。预弯梁为装配整体式构件,是把预制的带有拱度的工字形钢梁在加载状态下,在拉区浇筑混凝土,待混凝土达到一定强度后卸载,使下翼缘混凝土预压,现场吊装就位后,再浇上部混凝土。在使用荷载作用下,下翼缘的外加拉应力与原预加压应力相互抵消后,下翼缘才受拉,相当于预应力混凝土叠合式结构,其优点是施工工艺简单,截面尺寸、自重减小,国外常用于桥梁和高层房屋建筑中。

我国国民经济和社会发展十年规划和第八个五年计划纲要中提出:“从工程勘察、设计、施工到建筑产品和建筑机械制造,都要积极采用先进适用技术,着重开发和推广节能、节地、节材住宅体系,高效预应力钢筋混凝土结构技术,地基基础和地下工程技术,粉煤灰综合利用技术,建筑防水技术,城市综合防灾技术等。”纲要中提出的高效预应力钢筋混凝土结构技术是指采用高强度预应力钢材和高强度混凝土,用先进的设计概念、方法和先进的生产工艺设备制造质高价廉的预应力混凝土结构。

采用预应力钢筋混凝土结构,不仅可以节约钢材,而且可以改善结构功能,解决其它结构材料难以解决的技术问题。如增大房屋结构的经济跨度,可增加使用面积,降低层高,节约材料;解决大跨度桥梁建造的技术难题,可采用预应力斜拉结构或预应力悬挂结构,以解决跨度愈大、自重愈大这一般结构很难解决的问题;改善高耸结构的抗震、抗风性能;改变结构的受力状态,提高结构效能。

后张无粘结预应力技术在我国是近十多年发展起来的。我国采用无粘结预应力混凝土建造了一大批大跨度、大开间、大柱网现代建筑。在工业与民用建筑中应用的结构形式有无粘结预应力单、双向连续平板,双向密肋板,带柱帽或托板的无粘结预应力平板,大跨度简支梁、悬臂梁和框架梁、交叉梁系等。

3. 设计理论方面

建筑结构设计理论先后采用过容许应力法、破损阶段算法、极限状态设计法。目前在建筑结构中已开始采用以概率理论为基础的、以可靠度指标度量构件可靠性的极限状态设计法,使极限状态设计方法向着更完善、更科学的方向发展。随着建筑科学技术的发展和计算机的广泛应用,建筑结构设计已经从个别构件的分别计算过渡到考虑结构整体空间工作的分析方法,使建筑结构设计理论和设计方法更加完善,更加合理,并向更科学的方向发展。

二、建筑结构课程的内容、特点及学习中应注意的问题

1. 本课程的内容

建筑结构是工业与民用建筑和村镇建设专业的主要专业课之一，也是建筑学建筑设计技术、建筑经济与管理等专业的专业课。建筑结构课程的主要内容有：

(1) 建筑结构的基本计算原理。介绍结构的功能要求，结构上的荷载和以概率论为基础的极限状态设计方法。

(2) 材料的基本力学性能。在各种结构中介绍混凝土、钢材、砌体材料的基本力学性能。

(3) 钢筋混凝土结构。主要介绍钢筋混凝土受弯构件和受压构件的计算方法和构造要求；预应力混凝土基本知识，轴心受拉构件的计算和无粘结预应力混凝土受弯构件受力分析；钢筋混凝土梁板结构计算和构造要求；单层厂房和框架结构。

(4) 砌体结构。重点介绍砖石砌体受压构件的计算和砖混结构房屋的墙柱结构设计和构造要求。

(5) 钢结构。以拉、压、弯构件的计算和构件联接为主要内容，并介绍各节点的联接构造要求及钢屋盖的设计方法。

(6) 建筑结构抗震设计。为选修内容，介绍地震基本知识、抗震设计原则、钢筋混凝土框架和多层砌体房屋的抗震设计和构造要求。

(7) 建筑工程质量事故分析与处理。为选修内容，以实例介绍地下与地上工程质量事故分析与处理，以便在今后工作中能分析质量事故的原因和找出处理质量事故的最佳方案。

(8) 框架施工图的计算机辅助设计。以钢筋混凝土框架、连续梁为主线，用计算机进行结构计算和绘制结构施工图。

(9) 结构施工图的识读与绘制。介绍正确识读和绘制常见结构施工图的方法，钢筋混凝土整浇楼盖、课程设计注意事项。

(10) 工程资料。在各章节分别介绍常用的钢筋混凝土结构、砌体结构、结构设计、复核所用的相应表格，为今后解决现场急需计算问题提供方便。

通过上述内容的学习，可掌握各种结构基本构件的计算方法和构造要求，熟悉常见房屋结构的设计方法和构造措施，正确识读和绘制结构施工图，并能正确处理建筑施工中遇到的一般结构问题。

2. 本课程的特点及学习中应注意的问题

(1) 建筑结构与建筑力学的研究对象不同。建筑力学中的材料力学、结构力学研究的是理想弹性体或理想弹塑性体。建筑结构研究的对象中除钢结构材料接近理想弹塑性体外，其它三种结构都是各向异性的，特别是钢筋混凝土。

(2) 建筑结构与其它课程的关系：

建筑结构是一门综合性较强的专业课，不仅要求有较好的建筑力学、建筑制图、建筑材料基础知识，同时还要具备建筑设计、建筑施工、工程测量、地基与基础等专业知识；对于地震区的房屋设计，尚应掌握建筑抗震设计的理论及有关构造措施。只有综合运用上述有关知识，才能全面、深刻地理解建筑结构设计原理和计算方法，灵活运用结构设计理论，体现建筑设计意图，创造便利的施工条件，降低主体工程的费用，确保结构安全可靠，使建筑工程设计中安全可靠、经济适用和美观大方的矛盾达到和谐和统一。

(3) 建筑结构课程的特点及学习中应注意的问题：

① 不能生搬硬套建筑力学的计算理论与公式，因为它们是非匀质、非弹性的，而不能仅靠力学课程中解决问题的思路，利用几何、物理和平衡关系建立基本方程的一般方法解决结构设计计算中的问题，在具体内容上需要考虑建筑材料性能的特点。建筑结构的计算理论和方法，主要是建立在科学实验和工程实践的基础上。某些情况下，计算理论还不够完善，构件承载力和变形的取值尚需参照试验资料的统计分析，处于半经验半理论状态，在学习时要特别注意计算公式的适用条件。

② 结构计算的结果与建筑力学相比，答案不是唯一的。建筑力学侧重于构件的应力分析和变形计算，其解答一般是唯一的。结构设计是一个综合性问题，要顾及结构方案的比较、截面型式、材料选择、承载力和变形计算、配筋构造等因素，要考虑适用、安全、经济、方便施工等方面。同一构件在给定荷载作用下，可以得到不同的截面型式、尺寸、配筋方式、配筋数量等多种答案。选择哪种答案最合理，需进行适用性、材料用量、造价、施工等各项指标的综合分析比较。

建筑结构不仅以数学、力学、建筑材料为基础，还与建筑设计、施工技术等有密切关系。要学会运用已学过的基础知识，抽象出符合实际的力学模型，用力学知识去解决结构中的问题。既要注意力学和结构研究对象的不同，还要注意与各门课程的联系，培养综合分析问题的能力，学会考虑多因素综合分析问题的合理设计方法。

③ 不能忽略技术构造措施。建筑结构设计是在内力计算和变形分析的基础上进行截面设计的，影响因素很多，目前除荷载这一主要因素外，其它次要因素（如混凝土的收缩、地基不均匀沉降等）还不能用计算公式准确表达，而忽视这些因素，将影响正常使用，其解决办法是采用实践经验总结出的构造措施。学习时不能只注意计算理论而忽略构造措施。

④ 要学会应用各种设计规范。为了对建筑结构设计的质量进行控制，国家或各主管部委颁布了一系列具有技术法律效力的设计规范、规程、标准，作为建筑结构设计人员必须遵守的共同准则。目前经常使用的结构设计规范目录详见第九篇 § 9-31-2。

一个合格的建筑结构设计人员必须正确理解规范内容，避免盲目照搬规范条文，才能达到正确应用的目标。

随着科学技术的不断发展，需要不断地把通过科学研究获得的，并经过工程实践验证了的新理论、新技术和新方法纳入新规范。建筑结构这门学科在不断地向前发展着，我们需要不断学习新的规范和新的理论。

⑤ 建筑结构课程是工程技术人员和工程管理人员的必修课。建筑结构侧重讲述构件的计算和结构设计方面的知识，不仅对从事设计的工程技术人员是重要的，对从事施工和工程管理人员也是必备的基本知识。只有具备较完整的计算理论知识，才能正确理解结构和结构构件的受力性能和设计意图；才能正确指导施工，避免由于盲目施工所造成的工程事故，对于工程中出现的问题也能做出正确的分析与处理。

思考题

1. 什么是建筑结构？简述建筑结构的分类及其应用范围。
2. 本课程包括哪些内容，它与哪些课程密切相关？
3. 本课程的学习特点和注意事项有哪些？