



北京市高等教育精品教材立项项目

普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材
高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

混凝土结构

(上册)

(第二版)

及砌体结构

HUNNINGTUJIEGOU
JIQITIJIEGOU

滕智明 朱金铨 编著

中国建筑工业出版社

北京市高等教育精品教材立项项目
普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材
高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

混凝土结构及砌体结构(上册)

(第二版)

滕智明 朱金铨



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土结构及砌体结构. 上册/滕智明, 朱金铨编著.

2 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003

北京市高等教育精品教材立项项目. 普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材. 高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

ISBN 7-112-05765-5

I. 混… II. ①滕…②朱… III. ①混凝土结构—高等学校—教材②砌块结构—高等学校—教材
IV. TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 025258 号

北京市高等教育精品教材立项项目
普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材
高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材
混凝土结构及砌体结构 (上册)
(第二版)

滕智明 朱金铨 编著

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)
新华书店总店科技发行所发行
北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 26 $\frac{3}{4}$ 字数: 581 千字

2003 年 6 月第二版 2004 年 7 月第六次印刷

印数: 22,601—25,600 册 定价: 42.00 元

ISBN 7-112-05765-5

TU·5064(11404)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书是在第一版的基础上，根据我国新修订的《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2002）和《砌体结构设计规范》（GB 50003—2001）经全面修订后改写的。全书包括：钢筋混凝土结构构件、预应力混凝土结构构件、钢筋混凝土楼盖结构、单层工业厂房结构设计、多层及高层建筑设计及砌体结构共6篇，分上下两册，每册各3篇。

本书可作为高等学校土木工程专业及相关专业教材，也可供从事混凝土结构及砌体结构的工程技术人员、科学研究工作者参考。

* * *

责任编辑：王跃

第二版前言

本书的第一版是根据高等工科院校工业与民用建筑专业和建筑结构工程专业的教学大纲编写的,出版后受到了广大读者的欢迎。1993年经全国高等学校建筑工程专业指导委员会评审为高等学校推荐教材。

这次再版是在保持原书体系、特点的基础上,按照我国新修订的国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)及《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)经过全面修订后改写的,是前版内容的更新和扩充。书中对各种常用类型结构及其构件的设计方法做了详细的说明,并给出了设计例题,可作为工程技术人员熟悉、掌握新规范,进行混凝土结构及砌体结构设计的参考。

全书共6篇,分上下两册,除绪论外,上下册各3篇。上册中第1篇为钢筋混凝土结构构件,包括材料的力学性能,梁的受弯性能的试验研究、分析,结构设计原理和设计方法,受弯、受扭、受压及受拉构件的承载力计算,粘结、锚固及钢筋布置,钢筋混凝土结构的适用性和耐久性等10章。第2篇为预应力混凝土结构构件,包括:预应力混凝土结构原理及计算规定,预应力混凝土轴心受拉构件及预应力混凝土受弯构件共3章。第3篇为钢筋混凝土楼盖结构,包括单向板肋形楼盖和双向板肋形楼盖。下册中第4篇为单层工业厂房结构设计,包括:单层工业厂房的结构体系、结构布置和主要结构构件,排架结构的内力分析,钢筋混凝土柱和基础设计,单层工业厂房结构的其他主要结构构件设计要点以及单层工业厂房结构抗震设计。第5篇为多层及高层建筑结构设计,包括:多层和高层建筑结构体系与布置,荷载及设计要求,框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构及框筒、筒中筒与空间结构。第6篇为砌体结构,包括:概述,块材、砂浆、砌体的物理力学性能,砌体结构设计方法,砌体构件及墙体的设计计算,过梁、墙梁、挑梁设计及砌体结构房屋抗震设计。全书包括了基本理论和结构设计两部分的内容。

本书的部分章节较前一版增添了一些新的内容:考虑到高强混凝土的应用日趋增多,第2章中说明了反映高强混凝土应力应变关系特性的等效矩形应力图形系数的取值。第8章受压构件承载力计算中补充了可用于计算钢骨混凝土柱的沿截面腹部均匀配筋截面的承载力计算,和环形截面构件的配筋计算图表。第10章改名为“钢筋混凝土结构的适用性和耐久性”,较前版做了较大的变更,除了挠度控制以外,裂缝控制一节详细论述了混凝土结构中各种裂缝出现的原因、裂缝的形态及其影响因素。我国长期以来对混凝土结构的耐久性问题重视不够,当前大规模的基本建设更迫切需要提高工程设计人员对耐久性重要性的认识和加深对耐久性设计的了解。为此,本书增加了耐久性这一节,对混凝土结构耐

久性的意义、钢筋腐蚀的机理及其影响因素、裂缝与腐蚀的关系、钢筋腐蚀对结构功能的影响、耐久性设计的基本概念以及规范有关耐久性设计的规定等,做了较为详细的论述。第11章补充了有关预应力混凝土结构耐久性的特殊问题——应力腐蚀和氢脆的论述。

我们认为作为混凝土结构及砌体结构的教材,不仅要使学生能够掌握规范的设计方法,更重要的是要对材料的基本特性、构件的受力性能有透彻的了解。因为,只有这样才能更好地理解规范条文的实质,正确地运用它进行设计;同时也能适应今后结构设计理论和设计规范的发展(各国混凝土结构设计规范一般每7~10年全面修订一次)。

从事物的认识规律来看,性能是从试验现象中概括出来的反映结构构件受力特点的客观规律,分析是在受力性能基础上抽象出来的计算模型和计算方法,是对结构和构件性能的更深刻的认识。总的来说二者均属于认识和掌握客观规律的问题,而设计则是如何运用这些规律使所设计的结构满足功能和技术经济要求的问题。因此,本书力图按照“性能—分析—设计”的过程来阐述,我们体会这样比较符合教学规律。

为了适应高等院校师生的教学需要和便于工程技术人员参考,本书在编写时力求内容充实精练、概念清楚,便于自学。为了使读者对计算方法的掌握更加系统化、形象化,本书各主要章节均给出了计算流程。目的是用以说明计算步骤、各种情况之间的判别以及适用条件的应用。

为了引导学生对基本概念、基本内容的深入思考、巩固提高,本书每章末均附有一定数量的思考题和习题。思考题中有一部分是是非判断题和多项选择题,这是历届学生容易混淆,似是而非的一些概念性问题,用意是启发学生积极思考,更准确地掌握基本概念。

本书的某些章节可作为选学内容,读者可根据不同专业、不同学制、不同教学要求加以取舍。

参加本书编著工作的人员为:上册滕智明(绪论、第1、2篇)、朱金铨(第3篇),下册罗福午(第4篇)、方鄂华(第5篇)和叶知满(第6篇)。上册由滕智明修改定稿,下册由罗福午修改定稿。

本书存在的缺点和不足之处,恳请读者批评指正,以便改进。

编著者

2003年1月

目 录

绪论	1
0.1 混凝土结构的一般概念	1
0.2 钢筋混凝土的特点	2
0.3 混凝土结构发展简况	3
0.4 本课程的任务和内容	4
0.5 本课程的特点	6
第 1 篇 钢筋混凝土结构构件	
第 1 章 钢筋和混凝土材料的力学性能	8
1.1 钢筋	8
1.2 混凝土的强度	11
1.3 混凝土在荷载短期作用下的变形	18
1.4 钢筋与混凝土的粘结	20
1.5 轴心受力构件的应力分析	22
1.6 混凝土的时随变形——收缩和徐变	25
第 2 章 梁的受弯性能的试验研究、分析	34
2.1 受弯性能的试验研究	34
2.2 配筋率对梁的破坏特征的影响	38
2.3 截面应力分析	40
2.4 《规范》采用的极限弯矩计算方法	44
2.5 小结	49
第 3 章 结构设计原理、设计方法	53
3.1 结构设计的要求	53
3.2 概率统计的一些基本概念	55
3.3 概率极限状态设计法	58
3.4 概率极限状态设计法的实用设计表达式	61
第 4 章 受弯构件正截面承载力计算	69
4.1 概说	69
4.2 单筋矩形截面	70
4.3 双筋矩形截面	76
4.4 T 形截面	82
4.5 小结	87
第 5 章 受弯构件斜截面承载力计算	92

5.1	概说	92
5.2	无腹筋梁的受剪性能	93
5.3	有腹筋梁的受剪性能	98
5.4	弯起钢筋	104
第6章	粘结、锚固及钢筋布置	110
6.1	概说	110
6.2	钢筋与混凝土的粘结	111
6.3	受弯构件的钢筋布置	116
6.4	设计例题	126
第7章	受扭构件承载力计算	135
7.1	概说	135
7.2	开裂扭矩	136
7.3	纯扭构件的承载力计算	138
7.4	受弯矩、剪力和扭矩共同作用的构件	145
第8章	受压构件承载力计算	155
8.1	概说	155
8.2	轴心受压柱的承载力计算	157
8.3	矩形截面偏心受压构件	162
8.4	工形截面偏心受压构件	187
8.5	沿截面腹部均匀配筋的偏心受压构件	190
8.6	环形截面偏心受压构件	192
8.7	圆形截面偏心受压构件	197
8.8	双向偏心受压构件	200
8.9	偏心受压柱斜截面受剪承载力计算	204
8.10	柱的构造要求	206
第9章	受拉构件承载力计算	210
9.1	轴心受拉构件	210
9.2	矩形截面偏心受拉构件	210
9.3	$N-M$ 相关关系的推广应用	216
9.4	偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算	218
第10章	钢筋混凝土结构的适用性和耐久性	220
10.1	受弯构件的挠度控制	220
10.2	裂缝控制	231
10.3	混凝土结构的耐久性	245

第2篇 预应力混凝土结构构件

第11章	预应力混凝土结构原理及计算规定	259
11.1	预应力混凝土的概念	259

11.2	预应力混凝土的材料	263
11.3	施加预应力的方法及锚夹具	265
11.4	预应力混凝土的分类及裂缝控制等级	271
11.5	张拉控制应力和预应力损失	275
第 12 章	预应力混凝土轴心受拉构件	288
12.1	预应力混凝土轴心受拉构件的应力分析	288
12.2	预应力混凝土轴心受拉构件的设计	297
第 13 章	预应力混凝土受弯构件	306
13.1	概说	306
13.2	预应力混凝土受弯构件的应力分析	307
13.3	预应力混凝土受弯构件的承载力计算	312
13.4	预应力混凝土受弯构件的裂缝控制验算	315
13.5	预应力混凝土受弯构件的挠度计算	317
13.6	施工阶段的验算	318
13.7	预应力混凝土受弯构件的计算流程	320
13.8	设计例题	329
13.9	预应力混凝土构件的构造规定	338

第 3 篇 钢筋混凝土楼盖结构

第 14 章	单向板肋形楼盖	343
14.1	概说	343
14.2	楼盖结构的型式	343
14.3	楼盖结构布置	345
14.4	肋形楼盖的受力体系	346
14.5	钢筋混凝土连续梁的内力计算	348
14.6	单向板的计算和配筋	358
14.7	次梁的计算和配筋	361
14.8	主梁的计算和配筋	362
14.9	单向板肋形楼盖设计例题	365
第 15 章	双向板肋形楼盖	378
15.1	双向板的破坏机构	378
15.2	双向板的极限荷载	379
15.3	双向板的设计	383
15.4	双向板支承梁的计算	387
15.5	双向板楼盖设计例题	387
15.6	双向板按弹性理论的计算方法	391
附表		399
参考文献		418

绪 论^①

0.1 混凝土结构的一般概念

混凝土结构包括钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构及素混凝土结构。

混凝土是土木、建筑工程中应用极为广泛的一种建筑材料。它的抗压强度较高，而抗拉强度很低。因此，素混凝土构件的应用范围很有限，主要用于受压构件，如柱墩、基础墙等。如果将它用作受弯构件，如图 0-1 (a) 所示素混凝土梁，在相对较低的荷载下，

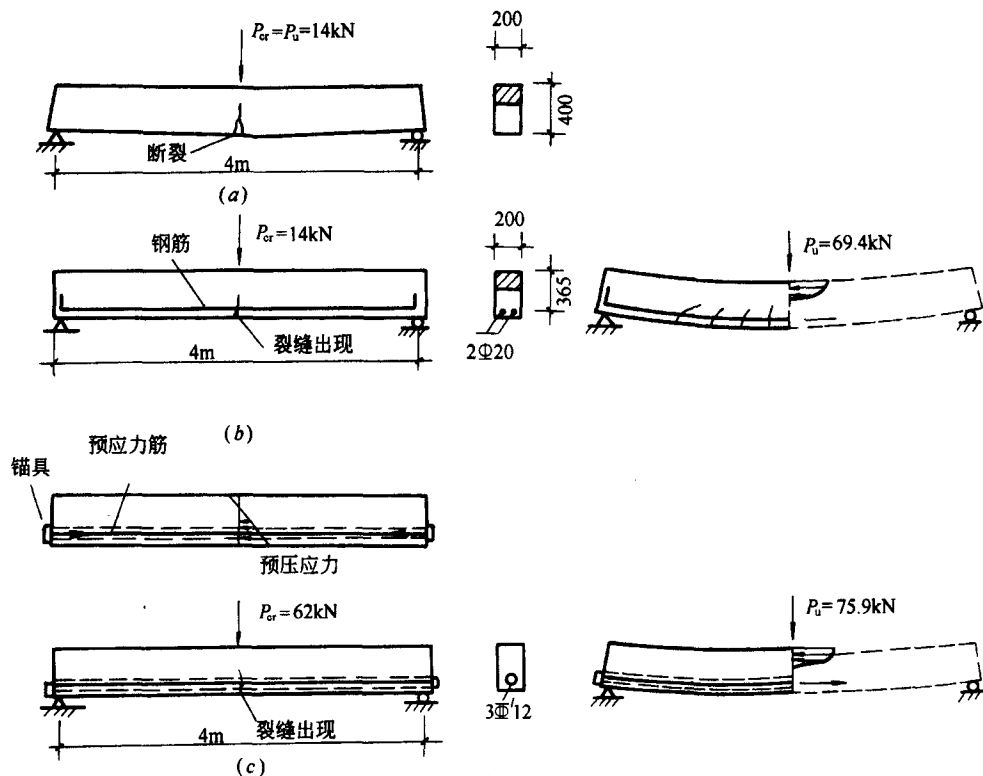


图 0-1

(a) 素混凝土梁；(b) 钢筋混凝土梁；(c) 预应力混凝土梁

① 关于砌体结构的类型、特点、应用及发展简况将在第 6 篇第 28 章中阐述。

梁将由于受拉区断裂而破坏，梁的开裂荷载即为其破坏荷载 $P_{cr} = P_u = 14\text{kN}$ ，这时受压区混凝土的抗压强度还远远没有充分利用。如果在梁的受拉区配置一定数量的缸筋，形成**钢筋混凝土梁**，虽然当荷载 $P_{cr} \approx 14\text{kN}$ 时，受拉区混凝土还会开裂，但缸筋可以替代开裂的混凝土承受拉力，因而可继续加载，直到缸筋屈服后，梁才到达破坏荷载 $P_u = 69.4\text{kN}$ 。可见，钢筋混凝土梁的承载力比素混凝土梁有很大提高。破坏时，缸筋的抗拉强度和混凝土的抗压强度均得到了充分利用，但梁过早开裂的问题并没有解决。如果在混凝土梁受荷以前，先使梁中建立起预压应力^①，即形成**预应力混凝土梁**。由于外荷先要抵消预压应力，才能使梁中产生拉应力，因此预应力混凝土梁的开裂荷载 ($P_{cr} = 62\text{kN}$) 比钢筋混凝土梁有较大提高，从而防止了梁的过早开裂。破坏时 ($P_u = 75.9\text{kN}$)，与钢筋混凝土梁相似，缸筋和混凝土这两种材料的强度均得以充分利用。

0.2 钢筋混凝土的特点

钢筋混凝土是由缸筋和混凝土两种材料组成的。缸筋和混凝土这两种物理力学性能很不相同的材料之所以能有效地结合在一起共同工作，主要是由于：(1) 缸筋与混凝土之间存在有**粘结力**，使二者在荷载作用下能够协调变形，共同受力；(2) 缸筋与混凝土的温度线膨胀系数相近，钢为 1.2×10^{-5} ，混凝土为 $(1.0 \sim 1.5) \times 10^{-5}$ 。当温度变化时，二者间不会因产生较大的相对变形而破坏它们之间的结合；(3) 缸筋至构件边缘之间的**混凝土保护层**，起着防止缸筋发生锈蚀的作用，保证结构的耐久性。

钢筋混凝土结构的主要优点是：

(1) 合理地利用了缸筋和混凝土这两种材料的受力特点，可以形成具有较高强度的结构构件。在一定条件下可用来代替钢构件，因而能节约钢材，降低造价；

(2) 与木结构和钢结构相比，混凝土结构耐久性和耐火性较好，维护费用低；

(3) 可模性好，混凝土可根据设计需要浇筑成各种形状的结构，如双曲薄壳、箱形截面等；

(4) 现浇钢筋混凝土结构的整体性好，又具备较好的延性，适用于抗震结构；同时防振性和防辐射性能较好，适用于防护结构；

(5) 混凝土中占比例较大的砂、石等材料，便于就地取材。

钢筋混凝土结构也存在着一些缺点：

(1) 自重过大；(2) 抗裂性较差，开裂过早；(3) 施工复杂，工序多，浇筑混凝土时需要模板支撑，户外施工受到季节条件限制；(4) 补强修复比较困难等。这些缺点在一定程度上限制了钢筋混凝土结构的应用范围，如不适用于大跨桥梁、超高层建筑等。随着科

① 如在浇筑混凝土时，在梁中预留孔道，穿入高强缸筋，待混凝土到达一定强度后以构件为支座张拉缸筋，挤压混凝土。张拉至所需应力后，将缸筋锚固在构件上，利用缸筋的回弹使混凝土保持一定的预压应力。

学技术的发展, 这些缺点正在得到克服和改善, 例如采用能利用高强材料的预应力混凝土结构可以提高构件的抗裂性, 扩大应用范围; 采用预制装配式构件可以节约模板和支撑, 加快施工速度, 保证质量, 使工程不受季节气候条件的影响; 发展轻质高强混凝土可以有效地减轻结构自重等。

由于钢筋混凝土结构具有很多优点, 且其缺点正在不断地被克服, 所以在房屋建筑、地下结构、桥梁隧道、水工海港等土木工程中得到了广泛应用。

0.3 混凝土结构发展简况

混凝土结构自 19 世纪中期出现, 至今只有约 150 年的历史, 与砖石砌体结构、钢结构相比, 历史并不长, 但发展却很快。早期主要是采用钢筋混凝土板、梁、柱、拱、基础等构件, 所用的混凝土强度和钢筋强度都较低。钢筋混凝土结构构件的计算方法尚未成熟, 内力和截面计算均沿用基于弹性理论的容许应力设计方法。20 世纪 20 年代以后, 陆续出现了预应力混凝土结构, 装配式钢筋混凝土结构, 和钢筋混凝土薄壳结构, 混凝土结构有了很大发展。同时在计算理论方面开始采用考虑混凝土塑性性能的破损阶段设计法, 20 世纪 50 年代又采用了更为合理的极限状态设计法。此后, 混凝土结构无论在材料、结构应用、施工制造和计算理论等方面都获得了迅速的发展, 目前已成为工程建设中应用最广泛的一种结构。以下就材料、结构和计算理论三个方面简要地叙述混凝土结构的发展现状。

1. 材料方面 目前钢筋混凝土结构中常用的混凝土抗压强度为 $20 \sim 40 \text{ N/mm}^2$ (MPa); 预应力混凝土结构中采用的混凝土抗压强度可达 $60 \sim 80 \text{ N/mm}^2$ 。近年来国内外采用在混凝土中掺加减水剂的方法已生产出强度为 100 N/mm^2 以上的混凝土。

采用**高强混凝土**是混凝土结构的发展方向。高强混凝土由于密性好, 可提高混凝土的抗渗透性和抗冻性, 因而提高了结构的耐久性。为混凝土结构在海洋工程、防护工程及原子能发电站、压力容器等方面的应用创造了条件, 如挪威在海洋平台中采用了抗压强度 60 N/mm^2 以上的混凝土。高强混凝土由于强度高, 可有效地减少构件的截面 (如柱、预应力混凝土梁), 减轻自重, 提高空间的利用率。因此在大跨度预应力混凝土桥梁和高层建筑中得到了应用。如美国西雅图太平洋第一中心的柱采用了抗压强度达 124 N/mm^2 的高强混凝土。为了适应高强混凝土的发展及应用, 我国 2002 年发布的《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002) 将混凝土强度等级提高到 C80 (80 N/mm^2)。

目前, 钢筋混凝土结构中采用的钢筋的屈服强度已达 420 N/mm^2 ; 用于预应力混凝土的钢丝、钢绞线的极限抗拉强度达到 1860 N/mm^2 。这种高强度、高性能钢筋在我国已经可以充分供应, 今后将作为主力钢筋优先推广采用。

为了减轻结构自重 (钢筋混凝土结构自重为 25 kN/m^3), 国内外都在大力发展各种**轻质混凝土**, 如陶粒混凝土、浮石混凝土等, 其自重一般为 $14 \sim 18 \text{ kN/m}^3$, 强度可达 50 N/mm^2 。轻质混凝土的结构自重可较普通混凝土减少 30%。此外纤维混凝土等聚合物混

凝土也正在研究发展中, 有的已在实际工程中开始应用。

2. 结构方面 钢筋混凝土和预应力混凝土结构, 除在一般工业与民用建筑中得到了极为广泛的应用外, 当前令人瞩目的是它在高层建筑、大跨桥梁和高耸结构物中的应用有着突飞猛进、日新月异的发展。

目前世界上已建成的**最高的**钢筋混凝土超高层建筑, 是马来西亚吉隆坡的双塔大厦。它由两个并排的圆形建筑所组成, 每个塔的内筒为边长 23m 的方形, 外围为 16 个圆柱 (直径 2.4~1.2m)。地上 88 层高 390m, 连同桅杆总高 450m, 底层至 84 层均为钢筋混凝土及钢骨混凝土结构。我国已建成的最高建筑是上海浦东金茂大厦, 为钢筋混凝土结构, 其中部分柱配置了钢骨, 88 层, 高度为 420.5m。其次是广州的中天广场大厦, 为钢筋混凝土结构, 共 80 层, 高为 322m。

预应力混凝土箱形截面斜拉桥或钢与混凝土组合梁斜拉桥是当前大跨桥梁的主要结构形式之一。我国在 1993 年 10 月建成通车的上海杨浦大桥, 主跨 602m, 是当今世界**最大跨径**的钢与混凝土结合梁斜拉桥, 桥全长 1172m, “A” 字型桥塔高 220m, 采用了 256 根斜拉索。1995 年建成的重庆长江二桥主跨 444m, 是我国目前最大跨径的预应力混凝土梁斜拉桥。同年建成的铜陵长江预应力混凝土梁斜拉桥, 主跨也达到了 432m。

我国 1997 年建成的万县长江箱形截面拱桥, 主跨 420m, 是当今世界**最大跨度**的钢筋混凝土拱桥。此前, 最大跨度钢筋混凝土拱桥为克罗地亚的克尔克 II 号桥, 主跨 390m。

混凝土电视塔由于其造型上及施工 (采用滑模施工) 上的特点, 已逐渐取代过去常用的钢结构电视塔。目前世界**最高的**预应力混凝土电视塔为加拿大多伦多电视塔, 高 553m, 其次是莫斯科电视塔。我国上海浦东的“东方明珠”电视塔高度居世界第三位, 塔高 454m。上海电视塔造型独特, 采用三根预应力混凝土管柱贯穿着上下三个球形, 小球直径 7m, 标高 337m; 两个大球直径各 50m、标高分别为 265m 及 80m。此外, 如已建成的北京中央电视塔、天津电视塔都是预应力混凝土结构, 高度均达到了 400m。

3. 计算理论方面 目前在建筑结构中已采用以概率理论为基础的**可靠度理论**, 使极限状态设计方法更趋完善。考虑混凝土非弹性变形的计算理论也有很大进展, 在连续板、梁及框架结构的设计中考虑塑性内力重分布的分析方法已得到较为广泛的应用。随着对混凝土强度和变形理论的深入研究, 现代化测试技术的发展及有限元分析方法的应用, 对混凝土结构, 尤其是体形复杂或受力状况特殊的二维、三维结构, 已能进行非线性的全过程分析。并开始从个别构件的计算过渡到考虑结构整体空间工作、结构与地基相互作用的分析方法, 使得混凝土结构的计算理论和设计方法日趋完善, 向着更高的阶段发展。

0.4 本课程的任务和内容

本课程的基本任务是使学生通过课程的学习, 能初步掌握混凝土结构及砌体结构的设计, 如工业与民用建筑中最常用的三种典型结构: 单层厂房结构、多层及高层建筑结构和

混合结构的结构布置、受力体系、构件选型和计算方法等。

总的来看, 房屋建筑或构筑物都是由各种构件或部件(构件的组合物如平面楼盖)所组成的, 如图 0-2 (a) 所示框架结构, 框架梁及楼盖中的板、次梁均为承受弯矩和剪力共同作用的**受弯构件**(图 0-2b); 柱是以承受轴向压力为主, 并同时受到弯矩及剪力作用的**受压构件**, 屋架的上弦压杆及高层建筑中的剪力墙也属受压构件; 屋架的下弦拉杆为承受轴向拉力或同时受弯矩作用的**受拉构件**; 框架边梁、挑檐梁为承受弯矩、剪力和扭矩共同作用的**受扭构件**。这些构件的截面尺寸、配筋通常是由起控制作用的截面(如跨中及支座截面)的内力(轴向力 N 、弯矩 M 、剪力 V 及扭矩 T) 所决定的(图 0-2c)。钢筋混凝土和预应力混凝土构件是由两种材料组成的, 在截面上钢筋受拉或受压, 混凝土受压或同时受剪。因此截面的应力应变分布, 强度和变形(曲率)规律, 及构件的受力性能等均与钢筋和混凝土两种材料的力学性能及其相互作用(钢筋与混凝土的粘结)密切相关(图 0-2d)。

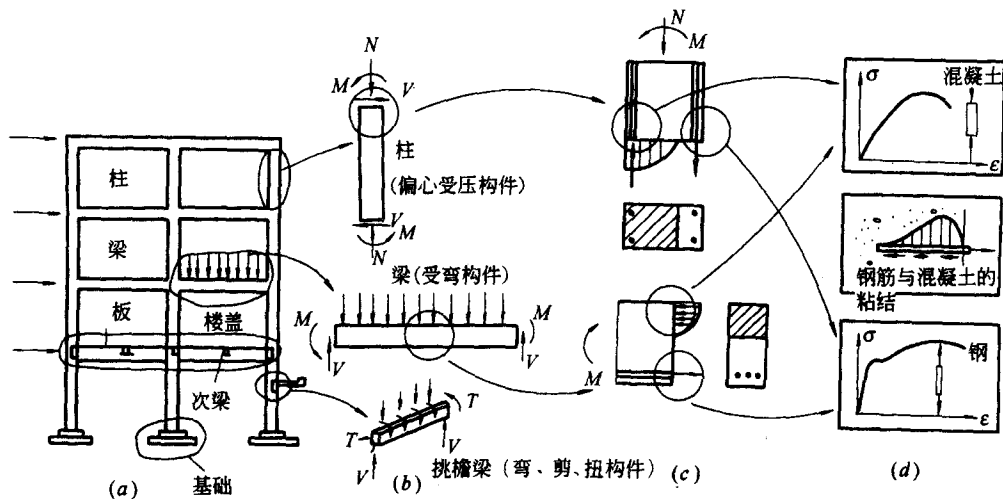


图 0-2

(a) 结构; (b) 构件; (c) 控制截面; (d) 材料

为了便于阐明基本概念, 更好地掌握混凝土结构构件的性能, 分析及设计, 本课程的讲述次序恰好是图 0-2 的逆过程。首先讨论钢筋和混凝土材料的力学性能(强度和变形的变化规律); 其次讨论各种类型构件的受力性能、截面承载力和配筋计算, 以及钢筋布置; 然后是钢筋混凝土楼盖的设计计算和配筋构造; 最后将逐次讨论单层厂房结构、多层及高层建筑结构和砌体结构的设计。

0.5 本课程的特点

本课程在内容、研究方法上以及考虑问题的方面，都和力学课程（材料力学、结构力学）有很大的不同，并有其自身的特点。这些特点概括起来有两方面：（1）材料性能的特殊性；（2）设计的综合性。

1. 材料性能的特殊性

本书包括两部分内容：上册讨论钢筋混凝土构件、预应力混凝土构件及钢筋混凝土部件——楼盖的受力性能、设计方法、配筋计算及构造；下册讨论单层工业厂房结构、多层高层建筑结构及砌体结构的设计。上册内容属于混凝土结构的基本构件、基本理论，是学习下册结构设计的基础知识，在性质上相当于钢筋混凝土的“材料力学”。它与材料力学有某些共性，但又有很多来源于材料性能的特殊性，在学习本课程时应着重从它与材料力学不同的方面来掌握混凝土结构的特点。

材料力学研究的是单一、匀质、连续、弹性材料的构件。本课程研究的是由钢筋和混凝土两种材料组成的构件，而且混凝土是非匀质、非连续、非弹性的材料。因此，材料力学公式可直接应用的情况不多；但是通过几何、物理和平衡关系建立基本方程的途径是相同的；然而在每一种关系的具体内容上则需要考虑钢筋混凝土性能上的特点。

钢筋混凝土构件是由两种材料组成的复合材料构件，因此就存在着两种材料在数量上和强度上的匹配问题。如果钢筋和混凝土在截面面积上的比例和材料强度上的匹配超过了一定的界限，则会引起构件受力性能的改变。这是单一材料构件所没有的特点，而对于钢筋混凝土构件则是一个既具有基本理论意义，又有工程实际意义的问题。这是学习本课程必须十分注意的问题。

由于混凝土材料力学性能的复杂性和离散性，目前还没有建立起较为完善的强度和变形理论。有关混凝土的强度和变形规律，很大程度上依赖于实验给出的经验公式。在学习本课程时要重视构件的实验研究，掌握通过试验现象观察到的构件受力性能，以及受力分析所采用的基本假设的实验依据，在运用计算公式时要注意其适用范围和先决条件。

2. 设计的综合性

本课程与力学课程不同，材料力学、结构力学侧重于构件的应力（或内力）和变形的计算，它们的习题答案往往是惟一的。而混凝土结构和砌体结构所要解决的不仅是强度和变形计算问题，更主要是构件和结构的设计，包括材料选用、结构方案、构件类型的确定和配筋构造等。结构设计是一个综合性的问题，在进行结构布置、处理构造问题时，不仅要考虑结构受力的合理性，同时还要考虑使用要求、材料、造价、施工制造等方面的问题。亦即，要根据安全适用、经济合理、技术先进的原则，对各项指标进行全面地综合分析比较。因此，在学习本课程时，要注意培养对多种因素进行综合分析的能力。

为了贯彻国家的技术经济政策，保证设计的质量，达到设计方法上的必要的统一。国

家颁布了《混凝土结构设计规范》(GB 50010), (以下简称《规范》和《砌体结构设计规范》(GB 50003), (以下简称《砌体规范》)。规范是国家制定的有关结构设计计算和构造要求的技术规定和标准, 是具有约束性和立法性的文件, 是设计、校核、审批结构工程设计的依据。因此, 设计规范是工程技术人员进行设计必须遵守的规定。在学习本课程的过程中要学会运用规范, 这是在力学课中不曾遇到的新问题。在熟悉、运用规范时, 注意力应不仅限于规范所列具体条文、公式、表格, 更主要的是要对规范条文的概念和实质有正确的理解, 只有这样才能确切地运用规范, 充分发挥设计者的主动性和创造性。

第 1 篇 钢筋混凝土结构构件

第 1 章 钢筋和混凝土材料的力学性能

钢筋混凝土结构是由钢筋和混凝土这两种性能迥然不同的材料所组成的。为了正确合理地进行钢筋混凝土结构设计，需要深入了解钢筋混凝土结构及其构件的受力性能。而对于钢筋和混凝土两种材料的力学性能（强度和变形的变化规律）及其相互作用的了解，则是掌握钢筋混凝土构件性能、分析、设计的基础。总之，有关钢筋混凝土结构的一切计算、构造和设计问题，归根结底都来源于两种材料性能上的特点。

本章将分别讨论钢筋和混凝土的强度和变形性能，以及二者的相互作用。最后以简单的轴心受力构件的应力分析为例，说明材料的力学性能对钢筋与混凝土共同工作的影响。

1.1 钢 筋

混凝土结构所用的钢筋有两类：一类是有物理屈服点的钢筋，如**热轧钢筋**；一类是无物理屈服点的钢筋，如**钢丝、钢绞线及热处理钢筋**。钢筋混凝土结构中主要采用有屈服点的热轧钢筋，其力学性能在本章中讨论。无物理屈服点的钢筋主要用作预应力混凝土结构中的预应力钢筋，关于这种钢筋的力学性能将在第 11 章中论述。

1.1.1 热轧钢筋的强度和变形

有物理屈服点钢筋的典型应力应变曲线如图 1-1 所示。其中 a 点以前，钢筋处于**弹性阶段**，应力与应变成正比，直线 oa 的斜率为钢筋的**弹性模量** E_s 。到达 a 点后钢筋进入**屈服阶段**，应力保持不变，应变急剧增长形成屈服台阶或**流幅** (ab)， a 点的应力称为**屈服点** f_y 。

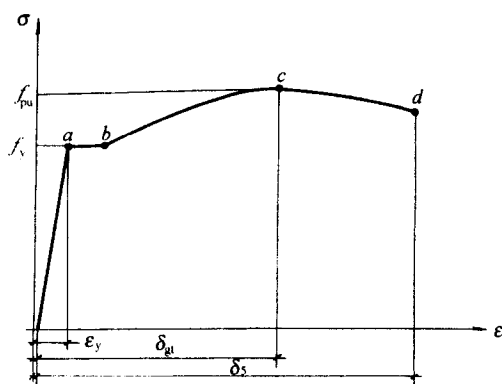


图 1-1 热轧钢筋的应力应变曲线