



(第2版)

SHUIGONG GANGJIN HUNNINGTU JIEGOU

水工钢筋 混凝土结构

赵瑜 主编
李凤兰 副主编



水利部《水工混凝土结构设计规范》(DL/T 5037-2008) 条文说明

水工钢筋 混凝土结构

主编 李国英
副主编 王世明

中国水利水电出版社



国家开放大学
THE OPEN UNIVERSITY OF CHINA

水工钢筋混凝土结构

(第2版)

赵瑜 主编

李凤兰 副主编

中央广播电视大学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

水工钢筋混凝土结构 / 赵瑜主编. —2 版. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2014. 7

ISBN 978 - 7 - 304 - 06600 - 0

I. ①水… II. ①赵… III. ①水工结构—钢筋混凝土结构—开放大学—教材 IV. ①TV332

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 139039 号

版权所有, 翻印必究。

水工钢筋混凝土结构 (第 2 版)

SHUIGONG GANGJIN HUNNINGTU JIEGOU

赵瑜 主编

李凤兰 副主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 营销中心 010-66490011

总编室 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 申敏

版式设计: 赵洋

责任编辑: 王可

责任校对: 张娜

责任印制: 赵联生

印刷: 北京密云胶印厂

印数: 0001~3000

版本: 2014 年 7 月第 2 版

2014 年 7 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 22.25 字数: 493 千字

书号: ISBN 978 - 7 - 304 - 06600 - 0

定价: 31.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

第2版前言

本书共分十一章，主要内容为钢筋混凝土和预应力混凝土结构构件设计的基本理论及其应用。

本书内容的编写主要按照国家行业标准《水工混凝土结构设计规范》(SL 191—2008、DL/T 5057—2009)，同时也参考了国内的其他相关规范。本书是在2003版的《水工钢筋混凝土结构》教材的基础上修订完成的。

本书主要突出基本理论的掌握和应用，为便于自学，每一章除附有学习指导、本章小结、习题以外，还有提示旁白。提示旁白是本书的一个重要特点，它提供了一种交互式学习方式，也反映了编者长期教学的经验体会和独到见解。

本书由华北水利水电大学有多年丰富教学经验的教师进行修编。具体分工如下：赵瑜教授编写绪论、第1~4章和附录；张晓燕副教授编写第5章和第9章；李凤兰教授编写第8章；张建伟副教授编写第6、7、10章。全书由赵瑜担任主编，李凤兰担任副主编。

本书在修编过程中参考了国内同行的论文资料、著作和教材，在此谨致谢忱。

由于编者水平有限，本教材中难免存在不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

2014年5月

第1版前言

本书是根据中央广播电视大学开放教育试点工作办公室下达的水利水电工程专业教学计划编写的“水工钢筋混凝土结构”课程的通用教材。全书共分十章，主要内容为钢筋混凝土和预应力混凝土结构构件设计的基本理论及其应用。

本书编写时主要依据国家行业标准《水工混凝土结构设计规范》(SL/T 191—96)，同时也参考了国内的其他有关规范，如《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)等。

本书主要突出基本理论的掌握和应用，为便于自学，每一章除附有学习指导、本章小结、习题以外，还有提示旁白。提示旁白是本书的一个重要特点，它提供了一种交互式学习方式，同时也反映了编者长期教学的经验体会和独到见解。

本书由中央广播电视大学开放教育试点工作办公室组织华北水利水电学院有多年丰富教学经验的老师编写。具体分工如下：第0、1、2章由赵瑜编写；第3、4章和附录由赵瑜、陈爱玖共同编写；第5章由李凤兰编写；第6、7章由靳彩编写；第8、10章由赵瑜、李凤兰共同编写；第9章由潘丽云编写。全书由华北水利水电学院赵瑜教授担任主编、李凤兰副教授担任副主编。本书由郑州大学刘立新教授、华北水利水电学院赵顺波教授、李树瑶教授等专家审定，刘立新教授为主审。

本书在编写过程中参考了国内同行的论文资料、著作和教材，在此谨致谢忱。由于编者水平有限，本教材中难免存在不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

2003.5

目 录

第0章 绪论	1
0.1 混凝土结构的基本概念	1
0.2 混凝土结构的发展简况	4
0.3 本课程的目的、任务和特点	6
本章小结	7
习题	8
第1章 钢筋混凝土结构的材料	9
1.1 钢筋	9
1.2 混凝土	15
1.3 钢筋与混凝土的黏结	25
本章小结	30
习题	31
第2章 钢筋混凝土结构设计计算原则	33
2.1 结构的功能要求、极限状态和安全级别	33
2.2 结构上的作用、作用效应和结构抗力	35
2.3 概率极限状态设计法	37
2.4 极限状态计算的实用设计表达式	44
本章小结	54
习题	55
第3章 钢筋混凝土受弯构件正截面承载力计算	57
3.1 概述	57
3.2 受弯构件的一般构造	58
3.3 受弯构件正截面的试验研究	61
3.4 正截面受弯承载力计算原则	66
3.5 单筋矩形截面承载力计算	71
3.6 双筋矩形截面承载力计算	82
3.7 T形截面承载力计算	89
本章小结	97

习题	97
第4章 钢筋混凝土受弯构件斜截面承载力计算	101
4.1 概述	101
4.2 无腹筋梁的斜截面受剪承载力	103
4.3 有腹筋梁的斜截面受剪承载力	108
4.4 实心厚板的斜截面受剪承载力计算	117
4.5 钢筋混凝土梁的斜截面受弯承载力	122
4.6 钢筋骨架的构造	128
4.7 钢筋混凝土构件施工图	134
4.8 钢筋混凝土伸臂梁设计	135
本章小结	142
习题	144
第5章 钢筋混凝土受压构件承载力计算	147
5.1 概述	147
5.2 轴心受压构件正截面承载力计算	150
5.3 偏心受压构件正截面受力性能研究	155
5.4 不对称配筋矩形截面偏心受压构件正截面承载力计算	158
5.5 对称配筋矩形截面偏心受压构件的截面承载力计算	171
5.6 偏心受压构件正截面承载力 $N_u - M_u$ 相关曲线	175
5.7 偏心受压构件斜截面承载力计算	176
本章小结	177
习题	178
第6章 钢筋混凝土受拉构件承载力计算	183
6.1 概述	183
6.2 轴心受拉构件正截面承载力计算	184
6.3 偏心受拉构件正截面承载力计算	185
6.4 偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算	190
本章小结	191
习题	191
第7章 钢筋混凝土受扭构件承载力计算	193
7.1 概述	193
7.2 钢筋混凝土纯扭构件的承载力计算	194
7.3 钢筋混凝土弯剪扭构件的承载力计算	202
本章小结	208
习题	208

第 8 章 钢筋混凝土构件正常使用极限状态验算	211
8.1 概述	211
8.2 抗裂验算	212
8.3 裂缝宽度验算	219
8.4 变形验算	230
8.5 混凝土结构的耐久性	235
本章小结	239
习题	239
第 9 章 预应力混凝土结构构件计算	243
9.1 概述	243
9.2 施加预应力的方法和预应力混凝土结构的材料	246
9.3 预应力钢筋的张拉控制应力及预应力损失	253
9.4 预应力混凝土轴心受拉构件的应力分析和承载力计算	260
9.5 预应力混凝土受弯构件的应力分析和承载力计算	268
9.6 预应力混凝土构件的抗裂、裂缝宽度及挠度验算	276
9.7 施工阶段验算	282
9.8 预应力混凝土结构构件的构造要求	286
本章小结	293
习题	293
第 10 章 装配式钢筋混凝土矩形渡槽设计	296
10.1 渡槽设计任务	296
10.2 渡槽结构设计指导	297
10.3 渡槽槽身结构设计示例	312
本章小结	328
习题	328
参考文献	329
附录	331
附录 1 水工结构若干作用随时间变异的分类	331
附录 2 水利水电工程等别和水工建筑物级别	332
附录 3 结构安全级别和结构环境条件类别	333
附录 4 材料强度的标准值、设计值及材料的弹性模量	334
附录 5 钢筋的计算截面面积	338
附录 6 一般构造规定	341
附录 7 构件抗裂、裂缝宽度、挠度验算中的有关限值及系数值	343

第 0 章

绪 论

学习指导

- 教学要求:**
1. 了解钢筋混凝土结构受力性能的复杂性及配筋对其受力性能的影响。
 2. 掌握混凝土结构的优缺点及发展方向。
 3. 学会正确理解和应用设计规范。

- 学习重点:**
1. 钢筋混凝土梁与素混凝土梁的差别。
 2. 钢筋与混凝土共同工作的条件。
 3. 钢筋混凝土结构的优缺点及发展方向。

0.1 混凝土结构的基本概念

混凝土结构是以混凝土为主要材料制成的结构,包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构等^①。其中,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;钢筋混凝土结构是指由配置受力钢筋的混凝土制成的结构;预应力混凝土结构是指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。其中,钢筋混凝土结构在工程中应用最为广泛。

0.1.1 钢筋混凝土结构的特点

众所周知,混凝土是一种抗压能力较强而抗拉能力很弱的建筑材料(其抗拉强度一般只有抗压强度的 $1/20 \sim 1/8$),且破坏时具有明显的脆性性质,这就使得素混凝土结构的应用受到很大限制^②。例如,一根截面为 $200\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 、跨长为 $2\,500\text{ mm}$ 、混凝土立方体强度为 22.5 N/mm^2 的素混凝土简支梁,跨中承受 13.5 kN 的集中力,就会因梁底拉应力超过混凝土的抗拉强度而使混凝土受拉开裂,有效受力面积减小,导致整根梁迅速受拉断裂破坏[如图0-1(a)所示],混凝土抗压强度高的特点未得到充分利用,且无明显预兆。但是,如果在这根梁的受拉区配置2根直径为 20 mm 、屈服强度为 338.2 N/mm^2 的钢筋[如图0-1(b)所示],则梁底开裂后,用钢筋来代替开裂的混凝土承受拉力,裂缝受到钢筋的约束而逐

① “混凝土结构”这一广义概念是在《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89)中首先提出的,《水工混凝土结构设计规范》(SL 191—2008)认同这一概念。

② 主要用于以受压为主的基础和一些非承重结构。

渐向上发展，直到钢筋受拉屈服，受压区混凝土压碎而破坏。破坏时，梁能承受的集中力可增加到 72.3 kN。由此可见，同样截面形状、尺寸及混凝土强度的钢筋混凝土梁可承受比素混凝土梁大得多的外荷载，破坏性质也得到了改善，即有明显的破坏预兆^①。

① 钢筋混凝土梁只是多配了 2 ϕ 20 的钢筋，造价增加不多，但承载力大大提高，破坏也呈延性特征，有明显的裂缝和变形发展过程，技术经济效益显著，详见第 3 章。

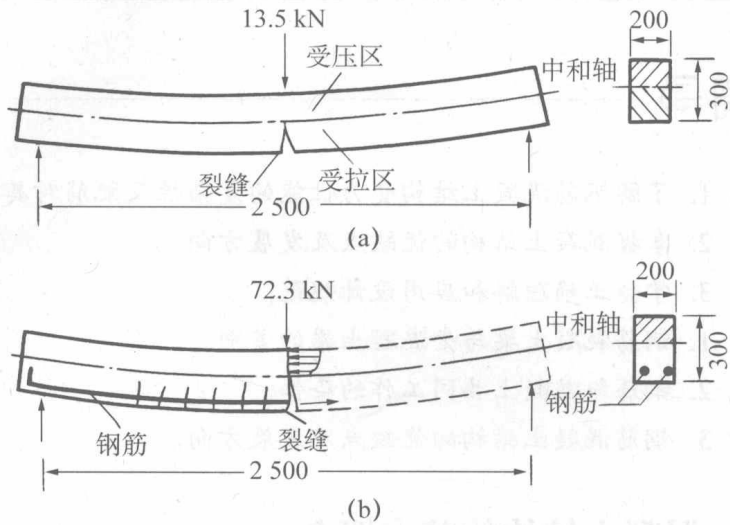


图 0-1 素混凝土与钢筋混凝土简支梁的破坏情况对比

(a) 素混凝土梁；(b) 钢筋混凝土梁

② 钢筋混凝土结构利用了混凝土的高抗压性能以及钢筋的高抗拉性能和良好的塑性。

从上述对比举例可以知道，在一般情况下，钢筋混凝土以混凝土承受压力、钢筋承受拉力，能比较充分、合理地利用混凝土和钢筋这两种材料的力学特性^②。钢筋有时也可以用来协助混凝土受压，改善混凝土的受压破坏性能，减少截面尺寸。

③ 黏结作用是钢筋和混凝土共同工作的关键，否则钢筋将在混凝土中自由滑动，无法受力参与工作。

钢筋和混凝土的物理、力学性能很不相同，但能够共同工作，其主要原因如下：

④ 只有了解了钢筋混凝土结构的优缺点，才能扬长补短，合理利用。

- (1) 钢筋与混凝土之间存在着良好的黏结力，能牢固地形成一个整体，保证在荷载作用下，钢筋和外围的混凝土能够协调变形，相互传力，共同受力。^④
- (2) 钢筋和混凝土这两种材料的温度线膨胀系数接近 [钢材为 1.2×10^{-5} ，混凝土为 $(1.0 \sim 1.5) \times 10^{-5}$]，当温度变化时，两者之间不会因产生很大的相对变形而破坏其结合。

⑤ 锈蚀还会降低钢筋直至构件的承载力，详见第 8 章。

0.1.2 钢筋混凝土结构的优点^①

与其他结构相比，钢筋混凝土结构主要有如下优点：

- (1) 合理用材。能充分、合理地利用钢筋（高抗拉性能）和混凝土（高抗压性能）的受力性能。对于一般工程结构，其经济指标优于钢结构。
- (2) 耐久性好。在一般环境下，钢筋受到混凝土保护而不易生锈^⑤，

混凝土的强度随着时间的增长还有所提高, 所以其耐久性较好, 不像钢结构那样, 需要经常维修和保养。处于侵蚀性气体中或受海水浸泡的钢筋混凝土结构, 经过合理设计和采取特殊的措施, 一般也可以满足工程需要。

(3) 耐火性好。混凝土是不良导热体, 遭遇火灾时, 钢筋因有混凝土包裹而不致很快升温到失去承载力的程度^①。这是钢、木结构所不能比拟的。

(4) 可模性好。混凝土可根据设计需要, 支模浇筑成各种形状和尺寸的结构, 因而适用于建造形状复杂的结构及空间薄壁结构。这一特点是砌体、钢、木等结构所不具备的。

(5) 整体性好。整体浇筑的钢筋混凝土结构整体性好, 再通过合适的配筋, 可以获得较好的延性, 有利于抗震、防爆和防辐射, 适用于防护结构。

(6) 易于就地取材。混凝土所用的原材料中有占很大比例的石子和砂子, 产地普遍, 便于就地取材。另外, 还可以有效地利用矿渣、粉煤灰等工业废料^②。

0.1.3 钢筋混凝土结构的缺点

与其他结构相比, 钢筋混凝土结构主要有如下缺点:

(1) 自重偏大。相对于钢结构来说, 钢筋混凝土结构自重偏大, 这对于建造大跨度结构和高层建筑是不利的^③。

(2) 抗裂性差。由于混凝土的抗拉强度较低, 所以正常使用时, 钢筋混凝土结构往往带裂缝工作。裂缝的存在会降低其抗渗和抗冻能力, 从而影响其使用性能。同时, 还会导致钢筋锈蚀, 影响结构物的耐久性, 这对水工钢筋混凝土结构尤为不利。

(3) 施工比较复杂且工序多。需要支模、绑钢筋、浇筑、养护, 工期长。现浇钢筋混凝土使用模板多, 木材耗用量大^④。

(4) 施工受季节和天气的影响较大。冬季和雨天施工困难, 为了保证工程质量, 需采取必要的措施。

(5) 新老混凝土不易形成整体。混凝土结构一旦破坏, 修补和加固比较困难^⑤。

0.1.4 钢筋混凝土结构的分类

按不同的分类方式, 钢筋混凝土结构可进行如下分类:

(1) 按结构的构造外形, 钢筋混凝土结构可以分为杆件系统和非杆件系统。其中, 杆件系统如梁、板、柱等^⑥; 非杆件系统如空间薄壁结构、厚基础和大体积混凝土结构等。

① 30 mm 厚的混凝土保护层可耐火约 2 h。

② 有利于环境保护。

③ 大型结构受力大, 需要的构件尺寸大, 自重必然大。随着材料的不断改性, 这个矛盾逐步得到缓和。

④ 仅对使用木模板来说。

⑤ 随着纤维加固等技术的发展, 这一情况有了明显改善。

⑥ 杆件系统, 即构件, 这是本书研究的重点。

① 整体式结构的整体性好,刚度大,但施工受季节影响。其他两种结构,施工受季节影响小,效率高,但整体性差,对抗震和防渗不利。

② 大大提高了混凝土结构的抗裂能力,详见第9章。

③ 1928年,法国工程师制成了预应力混凝土构件,开创了预应力混凝土的应用时代。

④ 奠定了现代钢筋混凝土结构的基本计算理论基础。

⑤ 有限元方法和试验相结合,为无法按结构力学进行受力分析的复杂结构的分析计算提供了可靠保证。

⑥ 提高材料强度是发展钢筋混凝土结构的重要途径。《水工混凝土结构设计规范》(SL 191—2008)仅列到C60级的混凝土,但《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)已列到C80级。

(2) 按结构的受力状态,钢筋混凝土结构可以分为受弯构件、受压构件、受拉构件和受扭构件等。

(3) 按结构的制造方法,钢筋混凝土结构可以分为整体式、装配式和装配整体式^①。

① 整体式结构。整体式结构是在工地现场先架立模板、绑扎钢筋,然后浇筑混凝土而成的结构。

② 装配式结构。装配式结构是预先制成各种构件,然后运往工地装配而成的结构。

③ 装配整体式结构。装配整体式结构是一部分为预制装配式构件,另一部分为现浇混凝土而成的结构,预制装配式部分可以作为现浇部分的模板和支架。

(4) 按结构的初始应力状态,钢筋混凝土结构可以分为普通钢筋混凝土结构和预应力钢筋混凝土结构。其中,预应力钢筋混凝土结构是在普通钢筋混凝土结构承受使用荷载以前,预先对混凝土施加压力,造成人为的压应力状态,使产生的压应力可以全部或部分地抵消使用荷载引起的拉应力^②。

0.2 混凝土结构的发展简况

混凝土结构从19世纪中叶开始采用以来^③,距今仅150多年,但发展极为迅速,它已成为现代工程建设中应用非常广泛的建筑结构。为了克服混凝土结构的缺点,发挥其优势,以适应社会建设不断发展的需要,对混凝土结构的计算理论、材料研究、结构形式及施工技术等方面的研究也在不断地发展。

(1) 计算理论方面。从把材料看作弹性体的容许应力古典理论(结构内力和构件截面计算均套用弹性理论,采用容许应力设计方法),发展为考虑材料塑性的极限强度理论,并迅速发展为按极限状态的计算体系^④。目前在工程结构设计规范中已采用基于概率论和数理统计分析的可靠度理论,混凝土的微观断裂机制、强度理论及非线性变形的计算理论等方面也有很大进展。有限元方法和现代测试技术的应用^⑤,使得混凝土结构的计算理论和设计方法向更高的阶段发展,并日趋完善。

(2) 材料研究方面。混凝土主要是向高强、轻质、耐久、易成型及具备某种特殊性能的高性能混凝土等方向发展。早期钢筋和混凝土的强度都比较低,目前强度为 $100 \sim 200 \text{ N/mm}^2$ 的高强混凝土已在工程中实际应用^⑥。各种轻质混凝土(重度仅为 $14 \sim 18 \text{ kN/m}^3$,强度可达 50 N/mm^2 ,自

重减少 20%~30%), 如陶粒混凝土、浮石混凝土和炉渣混凝土等的应用, 能有效地减小地震作用, 节约材料, 降低造价。各种具有特殊性能的混凝土, 如纤维(钢纤维、玻璃纤维等)混凝土、聚合物混凝土、耐腐蚀混凝土、微膨胀混凝土和水中不分散混凝土等的应用, 可以提高混凝土的抗裂性、耐磨性、抗渗和抗冻能力等, 对混凝土的耐久性十分有利。另外, 品种繁多的外加剂也在工程中得到应用, 对改善混凝土的性能起很大的作用。

钢筋的发展方向是高强、防腐、较好的延性和良好的黏结锚固性能等。我国用于普通混凝土结构的钢筋强度已达 400 N/mm^2 , 预应力构件中将采用强度为 $1570 \sim 1860 \text{ N/mm}^2$ 的高强钢丝和钢绞线。业已开发了综合性能良好的钢筋, 如低松弛高强预应力钢丝、钢绞线等。为了提高钢筋的防腐性能, 带有环氧树脂涂层的热轧钢筋已开始在某些有特殊防腐要求的工程中应用。这样就使得大跨度结构、高层建筑、高耸结构和具备某种特殊功能的钢筋混凝土结构的建造成为可能。

(3) 结构形式方面。预应力混凝土结构由于抗裂性能好, 可充分利用高强度材料, 各种应用发展迅速。近几年来, 钢板与混凝土或钢板与钢筋混凝土组成的结构、型钢与混凝土组成的结构、外包钢混凝土结构及钢管混凝土结构也已在工程上逐步推广应用^①。这些高性能新型组合结构具有充分利用材料强度、较好的适应变形能力(延性)、施工较简单等特点, 从而大大拓宽了钢筋混凝土结构的应用范围。

(4) 施工技术方面。水工钢筋混凝土结构常因整体性要求而采用现浇混凝土施工, 尤其是大型水利工程的工地建有拌和楼(站)集中搅拌混凝土, 并可将混凝土运至浇筑地点, 这给机械化现浇混凝土施工带来很大方便。建筑工程中虽广泛采用标准化(设计标准化、制造工业化、安装机械化)的装配式或装配整体式结构^②, 施工上具有一定的优越性, 但随着一些大型建筑工地预拌混凝土(或称为商品混凝土)、泵送混凝土及滑模施工等新技术的应用, 既保证了混凝土的质量, 又节约了原材料和能源, 减少了环境污染, 从而实现了文明施工, 这就使得建筑工程中现浇整体式结构得到了较为迅速的发展。采用预先在模板内填实粗骨料, 再将水泥浆用压力灌入粗骨料空隙中形成的压浆混凝土, 以及用于大体积混凝土结构(如水工大坝、大型基础)、公路路面与厂房地面的碾压混凝土, 它们的浇筑过程都采用了先进的机械化施工, 浇筑工期可大为缩短, 并能够节约大量材料, 从而获得较高的经济效益。

另外, 使用的模板和钢筋绑扎技术也有一定的发展。在模板方面, 除目前使用的木模板、钢模板、竹模板、硬塑料模板以外, 今后将向多功能方向发展。发展薄片、美观、廉价又能与混凝土牢固结合的永久性模板,

① 组合结构的设计计算, 有的已颁布技术规程, 有的已有成熟的理论或正在研究之中。两种(或两种以上)材料的有机组合可以充分发挥各自的长处, 创造出多种形式的组合结构, 适应各种不同的受力要求, 取得很好的综合经济效益。

② 装配式结构采用工厂预制、现场吊装方法, 施工方便, 但构件接头难以可靠处理, 整体性差; 装配整体式结构采用部分预制、部分现浇方法, 其性能介于整体式结构与装配式结构之间。

将使模板可以作为结构的一部分参与受力，还可以省去装修工序。使用透水模板可以滤去混凝土中多余的水分，大大提高混凝土的密实性和耐久性。在钢筋的连接成型方面，正在大力发展各种钢筋成型机械和绑扎机具，以减少大量的手工操作。除现有的绑扎搭接、焊接、螺栓及挤压连接方式以外，随着化工胶结材料的发展，还出现了胶接方式。

(5) 工程应用方面。目前钢筋混凝土结构的跨度和高度都在不断地增大。在房屋建筑工程中，最高的钢筋混凝土高层建筑（阿联酋迪拜塔）已达 828 m；在水利工程中，最高的钢筋混凝土坝高达 285 m；在桥梁工程中，预应力高强混凝土公路桥的跨度已超过 600 m；在高耸结构与特种结构中，最高的预应力混凝土电视塔高达 549 m。某些有特殊要求的结构，如核电站安全壳和压力容器、海上采油平台、大型蓄水池、储气罐和储油罐等结构，对抗裂和抗腐蚀能力要求较高，采用预应力混凝土结构有其独特的优越性，这是其他材料不可比拟的。

总之，随着科学技术的发展和对混凝土结构研究的深入，混凝土结构的缺点正在得到克服和改善，混凝土结构在土木工程领域中将得到更为广泛的应用，发展前景更加广阔。

① “建筑材料”和“工程力学”是本课程重要的先修基础课程，但“建筑材料”主要研究材料的物理性能，本课程主要利用力学概念研究钢筋混凝土结构的受力性能。

② 构造规定是对结构设计中一些不便计算、不必计算和施工等方面的要求做出的具体规定，是经过长期的科学试验和工程经验总结出来的。

0.3 本课程的目的、任务和特点

1. 本课程的目的和任务

本课程是水利水电工程专业较为重要的专业基础课程。学习本课程的主要目的和任务如下：掌握水工钢筋混凝土及预应力混凝土结构构件设计计算的基本理论和构造知识，为学习有关专业课程及顺利地从事混凝土建筑物的结构设计和研究工作奠定基础。

2. 本课程的特点

本课程具有以下几个特点^①：

(1) 本课程是研究钢筋混凝土材料的力学理论课程，但因为钢筋混凝土不是理想的弹性材料，故与研究弹性体的“材料力学”有很大的不同。学习时，应注意它们之间的异同点。钢筋混凝土的力学特性和强度理论较为复杂，同时还受到钢筋和混凝土这两种材料配比关系的影响，故难以用力学模型和数学模型来推导建立。因此，目前钢筋混凝土结构的计算公式常常是经大量试验研究并结合理论分析建立起来的，由受力性能试验到理论和试验分析，再到工程应用。学习时，还应注意每个理论的适用范围和条件，并能在实际工程设计中正确运用这些理论和公式。

(2) 在本课程中要学习有关构造知识和构造规定^②。在结构设计时，

计算与构造是同样重要的,是设计中不可缺少的内容,有时甚至更为关键。因此,要充分重视对构造知识的学习。在学习过程中,不必死记硬背构造的具体规定,但应注意弄清其中的道理,通过平时的作业和课程设计,逐步掌握一些基本构造知识。

(3) 学习本课程时,要学会运用设计规范。这是力学课程所没有的问题。为了贯彻国家的技术经济政策,保证设计质量,达到设计方法上必要的统一化、标准化,国家各部委制定了适用于各个工程领域的混凝土结构设计规范,对混凝土结构构件的设计方法和构造细节都做了具体规定。本课程的内容是以水利系统的《水工混凝土结构设计规范》(SL 191—2008)为主线、电力系统的《水工混凝土结构设计规范》(DL/T 5057—2009)为辅线编写的,在很多方面是与设计规范密切相关的,是对规范概念的理论解释和设计公式的应用指导。上述规范反映了国内外混凝土结构的研究成果和工程经验,是理论与实践的高度总结,设计人员一定要遵循,并能熟练应用^①。

由于科学技术水平和生产实践经验是在不断发展的,设计规范也必然要不断进行修订和补充。因此,要用发展的眼光来看待设计规范,在学习和掌握钢筋混凝土结构理论和设计方法的同时,要善于观察和分析,不断进行探索和创新。

(4) 本课程同时又是一门实践性很强的结构设计课程,主要讲授了依据规范进行杆件结构(如受弯、受压等受力构件)的设计,由构件设计到结构设计。结构设计是一个综合性的问题,需要考虑安全、适用、经济和施工的可行性等各方面因素。同一构件在给定荷载作用下,可以有不同的截面,需经过分析比较,才能做出合理的选择。因此,要搞好工程结构设计,除形式、尺寸、配筋数量等多种选择以外,往往需要进行适用性、材料用量、造价、施工等多项指标的综合分析;除要有坚实的基础理论知识以外,还必须通过实践工作,逐步增强对各种因素的综合分析能力。此外,为了培养从事设计工作的能力,必须掌握结构分析计算、整理编写设计书、绘制(人工或计算机辅助进行)施工图纸等基本技能。

① 目前,我国各部门制定的设计规范尚不统一,在运用时要注意规范的配套连续性,不要混用。例如,《水工混凝土结构设计规范》(SL 191—2008、DL/T 5057—2009)配套《水工建筑物荷载设计规范》(DL 5077—1997)和《水利水电工程结构可靠度设计统一标准》(GB 50199—94)等。

本章小结

(1) 钢筋混凝土是把钢筋和混凝土这两种材料结合在一起共同工作、充分发挥它们各自优点的一种复合材料。在混凝土中配置一定形式和数量的钢筋形成钢筋混凝土构件后,可以使构件的承载力得到很大提高,构件的受力性能也会得到显著改善。

(2) 钢筋和混凝土能够有效地结合在一起共同工作,其主要原因是钢筋和混凝土之间

存在黏结力，使两者之间能够传递力和变形；钢筋和混凝土的温度线膨胀系数接近，这种黏结力不会因温度变化而丧失。

(3) 钢筋混凝土结构的主要优点是合理用材、耐久性好、耐火性好、可模性好、整体性好、易于就地取材等；主要缺点是自重偏大、抗裂性差、施工比较复杂且工序多、施工受季节和天气的影响较大、新老混凝土不易形成整体等。

(4) 混凝土材料的主要发展方向是高强、轻质、耐久、易成型及具备某种特殊性能的高性能混凝土等。钢筋的发展方向是高强、防腐、较好的延性和良好的黏结锚固性能等。

(5) 设计规范条文，尤其是强制性条文，是设计中必须遵守的法律性技术文件，遵守规范是为了使设计方法达到统一化和标准化，从而有效贯彻国家的技术经济政策，保证工程质量。但设计工作也不应被规范束缚，经过各方面的可靠性论证后，应积极采用先进的理论和技术。

习 题

0-1 什么是混凝土结构？

0-2 在素混凝土结构中配置一定形式和数量的钢材以后，结构的性能将发生怎样的变化？

0-3 钢筋和混凝土是两种物理、力学性能不同的材料，它们为什么能结合在一起共同工作？

0-4 钢筋混凝土结构主要有哪些优点？

0-5 混凝土结构的主要发展方向是什么？