



世纪高等教育土木工程系列规划教材

混凝土结构 基本原理 第2版

马芹永 主编
程文灏 主审



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪高等教育土木工程系列规划教材

混凝土结构基本原理

第 2 版

主 编	马芹永		
副主编	吴金荣	杨美良	雷庆关
参 编	李 玉	翁维素	安静波
主 审	程文灏		



机械工业出版社

本书为高等院校土木工程专业的专业基础课教材。本书内容主要包括绪论,混凝土结构材料的物理力学性能,混凝土结构设计的基本原则,素混凝土结构构件设计,受弯构件正截面、斜截面承载力计算,受压、受拉构件截面承载力计算,受扭构件扭曲截面受扭承载力计算,钢筋混凝土构件的变形、裂缝及混凝土结构的耐久性,预应力混凝土构件设计,混凝土结构按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》的设计原理。本书是根据我国新颁布的 GB 50010—2010《混凝土结构设计规范》和 JTG D62—2004《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》而编写的,为突出应用,本书有详细的设计步骤以及相当数量的计算例题、思考题和习题。

本书可作为高等院校土木工程专业的教材,也可作为建筑学、工程管理等专业的教材,还可供从事混凝土结构设计、施工、科研及管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构基本原理/马芹永主编. —2版. —北京:
机械工业出版社, 2012. 3
21世纪高等教育土木工程系列规划教材
ISBN 978-7-111-37443-5

I. ①混… II. ①马… III. ①混凝土结构—高等学校—教材 IV. ①TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 021770 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 马军平 责任编辑: 马军平 刘 涛

版式设计: 霍永明 责任校对: 樊钟英

封面设计: 张 静 责任印制: 乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2012 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 22.75 印张 · 563 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-37443-5

定价: 45.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社 服 务 中 心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部: (010)88379649

读者购书热线: (010)88379203 封面无防伪标均为盗版

序

随着 21 世纪国家建设对专业人才的需求，我国工程专门人才培养模式正在向宽口径方向转变，现行的土木工程专业包括建筑工程、交通土建工程、矿井建设、城镇建设等 8 个专业的内容。经过几年的教学改革和教学实践，组织编写一套能真正体现专业大融合、大土木的教材的时机已日臻成熟。

迄今为止，我国高等教育已为经济战线培养了数百万专门人才，为经济的发展作出了巨大贡献。但据 IMD1998 年的调查，我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标世界排名在第 36 位，与我国科技人员总数排名第一的现状形成了极大的反差。这说明符合企业需要的工程技术人员，特别是工程应用型技术人才供给不足。

科学在于探索客观世界中存在的客观规律，它强调分析，强调结论的唯一性。工程是人们综合应用科学理论和技术手段去改造客观世界的客观活动，所以它强调综合，强调实用性，强调方案的优选。这就要求我们对工程应用型人才 and 科学研究型人才的培养实施不同的方案，采用不同的教学模式，使用不同的教材。

机械工业出版社为适应高素质、强能力的工程应用型人才培养的需要而组织编写了本套系列教材，目的在于改革传统的高等工程教育教材，结合现行土木工程的专业建设需要，富有特色、有利于应用型人才的培养。本套系列教材的编写原则是：

- 1) 加强基础，确保后劲。在内容安排上，保证学生有较厚实的基础，满足本科教学的基本要求，使学生日后发展具有较强的后劲。

- 2) 突出特色，强化应用。本套系列教材的内容、结构遵循“知识新、结构新、重应用”的方针。教材内容的要求概括为“精”、“新”、“广”、“用”。“精”指在融会贯通“大土木”教学内容的基础上，挑选出最基本的内容、方法及典型应用实例；“新”指在将本学科前沿的新技术、新成果、新应用、新标准、新规范纳入教学内容；“广”指在保证本学科教学基本要求前提下，引入与相邻及交叉学科的有关基础知识；“用”指注重基础理论与工程实践的融会贯通，特别是注重对工程实例的分析能力的培养。

- 3) 抓住重点，合理配套。以土木工程教育的专业基础课、专业课为重点，

做好实践教材的同步建设，做好与之配套的电子课件的建设。

我们相信，本套系列教材的出版，对我国土木工程专业教学质量的提高和应用型人才的培养，必将产生积极作用，为我国经济建设和社会发展作出一定的贡献。

第2版前言

本书是根据我国新颁布的 GB 50010—2010《混凝土结构设计规范》和 JTG D62—2004《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》而编写的，增加了防连续倒塌设计原则、结构分析、素混凝土结构构件设计和深受弯构件斜截面受剪承载力计算等内容，并对主要术语与符号、受弯构件斜截面承载力计算、受压构件截面承载力计算、混凝土结构的耐久性以及混凝土结构按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》的设计原理等内容进行了修订。本书内容符合高等学校土木工程专业指导委员会编写的高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲关于“混凝土结构基本原理”课程的基本要求。为突出应用，本书有详细的设计步骤以及相当数量的计算例题、思考题和习题。

本书由安徽理工大学马芹永教授任主编，安徽理工大学吴金荣副教授、长沙理工大学杨美良教授、安徽建筑工业学院雷庆关副教授任副主编，河南城建学院李玉教授、河北建筑工程学院翁维素教授、合肥学院安静波副教授参编。具体分工为马芹永编写第1章、第3章、第5章及附录的有关规定，吴金荣编写主要术语与符号及第4章，雷庆关编写第2章、第11章，翁维素编写第6章，李玉编写第7章、第8章、第9章，安静波编写第10章，杨美良编写第12章及附录的有关规定。全书由马芹永统稿。

编写过程中参考和引用了国内近年来正式出版的有关混凝土结构的规范、教材等，在此向有关作者谨表感谢。由于编者的水平所限，书中难免存在不妥之处，欢迎批评指正。

编 者

第1版前言

根据高等学校土木工程专业指导委员会制定的土木工程专业培养方案,“混凝土结构基本原理”为该专业的一门专业基础课。本书内容包括绪论,混凝土结构材料的物理力学性能,混凝土结构设计的基本原则,受弯构件正截面承载力计算,受弯构件斜截面承载力计算,受压构件的承载力计算,受拉构件的承载力计算,受扭构件扭曲截面的受扭承载力计算,钢筋混凝土构件的变形、裂缝及混凝土结构的耐久性,预应力混凝土构件设计,混凝土结构按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》的设计原理。本书是根据我国新颁布的《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)和最新颁布的《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)而编写的,内容符合高等学校土木工程专业指导委员会编写的高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲关于“混凝土结构基本原理”课程的基本要求。为突出应用,本书有详细的设计步骤以及相当数量的计算例题、思考题和习题。

本书由安徽理工大学马芹永教授任主编,长沙理工大学杨美良副教授、安徽建工学院雷庆关副教授任副主编,平顶山工学院李玉副教授、河北建筑工程学院翁维素副教授、黑龙江工程学院安静波副教授参编。具体分工为马芹永编写主要术语与符号、第1章、第3章、第4章及附录的有关规定,雷庆关编写第2章、第10章,翁维素编写第5章,李玉编写第6章、第7章、第8章,安静波编写第9章,杨美良编写第11章及附录的有关规定。全书由马芹永统稿。东南大学程文瀾教授审阅了书稿并就内容的取舍提出了宝贵意见,在此表示衷心感谢。

编写过程中参考和引用了国内近年来正式出版的有关混凝土结构的规范、教材等,在此向有关作者谨表感谢。由于编者的水平所限,书中难免存在不妥之处,欢迎批评指正。

编 者

主要术语与符号

1. “混凝土结构设计规范”的术语

(1) 混凝土结构(Concrete Structure) 以混凝土为主制成的结构,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。

(2) 素混凝土结构(Plain Concrete Structure) 无筋或不配置受力钢筋的混凝土结构。

(3) 普通钢筋(Steel Bar) 用于混凝土结构构件中的各种非预应力筋的总称。

(4) 预应力筋(Prestressing Tendon and/or Bar) 用于混凝土结构构件中施加预应力的钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋等的总称。

(5) 钢筋混凝土结构(Reinforced Concrete Structure) 配置受力普通钢筋的混凝土结构。

(6) 预应力混凝土结构(Prestressed Concrete Structure) 配置受力的预应力筋,通过张拉或其他方法建立预加应力的混凝土结构。

(7) 现浇混凝土结构(Cast-in-Situ Concrete Structure) 在现场原位支模并整体浇筑而成的混凝土结构。

(8) 装配式混凝土结构(Precast Concrete Structure) 由预制混凝土构件或部件装配、连接而成的混凝土结构。

(9) 装配整体式混凝土结构(Assembled Monolithic Concrete Structure) 由预制混凝土构件或部件通过钢筋、连接件或施加预应力加以连接,并在连接部位浇筑混凝土而形成整体受力的混凝土结构。

(10) 叠合式构件(Composite Member) 由预制混凝土构件(或既有混凝土结构构件)和后浇混凝土组成,以两阶段成型的整体受力结构构件。

(11) 深受弯构件(Deep Flexural Member) 跨高比小于5的受弯构件。

(12) 深梁(Deep Beam) 跨高比小于2的简支单跨梁或跨高比小于2.5的多跨连续梁。

(13) 先张法预应力混凝土结构(Pretensioned Prestressed Concrete Structure) 在台座上张拉预应力筋后浇筑混凝土,并通过放张预应力筋由粘结力传递而建立预加应力的混凝土结构。

(14) 后张法预应力混凝土结构(Post-Tensioned Prestressed Concrete Structure) 混凝土浇筑并达到规定强度后,通过张拉预应力筋并在结构上锚固而建立预加应力的混凝土结构。

(15) 无粘结预应力混凝土结构(Unbonded Prestressed Concrete Structure) 配置与混凝土之间可保持相对滑动的无粘结预应力筋的后张法预应力混凝土结构。

(16) 有粘结预应力混凝土结构(Bonded Prestressed Concrete Structure) 通过灌浆或与混凝土直接接触使预应力筋与混凝土之间相互粘结而建立预应力的混凝土结构。

(17) 结构缝(Structural Joint) 根据结构设计需求而采取的分割混凝土结构间隔的总称。

(18) 混凝土保护层(Concrete Cover) 结构构件中钢筋外边缘至构件表面范围用于保护钢筋的混凝土,简称保护层。

(19) 锚固长度 (Anchorage Length) 受力钢筋依靠其表面与混凝土的粘结作用或端部构造的挤压作用而达到设计承受应力所需的长度。

(20) 钢筋连接 (Splice of Reinforcement) 通过绑扎搭接、机械连接、焊接等方法实现钢筋之间内力传递的构造形式。

(21) 配筋率 (Ratio of Reinforcement) 混凝土构件中配置的钢筋面积 (或体积) 与规定的混凝土截面面积 (或体积) 的比值。

(22) 剪跨比 (Ratio of Shear Span to Effective Depth) 截面弯矩与剪力和有效高度乘积的比值。

(23) 横向钢筋 (Transverse Reinforcement) 垂直于纵向受力钢筋的箍筋或间接钢筋。

2. “混凝土结构设计规范”的符号

(1) 材料性能

E_c ——混凝土的弹性模量;

E_s ——钢筋的弹性模量;

C30——立方体抗压强度标准值为 30N/mm^2 的混凝土强度等级;

HRB500——强度级别为 500MPa 的普通热轧带肋钢筋;

HRBF400——强度级别为 400MPa 的细晶粒热轧带肋钢筋;

RRB400——强度级别为 400MPa 的余热处理带肋钢筋;

HPB300——强度级别为 300MPa 的热轧光圆钢筋;

HRB400E——强度级别为 400MPa 且有较高抗震性能要求的普通热轧带肋钢筋;

f_{ck} 、 f_c ——混凝土轴心抗压强度标准值、设计值;

f_{tk} 、 f_t ——混凝土轴心抗拉强度标准值、设计值;

f_{yk} 、 f_{pyk} ——普通钢筋、预应力筋屈服强度标准值;

f_{stk} 、 f_{ptk} ——普通钢筋、预应力筋极限强度标准值 (张拉时);

f_y 、 f'_y ——普通钢筋抗拉、抗压强度设计值;

f_{py} 、 f'_{py} ——预应力筋抗拉、抗压强度设计值;

f_{yv} ——横向钢筋的抗拉强度设计值;

δ_{gt} ——钢筋最大力下的总伸长率, 也称均匀伸长率。

(2) 作用和作用效应

N ——轴向力设计值;

N_k 、 N_q ——按荷载标准组合、准永久组合计算的轴向力值;

N_{u0} ——构件的截面轴心受压或轴心受拉承载力设计值;

N_{p0} ——预应力构件混凝土法向预应力等于零时的预加力;

M ——弯矩设计值;

M_k 、 M_q ——按荷载标准组合、准永久组合计算的弯矩值;

M_u ——构件的正截面受弯承载力设计值;

M_{cr} ——受弯构件的正截面开裂弯矩值;

T ——扭矩设计值;

V ——剪力设计值;

F_l ——局部荷载设计值或集中反力设计值;

σ_s 、 σ_p ——正截面承载力计算中纵向钢筋、预应力筋的应力；

σ_{pe} ——预应力筋的有效预应力；

σ_l 、 σ'_l ——受拉区、受压区预应力筋在相应阶段的预应力损失值；

τ ——混凝土的剪应力；

$w_{\max}$ ——按荷载准永久组合或标准组合，并考虑长期作用影响的计算最大裂缝宽度。

(3) 几何参数

b ——矩形截面宽度，T形、I形截面的腹板宽度；

c ——混凝土保护层厚度；

d ——钢筋的公称直径(简称直径)或圆形截面的直径；

h ——截面高度；

h_0 ——截面有效高度；

i ——截面的回转半径；

l_{ab} 、 l_a ——纵向受拉钢筋的基本锚固长度、锚固长度；

l_0 ——计算跨度或计算长度；

s ——沿构件轴线方向上横向钢筋的间距、螺旋筋的间距或箍筋的间距；

x ——混凝土受压区高度；

A ——构件截面面积；

A_s 、 A'_s ——受拉区、受压区纵向普通钢筋的截面面积；

A_p 、 A'_p ——受拉区、受压区纵向预应力筋的截面面积；

A_l ——混凝土局部受压面积；

A_{cor} ——箍筋、螺旋筋或钢筋网所围的混凝土核心截面面积；

B ——受弯构件的截面刚度；

I ——截面惯性矩；

W ——截面受拉边缘的弹性抵抗矩；

W_t ——截面受扭塑性抵抗矩。

(4) 计算系数及其他

α_E ——钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值；

γ ——混凝土构件的截面抵抗矩塑性影响系数；

η ——偏心受压构件考虑二阶效应影响的轴向力偏心距增大系数；

λ ——计算截面的剪跨比，即 $M/(Vh_0)$ ；

ρ ——纵向受力钢筋的配筋率；

ρ_v ——间接钢筋或箍筋的体积配筋率；

ϕ ——表示钢筋直径的符号， $\phi 20$ 表示直径为20mm的钢筋。

3. “公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范”的术语

(1) 极限状态(Limit States) 整体结构或者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要求时，此特定状态为该功能的极限状态。

(2) 设计基准期(Design Refrence Period) 在进行结构可靠性分析时，考虑持久设计状况下各项基本变量与时间关系所采用的基准时间参数。

(3) 设计状况(Design Situation) 结构从施工到使用的全过程中，代表一定时段的一组

物理条件,设计时必须做到使结构在该时段内不超越有关的极限状态。

(4) 材料强度标准值(Characteristic Value of Material Strength) 设计结构或构件时采用的材料强度的基本代表值。该值可根据符合规定标准的材料,其强度概率分布的0.05分位值确定。

(5) 材料强度设计值(Design Value of Material Strength) 材料强度标准值除以材料强度分项系数后的值。

(6) 作用(Action) 施加在结构上的集中力或分布力如汽车、结构自重等,或引起结构外加变形或约束变形的原因如地震、基础不均匀沉降、温度变化等,统称为作用。前者为直接作用,也可称为荷载;后者为间接作用(不宜称为荷载)。

(7) 作用效应(Effects of Actions) 结构对所受作用的反应,称为作用效应。如由作用产生的结构或构件的轴向力、弯矩、剪力、应力、裂缝、变形等。

(8) 作用标准值(Characteristic Value of an Action) 作用的主要代表值。其值可根据设计基准期内最大值概率分布的某一分位值确定。

(9) 作用设计值(Design Value of Actions) 作用标准值乘以作用分项系数后的值。

(10) 作用效应组合(Combination for Action Effects) 结构上几种作用分别产生的效应的随机叠加。

(11) 安全等级(Safety Class) 为使桥涵具有合理的安全性,根据桥涵结构破坏所产生后果的严重程度划分的设计等级。

(12) 结构重要性系数(Coefficient for Importance of a Structure) 对不同安全等级的结构,为使其具有规定的可靠度而采用的作用效应附加的分项系数。

(13) 几何参数标准值(Nominal Value of Geometrical Parameter) 设计结构或构件时采用的几何参数的基本代表值。其值可按设计文件规定值确定。

(14) 承载力设计值(Design Value of Ultimate Bearing Capacity) 结构或构件按承载能力极限状态设计时,用材料强度设计值计算的结构或构件极限承载能力。

(15) 作用效应组合设计值(Design Value of Combination for Action Effects) 设计结构或构件时,由几种作用设计值分别引起的效应的组合。

(16) 作用长期效应组合(Combination for Long-Term Action Effects) 结构或构件按正常使用极限状态设计时,永久作用效应与可变作用准永久值效应的组合。

(17) 作用短期效应组合(Combination for Short-Term Action Effects) 结构或构件按正常使用极限状态设计时,永久作用效应与可变作用频遇值效应的组合。

(18) 开裂弯矩(Cracking Moment) 构件出现裂缝时的理论临界弯矩。

(19) 作用频遇值(Frequent Value of an Action) 结构或构件按正常使用极限状态短期效应组合设计时,采用的一种可变作用代表值,其值可根据任意时点(截面)作用概率分布的0.95分位值确定。

(20) 分项系数(Partial Safety Factor) 为保证所设计的结构或构件具有规定的可靠度,在结构极限状态设计表达式中采用的系数,分为作用分项系数和材料分项系数等。

(21) 施工荷载(Site Load) 按短暂状况设计时,施工阶段施加在结构或构件上的临时荷载。包括结构自重、附着在结构和构件上的模板、材料机具等荷载。

4. “公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范”的符号

(1) 材料性能有关符号

f_{cu} ——边长为150mm的混凝土立方体抗压强度；

f_{ck} 、 f_{cd} ——混凝土轴心抗压强度标准值、设计值；

f_{tk} 、 f_{td} ——混凝土轴心抗拉强度标准值、设计值；

f'_{ck} 、 f'_{tk} ——短暂状况施工阶段的混凝土轴心抗压、抗拉强度标准值；

f_{sk} 、 f_{sd} ——普通钢筋抗拉强度标准值、设计值；

f_{pk} 、 f_{pd} ——预应力钢筋抗拉强度标准值、设计值；

f_{sd} 、 f'_{pd} ——普通钢筋、预应力钢筋抗压强度设计值；

G_c ——混凝土剪变模量；

E_p ——预应力钢筋的弹性模量。

(2) 作用和作用效应有关符号

M_d ——弯矩组合设计值；

M_s 、 M_l ——按作用短期效应组合、长期效应组合计算的弯矩值；

M_k ——弯矩组合标准值；

M_{cr} ——受弯构件正截面的开裂弯矩值；

M_{1Gd} ——组合式受弯构件第一阶段结构自重产生的弯矩设计值；

M_{2Gd} ——组合式受弯构件第二阶段结构自重产生的弯矩设计值；

M_{1Qd} ——组合式受弯构件第一阶段结构自重外的荷载产生的弯矩设计值；

M_{2Qd} ——组合式受弯构件第二阶段结构自重外的可变作用产生的弯矩设计值；

M_e ——连续梁中间支座处考虑支座宽度影响，对弯矩折减后的负弯矩值；

N_d ——轴向力组合设计值；

N_p ——后张法构件预应力钢筋和普通钢筋的合力；

N_{p0} ——构件混凝土法向应力等于零时预应力钢筋和普通钢筋的合力；

V_d ——剪力组合设计值；

V_{cs} ——构件斜截面内混凝土和箍筋共同的抗剪承载力设计值；

V_{sb} ——与构件斜截面相交的普通弯起钢筋抗剪承载力设计值；

V_{pd} ——与构件斜截面相交的预应力弯起钢筋抗剪承载力设计值；

σ_s 、 σ_p ——正截面承载力计算中纵向普通钢筋、预应力钢筋的应力或应力增量；

σ_{p0} 、 σ'_{p0} ——截面受拉区、受压区纵向预应力钢筋合力点处混凝土法向应力等于零时预应力钢筋的应力；

σ_{pc} ——由预加力产生的混凝土法向预压应力；

σ_{pe} 、 σ'_{pe} ——截面受拉区、受压区纵向预应力钢筋的有效预应力；

σ_{st} 、 σ_{lt} ——在作用（或荷载）短期效应组合、长期效应组合下，构件抗裂边缘混凝土的法向拉应力；

σ_{tp} 、 σ_{cp} ——构件混凝土中的主拉应力、主压应力；

σ_{ss} ——由作用短期效应组合产生的开裂截面纵向受拉钢筋的应力；

σ_{con} 、 σ'_{con} ——构件受拉区、受压区预应力钢筋张拉控制应力；

σ_l 、 σ'_l ——构件受拉区、受压区预应力钢筋相应阶段的预应力损失；

τ ——构件混凝土的剪应力；

σ_{pt} ——由预加应力产生的混凝土法向拉应力；

σ_{kc} 、 σ_{kt} ——由作用（或荷载）标准值产生的混凝土的法向压应力、拉应力；

σ_{ce} ——构件开裂截面按使用阶段计算的混凝土法向压应力；

W_{fk} ——计算的受弯构件特征裂缝宽度。

(3) 几何参数有关符号

a 、 a' ——构件受拉区、受压区普通钢筋和预应力钢筋合力点至截面近边的距离；

a_s 、 a_p ——构件受拉区普通钢筋合力点、预应力钢筋合力点至受拉区边缘的距离；

a'_s 、 a'_p ——构件受压区普通钢筋合力点、预应力钢筋合力点至受压区边缘的距离；

h_f 、 h'_f ——T形或I形截面受拉区、受压区的翼缘厚度；

d ——钢筋直径或圆形板式橡胶支座的直径；

d_{cor} ——构件截面的核心直径；

r ——圆形截面半径；

e_s 、 e_p ——轴向力作用点至受拉区纵向普通钢筋合力点、预应力钢筋合力点的距离；

e'_s 、 e'_p ——轴向力作用点至受压区纵向普通钢筋合力点、预应力钢筋合力点的距离；

e_{p0} 、 e_{pn} ——预应力钢筋与普通钢筋的合力对换算截面、净截面重心轴的偏心距；

l_0 ——受压构件的计算长度；

l ——受弯构件的计算跨径或受压构件节点间的长度；

l_n ——受弯构件的计算净跨径；

l_{tr} ——预应力钢筋的预应力传递长度；

s_v ——箍筋或竖向预应力钢筋的间距；

z ——内力臂，即纵向受拉钢筋合力点至混凝土受压区合力点之间的距离；

A ——构件毛截面面积；

A_s 、 A'_s ——构件受拉区、受压区纵向普通钢筋的截面面积；

A_p 、 A'_p ——构件受拉区、受压区纵向预应力钢筋的截面面积；

A_{sb} 、 A'_{pb} ——同一弯起平面内普通弯起钢筋、预应力弯起钢筋的截面面积；

A_{sv} ——同一截面内箍筋各肢的总截面面积；

A_{cor} ——钢筋网、螺旋筋或箍筋范围以内的混凝土核心面积；

A_l 、 A_{ln} ——混凝土局部受压面积、局部受压净面积；

A_{cr} ——开裂截面换算截面面积；

W ——毛截面受拉边缘的弹性抵抗矩；

S_0 、 S_n ——换算截面、净截面计算纤维以上（或以下）部分面积对截面重心轴的面积矩；

I ——毛截面惯性矩；

I_{cr} ——开裂截面换算截面惯性矩；

B ——开裂构件等效截面的抗弯刚度；

B_0 ——全截面换算截面的抗弯刚度；

B_{cr} ——开裂截面换算截面的抗弯刚度。

(4) 计算系数及其他有关符号

γ_0 ——桥梁结构的重要性系数；

- φ ——轴心受压构件稳定系数；
- η ——偏心受压构件轴向力偏心矩增大系数；
- β_a ——箱形截面抗扭承载力计算时有效壁厚折减系数；
- β_t ——剪扭构件混凝土抗扭承载力降低系数；
- β_{cor} ——配置间接钢筋时局部承压承载力提高系数；
- γ ——受拉区混凝土塑性影响系数；
- η_θ ——构件挠度长期增长系数；
- α_{Es} 、 α_{Ep} ——普通钢筋弹性模量、预应力钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值；
- ρ_{sv} ——箍筋配筋率。

目 录

序

第2版前言

第1版前言

主要术语与符号

第1章 绪论	1
1.1 混凝土结构的一般概念	1
1.2 混凝土结构的发展与应用概况	3
1.3 学习本课程要注意的问题	4
思考题	5
第2章 混凝土结构材料的物理力学性能	6
2.1 钢筋	6
2.2 混凝土	12
2.3 混凝土与钢筋的粘结	26
思考题	29
第3章 混凝土结构设计的基本原则	31
3.1 混凝土结构设计理论的发展	31
3.2 极限状态	32
3.3 结构的可靠度、可靠指标和目标可靠指标	34
3.4 极限状态设计表达式	36
3.5 防连续倒塌设计原则	39
3.6 结构分析	41
思考题	43
第4章 素混凝土结构构件设计	44
4.1 素混凝土受弯构件承载力计算	44
4.2 素混凝土受压构件承载力计算	44
4.3 素混凝土构件局部受压承载力计算	46
4.4 素混凝土构件的构造要求	47
思考题	47
第5章 受弯构件正截面承载力计算	48
5.1 概述	48
5.2 梁、板的一般构造	49
5.3 受弯构件正截面受弯的受力全过程	52
5.4 正截面受弯承载力计算的基本假定及应用	56
5.5 单筋矩形截面受弯构件的正截面受弯承载力计算	62
5.6 双筋矩形截面受弯构件的正截面受弯承载力计算	70
5.7 T形截面受弯构件的正截面受弯承载力计算	78

5.8 深受弯构件的正截面承载力计算	86
思考题	87
习题	88
第6章 受弯构件斜截面承载力计算	89
6.1 概述	89
6.2 受弯构件斜截面的受力特点与破坏形态	91
6.3 影响受弯构件斜截面受剪承载力的主要因素	94
6.4 斜截面受剪承载力的计算公式与适用范围	95
6.5 斜截面受剪承载力计算方法和步骤	99
6.6 保证斜截面受弯承载力的构造措施	104
6.7 受弯构件中钢筋的构造要求	107
6.8 深受弯构件斜截面受剪承载力计算	110
思考题	113
习题	114
第7章 受压构件截面承载力计算	116
7.1 受压构件的一般构造	116
7.2 轴心受压构件正截面受压承载力计算	118
7.3 偏心受压构件正截面的受力过程与破坏形态	125
7.4 偏心受压构件的纵向弯曲影响	127
7.5 矩形截面偏心受压构件正截面受压承载力的一般计算公式	131
7.6 不对称配筋矩形截面偏心受压构件正截面承载力计算	133
7.7 对称配筋矩形截面偏心受压构件正截面承载力计算	144
7.8 对称配筋 I 形截面偏心受压构件正截面承载力计算	149
7.9 正截面承载力 $N-M$ 相关曲线及其应用	155
7.10 双向偏心受压构件正截面承载力计算	158
7.11 偏心受压构件斜截面承载力计算	160
思考题	161
习题	162
第8章 受拉构件截面承载力计算	163
8.1 轴心受拉构件正截面承载力计算	163
8.2 偏心受拉构件正截面承载力计算	164
8.3 偏心受拉构件斜截面承载力计算	166
思考题	167
习题	167
第9章 受扭构件扭曲截面受扭承载力计算	168
9.1 纯扭构件的试验研究	168
9.2 矩形截面纯扭构件的扭曲截面受扭承载力计算	170
9.3 弯剪扭构件的承载力计算	174
9.4 受扭构件的配筋构造要求	178
思考题	182
习题	182
第10章 钢筋混凝土构件的变形、裂缝及混凝土结构的耐久性	183

10.1	钢筋混凝土受弯构件的挠度验算	184
10.2	钢筋混凝土构件裂缝宽度验算	193
10.3	钢筋混凝土构件的截面延性	201
10.4	混凝土结构的耐久性	205
	思考题	209
	习题	209
第 11 章	预应力混凝土构件设计	211
11.1	概述	211
11.2	张拉控制应力与预应力损失	218
11.3	后张法构件端部锚固区的局部承压验算	227
11.4	预应力混凝土轴心受拉构件的计算	230
11.5	预应力混凝土受弯构件的计算	243
11.6	部分预应力混凝土及无粘结预应力混凝土结构简述	258
11.7	预应力混凝土构件的构造要求	260
	思考题	263
	习题	264
第 12 章	混凝土结构按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》的设计原理 ...	266
12.1	概率极限状态设计法及其在《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》中的应用	266
12.2	受弯构件正截面与斜截面承载力计算	272
12.3	受压构件正截面承载力计算	290
12.4	受拉构件正截面承载力计算	296
12.5	受扭构件承载力计算	298
12.6	钢筋混凝土构件的应力、裂缝与变形验算	301
12.7	预应力混凝土受弯构件的设计与计算	305
	思考题	329
	习题	330
附录		332
附录 1	GB 50010—2010《混凝土结构设计规范》的有关规定	332
附录 2	JTG D62—2004《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》的 有关规定	339
参考文献		347