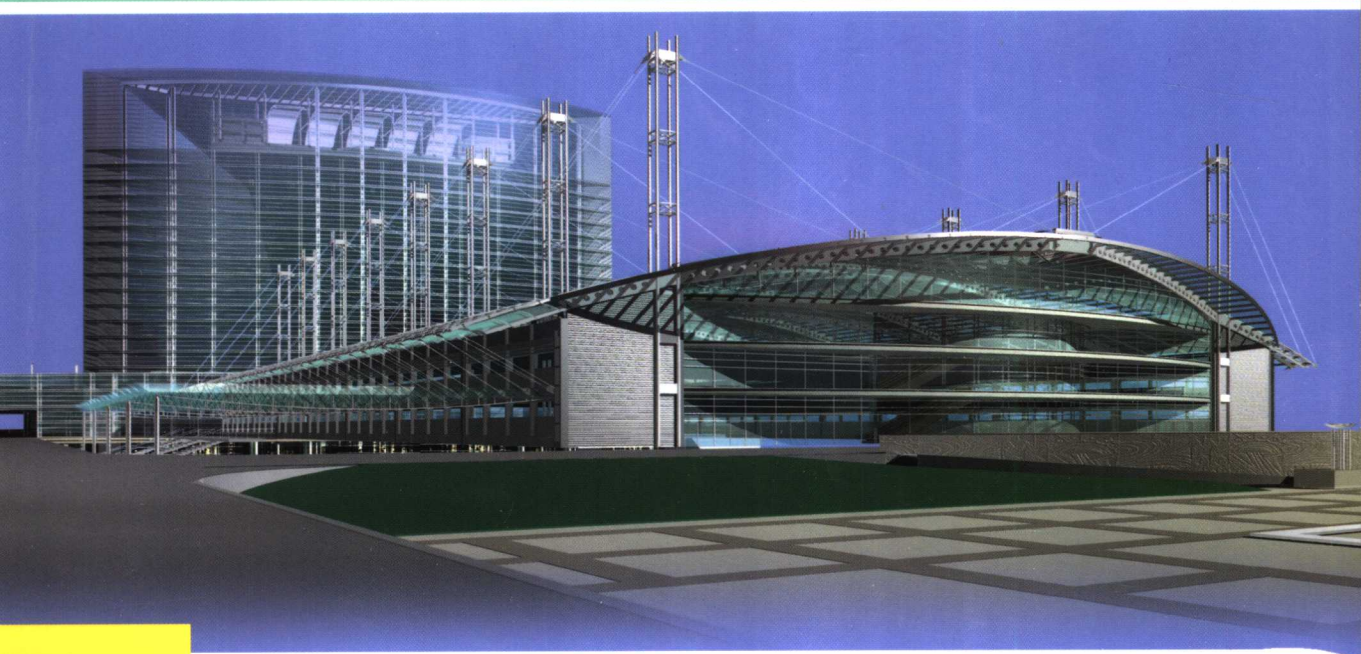


交通版

高等学校土木工程专业规划教材

JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



混凝土结构 设计原理

宗 兰 刘华新 周建宾 主编
童岳生 主审



人民交通出版社

China Communications Press

交通版 高等学校土木工程专业规划教材
JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

混凝土结构 设计原理

Hunningtu Jiegou Sheji Yuanli

宗 兰 刘华新 周建宾 主编
童岳生 主审



 **人民交通出版社**
China Communications Press

内 容 提 要

本书为高等学校土木工程专业的专业基础课教材,按照我国最新《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)和《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D60—2004)编写。本书包含以下内容:绪论、钢筋混凝土材料的力学性能、混凝土结构设计方法、受弯构件正截面承载力计算、受弯构件斜截面承载力计算、受扭构件承载力计算、受压构件承载力计算、受拉构件承载力计算、混凝土构件变形裂缝验算、预应力混凝土构件计算。为便于教学,本书每章都有计算步骤详细的例题,且每章后面都附有思考题和习题。

本书可作为高等学校土木工程专业的教材,也可供从事混凝土结构设计、施工、科研、工程管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构设计原理/宗兰等主编. —北京:人民交通出版社,2006.8

ISBN 7-114-06070-X

I. 混… II. 宗… III. 混凝土结构-结构设计-高等学校-教材 IV. TU370.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 074536 号

书 名:混凝土结构设计原理

著 作 者:宗 兰 刘华新 周建宾

责任编辑:张征宇 赵瑞琴

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)85285838,85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:21.25

字 数:520千

版 次:2006年8月第1版

印 次:2006年8月第1次印刷

书 号:ISBN 7-114-06070-X

印 数:0001-3000册

定 价:36.00元

(如有印刷、装订质量问题,由本社负责调换)

交通版

高等学校土木工程专业规划教材

编委会

主任委员：阎兴华

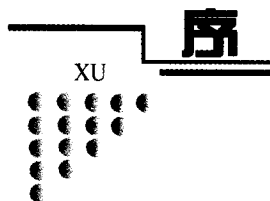
副主任委员：张向东 李岷昌 魏连雨 赵 尘

宗 兰 马芹永 段敬民 黄炳生

委 员：彭大文 林继德 张俊平 刘春原

党星海 刘正保 刘华新 丁海平

秘 书 长：张征宇



随着科学技术的迅猛发展、全球经济一体化趋势的进一步加强以及国力竞争的日趋激烈，作为实施“科教兴国”战略重要战线的高等学校，面临着新的机遇与挑战。高等教育战线按照“巩固、深化、提高、发展”的方针，着力提高高等教育的水平 and 质量，取得了举世瞩目的成就，实现了改革和发展的历史性跨越。

在这个前所未有的发展时期，高等学校的土木类教材建设也取得了很大成绩，出版了许多优秀教材，但在满足不同层次的院校和不同层次的学生需求方面，还存在较大的差距，部分教材尚未能反映最新颁布的规范内容。为了配合高等学校的教学改革和教材建设，体现高等学校在教材建设上的特色和优势，满足高校及社会对土木类专业教材的多层次要求，适应我国国民经济建设的最新形势，人民交通出版社组织了全国二十余所高等学校编写“交通版高等学校土木工程专业规划教材”，并于2004年9月在重庆召开了第一次编写工作会议，确定了教材编写的总体思路，于2004年11月在北京召开了第二次编写工作会议，全面审定了各门教材的编写大纲。在编者和出版社的共同努力下，目前这套规划教材已陆续出版。

这套教材包括“土木工程概论”、“建筑工程施工”等31门课程，涵盖了土木工程专业的专业基础课和专业课的主要系列课程。这套教材的编写原则是“厚基础、重能力、求创新，以培养应用型人才为主”，强调结合新规范、增大例题、图解等内容的比例并适当反映本学科领域的新发展，力求通俗易懂、图文并茂；其中对专业基础课要求理论体系完整、严密、适度，兼顾各专业方向，应达到教育部和专业教学指导委员会的规定要求；对专业课要体现出“重应用”及“加强创新能力和工程素质培养”的特色，保证知识体系的完整性、准确性、正确性和适应性，专业课教材原则上按课群组分不同专业方向分别考虑，不在一本教材中体现多专业内容。

反映土木工程领域的最新技术发展、符合我国国情、与现有教材相比具有明显特色是这套教材所力求达到的，在各相关院校及所有编审人员的共同努力下，交通版高等学校土木工程专业规划教材必将对我国高等学校土木工程专业建设起到重要的促进作用。

交通版高等学校土木工程专业规划教材编审委员会
人民交通出版社

2005年8月

根据高等学校土木工程专业指导委员会制定的该专业培养方案,《混凝土结构设计原理》为土木工程专业的一门专业基础课。按照该专业委员会提出的这门课程的教学大纲要求,本教材包括了绪论,钢筋混凝土材料力学性能,混凝土结构设计方法,受弯构件正截面承载力计算,受弯构件斜截面承载力计算,受扭构件承载力计算,受压构件承载力计算,受拉构件承载力计算,混凝土构件变形及裂缝验算,预应力混凝土构件计算。

本教材按照我国新修订的《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)及《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。在内容上注意了重点突出,难点兼顾,不仅引导学生理解和掌握混凝土构件设计基本原理和方法,在每章中都有步骤详细的例题,以便于培养学生应用规范条文解决工程问题的能力。同时,为便于学生复习和自学,在每章都附有思考题和习题。

本书编写分工如下:术语及符号、第一章、第二章、第三章、第六章、第七章中第七节和第八节、附录;第四章中第七节由宗兰编写;第四章由张建文编写;第五章由周建宾编写;第七章、第八章由李婕编写;第九章由刘华新编写;第十章由刘华新、李凤羽编写。全书由宗兰统稿。西安建筑科技大学童岳生教授认真审阅了书稿,并提出了宝贵的修改意见,在此编者表示衷心感谢。

在本书编写过程中,我们参考和引用了国内已正式出版的有关混凝土结构教材和规范等,在此向有关作者表示感谢,并列在了书后参考文献中。由于编者水平有限,在本书中难免存在不足之处,恳请读者不吝赐教。

编 者

2006年4月

目录 MULU



主要术语与符号	1
第一章 绪论	9
第一节 概述	9
第二节 钢筋混凝土结构的优缺点	10
第三节 钢筋混凝土结构的发展概况	11
第四节 混凝土结构设计原理课程特点及学习方法	12
第二章 钢筋混凝土材料的力学性能	14
第一节 钢筋	14
第二节 混凝土	18
第三节 钢筋和混凝土之间的粘结	28
第四节 钢筋的锚固与连接	31
思考题	33
第三章 混凝土结构设计方法	34
第一节 混凝土结构设计理论发展简史	34
第二节 结构的功能和极限状态	35
第三节 结构的可靠度和极限状态方程	36
第四节 可靠指标和目标可靠指标	39
第五节 建筑工程中极限状态设计表达式	42
第六节 公路桥涵结构极限状态的计算规定	47
第七节 混凝土结构耐久性设计	50
思考题	55
习题	56
第四章 钢筋混凝土受弯构件正截面承载力计算	57
第一节 概述	57
第二节 钢筋混凝土受弯构件构造要求	57
第三节 钢筋混凝土受弯构件试验研究分析	61
第四节 单筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算	65
第五节 双筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算	74
第六节 T形截面受弯构件正截面承载力计算	79
第七节 公路桥涵中受弯构件正截面承载力计算	85

思考题	95
习题	96
第五章 钢筋混凝土受弯构件斜截面承载力计算	98
第一节 概述	98
第二节 无腹筋梁斜截面剪切破坏形态	99
第三节 建筑工程中受弯构件斜截面承载力设计方法	105
第四节 公路桥涵受弯构件斜截面承载力设计方法	115
第五节 受弯构件斜截面承载力计算例题	122
思考题	134
习题	134
第六章 钢筋混凝土受扭及弯剪扭构件承载力计算	136
第一节 钢筋混凝土纯扭构件的试验研究	136
第二节 纯扭构件受扭承载力计算	138
第三节 弯剪扭构件承载力计算	145
第四节 受扭构件构造要求	148
第五节 公路桥涵工程中受扭构件承载力计算	152
思考题	159
习题	159
第七章 钢筋混凝土受压构件承载力计算	160
第一节 概述	160
第二节 轴心受压构件正截面承载力计算	161
第三节 矩形截面偏心受压构件正截面承载力计算	168
第四节 I 形截面偏心受压构件正截面承载力计算	192
第五节 圆形截面偏心受压构件正截面承载力计算	197
第六节 偏心受压构件斜截面承载力计算	201
第七节 构造要求	202
第八节 公路桥涵工程中受压构件承载力计算	205
思考题	212
习题	213
第八章 钢筋混凝土受拉构件承载力计算	216
第一节 轴心受拉构件承载力计算	216
第二节 偏心受拉构件承载力计算	217
第三节 受拉构件斜截面承载力计算	220
思考题	220
习题	221
第九章 钢筋混凝土构件正常使用极限状态计算	222
第一节 概述	222
第二节 建筑工程中受弯构件挠度和裂缝宽度验算	222
第三节 公路桥涵工程中受弯构件挠度和裂缝宽度验算	238
第四节 公路桥涵工程中钢筋混凝土构件短暂状况应力验算	245

思考题	253
习题	253
第十章 预应力混凝土结构设计	254
第一节 预应力混凝土的基本原理	254
第二节 预应力的实施方法	255
第三节 预应力钢筋的锚固	257
第四节 预应力混凝土的材料	257
第五节 张拉控制应力及预应力损失	258
第六节 预应力轴心受拉构件各阶段受力分析	262
第七节 预应力轴心受拉构件设计计算	268
第八节 建筑工程中预应力受弯构件正截面承载力计算	275
第九节 建筑工程中预应力受弯构件斜截面承载力计算及其他验算	280
第十节 公路桥涵工程中预应力混凝土受弯构件计算	282
思考题	309
习题	309
附录	311
附录 1 《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002) 的有关规定	311
附表 2 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》 (JTG D62—2004) 的有关规定	319
参考文献	325

主要术语与符号

1. 《混凝土结构设计规范》中的术语

(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) 混凝土结构 (plain concrete structure) 由无筋或不配置受力钢筋的混凝土制成的结构。

(3) 钢筋混凝土结构 (reinforced concrete structure) 由配置受力的普通钢筋、钢筋网或钢筋骨架的混凝土制成的结构。

(4) 预应力混凝土结构 (prestressed concrete structure) 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。

(5) 先张法预应力混凝土结构 (pretensioned prestressed concrete structure) 在台座上张拉预应力钢筋后浇筑混凝土, 并通过粘接力传递建立预加应力的混凝土结构。

(6) 后张法预应力混凝土结构 (post-tensioned prestressed concrete structure) 在混凝土达到规定强度后, 通过张拉预应力钢筋并在结构上锚固而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) 在现场支模并整体浇筑而成的混凝土结构。

(8) 装配式混凝土结构 (prefabricated concrete structure) 由预制混凝土构件或部件通过焊接、螺栓连接等方式装配而成的混凝土结构。

(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现场浇筑混凝土而形成整体的混凝土结构。

(10) 框架结构 (frame structure) 由梁和柱以刚接或铰接相连接而构成承重体系的结构。

(11) 剪力墙结构 (shear wall structure) 由剪力墙组成的承受竖向和水平作用的结构。

(12) 框架—剪力墙结构 (frame-shear wall structure) 由剪力墙和框架共同承受竖向和水平作用的结构。

(13) 深受弯构件 (deep flexural member) 跨高比小于 5 的受弯构件。

(14) 深梁 (deep beam) 跨高比不大于 2 的单跨梁和跨高比不大于 2.5 的多跨连续梁。

(15) 普通钢筋 (ordinary steel bar) 用于混凝土结构构件中的各种非预应力钢筋的总称。

(16) 预应力钢筋 (prestressing tendon) 用于混凝土结构构件中施加预应力的钢筋、钢丝和钢绞线的总称。

(17) 可靠度 (degree of reliability) 结构在规定的时间内, 规定的条件下, 完成预定功能的概率。

(18) 安全等级 (safety class) 根据破坏后果的严重程度划分的结构或构件的等级。

(19) 设计使用年限 (design working life) 设计规定的结构或构件不需进行大修即可按

其预定目的使用的时期。

(20) 荷载效应 (load effect) 由荷载引起的结构或构件的反应, 例如内力、变形和裂缝等。

(21) 荷载效应组合 (load effect combination) 按极限状态设计时, 为保证结构的可靠性而对同时出现的各种荷载效应设计值规定的组合。

(22) 基本组合 (fundamental combination) 承载能力极限状态计算时, 永久荷载和可变荷载的组合。

(23) 标准组合 (characteristic combination) 正常使用极限状态验算时, 对可变荷载采用标准值、组合值为荷载代表值的组合。

(24) 准永久组合 (quasi-permanent combination) 正常使用极限状态验算时, 对可变荷载采用准永久值为荷载代表值的组合。

2. 《混凝土结构设计规范》中的符号

(1) 材料性能

E_c ——混凝土弹性模量;

E_c^t ——混凝土疲劳变形模量;

E_s ——钢筋弹性模量;

C20——表示立方强度标准值为 20N/mm^2 的混凝土强度等级;

f'_{cu} ——边长为 150mm 的施工阶段混凝土立方体抗压强度;

$f_{cu,k}$ ——边长为 150mm 的混凝土立方体抗压强度标准值;

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

f_{yk} 、 f_{ptk} ——普通钢筋、预应力钢筋强度标准值;

f_y 、 f'_y ——普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值;

f_{py} 、 f'_{py} ——预应力钢筋的抗拉、抗压强度设计值。

(2) 作用、作用效应及承载力

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_p ——后张法构件预应力钢筋及非预应力钢筋的合力;

N_{p0} ——混凝土法向预应力等于零时预应力钢筋及非预应力钢筋的合力;

N_{u0} ——构件的截面轴心受压或轴心受拉承载力设计值;

N_{ux} 、 N_{uy} ——轴向力作用于 x 轴、 y 轴的偏心受压或偏心受拉承载力设计值;

M ——弯矩设计值;

M_k 、 M_q ——按荷载效应的标准组合、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} ——构件的正截面开裂弯矩值;

T ——扭矩设计值;

V ——剪力设计值;

V_{cs} ——构件斜截面上混凝土和箍筋的受剪承载力设计值;

F_l ——局部荷载设计值或集中反力设计值；
 σ_{ck} 、 σ_{eq} ——荷载效应的标准组合、准永久组合下抗裂验算边缘的混凝土法向应力；
 σ_{pe} ——由预加力产生的混凝土法向应力；
 σ_{tp} 、 σ_{cp} ——混凝土中的主拉应力、主压应力；
 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；
 σ_{sk} ——按荷载效应的标准组合计算的纵向受拉钢筋应力或等效应力；
 σ_{con} ——预应力钢筋张拉控制应力；
 σ_{p0} ——预应力钢筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力钢筋应力；
 σ_{pe} ——预应力钢筋的有效预应力；
 σ_t 、 σ'_t ——受拉区、受压区预应力钢筋在相应阶段的预应力损失值；
 τ ——混凝土的剪应力；
 w_{max} ——按荷载效应的标准组合并考虑长期作用影响计算的最大裂缝宽度。

(3) 几何参数

a 、 a' ——纵向受拉钢筋合力点、纵向受压钢筋合力点至截面近边的距离；
 a_s 、 a'_s ——纵向非预应力受拉钢筋合力点、纵向非预应力受压钢筋合力点至截面近边的距离；
 a_p 、 a'_p ——受拉区纵向预应力钢筋合力点、受压区预应力钢筋合力点至截面近边的距离；
 b ——矩形截面宽度，T形、工形截面的腹板宽度；
 b_f 、 b'_f ——T形或工形截面受拉区、受压区的翼缘宽度；
 d ——钢筋直径或圆形截面的直径；
 c ——混凝土保护层厚度；
 e 、 e' ——轴向力作用点至纵向受拉钢筋合力点、纵向受压钢筋合力点的距离；
 e_0 ——轴向力对截面重心的偏心距；
 e_a ——附加偏心距；
 e_i ——初始偏心距；
 h ——截面高度；
 h_0 ——截面有效高度；
 h_f 、 h'_f ——T形或工形截面的受拉区、受压区的翼缘高度；
 i ——截面的回转半径；
 r_c ——曲率半径；
 l_a ——纵向受拉钢筋的锚固长度；
 l_0 ——梁板的计算跨度或柱的计算长度；
 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；
 y_0 、 y_n ——换算截面重心、净截面重心至所计算纤维的距离；
 z ——纵向受拉钢筋合力至混凝土受压区合力点之间的距离；
 A ——构件的截面面积；
 A_0 ——构件换算截面面积；
 A_n ——构件的净截面面积；
 A_s 、 A'_s ——受拉区、受压区纵向非预应力钢筋的截面面积；

A_p 、 A'_p ——受拉区、受压区纵向预应力钢筋的截面面积；
 A_{svl} 、 A_{stl} ——在受剪、受扭计算中单肢箍筋的截面面积；
 A_{stl} ——受扭计算中取用的全部受扭纵向非预应力钢筋的截面面积；
 A_{sv} 、 A_{sh} ——同一截面内各肢竖向、水平箍筋或分布钢筋的全部截面面积；
 A_{sb} 、 A_{pb} ——同一弯起平面内非预应力、预应力弯起钢筋的截面面积；
 A_l ——混凝土局部受压面积；
 A_{cor} ——钢筋网、螺旋筋或箍筋内表面范围内的混凝土核心面积；
 B ——受弯构件的截面刚度；
 W ——截面受拉边缘的弹性抵抗矩；
 W_0 ——换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩；
 W_n ——净截面受拉边缘的弹性抵抗矩；
 W_t ——截面受扭塑性抵抗矩；
 I ——截面惯性矩；
 I_0 ——换算截面惯性矩；
 I_n ——净截面惯性矩。

(4) 计算系数及其他

α_1 ——受压区混凝土矩形应力图的应力值与混凝土轴心抗压强度设计值的比值；
 α_E ——钢筋弹性模量与混凝土弹性模量的比值；
 β_c ——混凝土强度影响系数；
 β_1 ——矩形应力图受压区高度与中和轴高度（中和轴到受压区边缘的距离）的比值；
 β_t ——局部受压时的混凝土强度提高系数；
 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弯矩影响的轴向力偏心距增大系数；
 λ ——计算截面的剪跨比；
 μ ——摩擦系数；
 ρ ——纵向受力钢筋配筋率；
 ρ_{sv} 、 ρ_{sh} ——竖向箍筋、水平箍筋或竖向分布钢筋、水平分布钢筋的配筋率；
 ρ_v ——间接钢筋或箍筋的体积配筋率；
 φ ——轴心受压构件的稳定系数；
 θ ——考虑荷载长期作用对挠度增大的影响系数；
 ψ ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数。

3. 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》中的术语

(1) 极限状态 (limit states)

整体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要求时，此特定状态为该功能的极限状态。

(2) 可靠度 (degree of reliability)

结构在规定的时间内，在规定的条件下，完成预定功能的概率。

(3) 设计基准期 (design reference)

在进行结构可靠度分析时，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。

(4) 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。

(5) 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 分位数确定。

(6) 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。

(7) 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。

(8) 作用效应 (effects of action)

结构对所受作用的反应, 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, 称为作用效应。

(9) 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。

(10) 作用设计值 (design value of an action)

作用标准值乘以作用分项系数后的值。

(11) 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。

(12) 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而划分的设计等级。

(13) 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。

(14) 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。

(15) 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。

(16) 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。

(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) 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。

(19) 开裂弯矩 (cracking moment)

构件出现裂缝时的理论临界弯矩。

(20) 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。

(21) 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。

(22) 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、附着在结构或构件上的模板、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》中的符号

(1) 材料性能有关的符号

f_{cu} ——边长为150mm的混凝土立方体抗压强度;

f'_{cu} ——边长为150mm的施工阶段混凝土立方体抗压强度;

$f_{cu,k}$ ——边长为150mm的混凝土立方体抗压强度标准值;

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;

$f_{cd,s}$ ——承台计算中撑杆混凝土轴心抗压强度设计值;

E_c ——混凝土弹性模量;

G_c ——混凝土剪变模量。

(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_{1cd} ——组合式受弯构件第一阶段结构自重产生的弯矩设计值;

M_{2cd} ——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荷载产生的弯矩设计值;

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;

T_d ——扭矩组合设计值或基桩承台系杆拉力设计值;

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法向压应力、拉应力；
 σ_{cc} ——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；
 b ——矩形截面宽度，T形或工形截面腹板宽度；
 b_f 、 b'_f ——T形或工形截面受拉区、受压区的翼缘宽度；
 h_f 、 h'_f ——T形或工形截面受拉区、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} ——构件截面的核芯直径；
 c ——混凝土保护层厚度；
 r ——圆形截面直径；
 e_a 、 e_p ——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；
 s_v ——箍筋或竖向预应力钢筋的间距；
 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距离；
 l_n ——受弯构件的净跨径；
 A_0 、 A_n ——构件换算截面面积、净截面面积；
 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；

W_0 、 W_n ——换算截面、净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_0 、 I_n ——换算截面、净截面的惯性矩；

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距增大系数；

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_0 ——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；

ρ ——纵向受拉钢筋配筋率。