

HUNNINGTU  
JIEGOU SHEJI JISUAN SUANLI

---

# 混凝土结构 设计计算算例 (第三版)

王依群 编著

中国建筑工业出版社

# 混凝土结构设计计算算例

## (第三版)

王依群 编著

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土结构设计计算算例/王依群编著. —3版. —北京:  
中国建筑工业出版社, 2016. 2  
ISBN 978-7-112-18919-9

I. ①混… II. ①王… III. ①混凝土结构—结构设计—  
工程计算 IV. ①TU370.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 316387 号

本书主要根据《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 (包括 2015 年 10 月局部修订)、《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010 及相关设计规范编写。引导读者正确理解和使用规范关于结构构件的设计原理、计算方法和构造措施的规定。

全书共二十二章, 分别介绍钢筋混凝土材料强度标准; 钢筋混凝土结构计算的一般规定和构造要求; RCM 软件的功能和使用方法; 梁正截面、斜截面配筋原理及算例; 偏心受压柱配筋原理及算例; 偏心受拉构件配筋; 轴心受压柱的配筋及算例; 柱斜截面受剪承载力计算及算例; 按梁实配钢筋计算柱纵筋和箍筋及算例; 梁柱节点的配筋及算例; 矩形、T 形和箱形截面受扭构件承载力计算及算例; 受冲切构件承载力计算及算例; 剪力墙配筋计算; 正常使用极限状态验算; 牛腿配筋原理及算例; 预埋件计算原理及算例; 柱、剪力墙边缘构件配箍率和配箍特征值计算; 叠合梁承载力计算及算例; 梁疲劳应力验算方法及算例; 局部受压承载力计算; 腹板具有孔洞梁的设计; 双向板计算。

书中有针对性地编写了 170 余个算例, 每个算例除给出了详细的手算过程外, 还列出了混凝土构件计算软件 RCM 的计算结果, 两种方法结果得到相互验证。书中还介绍了实现“强柱弱梁”的实用有效方法等, 具有很强的实用性。

本书可供结构设计人员、审图人员、研究人员、土建专业学生阅读。也可供注册结构考试考生参考。

\* \* \*

责任编辑: 郭 栋 辛海丽

责任校对: 赵 颖 张 颖

## 混凝土结构设计计算算例 (第三版)

王依群 编著

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京千辰公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

\*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 26 $\frac{1}{4}$  字数: 651 千字

2016 年 6 月第三版 2016 年 6 月第三次印刷

定价: 65.00 元

ISBN 978-7-112-18919-9

(28173)

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)

## 第三版前言

按照《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 局部修订稿（2015 年 10 月）修正了钢筋设计强度。增加了内容，例如线弹性方法和塑性铰线法设计双向板，非对称截面剪力墙、带边框剪力墙受压弯、剪承载力计算，配交叉斜筋连梁、配集中对角斜筋或暗撑连梁的设计，箱形截面构件受扭承载力设计，柱受剪承载力复核，深梁受弯承载力复核，凹凸形截面梁受弯承载力设计，折梁附加箍筋计算，叠合梁端竖向接缝的受剪承载力复核，预制柱底水平接缝的受剪承载力复核，剪力墙水平施工缝处抗滑移能力验算等功能，在配套软件的对话框上增加了“打开计算书”的按钮，方便读者快速查看计算过程；增加了 .tex 文件的输出，用 CTeX 软件编辑后生成 .pdf 文件，其中详细的计算过程和精美的数学公式，可与手算过程和正式书刊媲美。

本书对混凝土结构设计规范除预应力混凝土之外的几乎全部计算公式均配有算例，且有详细的手算过程（数值计算法的除外），使读者直观地了解混凝土结构设计规范公式的使用方法。新版删除了第一版、第二版中条件相近的算例，删除了计算机详细计算结果在书中的展示，压缩了臃肿的篇幅。

书中如有不妥或错误之处，敬请读者指正。作者电子信箱：yqwangtj@hotmail.com。

感谢康谷贻老师多年的教诲，感谢郭继武老师、张庆芳博士、张培林高级工程师、徐其飞高级工程师和李会平等广大读者、网友的指正和建议，感谢郭栋编辑、辛海丽编辑对本书内容的取舍、版面布置的精心安排与建议。

感谢我家人的大力支持。

经读者投票推选本书第二版荣获羿射旭杯第一届结构工程师喜爱的书籍 TOP10 评选榜第 6 名。我会继续努力、不断改进，不辜负读者的鼓励与厚望。

王依群

## 第二版前言

本书 2012 年第一版很快售罄，表明本书编写主导思想：“依据规范设计原则，将规范条文细化、补充，并做到容易操作的程度”得到读者的认可，书及介绍的软件 RCM 受到欢迎。

第二版秉承第一版的主导思想，将内容扩展到混凝土构件承载力计算的各个方面，即相对于第一版增加了下列内容：梁正截面、斜截面承载力复核；轴心受压柱承载力复核；连续螺旋式配筋圆柱承载力计算及复核；矩形截面非对称配筋单向偏心受拉柱计算、单向偏心受压柱设计及复核；工字形截面对称配筋柱单向偏心受压（拉）承载力计算；矩形、工字形单向偏心受压排架柱承载力计算；矩形截面纯扭构件承载力复核；受冲切板承载力复核；钢筋混凝土和素混凝土局部承压计算；按《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010 方法计算剪力墙受压弯承载力；叠合梁承载力计算及正常使用极限状态验算；牛腿和预埋件计算；框架柱、剪力墙边缘构件配箍率和配箍特征值计算；工字形或倒 T 形截面受弯构件裂缝宽度验算等。

书中近 160 个算例均用手工和软件两种方法计算，降低了出错的概率，也展示了 RCM 软件广泛的适用范围。

本书引用了大量参考文献及其中算例，谨向这些文献的作者表示衷心感谢。

对本书第一版提出意见和建议的读者表示感谢。部分意见和建议在本版中得到采纳。

受作者水平所限，书中有不妥或疏忽之处，敬请读者指正。作者信箱：yqwangtj@hotmail.com。

# 第一版前言

为帮助结构设计人员学习《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 中的钢筋混凝土结构抗震设计理论，熟悉具体计算步骤和方法，学会使用一种软件工具，以便遇到工程实际问题时能快速正确地解决而编写此书。对规范有设计要求的构件几乎都提供了算例，对近年工程中会遇到的但规范中提及很少（如考虑楼板内钢筋对梁受弯承载力贡献）或根本未提及（如细长柱）的构件也提供了计算方法和算例。对两本规范规定不一致之处，通过算例表明了结果的差异性，并提出作者的观点和解决方案。

书中还通过算例效果，演示了作者提出的可有效避免“强梁弱柱”震害现象的思想及其计算和实施方法。

全书内容分十四章，分别介绍钢筋混凝土梁，矩形、圆形截面柱，细长柱，框架节点，按梁实配钢筋计算柱和节点，深受弯构件，受冲切的基础板或板柱结构楼板，受扭构件，剪力墙的承载力计算；钢筋混凝土构件裂缝宽度和挠度验算。绝大多数算例来源于实际工程，对设计工作有提示作用。

工程实践（做法和材料）在不断创新，规范滞后是常态。人们总会发现规范有待改进或完善的地方，本书有少量内容就是规范尚未作出规定的，供读者参考，特别是供结构抗震性能设计时参考使用。

由于钢筋混凝土结构构件工作机理复杂、破坏模式多，所以限制条件多、计算参数多，再聪明的行内专家，手算也容易遗漏规范某条规定或写错参数，造成计算结果错误。本书六十余个算例均用手工和软件两种方法计算，起到了相互校核的作用，大大减少了出错的机率，避免误导本科学生或初入门从业者。

编写过程中，本书引用了大量参考文献及其中算例，谨对这些文献的作者表示衷心感谢。

作者水平所限，书中一定有错误之处，敬请读者指正。

# 目 录

第 1 章 钢筋混凝土材料强度标准 .....	1
1.1 混凝土 .....	1
1.2 钢筋 .....	3
本章参考文献 .....	5
第 2 章 钢筋混凝土结构计算的一般规定和构造要求 .....	6
2.1 一般规定 .....	6
2.2 承载能力极限状态计算 .....	6
2.3 正常使用极限状态验算 .....	9
本章参考文献 .....	10
第 3 章 RCM 软件的功能和使用方法 .....	11
本章参考文献 .....	18
第 4 章 梁正截面、斜截面配筋原理及算例 .....	19
4.1 单筋矩形梁正截面受弯承载力计算 .....	19
【例 4-1】矩形单筋梁正截面设计 .....	20
【例 4-2】悬挑板配筋计算 .....	20
【例 4-3】矩形单筋梁正截面承载力复核 .....	21
4.2 双筋矩形梁正截面受弯承载力计算 .....	21
【例 4-4】双筋梁正截面设计计算 .....	22
【例 4-5】双筋梁受弯承载力复核题 1 .....	23
【例 4-6】双筋梁受弯承载力复核题 2 .....	23
4.3 T 形梁正截面受弯承载力计算 .....	24
【例 4-7】第二种类型 T 形梁正截面设计计算 .....	25
【例 4-8】第一种类型 T 形梁正截面设计计算 .....	26
【例 4-9】T 形梁受弯承载力复核例 1 .....	26
【例 4-10】T 形梁受弯承载力复核例 2 .....	27
4.4 双筋 T 形截面梁正截面受弯承载力计算 .....	28
【例 4-11】双筋 T 形截面梁正截面设计计算 .....	29
【例 4-12】双筋 T 形截面梁正截面承载力复核 .....	30
4.5 凹凸形截面梁正截面受弯承载力计算及复核 .....	31

【例 4-13】凹形截面简支梁正截面承载力复核 .....	31
4.6 梁斜截面受剪承载力计算 .....	32
【例 4-14】均布荷载作用下矩形截面简支梁斜截面设计计算 .....	34
【例 4-15】有集中荷载作用的矩形截面简支梁斜截面设计计算 .....	34
【例 4-16】荷载较小的矩形截面梁斜截面设计计算 .....	35
【例 4-17】地震作用组合梁的受剪承载力复核 .....	35
【例 4-18】有弯起筋的矩形截面梁斜截面承载力复核 .....	36
【例 4-19】无腹筋厚板斜截面承载力复核 .....	36
4.7 深受弯构件正、斜截面承载力计算 .....	37
【例 4-20】简支单跨深梁设计计算 .....	39
【例 4-21】集中荷载为主的简支单跨深梁设计计算 .....	39
【例 4-22】深梁受弯承载力复核算例 .....	40
4.8 按实配钢筋计算梁及板正截面承载力 .....	41
【例 4-23】实配钢筋梁及板正截面承载力计算 .....	43
4.9 按实配纵筋计算梁的受剪承载力 .....	45
【例 4-24】按实配纵筋计算梁的受剪承载力算例 .....	46
4.10 折梁附加箍筋计算 .....	49
【例 4-25】折梁附加箍筋计算例题 .....	50
4.11 叠合梁端竖向接缝的受剪承载力复核 .....	51
【例 4-26】叠合梁端竖向接缝的受剪承载力复核例题 .....	52
本章参考文献 .....	52
<b>第 5 章 偏心受压柱配筋原理及算例 .....</b>	<b>53</b>
5.1 框架柱截面设计 .....	53
5.2 纤维法计算柱截面承载力 .....	54
【例 5-1】纤维法计算柱截面承载力算例 .....	56
5.3 短柱正截面承载力计算 .....	57
5.4 中长柱正截面承载力计算 .....	58
5.5 非对称配筋单向偏心受压矩形截面柱承载力计算 .....	60
【例 5-2】大偏心受压柱非对称配筋算例 .....	64
【例 5-3】小偏心受压柱非对称配筋算例 1 .....	66
【例 5-4】小偏心受压柱非对称配筋算例 2 .....	68
5.6 对称配筋单向偏心受压柱承载力计算 .....	69
【例 5-5】对称配筋大偏心受压柱配筋算例 1 .....	70
【例 5-6】对称配筋大偏心受压柱配筋算例 2 .....	71
【例 5-7】对称配筋大偏心受压柱配筋算例 3 .....	72



【例 5-8】 对称配筋小偏心受压柱配筋算例 .....	73
【例 5-9】 对称配筋柱抗震设计算例 .....	74
5.7 矩形截面单向偏心受压柱承载力复核 .....	75
【例 5-10】 大偏心受压柱承载力复核 (已知 $e_0$ 求 $N$ ) .....	78
【例 5-11】 大偏心受压柱承载力复核 (已知 $e_0$ 求 $N$ , $x < 2a'$ ) .....	79
【例 5-12】 小偏心受压柱承载力复核 (已知 $e_0$ 求 $N$ ) .....	80
【例 5-13】 偏心受压柱承载力复核 (已知 $N$ 求 $M$ ) .....	81
【例 5-14】 抗震设计的偏心受压柱承载力复核 (已知 $N$ 求 $M$ ) .....	82
5.8 工字形截面单向偏心受压柱承载力计算 .....	83
【例 5-15】 大偏心受压工字形柱配筋算例 .....	85
【例 5-16】 小偏心受压工字形柱配筋算例 .....	86
5.9 双向偏心受压柱配筋计算 .....	88
5.10 偏心受压短柱、中长柱配筋算例 .....	96
【例 5-17】 钢筋混凝土双向偏心受压柱配筋算例 1 .....	96
【例 5-18】 钢筋混凝土双向偏心受压柱配筋算例 2 .....	97
【例 5-19】 钢筋混凝土单向偏心受压柱配筋算例 1 .....	98
【例 5-20】 钢筋混凝土单向偏心受压柱配筋算例 2 .....	99
【例 5-21】 钢筋混凝土单向偏心受压柱配筋算例 3 .....	100
5.11 双向偏心受压构件正截面承载力简捷计算法 .....	101
【例 5-22】 简捷法计算大偏心受压柱配筋 1 .....	105
【例 5-23】 简捷法计算双向偏心受压柱配筋算例 2 .....	105
【例 5-24】 简捷法计算双向偏心受压柱配筋算例 3 .....	105
【例 5-25】 简捷法计算双向偏心受压柱配筋算例 4 .....	106
【例 5-26】 简捷法计算双向偏心受压柱配筋算例 5 .....	106
【例 5-27】 简捷法计算双向偏心受压柱配筋算例 6 .....	107
5.12 由梁端弯矩导出柱设计弯矩及柱配筋 .....	107
【例 5-28】 由梁端弯矩导出柱设计弯矩及配筋计算 .....	109
5.13 偏心受压圆形柱正截面承载力计算 .....	117
【例 5-29】 偏心受压圆形柱配筋计算 1 .....	118
【例 5-30】 偏心受压圆形柱配筋计算 2 .....	118
5.14 细长柱正截面承载力计算 .....	119
【例 5-31】 偏心受压细长矩形柱配筋算例 .....	121
【例 5-32】 偏心受压细长圆形柱配筋算例 .....	122
5.15 实配钢筋梁和纤维法计算柱承载力在结构弹塑性时程分析中的应用 .....	124

【例 5-33】 实配钢筋梁和柱的承载力在结构时程分析中的例题 1 .....	126
【例 5-34】 实配钢筋梁和柱的承载力在结构时程分析中的例题 2 .....	131
5.16 对称配筋单偏压排架柱计算 .....	135
【例 5-35】 排架柱配筋计算 .....	136
【例 5-36】 地震作用下排架柱配筋 .....	139
【例 5-37】 地震作用下工字形截面排架柱配筋 .....	140
5.17 预制柱底水平接缝的受剪承载力复核 .....	141
【例 5-38】 地震作用下预制柱底水平接缝的受剪承载力复核 .....	142
本章参考文献 .....	142
<b>第 6 章 偏心受拉构件配筋</b> .....	145
6.1 柱大小偏心受拉的判断 .....	145
6.2 矩形截面对称配筋双向偏心受拉柱配筋计算 .....	147
【例 6-1】 偏心受拉矩形柱配筋算例 .....	148
【例 6-2】 偏心受拉圆形柱配筋算例 .....	150
6.3 矩形截面非对称配筋单向偏心受拉柱配筋计算 .....	151
【例 6-3】 矩形水池壁配筋算例 .....	152
【例 6-4】 矩形截面非对称配筋单向偏心受拉构件算例 .....	154
6.4 矩形截面对称配筋单向偏心受拉柱配筋计算 .....	155
【例 6-5】 矩形截面对称配筋单向偏心受拉杆配筋算例 .....	155
6.5 矩形截面单向偏心、轴心受拉构件承载力复核 .....	156
【例 6-6】 单向大偏心受拉构件复核算例 .....	156
本章参考文献 .....	157
<b>第 7 章 轴心受压柱的配筋及算例</b> .....	158
7.1 采用普通配筋方式的矩形、圆形截面轴心受压柱承载力计算及复核 .....	158
【例 7-1】 轴心受压柱配筋算例 .....	158
【例 7-2】 轴心受压圆形截面柱配筋算例 .....	160
【例 7-3】 小截面轴心受压矩形柱正截面承载力复核 .....	160
【例 7-4】 轴心受压矩形柱正截面承载力复核 .....	161
7.2 采用螺旋式配筋的圆形截面轴心受压柱承载力计算及复核 .....	162
【例 7-5】 配置螺旋式间接钢筋的圆截面柱轴心受压承载力计算例 1 .....	162
【例 7-6】 配置螺旋式间接钢筋的圆截面柱轴心受压承载力计算例 2 .....	164
【例 7-7】 配置螺旋式间接钢筋的圆截面柱轴心受压承载力复核题 .....	165
本章参考文献 .....	166
<b>第 8 章 柱斜截面受剪承载力计算及算例</b> .....	167
8.1 柱剪力设计值 .....	167

8.2 柱斜截面受剪承载力计算 .....	169
【例 8-1】非抗震设计柱斜截面双向受剪配筋算例 .....	172
【例 8-2】非抗震设计柱斜截面单向受剪配筋算例 .....	173
【例 8-3】抗震设计柱斜截面单向受剪配筋算例 .....	174
【例 8-4】抗震设计柱斜截面双向受剪配筋算例 .....	175
【例 8-5】受拉剪构件配筋算例 .....	176
【例 8-6】柱单向受剪承载力复核算例 .....	177
本章参考文献 .....	178
<b>第 9 章 按梁实配钢筋计算柱纵筋和箍筋及算例 .....</b>	<b>179</b>
9.1 按单向梁实配钢筋计算柱配筋及算例 .....	179
【例 9-1】按单向梁实配钢筋计算柱配筋算例 .....	180
【例 9-2】按考虑梁侧楼板内钢筋的单侧梁实配钢筋计算柱配筋算例 .....	183
9.2 按双向梁实配钢筋计算柱配筋 .....	183
本章参考文献 .....	184
<b>第 10 章 梁柱节点的配筋及算例 .....</b>	<b>185</b>
10.1 9 度设防烈度的一级框架中的梁柱节点 .....	185
【例 10-1】中间楼层边柱节点配筋算例 .....	186
【例 10-2】9 度抗震设防一级抗震等级框架节点配筋算例 .....	187
10.2 一般情况的梁柱节点承载力计算及算例 .....	188
【例 10-3】二级抗震等级框架中节点配筋算例 .....	189
【例 10-4】二级抗震等级框架边节点配筋算例 .....	191
【例 10-5】偏心梁柱节点配筋算例 .....	192
【例 10-6】框架梁柱节点配筋算例 .....	195
【例 10-7】矩形截面柱框架节点受剪承载力复核算例 .....	196
10.3 圆柱框架的梁柱节点承载力计算及算例 .....	197
【例 10-8】圆截面柱框架顶层边节点配筋算例 .....	198
【例 10-9】圆截面柱框架首层中节点配筋算例 .....	199
本章参考文献 .....	200
<b>第 11 章 矩形、T 形和箱形截面受扭构件承载力计算及算例 .....</b>	<b>202</b>
【例 11-1】受纯扭矩形截面构件配筋算例 .....	205
【例 11-2】受压扭矩形截面构件配筋算例 .....	206
【例 11-3】受拉扭矩形截面构件配筋算例 .....	208
【例 11-4】受纯扭 T 形截面构件配筋算例 .....	209
【例 11-5】受剪扭矩形截面构件配筋算例 .....	210
【例 11-6】受弯剪扭矩形截面构件配筋算例 .....	212

【例 11-7】受集中力作用的矩形截面独立梁弯剪扭承载力算例	213
【例 11-8】受弯剪扭 T 形截面构件配筋算例	216
【例 11-9】受纯扭矩形截面构件配筋复核算例	219
【例 11-10】受剪扭箱形截面构件配筋算例	220
本章参考文献	222
<b>第 12 章 受冲切构件承载力计算及算例</b>	<b>223</b>
12.1 受冲切平板构件承载力计算规定	223
【例 12-1】楼盖受冲切配筋算例	225
【例 12-2】圆形柱楼板冲切算例	226
【例 12-3】柱旁带孔洞楼板受冲切配筋算例	227
【例 12-4】无腹筋板受冲切承载力复核算例	228
【例 12-5】有弯起筋板受冲切承载力复核算例	229
12.2 矩形柱阶形基础受冲切承载力计算规定	230
【例 12-6】矩形柱阶形基础受冲切承载力算例	231
12.3 板柱节点受冲切承载力计算	233
【例 12-7】板柱节点受冲切承载力算例	237
本章参考文献	239
<b>第 13 章 剪力墙配筋计算</b>	<b>240</b>
13.1 剪力墙正截面承载力计算	240
13.2 剪力墙斜截面承载力计算	242
13.3 墙肢构造要求	244
【例 13-1】大偏心受压剪力墙配筋算例 1	249
【例 13-2】大偏心受压剪力墙配筋算例 2	250
【例 13-3】小偏心受压剪力墙配筋算例	252
【例 13-4】带边框柱剪力墙小偏心受压正截面承载力算例	254
【例 13-5】偏心受拉剪力墙正截面承载力算例	256
【例 13-6】剪力墙斜截面承载力算例	257
【例 13-7】剪力墙正截面承载力高规方法算例 1	258
【例 13-8】剪力墙正截面承载力高规方法算例 2	263
【例 13-9】带边框柱剪力墙正截面承载力高规方法算例 3	265
【例 13-10】单侧翼缘剪力墙正截面承载力算例 1	268
【例 13-11】单侧翼缘剪力墙正截面承载力算例 2	270
【例 13-12】剪力墙斜截面承载力复核	272
13.4 剪力墙连梁承载力计算	273
【例 13-13】剪力墙连梁承载力算例	275

【例 13-14】小跨高比连梁承载力算例 .....	275
【例 13-15】连梁受剪承载力复核 .....	276
13.5 交叉斜筋配筋连梁受剪承载力计算 .....	277
【例 13-16】交叉斜筋连梁受剪承载力复核 .....	278
13.6 集中对角斜筋或暗撑配筋连梁受剪承载力计算 .....	279
【例 13-17】剪力墙连梁承载力算例 .....	279
13.7 剪力墙水平施工缝处抗滑移能力验算 .....	280
【例 13-18】剪力墙水平施工缝处抗滑移能力复核算例 .....	281
本章参考文献 .....	281
<b>第 14 章 正常使用极限状态验算 .....</b>	<b>283</b>
14.1 裂缝宽度计算 .....	283
【例 14-1】轴心受拉构件裂缝宽度算例 .....	285
【例 14-2】偏心受拉构件裂缝宽度算例 .....	287
【例 14-3】矩形截面受弯构件裂缝宽度算例 .....	287
【例 14-4】重复荷载作用的矩形截面受弯构件裂缝算例 .....	288
【例 14-5】T 形截面受弯构件裂缝宽度算例 .....	289
【例 14-6】工形截面受弯构件裂缝宽度算例 .....	290
【例 14-7】矩形截面偏心受压构件裂缝宽度算例 1 .....	291
【例 14-8】矩形截面偏心受压构件裂缝宽度算例 2 .....	291
【例 14-9】工形截面偏心受压构件裂缝宽度算例 .....	293
14.2 受弯构件挠度计算 .....	294
【例 14-10】矩形截面受弯构件挠度算例 .....	295
【例 14-11】I 形截面受弯构件挠度算例 .....	296
【例 14-12】I 形截面双筋受弯构件挠度算例 .....	298
本章参考文献 .....	299
<b>第 15 章 牛腿配筋原理及算例 .....</b>	<b>300</b>
15.1 柱牛腿的截面尺寸与纵向受力钢筋的计算 .....	300
15.2 柱牛腿钢筋配置及构造要求 .....	301
15.3 柱牛腿配筋算例 .....	302
【例 15-1】柱牛腿配筋算例 1 .....	302
【例 15-2】柱牛腿配筋算例 2 .....	304
【例 15-3】柱牛腿配筋算例 3 .....	305
【例 15-4】柱牛腿配筋算例 4 .....	307
【例 15-5】柱牛腿配筋算例 5 .....	308
【例 15-6】柱牛腿配筋算例 6 .....	310

本章参考文献 .....	311
<b>第 16 章 预埋件计算原理及算例 .....</b>	<b>312</b>
16.1 由锚板和对称配置的直锚筋所组成的受力预埋件 .....	312
【例 16-1】受拉直锚筋预埋件算例 .....	314
【例 16-2】受剪直锚筋预埋件算例 .....	314
【例 16-3】受拉剪直锚筋预埋件算例 .....	315
【例 16-4】受拉弯直锚筋预埋件算例 .....	316
【例 16-5】受压弯直锚筋预埋件算例 .....	317
【例 16-6】受弯剪直锚筋预埋件算例 .....	318
【例 16-7】受拉弯剪直锚筋预埋件算例 .....	319
【例 16-8】受压弯剪直锚筋预埋件算例 .....	320
【例 16-9】受压弯剪的直锚筋预埋件算例 .....	321
16.2 由锚板和对称配置的弯折锚筋及直锚筋共同承受剪力的预埋件 .....	323
【例 16-10】受剪弯折锚筋及直锚筋预埋件计算例题 .....	323
【例 16-11】受剪弯折锚筋及直锚筋预埋件复核例题 .....	324
本章参考文献 .....	325
<b>第 17 章 柱、剪力墙边缘构件配箍率和配箍特征值计算 .....</b>	<b>326</b>
17.1 矩形截面柱体积配箍率及配箍特征值计算 .....	326
【例 17-1】方形截面柱体积配箍率及配箍特征值算例 .....	328
【例 17-2】矩形箍加菱形箍小截面矩形柱体积配箍率及配箍特征值算例 .....	328
17.2 剪力墙边缘构件体积配箍率及配箍特征值计算 .....	329
【例 17-3】剪力墙约束边缘构件（暗柱）体积配箍率及配箍特征值算例 .....	333
【例 17-4】剪力墙约束边缘构件（翼墙）体积配箍率及配箍特征值算例 .....	334
【例 17-5】剪力墙约束边缘构件（转角墙）体积配箍率及配箍特征值算例 .....	336
【例 17-6】剪力墙构造边缘构件（转角墙）面积算例 .....	337
本章参考文献 .....	338
<b>第 18 章 叠合梁承载力计算及算例 .....</b>	<b>339</b>
18.1 叠合式受弯构件的类型 .....	339
18.2 叠合式受弯构件的计算与构造规定 .....	339
18.3 施工阶段有可靠支撑的叠合梁板计算 .....	340
18.4 叠合式受弯构件的正截面受弯承载力计算 .....	342
18.5 叠合构件钢筋应力、变形和裂缝计算 .....	343
【例 18-1】钢筋混凝土叠合梁算例 .....	345
本章参考文献 .....	352

<b>第 19 章 梁疲劳应力验算方法及算例</b> .....	353
19.1 基本假定和计算原则 .....	353
19.2 钢筋混凝土受弯构件正截面应力计算 .....	353
19.3 钢筋混凝土受弯构件斜截面应力计算 .....	355
19.4 简支梁疲劳验算算例 .....	356
【例 19-1】矩形截面简支梁疲劳验算算例 1 .....	356
【例 19-2】T 形截面简支梁疲劳验算算例 .....	358
本章参考文献 .....	360
<b>第 20 章 局部受压承载力计算</b> .....	361
20.1 配置间接钢筋的混凝土局部受压承载力 .....	361
【例 20-1】矩形截面局部受压承载力验算 .....	363
【例 20-2】圆形截面局部受压承载力验算 .....	363
20.2 素混凝土构件局部受压承载力计算 .....	364
【例 20-3】矩形截面素混凝土局部受压计算 .....	365
【例 20-4】素混凝土局部受压算例 2 .....	366
本章参考文献 .....	368
<b>第 21 章 腹板具有孔洞梁的设计</b> .....	369
21.1 梁腹开有矩形孔洞的梁 .....	369
【例 21-1】腹板具有矩形孔洞梁配筋算例 .....	373
21.2 梁腹开有圆形孔洞的梁 .....	376
【例 21-2】腹板有圆孔的矩形梁配筋算例 .....	379
【例 21-3】腹板有圆孔的 T 形梁配筋算例 .....	380
本章参考文献 .....	382
<b>第 22 章 双向板计算</b> .....	383
22.1 线弹性计算方法 .....	383
【例 22-1】线弹性计算双向板算例 1 .....	383
【例 22-2】线弹性计算双向板算例 2 .....	388
22.2 塑性铰线法 .....	392
【例 22-3】塑性铰线法分离式配筋双向板算例 .....	395
【例 22-4】塑性铰线法弯起式配筋双向板算例 .....	398
本章参考文献 .....	400
<b>附表 1 钢筋的公称直径、计算截面面积及理论重量</b> .....	401
<b>附表 2 钢筋混凝土板每米宽的钢筋截面面积 (<math>\text{mm}^2</math>)</b> .....	402
<b>附表 3 <math>\mu = 0.2</math> 时各支承情况下双向板按弹性计算各主要截面的弯矩系数</b> .....	403

# 第1章 钢筋混凝土材料强度标准

## 1.1 混凝土

《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010<sup>[1]</sup>规定：

混凝土强度等级应按立方体抗压强度标准值确定。立方体抗压强度标准值系指按标准方法制作、养护的边长为150mm的立方体试件，在28d或设计规定龄期用标准试验方法测得的具有95%保证率的抗压强度值。

混凝土强度等级采用符号C和立方体抗压强度标准值表示，共划分为十四个强度等级，即C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75、C80。如C35表示立方体抗压强度标准值 $f_{cu,k} = 35\text{N/mm}^2$ 的混凝土强度等级。

素混凝土结构的强度等级不应低于C15；钢筋混凝土结构的混凝土强度等级不应低于C20；采用强度等级400MPa及以上的钢筋时，混凝土强度等级不应低于C25。

承受重复荷载的钢筋混凝土构件，混凝土强度等级不应低于C30。

预应力混凝土结构的混凝土强度等级不宜低于C40，且不应低于C30。

混凝土轴心抗压的标准值 $f_{ck}$ 应按表1-1采用；轴心抗拉强度的标准值 $f_{tk}$ 应按表1-2采用。

混凝土轴心抗压强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>)

表 1-1

强度种类	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
$f_{ck}$	10.0	13.4	16.7	20.1	23.4	26.8	29.6	32.4	35.5	38.5	41.5	44.5	47.4	50.2

混凝土轴心抗拉强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>)

表 1-2

强度种类	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
$f_{tk}$	1.27	1.54	1.78	2.01	2.20	2.39	2.51	2.64	2.74	2.85	2.93	2.99	3.05	3.11

混凝土轴心抗压强度的设计值 $f_c$ 应按表1-3采用；轴心抗拉强度的设计值 $f_t$ 应按表1-4采用。

混凝土轴心抗压强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

表 1-3

强度种类	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
$f_c$	7.2	9.6	11.9	14.3	16.7	19.1	21.1	23.1	25.3	27.5	29.7	31.8	33.8	35.9



混凝土轴心抗拉强度设计值 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

表 1-4

强度种类	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
$f_t$	0.91	1.10	1.27	1.43	1.57	1.71	1.80	1.89	1.96	2.04	2.09	2.14	2.18	2.22

混凝土受压和受拉的弹性模量  $E_c$  应按表 1-5 采用。

混凝土的剪变模量  $G_c$  可按相应弹性模量值的 40% 采用。

混凝土泊松比  $\nu_c$  可按 0.20 采用。

混凝土弹性模量 ( $\times 10^4 \text{N}/\text{mm}^2$ )

表 1-5

强度等级	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
$E_c$	2.20	2.55	2.80	3.00	3.15	3.25	3.35	3.45	3.55	3.60	3.65	3.70	3.75	3.80

注: 1. 当有可靠试验依据时, 弹性模量值也可根据实测数据确定。

2. 当混凝土中掺有大量矿物掺合料时, 弹性模量可按规定龄期根据实测值确定。

《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 对钢筋混凝土结构弹塑性时程分析要求采用材料强度的平均值, 例如本书 4.6 节介绍的按实配钢筋计算梁及板正截面承载力, 5.2 节用纤维法计算柱截面承载力, 就是对钢筋混凝土结构 (杆端塑性铰模型的) 弹塑性时程分析准备梁、柱端屈服承载力。下面列出各混凝土强度等级的强度平均值, 供使用时参考。

根据《混凝土结构设计规范》附录 C, 混凝土抗压强度的平均值  $f_{cm}$  可按下列公式计算确定:

$$f_{cm} = f_{ck} / (1 - 1.645\delta_c) \quad (1-1)$$

式中  $f_{cm}$ 、 $f_{ck}$ ——混凝土抗压强度的平均值、标准值;

$\delta_c$ ——混凝土强度的变异系数, 宜根据试验统计确定。

对于还没有进行试验确定  $\delta_c$  的工程, 试算时可先采用表 1-6 的数据。表 1-6 中  $\delta_c$  的多数数据引自《混凝土结构设计规范》附录 C 的条文说明 (C55 的数据由邻近的数据内插得到), C65 ~ C80 的数据引自过镇海《混凝土的强度和本构关系——原理与应用》。表中的  $f_{cm}$  由式 (1-1) 算得。

混凝土抗压强度平均值 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

表 1-6

强度等级	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
$\delta_c$ (%)	23.3	20.6	18.9	17.2	16.4	15.6	15.6	14.9	14.5	14.1	10.0	10.0	10.0	10.0
$f_{cm}$	16.2	20.3	24.2	28.0	32.0	36.1	39.8	42.9	46.6	50.2	54.1	58.0	61.8	65.5

混凝土轴心抗压疲劳强度设计值  $f_c^f$ 、轴心抗拉疲劳强度设计值  $f_t^f$  应分别按表 1-1、表 1-2 中的强度设计值乘疲劳强度修正系数  $\gamma_p$  确定。混凝土受压或受拉疲劳强度修正系数  $\gamma_p$  应根据疲劳应力比值  $\rho_c^f$  分别按表 1-7、表 1-8 采用; 当混凝土承受拉-压疲劳应力作用时, 疲劳强度修正系数  $\gamma_p$  取 0.6。

疲劳应力比值  $\rho_c^f$  应按下列公式计算:

$$\rho_c^f = \frac{\sigma_{c,\min}^f}{\sigma_{c,\max}^f} \quad (1-2)$$

式中  $\sigma_{c,\min}^f$ 、 $\sigma_{c,\max}^f$ ——构件疲劳验算时, 截面同一纤维上混凝土的最小应力、最大应力。