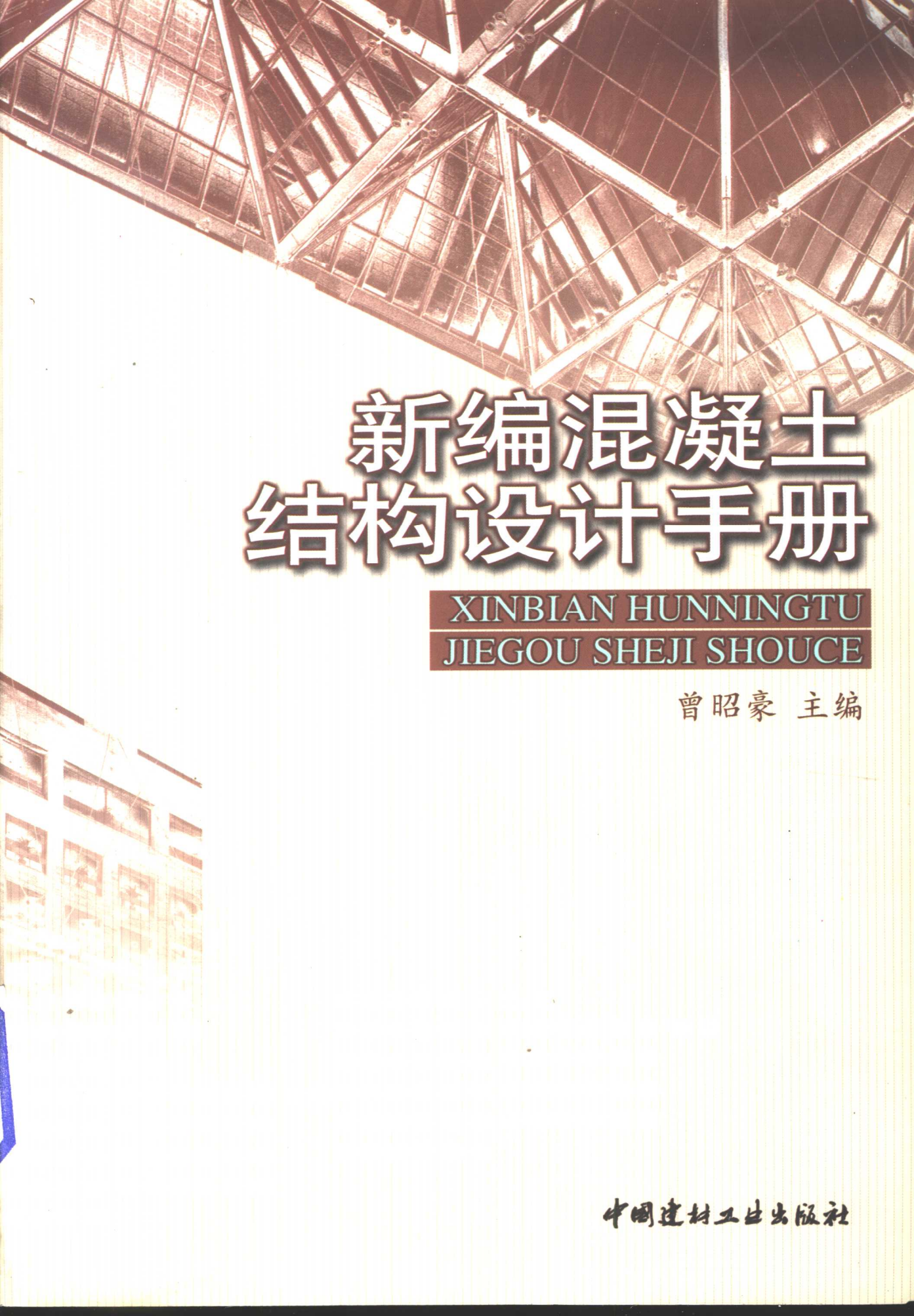




新编混凝土 结构设计手册

XINBIAN HUNNINGTU
JIEGOU SHEJI SHOUCHE

曾昭豪 主编

中国建材工业出版社

新编混凝土结构设计手册

曾昭豪 主 编

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新编混凝土结构设计手册/曾昭豪主编. —北京: 中国建材工业出版社, 2003.10

ISBN 7-80159-510-6

I. 新... II. 曾... III. 混凝土结构—结构设计—技术手册 IV. TU370.4—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 079646 号

内 容 提 要

本手册是根据我国最新颁布的《钢筋混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《建筑结构荷载设计规范》(GB 50009—2001) 等新规范的要求和规定, 结合设计通用符号及名词术语, 采用电子计算机计算编制而成的。其主要内容, 包括钢筋混凝土板、梁、柱、楼梯、阳台、雨篷、牛腿、挡土墙、建筑抗震、预埋件和吊环等的计算图及计算表。

新编混凝土结构设计手册

曾昭豪 主编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 31.5

字 数: 757 千字

版 次: 2004 年 1 月第 1 版

印 次: 2004 年 1 月第 1 次

印 数: 1 ~ 3000 册

书 号: ISBN 7-80159-510-6/TU·258

定 价: 56.00 元

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 68345931

新编混凝土结构设计手册

编 委 会

主编 曾昭豪

编委 曾昭豪 蒋学平 耿 军

李学义 曾爱方 杜爱良

前

言

本手册是根据我国最新颁布的《钢筋混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《建筑结构荷载设计规范》(GB 50009—2001)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)等设计规范编制的。在内容上保留了《简明钢筋混凝土房屋结构设计手册》(1994年出版)的特点,并吸收了八年来广大设计人员在使用该手册过程中提出的宝贵意见,使本手册在内容上更加丰富,具有实用价值。

为了考虑设计人员的应用习惯,本手册大量采用了数据表格的表达方式,在表的前后有其使用方法介绍和设计计算示例。目前我国建设项目众多,本手册对加快设计阶段的工期进度,具有现实意义和应用价值。

本手册所包含的内容具体,具有概念清楚、图表简明、计算方便、查表迅速、应用面广等特点,可供从事建筑设计的人员参考。

本手册在编写过程中,承蒙河北建筑科技学院郭荣茂副教授(国家一级注册结构工程师)的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于时间紧迫,加之本人水平有限,书中不当之处,恳请广大读者批评和指正,谢谢。

编者

2003年6月20日

术语、符号

1 术 语

1.1 混凝土结构

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。

1.2 素混凝土结构

由无筋或不配置受力钢筋的混凝土制成的结构。

1.3 钢筋混凝土结构

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。

1.4 预应力混凝土结构

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。

1.5 先张法预应力混凝土结构

在台座上张拉预应力钢筋后浇筑混凝土，并通过粘结力传递而建立预加应力的混凝土结构。

1.6 后张法预应力混凝土结构

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。

1.7 现浇混凝土结构

在现场支模并整体浇筑而成的混凝土结构。

1.8 装配式混凝土结构

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。

1.9 装配整体式混凝土结构

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结构。

1.10 框架结构

由梁和柱以刚接或铰接相连接而构成承重体系的结构。

1.11 剪力墙结构

由剪力墙组成的承受竖向和水平作用的结构。

1.12 框架-剪力墙结构

由剪力墙和框架共同承受竖向和水平作用的结构。

1.13 深受弯构件

跨高比小于 5 的受弯构件。

1.14 深梁

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。

1.15 普通钢筋

用于混凝土结构构件中的各种非预应力钢筋的总称。

1.16 预应力钢筋

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。

1.17 可靠度

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。

1.18 安全等级

根据破坏后果的严重程度划分的结构或结构构件的等级。

1.19 设计使用年限

设计规定的结构或结构构件不需进行大修即可按其预定目的使用的时期。

1.20 荷载效应

由荷载引起的结构或结构构件的反应,例如内力、变形和裂缝等。

1.21 荷载效应组合

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。

1.22 基本组合

承载能力极限状态计算时,永久荷载和可变荷载的组合。

1.23 标准组合

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。

1.24 准永久组合

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 符 号

2.1 材料性能

E_G ——混凝土弹性模量;

E_c^f ——混凝土疲劳变形模量;

E_s ——钢筋弹性模量;

C20——表示立方体强度标准值为 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。

2.2 作用、作用效应及承载力

- N ——轴向力设计值；
- N_k 、 N_q ——按荷载效应的标准组合、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_{ω} ——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} ——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；
- 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_{cq} ——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_{pc} ——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；
- $\sigma_{c, \max}^f$ 、 $\sigma_{c, \min}^f$ ——疲劳验算时受拉区或受压区边缘纤维混凝土的最大应力、最小应力；
- 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_l 、 σ'_l ——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。

2.3 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；
- α_s 、 α'_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、受压区纵向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、I形截面的腹板宽度；
- b_f 、 b'_f ——T形或I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I形截面受拉区、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 ——构件截面面积；
 A_0 ——构件换算截面面积；
 A_n ——构件净截面面积；
 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。

2.4 计算系数及其他

α_f ——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_l ——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_l ——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 ——纵向受力钢筋的配筋率；
 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。

目 录

术语、符号	(I)
第一章 钢筋的力学性能, 混凝土强度等级及设计混凝土构件的一般要求和规定	(1)
第一节 钢筋的力学性能	(1)
第二节 混凝土	(5)
第三节 设计钢筋混凝土构件的规定	(6)
第二章 受弯构件正截面承载力计算表	(16)
第一节 计算矩形和 T 形截面梁、板承载力用的 α_s - ρ 表和 α_s - γ_s 表	(16)
第二节 板宽 $b = 1000\text{mm}$ 弯矩配筋表	(53)
第三节 单筋矩形截面梁弯矩配筋表	(91)
第四节 井字梁的设计	(193)
第三章 矩形截面梁斜截面抗剪承载力计算表	(231)
第一节 箍筋抗剪承载力计算表	(231)
第二节 受弯构件弯起钢筋抗剪承载力计算表	(245)
第四章 轴心受压柱承载力计算表	(249)
说明	(249)
第一节 轴心受压柱承载力选用表	(254)
第二节 轴心受压钢筋混凝土方形柱承载力 $[N]$ 值选用表	(260)
第三节 轴心受压钢筋混凝土矩形柱承载力 $[N]$ 值选用表	(278)
第四节 轴心受压钢筋混凝土圆形柱承载力 $[N]$ 值选用表	(294)
第五章 钢筋混凝土楼梯	(307)
第一节 板式楼梯	(307)
第二节 梁式楼梯	(311)
第六章 阳台及雨篷	(318)
第一节 现浇钢筋混凝土阳台	(318)
第二节 雨 篷	(335)
第七章 牛 腿	(343)
第一节 计算牛腿的规定	(343)
第二节 牛腿配筋表	(344)
第三节 牛腿构造几何尺寸选用表	(372)
第八章 钢筋混凝土挡土墙	(375)
第一节 计算土力学的一些规定和墙体的构造要求	(375)
第二节 钢筋混凝土挡土墙的设计	(378)

第九章 建筑抗震.....	(385)
第一节 概 论.....	(385)
第二节 多层和高层钢筋混凝土房屋.....	(386)
第三节 多层砌体房屋和底层框架、内框架房屋.....	(392)
第十章 预埋件和其他铁件.....	(397)
第一节 预埋件.....	(397)
第二节 其他铁件.....	(409)
第十一章 计算例题.....	(414)
附录一、非法定计量单位与法定计量单位的换算关系.....	(428)
附录二、梁、板的计算跨度.....	(429)
附录三、梁、板按塑性内力重分布计算.....	(430)
附录四、楼面和屋面活荷载.....	(431)
附录五、我国主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组.....	(434)
附录六、全国各城镇 50 年一遇雪压和风压	(446)
附录七、等跨等截面连续梁弯矩、剪力、挠度系数.....	(468)
附录八、常用材料和构件的自重.....	(477)
参考文献.....	(487)

第一章 钢筋的力学性能，混凝土强度等级及设计混凝土构件的一般要求和规定

第一节 钢筋的力学性能

近年来随着新技术的发展，产品质量的不断提高，促进了冶金工业产品结构的调整。因此，钢材产品规格种类也产生很大的变化，新品种新规格不断涌现。目前我国生产的建筑钢材有热轧炭素钢和普通低合金钢两种，两者主要区别在于化学成分的不同，而它们之间的力学性能也发生相应的变化。

一、钢筋的种类

1. 普通钢筋，有 HRB400 级、HRB335 级、HPB235 级和 RRB400 级钢筋。
2. 预应力钢筋，有预应力钢绞线、钢丝及热处理钢筋。

二、钢筋的力学性能

1. 钢筋的强度标准值应具有不小于 95% 的保证率。
2. 钢筋的强度标准值应按表 1-1-1 采用；预应力钢筋的强度标准值应按表 1-1-2 采用。

表 1-1-1 普通钢筋强度标准值 (N/mm^2)

种 类		符 号	d (mm)	f_k
热轧钢筋	HPB235 (Q235)	ϕ	8 ~ 20	235
	HRB335 (20MnSi)	$\oplus$	6 ~ 50	335
	HRB400 (20MnSiV, 20MnSiNb, 20MnTi)	$\oplus$	6 ~ 50	400
	RRB400 (K20MnSi)	$\oplus^R$	8 ~ 40	400

注：1. 热轧钢筋直径 d 系指公称直径；

2. 当采用直径大于 40mm 的钢筋时，应有可靠的工程经验。

各种直径的钢筋、钢绞线和钢丝的公称截面面积、计算截面面积及理论重量，按表 1-1-7 采用。

3. 普通钢筋的抗拉强度设计值 f_y 及抗压强度设计值 f'_y 应按表 1-1-3 采用，预应力钢筋的抗拉强度设计值 f_{py} 及抗压强度设计值 f'_{py} 应按表 1-1-4 采用。

当构件中配有不同种类的钢筋时，每种钢筋应采用各自的强度设计值。

表 1-1-2 预应力钢筋强度标准值 (N/mm^2)

种 类		符 号	d (mm)	f_{ptk}
钢 绞 线	1×3	ϕ^S	8.6、10.8	1860、1720、1570
			12.9	1720、1570
	1×7		9.5、11.1、12.7	1860
			15.2	1860、1720
消 除 应 力 钢 丝	光 面 螺旋肋	ϕ^P ϕ^H	4、5	1770、1670、1570
			6	1670、1570
			7、8、9	1570
	刻 痕	ϕ^I	5、7	1570
热 处 理 钢 丝	40Si2Mn	ϕ^{HT}	6	1470
	48Si2Mn		8.2	
	45Si2Cr		10	

注：1. 钢绞线直径 d 系指钢绞线外接圆直径，即现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 中的公称直径 D_s ，钢丝和热处理钢筋的直径 d 均指公称直径；

2. 消除应力光面钢丝直径 d 为 4~9mm，消除应力螺旋肋钢丝直径 d 为 4~8mm。

表 1-1-3 普通钢筋强度设计值 (N/mm^2)

种 类		符 号	f_y	f'_y
热轧钢筋	HPB235 (Q235)	ϕ	210	210
	HRB335 (20MnSi)	$\oplus$	300	300
	HRB400 (20MnSiV) (20MnSiNb) (20MnTi)	$\oplus$	360	360
	RRB400 (K20MnSi)	$\oplus^R$	360	360

注：在钢筋混凝土构件中，轴心受拉和小偏心受拉构件的钢筋抗拉强度设计值大于 $300\text{N}/\text{mm}^2$ 时，仍按 $300\text{N}/\text{mm}^2$ 取用。

表 1-1-4 预应力钢筋强度设计值 (N/mm^2)

种 类		符 号	f_{pk}	f_{py}	f'_{py}
钢 绞 线	1 × 3	ϕ^S	1860	1320	390
			1720	1220	
			1570	1110	
	1 × 7		1860	1320	390
			1720	1220	
消 除 应 力 钢 丝	光 面 螺旋肋	ϕ^P ϕ^H	1770	1250	410
			1670	1180	
			1570	1110	
	刻 痕	ϕ^I	1570	1110	410
热 处 理 钢 丝	40Si2Mn	ϕ^{HT}	1470	1040	400
	48Si2Mn				
	45Si2Cr				

注：当预应力钢绞线、钢丝的强度标准值不符合表 1-1-4 的规定时，其强度设计值应进行换算。

表 1-1-5 钢筋弹性模量 ($\times 10^5 \text{ N/mm}^2$)

种	类	E_s
HPB235 级钢筋		2.1
HRB335 级钢筋、HRB400 级钢筋、RRB400 级钢筋、热处理钢筋		2.0
消除应力钢丝 (光面钢丝, 螺旋肋钢丝、刻痕钢丝)		2.05
钢 绞 线		1.95

注：必要时，钢绞线可采用实测的弹性模量。

表 1-1-6 钢筋混凝土受弯构件正截面抗弯能力计算用表 $\alpha_s \sim \gamma_s$
(单筋矩形及 T 形截面，任意强度等级)

ξ	α_s	γ_s	ξ	α_s	γ_s
0.01	0.010	0.995	0.33	0.275	0.835
0.02	0.020	0.990	0.34	0.282	0.830
0.03	0.030	0.985	0.35	0.289	0.825
0.04	0.039	0.980	0.36	0.295	0.820
0.05	0.048	0.975	0.37	0.301	0.815
0.06	0.058	0.970	0.38	0.309	0.810
0.07	0.067	0.965	0.39	0.314	0.805
0.08	0.077	0.960	0.40	0.320	0.800
0.09	0.085	0.955	0.41	0.326	0.795
0.10	0.095	0.950	0.42	0.332	0.790
0.11	0.104	0.945	0.43	0.337	0.785
0.12	0.113	0.940	0.44	0.343	0.780
0.13	0.121	0.935	0.45	0.349	0.775
0.14	0.130	0.930	0.46	0.354	0.770
0.15	0.139	0.925	0.47	0.359	0.765
0.16	0.147	0.920	0.48	0.365	0.760
0.17	0.155	0.915	0.49	0.370	0.755
0.18	0.164	0.910	0.50	0.375	0.750
0.19	0.172	0.905	0.518	0.384	0.741
0.20	0.180	0.900	0.52	0.385	0.740
0.21	0.188	0.895	0.53	0.390	0.735
0.22	0.196	0.890	0.54	0.394	0.730
0.23	0.203	0.885	0.544	0.396	0.728
0.24	0.211	0.880	0.55	0.440	0.725
0.25	0.219	0.875	0.556	0.401	0.722
0.26	0.226	0.870	0.56	0.403	0.720
0.27	0.234	0.865	0.57	0.408	0.715
0.28	0.241	0.860	0.58	0.412	0.710
0.29	0.248	0.855	0.59	0.416	0.705
0.30	0.255	0.850	0.60	0.420	0.700
0.31	0.263	0.845	0.61	0.424	0.695
0.32	0.269	0.840	0.614	0.426	0.693

表 1-1-7 钢筋的公称计算截面面积及理论重量

直 径 d (mm)	计算截面面积 (mm ²), 当根数为:									理论重量 (N/m)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2.5	4.9	9.8	14.7	19.6	24.5	24.9	34.3	39.2	44.1	0.39
3	7.1	14.1	21.2	28.3	35.3	42.4	49.5	56.5	63.6	0.55
4	12.6	25.1	37.7	50.2	62.8	75.4	87.9	100.5	113	0.99
5	19.6	39	59	79	93	118	138	157	177	1.54
6	28.3	57	85	113	142	170	198	226	255	2.22

续表 1-1-7

直 径 d (mm)	计算截面面积 (mm ²), 当根数为:									理论重量 (N/m)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
7	38.5	77	115	154	192	231	269	308	346	3.02
8	50.5	101	151	201	252	302	352	404	453	3.95
9	63.5	127	191	254	318	382	445	509	572	4.99
10	78.5	157	236	314	393	471	550	628	707	6.17
11	95.0	190	285	380	475	570	665	760	855	7.50
12	113.1	226	339	452	565	678	791	904	1017	8.88
13	132.7	265	398	531	664	796	929	1062	1195	10.40
14	153.9	308	461	615	769	923	1077	1230	1387	12.08
15	176.7	353	530	707	884	1050	1237	1414	1512	13.90
16	201.1	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1809	15.78
17	227.0	455	681	908	1135	1305	1589	1816	2043	17.80
18	254.5	509	763	1017	1272	1526	1780	2036	2290	19.98
19	283.5	567	851	1134	1418	1701	1985	2268	2552	22.30
20	314.2	628	941	1256	1570	1884	2200	2513	2827	24.66
21	346.4	693	1039	1385	1732	2078	2425	2771	3117	27.20
22	380.1	760	1140	1520	1900	2281	2661	3041	3421	29.84
23	415.5	831	1246	1662	2077	2498	2908	3324	3739	32.60
24	452.4	904	1356	1808	2262	2714	3167	3619	4071	35.51
25	490.9	982	1473	1964	2454	2945	3436	3927	4418	38.50
26	530.9	1062	1593	2124	2655	3186	3717	4247	4778	41.70
27	572.6	1144	1716	2291	2865	3435	4008	4580	5153	44.98
28	615.3	1232	1847	2463	3079	3695	4310	4926	5542	48.30
30	706.9	1413	2121	2827	3534	4241	4948	5655	6362	55.50
32	804.3	1609	2418	3217	4012	4826	5630	6434	7238	63.10
34	907.9	1816	2724	3632	4540	5448	6355	7263	8171	71.30
35	962.0	1924	2886	3848	4810	5772	6734	7696	8658	75.00
36	1017.9	2036	3054	4072	5089	6107	7125	8143	9161	79.90
40	1256.1	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10053	11310	98.65

表 1-1-8 各种钢筋间距时每米板宽的钢筋面积

钢筋间距 (mm)	钢 筋 直 径 (mm)											
	3	4	5	6	6/8	8	8/10	10	10/12	12	12/14	14
70	101	179	281	404	561	719	920	1121	1369	1616	1907	2199
75	94.3	167	262	377	524	671	859	1047	1277	1508	1780	2052
80	88.4	157	245	354	491	629	805	981	1198	1414	1669	1924
85	83.2	148	231	333	462	592	758	924	1127	1331	1571	1811
90	78.5	140	218	314	437	559	716	872	1064	1257	1483	1710
95	74.5	132	207	298	414	529	678	826	1008	1190	1405	1620
100	70.6	126	196	283	393	503	644	785	958	1131	1335	1539
110	64.2	114	178	257	357	457	585	714	871	1028	1214	1399
120	58.9	105	163	236	327	419	537	654	798	942	1113	1283
125	56.5	100	157	226	314	402	515	628	766	905	1068	1231
130	54.4	96.6	151	218	302	387	495	604	737	870	1027	1184
140	50.5	89.7	140	202	281	359	460	561	684	808	954	1099
150	47.1	83.8	131	189	262	335	429	523	639	754	890	1026
160	44.1	78.5	123	177	246	314	403	491	599	707	834	962
170	41.5	73.9	115	166	231	296	379	462	564	665	785	905
180	39.2	69.8	109	157	218	279	358	436	532	628	742	855
190	37.2	66.1	103	149	207	265	339	413	504	595	703	810
200	35.3	62.8	98.2	141	196	251	322	393	479	565	668	770
220	32.1	57.1	89.3	129	179	229	293	357	435	514	607	700
240	29.4	52.4	81.9	118	164	210	268	327	399	471	556	641
250	28.3	50.2	78.5	113	157	201	258	314	383	451	534	616
260	27.2	48.3	75.5	109	151	193	248	302	369	435	513	592
280	25.2	44.9	70.1	101	140	180	230	280	342	404	477	555
300	23.6	41.9	65.5	94	131	168	215	262	319	377	445	513

第二节 混 凝 土

混凝土是由水泥、砂子、石子和水按一定比例拌合而成的一种人工石材。水和水泥在混凝土硬化过程中起胶结作用，把砂子、石子粘结在一起，需要 28 天的时间进行养护，在硬化过程中需要有 90% 以上的湿度及在 20°C ($\pm 3^{\circ}\text{C}$) 的温度才能正常硬化。由于混凝土内部比较复杂，所以其力学性能在不同的环境中有不同的变化。

一、混凝土的强度等级

混凝土的强度等级分为 14 级，它们是 C15、C20、C25 ~ C80，其强度值是以 (N/mm^2) 表示，为单位立方体抗压强度的大小。

二、混凝土的受力状态

混凝土的受力状态分为以下两种强度值：

1. 轴心抗压强度设计值—— f_c ；
2. 轴心抗拉强度设计值—— f_t 。

三、混凝土的应用

设计钢筋混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C15；当采用 HRB335 级钢筋时，混凝土强度等级不宜低于 C20；当采用 HRB400 和 RRB400 级钢筋以及受重复荷载的构件时，混凝土强度等级不得低于 C20，预应力混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C30；当采用钢绞线、钢丝、热处理钢筋作为预应力钢筋时，混凝土强度等级不宜低于 C40。

1. 混凝土轴心抗压、轴心抗拉强度标准值 f_{ck} 、 f_{tk} 应按表 1-2-1 采用。

表 1-2-1 混凝土强度标准值 (N/mm^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_{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
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

2. 混凝土轴心抗压、轴心抗拉强度设计值 f_c 、 f_t 应按表 1-2-2 采用。

表 1-2-2 混凝土强度设计值 (N/mm^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_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
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

- 注：1. 计算现浇钢筋混凝土轴心受压及偏心受压构件时，如截面的长边或直径小于 300mm，则表中混凝土强度设计值应乘以系数 0.8。当构件质量（如混凝土成型截面尺寸和轴线尺寸等）确有保证时，可不受此限制；
2. 离心混凝土强度设计值应按专门标准取用。