

JIANZHU JIEGOU SHE JIZILIAO JI

# 建筑结构设计 资料集

3

● 混凝土结构分册

本书编写组

中国建筑工业出版社  
CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

# 建筑设计 资料集 3

---

混凝土结构分册

本书编写组

中国建筑工业出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

建筑结构设计资料集. 3 混凝土结构分册/本书编写组.

北京: 中国建筑工业出版社, 2006

ISBN 978-7-112-08695-5

I. 建... II. 本... III. 建筑结构—结构设计—资料—汇编 IV. TU318

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 133154 号

本书是根据《混凝土结构设计规范》GB 50010—2002、《建筑结构荷载规范》GB 50009—2001、《建筑抗震设计规范》GB 50011—2001、《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2002、《预应力混凝土结构抗震设计规程》JGJ 140—2004 等国家标准及行业标准的规定, 结合近年来国内外工程实践及最新科技成果编写。内容包括一般构造、地下室结构、板、板柱-剪力墙结构、梁、柱、框架结构梁柱及节点设计与构造、剪力墙、装配式结构设计与连接构造、预应力混凝土结构、超长结构、楼梯、预埋件及吊环、钢筋混凝土单层工业厂房等共 14 章。可供土建结构设计、施工、监理、研究人员及大专院校土建专业师生使用和参考。

\* \* \*

责任编辑 咸大庆 赵梦梅 黎 钟 王 跃

责任设计 郑秋菊

责任校对 孙 爽 关 健

**建筑结构设计资料集 3**

**混凝土结构分册**

本书编写组

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京中科印刷有限公司印刷

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 27 $\frac{1}{4}$  字数: 825 千字

2007 年 2 月第一版 2007 年 2 月第一次印刷

印数: 1—5000 册 定价: 76.00 元

ISBN 978-7-112-08695-5

(15359)

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)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

# 出版说明

本资料集的目的，主要汇集房屋建筑设计需要的有关规定、数据、公式、图表、分析方法和设计经验等资料，供设计时查用和参考。编写的原则是，力求资料齐全、丰富、实用，尽力反映当前我国建筑结构的需要，完全以我国最新的标准、规范、规程为依据，有条件的也介绍了一些国外的新经验、新技术和新方法。本书纯属资料汇集，不作原理叙述和推导，只在必要时作一些使用介绍。

资料集共分7个分册，分别为：综合分册，地基基础分册，混凝土结构分册（含单层厂房），钢结构分册，高层结构分册，木结构 砌体结构 抗震结构分册，特种结构分册。

本书在组织编制过程中得到了浙江大学、中元国际工程设计研究院、中冶赛迪工程技术股份有限公司，中国建筑东北设计研究院、四川省建筑科学研究院、广东省建筑设计研究院、中国建筑西北设计研究院、上海市政工程设计研究院等单位的协助，在此一并表示感谢。

中国建筑工业出版社

# 前 言

本书系《建筑结构设计资料集》混凝土结构分册，是根据2001年以来新颁布执行的国家标准和行业标准，以及相关手册资料编写而成。内容包括：一般构造、地下室结构、板、板柱-剪力墙结构、梁、柱、框架结构梁柱及节点设计与构造、剪力墙、装配式结构设计与连接构造、预应力混凝土结构、超长结构、楼梯、预埋件及吊环、钢筋混凝土单层工业厂房等共14章，并附有许多实用图表。

本书在编写中参考和引用了大量资料，得到许多同行的帮助，为此对有关作者和同志们表示诚挚的谢意。由于引用的资料较多，难免有疏漏之处，望有关作者谅解。

编写分工如下：

- |                  |                      |
|------------------|----------------------|
| 第4、6、8、11、12、13章 | 李国胜（北京市建筑设计研究院）      |
| 第1、3、5章          | 曹培椿（北京市建筑设计研究院）      |
| 第2、7、9章          | 孙金墀（北京市建筑设计研究院）      |
| 第10章             | 林焕枢（北京市建筑设计研究院）      |
| 第14章             | 陈远椿 吴育才（中元国际工程设计研究院） |

本书第1章至第13章由北京市建筑设计研究院顾问总工程师、国家设计大师胡庆昌审稿。第14章由中元国际工程设计研究院总工程师周廷垣、总工程师陈远椿审校。

本书内容涉及面广，限于编写者水平，有不当之处，欢迎读者指正。

# 目 录

## 1 一般构造 [1~21]

一般规定 [1] .....	1
现浇混凝土房屋的最大适用高度及抗震等级 [6] .....	6
梁、板的计算跨度 [8] .....	8
混凝土保护层 [8] .....	8
构件配筋百分率 [10] .....	10
钢筋的锚固 [14] .....	14
钢筋的连接 [15] .....	15
钢筋的弯钩和弯折 [19] .....	19
参考文献 .....	21

## 2 地下室结构 [1~5]

高层建筑地下室的抗震设计 [1] .....	22
地下室外墙的设计与构造 [3] .....	24
参考文献 .....	26

## 3 板 [1~28]

板的厚度与支承 [1] .....	27
板的受力钢筋 [2] .....	28
板中分布钢筋 [4] .....	30
板中构造钢筋 [5] .....	31
现浇混凝土单向板配筋 [8] .....	34
现浇混凝土双向板配筋 [9] .....	35
悬臂板配筋 [10] .....	36
现浇密肋楼板配筋 [11] .....	37
现浇空心楼盖 [13] .....	39
钢筋焊接网混凝土板 [17] .....	43
高效预应力混凝土楼盖 [20] .....	46
SP 预应力空心楼板 [22] .....	48
板上开孔洞边的加固构造 [25] .....	51
板上集中荷载 (小型设备基础) [27] .....	53
参考文献 .....	53

## 4 板柱-剪力墙结构 [1~15]

一般规定 [1] .....	55
内力计算 [2] .....	56
截面设计 [5] .....	59

构造 [8] .....	62
无梁楼板变形计算 [10] .....	64
预应力混凝土板柱结构 [13] .....	67
参考文献 .....	69

## 5 梁 [1~42]

截面选择 [1] .....	70
纵向受力钢筋 [2] .....	71
箍筋 [5] .....	74
纵向构造钢筋 [7] .....	76
附加横向钢筋 [7] .....	76
梁弯折角钢筋 [9] .....	78
扭曲截面承载力计算与构造 [11] .....	80
挠度与裂缝宽度验算 [17] .....	86
水平曲梁计算与构造 [22] .....	91
折梁计算与构造 [25] .....	94
悬臂梁 [27] .....	96
梁腹部开洞的计算及构造 [30] .....	99
深梁 [34] .....	103
扁梁 [38] .....	107
梁垫 [38] .....	107
圈梁 [39] .....	108
参考文献 .....	111

## 6 柱 [1~31]

一般规定 [1] .....	112
承载力计算 [3] .....	114
构造 [10] .....	121
短柱 [23] .....	134
参考文献 .....	142

## 7 框架结构梁柱及节点设计与构造 [1~22]

非抗震框架结构设计及构造 [1] .....	143
抗震框架结构设计及构造 [5] .....	147
参考文献 .....	164

## 8 剪力墙 [1~19]

分类 [1] .....	165
混凝土强度等级、厚度、轴压比 [2] .....	166

截面设计 [3]	167
边缘构件 [8]	172
分布钢筋 [11]	175
连梁 [12]	176
矮剪力墙 [14]	178
少层剪力墙结构设计要点 [17]	181
有边框剪力墙 [19]	183
参考文献	183

## 9

### 装配式结构与连接构造

[1~23]

装配式结构设计的基本准则 [1]	184
材料和施工要求 [1]	184
装配式结构设计的一般规定 [2]	185
柱与柱连接设计和构造 [4]	187
梁柱节点的设计和构造 [7]	190
预制叠合楼板与现浇混凝土剪力墙的连接构造 [19]	202
装配整体式框架-剪力墙结构现浇混凝土剪力墙的连接构造 [20]	203
预制外墙板的连接构造 [21]	204
参考文献	206

## 10

### 预应力混凝土结构

[1~52]

预应力混凝土的应用和分类 [1]	207
材料选用 [2]	208
常用锚具 [5]	211
基本计算规定 [10]	216
基本构件计算 [15]	221
构造要求 [23]	229
后张无粘结预应力混凝土梁设计 [26]	232
后张无粘结预应力混凝土楼盖设计 [30]	236
预应力混凝土井字梁板结构 [38]	244
后张有粘结预应力混凝土框架设计 [39]	245
预应力混凝土结构抗震设计 [46]	252
参考文献	258

## 11

### 超长结构

[1~8]

概述 [1]	259
措施 [3]	261
参考文献	266

## 12

### 楼梯

[1~23]

分类及基本尺寸 [1]	267
构造及计算 [6]	272
参考文献	289

## 13

### 预埋件及吊环

[1~4]

一般规定 [1]	290
预埋件的计算 [2]	291
吊环 [3]	292
参考文献	293

## 14

### 钢筋混凝土单层工业厂房

[1~136]

厂房类型和结构组成 [1]	294
排架结构的受力体系和传力途径 [4]	297
结构布置、墙柱轴线定位 [5]	298
变形缝的布置原则 [7]	300
墙、柱横向(纵向)轴线的定位规则 [7]	300
纵横跨交接处柱轴线的定位规则 [9]	302
其余结构件的定位要求 [10]	303
内力分析、荷载和作用 [10]	303
排架静力分析的简化方法 [18]	311
排架分析的计算机方法 [61]	354
BENT程序的计算模型 [62]	355
抗震设计 [63]	356
厂房排架横向抗震验算 [67]	360
厂房纵向排架抗震验算 [75]	368
大柱网厂房抗震设计要点 [83]	376
横向排架温度应力计算 [84]	377
车间纵向排架温度应力计算 [85]	378
屋盖承重构件选型 [86]	379
屋面梁设计 [87]	380
钢筋混凝土和预应力混凝土屋架 [87]	380
钢筋混凝土托架(梁) [91]	384
天窗架 [92]	385
钢筋混凝土柱 [96]	389
吊车梁 [111]	404
支撑系统 [125]	418
围护结构 [134]	427

一般规定

一、混凝土

混凝土是指由水泥、石灰、石膏类无机胶结材料和水或沥青、树脂等有机胶结材料的胶状物质与骨料按一定比例拌合，并在一定的条件下硬化而成的人造石材。

近年来，在混凝土及其拌合物中常加入外加剂，使其性能得到很大改善，适应性更强。

1. 混凝土组分的发展。混凝土已在一般的水泥（胶凝料）、砂子（细骨料）、石子（粗骨料）加水的基础上，增加了很多新品种。

(1) 增加掺合料：粉煤灰（可改善混凝土性能）、磨细矿渣粉（可提高强度，改善性能）；

(2) 掺加化学外加剂：可适应减水、快硬、增塑、增稠、缓凝、抗冻、可泵送、自密实等功能的要求；

(3) 掺加各种纤维：如钢纤维、玻璃纤维、塑料纤维、碳纤维等，以提高混凝土强度和抗裂性。

2. 混凝土强度的发展。

20世纪50年代前，我国主要以1:2:4和1:3:6体积配比的混凝土为主，50年代主要为110号、140号、170号、200号混凝土；60~70年代主要为150号~300号混凝土；80年代主要为200号、300号、400号混凝土；80年代发展为C20~C80，达到高强混凝土。如上海杨浦大桥采用C50混凝土；东方明珠电视台采用C60混凝土；新上海国际大厦第21层试点采用C80混凝土；辽宁物产大厦下部柱采用C80混凝土；北京静安中心大厦地下三层柱C80混凝土等。我国已在实验室配制C100级以上混凝土，但在实际应用中最高是C80混凝土，如上海明天广场是较大量应用C80混凝土的工程。

在国外，如美国ACI在1984年确定C50以

上为高强混凝土。美国芝加哥South Wacker大厦底层为C95混凝土，美国西雅图双联大厦3m直径的钢管混凝土采用C130混凝土，均为国际混凝土应用的高强度等级。虽然理论上可以配置C200级以上的混凝土，只是由于强度太高带来的脆性问题尚未根本解决，因此目前在使用高强混凝土方面仍有一定的限度。

3. 商品混凝土及泵送混凝土。商品混凝土发展很快，发达国家大城市几乎都采用商品混凝土，我国近几年发展也很快，1996年上海已达1000万m<sup>3</sup>。泵送混凝土是与商品混凝土一起发展起来的，与此同时，泵送技术也有了很大提高。

4. 高性能混凝土及发展。高性能混凝土（即HPC），因社会发展对建筑结构功能的要求越来越高，不少发达国家都进行了研究和工程实践，符合多种要求的如高强、耐久、耐油、抗裂等特殊要求混凝土问世，英国北海油田海上平台的混凝土达C100，可在海中耐久100年；日本在明石海海峡大桥墩上分别实现24万m<sup>3</sup>与15万m<sup>3</sup>不用振捣的自密实混凝土。由于高性能混凝土的发展，混凝土施工也打破了传统习惯，20m高的混凝土墙可以一次浇捣。

二、混凝土各项设计指标

1. 混凝土强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>)

混凝土轴心抗压、轴心抗拉强度标准值  $f_{ck}$ 、 $f_{tk}$  应按表 1.1.1 采用。

2. 混凝土强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

混凝土轴心抗压、轴心抗拉强度设计值  $f_c$ 、 $f_t$  应按表 1.1.2 采用。

混凝土强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>)

表 1.1.1

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
$f_{tk}$	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

混凝土强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>)

表 1.1.2

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
$f_c$	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



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、截面和轴线尺寸等）确有保证时，可不受此限制；

② 离心混凝土的强度设计值应按有关专门标准取用。

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

混凝土受压或受拉的弹性模量  $E_c$  应按表 1.1.3 采用。

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

表 1.1.3

混凝土强度等级	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：混凝土剪变模量  $G_c$  按表中混凝土弹性模量值乘 0.4 采用。

4. 混凝土疲劳强度修正系数

混凝土轴心抗压、轴心抗拉疲劳强度设计值  $f_c^f$ 、 $f_t^f$  应按表 1.1.2 中的混凝土强度设计值乘以相应的疲劳强度修正系数  $\gamma_p$  确定。修正系数  $\gamma_p$  应根据不同疲劳应力比值  $\rho_c^f$  按表 1.1.4 采用。

混凝土疲劳强度修正系数  $\gamma_p$  表 1.1.4

$\rho_c^f$	$\rho_c^f < 0.2$	$0.2 \leq \rho_c^f < 0.3$	$0.3 \leq \rho_c^f < 0.4$	$0.4 \leq \rho_c^f < 0.5$	$\rho_c^f \geq 0.5$
$\gamma_p$	0.74	0.80	0.86	0.93	1.0

混凝土疲劳应力比值  $\rho_c^f$  应按下式计算：

$$\rho_c^f = \frac{\sigma_{c,\min}^f}{\sigma_{c,\max}^f} \quad (1.1.1)$$

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最小应力、最大应力。

当采用蒸汽养护时，养护温度不宜超过 60℃；超过时，应按计算需要的混凝土强度设计值提高 20%。

5. 混凝土疲劳变形模量应按表 1.1.5 采用。

混凝土疲劳变形模量

$E_c^f$  ( $\times 10^4 \text{N/mm}^2$ ) 表 1.1.5

混凝土强度等级	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
$E_c^f$	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.8	1.85	1.9

6. 混凝土线性膨胀系数及泊松比

当温度在 0~100℃ 范围内时，混凝土线性膨胀系数  $\alpha_c$  可采用  $1 \times 10^{-5}/\text{℃}$ 。

混凝土泊松比  $\nu_c$  可采用 0.2。

三、混凝土强度等级选用

1. 钢筋混凝土结构的混凝土最低强度等级

混凝土结构的混凝土强度等级选用应由结构工程师根据结构的使用要求、耐久性的基本要求等具体情况确定，表 1.1.6 供设计时参考。

混凝土、预应力混凝土与钢筋混凝土

结构的混凝土最低强度等级 表 1.1.6

混凝土结构	现浇结构		C15
	装配式结构		C20
	垫层与填充用混凝土		C15
	防水混凝土结构底板的混凝土垫层		C15
钢筋混凝土结构	现浇结构	采用 HPB235 级钢筋	C15
		采用 HRB335 级钢筋	C20
		采用 HRB400、RRB400 级钢筋	C20
	装配式结构	主要承重结构	C25
		次要承重结构	C20
	承受重复荷载的构件		C20
	需要进行验算疲劳的构件		C30
	薄壁结构		C20
	长期受较高温作用的构件		C20
	防水要求的结构、防空地下室结构		C20
	柱下条形基础		C20
	高层建筑筏形基础、防空地下室独立柱		C30
有侵蚀性介质作用的结构	现浇式结构	C20	
	装配式结构	C30	
	基础	C15	
预应力混凝土	预应力钢筋	碳素钢丝、刻痕钢丝	C40
		钢绞线、钢丝、热处理钢筋	C40
		其他预应力钢筋	C30
设备基础	构造确定的大块式基础		C15
	受力确定的基础	大块式	C15
		构架式	C20

2. 防水混凝土的设计抗渗等级，应符合表 1.1.7 的规定。

防水混凝土设计抗渗等级 表 1.1.7

工程埋置深度 (m)	设计抗渗等级
<10	P6
10~20	P8
20~30	P10
30~40	P12

注：本表适用于 IV、V 级围岩（土层及软弱围岩）

3. 有特殊要求的混凝土

(1) 抗渗混凝土：抗渗等级等于或大于 P6 级的混凝土。

(2) 抗冻混凝土：抗冻等级等于或大于 F50 级的混凝土。

(3) 高强混凝土：强度等级为 C60 及其以上的混凝土。

(4) 泵送混凝土：混凝土拌合物的坍落度不低于 10mm，并用泵送施工的混凝土。

(5) 大体积混凝土：混凝土结构实体尺寸等于或大于 1m，或预计会因水泥水化热引起混凝土内外温差过大而导制裂缝的混凝土，在混凝土配合比确定后，宜进行水化热的验算或测定。

四、钢筋

钢筋混凝土及预应力钢筋混凝土结构的钢筋选用：

普通钢筋宜采用 HRB400 级和 HRB335 级钢筋，也可采用 HPB235 级和 RRB400 级钢筋；

预应力钢筋宜采用预应力钢绞线、钢丝，也可采用热处理钢筋。

- 注：1. 普通钢筋系指用于钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构中的非预应力钢筋；
2. HRB400 级和 HRB335 级钢筋系指现行国家标准《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》GB 1499 中的 HRB400 级和 HRB335 级钢筋；
3. HPB235 级钢筋系指现行国家标准《钢筋混凝土用热轧光面钢筋》GB 13013 中的 Q235 钢筋；
4. RRB400 级钢筋系指现行国家标准《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014 中的 KL400 钢筋；
5. 当采用本款未列出但符合强度和伸长率要求的冷加工钢筋及其他钢筋时，应符合专门标准的规定。

五、钢筋的各项计算指标

1. 钢筋强度标准值

钢筋的强度标准值应具有不小于 95% 的保证率。

热轧钢筋的强度标准值系根据屈服强度确定，用  $f_{yk}$  表示。预应力钢绞线、钢丝和热处理钢筋的强度标准值系根据极限抗拉强度确定，用  $f_{ptk}$  表示。消除应力钢丝强度标准值系根据极限抗拉强度确定，用  $f_{ptk}$  表示。

普通钢筋强度标准值按表 1.1.8 采用；预应力钢筋的强度标准值应按表 1.1.9 采用。

普通钢筋强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>) 表 1.1.8

种 类	符 号	d (mm)	$f_{yk}$
HPB235 (Q235)	φ	8~20	235
HRB335 (20MnSi)	Φ	6~50	335
HRB400 (20MnSiV, 20MnSiNb, 20MnTi)	Φ	6~50	400
RRB400 (K20MnSi)	Φ <sup>*</sup>	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。

预应力钢筋强度标准值 (N/mm<sup>2</sup>) 表 1.1.9

种 类	符 号	d (mm)	$f_{ptk}$
钢绞线	1×3	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 <sup>P</sup> 4、5	1770、1670、1570
		φ <sup>H</sup> 6	1670、1570
		7、8、9	1570
	刻痕	φ <sup>I</sup> 5、7	1570
热处理钢筋	φ <sup>HT</sup>	40Si2Mn 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  $D_n$ ，钢丝和热处理钢筋的直径 d 系指公称直径；

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

2. 钢筋强度设计值

普通钢筋强度设计值 (N/mm<sup>2</sup>) 表 1.1.10

种 类	符 号	$f_y$	$f'_y$
HPB235 (Q235)	φ	210	210
HRB335 (20MnSi)	Φ	300	300
HRB400 (20MnSiV, 20MnSiNb, 20MnTi)	Φ	360	360
RRB400 (K20MnSi)	Φ <sup>*</sup>		

注：在钢筋混凝土结构中，轴心受拉和小偏心受拉构件的钢筋抗拉强度设计值大于 300N/mm<sup>2</sup> 时，仍应按 300N/mm<sup>2</sup> 取用。

预应力钢筋强度设计值

(N/mm<sup>2</sup>)

表 1.1.11

种 类	符 号	d (mm)	f <sub>pk</sub>	f <sub>py</sub>	F' <sub>pr</sub>	
钢 纹 线	1×3	φ	8.6~12.9	1860	1320	390
				1720	1220	
				1570	1110	
	1×7	φ	9.5~15.2	1860	1320	
				1720	1220	
				1570	1110	
消 除 应 力 钢 丝	光面 螺旋肋	φ <sup>p</sup>	4~9	1770	1250	410
				1670	1180	
	刻痕	φ <sup>l</sup>	5、7	1570	1110	
				1570	1110	
热 处 理 钢 筋	40Si2Mn	φ <sup>HT</sup>	6~10	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 1.1.9 的规定时，其强度设计值应进行换算。

3. 钢筋弹性模量

钢筋弹性模量按表 1.1.12 采用

钢筋弹性模量 (N/mm<sup>2</sup>) 表 1.1.12

种 类	E <sub>s</sub>
HPB235 级钢筋	2.1×10 <sup>5</sup>
HRB335 级钢筋、HRB400 级钢筋、RRB400 级钢筋、热处理钢筋	2.0×10 <sup>5</sup>
消除应力钢丝（光面钢丝、螺旋肋钢丝、刻痕钢丝）	2.05×10 <sup>5</sup>
钢 绞 线	1.95×10 <sup>5</sup>

注：必要时钢绞线可采用实测的弹性模量。

4. 普通钢筋和预应力钢筋的疲劳应力幅限值 Δf<sub>y</sub><sup>f</sup> 和 Δf<sub>py</sub><sup>f</sup> 应按表 1.1.13 及表 1.1.14 采用。

1) 普通钢筋疲劳应力比值 ρ<sub>s</sub><sup>f</sup> 应按下式计算：

$$\rho_s^f = \frac{\sigma_{s,\min}^f}{\sigma_{s,\max}^f}$$

式中 σ<sub>s,min</sub><sup>f</sup>、σ<sub>s,max</sub><sup>f</sup>——构件疲劳验算时，同一层钢筋的最小应力、最大应力。

普通钢筋混凝土结构中钢筋的

疲劳应力幅限值 (N/mm<sup>2</sup>) 表 1.1.13

钢筋疲劳 应力比值	Δf <sub>y</sub> <sup>f</sup>		
	HPB235 级钢筋	HRB335 级钢筋	HRB400 级钢筋
-1.0 ≤ ρ <sub>s</sub> <sup>f</sup> < -0.6	160	—	—
-0.6 ≤ ρ <sub>s</sub> <sup>f</sup> < -0.4	155	—	—
-0.4 ≤ ρ <sub>s</sub> <sup>f</sup> < 0	150	—	—
0 ≤ ρ <sub>s</sub> <sup>f</sup> < 0.1	145	165	165
0.1 ≤ ρ <sub>s</sub> <sup>f</sup> < 0.2	140	155	155

续表

钢筋疲劳 应力比值	Δf <sub>py</sub> <sup>f</sup>		
	HPB235 级钢筋	HRB335 级钢筋	HRB400 级钢筋
0.2 ≤ ρ <sub>s</sub> <sup>f</sup> < 0.3	130	150	150
0.3 ≤ ρ <sub>s</sub> <sup>f</sup> < 0.54	120	135	145
0.4 ≤ ρ <sub>s</sub> <sup>f</sup> < 0.5	105	125	130
0.5 ≤ ρ <sub>s</sub> <sup>f</sup> < 0.6	—	105	115
0.6 ≤ ρ <sub>s</sub> <sup>f</sup> < 0.7	—	85	95
0.7 ≤ ρ <sub>s</sub> <sup>f</sup> < 0.8	—	65	70
0.8 ≤ ρ <sub>s</sub> <sup>f</sup> < 0.9	—	40	45

注：1. 当纵向受拉钢筋采用闪光接触对焊接头时，其接头处钢筋疲劳应力幅限值应按表中数值乘以系数 0.8；

2. RRB400 级钢筋须经试验验证后，方可用于需做疲劳验算的构件。

2) 预应力钢筋疲劳应力比值应按下式计算：

$$\rho_p^f = \frac{\sigma_{p,\min}^f}{\sigma_{p,\max}^f}$$

式中 σ<sub>p,min</sub><sup>f</sup>、σ<sub>p,max</sub><sup>f</sup>——构件疲劳验算时，同一层预应力钢筋的最小应力、最大应力。

预应力钢筋的疲劳应力幅限值 (N/mm<sup>2</sup>)

表 1.1.14

钢筋种类		Δf <sub>py</sub> <sup>f</sup>		
		0.7 ≤ ρ <sub>s</sub> <sup>f</sup> < 0.8	0.8 ≤ ρ <sub>s</sub> <sup>f</sup> < 0.9	
消除应力 钢丝	光面	f <sub>pk</sub> = 1770、1670	210	140
		f <sub>pk</sub> = 1570	200	130
	刻痕	f <sub>pk</sub> = 1570	180	120
钢 绞 线			120	105

注：1. 当 ρ<sub>s</sub><sup>f</sup> 不小于 0.9 时，可不作钢筋疲劳验算；

2. 当有充分依据时，可对表中规定的疲劳应力幅限值做适当调整。

5. 钢筋混凝土构件中较适宜钢筋直径选用

较适宜钢筋直径选用 表 1.1.15

序号	种 类	较适宜钢筋直径 (mm)	备 注
1	分布钢筋（在楼盖及屋顶的板中），箍筋（在梁及柱中）	6, 8, 10, 12	
2	架立钢筋（在梁中）	6, 8, 10, 12	
3	受力钢筋（在楼盖及屋顶的板中），螺旋钢筋（在柱中）	6, 8, 10, 12	板厚 h ≥ 200mm 也可用 14, 16
4	受力钢筋（在梁及框架梁、柱中）	12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32	
5	受力钢筋（在柱及框架柱中）	12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32	

6. 钢筋混凝土用钢筋焊接网

(1) 钢筋焊接网有冷拉带肋钢筋焊接网与热轧带肋钢筋焊接网。

钢筋焊接网宜采用 CRB550 级冷轧带肋钢筋或 HRB400 级热轧带肋钢筋制作，也可采用 GPB550 级冷拔光面钢筋制作。

注：焊接网用钢筋的技术要求应符合现行国家技术标准《钢筋混凝土用钢筋焊接网》(GB/T 1499.3) 的规定。

(2) 钢筋焊接网分为定型焊接网和定制焊接

网两种。

1) 定型焊接网在两个方向上的钢筋间距和直径可以不同，但在同一方向上钢筋宜有相同的直径、间距和长度。

2) 定制焊接网的形状、尺寸应根据设计和施工要求，由供需双方协商确定。

定型钢筋焊接网型号可见表 1.1.16。

定型钢筋焊接网型号

表 1.1.16

焊接网代号	纵向钢筋			横向钢筋			重量 (kg/m <sup>2</sup> )
	公称直径 (mm)	间距 (mm)	每延米面积 (mm <sup>2</sup> /m)	公称直径 (mm)	间距 (mm)	每延米面积 (mm <sup>2</sup> /m)	
A16	16	200	1006	12	200	566	12.34
A14	14		770	12		566	10.49
A12	12		566	12		566	8.88
A11	11		475	11		475	7.46
A10	10		393	10		393	6.16
A9	9		318	9		318	4.99
A8	8		252	8		252	3.95
A7	7		193	7		193	3.02
A6	6		142	6		142	2.22
A5	5		98	5		98	1.54
B16	16	100	2011	10	200	393	18.89
B14	14		1539	10		393	15.19
B12	12		1131	8		252	10.90
B11	11		950	8		252	9.43
B10	10		785	8		252	8.14
B9	9		635	8		252	6.97
B8	8		503	8		252	5.93
B7	7		385	7		193	4.53
B6	6		283	7		193	3.73
B5	5		196	7		193	3.05
C16	16	150	1341	12	200	566	14.98
C14	14		1027	12		566	12.51
C12	12		754	12		566	10.36
C11	11		634	11		475	8.70
C10	10		523	10		393	7.19
C9	9		423	9		318	5.82
C8	8		335	8		252	4.61
C7	7		257	7		193	3.53
C6	6		189	6		142	2.60
C5	5		131	5		98	1.80
D16	16	100	2011	12	100	1131	24.68
D14	14		1539	12		1131	20.98
D12	12		1131	12		1131	17.75
D11	11		950	11		950	14.92
D10	10		785	10		785	12.33
D9	9		635	9		635	9.98

续表

焊接网代号	纵向钢筋			横向钢筋			重量 (kg/m <sup>2</sup> )
	公称直径 (mm)	间距 (mm)	每延米面积 (mm <sup>2</sup> /m)	公称直径 (mm)	间距 (mm)	每延米面积 (mm <sup>2</sup> /m)	
D8	8	100	503	8	100	503	7.90
D7	7		385	7		385	6.04
D6	6		283	6		283	4.44
D5	5		196	5		196	3.08
E16	16	150	1341	12	150	754	16.46
E14	14		1027	12		754	13.99
E12	12		754	12		754	11.84
E11	11		634	11		634	9.95
E10	10		523	10		523	8.22
E9	9		423	9		423	6.66
E8	8		335	8		335	5.26
E7	7		257	7		257	4.03
E6	6		189	6		189	2.96
E5	5		131	5		131	2.05

注：1. 表中焊接网的重量 (kg/m<sup>2</sup>)，是根据纵、横向钢筋按表中的间距均匀布置时，计算的理论重量，未考虑焊接网端部钢筋伸出长度的影响；

2. 公称直径 14mm 和 16mm 的钢筋仅为热轧带肋钢筋。

(3) 钢筋焊接网的规格宜符合下列规定：

1) 钢筋直径：冷轧带肋钢筋或冷拔光面钢筋为 4~12mm，冷加工钢筋直径在 4~12mm 范围内可采用 0.5mm 进级，受力钢筋宜采用 5~12mm；热轧带肋钢筋宜采用 6~16mm。

2) 焊接网长度不宜超过 12m，宽度不宜超过 3.3m。

3) 焊接网制作方向的钢筋间距宜为 100mm、150mm、200mm；与制作方向垂直的钢筋间距宜为 100~400mm，且宜为 10mm 的整倍数。焊接网的纵向、横向钢筋可以采用不同种类的钢筋。当双向板底网（或面网）采用标准 GB/T 1499.3 中规定的双层配筋时，非受力钢筋的间距不宜大于 1000mm。

## 现浇混凝土房屋的最大适用高度及抗震等级

### 一、房屋适用的最大高度和高度比

#### 1. 房屋适用高度

钢筋混凝土高层建筑结构的最大适用高度和高宽比应分为 A 级和 B 级。B 级高度高层建筑结构的最大适用高度和高宽比可较 A 级适当放宽，其结构抗震等级、有关的计算和构造措施应相应加严，并应符合有关规定。

A 级高度钢筋混凝土乙类和丙类高层建筑的适用高度应符合表 1.2.1 的规定，具有较短肢剪力墙结构的最大适用高度详本手册第 6 章的规定，高层建筑结构不应采用全部为短肢剪力

墙的剪力墙结构。短肢剪力墙较多时，应布置筒体（或一般剪力墙），形成短肢剪力墙与筒体（或一般剪力墙）共同抵抗水平力的剪力墙结构。框架-剪力墙、剪力墙和筒体结构高层建筑，其高度超过表 1.2.1 规定时为 B 级高度高层建筑。B 级高度钢筋混凝土乙类和丙类高层建筑的适用高度应符合表 1.2.2 的规定。

1) A 级高度钢筋混凝土房屋适用的最大高度

#### A 级高度钢筋混凝土高层建筑的

最大适用高度 (m)

表 1.2.1

结构体系	非抗震设计	抗震设防烈度				
		6 度	7 度	8 度	9 度	
框架	70	60	55	45	25	
框架-剪力墙	140	130	120	100	50	
剪力墙	全部落地剪力墙	150	140	120	100	60
	部分框支剪力墙	130	120	100	80	不应采用
筒体	框架-核心筒	160	150	130	100	70
	筒中筒	200	180	150	120	80
板柱-剪力墙	70	40	35	30	不应采用	

注：1. 房屋高度指室外地面至主要屋面高度，不包括局部突出屋面的电梯机房、水箱、构架等高度；

2. 表中框架不含异形柱框架结构；

3. 部分框支剪力墙结构指地面以上有部分框支剪力墙的剪力墙结构；

4. 平面和竖向均不规则的结构或 IV 类场地上的结构，最大适用高度应适当降低；

5. 甲类建筑，6、7、8 度时宜按本地区抗震设防烈度提高一度后符合本表的要求，9 度时应专门研究；

6. 9 度抗震设防，房屋高度超过本表数值时，结构设计应有可靠依据，并采取有效措施。

2) B级高度钢筋混凝土高层建筑的最大适用高度

**B级高度钢筋混凝土高层建筑的最大适用高度 (m) 表 1.2.2**

结构体系		非抗震设计	抗震设防烈度		
			6度	7度	8度
框架-剪力墙		170	160	140	120
剪力墙	全落地剪力墙	180	170	150	130
	部分框支剪力墙	150	140	120	100
筒体	框架-核心筒	220	210	180	140
	筒中筒	300	280	230	170

- 注: 1. 房屋高度指室外地面至主要屋面高度, 不包括局部突出屋面的电梯机房、水箱、构架等高度;  
 2. 部分框支剪力墙结构指地面以上有部分框支剪力墙的剪力墙结构;  
 3. 平面和竖向不规则的建筑或位于IV类场地的建筑, 表中数值应适当降低;  
 4. 甲类建筑, 6、7度时应按本地区设防烈度提高一度后符合本表的要求, 8度时应专门研究;  
 5. 当房屋高度超过表中数值时, 结构设计应有可靠依据, 并采取有效措施。

2. 房屋高宽比

1) A级高度钢筋混凝土高层建筑结构适用的最大高宽比

A级高度钢筋混凝土高层建筑结构的高宽比不宜超过表 1.2.3 的数值。

**A级高度钢筋混凝土高层建筑结构适用的最大高宽比 表 1.2.3**

结构体系	非抗震设计	抗震设防烈度		
		6度、7度	8度	9度
框架、板柱-剪力墙	5	4	3	2
框架-剪力墙	5	5	4	3
剪力墙	6	6	5	4
筒中筒、框架-核心筒	6	6	5	4

2) B级高度钢筋混凝土高层建筑结构适用的最大高宽比

B级高度钢筋混凝土高层建筑结构的高宽比不宜超过表 1.2.4 的数值。

**B级高度钢筋混凝土高层建筑结构适用的最大高宽比 表 1.2.4**

非抗震设计	抗震设防烈度	
	6度、7度	8度
8	7	6

二、混凝土结构的抗震等级

混凝土结构的抗震设计, 应根据设防烈度、结构类型及房屋高度, 按表 1.2.5 采用不同的抗震等级, 并应满足相应的计算要求和抗震构造措施。

**A级高度的高层建筑结构的抗震等级 表 1.2.5**

结构类型		设防烈度			
		6度	7度	8度	9度
框架	高度 (m)	≤30 >30	≤30 >30	≤30 >30	≤25
	框架	四	三	二	一
	剧场、体育馆等大跨度公共建筑	三	二	一	一
框架-剪力墙	高度 (m)	≤60 >60	≤60 >60	≤60 >60	≤50
	框架	四	三	二	一
剪力墙	高度 (m)	≤80 >80	≤80 >80	≤80 >80	≤60
	剪力墙	四	三	二	一
部分框支剪力墙结构	非底部加强部位剪力墙	四	三	二	不应采用
	底部加强部位剪力墙	三	二	一	
	框支框架	二	二	一	
筒体	框架-核心筒	框架	三	二	一
		核心筒	二	二	一
	筒中筒	内筒	三	二	一
外筒		三	二	一	
板柱-剪力墙	板柱的柱	三	二	一	不应采用
	剪力墙	二	二	二	
单层厂房结构	铰接排架	四	三	二	一

- 注: 1. 接近或等于高度分界时, 应结合房屋不规则程度及场地、地基条件适当确定抗震等级;  
 2. 底部带转换层的筒体结构, 其框支框架的抗震等级应按表中框支剪力墙结构的规定采用;  
 3. 板柱-剪力墙结构中框架的抗震等级应与表中“板柱的柱”相同;  
 4. 剧场、体育馆等大跨度公共建筑及单层厂房结构抗震等级摘自 GB 50010 表 11.1.4。

**B级高度的高层建筑结构抗震等级 表 1.2.6**

结构类型		抗震设防烈度		
		6度	7度	8度
框架-剪力墙	框架	二	一	一
	剪力墙	二	一	特一
剪力墙	剪力墙	二	一	一
框支剪力墙	非底部加强部位剪力墙	二	一	一
	底部加强部位剪力墙	二	一	特一
	框支框架	一	特一	特一
框架-核心筒	框架	二	一	一
	筒体	二	一	特一
筒中筒	外筒	二	一	特一
	内筒	二	一	特一

- 注: 底部带转换层的筒体结构, 其框支框架和底部加强部位筒体的抗震等级应按表中框支剪力墙结构的规定采用。

## 梁、板的计算跨度

一、按塑性内力重分布分析方法计算板与梁的计算跨度  $l_0$  按表 1.3.1 采用。

板与梁的计算跨度  $l_0$  表 1.3.1

构件名称	支座情况	计算跨度 $l_0$
单跨板	当两端搁支在墙上	$l_0 = l_n + h$
	一端搁支在墙上, 另一端与梁或混凝土墙连接	$l_0 = l_n + h/2$ 且 $\leq l$
	当两端与梁或混凝土墙连接	$l_0 = l_n$
连续板	当两端与梁或混凝土墙连接	$l_0 = l_n$
	一端搁支在墙上, 另一端与梁或混凝土墙连接	$l_0 = l_n + h/2$ 且 $\leq l$
单跨梁	当两端搁支在墙上	$l_0 = 1.05l_n$ 且 $\leq l$
	一端搁支在墙上, 另一端与梁或柱连接	$l_0 = 1.025l_n$ 且 $\leq l_n + 1/2$ 墙支座
	当两端与梁或柱整体连接	$l_0 = l_n$
连续梁	当两端与梁或柱连接	$l_0 = l_n$
	一端搁支在墙上, 另一端与柱或(梁或墙)连接	$l_0 = 1.025l_n$ 且 $\leq l_n + 1/2$ 墙支座

注: 表中符号规定:

$h$ ——板厚度;

$l_0$ ——计算跨度;

$l_n$ ——净跨度;

$l$ ——轴跨度(两端支座中心线间的距离)。

双向板的计算跨度  $l_0$  同单跨板。

楼盖板、基础底板一般应按塑性双向板(或单向板)计算, 直接承受动荷及要求不出现裂缝的构件除外。

二、按弹性分析方法计算板与梁的计算跨度  $l_0$  按表 1.3.2 采用。

弹性计算板与梁的计算跨度  $l_0$  表 1.3.2

构件名称	支座情况	计算跨度 $l_0$
单跨板	当两端搁支在墙上	$l_0 = l_n + h$
	一端搁支在墙上, 另一端与梁连接	$l_0 = l_n + h/2 + a/2$
	当两端与梁或混凝土墙连接	$l_0 = l_n$
连续板	当两端搁支在墙上	当 $a \leq 0.1l$ 时: $l_0 = l_n$ 当 $a > 0.1l$ 时: $l_0 = 1.1l_n$
	一端搁支在墙上, 另一端与梁或混凝土墙连接	$l_0 = l_n + h/2$ 且 $\leq l$
	当两端与梁连接	$l_0 = l$
单跨梁	当两端搁支在墙上	$l_0 = l + a$ 且 $\leq 1.05l_n$
	当两端与梁或柱整体连接	$l_0 = l + a$ 且 $\leq 1.05l_n$
连续梁	当两端与梁连接	$l_0 = l$
	当两端搁支在墙上	当 $a \leq 0.05l$ 时: $l_0 = l$ 当 $a > 0.05l$ 时: $l_0 = 1.05l_n$

注: 表中符号规定:

$h$ ——板厚度;

$a$ ——支座(梁或墙)宽度;

$l_0$ ——计算跨度;

$l_n$ ——净跨度;

$l$ ——轴跨度(两端支座中心线间的距离)。

双向板的计算跨度  $l_0$  同单跨板。

## 混凝土保护层

一、耐久性规定

1. 混凝土结构的耐久性应根据表 1.4.1 的环境类别和设计使用年限进行设计。

混凝土结构的环境类别 表 1.4.1

环境类别	条件
—	室内正常环境
二	a 室内潮湿环境; 非严寒和非寒冷地区的露天环境、与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
	b 严寒和寒冷地区的露天环境、与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
三	使用除冰盐的环境; 严寒和寒冷地区冬季的水位变动的环境; 滨海室外环境
四	海水环境
五	受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境

注: 严寒和寒冷地区的划分应符合国家现行标准《民用建筑热工设计规范》JGJ 24 的规定。

2. 一类、二类和三类环境中, 设计使用年限为 50 年的结构混凝土应符合表 1.4.2 的规定。

结构混凝土耐久性的基本要求 表 1.4.2

环境类别	最大水灰比	最小水泥用量 (kg/m <sup>3</sup> )	最低混凝土强度等级	最大氯离子含量 (%)	最大碱含量 (kg/m <sup>3</sup> )	
—	0.65	225	C20	1.0	不限制	
二	a	0.60	250	C25	0.3	3.0
	b	0.55	275	C30	0.2	3.0
三	0.50	300	C30	0.1	3.0	

注: 1. 氯离子含量系指其占水泥用量的百分率;

2. 预应力构件混凝土中的最大氯离子含量为 0.06%, 最小水泥用量为 300kg/m<sup>3</sup>; 最低混凝土强度等级应按表中规定提高两个等级;

3. 素混凝土构件中的最小水泥用量不应少于表中数值减 25kg/m<sup>3</sup>;

4. 当混凝土加入活性掺合料或能提高耐久性的外加剂时, 可适当降低最小水泥用量;

5. 当有可靠工程经验时, 处于一类和二类环境中的最低混凝土强度等级可降低一个等级;

6. 当使用非碱性骨料时, 对混凝土中的碱含量可不作限制。

3. 一类环境中, 设计使用年限为 100 年的结构混凝土应符合下列规定:

(1) 钢筋混凝土结构的最低混凝土强度等级为 C30; 预应力混凝土的最低混凝土强度等级为 C40;

(2) 混凝土中的最大氯离子含量为 0.06%;

(3) 宜使用非碱活性骨料；当使用碱活性骨料时，混凝土中最大碱含量为  $3.0\text{kg}/\text{m}^3$ ；

(4) 混凝土保护层厚度应按表 1.4.3 规定增加 40%；当采取有效的表面防护措施时，混凝土保护层厚度可适当减少；

(5) 在使用过程中，应定期维护。

4. 二类和三类环境中，设计使用年限为 100 年的混凝土结构，应采取专门有效措施。

5. 严寒及寒冷地区的潮湿环境中，结构混凝土应满足抗冻要求，混凝土抗冻等级应符合有关标准的要求。

6. 有抗渗要求的混凝土结构，混凝土的抗渗等级应符合有关标准的要求。

7. 三类环境中的结构构件，其受力钢筋宜采

用环氧树脂涂层带肋钢筋；对预应力钢筋、锚具及连接器，应采取专门防护措施。

8. 四类和五类环境中的混凝土结构，其耐久性要求，应符合有关标准的规定。

对临时性混凝土结构，可不考虑混凝土耐久性要求。

## 二、混凝土保护层厚度

混凝土保护层最小厚度取决于构件的受力钢筋粘结锚固性能、耐久性和防火要求。

1. 纵向受力的普通钢筋及预应力钢筋、钢丝、钢绞线的混凝土保护层厚度（钢筋外边缘至混凝土表面的距离）不应小于钢筋的公称直径，且应符合下表 1.4.3 规定。

纵向受力的钢筋混凝土保护层最小厚度 (mm)

表 1.4.3

环境类别	板、墙、壳			梁			柱		
	≤C20	C25~C45	≥C50	≤C20	C25~C45	≥C50	≤C20	C25~C45	≥C50
—	20	15	15	30	25	25	30	30	30
二	a	—	20	20	—	30	30	—	30
	b	—	25	20	—	35	30	—	35
三	—	30	25	—	40	35	—	40	35

注：基础中纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 40mm；当无垫层时不应小于 70mm。

2. 处于一类环境且由工厂生产的预制构件，当混凝土强度等级不低于 C20 时，其保护层厚度可按表 1.4.3 中规定减少 5mm，但预应力钢筋的保护层厚度不应小于 15mm；处于二类环境且由工厂生产的预制构件，当表面采取有效保护措施时，保护层厚度可按表 1.4.3 中一类环境数值取用。

预制钢筋混凝土受弯构件钢筋端头的保护层厚度不应小于 10mm；预制肋形板主肋钢筋的保护层厚度应按梁的数值取用。

3. 板、墙、壳中分布钢筋的保护层厚度不应小于表 1.4.3 中相应数值减 10mm，且不小于 10mm；梁、柱中箍筋和构造钢筋的保护层厚度不应小于 15mm。

4. 当梁、柱中纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度大于 40mm 时，应对保护层采取有效的防裂构造措施。

处于二、三类环境中的悬臂板，其上表面应

采取有效的保护措施。

处于四、五类环境中的建筑物，其混凝土保护层厚度尚应符合国家现行有关标准规范的要求。

5. 剪力墙外墙采用外保温时，其墙外面保护层厚度可取 15mm，外墙内保温时，其墙外面保护层厚度可取 20mm。

6. 地下室外墙外面保护层厚度应取 25。防水混凝土结构迎水面钢筋保护层厚度不应小于 50mm。（注：摘自 GB 50108—2001 第 4.1.6 条）

7. 对有防火要求的建筑，其混凝土保护层厚度尚应符合国家现行有关标准的要求。《高层民用建筑防火规范》GB 50045 规定：对一级耐火等级的建筑，要求混凝土柱截面尺寸  $\geq 300\text{mm} \times 300\text{mm}$ ，梁保护层厚度  $\geq 25\text{mm}$ ，预应力钢筋或高强钢丝梁保护层厚度  $\geq 50\text{mm}$ ，现浇混凝土板厚 7cm 时保护层厚度  $\geq 15\text{mm}$ 。混凝土构件的燃烧性能和耐火极限详见 GB 50045 附录一。



## 构件配筋百分率

## 一、纵向受力钢筋的最小配筋率

1. 钢筋混凝土结构构件中纵向受力钢筋配筋百分率不应小于表 1.5.1 规定的数值。

钢筋混凝土结构构件中纵向受力钢筋的  
最小配筋百分率  $\rho_{\min}$  (%) 表 1.5.1

受力类型		最小配筋百分率
受压构件	全部纵向钢筋	0.6
	一侧纵向钢筋	0.2
受弯构件、偏心受拉、轴心受拉构件一侧的受拉钢筋		0.2 和 $45f_t/f_y$ 中的较大值

注：1. 受压构件全部纵向钢筋最小配筋百分率，当采用 HRB400 级、RRB400 级钢筋时，应按表中规定减小 0.1；当混凝土强度等级为 C60 及以上时，应按表中规定增大 0.1；

2. 偏心受拉构件中的受压钢筋，应按受压构件一侧纵向钢筋考虑；
3. 受压构件全部纵向钢筋和一侧纵向钢筋的配筋率以及轴心受拉构件和小偏心受拉构件一侧受拉钢筋的配筋率应按构件的全截面面积计算；受弯构件、大偏心受拉构件一侧受拉钢筋的配筋率应按全截面面积扣除受压翼缘面积  $(b'_1 - b)h'_1$  后的截面面积计算；
4. 当钢筋沿构件截面周边布置时，“一侧纵向钢筋”系指沿受力方向两个对边中的一边布置的纵向钢筋。

2. 对卧置于地基上的混凝土板，板中的受拉钢筋的最小配筋率可适当降低，但不应小于 0.15%。

3. 受弯构件、偏心受拉、轴心受拉构件一侧的受拉钢筋最小配筋率  $45f_t/f_y$  值见表 1.5.2。

一侧受拉钢筋的最小配筋百分率 (%)

表 1.5.2

钢筋种类	混凝土强度等级						
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45
HPB235	0.20	0.24	0.27	0.31	0.34	0.37	0.39
HRB335		0.20	0.20	0.21	0.24	0.26	0.27
HRB400		0.20	0.20	0.20	0.20	0.21	0.23
RRB400							

  

钢筋种类	混凝土强度等级						
	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
HPB235	0.41	0.42	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48
HRB335	0.28	0.29	0.31	0.31	0.32	0.33	0.33
HRB400	0.24	0.25	0.25	0.26	0.27	0.27	0.28
RRB400							

- 注：1. 当配筋率  $45f_t/f_y \leq 0.20$  时，表中取 0.2；
2. 防空地下室结构的受弯构件、偏心受压及偏心受拉构件的纵向受拉钢筋最小配筋率，当 C20 时取 0.2；C25~C35 时取 0.25；C40~C55 时取 0.3； $\geq$ C60 时取 0.35；C60 时取 0.3。

相对受压区高度  $\zeta_b$  和  $\alpha_{smax}$  取值

表 1.5.5

混凝土等级	$\leq$ C50			C60			C70			C80		
	HPB 235	HRB 335	HRB 400	HPB 235	HRB 335	HRB 400	HPB 235	HRB 335	HRB 400	HPB 235	HRB 335	HRB 400
$\zeta_b$	0.614	0.550	0.518	0.594	0.531	0.499	0.575	0.512	0.481	0.555	0.493	0.463
$\alpha_{smax}$	0.426	0.399	0.384	0.418	0.380	0.375	0.410	0.381	0.365	0.401	0.372	0.356

## 4. 框架梁的钢筋配置应符合下列规定：

(1) 考虑地震作用组合的框架梁纵向受拉钢筋的配筋率不应小于表 1.5.3 规定的数值。

框架梁纵向受拉钢筋最小配筋百分率 (%)

表 1.5.3

抗震等级	梁中位置	
	支 座	跨 中
一级	0.4 和 $80f_t/f_y$ 中的较大值	0.3 和 $65f_t/f_y$ 中的较大值
二级	0.3 和 $65f_t/f_y$ 中的较大值	0.25 和 $55f_t/f_y$ 中的较大值
三、四级	0.25 和 $55f_t/f_y$ 中的较大值	0.2 和 $45f_t/f_y$ 中的较大值

(2) 框架梁梁端截面的底部和顶部纵向受力钢筋截面面积的比值，除按计算确定外，一级抗震等级不应小于 0.5；二、三级抗震等级不应小于 0.3。

## 5. 框架柱和框支柱的钢筋配置应符合下列规定：

框架柱和框支柱中全部纵向受力钢筋最小配筋百分率

抗震设计时框架柱和框支柱中全部纵向受力钢筋最小配筋百分率不应小于表 1.5.4 规定的数值，同时，每一侧的配筋百分率不应小于 0.2；对 IV 类场地上较高的高层建筑，表中数值应增加 0.1。

柱全部纵向受力钢筋最小配筋百分率 (%)

表 1.5.4

柱 类 型	抗震等级			
	一级	二级	三级	四级
框架中柱、边柱	1.0	0.8	0.7	0.6
框架角柱、框支柱	1.2	1.0	0.9	0.8

注：柱全部纵向受力钢筋最小配筋百分率，当采用 HRB400 级钢筋时，应按表中数值减小 0.1；当混凝土强度等级为 C60 及以上时，应按表中数值增加 0.1。

## 二、纵向受力钢筋的最大配筋率

1. 纵向受拉钢筋屈服与受压区混凝土破坏同时发生时的相对受压区高度  $\zeta_b$  和单筋矩形截面梁截面抵抗矩的最大值  $\alpha_{smax}$