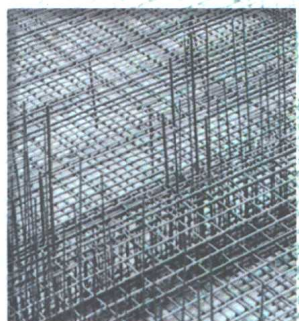


新规范

简明



钢筋混凝土 结构构造 手册

国振喜 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



简明钢筋混凝土 结构构造手册

国振喜 编

机械工业出版社

本手册是根据新颁布实施的国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)及有关相应实施的国家标准,并结合工程实践编写的工具书。

本书主要内容包括:材料标准与一般规定;钢筋混凝土板、梁、柱、柱牛腿和基础的一般构造规定,截面选用原则,配筋构造规定,计算用表,计算例题及构造图例等;钢筋混凝土剪力墙结构、框架-剪力墙结构、底层大空间剪力墙结构的一般构造要求,截面尺寸确定原则,配筋方法及构造图例等;钢筋混凝土结构构件的板、框架梁、框架柱和剪力墙结构的抗震构造要求,截面尺寸选择规定,构造配筋规定及构造图例等;预埋件的构造规定及构造图例等;常用资料。

本手册技术标准新,内容丰富,简明实用,可供建筑设计人员、施工人员及监理人员使用,也可供大专院校土建师生及科学研究人员使用与参考。

图书在版编目(CIP)数据

简明钢筋混凝土结构构造手册/国振喜编. —北京:机械工业出版社, 2002.7

ISBN 7-111-10455-2

I. 简... II. 国... III. 钢筋混凝土结构—手册 IV. TU375-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第043069号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:何文军 熊万武 版式设计:张世琴 责任校对:李秋荣
封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003年1月第1版·第2次印刷

1000mm×1400mm B5·21.75印张·3插页·1248千字

4 001—7 000册

定价:63.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

序 言

在我国当前的建设工程中，钢筋混凝土结构是应用最广泛的结构形式，用量大，投资多，如能够在钢筋混凝土结构设计中做到技术先进，经济合理，安全适用，快速设计，将对我国的建设事业具有重要意义。

为适应我国建设事业发展的需要，我们根据新颁布实施的国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)及有关相应实施的国家标准，并结合工程实践和多方著述，编写了《简明钢筋混凝土结构构造手册》一书，奉献给广大建设工作者。

本书主要内容包括：材料标准与一般规定；钢筋混凝土板；钢筋混凝土梁；钢筋混凝土柱；钢筋混凝土柱牛腿；钢筋混凝土基础；钢筋混凝土剪力墙；钢筋混凝土结构构件抗震构造；预埋件及其他；常用资料。

在编写本手册的过程中，李玉芝、白帆、国伟、孙谔、韩兆平、曲昭嘉、曲圣伟、王瑾、翁映华、李树彬、李意敏、李树范、王茂、杨占荣、李明宇、邹桐、徐玉娥、李树平、范中曦、韩国群、贾军、孙连集、曹丽华、陈桂英、司浩然、高伟等参加了部分工作，并得到了机械工业部设计研究院院长、教授级高级工程师徐建的审核与指导，在此一并致谢！

由于编者水平有限，难免有不妥之处，敬请指教，以利改进。

国振喜

2002年8月于鞍山

目 录

序言	
第 1 章 材料标准与一般规定	1
1.1 混凝土	1
1.1.1 混凝土的定义及特性	1
1.1.2 混凝土的分类	1
1.1.3 混凝土强度等级定义及选用规定	4
1.1.4 混凝土结构的耐久性规定	4
1.1.5 混凝土强度标准值	5
1.1.6 混凝土强度设计值	6
1.1.7 混凝土弹性模量及其他计算指标	6
1.1.8 混凝土强度等级的选用	7
1.1.9 混凝土保护层的最小厚度	8
1.1.10 混凝土配合比设计	8
1.1.11 混凝土强度检验	14
1.1.12 混凝土施工的配制强度	16
1.1.13 常用混凝土施工配合比	16
1.1.13.1 碎石混凝土常用配合比	16
1.1.13.2 卵石混凝土常用配合比	20
1.1.13.3 矿渣混凝土常用配合比	23
1.1.13.4 普通防水混凝土常用配合比	23
1.1.13.5 流态混凝土常用配合比	24
1.1.13.6 较高强度混凝土常用配合比	25
1.2 常用水泥	25
1.2.1 常用水泥的品种及应用	25
1.2.2 常用水泥的强度	27
1.2.3 水泥的运输与贮存	28
1.3 外加剂	28
1.3.1 外加剂的分类与使用效果	28
1.3.2 减水剂	29
1.3.3 引气剂及引气减水剂	31
1.3.4 缓凝剂及缓凝减水剂	33
1.3.5 早强剂及早强减水剂	33
1.3.6 防冻剂	35
1.3.7 膨胀剂	38
1.4 钢筋选用及计算指标	40
1.4.1 钢筋混凝土结构的钢筋选用	40
1.4.2 钢筋强度标准值	40
1.4.3 钢筋强度设计值	41
1.4.4 钢筋弹性模量及其他计算指标	41
1.5 钢筋的锚固	43
1.5.1 纵向受拉钢筋的锚固长度计算	43
1.5.2 钢筋锚固的其他规定	43
1.5.3 钢筋锚固长度计算用表	44
1.6 钢筋的连接	45
1.6.1 受力钢筋连接接头设置规定	45
1.6.2 受力钢筋接头位置要求及配筋百分率	46
1.6.3 纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度计算用表	47
1.7 配筋率	49
1.7.1 纵向受力钢筋的最小配筋率	49
1.7.1.1 不考虑地震的纵向受力钢筋的最小配筋率	49
1.7.1.2 考虑地震作用组合的框架梁纵向受拉钢筋的最小配筋率	50
1.7.1.3 考虑地震作用组合的框架柱纵向钢筋最小配筋	

率	51	1.11.1.2 房屋沉降缝的宽度	63
1.7.2 纵向受力钢筋的最大配筋率	51	1.11.2 伸缩缝	64
1.7.2.1 不考虑地震的钢筋混凝土受弯构件纵向受拉钢筋最大配筋率	51	1.11.2.1 素混凝土结构伸缩缝	64
1.7.2.2 考虑地震作用组合的框架梁纵向受拉钢筋的最大配筋率	52	1.11.2.2 钢筋混凝土结构伸缩缝	64
1.7.2.3 钢筋混凝土柱纵向钢筋的最大配筋率	52	1.11.3 防震缝	65
1.7.3 其他构件配筋率	52	1.11.3.1 防震缝的设置及做法	65
1.7.3.1 深梁中最小配筋率	52	1.11.3.2 防震缝的宽度	66
1.7.3.2 牛腿纵向受拉钢筋配筋率	53	1.11.4 施工缝	66
1.7.3.3 剪力墙的水平 and 竖向分布钢筋的最小配筋率	53	1.11.4.1 施工缝的留置位置	66
1.7.3.4 钢筋混凝土梁中箍筋配筋率	53	1.11.4.2 施工缝处理	67
1.7.3.5 梁内弯曲受拉钢筋和梁内受扭纵向受力钢筋的最小配筋率	54	1.11.4.3 后浇施工缝	67
1.8 焊条	55	第 2 章 钢筋混凝土板	71
1.8.1 焊条性能标准	55	2.1 板的截面选择	71
1.8.2 焊条的选用	55	2.1.1 单向板	71
1.9 考虑抗震要求的混凝土结构构件的一般规定	57	2.1.2 双向板	72
1.9.1 结构抗震等级的划分	57	2.1.3 悬臂板	73
1.9.2 承载力抗震调整系数	58	2.1.4 预制板	73
1.9.3 结构构件材料的选用	58	2.2 板的支承长度	73
1.9.4 钢筋的锚固和连接接头	59	2.2.1 现浇板的支承长度	73
1.10 房屋高度及其他	60	2.2.2 预制板的支承长度	73
1.10.1 适用的房屋最大高度	60	2.3 板的受力钢筋	74
1.10.2 高层建筑结构的高宽比	60	2.3.1 受力钢筋的直径	74
1.10.3 建筑设计和建筑结构的规范性	61	2.3.2 受力钢筋的间距	74
1.10.4 地基和基础设计	62	2.3.3 受力钢筋的锚固	74
1.10.5 场地	62	2.3.4 受力钢筋的弯起	76
1.11 沉降缝、伸缩缝、防震缝、施工缝	63	2.4 板的分布钢筋	78
1.11.1 沉降缝	63	2.4.1 分布钢筋的配置要求	78
1.11.1.1 沉降缝的作用及设置	63	2.4.2 分布钢筋的直径及间距	78
		2.5 板的构造钢筋及其他	78
		2.5.1 板的构造钢筋及附加钢筋	78
		2.5.2 沿楼盖周边的单向板或双向板	80
		2.5.3 板中抗冲切箍筋或弯起钢筋的配置	80
		2.5.4 现浇屋面挑檐转角处的构造钢筋	81
		2.6 单向板的配筋及图例	82
		2.6.1 分离式配筋	82
		2.6.2 弯起式配筋	83
		2.7 双向板的配筋及图例	84
		2.7.1 分离式配筋	84

2.7.2 弯起式配筋	85	3.5 梁受集中荷载时(包括次梁支	
2.8 悬臂板的配筋及图例	86	承在主梁上)的附加横向	
2.8.1 嵌固在砖墙内的深度与配		钢筋	109
筋	86	3.5.1 附加横向钢筋的作用与	
2.8.2 梁单侧和双侧带悬臂板的配		设置	109
筋	87	3.5.2 附加横向钢筋的计算与计算	
2.9 现浇无梁楼板	87	用表	110
2.9.1 一般要求	87	3.5.2.1 附加横向钢筋的计算 ..	110
2.9.2 无梁楼板的配筋	88	3.5.2.2 附加横向钢筋的计算	
2.10 板式楼梯及梁式楼梯	90	用表	111
2.10.1 板式楼梯	90	3.5.3 计算例题	113
2.10.2 梁式楼梯	91	3.6 梁柱节点	113
2.11 板上孔洞边的加固配筋	92	3.6.1 框架梁纵向钢筋伸入节点的	
2.11.1 楼板上孔洞边加固配筋	92	锚固	113
2.11.2 屋面板上孔洞边加固配筋 ..	94	3.6.2 框架柱纵向钢筋伸入节点的	
2.12 板上小型设备基础	95	锚固	114
2.12.1 板上小型设备基础的设置		3.7 梁的配筋图例	116
及连接	95	3.7.1 纵向受力钢筋在端支座的锚	
2.12.2 其他要求	95	固	116
第3章 钢筋混凝土梁	97	3.7.2 梁的中间支座锚固	117
3.1 梁的截面选择	97	3.7.3 悬臂梁、圈梁及梁支托	118
3.1.1 梁的截面形式	97	3.7.4 梁的折角处配筋	120
3.1.2 梁的截面尺寸	97	3.7.4.1 配筋计算方法	120
3.1.3 梁的跨度	97	3.7.4.2 计算例题	122
3.1.4 梁的支承长度	97	3.8 梁垫及带小悬臂板的梁	123
3.2 梁的纵向受力钢筋	99	3.8.1 梁垫	123
3.2.1 纵向受力钢筋的直径	99	3.8.2 带小悬臂板的梁	124
3.2.2 纵向受力钢筋的层数及间		3.9 梁腰上开洞	125
距	99	3.9.1 一般要求	125
3.2.3 简支梁和连续梁简支端的下		3.9.2 配筋图例	125
部纵向受力钢筋伸入梁支座		3.10 深梁	125
的锚固	100	3.10.1 定义及一般规定	125
3.2.4 梁支座截面负弯矩纵向受拉		3.10.2 深梁的配筋	126
钢筋	102	3.10.3 深梁开洞	129
3.2.5 纵向受力钢筋的弯起	103	第4章 钢筋混凝土柱	132
3.3 梁的箍筋与鸭筋	104	4.1 柱的截面选择	132
3.3.1 梁的箍筋	104	4.1.1 柱的计算长度	132
3.3.2 梁的鸭筋	106	4.1.1.1 刚性屋盖单层房屋排架柱、	
3.4 梁的纵向构造钢筋	108	露天吊车柱和栈桥柱 ..	132
3.4.1 梁的架立钢筋	108	4.1.1.2 梁与柱为刚接的钢筋混凝	
3.4.2 梁侧面纵向构造钢筋及		土框架柱	132
拉筋	108	4.1.2 单层厂房常用柱的截面形式	

及截面尺寸	133	下的柱牛腿截面尺寸计算 ..	162
4.1.2.1 常用柱的截面形式	133	5.1.3 柱牛腿局部受压应力计算 ..	162
4.1.2.2 柱的截面尺寸	133	5.2 柱牛腿的纵向受力钢筋计算	162
4.1.3 柱的变形允许值	137	5.2.1 竖向力作用柱牛腿纵向受拉	
4.1.4 工形柱外形构造尺寸及计算		钢筋的计算	162
规定	137	5.2.2 竖向力和水平拉力共同作用	
4.1.4.1 工形柱	137	下柱牛腿纵向受力钢筋的	
4.1.4.2 露天栈桥工形截面柱与吊		计算	162
车梁的连接形式	139	5.2.3 柱牛腿钢筋配置要求	163
4.1.5 双肢柱外形构造尺寸	139	5.3 柱牛腿的水平箍筋及弯起钢筋	
4.1.6 框架柱的截面尺寸	141	的计算	163
4.2 柱中纵向钢筋	142	5.3.1 水平箍筋的计算	163
4.2.1 柱中纵向受力钢筋	142	5.3.2 弯起钢筋的计算	163
4.2.2 柱中纵向构造钢筋及复合箍		5.3.3 柱牛腿配筋图例	164
筋	143	5.4 柱牛腿计算用表	165
4.2.3 柱中纵向钢筋的接头	144	5.4.1 牛腿截面尺寸选择计算用	
4.3 柱中箍筋	146	表	165
4.3.1 柱中箍筋的形式及直径	146	5.4.1.1 制表公式	165
4.3.2 柱中箍筋间距	146	5.4.1.2 计算用表与适用范围 ..	165
4.3.3 柱中复合箍筋的设置及箍筋		5.4.2 竖向力作用下牛腿承载力计算	
的布置	147	用表	293
4.4 露天栈桥柱、双肢柱配筋	150	5.4.2.1 制表公式	293
4.4.1 露天栈桥柱配筋	150	5.4.2.2 计算用表与适用范围 ..	293
4.4.2 双肢柱配筋	151	5.4.3 水平拉力作用下牛腿锚筋承载	
4.5 屋架与柱的连接	153	力计算用表	293
4.5.1 适用条件	153	5.4.3.1 制表公式	293
4.5.2 连接方法	153	5.4.3.2 计算用表	293
4.6 钢筋混凝土管柱	154	5.5 柱牛腿的计算例题	307
4.6.1 管柱一般要求	154	第 6 章 钢筋混凝土基础	312
4.6.2 斜腹杆及平腹杆双肢管柱外		6.1 地基承载力计算	312
形要求	154	6.1.1 天然地基的承载力计算	312
4.6.3 管柱连接	155	6.1.1.1 非抗震设计	312
4.6.4 管柱柱顶及柱脚构造	156	6.1.1.2 抗震设计	312
4.7 门式刚架	157	6.1.2 地基承载力特征值	313
4.7.1 选型及杆件尺寸	157	6.1.2.1 地基承载力特征值的确	
4.7.2 梁柱节点配筋及节点构造 ..	158	定	313
4.7.3 两铰门式刚架横梁的连接 ..	160	6.1.2.2 修正后地基承载力特征值	
第 5 章 钢筋混凝土柱牛腿	161	的计算	313
5.1 柱牛腿的截面尺寸计算	161	6.1.2.3 修正后地基承载力特征值	
5.1.1 竖向力作用下的柱牛腿截面		计算用表	314
尺寸计算	161	6.1.2.4 计算例题	398
5.1.2 竖向力和水平拉力共同作用		6.2 基础一般规定	398

6.2.1	地基基础设计等级及计算规定	398	6.10.2	箱形基础的各部截面尺寸要求	541
6.2.2	基础的类型	401	6.10.3	箱形基础的配筋	542
6.2.3	基础的材料选用	403	6.11	混凝土预制桩和混凝土灌注桩低桩承台基础	544
6.2.4	基础的选型	403	6.11.1	桩的分类及布置	544
6.2.5	基础的埋置深度	405	6.11.2	桩和桩基的构造规定	544
6.2.6	基础顶面标高及基础底板尺寸	406	6.11.3	预制混凝土三角形和方形桩	545
6.3	扩展基础	406	6.11.4	预应力混凝土离心管桩	549
6.3.1	无筋扩展基础	406	6.11.5	灌注桩	552
6.3.1.1	材料选用与适用范围	406	6.11.6	桩基础承台的构造	554
6.3.1.2	柱脚高度与基础底面宽度	406	6.12	钢柱基础	557
6.3.2	钢筋混凝土扩展基础	408	6.12.1	钢柱与基础的连接	557
6.4	条形基础宽度 b 值计算用表	409	6.12.2	基础高度与螺栓形式	558
6.4.1	计算公式	409	6.13	满堂红平板式基础	561
6.4.2	计算用表及适用范围	409	6.13.1	适用条件	561
6.4.3	计算例题	457	6.13.2	墙下平板式满堂红基础	561
6.5	现浇柱下钢筋混凝土独立基础	457	6.13.3	柱下平板式满堂红基础	561
6.5.1	一般构造要求	457	第7章 钢筋混凝土剪力墙	563	
6.5.2	基础构造与柱的连接	459	7.1	剪力墙结构	563
6.6	预制柱下钢筋混凝土独立基础	462	7.1.1	一般规定	563
6.6.1	预制柱基础的杯口形式、构造及柱的插入深度	462	7.1.2	剪力墙分布钢筋的加强部位	565
6.6.2	无短柱基础杯口的配筋构造	464	7.1.3	剪力墙的配筋	566
6.6.3	预制钢筋混凝土柱与高杯口的连接	465	7.1.4	剪力墙中的连系梁配筋	567
6.7	独立基础矩形底面积 A 值计算用表	466	7.1.5	剪力墙的洞口周边配筋	568
6.7.1	计算公式	466	7.2	框架—剪力墙结构	568
6.7.2	计算用表及适用范围	467	7.2.1	特性与布置	568
6.7.3	计算例题	530	7.2.2	有边框剪力墙的截面及配筋	569
6.8	钢筋混凝土条形基础	531	7.2.3	其他构件	570
6.8.1	墙下钢筋混凝土条形基础	531	7.3	底层大空间剪力墙结构	570
6.8.2	柱下钢筋混凝土条形基础	532	7.3.1	特性与布置	570
6.9	筏形基础	536	7.3.2	转换层的楼板及配筋	571
6.9.1	墙下筏形基础	536	7.3.3	框支梁的截面及配筋	571
6.9.2	高层建筑筏形基础	538	7.3.4	框支柱的截面及配筋	572
6.10	高层建筑箱形基础	539	7.3.5	框支梁上部墙体开洞	573
6.10.1	一般规定	539	7.3.6	落地剪力墙的分布钢筋	574
			7.3.7	底层大空间剪力墙结构的加强部位范围	574
			7.3.8	其他构件	574

7.4 预制板与梁和剪力墙的连接 构造	574	8.6.6 剪力墙的配筋	597
7.4.1 预制板板缝	574	8.6.7 剪力墙连系梁的配筋要求及 图例	597
7.4.2 预制板与剪力墙或梁的 连接	574	8.6.8 剪力墙及连系梁的小洞边 配筋	598
第8章 钢筋混凝土结构构件		8.7 框架—剪力墙结构	600
抗震构造	576	8.7.1 一般要求	600
8.1 简述	576	8.7.2 构造尺寸要求	600
8.1.1 说明	576	8.7.3 现浇剪力墙与边框的构造 要求	601
8.1.2 柱箍筋体积配筋率	576	8.7.4 现浇剪力墙与预制框架的 连接	603
8.2 板	577	8.8 底层大空间剪力墙结构	604
8.2.1 多层粘土砖房的楼板、屋面 板的最小支承长度与连接	577	8.8.1 特性与布置	604
8.2.2 预制楼板的现浇层	578	8.8.2 框支柱的构造	604
8.3 框架梁	578	8.8.3 转换层的楼板及其配筋	605
8.3.1 框架梁的截面尺寸	578	8.8.4 框支梁的截面及配筋	606
8.3.2 框架梁纵向钢筋配置	580	8.8.5 框支梁上部剪力墙构造	606
8.3.3 框架梁中箍筋的配置	580	8.8.6 落地剪力墙构造	606
8.3.4 框架扁梁结构体系及构造 要求	581	8.9 单层钢筋混凝土柱厂房结构	607
8.3.5 框架梁和框架柱纵向受力钢 筋在框架节点区的锚固和搭 接	581	8.9.1 一般规定	607
8.3.6 梁端的下部及上部纵向钢筋 的截面	585	8.9.2 矩形柱和工形柱	608
8.4 框架柱	585	8.9.3 双肢柱	609
8.4.1 框架柱截面尺寸	585	8.9.4 支承低跨屋盖柱牛腿的预 埋件	612
8.4.2 框架柱纵向受力钢筋的 配置	585	8.9.5 屋盖构件的连接及支撑布 置	613
8.4.3 框架柱中箍筋的配置	585	8.9.6 天窗架及钢筋混凝土屋架	616
8.4.4 框架柱轴压比	590	8.9.7 山墙抗风柱及大柱网厂房 柱	617
8.5 砌体填充墙与框架的连接	590	8.9.8 屋盖支撑的构造	617
8.5.1 起抗侧力作用的粘土砖填 充墙	590	8.9.9 厂房柱间支撑的布置及构 造	618
8.5.2 仅作填充用的砌体填充墙	591	8.9.10 厂房结构构件的连接节 点	618
8.6 剪力墙结构	592	8.9.11 混凝土大型墙板的连接构 造	620
8.6.1 一般要求	592	8.9.12 砌体隔墙与主体结构的连 接构造	621
8.6.2 剪力墙厚度	592	8.9.13 砌体围护墙	625
8.6.3 剪力墙的门窗洞口布置 规定	592	8.10 地震烈度	629
8.6.4 剪力墙的轴压比限值	592	8.10.1 震级与烈度的关系	629
8.6.5 剪力墙边缘构件的设置	595		

8.10.2 中国地震烈度表	630	9.7.4 制造要求	655
8.10.3 我国主要城镇抗震设防 烈度	631	9.7.5 注意事项	656
第9章 预埋件及其他	643	第10章 常用资料	658
9.1 预埋件的材料及设置	643	10.1 钢筋的弯钩和弯折	658
9.1.1 预埋件的材料	643	10.1.1 钢筋的弯钩	658
9.1.2 预埋件的设置	643	10.1.2 钢筋的弯折	658
9.2 预埋件形式	645	10.1.3 箍筋的弯钩	659
9.2.1 受力预埋件	645	10.2 钢筋的计算截面面积及理论 重量	660
9.2.2 构造预埋件	646	10.2.1 钢筋的计算截面面积及 理论重量	660
9.3 锚筋直径和锚板尺寸	646	10.2.2 钢绞线公称直径、截面 面积及理论重量	661
9.3.1 锚筋直径	646	10.2.3 钢丝公称直径、截面面积 及理论重量	661
9.3.2 锚板尺寸	646	10.3 钢筋弯起长度计算及每米长 钢板重量	661
9.4 焊接要求	647	10.3.1 弯起钢筋长度计算	661
9.4.1 简述	647	10.3.2 每米长钢板重量	663
9.4.2 焊接要求	647	10.4 保温材料性能及常用构件 代号	671
9.5 锚筋长度、锚筋间距和边缘 距离	648	10.4.1 保温材料性能	671
9.5.1 锚固长度	648	10.4.2 常用构件代号	671
9.5.2 锚筋间距和边缘距离	650	10.5 常用材料和构件自重	672
9.6 吊环	651	10.6 钢筋的截面面积、重量和排 成一层时矩形截面梁的最小宽 度 b 值	682
9.6.1 材料选用及计算原则	651		
9.6.2 吊环选用表	651		
9.7 YG型胀锚螺栓	652		
9.7.1 使用范围及安装顺序	652		
9.7.2 钻孔的直径和深度	653		
9.7.3 强度设计值	655		

第 1 章 材料标准与一般规定

1.1 混 凝 土

1.1.1 混凝土的定义及特性

混凝土的定义及特性如表 1-1 所示。

表 1-1 混凝土的定义及特性

序号	项 目	内 容
1	混凝土的定义	通常所谓的混凝土,是将合格要求的以胶结料、细骨料(如砂子)、粗骨料(如石子)以及必要时掺入化学外加剂和混合材料等,按一定比例,经过均匀拌制、密实成型及养护硬化而成的人工石材
2	混凝土的优点	(1) 原材料非常丰富 水泥的原材料以及砂、石、水等材料,在自然界极为普遍,极为丰富,均可以就地取材,而且价格低廉 (2) 混凝土可以制成任何形状 混凝土在凝结前,可以按照模板的形状做成任何结构。微小的装饰花纹,几十万立方米的构筑物,都能单个预制,或连续不断地整体浇筑。制作简单,施工方便 (3) 能适应各种用途 既可以按照需要配制成各种强度等级的混凝土,还可以按照其使用性能在配料上、工艺上采取措施制成特定用途的混凝土。具有耐火、耐酸、耐油、防辐射等特点,用途广泛 (4) 经久耐用,维修费少 混凝土对自然条件影响具有较好的适应性。对冷热、冻融、干湿等的变动,对风雨侵蚀、外力撞击、水流冲刷,使用磨损等都有一定的抵抗力。在各种使用情况下是一种寿命较长的工程材料
3	混凝土的缺点	1) 自重大,抗拉强度不高。早期强度低,不利于建造大跨度及高层建筑 2) 施工比钢结构复杂,建造期一般较长,不宜在冬期和雨天施工,必须采取相应的施工措施才能保证质量 3) 一般情况下浇筑混凝土要用模板,现场整浇时还要用脚手架(支架),因而需要一定数量的施工用木材,如钢材或其他材料 4) 补强维修工作比较困难
4	混凝土的前景	(1) 高强混凝土 从混凝土的发展看,近几十年来表现在强度上是日益提高。世界各国混凝土的平均强度,在 20 世纪 30 年代混凝土的强度等级约为 C10,20 世纪 50 年代则为 C20,20 世纪 60 年代上升至 C30,20 世纪 70 年代已提高到 C40。我国目前的混凝土强度等级已用到 C80。国外,已将高强混凝土的等级提高到 C100 (2) 轻质混凝土 轻质混凝土已从三个方面开始发展:一是低强度,只作保温隔热的填充材料,如加气混凝土,膨胀珍珠岩混凝土等;二是中等强度,能作保温承重墙使用,如浮石混凝土、膨胀玻璃球混凝土等;三是强度较高,能作一般建筑结构构件用,如陶粒混凝土、矿渣膨胀珍珠岩混凝土等

1.1.2 混凝土的分类

为使应用者了解各种混凝土的特性,现按其所用胶结料和骨料的品种,并按其用途和施工工艺进行分类,如表 1-2 所示。

一般所称的混凝土是指水泥混凝土而言。近年来,为了调节混凝土及其拌合物常加入外加剂,使其性能得到很大改善,适应性更强,这些内容详见本章 1.3 节外加剂的有关部分。

表 1-2 混凝土的不同分类方法

序号	分类方法		名称	特性	
1	按胶结料分类	无机胶结料	水泥类	水泥混凝土	以硅酸盐水泥及各种混合水泥为胶结料。可用于各种混凝土结构
2			石灰类	石灰混凝土	以石灰、天然水泥、火山灰等活性硅酸盐或铝酸盐与消石灰的混合物为胶结料
3			石膏类	石膏混凝土	以天然石膏及工业废料石膏为胶结料。可做天花板及内隔墙等
4			硫磺	硫磺混凝土	硫磺加热熔化,冷却后硬化。可作粘结剂及低温防腐层
5			水玻璃	水玻璃混凝土	以钠水玻璃或钾水玻璃为胶结料。可做耐酸混凝土结构
6			碱矿渣类	碱矿渣混凝土	以磨细矿渣及碱溶液为胶结料。是一种新型混凝土,可做各种混凝土结构
7		有机胶结料	沥青类	沥青混凝土	用天然或人造沥青为胶结料。可做路面及耐酸、碱地面
8			合成树脂加水泥	聚合物水泥混凝土	以水泥为主要胶结料,掺入少量乳胶或水溶性树脂。能提高混凝土的抗拉、抗弯强度及抗渗、抗冻、耐磨性能
9			树脂	树脂混凝土	以聚酯树脂、环氧树脂、尿醛树脂等为胶结料。适于在侵蚀介质中使用
10			以聚合物单体浸渍	聚合物浸渍混凝土	以低粘度的聚合物单体浸渍水泥混凝土,然后以热催化法或辐射法处理,使单体在混凝土孔隙中聚合,能改善混凝土的各种性能
11	按骨料分类	重骨料	重混凝土	用钢球、铁矿石、重晶石等为骨料,混凝土干密度大于 $2800\text{kg}/\text{m}^3$,用于防射线混凝土工程	
12		普通骨料	普通混凝土	用普通砂、石做骨料,混凝土干密度为 $2000\sim 2800\text{kg}/\text{m}^3$,可做各种混凝土结构	
13		轻骨料	轻骨料混凝土	用天然或人造轻骨料,混凝土干密度不大于 $2000\text{kg}/\text{m}^3$,依其干密度大小又分结构轻骨料混凝土及保温隔热轻骨料混凝土	
14		无细骨料	大孔混凝土	用轻粗骨料或普通粗骨料配制而成,其混凝土干密度为 $900\sim 1900\text{kg}/\text{m}^3$,适于做墙板或墙体	
15		无粗骨料	细颗粒混凝土	以水泥与砂配制而成,可用于钢丝网水泥结构	
16	按用途分类		水工混凝土	用于大坝等水工构筑物,多数为大体积工程,要求有抗冲刷、耐磨及抗大气腐蚀性,依其不同使用条件可选用普通水泥、矿渣或火山灰水泥及大坝水泥等	
17			海工混凝土	用于海洋工程(海岸及离岸工程)要求具有抗海水腐蚀性、抗冻性及抗渗性	

续表 1-2

序号	分类方法	名 称	特 性	
18	按用途分类	防水混凝土	能承受 0.6N/mm^2 以上的水压,不透水的混凝土可分为普通防水混凝土、掺外加剂防水混凝土及膨胀水泥防水混凝土,要求有高密实性及抗渗性,多用于地下工程及贮水构筑物	
19		道路混凝土	用于路面的混凝土,可用水泥及沥青做胶结料,要求具有足够的耐候性及耐磨性	
20		耐热混凝土	以铬铁矿、镁砖或耐火砖碎块等为骨料。以硅酸盐水泥、矾土水泥及水玻璃等为胶结料的混凝土,可在 $350\sim 1700^\circ\text{C}$ 高温下使用	
21		耐酸混凝土	以水玻璃为胶结料,加入固化剂和耐酸骨料配制而成的混凝土。具有优良的耐酸及耐热性能	
22		防辐射混凝土	能屏蔽 X 射线、 γ 射线及中子射线的重混凝土,又称屏蔽混凝土或重混凝土,是原子能反应堆、粒子加速器等常用的防护材料	
23	按施工工艺分类	普通现浇混凝土	用一般现浇工艺施工的塑性混凝土	
24		喷射混凝土	用压缩空气喷射施工的混凝土,多用于井巷及隧道衬砌工程,又分干喷及湿喷两种工艺	
25		泵送混凝土	用混凝土泵输送的流动性混凝土	
26		灌浆混凝土	先铺好粗骨料,以后强制注入水泥砂浆的混凝土。适用于在大型基础等大体积混凝土工程	
27		真空吸水混凝土	采用真空泵将混凝土中多余的水分吸出,以提高其密实度这样一种工艺制作的混凝土。可用于屋面、楼板、飞机跑道等工程	
28	预制类	振压混凝土	采用振动加压工艺成型的混凝土,用于制作混凝土板类的构件	
29		挤压混凝土	以挤压机成型的混凝土,用于生产长线台座法的空心楼板、T形小梁等构件	
30		离心混凝土	以离心机成型的混凝土,用于生产混凝土管、电线杆等管状构件	
31	按配筋方式分类	无筋类	素混凝土	
32		配筋类	钢筋混凝土	用普通钢筋加强的混凝土,其用途最广
33			钢丝网混凝土	用钢丝网加强的无粗骨料混凝土,又称钢丝网砂浆。可用于制作薄壳、船壳等薄壁构件

序号	分类方法	名称	特性
34	按配筋方式分类	配筋类	纤维混凝土 用各种纤维加强的混凝土,常用的为钢纤维混凝土,其抗冲击、抗拉、抗弯性能好,可用于路面、桥面、机场跑道护面、隧道衬砌及桩头、桩帽等
35			预应力混凝土 用先张法、后张法或化学方法使混凝土预压,以提高其抗拉、抗弯性能的配筋混凝土。可用于各种工程构筑物及建筑结构,特别是大跨度桥梁等

1.1.3 混凝土强度等级定义及选用规定

混凝土强度等级定义及选用规定如表 1-3 所示。

表 1-3 混凝土强度等级定义及选用规定

序号	项目	内容
1	混凝土强度等级定义	混凝土强度等级是按立方体抗压强度标准值来划分,其立方体抗压强度标准值($f_{cu,k}$)指按标准方法制作和养护的边长为 150mm 的立方体试件,在 28d 龄期,用标准试验方法测得的总体分布的平均值减去 1.645 倍标准差,并具有 95% 保证率的抗压强度
2	混凝土强度等级表示方法	混凝土强度等级采用符号 C 与立方体抗压强度标准值(以 N/mm^2 计)表示,如混凝土强度等级为 C20;表示立方体抗压强度标准值($f_{cu,k}$)为 $20N/mm^2$ 的混凝土强度等级
3	混凝土强度等级划分及选用规定	目前用的混凝土强度等级划分为 14 个强度等级: C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75、C80 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 级钢筋以及承受重复荷载的构件,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、热处理钢筋作预应力钢筋时,混凝土强度等级不宜低于 C40 注:当采用山砂混凝土及高炉矿渣混凝土时,尚应符合专门标准的规定

1.1.4 混凝土结构的耐久性规定

混凝土结构的耐久性规定如表 1-4 所示。

表 1-4 耐久性规定

序号	项目	内容
1	环境类别	混凝土结构的耐久性应根据表 1-5 的环境类别和设计使用年限进行设计
2	对结构混凝土的要求	(1) 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 1-6 的规定 (2) 对于设计使用年限为 100 年且处于一类环境中的混凝土结构应符合下列规定: 1) 钢筋混凝土结构混凝土强度等级不应低于 C30;预应力混凝土结构混凝土强度等级不应低于 C40 2) 混凝土中氯离子含量不得超过水泥重量的 0.06% 3) 宜使用非碱性骨料:当使用碱性骨料时,混凝土中的碱含量不得超过 $3.0kg/m^3$ 4) 混凝土保护层厚度宜适当增加。在使用过程中宜采取表面防护、定期维护等有效措施

续表 1-4

序号	项 目	内 容
3	其他	1) 对于设计使用年限为 100 年且处于二类和三类环境中的混凝土结构应采取专门有效的措施 2) 处于严寒及寒冷地区潮湿环境中的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 3) 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 4) 对于暴露在侵蚀性环境中的结构或构件,其受力钢筋宜采用环氧涂层带肋钢筋,预应力钢筋应有防护措施;且宜采用有利于提高耐久性的高性能混凝土 5) 对于结构中使用环境较差的混凝土构件,宜设计成易维修或可更换的构件 6) 对临时性混凝土结构,可不考虑耐久性要求 7) 未经技术鉴定或设计许可,不得改变结构的使用环境和用途

表 1-5 混凝土结构的使用环境类别

序号	环境类别	说 明
1	—	室内正常环境;无侵蚀性介质、无高温高湿影响、不与土壤直接接触的环境
2	二	a 室内潮湿环境、露天环境及与无侵蚀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及与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
3	三	使用除冰盐的环境、严寒及寒冷地区冬季的水位变动环境、滨海室外环境
4	四	海水环境(海水潮汐区、浪溅区、海面大气区、海水水下区)
5	五	受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境

注:1. 表中第四类和第五类环境的详细说明及相应的混凝土结构的耐久性要求见有关标准;

2. 严寒和寒冷地区的划分见《民用建筑热工设计规范》。

表 1-6 结构混凝土耐久性的基本要求

序号	环境类别	水灰比 不大于	水泥用量/(kg/m ³) 不少于		混凝土强度 等级不小于	氯离子含量 不大于	碱含量 /(kg/m ³) 不大于	
			素混凝土	钢筋混凝土				
1	—	0.65	200	225	C20	1.00%	不限制	
2	二	a	0.60	225	250	C25	0.20%	3.0
		b	0.55	250	275	C30	0.30%	3.0
3	三	0.50	275	300	C30	0.10%	3.0	

注:1. 氯离子含量按水泥总重量的百分数计算;

2. 预应力混凝土构件中的氯离子含量不得超过 0.06%;最小水泥用量为 300kg/m³;最低混凝土强度等级应按表中规定提高两个等级;

3. 当混凝土中加入掺合料时可酌情降低水泥用量;

4. 当有可靠工程经验时,处于一类和二类环境中的混凝土强度等级可降低一级,但保护层厚度应符合有关的规定;

5. 二类、三类环境中,当混凝土中加入矿渣、粉煤灰等活性掺合料且有可靠根据时,可放宽碱含量限制;

6. 当使用非碱活性骨料时,可不对混凝土中的碱含量进行限制。

1.1.5 混凝土强度标准值

混凝土强度标准值应按表 1-7 的规定采用。

表 1-7 混凝土强度标准值 (N/mm²)

序号	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
1	轴心抗压 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
2	轴心抗拉 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

1.1.6 混凝土强度设计值

混凝土强度设计值应按表 1-8 的规定采用。

表 1-8 混凝土强度设计值 (N/mm²)

序号	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
1	轴心抗压 f_c	7.2	9.6	11.9	14.3	16.7	19.1	21.2	23.1	25.3	27.5	29.7	31.8	33.8	35.9
2	轴心抗拉 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,则表中混凝土的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。

1.1.7 混凝土弹性模量及其他计算指标

1) 混凝土受压或受拉的弹性模量 E_c 应按照表 1-9 的规定确定。

2) 混凝土轴心抗压、轴心抗拉疲劳强度设计值 f_c^t 、 f_t^t 应按表 1-8 的混凝土强度设计值乘以相应的疲劳强度修正系数 γ_p 确定。修正系数 γ_p 应根据不同疲劳应力比值 ρ_c^t 按表 1-10 的规定确定。

混凝土疲劳应力比值应按下式计算:

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

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

3) 混凝土疲劳变形模量 E_c^t 应按照表 1-11 的规定采用。

表 1-9 混凝土弹性模量 E_c ($\times 10^4$ N/mm²)

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

表 1-10 不同疲劳应力比值时混凝土的疲劳强度修正系数

ρ_c^t	$\rho_c^t < 0.2$	$0.2 \leq \rho_c^t < 0.3$	$0.3 \leq \rho_c^t < 0.4$	$0.4 \leq \rho_c^t < 0.5$	$\rho_c^t \geq 0.5$
γ_p	0.74	0.80	0.86	0.93	1.0

注:如采用蒸汽养护时,养护温度不宜超过 60°C,如超过时,应按计算需要的混凝土强度设计值提高 20%。

表 1-11 混凝土疲劳变形模量 ($\times 10^4$ N/mm²)

混凝土强度等级	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
E_c^t	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.80	1.85	1.9

4) 当温度在 0~100°C 范围内时,混凝土线胀系数 α_c 可采用 $1 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ 。