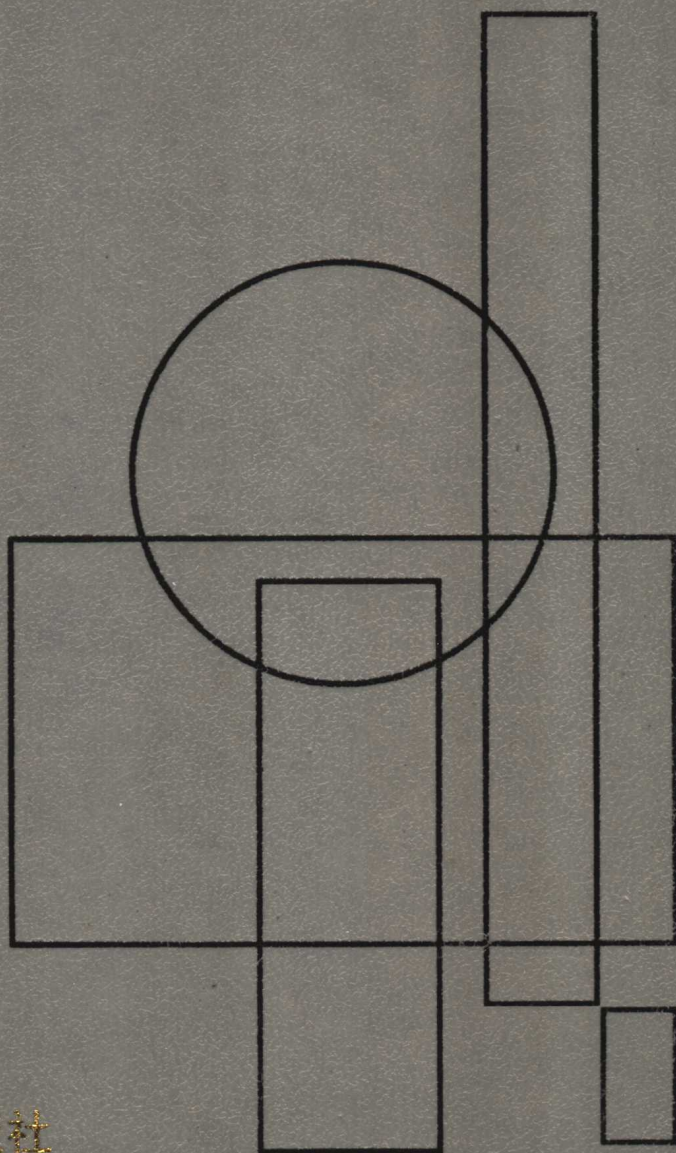


# 混凝土结构 构造手册

(第二版)



中国建筑工业出版社

# 混凝土结构构造手册

(第二版)

(按 GBJ 10—89 GBJ 11—89 GBJ 7—89 JGJ 3—91 及  
1993、1996、1997 年局部修订编写)

主编单位 北京有色冶金设计研究总院

主 编 周起敬

编 者 周起敬 殷芝霖 沙志国 孙金墀 王文栋

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构构造手册/周起敬主编. —2版. —北京: 中国建筑工业出版社, 1999  
ISBN 7-112-04004-3

I. 混… II. 周… III. 混凝土结构-建筑构造-手册 IV. TU37-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 49317 号

本手册是根据国家规范的规定, 结合近年来国内外工程实践及科学成果编制的。第二版在 1994 年第一版的基础上按近年来新颁布的国家标准、规范以及规范的局部修订条文等并考虑了读者提出的要求进行了全面修订。

内容包括: 总则、板、梁、柱、现浇框架及框架节点、高层建筑、装配式结构的连接、楼梯、预埋件、基础、预应力、支撑共十二章。其中框架节点、短柱、扁梁、开孔梁、预埋件等构造系规范的延伸与补充, 考虑最新标准的有新型钢筋的性能与相应的构造要求、钢筋机械连接接头和焊接接头、焊条标准、高层建筑框架节点构造、剪力墙体系配筋构造等。各章节尚附有计算方法与实例。

本书可供土建结构设计、施工、科研人员及大专院校土建专业师生使用和参考。

## 混凝土结构构造手册 (第二版)

(按 GBJ 10—89 GBJ 11—89 GBJ 7—89 JGJ 3—91 及  
1993、1996、1997 年局部修订编写)

主编单位 北京有色冶金设计研究总院

主 编 周起敬

编 者 周起敬 殷芝霖 沙志国 孙金墀 王文栋

\*

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

北京市兴顺印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 32 1/4 字数: 819 千字

1999 年 12 月第二版 2000 年 5 月第七次印刷

印数: 30901—33900 册 定价: 47.00 元

ISBN 7-112-04004-3

TU·3134 (9403)

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)

# 第一版前言

---

为了配合《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89)和 1993 年局部修订、《建筑抗震设计规范》(GBJ 11—89)和 1993 年局部修订以及《建筑地基基础设计规范》(GBJ 7—89)的贯彻执行,使规范中结构构造方面的条文得到实施、补充和延伸,本手册汇集了现行和即将颁布的规范、规程,及国家建筑标准图集的有关构造规定;收集整理了国内外在混凝土结构构造方面的新技术和科学试验成果;总结反映了我国历年来行之有效并经过工程实践考验的成功经验。在广泛征求意见的基础上经国内专家严格审查后定稿。

为了便于设计人员使用,有关章节尚附有结构构造机理、计算方法及计算实例。

本手册是在中国建筑科学研究院结构研究所规范室的支持下,由北京有色冶金设计研究总院建筑工程研究所组织并邀请混凝土结构设计规范编制组的成员及有关单位专家共同编制完成的。在工作中得到中国有色金属总公司及参加编写人员所在单位的支持与关心。

参加本手册编制的有:

北京有色冶金设计研究总院 周起敬、盛吉鼎、王创时、谢龙章、王文栋

机械工业部设计研究院 殷芝霖、李贵芬

北京市建筑设计研究院 孙金墀

北京铁路局北京勘测设计院 沙志国

西安冶金建筑学院 姜维山、白国良

东南大学 杨宗放

主编单位为:北京有色冶金设计研究总院

编写分工为:

第一、四、九章 周起敬

第二、十、十一章 沙志国

第三、五、十二章 殷芝霖 李贵芬

第六、七章 孙金墀

第八章 王文栋

姜维山、白国良参加了第四章第六节短柱部分的编写工作,杨宗放参加了第十一章第三节的编写工作。

全书由周起敬主编 王文栋负责完成。

参加本书审稿的专家有:

北京市建筑设计研究院 胡庆昌、徐云扉、李国胜、莫沛锵、裘函始

建设部建筑设计院 吴学敏

中国建筑科学研究院 陶学康

北京钢铁设计研究总院 丁祖堪

机械工业部设计研究院 胡连文

中国建筑西北设计院 刘大海  
中国航空工业规划设计研究院 殷佐林、顾圭章  
中国航天建筑设计研究院 孙正  
轻工业部规划设计院 陈健  
北京有色冶金设计研究总院 张祖涛  
中国建筑标准设计研究所 陈幼璠 黄际洸  
建筑结构学报 章天恩  
东南大学 程文灏 杨宗放  
重庆建筑大学 白绍良  
西安冶金建筑工程学院 姜维山

鉴于编写工作受时间等因素影响,难免有谬误之处,恳请广大读者提出批评建议。

## 第二版前言

---

《混凝土结构构造手册》第一版问世已五年,手册全面忠实地反映了混凝土结构有关规范在构造上的规定与要求,具有较强的实用性和可操作性。手册采用图文结合的方式,不仅给出了构件的具体构造,并对涉及设计的理论与计算方法的某些问题也给予简明的阐述,便于读者在使用过程中能加深对规范的理解,达到正确使用规范的目的。手册在框架抗震节点、短柱、扁梁、开口梁及预埋件的计算及构造等方面的内容已成为规范的延续与补充。手册内容技术含量高已得到读者的公认,并受到建筑结构工作者的欢迎。手册第一版出版后曾重印五次,一直成为建筑结构设计中的重要参考工具书。

近年来,我国颁布和批准了一些新的设计标准、规范及建筑结构标准图集;《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89)、《钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规程》(JGJ 3—91)又相继于1996年、1997年进行了局部条文修订;国内外在混凝土结构构造方面也涌现出一批新技术和科学试验成果,编者还收到了大批关心本书读者的来信与来电,对本书提出了很好的意见和建议。鉴于上述情况我们决定对本手册进行修改与补充,作为第二版出版。

本书保持了第一版的编排特色,在广泛征求意见的基础上经国内专家严格审查后定稿。第二版主要修改和补充的内容有:混凝土结构中采用新型钢筋的性能与相应的构造要求;钢筋机械连接接头和焊接接头;混凝土配合比设计;焊条标准;按抗震设计的单层工业厂房钢筋混凝土排架柱的配筋构造;高层建筑框架节点构造,剪力墙体系的配筋构造;装配式结构的连接构造;柱内受力钢筋接头面积与搭接长度的关系;柱内纵向受力钢筋伸入基础内的锚固长度等。

参加本手册第二版修订编写工作的人员有:殷芝霖、沙志国、孙金墀、王文栋、盛吉鼎、王创时、张贺等。

# 目 录

|                     |    |                      |    |
|---------------------|----|----------------------|----|
| 第一章 总则、材料及一般构造要求    | 1  | 二、接头的型式检验            | 63 |
| 第一节 总则              | 1  | 三、接头的施工现场检验与验收       | 63 |
| 一、编制依据及内容           | 1  | 第八节 混凝土保护层           | 64 |
| 二、抗震构造措施及抗震等级       | 1  | 一、混凝土保护层最小厚度         | 64 |
| 三、承载力抗震调整系数         | 2  | 二、几项特殊条件的混凝土保护层      | 65 |
| 第二节 水泥              | 3  | 第九节 钢筋的锚固、接头与延伸      | 65 |
| 一、硅酸盐水泥             | 3  | 一、钢筋的锚固              | 65 |
| 二、普通硅酸盐水泥           | 3  | 二、钢筋的接头              | 66 |
| 三、矿渣硅酸盐水泥           | 3  | 三、钢筋的延伸              | 69 |
| 四、火山灰质硅酸盐水泥         | 4  | 第十节 钢筋的弯钩和弯折         | 69 |
| 五、粉煤灰硅酸盐水泥          | 4  | 一、钢筋的弯钩              | 69 |
| 六、复合硅酸盐水泥           | 4  | 二、钢筋的弯折              | 70 |
| 第三节 外加剂             | 4  | 三、箍筋的弯钩              | 71 |
| 一、减水剂               | 5  | 第十一节 配筋百分率           | 71 |
| 二、引气剂及引气减水剂         | 7  | 一、纵向钢筋最小配筋百分率        | 71 |
| 三、缓凝剂及缓凝减水剂         | 9  | 二、纵向钢筋最大配筋百分率        | 72 |
| 四、早强剂及早强减水剂         | 9  | 三、箍筋和分布钢筋的最小配筋百分率    | 73 |
| 五、防冻剂               | 11 | 第十二节 伸缩缝、沉降缝、防震缝、施工缝 | 75 |
| 六、膨胀剂               | 14 | 一、伸缩缝                | 75 |
| 第四节 混凝土             | 16 | 二、沉降缝                | 76 |
| 一、混凝土配合比设计          | 18 | 三、防震缝                | 76 |
| 二、混凝土强度检验           | 24 | 四、施工缝                | 77 |
| 三、混凝土的物理力学指标        | 26 | 第二章 板                | 79 |
| 四、混凝土强度等级的选用        | 28 | 第一节 板的厚度             | 79 |
| 第五节 钢筋              | 29 | 一、板的最小厚度             | 79 |
| 一、钢筋的机械性能、化学成分和外形尺寸 | 29 | 二、现浇板的设计参考厚度         | 79 |
| 二、钢筋的设计指标           | 41 | 第二节 受力钢筋             | 81 |
| 第六节 钢筋的焊接接头         | 46 | 一、受力钢筋的直径            | 81 |
| 一、一般规定              | 46 | 二、受力钢筋的间距与面积         | 81 |
| 二、焊接接头的质量检查与验收      | 50 | 三、受力钢筋的锚固            | 81 |
| 三、焊条                | 58 | 四、受力钢筋的弯起            | 83 |
| 第七节 钢筋的机械连接接头       | 60 | 第三节 分布钢筋             | 84 |
| 一、一般规定              | 61 |                      |    |

|                              |     |                            |     |
|------------------------------|-----|----------------------------|-----|
| 第四节 构造钢筋 .....               | 85  | 四、箍筋的形式 .....              | 115 |
| 一、嵌固在普通砖墙内的现浇板<br>构造钢筋 ..... | 85  | 五、箍筋的肢数 .....              | 115 |
| 二、与梁整浇的现浇板构造钢筋 .....         | 85  | 第四节 纵向构造钢筋 .....           | 115 |
| 三、现浇屋面挑檐转角处的<br>构造钢筋 .....   | 86  | 一、架立钢筋 .....               | 115 |
| 第五节 现浇单向板的配筋 .....           | 87  | 二、梁侧构造钢筋及拉筋 .....          | 116 |
| 一、分离式配筋 .....                | 87  | 第五节 附加横向钢筋 .....           | 116 |
| 二、弯起式配筋 .....                | 88  | 一、应用范围及计算方法 .....          | 116 |
| 第六节 双向板的配筋 .....             | 89  | 二、附加箍筋及吊筋的选用原则 .....       | 117 |
| 一、一般规定 .....                 | 89  | 第六节 梁的支承长度 .....           | 118 |
| 二、分离式配筋 .....                | 90  | 第七节 梁的折角处配筋 .....          | 119 |
| 三、弯起式配筋 .....                | 90  | 第八节 悬臂梁及连续梁的<br>支托 .....   | 121 |
| 第七节 悬臂板的配筋 .....             | 91  | 一、悬臂梁 .....                | 121 |
| 第八节 提高板受冲切承载力<br>的配筋 .....   | 92  | 二、连续梁的支托 .....             | 121 |
| 第九节 板上开洞时的配筋 .....           | 93  | 第九节 圈梁 .....               | 121 |
| 一、楼板上开孔洞 .....               | 93  | 一、圈梁的形式及连接 .....           | 122 |
| 二、屋面上开孔洞 .....               | 95  | 二、圈梁的设置原则 .....            | 122 |
| 第十节 板上小型设备基础 .....           | 96  | 三、圈梁的截面尺寸 .....            | 124 |
| 第十一节 板的支承长度 .....            | 97  | 四、圈梁的配筋 .....              | 124 |
| 第十二节 现浇无梁楼板 .....            | 97  | 五、圈梁的配筋构造 .....            | 125 |
| 一、一般规定 .....                 | 97  | 第十节 梁垫 .....               | 125 |
| 二、无梁楼板的配筋 .....              | 98  | 一、设置梁垫的条件 .....            | 125 |
| 第十三节 升板 .....                | 100 | 二、梁垫的构造 .....              | 126 |
| 第三章 梁 .....                  | 105 | 第十一节 受扭及受弯剪扭作<br>用的梁 ..... | 126 |
| 第一节 梁的截面选择 .....             | 105 | 一、箍筋的构造要求 .....            | 126 |
| 一、梁的截面形式 .....               | 105 | 二、纵筋的构造要求 .....            | 128 |
| 二、梁的截面高度 .....               | 105 | 三、纵向钢筋与箍筋的关系 .....         | 128 |
| 三、梁的截面宽度 .....               | 106 | 四、框架边梁的抗扭配筋构造 .....        | 128 |
| 第二节 梁的纵向受力钢筋 .....           | 106 | 第十二节 梁腹具有矩形孔洞<br>的梁 .....  | 129 |
| 一、纵向受力钢筋的直径及数量 .....         | 106 | 一、构造措施 .....               | 129 |
| 二、纵向受力钢筋的排列 .....            | 107 | 二、孔洞周边补强钢筋的计算 .....        | 130 |
| 三、纵向受力钢筋在支座的锚固 .....         | 107 | 三、配筋表的选用方法 .....           | 133 |
| 四、纵向受力钢筋的弯起 .....            | 110 | 四、修正方法 .....               | 139 |
| 五、支座受力钢筋 .....               | 112 | 五、计算实例 .....               | 139 |
| 六、受力钢筋的搭接和接头位置 .....         | 113 | 第十三节 梁腹具有圆形孔洞<br>的梁 .....  | 140 |
| 第三节 箍筋 .....                 | 113 | 一、构造措施 .....               | 140 |
| 一、箍筋的设置 .....                | 113 | 二、孔洞周边补强钢筋的计算 .....        | 142 |
| 二、箍筋间距 .....                 | 114 | 三、配筋表的选用方法 .....           | 143 |
| 三、箍筋直径 .....                 | 114 |                            |     |

|                             |     |                           |     |
|-----------------------------|-----|---------------------------|-----|
| 四、修正方法 .....                | 144 | 五、牛腿 .....                | 180 |
| 五、计算实例 .....                | 145 | 第四节 框架柱的截面尺寸 .....        | 183 |
| 第十四节 缺口梁 .....              | 147 | 一、柱的截面形式 .....            | 183 |
| 一、缺口梁端部尺寸 .....             | 147 | 二、柱的截面尺寸 .....            | 183 |
| 二、缺口梁端部的配筋计算 .....          | 148 | 第五节 框架柱的纵向钢筋<br>与箍筋 ..... | 185 |
| 三、缺口梁端部的配筋构造 .....          | 150 | 一、纵向钢筋 .....              | 185 |
| 四、计算实例 .....                | 150 | 二、箍筋 .....                | 187 |
| 第十五节 深梁 .....               | 151 | 第六节 短柱 .....              | 192 |
| 一、一般规定 .....                | 151 | 一、设计原则 .....              | 192 |
| 二、纵向受拉钢筋的构造要求 .....         | 152 | 二、抗震短柱 .....              | 193 |
| 三、水平和竖向分布钢筋的构造要求 .....      | 154 | 第七节 管柱 .....              | 202 |
| 四、吊筋的构造要求 .....             | 154 | 一、斜腹杆及平腹杆双肢管柱外形 .....     | 202 |
| 第十六节 开洞深梁 .....             | 157 | 二、管柱与肩梁连接 .....           | 203 |
| 一、构造措施 .....                | 157 | 三、管柱与腹杆连接 .....           | 203 |
| 二、承载力计算 .....               | 159 | 四、管柱柱顶构造 .....            | 204 |
| 三、正常使用极限状态验算 .....          | 159 | 五、管柱柱脚构造 .....            | 204 |
| 四、计算实例 .....                | 160 | 六、离心混凝土管柱技术要求 .....       | 204 |
| 第十七节 变高度简支深梁 .....          | 163 | 第八节 门式刚架 .....            | 204 |
| 一、构造措施 .....                | 163 | 一、选型 .....                | 204 |
| 二、承载力计算 .....               | 164 | 二、杆件尺寸 .....              | 205 |
| 三、正常使用极限状态验算 .....          | 165 | 三、门式刚架梁柱节点配筋 .....        | 206 |
| 第十八节 施工缝的构造要求 .....         | 165 | 四、顶铰节点 .....              | 206 |
| 一、施工缝的位置 .....              | 165 | 五、柱脚铰节点 .....             | 206 |
| 二、施工缝的配筋构造 .....            | 165 | 六、两铰门式刚架横梁的连接 .....       | 207 |
| 三、施工缝的施工要求 .....            | 166 | 七、门式刚架立柱计算长度 .....        | 207 |
| 第四章 柱 .....                 | 167 | 第五章 现浇框架梁及框架节点 .....      | 210 |
| 第一节 铰接排架柱的选型与截<br>面尺寸 ..... | 167 | 第一节 框架结构一般规定 .....        | 210 |
| 一、柱的截面形式 .....              | 167 | 一、设计原则 .....              | 210 |
| 二、柱的截面尺寸 .....              | 167 | 二、结构布置 .....              | 210 |
| 三、柱的变形允许值 .....             | 168 | 三、选用材料 .....              | 210 |
| 四、工字形柱的外形构造尺寸 .....         | 168 | 第二节 框架梁 .....             | 211 |
| 五、双肢柱的外形构造尺寸 .....          | 173 | 一、框架梁的截面 .....            | 211 |
| 第二节 铰接排架柱的纵向钢筋与<br>箍筋 ..... | 174 | 二、框架梁的纵向钢筋 .....          | 211 |
| 一、纵向钢筋 .....                | 174 | 三、框架梁的箍筋 .....            | 212 |
| 二、箍筋 .....                  | 176 | 四、梁腹开孔的框架梁 .....          | 212 |
| 第三节 铰接排架柱的细部配筋 .....        | 178 | 第三节 框架节点 .....            | 213 |
| 一、肩梁 .....                  | 178 | 一、框架节点形式 .....            | 213 |
| 二、人孔 .....                  | 179 | 二、框架节点的一般配筋构造 .....       | 213 |
| 三、腹杆的配筋构造 .....             | 179 | 三、框架顶层边节点 .....           | 213 |
| 四、屋架与柱的连接 .....             | 180 | 四、框架中间层边节点 .....          | 217 |
|                             |     | 五、框架顶层中间节点 .....          | 217 |

|                                  |     |                                 |     |
|----------------------------------|-----|---------------------------------|-----|
| 六、框架中间层中间节点 .....                | 218 | 三、框支梁的配筋与构造要求 .....             | 259 |
| 第四节 框架扁梁结构 .....                 | 219 | 四、转换层剪力墙配筋与构造<br>要求 .....       | 260 |
| 一、一般规定 .....                     | 219 | 五、框支层落地剪力墙及楼盖的<br>配筋与构造要求 ..... | 262 |
| 二、框架扁梁结构计算 .....                 | 220 | 第六节 筒体结构的设计和构造<br>要求 .....      | 264 |
| 三、框架扁梁结构的构造要求 .....              | 223 | 一、结构设计要求 .....                  | 264 |
| 第五节 钢筋钢纤维混凝土普通<br>框架节点 .....     | 226 | 二、配筋与构造要求 .....                 | 265 |
| 一、一般规定 .....                     | 226 | 第七章 装配式结构的连接 .....              | 267 |
| 二、抗震框架节点计算 .....                 | 227 | 第一节 装配式结构设计的基本<br>原则 .....      | 267 |
| 三、抗震框架节点的构造要求 .....              | 228 | 第二节 材料和施工要求 .....               | 268 |
| 第六节 改善节点性能的构造<br>措施 .....        | 228 | 第三节 柱与柱连接的设计和构<br>造要求 .....     | 269 |
| 一、采用配筋构造措施转移梁端塑<br>性铰 .....      | 229 | 一、榫式连接 .....                    | 269 |
| 二、采用支托或水平加腋转移梁端<br>塑性铰 .....     | 229 | 二、插入式连接 .....                   | 271 |
| 第六章 高层建筑 .....                   | 232 | 三、浆锚式连接 .....                   | 273 |
| 第一节 结构的设计原则 .....                | 232 | 第四节 梁柱节点的设计和构造<br>要求 .....      | 274 |
| 一、结构布置 .....                     | 232 | 一、整浇式节点 .....                   | 274 |
| 二、结构的变形控制 .....                  | 236 | 二、现浇柱预制梁节点 .....                | 280 |
| 三、抗震结构的承载力和延性 .....              | 237 | 三、暗牛腿式节点 .....                  | 283 |
| 四、基础结构 .....                     | 239 | 四、叠压浆锚式节点 .....                 | 286 |
| 第二节 各种结构体系的适用<br>范围 .....        | 241 | 五、明牛腿式节点 .....                  | 289 |
| 一、框架结构体系 .....                   | 241 | 六、齿槽式节点 .....                   | 292 |
| 二、框架-剪力墙结构体系 .....               | 241 | 第五节 梁板连接 .....                  | 294 |
| 三、剪力墙结构体系 .....                  | 242 | 一、叠合梁的设计与构造 .....               | 294 |
| 四、底层大空间剪力墙结构体系 .....             | 242 | 二、预制板与梁的连接 .....                | 294 |
| 五、筒体结构体系 .....                   | 243 | 第八章 楼梯 .....                    | 297 |
| 第三节 框架-剪力墙结构的<br>设计和构造要求 .....   | 243 | 第一节 概述 .....                    | 297 |
| 一、结构设计要求 .....                   | 243 | 一、楼梯的一般类型 .....                 | 297 |
| 二、配筋与构造要求 .....                  | 245 | 二、楼梯的宽度 .....                   | 298 |
| 第四节 剪力墙结构的设计<br>和构造要求 .....      | 247 | 三、楼梯的坡度 .....                   | 298 |
| 一、结构设计要求 .....                   | 247 | 第二节 板式及梁式楼梯 .....               | 299 |
| 二、配筋与构造要求 .....                  | 248 | 一、板式楼梯 .....                    | 299 |
| 第五节 底层大空间剪力墙结构<br>的设计和构造要求 ..... | 257 | 二、梁式楼梯 .....                    | 301 |
| 一、结构设计要求 .....                   | 257 | 第三节 悬挑式楼梯 .....                 | 302 |
| 二、框支柱的配筋与构造要求 .....              | 258 | 一、截面尺寸 .....                    | 303 |
|                                  |     | 二、计算假定及内力分析 .....               | 303 |
|                                  |     | 三、承载力计算 .....                   | 308 |

|                       |     |                                     |     |
|-----------------------|-----|-------------------------------------|-----|
| 四、配筋构造要求 .....        | 309 | 内的锚固长度 .....                        | 363 |
| 五、计算例题 .....          | 310 | 第二节 刚性基础 .....                      | 363 |
| 第四节 螺旋板式楼梯 .....      | 316 | 一、刚性基础的适用条件 .....                   | 363 |
| 一、截面尺寸 .....          | 316 | 二、刚性基础的柱脚高度 .....                   | 363 |
| 二、计算假定及内力分析 .....     | 317 | 三、刚性基础台阶的宽高比 .....                  | 363 |
| 三、承载力计算 .....         | 322 | 四、刚性基础的底面宽度 .....                   | 364 |
| 四、配筋构造要求 .....        | 322 | 第三节 扩展基础 .....                      | 364 |
| 五、计算例题 .....          | 323 | 一、柱下钢筋混凝土独立基础 .....                 | 364 |
| 第五节 有中柱螺旋楼梯 .....     | 326 | 二、墙下钢筋混凝土条形基础 .....                 | 369 |
| 一、截面形式与构造 .....       | 327 | 第四节 柱下条形基础 .....                    | 370 |
| 二、中柱的弯矩计算 .....       | 328 | 一、柱下条形基础的外形尺寸要求 .....               | 370 |
| 三、计算例题 .....          | 329 | 二、柱下条形基础的配筋 .....                   | 372 |
| 第九章 支撑 .....          | 332 | 三、柱与条形基础肋梁的连接及配筋 .....              | 373 |
| 第一节 一般要求 .....        | 332 | 第五节 墙下筏板基础 .....                    | 373 |
| 一、支撑内容、作用及要求 .....    | 332 | 一、墙下筏板基础的外形尺寸要求 .....               | 373 |
| 二、无檩(大型屋面板)屋盖 .....   | 332 | 二、墙下筏板基础的配筋 .....                   | 374 |
| 三、天窗 .....            | 335 | 第六节 壳体基础 .....                      | 374 |
| 四、支撑形式 .....          | 335 | 一、壳体基础的形式及外形尺寸要求 .....              | 374 |
| 第二节 屋盖支撑布置 .....      | 336 | 二、壳体基础的配筋 .....                     | 376 |
| 一、支撑布置 .....          | 336 | 第七节 箱形基础 .....                      | 377 |
| 二、支撑布置细则 .....        | 337 | 一、箱形基础的各部尺寸要求 .....                 | 377 |
| 第三节 垂直支撑布置 .....      | 344 | 二、箱形基础的配筋 .....                     | 378 |
| 一、天窗架垂直支撑 .....       | 344 | 第八节 桩基础 .....                       | 380 |
| 二、屋架端部垂直支撑 .....      | 345 | 一、桩 .....                           | 380 |
| 三、柱间垂直支撑 .....        | 345 | 二、承台 .....                          | 391 |
| 第四节 支撑设计 .....        | 347 | 第九节 钢柱基础 .....                      | 395 |
| 一、支撑杆件的截面形状 .....     | 347 | 一、钢柱基础顶部尺寸要求 .....                  | 395 |
| 二、支撑的长细比 .....        | 347 | 二、基础高度及锚栓形式 .....                   | 395 |
| 三、支撑杆件的计算长度 .....     | 348 | 第十一章 预应力混凝土结构构件 .....               | 399 |
| 四、屋盖支撑 .....          | 348 | 第一节 一般构造规定 .....                    | 399 |
| 五、柱间支撑 .....          | 349 | 一、材料的选用 .....                       | 399 |
| 六、支撑强度计算 .....        | 351 | 二、后张法结构构件常用锚具 .....                 | 400 |
| 第五节 支撑的连接 .....       | 354 | 三、混凝土保护层 .....                      | 415 |
| 一、天窗支撑 .....          | 354 | 四、预应力钢筋间距及预留孔道 .....                | 416 |
| 二、屋盖支撑 .....          | 355 | 五、先张法构件预应力钢筋的锚固长度<br>及预应力传递长度 ..... | 417 |
| 三、柱间支撑 .....          | 357 | 六、纵向预应力钢筋的最小配筋百分率<br>.....          | 418 |
| 第十章 基础 .....          | 362 | 七、构件中的非预应力钢筋构造要求 .....              | 419 |
| 第一节 一般规定 .....        | 362 | 八、构件端部的配筋构造 .....                   | 421 |
| 一、材料 .....            | 362 | 第二节 现浇无粘结预应力混<br>凝土楼板的配筋及构造 .....   | 424 |
| 二、基础钢筋的混凝土保护层厚度 ..... | 362 |                                     |     |
| 三、基础顶面或基础梁顶面的标高 ..... | 363 |                                     |     |
| 四、柱纵向受力钢筋在基础或承台       |     |                                     |     |

|                                    |     |                                                            |     |
|------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------|-----|
| 一、一般规定 .....                       | 424 | 第五节 预埋件计算 .....                                            | 452 |
| 二、板的锚固区构造 .....                    | 428 | 一、计算原则 .....                                               | 452 |
| 三、减少与板相连结构对板产生<br>约束影响的措施 .....    | 430 | 二、轴心受拉预埋件 .....                                            | 453 |
| 四、增强板柱节点冲切承载能力的方法<br>.....         | 430 | 三、受剪预埋件 .....                                              | 455 |
| 第三节 现浇后张部分预应力混凝<br>土框架结构的配筋及构造 ... | 432 | 四、偏心受拉预埋件 .....                                            | 459 |
| 一、一般规定 .....                       | 432 | 五、弯剪预埋件 .....                                              | 461 |
| 二、预应力钢筋锚固区的构造 .....                | 435 | 六、拉弯剪预埋件 .....                                             | 463 |
| 三、开洞预应力混凝土框架梁的洞口构造<br>.....        | 438 | 七、压弯剪预埋件 .....                                             | 467 |
| 第四节 预应力混凝土井式梁板结构<br>.....          | 438 | 八、梁(板)端预埋件 .....                                           | 470 |
| 一、结构布置 .....                       | 438 | 第六节 吊环 .....                                               | 473 |
| 二、构造设计 .....                       | 440 | 一、吊环形式 .....                                               | 473 |
| 第十二章 预埋件及其他 .....                  | 442 | 二、吊环的制作及构造要求 .....                                         | 474 |
| 第一节 预埋件分类 .....                    | 442 | 三、吊环计算 .....                                               | 474 |
| 一、预埋件按使用材料和形式分类 .....              | 442 | 第七节 YG 型胀锚螺栓 .....                                         | 474 |
| 二、预埋件按受力情况分类 .....                 | 442 | 第八节 射钉 .....                                               | 478 |
| 第二节 预埋件的一般构造要求 .....               | 444 | 一、射钉技术 .....                                               | 478 |
| 一、预埋件的构造形式及位置 .....                | 444 | 二、几项基本参数 .....                                             | 483 |
| 二、预埋件选用材料 .....                    | 444 | 三、设计与应用 .....                                              | 483 |
| 三、预埋件锚筋的直径及数量 .....                | 444 | 四、施工要点及注意事项 .....                                          | 484 |
| 四、锚筋的锚固长度 .....                    | 444 | 五、应用举例 .....                                               | 489 |
| 五、锚板厚度及锚筋配置要求 .....                | 445 | 六、特种钢钉 .....                                               | 489 |
| 六、锚筋的焊接要求 .....                    | 446 | 附录 .....                                                   | 492 |
| 七、预埋件的附加构造措施 .....                 | 447 | 一、规范 TJ 10—74 的混凝土<br>标号与规范 GBJ 10—89<br>的混凝土强度等级换算表 ..... | 492 |
| 第三节 锚筋锚固长度不足时<br>采取的措施 .....       | 448 | 二、非法定计量单位与法定计<br>量单位的换算关系表 .....                           | 492 |
| 一、要求充分发挥直锚筋受拉强度<br>的方法 .....       | 448 | 三、每米板宽内的钢筋截面面积表 .....                                      | 492 |
| 二、采用锚筋强度折减的方法 .....                | 450 | 四、钢筋的截面面积、质量、<br>周边长度、弯钩长度及排<br>成一行时的最小梁宽度表 .....          | 493 |
| 第四节 锚筋至构件边缘尺寸<br>不足时采取的措施 .....    | 451 | 五、钢筋混凝土过梁选用表 .....                                         | 494 |
| 一、锚筋预埋件 .....                      | 451 | 六、常用构件代号 .....                                             | 495 |
| 二、角钢锚筋预埋件 .....                    | 451 | 七、保温材料性能表 .....                                            | 496 |
|                                    |     | 八、常用的裂缝补漏方法 .....                                          | 496 |
|                                    |     | 九、降低钢筋混凝土构件表面<br>温度的措施 .....                               | 500 |

# 第一章 总则、材料及一般构造要求

---

## 第一节 总 则

### 一、编制依据及内容

为确保建筑结构在规定的时间内能完成所赋予的各项功能,结构构件的强度和刚度属于第一位,但为保证构件强度能得到充分发挥,结构的选型、选材、布置、连接更为重要;也就是说,要采取措施以保证各构件之间及其内部,传力直接、明确、合理,并具有足够的耐久性。这些问题统属构造问题,也称构造措施。它是从科学试验和工程实践中总结出来的宝贵经验,对保证工程质量具有十分重要的意义。

本手册修订的主要依据是新颁布的国家及行业标准:

1. 《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89)及 1993、1996 年局部修订;
2. 《建筑地基基础设计规范》(GBJ 7—89);
3. 《建筑抗震设计规范》(GBJ 11—89)及 1993 年局部修订;
4. 《混凝土结构工程施工及验收规范》(GB 50204—92);
5. 《钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规程》(JGJ 3—91)及 1997 年局部修订条文。

为满足使用要求,本手册补充的一些新的科研成果,均通过有关专家的鉴定或审定,务使其具有一定的代表性、实用性、安全性。

本手册的内容重点放在工业与民用建筑结构方面,并尽量用图或表阐述,对做过试验的结构,补充其传力机理,以便于掌握。

我国是一个多地震的国家,地震基本烈度 6 度区以上的面积占全国总面积约 80%,故结构抗震措施是一个重要问题。因此,本手册各章的内容都把抗震和非抗震的要求有机地联系在一起,以便于工程技术人员执行。

### 二、抗震构造措施及抗震等级

人们总结历次大地震灾害经验,发现一个合理的抗震设计,不能仅仅依赖于“结构计算”,很大程度上取决于合理的抗震构造措施,它包括以下几点:

1. 建筑的体型力求简单、规则、对称,质量刚度变化均匀;
2. 抗震结构体系应具有以下要求:

具有明确的计算图形和合理的地震作用传递途径;

宜有多道抗震防线,避免因部分结构或构件破坏而导致整个体系丧失抗震能力或承重能力;

具有合理的刚度和强度分布,避免因局部削弱或突变形成薄弱部位,产生过大的应力集

中或塑性变形集中。

3. 抗震结构的各类构件应具有必要的承载能力和变形能力。

4. 抗震结构各类构件之间应具有可靠的连接。

5. 抗震结构的支撑系统应能保证地震时结构稳定。

6. 非结构构件(围护墙、隔墙、填充墙等)应考虑对抗震结构的不利或有利影响,避免不合理设置而导致主体结构构件的破坏。

钢筋混凝土结构构件的抗震设计,应根据结构类型、房屋高度、设防烈度采用不同的抗震等级,并应符合相应的计算和构造措施的要求。

结构抗震等级的划分应符合表 1.1.1 的规定。

钢筋混凝土结构的抗震等级

表 1.1.1

| 结 构 类 型       |                  | 设 防 烈 度 |     |     |     |     |       |      |      |     |
|---------------|------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-------|------|------|-----|
|               |                  | 6       |     | 7   |     | 8   |       |      | 9    |     |
| 框架结构          | 房屋高度(m)          | ≤25     | >25 | ≤35 | >35 | ≤35 | >35   |      | ≤25  |     |
|               | 框 架              | 四       | 三   | 三   | 二   | 二   | 一     |      | 一    |     |
| 框架剪力<br>墙 结 构 | 房屋高度(m)          | ≤50     | >50 | ≤60 | >60 | <50 | 50~80 | >80  | ≤25  | >25 |
|               | 框 架              | 四       | 三   | 三   | 二   | 三   | 二     | 一    | 二    | 一   |
|               | 剪力墙              | 三       | 三   | 二   | 二   | 二   | 一     | 一    | 一    | 一   |
| 剪力墙结构         | 房屋高度(m)          | ≤60     | >60 | ≤80 | >80 | <35 | 35~80 | >80  | ≤25  | >25 |
|               | 一般剪力墙            | 四       | 三   | 三   | 二   | 三   | 二     | 一    | 二    | 一   |
|               | 框支落地剪力<br>墙底部加强区 | 三       | 二   | 二   | 二   | 二   | 一     | 不宜采用 | 不应采用 |     |
|               | 框支层框架            | 三       | 二   | 二   | 一   | 二   | 一     | 不宜采用 | 不应采用 |     |
| 单层厂房结构        | 铰接排架             | 四       |     | 三   |     | 二   |       |      | 一    |     |

注: 1. 设防烈度为 6 度的建筑(建造于Ⅳ类场地上较高的高层建筑除外)可不进行截面抗震验算,但应符合本书有关的抗震构造要求。

2. 框架剪力墙结构中,当剪力墙部分承受的结构地震倾覆力矩不大于结构总地震倾覆力矩的 50% 时,其框架部分应按框架结构的抗震等级采用。

3. 有框支层的剪力墙结构,除落地剪力墙底部加强区外,均可按一般剪力墙结构的抗震等级取用。

4. 房屋高度指室外地面至檐口的高度。

5. 设防烈度为 8 度,丙类建筑且房屋高度不超过 12m、规则的一般民用框架结构(体育馆、影剧院等除外)和类似的工业框架结构,抗震等级可采用三级。

6. 对设防烈度为 6 度、7 度和 8 度的地区,当采用框支层的剪力墙结构时,其房屋高度分别不宜超过 120m、100m 和 80m。

7. 本表所列结构,除铰接排架外,均为现浇钢筋混凝土结构。

### 三、承载力抗震调整系数

考虑地震作用组合的钢筋混凝土结构构件,其截面承载力应除以承载力抗震调整系数  $\gamma_{RE}$ ,承载力抗震调整系数应按表 1.1.2 采用。

当仅考虑竖向地震作用组合时,各类结构构件的承载力抗震调整系数均取用 1.0。

承载力抗震调整系数

表 1.1.2

| 结构构件类别        | 正截面承载力计算 |       |        |      |     | 斜截面承载力计算  | 局部受压承载力计算 |
|---------------|----------|-------|--------|------|-----|-----------|-----------|
|               | 梁        | 偏心受压柱 | 偏心受拉构件 | 剪力墙  | 牛腿  | 各类构件及框架节点 | 结构的局部受压部位 |
| $\gamma_{RE}$ | 0.75     | 0.8   | 0.85   | 0.85 | 1.0 | 0.85      | 1.0       |

注：轴压比小于 0.15 的偏心受压柱，其承载力抗震调整系数按梁取用。

## 第二节 水 泥<sup>①</sup>

一般土木建筑工程通常用的水泥有：硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、混合硅酸盐水泥等。

### 一、硅酸盐水泥(又名纯熟料水泥)

1. 主要成分 由硅酸盐水泥熟料加入少量石膏磨细而成，为水硬性胶凝材料。
2. 强度等级 分 42.5、52.5、62.5 三种普通型及 42.5R、52.5R、62.5R 三种早强型。
3. 特性 优点是：标号高，快硬，早强，抗冻性好，耐磨性和不透水性好。缺点是：水化热高，抗水性差，耐腐蚀性差。
4. 适用范围 适用于配制高强度等级混凝土、先张法预应力制品、道路及低温下施工的工程。不适用于大体积混凝土和地下工程。

### 二、普通硅酸盐水泥(又名普通水泥)

1. 主要成分 由硅酸盐水泥熟料加少量混合材料与适量石膏磨细而成，是最常用水硬性胶凝材料。
2. 强度等级 分 32.5、42.5、52.5 三种普通型及 42.5R、52.5R、62.5R 三种早强型。
3. 特性 与硅酸盐水泥相比无根本区别，但以下性能有所改变：早期强度增进率有减少，抗冻性、耐磨性稍有下降，低温凝结时间有所延长，抗硫酸盐侵蚀能力有所增强。
4. 适用范围 适应性较强，无特殊要求的工程都可使用。

### 三、矿渣硅酸盐水泥(又名矿渣水泥)

1. 主要成分 由硅酸盐水泥熟料加粒化高炉炉渣及适量石膏磨细而成，为水硬性胶凝材料，是我国产量最大的水泥品种。
2. 强度等级 分 32.5、42.5、52.5 三种普通型及 32.5R、42.5R、52.5R 三种早强型。
3. 特性 优点有：水化热低，抗硫酸盐侵蚀性好，蒸汽养护有较好的效果，耐热性能较普通硅酸水泥高。缺点是：早期强度低，后期强度增进率大，保水性差，抗冻性差。
4. 适用范围 适用于地面、地下水中各种混凝土工程，高温车间建筑。不适用于需要早强和受冻融循环或干湿交替的工程。

<sup>①</sup> 本节内容引自国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB 175—1999)、《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥》(GB 1344—1999)、《复合硅酸盐水泥》(GB 12958—1999)。

#### 四、火山灰质硅酸盐水泥(又名火山灰水泥)

1. 主要成分 由硅酸盐水泥熟料加入火山灰质混合材料及适量的石膏磨细而成,也属水硬性胶凝材料。

2. 强度等级 分 32.5、42.5、52.5 三种普通型及 32.5R、42.5R、52.5R 三种早强型。

3. 特性 优点有保水性好、水化热低、抗硫酸盐侵蚀能力强。缺点是早期强度低,但后期强度增进率大;需水性大,干缩性大,抗冻性差。

4. 适用范围 适用于地下、水下工程,大体积混凝土工程,一般工业和民用建筑。不适用于需要早强、冻融循环或干湿交替的工程。

#### 五、粉煤灰硅酸盐水泥(又名粉煤灰水泥)

1. 主要成分 由硅酸盐熟料与粉煤灰和适量石膏细磨而成,为水硬性胶凝材料。

2. 强度等级 分 32.5、42.5、52.5 三种普通型及 32.5R、42.5R、52.5R 三种早强型。

3. 特性 优点有:保水性好,水化热低,抗硫酸盐侵蚀能力强,后期强度发展高,需水性及干缩率较小,抗裂性较好。早期强度增进率比矿渣水泥还低,其余缺点同火山灰水泥。

4. 适用范围 适用于大体积混凝土工程、地下工程、一般工业和民用建筑。适用范围与矿渣水泥相同。

#### 六、复合硅酸盐水泥

1. 主要成分 由硅酸盐水泥熟料和两种或两种以上规定的混合材料加入适量石膏磨细制成,为水硬性胶凝材料。

2. 强度等级 分 32.5、42.5、52.5 三种普通型及 32.5R、42.5R、52.5R 三种早强型。

3. 特性 复合水泥比矿渣水泥、火山灰水泥和粉煤灰水泥有较高的早期强度,比普通水泥有较好的和易性,易于成型、捣实,需水性较大,配制的混凝土耐久性不及普通水泥配制的混凝土。

4. 适用范围 适用于一般混凝土工程以及工业与民用建筑工程。不适用于耐腐蚀工程。

### 第三节 外加剂

在混凝土拌合时或拌合前掺入适量外加剂,能改善混凝土的工艺性能,加速工程进度,节约水泥或提高混凝土的强度。

外加剂的掺量,应按其品种并根据使用要求、施工条件、混凝土原材料等因素通过试验确定,并以水泥重量的百分率表示,称量误差不应超过规定计量的 2%。

外加剂按其使用效果分类如表 1.3.1 所示。

外加剂的分类

表 1.3.1

| 类 别 |                      | 使 用 效 果           |
|-----|----------------------|-------------------|
| 减水剂 | 普通减水剂                | 减水,提高强度或改善和易性     |
|     | 高效减水剂<br>(流化剂或称超塑化剂) | 配制流动混凝土,或早强、高强混凝土 |

续表

| 类 别 |          | 使 用 效 果           |
|-----|----------|-------------------|
| 引气剂 |          | 增加含气量,改善和易性,提高抗冻性 |
| 调凝剂 | 缓凝剂      | 延缓凝结时间,降低水化热      |
|     | 早强剂(促凝剂) | 提高混凝土早期强度         |
|     | 速凝剂      | 速凝,提高早期强度         |
| 防冻剂 |          | 使混凝土在负温下水化,达到预期强度 |
| 阻锈剂 |          | 减缓、抑制钢筋锈蚀         |
| 防水剂 |          | 提高混凝土抗渗性,防止潮气渗透   |
| 膨胀剂 |          | 减少干缩              |

### 一、减 水 剂

在不影响混凝土和易性条件下,具有减水及增强作用的外加剂称为减水剂。减水剂按功能又可分为普通减水剂(具有 5% 以上减水、增强作用的减水剂)和高效减水剂(又称超塑化剂、流化剂,为具有 12% 以上减水、增强作用的减水剂)。

#### (一) 适用范围

1. 减水剂可用于现浇或预制的混凝土、钢筋混凝土及预应力混凝土。
2. 普通减水剂宜用于日最低气温 5℃ 以上施工的混凝土,不宜单独用于蒸养混凝土。
3. 高效减水剂可用于日最低气温 0℃ 以上施工的混凝土,并适用于制备大流动性混凝土、高强混凝土以及蒸养混凝土。
4. 在用硬石膏或工业废料石膏作调凝剂的水泥中,掺用木质素磺酸盐减水剂时应先作水泥适应性试验,合格后方可使用。

#### (二) 主要品种

1. 木质素磺酸盐类:如木质素磺酸钙、木质素磺酸钠;
2. 多环芳香族磺酸盐类:如萘和蒽的同系磺化物与甲醛缩合的盐类;
3. 水溶性树脂磺酸盐类:如磺化三聚氰胺树脂、磺化古玛隆树脂;
4. 其他如腐植酸等。

我国生产的减水剂主要品种及研制、生产单位见表 1.3.2 至表 1.3.3。

普通型减水剂

表 1.3.2

| 序 号 | 类 别  | 产品名称 | 主要成分   | 掺量<br>(占水泥<br>重量%) | 研 制、生 产 单 位           |
|-----|------|------|--------|--------------------|-----------------------|
| 1   | 木质素类 | M 型  | 木质素磺酸钙 | 0.2~0.3            | 全国 M 型减水剂协作组,吉林开山屯化纤厂 |
| 2   |      | JM-I | 碱 木 素  | 0.3(以固体<br>计)      | 四川省建科所、四川省建十二公司、成都木棕厂 |
| 3   |      | WN-I | 碱 木 素  | 0.2~0.3            | 福建省建研所、漳平造纸厂          |
| 4   |      | MY   | 木质素磺酸钠 | 0.3~0.5            | 交通部四航局、广州造纸厂          |