

简明混凝土结构构造手册

(按最新国家标准编写)

建筑结构设计手册丛书编委会

严正庭 严捷 编

中国建筑工业出版社

前 言

本手册依据新颁布的《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89)及有关设计标准,并总结了多年来在土建工程设计中的经验和经过实践应用的最新科研成果,同时也吸取了一些国外可供借鉴的建筑物措施和实例编写而成。

本书共分十一章:总则、材料、一般构造要求、板、梁、柱、框架、剪力墙、基础、支撑、预埋件及其它,在内容上包括有:工业与民用、抗震及非抗震等混凝土结构在具体工程设计中的常用及可供参考的构造。

由于本手册内容较多,编写工作量较大,又限于编者水平,难免有错误和不妥之处,敬请广大读者指正。

(京)新登字 035 号

本手册是根据新颁布的国家标准《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89)以及有关设计标准编写而成的。共有十一章和一个附录,主要介绍工业与民用建筑的板、梁、柱、框架、剪力墙、基础、支撑、预埋件等钢筋混凝土结构的构造、连接和抗震构造要求。

本书可供土建专业设计及施工人员使用,也可供土建专业科研人员和大专院校师生参考。

* * *
责任编辑 赵 勇

技术设计 郭耀秀

责任校对 骆玉华

简明混凝土结构构造手册

(按最新国家标准编写)

建筑结构设计手册丛书编委会

严正庭 严捷 编

*
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

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*
开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 11¹/₄ 字数: 279千字

1992年11月第一版 1992年11月第一次印刷

印数: 1—20,100册 定价: 10.00元

ISBN7—112—01629—0/TU·1224

(6664)

目 录

第一章 总则	1
第二章 材料	2
第一节 水泥	2
第二节 混凝土外加剂	3
第三节 混凝土	7
第四节 钢筋	9
第五节 焊条	15
第三章 一般构造要求	19
第一节 一般规定	19
第二节 防震缝、伸缩缝和沉降缝	21
第三节 混凝土保护层	23
第四节 钢筋的锚固	24
第五节 钢筋的接头	26
第六节 纵向钢筋最小配筋百分率	27
第七节 预应力混凝土结构构件的构造要求	28
第四章 板	32
第一节 板的最小厚度	32
第二节 板的支承长度与连接	33
第三节 受力钢筋	33
第四节 分布钢筋	34
第五节 构造负筋	34
第六节 受力钢筋的锚固	35
第七节 板中受力钢筋的弯起	36
第八节 板的分离式配筋	37
第九节 板的弯起式配筋	38
第十节 悬臂板配筋	41
第十一节 无梁楼盖	41
第十二节 板上孔洞的加固	43
第十三节 板中抗冲切钢筋布置	44
第十四节 板上小型设备基础	45
第十五节 楼梯踏步板	46
第五章 梁	48
第一节 梁的截面尺寸	48
第二节 梁的支承长度	48
第三节 梁腰开洞	49
第四节 梁的纵向受力钢筋	50

第五节	梁的弯起钢筋	54
第六节	梁的箍筋	57
第七节	梁的纵向构造钢筋	62
第八节	悬臂梁	63
第九节	几种截面梁配筋	63
第十节	圈梁	64
第十一节	垫块	65
第十二节	连续梁的支托	65
第十三节	深梁	65
第六章	柱	68
第一节	柱截面形式	68
第二节	截面尺寸的确定	68
第三节	纵向钢筋	72
第四节	箍筋	73
第五节	纵向受力钢筋的接头	80
第六节	铰接排架柱的外形	81
第七节	肩梁、腹杆及人孔配筋	84
第八节	牛腿	87
第九节	单层厂房拼接柱	89
第七章	现浇框架	92
第一节	多、高层框架	92
第二节	箱形框架	95
第八章	剪力墙	96
第一节	一般要求	96
第二节	一般剪力墙的构造	97
第三节	底层大空间剪力墙结构	100
第四节	框架-剪力墙结构	101
第五节	楼板与剪力墙的连接构造	102
第九章	基础	103
第一节	刚性基础	103
第二节	钢筋混凝土独立基础构造	104
第三节	基础短柱构造	105
第四节	预制柱与杯口基础的连接	107
第五节	现浇柱与基础连接	109
第六节	钢柱基础	111
第七节	钢筋混凝土条形基础	120
第八节	筏板基础	122
第九节	壳体基础	123
第十节	桩基础	124
第十章	支撑	134
第一节	支撑的分类	134
第二节	支撑的构造	135

第三节	支撑的布置	137
第四节	支撑的设计	145
第十一章	预埋件及其它	149
第一节	预埋件的设置	149
第二节	预埋件的计算	149
第三节	预埋件的形式	156
第四节	锚筋直径和钢板尺寸	157
第五节	焊接要求	157
第六节	锚固长度、锚筋间距及边距	158
第七节	吊环	158
第八节	YG型胀锚螺栓	159
附录	164
附表 1	钢筋的截面面积、质量、周边长度、弯钩长度及排成一行时的最小梁宽度	164
附表 2	板宽 1 m 内各种钢筋间距的钢筋截面面积	165
附表 3	一种直径及两种直径钢筋组合时的钢筋面积	166
附表 4	每米长钢板质量表	167
附表 5	每 1 cm 长直角角焊缝的承载力设计值	171
附表 6	非法定计量单位与法定计量单位的换算关系	171
附表 7	每 1 cm 长对接焊缝的承载力设计值	172
参考文献	173

第一章 总 则

一、混凝土结构构造应做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量。

二、混凝土结构的构造尚应保证构件的制作条件、耐久性要求和钢筋与混凝土共同工作。

三、本手册适用于非地震区及抗震设防烈度为6~9度地区的工业与民用建筑的混凝土结构的构造要求，不适用于轻混凝土及其它特种混凝土结构的构造要求。

四、按本手册的构造要求进行混凝土设计时，除应符合《混凝土结构设计规范》（GBJ 10—89）外，尚应符合下列现行国家标准：

- （一）《建筑结构设计统一标准》（GBJ68—84）；
- （二）《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》（GBJ83—85）；
- （三）《建筑结构荷载规范》（GBJ9—87）；
- （四）《建筑抗震设计规范》（GBJ11—89）；
- （五）《钢结构设计规范》（GBJ17—88）；
- （六）《建筑地基基础设计规范》（GBJ7—89）。

对在特殊地区或特殊环境下的结构设计，尚应符合专门规范的有关规定。

第二章 材 料

第一节 水 泥

一、水泥按其用途及性能分为三类：、

1. 通用水泥：用于一般土木建筑工程的水泥；
2. 专用水泥：专门用途的水泥；
3. 特种水泥：某种性能比较突出的水泥。

二、水泥按其主要水硬性物质名称分为：

1. 硅酸盐水泥即国外通称的波特兰水泥；
2. 铝酸盐水泥；
3. 硫铝酸盐水泥；
4. 氟铝酸盐水泥；
5. 以火山灰性或潜在水硬性材料以及其他活性材料为主要成分的水泥。

三、需要在水泥命名中标明的主要技术特性划分如下：

1. 快硬性：分为快硬和特快硬两类；
2. 水化热：分为中热和低热两类；
3. 抗硫酸盐性：分为抗硫酸盐和高抗硫酸盐两类；

常用水泥国家标准表

表 2-1

项 次	水 泥 名 称	水 泥 标 准
1	硅酸盐水泥	GB175—85
2	普通硅酸盐水泥	
3	快硬硅酸盐水泥	GB199—79
4	中热硅酸盐水泥	GB200—89
5	低热矿渣硅酸盐水泥	
6	高铝水泥	GB201—81
7	抗硫酸盐硅酸盐水泥	GB748—83
8	矿渣硅酸盐水泥	GB1344—85
9	火山灰质硅酸盐水泥	
10	粉煤灰硅酸盐水泥	
11	白色硅酸盐水泥	GB2015—80
12	低热微膨胀水泥	GB2938—82
13	砌筑水泥	GB3183—82

- 4. 膨胀性：分为膨胀和自应力两类；
 - 5. 耐高温性：铝酸盐水泥的耐高温性以水泥中氧化铝含量分级。
- 四、常用水泥国家标准见表2-1。
- 五、配制混凝土常用的水泥品种按表2-2采用。

常用水泥选用表 表 2-2

混凝土工程特点或所处环境条件	优 先 可 用	可 以 使 用	不 得 使 用	
环 境 条 件	在普通气候环境中的混凝土	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	
	在干燥环境中的混凝土	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
	在高湿度环境中或永远处在水下的混凝土	矿渣硅酸盐水泥	普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥	
	严寒地区的露天混凝土，寒冷地区的处在水位升降范围内的混凝土	普通硅酸盐水泥(标号 ≥ 325)	矿渣硅酸盐水泥(标号 ≥ 325)	火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥
	严寒地区处在水位升降范围内的混凝土	普通硅酸盐水泥(标号 ≥ 425)		火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥
	受侵蚀性环境水或侵蚀性气体作用的混凝土	根据侵蚀性介质的种类、浓度等具体条件按专门(或设计)规定选用		
工 程 特 点	厚大体积的混凝土	粉煤灰硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥	硅酸盐水泥、快硬硅酸盐水泥
	要求快硬混凝土	快硬硅酸盐水泥、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
	高强(大于C40)的混凝土	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
	有抗渗性要求的混凝土	普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥		不宜使用矿渣硅酸盐水泥
	有耐磨性要求的混凝土	硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥(标号 ≥ 325)	矿渣硅酸盐水泥(标号 ≥ 325)	火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥

注：蒸气养护时用的水泥品种，宜根据具体条件通过试验确定。

第二节 混凝土外加剂

一、混凝土外加剂是一种在混凝土搅拌前或搅拌中加入的，用以改善混凝土性能的材料，掺量不大于水泥用量的5%（特殊情况除外）。

二、混凝土外加剂按其主要功能分为四类：

- 1.改善混凝土拌合物流变性能的外加剂。包括各种减水剂、引气剂和泵送剂等；
- 2.调节混凝土凝结时间，硬化性能的外加剂。包括缓凝剂、早强剂和速凝剂；
- 3.改善混凝土耐久性的外加剂。包括引气剂、防水剂和阻锈剂等；
- 4.改善混凝土其它性能外加剂。包括加气剂、膨胀剂、防冻剂、着色剂、防水剂和泵送剂等。

三、混凝土外加剂的名称和定义

1.普通减水剂

在混凝土坍落度基本相同的条件下，能减少拌合用水量的外加剂。

2.早强剂

加速混凝土早期强度发展的外加剂。

3.缓凝剂

延长混凝土凝结时间的外加剂。

4.引气剂

在搅拌混凝土过程中能引入大量均匀分布、稳定而封闭的微小气泡的外加剂。

5.高效减水剂

在混凝土坍落度基本相同的条件下，能大幅度减少拌合用水量的外加剂。

6.早强减水剂

兼有早强和减水功能的外加剂。

7.缓凝减水剂

兼有缓凝和减水功能的外加剂。

8.引气减水剂

兼有引气和减水功能的外加剂。

9.能降低混凝土在静水压力下的透水性的外加剂。

10.阻锈剂

能抑制或减轻混凝土中钢筋或其它预埋金属锈蚀的外加剂。

11.加气剂

混凝土制备过程中因发生化学反应，放出气体，而使混凝土中形成大量气孔的外加剂。

12.膨胀剂

能使混凝土中产生一定体积膨胀的外加剂。

13.防冻剂

能使混凝土在负温下硬化，并在规定时间内达到足够防冻、强度的外加剂。

14.着色剂

能制备具有稳定色彩混凝土的外加剂。

15.速凝剂

能使混凝土迅速凝结硬化的外加剂。

16.泵送剂

能改善混凝土拌合物泵送性能的外加剂。

四、在预应力混凝土中，不得掺用加气剂，亦不宜掺用引气剂。

各种混凝土用外加剂参考表 表 2-3

使用场合	使用的主要目的	适用的外加剂
水泥用量集中的单位	节省水泥	普通减水剂, 如木质素磺酸钙
高强混凝土	提高混凝土强度	非引气型高效减水剂, 如NF、FDN、UNF-5、CRS、SM等
早强混凝土	提高早期强度	夏季: 高效减水剂, 如AF、NF、UNF-2、SM-2等 冬季: 早强减水剂, 如S型、金星系列早强剂H型、NC、3F等
流态混凝土	提高和易性	非引气型高效减水剂, 如NF、FDN、UNF-5、SN-2、CRS、SM、AF等
泵送混凝土	提高可泵性	引气型减水剂, 如木质素磺酸钙, 也可用AF、JN、FFT等高效减水剂
大体积混凝土	缓凝降低水泥初期水化热	1) 缓凝减水剂, 如木钙、糖蜜、DH ₄ 等; 2) 缓凝剂, 如柠檬酸
防水混凝土	提高抗渗性	1) 引气减水剂, 如木钙; 2) 引气剂, 如PC-2; 3) 膨胀剂; 4) 三乙醇胺; 5) 氯化铁防水剂
冬季施工	早 强	1) 早强减水剂, 如UNF-4、S型、金星系列早强剂、H型等; 2) 减水剂与早强剂复合使用; 3) 早强剂, 如Na ₂ SO ₄ 、NaCl、CaCl ₂ 等
	防 冻	1) 抗冻剂, 如NON-F、MN-F、AN等; 2) 早强剂+防冻剂; 3) 减水剂+早强剂+防冻剂; 4) 引气减水剂+早强剂+防冻剂; 5) 早强剂+防冻剂+阻锈剂
夏季施工	缓 凝	1) 缓凝减水剂, 如糖蜜; 2) 缓凝剂
蒸汽养护混凝土	节 能	1) 早强减水剂, 如UNF-4、S型、NSZ等; 2) 高效减水剂, 如FDN、UNF-5、NF、SN-2、AF等; 3) 早强剂, 如硫酸钠
自然养护的预制混凝土构件	提高产量	夏季: 高效减水剂, 如AF、NF、UNF-2、SN-2等 冬季: 早强减水剂, 如S型、NSZ、UNF-4等
	节省水泥	夏季: 普通减水剂, 如木钙 冬季: 早强减水剂, 木钙复合Na ₂ SO ₄ 等

续表

使用场合	使用的主要目的	适用的外加剂
大模板施工	提高混凝土和易性及早期强度	夏季: 1)普通减水剂, 如木钙; 2)高效减水剂, 如AF、JN、UNF-2等; 冬季: 1)早强减水剂; 2)减水剂与早强剂复合使用
滑动模板施工	夏季: 缓凝(便于滑升和抹平)	普通减水剂, 如糖蜜、木钙等
	冬季: 早强	1)高效减水剂, 如AF、JN等; 2)早强减水剂
灌浆料	提高流动性、无收缩、早强、高强	1)减水剂+膨胀剂, 如FDN0.5%+明矾石膨胀剂20%; 2)膨胀剂
喷射混凝土	速凝、提高混凝土的粘结力及强度	1)减水剂+速凝剂 如: NF+速凝剂; 2)速凝剂, 如红星一型, 782型、711型等
商品混凝土	节省水泥	普通减水剂, 如木质素磺酸钙等
	保证施工和易性	缓凝减水剂, 如糖蜜 高效减水剂, 如UNF-2、JN、AF
受碱类作用的混凝土	提高耐久性	引气高效减水剂及高效减水剂, 如建-1型、FDN、AF等
耐冻融混凝土	提高耐久性	1)引气剂, 如PC-2; 2)引气减水剂, 如萘系减水剂与引气剂复合
大跨度预应力混凝土结构	提高混凝土强度等级	非引气型高效减水剂, 如FDN、NF、UNF等
钢筋密集的构筑物	提高和易性, 改善浇筑质量	1)普通减水剂, 如木钙等 2)高效减水剂, 如AF等
港工混凝土	提高耐久性	1)引气减水剂, 如萘系减水剂与引气剂复合; 建1型JN、AF等; 2)引气剂, 如PC-2
补偿收缩混凝土	提高抗裂性、抗渗性等	膨胀剂, 如明矾石膨胀剂
钢丝网水泥船	取消蒸养提高产量	夏季: 高效减水剂, 如AF、UNF-2、FDN、NF等; 冬季: S型、NSZ早强高效减水剂, 高效减水剂复合0.5~1.0%(水泥重)硫酸钠
振动挤压混凝土管	提高产品质量	高效减水剂, 如SM、UNF-2等
硅酸盐自应力混凝土管	节省自应力水泥, 缩短蒸养时间	高效减水剂, 如AF
成组立模	改善和易性, 提高劳动生产率	高效减水剂

续表

使用场合	使用的主要目的	适用的外加剂
灌注桩基础	提高和易性	1) 高效减水剂, 如AF、FDN等; 2) 减水剂, 如木钙等;
坑道现浇混凝土支护	提高早期及后期强度	高效减水剂, 如CRS、AF等
建筑砂浆	节省石灰膏	微沫剂
冻结井筒混凝土井壁	早强、抗冻、高强	1) 高效减水剂, 如NF、建1型、AF等; 2) 0.05%三乙醇胺+1%NaCl+1%NaNO ₂

五、冬期浇灌的混凝土, 宜采用引气剂, 含气量应为3~5%, 以提高混凝土的抗冻性能。

六、各种混凝土用外加剂参考表参见表2-3。

第三节 混凝土

一、混凝土结构的混凝土最低强度等级, 一般应按表2-4采用。

混凝土结构的混凝土最低强度等级

表 2-4

结构种类		混凝土强度等级	
素混凝土结构	垫层及填充用混凝土	C7.5	
	现浇式结构	C10	
	装配式结构	C15	
钢筋混凝土结构	配I级钢筋的结构	C15	
	配II级钢筋的结构	C20	
	承受重复荷载的结构	C20	
	叠合梁、板的叠合层	C20	
	剪力墙	C20	
	二、三级抗震等级的梁、柱、框架节点	C20	
	一级抗震等级的梁、柱、框架节点	C30	
	有侵蚀介质作用的结构	现浇式结构	C20
		装配式结构	C30
	处于露天或室内高湿度环境中的结构	非主要承重构件	C20
主要承重构件		C25	
预应力混凝土结构	配碳素钢丝、刻痕钢丝的构件	C40	
	配钢绞线、热处理钢筋的构件	C40	
	配其它预应力钢筋的构件	C30	

续表

结 构 种 类		混凝土强度等级
基 础	刚性基础	C10
	受侵蚀介质作用的刚性基础	C15
	扩展基础	C15
	墙下筏板基础	C20
	壳体基础	C20
	桩基承台	C15
	灌注桩	C15
	水下灌注桩	C20
	预制桩	C30
	大块式基础	C15
	按受力确定的构架式基础	C20

二、在混凝土结构中，最好不掺用氯盐，如必须采用时，氯盐掺量不得超过水泥重量的1%（按无水状态计算），掺氯盐的混凝土必须振捣密实，且不宜采用蒸气养护。

在下列情况下，不得在混凝土结构中掺用氯盐：

1. 在高湿度空气环境中使用的结构（排出大量蒸气的车间、澡堂、洗衣房和经常处于空气相对湿度大于80%的房间以及有顶盖的钢筋混凝土蓄水池）；
2. 处于水位升降的结构；
3. 露天结构或经常用水淋的结构；
4. 有镀锌钢材或铝铁相接触部位的结构，以及有外露钢筋预埋件而无防护措施的结构；
5. 与含有酸、碱或硫酸盐等侵蚀介质相接触的结构；
6. 使用过程中经常处于环境温度为60℃以上的结构；
7. 使用冷拉钢筋或冷拔低碳钢丝的结构；
8. 薄壁结构、中或重级工作制吊车梁、屋架，落锤或锻锤基础等结构；
9. 电解车间和直接靠近直流电源的结构；
10. 直接靠近高压电源（发电站、变电所）的结构；
11. 预应力混凝土结构。

混凝土强度标准值（N/mm²）

表 2-5

强度种类	符 号	混 凝 土 强 度 等 级											
		C7.5	C10	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
轴心抗压	f_{ck}	5	6.7	10	13.5	17	20	23.5	27	29.5	32	34	36
弯曲抗压	f_{cmk}	5.5	7.5	11	15	18.5	22	26	29.5	32.5	35	37.5	39.5
抗 拉	f_{tk}	0.75	0.9	1.2	1.5	1.75	2	2.25	2.45	2.6	2.75	2.85	2.95

三、在素混凝土中用热材料拌制时，氯盐掺量不得大于水泥用量的3%，用冷材料拌制时，氯盐掺量不得大于拌合水重量的15%。

四、混凝土强度标准值及设计值分别见表2-5及表2-6。

混凝土强度设计值 (N/mm²) 表 2-6

强度种类	符号	混 凝 土 强 度 等 级											
		C7.5	C10	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
轴心抗压	f_c	3.7	5	7.5	10	12.5	15	17.5	19.5	21.5	23.5	25	26.5
弯曲抗压	f_{cm}	4.1	5.5	8.5	11	13.5	16.5	19	21.5	23.5	26	27.5	29
抗 拉	f_t	0.55	0.65	0.9	1.1	1.3	1.5	1.65	1.8	1.9	2	2.1	2.2

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；
2. 离心混凝土的强度设计值应按有关专门规定取用。

第四节 钢 筋

一、钢筋的种类、牌号、符号及标准代号按表2-7采用。

钢筋种类、牌号、符号及标准代号 表 2-7

钢 筋 种 类	符 号	标 准 代 号	
热轧钢筋	I级(A3、AY3)	GB1499—84	
	II级(20MnSi、20MnNb(b))		
	III级(25MnSi)		
	IV级(40Si2MnV、45SiMnV、45Si2MnTi)		
冷拉钢筋	I级($d \leq 12$)	—	
	II级		
	III级		
	IV级		
热处理钢筋	40Si2Mn($d=6$) 48Si2Mn($d=8.2$) 45Si2Cr($d=10$)	GB4463—84	
钢 丝	碳素钢丝($\phi 4$ 、 $\phi 5$)	GB5223-85(矫直回火钢丝)	
	刻痕钢丝($\phi 5$)	GB5223—85	
	冷拔低碳钢丝	甲级($\phi 4$ 、 $\phi 5$) 乙级($\phi 3 \sim \phi 5$)	—
	钢 绞 线	$d=9.0(7\phi 3)$ $d=12.0(7\phi 4)$ $d=15(7\phi 5)$	GB5224—85

混凝土结构中的钢筋

表 2-8

结构中的钢筋分类			宜采用的钢筋
受力钢筋	普通钢筋	C15 ≥C20 抗震结构	I级钢筋 II级、III级钢筋 II级、III级钢筋
	预应力钢筋		碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线、热处理钢筋以及冷拉II、III、IV级钢筋。对中小型构件，可采用甲级冷拔低碳钢丝
非受力筋	架立筋 分布筋 构造筋		I级、II级钢筋及乙级冷拔低碳钢丝

- 注：1. 普通钢筋是指用于钢筋混凝土结构中的钢筋和预应力混凝土结构中的非预应力钢筋；
 2. 处于有侵蚀性介质的钢筋混凝土结构如无特殊措施者，不得采用冷拔低碳钢丝做预应力钢筋；
 3. 有不透水性要求的钢筋混凝土结构，不宜采用冷拔低碳钢丝；

热轧钢筋的化学成分

表 2-9

品 种		牌 号	化 学 成 分				
外 形	强 度 等 级		C	Si	Mn		
光圆钢筋	I	A3、AY3	0.14~0.22	0.12~0.30	0.35~0.65		
变形钢筋	II	20MnSi	0.17~0.25	0.40~0.80	1.20~1.60		
		20MnNb(b)	0.17~0.25	≤0.17	1.00~1.50		
	III	25MnSi	0.20~0.30	0.60~1.00	1.20~1.60		
	IV	40Si2MnV	0.36~0.46	1.40~1.80	0.70~1.00		
45SiMnV		0.40~0.52	1.10~1.50	1.00~1.40			
		45Si2MnTi	0.40~0.48	1.40~1.80	0.80~1.20		

品 种		牌 号	化 学 成 分				
外 形	强 度 等 级		V	Ti	Nb	P	S
光圆钢筋	I	A3、AY3				0.045	0.050
变形钢筋	II	20MnSi				0.050	0.050
		20MnNb(b)			0.05		
	III	25MnSi				0.05	0.05
	IV	40Si2MnV	0.08~0.15				
45SiMnV		0.05~0.12				0.045	0.045
		45Si2MnTi		0.02~0.08			

- 注：1. 20锰硅含锰量可以提高到1.70%。
 2. 钢中铬、镍、铜的残余含量应各不大于0.30%，其总量不大于0.60%，用含铜矿石所炼生铁冶炼的钢，铜的残余含量可不大于0.40%。
 3. 氧气转炉生产的25MnSi钢的含碳量可以提高到0.33%，含锰量可以提高到1.70%。

热处理钢筋的化学成分

表 2-10

牌 号	化 学 成 分					
	C	Si	Mn	Cr	P	S
					不 大 于	
40Si2Mn	0.36~0.45	1.40~1.90	0.80~1.20	—	0.045	0.045
48Si2Mn	0.44~0.53	1.40~1.90	0.80~1.20	—	0.045	0.045
45Si2Cr	0.41~0.51	1.55~1.95	0.40~0.70	0.30~0.60	0.045	0.045

注: 1. 40Si2Mn、48Si2Mn钢中Cr、Ni残余含量各不得大于0.20%, Cn残余含量不得大于0.30%。45Si2Cr钢中Ni、Cn残余含量各不得大于0.30%。
2. 成品钢筋化学成分与熔炼分析成分的允许偏差应符合《低合金结构钢》(GB1591—88)的有关规定。成品Cr的允许偏差应不大于±0.05%。

热轧钢筋的力学性能

表 2-11

品 种	牌 号	公称直径 (mm)	屈服点 σ_s (N/mm ²)	抗拉强度 σ_b (N/mm ²)	伸长率 δ_5 (%)	冷 弯 $d = \text{弯心直径}$ $a = \text{钢筋直径}$	
			不 小 于				
光圆钢筋	I	A3、AY3	8~25	235	370	25	180° $d = a$
			28~50				180° $d = 2a$
变形钢筋	II	20MnSi 20MnNb(b)	8~25	335	510	16	180° $d = 3a$
			28~50	315	490		180° $d = 4a$
	III	25MnSi		370	570	14	90° $d = 3a$
							90° $d = 5a$
IV	40Si2MnV 45SiMnV 45Si2MnTi	10~25	540	835	10	90° $d = 6a$	
		28~32					

热处理钢筋的力学性能

表 2-12

公称直径 (mm)	牌 号	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)	抗拉强度 σ_b (N/mm ²)	伸 长 率 δ_{10} (%)
		不 小 于		
6	45Si2Mn	1325	1470	6
8.2	48Si2Mn			
10	45Si2Cr			

矫直回火钢丝的力学性能

表 2-13

公称直径 (mm)	抗拉强度 σ_b (N/mm ²) 不小于	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ (N/mm ²) 不小于	伸 长 率 (%) $L_0 = 100\text{mm}$ 不 小 于	弯 曲 次 数		松 弛			
				次 数	弯曲半径 R (mm)	初始应力相当 于公称强度的 百 分 数		1000h应力损失(%) 不 大 于	
						不 小 于		I 级松弛	II 级松弛
4.0	1670	1410	4	3	10	70	8	2.5	
	1470	1255		4	15				
5.0	1570	1330	4	4	15	70	8	2.5	
	1670	1410		4	15				