

一招鲜

建筑类

GANGJIN HUNNINGTU JIEGOU
SHIGONG JISHU RUMEN

就业技术速成丛书

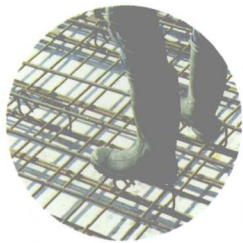


钢筋混凝土结构

施工技术入门

主编 陆震

适合培训·便于自学



安徽科学技术出版社

一招鲜·就业技术速成丛书

钢筋混凝土结构 施工技术入门



安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

钢筋混凝土结构施工技术入门/陆震主编. —合肥:
安徽科学技术出版社, 2009. 5
(一招鲜·就业技术速成丛书)
ISBN 978-7-5337-4426-7

I. 钢… II. 陆… III. 钢筋混凝土结构-工程施
工-基本知识 IV. TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 062386 号

钢筋混凝土结构施工技术入门

陆 震 主编

出 版 人: 黄和平

责任编辑: 叶兆恺

封面设计: 冯 劲

出版发行: 安徽科学技术出版社(合肥市政务文化新区圣泉路 1118 号
出版传媒广场, 邮编: 230071)

电 话: (0551)3533330

网 址: www.ahstp.net

E - mail: yougoubu@sina.com

经 销: 新华书店

排 版: 安徽事达科技贸易有限公司

印 刷: 合肥晓星印刷有限责任公司

开 本: 850×1168 1/32

印 张: 9.5

字 数: 250 千

版 次: 2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 4 000

定 价: 17.80 元

(本书如有印装质量问题, 影响阅读, 请向本社市场营销部调换)

前 言

《钢筋混凝土结构施工技术入门》是按照国家现行混凝土结构工程施工质量验收规范相关规定和施工特点的实际编写而成。

全书共分四章:第一章钢筋混凝土结构原材料,介绍钢筋、水泥、砂石、外加剂、掺合料等材料的品种、性能、质量要求及应用。鉴于混凝土结构钢筋和混凝土成型必须有模板及模板支撑架才能进行,所以第二章着重介绍混凝土模板制作与安装。第三、四章为钢筋混凝土结构钢筋,混凝土施工,主要介绍钢筋的锚固、连接及连接检验,配料,制作,成型,设置位置;介绍混凝土的配合比设计、预拌与泵送及季节性施工与质量要求。

本书内容翔实,实践经验丰富,文字通俗易懂,实用性较强。可供施工技术人员、监理人员和高等院校有关专业的师生参考,也可作职教部门的培训教材。但由于编者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,恳请读者指正。

编 者

目 录

第一章 钢筋混凝土结构原材料	1
第一节 钢筋	1
一、钢筋品种、性能及应用	1
二、钢筋检验	19
第二节 水泥	22
一、硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥	22
二、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	25
第三节 砂石	28
一、砂石质量要求	28
二、砂石验收、取样与缩分	38
三、砂石检验	43
第四节 外加剂	77
一、外加剂的选择、掺量、质量控制	78
二、外加剂应用	78
三、外加剂检验	93
第五节 掺合料	96
一、粉煤灰	96
二、粉煤灰应用技术	98
三、矿渣粉	111
四、矿渣粉应用	113
第二章 混凝土模板制作与安装	116
第一节 散装木模板	116
一、材料	116

二、模板构件计算	116
三、散装木模板施工	121
第二节 组合钢模板	124
一、组合钢模板组成与要求	124
二、组合钢模板制作和检验	140
三、模板施工设计	147
四、模板施工及验收	150
五、模板运输、维修与保管	154
第三章 钢筋混凝土结构钢筋施工	156
第一节 钢筋的锚固、连接及连接检验	156
一、钢筋的锚固与连接接头	156
二、钢筋的连接方式	159
三、钢筋的连接检验	172
第二节 钢筋配料与代换	193
一、钢筋配料	193
二、钢筋代换	199
第三节 钢筋加工制作与绑扎成型	206
一、钢筋加工	206
二、几种钢筋制作方法	207
三、钢筋绑扎	209
第四节 钢筋设置位置	211
一、结构钢筋	211
二、剪力墙钢筋	220
三、肋形楼盖钢筋	224
四、框架节点钢筋	231
第四章 钢筋混凝土结构混凝土施工	234
第一节 混凝土配合比设计	234
一、普通混凝土配制强度和配合比设计基本参数的确定	234
二、普通混凝土配合比计算和试配、调整与确定	238

三、抗渗、抗冻、高强、泵送、大体积混凝土配合比设计	242
四、混凝土配合比设计的几点经验	248
第二节 预拌混凝土	251
一、分类及标记	251
二、原材料及配合比	252
三、预拌混凝土质量要求	253
四、制备	254
五、检验	256
第三节 混凝土泵送	260
一、泵送混凝土原材料和配合比	260
二、泵送设备及管道的选择与布置	262
三、混凝土供应、泵送与浇筑	267
四、泵送混凝土质量控制	278
五、长距离高扬程泵送混凝土施工	281
第四节 季节性混凝土施工	285
一、多雨季节混凝土施工	285
二、夏季混凝土施工	286
三、HPC 混凝土冬期施工特点	289
四、混凝土养护材料及保温材料厚度	291

第一章 钢筋混凝土结构原材料

第一节 钢 筋

一、钢筋品种、性能及应用

钢是以铁为主要元素,含碳量一般在 2% 以下(2% 通常是钢和铸铁的分界线),并含有某些其他元素的可变形的铁碳合金。钢按化学成分分类有:非合金钢、低合金钢和合金钢,它们的界限值见表 1-1。钢除按化学成分分类外,还可按冶炼方法、脱氧程度和金相组织分类。碳素钢按含碳量的百分比多少划分为:含碳低于 0.25% 的为低碳钢,含碳量高于 0.60% 的为高碳钢,含碳量介于 0.25% 和 0.60% 的为中碳钢,而习惯上称“碳素钢”为“非合金钢”。

表 1-1 非合金钢、低合金钢和合金钢中各种元素的界限值

元素	元素界限值/%		
	非合金钢	低合金钢	合金钢
铝(Al)	<0.10	—	≥ 0.10
硼(B)	<0.0005	—	≥ 0.0005
铋(Bi)	<0.10	—	≥ 0.10
铬(Cr)	<0.30	0.30~0.50	≥ 0.50
钴(Co)	<0.10	—	≥ 0.10
铜(Cu)	<0.10	0.10~0.50	≥ 0.50
锰(Mn)	<1.00	1.00~1.40	≥ 1.40
钼(Mo)	<0.05	0.05~0.10	≥ 0.10
镍(Ni)	<0.30	0.30~0.50	≥ 0.50
铌(Nb)	<0.02	0.02~0.06	≥ 0.06

续表

元素	元素界限值/%		
	非合金钢	低合金钢	合金钢
铅(Pb)	<0.40	—	≥0.40
硒(Se)	<0.10	—	≥0.10
硅(Si)	<0.50	0.50~0.90	≥0.90
碲(Te)	<0.10	—	≥0.10
钛(Ti)	<0.05	0.05~0.13	≥0.13
钨(W)	<0.10	—	≥0.10
钒(V)	<0.04	0.04~0.12	≥0.12
锆(Zr)	<0.05	0.05~0.12	≥0.12
镧(La)	<0.02	0.02~0.05	≥0.05
其他(S,P,C,N除外)	<0.05	—	≥0.05

注:低合金钢中的“—”表示不作限值规定,不作为衡量依据

1. 钢筋种类、直径和强度及选用

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,其种类有:热轧光圆钢筋(HPB235)、热轧带肋钢筋(HRB335、HRB400、HRB500)、冷轧带肋钢筋(CRB550)、余热处理钢筋(RRB400)、冷轧扭钢筋(LZN580)、乙级冷拔钢丝、I级冷拉钢筋。

预应力钢筋是指用于预应力混凝土结构中的预应力钢筋,其种类有:钢绞线、消除应力钢丝、热处理钢筋(RB150)、冷轧带肋钢筋(CRB650、CRB800、CRB970、CRB1170)、甲级冷拔钢丝、II~IV级冷拉钢筋。

2) 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是根据屈服强度确定的,用 f_{yk} 表示;预应力钢筋、钢丝的强度标准值是根据极限抗拉强度确定,用 f_{ptk} 表示。

常用钢筋种类、直径符号和强度标准值、强度设计值、弹性模量见表1-2和表1-3、表1-4、表1-5;钢筋和钢绞线、钢丝公称直径、截面面积及理论重量见表1-6和表1-7、表1-8。

表 1-2 常用钢筋种类、直径符号和强度标准值

名 称	标准编号	牌号或强度 等级代号	类别	表面 形状	直径 符号	公称直径 范围(mm)	强度标准值(MPa)	
							普通钢筋	预应力钢筋
热轧光圆钢筋	GB 13013—1991	HPB 235	Q235	光圆	φ	8~20	235	
		HRB 335	20MnSi	月牙肋	Φ	6~50	335	
热轧带肋钢筋	GB 1499—1998		20MnSiV					
		HRB 400	20MnSiNb	月牙肋	Φ	6~50	400	
			20MnTi					
		HRB 500		月牙肋	Φ	6~50	500	
余热处理钢筋	GB 13014—1991	RRB 400	K20MnSi	月牙肋	Φ ^k	8~40	400	
钢绞线	GB/T 5224—1995		1×3			8.6, 10.8		1860, 1720, 1570
			1×7	麻花状	Φ ^{HT}	12.9		1720, 1570
						9.5, 11.1, 12.7		1860
						15.2		1860, 1720
消除应力钢丝	GB/T 5223—1995		光面	光面	Φ ^p	4~9		1770, 1670, 1570
			螺旋肋	螺旋肋	Φ ^h	4~8		1770, 1670, 1570
			刻痕	三面刻痕	Φ ⁱ	5, 7		1570
			40Si2Mn			6		
热处理钢筋	GB 4463—1984	RB 150	48Si2Mn	螺旋纹	Φ ^{HT}	8.2		1470
			45Si2Cr			10		

续表

名 称	标准编号	牌号或强度 等级代号	类别	表面 形状	直径 符号	公称直径 范围(mm)	强度标准值(MPa)	
							普通钢筋	预应力钢筋
冷轧带肋钢筋	GB 13788—2000	CRB 550		月牙肋		4~12	550	
		CRB 650				4,5,6	650	
		CRB 800				4,5,6	800	
		CRB 970				4,5,6	970	
		CRB 1170				4,5,6	1170	
冷轧扭钢筋	JG 3046—1998	LZN 580	I 型	螺旋状	Φ ^a	6.5~14 12	580	
		II 型						
冷拔钢丝	GB 50204—1992		甲级	光圆	Φ ^b	4,5	550	650,600(Ⅱ组)
			乙级			3~5		
冷拉钢筋	GB 50204—1992	I 级		同母材	Φ ^c	≤12	280	
		II 级				8~25 28~40		450 430
		III 级				8~40 10~28		500 700
		IV 级						

表 1-3 普通钢筋强度设计值(N/mm²)

种 类		符 号	f_y	f'_y
热轧钢筋	HPB 235(Q235)	Φ	210	210
	HRB 335(20MnSi)	Φ	300	300
	HRB 400(20MnSiV、20MnSiNb、20MnTi)	Φ	360	360
	RRB 400(K20MnSi)	Φ ^R	360	360

表 1-4 预应力钢筋强度设计值(N/mm²)

种 类		符 号	f_{ptk}	f_{py}	f'_{py}
钢绞线	1×3	Φ^{HT}	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
热处理钢筋	40Si2Mn	Φ^{HT}	1470	1040	400
	48Si2Mn				
	45Si2Cr				

表 1-5 钢筋弹性模量(×10⁵N/mm²)

种 类	E_s
HPB 235 级钢筋	2.1
HRB 335 级钢筋、HRB 400 级钢筋、RRB 400 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

表 1-6 钢筋的公称直径计算截面面积及理论重量

公称直 径(mm)	不同根数钢筋的计算截面面积(mm ²)									单根钢筋理 论重量(kg/m)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
6	28.3	57	85	113	142	170	198	226	255	0.222
6.5	33.2	66	100	133	166	199	232	265	299	0.260
8	50.3	101	151	201	252	302	352	402	453	0.395

续表

公称直径(mm)	不同根数钢筋的计算截面面积(mm ²)									单根钢筋理论重量(kg/m)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
8.2	52.8	106	158	211	264	317	370	423	475	0.432
10	78.5	157	236	314	393	471	550	628	707	0.617
12	113.1	226	339	452	565	678	791	904	1017	0.888
14	153.9	308	461	615	769	923	1077	1231	1385	1.21
16	201.1	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1809	1.58
18	254.5	509	763	1017	1272	1527	1781	2036	2290	2.00
20	314.2	628	942	1256	1570	1884	2199	2513	2827	2.47
22	380.1	760	1140	1520	1900	2281	2661	3041	3421	2.98
25	490.9	982	1473	1964	2454	2945	3436	3927	4418	3.85
28	615.8	1232	1847	2463	3079	3695	4310	4926	5542	4.83
32	804.2	1609	2413	3217	4021	4826	5630	6434	7238	6.31
36	1017.9	2036	3054	4072	5089	6107	7125	8143	9161	7.99
40	1256.6	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10053	11310	9.87
50	1964	3928	5892	7856	9820	11784	13748	15712	17676	15.42

注:表中直径 $d=8.2\text{mm}$ 的计算截面面积及理论重量仅适用于有纵肋的热处理钢筋

表 1-7 钢绞线公称直径、公称截面面积及理论重量

种类	公称直径(mm)	公称截面面积(mm ²)	理论重量(kg/m)
1×3	8.6	37.4	0.295
	10.8	59.3	0.465
	12.9	85.4	0.671
1×7 标准型	9.5	54.8	0.432
	11.1	74.2	0.580
	12.7	98.7	0.774
	15.2	139	1.101

表 1-8 钢丝公称直径、公称截面面积及理论重量

公称直径(mm)	公称截面面积(mm ²)	理论重量(kg/m)
4.0	12.57	0.099
5.0	19.63	0.154
6.0	28.27	0.222
7.0	38.48	0.302
8.0	50.26	0.394
9.0	63.62	0.499

3)普通钢筋宜选用 HRB400 级和 HRB335 级钢筋,也可选用 HRB235 级(原 I 级钢筋)和 RRB400 级(即余热处理钢筋)钢筋;预应力钢筋宜选用预应力钢筋绞线、钢丝,也可选用热处理钢筋。

在抗震设防区,钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值(强屈比 σ_b/σ_s)不应小于 1.25;钢筋的屈服强度实测值与强度标准值的比值不应小于 1.30。

2. 常用钢筋应用说明

1)热轧光圆钢筋

热轧光圆钢筋(直条)以前按强度等级划分叫做 I 级钢筋,直径符号用 ϕ 表示,代号是 R235、牌号是 Q235,R 和 Q 分别代表热轧和屈服点,235 是它的屈服点最小值。现在它的强度等级代号改为 HPB235,H、P、B 分别代表热轧、光圆、钢筋,235 是按屈服点采用的强度标准值,单位是 MPa 或 N/mm²。

建筑用低碳钢热轧圆条的力学性能和工艺性能:

(1)Q215 的屈服点(σ_s)为 215MPa,抗拉强度(σ_b)为 375MPa,伸长率(σ_{10})为 27%,弯曲试验冷弯 180°,弯心直径(d)=0;

(2)Q235 的屈服点(σ_s)为 235MPa,抗拉强度(σ_b)为 410MPa,伸长率(σ_{10})为 23%,弯曲试验冷弯 180°,弯心直径(d)为 0.5 倍试样直径(a),钢筋弯曲部分表面不得产生裂纹。

2)热轧带肋钢筋

带肋钢筋是指横截面通常为圆形,且表面带有两条纵肋和沿长度方向均匀分布横肋的钢筋;月牙肋钢筋是指横肋的纵截面呈月牙形,且与纵肋不相交的钢筋。

热轧带肋钢筋以前按强度等级划分为 II 级钢筋、III 级钢筋和 IV 级钢筋,直径符号分别用 Φ 、 Φ 、 Φ 表示,代号分别为 RL335、RL400 和 RL540,R、L 分别代表热轧和带肋,335、400 和 540 分别是它们的屈服点最小值。新标准中的牌号和强度等级代号都采用 HRB335、HRB400 和 HRB500,H、R、B 分别代表热轧、带肋、钢筋,20MnSi(20 锰硅)和 20MnSiV(20 锰硅钒),20MnSiNb(20 锰硅铌)、

20MnTi(20 锰钛)分别是 HRB335 和 HRB400 按化学成分定的原牌号,HRB500 的钢种可以根据实际需要确定。HRB400 钢筋是钢筋混凝土结构的主导钢筋。

钢筋混凝土用热轧带肋钢筋的牌号由 HRB 和屈服点最小值构成,推荐钢筋公称直径为 6 mm、8 mm、10 mm、12 mm、16 mm、20 mm、25 mm、32 mm、40 mm 和 50 mm,共计 10 种。

(1)钢筋混凝土用热轧带肋钢筋的化学成分、力学性能和工艺性能:

①钢筋混凝土用热轧带肋钢筋的化学成分有 C(碳)、Si(硅)、Mn(锰)、P(磷)、S(硫)等,碳当量符号为 C_{eq} ,其值应不小于表 1-9 规定值。

表 1-9 热轧带肋钢筋的化学成分和碳当量

牌号	化学成分(%)					C_{eq}
	C	Si	Mn	P	S	
HRB335	0.25	0.80	1.60	0.045	0.045	0.52
HRB400	0.25	0.80	1.60	0.045	0.045	0.54
HRB500	0.25	0.80	1.60	0.045	0.045	0.55

②钢筋混凝土用热轧带肋钢筋 HRB335 的屈服点(σ_s)为 335 MPa,抗拉强度(σ_0)为 490 MPa,伸长率(σ_5)为 16%;

钢筋混凝土用热轧带肋钢筋 HRB400 的屈服点为 400 MPa,抗拉强度为 570 MPa,伸长率为 14%;

钢筋混凝土用热轧带肋钢筋 HRB500 的屈服点为 500 MPa,抗拉强度为 630 MPa,伸长率为 12%。

③钢筋混凝土用热轧带肋钢筋按表 1-10 规定的牌号、公称直径和弯心直径弯曲 180°,钢筋受弯曲部分表面不产生任何裂纹。表中 a 为钢筋公称直径。

表 1-10 热轧带肋钢筋的弯曲性能

牌号	公称直径(mm)	弯曲试验弯心直径
HRB335	6~25	3a
	28~50	4a

续表

牌号	公称直径(mm)	弯曲试验弯心直径
HRB400	6~25	4a
	28~50	5a
HRB500	6~25	6a
	28~50	7a

(2) HRB400 (新Ⅲ级) 钢筋作为混凝土结构的主导钢筋。HRB400 级钢筋是指屈服强度为 400 MPa 的热轧带肋钢筋, 其特点是在钢中加入了微量合金元素 V、Ti 或 Nb, 使晶粒细化、改善延性, 碳含量反而可以降低, 钢筋屈服强度提高, 具有良好的可焊性。

HRB400 级钢筋之所以称之为新Ⅲ级钢筋是因为历史上曾经有过Ⅲ级钢筋, 当时的牌号是 25 MnSi, 因其碳当量偏高且可焊性较差, 其屈服强度也由 400 MPa 降为 370 MPa, 故不再列入 25 MnSi 这个牌号中。

HRB400 级钢筋是更新换代的产品, 它包括: 20MnSiV、20MnSiNb、20MnTi 三个牌号, 由于它的化学成分有微量的 V、Nb、Ti, 故称 HRB400 为含微合金元素的热轧带肋钢筋。其力学性能、工艺指标均与国际标准基本接轨, 其性能完全能满足钢筋混凝土结构可靠性的要求。国际上一些发达国家的混凝土结构设计规范也均采用这个强度级别的钢筋作为主要受力钢筋。

HRB400 级钢筋的强屈比不小于 1.25, 满足混凝土结构设计规范中对抗震结构中纵向受力钢筋的要求, 可保证强柱弱梁、强剪弱弯设计思想的实现。HRB400 级钢筋在最大作用力上的总伸长率 δ_{gt} 不小于 2.5%, 可保证钢筋达到屈服后具有足够的塑性变形能力, 避免结构或构件发生脆性破坏。

① HRB400 级钢筋的主要化学成分和规格。HRB400 级钢筋是对 20MnSi 化学成分做了微调, 调整了钢材 C、Si、Mn 元素的含量, 添加了 V、Nb、Ti 微合金元素。利用钒、铌、钛在钢中的沉淀强化作用, 细化钢的晶粒, 改善金相组织, 提高了钢材的强度, 其主要化学成

分如表 1-11、表 1-12 所示。

表 1-11 HRB400 级钢筋的主要化学成分

牌号	化学成分/(% (不大于))					
	C	Si	Mn	P	S	C _{eq}
HRB400	0.25	0.80	1.60	0.045	0.045	0.54

表 1-12 HRB400 级钢筋的化学成分实物含量(最大值)%

牌号	钢号	C	Si	Mn	P、S	C _{eq}
HRB400	20MnSiV	0.23	0.55	1.43	0.035	0.49
HRB400	20MnSiNb	0.25	0.70	1.45	0.035	0.47

碳当量 $C_{eq}(\%) = C + Mn/b + (Cr + V + Mo)/5 + (Cu + Ni)/15$

HRB400 级钢筋产品的直径为 6~50 mm, 标准直径为 6 mm、8 mm、10 mm、12 mm、16 mm、20 mm、25 mm、32 mm、40 mm、50 mm, 实际供货直径与原 II 级 (HRB335 级) 钢筋相同, 且已超出标准直径范围。小直径 6 mm、8 mm、10 mm 钢筋是用高速线材轧机生产的 (12 mm 钢筋以热轧直条为主), 呈盘圆状, 现场施工前将其调直。

②HRB400 级钢筋的主要力学性能。HRB 级钢筋的主要力学性能不小于表 1-13 所示值。同时在最大作用力下的总伸长率 δ_{qt} 不小于 2.5%; 满足钢筋实测抗拉强度与实测屈服点之比不小于 1.25; 钢筋实测屈服点与表 1-13 规定的最小屈服点之比不大于 1.30。

表 1-13 HRB400 级钢筋的主要力学性能

牌号	公称直径 /mm	屈服强度 σ_s /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	延伸率 δ_5 /%
HRB400	6~50	400	570	14

③HRB400 级钢筋的工艺性能。HRB400 级钢筋的冷弯和反弯按表 1-14 要求的弯心直径弯曲, 钢筋表面不产生任何裂纹, 充分显示了 HRB400 级钢筋的弯曲性能; 小规格 HRB400 级钢筋作为箍筋使用可以等同于原 I 级、II 级钢筋的弯曲性能。