

钢筋

上官子昌 主编

连接方法与实例

《钢筋机械连接技术规程》
(JGJ 107—2016)

《钢筋焊接及验收规程》
(JGJ 18—2012)

《钢筋连接用灌浆套筒》
(JG/T 398—2012)

《冷轧带肋钢筋》
(GB/T 13788—2017)

依据**最新**
规范

金盾出版社



钢筋连接方法与实例

上官子昌 主编

金盾出版社

内 容 提 要

本书主要依据《钢筋机械连接技术规程》(JGJ 107—2016)、《钢筋焊接及验收规程》(JGJ 18—2012)、《钢筋连接用灌浆套筒》(JG/T 398—2012)、《冷轧带肋钢筋》(GB/T 13788—2017)等规范编写。本书共分为四章,详细地介绍了钢筋材料性能与加工、钢筋绑扎搭接方法、钢筋机械连接方法、钢筋焊接方法等内容。

本书内容丰富、语言精练、实用性强,可供相关从业人员以及相关专业院校的师生参考和使用。

图书在版编目(CIP)数据

钢筋连接方法与实例/上官子昌主编. — 北京:金盾出版社,2018.12
ISBN 978-7-5186-1233-8

I. ①钢… II. 上… III. ①钢筋-连接技术 IV. ①TU755.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 045327 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:双峰印刷装订有限公司

正文印刷:双峰印刷装订有限公司

装订:双峰印刷装订有限公司

各地新华书店经销

开本:705×1000 1/16 印张:16.5 字数:307千字

2018年12月第1版第1次印刷

印数:1~4 000册 定价:52.00元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

钢筋连接方法与实例

编委会

主 编	上官子昌			
委 员	徐 鑫	孙丽娜	成育芳	范桂清
	李春娜	王昌丁	赵 慧	陶红梅
	白雅君	于 涛		

前 言

随着我国建筑行业的快速发展,各种钢筋混凝土建筑大量的建造,工程建设的需要推动了钢筋连接技术的进步。本书依据《钢筋机械连接技术规程》(JGJ 107—2016)、《钢筋焊接及验收规程》(JGJ 18—2012)、《钢筋连接用灌浆套筒》(JG/T 398—2012)、《冷轧带肋钢筋》(GB/T 13788—2017)等规范进行编写。

通常将钢筋连接技术分为钢筋绑扎搭接、钢筋机械连接以及钢筋焊接。钢筋绑扎搭接是比较传统的连接技术,如今仍在某些条件下使用;钢筋机械连接技术是新兴的钢筋连接工艺;钢筋焊接在钢筋混凝土工程中应用较多。钢筋机械连接被称为继绑扎连接、电焊连接之后的“第三代钢筋接头技术”,具有无污染、节省钢材等优点,因而在工程实践中得到广泛的应用。

本书可供钢筋工程技术人员参考使用,也可供相关院校的师生参考使用。

由于编者的经验和学识有限,虽尽心尽力,但仍不免有疏漏和不妥之处,恳请广大读者和有关专家提出宝贵的意见。

作者

目 录

第一章 钢筋材料性能与加工	1
第一节 钢筋的分类	1
一、钢筋种类概述	1
二、热轧钢筋	3
三、余热处理钢筋	5
四、冷拉钢筋	7
五、冷轧带肋钢筋	8
第二节 钢筋的性能	10
一、物理性能	10
二、化学性能	11
三、力学性能	12
第三节 钢筋的检验与保管	16
一、钢筋的检验	16
二、钢筋的保管	19
第四节 钢筋的加工	20
一、钢筋除锈	20
二、钢筋调直	21
三、钢筋切断	27
四、钢筋弯曲成型	33
五、钢筋冷拉	41
六、钢筋冷拔	45
第二章 钢筋绑扎搭接方法与实例	48
第一节 钢筋绑扎基本知识	48
一、基本概念	48
二、基本原理	48
三、使用范围	48
四、钢筋绑扎搭接的传力机理	49
五、钢筋绑扎搭接的工程应用	50
第二节 钢筋绑扎工具	51

一、铅丝钩	51
二、小撬棒	51
三、起拱扳子	52
四、绑扎架	52
第三节 钢筋绑扎方法及要求	53
一、绑扎钢筋操作方法	53
二、钢筋绑扎要求	55
第四节 钢筋绑扎连接	56
一、基础钢筋绑扎	56
二、柱钢筋绑扎	58
三、墙钢筋现场绑扎	59
四、梁钢筋绑扎	59
五、板钢筋绑扎	60
六、现浇悬挑雨篷钢筋绑扎	61
七、肋形楼盖钢筋绑扎	61
八、楼梯钢筋绑扎	61
第五节 钢筋绑扎连接实例	62
第三章 钢筋机械连接方法与实例	64
第一节 钢筋机械连接基本知识	64
一、钢筋机械连接方法分类及适用范围	64
二、钢筋机械连接接头的设计原则	64
三、钢筋机械连接接头性能等级	65
四、钢筋机械连接接头的应用	66
五、钢筋机械连接的优点	68
第二节 钢筋机械连接机具	68
一、钢筋套筒挤压连接的设备	68
二、钢筋镦粗直螺纹的设备	77
三、钢筋锥螺纹套筒的设备	81
第三节 钢筋套筒挤压连接	86
一、钢筋套筒挤压连接的基本原理	86
二、钢筋套筒挤压连接的特点	86
三、钢筋套筒挤压连接的适用范围	87
四、钢筋套筒挤压连接的工艺	87
第四节 钢筋镦粗直螺纹连接	90

一、钢筋镦粗直螺纹的基本原理	90
二、钢筋镦粗直螺纹的特点	91
三、钢筋镦粗直螺纹的适用范围	91
四、钢筋镦粗直螺纹的工艺	92
第五节 带肋钢筋熔融金属填充接头连接	103
一、带肋钢筋熔融金属填充接头连接的特点	103
二、带肋钢筋熔融金属填充接头的适用范围	103
三、带肋钢筋熔融金属填充接头连接工艺	103
四、带肋钢筋熔融金属填充接头现场操作	104
第六节 钢筋锥螺纹套筒连接	105
一、钢筋锥螺纹套筒的基本原理	105
二、钢筋锥螺纹套筒的特点	105
三、钢筋锥螺纹套筒的适用范围	106
四、钢筋锥螺纹套筒的工艺	106
第七节 钢筋滚轧直螺纹连接	107
一、钢筋滚轧直螺纹连接的基本原理	107
二、钢筋滚轧直螺纹连接的特点	107
三、钢筋滚轧直螺纹连接的适用范围	108
四、钢筋滚轧直螺纹连接的工艺	108
第八节 钢筋套筒灌浆连接	111
一、钢筋套筒灌浆连接接头	111
二、钢筋连接用灌浆套筒	112
三、钢筋套筒连接用灌浆料	117
第九节 钢筋机械连接的质量检验与验收	118
一、钢筋套筒挤压接头的质量检验	118
二、钢筋镦粗直螺纹接头的质量检验	119
三、带肋钢筋熔融金属填充接头连接的质量检验	120
四、钢筋滚轧直螺纹连接接头的质量检验	121
五、钢筋套筒灌浆连接的检验与验收	122
第十节 钢筋机械连接实例	124
第四章 钢筋焊接方法与实例	133
第一节 钢筋焊接基本知识	133
一、钢筋焊接性能	133
二、钢筋焊接的基本规定	133

三、焊接安全	139
第二节 钢筋焊接机具	140
一、电阻点焊的设备	140
二、钢筋闪光对焊的设备	143
三、箍筋闪光对焊的设备	148
四、钢筋电弧焊的设备	150
五、钢筋气压焊的设备	155
六、埋弧压力焊的设备	167
七、预埋件钢筋埋弧螺柱焊的设备	169
八、电渣焊机具	171
第三节 钢筋电阻点焊	177
一、电阻点焊的特点	177
二、电阻点焊的适用范围	178
三、交流弧焊电源	178
四、直流弧焊电源	183
五、焊条	186
六、焊条电弧焊工艺	188
第四节 钢筋与箍筋闪光对焊	193
一、钢筋闪光对焊的基本原理	193
二、钢筋闪光对焊的特点及适用范围	196
三、钢筋闪光对焊的工艺	196
四、特殊钢筋焊接	200
五、箍筋闪光对焊的特点	201
六、箍筋闪光对焊的适用范围	202
七、箍筋闪光对焊的工艺	203
第五节 钢筋电弧焊	204
一、钢筋电弧焊的特点和适用范围	204
二、钢筋电弧焊的工艺	205
第六节 钢筋电渣压力焊	211
一、钢筋电渣压力焊的基本原理	211
二、钢筋电渣压力焊的特点及适用范围	211
三、钢筋电渣压力焊的工艺	212
第七节 钢筋气压焊	217
一、钢筋气压焊的基本原理	217

二、钢筋气压焊的特点及适用范围	217
三、钢筋气压焊的工艺	217
四、固态气压焊	220
五、熔态气压焊	222
第八节 埋弧压力焊	224
一、埋弧压力焊的基本原理	224
二、埋弧压力焊的特点	225
三、埋弧压力焊的适用范围	225
四、埋弧压力焊的工艺	225
五、预埋件钢筋埋弧螺柱焊	228
第九节 钢筋焊接的质量检验与验收	229
一、质量检验与验收基本规定	229
二、钢筋焊接骨架	231
三、钢筋电阻点焊的质量检验	232
四、钢筋焊接网的质量检验	233
五、钢筋闪光对焊接头的质量检验	234
六、钢筋电弧焊接头的质量检验	236
七、钢筋电渣压力焊接头的质量检验	237
八、钢筋气压焊接头的质量检验	238
九、埋弧压力焊接头的质量检验	239
第十节 钢筋焊接连接实例	240
参考文献	251

第一章 钢筋材料性能与加工

第一节 钢筋的分类

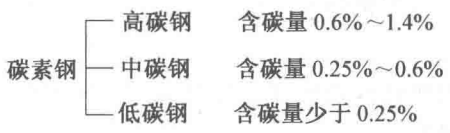
一、钢筋种类概述

1. 钢材按化学成分分类

钢材的种类较多,但混凝土结构中使用的钢筋按化学成分可分为:碳素钢和合金钢两种。

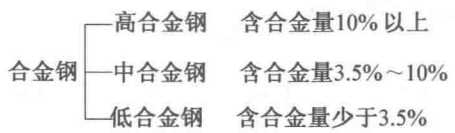
(1) 碳素钢

碳素钢是近代工业中使用最早、用量最大的基本材料。随着含碳量的增加,其强度、硬度增大,但塑性、韧性却减小。建筑中经常使用低碳钢。



(2) 合金钢

在碳素钢中加入某些合金元素(如锰、钛、硅、钒)冶炼成的钢称为合金钢。这些钢中有些含碳量也很高,但由于加入了合金元素,不仅强度提高,而且其他的性能也有所改善。建筑上常用低合金钢。



2. 钢筋按生产工艺分类

钢筋按生产工艺可分为热轧钢筋、余热处理钢筋、冷拉钢筋、冷拔钢丝、碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线、冷轧带肋钢筋、冷轧扭钢筋等。

(1) 热轧钢筋

热轧钢筋是用加热钢坯轧成的条形钢筋。由轧钢厂经过热轧成材供应,钢筋直径一般为 5~50mm,分直条和盘条两种。

(2) 余热处理钢筋

余热处理钢筋又称调质钢筋,是经热轧后立即穿水,进行表面控制冷却,然后利用芯部余热自身完成回火处理所得的成品钢筋,其外形一般为有肋的月牙肋,属热轧钢筋一类。

(3) 冷加工钢筋

冷加工钢筋有冷拉钢筋和冷拔低碳钢丝两种。冷拉钢筋是将热轧钢筋在常温下进行强力拉伸使其强度提高的一种钢筋。钢丝有低碳钢丝和碳素钢丝两种。冷拔低碳钢丝由直径 6~8mm 的普通热轧圆盘条经多次冷拔而成,分甲、乙两个等级。冷拉钢筋和冷拔低碳钢丝已逐渐被淘汰。

(4) 碳素钢丝

碳素钢丝是由优质高碳钢盘条经淬火、酸洗、拔制、回火等工艺而制成的。按生产工艺可分为冷拉及矫直回火两个品种。

(5) 刻痕钢丝

刻痕钢丝是把热轧大直径高碳钢条加热,并经铅浴淬火,然后冷拔多次,钢丝表面再经过刻痕处理而制得的钢丝。

(6) 钢绞线

钢绞线是把多根光面碳素钢丝在绞线机上进行捻合而成。

(7) 冷轧带肋钢筋

冷轧带肋钢筋是用热轧盘条经多道冷轧减径,一道压肋并经消除内应力后形成的一种带有横肋的钢筋。

3. 钢筋按外形划分

(1) 光面钢筋

光面钢筋其断面是圆形,表面没有刻纹,使用时应加弯钩。

(2) 螺纹钢筋

螺纹钢筋是表面轧制成螺旋纹、人字纹,用以增大与混凝土的黏结力。

(3) 精轧螺纹钢筋

钢号为 40Si₂MnV 是精轧螺纹钢筋,是近年开发的预应力钢筋的新品种。

此外,还有刻痕钢丝、压波钢丝等。

4. 钢筋按屈服强度划分

钢筋按屈服强度可划分为 HPB300 级、HRB335 级、HRB400 级、HRB500 级钢筋以及 RRB400 级钢筋。其中,HPB300 级至 HRB500 级是热轧钢筋,RRB400 级钢筋是余热处理钢筋,它们的屈服强度见表 1-1。

5. 钢筋按供货类型划分

钢筋按供货类型可划分为盘圆钢筋(直径 $\leq 10\text{mm}$)及直条钢筋(长度 6~

12m,根据需方要求,可按其他定尺供应)。

表 1-1 屈服强度

钢筋种类	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa
HPB300 级	300	370
HRB335 级	335	490
HRB400 级	400	570
HRB500 级	500	630
RRB400 级	440	600

6. 钢筋按在结构中的作用和形状划分

钢筋按在结构中的作用及形状划分为受拉钢筋、受压钢筋、弯起钢筋、预应力钢筋、分布筋、箍筋、架立筋、吊筋、锚固筋等。

二、热轧钢筋

1. 技术性能

热轧钢筋由于钢厂生产方式不同,供应时有盘圆钢筋及直条钢筋之分。盘圆钢筋(又称盘条),一般以盘圆形式供给,是直径在 10mm 以下的细钢筋及钢丝,每盘应由一条钢筋(或钢丝)组成;其要求应符合国家规定。直条钢筋是以直条形式供应,分为热轧光圆钢筋和热轧带肋钢筋,一般直径大于或等于 12mm,长度一般为 6~12m,如需特长钢筋,可同厂方协议;其要求应符合国家的相关规定。

(1) 外形与质量

根据国家标准规定,钢筋混凝土结构中使用的钢筋可分为柔性钢筋和劲性钢筋。常用的普通钢筋都是柔性钢筋,其外形有光圆和带肋两类,带肋钢筋又分为等高肋和月牙肋两类,其外形如图 1-1 所示。

热轧光圆钢筋和带肋钢筋的直径、横截面面积与质量见表 1-2。

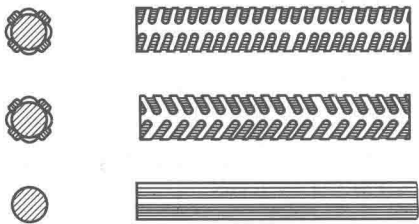


图 1-1 钢筋的外形图

表 1-2 热轧光圆钢筋和带肋钢筋的直径、横截面面积与质量表

公称直径/mm	公称横截面面积/mm ²	公称质量(kg/m)
6	28.27	0.222
8	50.27	0.395
10	78.54	0.617
12	113.1	0.888
14	153.9	1.21

续表 1-2

公称直径/mm	公称横截面面积/mm ²	公称质量(kg/m)
16	201.1	1.58
18	254.5	2.00
20	314.2	2.47
22	380.1	2.98
25	490.9	3.85
28	615.8	4.83
30	706.9	5.55
32	804.3	6.31
34	907.9	7.13
36	1017.9	7.99
40	1256.6	9.87
50	1964	15.42

注:质量允许偏差为 $\phi 6\sim 12\text{mm}$ 为 $\pm 7\%$, $\phi 14\sim 20\text{mm}$ 为 $\pm 5\%$, $\phi 22\sim 40\text{mm}$ 为 $\pm 4\%$ 。

(2)钢筋的化学成分

钢筋的化学成分应符合表 1-3 的规定。

表 1-3 热轧钢筋的化学成分

表面 形状	牌 号	化学成分(%)不大于					
		C	Si	Mn	P	S	C _{eq}
					不大于		
光圆	HPB300	0.25	0.55	1.50	0.045	0.050	—
月牙肋	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

(3)钢筋的力学性能与工艺性能

热轧钢筋按屈服强度(MPa)可分为:300、335、400、500 级四个等级。除 300 级钢筋为光圆钢筋外,其他均为变形钢筋。其中 400 级又分为热轧钢筋和余热处理钢筋两个种类,详见表 1-4 所示。

表 1-4 钢筋的等级

外形	强度等级代号	屈服强度/抗拉强度/MPa
光圆钢筋	HPB300	300/420
变形钢筋	HPB300	300/420

续表 1-4

外形	强度等级代号	屈服强度/抗拉强度/MPa
变形钢筋	HRB400	400/540
	RRB400	440/540
	HRB500	500/630

热轧钢筋的力学性能与工艺性能,应符合表 1-5 的规定。

表 1-5 热轧钢筋的力学性能与工艺性能

品种		强度等级 代号	公称直径 /mm	屈服点	抗拉强度	伸长率	冷弯	
表面形状	钢筋 级别			R_{el}/MPa	R_m/MPa	$A_5(\%)$	弯曲角度	弯心直径
				不小于				
光圆钢筋	300	HPB300	8~20	300	420	25	180°	d
月牙肋	335	HRB335	6~25	335	455	17	180°	$3d$
			28~50				180°	$4d$
			≥40~50				180°	$5d$
	400	HRB400	6~25	400	540	16	180°	$4d$
			28~40				180°	$5d$
			≥40~50				180°	$6d$
	500	HRB500	6~25	500	630	15	180°	$6d$
			28~40				180°	$7d$
			≥40~50				180°	$8d$

2. 钢筋应用

①HPB300 级钢筋为热轧光圆钢筋,强度较低,塑性及焊接性能较好。其盘圆是加工冷拔低碳钢丝的原材料。

②HRB335 级钢筋强度、塑性、焊接等综合使用性均比较好,是应用最广泛的钢筋品种,主要用于普通钢筋混凝土结构和经过冷拉之后作预应力钢筋用。

③HRB400 级变形钢筋具有较高的强度,可直接在普通钢筋混凝土结构中使用,也可以经冷拉后用作预应力钢筋。

④HRB500 级钢筋强度较高,屈服强度特征值为 500MPa。

三、余热处理钢筋

余热处理钢筋是将热轧钢筋热轧后立即蘸水,使钢筋表面温度得到控制,然后利用钢筋芯部余热自身完成回火处理所得的成品钢筋。其表面形状同热轧月牙肋钢筋,强度相当于热轧钢筋的Ⅲ级。

余热处理钢筋又称调质钢筋,应符合《钢筋混凝土用余热处理钢筋》(GB 13014—2013)的规定。

1. 力学性能

①力学性能试验条件为交货状态或人工时效状态。在有争议时,试验条件按人工时效进行。

②钢筋的力学性能特性值应符合表 1-6 的规定。

表 1-6 余热处理钢筋的力学性能

牌号	R_{eL}/MPa	R_m/MPa	$A(\%)$	$A_{gt}(\%)$
	不小于			
RRB400	400	540	14	5.0
RRB500	500	630	13	
RRB400W	430	570	16	7.5

注:数据为时效后检验结果。

③直径 28~40mm 各牌号钢筋的断后伸长率 A 可降低 1%,直径大于 40mm 各牌号钢筋的断后伸长率可降低 2%。

④对于没有明显屈服强度的钢筋,屈服强度特性值 R_{eL} 应采用规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ 。

⑤根据供需双方协议,伸长率类型可从 A 或 A_{gt} 中选定,如伸长率类型未经协议确定,则伸长率采用 A ,仲裁试验时采用 A_{gt} 。

2. 工艺性能

(1) 弯曲性能

余热处理钢筋的弯曲性能按表 1-7 规定的弯心直径弯曲 180°后,钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

表 1-7 余热处理钢筋的弯曲性能 (单位:mm)

牌号	公称直径 d	弯心直径
RRB400	8~25	$4d$
RRB400W	28~40	$5d$
RRB500	8~25	$6d$

(2) 反向弯曲性能

①根据需方要求,钢筋可进行反向弯曲性能试验。

②反向弯曲试验的弯心直径比弯曲试验相应增加一个钢筋直径。

③反向弯曲试验。先正向弯曲 90°后再反向弯曲 20°。经反向弯曲试验后,钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

3. 公称横截面面积与理论质量

钢筋的公称横截面面积与理论质量列于表 1-8。

表 1-8 钢筋的公称横截面面积与理论质量

公称直径/mm	公称横截面面积/mm ²	理论质量(kg/m)
8	50.27	0.395
10	78.54	0.617
12	113.1	0.888
14	153.9	1.21
16	201.1	1.58
18	254.5	2.00
20	314.2	2.47
22	380.1	2.98
25	490.9	3.85
28	615.8	4.83
32	804.2	6.31
36	1018	7.99
40	1257	9.87
50	1964	15.42

注：理论质量按密度 7.85g/cm³ 计算。

四、冷拉钢筋

冷拉钢筋是对热轧钢筋在常温 20℃±3℃ 下，进行强力拉伸而得的。冷拉 HPB300 级钢筋适用于钢筋混凝土结构中的受拉钢筋，冷拉 HRB335 级、HRB400 级、HRB500 级钢筋均可用作预应力钢筋，而冷拉钢筋在承受冲击及振动荷载的结构中不应使用。冷拉钢筋的力学性能应符合国家的相关规定，见表 1-9。

表 1-9 冷拉钢筋的力学性能

钢筋级别	公称直径 <i>d</i> /mm	屈服点 <i>R_{el}</i> (N/mm ²)	抗拉强度 <i>R_m</i> (N/mm ²)	伸长率 <i>A₁₀</i> (%)	冷弯	
		不小于			弯曲角度	弯心直径
冷拉 HPB300 级	6~12	300	420	11	180°	3 <i>d</i>
冷拉 HRB335 级	8~25	450	510	10	90°	3 <i>d</i>
	28~40	430	490			4 <i>d</i>
冷拉 HRB400 级	8~40	500	570	8	90°	5 <i>d</i>
冷拉 HRB500 级	10~28	700	835	6	90°	5 <i>d</i>

注：表中 *d* 为钢筋直径，直径大于 25mm 的冷拉 HRB335~HRB500 级钢筋，冷弯弯心直径应增加 1*d*。