



建 筑 施 工 图 集 应 用 丛 书

钢筋连接方法与实例

GANGJIN LIANJIE FANGFA YU SHILI

高少霞 主编

中国建筑工程出版社

建筑施工图集应用丛书

钢筋连接方法与实例

高少霞 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢筋连接方法与实例/高少霞主编. —北京: 中国建筑
工业出版社, 2017. 1

(建筑施工图集应用丛书)

ISBN 978-7-112-20131-0

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 286882 号

本书根据 16G101 平法系列图集、《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、《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ/T 27—2014、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355—2015 等标准编写, 内容围绕着钢筋连接技术而展开, 主要介绍了钢筋材料、钢筋机械连接、钢筋焊接连接、钢筋绑扎搭接、钢筋连接施工安全技术等内容。

本书内容丰富, 通俗易懂, 具有很强的实用性与可操作性。可供施工人员以及相关院校的师生查阅。

责任编辑: 张 磊

责任设计: 李志立

责任校对: 王宇枢 李美娜

建筑施工图集应用丛书

钢筋连接方法与实例

高少霞 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

唐山龙达图文制作有限公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 10 $\frac{3}{4}$ 字数: 262 千字

2017 年 2 月第一版 2017 年 2 月第一次印刷

定价: 30.00 元

ISBN 978-7-112-20131-0

(29586)

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)

本书编委会

主 编：高少霞

参 编：（按姓氏笔画排序）

于 涛

白雅君

王红微

刘艳君

刘慧燕

孙石春

孙丽娜

许 宁

陈阳波

何 影

李 瑞

张 彤

张黎黎

邹 雯

杨建珠

周晓光

董 慧

前 言

随着我国经济和建设事业的迅猛发展，钢筋混凝土结构在工业与民用建筑中大量的被采用，与之相适应的是钢筋连接技术的快速发展。钢筋作为当前建筑工程施工中必不可少的一种施工材料，是影响建筑构件受力程度大小的关键，而钢筋的质量与连接技术又是影响其在建筑工程中应用效果优劣的主要因素。因此，除了要在施工中严格把关钢筋的原材料质量以外，更需要采用合理有效的连接技术使钢筋构造成设计图纸中要求的形状，以满足建筑施工需求。基于此，我们组织编写了这本书。

本书根据 16G101 平法系列图集、《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、《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ/T 27—2014、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355—2015 等标准编写，内容围绕着钢筋连接技术而展开，主要介绍了钢筋材料、钢筋机械连接、钢筋焊接连接、钢筋绑扎搭接、钢筋连接施工安全技术等内容。本书内容丰富，通俗易懂，具有很强的实用性与可操作性。可供施工人员以及相关院校的师生查阅。

由于编写时间仓促，编写经验、理论水平有限，难免有疏漏、不足之处，敬请读者批评指正。

目 录

1 钢筋材料	1
1.1 钢筋的分类	1
1.2 钢筋的品种	4
1.2.1 热轧带肋钢筋	4
1.2.2 冷轧带肋钢筋	6
1.2.3 冷轧扭钢筋	10
1.2.4 热轧光圆钢筋	14
1.2.5 预应力混凝土用钢丝	16
1.2.6 预应力混凝土用钢绞线	20
1.3 钢筋的性能	26
1.3.1 物理性能	26
1.3.2 化学性能	27
1.3.3 力学性能	28
1.4 钢筋的检验	32
1.4.1 热轧钢筋的检验	32
1.4.2 余热处理钢筋的检验	33
1.4.3 冷拉钢筋的检验	33
1.4.4 冷轧扭钢筋的检验	33
1.4.5 冷轧带肋钢筋的检验	34
1.5 钢筋进场复验与保管	35
1.5.1 进场钢筋的复验	35
1.5.2 钢筋的保管	36
2 钢筋机械连接	37
2.1 一般规定	37
2.1.1 接头性能要求	37
2.1.2 接头应用	38
2.1.3 接头型式检验	38
2.1.4 接头的现场加工与安装	39
2.2 钢筋套筒挤压连接	40
2.2.1 钢筋套筒挤压连接特点及适用范围	40
2.2.2 钢筋套筒挤压连接设备	41

2.2.3	钢筋套筒挤压连接的工艺	47
2.2.4	钢筋套筒挤压连接的实例	50
2.3	钢筋锥螺纹套筒连接	52
2.3.1	钢筋锥螺纹套筒特点及适用范围	52
2.3.2	钢筋锥螺纹套筒连接设备	53
2.3.3	钢筋锥螺纹套筒的工艺	60
2.3.4	钢筋锥螺纹套筒连接的实例	60
2.4	钢筋镦粗直螺纹连接	61
2.4.1	钢筋镦粗直螺纹特点及适用范围	61
2.4.2	钢筋镦粗直螺纹的设备	62
2.4.3	钢筋镦粗直螺纹的工艺	66
2.4.4	钢筋镦粗直螺纹连接的实例	71
2.5	钢筋滚轧直螺纹连接	72
2.5.1	钢筋滚轧直螺纹连接特点及适用范围	72
2.5.2	钢筋滚轧直螺纹连接的设备	72
2.5.3	钢筋滚轧直螺纹连接的工艺	72
2.5.4	钢筋滚轧直螺纹连接的实例	73
2.6	钢筋套筒灌浆连接	74
2.6.1	钢筋套筒灌浆连接	74
2.6.2	钢筋连接灌浆套筒	74
2.6.3	钢筋套筒连接用灌浆料	78
2.6.4	钢筋套筒灌浆连接的实例	80
2.7	带肋钢筋熔融金属充填接头连接	80
2.7.1	带肋钢筋熔融金属充填接头连接特点及适用范围	80
2.7.2	带肋钢筋熔融金属充填接头连接的工艺	81
2.7.3	带肋钢筋熔融金属充填接头连接的现场操作	81
2.7.4	带肋钢筋熔融金属充填接头连接的实例	82
3	钢筋焊接连接	84
3.1	一般规定	84
3.2	钢筋电弧焊	87
3.2.1	钢筋电弧焊特点及其范围	87
3.2.2	钢筋电弧焊的设备	91
3.2.3	钢筋电弧焊的工艺	93
3.2.4	钢筋电弧焊的实例	97
3.3	钢筋闪光对焊	98
3.3.1	钢筋闪光对焊特点及适用范围	98
3.3.2	钢筋闪光对焊的设备	101
3.3.3	钢筋闪光对焊的工艺	105

3.3.4	钢筋闪光焊的实例	107
3.4	箍筋闪光对焊	108
3.4.1	箍筋闪光对焊特点	108
3.4.2	箍筋闪光对焊的设备	108
3.4.3	箍筋闪光对焊的工艺	111
3.4.4	箍筋闪光焊的实例	112
3.5	钢筋电阻点焊	114
3.5.1	钢筋电阻点焊特点及其适用范围	114
3.5.2	钢筋电阻点焊的设备	114
3.5.3	钢筋电阻点焊的工艺	116
3.5.4	钢筋电阻点焊的实例	117
3.6	钢筋电渣压力焊	118
3.6.1	钢筋电渣压力焊特点及其适用范围	118
3.6.2	钢筋电渣压力焊的设备	118
3.6.3	钢筋电渣压力焊的工艺	121
3.6.4	钢筋电渣压力焊的实例	121
3.7	钢筋气压焊	123
3.7.1	钢筋气压焊特点及其适用范围	123
3.7.2	钢筋气压焊的设备	124
3.7.3	钢筋气压焊的工艺	133
3.7.4	钢筋气压焊的实例	134
3.8	预埋件钢筋埋弧压力焊	136
3.8.1	埋弧压力焊特点及其适用范围	136
3.8.2	埋弧压力焊的设备	137
3.8.3	埋弧压力焊的工艺	139
3.8.4	预埋件钢筋埋弧螺柱焊	140
3.8.5	埋弧压力焊的实例	142
4	钢筋绑扎搭接	144
4.1	钢筋绑扎和安装的准备工作	144
4.2	钢筋绑扎工具	145
4.3	钢筋绑扎方法及要求	147
4.3.1	钢筋绑扎方法	147
4.3.2	钢筋绑扎要求	147
4.4	钢筋骨架绑扎施工	149
4.4.1	基础钢筋绑扎	149
4.4.2	柱钢筋绑扎	151
4.4.3	墙钢筋现场绑扎	152
4.4.4	梁钢筋绑扎	152

4.4.5	板钢筋绑扎	153
4.4.6	现浇悬挑雨篷钢筋绑扎	154
4.4.7	肋形楼盖钢筋绑扎	154
4.4.8	楼梯钢筋绑扎	154
4.4.9	钢筋网片预制绑扎	155
4.4.10	钢筋骨架预制绑扎	156
4.5	绑扎钢筋网、架安装	157
4.6	钢筋绑扎搭接的实例	158
5	钢筋连接施工安全技术	160
5.1	钢筋加工机械操作安全技术	160
5.2	钢筋焊接安全技术	161
参考文献		164

1 钢筋材料

1.1 钢筋的分类

钢筋按其在构件中起的作用不同，通常加工成各种不同的形状。构件中常见的钢筋可分为主钢筋（纵向受力钢筋）、弯起钢筋（斜钢筋）、箍筋、架立钢筋、腰筋、拉筋和分布钢筋几种类型，如图 1-1 所示。各种钢筋在构件中的作用如下。

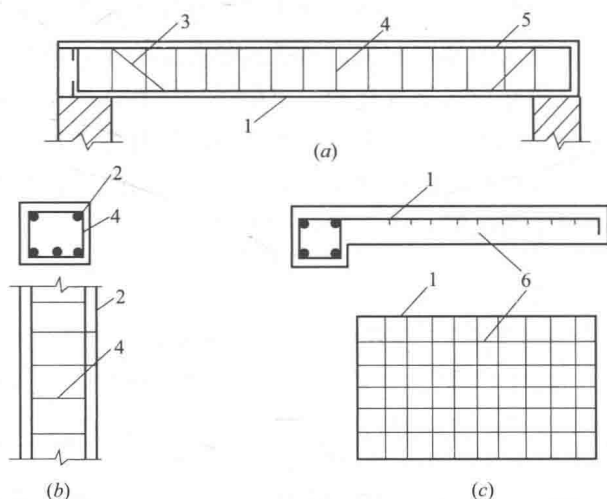


图 1-1 钢筋在构件中的种类

(a) 梁；(b) 柱；(c) 悬壁板

1—受拉钢筋；2—受压钢筋；3—弯起钢筋；4—箍筋；5—架立钢筋；6—分布钢筋

1. 主钢筋

主钢筋又称纵向受力钢筋，可分受拉钢筋和受压钢筋两类。受拉钢筋配置在受弯构件的受拉区和受拉构件中承受拉力；受压钢筋配置在受弯构件的受压区和受压构件中，与混凝土共同承受压力。一般在受弯构件受压区配置主钢筋是不经济的，只有在受压区混凝土不足以承受压力时，才在受压区配置受压主钢筋以补强。受拉钢筋在构件中的位置如图 1-2 所示。

受压钢筋是通过计算用以承受压力的钢筋，一般配置在受压构件中，例如各种柱子、桩或屋架的受压腹杆内，还有受弯构件的受压区内也需配置受压钢筋。虽然混凝土的抗压强度较大，然而钢筋的抗压强度远大于混凝土的抗压强度，在构件的受压区配置受压钢筋，帮助混凝土承受压力，就可以减小受压构件或受压区的截面尺寸。受压钢筋在构件中的位置如图 1-3 所示。

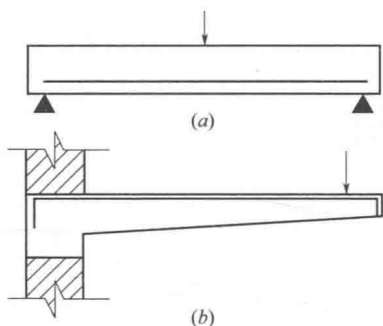


图 1-2 受拉钢筋在构件中的位置
(a) 简支梁；(b) 雨篷

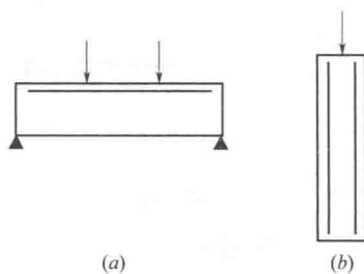


图 1-3 受压钢筋在构件中的位置
(a) 梁；(b) 柱

2. 弯起钢筋

它是受拉钢筋的一种变化形式。在简支梁中，为抵抗支座附近由于受弯和受剪而产生的斜向拉力，就将受拉钢筋的两端弯起来，承受这部分斜拉力，称为弯起钢筋。但在连续梁和连续板中，经实验证明受拉区是变化的：跨中受拉区在连续梁、板的下部；到接近支座的部位时，受拉区主要移到梁、板的上部。为了适应这种受力情况，受拉钢筋到一定位置就需弯起。弯起钢筋在构件中的位置如图 1-4 所示。斜钢筋一般由主钢筋弯起，当主钢筋长度不够弯起时，也可采用吊筋（图 1-5），但不得采用浮筋。

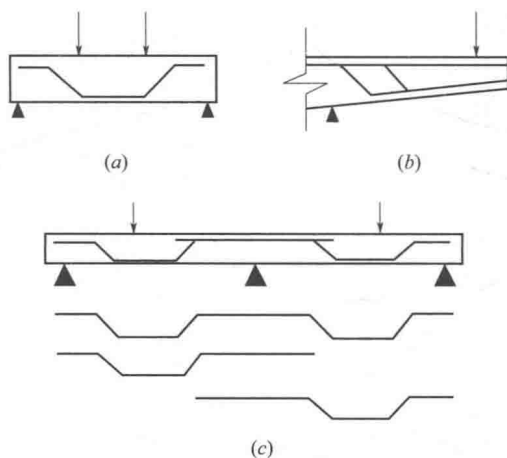


图 1-4 弯起钢筋在构件中的位置
(a) 简支梁；(b) 悬臂梁；(c) 横梁

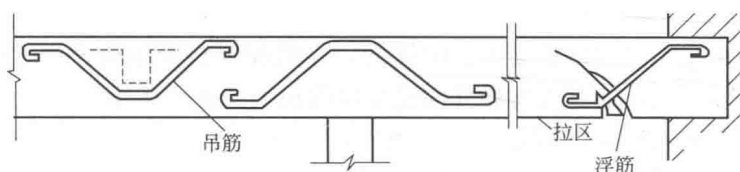


图 1-5 吊筋布置图

3. 架立钢筋

架立钢筋能够固定箍筋，并与主筋等一起连成钢筋骨架，保证受力钢筋的设计位置，使其在浇筑混凝土过程中不发生移动。

架立钢筋的作用是使受力钢筋和箍筋保持正确位置，以形成骨架。但当梁的高度小于150mm时，可不设箍筋，在这种情况下，梁内也不设架立钢筋。架立钢筋的直径一般为8~12mm。架立钢筋位置如图1-6所示。

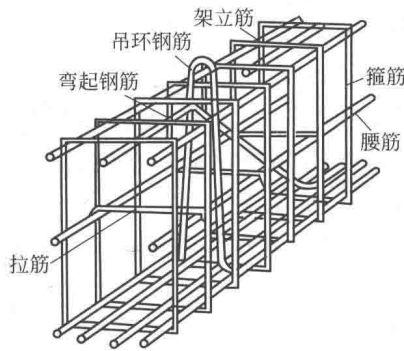


图 1-6 架立筋、腰筋等在钢筋骨架中的位置

4. 箍筋

箍筋除了可以满足斜截面抗剪强度外，还有使连接的受拉主钢筋和受压区的混凝土共同工作的作用。此外，亦可用于固定主钢筋的位置而使梁内各种钢筋构成钢筋骨架。

箍筋的主要作用是固定受力钢筋在构件中的位置，并使钢筋形成坚固的骨架，同时箍筋还可以承担部分拉力和剪力等。

箍筋的形式主要有开口式和闭口式两种。闭口式箍筋有三角形、圆形和矩形等多种形式。

单个矩形闭口式箍筋也称双肢箍；两个双肢箍拼在一起称为四肢箍。在截面较小的梁中可使用单肢箍；在圆形或有些矩形的长条构件中也有使用螺旋形箍筋的。

箍筋的构造形式如图1-7所示。

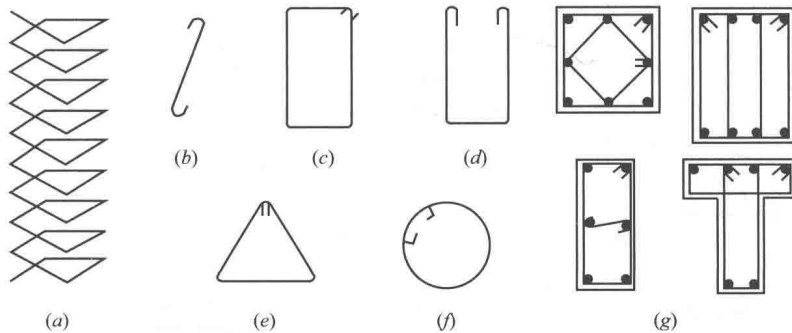


图 1-7 箍筋的构造形式

(a) 螺旋形箍筋；(b) 单肢箍；(c) 闭口双肢箍；(d) 开口双肢箍；
(e) 闭口三角箍；(f) 闭口圆形箍；(g) 各种组合箍筋

5. 腰筋与拉筋

腰筋的作用是防止梁太高时，由于混凝土收缩和温度变形而产生的竖向裂缝，同时也可加强钢筋骨架的刚度。腰筋用拉筋联系，如图 1-8 所示。

当梁的截面高度超过 700mm 时，为了保证受力钢筋与箍筋整体骨架的稳定，以及承受构件中部混凝土收缩或温度变化所产生的拉力，在梁的两侧面沿高度每隔 300~400mm 设置一根直径不小于 10mm 的纵向构造钢筋，称为腰筋。腰筋要用拉筋连接，拉筋直径采用 6~8mm。

由于安装钢筋混凝土构件的需要，在预制构件中，根据构件体形和质量，在一定位置设置有吊环钢筋。在构件和墙体连接处，部分还预埋有锚固筋等。

腰筋、拉筋、吊环钢筋在钢筋骨架中的位置如图 1-6 所示。

6. 分布钢筋

分布钢筋是指在垂直于板内主钢筋方向上布置的构造钢筋。其作用是将板面上的荷载更均匀地传递给受力钢筋，同时在施工中可通过绑扎或点焊以固定主钢筋位置，同时也可抵抗温度应力和混凝土收缩应力。

分布钢筋在构件中的位置如图 1-9 所示。

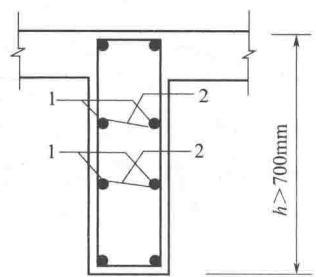


图 1-8 腰筋与拉筋布置
1—腰筋；2—拉筋

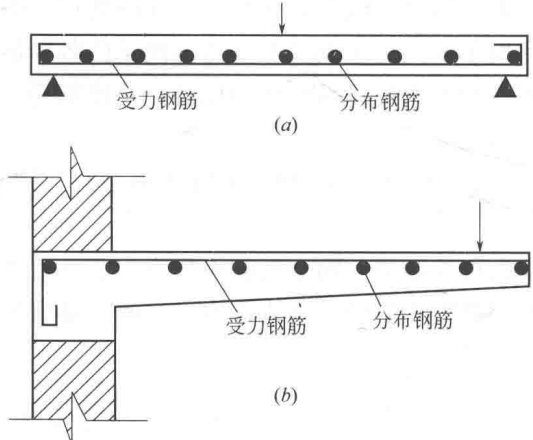


图 1-9 分布钢筋在构件中的位置
(a) 简支板；(b) 雨篷

1.2 钢筋的品种

1.2.1 热轧带肋钢筋

根据《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2—2007 的规定，热轧带肋钢筋的规格见表 1-1，其表面形状如图 1-10 所示，化学成分和碳当量见表 1-2，力学性能见表 1-3。

热轧带肋钢筋的公称横截面面积与理论质量

表 1-1

公称直径/mm	公称横截面面积/mm ²	理论重量/(kg/m)	实际重量与理论重量的偏差(%)
6	28.27	0.222	±7
8	50.27	0.395	
10	78.54	0.617	
12	113.1	0.888	
14	153.9	1.21	±5
16	201.1	1.58	
18	254.5	2.00	
20	314.2	2.47	
22	380.1	2.98	±4
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：本表中理论重量按密度为 7.85g/cm³ 计算。

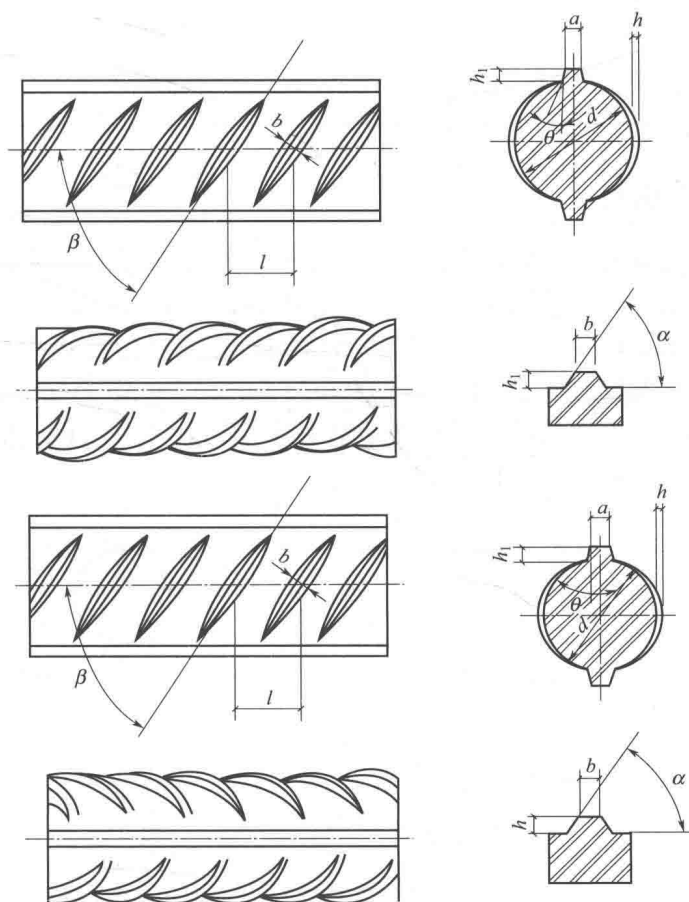


图 1-10 月牙肋钢筋（带纵肋）表面及截面形状

d —钢筋内径； α —横肋斜角； h —横肋高度； β —横肋与轴线夹角；

h_1 —纵肋高度； θ —纵肋斜角； a —纵肋顶宽； l —横肋间距； b —横肋顶宽

热轧带肋钢筋的化学成分和碳当量（熔炼分析）

表 1-2

牌号	化学成分(质量分数)(%),不大于					
	C	Si	Mn	P	S	C _{eq}
HRB335	0.25	0.80	1.60	0.045	0.045	0.52
HRBF335						0.54
HRB400						
HRBF400						
HRB500						0.55
HRBF500						

热轧带肋钢筋力学性能

表 1-3

牌 号	公称直径 d/mm	弯芯直径 $/\text{mm}$	R_{eL}/MPa	R_m/MPa	$A(\%)$	$A_{gt}(\%)$
			不小于			
HRB335 HRBF335	6~25	3 d	335	455	17	7.5
	28~40	4 d				
	>40~50	5 d				
HRB400 HRBF400	6~25	4 d	400	540	16	
	28~40	5 d				
	>40~50	6 d				
HRB500 HRBF500	6~25	6 d	500	630	15	
	28~40	7 d				
	>40~50	8 d				

1.2.2 冷轧带肋钢筋

冷轧带肋钢筋是热轧圆盘条经冷轧后，在其表面带有沿长度方向均匀分布的三面或二面横肋的钢筋。它的生产和使用应符合《冷轧带肋钢筋》GB 13788—2008 和《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ 95—2011 的规定。CRB550 钢筋的公称直径范围为 4~12mm。CRB650 及以上牌号钢筋的公称直径为 4mm、5mm、6mm。

(1) 三面肋和二面肋钢筋的外形分别见图 1-11、图 1-12，三面肋和二面肋钢筋的尺寸、重量及允许偏差应符合表 1-4 的规定。

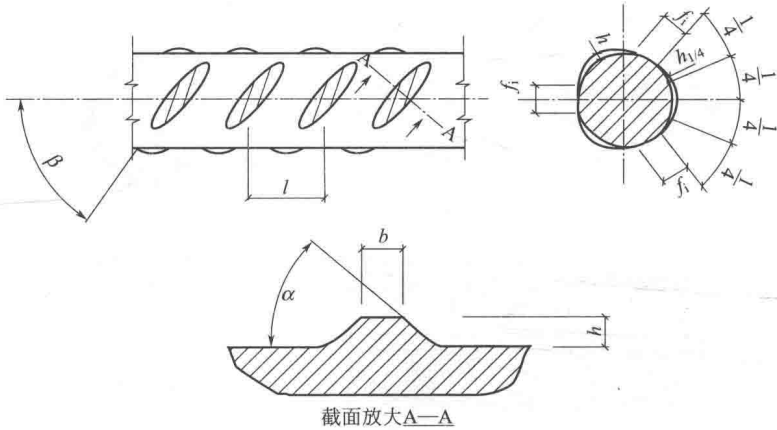


图 1-11 三面肋钢筋表面及截面形状

α —横肋斜角； β —横肋与钢筋轴线夹角； h —横肋中点高；
 l —横肋间距； b —横肋顶宽； f_i —横肋间隙

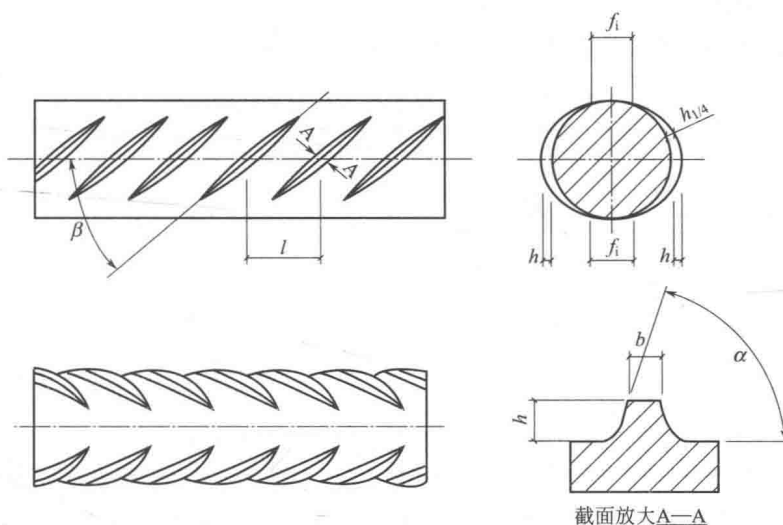


图 1-12 二面肋钢筋表面及截面形状

α —横肋斜角； β —横肋与钢筋轴线夹角； h —横肋中点高；
 l —横肋间距； b —横肋顶宽； f_i —横肋间隙

三面肋和二面肋钢筋的尺寸、重量及允许偏差

表 1-4

公称直径 d/mm	公称横截 面积/ mm^2	重量		横肋中点高		横肋 1/4 处高 $h_{1/4}$ /mm	横肋 顶宽 b /mm	横肋间距		相对肋 面积 f_r 不小于
		理论重量 /(kg/m)	允许偏差 (%)	h /mm	允许偏差 /mm			l /mm	允许偏差 (%)	
4	12.6	0.099	± 4	0.30	$+0.10$ -0.05	0.24	$\sim 0.2d$	4.0	± 15	0.036
4.5	15.9	0.125		0.32		0.26		4.0		0.039
5	19.6	0.154		0.32		0.26		4.0		0.039
5.5	23.7	0.186		0.40		0.32		5.0		0.039
6	28.3	0.222		0.40		0.32		5.0		0.039
6.5	33.2	0.261		0.46		0.37		5.0		0.045
7	38.5	0.302		0.46	± 0.10	0.37		5.0		0.045
7.5	44.2	0.347		0.55		0.44		6.0		0.045
8	50.3	0.395		0.55		0.44		6.0		0.045
8.5	56.7	0.445		0.55		0.44		7.0		0.045
9	63.6	0.499		0.75		0.60		7.0		0.052
9.5	70.8	0.556		0.75		0.60		7.0		0.052
10	78.5	0.617		0.75		0.60		7.0		0.052
10.5	86.5	0.679		0.75		0.60		7.4		0.052
11	95.0	0.746		0.85		0.68		7.4		0.056
11.5	103.8	0.815		0.95		0.76		8.4		0.056
12	113.1	0.888		0.95		0.76		8.4		0.056

注：1. 横肋 1/4 处高，横肋顶宽供孔型设计用；

2. 二面肋钢筋允许有高度不大于 $0.5h$ 的纵肋。

(2) 技术性能

1) 冷轧带肋钢筋用盘条的参考牌号和化学成分见表 1-5。

冷轧带肋钢筋用盘条的参考牌号和化学成分

表 1-5

钢筋牌号	盘条牌号	化学成分(%)					
		C	Si	Mn	V、Ti	S	P
CRB550	Q215	0.09~0.15	≤0.30	0.25~0.55	—	≤0.050	≤0.045
CRB650	Q235	0.14~0.22	≤0.30	0.30~0.65	—	≤0.050	≤0.045
CRB800	24MnTi	0.19~0.27	0.17~0.37	1.20~1.60	Ti:0.01~0.05	≤0.045	≤0.045
	20MnSi	0.17~0.25	0.40~0.80	1.20~1.60	—	≤0.045	≤0.045
CRB970	41MnSiV	0.37~0.45	0.60~1.10	1.00~1.40	V:0.05~0.12	≤0.045	≤0.045
	60	0.57~0.65	0.17~0.37	0.50~0.80	—	≤0.035	≤0.035

2) 钢筋的力学性能和工艺性能应符合表 1-6 的规定。当进行弯曲试验时,受弯曲部位表面不得产生裂纹。反复弯曲试验的弯曲半径应符合表 1-7 的规定。

冷轧带肋钢筋的力学性能和工艺性能

表 1-6

牌号	$R_{p0.2}/\text{MPa}$ 不小于	R_m/MPa 不小于	伸长率(%) 不小于		弯曲试验 180°	反复弯曲 次数	应力松弛初始应力 应相当于公称抗拉强度的 70%
			$A_{11.3}$	A_{100}			1000h 松弛率(%)不大于
CRB550	500	550	8.0	—	$D=3d$	—	—
CRB650	585	650	—	4.0	—	3	8
CRB800	720	800	—	4.0	—	3	8
CRB970	875	970	—	4.0	—	3	8

注:表中 D 为弯心直径, d 为钢筋公称直径。

反复弯曲试验的弯曲半径 (mm)

表 1-7

钢筋公称直径	4	5	6
弯曲半径	10	15	15

(3) 强度取值

1) 冷轧带肋钢筋的强度标准值应具有不小于 95%的保证率。钢筋混凝土用冷轧带肋钢筋的强度标准值 f_{yk} 应由抗拉屈服强度表示,并应按表 1-8 采用。预应力混凝土用冷轧带肋钢筋的强度标准值 f_{ptk} 应由抗拉强度表示,并应按表 1-9 采用。

钢筋混凝土用冷轧带肋钢筋强度标准值 (N/mm^2)

表 1-8

牌号	符号	钢筋直径/mm	f_{yk}
CRB550	Φ^R	4~12	500
CRB600H	Φ^{RH}	5~12	520