

图解建筑工程施工细部做法 **100** 讲系列

TUJIE HUNNINGTU GONGCHENG
SHIGONG XIBU ZUOFA 100 JIANG

图解 混凝土工程施工
细部做法 **100** 讲

主编 于林平 王志云



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

图解混凝土工程施工 细部做法 100 讲

主编 于林平 王志云

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书以现行国家标准、行业规范为依据,详细介绍了混凝土工程施工细部做法,主要包括钢筋工程施工细部做法、模板工程施工细部做法、预应力工程施工细部做法、混凝土分项工程施工细部做法、装配式结构工程施工细部做法等内容。

本书可供从事混凝土结构施工的技术人员参考使用,也可供高等学校的教师、研究生和本科生作为教学参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

图解混凝土工程施工细部做法 100 讲/于林平
主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2016. 11
ISBN 978-7-5603-5793-5

I. ①图… II. ①于… III. ①混凝土施工—图解
IV. ①TU755-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 003955 号

策划编辑 郝庆多
责任编辑 王桂芝 段余男
出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006
传 真 0451-86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 13.25 字数 350 千字
版 次 2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-5793-5
定 价 35.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

编 委 会

主 编 林 平 王志云

参 编 周 永 周东旭 沈 璐 于海洋

苏 健 马广东 白雅君 张明慧

杨 杰 王红微 董 慧 何 影

宋春亮 周 晨

前 言

混凝土是土木结构施工工程的重要结构材料。混凝土结构在建筑结构工程中占有重要份额,其用途几乎覆盖建筑业的所有领域。混凝土结构工程施工量大、施工面广,施工产品大多呈现出单一性、特殊性、不重复性,技术比较复杂,施工周期长。需要完成钢筋工程、模板工程、混凝土工程等一系列工程任务,涉及施工技术、施工工艺、材料、结构与构造、工程量与计价、力学、安全与环保、工程识图、工程经济等方面的知识。

本书简单实用,更容易被建筑工程施工操作人员理解与掌握,我们针对建筑工程施工过程中所涉及的关键技术进行了相应的总结,并以图表和文字相结合的形式突出了建筑施工技术的重点。本书格局简约,要点明了,便于施工技术人员快速了解、掌握建筑施工技术的核心,易懂、易学、方便应用,可促进施工人员严格执行工程建设程序,坚持合理的施工程序、施工顺序和工艺,使建筑工程符合设计要求,同时满足材料、机具、人员等要求。

由于编者的经验和学识有限,尽管尽心尽力编写,但内容难免有疏漏、错误之处,敬请广大专家、学者批评指正。

编 者
2016.01

目 录

第1章 钢筋工程施工细部做法	1
1.1 钢筋加工	1
第1讲 钢筋除锈	1
第2讲 钢筋调直	1
第3讲 钢筋切断	4
第4讲 钢筋弯曲、成型	6
1.2 钢筋绑扎	11
第5讲 基础钢筋绑扎	11
第6讲 现浇框架结构钢筋绑扎	14
第7讲 剪力墙钢筋绑扎	20
1.3 钢筋焊接连接	24
第8讲 钢筋对焊	24
第9讲 钢筋电弧焊	25
第10讲 钢筋电渣压力焊	26
第11讲 钢筋气压焊	29
第12讲 钢筋埋弧压力焊	33
第13讲 钢筋电阻点焊	34
1.4 钢筋机械连接	35
第14讲 带肋钢筋套筒挤压连接	35
第15讲 钢筋锥螺纹套筒连接	36
第16讲 镦粗型锥螺纹连接	38
第17讲 钢筋冷镦粗直螺纹套筒连接	39
1.5 焊接接头无损检测技术	39
第18讲 超声波检测法	39
第19讲 无损张拉检测	40
1.6 钢筋工程冬期焊接施工	46
第20讲 闪光对焊工艺要点	46
第21讲 电弧焊工艺要点	46
第22讲 电渣压力焊工艺要点	47
第23讲 气压焊工艺要点	47
第2章 模板工程施工细部做法	48
2.1 竹、木散装模板	48

第 24 讲	基础模板制作安装	48
第 25 讲	柱模板安装	48
第 26 讲	梁模板安装	49
第 27 讲	剪力墙模板安装	49
第 28 讲	楼面模板安装	50
2.2	定型组合模板	51
第 29 讲	墙体组合大钢模板安装与拆除	51
第 30 讲	柱子组合大钢板安装	52
第 31 讲	墙体钢胶合板模板安装与拆除	52
第 32 讲	柱子钢框胶合板模板安装与拆除	53
第 33 讲	梁板钢框胶合板安装与拆除	54
第 34 讲	墙体小钢模的安装与拆除	54
第 35 讲	柱子小钢模的安装与拆除	55
2.3	大模板	55
第 36 讲	固定式大模板	55
第 37 讲	组合式大模板	57
第 38 讲	拼装式大模板	61
第 39 讲	筒形模板	65
第 40 讲	外墙大模板	72
2.4	高层建筑滑升模板	82
第 41 讲	滑膜装置安装	82
第 42 讲	钢筋绑扎	83
第 43 讲	混凝土浇筑	83
第 44 讲	液压滑升	84
第 45 讲	水平结构施工	85
2.5	高层建筑爬升模板	85
第 46 讲	爬模装置安装	85
第 47 讲	安装操作平台	86
第 48 讲	安装系统	86
第 49 讲	钢筋绑扎	87
第 50 讲	混凝土浇筑	87
第 51 讲	脱模	87
第 52 讲	水平结构施工	87
第 53 讲	防骗纠偏	87
2.6	永久性模板	88
第 54 讲	压型钢板模板	88
第 55 讲	组合板的钢筋混凝土薄板模板	93
第 56 讲	非组合板的钢筋混凝土薄板模板	98

第3章 预应力工程施工细部做法	100
3.1 无黏结预应力混凝土施工	100
第57讲 在现浇结构中的配置	100
第58讲 无黏结预应力梁筋的铺放	101
第59讲 无黏结预应力板筋的铺设	103
第60讲 无黏结预应力筋的张拉	105
第61讲 防火及防腐蚀	108
3.2 现浇混凝土结构后张法有黏结预应力	110
第62讲 预应力筋制作	110
第63讲 孔道留设	111
第64讲 预应力筋穿束	112
第65讲 预应力筋张拉	112
第66讲 孔道灌浆	113
3.3 预应力混凝土先张法施工	114
第67讲 一般先张法工艺	114
第68讲 折线张拉工艺	118
第69讲 先张预制构件	120
3.4 预应力高耸结构施工	128
第70讲 预应力混凝土高耸结构	128
第71讲 预应力高耸结构施工	130
第72讲 预应力混凝土超长结构	134
第73讲 预应力结构的开洞及加固	136
第4章 混凝土分项工程施工细部做法	138
4.1 现浇梁、板混凝土结构	138
第74讲 施工准备	138
第75讲 混凝土搅拌	155
第76讲 混凝土运输	157
第77讲 混凝土泵送	157
第78讲 混凝土布料	159
第79讲 混凝土浇筑	160
第80讲 混凝土振捣	161
第81讲 混凝土养护	162
4.2 现浇墙、柱混凝土结构	163
第82讲 施工准备	163
第83讲 混凝土搅拌	168
第84讲 混凝土运输	170
第85讲 混凝土浇筑与振捣	170
第86讲 墙、柱混凝土拆模	172
第87讲 混凝土养护	172
第88讲 冬期施工	172

第 89 讲 混凝土试块留置	173
4.3 底板大体积混凝土	174
第 90 讲 施工准备	174
第 91 讲 混凝土搅拌	180
第 92 讲 混凝土运输	181
第 93 讲 混凝土浇筑	182
第 94 讲 混凝土表面处理	183
第 95 讲 混凝土养护	183
第 96 讲 冬期施工	184
4.4 清水混凝土及施工	185
第 97 讲 施工准备	185
第 99 讲 混凝土浇筑	186
第 99 讲 混凝土养护	186
4.5 型钢混凝土施工	187
第 100 讲 施工准备	187
第 101 讲 型钢混凝土浇筑	187
第 102 讲 混凝土养护	188
4.6 钢管混凝土施工	188
第 103 讲 施工准备	188
第 104 讲 管内混凝土浇筑	189
第 105 讲 高位抛落面振捣	189
第 106 讲 混凝土养护	189
4.7 混凝土季节性施工	190
第 107 讲 雨季施工	190
第 108 讲 高温施工	191
第 5 章 装配式结构工程施工细部做法	193
5.1 构件制作	193
第 109 讲 构件制作要求	193
第 110 讲 构件制作工艺要求	193
5.2 运输与存放	196
第 111 讲 运输	196
第 112 讲 存放	196
第 113 讲 墙板的运输和存放	196
第 114 讲 屋架的运输和存放	197
5.3 安装与连接	197
第 115 讲 准备工作	197
第 116 讲 构件安装	197
第 117 讲 构件连接	198
参考文献	200

1 钢筋工程施工细部做法

1.1 钢筋加工

第1讲 钢筋除锈

(1) 钢筋表面上的油渍、漆污以及锤击能剥落的浮皮、铁锈应清理干净,带有颗粒状或片状老锈的钢筋不得使用。在焊接之前,焊点处的水锈应清理干净。

(2) 对大量的钢筋除锈,可借助钢筋冷拉或钢筋调直机调直过程完成;少量的钢筋除锈可采用电动除锈机或喷砂方法;钢筋局部除锈可以采取人工用钢丝刷或砂轮等方法进行。也可将钢筋通过砂箱往返搓动除锈。

(3) 电动除锈机多为自制,圆盘钢丝刷有成品供应(也可以用废钢丝绳头拆开编成),直径200~300 mm,厚50~100 mm,转速1 000 r/min,电动机功率1.0~1.5 kW,上设排尘罩及排尘管道。电动除锈机如图1.1所示。

(4) 如除锈后钢筋表面有严重的麻坑及斑点等已伤蚀截面时,应降级使用或者剔除不用,不得使用带有蜂窝状锈迹的钢丝。

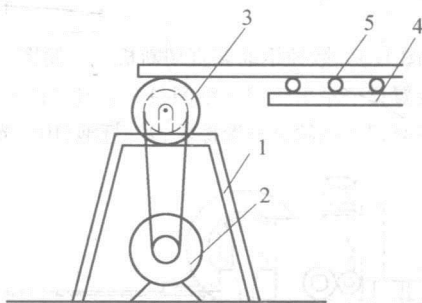


图1.1 电动除锈机

1—支架;2—电动机;3—圆盘钢丝刷;
4—滚轴台;5—钢筋

第2讲 钢筋调直

(1) 对局部曲折、弯曲或者成盘的钢筋应进行调直。

(2) 钢筋调直普遍使用慢速卷扬机拉直,如图1.2所示,也可用调直机调直,如图1.3所示,常用钢筋调直机型号及技术性能,见表1.1、图1.4。在缺乏调直设备时,粗钢筋可采用弯曲机、平直锤或卡盘、扳手锤击矫直;细钢筋可以用绞磨拉直或者用导轮、蛇形管调直装置来调直,如图1.5所示。

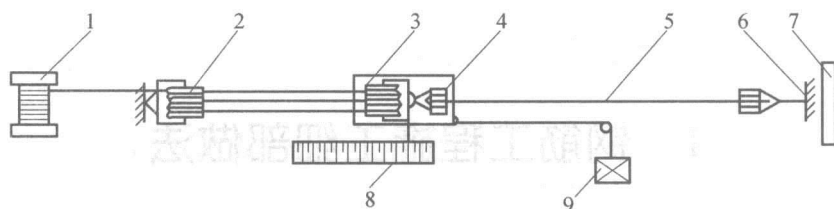


图 1.2 卷扬机拉直设备

- 1—卷扬机;2—滑轮组;3—冷拉小车;4—钢筋夹具;
5—钢筋;6—地锚;7—防护壁;8—标尺;9—荷重架

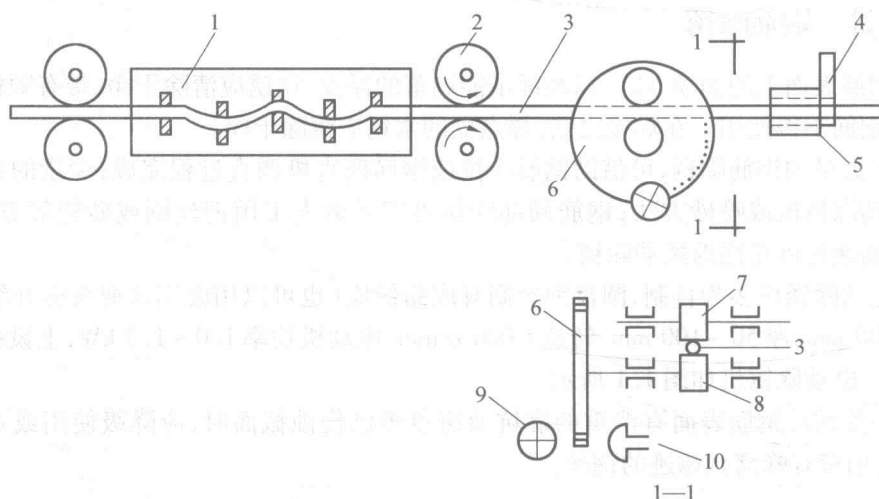


图 1.3 数控钢筋调直切断机工作简图

- 1—调直装置;2—牵引轮;3—钢筋;4—上刀口;5—下刀口;
6—光电盘;7—压轮;8—摩擦轮;9—灯泡;10—光电管

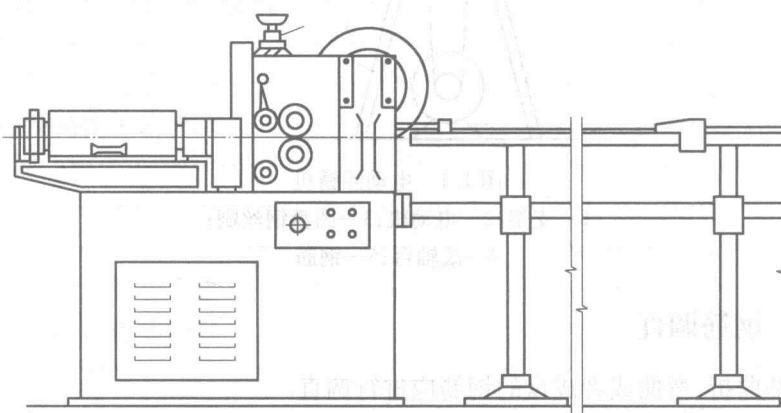
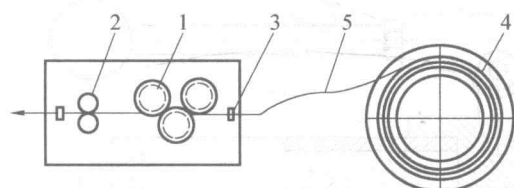


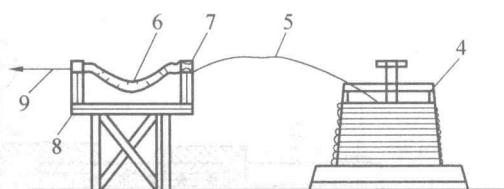
图 1.4 GT3/8 型钢筋调直机

表 1.1 钢筋调直切断机主要技术性能

参数名称	型号			
	GT1.6/4	GT3/8	GT6/12	GTS3/8
调直切断钢筋直径/mm	1.6 ~ 4	3 ~ 8	6 ~ 12	3 ~ 8
钢筋抗拉强度/MPa	650	650	650	650
切断长度/mm	300 ~ 3 000	300 ~ 6 500	300 ~ 6 500	300 ~ 6 500
切断长度误差/(mm · m ⁻¹)	≤3	≤3	≤3	≤3
牵引速度/(m · min ⁻¹)	40	40,65	36,54,72	30
调直筒转速/(r · min ⁻¹)	2 900	2 900	2 800	1 430
送料、牵引辊直径/mm	80	90	102	
电机型号:调直	Y100L-2	Y132M-4	Y132S-2	J02-31-4
牵引	Y100L-6		Y112M-4	
切断		Y90S-6	Y90S-4	J02-31-4
功率:调直/kW	3	7.5	7.5	2.2
牵引/kW	1.5		4	
切断/kW			0.75	1.1
外形尺寸:长/mm	3 410	1 854	1 770	
宽/mm	730	741	535	
高/mm	1 375	1 400	1 457	
整机重量/kg	1 000	1 280	1 263	



(a) 导轮调直装置



(b) 蛇形管调直装置

图 1.5 导轮和蛇形管调直装置

1—辊轮;2—导轮;3—旧拔丝模;4—盘条架;

5—细钢筋或钢丝;6—蛇形管;7—旧滚珠轴承;8—支架;9—人力牵引

(3) 采用钢筋调直机调直冷拔低碳钢丝和细钢筋时要依据钢筋的直径选用调直模和传送辊,并且要恰当掌握调直模的偏移量和压辊的压紧程度。

(4) 用卷扬机拉直钢筋时,应注意控制冷拉率 HPB300 级钢筋不宜大于 4%;HRB335、HRB400、HRB500、HRBF335、HRBF400、HRBF500 和 RRB400 级钢筋冷拉率,不宜大于 1%。用调直机调直钢丝和用锤击法平直粗钢筋时,表面伤痕不应使截面积减少 5% 以上。

(5) 调直后的钢筋应平直,无局部曲折;冷拔低碳钢丝表面不得有明显擦伤。应当注意:冷拔低碳钢丝经调直机调直后,其抗拉强度通常要降低 10%~15%,使用前要加强检查,按调直后的抗拉强度选用。

(6) 已调直的钢筋应按牌号、直径、长短以及根数分扎成若干小扎,分区整齐地堆放。

第3讲 钢筋切断

(1) 机具设备。切断机分机械式切断(图 1.6)与液压式切断(图 1.7)两种。前者为固定式,能切断 $\phi 40\text{ mm}$ 钢筋;后者为移动式,方便于现场流动使用,能切断 $\phi 32\text{ mm}$ 以下钢筋,常用两种钢筋切断机的技术性能见表 1.2、1.3。在缺乏设备时,可以用断丝钳(剪断钢丝)、克丝钳子(切断 $\phi 6\sim 32\text{ mm}$ 钢筋)及手动液压切断器(切断不大于 $\phi 16\text{ mm}$ 钢筋)切断钢筋;对 $\phi 40\text{ mm}$ 以上钢筋用氧乙炔焰割断。

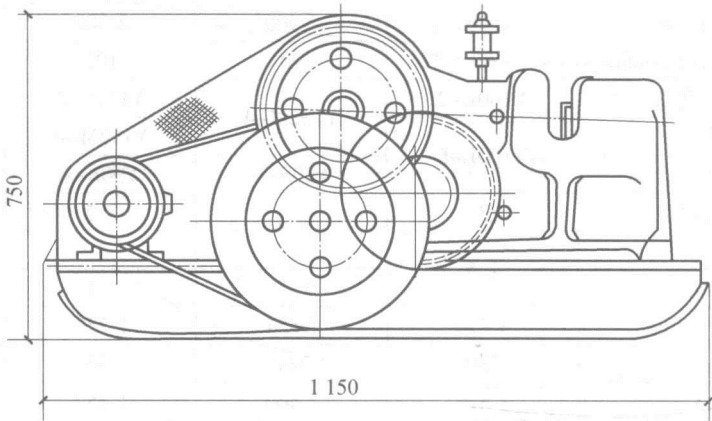


图 1.6 GQ40 型钢筋切断机

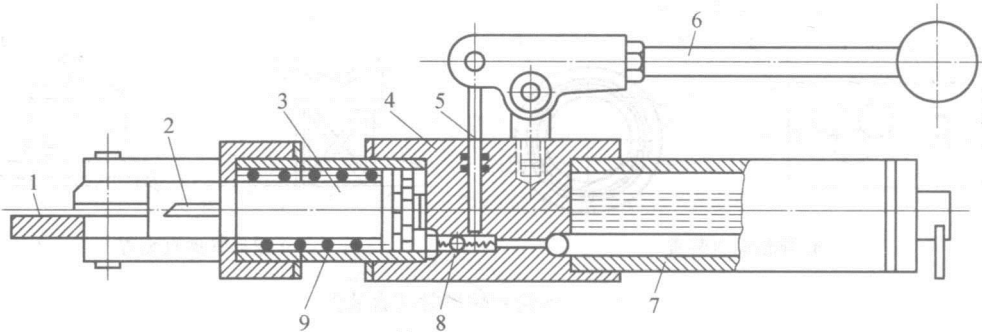


图 1.7 手动液压切断器

1—滑轨;2—刀片;3—活塞;4—缸体;5—柱塞;6—压杆;
7—贮油筒;8—吸油阀;9—回位弹簧

表 1.2 机械式钢筋切断机主要技术性能

参数名称	型号				
	GQL40	GQ40	GQ40A	GQ40B	GQ50
切断钢筋直径/mm	6~40	6~40	6~40	6~40	6~40
切断次数/(次·min ⁻¹)	38	40	40	40	30
电动机型号	Y100L2-4	Y100L-2	Y100L-2	Y100L-2	Y132S-4
功率/kW	3	3	3	3	5.5
转速/(r·min ⁻¹)	1 420	2 880	2 880	2 880	1 450
外形尺寸长/mm	685	1 150	1 395	1 200	1 600

续表 1.2

参数名称	型号				
	GQI40	GQ40	GQ40A	GQ40B	GQ50
宽/mm	575	430	556	490	695
高/mm	984	750	780	570	915
整机重量/kg	650	600	720	450	950
传动原理及特点	偏心轴	开式、插销 离合器曲柄	凸轮、滑 键离合器	全封闭曲 柄连杆转 键离合器	曲柄连杆 传动半 开式

表 1.3 液压传动及手持式钢筋切断机主要技术性能

参数名称		形式与型号			
		电动	手动	手持	
		DYJ-32	SYJ-16	GQ-12	GQ-20
切断钢筋直径 d /mm		8 ~ 32	16	6 ~ 12	6 ~ 20
工作总压力/kN		320	80	100	150
活塞直径 d /mm		95	36		
最大行程/mm		28	30		
液压泵柱塞直径 d /mm		12	8		
单位工作压力/MPa		45.5	79	34	34
液压泵输油率/($L \cdot min^{-1}$)		4.5			
压杆长度/mm		438			
压杆作用力/N		220			
贮油量/kg		35			
电动机	型号	Y 型		单相串激	单相串激
	功率/kW	3		0.567	0.570
	转数/($r \cdot min^{-1}$)	1 440			
外形尺寸	长/mm	889	680	367	420
	宽/mm	396		110	218
	高/mm	398		185	130
总重/kg		145	6.5	7.5	14

(2)工艺要点。

- ①钢筋成型前,应根据配料表要求长度截断,通常用钢筋切断机进行。
- ②钢筋切断应合理统筹配料,把相同规格钢筋根据不同长短搭配,统筹排料;一般先断长料,后断短料,以减少短头、接头以及损耗。避免用短尺量长料,以防止产生累积误差;应在工作台上标出尺寸刻度并设置控制断料尺寸用的挡板。切断过程中若发现劈裂、缩头或严重的弯头等必须切除。
- ③向切断机送料时,应将钢筋摆直,避免弯成弧形。操作者应握紧钢筋,并应在冲切刀片向后退时送进钢筋;切断长 300 mm 以下钢筋时,应将钢筋套在钢管内送料,避免发生人身或设备安全事故。
- ④操作中,如发现钢筋硬度异常过软或过硬,与钢筋牌号不相称时,应考虑对该批钢筋进一步检验。

⑤切断后的钢筋断口不得有马蹄形或者起弯等现象;钢筋长度偏差应小于 ± 10 mm。

第4讲 钢筋弯曲、成型

(1)一般规定。

①受力钢筋。

a. HPB300 级钢筋末端应做 180° 弯钩,其弯弧内直径不应小于钢筋直径的 2.5 倍,弯弯后平直部分长度不应小于钢筋直径的 3 倍。如图 1.8 所示。

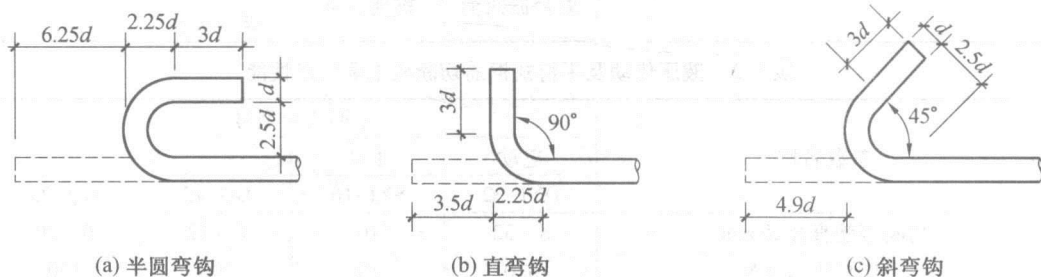


图 1.8 钢筋弯钩计算简图

b. 当设计要求钢筋末端需做 135° 弯钩时,如图 1.9(b) 所示,HRB335 级、HRB400 级钢筋的弯弧内直径 D 不应小于钢筋直径的 4 倍,弯钩的弯后平直部分长度应符合设计要求;

c. 钢筋做不大于 90° 的弯折时,如图 1.9(a) 所示,弯折处的弯弧内直径不应小于钢筋直径的 5 倍。

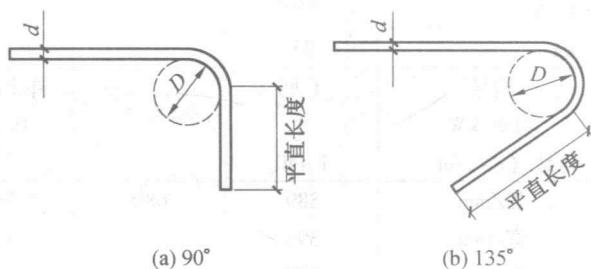


图 1.9 受力钢筋弯折

②箍筋。除焊接封闭环式箍筋外,箍筋的末端应做弯钩。弯钩形式应符合设计要求;当设计无具体要求时,应符合以下规定:

a. 箍筋弯钩的弯弧内直径除应满足图 1.8 外,尚应不小于受力钢筋的直径。

b. 箍筋弯钩的弯折角度:对一般结构,不应小于 90° ;对有抗震等要求的结构应为 135° ,如图 1.10 所示。

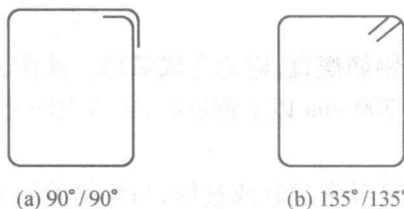


图 1.10 箍筋示意

c. 箍筋弯后的平直部分长度:对一般结构,不宜小于箍筋直径的 5 倍;对有抗震等要求的结构,不应小于箍筋直径的 10 倍。

(2) 机具设备。常用弯曲机、弯箍机型号及技术性能如图 1.11 与表 1.4、表 1.5。在缺乏设备或少量钢加工时,可以用手工弯曲成型。手工弯曲采用手摇扳手在成型台上进行,手摇扳手的主要尺寸见表 1.6、表 1.7,每次弯 4~8 根 $\phi 8 \sim 10$ mm 以下细钢筋,或用卡盘及扳手,可弯曲 $\phi 12 \sim 32$ mm 钢筋,当弯曲直径 $\phi 28$ mm 以下钢筋时,可以用两个板柱加不同厚度钢套。钢筋扳口直径应比钢筋大 2 mm。

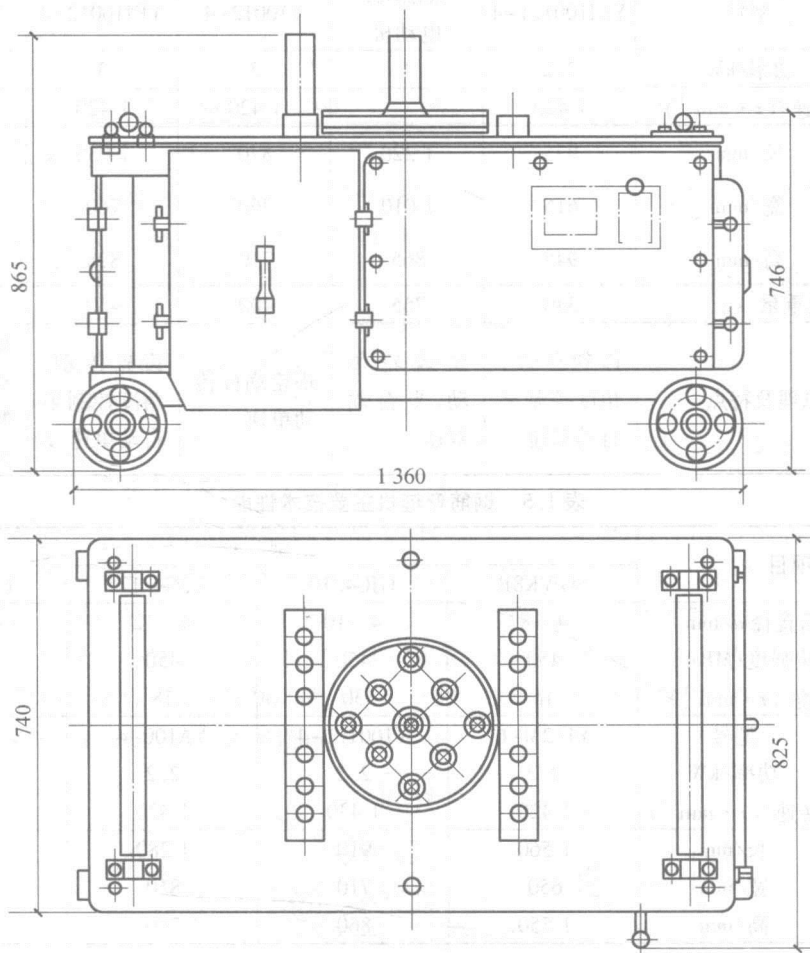


图 1.11 GW40 型钢筋弯曲机

表 1.4 钢筋弯曲机主要技术性能

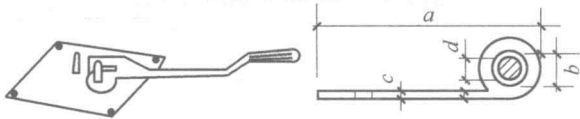
参数名称		型 号				
		GW32	GW32A	GW40	GW40A	GW50
弯曲钢筋直径 d/mm		6 ~ 32	6 ~ 32	6 ~ 40	6 ~ 40	25 ~ 50
钢筋抗拉强度/MPa		450	450	450	450	450
弯曲速度/ $(\text{r} \cdot \text{min}^{-1})$		10/20	8.8/16.7	5	9	2.5
工作盘直径 d/mm		360		350	350	320
电动机	型号	YEJ1001.1-4	柴油机、电动机	Y10012-4	YEJ10012-4	Y112MF-4
	功率/kW	2.2	4	3	3	4
	转速/ $(\text{r} \cdot \text{min}^{-1})$	1 420		1 420	1 420	1 420
外形尺寸	长/mm	875	1 220	870	1 050	1 450
	宽/mm	615	1 010	760	760	800
	高/mm	945	865	710	828	760
整机重量/kg		340	755	400	450	580
结构原理及特点		齿轮传动，角度控制半自动双速	全齿轮传动，半自动双速	蜗轮蜗杆传动单速	齿轮传动，角度控制半自动单速	蜗轮蜗杆传动，角度控制半自动单速

表 1.5 钢筋弯箍机主要技术性能

项目		型 号			
		SGWK8B	GJG4/10	GJG4/12	LGW60Z
弯曲钢筋直径 d/mm		4 ~ 8	4 ~ 10	4 ~ 12	4 ~ 10
钢筋抗拉强度/MPa		450	450	450	450
工作盘转速/ $(\text{r} \cdot \text{min}^{-1})$		18	30	18	22
电动机	型号	Y112M-6	Y1001.1-4	YA100-4	
	功率/kW	2.2	2.2	2.2	3
	转速/ $(\text{r} \cdot \text{min}^{-1})$	1 420	1 430	1 420	
外形尺寸	长/mm	1 560	910	1 280	2 000
	宽/mm	650	710	810	950
	高/mm	1 550	860	790	950

表 1.6 手摇扳手主要尺寸

单位: mm



项 次	钢筋直径	a	b	c	d
1	$\phi 6$	500	18	16	16
2	$\phi 8 \sim 10$	600	22	18	20