



上岗之路

电工 技能实战训练

机械工业职业教育研究中心 组编

提高版

上岗取证之法宝
学习技能之锦囊



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

上岗之路

电工技能实战训练

——提高版

机械工业职业教育研究中心 组编



机械工业出版社

本系列丛书分入门版和提高版，书中以技能训练实例为主，遵循由浅入深、由易到难、由简单到复杂循序渐进的规律，以提高读者的综合技能水平。本书是提高版，主要内容包括：车间电力设备的安装调试、机床设备电气安装调试、晶闸管整流电路的安装调试、高低压柜的中小修、特殊环境电气装置的安装、10kV及以下架空线路和电力电缆的施工和接地接零系统的制作安装与测试等中级电工操作技能。为便于培训和考核，书末还附有技能考核自测题。

本书配有大量插图，形象直观，文字叙述简明扼要、通俗易懂，可供中级技术工人培训和自学之用，也可作为技工学校、职业技术学校的生产实习教学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工技能实战训练：提高版/机械工业职业教育研究中心编.—2版.—北京：机械工业出版社，2004.9

(上岗之路)

ISBN 7-111-04846-6

I. 电… II. 机… III. 电工技术—基本知识

IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 087400 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王振国 版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:鞠杨 责任印制:李妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 10 月第 2 版第 1 次印刷

850mm × 1168mm^{1/32} · 11.625 印张 · 310 千字

定价: 21.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面防伪标均为盗版

出版说明

为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革和发展的决定》精神，满足企业职工学习技能的需要，我们组织出版了这套“上岗之路”丛书。

本套丛书共 30 本，包括 15 个工种的入门版和提高版，是根据原机械工业部统编的《机械工人操作技能培训教材》重排修订而成的。原教材作为我国第一套操作技能培训教材，以其内容实用，训练实例典型、通用、可操作性强，立体插图形象直观，文字叙述简明扼要、通俗易懂等特点，在工矿企业的技能培训，技工学校、职业技术学校的实习教学等方面发挥了很大的作用，受到了广大读者的好评，直到现在仍有不少读者订购。但由于原教材采用铅排印刷，不便于再版。为使这套教材更好地发挥其作用，经与编委会协商，决定对其进行重排修订。

为保持本套书的特色，本次修订仅对原教材中结构安排不合理之处进行调整，删去部分意义不大、代表性不强的内容，并适当补充一些必要的新知识，全面采用新的技术标准。为便于读者携带，开本由原来的 16 开改为大 32 开。

本套丛书可供初、中级技术工人培训和自学之用，也可作为技工学校、职业技术学校的生产实习教学用书。

本书由黄冠群、李辛中、徐素桥编著，范镇审稿。

由于修订时间仓促，书中难免有缺点和错误，恳切希望广大读者批评指正，以便下次修订时参考。

机械工业职业教育研究中心

目 录

出版说明

单元 1 车间电力设备的电气安装	1
技能训练 1 车间低压动力电缆进线的安装	1
技能训练 2 车间低压动力架空进线的安装	4
技能训练 3 大中型车间明配动力线的安装	7
技能训练 4 车间动力线穿管嵌槽敷设安装	13
技能训练 5 车间母线槽的安装	16
技能训练 6 车间电缆桥架的安装	19
技能训练 7 车间动力配电箱的安装	20
技能训练 8 低压断路器的安装与调试	25
技能训练 9 射钉器的使用和膨胀螺栓的固定	30
单元 2 机床设备的电气安装与调试	35
技能训练 1 机床电气控制箱的安装调试	35
技能训练 2 铣床的电气安装与调试	49
技能训练 3 龙门刨床的电气安装与调试	65
单元 3 30/5t 桥式起重机电气安装与调试	84
技能训练 1 安装前的准备工作	84
技能训练 2 起重机供电开关、电源线和滑触线的选择与安装	88
技能训练 3 起重机的接地保护	97
技能训练 4 起重机电气部件安装及接线	98
技能训练 5 起重机的调试	104
技能训练 6 起重机调试中典型故障的排除	112
单元 4 晶闸管整流电路的安装与调试	115
技能训练 1 晶闸管整流元件和单结晶体管的简易测试	115

技能训练 2	晶闸管整流电路的装接	120
技能训练 3	单相半控桥式晶闸管整流电路的调试	127
技能训练 4	单相半控桥式晶闸管整流电路的故障诊断与排除	134
单元 5	车间变配电所设备的安装与调试	137
技能训练 1	800kV·A 变压器的吊心检查	137
技能训练 2	800kV·A 变压器试验	143
技能训练 3	800kV·A 变压器室的电气安装	155
技能训练 4	800kV·A 变配电所低压室的电气安装与调试	175
单元 6	高压配电装置的安装调试和维修	183
技能训练 1	隔离开关和负荷开关的安装与调试	183
技能训练 2	油断路器拆装和检修	188
技能训练 3	油断路器的调整	195
技能训练 4	二次设备及回路的检查和调整	198
单元 7	特殊环境电气装置的安装	204
技能训练 1	爆炸危险环境防爆电气装置的安装	204
技能训练 2	火灾危险环境电气装置的安装	228
技能训练 3	特别潮湿和多尘环境电气装置的安装	235
单元 8	10kV 及以下架空线路的安装	241
技能训练 1	10kV 及以下架空线路厂区勘测、定位	241
技能训练 2	10kV 及以下架空线路的立杆、金具和绝缘子的安 装、放线及架线	244
技能训练 3	10kV 及以下架空线路转角杆、终端杆拉线的制作 安装	258
技能训练 4	调换 10kV 架空线路的终端杆和转角杆	269
单元 9	电力电缆的施工	272
技能训练 1	10kV 电力电缆的敷设	272
技能训练 2	10kV 纸绝缘电力电缆终端头及中间接头的制作	278



技能训练 3 10kV 交联聚乙烯电缆终端头和中间接头的制作	294
技能训练 4 10kV 电缆故障的测寻	300

单元 10 接地接零系统的制作与安装

314

技能训练 1 自然接地体的利用和人工接地体的制作与安装	314
技能训练 2 接地线的安装	321
技能训练 3 供电系统和机床设备的接地接零制作与安装	326
技能训练 4 避雷装置的选用和制作与安装	335
技能训练 5 接地电阻值的测量和接地装置的检查与维修	337

技能考核自测题

341

1. 车间动力配电箱的安装	341
2. 22kW Y- Δ 启动电气控制箱的安装与调试	342
3. X62W 型万能升降台铣床电气安装	344
4. X62W 型万能升降台铣床电气控制装置的调试	344
5. 30/5t 桥式起重机安装与调试	345
6. 30/5t 桥式起重机移动小车橡胶软电缆馈电线路的安装	346
7. 30/5t 桥式起重机安装调试中电气故障的排除	347
8. 龙门刨床调试中主电动机控制电路故障的排除及励磁机输出 电压的调整	347
9. 龙门刨床安装调试过程中横梁控制电路的调试及故障排除	349
10. 晶闸管整流电路安装与调试	350
11. 800kV·A (10kV/0.4kV) 变压器吊心检查	351
12. 800kV·A (Yyn0) 变压器试验 (一)	352
13. 800kV·A (Yyn0) 变压器试验 (二)	353
14. SN10-10 型少油断路器的安装与调试	353
15. 高压开关柜二次回路的检查与调试 (1 台)	354
16. 防爆电器的安装	355
17. 用汽车吊吊立 12m 高 $D=190\text{mm}$ 水泥电杆	356
18. 安装 10kV、90°转角杆横担、绝缘子及拉线	357
19. 拉线的制作与安装	357
20. 10kV 交联聚乙烯电缆终端头的制作	358

21. 10kV 纸绝缘油浸电力电缆户内终端尼龙头的制作	359
22. 10kV 交联电力电缆中间接头的制作（油浸纸）	360
23. 10kV 交联电力电缆短路故障点的确定	361
24. 漏电保护器错误接法的纠正及接地电阻值的测量	362

车间电力设备的电气安装



技能训练 1

车间低压动力电缆进线的安装

(1) 安装前的准备 目前, 各企业已广泛使用的电缆供电方式, 既不占据空间, 又不影响厂区的美观。敷设电缆的方式有直埋式、沟内敷设、穿管敷设和在隧道内敷设多种。直埋式是目前最常用的较经济的敷设方式, 其进入建筑物处的埋设方式之一如图 1-1 所示。由于电缆埋设在地下, 这将涉及到地下隐蔽工程等问题, 因此在敷设电缆前要做好下列准备工作。

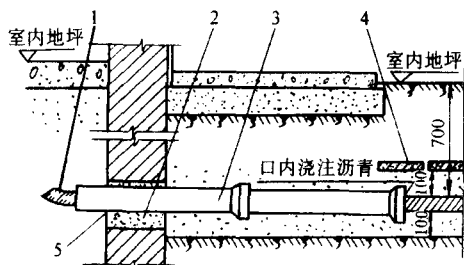


图 1-1

1—电缆 2—防水砂浆 3—穿墙缸瓦管

4—混凝土盖板 (或用砖代替) 5—墙孔

1) 了解敷设地段的情况。在挖掘电缆沟前, 应将该施工地段的地下管线、土质和地形等情况了解清楚。在有地下管线的地段开挖时, 应先采取措施防止损坏管线; 在杆塔或建筑物附近挖沟时, 应采取防止倒塌措施。

进建筑物处, 挖沟时要注意对建筑物的影响, 对一般车间

的大中型厂房,问题并不突出,但与建筑物平行敷设的电缆离建筑物最小尺寸应为 600mm。如有电压相同的其他电力电缆平行敷设时,电缆外皮相互间的最小距离为 100mm,交叉时最小距离为 500mm (有保护管例外)。

2) 检查电缆

① 检查电缆的型号、规格、电压是否符合要求。三相四线制系统中应采用四芯电力电缆,不允许采用三芯电缆另加一根单芯线的方法来代替。

② 检查电缆有无机械损伤,电缆盘是否完好。

③ 检查电缆绝缘电阻。用 1000V 绝缘电阻表摇测电缆绝缘电阻,其绝缘电阻值不低于 $10\text{M}\Omega$ 。注意测量时,电缆芯线接绝缘电阻表的“L”端,外皮接“E”端,而电缆保护层接“G”端,摇动手柄时要比不接保护层时重得多。如果绝缘电阻不符合要求,多数是端部密封不良所致,这时应作潮湿判断,办法是将变压器油加热到 150°C 左右,将电缆端部伸入热油中,听到“滋滋”声,甚至听到水的爆裂声,则说明端部已发潮,切去一小段再试,一般可满足绝缘要求。

④ 检查合格后,随即将电缆端部用干燥的棉布、塑料布多层严密包扎,使外部杂物及水分不能侵袭电缆芯部。

(2) 划线、挖沟 进入建筑物前,电缆要留有一定长度的备用量。进建筑物前的挖沟尺寸如图 1-2 所示。

先按设计划线,后挖沟,沟深 0.9m,宽度视电缆根数而定。一般单根的沟底宽度为 0.3m,且上宽下窄。

(3) 夯底土、填砂 挖好沟后要将沟底铲平夯实,填入 100mm 左右厚的黄砂(或细土)。

(4) 建筑物上打孔 安放电缆保护管,在电缆进建筑物处打孔,大小比保护管外径大 200~300mm 即可,然后放穿墙缸瓦管(也可用铁管,其内径不小于电缆外径的 1.5 倍),将缸瓦管管口用锤子或凿子去除尖锐棱角,使管口平整,一般长度要在 1.5m 以上,大约两节即可。

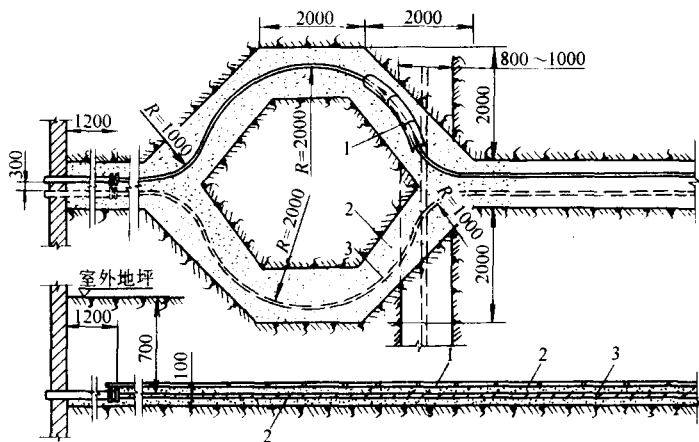


图 1-2

1—混凝土盖板 2—黄砂层 3—电缆

(5) 放电电缆 先将电缆放在沟旁水泥地坪上，然后多人一起抬起电缆放入沟中，动作要协调。放好直埋式电缆后，其上表面要保证离地深度大于 0.7m。放电缆时要留有一定裕量。

将电缆穿入穿墙缸瓦管和缸瓦管之间相接处的橡胶圈，量好按伸进的电缆尺寸调整电缆，将多余部分伸出室外置于圆弧形沟内，然后将穿有电缆的缸瓦管倾斜抬起，在内侧的缸瓦管喇叭口管内的电缆周围塞上麻、玻璃纤维等类物品，至离管口约 100mm 即可。然后在管口浇注热沥青，待沥青冷凝后，放平缸瓦管，与另一节缸瓦管合起来放入墙孔中，如图 1-1 所示。使缸瓦管在建筑物墙内伸出约 100mm，将两节缸瓦管中的橡胶圈装入外侧缸瓦管的喇叭口中，将内侧缸瓦管套进橡胶圈内，管口对准、靠紧，用纯水泥在两节缸瓦管连接处浇注，使其密封良好。同时，用防水砂浆将穿保护管的孔口填满。

(6)画竣工图 会同技术人员一起,以永久性的建筑物为基准,画出电缆竣工图,标明电缆实际坐标、部位、埋深及走向。

(7) 盖黄砂 在电缆上再盖一层细黄砂，盖至高出电缆上表面 100mm 以上，电缆两侧黄砂覆盖宽度不小于 50mm，放上电缆

盖板（也可直接用砖代替）。

(8) 回填土 回填的土中要去除垃圾、大石块及化学腐蚀性的土壤，换土，分层夯实。

(9) 埋设标示桩 在回填土填到一半左右，在电缆的实际路径上方埋设标示桩，如图 1-3 所示。标示桩上标有红色闪电“N”标记，标有电缆在地下的顺序编号。

(10) 制作电缆终端头及接地接零
电缆终端头的制作及电缆接地线的焊制请详细参阅本书单元 9 技能训练 2 有关内容，重复接地的作法请参阅本书单元 10 有关内容。

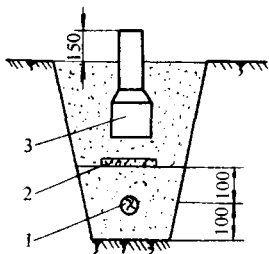


图 1-3

1—电缆 2—混凝土盖板
(或砖) 3—标示桩



技能训练 2

车间低压动力架空进线的安装

(1) 安装前的准备 车间低压架空动力线路通常由厂配电室引入，架空线穿墙进入车间如图 1-4 所示，这里引入线的进口

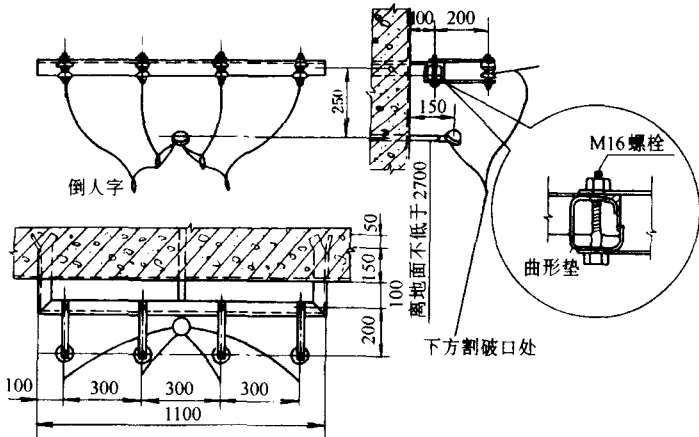


图 1-4

点高度距地面不应低于 2.7m。

如果车间小，建筑物高度不够，应将引入线绝缘支架架高，如图 1-5 所示，使进口点的高度保证在 2.7m 以上。

侧面进线可按图 1-6 所示进行，横担上导线的另一边用 $\phi 10$ mm 的圆钢固定在墙上作板线。

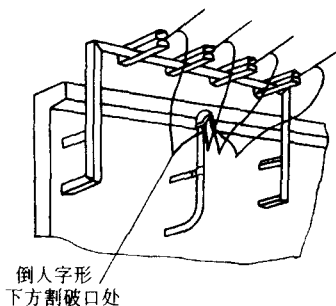


图 1-5

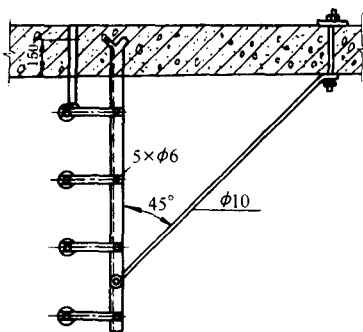


图 1-6

上述图中所有进线管采用钢管，四线穿于同一根钢管内。如果是用瓷管作进线管时，则每根瓷管穿一根线，防水弯头置墙外侧。

1) 安装前的检查。在安装前应对绝缘子和穿墙套管予以检查。瓷件无裂纹、缺损，瓷釉光滑，无缺釉或瓷釉烧坏、烧痕等缺陷。

安装前的预埋件一律与砌墙时同时进行。检查预埋件是否符合要求，预埋是否牢固。注意，所有紧固件一律采用镀锌件。

2) 架空动力线的检查应符合下列要求

- ① 型号、规格符合要求，电压等级不小于 500V。
- ② 不应有松股、断裂及破损等缺陷。
- ③ 不应有严重腐蚀现象。
- ④ 绝缘层表面平整、光滑，挤包紧密，且易剥离，无绝缘老化、龟裂等现象。

3) 准备工具。电工常用工具、高梯及紧线器。

(2) 安装操作

1) 预埋。在基建时,配合图将各预埋件预埋好。

2) 安装蝶形绝缘子。待上述预埋件干固后,将两联扁铁连同曲形垫(见图 1-4 放大图)安装在“U”形角铁支架上,同时装上蝶形绝缘子。有板线的安装好板线,要紧固牢靠。

3) 展线。将导线放在展线盘上展放,顺导线绕缠方向逆放,在展放过程中,不应发生磨伤、断股、严重扭曲等现象。

4) 架线。将导线穿进支架上的两联扁铁中间和进线管中,注意不要划伤、磨伤导线。导线伸入长度要留有裕量。

5) 紧线。紧线器安放在“U”形角铁支架上,紧线。

6) 绑扎固定。接户线固定端采用绑扎固定,其绑扎长度按表 1-1 规定。

表 1-1

导线截面积/mm ²	绑扎长度/mm
10 及以下	≥ 50
16 及以下	≥ 80
25 ~ 50	≥ 120
70 ~ 120	≥ 200

(3) 安装注意事项

1) 进户线的档距内不应有接头。

2) 对蝶形绝缘子,应防止易使瓷裙积水的装法,且不可反装。

3) 进户端支持物应牢固。

4) 进户处导线应做成倒人字形,有一定裕量。

5) 与其他的导线保持安全距离,不应跨越铁路。跨越厂区大道时,注意保证最低高度。

6) 注意在进户线最大摆动范围内,不应有接触树木和其他建筑物的现象,特别注意不应有碰触建筑物的现象。接触树木视情况而定,如果可以修剪的,要定期修剪,以避免树木随风摇动磨破导线绝缘层而发生对地放电现象,甚至发生人身触电

事故。

7) 在进户线进穿墙管前的倒人字形弯曲导线的下方割一20mm左右长的破口, 以避免使架空线内的雨水进入室内 (如图1-4、图1-5所示)。



技能训练3

大中型车间明配动力线的安装

1. 车间明配母排的安装

大中型车间电流大, 采用母排明配敷设时, 有母线沿墙水平安装和母线沿墙垂直安装、沿柱安装和跨柱安装等多种做法,

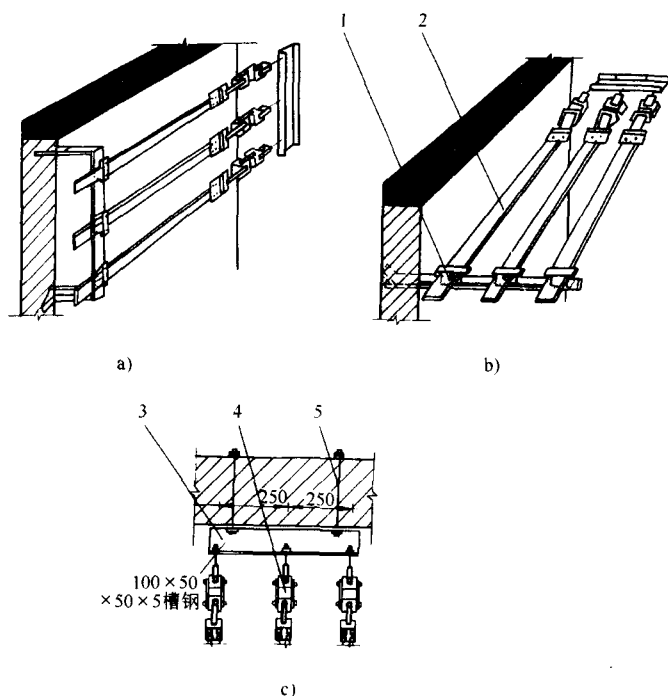


图 1-7

a) 沿墙垂直安装 b) 沿墙水平安装 c) 终端支架固定安装

1—支持绝缘子 2—母排 3—槽钢 4—拉线绝缘子 5—M12 长螺栓

除支架固定方式有差别外,其他大同小异。现以前两种为例介绍大中型车间内明配母排的安装,如图1-7所示。

图中固定支架之间的间距不大于3m,终端都采用终端拉紧装置拉紧,如图1-8所示。安装步骤如下所述。

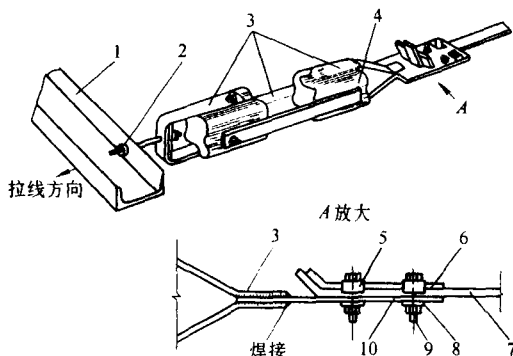


图 1-8

- 1—槽钢 2—调整螺栓螺母 3—40×4 钢夹板
4—拉线绝缘子 5— $\delta 1\text{mm}$ 挡铁 6— $\delta 6\text{mm}$ 钢夹板
7—母排 8—弹簧垫圈 9—M12 螺栓 10— $\delta 6\text{mm}$
钢夹板(宽度为母线宽加55mm)

1) 预埋。预埋支架及终端固定支架的拉紧螺栓(M12),通常为直伸至墙外,用扁铁垫承托。

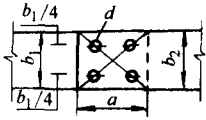
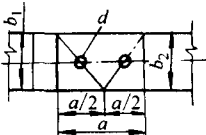
2) 装绝缘子。待预埋件水泥干固后,装上绝缘子,在其上下垫上1.5mm以上厚的橡胶垫,装下夹板(建议用铁制的),要求平整牢固。

3) 装终端装置。在两端装上如图1-8所示的终端拉紧装置。

4) 钻母排之间的联接螺孔。母线之间的连接通常采用螺栓固定连接方式,钻孔尺寸及孔数应符合表1-2规定,即矩形母线直接连接的搭接要求。

上表只列举了母排直线连接时钻孔的要求。钻孔时,要求孔的内螺纹的直径大于螺栓直径1mm,钻孔应垂直,螺孔间中心距离误差不大于 $\pm 0.5\text{mm}$ 。否则,在安装时要用整形锉修正。

表 1-2

搭接形式	类别	序号	连接尺寸/mm			钻孔要求		螺栓规格
			b_1	b_2	a	ϕ/mm	个数	
	直线连接	1	125	125	b_1 或 b_2	21	4	M20
		2	100	100	b_1 或 b_2	17	4	M16
		3	80	80	b_1 或 b_2	13	4	M12
		4	63	63	b_1 或 b_2	11	4	M10
		5	50	50	b_1 或 b_2	9	4	M8
		6	45	45	b_1 或 b_2	9	4	M8
	直线连接	7	40	40	80	13	2	M12
		8	31.5	31.5	63	11	2	M10
		9	25	25	50	9	2	M8

5) 平弯母排端头搭接处。每两片母排搭接时,其下面一片母排的搭接处要平弯一个弯头,使搭接后两片母排平直,如图1-9所示。但要注意上片母排端头与下片母排平弯开始处的距离不应小于50mm。这只要做一个简单的铁制的上下压模,在压力机上或用千斤顶即可成批的加工。另外,对两终端中的一根母排不钻螺孔的一边,按图1-8中6所示,以钢夹板上翘的角度也弯一同样的上翘角度。

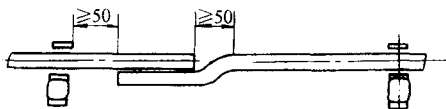


图 1-9

6) 吊母线上架。一根根母排分段上架,用上夹板(建议用铝夹板)固定(上下夹板之间加垫套管)。注意:当母线平置时,母排支持夹板与母排间保持1.0~1.5mm的间隙;当母排立置时,上部夹板与母排之间保持1.5~2.0mm的间隙。还要注意:上下夹板不能都用铁制的,因为螺栓通常是铁制的,所以上下夹板至少有一块是铝制的(也可以是铜制的),使其不能成