

电气安装施工技术

蔡玄章 编

中国建筑工业出版社

电气安装施工技术

蔡玄章 编

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

全书共八章。内容包括：电气安全知识与施工准备知识，变电所电气设备的安装，架空线路的施工，电缆施工，室内配线，常用电气设备的安装，电气照明装置的安装，防雷与接地，火灾报警与消防联动控制的电气安装等。

本书可供从事建筑施工、电气安装、管理与设计等有关人士参考，也可作为建筑电气施工人员岗位培训教材。

电气安装施工技术

蔡玄章 编

*

中国建筑工业出版社 出版、发行（北京西郊百万庄）

新华书店经销

北京市顺义板桥印刷厂印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：6 $\frac{3}{4}$ 字数：179 千字

1996 年 8 月第一版 1996 年 8 月第一次印刷

印数：1—7,100 册 定价：12.00 元

ISBN7-112-02889-2

TU·2001(8003)

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）

目 录

绪 论	1
第一节 安全用电基本知识	1
第二节 电气安装基本知识	4
第一章 室内变配电所电气设备的安装	8
第一节 电力变压器的安装	8
第二节 硬母线的安装	9
第三节 配电柜的安装	19
第四节 隔离开关、负荷开关及高压熔断器的安装	22
第五节 少油断路器的安装	26
第六节 穿墙套管的安装	28
第七节 支持绝缘子的安装	30
第八节 低压母线过窗板的安装	31
第九节 继电保护盘的安装	32
第十节 二次线的安装	32
第二章 架空线路的施工	37
第一节 施工前对器材等的检查	37
第二节 电杆定位	38
第三节 基础施工	38
第四节 组装电杆	43
第五节 立杆	48
第六节 制作并安装拉线与撑杆	52
第七节 放线、架线、紧线、绑线与连线	64
第八节 接户线与进户线的安装	74
第九节 架空线与有关建、构筑物及交叉跨越的距离	75
第十节 工程验收	77

第三章	电缆施工	80
第一节	电缆线路敷设前的准备工作	81
第二节	电缆线路的敷设	83
第三节	电缆终端与接头	93
第四章	室内低压配线	96
第一节	瓷夹板配线	96
第二节	瓷瓶配线	98
第三节	粘接法配线	103
第四节	槽板配线	105
第五节	钢管配线	107
第六节	金属软管配线	116
第七节	硬塑料管配线	117
第八节	半硬塑料管及混凝土板孔配线	121
第九节	钢索配线	123
第十节	塑料护套线配线	125
第十一节	线槽配线	128
第十二节	封闭式母线配线	130
第十三节	电缆配线	131
第十四节	电缆桥架配线	132
第十五节	竖井内配线	134
第五章	常用电气设备的安装	135
第一节	工厂常用电气设备的安装	135
第二节	在民用建筑中，常用电气设备在供配电 安装上的要求	146
第六章	电气照明装置的安装	151
第七章	接地与防雷	158
第一节	接地	158
第二节	防雷	180
第八章	火灾报警与消防联动控制系统中的电气安装	200
参考文献		208

绪 论

第一节 安全用电基本知识

在电气设备安装施工中,为保证人身安全与进行正常施工,所有施工人员对安全用电必须在思想上高度重视,在技术措施上严格遵守安全技术规范与操作规程。

一、电流对人体的作用

当人体和带电体接触后,电流即通过人体造成各种生理机能的失常或破坏,如烧伤、肌肉抽搐、呼吸困难、昏迷、心脏麻痹直至死亡,这个过程叫做触电。在触电事故中,电流对人体的危害程度与通过人体的电流的大小、途径,频率高低以及持续时间等因素有关。

通过人体的电流愈大,致命的危险性就愈大。一般在 50mA 以上能引起心室颤动;达 100mA 左右,能引起心脏停止跳动或使人昏迷,导致死亡。

电通过人体的途径以经过心脏最为危险。

电流频率的不同,对人体的危害程度亦不同。由于人体阻抗具有电容性,所以当频率增大时,人体的阻抗减小,触电的危害性也就增大;但是当频率增大到超过某一数值后,由于趋肤效应,使得人体的阻抗反而增大,从而使触电的危害性减小。一般认为 50~60Hz 的工频电流对人体最危险。

触电持续时间的长短是影响触电者受伤程度的重要因素之一。时间愈长,对人体的危害程度就愈严重。

二、安全电压

安全电压是制定安全措施的依据。国际电工委员会(IEC)规

定接触电压的限定值为 50V。我国劳动人事部制订的《安全电压标准》(GB3805—83)国家标准中,规定了为防止触电事故而采用的由特定电源供电的电压系列,其上限值,无论在正常和事故情况下,任何两导体间或任一导体与地之间,均不得超过交流(50~500Hz)有效值 50V。安装工地现场用电,必须符合建设部部颁标准《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46—88)中的有关规定,以保障施工现场的用电安全。例如规范中对一些特殊场所应使用的安全照明器的电源电压的规定为:

(1) 隧道、人防工程,有高温、导电灰尘或灯具离地面高度低于 2.4m 等场所的照明,电源电压不大于 36V。

(2) 在潮湿和易触及带电体场所的照明电源电压不得大于 24V。

(3) 在特别潮湿的场所、导电良好的地面、锅炉或金属容器内工作的照明电源不得大于 12V。

三、触电的原因

(1) 违反安全操作规程,人体直接接触带电体,或与高压带电体的距离小于放电距离。

(2) 电气线路和电气设备的绝缘破损,使人员在触及装置外壳或金属构架而引起触电。

(3) 架空线路的故障(如倒杆、断线,使相线落地;相线与电杆的拉线相碰,或与广播、电话等弱电线路相碰),使人员在触及它们时而引起的触电。

(4) 走近 10kV 及以上高压线路的接地点和雷击区域的接地装置处时,由于跨步电压(当带电导体接地且有电流流入地中时,电流便经接地点流散到周围土壤中去。此时,在地面上即形成以电流入地点为圆心的同心圆周上面分布着不同的电位,人员接近这一区域,其两脚间便存在电位差,这就称为跨步电压)而引起的触电。

(5) 雷电造成的触电事故。

四、触电急救

(1) 首先要迅速使触电者脱离电源。当发生高压触电时，现场人员应迅速切断电源开关，若无法迅速切断电源开关时，则应迅速使用合格的绝缘棒、戴好绝缘手套，穿好绝缘靴，将触电者脱离电源；当发生低压触电时，也应迅速切断电源开关，若无法迅速切断，则应迅速用干燥的木棒、竹杆等将电线拨开，使触电者脱离电源。

(2) 当触电者脱离电源后，应分秒必争地进行抢救。若触电者尚能呼吸，心脏尚在跳动，但已失去知觉，则应将他抬到通风处休息，加强观察。若触电者已出现“假死”症状，则应立即进行人工呼吸及体外心脏按摩、挤压，并且在护送至医院抢救过程中不能中断。

五、安全用电措施

(1) 必须严格执行建设部《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46—88)的各项规定。

(2) 对电气设备要进行定期检查，发现温升升高或绝缘降低时，应及时查明原因，消除故障。对电气设备的保护接地，应经常检查，并保证其良好。

(3) 一般情况下不要带电作业。在用试电笔或仪表检验确认无电后方可进行工作。要在开关上挂上告示；要将不带电部分的线路短路，作为临时接地。若必须带电作业时，则必须按操作顺序进行操作，不得出现误操作。

(4) 凡容易被人碰到的电气设备，周围应设围栏，悬挂警告牌。

(5) 在有高压带电设备的地方，应有警告牌，不让人们接近。处理高压设备故障时，必须使用绝缘手套、绝缘棒、绝缘靴等安全用具。

(6) 要采用合适的漏电保护装置，规格恰当的熔断器。

(7) 在雷雨时，不可走近高压电杆、铁塔和避雷针的接地装置周围，至少要远离 10m，以防雷电流入地时，存在跨步电压而造成触电。

(8) 在发生火灾时，首先应将电源切断，然后使用各种不导电的灭火器材进行灭火，并应尽快通知消防机关进行灭火。

第二节 电气安装基本知识

电气安装是把各类电气装置安装在设计图纸要求的位置上，构成一个符合生产工艺或建筑设施要求的安全、可靠、灵活、经济的电气系统。

电气安装的一般施工程序可分为三个阶段：

(1) 施工准备阶段，包括组织安装工程及其他与安装有关的开工前准备；

(2) 全面施工阶段，包括配合土建预埋、线路的敷设、电气设备的安装和调试；

(3) 竣工验收阶段，包括试运行、质量评定、工程验收和移交。

一、安装前的施工准备

施工准备工作是组织安装工程能够顺利进行施工的重要前提。它贯穿在整个安装过程之中，它对加快安装进度、确保施工质量，都起着关键的作用。一般来说，施工准备工作应该有下列几项：

1. 熟悉设计图纸

设计图纸是施工的主要依据，所以施工的重要原则之一是“按图施工”。

(1) 审阅设计图纸 要全面、细致地核对安装图、原理图、主要材料与电气设备以及电气管线布置是否正确、合理、无遗漏。

(2) 明确施工要求 了解土建建筑结构图；了解有关电气施工的生产工艺、建筑施工与电气施工的配合顺序、安装标高和轴线、预埋构件和孔洞地沟的位置、电气线路的走向以及与其他管线的安全距离等。

(3) 了解设备原理 了解要求安装的电气设备的结构、原理、

性能、特殊安装要求以及专用工器具的情况。

(4)正确处理关系 当发现图纸存在这样或那样的问题时,应及时与设计部门或建设单位联系,以便配合设计部门修改或补充设计。

2. 学习和掌握施工规范

电气装置安装工程的技术规范是电气施工的指导性文件。我国颁发的《电气装置安装工程施工及验收规范》(GBJ232—82),经过修订,得到了充实与完善。目前,经过修订后颁发的,已有11项,即:

(1)《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》(GBJ147—90);

(2)《电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》(GBJ148—90);

(3)《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》(GBJ149—90);

(4)《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》(GB50168—92);

(5)《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》(GB50169—92);

(6)《电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范》(GB50170—92);

(7)《电气装置安装工程盘、柜及二次线路结线施工及验收规范》(GB50171—92);

(8)《电气装置安装工程蓄电池施工及验收规范》(GB50172—92);

(9)《电气装置安装工程 35kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》(GB50173—92);

(10)《电气装置安装工程电梯电气装置施工及验收规范》(GB50182—93);

(11)《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》

(GB50150—91)。

同时，在施工中，还应按设计要求执行部颁、省市制定的结合本行业或地区特点的电气装置安装工程的规程以及电气安装质量检验评定标准。

3. 了解和创造施工条件

要了解清楚安装工程项目的施工组织设计和施工方案中有关施工条件的内容；要深入现场，确切掌握施工现场的实况；要积极而又稳妥地做好一切施工准备，以创造有利的施工条件。

一般应了解清楚以下各项：

(1) 设计图纸中所列的各项主要电气设备、主要材料以及各类加工件等的现场到货与交付情况。

(2) 电气施工中所需的机具、专用工器具及仪表的情况。

(3) 高空作业、防火、触电保护等施工安全措施在现场落实的情况。

(4) 土建施工的进度以及与电气施工有关的设备基础、地坪、沟道、墙面等的完成状况。

(5) 施工现场临时用电、用水、道路以及设备材料仓库等临时设施的状况。

(6) 其他安装工种(设备、给排水、暖通、通风、锅炉等)的施工进度以及各工种在施工综合进度下，现场施工顺利的协同安排。

二、电气施工与土建的配合

电气施工与土建施工的配合是电气施工中至关重要的工作，它贯穿在从土建主体开始直到工程结束。与土建配合的内容，一般有下列各项：

(1) 预埋敷设在墙体、地坪、基础、楼板等结构内的暗配电气管路及接地装置；预埋固定电气设备用的基础支座与支架。

(2) 预留敷设电气管线用的过墙、穿楼板的孔洞。

(3) 检查由土建施工的有关电气设备安装用的混凝土基础、沟道、地脚螺栓、梁柱构件等的位置尺寸和标高是否与电气设计图

纸相符合；检查建筑物中门、通道等的尺寸是否满足电气设备搬运与安装的要求。

(4)检查加工件的形式与尺寸是否符合建筑结构的实际情况。

(5) 在施工条件允许的情况下，要争取把高空敷设的管、槽、支架等电气安装所须的构件，在地面上组装后，随土建梁、柱、屋架等构件一起吊装就位，以减少电气施工的高空作业量。

第一章 室内变配电所电气设备的安装

本章将介绍 10kV 及以下的室内变配电所中最基本的电气设备的安装。

第一节 电力变压器的安装

电力变压器的安装，应在与电力变压器安装有关的建筑工程具备以下条件后才可进行：

- (1) 屋顶、楼板施工完毕，不得渗漏；
- (2) 室内地面施工完毕；
- (3) 混凝土基础及构架达到允许安装的强度，焊接构件的质量符合要求；
- (4) 预埋件及预留孔符合设计，预埋件牢固；
- (5) 模板及施工设施拆除，场地清理干净；
- (6) 具有足够的施工用场地，道路通畅；
- (7) 变压器基础的导轨水平，轮距与轨距吻合。

电力变压器到达现场进行就位前，还须要对它进行一些外观的检查：油箱及所有附件应齐全、无锈蚀及机械损伤、密封应良好；油箱箱盖等的联接螺栓应齐全、紧固良好、无渗漏；充油套管的油位正常、无渗油；瓷体无损伤等。

电力变压器安装中，应该注意以下一些事项：

- (1) 电力变压器在变压器中安装的位置，应符合设计图纸的要求。若设计图纸中没有注明，则其离大门、墙或设备的最小净距应该满足：1000kVA 及以下容量的变压器，离大门为 0.8m，离墙或设备为 0.6m；1250~1600kVA 的变压器，离大门为 1m；离墙或设备为 0.8m。

(2) 装有气体继电器的变压器，应使其顶盖沿气体继电器气流方向有 $1\% \sim 1.5\%$ 的升高坡度(制造厂规定不须安装坡度者除外)。

(3) 当与封闭母线连接时，其套管中心线应与封闭母线中心线相符。

(4) 装有滚轮的变压器，其滚轮应能灵活转动，在就位后，应将滚轮用能拆卸的制动装置加以固定，而不允许用电焊焊死在轨道上。

(5) 变压器就位后，应用 1kV 兆欧表测量各绕组间及绕组与外壳间的绝缘电阻。绝缘不良时，必须进行干燥处理。

(6) 变压器的中性线与外壳必须作良好接地。中性线沿变压器器身向下接至接地装置的线段应固定牢靠。外壳接地，应用螺栓拧紧，不可用电焊焊牢，以便检修。

(7) 变压器与线路的连接应保证连接紧密，连接螺栓的锁紧装置应齐全，瓷套管不受外力。器身各附件间连接的导线应有保护管，保护管、接线盒应固定牢靠，盒盖齐全。

(8) 变压器安装完毕后，应再次进行外观检查；接线端子的高低电压瓷件有否缺陷、裂缝、瓷釉有否损坏；油位指示器的玻璃管、温度计、气体继电器、油枕、放油阀等各部件有否损坏。并应用沙头将变压器擦净污垢及尘埃。

(9) 变压器安装完毕后，应用油布或其它物件将变压器盖好。若须上变压器顶部工作时，必须用梯子上下，不可攀拉变压器的附件上下。并应严防工具等跌落，损坏变压器或其附件。

第二节 硬母线的安装

变压器高低压侧与相应配电柜的电气连接，配电柜间的电气连接等，一般均采用硬母线。它既能传输一定的功率，又能起到固定和支撑的作用以及保证可靠的绝缘距离。

母线装置的安装，应要求有关的建筑工程具备下列条件后才

可进行：

- (1) 基础、构架应符合电气设计的要求；
- (2) 屋顶、楼板施工完毕，不得渗漏；
- (3) 室内地面施工完毕；
- (4) 基础、构架达到允许安装的强度，焊接质量符合要求；
- (5) 有可能损坏已安装母线装置或安装后不能再进行的装饰工程全部结束；
- (6) 门窗安装完毕，施工用道路畅通；
- (7) 母线装置的预留孔、预埋铁板应符合设计的要求。

硬母线的安装，一般应做以下一些工作。

1. 检查

应检查母线的材质、规格是否符合设计图纸的要求；检查母线的表面是否光洁、平整，是否有裂纹、折皱、夹杂物、变形和扭曲等现象。

2. 平直与截断

将母线进行矫正平直，一般可采用矫正机进行。但是，在施工现场常采用手工平直，此时，应将母线放在平坦的钢板上，用木槌逐段检查并予以槌平。若使用铁锤，则不可用铁锤直接打在母线上，必须用平直的硬木或较软的金属衬垫，否则将在母线上留下锤印。

将平直好的母线根据母线敷设的实际尺寸逐一进行截断，要求切断面平整。

3. 弯曲

根据设计图纸中母线安装的要求与现场的实际情况，要将母线进行弯曲。矩形母线的弯曲有平弯、立弯和扭弯三种形式，如图 1-1 所示。

母线的弯曲，可采用平弯机，立弯机和扭弯器进行。但在施工现场中，常采用手工的方法。用手工弯曲时，为提高精确度，一般都应该先做好模型。弯曲时，只可采用冷弯，不得进行热弯，因为若采用热煨弯，势必会造成母线严重退火和起皱，影响母线原

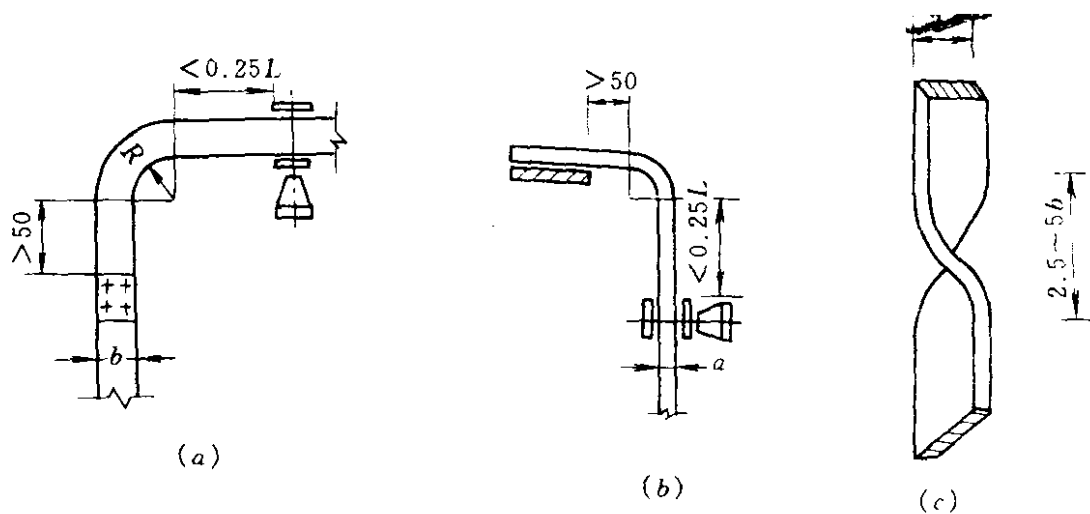


图 1-1 矩形母线的弯曲形式

(a)平弯；(b)立弯；(c)扭弯

a —母线厚度； b —母线宽度； L —母线两支持点间的距离

来的质量。

对母线的弯曲加工，还应注意以下一些事项：

(1) 母线开始弯曲处距最近绝缘子上母线支持夹板的边缘不大于 $0.25L$ ，但不得小于 50mm 。如图 1-1 所示。

(2) 母线开始弯曲处距母线连接位置不小于 50mm ，如图 1-1 所示。

(3) 矩形母线应减少直角弯曲，弯曲处不得有裂纹及显著的折皱。母线的最小弯曲半径应符合表 1-1 的规定。

母线最小弯曲半径(R)值

表 1-1

母线种类	弯曲方式	母线断面尺寸 (mm)	最小弯曲半径(mm)		
			铜	铝	钢
矩 形 母 线	平 弯	50×5 及其以下	$2a$	$2a$	$2a$
		125×10 及其以下	$2a$	$2.5a$	$2a$
	立 弯	50×5 及其以下	$1b$	$1.5b$	$0.5b$
		125×10 及其以下	$1.5b$	$2b$	$1b$
棒形母线		直径为 16 及其以下	50	70	50
		直径为 30 及其以下	150	150	150

(4) 多片母线的弯曲度应一致。

(5) 母线扭转 90° 时，其扭弯部分的长度应为母线宽度的 $2.5\sim 5$ 倍，如图 1-1 所示。

(6) 矩形母线采用螺栓固定搭接时，为使母线固定在同一水平上，所以须将其中的一块母线弯制成鸭脖弯。由图 1-2 可见，下片母线平弯开始处与上片母线端头间的距离不应小于 50mm 。

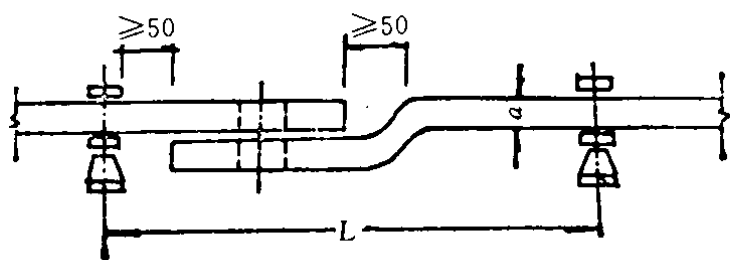


图 1-2 矩形母线搭接时下片母线的弯制

4. 钻孔

母线采用螺栓固定搭接时，必须对母线进行钻孔。钻孔时，应事先做好模板，划好中心线，然后用钢冲冲一凹形，再用电钻或在钻床上钻孔。在接头处的螺孔直径宜大于螺栓直径 1mm 。钻孔应垂直、不歪斜，螺孔间中心距离的误差应为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

但是，在母线接头处，所用螺栓的规格、数量和钻孔尺寸不可任意，它是根据相互连接的母线的规格及连接的要求而定的，它的目的是为了保证母线接触面的压强在一定要求的范围内，以免造成接头的接触不良而导致接头处的温升过高。所以，施工中应按表 1-2 的规定进行钻孔。

5. 锉平

母线的接触面必须平整、无氧化膜。所以应用锉刀将接触面锉平，再用砂皮等物清除尘污及氧化物。但铝母线不可用砂皮来清除，以免砂皮上的玻璃屑及砂子嵌入金属内，造成接触电阻的增大。经加工后，母线截面的减少值为：铜母线不超过原截面的 3% ；铝母线不超过原截面的 5% 。经加工后，必须保持接触面的清洁，并涂以电力复合脂（电力复合脂的滴点可达 $180\sim 220^\circ\text{C}$ ；导电性能好；且因该填料的电位介于铜和铝之间，所以有缓解铜铝