

电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书

照明电路及单相 电气装置的安装

ZHAOMING DIANLU JI DANXIANG
DIANQI ZHUANGZHI DE ANZHUANG



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电气工程 安装调试 运行维护 实用技术技能丛书

照明电路及单相电气装置的安装

第2版

白玉岷 等编著



机械工业出版社

第2版前言

《电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书》的《照明电路及单相电气装置的安装》分册出版以来得到了广大读者、特别是年轻的读者们的青睐，经常接到他们的短信、电话及网上的评论，尤其是他们说“读这样的书解渴”，使我感到非常的欣慰，这也是我们作者所期望的，也是鼓励我们继续创作的动力。我们一定要把所掌握的电气工程、自动化工程的技术技能全部写出来，让读者、特别是年轻的读者在工程技术的道路上走一个捷径，在较短的时间内掌握电工技术技能的真谛，为电气工程、自动化工程的质量保证、安全运行打下一个坚实的基础。

本书的再版是在第1版的基础上，应读者的要求增加了部分内容，目的是让读者拿来即用、读后即行，一般常用的内容不必再去参阅《丛书》其他的分册，当然内容篇幅较大的还仍需参阅。

本书再版，主要增了以下内容：

一、第二章原章目“安装条件及元件的检查、测试和验收”改为“安装条件及元件的检查、测试、试验、验收”，并在原一、二、三题目后增加了相应的内容四，即四、照明电路及单相电气元件测试试验技术方法：

（一）电动机的测试和试验

（二）低压电器的测试和试验

二、增加第三章照明电路及单相电气装置安装常用技术方法：

（一）管路敷设方法

（二）屋顶灯具的金工件、接线盒及管路的预埋

（三）管内穿线方法

（四）低压电气柜、箱安装方法

（五）电源装置安装方法

三、原第三章～第六章改为第四章～第七章，并进行了部分更正。

上述内容的增加敬请读者在实施中提出宝贵意见，以便为今后再版提供重要的信息及依据。

在整理、修改、充实过程中，删除了第1版中的一些陈旧内容，但也保留了一些必要的内容。保留的目的：一是有些内容在一些地区、有些设备仍在采用；二是为了初学者学习的系统性、连续性，对于初学者来说直接学习和接触新技术是比较困难的，只有做到由浅入深、由易而难、由简到繁、循序渐进才能收到很好的效果。

本书（第2版）的修订工作得到了电工界、安装修理单位、设计单位、供电部门、工矿企业、高等院校及其众多实践经验丰富、技术技能精湛、解决电工技术难题熟练的双资型高工、教授、技师、技术人员、技术工人、电工师傅和年轻朋友们的关心和支持，张家口市高新房地产开发有限公司对本书的再版给予了极大的帮助，提供了很多珍贵的资料，这里向他们表示衷心的感谢。本书倘若能为读者提供相应技术技能的帮助，我们全体作者将会感到

万分的欣慰和满足。本书由白玉岷主编，新增加的内容由刘洋、宋宏江、陈斌、高英、张艳梅、田明、董蓓蓓、武占斌、王振山、赵洪山、张璐、莫杰、田朋、谷文旗、李云鹏、刘晋虹、白永军编写。

由于作者专业水平的局限，书中不妥之处恳请专家同行批评指正。

白玉岷谨上
2012年3月北京

第 1 版前言

当前，我们的国家正处于改革开放、经济腾飞的伟大转折时代。在这样的大好形势下，我们可以看到电工技术突飞猛进的发展，新技术、新材料、新设备、新工艺层出不穷、日新月异。电子技术、计算机技术以及通信、信息、自动化、控制工程、电力电子、传感器、机器人、机电一体化、遥测遥控等技术及装置已与电力、机械、化工、冶金、交通、航天、建筑、医疗、农业、金融、教育、科研、国防等行业技术及管理融为一体，并成为推动工业发展的核心动力。特别是电气系统，一旦出现故障将会造成不可估量的损失。2003 年 8 月美国、加拿大大面积停电，几乎使整个北美瘫痪。我国 2008 年南方雪灾，引起大面积停电，造成 1110 亿人民币的经济损失，这些都是非常惨痛的教训。

电气系统的先进性、稳定性、可靠性、灵敏性、安全性是缺一不可的，因此电气工作人员必须稳步提高，具有精湛高超的技术技能，崇高的职业道德以及对专业工作认真负责、兢兢业业、精益求精的执业作风。

随着技术的进步、经济体制的改革、用人机制的变革及市场需求的不断变化，对电气工作人员的要求越来越高，技术全面、强（电）弱（电）精通、精通技术的管理型电气工作人员成为用人单位的第一需求，为此，我们组织编写了《电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书》。

编写本丛书的目的，首先是帮助读者在较短的时间里掌握电气工程的各项实际工作技术技能，使院校毕业的学生尽快地在工程中能够解决工程实际设计、安装、调试、运行、维护、检修以及工程质量管理、监督、安全生产、成本核算、施工组织等技术问题；其次是为工科院校电气工程及自动化专业提供一套实践读物，亦可供学生自学及今后就业参考；第三是技术公开，做好电气工程技术技能的传、帮、带的交接工作，每个作者都是将个人几十年从事电气技术工作的经验、技术、技能毫无保留，公之于众，造福社会；第四是为刚刚走上工作岗位的电气工程及自动化专业的大学生尽快适应岗位要求提供一个自学教程，以便尽快完成从大学生到工程师的过渡。

本丛书汇集了众多实践经验极为丰富、理论知识精通扎实、能够将科研成果转化为实践、能够解决工程实践难题的资深高工、教授、技师承担编写工作，他们分别来自设计单位、安装单位、工矿企业、高等院校、通信单位、供电公司、生产现场、监理单位、技术监督部门等。他们将电气工程及自动化工程中设计、安装、调试、运行、维护、检修、保养以及安全技术、读图技能、施工组织、预算编制、质量管理监督、计算机应用等实践技术技能由浅入深、由易至难、由简单到复杂、由强电到弱电以及实践经验、绝活窍门进行了详细的论述，供广大读者，特别是青年工人和电气工程及自动化专业的学生们学习、模仿、参考，以期在技术技能上取得更大的成绩和进步。

本丛书的特点是实用性强、可操作性强、通用性强。但需要说明，本丛书讲述的技术技能及方法不是唯一的，也可能不是最先进、最科学的，然而按照本丛书讲述的方法，一定能将各种工程，包括复杂且难度大的工程顺利圆满地完成。读者及青年朋友们在遇到技术难题

时，只需翻阅相关分册的内容便可找到解决难题的办法。

从事电气工作是个特殊的职业，从前述分析可以得知电气工程及自动化工程的特点，主要是：安全性强，这是万万不容忽视的；专业理论性强，涉及自动控制、通信网络、自动检测及复杂的控制系统；从业人员文化层次较高；技术技能难度较大，理论与实践联系紧密；工程现场条件局限性大，环境特殊，如易燃、易爆等；涉及相关专业广，如机、钳、焊、铆、吊装、运输等；节能指标要求严格；系统性、严密性、可靠性、稳定性要求严密，从始至终不得放松；最后一条是法令性强，规程、规范、标准多，有150多种。电气工作人员除了技术技能的要求外，最重要的一条则是职业道德和敬业精神。只有高超的技术技能与高尚的职业道德、崇高的敬业精神结合起来，才能保证电力系统及自动化系统的安全运行及其先进性、稳定性、可靠性、灵敏性和安全性。

因此，作为电气工程工作人员，特别是刚刚进入这个行业的年轻人，应该加强电工技术技能的学习和锻炼，深入实践，不怕吃苦、不怕受累；同时应加强电工理论知识的学习，并与实践紧密结合，提高技术水平。在工程实践中加强职业道德的修养，加强和规范作业执业行为，才能成为电气行业的技术高手。

在国家经济高速发展的过程中，作为一名电气工作者肩负着非常重要的责任。国家宏观调控的重要目标就是要全面贯彻落实科学发展观，加快建设资源节约型、环境友好型社会，把节能减排作为调整经济结构、转变增长方式的突破口。在电气工程、自动化工程及其系统的每个环节和细节里，每个电气工作者只要能够尽心尽责，兢兢业业，确保安装调试的质量，做好运行维护工作，就能够减少工程费用，减小事故频率，降低运行成本，削减维护开支；就能确保电气系统的安全、稳定、可靠运行。电气工作人员便为节能减排、促进低碳经济发展，保增长、保民生、促稳定做出巨大的贡献。

在这中华民族腾飞的时代里，每个人都有发展和取得成功的机遇，倘若这套《电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书》能为您提供有益的帮助和支持，我们全体作者将会感到万分欣慰和满足。祝本丛书的所有读者，在通往电工技术技能职业高峰的道路上，乘风破浪、一帆风顺、马到成功。

白玉岷

2011年元月

目 录

第 2 版前言	
第 1 版前言	
第一章 总体要求	1
一、总则	1
二、配线工程	1
三、电气照明装置	2
四、单相设备	2
第二章 安装条件及元件的检查、 测试、试验、验收	4
一、土建工程及开工应具备的条件	4
二、元件及材料的检查、测试和验收	4
三、施工组织设计的到位情况	5
四、照明电路及单相电气元件测试 试验技术方法	5
第三章 照明电路及单相电气装置 安装常用技术方法	17
一、管路敷设方法	17
二、屋顶灯具的金工件、接线盒及管路 的预埋	22
三、管内穿线方法	24
四、低压电气柜、箱的安装方法	27
五、电源装置的安装方法	35
第四章 照明电路及单相电气设备的 安装	36
一、暗装线路及灯具、开关的安装	36
二、明装线路及灯具、开关的安装	68
三、其他相关器件及线路的安装	79
第五章 照明电路的测试及试灯	80
一、照明电路的检查和测试	80
二、送电及试灯	80
第六章 常见公共场所的照明及单 相电气装置	87
一、一般公共照明装置	87
二、应急诱导灯的安装	97
三、水下照明灯具的安装	98
四、室内综合体育馆照明装置的安装	100
五、人工音乐彩色喷泉的安装及设备 选择	106
六、舞台照明装置的安装	113
七、歌舞厅、宴会厅声光控制装置及 照明灯具的安装	122
八、医疗 X 光机机房电气设备的安装	124
九、PLZ-3 系列航空闪光障碍灯的安装	131
十、宾馆饭店客房电气设备的安装	134
十一、其他单相电气设备及照明装置 的安装	136
第七章 单相电气设备及线路的测 试和试验	142
一、总体要求	142
二、设备及线路的检查和试验	142
三、送电及试运行	142
参考文献	147

第一章 总体要求

照明电路及单相电气设备在工业电气工程中占总容量的比例较小，控制电路简单；而在民用建筑的电气工程中，特别是在高层建筑中占总容量的比例较大，且线路较长，控制回路复杂，接线部位多，虽然与动力电路相比安装上要简单得多，但同样要引起重视。然而在工程实践中，有些工作人员对照明线路及装置的安装、调试、运行、维护不够重视，认为设备简单，技术含量低，并不去下工夫掌握，往往有时也会铸成大错。1996年一夏夜华北某风力发电升压站由于气候恶劣造成停电，应急电源供电不足，当即投入备用柴油发电机组，但在场的工作人员均为从事高压变配电工程的人员，无论怎样努力也不能恢复电站的照明。这时有一位在农村从事过电工的农民工想出一个办法，才算恢复了照明，连夜抢救以保证正常运行。照明电路及单相电气设备在安装工程中一是要使三相的容量尽量均衡，且保证零线有足够的容量和强度从而保证其不易断开；二是要控制相线（火线）；三是要注意有感性元件（如荧光灯镇流器、单相电动机）的回路中导线截面积的选择；四是要保证灯具及设备安装的美观整齐和接线的正确可靠；五是要注意做好接地或接零保护；六是随着新科技产品的出现，要熟读其说明书。

照明电路及单相电气设备的安装主要包括元件的检查、测试，线路的敷设，控制箱、灯具及开关元件的安装、接线、试灯直至竣工验收等工序。

照明电路及单相电气设备的安装应符合电气装置施工及验收规范的要求，标准号：GB 50303—2002、GB 50254—1996、GB 50169—2006、GB 50150—2006。

一、总则

1) 为保证电气装置配线工程的施工质量，照明电路及单相电气设备安装工程的设计应由具有相应资质的单位进行。

2) 照明电路及单相设备电气工程应由具有相应资质的安装单位进行。

3) 配线工程及照明装置、单相设备的施工应按已批准的设计进行。当修改设计时，应经原设计单位同意，方可进行。

4) 采用的设备和器材及其运输和保管，应符合国家现行标准的有关规定；当产品有特殊要求时，尚应符合产品技术文件的规定。

5) 设备和器材到达施工现场后，应按下列要求进行检查：

① 技术文件应齐全。

② 型号、规格及外观质量应符合设计要求和规范的规定。

二、配线工程

1) 配线工程施工中的安全技术措施，应符合国家现行标准规范及产品技术文件的规定。

2) 配线工程施工前，建筑工程应符合下列要求：

① 对配线工程施工有影响的模板、脚手架等应拆除，杂物应清除。

② 对配线工程会造成污损的建筑装修工作应全部结束。

③ 在埋有电线保护管的大型设备基础模板上,应标有测量电线保护管引出口坐标和高程用的基准点或基准线。

④ 埋入建筑物、构筑物内的电线保护管、支架、螺栓等预埋件,应在建筑工程施工时预埋。

⑤ 预留孔、预埋件的位置和尺寸应符合设计要求,预埋件应埋设牢固。

3) 配线工程施工结束后,应将施工中造成的建筑物、构筑物的孔、洞、沟、槽等修补完整。

4) 电气线路经过建筑物、构筑物的沉降缝或伸缩缝处,应装设两端固定的补偿装置,导线应留有余量。

5) 电气线路沿发热体表面上敷设时,与发热体表面的距离应符合设计规定。

6) 电气线路与管道间的最小距离,应符合有关规定。

7) 配线工程采用的管卡、支架、吊钩、拉环和盒(箱)等黑色金属附件,均应镀锌或涂防腐漆。

8) 配线工程中非带电金属部分的接地和接零应可靠。

9) 配线工程的施工及验收,应符合国家现行的有关标准规范的规定。

三、电气照明装置

1) 电气照明装置施工前,建筑工程应符合下列要求:

① 对灯具安装有妨碍的模板、脚手架应拆除。

② 顶棚、墙面等抹灰工作应完成,地面清理工作应结束。

2) 电气照明装置施工结束后,对施工中造成的建筑物、构筑物局部破损部分,应修补完整。

3) 当在砖石结构中安装电气照明装置时,应采用预埋吊钩、螺栓、螺钉、膨胀螺栓、尼龙塞或塑料塞固定;严禁使用木楔。当设计无规定时,上述固定件的承载能力应与电气照明装置的质量相匹配。

4) 在危险性较大及特殊危险场所,当灯具距地面高度小于2.4m时,应使用额定电压为36V及以下的照明灯具,或采取保护措施。

5) 安装在绝缘台上的电气照明装置,其导线的端头绝缘部分应伸出绝缘台的表面。

6) 电气照明装置的接线应牢固,电气接触应良好;需接地或接零的灯具、开关、插座等非带电金属部分,应有明显标志的专用接地螺钉。

7) 电气照明装置的施工及验收,应符合国家现行的有关标准规范的规定。

四、单相设备

单相设备控制较简单,一般由普通开关、插座控制。因此,对其安装要求非常严格。

1) 当交流、直流或不同电压等级的插座安装在同一场所时,应有明显的区别,且必须选择不同结构、不同规格和不能互换的插座;配套的插头应按交流、直流或不同电压等级区别使用。单相设备的额定电压一般为220V,接线时必须核定电压。

2) 插座接线应符合下列规定:

① 单相两孔插座,面对插座的右孔或上孔与相线连接,左孔或下孔与零线连接;单相三孔插座,面对插座的右孔与相线连接,左孔与零线连接。

② 单相三孔、三相四孔及三相五孔插座的接地(PE)或接零(PEN)线接在上孔。

插座的接地端子不与零线端子连接。同一场所的三相插座，接线的相序一致。

③ 接地（PE）或接零（PEN）线在插座间不串联连接。

3) 特殊情况下插座安装应符合下列规定：

① 当接插有触电危险的家用电器的电源时，采用能断开电源的带开关插座，开关断开相线。

② 潮湿场所采用密封型并带保护地线触头的保护型插座，安装高度不低于 1.5m。

4) 照明开关安装应符合下列规定：

① 同一建筑物、构筑物的开关采用同一系列的产品，开关的通断位置一致，操作灵活、接触可靠。

② 相线经开关控制；民用住宅无软线引至床边的床头开关。

5) 吊扇安装应符合下列规定：

① 吊扇挂钩安装牢固，吊扇挂钩的直径不小于吊扇挂销直径，且不小于 8mm；有防振橡胶垫；挂销的防松零件齐全、可靠。

② 吊扇扇叶距地高度不小于 2.5m。

③ 吊扇组装不改变扇叶角度，扇叶固定螺栓防松零件齐全。

④ 吊杆间、吊杆与电动机间螺纹连接，啮合长度不小于 20mm，且防松零件齐全、紧固。

⑤ 吊扇接线正确，当运转时扇叶无明显颤动和异常声响。

6) 壁扇安装应符合下列规定：

① 壁扇底座采用尼龙塞或膨胀螺栓固定；尼龙塞或膨胀螺栓的数量不少于 2 个，且直径不小于 8mm；固定牢固可靠。

② 壁扇防护罩扣紧，固定可靠，当运转时扇叶和防护罩无明显颤动和异常声响。

第二章 安装条件及元件的检查、测试、试验、验收

一、土建工程及开工应具备的条件

1) 土建工程已基本完工，除装灯时配合的装修工程外，其他装修工程已完，室内已清扫干净，门窗齐全、玻璃和门锁已装。

2) 所有管路、箱盒已在配合土建时按设计要求预埋，铁管与铁箱盒已点焊且点焊牢固，明装线路的木砖、T形铁杆也按设计要求预埋，否则应修补。

3) 和土建工程有关的孔洞已预留且位置、标高、截面均符合设计要求；箱盒处的抹灰或装修符合设计要求，不妥之处已修复。

4) 管路、箱盒的预埋及其他预埋件的标高、位置、规格、数量等经验收合格；同一元件（如开关、插座、箱）标高不一致的现象应在土建配合下修整合格。

5) 组织工长、班长对土建工程及箱、盒、管的预埋进行验收，不合格的要进行纠正。

二、元件及材料的检查、测试和验收

1) 开关箱及内部元件、各类开关（包括拉线开关、扳把开关、按键开关、电扇调速开关等）、灯具、插座等元件的外观应完整，没有明显的机械损伤及变形。配件齐全，油漆或电镀完整，焊缝无裂纹。开关应灵活，关断的声音正常，标志清晰可见且规范。所有的元件应有产品合格证及使用说明书，铭牌完整规则。

2) 规格、型号、数量、开关箱回路个数应和设计图样相符。

3) 用500V绝缘电阻表测试元件相与相之间、相与地之间、正常带电部分与正常不带电部分之间的绝缘电阻，其值应不小于 $1M\Omega$ 。

4) 用万用表欧姆挡测试开关的开关特性，断开时趋于 ∞ ，闭合时趋于0；对于刀开关和熔断器，还应检查刀闸接触的严密性及可靠性，端口必须接触紧密，闸口应与刀口对正，接线螺钉或压接熔丝的螺钉与螺纹啮合应良好。

5) 绝缘导线的规格型号应符合设计要求、外观整齐美观、绝缘层完好、有合格证，必要时须测试导线的直流电阻和导线的直径，要测量芯与芯、芯与绝缘层的绝缘电阻（用500V绝缘电阻表）。

直流电阻的测试应在整盘导线的头与尾之间进行，这样也能查出中间是否断线。导线的直径应用千分尺测量。

6) 断路器应做过载和短路试验，并按负载的情况将其过载整定在额定电流的1.2~1.5倍上。单相小断路器出厂时已整定好，可不必重新整定。接触器、按钮、继电器应进行试验，带漏电保护的断路器要进行漏电保护试验，通常是按动试验按钮试验，也要通电后模拟漏电试验，应动作可靠及时，必要时要用秒表计时，不合格的要退给供应商。

7) 仪表（电压表、电流表、电能表）必须校验，无检定合格证的要进行检定，特别是电能表，必须在安装前进行检定。根据经验，电能表的不合格率在3%~5%之间，有的是超差，有的是停走，有的潜动（无负载时走字）不合格，这样的电能表对用户来说是不负责任的。

8) 查校电表箱、控制箱的接线是否正确、牢固可靠,特别是电能表。根据经验,电能表的接线错误率在10%以上。

9) 单相电气设备如单相电动机、风扇、窗式空调器、炊事机具等,除进行外观合格证检查外,通常应测试绝缘电阻,单相电动机要按三相电动机测试必要的项目,合格后应进行通电试验,正常运转后才能入库,以免残杂伪品混入。

10) 建设单位供应的材料应及时将其质量情况反馈到监理单位。

三、施工组织设计的到位情况

1) 施工图样已会审,标准规范或标准图册已到位。

2) 施工工艺程序及施工方案已组织编制完成,并已成册到位。

3) 质量目标已确定,技术措施及质量计划已组织编制完成。

4) 安全目标已确定,安全措施已落实,并组织工长、班长进行验收合格。安全管理方案已编制完成。

5) 工期及进度计划已确定,保证措施已编制完成。

6) 环境目标、环境管理方案及措施已落实、完成。

7) 现场管理机构已成立,施工组织及人员设置已落实,对人员按照进度计划已仔细安排和分工,并留有裕量。

8) 施工机具已运至施工现场,并入库保管临时用电已组织验收。

9) 主要材料、导线、元件、设备器具已部分运至现场,并由材料员进行验收和保管。

10) 施工平面图已布置,食住、办公、临建已完成,并由项目经理、工长进行验收合格。

11) 事故应急预案已编制完成,并已由主管部门批准。

12) 安装人员已进入现场,并由项目经理、技术负责人及工长组织进行开工前的学习并提出要求,主要有:质量目标、质量计划,安全目标、安全方案,环境目标、环境方案,应急预案,工期及进度计划,安全技术措施及安全交底,安装技术措施及技术交底,施工方案及工艺程序等。并对机具使用、临电使用、材料节约、食住行、环境保护、卫生等方面提出要求和注意事项。

同时强调施工安全及注意事项,必要时应公布现场行为规范和禁令,确保安全生产。

13) 上述内容应责成确定的人选进行监督和检查,并与每个人的绩效挂钩,纳入年终评比。

四、照明电路及单相电气元件测试试验技术方法

电气元件测试试验技术要求测试人员必须熟练掌握测试试验仪器仪表的正确使用及其试验标准,其内容较多,这里不便列出,敬请参阅本丛书《电气设备、元件、材料的测试及试验分册》第一章内容,这里仅对一些常用元件具体测试方法进行讲述。

(一) 小型电动机的测试及试验

1. 外观及机械部分的检查

1) 外观检查应无裂纹、无机械性损伤及破损,接线盒完整,端子无损,引出线牢固且绝缘护层完好,线鼻子压接或焊接良好,编号齐全,附件及备件齐全且无损伤;定子和转子分箱装运的电动机,其铁心、转子和轴颈应完整无锈蚀现象,其绕组、绝缘无破损,无过热痕迹。新电动机铭牌应完整,数字清晰,技术文件齐全,有产品合格证,外壳油漆完整,接

地螺钉牢固。

2) 电动机的容量、极数或转速应与设计及拖动设备相符, 电动机的型式应与工作条件及拖动设备相适应。

3) 盘车转动转子时, 应无阻卡, 且不得有卡或撞击声音; 前、后轴承的声音无异常, 应为均匀的嗡嗡声, 一般用螺钉旋具或铁棍试听, 转速应尽量快, 见图 2-1。

4) 打开轴承盖, 检查润滑脂应正常, 无变色、变质及硬化现象, 性能符合电动机的工作条件。

5) 轴承上下无晃动, 前后无窜动。用双手握住前轴颈, 上下或左右扳动, 轴应无明显的位置及旷量; 前后推拉轴头, 轴应无明显的位置, 见图 2-2。必要时可将风叶罩及风叶取下检查。电动机轴向窜动及转子径向摆动应符合表 2-1 的规定。

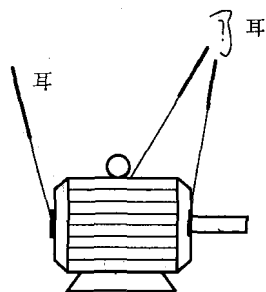


图 2-1 试听电动机声音的方法

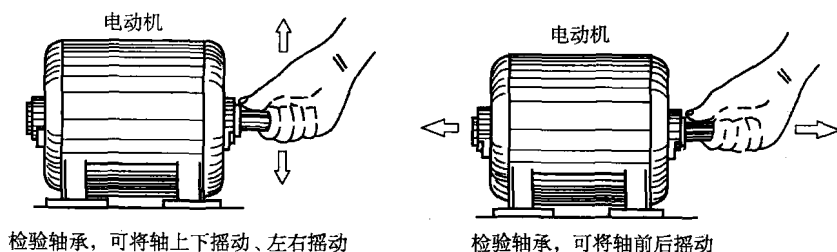


图 2-2 电动机轴承旷量的检验方法

表 2-1 电动机转子轴向、径向移动允许范围

类别	电动机容量 /kW	轴向窜动范围/mm	
		向一侧	向两侧
转子轴向窜动范围	10 以下	0.5	1.00
	10 ~ 30	0.75	1.50
	31 ~ 70	1.00	2.00
	71 ~ 125	1.50	3.00
	125 以上	2.00	4.00
	轴颈大于 200mm	轴颈直径的 2%	
转子径向摆动范围	轴颈 100 ~ 200mm 长	≤0.02mm	
	轴颈大于 200mm 长	≤0.03mm	

注: 向两侧轴向窜动应根据磁场中心位置确定。

6) 电刷及集电环应接触严密、弧度吻合、压力均匀, 一般应在 0.015 ~ 0.025MPa 之间, 可用压接纸条的方法测试; 电刷的弧面及集电环应光滑无毛刺、清洁、无电火花的痕迹黑斑、无油污。连接电刷的编织带(铜辫子)应牢固, 接触良好, 不得与转动部分或弹簧片相碰触。电刷的绝缘垫应完好。电刷在刷握内能上下自由移动, 其间隙一般为 0.1 ~ 0.2mm。

上述的检查合格后, 才能进行电气参数的测试, 如发现盘车声音异常、轴承晃动或窜动、润滑油变质、电刷及集电环匹配不合等, 则应进行修理, 否则应更换电动机。

2. 电气参数的测试试验

(1) 绝缘电阻的测试 低压电动机应用 500V 的绝缘电阻表或数字绝缘电阻测试仪的

500V 档进行绝缘电阻的测试。新电动机相与相、相与地（机壳）间的绝缘电阻应大于 $1\text{M}\Omega$ ，低于 $0.5\text{M}\Omega$ 者应进行干燥处理，仍不合格者应检查绕组或修理。

测试时，先将接线盒打开，把 Δ 联结或 Y 联结的连片取下，见图 2-3；如果是没有接线盒而是直接引出的接线端，则应把三根线连接在一起的星点打开，或是把 Δ 联结的头尾连接点打开，见图 2-3，这时应将原来的接法做好标记，以便识别。然后用万用表的欧姆档或绝缘电阻表测量一下每相绕组的两个端头是否相通，即 1-4、2-5、3-6（U-u、V-v、W-w），否则说明接线有错误或者内部断线，这时应用表找出三组两个端头相通的绕组，即为 U 相（1-4）、V 相（2-5）、W 相（3-6）绕组，并重新做好标记，最后再测量其绝缘电阻。

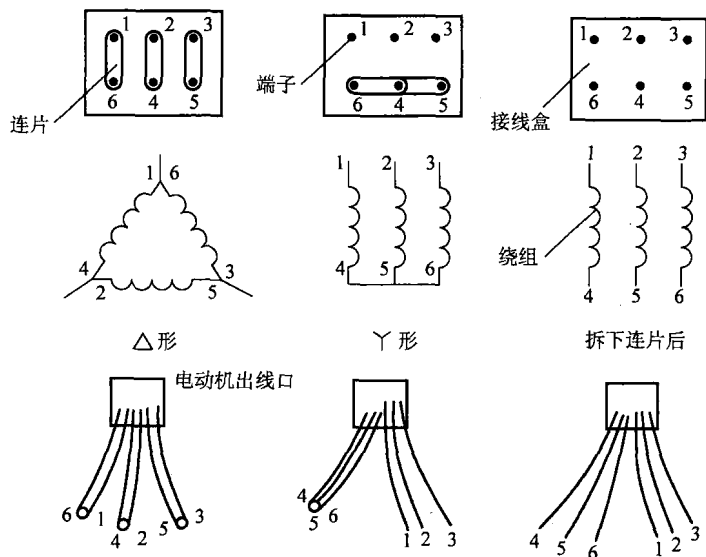


图 2-3 三相电动机接线端子的识别

测量前先校对绝缘电阻表，轻轻摇动手把（顺时针），这时表头指针应趋向 ∞ ，然后迅速使两表笔相碰，指针应立即指向零位。这时应该把两根绞在一起的绝缘电阻表的测量线分开（这是测量者往往容易忽略的地方），任意一端接在电动机的接地端子上（接线盒带有接地标志 $\perp$ 的螺钉）或与外壳的金属部分接好，另一端接在任一相绕组的任一端，测量线应悬空放置，不得与地面或他物触及。然后一手将平置的绝缘电阻表按住，另一手以 120r/min 的速度顺时针摇动手把，这时指针开始偏转，摇动时间应大于 1min ，当指针停留不动时所指的数值即为该相绕组对地的绝缘电阻。用同样方法测量其他两相，测完后应将三相绕组用导线对地短接一下放电，特别是对容量较大的设备或较长的线路更要注意放电，以保安全。

然后将测量表笔分接在任意两相绕组的任一端，测量该两相的相间绝缘电阻，再测其他两相。

对于电动机配套的可变电阻器、起动电阻器、灭磁电阻器的绝缘电阻，当与回路一起测量时，不应低于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

关于绝缘电阻表的选用，规范规定： $100 \sim 1000\text{V}$ 的电气设备或线路，应使用 500V 或 1000V 的绝缘电阻表； 1000V 以上的应使用 2500V 或 5000V 的绝缘电阻表。超越规范的使用将会使电气设备或线路的绝缘受到损坏，减小使用寿命，或者使绝缘受到损坏的电气设备或线路在运行中烧毁。低于规范使用将起不到测量绝缘电阻的作用。

(2) 绕组直流电阻的测试 直流电阻是指绕组的导线在不含有交流成分的状态下的纯电阻, 测量直流电阻的目的是为了检查绕组的平衡性, 以至能在交流时产生相等的阻抗和三相平衡的电流, 使电动机正常运行。而绝缘电阻是指绕组在通电的情况下, 绕组与绕组之间、绕组与地之间互相隔绝、绝对不能通电的电阻, 它是标志设备或绕组绝缘强度的, 以至在通以额定电压时或试验电压时不至于击穿, 进而保证电动机的正常运行。

直流电阻的测量应使用数字万用表或直流电桥, 也可用 SB2230 直流数字电阻测试仪测量。100kW 以下的低压电动机虽未规定, 但也应测量每相的直流电阻, 以便衡量电动机的好坏, 为运行提供准确的数据, 其值应近似相等。

同时应测量与电动机配套的可变电阻、起动电阻、灭磁电阻的直流电阻, 与产品出厂数据的差值不应大于 10%, 且接触良好, 无开路现象。

(3) 极性试验 除中性点不引出的电动机外, 三相电动机应做绕组极性的试验。所谓绕组的极性是指三相绕组中每个绕组的头尾引出线是否正确, 且三个绕组是否一致。在测量绝缘电阻时, 我们已经用表找出三组两个端头相通的绕组, 即 U 相、V 相、W 相绕组, 但是每组的两个端头哪个是头, 哪个是尾这很重要, 如果接线中头尾倒反, 这将会使电动机启动时, 由于绕组中流过电流的方向变反, 使电动机的磁动势和电抗发生不平衡, 因此引起电动机严重振动、噪声、啸叫、三相电流不平衡、电动机过热、转速降低, 甚至造成电动机不转、熔丝烧断或断路器跳闸以至烧坏电动机等。极性的试验是保证电动机正常运行的重要途径, 特别是经过修理或新出厂的电动机必须做极性试验。

3. 空载试验

经过上述检查和试验合格的电动机可进行空载试验。空载试验前应重新检查一下轴承的转动情况, 并盘车转动转子试听一下转动的声音是否正常, 检查有否径向或轴向的摆动或窜动, 然后摇测一次绝缘, 整机正常、无不妥, 即可通电试验。

1) 通电试验应合理选择起动电路和设备, 一般小型电动机可用刀闸熔丝开关直接起动; 中型电动机应用接触器或断路器直接起动; 大型电动机必须用减压起动器起动。最好是用安装好的电动机本身的起动设备, 但是使用前这些设备需经检查、试验合格后方可使用。临时电源的接取要注意送电的范围, 通常是先将车间的进户电源、机组的进户电源或控制柜的进户电源临时拆下, 然后将临时电源接在被拆下进户电源的总开关的上闸口。临时电源的导线、开关容量、送电距离应符合电动机的要求。一般的安装单位都有试车电源专用设备, 把电源总开关、起动器及电缆都装在一辆小车上, 电缆是用滚筒卷起来的, 使用起来很方便。临时电源接好后, 应在所有供电范围内的柜体上悬挂临时用电的警告牌, 避免误操作。临时电源从正式电源的接线必须符合接线要求, 不得随意绑扎。

2) 相序的测量, 一般可逆电动机都不测相序, 但对于不可逆电动机, 例如深井泵电动机, 绝对不能反转, 所以在接线前必须先测电源的相序, 并按相序接线, 只能接对, 不得接错。测量相序用相序表, 可将相序表用三根绝缘细导线与三相临时电源连接起来, 通电后相序表的转盘则顺时针或逆时针转动, 对应于不可逆电动机的转向标志箭头, 按相序表测得的相序接线即可。也就是转盘的转向如和电动机箭头方向相同, 即可按相序表三根导线的接线顺序和电动机的 U、V、W 连接; 如果方向相反, 可将相序表的三根导线任意两根对调一下, 这时相序表转盘的转向和电动机箭头方向相同, 即可按对调后的接线顺序和电动机连接。或者将测得的电源相序对调一下和电动机的 U、V、W 连接也可, 详见图 2-4。

3) 电源电压的测量, 一般用万用表交流电压 500V 档测量三相的线电压 U_{UV} 、 U_{VW} 、 U_{WU} , 应基本相等。电压无误后, 即可按电动机的接法接线, 见图 2-5。

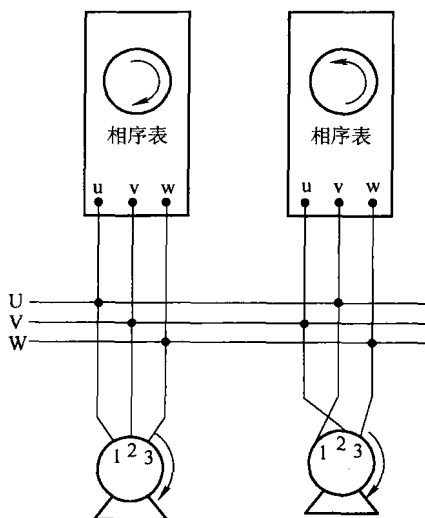


图 2-4 相序表的使用方法

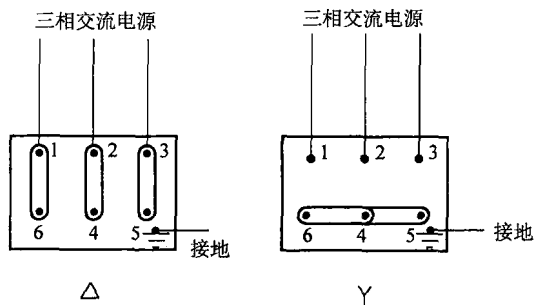


图 2-5 电动机的接线方法

4) 检查无误后, 即可起动电动机, 先将电动机点动起车一次, 观察有无异常, 如声音啸叫、振动、发出电火花、绞磁、转速缓慢或不转而发出嗡嗡声等, 应停车检查, 找出故障所在, 修复后经试验合格后才能再度起动试验。如无异常即可起动电动机, 连续空载运行。如仍有异常, 则应停车处理。三相异步电动机常见故障及处理方法详见丛书《低压动力电路及设备安装调试》相关内容。

5) 电动机空载运行时应检测以下项目:

① 测听电动机机壳、轴承等各个部位的声音是否正常, 一般应为均匀的嗡嗡声, 没有断续、没有跃变且声音小而低沉, 见图 2-1。

② 用钳形电流表测试三相的空载电流, 一般选用 $\frac{1}{2}I_N$ 的档位, I_N 可按 $2A/kW$ 估算; 将钳口张开, 分别把每根导线卡入钳口内, 然后闭合钳口, 一一测量。空载电流应三相平衡, 误差不大于 10%, 且每相空载电流为 $\frac{1}{3}I_N$ 左右。空载电流与电动机的容量、极数有关, 见表 2-2。如空载电流太大, 说明定子与转子之间的气隙可能超出容许值, 或是定子匝数太少, 或是每相绕组应一路串联而错接成两路并联; 空载电流太大的电动机拖动负载时, 很容易发热进而烧毁电动机。如空载电流太小, 说明定子绕组匝数太多, 或是三角形联结错接成星形联结, 或是两路并联误接成一路串联等; 空载电流太小的电动机将使转矩减小, 拖不动负载, 进而烧坏电动机。三相不平衡度太大, 说明绕组的接线有错。

③ 用转速表测量电动机的转速是否和铭牌一致, 相差太大说明电动机绕组的接线有误, 或是在槽内下线时的节距有误等, 应退货处理。

转速表的使用较简单, 先按铭牌转速选择正确的档位, 将顶针插入表盒内, 一定要卡好, 另一端 (橡皮头) 顶在电动机轴头圆心的小坑上, 转动的电动机带动顶针转动, 表头即可指示出转速。顶的时候不要用力太猛, 另外要注意安全。

表 2-2 电动机空载电流与额定电流百分比

容量 极数	0.125 kW	0.5kW 以下	2kW 以下	10kW 以下	50kW 以下	100kW 以下
2	70 ~ 95	45 ~ 70	40 ~ 55	30 ~ 45	23 ~ 35	18 ~ 30
4	80 ~ 96	65 ~ 85	45 ~ 60	35 ~ 55	25 ~ 40	20 ~ 30
6	85 ~ 98	70 ~ 90	50 ~ 65	35 ~ 65	30 ~ 45	22 ~ 33
8	90 ~ 98	75 ~ 90	50 ~ 70	37 ~ 70	35 ~ 50	25 ~ 35

(二) 低压电器的测试及试验

低压电器包括电压为 60 ~ 1200V 的刀开关、转换开关、熔断器、断路器、接触器、控制器、主令电器、起动器、电阻器、变阻器及电磁铁等。

1. 主要测试项目

(1) 测量低压电器连同所连接电缆及二次回路的绝缘电阻值，不应小于 $1\text{M}\Omega$ ；在比较潮湿的地方，可不小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

(2) 电压线圈动作值的校验 线圈的吸合电压不应大于额定电压的 85%，释放电压不应小于额定电压的 5%；短时工作的合闸线圈应在额定电压的 85% ~ 110% 范围内，分励线圈应在额定电压的 75% ~ 110% 范围内均能可靠工作。

(3) 低压电器动作情况的检查 对采用电动机或液压、气压传动方式操作的电器，除产品另有规定外，当电压、液压或气压在额定值的 85% ~ 110% 范围内，电器应可靠工作。

(4) 低压电器采用的脱扣器的整定 各类过电流脱扣器、失电压和分励脱扣器、延时装置等，应按使用要求进行整定，其整定值误差不得超过产品技术条件的规定。

(5) 测量电阻器和变阻器的直流电阻值，其差值应分别符合产品技术条件的规定。

(6) 低压电器连同所连接电缆及二次回路的交流耐压试验 试验电压为 1000V。当回路的绝缘电阻值在 $10\text{M}\Omega$ 以上时，可采用 2500V 绝缘电阻表代替，试验持续时间为 1min。

2. 具体试验和测试方法

(1) 绝缘电阻的测量 一般应用 500V 的绝缘电阻表，630V 的矿用低压电器应用 1000 的绝缘电阻表。应测试相与相、相与地（外壳金属部位）及开关断开状态下，上闸口与下闸口的绝缘电阻以及吸合线圈的绝缘电阻。正常条件下，新产品应大于 $5\text{M}\Omega$ ，最低不得小于 $1\text{M}\Omega$ ，潮湿地方应大于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

(2) 低压电器的动作情况及电压线圈动作值的校验（包括一般常用的低压继电器，如热继电器、电流继电器、时间继电器等）

1) 接触器的试验：用绝缘导线将接触器线圈的两端接好（将剥开绝缘的线芯压紧在线圈端子的瓦片下即可），另端接在单相闸的下闸口，取下接触器的灭弧罩，并将一小条强度较大的薄纸条，放在静触头和动触头之间的缝隙上。检查无误后，即可将单相闸合上，接触器立即吸合。这时用力抽取小纸条，如触头接触紧密，压力实足，小纸条则抽不出，或者用力抽则撕破；如接触不好，则容易抽出，这样的触头在运行中易烧坏，应调整或修复，如达不到正常使用条件，应退货。

同时观察触头接触面应大于 90%，可根据纸条撕破的痕迹判断，否则应用 0[#] 砂纸打磨