

《电工实用口诀》姊妹篇

姊妹篇

电工实用技巧系列书

商福恭 编著

电工实用检修

技巧

- 检修实践中的窍门、技巧和简捷法
- 检修应急措施、设备延寿技术及驱潮烘干法
- 电气设备磨损、渗漏等故障的焊、粘、堵修复技巧



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



电工电子编辑室

010-63416220

策划编辑:张运东

责任编辑:杨 扬

读本系列书:如在作业现场耳闻目睹电工师傅讲解、操作,真正实现“手把手教你学习电工技术”

电工类畅销书作者商福恭集几十年电气维修经验,继《电工实用口诀》之后,精心打造:

电工实用技巧系列书

- ★ 第一部:《电工实用诊断技巧》
- ★ 第二部:《电工基本操作技巧》
- ★ 第三部:《电工实用检修技巧》
- ★ 第四部:《电工诊修典型故障技巧》
- ★ 第五部:《电工实用计算技巧》
- ★ 第六部:《电工实用识图技巧》

ISBN 7-5083-2341-6



9 787508 323411 >

ISBN 7-5083-2341-6

定价: 20.00 元

电工实用检修技巧

商福恭 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书为作者多年工作经验的结晶，主要讲述了常用电气设备的检修技巧和检修中的经验。本书采用了电气设备检修技巧名称作为实例标题，包括了工农业生产上的高低压配电装置、动力设备、照明、生产自动控制系统、家用电器和汽车拖拉机电器等方面，共324个检修实例。并将其编排成目录，易于查找。且每个实例均提供了一种或几种有效的解决办法。

本书分为四个部分，第一章介绍了电气设备常发生的磨损、渗漏等故障的焊、粘、堵修复技巧；第二章介绍了检修实践中的窍门、技巧和简捷法；第三章介绍了实际工作中的应急措施、防止设备发生故障的延寿技术以及驱潮烘燥法；最后介绍了检修工作中积累下来的、行之有效的宝贵经验。

本书涵盖面广、图文并茂、语言通俗易懂、可操作性强，可供从事电气工作的企业电工、农村电工、社会电工学习参考；可用于指导新、青年电工，刚参加工作的电气技术人员进行实践工作；可作为培训电工和职业技术学校学生的教材使用；还作为广大使用电气设备的人们学习、了解和掌握电气常识的科普书使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工实用检修技巧/商福恭编著 —北京 中国电力出版社，2004

(电工实用技巧系列书)

ISBN 7-5083-2341-*

I. 电... II 商... III 电气设备-检修 IV TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 044851 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2004年11月第一版 2004年11月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 10.375印张 262千字

印数 0001—5000册 定价 20.00元

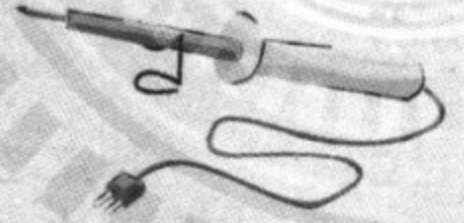
版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换)

电工实用技巧系列书

电工实用检修

技巧



前言



随着科学技术的发展，电能的应用日益深入到工农业生产、科学实验及人民生活等各个领域。在生产上用作动力、照明以及生产自动控制等。在人民生活中，电灯、无线电、电视、电风扇、洗衣机和电冰箱等家用电器也都离不开电能。生产上的电气设备和家用电器与人一样，总免不了要“生病”发生故障，没有永远不出故障的设备。所不同的是人生了病后会主动去找医生治疗，而设备的“健康”状况则是由电工对其进行检查得知的。近几年来，我国的电工和电气技术人员人数增加了几倍，他们迫切的希望提高自己的电工理论知识和实际操作技能。为此，继新老电工喜爱的《电工实用口诀》和《电工实用诊断技巧》之后，特编写此书奉献给广大电工和刚参加工作的电气技术人员。

本书通过3章9节324小节介绍了电气设备常发生的磨损、渗漏等故障的焊、粘、堵修复技巧；检修实践中的窍门、巧技和简捷法；实际工作中的应急措施、防治设备发生故障的延寿技术及驱潮恢复绝缘的烘干法。最后一章则介绍了电工检修工作中积累下来的，行之有效的宝贵经验。

本书在编写上充分考虑了读者的需求和实际情况，具有如下几大特点：

2A017/29

特点之一：以检修俗语作标题，简明便查。书前目录的章节标题，简练而形象，都是电工检修电气设备时的常用俗语，也是本书内容提要。小节标题便是每项检修技巧的名称，以便初读者一目了然。每小节均各自独立且完整的阐述某项检修技巧的内容，读者可以不按顺序而根据自己的需要选读。通过书前小节的总目录，读者可迅速找到所要选读的检修技巧资料，十分简便易查。

特点之二：面广项多，图文并茂。工农业生产上的高低压配电装置、动力设备、照明以及生产自动控制系统；家用电器和汽车拖拉机电器等，均有其检修技巧或经验实例。检修技巧分 324 例，其中有的实例内写出了六、七种方法。如铝件焊接实用方法、集成电路拆卸的实用方法、废日光灯管的新生法等。有的实例写出了三、四种方法，如电动机、变压器干燥处理常用方法等。经验之谈分为 14 节，编写时为了读者易记忆，除第 14 节，“三面走、四面看、围绕杆基转一圈”巡线方面要诀外，其余均按照提供经验的数目来对应相应的小节数的，如第九节对应“电气安装中易忽视的九个问题”。这样的检修技巧和经验项目多达 400 余项。同时，本书还做到了图文并茂。文，简明扼要；图，见图知义。使读者在阅读学习过程中更轻松、更容易。

特点之三：实用技巧性。技巧是巧妙的技术或熟练的运用技术的能力。从某种意义上来说，技巧就像层“窗户纸”，未捅破前好像很神秘，一旦知道了解决的关键和窍门，就变得很容易。如“杓晃处取装螺栓”一例，杓晃处的螺栓，如表计内层的螺栓、电磁启动器内底处的螺栓等，由于位置蹩脚，加之螺栓细小，不便持牢，因而在这些部位拆装螺栓都是十分棘手的事情。本书就介绍了这种难题的巧解法，即利用泡泡糖残胶作粘附物，这样取装螺栓就变得十分轻而易举了（具体做法可参见书中有关章节）。像这样的技巧书中还有很多，都是老电工师傅们长年积攒下来的经验，因而特别有学习价值。

集思广益、集腋成裘，当一名称职的电工，平日里要广泛收

集、积累检修电气设备的资料。并通过实践—理论—再实践的过程，不断提高正确处理实际问题的能力。同时，还可借鉴他人的经验之谈和技巧以帮助自己尽快成长，不断总结、归纳，以与实践相融会贯通。

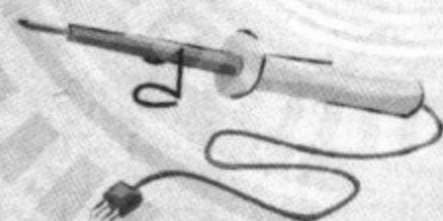
本书在编写过程中引用了众多电工师傅和电气技术人员所发现和运用的检修技巧，谨在此向他们表示诚挚的谢意。

由于本人水平有限，加之时间仓促，书中错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

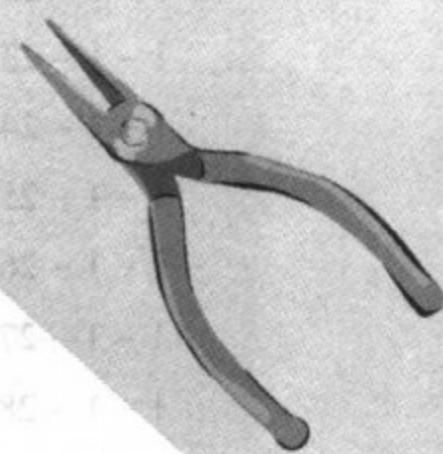
编者

2004.5





目 录



前言

第1章 电工检修焊、粘、堵修复技巧 1

1-1 焊 1

1-1-1 用炭精粉熔焊法焊接导线 1

1-1-2 用电阻焊焊接异步电动机转子引出线接头 2

1-1-3 10mm² 及以下的单股铝线电阻焊接法 3

1-1-4 用交流电焊机焊接小截面铝芯导线的方法 5

1-1-5 铜麻股线施工时的快速焊接法 6

1-1-6 电视机室外天线馈线、广播喇叭线等导线断头
焊接简法 6

1-1-7 电熨斗电热丝断头焊接简法 6

1-1-8 矿井窄轨电气连接方法 7

1-1-9 铝线电机修理中的碳模电阻熔焊法 9

1-1-10 鼠笼式电动机转子断条的简便修理法 13

1-1-11 绕线型电动机转子并头套开焊的修理 14

1-1-12 电钻转子线圈的焊接 15

1-1-13 快速焊接换向器铜头的方法 16

1-1-14	三相异步电动机轴颈的补损	16
1-1-15	大电流接触器触头发热的解决办法	17
1-1-16	银片触头的气焊	18
1-1-17	低压大电流电机铝芯电源线接头发热的处理	18
1-1-18	铅包油浸纸绝缘电力电缆接头封焊技术的操作	19
1-1-19	电机的轴承外圈焊薄锡解决端盖轴承室内圆被 磨损后轴承配合松动问题	22
1-1-20	热电偶采用电焊机焊接修复的方法	23
1-1-21	铝件焊接实用方法六则	24
1-1-22	用电切割磁棒的方法	25
1-1-23	自制焊铝的焊药焊补铝件的方法	26
1-1-24	提高 BX1-300 型交流弧焊机空载电压的简易方法	26
1-1-25	贴片电子元件及装焊技术	27
1-1-26	更换大规模集成电路的简便方法	32
1-1-27	拆卸集成电路块的方法六则	33
1-1-28	焊接集成块时要求电烙铁接地, 以防损坏集成块	35
1-1-29	经过搪锡或镀锡处理的元器件引脚仍易出现 虚焊	35
1-1-30	使用电烙铁的焊接方式和方法	36
1-1-31	电烙铁不粘锡的处理	37
1-1-32	油质二乙胺焊剂	37
1-1-33	铜铝焊接焊药	38
1-1-34	银铜磷焊料	38
1-2	粘	38
1-2-1	用“H-4”胶抢修高压电机定子绕组的局部故障	38
1-2-2	用环氧树脂处理同步电动机励磁线圈的短路故障	40
1-2-3	用导电胶修复电机绕组	41
1-2-4	用环氧树脂修复电扇转子松动故障	42
1-2-5	用胶粘法修理小型电机转子与转轴的松动故障	43
1-2-6	用镶铁套与胶粘相结合的复合检修法处理电机 轴颈外圆磨损	45
1-2-7	用“1010 尼龙粉”修复电机转子轴颈磨损	45
1-2-8	用三元尼龙乙醇溶液刷涂电机转子轴颈或端盖	

轴承室磨损的应急修复法	46
1-2-9 根据化学反应原理, 涂刷配制溶液修复电机转 子轴颈或端盖轴承室磨损故障	47
1-2-10 用 AR-5 耐磨胶粘接修复电机端盖轴承室磨损 故障	48
1-2-11 用环氧树脂粘补电机轴颈	48
1-2-12 用铁锚 350 粘合剂粘结配合松动的轴承	49
1-2-13 用铁锚牌 101 聚氨脂胶修复有裂纹的电机端盖	50
1-2-14 用厌氧粘结剂修理电机	51
1-2-15 用 SB 系列快固胶粘剂充填直流电焊机换向器瓣 间绝缘	55
1-2-16 用环氧树脂粘补漏油电力电容器	56
1-2-17 采用 CR 高强度树脂修复荧光灯用镇流器	56
1-2-18 用石蜡消除荧光灯镇流器的响声	58
1-2-19 白乳胶用于电气施工中粘结小型木制配电板是 可行的, 且质量稳定	58
1-2-20 S-2 巨硫胶用作布线施工中塑料桥形线夹和水 泥墙的粘合剂	59
1-2-21 瓷夹板和瓷柱粘接法布线	60
1-2-22 滑线母线绝缘子的填料	61
1-2-23 钢轨绝缘接头的 SL-3 结构胶粘剂	61
1-2-24 电器塑料件的粘结修补方法	62
1-3 堵	63
1-3-1 充油电气设备渗漏处理的对策	63
1-3-2 变电所(站)充油电气设备渗漏油部位及防范措施	65
1-3-3 电力行业带油堵漏技术及堵漏胶的使用技巧	66
1-3-4 防止配电变压器低压套管处渗漏油的方法	69
1-3-5 防止电力变压器渗漏油的检修施工工艺	73
1-3-6 涂抹双管粘胶剂堵充油电气设备渗漏油	74
1-3-7 采用快速 502 胶粘剂与 703 固化硅橡胶混合使用方法 处理充油电气设备渗漏油	74
1-3-8 合成胶粘结充油电气设备渗漏油的砂孔和裂隙	75
1-3-9 不吊芯处理电力变压器分接开关渗油	75

1-3-10	采用整柳法处理充油电气设备渗漏油	76
1-3-11	电力变压器高、低压套管充灌铅锡剂防爆措施	77
1-3-12	防止 SN10-10 型少油断路器渗漏油对策	77
1-3-13	改进少油断路器放油螺栓和拐臂的压圈, 防治 少油断路器渗油	80
1-3-14	处理少油断路器梅花触头下部渗漏油的方法	81
1-3-15	解决少油断路器渗漏油的检修工艺	82
1-3-16	用酪素胶制作变压器的顶盖封圈	82
1-3-17	用液体石蜡封闭蓄电池液面	83
1-3-18	用自凝牙托粉和自凝牙托水修补电冰箱铝制蒸 发器漏孔	84
1-3-19	洗衣机甩水桶漏水的补救法	84
1-3-20	处理洗衣机进水转换开关漏水两方法	84
1-3-21	洗衣机脱水桶漏水的应急处理方法	86

第2章 电工检修窍门、技巧和简捷法

2-1	窍门	88
2-1-1	使用医用橡皮膏更换指示灯泡	88
2-1-2	铅笔修复拉线开关主动棘轮不能回位的故障	89
2-1-3	滴上两滴润滑油排除拉线开关开闭失灵的故障	89
2-1-4	防触电的电源插头	90
2-1-5	加个弹簧垫避免电饭锅电源插座处打火	90
2-1-6	加装压簧法处理琴键开关性能不稳定故障	90
2-1-7	新电炉电热丝硬拉到所需长度后通电加热定型	91
2-1-8	玻璃屑连接电热丝烧断的接头	92
2-1-9	青铜连接电炉丝的接头	92
2-1-10	校正吊扇叶片发抖的方法	93
2-1-11	校正变形扇叶简法	95
2-1-12	“划弧定点法”校正变形扇叶	96
2-1-13	更换冰箱门封条	97
2-1-14	胶水法和高压锅法清洗油烟机	97
2-1-15	热水倒入洗衣机桶底取下齿轮减速箱	98
2-1-16	电烙铁头的更换	98

2-1-17	防止钻屑散落的简单方法	99
2-1-18	钢筋水泥螺钉孔固定线管的方法	99
2-1-19	厚皮塑料管固定木螺钉的电路安装	99
2-1-20	聚氯乙烯管加热套接法	99
2-1-21	手表退磁法	100
2-1-22	用蛇皮管作填充材料热弯塑料管	100
2-1-23	电烙铁头快速剥制屏蔽线头	101
2-1-24	交联聚乙烯电缆绝缘层的加热划切和麻绳磨割 剥切法	101
2-1-25	串接负载通电查找橡胶套软线短路点	103
2-1-26	用紫药水、圆珠笔在聚氯乙烯套管上编号	104
2-1-27	性能良好的去漆剂	104
2-1-28	沸水加热法清洗电缆头	105
2-1-29	去除变压器外壳油垢的方法	105
2-1-30	用 80~90℃ 碱水溶液去除瓷套管上的污垢	106
2-1-31	水浮泥汤擦洗绝缘子	106
2-1-32	用银浆覆盖绝缘油脏污	107
2-1-33	用泡泡糖残胶做粘附物取装看不见处的螺栓	107
2-1-34	电烙铁加热旋凿金属杆拧出塑料壳深洞中螺钉	108
2-1-35	锉小缺口法修正碳膜电阻阻值	109
2-1-36	绝缘套管内放些滑石粉, 橡皮软线易穿入	109
2-1-37	短路连接线加装熔丝, 避免引起电源回路短路	110
2-1-38	交流接触器加绕指示灯电源线圈	110
2-1-39	静铁芯座槽内加纸垫片法消除交流接触器噪声	110
2-1-40	节省继电器触点的方法	111
2-1-41	用电流继电器换接的自动 Y- Δ 起动器	112
2-1-42	电动工具转子线圈的拆除方法	113
2-1-43	油煮法拆除手电钻转子绕组	113
2-1-44	“通电加温软化法” 拆除已烧毁的电动机绕组	113
2-1-45	喷灯加热法拆除环氧树脂浇浸的电机定子绕组	114
2-1-46	小功率三相异步电动机接入单相电源运行	115
2-1-47	不吊起变压器顶盖更换套管穿心导杆	117
2-1-48	用钢丝针和铁夹子安装变压器散热器法兰橡皮	

垫圈	118
2-1-49 变压器吊芯前将放油储存在油枕内	119
2-1-50 安装开关柜内隔离开关, 主轴上钻定位孔方法	119
2-2 巧技	120
2-2-1 电吹风烘烤取断丝白炽灯泡	120
2-2-2 土豆拧取破碎白炽灯泡	120
2-2-3 薄壁软塑料管更换指示灯泡	120
2-2-4 给 RI 系列熔断器熔管加装塑料打包带操作手柄	121
2-2-5 卡垫小铜片连接电熨斗扁电阻丝断头	121
2-2-6 玻璃和电料瓷的混合粉末处理电烙铁电热丝断 头连接点	121
2-2-7 挖空示温蜡片中心粘贴法	122
2-2-8 喷雾器去喷头加管给少油断路器加油	122
2-2-9 不放气和油、不拆油管更换少油断路器贮能器 活塞杆密封圈	123
2-2-10 多尘环境中的微动开关外壳缝隙用透明胶带严封	124
2-2-11 用三相倒顺开关控制单相电机正反转	124
2-2-12 钮子开关代替三连开关	125
2-2-13 高炉称量斗中采用磁感应接近开关替代行程开关	126
2-2-14 吊风扇调速开关在夏季用后可用于电热毯调温、 灯具调光等多种用途	126
2-2-15 用日光灯起辉器控制彩灯闪烁	127
2-2-16 交流调压器增设限位装置	128
2-2-17 用一个按钮控制“开”和“关”的电路	128
2-2-18 只用一个按钮的 Y- Δ 控制线路	129
2-2-19 用一根导线控制两只 LED 发光二极管作自动/手动 功能指示	130
2-2-20 用一根导线做信号联系	131
2-2-21 自锁线路上加开关, 起动按钮具有起动和点动两 功能	131
2-2-22 用中间继电器构成缺相保护控制电路	132
2-2-23 在发电机运行状态下, 用一根绝缘导线检验发电 机组轴承绝缘状况	133

2-2-24	用爆破自落法立混凝土电杆	134
2-2-25	加热小段地理线塑料护套制作塑料垫圈	135
2-2-26	用电热毯电阻丝绕制万用表 $R \times 1$ 挡线绕电阻	135
2-2-27	安全电源线插头内导线与铜脚内端脱焊的修复	136
2-2-28	拉线开关改为延寿开关	136
2-2-29	改动音乐门铃电路一根线, 便可做到随意断续鸣响或连续唱完一曲	137
2-2-30	电热杯电热元件与底座间加置石棉板节电延寿	138
2-2-31	插座内装电容器, 电扇有了微风挡	138
2-2-32	5号电池中碳棒加工制作成电吹风电刷	139
2-2-33	粘补法修理电风扇插头小齿轮	139
2-2-34	不拆洗衣机波轮取波轮下的硬币方法	140
2-2-35	用砂皮将受热变形的圆聚乙烯片磨圆便可排除甩水机时转时停的现象	140
2-2-36	用加热整形法矫正冰箱磁性门封的起褶变形	141
2-2-37	安装抽油烟机三要点	141
2-2-38	录像机消磁的简易方法	142
2-2-39	用 HB 硬性铅笔修复磨损的电位器	143
2-2-40	全塑外壳电子表按钮不复位的故障用绘图软铅笔来排除	143
2-2-41	小块磁铁吸附于旋凿金属杆上端取装螺钉	143
2-2-42	油浸、火烧、凿剔法卸生锈螺丝	144
2-2-43	用木螺丝钉补修机盒中各种紧固件速度快	144
2-2-44	用石蜡煮清除镇流器沥青	145
2-2-45	手上沾了绝缘漆, 先用变压器油搓一搓便可洗净	145
2-3	简捷法	146
2-3-1	卫生纸包上受话器排除了电话机听筒啸叫声	146
2-3-2	用电池碳棒粉处理线路板上导电涂层磨损故障	146
2-3-3	计算机、电脑学习机键盘等按键失灵修复方法	147
2-3-4	扬声器磁铁松动修复方法	147
2-3-5	排除计算器失显的简便处理方法	148
2-3-6	6H 铅笔修复电子表印刷电路板断路故障	148
2-3-7	卡口灯头卡口脚折断的修复方法	148

2-3-8	H形日光灯的修复	149
2-3-9	简易有效的日光灯助起动装置	150
2-3-10	简易实用的楼板装灯挂脚	151
2-3-11	排除吊扇摆动故障最简单实用的方法	152
2-3-12	吊扇静平衡的快速调整方法	153
2-3-13	消除运行中吊扇电磁声较大的简易方法	154
2-3-14	排除台扇铁芯与转轴间松动发出金属撞击声 的方法	154
2-3-15	消除电风扇“哒哒”噪声的方法	155
2-3-16	交流台扇落地扇定子绕组开、短路故障修理方法	155
2-3-17	吊扇调速器线圈烧坏的修复方法	157
2-3-18	洗衣机电机绕组局部损坏的修理方法	158
2-3-19	用橡皮圈代替圈弹簧处理洗衣机漏水故障	159
2-3-20	双桶洗衣机常见故障的修复方法	159
2-3-21	洗衣机脱水桶偏心故障的修复方法	160
2-3-22	经济简单的电冰箱压缩机的保护方法	161
2-3-23	电冰箱冷藏室蒸发器泄漏的修理方法	162
2-3-24	电冰箱照明灯失灵的修理方法	162
2-3-25	电线内部断线不破坏塑料包皮的连接方法	163
2-3-26	更换电吹风电热丝的正确方法	164
2-3-27	预埋线盒固定螺孔损坏的处理办法	165
2-3-28	远距离安装式仪表示值偏小的校正方法	165
2-3-29	直流电焊机运转后不能起弧的处理方法	166
2-3-30	并联电容器引线螺栓折断的修复方法	167
2-3-31	快速调换大型变压器大盖封垫	168
2-3-32	用小电动机带动皮带轮代替人工盘动研磨电刷	169
2-3-33	直流电动机新电刷的研磨方法	170
2-3-34	直流电动机换向极极性的现场调试	171
2-3-35	直流电动机转子线圈快速去锡法	172
2-3-36	电动机△形接线改为Y形接线,不需重新测定 线圈头尾的方法	172
2-3-37	小功率三相异步电动机的简易制动方法	173
2-3-38	绕线型异步电动机转子集电环上的导电铜环	

	松动的触决办法	174
2-3-39	绕线型异步电动机集电环表面灼伤的现场 修复方法	175
2-3-40	同步电动机集电环表面灼伤,用油石人工研磨法	175
2-3-41	粘贴小块纸板检查电动机定子绕组端部与端盖间空隙 大小的方法	176
2-3-42	电动机定子绕组线圈槽满率用线环检查法检查	176
2-3-43	电动机绕组单双线互换的简易算法	177
2-3-44	电动机直观接线法	177
2-3-45	电动机局部绕组损坏,“穿线法”修理既省又快	178
2-3-46	电动机绕组的拆除方法	179
2-3-47	整体浸环氧树脂漆电动机单个线圈的更换方法	181
2-3-48	电动机大小端盖安装的先在内轴承盖上旋专用螺杆 方法	182
第3章 电工检修应急、延寿和烘烤法		184
3-1	应急	184
3-1-1	闪烁信号指示灯的应急替代	184
3-1-2	利用日光灯起辉器改制的节能指示灯	184
3-1-3	电饭锅指示氖泡用测电笔氖泡替代	185
3-1-4	改制螺口灯泡	186
3-1-5	用灯泡应急替代续流二极管	186
3-1-6	电焊工夜间应急照明	187
3-1-7	洗衣机电容器用日光灯电容器替代	187
3-1-8	洗衣机定时器电机的应急修理	187
3-1-9	洗衣机轴承磨损的应急修理	188
3-1-10	风扇偏心轮的应急修理	188
3-1-11	家用电器中高压硅柱的应急替代	189
3-1-12	摩托车行驶中突然断电的接临时简单电路方法	190
3-1-13	汽车电器故障的应急修理	191
3-1-14	YYJG-1A型激光治疗器干簧管动作不可靠故障的 应急修理	193
3-1-15	大容量自动开关用熔断器并联小容量自动开关	

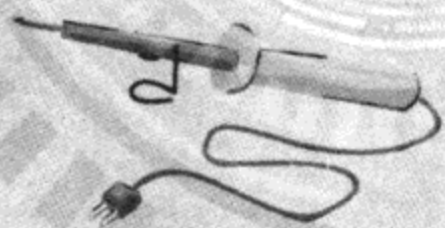
	替代	194
3-1-16	用按钮代替单相电机起动离心开关	195
3-1-17	用拉线开关控制电动机的接线方法	196
3-1-18	接触器无辅助触点的应急接线方式	196
3-1-19	一对动合、动断辅助触点的接触器接出一对红、 绿信号灯	196
3-1-20	不同线圈电压的接触器、继电器的互换与代用	197
3-1-21	不可将电冰箱压缩机裂相式电动机改接成电容式	199
3-1-22	QJ3 型自耦减压起动器触头烧坏的应急修理	200
3-1-23	XJ01 自动减压起动箱时间继电器损坏的应急处理	201
3-1-24	用日光灯起辉器制作温度继电器	201
3-1-25	频敏变阻器一相线圈有故障时应急起动的方法	202
3-1-26	高频感应炉直流高压表降压电阻损坏的应急修 理方法	203
3-1-27	1T1-A 型交流电流表的互换代用	203
3-1-28	电磁离合器引出线断线用“齐头断线加楔 法”处理	203
3-1-29	用改变绕组头尾接线法处理小型电机绕组短路	204
3-1-30	用串接法应急处理电机定子绕组端部的断线	206
3-1-31	小型绕线型电机集电环磨损严重，配加铜环 法修理	207
3-1-32	粉末静电喷涂机硅柱损坏无高压，可用电视接收 机中常用的硅柱代替	207
3-1-33	用铝箔纸代替测速用反射标记纸	207
3-1-34	电镀车间直流母线夹板以塑代木	208
3-1-35	硫酸车间电加热炉绝缘电阻不够，施加低电压加 热驱潮	208
3-1-36	控制回路中加二极管可提高交流接触器欠压吸 合能力	209
3-2	延寿	210
3-2-1	灯泡头涂凡士林油防止生锈	210
3-2-2	螺口灯头的防短路处理方法	210
3-2-3	潮湿环境中防止白炽灯泡炸裂的方法	211

3-2-4	两灯串联, 省泡节电	211
3-2-5	用电容器使废日光灯灯管复明	212
3-2-6	修复 3W 日光灯	212
3-2-7	石英表电池的“再生”	213
3-2-8	旧干电池的简易充电	214
3-2-9	排除录音机磁头磁化故障	214
3-2-10	洗衣机旧密封圈修复再用	215
3-2-11	清扫并涂层熔化的松香可防治彩电高压包污闪	215
3-2-12	JTX 型继电器线圈与热保护器并联的冰箱压缩机 保护线路	215
3-2-13	夏季过后电风扇的存放方法	216
3-2-14	电炉电源线易烧断的解决办法	216
3-2-15	防止电能表接线盒烧毁的方法	217
3-2-16	环氧玻璃纤维板取代交流电铃中的金属弹簧片	218
3-2-17	交流电铃电磁线圈回路中串二极管可使音量增大, 温升降低	218
3-2-18	柏油封护干簧管	218
3-2-19	锅炉煤料提升机的限位采用间接定点控制, 可大 大减少故障率	219
3-2-20	加镀锌铁垫圈, 防止 XD5 信号灯附加电阻脱落	220
3-2-21	改进 XDJ—22 信号灯电路, 延长其使用寿命	221
3-2-22	改善熔体接触面, 防止 RM1 型等低压无填料管 式熔断器在正常负荷电流下过热熔断	222
3-2-23	加装圆柱螺旋弹簧, 提高螺旋式熔断器可靠性	222
3-2-24	胶盖闸固定熔丝用 Π 型垫片防止熔丝过热熔断	223
3-2-25	高压熔丝上涂层绝缘清漆防止熔丝锈蚀误断	223
3-2-26	高压跌落式熔断器熔丝防挣断法	224
3-2-27	交流接触器接线端子是拱形垫片时的接线方法	225
3-2-28	防治大电流接触器触头发热的有效方法	225
3-2-29	采用晶闸管交流开关切除绕线型异步电动机外 接电阻	226
3-2-30	自制简便注浆器敷设矿山井下电缆钩	228
3-2-31	过氯乙烯塑料涂膜养护混凝土基础	229

3-2-32	用自行车内胎制作潜水泵用橡套电缆的电缆头	230
3-2-33	ZLQ 型电缆头接地线采用环形包箍卡子机械连接方法	231
3-2-34	引线端头套装无底酒瓶可防鸟鼠害	231
3-2-35	母线连接处过热的处理方法	232
3-2-36	螺杆压紧式的配变接线桩头, 宜采用线夹两侧螺母同时相对拧紧的接线方法	233
3-2-37	硫酸车间转化器内大功率电炉接线端子的制作方法	233
3-2-38	电刷架上顶角处加平衡弹簧, 可消除电刷冒火问题	234
3-2-39	加夹层法兰法安装变压器的安全气道玻璃	235
3-2-40	采用冲洗加油法维护 GW4 型隔离开关	236
3-2-41	SN10 型少油断路器托架瓷瓶损坏的预防措施	237
3-2-42	变压器油现场再生处理方法	238
3-2-43	801 吸附剂再生变压器油	239
3-2-44	户外用锁经加热注入润滑脂后, 可防锈和防冻	241
3-3	干燥法	242
3-3-1	电动机受潮后应干燥和试验	242
3-3-2	修理受潮电机时驱潮要彻底	243
3-3-3	采用二氯甲烷和汽油的混合溶剂清洗电机	245
3-3-4	吹尘冲洗、烘干浸漆可恢复电机绝缘性能	246
3-3-5	提高 JR 型电机转子绝缘的“治本”措施	247
3-3-6	烘干电动机绕组的常用方法	248
3-3-7	用 380V 低压电源现场烘干 3kV 高压电动机	253
3-3-8	用 660V 电源现场烘干 6kV 高压电动机	254
3-3-9	利用运行中辅机电机的热风来烘干备用辅机电机	255
3-3-10	直流电机通电干燥法	256
3-3-11	烘干水电站发电机的常用方法	256
3-3-12	变电所户外端子箱防潮处理	259
3-3-13	变压器干燥处理的方法和要求	260
3-3-14	变压器零序电流干燥法	261

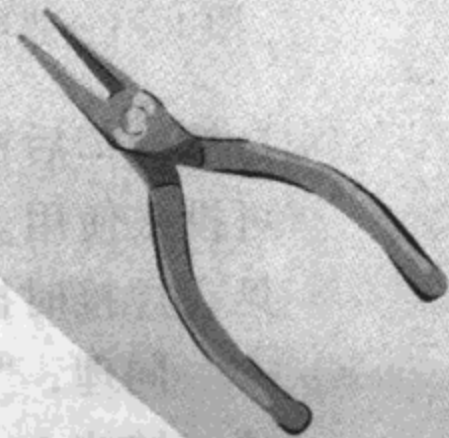
3-3-15	集零序电流法、油箱铁损法及短路电流法的优点加热干燥变压器	264
3-3-16	变压器的真空热油喷雾干燥法	265
3-3-17	受潮电力变压器带负荷干燥	266
3-3-18	电力变压器现场硅胶干燥除潮法	268
3-3-19	外壳涡流真空不带油干燥变压器	269
3-3-20	油浸式互感器自身绕组通电加热——真空烘干法	270
3-3-21	交联聚乙烯电缆的除水充氮干燥法	274
3-3-22	被水浸泡过的电子设备检修法	276
第4章 电工检修经验荟萃		278
4-1	快速熟悉生产设备电气线路图的一种方法	278
4-2	推广使用 660V 供电系统时电动机、变压器的改接线方法	280
4-3	电气设备的三先后操作法	286
4-4	桥式起重机操作中四不宜	288
4-5	监护电动机五经常	291
4-6	电气设备检修技巧六先后	292
4-7	防止电气误操作七项预防办法	294
4-8	小截面电缆线损坏短寿八非正当原因	295
4-9	电气安装和检修中易忽略而不能忽视的九 个问题	296
4-10	修理电视机的“十忌”和“十要”	297
4-11	农村低压线路十一忌	298
4-12	工矿企业季节性事故各月预防工作措施表	299
4-13	调换熔件工作时十三不能	303
4-14	“三面走，四面看，围绕杆基转一圈” 巡线方法	308

第1章



电工检修焊、粘、堵修复

技巧



1-1 焊

1-1-1 用炭精粉熔焊法焊接导线

用炭精粉熔焊法焊接一些导线，可取得较好效果。

(1) 材料及准备工作：①50VA 以上，交流 220V/6 ~ 36V 电源变压器一台（如行灯变压器）；②炭精粉少许（可用于电池炭棒或废弃的电刷研磨而成）；③100mm 见方铁板一块。变压器二次侧的一端与铁板相连，将炭精粉置于铁板之上，厚度约 10 ~ 20mm；变压器二次侧的另一端待用。

(2) 热电偶断偶焊接修复。在工矿企业，特别是小型火电厂中，“K”分度号热电偶（镍铬—镍硅）损坏率极高，用炭精粉熔焊法对断偶进行焊接修复，不但操作简便，而且每支热电偶芯可多次焊接修复，从而使其使用寿命延长几倍。具体操作是：将热电偶芯要焊接处清理干净，然后扭绞在一起。如嫌扭绞困难，简便的方法是将欲焊接处的偶丝略向内弯曲，然后向待焊处移动

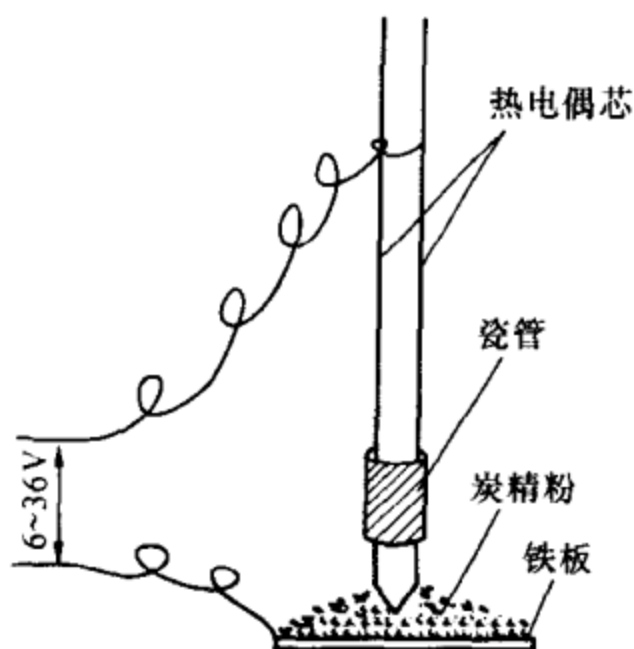


图 1-1 热电偶断偶焊接示意图

热电偶上的瓷管，以借助瓷管的卡力使断偶处紧密接触。之后，将变压器二次侧待用的一端与热电偶芯相连，如图 1-1 所示。然后通电，手拿热电偶芯使其与铁板上的炭精粉接触，但不触及铁板。此时，注意观察，当接触面处热电偶炽热发亮继而熔化为一小火球状时，再慢慢移动热电偶，使其在炭精粉上滑动，至焊点似光滑的小圆球时提起热电偶。待

自然冷却后检查焊点是否光滑圆润。焊好的热偶经检定合格后即可投入使用。此法修复的热电偶合格率达 95% 以上。为安全起见，焊接时操作者应戴上眼镜和绝缘手套。

同理，“E”分度号热电偶（镍铬—康铜）、“S”分度号热电偶（铂铑 10—铂）等也可按此法修复。

(3) 电机线圈极间连接线的焊接。电机线圈鼻端上下层连线及极间连接线较多，其焊接质量关系到电机维修质量。用炭精粉熔焊法进行焊接的操作方法与断偶焊接修复法相同，只是应注意在焊接时要用钳夹住漆包线以利散热，防止热量沿漆包线向线圈传递而引起绝缘损坏。实践表明：电机线圈极间连线采用此种焊法的好处有两条：一是焊接牢固；二是焊点纯度高、电阻小（焊点与原漆包线材质完全相同，所以焊点处的电阻率与原漆包线一致）。

1-1-2 用电阻焊焊接异步电动机转子引出线接头

带动轧钢机类冲击性负载的大容量 6kV 绕线型高压异步电动机，因为电动机在运行时，转子的并头套处的接头及引出线接头上均承受着很大的离心力。若接头焊接不良，接点电阻过大，运行时（特别是超载运行时）会引起发热，使接头的焊锡料熔化

后甩出，并造成恶性循环，也会造成其他故障。对电动机转子引出线与转子绕组的并头套接头以及引出线接头出现开焊的故障，可采用电阻焊方法。具体做法如下：

(1) 将电动机转子从定子中抽出，搁置在两个带滚轮的支架上，转子搁好后应能自由转动。

(2) 将原来的锡焊接头上的焊锡及油污清除掉，并打磨光洁。

(3) 把被焊处对齐压紧。

(4) 将电阻焊机两个焊棒上的电极经钢片短路通电，电极发红后迅速移到被焊点上。这时焊接点处的温度会很快达到焊料熔化温度（如 501 焊料的熔点为 720°C ）。

(5) 被熔化的焊料流入焊缝中，填满后，马上移开焊棒。

(6) 为了使靠近焊点的转子绕组绝缘不受到热破坏，可用棉纱团或石棉带蘸清水包好后再焊，边焊边加冷却水冷却。

(7) 清理焊点。

(8) 测定接头的直流电阻，要求其阻值不应超过技术规范所规定的电阻值。

采用电阻焊焊接异步电动机转子引出线接头时应注意以下几点：①从焊接开始到焊接完毕，加热时间要掌握在 $10 \sim 15\text{s}$ ，通电加热时间不能太长，否则会使靠近焊接接头处的绝缘老化，使绝缘受到损伤；②由于在焊接过程中采用水冷却，所以在转子全部焊接工作结束后，一定要将转子进行烘干处理（可在干燥炉中烘干，亦可以采用涡流烘干法烘干）；③烘干转子绝缘时，温度不宜升得太快，最高烘干温度应控制在 95°C 以下。绝缘烘干过程中的其他要求，按有关规程规定进行；④电阻焊焊接法的电源为低电压大电流直流或交流均可，一般电源电压不高于 24V ，电流约 $800 \sim 1000\text{A}$ 。焊接电流大小也应能适当调整。

1-1-3 10mm^2 及以下的单股铝线电阻焊接法

10mm^2 及以下的单股铝线电阻焊接法适用于现场安装施工

(电阻焊接法见图 1-2)。所需工具、材料及操作方法如下。

(1) 工具和材料。

1) 小型电焊变压器一台 (1kVA, 220V/12V), 焊把两个, 焊把用绝缘管、铜管及炭精棒等组合而成。

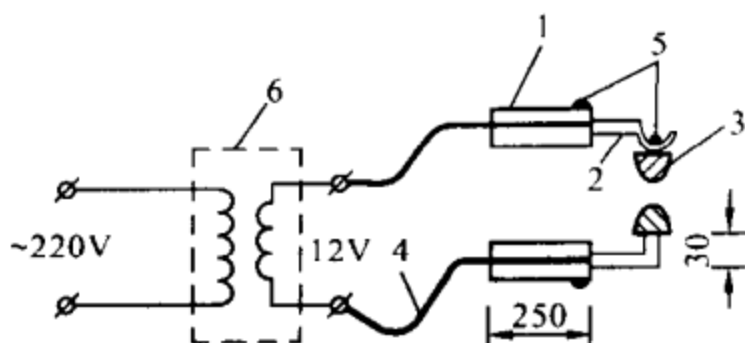


图 1-2 电阻焊接法示意图

- 1— $\phi 24\text{mm}$ 塑料绝缘管；2— $\phi 18\text{mm}$
紫铜管 100mm 长；3— $\phi 10 \sim 15\text{mm}$ 炭精棒；
4—100A 软胶橡皮铜线 10m 长；5—圆头螺丝；
6—电焊变压器，1kVA，220V/12V

2) 铝焊药配方（原料要纯，用时调成糊状）：氯化钾（KCl）50%；氯化钠（NaCl）30%；冰晶粉（ Na_3AlF_6 ）20%。

(2) 操作方法。

1) 修线头：将焊接的线头剥去 30mm 绝缘皮，裸露铝线一般不需清理，如果氧化铝膜厚，表面深灰色时，必须清除干净氧化皮。

2) 将焊接的线头扭绞起来，以此增加焊头强度，再用钢丝钳剪齐断头，剪齐后裸露部分长度应保持 20~25mm。

3) 涂焊药时，先将线头端部涂上少量药，焊药不宜多用。

4) 焊接时先将（两个焊把上的电极短路，预热炭极端部，当炭极端部变红时，立即张开夹住涂上焊药的线头，线头夹在两电极间形成短路，通过强大电流，使线头熔化，刚开始熔化时，两手不放松夹力，并迅速轻轻往前一推，然后移开焊把，焊头形成小圆球状，焊接完毕。

5) 焊后需用棉丝沾水洗净焊头上残存焊药和熔渣，待水晾干后，涂防腐油漆，用速干沥青绝缘漆将铝线裸露部分涂抹均匀晾干，再包扎绝缘层。

1-1-4 用交流电焊机焊接小截面铝芯导线的方法

利用交流电焊机焊接小截面（ $2.5 \sim 6\text{mm}^2$ ）铝芯线的方法如下。

(1) 根据碳阻焊的原理，在电焊机二次侧绕组上（不用电抗线圈），取出 $7 \sim 12\text{V}$ 交流电压，用两把电焊钳分别接在其引出头上。

(2) 把待连接的铝芯导线端部削去绝缘层，绞接在一起，剪齐，涂上糊状的铝焊粉。

(3) 用一焊钳夹住一根从废电池中取出的碳棒，另一焊钳夹住导线绞接在一起部位的中间；用碳棒触碰绞接部位的顶部，这时碳棒因通过较大的电流开始发红，铝线也开始熔化，待熔化到欲滴时将碳棒轻轻提起，顶部即形成一个圆点，再清除焊药渣，即焊接完成。

不同型号的交流电焊机均可实施这种焊接小截面铝芯导线的方法。例如一台 BS-330 型电焊机，其一次侧输入交流电压 380V ，二次侧仅用绕组的一半（本身有抽头引出），取出电压约 12V ；一台 BX6-250 型轻便电焊机，一次侧输入电压为 220V 和 380V 两挡，由于二次侧线圈与电抗线圈连接处没有抽头，需用气焊焊一个头出来。

用交流电焊机焊接小截面铝芯导线时，如果嫌电流过大，可将一次侧接 380V 端子接到 220V 电源上，以降低二次侧电压。碳棒的长短可起到小范围调节焊接电流大小的作用；如果所用电焊机的外罩拆卸方便，铁芯空隙较大，可直接将电焊电缆在一次侧线圈的铁芯柱上绕 $7 \sim 10$ 圈。便可获得 $7 \sim 12\text{V}$ 交流电源。

用交流电焊机焊接小截面铝芯导线时要特别注意：动作宜快，碳棒触碰焊接部位的时间不宜过长，以免热量传入其他部

位，造成导线绝缘损伤。

1-1-5 铜麻股线施工时的快速焊接法

铜线对接麻股后，一般是用 150W 左右的电烙铁来焊接的。因为焊接时烙铁与铜线头是点接触，传热慢，所以费工费锡。为此，用锯在烙铁头的侧面开一个宽和深各为 4~5mm、长为 15~20mm 的槽，焊接时只需将涂好焊锡油的铜麻股线放在贮着锡液的槽内，即可焊好锡，既快又省锡。

1-1-6 电视机室外天线馈线、广播喇叭线等导线断头焊接简法

电视机室外天线馈线、广播喇叭线因某种原因而断开，用直接绞合的方法接通，时间一长，经风吹日晒雨淋，绞合接头处氧化接触电阻增大，会影响使用效果。鉴于不便使用电烙铁，可用下述导线焊接方法：首先把导线断开处两头绝缘外皮剥去 15mm，用砂纸去锈并绞接牢固；取一焊点大的焊锡和适量松香，再取一块 30×30mm 精装香烟盒内的金属纸。金属面向内，把绞接牢的线头、焊锡和松香包成一小疙瘩，用两根火柴并一起燃烧小疙瘩，等火柴梗燃烧完，去掉残余金属纸，两线头绞合处就会形成一个光滑、牢固的焊锡点。然后在其外边包上绝缘胶布，焊接即告结束。

1-1-7 电熨斗电热丝断头焊接简法

电熨斗在使用过程中经常会出现电热丝烧断现象，而且烧断的电热丝变得硬碎，无法修理。现介绍一种简易的焊接方法，可使断后的电热丝焊接后再行使用，其寿命亦同原来的电热丝一样。

采用一只 150W 的行灯变压器，如图 1-3 所示（也可自行绕制，一般不小于 100W）。将欲焊接的电热丝的折断部位绞成绳状，将其放在一个石墨极上（可用 1 号电池正极或电机电刷磨成

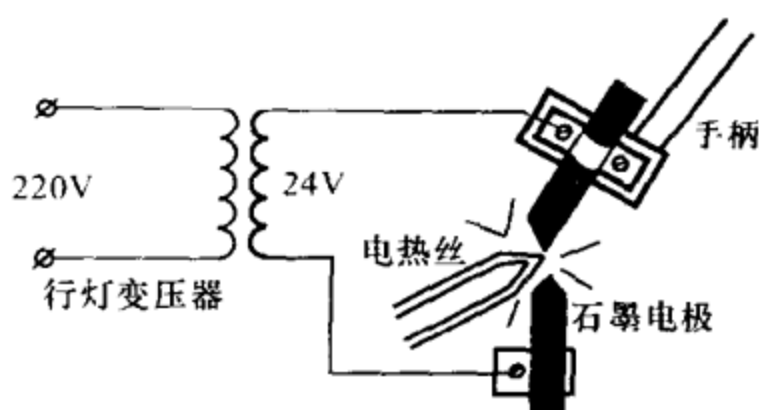


图 1-3 焊接电热丝断头示意图

锥形)。此电极用一绝缘架固定牢，并用导线（ 4mm^2 ）和变压器二次侧一端相连，另一电极用软线（ 4mm^2 ）和变压器二次侧另一端连接并用手柄引出。焊接时，电极不与被焊接的电热丝直接接触，而是利用两个电极瞬间接触时的电弧将欲焊接的电热丝的绞为绳状的顶部熔化成小球状而成。拉弧时间一般掌握在 $1\sim 2\text{s}$ ，拉弧长度 $5\sim 10\text{mm}$ ，拉弧时间和长度不易过长，拉弧点和被焊接物（电热丝）相距 $3\sim 5\text{mm}$ ，并将被焊接的电热丝与固定电极间隔 $2\sim 3\text{mm}$ 的距离，只要被焊接部位出现球状则被认为焊接成功，不理想时，可反复焊接。焊接时可用普通太阳眼镜作为防护。焊接后，将被焊接部位用云母片加以绝缘处理，电熨斗就可以重新使用，寿命不减，同时亦可多次焊接。此法还可用于焊接电烙铁、电褥子的电热丝。

1-1-8 矿井窄轨电气连接方法

目前，矿井（无瓦斯煤矿、硫铁矿等）电机车的馈电系统均采用硅整流器把三相交流电整流为 250V （ 275V ）或 550V （ 600V ）直流，然后送入接触网。电流由架空电车线经牵引电动机、回流线（钢轨）回到整流器。由于架空电车线、钢轨的接头电阻的存在，电能的损失是不可避免的，有时甚至是严重的，特别是钢轨接缝电阻所损耗的电能。因大多数矿井电机车采用窄轨接缝的电气连接，其做法一般是在接缝的两端跨接焊上一根钢质导体，甚至只靠钢轨夹板来实现电气连接。这些导体有的是 $\phi 8\text{mm}\sim$

$\phi 12\text{mm}$ 圆钢，有的是 $\phi 12.5\text{mm} \sim \phi 18.5\text{mm}$ 废钢丝绳。这些做法中所用材料的截面偏小，且连接中焊接工艺不良或连接导体本身电阻太大，因而都不能降低接缝电阻。当所用材料展开长度为 500mm ，环境温度为 25°C 时，各种材料本身的电阻值各为：

$\phi 8\text{mm}$ 圆钢—— 0.001026Ω ； $\phi 10\text{mm}$ 圆钢—— 0.000657Ω ；

$\phi 12\text{mm}$ 圆钢—— 0.000456Ω 。

至于采用 $\phi 12.5\text{mm} \sim \phi 18.5\text{mm}$ 废钢丝绳制作的连接线，根据制造工艺的好坏和废绳的新旧程度，经实际测量电阻值在 $0.002 \sim 0.01\Omega$ 之间。

上述连接线本身没有一种能达到《煤矿安全规程》规定的电阻值，再用它们做轨缝连接线，即使焊得再好，接缝电阻也是大大超标的。加上列车运行时轨缝两端振动造成连接线断裂失效，又未能及时补焊修复，均造成钢轨接缝电阻偏大。为了减小轨缝连接电阻，使之达到《煤矿安全规程》规定的要求，应该采取以下措施：

(1) 选用合适的连接导体材料，并且用两根相同的连接线，平行并联焊在钢轨底脚上平面的两侧。连接线导体材料推荐选用 $\phi 12\text{mm}$ 圆钢，下料长度 500mm ，最长不得超过 526mm 。单根导体电阻值 0.000456Ω ，两根并联电阻值 0.000228Ω 。缓冲弯曲率半径 $R12$ ，如图 1-4 (a) 所示。

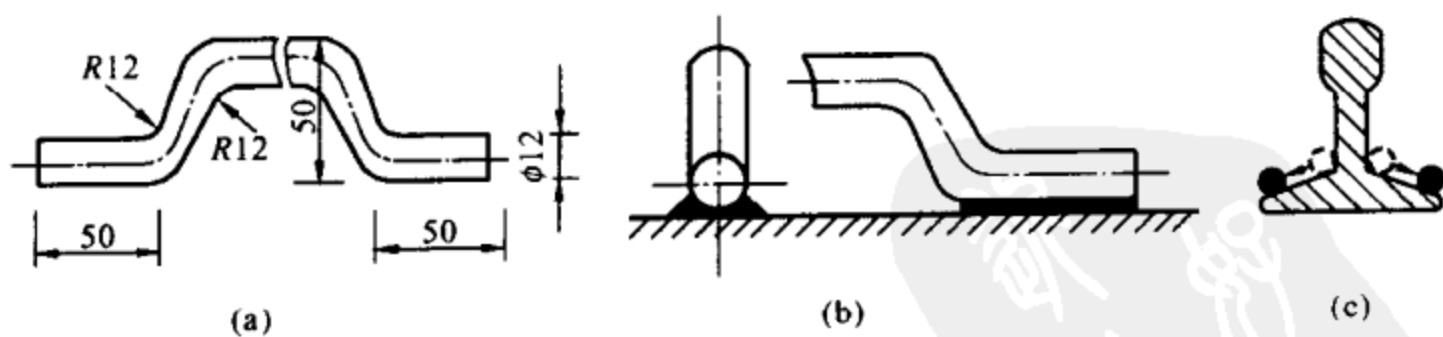


图 1-4 轨缝连接线示意图

(a) 弯制形状；(b) 施焊方法；

(c) 连接线焊接的位置

若选用 $\phi 10\text{mm}$ 圆钢，每根展开长度（下料长度）不得超过 365mm 。

(2) 改善焊接工艺, 提高焊接质量。连接线每端施焊方法如图 1-4 (b) 所示, 焊缝应均匀堆满, 厚度不应小于 3mm, 以保证足够的机械强度和合格的电阻值; 同时为了更换钢轨夹板时不需切断连接线, 连接线焊接的位置可稍向轨脚外侧移一些, 如图 1-4 (c) 所示 (空心圆移至实心圆), 保证有足够的空间以便于更换夹板。

1-1-9 铝线电机修理中的碳模电阻熔焊法

铝线电机在维修时通常采用的焊接方法是气焊 (即氧—乙炔火焰焊接), 其缺点是: ①极易烧坏邻近导线的绝缘; ②火焰中的水分和氢气易使被焊的铝产生气泡; ③残留的焊剂及生成物 (K_2O 、 Na_2O) 极易吸潮而形成强碱, 对铝产生强烈的腐蚀; ④对于较细的铝导线易造成晶粒粗大 (过热) 产生熔塌, 甚至产生过烧、接头脆断等现象。如果采用碳模电阻熔焊法, 就能比较容易地解决上述问题。

(1) 碳模电阻熔焊的原理及特点。电阻熔焊的热量是焦耳热。根据焦耳定律可知, 产生热量的要素是焊接电流、焊接电阻和焊接时间。碳模电阻熔焊中碳模是石墨制成的, 其电阻则是焊接电阻的主要组成部分, 电阻的大小和热量的分布又取决于碳模的形状以及尺寸。所以, 在制造碳模时为了提高模的温度除选择电阻率大、散热差、密度轻、比热小的材料外, 减小焊接处碳模的导电截面积是最为有效的办法, 这也是将碳模设计为瓶状的原因。

碳模熔焊有很多优点: 在模内易形成焊头并可调整焊接处的截面使焊头具有足够的机械强度和电气强度; 不要焊剂及填充料, 可防止化学腐蚀; 工艺设备简单, 碳模可任意角度施焊, 易于掌握。

(2) 焊接设备及控制。如图 1-5 所示, 主要设备由控制开关 SA、熔断器 FU、接触器 KM、焊接变压器 T、脚踏开关 SB、线夹、模夹等组成。焊接变压器的容量不小于 2.5kVA, 一次侧 220V、二次侧 4~10V, 可通过改变二次绕组匝数而改变输出电

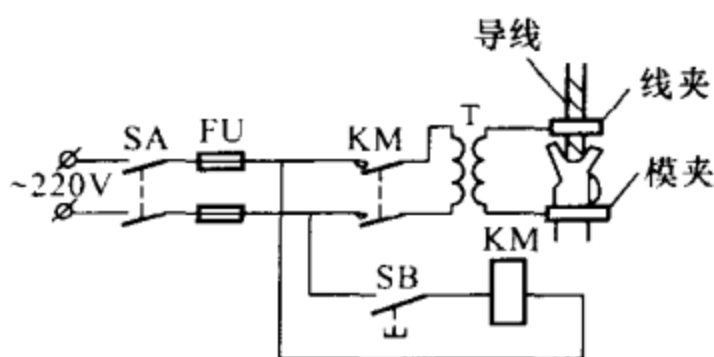


图 1-5 瓶模焊接设备及控制示意图

流。变压器的外特性为微陡降，通过增大一、二次绕组的间距和减小高度而获得，这样可起到稳定焊接电流的作用。当被焊接导线的规格较多时，变压器一次侧可根据实际需要抽头，组成多级输出。焊接时间由脚踏开关 SB 控制。

(3) 焊接操作过程。

1) 对于用氧化铝作绝缘、直径小于 1.2mm 的铝线可用浓度为 10% ~ 15%、温度为 50 ~ 70℃ 的 NaOH 溶液进行 10 ~ 20min 的清洗；对于较粗的漆包线或玻璃丝包线可以用电工刀小心地刮削使焊接部分的导线全部露出金属的光泽。

2) 将清理好的铝导线相互扭紧并剪齐端面。

3) 调整焊接电流，使焊接时间掌握在 6s 左右。

4) 用线夹夹于距导线端头 25mm 左右处，将导线插入模底，略微施压力压紧。

5) 接通电源进行焊接，当熔化到要求的焊接截面后，先停电，稍冷却后便可将焊头从模中移出。

表 1-1 所示为手工碳模电阻熔焊的规范（双根）。

表 1-1 手工碳模电阻熔焊的规范（双根）

线径 (mm) 截面 (mm ²)	焊接功率 (kVA)	焊接时间 (s)
0.74 ~ 1.08 0.43 ~ 0.916	0.17 ~ 0.43	4 ~ 6
1.20 ~ 1.56 1.131 ~ 1.911	0.48 ~ 0.65	
1.68 ~ 2.0 2.22 ~ 3.2	0.87 ~ 1.1	6 ~ 8
1.8 × 3.15 5.67	2.3	

(4) 焊例：①扁铝线规格 $3.2 \times 1.76\text{mm}$ (双根)；②瓶模尺寸与温度分布如图 1-6 所示；③工艺参数：焊接功率为 2.26kVA (电流为 $395 \sim 420\text{A}$ 、电压为 5.8V)，焊接时间为 $6 \sim 8\text{s}$ ；④焊头形状如图 1-7 所示；⑤焊接质量与原导线相比较，抗拉强度大于原导线的 85% ，电阻偏差与 180° 弯曲均与原材料相近。

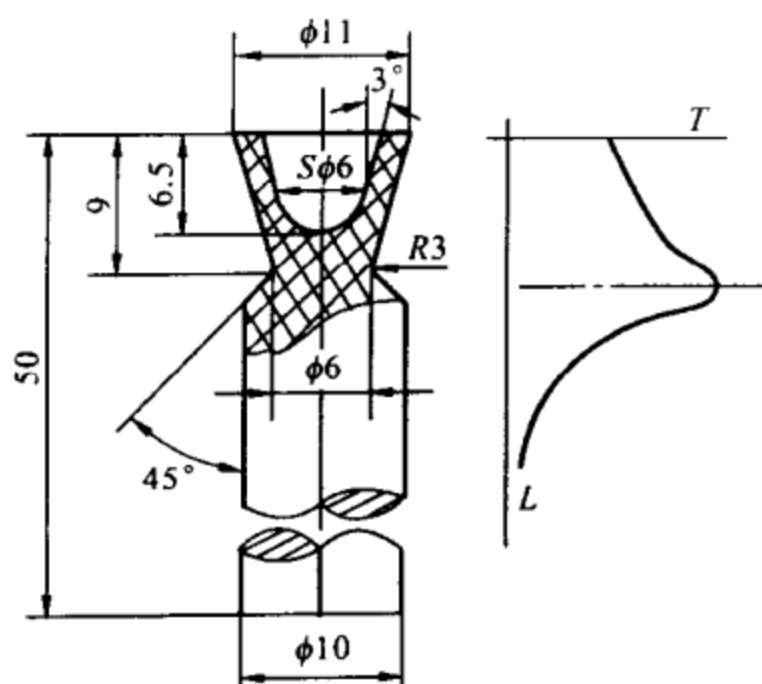


图 1-6 瓶模尺寸与温度分布图

该例电机检修后经现场运行证明一切均正常。同时实践证明，此法还可以对搪锡的铜导线进行铝—铜钎焊。

为了省去制模工序，对较细铝线也可采用柱式模间接加热熔焊，如图 1-8 所示。

(5) 碳模隔离熔焊。该焊法是对前述焊法的补充。凡前述焊法能施焊的导线采用该焊法均能施焊，而且还可以实现槽口中导线的对接焊，其焊法如下：

- 1) 焊接原理与温度分布图如图 1-9 所示。
- 2) 设备除焊钳外，其他参见图 1-5 所示。



图 1-7 并焊焊头
形状示意图

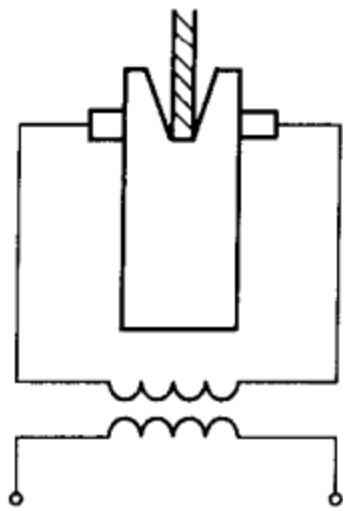


图 1-8 柱式模
熔焊示意图

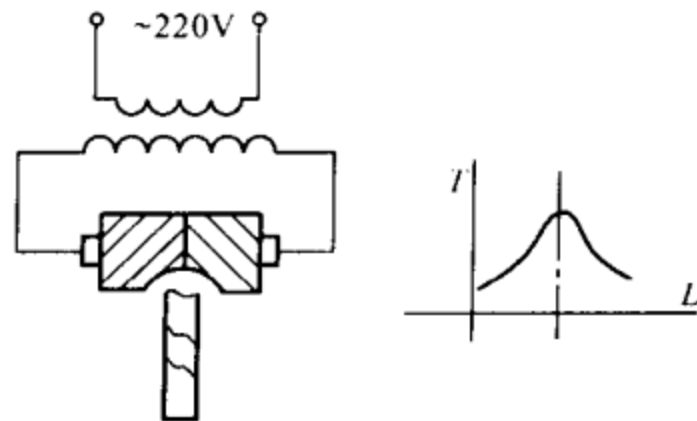


图 1-9 碳模隔离熔焊
原理与温度分布图

3) 操作过程: ①准备工作同“(3)焊接操作过程”的1)、和3); ②将清理好的铝线扭紧剪齐并涂上用蒸馏水调成糊状的焊剂(牌号为铝焊粉401); ③接通电源将模加热发红稳定后移至焊头上方约1~1.5cm, 见焊头熔化向下淌的瞬间迅速将模移开即可, 采用此法焊成的并接焊头形状如图1-10(a)所示;

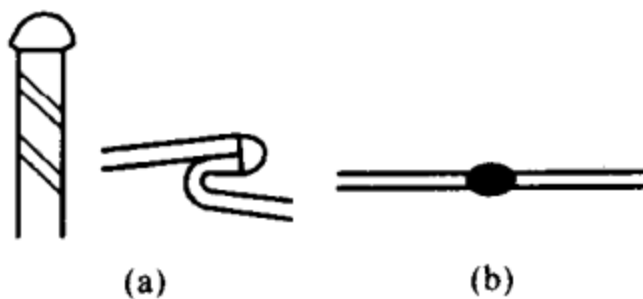


图 1-10 碳模隔离熔焊接头形状
(a) 并接焊头; (b) 对接焊头

④如果导线需要对焊, 可视导线的规格在石墨块(也可用碳刷)上制成一个截面为 $1.2a \times 1.2b$ 的U形槽(a 、 b 分别为导线的宽度、厚度), 将清理好的导线放入槽内, 导线间留有2~3mm空隙, 空隙处放入焊料, 然后涂上焊剂接通电源进行焊接

采用此法焊成的对接焊头形状见图1-10(b)所示; ⑤焊后的接头须用热水进行认真的清洗。

(6) 碳模电阻熔焊法焊接时应注意以下几点:

- 1) 焊接时间一般掌握在6s左右为宜。
- 2) 碳模宜选用硬度高、细密、耐磨、电阻率 $\rho > 40\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 的电化石墨材料。

- 3) 焊接电压一般为 4~10V, 不宜过高。
- 4) 模温的调整可通过调整焊接电流值和瓶模颈的粗细来达到。

1-1-10 鼠笼式电动机转子断条的简便修理法

鼠笼式异步电动机转子的导条、端环和冷却电动机用的扇热片一般用铝同时铸成。但在浇铸时易出现砂眼、气孔和夹杂等缺陷, 故在电动机运行时常会在砂眼、气孔和夹杂等缺陷处出现因应力集中而产生的导条疲劳断裂。产生断条后的电动机起动、运转不正常, 转矩显著下降, 带不动负载, 因而应及时进行修理。电动机转子断条的修理比较复杂, 需要专用设备, 且价格较贵。现介绍一种简便有效的修理方法, 其具体修理操作工艺如下:

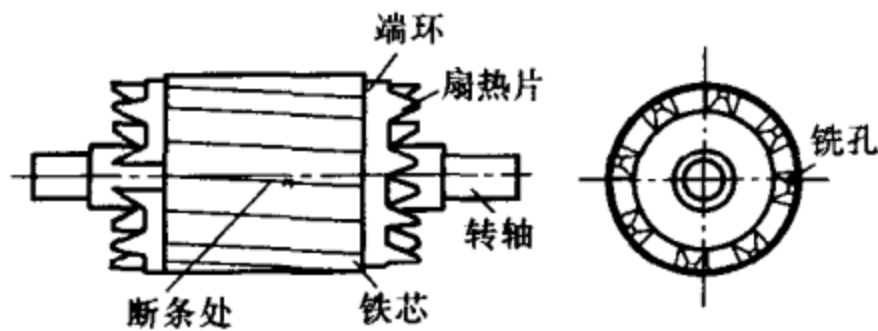


图 1-11 转子断条的端部处铣孔示意图

- (1) 拆开电机, 取出转子, 用电磁感应法准确地确定鼠笼导条断裂的位置, 并做上明显标记。
- (2) 在铣床上用立铣刀将转子断裂导条的端部处铣一缺口, 露出槽形孔, 如图 1-11 所示。若有几根导条断裂, 则需铣几个孔。
- (3) 在钻床上用深孔钻头 (一般的钻头接长) 沿着断条槽钻穿, 钻头直径略小于导条直径。
- (4) 用与钻头直径一样大小的轧制铝条 (性能比铸铝优良) 镶入已被钻穿的断条槽中, 两端各留出 5mm 作为焊接用。
- (5) 采用氩弧焊 (或气焊) 将铝条牢牢地焊在端环上。若采用气焊, 则需注意不要把周围的扇热片熔化掉。

(6) 进行静平衡校验，如有条件再作动平衡校验。

实验证明，这种修理方法既简便又能保证电动机的质量，很适用于没有专门修复电机转子设备的中小型厂矿。

1-1-11 绕线型电动机转子并头套开焊的修理

绕线型电动机的转子并头套，由于焊接质量上的某些小缺陷加上其他因素，运行中这些小缺陷会扩大，使并头处的接触电阻增大，造成接触处出现局部过热，又导致并头套处接触电阻进一步增大。如此恶性循环，最终使电机并头套之间击穿短路（俗称放炮）开焊。对此，可采用锡钎焊工艺进行修理。

首先将开焊的并头用小锉刀处理干净（也可用钢锯条折断来铲干净）。接着用酒精喷灯给已处理干净的并头端加热，此时应特别注意加热温度的控制，以免温度过高造成表面氧化。当焊锡开始熔化流动时（可在加热处涂少许松香和焊锡），改用 300W 左右的电烙铁继续加热。先向并头处加松香和焊锡，使并头处均匀地搪上层锡。然后将一根已除去漆膜、搪好锡的 $\phi 1.5\text{mm}$ 左右的漆包铜线紧密地缠绕并头一层，并将所缠铜导线端头拧紧，以免焊锡时导线松脱。再用酒精喷灯给已缠好的并头加热。当铜条和缠绕铜导线上搪锡开始熔化时仍改用 300W 电烙铁进行锡焊。锡焊时可将转子需焊的并头放在水平位置，均匀地将并头焊好锡。

锡钎焊时应注意用薄石棉板隔住其他不锡焊部位，也要谨防操作酒精喷灯时烧伤其他部位的绝缘，以及熔化的焊锡掉进其他部位。锡焊完毕后还应做好清理工作。

采用上述锡钎焊方法进行修复的好处是：避免了并头套与铜条之间间隙的不均匀、不服贴和锡焊时锡外流造成的较大接触电阻；用搪锡铜导线缠绕可逐匝缠紧，凭肉眼能直接观察锡焊的质量情况，易于掌握锡焊时的温度。

绕线型电机并头套之间击穿短路时，如果将线头烧掉一段，修理时可采用接长的办法，具体做法是：用 1~2 支 250W 红外

线灯泡局部加热软化转子端部放炮处，清除铜沫子，然后将烧坏的扁铜线线头稍微弯出（以便于焊接为宜）。接长扁导线可采用银焊，焊接时注意保护绕组，以免烧坏（可用湿的石棉绳保护）。焊后锉平焊疤，将扁铜线修整平直后，外缠一层玻璃丝带，涂上绝缘漆，再用红外线灯泡烘干。扁铜导线放到原来的位置时，下垫一层薄膜青壳纸，然后锯掉扁铜线多余的部分，套入并头套、锡焊。最后在修理处涂漆、烘干即可。并头套应用铜片按原尺寸制作，制作前应将铜片搪锡。

1-1-12 电钻转子线圈的焊接

手电钻烧毁的原因往往是转子线圈烧坏。线圈烧坏的原因很多，常见的原因是转子线圈的引线和换向器的段条焊接不当（特别是一些转子线圈重绕过的电钻）。

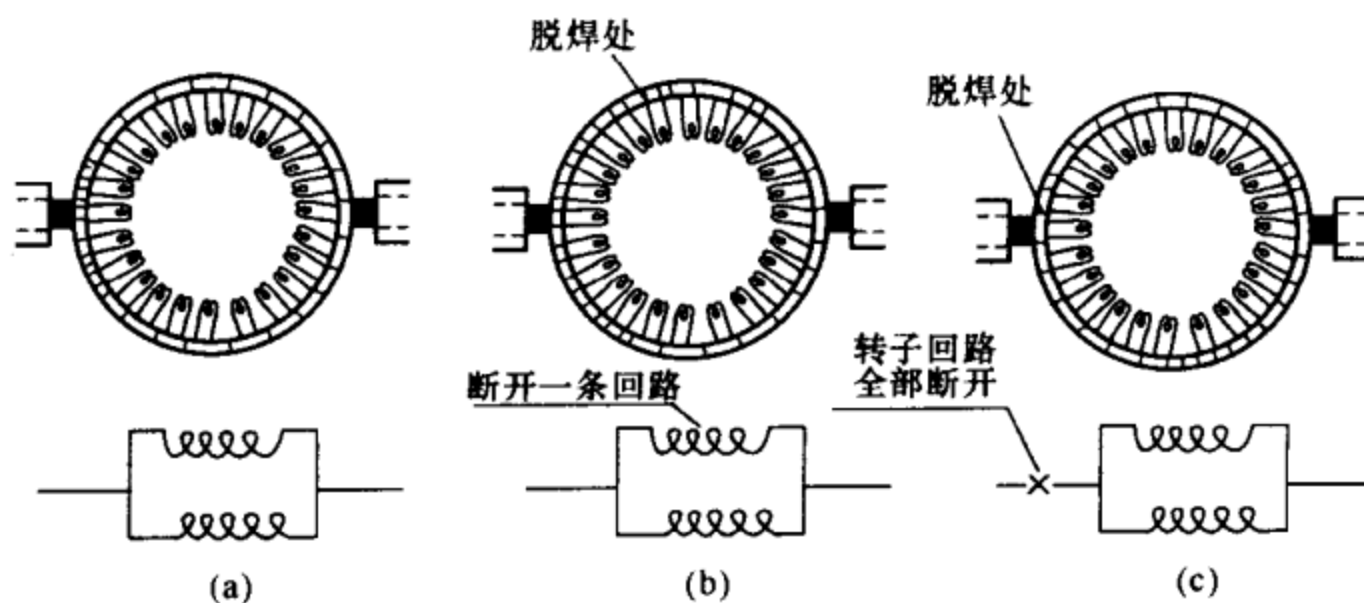


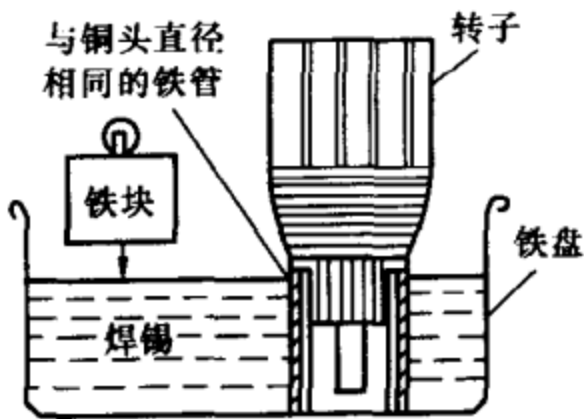
图 1-12 电钻转子线圈并联电路示意图

转子线圈重绕后需要焊接，一般习惯是把两个线头并排放进换向器段条的槽内，然后用锡焊上，如图 1-12 (a) 所示。众所周知，手电钻一般为两极电动机，转子线圈回路是由两条电路组成的并联电路。当电钻超载运行引起发热时，任何一个线头都有可能从段条上脱焊，造成并联回路的一条电路断开，如图 1-12 (b) 所示。此时，电流虽能从另一条电路通入，但导线的截面积却等于减少了一半，故极易引起线圈过热而烧坏。如果先将

两个线头拧成麻花状，再焊到段条槽内，那么，一旦手电钻过载，即使有一个段条脱焊，也不会使两个拧绞的线头分开。也不会造成单独一条回路开断，如图 1-12 (c) 所示。在通电的情况下，若换向器某一段条不起作用，在它接触碳刷的瞬间，会使整个转子回路停电，所以不会造成单路供电。在惯性作用下，电钻还是能转动的。此时，换向器与碳刷之间会有电火花出现，并有震动现象。这种修复很容易，只要及时拆开电钻，取出转子，把那个断掉的线头重新焊上就行。既不会烧坏转子线圈，又可免去重绕的麻烦。

1-1-13 快速焊接换向器铜头的方法

在修理与制造直流电动机转子时，焊接换向器铜头所费的时间很多。现把快速焊头的方法介绍如下：



用煤气或煤炭加热
图 1-13 换向器
焊头方法示意图

这种方法很简单，图 1-13 所示的是在一只熔锡的铁盘中间焊一根与铜头直径相同的铁管，熔锡的高度不超过铁管的高度，这样管子内就不会有锡流入。将接好头的换向器心涂好焊油，放在铁管上，再将铁块慢慢放下，熔锡就会渐渐升高，到焊接的位置，稍停几秒钟将铁块取出来，线头就焊接好了。

1-1-14 三相异步电动机轴颈的补损

在生产实践中，电动机的轴承常出现“走内圈”现象，造成电动机轴颈外圆凹状磨损。维修人员一般采用剔毛凹陷处或用铜皮、钢带裹缠作填衬，然后取新轴承重新套装的方法修理。此方法可解决燃眉之急，但运行一段时间之后，又会再次出现走内圈故障，且轴颈外圆凹状磨损更严重。对此应进行弧焊补损，具体操作方法如下：

将电动机转子从定子中取出后放置在铁板或易冷却散热处，用铁皮隔离转子与轴颈待焊部位。先用电弧焊进行一次性均匀快速补堆缺损处，待冷却后再用平锉或上车床进行校准，然后再装配上新轴承。经上述实施弧焊补损处理的电机转子转轴，投入运行后一般就不会再出现轴承走内圈现象了。

1-1-15 大电流接触器触头发热的解决办法

在生产实践中，经常发生大中型设备上配套的大电流接触器动触头过热现象。有时即使一台新的接触器，也用不上半年就烧坏了动触头与铜辫连接处的胶木架。其发热多数情况是由于大电流接触器的动触头做成插入式，如图 1-14 所示。带口部分与铜辫叠在一起用螺栓固在胶木架上。由于豁口存在，减少了与铜辫及胶木架之间的接触面积，在吸合时触头受到冲击，次数一多，螺栓处就容易松动。触头一松动，接触电阻就增大，造成触头发热，再使铜辫上的搪锡受热流出，加剧发热，形成恶性循环，直至把触头烧红，最终烧焦胶木架，铜辫也受到损伤。



图 1-14 插入式
动触头

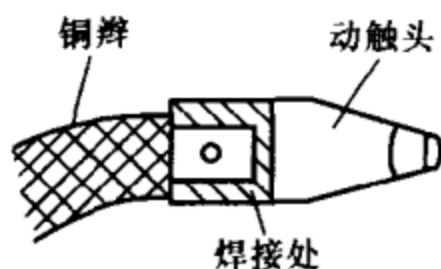


图 1-15 触头和
铜辫焊一块

解决此类大电流接触器动触头发热的关键在于使触头与铜辫连接紧密，使之不再松动。最有效的办法是用气焊把动触头和铜辫焊在一块。具体操作方法是：先把动触头和铜辫用螺栓压紧，然后再用黄铜焊条分三个面焊接，如图 1-15 所示。焊好后去掉螺栓，用锉刀修整。如果触头有烧伤的麻点，可用银合金焊条进行修补；没有麻点的旧触头最好也用银合金焊条薄薄地挂上一

层，然后用细砂布打磨光滑。经过上述办法处理，动触头就不会发热了。此法对延长接触器的使用寿命有显著效果，也保证了配套设备的安全运行。

1-1-16 银片触头的气焊

银片可用气焊的方法焊到铜或铁的触桥（或触杆）上。但对于磷铜或黄铜的触桥，要防止气焊时因退火而变软或脆裂。如果用湿布包住不焊部位后，再进行气焊，则可有所改善。

1-1-17 低压大电流电机铝芯电源线接头发热的处理

一些低压大容量电动机的电源线采用铝芯绝缘电缆。例某厂有4台380V、320kW的异步电动机，电源线为双根 240mm^2 铝芯油浸纸绝缘电力电缆。在运行中经常出现接线柱发热、铝接头发热和焊锡熔化等现象，对生产影响很大。电源线接头发热的原因是由于铝芯与铝接头接触电阻太大（即接触面积太小）所致，如图1-16所示。对此，应采取增大铝芯与铝接头接触面积并加焊连接的措施。

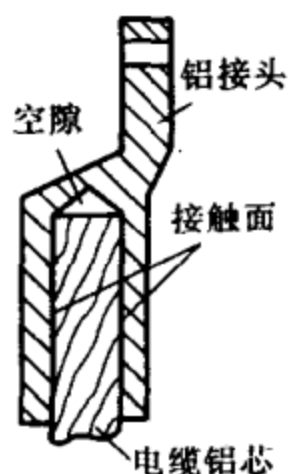


图 1-16 铝芯与接头连接示意图

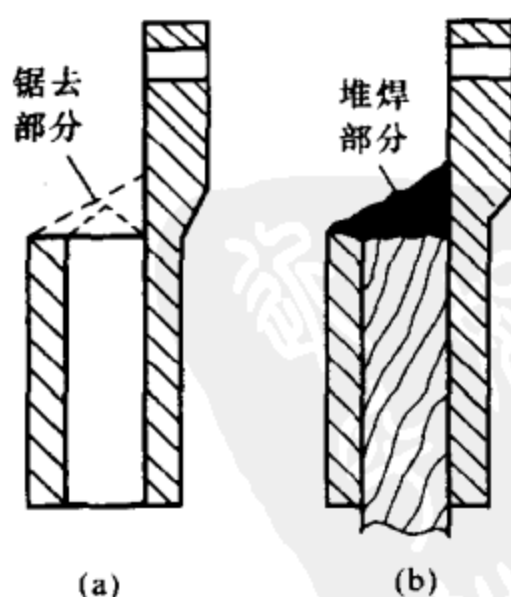


图 1-17 处理线芯与接头连接方法

首先将铝接头穿线孔底端线芯达不到的有空隙部位锯开口或钻通，如图 1-17 (a) 所示。接着，把电缆芯线洗净插入铝接头并压接，然后在端部用气焊堆焊，如图 1-17 (b) 所示。这样，铝芯与铝接头间能充分地接触并牢固地连成一体（大截面铜芯导线与铜接头的连接也需如此处理）。

洗净铝芯油浸纸绝缘电力电缆芯线的方法是：先切除原来发热的铝接头，并剥去约 200mm 长电缆芯线头处绝缘，接着将铝芯逆绞向松开，刮去每股表面的污物，然后用汽油洗净，顺向绞紧芯线即可。

1-1-18 铅包油浸纸绝缘电力电缆接头封焊技术的操作

电力电缆是传输或分配大功率的电力用的，品种很多。目前工矿企业中采用的干线电缆，绝大多数采用铅包油浸纸绝缘电力电缆。其中间接头和终端头的封焊技术是施工、维修中重要环节、封焊的质量直接影响施工质量和正常供电。因此，对于电力电缆接头封焊技术要求非常严格。

(1) 焊锡料的配制是保证封焊质量的关键。焊料通常采用纯铅（含铅量 99% 以上）和纯锡（含锡量 99% 以上）的混合物。根据施工人员的实际经验，进行配制的最佳方案是铅和锡的重量比为 65% 和 35%，此重量比的熔点较低（一般在 183 ~ 250℃ 成糊状），封焊时易操作。配制方法如下：

1) 按比例称量的锡先放在溶锅内加热，使锡完全熔化，一般温度在 240℃ 左右。

2) 锡熔化后，将按比例称量的铅投入锡熔液中继续加热，将铅全部熔化。在熔化过程中，一般观察变换的颜色就可知道其温度，如表 1-2 所示。

3) 用铁勺均匀搅拌后，观察熔液色谱变化。观察过程中，溶液呈银白色持续 5min，此时，铅锡混合物达最佳状态，保持恒温，即可浇铸。铸模最好是专门的（也可用角钢代替）。封焊料重量约 1 ~ 2kg，长度约 0.3m，俗称封铅条。

表 1-2

铅锡熔液颜色温度对照表

时间	表面颜色	温度 (℃)
初期	铅色	280 以下
二期	金黄色	310
三期	紫色	340
四期	银白色	400

4) 封焊料配制后, 应对其质量进行鉴别, 通常有两种方法。一种是观察其表面状况: 当含锡量多时, 表面有光泽、组织细密、有银白色斑点; 当含铅量多时, 表面无光泽、组织粗糙、呈灰白色。配制质量较好的封焊料, 其表面每 10cm^2 有 3~4 个斑点。另一种是将封铅条弯曲。当含锡量多时, 柔软富有弹力、不易折断、不发生裂纹、在弯曲时有丝丝响声; 当含铅量多时, 脆弱缺乏弹力, 容易折断, 并且容易产生裂纹。

(2) 电力电缆中间接头封焊技术。将中间接头的铅套管移至接头中心位置, 铅套管两端用木锤敲击成渐缩口形, 使铅套管两端缩口紧贴住电缆铅包周围。浇注沥青胶口朝上, 敲击时, 对于初次操作者可在电缆铅包上缠一层胶布作临时保护, 待敲击接近缩口时再将胶布拆掉。敲击时不能用力太大或集中一点, 以防管口开裂。封焊时间每端不得超过 15min, 以免损伤电缆纸绝缘。封焊一般采用涂擦法和浇焊法两种:

1) 涂擦法分造型和揉光两个步骤。

造型时, 操作者站在电缆接头一侧, 两腿叉开, 近似骑马蹲档式, 不要骑在电缆上, 左手拿喷灯, 右手拿封铅条。喷灯火焰开始不要太大, 朝铅套管方向与电缆成 45° 夹角对封铅部位预热, 同时熔化封铅条, 使其滴或涂擦在焊缝周围, 待其有适当的堆积后, 加大喷灯火焰, 加热焊料成半流淌状态, 右手用揩布将流淌的焊料均匀地揉擦在焊缝周围。同时不断进行人工造型。其形状如图 1-18 所示。尺寸 B 和 C 是构成封铅压角的关键, 所谓压角就是铅笔圆锥体与电缆交接处焊料厚度, 太薄易渗油, 太厚造

成不必要的浪费。因此，压角尺寸应准确掌握，以确保封铅质量。 E 段弧形是为了使封铅与电缆本体的结合部位不要太陡，以免形成应力集中。

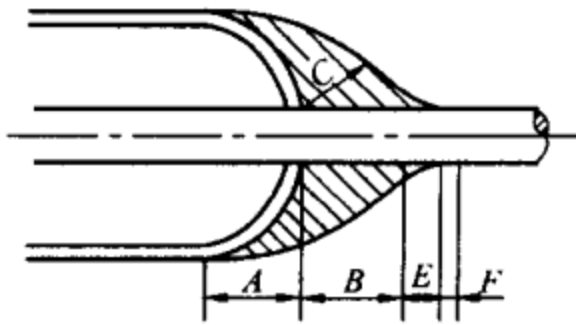


图 1-18 铅套管封端尺寸图

$$\begin{aligned} A &= 30\text{mm}; B = 30\text{mm}; \\ C &= 15 \sim 20\text{mm}; E = 10\text{mm}; \\ F &= 5\text{mm} \end{aligned}$$

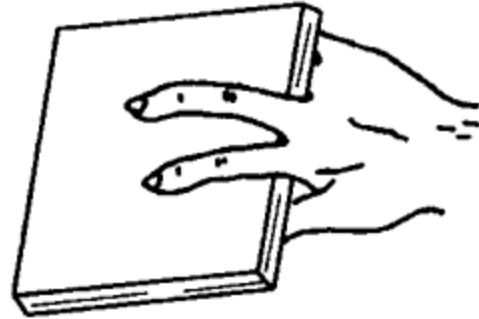


图 1-19 揩布手势图

揉光的主要目的是检查封焊质量，看是否存在砂眼，同时可使封铅表面发亮，显得美观。操作时，右手拿起滴好石蜡的揩布，食指和中指叉开，大拇指和食指夹住揩布使其成弧形，如图 1-19 所示。

揉光时，将喷灯火焰调到较造型时小一些，对已造型好的封端来回移动加热，待稍有熔化，用握成弧形的揩布推、拉、揉 3~4 圈，形成良好的弧形。“推”就是向前或向下推动焊料；“拉”就是以电缆底部向上拉动焊料；“揉”就是像揉面粉一样，揉擦封铅表面，以防小砂眼产生。

封焊过程不得移动铅套管或电缆，以免炽热的焊料层上出现裂缝。为此，在一端进行封焊操作时，应将铅套管的另一端暂时封焊在电缆上。使用的揩布应是牛油煮过的细布或黄蜡绸布。

2) 浇焊法。浇焊法的操作同样分造型和揉光两步骤。

造型时，在铅套管一端焊缝底下，用双手将大块揩布托起，把熔化好的焊料用铁勺将溶液（铁勺应干燥，用前要加温除水，以防焊料爆溅）浇到铅套管圆锥体与电缆交接处周围，双手捧住揩布在焊缝周围反复揉擦焊料进行造型，按前述方法进行揉光操作。浇焊法使用的揩布可用牛油煮过的卡其布或毛呢。浇焊法多

用于大截面电缆的封焊。

1-1-19 电机的轴承外圈焊薄锡解决端盖轴承室内圆被磨损后轴承配合松动问题

中小型三相异步电动机定期检修中，经常遇到一个十分头痛的问题：即电机经过长期运行后，由于端盖轴承室内圆常被磨损，引起轴承配合松动，致使电动机运行时滚动轴承外圈在轴承室内随之转动，导致轴承噪声增大，温度升高，严重时还会使电动机定、转子摩擦扫膛。如不及时处理，就会烧毁电动机的绕组。

解决轴承配合松动的问题，通常采用的维修方法是：①用材质较硬的三角形小尖头凿（或洋冲），将端盖轴承室内圆打凿毛刺，以增加内圆阻力来防止轴承外圈转动。此法虽然简单，但很不可靠，电机运行一段时间后又会松动，只能作应急处理；②在轴承室内圆与轴承外圈之间镶嵌一个公差配合适当的套圈，来防止轴承外圈的转动，但工艺复杂、难度较大，且大部分中小型异步电动机的轴承室壁薄，几乎没有切削加工的余地，一般不宜采用。相比之下，行之有效且容易实施的方法是：对中小型异步电机的轴承外圈采用焊一层薄锡。具体做法如下：

(1) 用汽油或柴油彻底清洗轴承和端盖轴承室，再用揩布清擦干净。将轴承外圈的三等分处用细砂布砂去亮层表面，然后清擦干净。

(2) 先将轴承外圈各等分处涂上少许盐酸，用紫铜烙铁在等分处平整光洁地焊上一层薄锡，然后用细砂布将出现的突起不平的锡打磨砂平，再清擦干净。

(3) 用刮刀和砂布将端盖轴承室与挡盖止口处没有磨损的突起部分除去，以免影响因焊过锡而加大尺寸的轴承外圈打入轴承室。

(4) 将处理好的轴承装入轴承室内，填充适量的润滑脂，紧固电动机各部螺钉。电机总装后用手盘动转轴，要求达到转动自

如。

采用此法检修电动机轴承配合松动的问题，只要公差配合（间隙在 0.3mm 以内）适当，修复后轴承外圈不会转动，不但修复后坚固耐用，而且与端盖止口的同心度也保持不变。因为锡的材质很软，轴承在打入轴承室时，其形体随轴承室尺寸变化而变化，多余的锡会自然脱落下来。这样处理的轴承可使用到更换新轴承时为止，大可不必担心。此法简单方便，还节省工料，因而十分经济实用。

1-1-20 热电偶采用电焊机焊接修复的方法

大中型工矿企业测温用的铂铑热电偶很多，由于种种原因热电偶的热端又常常烧断，若要更换一支热电偶上百元，弃之甚为可惜。对此可利用工矿企业均常配备的交流电焊机作可限制的电流源，用一号电池的碳棒芯作为焊极，便可方便地焊好断了的热电偶。具体做法如下：

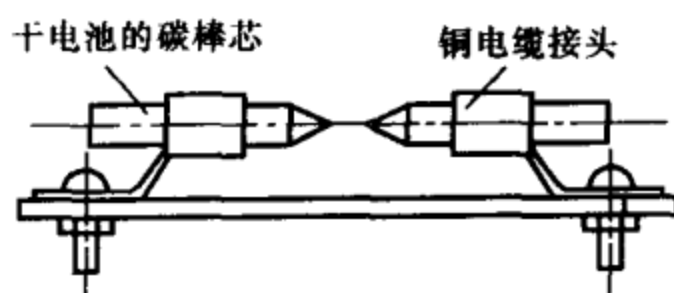


图 1-20 碳棒芯焊极示意图

先找两根报废的一号电池碳棒芯，把它们的一端在砂轮机上磨尖成圆锥状，用约 1mm 厚的铜片做成的铜电缆接头卡住碳棒，两尖相对固定在绝缘板上，如图 1-20 所示。把热电偶要焊接处清理干净，扭绞在一起，焊处朝上置于两焊极尖之间，互相间隙约 0.5mm，如图 1-21 所示。热电偶、焊极及它们的相对位置均应固定好，避免拉弧时移动。将电焊机输出电流预调至 45 ~ 50A 挡，焊钳夹住一个焊极，地线固定在另一个极上。合闸送电，见拉弧时耀眼的白光立即拉闸（直视焊接处应用电焊面罩）。熔焊时间约 1 ~ 2s，如时间稍长，则热电偶丝容易熔化流失。

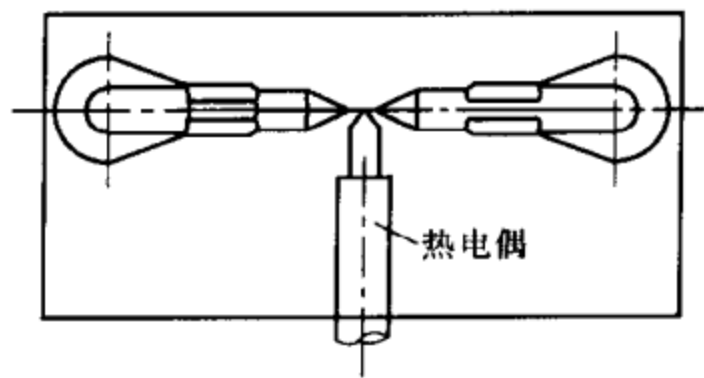


图 1-21 热电偶、焊极间相对位置示意图

焊接点应似小球状，以光亮圆润为佳。拉过弧的焊极已燃烧部分要除掉，磨尖后方可再用。焊好的热电偶经检定合格（也可用与合格热电偶实际使用比较的方法）后，才能投入运行。

1-1-21 铝件焊接实用方法六则

在电气设备检修中，有时需要小范围的铝件焊接（受拉力强度不大），因铝器件表面很易被氧化，一般很难焊接牢固。现介绍六则有实用价值的焊接方法。

(1) 首先在铝制元件的焊接处滴几滴稀盐酸用以除去表面氧化铝膜。稍待片刻，再加入几滴较浓的硫酸铜溶液，等到焊处全部有铜覆盖时，用水洗掉多余的硫酸铜溶液和盐酸溶液，然后用 45~75W 的烙铁就可以进行焊接。其效果不错，但要注意此法为采用化学镀铜后焊接，焊接牢固度总不及铜件焊接（铜层与铝之间的结合力较差），不能受力。

(2) 在处理干净的铝表面上涂一层硝酸汞溶液，在 100W 电烙铁头上多沾锡，用电烙铁头在焊接面上边摩擦边涂硝酸汞溶液。但要注意：①汞有毒，要在通风处焊接，不要用剧毒的氯化汞；②硝酸汞溶液对铝氧化膜有极强的去除能力，但应慎用，否则对铝表面会起破坏作用。

(3) 先将铝件的焊接处表面打磨光亮，再滴几滴缝纫机油，油量要充足，然后用锋利小刀在焊接处来回刮几次，再用烙铁蘸上焊锡和松香在焊接处来回摩擦，锡很快就会牢固地附着在铝件

上，此法也较简单、实用。

(4) 预先准备好锯玻璃纤维板的白粉末，放在焊处表面，用75W电烙铁在焊接面上用力摩擦直至在铝表面上附上一层锡，然后再用布将白粉末和松香的混合物清除掉，这时就可用一般的方法焊接了。经实践此法较简便，焊接效果也不错。也可取松香、铁粉混合，再用砂纸打光铝件表面，把松香和铁粉放在焊接处光面上，用烙铁反复摩擦使铝面附上一层锡，然后再按一般方法即可顺利焊接。

(5) 在铝件焊接处先涂上焊药，然后将烧热的烙铁沾饱锡后放在焊处进行预热。待温度升高，焊药由稠变稀后再加一些焊药和焊锡，用焊锡将烙铁头包裹起来，然后用烙铁头在焊接处前后摩擦。摩擦距离不要过大，一般在3~5mm之间，使烙铁头划破铝制元件表面的氧化铝膜。焊接处由于有熔锡覆盖，与空气隔绝，不可能产生新的氧化膜，而锡则能及时附到刚刚除去氧化膜的铝件上。等到熔锡由圆球变成扁平状，表明铝件已经吃锡，这时就可以停止摩擦，并趁热擦去剩余的焊药，再与预先沾好锡的导线头或其他元件进行焊接。

(6) 取一块铝放入坩锅内加温熔化，再加入2~5倍的锡块熔化后待用，然后按常规方法焊接。

1-1-22 用电切割磁棒的方法

磁棒很硬，不易加工，如需截断磁棒，可用电切割办法。如图1-22所示，电源采用220V交流电，利用万用表的两支表笔做电极，电路中串一个100W的电灯泡，以防两电极相触，发生电源短路故障。切割时，先在磁棒欲截处，用2B铅笔画一圈做导电环，然后用两电极接触导电环（铅笔画线）的两边，通电几秒钟，待灯泡发亮时，磁棒就沿铅笔迹断开。用这种方法切割磁棒，既整齐又迅速，

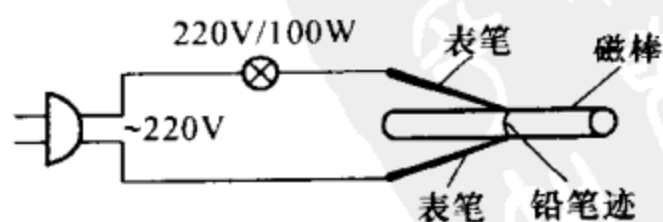


图1-22 电切割磁棒示意图

但要特别注意操作时的安全，以防发生触电事故。

1-1-23 自制焊铝的焊药焊补铝件的方法

将 150 号铁砂布在清水中浸数分钟，洗下砂粒。然后将砂粒放到滤纸或细布上滤去水分，晒干。铝焊药是按 1:1 的比例将砂粒与松香粉混合。焊铝时将一些配好的粉末放在铝件的待焊处，用“吃”饱锡的烙铁头在上面压磨，铝件表面就很快镀上一层锡，这样就可以焊接了。

用锉刀锉下一些铜或铁粉末，将粉末搪上锡，制成铜或铁锡焊条待用，然后把需补的铝件孔洞周围用砂纸打磨光亮，熔上一些石蜡防止氧化，待电烙铁升温后，取出备用铜或铁锡焊条与石蜡混合熔化在铝件孔洞周围，用电烙铁头来回摩擦铝件表面，并不时加一些石蜡。如此多次摩擦铝件表面，即会镀上一层锡，可对铝件孔洞自行填补。

1-1-24 提高 BX1-300 型交流弧焊机空载电压的简易方法

当电网电压过低，或使用碱性低压氢型焊条而只有交流电焊机时，都需要提高电焊机的空载电压。例如对 BX1-300 型电焊机进行简单改装，证明用连接焊接手把的电焊软线来增加二次绕组的匝数，是提高电焊机空载电压的一种好方法。如图 1-23 所示，用一根手把软线在电焊机变压器绕有一次侧和二次侧绕组的主铁芯外，顺原二次侧绕组绕线方向绕若干圈，再在另一侧只绕

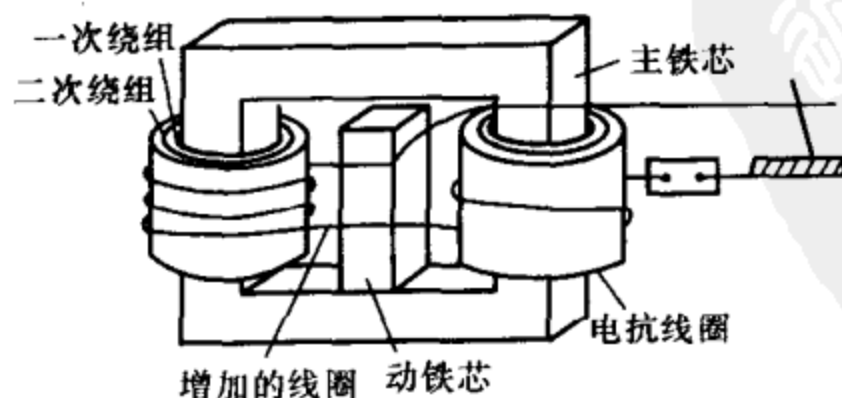


图 1-23 提高电焊机空载电压的方法示意图

二次侧绕组（兼作电抗绕组）的主铁芯外，用同样的方法绕若干圈，绕时前者增加的圈数为后者的3倍，然后将手把软线的一端接在手把接线柱上即可。这样改装后的焊机，一、二次绕组侧每增加一匝线圈约可提高空载电压3V。如用大电流挡焊接时，若一、二次绕组侧外增加3匝，在电抗线圈侧增加1匝时，焊机电压可由55V左右提高到65V左右。

1-1-25 贴片电子元件及装焊技术

1. 贴片电子元件

贴片电子元件不象普通电子元件那样带有较长的引出线，它的封装尺寸较小，可直接贴装在印制板表面，依靠封装体上电极或很短的元器件出脚与铜箔焊盘焊接在一起，以固



图 1-24 贴片电子元件印制板

定元器件，如图 1-24 所示。现在几乎 90% 左右普通元器件可以用贴片元件封装形式生产，主要包括阻容元件、晶体管、集成电路。

(1) 阻容元件：按照它们的不同容量及性能，常用矩形片状封装，尺寸如表 1-3 所示。

表 1-3 矩形贴片阻容元件封装尺寸 (mm)

代号	长	宽	高
0805	2.0	1.25	≤1.3
1206	3.2	1.6	≤1.3
1210	3.2	2.5	≤1.8
1812	4.5	3.2	≤2.0
2220	5.7	5.0	≤2.0

贴片电阻结构如图 1-25 所示。元件装焊时靠其两端电极与印制板连接，贴片电阻使用环境温度为 $-55 \sim 125^{\circ}\text{C}$ ，最大工作电压可达 200V，电阻范围为 $10\Omega \sim 10\text{M}\Omega$ ，最小允许误差为

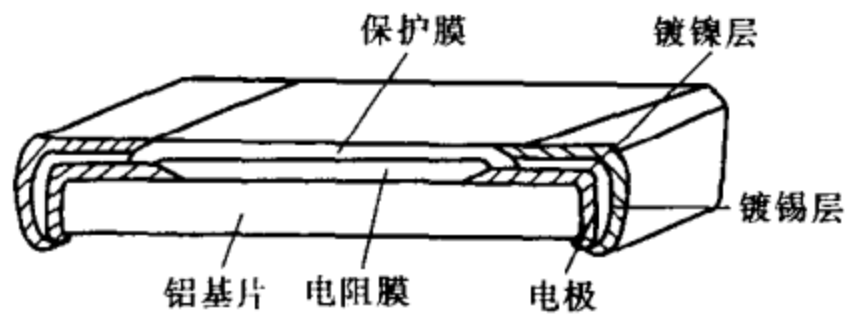


图 1-25 贴片电阻示意图



图 1-26 贴片电容示意图

$\pm 2\%$ ，可满足绝大部分产品的使用要求。

独立陶瓷贴片电容如图 1-26 所示。它由若干陶瓷片层迭而成，最大工作电压达 1000V，最小允许误差达 $\pm 5\%$ 。除陶瓷电容之外，目前也有钽电容生产，其外形及极性表示方法如图 1-27 所示。



图 1-27 钽电容外形图

阻容元件还有圆柱形封装，即 MELF 封装，其结构与传统分立元件基本相同，只不过不带引出线。它们外形尺寸为 $\phi 2.2 \times 6\text{mm}$ 及 $\phi 1.4 \times 3.6\text{mm}$ 等。圆柱形封装与矩形封装相比较，各有其优缺点。

例如在电容容量方面，圆柱形封装不及矩形封装，而在电阻噪声特性和容许功率等方面则优于矩形封装元件。在贴片阻容元件中

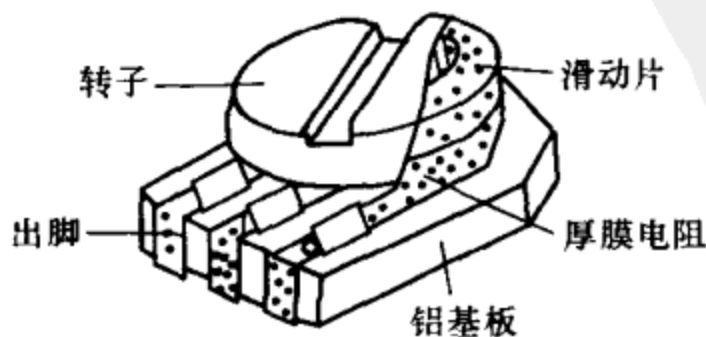


图 1-28 可变电位器示意图

还包括可变电位器和可变电容器，如图 1-28 和图 1-29 所示。目前贴片电位器电阻值为 $100\Omega \sim 2M\Omega$ ，旋转力矩为 $20 \sim 200g \cdot cm$ ，但旋转寿命不长，转数仅为 $20 \sim 200r$ ，图 1-29 所示的可变电容器结构外形尺寸约为 $4 \times 4.5 \times 3mm$ 。

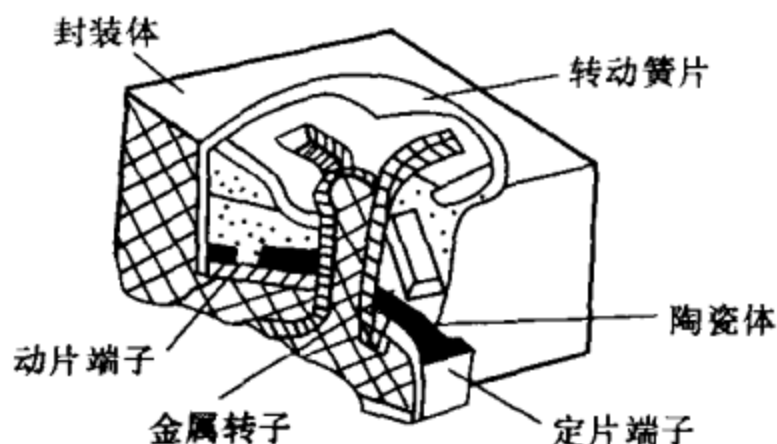


图 1-29 可变电容器示意图

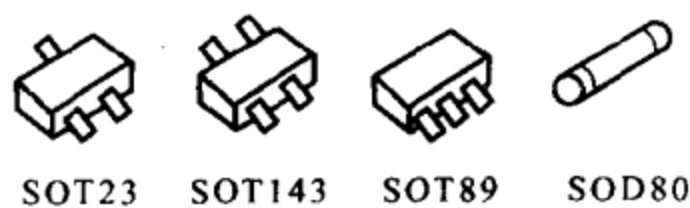


图 1-30 贴片晶体管示意图

(2) 贴片晶体管：贴片晶体管靠伸出封装外表的出脚与印制板焊接固定。鸥翼型出脚分布在塑料体的两侧或一侧，称为 SOT 封装。按出脚位置分类，如图 1-30 所示，其 SOD80 主要用于二极管中的圆柱形封装。表 1-4 为贴片晶体管的常用封装外形尺寸及应用举例。

表 1-4 贴片晶体管应用示例 (mm)

代号	长度	宽度		高度	应用举例
		不含出脚	含出脚		
SOT23	2.9	1.3	≤ 2.6	≤ 1.1	肖特基发射型二极管、平面型开关二极管、音频射频三极管，开关三极管、复合晶体管、发光二极管、温度传感器元件等

续表

代号	长度	宽 度		高度	应用举例
		不含出脚	含出脚		
SOT143	2.9	1.3	≤2.6	≤1.1	平面开关二极管、场效应管
SOT89	4.5	≤2.6	≤4.25	1.5	平面型开关二极管、微波晶体管、音频三极管、高压三极管
SOD80	3.5	φ1.5	φ1.6	φ1.6	电视中开关二极管

(3) 集成电路：贴片集成电路封装形式有 SO、PLCC、LCCC 及微型封装等。

SO 封装即小外型封装，它类似于 SOT143 晶体管封装，鸥翼型出脚分布在矩型封装体两侧，按电路出脚数 6、8、14 等不同值分别以 SO6、SO8、SO14 等表示，表 1-5 为部分封装电路外形尺寸及应用示例。

表 1-5 部分 SO 封装外形及应用示例 (mm)

代号	长度	宽 度		高度	应用举例
		不含出脚	含出脚		
SO6	3.9	4	6.2	≤2.2	运算放大器、门限开关电路等
SO8	5.2	4	6.2	≤2.2	运算放大器、音频放大器等
SO14	8.8	4	6.0	≤1.8	晶体管矩阵等
SO20	12.8	7.6	10.4	≤2.7	调频接收器，可编程数字计时器等

PLCC 是一种贴片集成电路塑封基座封装形式，其出脚分布于基座四周，出脚呈“J”形，从塑封基座侧面弯成钩形延伸到基座下表面，如图 1-31 所示。以 PLCC 封装的集成电路有 18、28、44、68 脚。这种封装使用于大规模集成电路中，其外形尺寸较小，例如 44 脚的 PLCC44 集成电路不含出脚外形为 16.6mm × 16.6mm × 4.4mm，含出脚外形为 17.5mm × 17.5mm × 4.4mm。

LCCC 是另外一种气密陶瓷基片封装形式，其出脚硬性好，

主要用于军用产品中。

(4) 其他贴片元件：贴片封装的线圈、拨动开关、声表面波滤波器、微薄型电机、扬声器、传声器也已相继出现。

2. 贴片电子元件组装技术

(1) 特点：①由于贴片电子元件直接装贴在印制板表面，安装孔大大减少，加上贴片电子元件本身封装尺寸小，这样使印制板组装密度大大提高；②贴片电子元件直接贴在印制板表面焊接，在这种条件下能够承受较大冲击，耐振性能好，加上贴片电子元件大多采用机器自动贴装，容易保证产品质量，使电子产品可靠性大大提高；③贴片电子元件不存在较长引出线，寄生感应和分布电容小，对高频电路

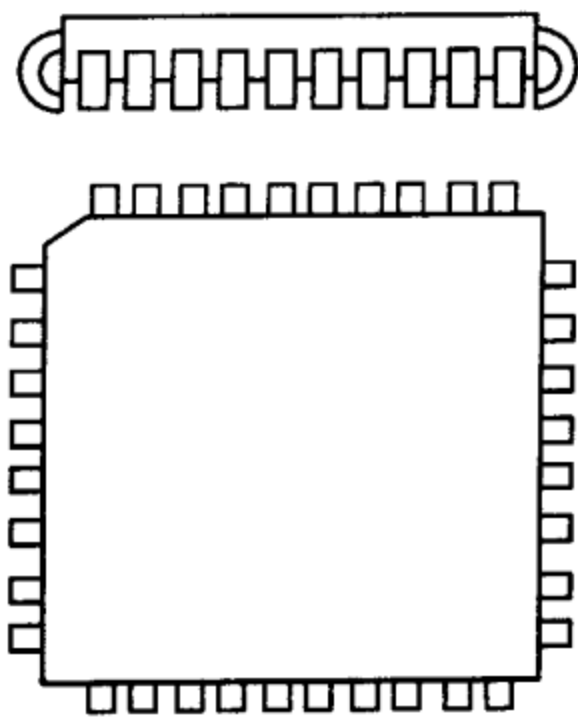


图 1-31 PLCC 封装示意图

最适宜；④贴片电子元件仅使用较少焊锡就可在印制板上获得可靠固定，所以生产中焊锡使用量降低；⑤装焊过程中减少了原材料处理、贮存和传递等费用，只需要较少场地、较少劳动力，组装成本约为普通印制板的 10% ~ 20%。

尽管贴片电子元件有很多优越性，但是也有其不足之处。最主要的不足是这种元器件直接装贴在印制板上，不象普通元器件那样靠引线缓冲热应力。由于贴片元件尺寸较小，封装密度提高，故对产品的热设计提出更高要求，必须提供良好散热途径。此外，贴片电子元件装焊后修理比较困难，要求修理人员视力好，最好配有相应的修理工具。

(2) 装焊工艺流程：由于贴片电子元件较小，人工装焊不但人易疲劳，而且易出差错，因此大多数场合用贴片机自动送料，按程序把贴片电子元件装贴在印制板规定坐标位置，待元件全部定位之后，再进行焊接。

装焊贴片电子元件印制板有不同的结构形式，其装焊工艺流程如下：

1) 印制板点胶——贴片——胶水固化——普通元器件插件——将贴片电子元件和普通元器件一起焊接。

2) 印制板上印刷焊膏——贴片——焊膏干燥——通过再流焊将贴片元件焊好。

以上为常用装焊工艺，某些特殊印制板为了完成装焊也可采用上述两种工艺组合。

(3) 装焊工艺装备：印制板组装形式各有差异，而基本工艺大致相同，不外乎贴片、固化、焊接等，其中贴片机是关键设备。贴片机由若干分系统组成：传动系统将印制板传送到需要贴片位置、送料机构将各种包装形式的贴片电子元件，包括带料、盒料、散料等进给到操作头附近。操作头从送料机构中吸取元器件，并按印制板纵横坐标位置将它们装贴在印制板上，计算机进行贴片程序控制。

除贴片机之外，生产中还使用丝网印刷机、固化设备、回流焊接机等其他工艺装置。

1-1-26 更换大规模集成电路的简便方法

更换损坏的集成电路是一项十分艰难的工作，尤其是从多层印刷电路板上摘取它们时，常常会损坏电路的内层接点或纤细的引线。现介绍一种简便、实用的检修方法。

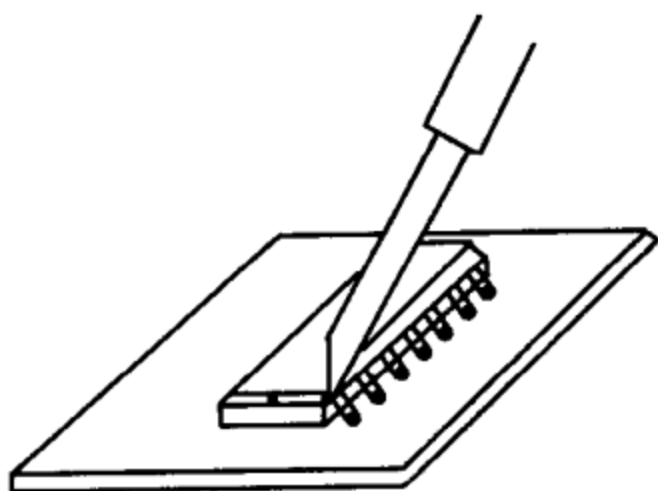


图 1-32 小刀截断
芯片引脚示意图

更换多引脚的芯片可按图 1-32 所示的方法进行，即先用小刀或锐锉把芯片的脚截断。集成电路的引脚看似粗壮，其实外层裹着厚厚的焊锡，铜引脚是很薄的，用小刀来回划上一二十下就断开了。去掉已经

损坏的芯片，再用小剪刀修齐残留在印刷板上的引脚。把一个与芯片相配的插座脚对脚，同残根焊在一起。为了焊得整齐些，先把对角线上四条脚焊好，再用小镊子扶正其余的脚，将它们一一焊上，如图 1-33 所示，装上新芯片，检修工作就告结束。

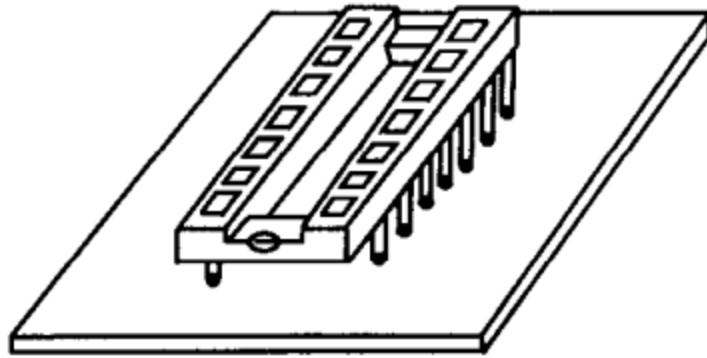


图 1-33 新芯片插座同残根焊在一起

采用上述更换芯片检修方法时的注意事项如下：①切勿把引脚从印刷板上拔出，因内层焊点和引线都极脆弱，万一受到损伤就无法修复了；②为了避免烙铁的漏电或静电损坏其他留在板上的芯片，最好每次都切断烙铁电源，用烙铁头上的余热焊接插座与残根（用上述方法更换上新的芯片后，增加了一个插座的高度）；③对一些进口高级仪器的修理，不能采用此法，一定要用吸锡器拆下集成电路，使仪器结构不改变。

1-1-27 拆卸集成电路块的方法六则

在集成电路检修时，经常需要从印制电路板上拆卸集成电路，由于集成电路引脚多又密集，拆卸起来很困难，有时还会损坏集成电路及印制板。但只要心细，以科学的、实事求是的精神去做，认真对待，一定会取得成功的经验。

(1) 吸锡器吸锡拆卸法：使用吸锡器拆卸集成块（习惯简称，下同），这是一种常用的专业方法，使用工具为普通吸、焊两用的电烙铁。拆卸集成块时只要将加热后的两用烙铁头放在要拆卸的集成块引脚上，待焊点锡熔化后被吸入吸锡器内，全部引脚上的焊锡吸完后集成块即可拿掉。

(2) 内热式解焊器拆卸法：如图 1-34 所示，使用时，首先

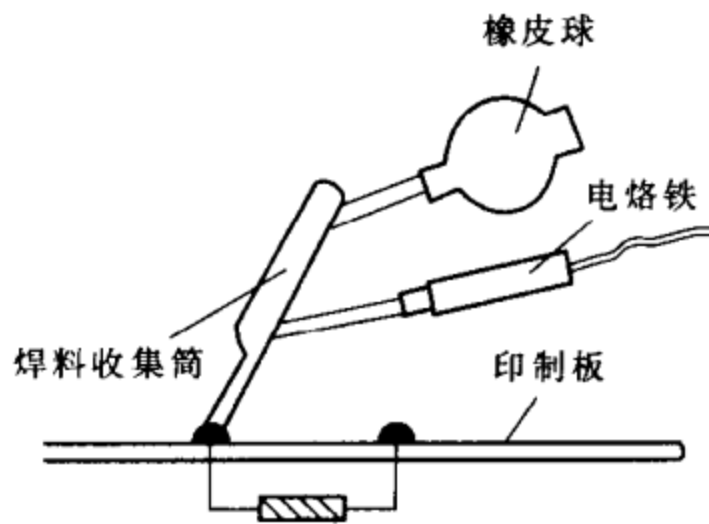


图 1-34 内热式解焊器示意图

挤压橡皮球，将焊料收集筒上的吸焊头置于解焊点上，待焊料熔化后，放松橡皮球，焊料被吸入收集筒内。然后将电烙铁离开解焊点，再挤压橡皮球，收集筒内的焊料从吸锡头喷出。

(3) 医用空芯针头拆卸法：自找医用 8~12 号空芯针头几个（利于方便使用），使用时针头的内径正好能套住集成块引脚为宜。拆卸时用烙铁将引脚焊锡熔化，及时用针头套住引脚，然后拿开烙铁并旋转针头，等焊锡凝固后拔出针头，这样，该引脚就和印制板完全分开。所有引脚都如上述方法做一遍后，集成块就可轻易被拿掉。

(4) 多股铜线吸锡拆卸法：取一段新塑料软线，用钳子拉去塑料外皮。将裸露的多股铜丝截成 70~100mm 或更长一些的线段备用，并将每段头尾稍稍拧几转，以使其不会松散。撇压裸线以能成股均匀地平摊在被压面为好，将裸线段用酒精松香溶液均匀地浸透晒干。线上的松香不要过多，以免污染印制板。拆卸集成块时，将上述处理过的裸线压在集成块焊脚上，并压上电烙铁（一般以 45~75W 为宜）。此时，焊脚处焊锡迅速熔化，并被裸线吸附。然后缓缓拉动裸线，使裸线上未受锡部分行经焊脚烙铁间。由于毛细现象作用，焊脚上熔锡被吸收殆尽，焊脚即与印制板分离。待所有焊脚吸焊工作完成后，集成块即可与印制板分离。

(5) 电烙铁毛刷配合拆卸法：该方法简单易行，只要有一把

电烙铁和一把小毛刷即可。拆卸集成块时先把电烙铁加热，待达到熔锡温度，将引脚上的焊锡熔化后，趁热用毛刷扫掉熔化的焊锡（用硬鬃刷为宜，如果一次刷不干净可加热再刷，直至把焊锡清除掉），这样就可使集成块的引脚与印制板分离。该方法可分脚进行，也可分列进行。最后用尖镊子或小“一”字螺丝刀撬下集成块。

(6) 增加焊锡熔化拆卸法：该方法是一种省事的方法，只要给待拆卸的集成块引脚上再增加一些焊锡，使每列引脚的焊点连起来，这样以利于传热，便于拆卸。拆卸时用电烙铁每加热一列引脚就用尖镊子或小“一”字螺丝刀撬一撬。给两列引脚轮换加热，直到拆下为止。一般情况下，每列引脚加热两次即可拆下。

1-1-28 焊接集成块时要求电烙铁接地，以防损坏集成块

电烙铁接地不仅可以防止漏电所造成的危害，还能使静电感应产生的电荷或电路中的异常电荷及时传导到大地。

电烙铁接地就是将电烙铁的金属外壳引出线 [见图 1-35 (a) 中的地线]，通过单相三线插头中中间较长的铜片（插脚），如图 1-35 (b) 所示接零线，接到电源插座（单相三眼）的接地（接零保护线）插孔，如图 1-35 (c) 所示。如果所用电烙铁没有地线引出线，可以采取焊接集成块时拔下电烙铁电源插头，利用余热焊接的方法。

1-1-29 经过搪锡或镀锡处理的元器件引脚仍易出现虚焊

经过搪锡或镀锡处理的元器件引脚，仍容易出现虚焊的原因如下：①锡层的表面常附有一层氧化物，在采取锡钎焊对引脚进行焊接时，若不用机械抛光的方法或用良好的助焊剂将此氧化层清除，则容易造成虚焊；②对于镀锡铜质引脚，处理过程中的高温以及长期存放等原因，可能在铜与锡界面产生 Cu_6Sn_5 合金层，这一合金可焊性极差，容易出现虚焊。

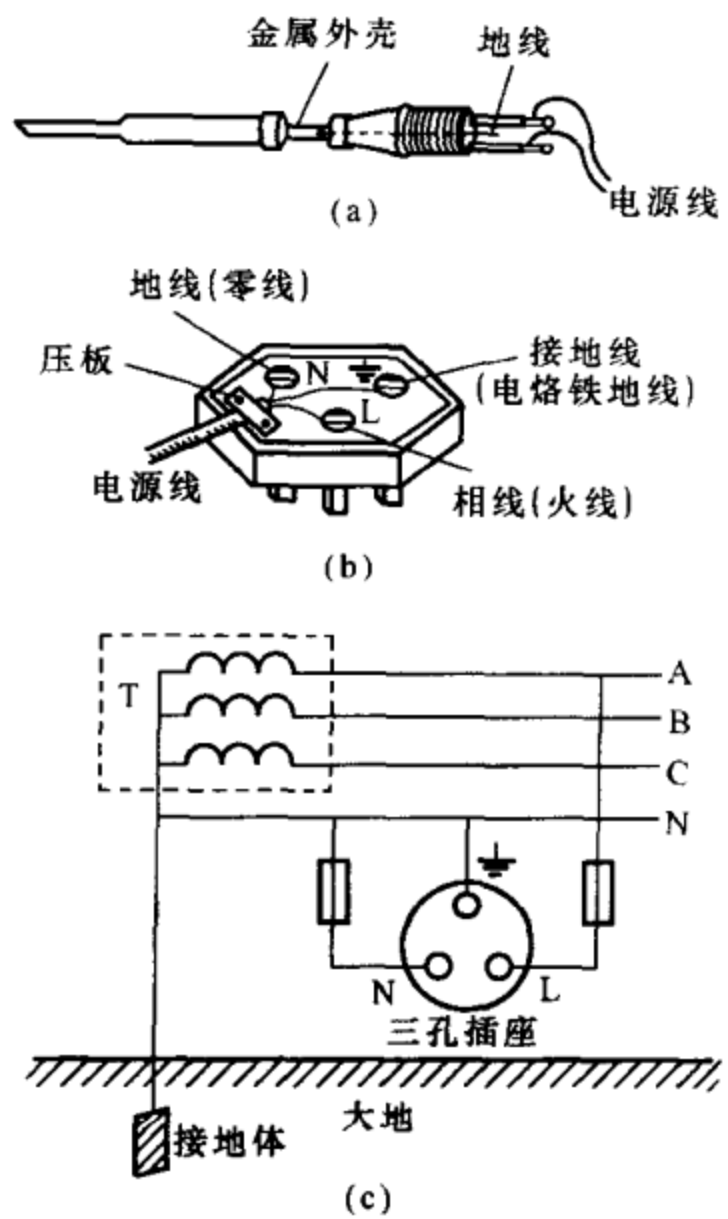


图 1-35 电烙铁接地示意图

1-1-30 使用电烙铁的焊接方式和方法

首先要有几把好用的电烙铁，根据焊接的对象进行适当的调整。当焊接密度较大时，宜使用较小的尖头烙铁；对于焊接大型元件，宜使用较大的烙铁。其次要掌握好焊接的时间，对于大型元件及电路板，可以用较长的时间，而对于小型元件或电路板，特别是半导体器件，则宜用较短的时间，这是基本的原则。

使用电烙铁施焊，要有一套适合自己的焊接方式，大多数操作者是让烙铁头的斜面对向自己，如图 1-36 所示，以便于观察。在待焊点的上方，将焊锡丝熔化，使已熔的焊锡顺元件脚表面自然的流到电路板上，当流下的焊锡量合适时，迅速撤离电烙铁和焊锡丝。

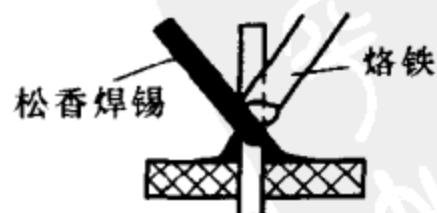


图 1-36 焊接方式示意图

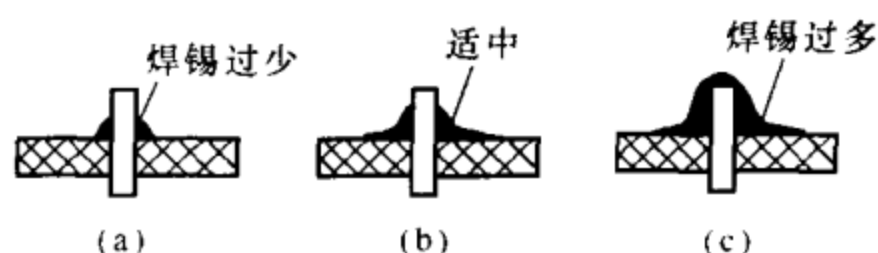


图 1-37 焊锡量多少示意图

(a) 焊锡过少；(b) 焊锡适中；(c) 焊锡过多

这样，就会留下一个漂亮的焊点。这个撤离的时机十分重要，若太早，敷铜板上的温度较低，焊锡附着不牢，容易产生虚焊或形成的焊点太小；若撤离太晚，则容易产生较大的焊点，以致与邻近的焊点相连，还可能由于加温时间太久，引起电路板上的铜箔脱落。另外，初使用电烙铁焊接的人，总以为在焊接过程中使用的焊锡越多越可靠，其实较多的焊锡可能掩盖了不良的焊接。当然，焊锡也不能太少，正常的焊接应该如图 1-37 (b) 所示。

1-1-31 电烙铁不粘锡的处理

电烙铁用久了烙铁头常常不粘锡。这是由于电烙铁使用时间长了，电烙铁铜头表面就会氧化，生成一层氧化铜，妨碍沾上焊锡。一般惯用的处理办法是用小刀刮去氧化铜的薄膜，透出里面没有被空气氧化的铜。然后，放进松香盒里蘸一下，再粘上锡，就可正常使用了。但这种方法清除得慢而且不彻底，同时，长期刮下去，铜头会变细而影响传热，导致温度下降，甚至损坏铜头。快速高效的处理办法是：手握电烙铁木柄，把氧化了的铜头浸入盛有酒精的容器中，经 1~2min 取出，氧化物就彻底、干净地除掉了，铜头焕然一新。这是因为氧化铜 (CuO) 和酒精 (C₂H₅OH) 加热产生化学反应后，又还原出了铜，对电烙铁头没有腐蚀作用。

1-1-32 油质二乙胺焊剂

电机及仪表的许多零件表面往往是镀镍的，因此锡焊前需用

机械方法将锡焊部位的镀镍层锉去或刮去。这样不仅效率低，而且不易保证质量。用油质二乙胺焊剂，在锡焊前可不必除去零件表面的镀镍层，只要涂上这种焊剂，即可直接施焊。这样可以省去一道工序，提高工作效率。

油质二乙胺焊剂的配方如下：凡士林 60%、松香 24%、二甲苯约 10%、盐酸二乙胺 4%、三乙醇胺约 2.5%、甘油适量。松香需研成粉末，焊剂需搅拌均匀。由于所用焊剂是以油质为基础的，所以零件表面如沾有油污，亦能保证施焊工作顺利进行。经分析，焊剂酸值约为松香的 1/2。

1-1-33 铜铝焊接焊药

焊药（质量比）的配方如下：氯化锌 55%、溴化铵 15%、氯化亚锡 28%、氟化钠 2%。配好后（使用时）加上酒精。焊料（质量比）的配方如下：铝 51%、锌 9%、锡 31%、镉 9%。

在焊接时先将焊件清除氧化物后涂以焊药，再用焊料焊接。方法和用焊锡焊铜终端相同。

1-1-34 银铜磷焊料

银铜磷是在铜磷合金基础上加银而制成的三元合金。在做铜、铜合金及钨银触头的焊接时，以银铜磷合金作焊料，它比铜磷合金具有更好的压延性及低的熔点，比银铜锌合金则有更好的流动性，而且可获得更为坚固的焊接接头，同时，焊接时无须加焊剂。银铜磷合金的成分为银 25%、磷 5%，其余为铜。从应用效果来看，它代替银铜锌焊料在润湿性、流动性及焊接强度等方面都有改善及提高。

1-2 粘

1-2-1 用“H-4”胶抢修高压电机定子绕组的局部故障
采用“H-4”胶抢修高压电机定子绕组的局部故障，无需

热压、浸胶、包扎、干燥等工序，大大缩短了抢修时间，节约了大量的修理费用。尤其是线圈端部（此类故障发生较多）和直线上层线圈表面发生故障时，可以免去起出线圈的工序。“H-4”胶的配方（重量比）如下：6101#环氧树脂 50%；650#固化剂 50%；填充剂（云母粉或玻璃丝绒）适量；稀释剂为丙酮和酒精，它们的重量各为环氧树脂重量的 1/50，两者比例为 1:1。

将上述材料在室温下混合，搅拌均匀，调成糊状即可使用。这样配制的“H-4”胶有如下特点：①无需烘干，修理后，在室温下放置 8~12h 便可让电机直接通电运行；②防潮性能好，耐化学腐蚀能力强；③粘结能力强，运行可靠；④使用方便，操作工艺简单；⑤原料可长期保存（但一经配好的“H-4”胶，就要一次用完）。

实例 1：某厂一台 5400kW 三相同步电动机，额定电压 10kV，是台运行多年的老电机。由于定子线圈端部匝间短路，造成局部过热，沥青胶熔化流出，主绝缘产生空洞，洞口直径约 10mm，深达 50mm。被迫停机检修，其修理工艺如下：

(1) 用电工刀清理流胶孔洞周围和保护绝缘和对地绝缘。损坏绝缘与完好的绝缘层交接处，要削成坡口，以增加爬电距离。

(2) 检查铜线和匝间绝缘的损坏情况。切除灼毁的导线段，用同一规格的导线补焊连接，然后锉平、修光，重新包扎好匝间绝缘。

(3) 仔细清理残留在线圈上的绝缘碎片和毛刺。然后测量线圈直流电阻值。

(4) 涂敷“H-4”胶至原来线圈绝缘层的厚度，如图 1-38 所示。涂敷过程中，应特别注意操作地点要干净，防止杂质和导电粉尘粘在绝缘上。

(5) 电机在室温下自然干燥 8~12h 即可通电运行。

实例 2：某厂筛粉车间锤式破碎机和锅炉房的球磨机，均采用 6kV370kW 的高压三相交流异步电动机拖动。由于电机长期在导电粉尘多且非常潮湿的恶劣环境中运行，经常发生线圈过线和

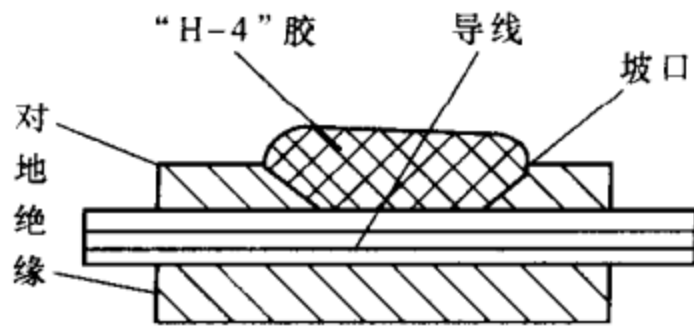


图 1-38 涂敷“H-4”胶至
厚线圈绝缘层处

引线处击穿故障，如图 1-39 所示。经采用“H-4”胶涂敷后，问题彻底解决了。其操作工艺如下：

(1) 彻底清洗电机端部油污，尤其在引线头缝隙处，必须用毛刷刷洗干净。

(2) 用电工刀清理灼焦部分绝缘，露出新绝缘表面，并削成坡口，用沾酒精的白布擦拭干净。

(3) 对于灼断的引线头，需补焊好，然后按制造厂的绝缘规范包好绝缘。

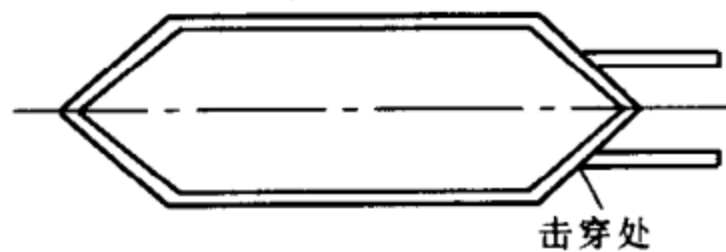


图 1-39 电机线圈
引线处击穿示意图

(4) 将所有引线头部位，均匀涂敷“H-4”胶一次。

(5) 在室温下干燥后，绝缘表面喷两次风干灰瓷漆。在处理过程中，如有条件时，还可以浸一次 1032# 漆，这对于电机散热，固定槽楔，进一步加强线圈端部和引线的绝缘是很有益的。

采用“H-4”胶不但可以修理各种电机的线圈绝缘，也可以修理换向器、滑环等绝缘故障，效果都比较好。

1-2-2 用环氧树脂处理同步电动机励磁线圈的短路故障

某矿一台 600kW 同步电动机，带动引风机运转时，磨下的

电刷碳粉末积聚在励磁线圈、磁极铁芯和转子铁芯的间隙之中，从而导致励磁线圈匝间短路和对地短路。对此检修用环氧树脂修复，具体方法步骤如下：

(1) 清洁处理：清除电刷碳粉末，彻底清洁表面，磁极铁芯和转子铁芯均用细砂布打磨，露出金属本色为止；励磁线圈的端部要分开，用漆刷把碳末除尽，最后再用空气压缩机（或小型鼓风机）压缩气按顺序把碳末彻底清除干净。然后用角布润湿汽油粗擦各个表面 2~3 次，再用角布润湿丙酮擦尽污秽，并晾干。

(2) 绝缘涂料的配制：6101 环氧树脂、650 聚酰胺树脂、丙酮配比为 6:4:2，混合搅拌均匀，待用。

(3) 绝缘涂料的涂敷：用漆刷或毛笔（笔尖剪掉且剪齐）蘸涂料少许，均匀地涂在转子铁芯、磁极铁芯和励磁线圈各个表面上。分两次涂刷，厚度控制在 0.5~0.6mm，要仔细检查有无漏涂部位，以免影响绝缘强度。

(4) 绝缘涂料的固化：待涂料固化过程中不粘手时，把励磁线圈的分开端部压紧复原，24h 后就可组装使用。

(5) 绝缘电阻值的简易测试：励磁线圈的电压是 220V，用 500V 兆欧表在额定转速下持续 1min，在 0.5MΩ 以上为合格。同步电动机的额定电压为 6000V，用 2500V 兆欧表进行测试，得相间和对地绝缘电阻值均为 65MΩ 以上。

1-2-3 用导电胶修复电机绕组

在一次检修一台三相电动机时，由于端盖与机座配合较紧，因此某电工用两把旋凿依次对称打入端盖与机壳的轴向装配间隙，迫使端盖退出机壳。当时稍不留心，将一只线圈的 5 匝截断，产生了 10 个断头。用万用表电阻 R×1 挡测试三相绕组，其中两相绕组的头尾相通（V1 与 V2 相通，W1 与 W2 相通），剩下的一相绕组 U1 与 U2 不通为故障绕组。10 个断头中，有 5 个断头属首端，另 5 个断头属尾端。测得只有一个断头首端与 U1 相通，也仅有一个断头的尾端与 U2 相通，将留用的断头做上记

号。剩下的 8 个首尾端断头留着不用，甩掉 4 匝的胶接方案。

胶接方法 1：在两个留用的首尾端断头上，用剃须刀片刮去绝缘层，至呈现裸铜本色为止。用一段比断头稍粗、砂亮两头的漆包线绞合在一起成辫子一样，其长度为断头直径的 10 倍（减少粘接电阻，避免发热脱胶）。将绞合的小辫子用棉签润湿酒精粗擦数遍。然后，用脱脂棉签润湿丙酮清擦彻底。待清洁干燥后，涂敷 DAD-5 导电胶，厚度为 0.5 ~ 0.6mm，可代替锡焊使用，室温固化 24h，即可使用。

胶接方法 2：如断头受绕组位置的限制，长度较短，线径较粗给绞合带来困难，可采用铜管中灌导电胶的粘接方法修复。

取一节清洁干燥的铁丝，其直径大小比断头直径稍大些，制成裹铜管的模芯。将 0.3 ~ 0.5mm 厚的铜皮里外均用砂布擦去氧化物，至呈现金属本色光泽为止。再用酒精、丙酮进行粗、精擦洗后，并在模芯上裹成空心铜管，其连接接头长度应大于断头直径的 8 ~ 10 倍为宜。

用洁净的镊子夹住空心铜管，并在管中灌满 DAD-5 导电胶，用尖嘴钳夹住所需连接的两断头，分别插入铜管两端中夹紧，作好匝间绝缘处理后，在室温固化 24h，即可使用。注意，铜管的载流量应控制在 $3\text{A}/\text{mm}^2$ 为好。与此同时，从管中挤压出的导电胶，要及时清除干净，以防造成绕组的匝间和对地短路。

不论采用胶接方法 1 还是胶接方法 2 修理，检修完后均需用相应电压等级的兆欧表，测试电机三相绕组的相间和对地绝缘电阻值，每伏不低于 $1\text{k}\Omega$ ，以防导电胶接壳短路；同时用钳形电流表测试三相空载电流的不平衡程度，应在 $\pm 5\%$ 的正常范围内方可使用。

1-2-4 用环氧树脂修复电扇转子松动故障

有些质量较差的台式电扇使用一段时间后，会产生转子轴与转子体脱离的故障，对此可用环氧树脂粘合剂粘合修复，具体做

法如下：

首先在转子轴与转子体原装配的位置上做好记号，然后抽出转轴。取适量环氧树脂，加上一些固化剂调和。为增加粘合剂韧性，以适合电扇运转时产生的扭力，应适当减少固化剂的用量，大约为环氧树脂量的 30% ~ 40%。如用乙二胺固化剂，则只要数滴即可，以环氧树脂颜色稍变白为准。将调好的环氧树脂粘合剂抹入转子体内，把原蜂窝状洞穴补满，再在轴上键槽位置抹上粘合剂。然后把转轴插入转子体，稍作转动，固定在原来位置上。最后用酒精擦净外部残余的粘合剂。待晾干后（约 12h），修复的转子即可装配使用。

采用上述的方法还可修复洗衣机脱水桶与连接轴脱离的故障。修理时必须在连接轴与脱水桶接合部位上，用锉刀各加工几道槽，增加粘接强度，并注意使脱水桶与连接轴在粘接时的中心对称。最好能用原包装的泡沫塑料加固，也可用破布固定，使脱水桶保持中心位置，待粘合剂干后即可使用。其效果也非常好。

1-2-5 用胶粘法修理小型电机转子与转轴的松动故障

小型电机转子铁芯与轴的配合多采用热套或滚花冷压两种配合形式，转子轴用 35 号或 45 号圆钢加工而成。当其加工精度较差与转子铁芯孔配合不当时，电机使用时间一长就可能产生电机转子与转轴松动的故障。对于这类故障一般是换用新品或重换转子轴。但往往不易买到与原样相同的转子（尤其老式或杂牌电机），重换新轴需用车床加工，费工费时，而且在加工中易损伤转子外圆，会引起气隙变大，空载电流变大和效率降低等弊病。对此可采用两种胶粘法修理转轴与转子松动的故障。

粘复胶的选择：市场上所售的金属胶种类很多，应根据电机功率和工作温度来选择。功率较大的工作温度较高的可选用 GY-360 厌氧胶（最高工作温度 230℃，室温 6h 固化）。功率较小的和一般工作温度的可选用通用双管金属万能胶（最高工作温度 120℃，25℃时 24h 固化或 100℃时 3h 固化）。

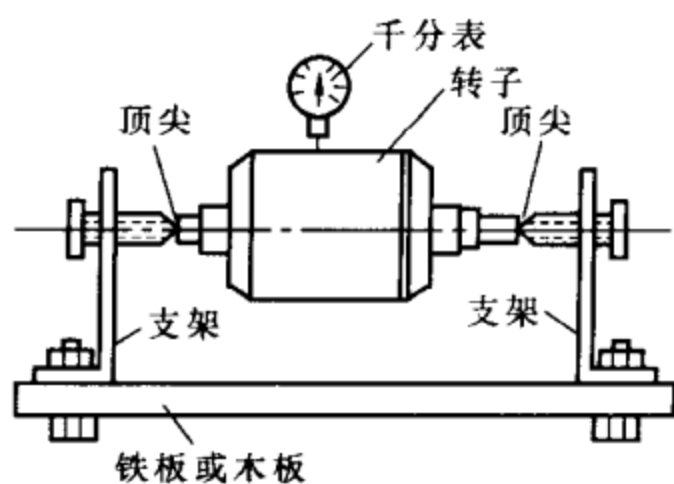


图 1-40 千分表检测、
顶尖定位示意图

(1) 千分表检测，用顶尖定位的方法粘复：根据转子大小用适当的螺栓磨成两个顶尖，顶住转子轴两端的中心孔。用两段角钢或扁铁弯成 L 形支架，支架的一侧钻孔且改与顶尖一样的螺纹，另一侧钻孔固定在底座（铁或木均可）上，如图 1-40 所示。

粘合前，先用汽油将转子孔和轴上的污垢彻底洗净以保证粘复效果。然后，将胶均匀地涂在轴上并将轴插入转子孔中，再把转子放在支架上，轴两端用顶尖顶住，转子若不在原来位置的应拨正。最后，把千分表靠边转子，并慢慢转动轴以寻找千分表指针摆动最小点。如偏差较大，可将转子在轴上转动一个角度再试，直至转动轴时千分表指针摆动在 0.05mm 以内。

待胶固化后可卸下转子，装配后即可运行。

(2) 用金属条端盖止口定位的方法粘复：如无上述条件，可采用金属条端盖止口定位法修理。具体做法是先选择与电机气隙相近（可稍薄些）的三条比电机铁芯稍长、厚度均匀的金属片。用汽油将转子孔和轴上的污垢清洗干净，并将转子放入定子中。然后将三条金属片按电机铁芯内圆的三等分距离插在气隙中，金属条两端露出部分要相等。并用圆规检查两端金属条间距离相等或用塞尺检查定、转子两端气隙是否相等。若定、转子铁芯错位，应调整对齐。转子定位后，将轴均匀涂上胶并插入转子孔中，然后轻轻装好端盖（为防止安装端盖时因振动而引起转子移位可先装轴承）。这样转子既有金属条定位，又有端盖止口定位，可确保转子轴在正常中心位置。

等胶固化后卸下端盖，拔掉金属条，装配后即可通电运行。

1-2-6 用镶铁套与胶粘相结合的复合检修法处理电机轴颈外圆磨损

某厂一台 132kW 的水泵电动机，测得磨损后的轴颈比新轴承内径小 4.2mm。对此采用镶铁套与胶粘接相结合的复合检修方法，其具体检修方法步骤如下。

(1) 铁套选用与加工：取 45 号钢无缝钢管，其长度与轴承高度相等。进行车削粗加工，使铁套的壁厚约为 2mm，外径略小于轴承内径，而铁套的内径略大于轴颈直径，间隙控制在 0.08mm 以内。

(2) 粘接面的清洁处理：新轴承内径表面，轴承档外圆表面及铁套里外的粘接面，先用角布蘸汽油粗擦，后用角布润湿丙酮进行精擦，直至把污秽除尽为止。晾干涂胶。

(3) 粘胶剂选用：取有效期半年内的 GY-350 型厌氧胶。这是一种具有流动性的粘稠液体，易于填满在粘合面之间的缝隙和凹陷部位。搅拌均匀的厌氧胶的标志是上、中、下稠粘度一致，颜色一样。这样才能获得粘接强度的一致性和稳定性，对此绝不能忽视。

(4) 涂胶要领：轴承、铁套、轴承档的粘合面均采用双方涂刷，易于粘合，效果更好。用毛笔（笔尖剪齐）蘸胶液少许，刷敷 2~3 次，厚度分别为 0.08mm 左右。然后，及时把铁套、新轴承装配在轴承挡正确位置上。

(5) 固化：采用白炽灯泡加热。温度控制在 45℃，用水银温度计进行监视（如果温度高于 65℃，会出现早期固化，失去粘接性），2h 后进行总装即可使用。

1-2-7 用“1010 尼龙粉”修复电机转子轴颈磨损

电动机转子轴颈是装轴承的部位，由于长期运转以及检修时多次拆装轴承，日久容易磨损。这时装上轴承后，因间隙过大使轴和轴承不能紧密配合，运转时，轴与轴承孔间产生相对滑动现象，使电动机不能正常运转。对于轴颈磨损量不大时，可热涂

“1010 尼龙粉”予以修复。

将转子放在热碱液（碳酸钠 Na_2CO_3 ）中洗清二三次，除去油污，再用热水反复冲洗，除去碱性，烘干。接着用棉花蘸汽油在轴颈处揩二三次，晾干。

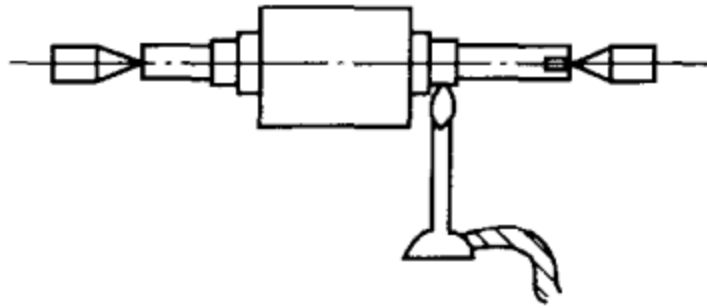


图 1-41 煤气喷灯加热轴颈示意图

准备煤气喷灯一只，将转子放置在两顶针之间，使其能自由转动，如图 1-41 所示。点燃煤气喷灯，将火焰对准轴颈加热，并用手（带隔热手套）轻推转子，慢慢转动，使轴颈周围受热均匀。然后用牛角匙舀“1010 尼龙粉”轻轻洒上去，如果尼龙粉即熔化形成无色透明液膜包在轴颈上，说明加热火候已到（否则应继续加热）。将转子转动几周，使洒上去的尼龙粉均匀涂布，至于厚度应根据轴颈磨损程度自行掌握决定。涂毕后取去喷灯，待冷却后，如略有不平，可用细砂布打光。由于尼龙粉形成的薄膜有足够的附着力和硬度，再装上轴承就可以得到紧配合，保证电动机正常运转。其他轴类零件安装轴承的部位，如果有磨损，也可采用上述办法予以修复。

1-2-8 用三元尼龙乙醇溶液刷涂电机转子轴颈或端盖轴承室磨损的应急修复法

在电机修理中，经常会遇到电机端盖轴承室或轴颈磨损的问题。传统的修理方法是在端盖轴承室或轴颈处镶套，套的厚度一般要求为 2.5~4mm。有时磨损量不大，只有零点几毫米，但为镶套，需将端盖轴承室或轴颈车削去几个毫米，结果降低了端盖或轴本身的强度。对此可采用三元尼龙乙醇溶液直接补涂轴承室或轴颈上修复。

(1) 先用乙醇或汽油洗净需补涂处。

(2) 将三元尼龙乙醇溶液加热成透明液体，用小毛刷沾此液体薄薄地涂在磨损处。对于磨损量稍大的，可适当延长加热时间使溶液稠一点再涂。一般需涂几次，达到要求的厚度为止。第一次涂后，需放置 3min 左右，自行晾干，到不沾手时便可涂刷第二次。

(3) 涂后干涸，可用加热方法（温度不超过 80℃，时间为 0.5 ~ 1h），也可让其自然干涸（室温 20℃时，放在通风处 36h 左右）。

(4) 磨损量在 0.1mm 以内的，涂好干涸后即可使用；磨损量大于 0.1mm 的，为保证电机装配时定、转子的同心度，涂后还需要进行车削加工。

涂好的尼龙溶液待完全干涸后即具有足够的附着力和硬度，完全能够保证电机装配时的要求。

1-2-9 根据化学反应原理，涂刷配制溶液修复电机转子轴颈或端盖轴承室磨损故障

在电动机的转子轴颈或端盖轴承室磨损量不大（ $\pm 0.05\text{mm}$ ）的情况下，可用简易的涂刷配制溶液（根据化学反应原理）的办法进行修复，具体方法步骤如下：

(1) 准备两只玻璃容器、水、盐酸（分析纯）、锌粉（用普通钢锯从锌块上锯下来的锌屑即可）和硫酸铜（固体）。在一只玻璃容器里，依次按比例先放入盐酸 30%，后放入水 70%，配制成稀盐酸溶液；在另一只玻璃容器里按重量比例放入硫酸铜 40% 和锌粉 4%，再加入 56% 重量的水，并充分搅拌。这两种溶液都可以长时间放置和使用。

(2) 先用汽油将转子轴颈或端盖轴承室内的磨损处擦洗干净，然后用干净的纱布或棉球沾上少许丙酮（或四氯化碳、无水酒精）在需要修复处反复擦清，稍等片刻，待自晾干。

(3) 用配好的稀盐酸在需要修复处反复涂上几次，再把配好

的硫酸铜和锌粉的溶液也适当地涂上几次，这样在需要修复处会立即呈现出暗红色的镀层，犹如在磨损处垫上一层薄铜皮一样。其厚度可自行掌握。

此方法是根据化学反应原理，盐酸与硫酸铜、锌粉，起化学反应，还原出铜来。由于使用稀盐酸溶液，既可使它与硫酸铜起化学反应，又可使磨损处达到轻度腐蚀，因此还原出来的铜牢牢地附在磨损处，其硬度足以保证装上轴承后达到过渡配合。

1-2-10 用 AR-5 耐磨胶粘接修复电机端盖轴承室磨损故障

电动机端盖轴承室磨损采用耐磨胶检修，与传统的机械修理方法相比，此法省工节料，成本低廉。具体方法如下：

(1) 车圆电机端盖轴承室：其表面粗糙度在 Ra60 或 Ra40，增加粗糙度的凹凸部位，给粘合创造有利条件。控制轴承室与轴承外径的配合间隙约为 0.5mm。

(2) 清洁端盖轴承室粘接面：先用角布蘸酒精粗擦三遍，后用角布润湿丙酮进行仔细精擦，直至把污秽彻底清除为止。

(3) 涂刷耐磨胶粘剂：①调胶：把 AR-5 耐磨胶粘剂按甲：乙两组体积比 1:1，从软管中挤出，置于干燥清洁的镀锌钢板上（或玻璃器皿中）调匀；②涂胶：要选好粘接场所，能避尘土、避风沙、避油滴的污染和侵袭，即应在清洁干燥的室内进行，不然要严重影响粘接质量。用塑料铲将调好的胶在 0.5h 内涂于端盖轴承室位置上。其厚度在 1mm 以上，力求均匀一致。

(4) 固化和车削：在室温固化 24h 后，按公差要求在车床上车端盖轴承室达配合尺寸，更换新轴承后，电机即可进行组装。

1-2-11 用环氧树脂粘补电机轴颈

电动机的轴颈与滚动轴承内圈一般采用过渡配合。电机轴颈有了一定磨损量后，轴承档与滚动轴承内圈配合过松，会造成电机运行时发生轴承内圈与轴相对旋转，既磨损轴又损坏滚动轴

承，甚至使电机不能正常运行。对电机轴颈磨损量不大（在0.1mm以内）的情况下，可采用环氧树脂粘补后装配轴承的检修办法。其方法步骤如下：

(1) 环氧树脂配方：①用干净容器秤出适量的6101号环氧树脂（10~20g即可）。当室温较低时，环氧树脂粘度较大，不易调匀，可将盛有环氧树脂的容器放入热水盆中加温，使环氧树脂变稀，加热温度控制在40℃以内（温度计监测）；②在环氧树脂中加入邻苯二甲酸二丁脂（按15%的配比），并用干净的竹（木）棒搅匀。然后加入乙二胺固化剂（按7%的配比），边加边搅拌。乙二胺与环氧树脂混合会发生放热反应，若发现温度迅速增高，则需将盛环氧树脂的容器放入冷水盆中冷却，并不断搅拌，防止因温度过高，反应激烈，引起环氧树脂过早固化而失效。冬季气温低时，乙二胺的用量可改为8%，以保证粘结剂质量。

(2) 装配轴承：①将检查合格的待换滚动轴承放入盛有机油或变压器油的铁盒中，加热保温在100℃左右；②用干净布蘸些丙酮将轴颈擦净，待丙酮挥发后，在轴颈上均匀地涂上一薄层上述的粘合剂；③在油中取出滚动轴承，用干净布和蘸有丙酮的净布先后擦净轴承内圈的装配面，并立即将轴承套入涂有环氧树脂的轴颈上。此时应防止环氧树脂流入轴承环内粘结滚珠，一旦发现流入，应立即用蘸有丙酮的净布擦净。

1-2-12 用铁锚350粘合剂粘结配合松动的轴承

中小型交直流电机经长期运行后，由于端盖轴承室内圈的磨损，常会引起轴承配合松动。采用铁锚350粘合剂粘结配合松动的轴承，能较迅速而又满意地解决轴承外圈在端盖轴承室内圆转动的问题。该粘合剂在室温下能自行固化。它的优点是：具有良好的渗透性、粘结速度快；固化后粘结强度高、密封性好；耐水、耐油、耐溶剂和耐震动。所以，它完全适于粘结配合松动的轴承。其操作工艺程序是：

(1) 一次清洗。用柴油或煤油彻底清洗端盖和轴承，去除其灰尘、油污等杂质。

(2) 轴承装配。将轴承热套（在洁净的变压器油内加热到 $100 \sim 120^{\circ}\text{C}$ ，保温 30min 左右，然后套入转轴上）或在室温下敲入转轴后，再填充适量的润滑脂。

(3) 二次清洗。用二氯甲烷或丙酮清洗端盖轴承室的内圈和轴承外圈，再次去污除尘。

(4) 涂刷粘合剂。将铁锚 350 粘合剂均匀地涂刷在端盖轴承室的内圈及轴承外圈上。注意：非配合面不能涂有粘合剂，如已沾上粘合剂，则用上述两种熔剂（二氯甲烷和丙酮）清洗擦净。

(5) 电机总装。按常规程序总装电机，让轴承进入端盖轴承室内。紧固电机各部分螺栓后，手盘转轴，使其运转自如。

(6) 固化定型。电机总装后在室温下自行固化 24h，即可试车运行。如要加速固化，可在涂刷粘合剂前对配合面预先涂以一层固化促进剂，则电机总装 2~3h 后就能固化。或者将总装后的电机置于 120°C 左右的温度下烘烤 8h，也能加速固化。

如果要拆卸粘结后的轴承，只需用重锤适当敲打端盖即可。轴承不会破坏，仍可使用。然后按上述操作工艺程序重复使用铁锚 350 粘合剂粘结配合松动的轴承。

同时，铁锚 350 粘合剂还可粘补大型交直流电机的铸铁滑动轴承座上的裂缝等。

1-2-13 用铁锚牌 101 聚氨脂胶修复有裂纹的电机端盖

用铁锚牌 101 聚氨脂胶粘补有裂纹的电动机端盖，具体操作方法步骤如下：

(1) 钻眼止裂。用汽油清除裂纹线周围的污秽，找出裂纹线的始末端，并在其两端点上用手电钻各钻 $\phi 3 \sim \phi 6\text{mm}$ 止裂孔一个。止裂孔应深度适中，但不能钻穿，以防止裂纹继续延伸。

(2) 开凿 V 型槽（或半圆槽）。用凿子沿裂纹线开出 90° ，V 型槽到止裂孔为止。槽深为端盖厚度的 40% 为宜。

(3) V 型槽粘合面的清洁。先用角布润湿酒精粗擦粘接面(沿着 V 型槽的四周宽度各为 30mm 为宜) 2~3 次, 然后用医药脱脂棉签润湿丙酮, 彻底精擦粘接面。

(4) 调胶。采用铁锚牌 101 聚氨脂胶, 按体积比甲:乙为 2:1 取出, 并在玻璃器皿中调匀。

(5) 涂胶。将调匀的聚氨脂胶沿着 V 型槽倒满, 略高出端盖表面, 用塑料铲加力压平、压实、压紧。

(6) 固化。用灯泡加热, 并用水银温度计进行温度测试, 把温度控制在约 100℃, 2h 后就能完全固化, 即可使用。

(7) 修整。先用锉刀, 后用砂布, 沿粘接面把高于端盖表面的多余粘接剂锉去砂平。

电机铸铁端盖发现裂纹, 通常用焊补的方法补裂缝, 往往由于温度不均匀, 焊补不当, 使裂纹沿深度或长度方向恶化延伸, 反而不能达到修复的目的。而用铁锚牌 101 聚氨脂胶修复有裂纹的电机端盖, 均获得了满意的效果。

1-2-14 用厌氧粘结剂修理电机

粘接技术为机械零件检修提供了新颖的连接方式, 对提高产品维修质量有独到之处。现将用厌氧粘结剂修理电机的方法介绍如下:

(1) 厌氧粘结剂。厌氧液体粘结剂因必须在隔绝氧气的情况下才能聚合而得名。其主要成分为丙烯酸、甲基丙烯酸、双脂酚等。它与被粘物之间主要由机械结合、物理吸附、化学键、互相扩散等作用而构成粘结力。厌氧液体粘结剂在常温下是具有流动性的粘稠液体, 将它涂敷在接合面上, 胶液会填满两接合面之间的缝隙和凹陷部分, 经过 2~10min 即可干燥。

厌氧粘接剂品种甚多, 选用时应根据具体情况, 如拆卸的需要、机械强度的要求、接合面的状况、施工工艺和条件等进行综合考虑, 作出最好选择, 则能达到预期的效果。在电机修理中宜选用厌氧胶 Y-150、GY-240、GY-260、GY-340 型等。

这些厌氧粘接剂为单液型，不需要按比例混合使用，具有毒性小、不含溶剂等挥发物，近于 100% 的组织致密固化、性能稳定等优点，并能耐酸、碱、丙酮、汽油等介质。残胶可用干布擦拭清除，固化后加热至 150℃ 即可分离拆卸。

(2) 粘结工艺。

1) 粘合面间隙：当使用厌氧粘结剂时，要特别重视接合面间隙的大小。当间隙小于 0.1mm 时可单独使用；在 0.1 ~ 0.3mm 时，要和固体垫片合用；大于 0.3mm 时，可用钻孔粘堵金属等方法进行修复。

2) 粘合面的要求：对粘合面光洁度的要求很低，可采用细锉锉削、砂纸或砂布擦光、车床车削等方法加工，均加工至呈现金属本色光泽为止。且增加粗糙的凹凸部，给粘合创造有利条件。

清洁粘合面可采用棉团润湿汽油或乙醇擦洗 2 ~ 3 遍，然后用棉团润湿丙酮，清洗粘合面至彻底干净为止。粘合面的清洁是不可缺少的重要工序，绝不能草率应付，马虎了事，要仔细检查，防止漏洁。清洗用的汽油、丙酮、乙醇等溶剂要尽量不含水分，同时，溶剂用量不能过大。否则，溶剂挥发后表面急剧冷却会导致空气中水分凝聚于粘合面，形成水膜而影响粘结剂的浸润，致使粘接强度降低。

3) 粘结剂的搅拌：粘结剂中含有极微量的防酸剂、防老剂、隐定剂、硫化剂等，都应均匀扩散在粘结剂液体中，才能充分发挥各自的作用。所以在使用粘结剂时，如底部有少量沉淀，只用晃动法摇匀是不行的，一定要搅拌均匀，方能使粘结强度达到一致并保证粘接工艺的稳定性。搅拌均匀的标准是上、中、下黏稠度一致，颜色一样。

4) 粘结剂涂刷的要领：粘结剂搅拌均匀后，可倾倒在用汽油洗过的清洁干燥的玻璃器皿或瓷皿中。根据粘合面的大小，可选用漆刷或毛笔（尖端剪齐）等蘸少许粘结剂，涂刷在粘合面上，动作要迅速，刷数两三遍即可。每遍厚度一般在 0.05 ~

0.1mm 左右。要防止漏涂、涂胶流淌、胶堆的产生（如同油漆家具相似），以免影响粘结强度。对粘合面均采用两面涂刷，以便粘合效果更佳。

5) 粘合面的干燥：当室内温度低于 15℃ 时，或相对湿度大于 70% 时，不能采用自干，否则会出现冻干现象，虽有弹性，却失去了粘接力。此时，应采用加热方法，把温度控制在 45℃ 左右为宜，配合水银温度计进行监控。若温度高于 200℃，出现早期硫化（固化），也同样要失去粘接性。加热方法一般可采用电热吹风或远红外灯为热源，要防止粘结剂与热源直接接触，同时应避免在密闭容器中烘干。

(3) 粘接场所及安全防护措施。在粘结剂液体中，一般都具有毒性和燃烧性两种成分，因此，粘接场所应装有换气扇以保持空气流动，同时要求是一个避尘土、避风沙、避油滴的清洁干燥的场所。否则，会严重影响粘接质量。

操作者要穿好工作服、戴上口罩及橡皮手套，禁止吸烟、进食。最好采用机械涂布来代替人工操作，尽量减少人和粘结剂的直接接触。粘结剂和无水汽油、丙酮等溶剂使用后应立即盖严，并远离火源，以防引起火灾。

(4) 用厌氧粘结剂修理电机实例。

【例 1】 电动机定子与机壳配合不紧。一台 6 极 4kW 电动机空载电流偏大（达 7.2A）；运行时感觉出力不足。经拆机检查，发现靠后端盖处定、转子铁芯端面错开，定子铁芯沿轴向移动，如图 1-42 所示。电动机定子铁芯与转子错开后，相当于减小了空气隙的侧面积，穿过气隙的磁通有所减少，导致感抗减小，从而使空载电流偏大。其电流值随定、转子铁芯沿轴向移动距离的增加而增加，转子铁芯铝条（或铜条）中感应电流反而减小。由于转矩同磁通与转子电流的乘积成正比，所以电动机的出力变小。

采用粘接方法修理前，在定子外圈上确定相隔 90° 的 4 点，以两点对称同时轮流敲打，使定子恢复到原位，要使定、转子铁

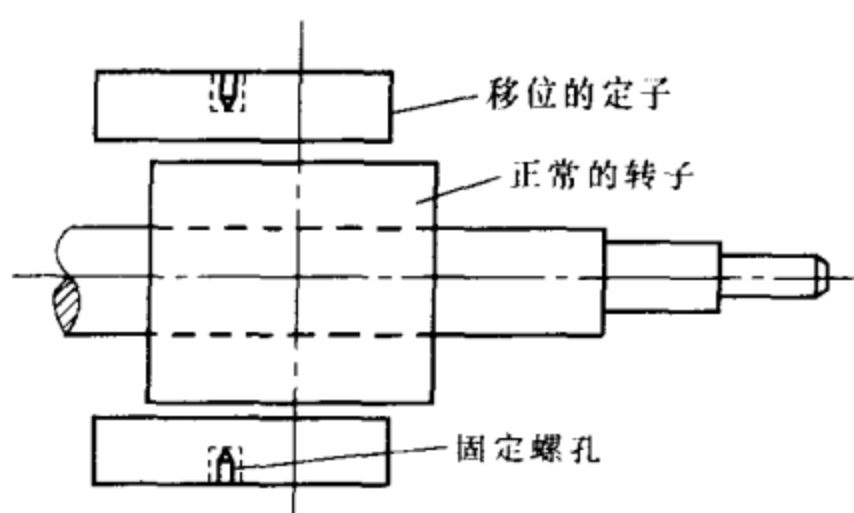


图 1-42 电机定子、转子
铁芯端面错开示意图

芯前后端面对齐。再在机壳上均匀地用直径 12.5mm 的钻头钻孔并攻丝 (M14) 4 个, 深度为 8~10mm。把平头开口螺钉放在汽油中洗净, 再放在丙酮中清洗后晾干, 用 GY-240 型厌氧粘结剂涂满螺钉的螺纹上, 同步对称地旋入螺孔, 要防止偏心, 以免造成气隙不匀。修理后的电机空载电流下降到 3.8A, 电机出力也恢复了, 运行正常。

【例 2】 用镶钢套与粘接相结合的方法修理电动机断轴。如图 1-43 所示, 先制造等径钢套, 与断轴 (45 号钢) 之间留有 0.1mm 左右的间隙。待粘接表面和轴断面均清洗干净, 干燥后, 在等径钢套内侧、断轴表面以及两个断面上, 均匀涂上 Y-150 型厌氧粘结剂。及时把钢套套在断轴位置上。注意, 一定要使粘结剂充满在等径钢套和轴表面之间的间隙内。待它隔绝空气固化 1h 后, 即可组装试车。

【例 3】 电机轴承在轴颈上滑动。当电机轴承内环或轴颈表面有锈蚀部分时, 可先用 1½ 号砂纸擦拭光亮, 然后先以棉团润湿汽油进行粗洗, 后再用丙酮进行仔细地清洗, 并保证它们的粘合面处于清洁干燥状态。此后, 用毛笔 (尖端剪齐) 蘸厌氧粘结剂 GY-260 型少许, 在轴承内环及轴颈表面涂刷两三次, 厚度每次为 0.1mm 为宜。要防止漏涂, 以免影响粘接强度。装配时, 先装好轴承内油盖, 后把轴承装配在轴颈正确位置上, 待组

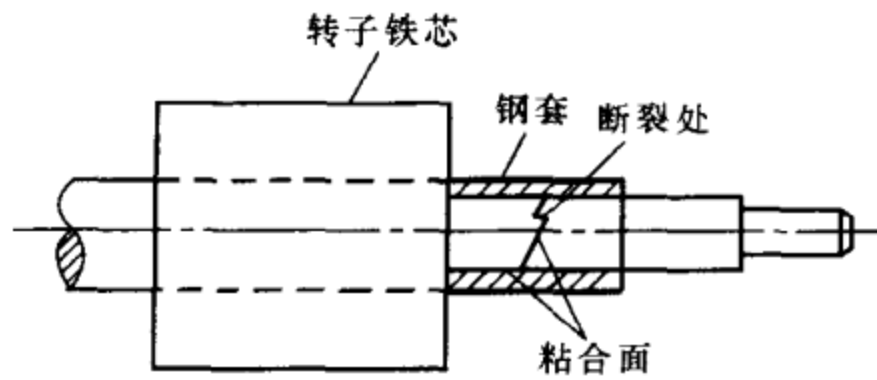


图 1-43 镶套与粘接相结合法修断轴

合固化。

1-2-15 用 SB 系列快固胶粘剂充填直流电焊机换向器瓣间绝缘

在日常维修中经常遇到由于各种原因造成直流电焊机电机电枢换向器表面及瓣间云母绝缘充填物烧损的现象。有些云母等介质严重损坏，即使对换向器进行车削加工也很难使电机维持正常工作。例某厂一台 AX-200 型 16kW 的直流电焊机，由于电刷过短、副架压力不足，换向器长期磨损已失标准圆，这些因素都加大了环火的产生。同时电焊工因焊件急需又勉强使用，这些都致使换向器严重烧蚀。

检修此台直流电焊机时，对换向器进行车削后，发现换向器部分瓣与瓣间的绝缘云母烧蚀严重，已形成沟痕。刚开始认为，更换精磨制的电刷后就能够正常运转。空载试车时一切均都正常，但一加上大负荷，云母损坏部分就产生较大的跳跃火花，不能正常工作。对此，采用了 SB 系列快固胶粘剂直接充填的方法，取得了很好效果。具体做法如下：

按 SB 快固胶粘剂的比例把凝固剂和粘接剂配好（可增加一些凝固剂的比例），一次性填入清理干净的换向器瓣间，注意胶底层的云母烧伤面要清理干净，以免粘接不牢。充填时胶要略高出换向器的表面。在胶未完全硬化时进行一次清理，完全硬化后进行磨光。经这样修理的电焊机换向器运行状况良好，使用一年

都没有再出现上述换向器的故障。

1-2-16 用环氧树脂粘补漏油电力电容器

电力电容器漏油的部位多数在箱体与瓷瓶连接处和瓷瓶顶盖。这两个地方的瓷瓶上均镀有银层，一旦银层脱落，用焊锡的方法是不能焊好的。对此，可用环氧树脂粘补，效果尚好。具体方法步骤如下：

(1) 查清漏油部位：将电力电容器外表面用棉纱蘸四氯化碳擦拭干净。然后将电容器放倒，寻找漏油部位；找到漏油部位后，重新用棉纱蘸上四氯化碳将漏出的油迹洗干净（这是能否将电容器补好的关键）。

(2) 将调好的环氧树脂涂在漏油处，如果漏油处在瓷瓶顶盖，则用棉纱裹上环氧树脂缠在漏油处，效果更好。

(3) 用环氧树脂修补过的电容器应放入烘箱烘到 75℃，检查有无漏油；所有修补过的电容器均应作预防性试验，合格后方可重新投入运行。

上述修补方法必须是漏油不太多时才能适用。因此，用称重的方法先来确定，如果漏油的电容器比不漏油的轻 0.5kg 以上，则不宜修补。

1-2-17 采用 CR 高强度树脂修复荧光灯用镇流器

高压汞灯、荧光灯等配用的镇流器浇注的是软化点不高的黑色绝缘胶（俗称柏油或沥青）。这种材料浇注的镇流器因吸附有水分，故绝缘等级仅达到 A 级标准。而高压钠灯、镝灯等配用的镇流器采用环氧树脂拌和物浇注以达到 E 级绝缘水平，并防止触发器能量的泄漏。但是，上述两种产品在环境温度高、电源电压和灯泡电流超差较大、使用时间较长的场合，会产生浇注材料熔化而引起滴漏现象，随之还将产生镇流器工作时的异常响声。

对于产生滴漏和响声的镇流器，可以熔去原来残留的绝缘胶

或者撬除树脂拌和物，在电参数不变或者重新调整气隙、达到电参数正常后，进行重新浇注，以发挥镇流器应有的功效。

绝缘胶尽管价格便宜，但软化点低，显然不太适宜重新用作浇注材料。使用环氧树脂拌和物，需采用基料 6101、634、618 等环氧树脂，加固化剂乙二胺、聚酰胺树脂和充填剂石英砂、硅微粉等，按照一定的比例均匀混合后进行充填密封，并在一定温度和时间的环境下进行固化。有时在拌和物中还要掺入增韧剂、增塑剂等。虽然环氧树脂拌和物的软化温度高，但其工艺复杂，操作不方便。固化剂多数是“胺”类材料，有毒有刺激，有碍身体健康。存放过的容器，只能靠燃烧、敲击才能去除拌和物。为此可采用 CR 系列高强度树脂浇注镇流器，它的性能如表 1-6 所示。

表 1-6 CR-5011 高强度浇注树脂

外观	乳白色液体
比重	1.46 ~ 1.16
粘度 (CP)	300 ± 50
固体含量	65 ± 2
固化温度	常温
固化时间 (h)	0.5 ~ 6 (可自由调节)
浇注件工作温度 (°C)	-40 ~ 140

采用 CR 高强度树脂浇注的镇流器的优点是：①其聚合反应是由里向外，将线包和铁芯紧紧裹合，拌和物密实而无孔；②浇注前后的镇流器电参数不变，冷态绝缘电阻接近无穷大，承受了交流 2800V、历时 3min 试验没有击穿；③介质损耗小；④经高温 120°C 烘烤 4h 后，硬度仍然很高，收缩率很小，没有类似其他树脂的粘手感觉；⑤具有很好的流动性，可以掺合大量大颗粒充填物，使镇流器散热性能得到改善，其温升比环氧树脂拌和物降低 10°C 左右；⑥遇到明火，不容易产生燃烧现象。

采用 CR 系列树脂来修复由绝缘胶或环氧树脂浇注的镇流

器，其效果较好。在这种树脂中，只需加入极微量的催化剂、促进剂，并拌入适量的充填剂，如石英砂、硅微粉、砂粒等，在常温下均匀搅拌后注入镇流器壳体中间，经过 6h 左右的常温固化，就能形成既有很强的机械强度，又有一定韧性的表里层。CR 系列树脂无毒无刺激，且使用过的任何容器工具，只要用水和少量皂粉即可清洗得干干净净，费用比采用环氧树脂拌和物还降低一半。

1-2-18 用石蜡消除荧光灯镇流器的响声

镇流器是荧光灯的主要附件之一。有的镇流器由于制造工艺问题会发出令人厌烦的“嗡嗡”声。这是由于硅钢片的固有频率与交流电交变频率接近或相同时产生共振的缘故。消除或降低噪声的简便办法是拆开镇流器盒盖，取出铁芯，用电吹风沿硅钢片四周加热。但要注意控制电吹风与硅钢片间的距离，温度不可过高，以免烤焦浸漆。然后再将准备好的石蜡或融化了的蜡烛液滴进硅钢片缝隙，使蜡液与层层硅钢片成为一个整体，即可改变硅钢片的固有频率，使硅钢片不与交流电交变频率发生共振。

1-2-19 白乳胶用于电气施工中粘结小型木制配电板是可行的，且质量稳定

某厂新建喷花车间的 64 个喷花台均系水泥砂浆砌墙、抹面，土建施工时未埋设任何预埋件。为了在喷花台上安装荧光灯照明，必须先在水泥墙上安装 64 套四连木。该厂当时没有冲击钻、射钉枪等类工具，因而采用白乳胶（聚醋酸乙烯水溶胶）粘贴四连木。为确保施工质量，先做小样粘贴试验。试验内容和结果如下。

在三块各 300cm^2 的四连木（泡桐板材）上涂敷 1mm 厚的白乳胶，然后粘贴在经过钢丝刷清理过的水泥砂浆墙上，并利用土建工地支护水泥活的竹片进行三天支护干燥后，经数百牛（数十千克力）的拉力与数百牛剪切冲击力试验，均未受到破坏。其中

一块做了破坏性试验，结果拉断面不在粘贴缝上而是水泥砂浆本身被拉下；另一块做了耐潮试验，证明经过数小时水中浸泡，粘结强度仍很理想。

该厂新建喷花车间的喷花台照明采用白乳胶粘结施工，从投产使用 8 年多，64 块四连木无一损坏脱落。实践证明，白乳胶用于电气施工中粘结小型木制配电板是可行的（施工质量要高），且质量稳定。

1-2-20 S-2 巨硫胶用作布线施工中塑料桥形线夹和水泥墙的粘合剂

钢筋水泥结构的厂房内安装线路，按一般方法进行施工，应在水泥梁、柱上敲洞打木樨，劳动强度高，难度大，尤其是高空作业，困难更多。若用 S-2 巨硫密封胶作为塑料桥形线夹和水泥墙的粘剂进行粘接法布线，则可避免了在水泥屋架上敲洞打樨，从而大大减轻了劳动强度，并可提高工效 10 多倍。S-2 巨硫胶配比（按重量）如下：

聚硫基胶为 131，硫化胶为 7，环氧树脂为 5，促进剂 D 为 0.1~1.5（在不同室温下根据经验调节用量，即可掌握干燥时间的快慢）。

S-2 巨硫胶作塑料桥形线夹和水泥墙的粘合剂粘接法：

(1) 凡需行线的地方均按直角走向划线，等距离分段取点，一般在 150mm 左右。如开档太大，电线不易排列整齐。

(2) 根据走线数量可将不同号数的钢筋轧头与塑料桥形线夹串装并用。

(3) 涂胶前先制作一项打毛工具，在 6mm 手枪钻上装一只钢丝刷轮，用来打毛水泥墙壁，既省力又保证工程速度。打毛后，必须揩去浮灰。

(4) 在玻璃片或金属平板上用油灰刀将前 3 个组分反复搅拌，再加入促进剂 D 搅拌均匀，即可使用。

(5) 将需粘合的材料涂胶后粘到打毛后的水泥墙上，并用手

适当加压，以保证水泥墙与被胶粘接物之间的粘合。涂胶后在室温下 10 天或 $70^{\circ}\text{C} \times 24\text{h}$ 或 $100^{\circ}\text{C} \times 8\text{h}$ 即可完全硫化。但经 1~2 昼夜基本硫化后即可施工，一般可根据促进剂用量的多少来调节。

应注意的是加入促进剂后胶料必须在 2~4h 内用完，且一旦发现凝胶现象就不能再使用。

1-2-21 瓷夹板和瓷柱粘接法布线

在混凝土预制屋面板或其他混凝土及砖表面，用瓷夹板和瓷柱粘接法布线，效果良好。环氧树脂粘剂配比如表 1-7 所示。粘剂的配制如下：先将环氧树脂（如环氧树脂温度太低成稠糊状时，可连同容器放入温水中加热）和苯二甲酸二丁脂按配比调和，再按配比加入填料（水泥或石棉粉），搅拌均匀，再按配比准确的加入乙二胺（或二乙烯三胺）充分搅拌成糊状，即可使用。

表 1-7 环氧树脂粘剂配比（重量比）表

环氧树脂石棉粉粘剂	6101 环氧树脂	苯二甲酸二丁脂	二乙烯三胺	石棉粉	
	100	20	6~8	10	
环氧树脂水泥粘剂	配比	6101 环氧树脂	苯二甲酸二丁脂	乙二胺	水泥
	1:2	100	30	13~15	300
	1:3	100	40	13~15	300
	1:4	100	50	13~15	400

- 注 1. 水泥应为硅酸盐水泥，标号为 400~500 号。
 2. 1:2 配比的环氧树脂水泥粘剂适用于夏季施工。
 3. 1:4 配比的环氧树脂水泥粘剂适用于冬季施工。

配制和使用环氧树脂粘剂时的注意事项如下：①配制粘剂的配比要准确，尤其是固化剂乙二胺（或二乙烯三胺）更要准确；

- ②乙二胺和二乙烯三胺是有毒药剂，使用时不要用手直接接触；
- ③调配好的粘剂，须在 1h 左右用完，否则将凝结，因此不要一次调制过多；
- ④施工完毕，应用丙酮把手和用具揩净。

粘接法布线施工方法和措施：在粘接前需用钢丝刷把混凝土（或砖）的粘接面刷干净，再用湿布揩净晾干，将粘剂均匀的涂在瓷夹板或瓷柱底部，不能太厚，粘接时用手稍加压力，边压边扭动，使粘接面接触良好。粘剂自然养护 1~2 天硬化，夏季养护时间可短些。

1-2-22 滑线母线绝缘子的填料

滑线和明母线是工矿企业车间里最普遍应用的动力线路，这些动力线路一般都是采用电车绝缘子作为绝缘材料，绝缘子和螺丝中间的填料，有的采用纯铅灌注的方法，但这种方法在铅冷却后，绝缘子边上产生孔隙，螺丝有活动现象，不太结实。如果用氧化铅和甘油的混合物来做填料，机械强度是很高的，但是这种方法成本很高。经过试验和实践，在氧化铅粉中加 1/2 的细沙，混合后用甘油调成混合物，然后填到绝缘子孔中去，这种方法在机械强度上没有减低，但可以降低成本。凝固的强度和周围温度有关，温度越高，凝固的越快。

1-2-23 钢轨绝缘接头的 SL-3 结构胶粘剂

在使用轨道作信号传输线路的铁道线上，钢轨绝缘接头一直是一个薄弱环节。以往的绝缘接头是用特制的绝缘纸或橡胶、尼龙、玻璃钢等材料制作的，衬于其间以达到绝缘的效果。但这些绝缘材料质地较软，故绝缘螺栓不能旋紧。与普通钢轨接头相比，其整体性差、强度低、刚度小，接头容易磨损和折损，也容易发生道床翻浆冒泥和塌陷的现象。这样，绝缘材料的更换量和养护、维修的工作量都很大。如果处理不当，就会出现绝缘不良，影响信号线路的稳定性和信号的正常显示，从而危及行车的安全。对此，可采用一种胶接钢轨绝缘接头的 SL-3 结构胶粘

剂，其与纤维布组成胶粘层，将鱼尾板与钢轨胶粘牢固，可承受列车通过时产生的压力、冲击力及气温变化时产生的温度应力，并具有良好的绝缘性能。

SL-3 结构胶粘剂是由环氧树脂、聚芳香砜树脂和合成橡胶所组成，系无溶剂固体薄膜胶粘剂。将固体胶膜制成槽型胶板，用于胶接钢轨绝缘接头。预制槽形固体胶板贮存期较长，使用寿命也可达 5 年以上，约为一般尼龙夹板钢轨绝缘接头使用寿命的 6~10 倍，故能大大减少维修工作量，且使用十分方便。

SL-3 结构胶粘剂具有粘接强度大、韧性好、耐老化、耐高低温及工艺性能和电绝缘性能优良等特点，对钢、铝合金、铸铁等金属材料 and 玻璃等非金属材料，均能获得较为满意的粘接效果。

1-2-24 电器塑料件的粘结修补方法

电工在日常维修工作中，经常会碰到一些诸如闸刀、开关外壳、各类旋钮的旋柄等塑料件开裂、变形、断折以及破碎等情况，如果能有新的更换当然最好，但有时却不能如愿。对此，可采取下述方法进行修补。

(1) 粘结法：对于一些受力不太大的电器外壳如闸刀开关的塑料盖及插座外壳等，可采用一般的胶粘剂粘补，如万能胶、环氧树脂、502 胶水等。先将胶粘面清洗干净，晾干之后即可胶粘。随后固定一定时间，干后即可使用。

(2) 热粘法：如固定柱、定位卡或其他一些日常用受力较大的塑料件，可将两个断截面用电烙铁加热，或置于火上加热，待加热到一定程度后，迅速粘合到一起，冷凝定形后为了确保结实，再参照上述粘结法作加固处理；或可用薄金属片（铜片、铁片），按所需形状大小折弯剪裁成形，然后在被胶合面和薄片上均涂一层胶剂，进行胶粘加固处理。

1-3 堵

1-3-1 充油电气设备渗漏处理的对策

电力系统充油设备的渗漏一直是困扰运行、管理、检修人员的老大难问题。针对充油设备的渗漏问题，国内外电气工作者也一直在探讨寻找封堵的对策。

1. 造成充油设备渗漏的原因

(1) 钢材质量差、制造工艺质量不高，致使充油设备器身焊接处存在细微孔洞和砂眼。设备金属部件连接之间存在凹凸不平的状况。

(2) 检修工艺质量不高，设备经运行后应力变化较大。

(3) 密封材料性能差、弹性强度小、耐油强度低，运行一段时间后易破裂。

(4) 油标玻璃长时间运行后易老化裂纹。

2. 封堵渗漏对策

(1) 对于器身、焊缝处的孔洞及砂眼的处理方法如下：由于厂家制造时选用的钢材质量差、焊接工艺不良等，易造成运行中的变压器、电压互感器散热器器身、开关本体外壳及焊缝处出现孔洞、砂眼。器内绝缘油一般都是通过细微孔眼渗漏。经长时间运行后，由于受热、受振动，孔眼逐渐扩大，从而造成严重渗漏。对此首先要耐心，找出孔眼的准确位置。对于焊缝处的孔洞，在条件允许的情况下采用焊接方法处理的效果较好。但在焊接时要防止引起火灾、喷油等事故，要做好辅助工作和采取预防措施。对于器身砂眼的渗漏，采用焊接封堵的效果不佳，不宜采用。最好采用堵漏剂堵漏。堵漏剂的选用至关重要，必须选择一种比较理想的堵漏胶。

(2) 对于检修工艺不良造成渗漏的处理方法如下：由于平时设备检修管理上的疏忽，检修工艺不高可能造成的渗漏要区别对待，分别采取不同的措施处理。

1) 主变压器导电杆的渗漏, 一般是由于安装、检修、拆接导线连接时强行紧固螺丝, 运行后受气温、负荷变化的影响, 使导线伸缩, 造成导电杆的密封胶垫受力不匀造成的。对此宜采用导电杆与导线连接处加装过度伸缩体的外部处理办法, 一般可避免渗漏。

2) 开关拐臂等有穿插处的渗漏一般是由于安装工艺上处理不当, 造成毛刺, 进入灰尘杂物使密封件拉伤而造成的。对此应在安装时应注意操作工艺质量, 或采用加级密封的办法可避免。

3) 变压器器身与散热器连接法兰处的渗漏一般是由于检修工艺不当、螺丝紧固用力不平衡, 使法兰处胶垫受力不均匀造成的。对此应在安装时, 打磨平整接触面, 对角方向紧固螺丝, 要用力均匀。另外, 采用角钢支架固定散热器, 使胶垫受力均匀, 就可避免渗油。

(3) 密封材料引起渗漏的处理方法如下: 充油设备的密封一般都是依靠橡胶体, 橡胶体是利用本身固有的弹性在两钢体间进行密封的。密封体由于制造厂家的不同, 性能差异较大, 一般应选择正规厂家的产品。在变压器大盖处, 各放油螺丝、套管等处的密封, 由于紧固时胶垫受力不均, 不能将钢体接触面的凹凸不平处完全压实, 加之使用胶垫性能差, 必将在运行中加速胶垫老化, 失去弹性, 导致油的毛细现象增强而引起渗油。对此必须选择合适的胶垫, 或自己加工胶垫。再者采用密封胶与密封垫配合使用的方法, 效果更为理想, 完全可以解决由胶垫引起的渗漏。

对于 10kV 少油断路器放油螺丝处的渗漏采用双密封的阻尼器较为理想。

(4) 油标处渗漏的处理方法如下: 油标处的渗漏, 一般都是由于长期运行玻璃老化造成纵向或横向裂纹引起的。对于较严重的, 更换玻璃即可, 对于小处渗漏无需更换玻璃的, 使用堵漏剂封堵的效果较好。

1-3-2 变电所（站）充油电气设备渗漏油部位及防范措施

变电所（站）内的充油电气设备渗漏油，不仅影响设备的安全正常运行，而且影响到变电所（站）的外观。

1. 充油电气设备易渗漏油的部位及其原因

(1) 油管路连接不紧，连接长度不够或没有采用防渗漏措施都会造成渗漏油。

(2) 强迫油循环管路的走向连接不妥，造成连接处渗漏油。

(3) 油枕油标玻璃裂纹或连接不严、呼吸器堵塞不通。

(4) 装有气体继电器设备的安装坡度没有按厂家要求，连接处也会渗漏油。

(5) 散热器焊缝处有砂眼或长年运行管壁锈蚀出现小孔隙会渗漏油，且不易被查出。

(6) 端盖或法兰本身变形不平，螺栓紧固方法不正确，放油阀门关不紧，都会造成渗漏油。

(7) 钟罩与底盘螺栓安装操作不正确，造成内应力集中，使橡皮垫局部受力不均而被挤压变形，出现间隙会渗漏油。

(8) 经常受振动部位未采用防振措施，造成螺丝松动渗漏油。

(9) 加油时，油位过高，当热膨胀时会冒油渗漏。

2. 充油电气设备渗漏油的解决办法及防范措施

(1) 对所有的管路，阀门的连接不得小于5牙以上，且应采用耐油麻纱加粘合剂进行连接。

(2) 安装变压器时，严格按厂家规定的升高坡度进行放置。放油管路的走向应正确连接，以保证安装质量。

(3) 对易受振部位，应采用软铜片或防振弹簧；对不同材质的连接，应用过渡片或涂锡，防止产生电蚀渗漏的现象。

(4) 在安装、检修过程中，吊罩揭盖拆卸或紧固螺栓时，严格按照相互对应以对角线的方式同时进行操作，对端盖或法兰在安装前应检查是否平整，必要时应先处理后进行安装。

(5) 安装或大修后，如果需要滤油或用注油方法补充油时，夏季注入的油量，应略高于油位器红线（中线），冬季注入油量，应略低于油位器红线。运行中应经常监视油位，保持在正常范围内，并作记录以利分析。

(6) 值班人员巡视检查油位指示器是否正确，玻璃管有无裂纹，呼吸器玻璃罐内硅胶是否变色或有堵塞现象。发现异常要随时安排处理。

(7) 放油阀门应铅封。取油样时，应由当班值班人员启封监护进行，放油样后及时关紧擦干并监视 8h，不渗漏油后铅封。保证放油阀正确启用。

(8) 为了保证橡皮垫使用可靠性，要抽样将橡皮垫在绝缘油中浸泡一至两天，观察有否被乳化变形，判定是否合格。

(9) 对运行年代长的散热器，检查发现有砂眼时，除用电焊补焊外，可采用铅丝嵌缝补眼，或用环氧树脂 40%、铁砂粉末 55% 作填充剂，三乙烯四氟 5% 作固化剂，在现场配制补眼，或用 502 粘合剂补眼。

总之，要做到变电所（站）内的充油电气设备不渗漏油，除了应提高安装质量和检修水平外，主要是加强运行维护工作，不断提高设备管理水平，发现问题及时进行处理，保证安全经济运行。

1-3-3 电力行业带油堵漏技术及堵漏胶的使用技巧

电力系统充油设备的渗漏油会使电气设备发生故障，且很难根除，严重地影响电气设备的安全运行。为解决电气设备的渗漏油问题，国内外相继研制出了带油堵漏的专用堵漏材料，并逐步形成了一门新技术——电力行业带油堵漏技术。目前，堵漏胶均是以高分子材料为基体，采用科学方法配制而成的双组分堵漏胶。例如 TS518 紧急修补剂、TS528 堵漏胶和 PSI 带压堵漏胶棒等。它们都具有良好的粘附性、耐油性和密封性。现简介堵漏技术。

1. 采用堵漏胶处理电气设备渗漏油的方法和技术

(1) 寻找电气设备的渗漏油点方法：①观察法。一般哪里最湿哪里就是渗油点，但不是十分准确，有待进一步检查核实；②触试法。用手或工具触试，检查时可自上而下触试，即能找到漏点；③涂粉法。在漏点附近涂上粉笔粉末后，观察哪里先湿哪里就是漏点；④水冲法。适用于强油循环变压器散热器的冷却器管子找渗漏点。在漏油严重时，管子很多看不见，借用油轻水重的道理进行检查，水冲时油浮在表面上，仔细观察水面，有油层时说明渗漏；⑤充氮加压法。将氮气充入油箱内，检查漏点，其压力一般为 50kPa (0.5 个大气压)，在加压前压力释放装置和油标等排气装置应封严。

(2) 渗漏点清理：清理渗漏部位的油污、漆皮、氧化层等脏物，使渗漏点部位露出金属本色。表面清理的方法一般有两种。①机械清理法。锉、砂布打、电磨、角向磨光机处理表面，再用汽油或丙酮清洗。②化学方法。用盐酸、硫酸清理表面。一般是这两种方法综合使用。渗漏点清理的技术要求要达到：渗漏点表面清理面积应大于漏孔面积的 10 倍；表面清理后应全部露出金属光泽，仅可带有变压器油；金属表面要求粗糙，为增大与堵漏胶的粘合面，必要时在金属表面打上麻点。

(3) 带油堵漏的方法步骤：

1) 采用 TS528 堵漏胶堵漏。将淡红色 A 胶和淡蓝色 B 胶按重量（可采用电子秤称量）比 1:1 调匀，然后将调配后的胶液敷在漏孔上，过几分钟后检查堵漏效果。如果仍然渗漏，除去胶再重调重堵；如果不渗漏，则用 TS518 补强。补强的方法是：将 TS518 的 A 胶和 B 胶按重量比 1:1 混合调匀，然后把混合胶液均匀地敷在 TS528 上，除去多余的胶液，待其固化。在 25℃ 环境温度下，TS528 在 5min 以内固化；TS518 在 10min 以内固化。固化后即可使用。

注意事项：调胶后必须在 5min 内完成堵漏操作，否则胶液固化失效；调胶和堵漏两个操作过程均应迅速、准确。

2) 采用美国产 PSI 带压堵漏胶棒堵漏。按渗漏孔缝大小切取胶棒，将切取的两片不同的胶泥充分混合揉和，然后将揉匀的胶泥挤压在渗漏孔缝上，并沾水整理胶泥表面，除去多余的胶泥。过几分钟后检查堵漏效果。如仍渗漏，应除去胶泥再重堵，直至取得良好效果。待其固化。在 25℃ 环境温度下，3min 固化，1h 以后可投入使用。

注意事项：调和胶棒和堵漏两个操作过程要迅速、准确，调和胶棒后必须在 3min 内完成堵漏操作，否则胶泥固化失效。

2. 堵漏胶的使用技巧

(1) 外罩法：变压器散热器、套管等都有放气螺钉，散热器下部还有放油螺钉。如果放气、放油螺钉密封垫压缩量不够或压缩量过大失去弹性以及密封垫老化失去弹性出现裂纹，都要发生渗漏。如果是密封垫压缩量不够出现渗油，拧紧螺钉就可解决。对于其他原因出现的渗漏油，处理的方法有两种：一是常规方法，将设备停电、放油、更换密封垫，但停电时间长、工作量大、影响供用电；另一种方法就是外罩法。按图 1-44 所示放气螺钉（或放油螺钉）的外形尺寸，加工一个铁罩，并将铁罩用堵漏胶粘堵在放气螺钉（或放油螺钉）上，如图 1-45 所示。此法还可应用在螺栓渗漏油等情况处。待设备大修时，可将铁罩砸掉，进行彻底处理。

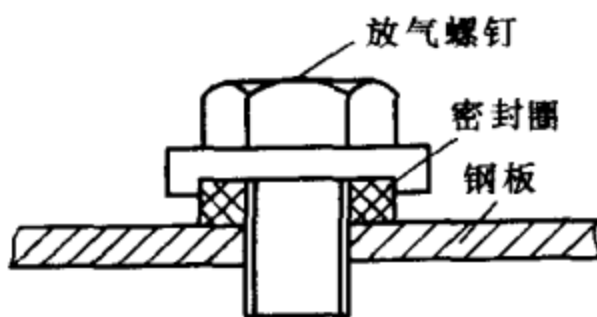


图 1-44 放气螺钉示意图

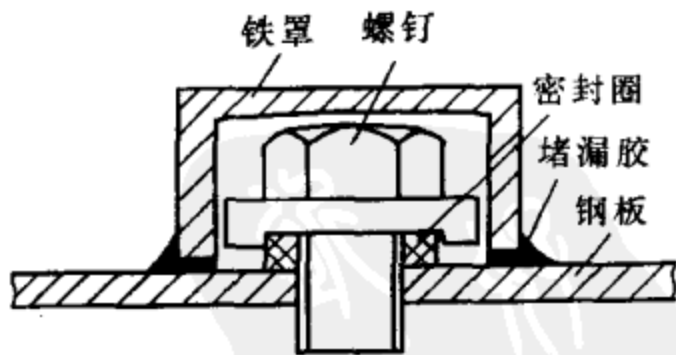


图 1-45 外罩法堵漏示意图

(2) 夹具法：变压器冷却器内部管子渗油时，因管子间距离很小，一般工具不好处理。为了不停电，不放油进行堵漏，可用堵漏胶与特制专用夹具配合，将夹具卡在渗漏油的管子上，然后

适当上紧夹具螺栓，用堵漏胶把漏孔堵住，达到止漏目的，如图 1-46 所示。

(3) 吸附法：在环境温度低于 0°C 工况下堵漏，堵漏胶固化时间长，如电气设备油箱的内压力很大，在堵漏胶还没有固化时，油从胶里渗出，当胶固化后，胶里形成油隙会继续渗油。为此，可在堵漏表面敷上 0.75mm 厚的铁皮，再用永久磁铁吸在油箱漏油处敷的铁皮上，以达到堵漏目的，如图 1-47 所示。在堵漏胶固化后，可取掉磁铁。

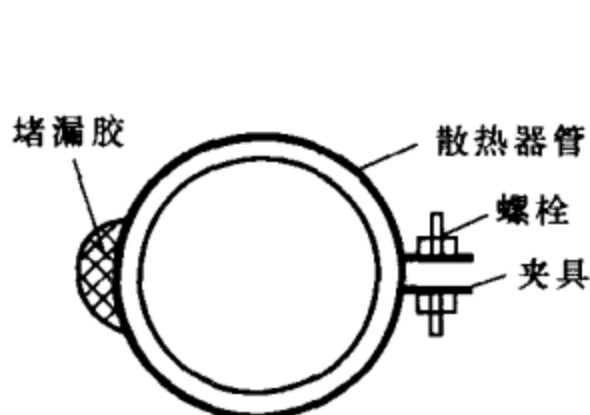


图 1-46 夹具法堵漏示意图

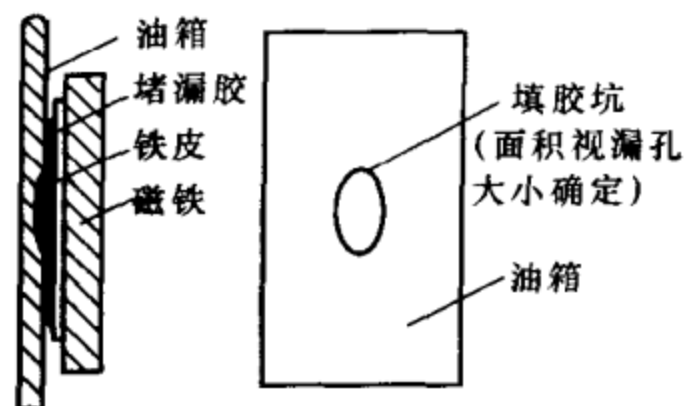


图 1-47 吸附法堵漏示意图

1-3-4 防止配电变压器低压套管处渗漏油的方法

配电变压器渗漏油不仅污染环境，而且威胁着配电系统的安全运行。在配变事故中以漏油为先导而被烧毁的事例不胜枚举，因而配变渗漏油应及时处理。现就运行中的配变在低压套管处发生渗漏油的机理作一些分析，并提出预防措施和解决办法。

配电变压器低压套管的密封情况如图 1-48 所示。其端部是依靠瓷盖下面的橡胶珠来完成的，橡胶珠密封圈（俗称“算盘子”）因紧紧裹在导电杆上，它的工作条件与变压器运行状况息息相关。这个密封圈系耐油橡胶，由

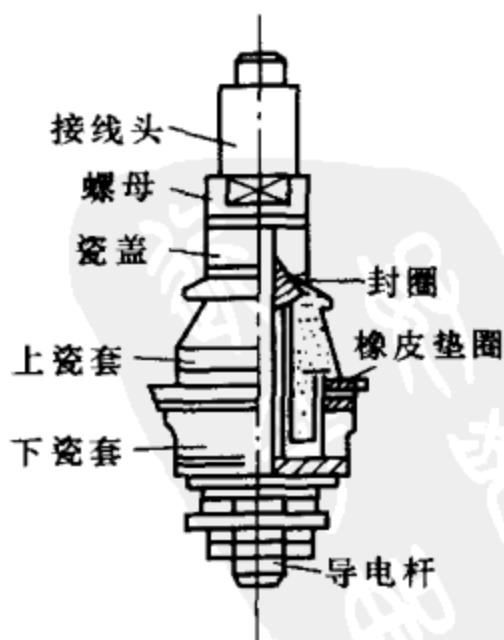


图 1-48 配变低压套管示意图

氯丁或丁腈混炼硫化而成，使用温度为 $-35^{\circ}\text{C} \sim 90^{\circ}\text{C}$ ，最高使用温度为 150°C ，如果超过这个温度，将变质发脆，不起密封作用。所以研究探讨低压套管渗漏油问题，其中之一就是在低压接线端上避免产生不正常的温升。

低压套管根部的橡皮垫圈远离导电杆，与变压器其他部位密封似乎没有什么区别。但是，由于低压引出线截面大，低压套管根部瓷裙小，引出线形成的机械外力往往会破坏橡皮垫圈上压力的均衡，导致渗漏。针对这两个方面提出如下防止方法。

(1) 采用软连接过渡，以减少机械外力。

1) 采用“簧片”连接：配电变压器低压采用铝排引出线时，运行中的铝母线热胀冷缩所产生的机械力无法释放，使低压接线端受力，如图 1-49 所示，在橡皮垫圈处形成漏油的缝隙。因此，对采用铝排引出的低压母线排，必须在母线和套管之间用软连接过渡。软连接补偿装置如图 1-50 所示。簧片数量及螺栓长度选择如表 1-8 所示。

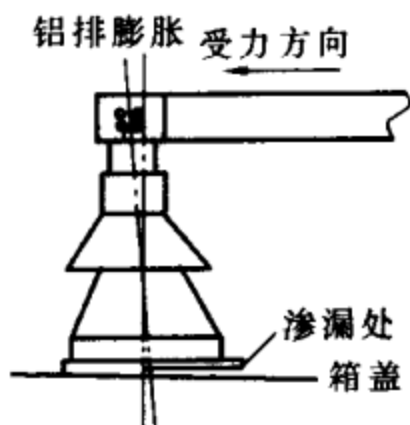


图 1-49 低压套管受力示意图

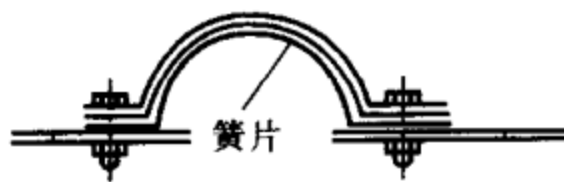


图 1-50 软连接补偿装置示意图

表 1-8

补偿装置簧片数量及螺栓长度

汇流排厚度 (mm)	下列条数时簧片数		下列条数时螺栓长 (mm)	
	1	2	1	2
10	22	43	75	95
8	17	33	70	85
6	13	25	60	75

2) 采用垂线形跳线连接：配电变压器低压用铜绞线或铝绞

线作引出线时，应按规定尺寸设计变压器台，使跳线保持适当的高度。低压跳线应平滑自然呈垂线形，不应过紧或过松，如图1-51所示，以免产生应力。

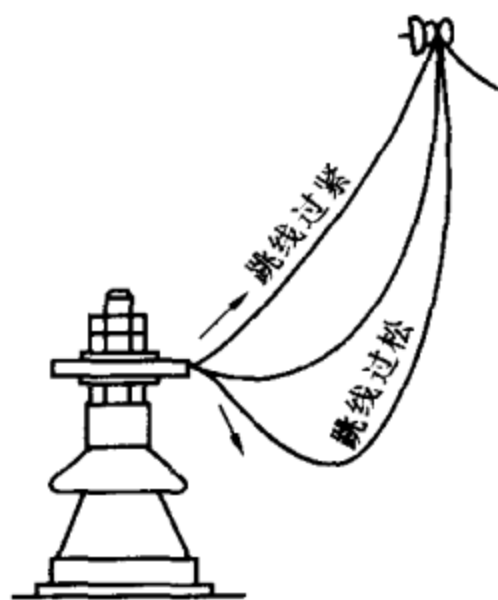


图 1-51 低压跳线示意图

(2) 铜铝合理过渡，以减少电化(接触)腐蚀。电化腐蚀作用会使接线端接触不良产生跳火，引起接线端发红，甚至起火，在这种状态下工作的密封圈会很快变质，不起密封作用。铜和铝直接连接的接线端，电化腐蚀作用显

著。特别是柱上变压器，常年处于恶劣的自然条件中，电化腐蚀作用极为迅速。在一些配电变压器上发现，仍有采取铝绞线打圈直接连接的低压接线端。一般说来，超过 16mm^2 的铝绞线打圈做线鼻是相当困难的，勉强做成的线鼻，将因散股等原因造成雨水的侵入，加快了电化腐蚀。

值得指出的是，有些工矿企业的电工往往只重视配电变压器低压 a、b、c 三相线的连接，而忽视对中性点 N 接线端的处理。当三相负荷不平衡而中性线上电阻又不符标准时，中性线的零序电流产生的压降不等于零，电化作用也会发生。

(3) 紧固件结构应合理，以减少接触电阻和涡流损耗。

1) 铜铝过渡线夹：接线端紧固件情况如图 1-52 所示。从低压电流通过的途径看，上下垫圈与线夹的实际接触面是很重要的。若以 A 代表接触面积(见图 1-53)，则

$$A = \frac{\pi d_1^2}{4} - \frac{\pi d_2^2}{4}$$

两个面上的接触电阻为 $R = \frac{2\rho l}{\pi(d_1^2 - d_2^2)}$ 因 $\frac{2\rho l}{\pi}$ 为常数，当导电杆为 M12 时，如采用 M12 铜垫圈，外径为 16mm，计算结果表明，当线夹钻 13mm 孔时， R 增加 1.3 倍；钻 14mm 孔时， R 增加 1.8 倍；钻 15mm 孔时， R 增加 3.6 倍。由此可见，大孔径的配合是

不符合工艺要求的。为保证线夹的质量，还应打磨接触面并涂中性凡士林。

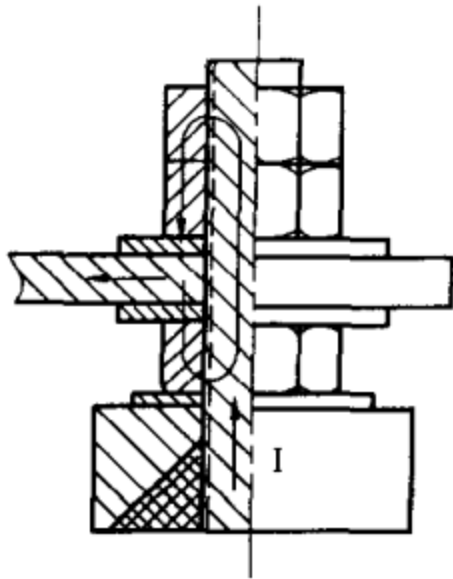


图 1-52 低压套管接线示意图

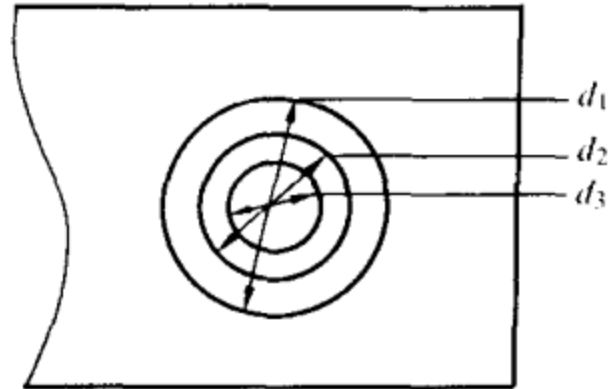


图 1-53 线夹和垫圈接触面示意图

d_1 —垫圈外径； d_3 —垫圈内径；

d_2 —铜铝过渡线夹孔径

2) 垫圈：在一些不注意检修工艺的配电变压器上，经常看到采用铁垫圈或受过腐蚀有麻点的垫圈。这等于在电流通路中串联电阻，而且铁垫圈还伴随有磁热效应的发生。当低压套管的导电杆内电流穿过铁垫圈和铁螺母时，磁滞与涡流损失消耗的有功功率增加了接线端的热量。在较大容量配变上，曾发现铁垫圈烧红以致与铝排熔结在一起的情况。所以应采用铜垫圈。

3) 螺母和导电杆：螺母和导电杆的丝扣牙连接，是电流的必经之路。丝牙接触面与螺纹内径成平方关系。在非标准件的车制品中，常因导电杆螺纹的中径小或螺母的中径大而配合太松，以致接触不良，发生丝牙烧毛，接线端过热现象。遇此情况应更换导电杆。如是薄型螺母应更换为丝牙较多的螺母或再增加一个螺母。应该指出注意的是：并帽螺母不是可有可无的，它既起防松动作用，又起电流通路作用。

上述产生热的原因，可能是一种或数种同时发生。特别是铝线直接打圈连接缺点甚多，不但迫使采用大规格垫圈，铝绞线与垫圈又为麻面接触，而且铝线易生成高电阻的氧化膜，因此这种

电气连接方法应该杜绝。无论从电阻还是磁热的角度出发，铁垫圈对电气连接都有害无益。故应严禁使用。

(4) 密封老化的延缓。除了上述各注意事项外，还要注意延缓密封圈的老化。密封加速老化的原因有：①压力过大，使密封圈产生永久性变形。垫圈的压缩厚度以不超过 30% ~ 40% 为宜。②三相负荷不平衡，造成某相导电杆过热运行。该相密封圈首先老化而累及整体。③负荷变化大，造成低压接线端的封圈随着负荷曲线的波动而频繁地热胀冷缩。可见，调整负荷曲线不仅具有经济意义，对延长密封寿命亦有益处。

1-3-5 防止电力变压器渗漏油的检修施工工艺

电力变压器渗漏油几乎是变压器的通病，虽说小渗小漏无碍于安全运行，但渗漏油的变压器外壳易积灰垢，影响外壳的散热，一旦油位低于箱盖，还会造成内部闪络。

电力变压器渗漏油的主要原因是安装、检修的施工工艺问题，其次是材料问题。若材料选用可靠，加工工艺正确，变压器渗漏油是可以避免的。

检修施工工艺方面，箱沿、箱盖的衔接面要平整；螺孔距离不应太稀，螺栓直径不可过小；箱盖套管孔的边缘不可有锐角使垫衬压伤；瓷套受压面要平整；油箱、散热管焊接要良好，不可有焊渣孔；大型变压器的法兰要内外焊接；开关与平面阀的转动轴密封处垫衬压紧要适当，太松会易渗漏，太紧会使轴不易转动，甚至会使开关胶木轴扭断；圆型橡胶条接头处要削成斜坡，斜坡长度与直径之比约为 5:1；斜面要粘合，接头处要放在直线部位，防止圆垫滑入箱内；橡胶条受压时不可压得太紧，以免影响弹性，一般可压缩至原来厚度的 $\frac{2}{3}$ ~ $\frac{3}{5}$ ，最好能有止压的限位措施；套管的平板圆圈垫衬厚度要适当，一般为 6mm 厚，不宜太宽，太宽单位压强不够会易渗；瓷套的箱盖孔不可太大，不然会使垫衬放不准；橡胶垫衬宜隐蔽，防上日光的照射，不使其早期龟裂；放油阀门的外端可用有肩胛的塞头旋上，在肩胛处

放上橡胶垫圈等。

材料质量问题方面，耐油橡胶垫系属丁腈橡胶的制品，其浸于油中不发胖、不增重过多、表面不发腻。油箱的钢板焊接要采用相应牌号的焊条，焊后受力不会产生裂缝；钢板、铸件要优质，不可有夹缝、砂眼等。

为了使变压器不渗漏，在变压器竣工后需做压力试验检验。油箱储油柜一般能受压 $0.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 。可在储油柜的油面上加气压，维持 16~24h 应无渗漏，如果能用约 60°C 的热油试漏则效果更好。

1-3-6 涂抹双管粘胶剂堵充油电气设备渗漏油

充油电气设备的砂眼、气眼渗漏油，可用涂抹双管粘胶剂堵漏。具体操作方法步骤如下：先将砂孔周围的油污洗净，用抹布将砂孔渗出的油吸收，然后迅速用干燥的肥皂用力挤擦砂孔缝隙，待肥皂将砂孔堵住后，用调好的通用双管粘胶剂均匀地涂抹在渗漏砂孔处，然后用灯泡烘烤 1h 后即可固化。

注意：为提高粘胶强度，粘胶剂 A 管对 B 管的配比为 2:1，如环境温度较低，须对粘胶剂及砂孔缝隙加温。

1-3-7 采用快速 502 胶粘剂与 703 固化硅橡胶混合使用方法处理充油电气设备渗漏油

采用快速 502 胶粘剂与 703 固化胶混合使用的方法处理充油电气设备渗漏油，其具体操作方法如下：

(1) 首先将渗漏处用布擦拭，再用丙酮、酒精去除脏污物，使渗漏处清洁无秽。再用砂布等将渗漏处稍加砂磨。

(2) 用 502 胶涂在渗漏处，涂 2~3 次，但每次用量要少，使涂层厚度小于 0.1mm ，过多反而效果不好。

(3) 待干涸后（仅需几秒钟），再用 703 固化胶在外面封涂几层即可。

上述处理渗漏的方法，可应用于处理变压器、油断路器等充

油电气设备的渗漏油缺陷，如法兰与大盖间、少油断路器静触头与筒体间、变压器大盖与油箱间、阀门、放气螺丝等部位均可使用。操作中如更换阀门、橡皮垫（条）等则必须先放油，然后在橡皮垫（条）上涂 703 固化胶后紧固，紧固后外面亦可再涂些固化胶。如不更换设备，只处理阀门、套管、放气螺丝处渗油，则不必放油，只需将渗漏处擦净，紧固后涂上 502 胶粘剂与 703 固化胶即可。

1-3-8 合成胶粘结充油电气设备渗漏油的砂孔和裂隙

配制“合成胶剂”用于充油电气设备（变压器、油断路器、互感器等）的砂孔、焊缝、裂隙渗漏油的粘结。

(1) 配方：合成胶采用 α -氰基丙烯酸乙酯胶液和铅（锡、锑）金属粉末（其中任意一种或两种都可），以 1:3 组合配制而成。该胶液属高分子化合物，具有快速固化功能。一般在晴天，气温 15℃ 左右、15s 内即可固化。同时还产生氧化物薄膜，对充油电气设备的渗漏孔隙不但有填充和封堵作用，还对封堵孔隙的表面起防腐保护作用。粘结后 24 ~ 48h，其抗剪强度达 9.6MPa，抗拉强度达 60MPa，承压力达 0.55MPa。

(2) 优点：取材配制容易，价格低廉，使用工具简单（一般有一套小型组合工具即可），操作方便，清污除漆不要求过严，效果显著。

1-3-9 不吊芯处理电力变压器分接开关渗油

电力变压器分接开关渗漏油，通常采用吊芯处理，即吊起器身，重新更换一台新开关。用这种方法有几个缺点：① 拆装低压母线可能造成低压套管漏油；② 箱盖密封不易处理；③ 停电时间长，因要拆装高低压引线，至少要半天。

电力变压器分接开关的渗油有两个地方。一是沿箱盖上端开关孔处，二是分接开关芯子转轴处，而且绝大多数的渗油均发生在芯子转轴处。如果确属芯子处渗油，可采取如下方法处理：打

开分接开关保护罩，拆下开关调节把手，擦去渗出的油，然后倒入少量丙酮用小毛刷轻轻刷去，这样残存的变压器油也被带走。再拧紧芯子密封的压紧螺帽。如属耐油橡胶破损，则有必要更换同尺寸的耐油“O”形圆环，再按上述方法压紧。然后依次装上拆下的调节把手、保护罩。全部工作就告结束，所用时间不到1h。这里需要提出的注意事项：在压紧螺帽时不要让转轴转动，如果动了则要回复原位，并测量直流电阻。

1-3-10 采用錾铆法处理充油电气设备渗漏油

充油电气设备渗漏油，用简便的錾铆法处理，具体方法步骤如下：

(1) 清理设备渗漏油点位置表面脏物。处理渗漏位置表面应先将油污垢、铁锈、灰尘等清洗干净。工具可用钢丝刷、锉刀、砂纸等，还可用磨光机，手提砂轮机。而后再使用棉纱、擦布、脱脂棉等蘸适量汽油、酒精对渗漏位置表面进行彻底清洗并揩干。

(2) 使用专用錾子处理设备渗漏。錾铆操作需使用钢制成的专用錾子，操作要领是：手握錾子偏 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，沿着渗漏缺陷位置的边沿进行錾铆，一下一下地向渗漏点逼近，锤子击在錾子端头要稳准，力量要均匀。但要注意被处理设备器身金属钢板材的厚度，谨防用力过猛錾子錾穿金属钢板漏油。只要錾铆操作配合得当，角度掌握正确，小穿孔、砂眼、裂纹等渗漏油缺陷都可以用錾铆法处理。

(3) 如果渗漏孔大，可采用低压熔断丝填料插入法。根据漏孔、砂眼的直径大小，把低压熔丝插进漏孔里，再采用錾铆法处理。

(4) 对放油螺栓、固定螺丝渗漏的处理。在螺栓丝扣上缠绕“铅”型细低压熔丝，然后用扳手平稳紧固，效果也不错（放油螺栓帽下垫铅皮垫圈）。

(5) 以上各类渗漏缺陷处理后，经认真观察确认不再渗漏，

再对处理过的渗漏处表面涂漆。涂漆前，把銼铆的小痕迹凹凸不平处用腻子抹平处理，待腻子干后再涂原色油漆。

1-3-11 电力变压器高、低压套管充灌铅锡剂防爆措施

要想防止变压器高、低压套管在运行中沿引出线渗漏油，可用铅或锡熔化后浇灌入套管内。灌时因铅或铅液温度高，可能导致套管爆炸。可采用简易防爆措施，即将新套管放在水里煮，然后立即取出浇灌可防止爆炸。

1-3-12 防止 SN10-10 型少油断路器渗漏油对策

SN10-10 型高压少油断路器是 20 世纪 70 年代初推广使用的产品，但它比旧型号 SN1 和 SN2 型密封地方多，所以造成渗漏油的机会也多。少油断路器渗漏油后，如果油位低于油标上的最低限位时，必须停电加油或处理，这样就影响正常供电。针对 SN10-10 型少油断路器各油封部位因各种原因造成渗漏缺陷，采取有效的防范措施和处理方法。

(1) 放油部位。放油螺钉常有渗油现象存在，如图 1-54 (a) 剖面图所示。经摸索与分析，认为受下列原因影响：①原装放油螺钉是带有油道的空芯螺钉，封住油道的油是靠螺钉上端一片约 1mm 厚的皮质油封。皮质油封由一片很薄的 U 形钢片锁扣住。经检修证实，这片 U 形钢片很容易损坏；②放油螺钉原来的密封圈，均是采用红钢板纸、铅板、聚四氟乙烯等材料加工的，因绝缘油黏度小、渗透力强，无法杜绝渗油现象。对此，采取了如下措施，如图 1-54 (b) 所示：①将阻尼器的放油螺孔，原孔无托位改为有托位，如将 SN10-10 II 型少油断路器原放油孔直径由 16mm 扩大至 22mm、深 2mm，加工成一托位（也有的放油孔直径是 12mm 的，可扩大至 18mm、深 2mm）；②淘汰有油道空芯的放油螺钉，改成实芯并带有挡油槽的放油螺钉，挡油槽切削宽度为 4mm，深度要求低于螺纹；③采用 4mm 厚的耐油橡胶板自制油封，紧嵌在挡油槽内，

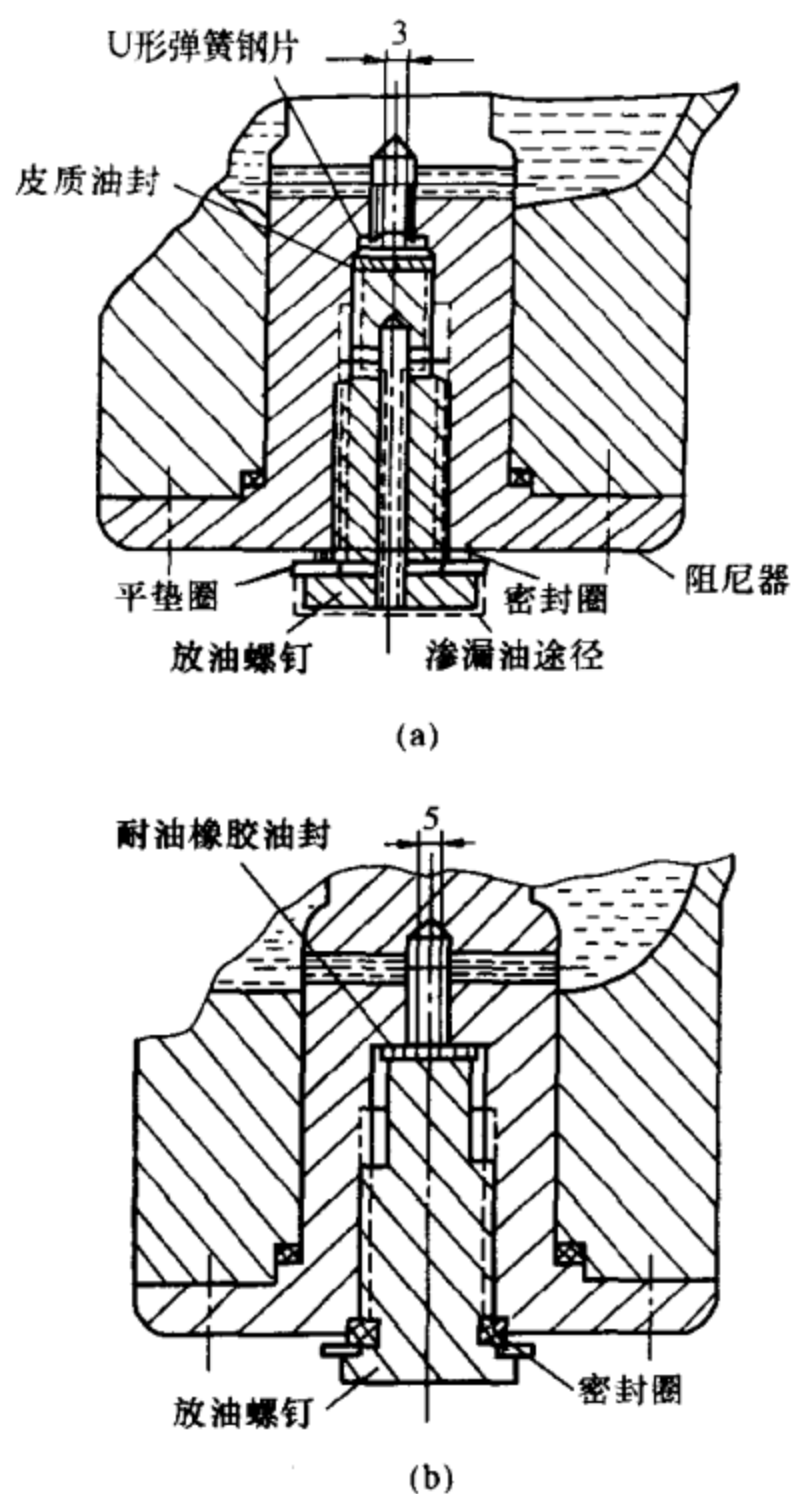


图 1-54 放油螺钉剖面图

(a) 原装未改进; (b) 改进后

代替原有油封; ④将原放油螺钉上端的直径由 3.5mm 改为 5mm, 并采用 2mm 厚的耐油橡胶板自制小油封, 代替原有的皮质油封和 U 形钢片锁扣。后来生产的 SN10-10 型少油断路器产品, 其放油螺钉已普遍采用了实芯螺钉, 但只有一个油封。对此还是采用两个油封 (一大一小) 好, 起双重封油作用。通过上述四项措施后, 当把放油螺钉拧紧时, 自制油封受压而膨胀, 就可防止变压器油沿螺纹渗爬出来。

(2) 阻尼器部位。由阻尼器、密封圈及 4 颗螺丝组成。如基座下侧止口与阻尼器密封圈配合不当，或 4 颗螺丝上得不均匀，都将造成渗油现象。在每次检修更换阻尼器内的密封圈时，要求放尽断路器内的油。在装阻尼器前，将止口及基座与阻尼器的接触面和基座上的 4 个螺孔，都要抹净油迹。因放油时有少量油渗入孔内，如不抹净油迹，待上好阻尼器后，放油时流入螺孔内的少量油将沿螺纹渗爬出来而聚集在 4 颗螺丝头上，形成假渗油（挂油）现象。更换阻尼器的密封圈，如缺乏备件，可采用 4mm 厚的耐油橡胶板加工代用。

(3) 基座中部定位螺钉。首先将基座中部的定位螺孔，原无托位改为有托位，如图 1-55 所示。如螺孔直径 12mm，扩大至 18mm、深 2mm；定位螺钉的加工及油封的加工方法，与放油螺钉加工方法是一样的，可淘汰原有定位螺钉及原有油封。

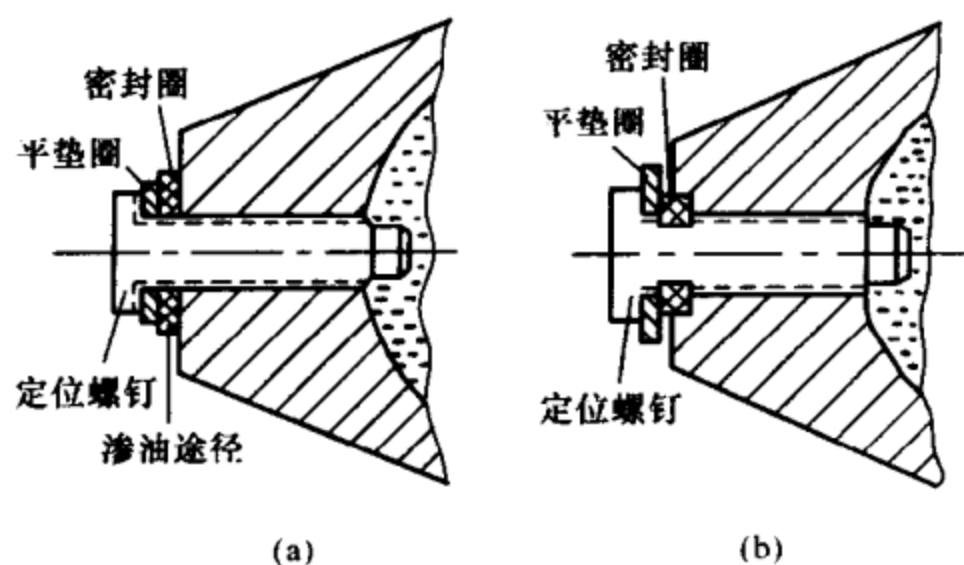


图 1-55 基座中部定位螺钉示意图

(a) 改进前；(b) 改进后

(4) 活动拐臂轴部分。活动拐臂轴的封油，全靠唇形水泵油封来实现，如图 1-56 所示。开关内的油主要用于灭弧和绝缘，因变压器油黏度小、渗透力强，而活动拐臂轴又经常转动，难免油会沿轴渗漏出来。渗出来的油聚积在拐臂附近，形成油珠（即谓挂油）。为此采用 2mm 厚的耐油橡胶板，自制一个油封，紧贴装在唇形水泵油封上，以 0.7mm 厚的镀锌铁皮做垫圈，代替原

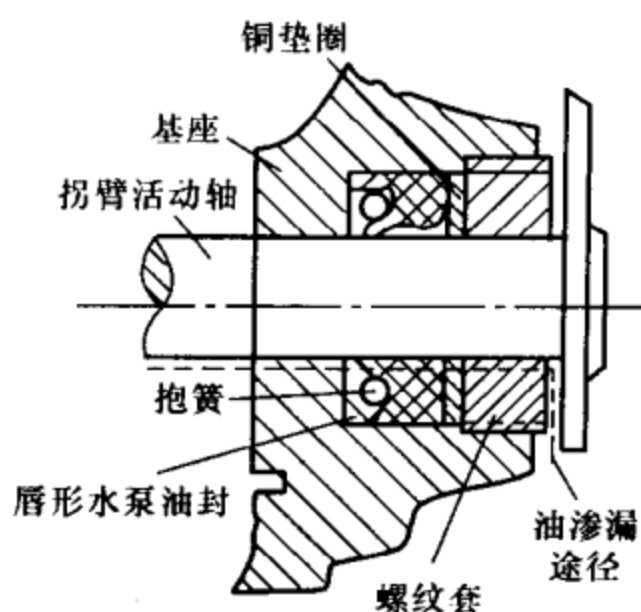


图 1-56 拐臂油封剖面结构图

有 2mm 厚铜垫圈，再装上螺纹套（图 1-56 中未画出），这样等于加大油封与轴的接触面，起着双层封油的作用。

(5) 上接线座和下接线座。因密封不严会引起上、下接线座处渗油。经摸索与分析，原因是阶梯型止口高为 3mm，而密封圈厚 3.5mm。对此采用 4mm 厚的耐油橡胶板，自制密封圈，

可取得改善的效果。

(6) 装配工艺。SN10-10 I 型少油断路器中部绝缘筒内下侧有个铝压圈，压圈本身下侧周围已压制条槽，槽内框有环形弹簧圈，由 4 颗内六角螺钉与下接线座相连，如若装放不正，环形弹簧圈移位变形都将带来隐患：如铝压圈没放平，压圈上 4 个孔位即与下接线座的 4 个螺孔没对正，拧 4 颗内六角螺钉时，容易把下接线座螺牙搞坏，造成渗漏。铝压圈装得不平，还会造成中间孔位偏心，活动导电杆无法在中心孔内自由活动，有擦边现象存在而造成阻力，导致使合闸有困难。在安装铝压圈时，应尽量放平为妥，在拧紧 4 颗内六角螺钉时，如均已对正孔位，拧螺钉时会感到轻松自如。

1-3-13 改进少油断路器放油螺栓和拐臂的压圈，防治少油断路器渗油

SN10-10C 和 SN8-10C 少油断路器的放油螺栓原为 M10 标准螺栓。检修后如拧得松，会渗漏油；但拧得过紧，则可能将胶圈压跑、变形，也引起渗漏油。并对此种情况，将放油螺栓改进为图 1-57 所示形状，将密封胶圈嵌入槽内，胶圈受压后不偏不跑，这样可防治渗漏油。

该型少油断路器原有拐臂的压圈有冲孔两个，如图 4-58

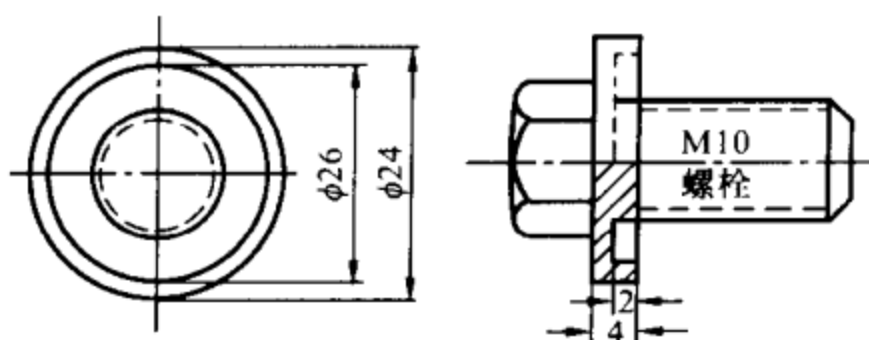


图 1-57 改进的放油螺栓示意图

(a) 所示。因拐臂挡着，所以运行中无法冲紧和调整压圈，必须全拆进行调整。这样，检修时既费工又不能保证消除渗油。对此将压圈厚度增加 3mm，其他尺寸不变，并在增加部分的外端面铣成六角形便于扳紧，如图 1-58 (b) 所示。这样改进后，在少油断路器检修安装时，如发现渗油现象，可随时用一个 2.5mm 厚钢板制作的专用扳手压紧。既可处理了渗油，又省去了全拆调整的麻烦。

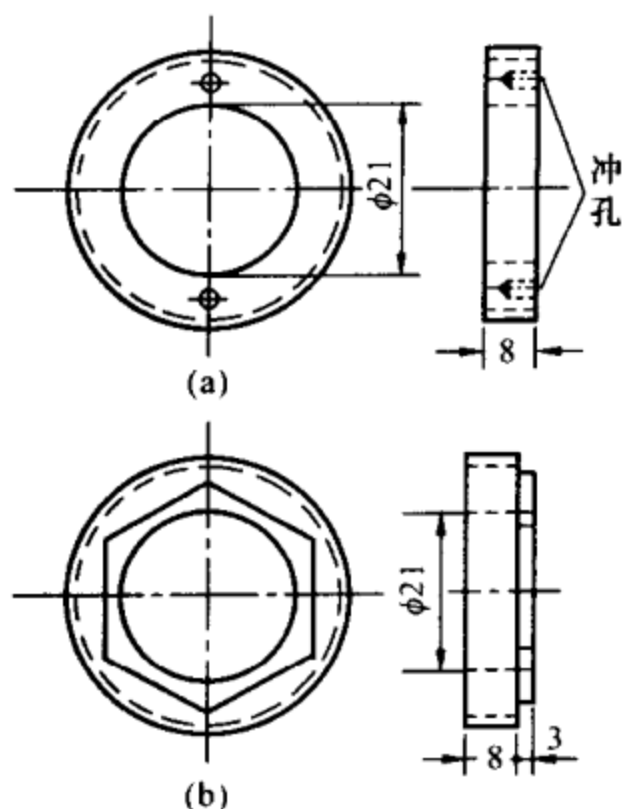


图 1-58 拐臂的压圈示意图

1-3-14 处理少油断路器梅花触头下部渗漏油的方法

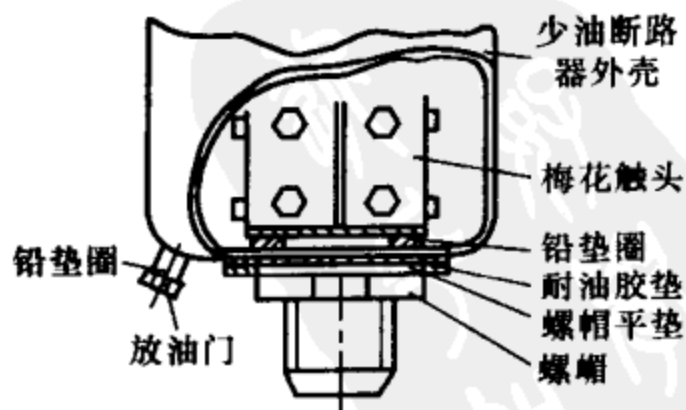


图 1-59 梅花触头下铅、胶垫并用示意图

一些工矿企业的 10kV 高压配电装置中还采用 SN1-10、SN2-10 等老式少油断路器，其梅花触头下部用钢纸垫，密封不严易经常渗漏油，对此，如有条件的话，采用标准 $\phi 22$ 、 $\phi 27$ mm 组合密封垫圈更换钢纸垫，可取得消除渗漏

油缺陷的效果。如果条件不具备，采用梅花触头下部铅垫、胶垫并用的方法处理，如图 1-59 所示。铅圈必须为圆形，焊接时要焊得牢，在焊口上不得凸出或凹进；胶垫用 10mm 厚的耐油胶板，梅花触头螺杆直径为 $M18\text{mm}$ ，胶垫内眼直径为 $M17\text{mm}$ 。在紧螺帽时胶垫压进 $1/2$ ，铅垫也正好压进 $1/2$ 。这样基本上达到不渗油效果。注意：每次检修必须更换铅垫圈，胶垫无明显损伤可用三次。

1-3-15 解决少油断路器渗漏油的检修工艺

SN1-10、SN2-10 以及 SN6-10 等老式少油断路器的渗漏油点主要是在固定桩头、放油阀、油标等处。在开关解体大修时，要按检修工艺顺序检修。从开关内部取出的零部件，要用干净的变压器油清洗，用洁白的绸布擦干净（不可用土毛巾及棉纱头擦拭），并且分相放在盘内，特别是油阀、油标、固定桩头。然后用丙酮擦几遍，将变压器油擦净，不留油渍。必须注意不可用汽油擦洗，因实践经验说明汽油擦净的固定桩头仍有渗油现象（拆下用汽油擦净的固定桩头时，发现橡皮衬垫上有一条条细小的油路而引起渗油）。用丙酮擦净的固定桩头再行组装投运后，就不渗不漏；再次大修拆下固定桩头时，经详细检查，固定桩头衬垫都非常干净。

对固定桩头与油箱底部的橡皮衬垫，可采用 3mm 耐油橡皮，用皮带冲自制。固定桩头使用的 3mm 橡皮垫片，一般用砂皮打毛两面，组装前油箱底部必须用丙酮擦去余油。橡皮衬垫用砂皮打毛，这样在紧固桩头大螺母时，一不会松动，二可拧紧。

上述检修工艺经实践中反复验证，可以解决老式少油断路器渗漏油问题。

1-3-16 用酪素胶制作变压器的顶盖封圈

可靠的密封对变压器来说是很重要的。例如变压器的顶盖封圈，由于变压器油枕的存在，其盖缝处的油压比大气压力要高，

如果封圈损坏，油就会不断地从损坏处漏出，将严重地影响变压器的安全运行。

更新顶盖封圈可购置耐油橡皮密封圈，也可以自制密封圈。要是自制，可用 1.5 ~ 2mm 厚的纸板先切成纸条，然后照封圈尺寸做一个木模，把纸条用预先配制成好的酪素胶一层层粘贴到这模子上。粘贴时必须注意纸条接头的地方相互至少要离开 50 ~ 60mm（对于容量 100kVA 以下和以上的变压器衬垫宽度为 15 ~ 17mm 和 20 ~ 23mm 就已足够）。衬垫制成后，疏松地缠上布带，并放置直到酪素胶完全干透。

在更新顶盖封圈时，应严格注意清洁工作，安装前，应先把外壳架上的污泥或油垢彻底清除干净，架面用干净布擦干，然后在密封圈的上下两面均匀地涂上酪素胶，然后把封圈安放在架上，要注意摆正摆平。将变压器大盖对准螺钉孔盖好大盖，然后固紧顶盖螺钉。值得注意的是紧固螺钉时要对称地同时紧固，不能先紧一边后再紧另一边，要使得顶盖各处所受压力均匀，大盖与架面留的缝隙要基本一致，这样能使顶盖不变形。在顶盖封圈安装好后 5h，就可用油泵向变压器内加添油。

酪素胶的配制方法如下：将三份（以 g 为单位，下同）干酪素溶入六份温度为 30 ~ 40℃ 的开水或蒸馏水中，将混合物充分搅拌后，静置 3 ~ 4h，然后加入一份浓度为 15° ~ 20° 的氢氧化铵（ NH_4OH ）溶液（即氨水）搅拌均匀，静置 1h，最后再加入三份蒸馏水稀释，搅拌成似透明稠浆糊状，这样酪素胶便制成了，就可应用。

实践证明，用上述方法制取酪素胶，在变压器密封修理中应用，密封效果很好，密封性能牢固可靠。

1-3-17 用液体石蜡封闭蓄电池液面

固定型开口式铅蓄电池在充放电过程中，因无特殊密闭装置，电解液挥发形成酸雾，既腐蚀设备，又影响人体健康。对此，可在蓄电池里加进不溶于水的且密度小于水的医用液体石蜡

(又名液体凡士林)。它不参加化学反应，又不易挥发，漂浮于电解液的表面，对限制电解液的挥发有不错的效果。

蓄电池需添加电解液或蒸馏水时，可照常倒入，液体石蜡照常漂浮在表面。测量电解液密度时，应考虑到液体石蜡加入量对密度表读数数值的影响。为此，应在加液体石蜡的前后进行仔细的比较测量，取得一个准确的密度读数校正值，以便对读数进行校正（实践经验：每加 1mm 深的液体石蜡，密度读数应加 0.001 左右的校正值）。

1-3-18 用自凝牙托粉和自凝牙托水修补电冰箱铝制蒸发器漏孔

冰箱中的铝制蒸发器经使用一段时间后，由于腐蚀或其他原因，易于出现很小的漏孔，导致机内制冷剂外漏，冰箱不能正常制冷。修补电冰箱铝制蒸发器漏孔的方法很多，简易实用的方法是：将蒸发器的漏孔找到，处理干净；用自凝牙托粉和自凝牙托水，以 10:6 的比例调和，待数分钟后，粘丝初期（此时流动性好，且易粘附于器械）涂于漏孔处。面积视漏孔大小而定，厚度以 2~3mm 为宜。本法具有操作简便、易于掌握、成本低廉、效果良好等优点。

1-3-19 洗衣机甩水桶漏水的补救法

洗衣机长久使用，甩水桶易局部漏水。经检查得知，大多是由于碗形密封圈内的塑料涨圈弹力变小所致。此处理方法是：可在碗形圈的底面圆周外侧，象补自行车内胎一样，再贴上条 16mm 宽的橡皮内胎。经此处理后的碗形圈使用效果良好，甩水桶漏水故障即可排除。

1-3-20 处理洗衣机进水转换开关漏水两方法

双桶洗衣机（如 XPB-20-4S 型）的进水转换开关（简称三通），虽有锁紧密封盖，但在往桶内注水时，从轴孔处仍有向

外漏水现象，严重时漏出的水从控制盒底板往下流，直接威胁到洗衣机底部电机的绝缘安全。对此，解决的简易办法有两种。

(1) 根据三通底座大小，选一比底座面积大的接水盘（接水盘可用塑料盒、铝盒改制）垫在三通底座的下面，一旦三通阀漏

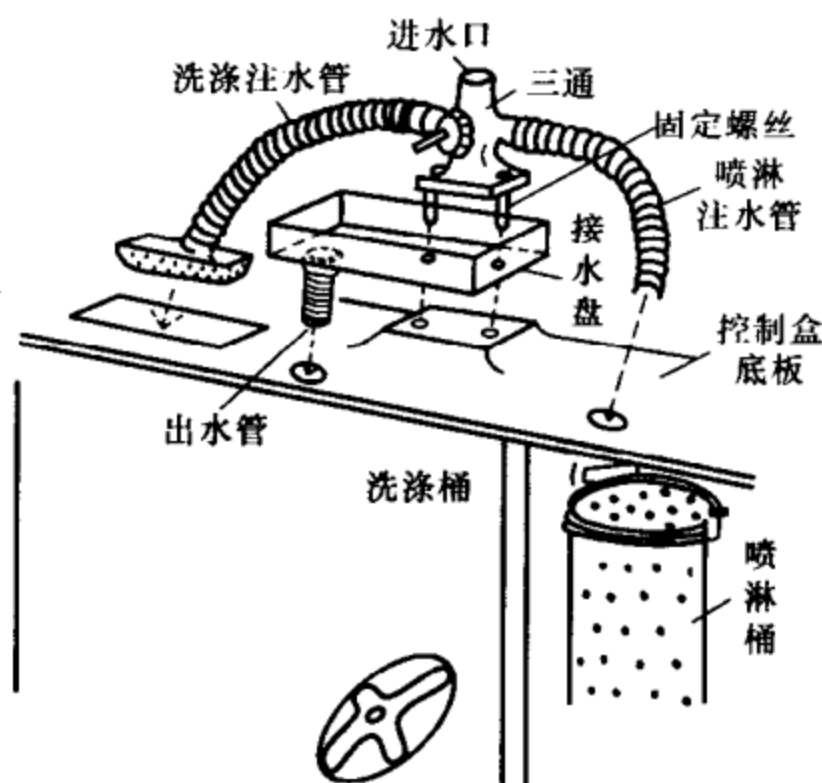


图 1-60 三通底座下装接水盘示意图

水，可以流在接水盘内。制作方法如下：①在接水盘底部钻两个与三通底座固定螺丝对应的小孔，用以固定接水盘。在接水盘底部的靠外侧，钻一直径 10mm 的孔，用以装出水管；②出水管用长 50mm、直径 10mm 的铜管做成上大下小的喇叭状，并在铜管外壁套丝。在出水管与接水盘连接之间，垫一薄的橡胶垫，然后用铜螺母锁紧，固定在接水盘上，如图 1-60 所示；③在洗衣机控制盒底板相应位置，钻一直径 10mm 的孔，用以插入水管并伸入洗涤桶内。最后用螺钉紧固接水盘。

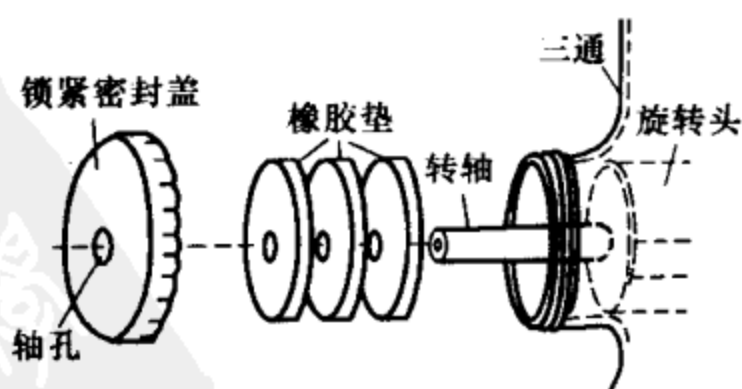


图 1-61 橡胶垫代替
压紧弹簧示意图

(2) 把三通锁紧密封盖旋下，取出压紧弹簧，用几

个弹力较大的橡胶垫、剪成圆形，使外径与三通内壁直径相同，并在中间开一小孔、孔径略小于转轴直径。将橡胶垫套在轴上，代替压紧弹簧。最外层橡胶垫的外面应与三通口水平，然后旋上锁紧密封盖，如图 1-61 所示。

1-3-21 洗衣机脱水桶漏水的应急处理方法

双桶洗衣机使用日久，脱水桶密封磨损而导致漏水，致使电机受潮，绝缘破坏，对此应更换密封圈。如果一时买不到合适的密封圈，应急处理的方法步骤如下：

(1) 松开电机轴上的固定螺钉，然后一只手固定电机转轴，另一只手边旋转脱水内桶，边向上拔，便可将脱水内桶卸下来。脱水桶安装结构图如图 1-62 (a) 所示。

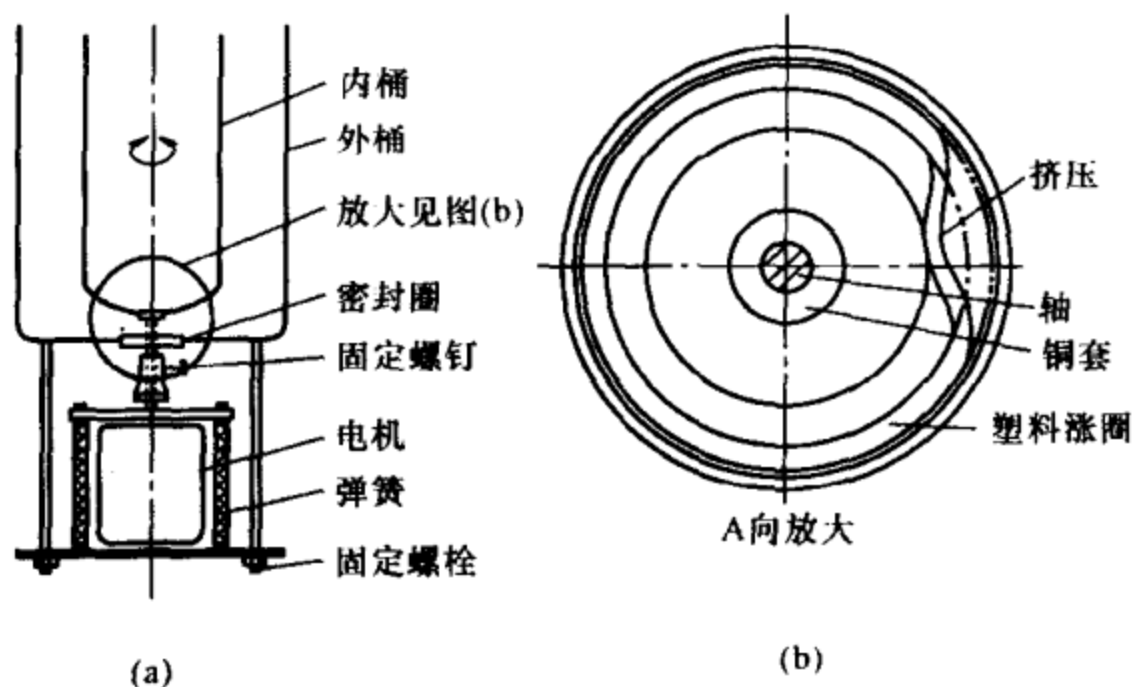


图 1-62 脱水桶安装结构示意图

(a) 脱水桶安装结构图；(b) 水密封圈放大图

(2) 卸掉电机的三个固定螺栓，拆下闸片上的软轴，电机便可被卸下来。

(3) 卸下脱水外桶的水密封圈。拆卸时可按图 1-62 所示的方法，即将塑料涨圈挤扁卸下。然后检查卸下的密封圈。如果密封唇磨损得很厉害，需将镶嵌的铜轴套拆下，以便进一步修理。

(4) 买一只嘉陵摩托车用油封，即减速齿轮箱上的油封，代号为 50、04、080。也可用工业上用的丁型骨架式橡胶油封。总之，只要能 and 脱水桶轴相配合就可以。

(5) 用尖刀片将磨损的密封唇挖去，注意和油封外部尺寸的配合，不可挖得太大。内圆应比油封的外径稍小些。同时要挖得平整，如图 1-63 所示。

(6) 在油封的外圆和被挖去的密封唇内圆上涂敷强力胶(801)，将油封有弹簧的一面向下，装入被挖好的密封唇内。注意胶液涂敷要均匀的充满空隙，以防止漏水。最后将油封的密封唇涂敷些黄油，最好用粘结度小一些的黄油。

(7) 等 4~6h 胶接固化牢固后，将铜轴套装好，按顺序装好水封圈、电机、脱水桶，试验不漏水后即可使用。

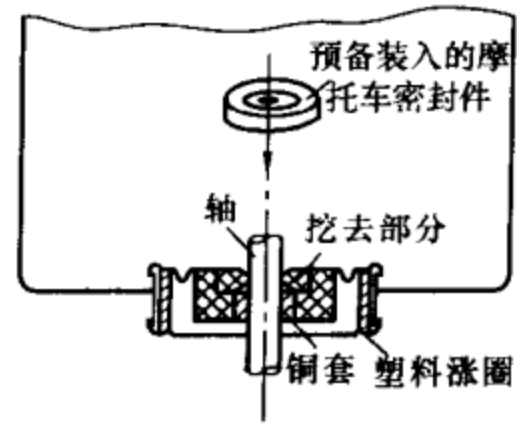
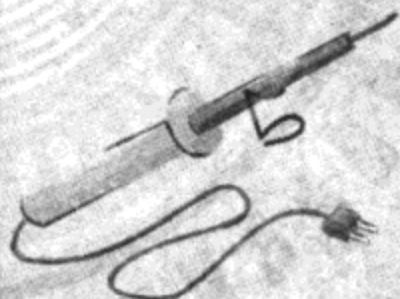


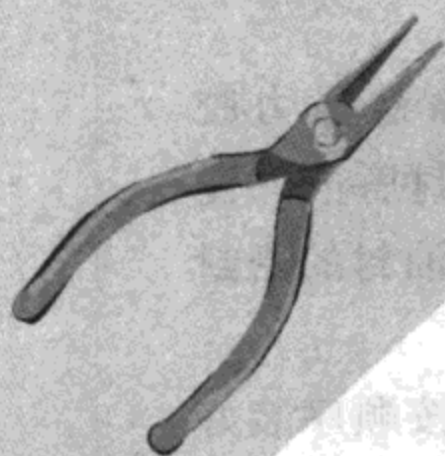
图 1-63 密封唇挖去部分示意图





第2章

电工检修窍门、技巧和简捷法



2-1 窍门

2-1-1 使用医用橡皮膏更换指示灯泡

维修常用电器设备和电测仪器仪表，如交直流稳压器、示波器、电子真空计等，常常需要及时更换损坏的指示灯。这些仪器的指示灯多数是螺口的，有的灯口很深，指示灯露在灯口外边很少，用手不能把它取下来，只好把仪器拆开。有些仪器结构复杂，有的较笨重，因此更换一个小小指示灯经常是费时费力，很不方便。

使用医用橡皮膏来更换损坏的指示灯泡，方法简单，效果很好。先取下指示灯外罩后，拿一块比指示灯泡略大一些的医用橡皮膏贴在指示灯玻璃泡上，然后用手指旋转就可将指示灯泡拧下来。

如果指示灯很小，而且露出的部分非常少，有的甚至凹在灯口里时，要用稍大一点的医用镊子，将橡皮膏贴在指示灯玻璃泡上，然后用医用镊子夹着指示灯泡使劲旋转，就可轻易把指示灯泡拧下来。

取下坏灯泡后，采用同样的方法，换上新的指示灯泡。有些设备仪器因使用年限长，灯头接触部分已经氧化，需要用大一点的劲才能把新换上的指示灯拧紧，使其接触好。这样有时橡皮膏上的粘胶会沾到灯泡玻璃上，这时可用医用镊子蘸酒精或汽油将其擦干净。但有的指示灯凹进灯口较多，擦的时候不方便，对此在更换新指示灯前，可提前用酒精擦一下指示灯玻璃泡，然后用干布把灯泡擦干，再用上述方法将指示灯泡换上。这样，指示灯玻璃泡上基本不会带上医用橡皮膏的粘胶。

2-1-2 铅笔修复拉线开关主动棘轮不能回位的故障

立轮式拉线开关更换拉线较为方便。但这种结构的拉线开关用一段时间有时会出现主动棘轮不能回位的故障，因该棘轮的回位弹簧的弹力无法调整，因此常使人束手无策。

修理这种故障的简便办法：用 B 类铅笔（即软性铅笔）在主、动轮两接触面之间面上都涂划上一层石墨，起到润滑作用，以减少两轮之间的摩擦力，使开关恢复正常工作。

具体操作方法有两种：①将开关全部拆开，清洁后用铅笔在主、动轮两接触面上磨划，除去浮石墨，再组装好；②用一字小螺丝刀插入主、动轮之间撬开一道缝，用铅笔在主动轮两接触面上磨划，同时拉动开关，使整个表面都涂划上石墨。新的拉线开关使用前先按上述方法处理一下，可防止故障的发生。

2-1-3 滴上两滴润滑油排除拉线开关开闭失灵的故障

用拉线开关控制的照明灯，因每天操作较频繁，故障损坏的也较多。其中常见的故障之一是开闭失灵，即铁拨轮挂不住塑料控制轮，铁拨轮空转，塑料控制轮不动，使电路不能通断，照明灯失控。

对此故障的处理办法是：在塑料控制轮的两侧和塑料控制轮与铁拨轮之间滴上 2~3 滴润滑油（如缝纫机油、变压器油等均可）。则一个即将报废的拉线开关就修复了，它还能继续使用一

段时间。

2-1-4 防触电的电源插头

家用电器上的电源插头插脚均为“裸露式”，使用时稍不注意，就容易发生触电伤人事故。如图 2-1 (a) 所示，用两段自行车上用的橡胶汽门芯（每段约 8mm），分别套在插头柱（片）的末端上，由于橡胶汽门芯的绝缘作用，使用起来，可防止触电事故的发生。

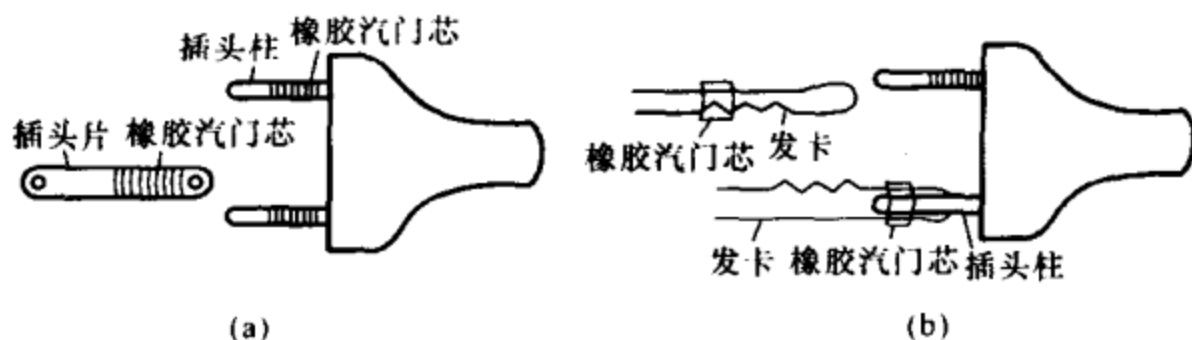


图 2-1 防触电电源插头

(a) 插头柱套汽门芯；(b) 汽门芯套插头柱方法

因为橡胶汽门芯内径较小，所以在套的过程中，可采用小发卡引渡套入法，如图 2-1 (b) 所示。

2-1-5 加个弹簧垫避免电饭锅电源插座处打火

电饭锅配套的电源插座使用时常发生打火现象，为避免打火现象的发生，只需在压紧螺母和圆垫片之间增加一只标准弹簧垫就可以了。这样，电饭锅的使用寿命和安全性均可提高，并且该方法还可应用在电茶壶、电熨斗电源插头上及其他功率较大的电器用具上。

2-1-6 加装压簧法处理琴键开关性能不稳定故障

普通灯用琴键开关，使用久了，常会出现开关性能不稳定的现象。主要原因是开关的触点簧片松动所致。对此可通过对触点簧片加装压簧的办法，使触点簧片之间的压力得到改善，开关的

可靠性得到恢复。加压簧后的琴键开关结构如图 2-2 所示。

加装压簧的修理过程：首先取厚度为 0.3~0.5mm 弹性较好的铜片或钢片，按图 2-3 所示尺寸制作两片，并把两头剪锉成圆弧形，用锉刀把其中的一头锉出些刀刃口，然后用尖嘴钳，把带刃口的一头对准琴键开关的底座与触点簧片的连接处，稍

用力插入即可，如图 2-4 所示。如果先将压簧片在火上加热，则更容易插入。在修理制作过程中须注意切勿损伤开关底座。通过这样修理后的琴键开关，接点簧片在压簧的压力作用下，使用起来比较可靠。

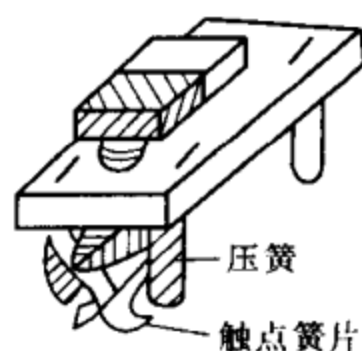


图 2-2 加压簧琴键开关结构示意图

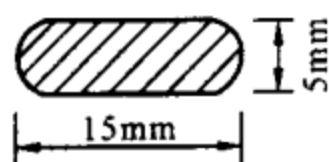


图 2-3 压簧外形尺寸图

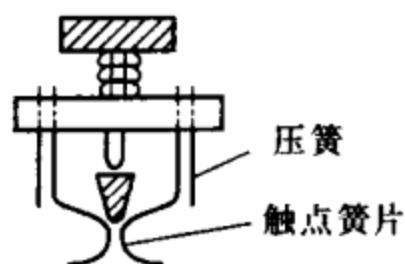


图 2-4 修理后的琴键开关示意图

2-1-7 新电炉电热丝硬拉到所需长度后通电加热定型

圆形电炉盘的电热丝在安装前均需拉伸，通常拉伸电热丝采用先加热后拉伸的办法。但是，这种方法有时会造成电热丝疏密不一，又易受外力损伤，影响其使用效果和寿命。对此可用简便的专用工具，把电热丝硬拉到所需要的长度，然后通电加热定型。这样拉伸的电炉丝，平整光滑、发热均匀、使用寿命长、效果好，且方法简便、操作安全。此方法适用于镍铬和铁铬铝的电热丝。操作方法简介如下。

(1) 用一适当长度的废旧软电线或细棉纱绳，按电热丝在炉盘内方位走向，盘在电炉盘内，随后取出并量取记录长度，此长度即为电热丝拉伸后的实际工作长度（参照表 2-1，如果电炉盘、电热丝原长度尺寸相同，可不做此项工作）。

表 2-1 电炉盘、电热丝的长度尺寸表

电炉功率 (kW)	0.8	1	1.2	1.5	2
炉盘直径 (cm)	14	16	18	19	20
炉丝原长度 (cm)	48	50	53	62	76
拉伸后实长 (cm)	96	120	130	140	165

(2) 找一适当长度的条形绝缘板, 在其两端以电热丝实际工作长度为距离, 固定两颗金属螺钉 (或小铁钉), 将新电热丝硬拉伸并固定在这两个金属螺钉上。

(3) 两金属螺钉上接通电源, 约 0.5min, 电热丝即可定型。

2-1-8 玻璃屑连接电热丝烧断的接头

用缠绕或叠压以及金属导体连接法处理电热丝烧断后的接头, 均存在着两个缺点: ①接头处易氧化; ②热胀冷缩, 接头易松动。这样使用中, 接头处电阻会增大, 发生弧光, 再次烧断。现介绍用玻璃屑连接电热丝的接头方法: 首先准备些砸碎成米粒或粉末的玻璃屑, 而后把断头处的氧化物清除干净, 再把两个断头小心地互缠上 2~3 圈, 通电后, 把准备好的玻璃粒或粉末放到接头处。功率大的用米粒大小的玻璃屑; 功率小的则用粉末状的玻璃屑。待玻璃屑熔化后, 接头则牢牢地连接在一起。这种连接法既不改变原电热丝的电功率, 又不会在原接头处再次烧断。

2-1-9 青铜连接电炉丝的接头

取 $\phi 3\text{mm} \sim \phi 4\text{mm}$ 实心青 (黄) 铜条 (如风焊条、废电源插

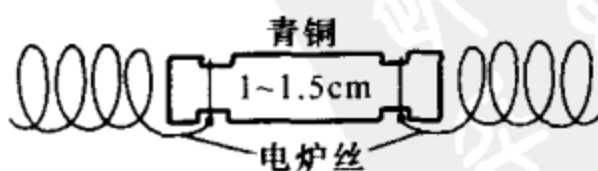


图 2-5 青铜条连接电炉丝接头示意图

头的插脚), 用钢丝钳截取长 1~1.5cm 一段, 在其两端用锯片各锯出一圈小沟, 然后把要对接的电炉丝用钢丝钳拧紧在两端小沟里, 如图 2-5 所示。对接的电炉

丝间加青 (黄) 铜的目的是利用青 (黄) 铜不易氧化, 并且和电

炉丝有良好的导电性能，从而减少了接触不良引起的电弧；另外利用青（黄）铜条的储热本领自动灭弧，所以这种连接法在初期不产生电弧，在后期即使产生微弱电弧，也会自行熄灭，不易引起烧断电炉丝的强电弧，从而使其寿命延长。

2-1-10 校正吊扇叶片发抖的方法

吊扇叶片是吊扇推动空气流动的重要零件。由于叶片材料质量问题以及工艺操作、包装运输和装配时的不慎，都会引起叶片变形，产生叶片发抖的振动现象，并伴有噪声。现介绍几种对已变形的叶片校正的具体操作方法。

(1) 对新式吊扇叶片扭角不正的校正。新式吊扇叶片多数采用薄铁板或铝合金板冲压而成，再用铆钉或螺钉紧固在铁板叶脚上，风叶叶片为三片，呈长条形，其校正方法是：用竹杆测出吊扇叶片角度高低位置后，选择其偏差最大的一片作校正，只需徒手扳动叶脚角度，直至校正得满意为止。也可以把测出角度不正的叶片，拆下叶脚，轧在台虎钳上整形，如图 2-6 所示。细心校正，直到满意为止。



图 2-6 台虎钳上校正风叶叶脚

(2) 对新式吊扇叶片质量不等的校验。在吊扇叶片校正之后，需要校验叶片的质量，合理的方法是对每片叶片用力矩秤称量（有时几片叶片质量虽相等，但由于重心不同，也会引起力矩差别），只有力矩也相同，才能使吊扇平稳运行。现仅介绍一种简便的方法，即是把拆下的叶片，放在一架小台秤上，称一称每片叶片的质量。

1) 对偏重的叶片。对质量偏重的叶片，可用钻头在其叶片反面钻上适量的孔（不能钻穿叶片），保持叶片平衡，使其质量与其他正常叶片一样。也可把称得偏重的那片叶片，用剪刀沿叶

片边缘轮廓剪去一小部分，并在砂轮机上轻轻磨去毛刺。如果叶片称得重量误差不多，只需用锉刀稍微修正一下，也可恢复正常使用。

2) 对偏轻的叶片。可在偏轻的叶片上钻穿几个孔后，铆几个金属铆钉，使其重量与正常叶片相平衡。也可把正常的叶片剪去部分金属，使其重量与称得偏轻的叶片一样，装配后也可恢复正常运行。

(3) 对老式吊扇叶片角度偏斜的校正。老式吊扇的叶片，大多采用优质木板或五合板加工后制成，叶片装置在铸铁的叶脚上，多为四片风叶，呈长条形。

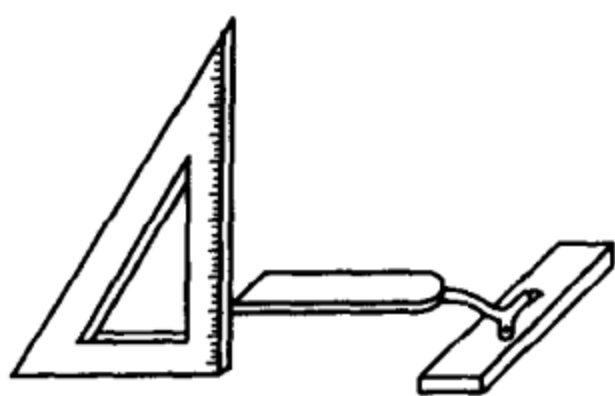


图 2-7 用角尺测试叶片

1) 木质叶片角度校正。发现吊扇叶片在运转时有振动现象和伴有噪声，首先应切断电源，找根适当的长竹杆作标尺，以吊扇下面地坪作基准，任选一片叶片，测量地坪与叶片之间高度，并用粉笔在竹杆上标上记号，然后拨动其他三片叶片逐一比较，把其测出误差最大的一片进行角度校正。由于叶片的叶根（叶脚）是铸铁制的，叶片又是木质的，不能扭正叶片角度，只能把误差最大的一片叶根处三条紧固螺钉轻轻地旋松，衬垫适量的纸片来达到校正角度的目的，直到能正常运转为止。如上述校正达不到要求时，则需拆下所有风叶，放在平整的桌面上，任选一叶片，用角尺测量其端部的高度，如图 2-7 所示。记下测试时每片叶片的数据，将其中误差最大的叶片衬垫适量纸片进行校正，直到恢复正常运转。

2) 木质叶片修补方法。木板制成的叶片，机械强度较差，在使用过程中，叶片如出现损裂，就不能继续使用，必须进行修补。首先把

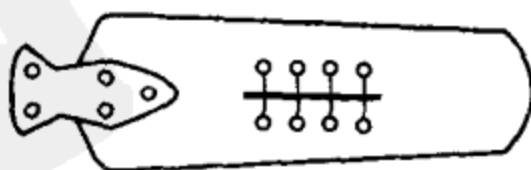


图 2-8 叶片修补示意图

损裂的那片叶片拆下来，放在平整的桌面上，用白乳胶将受损处胶粘牢，然后在有裂缝的两侧钻几个对称的小孔，再用细铜丝依次扎紧，方能继续使用，如图2-8所示。

(4) 对老式吊扇叶片重量不等的校验。在吊扇叶片校正之后，需要校验叶片的重量。对偏重的叶片，可用木工刨在偏重的叶片边缘稍微刨掉一些，使其重量与其他正常叶片的重量相等；也可在偏重叶片上侧（即反面，不易被人看见的部位），用手电钻钻几个小孔（不钻穿叶片），使其重量与其他正常叶片的重量相等。

2-1-11 校正变形扇叶简法

扇叶是电风扇的重要部件，一旦保养不善，极易发生变形，轻则电扇抖动，不安全；重则成为“不治之症”而报废。一般要用仪器来校正扇叶，如无条件也可用以下方法校正，此方法成功率能达80%。

(1) 台式、落地式、壁式等电扇均有保护网，扇叶都为一体性，可按图2-9所示方法校正。左手握住测距尺（可用木棒、筷子、铁丝等）作定位测距，右手边转动扇叶，边拧动叶片，调整三叶片的A点（平行位）和B点（扭距位）。经过几次反复调整，一般可使三个叶片调整到一致位置。

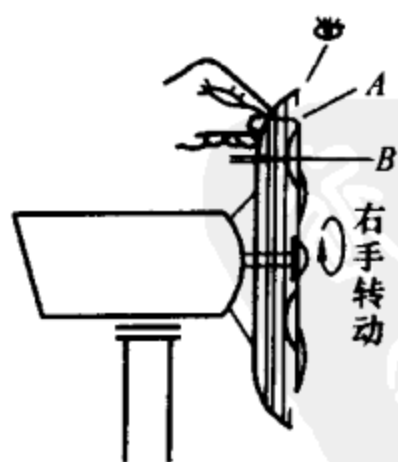


图2-9 定位测距校正
扇叶示意图

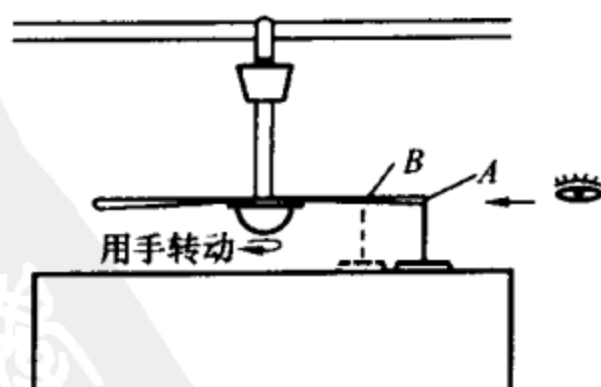


图2-10 对应桌面校正
吊扇叶片示意图

(2) 吊扇扇叶校正较困难，可分两步进行：①先将吊扇三扇

叶拆下来叠起来，比较出变形扇叶，然后用木锤或脚踩手拧使变形扇叶大致复原；②将经处理复原三片扇叶安装在吊扇上（吊扇要从天花板上拆下来），然后悬挂在平整的地面或桌面上方，按图 2-10 所示方法校正 A 点和 B 点。经反复进行两步骤，一般可使三叶片调整到一致位置。

这里顺便强调一下保护扇叶的注意事项：①有保护网的电扇，不用时不要随意拆下保护网和扇叶。切忌扇叶倒置或堆置。②不用吊扇时，拆下的扇叶最好悬吊起来，以免不小心堆置而压坏，使扇叶变形。③擦拭扇叶时，用力要轻或用两掌合力擦拭，以防较大的单向力使扇叶变形。

2-1-12 “划弧定点法”校正变形扇叶

落地扇、台扇扇叶变形，必须对扇叶进行校正。“划弧定点法”校正变形的扇叶效果良好，其方法步骤如下：

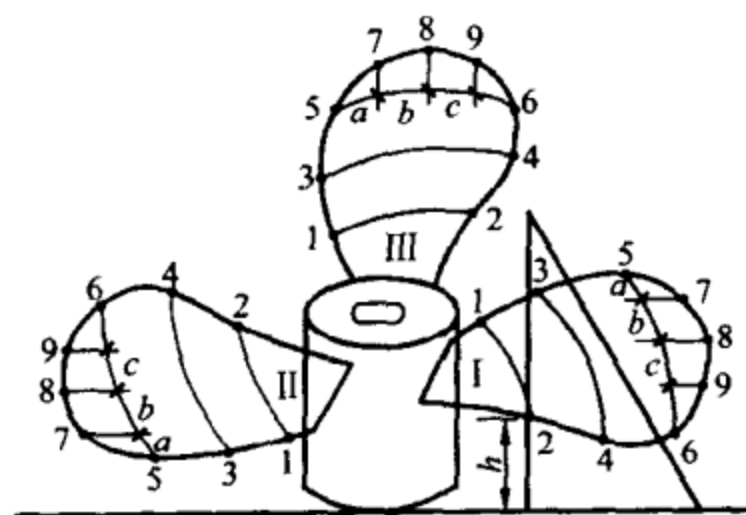


图 2-11 划弧定点法校正扇叶示意图

(1) 转动扇叶，以三个不同长度为半径用铅笔在三个扇叶片上划同心弧，在每个叶片的边缘上得交点 1、2、3、4、5、6，如图 2-11 所示。

(2) 卸下扇叶，在每一叶片的相同位置上标出点 7、8、9。距离由 a 、 b 、 c 决定；

(3) 以调整好的其中一叶片的角度和弧度为标准（如图 2-11 中选扇叶片 I），将扇叶凹面朝上放在光滑平整的桌面或桌面的玻璃板上，然后用直角三角尺（直尺、拐尺均可以）测量并记录下叶片 I 上各点至桌面或玻璃板面的高度 h ；

(4) 调整另两个扇叶的角度和弧度，使其叶片上的各点至桌面或玻璃板面的高度 h 要与叶片 I 所测得的高度 h 相等。这样

校正两三遍，就可使扇叶三个叶片的角度和弧度基本接近一致。

2-1-13 更换冰箱门封条

电冰箱箱门都是磁性门，利用磁对铁的吸力，使箱门与箱体紧密地贴合在一起，以确保电冰箱的冷冻、冷藏作用。电冰箱使用久了，其门封条会变硬老化，甚至断裂。这样电冰箱就很难保持冷冻、冷藏作用了，而且在门的封条破裂处，会有水珠凝结，容易加速箱体的锈蚀损坏。新封条更换方法步骤如下：

(1) 先将旧的封条里的磁条抽出来，可暂时将其吸附于冰箱体上，以免碰坏或折断。

(2) 将旧封条拆除，换上新的封条后，再把磁条装入新的封条内。更换门封条，要整个更换，不可局部更换。新买的封条有时呈弯曲状态，不平整，必须弄平整方可换上。其处理方法有两种：①热水浸泡法。准备 60℃ 左右的热热水一盆，将封条放入盆内 3~5min 后取出，抓住两端用力拉直，放在平整地方冷却，若一次不行，可重复几次即可；②热敷法。将封条放在平整的地方，用湿毛巾盖上，用电吹风加热，但注意温度不可过高，再用一平整木条压上 10min 左右，若不平整再重复一次即可。

(3) 有的磁条两面吸力不一样，应注意插入时，把吸力强的一面贴着箱体，不可贴反。

2-1-14 胶水法和高压锅法清洗油烟机

胶水法：排油烟机扇叶空隙小，手伸不进去，油烟污染后清洗很不方便，还往往在清洗时把扇叶碰变形，造成重心不平衡。对此处理有绝招：将刷洗好的扇叶（新油烟机的效果更好）晾干后，涂上一层办公用胶水，使用数月后将风扇叶油污成片取下来，既方便又干净，若再涂上一层胶水又可以用数月。

抽油烟机集油盒收集的污油，向外倒时很不顺利，用动物油多的人家就更甚。为解决倒油难的问题，可在刷洗干净的油盒或

新油盒内装衬一层塑料薄膜，当油满时将塑料薄膜一起拔出，再换一新薄膜即可，既方便又卫生。

高压锅法：首先把高压锅内的冷水烧成沸水，待有蒸汽排出时取下压阀；接着打开排油烟机，这时水蒸汽不断冲入旋转扇叶，油污水就会循道流入废油杯里，然后倒掉杯里的油污水，抽油烟机也清洗干净了。这种清洗方法省时省力效果好。

2-1-15 热水倒入洗衣机桶底取下齿轮减速箱

双缸洗衣机发生漏水故障，多因齿轮减速箱的两个含油铜质轴承磨损严重。对此取出洗衣波轮，松开减速箱固定螺丝，用一根长度大于洗衣桶高度的木棒，一头支在洗衣桶内转轴头上，另一头用锤子往下敲。敲不松动时，可用保温瓶内的热水倒入洗衣桶底，利用热胀冷缩原理，可方便地取下齿轮减速箱，避免过度敲击使洗衣桶底损坏。

换新齿轮减速箱后，如发现运转摩擦声，先检查弄清是齿轮在运转时上升还是下降时摩擦壳体产生的。如是齿轮下降时产生摩擦，可打开箱壳，将齿轮取出，在齿轮轴上垫几个铜皮做的垫圈，以转动不摩擦壳体下部为好；如齿轮上升时产生摩擦，可在皮带轮与减速箱壳之间垫一个清除这两者之间间隙的铁皮圆垫，注意适当留有一些裕量，以运转无阻力为好。还应检查齿轮减速箱两轴承是否充加润滑油脂，缺油时要适当加油，不能缺油干转动。最后试机运转正常，投入使用。

2-1-16 电烙铁头的更换

电烙铁头用久了，往往因氧化使烙铁头和烙铁芯牢固的结合在一起。如果用钳子夹住烙铁头硬拉或转动，将会使烙铁芯的引线连根拉断，造成烙铁芯报废。对此，只要将电烙铁头固定在台虎钳上，松开固定烙铁头的螺丝后，用木榔头轻轻敲打固定烙铁头的铁圈，烙铁头就能顺利地取出了。这样操作，电烙铁头无相对转动或移动，因此不会损伤电烙铁芯。

2-1-17 防止钻屑散落的简单方法

在运行的仪表盘上钻孔时，钻下来的铁屑会落到电气设备和导线上，很不安全。要清除这些钻屑又不大容易，而且很费时间。一种防止钻屑散落的简单方法是用一只圆环形磁铁（如废扬声器上的圆环磁铁）放在钻孔的位置处，使圆环形磁铁中心对准钻孔。这样，在钻孔时钻屑将被圆环形磁铁吸住而不致散落。

2-1-18 钢筋水泥螺钉孔固定线管的方法

将软铁丝沿木螺钉的螺旋槽扭成一个蝶形螺母来代替预埋木榫或木枕，和木螺钉旋在一起放在墙洞里，灌入水泥，待水泥干后旋去木螺钉，蝶形螺母就和水泥形成一个钢筋水泥螺钉孔。用这种螺钉孔来固定线管或敷线非常牢靠，墙壁整齐美观。

2-1-19 厚皮塑料管固定木螺钉的电路安装

在室内安装电气设备的动力及照明线路时，必须在水泥墙或砖墙上钉水泥钉。但水泥钉昂贵，且有时用起来不方便。现介绍一种简易方法，可用手枪电钻根据需要选择好锋钢钻头打孔，孔径为7mm，深度为40mm，然后取长38mm、厚1.5mm、外径7mm的塑料管塞入孔内，不露出墙外。当安装管卡或瓷夹时，用木螺钉旋入孔内，其可靠和稳定耐用性都优于木榫。此法，省料又省时。

2-1-20 聚氯乙烯管加热套接法

在线路管道安装上，常采用聚氯乙烯管，应用效果良好，然而在管子的连接问题上还存在一些问题。如先在相接的两端套扣，然后用铁箍连接起来，这种方法在实际运用中有如下缺点：①不易将扣套好；②安装时不牢固，很容易折断。对此可采用加热套接法。

聚氯乙烯管加热套接法步骤如下：

(1) 两管相接时，一管的一端用火烤，而另一管的一端用木

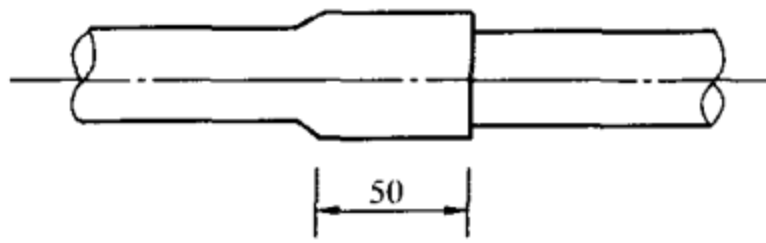


图 2-12 聚氯乙烯管加热套接示意图

锉成圆滑的斜面。

(2) 当发现管子烤软了的时候，则一人拿烤好的这一端，另一人拿着管子锉好的另一个端头插入烤软端管口，慢慢转动，并用很小的

力量往前推，这样由于聚氯乙烯管的可塑性，所以锉好的一端就很牢固的被包在另一管子的端头里面，如图 2-12 所示。

(3) 两管接口长度大约在 50mm 即可，如果要将它们分开，可左右相反地转动，并向外拉，这样很快就分开了，再要接起来时，只需直接插入就行。

2-1-21 手表退磁法

电工及无线电爱好者在维修过程中，有时难免将手表靠近或者接触到喇叭的磁铁，致使手表机芯零件磁化而走时不准，甚至停走。若要手表恢复正常，就需对它进行退磁处理，退磁的简便方法如下：

用小型电风扇电动机或电唱机电动机，取出转子，把定子线圈接通交流电，此时，在定子铁芯膛中就产生较强的交变磁场。让手表停走，把机芯从表壳中取出来，用手拿着放入电动机的磁场中，几秒钟后，缓慢退出来，退磁就结束。手表即可恢复正常走时。修理钟表的工具、电工小工具都可以用此法消磁，定会收到“手到病除”的效果。

2-1-22 用蛇皮管作填充材料热弯塑料管

电工安装工程中广泛使用硬塑料管。热弯管子时必须在管子内灌黄砂，效果既不理想，运用又很麻烦。其实用金属软管蛇皮管作填充材料是行之有效的办法。方法是将稍小于塑料管内径的金属软管蛇皮管（细塑料管还可以用拉门的弹簧）放进塑料管内，然后把塑料管放电炉上（或用喷灯）均匀旋转加热，待软化

后即可弯曲；冷却定形后抽出软管即可。必须注意金属软管大小以能自由放进塑料管和抽出为准；不能过小，否则弯出的塑料管易产生皱折。

2-1-23 电烙铁头快速剥制屏蔽线头

在广播、电视、通信、自动化等装置中广泛使用金属屏蔽线，其线头剥制一般采用解开金属屏蔽网并分丝理顺，然后抽出芯线，再绞合屏蔽网金属丝的方法。这样做速度慢，还易损伤屏蔽金属丝。而用电烙铁头剥制屏蔽线头简便，快速。

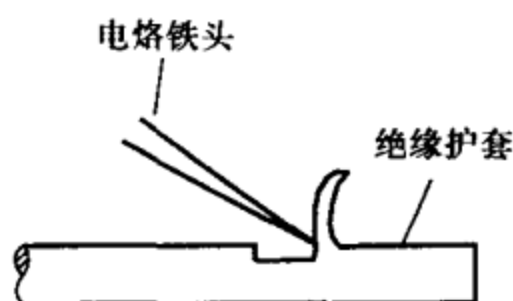


图 2-13 烙铁头烫开一条沟

先用温热的小功率电烙铁头在屏蔽线外层绝缘护套上直接烫开一条沟

(烫时应特别注意别烫伤芯线绝缘层)，如图 2-13 所示。长度依使用情况而定。再在剥开处沿绝缘护套轻轻烫一圈后，撕去这段护套，如图 2-14 所示。然后在开剥处用镊子把屏蔽网拨开一个小孔，把芯线从屏蔽网中抽出。最后仍用电烙铁头烫去约 5mm 芯线绝缘层，并分别把金属芯线和屏蔽层焊接部位上锡待用，如图 2-15 所示。



图 2-14 绝缘护套烫一圈

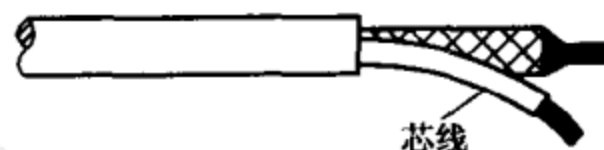


图 2-15 芯线和屏蔽层焊接部上锡

2-1-24 交联聚乙烯电缆绝缘层的加热划切和麻绳磨割剥切法

在 10~35kV 交联聚乙烯绝缘电力电缆终端头和中间接头制作时，都要进行半导体屏蔽层和端末绝缘层剥切两道工序。这种电缆的屏蔽层有两种：一层是半导体布带，这类屏蔽层剥除时，

只要按照剥切尺寸松开布带，用剪刀剪除就能处理好；另一种是挤压包裹的半导电屏蔽层，它与绝缘层粘附在一起，如用电工刀剥切不仅费力费工，而且很难剥切完整，还可能伤及绝缘层或电缆线芯，影响电缆终端头或中间接头的电气性能。现介绍交联聚乙烯电缆绝缘层的加热划切、划剥法和麻绳磨割法。

1. 半导电屏蔽层的剥切

(1) 剥除方法：

1) 加热划切环痕：根据交联聚乙烯绝缘电缆各种终端或中间接头要求的剥切尺寸，量好应该剥除的半导电屏蔽层的长度，调节喷灯使火焰为黄色柔和火焰（不要太强），将这段半导电层均匀加热一遍。用电工刀在剥切口切割一环形深痕（痕深约 $2/3$ 的屏蔽层厚度），注意不能切割损伤绝缘层。

2) 加热纵向划剥半导电层：将屏蔽层沿纵向（轴向）分成近似三或四等分，用已调节好的喷灯火焰沿等分线烘烤一遍。用电工刀顺此纵向等分线划三或四条痕（划痕同样不能伤及绝缘层），一直划至剥切口，再用喷灯火焰加热其中一条屏蔽层，用旋凿在电缆端头先撬起半导电层，使之与绝缘层分离。随后，边加热边用手（戴好线手套），一段一段向下拉。屏蔽层在火焰加热下软化，只要轻轻一拉即可将这部分半导电层与绝缘层分离。

(2) 注意事项：

1) 加热要均匀。剥切过程中，要求喷灯加热要均匀。如果加热过度，会拉断半导电层，同时也可能会把粘连上交联聚乙烯绝缘层一起拉下；如果加热不够热度，则半导电层粘附在绝缘层上拉不下来。

2) 火焰不能对准绝缘层。在剥切过程中，如果拉断了，可以继续均匀加热，再用旋凿撬开断头继续拉。这时要注意火焰不能对准已剥除屏蔽层的绝缘层，以免烧坏绝缘，影响质量。

3) 剥切后需清理。半导电屏蔽层剥除以后，乳白色的交联聚乙烯绝缘层上会留下一些半导电层的粒屑和黑色的熏烟。对此可用0号铁砂布轻轻地砂光，直至露出白色；随后，用棉纱揩净

粒屑，再用绸布蘸四氯化碳溶液，揩净绝缘层表面，以保证接头部分绝缘层的清洁。

2. 绝缘层的剥切

交联聚乙烯绝缘电缆在制作终端头时，剥除了端末的绝缘层才能装接铜（或铝）接线端子。在加工中接头时，同样要剥除两端的绝缘层才能套铜（或铝）连接管。而这绝缘层又硬又韧，如果用电工刀剥切十分困难，稍不小心还会伤手。

(1) 确定剥除长度：施工时，先量好电缆末端应该剥除绝缘层的长度。一般铜（或铝）接线端子孔深再加上 5 ~ 10mm；铜（或铝）连接管为连接管的 1/2 长加上 5 ~ 10mm。

(2) 麻绳磨割：取一根粗约 2mm，长约 40 ~ 60cm 的麻绳（如果没有麻绳可用粗腊线）。在应该剥除的部位，将麻绳横向绕上，绳的两端用手拉紧，然后来回拉拽，不一会，被磨割的绝缘层就一点一点变成粒屑掉下，麻绳也随之嵌进绝缘层。边拉边转换磨割部位。当没有粒屑掉下时，说明绝缘层已被割断，然后用调节好的绝缘切割刀，在电缆端头的绝缘层上沿纵向分三部分切开，用旋凿一撬，绝缘层即分成三块落下。这样，切剥电缆端部绝缘层时不会损伤导体。切口整齐、光滑。如果没有绝缘切割刀，仍可用麻绳磨割的方法，将应剥除的绝缘分成多段拉拽、切割，再用旋凿分段撬开，用钳子钳住剥下。

2-1-25 串接负载通电查找橡套软线短路点

临时活动照明灯、单相手电钻等单相用电设备，大多应用橡套软线，但往往因各种原因引起软线绝缘损坏而造成短路。这种短路故障点用肉眼及一般仪表不能准确查出，因此这些导线往往弃置不用，造成浪费。对此可利用通电导线在接触不良处会发生高热的现象，对一些短路软线作串接负载通电试验，多数均能正确地查到软线的短路点。具体操作方法是：选择一负载，使其工作电流约等于短路软线截面的安全载流量。将软线一端的两根线头当作一根导线的两端，串接在选用负载的电路中，合闸后，负

荷电流就会使短路点产生高热。断电后，用手即可摸出短路处。

2-1-26 用紫药水、圆珠笔在聚氯乙烯套管上编号

工矿企业自制电气设备的电气线路中，常需给导线编号。不少单位是采用白胶布上写字号后粘于线上的方法，或在白布带上写字号后捆扎在线上的方法。但这些方法既不美观，字迹也容易污损。

采用在粗细合适的聚氯乙烯套管上编号：①用医用龙胆紫（俗称紫药水）作聚氯乙烯套管编号用墨水。使用时象普通墨水一样，先用布或棉纱将套管擦干净，然后将编号写上，待自然干燥后随即放入温度约 50 ~ 100℃ 的烘箱烘烤 15min 左右，使聚氯乙烯管软化而与龙胆紫发生化学反应。取出冷却后，再用棉纱或棉花团蘸酒精揩清表面的未吸收部分，即可使用（在农村和小型工厂等没有烘箱设备的场合，可在太阳光下晒 30min 左右或在火炉上烘烤）。②用圆珠笔编号，再在火上烘一烘，效果更好，所写编号不容易模糊，遇到汽油字迹也不会褪掉。

2-1-27 性能良好的去漆剂

使用各种漆包线绕制的线圈很多，而去除线圈线头的漆膜方法却很少。现介绍一种性能良好的去漆剂，其配方、配制及使用方法简述如下：

1. 配方

所需的材料及配制重量比为：

甲酸（85%）6%，苯酚（石碳酸）4%，石蜡 1%，有机玻璃粉（牙托粉）1%，乙基纤维素 1.5%，二氯甲烷 86.5%。

有机玻璃粉可视情况按重量比增加到 4%，二氯甲烷则可适当再增加 15%。当没有二氯甲烷时，可用三氯甲烷代替，但去漆效果略差。去漆剂中缺少乙基纤维素，也可使用，但稠度降低，涂、浸后粘附力下降，去漆效果也略为降低。

2. 配制方法

(1) 将有机玻璃粉、乙基纤维素、石蜡三种固体碾碎成末(以细一些为好),混和均匀。

(2) 把苯酚加热熔化成液体,倒入二氯甲烷中。

(3) 依次将甲酸、(2)项的加入苯酚的二氯甲烷倒入(1)项的三种固体粉末混合料中,然后搅拌均匀,直至固体全部溶解成半透明液体,即成所需的去漆剂。

3. 使用方法

(1) 将欲去除漆膜的漆包线线段沾浸或涂刷去漆剂,在室温下静置几分钟(夏天约2~3min,冬天约4~5min),漆膜即自行剥离隆起。

(2) 用废棉纱或漆刷,抹刷去隆起的漆膜,即得到所需的光亮、洁净的裸铜线段。

使用该去漆剂时必须注意,千万不能让它流入线圈内部或沾在线圈表面,以免造成线圈内部短路或破坏线圈表面绝缘。

2-1-28 沸水加热法清洗电缆头

一般室外电缆头出故障后需要重新制作。拆下的电缆头需清洗,但取出套管中的三条引线比较费事。通常是用喷灯加热套管待电缆胶融化后取出,3只套管需用1.5h才能取出引线。操作既不安全。加热也不均匀,还会引起套管损坏。而用沸水加热法加热,不但快,而且安全。具体操作方法是将3只带有电缆胶及引线的套管放在水桶中,加满沸水,5~10min后套管内的电缆胶融化,引线便可拉出。

2-1-29 去除变压器外壳油垢的方法

一些安装在室外变压器,由于渗漏油,外界灰尘附着,往往使外壳积成一层油垢,检修时去除处理很麻烦且费时。现介绍一种去除油垢的简便有效好方法:备一个容器,分别取占总重量10%的苛性钠、10%的生石灰、80%的水放入,然后混合、调匀、煮沸。凉了以后,操作者戴好防护眼镜和橡皮手套,用抹布

蘸混合液均匀地涂到变压器外壳的每个地方。1h后，可用水冲洗，油垢一下子就被去除了。混合液的制作多少，要看变压器外壳面积大小而定，能把变压器外壳全部涂一遍就够了。

配制和使用混合液时要注意，操作者千万要小心，不能使混合液溅到皮肤上，以免发生烧伤事故。

2-1-30 用80~90℃碱水溶液去除瓷套管上的污垢

在检修配电变压器及多油断路器时，经常遇到瓷套管上结有一层很坚固的污垢，若用金属铲刮，不仅劳动强度大，功率低，而且容易使瓷套管表面受伤，形成纹路。简易清除的方法是：将污垢的套管浸于温度为80~90℃左右的碱水溶液中，放置3~4h，然后用清水洗清、烘干。碱水可用苛性钠（氢氧化钠）溶液或土碱溶液，一般浓度则可。这种溶液在上述温度下亦能清除配电变压器油箱上的油垢，其效果很佳。

2-1-31 水浮泥汤擦洗绝缘子

众所周知、污秽绝缘子在运行中极易发生污闪或雾闪，影响供电安全。擦洗绝缘子通常用黄沙、石英砂或酸性溶液，不仅工作量大，不易擦干净，而且会损伤釉面。而用水浮泥汤擦洗方法，既能擦掉污秽又不损伤绝缘子光洁度，此方法简便易行又很经济。

水浮泥汤是利用大地下的细淤泥土，加清水搅拌制成的。水浮泥是一种粉末状物体，因其呈碱性，经水溶解后，不但具有一定的黏度，且有一定的硬度。由于其硬度远远低于瓷绝缘子的硬度而又高于污秽的硬度，所以它能将绝缘子上污秽擦掉，又不致损伤绝缘子的光洁度和绝缘强度。又因水浮泥汤含有一定的碱性和粘度，所以在擦洗过程中能将带有一定黏性的油垢、灰尘以及多种成分的混合物溶解擦掉。这就是运用水浮泥汤擦洗绝缘子的原理。

水浮泥汤的调制和擦洗绝缘子的方法：将大地下的细淤泥土层的土挖出之后，放进清水桶中浸泡约0.5h，将其搅拌成稀泥汤，而后停止搅拌3~4min，使土内带有砂粒之类的硬物沉淀到

底层，然后再把上层的水浮泥汤倒入干净的桶内，即可使用。

擦洗绝缘子时，用破布沾着水浮泥汤细心擦绝缘子的各部分，一直擦到各处恢复原有的颜色为止。再用破布沾着清水将覆在绝缘子上的泥污擦洗干净；最后用比较洁净的干破布擦拭一次，使绝缘子不留有泥污痕迹。

运用水浮泥汤擦洗绝缘子的注意事项：①擦洗室外绝缘子，一般宜在春秋两个季节进行；②在调制水浮泥汤时，禁止使用带有腐蚀性化学成分的水进行调制，否则会使绝缘子、架线金具、导线等受到腐蚀；③要防止绝缘子上留有擦洗的泥污，以免发生放电事故。

2-1-32 用银浆覆盖绝缘油脏污

发电厂、变电站（所）的充油设备（如变压器、互感器、油断路器等）的基础大多用混凝土抹面。在设备安装调试过程中，难免有绝缘油溢出或渗漏，使构架基础脏污，既不整洁又不美观。通常用汽油、清洗剂擦洗，费工费时，效果不好。而用银浆覆盖的办法，操作简便，费用低廉。

银浆配制：浮性铝银浆、醇酸稀料和醇酸清漆三种料以 1:1:8 配制。具体操作时，先用稀料把银浆溶开，再加入清漆搅拌均匀，便可使用。

银浆覆盖法：用油刷蘸银浆混合液均匀地涂刷一遍构架基础整个表面，则可将油污脏迹覆盖。刷后 2h 就很牢固、整洁并有光泽，且不再吸附绝缘油。

2-1-33 用泡泡糖残胶做粘附物取装杳晃处的螺栓

杳晃处的螺栓（螺钉），如表计内层螺栓，家电与开关深处及电磁启动器内底处的螺栓等，由于位置蹩脚，加之螺栓细小，不便持牢，因而在这些部位拆卸取出或安装拧上螺栓都是十分棘手的难事。人们想了许多办法（如在旋凿金属杆上放磁铁），但大多适用性不广，成功率较低。

用泡泡糖残胶做粘附物，取装杳晃处的螺栓成功率极高，且

操作简便顺手。其具体操作方法如下：

(1) 买一粒泡泡糖，嘴嚼吹泡后欲弃之时将其取出，用清水冲洗一下并甩掉水分，然后用手指捏搓成卷。卷之粗细视所用的旋凿和被取装的螺栓大小而定。



图 2-16 旋凿
刃面贴残胶

(2) 将泡泡糖残胶细卷与旋凿刃部垂直，平均粘贴附于旋凿刃的两面，刃的两端都应有裸露部分，以便插入螺栓顶沟，如图 2-16 所示。对十字头旋凿亦这样做。

将上述粘贴有泡泡糖残胶的旋凿顶进杳晃处的螺栓顶沟内，这时残胶便与螺栓的顶部吻合粘贴，为将螺栓拧出螺孔后，便可依靠残胶粘力将螺栓提起取出。将螺栓拧入杳晃处的螺孔内，其过程相反。依靠残胶的粘力将螺栓送入螺孔拧紧。

提旋凿时应先将旋凿刃离开螺栓顶沟一点距离，然后将旋凿稍作圆周晃动的同时，将其提起，这样残胶不会滞留于螺栓顶部，全部由旋凿刃的两面所贴胶带出。

使用泡泡糖残胶，由于其粘力适度，又具较好的抻韧性，因而能够取得既可粘附螺栓，又能与螺栓无滞留地分离的良好效果。用泡泡糖残胶做粘附物取装杳晃处的螺栓，因其成功率极高，所以能较大地提高工效。

泡泡糖残胶用过后，从旋凿上取下，用清水洗过后包于塑料膜内，以备下次再用。另外泡泡糖残胶和橡皮泥相似，存放一两年时间（保存在塑料薄膜内）残胶不干，稍做捏搓粘力即恢复，仍可继续使用。

2-1-34 电烙铁加热旋凿金属杆拧出塑料壳深洞中螺钉

有的电器塑料外壳上有些圆洞，螺钉在其深部拧紧，用以固定外壳。如果因为螺钉拧得太紧而无法将其松开拧出。用其他工具又因螺钉在洞的深处够不着。这时可先固定外壳使其不能动，然后将旋凿刃顶在螺钉顶沟上，另一只手用电烙铁头加热旋凿金

属。过一会儿，再用旋凿拧螺钉。当热量通过旋凿金属杆传递给洞中螺钉，螺钉受热使塑料变软，即可顺利将螺钉拧出。由于加热时间短，塑料外壳不会变形损坏。

注意事项：①要选用柄部不怕烫的旋凿；②当小功率电烙铁热量不够时，改用更大功率的烙铁；③采取措施使旋凿尽可能与螺钉充分接触，增大传热面积，缩短加热时间。

同理，电烙铁头加热旋凿金属杆的方法同样适用于往塑料孔中拧螺钉（如果认为不加热不好拧进的话）。

2-1-35 锉小缺口法修正碳膜电阻阻值

常用万用表的电压挡及部分电阻挡的电阻大多采用测量用的碳膜电阻。而多数维修电工没有这种不常用的电阻。以500型万用表为例，其需要 $2.25\text{k}\Omega$ 、 $35.7\text{k}\Omega$ 、 $11.4\text{k}\Omega$ 等电阻，但标称电阻系列都满足不了需要，因此在维修电

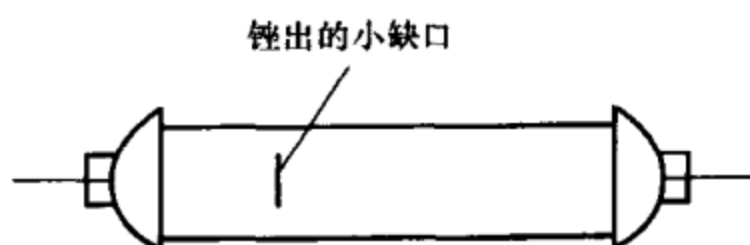


图 2-17 碳膜电阻上锉缺口示意图

工仪表时，须采用修正标称阻值的方法来弥补其不足。例如 $2.25\text{k}\Omega$ ，可用小什锦锉或钢锯条在 $2.2\text{k}\Omega$ 的碳膜电阻上锉出一个小细条（ $2\sim 3\text{mm}$ 长），几丝深度即可，如图2-17所示，然后涂上清漆防潮。锉得越深，阻值增大得越多。其原理是：碳膜电阻的阻值随碳层的减薄而增加。在锉（锯）的过程中要经常用电桥测量，以免阻值超过需要值。

实践证明，锉过的电阻，经过数年的使用，其阻值数据不变，能满足仪表量程的准确度。同时这种锉小缺口法也适用于修正金属膜电阻。

2-1-36 绝缘套管内放些滑石粉，橡皮软线易穿入

电动工具在使用过程中由于经常移动，往往造成橡皮软线在手柄附近折断。检修时，需将橡皮软线断线部分切除，把完好部

分重新套入绝缘套管后再接到电动工具的开关上。由于橡皮软线的外壁与绝缘套管的内壁之间空隙小，又很涩，橡皮软线往往难以插穿入绝缘套管，搞不好还有可能把线芯拉断。如果在绝缘套管内放些滑石粉，则橡皮软线极易穿入。同时在日后再检修时，拉出也很方便。

2-1-37 短路连接线加装熔丝，避免引起电源回路短路

在电气及仪表等设备调试中，经常需要使用短路连接线。如稍不注意，接错了线可能引起电源回路短路。对此，可在这类连接线上加装熔丝来保护。方法是用便于观察的透明塑料（或有机玻璃）加工成钢笔套一样可以旋开的小装置，内装 1A 以内的熔芯及弹簧，两端引出线装上鳄鱼夹就可以了。熔芯一旦熔断，只要旋开就可更换，既方便又安全。

2-1-38 交流接触器加绕指示灯电源线圈

在安装带有交流接触器的小型电气设备时，如遇上没有指示灯的电源变压器或没有供控制指示灯的辅助触点等情况，可在交流接触器上加绕一组线圈作为指示灯的电源。加绕线圈的圈数可根据接触器原线圈圈数来粗略计算。例 CJ0-40 线圈（电压 380V）的圈数是 4000 圈，每伏为 10.5 圈；若指示灯电压为 6.3V，则可加绕 66 圈（电压稍低可延长灯泡寿命）。因指示灯电流比较小，线圈所用导线可采用细一些。一般交流接触器铁芯的窗口面积都有余量，所以加绕的线圈都可直接绕上，绕好后外面用黄腊布包好并固定好线头即可。加绕线圈接上指示灯对检查接触器失控故障（特别是短时间的延时释放）可以带来很大的方便。失控有电气和机械原因，有时难以区分，现只须根据指示灯亮、暗就能很方便地区分出电气或机械故障，从而加以排除。

2-1-39 静铁芯座槽内加纸垫片法消除交流接触器噪声

各种系列 40A 以下的交流接触器、中间继电器使用一段时

间后常产生噪声，轻则扰人不安，重则会大大缩短接触器使用寿命，所以消耗量极大。

虽然清除接触器铁芯接触面油污层可消除“电抗”噪声，但这属常规的处理方法，仅能在一段时期内有效。遇到运用此法无效时，则一般是因为静铁芯底部“定位槽”内衬的绒布片受力一段时间后“变薄”造成“吸合位”下沉。遇此情况，只要将底盖打开给静铁芯座槽内加入1~2层0.3mm左右的纸垫片就行了。几分钟内便能排除故障，消除噪声，大可不必换新。否则既耽误生产，又造成不必要的浪费。

2-1-40 节省继电器触点的方法

在继电器——接触器控制电路的设计中，经常会碰到继电器触点不够用的情况，对此现介绍一种节省继电器触点的方法。

如图2-18所示为两只继电器KA1、KA2既有自锁又有互锁的控制电路，每只继电器需用动合和动断触点各一副。由于继电器触点大都做成转换触点形式。一般情况下，一组转换触点中的动合触点被用掉后，动断触点就不能再用；或是动断触点被用掉后，动合触点就不能再用。这样，图2-18中每只继电器就需要用去两组转换触点。如果改用图2-19所示接法，每只继电器只需一组转换触点就可以了（图2-18、图2-19中，SB1和SB2均为带一动合一动断的按钮）。

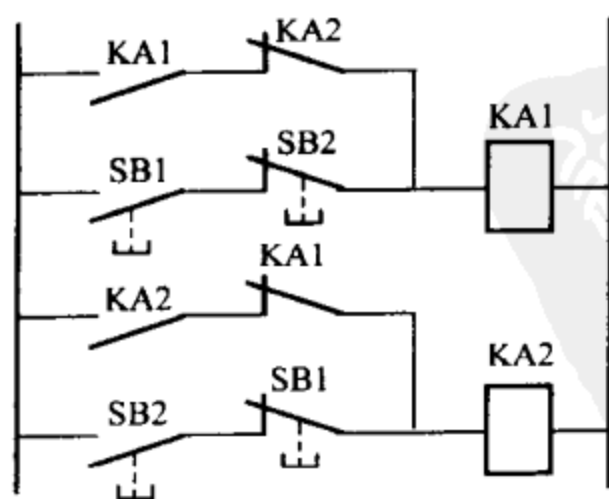


图2-18 继电器自锁又互锁控制电路

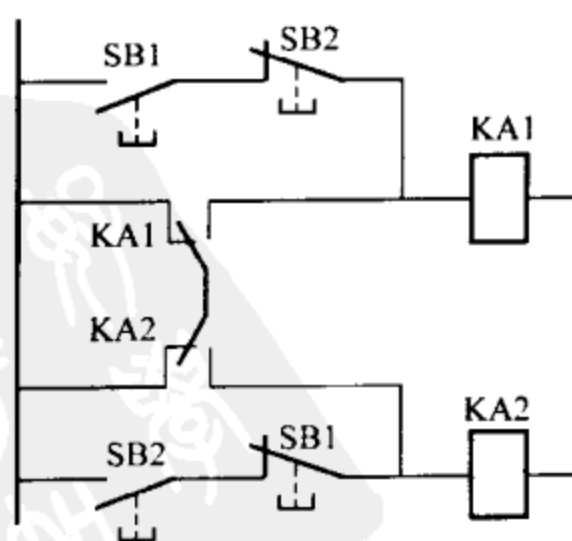


图2-19 继电器只用一组转换触点电路

2-1-41 用电流继电器换接的自动 Y- Δ 起动器

通常的自动换接 Y- Δ 起动器是以时间继电器为换接元件。时间继电器换接的不足之处是：不能随负载变化自动调整起动时间。如图 2-20 所示，用电流继电器做换接元件、用时间继电器做中间换接和后备保护元件的线路。该线路特点是：能随负荷轻重在一定范围内自动调整起动时间。

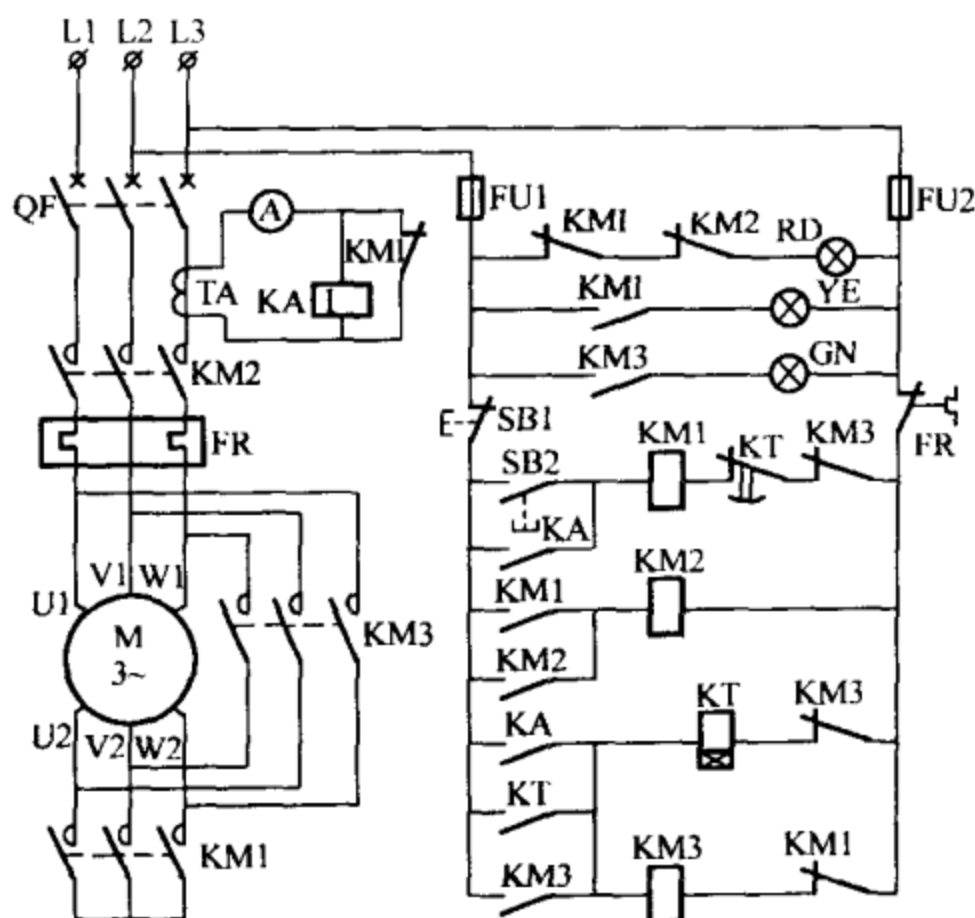


图 2-20 用电流继电器换接自动 Y- Δ 起动器的电路图

该线路工作原理是：按起动按钮 SB2，接触器 KM1 吸合，与此同时 KM2 吸合并自保，电动机以 Y 起动。电流继电器 KA 受起动电流影响也随即吸合，其一动合触点保证 KM1 吸合。同时，另一动合触点将时间继电器 KT 吸合。当电流降到额定值后，KA 释放，KM1 随即释放。KM1 动断触点闭合使 KM3 吸合，起动即告完毕。停止时只要按停止按钮 SB1 即可。

KT 延时断开触点的设置是保证当 KA 因故障不能释放时，将 KM1 断开，其时限整定必须大于电机最长起动时间。

2-1-42 电动工具转子线圈的拆除方法

单相国产和进口电动工具，使用损坏后转子需要修复，但转子线圈表面涂有一层环氧树脂覆盖漆，固化后的环氧树脂比较牢固，不易拆除。拆转子线圈的办法一般是：先将线圈端部锯割开，再加热至 120℃ 以上，此时树脂漆膜会有点发软，就可将线圈拉出。

2-1-43 油煮法拆除手电钻转子绕组

用烘箱加热法拆除手电钻转子绕组费时费力又费电。有些绕组漆灌得很严实，拆除更难。用油煮法则省时省力又经济，尤其对拆除漆灌得很严实的绕组更显优越。

油煮法拆除手电钻转子绕组的具体方法步骤如下：先用钢锯将槽楔锯开，再取一金属容器（不要太大，能横向放下转子且深度为转子直径的 2.5 倍即可），注入适量柴油（浸没转子为宜），加热至绝缘漆软化。然后一手持钢丝钳夹住转子轴的一端取出转子，另一只手持斜口钳快速剪断绕组端部且用尖嘴钳趁热逐步拉出绕组边。如果一次拆不完，可再加热，反复几次，一般 1h 左右即可拆完。热源采用电炉较方便，但使用中一定要注意安全，如操作中取出转子前，应切断电炉电源。

2-1-44 “通电加温软化法”拆除已烧毁的电动机绕组

在重绕电动机绕组时，须将已烧毁的电动机绕组拆除。拆除的方法多种多样，一般采用通电加温软化的方法最为理想。其方法如下：

(1) 将绕组的连接引线拆除，对每一极相组施以 60 ~ 80V 交流电压（可由电焊机二次侧获得），使绕组温度逐渐升高，待线圈绝缘软化到一定程度时，立即切断电源并迅速拆除旧绕组，直至全部拆除为止。

(2) 可将烧毁的绕组串接起来，施以 220V 交流电压，使绕组温度升高，当绕组温度不足以使绝缘软化时，可适当减少串联

绕组的线圈数，直至绕组绝缘软化能拆除为止（为了安全起见，可选用铁壳开关或磁力起动器控制电源）。

2-1-45 喷灯加热法拆除环氧树脂浇浸的电机定子绕组

电机定子绕组采用环氧树脂漆浇浸后，大大提高了电机的电气性能。但是，这种电机定子绕组烧坏后，拆除比较困难。通常的定子绕组是用绝缘清漆浇浸的，调换或修理绕组时，只要对绕组线圈加热，此时粘合线圈的绝缘清漆就会松软，拆除时拉线清槽均很方便。而环氧树脂漆浇浸的定子绕组，用一般的加热方法不行，因为它仍坚固得像铁一样；如果温度过高，则会损伤定子硅钢片。对此，采用喷灯加热的方法来拆除环氧树脂漆浇浸的定子绕组，既可保证电机的修理质量，又能缩短修理工时。现简介如下。

环氧树脂漆浇浸的线圈在成形硬化后，加以 150°C 左右的温度，它会变软，而温度下降后，又会恢复其硬度。因此需趁线圈变软时用锤子不断敲击线圈，使紧密粘合着环氧树脂漆的线圈松动。具体操作方法是：在定子绕组一端采用喷灯加热，在此端部线圈变软时，即用锤子不断地敲击。在环氧树脂漆浇浸线圈整体松动的情况下，用锋利的镊子将线圈端部沿定子槽口切断。接着，用准备好的小葫芦钩住被切断线圈的另一端，一边对切断线圈的一端继续用喷灯加热，一边收紧葫芦。当定子槽里的线圈温度升高到 140°C 左右时，线圈即会缓慢移动，随着进一步收紧葫芦，可使整槽线圈慢慢拉出。按此方法，可将其余的定子绕组逐只拆去。

喷灯加热法拆除环氧树脂浇浸的电机定子绕组时要注意：①操作时，定子机座与小葫芦需固定牢靠。小葫芦与被拆线圈电机垂直，使其拉力与定子槽口平行，以避免带动定子端部硅钢片而引起槽齿松动；②整个拆线操作要迅速，喷灯的火焰尽可能不对着铁芯，以免定子铁芯过热受损；③对拆出线圈后定子槽内残存的绝缘物，应趁热清除。

2-1-46 小功率三相异步电动机接入单相电源运行

在工农业生产和科学实验中，自制机械设备或仪器经常使用小功率（1kW 以下）三相异步电动机作为动力。但使用地点并不一定敷设有三相电源，在这种情况下，就产生了小功率三相异步电动机如何接用单相电源的问题。

三相异步电动机是利用三相对称绕组通入三相对称正弦电流在电机内部产生圆形旋转磁场，在转子绕组上感应出电动势与电流，转子电流与磁场作用产生转矩，驱使电动机运转而工作的。而单相电源只有一相正弦波的交变电流，如果通入三相绕组，只能产生脉振磁场，不能产生驱动转矩，电机不能工作。三相异步电动机在运行中断了一相后，变为单相电动机，电机还可以转动（不考虑电机带负荷情况），是因为此时电机内部也形成了一个非圆形旋转磁场，通常说此时正序磁场加强，负序磁场减弱。所以，单相电动机主要是解决起动问题。

对于单相电网，若要再产生一个不同相位的电流，使两相电流在时间上有一定的相位差，则也可产生一定的旋转磁场。理想状态下，产生圆形旋转磁场的条件是两相电流在相位上相差 90° ，两相绕组在空间也相差 90° 电角度，并产生的磁动势幅值相等。根据此原理，三相异步电动机的绕组可一分为二，使其中一相绕组串接电容进行移相，使其产生起动转矩。

三相异步电动机接用单相电源的连接方式如下：①三端头接线方式：三相异步电动机 Y 接法时的连接方式如图 2-21 所示，三相异步电动机 Δ 接法时的连接方式如图 2-22 所示；②六端头接线方式如图 2-23 所示；③电动机正反向旋转的可逆连接方式如图 2-24 所示。

电容器的选择及要求。利用电容器进行移相，所串接电容器的大小可按下列公式进行估算

$$C = \frac{I \times 10^6}{2\pi f U} \cos(\varphi - 60^\circ)$$

式中 I 、 U 、 φ ——三相电动机在电网工作时的额定电流、额定电压、额定功率因数角。

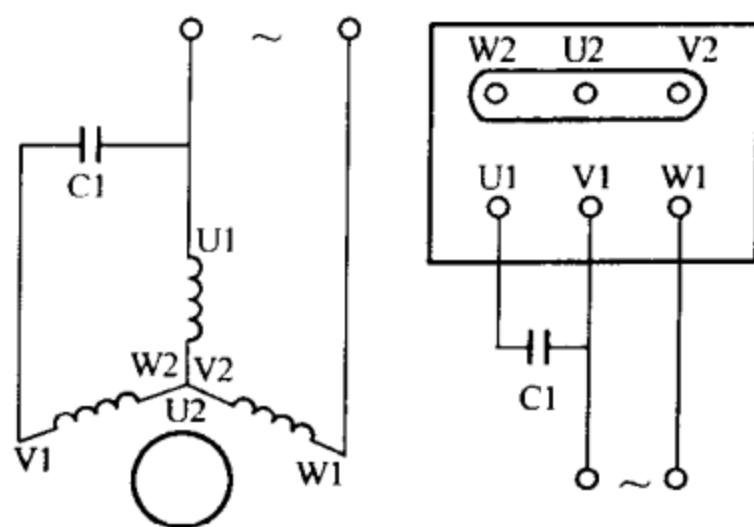


图 2-21 Y接法的连接方式示意图

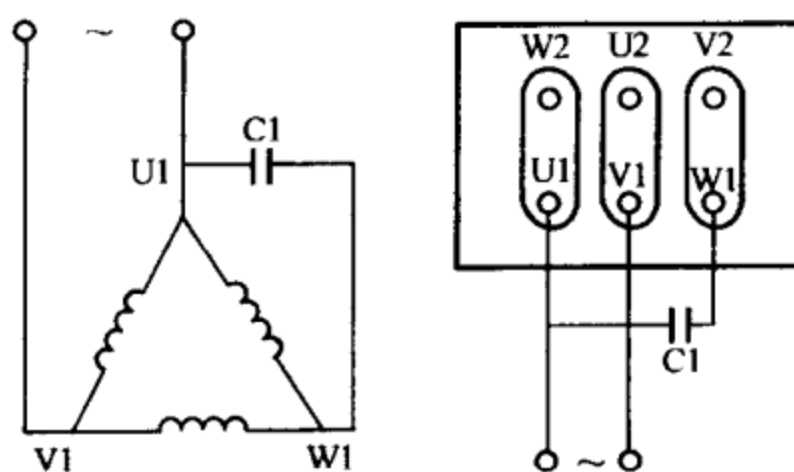


图 2-22 Δ接法的电机连接方式示意图

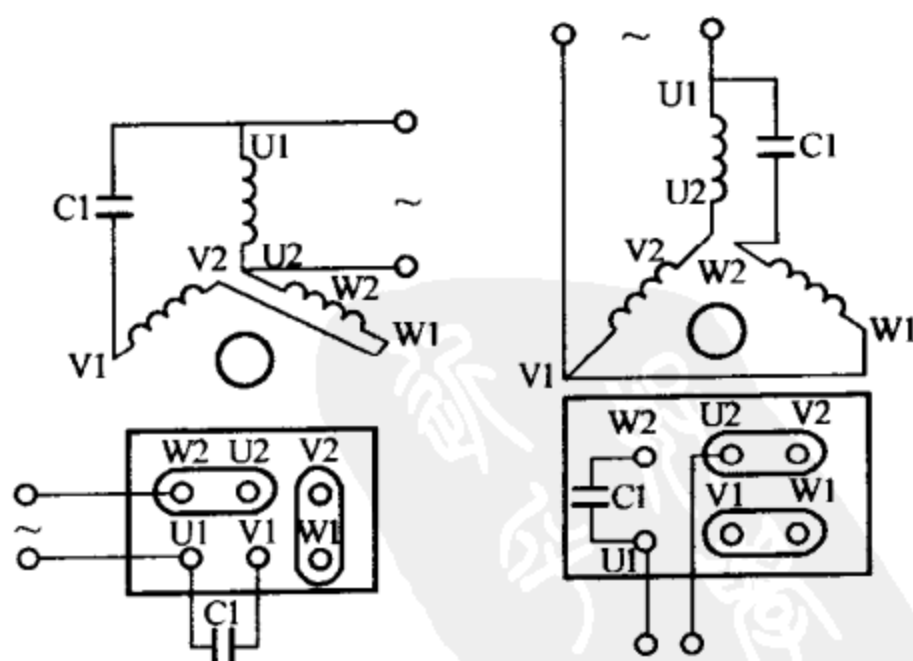


图 2-23 六端接线方式示意图

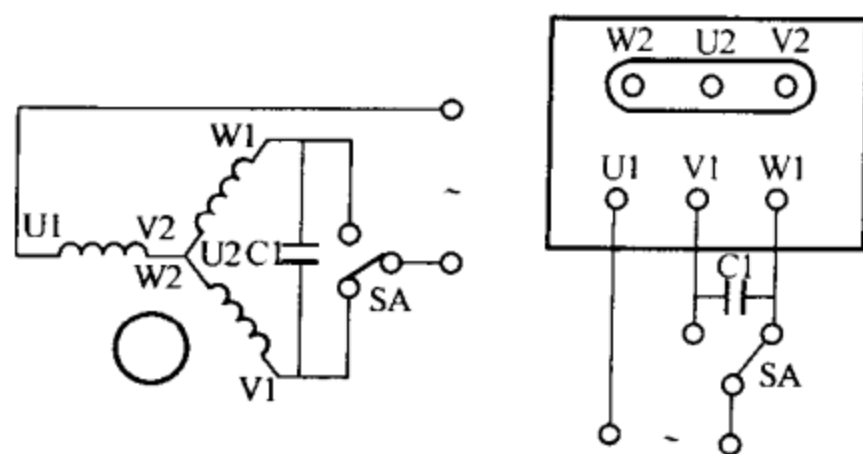


图 2-24 正反向旋转的可逆连接方式示意图

SA—单刀双向开关

【例】 一台 Y802-4 三相异步电动机，额定功率 $P_n = 0.75\text{kW}$ ，Y 接， $U_n = 380\text{V}$ ， $I_n = 2.0\text{A}$ ， $\cos\varphi_n = 0.76$ ，求串入电容器的大小。

解 $\cos\varphi_n = 0.76$ ， $\varphi = 40.53^\circ$ 代入公式

$$C = \frac{I \times 10^6}{2\pi f U} \times \cos(\varphi - 60^\circ)$$

$$= \frac{2 \times 10^6}{2 \times 3.14 \times 50 \times 380} \times \cos(40.53^\circ - 60^\circ) = 31.6(\mu\text{F})$$

经试验串入 $30\mu\text{F}$ 电容器电机运行性能较好。

C_1 一般选择纸电解或油浸纸电解电容器。在长期额定电压下工作时，其额定电压 $U_c \geq 450\text{V}$ (220V 电网)。

必须指出的是，三相异步电动机接于单相电源后，轴上出力有所减少，无功功率相应增加，功率因数将低于原额定规范下的数值，三相电流显著的不平衡。因此，三相异步电动机接用单相电源仅适用于功率在 1kW 以下的场合，电动机一般只能带较小的负载起动。

2-1-47 不吊起变压器顶盖更换套管穿心导杆

中型变压器套管穿心导杆（引出线）因故需要更换时，通常需要将变压器盖吊起。但这样做就需要耗费大量的人力、时间，并要使用必要的起吊工具。也可采用不吊起顶盖换装套管穿心导

杆的方法，其步骤如下：根据工作条件，把部分油放出降到必要的油位后，将防爆管取掉。操作人将手从防爆管的孔探入顶盖下，把套管在箱内的下桩头松开，抽出待更换的导杆，然后将导杆进行更换。

如果需要换装的不是离防爆管孔最近的，而是某个其他导杆时，那么先取下离防爆管孔最近处的套管，利用其孔便可依次将邻近的导杆与线圈引出线松脱。换装发生故障的套管穿心导杆后，可按相反顺序将所有取下的套管及防爆管安装回原来位置。

采用此方法，只需两人进行工作便可，但要特别注意避免将扳手和松开的螺帽、垫圈等掉入变压器内。

2-1-48 用钢丝针和铁夹子安装变压器散热器法兰橡皮垫圈

大型变压器散热器组的进油口法兰和箱壳法兰安装时，法兰之间的橡皮垫圈通常由两人用两把一字旋凿将橡皮垫圈揪住在箱壳的法兰上，再用螺栓将法兰拧紧。这种做法效率低，而且不安全。为此采用自制钢丝针和铁夹子来代替旋凿安装变压器散热器法兰橡皮垫圈，可提高工效又确保安全。钢丝针的制作和使用方法现简介如下。

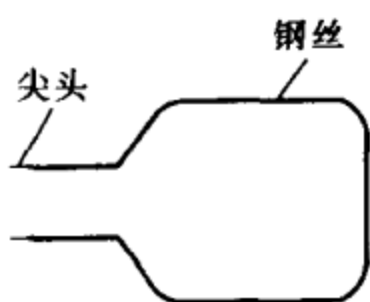


图 2-25 钢丝针示意图

用直径为 1.8 ~ 2mm、长约 160 ~ 180mm 的钢丝一根，把它弯成如图 2-25 所示的形状，并在两头磨尖，以便尖头能戳进橡皮垫圈（深度约 10mm）。

使用时，可在橡皮垫圈相对应两侧的垫圈厚度一半处，各插入一个加工好的钢丝针，如图 2-26 所示。安装时，先将插好钢丝针的橡皮垫圈放在箱壳的法兰上，再用小号铁夹子（市场上可买到）将钢丝针与铁法兰夹住，如图 2-27 所示。这样散热器组装时，即使有振动或轻微碰撞，橡皮垫圈也不会掉下。再用螺栓将法兰拧紧后，即可松开铁夹，拔出钢丝针。

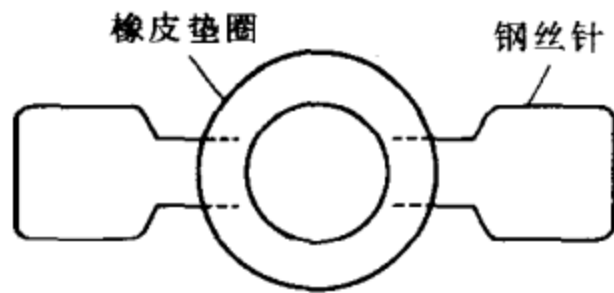
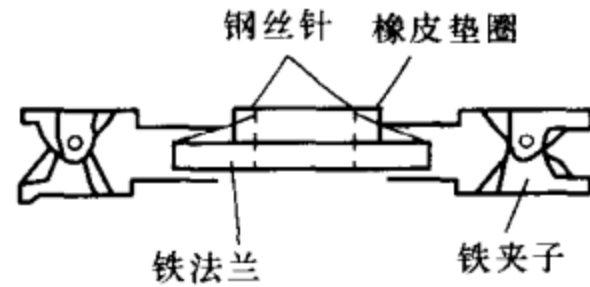


图 2-26 钢丝针插入垫圈示意图

图 2-27 钢丝针和铁夹子
固定垫圈示意图

2-1-49 变压器吊芯前将放油储存在油枕内

变压器吊芯前要将变压器油放出约 1/4 左右，如没有一定容积的油桶，处理不好既造成油质不合格又浪费人力。对此可采用将油储存在油枕内的方法，先将油枕与瓦斯继电器之间的油门关闭，截止油枕的油通往变压器内（一般油枕存油在油标 15 ~ 40℃，还有一半左右的空余量）。随即将变压器底部油门放出的变压器油注入油枕中，将油枕的空余处注满为止。在吊起时要考虑变压器重心偏离等问题。变压器吊芯检查完毕开始就位后，将油门放开，使油通往变压器内复原。这种储存方法适用于 1800 ~ 6300kVA 的电力变压器。若变压器油枕的容量较大，可以将油枕拆下来作为容器。

2-1-50 安装开关柜内隔离开关，主轴上钻定位孔方法

在装配高压开关柜时，当隔离开关与操作机构就位后，就要配做输出臂和拐臂连接，即要根据隔离开关的限位板确定拐臂在主轴上的起始角，也就是在主轴上确定定位销孔的位置。实践证明，主轴上所钻定位孔的位置合适与否，直接关系到其使用寿命。如果偏斜，势必造成日后使用中操作滑位而引起事故。然而，凭手电钻在 $\phi 25\text{mm}$ 的圆钢主轴上钻垂直孔，做起来很困难。为此，可将“定位螺丝”先在车床上钻个 $M4\text{mm}$ 中心通孔，然后按要求将定位螺丝先在主轴上模拟定位，再用手电钻顺定位螺丝中心孔在主轴上预钻 $M4\text{mm}$ 孔（宜按拐臂螺丝长度掌握深度），拆卸后再以拐臂螺丝规格（一般为 $M8\text{mm}$ ）选用钻头正式

沿预钻孔钻定位销孔。这样就可保证在主轴上钻定位孔的操作准确且易于操作。

2-2 巧 技

2-2-1 电吹风烘烤取断丝白炽灯泡

白炽灯灯泡灯丝烧断后，更换新灯泡时，发现坏灯泡拧不下来。若用力拧，灯泡容易破碎，很不安全。这时可用电吹风烘烤灯头 1min 左右，至灯头略感烫手为止。仍拧不下来时，可继续加热。注意加热要均匀，即手持电吹风绕着灯头慢慢旋转，风口不要距灯头太近，以免温度过高，烧坏灯头。

如果更换灯丝未断的好灯泡时遇到灯泡拧不下来的情况，可把开关闭合，让灯泡正常工作，给灯头加热几分钟，就能把灯泡拧下来。

2-2-2 土豆拧取破碎白炽灯泡

白炽灯灯泡点燃运行中溅上冷水炸裂，或遇硬质铁木器碰破等情况下，不宜用手直接去拧取，以免扎伤。有时用钳子去拧取，不但取不下还会拧碎。这时可用一大小适当的土豆切去一小片，用大块切面对着破碎灯泡，如图 2-28 所示，将破碎玻璃尖刺入土豆切面中，然后逆时针方向旋转土豆，便可轻松、安全地取下白炽灯泡。

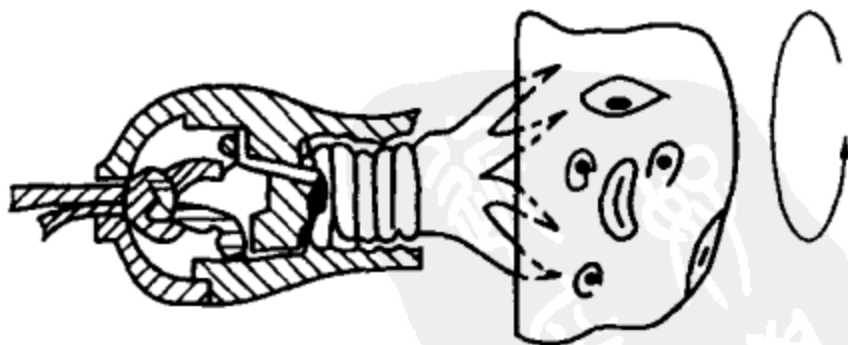


图 2-28 土豆拧破碎灯泡示意图

2-2-3 薄壁软塑料管更换指示灯泡

在维修常用电气设备和各种监测仪器时，常常要对已损坏的

指示灯泡予以更换。由于大部分的指示灯泡顶部露出灯座的部分很小，用手直接更换很不方便，多数还需将灯座卸下，拆开，这样既费时又费力。为此，可取一段 5 ~ 6cm，内径与指示灯泡外径相当的薄壁软塑料管，用管子的一端套住坏指示灯泡的顶部，用手捏住管子稍用力旋转就可轻易地将其拧下来。然后将新的指示灯泡的顶部套入管子（注意不要套得太深，只要卡住灯泡掉不下来就可以），拧上即可。

2-2-4 给 R1 系列熔断器熔管加装塑料打包带操作手柄

在电力系统和一些工矿企业的配电装置中，使用 R1 - 6、10A 控制管式熔断器作为配电设备二次回路中过载和短路保护，经常要进行操作。由于熔断器熔管两端箍紧铜帽带有电压，且安装在端子排中，位置狭窄，为防止触电，操作人员必须戴绝缘手套且很难取出。有时只好用钢丝钳或尖嘴钳去夹取，如果操作者用力不当，不是夹破瓷（玻璃）管，就是滑落地下摔坏。对此，可用废弃的塑料打包带（1 ~ 1.5mm 厚），剪成 60 ~ 80mm 长，围绕熔断管回弯过来，再将两带头用电烙铁烫粘在一起，就形成一个操作柄，操作起来既方便又安全可靠。

2-2-5 卡垫小铜片连接电熨斗扁电阻丝断头

电熨斗芯是用扁电阻丝绕成的，断裂后不能用通常绞接方法连接起来。正确的修理方法是：在一小块长度等于云母片宽，宽度等于电阻丝绕制间距、厚为 0.1 ~ 0.3mm 的平整铜片的两端各开一个小豁口，将铜片小心卡垫在断丝的下面。这样仍可使用很长时间。

2-2-6 玻璃和电料瓷的混合粉末处理电烙铁电热丝断头连接点

电烙铁的电热丝断后，最简单的修理方法是把断处绞接，不过这样接后，常因接点处松动而有火花出现，用不多久，便又在

接点处烧断了。对此简便有效的修理方法是：把烙铁里的电热丝从筒中取出，先除去断处附近的氧化物，再紧紧的绞接。然后，在接头周围放少许碎玻璃和电料瓷（6:1 研成粉末），装好后，通电几分钟，粉末就熔化而附着在接点上。这样修理后，接点就不会出现火花，并且比较耐用。

2-2-7 挖空示温蜡片中心粘贴法

电器设备在运行中都要产生一定的热量，引线连接桩头则是发热的重点部位。为监视接头的发热程度，保证设备安全运行，通常的办法是在连接处粘贴示温蜡片。

如何粘贴好示温蜡片，以保持一定的使用时间，实践中贴法不尽相同。粘的牢、保持时间长的贴法是挖空蜡片中心粘贴法，方法如下：先把需要粘贴蜡片处的金属粘贴面用干布擦净，然后把蜡片粘贴面用小刀削平，在蜡片粘贴面中心挖去一小部分（约占蜡片体积的 $1/6$ ，以增加蜡片粘贴面的面积），在挖去的部分涂满普通调合漆（厚漆）稍用力将蜡片粘贴在设备接头处，使油漆从蜡片底部溢出。待数日蜡片挖空部分油漆干燥后，蜡片便牢牢地粘在接头处。

采用挖空蜡片中心粘贴法粘贴的蜡片，虽经四季风霜，颜色已褪，但仍能牢固的粘贴在电器设备上。

2-2-8 喷雾器去喷头加管给少油断路器加油

电力系统和工矿企业中拥有大量的 10kV 少油断路器，因该断路器在开断一定次数、一定数值的短路故障电流后，要进行检修、更换绝缘油。另外断路器因拐臂、放油螺栓等处密封不好，也常会发生渗漏油现象，所以需要及时补加油。传统的换油、加油方法不仅费事，而且在加油过程中很容易漏油，既浪费油又造成开关柜不清洁，从而降低了设备的等级。现介绍一种避免上述缺陷加油的方法：即用农用喷雾器（市场上可买到）去掉喷头，再接上 2m 多一段塑料管，前头自制一个专用接头（可用铜管），一头

接塑料管，另一头接断路器的加油孔。所加变压器油装入喷雾器桶后加压通过喷雾器开关控制就能很方便，快速地加入少油断路器，并且不会造成漏油、费油现象。利用改装的喷雾器，同理同法，可给变压器充油套管、TA、TV 等充油电气设备补加油。

2-2-9 不放气和油、不拆油管更换少油断路器贮能器活塞杆密封圈

少油断路器所配置的液压机构（CY、CY5、CY4、CY3 等）中均有贮能器。贮能器结构如图 2-29 所示，其中活塞杆密封圈渗漏油现象时有发生。按通常的检修程序更换密封圈是比较麻烦的。首先要放掉压力，还要放掉氮气及液压油，拆除与贮能器相连的高压油管及微动开关。拆下贮能器后，拧下贮能器

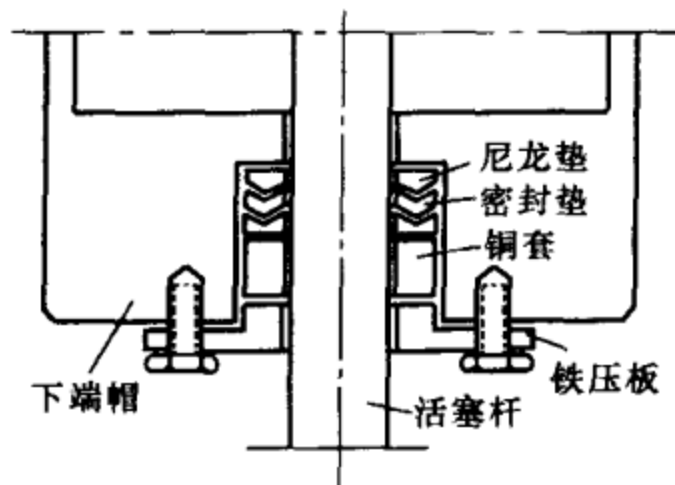


图 2-29 贮能器结构示意图

下端帽上的 4 条铁压板螺钉，取下铁压板，然后拧下下端帽，才能取出组合密封圈。组装后又要连接油管路充氮气等。时间大约需一整天。现介绍一种简单可行的更换密封圈方法，可不放氮气，不放液压油，不拆除高压油管路，无需分解贮能器。因高压油放回油箱后，液压油被高压油泵隔开，氮气被贮能器内的活塞隔开，在活塞下部没有高压液压油和氮气存在，所以工作时是很安全的。其具体更换密封圈的方法步骤如下：

(1) 断开交流电源后，将压力放至零压，然后拆除微动开关，并将拆下的微动开关放至绝缘物上或悬空，防止接地或与人触及。

(2) 拧下活塞杆密封圈的 4 条铁压板螺钉，使铁压板落下并取出（如下部间隙大的可以不取出）。

(3) 接通交流电源（应注意微动开关交流部分不能接地），强行起动油泵，油泵刚建起的高压油立即会将组合密封圈冲出，

随即断开电源。

(4) 从活塞杆下端将铜套、尼龙垫、胶圈分别取出,更换新胶圈。更换新胶圈时应注意,不要使 V 形圈的内外沿卡伤或倒边。

(5) 恢复铜套,固定铁压板的 4 条螺钉要松紧适度。

按上述程序操作更换活塞杆密封圈大约只需 30min。

2-2-10 多尘环境中的微动开关外壳缝隙用透明胶带严封

多尘环境中的微动开关多发生失灵故障,开关失灵的原因既不是触头烧坏,也不是机械原因,而多是粉末进入微动开关内,并附着在动、静触头上造成。绝缘性能好的粉末使微动开关不导通,而导电性能好的粉末则使微动开关一直导通,失去控制功能。解决的办法是:在微动开关外壳缝隙处用透明胶带将它严密封住,使内腔与外界隔绝,粉末不能进入内腔。经这样处理后微动开关使用时间明显加长。

2-2-11 用三相倒顺开关控制单相电机正反转

木工机械大多使用单相电机驱动,与之配套使用的单相倒顺开关由于触点容量偏小,因而损坏率较高。对此可用触点容量较大易操作的三相倒顺开关控制来解决。

单相电机要实现正反转,其方法是改变工作或起动绕组中任一组绕组电流方向。接线如图 2-30 所示。具体接线方法如下:

(1) 选 KO-3 型三相倒顺开关一只;

(2) 用导线短接触点 K①、K⑤;

(3) 单相交流 220V 电源,相线 L 接触点 K④,中性线 N 接触点 K⑥;

(4) 触点 K⑤、K⑥引出线分别接至电机接线盒内 U2、U6 工作绕组接线柱;

(5) 触点 K⑧、K⑨引出线分别接电机接线盒内 U3、U5 起动绕组接线柱;

(6) 起动电容接电机接线盒内接线柱 U1、U4。

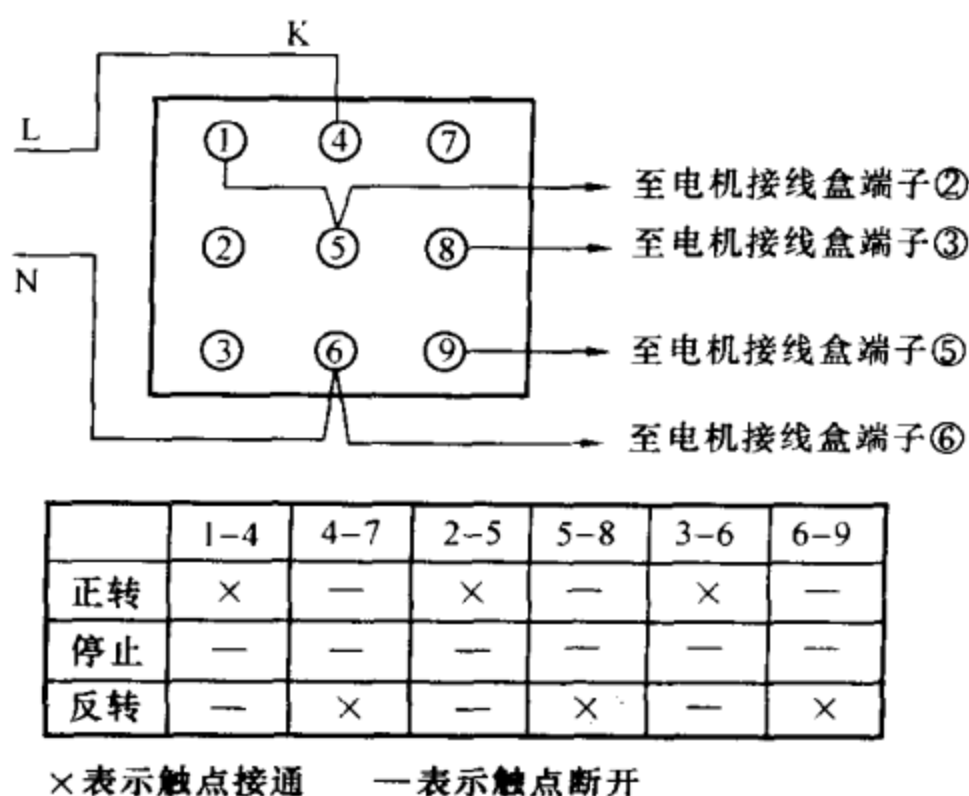


图 2-30 三相倒顺开关控制单相电机正反转
接线图及倒顺开关位置图

2-2-12 钮子开关代替三连开关

如图 2-31 所示三连开关电路图中的三连开关 SA3，市场上很少供应。如家庭或工矿企业需用三连开关电路时，一不宜购买；二由于三连开关的结构通常是旋转式的，自己制作较困难。对此可用双刀双掷钮子开关代替三连开关亦能收到一定的效果。双刀双掷钮子开关市场上型号很多，只要耐压为 250V、电流大于 1A，拨动手柄大小适宜就可以了。

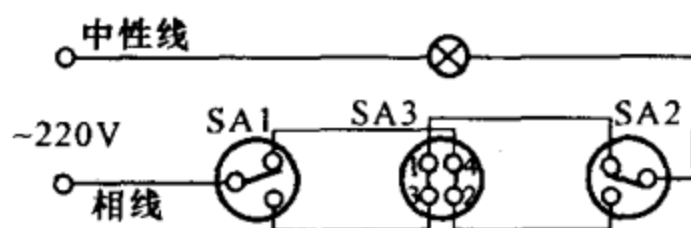


图 2-31 三连开关电路示意图

(电路处于不通状态)

SA1、SA2—双连平开关；

SA3—旋转式三连开关

将双刀双掷钮子开关部位出头分别编上号。使用时将 3 与 6、4 与 5 用导线连接，然后接成如图 2-32 所示的电路即可。当手柄拨到上位时，(1-3)、(2-4) 通；当手柄拨到下位时，(1-5)、(2-6) 通。

安装时，要将双刀双掷钮子开关固定在大小合适的木盒子或

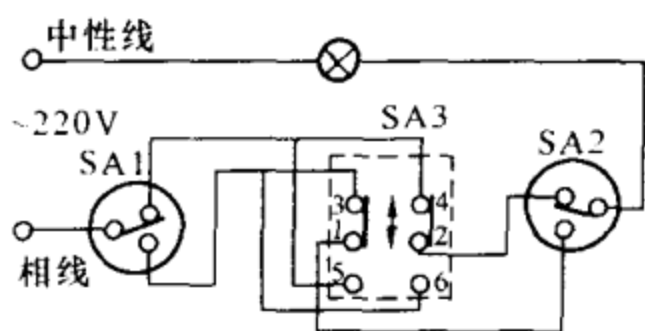


图 2-32 钮子开关代替三连开关
电路（电路处于断开状态）

SA1、SA2—双连平开关；

SA3—双刀双掷钮子开关

铁皮盒子中。接好线后，把盒子固定在墙上或墙内，露出手柄即可。所要注意的是双刀双掷钮子开关的引出头是铜片，无螺钉紧固接线桩头，因此在接线时，应用锡焊将连接导线头焊接牢固，以免接触不良。

2-2-13 高炉称量斗中采

用磁感应接近开关替代行程开关

钢铁厂高炉称量斗的开、关门限位，通常采用 LX 系列行程开关作机械的限位，但因开关位置安装不当或拐臂位置调整不好，常造成钢丝绳拉断、烧坏电机及损坏开关的事故。为此，可采用 YG-1 型磁感应接近开关替换 LX 开关。

YG-1 型开关由马蹄形磁铁、干簧管和塑料盒组成。当撞块垂直进入开关 U 形槽切割磁力线时，干簧管触点动作，通过断开交流接触器线圈达到限位目的，它克服了 LX 系列限位开关撞块对拐臂的损坏。电气寿命长达 10^7 次，只要撞块不偏离 U 形槽，干簧管动作十分可靠、灵敏。但要注意：在具有导电和导磁粉尘的场合，磁感应接近开关使用一段时间后灵敏度要降低，因此要定期对磁感应开关感应面及 U 形槽进行清洁维护。

2-2-14 吊风扇调速开关在夏季用后可用于电热毯调温、灯具调光等多种用途

吊风扇调速开关是多抽头的电抗器，改变挡位时，电感 L 改变，调速开关在电路中的电抗值 X_L 也随着变化，从而使加到吊风扇的端电压发生变化，达到调速的目的。根据这一原理，调速开关在夏季用后可用于电热毯调温、灯具调光等多种用途。用于电热毯调温效果优于采用二极管调温。具体做法如下：

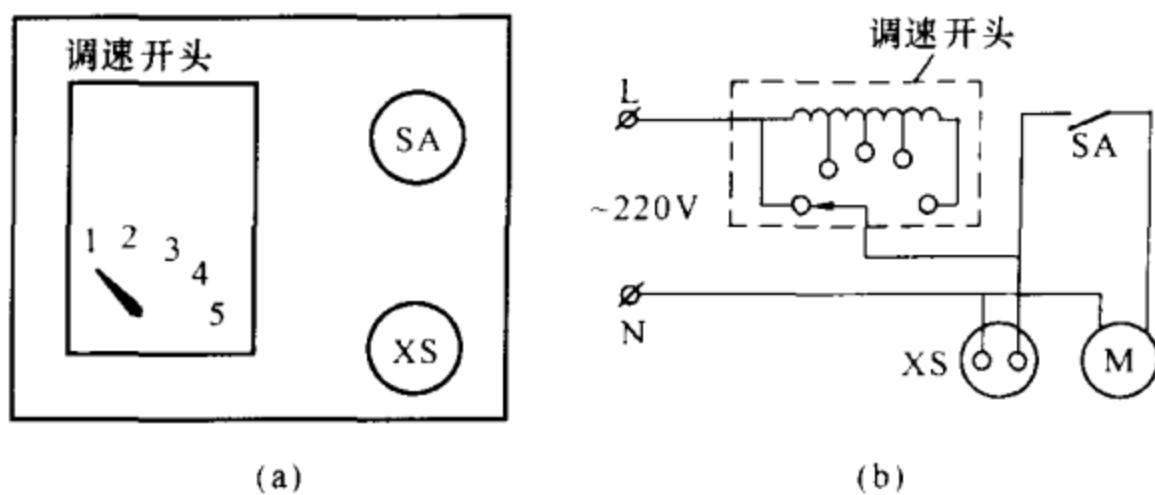


图 2-33 调速开关多种用途接线图

(a) 开关板; (b) 接线图

如图 2-33 (a) 所示在一块木板上装上调速开关, 一个平开关 SA 和一个插座 XS。然后按图 2-33 (b) 所示接线。夏季使用吊扇时, SA 开关置于接通位置, 但 XS 插座不能接负载; 其他季节不使用吊风扇时, 开关 SA 置于断开位置, 插座 XS 上就可用于电热毯、灯具等家用电器。

2-2-15 用日光灯起辉器控制彩灯闪烁

节日里, 如果有霓虹灯或其他较复杂的控制彩灯的电器设备当然不错, 但如果没有这样的条件, 可以采用日光灯起辉器来控制彩灯的闪烁。其控制电路接线方式如图 2-34 所示。

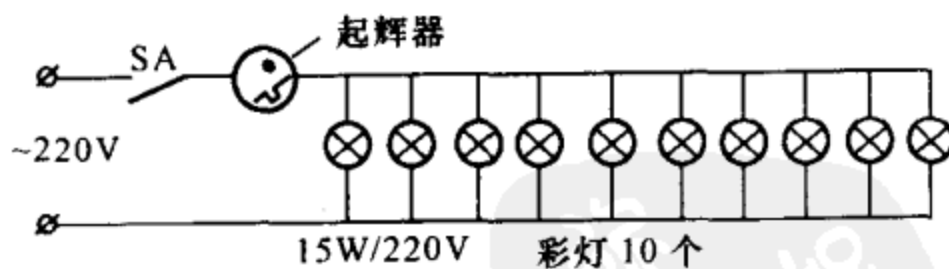


图 2-34 日光灯起辉器控制彩灯闪烁电路示意图

实践证明, 一个日光灯起辉器足可以带动 10 个 15W、220V 的彩灯闪烁。多用几个起辉器, 就可以随意组成各种明暗交替变化的彩灯图案。这里需要注意的是: 各个起辉器的通断时间一般不一致。因此组字或组合一个图案时, 每个字最好只用一个起辉

器。否则，用了两个以上的起辉器就可能出现一个字的一部分亮，而另外的部分不能同时亮的闪烁状态，这就很不好看了。

2-2-16 交流调压器增设限位装置

有些家庭使用日本产的 110V 彩电、冰箱等家用电器。由于我国市电都为 220V，大多用 220/110V 降压变压器将市电降到 110V 使用，一般不出现不良现象。但也有些家庭使用交流调压器。使用交流调压器时，常因无限位装置，稍不留神将调压旋钮移位，使交流调压器输出电压发生变化。输出电压偏低时，会使彩色或冰箱等家用电器不能正常工作；输出电压偏大（高于 110V）时，会造成家用电器损坏。

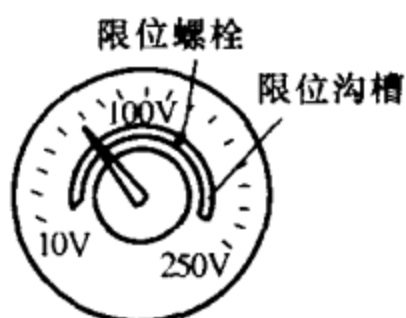


图 2-35 调压器面板的限位装置

为了避免上述事故的发生，可在交流调压器面板上开一条限位沟槽，然后在槽内放一只螺栓，用螺帽把它固定在所需要的电压刻度上，如图 2-35 所示。这样就可放心地使用交流调压器了。

2-2-17 用一个按钮控制“开”和“关”的电路

有些电路要求用一个按钮既能控制“停止”又能控制“启动”。即当第一次按下按钮时，电路接通；当再次按下该按钮时，电路便切断。如图 2-36 所示控制的电路图。

第一次按下 SB 时，继电器 KA1 线圈得电，使 KA13 打开，KA14 闭合。接触器 KM 通过 KA22、KA14 得电，其主触头接通主控电路（这里从略），同时动合触点 KM1、KM2 闭合，接

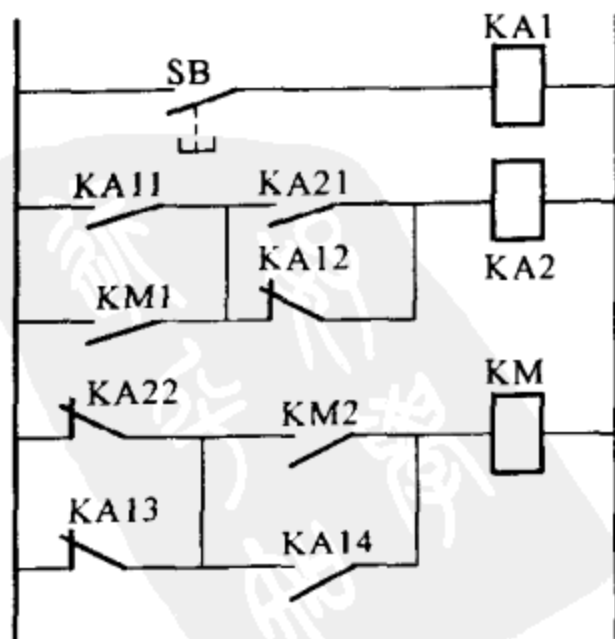


图 2-36 一按钮控制开和关电路图

触器 KM 通过 KM2 和 KA22 自锁。另外，因 KA12 打开，KA11 闭合，所以 KA2 未得电。当松开按钮 SB 时，KA1 失电，KA13 闭合，使 KM 通过 KA13、KM2 自锁；同时 KA12 闭合，KA2 通过 KM1、KA12 得电，使 KA22 断开，为切断 KM 作准备。

第二次按下 SB 时，KA1 得电，使 KA13 断开，KM 失电，切断主控电路。此时，KM1、KA12 断开，但 KA11、KA21 闭合，所以 KA2 仍有电。松开按钮时，KA11 断开，于是 KA2 失电，为下一次起动作准备。

KA11、KA21 串联在 KA2 回路中的目的是当第二次按下按钮 SB 后，保证 KA2 得电，使 KA22 保持断开，从而保证 KM 可靠地断电。

2-2-18 只用一个按钮的 Y— Δ 控制线路

只用一个按钮的 Y— Δ 控制线路，它适用于某些只能安装一个按钮的特殊设备上。其原理如图 2-37 所示。闭合断路器 QF，然后按下按钮 SB，接触器 KM1 通电吸合，动断触点 KM11 打开，

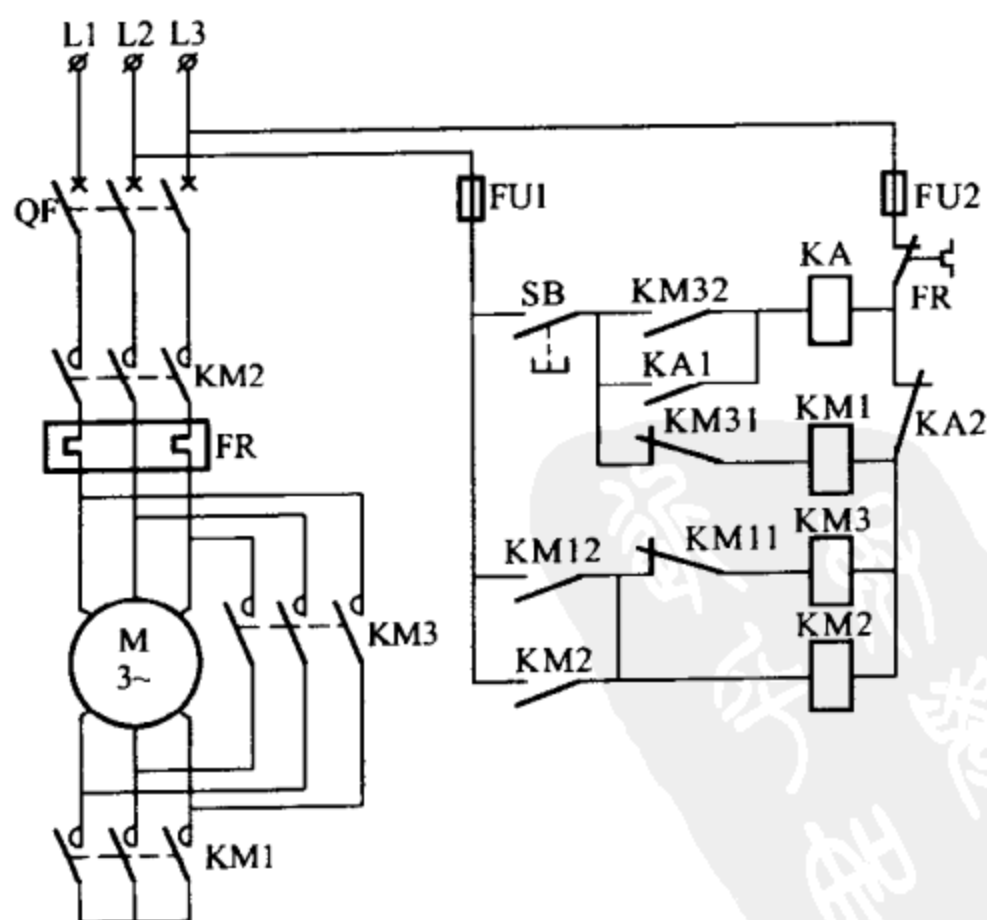


图 2-37 一个按钮控制的 Y— Δ 起动机线路图

切断接触器 KM3 回路；动合触点 KM12 闭合，使接触器 KM2 得电吸合并自锁。此时 KM1 和 KM2 的主触点均闭合，电动机处于 Y 形运行。必须注意，在整个起动过程中，应该一直按着按钮 SB。待电动机接近额定转速时，松开按钮 SB，KM1 断电释放，从而使接触器 KM3 得电吸合，电动机变为 Δ 形运行。KM3 动断触点 KM31 串接在 KM1 线圈回路中，保证在 KM3 吸合时，不会使 KM1 也吸合。

要停止电动机的运转，则可再按一下按钮 SB，继电器 KA 得电吸合，其动断触点 KA2 打开，使 KM2 与 KM3 全部断电释放，电动机停止转动。再松开 SB 时，KA 断电释放，待下次起动。

2-2-19 用一根导线控制两只 LED 发光二极管作自动/手动功能指示

用一根导线即可控制两只发光二极管 LED1（绿色）、LED2（红色）作自动/手动功能指示，电气原理如图 2-38 所示。当需要自动时，将自动/手动选择开关 SA 拨至自动位置上，LED1 亮，发绿色光；当需要手动时，则将 SA 拨到手动位置上，LED2 亮红光。这样就实现了用一根导线控制两只 LED 分别点亮，告知人们机器的运行状态是处于自动还是手动。

图 2-38 中，二极管 V1、V2 的反向耐压应能耐 2 倍峰值电压。LED1、LED2 可选用任何型号的发光二极管。限流电阻 R 的电阻值和功率 P 可根据下式估算求得

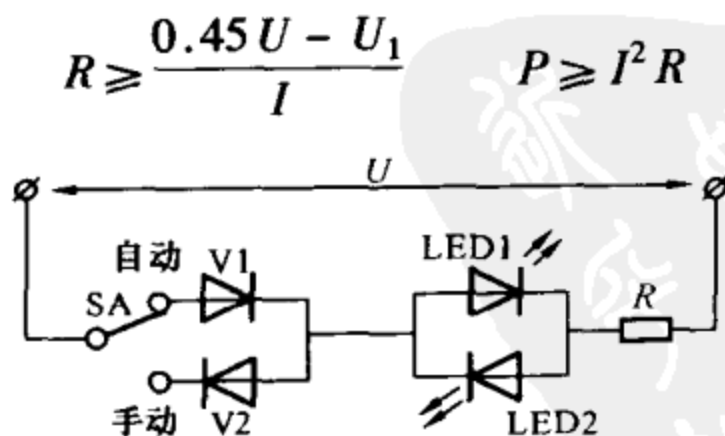


图 2-38 LED 发光二极管作自动/手动指示电路图

式中 U ——使用的交流电压，V；

U_1 ——LED 的正向压降，其值可由产品手册查出，V；

I ——LED 的允许最大工作电流，mA。

注意： R 值如取得太大，LED 的亮度就不足。

2-2-20 用一根导线做信号联系

在工矿企业生产中，常用电铃作为联系。如果双方相距很远，就值得考虑信号线路的经济问题。在双方都有照明或动力线路的情况下，可用一根导线来完成，如图 2-39 所示。该电路只用一根导线做信号联系线。因相线未直接接于电铃及联系导线，保证了装置与操作的安全（双方的相线必须同相）；在发出信号同时，自己方面的电铃也响，可起监听作用。

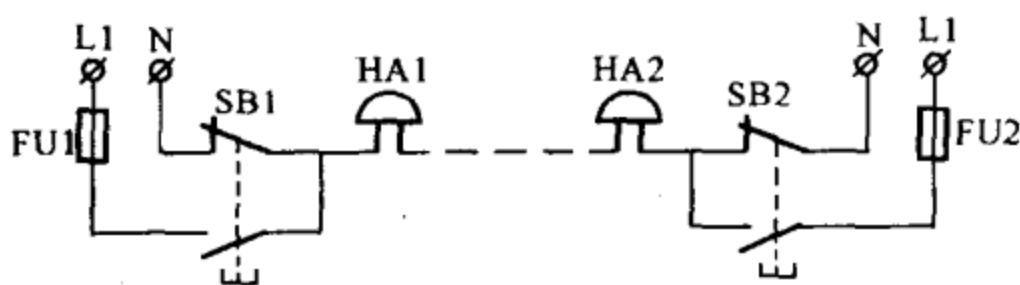


图 2-39 电铃联系电路一根线联系示意图

这种接线方式还有个特点是：当一方发出联系信号时，另一方也可按下按钮使之断声，作为“回答”。如果使用一种简单编码的联系信号，就能传送较多的信号，给工作联系带来更多的方便。

2-2-21 自锁线路上加开关，起动按钮具有起动和点动两功能

普通牛头刨床的主电机是由一只交流接触器控制的，并带有自锁装置。在进行调刀架或其他一些需要点动控制的工作时，要反复操作起动、停止两个按钮，给操作人员带来不便。对此可在原自锁线路上加个钮子开关 SA，如图 2-40 所示，则起动按钮就可具有起动和点动两种功能。当 SA 闭合时电路仍能自锁，SA

断开时可进行点动操作。

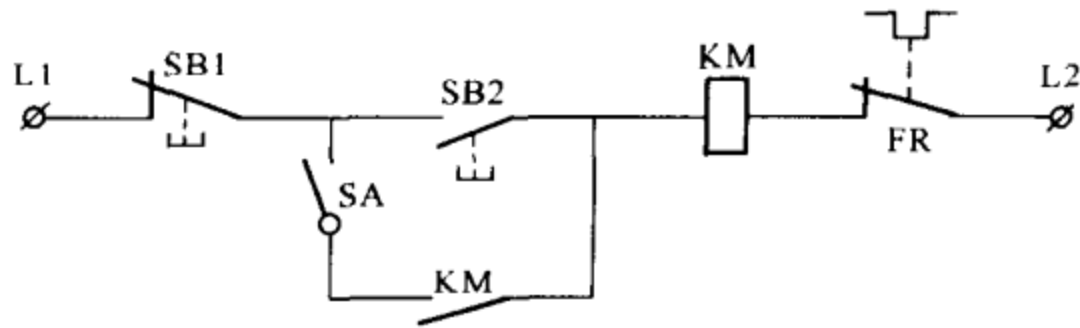


图 2-40 起动按钮具有起动和点动两功能控制电路示意图

2-2-22 用中间继电器构成缺相保护控制电路

如图 2-41 所示，主电路三相电源经过开关 QS、熔断器 FU、接触器 KM 的主触点后通过热继电器的热元件 FR 接入电机的绕组。控制回路停止按钮 SB1、起动按钮 SB2 和中间继电器线圈 KA 串联后跨接 L1 相和 L2 相上，中间继电器一动合触点 KA 跨接起动按钮 SB2 的两端，作自锁触点。热继电器动断触点 FR、接触器线圈 KM 和中间继电器一常开触点 KA 串联后跨接 L2 相和 L3 相上。此电路中无论缺任何一相电源，接触器 KM 的线圈都不会吸合，起到缺相保护的作用。

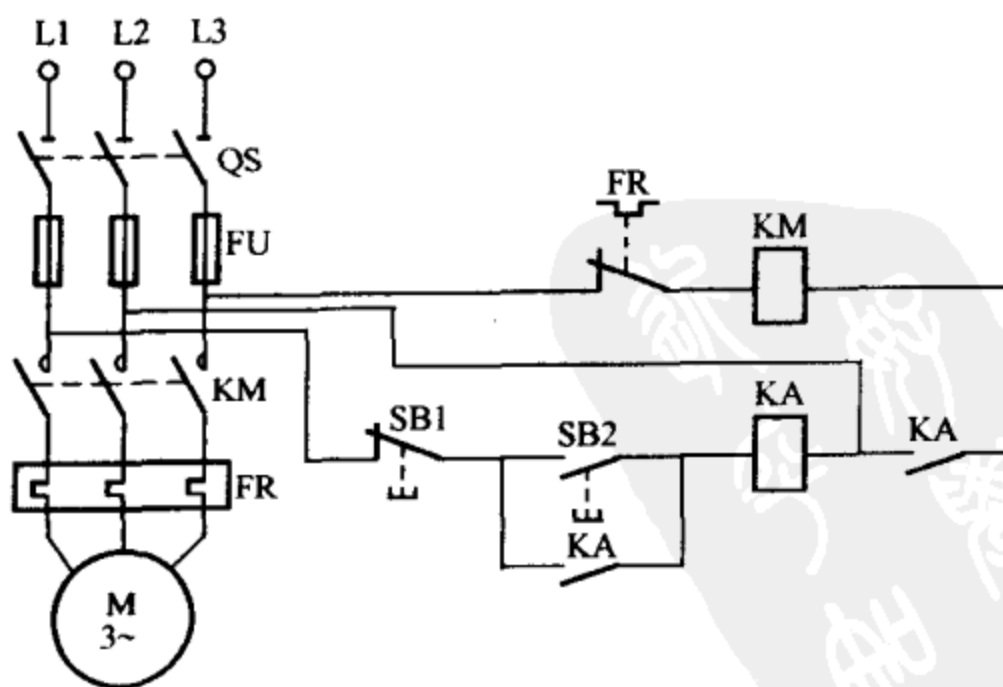


图 2-41 中间继电器构成缺相保护电路图

2-2-23 在发电机运行状态下，用一根绝缘导线检验发电机组轴承绝缘状况

发电机在运行中由于磁路不对称及漏磁等原因，在发电机转子轴上会出现称作轴电压的感应电压。轴电压产生的轴电流，将造成轴瓦电腐蚀，以致在轴瓦上出现坑坑凹凹的芝麻状小点，久而久之会使轴瓦损坏。为此，除在轴承座底部加装绝缘隔板外，在轴承油管法兰及其螺栓处和轴承壳底脚螺栓处均应采用绝缘材料隔开，以防产生轴电流。上述这绝缘称为发电机组的轴承绝缘。为保证发电机组安全运行，测量发电机组轴承绝缘是一项不可少的试验项目。每次大修后更是必须检测轴电压。

如用兆欧表摇测轴承座对地绝缘，因机座接地一般显示为“0”，无法判定轴承绝缘是否良好。如按通常的检验方法：在额定负荷、1/2 额定负荷及无载额定电压的三种情况下测量轴电压，不但需要三个人操作，还得采用高内阻、低量程的 0.5 级交直流电压表及一对铜刷等工具；又由于轴电压数值很小，大约只有 1V，不易测量准确，因此也较难判定轴承的绝缘状况。对此，现介绍一种鉴别发电机组轴承绝缘的检验方法，具体方法步骤如下：

在发电机运行状态下（不运行时不会有感应轴电压，也就无法检验），用一根兆欧表测试笔或绝缘导线，一端接地，另一端在旋转的发电机转轴（在发电机与励磁机之间）上轻轻接触一下，如图 2-42 所示。如果不出现火花，说明绝缘良好；反之，如果产生火花，则说明被测发电机组轴承绝缘不良（用此法时需多次轻轻接触，以免误判断）。

此方法也适用于工矿企业对大型同步电机的轴承进行绝缘检测。

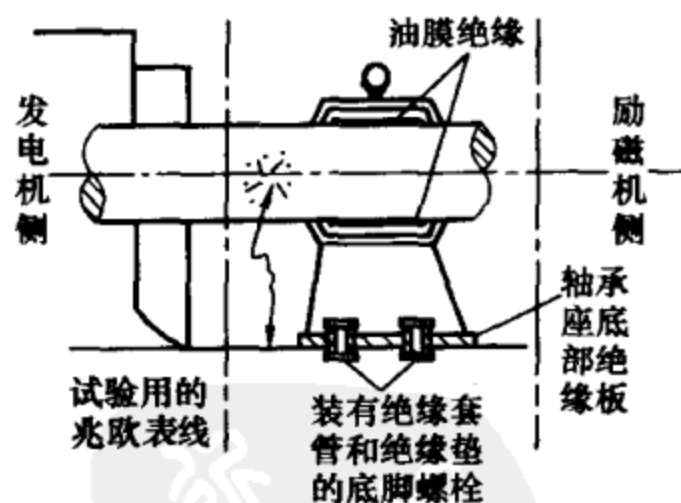


图 2-42 检验轴承绝缘状况示意图

2-2-24 用爆破自落法立混凝土电杆

采用爆破扩坑自落法立混凝土电杆，对于在沼泽地、流砂等挖坑困难的地区架设混凝土电杆架空输电线路，是一种高效、劳动强度小的施工方法。

(1) 基本原理。在土壤深处采用定向爆破的方式，利用炸药爆炸后产生的巨大力量，迫使土壤形成圆柱形空腔，预立在空腔上面的混凝土电杆，凭借自身重量而沉入，即完成了立杆工作。

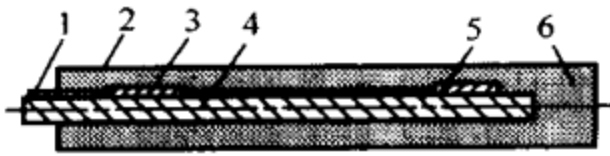


图 2-43 药包结构示意图

1—雷管引线；2—塑料药包；3、5—雷管；4—导爆索；6—2# 硝铵炸药

(2) 药包。①药包结构：为了防止炸药浸潮，药包一般采用塑料药包，长度为 2.5m 左右，如图 2-43 所示。一般黑土、黄土等比较松软的土壤可采用直径为 26mm 药包，装药量为 0.6kg 为宜；

对水坑、流砂坑采用直径为 30mm 的药包，装药量为 0.8kg 为宜；对其他较坚硬的土壤采用直径为 34mm 的药包，装药量以 1kg 为宜。②装药顺序：首先检查塑料药包，应无漏气之处；然后将雷管、导爆索插入塑料药包中，最后将定量的炸药通过漏斗倒入药包内，并均匀分布，再封闭药包上端口。③电雷管及其接线：电雷管采用 8# 瞬发纸壳工业雷管，一个药包内装两个雷管，其安装位置可在导爆索两端用胶布缠住，其接线采用并连接线。④药包安放：在已确定的杆位上，垂直于地面打一直径为 40~50mm、深度为电杆长 1/6 的孔眼，清理后将药包放入（孔眼内如有积水也不用排除）。为了顺利地将药包放入孔眼中，可用一根 $\phi 10\text{mm}$ 的钢筋棍（长 2.5m）附在药包上一起插入孔眼，然后将钢筋棍取出，并将雷管引线和电源胶质线接好，用粘胶布包好。胶质线引出离杆位 30m 以外，药包到杆根距离 H 为 200~250mm，上部覆盖松土，并插以标记，如图 2-44 所示。

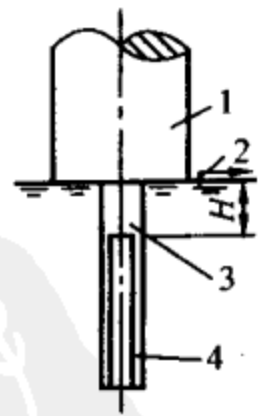


图 2-44 药包安装示意图

1—电杆；2—一起爆导线；3—孔洞；4—药包

(3) 立电杆和起爆自落。起立电杆可用通常的立杆方法，将电杆垂直于地面竖立，在电杆下端划一理想深度线以便确知爆落后电杆的埋深。电杆底端用草袋子堵上，以防起爆时将电杆炸坏。电杆立起后，应确认电杆中心与药包中心一致后，用临时拉线将电杆垂直于地面，人和工具等即可撤出现场，准备起爆。起爆可用 12V 直流电源，起爆后，土壤形成了空腔，电杆即凭借自重沉于土壤中，然后检查电杆实际埋入深度并扶正、培实基础、拆除临时拉线。

2-2-25 加热小段地埋线塑料护套制作塑料垫圈

交流接触器动衔铁支架上有横穿动铁芯 $\phi 6\text{mm}$ 圆轴，在其两边各有一个塑料垫圈，是用来减缓震动、减小噪声的。因交流接触器运行中线圈发热，塑料垫圈用一段时间后受热老化，加上接触器分合震动，使垫圈断裂不能继续使用。对此如不及时修理，因动铁芯失去平衡产生很大噪声，线圈严重发热，接踵而来的是线圈烧坏。

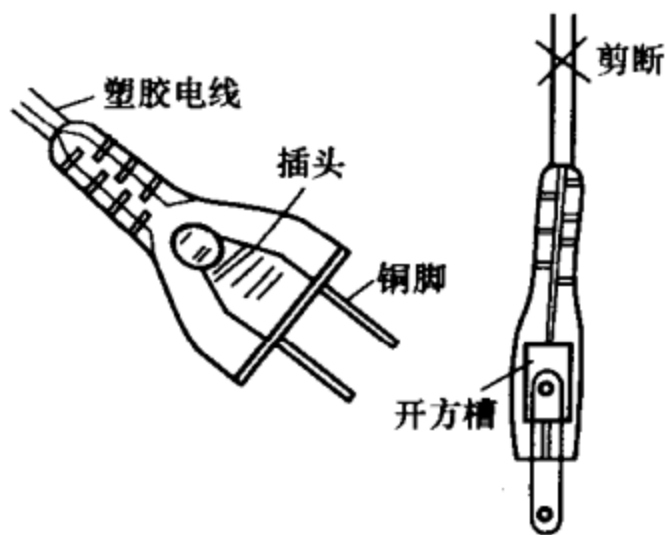
由于该塑料垫圈不是备品易损件，市场上又不常出售，给修理带来不便。解决办法是：把接触器的动铁芯全部退下来，将 25mm^2 的地埋线内外塑料护套一齐剪下 10mm 一段，塞进支架轴孔内，两边各露出 4mm，用原轴没有丝扣的一端套上合适平垫片，插进塑料护套筒内且露出一段距离，放在蜡烛火焰上均匀加热到塑料燃着的程度，速将平垫片向里挤压，稍停片刻，退出原轴。一个坚固又有韧性的塑料垫圈便制作成了。

2-2-26 用电热毯电阻丝绕制万用表 $R \times 1$ 挡线绕电阻

一块 MF-26 型万用表，不慎将电阻 $R \times 1$ 挡损坏。经检查是一康铜丝线绕电阻损坏，查得阻值为 11.2Ω 。修理时，在买不到康铜丝的情况下，可用 500 型万用表量一段电阻为 11.2Ω 的电热毯电阻丝绕制，其效果良好，精确度基本满足测量要求。

2-2-27 安全电源线插头内导线与铜脚内端脱焊的修复

电视机、收录机、调光台灯等家用电器的电源线为二脚安全插头电源线。有的刚买回来，也有的用了一段时间，就出现电源线



线不通的故障。经用万用表查找，两根塑胶电线无问题，故障出现在插头上。在购买不到合适安全电源线更换的情况下，用万用表找出有故障的铜脚，估计一下铜插片的规格和长度，顺着铜脚的方向，在靠近铜脚处的绝缘橡胶或塑料绝缘物位

置上，开一个纵向方槽，直至找到断线的铜脚的内端为止，如图 2-45 所示。用电烙铁在脱焊处将塑胶电线与铜脚的内端焊牢。然后用插头上挖出来的绝缘材料放回原处，再用干净无锡的电烙铁加热补平，再加以修复就可安全地使用了。

2-2-28 拉线开关改为延寿开关

白炽灯经常损坏的原因多是由于开启时它的冷态电阻比工作时热态电阻小得多，因此开启时冲击电流很大。为了延长白炽灯使用寿命，可在普通拉线开关上做点改进：拉下拉线开灯时，电路中串联二极管降压启动白炽灯；放回拉线后，二极管被短路，白炽灯全压运行。具体改制方法如图 2-46 所示。

(1) 用与原定位接触铜簧片厚薄相当的磷铜片做成如图 2-46 所示 a、b 两种形状。铜片 b 与原接触铜簧片连成一体，与铜压垫片一起安装时，中间用绝缘垫片隔开。

(2) 二极管安装在底座背面的空间内，两根引线穿过开关塑料底座新钻的两个小孔，接在铜片 a 与原铜簧片上。

(3) 铜片 a 与铜片 b 安装好后，它们的接触处应有一间隙。当拉线拉下时，靠铜片 b 的弹性，它们的接触处正好断开，使二

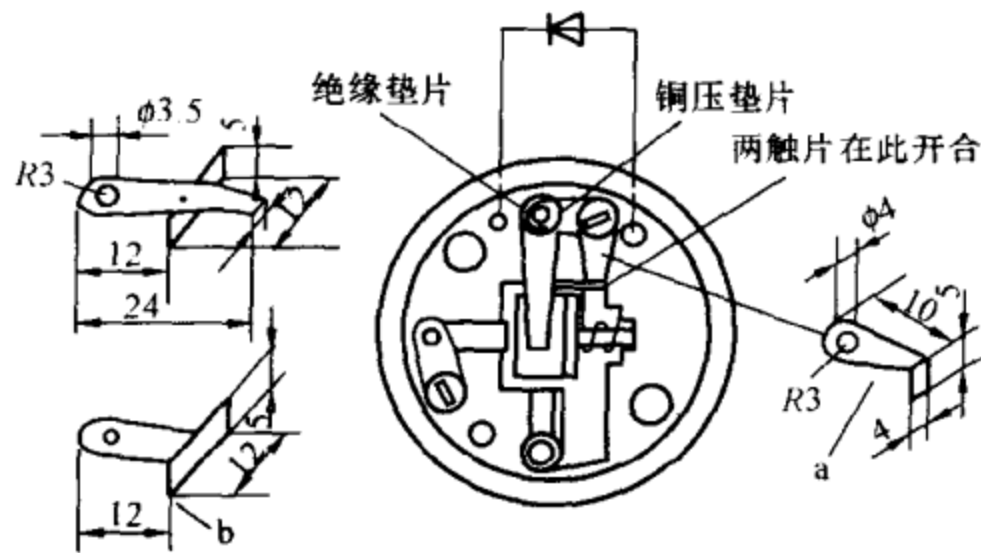


图 2-46 拉线开关改制延寿开关示意图

极管串接在电路中，起到降压作用。当松开拉线后，栓拉线的铁片反弹到原位置，使铜片 a 与铜片 b 接触，将二极管短接，供电电压恢复到额定值，灯泡正常发光。

2-2-29 改动音乐门铃电路一根线，便可做到随意断续鸣响或连续唱完一曲

集成电路音乐门铃广泛应用到城镇居民的千家万户中，市场上出售的音乐门铃的音乐曲子较长，能受到有些人喜爱，但有些人却讨厌鸣响时间太长。原电路耗电较大，约两个月就要更换电池，且易受干扰（如起动日光灯与洗衣机或闪电打雷等）而自动鸣响。解决办法很简单，只需将原电路改动一根线，即接 V_{DD} 端

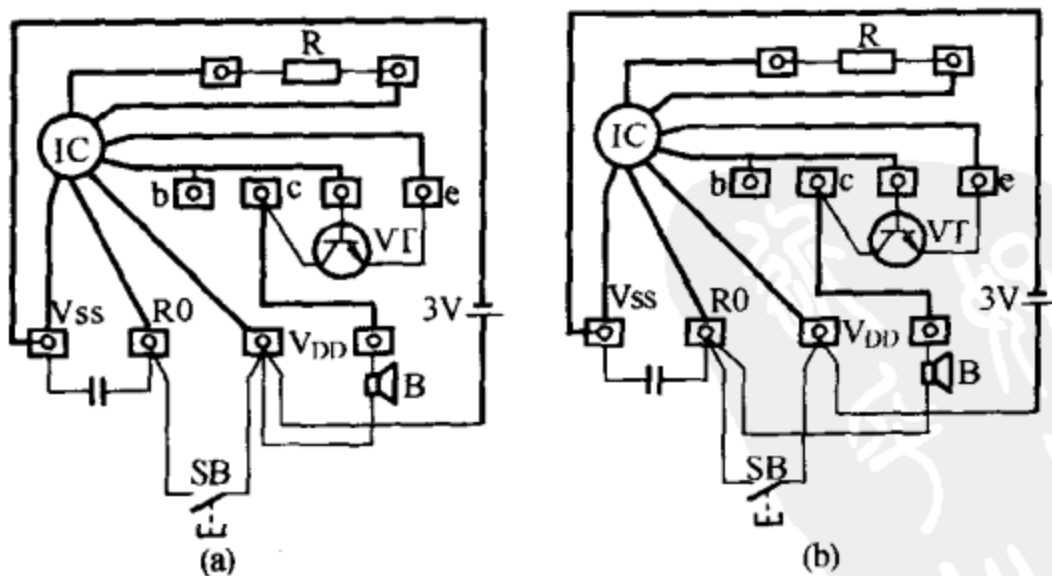


图 2-47 音乐门铃集成电路示意图

(a) 改前电路；(b) 改后电路

的一根扬声器导线改接在触发端 R0 处，如图 2-47 所示。来访者按一下按钮，门铃响一下，如果屋内人未听见，可多按几下或按住不动，这样就可随意做到继续鸣响或连续唱完一曲。经过这样改动，电路抗干扰能力增强，再不会因起动日光灯与洗衣机或闪电打雷等误鸣响。同时，耗电量也大为降低，两节 5 号电池可用一年左右。

2-2-30 电热杯电热元件与底座间加置石棉板节电延寿

市场上出售的部分电热杯有个严重的缺陷，就是电热杯的胶木底座与电热元件距离太近，且底座又与杯体紧密吻合，致使底座受到电热元件的直接辐射和杯的传递热。因此，电热杯通电工作时，底座温度很快升高，从而降低了热效率，同时易烫坏放置电热杯的桌面。

如图 2-48 所示，如果在电热元件与底座间加置一块石棉板（布）隔热层，不仅可以达到节电 8% 的效果，还能延长电热杯的使用寿命。加置石棉板时要注意：石棉板（布）尽量选得厚些，但太厚不易吻合，影响美观。

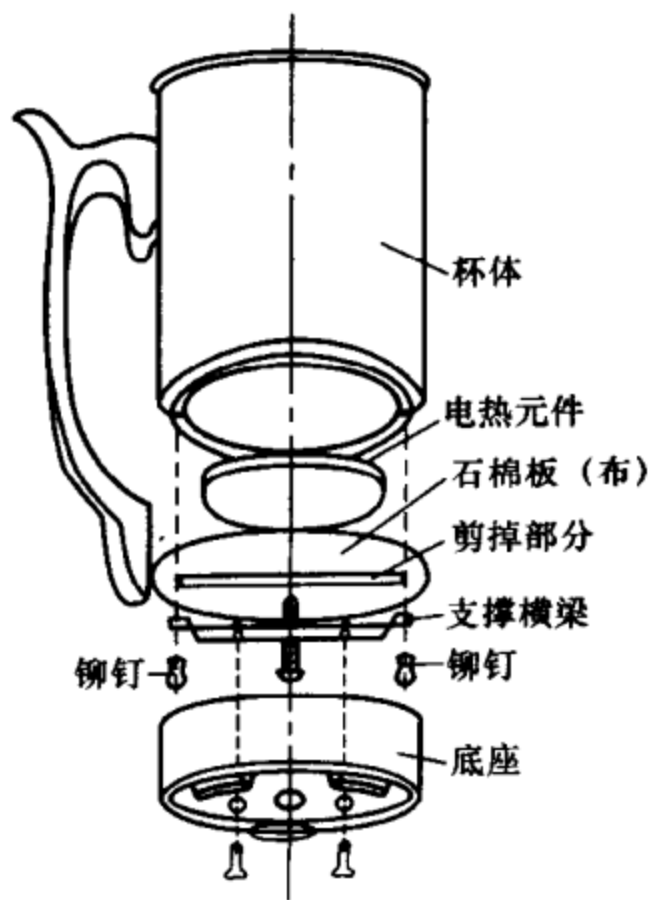


图 2-48 加置石棉板示意图

2-2-31 插座内装电容器，电扇有了微风挡

炎热的夏天，人们喜欢将电风扇的调速开关放置在最慢挡，开着风扇睡觉。但电风扇的调速范围较小，即使拨到最慢挡上，转速一般也在 900r/min 以上（约全速的 70%），仍然较快。现介绍一种简单易行的让电扇有微风挡的方法。

先准备一个耐压大于 400V、容量为 $2.4\mu\text{F}$ 的无极性

金属膜纸质电容器。然后将如图 2-49 所示的家用三联三火双用（圆、扁插头均可使用）插座中左、右任一导电铜片上，距插口“2”前方约 7mm 处，割断成一缺口，割断处的上、下边缘涂上一点万能胶，以增加牢固性，防止插头插入时滑动。等胶凝固后，再把纸质电容器焊上。这样一个可增加电风扇微风挡的专用插座即告制成。

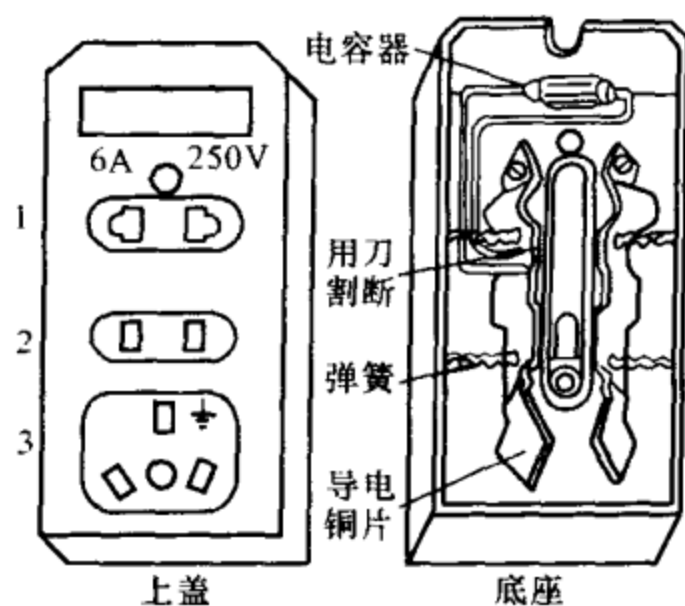


图 2-49 插座内装电容器示意图

想使电扇产生微风时，只需把电扇插头插到插口“2”或“3”，使用者即可根据自己所希望的微风量大小，调节电扇的调速开关到任一挡位。经测定，调速开关变挡时，台扇的转速可在 60 ~ 300r/min 范围内变化。当不需要微风挡时，把电风扇的插头重新改插到插口“1”上。

2-2-32 5号电池中碳棒加工制作成电吹风电刷

电吹风的电机因高速运转，使电刷很容易磨损，造成电机不转。修理时可用废旧 5 号电池中的碳棒加工制作成电刷。加工的具体方法是：将电池敲破，取其碳棒，在磨刀石或砂石上磨成截面比电机刷架稍小些的长方体；然后根据电机刷架弹簧的压力，用钢片锯下适当长度的方碳棒；在与转子接触的一端用小刀刮成与其弧度相符的形状，按原样装回即可。

2-2-33 粘补法修理电风扇摇头小齿轮

摇头小齿轮损坏，电风扇便不会摇头。打开电机后壳，便可看到电扇摇头小齿轮的齿有部分被磨损掉了。这种小齿轮一般都是塑料压制而成的，在购买不到同型号规格的塑料小齿轮情况

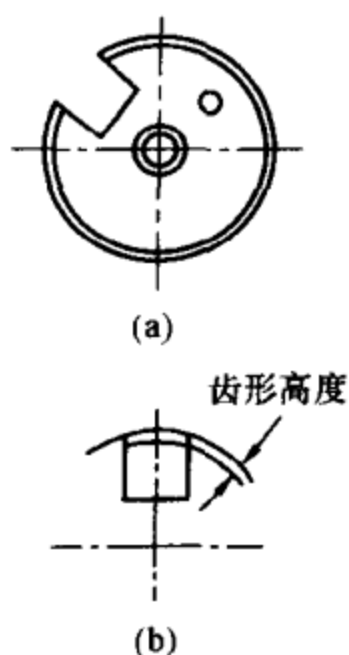


图 2-50 补修小
齿轮示意图
(a) 直槽形缺口;
(b) 缺口补块

下，可按下述方法步骤修理：

首先，卸下小齿轮，仔细数清小齿轮的齿数，将损坏的部位用钢锯条锯成如图 2-50 (a) 所示形状（可以是直槽形状，也可以是梯形的），再用锉刀锉光锯口。再找一块相同厚度的有机玻璃或者是和齿轮同样材料的塑料，用锉刀锉成如图 2-50 (b) 所示补缺口的形状和大小，注意要留出齿形的高度，然后用胶将其粘合在缺口处，待 3~4h 后，即可粘牢。再用什锦锉修出缺损的齿数和齿形（小齿轮的齿形角度大约在 45° 左右）。

这种粘补修理方法不仅适用电风扇上的小齿轮，对于一般的家用电器上的塑料齿轮都能用此方法修复。

2-2-34 不拆洗衣机波轮取波轮下的硬币方法

衣服放进洗衣机之前，应把口袋中的硬币等物全部取出，以防嵌进波轮内。但有时疏忽大意，在洗涤过程中，硬币会掉到波轮下面，不仅产生了摩擦噪声，有时还会将波轮卡住，造成事故。必须把硬币及时取出来。取硬币的简易方法是：拔掉洗衣机的电源插头，放净洗衣机中的洗涤液，关好排水开关，倒半脸盆清水到洗衣桶内，然后把洗衣机朝波轮旁的流水口一侧稍稍倾斜，随后用手轻轻地来回转动波轮，硬币便会滑到流水口。当发现硬币后，可用一字旋凿将波轮流水口的位置稍稍挑起，再用镊子或旋凿把硬币夹出或拨出，这样取硬币可以不拆下波轮，简单方便。

2-2-35 用砂皮将受热变形的圆聚乙烯片磨圆便可排除甩水机时转时停的现象

双桶洗衣机在甩水过程中或甩水定时器复位时，出现时转时

停的现象。发生这现象的原因一般是定时器带凸轮的圆聚乙烯片因驱动的带电触点氧化、发热、变形，致使边缘变得参差不齐，因而在定时器未复位时，触点时通时断。对上述故障现象的处理方法是：小心拆下圆聚乙烯片，用砂皮将受热变形部分重新磨圆，再将氧化的触点处理一下，并适当地调整一下磷铜片弹性便可。

2-2-36 用加热整形法矫正冰箱磁性门封的起褶变形

电冰箱磁性门封是采用软质聚氯乙烯挤塑成性，中间空隙内插入塑料磁性条制成。由于材质的原因，使用一段时间后，磁性门封常出现起褶变形现象，致使箱门关闭后，磁性门封与箱体之间出现缝隙，导致冷量散失，造成蒸发器结霜过快、过厚，制冷效果变差，耗电量增加。

磁性门封出现起褶变形的情况，可采用加热整形的办法来矫正，即可消除缝隙。具体矫正方法如下：

用一把 600W 理发用吹风机，通电预热。关闭电冰箱门，拿着吹风机对着磁性门封起褶翘的部位，沿着磁性门封方向晃动加热。待吹风机吹出的热风使磁性门封温度升高变软时，关闭吹风机电源。用餐刀压住磁性门封起褶翘的部位，使磁性门封与电冰箱体贴严。等到磁性门封自然冷却后，再挪开餐刀。经过加热整形，冷却定形后的磁性门封，即可消除原有缝隙，使磁性门封贴合严密。

2-2-37 安装抽油烟机三要点

抽油烟机（又称吸油烟机）是常用的家庭厨房排污设备。它可直接抽走烹调时产生的污染物，排污率高达 90%，而且可将分解的污物收集在储油杯中，易于拆洗。抽油烟机需正确安装才能收到好效果，安装时须注意下列三要点。

(1) 选择适当的安装高度：有人喜欢尽量装得高一些，以为要高出主妇的头顶才操作方便。殊不知有些抽油烟机功率有限，

装得太高了效果就差，甚至抽不走油烟。所以，锅台面到抽油烟机的高度差，一般取 1m 左右为宜。当然，功率大的抽油烟机可适当装高一些。

(2) 要注意安装角度：在抽油烟机安装面的下方，左右各有一只橡皮支承脚。若靠墙安装，由于支承脚的作用，便会使抽油烟机前端上仰 $3^{\circ} \sim 4^{\circ}$ ，可方便油污流入位于后部的储油杯中。曾见有人拆去支承脚，以保持前后在同一水平面上。这是不合理的安装方法。因为虽然抽油烟机底部是向下倾斜的，但抽气口有一平台，若水平安装，废油就不能流入储油杯而积聚在抽气口四周的平台上，时间久了便会从边缘滴出，滴进正在炒菜的锅里。对于靠墙安装的，只要不拆去支承脚，便会自然成上仰姿态。但有不少用户是将其安装在窗户上的，这时支承脚悬空，不能发挥作用，这就要在安装面的下部与窗框之间垫上小木块，以使安装角度达到要求。

(3) 合理安装排气管道：要合理选择排气管道的走向，拐弯次数要尽量少，使气体容易排出。管道与抽油烟机的排气口的接口处不应有缝隙，否则会降低抽气效果。管道一般从窗口伸出。有人为讲究美观与厨房采光，将窗玻璃划出圆洞，从此处伸出管道。如果金属管道与玻璃直接接触，有强风吹动管道时就容易将玻璃碰碎，有酿成事故的危险，须在接触部位包裹缓冲材料，或拆去玻璃，改用木板。

2-2-38 录像机消磁的简易方法

如果将录有节目的录像带与扬声器等磁性物体放在一起，时间稍长，录像带就被磁化了。使用这种被磁化的录像带放像时，在较短时间内又会使录像机的视频磁头也被磁化。现介绍一种简易消磁方法：取一盒空白录像带插入录像机的带盒仓里，同时按下放像键与录像键。按正常速度走带 10min 左右，就可以达到消磁的目的。这种消磁方法的原理是：空白录像带经过消磁头时，由于消磁头具有较强的交变磁场，进一步打乱了空白录像带表面

磁分子的排列规律，当它再经过视频磁头时，对视频磁头便起到了消磁的作用。

对于长期使用的录像机，最好每隔一个月左右用上述方法消磁一次，消磁时间为 10min 左右。

2-2-39 用 HB 硬性铅笔修复磨损的电位器

一些进口的家用电器，如电视机、收录机等，由于使用年数已久，各种旋钮电位器不同程度磨损或损坏，直接影响电视机、收录机等电器的正常收听收看。由于国产电位器在规格尺寸上的不同，给代替更换带来不便。对此可用下述方法修理：首先打开已磨损的电位器，将磨损的碳膜片用药棉球蘸无水酒精反复擦洗，并清洗弹触片。待酒精挥发后，用一枝 HB 硬性铅笔来回反复在磨损的碳膜上摩擦，直至使碳膜片两条磨痕擦平为上，即修理完毕。

2-2-40 全塑外壳电子表按钮不复位的故障用绘图软铅笔来排除

廉价全塑外壳电子表常发生按钮按动困难或按下不复位的故障。其修理简法如下：将手表面上的 4 条小螺钉旋下，揭开表盖，取出表芯及动触片，用小钉将按钮推出，清洁按钮及其孔。然后用绘图软铅笔削刮成适当形状，在按钮孔内壁和按钮的防水圈上小心涂抹，使铅笔粉末均匀分布在孔壁和防水圈上，清除浮粉末，重新装好表后故障即消除。因为铅笔粉末是一种固体润滑剂，此法比滴注润滑油效果好，因润滑油易吸附灰尘引起旧病复发。

2-2-41 小块磁铁吸附于旋凿金属杆上端取装螺钉

在修理或安装电器时，常会遇到有些螺丝因其安装位置不佳而不易将其旋入。此时，取一小块磁铁吸附于旋凿金属杆上端（磁性越大越好）。这时旋凿的磁性大大加强，再用它去取或装螺

丝，螺丝就不会中途掉落，从而实现快速拆装，提高工作效率。此法用在装配或吸取元器件隙缝深洞处的螺丝时尤为有效。

2-2-42 油浸、火烧、凿剔法卸生锈螺丝

(1) 油浸法：把生锈的螺丝全部用油浸透（机油最好，汽油、柴油或其他废油也可）。几分钟后，用扳手分别卡住螺母和螺杆用力拧，生锈的螺丝或螺母便会慢慢地拧下来。

(2) 火烧法：把生锈的螺杆放在火中烧红，利用金属材料热胀冷缩的基本原理，加上金属被烧红变软，可以把螺丝轻而易举地拧下来。

(3) 凿剔法：如果生锈的螺丝在杆上或在其他较大体积的设备上，一时手头没有油或火也烧不着的地方，可取一把铁锤和一把凿子，用凿子把螺丝帽剔一个 $1/3 \sim 1/2$ 缺口，螺丝帽便会松动，再用扳手去拧，生锈的螺丝帽便会逐渐拧下来。

2-2-43 用木螺丝钉补修机盒中各种紧固件速度快

便携式收音机一旦落地摔坏，往往在机芯故障排除后，却因电路板固定螺丝柱断折而无法固定，给修理工作带来了困难。对断柱，通常用胶水粘结或用烙铁直接热合熔焊，但强度不高，仍容易断裂。如果采用木螺丝钉补修机盒中各种紧固件，速度快、强度高、效果好（经得住再次摔跌）。同时，木螺丝钉规格齐全，价格便宜。

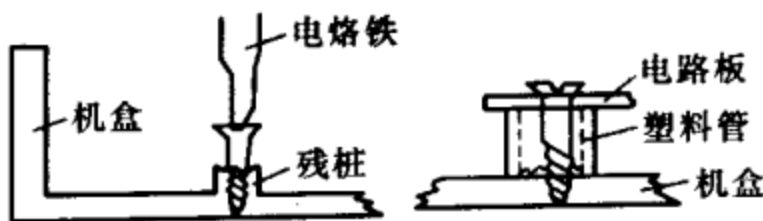


图 2-51 木螺丝修固残柱示意图



图 2-52 塑料电池
支架修复示意图

残柱、残柱的修复如图 2-51 所示。用电烙铁将长短、粗细合适的木螺钉缓缓热压入残柱、残柱“攻丝”，待冷却后，用旋

凿旋松，使之上下自如，剪一适当长度的塑料管套在残柱上支撑电路板加以稳固。

塑料电池支架的修复如图 2-52 所示。如果支架单薄也可用球皮钉热压修补。

收录机自攻丝螺钉的代用如图 2-53 所示。机芯固定可取 10mm 长的木螺丝直接拧上。机箱（盖）紧固螺丝丢失，可用足够长的木螺丝钉，将钉帽锉小直到能放入固定孔内。

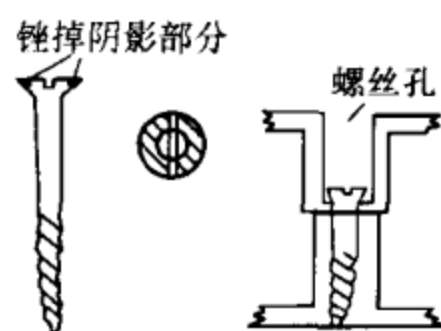


图 2-53 自攻丝螺钉的代用示意图

2-2-44 用石蜡煮清除镇流器沥青

20W 以上的日光灯镇流器的封装，多用灌注沥青固定，这虽有利其固定和防止电磁振动，但却给修理带来了困难。因为沥青的附着力很强，又黏又韧，不仅拆卸困难，且在重绕后，残留的沥青会使硅钢片不易叠紧。其实，对粘有沥青的硅钢片，只要将其和石蜡（普通白蜡烛也可）同放在一个容器内煮一下便可清除。当石蜡和沥青都溶解后，沥青会浮到石蜡熔液的上面，只要将沥青去掉即可。加热时，炉火不宜太旺，以免容器内沥青和石蜡液发生燃烧，一般以蜡熔液不冒烟为宜。

2-2-45 手上沾了绝缘漆，先用变压器油搓一搓便可洗净

修理电动机、变压器等电气设备，必须浸涂绝缘漆。虽然一再小心，还是常有漆沾到手上，很不容易洗掉。其实发觉手上沾了绝缘漆，只要用变压器油先搓一搓，再用肥皂就能一次洗净，很是方便。

另外，接触油污油渍而渍在手纹中，不需用旧牙刷顺手纹刷。可用锯末少许掺洗衣膏适量，拌匀后在用水浸湿的手中用力搓揉，约十几个来回后用水冲洗即可。经这样处理，被油渍弄污的手纹便可洗净。

2-3 简捷法

2-3-1 卫生纸包上受话器排除了电话机听筒啸叫声

有些电话机，如佳信 HA-238 (Ⅲ) P/TSD 电话机，在使用一段时间后，从电话机上拿起听筒，在听筒距电话机 10~20mm 的距离，听筒里便会发出刺耳的尖啸声，将听筒离开稍远一些距离，啸声消失，将听筒挨到耳朵上，听筒里又发出同样的声音，将听筒离开耳朵，啸声又消失。

排除上述故障的简法如下：拆开话筒，将受话器从话筒上卸下，受话器连线不焊开，用两层卫生纸将受话器包上，装上试验，故障即可排除，日后也不会再发生此类故障。

2-3-2 用电池碳棒粉处理线路板上导电涂层磨损故障

计算机、电视机遥控器或电脑学习机键盘等线路板上的导电涂层磨损时，用通常的方法一般不能很好地修复，即使剪块与线路上触点相同形状的金属片，由于线路板上的导电线条较细，剪制的金属片易变形，且不能很好地固定，虽暂时能用，但过不了多久故障又会出现。现介绍一种比较好的修复方法。

将一节废旧的 1 号干电池砸开，取出碳棒刮刷干净，用细钢锉在碳棒上锉取一定量的碳粉，越细越好，一般一个触点仅需一粒黄豆大小的量即可。再将碳棒粉与适量的白乳胶（或万能胶）混合、搅拌均匀成浆糊状，用小号钟表旋凿（或牙签）边蘸取边涂到线路板的导电线条上，动作要迅速，防止先涂的已干硬，不能与后面的很好粘接。涂时要细心，尽量不要与邻近的线路相连。待碳棒粉糊稍干不沾手时，用手压平，小旋凿整形。如果不慎将两条线路短接，待碳棒粉糊干透后用刀片将相连处轻轻刮去即可使用。此方法简单易行，且较用导电墨水（甲苯、银粉等化学原料配制）取材容易，操作简便。

2-3-3 计算机、电脑学习机键盘等按键失灵修复方法

计算机、电视机遥控器或电脑学习机键盘所发生的故障，大多是由于某些按键失灵而引起的。此类故障的修复方法如下（常见的按键结构型式有金属弹簧片式和导电橡胶式两种）：

(1) 金属弹簧片故障的修复：此类故障往往是因金属片锈蚀、变形、断裂或表面沾满灰尘引起的。锈蚀、沾灰时，可先将锈蚀部分用刀片轻轻刮去，再用无水酒精清洗擦拭干净即可，如严重锈蚀最好更换。弹簧片变形可用镊子将其整形，恢复原状，如果已失去良好的弹性，最好更换。弹簧片断裂时，也只有更换。

金属弹簧片可以自制，选一块厚度相当、弹性良好的黄铜薄片，剪成与原来相同的形状，焊上即可。焊接前，一定要将电烙铁插头拔下，用余热焊接，以防静电损坏集成块。

(2) 导电橡胶故障的修复：此类故障常常是因橡胶按键上的导电涂层电阻值变大或磨损所致。导电涂层电阻值的增大，一般是由于表面沾染灰尘或导电涂层变质。可先用无水酒精清洗，如仍不能恢复，再用刀片将涂层轻轻刮去薄薄的一层，仍不能恢复时，只好更换。导电涂层严重磨损，也只有更换。更换导电橡胶的方法是，找一块香烟盒中的铝箔，剪成与原来相同的形状，再在铝箔的纸质面上及原导电橡胶处涂上一层万能胶，待干后，把铝箔贴在导电橡胶上，注意铝箔面一定要朝向线路板，压实后即可使用。

2-3-4 扬声器磁铁松动修复方法

在修理收音机时经常发现扬声器磁铁松动，造成发不出声或声音很小的现象。修理的办法是：先将磁铁小心地从扬声器上取下，并检查音圈是否完好。然后将磁铁再重新装上，注意不要压住音圈。接下去一面来回移动磁铁，一面用手指压纸盆中心，直到纸盆上下移动自如。再将扬声器接到收音机上试听，应无杂音。最后在磁铁的缝隙处滴入一些 502 胶水，干后即可收听。

2-3-5 排除计算器失显的简便处理方法

电子计算器发生不能显“0”或消“0”、不显数字或者数字笔划残缺不全等毛病，许多人误认为是计算器已损坏。其实，经拆机检查，其集成电路、元器件及其相应的焊接处均无毛病，原因是由于某些构件接触不良所致。通常有以下两种情况：

(1) 印刷电路板与塑料支架之间的紧固螺钉松动，导致液晶显示屏残缺显示或无显示。造成这种故障的原因主要是塑料支架上的螺孔不耐用，经自攻螺丝拆卸数次就打滑松动了。修理时，在孔里涂抹少许白乳胶（木工胶），待其固化后，按原样装上基板，拧紧螺钉，即可恢复正常显示。

(2) 计算器按键不起作用。由于按键背面的导电“凸台”因经常活动，表面不断磨损，其阻值由 $20 \sim 50\text{k}\Omega$ 变为 ∞ 或局部变为 ∞ 所致，即按键的导电涂层与印刷电路板的接触片之间接触不良。对此，可用干净的医用酒精棉球擦净其表面污物，然后找一张香烟壳内的铝箔纸（需用万用表测量，有些看上去和铝箔纸好像一样，但不导电）剪成 $\phi 5 \sim \phi 6\text{mm}$ 的小圆片，用胶水粘在失灵的按键背面的凸台上。注意，铝箔一定要朝向印刷线路板一侧。然后重新安装好计算器，上述故障即可排除。

2-3-6 6H 铅笔修复电子表印刷电路板断路故障

电子表、计算器等中的旧电池没有及时更换，电解液可能流出沾污印刷电路板。这些电路板线路细微，易受腐蚀断路，出现缺笔划、功能不全、完全失效等故障。因线路过细、间距过小，无法用常规锡焊修复。对此，可用刀片尖将板上铜锈轻轻刮去，并用酒精棉球擦去锈渣。再用削尖的铅笔（最好6H）反复划几次，吹去铅笔浮粉。最后用快干漆涂一层，修复工作即告结束。注意不要将快干漆涂在外引线处。

2-3-7 卡口灯头卡口脚折断的修复方法

卡口灯头有时在使用中会不小心把卡口脚折断。卡口脚一

断，有人便认为它不能再使用了，并把它丢掉。其实只要动动手，它还是可以再使用的。方法是：用什锦锉在原卡口脚处再锉成两个新卡口脚就成了，如图 2-54 所示。注意要保证两个新卡口脚成 180° 。

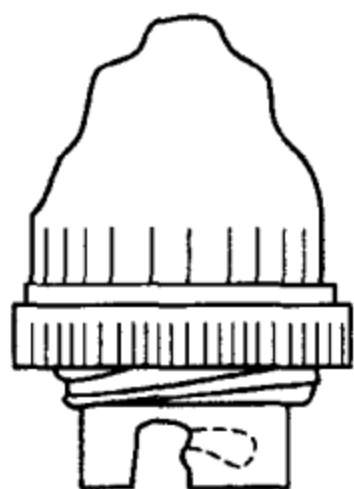


图 2-54 锉成的新卡口脚

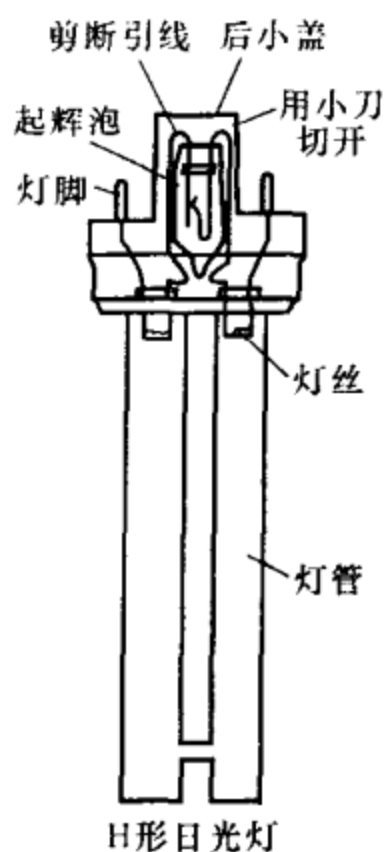


图 2-55 H形日光灯示意图

2-3-8 H形日光灯的修复

H形日光灯损坏点不亮的主要原因常常是起辉泡的失灵，而不在灯丝与灯管。因此只要换上良好的起辉泡，H形日光灯即可正常使用。但是H形日光灯的起辉泡密封在端头内部，无法观测，也较难修理。为此，检查更换起辉泡的方法如下：

(1) 如图 2-55 所示，在“用小刀切开”处的四周用小刀刻出刀痕，然后切开一长边，再用剪刀剪开第二边，其余两边即相应从刀痕处裂开。

(2) 按图 2-55 所示的“剪断引线”处留出约 2~3mm 引线后剪断。留下引线应尽可能长，便于焊接。

(3) 用万用表欧姆挡测量两段灯丝。如果测得通路，则故障确在起辉泡（如断路，说明灯丝已断无法修复，但起辉泡仍可使用，留下的 2~3mm 引线可利于焊接）。

(4) 新起辉泡可使用日光灯起辉器内的尖头型起辉泡，不用尺寸大的圆柱型，用万用表测量起辉泡两端，如无通路，说明起辉泡两引线未短接。然后将起辉泡焊上塞回原位。

(5) 将切开的后小盖用粘胶剂粘住，清除粘缝的凸出物，即可正常使用运行。

2-3-9 简易有效的日光灯助起动装置

众所周知，当供电电压低于 220V 时，日光灯的起动就比较困难。经过实验，电压低于 180V 时日光灯无法起辉发光。我国有些地区在用电高峰时出现供电电压严重下降的情况，导致日光灯无法起辉发光。现介绍一种简单而明显见效的助起动装置。经实验该装置可在电压降至 130V 时仍能使日光灯迅速起动发光。

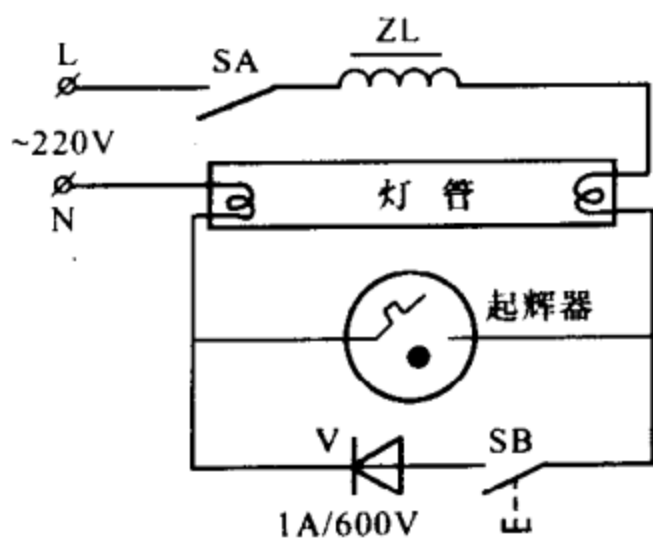


图 2-56 日光灯并联二极管接线图

该装置由一只 1A、600V 的整流二极管和一个按钮开关组成。日光灯并联二极管、按钮开关的接线如图 2-56 所示。

供电电压正常时该装置不工作，起动仍由起辉器完成。当电压下降导致日光灯起动困难时或无法起动时，只需按一下按钮开关（约 1~2s），灯管马上起辉发光。

该装置的原理很简单，即利用二极管接入回路后，通过镇流器的电流变为脉动直流，而镇流器属感性元件，对脉动直流电的阻抗急剧下降，增加了起动电流而灯管迅速起动发光。为此，按下按钮开关的时间不易过长，否则会影响灯管寿命。

在制作时二极管正负极接哪一端都可以，在使用时如无助起

动作用，则说明二极管耐压不够，接入电路后被击穿损坏了。应选用耐压大于 600V 的二极管。

2-3-10 简易实用的楼板装灯挂脚

在水泥空心楼板上装灯挂脚，通常有两种施工方法：一种是在楼板上打一个洞，横入一根直径 6mm 的圆钢，作为瓜子链的固定点；另一种是用冲击电钻在楼板上钻一个孔，用膨胀螺丝作为固定点。前者固定牢固，但预制楼板在安装时损坏较大；后者对楼板损坏较小，但空心楼板较薄，对膨胀螺丝的摩擦力太小，牢固度较差。对此，可取上述两种方法之长处，避免其缺点，自制一些简易实用的楼板装灯挂脚。具体做法如下。

(1) 用 8 号或 10 号铁丝两段，长度分别为 80mm 和 100mm，各在 50mm 处弯曲成直角，在较长的 100mm 铁丝上弯一圈形钩，如图 2-57 所示，这样简易的挂钩就制成了。在安装时，分别把这两段变成直角的铁丝 50mm 那端，插入楼板上钻好的

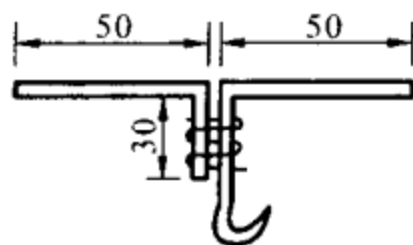


图 2-57 铁丝
挂钩挂脚

孔内，有钩和短的一端（30mm 的一端），露在楼板外面，两端铁丝合并，再用细一些的铁丝扎紧，这样的钩子就可挂上瓜子链。这种做法安全可靠。

如果需要这种挂脚来固定圆木时，在较长的一段铁丝上不要弯成弯钩，要绞上螺纹，如图 2-58 所示，这样用螺母旋上即可固定圆木，也很方便。

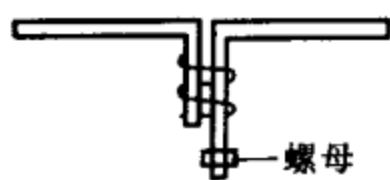


图 2-58 固定
圆木挂脚



图 2-59 用螺
钉旋紧挂脚

(2) 装挂吊扇的挂脚。若是要用上述挂钩装吊扇，则需用更粗一些的圆钢或者扁铁板来进行弯制，且可采用在两段露出楼板

外面钢棍上各自钻上一个 $\phi 6\text{mm}$ 的小孔，用一只 $M6$ 或 $M5$ 螺栓和螺母进行固定，如图 2-59 所示。具体安装方法同上述一样。

2-3-11 排除吊扇摆动故障最简单实用的方法

吊扇出厂时，风叶是配成等重的。由于某种原因，例如销售中任意调换各组中的叶片，又如旧风叶喷刷防腐漆后，造成同一台吊扇中风叶不等重等。这样吊扇运转时就会产生摆动现象。对于明显的、剧烈的摆动，则需给予排除。

正常情况下，三片（老式的有四片）风叶重量相等，同时能满足对于悬挂点为固定转动轴在静止时力矩的平衡，并且使吊扇悬挂在竖直方向、风叶保持在水平面上静止。通电后，吊扇风叶绕中心转动轴保持在水平面上转动，转动轴保持在竖直方向上，一般是不会发生摆动现象的。但当三片风叶不等重时，吊扇静止悬挂，电机中心转轴向力矩小的一方偏离竖直方向而翘起，以增大重量轻的风叶的力臂，减小重量重的风叶的力臂，使转轴与竖直方向成某一定角度平衡。通电后风叶转动时，迫使吊扇中心转动轴与竖直方向成一定角度做圆锥形转动，一直不能达到动平衡，即产生了摆动，如图 2-60 所示。

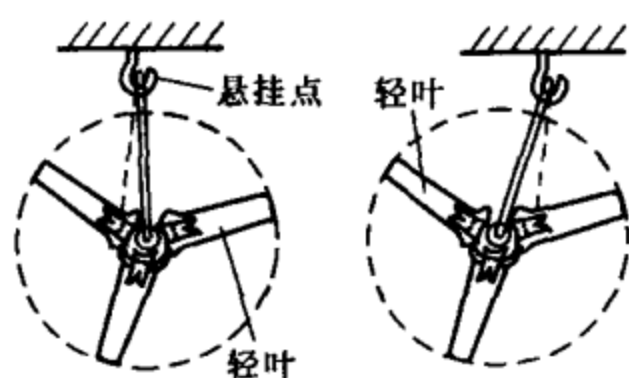


图 2-60 吊扇摆动示意图

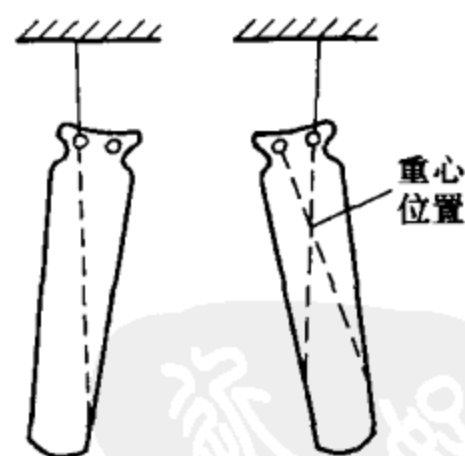


图 2-61 悬挂法找重心位置示意图

对于不能达到动平衡的吊扇，停止转动后卸下叶片，分别称出它们各自的重量，并做好记号记录。然后用悬挂法找出各叶片的重心位置，如图 2-61 所示。即利用叶片上的两个固定螺丝

孔，进行两次悬挂，两次悬挂的吊线在竖直方向上的延长线交点，就是叶片的重心位置。正常情况下，三叶片的重心位置会在叶片的相同部位上。

排除吊扇摆动故障的简单实用的方法：

(1) 用两片专门制作的铁垫片加在轻叶片的两个固定孔上面，如图 2-62 所示。加工的每片铁垫片的重量大约是轻叶片与重叶片重量差值的 1.5 倍。因为此时铁垫片固定位置对于以悬挂点为固定转动轴计算力臂大约是铁垫片在风

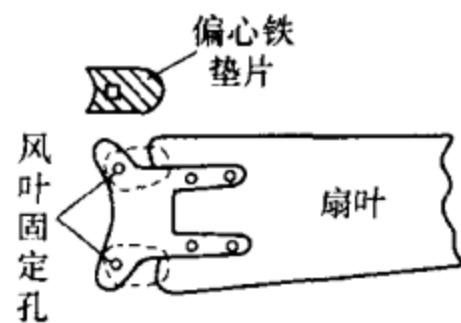


图 2-62 垫片形状及安装位置示意图

叶重心位置时计算力臂的 $1/3$ 。从力矩平衡方面考虑，两块铁垫片总重量大约是轻叶片与重叶片重量差值的 3 倍。这种做法基本上能满足各风叶对于竖直方向转轴力矩平衡，风叶在通电转动时保持竖直方向而不会发生晃动。为了在固定铁垫圈时不会靠在上轴承凸台上，铁垫片要加工成偏心的，使它的孔位置与风叶固定孔位置对齐时内侧边缘不超过风叶内边缘。当然铁垫片的重量还需要经过实验进行调整，以便达到最佳效果。

(2) 可以取一小块铁片，它的重量等于轻重叶片重量的差值，然后用万能胶或强力胶将铁片粘在轻叶片的上背重心位置上。这样处理后的风扇能很好达到动平衡，不必实验调试就能获得很好效果。

2-3-12 吊扇静平衡的快速调整方法

安装吊扇调试过程中对静平衡部位判断失误，则悬吊部分的动平衡精度就无法保证。安装吊扇静平衡的调整关键件是支撑轴(架)及其水平，而不是叶片在径向或对称度上的微量改变。现以家用吊扇的安装为例，如图 2-63 所示，介绍静平衡的调整程序。

(1) 按图 2-63 所示在空心预制板内装入支撑轴，连接拉

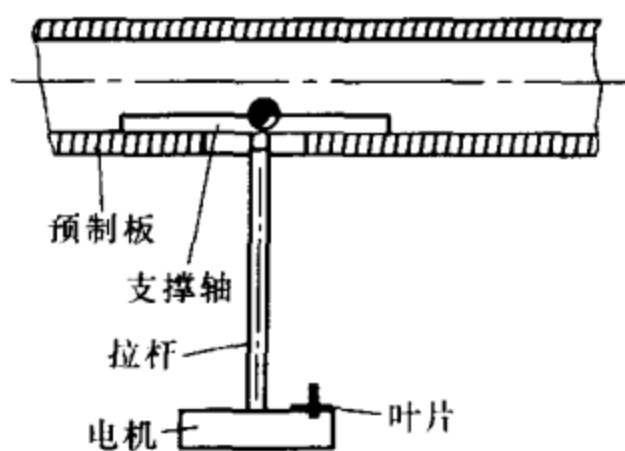


图 2-63 吊扇安装调试示意图

杆、电机。

(2) 在电机转子外壳上先紧固一个叶片。将叶片扶至任一位置，松手后出现两种情况：

1) 叶片在原位停止不动。此情况表示吊扇的静平衡灵敏度能满足动平衡精度要求，只需将其余叶片依次紧固，即可运转使用。

2) 叶片会自动旋摆某一角度并停留在图 2-63 所示位置，其方向与支撑轴中心线基本一致。此情况表示吊扇组合件中心线与其重心垂线处于相交状态。说明支撑轴右端低于水平位置，需垫高处理。

(3) 对支撑轴做水平调整。一般情况下，需用厚度小于 1mm 的弧形薄金属片，垫入支撑轴右端下部适当位置，合适与否，仍用 1) 所述效果检验。

(4) 依次紧固其他叶片，投入使用。

2-3-13 消除运行中吊扇电磁声较大的简易方法

吊扇在运行中，由于轴承套松动，造成定子偏摆，产生较大的电磁声。对此，可将风叶、定子拆下，把轴承套内壁用棉纱或布将油污擦净，并用纱布轻轻将内壁擦光，然后涂上适量的焊锡膏，再用电烙铁镀上一层薄锡，注意锡层应光滑且均匀，再用与拆时相反的方法装上，问题便能解决。

2-3-14 排除台扇铁芯与转轴间松动发出金属撞击声的方法

有些台扇运转时发出很响的金属撞击声，且有较大的振动。降低风扇的转速，噪声和振动也随之降低。经检查，风扇叶子角度和动平衡以及轴瓦与转轴的配合都正常。此时，将扇叶装紧在

转轴上，一手握住扇叶，另一手扭动转子铁芯，则发现铁芯与转轴之间有微微的松动。对此，修理的方法是：在铁芯的端部各钻一个 $\phi 2.5\text{mm}$ 的通孔，用 $\phi 2.5\text{mm}$ 的铜丝将铁芯与转轴紧紧铆死，如图 2-64 所示。然后将铆好的转子重新装入风扇，噪声和振动都消失了。

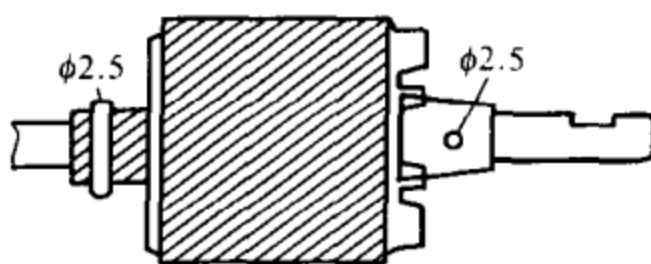


图 2-64 铁芯端部钻孔示意图

2-3-15 消除电风扇“哒哒”噪声的方法

有些老式电风扇，开启运行十几分钟后会出现较响的“哒哒哒”异常声，使人感到非常烦躁，但停机后检查均正常。经分析时间与温度的关系，通过实验，找到异常声响的原因：由于轴和铁芯既不是一体又不是同一种金属材料，电扇运行一段时间后，转子铁芯因温度升高而略有膨胀，铁芯与轴之间随之松动，便出现了转子铁芯与轴的撞击声。

消除此类铁芯与轴之间的松动方法如下：首先找一根合适的钢管套在轴的一头，并将铁芯垫实竖起，在轴的另一头用钢凿（钢凿刀口不宜过于锋利）沿轴周围的铁芯处使用手锤敲击几下。然后用同样方法再处理原先套上钢管的轴的一头。从此“哒哒”异常声响即可完全消失。

2-3-16 交流台扇落地扇定子绕组开、短路故障修理方法

交流台扇、落地扇定子绕组故障主要有开路和短路两种，其简捷的修理方法如下。

(1) 开路故障。测得风扇定子绕组开路故障后，拆去风扇后盖取出转子，观察定子绕组两端有无烧焦点，如果没有发现有烧焦现象，一般可认为绕组引出线与接头处开路，此类开路故障可采用重新做接头的修理方法（至于在绕组两端有烧焦现象，则可能绕组引出线或绕组里面断线，这类开路故障需重绕绕组）。具

体操作方法是：把引到外电路的接线焊掉，然后用电吹风加热绕组出线端，待绑线变软后将其剪去，再逐个线头加热，够热后把连接线头及其引线挑起使之略离绕组面，用尖剪把接头处的绝缘套管剪掉，如果接头导线有蓝蓝绿绿一层物质（铜绿），这就是残留的化学成分与铜导线发生化学反应的产物。拨开接头检查即可找到开路点，将开路的接头重新整理焊好，绕组开路故障便排除。

重做绕组接头会出现绕组引出的漆包线不够长，可用电吹风将绕组引出线槽处加热，加到一定温度后，用钳或镊子钳住绝缘套管和引出线轻轻往槽外拉（一定要加够热后再拉），一般每条引出线可拉出几厘米，因为厂家在绕组连接时，绕组每条引出线都留有余量，特别是跨接线。如确实不够长，则可用相同或略大于线径的漆包线将要连接的线头接长。接线头做好后，套上绝缘套管并重新与绕组绑扎，然后给套管、绑扎线及松动过的导线加适量的易干绝缘漆，装回转子、后盖，并调整转子与定子的间隙均匀，使转子转动灵活。不装风叶，接通电路使风扇空转 1h 左右，新加入的绝缘漆就基本干了，最后将未装上的零件装好，风扇便可投入使用。

(2) 短路故障。根据短路不同情况，可分别采用局部修理或重绕绕组修理。

1) 局部修理：如短路出现在绕组表面，短路匝数不多，能将短路导线隔开的即采用局部修理。具体方法是：用电吹风将短路部位的线圈加热，再用竹片或电木做的刀形插片把短路的导线一匝一匝地轻轻挑离原位，然后在每匝之间放入绝缘纸再将其压回去，并与绕组绑扎好。以下步骤与开路修理要求相同。

2) 重绕绕组修理：对于短路部位比较隐蔽、短路的导线不易分离原位及不易隔开，或短路面积较大较多的绕组，只好采用重绕绕组的修理方法。重绕绕组时，如原绕组是双层叠式吊把嵌线的，即其线圈相叠的端部形状如图 2-65 (a) 所示。这种形式的绕组有其优点，但是缺点是接头多、工作量大，因接头多又

可能造成故障率高，特别是化学涂漆的接头，使用一段时间后更是如此，直接影响风扇的质量和寿命。所以在修理时，把双层叠式绕组吊把嵌线法改为双层二平面法绕组不吊把嵌线，即主绕组为一个平面，副绕组为另一个平面，其端部相叠形状如图 2-65 (b) 所示。嵌线时必须使两线圈间的跨线（过桥线）符合尾接尾或头接头的要求。

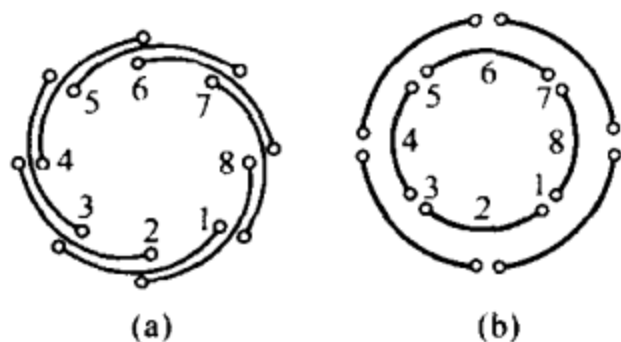


图 2-65 线圈相叠的
端部形状示意图

(a) 叠式吊把嵌线；(b) 二平面法

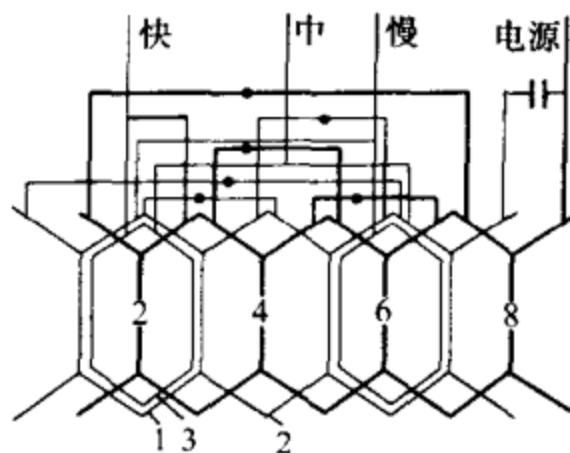


图 2-66 双层叠式吊把
嵌线法的线圈展开图

如图 2-66 所示，300mm 8 槽 4 极交流台扇定子绕组为双层叠式吊把嵌线。主绕组 4 个线圈分别绕制成 4 个独立的线圈嵌好后再进行连接，则 4 个线圈间跨接线 3 处（3 个接头），副绕组 6 个线圈也分别绕制成 6 个独立的，绕组跨接线 3 处（3 个接头），那么主、副绕组共有跨接线头 6 个。如果绕组改为二平面法，主绕组 4 个线圈可一次性连续绕制，副 1、副 2 共 4 个线圈一次连续绕制，副 3 的 2 个线圈也一次性连续完成，这样主、副绕组嵌好后均没有线圈间的跨接线头，整个绕组只有不可避免的引出线接头了，大大减少接头工作量，又避免接头多、故障率高的不良现象。

2-3-17 吊扇调速器线圈烧坏的修复方法

吊扇调速器极易损坏。吊扇启动运转时，如果最高速挡是好的，其余任一挡不转或时转时不转，可以判定为调速器问题。这时，首先检查调速器的转换开关，一般情况是由于转换开关的压

扣子弹弹出所致，只要重新装上即可恢复正常。也有可能是转换开关各挡触点接触不良或有污物粘上造成，可用小旋凿调整开关触点或将污物清理干净即可消除故障。如果转换开关检查没有问题，则可判断为调速器线圈已烧坏。其原因有二：一是线圈缠绕时线芯有折弯的地方，二是线圈内接头没有焊牢，电流大了便容易从上述处烧断。修复的方法是卸下调速线圈，找一小木圆棍，用手慢慢将调速线圈上的线绕在木棍上，要防止导线折弯。绕到断线处，将烧坏的线剪掉，再将两断线头焊接好即可。接头处一般不好处理。可以将线头线稍作延长后甩在线圈外面包扎上绝缘胶布。然后用手将木棍上的线绕在调速器线圈架上，要注意抽头匝数。1挡是零；1~2挡是570匝；2~3挡是200匝；3~4挡是180匝；4~5挡是140匝。共计1090匝。抽出来的头是二根连在一起的线，不要弄断，将各挡抽头焊在转换开关各点即可。

要注意，绕线时手用力应均匀，由左至右，再由右至左，反复绕下去。线要求排列整齐。绕好后线不能高出线圈骨架加沿。能涂上绝缘漆再烘干更好。

2-3-18 洗衣机电机绕组局部损坏的修理方法

洗衣机电机绕组发生全部烧毁的情况很少，而往往只是一两个线圈损坏，对此可采用局部更换法修理。如果损坏的线圈是上层就比较方便，方法是小心地拆除损坏的线圈（切勿碰伤完好线圈），用与原线圈直径相同的导线按原线圈大小和圈数绕好新线圈，垫好绝缘后按原方向嵌入，焊好线头即可。如果损坏的线圈是下层的，不可先将上层线圈导线拉出定子槽外，因拉出的导线势必弯曲膨松体积变大，同时也容易损伤导线绝缘，且洗衣机电机定子的槽满率较高，因此先将上层线圈导线拉出槽外，先嵌完下层线圈后再嵌入上层线圈将很困难而导致修理失败。因此，应先设法将下层线圈拆除，然后将定子加热至线包变软后趁热将上层线圈压到定子槽底部（注意向下压时应先将绝缘垫好）。这样就将线圈的上下层位置调换了。然后将下层线圈嵌在原上层线圈

位置，方向和接线与原来相同，这样虽然线圈上下层位置变了，但线圈的电流方向不变，对电机的性能并无多大影响。为了提高电机的防潮性和绝缘能力，试转正常后应将新更换的线圈进行浸漆处理。因为是线圈的局部更换，只需将定子绕组烘热驱除潮气，趁热用绝缘漆均匀浇透后再烘干就可以了。

2-3-19 用橡皮圈代替圈弹簧处理洗衣机漏水故障

洗衣机漏水故障大多是由于密封圈（油封）失去弹性，再加上运转磨损，使轴与油封之间出现缝隙，而导致漏水。修理这种故障比较麻烦，一般要拆掉拨水轮（波轮），再拆掉轴，然后将油封撬下，换上新油封，最后重新装好。其实根据漏水原因，只要恢复原油封的弹性即可排除漏水故障。恢复原油封弹性的办法如下：

首先将拨水轮卸下，将坏油封凹槽中的圈弹簧挑出（原油封失去弹性就是由于长时间锈蚀的圈弹簧失去弹性引起）。此时用一小截（5mm左右）内径为 $\phi 6\text{mm}$ 的橡胶管代替圈弹簧重新套上坏油封，即重新获得弹性。用这种办法修复的洗衣机可以长期使用，不再出现漏水故障。套橡皮圈时最好用一把镊子，先将橡皮圈套在镊子头上，再将镊子两脚叉开深入到油封的凹槽内，这样容易套上，如图2-67所示。

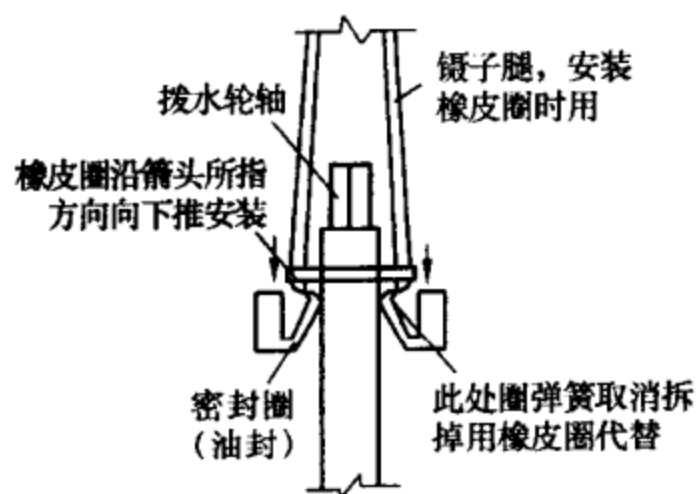


图 2-67 用镊子套橡皮圈示意图

2-3-20 双桶洗衣机常见故障的修复方法

(1) 洗衣时旋钮在标准挡和轻柔挡时，洗衣机电机应为正转→停止→反转……，但电机只单向旋转，故障常是洗衣定时器未工作所致。造成定时器不工作的原因之一就是定时器的多股接线

松脱。因定时器接线是用点焊机点焊的，如点焊质量不好，使用时间长了，多股接线中的导线就有可能几根松散，受到振动，就会与另一根接线相碰，使电源不经定时器而直接进入电机。修理方法是用小旋凿将松散导线分开并焊牢，此故障就排除了。

(2) 旋转脱水电机定时器旋钮，电机不转但发出嗡嗡声音。经检查电机绕组完好无毛病。拆卸脱水筒发现铜套与轴咬死，可见故障是缺润滑油所致。用钳子夹住铜套来回扳动拆下，擦洗干净，然后重新装上加润滑油即可。

(3) 旋转脱水电机定时器旋钮，有电源无声音。此故障一般是脱水盖的限位开关失灵，造成的原因是操作不当，即使用者经常在定时器未关断脱水电机电源的情况下就开脱水器的盖子，使限位开关触点在通电情况下通断，长期处于此状态通断使触点接触不良而烧坏。修复的方法是用刮刀刮去触点上的氧化物即可。

(4) 脱水桶盖门联动起启动触点错位或氧化。由于洗衣机的外壳通常是塑料制成的，使用日久易产生变形和老化，这易使门盖触点在洗衣机即使脱水门盖已盖好，但该触点仍不能接触良好。加之，触点所通过的电流较大，易氧化发黑、拉毛。修理方法是打开后上盖，调整该触点的磷铜片位置，并保证在脱水门盖开与关时，此触点断与合良好。同时将氧化发黑的触点用细砂皮轻轻擦磨处理即可。

(5) 刹车吊线过松。出现此类故障，脱水机电气部分无任何异常，只是刹车皮未脱离电机，它的静摩擦力大于脱水机的起启动转矩力，从而使脱水机无法运转。但此时应听到较大的“呜呜”声。修理方法是打开洗衣机的后板，将脱水门盖联动的刹车吊线钩在与刹车皮联动的小吊线板上下移几扣，使门盖在开与关时，保证此吊线所连动的刹车皮与电机可靠地合与分。

2-3-21 洗衣机脱水桶偏心故障的修复方法

双桶洗衣机脱水时发出很响的“咚咚”声，经检查发现脱水桶严重偏离中心位置。当脱水桶旋转时，桶口边沿与连体桶内壁

相碰撞时而发出响声。卸下洗衣机后挡板，检查脱水电机的三根支撑弹簧没有问题。然后将固定脱水桶支撑杆的螺丝拧下，取出脱水桶，发现脱水桶的支撑杆与脱水桶底面不是 90° ，如图 2-68 所示。细查发现脱水桶底面的一边向里凹进。造成此故障的原因是：脱水前没把防止衣物飞出的压盖放到脱水桶内，没有把衣物放均匀，偏置一边长期使用。脱水时由于离心力的作用造成上述故障。对此的修复方法是：找两块比脱水桶底面略小的厚度为 0.5mm 的圆形镀锌铁片，按照脱水桶底原来的三个固定螺丝的距离钻好相应的三个孔。将原脱水桶的支撑杆卸下，将桶底调整平整后，连同支撑杆一起固定在脱水桶上。

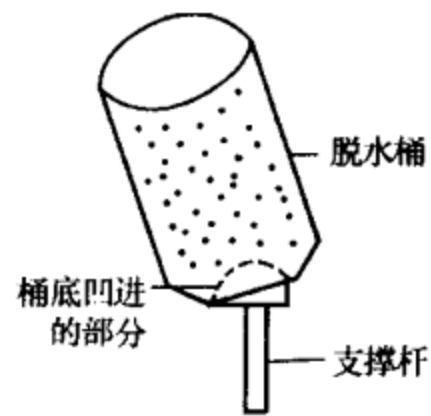


图 2-68 脱水桶底面变形示意图

2-3-22 经济简单的电冰箱压缩机的保护方法

压缩式电冰箱的出厂说明书有“停机后在 $3 \sim 5\text{min}$ 内不能再启动压缩机”的要求。其原因是冰箱在运行中，制冷系统压缩机的吸气侧（称低压侧）压力略高于大气压力，而排气侧（称高压侧）压力高达 1.18MPa 左右，两侧压差很大。停机后两侧的压差，需要一段时间才能消除而达到平衡。如果在没有达到平衡

时，立即启动电冰箱，电动机起动力矩可能克服不了这样高的压差，处于堵转状态。这样，电机绕组电流将急剧增加，电机温度升高，时间过长，有烧毁电动机的可能。因此，要求电冰箱停机后需 $3 \sim 5\text{min}$ ，等压差减少后再启动。

在使用电冰箱的过程中，如果停电是人为的，完全可以按要求去做，但电网供电也常有突然停、送电现象

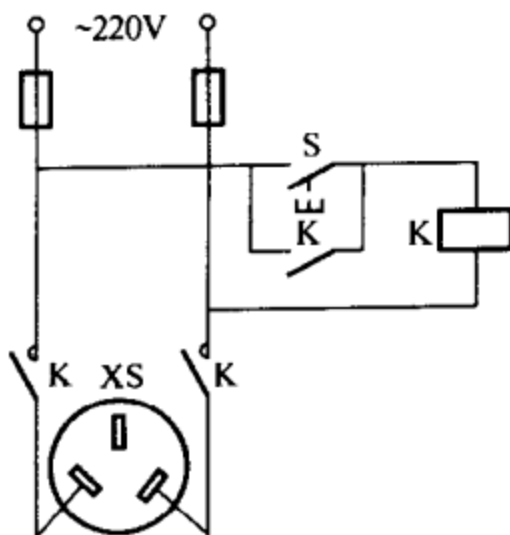


图 2-69 电源插座失压保护线路图

(如为满足调整负荷的要求,临时甩负荷停电,不久又送电),特别是白天,停电往往不引起注意,这就很难达到这一要求,因而对电动机安全运行极为不利。对此,可采取装置如图 2-69 所示简单的电冰箱保护线路。图 2-69 中 K 为小容量的交流接触器(或中间继电器);S 为普通的门铃按钮;XS 为供电冰箱电源的插座。正常运行时掀下按钮 S,接触器 K 吸合,其主触点闭合,使供电冰箱的插座 XS 有电,电冰箱得电工作,一旦供电电网停电,K 失压将冰箱电源断开。当电网供电恢复后,必须经人工按按钮才能重新起动电冰箱。这种电冰箱电源插座的失压保护装置既简单经济,又安全可靠。

2-3-23 电冰箱冷藏室蒸发器泄漏的修理方法

电冰箱使用一段时间后,如果发现压缩机运转正常但不制冷,首先应摸一摸冰箱后部外露的管路焊口有无油迹。如果无油迹,再看冷藏室蒸发器(如果是外露的)的铜铝接头或铝焊口处是否有油迹。如果有油迹,证明此处泄漏。修理方法是将压缩机上的修理管焊开,放掉制冷系统的气体,使其内外压力相同。然后用砂纸将铝蒸发器泄漏部位周围表面氧化层打磨掉。找一块石棉纱布,用气焊外焰火烘烤一下,使其颜色变黄,然后按处理位置的大小,将纱布剪成相应的条或块状,均匀地粘上配好的 SA102 快速胶粘剂,在泄漏部位缠绕 2~3 层。待胶干 4h 时,即可向整个系统打压检漏。如果打压正常,可按常规方法抽空加氟。

2-3-24 电冰箱照明灯失灵的修理方法

电冰箱照明灯是利用箱门内胆边框和照明灯的开关弹片接触与否,而达到开门灯亮,关门灯熄的。如果碰到照明灯失灵,其毛病不外乎以下两类。

(1) 门关而灯不熄:这往往是电冰箱出厂时检查疏忽或搬运时振动等原因所引起的故障。如未被及时察觉,就可能产生压缩

机启动频繁、噪声增大、耗电增多等一系列的症状。检查灯泡在箱内是否亮着的方法是在箱门关闭时，用手指轻轻压一下磁性门条，从缝隙中窥看箱内，正常时是漆黑的，如果箱内灯亮着，就应射出一束亮光来。修理时可打开冰箱门，用旋凿松动温控器的固定螺丝，把温控器向前稍微移动一下，使照明灯的开关弹片恰好处在关门时和箱门边框相碰的位置，然后再把温控器的固定螺丝拧紧。或者拿一块 2cm^2 左右的厚纸板，用胶带粘到开关弹片在箱门边框的相碰处，达到关门时切断照明电源的作用。

(2) 门开而灯不亮：引起这类现象除停电、电源插头接触不良外，有灯泡断丝、灯泡和灯座接触不良等原因。修理时先切断电源（切断和接通电源相隔时间要在 5min 以上），打开箱门，从温控器盒内将灯泡取出，是否断丝用目测即知。如果断丝，则须调换一个灯泡，一般规格为 220V ， 10W 。如果是螺口灯泡与灯座接触不良，则可用小旋凿将灯座中的铜接触片向下撬，达到相互接触的作用。故障排除后，接通电源，箱门打开，照明灯也就亮了。

2-3-25 电线内部断线不破坏塑料包皮的连接方法

在日常用的家用电器中，电源线、耳机线等塑料包皮软线因经常弯折，造成导线内部断线。对此故障，往往无较好的处理方法，只能剪断接上或者丢弃。对此，现介绍一种不用破坏塑包软线本身就可修复的连接方法。

首先，应判断线的位置。以电源插头线为例，先用万用表查出哪一根导线断线。而后，在该根断芯电线上任选一处将钢针扎入塑包线（保证接触到塑包线里的铜线），再在该断芯线电线的插头插脚与钢针之间跨接万用表，用欧姆挡测量钢针与插脚间是否导通，如图 2-70 所示。如果不通，则用此方法步步逼近插头，直至找到断点；如果导通，则将

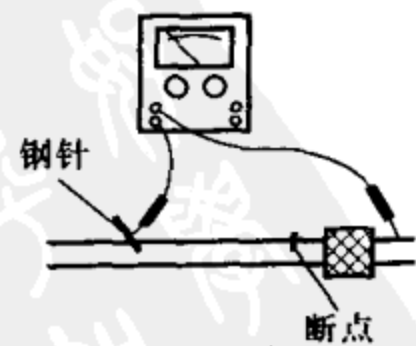


图 2-70 测试导线通断示意图

钢针往插头的反方向移动再扎入塑包线，直至不导通为止。如此往复几次，即可找出断点。一般经过 2~5 次即可判明断点的位置。找到断点后，画上标记，就可接线了。具体方法步骤如下：

取一根大小适宜的钢针，并找来蜡烛、钢丝钳、长 50mm 的裸铜线（如刮去漆的漆包线），裸铜线的直径视负载和原线截面情况而定。如图 2-71 所示，先将钢针在距断芯点 6~10mm 处，顺导线向断点扎入，纵深约为 20mm，保证钢针在塑包线的轴线上。然后拔出钢针，将裸铜线沿针孔插入，其长出的部分用钢丝钳剪去，并用钢针把裸铜线外露线头压入针孔，如图 2-72 所示。接着把钢针在蜡烛火焰上加热，趁热用钢针把针孔口的塑包皮轻轻焊合。在塑料包皮未冷却凝固前，用手或其他东西把孔部压捏一下即可，使裸铜线与外界绝缘。

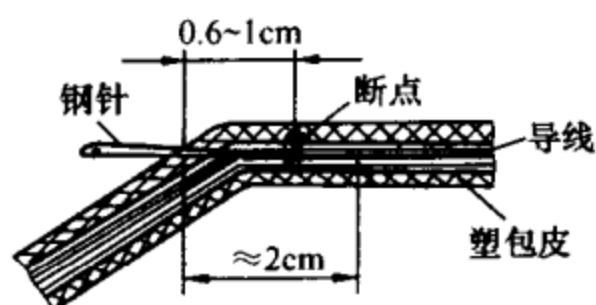


图 2-71 钢针扎入
导线示意图

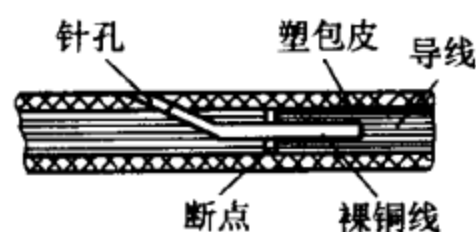


图 2-72 铜线插入
线芯示意图

2-3-26 更换电吹风电热丝的正确方法

一般电吹风的电热丝是直接缠绕在用耐热材料制成的三棱形支架上的，每一圈有三个固定点，其余部分是悬空的。因每圈间距较小，所以很容易相碰烧断。因此在更换电热丝时，应特别小心。更换时绝不能将新电热丝在冷态时就拉长装上，如此安装通电后因电热丝热胀将电热丝伸长，必引起相碰短路，再次造成电热丝损坏。因此应将电热丝两端用电工用绝缘钢丝钳夹住，稍拉开一点（使匝间不相碰为宜），然后通上电，让其自己发热伸长，约几分钟定型后断电冷却。如此重复两次，再将电热丝拉到所需长度均匀绕在三棱形支架上，待电热丝通电发红后略加整形即

可。同时注意电热丝周围的绝缘云母片必须垫好，以防碰壳发生事故。

2-3-27 预埋线盒固定螺孔损坏的处理办法

用螺栓实现低压面板式开关、插座（简称开关板）与埋设墙中的塑料线盒（简称预埋线盒）固定连接，是常用的一种方式，这种方式的优点，是拆卸开关板方便。但有时在安装和检修过程中发现，预埋线盒内固定螺孔已松动、脱落，或固定螺孔螺纹已损坏，开关板已无法再牢固固定。究其原因，多是由于产品质量差、误用自攻螺丝替代螺栓和安装时拆卸过程中用力不当所致。其处理修复方法如下。

(1) 粘合法：预埋线盒固定螺孔松动、脱落，但螺纹未损坏时，可用万能胶等粘合力强的粘合剂重新固定螺孔。粘合过程中应防止粘合剂进入螺孔造成固定螺栓不能拧入，可先将固定螺栓拧入螺孔，对螺栓的外露螺纹用蜡烛油浸渍处理（起分离剂作用，防止螺纹被粘住）后，再涂敷粘合剂，拭净外溢的粘合剂。固定螺孔粘牢后，取下固定螺栓，再固定开关板。

(2) 自攻螺丝法：预埋线盒固定螺孔螺纹损坏，可用比原固定螺栓稍大规格的自攻螺丝替代。

(3) 加衬小木板：预埋线盒固定螺孔破裂、丢失以及塑料盒外衬套已损坏等情况下，可在线盒内上下底板间原固定螺孔的位置加衬小木板。木板上下面最好加涂粘合胶，紧插固在上下底板间，改用自攻螺丝或木螺钉固定。

2-3-28 远距离安装式仪表示值偏小的校正方法

大中型企业中因生产工艺的需要，而装设远距离安装式仪表。例某钢厂精轧机组装设有3块工艺监测电流表，被测电流取自整流柜附近的分流器。其中有一块表装在距分流器约110m远的轧钢操作台上，运行中发现，该块电流表的示值比整流柜上的电流表示值小10%~15%。经校验，电流表精度没问题。进一

步查校得知，因操作台上电流表引线太长，线路电阻太大，导致仪表显示偏小。

减小电流表显示值的误差，通常的办法是增大其引线截面以减小线路电阻，但这样做显然是很不经济的。对此，可将电流表解体，在其动圈上串接的电阻（为补偿引线电阻带来的误差，6CZ-A型电流表是 5Ω 的电阻）上并联一个适当的电阻，可将串联电阻值减小，串联电阻减小的数值应近似于仪表引线电阻值。按这种方法将电流表（轧钢操作台上装的6CZ-A型）改制后，操作台上的电流表示值基本上与整流柜上的电流表示值一致了。此例说明，对精度要求不高的远距离安装式仪表完全可以采用这种方法予以校正，既简单、又经济，效果也很好。

2-3-29 直流电焊机运转后不能起弧的处理方法

直流电焊机运转正常而不能起弧多因剩磁消失：①长期搁置不运转，使装置中的直流发电机自然退磁；②直流电焊机反向运转过，使直流发电机自然退磁；③长期放置在震动的地方也会使直流发电机剩磁消失；④直流电焊机偶然反向充磁等。针对上述原因可用如图2-73所示办法进行处理，即不能起弧的直流电焊机可由正常的直流电焊机充磁来排除故障。首先将正常的①号机直流引出端“-”极用引线接至不能起弧的②号机直流引出端“-”极，将①号机直流引出端“+”极用电焊把线引至②号机直流引出端“+”极，但先拿在手里不要接上。然后起动①号机，待其运转正常后，把电流值调至100A以下（最好50A）将

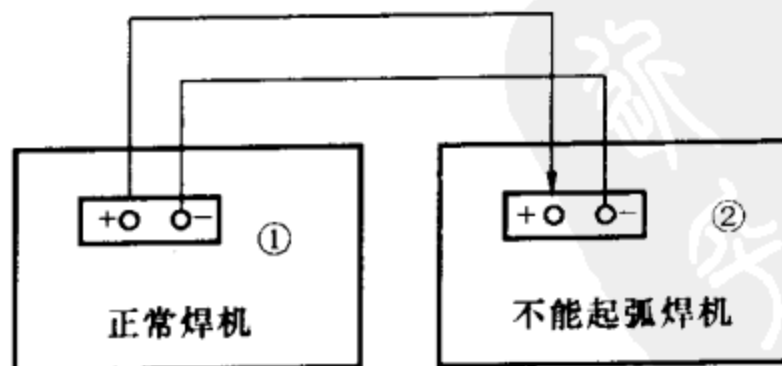


图 2-73 正常焊机对故障焊机充磁示意图

手中拿着的电焊把线往②号机直流引出端“+”极上快速接触2~3次（应见火花）就可以了。此时停下①号机，拆去①号机接到②号机的线，不能起弧的②号直流电焊机就可以正常工作了。

对剩磁消失并非消失到零，即直流引出端仍有一定电压的直流电焊机，在其运转正常而不能起弧时，可用一根3A左右的熔丝，一头接在直流引出端的“-”端，另一头用有绝缘柄的钢丝钳钳住。起动直流电焊机并待其运转正常后，将钢丝钳钳住的那头往直流引出端的“+”端搭，即会出现强烈火花，熔丝也随即熔断。这时发电机的励磁极就被充好磁，直流电焊机即可正常起弧工作了。

2-3-30 并联电容器引线螺栓折断的修复方法

并联电容器出厂时，由于装配套管绝缘不良，搬运或安装不得法，会发生螺栓桩头折断，引起内部浸渍液体从套管桩头等处渗漏。时间较长后，油面下降，导致电极对外壳放电或元件击穿。但这些损坏的部件，不像电力变压器可以将铁芯吊出后调换。一般发生这种现象后，为避免污染环境和扩大事态，虽其经济价值较高，也只得报废。然而报废后又常因一时配置不到，会影响无功补偿。为此需对并联电容器引线螺栓折断缺陷进行修复，具体修理方法如下。

如图2-74所示，电容器的螺栓桩头折断处正好与瓷瓶套管口平齐。对此先把螺栓、螺帽、瓷瓶套管除去油污，揩擦干净。再将螺帽朝下的平面及其侧面用砂纸磨光，瓷瓶铜平面也磨光，并在这些磨光处搪上一层锡。在螺栓下端周围涂上一些502快干粘合剂。当螺帽拧至螺栓断口平面平齐，螺栓螺帽的间隙即被粘合剂渗满。把它搁置到原来位置，再用较大功率的电烙铁将螺帽与瓷套管铜平面上所搪的锡熔合，并适当渗入一些。然后在其周围堆积一些锡，以增强其机械强度。这样折断的螺栓就粘、焊连接起来了。

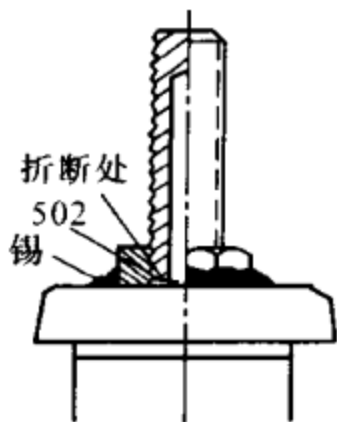


图 2-74 断口与
套管口平齐

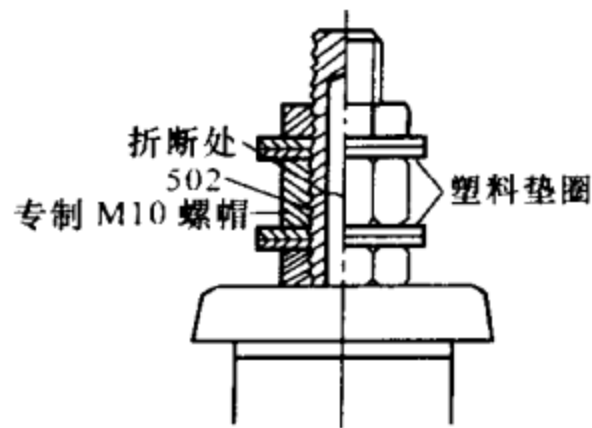


图 2-75 断口在
螺栓中间

如图 2-75 所示电容器的螺栓桩头折断处在螺栓中间，该螺栓虽是 M10，但中间钻孔嵌着电极引出导线，所以机械强度不高。当螺栓并紧导线时，用力稍大，就会使螺栓中间扭断。对此，需用铜材专制一只约 10mm 厚的螺帽，使折断处正居其中。为防止折断处渗漏，可将螺栓结合处周围螺纹处理干净，注入 502 粘合剂。为保险起见，在 10mm 厚的螺帽上下各紧套一只 1mm 厚的塑料垫圈，再各并上一只较薄的螺帽，这样进一步防止了渗漏又增加了强度。修好的螺栓，接线时如果显得太短，可在其上再用螺帽套接螺栓。

2-3-31 快速调换大型变压器大盖封垫

运行中的大型变压器，因大盖封垫破裂而严重漏油，需及时调换封垫，通常要将大盖顶部的一、二次套管及所有附件都要拆除，增加了工作的繁重和复杂程序。如果采用千斤顶来顶起变压器大盖，代替复杂繁重的大型起吊工作，就可以大大简化检修工序。具体方法和步骤如下。

首先将与变压器箱盖直接连接的变压器的散热器和热力过滤器拆除，把变压器油放到露出铁芯后，工作人员由大盖顶部的人孔盖进入变压器内部，松开套管引线。在变压器箱体及箱盖的四角，焊上用角钢做成的千斤顶支架，如图 2-76 (a) 所示。松去全部大盖对变压器箱体的固定螺栓后，立即在大盖四角的原来

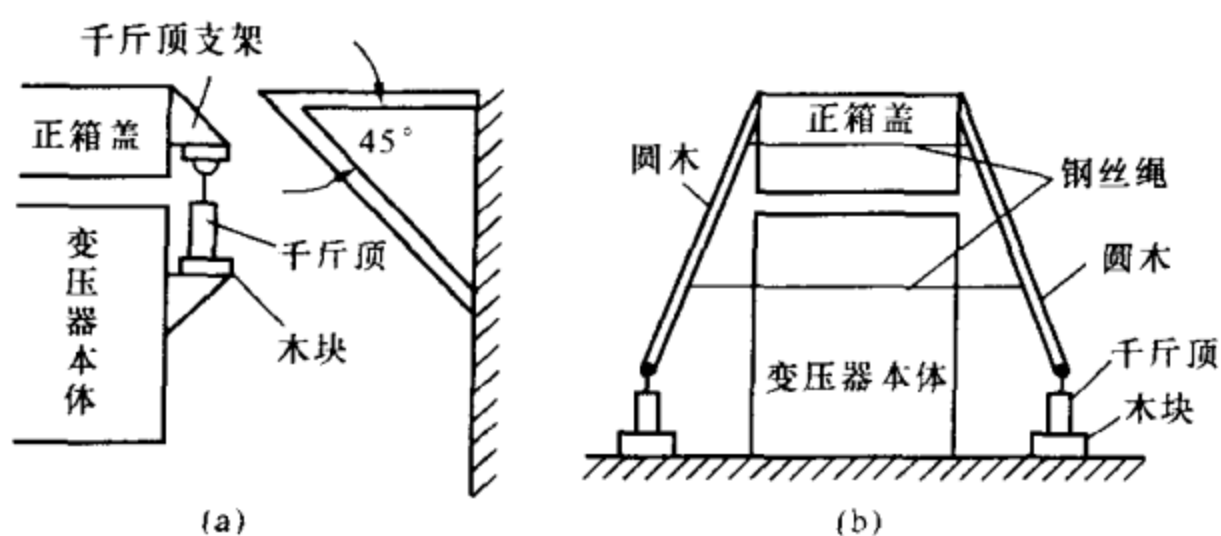


图 2-76 调换变压器大盖封垫施工示意图

(a) 千斤顶支架焊接；(b) 圆木代替支架

螺孔中，穿以粗细合适的定位长螺杆，防止起顶时大盖和箱体之间原有的螺孔位置发生变化。然后用四只千斤顶逐渐顶起大盖，随时垫入硬木块，并敲结实，以防大盖滑动。操作到顶起高度达调换封垫所需的高度时为止，以后即可调换封垫。必须注意：千斤顶应采用相同的规格，事先要经过荷重试验，在操作过程中禁止将手伸入大盖内部，以防意外。

如果需要进一步设法消除在变压器上焊接角钢支架这道工序，则操作过程将更为简化，具体方法如下：

将 4 根足够长的圆木倾斜放置在变压器箱体的四角，其上端顶住变压器大盖的边缘，千斤顶则放在地面，用来顶起圆木的根部，间接地顶起变压器大盖。为防止圆木滑动，在圆木间的上部和下部，各用钢丝绳或粗麻绳捆扎一道，使之连成一体，如图 2-76 (b) 所示。

2-3-32 用小电动机带动皮带轮代替人工盘动研磨电刷

研磨绕线型异步电动机电刷，尤其是研磨 110kW 以上的电机电刷，是比较麻烦的工作。首先需用刮刀把电刷以换向器为模刮出雏形，接着用 0 号砂布以布的一面按电机旋转的方向贴在换向器上，砂布的宽度为换向器的长度，砂布长度为换向器的周

长。然后把电刷压在 0 号砂布有砂的一面，用手盘转皮带轮进行研磨，方向为皮带轮正常运转的方向。110kW 以上的电动机需两个人盘动，费时费力。

如果用小型电动机带动皮带轮，代替人工盘动研磨电刷，可提高工效 7~8 倍。例对 132kW 绕线型异步电动机，可用 3~4kW 笼型电动机（4 极或 6 极）驱动。小电动机需固定，它的皮带轮可选 $\phi 60 \sim \phi 150\text{mm}$ （可用带皮带轮的旧电机）。大小电机之间传动可选用 C4000 型皮带。起动时，可用手盘动大皮带轮以帮助起动，但必须注意安全，只需研磨 1h 左右，便可拿掉砂布，然后再磨 2h，电刷即可正常使用了。

2-3-33 直流电动机新电刷的研磨方法

直流电机更新电刷，当刷握与换向器表面垂直时，研磨电刷的方法是：在换向器的表面铺一张砂纸，手握相同型号的新电刷沿换向器轴向往复摩擦。电刷的被磨面很快会被磨出与换向器表面相吻合的弧面来。先用较粗的砂纸后用细砂纸。研磨时，手握电刷要正，来回运动都要沿换向器的轴线方向，不得偏斜，往复行程不要过长。要注意防止电刷粉末进入电枢及换向器沟槽内。磨好后，将电刷装入刷握，起动电机空载运行几分钟后，取出各电刷检查，接触面一般要占总面积的 80% 以上才行，否则，要重新研磨直到合格为止。

当电机的刷握与换向器表面不垂直时，宜采用下述办法：将砂纸铺在平面上，手握电刷按刷握的倾斜角度磨出一个斜面。然后将电刷装进刷握，用手转动直流电机转子，这样就会在电刷的斜面上磨出光亮点，然后用砂纸打磨光亮点（也可以用刀子刮）。打磨后，再将电刷装进刷握，用手转动电机转子，同样又会被磨出亮斑，面积比第一次大。如此进行几次，电刷的接触面会越来越大，逐渐形成弧形。打磨亮斑时，每次不要打磨得太多，特别是到最后一次，一定要小心，只要用细砂纸稍微擦一下即可。如擦多了，接触面反而会变小。经实践证明，用这种方法研磨倾斜

的电刷所用时间短、效果好。

2-3-34 直流电动机换向极极性的现场调试

直流电动机换向极绕组的引线与刷架及端子是固定连接的，一般不会搞错。但在检修时往往容易把换向极的极性接反，从而引起性能恶化：一是拆卸后端盖和刷架后，把刷架的两根引线调错，或是把端盖连同刷架旋转了 90° 后重新固定；二是电枢绕组大修重绕时，没有按原制造厂的下线工艺进行，没有记清楚下线时应把电枢的换向器端放置在操作者的右手还是左手；三是电枢绕组大修重绕时绕组与换向器的接线没有按原来的方式连接，即没有记清楚原绕组接线是左行还是右行的，或是放长接线还是缩短接线等。这三种情况都会在原定子接线不变的情况下，使电枢的转向相反，这时若把并、串励线端调换一下，转向虽反过来了，但换向极的极性不符合换向要求，将造成空载也有火花、轻载起动困难、达不到额定转速、重载不能起动等问题。

由直流电动机的原理可知，直流发电机的换向极与主极的极性按旋转方向排列应为 $N \rightarrow s \rightarrow S \rightarrow n$ ，直流电动机则应为 $N \rightarrow n \rightarrow S \rightarrow s$ 。所以直流电动机大修过程中，应注意上述三种情况，不要轻易改变原样。如果修后发现运行不正常，应检查换向极与主极极性的排列是否正确。在现场检查，不用拆开定子，可用以下简便方法进行：将一个换向极的两个固定螺钉松开，其中一个螺钉只能略松，另一个螺钉则多松开一点，使螺钉头内平面与机壳离开约 1mm ，如图 2-77 所示。这样换向极的磁性在螺钉头上容易显示出来。然后在并励绕组端通上额定励磁电压，在电枢端通上较低的电压，使电动机启动，再加上轻载或用木板刹住轴伸，则电枢及换向极电流将增加，用指南针分别在主极和换向极的螺钉头上测试极性。根据转向即可判

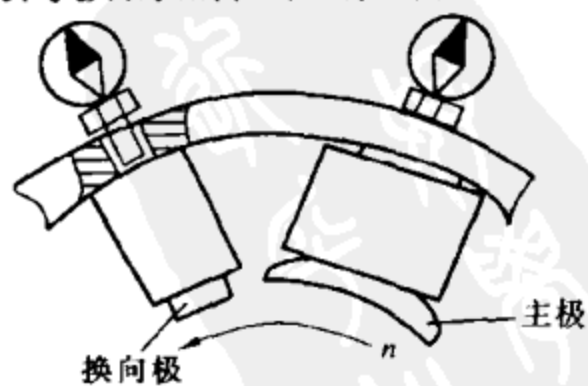


图 2-77 指南针测试
极性示意图

别主极与换向极极性的排列是否正确（如图 2-77 所示，如是电动机则正确；如是发电机，则是错误的）。如排列错误，对前述第一种错误情况，可将刷架引线倒调即可；对第二、第三种情况，首先应将刷架引线倒调，此时转向与设计相反，如果转向不符被传动机械的转向要求，可再对照接线盒上的接线图调换连接片，使转向反过来，电动机即可正常运行了。当然这时连接片连法与接线图所示转向相反，这样就省去了把换向极的引线里外调换的麻烦。

2-3-35 直流电动机转子线圈快速去锡法

大修直流电动机转子时，拆除的旧线圈要烧去绝缘，同时使导线软化，便于修复时整形。通常在烧绝缘前必须将线圈端部的焊锡全部锉净。这是因为经过烧绝缘后，端部焊锡将变为合金，硬得锉不动，而且合金上是无法附着锡的。检修一台矿用电机车的直流电动机线圈头有 260 个，都要一一锉净，费工费时，而且每锉一次，铜线就受到损伤，有的线圈修不了几次就报废了。对此可采用一种快速去锡法，方法如下：烧绝缘之前先将线圈的头在锡锅内浸一次，甩掉附着的锡，然后将线圈穿在一起，将线头部分浸入硝酸溶液中（将工业用浓硝酸用同等容积的水稀释即可，溶液可放在塑料盆或塑料槽中），时间约 3~5min（不宜时间太长），取出后用清水冲干净，线头即显出光亮洁净的铜金属来。整个过程只需 1h，大大提高了工效（用过的硝酸溶液还能再用，只需保持一定浓度就行）。

2-3-36 电动机△形接线改为 Y 形接线，不需重新测定线圈头尾的方法

如将电动机△形接线改为 Y 形接线，往往需要重新测定线圈的头尾，这样改线很费时间，现介绍一种不需重新测定线圈头尾的简便方法：如已知一台电动机有 6 个引出线，两两接在一起，并且曾送电运行过，则证明该电动机的原接线为△形接线，

如若将此电动机改为 Y 形接线，其改接步骤如下：①先将分别接在一起的引线头按图 2-78 编号，如 1 和 2、3 和 4、5 和 6；②将三对线头都打开；③用兆欧表或万用表测量通断，如果 1 与 6 通，则该绕组定为 A 相绕组；3 与 2 通则该绕组定为 B 相绕组；5 与 4 通则该绕组定为 C 相绕组。假定 1 为 A 相绕组的头，则 6 为尾；2 因和 1 相连，所以 2 为 B 相绕组的尾，则 3 为

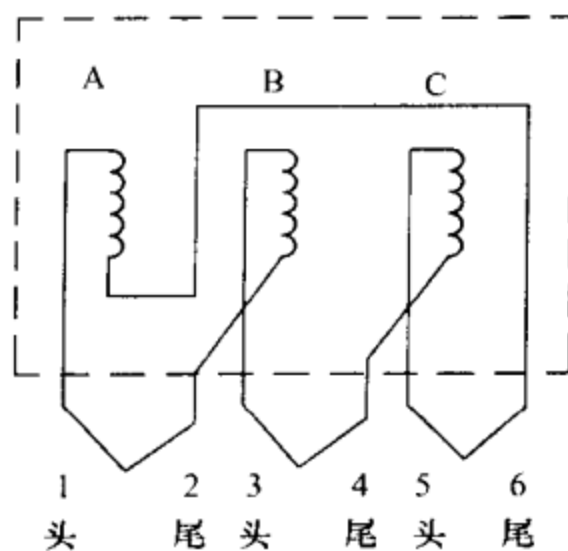


图 2-78 电动机 Δ 形改 Y 形接线示意图

头；又 4 与 3 相连，所以 4 为 C 相绕组的尾，则 5 为头。只要将三个尾引出线头 2、4、6（或三个头 1、3、5）连在一起，另外三个头 1、3、5（或 2、4、6）接电源便完成了改接任务。

2-3-37 小功率三相异步电动机的简易制动方法

如图 2-79 所示是小功率三相异步电动机的发电制动线路图。它的工作原理是：工作时，按下起动按钮 SB2，因中间继电器 KA 吸合，其动合触点 KA 闭合，使电动机起动运转，同时，

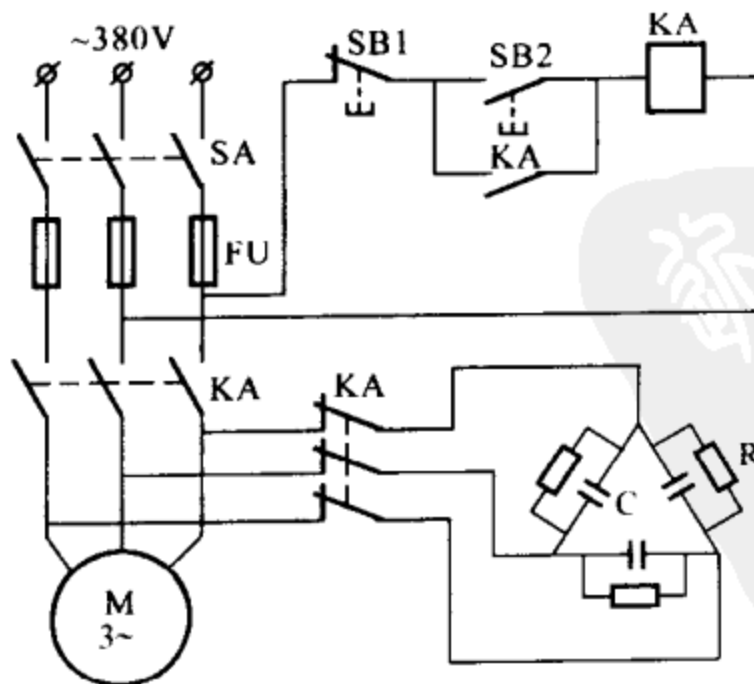


图 2-79 电动机的发电制动线路图

并联在 SB2 两端的动合触点 KA 自锁。停止时，按下停止按钮 SB1，KA 释放，动合触点断开，使电动机脱离电网，而动断触点 KA 将电阻、电容回路接入电机线端，此时电动机的感应电流通过常闭触点 KA 向电容充电。由于在充电过程中电流与感应电动势的相位和发电状态相一致，因此在电动机上产生与原转矩相反的力，起了阻止电动机运转的制动作用，俗称为发电制动状态。

对于功率为 1kW 以下的小电动机来说，电容量一般可取 $100 \sim 200\mu\text{F}$ （耐压 500V 左右），电容量大一些，制动效果较好。电容两端应并联放电电阻，使电容有一个放电回路。在运行时，电容器上的电压为零；在制动时保持电容器两端的电压不超过允许值。电容并联的电阻能有效地防止谐振，避免发生过大电流与机械振动。按理来说，在交流电路中是不宜采用电解电容器的，但由于电动机脱离电网的瞬间即开始发电，在还未达到正弦波反向高电压时电动机已处于制动状态，因此电容器两端承受的电压较低，采用电解电容是可行的。

2-3-38 绕线型异步电动机转子集电环上的导电铜环松动的解决办法

绕线型电动机转子集电环的铜环松动的原因多是由于电刷和铜质导电环长期的摩擦和通电发热，产生了一定的热量，天长日久使铜环因热膨胀松动，并且集电环两侧的扎线上层绝缘漆软化，于是发生松动。集电环的铜环松动就可能向左右移动，易造成电刷偏离铜环，出现一相断电等情况。此时，电动机因两相运行而电流增大，轻者引起跳闸停机，重者电机线圈烧坏。对此解决办法，可在每只铜环上加三只埋头铜质螺钉，如图 2-80 所示。绝缘套管上括出一个不穿的沉孔，螺钉拧紧后，用铜焊烧牢，然后再在车床上校好同心度车平

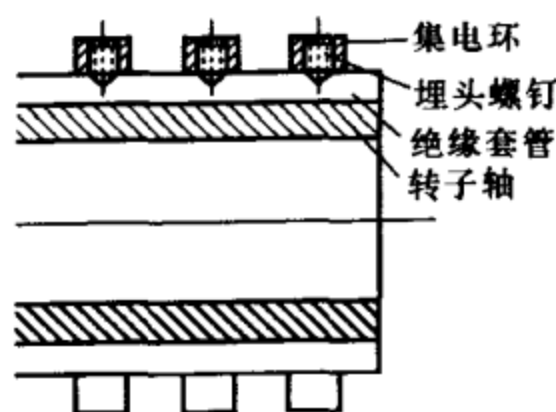


图 2-80 铜环加埋头螺钉示意图

成电刷偏离铜环，出现一相断电等情况。此时，电动机因两相运行而电流增大，轻者引起跳闸停机，重者电机线圈烧坏。对此解决办法，可在每只铜环上加三只埋头铜质螺钉，如图 2-80 所示。绝缘套管上括出一个不穿的沉孔，螺钉拧紧后，用铜焊烧牢，然后再在车床上校好同心度车平

磨光。这样处理后，铜环松动滑移的现象就不会发生了。

2-3-39 绕线型异步电动机集电环表面灼伤的现场修复方法

绕线型异步电动机在起动运行过程中，由于种种原因，集电环表面经常有灼伤、烧毛和凹凸不平等现象产生，使电刷和集电环之间产生火花，直接影响电动机的运行。对此，现场修理的方法如下：

首先拆卸灼伤的集电环上的电刷和刷握，用油石干磨灼伤部位（因灼伤部分很硬，锉刀不易锉平），稍平即可。然后，换上新的标准电刷，最好将调节压力弹簧，改为恒压弹簧。在装好刷握与电刷后起动电动机作空载运行。此时，集电环和电刷之间仍有火花。这时用普通油石加少许机油，手持固定一个点，在旋转的集电环上打磨，磨到火花全部消失为止，一般只需十几分钟即可。由于电动机在空载运行中，集电环通过电刷、导线、接触器已短接，三相对称的转子绕组此时转子电压为零。因此只要慎重操作，是不会有问题的。但必须指出，在打磨时集电环是个旋转体，为了安全，千万不能戴纱手套。

2-3-40 同步电动机集电环表面灼伤，用油石人工研磨法

同步电动机励磁电压是从外整流直流电源经碳刷、集电环输入到电机转子励磁线圈中去的。在运行中由于碳刷弹簧压力没有及时调整，碳刷没有及时更换，或碳刷和集电环之间产生强烈火花，都会造成集电环表面灼伤，产生麻点，以至加剧火花。这种粗糙不平的集电环表面难以用砂布磨平。又因烧灼点硬度大，也难以锉平。在锉的过程中，集电环的圆整度也难以掌握。如果把整个转子从电机中抽出来重新车光，费工又费时，而且一般小车床也无法加工。对此可用条状油石进行人工研磨。具体方法如下：

用一条截面为正方形（ $6 \times 6 \sim 10 \times 10\text{mm}$ ）而长为 $150 \sim$

200mm 左右的干净油石（代号 SF），当电动机运行时，用一只手或双手拿着油石推向两个集电环的环面上（可在碳刷的对面进行工作），油石是绝缘的，不会发生短路，并逐渐加重压力、利用集电环的运转进行研磨，几分钟即可磨好。然后再用 00 号砂布将集电环环面细磨 1 ~ 2min。最后用白布条将环面擦干净，集电环即修复如新。整个过程都是在电动机运行过程中进行。在研磨前后要对碳刷弹簧压力进行调整，压力大小视不同机组和不同牌号碳刷而异，一般可用弹簧秤测定，调整在 $0.2 \sim 0.25\text{kg/cm}^2$ 的范围内。研磨时要注意电动机旋转方向，用力要均匀，先轻轻靠上，逐渐加大压力，手不应触及其他任何旋转部分。实践证明用双手推磨比用单手操作来得安全稳定，而且用力均匀。研磨时不得戴手套，手臂最好不碰及机壳，人站立在橡皮毯上。

2-3-41 粘贴小块纸板检查电动机定子绕组端部与端盖间空隙大小的方法

电机定子绕组嵌完线、浸漆前需检查绕组端部与端盖间的空隙，以免发生碰壳（接地）故障。但这个空隙比较特殊，既看不见又无法测量。对此可采用下述方法检查：即根据电机大小，将 3 或 4 小块厚 0.8 ~ 1mm 纸板用透明胶带或塑料胶带等距离粘在绕组端部。将端盖扣上（端盖内凹面有毛刺等应先铲除），轻轻转动一周后取下端盖。如果发现所粘的纸板未被端盖转动时碰坏，则说明绕组端部与端盖空隙正常，不会发生定子绕组碰壳故障；反之，应重新将绕组绑扎、整形。

2-3-42 电动机定子绕组线圈槽满率用线环检查法检查

电机定子绕组槽满率一般为 65% ~ 80%，过高或过低都不适宜。重绕或改绕电机绕组时，选择好导线后要核算槽满率，即检查所选导线在槽中是否容得下。计算槽满率需准确计算槽截面、绝缘物截面和导线总截面，比较麻烦，并且圆形导线间的空隙也不易计算准确。对此可采用线环检查法，既快又准确。具体

操作方法是绕好线圈后（未绕线圈时，可用同直径导线折成同根数的线束代替），用一段直径近似于槽绝缘厚度（约 0.3 ~ 0.5mm）的导线将线圈绑一圈。再将线圈捏成与定子槽形相近的形状，然后将绑的导线轻轻松开取下，再按原样扣好。这样绑线即成为检查的线环。将线环放在定子槽口比一下即可知道所选导线是否容得下。如果线环恰好能放入槽内，说明槽满率正合适；如果线环在槽内很松，说明槽满率太低，可选粗些的导线；如果线环根本放不进槽内，说明槽满率太高了，应重新计算选择导线或采取其他措施，如在保证绝缘性能情况下换用较薄槽绝缘和重新选择导线。

2-3-43 电动机绕组单双线互换的简易算法

在修理小型电动机时，有时没有所需直径的漆包线，需找合适的导线代用。现介绍单、双线互换的简易算法。互换的原则是导线截面保持不变。如单根导线直径为 d_1 ，双根导线直径为 d_2 ，那么，截面积为

$$A_1 = \frac{1}{4}\pi d_1^2 \quad A_2 = \frac{1}{4}\pi d_2^2 \times 2 \text{ (根)}$$

$$\because A_1 = A_2 \quad \therefore d_2 = 0.707 d_1$$

可知，用两根导线并绕代替单根导线时，只要将单根导线线径乘以 0.707，就是所用双根导线线径。用单根导线代替两根并绕导线时，只要将双根导线线径除以 0.707，就是单根导线的线径。

2-3-44 电动机直观接线法

直观接线法很适用单路绕组电动机，既方便又不易接错。如图 2-81 所示，把嵌好的三相异步电动机定子的极相组 6 个分成一群。将各极相组的首端和尾端分开，在这些首端和尾端中，隔两个出线头把一对出线头连接起来，先接同群的三对接头，然后接群间的三对线头（6 个线圈组的两极电机只有群内连接），余

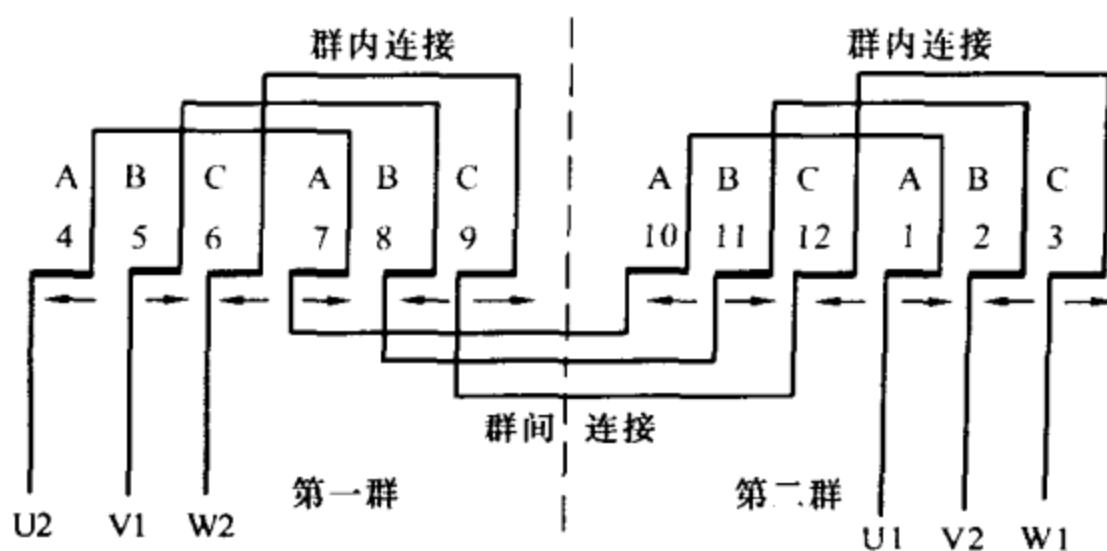


图 2-81 单路绕组电机的直观接线法示意图

下 6 个相邻的出线头成为相的首端和尾端。例如 1、3、5 分别为 A、C、B 相的首端；4、6、2 分别为 A、C、B 相的尾端，再按星形或三角形连接。为了便于记忆，编成易记口诀：“嵌好极相组，6 个成一群。分开首尾头，隔两头连接。先接群内头，后连群间头。连续余六头，相隔相尾首”。

2-3-45 电动机局部绕组损坏，“穿线法”修理既省又快

在修理电动机时，经常碰到电机中绕组仅局部损坏几只线圈的情况。此时，如全部拆绕，不但浪费材料，而且影响抢修时间；如局部拆换，要把坏线圈节距内的线圈的另一边全部挖出槽外，这又常常会造成换好这只而损坏另一只线圈的现象。电动机局部绕组损坏，在缺少导线、加快修理周期的情况下，可采用“穿线法”进行局部更换绕组。具体修理方法如下：

将电动机的转子抽出，定子放进烘箱加热到 $80 \sim 90^{\circ}\text{C}$ 。此时，电机的绝缘基本软化，然后把坏线圈的两端剪断，将一根根断线拉出来。待全部坏线圈拉出后，若是单层绕组，则清理线槽，换上新的绝缘纸；如是双层绕组，原来的槽内绝缘就不必清除，下层用复合绝缘纸，卷成圆筒放进去，然后用相同线径（或酌情细一些）的漆包线在两槽间穿绕到原来匝数，如穿不进去，略少穿一、二匝也可以。在穿线时，必须把漆包线线头锉圆、打

光，以免穿线时损坏别匝线圈的绝缘。穿线完毕，接好线头，要作一次空载测试，然后再进行烘浸。

2-3-46 电动机绕组的拆除方法

电动机绕组拆除工艺好坏与修复后电动机质量密切相关。现介绍电动机绕组拆除的正确方法。

(1) 电动机绕组拆除时的基本要求。拆除绕组可采用冷拆和热拆两种方法。一般采用加热拆除的方法，先使绕组受热均匀软化，然后逐个拆除线圈，并严格控制温度在 160°C 左右，最高温度不能超过 180°C 。否则，硅钢片会严重氧化，导致修复后的电机铁芯的涡流损耗和磁滞损耗增加。

拆除绕组时，使用的拆除工具都要采取防范措施，以免损伤定子齿形和定、转子铁芯内外圆表面而产生毛刺及划痕，造成铁芯损耗增加。同时应记录好槽数、线圈匝数、导线类别、线径大小、接法等有关数据。必要时还要绘制出单相或三相绕组的接线简图，供修复时接线参考。

绕组拆除后，应仔细地清除槽内存留的杂物和修正个别槽齿（因敲打、拉拔线圈、凿割而引起齿的歪斜），槽里取出来的绝缘物应保存，作为新槽绝缘、相间绝缘的样品。新绝缘物在大小、质料、厚薄、层数以及折叠形状等方面都要与原样品的基本相同。

(2) 电动机绕组的冷拆方法有三种。

1) 手工硬拆法：其目的是保持导线原状，便于再生利用。用钢锯及削刀把槽楔断破，从中取出，然后再用钢丝钳夹住铜线，从线槽中一匝或几匝依次拔出，完整无损。家用电器的小电机绕组拆除不宜采用此法，因线径细小、强度低，很容易拆断。

2) 锯割冷拆法：适用于定、转子铁芯内外直径小于 $150\sim 200\text{mm}$ 的电机绕组的拆除。以吊扇为例，将定子绕组的铁芯两侧加垫厚纸板，固定于台钳口上，在靠近铁芯端部，用钢锯锯去轴端伸出槽口外的半边起动、运行绕组端部。然后，翻转电机定

子，把它悬空架起，锤击与槽型大小相仿的铜棒或铁棒（棒长为线槽长度的2~3倍），对准绕组束，将一个个剩余的固化成型的线圈连同槽楔从另一端敲出槽外。如果有少数槽楔不能同时被挤出时，可待绕组清除完毕后，再用钢丝钳拉出槽楔。

3) 鏊截冷拆法：将扁平鏊子在砂轮机上磨成 30° ，其宽度、长度要适应电动机定子线圈鏊截的需要。在端部伸出绕组与机壳之间垫好小块弧形金属薄板，以防鏊子滑动时鏊伤机壳。用扁平鏊子紧贴铁芯，自铁芯朝机壳方向将线圈端部逐槽鏊截完毕。采用扁平鏊子（也可用木工凿）鏊截绕组绕圈的切断面一定要与定子槽口相平。然后用一根小于槽底直径（能在定子槽内自由拉动）的直圆钢顶于槽底部打入，即可将槽内的绕组整个推出。

由上可见，手工硬拆法适用范围广泛，但拆线困难，工效较低。锯割、鏊截冷拆法较适用于槽满率较低、绕组固化成型不紧、线槽较短的电机，其拆除效果良好。

(3) 电动机绕组的热拆分能源加热法和余热加热法两种。能源加热法如电流法、烘箱、喷灯加热法等；余热加热法则是不直接使用能源为燃料，而利用工业余热来加热电机绕组的方法。其特点是热源广泛，成本低廉。

1) 电流加热法：在定子绕组中，通入低电压短路大电流，一般为电机额定电流的1.5~2倍。将电能转变成热能，使绕组软化，便于拆除处理，趁热拔掉槽楔，逐个拆除线圈。此法运用时应在空气流通的地方进行，不然绕组受热氧化，产生碳化气体，有害身体健康。此法可采用两相380V调压器或单相行灯变压器的二次侧输出电流作为电热电源，其短路电流一定要控制在调压器或变压器的额定电流之内，不能超负荷使用。

电流大小的调节：如定子绕组短路电流过大，当温度超过 180°C 时（用水银温度计进行监视），可将三相绕组从并联改为串连接线，使电流减小、温度降低。

2) 余热加热法：利用锻造炉、盐浴炉、箱式炉、家用煤炭炉等停炉的余热加热电机绕组。绕组受热软化后，便可趁热拆除

线圈。另外，一般运用余热法多为冷拆绕组较困难时进行冷、热拆电动机绕组，速度快、效果好。

2-3-47 整体浸环氧树脂漆电动机单个线圈的更换方法

真空压力整体浸无溶剂环氧树脂漆的电动机性能好。但是此类电动机若有一只线圈发生损坏，即无法进行局部修理，只能更换全部线圈。并且由于环氧树脂漆将铁芯与线圈牢牢粘合，线圈拆下也很困难。对此，德国加勒那也厂却有套修理的办法，可以对此类电动机进行更换一只线圈的修理。其具体做法如下：修理前先将线圈间的垫块去掉，切断线圈端部的绑带，将电动机放在烘箱内加热至 150°C ，然后取出损坏线圈槽上的槽楔。由于损坏线圈的直线部分被另一只好的线圈直线部分所压住，所以首先要将这只好的线圈直线部分取出。此时可用布带做成的套子套在线圈两端，再用木棒套上布带，棒一头压在铁芯上，以此为支点将线圈往上吊，如图 2-82 所示。起吊时边用弹性的手锤敲线，边敲边吊，直至将好的线圈直线部分取出为止。用同样方法将坏线圈取出，清理槽内绝缘残余物。

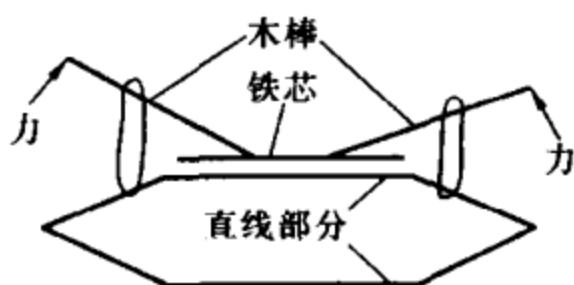


图 2-82 起吊线圈示意图

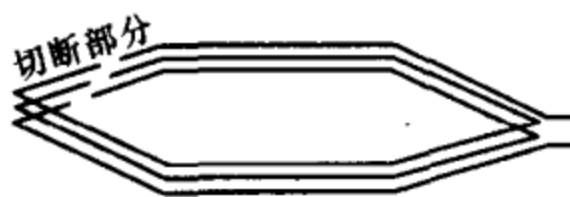


图 2-83 新线圈示意图

更换的新线圈是直线部分经过加热成型、一端端部导线切断的线圈。切断部分是分散的，以便于焊接及包扎，如图 2-83 所示。新线圈沿切断端部插入铁芯，将直线部分放入槽内，并将端部整理好，用 \square 形接头将断线焊接好，再用含环氧树脂的绝缘带沿线包扎好。在烘箱内将铁芯及线圈加温至 150°C ，将已翻上来的好线圈直线部分放回原处，嵌好槽楔，然后加好线圈端部间垫块，用绑带绑好端部、涂漆、加温烘干即可使用。整个修理工

时约一星期。

2-3-48 电动机大小端盖安装的先在内轴承盖上旋专用螺杆方法

电动机检修好了之后，常常因大小端盖的固定螺孔不易对齐而装不上固定螺钉，要反复卸下大端盖多次，这样不但耽误时间，有时还会损坏大端盖，而且常常使人为这点小事搞得心烦意躁。如果按下列方法制作专用螺杆，那么在安装端盖时，就会很顺利地一次组装成功。

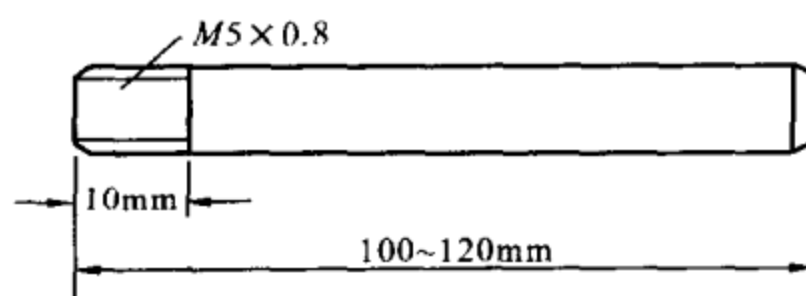


图 2-84 专用螺杆示意图

假设固定螺钉的丝扣规格为 $5 \times 0.8\text{mm}$ ，照图 2-84 所示用直径 5mm ，长 $100 \sim 120\text{mm}$ 的圆钢棒用规格是 5×0.8 的扳牙丝扣 10mm 左右长。在组装时，首先将小端盖装在转子轴上，装上轴承，再把制作好的螺杆拧在小端盖的一个丝扣上，然后把大端盖打在轴承上并使拧在小端盖上的配制螺杆从大端盖的任一个螺钉孔中穿出，这样大小端盖的螺钉孔就对齐了。把大端盖安装固定好后，再将两个螺钉从大端盖的螺钉孔穿进拧在小端盖的丝扣上，退出螺杆，把剩下的一个螺钉拧上，用扳手将三个螺钉拧紧，电动机的端盖就算组装好了。图 2-85 所示为小端盖，大端盖如图 2-86 所示。

如果电动机的小端盖的丝扣规格是 6×1 或 8×1.25 的，只要按同样的方法用直径 6mm 或 8mm 的圆钢棒配制螺杆就行了。这种专用螺杆小工具能减少“摸瞎”工时，提高效率。

电动机大小端盖安装的另一种简易方法：首先将小端盖装在轴上，装上轴承，用一段熔丝从小端盖的任两个孔中穿出（熔丝

长度以平行拉齐后，比转子端部稍长一点即可)，如图 2-87 (a) 所示。在将大端盖打在轴承上的同时，将熔丝两头穿过大端盖的任两个孔，如图 2-87 (b) 所示。拉紧熔丝，使大小端盖的孔对齐，固定大端盖，将一颗螺钉拧紧大小端盖。将熔丝从孔中拉出，将两颗螺钉拧上，然后用扳手将螺钉紧固。电动机的端盖就算组装好了。也可不用熔丝，而用其他类似的软线。

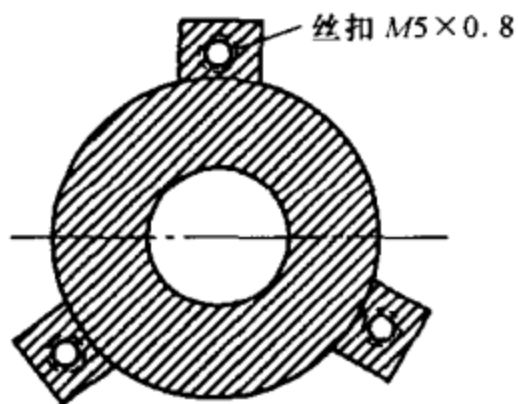


图 2-85 电动机
小端盖示意图

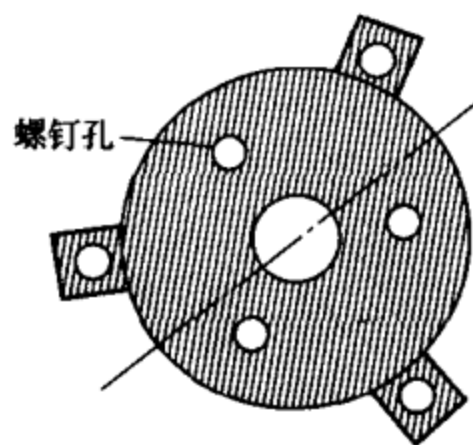


图 2-86 电动机
大端盖示意图

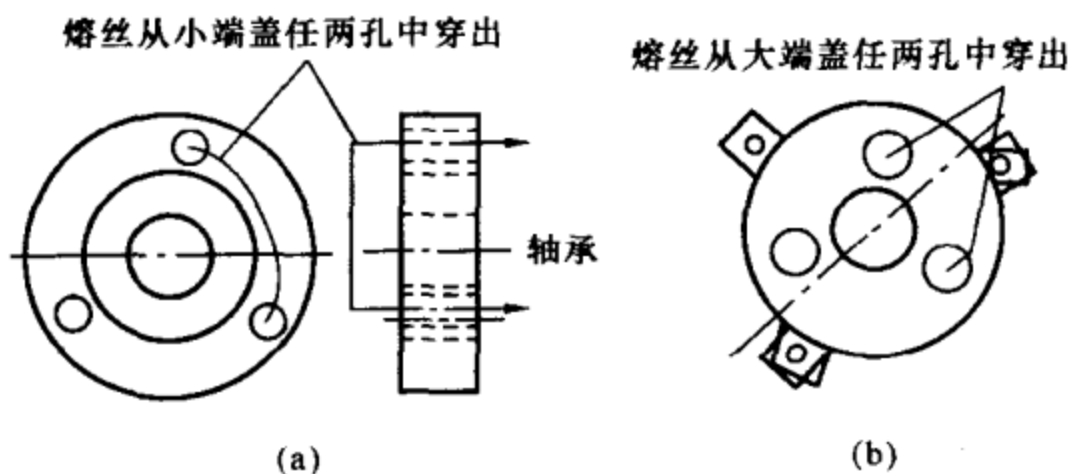
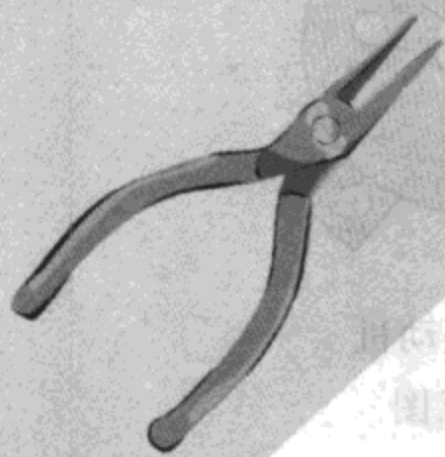


图 2-87 熔丝穿大小端盖任两孔组装法示意图
(a) 小端盖；(b) 大端盖

第 3 章

电工检修应急、延寿和烘焙法



3-1 应 急

3-1-1 闪烁信号指示灯的应急替代

有些配电盘及用电设备为了便于监视，采用闪烁信号指示灯作特殊信号或危险信号。这种信号灯损坏了而无备品，一时又购买不到。现介绍其应急替代方法。

将一只已拆掉铝壳的日光灯起辉器，装在原信号指示灯罩内（把原信号灯内电珠及电珠支架卸掉），然后与一个 5~15W 白炽灯串联接到 220V 电源上。白炽灯可装在配电盘后或隐蔽处。该信号指示灯便能达到闪烁作用，其闪烁明亮度和原指示灯一样。

3-1-2 利用日光灯起辉器改制的节能指示灯

日光灯起辉器改制成节能指示灯，其线路如图 3-1 所示。将普通 220V，4~40W 的起辉器铝壳拆下，把与氖泡并联的电容器改成串联，用胶布包好接头，仍装回铝壳里（外壳的上半段应剪

去)。这种指示灯的优点是：①因用电容降压，耗电极省；②通用性强，可直接接入 220V 交流电，并可长时间连续使用；③安装容易，便于购买。但要注意：串接氖泡的电容不能损坏，否则氖泡将烧坏。

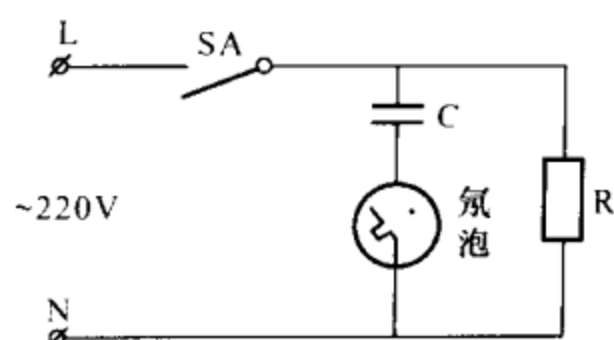


图 3-1 节能指示灯线路图

3-1-3 电饭锅指示氖泡用测电笔氖泡替代

电饭锅指示灯氖泡坏了可用日光灯起辉器氖泡替换，由于起辉器氖泡体积较大，原开关壳体内装不下，需要另做一指示灯泡盒，不太方便。如果用测电笔氖泡来替换，由于氖泡体积比较小，替换时不需改变电饭锅开关壳体的外形，可以直接装进开关壳体内。具体安装方法是：拧下开关壳体的固定螺钉，将开关壳上的铝质商标牌拆下，用电烙铁取下损坏的指示氖泡与电阻，装上测电笔氖泡，焊上引线，并串接一限流电阻，套上原套管。串联电阻值为 $\frac{U_1 - U_2}{I}$ 。其中， U_1 为电源电压， U_2 为氖泡起辉电压， I 为氖泡工作电流。测电笔氖泡起辉电压可实际测量，一般在 100V 左右，氖泡工作电流取 0.1mA，经计算电阻值为 1.2MΩ，采用 1.2MΩ/0.25W 的小型电阻即可。

安好氖泡、电阻后，用绝缘胶带将氖泡两边的导电部位盖

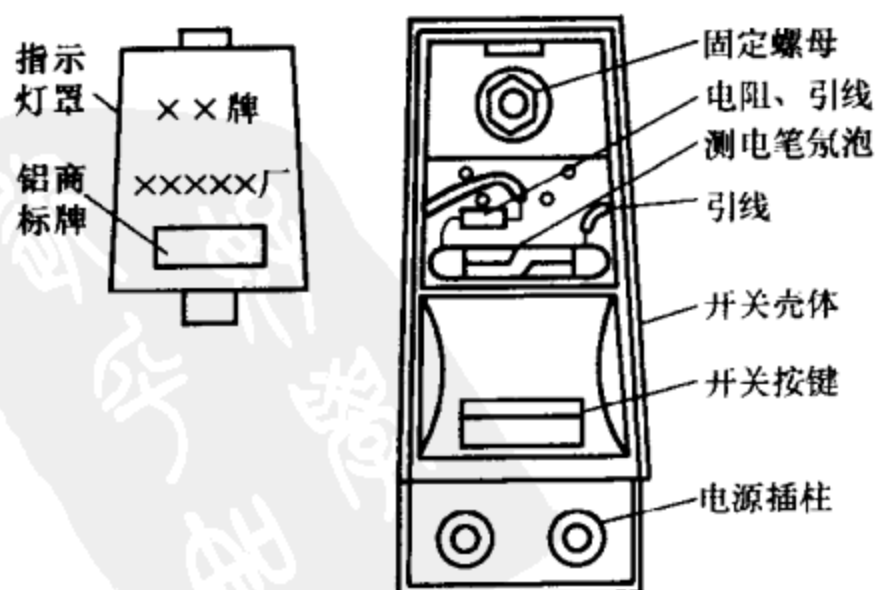


图 3-2 测电笔氖泡安装法示意图

好，只露出玻璃管发光部位。最后盖好商标牌，上好开关壳固定螺钉，电饭锅即可正常使用了。

3-1-4 改制螺口灯泡

一些生产设备和家用电器上有许多规格的螺口灯泡在市场上买不到，尤其是进口设备上配套的更不易找到。对此可用灯泡改制的方法来解决：将损坏的螺口灯泡玻璃壳敲碎，把螺口里的残渣清理干净，只剩下螺口皮。找一个口小一点的新螺口灯泡（额定电压必须相同），把清理干净的螺口皮套上去，新螺口灯泡的中心导电极必须穿出螺口皮中心孔，且必须与螺口皮绝缘，否则就会发生短路故障。然后用焊锡把两层螺口皮焊牢。这样，改制的螺口灯泡就做成了，可以代替损坏的灯泡。

3-1-5 用灯泡应急替代续流二极管

单相半波晶闸管整流线路中，由于负载电感存在，因此当输入电压由正变负时，电感负载的能量（也即由于在电流变化过程中，负载中感应出一个与原极性相反的电压）反馈回电源，加到晶闸管 V 阳极，使 V 维持导通，造成过零关不断的现象。这时负载上流过负半周电流，使得负载上的平均电压值降低，波形变坏。即使过零变负时能可靠关断晶闸管，也因为半波整流，负半周时负载上没有电流流过，平均值也较低，脉动度大。所以一般均加装续流二极管来加以改善和克服。在运行中，由于某种原因导致续流二极管损坏，而且一时又找不到合适的二极管，这时可用灯泡应急替代续流

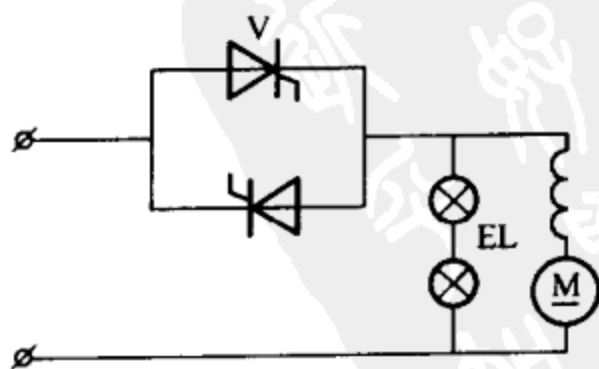


图 3-3 灯泡替代续流二极管示意图

二极管，如图 3-3 所示。灯泡的效果虽说没有二极管好，但在中小电机的调速线路中还是可以胜任的。特别是在单相半波可逆线路中，直接采用灯泡续流更方便。其优点有二：①灯泡规格多，信手可得；②可作维修人员和操作人员监视晶闸管状态之

用。其缺点是灯泡要消耗一定的能量。灯泡瓦数要视晶闸管输出电流的大小和要求而定,一般功率大了效果好,因为灯泡热阻 $R \approx U^2/W$ 。当在最大输电压高于 220V 时,用两只灯泡串联为宜,这样分配到每只灯泡上的电压较小,可延长灯泡寿命。

3-1-6 电焊工夜间应急照明

常用的交流电焊机输出端的电压约为 60 ~ 70V。将两个 100W、36V 低压灯泡串联后,跨接在电焊机的输出端,两灯泡均能正常发亮,可作照明之用。当电焊工操作焊条起弧时,焊机输出电压降低,灯泡的亮度也减弱至暗红色,但不影响照明,因为起弧后照明对电焊工来讲是无意义的。

这种夜间应急照明,在焊接物分散或安装照明灯困难的场所使用起来是很方便的。

3-1-7 洗衣机电容器用日光灯电容器替代

洗衣机的电动机一般采用单相电容式异步电动机,功率有 60、90、120W 等。所配的移相电容为 6、10、15 μ F 等。CZ 型金属膜无极性电容,额定电压一般为 400 ~ 450V。CZ 型无极性电容成本高、价格贵、体积大,大多为洗衣机专用。因此,CZ 型电容器损坏后,除了在专业厂家的维修部门能配到外,在市场上不易买到。其实日光灯电容器 (CZSM4.75 μ F/220V) 与洗衣机电容器是同类型电容,只是容量不够。以 90W 电动机所配 10 μ F 电容为例,可用两只日光灯电容 (40W 日光灯的电容器) 并联起来使用,效果很好,容量有点差别,但影响不大。

更换时要注意:电容器的焊接点务必先用绝缘纸(布)包扎好,并且再用塑料袋将其整体包扎,确保电容器的外壳与整机外壳间有可靠的绝缘。安装位置以水平固定为好。

3-1-8 洗衣机定时器电机的应急修理

例一台新乐牌 XPB20-6S 型双桶洗衣机,在一次使用时发

生了波轮单向旋转不停的现象。经检查是洗衣定时器中的微型电机线圈断路，但因其线径极细难拆，只得将其从线圈架上剪断取下。在这种微型电机一时购买不到的情况下，采用增设一只指示灯用 220/6.3V 小型变压器，再改绕电机的应急处理办法。先测得电机原线径为 0.03mm，匝数为 16700 左右。经查得，0.03mm 漆包线取电流密度为 $2.5\text{A}/\text{mm}^2$ 时的载流量为 0.00178A，匝数取 16700，那么电磁力为 29.726AN。从电磁学的基本原理可知，增大电流和减小匝数也可取得同样的安匝数。因此微电机改用线径为 0.23mm 漆包线（其截流量为 0.1041A），匝数 290N。这样，220V 的电动机就成了 6.3V 的电动机了。原来的电动机电源线接变压器一次侧，6.3V 的电动机与变压器的二次侧连接。

3-1-9 洗衣机轴承磨损的应急修理

洗衣机使用时间长了，轴和轴承因磨损而产生松动，由于传动皮带的张力缘故，使波轮向相反方向倾斜，会造成波轮与桶体相摩擦而发生异常噪声。同时，由于轴的倾斜造成单面磨损，水封失效而发生漏水等故障。若送去修理时路远搬运很不方便的话，应急处理的办法是将轴承按原位置旋转 180° 安装，改变其受力面，并换上一个同规格的新水封，故障便可排除。用此法可延长轴承使用寿命。修理时先确定是否轴承磨损，检查的方法很简便，只要用手沿波轮边缘逐点用力向下压。如果轴承是好的，则波轮没有松动感。反之，压下时波轮会向一边倾斜（通常，在靠桶中心部位压下波轮边缘时，波轮容易发生松动倾斜现象）。故障确定后把波轮卸下，并在轴承边缘的部位和桶体的相应位置做个记号。然后旋动轴承的紧固螺母（在洗衣机底部），但不要取下螺母。参照事先做的记号，将轴承旋转 180° 。接着把紧固螺母旋紧即可，同时更换新水封。

3-1-10 风扇偏心轮的应急修理

台扇、落地扇摇头机构中的偏心齿轮大部分是塑料制品，常常在使用中因损坏若干齿而丧失了摇头功能。由于不同厂家的风

扇型号规格不尽相同，因此给维修带来了不便。能使偏心齿轮恢复功能的简易修理方法如下。

卸下电扇后盖，把损坏的偏心齿轮拆下，清洗油污。剪一块厚 $0.8 \sim 1.2\text{mm}$ 的黄铜片，长度和损坏的齿数长度相等，或略长 $2 \sim 3\text{mm}$ ，宽度为 $5 \sim 8\text{mm}$ 。把剪裁好的铜片加热后纵向加压进齿轮损坏处，并露出 $1 \sim 2\text{mm}$ 。将露出部分铜片修剪成弧形，然后用小锉刀（什锦锉）顺着损坏的齿痕将黄铜片锉成齿尖。这样齿轮就修好了，可作应急使用。

3-1-11 家用电器中高压硅柱的应急替代

高压硅柱是负离子发生器等家用电器以及其他电器设备常用而且故障率较高的元器件之一。在检修时查知高压硅柱已损坏，又一时难以买到时，可以用已废弃的 14、17 寸电视机中一体化行输出变压器来代替。因为此部件损坏的部位多为高压包击穿，而内部的高压整流元件（高压硅粒）还是完好的，而且每个硅粒的耐压在 7000V 。

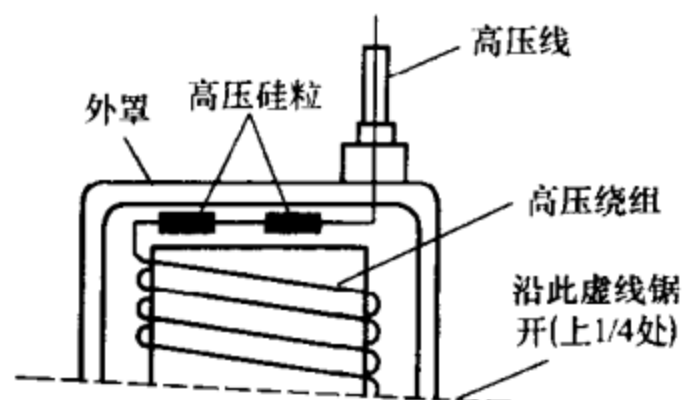


图 3-4 硅柱与高压绕组连接示意图

具体方法如下：

(1) 找一废弃的一体化行输出变压器，从整体高度上部的 $1/4$ 处用钢锯锯断，便可发现与高压绕组一端相串联的、由两个棕色硅粒组成的弧形硅柱，如图 3-4 所示，与高压绕组连接的一端为正极。用锋利的刀尖仔细将浇注的环氧树脂切去后便可得到硅粒。

(2) 因为行输出变压器的高压硅粒是由多个二极管串联而成的，这样硅粒的电压降就大。所以直接用万用表电阻挡很难检查出硅粒的好坏。应按图 3-5 所示的方法用市电检查。如果测得的电压太大，则硅粒内部就有击穿短路的地方；如果测得的电压太低或为零，说明硅粒内部开路或接触不良。一般正常的电压值

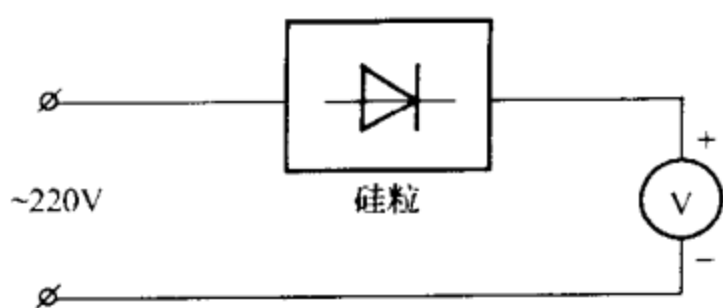


图 3-5 检测硅粒接线示意图

为 40 ~ 80V。当上述测试结果正常而安装到电路上不能正常工作时，可能是硅粒的热稳定性较差。可用电烙铁靠近高压硅粒加温测试，如果测试结果有较大的变化，说明硅粒性能

变坏，应重新更换。

(3) 最后找一旧的高压硅柱，将两端的金属帽取下，拿出中间硅芯，将上面得到的合格硅粒顺向串联 2 ~ 4 个后，装进硅柱的瓷管内，两端用细铜丝穿入金属帽后将其与硅粒焊牢，再在金属帽外部用锡焊焊牢，并用 102 胶封口。锉去毛刺，并正确判断极性后，便可装入家用电器内使用。如用于 18kV 以上的高压回路，还应多串几个硅粒，以防高压击穿。

3-1-12 摩托车行驶中突然断电的接临时简单电路方法

骑摩托车外出途中，电路突然发生故障，一时找不到原因时，可用接临时简单电路的方法使电路接通。

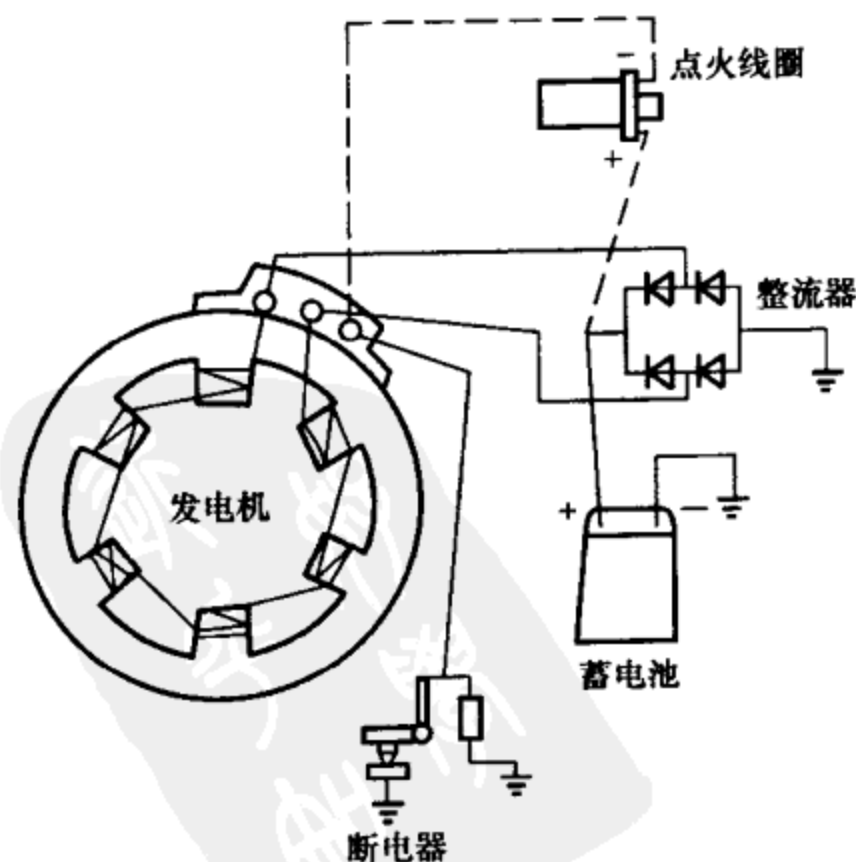


图 3-6 点火系统简单接线图

——原电路；---临时线路

例如 250 型摩托车，外出途中突然断电，原因不易查找，则可用接临时简单电路的方法使电路接通。如图 3-6 所示，在蓄电池正极与硅整流器连接处拉一根导线，接点火线圈正极；从点火线圈负极拉一根导线，接断电器活动臂上。这样就可以使电路接通了。如果灯光和喇叭也有电路故障时，也

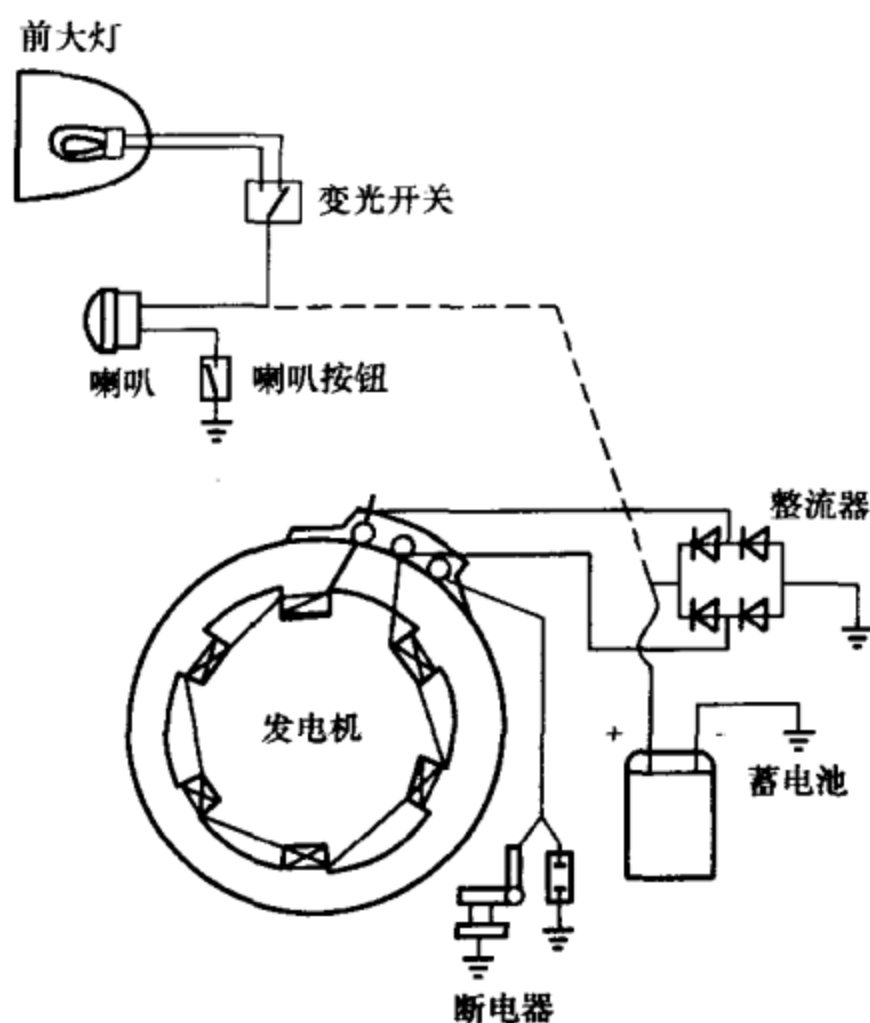


图 3-7 前大灯与喇叭临时简单接线图

——原电路；---临时线路

可以接临时电路。如图 3-7 所示，用一根导线从蓄电池正极接到大灯变光开关电源线和喇叭电源线上，这样就可以使用大灯和喇叭了。

3-1-13 汽车电器故障的应急修理

(1) 白金烧蚀：汽车点火系统的常见故障之一就是白金烧蚀。白金一旦烧蚀，致使点火线圈一次侧电流减弱直至消失，进而降低高压火花强度，导致发动机功率下降，甚至熄火。现以 EQ140 车为例介绍如下。白金若烧蚀成麻点（无烧熔现象），接

触面不清洁、不平整、不同心或白金间隙过小等，可用如下办法处理：即将分电器取下，使白金闭合后用尖嘴钳扳动固定触点，使两触点在闭合时保持同心，然后用白金砂条研磨（最后沾点机油），使其接触面平整光滑，清洁后在白金上抹一层机油膜，最后再校正白金间隙使之成为 $0.35 \sim 0.45\text{mm}$ ，装车使用。应注意的是，白金闭合、接通点火开关后，如果电流表指示放电超过 5A ，则应检查点火线圈和附加电阻，否则白金将因一次侧电流过大而再次烧蚀。

(2) 分电器盖裂纹漏电：可先在裂纹两头钻孔以防裂纹延长，然后用小刀将裂纹刮净开槽，再将蓄电池沥青加温熔化倒入裂纹槽内，凝结后，即可使用。

(3) 分电器触点弹簧折断：可用橡皮筋将活动触点和固定触点捆在一起，用一细编织铜线使活动触点臂与分电器接线柱相连并注意线体绝缘，恢复两触点的功能。如分电器触点损坏，可用电喇叭上的触点代用应急。

(4) 调节器损坏：行驶途中调节器损坏，如果车上装的是交流发电机，对磁场内搭铁的可将调节器电源“+”和磁场“F”接线头拆下，再把两线头拧在一起。对磁场外搭铁的可将磁场 F 与发电机外壳相连，然后将发电机皮带支架放松一些，发动后电流指示表应在正极 10A 之内。如果大于 10A ，应再调整皮带支架，直到充电电流在 10A 即可。

(5) 发电机损坏：如果在途中发电机不发电又不能修复时，可将发电机标有“A+”的导线和调节器电源“+”导线拆下，利用蓄电池行驶，但应尽量避免使用启动机、喇叭和灯光，一般良好的蓄电池可行驶 $100 \sim 200\text{km}$ 。

(6) 蓄电池损坏：如果是一、两格损坏时，可用铜丝或铁丝直接将好的单格连通使用。如果蓄电池全坏，可将发电机风扇皮带调紧，怠速调高一些，保证发动机不因怠速偏低而熄灭。在单车情况下，可用 8 节干电池串联，用硬纸把干电池圈起来捆牢，负极接机体或车架，正极接在点火线圈的开关电源接线柱上，再

断开起动机开关至电流表的连接线，然后用手摇柄来摇车就可以进行发动。如是在冬季，一定要先预热后再发动，以免发动不起来而耗尽电池。

3-1-14 YYJG-1A 型激光治疗器干簧管动作不可靠故障的应急修理

一台 YYJG-1A 型激光治疗器在使用时发现电源接通后，循环水电机转动，水循环正常。但踩下脚踏开关时，电压表无指示，且无输出信号。经检查发现故障在图 3-8 (a) 所示的断水保护电路中。KD 为干簧管开关的触点，置于图 3-8 (b) 所示水开关的有机玻璃块中。水开关内镶有永久磁铁的浮子。在开启

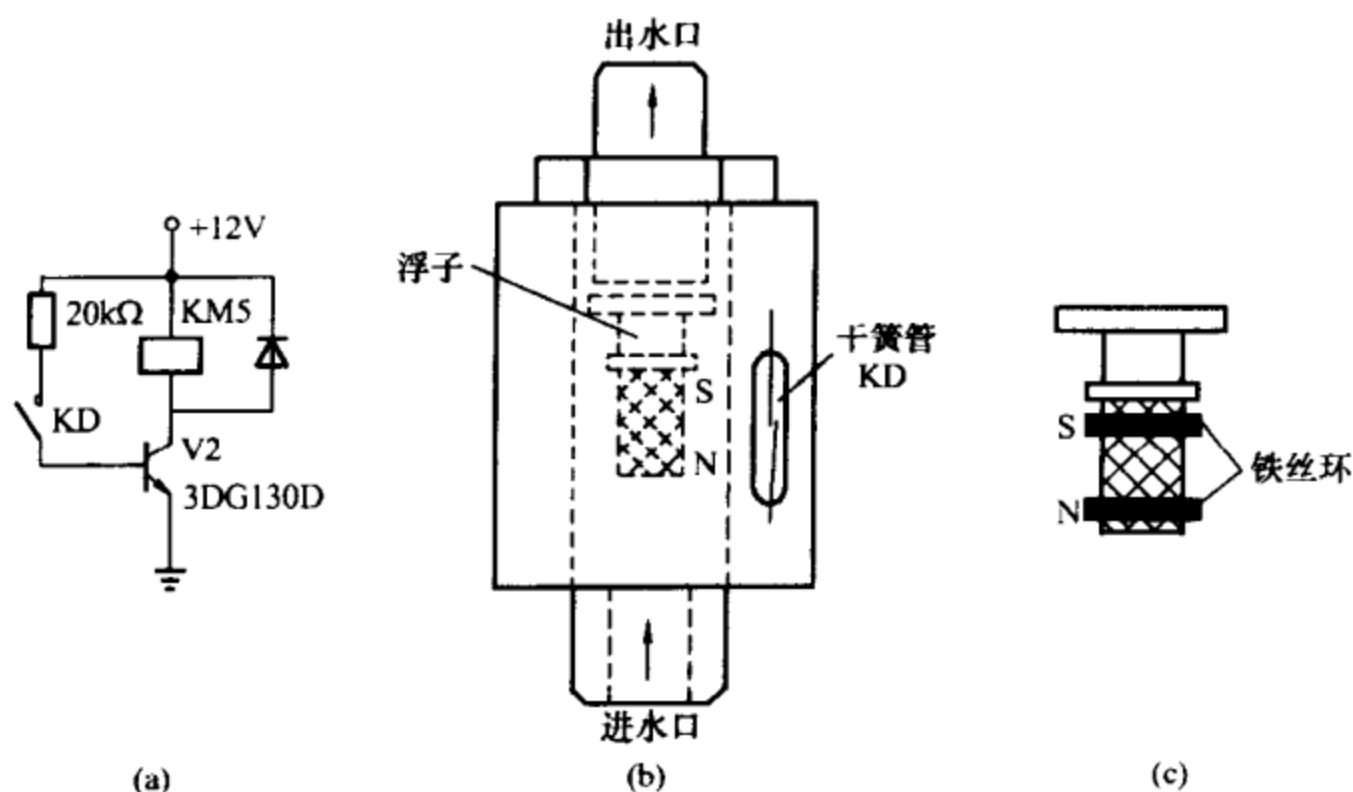


图 3-8 分析处理故障示意图

(a) 断水保护电路；(b) 水开关；(c) 磁铁两极加铁环

机器电源时，循环水电机转动，由水泵带动水在水开关内流动。水流从水开关玻璃块底部流进，浮子上升使干簧管 KD 触点接通，此时晶体管 V2 导通，继电器 KM5 吸合接通电源回路，踩下脚踏开关时接通高压而工作。当出现故障时，虽然浮子上升，但干簧管触点并不闭合。这是由于原设计中磁铁与干簧管的水平距

离过大，当使用时间一长磁铁的磁性降低时，极易造成动作不可靠。对此故障，如图 3-8 (c) 所示，在永久磁铁浮子 N、S 两极端用直径 2mm 的粗铁丝各做一个圆环进行处理。由于铁丝的导磁作用使磁力大大增强，消除了干簧管动作不可靠造成无输出信号的故障。

3-1-15 大容量自动开关用熔断器并联小容量自动开关替代

在大、中容量电动机低压供电电路中，通常选用大容量自动开关作低压供电开关和电动机过载及短路保护。大容量自动开关体积大且价格较高，以及在大容量自动开关损坏而一时购买不到同型号规格的开关的情况下，可用一只小容量三相自动开关与三只大熔断器并联来代替大容量的自动开关供电，如图 3-9 所示。不仅满足了电动机的单相保护和过载保护的要求，而且达到体积小、投资省的效果。

小容量 DZ 自动开关与 RTO 型熔断器并联代替大容量自动开关的基本原理是并联支路分流的原理。QF 和 FU 两支路流过的电流与它们各自的阻抗值成反比。代用时，必须使流过 QF 的电流

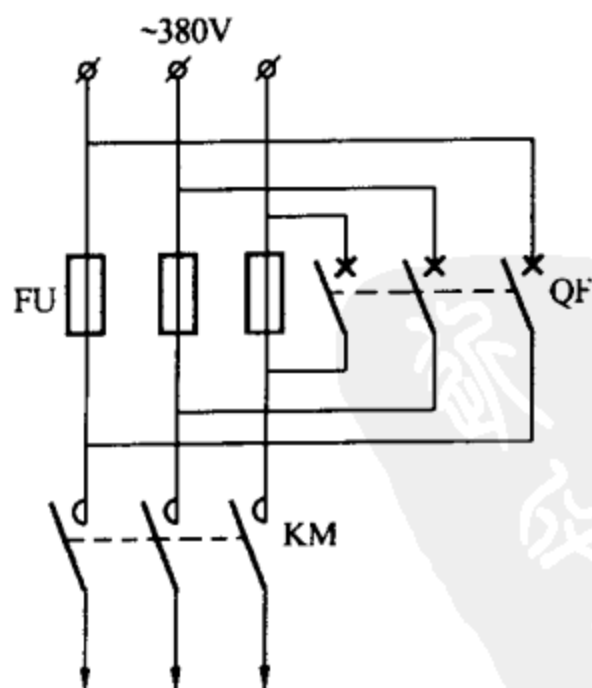


图 3-9 熔断器和自动开关并联示意图

小于流过 FU 的电流。RTO 型熔断器熔体的导体截面积大，阻抗呈电阻性且数值很小；小容量三相自动开关内部串接有过电流线圈和热元件，其阻抗相对于 RTO 型熔断器的要大得多。这就决定了流过 FU 的电流要比流过 QF 的电流大得多，其倍数取决于并联支路的分流比。

小容量三相自动开关除了三个主触点外，还有一个动合辅助触点和一个动断辅助触点。其动合辅助

触点串接在主电路接触器线圈控制回路中，如电动机过载或熔断器烧断一相时，自动开关的分流值超过整定值便瞬间跳闸，其动合辅助触点切断主电路接触器 KM 的控制回路，接触器 KM 断开主电路使电动机脱离电源而得到保护。

3-1-16 用按钮代替单相电机起动离心开关

在实际工作中，对于因离心开关损坏而无法更换的单相电动机，采用按钮代替单相电机起动离心开关，其控制电路如下。

如图 3-10 所示，按下起动按钮 SST（应具有两对动合触点，如 LA18 型），它的一对动合触点使接触器 KM 线圈通电，另一对动合触点为电机副线圈接通作好准备。KM 吸合后，主触点 KM1-2 闭合，电机的主、副线圈同时得电，电机起动。松开 SST，其动合触点随之断开，电机副线圈断电，电机进入正常运转状态。此电路要注意的是，电机起动时，应稍慢放开起动按钮 SST，即要保证起动时间，使电机的转速达到额定转速的 70% 左右。

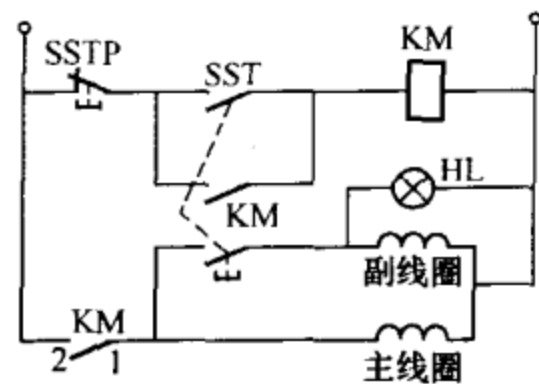


图 3-10 两动合触点按钮控制电路示意图

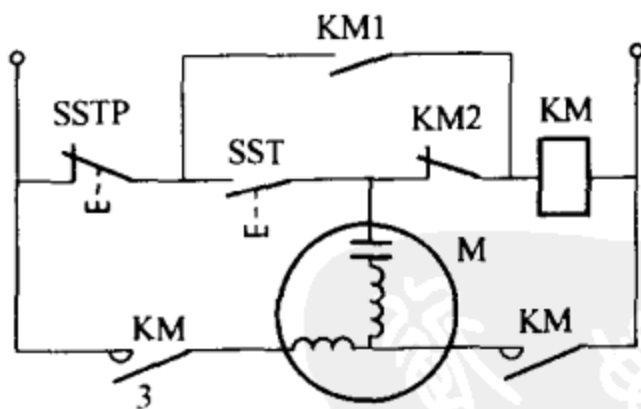


图 3-11 常用普通按钮控制电路示意图

的失电时间里，衔铁仍然靠其惯性继续行进，KM1 很快就会闭合使线圈重新得电并自锁。

如图 3-11 所示，用一般常用的 LA2 型按钮，既控制电机起动又代替离心开关。此电路在接触器 KM 动作的过程中，其辅助触点 KM2 先断开，而后动合辅助触点 KM1 闭合，在这期间 KM 线圈有一个短暂的失电。但通过实践证明，这短暂的失电时间里，衔铁仍然靠其惯性继续行进，KM1 很快就会闭合使线圈重新得电并自锁。

3-1-17 用拉线开关控制电动机的接线方法

用胶盖闸刀起动电动机，虽然线路简单，但如在易燃易爆场合频繁起动电动机易发生火灾，同时，距离稍远时也操作不便。对此

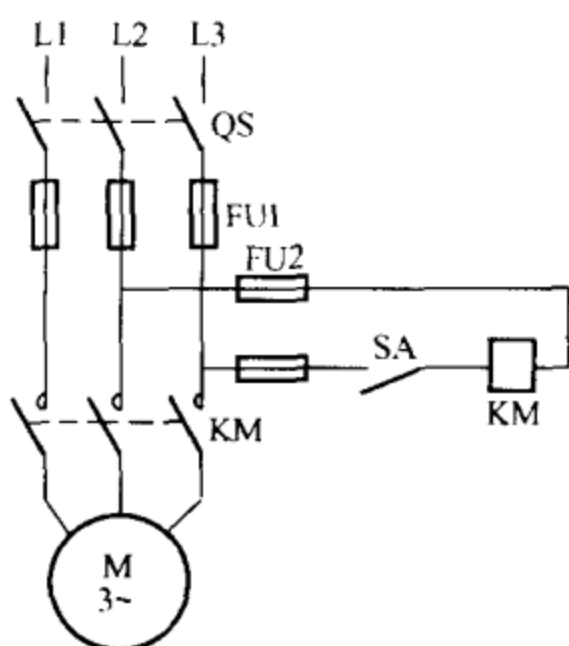


图 3-12 拉线开关控制
电路接线图

需在胶盖闸刀下加装接触器来控制电动机。在没有按钮和无法安装按钮的情况下，可采用拉线开关来控制接触器的应急方法，如图 3-12 所示。工作原理是合上闸刀 QS，因接触器 KM 主触点未闭合，电动机不起动。拉一下拉线开关 SA，使接触器 KM 线圈得电，接触器主触头 KM 闭合，电动机起动运转。停机时再拉一下拉线开关 SA，接触器 KM 线圈失电，则接触器主触头断开，电动机停转。此电路要注意的是：因无失压保护，切记电动机不需运行时要断开闸刀 QS。

图 3-12 拉线开关控制电路接线图

3-1-18 接触器无辅助触点的应急接线方式

某些旧型号的磁力起动器，常常没有辅助触点。接触器的辅助触点损坏的情况下，可采用图 3-13 所示的控制电路接线方式接线。此电路需要注意拆接电动机端头时，一定要首先拉开闸刀 QS。因为电动机在停运时，还有一相电源通过接触器 KM 线圈而进入电动机。

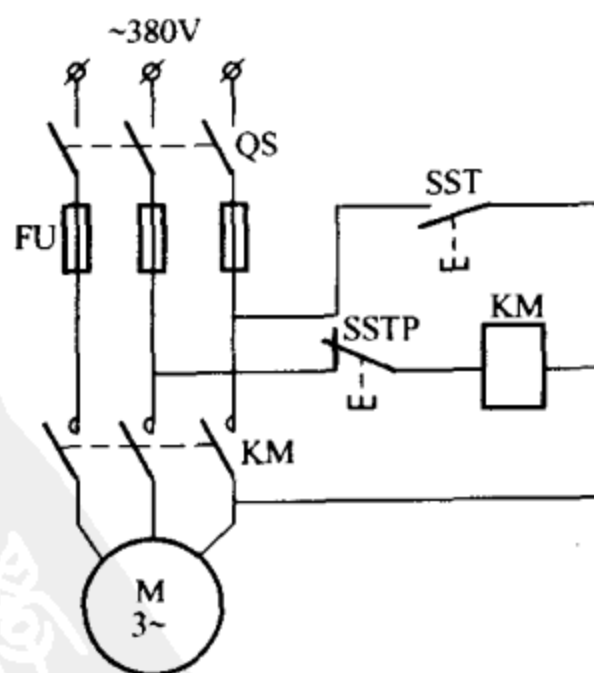


图 3-13 无辅助触点
的控制电路图

3-1-19 一对动合、动断辅助触点的接触器接出一对红、

绿信号灯

因为磁力起动器或交流接触器的辅助动合触点要作操作控制线路的“自锁触点”，如果再接红信号灯，将无动合辅助触点可用。对此可采用图 3-14 所示的电路接线方法，实际运行可靠。红信号灯采用 220V ZSD-38 型，灯具带有附加电阻，其阻值为 $2.5\text{k}\Omega$ 、25W，将其原 110V 灯泡换掉，采用 220V、15W 信号灯，则可跨接于 380V 电源上。红信号灯与 KM 线圈并联，当线圈有电吸合时，则红信号灯接通电源。绿信号灯因一端接零（地），所以电压是 220V，可用一般 220V 信号灯。

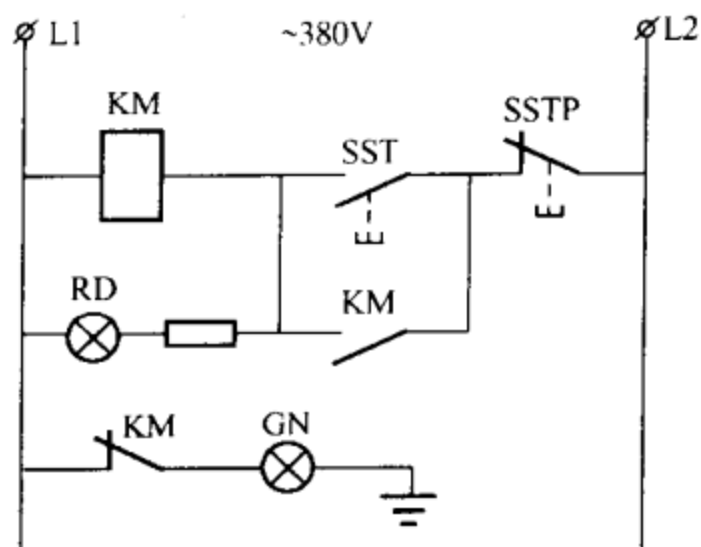


图 3-14 控制一对红、绿灯的原理图

3-1-20 不同线圈电压的接触器、继电器的互换与代用

在各种机床电路及其他自动控制电路中，接触器、继电器应用较多，故障及损坏也较多。在检修中急需更换新的时，往往会碰到 220V 与 380V 两种规格的接触器、继电器互换代用的问题。对此，如果在具体电路不作具体分析，而盲目地直接代用，往往

会造成控制电路工作的失常。下述两例就是如此。

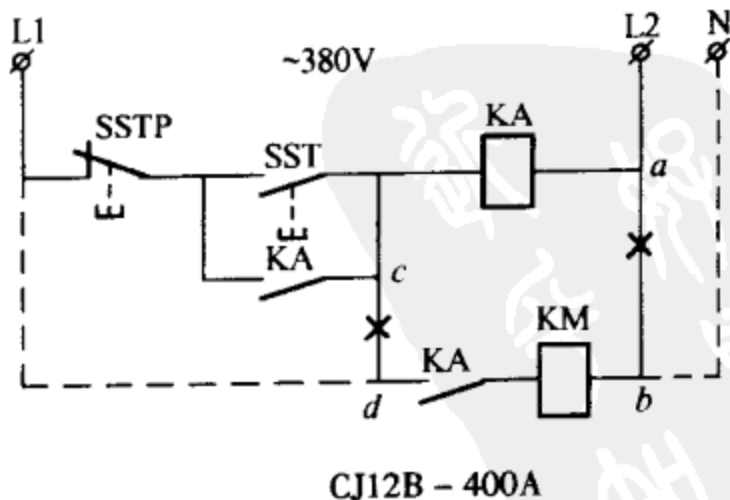


图 3-15 接触器 KM 替代改线示意图

(1) 原控制线路如图 3-15 的实线所示，中间继电器 KA 和主交流接触器 KM 均为 380V。当 KM 损坏时，以 220V 规格的交流接触器代替。若此时仅仅简单地将 ab 处断开，b 处接中性线

N，结果将会使电路起动后无法停止工作。因为按下 SSTP 时，KA、KM 均应失电释放，但是在 SSTP 断开瞬间，KA 与 KM 通过 KA 的动合触点立即串接于 L2 相与 N 之间，由于 KA 线圈的交流阻抗大于 KM 的线圈阻抗，KA 两端电压实际接近 220V，尚能维持其吸合状态。因此，只要 SSTP 一松手，KM 又会自行吸合。显然受 KM 控制的负载将无法停止工作。

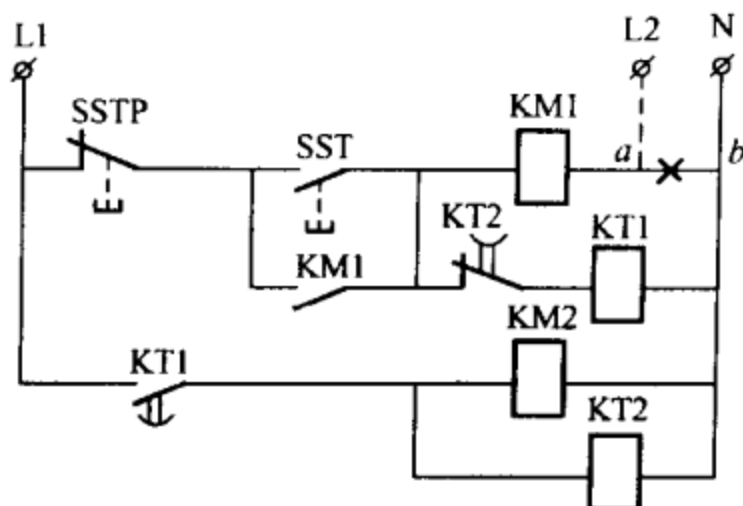


图 3-16 接触器 KM1 替代改接线示意图

(2) 某电热装置需要热元件通电加热后，按一定间隔时间接通或断开风冷却电动机。其局部控制线路如图 3-16 所示。原控制电压为 220V，当控制电热装置的主接触器 KM1 改用 380V 规格时，将 *ab* 处断开，*a* 处接 L2 相，结果将出现 SST 未按下（装置尚未加热），由 KM2 控制的风冷却电机就会自行转动→停止→转动……，原因是因为时间继电器 KT1 阻抗远大于 KM1，L2 相与中性线 N 之间的 220V 电压几乎全部落在 KT1 两端，使 KT1 吸合，其动合触点延时一定时间闭合，接通 KT2 与 KM2，由 KM2 控制的风冷电机转动起来。KT2 的动断触点延时一定的时间后断开，使 KT1 失电释放，KT1 动合触点瞬时断开，切断 KT2 和 KM2，同时 KT2 的动断触点复位，又使 KT1 得电重复上述动作。

由上述两例事实说明线圈电压不同，而混用于同一电路时必须持慎重态度。为了避免互换代用时影响原电路工作，应遵守以下原则：

(1) 凡代用接触器、继电器与若干触点自成独立支路跨接于

两相（或相零）之间，可以直接互换代用（如图 3-17 中的 XKM）。

(2) 如果代用继电器、接触器支路在原电路与若干线圈支路并列时（如图 3-17 中的 KM1 ~ KMn），则：① 互换支路中串有动合触点时，如图 3-15 中动合触点 KA，还需要把动合触点的另一端（cd 处）断开改接（L1），使其与动合触点自成独立支路；

② 互换支路中仅有动断触点时，则应具体分析电路。如果应先动作的继电器、接触器在互换代用后会发误动作，即本身不先动作或不动作，如图 3-16 中的 KM1。应将其动合触点串入并联支路中，如图 3-16 中，因 KM1 在 KT1 前动作，只要将 KM1 的一个辅助动合触点串入 KT1 支路中即可。若互换代用的继电器、接触器在互换后仍会先动作而无误动作的可能，则不必如此。

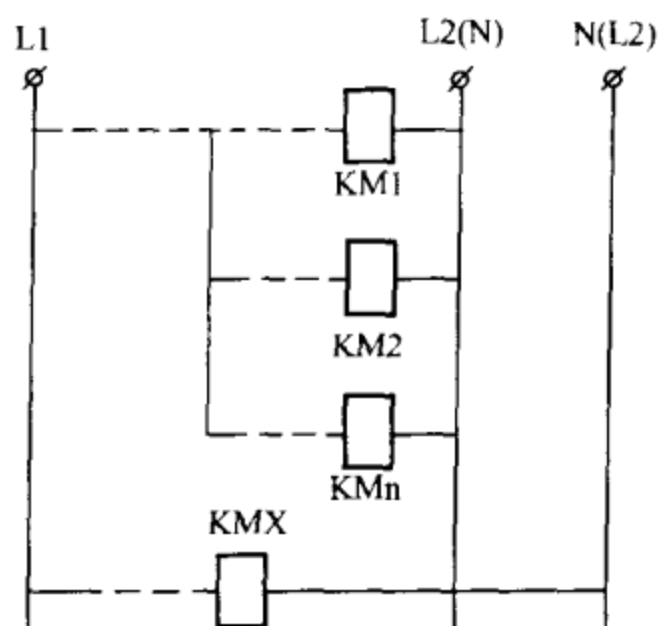


图 3-17 KMX 接触器独立支路示意图

3-1-21 不可将电冰箱压缩机裂相式电动机改接成电容式

不少电冰箱压缩机内的电动机用裂相式电动机，其接线如图 3-18 所示。有些人在检修中用电容器代替损坏的起动继电器，将电机接成电容式的，如图 3-19 所示。这种替代做法是完全错误的，而且有可能将电机烧坏。

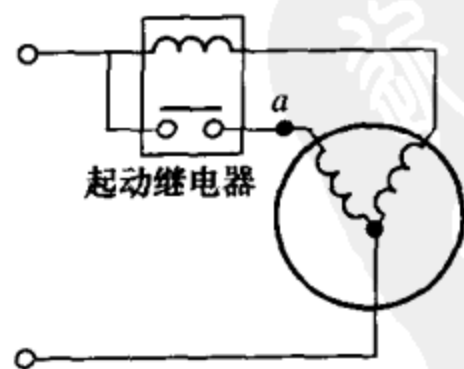


图 3-18 裂相式电动机正确接线图

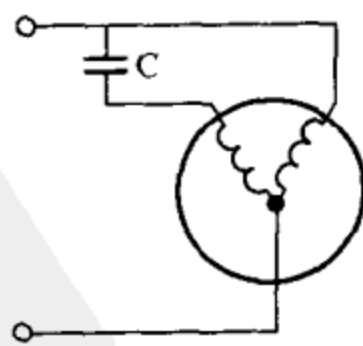


图 3-19 裂相式电动机错误接线图

头 3 个，改成电抗起动。抽头选择时应选除星点以外的抽头，因靠近星点的导线较细。

3-1-23 XJ01 自动减压起动箱时间继电器损坏的应急处理

XJ01 自动减压起动箱的切换是由时间继电器 KT 控制的，而无手动操作控制。该起动箱的气囊式时间继电器常因调整不当或使用日久而损坏，造成停机。应急的解决办法可用一只 40W 日光灯用起辉器来延时，即将延时部分由图 3-21 (a) 所示改为图 3-21 (b) 所示。起辉器最长延时可达 25s 左右，使用前先只串中间继电器 KA 线圈，试验数次。如觉得延时过长，可在 KA 线圈上并联一个可调电阻 R，以调整起辉器双金属片闭合时间。

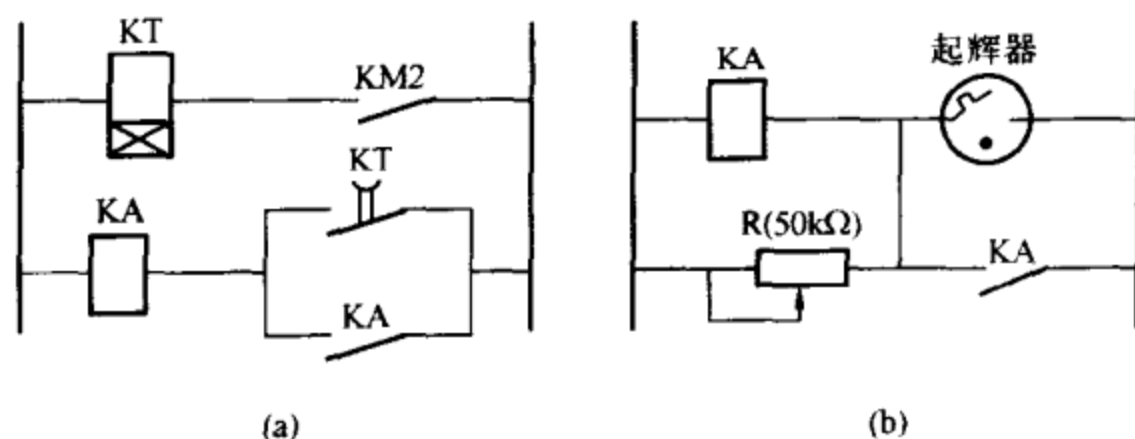


图 3-21 延时部分控制电路

(a) 时间继电器控制；(b) 日光灯起辉器控制

一般情况下 R 可不用。试验完毕后再整机试用较为安全可靠。

3-1-24 用日光灯起辉器制作温度继电器

日光灯起辉器制成的温度继电器，效果很好，由于它简单小巧和可靠又便于安装，所以能满足检修应急处理。

如图 3-22 (a) 所示，起辉器外部是玻璃壳，内部有一金属丝和一个由两种不同金属制成的双层的薄片（双金属片），A 和 B 是起辉器的两端，金属丝和薄片间保持一个很小的距离。该双金属薄片有一个特性，即当周围的温度升高的时候，由于两

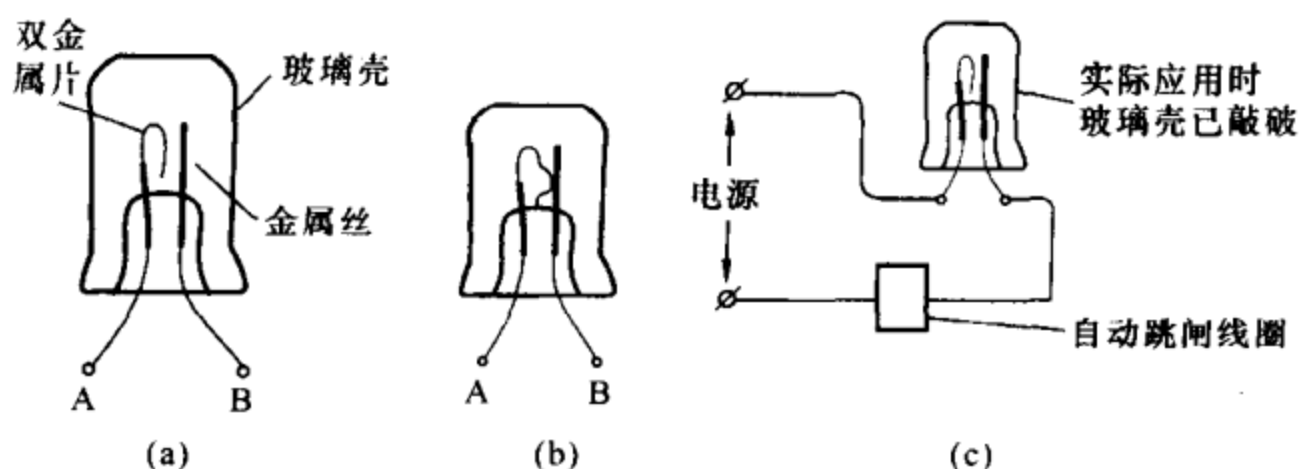


图 3-22 日光灯起辉器制作温度继电器示意图

(a) 结构图；(b) 接点闭合；(c) 串跳闸线圈接电源

金属片热膨胀系数不同的关系，它便渐渐向外伸直，直至碰在金属丝上，如图 3-22 (b) 所示，而使 A、B 两端点成为通路。如果将 A、B 两端接到电源和自动跳闸线圈（或警铃）上，如图 3-22 (c) 所示，此时起辉器就起着温度继电器的作用了。为了使它能在所规定的某一温度下接通，因此就必须把玻璃壳敲破，然后调节薄片末端与金属丝间的距离，这样就能在到达特定的温度时接通，以达到继电器的保护目的。

3-1-25 频敏变阻器一相线圈有故障时应急起动的办法

绕线型三相异步电动机起动的频敏变阻器故障较多，常有

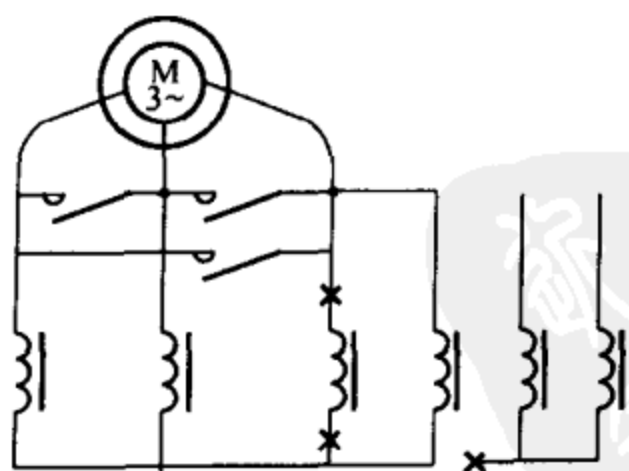


图 3-23 频敏变阻器故障时应急起动示意图

23 所示连接即可应急起动电动机。

某一相线圈匝间短路、断路、接地等，从而影响电动机起动。此时，可采用下面办法在几分钟内应急起动电动机：①拆除变阻器故障相线圈接头；②从相邻的同型号规格的频敏变阻器中借一相线圈，也可利用另一同型号规格的有故障变阻器的一相完好线圈，用两根 $25 \sim 35\text{mm}^2$ 导线按图 3-

3-1-26 高频感应炉直流高压表降压电阻损坏的应急修理方法

GP100-C3 型高频感应炉的直流高压电压表 PV1 的限流降压电阻 R25 比较容易损坏。这是因为 R25 实际上是由 6 个 $1\text{M}\Omega$ 、 10W 的电阻串联而成，功率余量不足，因此在夏季温度偏高时容易损坏。通常每次只是其中的一个电阻烧断，该规格的电阻在市场上还很难买到，所以会影响生产。对此可在原 R25 电阻板的旁边另加一块电阻板，上面装置串联 9 个 $110\text{k}\Omega$ 、 3W 金属膜或金属氧化膜电阻，这样就等效为一个 $990\text{k}\Omega$ 的电阻，将这个“等效电阻”的两端用 $\phi 1.5\text{mm}$ 铜导线与原 R25 电阻板上的相应点相连接即可。

3-1-27 1T1-A 型交流电流表的互换代用

工矿企业都有许多能用而一时用不着的配用电流互感器的 1T1-A 型交流电流表，它们多是设备更新改造、改建新厂房等工程拆换下来的旧表。当某一量程的此类电流表坏了，闲置在库房的旧 1T1-A 型电流表中又找不到相同量程的时候，就要买新的。其实这类电流表的内部构造都是一样的，它们的额定电流都是 5A ，只不过由于配用不同变比的电流互感器而配上了量程不同的表盘而已。所以只要把坏了的电流表表盘换到旧的任何量程的电流表上去，这块旧的表就可以代用坏了的电流表。例如一块与变比为 $100/5$ 的电流互感器配用的量程为 100A 电流的表坏了，就可以用与变比为 $20/5$ 、 $75/5$ 、 $200/5$ 或 $400/5$ 等电流互感器配用的任何一块电流表来代用。只须将后者表盘拿下来，换上量程 100A 的那张表盘就可以使用了。这样既可以迅速解决问题，又可以做到物尽其用。

3-1-28 电磁离合器引出线断线用“齐头断线加楔法”处理

电磁离合器的两根 0.5mm^2 线圈引出线，在外力作用下紧贴

电磁离合器金属外壳的引出口易断掉。按常规修理应更换新的元器件，因一般的低压接线法在引出孔内不能奏效和实现。如用普通的锡焊法，会因离合器的引线孔直径较小而不易操作，且焊后将会把引出孔内的塑料绝缘线外皮烫坏而短路。对此在无更换新的元器件的情况下，可采用“齐头断线加楔法”来进行应急处理。具体操作方法如下：

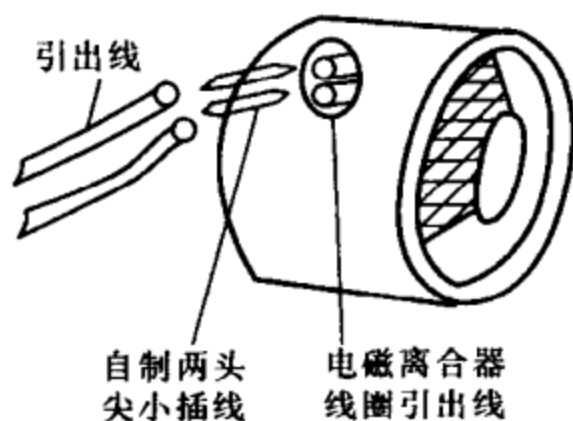


图 3-24 齐头断线加楔法处理示意图

(1) 先用钳工常用的画线工具划针，在引出孔内引出线及断掉的引出线线芯内各扎一个深 10mm 的小洞（用钢针也行，注意不要扎偏和扎漏外皮）。

(2) 找取长 20mm、截面 0.25mm^2 的独股铜线，去掉氧化层，且把两端头磨尖。将两头尖的小铜线一端先插进断掉的引出线线芯小

洞中，用尖嘴钳扎牢。然后手拿断掉的引出线，将扎牢的尖头铜线对准离合器引线孔中断线线芯小洞插入，并用力推进插牢。这样断线线芯就用铜插线连接起来了。

(3) 用粗细适度的蜡纸管套在两根断线接头处，使之绝缘，将引出线端头接到接线柱即可。这样断线故障就排除了。

3-1-29 用改变绕组头尾接线法处理小型电机绕组短路

家用电器中小型电动机定子绕组相间短路的故障很常见。如果短路点发生在定子绕组端部，崩断的绕组导线根数很少，只要对绕组加热，使其软化，将崩断的绕组连接好，垫好绝缘还可继续使用。若是相间短路点发生在双叠绕组的定子槽内，那就很难处理。修复十分困难，通常只有全部拆除重新换线。这样不但浪费人力，而且浪费物力。对此较难处理的相间短路，如果采用重新改变定子绕组头尾接线的方法，还可使故障电动机死而复生。现以单相电容电动机为例加以说明。

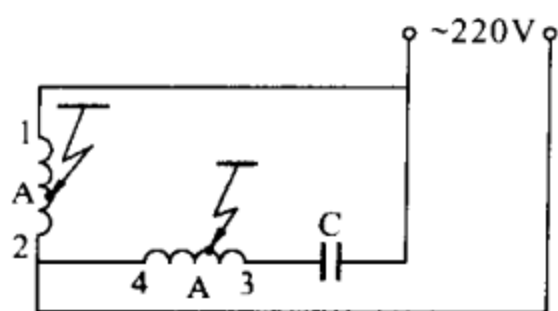


图 3-25 电机绕组
相间短路示意图

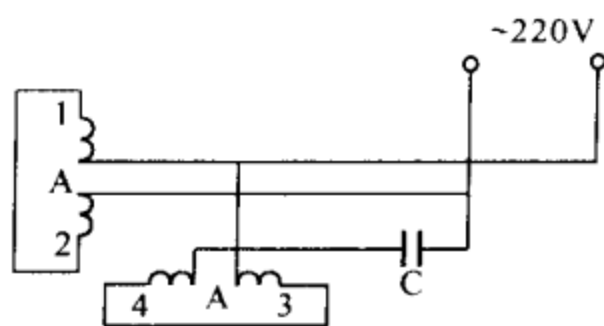


图 3-26 改变绕组
头尾接线原理图

如图 3-25 所示为故障电动机绕组。1、2 为主绕组的引线端，3、4 为副绕组的引线端，2 与 4 的接点为主副绕组尾端公共点。当主副绕组的 A 点发生相间短路时，电动机就不能正常起动运行。处理时，首先将主副绕组尾端公共点 2 与 4 间的连线断开，万用表置于 $R \times 1$ 挡，且将万用表的两根表笔尖改用两根钢针代替。这时，用这两根钢针分别扎短路极相组的主副绕组的一根漆包线。其目的是找出短路的极相组线圈。如果电阻较大就要换一根重测，测到电阻为零时两表笔测试点即为短路点 A。

重新改变绕组头尾接线的原理图如图 3-26 所示。将测得电阻为零时的主副绕组的两匝线断开（断开后有 4 个线头）。用万用表 $R \times 1$ 挡对断口的 4 个线头再测电阻值，将测得电阻为零的主副绕组两个头接在一起，作主副绕组新的尾端公共点，其余两个头分别作主绕组和副绕组的新首端。再将主绕组原首端 1 和尾端 2 连接上，副绕组原首端 3 和 4 连接上。如果短路点是在主绕组的首端 1 和副绕组的首端 3 之间，只要将 1 和 3 连接在一起做尾端，将 2 与 4 接线断开各做首端即可。

如果在测主副绕组间短路处无法找到电阻为零的两匝线时，也可在比较起来电阻值较小的两匝线处断开，引出新的首尾端。此时会减少有效匝数，但因小型电动机绕组匝数较多，减少几匝是完全可以的。

电机绕组改接后，如发现反转，解决的方法如下：①把转子

抽出换一个方向装上；②主副绕组的线径和匝数一样时（直流电阻一样），可以把副绕组上的电容改串到主绕组上。

3-1-30 用串接法应急处理电机定子绕组端部的断线

在检修电机时，有时会碰到因机械磕碰、相间短路等故障，造成绕组端部某一线圈中的几匝导线断路。如采用绕组大修，不仅浪费大量材料，而且还会延长检修周期。若采用串接法处理，既节约材料又缩短检修周期，可收到明显的经济效果，对应急抢修更为适用。其检修过程如下：

(1) 将电机解体，把转子抽出，为保护轴承的清洁，将内外轴承盖用螺栓穿好，再用 0.15mm 厚的聚氯乙烯薄膜包好。

(2) 将定子绕组加热到 85℃ 左右，使绕组基本软化。

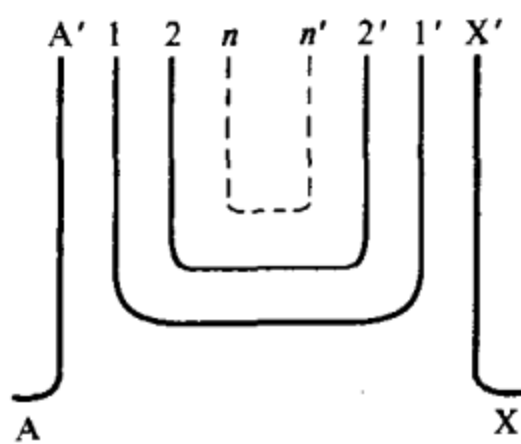


图 3-27 绕组端部
断线示意图

(3) 将已损坏的线圈所在相绕组的首尾端 A、X 从定子绕组整体中分离出来，再用竹片刀小心地把线匝的断路端从线圈上剥离下来。用兆欧表或万用表分别找出 A - A'、X - X'、1 - 1'、2 - 2'、... n - n'，如图 3-27 所示。

(4) 在断路线匝的两端分别穿上绝缘套管，用同规格的导线将 A' - 1'、1 - 2'... n - X' 这样一匝一匝串接焊牢，并趁热将套管穿于焊接处。并检查 A - X 应为通路。

(5) 如果断线是因端部相间短路引起的，则在修复时应将相间绝缘重新填好。

(6) 绑扎端部，恢复其喇叭口及绕组的接法。装机后遥测绝缘电阻，并作空载试验，检查三相电流是否平衡。

(7) 在证明故障确已排除的情况下，根据绝缘好坏程度进行局部刷漆或整体浸烘。

3-1-31 小型绕线型电机集电环磨损严重，配加铜环法修理

小型绕线型三相异步电动机三相集电环磨损得凹凸不平，甚至其中一个磨损殆尽。但一直没有新的集电环进行更换，对此可采用配加铜环法应急修理。首先将磨损的三相集电环上车床车平，光洁度为 $\nabla 6$ ，然后以它为基准尺寸，再车三个与其相配的铜环，公差配合为静配合，光洁度也为 $\nabla 6$ 。接着将三个铜环放入烘箱内加热到一定的温度，趁热把铜环分别套入车过的原集电环上，待冷却后组装试机。采用此法时，如果没有加热铜环的烘箱设备，可以用变压器油（废的也可以）加热铜环，达到一定温度后将油揩净套入原集电环即可。

3-1-32 粉末静电喷涂机硅柱损坏无高压，可用电视接收机中常用的硅柱代替

在静电粉末涂料的生产和应用中，广泛使用 JF-FTJ-1 型粉末静电喷涂机。该机在使用中发生无高压产生故障时，大多是高压发生器中的高压硅柱（2CGL3）损坏。由于型号为 2CGL3 的硅柱的最高反向峰值电压很高，为 30kV，市场上较难买到，这便影响了喷涂机的修复。对此可采用市场上较容易买到的电视接收机中常用的硅柱（型号为 2CLG）代替，由于 2CLG 硅柱的最高反向峰值电压仅为 20kV，因此需要两只串联后接入原电路中。在购买选用时，最好选用反压特性一致性好的硅柱，使两只元件承受反压均等。

3-1-33 用铝箔纸代替测速用反射标记纸

HT-446 型光电数字式手持转速表是利用反射光的原理测量电机等旋转体的转速，它比机械式转速表测量方法简便，读数直观，精度也高。但此转速表所用的反射标记纸是由一种特殊材料制成的，不能用普通反光物体代替。而购买一只转速表时，只配套供应 25 片反射标记纸，用完后，转速表也无法使用了。实践中发现并证明，用铝箔纸可以代替反射标记纸。这种铝箔纸的来

源很广，如茶叶软包装的纸就可使用。具体方法是：将铝箔纸剪成 $6 \times 6\text{mm}$ 的正方形，粘贴在透明胶带上。这种铝箔纸和原反射标记纸显示的转速完全一样。

3-1-34 电镀车间直流母线夹板以塑代木

电镀车间镀槽电源电流大、电压低，所以一般采用裸母线作供电母线。为使铜或铝排与支架及设备绝缘，母线极间和每极对地需按规定保持一定距离，并且要求排列整齐。为此，需要用夹板夹持。按有关规定，母线夹板应选用硬木或酚醛布质板。如用硬木作夹板，硬木需在变压器油中煎熬数次，外表还需涂磷化底漆一道，再涂过氯乙烯漆或耐酸漆两道。虽经这些措施处理，运行时间一长，绝缘性能仍然会有所下降。对此可用硬聚氯乙烯夹板代替硬木板。以塑代木有以下优点：①硬木材料货源比较紧张，同时加工麻烦，而采用硬聚氯乙烯板不仅可节省木材，而且制作工艺较为简单，在施工现场便可加工；②绝缘性能好，有足够的机械强度；③轻巧、安装镶接便利且价格低廉。

3-1-35 硫酸车间电加热炉绝缘电阻不够，施加低电压加热驱潮

硫酸车间的电加热炉，因受潮所致，每次停机后再使用前，测其绝缘电阻值多达不到要求。为此需割开转化器取出电加热器，费时费工还影响生产。对此可用一般工矿企业均配备的交流电焊机给电加热器施加低电压加热驱潮。

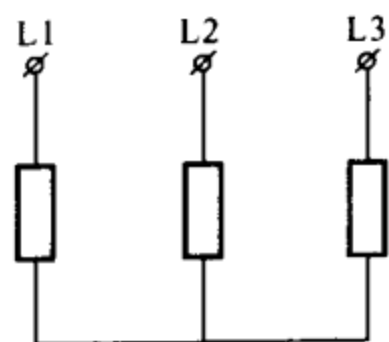


图 3-28 电加热器接线图

具体操作方法是：电加热器的接线如图 3-28 所示，每组电热丝由三个独立的电热丝星形连接，直流电阻 1.5Ω ，总功率约 80kW 。用一台 BK-500 型电焊机（实际使用中电流不大，其他型号的电焊机均可以），一次侧接至 380V 电源上，并装置 10A 熔丝。二次侧焊把线和地线分别接至

L1、L2 相上的电热丝组通电加热。用钳形电流表监测其电流，通过调节电焊机手柄使低电压电流达到 20 ~ 25A，20min 后用同样方法加热 L2、L3 相上的电热丝组。经施加低电压加热驱潮后，即去掉电焊机二次侧引线后，用 500V 兆欧表测试电加热炉的绝缘电阻，一般均能达到 1MΩ 以上，满足了要求。施加低电压加热驱潮过程中，一定要专人用钳形电流表监测加热电流大小。如果电流突然增大许多，必须立即停止加热。这说明电加热炉内部有短路故障，需先检修排除故障。另外，需说明一点，即如有大功率的交流调压器，用调压器逐渐升高电压来通电加热驱潮，其效果比用交流电焊机更理想。

3-1-36 控制回路中加二极管可提高交流接触器欠压吸合能力

40A 及以下的 CJ0、CJ10 型交流接触器被大量应用于各种电气控制线路中。当线路电源电压低于线圈额定工作电压的 85% 时，接触器则往往难以正常吸合。在电网电压偏低的地区，可在控制回路中增加一个二极管（与接入极性无关），便可提高交流接触器欠压吸合能力，如图 3-29 所示。按下起动按钮 SST 后，接触器 KM 直流起动。起动后，即松开按钮 SST 后二极管 V 不起

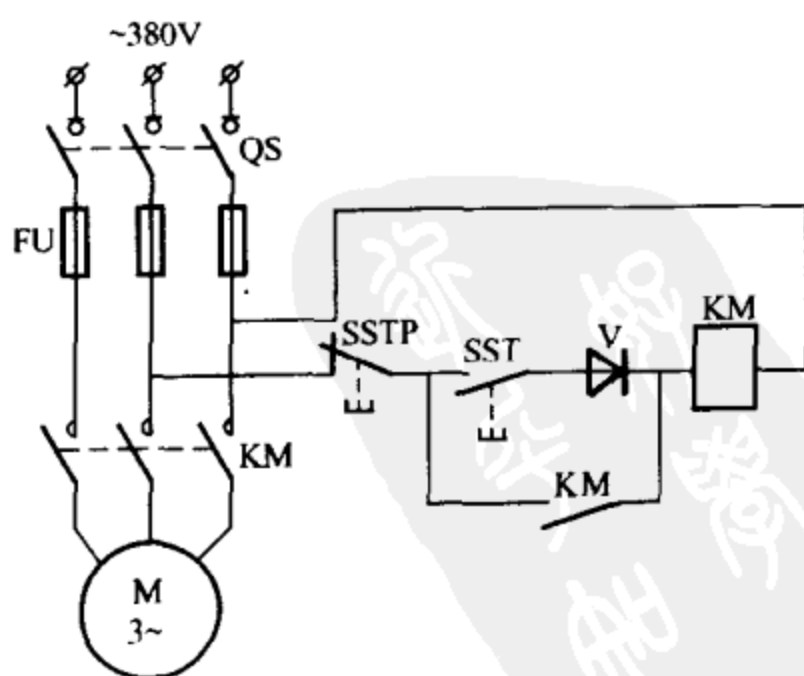


图 3-29 控制回路中加二极管示意图

作用，接触器交流运行。使用情况表明，对于线圈工作电压为220V（380V）的40A及以下的CJ0、CJ10型交流接触器在电压降低至150V（250V）时，仍能正常吸合。如果在这种情况下将二极管短路，就不能吸合。

这里需要说明的是：这种方法不适用于大容量的交流接触器，因为起动过程中，流过接触器线圈的电流过大可能烧毁二极管。电压过低时，接触器虽能吸合，但要考虑到重载的电动机将在欠压下运行，可能会发热烧坏。

3-2 延 寿

3-2-1 灯泡头涂凡士林油防止生锈

有腐蚀性气体的车间，如锅炉、厨房间等煤气、蒸汽较大的场所，灯泡断丝后，不论是螺口灯泡还是卡口灯泡，由于灯泡与灯头受气体浸入后生锈结牢，很难取下。所以只得连灯头一起更换，非常不便，灯头损坏率也较大。根据检修和运行实践经验，在灯泡头锌皮上先涂上一层凡士林油（或耐高温润滑脂）再装上去（油不要涂得太厚，以免受热后融化滴下来，反而不好）。这样，在下次更换灯泡时，就非常便利，不再有锈牢现象，可延长灯头的使用寿命。

3-2-2 螺口灯头的防短路处理方法



图 3-30 螺口灯头改进示意图

普通灯泡用的螺口灯头在使用时，有时会碰到这样的现象：即灯头内的弹簧片上的螺钉松动或装灯泡时用力过大，都可使弹簧片扭动，致使弹簧片与金属碗相碰造成短路。对此现象，可对灯头作小小的改进，照图3-30所示去掉阴影部分即可。

3-2-3 潮湿环境中防止白炽灯泡炸裂的方法

纺织企业的湿整间、澡堂浴池以及锅炉房等潮湿场所，所用防潮防尘灯上的玻璃罩易发生炸裂，无玻璃罩的白炽灯泡更易发生炸裂。其原因是所用的白炽灯泡功率大，表面温度很高，与水汽接触后，因冷热悬殊而炸裂。解决的简便方法是在每只照明灯回路里串联一个整流二极管，使灯泡两端的电压降低了一半，然后再换上比原来灯泡瓦数大的灯泡（否则，灯泡因电压过低使亮度达不到要求）。这样无论换上功率多大的灯泡，由于其两端的电压及表面温度只有原正常发光时的一半左右。因此解决了灯泡炸裂的问题。所选用的整流二极管，耐压必须大于400V，电流大于灯泡的额定电流。

3-2-4 两灯串联，省泡省电

工矿企业家属、集体宿舍楼梯间的照明电灯，由于经常烧坏，不出一两个月就得更换。有的楼梯间干脆不照明，这样夜间起居很不方便。引起灯泡很快损坏的原因，主要是夜间不能及时关掉电灯，使灯泡彻夜长明，及夜间用电低峰时电网电压偏高。对此解决办法是用两个功率相同的灯泡加以串联，如图3-31所示。由于每个灯泡所受电压为线路电压的一半，所以电流也随之减少一半。因电流小，热量不大，即使灯泡长时间通电也不会烧坏。亮度虽有减少，但作楼梯间的照明还是能满足要求的。

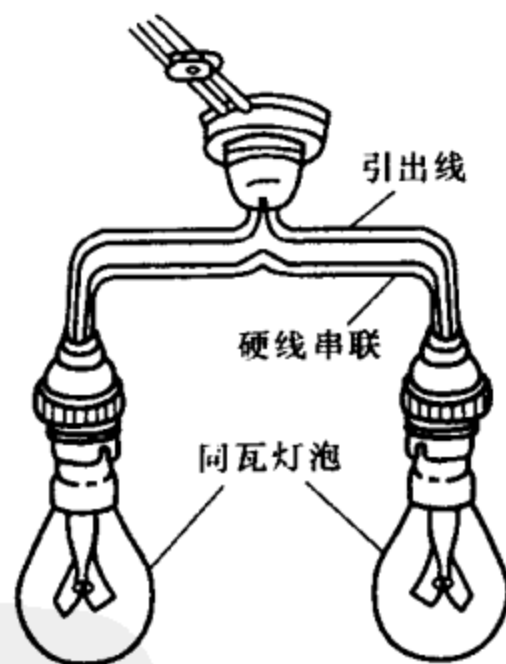


图 3-31 两灯串联示意图

两灯串联照明的方法可大大延长灯泡的寿命，其亮度和大小相一致，看起来也比较舒适、美观。此法也适用于室内夜间起居照明，光线既不刺眼，又能照见室内东西。

3-2-5 用电容器使废日光灯灯管复明

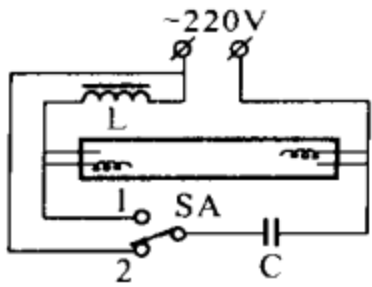


图 3-32 废灯管复明接线图

实践证明，只要日光灯灯管没有漏气，即使两端的灯丝都断裂了（但灯丝没有脱落），可采用电容串联电路使日光灯起燃复明，如图 3-32 所示。

一般简便、经济合理的方法，可将原来接在日光灯电路中的电容器（220V、 $4.75\mu\text{F}$ ），通过一个双联开关 SA，先接在“1”位置，将电容器串联接入电路，然后拨到“2”位置，使电容器跨接在灯管两端。这样，电容器既可达到使日光灯起动的目的，又可在日光灯点燃时担负补偿功率因数的任务。

RC 起辉法的电路如图 3-33 所示。先把废灯管脚引线连接在一起，断开起辉器一端，串入 RC 即可。R 选用 300Ω 、 $1/2\text{W}$ 的电阻。C 的确定为：8W 灯管选用 $0.47\mu\text{F}/400\text{V}$ 无极电容器；15W 选用 $1\mu\text{F}/400\text{V}$ ；20W 选用 $1.5\mu\text{F}/400\text{V}$ ；30W 选用 $2\mu\text{F}/400\text{V}$ ；40W 选用 $2.4\mu\text{F}/400\text{V}$ 。

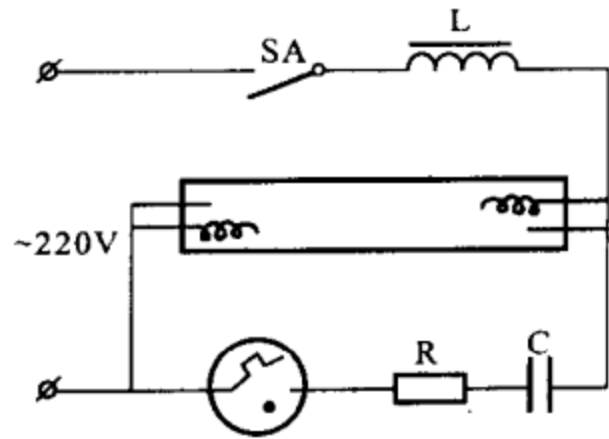


图 3-33 RC 起辉法接线图

3-2-6 修复 3W 日光灯

3W 日光灯（俗称蜡烛灯）的结构如图 3-34 所示，其微亮或不亮（不包括跳火、闪烁）的故障，往往是内部四氯化锡涂层的阻值增高或绕在两端的铜丝氧化松脱而造成接触不良所致。修理时可用火加热灯头，待胶粘剂软化后将外玻璃管脱下，再用烙铁熔去灯头上两点焊锡，脱下灯头，测量并调整两铜丝绕组间（四氯化锡涂层）的阻值（移近或调远，见图 3-34）至 $1.5\text{k}\Omega$ （不可太大或太小）。或用一只 $1.5\text{k}\Omega$ 、3W 以上的电阻代替。若接触不好，可用细砂纸擦去氧化层涂上一层锡（松香要擦净），

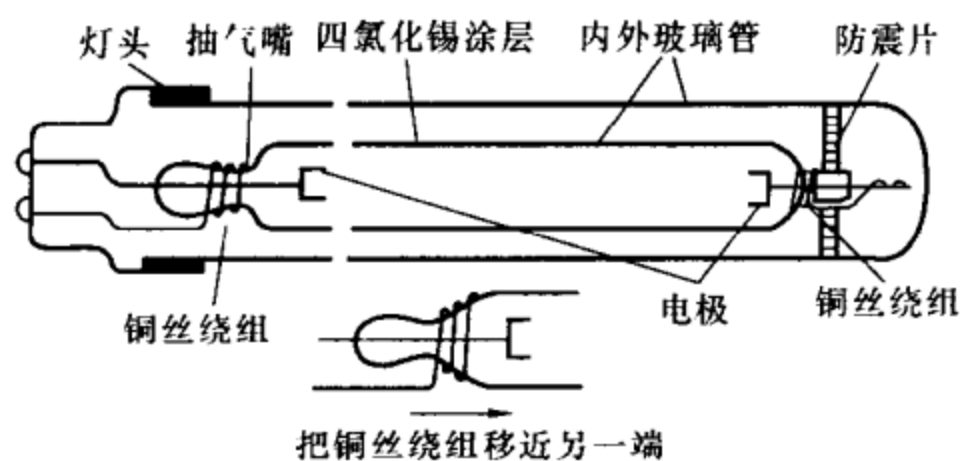


图 3-34 3W 日光灯结构示意图

重新再绕。阻值正常后，即可照原样装好（如果胶粘剂烘烤失效，可利用坏日光灯管灯头上的）。修理的时候要注意：①内玻璃管是全部带电的，外管起绝缘保护作用的，所以都不能损坏；②修理后应测量灯头铁皮与灯头上两电极触点间绝缘情况，防止漏电造成触电事故。

3-2-7 石英表电池的“再生”

石英指针式电子表以其走时准确而在各类手表中独树一帜，日益为人们所喜爱。然而有许多人却因为它常要更换电池而恼火，甚至对它产生了一些误解。其实，别看石英表电池只有小孩衣服上的纽扣般大小，其能量却能使石英表昼夜不停地行走两年左右。

有的石英表用了两、三个月就停了，一般人总认为是电池用完了。换上枚新电池后一切完好如故，因而就将旧电池扔掉。事实上往往并不是电池本身不行了，而是电池表面和接触片间由于潮气侵入形成了一层氧化层，使电池的能量无法输出。如果遇到类似情况，可先将表壳旋开，便可清楚地看到一枚圆形的钮扣电池，如图 3-35 中的“E”，它被一块金属薄片用螺钉固定住。将螺钉 a 拧下，取出金属片，用小刀轻轻地刮掉电池表面和接触片上粉末状

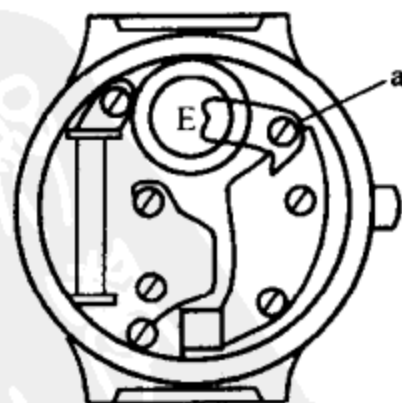
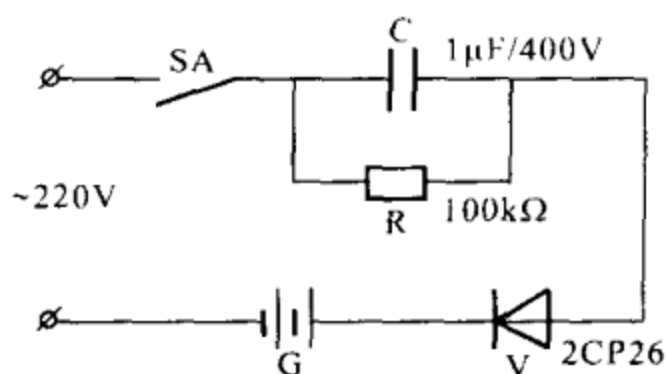


图 3-35 石英表电池位置示意图

物，再按原来的位置装好，这样石英表又可正常行走了。

石英表最忌潮湿，如果在潮湿天气或腕部不慎接触了水分后石英表就不走了，那十有八九是上述的毛病。

3-2-8 旧干电池的简易充电



使用便携式收音机、手电筒等电器时，经常要换下旧电池。这些电池扔掉很可惜，只要外壳完好，还可以充电继续使用。简单的充电方法如下：

(1) 将一个 $100\text{k}\Omega$ 的电阻与图 3-36 旧干电池充电接线图 一个 $1\mu\text{F}$ 、耐压为 400V 以上的电容器并联后，再与一个二极管（型号为 2CP26）、电池（电池组）串联，按图 3-36 所示接线即可。

(2) 将一个 15W 灯泡、二极管（2CP26）、电池（电池组）串联后接入 220V 市电。充电时间约为 10h ，充电后的电池还可继续使用 20 天左右。

3-2-9 排除录音机磁头磁化故障

录音机的常见故障之一是磁头磁化，造成这一故障的原因往往是由于录音机与其他家用电器，如电视机、台式收音机、电风扇等放置在一起，或录音机用完后磁带长时间放置在磁带仓内所致。因为磁带是由磁性材料制成的，同样会使录、放磁头磁化。严重磁化后的录放磁头在放音时会发出“嘟嘟”声，轻者则会出现放音时声音失真。解决的办法是：用一盘新磁带（最好是没有使用过的磁带），将其放入磁带仓内，同时按下放音键与录音键，使空磁带在录音状态下走带 10min ，然后取出这盘空带，再放入一盘录有音乐的磁带，这时再放音就可以听到比较悦耳动听的音乐了。此法简单易行，对录音机本身无任何损伤。

3-2-10 洗衣机旧密封圈修复再用

洗衣机传动轴的密封圈是选择耐磨、耐热、耐碱、耐老化的橡胶制成的。洗衣机运行一段时间后，发生漏水现象，则需更换新的密封圈制止漏水。但市场上洗衣机牌号种类很多，波轮轴的直径也不一样，有时很难买到合适的密封圈。解决的办法是想法修复旧密封圈。拆卸洗衣机拿出密封圈。把密封圈里面的弹簧圈取出，将接口打开，成一根弹簧。这根弹簧一头是尖的，用钢丝钳把不是尖的一端头剪去2~3mm；再把两头接起来。这样旧密封圈的內径就变小了，增加了弹簧的弹性。在波轮轴磨损轻微或基本完好的情况下，将弹簧圈装进密封圈，并在密封圈与波轮轴接触处间充填钙基润滑脂，装配妥当就可以重新使用了。

3-2-11 清扫并涂层熔化的松香可防治彩电高压包污闪

彩电使用时间长了，由于污秽受潮，在梅雨季节能听到机内有“吱吱”的声响，伴随图像上有雪花点。这时，通过后壳散热栅隐约可看到高压包（行输出变压器）与显像管连接处有放电电弧，即发生高压闪络。对此可用医用脱脂棉球蘸无水乙醇对故障处局部反复擦拭，然后用电吹风慢慢吹干（并对其他部位的灰尘清扫），然后厚厚地涂一层熔化的松香。此法可防治彩电高压包污闪。

3-2-12 JTX型继电器线圈与热保护器并联的冰箱压缩机保护线路

压缩式电冰箱停机后在3~5min内不能再启动压缩机，此要求的目的是防止压缩机电机处于堵转状态，电机绕组电流急剧增加而烧毁电机。维修实践表明，当电冰箱压缩机过压、欠压、脏堵等原因引起的过流、过热时，热保护器自动断开进行保护，在未排除故障的情况下，保护器冷却后会自动复位，造成过热→断电→冷却→通电→过热不断反复，终将酿成压缩机电机损坏的恶果。拆开大多数烧毁的压缩机电机，检查其热继电器并没有损

坏。对此，现介绍一种保护压缩机电机的方法。

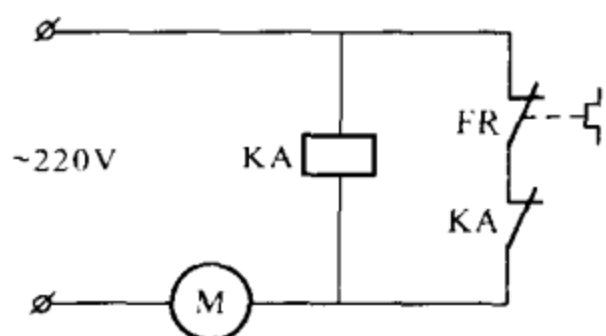


图 3-37 压缩机保护线路图

如图 3-37 所示，将继电器 KA 线圈与热保护器并联。当热保护器断开时，电压就加在继电器 KA 线圈上，KA 动作，串联在线路中的动断触点断开。如热保护器冷却复位后，因 KA 触点已断开，压缩机不能复电。只有待故障排除

后，人为再通电方能使压缩机继续工作。KA 采用 JTX 型继电器，其线圈电阻约 $7.8\text{k}\Omega$ ，与压缩机电机绕组几十欧相比大几个数量级，热保护器跳开时，对电机不会有影响。

3-2-13 夏季过后电风扇的存放方法

电风扇的使用是季节性的，一旦夏季过后就要收藏存放。收藏前需将风扇的叶片、网罩等部件卸下、除尘，并在轴承油眼处注油。除尘时不可用水洗，可用软布或软毛刷清洗。油灰较多处可用软布蘸少许洗洁精擦洗。一些生了锈的电镀件如网罩类，可用“140 去锈液”清洗，清洗后再用干的软布抹净。需要注意的是，有些电扇，如塑料台扇、转页扇等，它们的叶片是塑料制成的，切不可用含苯一类的溶剂如汽油或香蕉水清洗。吊扇类因安装在天花板上，一般只要卸下叶片除尘，其余部分除尘后用塑料袋或牛皮纸包扎好便可。

清洗完毕后，需要将网罩和叶片用塑料袋单独包装，以防止受压变形，并将整个包装好的风扇放置于通风且干燥干净处，以防潮湿气侵入和防尘垢。

3-2-14 电炉电源线易烧断的解决办法

日常生产中使用的电炉，大多数采用瓷接头来连接电炉丝和软铜芯橡胶电源引出线。在使用电炉的过程中，常常发生瓷接头处的电源线和电炉丝烧断的故障。其原因是瓷接头连接电源线和

电炉丝通常采用的是“点”接触法，加之瓷接头直接安装在电炉的底板上，电炉运行时受热迅速氧化，使瓷接头处接触电阻增加，发热加剧。如此恶性循环，很快就会使电炉丝和电源线烧断。解决方法如下：

首先将电源线与电炉丝的接触由“点”接触改为“面”接触。具体做法是：将软铜线橡胶绝缘剥去 20mm 长，松开瓷接头铜套压紧螺钉，将电炉丝从铜套内穿出，把电炉丝沿铜芯束纵向中心插入铜芯束约 20mm，用细铜丝在铜芯束（芯束中有电炉丝）外面均匀地缠绕，使铜芯束外径达到刚好能穿入瓷接头铜套，然后将铜线束穿进铜套，压紧铜套压紧螺钉。其次在电炉底板与瓷接头间加装一片瓷夹片（或石棉板块）使电炉底板的热量不直接传递给瓷接头。

有些自制电炉和瓷接头烧损的电炉，软导线与电炉丝直接连接，接点处温度很高，容易产生氧化作用。软导线是由许多小铜线组成的，使用不久导线表面就被氧化形成一层氧化物，使导线截面变小，电阻增大，接点处发热更厉害，当达到铜的熔点时，接点处就被烧断。若采用一根 80 ~ 100mm 长，截面稍大一些的单根铜线与电炉丝连接，铜线另一端再与软导线连线，则一方面因单根铜线较粗，另一方面总的氧化面比多根小导线组成的软导线要小，就不容易烧断。单根铜线的另一端与软导线连接点，因距高温的电炉丝有一段距离，受高温氧化影响较小，软导线就不易烧断了。为了安全，一般可将单根铜线套入小瓷管。

3-2-15 防止电能表接线盒烧毁的方法

在铝芯输电线路路上装置的电表，由于电化作用，时间一长易形成一层氧化层，使接触电阻增加，会引起发热或者产生电火花，烧毁电能表接线盒。针对这种现象，在铝芯导线线路路上装置电表。应根据电能表接线盒内接线桩孔的大小，把一块一面预先镀好锡的 0.2 ~ 0.5mm 厚的黄铜皮（或紫铜皮）圈成一个圆筒，紧紧包着铝导线，长短要适宜，镀锡面与铝导线接触，未镀

锡面与铜桩孔接触，并用螺钉压紧，这样便可减弱电化作用，减小接触电阻的增加从而避免了因铜铝连接产生发热烧毁电能表接线盒的现象。既减少了电能表的损坏率，又保证了安全供用电。

3-2-16 环氧玻璃纤维板取代交流电铃中的金属弹簧片

交流电铃又叫无火花感应式电铃，具有结构简易、安全，适用范围广等优点，是一种广泛使用的音响信号电器装置。但交流电铃的金属弹簧片是由磷铜板或弹簧钢板制成的，在使用过程中金属弹簧片易疲劳折断。在修理时一般较难找到合适的材料，而且加工和热处理也都较困难。

检修时用环氧玻璃纤维板取代金属弹簧片，效果较好。环氧玻璃纤维板的机械性能好、容易加工、耐腐蚀、弹性强、不易疲劳。环氧玻璃纤维板的厚度一般以大于1mm，小于2mm为宜，再酌情由若干片组成。例如220V、直径250mm的敲棒式交流电铃的弹簧片损坏后，采用1.25mm厚的环氧玻璃纤维板按原尺寸三块重叠代用。

3-2-17 交流电铃电磁线圈回路中串二极管可使音量增大，温升降低

实践表明，在交流电铃的电磁线圈回路中串联一个额定反向电压在400V以上，额定电流在1A左右的整流二极管，将50Hz的交流电流变为脉动直流电流供给电磁线圈。结果音量增大，且连续使用时间增长2倍左右才会达到原来的温升，从而使小铃可以代替大铃。这样不仅缩小安装尺寸，并且磁铁和衔铁的气隙、磁场吸力和弹簧片的反作用力间的调整工作，都会变得容易得多了。

3-2-18 柏油封护干簧管

干簧管在工矿企业中常作检测开关用，以实现限位、计数等功能。干簧管比一般的机械式限位开关具有价格便宜、电气寿命

长。可作接近式限位等优点，所以获得广泛的应用。但是干簧管的机械强度差，在实际应用中，因机械振动和人为碰触造成的损坏比电气寿命造成损坏的几率大得多。对此，可采用柏油封护干簧管，效果很显著。具体的操作方法如下。

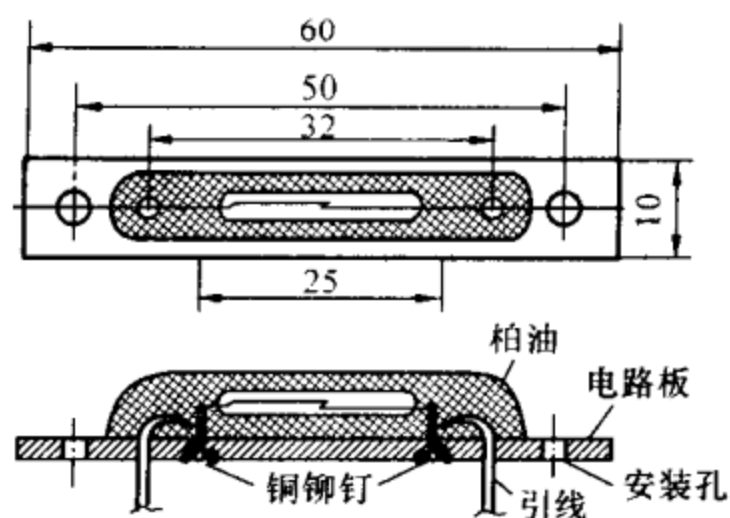


图 3-38 柏油封护干簧管示意图

如图 3-38 所示（系 JAG4 型干簧管尺寸），先裁一块敷铜板作安装板，按需要在安装板的两端留下两小块铜皮，作为焊接干簧管及引线用。再打好安装孔和引线孔。然后焊上干簧管和引线（注意：干簧管弯脚时，应用尖嘴钳或镊子夹住引脚根部，否则，易使干簧管破损）。最后封柏油。柏油封护的方法，原则上只要使干簧管与安装板之间的空隙填充密实及使干簧管上面被覆一层 1~2mm 厚的柏油就可以了。在只加工一两个时，可直接用电烙铁烫化柏油块进行滴封。如加工量较多，可用金属容器熬制柏油液（注意掌握火候，只要能使柏油熔化即可，温度不能太高，一则防止柏油燃烧；二则也不利于操作）。用铁片当勺舀液浇封。为了使浇封后的表面光洁、美观，可以在柏油未完全干固前用聚酯薄膜（或粘有聚酯膜的青壳纸）对柏油表面轻轻按压整形。

柏油封护干簧管，既可提高干簧管的机械强度，又解决了引线固定和接头防水、防腐的问题。

3-2-19 锅炉煤料提升机的限位采用间接定点控制，可大大减少故障率

锅炉煤料提升机的限位采用定点控制，即提升机运行到煤料进口处时，其撞块使限位开关的动断触点断开，从而使主控接触器线圈失电，煤料卸入进口。但提升机上升时，由于撞击力过大，经常损坏限位开关，并使控制状态很不稳定。对此，最好采

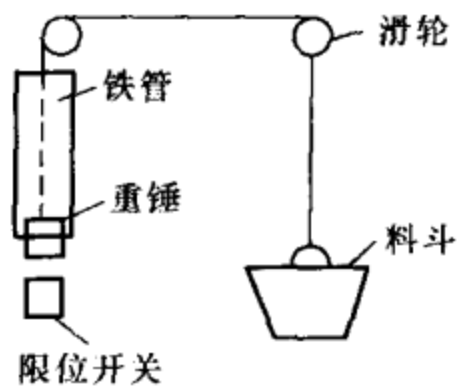


图 3-39 限位间接
定点控制示意图

用间接定点控制方法来解决，如图 3-39 所示，料斗上行，重锤下降，到进料口重锤即自行使限位开关动作。这样，对限位开关的撞击力减小。图 3-39 中铁管是用来防止重锤下降时左右摇晃的，使定位更加正确。这样，可使故障率大大减少，提升机的控制状态得以稳定。

3-2-20 加镀锌铁垫圈，防止 XD5 信号灯附加电阻脱落

工矿企业的电气回路中，XD5 信号灯应用很普遍。但这种信号灯连续运行一段时期后，其后部的附加电阻经常发生脱落现象，影响设备的正常运行。

如图 3-40 所示，XD5 信号灯灯泡后部有预埋螺杆，将附加电阻串入螺杆后固定，附加电阻直接与灯座接触。由于附加电阻在运行中消耗一定的功率（在网络电压 110V 时消耗功率 12W；220V 时消耗功率 22W）而

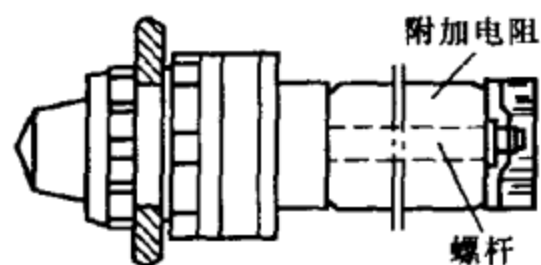


图 3-40 电阻与灯座
直接接触示意图

发热，且附加电阻是管形珐琅电阻，不宜散热，其产生的热量直接传递给灯座，而灯座是胶木质，在一定温度下容易炭化。在灯座与附加电阻接触面散热条件恶劣的情况下，灯座不断受热炭化，引起预埋螺杆松动脱落，导致附加电阻脱落。

防止 XD5 信号灯附加电阻脱落的有效措施：在灯座后面与

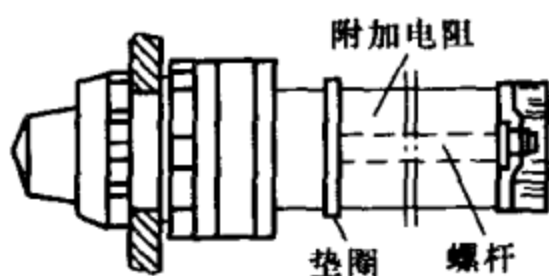


图 3-41 电阻与灯座间加
垫圈示意图

附加电阻接触面间垫 1~2 个镀锌铁垫圈，如图 3-41 所示。当附加电阻发热时，热量传递给垫圈，经垫圈再传递给灯座，使附加电阻相当一部分的热量经垫圈散发掉，不致使灯座过热炭化，防止了附加电阻

的脱落现象。

3-2-21 改进 XDJ—22 信号灯电路，延长其使用寿命

XDJ-22 型信号灯由降压电容 C、限流电阻 R 和 4 个直径为 $\phi 5\text{mm}$ 的发光二极管组成。由于该信号灯具有功耗小、发热少、响应快、价格低等优点，广泛应用于工矿企业的显示电路中。其工作原理如图 3-42 所示。由于 XDJ-22 型信号灯多用于显示频繁通断的工作场合，所以损坏率很高。其中发光二极管和电阻同时损坏的情况占

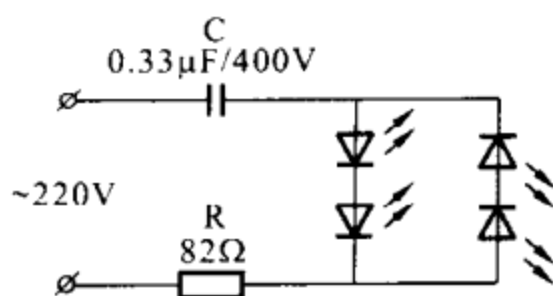


图 3-42 信号灯原理图

99% 以上，而电容器损坏几乎为零。造成两种元件损坏的主要原因是：信号灯被接通电源的瞬间，在电容 C 上产生的浪涌电流冲击发光二极管，如果信号灯被频繁地接通电源，则发光二极管就会频繁地承受浪涌电流的冲击，极易使发光二极管发生短路或断路，缩短了其使用寿命。发光二极管短路后，限流保护电阻 R 也会因过流而烧坏。针对上述发光二极管和电阻易损坏的现象，需对信号灯原电路进行改进，使 XDJ-22 型信号灯能应用于显示频繁通断的场合。

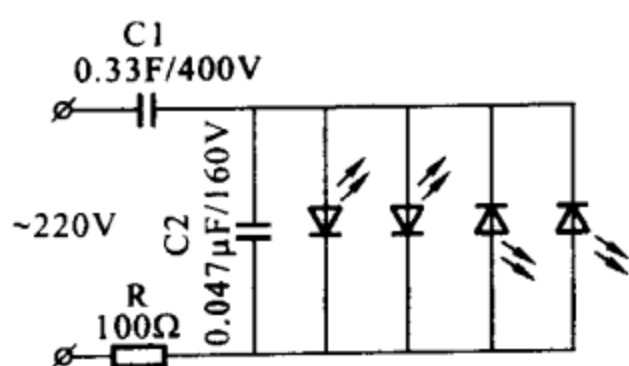


图 3-43 改进后的信号灯原理图

改进后的信号灯原理图如图 3-43 所示，①将原来串联的发光二极管改为并联，这样可使发光二极管承受的冲击电流将近减少为原来的一半，而亮度基本不受影响；②增加一个旁路电容 C2，使 C1 产生的浪涌电流大部分被 C2 抑制掉，从而减小对元件的冲击；③将限流电阻 R 的功率增加至 1W、100Ω。改进后的信号灯电路可广泛应用于自动机床、自动生产线及需要显示频繁通断的场合，且损坏率大大降低。

3-2-22 改善熔体接触面，防止 RM1 型等低压无填料管式熔断器在正常负荷电流下过热熔断

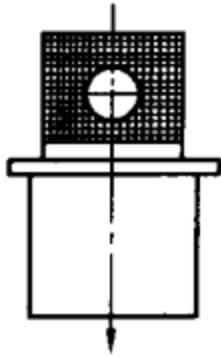


图 3-44 接触子表面
开槽示意图

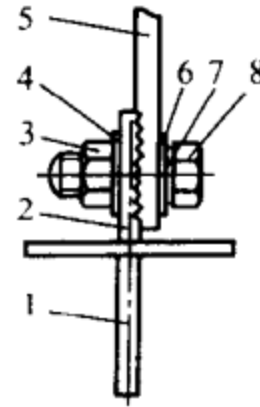


图 3-45 装置熔体示意图
1—低压熔断器触头；2—低压熔断器
接触子；3—螺母；4、6—垫圈；5—
熔体；7—弹簧垫圈；8—螺栓

RM1 型等低压无填料密闭管式熔断器在正常负荷电流下，常常因熔断器铜接触子和熔体接触不良而发热，使熔体熔断。特别是额定电流在 100A 以上的这种熔断器，熔断次数更为频繁，影响正常供电。对此解决的办法是：将熔断器接触子表面纵横方向开槽，如图 3-44 所示。其深度为 0.5 ~ 0.7mm（根据接触子厚度而定），宽度为 6 ~ 8 条/cm，槽形为“V”型。然后，将熔体紧压在熔断器接触子的有槽接触面上连接，如图 3-45 所示。这样，就改善了熔体接触面，防止了熔断器在正常负荷电流下过热熔断。

3-2-23 加装圆柱螺旋弹簧，提高螺旋式熔断器可靠性

RL1 系列低压螺旋式熔断器具有较高的断流能力，使用方便，所以应用较广。但在有振动的环境中长期运行时，螺扣有渐松的现象。尤以装在附近的接触器分合闸冲击振动对它的影响较明显，容易造成熔芯接触不良的情况。如果保护对象是电动机，就会造成电动机单相运行。对此，可对熔断器采取加装一个圆柱螺旋弹簧的方法，如图 3-46 所示，以提高熔断器运行的可靠

性。

例对 RL1-15 熔断器施加的圆柱螺旋弹簧参数：钢丝直径为 1.6mm；平均直径为 14.5mm；有效工作圈数为 2；长度为 11mm。弹簧装在熔芯有熔断指示器端。当瓷帽上紧后，弹簧压缩。为保证熔芯接触紧密，应使弹簧最大压缩剩余高度小于熔芯颈高 h 。

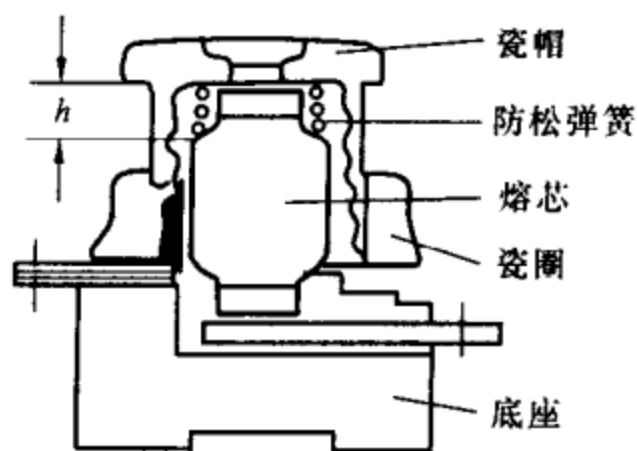


图 3-46 加防松弹簧
熔断器示意图

3-2-24 胶盖闸固定熔丝用 II 型垫片防止熔丝过热熔断

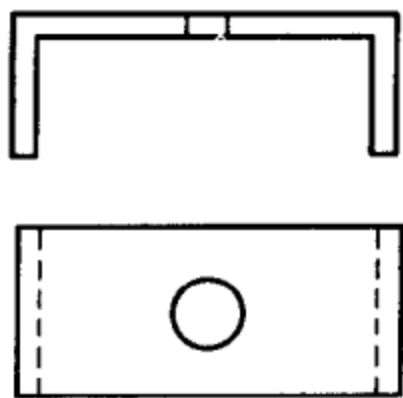


图 3-47 II 型垫
片示意图

普通胶盖瓷底刀开关以其结构简单、使用安全而被低压电路大量采用。但使用过程中经常会遇到熔丝过热熔断（并非过载所致）的故障。经检查分析是在安装熔丝过程中，旋紧固定熔丝的螺钉时，带动平垫圈和熔丝一起转动。由于熔丝质软易被扭损伤。如拧得较松，又会造成接触不良而发热熔断。针对这种现象，解决的简

便办法是：用 1mm 左右的铜片做成 II 型垫片，如图 3-47 所示，代替原来的圆形平垫圈。因 II 型垫片两边卡在熔丝下面的铜块两侧，使熔丝不再会随螺钉旋紧时转动。这样就能保证螺钉能拧紧、熔丝与接线桩头接触面接触良好，不会产生熔丝过热熔断现象。

3-2-25 高压熔丝上涂层绝缘清漆防止熔丝锈蚀误断

户外跌落式高压熔断器长期受风、雨、雪的侵蚀，细长的熔丝管内潮气排出较慢，熔丝安装在导电辫子线的中间，正好是严重锈蚀的部位，运行数月后，就会严重锈蚀；又因熔丝的截面仅为辫子线的 $1/6 \sim 1/7$ （辫子线截面约为 6mm^2 ），截面较小又遭到

腐蚀就很易折断，如不及时检查更换，就可能造成误断，影响安全。经常更换又得停电，影响供用电，同时在材料上也是一种浪费。针对上述现象，解决的办法如下：

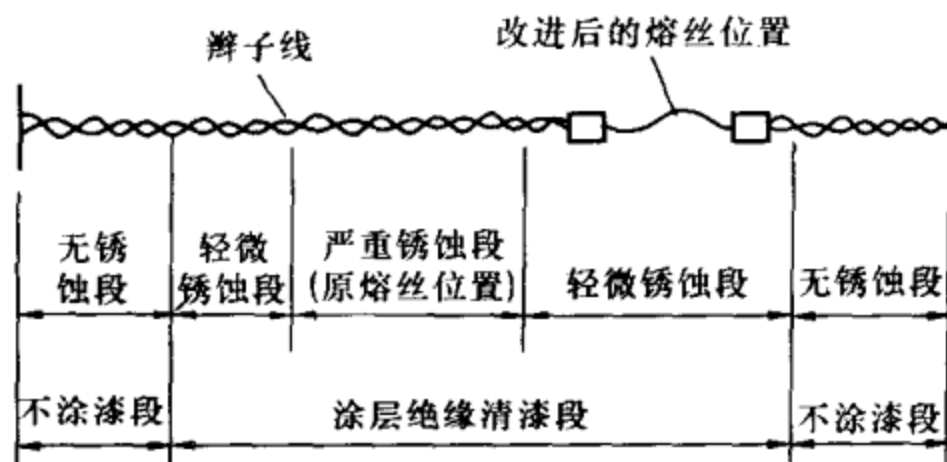


图 3-48 熔丝管中锈蚀程度示意图

在每次更换新熔丝时，在新熔丝上涂一层绝缘清漆以加强防锈性能，并把熔丝下移到锈蚀较轻的部位，如图 3-48 所示。这样就可使熔丝避免遭受严重锈蚀。这种方法不影响过载熔断；对 RW 跌落式高压熔断器的熔丝均可采用。

3-2-26 高压跌落式熔断器熔丝防挣断法

高压跌落式熔断器的作用，是当过载电流或短路电流通过其熔丝（熔体）时，熔丝便在高温下熔断，而熔丝管是由其本身结构和安装倾斜度，在熔丝熔断后使动、静触头脱扣后的自重作用下自行跌落，使被保护物与电源明显断开。通常熔丝的安装，是利用熔丝在熔丝管两端的张拉紧固来实现的。若拉紧过度时，往往在推合过程中使熔丝挣断；而张力过松，又可能合不上闸，即使勉强合上，稍受风吹、振动而会自动跌落。对此问题的解决办法如下：

按照规定选配好标准熔丝，安装熔丝时可放松些，只要保证熔丝和熔丝管两端有良好的电接触。这时用塑料带或尼龙线来拉紧熔丝管两端，尼龙线的股线以拉紧而操作时不挣断为宜。当熔丝因故障电流通过熔断时，其产生的高温和电弧迅速烧断塑料带

或尼龙线，熔丝管便因脱扣失重而跌落。这种方法是让熔丝只担负过载或短路的电气保护作用，而让辅助拉索（尼龙线）承担机械拉力。

3-2-27 交流接触器接线端子是拱形垫片时的接线方法

交流接触器等电气设备的接线端子有很多是采用拱形垫片的。这种接线方法对一个接线端子接一个线头是不成问题的，但要同时接几个线头或粗细不等的线头时，就会产生接触不紧密、螺钉易松动的现象。尤其当接触器用于频繁吸合和释放时，接线端子上的螺钉更易松动。这样就使拱形垫片与线头之间的接触电阻增大，甚至脱离，造成电气设备不动作或发生单相运转等故障。针对上述情况，交流接触器接线端子是拱形垫片时的正确接线方法应是：

先在拱形垫片下加两个平垫圈，接线时先把细线或软线弯成一大半圆圈，套在两个平垫圈之间，然后把粗线压在拱形垫片下，把螺钉拧紧，这样无论怎样振动，都和接线端子只接一个线头一样牢固和安全。

3-2-28 防治大电流接触器触头发热的有效方法

解决大电流接触器触头发热的关键在于使触头与铜辫连接紧密，使之不松动。防治的有效方法如下：

(1) 铜辫和动触头接触处用 60% 锡、40% 铅混合物搪头，搪头长度比触头与胶木架叠固处稍短一点，可避免过长铜辫变硬而引起折断。

(2) 触头与铜辫接触处涂上一层 DG1 导电膏。在确保吸合动作不碰触灭弧盖的前提下，尽可能换上长一些的螺杆，去掉弹簧垫圈，用两只螺帽固定触头，以防弹簧垫圈受热退火而失去弹性，起不到紧固作用。

(3) 胶木架与铜辫交接处隔两层无碱石棉白纱带，万一发热也不会烧坏胶木架。

3-2-29 采用晶闸管交流开关切除绕线型异步电动机外接电阻

某厂 10T 门式抓斗机是按照传统桥式起重机典型设计制造的，采用主令控制器与交流控制屏配合完成对“升降”和“开合”用绕线型电动机的起动、调速、制动的控制。因抓斗机兼作 4 座高炉的平铺混配料和上料用，操作频繁，悬挂在抓斗机横梁上动力箱（室）内的切除起动电阻的交流接触器（CJ12-150 型）频繁吸合、断开，引起的触头、铁芯撞击声，交流电磁噪声，震耳欲聋，使人们对面讲话都听不清。同时，在振动中接触器触头燃弧频频闪烁，易引起铁芯变形、触头过热、过度磨损、熔焊，线圈断线、烧坏等，常造成大批接触器被检修更换（凡是任务重的门吊、桥式起重机均是如此现象）。为此，趁大修之际，可对抓斗机的“升降”和“开合”用绕线型电动机原控制线路进行改造，用晶闸管元件代替接触器切除电动机外接电阻，控制线路如图 3-49 所示（电机主回路及主令控制器部分不变）。

(1) 改造后工作原理。应用两个反向并联的晶闸管元件，利用其中一只反向漏电给另一只正向触发的原理，不另设控制极触发电路电源，电路结构极简单。两个反向并联的晶闸管元件控制极的通、断，由替代原接触器的中间继电器的动合触点控制，中间继电器的吸合和断开仍由原主令控制器控制。每只中间继电器的两对动合触点控制两个晶闸管开关，这两个晶闸管开关导通就担负着代替原交流接触器主触头闭合切除电机外接电阻的功能。由主令控制器与晶闸管交流开关屏配合完成对“升降”和“开合”用绕线型电动机的起动、调速、制动的控制，操作和性能方面与原设计相同，仍按原操作方法和注意事项进行，所以抓斗机司机很易适应。电动机转子电路中，每个晶闸管交流开关均并联 5 个晶闸管开关和一段星形短接线，故不需另设过电压、过电流保护装置。只是为防止星形短接线及接线螺钉松动等故障发生，及考虑晶闸管元件过载能力较差，在选用晶闸管元件时，电压和电流参数均大于或等于电动机转子电流、转子开路电压的 3 倍。

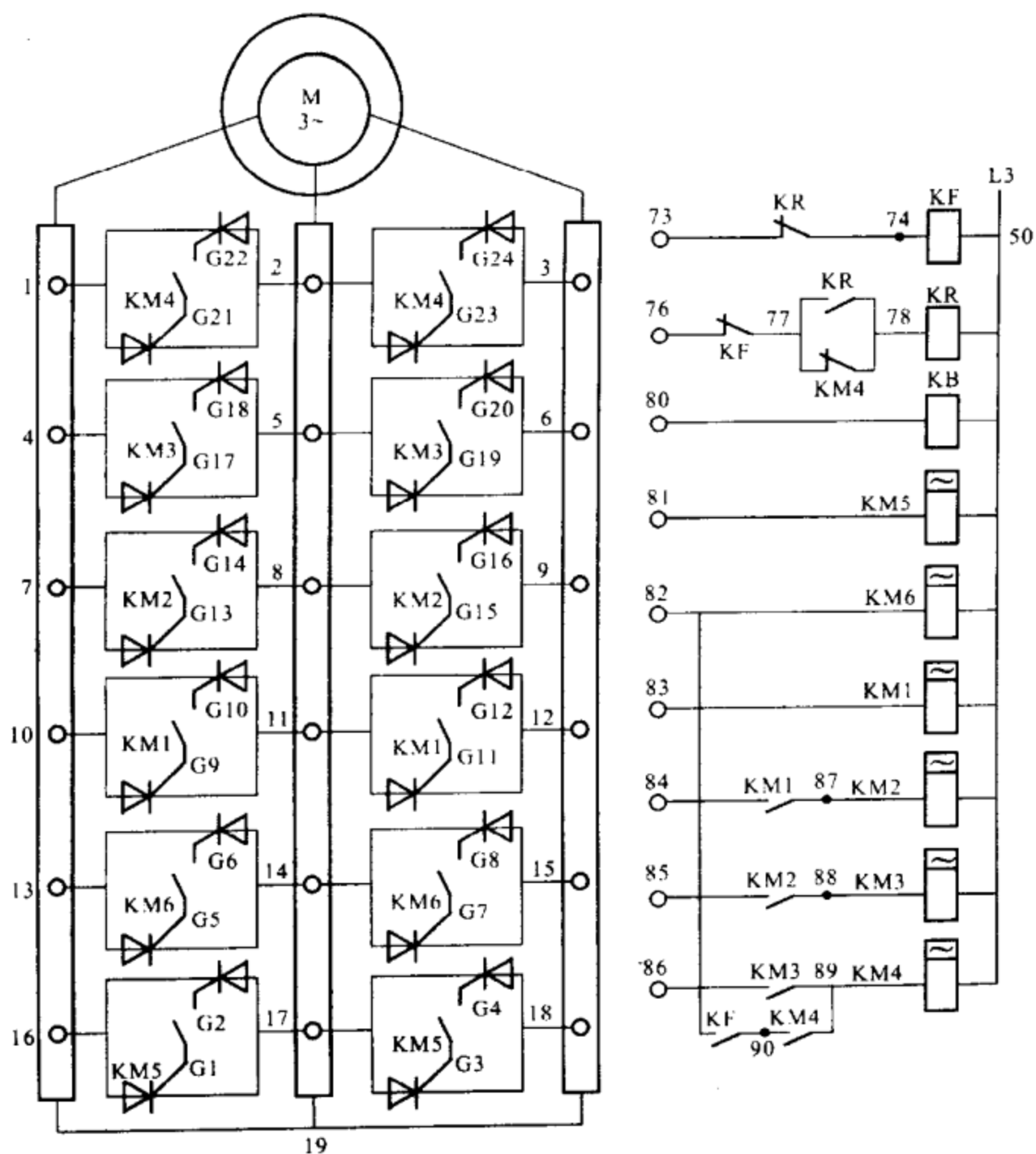


图 3-49 晶闸管交流开关切除电动机外接电阻控制线路图

对 10T 门式抓斗机改造时选用了 KP300A/800V (也可选用 KP300A/1000V)。中间继电器选用 JZ15-44, 380V、10A (或 CJ10-10、380V 接触器)。由于晶闸管元件均在电动机转子回路中, 与系统电源无直接的电气连接, 故晶闸管回路产生的高次谐波电流、无功电流等问题均不会对系统电源造成不良影响。从理论上讲, 用晶闸管交流开关短接切除绕线型异步电动机外接电阻, 具有最佳可行性和可靠性, 且有利无害。

(2) 改造方案实施。因晶闸管元件能适应在任何方向安装，重量轻，所占空间小，故在所代替的接触器位置上便可安装。具体施工时用一块 8mm 厚的胶木板装置成晶闸管开关控制屏。将每 4 个晶闸管与相关的继电器装置装在一起成为一个部分，由这样 6 个部分组成控制屏。

(3) 效果。该厂的运行实践证明，改造后的控制电路简单实用，抓斗机上动力箱（室）内噪声大大减小，电弧闪烁现象消失，维修工作量大大减轻。因晶闸管元件没有机械撞击振动，六七年来与晶闸管元件同屏装置的中间继电器线圈断线、烧毁，及接线螺栓松等故障也很少发生。抓斗机系统性能。效率也随之大大提高，保证了生产的正常运行。并且该成功经验在其所在企业的炼铁厂高炉卷扬机绞车上普遍实施，因晶闸管交流开关切除绕线型电机外接电阻控制屏装置在室内，效果更佳，年故障率大大下降。

3-2-30 自制简便注浆器敷设矿山井下电缆钩

矿山井下输电线路都是电缆，敷设电缆之前，首先要在岩石上埋置大量的挂钩。通常做法是采用道钉把钩子楔紧，或将水泥沙浆放置在已钻好的钩眼中，用木棒捣实再打入开脚钩子。总之在电缆的敷设工程中，埋置挂钩这项工作往往要占去整个工程时间的 2/3，不但劳动强度大、材料损耗大，且牢固性能差、不美观。对此解决的办法是采用注浆器施工法。

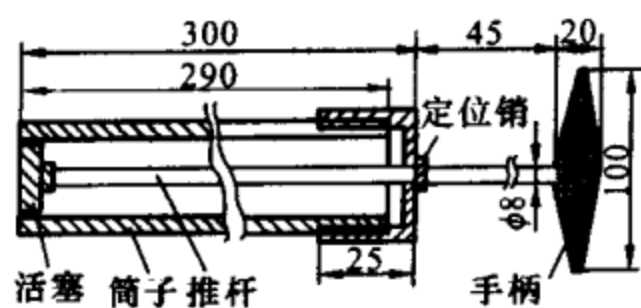


图 3-50 注浆器结构示意图

注浆器的结构如图 3-50 所示，它是由筒体和推杆两部分组成。结构与排球气筒相似，筒体可采用直径小于电缆钩眼直径 2~3mm 的无缝钢管制作。钢管内壁必须加工光滑。推杆活塞焊

在推杆顶端，活塞与筒壁间的间隙不宜过大，定位销的确定要准确，不宜过长或过短。

施工时，将搅拌好的水泥沙浆灌入注浆器中，然后将注浆器插到电缆钩眼的底部，如图 3-51 所示。左手握住筒体，右手握手柄将沙浆推入钩眼，同时筒体应慢慢地向外抽动，并将推杆在筒内反复震动几次，使沙浆更牢固地沾在钩眼壁上。沙浆注到钩眼的 2/3 时，将电缆钩子用小锤轻轻打进，然后再进行第二次注浆。一般电缆钩眼只需一筒半即可。

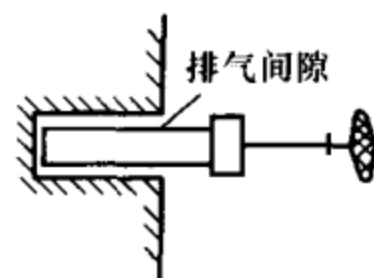


图 3-51 注浆器注浆操作示意图

采用注浆器施工法，施工效率比原来通常做法提高 4 倍；钩子敷设牢固；节省材料，且美观大方。施工人员不必直接接触水泥沙浆，可戴手套进行施工。

3-2-31 过氯乙烯塑料涂膜养护混凝土基础

过氯乙烯塑料涂膜养护混凝土制件，是一种新的养护方法。它十分适合距离长、地形复杂、水源不足、运输困难的输电线路铁塔混凝土基础。

涂膜是以 10% 过氯乙烯作基料，86% 粗苯、1% 丙酮为溶剂，3% 邻苯二甲酸二丁脂为增韧剂配制，在容器内间隔搅动，直到溶液没有悬浮颗粒，颜色完全一致，成黏稠胶液为止。用油刷将胶液涂刷在刚拆除模板后的潮湿混凝土表面。随着胶液的挥发，混凝土表面形成一层不透气的薄膜，以使混凝土与空气隔绝，阻止水分向外蒸发，达到养护的目的。一般水泥水化需要水量约为其重量的 20% 左右，有将近 40% 是多余的水，涂膜养护正是利用混料拌合时多余的水，靠自身的湿度来完成水泥水化的。

采用涂膜养护，不仅废除覆盖物和养护水的运输，在山区，尤其是水源不足的地方有着重要意义，并且用一次性养护代替了用草袋覆盖，日均浇水 4 次，共浇 7 日，费工费时的多次性劳动，使施工点能够尽快转移，加速了施工进度。涂膜养护只要掌握好拆除模板时机，并及时均匀涂刷，还可以克服浇水养护混凝

土强度不易保证的缺点，从而获得高的养护质量。

3-2-32 用自行车内胎制作潜水泵用橡套电缆的电缆头

深井潜水泵用橡套电缆的电缆接头制作密封不好，让水渗进电缆头内会造成短路故障。用能经受水压、富有弹性的自行车内胎（也可以用旧的不漏水内胎）作芯线接头处外层防水保护套，效果良好。其制作工艺如下：

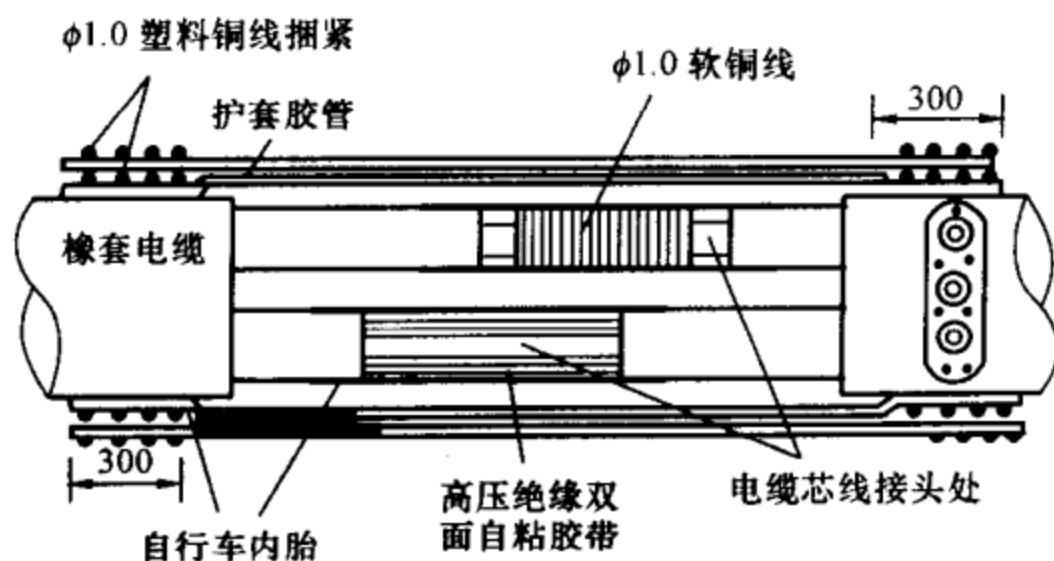


图 3-52 自行车内胎制作的电缆接头示意图

如图 3-52 所示，芯线接头用高压绝缘双面自粘胶带包扎两层后，再用自行车内胎展开缠绕，用砂布砂净外皮并用胶水粘接直至芯线两端一段橡皮护套，作为单芯线接头的外层防水。三相芯线接头处经处理后，用尼龙线捆扎成一体。将早已套在橡皮套电缆外的自行车内胎套在接头处，把自行车内胎两端约 300mm 长的一段翻过来，用砂布砂净自行车内胎及橡套电缆的外表皮，涂上一层胶水，等待一段时间后，将涂有胶水段的自行车内胎翻过来，使其与橡套电缆紧紧粘合为一体，作为橡套层处的防水。为了粘合得可靠，在粘合段的外面用铜芯塑料线缠绕加以紧固。在粘接时尽可能排出电缆接头内的空气。最后，在自行车内胎外套一护套胶管并固定，以防止自行车内胎损伤扎破。

3-2-33 ZLQ 型电缆头接地线采用环形包箍卡子机械连接方法

ZLQ 型 6kV 及以下油浸纸绝缘电缆的干封头和室外终端头接地线连接制作，通常采用喷灯加热封铅焊接。即把电缆钢铠锯断处缠绕的铜线和接地线一起由封铅经喷灯加热熔化焊接在铅包上。封铅焊接工艺：把电缆铅包加热，用力涂擦清洁，然后将封铅熔化堆焊。室内干封头堆焊宽和厚各 25mm、长 30mm 左右，以喷灯对电缆铅包加热开始至焊接完毕停止加热约 15min（封铅熔点 327℃，锡熔点 232℃）。室外铸铁盒下方环绕焊接锥形封铅约 40mm 厚、80mm 长，加热时间约 30min。焊接时，电缆内的绝缘油膨胀外溢，冷却后铅包内电缆油会产生一定空隙，致使绝缘不同程度降低。对线芯和统包上的电缆纸，由于受到较长时间剧烈高温，使绝缘电缆纸加速老化或烧焦炭化，成为未来运行中缩短电缆寿命的不利因素，或短期内出现击穿闪络现象。

鉴于上述情况，为防止接地线封焊损害电缆绝缘，又要保证钢铠锯断处接地线与铅包有良好的接触、牢固地连接。如果采用环形包箍卡子机械连接取代封铅焊接，便可完全避免高温损害电缆头内绝缘，防止绝缘油热膨胀外溢，延长使用寿命。同时可不再使用喷灯、汽油、硬脂酸、封铅、白布等，从而节约成本，简化工艺。

当然，电缆头故障和绝缘强度降低的原因是多方面的，但封铅焊接接地线这一局部高温对电缆头质量和寿命产生的影响不可忽略。为了避免这一高温影响，施工和检修中采用环形包箍机械连接方法取代封铅焊接为好。

3-2-34 引线端头套装无底酒瓶可防鸟鼠害

输配电线路、高低压配电装置上的鸟、鼠害事故时有发生，防鸟、鼠害的措施也各种各样，各有特色。

山区的 10kV 配电线路经常发生鸟害事故。配电变压器或分

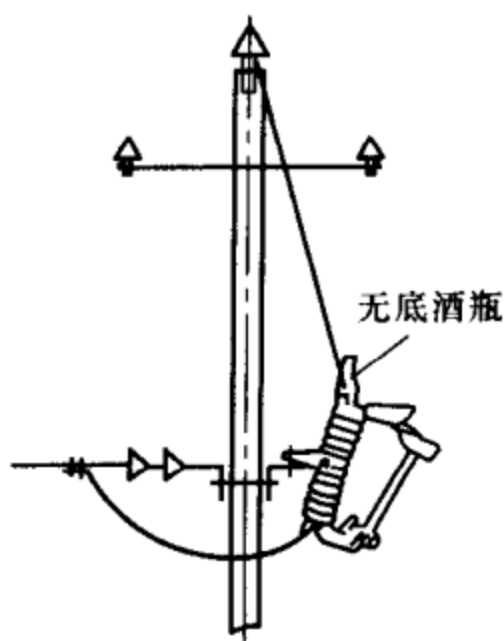


图 3-53 套酒瓶防鸟害示意图

支杆的跌落式熔断器的端子，因瓷瓶较短，当鸟站在横担上吃东西时，往往碰到带电端子或引线，造成放电故障，烧毁熔断器瓷瓶。对此，在引线端头上套个废弃啤酒瓶，类似事故就不会发生，如图 3-53 所示。具体做法是将废弃啤酒瓶的底利用砂轮或其他方法割掉，穿进熔断器的引线，将酒瓶罩在熔断器上方端子的接线柱上，瓶口向上；并用黑

胶布将瓶口与引下线包扎紧，防止晃动。

3-2-35 母线连接处过热的处理方法

母线连接处过热的原因，一是母线排接触表面工艺处理不好，接触不良；二是对接标准件镀锌螺栓拧得过紧或过松。母线排连接处的长期允许工作温度为：裸铝为 70°C ，裸铜为 85°C 。在运行中应监视母线排接触处的温度，常采用贴温蜡片（熔化温度有 60°C 、 70°C 、 80°C 三种）。一旦发现温蜡片开始熔化应引起警惕，迅速转移负荷，用电风扇对准接触处进行强制冷却，并应尽快安排检修。

如果更换新母线排，搭接长度应按要求实施，其接触面宜搪锡或母排表面进行麻面处理。检修时，无论拆开处理或更换新母线排，为防止接触处电化腐蚀和降低接头的接触电阻，应在母线排接触处涂敷导电膏。其非接触部分应涂刷漆，以提高散热系数，降低本体温升。在旋紧母线排对接螺栓时，其松紧程度要适当，一般紧固到弹簧垫圈压平为止，有条件的话，用 $0.05 \times 10\text{mm}$ 的塞尺检查或用力矩扳手进行扭矩试验，合乎要求后，方可投入运行。

3-2-36 螺杆压紧式的配变接线桩头，宜采用线夹两侧螺母同时相对拧紧的接线方法

接线桩头的发热是配电变压器的常见故障。根据运行和检修的实践经验，螺杆压紧式的配变接线桩头，采用线夹两侧螺母同时相对拧紧的方法 [见图 3-54 (a)] 比通常采用的线夹上侧双螺母直接压紧的接线方法 [见图 3-54 (b)] 效果好。因为两只螺母同时相对拧紧中的摩擦可消除线夹两面接触氧化层，使接触更紧密；螺母易拧紧，操作简便，也不容易发生在装拆时线夹和螺杆同时跟着转动的现象。同时这种接线桩头接头处散热效果好，特别能减少对耐油“算盘珠”橡皮密封圈的发热影响。如果能在在线夹上下侧再各加一只螺母则紧固效果更佳。

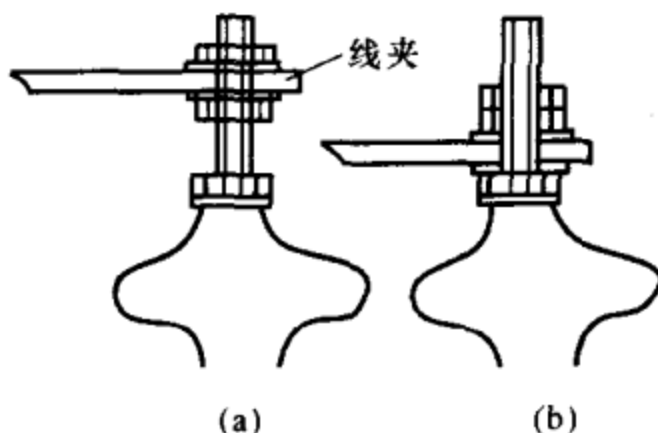


图 3-54 配变接线桩头示意图

(a) 两侧螺母对紧；(b) 双螺母压紧

3-2-37 硫酸车间转化器内大功率电炉接线端子的制作方法

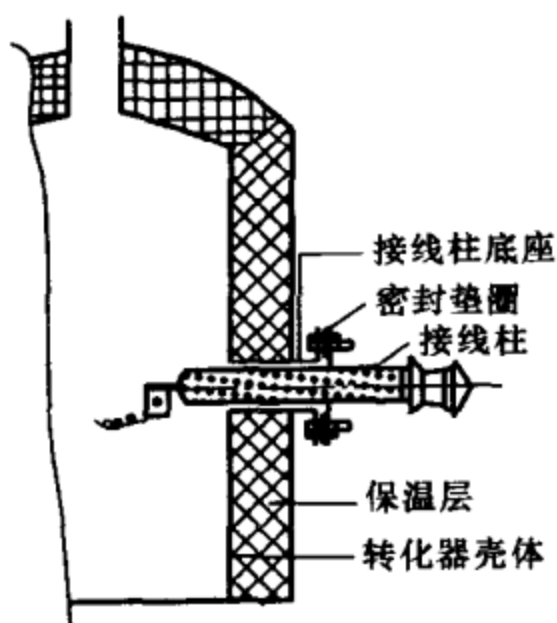


图 3-55 电炉接线柱结构示意图

硫酸车间转化器内装的 100kW 电阻炉，其接线端子有五项基本要求：①要求密封不漏气；②能承受二氧化硫气体腐蚀；③长期承受 600℃ 以上温度不老化；④能通过交流电流 150A 以上；⑤能承受交流 400V 以上的电压不击穿。自制这样的接线柱的简便易行的方法如下。

如图 3-55 所示的是电炉接线柱的结构，其各部分的制作安装方法是：

(1) 接线柱底座的制作。在转化器电炉出线部位，割一个与接线柱底座管外径相同的孔，然后根据转化器保温层的厚度，锯割一段外径 79mm、内径 70mm 的加厚无缝钢管。钢管的一端焊接一个法兰，另一端与转化器壳体预留孔焊接，钢管的长度要大于保温层的厚度，以便于装拆法兰螺丝为宜。

(2) 密封垫圈的制作。采用 5mm 厚的石棉板加工成和法兰尺寸相同的垫圈，装在两法兰之间，用螺栓紧固后，起到了密封的作用。

(3) 接线柱的制作。锯割一段外径 57mm、内径 50mm 的无缝钢管，钢管的长度要比底座钢管长些，并在钢管外壁靠接线端焊接一个和底座管上外径尺寸相同的法兰，准备一根直径为 12mm 的圆钢作导体，圆钢的一端先在车床上加工好螺纹，另一端用扁钢加工好接线板后焊接在圆钢的末端，并且在圆钢导体的中段凿上凸凹麻点的毛刺（凿毛刺的目的是增加绝缘填料和导体的接触面）。然后制作一个临时简单的夹具，把制作好的圆钢导体固定在钢管的中心位置，并将矾土水泥和石英砂（注意矾土水泥和石英砂都要绝对干净）按 1:1 的比例在一容器内加水搅拌均匀。再将拌好的水泥砂浆灌入钢管内，在灌水泥砂浆的过程中要不断用锤敲击钢管外壁，目的是使水泥砂浆在钢管内震实。在靠接线柱外侧有螺纹的一端，不要灌得太满，以便装上一个 3 号蝴蝶瓷瓶（装蝴蝶瓷瓶的目的是加大固定圆钢导体和管壁口的距离，防止意外短路）。灌好水泥砂浆并待自然凝固后，放入水中保养 24h。然后拿出，放进烘房中进行烘干，一般烘好后的接线柱用 500V 兆欧表测量其绝缘电阻均为无限大。

接线柱装配好后就可接电源线，电源线的接线鼻子采用两侧螺母同时拧紧的接线方法。

3-2-38 电刷架上顶角处加平衡弹簧，可消除电刷冒火问题

绕线型异步电动机在运行中，有时因跳动或因集电环轻度偏

心而发生电刷冒火的现象。消除电刷冒火问题的简单有效办法是：如图 3-56 所示在每一个相的两组电刷架上顶角处加一只拉力为 10~15N 的平衡弹簧（每一个电刷架加一个铜片），使电刷对集电环压力增大，并使两电刷对集电环的接触压力有了互补作用。为了防止弹簧上的分流问题，可在调节螺母处加一绝缘垫圈来防止有电流流过弹簧。

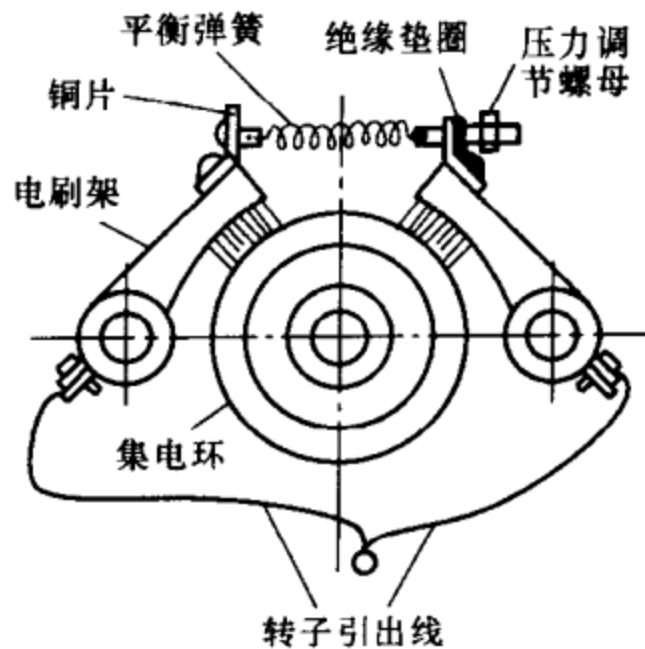


图 3-56 加装平衡弹簧示意图

3-2-39 加夹层法兰法安装变压器的安全气道玻璃

安全气道（又叫防爆门）是电力变压器发生内部故障时压力增高的释放装置，其装置中的玻璃，一般厚度在 2.5~4mm。安装时极易破裂，每次更换玻璃，检修人员怕其破裂，不敢使劲拧螺丝，但拧得不紧，运行中漏气，雨天时向电力变压器内渗水，又会使绝缘油受潮。更严重的问题是在运行中，由于电磁力的振动，或冬天气温骤降，物体收缩，造成玻璃破裂，常常使变压器为了更换安全气道玻璃被迫停止运行。

安全气道玻璃易破裂的原因是防爆管端法兰钢板太薄（只有 5mm 厚），经过电弧高温焊接后法兰表面变形，变得不平整，使装上去的玻璃表面受力不均匀而破裂。如果拆下防爆管，割掉薄法兰，加焊上厚法兰钢板，费工费料且不可行。较简便可行的办法是：不更改防爆管端结构，而在原防爆管外，加装一个夹层法兰，玻璃装在该法兰上来解决受力不均匀的问题，如图 3-57 所示。夹层法兰的制作方法如下：

(1) 用 20mm 厚钢板，按原防爆门尺寸加工法兰和螺孔，并在其内圆车 15mm 台阶（装玻璃和密封垫），再在其外圆螺孔和

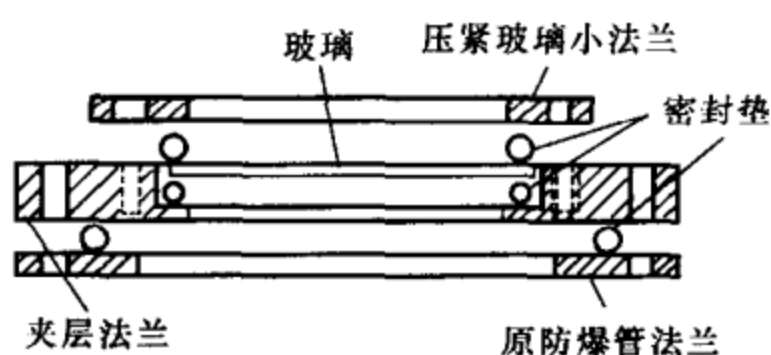


图 3-57 夹层法兰组装图

夹层法兰内孔相等，并在小法兰上钻 8 个与夹层法兰攻丝孔对应的 8.5mm 螺孔（压紧玻璃用），如图 3-58（b）所示。

台阶间钻 $\phi 6.8\text{mm}$ 孔 8 个，用 M8 丝锥攻丝（孔不能钻通），夹层法兰即制成，如图 3-58（a）所示。

（2）制作压玻璃小法兰。外径要小于防爆门螺丝安装孔，内孔直径与夹层法兰内孔相等，并在小法兰上钻 8 个与夹层法兰攻丝孔对应的

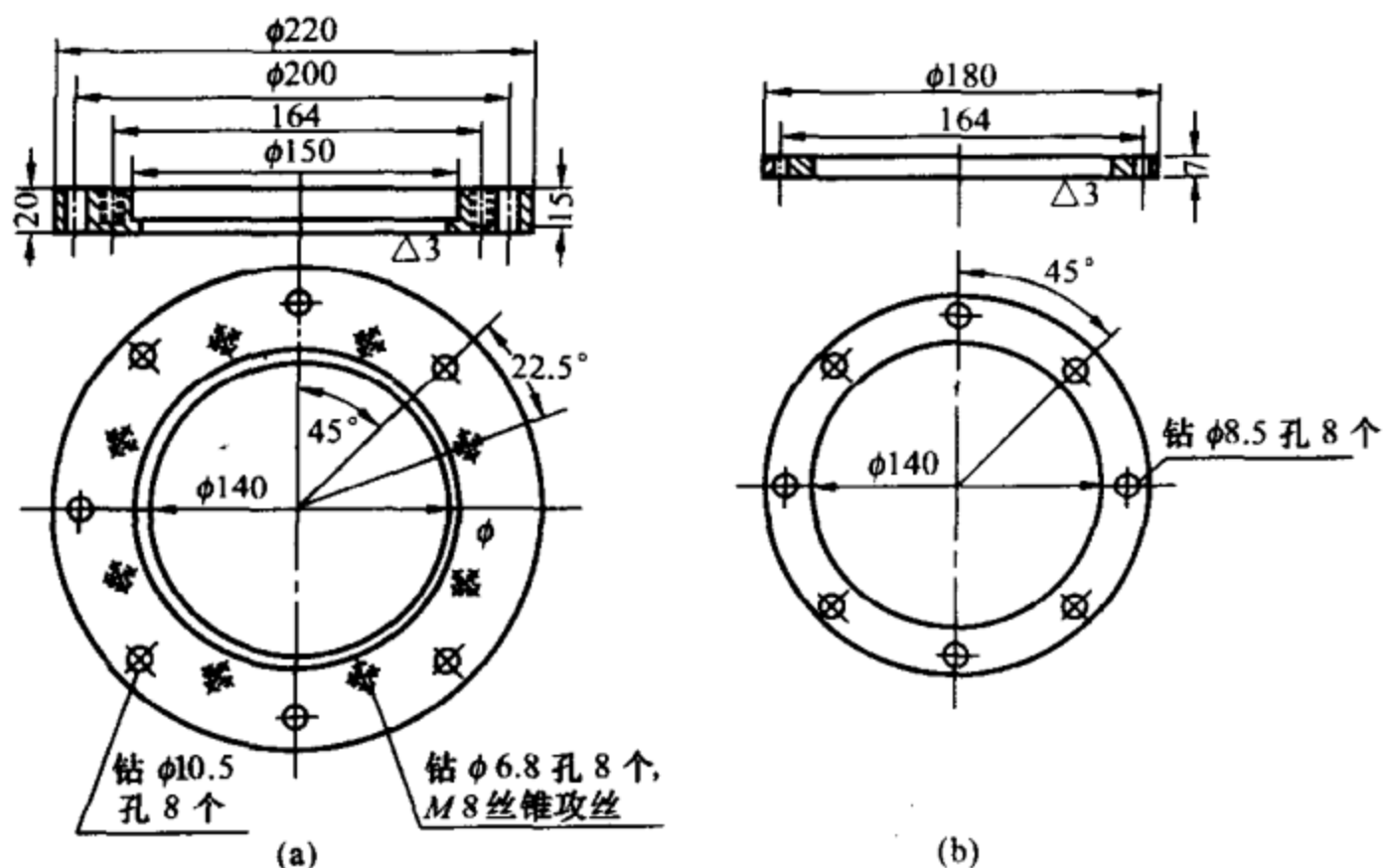


图 3-58 夹层和小法兰加工示意图

（a）夹层法兰加工图；（b）压玻璃小法兰加工图

加夹层法兰法适用于各种容量的变压器的安全气道玻璃安装，只是法兰加工尺寸有所差异。图 3-58 所示是 5600kVA 变压器的各法兰的加工尺寸。

3-2-40 采用冲洗加油法维护 GW4 型隔离开关

隔离开关又称刀闸，用于将需检修的电气设备与带电的设备

可靠地隔离，以保证检修工作人员的安全。

在电网中，尤其是安装在户外的隔离开关受环境和气候的影响，在服役数年后，经常发生操作系统卡涩的现象，对运行人员的正常操作带来较大的困难，有时需两人才能进行操作，既费时间，又不安全，时有烧坏触头的事件发生。像这样的隔离开关需解体大修后才能投入运行，但解体大修工作量大，维护时费工、费时、费材料。对 GW4 系列户外隔离开关维护中，可采用冲洗加油法对瓷套油润滑，便可使隔离开关操作灵活。

冲洗加油法就是在隔离开关瓷套下部铸件处钻一个 $\phi 4 \sim \phi 5\text{mm}$ 的小孔，用小管并配合大注射器将汽油冲到转轴轴承上部，同时将下部防尘橡胶盖打开，并转动瓷瓶转轴，反复冲洗数次，待瓷瓶转轴灵活后，注入少量机油。然后将防尘橡胶盖盖上，再用橡胶垫将注油小孔堵住。此法工艺简便，容易修复，且省工、省时、省材料。

运用冲洗加油法维护时应注意：①钻孔时要轻，尤其是快通时；②注油时用兽用注射器进行，注油不宜过多；③轴承上部的毛毡可用细铁丝挑起，工作完后再放下；④没有轴承只有轴套的转轴隔离开关，可先注些螺栓松动剂，后再注射汽油冲洗。

3-2-41 SN10 型少油断路器托架瓷瓶损坏的预防措施

10kV SN10-10 I、II 型少油断路器检修中经常发现托架瓷瓶损坏，导致托架瓷瓶损坏的主要原因如下：

(1) 瓷瓶安装位置不正确，使瓷瓶受到横向剪切力。主要表现在以下三方面：①断路器小拐臂拉杆与小拐臂不在同一条直线；②下侧油缓冲器安装位置不正确；③托架瓷瓶与框架连接处紧固螺钉松动。

(2) 动触杆插入静触头行程过大（即插得过深），在电动合闸时，动触杆撞击静触头，所受撞击力经动触杆、断路器小拐臂、小拐臂拉杆传到托架瓷瓶上，使瓷瓶损坏。

(3) 少油断路器无油时，进行手动或电动分闸操作，动触杆

撞击下侧油缓冲器，此时油缓冲器不起缓冲作用，分闸作用力经小拐臂拉杆全部传到瓷瓶上。

针对导致托架瓷瓶损坏的三个原因，采取下列相应的三项预防措施：

(1) 安装或更换托架瓷瓶时，因框架固定瓷瓶的螺钉孔为拉长孔，左右可移动，而断路器本体下基座固定托架瓷瓶的螺钉孔相对来说比较小，所以应先紧断路器本体下基座与瓷瓶的连接螺钉，再紧托架瓷瓶与框架侧螺钉，这样保证瓷瓶在安装时不受横向剪切力。

(2) 合理调整动触杆插入行程，保证在合格范围内，从而使断路器在电动合闸时，传到托架瓷瓶上的力最小。

(3) 断路器无油时，严禁进行手动或电动分闸操作。

3-2-42 变压器油现场再生处理方法

无热虹吸滤油装置的电力变压器，连续运行几年后，变压器油逐年氧化，pH 值下降。经简化试验，发现 pH 值已不合格时，按变压器的运行规程必须进行再生处理。但在企业没有化学再生油的能力和备用油，且变压器油的其他指标都合格的情况下，则可采用利用原变压器作为容器，用滤油机使变压器油强迫循环通过硅胶桶进行现场净化，使油的 pH 值恢复正常，同时使油的其他指标也得到改善。

变压器油现场再生处理方法的原理：利用粗孔硅胶的吸附现象，使油连续通过硅胶，把变压器油中的水分、酸、树脂和沉渣吸走，达到化学净化的目的。

如图 3-59 所示，一台油重 3000kg 的 5000kVA 变压器，利用变压器上部油阀→硅胶桶→滤油机→变压器下部放油阀构成循环，使油在密封回路中循环。历时 48h，耗用硅胶 75kg，补充新油 300kg，使变压器油的 pH 值由 4.1 上升到 4.7。如果 pH 值未达到要求，可延长过滤时间（一周到 10 天）。因过滤时硅胶同时吸附了变压器油中的抗氧化剂，降低了油的抗氧化能力。所以净

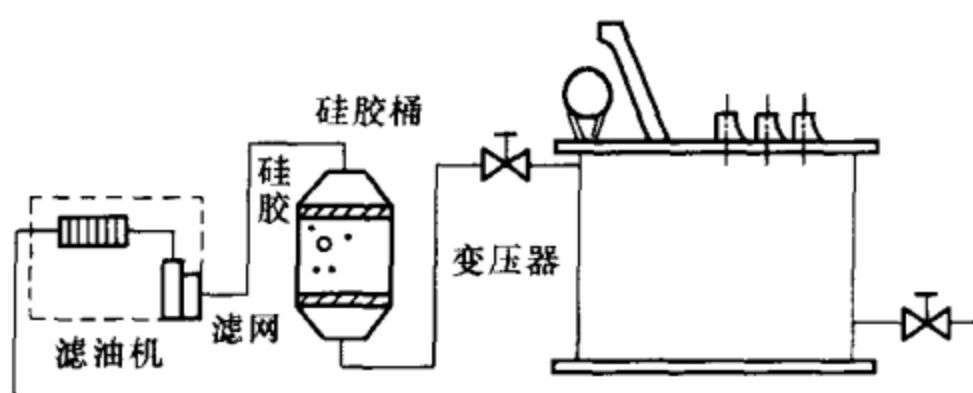


图 3-59 变压器油在密封回路中循环示意图

化结束后必须在变压器油中添加抗氧化剂（用量为油重的 0.1%），抗氧化剂需热变压器油溶化稀释后再加入变压器。

变压器油现场再生的注意事项如下：

(1) 现场再生必须在空气干燥时进行，空气相对湿度要小于 65%，以免造成变压器油受潮。

(2) 最好在较高温度下进行过滤，这时硅胶吸附能力最佳。温度过低，油黏度大，不易过滤。

(3) 硅胶要用粒径 4~8mm 的粗孔球型硅胶。用前要进行干燥（110℃），并筛去灰尘、微粒，以免造成硅胶粉进入变压器内堵住油道等不良后果。

(4) 硅胶用量一般根据油的老化程度而定，可在 1% 左右。

(5) 每次更换硅胶后必须将硅胶桶内的油过滤合格后方可开始循环滤油，以防污染变压器油。

3-2-43 801 吸附剂再生变压器油

1.801 吸附剂性能和使用方法

(1) 性能。801 吸附剂是一种以含有稀土元素的硫酸铝盐为主要成分的高效吸附剂。试验证明，它能吸附溶解于油中的水分，能降低油的酸价，其降低率达 70%，能降低变压器油的介质损耗，降低率高达 90% 以上，能提高变压器油的绝缘强度，还对轻质油品有一定的脱色作用，具有再生成本低、方法简单等优点。

(2) 使用方法。①干燥处理：801 吸附剂使用前，应置于加热设备的烘箱中升温至 $(120 + 5^{\circ}\text{C})$ ，干燥活化 2 ~ 4h，除去被吸附的水分，然后冷至室温后立即使用。②再生处理：将待再生的油泵入带加热和搅拌设备的再生罐中，起动搅拌，逐渐加热升温至 50°C 左右，加入预先称量的干燥吸附剂。加完后，继续搅拌 1h，停止搅拌，静置沉降分层约 2h，然后取上部澄清液，经板框式压滤机过滤，即得再生油。③吸附剂用量，一般为油重量的 3%，也可根据油质的劣化程度，通过试验选定。

(3) 吸附使用过的吸附剂处理方法。①用过一次的吸附剂仍具有吸附效能，可继续将被再生的废油注入进行预吸附处理。②用过多次的吸附剂可用热水冲洗，分离油污，再在烘房中烘烤脱水后仍可继续使用。

2.801 吸附剂再生变压器油过程

(1) 劣化油的收集、保管的净化处理。劣化油按种类和牌号的不同，分别编上标号。再生前，用沉降过滤等方法，除去油中的水分和杂质，减少药剂用量，降低再生成本。

(2) 选择再生方法。再生变压器的方法有两种：一是体外再生；二是体内再生。体外再生设备一般为钢制的锥底罐，采用蒸汽盘管或电热预热器加温，采用机械搅拌或泵循环搅拌。体内再生是直接利用变压器本体油箱进行再生，将劣化变压器油从变压器底部放油阀抽出，经过电热预热器预热，到容量为 500kg 的渗滤器除去油中的水杂质。再经滤油机过滤后将油从防爆管打入本体。这样循环 5 ~ 6h，就可恢复油的良好品质。

(3) 变压器油再生过程。①将油温升至 50°C 左右，在搅拌下按比例加入干燥过的 801 吸附剂，再搅拌 0.5h，使 801 吸附剂充分和油混合均匀，并吸掉油中的杂质。如果油量较多，可分两次加入 801 吸附剂。②停止搅拌，静置 2 ~ 4h，801 吸附剂渣沉降于罐底。③用压板滤油机把上部澄清的油抽到另一大罐中，继续用滤油机循环过滤几次，直到滤油纸上无 801 吸附剂为止。④取油样分析油的酸价、pH 值和耐压。⑤罐底的 801 吸附剂，可

用来作为下一次再生油的预处理用。

(4) 例一台 1800kVA 变压器，油重 1800kg，酸价为 0.12mg/g, pH = 4.0。用 801 吸附剂 60kg，经再生处理 7h，使油的酸价降至 0.009，pH 值上升到 5.4。

3-2-44 户外用锁经加热注入润滑脂后，可防锈和防冻

变电所(站)户外开关应加锁，这是必不可少的安全措施。但一把新锁在户外受一段风吹雨淋的侵蚀后，锁孔内不但油干了，而且逐渐生锈。更严重的像北方寒冷地区的初冬及开春季节，经常雨雪混合，在钥匙孔内残留的水珠当气温降到零度以下时，就会结成冰。在倒闸操作开锁时，致使锁打不开。有时为了进行倒闸操作，迫不得已，只好把锁砸坏。这当然是规程所不允许的。对此的解决办法是：把新锁加热到 100~120℃左右(不得进入灰尘)，10min 后可向锁孔里注入润滑油脂(即复合钙基脂或钙基脂)，如图 3-60 所示。对于用过的旧锁加温时间可稍长一些。注油后会从锁勾处先滴出红色锈蚀油滴，最后滴出本色油滴即可，其他与新锁的处理法相同。

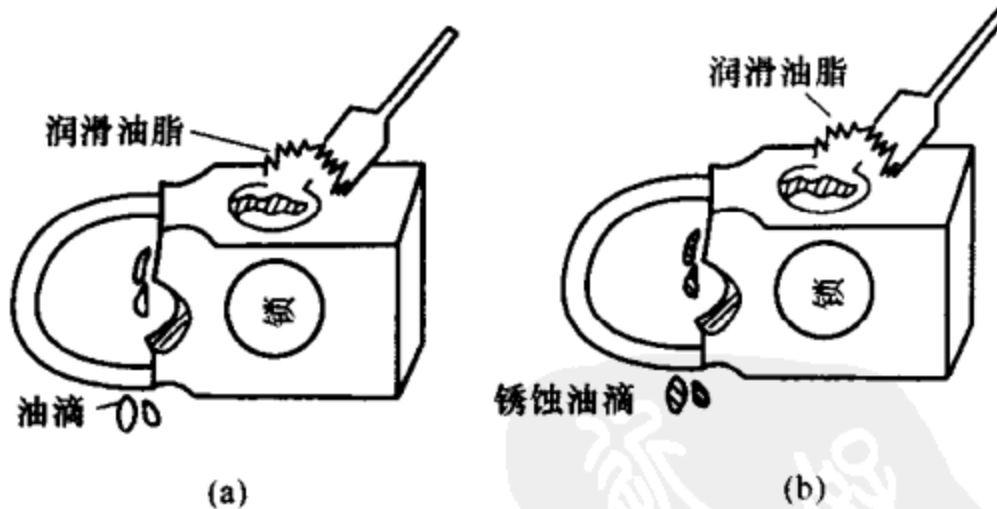


图 3-60 向加热后的锁孔中注润滑脂示意图

(a) 新锁; (b) 旧锁

经上述方法处理过的户外用锁，不怕雨雪冰冻，都能开锁自如，安全可靠。

3-3 烘 燥 法

3-3-1 电动机受潮后应干燥和试验

雨季，电动机严重受潮或被水浸泡过，应在干燥和试验合格后才能投入运行。电动机严重受潮使绝缘电阻降低，切忌直接投入运行，否则瞬间就会被毁。应当首先鉴定这台电动机绝缘电阻是否合格。要求电机定子绕组绝缘电阻值每伏不低于 $1\text{k}\Omega$ ，即 380V 电动机绝缘电阻不低于 $0.38\text{M}\Omega$ ，也就是通常老电工常说的 $0.5\text{M}\Omega$ ，绝缘电阻才为合格。

电动机绝缘电阻降低后，最简便可行的解决办法是白炽灯干燥法，即利用屋内墙角再砌两面小砖墙，上面覆盖薄铁皮，做成简易烘箱。烘烤时将电机转子抽出分别放入“烘箱”内，在定子内和四周安置红外线灯泡或 $500\sim 1000\text{W}$ 灯泡。灯泡的总功率按烘箱每立方米容积 $3\sim 4\text{kW}$ 选用，灯泡尽可能安装在被烘电机的下方并直射绕组。红外线灯泡对烘干内部较好。烘箱内的温度可通过调整顶部排气面积或改变灯泡功率来调节。

白炽灯干燥法的烘干过程中应注意以下几点：①应有专人值班，干燥过程不应中断；②必须注意安全，清除周围的杂物，特别是易燃物；③在电机铁芯、绕组等处应多安置几支温度计，并严格监视，电动机绕组温度不得超过 95°C ，尤其注意监视最高温度部位；④温度应逐步升高，在温度达 60°C 后，以 $10^\circ\text{C}/8\text{h}$ 升温为宜，防止因温度急剧升高而产生膨胀和内部水分蒸发过速而破坏绕组绝缘。

在干燥过程中，每小时测一次绝缘电阻并做好记录。当绝缘电阻升高至合格后 $3\sim 5\text{h}$ ，其值仍保持稳定，测量吸收比 $R_{60}/R_{15}\geq 1.3$ 时，干燥结束，经自然冷却后，即可组装，试验合格后投入运行。

3-3-2 修理受潮电机时驱潮要彻底

在日常电机修理中，经常会遇到一些受潮较严重的电动机（绝缘电阻很低）或经过烘烤后绝缘电阻仍不会增加的情况。此时如果修理人员稍一疏忽，或烘烤、浸漆工艺不当，就会误认为电机已经接地或绕组相间已经短路。这样一来只需烘烤一下就可以使用的电机，就会将其绕组全部拆除进行大修，从而造成不应有的经济损失或产生修理后使用寿命缩短等缺陷。

例如某单位有台 90kW 的电动机要求大修。原由是该台电动机被水淹没 12h，虽已经进行过烘烤（烘烤时间只是 6h）和浸漆处理，但绝缘电阻仍为零。所以结论为绕组接地、相间短路需要进行大修。当时用 500V 兆欧表检测该电机三相绕组及相间绕组绝缘确均为零；通入一相交流电源时，机壳带电，同时其余两相绕组也带电。但用万用表电阻挡检测时三相绕组对地和相间绕组的电阻值均不为零。因此判定该电机绕组没有接地，三相绕组间也没有发生短路，而是受潮严重，故使绕组绝缘电阻降低。经过用红外线灯泡烘烤 24h 后，绝缘电阻用 500V 兆欧表检测得到 $0.2\text{M}\Omega$ 。继续烘烤 10h 后，绝缘电阻达 $5\text{M}\Omega$ ，又烘烤 10h 后，三相绝缘电阻高达 $20\text{M}\Omega$ 、相间绝缘电阻高达 $50\text{M}\Omega$ 。修复后一年多检测，该电动机三相绝缘电阻均在 $15\text{M}\Omega$ 以上。

修理受潮电机的实践表明，在修理时应注意以下两个问题：

(1) 绝缘电阻低与绕组接地是性质完全不同的两个含义。这两个概念在修理时一定要注意。

众所周知，潮湿对绝缘的电气性能影响极大。例如：含水量 8% 的青壳纸与干燥的青壳纸比较，体积电阻下降 10^6 倍，介质损耗角 $\text{tg}\delta$ 增大 10^3 倍。所以电机绕组一旦受潮后，绝缘电阻值将降得很低。但绝缘电阻低不等于接地，绕组接地是指绕组由于电气故障或机械故障损伤后绝缘被破坏，导体直接与铁芯相连接才能视为接地。

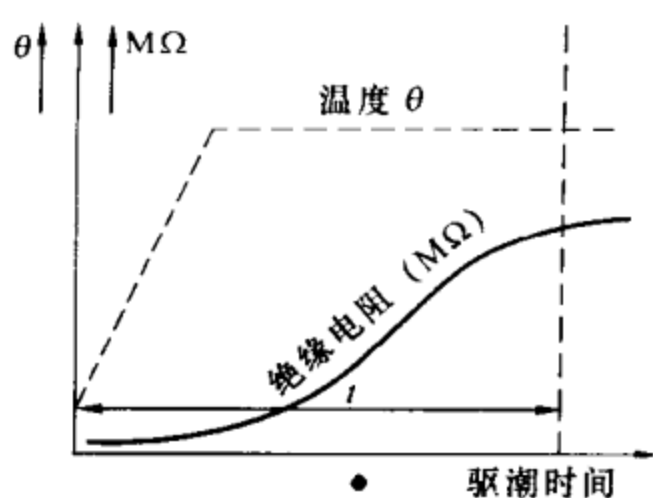


图 3-61 绕组温度和绝缘电阻的变化曲线

如果用 500V 或 1000V 兆欧表检测受潮电机绝缘电阻虽为零，但实际上不可能为零，因为在低于兆欧以下的绝缘电阻值兆欧表是测量不出来的。所以还需要用万用表电阻挡检测电机绕组对地的绝缘电阻是否为零。

(2) 当受潮电机的绝缘电阻很低时，在预烘时应按工艺规定的

要求进行烘烤。需要特别注意的是驱潮要彻底，这是修理受潮电机保证修理质量和延长使用寿命的关键

大家知道，预烘是为了驱潮。驱潮的目的是为了把绝缘物和铁芯中的水分和潮湿去掉。由于驱潮的本质是为水分的蒸发，所以驱潮的最低温度应为 100°C ，最高温度应根据电机的绝缘等级来决定。驱潮完毕是否需要浸漆处理，应根据实际情况来确定。

驱潮时间，原则要保证绝缘电阻值达到一定稳定值，直到绝缘电阻值不再增加时（差值小于 10%）为止，即为所需烘烤时间，如图 3-61 所示。

如果驱潮温度过低或时间太短就忙于浸漆，所带来的后果，就象上述 90kW 电机一样不能使用，同时反而会让人误认为绕组已经接地。或者绝缘电阻虽然有所增加，但还未稳定，这样绝缘纸及铁芯仍含有一定水分，它的体积电阻将比原来下降几十万倍，潮气就会被绝缘漆包在里层。这样绕组在工作时，由于在电压的作用下，容易产生电离作用而使绝缘加速损坏。同时绕组产生的热量不易散发出来，而影响电机散热，使电机温升增高，从而缩短电机使用寿命。所以在修理受潮电机时，驱潮温度和驱潮时间应按表 3-1 和图 3-61 所示的要求进行，这样驱潮才彻底，修复质量才可靠。

表 3-1

修复受潮电机工艺流程表

工序	工艺过程	绝缘等级	温度(℃)	时间	绝缘电阻(MΩ)	备注
1	驱潮	A	110 ~ 120	如图 3-61 所示	稳定	驱潮必须彻底
		E、B	125 ~ 135			
2	浸漆	A	60 ~ 70	> 15min		漆的黏度 20 ~ 25
		E、B	60 ~ 70	> 15min		
3	滴干		室温	> 30min		
4	干燥	A	100 ~ 120	12h	> 2	
		E、B	125 ~ 135			

注 驱潮后是否浸漆根据实际情况确定

3-3-3 采用二氯甲烷和汽油的混合溶剂清洗电机

长期运行在粉尘、炭灰、油雾严重等恶劣环境下的电动机，往往导致电机绝缘电阻下降。为保证电机的正常运行，就必须解决清洗电机的问题。清洗电机通常习惯用汽油、四氯化碳、三氯乙烯等溶剂作洗涤剂。但是这些溶剂不是易燃品就是极毒品，很容易酿成火灾和中毒事故，而且有的溶剂化学性能不稳定，还对电机绝缘有腐蚀作用。所以，这些溶剂是不适于清洗电机的。采用 105 工业洗涤剂和海鸥洗涤剂组成的合成洗涤剂、肥皂水清洗电机，效果较好。但清洗过的电机需经真空烘烤处理，且时间甚长，因而有一定的局限性。实践表明采用以二氯甲烷为主，加有汽油（比例 7:3）的混合溶剂（以下简称混合溶剂）作为洗涤剂清洗电机，效果很好，还有下列许多优点。

(1) 混合溶剂去污能力强又不易燃烧：二氯甲烷和汽油的去污能力都很强，混合溶剂保持了这个性能。二氯甲烷是不燃烧的溶剂，能和汽油以不同的比例均匀地混合。因此，以二氯甲烷为主的混合溶剂挥发时，空气中的汽油分子密度不足以引起燃烧，从而可以避免火灾事故。

(2) 混合溶剂毒性较低，对绝缘无腐蚀：汽油的毒性很低是

公认的。国外曾用二氯甲烷对动物进行试验，家兔、狗每天吸入含有二氯甲烷的空气（浓度为 $5000\text{mg}/\text{m}^3$ ），连续 6 个月没有发生任何变化，可见其毒性较低。日本规定的几种溶剂在工作场所允许的浓度标准如表 3-2 所示。从表 3-2 中可见，二氯甲烷和汽油相近，其毒性远小于四氯化碳。所以，在空气流通的环境下使用混合溶剂，对操作者的身心健康并无损害。实际工作中，操作者除感到有些轻微的气味外，没有感觉到难以忍受的刺激。

表 3-2 工作场所允许的浓度标准

溶剂名称	浓度标准 (mg/m^3)	溶剂名称	浓度标准 (mg/m^3)
二氯甲烷	1750	氯仿	240
汽油	2000	三氯乙烯	1050
四氯化碳	65		

混合溶剂的化学性能稳定，自然挥发性又强，不会长时间停留在绝缘及导线表面，所以对绝缘及导线无腐蚀作用。将高强度聚脂漆包线浸入二氯甲烷溶剂中试验，浸 24h 后，绝缘毫无损坏，也没变色。

(3) 混合溶剂清洗后的电机不须作真空烘烤处理：汽油极易挥发，二氯甲烷的沸点是 40°C 左右，比汽油更易挥发。所以，以二氯甲烷为主的混合溶剂在室温下的自然挥发性也很强。电机清洗后只须置于干燥通风的地方或用排气风扇对电机吹风以加速溶剂的挥发就可以了，这尤其适用于大型电机和急修电机的清洗。对长期不使用的备品电机和经清洗后要求浸漆，喷漆的电机，可在清洗后进行一般的烘烤处理。

3-3-4 吹尘冲洗、烘干浸漆可恢复电机绝缘性能

在修理电机时，经常遇到开启式低压绕线式电机的定转子、直流电机的电枢和鼠笼电机的定子线圈等因碳粉、灰尘和油污的侵入，致使绝缘性能大为下降，对地、相间绝缘只有数十千欧，甚至只有数百欧，但线圈绕组都还完好。如为了使电机绝缘迅速

恢复到 $\geq 0.5\text{M}\Omega$ (500V 兆欧表测得), 以供生产上急用, 可采用吹尘与冲洗、烘干浸漆方法。

(1) 除尘与冲洗: 用压缩空气或普通气泵的压缩空气吹去尘土。若在软气管上再加上气嘴, 效果更佳。喷嘴直径以 $\phi 3 \sim \phi 5\text{mm}$ 为宜。通过对线圈和每个槽口来回数次的除尘, 一般说来保证 $\geq 0.5\text{M}\Omega$ 是没有问题的, 有的可恢复正常。

对于较脏的电机, 因油污不易吹除, 所以在吹尘后, 再用汽油进行冲洗。根据脏物的程度决定冲洗的遍数, 以绝缘上升为原则。但最后一遍必须用干净汽油冲洗, 以进一步清除粉尘和油污, 提高绝缘电阻。一般冲洗后的绝缘电阻比吹尘时可提高数兆欧至数十兆欧。

(2) 烘干浸漆: 为保证电机使用后绝缘性能保持下去, 待汽油挥发后必须进行烘干浸漆处理。烘干和浸漆按正常工艺处理。但在第一次浸漆时, 最好把漆调得稀一些, 因第一次浸漆仍带有冲洗性质。根据电机的大小和需要, 可再进行第二次浸漆, 可把漆调得稠些, 因这次浸漆是带有固定和保持电机绝缘电阻的性质。这样可使电机绝缘电阻正常, 最低不少于 $50\text{M}\Omega$, 并可长期使用下去。

(3) 注意事项: ①无论是吹尘、冲洗, 还是浸漆, 都要从线圈不太脏的一端向脏的一端方向进行 (即立式冲洗和浸漆), 以免过多的脏物残留在槽内; ②使用汽油时一定要注意安全, 严防明火和高温; ③对轴承和轴可用塑料袋或黄腊绸包扎好, 防止脏物和绝缘漆侵入, 以免引起不必要的麻烦。

3-3-5 提高 JR 型电机转子绝缘的“治本”措施

一些 JR 电机转子由于电刷粉尘等不利影响, 绝缘电阻无论是在停机后或开机前都是非常低劣的 (在 $0.3 \sim 0.2\text{M}\Omega$ 之间)。为了应付生产和安全, 通常采用开机前以压缩空气吹扫各部分灰尘, 停机后以汽油冲洗的办法。这两种方法虽行之有效, 但均不能达到治本的目的。为此, 对需在绕线式电机转子更换绝缘施工

时，对绝缘结构、工艺实施“治本”措施：

(1) 将传统的先放置槽绝缘材料的做法改为直接往铜导线条上包裹绝缘材料，即将欲添加的槽绝缘材料（如云母箔、聚脂薄膜、玻璃丝漆布等）全部分层包裹在铜导线条上，这就将敞开的绝缘结构改成了封闭的绝缘结构，消除了表面灰尘爬电路径。

(2) 将铜导线条外露的端接部位用玻璃丝漆带与聚酯薄膜带按根严密包裹，特别是与槽端部互相搭接处要采取锥形错位接缝搭绕，不可有绝缘层包绕搭接的重缝现象。

(3) 将所有端接裸露的端套全部改为用绝缘纸板或绝缘布套套封，再以玻璃丝带束紧包严，避免端套通过电刷粉桥链与轭铁及转轴相连。

(4) 改用严细的浸漆工艺，在导线条绝缘包裹的封闭措施完善后，还要在浸漆工艺中加强弥补。可在常规浸两次稀漆的基础上再浸渍一次快干的醇酸清漆，使孔洞部位全部封塞形成一层较坚实的漆膜，使电刷粉无孔可入，切断一切电刷粉链，保持导线条的密封性。

3-3-6 烘干电动机绕组的常用方法

众所周知，电动机有定子线圈和转子线圈，它们是否干燥，直接影响到线圈的绝缘程度。线圈绝缘不良，最易击穿、烧坏。电动机在下列情况之下，应进行干燥：

(1) 新电动机在投入运行之前检查发现绝缘电阻小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

(2) 检修时，电动机全部或部分线圈更换。

(3) 停用时间很久，测量发现绝缘电阻小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

烘干电动机绕组的方法很多，但不外乎是外部加热烘干和内部加热干燥两种。外部加热烘干有用灯泡、煤炉、电炉、烘箱以及热风循环干燥等方法。内部加热是用通入低压电流发热干燥的电流干燥法。也可用外部和内部同时加热的综合干燥法等。

电动机在干燥前，必须先行检查，清扫并用手风箱吹灰。干

燥时为了避免不必要的热损失，要用帆布蓬将电动机盖上，但是在电动机覆盖物的最高处和最低处应留通风孔，保持空气流通。

(1) 外部加热。外部加热干燥的方法甚多，常用烘干方法有：

1) 灯泡烘干法。最简单的方法是把电动机的转子拆除，将定子垂直放置，把 100W 以上的大功率灯泡悬吊在定子铁芯腔内，不可贴住线圈，以免烘坏线圈的绝缘层，如果定子内腔较大，要多放几个大功率的灯泡。同时，电动机外壳下端四周要垫木块，使线圈不致受压，还要在上下端加盖木板，以减少热量散失，如图 3-62 所示。电动机也可平放，把灯泡放入定子内腔偏下一点的地方，在灯泡周围垫放铁丝网，以防烤坏线圈绝缘层。外壳盖上耐热物保温。由于灯泡离线圈较近，一般烘干温度保持在 100°C 左右，烘干 24h 左右测量绝缘电阻，当连续 6h 能保持稳定的合格值时，烘干便可结束。如果有红外线灯泡更好，因为红外线发热效率高，透射能力强，能透入绕组内部而发热，故效果比白炽灯好，而且省电。自制一只如图 3-63 所示的烘干木箱，根据电动机的大小，可采用两个 300 ~ 500W 的灯泡两边布置，

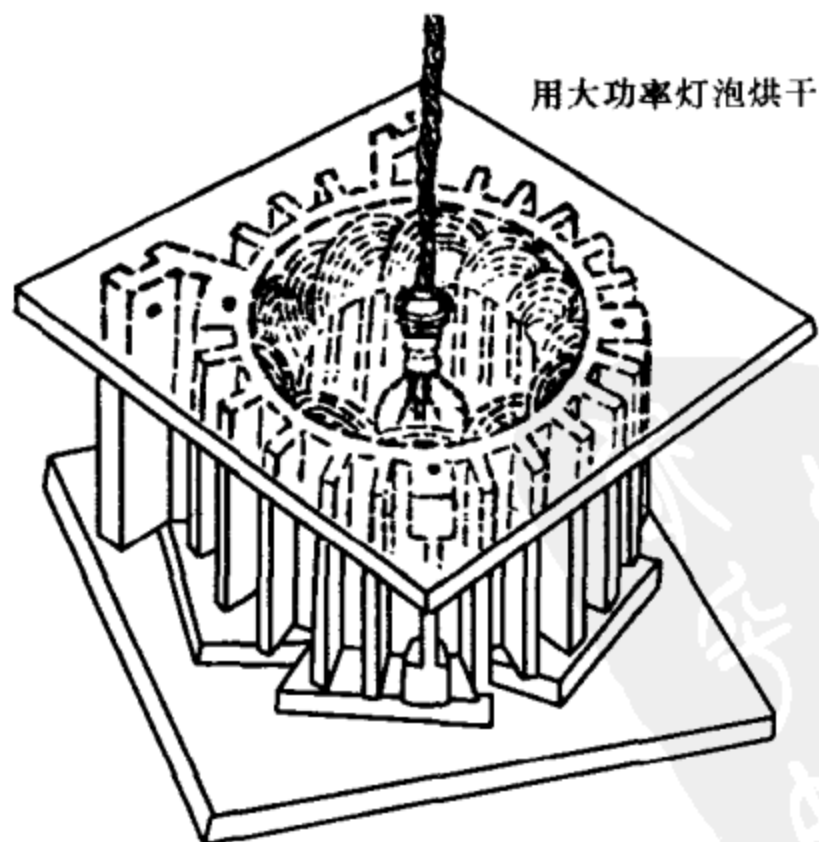


图 3-62 大功率灯泡烘干电动机示意图

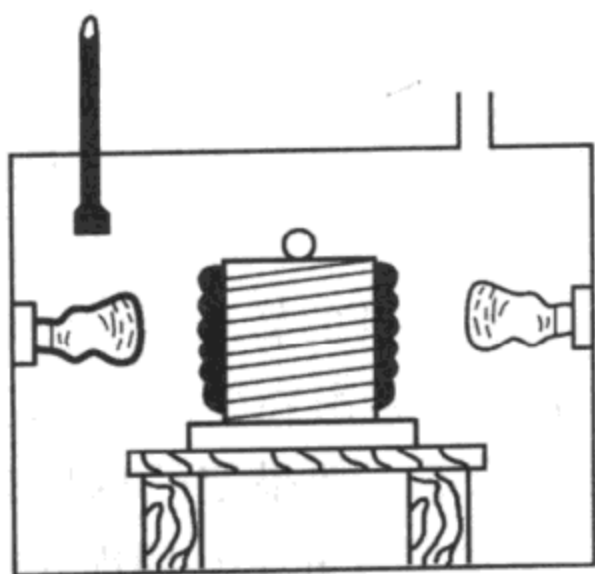


图 3-63 红外灯泡
烘干电动机示意图

不要紧靠电动机绕组，以免烤坏线圈局部绝缘。灯泡总功率可按 $3 \sim 4\text{kW}/\text{m}^3$ 选用。在烘干过程中应注意监视箱内温度，不要超过 125°C 。若超过规定温度，应熄掉一只灯泡，待温度降低后再点亮。箱顶上的气孔用来排出潮气。

2) 煤炉烘干法。用煤炉烘干线圈时，要把电动机如图 3-64 所示安放好，在电动机下端用煤炉加温（如果浸漆后焙烘，在煤炉上要加放一块铁板，以防漆滴入炉内引起燃烧。等到漆膜形成，铁板就可拿开）。电动机的上端要覆盖旧麻袋。为了使线圈加热均匀，在焙烘到一半时间后要把电动机翻过来再烘。

3) 热风循环干燥法。小型热风机可用做饭烧煤炉用的单相

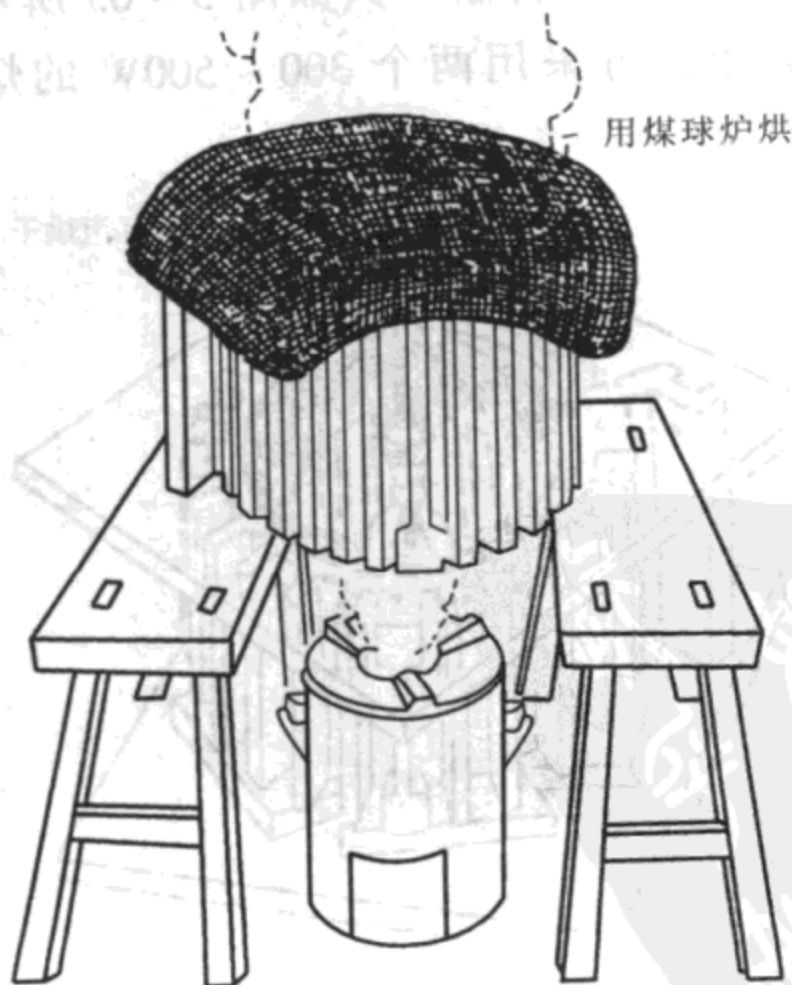


图 3-64 煤球炉烘干电动机示意图

鼓风机，在出风口放一只电炉。为了使加热的空气能吹到整个线圈上，而不是只吹到电动机的某一部分，必须经常将热吹风机（包括电炉）移动。

(2) 电流干燥法。电流干燥法也很多，常用的方法有：

1) 单相电流干燥法。

把电动机的转子拆除，将三相定子绕组并联或串联起来（大中型电动机因绕组阻抗小，多采用串联形式），再串联一只变阻器后接入 220V 的单相交流电源，使绕组发热干燥，如图 3-65 (a) 所示。由于定子中无转子，必须用变阻器调节电流，使电流为电动机额定电流的 50% ~ 70%，以控制绕组

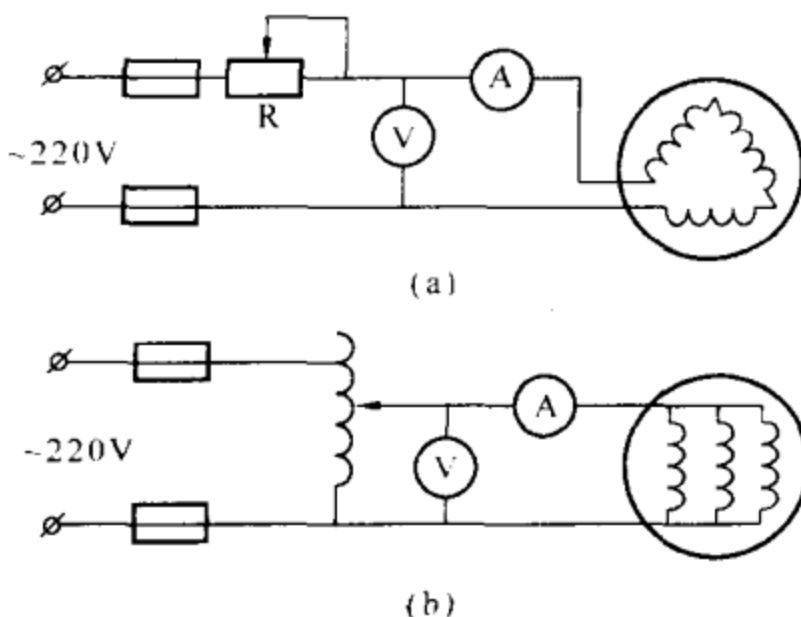


图 3-65 单相电流干燥法示意图

(a) 串联一只变阻器调节电流；

(b) 单相调压器调压升流

组发热温度。如果有单相调压器（也可用一台电焊机），可不用变阻器，220V 电源经调压后进入绕组，如图 3-65 (b) 所示。



图 3-66 定子内圆贴放铁片示意图

2) 简易干燥法。卸下电动机端盖，抽出转子，将电动机三相绕组串联后接到 220V 交流电源上。通电前先在电动机定子铁芯内圆贴放数片厚 1mm 左右的薄铁片（用矽钢片更好），铁片长度和定子铁芯长度相近即可。铁片沿宽度方向弯成和定子内圆相吻合的弧状，贴放在定子内圆上，如图 3-66 所示。

放好铁片通电后测量电流，此电流应为电动机额定电流的 0.7 倍左右。如果电流太大，可在定子内圆上多贴放几片铁片，能使电流减少；反之，如果电流太小，可取下几片铁片，用放入铁片的多少来调节电流。

为了保温，可用尺寸略大于电动机外壳的废旧纸箱（注意监视，防止火灾）罩住电动机，或用不易燃的纤维纸板自制有盖无底的方箱罩住电动机较为安全可靠。一般受潮电动机烘 3~4h 后绝缘电阻即可达到要求；新修绕组的电动机可按规范要求的时间进行预烘及浸漆后的烘干处理。

3) 单相电流干燥电动机的电流简便调节方法。用单相电流干燥电动机时，不用任何设备，即没有变阻器和自耦调压器的情况下，既方便又可靠地调整电流的方法是：将被干燥的电动机定子绕组串联起来，先在定子内腔放入铁块、铁板、铁条等铁件，再把串联的三相绕组直接接入 220V 的单相交流电源，通过增减定子腔内的铁件，观察串在电路中的电流表，控制加热电流为电动机额定电流的 50%~70% 之间。定子腔内铁件越多，电流越小。调节定子腔内铁件的多少，便可调节加热电流的大小。为了防止电流过大烧毁绕组，开始时应多放铁件，然后根据电流要求逐渐减少。但要注意不可将电动机转子放入被干燥的定子腔内，因为放进去以后，就变成了一台二次线圈短路的变压器，不会使

加热电流降至最小值。

4) 三相电流短路干燥法。

如图 3-67 所示，将 380V 的三相电源经三相调压器接入抽去转子的电动机定子绕组中，电压调到电动机额定电压的 7%~15%（即把线电压调为 27~57V 之间）。

对于绕线型电动机，可以把起动变阻器经滑环接入转子绕组中，再把转子轴设法固定，不让它转动。在定子绕组中通入三相低压交流电，电压为电源电压的 0.2 倍左右（即 76V 左右），可用三相自耦调压器来调节，接线同图 3-67 所示。

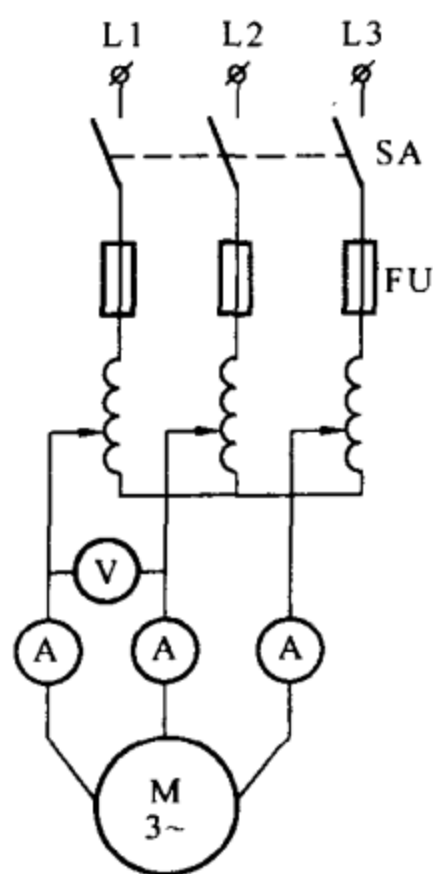


图 3-67 用三相自耦调压器干燥法示意图

如果没有三相自耦调压器和变阻器，可将同容量（或容量非常接近的）、同接线方式、同额定电压的电动机 4 台或 5 台，串联起来，在将转子拆除的情况下，接上单相电源，使通过的电流约为最小容量电动机额定值的 70% ~ 80%（如果电流太大，可再多串联几台，太小可少串联几台），这样连续通电约 7 ~ 8h，电动机就干燥了。在干燥过程中，如发现过热现象，可增加串联电动机的台数来降低通过的电流。

(3) 烘干电动机绕组时的注意事项。

1) 干燥前应清扫干净，特别是电动机定子腔内。

2) 随时调节控制温度。温度不允许超过绕组绝缘等级所允许的最高耐热温度。用温度计法是：A 级不超过 90℃；E 级绝缘不得超过 105℃；B 级不许超过 110℃。测量温度时，温度计应紧靠在欲测部位的绕组上，接触部分与空气隔绝。

3) 在加热过程中，为了避免绕组绝缘胀裂，加热温度应逐渐升高，温升速度一般不应超过 30℃/h。

4) 在干燥过程中，应随时测量绕组的绝缘电阻（一般每隔 1h 用兆欧表测量一次），并做好记录。当绝缘电阻连续稳定 6h 不变（一般为 5MΩ 以上），烘干即可结束。

5) 在烘干过程中，为了保温，除必要的通风排除潮气外，应尽量使电动机与周围空气隔绝。

6) 用电流干燥法时，必须使电动机外壳可靠接地。

7) 非常潮湿或者被水浸湿的电动机，不能用电流加热干燥法。因为在温度迅速上升时，会使绝缘胀裂，应该用外部加热法。同时温升速度应控制在 8℃/h 左右；或者加热到 50 ~ 60℃ 时，保持 3 ~ 4h，待大部分潮气排除后再加热。

3-3-7 用 380V 低压电源现场烘燥 3kV 高压电动机

安装在地下十几米深抽水室的拖动水泵的高压 3kV 电动机，由于空气潮湿，使绕组绝缘受到影响，因此必须经常予以烘燥。通常为了使电动机绝缘保持良好，必须经常活车。在天气干燥的情况下，

每星期需活车一次；在天气潮湿的情况下，每天需活车一次。活车时，由于水泵电动机处于满载，所以活车一次就会消耗大量电能。对此，可采用低压短路干燥法来代替活车干燥，既安全又节电。

低压短路干燥时，将电动机转子电阻短路，在定子绕组上施加低压电源，此时定子绕组中就有短路电流流通，其数值不超过电动机额定电流。例如拖动水泵的 3kV 高压电动机是 10 极、223kW，额定定子电流为 52.5A，转子电流为 406A。在转子电阻短接的情况下，当定子绕组加上 380V 低压电源进行短路干燥时，定子电流为 28A，功率为 3.75kW。在原始温度为 7.5℃，经过 6h 后电机铁芯温度达到 60℃。由于短路干燥法的加热电流直接在绕组中流动，绕组本身发热，热量自绕组向外扩散，因此干燥效率高，质量好，一般每星期干燥一次即可。具体实施时，在电动机电源的上端装上一台双投隔离开关，隔离开关上端接高压 3kV 电源，下端接 380V 低压电源。在正常运行时隔离开关投上端；在需要干燥时把隔离开关投至下端，就可以进行短路干燥。这样操作很方便，也可防止低压短路干燥时因误操作投入高压电源而产生危险事故。

3-3-8 用 660V 电源现场烘燥 6kV 高压电动机

某矿泵房排水泵拖动电机是 JSQ 型 360kW、6kV 高压电动机，在安装时发现电机的绝缘电阻值为 0.5MΩ（用 2500V 兆欧表测试）。因此，必须进行烘燥处理。但矿井下低压动力电源为 660V，是 6kV 的 0.11 倍，是否可用来对 6kV 电动机进行低压短路干燥处理呢？经分析便知是可行的。

众所周知，三相异步电动机的起动电流 I_{st} （堵转电流）一般为额定电流 I_n 的 4~7 倍，即 $I_{st} = (4 \sim 7) I_n$ 。当 6kV 电动机通入 660V 电压时，其堵转电流应不大于 $0.11 I_{st}$ ，其最大电流不大于 $0.11 \times 7 I_n$ 。因此电动机不会因过流而烧毁。

实施低压短路干燥法：将 6kV、360kW JSQ 型电动机的定子三相绕组分别接上 660V 三相电源，送电烘燥，用钳形电流表测

试三相电流，其值为 23 ~ 23.5A，为额定电流的 55.9%。烘烤 1h 后，绝缘电阻已达 100MΩ；8h 后，绝缘电阻就达到 500MΩ 以上。

用 660V 电源现场烘烤 6kV 高压电动机，省力省时省费用。但在烘烤时应注意：烘烤开始 10min 内应用钳形电流表不间断地监视电流，然后每隔 10min 测试一次，发现电流异常应立即断开电源，并查明原因。采用低压短路干燥法，被干燥的高压电动机转子轴应设法固定，不能转动，以提高烘烤效率和速度。

3-3-9 利用运行中辅机电机的热风来烘烤备用辅机电机

在火力发电厂内有许多重要的辅机设备，如汽轮机的凝结水泵和循环水泵、锅炉的给水泵等。这些辅机都是采取 100% 备用的。在汽轮发电机组正常运行期间只需一台辅机运行，而另一台则处于备用状态。当运行辅机发生故障时，备用辅机立即自动投入运行，以确保发电机的安全不间断运行。为此要求备用辅机电机的绝缘电阻应始终处于良好状态。对此，一般采取的措施是：定期切断备用辅机电源线，测量其绝缘电阻；或在电动机风道口放置 500W 或 1000W 的白炽灯泡加热；或定期用装有电炉丝的吹风机来烘烤；或定期把电动机起动运行一段时间。但这些方法都要消耗电能。针对上述情况，可将同类型的两只邻近的电动机出口风道，用薄铁皮管子连接起来，如图 3-68 所示。采用运

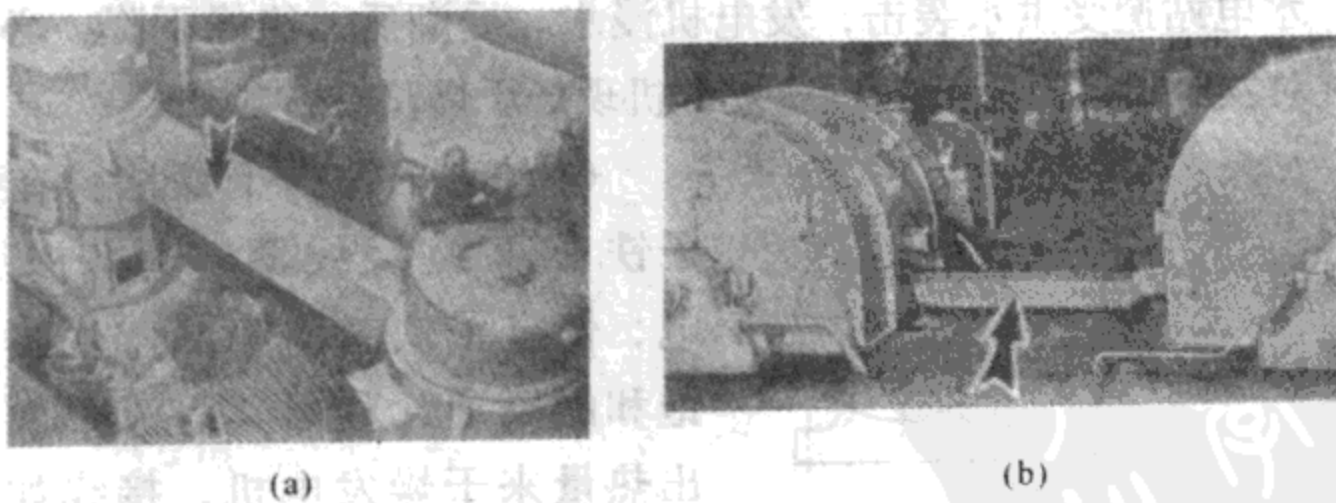


图 3-68 辅机热风烘烤备用辅机电机装置示意图

(a) 汽轮机凝结水泵；(b) 锅炉给水泵

行中电动机的热风来加热备用电动机，使备用电动机绝缘始终处于良好状态。这样既无需用灯泡或其他设备去加热，也不必因为检查其绝缘状态而切断备用辅机电源线。

3-3-10 直流电机通电干燥法

由于运输、保管不当或使用环境突变，直流电机有时会受到水淋、冷凝和水淹，引起绕组绝缘受潮，如不进行烘烤使用，会很快烧毁电机。

(1) 直流电机磁场绕组的干燥。可直接通入低压电，如绕组绝缘情况很差（对地绝缘接近零），则通电电压要低，电流控制在 $20\% I_n$ （磁场绕组的额定电流）左右。隔 $4 \sim 5\text{h}$ 后，提高电压，加大电流至约 $60\% I_n$ ；如果绕组绝缘情况较差（如对地绝缘为 $0.2 \sim 0.4\text{M}\Omega$ ），可直接通入 $50\% \sim 60\% I_n$ 。

(2) 直流电动机电枢的干燥。可由原动机拖动，将磁场电压调小，电枢短路，控制电流在 $60\% I_n$ （电枢的额定电流）左右进行干燥；亦可直接施加低压直流由于电枢进行干燥，这时电枢回路串电阻以调节电流，控制加热温度。注意用此方法的加热过程中，要经常盘动电机，以免部分换向片过热。

3-3-11 烘烤水电站发电机的常用方法

水电站遭受洪水袭击，发电机浸水、受潮后，绝缘下降，必须及时对发电机进行干燥处理。发电机现场干燥法有：

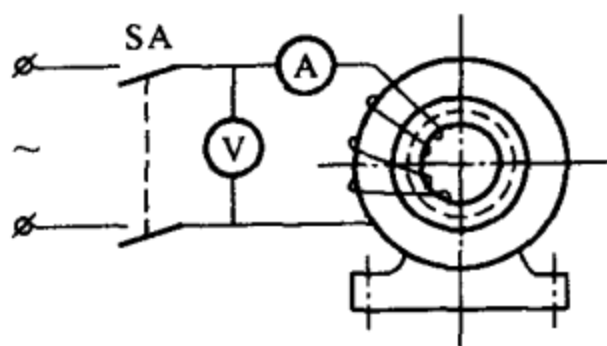


图 3-69 发电机定子铁损干燥法示意图

(1) 定子铁损干燥法：在定子铁芯上缠绕线圈，通以交流电，使定子铁芯的轭部产生接近饱和的磁通，利用其涡流损失发出热量来干燥发电机，接线如图 3-69 所示。一般定子铁芯的磁通密度约为 1T ，为此必须根据铁

芯计算缠绕线圈的匝数和截面积。

缠绕线圈的匝数

$$N = \frac{4.5 \times U}{AB}$$

式中 U ——电源电压，220V 或 380V；

A ——定子铁芯横断面积， cm^2 ；

B ——磁通密度，0.7~1.1T。

导线截面积可根据下式确定

$$I = \frac{(1.5 \sim 2.5)\pi D}{N}$$

式中 I ——电流，A；

D ——定子铁芯平均直径，cm。

电流 I 确定以后，可根据电流密度选择导线截面积。

(2) 短路电流干燥法：采用此法干燥时，将发电机定子线圈的引出线短路，接线如图 3-70 所示。然后使发电机在额定转速下运行，调节励磁电流，使三相短路电流升至额定电流的 50%~70%。维持 4~5h 后，再升至额定电流的 80%，使热空气的温度达到 65~70℃。连续干燥，直到干燥完毕。此法

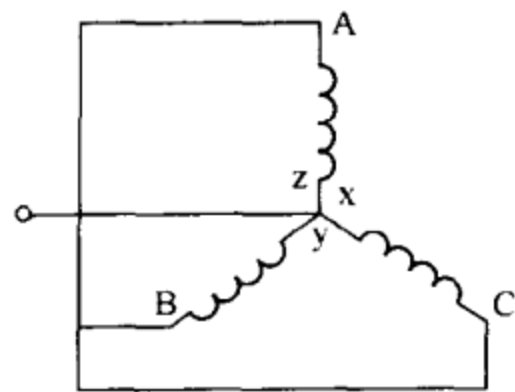


图 3-70 发电机定子线圈的引出线短路

对于独立小电站机组干燥尤为适用。但要注意有些机组采用此法干燥时，会引起端部的严重发热，因此必须密切注意端部的温度。

(3) 直流电流加热法：向定子、转子线圈通以直流电进行加热。通入定子线圈的电流一般为额定电流的 40%~80%。通入转子的电流以不超过转子的额定电流为宜。由于定子的体积较大，干燥时发热较慢，电流也较大，而且直流电对严重受潮的绕组有电解作用，所以此法不适用于浸水发电机，且一般不单独用，仅作为铁损干燥法的补充（一般发电机的转子通常采用此法

干燥)。

(4) 热风法：用专用通风机，将空气经加热器（如电炉等）加热至 $70 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 后，吹进发电机内进行加热。加热器容量 P 可由下式估算

$$P = 0.4 P_b / 100 + 20 (\text{kW})$$

式中 P_b ——发电机的额定容量，kW。

干燥发电机过程中必须注意的问题：

1) 保温：如果现场周围空气温度较低，则可以在发电机周围搭木棚并用帆布把发电机罩起来。必要时还可以用热风或无明火的电热装置将周围的空气温度提高。

2) 就地干燥时要防止发生火灾：在现场必须备齐各种消防用具（如灭火器等），不放置易燃物品，试验接线的绝缘要完整良好，明火不进入帆布棚内。

3) 严格控制干燥温度：应不使干燥温度超过一定限额，定子膛内空气温度为 $80 \sim 90^{\circ}\text{C}$ ；定子线圈表面温度为 85°C ；定子铁芯温度为 90°C 。

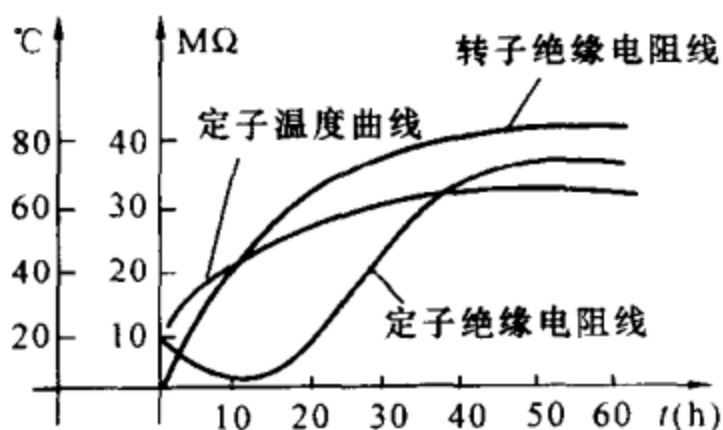


图 3-71 定子温度和绝缘电阻的变化曲线

4) 干燥：干燥时应每隔 1h 测量、记录各处的温度和线圈绝缘电阻，并绘制定子温度和绝缘电阻的变化曲线，如图 3-71 所示。从曲线中可以看出，定子受潮线圈在干燥初期由于潮气蒸发的影响，其绝缘电阻显著下降。然后，随着干燥时间的增加，绝缘电阻逐渐升高，最后在一定温度下稳定。测量到定子线圈的绝

缘电阻大于每千伏额定电压 $1\text{M}\Omega$ 、转子的绝缘电阻大于 $1\text{M}\Omega$ ，且 $3\sim 4\text{h}$ 稳定运行后，则可认为干燥工作结果。切记开始烘烤时升温要缓慢，避免来不及逸出的潮气在绝缘内部膨胀，造成机械性损伤。

3-3-12 变电所户外端子箱防潮处理

变电所多年运行的经验表明，户外端子箱由于设计、安装及运行、维护等多种原因，运行中受潮现象较普遍。户外端子箱不同程度地存在下列现象：端子箱内表面锈蚀严重，端子导线连接处生有铜绿而引起接触不良，端子之间绝缘下降，箱内表面及端子等附件上常布满结露，从而对变电所安全运行带来一定程度的威胁，甚至引发事故。

变电所户外端子箱受潮与端子箱安装位置、离地高度及箱子本身质量有关。位于电缆沟旁的端子箱，充满经底部电缆穿孔进入的电缆沟暖湿空气，箱内外温差达到一定程度时，箱内暖湿空气就会结露，露水遍布在箱内壁及端子排闸刀等设备部件上面，使箱内部件受潮，导致绝缘逐步降低。如果端子箱离地高度在 $0.4\sim 0.6\text{m}$ 左右，且底部基础两侧通风，来自电缆沟的潮湿空气，可向两侧排散，此时端子箱受潮程度可较轻。由此可见，端子箱受潮的主要原因是来自电缆沟内的暖湿空气。此外，端子箱维护不当或端子箱质量较差，箱门关不严及箱体有缝洞等，也会造成直接进雨水、进潮气而受潮。

根据端子箱受潮程度，采取以箱底堵潮、箱体上部排湿为主，加上整修或更换端子箱、更换端子排等辅助措施的综合防潮整治方法。

堵潮是在端子箱底部电缆入口处密封箱底，堵塞潮气进入箱内的空隙。在使用防潮材料方面，可选用两种材料：一是选用防火材料封堵，既可防火，又兼起防潮作用，但成本较高，且施工中要注意通风及采取防火措施；二是采用水泥木屑材料混和物封堵端子箱底部。施工中，水泥木屑混和使用体积比为 $2:3$ ，待水

泥木屑混和物硬结后，在其表面刷 1~2 次 107 胶水，以进一步提高防潮作用。试验表明，当水泥木屑体积比为 2:3 时，在空气中为不可燃材料。当端子箱底部外电缆因故障着火而延燃时，水泥木屑混合层能起到隔火作用。

排湿是在端子箱上部开槽口或圆口，以利少量潮气流通逸出。对个别仍有受潮现象的少数端子箱，可考虑在箱内加装热元件，加热排潮。

3-3-13 变压器干燥处理的方法和要求

当变压器出现下列情况：当变压器经过更换线圈或绝缘；在修理或安装的器身检查中，器身于空气中暴露的时间超过相应的规定；经绝缘电阻测量证明变压器受潮等，变压器应进行干燥处理。变压器干燥处理常用的方法如下。

(1) 感应加热法：这种方法是将器身放在油箱内，外绕线圈通以电流，利用油箱壁中涡流损耗的发热来干燥。此时箱壁的温度不应超过 115~120℃，器身温度应不超过 90~95℃。

为了缠绕线圈的方便，应尽可能使线圈的匝数少些或电流小些，一般电流选 150A，导线可用 35~50mm² 的导线。油箱壁上可垫石棉板条多根，导线绕在石棉板条上。

(2) 热风干燥法：这种方法是将器身放在干燥室内通热风进行干燥。干燥室应尽可能小些。壁板与变压器之间的距离不要大于 200mm，壁板内面铺石棉或其他防火材料。可用电炉、蒸气蛇形管、地下火、炉火墙等加热。

进口热风温度应逐渐上升，最高温度不应超过 95℃，在热风进口处应设过滤器或金属栅网以防止火星灰尘进入。热风不要直接吹向器身，应尽可能从器身下面均匀的吹向各方面，使潮气由箱盖通气孔放出。

(3) 烘箱干燥法：若修理场所有烘箱设备，对小容量变压器采用这种方法比较好。干燥时将器身吊入烘箱，控制内部温度为 95℃，每小时测一次绝缘电阻。烘箱上部应有出气孔，用来放出

蒸发出来的潮气。

干燥过程中应有专人看守，并要特别注意安全。

不管采取哪种方法加热干燥变压器，干燥处理的基本要求有三条：

(1) 在无油时变压器器身温度不得高于 95°C ，在带油干燥时油温不得高于 80°C ，以避免油质老化。如果带油干燥不能改善绝缘电阻时，应采用无油干燥法。

(2) 采用带油干燥法时，应每 4h 测量一次绝缘电阻和油的击穿电压。当油击穿电压呈稳定状态，绝缘电阻值也连续 6h 保持稳定，即可停止干燥。

(3) 干燥时如不抽成真空，则在箱盖上应开通气孔或利用油门孔等使潮气放出。

3-3-14 变压器零序电流干燥法

零序电流烘烤变压器的具体方法，就是利用单相交流电源通入变压器的线圈，使每相产生等值、同相、同方向的磁通，用涡流作用而发热，驱出线圈中的水分。它和利用“短路电流法”在原理上和方法上完全不同，因为在“短路电流法”中，热的来源完全是靠线圈的 I^2R 损失。但零序电流法则由铁的涡流损失作为热的主要来源，而线圈的 I^2R 损失的发热则为次要的。因此所需要的电流远不及“短路电流法”大，并且只需用单相电源。

大家知道，任何变压器的铁芯构造为使磁通得到磁阻最小的回路，用硅钢片叠成避免因涡流而发热。但是要用“零序电流法”干燥变压器，其目的是要在变压器内部产生热量，所以相反地要造成发热的条件。因此，我们的方法不但不使磁力线在硅钢片中构成回路，并且要使这些磁力线向不是由硅钢片叠成的铁的部分（如外壳、螺丝、压铁等）通过，而在这些铁的部分产生涡流而发热，达到干燥变压器的目的。这就是零序电流干燥法的基本原理。图 3-72 所示为一芯式单相变压器；图 3-72 中只绘出低压线圈。当单相电源加于 a、b 时，两边铁芯线圈在任何瞬时

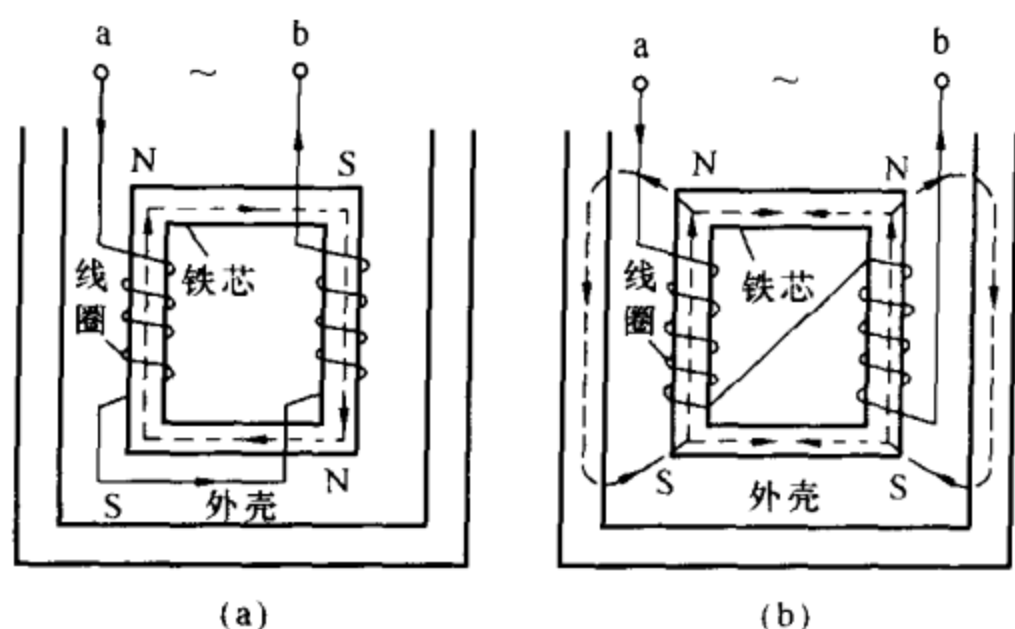


图 3-72 单相变压器干燥接线图

- (a) 磁力线在迭片中构造回路；
(b) 磁力线在迭片中不成回路

通过的电流方向相反，但却构成了磁力线的回路，如图 3-72 中虚线所示。因为磁力线在迭片的铁芯中通过，所以没有多量的热发生，如图 3-72 (a) 所示。如果调换接线方式，如图 3-72 (b) 所示，那么情形就不同了。即在任何瞬时两铁芯所产生的极性相同，使两铁芯内所产生的磁力线互相抵销，结果铁芯不能做为磁力线回路，因而迫使这些磁力线越过空隙从外壳或螺丝、压铁上构成磁的回路发生涡流和热量。如图 3-73 所示为三相变压

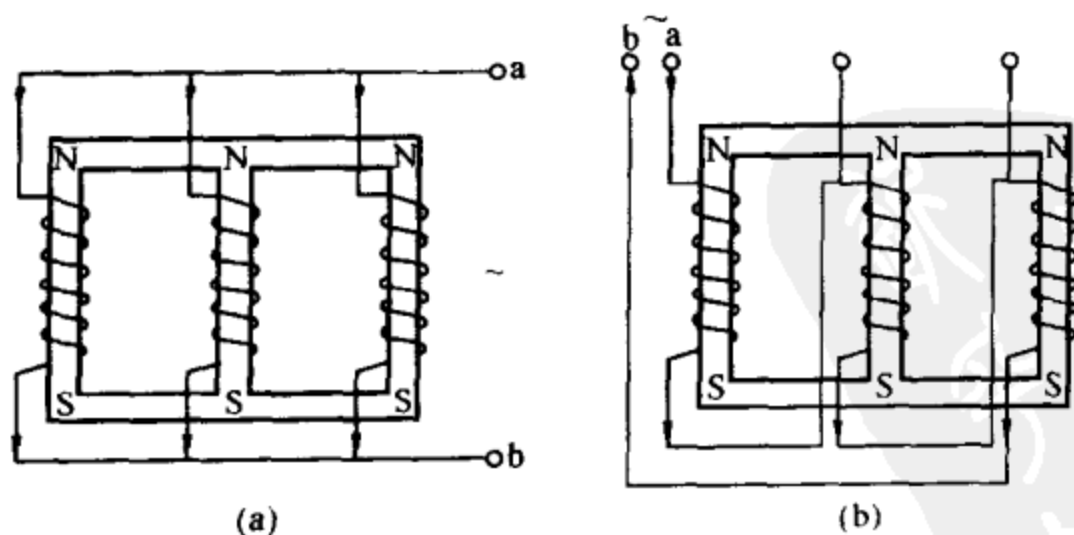


图 3-73 三相变压器干燥接线图

- (a) 三相 Y 连接图；(b) 三相 Δ 连接图

器干燥时的接线法，当然不限定凡是 Y 接法一定用并联，而 Δ 接法用串联，不过为了接线的方便起见，当变压器的线圈为 Y 接法时用并联法和在 Δ 接法时用串联法，比较便利减少拆卸、焊接的麻烦。

零序电流干燥法通电干燥时，只利用高压或低压线圈二者之一为励磁线圈，其余一侧线圈则搁置不用。如图 3-74 所示，利用变压器高压绕组，通入 380V 交流电来加热。即将高压绕组 A、B、C 端并联，并联后的高压绕组另一端借用低压侧中性线 N 的套管接出；低压侧 a、b、c 开路。但

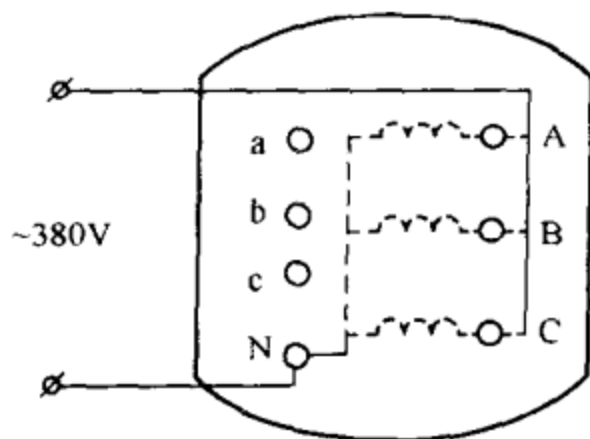


图 3-74 变压器零序干燥法示意图

必须注意若不用的高压或低压侧线圈为 Δ 接法，则必须使其开口，避免在线圈中产生环流。并且最好三个都开，避免感应电压太高，损坏绝缘。究竟应该用高压还是低压线圈作为励磁线圈是没有规定的，主要是考虑所用的零序电流和电压不要超过线圈的额定电流和电压。如果符合这两个条件，则无论高低侧线圈都可以利用。

表 3-3 零序电流干燥法需用电功率

变压器容量 (kVA)	需要电功率 (kW)	
	有保温设备	无保温设备
50 ~ 315	1.5 ~ 3.5	2 ~ 4
500 ~ 1600	5 ~ 7.5	7 ~ 10
2500 ~ 6300	8 ~ 12	12 ~ 14
8000 ~ 16000	12 ~ 16	16 ~ 18

在决定选用单相电源的电压时，先要估计干燥时需要的电功率。表 3-3 所示可作参考。需要功率 P 决定后，可用公式： E

$= \sqrt{\frac{PZ}{\cos \varphi}}$ 求得适用电压，其中， Z 为三相串联或并联后的阻抗，

可用测量法求得。功率因数 $\cos\varphi = 0.5 \sim 0.7$ ，按照公式求出的电压与设备电源电压很可能有些出入，则应尽可能采用相近似的电源电压，不过在外壳保温工作上加以注意，调节适当，使内部线圈温度不太高或太低。

干燥时，真空处理也很重要，为防止开始干燥时水分蒸发过快，损坏绝缘，影响寿命，宜在变压器温度达到 60°C 以后，开始抽真空，并将真空度逐渐提高，并注意勿使变压器油箱产生永久性变形或损坏。在整个干燥期中，真空泵应保持运行，并每隔 12h 破坏一次真空，以便新鲜空气进入，促进水分蒸发。另外，干燥期间应随时监视油箱温度，勿使变压器内部温度超过 95°C ，并且每小时测定一次绝缘电阻，当绝缘电阻上升到一定限度不再上升达 48h，即可认为干燥基本结束。

变压器干燥完毕后，待冷却到 40°C 时再加油，以免在高温下加油线圈收缩太大，影响寿命。变压器经干燥后，应进行规定的试验方可投入运行。

3-3-15 集零序电流法、油箱铁损法及短路电流法的优点 加热干燥变压器

此法集中了零序电流法、油箱铁损法及短路电流法的优点，干燥变压器的接线方法如图 3-75 所示。将三相 Y/Y 接法变压器的三个高压线圈以头尾相接的方式串联起来，接至 220V 或 380V 的单相交流电源上，在低压线圈内就会感应出零序电压来。再用

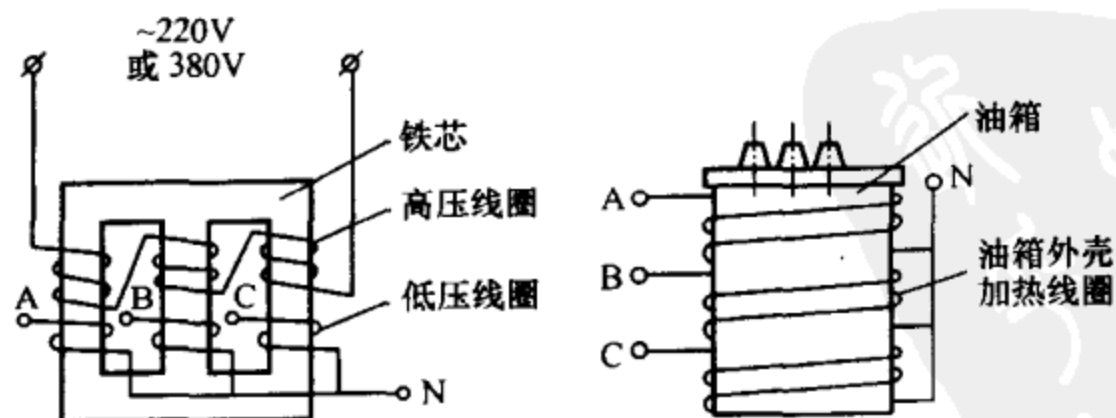


图 3-75 零序电流、油箱铁损、短路电流
三法干燥变压器接线图

该零序电压作变压器外壳所缠绕的加热线圈的电源。这种接线法使变压器的高压线圈、低压线圈、油箱外壳的加热线圈中都有电流，油箱外壳、铁芯、铁质附件中都有零序磁通，从而使变压器到处都有热源，加热较均匀，同时可以缩短干燥时间、提高干燥质量。

此综合法中，增减变压器外壳所缠绕的加热线圈的圈数可调节低压线圈和加热线圈中的电流，同时也就调节了高压线圈的电流及零序磁通的大小。

例如，变压器容量为 1000kVA，高压侧电流 91.6A，低压侧电流 1445A，满载阻抗压降（75℃）5.56%。在油箱外壳上缠绕 9 组线圈，除靠箱盖与靠箱底的两组为 4 圈外，其余的每组 3 圈。9 组线圈再按每组电流的大小进行搭配，分成大体均等的三大组后并接于变压器低压侧的三相出线端上。电流约为低压线圈额定值的 2/3。圈数多少是按所用导线的载流量，边缠绕、边通电、边用钳形电流表测定的。由于这个零序电压很低，无碍安全。该法须将变压器的线圈端接头拆开，所以对于必须“吊芯”修理的变压器较适用。

3-3-16 变压器的真空热油喷雾干燥法

真空热油喷雾干燥法的装置和作用原理如图 3-76 所示。在装配完的变压器油箱底部，注入少量绝缘油至不淹及线圈处，然后通过滤油器经油循环泵引出，并把油通过热交换器加热至 100~110℃，再把热油通过喷雾头喷成雾状，均匀地散布于变压器机体内。散布的热油形成薄膜状落于绕组表面。在此过程中，绝缘油的热量向绕组内部传导。同时落于油箱底部的绝缘油，由于已把部分热量传给了绕组而降低了温度。再把油箱的底部的绝缘油不断地经由循环泵引出，连续反复进行如上所述的循环加热，使线圈部分温度上升，引起水分迅速蒸发。

同时，一方面用真空排气装置，使油箱内经常保持着 666.6Pa（5mmHg）以下的真空度，以防止热绝缘油因温升而变

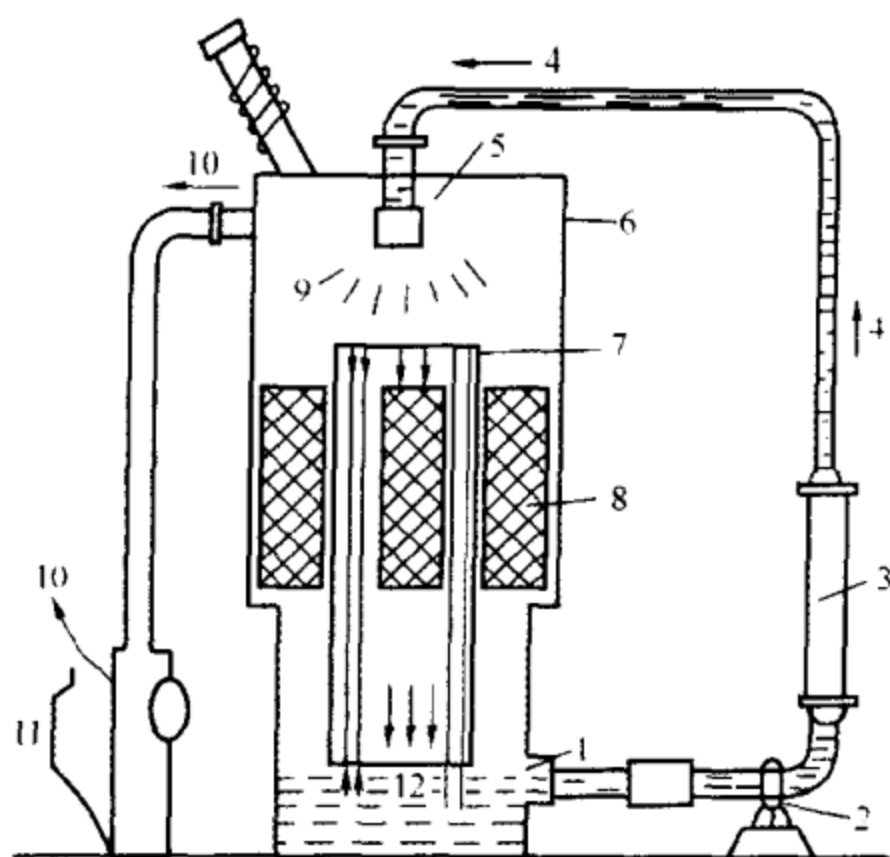


图 3-76 真空热油喷雾干燥法系统图

- 1—滤油器；2—油循环泵；3—热交换器；4—热油；
5—喷雾头；6—变压器外壳；7—铁芯；8—绕组；
9—喷雾油；10—排气；11—排气装置；12—油

质，并可降低油箱内水蒸汽的压力，使线圈内部的水分迅速扩散蒸发，并使蒸发的水分随真空排气装置而向油箱外排出。

真空热油喷雾干燥法具有以下 4 方面的优点：①大大缩短干燥时间。一般热风——真空干燥法要 8~14 天，采用真空热油喷雾干燥法只要 3~5 天即可；②干燥准备工作简单，不需要大型的干燥设备；③变压器油不致变坏，并可就地进行干燥；④充分清洗变压器内部。

3-3-17 受潮电力变压器带负荷干燥

电力变压器是变电站（所）的心脏，它的健康状况如何，关系到电网的安全运行。变压器使用的有机绝缘材料，如绝缘纸带、布带、绝缘筒等大多属多孔性纤维材料，在毛细管作用下，容易吸收水分。如果密封不严或呼吸器内吸潮剂失效，就会使带

有水分的潮湿空气进入变压器内。绝缘油劣化也会析出水分。这些都会使变压器受潮，降低绝缘性能。受潮的变压器介质损耗和泄漏电流会增大，遇到过电压时就可能造成绝缘击穿而发生事故。因此，对受潮的变压器要及时进行干燥。最及时的方法是真空喷雾装置带负荷干燥法。

(1) 工作原理：根据水分在油纸绝缘中的平衡原理，变压器内的油纸两种物质的含水量随油箱内的温度变化而变化，在恒定温度下，各自含水量趋向平衡。低温时纸中的含水量较高温时高，而油中的含水量较高温时为低。用真空喷雾法干燥变压器，就是不停电的情况下，首先将油加热到尽可能高的温度，使纸中所含水分转移到油中，然后在负压状态下，使油中的水分变为水蒸气，并经冷却成水滴后排出，以达到干燥的目的。

(2) 操作方法：采用真空喷雾装置干燥变压器的流程如图 3-77 所示。把干燥用的真空喷雾滤油机与运行变压器的油路连接好，然后将运行中的热油自变压器底部抽出打入真空喷雾干燥罐内。经喷嘴喷出雾化，油雾化后其中水分蒸发成水蒸气，由真空泵抽出至冷凝器成水滴排出。去除水分的油再打回变压器上部。如此不断循环，经过一定时间后，变压器中的油、绝缘纸、隔板的含水量便会降低，使变压器电气绝缘水平得以提高。

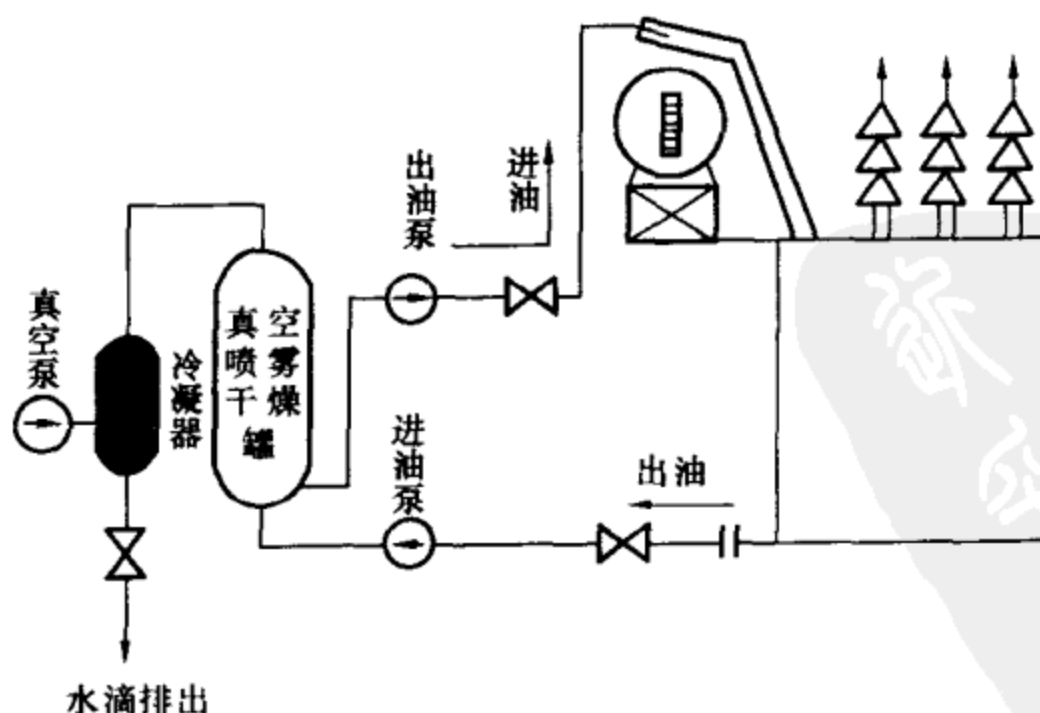


图 3-77 真空喷雾装置干燥变压器的流程图

(3) 安全注意事项：①带电干燥变压器应与电力调度部门取得密切联系，注意运行方式，严格监视负荷变化；②变压器及其进出油路要严格密封，防止进水及潮气；③变压器干燥过程中气体保护应退出运行；④变压器干燥是连续性很强的工作，要有严密的组织措施。值班人员要认真监视变压器的运行状况，应特别注意变压器油位，必须始终保持在正常位置。变压器上层油温应控制在 $70 \sim 85^{\circ}\text{C}$ ；⑤真空喷雾罐内的油位、油温和油压必须正常并应严格监视。油管道连接应牢固可靠，不能有渗漏现象；⑥其他注意事项可根据现场实际情况进行补充。

3-3-18 电力变压器现场硅胶干燥除潮法

电力变压器因故受潮后，经过一些方法进行干燥处理，但未得根本治理的情况下，可在停电检修期间采用硅胶干燥除潮法现场处理受潮变压器。具体操作方法步骤如下：

(1) 将受潮变压器中的全部变压器油抽入贮油罐，放净箱底和散热器中的残油，封好各阀门。

(2) 用孔隙较大的布做十几个直径 100mm 左右的布袋，袋长和变压器的线圈高度差不多。并装入筛过的干燥硅胶，扎牢袋口，然后装入塑料袋中防潮待用。

(3) 打开变电器人孔，将硅胶袋（脱除塑料袋）固定在线圈四周，应当悬挂牢固，无人孔的可以吊芯悬挂。

(4) 封好人孔或器身，适当用电焊机加电短路线圈另一侧加热，提高干燥速度。但要注意加热电流值不得超过该侧额定值的 $1/5$ ，过大可能会造成局部过热绝缘受损。

(5) 在干燥过程中定时停电用兆欧表测试绝缘电阻，以掌握干燥进程。一般有 36h 便可达到相当满意的效果。

电力变压器现场硅胶干燥除潮法的工作原理和效果如下：

电力变压器器芯受潮后带油除潮的方法一般是很缓慢且有限的。其原因是水不溶于油，铁芯、线圈包扎物、绝缘材质纤维等中的水在有变压器油封住其微小孔隙的情况下难以向外扩散，因

而只能达到表面除潮，一经运行即回潮恶化。但在变压器放出油后，一般规定不得超过 8h，原因是处理不当就会吸潮，使绝缘更趋恶化，非在烘干室或真空条件下不可采取。

变压器现场硅胶干燥除潮法实质上是将变压器油箱当作了特别干燥室。排油后，水分很利于蒸发，由于硅胶的吸潮过程是单方向的，降低了水分的蒸发压力，形成了高度干燥的局部环境。由于器身是密闭的，器身内的相对湿度很低，因而很利于变压器芯的干燥。适当的送电加热，提供了水分蒸发所需的能量，就更加快了干燥除潮的进程。

综上所述可知，电力变压器受潮后采用硅胶干燥除潮法简便易行，时间短，处理较彻底。使用后的硅胶烘干后还可再用于其他方面，因而这也是一种较为经济的方法。

3-3-19 外壳涡流真空不带油干燥变压器

外壳涡流真空不带油干燥法，即在变压器油箱外壁缠绕线圈通以电源，使油箱产生涡流损失发出热量来干燥变压器。干燥在无油与抽真空状态下进行，抽真空是使被干燥的变压器内水分蒸发后易抽出，从而加快干燥速度。其具体操作方法和步骤如下。

(1) 干燥前先拆下变压器的一、二次母线，放出变压器油，吊下散热器、油枕、防爆筒等，然后将变压器搁高。

(2) 准备一台真空泵，并进行试运行达正常。

(3) 在变压器油箱外壁四周立好木板条，用于缠绕励磁导线。为防止导线受热松弛而造成短路，在木板条上钉上铁钉，使缠绕导线相互分离。为使干燥温度上下均匀，下半部应缠绕全部圈数的 2/3，上半部缠绕 1/3，呈下部密、上部稀的状态。即在木板条上钉铁钉时的原则。同时进行计算有关数据。

1) 干燥所需功率

$$P = 12S(100 - t) \times 10^{-3}(\text{kW})$$

式中 S ——变压器油箱总面积， m^2 ；

t ——周围空气温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

2) 缠绕线圈所占外壳面积

$$S_0 = Lh(\text{m}^2)$$

式中 L ——油箱外壳周长 (加木板条), m;

h ——缠绕线圈所占侧面积高度, m。

3) 单位面积的电力消耗

$$\Delta P = P/S_0$$

4) 缠绕匝数

$$N = KU/L$$

式中 U ——缠绕线圈两端电源电压, V;

K ——常数 (根据 ΔP 值, 由电工手册中查得)。

5) 干燥时的励磁电流

$$I = aNh/N$$

式中 aN ——外壳每 1cm 高所需的安匝数 (电工手册中查得)。

根据计算所得将励磁导线线圈缠绕好后, 用油毛毡搭好栅子, 将变压器围起来, 四面各留一个观察口。

(4) 为了可靠监视变压器的温度, 应在外壳、油箱顶部各装设温度计, 并将测量绝缘电阻的引线从顶部引下接于兆欧表, 以便于随时测量变压器的绝缘电阻的变化情况。

(5) 接好真空管路后, 为保证温度上升快些, 在变压器底部装置电炉 (10kW 左右, 电炉底垫好耐火材料), 作为辅助加热设备。

(6) 变压器干燥时, 防火问题很重要, 所以在现场应作好防火措施, 备置足够的灭火器具。

3-3-20 油浸式互感器自身绕组通电加热——真空烘干法

油浸式互感器 (电压、电流) 受潮, 介质损失过大, 有的被迫从系统里退出, 有的则会发生爆炸, 给安全发供电带来严重威胁。受潮的互感器常规修复方法是把互感器解体放在烘室里进行烘干处理, 修理起来工序复杂, 且时间长。而且多数企业不具备修复条件。所以, 互感器受潮后只能更换新的, 这样便造成了很

大的浪费。对此可采用互感器自身绕组通电加热——真空烘干法进行驱潮修复，其烘干除潮的原理：根据变压器短路加热原理，在受潮的互感器绕组里加入一定的电流，使其从导体内部发热向外驱潮。为了加快驱潮速度，利用水在真空中沸点低的原理。采用真空泵将互感器瓷套内抽真空（瓷套内油放尽，并封闭好）的方法。当绕组随着所加电流值增大和时间延长，温度会逐渐升高，潮气被驱出，并随时被真空泵抽走，可达到烘干的目的。

(1) 互感器自身绕组通电加热——真空烘干法所需烘干设备及干燥过程如下：

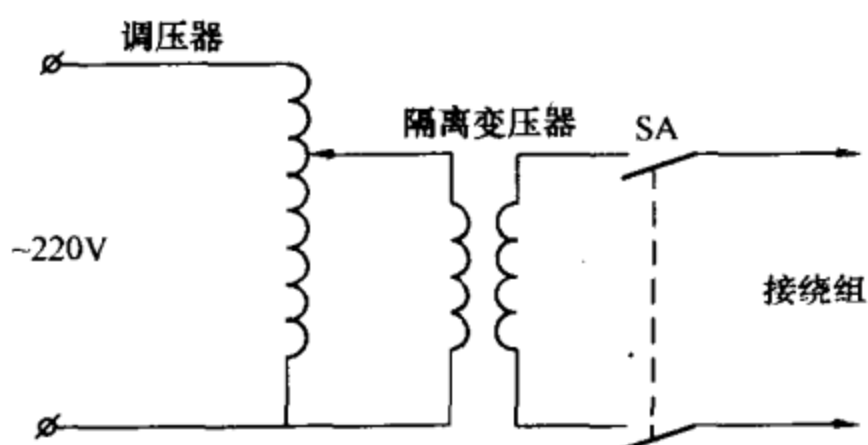


图 3-78 烘干设备电源接线图

烘干设备需要隔离变压器、真空泵、调压器（容量根据情况而定）各一台。电源接线如图 3-78 所示。真空泵的抽气端装在互感器的顶端，如图 3-79 所示。一切准备好后，先接通烘干设备电源，电流值逐步上升，约经过 5h，使绕组温度达到 70℃ 左

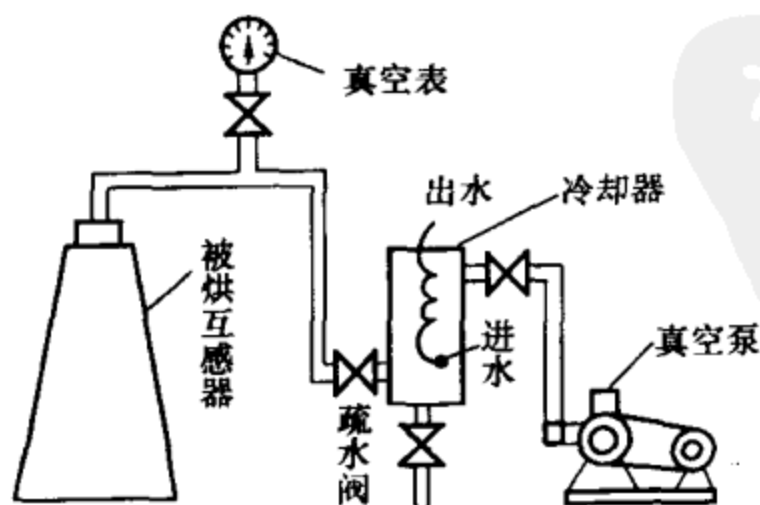


图 3-79 真空泵安装示意图

右时，开启真空泵抽真空，真空度保持在 80kPa 及以上，停止升电流。烘干时间可根据互感器的受潮程度及实际经验确定，受潮严重的一般需要 60 ~ 70h。当干燥到认为可以后，切断烘干电源降温。在降温过程中，真空泵应一直运行着，直到温度降到高于环境温度的 10℃ 时，开始真空注油，整个真空注油时间应不少于 90min。注油后继续抽真空 10h，再静止 24h 后作全面试验检查。

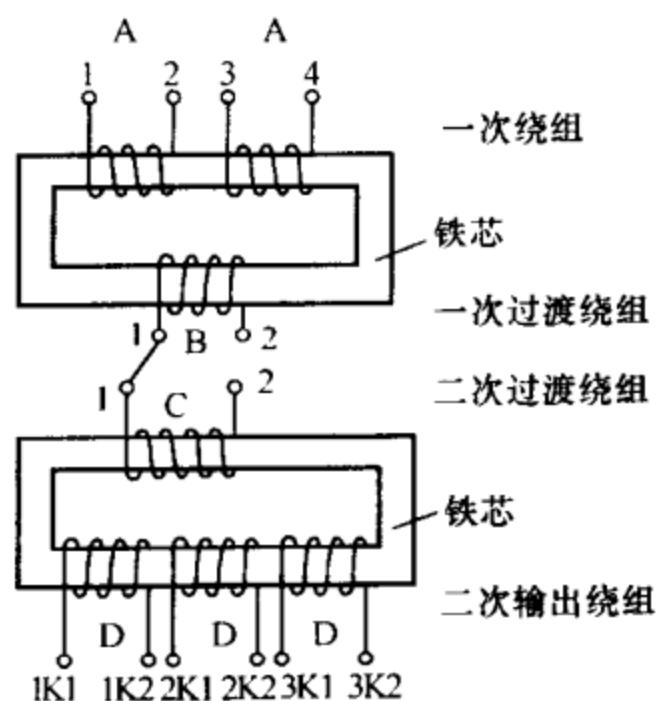


图 3-80 电流互感器
内部接线图

(2) 给互感器绕组施加加热电流的几种方案。互感器的种类、型号较多，构造也各不相同，所以在驱潮时要根据各台设备的具体情况确定烘干方案。现以 L-110 型 110kV 的电流互感器为例，介绍两种施加加热电流的方案。L-110 型 110kV 电流互感器内部接线如图 3-80 所示。绕组的接线方式为：

1) 变比为 150/5 时，A 绕组 1 和 3、2 和 4 接通，B、C

绕组 1 和 1、2 和 2 分别接通。

2) 变比为 75/5 时，A 绕组 3 和 2 接通，B、C 绕组 1 和 1、2 和 2 分别接通。

绕组加电流方案 1：从一次 A 绕组的 1 和 4 端加电源，2 和 3 端接通；B、C 绕组 1 和 1，2 和 2 分别接通；D 绕组 1K、2K、3K 短路接地。接通烘干电源，绕组 A 通电流 64A，二次 D 绕组电流有 4A，烘干 70h，真空度保持在 93kPa，A 绕组的温度保持在 75℃ 左右。如一台同型号规格的电流互感器采用此方案烘干。烘前试验：温度在 30℃ 时，绝缘电阻 7.5MΩ， $\text{tg}\delta$ 值 6.3%；烘干后试验：温度在 28℃ 时，绝缘电阻 10000MΩ， $\text{tg}\delta$ 值 0.8%。

绕组加电流方案 2：从二次 D 绕组加烘干电源，将一次绕组 A 的 2 和 3、1 和 4 分别短接；B、C 绕组 1 和 1、2 和 2 接通；D 绕组的 1K、2K、3K 并联，加电流 15 ~ 20A，一次绕组 A 有电流 70A 左右。烘干 70h，真空保持在 93kPa，一次绕组的温度在 80℃左右。如一台同型号的电流互感器采用这种加电流方案，烘干前试验：温度在 25℃时，绝缘电阻 15MΩ， $\text{tg}\delta$ 值 7.5%；烘干后试验：温度在 27℃时，绝缘电阻 2500MΩ， $\text{tg}\delta$ 值 0.5%。

不论从一次绕组或二次绕组加电流，烘干效果和时间都差不多。一般情况下应从低压绕组加电流，因为所用设备容量小，来回搬运轻便。若只烘干一次绕组，可从 B、C 过渡绕组处拆开，从 B 绕组 1 和 2 加烘干电源。好处是其他绕组不再受热耗电，烘干的速度和节电效果较显著。缺点是增加拆线工作量。结构相同的其他电压等级的互感器受潮，也可用这种方法烘干，但必须注意加电流应适合绕组允许值，以防损坏绕组绝缘。

(3) 烘干过程中注意事项：

1) 烘干时测温度，开始时 0.5h 测一次，待稳定后改为 2h 测一次。

2) 对于被烘干绕组不能直接测温度的，可采用测量通电绕组的电阻值来换算成温度，具体计算公式如下

$$R_t = R_0 + kR_0(t - t_0), t - t_0 = (R_t - R_0)/kR_0$$

式中 R_t ——加热绕组的电阻值；

R_0 ——加热前绕组的电阻值；

t_0 ——开始烘时的环境温度；

t ——绕组加热后的温度；

k ——温度系数。

测量加热后的绕组电阻时，要适当快些，可获得准确值。

3) 每隔 1h 测一次绝缘电阻，在测试过程中，会发现绝缘电阻开始是降落的，以后重新上升。在抽真空状态下，绝缘电阻值始终不会太高，待几小时后保持稳定即可。

4) 烘干快要结束时，可有意破坏几次真空，使干燥均匀。

5) 电流互感器的一次线圈匝数少，短路电流大，易发热，在控制温升时，要严格监视短路电流，一般在额定电流的 100% ~ 120% 时，根据电阻值折算平均温度在 70℃ 左右。

3-3-21 交联聚乙烯电缆的除水充氮干燥法

交联聚乙烯电缆进入水分后在电场的长期作用下会产生树枝状放电而导致塑料绝缘击穿。因此，电缆中渗有水分就会在电缆中留下重大隐患，严重地威胁着电缆线路的正常安全运行。因此，在贮藏、运输、敷设中要防止水分进入电缆，如果电缆中已经有了水分就要设法排除，以清除隐患保证安全运行。交联聚乙烯电缆的除水干燥处理方法和步骤如下：

(1) 抽去电缆线芯中的水分。当电缆线芯中有较多的水时，应先排除明显的水分。处理线芯内部的水，可用真空泵吸出线芯内部的水。如图 3-81 所示，离电源较近的电缆一端（以下称甲端）接上真空泵，电缆另一端（以下称乙端）做好封闭。当真空度在 533 ~ 400Pa (4 ~ 3mmHg) 时即可见水分进入溢水缸内。

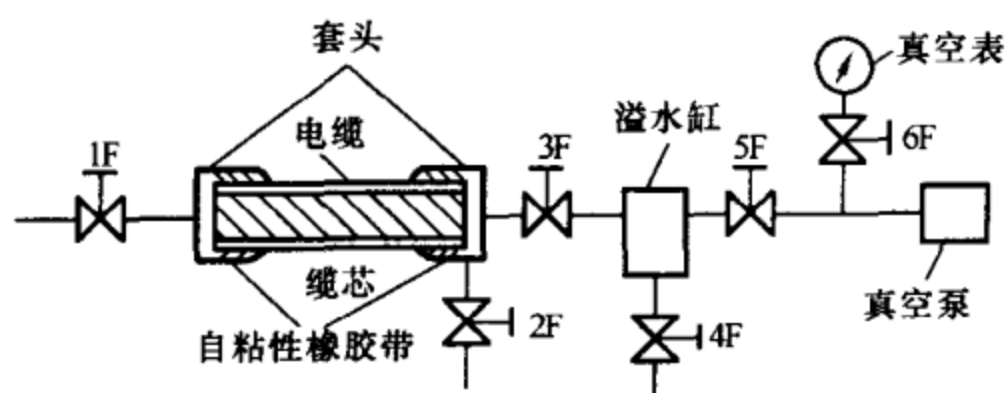


图 3-81 用真空泵吸电缆缆芯内部的水示意图

如图 3-81 所示连接，套头可用透明材料，套在电缆上用自粘性橡胶带包绕扎紧封闭。乙端封闭后打开甲端 3F、5F 两个阀门，关闭 2F、4F、1F 阀门，开启真空泵抽真空。待抽一段时间后再打开 6F 阀门读真空度数值（要防止水进入真空表内）。溢水缸为透明容器，当缆芯中水分多时，真空度很低情况下便可看到水不断地进入溢水缸，到一定容量时（溢水缸内水位达阀门 5F

的下口), 通过 4F 阀门放水, 但在放水时要先关闭 3F、5F、6F 阀门后再打开 4F 阀门。进入电缆内部的水处于平衡状态时, 缆芯内部的压力等于外界环境的压力。在抽真空时电缆内部的水就会受到一个压力差, 使水向压力低处移动。在抽真空时被抽物内腔形成一负压, 如放水时直接由 4F 阀门破真空放水, 这样溢水缸中的水会被倒吸进缆芯内或进入真空表和真空泵内。所以在要放水时, 在打开 4F 阀门之前必须先关闭 3F、5F、6F 阀门。再抽时先关闭 4F 阀门后开启真空泵, 待抽到一定真空度时再开启 3F、5F、6F 阀门。如此循环操作直至水分明显消失, 即看不到明显水滴进入溢水缸。

(2) 充氮干燥缆芯。当看不到有明显水滴时, 并不表明缆芯中已无水分。因为电缆敷设在地下并不是绝对平直的, 而是总有高低起伏, 水常沉积在低洼处。当水珠得不到压力差或压力差小于其阻力时, 水珠就不会定向移动, 也就不会被吸出。在这种情况下, 乙端接上氮气瓶让氮气充入缆芯, 将这部分水逐步移向甲端以达到缆芯内部干燥的目的。工作原理如图 3-82 所示, 充氮干燥过程如下:

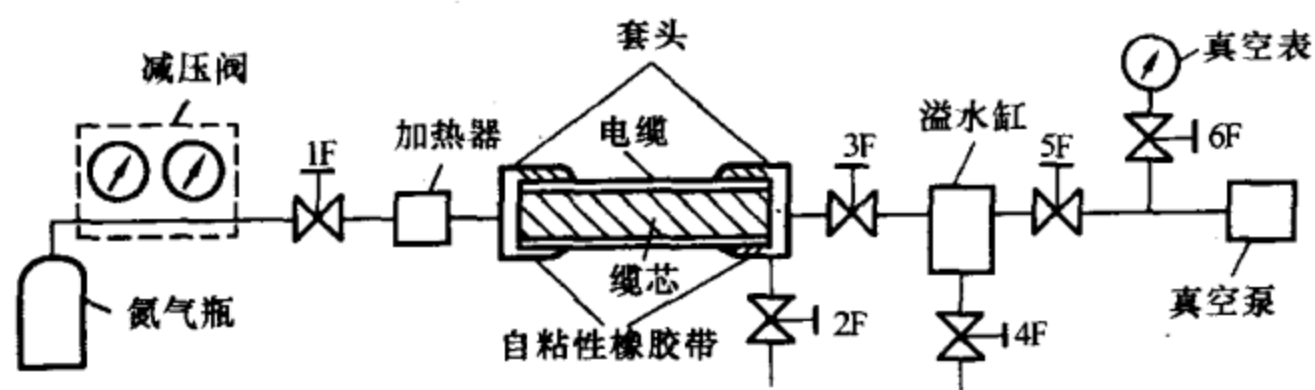


图 3-82 交联聚乙烯电缆的除水充氮干燥过程示意图

氮气通过减压阀来控制氮气输出的压力。压力要选择适当, 一般在 0.034MPa (0.35kgf/cm^2)。在甲端观其出来的水分, 如果未发现水出来, 可将充入气体的压力作适当的提高直至发现有水分为止, 然后停止供气, 保持真空 1h, 重复循环直至甲端看不到水分。

氮气通过 1F 阀门进入加热器，氮气加热干燥后进入缆芯将水分向甲端赶去。同时再开真空泵抽真空。这一送一吸将缆芯内部水分清除出来。此时被排出的少量的水可直接开启 2F 阀门进行放水。这样反复几次直至无明显的水滴时停止充氮。在甲端再抽真空，真空度要达到 13.3Pa (0.1mmHg) 以上并能保持一段时间（真空度不跌下来），才算干燥处理完毕。

加热器使氮气加热干燥进入线芯，但其温度要控制在交联聚乙烯电缆的允许运行温度之内，决不允许过高。加热器用电热丝进行加热，用恒温仪来控制加热温度。

3-3-22 被水浸泡过的电子设备检修法

电子设备因某种原因被水浸泡后，其检修方法如下：

(1) 放电：首先将被水浸泡过的电子设备中所有电池立即拆出，否则，由于电解作用，一两天内就会把带电部分的印制板及元器件腐蚀坏。取下电池后，还要拆下 CPU 极，检查上面是否有 5.5V，0.047 μ F、0.47 μ F 或 1 μ F 的大容量电解电容器。如果有，必须用 100 Ω 左右的电阻短接放电。

(2) 清洗：被水浸泡过的印制板上如果有脏物，可用软毛刷蘸清水洗刷。如果印制板表面已干又无脏物，可用医用棉球蘸 99.9% 浓度酒精挤干后局部擦拭清理，千万不要用酒精棉球沾酒精作大面积清洗。因为酒精能溶解助焊剂及印制板保护膜，且在烘干后会留下白色像泥巴一样的附着物。

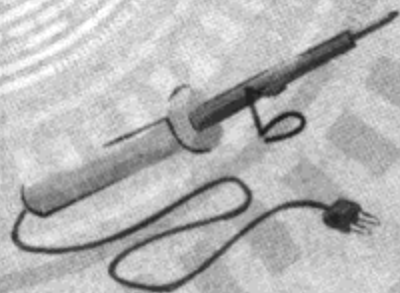
(3) 烘烤：印制板清理干净后，应迅速进行烘烤。将其放入烘箱内，温度控制在 50 $^{\circ}$ C 烘烤 1~2 天。至于接触器、变压器等外围设备，应用 90~100 $^{\circ}$ C 的温度实施烘烤，时间也是 1~2 天。特别是大容量的变压器，即使测量绝缘电阻是合格的，也要烘烤够时间后才能投入使用，否则容易发生匝间短路。

(4) 上机组装前检查：烘干后的印制板，需经仔细检查后才能装机试运行。检查是否有碰伤、断裂的元件、底板，清洁是否干净。特别是一些高频线路印制板，如电子清砂器的检测头等，

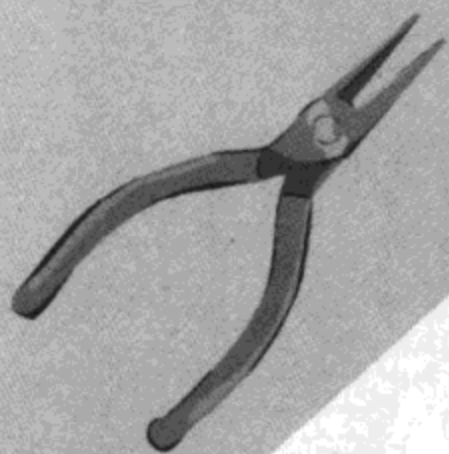
一定要清洁得十分干净才能使用，否则会产生故障。对于清洗得不够干净的部位，可用医用药棉蘸少量 99.9% 浓度的酒精挤干后擦拭。

检修实践表明，经上述四步骤处理后的被水浸泡过的电子设备，有 95% 的电子设备能恢复使用。只是在投入运行的半年内故障率高些，以后便能恢复到正常水平。





电工检修经验荟萃



4-1 快速熟悉生产设备电气 线路图的一种方法

在生产实践中，常常出现由于电工对生产设备的电气线路图不明瞭、不清楚、不熟悉而造成检修时查找故障无法下手或出现失误，以致延迟检修工作时间。有丰富实践经验的电工师傅们阅读生产设备电气线路图的方法是：在懂得图例和文字符号含义及标注方法的情况下，抓住配电线路的“脉络”识读。如同提衣服要提衣领，衣领一提前襟、后背和袖管就能分清了。阅读生产设备电气线路图的程序如表4-1所示。按此方法阅读生产设备电气线路图，有助于提高电工的工作能力和工作效率；对检修时查找故障点有很大作用。实践证明此方法是电工快速熟悉生产设备电气线路图的好方法。

表 4-1

阅读生产设备电气线路图程序表



4-2 推广使用 660V 供电系统时电动机、 变压器的改接线方法

660V 供电系统与 380V 相比具有基建投资少、输电能力高、输电质量好、降低电能损耗、节约有色金属、降低成本、安全可靠等优点，在大中型工矿企业中使用，可收到较大的经济效益。充分利用原 380V 系统中现有的电气设备作 660V 设备，是推广使用 660V 供电系统的一个重要措施。

660V 是 380V 的 $\sqrt{3}$ 倍，更改 380V 接线后大部分可以用于 660V。380V 的电气设备改成 660V 后，原有漏电电路与空气间隙基本上符合 660V 要求。660V 电气设备的耐压试验标准虽较 380V 高些，但高得有限，380V 的电气设备完全可以承受，现将 380V 电动机、变压器使用于 660V 供电系统的改接线方法叙述如下。

1. 电动机

(1) 由 Δ 形接法改为 Y 形接法：这是最简单的改接法。660V 电压是 380V 的 $\sqrt{3}$ 倍，660V 供电系统中的相电压为 380V。各种 Δ 形接法的电动机（如 Y 系列）改为 Y 形接法，便可以用于 660V 的供电系统。此种改接法的电动机绕组匝间电压和电流密度不变，改接后电动机的起动力矩和功率不变。

(2) 由二路、四路 Y 形改为 660V 内 Δ —外 Y 混合接法：二路或四路 Y 形接法的电动机可改接为一路或二路内 Δ —外 Y 混合接法。接线方法如图 4-1 (a)、图 4-1 (b) 所示。此种改接线方法是根据电动机的极数差别，在 Y- Δ 组上合理分配极相组数目，组成新的内 Δ —外 Y 混合接法。这种接法改接的电动机有的在欠压情况下运行，有的在超压情况下运行，但大部分情况是在电压偏差在 $\pm 5\%$ 范围内运行。原 380V 二极二路 Y 形、四极四路 Y 形电动机改接后电压偏差达 9%，这样长期运行是不允许的。另一种改接方法是 Y- Δ 分数混合接法，如上述二极二路 Y

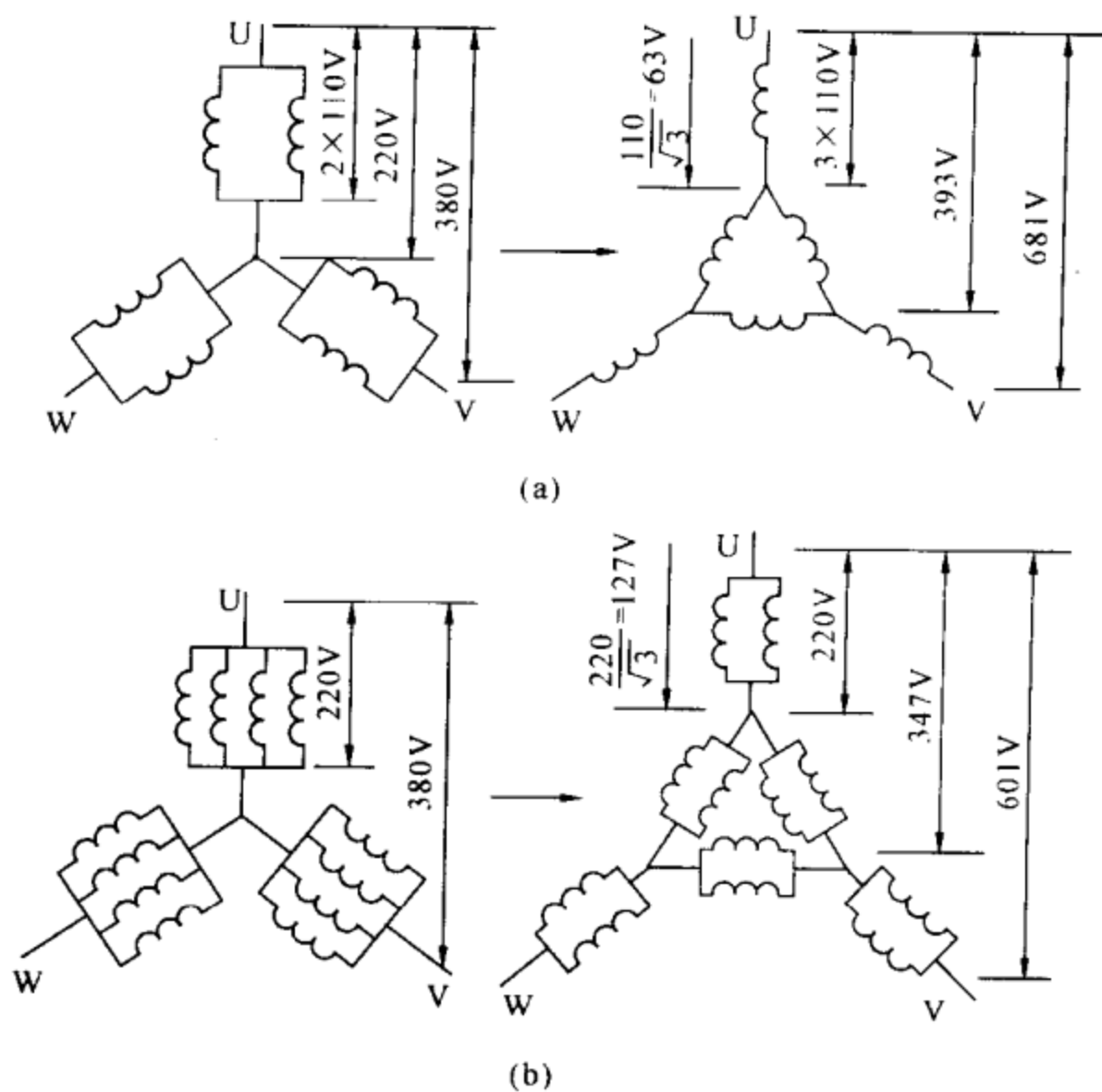


图 4-1 由二路、四路 Y 形改为 660V 内 Δ —外 Y 混合接法示意图

(a) 二路改接法；(b) 四路改接法

形电动机可改为 $Y_{1\frac{1}{3}} - \Delta_{\frac{2}{3}}$ 接线方法，即 Y 形部分由一个完整的极相组加上第二个极相组的 $\frac{1}{3}$ 线圈， Δ 形部分由第二个极相组的 $\frac{2}{3}$ 线圈组成，电压偏差就可控制在允许值内。内 Δ —外 Y 接法的电动机转矩为原电动机的 95%。

(3) 由 Y 形接法改为曲折 Z 形接法：这种接线方法如图 4-2 所示，从绕组电压分配的角度来看，每一极相组的电压与未改前相同，但其实不然，不能只看线圈电压的分配，而要分析改接后阻抗的变化，特别是漏抗值对电动机的起动及最大力矩的影响是比较大的。图 4-2 (a) 的改接法打乱了原极相组的顺序，使

接到同一相的四个极相组的两极相组之间的感应电动势有 120° 的相位差，虽然每个极相组的电压仍为 110V ，但电压相量和为 380V ，线电压是 660V 。由于改接后电动机绕组阻抗的变化，特别是漏抗值对起动转矩、最大转矩的影响较大，曲折接法的电动机起动转矩为原起动转矩的 $80\% \sim 90\%$ 。

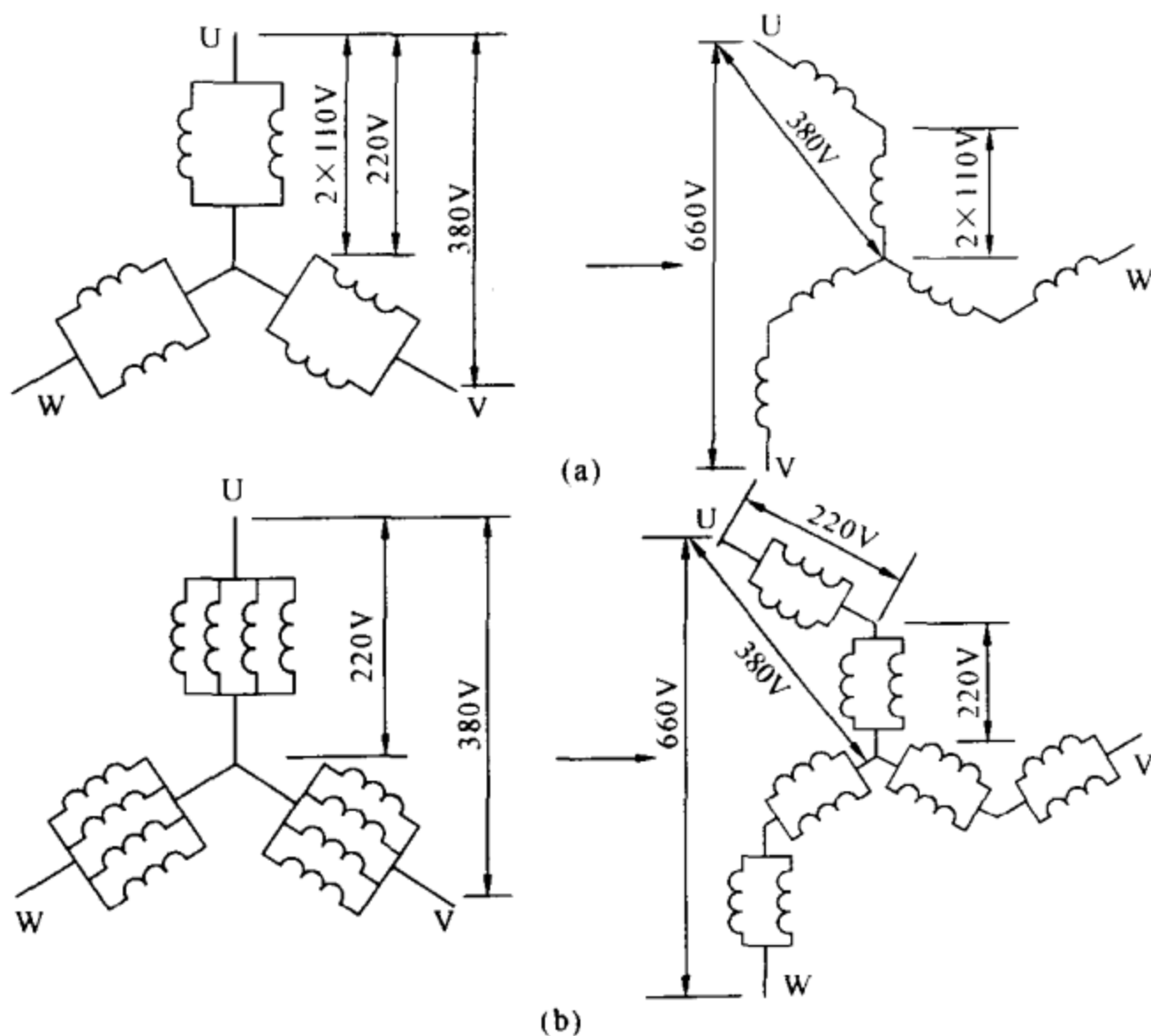


图 4-2 由 Y 形接法改为曲折 Z 形接法示意图

(a) 二路改接法；(b) 四路改接法

(4) 380V 三路、六路 Y 形改为 660V 串联 Δ 形：三路 Y 形接法的电动机，要改接为 660V ，可把每相三路 Y 形串接成一路 Y 形，然后接成一路大 (Δ) 形，以符号 ($\Delta 3$) 表示，接线方法如图 4-3 所示。同样六路 Y 形电动机可把每相六路串接成二路 Y 形，再接成两路大 (Δ) 形。这种接线方法，改接后每一极相组的电压不变，电动机保持原 380V 时的设计性能。

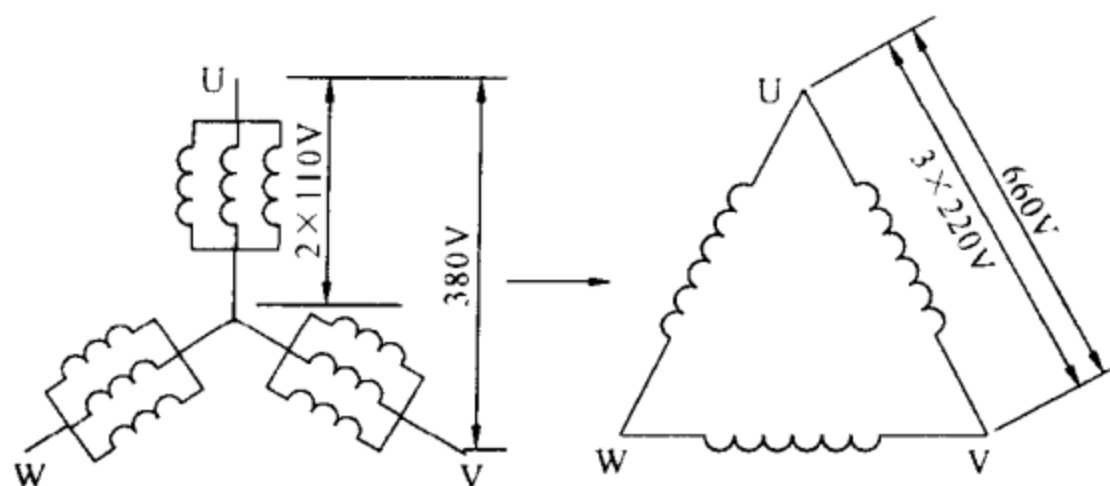


图 4-3 380V 三路、六路 Y 形改为
660V 串联 Δ 形示意图

(5) 380V 一路 Y 形多股导线并绕同相拆股法：一路 Y 形电动机很多是多股绕制的。多股导线并绕的 Y 形电动机可视为多路并联 Y 形接法电动机，二根三根导线并绕的可按以上所述 Y- Δ 混合 [见图 4-1 (b)] 或 Z 形接线方法改接 [见图 4-2 (a)]。这种改制接线方法如图 4-4 所示。拆股后匝间有电压存在，但实践证明匝间绝缘是没有问题的。

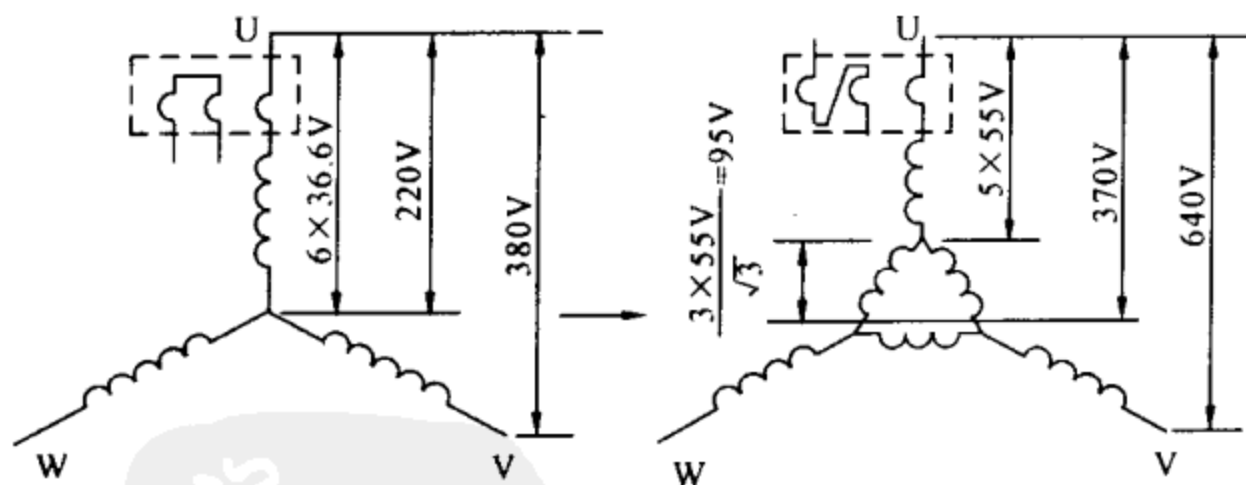


图 4-4 380V 一路 Y 形多股导线并绕同相拆股法示意图

(6) 重绕绕组：对绕组已烧毁及一根导线绕制的电动机，需要重新绕制绕组。电动机改压绕制的原则是保持改压后磁通密度和电流密度不变，从而维持电动机磁通密度和温升不变。380V 电动机绕组每相匝数乘以 $\sqrt{3}$ ，就是 660V 电动机的匝数。将 380V 电动机绕组的导线直径乘以 0.76 系数。就可得到 660V 电动机绕

组导线直径。

改接线时应注意的下列问题：

1) 在对电动机改接线时不仅要考虑各相极相组电压分配，而且要使并联回路中电流相等。

2) 根据电动机距电源的远近，结合改接线方法后电压偏差百分数，选择较好的接线方法。

3) 内 Δ —外 Y 改接线方法适用于笼型电动机。这种接线方法的电动机，从理论上分析存在单边磁拉力，在单边磁拉力的作用下，绕线型电动机往往出现噪声大、摇摆振动等现象。所以在改接绕线型电动机时一般不采用内 Δ —外 Y 混合接法，而采用 Z 形接法。

4) 二极电动机采用内 Δ —外 Y 混合接法较好。

2. 变压器

(1) 原 $6\text{kV}/380\text{V}$ 的变压器其二次侧为 Δ 形接法者，可将其改为 Y 形接法。

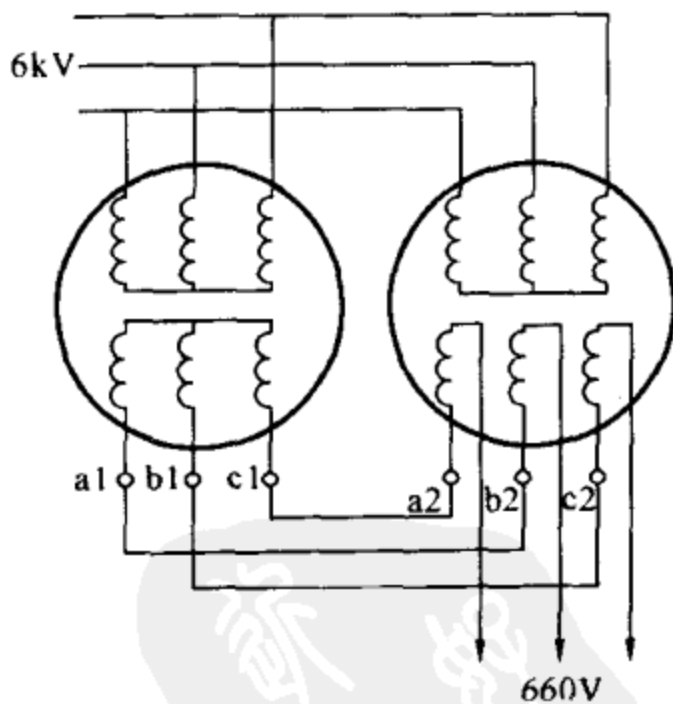


图 4-5 两台变压器曲折 Z 形接法示意图

(2) 两台变压器曲折 Z 形接法：两台二次绕组是 380V Y 形接线的等容量或不等容量变压器，将它们的一次侧并联，二次侧采用 Z 形接法，就可改为二次侧输出电压为 660V 的变压器，其接线如图 4-5 所示。改接线方法为：拆开一台变压器低压绕组中性点，将三相绕组的首端及尾端 6 个端头全部接出。在低压出线上增加三个出线套管。在改制低压侧出线盒时要保持相间对地距离。这种改接方法可以不动绕组，改制方法简单。两台不同容量变压器亦可采用这种方法，但要注意到

在改制低压侧出线盒时要保持相间对地距离。这种改接方法可以不动绕组，改制方法简单。两台不同容量变压器亦可采用这种方法，但要注意到

小容量变压器的过载。这种接线方式还可同时输出 380V 及 660V 两种电压。

(3) 单台变压器曲折 Z 形接法：有些变压器的二次侧是两根线并绕的，可以改制成单台变压器曲折接法，如图 4-6 所示。此接线方法一次侧电流较小，温升低于两台变压器曲折接法，但二次侧必须是两根并绕的。此外，还要注意处理好二次侧出线端的绝缘。

(4) 重绕变压器绕组：对一些绕组已损坏的变压器可重绕绕组。二次电压由 380V 提高至 660V，二次侧绕组匝数为原绕组的 $\sqrt{3}$ ，导线截面为原来的 $1/\sqrt{3}$ 。

3. 其他电器设备

变压器输出电压为 660V 后，现有 380V 电器设备及电气元件很多不需要大的改动就能安全地运用于 660V 系统中。个别开关用于 660V 后由于消弧能量加大，故需增加消弧罩的消弧片片数。380V 低压电器通过 660V 验证的有：HD-11 型及 HD-23 型刀开关、RL 型及 RLO 型熔断器、DZX10 型及 DW15 型断路器、JR16 型及 JR9 型热继电器、LMZ-1 型及 LMZ16-0.5 型电流互感器、JDZ-1 型电压互感器及 HH3-100 型铁壳开关等。这些设备可以直接用于 660V 系统中。用 500V 橡套电缆来输送 660V 的电，是切实可行和安全可靠的。由工作实践可知橡套电缆损坏主要是机械强度方面损坏，其次才是绝缘强度方面损坏。所以，输电线路采用机械强度比较大（同时绝缘强度也提高了）的橡套电缆，可

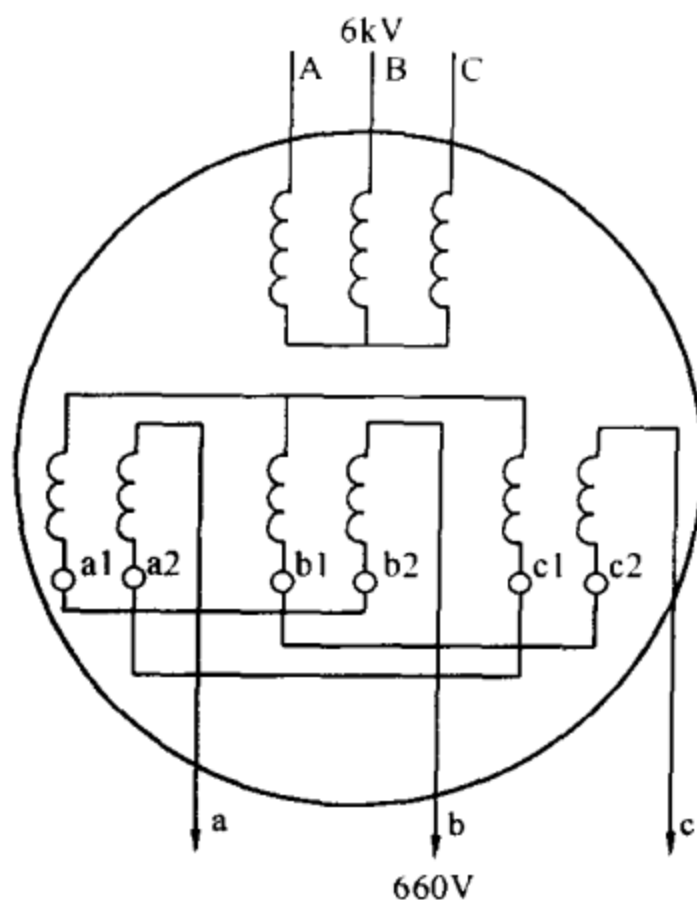


图 4-6 单台变压器曲折 Z 形接法示意图

以用于 660V 供电系统上。此外，额定电压为 660V 的新系列 DW15 系列框架式自动开关、660V 熔断器，新系列 CJ20 交流接触器等等均已鉴定投产，这些产品明确可用于 660V 系统。

4-3 电气设备的三先后操作法

要确保安全供电，操作是重要的一环。如果操作不正确，就可能直接造成人身伤亡、设备损坏或停电事故，所以电气工作者要重视研究电气设备的操作方法。在执行操作票、工作票制度的基础上，对具体操作电工要实施“三先后操作法”，即“先想后做，先检查后操作，先通知后停送”。

(1) 先想后做。有位电工，工作了 30 多年，从未出过事故。问其经验，回答了四个字：“先想后做。”答案虽然简单，但确实是经验之谈。展开了讲，就是在严格遵守《电业安全规程》的规章制度基础上，加以全面的思索。当电工在接到一项操作任务时，要先想好这项任务的操作次序；按照规程要求写好操作票；预先想到可能发生的问题，以及防患的有效措施，然后再动手去操作。这样工作起来就比较有把握和分寸了。“先想后做”，说起来容易，做几天也不算困难，但要几年、几十年长期坚持下来可就不是件容易的事了。在正常的情况下去做也许不难，但在外界因素的干扰下去做就不容易。例如新装和大修后的隔离开关，第一次操作时，应慢慢合闸和分闸。而不是“手动拉开闭合隔离开关时，应按照慢→快→慢的过程进行”。因为新安装和经大修后的隔离开关，第一次操作时，慢慢合闸和分闸，要观察可动刀片有无侧向撞击的现象。在我国北方冬季，要常想到“带变压器油的高压断路器，要避免在 0℃ 左右作分合闸操作”在工矿企业停电大检修或工休节日，“拉开空载变压器时，有可能产生操作过电压，而带电投入空载变压器时，会产生励磁涌流”。按常规，变压器开关停送电操作是先停负荷侧，然后停电源侧；送电时，先送电源侧后送负荷侧。原因是便于处理和判断故障，缩小故障

停电范围，避免低压反馈等。如果是两台变压器并列运行，高压侧装的是油断路器，低压侧是隔离开关（不是负荷开关），为了使操作安全，尽可能多使用油断路器，少操作带负荷使用的低压隔离开关。所以，停电时先切断高压油断路器，后操作低压隔离开关；送电时先合上低压隔离开关（仅空载励磁电流，要比负荷电流安全），后合上高压油断路器。这样操作才对设备有利。电工要时刻想到：“不允许带负荷操作隔离开关；电力电容器拉闸后不能马上合闸；在操作跌落式熔断器时，一定要按规定的拉合顺序进行”。因此，“先想后做”要牢牢铭记在心，互相提醒。

新电工，特别是青年电工，有时不是先想后做，而是不想就做，结果往往会出事故。例如，某厂有一次母线检修后要求送电，当值电工没有仔细地想一想可能会出什么事，应预防哪些事故，应检查哪些项目等，就匆匆下令送电，结果由于配电盘后的地线未拆除而造成了带地线合开关的恶性事故。类似的教训很多，比如高压隔离开关操作中的误操作就有很多，下面列出一些：①变压器负荷未切除时误判断为空载，结果误操作电源侧隔离开关，造成弧光短路或操作过电压事故；②误判断线路断路器已断开，带负荷分、合与断路器串联的隔离开关；③断路器和隔离开关的编号记错，错拉负荷开关；④进行发电机同期并列演习操作时，断路器还未分断就合隔离开关，即用隔离开关非同期合闸，造成事故；⑤隔离开关未按技术要求选取，操作时发生弧光短路事故等。这就提醒广大电工应该坚持事故预想活动，即每次操作之前要充分思考是否还有应做的工作未做，正确的操作方法和步骤是怎样的，通过“先想后做”来最大可能的避免事故的发生。

(2) 先检查后操作。操作开始前，首先要对现场情况进行认真、周密的全面检查。做到情况明了，操作才能准确。如拉一台变压器高压侧的隔离开关，必须检查清楚负载是否已全部切除。又如给一条线路送电，一定要检查清楚是否全部检修工作均已结束、人员已全部下杆撤离工作地点、地线已全部拆除，相位正

确、检修质量良好、接头接触良好、绝缘电阻符合要求、保护装置已投入、开关在断开位置等。如果操作前不检查或检查不全面，往往就会出事故。例如某厂有一次对一条 6kV 的供电动机的电缆做预防性试验，测试人员发现高压电动机侧的电缆接头有烧坏现象，需通知检修工段进行处理，因此电缆试验完后就没有恢复该接头，但却结束了工作票。变电所运行值班人员见工作票已结束，没有进行全面检查就向该电机送电，送电后电动机不转，到现场才发现电机侧的电缆头未接线，但电缆已带上高压电，所幸电缆头绝缘隔离措施得力未发生事故，吓得众人均出了一身冷汗。这类教训不在少数，应引以为戒。因此为了贯彻执行“安全第一，预防为主”的方针，电工应该多花一些时间和精力去做检查工作。

(3) 先通知后停送。电气设备及线路停电前，必须先通知有关变电所和用户，使他们事先有充分的准备，能按时切除负载。送电前更应进行通知，严防触电事故的发生。如果不通知就停送电，往往会出问题。例如水泥厂、选矿厂的球磨机等设备，事先若不通知停电，没有停加料减负的准备，突然在仍加足料运行时停电，会造成下次电动机启动困难，甚至启动不了；塔吊、桥吊、门式吊，事先没得到停电通知突然停止作业，会发生提升重物停在半空，或停留在不能久呆的位置上；医院未得到停电通知，若安排了病人做手术，手术期间停了电，会对病人的生命造成威胁；晚上饭店的厨房突然停了电，极易发生烫伤人事故；公共场所电梯突然停了电，电梯停在半空中，也易发生事故。因此，应牢记“先通知后停送”的原则，并严格遵守，这样才能确保安全。

4-4 桥式起重机操作中四不宜

大中型工矿企业里，桥式起重机在操作过程中，常因操作不当而造成设备损坏或发生事故，这就促使了人们对其操作技

术进行研究和探索。下面就根据桥式起重机司机的经验和众多事故教训，将经过理论分析得出的“桥式起重机操作中四不宜”介绍如下。

(1) 换挡操作过程中，中途停留时间不宜过长。桥式起重机上的电动机都是绕线型异步电动机，由转子串电阻调速。电动机转子串联不同电阻后的各机械特性曲线 $T = f(s)$ 如图 4-7 所示。电阻 $r'_2 > r_2 > r_0$ ，三条曲线分别代表主令控制器处于第 1、2、3 挡的情况。 T_L 为负载转矩。当电动机刚起动在第一挡行驶时，运行在曲线 r'_2 上，转速迅速上升（即转差率减小到 S_1 ），并获得最大转矩 T_{max} ，电动机转差率向 S_2 过渡，此时电动机的转矩迅速地减小到低于负载转矩，如曲线 a 点上。如果此时不立即换到第二挡运行，即换到特性曲线 r_2 上运行，则电动机会因出力不够而电流过大，只有立即换到曲线 r_2 上，才能使电动机继续获得最大转矩，并继续升速。因电动机在起动过程中，起动电流远大于额定电流，并运行在不稳定区，只有换挡到 r_0 曲线上，达到额定转差率 S_E ，电动机才能进入稳定区运行。所以换挡时，也就是电动机起动时，中途停留时间不宜过长。

(2) 下降较重负载时，转子不宜串电阻。在下降较重负载时，由于负载的位能力矩带动电动机旋转，使电动机转速超过同步转速。此时转差率为负，但转向仍为正，产生的电磁转矩为负，与转向相反，进入发电制动状态。这时如果在转子中串入电阻，反而使速度增加，造成飞车降落，容易发生事故。所以下降较重负载时，主令控制器的手柄可从零位直接推到下降 3 挡，以实现发电制动下降。

(3) 制动器不灵常相遇，不宜打反挡代替制动。在制动器不灵时，桥式起重机司机就从第三挡飞快地操作到反挡 2 或反挡 3。这样不但使电动机遭到很大的反向电动力的冲击，而且使传动的机械部分受到不同程度的损坏。故即使在制动器失灵情况下，也只能打反向一挡，使机械部分慢速换向。

(4) 连续生产的行车，不宜偏重受载行驶。桥式起重机的大

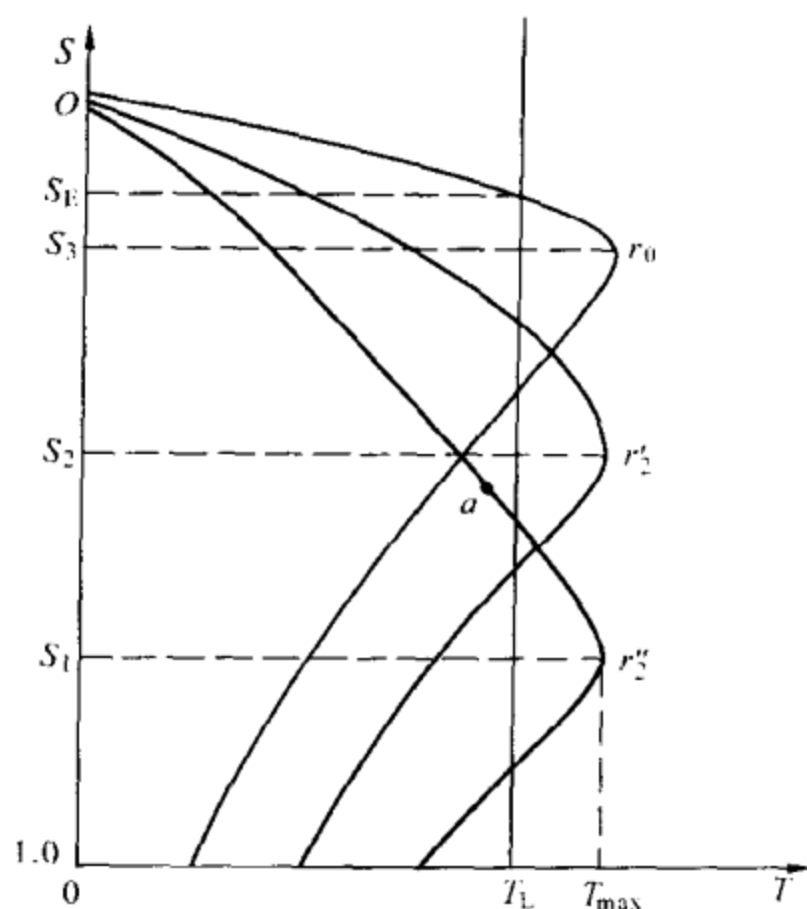


图 4-7 电动机转子串联不同
电阻后的机械特性曲线

车带负载行驶时，由于大车两驱动电动机的转子串入相同的电阻，故机械特性相同。有的司机因起重物在双梁边，既怕费事，又无明文操作规程规定，有时就让桥式起重机的大车长期连续偏重行驶，使偏重端的电动机电流过大，特别对跨度长的门式起重机，应使之避免偏重行驶。

维修电工给桥式起重机的司机们讲解明白桥式起重机操作中四不宜注意事项后，为促使司机们易记牢记和实施。应将其明文规定贴在操作室墙上。

四不宜的口诀如下：

门式桥式起重机，操作注意四不宜。
换挡中途的停留，时间不宜太长久；
下降较重负载时，转子不宜串电阻；
若遇制动器不灵，不宜打反挡制动；
大车带负载行驶，不宜长时间偏重。
四不宜操作做到，设备延寿事故少。

4-5 监护电动机五经常

电动机，我国南方俗称马达，北方俗称电滚子。它依靠电磁感应原理把电能转换成机械能，广泛应用于驱动机械设备。三相异步电动机具有结构简单、价格低廉、运行可靠、使用维护方便等优点，被人们广泛采用。

三相异步电动机运行中的五监视为：①监视电动机有无过热情况；②监视电动机的工作电流是否超过额定电流；③监视电源电压有无异常变化；④监视三相电源电压和电流是否平衡；⑤监视电动机故障后停止转动时的情况。

三相异步电动机运行中的五注意为：①注意电动机通风和环境的情况；②注意电动机振动的情况；③注意电动机的噪声有无异常情况；④注意电动机是否发出异常气味；⑤注意电动机轴承的工作和发热情况，以及运行时电刷的工作情况。

电工师傅日常监护电动机的五经常如下。

(1) 经常撑把遮阳“伞”。电动机大多在露天运行，往往受强烈的阳光直射，使本来就产生热量的电动机温度更高。要想方设法给电动机经常撑个凉棚遮阳光、降低环境温度，防止电动机“中暑”，影响电动机的输出功率。

电动机的输出功率与其周围环境温度有很大关系，环境温度越高，电动机输出功率就越小。当环境温度低于 35°C 时，电动机输出功率将大于额定输出功率。其提高的幅度为 $(35 - t)\%$ (t 为实际的环境温度)，但最多不超过 $8\% \sim 10\%$ ；当环境温度高于 35°C 时，电动机的输出功率比额定输出功率降低 $(t - 35)\%$ 。

(2) 经常听听。电动机正常运行时应发出均匀的“嗡嗡”声。当听到沉重的“嗡嗡”声时，表示电动机过负荷或三相电流不平衡。当听到特别沉重的“嗡嗡”声或“吭吭”声，说明电动机缺相运行。若听到连续的“咕噜”声或“格格”声时，说明电

动机轴承有问题了。

(3) 经常看看。看电流表和电压表的指示值是否正常；看三相电流是否平衡；看三相电源电压是否对称；看电动机的基础是否牢固等。

(4) 经常摸摸。用手指背摸摸电动机的外壳，温升是否过高。如烫得缩手，即说明电动机已过热。

(5) 经常闻闻。用鼻子靠近电动机，闻闻是否有绝缘漆味或焦糊味。倘若有，可能是电动机过热和线圈短路等造成的。

4-6 电气设备检修技巧六先后

当一台设备的电气系统发生故障时，不要急于动手拆卸，首先要了解该电气设备产生故障的原因、经过、范围、现象，熟悉该设备及电气系统的基本工作原理，分析各个具体电路，弄清原理中各级之间的相互联系以及信号在电路中的来龙去脉，仔细分析。应善于透过现象看本质，善于抓住事物的主要矛盾。结合本人的实际经验，经过周密思考，确定一个科学的、符合实际的检修方案。其中快捷、行之有效的检修技巧是“六先后”。

(1) 先机械，后电路。电气设备都以电气——机械原理为基础，特别是机电仪一体化的先进设备，机械和电气在功能上有机配合，是一个整体的两个方面。往往机械部件出现故障，影响了电气系统，许多电气部件的功能就不起作用了。因此不要被表面现象迷惑，应透过现象看本质，电气系统出现故障并不全部都是电气本身的问题，有可能是机械部件发生故障引起的。所以先检修机械系统所产生的故障，再排除电气部分的故障，往往会收到事半功倍的效果。

(2) 先简单，后复杂。此技巧包含有两层含义：一是检修故障时，要先用最简单易行、检修人员自己最拿手的方法去处理，后再用复杂、精确的或是自己不熟悉的方法。二是排除故障时，先排除直观、显而易见、简单常见的故障，后排除难度较高、没

有处理过的疑难故障。简言之：先易后难。

(3) 先外部调试，后内部处理。外部是指暴露在电气设备外壳或密封件外部的各种开关、按钮、插口以及指示灯；内部是指在电气设备外壳或密封件内部的印刷电路板、元器件及各种连接导线。先外部调试，后内部处理，就是在不拆卸电气设备的情况下，利用电气设备面板上的开关、按钮、旋钮、插口等调试检查，压缩故障范围。首先排除电气设备外部部件所引起的故障，再检修设备内部的故障，尽量避免不必要拆卸。

(4) 先静态测试，后动态测量。“静态”是指发生故障后，在不通电的情况下，对电气设备进行检修；“动态”是指电气设备通电后对电气设备的检修。大多数电气设备发生故障后检修时，不能立即通电，如果通电的话，可能会人为地扩大故障范围，损毁更多的元器件，造成不应该的损失。因此，在故障电气设备通电前，先进行电阻的测量，采取必要的预防措施后，方可通电检修。

(5) 先公用电路，后专用电路。任何电气设备的公用电路出故障，其能量、信息就无法传送，分配到各具体电路、专用电路的功能、性能就不起作用。如果一个电气设备的电源部分出了故障，整个系统就无法正常运行，向各种专用电路传递的能量、信息就不可能实现。因此只有遵循先公用电路，后专用电路的顺序，才能快速，准确无误地排除电气设备的故障。

(6) 先检修通病，后攻疑难杂症。电气设备经常容易产生相同类型的故障，这就是“通病”。由于“通病”比较常见，处理的次数和排除的办法均多，积累的经验较丰富，因此可以快速地排除，这样可以集中精力和时间排除比较少见、难度高、古怪的疑难杂症，简化步骤，缩小范围，有的放矢，提高了检修速度。

事物往往是千变万化和千差万别的。电气设备的同一种故障可能会有不同的表象，而同一种表象又可能是不同的故障，对于多种故障同时存在的情况则更加复杂。检修技巧“六先后”要有的放矢，机动灵活，次序并非一成不变。任何一台有故障的电气

设备检修完后，不能以为万事大吉了，敬业的电工应把故障现象、原因、检修经过、技巧、心得等记录在专用笔记本上。同时学习掌握各种新型电气设备的机电理论知识，熟悉其工作原理，将自己的经验、技巧、心得上升为理论。在理论指导下，具体故障具体分析，才能准确、迅速、少走弯路，提高排除故障的效率。只有这样才能把自己培养成为检修电气设备的行家里手。这也是电气设备检修技巧：“总结经验，提高效率”。

4-7 防止电气误操作七项预防办法

确保安全供用电，操作是重要的一环。电气误操作会直接造成人身伤亡、设备损坏或停电事故。电工在执行操作票、工作票制度的基础上，应实施“三先后操作法”。贯彻执行“安全第一，预防为主”的方针。从事电气工作的前辈们，花费时间和精力总结出“防止电气误操作七项预防办法。”如下。

(1) 送电前忘了拆除有关的接地线，特别是开关柜后面电缆头上的接地线。

预防办法：实行安全工作制度，送电前一定要重点检查接地线是否全部拆除，并要用兆欧表摇测电气设备及线路的绝缘电阻。严防带地线闭合开关。

(2) 跑错位置，拉错刀闸。特别是两台以上的同型号规格电气设备排列在一起的情况下，更易跑错位拉错闸。

预防办法：坚持执行电气操作的监护制度，核对设备编号正确无误后再进行操作。设备编号要清楚醒目，严防带负荷拉刀闸。

(3) 设备投入运行前，忘记了送上保护电源的熔断器或忘记了将转换开关转到接通的位置，使设备在无保护的条件下运行。特别是手动合闸的油断路器，更容易忘记将控制、保护电源的熔断器送上。

预防办法：坚持操作步骤标准化，把检查项目编写入操作票

中。油断路器大修后应做其跳、合闸试验，严防电气设备脱离保护。

(4) 闭合电动机开关时，电动机不转，忘记立即断开电源开关。结果两相运行，烧坏电动机。

预防办法：预先提醒操作人员，当合上开关时，如果发现电动机不转或电动机有异常声响，不论情况如何，都应立即断开电源开关。检查设备，消除故障后，才能恢复送电。严防电动机两相运行。注意电动机的过负荷保护整定。

(5) 投送隔离开关时，忘记了检查断路器是否在断开位置，结果闭合隔离开关时发现火花，又不自主地拉开，造成相间短路。

预防办法：坚持操作票制度。闭合隔离开关前一定要先检查断路器确在断开位置。要养成良好的习惯。

(6) 电缆做试验后，重新投入，相位容易接错。特别是原先有交叉引线的电缆头更易接错。

预防办法：拆电缆头之前，先系上白布带，在电缆头引线及桩头上标明标清 A、B、C，并坚持谁拆谁恢复。严防电源相位接反引起非同期并列事故。

(7) 配电箱低压出线停电检修后，将中性线误接到相线上，送电后烧坏单相电气设备。特别是柱上变压器配电箱的出线更容易接错。

预防办法：配电箱中的接地线、中性线要有明显标记，不允许与相线一样包上绝缘带。电缆头应刷相序漆，并坚持谁拆谁恢复。严防相线与零线接反。

4-8 小截面电缆线损坏短寿八非正当原因

小截面电缆线在工矿企业、事业单位，以及农村均广泛使用。但多寿短早夭受损严重，究其原因又多为使用不当。现归纳导致电缆线损坏早夭的八条非正当原因。

(1) 截面选择不适当。用电设备的电流一定要小于电缆线允许通过的载流量，否则，会因为过载引起电缆导线发热、损坏绝缘，造成导线短路或烧毁。

(2) 高温曝晒。不能长期在高温环境或烈日下存放和使用电缆，否则，会使电缆线的绝缘橡胶皮老化，出现龟形裂纹，造成导线短路。

(3) 强拉硬拽。安装、收放、移动电缆线供电设备时，电缆线不拆离而随之位移。如果遇到石、砖、砂堆以及铁器等硬物时，不要拖住电缆线一头使劲拽，不然会将电缆线拉断或把内部某一根拉断，还可能将电缆线外包皮绝缘橡胶磨破或划裂。

(4) 常拿电缆线当绳子用，或者用来抬重物。这样做会导致电缆线损坏。

(5) 带电挪动电缆线，极容易将电缆绝缘层皮拉断而发生短路以致烧毁电缆线。

(6) 打死结。不注意在某处电缆线打死结，或捆绑固定点时打的结未解开而成死结，日久易在该扣处发生导线断裂或短路。

(7) 保管不好。电缆线长期与油类、酸碱、有机溶剂等化学物品接触，会把电缆线腐蚀损坏。

(8) 勉强使用。发现电缆线绝缘已损坏，或接头接触虚，导线不通电时不及时维修。急用时电缆线带病运行，勉强使用导致电缆线“病人膏肓”。

4-9 电气安装和检修中易忽略而不能忽视的九个问题

虽然几乎每位电工师傅都对其徒弟讲述了电工应掌握的技能 and 电工理论知识，并要求其在实践中掌握要领；在实践中加深对理论的理解，使之知其然并知其所以然，从而提高对工艺规程的必然性认识，以巩固其操作技能。但现实中，却常有一些电工忽视了易忽略而不能忽略的问题，给国家和个人造成不应有的经济

损失，甚至造成重大事故。这里归纳出电工们在电气安装和检修中易忽略而不能忽视的九个问题，分列如下。

(1) 装设照明灯时，只将电灯开关接在相线上，而不检查相线是否接在螺口灯头的底座中心弹簧片上。

(2) 测量电气设备的绝缘，不用兆欧表而错误地用低压测电笔或万用表的“ Ω ”挡。

(3) 把三孔插座的接地孔作“摆设”，应接有接地线的电器设备不接地。

(4) 一般电器的熔断丝选用过粗，而电动机的熔断丝选用过细。

(5) 对配电变压器中性点接地线的连接不重视。

(6) 照明线路中对三相负荷的平衡不重视。

(7) 在三相三线制动力线路中装接照明灯。

(8) 电缆穿管不封口。

(9) 3kW ~ 14kW 的电动机，只用刀闸控制，而不用铁壳开关等控制。

4-10 修理电视机的“十忌”和“十要”

一忌不询问用户使用者该机发生故障时的现象就动手修理，要详细了解发生故障前后的症状表现再开始修理。

二忌开箱后机壳上部放工具或其他物品。要把常用工具放在工作台面顺手处，避免碰坏显像管。

三忌不结合故障现象，不分析电路原理，盲目拆换元器件。要先分析后动手。

四忌在金属台面上操作和双手分别操作带电的高电位和低电位元器件。要了解保安常识，避免触电。

五忌盲目通电检查。要弄清故障所在部位后，视情况需要方可通电。

六忌通电后大电流开路或短路试验。要避免因此带来损坏。

七忌通电时更换元器件。要在断开电源后，根据需要用相同规格的元器件替换，确保人身和元器件的安全。

八忌元器件以次代新。要及时处理废旧元器件，避免因此产生二次故障。

九忌熔丝以大代小。要严格选用与原机相同规格的熔丝，避免机子的再损坏。

十忌焊接点有毛刺或虚焊。要讲究焊接技术，杜绝焊点短路和焊点间打火现象的出现。

4-11 农村低压线路十一忌

农村低压线路与城镇的架空线路有区别，城镇的低压架空线路多为绝缘线，施工敷设工艺要求高。架空绝缘电线既具有一定绝缘强度，又能承受较大拉力和耐受风吹日晒。而农村则多为铝绞线，铝在诸导线材料中，具有较多的优点，它的导电率是铜的63%，但密度只有铜的30%，如传输相同的电力，保持相同的功率损耗，则铝的损耗量仅为铜的48%，铝的抗拉强度是 $147\text{N}/\text{mm}^2$ ，比铜（抗拉强度为 $382.2\text{N}/\text{mm}^2$ ）低，但其密度小，自身重量轻，做低压架空线路较适宜；铝在空气中有较强的抗氧化能力；铝的价格便宜，投资少。因此农村低压线路应采用合格的铝绞线。农村低压线路十一忌如下：

一忌不作负荷调查，任意安排线路走向、选用导线线径。

二忌干线的通道经过储有易燃，易爆物品的仓库、庭院。

三忌采用破股、断股、单股线，甚至采用铁丝作导线，用裸铝线作进户线，以大地作相线或零线。

四忌以木头或竹子代替标准绝缘子支撑导线。

五忌将树木、建筑物、自然物当电杆直接敷设导线。

六忌干线交叉或跨越铁路、公路、集镇以及高压、电信线路等时，不按有关规定加固杆塔和不考虑安全高度和安全距离。

七忌不按标准挡距立杆，任意选择挡距，两山头之间实行

“大飞挡”跨越。

八忌在山洪、雨水容易冲刷的地带立杆，不按规定挖坑，敷衍架杆，杆子立起后不夯实基础。

九忌转角杆采用单股铁丝作拉线，随意选用拉盘。

十忌私拉乱接临时线，敷设卡脖线、拦腰线，线路无一定标准，不实行统一管理，不定期维护修理。

十一忌在沿海盐雾严重的地区采用架空铝线，应尽量采用地埋线（塑料绝缘地埋线）以防腐蚀。

4-12 工矿企业季节性事故各 月预防工作措施表

1. 一月

季节气候特点：隆冬冰雪，气候严寒。

易发事故特点：①架空导线易断，横担易拉弯。②户外开关设备操作机构易失灵。③充油设备油位易降低到极限值。④接线端子易短路。⑤车间内开关柜易积水。

预防工作措施：①抓好元旦节假日停电检修工作。②检查调整架空线路的导线弛度和拉线。③检查户外开关设备的操作机构；④加强车间内开关柜的维护及干燥工作。⑤清扫接线端子。⑥布置安排防雷准备工作。

2. 二月

季节气候特点：立春后气温转暖，积雪开始融化。

易发事故特点：①春节前后易发生人身及设备事故。②架空导线易挂冰；③户外开关设备操作机构易失灵。④接线端子易短路。

预防工作措施：①抓好春节节假日停电检修工作，加强电工的安全思想工作。②开展春节安全大检查。③春节节假日变电所大保养、检修。内容包括：检查、调试监测装置和继电保护；检查紧固接地端子；测定接地电阻和绝缘电阻；检查清洁温

度计和油温计；变压器保养、检修；隔离开关、油断路器的保养，小修（三年一次）或大修（每六年一次）；检查清扫瓷瓶和套管；检查互感器。④检查、试验避雷器。⑤车间内主要的大中型电动机保养、大修。⑥加强车间开关柜维护工作，清扫接线端子。

3. 三月

季节气候特点：惊蛰开始出现雷电，风大。

易发事故特点：①架空线易发生混线和断线。②雨雪交加的天气易发生烧毁电杆。③户外设备及绝缘子易发生黏雪污闪事故。

预防工作措施：①继续开展春季安全大检查。②继续做完春节检修剩余的工作。③检查架空线路的导线弛度及拉线。④砍伐架空线路下面的树木。⑤改善接地电阻，安装避雷器。⑥清扫线路绝缘子。⑦组织电业安全规程复习考试的准备工作。

4. 四月

季节气候特点：春雷、毛毛雨，空气潮湿，风大。

易发事故特点：①架空线易发生混线和断线。②易泄漏烧坏设备。

预防工作措施：①检查架空线路导线弛度。②检查、更换绝缘子。③防雷工作的复查。④抓厂房、设备的防雨工作。⑤杆塔巡视。⑥电业安全规程考试。⑦春检结尾并认真进行工作总结。⑧抓“五一”停电检修工作计划。

5. 五月

季节气候特点：雷渐多，雨大，空气湿度大。

易发事故特点：①易发生雷害事故。②易发生树枝接地故障。③杆根松软易倒杆。④车间内湿度大，易发生电气设备事故。

预防工作措施：①全面开展安全用电宣传。②抓“五一”停电检修工作，变电所电气设备，开关操作机构等保养。③抓电动机轴承加油等保养工作。④抓车间电气设备保养、车间开关柜大

清洁及完善通风、冷却装置，半导体器件的清洁与更换劣化元器件。⑤以防雷、防雨、防漏为重点增加变电所、线路及车间设备的巡视次数。⑥杆根培土夯实加固。⑦进行一次线路夜巡。

6. 六月

季节气候特点：雨水特多，雷电频繁，阵风大。

易发事故特点：①雷害频繁。②架空线易混线和断线。③变配电系统及车间开关柜易发生接地事故。④人身事故开始增多。

预防工作措施：①总结变配电设备的检查、试验及更换不良设备的工作。②复查架空线路下面的树木生长状况。③全面进行杆根检查。④加强隔离开关的维护工作。⑤做好车间内及变电所电缆沟等的排水设施的检查与清扫，复查防洪工作。⑥抓电动机轴承加油等保养工作及热继电器、过流继电器等的整定工作。⑦保护装置和监测装置的检查。⑧总结检查上半年大、小修工程完成情况。⑨开展电业安全工作规程教育。

7. 七月

季节气候特点：炎热，雷阵雨，台风。

易发事故特点：①雷害频繁。②出现水害和风害。③人身事故多。④设备事故多，电动机、开关柜内元件、补偿电容器等易过热损坏，对于夏季负荷较大的变压器易过载。⑤半导体器件损坏率高。

预防工作措施：①加强防雷装置的巡视。②加强洪水期及台风前后的杆根、拉线、导线的检查及加强变电所巡视和四防一通的检查。③加热对变压器、油开关的油温及过载监视。④加强车间电气设备的巡视及车间开关柜的维护与通风、冷却装置的检查。⑤加强人身安全教育及预防事故教育。

8. 八月

季节气候特点：雨水集中，洪水，雷害。

易发事故特点：①水害突出。②人身事故和设备事故多。③雷害频繁。④电动机、开关柜内元器件、补偿电容器等易过热损坏，对于夏季负荷较大的变压器易过载。⑤半导体器件损坏

率高。

预防工作措施：①洪水过后及时对杆根培土加固。②加强对架空线观察，调整导线弛度。③加强对变压器、油断路器的油温及过载监视；④加强对车间电气设备的巡视检查、对车间开关柜的通风、冷却装置的检查维护。⑤继续加强人身安全教育及预防事故教育。

9. 九月

季节气候特点：天高气爽。

易发事故特点：①雷害。②人身事故也多。

预防工作措施：①加强对车间电气设备巡视检查，着重检查设备电气连接点。②注意对开关柜通风、冷却装置的检查。③继续进行人身安全教育及预防事故教育。④开展秋季安全大检查。⑤抓“十一”停电检修计划。

10. 十月

季节气候特点：秋风起，气候干燥，冷热突变。

易发事故特点：①节日前后易发生事故。②易发生火灾。③有时会出现风害。

预防工作措施：①抓好“十一”停电检修工作：变压器、油断路器的油样试验；变电所高、低压出线及零线的紧固；油断路器、隔离开关的检修及电动机保养。②车间开关柜电气接点检查、紧固。③检查保护装置和监测装置。④抓紧清除设备缺陷。⑤抓好节日前后安全教育。

11. 十一月

季节气候特点：出现冰霜，气候寒冷。

易发事故特点：①绝缘子、套管易污闪。②变配电设备电气接点易过热；对于冬季负荷大的变压器易过载。

预防工作措施：①拆除阀型避雷器。②加强对变配电设备的电气接点检查。③加强对变压器、油断路器的巡视。④总结防雷工作经验教训，制订翌年防雷措施。⑤编制翌年度培训教育计划。⑥全面检查工程计划完成情况。

12. 十二月

季节气候特点：寒冷。

易发事故特点：①户外开关设备操作机构易失灵。②冬季负荷大的变压器易过载。③变配电设备电气接点易过热。④车间开关柜易结冰，接线端子易短路。

预防工作措施：①加强户外开关设备操作机构的检查。②加强对变压器、油断路器的巡视。③加强对变配电设备的电气接点检查。④加强车间开关柜的维护和干燥工作，清扫接线端子。⑤抓元旦检修计划。⑥整理各种图纸资料。⑦总结本年度工作，安排翌年工作计划。

4-13 调换熔件工作时十三不能

熔断器及低压负荷开关中熔体在工作时是串接于电路中的，对线路和电器设备起短路和过载保护的作用。是保证线路和电器设备正常安全运行的忠诚卫士，它在危难之时能“舍身救主”。但有不少电工在调换熔体时，常因贪图便宜、方便；或学识浅薄；或安全、法律意识淡薄等众多原因，而违反规章制度，作出“捡了芝麻丢了西瓜”的蠢事，更甚者触及了电力法中第七十四条：电力企业职工违反规章制度，……造成重大事故的，比照刑法第一百一十四条的规定追究刑事责任。那么在进行调换熔件工作时，哪些原则不能违反呢？现在归纳出了十三“不能”分述如下。

(1) 铜铝线不能作高压跌落式熔断器内熔丝。高压跌落式熔断器内熔丝一般用铜和银等材料制成，因为铜和银的电阻小，熔丝可以作细些，这样有利于灭弧。但是它们的熔点很高（铜：1083℃，银：960℃），可使熔断器的熔管过热很厉害，易于损坏。所以用银和铜质作的熔丝，均采用人为的方法使熔丝的熔点降低，即在熔丝上焊上小锡珠或铅珠。当熔丝加热到锡（232℃）或铅（327℃）的熔点时，小球珠先熔化，使熔丝中断，中断点

所形成的电弧使熔丝朝两边熔化。从而能保护了线路或电气设备不受过大电流的发热损坏。如果采用自选制的铜铝线熔丝，一是熔点高（铝：660℃，是铅、锡的2~3倍），又未采用任何方法和措施使铜铝线熔丝的熔点降低；二是不知道选用的铜铝线熔丝的熔断特性。所以，铜铝线是不能代替高压跌落式熔断器内的熔丝的。再者自选制的铜铝线熔丝，就算经计算或实践试验，碰巧其额定电流、熔断电流与额定电流的倍数等，均近似与高压熔丝相等，那也不能使用。因用铜铝线作的熔丝，其截面较导线小，电阻比较高，散热面积较小，运行时铜铝线熔丝温升太高，表面氧化而缩小其截面积，结果容量减小，会在不应当熔断的时候熔断，增加运行中的麻烦。简言之，自选制的铜铝线熔丝，既不知其的反时限保护特性，也无法谈其能具有选择性，故自选铜铝线不能作高压跌落式熔断器内的熔丝。

(2) 10kV 电压互感器一次侧熔丝熔断后，不能用普通熔丝代替。10kV 电压互感器的一次侧常采用 RN2 或 RN4 型熔断器作保护。其熔丝的额定电流为 0.5A，1min 内的熔断电流为 0.6 ~ 1.8A。这两种熔断器的熔管均用石英砂填充，因而具有较好的灭弧性能和较大的断流容量（不小于 1000MVA）。由于它的熔丝是采用镍铬丝制成。总电阻约为 90Ω，因而具有限制短路电流的作用。若用普通熔丝代替，当电压互感器因故障或其他原因使熔丝熔断时，既不能限制短路电流，又不能熄灭电弧，很可能烧毁设备，甚至酿成系统停电事故。所以当电压互感器的熔丝熔断后，应换用原规格的熔丝而不能用普通熔丝代替。

(3) 填有石英砂的高压熔断器不能用在高于或低于其额定电压的电网上，而只能用于与其额定电压相同的电网上。充有石英砂的熔断器，当熔体熔断时，电弧在石英砂中的狭沟里燃烧。根据狭缝灭弧原理，电弧与周围填料紧密接触受到冷却而熄灭。它的熄弧能力较强，可在电流未到峰值之前就熄灭电弧，具有限流作用。但它会产生过电压，其过电压的情况与使用地点的电压有关，如果用在低于额定电压的电网上，过电压可能达到 3.5 ~ 4

倍的相电压，将使电网产生电晕，甚至损坏电网中的设备。如果用在高于其额定电压的电网中，则熔断器产生的过电压有可能引起电弧重燃，无法再度熄灭，而造成熔断器外壳烧坏；如果用在额定电压相等的电网中，熔断时的过电压仅为 2 ~ 2.5 倍电网相电压，比设备的线电压稍高一些，所以不会有危险。

(4) 调换熔体（熔丝）只许更换和原来容量相同电压等级相同的熔件；不能私自把熔件的额定电流放大、熔体的额定电压等级降低。因为这样做就失去了熔断器的保护作用。除非用电负荷改变，不然是不许私自更改的。

(5) 调换熔体的额定电流一定要和熔断器配合，因为同一种熔断器可装额定电流不同的熔体（熔丝），但是只能够是熔体的额定电流比熔断器的额定电流小，至多相等，决不能超过。因为熔断器的额定电流是根据接触部分和端子等的发热情况来决定的。同样道理，由隔离开关和熔体组合而成的负荷开关、熔断器式隔离开关，熔体的额定电流比开关的额定电流小，至多相等，决不能超过。

(6) 在配电线路上都用隔离开关与熔断器的组合来作为控制和保护设备，总开关和分开关的熔断器内熔体额定电流不一样，总是总开关的大些，分开关的小些。熔体额定电流的大小不能颠倒，也不能相同。调换熔体时，要懂得、清楚选择性。

(7) 负荷开关的熔体，不论因短路电流或过负荷电流、还是其他原因而熔断。不能冒然调换新熔体，需查清原因，排除故障后再更换。同时不能断一相更换一相，而是同负荷开关的熔体均更换。因其未熔断的熔体也经过热的经历，留用易在以后正常工作时熔断。所以虽然新旧熔体有些特性相似，但熔断特性却不不同了，截面积大小也不不同了。

(8) 同一负荷开关或熔断器式隔离开关，必须调换同一种类熔件。不能混换装同容量而非同种类熔件。因不同种类熔件的熔断特性大不相同，例如铅锡合金熔丝的熔断电流是额定电流的 1.5 倍；而铜丝熔体则是 2 倍；锌制的熔片却是 1.3 ~ 2.1 倍左

右。差异甚大。

(9) 调换熔体时，一定要切断电源，将隔离开关断开，不能带电操作，避免偶而不当心身体或者工具触及到带电部分而引起触电事故或者发生闪络（导体与外壳间或相间），同时也避免了可能发生的带负荷拔出熔断器熔体的事故。即因熔断器的固定接触头是不能用来切断电流的，可能在拔出熔断器熔体的时候有电弧产生而灼伤身体或造成设备损坏事故。

(10) 调换铅锡合金熔丝，凡是熔丝的长度约为 60 ~ 85mm 时，装配时不能让熔丝直接和保护外壳接触。铜丝熔体装配时均不能和外壳直接接触，而且长度足够，丝径在 0.46mm 以下的，需 60 ~ 85mm 长，直径更大的不能少于 100mm。否则，熔丝的熔断特性就不符合资料所述规定。

调换中小容量的异步电动机的熔体时，熔体的额定电流不能小于被保护的电动机的额定电流 1.5 倍，应为 2.5 倍左右。因熔断器是中小容量异步电动机的短路保护装置，熔体的保护特性必须能承受电动机起动时起动电流的冲击，又能长期通过比电动机额定电流略大一些的一般过负荷电流。众多电工知识书籍及电工实践经验表明，单台电动机线路中熔断器熔体的额定电流等于 1.5 ~ 3 倍电动机的额定电流。

(11) 调换瓷插式熔断器熔体时，不能随意取掉、扔掉其瓷

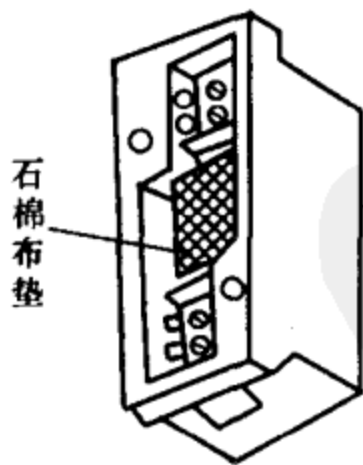


图 4-8 瓷插熔断器瓷底座示意图

底内的石棉垫布。瓷插式熔断器因为结构简单、价格低廉、维护方便，不需附属设施，可灵活调节使用范围。因此，瓷插式熔断器是一种广泛应用的保护装置，30A 电流等级以上的熔断器常用在电器设备的主电路中作短路保护。如图 4-8 所示 30、60、100、200A 电流等级的熔断器在灭弧室中均垫有石棉垫布减振、隔热和帮助熄弧。但是，有的电工在安装新熔断器、或更换熔丝时将石棉垫布取出随意扔掉了，孰不

知这等于扔掉了减振和隔热功能。因为新的瓷插式熔断器一般静触头夹力弹性都较好，装上取下都比较费劲，如无隔热石棉垫布就易碰损。当熔丝熔断时，如无石棉垫布隔热，就易使瓷质烧损炸裂。由此可见，熔断器瓷底内的石棉垫布非常重要。希望广大电工在安装新熔断器或更换熔丝时别将石棉垫布取出随意扔掉，以保证施工质量，确保用电安全。生产实践中，即在检查安全用电时，经常发现插入式熔断器不是破损就是断裂，有的甚至是新装不久的就损坏了。究其原因，是由于破损的熔断器里面没有石棉垫布。

(12) 不能随意改变螺旋式熔断器的工作方式。螺旋式熔断器（RL1 型）具有断流能力强、体积小、使用方便和安全可靠等优点，被广泛应用于电器设备的主电路、控制电路及照明电路中作短路保护。当它的熔管内的熔丝熔断以后，应按照负载的额定电流更换新的熔管。但是，有些电工用一根熔丝直接搭在熔管的两头，如图 4-9 所示，装入熔管盒内继续使用。这种做法是不允许的。

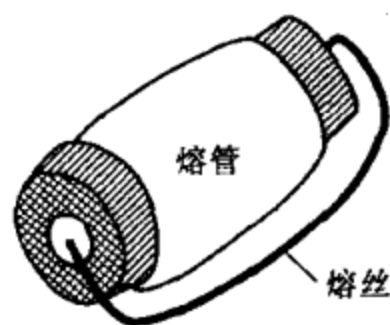


图 4-9 熔管外搭熔丝示意图

电流被断开的瞬间，由于电路内自感电动势的作用，在断开点将会产生电弧。开断电流越大，产生的电弧越强，若不及时将电弧熄灭，那么电流仍然可以通过电弧形成回路。当熔丝被熔断时，也会出现这样的情况。熔断器的灭弧能力是作为一个主要技术指标加以考虑并进行设计的。通常在熔断器上标出的额定电压和额定电流，实际上是指它的灭弧能力，假如工作电压或工作电流超过了额定值，那么当熔丝熔断时，电弧便有可能不能熄灭。

螺旋式熔断器是以石英砂作为灭弧介质的。在熔管内，熔丝周围填满了石英砂。熔丝熔断时产生的电弧在石英砂的间隙中穿过，于是，石英砂就吸收电弧发出的高热而使电弧迅速熄灭。

螺旋式熔断器是按照“冷却介质（石英砂）灭弧”的方式来设计的，它的两头之间的距离较短。现若将一根熔丝直接搭在熔

管的两头，就成为依靠空气灭弧了。这样电弧就有熄灭不了的可能，短路电流可能通过电弧继续形成回路，严重的会造成火灾，引起爆炸。因此必须对此有足够的认识和重视，绝不能随意改动熔断器的工作方式。

(13) 在白炽灯照明电路中，不能采用热容量小的快速熔断器作保护。因白炽灯在冷态下点燃的瞬间电流很大，可达到白炽灯灯泡额定电流的 12 ~ 16 倍，起动冲击电流的持续时间（降到正常值的时间）为 0.05 ~ 0.23s（灯泡功率愈大时间愈长）。而快速熔断器的保护特性：分断 4 ~ 6 倍额定电流时，熔断时间小于 0.2 ~ 0.02s。这说明白炽灯起动冲击电流的持续时间内，快速熔断器的熔丝会熔断。所以，快速熔断器不能作白炽灯照明电路的保护装置。

4-14 “三面走、四面看、围绕杆基 转一圈”巡线方法

巡线是外线电工对线路运行管理的一个重要内容。巡线分定期巡线（一般每月一次）、夜间巡线、特殊巡线（如狂风、暴雨、覆冰等）和事故巡线四种。据外线电工多年实践经验，得出了巡线方法要诀，即对每一杆基应做到：“三面走，四面看，围绕杆基转一圈”。

(1) 三面走：就是查明沿线路环境。检查线路周围 20m 以内，有无爆破等工程，电线杆下有无挖土、建筑、堆积易燃易爆物品和腐蚀性气体，了解有无树障、山洪及泥石流等危及线路安全的情况，熟悉电杆、拉线的锈蚀、坚固等情况。

(2) 四面看：即从四个方位对线路的每根杆基全面细心观察。一看横担有无歪斜、变形、变位，木横担是否腐朽，铁担是否锈蚀；二看绝缘子，包括瓷横担有无严重脏污、裂纹和破损，以及闪络痕迹；三看导线有无断股损伤和烧伤痕迹，弧垂是否一致，线路上有无抛掷物及鸟巢。线路与周围导线、电杆、天线、

树木等的距离是否符合规定要求，过引线有无损伤、歪扭现象。导线与杆塔构件及其他引线间的距离是否符合规定要求。导线在线夹内有无滑动，绝缘子上绑扎线有无松动或断开现象。大雾或夜间巡视时，看导线接头有无跳火，过热而发红现象，接头对杆塔、横担、撑铁等接地物体有无放电现象；四看金具是否紧固，有无松动，变形、缺帽现象，开口销和弹簧垫有无锈蚀、断裂、缺少或脱落等现象。

(3) 围绕杆基转一圈：检查杆塔根基是否稳定，有无下沉、积水，木杆是否严重腐朽，水泥杆是否有严重裂纹、露筋，铁塔有否锈蚀情况，以及护杆设施是否完好，杆号标志是否清楚，防雷装置接地是否完好。

巡视高压线路时应注意如下事项：巡线工作应由有电力线路工作经验的人员担任。新人员不得一人单独巡线。偏僻山区和夜间巡线，必须由两人进行。暑天、大雪天巡线，必要时应由两人进行。

单人巡线时，禁止攀登电杆和铁塔。

夜间巡线，须沿线路外侧前进，以免万一触及断落的导线。大风时巡线，须沿线路上风侧前进。

事故巡线，应始终认为线路带电，即使明知该线路已停电，亦应认为线路有随时恢复送电的可能。

巡线人员发现导线断落地面或悬吊空中时，应采取措施防止行人靠近断线地点 8 米以内，并迅速报告领导，等候处理。

