

实用 高低压电器

方大千 等 编著

维修 技术

实用电工丛书



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

实用电工丛书

实用高低压电器维修技术

方大千 等 编著

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

实用高低压电器维修技术/方大千等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2004. 1

(实用电工丛书)

ISBN 7-115-11825-6

I. 实... II. 方... III. ①高压电器—维修②低压电器—维修 IV. TM507

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 099719 号

实用电工丛书

实用高低压电器维修技术

◆ 编 著 方大千 等

责任编辑 刘 朋

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67129264

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/32

印张: 22

字数: 503 千字

2004 年 1 月第 1 版

印数: 1-5 000 册

2004 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11825-6/TN · 2171

定价: 28.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

内 容 提 要

本书较全面系统地介绍了高、低压电气设备的维修技术，包括安装调试、维护保养、故障处理、检修试验等内容。书中介绍的许多新工艺、新方法，在维修实践中非常实用。读者通过对本书的学习，能快速掌握高、低压电气设备的维修技术，大大提高自己的业务水平和工作能力。全书共分5章，包括电气设备维修方法和手段，高压电器的维修，低压电器的维修，成套电气设备的维修，以及常用检修仪表和电工安全用具的使用等。

本书简明实用，内容丰富，可供电气技术人员、技师和电力系统电工、工矿企业及农村电工使用，也可供大、中专院校有关师生参考。

前 言

电气技术人员和电工经常涉及高、低压电气设备的维修。高、低压电气设备的性能及工作状态，与维修人员的日常维护和检修质量密切相关，从而也直接影响到供电系统和生产设备的安全可靠运行。现代生产多为连续性生产，设备的停产会带来巨大的经济损失，供电系统更不允许长时间停电，这就要求电气维修人员具有快速诊断和处理电气设备故障的过硬本领。本书较全面系统地介绍了各类高、低压电气设备的维修技术，内容丰富、实用性强。书中大量的内容是维修实践中的经验总结，对快速提高读者的维修技术水平大有益处。

本书的作者是长期从事电气工作的工程技术人员，参加过许多国内外电气设备的安装、调试工作，从事过多年电气设备的维修管理工作，具有丰富的实践经验。本书紧紧围绕高、低压电气设备的安装与调整，日常维护与故障处理，检修与试验等实际维修内容来编写，旨在提高读者处理实际问题的能力。书中还列有维修所必需的技术资料和技术标准。编写中充分注意到内容的先进性和新颖性，所涉及的电器产品尽量采用新系列的产品，所用的数据也力求最新。全书采用法定计量单位和国家绘图标准。

全书由乐启昌、方大中高级工程师审校。参加编写工作的有鲍俏伟、郑鹏、方亚平、朱征涛、方成、方立、那罗丽、杨丽梅和方欣等。

限于编者的经验和水平，书中难免有错误和不妥之处，希望读者批评指正。

作 者

目 录

第一章 电气设备维修方法和手段	1
第一节 电气设备故障的查找方法	1
一、利用人的感官检查电气设备故障	2
二、利用测试仪器和试验设备检查电气设备故障	11
三、设备诊断技术	15
四、快速查找电气设备故障的诀窍	18
五、停电检修和带电检修	30
第二节 电气设备大、小修及不同季节维修要点	34
一、电气设备大、小修及质量标准	34
二、不同季节电气设备的维修要点	46
三、电气设备的温度管理	54
第三节 电气设备维修中最常涉及的技术标准	57
一、各种电气设备的最高允许温度及温升	57
二、各种电气设备的绝缘最低允许值	67
三、各种电器的电气间隙和漏电距离	74
四、各种电气设备的机械寿命和电寿命	77
五、导体的安全载流量	79
六、常用电工绝缘材料的耐热等级和绝缘性能	82
七、高海拔地区电气设备的选择与使用	84
第四节 维修材料及新工艺	89
一、绝缘漆、树脂及胶和腻子	89
二、SLG 长效防污闪绝缘材料	93
三、导电膏	95
四、润滑油和润滑脂	97

五、焊铝方法	98
六、电力接头连接工艺	100
第二章 高压电器的维修	108
第一节 高压电器的分类和使用条件	108
一、高压电器的分类	108
二、高压电器基本使用环境条件	109
三、高压电器的允许工作条件	109
第二节 高压断路器的维修	111
一、高压断路器及其技术特性	111
二、油断路器	114
三、真空断路器	145
四、六氟化硫断路器	166
第三节 操作机构、隔离开关和负荷开关的检修	179
一、操作机构	179
二、隔离开关	194
三、负荷开关	210
第四节 高压熔断器和避雷器的维修	217
一、高压熔断器	217
二、高低压避雷器	227
第五节 高低压电压互感器、电流互感器及电抗器的 维修	242
一、电压互感器	242
二、电流互感器	257
三、电抗器	266
第三章 低压电器的维修	269
第一节 低压电器的分类和使用条件	269

一、低压电器的分类及型号	269
二、低压电器基本使用环境条件(根据 GB1497-79)	277
第二节 低压电器的修理	278
一、低压电器触头系统的修理	278
二、低压电器电磁系统的修理	287
三、低压电器线圈参数的换算	290
四、灭弧系统的修理	290
五、胶木、塑料件损坏的修理	293
六、低压电器修理后的试验	295
第三节 低压断路器的维修	305
一、断路器的结构原理与型号	305
二、DW15 等框架式断路器	312
三、ME 断路器	318
四、塑壳式断路器	327
五、智能型断路器	333
六、低压断路器的安装与调整	340
七、低压断路器的日常维护与故障处理	342
八、低压断路器维修后的试验	347
第四节 刀开关、组合开关和熔断器的维修	348
一、刀开关	348
二、组合开关	365
三、熔断器	370
第五节 接触器、继电器、电磁铁和漏电保护器的 维修	381
一、交流接触器	381
二、真空接触器	418
三、直流接触器	422
四、中间继电器	434
五、电流继电器和电压继电器	440

六、固体继电器	444
七、时间继电器	452
八、热继电器	456
九、电磁铁	467
十、无声节电器	482
十一、漏电保护器	488
第六节 起动器、变频器和制动器的维修	504
一、异步电动机起动方式的选择	504
二、磁力起动器	508
三、星—三角起动器	515
四、自耦减压起动器	521
五、频敏起动控制箱(柜)	532
六、无触点起动器和软起动器	543
七、变频器	551
八、制动器	569
第七节 转换开关、主令控制器、行程开关和按钮、 指示灯的维修	575
一、万能转换开关	575
二、主令控制器和凸轮控制器	582
三、行程开关和微动开关	589
四、按钮	592
五、指示灯	600
第四章 成套电气设备的维修	608
第一节 高压开关柜的维修与试验	608
一、高压开关柜的型号与结构	608
二、高压开关柜的维修	613
三、高压开关柜的试验	615
四、10(6)/0.4kV 变电所高、低压侧电器及母线的选择	618

第二节 手车式高压开关柜的维修与试验	618
一、手车式高压开关柜的结构	618
二、手车式高压开关柜使用前的检查、试验与维修	621
第三节 低压配电屏的维修与试验	626
一、低压配电屏的型号与结构	626
二、低压配电屏的维修	626
三、低压配电屏的定期保养与试验	630
第四节 盘、柜及二次回路结线的安装	631
一、盘、柜的安装	631
二、盘、柜上的电器安装	633
三、二次回路结线	636
第五节 母线的维修	638
一、母线的颜色及排列的规定	638
二、母线的连接与试验	640
三、母线的维修	647
第五章 常用检修仪表和电工安全用具的使用	649
第一节 常用检修仪表的使用	649
一、万用表	649
二、钳形电流表	653
三、兆欧表	655
四、接地电阻测量仪	659
五、直流单臂电桥	660
六、直流双臂电桥	662
七、晶体管直流稳压器	663
八、示波器	663
第二节 电工安全用具的使用	670
一、电工安全用具的分类	670
二、高压验电器	671

三、低压验电笔	673
四、绝缘杆和绝缘夹钳	675
五、绝缘手套和绝缘靴(鞋)	678
六、绝缘垫和绝缘台	680
七、携带型接地线、临时遮栏和标示牌	681
八、安全带、安全帽和护目眼镜	685
九、行灯	686
十、电工安全用具的试验	687

第一章 电气设备维修 方法和手段

高、低压电器作为控制、操作、保护等器件用于供电系统和生产设备上。由高、低压电器等构成的电气设备是电工维护对象。

电气设备的正确使用和精心维护，对于保持设备的正常运转，延长设备的使用寿命，降低维修费用，具有明显的效果。而对电气设备故障的快速处理和高质量的维修，是保证供电系统安全可靠运行和现代化生产的迫切要求。

电气设备的维护保养要通过日常巡视、故障检修、设备诊断及设备的大、小修等手段来达到。

第一节 电气设备故障的查找方法

电气设备的异常情况通常可通过下述的两种方法发现：

第一种方法：通过电工的日常巡视、检查，以及值班人员、操作人员对设备运行情况的反映而得到线索。

询问了解的项目包括：设备发生故障前后的供电及生产设

备运行情况，机械、传动情况；有哪些征兆（如声响、火光、冒烟、焦臭等）；有无违章操作和误操作；有无外界不良作用（如雷击、受雨水浸入、外力撞击、腐蚀性介质侵蚀等）；故障前或检修时有无其他电工改动过线路；是否有人擅自“调试”过开关柜、继电保护屏或控制柜内的有关调节元件（如擅自调整自动开关的脱扣电流值，调整继电器动作电流、电压或时间值，调整热继电器整定值，调整自动装置的反馈量，调整印制电路板上的调节元件等）。

在日常巡视中，主要观察设备、屏、柜上的各种仪表指示是否正常，检查值班记录情况，并利用人的感官及时发现故障苗头等。

第二种方法：通过故障诊断和状态监测技术来判断电气设备的运行状态，以及通过测试、试验和定期大、小修发现设备故障隐患等。现代电气设备和生产设备上越来越多地应用半导体器件、集成电路、晶闸管、模块等，而这类电子电力设备的运行状态和故障诊断，在很大程度上都要借助于测试仪器。

现代智能化高、低压电器和 LOGO!、变频器等，能直接显示运行状态和故障类别，这为维护电工和值班运行电工带来极大的方便。

上述两种故障诊断方法，在实际检修中通常配合使用。

一、利用人的感官检查电气设备故障

利用人的感官检查电气设备故障，是最简单、最常用的一种方法。它不需要测试仪器和检测仪表等，只要带着简单的听音棒（还可长柄起子代替）、简单的试验器（如验电笔、相序器等），用眼看、耳听、手摸、鼻闻等人体的感官功能便可以进行检查。

（一）通过听声音和观察振动发现故障

任何电气设备在运行中都会发出各种声音和振动，电工可以通过检测声音的高低、音色的变化和振动的强弱来判断设备的故障。例如，当用听音棒在电动机轴承端外壳上试听时，若听到有阵阵的“咕噜咕噜”声，则表明轴承中钢珠损坏；有“啞啞”声时，则表明轴承内润滑油不足；当听到有不规律的“哗啦哗啦”声时，则表明轴承走内圆、走外圆；若在定子外壳上听到特别的“嘶嘶”声，则可能是定子铁心叠片过松；当听到断续的“吱吱”放电声时，则可能是绕组出现不严重的接地短路；当听到特别大的“嗡嗡”声且电流表指示过大时，则可能是超负荷运转；当电动机发生剧烈的振动时，则可能是转子不平衡、皮带盘轴孔偏心或轴头弯曲；当听到闷重的“嗡嗡”声时，则可能是电动机单相运行。当不能判断异常声音是来自电动机内部还是由于外部产生时，需将与电动机连接的传动机构分离，让电动机单独运行就可以弄清楚。

又如，接触器本身构件松动、安装螺丝松脱、灰尘积聚在可动铁心和固定铁心之间、短路环缺损、电源电压过低等，都会引起接触器发出比平时高得多的异常声音，并有可能引起控制柜的共振。

上述方法是根据响声或不规则的振动声与正常运行时的声音、振动有某些差异才能判断故障的。不能单凭声音高或低的绝对值，而是要根据与平时运行时的微小差异来判断。因此平时经常试听，仔细记住正常运行时的节奏是十分重要的。

（二）根据气味变化发现故障

电气设备在运行中，特别是在刚安装完毕投入运行的开始

阶段，会有异样的气味产生。但这种气味与电气产品过热或烧焦绝缘材料所产生的刺鼻焦臭气味是完全不同的。

在巡视检查中，如嗅到什么与平时不同的气味时，就要进一步调查有没有冒烟的地方和变色的部位。嗅气味必须与观察外观和变色检查相结合才能正确地判断出故障所在。例如，在巡视开关柜时，嗅到有焦臭味，打开柜门进一步检查，估计是某接触器出了毛病，用手触摸接触器线圈，发现它发热严重，并且线圈外表有烧焦样，于是判断出该接触器线圈烧损。

（三）通过观察监视仪表、检查外观及变色情况发现故障

通过观察设备上或柜、屏上的监视仪表和检查外观及变色情况发现故障，统称为通过目测进行异常现象判断。

在巡视检查电气设备时，首先应观察指示仪表。通过观察仪表指示，可大致判断设备的运行情况。例如，三相电压是否平衡，电压是否正常；三相电流是否平衡，有无超载；观察直流输出电压是否平稳，有无跳动；观察励磁电压、励磁电流是否超出范围；智能电器的工作状态显示是否正常等。如果仪表指示或功能显示不正常，就可进一步查找故障原因，作出相应的处理。

许多电气设备故障时有明显的外观征兆，如热继电器动作，熔断器熔断指示，过流、过压信号继电器动作掉牌，过电流继电器动作掉牌，有报警装置的会发出声响信号、闪光灯信号，智能电器的故障显示等。有些故障目测很容易发现，如接线松动、脱焊，元器件烧毁等。

通过目测发现的异常现象及产生的原因见表 1-1。

表 1-1

目测发现的异常现象及其产生的原因

现 象	产 生 的 原 因
缺损	绝缘损伤, 设备缺件、损毁、断线、整流子表面粗糙等
变形	电容鼓肚, 电缆护套起皱, 操作机构变形等
变色	烧焦, 吸潮, 整流子表面颜色异常、发黑(正常时一般为棕色), 导线连接处变色, 导线绝缘变色, 呼吸器吸湿变色, 接触器线圈烧伤变色, 绝缘板变色, 电阻和电容变色, 灭弧罩烧伤、变色等
漏油、漏水	油开关、电容及变压器漏油, 电缆沟或开关柜内漏水受潮结露, 电气设备受雨淋等
松动	电机座螺丝松动, 接触器及开关等电气设备固定螺丝松动, 电缆夹子松动, 接地(接零)线螺丝松动等
污秽	电气设备内部元件粘附灰尘、油污等
腐蚀、生锈	铜铝接头氧化, 电气设备受酸碱等有害介质的腐蚀, 接头螺丝氧化、生锈等
磨损	操作机构机械磨损, 电机轴承磨损, 整流子表面磨损、有凹痕, 电刷磨损、不光滑, 电机或电器的传动机构磨损等
火花	整流子表面发出不正常火花及环火, 导体或触头接触不良, 导体间或导体与地的距离过近引起放电、短路故障、局部放电, 开关灭弧不良等
冒烟	开关、电机、变压器等电气设备严重过载或内部故障, 短路, 电容、电阻和半导体元件过热或击穿, 导线严重过载, 电气设备受潮、绝缘严重下降、受雷击等
有无杂质、异物	开关柜内是否整洁, 电缆沟内有无鼠窝, 电气设备上或周围有无堆放杂物等
动作不正常	设备损坏, 控制电路混线、短路、开路或安装错误, 断路器脱扣电流、热继电器整定电流及继电保护调整不当或失灵等

(四) 通过测试温度发现故障

当电气设备发生故障时, 往往伴随设备的温度明显地升高。