

快速培训电气技能丛书

快速 培训



电气维修技能

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

- 取材新颖实用，打破传统模式
- 重点难点点拨，夯实理论基础
- 剖析典型实例，提升技能



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

快速培训电气技能丛书

快速 培训



电气维修技能

| 吴鸣山 项绮明 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书对电气故障维修方法做了较全面的阐述与讲解,提出快速培训电气维修人员的方法和措施。内容包括电气线路与电气设备故障的检测方法,采用电气仪表检测与诊断电气故障,电气线路与电气设备故障检修方法,电气检测仪表故障维修,电工常用工具维修,数控机床故障检修思路与方法,数控机床易损单元电路与器件故障检修,可编程控制器的故障检修,变频器的故障诊断与检修,电气设备密码解锁与故障检修,电气照明设备的故障检修,低压与高压电气设备的故障检修,三相与单相交流电动机及直流电动机的故障检修,电动水泵与发电机组的故障检修,常用焊接设备与变配电设备的故障检修。

本书列目清晰、结构紧凑、论证严谨、例析精当。内容均是初接触电气线路与设备维修工作人员在实际工作中经常碰到的问题,因此本书具有“拿来就用,一学就会”的特点。

本书既可作为电气线路与设备维修人员在岗培训教材,也可作为高、中等职业学校电气线路与设备维修专业学科的辅导教材,还可供电气线路与设备维修及生产技术人员阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

快速培训电气维修技能 / 孙余凯等编著. —北京: 电子工业出版社, 2012.11

(快速培训电气技能丛书)

ISBN 978-7-121-18517-5

I. ①快… II. ①孙… III. ①电气设备—维修—技术培训—教材 IV. ①TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 219983 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 鄂卫华

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

装 订: 中国电影出版社印刷厂

出版发行: 电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16 字数: 389 千字

印 次: 2012 年 11 月第 1 次印刷

定 价: 39.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。



前言

随着电气技术的高速发展，城乡建设步伐不断加快，各种电气设备也随之大量增加，电气技术已渗透到了社会的各个层面，为电气行业的从业人员提供了更为广阔的就业前景。

然而，面对电气行业的人才需求，摆在电气行业从业人员面前的首要问题就是如何掌握规范的操作技能，如何迅速提升安装、调试、检修能力，如何尽快掌握新的电气技术及对电气设备的安装、检测、维修技能，以适应行业发展的需要。为使电气行业的从业人员夯实电气基础知识，提升实际操作技能，在安装、调试、检修电气线路和电气设备中，操作更加专业和规范，并能确保人身和设备的安全，我们特策划和组织编写了这套快速培训电气技能丛书。这是一套非常实用的在岗电气操作人员的技能培训教材及上岗应试的辅导教材。

本套丛书共 9 本，包括《快速培训电工技术基础》、《快速培训电气电路识图技巧》、《快速培训电气仪表使用与检测技能》、《快速培训电气接地·防雷·防爆安全技能》、《快速培训电气安装技能》、《快速培训电气维修技能》、《快速培训 PLC 控制系统应用技能》、《快速培训数控技术与数控机床维修技能》、《快速培训变频器应用与维修技能》。

《快速培训电气维修技能》是本套丛书之一。本书以电气维修行业的国家职业技术考核规范为标准，以市场岗位需求为导向，贴近实际，注重实践。精选了电气线路与电气设备维修的知识内容为题材，采用基础知识培训与检测技能培训相结合的快速培训形式，全面系统地解读了数控机床操作人员必备的数控技术与数控设备维护、检修等方面的基础知识和检测技能。

本书具有以下特色。

1. 取材新颖和实用，理论与实践融会贯通

本书在内容的选取上打破了传统模式，以讲解电气线路与电气设备的基础知识为切入点，重点突出对电气线路与电气设备的维护、检修方面知识进行讲解，特别是将重点放在应用检测仪表和工具及采取不同的检测方法，检测各种电气线路与电气设备的技能实训上。全书在所贯通的典型电气维修与检测实例的实测过程中，融汇了作者多年积累的维修与检测经验。

2. 讲解精细，突出重点和难点

本书在对电气线路与电气设备基础知识的讲解上突出了轻松学的特点，在讲解方法上，先简略介绍共性方面的知识，使读者初步入门；再通过选择和操作电气设备与器件的过程，归纳出需重点掌握的知识，为读者夯实知识基础；最后在检测实际电气技术参数的培训中，再对知识和技能的难点进行点拨，达到对读者进行知识和技能的快速培训之目的。

3. 技能培训注重实践，把目标落实到能力的提升上

本书对电气方面知识和检测技能的讲解，都是以典型检测维修实例为题材，教会读者先掌握检测前将检测设备接入检测电路的连接方法及在检测过程中重点掌握的检测技能；再将检测数据用图表列出，显示出正常状态下的参数和波形；最后教会读者从检测的数据和波形的分析中判断电气线路与电气设备的故障，并准确找出故障部位及处理故障的方法和措施，把正确使用电气仪表和工具对电气线路与电气设备的准确检测落到工作的实处，真正实现提升实践能力的目标。

4. 亮色标注，重点、要点、难点鲜明

本书充分利用双色印刷的功能，采用鲜亮的颜色，在文和图中关键部位标出让读者应掌握的重点、要点及难点，起到点拨的作用，使读者收到轻松、愉悦的阅读效果。

本书由孙余凯、吴鸣山、项绮明统稿编著，参加编写的人员还有刘跃、夏立柱、王国珍、金宜全、常乃英、孙静、李维才、王国太、项天任、吕晨、项宏宇、周志平、王五春等。

本书在编写过程中，参考了大量的国内、外有关电气技术方面的期刊、图书和相关资料，在此表示感谢。由于作者水平有限，书中存在不足之处，诚请专家和读者指正。

编著者

2012年8月

目 录 CONTENTS

第 1 章 电气线路与电气设备故障的检测方法 1

- 1.1 电气线路与电气设备的故障类型 1
- 1.2 检修电气线路与电气设备故障的基本原则 3
- 1.3 询问用户诊断与检测电气故障的方法 4
- 1.4 直观检查诊断电气线路与电气设备故障部位的方法 5
- 1.5 采用清洁法检查电气线路与电气设备故障部位的方法 6
- 1.6 电气设备的整机比较法 7
- 1.7 采用部件互换比较法来判断机床类电气设备故障的方法 7
- 1.8 机床类电气设备的功能测试与故障判断 8
- 1.9 采用脱开检查法来判断电气线路与电气设备故障部位的方法 8
- 1.10 采用电位分析法来判断电气线路与电气设备故障部位的方法 9
- 1.11 机床类电气设备的面板操作压缩法 11
- 1.12 电气线路与电气设备元器件替换和并联及敲击检查法 11
- 1.13 采用阻抗分析法判断电气线路与电气设备故障部位的方法 12
- 1.14 采用短接法判断电气线路与电气设备故障部位的方法 13
- 1.15 电气线路与电气设备故障检修方法归纳总结 14

第 2 章 采用电气仪表检测与诊断电气故障 15

- 2.1 用万用表检测与诊断电气线路与电气设备故障部位的方法 15
- 2.2 用红外线测温枪检测与诊断故障部位的方法 16

2.3 用灯泡检测与诊断电气线路与电气设备故障部位的方法.....	21
2.4 用测电笔和绝缘电阻表检测与诊断电气故障部位的方法.....	23

第3章 电气线路与电气设备常见故障的检修方法25

3.1 电气线路与电气设备常见故障的检修思路.....	25
3.2 照明线路漏电故障的检修方法	27
3.3 电力线路漏电故障的检修方法	27
3.4 导线接触不良故障的检修方法	30
3.5 电气线路与电气设备断路故障的检修方法.....	31
3.6 电气线路与电气设备故障实际检修中可能遇到的问题及处理方法.....	33

第4章 电工常用工具的故障检修39

4.1 电烙铁的维护与修理	39
4.2 普通手电钻常见故障的检修方法	40
4.3 冲击电钻常见故障的检修方法	43
4.4 电动曲线锯常见故障的检修方法	45
4.5 电工常用高压验电器故障的检修方法.....	47

第5章 数控机床故障检修的思路与方法49

5.1 数控机床维修时必须具备的知识与要求.....	49
5.2 数控机床常见故障的类型	50
5.3 数控机床的故障分析与检修思路	53
5.4 数控机床无显示或显示异常的故障分析与检修思路.....	58
5.5 数控机床位置检测系统的故障分析与检修思路.....	59
5.6 数控机床设备检修时必须注意的问题.....	60
5.7 数控机床主轴系统电路信号流程故障的检修思路.....	62

第6章 数控机床易损单元电路的故障检修63

- 6.1 数控机床步进电动机控制电路的基础知识..... 63
- 6.2 数控机床步进电动机控制电路故障的检修..... 68
- 6.3 数控机床伺服进给驱动控制单元故障的检修..... 71
- 6.4 数控机床伺服电动机的测速反馈电路..... 72
- 6.5 数控机床可编程控制器电源系统故障的检修..... 75

第7章 数控机床常用器件的故障检测77

- 7.1 数控机床模拟集成电路的检测 77
- 7.2 数控机床系统数字逻辑门集成电路的检测..... 80
- 7.3 数字触发器与计数器集成电路的检测..... 85
- 7.4 稳压二极管的判别与检测 88
- 7.5 发光二极管的检测与判别 89
- 7.6 光电耦合器的检测与判别 90
- 7.7 压敏电阻器的判别与检测 91
- 7.8 稳压集成电路的判别与检测 92
- 7.9 场效应晶体管的判别与检测 94
- 7.10 单向晶闸管的判别检测 96
- 7.11 门极可关断晶闸管的判别与检测..... 98
- 7.12 桥式整流器的判别与检测 99

第8章 可编程控制器的故障检修 101

- 8.1 可编程控制器设备检查的基本原则..... 101
- 8.2 可编程控制器的故障原因与检修方法..... 101
- 8.3 可编程控制器开关电源电路的故障检修..... 112

8.4 可编程控制器通信端口的故障处理.....	124
第9章 变频器常见故障的诊断与检修	127
9.1 变频器的可靠性规律与特点	127
9.2 变频器外部故障的常见原因与检修方法.....	128
9.3 变频器供电电源的故障检修	131
9.4 变频调速系统振动与噪声故障的检修方法.....	132
9.5 变频器保护电路动作故障的检修方法.....	133
9.6 变频器产生高次谐波故障的检修方法.....	136
9.7 变频器控制电路常见故障的检修方法.....	138
9.8 变频系统电动机常见故障的检修方法.....	141
9.9 感应雷电和过电压引起变频调速系统故障的检修方法.....	145
第10章 电气设备密码解锁与故障检修	147
10.1 变频器密码的解锁方法	147
10.2 ETA1 蛟龙 4.0D 系列电焊机故障代码及检修方法	149
10.3 利用故障自诊断功能检修变频器故障的方法.....	151
第11章 电气照明设备的故障检修.....	159
11.1 电子节能灯具的故障检修.....	159
11.2 H 形荧光灯的结构特点与故障检修.....	165
第12章 低压电气设备的故障检修	167
12.1 漏电保护器与低压断路器的故障检修.....	167
12.2 电磁继电器的故障检修	170
12.3 热继电器的整定电流调整与故障检修.....	173

12.4	交流接触器与电磁铁的故障检修	174
12.5	启动设备与频敏变阻器的故障检修.....	179
第 13 章	高压电气设备的故障检修	183
13.1	高压隔离开关与高压负荷开关的故障检修.....	183
13.2	高压断路器与真空接触器的故障检修.....	184
13.3	高压熔断器与高压电力电容器的故障检修.....	186
第 14 章	三相交流电动机的故障检修	189
14.1	三相异步交流电动机的拆装方法	189
14.2	三相异步交流电动机的故障检修	190
第 15 章	单相交流电动机的故障检修	193
15.1	单相交流电动机的故障原因与检修方法.....	193
15.2	单相异步电动机离心开关的故障检修.....	194
15.3	单相异步电动机用电容器的故障检修.....	195
15.4	电动机电刷的故障检修	198
第 16 章	直流电动机的故障检修	201
16.1	直流电动机的拆装与故障原因及检修方法.....	201
16.2	步进电动机与同步电动机的故障原因及检修方法.....	205
第 17 章	电动水泵与发电机组的故障检修	209
17.1	电动水泵故障的检修方法	209
17.2	柴油发电机组与柴油机故障的检修方法.....	210

第 18 章 常用焊接设备的故障检修223

18.1 气焊与气割设备故障的检修方法 223

18.2 普通电焊机故障的检修方法 225

18.3 氩弧焊机与空气等离子弧气割机故障的检修方法..... 229

18.4 波峰焊点常见缺陷的处理方法 232

第 19 章 变配电设备的故障检修233

19.1 变配电系统保护装置故障的检修方法..... 233

19.2 变配电系统的验电与低压配电盘故障检修 236

19.3 配电变压器异常响声的故障原因与检修方法..... 237

19.4 配电变压器常见故障的检修方法 238

19.5 变压器参数的测量与判断 241

第1章 电气线路与电气设备故障的检测方法

1.1 电气线路与电气设备的故障类型

电气线路与电气设备故障虽然是多种多样的，但归纳起来可以分为短路故障、漏电故障、断路故障和变质故障。

1.1.1 电气线路与电气设备短路故障的类型与原因分析

1. 短路故障的类型

所谓短路，是指电源不经负载构成回路，如图 1-1 所示；或线路中某处不经负载而接地，如图 1-2 所示；或线路中输出电流的导线因绝缘破坏而接地如图 1-3 所示。短路会导致用电设备不能正常工作。

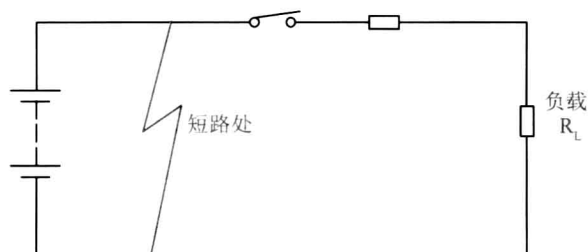


图 1-1 电源不经负载构成回路造成的短路故障示意图

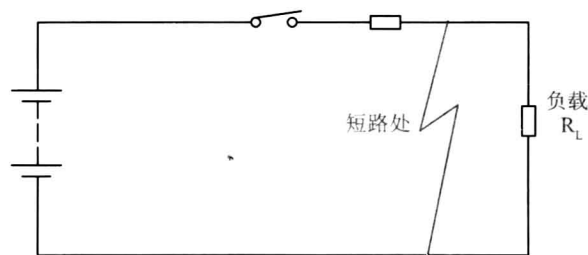


图 1-2 线路中某处不经负载而接地造成的短路故障示意图

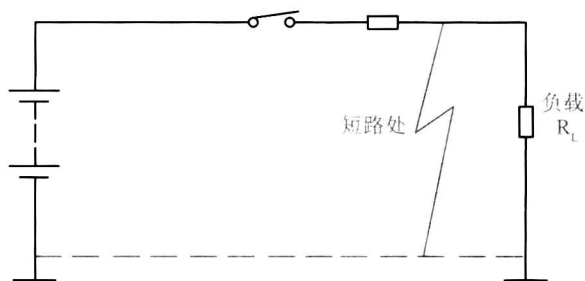
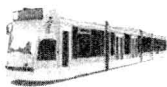


图 1-3 线路中输出电流的导线因绝缘破坏而接地造成的短路故障示意图

2. 短路故障的危害

短路时，负载线路电阻等于零，由于电源电压会全部降落到内电阻上，所以会产生巨大的电流，不仅使电源过载，导线过热导致绝缘破坏，而且严重时还可能引起火灾。

3. 造成短路故障的原因

造成短路故障的原因常见主要有：导线绝缘破坏并相互接触造成碰线；开关、接线盒、灯座等外接线松脱造成线间相碰；接线时操作不慎或因错误使两线接头相碰，或线路接头直接碰地等。

4. 需要说明的问题

短路是一种严重的事故，应该尽力防止。但是，有时为了某种需要，也常常人为地将线路中某一部分短路，以便检查、分析故障所在。这就是检修时常用的“短路法”。

1.1.2 电气线路与电气设备漏电故障的原因分析

1. 漏电故障原因

出现漏电故障的主要原因是：电气线路与设备绝缘不良；连接导线受潮；绝缘老化及破损等。

2. 漏电故障的危害

漏电严重时，不仅会使导线发热，耗电量增加，而且还会造成机体带电，接触麻手，甚至会被电击。

3. 需要说明的问题

漏电故障在电气线路和电气设备中的故障发生率较高，尤其是农电及照明线路等出现的概率较大，这主要是由特殊的工作环境所致。

1.1.3 电气线路与电气设备断路故障的原因分析

1. 断路故障特点

所谓断路（又称开路）是指线路中某点因故断开，回路中无电流通过，导致用电负载不能正常工作。

2. 断路故障原因

线路出现断路故障，多半是由于导线折断、连接点松动或接触不良所致。在照明线路中，常常是由于导线连接处经长期使用被氧化而造成的。

1.1.4 电气线路与电气设备变质故障的原因分析

1. 变质故障特点

所谓变质，对于电气设备来说，即元器件的参数与要求的参数相差太远。如电阻值增大，电容量变小，三极管放大倍数变小、穿透电流变大、温度特性变坏、反向电阻变小等。

2. 需要说明的问题

在检修电气线路与电气设备时，在搞清原理的基础上抓住上述变质故障的这些本质的东西，就可以较快捷地将故障排除。

1.2 检修电气线路与电气设备故障的基本原则

在正确判断出故障的大概类型或大概的部位以后，就可对故障进行检修了。检修电气线路与电气设备故障应按以下的步骤循序渐进。

1.2.1 先静后动原则

1. 人要先静后动

在开始检修电气线路与电气设备时，人要先静下来，不要盲目动手。要根据故障现象，从原理及电路上分析故障原因，然后再动手。

2. 电气线路与电气设备要先静后动

这里的静是指电气线路与电气设备不通电的静止状况；动是指电气线路与电气设备通电后的工作状况。不要对电气线路与电气设备贸然通电，先做必要的安全检测和阻容测试，然后再通电工作，这一原则是为了保证电气线路与电气设备的安全。

3. 电路要先静后动

这里的静是指直流工作点或静态工作状况；动是指交流工作情况及动态状况。也就是说，对电气线路与电气设备故障的检查要先静后动。例如常见的数控机床设备电子电路，一般要求有一个合适的静态工作点或称直流偏置点，否则，动态工作也不正常。定型的产品（例如数控机床设备使用的模块、集成电路等）在设计时已保证了静态在正确的基础上有一合乎要求的动态范围。检修中如果没有交流和校正及调试误差故障，那么静态正常后，动态一般也正常。

1.2.2 先外后内原则

所谓先外后内，也就是要先外后内地对电气线路与电气设备故障进行修理。电气线路



与电气设备暴露在外面的部分,如外壳、控制开关旋钮、按键等要先修理;其次是修电气线路与电气设备内部暴露的零件,然后再拆卸封口的组件。但要尽量避免随意启封或拆卸电气线路与电气设备中的密封零件。

1.2.3 先附件后主机原则

附件是电气线路与电气设备主机以外的与主机一体的有关部件,例如数控机床设备可编程控制器 PLC、外接电源等。先附件后主机,可以确切地肯定故障是否与附件有关。最简单有效的检验方法就是采用对比代换法,可找一个好的附件试一下要检修的主机或者找一个好的主机试一下未加肯定的附件,这样就可确定故障是否与附件有关了。

1.2.4 先电源后负载原则

电源故障是机床电气设备中最常见的故障之一。因此,检修时一般都应首先检查电源部分,例如电动机的三相供电电压、计算机数控系统中使用的直流低压等。如检查电源电压正常,再检查负载电路。

1.2.5 先一般后特殊原则

分析电气线路和电气设备某一故障时,要先考虑最常见的故障原因,然后再考虑较少见的故障原因,这就是先一般后特殊的原则。

1.2.6 先简单后繁难原则

在检修电气线路与电气设备故障时,应先排除容易维修的故障,后排除难维修的故障。如检修的机床电气设备属于一机多病故障,不要一开始就陷在一个难题上,很长时间没有进展,应先易后难地排除故障。

1.2.7 先主要后次要原则

故障对电气线路与设备功能的影响程度,决定着故障的主次。电气线路与电气设备有些主要的故障,在检修时,不一定是很困难的故障,次要故障不等于就是简单的故障。在难易程度相当的情况下,则先修电气线路与电气设备的主要故障,后修次要故障。

1.2.8 先公共后专用原则

在对电气线路与电气设备故障进行检修时,要先解决共性的问题和检修好各部分所公用的电路故障,后检修个别性和专用电路的故障。

1.3 询问用户诊断与检测电气故障的方法

在检修电气线路或电气设备故障之前,不要忙于通电,应向用户询问电气线路或电气设备的使用情况,了解故障现象以及故障产生和发展的过程,最好将用户提供的情况做好记录。认真分析研究,这对于维修者来说是非常必要和有用的。由此可以减少误判、错判,

使检修故障的效率大大提高。询问的内容包括以下几个方面。

1.3.1 了解电气线路或电气设备已经使用的年限

了解所修电气线路或电气设备使用的年限,可以帮助维修者大致估计出故障的性质。例如,对于较新的电气线路或电气设备,故障原因多是电气线路或电气设备在安装过程中未连接牢固,导致折断或似断似接,个别元器件或零部件安装时连接、焊接不好或安装不良,配电箱连接线松动造成接触不良,个别元器件或零部件可靠性太差造成的故障;用户使用电气线路或电气设备上的某些功能不当而造成的“假故障”等。

对于使用多年的电气线路或电气设备来说,则应该较多地考虑损耗性故障,如电气器件老化、性能变差,电子控制电路中晶体管元件特性下降、电容器漏电、电容器介质损耗太大、电容器变值或电容器击穿、电阻变值、变压器内线圈锈断,集成电路老化等。

1.3.2 了解电气线路或电气设备产生故障的过程

应了解故障是突然发生的,还是逐步恶化的,是静止性的故障还是时有时无的故障。详细了解以上这些情况后,可以帮助进一步判断故障的性质和采用较为合理的修理方法。

1.3.3 了解电气线路或电气设备是否请人修理过

应该了解该电气线路或电气设备发生故障以后是否请人修理过,应问清修理过程,如是否动过电气线路或电气设备上的某些可调器件,是否更换过电子元件或零部件等。这可以帮助我们较快地排除一些由于修理者修理技术不太熟练或不太熟悉该电气线路或电气设备原理而造成误修或误换元件故障。

1.3.4 调查电气线路或电气设备的有关资料

如果对故障电气线路或电气设备的电路不太熟悉,手头又无有关资料时,应及时向用户询问该电气线路或电气设备是否带有(或配备)线路图等有关资料,如没有应设法查找。

1.3.5 核查电气线路或电气设备的故障现象

有的用户由于对电气线路或电气设备的使用常识不甚了解,无意中使开关或按钮处于不正常的位置,便误认为有故障。因而应及时对故障现象予以检查核实,以便排除“假故障”。

总之,根据故障现象,有针对性地向用户了解情况,对检修故障电气线路或电气设备有很好的参考价值。

1.4 直观检查诊断电气线路与电气设备故障部位的方法

直观检查法就是不借助仪器和仪表,仅凭眼睛或其他感觉器官,即眼(看)、耳(听)、鼻(闻)、手(拨和摸),以及应用必要的工具(如螺丝刀等)对电气线路或设备进行外表检查,从而发现损坏部位或故障原因。这种检查方法十分简捷,对检修电气线路或电气设备故障十分有效。



1.4.1 采用眼看的方法查找电气线路或电气设备故障部位的方法

1. 静态观察

首先观察电气线路或电气设备上的各接线头、各种开关、熔断器、断路器按钮、旋钮等是否处于正确位置或有无松动（指断路器、熔断器）。

2. 通电观察

通电以后，观察电气线路或电气设备相关处有无冒烟、打火等异常现象。一旦发现不良，应迅速断电，以防故障进一步扩大。

3. 断电观察

断电后，可视情况分别观察相应部分的连线 and 闸刀、开关和连接是否异常或发热，电子控制电路的电路板及集成块是否有断裂、损坏，晶体管、电容器、电阻器、变压器等元器件有无缺损、烧焦和爆裂现象，导线上是否有烧焦痕迹或鼓包处，是否有折断压痕等。在允许通电的情况下，还可以观察电气设备相关机械的运转和传动系统的运行是否正常。

1.4.2 采用耳听的方法诊断电气线路或电气设备故障部位的方法

1. 检查方法

电气线路或电气设备通电以后，仔细听有无异常声音，如线路接头处有无打火声、电气设备运行时有无机械零件碰击声、按动某一功能键时继电器有无正常的吸合声等。

2. 需要说明的问题

利用耳听法，还可以积累对各种电气线路或电气设备的启动、各种开关的开或闭等工作方式的感性认识，使维修各种电气线路或各种设备变得简单。

1.4.3 采用手（拨和摸）的方法诊断电气线路或电气设备故障部位的方法

轻拉各种电气线路或电气设备的连线、传动皮带盘等，凭手感判断其接触是否牢固，松紧程度是否正常。只要不断积累手感的实践经验，凭手感也可以很快发现故障部位或故障元件（零件）。

1.4.4 采用鼻（闻）的方法诊断电气线路或电气设备故障部位的方法

鼻闻电气线路或电气设备有无焦味或其他怪味出现，找出发出气味的部位或元件（零件、接线），也有助于维修工作的顺利进行。

1.5 采用清洁法检查电气线路与电气设备故障部位的方法

1.5.1 受潮、灰尘故障的特点

由于电气线路或变电设备具有室外工作的特点，所以经长期使用以后，电气线路或变