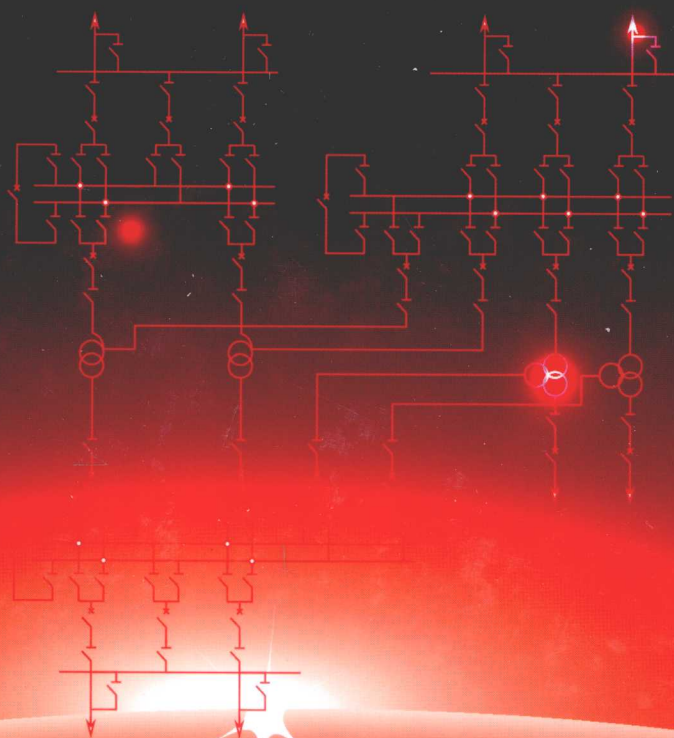


电气设备故障诊断 与维修手册

安 勇 等编著



DIANQI SHEBEI GUZHANG ZHENDUAN YU WEIXIU SHOUC



化学工业出版社

014057832

TM07-62
12

电气设备故障诊断 与维修手册

安 勇 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·



北航

C1742505

TM07-62

12

014027833

本书采用图表形式介绍了常用电气设备的用途、分类、结构原理及运行中各种故障产生的原因、故障的诊断与维修。内容包括：电气设备故障诊断的基本方法，交直流电动机和发电机、高低压电器、变压器、机床电气设备、照明电器、可编程控制器、变频器、起重和运输设备、蓄电池、电热设备、电子和晶闸管电路等电气设备的故障诊断与维修，内容全面实用，便于读者学习和查找。

本书可供电工及电气技术人员在电气故障维修的实践中使用，也可作为大专院校相关专业师生的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气设备故障诊断与维修手册/安勇等编著. —北京:
化学工业出版社, 2014. 7
ISBN 978-7-122-20628-2

I. ①电… II. ①安… III. ①电气设备-故障诊断-
技术手册②电气设备-维修-技术手册 IV. ①TM07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 093700 号

责任编辑：高墨荣
责任校对：吴 静

文字编辑：杨 帆
装帧设计：王晓宇

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市胜利装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 23 $\frac{1}{4}$ 字数 594 千字 2014 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：88.00 元

版权所有 违者必究

随着电气技术的不断进步,工厂电气自动化程度越来越高,电气设备也在不断改造、更新。在电气设备的运行、维护中,电气人员往往难以全面掌握各种电气设备故障的维护及排除技术,为了保证工厂电气设备的正常运行,加强对电气设备的维修,迅速及时地排除电气设备故障,迫切需提高电气维护人员对各种电气设备故障的分析、判断和处理的能力。本手册正是为满足电气维护人员的需要而编写的。

本书主要介绍工厂常用电气设备的用途、分类、结构原理及运行中各种故障产生的原因、故障的诊断与维修。内容包括:交直流电动机和发电机、高低压电器、变压器、机床电气设备、电气照明、可编程控制器及变频器、起重和运输设备、蓄电池、电热设备、电子和晶闸管电路等电气设备的故障诊断与维修。

全书内容实用、全面,理论联系实际,通俗易懂,故障诊断多以图表形式表达,简明扼要,是一本综合性电气设备维修手册。

本书可供技术工人在电气故障维修的实践中使用,对工厂电气技术人员也有一定的参考价值,特别适用于从事电气设备运行和维修的技术人员使用。

本书主要由安勇编写并负责统稿。马学文编写了第二章、郭亮编写了第四章。编写过程中还得到了朱雪飞、袁兵、郝晓东等同志的大力支持和帮助,在此表示诚挚的谢意。王晓暄、于福生、张敏、李久福、张克明、黄晓明、张新兵、李旭、杨凡、郝振杰、肖得辉、张亦兵、曹克新、汪开龙、戴京、安翔、张乾坤、咎帅、李小龙、姚炳雯、张高强、杜刚、朱景会、王红军等同志参加了部分编写和校对工作。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

目录

CONTENTS

第一章 电气设备故障诊断的基本方法	1
第一节 电气设备的故障诊断	1
一、电气设备诊断的必要性	1
二、故障诊断的主要过程	1
三、电气设备故障的诊断方法	2
第二节 电气控制线路的故障诊断	3
一、电气控制线路故障的检查程序	3
二、故障的诊断方法	4
第二章 电动机故障诊断与维修	11
第一节 三相交流电动机故障诊断与维修	11
一、用途和分类	11
二、结构和原理	11
三、故障诊断与维修	13
第二节 直流电动机故障诊断与维修	37
一、用途和分类	37
二、结构和工作原理	37
三、故障诊断与维修	38
第三节 冶金起重用三相异步电动机故障诊断与维修	50
一、用途与分类	50
二、故障诊断与维修	50
第四节 三相交流换向器电动机故障诊断与维修	52
一、用途和分类	52
二、结构和原理	52
三、故障诊断与维修	53
第五节 电磁调速三相异步电动机故障诊断与维修	58
一、应用场合、结构和原理	58
二、故障诊断与维修	59
第六节 旁磁制动电动机故障诊断与维修	62
一、用途和结构原理	62
二、故障诊断与维修	63
第七节 防爆电动机故障诊断与维修	64
一、应用与防爆原理	64
二、故障诊断与维修	64
第八节 锥形转子制动三相异步电动机故障诊断与维修	66
一、应用和结构原理	66
二、故障诊断与维修	66
第九节 电磁制动异步电动机故障诊断与维修	68
一、结构和原理	68
二、故障诊断与维修	68
第十节 力矩三相异步电动机故障诊断与维修	70
一、适用范围和结构特点	70
二、故障诊断与维修	70
第十一节 潜水三相异步电动机故障诊断与维修	71
一、用途、种类、结构和性能	71
二、故障诊断与维修	72
第十二节 三相变极多速电动机故障诊断与维修	74
一、结构和用途	74
二、故障诊断与维修	75
第十三节 牵引电动机故障诊断与维修	77
一、用途和分类	77
二、故障诊断与维修	77
第十四节 单相异步电动机故障诊断与维修	80
一、工作原理	80
二、单相异步电动机故障诊断与维修	80

三、单相罩极异步电动机故障诊断与 维修	81	故障诊断与维修	84
第十五节 小功率同步电动机故障诊断与 维修	83	一、用途和结构	84
一、用途和分类	83	二、故障诊断与维修	84
二、故障诊断与维修	83	第十七节 电机扩大机故障诊断与 维修	86
第十六节 单相交、直流两用串励电动机		一、结构和原理	86
		二、故障诊断与维修	87
第三章 发电机故障诊断与维修	90		
第一节 同步发电机故障诊断与 维修	90	第三节 车用发电机故障诊断与 维修	95
一、结构和原理	90	一、直流发电机故障诊断与维修	95
二、故障诊断与维修	91	二、硅整流发电机故障诊断与维修	97
第二节 柴油发电机故障诊断与 维修	93	三、永磁转子交流发电机故障诊断与 维修	98
一、HF4-28-50 型柴油发电机故障诊断与 维修	93	第四节 直流发电机故障诊断与 维修	100
二、120GF1 型柴油发电机故障诊断与 维修	94	一、用途、分类和结构	100
		二、故障诊断与维修	100
第四章 低压电器故障诊断与维修	102		
第一节 熔断器故障诊断与维修	102	一、用途和类型	122
一、用途和分类	102	二、结构和原理	123
二、结构	102	三、故障诊断与维修	123
三、故障诊断与维修	103	第七节 启动器故障诊断与维修	125
第二节 刀开关故障诊断与维修	106	一、用途和分类	125
一、用途和分类	106	二、结构和原理	125
二、结构	106	三、故障诊断与维修	129
三、故障诊断与维修	108	第八节 时间继电器故障诊断与 维修	130
第三节 断路器故障诊断与维修	109	一、用途和分类	130
一、用途和分类	109	二、结构和原理	131
二、结构	109	三、故障诊断与维修	132
三、故障诊断与维修	112	第九节 漏电继电器故障诊断与 维修	133
第四节 交流接触器故障诊断与 维修	117	一、用途和分类	133
一、用途和种类	117	二、结构和原理	134
二、结构和原理	117	三、故障诊断与维修	134
三、故障诊断与维修	117	第十节 电磁铁故障诊断与维修	136
第五节 无声节能器故障诊断与 维修	121	一、用途和分类	136
一、工作原理	121	二、结构和原理	136
二、故障诊断与维修	121	三、故障诊断与维修	137
第六节 热继电器故障诊断与维修	122	第十一节 直流接触器故障诊断与	

维修	138	维修	147
一、用途和分类	138	一、结构和原理	147
二、结构和原理	139	二、故障诊断与维修	148
三、故障诊断与维修	139	第十八节 变阻器故障诊断与维修	148
第十二节 真空接触器故障诊断与		一、用途和分类	148
维修	140	二、故障诊断与维修	148
一、用途、结构和原理	140	第十九节 信号灯故障诊断与维修	149
二、故障诊断与维修	142	一、用途、分类及结构	149
第十三节 按钮故障诊断与维修	143	二、故障诊断与维修	149
一、用途、分类和结构	143	第二十节 并联电容器故障诊断与	
二、故障诊断与维修	143	维修	149
第十四节 行程开关故障诊断与维修	144	一、用途和分类	149
一、用途、分类和结构	144	二、结构和原理	150
二、故障诊断与维修	144	三、故障诊断与维修	150
第十五节 组合开关故障诊断与		第二十一节 低压配电盘故障诊断与	
维修	145	维修	152
一、用途和结构	145	一、用途和分类	152
二、故障诊断与维修	145	二、故障诊断与维修	152
第十六节 控制器故障诊断与维修	146	第二十二节 安全滑接输电装置故障诊断与	
一、用途和分类	146	维修	154
二、结构和原理	146	一、用途和分类	154
三、故障诊断与维修	146	二、结构和原理	154
第十七节 万能转换开关故障诊断与		三、故障诊断与维修	154
第五章 高压电器故障诊断与维修	156		
第一节 断路器故障诊断与维修	156	二、结构和原理	169
一、用途和分类	156	三、故障诊断与维修	169
二、结构	156	第五节 避雷器故障诊断与维修	170
三、故障诊断与维修	158	一、用途和分类	170
第二节 隔离开关故障诊断与维修	163	二、结构和原理	170
一、用途和分类	163	三、故障诊断与维修	171
二、结构	164	第六节 接地装置故障诊断与维修	173
三、故障诊断与维修	165	一、接地的种类和作用	173
第三节 负荷开关故障诊断与维修	166	二、接地装置的组成和用途	174
一、用途和分类	166	三、故障诊断与维修	174
二、结构和原理	166	第七节 变、配电装置故障诊断与	
三、故障诊断与维修	168	维修	176
第四节 熔断器故障诊断与维修	168	一、变、配电装置的用途	176
一、用途和分类	168	二、故障诊断与维修	176
第六章 变压器故障诊断与维修	178		
第一节 电力变压器故障诊断与		维修	178

一、用途和分类	178	维修	190
二、结构和原理	178	一、用途和分类	190
三、故障诊断和维修	180	二、结构和原理	190
第二节 电压互感器故障诊断与		三、故障诊断和维修	191
维修	188	第四节 小型干式变压器故障诊断与	
一、用途和分类	188	维修	191
二、结构和原理	188	一、用途和分类	191
三、故障诊断和维修	188	二、故障诊断和维修	192
第三节 电流互感器故障诊断与			
第七章 机床电气设备故障诊断与维修	193	第三节 铣床电气设备故障诊断与	
第一节 机床典型电路环节故障诊断与		维修	206
维修	193	一、X52K 立式升降台铣床	206
一、单向直接启动控制电路	193	二、X62W 万能铣床	209
二、可逆启动控制电路	194	三、X8126 万能工具铣床	213
三、单向启动反接制动控制电路	195	四、X5030/X6130 铣床	214
四、星-三角 (Y- Δ) 启动控制电路	196	第四节 磨床电气故障诊断与维修	215
五、小功率直流发电机-电动机调速		一、M1432A 万能外圆磨床	215
系统	197	二、M7120 平面磨床	217
六、机床电气设备常见故障与		三、M7130H 平面磨床	219
维修	198	第五节 钻床电气故障诊断与维修	220
第二节 车床电气故障诊断与维修	199	一、Z5163 立式钻床	220
一、CA6140 车床	199	二、Z35 摇臂钻床	223
二、C630 车床	202	第六节 镗床电气故障诊断与维修	225
三、C1312 单轴六角车床	203	一、T68 卧式镗床	225
四、C2132 · 6D、C2150 · 6D 六轴自动		二、T617 卧式镗床	228
车床	204		
第八章 电气照明故障诊断与维修	230	维修	236
第一节 照明电路故障诊断与维修	230	一、结构原理	236
一、室内配线及适用场合	230	二、故障诊断与维修	236
二、故障诊断与维修	230	第五节 高压汞灯故障诊断与维修	237
第二节 白炽灯故障诊断与维修	232	一、结构原理	237
一、结构原理	232	二、故障诊断与维修	237
二、故障诊断与维修	232	第六节 氙灯故障诊断与维修	238
第三节 荧光灯故障诊断与维修	233	一、结构原理	238
一、结构原理及接线	233	二、故障诊断与维修	239
二、故障诊断与维修	234		
第四节 H 形节能荧光灯故障诊断与			
第九章 可编程控制器的故障诊断和维修	240		
第一节 可编程控制器的基本组成和工作		一、可编程控制器的基本组成	241
原理	241	二、可编程控制器的工作原理	242

三、可编程控制器的软件	243	二、可编程控制器的故障诊断 流程	245
第二节 可编程控制器故障诊断与 维修	243	三、可编程控制器的故障处理 实例	247
一、可编程控制器的维修	244		
第十章 变频器故障诊断与维修	251		
第一节 变频器应用特点与分类	251	一、通用变频器的基本工作原理	252
一、变频器的特点	251	二、通用变频器的基本结构	255
二、变频器的分类	251	第三节 变频器的常见故障与维修	259
第二节 变频器的工作原理和基本 结构	252	一、变频器的常见故障诊断程序	259
		二、变频器的故障诊断与维修	260
第十一章 起重和运输设备电气故障诊断与维修	263		
第一节 桥式起重机故障诊断与 维修	263	一、用途与分类	267
一、用途和分类	263	二、结构和基本工作原理	268
二、主要部分结构	263	三、故障诊断与维修	269
三、故障诊断与维修	264	第三节 装载机故障诊断与维修	278
第二节 电梯故障诊断与维修	267	一、用途和组成	278
		二、故障诊断与维修	279
第十二章 蓄电池事故诊断与维修	280		
第一节 铅酸蓄电池事故诊断与 维修	280	第二节 汽车蓄电池故障诊断与 维修	284
一、用途和分类	280	一、结构	284
二、结构和原理	280	二、故障诊断与维修	285
三、故障诊断与维修	281		
第十三章 电热设备故障诊断与维修	286		
第一节 电焊机故障诊断与维修	286	一、工频感应加热炉	313
一、交流弧焊机	286	二、晶闸管中频装置	314
二、直流弧焊发电机	290	三、中频发电机组	319
三、整流弧焊机	293	四、电子管高频装置	320
四、埋弧焊机	296	第三节 电炉故障诊断与维修	327
五、电渣焊机	300	一、真空热处理炉	327
六、逆变弧焊机	302	二、等离子热处理炉	328
七、氩弧焊机	303	第四节 电弧炉故障诊断与维修	330
八、CO ₂ 气体保护焊机	306	一、设备组成和主电路	330
九、空气等离子弧切割设备	310	二、电动机升降自动调节系统	330
第二节 感应加热炉故障诊断与 维修	313	三、故障诊断与维修	334
第十四章 电子和晶闸管电路故障诊断与维修	341		
第一节 交流放大器故障诊断与 维修	341		

一、工作原理	341	第四节 晶闸管变换装置故障诊断与	
二、故障诊断与维修	342	维修	347
第二节 直流放大器故障诊断与		一、组成	347
维修	343	二、故障诊断与维修	347
一、工作原理	343	第五节 晶闸管整流装置故障诊断与	
二、故障诊断与维修	344	维修	349
第三节 晶闸管故障诊断与维修	344	一、单相晶闸管整流装置	349
一、结构和原理	344	二、三相全控桥整流装置	351
二、故障诊断与维修	345		
第十五章 电气检修计划的编制与实施	355		
一、编制检修计划的依据资料	355	途径	356
二、设备检修的准备与实施	355	四、电气设备维修备件的管理	358
三、提高电气设备可靠性、易修性的		五、电气设备检修规程的制定	359
参考文献	360		

电气设备故障诊断的基本方法

第一节 电气设备的故障诊断

一、电气设备诊断的必要性

电气设备运行一定时间后,由于某种原因使设备出现不正常情况或失去局部功能的现象称为故障。在故障发生之前,电气设备往往有各种预兆:如噪声、温度异常、振动、异味及冒烟等现象。

为了提高设备的运行率及保证稳定运行,减少由于电气设备故障造成的人身伤亡和直接或间接的经济损失,必须注意对设备的诊断。

1. 严格的设备诊断技术

过去设备的操作者是生产的主体,对产品的产量、质量、成本等影响很大,而现在由于自动化程度的大大提高,设备是否正常运行,对产量、质量、成本等的影响明显增加,这就要求维修手段更为严格。设备维修技术的关键是设备诊断技术——不分解、不破坏设备,定量地掌握设备的状态,即掌握影响设备状态的因素、劣化程度及强度性能,预测设备寿命及可靠性,并确定维修措施的技术。

2. 提高诊断技术的重要性

由于普遍实行了生产自动化、连续化,倘若某一工序发生故障,便有可能导致整条生产线的停产,因此掌握设备的状态,预测设备寿命及防止突然性事故,已经成为目前非常重要的技术工作。

3. 诊断技术的科学化

为了降低生产成本,有必要降低维修成本,因此,必须科学地实施维修工作,即维修手续及管理计算机化,检查及诊断技术科学化。

二、故障诊断的主要过程

正确的诊断是预防和排除故障的基础。诊断是维修人员对通过现场观察、询问、检查及

必要的测试所收集到的资料，进行综合、分析、推理和判断，从而对设备故障作出合乎实际的结论过程；也是透过故障现象去探索其本质，从感性认识提高到理性认识，又从理论认识再回到维修实际中去的反复认识的过程。

诊断大致分为以下几个过程，见表 1-1。

表 1-1 故障诊断过程

项 目 名 称	诊 断 过 程
资料收集	正确的诊断来源于周密的调查研究，这个调查过程就是通过对现场状况的询问、观察、检查及必要的测试，收集现场资料(情况)的过程(包括对历次的维修记录、设备档案资料的了解和研究)。正确的诊断基于真实资料。因此，要特别注意资料的真实性和完整性，防止主观臆断和片面取证
综合分析	调查收集的资料往往比较零乱，缺乏系统性，有些由检查所得的资料，可能与询问所提供的资料无密切关系。要完全反映故障的原因及发生、发展规律，就必须将调查所得的资料进行归纳、整理，去粗取精，去伪存真，抓住主要问题加以综合、分析和推论，排除那些数据不足的表面现象，抓住一个或两个最符合实际的症状，作出初步诊断，同时也要注意潜伏性的故障
初步诊断	初步诊断要列举已确定的故障部位和进行故障分析。若同时发生多种故障，应分清主次，顺序排列，逐项解决
在维修实践中验证诊断	在初步诊断后，要肯定其是否正确，必须在维修实践中和其他有关检查中验证，最后确定诊断。由于维修人员的主观性和片面性，或由于客观技术条件所限，或由于故障本身的内在问题，还没有充分表现出来等，初步诊断可能不够完善，甚至还有错误。因此，初步诊断之后，在修理过程中还需要注意故障的变化和其波及面的演变。若发现新的情况或与初步诊断不符，要及时作出补充或更正，使诊断更符合于客观实际

三、电气设备故障的诊断方法

1. 用人的感官检查（见表 1-2）

表 1-2 用人的感官检查

项 目	检 查 方 法
口问	向操作维修人员了解电气设备故障前的工作情况和故障后的症状；故障是经常发生还是偶尔发生；有哪些征兆(如响声、火花、冒烟、焦臭味等)；有无误操作；有无外界不良影响(如雨水浸入、外力撞击等)；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电气设备内的有关调节元件(如电位器、热继电器等)
眼看	有些电气设备的故障有明显的外观征兆，如热继电器动作，熔断器熔断指示，有报警装置的会发出声响信号、闪光灯信号，接线松脱，触点熔焊，元件烧坏等。通过观察仪表指示(如电压表、电流表等)，可判断设备的运行情况
耳听	电动机、变压器和某些电器正常运行的声音与发生故障后的声音有明显差异，听它们的声音是否正常，就可以判断故障性质，找到故障部位。当用听音棒在电动机轴承端外壳试听时，如听到有阵阵的“咕噜咕噜”声，说明轴承中钢珠损坏；有“啞啞”声，说明轴承内润滑油不足；有不规律的“哗啦哗啦”声，说明轴承走内圆、走外圆；当在定子外壳上听到特别的“嘶嘶”声，可能是定子铁芯叠片过松；听到断续的“吱吱”放电声，可能是绕组出现不严重的接地短路；听到特别大的“嗡嗡”声，可能超载运行；听到闷重的“嗡嗡”声，可能是电动机单相运行。 当用听音棒在变压器油箱上试听时，若听到连续均匀轻微的“嗡嗡”声，说明变压器运行正常；若听到比正常时声响加重，可能是电压或油温太高，或铁芯松动；若听到“吱吱”声，可能是套管表面有闪络现象或分接开关接触不良；若听到“噼啪”声，可能变压器内部有局部放电现象和绝缘击穿，或铁芯接地线断线；若听到“轰轰”声，可能低压侧电力线接地；若听到“炸裂”声，可能是变压器绕组高压引出线相互间或它们对外壳闪络放电；若听到变压器发出的声响音调高、音量太，并伴有“咯咯”间歇声，可能是变压器过载运行；若听到“锤击”和“刮大风”声，可能是铁芯夹紧螺栓松动；若听到“咕噜咕噜”像锅中水开了似的声音，可能是绕组匝间短路等

项 目	检 查 方 法
鼻闻	电气设备在运行中,特别是刚安装完毕投入运行的开始阶段,会有异常的气味产生。但这气味与电气产品过热或烧焦绝缘材料所产生的刺鼻臭气味是完全不同的。当巡视开关柜时,闻到有焦臭味,估计是某接触器线圈出了故障,用手触摸接触器线圈,感到严重发热,且线圈外表有烧焦样,可判断是接触器线圈烧坏
手摸	当电动机、变压器和电磁线圈等发生故障后温度会明显上升,可用手去摸电气设备的外壳来判断

2. 用测试仪器和试验设备检查 (见表 1-3)

表 1-3 用测试仪器和试验设备检查

项 目	检 查 方 法
试灯	用试灯时要注意灯泡的额定电压与被测部位配合。电压太高,灯泡容易烧坏;电压太低,灯泡不亮。由于灯泡显示不明显,往往使寻找故障出现困难,一般查找断路故障使用小容量(10~60W)的灯泡为宜
试电笔	检查电气故障时,用手拿试电笔的后端(经人体接地),另一端接触被测点,试电笔的氖管亮,说明该点有电。当检查主电路故障时,从电源侧顺序向负载侧进行;当检查控制电路故障时,从电源侧顺序向线圈进行。在检查分析中要注意电路另一端返回电压的可能。试电笔氖管发亮仅需微弱电流,一般绝缘不好而产生漏电流以及处在强电场附近,氖管都可能发亮,此时应与所测电路是否确实有电加以区别
电池灯	一般由两节一号电池与 2.5V 小灯泡组成,利用它可在断电情况下检查电路通断状态
万用表	万用表是一种多用途的测试仪表,可测量交直流电压、电流和电阻,有的万用表也可测量电感、电容、晶体管放大倍数等
示波器	示波器是用来检查各种控制电路波形的一种精密仪器

第二节 电气控制线路的故障诊断

一、电气控制线路故障的检查程序

1. 电气控制线路故障的调查

电气维修人员在处理故障前,应向操作者了解发生故障的情况。由于操作者最熟悉自己使用的设备性能和经常发生故障的部位,所以应向其了解下列情况,以便维修人员能够更准确地判断故障可能发生的部位,迅速排除故障。

- ① 调查故障发生的时间及状态。故障发生在设备开动前、开动后,还是在运行中发生,是在运行中自动停止,还是发生异常现象后由操作者手动停止。
- ② 故障前后做了哪些操作。发生故障时,设备处于什么工作状态,操作者按了哪个按钮,扳动了哪个开关。
- ③ 故障前后有何异常现象。故障发生前后有何异常现象,如噪声、异味、弧光等。
- ④ 调查历史情况。过去是否发生过类似现象,是怎样处理的。
- ⑤ 初步诊断。在听取操作者介绍发生故障的情况后,要认真正确地分析和判断是机械或液压的故障,还是电气故障,或者是综合故障。

2. 电路的分析

根据调查结果,参阅电气原理图及有关技术说明进行电路分析,大概估计有可能产生故障的部位,是主电路还是控制电路,是交流电路还是直流电路。通过分析缩小故障范围,达到迅速找出故障点并予以排除的目的。

对于复杂的电气线路,可将复杂电路划分成若干单元,以便于分析,并正确判断出故障点。

3. 断电检查

检查故障前应先断开电源,必要时取下熔体。在确保安全的情况下,根据故障性质不同和可能产生故障的部位,进行故障检查。

- ① 检查电源线有无碰伤、砸伤而引起的电源接地、短路等现象。
- ② 电气箱内熔断器有无烧损痕迹。
- ③ 观察配线、电器元件有无明显的变形损坏或由于过热、烧焦和变色而有焦臭气味。
- ④ 检查继电保护、热继电器和行程开关是否动作。
- ⑤ 检查变阻器的滑动触点、电刷支架有无窜动离开原位。
- ⑥ 检查断路器、接触器、继电器等元器件的可动部分,动作是否灵活。
- ⑦ 用兆欧表检查控制线路的绝缘电阻,一般不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。
- ⑧ 对于导线、元件,可用万用表进行通断检查。

4. 通电检查

如果断电检查后没有找到故障,可对电气设备进行通电检查。

① 通电检查前,要尽量使电动机和传动的机械部分脱开,将电气控制装置上的相应开关置于零位,行程开关恢复到正常位置。

② 通电检查时,一般按先易后难的顺序,一部分一部分地进行下去,而每次通电检查的部位、范围不要太大,范围越小,故障越明显。其顺序是:先检查控制电路,后检查主电路;先检查辅助系统,后检查传动系统;先检查控制系统,后检查调整系统;先检查交流系统,后检查直流系统;先检查重点怀疑部位,后检查一般部位。

对复杂的电气设备故障进行检查时,应将复杂电路划分成为若干单元,仔细地一个单元、一个单元检查下去,以免故障点被遗漏掉。

③ 断开所有开关,取下所有熔体,然后按顺序,逐一插入需要检查部位的熔体,再合上开关,观察有无冒火、冒烟、熔体熔断现象。若无上述现象则给予动作指令,观察各电器元件是否按要求顺序动作,需认真逐项检查下去,决不能无计划地进行,否则可能会使故障扩大,故障越找越多。

二、故障的诊断方法

电气线路的故障现象虽多种多样,但一般都会归纳为开路、短路、接地三大类现象,而每一类又可分为三种情况:接触良好的故障(即完全的开路、短路、接地);存在接触电阻或虚连接的故障;不稳定、存在时通时断的故障。

(一) 完全开路故障的诊断

1. 试电笔法

试电笔检查电路故障的方法如图 1-1 所示。试电笔作通、断检测是常用的一种简便方法,但在检测电路时应注意以下问题。

① 在有接地端接地的控制电路中检测时，应从电源侧 L 开始，依次检测 1、2、3、4、5、6 各点，按下 SB_2 ，测到哪一点笔不亮该点即为开路处。若需测量地线侧 0 点时，必须把地线拆掉或断开 0 点。

② 在检测 220V 以上电路时，要反复比较试电笔的亮度，防止由于外部电场、泄漏电流窜入而造成氖管发亮，误认为电路没有断路处。

③ 在检查 380V 并有变压器的控制电路中的熔断器是否熔断时，要防止由于电源通过另一相熔断器和变压器的一次绕组回到已熔断的熔断器的出线端，造成熔断器没有熔断的假象。

④ 在控制线路为 110V 以下不接地的电路系统中检测时，应先将控制电源一端接地，然后按上述方法进行检测。

2. 短接法

短接法是利用一根绝缘良好的导线或用一只容量比负载线圈大几倍的灯泡，将所怀疑断路的部位短接。若短接过程中，电路被接通，说明该处发生断路。

1) 局部短接法，如图 1-2 所示。按下启动按钮 SB_2 时，接触器 KM_1 不吸合，说明该电路有断路故障。可先用万用表电压挡测 1—7 两点间电压值，如果电压正常，可按住启动按钮 SB_2 不放，然后用一根绝缘良好的导线，分别短接 1—2、2—3、3—4、4—5、5—6。当短接到某两点时，接触器 KM_1 吸合，说明断路故障就在该两点之间。

2) 长短接法，如图 1-3 所示。长短接法是指一次短接两个或多个触点来检查断路故障的方法。

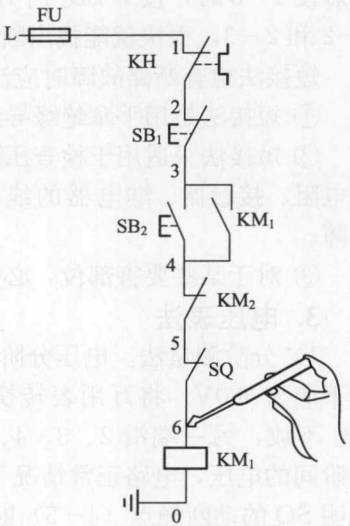


图 1-1 试电笔检查电路故障

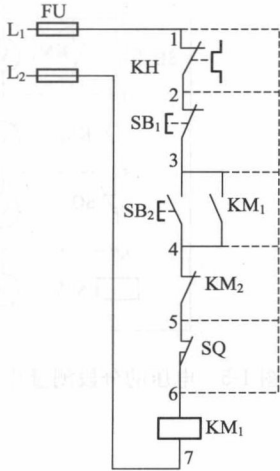


图 1-2 局部短接法

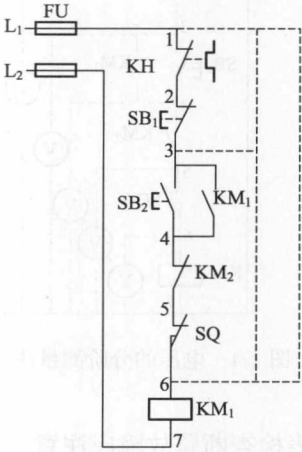


图 1-3 长短接法

当 KH 的动断触点（也称常闭触点）和 SB_1 的动断触点同时接触不良。若用上述局部短接法短接 1—2，按下按钮 SB_2 ， KM_1 仍然不会吸合，可能会造成判断错误。而采用长短接法将 1—6 短接，若 KM_1 吸合，说明 1—6 段电路中有断路故障，然后短接 1—3、3—6，

当短接 1—3 时,按下 SB_2 后 KM_1 吸合,说明故障在 1—3 段范围内,再用局部短接法短接 1—2 和 2—3,很快就能找出断路点。

短接法检查断路故障时应注意:

- ① 短接法是用手拿绝缘导线带电操作的,一定要注意安全,以免发生触电事故。
- ② 短接法只适用于检查压降极小的导线和触头之间的断路故障。对于压降较大的电器,如电阻、接触器、继电器的线圈、绕组等断路故障,不能采用短接法,否则会出现短路故障。
- ③ 对于某些要害部位,必须在保证电气设备不会出现事故的情况下才能使用短接法。

3. 电压表法

1) 分阶测量法。电压分阶测量法如图 1-4 所示。首先测量 1—7 两点间的电压,正常情况下应为 380V。将万用表转换到交流电压挡上,然后用其一端放在 7 上,压住启动按钮 SB_2 不放,另一端沿 2、3、4、5、6 依次测量,分别测出 7—2、7—3、7—4、7—5、7—6 各阶间的电压,电路正常情况下,各阶的电压值均为 380V。若测到某一点如 7—5 无电压,说明 SQ 的动断触点 (4—5) 断路。

2) 分段测量法。电压分段测量法如图 1-5 所示。首先测量 1—7 两点间的电压,正常情况下应为 380V。用万用表的两端逐段测量相邻两号 1—2、2—3、3—4、4—5、5—6、6—7 间的电压。当电压正常时,按下启动按钮 SB_2 后,除 6—7 两点间的电压为 380V 外,其他任何相邻两点间的电压值都为零。若测量到某相邻两点间的电压为 380V,说明这两点间有断路故障。

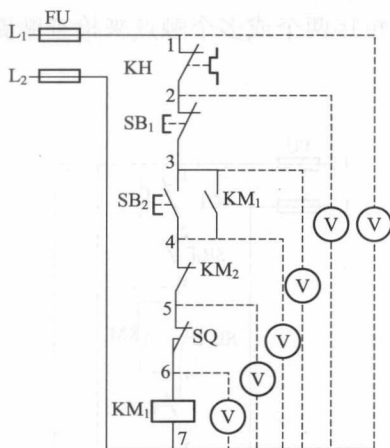


图 1-4 电压的分阶测量法

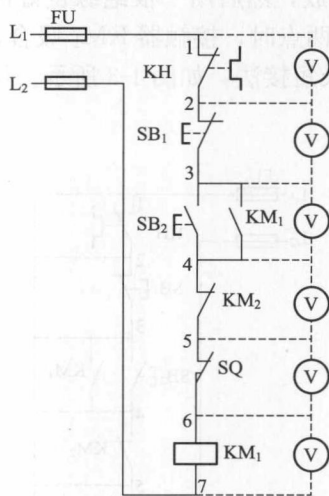


图 1-5 电压的分段测量法

电压表检查断路故障应注意:

- ① 首先熟悉电气原理图、搞清线路走向、元件的位置,测量时要核对导线标号,防止出错。
- ② 测量用的导线绝缘一定要良好,线路裸线段要尽量短,防止线路短路而造成故障。

4. 电阻测量法

1) 分阶测量法。电阻的分阶测量法如图 1-6 所示。按下启动按钮 SB_2 , 接触器动合触

点（也称常开触点）KM₁ 不吸合，说明该电路有断路故障。检测前应先断开电源，再按下 SB₂ 不放，先测量 1—7 两点间的电阻，若电阻值为无穷大，说明 1—7 间的电路断路。然后分段测量 1—2、1—3、1—4、1—5、1—6 各点间的电阻值。如果电路正常，所测的电阻值均应为零；当测量到某标号间的电阻值为无穷大，说明刚跨过的触点或连接导线断路。

2) 分段测量法。电阻的分段测量法如图 1-7 所示。检测前，先断开电源，按下按钮 SB₂，再依次逐段测量相邻两标号点 1—2、2—3、3—4、4—5、5—6 间的电阻。若测量某两点间的电阻值为无穷大，说明这两点间的触点或连接导线断路，例如测得 5—6 点间的电阻为无穷大，说明行程开关 SQ 或连接 SQ 的导线断路。

电阻测量断路故障时应注意：

- ① 用电阻测量法检测故障时，一定要断开电源，以免烧坏仪表。
- ② 若被测的电路与其他电路并联，必须把该电路与其他电路断开，否则所测得的电阻值不准确。

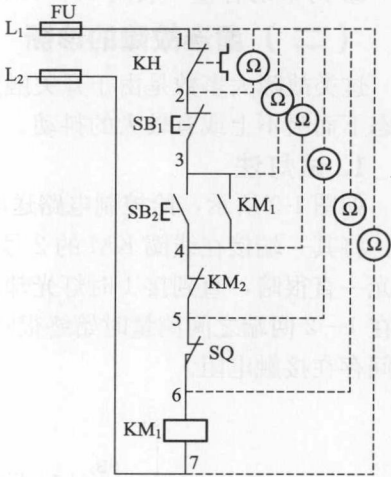


图 1-6 电阻的分阶测量法

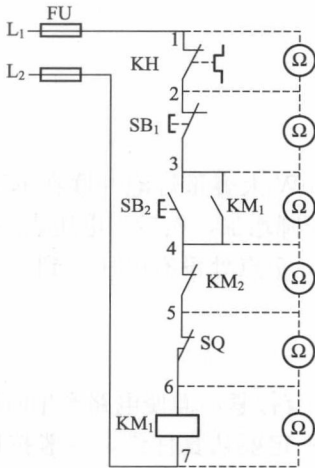


图 1-7 电阻的分段测量法

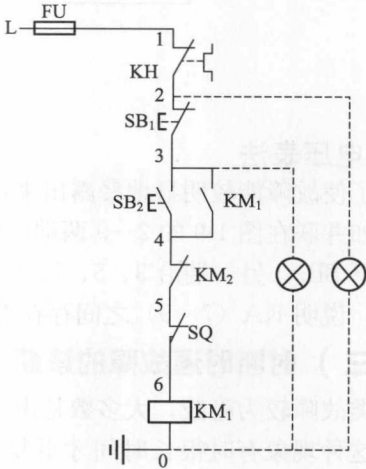


图 1-8 用试灯法检测断路故障

5. 试灯法

用试灯法检测断路故障的方法如图 1-8 所示。

检查时把试灯一端接 0 上，另一端沿 1、2、3、4、5、6 依次逐点测试，并按下 SB₂。如接到 2 点上试灯亮，而接到 3 点上试灯不亮，说明 SB₁ 动断触点（2—3）断路。

用试灯检测故障时应注意：

- ① 使灯泡的额定电压与被测电压相配合，被测电压过高，灯泡容易烧坏；电压过低，灯泡不亮。一般检查 220V 电路时，用一只 220V 灯泡；检查 380V 电路时，可用 2 只 220V 灯泡串联。