

电气设备故障检测手册

日本電気書院編

钱汝立 凌锡琮 凌锡玮译 陈效杰校

水利电力出版社

内 容 提 要

本书共七篇四十章,介绍了凭借人的感觉器官检查电气设备故障的方法及一些新的电气故障检测仪器和技术。书中详细介绍了各种电气设备(发电机、电动机、变压器、断路器、互感器、蓄电池、架空线路、电缆、中性点接地装置及真空断路器、晶闸管设备、气体绝缘组合电器),控制设备(自动调压和调速装置、有载调压分接开关、电源切换装置),控制回路(继电保护、远动、接口装置、数控机床计算机控制)的故障类型、故障原因分析、检测方法及处理措施。本书内容丰富全面、切合实际。适合于供电、用电部门和大型工矿企业的动力部门技术人员和工人阅读;也可供电气设备和电工仪表设计制造部门的技术人员、大专院校电专业师生参考。

故障診断マニュアル

電気書院 昭和55年

电气设备故障检测手册

日本電気書院編

钱汝立 凌锡琮 凌锡玮译 陈效杰校

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 28.25印张 640千字

1984年6月第一版 1984年6月北京第一次印刷

印数 00001—32130册 定价 4.30元

书号 15145·5342

目 录

译 序

第一篇 利用人的感官检查设备故障.....池田 三郎(1)

- 第一节 通过对声音和振动的观测发现故障.....1
- 第二节 从温度的变化发现故障.....5
- 第三节 从气味变化发现故障.....8
- 第四节 检查外观和变色发现故障.....9
- 第五节 故障的检测技术.....13

第二篇 故障检测用的试验装置及其使用方法.....16

第一章 绝缘检测用新型试验设备.....三井 久安等(16)

- 第一节 旋转电机用绝缘检测装置.....16
- 第二节 静止电气设备用绝缘检测装置.....22
- 参考文献.....25

第二章 绝缘的带电检测技术.....林 勇(26)

- 第一节 绝缘检测的重要性与带电检测.....26
- 第二节 带电状态下绝缘检测的原理.....26
- 第三节 低压回路中绝缘的带电测试.....27
- 第四节 高压回路中绝缘的带电测试.....30

第三章 绝缘油试验器和使用方法.....浅沼 贞郎(34)

- 第一节 试验要求与绝缘油性能.....34
- 第二节 试验器的结构与性能.....35
- 第三节 使用方法.....36

第四章 电磁式继电器新型试验装置.....平 正明(38)

- 第一节 保护继电器用携带式试验器.....38
- 第二节 保护继电器的固定式自动试验装置.....43

第五章 带电测温计和使用方法.....木原 一嘉(46)

- 第一节 带电测温的必要性和测温计.....46
- 第二节 带电测温计结构.....47
- 第三节 测定方法.....48
- 第四节 判断标准与事例.....52

第六章 6千伏兆欧表的特点和使用方法.....林 勇(54)

- 第一节 常用兆欧表简介.....54
- 第二节 新的绝缘检测方法.....56
- 第三节 6千伏兆欧表的特点和应用.....59
- 第四节 PI-6000测试器的操作.....62

第五节	绝缘品质的判断方法与判断标准	64
第七章	接地性能的新型试验装置	木村 茂 (69)
第一节	接地的目的与结构	69
第二节	接地电阻 (稳定值) 的测定方法	70
第三节	接地的波阻抗	72
第四节	波阻抗的测定方法	75
第五节	波阻抗计	75
第六节	输电线铁塔的接地与接地线	77
参考文献		79
第八章	超声波检测装置	神田 喜美雄 (79)
第一节	超声波探伤装置	79
第二节	超声探伤的图像显示装置	81
第三节	超声探伤的数据处理装置	85
第四节	声速测定装置	86
第五节	声波监视装置	87
参考文献		90
第九章	X射线检测装置	花田 廣 (90)
第一节	放射线透过试验法原理简介	91
第二节	透过试验的适用范围和实施	95
第三节	放射线透过试验装置	96
第四节	装置的使用和检查方法	100
参考文献		105
第十章	新型漏电流表和使用方法	堀内 肇 (105)
第一节	电气灾害与漏电	105
第二节	漏电流测定表	107
第三篇	电力设备故障检测技术	115
第一章	发电机的故障检测	岩田 保之 (115)
第一节	发电机的保护报警回路	115
第二节	电气回路的故障检测	115
第三节	机械部分的故障检测	122
第四节	附件、辅助设备的故障检测	124
第二章	变压器的故障检测	南村 昇 (127)
第一节	故障原因和种类	127
第二节	日常检查发现的异常现象、原因与对策	128
第三节	内部故障的检测	131
第四节	内部故障的检测分析	134
第五节	绝缘油老化的检测	138
第六节	用分析油中含气组份进行检测	139
参考文献		144

第三章 电动机的故障检测	鍋島 克弘 (144)
第一节 检查要点	145
第二节 故障的分析判断	148
第四章 感应电动机的故障检测	倉持 龍一 (157)
第一节 感应电动机及其故障类型	157
第二节 日常检查的目的和项目	158
第三节 故障的检测判断	162
参考文献	164
第五章 断路器的故障检测	和田 昱二 (165)
第一节 断路器的结构与维护	165
第二节 断路器的故障情况	167
第三节 日常检查要点	169
第四节 定期检修	170
第五节 动作不良原因分析	174
第六节 压缩空气断路器的故障	176
第七节 磁吹断路器的故障	177
参考文献	178
第六章 隔离开关和高压负荷开关的故障检测	花村 慶一郎等 (178)
第一节 隔离开关和高压负荷开关的品种	178
第二节 隔离开关和高压负荷开关的结构	179
第三节 隔离开关、高压负荷开关的维修和检查	186
第七章 互感器和二次回路的故障检测	大湊 英明等 (192)
第一节 互感器的适用范围与现状	193
第二节 检查维护要点和判断标准	195
第三节 故障检测及事故时检查的实况	196
参考文献	204
第八章 中性点接地装置的故障检测	杉山 実雄 (204)
第一节 接地装置的种类和概况	204
第二节 接地装置运行时的状态	206
第三节 故障检测方法	208
第四节 发现异常与解决措施	210
第九章 电力电容器的故障检测	前田 豊 (211)
第一节 电力电容器的保护方式	211
第二节 保护装置动作的原因及故障检测	216
第三节 检查要点	220
第十章 避雷器的故障检测	橋本 信雄 (225)
第一节 避雷器的标准	225
第二节 避雷器的结构	227
第三节 避雷器的维护检查及现场试验	231

第十一章 蓄电池的故障检测	村上 禮治 (236)
第一节 蓄电池的种类、结构及故障概况	236
第二节 铅蓄电池、碱性蓄电池共同性故障的检测	239
第三节 铅蓄电池特有故障的检测	241
第四节 碱性蓄电池特有故障的检测	244
第十二章 绝缘子和绝缘套管的故障检测	石橋 千尋 (246)
第一节 绝缘子和绝缘套管的结构与种类	246
第二节 绝缘子和绝缘套管的异常现象与原因	249
第三节 绝缘子和绝缘套管的维护检查	251
参考文献	253
第四篇 新型电力设备在运行中的检查方法	254
第一章 浇注型干式变压器的维护检查	松戸 光儀 (254)
第一节 浇注型干式变压器的结构	254
第二节 浇注型干式变压器的维修和检查	255
第二章 真空断路器的检查	草野 陽介 (265)
第一节 真空断路器的检查要点	265
第二节 封闭式真空断路器开关柜的检查要点	269
第三节 真空负荷开关的检查要点	270
第四节 真空接触器的检查要点	270
第五节 真空开关管的检查要点	270
第三章 晶闸管设备的检查	山崎 徳夫 (273)
第一节 晶闸管设备概述	273
第二节 晶闸管设备的特性要点	275
第三节 晶闸管设备的检查要点	278
第四章 气体绝缘组合电器的检查	小川 敦道等 (282)
第一节 六氟化硫全封闭组合电器的结构和特征	282
第二节 六氟化硫全封闭组合电器的巡视检查要点	283
第三节 发现异常时的检查	284
参考文献	290
第五篇 电力线路和电缆的故障检测技术	291
第一章 输电线路故障点的标定	武田 行弘 (291)
第一节 输电线路故障点标定方法概述	291
第二节 定点仪的种类和原理	292
第三节 定点仪安装使用的现状	298
第四节 提高标定可靠性的措施	300
第五节 采用新技术提高标定可靠度	305
参考文献	306
第二章 架空配电线路的故障检测新技术	木村 茂 (307)
第一节 绝缘状况的预防性测试	307

第二节	各种雷电观测技术的应用	309
第三节	事故时故障区间的选定和断开	310
第四节	探查故障区间内的事故点	311
第五节	接地点探查装置的工作原理	314
第六节	接地点探查装置在线路上的使用情况	315
参考文献		318
第三章	充油电缆的故障检测新技术	西野 勲 (318)
第一节	日常的维护检查	318
第二节	故障点的标定	323
参考文献		327
第四章	交联聚乙烯电缆的故障检测新技术	三条 楠夫等 (328)
第一节	交联聚乙烯电缆老化的类型	328
第二节	日常检查	330
第三节	老化的检测方法	332
第四节	检出事故点的方法	337
参考文献		341
第五章	信号传输回路的故障检测	湯浅 莞爾 (341)
第一节	情报传输装置与信号传输回路	341
第二节	发现故障和处理的要点	342
参考文献		349
第六篇	控制设备的故障检测技术	350
第一章	励磁控制自动电压调节器的故障检测	森田 精一 (350)
第一节	检测自动电压调整器的基本知识	350
第二节	维修检查	357
第三节	异常现象的检测判断	360
第二章	水轮发电机调速装置的调整和故障检测	宫崎 茂等 (363)
第一节	水轮发电机调速装置简介	363
第二节	水轮发电机调速装置操作部分的调整	364
第三节	水轮发电机调速装置电气控制部分的调整	368
第三章	有载调压分接开关的故障检测	船津 光 (370)
第一节	有载调压分接开关概述	370
第二节	原理和机构组成	371
第三节	结构和动作	373
第四节	有载调压分接开关的故障	376
参考文献		382
第四章	紧急电源切换装置的故障检测	服部 光男 (382)
第一节	紧急电源切换装置的构成	383
第二节	转换开关的性能	384
第三节	紧急电源设备的种类	384

第四节	紧急电源转换开关的构造	386
第五节	检查	388
第六节	检测判断	390
第七节	检测判断的例子	391
第七篇	控制回路的故障检测技术	396
第一章	无接点继电保护装置的故障检测	江村 德男 (396)
第一节	晶体管继电器的构成和使用	396
第二节	定期试验的必要性和试验装置	397
第三节	试验注意事项	404
第四节	试验实例	405
第五节	继电器自动检查监视仪	410
第二章	远动回路的故障检测	伊藤 善雄 (411)
第一节	日常检查维修	411
第二节	故障检查	413
第三节	定期检查	421
第三章	接口装置的故障检测	下山 和彦 (423)
第一节	接口回路的种类	424
第二节	接口回路的故障及其检测判断	426
第三节	接口回路因噪声而误动作	428
第四节	故障和处理实践	429
第四章	数控机床计算机控制回路的故障检测	杉山 俊樹 (431)
第一节	机床用计算机控制概况	432
第二节	计算机自备检测故障的功能	433
第三节	计算机数控车床的结构元件和故障类型	435
第四节	故障检测中的一般注意事项	439
第五节	具体的故障检测	440

第一篇 利用人的感官检查设备故障

近来，随着半导体元件性能的提高和以绝缘材料为代表的各种电工材料的发展，促使发电机、变压器、电动机等电力设备朝着小型、大容量的方向发展。而控制装置却由于集成化、静止化、精密化而日趋小型。同时由于在各个环节上大量采用程序控制器和微处理机，代替了历来采用的有触点式继电器制成的控制盘，从而能进行复杂的控制。因此目前已发展到只要按电钮就可进行全部的生产活动这样高的自动化程度。也就是说目前的生产活动已达到了质量不依赖于操作工的技术而生产率又高的水平。不过，高度自动化也带来另一方面的问题，一旦发生电气故障即使只引起生产设备极短暂的停止工作，也会造成巨大的生产损失和降低产品质量，这样的例子已屡见不鲜。为此，在当前的情况下，为了保证电气设备的可靠性，电气技术人员迫切希望能提前发现设备的异常情况以便防止事故于未然。

发现设备不正常的方法有二种：即通过维修工的检查或操作工根据设备运行情况而得到线索。近来自动化的发展减少了对操作工技术的依赖，也就是较难从运行情况中得到设备不正常的情报。这样对维修工的技术要求就更高，并希望能使所有生产工人普及维修技术。

为此，在熟悉设备状况的基础上首先应该掌握检测技术。最近，在检测技术的推动下促进了各式各样测试设备的不断发展，达到了可以说故障检测在某种程度依赖于各种测试仪器的程度。但是目前却还没有一种全能的故障测试仪，电气设备的维修工通常也不可能拿着各种测试仪器进行日常的检查，而只能带着简单的听音棒、试验器、高阻计等，用眼睛看、耳朵听、手摸、鼻子闻气味等所谓的五种感官功能作为主要的检查手段（装有仪表的当然根据仪表指示）。当发现和初步确定有不正常情况时，或者定期检查时才采用高精度的仪表进行精密检测。

本篇将介绍怎样通过人们对声音、振动、气味、变色、温度等的感觉来判断电气设备的运行状态；怎样根据所发现的各种现象的变化来分析故障发生的部位和程度。并举出日本川崎钢铁厂中发生的多次现象作为例子进行说明，以供参考。

第一节 通过对声音和振动的观测发现故障

任何电气设备在运行中都会发生各种声音和振动。例如变压器中的励磁电流引起硅钢片磁致伸缩而发出振动的声音；旋转电机轴承处产生的机械振动声音等。这些声音和振动是运行中设备所特有的，也可以说这是表示设备运行状态的一种特征。如果我们仔细地注意观察这种声音和振动，就能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。

一、检测声音或振动的简便方法

利用人的感觉来检测声音或振动的方法有下列几种。

(一) 单用耳朵听

(二) 利用听音棒检测 (参见图1-0-1)

这是为了更正确地掌握机器所发生的振动声音而采用的检测工具。图1-0-2是用听音棒在检测电动机的振动声音。

(三) 用检查锤检测

这是用检查锤敲打被检部位、根据所发出声音进行检查的方法。常用于检查有机机械运动的设备。

(四) 用手摸凭触觉检测

用上述方法,虽可通过对声音和振动的感觉来判断设备的情况,但任何一种方法都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,才能判断有故障。当然,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别来判断,所以经常仔细记住稳定运行时的节奏是必要的。

此外,以旋转电机的振动振幅来确定是否异常的大致标准如图1-0-3所示。

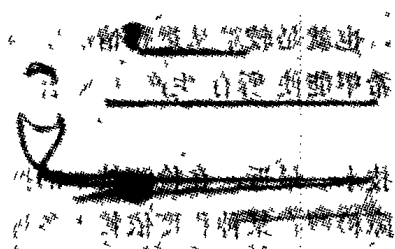


图 1-0-1 各种听音棒



图 1-0-2 检查电动机不正常声音

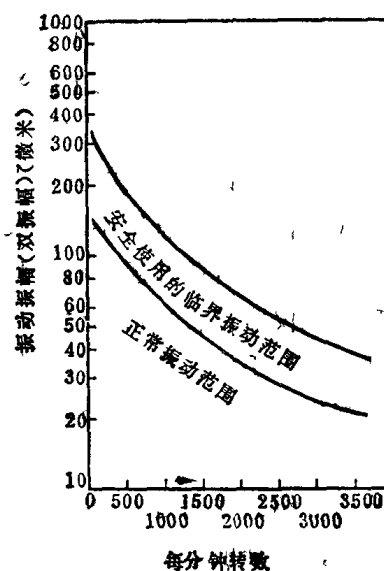


图 1-0-3 电动机的允许振动限度值

二、通过声音、振动能发现的故障

以下叙述电动机、变压器以及继电器盘和电磁接触器盘的情况,作为通过声音、振动等能够发现故障的例子。

(一) 电动机的异常声音和振动

运行中的电动机本来就发出各种声音和振动,但在巡视检查中如发现有关击声、滑动声、金属声等,即与平时运行中比较感到有差异时,就有必要调查一下是什么原因。这时应调查分析异常声音是由电动机本身的异常而产生的,还是由于外因而产生。但在不能作

出判断时，解开联轴节将电动机单独试运转就可以弄清楚了。

电动机振动的原因很多，但大致可归纳如下几种

1.地基或安装状态不良 这是由于地基下沉或其他长期变化的因素使相连接设备的安装中心线发生偏移、联轴节螺栓发生松动和摩擦等，从而引起振动。解决的办法是进行仔细检查后调整中心线使其一致。调中心线的方法如图1-0-4所示，用千分表进行。

为了将图1-0-4(b)、(c)中的状态调整成(a)的那样的正确状态，如图所示在联轴节A的端面上安装千分表，使其碰触到联轴节B的外圆上。然后保持着两者轴心的相对位置不变一起旋转，同时看着上下左右的读数、一边微微调整或上下移动使千分表的读数相等。接着将千分表放在B的端面，重复进行相同的操作。这样调整到使千分表的读数达到百分之二至百分之五以内为止。

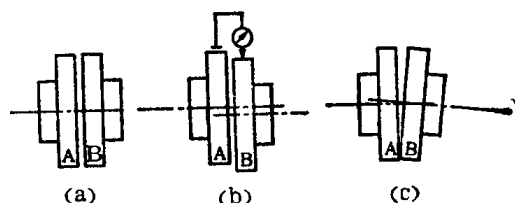


图 1-0-4 电动机与设备连接偏心和调整方法

(a)正常状态；(b)轴心偏移；(c)两个轴心不平行

2.轴承损坏（电动机及负载侧） 轴承破损、轴瓦金属磨损和润滑油不足等也会引起振动。在电动机的故障原因中由轴承而引起的故障最多（约占1/3），特别在能听到叩击声时尤其应该注意。但是检测轴承是否损坏，多数是通过后面将要叙述的检查轴承外表温度是否不正常升高而判断轴承损坏程度的方法。电动机滚动轴承损坏的原因和滑动轴承的略有差异，主要可归纳如下：

滚动轴承	疲劳引起的劣化 润滑油不足或油劣化 混入杂质 因轴电流引起轴承面破损	滑动轴承	轴承所受负荷过大 供油不足或油劣化 混入杂质 因轴电流引起轴承面破损
------	---	------	---

若滚动轴承用于中小型电动机而有异常声音时，一般采用上润滑油来抑制异常声音的方法。在适当的间隙内，补充适量的润滑油是必要的，但不宜过多。

3.负载侧传来的振动 如鼓风机叶片根部附着有异物而使负载失去平衡、皮带传动机的皮带没有调整好等原因引起的振动。

（二）电动机轴承故障实例

在一个有50余台电动发电机组正在运行的相当嘈杂的电气车间中，检查员经过检查过道（离电动发电机组安装处高约4米）走向监视室的途中，听到下面发出异常声音。搜索发出声音的部位，用手摸一下轴承外表，几乎感觉不出热。立即停止运转，把轴承拆开检查，结果发现轴承的档板破损，使滚柱一部分变形。这样就弄清了产生异常声音的原因。图1-0-5是滚动轴承破损的实例。这一实例说明即使数量很多的设备在运行，只要注意地听，仅仅用耳朵也能区别出不正常的声音。

（三）变压器的异常声音和振动

变压器虽属于静止设备，但运行中经常发出“嗡嗡……”的声音，一般把这种声音作为噪音。近来，在城市中心和近郊这些建设场地有限的地区内装设大容量变电设备时，已能

采取措施来抑制这种噪音。

变压器产生“嗡嗡”声的原因有下列几种：

- ①硅钢片的磁致伸缩引起的振动；
- ②铁芯的接缝与叠层之间的磁力作用引起的振动；
- ③绕组的导线之间或线圈之间的电磁力引起振动；

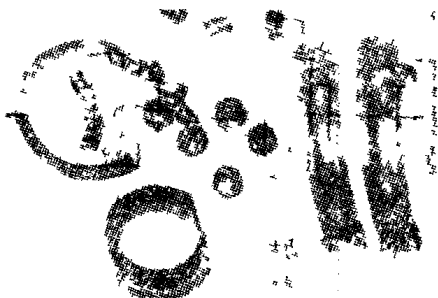


图 1-0-5 滚动轴承损坏实例

④强迫冷却式的变压器，其风扇和冷却泵产生的噪音等。

了解了产生这种声音的原因，根据不正常声音来检测变压器是完全可能的。而且，由于最近变压器铁芯的材质向着低损耗方向发展，可以认为因电压变动、负荷变化而使变压器声音变化的情况将占更大的比例。

从历来所用的变压器故障实例来分析可以证实，由于变压器是静止设备，所以是非常可靠的电力设备。因此通过检出不正常声音或振动从而检出故障的情况是极少的。

（四）继电器盘或电磁接触器盘有声音和振动

即使在正常情况下，继电器或电磁接触器盘内也会发出一定的声音和振动，但如有特殊的不正常声音时，可认为有下列原因。

1. 电磁接触器的老化和污损 使用着的接触器接近使用寿命终止时，在接触器本身构件松动的情况下，灰尘积聚在可动铁芯和固定铁芯之间，使铁芯之间出现间隙而产生了“响声”。而当接触器的工作电源是交流电时，甚至会发展到线圈烧毁。解决的措施是在粉尘严重的地方最好定期用压缩空气猛吹进行清扫。

2. 电磁接触器不正常 对某一特定的接触器，如果发出比平时高得多的异常声音，就有必要拆下这个接触器调整一下。图 1-0-6 中所示的实例是遇到较多的一种故障。即安装在励磁铁芯上的校正线圈有缺损，此时，会产生剧烈的响声。

3. 接触器安装不良和配线接头处松动 在长年累月工作中由于经常有各种微微地振动，使电磁接触器的安装螺丝松动而跳出配电盘壳体，以及配线接头处松动等而引起接触器振动。为了防止因配线接头松开而引起接触不良等，可以每隔 2 年对各部分检查和旋紧一次。特别是装在外界振动较多部位的配电盘，更需定期检查旋紧。

（五）因振动使引接线折断的故障实例

这个实例是在一个装有流过大的直流电流的铜排的配电盘中，由于电流发生变化，而使铜排之间产生电磁力的作用引起振动，又因振动引起了故障。这是一个装有水冷式晶闸

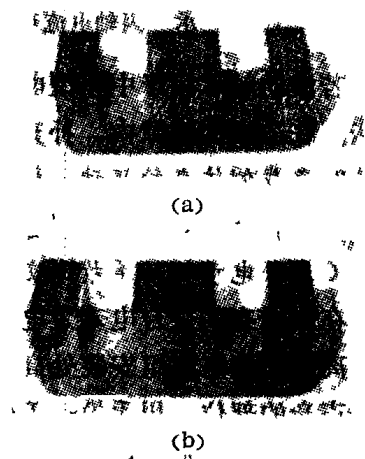


图 1-0-6 电磁接触器的校正线圈有缺损的实例
(a)正常的校正线圈，(b)有缺损的校正线圈(右边)

管的将交流电变为直流电的变换装置的配电盘。但是配电盘内晶闸管栅极点弧回路中，杂音滤波器用的引接线却常常会发生断线的事故（图1-0-7）。其原因就是铜排上直流电流的变化使铜排间受到电磁力的作用，由此而引起的振动传给了小尺寸的杂音滤波器，这就使安装在图中④处的、容易自由振动的电线常常要断线。

如果站在这种配电盘前面，常常能听到“噤”、“噤”的振动声，可以清楚地表明是电磁力使铜排振动。如图1-0-7的实例所表明的那样，即使只有微小的往复振动，如有容易产生自由共振的元件（例如未完全紧固的元件）时，其引接线也会损坏、折断。为此而采取的措施如图1-0-7（b）所示，即把各部件完全固定安装后，就解决了引接线断线的问题。

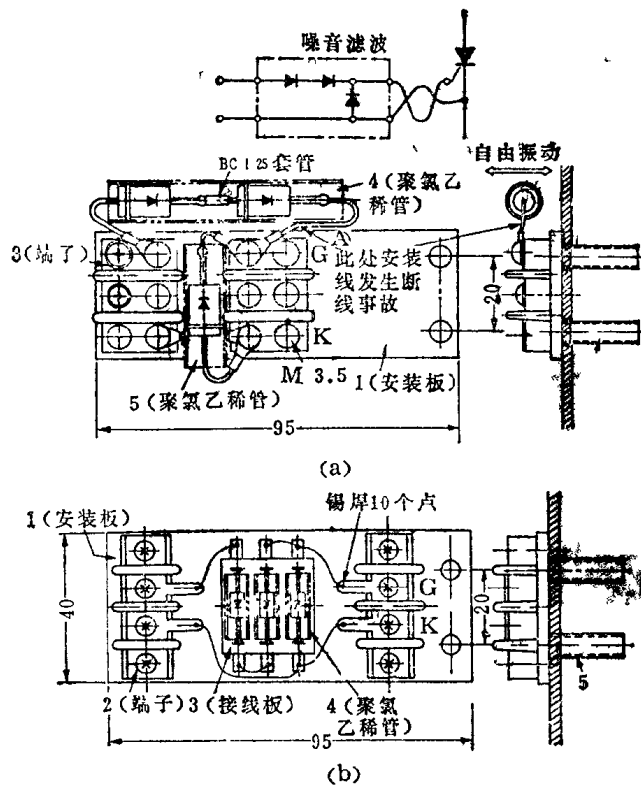


图 1-0-7 振动引起引接线断裂的实例

(a)采取措施前杂音滤波器的布置；(b)采取措施后杂音滤波器的布置

第二节 从温度的变化发现故障

各种电力设备和器材，不管是静止的还是旋转的设备，只要通过电流就会产生热量。另外，在旋转设备中还会因可动部分与固定部分的摩擦而发热，使温度升高。但是这种温升通常总是在额定温度以下的一定温度时达到饱和，使设备能连续运行。

但是无论发生任何电气方面或机械方面的不正常情况，就会通过温度的变化表现出来，即温度升高至额定温度以上。所以电气设备可通过其温度是否高于正常情况时温度来判断有否故障，温度升高就会成为显著缩短电气设备寿命的重要原因。这就表明，电气设备

必须在适当的温度范围内使用。

一、检测温度变化的简单方法

检测温度变化的简单方法有下列几种。

(一) 用手摸凭感觉来检测

用这种方法所反映的温度随不同的人有很大的差别，所以检测设备时，经验和习惯是很重要的。如果平时经常有意识地去体验设备的正常温度，那么要判断不正常的温度并不难。一般情况下，能用手摸10秒钟左右的温度约为 60°C 上下。

(二) 用贴示温片或涂示温涂料来检测

类似汇流排的接头、隔离开关的刀刀处等会局部发热的部位，在运行时带着电不能用手摸的情况下，可用贴示温片或涂上示温涂料，然后通过其颜色随温度而变化的情况来检测温度。最近市场上出现了很多好的示温片和涂料，还有在规定温度下能浮现出数字的品种，如果贴上2~3种温度为 60°C 左右的示温带就能反映出温度的细微变化。另外，已经采用一种携带式的、结构简单的蜡笔状示温棒来替代凭感觉进行检测的方法。而在使用示温棒时，必须充分注意让石蜡流入接点的接触部位。图1-0-8上列出了采用示温涂料的实例，图1-0-9是一种示温带的结构。

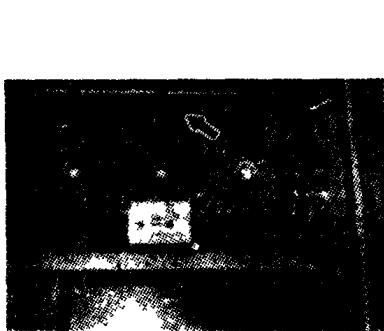


图 1-0-8 闸刀上涂有示温涂料
(箭头所指)进行温度监视

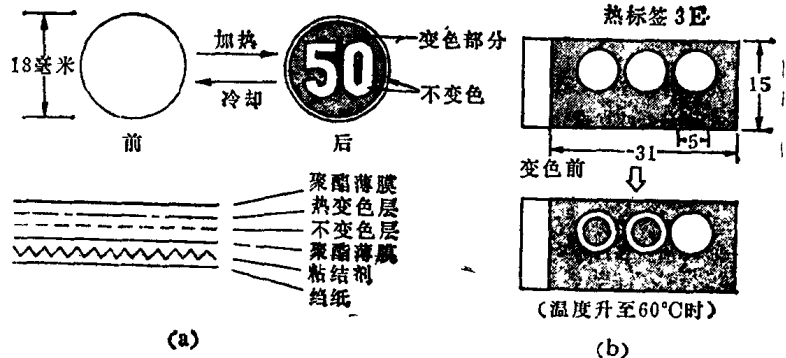


图 1-0-9 一种示温带的结构与标准尺寸
(a)温度以数字表示; (b)几种示温带的组合

(三) 用固定安装的温度计检测

在一些特别需要监视温度的部位，如电动机的轴承和定子线圈、变压器油和各种冷却器的出入口等部位，一般均安装普通的温度计，通过目测就可知道温度。另外，在小型电动机之类的设备上，通常广泛采用刻度为 100°C 左右的酒精温度计，并用油灰简便地加以固定在设备上来进行测量的方法(见图1-0-10)。

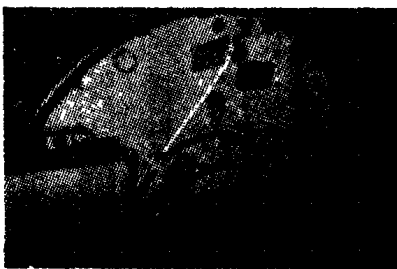


图 1-0-10 用酒精温度计
测温的简便方法

二、通过检测温度能够发现的故障

下面以几个实例来说明通过温度的变化能够发现的故障。

(一) 电动机温度升高

通过手摸和观察装在电动机上面的温度计，就可知道温度有否变化，但检测部位不同

其故障类型也不相同，故分几个部位进行介绍。通常检测的有电机外壳、内部线圈、轴承、进风、排风、整流子表面等处的温度。

1. 外壳及内部线圈的温度过高 其原因可能是过负荷、单相运行、绕组性能不好和进风量不足等。当然，电动机的最高允许温度因所用的绝缘材料而不同。正常状态下绝缘耐温等级为Y级的电动机外壳温度与F级电动机的外壳温度差相当大。因此，判断温度正常与否，单凭温度高低是不够的，必须了解其耐温等级作综合判断。表1-0-1和表1-0-2列出了JEC-146标准中规定的各种绝缘等级的最高允许温度和旋转电机的最大允许温升。对于中型电机，其外壳温度通常比内部线圈温度要低30~40℃，所以从外壳温度可以大致推算出其内部温度。

表 1-0-1 各种绝缘耐温等级的最高允许温度

绝缘耐温等级	Y	A	E	B	F	H	C
最高允许温度(℃)	90	105	120	130	155	180	180以上

注 引自JEC-146(日本电气工业协会标准)。

表 1-0-2 旋转电机的最大允许温升(℃)

序号	旋转电机中的部位	A级绝缘			E级绝缘			B级绝缘			F级绝缘			H级绝缘		
		温度 计法	电阻 法	埋入 式温 度计	温度 计法	电阻 法	埋入 式温 度计	温度 计法	电阻 法	埋入 式温 度计	温度 计法	电阻 法	埋入 式温 度计	温度 计法	电阻 法	埋入 式温 度计
1	交流电机定子绕组	50	60	60	65	75	75	70	80	80	85	100	100	105	125	125
2 A	带整流子的电枢绕组	50	—	—	65	—	—	70	—	—	85	—	—	105	—	—
2 B	绝缘的转子绕组	50	60	—	65	75	—	70	80	—	85	100	—	105	125	—
3 A	多层磁场绕组	50	60	—	65	75	—	70	80	—	85	100	—	105	125	—
3 B	低电阻磁场绕组及补偿绕组	60	60	—	75	75	—	80	80	—	100	100	—	125	125	—
3 C	露出的单层磁场绕组	65	65	—	80	80	—	90	90	—	110	110	—	135	135	—
3 D	有块状圆柱形转子的同步电机的 磁场绕组	—	—	—	—	—	—	—	90	—	—	110	—	—	125	—
4	除铁芯外其他机械部件上靠近绝 缘绕组的部分	60	—	—	75	—	—	80	—	—	100	—	—	125	—	—
5	没有绝缘的短路绕组。除铁芯外 其他机械部分不靠近绝缘绕组的部分，电刷和电刷支架	在机械方面不成问题，而且对附近的绝缘材料不引起损伤的温度														
6	整流子及滑环	60	—	—	70	—	—	80	—	—	90	—	—	100	—	—
7	轴承(自冷式)	在外壳表面测时为40℃，绝缘度计头插入线圈中测温时为45℃。不过，对水冷式轴承或用耐热润滑剂时，则根据订货者与制造者签定协议的规定														

2. 轴承温度过高 如果是滚动轴承，温度过高的原因可能是轴承破损、润滑油不足。如果是滑动轴承则原因可能是金属磨损、供油量不足、油冷却器不良、冷却水断水等。另外，由于轴承的最大允许温升(在环境温度为40℃时轴承的表面温升)规定为40℃，所以

可认为在轴承外壳温度达到80℃时使用应无问题。滚动轴承中使用耐热润滑油时,预计还可允许比80℃高出10~20℃。图1-0-11上列出了大型电动机的滑动轴承,从起动开始到温度饱和时的温升曲线实例。

3.进、排风温度不正常 电动机采用强迫冷却时(单元冷却方式、通风阀送风方式),排气温度是重要的监视数据。排气温度高的原因可能是过负荷、环境温度太高,冷却风量

不足、冷却器不正常(过滤网孔堵塞造成断水,冷却能力低)等。特别是在水冷式冷却器中,内部生锈、积沉水垢等会显著降低冷却效果,必须隔一定的时间打开清洗。

4.整流子表面温度过高 直流电动机和线绕式电动机的整流子及滑环温度如果高于表1-0-2中所规定的限度,就应尽快进行详细的检查。造成整流子及滑环温度过高的原因可能是电刷压力不正常、异常振动、电流不平衡、冷却风量不足等。

(二) 电气接触部分温度升高

这种故障在电气事故中非常多,而电气接头在电力设备中又是很多的。例如①刀形开关设备的可动接触处;②断路器、电磁接触器的触点部位;③电线与电器的接头(连接端子)等。

这一类故障多数是由于振动、绝缘材料干枯或老化使连接螺丝在长年累月之中发生松动,引起这部分的接触电阻增大,不少情况下会因接头处局部发热而发展成设备烧毁事故。所以对预计温度可能会过高的部位应定期采取紧固的措施,特别对于新装上的设备,希望在一年内重新检查并紧固一次。

(三) 配电间室内温度过高

配电间室内温度过高往往是被忽视的重要的迹象。在装有大量采用半导体的控制柜的房间里,特别应注意由于室内温度升高而产生故障。当发生原因不明的控制失常时适当调整一下空调系统就能恢复正常,这种例子是很多的。对于安装有大量采用半导体元件的控制柜等装置的配电间,必须采用空调。希望其温度从节约能源的观点出发进行适当管理。一般规定为使大多数人不会感到不舒服的28℃左右。

第三节 从气味变化发现故障

人类感觉所能够反映的现象中,气味是尚未有科学上的通用标准的现象之一。虽然已有了一些如用6个等级来表示气味强度的气味表示法,香水气味表示法等,但还没有通用性。显然,对气味的感觉因人而异、千差万别。例如对电气产品,有的人在安装运行的开始阶段就会感到有异样的气味,有的人则在其他阶段也不会嗅到。不过,当电工产品(主要是绝缘材料)烧起来时产生的气味(刺鼻的奇臭)却是大家都能嗅到而能辨别的气味。

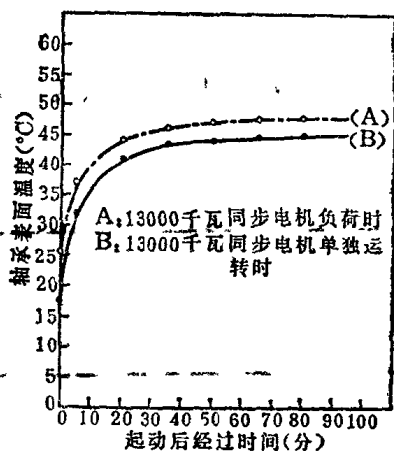


图 1-0-11 电动机起动后轴承外壳的温升曲线

另外、这个方法不同于后面将要叙述的目测方法，气味是会自然而然被感觉到的东西。当人们进入配电间时或在检查电气设备时，如嗅到有些什么气味就会促使着手调查有没有冒烟的地方、有没有变色的部位，这就是有意识的一次性检测。从这个意义上说来，嗅气味是很重要的检查项目，但是单凭气味尚不可能确定故障，只有综合对外观和变色的检查结果后才比较完整。目测只能检查自己能看得见的部位，而对气味的检查需要打开配电柜的门了解盘内全部设备情况，其优点是检查范围广。当感到有与平时不同的气味时，必须认识到这是发现故障的第一步，下一节将通过具体的现象来说明外观和变色的关系。

第四节 检查外观和变色发现故障

在电气设备的故障中通过检查外观和变色而能发现的故障非常多。这些统称为通过目测能进行的异常现象判断。

一、目测检查能发现的现象

通过目测检查能够发现的现象如下，这些现象能反映出故障产生的原因：

- ①破损（断线、带伤、粗糙）；
- ②变形（膨胀、收缩）；
- ③松动；
- ④漏油、漏水、漏气；
- ⑤污秽；
- ⑥腐蚀；
- ⑦磨损；
- ⑧变色（烧焦、吸潮）；
- ⑨冒烟；
- ⑩产生火花；
- ⑪有无杂质异物；
- ⑫动作不正常。

这些均是已经列在检查规程的条目中的现象，把发现的现象与每一种电气设备一一对应列出分析就能发现故障。下面叙述一些典型的例子。

二、直流电动机的外观检测

（一）整流子表面的颜色

由于直流电动机的整流子表面的变色与整流现象有关，所以这是能根据变色作出情况判断的最常见的例子。整流子表面的颜色虽然随所用的电刷材料略有差别，但习惯上制成统一形状颜色为棕色。当一片整流子表面颜色出现不同时，把颜色特别明显不同的称为“黑色带”，这时应该怀疑转子绕组及整流子竖片是否存在一些不正常。特别是像下面叙述的产生整流火花时，必须进行仔细的检查。不正常的形状有条状凹痕、局部磨损、云母外突等，如果产生条状凹痕，轻度时可用干净的布擦除整流子面及沟痕内的灰尘及碳粒，再用金钢砂纸把表面磨平。