

电工电子技能培训 大讲堂

DIANGONG DIANZI JINENG PEIXUN DAJIANGTANG



常见电气故障 快速诊断与维修

芮静康 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电工电子技能培训大讲堂

常见电气故障快速诊断与维修

芮静康 等编著

图灵社区会员专享 (CIP) 目录编目号

ISBN 978-7-111-25022-2	ISBN 978-7-111-25022-2
机械工业出版社	机械工业出版社
1. 常... II. 芮... III. 故障-维修 IV. 648.7	1. 常... II. 芮... III. 故障-维修 IV. 648.7
中国图	中国图
机械工业出版社 (00037)	机械工业出版社 (00037)
北京 2010 年 1 月	北京 2010 年 1 月
148mm x 210mm	148mm x 210mm
0.001—3.000	0.001—3.000
ISBN 978-7-111-25022-2	ISBN 978-7-111-25022-2
定价: 22.00 元	定价: 22.00 元



机械工业出版社

本书介绍了变压器、电动机、输电线路、断路器、隔离开关、负荷开关、熔断器、避雷器、接地装置、电力电容器、电抗器、接触器、继电器、起动器、电气照明、变频器、变配电所等的常见故障与维护,并介绍了电气检修计划的编制与实施。本书内容广泛、实用,可操作性强,文字通俗易懂;可以帮助读者快速诊断与维修常见电气故障。

本书可供电工人员在从事电气设备运行、维修中阅读使用,也可供有关职业院校师生在实践教学中参考。

图书在版编目(CIP)数据

常见电气故障快速诊断与维修/芮静康等编著. —北京:
机械工业出版社, 2009. 10
ISBN 978 - 7 - 111 - 28593 - 9

I. 常… II. 芮… III. ①电气设备 - 故障诊断②电气设备 - 维修 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 199739 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑: 牛新国 责任编辑: 付承桂 封面设计: 鞠 杨
责任校对: 姚培新 责任印制: 乔 宇
北京京丰印刷厂印刷
2010 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷
148mm × 210mm · 10.125 印张 · 299 千字
0 001—3 000 册
标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 28593 - 9
定价: 25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心: (010) 88361066 门户网: <http://www.cmpbook.com>
销售一部: (010) 68326294 教材网: <http://www.cmpedu.com>
销售二部: (010) 88379649
读者服务部: (010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着我国经济的飞速发展,工业化与信息化的融合及节能减排等政策的层层推进,为技术创新发展提出了更高的要求;同时,我国还是一个制造业大国,并处在向制造强国转化的过程,在拥有大量劳动者的同时,努力提高劳动者的素质,使其更好地适应技术的发展及社会的需要,不仅可以更好地服务于产业的发展,也是构建和谐社会的基本要素。

电工电子技术渗透于各行各业,吸纳的就业人口众多,向劳动者普及基本知识技能,一直是我们努力的目标。我们在电工电子技术出版领域积累了大量优秀的作者资源,出版了大批优秀的图书,受到了读者的欢迎。

我们针对初学者学习基础比较薄弱,从事的工作对技能要求比较高的特点,将优秀作者和优势作品进行整合及筛选,打造成崭新的强势丛书——《电工电子技能培训大讲堂》系列图书,该系列图书具有内容全面、系统,结构科学、合理,层次丰富、细节突出等优点,可以为学习者提供多种选择的特点,具体内容涵盖了:电工电子基础知识入门、电工技能提高、电子仪器仪表使用、家电维修等。

本系列图书在强大的策划团队努力下,力图做到:1)理论够用、内容实用,讲解清晰;2)篇幅适中,便于学习,立竿见影;3)初级入门为主,多层次扩展,适当向技能提高延伸;3)体裁形式多样,写作形式多样;4)适应性强,多行业多领域的电工电子技术学习者都可适用。

本系列图书的出版得到了众多“明星”作者的全力支持,他们在百忙之中为图书内容的撰写、修订及改写付出了大量的精力,查阅了大量的资料,进行了系统化的对比和分析,在此对他们的辛勤劳动表示感谢,希望此套系列图书可以为读者提高知识技能、拓宽视野提供一些有益的、具体的帮助。

为了不断丰富和完善《电工电子技能培训大讲堂》系列图书的内容及提高图书的质量,欢迎广大读者提出宝贵意见和建议,及时向出版单位反馈信息。

机械工业出版社

前言

常见电气故障的诊断与维修是个实际操作的问题，需要有一定的理论知识和丰富的实际经验。随着电气设备的大量增多和广泛应用，要保持电气设备的正常运行，必须及时地排除故障，而故障诊断是关键。不能有效地诊断故障，就更谈不上排除故障了。因此，影响生产、工作、生活的事情时有发生。

有的电气故障，维修很快，而诊断故障，即检查、寻找故障部位，往往很费时间，所以，快速诊断是缩短故障时间的重要环节，也说明了“快速诊断”的重要性。

随着电工队伍的扩大，加入了许多年轻同志，其中相当多的同志尚缺乏经验，为了帮助这些同志尽快地胜任工作，特编写这本书，有利于年轻同志诊断和排除电气故障的能力得到提高与加强。

本书内容广泛、实用，可操作性强，文字通俗易懂。全书共十八章，分别叙述了变压器、电动机、输配电线路、断路器、隔离开关、负荷开关、熔断器、避雷器、接地装置、电力电容器、电抗器、接触器、继电器、起动器、电气照明、变频器的常见电气故障的诊断与维修，以及变配电所（室）的施工、运行、维护和电气检修计划的编制与实施等。章章谈的都是实际问题。

常采用的电气故障诊断方法有直观法，试电笔检查法，试灯法，电压、电流、电阻测量法，绝缘电阻测量法，仪器测量法，逻辑电笔法，替换法，迹点寻迹法，排除法，比较法，重新装配法，短路和开路法，通电动作试验法，分析法，综合法等。而排除故障的方法有清理法，换用新品法，重新装配法，烘烤法，绝缘加固法，钳工修配法，机械加工法，粘接法，修理线圈法，大修理法等。以上这些方法常在本书所述的各种电气故障中运用，这些方法运用得熟练，就能及时诊断故障，并正确排除，使电气设备及早恢复正常运行。

本书由芮静康先生担任主编，王少华、张燕杰，担任副主编，参加编写的还有郑征、高彩霞、许丹、张展、赵来军、仝兆景、杨静等。

本书在出版过程中得到出版社的领导和编辑同志的大力支持，在编写过程中得到许多专家、教授和工人师傅的大力帮助，在此一并表示深深的谢意。

由于作者水平有限，书中错漏之处在所难免，请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2009 年 11 月于北京

目 录

前言

第一章 变压器的常见故障与维护	1
第一节 变压器的用途、分类及结构	1
一、用途和分类	1
二、结构	1
三、变压器的额定值	5
第二节 变压器的运行要求与规定	6
一、配电变压器检查周期	6
二、配电变压器巡视检查项目	7
三、新装或大修后的变压器投入运行前的检查	11
四、变压器投入试运行	12
五、变压器运行方式	13
六、干式电力变压器的运行	14
第三节 变压器检修工艺和质量要求	15
一、变压器检修前的准备	15
二、备品备件的准备	15
三、各种工具及试验设备的准备	15
四、吊心前必须有严密的组织措施和技术措施	16
五、检查起吊设备	16
六、变压器检修工艺和质量要求	16
第四节 变压器的安装	52
一、配电变压器的容量	52
二、安装电力变压器的基本要求	53
三、变压器安装前进行铁心检查应遵守的条件	54
四、变压器安装前铁心可以不检查的条件	54
五、变压器铁心检查前的准备工作	55
六、变压器铁心检查的主要技术措施	55
七、变压器铁心吊出检查时的顺序	56

八、变压器整体密封检查的方法	57
九、变压器安装前外观检查的内容	58
十、变压器干燥的方法	58
十一、变压器安装在室内时的要求	59
十二、变压器安装在室外时的要求	60
十三、配电变压器安装在落地式变台上时的要求	60
十四、配电变压器高低压侧熔断器的选择	61
十五、变压器投入运行前的检查内容	61
第五节 电压互感器的故障诊断与排除	62
一、电压互感器的用途和分类	62
二、故障诊断与排除方法	62
第六节 电流互感器的故障诊断与排除	68
一、电流互感器的用途和分类	68
二、故障诊断与排除方法	68
第二章 电动机的常见故障与维修	72
第一节 电动机的分类和结构	72
一、电机分类	72
二、三相异步电动机的结构	72
第二节 电动机的额定数据和系列	75
一、额定数据	75
二、主要系列	76
第三节 电动机的故障诊断与排除	77
第三章 输配电线路的常见故障与排除	97
第一节 架空线路的故障诊断与排除	97
一、架空线路的用途、种类和结构	97
二、架空电力线路的测试诊断项目	97
三、故障诊断与排除方法	99
第二节 电力电缆的故障诊断与排除	108
一、电力电缆的用途、种类和结构	108
二、故障诊断与排除方法	109
第四章 断路器的常见故障与维护	116
第一节 断路器的用途、分类与结构	116
一、断路器的用途	116
二、断路器的分类	117

三、常用低压断路器	118
四、断路器的基本结构	119
第二节 断路器的选择	120
一、低压断路器的选择	120
二、中、高压断路器的选择	122
第三节 断路器安装时的常见问题及处理	124
一、空气断路器的安装要求	124
二、油断路器的安装要求和注意事项	125
三、SF ₆ 断路器的安装要求和注意事项	126
四、真空断路器的安装要求和注意事项	126
第四节 断路器运行时的常见问题及处理	127
一、中、高压断路器异常及事故处理通则	127
二、常见问题及处理	128
第五章 隔离开关的常见故障与维护	151
第一节 隔离开关的用途、结构与分类	151
一、隔离开关的用途	151
二、隔离开关的结构、分类	152
第二节 隔离开关的选择	154
第三节 隔离开关安装时的常见问题及处理	155
第四节 隔离开关运行管理及常见问题处理	156
一、隔离开关的运行管理	156
二、隔离开关运行中常见问题的处理	158
第六章 负荷开关的常见故障与维护	160
第一节 负荷开关的作用和结构	160
一、负荷开关的作用	160
二、高压负荷开关的结构	160
第二节 负荷开关的安装和维护	164
一、负荷开关安装时应注意的问题	164
二、高压负荷开关运行时应注意的问题	166
三、负荷开关的常见故障及处理方法	166
第七章 熔断器的常见故障与维护	168
第一节 熔断器的用途、分类与结构	168
一、熔断器的用途	168
二、熔断器的分类	168

三、熔断器的结构	169
第二节 熔断器的选择与安装	171
一、熔断器的选取原则	171
二、熔断器的选择与安装	173
第三节 熔断器日常维护、常见故障及处理	175
一、低压熔断器巡视检查和维护内容	175
二、高压熔断器巡视检查和维修内容	175
三、熔断器的常见故障及处理	176
第八章 避雷器的常见故障与维护	179
第一节 避雷器的用途、分类与结构	179
一、避雷器的用途	179
二、避雷器的分类	179
三、避雷器的结构及特性	180
第二节 避雷器的选择	184
一、根据应用范围选择	184
二、阀式避雷器的选择	185
第三节 避雷器安装时的常见问题及处理	186
第四节 避雷器运行时的常见问题及处理	187
一、避雷器巡视检查项目及运行管理	187
二、避雷器运行中的常见故障及处理	188
第九章 接地装置的常见故障与维护	190
第一节 接地装置的用途、分类	190
一、接地装置的组成、用途	190
二、接地装置的分类	190
第二节 接地装置安装时的常见问题及处理	192
一、电气设备接地技术原则	192
二、接地装置的技术要求	192
三、各种电气设备接地装置的接地电阻值	193
四、接地装置的安装	194
五、电气装置均应接地或与中性线相接的金属部分	195
六、电气装置可不接地或不与中性线相接的金属部分	195
七、需要接地的直流系统接地装置的接地要求	196
八、接地线不应作其他用途	196
第三节 接地装置使用时的常见问题及处理	196

一、接地装置运行检查和试验	196
二、目前接地装置使用中存在的问题	197
三、接地装置的防腐、降阻措施	199
第十章 电力电容器的常见故障与维护	201
第一节 电力电容器的应用	201
一、电力电容器的种类与用途	201
二、电容器工作原理	202
第二节 电力电容器的选择与设计	203
一、电力电容器的型号及其含义	203
二、电力电容器型号规格的确定	206
第三节 电力电容器的运行与维护	207
一、电力电容器的运行标准	207
二、电容器运行维护注意事项	208
三、电容器的故障处理与维护	208
第十一章 电抗器的常见故障与维护	211
第一节 电抗器的种类和应用	211
一、电抗器的种类	211
二、电力系统中电抗器的应用	212
第二节 电抗器的选择与设计	213
一、电抗器的设计	213
二、电抗器参数的选择	214
第三节 电抗器的运行与维护	215
一、电抗器运行注意事项	215
二、电抗器的故障处理及维护	216
第十二章 接触器的常见故障与维护	218
第一节 接触器的用途、分类与原理	218
一、接触器的用途	218
二、接触器的分类	218
三、接触器的结构原理	218
第二节 接触器的选择	219
一、接触器类型的选择	219
二、主电路参数的确定	219
三、控制电路参数和辅助电路参数的确定	220
四、接触器线圈电压的确定	220

五、接触器辅助触头的选择	220
第三节 接触器安装时的注意事项	221
第四节 接触器运行时的常见问题及处理	222
一、交流接触器	222
二、直流接触器	227
三、真空接触器	229
第十三章 继电器的常见故障与维护	231
第一节 继电器的用途、分类与原理	231
一、继电器的用途	231
二、继电器的分类	231
三、继电器的结构原理	231
第二节 继电器的选择	231
一、热继电器的选择	231
二、控制继电器的选择	234
三、时间继电器的选择	235
第三节 继电器的安装与维护	236
一、热继电器的安装与维护	236
二、控制继电器的安装与维护	238
第四节 继电器运行时的常见问题及处理	240
一、热继电器	240
二、控制继电器	243
第十四章 起动器的常见故障与维护	247
第一节 起动器的用途、分类与原理	247
一、用途和分类	247
二、工作原理	247
第二节 起动器的选择	249
一、起动方式的选择	249
二、控制笼型异步电动机时的起动器选用	249
第三节 起动器的安装与维护	251
第四节 起动器运行时的常见问题及处理	253
第十五章 电气照明的常见故障与维护	258
第一节 照明电路故障诊断与排除	258
第二节 白炽灯故障诊断与排除	261
第三节 荧光灯故障诊断与排除	263

第四节 高压汞灯故障诊断与排除	266
第五节 氙灯故障诊断与排除	268
第六节 其他灯故障诊断与排除	269
第十六章 变频器的常见故障与维修	271
第一节 变频器的应用特点与分类	271
一、变频器的应用特点	271
二、变频器的分类	271
第二节 变频器的安装、使用与操作	273
一、变频器安装的注意事项	273
二、变频器使用时的注意事项	274
三、变频器操作时的注意事项	275
第三节 变频器常见故障的诊断与维修	276
一、故障诊断的程序	276
二、故障诊断与维修	280
第十七章 变配电所(室)的施工、运行和维护	283
第一节 变配电所(室)的施工	283
一、变配电所的分类	283
二、对变配电所的基本要求	284
三、变配电所所址选择应遵循的原则	285
四、变配电所的施工实例	286
五、高、低压柜的安装要求	288
第二节 变配电室、高低压配电装置的运行和维护	290
一、变配电室安全运行的条件	290
二、变配电室值班的任务	291
三、操作人员的误操作问题	293
四、变配电室、高低压电器的故障和维护	295
第三节 箱式变电站	298
一、概述	298
二、箱式变电站的特点	298
三、箱式变电站的基本结构	299
四、箱式变电站的安装、运行和维护	299
第十八章 电气检修计划的编制与实施	301
一、编制检修计划的依据资料	301
二、设备检修的准备与实施	301

三、提高电气设备可靠性、易修性的途径	302
四、电气维修备件的管理	305
五、电气设备检修规程的制订	307
参考文献	309

第一章 变压器的常见故障与维护

第一节 变压器的用途、分类及结构

一、用途和分类

1. 用途

变压器是一种将交流电压升高或降低，又能保持频率不变的静止电气设备。输送同样功率的电能时，电压越高，电流就越小，输送线路上的功率损耗也就越小，输电线的截面积可以减小，这样可以节省金属导线的用量。因此，发电厂必须用电力变压器将电压升高，才能将大量的电能送往远处的用电地区，输电距离越远，电压就应越高；用电时又必须经变压器再把电压降低下来，以适应各种用电设备和安全用电的需要。变压器还可以用来改变交流电流、阻抗和相位。变压器在国民经济各部门及日常生活中得到广泛应用。

2. 分类

变压器的种类很多，可以按用途、相数、铁心结构和冷却方式等进行分类：

(1) 按用途分为电力变压器、工业用变压器（如电炉变压器、变流变压器等）、小型和特殊用途的变压器。

(2) 按相数分为单相、三相和多相变压器。

(3) 按绕组数分为双绕组变压器、自耦变压器、三绕组变压器和多绕组变压器。

(4) 按变压器结构分为心式变压器和壳式变压器。

(5) 按冷却方式分为油浸式变压器、干式变压器和充气式变压器。

二、结构

目前油浸式电力变压器是应用广泛的一种变压器，其外形结构如

图 1-1 所示。

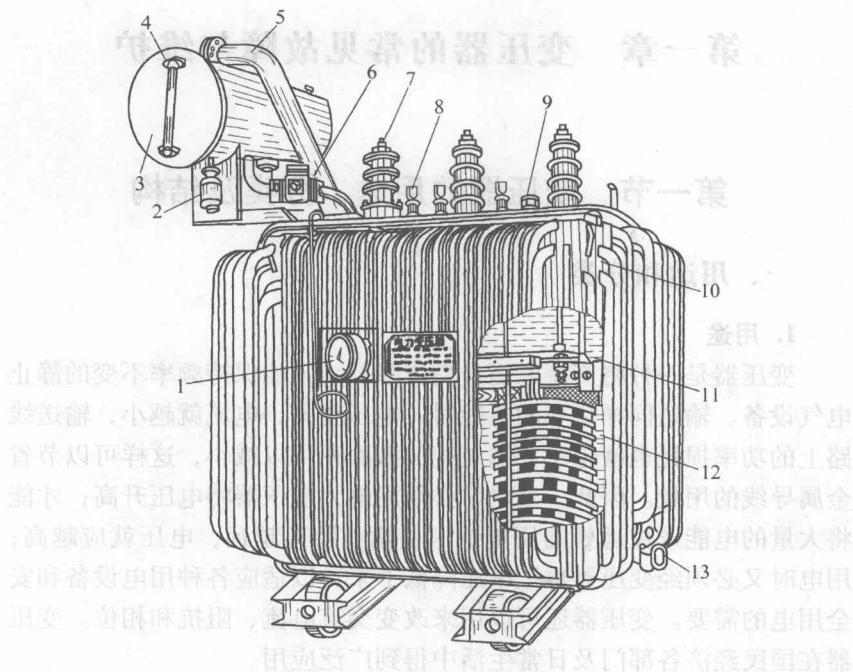


图 1-1 油浸式电力变压器

- 1—信号式温度计 2—吸湿器 3—储油柜 4—油位计 5—安全气道
6—气体继电器 7—高压套管 8—低压套管 9—分接开关
10—油箱 11—铁心 12—绕组及绝缘 13—放油阀门

变压器的结构主要由铁心、绕组、油箱和绝缘套管等组成。图 1-1 是油浸式电力变压器的结构。铁心和绕组是变压器进行电磁感应的基本部分，它们构成了变压器的主体，统称为器身；油箱起机械支撑、冷却、散热和保护作用；油箱内的油起冷却和绝缘作用；套管主要起绝缘作用。现分述如下：

1. 铁心

变压器的铁心由铁心柱（外面套绕组的部分）和铁轭（连接铁心柱的部分）组成。

按铁心与线圈的不同配置方式，变压器分为心式和壳式两种基本

结构，如图 1-2 所示。在单相心式变压器中，两个同样的线圈套在两个铁心柱上，接成串联或并联。壳式变压器的铁心是一个有分支的磁路系统，铁轭包围着线圈，形成线圈的“外壳”。

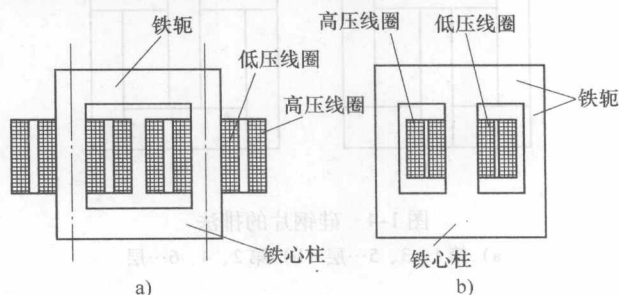


图 1-2 单相变压器的基本形式

a) 心式 b) 壳式

在三相心式变压器中，每相各有一个铁心柱，用上、下铁轭将铁心柱连接起来，如图 1-3 所示。

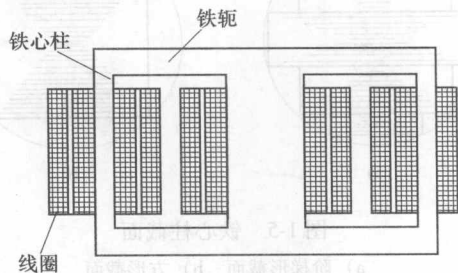


图 1-3 三相心式变压器

心式变压器的结构简单，线圈的套装与绝缘都比较容易，所以被广泛采用；而壳式变压器的机械强度好，常用于低压、大电流的变压器和小容量的控制变压器。

为了提高磁路的磁导率，降低铁心内的磁滞损耗、涡流损耗和减小励磁电流，铁心常用 0.35mm 或 0.5mm 厚、表面涂绝缘漆的硅钢片叠压而成，叠装时相邻两层铁心叠片的接缝要互相错开，以减少接