

DIYADIANQI

GUZHANG ZHENDUAN YU WEIXIU

低压电器

故障诊断与 维修

张泽军 主编



化学工业出版社

低压电器故障诊断与维修

低压电器种类繁多,应用广泛。本书重点介绍了目前企业常用的低压电器的结构、工作原理、选型、使用等方面的内容,具体包括刀开关、低压熔断器、低压断路器、交流接触器、热继电器、启动器、电磁铁、电阻器与变阻器、变频调速器、PLC等。

本书可供广大电气工作者学习和掌握低压电器知识。

电气设备故障诊断与维修系列

高压电器故障诊断与维修

变压器故障诊断与维修

继电保护装置故障诊断与维修

电气线路安装与运行维护

低压电器故障诊断与维修



www.cip.com.cn
读科技图书 上化工社网

销售分类建议: 电工

ISBN 978-7-122-04836-3



9 787122 048363 >

定价: 20.00元

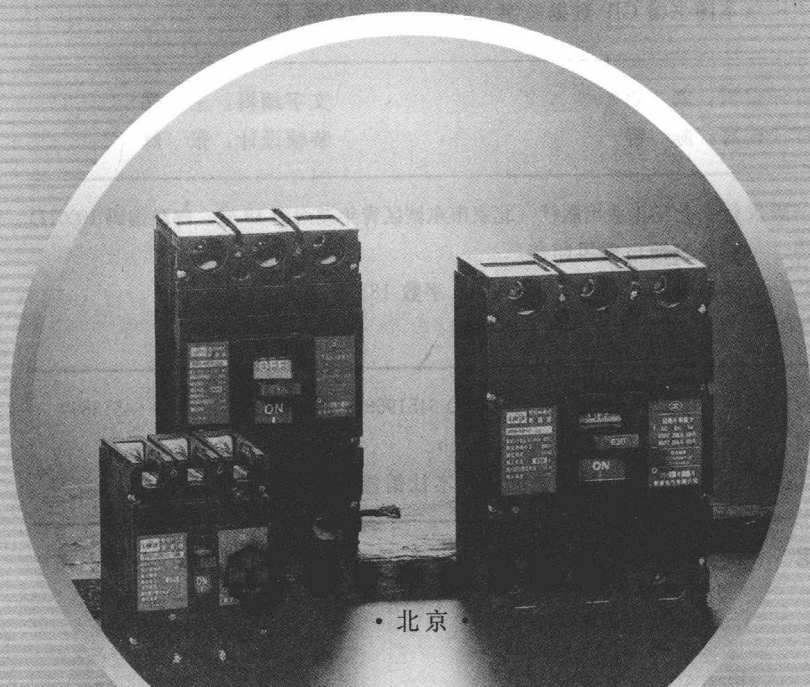
DIYADIANQI

GUZHANG ZHENDUAN YU WEIXIU

低压电器

故障诊断与 维修

张泽军 主编



• 北京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

低压电器故障诊断与维修/张泽军主编. —北京: 化学工业出版社, 2009. 4

ISBN 978-7-122-04836-3

I. 低… II. 张… III. ①低压电器-故障诊断②低压电器-维修 IV. TM520.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 021736 号

责任编辑: 刘 哲

文字编辑: 王 洋

责任校对: 陈 静

装帧设计: 张 辉

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 装: 三河市延风印装厂

850mm×1168mm 1/32 印张 7 字数 186 千字

2009 年 8 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: 20.00 元

版权所有 违者必究

前 言

进入 21 世纪,各种电气设备的应用范围越来越普及,因此也迫切需要更多、更好的电气维护人员。由于对电气设备操作不当或失误造成的电气设备故障极为普遍,因此提高电气人员的维修能力,使他们能够快速进入角色,更好地掌握电气设备的维修技术成为越来越迫切的问题。所以一本便携且能够快速查阅的、内容全面的图书是从事电气维护工作人员的首选。本书正是为此目的编写的。

本书力求突出以下特点。

1. 内容全面。本书内容包括工厂目前常用的各种电气设备,不但介绍了基础电气设备,而且有当今先进的电子电力设备。在重点介绍故障诊断的同时介绍了电气设备的结构、原理、选型、使用等方面的内容,能够满足电气人员的需要。

2. 实用。简明、实用是编写本书的原则,所以在编排上尽量选择常见的、典型的电气设备,同时尽量做到图表化、表格化,简明扼要,一目了然,便于读者查阅。

本书由张泽军主编,参加编写的还有张墩鹏、王中伟、汪绍峰。全书由庄绍君、宫德福、刘勃安审核。

本书在编写过程中得到单位领导和同事们的大力支持和帮助,在此表示诚挚的感谢。由于编者水平有限,时间仓促,不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪论 低压电器定义与分类	1
第一章 刀开关运行与故障诊断	8
一、刀开关的种类	8
二、刀开关的运行及故障原因	11
三、刀开关的常见故障及排除方法	12
第二章 低压熔断器运行与故障诊断	14
一、低压熔断器分类及结构	14
二、低压熔断器的运行与故障诊断	15
第三章 低压断路器运行与故障诊断	21
一、低压断路器的分类	21
二、塑料外壳式断路器的故障诊断及处理	21
三、框架式断路器故障诊断及处理	24
第四章 交流接触器的故障诊断与维修	32
一、交流接触器的结构	32
二、交流接触器的运行与维护	33
三、接触器故障诊断	35
第五章 热继电器运行与故障诊断	41
一、热继电器的结构	41
二、热继电器的运行与检查	41
三、热继电器故障诊断	42
第六章 启动器运行与故障诊断	46
一、启动器的种类	46

二、基本性能和技术数据	54
三、启动补偿器	69
四、启动器常见故障诊断	72
第七章 控制继电器运行与故障诊断	74
一、控制继电器的分类	74
二、控制继电器运行与检查	75
三、控制继电器故障诊断	77
第八章 其他低压电器运行与故障诊断	79
一、漏电保护断路器	79
二、漏电继电器使用与故障诊断	81
三、主令电器故障诊断	83
四、信号灯故障诊断	87
五、密集型插接式母线槽故障诊断	88
第九章 控制器故障与诊断	90
一、控制器的用途与分类	90
二、控制器的结构	90
三、技术数据	92
四、安装与维护	93
五、常见故障和对策	94
第十章 调整器故障诊断	97
一、用途和分类	97
二、结构	98
三、技术数据	100
四、选用	101
五、常见故障、诊断和对策	103
第十一章 电磁铁故障诊断	104

一、牵引电磁铁	104
二、制动电磁铁	108
三、起重电磁铁	117
四、电力液压推动器	120
第十二章 电阻器和变阻器故障诊断	125
一、电阻器	125
二、变阻器	144
三、频敏变阻器	155
第十三章 变频调速器的故障与维修	164
一、我国变频调速技术的发展概况	164
二、国外技术现状	165
三、变频器的选用及运行中常见问题	166
四、变频器的故障处理	174
第十四章 PLC 的故障与维修	177
一、PLC 的基本概念	177
二、模块式 PLC 的基本结构	177
三、PLC 的特点	179
四、PLC 常见故障及排除方法	180
第十五章 低压电器的维护、维修与试验	183
一、低压成套装置的维护	183
二、低压电器的维修	187
三、低压电器的试验	199
参考文献	210

绪论 低压电器定义与分类

1. 低压电器的定义与分类

(1) 低压电器的定义

低压电器是指在交流及直流电压至 1200V 的电力线路中起保护、控制或调节等作用的电气元件。

(2) 低压电器的分类

低压电器的种类繁多，但根据其用途或所控制的对象可分为两大类。

① 低压配电电器。如刀开关、转换开关、熔断器、自动开关和保护继电器，主要用于低压配电系统中。要求在系统发生故障情况时动作准确，工作可靠，有足够的热稳定性和动稳定性。

② 低压控制电器。如控制继电器、接触器、启动器、控制器、调整器、主令电器、电阻器、变阻器和电磁铁等，主要用于电力传动系统中。要求其寿命长、体积小、重量轻和工作可靠。

低压电器按其动作性质也可分为两大类。

① 自动电器。自动电器的接通、分断、启动、反向和停止等动作是通过电磁（或压缩空气）做功来完成的（只需输入给操作机构一个信号）。

② 手动电器。是通过人力做功（用手或通过杠杆），直接扳动或旋转手柄，来完成接通、分断、启动、反向和停止等动作的，如刀开关、刀形转换开关及主令电器等。

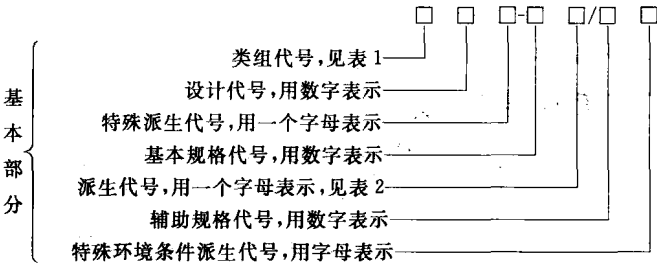
低压电器按防护形式又可分为第一类防护形式和第二类防护形式两大类。第一类防护形式是指防止固体异物进入内部及防止人体

触及内部的带电或运动部分的防护。第二类防护形式是指防止水进入内部，造成有害影响的防护。

低压电器根据工作条件又可分为一般工业用电器、船用电器、化工电器、矿用电器、牵引电器和航空电器六大类。低压电器根据使用环境可分为一般工业用电器、干热带电器、湿热带电器和高原（海拔 2500m 及以上）电器等。

2. 低压电器全型号表示法及代号含义

(1) 全型号表示法



(2) 代号含义

低压电器型号类组代号如表 1 所示。低压电器加注通用派生代号字母含义如表 2 所示。

表 1 低压电器型号类组代号

	H	R	D	K	C	Q	J	L	Z	B	T	M	A
项目	刀开关和刀形转换开关	熔断器	自动开关	控制器	接触器	启动器	控制继电器	主令电器	电阻器	变阻器	调节器	电磁铁	其他
A						按钮式		按钮					
B									板式元件				触电保护器

续表

项目	H	R	D	K	C	Q	J	L	Z	B	T	M	A
	刀开关和刀形转换开关	熔断器	自动开关	控制器	接触器	启动器	控制继电器	主令电器	电阻器	变阻器	调节器	电磁铁	其他
C		插入式				电磁式			冲片元件	旋臂式			插销
D	单投						漏电		带形元件		电压		信号灯
G				鼓形	高压				管形元件				
H	封闭式	汇流排式											接线盒
J					交流	减压		接近开关					
K	开启式				真空			主令控制器					
L		螺旋式					电流			励磁			电铃
M		封闭管式	灭磁		灭磁								
P				平面	中频					频敏			
Q										启动		牵引	
R	熔断器式						热		非线性				
S	双投	快速	快速		时间	手动	时间	主令开关	烧结元件	石墨			
T		有填料封闭管		凸轮	通用		通用	足踏开关	铸铁元件	启动调速			
U						油浸		旋钮		油浸启动			

续表

项目	H	R	D	K	C	Q	J	L	Z	B	T	M	A
	刀开关和刀形转换开关	熔断器	自动开关	控制器	接触器	启动器	控制继电器	主令电器	电阻器	变阻器	调节器	电磁铁	其他
W			框架式				温度	万能转换		液体启动		起重	
X						星-三角		行程开关		滑线式			
Y	其他	其他	其他	其他	其他	其他	其他		硅碳元件	其他		液压	
Z	组合开关	自复	塑料外壳		直流	综合	中间					制动	

表 2 低压电器加注通用派生代号字母含义

字 母	代 表 意 义
A、B、C、D	结构设计稍有改进或变化
C	插入式
J	交流、防溅式
Z	直流、防振、正向、重任务、自动复位
W	失压、无极性、出口用、无灭弧装置
N	可逆、逆向
S	三相、双线圈、防水式、手动复位、三个电源有锁住机构
P	单相、电压的、防滴式、电磁复位、两个电源
K	开启式
H	保护式、带缓冲装置
M	灭磁、母线式、密封式
Q	防尘式、手车式
L	电流的、搭板式、漏电保护
F	高返回、带分励脱扣
X	限流
TH	湿热带为热带产品代号,加注
TA	干热带在全型号的最后位置

3. 低压电器的正确选用

(1) 低压电器选用的两个基本原则

① 安全原则。使用安全可靠是对任何开关电器的基本要求，电路和用电设备的可靠运行是生产和生活得以正常进行的重要保障。

② 经济原则。经济性考虑又可分为开关电器本身的经济价值和使用开关电器产生的价值。前者要求选择得合理、适用；后者则考虑在运行当中必须可靠，而不致因故障造成停电或损坏设备、危及人身安全等损失。

(2) 低压电器选用注意事项

① 符合控制对象（如电动机或其他用电设备）的分类和使用环境的要求。

② 应掌握有关的技术数据，如控制对象的额定电压、额定功率、启动电流倍数、负荷性质、操作频度、工作制等。

③ 了解电器的正常工作条件，如环境空气温度、相对湿度、海拔高度，允许安装方位和角度，抗冲击振动、有害气体、导电尘埃、雨雪侵袭的能力等。

④ 了解电器的主要技术性能（或技术条件），如用途、分类、额定电压、额定控制功率、接通能力、分断能力、接通操作频度、工作制和使用寿命等。

4. 低压电器的主要技术性能要求

(1) 低压电器的绝缘

应能保证在表 3 所列条件下承受交流 50Hz 试验电压（列于表 3 中）历时 1min 而无击穿或闪络现象。

表 3 低压电器耐压试验值

项 目	$U_{ins}^{\text{①}}$ ≤ 60	$60 < U_{ins}$ ≤ 380	$380 < U_{ins}$ ≤ 660	$660 < U_{ins}$ ≤ 800	$800 < U_{ins}$ ≤ 1200	小开距 ^② 触头间	
						$U_{ins} \leq 220$	$220 < U_{ins} \leq 380$
$0 < h \leq 500$	1200	2400	3000	3600	4200	750	1200
$500 < h \leq 1000$	1150	2300	2850	3450	4050	700	1150
$1000 < h \leq 1500$	1100	2200	2750	3300	3850	650	1100
$1500 < h \leq 2000$	1050	2100	2600	3150	3650	600	1050
$2000 < h \leq 2500$	1000	2000	2500	3000	3500	550	1000

① U_{ins} 为开关电器或部件规定的绝缘电压。
② 仅指交直流额定绝缘电压至 380V，触头开距不大于 1mm 的触头之间。

(2) 耐潮湿性能

一般电器在形式试验中都要按表 4 所示耐潮湿试验周期标准进行考核。试品在试验前先在试验箱（室）内，于 30~35℃ 下进行湿度预处理 6h，然后升温加湿。试品要经 7 个周期的试验。试验后的绝缘电阻不应小于表 5 所列数值，并能承受表 3 的耐压试验。

表 4 低压电器耐潮湿试验周期标准

项 目	温度/℃	相对湿度/%	持续时间/h
升温	30~40	85~98(试品表面凝露)	1.5~2 共 16
高温高湿	40±2	95±3	14~14.5 共 16
降温	40~30	85~98	2~3 共 8
低温高湿	30±2	95±3	5~6 共 8

表 5 低压电器在不同额定绝缘电压下的绝缘电阻值

额定绝缘电压 U_{ins}/V	$U_{ins} \leq 60$	$60 < U_{ins} \leq 660$	$660 < U_{ins} \leq 800$	$800 < U_{ins} \leq 1200$
绝缘电阻值/MΩ	1	1.5	2.0	2.5

5. 低压电器的结构要求

低压电器的设计和制造都必须严格符合国家的有关标准，尤其是基本系列的各类开关电器必须保证执行三化（标准化、系列化、通用化）、四统一（统一型号规格、统一技术条件、统一外形及安装尺寸、统一易损零部件）的原则。

第一章 刀开关运行与故障诊断

一、刀开关的种类

刀开关是一种带有刀刃楔形触头的、结构比较简单的开闭电路的电器。主要在配电设备中隔离电源，或根据结构不同，也可用于不频繁地接通与分断额定电流以下的负荷，如小型电动机、电阻炉等。

刀开关按极数划分，有单极、双极和三极三种；按操作方式划分，有手柄直接操作、杠杆手操作、气动操作、电动操作四种；按合闸方向划分，有单投和双投两种。刀开关是一种比较简单的开关，不能切断故障电流，只能承受故障电流的电动力和热效应。通常在不频繁使用条件下，如交流 380V， $\cos\phi=0.7$ 时，可接通、分断 30%、60%、100% 的额定电流。这主要看刀开关的操作方式或是否有灭弧装置以及负荷条件等。其主要类型有负荷开关、隔离开关、熔断器式开关。

① 开启式负荷开关。开启式负荷开关（又称胶盖刀开关）主要用于额定电压在 380V 以下、电流在 60A 以下的交流电路中，作一般电灯、电阻和电热等回路的控制开关，不频繁地带负荷操作和作短路保护用。它主要由瓷质底座、静触座、接装熔丝的接头、上胶盖、下胶盖、带瓷质手柄的闸刀等组成，如图 1-1 所示。

② 封闭式负荷开关。封闭式负荷开关（又称铁壳开关）适用于额定电压 500V 以下、额定电流 200A 以下的电气装置和配电设备中，作不频繁接通、分断负荷电路及短路保护，也可以作异步电动机不频繁直接启动及分断用。该种开关有灭弧装置，并有防护外

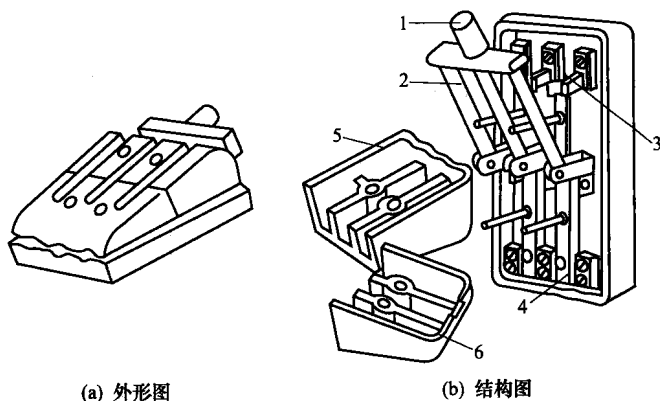


图 1-1 HK2 开启式负荷开关

- 1—瓷质手柄；2—闸刀本体；3—静触座；
4—接装熔丝的接头；5—上胶盖；6—下胶盖

壳，能快速接通和分断，操作灵活方便，使用安全可靠。封闭式负荷开关主要由刀开关、瓷柄式熔断器或封闭管式熔断器、灭弧装置、操作机构及外壳组成，如图 1-2 所示。

③ 隔离刀开关。隔离刀开关广泛用于交流 380V、直流 440V、额定电流在 1500A 以下的低压配电装置中，不频繁地接通和分断交直流电路或作隔离开关用。它主要和自动开关配合使用，在自动开关切断电源后才能操作。隔离刀开关起到隔离电压作用，有明显的绝缘断开点，以保证检修人员的安全。装有灭弧罩或者在动触刀上装有辅助速断触刀（起灭

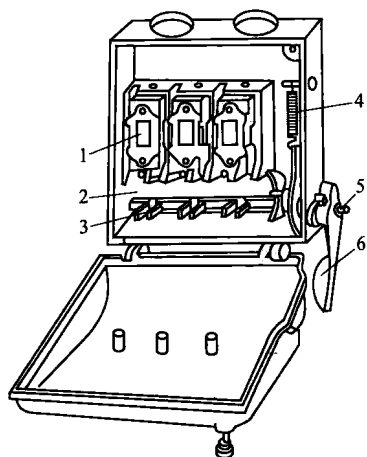


图 1-2 HH3 系列封闭式负荷开关

- 1—熔断器；2—静触座；3—动触刀；4—速
动弹簧；5—绝缘方轴；6—操作手柄