

零起点
看图学

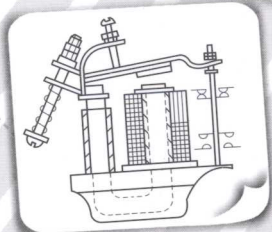
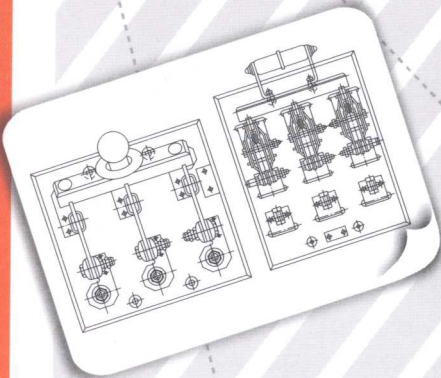
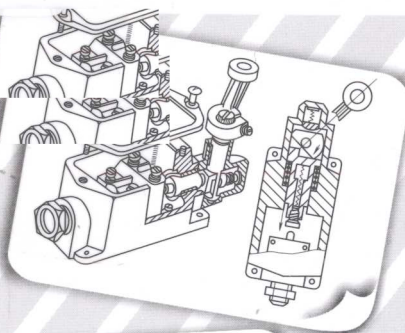
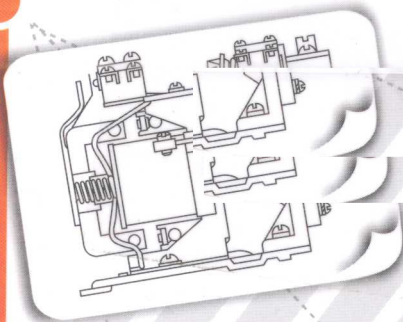


LINGQIDIAN KANTUXUE

低压电器的 选用与维修

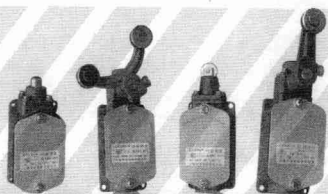
夏新民 黄威 编

DIYA DIANQI DE XUANYONG
YU WEIXIU



化学工业出版社

零起点
看图学



LINGQIDIAN KANTUXUE

低压电器的 选用与维修

夏新民 黄威 编

DIYA DIANQI DE XUANYONG
YU WEIXIU



化学工业出版社

· 北京 ·

元 00.25 : 份 页

图书在版编目 (CIP) 数据

低压电器的选用与维修/夏新民, 黄威编. —北京: 化学工业出版社, 2010. 6

零起点看图学

ISBN 978-7-122-08060-8

I. 低… II. ①夏…②黄… III. ①低压电器-基本知识②低压电器-维修 IV. TM52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 051337 号

责任编辑: 高墨荣

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 宋 玮

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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 9 1/4 字数 260 千字

2010 年 6 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: 25.00 元

版权所有 违者必究

■ ■ ■ ■ 前 言 ■ ■ ■ ■

低压电器产品在电力、石化、建筑等领域应用十分广泛，近年来，我国低压电器行业发展很快，新产品不断涌现，产品规格不断完善。为了满足广大电气人员合理选择和正确使用低压电器产品的需要，我们在参考有关技术资料的基础上，编写了本书。

本书主要介绍了低压电器的基本知识、常用低压开关电器型号、性能、结构和选择方法，常用低压测量电器的原理、结构和作用，低压控制电器的结构、工作原理和技术参数，低压启动器、软启动器、低压变频器的基本结构原理、选用、安装调试、使用与维修，以及工厂一些常用安全用电电器的相关知识。

本书以图辅文，语言简练，通俗易懂，便于自学。

本书可供从事工厂电气设备维护的电工与工程技术人员使用，也可供职业技术学院有关专业师生参考。

本书由夏新民、黄威编写。其中，夏新民编写第1~3、5章，黄威编写第4、6~8章。全书由夏新民统稿。

本书在编写过程中，得到了刘学红、陈莉的大力支持，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

第1章 低压电器的基本知识	1
1.1 概述	1
1.1.1 低压电器的定义	1
1.1.2 低压电器的作用	1
1.1.3 低压电器的分类	1
1.2 低压电器的标准内容与外壳防护形式	4
1.2.1 低压电器产品标准内容	4
1.2.2 低压电器的外壳防护形式	4
1.2.3 低压电器的型号及技术要求	7
1.3 低压电器的使用	13
1.3.1 低压电器的正确选择与基本要求	13
1.3.2 低压电器的基本要求	13
第2章 低压开关电器	15
2.1 刀开关和隔离开关	15
2.1.1 刀开关和隔离开关的主要用途和分类	15
2.1.2 刀开关和隔离开关的结构和工作原理	15
2.1.3 刀开关和隔离开关的主要技术参数	18
2.2 万能转换开关	22
2.2.1 万能转换开关的基本结构	22
2.2.2 万能转换开关的型号及技术数据	23
2.2.3 常用转换开关产品	25
2.3 按钮开关	28
2.3.1 按钮的分类和型号	28
2.3.2 按钮的结构和工作原理	30
2.3.3 按钮的主要技术数据	31
2.3.4 按钮的选择、使用和维修	33

2.3.5	常用按钮产品	35
2.4	行程开关	39
2.4.1	行程开关的用途和分类	39
2.4.2	行程开关的型号及技术参数	43
2.4.3	行程开关的选择、使用和维修	51
2.5	接近开关	52
2.5.1	接近开关的用途和分类	52
2.5.2	接近开关的主要技术参数	53
2.5.3	接近开关的结构和工作原理	54
2.5.4	接近开关的主要技术数据	55
2.5.5	接近开关的选择、使用和维修	55
2.6	断路器	56
2.6.1	断路器的分类	56
2.6.2	断路器的结构和工作原理	57
2.6.3	断路器的主要技术参数	66
2.6.4	常用断路器产品	68
2.6.5	断路器的选用	89
2.7	熔断器	91
2.7.1	熔断器的工作原理和特性	91
2.7.2	熔断器的主要技术参数	93
2.7.3	常用熔断器	94
2.7.4	低压熔断器的选择	103
第3章	低压测量电器	104
3.1	电流互感器	104
3.1.1	电流互感器的结构及工作原理	104
3.1.2	电流互感器技术数据	106
3.2	常用测量表计	110
3.2.1	磁电系测量机构	110
3.2.2	电磁系测量机构	111
3.2.3	42、6系列磁电系测量仪表	113
3.2.4	44、59系列磁电系测量仪表	114

3.2.5	51、65、99 系列电磁系测量仪表	115
3.3	电度表	116
3.3.1	感应式电度表	116
3.3.2	电子式电度表	118
3.3.3	单相电子式电度表的专用集成电路	119
3.3.4	电子式三相电度表	120
3.3.5	DDS607 单相电子式电度表	121
3.3.6	DTSD607、DSSD607 系列三相电子式多功能 电度表	121
3.4	电量变送器	123
3.4.1	电量变送器基本工作原理	123
3.4.2	NKB-20/21 交流电流/电压变送器	125
3.4.3	NKB-26/27 直流电流/电压变送器	126
第 4 章	低压控制电器	127
4.1	接触器	127
4.1.1	接触器的结构和工作原理	127
4.1.2	接触器的型号和主要技术参数	130
4.1.3	常用交流接触器的主要技术数据	132
4.1.4	接触器的选择、维护与故障处理	139
4.2	热继电器	141
4.2.1	双金属片热继电器的结构及工作原理	141
4.2.2	热继电器的保护特性	142
4.2.3	热继电器典型产品及主要技术参数	143
4.2.4	3RB10 电子式热继电器性能与参数	146
4.3	电流继电器	148
4.3.1	电流继电器的结构和工作原理	148
4.3.2	常用电流继电器的用途及技术数据	150
4.4	电压继电器	153
4.4.1	电压继电器的结构和工作原理	153
4.4.2	常用电压继电器的技术数据	154
4.5	中间继电器	155

4.5.1	中间继电器工作原理及作用	155
4.5.2	常用中间继电器的技术数据	156
4.6	时间继电器	159
4.6.1	时间继电器的分类	159
4.6.2	空气阻尼式时间继电器	159
4.6.3	晶体管时间继电器	163
4.6.4	可编程时控器	168
4.6.5	时间继电器的选用	172
4.7	固态继电器	172
4.7.1	固态继电器的结构与原理	172
4.7.2	固态继电器的使用	175
4.7.3	常用固态继电器技术数据	182
4.8	其他常用继电器	188
4.8.1	信号继电器	188
4.8.2	温度继电器	192
4.8.3	速度继电器	195
4.8.4	压力继电器	197
4.9	低压电动机综合保护器	199
4.9.1	低压电动机综合保护器的基本功能	199
4.9.2	D系列低压综合电机保护器	199
4.9.3	LM500、LM510 系列低压电动机综合保护器	202
第5章	低压启动器	203
5.1	电磁启动器	203
5.1.1	概述	203
5.1.2	常用电磁启动器的主要技术数据	205
5.2	星-三角启动器	208
5.2.1	星-三角启动器的工作原理和特点	208
5.2.2	手动星-三角启动器	208
5.2.3	自动星-三角启动器	210
5.3	自耦减压启动器	211
5.3.1	手动式自耦减压启动器	211

5.3.2	自耦减压启动箱	213
5.4	延边三角形启动器	215
5.4.1	延边三角形换接原理	215
5.4.2	延边三角形启动线路与特性	216
5.5	启动器的选用	217
5.5.1	启动方式的选择	217
5.5.2	启动器的安装、使用和维修	219
第6章	软启动器	223
6.1	软启动器工作原理	223
6.2	软启动器的控制方式	225
6.2.1	软启动器的启动	225
6.2.2	软启动器的停车	229
6.2.3	软启动器的运行与保护	231
6.3	常见软启动器技术参数	235
6.3.1	AB SMC-Flex™软启动器	235
6.3.2	ABB PST 软启动器	244
第7章	低压变频器	248
7.1	低压变频器的基本结构原理	248
7.1.1	逆变的基本原理	249
7.1.2	变频器内部主电路	251
7.1.3	变频器内部控制电路框图	256
7.1.4	变频器的控制方式	257
7.2	变频器的选用	259
7.2.1	变频器功率的选择	259
7.2.2	变频器负载类型的选择	260
7.2.3	变频器箱体结构的选择	261
7.3	变频器的安装和维修	262
7.3.1	变频器对安装环境的要求	262
7.3.2	变频器的发热与散热	262
7.3.3	安装变频器的具体方法和要求	263
7.3.4	变频器的维修	265

7.4 ABB ACS600 系列变频器主要技术数据	267
7.4.1 主电路	267
7.4.2 控制电路	268
7.4.3 操作面板及键盘控制	269
第 8 章 安全用电电器	276
8.1 漏电保护器	276
8.1.1 漏电保护器的分类和特点	276
8.1.2 漏电保护器的组成和原理	278
8.1.3 漏电保护器的漏电动作性能	281
8.1.4 常见漏电保护电器	281
8.2 行灯变压器	286
8.3 防爆电器	288
8.3.1 防爆电器的标志	288
8.3.2 常见防爆电器介绍	291
参考文献	297

■ ■ ■ 第 1 章 低压电器的基本知识 ■ ■ ■

1.1 概述

1.1.1 低压电器的定义

低压电器是指工作在交流电压小于 1200V、直流电压小于 1500V 的电路中,起通断、保护、控制或调节作用的电气设备,以及利用电能来控制、保护和调节非电过程和非电装置的电气设备。电力系统的负荷绝大部分是通过低压电器供给的。电力用户的各种生产机械设备,大部分是采用低压供电。在庞大的低压配电系统和低压用电系统中,需要大量的控制、保护用低压电器。

1.1.2 低压电器的作用

低压电器在电路中的用途是根据外界施加的信号或要求,自动或手动地接通或分断电路,从而连续或断续地改变电路的参数或状态,以实现对电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节。低压电器的特点是品种多、用量大和用途广。

低压电器是供配电系统和机床电气控制系统的基本组成元件。这些系统的优劣与所用低压电器的性能直接相关。尽管随着电子技术、自控技术和计算机技术的发展,一些电气元件可能被电子线路所取代,但由于低压电器本身也朝着新的领域扩展,故不可能完全被取代。所以一切从事电气安装、维修与技术管理的人员必须熟悉常用低压电器的原理、结构、规格和用途,并能正确选择、使用与维护。

1.1.3 低压电器的分类

低压电器的种类繁多,按其结构用途及所控制的对象不同,可以有不同的分类方式。

(1) 按用途和控制对象

按用途和控制对象不同,低压电器可分为配电电器和控制电

器。用于低压电力网的配电电器，包括刀开关、转换开关、空气断路器及熔断器等。对配电电器的主要技术要求是断流能力强，限流效果佳，在系统发生故障时确保动作准确，工作可靠，有足够的热稳定性和动稳定性。

用于电力拖动及自动控制系统的控制电器，包括接触器、启动器、主令电器及各种控制继电器等。对控制电器的主要技术要求是操作频率高、使用寿命长以及有相应的转换能力。

低压电器的作用与种类可归纳为表 1-1。

表 1-1 低压电器的作用与种类

电 器 名 称	主 要 品 种	用 途
配 电 电 器	刀开关	大电流刀开关；熔断器式刀开关；开关板用刀开关；负荷开关
	转换开关	组合开关；换向开关
	断路器	框架式；塑料外壳式；限流式；漏电保护型
	熔断器	有填料熔断器；无填料熔断器；快速熔断器；自复熔断器
控 制 电 器	接触器	交流接触器；直流接触器
	控制继电器	电流继电器；电压继电器；时间继电器；中间继电器；热继电器
	启动器	磁力启动器；减压启动器
	控制器	凸轮控制器；平面控制器

续表

电器名称		主要品种	用途
控制电器	主令电器	按钮;限位开关;微动开关;万能转换开关	主要用于接通和分断控制电路
	电阻器	铁基合金电阻	用于改变电路的电压、电流等参数或变电能为热能
	变阻器	励磁变阻器;启动变阻器;频敏变阻器	主要用于发电机调压以及电动机的减压启动和调速
	电磁铁	起重电磁铁;牵引电磁铁;制动电磁铁	用于起重、操纵或牵引机械装置

(2) 按动作方式

按动作方式,低压电器可分为自动电器和手动电器。自动电器是指自动完成接通、分断、启动、反向及停止等动作的电器。它是依赖它本身参数的变化或外来的电信号自动进行或完成的,而不是由人工直接操作的。常用的自动切换电器有自动开关、接触器等。

手动电器主要是由人工用手直接操作来完成接通、分断、启动、反向及停止等动作。常用的手动电器有刀开关、转换开关及主令电器等。

(3) 按工作条件

① 通用低压电器 供正常工作条件下使用,这是低压电器的基本类型。

② 化工用低压电器 主要是防腐和防尘类电器。

③ 矿用低压电器 主要用于矿井,具有防爆功能。

④ 牵引低压电器 用于电力机车,能耐高温、倾斜、振动及冲击。

⑤ 船用低压电器 能耐潮湿、盐雾及霉蚀。

⑥ 航空低压电器 耐冲击和振动,小而轻。

⑦ 热带低压电器 适用于热带各种气候环境。

⑧ 高原低压电器 适用于海拔 1000~4000m 的高原地区。

(4) 按电器的执行机构

按电器的执行机构分类,低压电器可分为有触头电器和无触头电器。

1.2 低压电器的标准内容与外壳防护形式

1.2.1 低压电器产品标准内容

低压电器产品的标准内容通常包括产品的用途、适用范围、环境条件、技术性能要求、试验项目和方法、包装运输的要求等，是制造厂和用户用于验收的依据。

低压电器按标准内容性质可分为基础标准、专业标准及产品标准三大类。

1.2.2 低压电器的外壳防护形式

低压电器的外壳防护形式有两种。第一种防护：防止人体触及带电零部件以及防止外界固体异物进入电器外壳内部；第二种防护：防止外界液体进入电器内部而引起有害的影响。电气设备防护能力的高低用电气设备防护等级来衡量。

① 表示防护等级的代号由表征字母“IP”和附加在后的两个表征数字及附加字母1和补充字母2组成。

② 第一位表征数字表示第一种防护形式的各个等级。其共分为7个等级，相应防护等级从低级到高级排列依次为0、1、2、3、4、5、6。凡符合某一防护等级的外壳意味着亦符合低于该防护等级的各级，除有怀疑的外，不必再做较低防护等级的试验。

③ 第二位表征数字及数字后的附加字母（防止接近危险部件）和补充字母（专门补充的信息）表示第二种防护形式的各个等级。其共分为9个等级。

④ 附加字母和补充字母的使用。当防护的内容有所增加时，可用附加字母和补充字母来表示。补充字母放在第二位表征数字或附加字母之后。

附加字母的含义如下。

A：防止手背接近。直径50mm的球形试具与危险部件必须保持足够的间隙。

B: 防止手指接近。直径 12mm, 长 80mm 的铰接试指与危险部件必须保持足够的间隙。

C: 防止工具接近。直径 2.5mm, 长 100mm 的试具与危险部件必须保持足够的间隙。

D: 防止金属线接近。直径 1.0mm, 长 100mm 的试具与危险部件必须保持足够的间隙。

补充字母的含义如下。

H: 高压设备。

M: 防水试验在设备的可动部件(如旋转电机的转子)运动时进行。

S: 防水试验在设备的可动部件(如旋转电机的转子)静止时进行。

W: 提供附加防护或处理以适用于规定的气候条件。

规定的气候、尘埃环境、固体异物、试验探针条件及附加防护措施或方法要求, 均由制造厂家和用户协商确定。

⑤ 当只需用一位表征数字表示某一防护等级时, 被省略的数字应以字母“X”代替, 如 IP1X、IP2X、IP4X、IP5X 等。

⑥ 如需用两位表征数字或加上附加字母与补充字母以表示产品完整的外壳防护等级时, 若无附加字母 A、B、C、D 与补充字母 H、M、S、W, 则表示这种防护等级在所有正常使用条件下都适用。

⑦ 在多尘场所应选用电器。在多尘的场所作业, 其空间含尘浓度的高低, 随作业的性质、破碎程度、空气温度及方向等不同而有很大差异。在多尘环境中, 灰尘的量值用空气中的浓度 (mg/m^3) 来衡量。对于存在非导电性灰尘的一般多尘环境, 宜采用防尘型 IP5X 级电器。对于多尘环境或存在导电性灰尘的一般多尘环境, 宜采用尘密型 IP6X 级电器。

各个防护类型的表征数码代号及含义见表 1-2。

表 1-2 低压电器外壳防护等级表征数码代号含义

第一位数字		第二位数字	
数 码	电器具有对人体 和壳内部件的防护	数 码	由于外壳进水而 引起有害影响的防护
0	无专门防护	0	无专门防护
1	能防止人体的某一大面积(如手)偶然或意外地触及壳内带电部分或运动部件,但不能防止有意识的接近这些部分。能防止直径大于 50mm 的固体异物进入壳内	1	垂直滴水应无有害影响
		2	当电器从正常位置的任何方向倾斜至 15° 以内任一角度时,垂直滴水应无有害影响
2	能防止直径大于 12mm 的固体异物进入壳内和防止手指或长度不大于 80mm 的类似物体触及壳内带电部分或运动部件	3	与垂直线成 60° 范围以内的淋水应无有害影响
3	能防止直径(或厚度)大于 2.5mm 的工具,金属线等进入壳内	4	承受任何方向的溅水应无有害影响
		5	承受任何方向由喷嘴喷出的水应无有害影响
4	直径大于 1.0mm 的物体试具完全不得进入壳内	6	向外壳各个方向强烈喷水时,电器的进水量无有害的影响
5	不能完全防止尘埃进入,但进尘量将影响电器的正常运行,不影响安全	7	当电器浸入规定压力的水中经规定时间后,电器的进水量应不致达到有害程度
6	无尘埃进入	8	按生产厂和用户双方同意的条件(应比特征数字 7 时严酷)持续潜水后,外壳进水量不致达到有害程度

1.2.3 低压电器的型号及技术要求

(1) 型号

低压电器产品有多种多样的结构和用途，不同类型的产品有不同的型号表示方法。低压电器的型号由类组代号、设计代号、基本规格代号和辅助规格代号等几部分构成，其表示形式和含义如下。

□□□□□/□□

第一个□：类组代号，（见表 1-3）包括类别代号和组别代号，用汉语拼音字母表示，最多用三位，代表低压电气元件所属的类别，以及在同类电器中所属的组别。例如，JR 表示热继电器，JS 表示时间继电器，JZ 表示中间继电器，RL 表示螺旋式熔断器等。

第二个□：设计代号，用数字表示，所用数字的位数不限，其中两位及两位以上的，首位数为 9 表示船用，8 表示防爆，7 表示纺织用，6 表示农用，5 表示化工用，表示同类低压电器元件的不同设计序列。

第三个□：特殊派生代号，用汉语拼音字母表示，一般用一位，表示全系列在特殊情况下变化的特征，一般不采用。

第四个□：基本规格代号，用数字表示，位数不限，表示同一系列产品中不同的规格品种。

第五个□：派生代号，用汉语拼音字母表示，一般用一位，表示序列内个别的特征。派生代号的意义见表 1-4。

第六个□：辅助规格代号，用数字表示，位数不限，或用一位数字和一个大写英文字母表示，表示同一系列、同一规格产品中的有某种区别的不同产品。

第七个□：特殊环境条件派生代号（见表 1-5）。

其中，类组代号与设计代号的组合表示产品的系列，一般称为电器的系列号。同一系列电器元件的用途、工作原理和结构基本相同，而规格、容量则根据需要可以有多种。例如，JR16 是热继电器的系列号，同属这一系列的热继电器的结构、工作原理都相同，但其热元件的额定电流从零点几安培到几十安培，有十几种规格。其中，辅助规格代号为 3D 的有三相热元件，装有断相保护装