

项目



常用低压电器及其拆装与维修



概 述



任务描述

在实际生产中，我们经常会遇到各种各样的机电设备，它们的运作都是由各种接触器、继电器、按钮、行程开关等电器构成的控制线路来进行控制的。那么我们在生产中可以怎样对它们进行分类，它们又有哪些常用术语呢？



学习目标

1. 熟悉低压电器的分类方法。
2. 熟悉低压电器常用术语的含义和其产品标准。



知识平台

凡是根据外界特定的信号或要求，自动或手动接通和断开电路，断续或连续地改变电路参数，实现对电路或非电现象的切换、控制、保护、检测和调节的电气设备均称为电器。根据工作电压的高低，电器可分为高压电器和低压电器。工作在交流额定电压 1 200 V 及以下、直流额定电压 1 500 V 及以下的电器称为低压电器。低压电器作为基本器件，广泛应用于输配电系统和电力拖动系统中，在工农业生产、交通运输和国防工业中起着极其重要的作用。

随着科学技术的迅猛发展，工业自动化程度不断提高，供电系统的容量不断扩大，低压电器的使用范围也日益扩大，其品种规格不断增加，产品的更新换代速度加快。同时，低压电器的额定电压等级有相应提高的趋势，电子技术也广泛应用于低压电器中，无触点电器的应用逐步推广。

低压电器的种类很多，本项目主要介绍低压开关、熔断器、主令电器、接触器、继电器及电磁铁等在电力拖动和自动控制系统中常用的低压电器。

1. 低压电器的分类

按低压电器的用途和所控制的对象不同，可分为低压配电电器和低压控制电器两类。

(1) 低压配电电器。低压配电电器包括刀开关、组合开关、熔断器和断路器等，主要用于低压配电系统及动力设备中。

(2) 低压控制电器。低压控制电器包括接触器、继电器、电磁铁等，主要用于电力拖动与自动控制系统中。

按低压电器的动作方式，可分为自动切换电器和非自动切换电器两类。

(1) 自动切换电器。自动切换电器是依靠电器本身参数的变化或外来信号的作用来自动完成接通或分断等动作，如接触器、继电器等。

(2) 非自动切换电器。非自动切换电器主要依靠外力（如手控）直接操作来进行切换，如按钮、刀开关等。

按低压电器的执行机构不同，可分为有触点电器和无触点电器两类。

(1) 有触点电器。有触点电器具有可分离的动触点和静触点，利用触点的接触和分离来实现电路的通断控制。

(2) 无触点电器。无触点电器没有可分离的触点，主要利用半导体元器件的开关效应来实现电路的通断控制。

2. 常用术语

(1) 通断时间。从电流开始在开关电器一个极流过瞬间起到所有极的电弧最终熄灭瞬间为止的时间间隔。

(2) 燃弧时间。电器分断过程中，从触头断开（或熔体熔断）出现电弧的瞬间开始，至电弧完全熄灭为止的时间间隔。

(3) 分断能力。电器在规定的条件下，能在给定的电压下分断的预期分断电流值。

(4) 接通能力。开关电器在规定的条件下，能在给定的电压下接通的预期接通电流值。

(5) 通断能力。开关电器在规定的条件下，能在给定电压下接通和分断的预期电流值。

(6) 短路接通能力。在规定条件下，包括开关电器的出线端短路在内的接通能力。

(7) 短路分断能力。在规定条件下，包括电器的出线端短路在内的分断能力。

(8) 操作频率。开关电器在每小时内可能实现的最高循环操作次数。

(9) 通电持续率。电器的有载时间和工作周期之比，常以百分数表示。

(10) 电（气）寿命。在规定的正常工作条件下，机械开关电器不需要修理或更换零件的负载操作循环次数。

3. 低压电器的产品标准

低压电器产品标准的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，它是厂家和用户制造和验收的依据。

低压电器标准按内容性质可分为基础标准、专业标准和产品标准三大类。按批准的级别则分为国家标准（GB）、专业（部）标准（JB）和局批企业标准（JB/DQ）三级。



想一想

1. 什么是电器？什么是低压电器？举出几种你所知道的电器。
2. 低压电器是怎样进行分类的？
3. 低压电器常用的术语有哪些？它们的含义是什么？

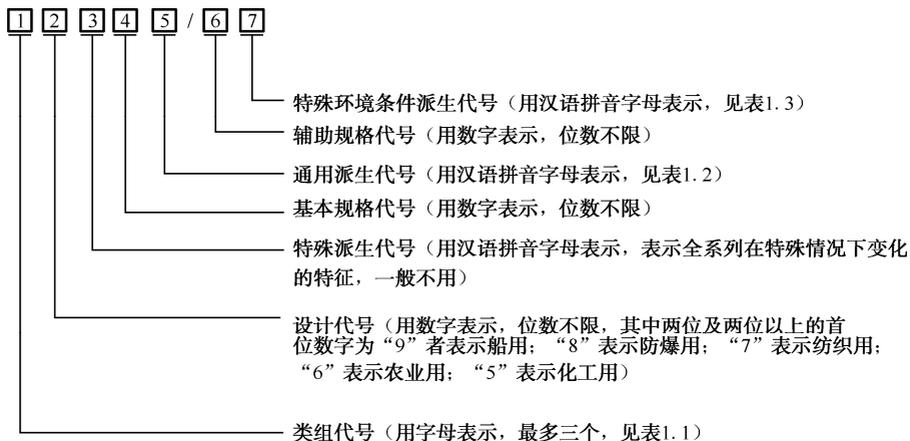


知识拓展

低压电器型号组成形式

我国编制的低压电器产品型号适用于下列 12 大类产品：刀开关和转换开关、熔断器、断路器、控制器、接触器、启动器、控制继电器、主令电器、电阻器、变阻器、调整器、电磁铁。

1. 低压电器产品型号组成形式及含义



2. 低压电器产品型号类组代号（表 1.1）

表 1.1.1 低压电器产品型号类组代号表

代号	名称	A	B	C	D	G	H	J	K	L	M	P	Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z
H	刀开关和转换开关			刀开关			封闭式负荷开关		开启式负荷开关					熔断器式刀开关	刀形转换开关					其他	组合开关
R	熔断器			插入式			汇流排式			螺旋式	密闭管式				快速	有填料管式			限流	其他	
D	断路器									照明	灭磁				快速			框架式 ^①	限流	其他	塑料外壳式 ^②
K	控制器					鼓形						平面			时间	凸轮				其他	直流
C	接触器					高压		交流				中频			时间					其他	综合
Q	启动器	按钮式		磁力				减压							手动		油浸		星三角	其他	
J	控制继电器									电流				热	时间	通用		温度	其他	中间	
L	主令电器	按钮							主令控制器						主令开关	足踏开关	旋钮	万能转换开关	行程开关	其他	
Z	电阻器		板形元件	冲片元件		管形元件									烧结元件	铸铁元件			电阻器	其他	
B	变阻器			旋臂式						励磁		频敏	启动		石墨	启动调速	油浸启动	液体启动	滑线式	其他	
T	调整器				电压																
M	电磁铁												牵引					起重			制动
A	其他		保护器	插销	灯		接线盒			铃											

注：①原称万能式；②原称装置式。

3. 低压电器产品型号通用派生代号 (表 1.2)

表 1.2 通用派生代号

派 生 字 母	代 表 意 义
A、B、C、D…	结构设计稍有改进或变化
J	交流、防溅式
Z	直流、自动复位、防振、重任务
W	无灭弧装置
N	可逆
S	有锁住机构、手动复位、防水式、三相、三个电源、双线圈
P	电磁复位、防滴式、单相、两个电源、电压
K	开启式
H	保护式、带缓冲装置
M	密封式、灭磁
Q	防尘式、手牵式
L	电流的
F	高返回、带励脱扣

4. 特殊环境条件派生代号 (表 1.3)

表 1.3 特殊环境条件派生代号

派 生 字 母	说 明	备 注
T	按湿热带临时措施制造	此项派生代号加注在产品全型号后
TH	湿热带	
TA	干热带	
G	高原	
H	船用	
Y	化工防腐用	

对于从国外引进的产品，则仍按其原型号并参考有关说明进行理解。

任务一 低压开关



任务描述

在接到一项工程时，作为一名合格的工程参与者，要能从相关的工程资料中了解整个工程的施工步骤和操作，能看懂一般的施工图纸，在一个项目工程中需要选择相适应的元器件，正确进行安装与一般的维护与故障检修。



学习目标

1. 能正确识别、选用、安装、使用低压断路器、负荷开关、组合开关。
2. 熟悉低压开关的功能、基本结构、工作原理及型号含义。
3. 熟记低压开关的图形符号和文字符号。



知识平台

低压开关主要作隔离、转换及接通和分断电路用，多数用作机床电路的电源开关和局部照明电路的控制开关，有时也可用来直接控制小容量电动机的启动、停止和正反转。

低压开关一般为非自动切换电器，常用的主要类型有刀开关、组合开关和低压断路器。

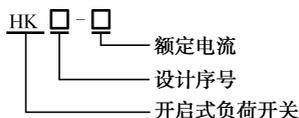
一、刀开关

刀开关的种类很多，在电力拖动控制线路中最常用的是由刀开关和熔断器组合而成的负荷开关。负荷开关分为开启式负荷开关和封闭式负荷开关两种。

1. 开启式负荷开关

开启式负荷开关又称为瓷底胶盖刀开关，简称闸刀开关。生产中常用的是 **HK** 系列开启式负荷开关，适用于照明、电热设备及小容量电动机控制线路中，供手动不频繁地接通和分断电路，并起短路保护。

(1) 型号及含义。



(2) 结构。HK 系列负荷开关由刀开关和熔断器组合而成，结构如图 1.1a 所示。开关的瓷底座上装有进线座、静触头、熔体、出线座和带瓷质手柄的刀式动触头，上面盖有胶盖以防止操作时触及带电体或分断时产生的电弧飞出伤人。

开启式负荷开关在电路图中的符号如图 1.1b 所示。

(3) 选用开启式负荷开关的结构简单，价格便宜，在一般的照明电路和功率小于 5.5kW 的电动机控制线路中被广泛采用。但这种开关没有专门的灭弧装置，其刀式动触头和静夹座易被电弧灼伤引起接触不良，因此不宜用于操作频繁的电路上。具体选用方法如下：

① 用于照明和电热负载时，选用额定电压 220 V 或 250 V，额定电流不小于电路所有负载额定电流之和的两极开关；

② 用于控制电动机的直接启动和停止时，选用额定电压 380 V 或 500 V，额定电流不小于电动机额定电流三倍的三极开关。

(4) 安装与使用。

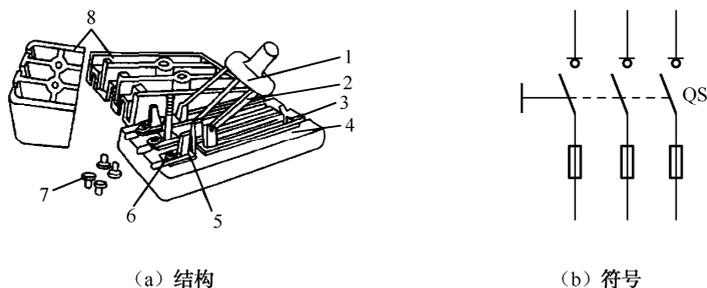


图 1.1 HK 系列开启式负荷开关

1-瓷质手柄；2-动触头；3-出线座；4-瓷底座；5-静触头；6-进线座；7-胶盖紧固螺钉；8-胶盖

① 开启式负荷开关必须垂直安装在控制屏或开关板上，且合闸状态时手柄应朝上。不允许倒装或平装，以防发生误合闸事故。

② 开启式负荷开关控制照明和电热负载使用时，要装接熔断器作短路和过载保护。接线时应把电源进线接在静触头一边的进线座，负载接在动触头一边的出线座，这样在开关断开后，闸刀和熔体上都不会带电。开启式负荷开关用作电动机的控制开关时，应将开关的熔体部分用铜导线直连，并在出线端另外加装熔断器作短路保护。

③ 更换熔体时，必须在闸刀断开的情况下按原规格更换。

④ 在分闸和合闸操作时，应动作迅速，使电弧尽快熄灭。

常用的开启式负荷开关有 HK1 和 HK2 系列，HK1 系列为全国统一设计产品，其

主要技术数据见表 1.4。

表 1.4 HK1 系列开启式负荷开关基本技术参数

型 号	极 数	额定电 流值(A)	额定电 压值(V)	可控制电动机最大容量值 (kW)		配用熔丝规格			熔丝线径 (mm)
				220 V	380 V	熔丝成分(%)			
						铅	锡	铈	
HK1-15	2	15	220	—	—	98	1	1	1.45~1.59
HK1-30	2	30	220	—	—				2.30~2.52
HK1-60	2	60	220	—	—				3.36~4.00
HK1-15	3	15	380	1.5	2.2				1.45~1.59
HK1-30	3	30	380	3.0	4.0				2.30~2.52
HK1-60	3	60	380	4.5	5.5				3.36~4.00

⑤ 常见故障及处理方法。开启式负荷开关的常见故障及处理方法见表 1.5。

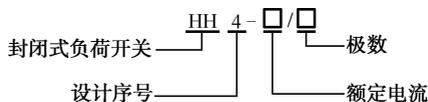
表 1.5 开启式负荷开关常见故障及处理

故 障 现 象	可能的原因	处 理 方 法
合闸后, 开关一相或两相开路	(1) 静触头弹性消失, 开口过大, 造成动、静触头接触不良 (2) 熔丝熔断或虚连 (3) 动、静触头氧化或有尘污 (4) 开关进线或出线线头接触不良	(1) 修整或更换静触头 (2) 更换熔丝或紧固 (3) 清洁触头 (4) 重新连接
合闸后, 熔丝熔断	(1) 外接负载短路 (2) 熔体规格偏小	(1) 排除负载短路故障 (2) 按要求更换熔体
触头烧坏	(1) 开关容量大小 (2) 拉、合闸动作过慢, 造成电弧过大, 烧坏触头	(1) 更换开关 (2) 修整或更换触头, 并改善操作方法

2. 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关是在开启式负荷开关的基础上改进设计的一种开关。其灭弧性能、操作性能、通断能力和安全防护性能都优于开启式负荷开关。因其外壳多为铸铁或用薄钢板冲压而成, 故俗称铁壳开关。可用于手动不频繁的接通和断开带负载的电路以及作为线路末端的短路保护, 也可用于控制 15 kW 以下的交流电动机不频繁的直接启动和停止。

(1) 型号及含义



(2) 结构

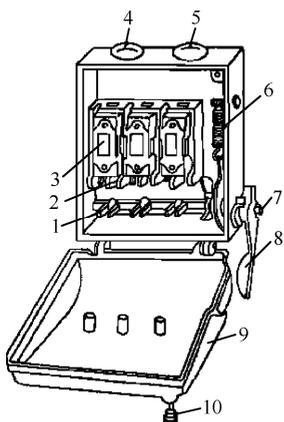


图 1.2 HH 系列封闭式负荷开关

- 1-动触刀；2-静夹座；3-熔断器；
- 4-进线孔；5-出线孔；6-速断弹簧；
- 7-转轴；8-手柄；9-开关盖；
- 10-开关盖锁紧螺栓

常用的封闭式负荷开关有 HH3、HH4 系列，其中 HH4 系列为全国统一设计产品，它的结构如图 1.2 所示。它主要由刀开关、熔断器、操作机构和外壳组成。这种开关的操作机构具有以下两个特点：一是采用了储能分合闸方式，使触头的分合速度与手柄操作速度无关，有利于迅速熄灭电弧，从而提高开关的通断能力，延长其使用寿命；二是设置了联锁装置，保证开关在合闸状态下开关盖不能开启，而当开关盖开启时又不能合闸，确保操作安全。

封闭式负荷开关在电路图中的符号与开启式负荷开关相同。

(3) 选用

① 封闭式负荷开关的额定电压应不小于线路工作电压；

② 封闭式负荷开关用于控制照明、电热负载时，开关的额定电流应不小于所有负载额定电流之和；用于

控制电动机时，开关的额定电流应不小于电动机额定电流的三倍，或根据表 1.6 选择。

表 1.6 HH4 封闭式负荷开关技术数据

型 号	额定电 流 (A)	刀开关极限通断能力(在 110% 额定电压时)			熔断器极限分断能力			控制电动 机最大功 率 (kW)	熔体额定 电流 (A)	熔体(紫铜 丝)直径 (mm)
		通断电流 (A)	功率因数	通断次数 (次)	分断电流 (A)	功率因数	分断次数 (次)			
HH4-15/3Z	15	60	0.5	10	750	0.8	2	3.0	6 10 15	0.26 0.35 0.46
HH4-30/3Z	30	120			1 500	0.7		7.5	20 25 30	0.65 0.71 0.81
HH4-60/3Z	60	240	0.4		3 000	0.6	13	40 50 60	0.92 1.07 1.20	

(4) 安装与使用

① 封闭式负荷开关必须垂直安装，安装高度一般离地不低于 1.3~1.5m，并以操作方便和安全为原则。

② 开关外壳的接地螺钉必须可靠接地。

③ 接线时，应将电源、进线接在静夹座一边的接线端子上，负载引线接在熔断器一边的接线端子上，且进出线都必须穿过开关的进出线孔。

④ 分合闸操作时，要站在开关的手柄侧，不准面对开关，以免因意外故障电流使开关爆炸，铁壳飞出伤人。

⑤ 一般不用额定电流 100 A 及以上的封闭式负荷开关控制较大容量的电动机，以免发生飞弧灼伤手事故。

(5) 常见故障及处理方法（表 1.7）

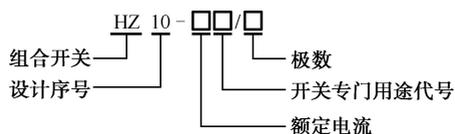
表 1.7 封闭式负荷开关常见故障及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
操作手柄带电	(1) 外壳未接地或接地线松脱 (2) 电源进出线绝缘损坏碰壳	(1) 检查后，加固接地导线 (2) 更换导线或恢复绝缘
夹座（静触头）过热或烧坏	(1) 夹座表面烧毛 (2) 闸刀与夹座压力不足 (3) 负载过大	(1) 用细锉修整夹座 (2) 调整夹座压力 (3) 减轻负载或更换大容量开关

二、组合开关

组合开关又叫转换开关，它体积小，触头对数多，接线方式灵活，操作方便，常用于交流 50 Hz、380 V 以下及直流 220 V 以下的电气线路中，供手动不频繁的接通和断开电路、换接电源和负载以及控制 5 kW 以下小容量异步电动机的启动、停止和正反转。

1. 组合开关的型号及含义



2. 组合开关的结构

HZ 系列组合开关有 HZ1、HZ2、HZ3、HZ4、HZ5 以及 HZ10 等系列产品，其中 HZ10 系列是全国统一设计产品，具有性能可靠、结构简单、组合性强、寿命长等优点，

目前在生产中得到广泛应用。

HZ10-10/3 型组合开关的外形与结构如图 1.3 所示。开关的三对静触头分别装在三层绝缘垫板上，并附有接线柱，用于与电源及用电设备相接。动触头是由磷铜片（或硬紫铜片）和具有良好灭弧性能的绝缘钢纸板组合而成，并和绝缘垫板一起套在附有手柄的方形绝缘转轴上。手柄和转轴能在平行于安装面的平面内沿顺时针或逆时针方向每次转动 90° ，带动三个动触头分别与三对静触头接触或分离，实现接通或分断电路的目的。开关的顶盖部分是由滑板、凸轮、扭簧和手柄等构成的操作机构。由于采用了扭簧储能，可使触头快速闭合或分断，从而提高了开关的通断能力。

组合开关的绝缘垫板可以一层层组合起来，最多可达六层。按不同方式配置动触头和静触头，可得到不同类型的组合开关，以满足不同的控制要求。

组合开关在电路图中的符号如图 1.3c 所示。

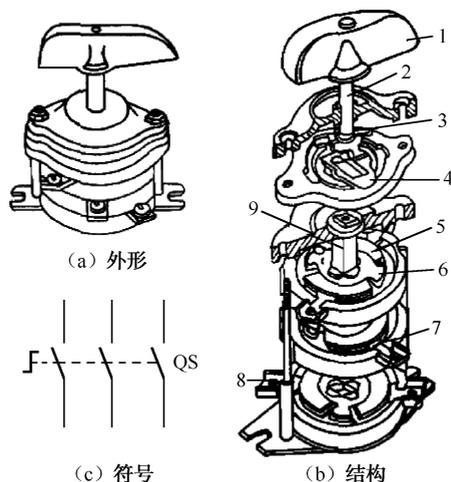


图 1.3 HZ10-10/3 型组合开关

1-手柄；2-转轴；3-弹簧；4-凸轮；5-绝缘垫板；6-动触头；7-静触头；8-接线端子；9-绝缘杆

组合开关中，有一类是专为控制小容量三相异步电动机的正反转而设计生产的，如 HZ3-132 型组合开关，俗称倒顺开关或可逆转换开关，其结构如图 1.4 所示。开关的两边各装有三副静触头，右边标有符号 L₁、L₂ 和 W，左边标有符号 U、V 和 L₃。转轴上固定着六副不同形状的动触头，其中 I₁、I₂、I₃ 和 II₁ 是同一形状，而 II₂、II₃ 为另一形状，六副动触头分成两组，I₁、I₂ 和 I₃ 为一组，II₁、II₂ 和 II₃ 为另一组。开关的手柄有“倒”、“停”、“顺”三个位置，手柄只能从“停”位置左转 45° 或右转 45° 。当手柄位于“停”位置时，两组动触头都不与静触头接触；手柄位于“顺”

位置时，动触头 I_1 、 I_2 、 I_3 与静触头接通；而手柄处于“倒”位置时，动触头 II_1 、 II_2 、 II_3 与静触头接通，如图 1.4c 所示。触头的通断情况见表 1.8。表中“×”表示触头接通，空白处表示触头断开。

倒顺开关在电路图中的符号如图 1.4d 所示。

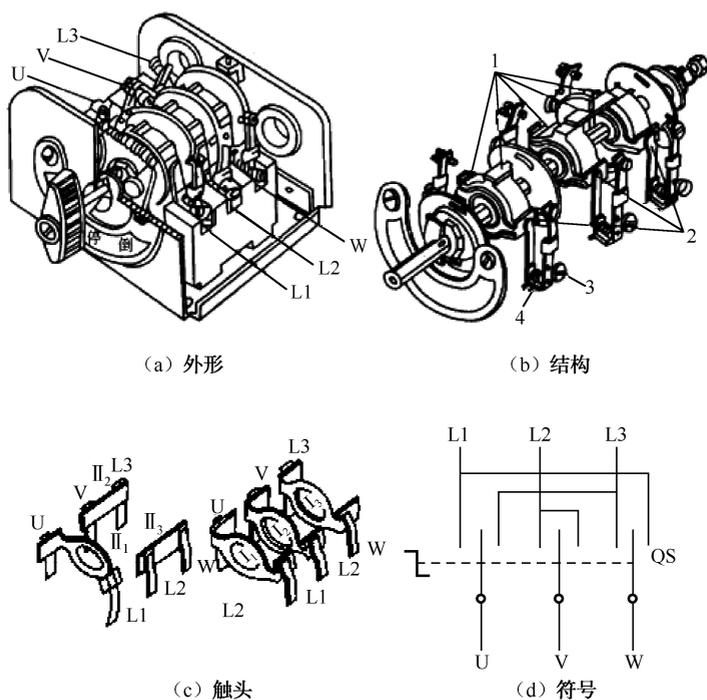


图 1.4 HZ3-132 型组合开关

1-动触头；2-静触头；3-调节螺钉；4-触头压力弹簧

表 1.8 倒顺开关触头分合表

触 头	手 柄 位 置		
	倒	停	顺
L1—U	×		×
L2—W	×		
L3—V	×		
L2—V			×
L3—W			×

3. 组合开关的选用

组合开关应根据电源种类、电压等级、所需触头数、接线方式和负载容量进行选用。用于直接控制异步电动机的启动和正反转时，开关的额定电流一般取电动机额定电流的 1.5~2.5 倍。

HZ10 系列组合开关的主要技术数据见表 1.9。

表 1.9 HZ10 系列组合开关的技术数据

型 号	额定电 压 (V)	额定电 流 (A)	极数	极限操作电流 (A)		可控制电动机最大容 量和额定电流		在额定电压、电流 下通断次数	
				接通	分断	最大容 量 (kW)	额定电 流 (A)	交流 (A)	
								≥0.8	≥0.3
HZ10-10	交流 380	6	单极	94	62	3	7	20 000	1 000
		10							
HZ10-25		25	155	108	5.5	12			
HZ10-60		60							
HZ10-100		100					10 000		

4. 组合开关的安装与使用

(1) HZ10 系列组合开关应安装在控制箱(或壳体)内，其操作手柄最好在控制箱的前面或侧面。开关为断开状态时应使手柄在水平旋转位置。HZ3 系列组合开关外壳上的接地螺钉应可靠接地。

(2) 若需在箱内操作，开关最好装在箱内右上方，并且在它的上方不安装其他电器，否则应采取隔离或绝缘措施。

(3) 组合开关的通断能力较低，不能用来分断故障电流。用于控制异步电动机的正反转时，必须在电动机完全停止转动后才能反向启动，且每小时的接通次数不能超过 15~20 次。

(4) 当操作频率过高或负载功率因数较低时，应降低开关的容量使用，以延长其使用寿命。

(5) 倒顺开关接线时，应将开关两侧进出线中的一相互换，并看清开关接线端标记，切忌接错，以免产生电源两相短路故障。

5. 组合开关的常见故障及处理方法

组合开关常见故障及处理方法见表 1.10。

表 1.10 组合开关常见故障及处理方法

故障现象	可能的原因	处理方法
手柄转动后，内部触头未动	(1) 手柄上的轴孔磨损变形 (2) 绝缘杆变形（由方形磨为圆形） (3) 手柄与方轴，或轴与绝缘杆配合松动 (4) 操作机构损坏	(1) 调换手柄 (2) 更换绝缘杆 (3) 紧固松动部件 (4) 修理更换
手柄转动后，动、静触头不能按要求动作	(1) 组合开关型号选用不正确 (2) 触头角度装配不正确 (3) 触头失去弹性或接触不良	(1) 更换开关 (2) 重新装配 (3) 更换触头或消除氧化层或尘污
接线柱间短路	因铁屑或油污附着在接线柱间，形成导电层，将胶木烧焦，绝缘损坏而形成短路	更换开关

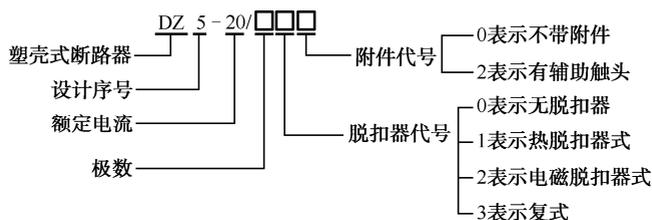
三、低压断路器

低压断路器又叫自动空气开关或自动空气断路器，可简称断路器。它是低压配电网络和电力拖动系统中常用的一种配电电器，它集控制和多种保护功能于一体，在正常情况下可用于不频繁地接通和断开电路以及控制电动机的运行。当电路中发生短路、过载和失压等故障时，能自动切断故障电路、保护线路和电气设备。低压断路器具有操作安全、安装使用方便、工作可靠、动作值可调、分断能力较高、兼顾多种保护、动作后不需要更换元件等优点，因此得到广泛应用。

低压断路器按结构形式可分为塑壳式（又称装置式）、框架式（又称万能式）、限流式、直流快速式、灭磁式和漏电保护式等六类。

在电力拖动控制系统中常用的低压断路器是 DZ 系列塑壳式断路器，如 DZ5 系列和 DZ10 系列。其中，DZ5 为小电流系列，额定电流为 10~50A。DZ10 为大电流系列，额定电流有 100A、250A、600A 三种。下面以 DZ5-20 型断路器为例介绍低压断路器。

1. 低压断路器的型号及含义



2. 低压断路器的结构及工作原理

DZ5-20 型低压断路器的外形和结构如图 1.5 所示。断路器主要由动触头、静触头、灭弧装置、操作机构、热脱扣器、电磁脱扣器及外壳等部分组成。其结构采用立体布置，操作机构在中间，上面是由加热元件和双金属片等构成的热脱扣器，作过载保护，配有电流调节装置，调节整定电流；下面是由线圈和铁芯等组成的电磁脱扣器，作短路保护，它也有一个电流调节装置，调节瞬时脱扣整定电流。主触头在操作机构后面，由动触头和静触头组成，配有栅片灭弧装置，用以接通和分断主回路的大电流。另外还有常开和常闭辅助触头各一对。主、辅触头的接线柱均伸出壳外，以便于接线。在外壳顶部还伸出接通（绿色）和分断（红色）按钮，通过储能弹簧和杠杆机构实现断路器的手动接通和分断操作。

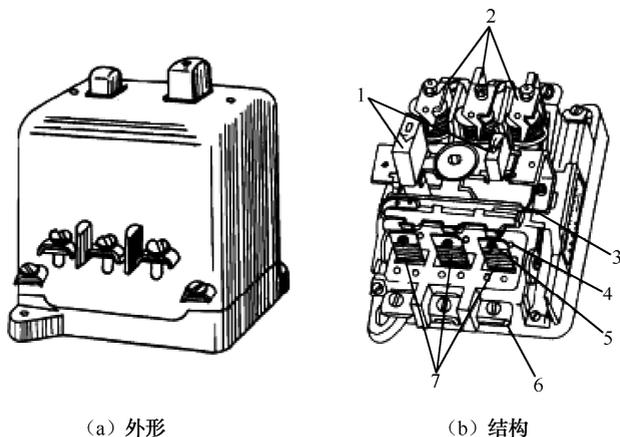


图 1.5 DZ5-20 型低压断路器

1-按钮；2-电磁脱扣器；3-自由脱扣器；4-动触头；5-静触头；6-接线柱；7-热脱扣器

断路器的工作原理如图 1.6 所示。使用时断路器的三副主触头串联在被控制的三相电路中，按下接通按钮时，外力使锁扣克服反作用弹簧的反力，将固定在锁扣上面的动触头与静触头闭合，并由锁扣锁住搭钩使动静触头保持闭合，开关处于接通状态。

当线路发生过载时，过载电流流过热元件产生一定的热量，使双金属片受热向上弯曲，通过杠杆推动搭钩与锁扣脱开，在反作用弹簧的推动下，动、静触头分开，从而切断电路，使用电设备不致因过载而烧毁。当线路发生短路故障时，短路电流超过电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流，电磁脱扣器产生足够大的吸力将衔铁吸合，通过杠杆推动搭钩与锁扣分开，从而切断电路，实现短路保护。低压断路器出厂时，电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流一般整定为 $10I_N$ (I_N 为断路器的额定电流)。

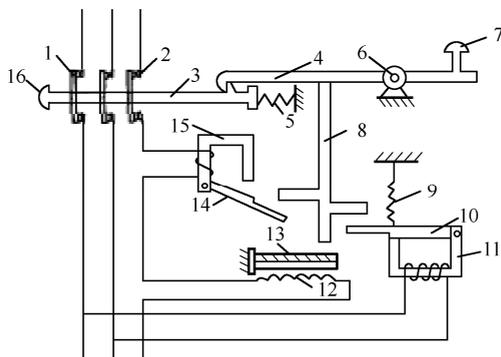


图 1.6 低压断路器工作原理示意图

1-动触头；2-静触头；3-锁扣；4-搭钩；5-反作用弹簧；6-转轴座；7-分断按钮；8-杠杆；9-拉力弹簧；
10-欠压脱扣器衔铁；11-欠压脱扣器；12-热元件；13-双金属片；14-电磁脱扣器衔铁；15-电磁脱扣器；16-接通按钮

欠压脱扣器的动作过程与电磁脱扣器恰好相反。当线路电压正常时，欠压脱扣器的衔铁被吸合，衔铁与杠杆脱离，断路器的主触头能够闭合；当线路上的电压消失或下降到某一数值时，欠压脱扣器的吸力消失或减小到不足以克服拉力弹簧的拉力时，衔铁在拉力弹簧的作用下撞击杠杆，将搭钩顶开，使触头分断。由此也可看出，具有欠压脱扣器的断路器在欠压脱扣器两端无电压或电压过低时，不能接通电路。需手动分断电路时，按下分断按钮即可。

低压断路器在电路图中的符号如图 1.7 所示。

在需要手动不频繁地接通和断开容量较大的低压网络或控制较大容量电动机（40~100 kW）的场合，经常采用框架式低压断路器。这种断路器有一个钢制或压塑的框架，断路器的所有部件都装在框架内，导电部分加以绝缘。它具有过电流脱扣器和欠电压脱扣器，可对电路和设备实现过载、短路、失压等保护。它的操作方式有手柄直接操作、杠杆操作、电磁铁操作和电动机操作四种。其代表产品有 DW10 和 DW16 系列，外形如图 1.8 所示。

3. 低压断路器的一般选用原则

(1) 低压断路器的额定电压和额定电流应不小于线路的正常工作电压和计算负载电流。

(2) 热脱扣器的整定电流应等于所控制负载的额定电流。

(3) 电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流应大于负载正常工作时可能出现的峰值电流。

用于控制电动机的断路器，其瞬时脱扣整定电流可按下式选取：

$$I_z \geq KI_{st}$$

式中 K ——安全系数，可取 1.5~1.7；

I_{st} ——电动机的启动电流。

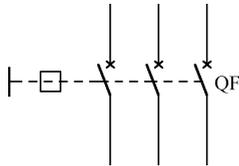
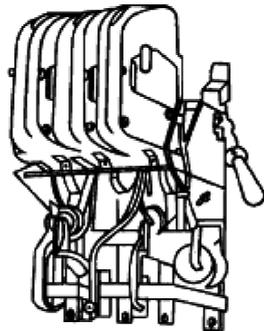
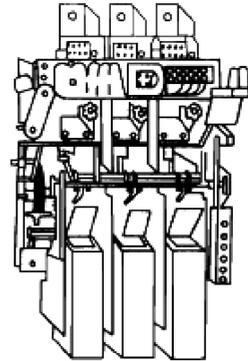


图 1.7 低压断路器的符号



(a) DW10系列



(b) DW16系列

图 1.8 框架式低压断路器外形图

(4) 欠压脱扣器的额定电压应等于线路的额定电压。

(5) 断路器的极限通断能力应不小于电路最大短路电流。

DZ5-20 型低压断路器的技术数据见表 1.11。

表 1.11 DZ5-20 型低压断路器技术数据

型 号	额定电 压 (V)	主触头额 定电流 (A)	极数	脱扣器形式	热脱扣器额定电流 (括号内 为整定电流调节范围) (A)	电磁脱扣器瞬时动 作整定值 (A)	
DZ5-20/330	AC380 DC220	20	3	复式	0.15 (0.10~0.15)	为电磁脱扣器额定 电流的 8~12 倍 (出 厂时整定于 10 倍)	
DZ5-20/230			2		0.20 (0.15~0.20)		
DZ5-20/320			3		电磁式		0.30 (0.20~0.30)
							0.45 (0.30~0.45)
							0.65 (0.45~0.65)
DZ5-20/220			2	1 (0.65~1)			
DZ5-20/310			3	热脱扣器式	1.5 (1~1.5)		
					2 (1.5~2)		
					3 (2~3)		
DZ5-20/210			2	4.5 (3~4.5)			
DZ5-20/300	3	无脱扣器式	6.5 (4.5~6.5)				
			10 (6.5~10)				
DZ5-20/200	2	15 (10~15)					
			20 (15~20)				

4. 低压断路器的安装与使用

(1) 低压断路器应垂直于配电板安装，电源引线应接到上端，负载引线接到下端。

(2) 低压断路器用作电源总开关或电动机的控制开关时，在电源进线侧必须加装刀开关或熔断器等，以形成明显的断开点。

(3) 低压断路器在使用前应将脱扣器工作面的防锈油脂擦干净；各脱扣器动作值一经调整好，不允许随意变动，以免影响其动作值。

(4) 使用过程中若遇分断短路电流，应及时检查触头系统，若发现电灼烧痕，应及时修理或更换。

(5) 断路器上的积尘应定期清除，并定期检查各脱扣器动作值，给操作机构添加润滑剂。

5. 低压断路器的常见故障及处理

低压断路器的常见故障及处理方法见表 1.12。

表 1.12 低压断路器的常见故障及处理方法

故障现象	故障原因	处理方法
不能合闸	(1) 欠压脱扣器无电压或线圈损坏 (2) 储能弹簧变形 (3) 反作用弹簧力过大 (4) 机构不能复位再扣	(1) 检查施加电压或更换线圈 (2) 更换储能弹簧 (3) 重新调整 (4) 调整再扣接触面至规定值
电流达到整定值，断路器不动作	(1) 热脱扣器双金属片损坏 (2) 电磁脱扣器的衔铁与铁芯距离太大或电磁线圈损坏 (3) 主触头熔焊	(1) 更换双金属片 (2) 调整衔铁与铁芯的距离或更换断路器 (3) 检查原因并更换主触头
启动电动机时断路器立即分断	(1) 电磁脱扣器瞬时整定值过小 (2) 电磁脱扣器某些零件损坏	(1) 调高整定值至规定值 (2) 更换脱扣器
断路器闭合后经一定时间自行分断	热脱扣器整定值过小	调高整定值至规定值
断路器温升过高	(1) 触头压力过小 (2) 触头表面过分磨损或接触不良 (3) 两个导电零件连接螺钉松动	(1) 调整触头压力或更换弹簧 (2) 更换触头或修整接触面 (3) 重新拧紧

例 1-1 用低压断路器控制一型号为 Y132S4 的三相异步电动机，电动机的额定功率为 5.5 kW，额定电压 380 V，额定电流 11.6 A，启动电流为额定电流的 7 倍，试选择断路器的型号和规格。

解：(1) 确定断路器的种类：根据电动机的额定电流、额定电压及对保护的要求，初步确定选用 DZS-20 型低压断路器。

(2) 确定热脱扣器额定电流：根据电动机的额定电流查表 1.11，选择热脱扣器的

额定电流为 15 A，相应的电流整定范围为 10~15 A。

(3) 校验电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流，电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流为： $I_g=10 \times 15=150 \text{ A}$ ，而 $KI_{st}=1.7 \times 7 \times 11.6=138 \text{ A}$ ，满足 $I_z \geq KI_{st}$ ，符合要求。

(4) 确定低压断路器的型号规格，根据以上分析计算，应选用 DZ5-20 /330 型低压断路器。



任务实施

低压开关

一、准备工作

1. 安全文明

在项目实施过程中要求同学们穿戴好劳保用品，确认实习操作场地的安全。

2. 工具与仪表

(1) 工具：尖嘴钳、螺钉旋具、活络扳手、镊子等。

(2) 仪表：MF30 型万用表、5050 型兆欧表。

3. 元件器

开启式负荷开关一只 (HK1)、封闭式负荷开关一只 (HH4)、组合开关 (HZ10-25、HZ3-132 型各一只) 和低压断路器 (DZ5-20、DW10 各一只)。以上电器未注明规格的，可根据实际情况在规定系列内选择。

二、实施过程

1. 电器元件识别

将所给电器元件的铭牌用胶布盖住并编号，根据电器元件实物写出其名称与型号，填入表 1.13 中。

表 1.13 电器元件识别

序 号	1	2	3	4	5	6
名称						
型号						

2. 封闭式负荷开关的基本结构与测量

将封闭式负荷开关的手柄扳到合闸位置，用万用表的电阻挡测量各对触头之间的接触情况。再用兆欧表测量每两相触头之间的绝缘电阻。打开开关盖，仔细观察其结构，将主要部件的名称和作用填入表 1.14 中。

表 1.14 封闭式负荷开关的主要结构与测量

型 号		极 数		主 要 部 件	
				名 称	作 用
触头间接触情况（良好打“√”号，不良打“×”号）					
L1 相	L2 相	L3 相			
相间绝缘电阻（MΩ）					
L1—L2	L2—L3	L1—L3			

3. 低压断路器的结构

将一只 DZ5-20 型塑壳式低压断路器的外壳拆开，认真观察其结构，将主要部件的作用和有关参数填入表 1.15 中。

表 1.15 低压断路器的结构

主要部件名称	作 用	参 数
电磁脱扣器		
热脱扣器		
触头		
按钮		
储能弹簧		

4. HZ10-25/3 型组合开关的改装、维修及校验

将组合开关原分、合状态为三常开（或三常闭）的三对触头，改装为二常开一常闭（或二常闭一常开），如图 1.9a、b 所示，并整修触头，再按如图 1.9c 所示进行通电校验。

5. 训练步骤及工艺要求

- (1) 卸下手柄紧固螺钉，取下手柄。
- (2) 卸下支架上紧固螺母，取下顶盖、转轴弹簧和凸轮等操作机构。