



SUTCC 国家示范性高等职业院校优质核心课程改革教材

交通电子类

DIANQI SHEBEI SHIYONG YU WEIHU

# 电气设备使用与维护

主 编 彭宇村

主 审 肖云良



电子科技大学出版社

交通电子类

DIANQI SHEBEI SHIYONG YU WEIHU

# 电气设备使用与维护

主 编 彭宇村  
主 审 肖云良



## 图书在版编目 (CIP) 数据

电气设备使用与维护 / 彭宇村主编. — 成都: 电子科技大学出版社, 2010. 10

国家示范性高等职业院校优质核心课程改革教材

ISBN 978-7-5647-0627-2

I. ①电… II. ①彭… III. ①电气设备—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 189738 号

## 内容提要

本课程主要讲述常用低压电气元件的选择, 基本控制电路连接, 生产机械电气原理图的阅读及故障诊断, 电气设备的安装、调试, 电气设备电气控制系统设计等内容。教材针对相关企业及相应工作岗位的需要, 注重技能培养及操作能力的训练。该书可作为电气自动化专业学生的专业课教材。也可供从事电气设备安装、调试, 现场监控与维修, 电气设计等工程技术人员阅读参考。

国家示范性高等职业院校优质核心课程改革教材

## 电气设备使用与维护

主编 彭宇村

主审 肖云良

---

出版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)  
策划编辑: 罗 雅  
责任编辑: 罗 雅  
主 页: [www.uestcp.com.cn](http://www.uestcp.com.cn)  
电子邮箱: [uestcp@uestcp.com.cn](mailto:uestcp@uestcp.com.cn)  
发 行: 新华书店经销  
印 刷: 成都蜀通印务有限责任公司  
成品尺寸: 170mm×230mm 印张 8 字数 166 千字  
版 次: 2010 年 10 月第一版  
印 次: 2010 年 10 月第一次印刷  
书 号: ISBN 978-7-5647-0627-2  
定 价: 18.00 元

---

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83208003。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

# 四川交通职业技术学院

## 优质核心课程改革教材编审委员会

主 任 魏庆曜

副 主 任 李全文 王晓琼

委 员 (软件技术专业)

陈 斌 袁 杰 付常超 马文君 李亚平 吴诗洋  
杨 桦 伍德军 凌晓萍 任 毅

(工程机械运用与维护专业)

黄先琪 袁 杰 马青云 李卫民 谢能奉 叶世成  
田少民 王世良 徐生明 颜 伟 郭 松 孙 莹  
陈 颢

(交通安全与智能控制专业)

王 华 袁 杰 陈 斌 张丽霞 吴庆翔 方建华  
闫晓茹 王晓燕 何 涛 吴清富 彭宇村 黎 敏  
曹 宏 石俊平 石勇森 郭家甫 冯 翔 蒋懿岚  
孙 莹

(旅游管理专业)

贾玉铭 袁 杰 赵 明 阳凤兰 杨 霞 王璆琳  
张江魁 党 科 陈乾康 李如嘉

(物流管理专业)

刘德武 袁 杰 刘建雄 殷 涛 杜 华 王煜洲  
张 洪 孙统超 赵素霞 张晓琴 孙尚斌 王 勇  
李 康 谷 帅 李 锦 庞青松

# 目 录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 学习任务 1 常用低压电器选择 .....           | 1  |
| 任务描述 .....                      | 1  |
| 建议学时 .....                      | 1  |
| 学习目标 .....                      | 1  |
| 学习内容 .....                      | 1  |
| 学习参考资料 .....                    | 2  |
| 引导问题 .....                      | 2  |
| 学习任务 2 基本控制电路的连接 .....          | 25 |
| 任务描述 .....                      | 25 |
| 建议学时 .....                      | 25 |
| 学习目标 .....                      | 25 |
| 学习内容 .....                      | 26 |
| 学习参考资料 .....                    | 26 |
| 引导问题 .....                      | 26 |
| 学习任务 3 生产机械电气原理图阅读分析及故障诊断 ..... | 55 |
| 任务描述 .....                      | 55 |
| 建议学时 .....                      | 55 |
| 学习目标 .....                      | 55 |
| 学习内容 .....                      | 55 |
| 学习参考资料 .....                    | 56 |
| 引导问题 .....                      | 56 |

# ◆ 学习任务 1 ◆

## 常用低压电器选择



### 任务描述

生产机械需要电动机拖动，电动机的运行需要由各种电器组成的控制电路和保护电路来进行控制和保护，以保证生产机械的正常运行。请对低压电器的选择提出正确的方法，并结合电动机功率的大小，选择其控制电器和保护电器。



### 建议学时

20 学时



### 学习目标

完成本学习任务后，你应当能够：

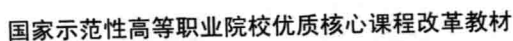
1. 区分控制电器和保护电器；
2. 根据需要正确选择各种电器；
3. 根据要求组成各种演示电路。



### 学习内容

在本次任务中，主要学习：

1. 常用开关电器；
2. 交直流接触器；
3. 常用继电器；

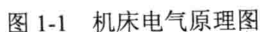


王本佚. 电气设备控制基础. 机械工业出版社, 2007 年  
杨林建. 机床电气控制技术. 北京理工大学出版社, 2008 年  
陈远龄. 机床电气自动控制. 重庆大学出版社, 1995 年



引导问题 1 生产机械由电动机拖动，电动机的运行由电气控制系统控制，一个电气控制系统由哪些控制部分组成，各部分的作用是什么？

如图 1-1 所示为机床电气原理图,请在电路中找到电气控制的各个组成部分,并分析它们的作用。



主电路的作用是\_\_\_\_\_。机床电气原理图路的主电路

由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_组成。

控制电路的作用是\_\_\_\_\_。机床电气

原理图的控制电路由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_组成。

照明和信号电路的作用是\_\_\_\_\_。机

床电气原理图的信号和照明电路由 和 组成。

图 1-1 为电动机正反转控制电器安装图,图中的电器有 、 、

\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、  
\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。其中\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_为开关类电  
器；\_\_\_\_\_为接触器类电器；\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_为保护类电器。

常用的开关电器主要有刀开关、组合开关、万能转换开关、自动空气开关、按钮开关和行程开关。

接触器类电器的作用是\_\_\_\_\_，同时还具有\_\_\_\_\_作用。常用的接触器有交流接触器、直流接触器和中间继电器。

保护类电器的作用是\_\_\_\_\_。

保护类电器主要有熔断器、热继电器及各类保护用电流继电器和电压继电器。

低压电器主要作隔离、转换及接通和分断电路用，多数作机床电路的电源开关、局部照明电路的控制开关，有时也用来直接控制小容量电动机的启动、停止和正、



反转。

### 1. 刀开关

刀开关又称为闸刀开关，它是一种手动控制电器，结构最简单、一般用于不经常操作的低压电路中接通或切断电源或用来将电路与电源隔离，有时也用来直接控制小容量电动机的启动、停止和正、反转。

#### (1) 开启式负荷开关

开启式负荷开关又名胶盖开关，其结构及图形符号如图 1-2 所示。它由刀开关和熔断器组合而成。包含有瓷底板、静触头、触刀、瓷柄、熔体和胶盖等。

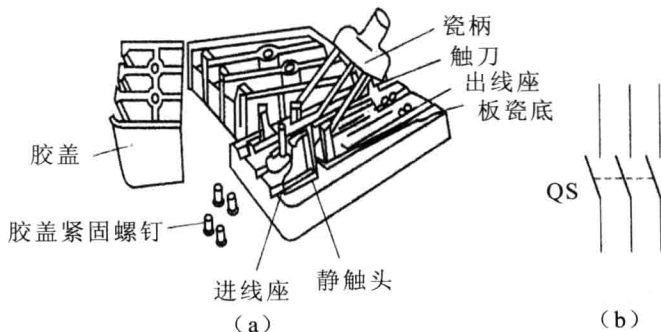


图 1-2 刀开关

#### (2) 半封闭式负荷开关

半封闭式负荷开关又名铁壳开关，其结构、图形和文字符号如图 1-3 所示。它由刀开关、熔断器、灭弧机构和钢板（或铸铁）做成的外壳构成。这种开关的操作机构中，在手柄转轴与底座间装有速断弹簧，使刀开关的接通和断开速度与手柄操作速度无关，这样有利于迅速灭弧。为了保证用电安全，它还装有机电连锁装置，必须将壳盖闭合后，手柄才能（向上）合闸；只有当手（向下）柄拉闸后，壳盖才能打开。

- ①刀开关的类型有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- ②刀开关的参数有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
- ③怎样根据负载的类型来选择刀开关？

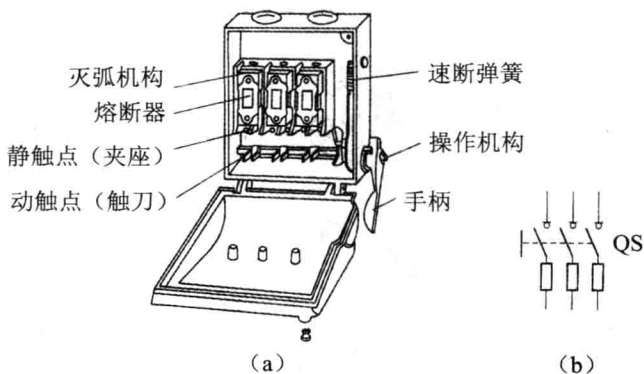


图 1-3 铁壳开关结构图\图形和文字符号

## 2. 组合开关

组合开关包括转换开关和倒顺开关。其特点是用动触片的旋转代替闸刀的推合和拉开，实质上是由一种多组触点组合而成的刀开关。这种开关可用作交流 50Hz、380V 和直流 220V 以下的电路电源引入开关或控制 5.5kW 以下小容量电动机的直接启动，以及电动机正、反转控制和机床照明电路控制。在电气设备中主要作为电源引入开关，用于非频繁接通和分断电路。在机床电气系统中，组合开关多用作电源开关，一般不带负载接通或断开电源，而是在机床开车前空载接通电源，在应急、检修或长时间停用时空载断开电源。

### (1) 转换开关

HZ5-30/3 转换开关的外形图、图形符号和文字符号如图 1-4 所示。它主要由手柄、转轴、凸轮、动触片、静触片及接线柱等组成。当转动手柄时，每层的动触片随方形转轴一起转动，使动触片插入静触片中，使电路接通；或使动触片离开静触片，使电路分断，各级是同时通断的。

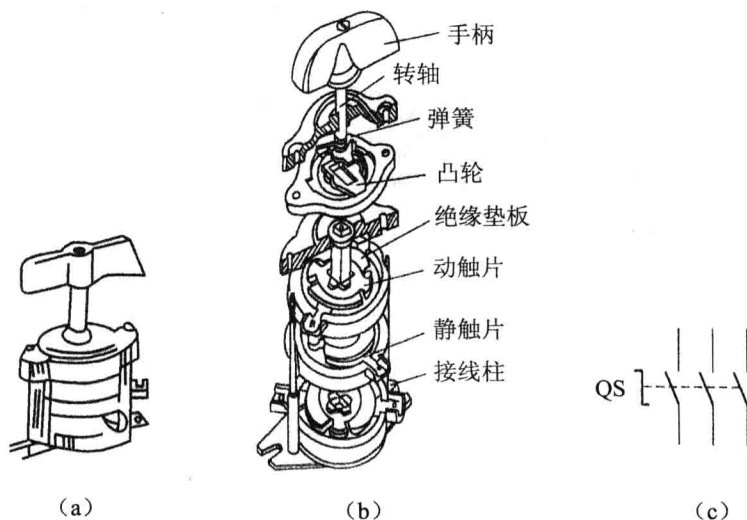


图 1-4 转换开关

## (2) 倒顺开关

倒顺开关的外形、结构、图形符号和文字符号如图 1-5 所示。倒顺开关又称为逆转开关，是组合开关的一种特例。多用于机床的进刀、退刀，电动机的正、反转和停止的控制或升降机的上升、下降和停止的控制，也可作为控制小电流负载的负荷开关。

①组合开关的参数有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

②如何根据负载的情况选择组合开关？

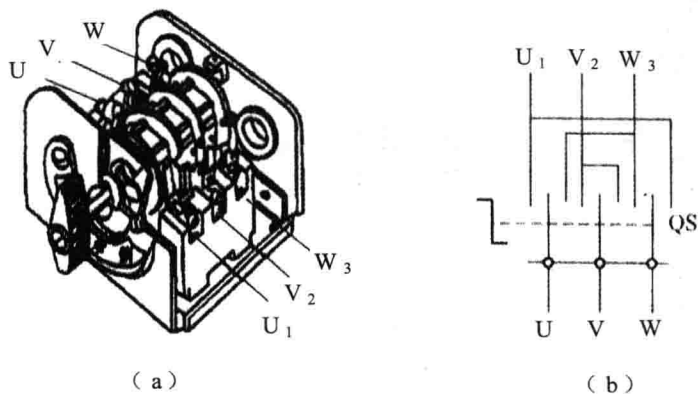


图 1-5 倒顺开关

### 3. 主令电器

自动控制系统中用于发送动作指令的电器称为主令电器。常用的主令电器有按钮、行程开关、万能转换开关等。

#### (1) 按钮

按钮是一种短时接通或断开小电流电路的手动电器，常用于控制电路中发出启动或停止等指令，以控制接触器、继电器等电器的线圈电路的接通或断开，再由它们去接通或断开主电路。

按钮的外形图、结构和原理示意图、图形符号和文字符号如图 1-6 所示。它是由按钮帽、复位弹簧、桥式动触点、静触点和外壳等组成。其触点允许通过的电流很小，一般不超过 5A。

常开按钮（起动按钮）：手指未按下时，触头是断开的；手指按下时，触头接通；手指松开后，在复位弹簧的作用下触头又返回原位断开，常用来作起动按钮。

常闭按钮（停止按钮）：手指未按下时，触头是闭合的；手指按下时，触头断开；手指松开后，在复位弹簧的作用下触头又返回原位闭合，常用来作停止按钮。

复合按钮：将常开按钮和常闭按钮组合为一体。当手指按下时，其常闭触头先断开，然后常开触头闭合；手指松开后，在复位弹簧作用下触头又返回原位。常用在控制电路中作电气连锁。

为了便于识别各个按钮的作用，避免误操作，通常在按钮帽上作出不同标记或涂上不同颜色，如蘑菇形表示急停按钮，红色表示停止按钮，绿色表示起动按钮。有时也把指示灯和按钮装在一起。

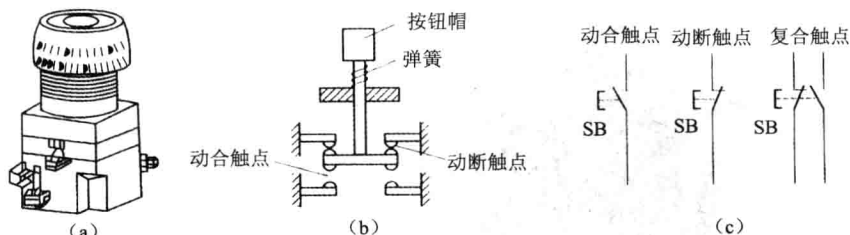


图 1-6 按钮开关

- ①按钮的类型有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- ②怎样根据电路需要选择按钮？

- ③怎样用万用表判别按钮类型？

## (2) 行程开关

行程开关又称位置开关或限位开关，是一种小电流控制器。它是根据运动部件的位置而切换的电器，可将机械信号转换为电信号，以实现机械运动的控制。能实现运动部件极限位置的保护。它的作用原理与按钮类似，利用生产机械运动部件的碰压使其触头动作，从而将机械信号转变为电信号。使运动机械实现自动停止、反向运动、自动往复运动、变速运动等控制要求。

各系列行程开关的结构基本相同，主要由触头系统、操作机构和外壳组成。行程开关按其结构可分为按钮式（又称直动式）、旋转式（又称滚轮式）和微动式三种。其结构图、图形符号和文字符号如图 1-7 所示。行程开关动作后，复位方式有自动

复位和非自动复位两种。按钮式和单轮旋转式行程开关为自动复位式，双轮旋转式行程开关没有复位弹簧，在挡铁离开不能自动复位，必须由挡铁从反方向碰撞后，开关才能复位。

当运动机械的挡铁压到滚轮上时，杠杆连同转轴一起转动，并推动撞块。当撞块被压到一定位置时，推动微动开关动作，使常闭触头分断，常开触头闭合。当运动机械的挡铁离开后，复位弹簧使行程开关各部位部件恢复常态。

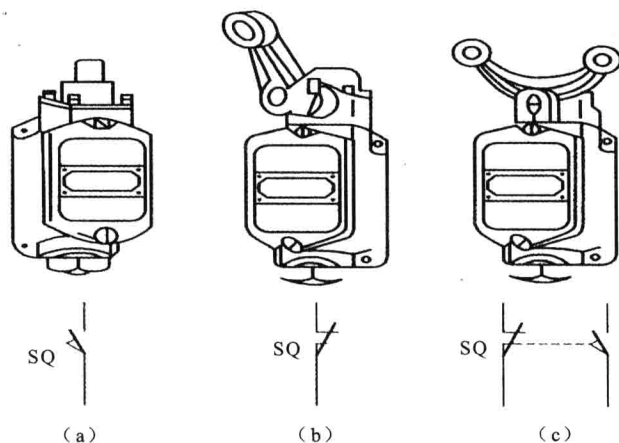


图 1-7 行程开关

① 怎样根据控制电路的实际需要选择行程开关的类型？

② 怎样用万用表判别行程开关的常闭触点和常开触点？

### (3) 万能转换开关

万能转换开关是具有更多操作位置和触点，能换接多个电路的一种手控电器。因它能控制多个电路，适应复杂电路要求，故“万能”转换开关。万能转换开关主要用于控制电路换接，也可用于小容量电动机的起动、换向、调速和制动控制。

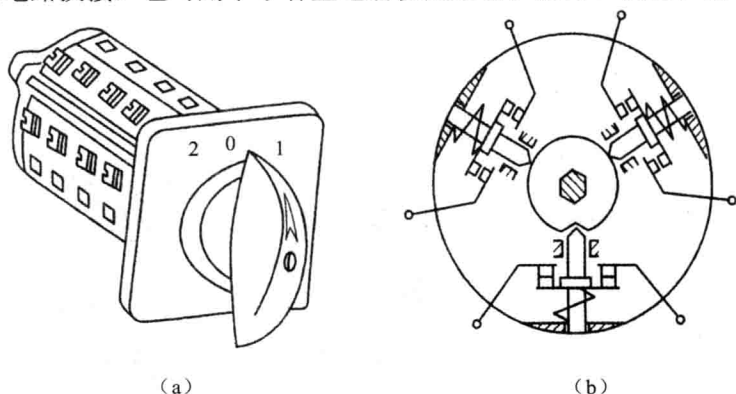


图 1-8 万能转换开关

万能转换开关的结构如图 1-8 所示，它由触点座、凸轮、转轴、定位结构、螺杆和手柄等组成，并由 1~20 层触点底座叠装，其中每层底座均装三对触点，并由触点底座中的凸轮（套在转轴上）来控制三对触点的接通和断开。由于凸轮可制成不同形状，因此转动手柄到不同位置时，通过凸轮作用，可使各对触点按所需的变化规律接通和断开，以换接电路。

万能转换开关在电路中的符号以及触头的通断状态如图 1-9 所示。图 1-9 (a) 中的竖线表示手柄位置，当手柄处于某一位置时，处在接通状态的触头下方虚线上标有小黑点。触头的通断状态也可用图 1-9 (b) 所示的触头分合表来表示，“+”号表示触头闭合，“-”表示触头断开。

① 万能转换开关有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_系列。

#### 4. 低压断路器

低压断路器又称自动空气开关，它相当于刀开关、熔断器、热继电器和欠压继电器的组合。是一种既能进行手动操作，又能自动进行欠压、失压、过载和短路保护的 control 电器。

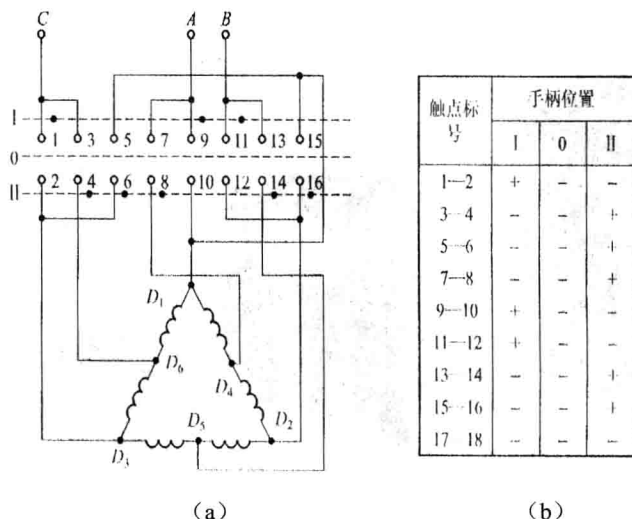


图 1-9 万能转换开关的电路图和触点通断状态表

### (1) 断路器的结构

断路器的结构有框架式（又称万能式）和塑料外壳式（又称装置式）两大类。其结构如图 1-10 所示。框架式断路器为敞开式结构，适用于大容量配电装置。塑料外壳式断路器的特点是各部分元件均安装在塑料壳体内，具有良好的安全性，结构紧凑简单。可以独立安装，常用作供电线路的保护开关和电动机或照明系统的控制开关，也广泛用于电器控制装置及建筑物内作电源线路保护及对电动机进行过载和短路保护。

低压断路器一般由触点系统、灭弧系统、操作系统、脱扣器及外壳或框架等组成。各组成部分的作用如下：

**触点系统：**触点系统用于接通或断开电路。触点系统的结构形式有对接式、桥式或插入式三种，一般采用银合金材料和铜合金材料制成。

**灭弧系统：**灭弧系统有多种结构形式，采用的灭弧方式有窄缝灭弧和金属栅灭弧。

**操作机构：**操作机构用于实现断路器的闭合与断开，有手动操作机构、电动机操作机构和电磁操作机构等。



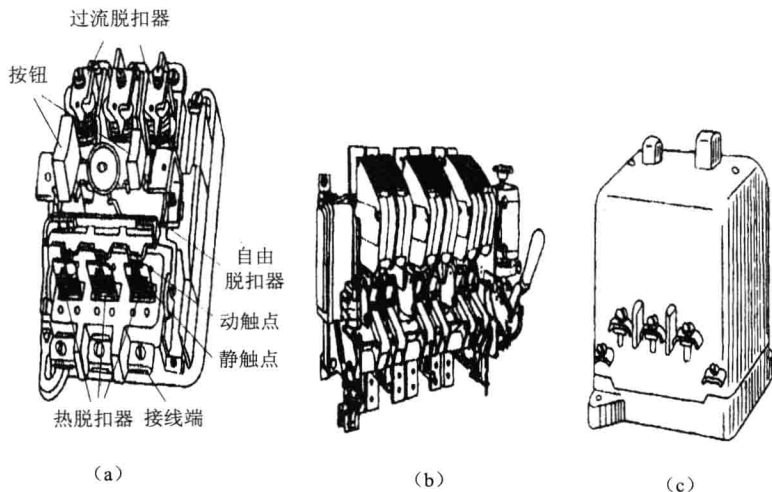


图 1-10 断路器的结构

**脱扣机构：**脱扣机构是断路器的感测元件，用来感测电路特定的信号（如过电压、过电流等）。电路一旦出现非正常信号，相应的脱扣器就会动作，通过联动装置使断路器自动跳闸而切断电路。

## （2）低压断路器的工作原理

低压断路器工作原理的示意图、图形符号和文字符号如图 1-11 所示。其工作原理如下：当主触点闭合后，若  $W_3$  相电路发生短路或过电流（电流达到或超过过电流脱扣器动作值）事故时，过电流继电器的衔铁吸合，驱动自动脱扣器动作，主触点在弹簧的作用下断开；当电时（ $W_3$  相），热脱扣器的电热元件发热，使双金属片产生足够的弯曲，推动脱扣器动作，从而使主触点断开，切断电路；当电源电压不足（小于欠电压脱扣器释放值）时，欠电压脱扣器的衔铁释放，使脱扣器动作，主触点断开，切断电路。分励脱扣器用于远距离切断电路，当需要分断电路时，按下分断按钮，分励脱扣器线圈通电，衔铁驱动脱扣器动作，使主触点断开而切断电路。