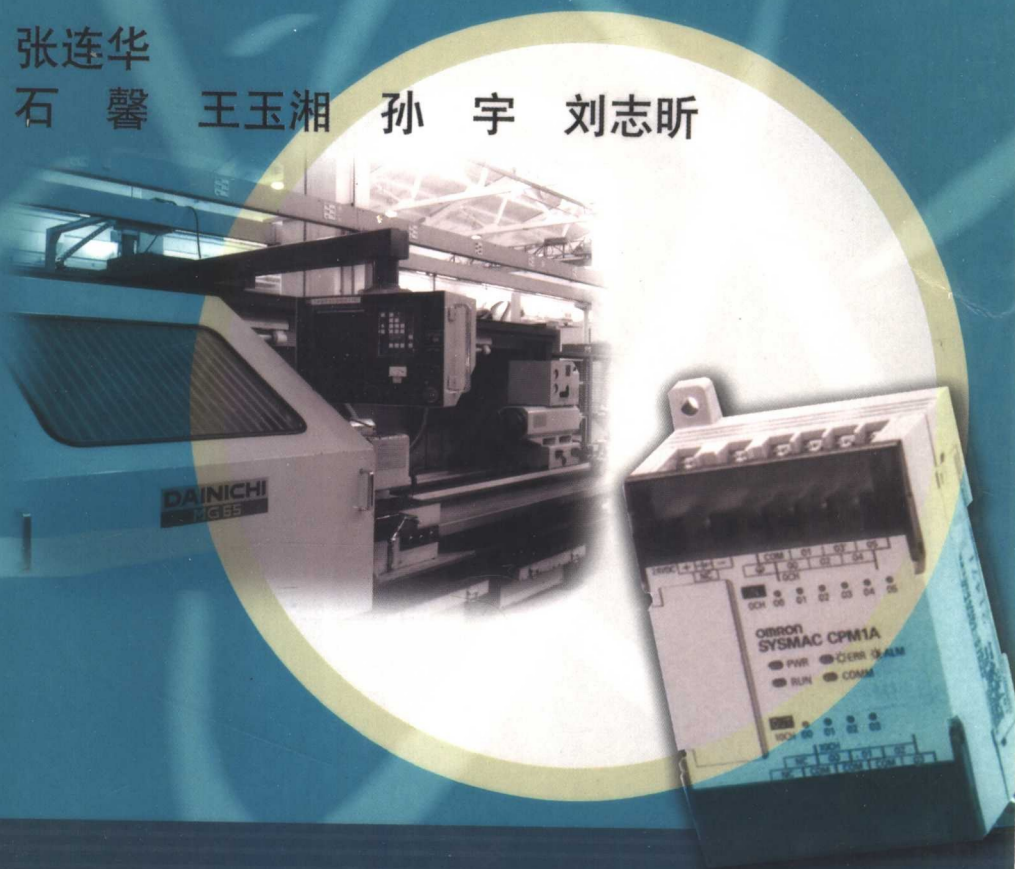


DIANQI-PLC KONGZHI  
JISHU JI YINGYONG

# 电器 - PLC 控制技术及应用

主 编 张连华  
参 编 石 馨 王玉湘 孙 宇 刘志昕



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 电器—PLC 控制技术与应用

主编 张连华

参编 石 馨 王玉湘

孙 宇 刘志昕



机械工业出版社

为了适应 21 世纪职业教育的新形势和新要求,本书采用模块化的结构,系统地介绍了机床电器的基础知识;传统的继电器—接触器控制电路的基本单元;通用机床控制电路的分析。同时,根据 PLC(可编程程序控制器)的应用现状,对 PLC 的基本组成和工作原理、基本指令、编程方法及应用,结合当前国内应用较广泛的几种小型 PLC 进行了较系统的介绍。另外,在整本教材中,尽量把与数控机床方面有联系的知识,穿插在课程内容中,以扩大学生的知识面,为今后的学习打下一定的基础。

全书共分 7 个模块、24 个单元、84 个课题(其中理论教学 64 个课题,实际操作 20 个课题)。本书从职业教育的理论和实际操作技能培养的需要出发,将理论教育与实际操作训练融为一体,使学生在接受理论知识的同时,又获得了实际操作技能,充分展示了职业教育的特色。

本书可作为高职、高专院校数控设备与维修、机电一体化、电气维修及相近专业的教材,也可作为有关电类专业师生及从事电气技术工程专业人员的参考书或职业培训教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

电器—PLC 控制技术及应用/张连华主编.—北京:机械工业出版社,2007.2

ISBN 978-7-111-20652-1

I. 电... II. 张... III. ①电气设备—自动控制②可编程序控制器  
IV. TM762

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 162349 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:罗莉 责任编辑:靳平 版式设计:霍永明

责任校对:张晓蓉 封面设计:陈沛 责任印制:李妍

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2007 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·20.25 印张·499 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-20652-1

定价:33.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

售后服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379768

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

21 世纪的到来,使得高职教育面临着新的发展和机遇。为了适应高职教育发展的需求,本着理论知识“必需”、“够用”的原则,以全面推进素质教育和改革人才培养模式为重点,以构建新的教学内容和课程体系为核心,以努力培养应用与实践能力强且富有创新精神的“复合”型人才为目标,编写了《电器—PLC 控制技术及应用》这本教材。

本教材在结构和内容上都有所创新,具体体现在以下几个方面:

1. 改变了理论教材只讲理论知识的传统模式。在每个模块中都设置了针对性很强的实操课题,真正体现了理论联系实际的教学理念。这也是本教材的一大特色,即强化理论知识的学习,又促进实际操作技能的提高,完全符合高职教育的发展趋势。

2. 整个教材的内容模块化。教材内容归类明确,既有其独立性自成体系,相互之间又存在着联系,不失其整体性、系统性,易于教和学。

3. 在每个模块前都提出了明确的教学要求。为学生指明了该模块学习的重点和应达到的学习目标。

4. 在每个模块后边都设置了思考与能力检测。改变了传统的只复习理论知识的作法,增加了实践能力的检测与评价。

5. 本教材在 PLC 的内容上也有所突破。不仅按常规介绍了欧姆龙、松下公司的 PLC 产品,还增加了施耐德公司和工控上应用最多的西门子公司的 PLC 产品,是目前介绍 PLC 的教材中最全的。

本教材的内容共分为 7 个模块、24 个单元、84 个课题(包括 64 个理论课题,20 个实操课题),详见教材目录。

本教材由张连华担任主编,统稿全书,并编写了模块 1、模块 2、模块 3;石馨编写了模块 5、模块 6 中的单元一、单元二;王玉湘编写了模块 6 中的单元三、模块 7 中的单元一;孙宇编写了模块 6 中的单元四、模块 7 中的单元二;刘志昕编写了模块 4。

在本教材编写的过程中得到了马业祥副教授、吴灵副教授、于英杰副教授、薛长宝讲师、徐宁老师、满楠老师的大力支持,在此一并表示诚挚的感谢。

由于编者的水平有限,教材中难免存在一些遗漏或不当之处,甚至是错误,敬请各位同仁和教材的使用者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

<b>模块 1 电器的基础知识</b> .....	1
<b>单元一 开关电器及其选用</b> .....	2
课题 1 刀开关 .....	2
课题 2 组合开关 .....	4
课题 3 断路器 .....	4
思考与能力检测 .....	6
<b>实操课题 1 开关的认知及使用</b> .....	7
<b>单元二 主令电器及其选用</b> .....	7
课题 1 按钮 .....	7
课题 2 行程开关 .....	9
<b>实操课题 2 行程开关的认知及使用</b> .....	10
课题 3 万能转换开关 .....	11
<b>实操课题 3 万能转换开关的认知及使用</b> .....	11
课题 4 数控机床用开关电器 .....	12
思考与能力检测 .....	13
<b>单元三 接触器及其选用</b> .....	13
课题 1 接触器的分类和结构 .....	13
课题 2 接触器的工作原理及选用 .....	15
思考与能力检测 .....	15
<b>实操课题 4 接触器结构的认知及使用</b> .....	15
<b>单元四 继电器及其选用</b> .....	16
课题 1 中间继电器 .....	16
课题 2 时间继电器 .....	17
课题 3 其他形式继电器 .....	19
思考与能力检测 .....	21
<b>实操课题 5 继电器的认知及使用</b> .....	21
<b>单元五 保护电器及其选用</b> .....	22
课题 1 熔断器 .....	22
课题 2 热继电器 .....	24
课题 3 其他保护电器 .....	25
思考与能力检测 .....	25
<b>实操课题 6 保护电器的认知及使用</b> .....	26
<b>单元六 电器的故障及检修</b> .....	26

课题 1 触头的故障及检修 .....	27
课题 2 电磁系统的故障及检修 .....	27
课题 3 常用电器的故障及检修 .....	28
思考与能力检测 .....	29
<b>单元七 电器控制电路图的认知 .....</b>	<b>29</b>
课题 1 电路图的代表符号和接线端子标记 .....	29
课题 2 关于电路图的定义及种类 .....	30
课题 3 绘制电路图的基本规则 .....	31
思考与能力检测 .....	32
<b>模块 2 电器控制电路的基本单元 .....</b>	<b>34</b>
<b>单元一 三相异步电动机的点动、长动控制电路 .....</b>	<b>34</b>
课题 1 三相异步电动机点动、长动控制电路的组成及区别 .....	34
课题 2 三相异步电动机具有点动、长动两种功能的控制电路 .....	36
课题 3 三相异步电动机多地点控制电路 .....	37
思考与能力检测 .....	37
<b>实操课题 7 三相异步电动机点动、长动控制电路 .....</b>	<b>37</b>
<b>单元二 三相异步电动机起动控制电路 .....</b>	<b>38</b>
课题 1 三相异步电动机直接起动控制电路 .....	38
课题 2 三相异步电动机减压起动控制电路 .....	39
课题 3 三相异步电动机软起动控制电路 .....	42
思考与能力检测 .....	43
<b>实操课题 8 三相异步电动机 Y—<math>\Delta</math>减压起动控制电路 .....</b>	<b>44</b>
<b>单元三 三相异步电动机正、反转控制电路 .....</b>	<b>44</b>
课题 1 三相异步电动机正、反转手动控制电路 .....	45
课题 2 三相异步电动机正、反转自动控制电路 .....	45
课题 3 三相异步电动机自动往返循环控制电路 .....	46
思考与能力检测 .....	48
<b>实操课题 9 三相异步电动机正、反转控制电路 .....</b>	<b>48</b>
<b>单元四 三相异步电动机制动控制电路 .....</b>	<b>49</b>
课题 1 三相异步电动机机械制动控制电路 .....	49
课题 2 三相异步电动机电气制动控制电路 .....	50
课题 3 数控机床的定位控制装置简介 .....	53
思考与能力检测 .....	55
<b>实操课题 10 三相异步电动机制动控制电路 .....</b>	<b>56</b>
<b>单元五 三相异步电动机调速控制电路 .....</b>	<b>56</b>
课题 1 机械调速 .....	57
课题 2 电气调速 .....	57
课题 3 数控机床的调(变)速控制装置简介 .....	60
思考与能力检测 .....	63

<b>实操课题 11 变频器调速控制电路</b> .....	63
<b>模块 3 通用机床的电器控制电路分析</b> .....	64
<b>单元一 普通机床的电器控制电路分析</b> .....	64
课题 1 CA6140 型卧式车床电器控制电路分析 .....	65
课题 2 X62W 型万能铣床电器控制电路分析 .....	67
课题 3 T68 型卧式镗床电器控制电路分析 .....	73
思考与能力检测 .....	79
<b>实操课题 12 卧式车床电器控制电路的认知及故障排除</b> .....	79
<b>单元二 数控机床的电器控制电路分析及辅助功能指令</b> .....	80
课题 1 数控机床电器控制电路分析 .....	80
课题 2 数控机床中常用的辅助功能指令简介 .....	85
思考与能力检测 .....	86
<b>模块 4 机床的日常保养与检修</b> .....	87
<b>单元一 普通机床电器的日常保养与检修</b> .....	87
课题 1 普通机床电器的日常保养 .....	87
课题 2 普通机床电器控制电路的检修 .....	88
课题 3 普通机床的常见故障分析 .....	91
思考与能力检测 .....	93
<b>单元二 数控机床的日常保养与检修</b> .....	93
课题 1 数控机床的日常保养 .....	93
课题 2 数控机床的检修 .....	94
思考与能力检测 .....	95
<b>模块 5 PLC 基础知识</b> .....	96
<b>单元一 PLC 概述</b> .....	96
课题 1 PLC 的产生 .....	96
课题 2 PLC 的定义 .....	97
课题 3 PLC 的控制功能及主要特点 .....	97
课题 4 PLC 的分类及发展 .....	98
<b>单元二 PLC 的组成及原理</b> .....	99
课题 1 PLC 的基本组成 .....	100
课题 2 PLC 的工作原理 .....	102
课题 3 PLC 的编程语言 .....	103
思考与能力检测 .....	106
<b>模块 6 常用的 PLC</b> .....	107
<b>单元一 欧姆龙 CPM1A 型 PLC</b> .....	107
课题 1 CPM1A 型的特点和功能 .....	107
课题 2 CPM1A 型的系统配置 .....	109

课题3 CPM1A型的指令系统与功能简介 .....	122
思考与能力检测 .....	148
单元二 松下FP1系列PLC .....	150
课题1 FP1系列PLC产品分类 .....	150
课题2 FP1系列PLC的指令系统 .....	155
思考与能力检测 .....	212
单元三 NEZA系列PLC .....	213
课题1 NEZA系列PLC的构成 .....	213
课题2 NEZA系列PLC的指令系统 .....	217
思考与能力检测 .....	264
单元四 西门子S7—200型PLC .....	266
课题1 位逻辑指令 .....	268
课题2 运算指令 .....	276
课题3 数据处理 .....	277
课题4 程序控制类指令 .....	280
思考与能力检测 .....	287
实操课题13 PLC基本指令的操作 .....	287
实操课题14 PLC简单控制程序的设计与调试 .....	288
<b>模块7 PLC应用实例 .....</b>	<b>289</b>
单元一 PLC的基本应用 .....	289
实操课题15 三相异步电动机Y— $\Delta$ 起动控制 .....	289
实操课题16 交通信号灯控制 .....	290
实操课题17 天塔之光控制 .....	293
单元二 PLC在机械设备中的应用 .....	295
实操课题18 C620型卧式车床电气控制 .....	295
实操课题19 冲压机控制 .....	296
实操课题20 多种液体自动混合控制 .....	298
<b>附 录 .....</b>	<b>302</b>
附录A 常用低压电器的产品型号 .....	302
附录B 常用电气简图用图形和文字符号 .....	304
附录C 数控机床辅助功能M指令表 .....	313
<b>参考文献 .....</b>	<b>315</b>



# 模 块 1

## 电器的基础知识

### 教学要求：

1. 熟悉常用电器的结构、工作原理及用途。
2. 熟记常用电器的图形和文字符号。
3. 掌握常用电器的正确选用方法。
4. 要独立完成实操课题。
5. 熟悉绘制电路图的基本原则，逐步学会并掌握电路图的阅读方法。

### 教学建议：

1. 在教学过程中，要尽量采用实物演示或拆装的教学方式，讲清每种常用电器的结构和工作原理，并强调电器的选用方法和对其进行简单检修的知识。
2. 加强实际操作教学，让每个学生独立完成本模块中所规定的实操课题，为今后的学习与深造打下较扎实的基础。

电器是各种机床控制电路及电力拖动自动控制系统的基本组成元件，直接影响着后两者的可靠性和经济性。因此，对于电器的结构、工作原理及正确的选用，成为学习和掌握后续知识及了解新型电器的基础。那么，什么叫电器呢？它又有哪些种类呢？

根据外界特定信号自动或手动地接通或断开电路，实现对电路或非电对象控制的电工设备叫做电器。

凡工作在交流电压 1 200V 或直流电压 1 500V 及以下的电路中，起通断、保护、控制或调节作用的电器产品都叫低压电器。

低压电器的种类很多，分类方法也有多种。按其动作方式，可分为自动切换电器和非自动切换电器；按其在电路中的作用和位置，可分为控制电器和配电器；按其执行功能，可分为有触头和无触头电器，等等。常用的低压电器见表 1-1。

表 1-1 常用的低压电器分类表

分 类	名 称	主 要 品 种	用 途
控 制 电 器	接触器	交流接触器 直流接触器	远距离频繁启动或控制交、直流电动机以及接通和分断正常工作的主电路和控制电路
	继电器	中间继电器 时间继电器 热继电器 电压继电器 电流继电器	主要用于控制系统中控制其他电器或作主电路的保护之用

(续)

分 类	名 称	主 要 品 种	用 途
控制 电 器	主令电器	按钮 行程开关 微动开关 万能转换开关 接近开关 光电开关	用来闭合与分断控制电路以及发布命令
	控制器	凸轮控制器 平面控制器	转换主电路或励磁回路的接法, 以达到电动机的 起动、换向和调速的目的
配 电 电 器	刀开关	负荷开关	主要用作电气隔离, 也能接通、分断电路
	断路器	塑料外壳式断路器 漏电保护式断路器 万能式断路器	用作电路过载、短路、漏电或欠电压保护, 也可 用作不频繁接通和分断电路
	熔断器	有填料熔断器 无填料熔断器 半封闭插入式熔断器 螺旋式熔断器 快速熔断器	用作线路和设备的短路和过载保护

## 单元一 开关电器及其选用

开关电器广泛用于各种电器控制设备及电路中, 实现对电源的隔离、控制与保护。常用的有: 刀开关、组合开关、断路器等

### 课题1 刀 开 关

刀开关俗称闸刀开关, 是一种结构最简单而应用最广泛的手动电器。在低压电路中, 一般用来将电路与电源隔离, 或作为不频繁接通和分断电路之用。

刀开关主要由操作手柄、触刀、静触头和绝缘底座等组成。其依靠手动来实现触刀插入或脱离静触头的控制。接触刀数可分为单极、双极和三极。刀开关的图形符号和文字符号见图 1-1。

常用的刀开关一般都是与熔丝或熔断器组成具有保护作用的开关电器, 实现对电路的控制和保护。

#### 1. 开启式负荷开关

##### (1) 结构

HK 系列开启式负荷开关是由刀开关和熔丝 (俗称保险丝) 组合而成, 瓷底板上装有进

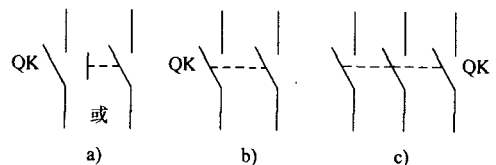


图 1-1 刀开关的符号

a) 单极 b) 双极 c) 三极

线座、静触头、熔丝、出线座及刀片式的动触头，上面罩有两块胶盖，以保证操作者不会触及带电部件及在分断电路时产生的电弧可能对人造成的灼伤。其结构及外形见图 1-2a。

### (2) 选用

开启式负荷开关主要根据电源种类、电压等级、电动机的功率、所需的极数和使用寿命来选择。其适用于额定电压为交流 380V 或直流 440V、额定电流小于 60A 的电器装置。例如：用于照明电路时，可选用额定电压为 250V、额定电流等于或大于电路工作电流的两极开关；用于控制功率小于 5.5kW 的三相异步电动机的直

接起动和停止时，可选用额定电压为 380V 或 500V、额定电流等于或大于该电动机额定电流 3 倍的三极开关。

**注意：**对带有较大负载的开关进行拉闸或合闸时，动作要迅速，以减少电弧对刀片的灼伤。

### (3) 安装

在安装开启式负荷开关时，合闸状态下的手柄必须向上，以防止闸刀松动或其他原因引起自动合闸，造成触电事故。电源进线应接在静触头的接线端子上，负载应接在出线座上的接线端子上，这样接线可使拉闸后，动触头和熔丝都不带电，保证操作者在连接负载或更换熔丝时的安全。

开启式负荷开关的图形符号和文字符号见图 1-2b。

## 2. 封闭式负荷开关

### (1) 结构

常用的 HH 系列封闭式负荷开关由刀开关、熔断器、灭弧装置、操作机构及金属外壳组成，其中三把闸刀固定在一根绝缘轴上，由手柄操作。封闭式负荷开关具体结构见图 1-3。

### (2) 特点

为保证操作者的安全，在开关的铁壳上装有机机械联锁装置，当箱盖打开时，合不上闸刀；闸刀合上后，箱盖不能打开。为防止闸刀刃被电弧烧蚀，在手柄转轴与底座之间装有一个速断弹簧，促使闸刀拉、合闸的速度加快，以利于迅速灭弧。

### (3) 选用

封闭式负荷开关要根据电源种类、电压等级、电动机的容量及使用场合来选择。其适用于各种配电设备中，手动不频繁地接通和分断负载电路或控制小功率三相异步电动机的直接起动与停止。安装时，其外壳应可靠接地，以防漏电造

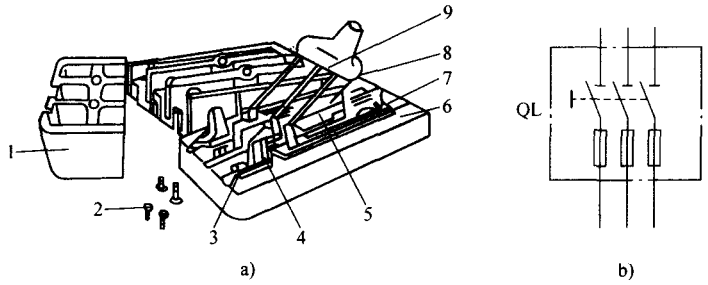


图 1-2 HK 系列开启式负荷开关

a) 结构图 b) 带熔断器刀开关的符号

1—胶盖 2—胶盖固定螺母 3—进线座 4—静触头 5—熔丝  
6—瓷底板 7—出线座 8—动触头 9—瓷柄

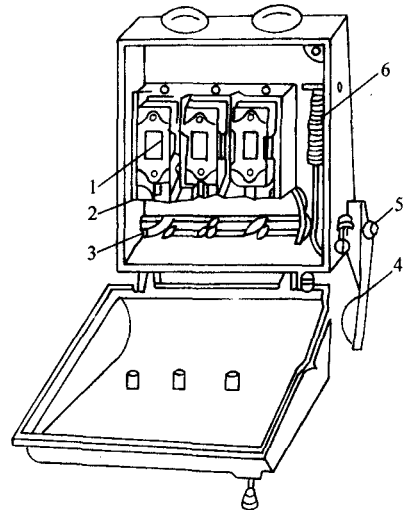


图 1-3 铁壳开关

1—熔断器 2—夹座 3—闸刀  
4—手柄 5—转轴 6—速动弹簧

成触电事故。

封闭式负荷开关的图形符号和文字符号见图 1-2b。

## 课题 2 组合开关

组合开关主要用作电源引入，它有单极、双极、三极和四极几种，额定电流有 10A、25A、60A、100A 等几个等级。

### 1. 结构

常用的 HZ10—10/3 型组合开关上有三组触头，其中三对静触头分别装在三层绝缘垫板上，并附有接线柱伸出盒外，以便与电源、用电设备连接。

三个动触头是由两个磷铜片或硬紫铜片和灭弧性能良好的绝缘钢纸板铆合而成的，它套在附有手柄的绝缘杆上，当手柄每次转动 90°角时，带动三个动触头分别使三对静触头接通或断开，实现对用电设备的控制。其具体结构见图 1-4。

### 2. 特点

HZ10—10/3 型组合开关具有寿命长、使用方便与可靠、结构简单等优点，但其转换次数每小时不许超过 15~20 次。

### 3. 选用

HZ10—10/3 型组合开关常

用于交流 380V 及以下、直流 220V 及以下的电源引入，5kW 以下电动机的直接起动、正反转控制及机床照明控制电路中。在控制电动机正反转时，一定要使电动机必须先经过完全停止的位置后才能再接通反向旋转电路。

组合开关是根据电源种类、电压等级、所需触头数、电动机的容量进行选用的。其中组合开关的额定电流一般取电动机额定电流的 1.5~2.5 倍。

组合开关的图形符号和文字符号见图 1-5。

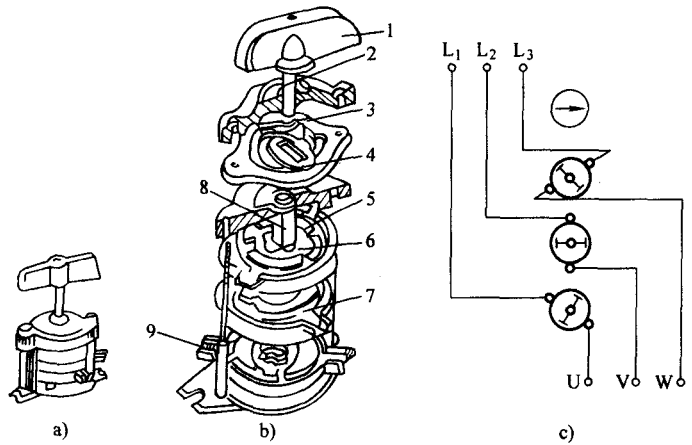


图 1-4 HZ10—10/3 型组合开关

a) 外形 b) 结构 c) 触头结构示意图

1—手柄 2—转轴 3—扭簧 4—凸轮 5—绝缘垫板  
6—动触头 7—静触头 8—绝缘杆 9—接线柱

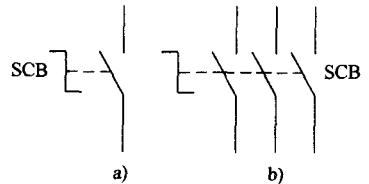


图 1-5 组合开关的符号

a) 单极 b) 三极

## 课题 3 断路器

断路器在功能上相当于刀开关、熔断器、热继电器和欠电压继电器的组合，是一种可以自动切断线路故障的保护电器。在线路、电气设备及电动机发生严重过载、短路及欠（失）

电压等故障时，能自动切断电路（俗称自动跳闸），或在正常情况下用来作不频繁的切换电路。它与接触器不同的是断路器能自动切断短路电流，但其允许操作的频率较低。

### 1. 结构

断路器主要由三个基本部分组成，即触头、灭弧系统和各种脱扣器。其具体结构见图 1-6。

#### (1) 主触头及灭弧系统

主触头及灭弧系统是断路器的执行机构，用于通断主电路。主触头由耐弧合金制成，其灭弧系统采用灭弧栅片。

#### (2) 脱扣器

脱扣器是断路器的感测元件，当电路出现故障时，脱扣器通过自由脱扣器机构使触头分断。根据所感测信号的不同，脱扣器又分为以下几种：

1) 失（欠）电压脱扣器 失（欠）电压脱扣器线圈并接于电路中。正常工作时，其衔铁吸合，当电路电压过低或消失时，衔铁打开并带动自由脱扣器，使断路器跳闸，主触头分断，从而实现失（欠）电压保护的目。

2) 过电流脱扣器 过电流脱扣器线圈串接于电路中。当电路出现瞬时过电流或短路电流时，衔铁动作并带动自由脱扣机构，使断路器跳闸，主触头分断，从而实现瞬时过电流或短路保护的目。

3) 热（过载）脱扣器 当电路出现过载电流时，热脱扣器的双金属片弯曲并带动自由脱扣器，使断路器跳闸，主触头分断，从而实现过载保护的目。

在实际使用中并非每种断路器均具有上述所有脱扣器，要根据断路器的使用场合来选择。

#### (3) 自由脱扣机构和操作机构

自由脱扣机构和操作机构是断路器的机械传动部件。其作用是由脱扣器线圈接受信号后，由操作机构实现断路器的自动跳闸和手动合闸的任务。断路器触头的瞬时通断时间与手柄的操作速度无关。

### 2. 工作原理

由图 1-6 可知，当线路正常工作时，断路器的过电流脱扣器 3 的线圈所产生的吸力不能将它的衔铁吸合。如果线路发生短路或产生很大的瞬时过电流时，过电流脱扣器的吸力增加，将其衔铁吸合，把自由脱扣机构 2 的搭钩顶开，切断主触头 1，实现短路或瞬时过电流保护的目；如果线路上电压下降或失去电压时，欠电压脱扣器 6 的吸力减小或失去吸力，其衔铁被弹簧拉开，把自由脱扣机构 2 的搭钩顶开，切断主触头 1，实现欠（失）电压保护的目。

当线路发生过载时，过载电流流过发热元件，使双金属片受热弯曲，将自由脱扣机构 2 的搭钩顶开，切断主触头 1，实现过载保护。

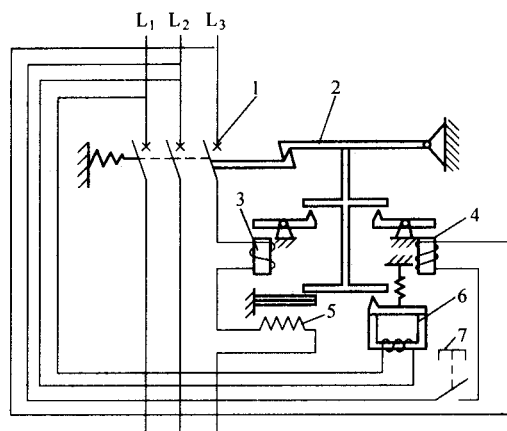


图 1-6 断路器的结构示意图

- 1—主触头 2—自由脱扣机构  
3—过电流脱扣器 4—分励脱扣器  
5—热脱扣器 6—欠电压脱扣器 7—按钮

### 3. 特点及选用

#### (1) 特点

断路器与使用刀开关和熔断器相比,其体积小、重量轻、安装方便、操作安全。特别是当线路发生过电流、短路、过载时,断路器自动跳闸进行保护,且将三相电源同时切断,避免电动机的断相运行;故障排除后可重复多次使用。但是,其结构较复杂。

#### (2) 选用

- 1) 断路器的额定电压和额定电流要大于线路的正常工作电压和工作电流。
- 2) 断路器的极限通断能力要大于或等于线路最大短路电流。
- 3) 断路器的欠(失)电压脱扣器线圈的额定电压要等于线路的额定电压。
- 4) 断路器的过电流脱扣器线圈的额定电流要大于或等于线路的最大负载电流。
- 5) 断路器的过载脱扣器的整定电流要与所控制的电动机的额定电流或负载电流一致。

常用的断路器有 DZ15 系列、DZ47 系列等,在数控机床上应用较多。

断路器的图形符号和文字符号见图 1-7。

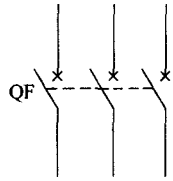


图 1-7 断路器符号

#### 4. 带漏电保护的断路器

带漏电保护的断路器是为了防止在低压线路中发生人体触电或漏电造成火灾、爆炸事故的一种开关电器。其作用是当发生人体触电或设备漏电时,迅速切断供电电路,从而避免人体和设备受到危害。常见的类型有电磁式电流动作型、电压动作型和晶体管(集成电路)电流动作型。

带漏电保护的断路器其结构是在原有的塑料外壳式断路器中(或在其外部)增加一个能检测漏电流的感受元件(零序电流互感器)和漏电脱扣器。当检测元件接收到信号时,漏电脱扣器断开主电路的主触头,起到保护作用。检测元件和漏电脱扣器的保护动作电流为 30~100mA,保护动作时间为 0.03~0.1s。

安装带漏电保护的断路器时,应将其接在电能表和熔断器后面,并按规定的标志接线。投入使用后,要定期(3~6个月)进行校验,即在通电的状态下,按动试验按钮检查漏电保护作用是否正常,以确保用电的安全。

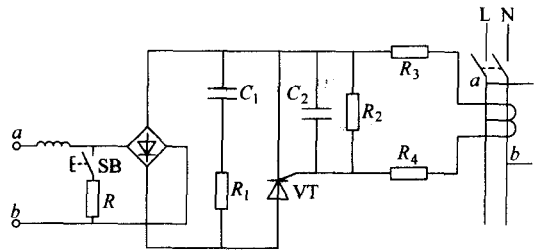


图 1-8 漏电保护断路器原理图

带漏电保护的断路器的原理见图 1-8。

## 思考与能力检测

1. 什么叫电器?
2. 低压电器是怎样定义的?
3. 常用的开关电器有哪几类?怎样选用它们?
4. 为什么刀开关在安装时手柄方向必须向上?使用时应如何接线?
5. 组合开关的主要作用是什么?
6. 断路器有哪些脱扣器?它主要有哪一些保护功能?

7. 使用和安装带漏电保护的断路器时, 应注意哪些问题?
8. 请写出刀开关、组合开关、断路器的图形符号和文字符号。

## 实操课题 1 开关的认知及使用

### 实操目的

1. 通过观察, 认知和区分 3 种开关的外观。
2. 通过拆装, 明确 3 种开关的基本结构, 加深其代表符号的记忆。
3. 理解 3 种开关的动作原理及用途。
4. 掌握 3 种开关的正确接线和使用方法。

### 实操用器材、仪表及工具

1. 刀开关一只
2. 组合开关一只
3. 断路器一只
4. 万用表一只
5. 电工工具一套

### 实操的内容及步骤

1. 从外观上区分 3 种开关;
2. 认知 3 种开关的主要参数;
3. 分别拆、装 3 种开关, 进一步熟悉其内部结构, 加深对其动作原理的理解;
4. 逐步掌握 3 种开关的正确接线及使用方法;
5. 实操结束后, 要进行归纳总结, 写出实操报告。

### 注意事项

1. 进行开关的拆、装时, 要特别注意人和器件的安全, 防止对人和器件造成危害。
2. 遇到问题时, 应及时向指导教师请教, 与指导教师一起解决。
3. 在安装使用时, 要特别注意其安装方向和接线的引入与引出端。
4. 完成实际操作后, 要整理好现场, 养成安全文明操作的好习惯。

## 单元二 主令电器及其选用

主令电器是用在自动控制系统中一种专门发布命令的手动电器。用它来控制接触器、继电器或其他电器线圈, 实现对生产机械设备的接通或断开的自动控制。

常用的主令电器有按钮、行程开关、万能转换开关等。

### 课题 1 按钮

按钮也称为控制按钮或按钮开关, 它是一种结构简单、应用广泛的手动主令电器, 通常用来接通或断开小电流的控制电路, 从而控制电动机或其他电器设备的运行, 也可以用来转

换各种信号电路和电器联锁电路等。

### 1. 结构

按钮由按钮帽、复位弹簧、桥式触头 and 外壳等组成。其触头通常做成复式触头，即具有常开触头又有常闭触头。具体结构见图 1-9。

由图 1-9 可知，上面一对静触头与动触头接通，称为常闭（动断）触头，下面一对静触头与动触头是分开的，称为常开（动合）触头。由按钮结构决定，当按下按钮时，先断开常闭触头，后闭合常开触头（此动作规律在所有电器的复合触头动作中都适用）。

按钮释放后，在复位弹簧作用下触头自动复位。

### 2. 分类

按钮在结构上有多种形式，如旋转式——用手动旋钮操作；指示灯式——按钮内装有信号灯显示信号；紧急式——装有突起的蘑菇头按钮帽，以备紧急情况

时操作；带锁式——即用钥匙转动来开关电路，并在钥匙抽出后不能随意动作，具有保密和安全功能等。

### 3. 选用

按钮的选择要根据控制电路中所需触头对数、使用场合及作用来选择其型式和颜色。

1) 按钮中触头的数量可根据需要装配成一常开一常闭到六常开六常闭的形式；使用接线时，可以只接常开触头或常闭触头，也可两种触头同时都接线使用。

2) 按钮可做成单式（一个按钮）、复式（二个按钮）和三联式（三个按钮）的型式。对于特殊用途（如桥式起重机的控制按钮）还可按不同需要进行组合。

3) 为便于区分各按钮不同的作用，将按钮帽做成不同的颜色，以避免操作者发生误操作。

在普通机床上，一般以红色表示停止按钮，绿色或黑色表示起动按钮。

在数控机床上，按钮帽的颜色规定得非常具体，如：急停和应急操作按钮使用红色；起动、接通操作按钮使用白色、灰色、黑色或绿色；停止、断开操作按钮使用黑色、灰色或白色；作为起动、接通与停止、断开交替操作的按钮，优选白色、灰色或黑色；对于点动操作的按钮，也优选白色、灰色或黑色；复位按钮使用蓝色、白色、灰色或黑色，若它们还用作停止、断开操作时，优选黑色及白色或灰色。

4) 在机床上有很多按钮，其用途除了用颜色区别以外，还可用文字（中、英文）来区别，具体作用详见表 1-2。

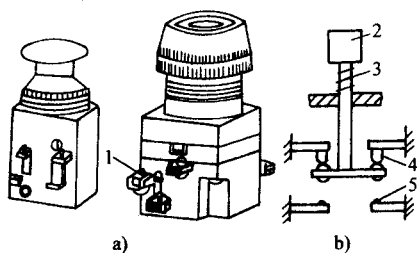


图 1-9 按钮

a) 外形 b) 结构图

1—接线柱 2—按钮帽 3—复位弹簧  
4—常闭触头 5—常开触头

表 1-2 有关按钮作用的英文、中文对照表

序 号	标 牌 名 称		序 号	标 牌 名 称	
	英文	中文		英文	中文
1	ON	通	5	INCH	点动
2	OFF	断	6	RUN	运转
3	START	起动	7	FORWARD	正转 (向前)
4	STOP	停止	8	REVERSE	反转 (向后)



(续)

序 号	标 牌 名 称		序 号	标 牌 名 称	
	英文	中文		英文	中文
9	FAST	高速	18	CLOSE	关
10	SECOND	中速	19	LEFT	左
11	SLOW	低速	20	RIGHT	右
12	HAND	手动	21	HIGH	高
13	AUTO	自动	22	LOW	低
14	RESET	复位	23	TEST	试验
15	UP	上升	24	JOG	微动
16	DOWN	下降	25	ACKNOWLEDGE	受信
17	OPEN	开	26	EMERG STOP	紧停

按钮的图形符号和文字符号见图 1-10。

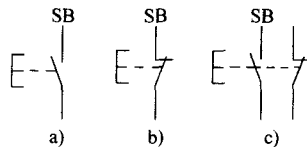


图 1-10 按钮的符号

a) 常开触头 b) 常闭触头 c) 复合触头

## 课题 2 行程开关

行程开关又称位置开关或限位开关。它的动作过程和作用与按钮相同，其特点是不靠手按，而是利用生产机械某些运动部件碰撞，使其触头动作并发出控制指令。同时它又将机械位移转变为电信号去切换电路，实现对机械运动部件的运动方向、行程大小的控制及限位保护。

### 1. 分类

行程开关的种类很多，按其控制方式可分为机械式和电子式；按其结构可分为直动式（按钮式）、转动式（滚轮式）和微动式；按其复位方式可分为自动复位和非自动复位；按其触头性质可分为有触头式和无触头式等。

### 2. 结构

#### (1) 机械式行程开关

机械式行程开关的型号有多种，它所具有的触头对数也有多有少，但其基本结构大致相同，区别仅在于使行程开关动作的传动装置有所不同。其结构主要分为三部分：操作机构、触头系统和外壳。具体结构或外形见图 1-11、

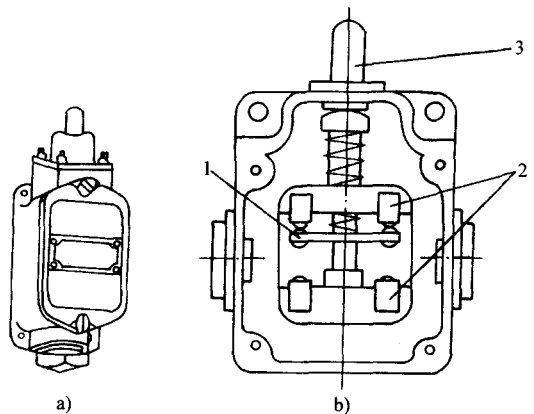


图 1-11 按钮式行程开关

a) 外形 b) 结构

1—动触头 2—静触头 3—推杆