



高职高专“十三五”规划教材——机电专业系列

# 电气控制与PLC应用技术 ——项目化教程

主编·曾卿卿 陈 峥



配套课件  
习题答案等  
教学资源

免费提供



东南大学出版社  
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

高职高专“十三五”规划教材——机电专业系列

# 电气控制与 PLC 应用技术

## ——项目化教程

主 编 曾 卿 卿 陈 峥  
主 审 王 民 民 罗 华  
副主编 余 德 均 裴 子 春 郭 红 丹 陈 冰  
参 编 王 琴 罗 明 川 李 苏 洲

东南大学出版社

· 南京 ·

## 内 容 提 要

本书共由六篇内容组成,以项目为导向,第一篇“常用低压电器的选用、拆装与维修”由1个项目组成,主要介绍了低压电器的工作原理、选用、拆装与维修;第二篇“继电—接触器控制电路”由4个项目组成,主要介绍电气控制线路的读图绘图方法、工作原理、安装接线步骤、工艺要求以及检修方法;第三篇“典型机床电气控制”由2个项目组成,主要介绍机床电气控制线路的工作原理、分析方法、安装调试、故障分析以及检修方法;第四篇“PLC的基本组成和工作原理”由3个项目组成,主要介绍PLC的产生与发展、硬件组成以及软元件;第五篇“三菱FX系列PLC的应用”由13个项目组成,详细介绍了FX<sub>2N</sub>系列PLC指令系统及其基本控制应用;第六篇“三菱FX系列PLC在工业生产中的综合应用”由2个项目组成,主要介绍PLC在生产实际中的综合应用。

本书经过教学改革和实践,精选了常规内容、实训项目以及习题,以便于教学。

本书应用项目导向教学法贯穿全文,可作为高职高专机电类、自动化类、电力技术类等专业的教材,也可作为工程技术人员的参考工具书或培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

电气控制与PLC应用技术——项目化教程 / 曾卿卿,陈峥  
主编. — 南京:东南大学出版社,2016.8

ISBN 978-7-5641-6687-8

I. ①电… II. ①曾… ②陈… III. ①电气控制 ②PLC技术  
IV. ①TM571.2②TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第197491号

### 电气控制与PLC应用技术——项目化教程

出版发行:东南大学出版社

社 址:南京市四牌楼2号 邮编:210096

出版人:江建中

责任编辑:史建农 戴坚敏

网 址:<http://www.seupress.com>

电子邮箱:[press@seupress.com](mailto:press@seupress.com)

经 销:全国各地新华书店

印 刷:南京京新印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:18.75

字 数:480千字

版 次:2016年8月第1版

印 次:2016年8月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5641-6687-8

印 数:1—3000册

定 价:42.00元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830

# 序

教材是教学过程的重要载体,加强教材建设是深化高等职业教育教学改革的有效途径,推进人才培养模式改革的重要条件,也是推动高职教育协调发展的基础性工程,对促进现代职业教育体系建设,切实提高职业教育人才培养质量具有非常重要的作用。

随着职业教育在我国不断深化,各高职高专院校在人才培养教学模式及课程建设与改革方面,越来越注重培养学生的职业能力,关心学生的就业岗位。这就需要课程在保证知识体系相对完整性的同时,改变知识理解体系,在项目任务的认识、分析和完成过程中,掌握知识与技术的应用。

本书在编写过程中,结合专业及课程的建设与改革要求,打破以往教材编写思路,立足技术技能型人才的培养目标,做了以下工作和努力:

1. 突出高职教育特点。以技术应用为主线,注重对知识的应用和实践能力的培养,并且注重结合工程领域的实际项目,精心设计教学内容。

2. 实现教材体例改革。本书在体例上,改变了传统教材模式,进行新的尝试,以项目为基础开展对整个学习内容的设计,设计思路基本如下:

(1) 提出项目教学目标;

(2) 围绕教学目标提出相关的学习任务;

(3) 以任务为基础提出需要的知识点;

(4) 在知识点介绍的基础上提出任务解决方案;

(5) 根据解决方案,使学生学到相应知识及掌握相应技能。

3. 教材内容不仅采用了项目导向教学法,还引入了相应的提升学生能力的同步训练,加入了实训操作规程,并且融入了职业资格鉴定维修电工职业标准及评分标准。

教改无止境,精品永追求。希望通过本教材更好地服务于高等职业教育教学改革以及帮助广大高职学生成才。

重庆能源职业学院副教授

王民民

2016年5月

# 前 言

“电气控制与 PLC 应用”课程根据当前教育部高职高专教育教学改革的精神,同时结合国家职业技能鉴定中、高级维修电工考核内容,参考毕业生就业调查问卷,与企业合作,进行了基于工作过程的课程开发与设计,同时引进相关的工业项目及实例研究,工学结合,学训融合,创造了一个富于启发性和能引起学生学习兴趣的教学环境。该课程的教改项目小组通过多年的实践教学,并且在多位专家的指导下,已经积累了丰富的教学经验,把握课程的教学设计应遵循“以应用为目的,必须够用为尺度,以掌握基本知识,强化技能培养为重点”,重点培养高素质技术技能型人才。

本书依据高等职业教育“以就业为导向,以职业能力培养为重点”的原则,采用项目任务格式编写,主要优势在于:

1. 以项目的实施为目标,导入知识点的学习、基本技能的训练,使学生的学习目标更加明确,学习兴趣更加浓厚。
2. 进入第五篇后,每个项目的实施都有继电器控制系统的介绍,最后又有 PLC 控制方式的实现,在两种方式的比较中更能显现 PLC 控制的优点,增强学生学习的自觉性。
3. 所有项目按照由小到大、由基本控制到综合应用的顺序排列,同时 PLC 的理论知识也按照由简单到复杂的顺序有序插入到每个项目中,不失其系统性。
4. 本书内容不仅采用了项目导向教学法,还融入了相应的提升学生能力的实训指导,加入了实训操作规程,并且引入了职业资格鉴定维修电工职业标准及评分标准。

本书由重庆能源职业学院曾卿卿、重庆工业职业技术学院陈峥任主编,重庆能源职业学院余德均、重庆能源职业学院裴子春、永城职业学院郭红丹、漯河职业技术学院陈冰任副主编,重庆能源职业学院王琴、罗明川、李苏洲参编,曾卿卿负责全书的策划、组织和统稿,本书由重庆能源职业学院王民民副教授和重庆众恒电器有限公司首席质量官罗华主审。

由于编者水平有限,难免尚有不妥和疏漏之处,敬请读者提出批评和建议,以便于本书的进一步完善。

编 者

2016 年 4 月

# 目 录

## 第一篇 常用低压电器

项目一 常用低压电器的选用、拆装与维修 .....	1
---------------------------	---

## 第二篇 继电—接触器控制电路

项目二 三相异步电动机单向起动控制线路的安装与检修 .....	30
项目三 三相异步电动机正反转控制线路的安装与检修 .....	44
项目四 电动机 Y- $\Delta$ 降压起动控制线路的安装与检修 .....	52
项目五 三相异步电动机制动控制线路的安装与检修 .....	58

## 第三篇 典型机床电气控制

项目六 C6140 型卧式车床电气控制线路检修 .....	63
项目七 X62W 型卧式万能铣床电气控制线路检修 .....	69

## 第四篇 PLC 的基本组成和工作原理

项目八 PLC 的产生与发展 .....	79
项目九 PLC 的硬件组成 .....	88
项目十 PLC 的软元件 .....	96

## 第五篇 三菱 FX 系列 PLC 的应用

项目十一 电动机单向点动运行控制 .....	107
项目十二 电动机单向连续运行控制 .....	118
项目十三 电动机正反转运行控制 .....	130
项目十四 两台电动机主控选择运行控制 .....	142
项目十五 运料小车两地往返运动控制 .....	151
项目十六 电动机 Y- $\Delta$ 降压起动运行控制 .....	160
项目十七 抢答器设计 .....	170
项目十八 运料小车三地往返运行控制 .....	181
项目十九 液体混合系统控制 .....	193
项目二十 交通灯控制 .....	205
项目二十一 循环彩灯控制 .....	219

项目二十二	料车方向控制	233
项目二十三	自动售货机系统设计	242

### 第六篇 三菱 FX 系列 PLC 在工业生产中的综合应用

项目二十四	离心式选矿机的自动控制	255
项目二十五	PLC 在矿井提升机控制系统中的应用	259

### 附 录

附录一	FX <sub>2N</sub> 常用特殊功能寄存器(M)和特殊功能数据寄存器(D)	264
附录二	FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 基本指令简表	269
附录三	FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 功能指令简表	272
附录四	FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 输入、输出端子排列图	277
附录五	THWD-1C 型维修电工技能实训考核装置操作规程	279
附录六	维修电工职业标准	281
附录七	维修电工(中级)技能考核评分标准(参考)	291

参考文献	292
------	-----



# 第一篇 常用低压电器

## 项目一

### 常用低压电器的选用、拆装与维修

#### → 项目目标

- (1) 熟悉接触器、继电器等电器的结构、工作原理及用途。
- (2) 能正确选用各种常用低压电器。
- (3) 能独立拆装和维修常用低压电器。
- (4) 培养学生安全操作、规范操作、文明生产的行为。

#### 一、项目任务

正确画出各种常用低压电气的图形及文字符号,理解其工作原理,能根据电气原理图及电动机型号正确选用电器元件,并能独立对常用低压电器进行拆装与维修。

#### 二、项目知识分析与实施

##### 1. 低压电器的基础知识

凡是对电能的生产、输送、分配和使用起控制、调节、检测、转换及保护作用的电工器械均可称为电器。用于交流 1200 V 以下、直流 1500 V 以下电路,起通断、控制、保护与调节等作用的电器称为低压电器。

##### (1) 低压电器的分类

低压电器的功能多,用途广,品种规格繁多,按电器的动作性质分为:

- ① 手动电器 人工操作发出动作指令的电器,如刀开关、按钮等。
- ② 自动电器 不需人工直接操作,按照电的或非电的信号自动完成接通、分断电路任务的电器,例如接触器、继电器、电磁阀等。

按用途可分为:

- ① 控制电器 用于各种控制电路和控制系统的电器,如接触器、继电器、电动机起动器等。



- ② 配电电器 用于电能的输送和分配的电器,如刀开关、低压断路器等。
- ③ 主令电器 用于自动控制系统中发送动作指令的电器,如按钮、转换开关等。
- ④ 保护电器 用于保护电路及用电设备的电器,如熔断器、热继电器等。
- ⑤ 执行电器 用于完成某种动作或传送功能的电器,如电磁铁、电磁离合器等。

按工作原理可分为:

① 电磁式电器 依据电磁感应原理来工作的电器,如交直流接触器、各种电磁式继电器等。

② 非电量控制电器 电器的工作是靠外力或某种非电物理量的变化而动作的电器,如刀开关、速度继电器、压力继电器、温度继电器等。

(2) 电器的基本结构

从结构上看大多由两个基本部分组成,即触点系统和推动机构。下面以电磁式电器为例予以介绍。

① 电磁机构 电磁机构又称为磁路系统,其主要作用是将电磁能转换为机械能并带动触头动作从而接通或断开电路。电磁机构的结构形式如图 1-1 所示。

电磁机构由动铁芯(衔铁)、静铁芯和电磁线圈三部分组成,其工作原理是,当电磁线圈通电后,线圈电流产生磁场,衔铁获得足够的电磁吸力,克服弹簧的反作用力与静铁芯吸合。

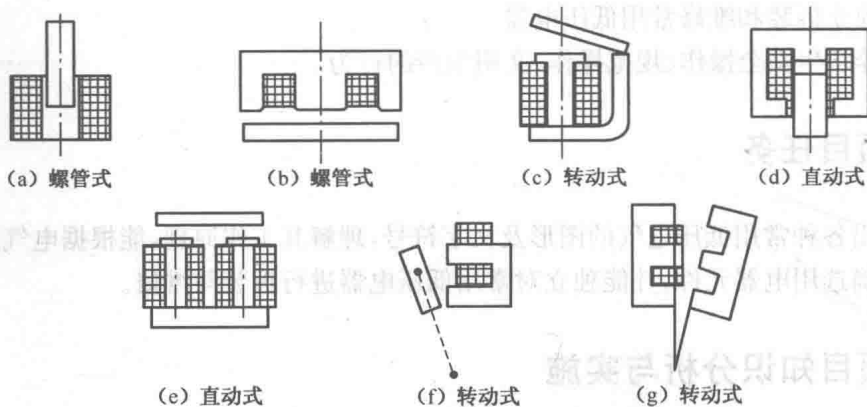


图 1-1 电磁机构的结构形式

② 触头系统 触头是有触点电器的执行部分,通过触头的闭合、断开控制电路通、断。触头的结构形式有桥式触头和指式触头两种。如图 1-2 所示。

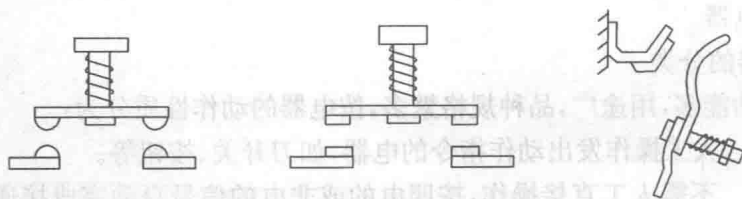


图 1-2 触头的结构形式

③ 灭弧系统

电弧:开关电器切断电流电路时,触头间电压大于 10 V,电流超过 80 mA 时,触头间会产

生蓝色的光柱,即电弧。

电弧的危害:延长了切断故障的时间;电弧的高温能将触头烧损;高温引起电弧附近电气绝缘材料烧坏;形成飞弧,造成电源短路事故。

灭弧措施:有吹弧、拉弧、长弧割短弧、多断口灭弧、利用介质灭弧、改善触头表面材料等方法。常采用灭弧罩、灭弧栅和磁吹灭弧装置。如图 1-3 所示。

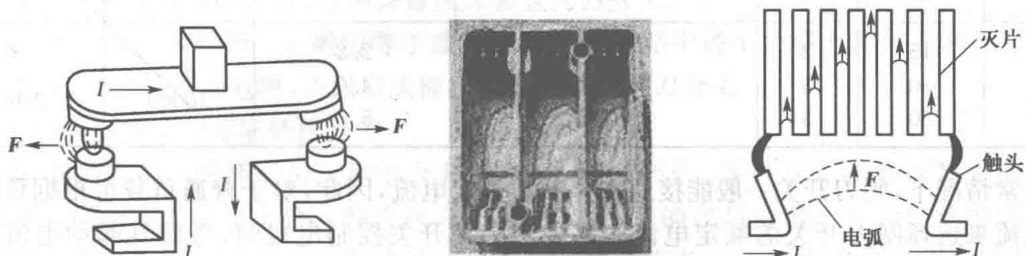


图 1-3 灭弧装置

## 2. 开关电器的应用

开关是最为普通的电器之一,其作用是分合电路,开断电流。常用的开关有刀开关、组合开关等。

### (1) 闸刀开关

闸刀开关是一种手动配电电器,主要用来隔离电源或手动接通与断开交直流电路,也可用于不频繁的接通与分断额定电流以下的负载,如小型电动机、电炉等。

闸刀开关是最经济但技术指标偏低的一种刀开关。闸刀开关也称开启式负荷开关。

① 结构与图形符号 图 1-4 是它的外形与结构图,主要有与操作瓷柄相连的动触点、静触头刀座、熔丝、进线及出线接线座,这些导电部分都固定在瓷底板上,且用胶盖盖着。所以当闸刀合上时,操作人员不会触及带电部分。胶盖还具有下列保护作用:a. 将各极隔开,防止因极间飞弧导致电源短路;b. 防止电弧飞出盖外而灼伤操作人员;c. 防止金属零件掉落在闸刀上形成极间短路。熔丝的装设,又提供了短路保护功能。

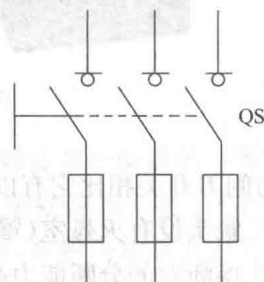
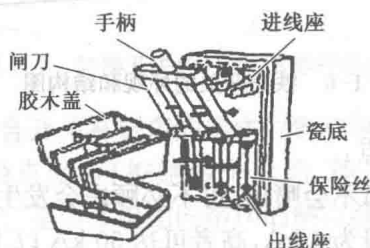
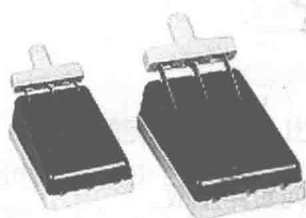


图 1-4 闸刀开关外形与结构图

图 1-5 闸刀开关的图形符号

② 闸刀开关技术参数与选择 闸刀开关种类很多,有两极的(额定电压 250 V)和三极的(额定电压 380 V),额定电流由 10 A 至 100 A 不等,其中 60 A 及以下的才用来控制电动机。常用的闸刀开关型号有 HK1、HK2 系列。表 1-1 列出了 HK2 系列部分技术数据。

表 1-1 HK2 系列胶盖闸刀开关的技术数据

额定电压 (V)	额定电流 (A)	极数	最大分断电流(熔断器 极限分断电流)(A)	控制电动机功率 (kW)	机械寿命 (万次)	电寿命 (万次)
250	10	2	500	1.1	10000	2000
	15	2	500	1.5		
	30	2	1000	3.0		
380	15	3	500	2.2	10000	2000
	30	3	1000	4.0		
	60	3	1000	5.5		

正常情况下,闸刀开关一般能接通和分断其额定电流,因此,对于普通负载可根据负载的额定电流来选择闸刀开关的额定电流。对于用闸刀开关控制电机时,考虑其起动电流可达 4~7 倍的额定电流,选择闸刀开关的额定电流,宜选电动机额定电流的 3 倍左右。

③ 使用闸刀开关时的注意事项 a. 将它垂直安装在控制屏或开关板上,不可随意搁置; b. 进线座应在上方,接线时不能把它与出线座搞反,否则在更换熔丝时将会发生触电事故; c. 更换熔丝必须先拉开闸刀,并换上与原用熔丝规格相同的新熔丝,同时还要防止新熔丝受到机械损伤; d. 若胶盖和瓷底座损坏或胶盖失落,闸刀开关就不可再使用,以防止安全事故。

## (2) 铁壳开关

铁壳开关也称封闭式负荷开关,它由安装在铸铁或钢板制成的外壳内的刀式触头和灭弧系统、熔断器以及操作机构等组成,图 1-6 是其外形与结构图。

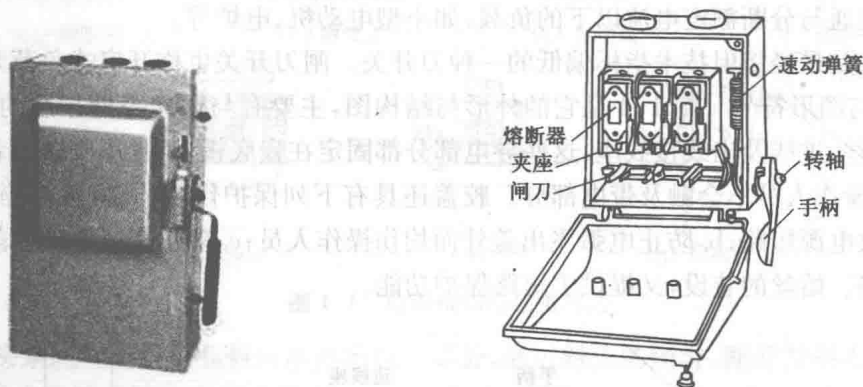


图 1-6 铁壳开关的外观和结构图

与闸刀开关相比它有以下特点:

- ① 触头设有灭弧室(罩),电弧不会喷出,可不必顾虑会发生相间短路事故。
- ② 熔断丝的分断能力高,一般为 5 kA,高者可达 50 kA 以上。
- ③ 操作机构为储能合闸式的,且有机械联锁装置。前者可使开关的合闸和分闸速度与操作速度无关,从而改善开关的动作性能和灭弧性能;后者则保证了在合闸状态下打不开箱盖及箱盖未关妥前合不上闸,提高了安全性。
- ④ 有坚固的封闭外壳,可保护操作人员免受电弧灼伤。

铁壳开关有 HH3、HH3、HH10、HH11 等系列,其额定电流由 10 A 到 400 A 可供选择,

其中 60 A 及以下的可用于异步电动机的全压起动控制开关。

用铁壳开关控制电加热和照明电路时,可按电路的额定电流选择。用于控制异步电动机时,由于开关的通断能力为  $4I_N$ ,而电动机全压起动电流却在 4~7 倍额定电流以上,故开关的额定电流应为电动机额定电流的 1.5 倍以上。负荷开关选择的两条原则:

① 结构形式的选择 应根据刀开关的作用和装置的安装形式来选择是否带灭弧装置。如开关用于分断负载电流时,应选择带灭弧装置的刀开关。

② 额定电流的选择 一般应等于或大于所分断电路中各个负载电流的总和。对于电动机负载,应考虑其启动电流,所以应选额定电流大一级的刀开关。

### (3) 转换开关和万能转换开关

① 转换开关 转换开关又称组合开关,是一种多挡位、多触点并能够控制多回路的主令电器。转换开关实质上是一种特殊刀开关,是操作手柄在与安装面平行的平面内左右转动的刀开关。只不过一般刀开关的操作手柄是在垂直安装面的平面内向上或向下转动,而组合开关的操作手柄则是平行于安装面的平面内向左或向右转动而已。多用于机床电气控制线路中,作为电源的引入开关,也可以用作不频繁地接通和断开电路、换接电源和负载以及控制 5 kW 以下小容量电动机的正反转和星三角起动等。HZ10 系列组合开关的外形、图形符号和结构见图 1-7。

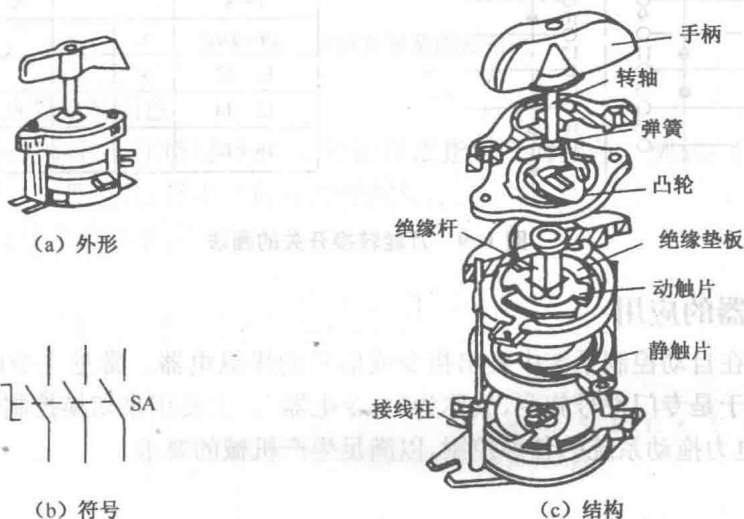


图 1-7 转换开关的外形、图形符号和结构图

② 万能转换开关 比组合开关有更多的操作位置和触点,能够接多个电路的一种手动控制电器。由于它的挡位多、触点多,可控制多个电路,能适应复杂线路的要求。图 1-8 是 LW12 万能转换开关外形图,它是由多组相同结构的触点叠装而成,在触头盒的上方有操作机构。由于扭转弹簧的储能作用,操作呈现了瞬时动作的性质,故触头分断迅速,不受操作速度的影响。

万能转换开关在电气原理图中的画法,如图 1-9 所示。图中虚线表示操作位置,而不同操作位置的各对触点通断状态与触点下方或右侧对应,规定用于虚线相交位置上的涂黑圆点表示接通,没有涂黑圆点表示断开。另一种是用触点通断状态表来表示,表中以“+”(或“×”)表

示触点闭合，“—”(或无记号)表示分断。

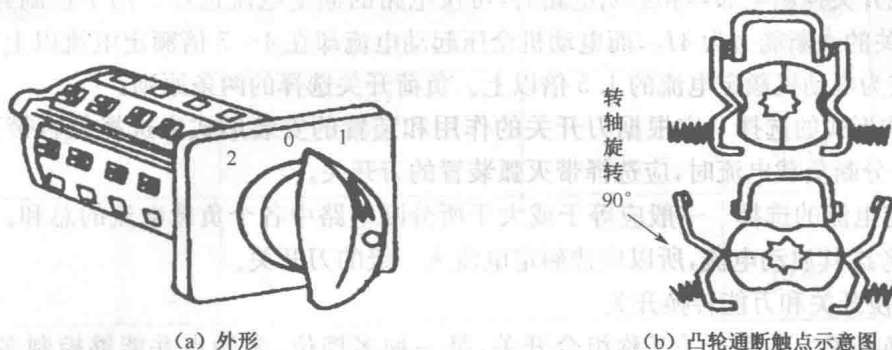


图 1-8 LW12 万能转换开关外形图

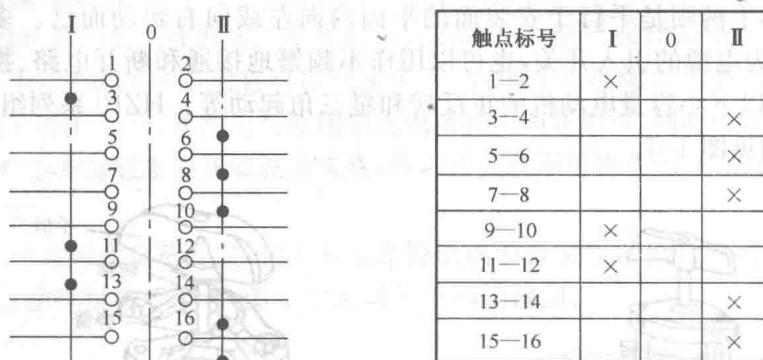


图 1-9 万能转换开关的画法

### 3. 主令电器的应用

主令电器是在自动控制系统中发出指令或信号的操纵电器。常见主令电器有按钮开关、位置开关等。由于是专门发号施令,故称为“主令电器”。主要用来切换控制电路,使电路接通或分断,实现对电力拖动系统的各种控制,以满足生产机械的要求。

#### (1) 按钮

##### ① 按钮的结构及图形符号

按钮是一种用人的手指或手掌所施加的力来实现操作的,并具有储能(弹簧)复位的一种控制开关。按钮的触点允许通过的电流较小,一般不超过 5 A,因此一般情况下它不直接控制主电路的通断,而是在控制电路中发出指令或信号去控制接触器、继电器等电器,再由它们去控制主电路的通断、功能转换或电气连锁。

按钮按静态(不受外力作用)时触点的分合状态,可分为常开按钮(启动按钮)、常闭按钮(停止按钮)和复合按钮(常开、常闭组合为一体的按钮)。常开按钮:未按下时触点是断开的,按下时触点闭合,松开后按钮自动复位。常闭按钮:与常开按钮相反,未按下时触点是闭合的,按下时触点断开,松开后按钮自动复位。复合按钮:按下时,其常闭触点先断开,然后常开触点再闭合;松开时,常开触点先断开,然后常闭触点再闭合。

按钮由按钮帽、复位弹簧、桥式触头的动触点、静触点、支柱连杆及外壳等部分组成,如

图 1-10 所示。按钮的文字及图形符号如图 1-11 所示。

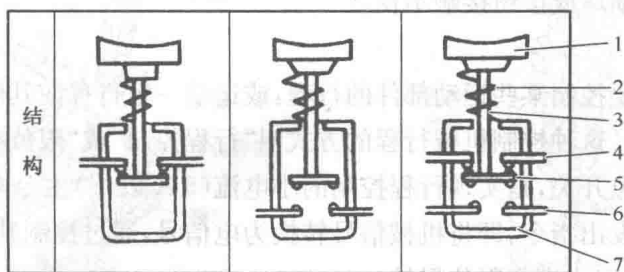


图 1-10 按钮开关的结构图

1—按钮;2—复位弹簧;3—支柱连杆;4—常闭静触头;  
5—桥式动触头;6—常开静触头;7—外壳

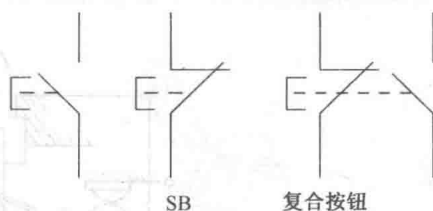
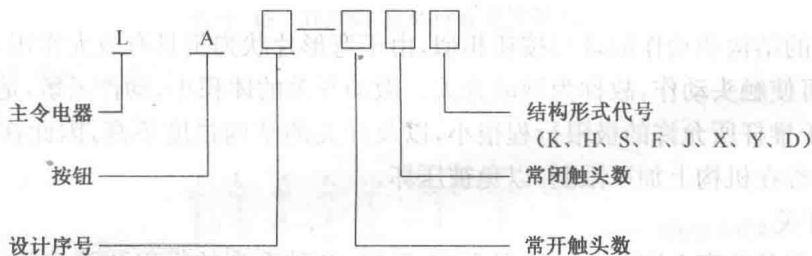


图 1-11 按钮文字及图形符号

### ② 常见按钮的型号及颜色

根据工作状态指示和工作情况要求,选择按钮或指示灯的颜色。例如:启动——绿色,停止——红色,故障——黄色,这是电气行业的规范标注。

常见按钮的型号含义如下:



### ③ 按钮的选择

- 根据用途,选用合适的型号。
- 按工作状态指示和工作情况的要求,选择按钮和指示灯的颜色。
- 按控制电路的需要,确定按钮数。

### ④ 按钮的常见故障分析

a. 按下启动按钮时有触电感觉。故障的原因一般为按钮的防护金属外壳与联接导线接触或按钮帽的缝隙间充满铁屑,使其与导电部分形成通路。

b. 停止按钮失灵,不能断开电路。故障的原因一般有接线错误、线头松动或搭接在一起、铁尘过多或油污使停止按钮两动断触头形成短路。

c. 按下停止按钮,再按起动按钮,被控电器不动作。故障的原因一般为被控电器有故障、停止按钮的复位弹簧损坏或按钮接触不良。

### (2) 行程开关

生产机械中常需要控制某些运动部件的行程:或运动一定行程使其停止,或在一定行程内自动返回或自动循环。这种控制机械行程的方式叫“行程控制”或“限位控制”。

行程开关又称限位开关,是实现行程控制的小电流(5 A 以下)主令电器,它是利用生产机械运动部件的碰撞来发出指令,即将机械信号转换为电信号,通过控制其他电器来控制运动部件的行程大小、运动方向或进行限位保护。

行程开关种类很多,以下介绍两种常用的系列产品。图 1-12 是行程开关图形符号。

#### ① 微动开关

图 1-13 是 JW 系列微动开关的结构图。

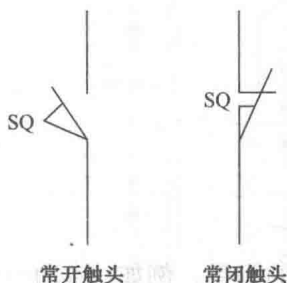


图 1-12 行程开关的图形符号

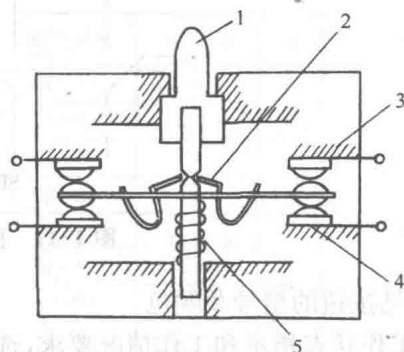


图 1-13 微动开关

1—推杆;2—弯形片状弹簧;3—常开触头;  
4—常闭触头;5—恢复弹簧

微动开关的结构和动作原理与按钮相似,由于弯形片状弹簧具有放大作用,推杆只需有微小的位移,便可使触头动作,故称为微动开关。微动开关的体积小,动作灵敏,适合在小型机构中使用,但由于推杆所允许的极限行程很小,以及开关的结构强度不高,因此在使用时必须对推杆的最大行程在机构上加以限制,以免被压坏。

#### ② 行程开关

常用的行程开关有 LX19 系列和 JLXK1 系列,各种系列的行程开关其基本结构相同,区别仅在于使行程开关动作的传动装置和动作速度不同。图 1-14 是 JLXK1 系列行程开关结构和动作原理图,图 1-15 是 JLXK1 系列行程开关外形图。

其动作原理是:当运动机械的挡铁撞到行程开关的滚轮上时,传动杠杆连同转轴一起转动,使凸轮推动撞块,当撞块被压到一定位置时,推动微动开关快速动作,使其常闭触头分断、常开触头闭合;当滚轮上的挡铁移开后,复位弹簧就使行程开关各部分恢复原始位置,这种单轮自动恢复的行程开关是依靠本身的恢复弹簧来复原的。图 1-16(c)中的双轮行程开关不能自动复位,它是依靠运动机械反向移动时,挡块碰撞另一滚轮将其复位。

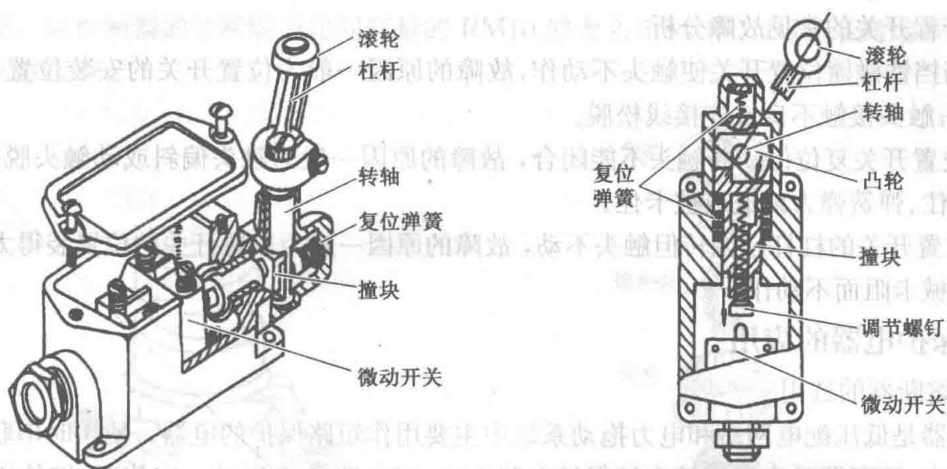


图 1-14 JLXK1 系列行程开关的结构和动作原理图

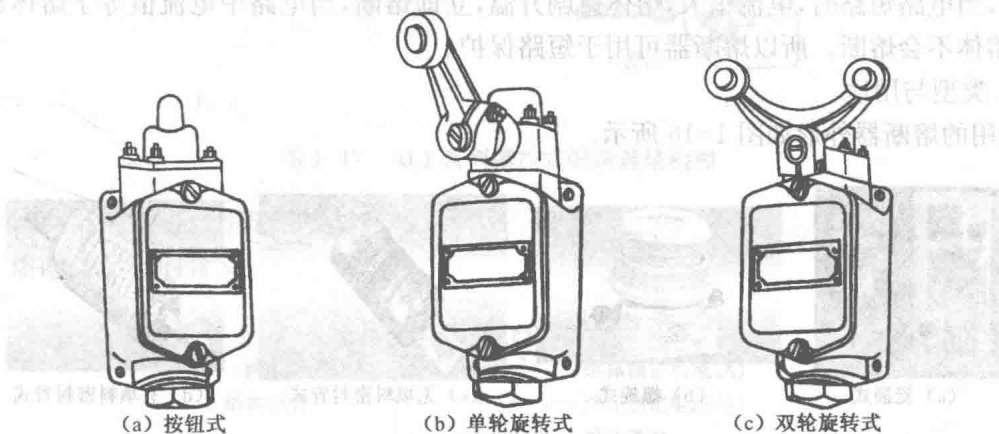
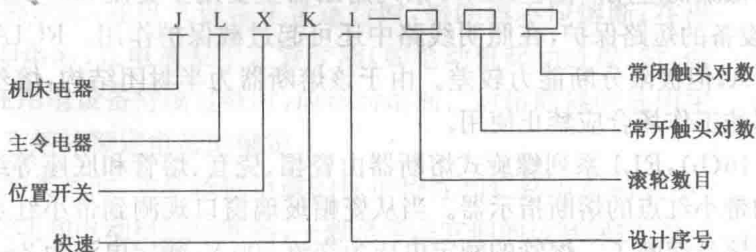


图 1-15 JLXK1 系列行程开关外形图

### ③ 行程开关型号及选择

#### A. 行程开关型号含义



#### B. 行程开关选择

- 根据应用场合及控制对象选择是一般用途还是起重设备用行程开关。
- 根据安装环境选择采用何种系列的行程开关。
- 根据机械与行程开关的传动形式,是开启式还是防护式。
- 根据控制回路的电压和电流,动力与位移关系选择合适的头部结构形式。



#### ④ 行程开关的常见故障分析

a. 当挡铁碰撞位置开关使触头不动作,故障的原因一般为位置开关的安装位置不对,离挡铁太远;触头接触不良或连接线松脱。

b. 位置开关复位但动断触头不能闭合,故障的原因一般为触头偏斜或动触头脱落、触杆被杂物卡住、弹簧弹力减退或被卡住。

c. 位置开关的杠杆已偏转但触头不动,故障的原因一般为位置开关的位置装得太低或触头由于机械卡阻而不动作。

### 4. 保护电器的应用

#### (1) 熔断器的选用

熔断器是低压配电网和电力拖动系统中主要用作短路保护的电器。使用时串联在被保护的电路中,熔断器是串联连接在被保护电路中的,当电路电流超过一定值时,熔体因发热而熔断,使电路被切断,从而起到保护作用。熔体的热量与通过熔体电流的平方及持续通电时间成正比,当电路短路时,电流很大,熔体急剧升温,立即熔断,当电路中电流值等于熔体额定电流时,熔体不会熔断。所以熔断器可用于短路保护。

##### ① 类型与用途

常用的熔断器外形如图 1-16 所示。



图 1-16 熔断器外形图

RC1A 系列熔断器如图 1-16(a),它结构简单,由熔断器瓷底座和瓷盖两部分组成。熔丝用螺钉固定在瓷盖内的铜闸片上,使用时将其插入底座,拔下瓷盖便可更换熔丝。由于该熔断器使用方便、价格低廉而应用广泛。RC1A 系列熔断器主要用于交流 380 V 及以下的电路末端作线路和用电设备的短路保护,在照明线路中还可起过载保护作用。RC1A 系列熔断器额定电流为 5~200 A,但极限分断能力较差。由于该熔断器为半封闭结构,熔丝熔断时有声光现象,对易燃易爆的工作场合应禁止使用。

RL1 如图 1-16(b),RL1 系列螺旋式熔断器由瓷帽、瓷套、熔管和底座等组成。熔管内装有石英砂、熔丝和带小红点的熔断指示器。当从瓷帽玻璃窗口观测到带小红点的熔断指示器自动脱落时,表示熔丝熔断了。熔管的额定电压为交流 500 V,额定电流为 2~200 A。常用于机床控制线路(但安装时注意上下接线端接法)。其结构如图 1-17 所示。

熔断器 RM10 系列如图 1-16(c),由熔断管、熔体及插座组成。熔断管为钢纸制成,两端为黄铜制成的可拆式管帽,管内熔体为变截面的熔片,更换熔体较方便。RM10 系列的极限分断能力比 RC1A 熔断器有所提高,适用于小容量配电设备。

熔断器 RT0 系列如图 1-16(d),由熔断管、熔体及插座组成,熔断管为白瓷质的与 RM10 熔断器类似,但管内充填石英砂,石英砂在熔体熔断时起灭弧作用,在熔断管的一端还设有熔