

普通高等教育机电类规划教材

电气控制及 PLC

主 编 周 军

副主编 海 心

参 编 王文红

主 审 朱伟兴



机械工业出版社

本教材内容共分三个部分：第一部分主要介绍普通继电器—接触器控制系统的组成、工作原理及控制系统设计，内容涉及常用低压电器元件、电气控制系统电路图的构成及工作原理，典型设备电气控制系统分析，简单电气控制系统设计。第二部分介绍可编程序控制器（PLC）在机械设备控制中的应用，内容涉及 PLC 的系统构成和工作原理、PLC 应用程序的设计与编制，应用计算机编程软件编制 PLC 应用程序的方法及应用，以及 5-Step 标准的编程方法介绍和应用。第三部分介绍设备调速系统，内容涉及直流调速系统和交流调速系统的构成及工作原理，分别介绍单闭环调速系统、无静差调速系统两类调速系统应用以及异步电动机的调速方法。该书的读者对象为普通高校机械设计制造及自动化专业及相近专业师生和有关技术人员。

图书在版编目（CIP）数据

电气控制及 PLC/周军主编. —北京：机械工业出版社，2001.8
普通高等教育机电类规划教材
ISBN 7-111-09094-2

I. 电… II. 周… III. ①电气设备-自动控制-高等教育-教材
②可编程序控制器-高等教育-教材 IV. TM762

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2001）第 044514 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
责任编辑：贡克勤 版式设计：张世琴 责任校对：陈立耘
封面设计：姚毅 责任印制：路琳
北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2002 年 2 月第 1 版·第 2 次印刷
1000mm×1400mmB5·5.25 印张·200 千字
4 001—8 000 册
定价：15.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话（010）68993821、68326677-2527

普通高等教育机电类规划教材编审委员会

主任委员	邱坤荣
副主任委员	黄鹤汀
	左健民 高文龙
	王晓天 蔡慧官
秘 书	周骥平
委 员	(排名不分先后)
	沈世德 周骥平
	徐文宽 唐国兴
	韩雪清 戴国洪
	李纪明 吴建华
	鲁屏宇 王 钧
	赵连生

序

人类满怀激情刚刚跨入充满机遇与挑战的 21 世纪。这个世纪是经济全球化、科技创新国际化的世纪，是新经济占主导地位的世纪，是科学技术突飞猛进、不断取得新突破的世纪。这个世纪对高等教育办学理念、体制、模式、机制和人才培养等各个方面都提出了全新的要求，培养的人才必须具备新思想、新观念、不断创新、善于经营和开拓市场、有团队精神等素质。

机械高等工程教育是我国高等教育的重要组成部分，21 世纪对它的挑战同样是严峻的。随着现代科学技术的迅猛发展，特别是微电子技术、信息技术的发展，它们与机械技术紧密结合，从而形成传统制造技术、信息技术、自动化技术、现代管理技术等相交融、渗透的先进制造技术，使制造业和制造技术的内涵发生了深刻的变化。面向 21 世纪的机械制造业正从以机器为特征的传统技术时代迈向以信息为特征的系统技术时代。制造技术继续沿着 20 世纪 90 年代展开的道路前进。制造技术和自动化水平的高低已成为一个国家或地区经济发展水平的重要标志。而目前我国的制造技术与国际先进水平还有较大差距，亟需形成我国独立自主的现代制造技术体系。面对这一深刻的变化和严峻的形势，我们必须认真转变教育思想，坚持以邓小平同志提出的“三个面向”和江泽民同志提出的“四个统一”为指导，以持续发展为主题，以结构优化升级为主线，以改革开放为动力，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、加大教学方法和手段改革为核心，努力培养素质高、应用能力与实践能力强、富有创新精神和特色的应用性的复合型人才。

基于上述时代背景和要求，由机械工业出版社、江苏省教育厅（原江苏省教委）、江苏省以及部分省外高等工科院校成立了教材编审委员会，并组织编写了机械工程及自动化专业四个系列成套教材首批 31 本，作为向新世纪的献礼。

这套教材力求具有以下特点：

(1) 科学定位。本套教材主要用于应用性本科人才的培养。

(2) 强调实际、实践、实用，体现“浅、宽、精、新、用”。所谓“浅”，就是要深浅适度；所谓“宽”，就是知识面要宽些；所谓“精”，就是要少而精，不繁琐；所谓“新”，就是要跟踪应用学科前沿，跟踪技术前沿，推陈出新，反映时代要求，反映新理论、新思想、新材料、新技术、新工艺；所谓“用”，就是要理论联系实际，学以致用。

(3) 强调特色。就是要体现一般工科院校的特点、特色，符合一般工科院校的

实际教学要求，不盲目追求教材的系统性和完整性。

(4) 以学生为本。本套教材尽量体现以学生为本、以学生为中心的教育思想，不为教而教，要有利于培养学生自学能力和扩展、发展知识能力，为学生今后持续创造性学习打好基础。

当然，本套教材尽管主观上想以新思想、新体系、新面孔出现在读者面前，但由于是一种新的探索以及其他可能尚未认识到的因素，难免有这样那样的缺点甚至错误，敬请广大教师和学生以及其他读者不吝赐教，以便再版时修正和完善。

本套教材的编审和出版得到了机械工业出版社、江苏省教育厅以及各主审、主编和参编学校的大力支持和配合，在此，一并表示衷心感谢。

普通高等教育机械工程及自动化专业机电类规划教材编审委员会

主任 邱坤荣

2001年元月于南京

前 言

本书是普通高校机械设计制造及其自动化专业以及相近专业学生的专业教材，内容分为三大部分：第一部分为继电器—接触器控制系统，包括常用低压电器、控制的基本环节和典型系统的分析及基本设计方法；第二部分为可编程序控制器（PLC）的原理、系统及编程；第三部分为直流及交流调速系统简介。本书在内容上注意循序渐进，由浅入深，便于读者掌握基本控制原理和控制方法。本书注重概念的阐述，重视实用性，力求与实际相结合。本书前两部分属传统的“电气控制”和“PLC”，编写时注重了两者之间的联系。与同类教材相比，增加了第三部分，其内容主要是简单介绍有关调速系统的基本知识，以便为后续课程打下基础，但由于学时的限制，内容只能尽量压缩，不足之处请读者指正。

本书由江苏理工大学朱伟兴教授主审，由河海大学周军主编。第一章、第二章由王文红编写，第三章、第五章、第六章、第七章、第八章由海心编写，第四章、第九章、第十章由周军编写。主审朱伟兴教授对本书提出了许多宝贵意见，编者在此谨表谢意。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中肯定有不少不妥和错误之处，敬请读者批评指正。

编者

2001年5月

目 录

序	
前言	
第一章 常用低压电器	1
第一节 概述	1
第二节 常用控制类电器	2
第三节 常用保护类电器	22
第二章 继电器—接触器控制电路基本环节	29
第一节 电路图的基本概念及绘制	29
第二节 三相笼型异步电动机的直接起动与正反转控制电路	35
第三节 三相笼型异步电动机减压起动控制电路	40
第四节 三相笼型异步电动机的制动控制电路	45
第五节 三相笼型异步电动机有级变速控制电路	48
第六节 电液组合控制电路	51
第七节 其他功能控制电路	55
第三章 典型机械设备电气控制系统分析	62
第一节 卧式车床的电气控制电路	63
第二节 X62W 型万能升降台铣床的电气控制电路	67
第三节 组合机床的电气控制电路	75
第四章 继电器—接触器控制系统设计	81
第一节 电气设计的主要内容	81
第二节 电动机的选择	84
第三节 电气控制线路的设计	86
第五章 可编程序控制器 (PLC) 基本原理	90
第一节 概述	90
第二节 可编程序控制器硬件构成及工作原理	94
第六章 可编程序控制器应用程序	101
第一节 编程概述	101
第二节 可编程序控制器的指令系统	106
第三节 功能图、步进梯形图及步进指令	114
第四节 功能指令应用	120
第七章 可编程序控制器 (PLC) 计算机软件编程	123
第一节 软件介绍	123

第二节	软件应用	127
第八章	可编程序控制器 (PLC) 5-Step 编程方法	131
第一节	5-Step 语句编程	131
第二节	5-Step 编程举例 (风机运行监控)	135
第九章	直流调速系统	139
第一节	直流电动机的调速方法	139
第二节	性能指标	141
第三节	单闭环调速系统	143
第四节	无静差调速系统	144
第十章	交流调速系统	148
第一节	全控型功率电子器件	148
第二节	交流调速原理	149
第三节	异步电动机调速方法	150
	思考题与习题	154
参考文献	157

第一章 常用低压电器

第一节 概 述

一、低压电器的分类

低压电器通常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器设备。

低压电器种类繁多，结构各异，用途广泛，功能多样。其分类方法很多，下面介绍低压电器常用的分类方法。

1. 按其在电路中作用分

(1) 控制类电器 包括接触器、开关电器、控制继电器、主令电器等。其在电路中主要起控制、转换作用。

(2) 保护类电器 包括熔断器、热继电器、过电流继电器、欠电压继电器、过电压继电器等。其在电路中主要起保护作用。

2. 按其控制的对象分

(1) 低压配电电器 包括刀开关、熔断器和断路器等。主要用于低压配电系统中，要求在系统发生故障的情况下动作准确、工作可靠，有足够的热稳定性和动稳定性。

(2) 低压控制电器 包括接触器、控制继电器、起动器、主令电器等。主要用于电气传动系统中，要求使用寿命长、工作可靠、维修方便。

3. 按其动作方式分

(1) 自动切换电器 电器在完成接通、分断或使电动机起动、反向以及停止等动作时，依靠其本身的参数变化或外来信号而自动进行动作。如：接触器、继电器、熔断器等。

(2) 非自动切换电器 通过人力作功(用手或通过杠杆)直接扳动或旋转操作手柄来完成切换的电器。如：刀开关、转换开关、按钮等。

按电器的执行机能可分为有触点电器和无触点电器。

二、低压电器的发展概况

低压电器的产生和发展是和电的发明和广泛应用分不开的，从按钮、刀开关、熔断器等最简单的低压电器开始，到多种规格的低压断路器、接触器以及由它们组成的成套电气控制设备，都是随着生产的需要而发展的。

自建国以来，我国随着国民经济的恢复和大规模经济建设的进行，国民经济

各部门对低压电器的种类、品种、质量提出了越来越高的要求。低压电器的品种也从少到多，产品质量从低到高逐渐发展。但产品与电工行业的国际标准 IEC (International Electro Technical Commission) 仍有一定的差距。

改革开放后，我国低压电器制造工业有了飞速的发展。一方面，国产产品如 CJ20 系列接触器，RJ20 系列热继电器，DZ20 系列塑料外壳式断路器等都是国内 20 世纪 80 年代更新换代产品，符合国家新标准（参考 IEC 标准制订），有的甚至符合 IEC 标准。另一方面，积极从德国 BBC 公司、AEG 公司及西门子公司、美国西屋公司、日本寺崎公司等引进了接触器、热继电器、起动机、断路器等先进的产品制造技术，并基本实现国产化，使我国低压电器的产品质量有较大的提高。

当前，我国低压电器的发展总是在不断提高其技术参数的性能指标，并在其经济性能上下功夫。其间，使用新材料、新工艺、新技术对产品质量的提高、性能的改善有着十分重要的作用。同时我国大力开发新产品，特别是多功能化产品及机电一体化产品，如电子化的新型控制电器（接近开关、光电开关、固态继电器与接触器、电子式电机保护器等）正不断研制、开发出来。总之，低压电器正向高性能、高可靠性、多功能、小型化、使用方便等方向发展。

本章主要介绍机械设备电气控制中经常用到的低压电器，着重介绍部分技术先进、符合 IEC 标准的电器产品，了解其结构、工作原理、用途、型号、图形符号及文字符号，为阅读和理解电气控制电路和正确使用及选择这些器件打下基础。

第二节 常用控制类电器

控制类电器在电气控制系统中主要起控制、调节作用，大多控制类电器广泛用于电气传动系统中，有的（如开关电器）也被用于低压配电系统中。

控制类电器主要包括：开关电器、接触器、控制继电器、主令电器。

一、低压开关电器

低压开关电器主要用于低压配电系统及电气控制系统中，对电路和电器设备进行不频繁地通断、转换电源或负载控制，有的还可用作小容量笼型异步电动机的直接起动控制。开关电器应用十分广泛，品种很多，主要有刀开关、组合开关、低压断路器。

1. 刀开关

“刀开关”是具有刀形触片的各类开关电器的总称。它们属结构比较简单、操作方便的手动电器。根据不同的工作原理、使用条件和结构形式，刀开关及其与熔断器组成的产品可分为板用刀开关、开启式负荷开关、熔断器组合电器等。

(1) 板用刀开关 板用刀开关是手动电器中结构最简单的一种。图 1-1 是刀开关的结构图,由手柄、触刀、静插座、铰链支座和绝缘支座等组成。合上手柄时,使触刀绕铰链支座转动,将触刀插入静插座内,电路接通;拉下手柄时,触刀脱离静插座时将电路断开。

板用刀开关按极数分为单极、双极、三极,其中三极刀开关用量最大;按切换功能(位置数)可分为单投和双投;按操作方式又可分为中央手柄式、带杠杆机构式、旋转操作式等。

刀开关的图形符号如图 1-2 所示。文字符号为 QS。

目前,国内大批量选用的板用刀开关有 HD11、HD12、HD13、HD14 等系列刀开关及 HS11、HS12、HS13 等系列刀形转换开关。其中 HD12、HD13、HD14 系列刀开关和 HS12、HS13 系列刀形转换开关能切断额定电流值以下的负载电流,用于接通或分断电路。而 HD11 系列刀开关和 HS11 系列刀形转换开关不能分断电流,只能作隔离电流用的隔离开关。

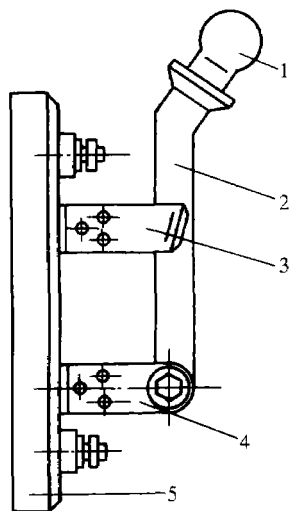


图 1-1 刀开关结构图
1—手柄 2—触刀 3—静插座
4—铰链支座 5—绝缘支座

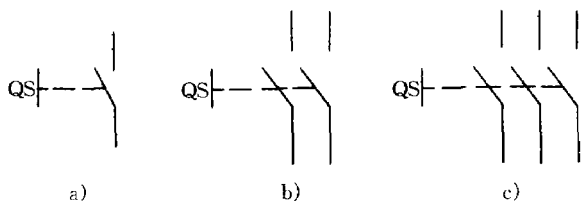
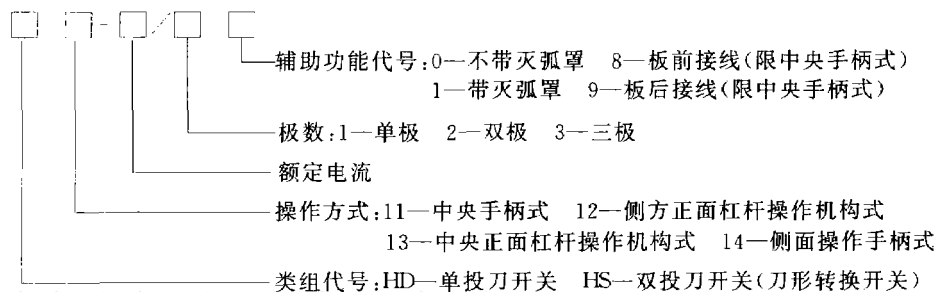


图 1-2 刀开关图形符号
a) 单极 b) 双极 c) 三极

刀开关的型号含义：



HD11~14 系列刀开关和 HS11~13 系列刀形转换开关的技术数据可查阅相关手册。

刀开关的主要技术参数有：

- 1) 额定电压 指在规定条件下，刀开关长期工作中能承受的最大电压。
- 2) 额定电流 指在规定条件下，刀开关在合闸位置允许长期通过的最大工作电流。
- 3) 通断能力 指在规定条件下，刀开关在额定电压时能接通和分断的最大电流值。
- 4) 电寿命 指在规定条件下，刀开关不经维修或更换零件的额定负载操作循环次数。

在选用刀开关时，刀开关的额定电压应大于或等于电路的额定电压，额定电流应稍大于或等于电路中的工作电流，刀开关的极数、位置数和操作方式可根据实际需要选定。当用刀开关直接通断小型负载时，应注意选择相应的通断能力。

(2) 开启式负荷开关 开启式负荷开关(习称胶盖瓷底刀开关)由刀开关和熔断器串联组合而成。常用来分断工作负荷电流，用作电气照明电路的控制开关及分支电路的配电开关，三极开启式负荷开关有时也可用于 5.5kW 以下的三相笼型异步电动机不频繁地直接起动和停止控制。

目前，国内常用的开启式负荷开关有 HK2、HK4 系列等。开启式负荷开关具有使用方便，价格低廉等优点。但其在控制电动机时易出现一相熔丝提前熔断，电动机缺相运行而被烧坏的现象，且该开关无灭弧装置，分断大电流时，产生电弧很大，易出现人身安全事故，现已逐渐被塑料外壳式低压断路器来取代。

(3) 熔断器组合电器 熔断器组合电器是由刀开关、隔离器与熔断器组合而成的各类电器总称。一般能进行有载通断，并有一定的短路保护功能。熔断器组合电器结构紧凑、操作方便、安全可靠，因而被广泛采用并逐渐替代某些老产品。

熔断器组合电器有刀开关熔断器组、熔断式刀开关、隔离器熔断器组、熔断式隔离器四种。

下面介绍刀开关熔断器组和熔断式刀开关。

1) 刀开关熔断器组 刀开关熔断器组是由刀开关和熔断器串联组合。将一个三极刀开关与三个熔断器串联组装在一个铁壳内就构成铁壳开关，又称封闭式负荷开关。如图 1-3 所示，其结构特点是：它装有

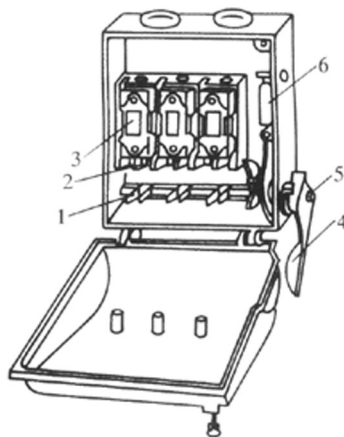


图 1-3 封闭式负荷开关结构图

- 1—闸刀 2—夹座 3—熔断器
4—手柄 5—转轴 6—速断弹簧

一个速断弹簧，拉闸时动刀片能很快与刀座分离，电弧被迅速拉长而熄灭；另外，为保证安全，其操作机构有机械联锁装置，当铁壳盖打开时，刀开关被卡住不能合闸，在开关合闸时，铁壳盖不能打开。

封闭式负荷开关的图形符号如图 1-4 所示。文字符号为 QF。

目前，国内常用的封闭式负荷开关有 HH3、HH4、HH10D、HH11 等系列，可用于配电电路中作电源开关，手控不频繁地接通或断开带负荷电路，三极封闭式负荷开关还可作为小型异步电动机的非频繁全压起动的控制开关。

2) 熔断式开关 刀开关的动触头由熔断器组成时即为熔断式刀开关，也称刀熔开关。其兼有熔断器和刀开关的功能，在正常情况下，熔断式刀开关可以接通和分断额定电流及额定电流以下的电流，如果电路中出现严重过载及短路故障，熔断器中的熔体就被熔断，及时切断故障电路。因此，熔断式刀开关可当作配电电路和电动机控制电路中作电源开关的短路保护之用。

目前，国内常用的熔断式刀开关有 HR3、HR5、HR11 等系列。HR3 系列熔断式刀开关由刀开关和 RT0 型熔断器组合而成；HR5 系列熔断式刀开关为更新设计产品，配用 NT 型熔断器或类似水平产品；HR11 系列熔断式刀开关为 20 世纪 80 年代攻关达标产品，配用 RT15 型熔断器。

2. 组合开关

组合开关因其可实现多组触头组合故有组合开关之称，实际是一种转换开关。如图 1-5 所示，组合开关有多对静触片和动触片，分别装在由绝缘材料隔开的胶木盒内，其静触片固定在绝缘垫板上，动触片套装在有手柄的绝缘转动轴上，转动手柄就可改变触片的通断位置，以达到接通或断开电路的目的。

由于开关转轴上装有扭簧储能机构，使开关能快速闭合或分断，以利于灭弧，且其分合速度与旋转速度无关。

组合开关的图形符号如图 1-6 所示。文字符号为 SCB。

组合开关具有结构紧凑、体积小、操作方便等优点，在机床电气控制中主要用作电源开关，不带负载接通或断开电源，供转换之用；也可以按电动机控制要求组合，直接控制电动机的起动、停止、Y- Δ 变换等，组

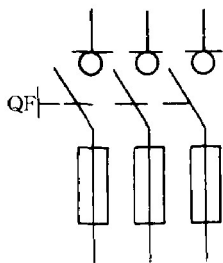


图 1-4 封闭式负荷开关图形符号

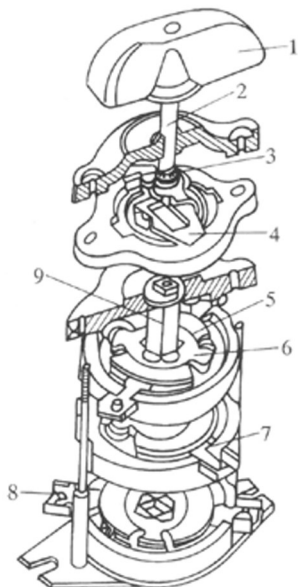


图 1-5 HZ10 型组合开关结构图

- 1—手柄 2—转轴 3—弹簧
4—凸轮 5—绝缘底板 6—动触片 7—静触片 8—接线柱
9—绝缘轴

合开关不适于频繁操作的场所使用。

目前，国内常用的组合开关有 HZ10、HZ15 等系列。引进产品有德国西门子公司 的 3LB 和 3ST 系列等。

3. 低压断路器

低压断路器过去常称自动开关或空气开关等，为了符合 IEC 国际标准，现统一使用低压断路器这个名称，可简称断路器。

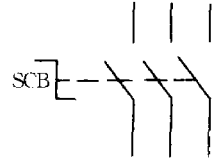


图 1-6 组合开关
图形符号

当电路正常工作时，断路器可以接通或分断正常负载电流；当电路发生严重的过载或短路或失电压故障时，断路器能够自动地分断故障电路，有效地保护串接在其后面的电气设备。因而，低压断路器是一种具有保护环节的开关电器，广泛应用低压配电电路、电气控制电路中。

按结构型式分，断路器有万能式和塑料外壳式两种。万能式（曾称框架式）断路器一般有个钢制框架，所有部件均安装在这个框架内（导电部分加绝缘）。万能式断路器容量较大，用作配电电路的保护开关。塑料外壳式断路器的主要特征是有一个塑料外壳，所有部件均安装在这个外壳中。塑料外壳式断路器容量较小，除可用于配电支路的保护开关外，还可用作电动机、照明电路及电热电路的控制开关。塑料外壳式断路器操作方式多为手动，主要有板式和按钮式两种。

下面介绍塑料外壳式断路器。

断路器主要有三个部分组成：

- 1) 触点和灭弧系统；
- 2) 各种可供选择的脱扣器，包括过电流脱扣器、失电压（欠电压）脱扣器、热脱扣器和分励脱扣器；

3) 操作机构和自由脱扣机构（自由脱扣是指当电路出现故障时，不论操作手柄在何位置，触点均能迅速自动分断）。

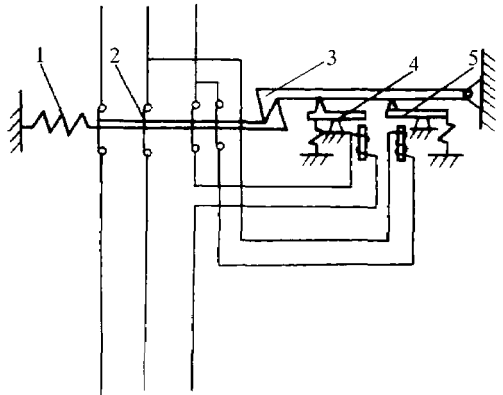


图 1-7 低压断路器工作原理图
1—释放弹簧 2—主触点 3—钩子
4—过电流脱扣器 5—失电压脱扣器

图 1-7 是低压断路器的工作原理图。图中选用了过电流和欠电压两种脱扣器。当电路正常工作时，断路器的主触点靠操作机构手动（或电动）合闸或断闸，即接通或分断正常工作电流。当断路器合闸后，主触点合上，此时，过电流脱扣器的衔铁是释放的，失电压脱扣器的衔铁是吸合的，它们都使自由脱扣机构的主触点锁在闭合位置上。若电路发生短路或过电流故障时，过电流脱扣器的衔铁被吸合，使自由脱扣机构自动脱扣，断路器自动跳闸，主触点分离，及时有效地切除高达数十倍额定电流的故障

电流；若电网电压过低或为零时，失电压脱扣器的衔铁被迫释放，同样使自由脱扣机构动作，断路器分断电路。这样，当电路过电流或欠电压时，断路器都能自动切断电源，保证了电路及电路中设备的安全。

低压断路器的图形符号如图 1-8 所示。文字符号为 QF。

低压断路器具有多种保护功能，通断能力较大，运行安全可靠，故障动作时三相联动，动作后不需要换元件可继续使用，且有体积小，重量轻，价格低等优点，因而在电路中得到了广泛应用，在工厂中常用断路器来替代刀开关熔断器组。

目前，国内常用的塑料外壳式断路器有 DZ5、DZ10、DZ15、DZ20、DZ10X 等系列，其中 DZ20 系列断路器是 20 世纪 80 年代开发的换代产品。引进生产的塑料外壳式断路器有：日本寺崎公司的 T0、TG 和 TH-5 系列、美国西屋公司的 H 系列、德国西门子公司的 3VE 系列、德国 ABB 公司的 M611 (DZ106) 系列和 S060 系列等。

DZ20 系列断路器的型号含义：

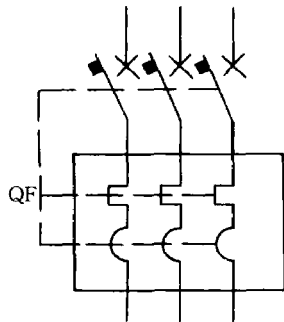
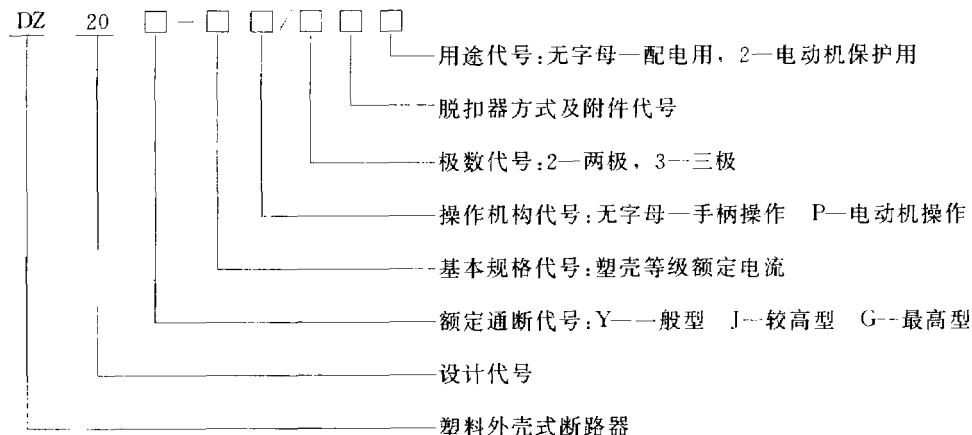


图 1-8 低压断路器
图形符号

脱扣器方式及附件代号可查阅相关手册。

部分塑料外壳式断路器的技术数据可查阅相关手册。

低压断路器的主要技术参数除额定电压、额定电流（脱扣器额定电流）之外，还有：

- 1) 壳架等级额定电流 同一规格的断路器中能装的最大脱扣器额定电流。
- 2) 额定极限短路分断能力 (I_{CN}) 断路器在规定试验电压及其它规定条件下

的极限短路分断电流值，可用预期短路电流表示（交流时为周期分量有效值）。

3) 额定运行短路分断能力 (I_{CS}) 断路器在规定试验电压及其它规定条件下的一种比 I_{CN} 小的分断电流值，不同使用类别下的 I_{CS} 和 I_{CN} 标准比例关系的数据系列可查阅相关手册。

选用低压断路器时应满足：

1) 断路器的额定工作电压和额定电流应分别不低于线路额定电压和计算电流；

2) 热脱扣器的整定电流应与所控制电动机的额定电流或负载额定电流一致；

3) 断路器的瞬时或短延时脱扣器整定电流应大于负载电路尖峰电流，对于电动机保护电路，当动作时间大于 0.02s 时可按不低于 1.35 倍起动电流的原则确定；当动作时间小于 0.02s 时则应增加为不低于起动电流的 1.7~2 倍。

二、接触器

1. 接触器的用途和分类

接触器是一种用来自动接通和断开主电路、大容量控制电路的控制电器，其主要控制对象是电动机，也可用于其它电力负载，如电热器、电焊机、电炉、变压器及电容器等。接触器不仅可用来频繁地接通或断开带负荷电路，而且能实现远距离控制，还具有失压保护功能，因而被广泛使用。

接触器种类繁多，按使用的电路不同分交流接触器和直流接触器；按驱动力不同可分为电磁式、气动式和液压式等接触器；按灭弧介质不同分为空气式、油浸式和真空式接触器。

下面主要介绍产量较大、应用较广泛的空气电磁式交流接触器，习惯简称交流接触器。

2. 交流接触器的结构和工作原理。

图 1-9 是交流接触器的结构示意图。

交流接触器有以下四部分组成：

(1) 电磁机构 由电磁线圈、铁心和衔铁等组成，其功能是操作触点的闭合和断开。

(2) 触点系统 包括主触点和辅助触点，主触点可以通断较大的电流，用于主电路；辅助触点通断较小的电流（一般不超过 10A），用于控制电路。一般每台接触器有三对（或四对）动合（常开）主触点和数对动合、动断（常闭）辅助触点。

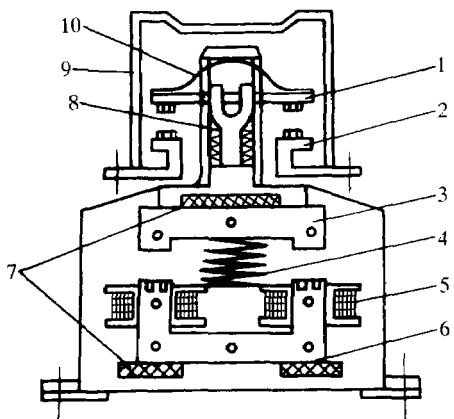


图 1-9 CJ20 交流接触器结构示意图

1—动触桥 2—静触点 3—衔铁 4—缓冲弹簧
5—电磁线圈 6—静铁心 7—垫毡 8—触点弹簧
9—灭弧罩 10—触点压力簧

(3) 灭弧系统 容量在 10A 以上的接触器都有灭弧装置, 常采用纵缝灭式或栅片结构。

(4) 其它部分 包括弹簧、传动机构、接线柱及外壳等。

交流接触器的工作原理: 当线圈通电后, 线圈电流产生磁场, 使静铁心产生电磁吸力将衔铁吸合, 衔铁带动动触桥向下运动, 使动断触点断开, 动合触点闭合 (图中未画出)。当线圈断电时, 电磁吸力消失, 衔铁在弹簧的作用下释放, 各触点又恢复原来位置。

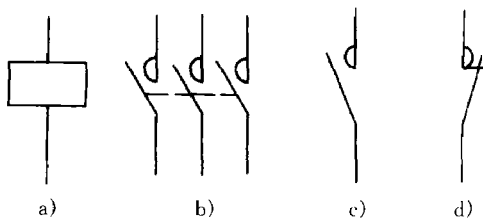


图 1-10 接触器图形符号

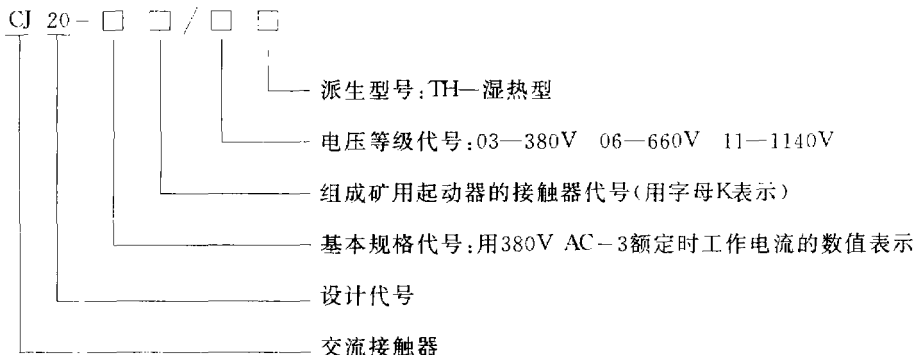
a) 线圈 b) 主触点 c) 动合 (常开) 辅助触点
d) 动断 (常闭) 辅助触点

接触器的图形符号如图 1-10 所示。文字符号为 KM。

3. 接触器的型号及主要技术参数

目前, 国内常用的交流接触器有 CJ10、CJ12、CJ20、CJ24、CJX1、CJX2 等系列, 其中 CJ20 和 CJ24 系列接触器是 20 世纪 80 年代开发的新产品分别替代了 CJ10、CJ12 系列。CJ20 系列接触器主要用于控制三相笼型异步电动机的起动、停止等, CJ24 系列接触器主要用于冶金、矿山及起重设备中控制绕线式电动机的起动、停止和切换转子电阻。引进生产的交流接触器有: 德国西门子公司的 3TB 和 3TF 系列、法国 TE 公司的 LC1 和 LC2 系列、德国 BBC 公司的 B 系列等。

CJ20 系列交流接触器的型号含义:



接触器铭牌上所规定的电压、电流、功率及电寿命仅是对应于一定使用类别的额定值。根据 JB2455—85《低压接触器》标准, 低压接触器常见使用类别及其代号见表 1-1。

部分 CJ20 系列接触器的技术参数可查阅相关手册。

交流接触器的主要技术参数有: