



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电器及PLC控制技术

(机电技术应用专业)

主编 高 勤



高等教育出版社

954

TM 371-43

G26

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电器及 PLC 控制技术

(机电技术应用专业)

主 编 高 勤
责任主审 罗圣国
审 稿 周剑英



A1026857

高等教育出版社

内容简介

本书是根据教育部 2001 年颁发的《中等职业学校机电技术应用专业教学指导方案》中主干课程《电器及 PLC 控制技术教学基本要求》,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级标准编写的中等职业教育国家规划教材。

本书综合了“工厂电气控制”和“可编程序控制器”两门课程的内容,主要包括:控制用电磁组件、电气控制系统的基本电路、可编程序控制器的基本概况、FX 系列 PLC 的指令系统及编程方法、C 系列 P 型机的指令系统及编程方法、可编程序控制器的实际应用及编程器的功能及使用等。

本书可为中等职业学校机电技术应用专业、电气工程及自动化专业及相关专业教材,也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电器及 PLC 控制技术/高勤主编. —北京:高等教育出版社,2002.6.30

中等职业学校机电技术应用专业

ISBN 7-04-010924-7

I. 电... II. 高... III. ①电气设备—自动控制—专业学校—教材②可编程序控制器—专业学校—教材
IV. TM762

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 034860 号

电器及 PLC 控制技术

高勤 主编

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
邮政编码 100009
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 14.5
字 数 330 000

版 次 2002 年 6 月第 1 版
印 次 2002 年 6 月第 1 次印刷
定 价 17.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前 言

可程序控制器是以微处理器为基础,综合计算机技术、电子应用技术、自动控制技术以及通信技术发展起来的新型工业自动化控制装置。可程序控制器自问世以来,经过了 30 多年的发展,已成为许多发达国家的重要产业,近些年来在国内也已得到了全面的普及应用。可程序控制器的应用与推广,使工业自动化控制进入了新的阶段。电气控制和可程序控制两部分内容有内在关联,属同一体系,但是两者的发展阶段不同,鉴于可程序控制器在工业自动化控制中日趋广泛的应用,为满足社会的需求,特编写《电器及 PLC 控制技术》一书。

本书是根据教育部 2001 年颁发的中等职业学校机电技术应用专业《电器及 PLC 控制技术教学基本要求》编写的。本书综合了“工厂电气控制”与“可程序控制器”两门课的内容,为掌握可程序控制器的实际应用提供了方便,也使教学内容更具有科学性和先进性。同时为便于教学,本书这两部分内容的安排又具有相对的独立性。

本书以较新型的 FX 系列 PLC 和 C 系列 P 型机为蓝本,从实际应用出发,对小型机的指令系统及编程方法,作了较详细的介绍。根据职业教育的特点,本书在编写时力求由浅入深,通俗易懂,摒弃纯理论性的分析探讨,注重实用性,力求做到理论联系实际。同时选择一些实际应用的设计内容,以提高学生的学习兴趣、拓宽其知识面。同时,为配合每章节的内容还设置了适当的思考题、习题。

本课程教学时数为 88 课时,学时安排建议如下(供参考):

课 程 内 容	学 时	实 验
第一章 控制用电磁组件	6	18
第二章 电气控制系统的基本电路	14	
第三章 可程序控制器的基本概况	6	
第四章 FX 系列 PLC 的指令系统及编程方法	16	
第五章 C 系列 P 型机的指令系统及编程方法	14	
第六章 可程序控制器的实际应用	10	
第七章 编程器的功能及使用	4	
合计		88

本书的第四章、第五章以及第七章的第一节、第二节为两种不同机型的 PLC 内容,教学时可根据实际设备选用。

为加强实践教学环节便于教师指导教学及学生尽快掌握 PLC 技术,本书实训部分单独编写成册,与本书配套出版。

本书共七章,高勤任主编。第一、二章由王淑英编写,第三至七章由高勤编写。在本书的编

写过程中,参阅了许多相关的资料和书籍,得到了北京市仪器仪表学校蒋湘若、黄净老师以及西安仪表工业学校 PLC 实验室曹建民老师的帮助,在此一并表示诚挚的谢意!

限于编者的水平和经验,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2001 年 12 月

目 录

第一章 控制用电磁组件	1	第四节 步进指令及编程方法	88
第一节 低压电器的分类及发展概述	1	第五节 功能指令及编程方法	101
第二节 主令电器	2	习题四	111
第三节 接触器和继电器	6	第五章 C 系列 P 型机的指令系统	
习题一	17	及编程方法	115
第二章 电气控制系统的基本电路	18	第一节 C 系列 P 型机的基本概况	115
第一节 电气控制电路的绘制	18	第二节 C 系列 P 型机的内部系统配置	117
第二节 三相异步电动机的起动电路	20	第三节 C 系列 P 型机的指令系统及编	
第三节 三相异步电动机的电气制动		程方法	119
控制电路	30	第四节 常用基本单元电路的编程举例	139
第四节 电气控制电路中的保护措施	32	习题五	145
第五节 生产机械的电气控制系统	34	第六章 可编程序控制器的实际应用	149
习题二	46	第一节 PLC 控制系统的设计	149
第三章 可编程序控制器的基本概况	49	第二节 PLC 在化工生产中的应用	154
第一节 可编程序控制器简介	49	第三节 PLC 在自动生产线上的应用	158
第二节 可编程序控制器的基本组成		第四节 PLC 在机械加工中的应用	166
及工作原理	54	第五节 PLC 在电梯控制中的应用	172
第三节 可编程序控制器的输入/输出		习题六	175
单元	59	第七章 编程器的功能及使用	179
习题三	63	第一节 三菱 PLC 配置编程器的功能	
第四章 FX 系列 PLC 的指令系统		及使用	179
及编程方法	64	第二节 立石 PLC 配置编程器的功能	
第一节 FX 系列 PLC 的内部系统配置	64	及使用	191
第二节 FX 系列 PLC 的基本指令		习题七	199
及编程方法	67	附录	200
第三节 常用基本单元电路的编程举例	78	参考文献	221

第一章 控制用电磁组件

第一节 低压电器的分类及发展概述

低压电器是电力拖动自动控制系统的基本组成元件。控制系统的优劣与所用低压电器直接相关。电气技术人员必须熟悉常用低压电器的原理、结构、型号、规格和用途,并能正确选择、使用与维护。

低压电器通常是指工作在交流电压小于 1 200 V、直流电压小于 1 500 V 的电路中起通、断、保护、控制或调节作用的电器设备。

一、低压电器的分类

低压电器种类繁多,结构原理各异,功能多样,用途广泛。

1. 按其用途或所控制对象分类

(1) 低压配电电器 这类电器包括刀开关、转换开关、熔断器和自动开关等。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。

(2) 低压控制电器 包括接触器、控制继电器、主令开关、起动器和电磁铁等。主要用于电力拖动自动控制系统和用电系统中,要求寿命长、体积小且工作可靠。

2. 低压电器按动作方式分类

(1) 自动电器 自动电器是按照外来信号或某个物理量的变化而自动动作的电器,如接触器、继电器等。

(2) 非自动电器 是通过人工或外力直接操作而动作的电器,如按钮、行程开关等。

3. 按电器的执行机能分类

按电器的执行机能可分为有触点电器和无触点电器。如有触点的电器包括开关、按钮等,无触点电器有晶闸管、IGBT 管等。

二、我国低压控制电器的发展概况

低压电器是组成电器成套设备的基础配套元件。低压电器使用量大,可分为低压配电电器和低压控制电器。发电厂生产的电能 80% 以上是以低压电形式付诸使用的,每生产 10^4 kW 的发电设备,需生产 4 万件各种低压电器元件与之配套使用;一套 1 700 mm 连轧机的电器设备中需使用不同品种规格的上万件低压电器元件。

从刀开关、熔断器等最简单的低压电器算起,到多种规格的低压断路器、接触器、继电器以及由它们组成的成套电气控制设备都随着国民经济的发展而不断发展。

改革开放以来,低压电器制造工业有了飞速发展,1981 年低压电器产品已发展到 12 大类,380 个系列,1 200 多个品种,几万种规格。特别是先进技术的引进,加快了新产品的问世。从德

国 BBC 公司、AEG 公司和美国西屋公司引进的 ME 系列低压断路器、B 系列交流接触器、T 系列热继电器、NT 和 NGT 系列熔断器等产品制造技术,使这些产品的生产基本上实现了国产化,有的产品还返销到国外。我国自行生产的 DW15-2500 框架式低压断路器,额定电压 380 V、分断能力为 60 kA,符合 IEC 国际标准,结构紧凑、新颖、使用维修方便,采用电动操作方式并附有应急和维修手柄,保护方式齐全。引进先进技术而开发的新产品 B105 交流接触器符合 IEC 和 VDE 标准,体积小,重量轻,结构紧凑,使用方便,机械寿命达到 1 000 万次,在额定电压 380 V、使用类别为 AC-3 时电气寿命达到 100 万次。RT20 系列有填料封闭式熔断器,功耗低、分断能力高达 120 kA。DW15C-1000、1600 抽屉式和框架式断路器主要技术性能指标与引进的同类产品相当,而价格明显低于引进的同类产品。

当前,我国低压电器的主攻方向是:抓新产品的研制、开发工作,加强基础技术的理论研究。具体体现在提高电器元件的性能,大力发展机电一体化产品,研制开发智能化电器、电动机综合保护电器、有触点和无触点的混合式电器、模数化终端组合电器和节能电器。模数化、外形艺术化和使用安全化,是理想的新一代配电装置。带微处理器的框架式低压断路器具有多段保护、接地、过载预警、欠电压保护、逆功率脱扣、实验、测量、自诊断和显示等功能。

第二节 主令电器

主令电器属于控制电器,是用来发出指令的低压操作电器。主令电器的种类很多,除控制按钮、行程开关外,还有十字开关、主令控制器、接近开关和光电开关等。

一、控制按钮

控制按钮是一种结构简单、应用广泛的主令电器。在低压控制电路中,用于发布手动控制指令。

控制按钮是由按钮帽、复位弹簧、桥式触点和外壳组成,其结构示意图如图 1-1 所示。按钮在外力作用下,首先断开动断(又称常闭)触点,然后再接通动合(又称常开)触点。复位时,动合触点先断开,动断触点后闭合。

目前应用较多的产品有 LA18、LA19、LA20、LA25 和 LAY3 等系列。其中 LA25 系列为通用型按钮的更新换代产品,采用组合式结构,可根据需要任意组合其触点数目,最多可组合 6 个单元,LAY3 系列是根据德国西门子公司技术标准生产的产品,规格品种齐全,其结构形式有按钮式、紧急式、钥匙式和旋转式等,有的带有指示灯,适用于工作电压 660 V(AC)或 440 V(DC)以下,额定电流 10 A 的场合,可取代同类进口产品。

随着计算机技术的不断发展,控制按钮又派生出用于计算机系统的弱电按钮新产品,如 SJL 系列弱电按钮,具有体积小和操作灵敏等特点。

控制按钮的选用要考虑其使用场合,对于控制直流负载,因直流电弧熄灭比交流困难,故在同样的工作电压下,直流工作电流应小于交流工作电流,并根据具体控制方式和要求选择控制按钮的结构形式、触点数目及按钮的颜色等。一般以红色表示停止按钮,绿色表示起动按钮。通常所选用的规格为交流额定电压 500 V、允许持续电流 5 A。

控制按钮的图形、文字符号如图 1-2 所示。

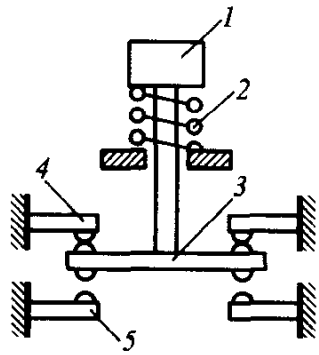
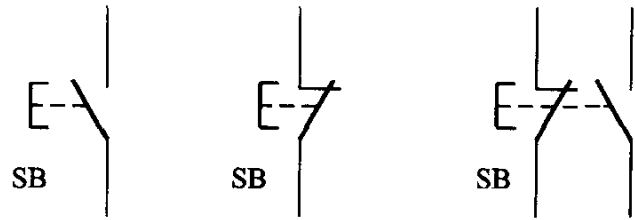


图 1-1 按钮结构示意图

1—按钮帽；2—复位弹簧；3—动触点；
4—动断触点；5—动合触点



(a) 动合触点 (b) 动断触点 (c) 复式触点

图 1-2 按钮的图形及文字符号

按钮型号有国产型号 LA 系列，统一设计新型号为 LA25 系列，引进德国 BBC 公司的 LAZ 系列。

二、行程开关

行程开关又称限位开关，一般由执行元件、操作机构及外壳组成，利用生产机械的某运动部件对开关操作机构的碰撞而使触点动作，控制机械运动的方向和行程的大小，或实现极限位置保护。行程开关的种类很多，按结构分有直动式、微动式和滚动式。

1. 直动式行程开关

直动式行程开关如图 1-3a 所示。其结构与按钮相似，只是它用运动部件上的挡块来碰撞行程开关的推杆。这种行程开关触点的分合速度取决于挡块的移动速度，在挡块移动速度低于 0.4 m/min 时，触点断开较慢，电弧易烧坏触点，此时不应采用这类行程开关。

2. 滚动式行程开关

为克服直动式行程开关的缺点，还可采用能瞬时动作的滚轮旋转式结构，如图 1-3b 所示。这种结构的开关通过左右推动滚轮 1，带动小滑轮 10 在擒纵件 7 上快速移动，从而使动触点迅速地与右边的静触点断开，并与左边的静触点闭合。这样就减少了电弧对触点的烧蚀，并保证了动作的可靠性。这类行程开关适用于低速运动的机械。

3. 微动式行程开关

微动开关具有弯片式弹簧瞬动机构，如图 1-3c 所示。当推杆被压下时，弓簧片变形，储存能量。当达到预定位置时，弹簧片连同动触点产生瞬时跳跃，实现电路的切换。当操作力小时，弹簧释放能量，反向跳跃，触点分合速度不受推杆压下速度影响，克服了直动式行程开关的缺点。这种行程开关不仅动作灵敏而且体积小，适用于小型机构。

行程开关的主要技术参数有额定电压、额定电流、触点换接时间、动作力、动作角度或工作行程、触点数量、结构形式和操作频率等。全国统一新设计的行程开关有 LX31、LX32 和 LX33 系列，其他常用的行程开关有 LX19、LXW-11（微动式）、JIXK1（快速式）、LW2、LX5 和 LX10 等系列，引入产品有德国西门子公司的 3SE、法国柯赞公司的 831 系列等。

行程开关的图形符号、文字符号如图 1-4 所示。

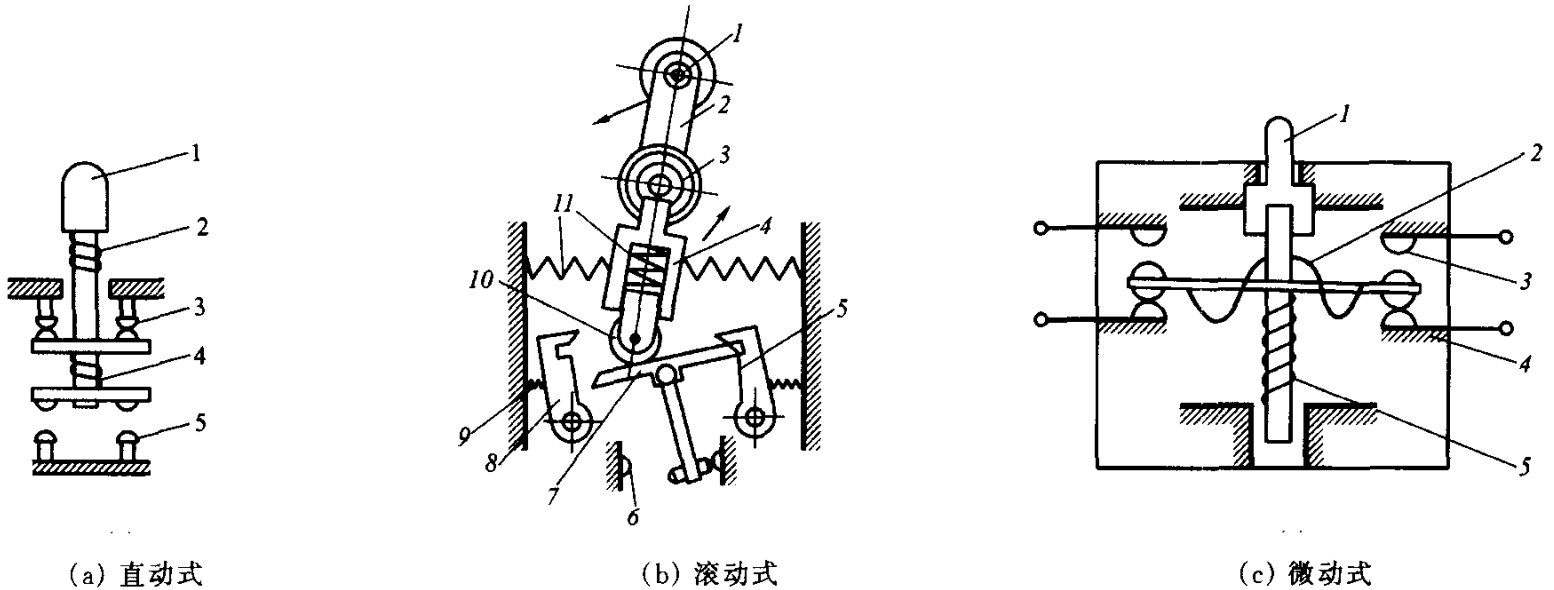


图 1-3 行程开关的结构图

- | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|------------|--------|----------|---------|
| 1—顶杆； | 2—弹簧； | 1—滚轮； | 2—上转臂； | 3、9、11—弹簧； | 1—推杆； | 2—弓形片弹簧； | |
| 3—动断触点； | 4—触点弹簧； | 4—推杆； | 5、8—压板； | 6—触点； | 7—擒纵件； | 3—动合触点； | 4—动断触点； |
| 5—动合触点 | | 10—小滑轮； | | 5—复位弹簧 | | | |

三、霍尔接近开关

霍尔接近开关在工业中主要用于产品计数、测速、确定物体位置并控制其运动状态以及自动安全保护等。

1. 霍尔接近开关的结构及工作原理

霍尔接近开关主要由霍尔元件、稳压电路、放大器、施密特触发器和 OC 门等电路构成,通常集成在一个芯片上。

图 1-5 所示为霍尔接近开关集成电路。当外加磁场强度超过规定的工作点时,OC 门由高电阻态变为导通状态,输出变为低电平,当外加磁场强度低于释放点时,OC 门重新变为高阻态,输出高电平。

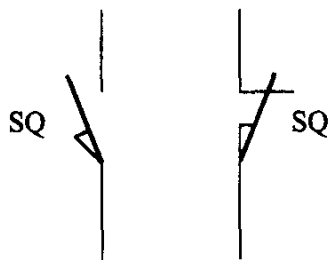


图 1-4 行程开关的图形、文字符号

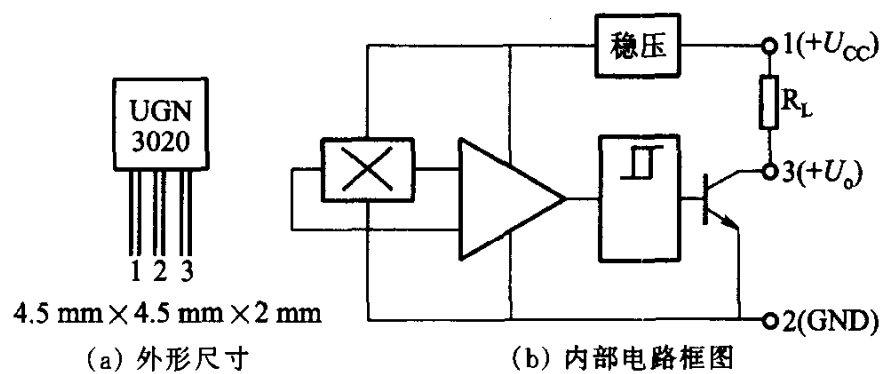


图 1-5 霍尔接近开关集成电路

2. 霍尔接近开关的应用

在一定的距离(几毫米至十几毫米)内检测物体有无的传感器称为接近开关。它给出的是开关信号(高电平或低电平),有的还具有较大的负载能力(如直接驱动继电器工作等)。许多接近开关将感测头与测量转换电路及信号处理电路作在一个壳体内,壳体上多带有螺纹,以便于安装和调整距离。霍尔接近开关的工作原理示意图如图 1-6 所示。

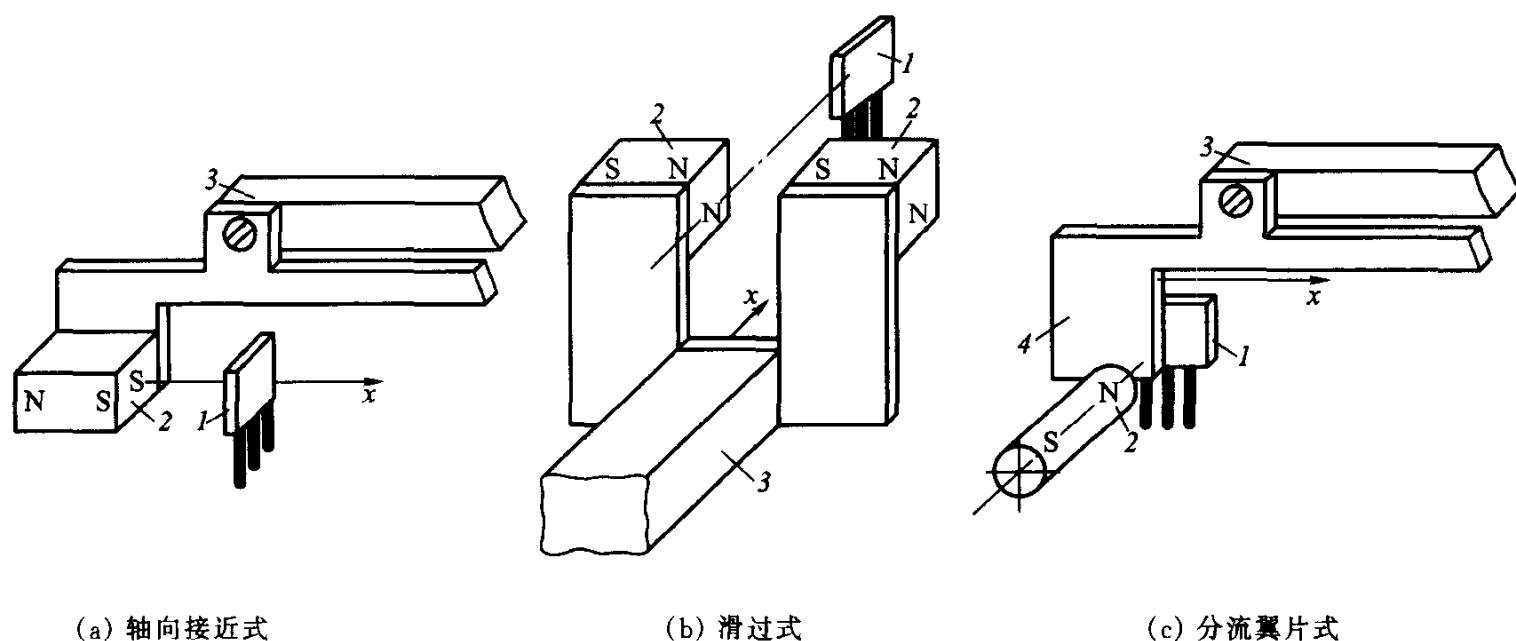


图 1-6 霍尔接近开关的工作原理示意图
1—霍尔器件；2—磁铁；3—运动部件；4—软铁分流翼片

图 1-6a 中,磁极的轴线与霍尔器件的轴线在同一直线上。当磁铁随运动部件移动到距霍尔器件几毫米时,霍尔器件的输出由高电平变为低电平,经驱动电路使继电器吸合或释放,运动部件停止运动。

在图 1-6b 中,磁铁随运动部件沿 x 方向移动时,霍尔器件从两块磁铁间隙中滑过。当磁铁与霍尔器件的间距小于某一数值时,霍尔器件输出由高电平变为低电平。

在图 1-6c 中,软铁制作的分流翼片与运动部件联动,当它移动到磁铁与霍尔器件之间时,磁力线被分流,遮挡了磁场对霍尔器件的激励,霍尔器件输出高电平。

3. 霍尔开关的特点

霍尔开关与机械开关相比,具有如下特点:

- (1) 非接触检测,不影响被测物的运动工况;
- (2) 不产生机械磨损和疲劳损伤,工作寿命长;
- (3) 响应快,一般响应时间为几毫秒或几十毫秒;
- (4) 采用全封闭结构,防潮、防尘性能较好,工作可靠性强;
- (5) 无触点、无火花、无噪声,适用于要求防爆的场合(防爆型);
- (6) 输出信号大,易于与计算机或 PLC 等接口;
- (7) 体积小,安装、调整方便。

四、光电开关

光电开关是用来检测物体靠近、通过等状态的光电传感器。近年来,随着生产自动化、机电一体化发展,光电开关已发展成系列产品,其品种及产量日益增加,用户可根据生产需要,选用适当规格的产品,而不必自行设计光路及电路。

光电开关可分为遮断型和反射型,如图 1-7 所示。图 1-7a 中,发射器和接收器相对安放,轴线严格对准。当有物体在两者之间通过时,红外光束被遮断,接收器接受不到红外线而产生一个电脉冲信号。反射型又分为反射镜反射型(简称接受型)及被测物体反射型(简称散射型),如

图 1-7b、c 所示。反射镜反射型传感器单侧安装,需要调整反射镜的角度以取得最佳的反射效果,它的检测距离不如遮断型。散射型安装最为方便,并且可以根据被测物体上的黑白标记来检测,但散射型的检测距离较小,只有几百毫米。

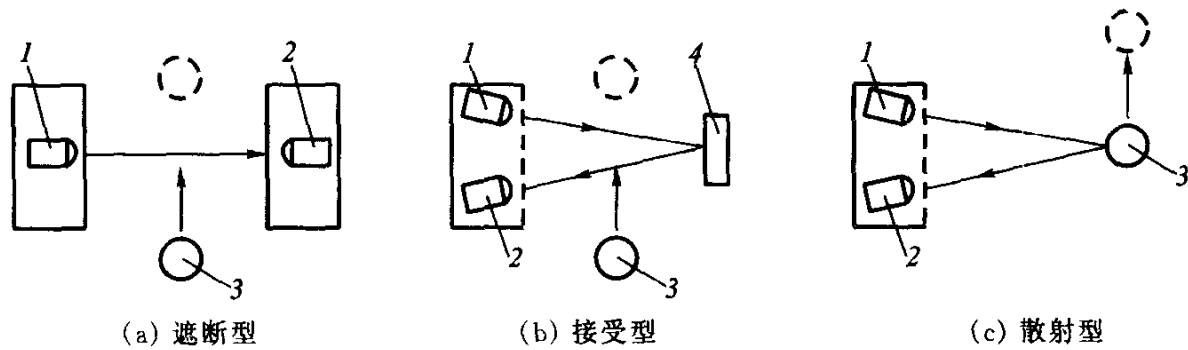


图 1-7 光电开关类型及应用

1—发射器; 2—接收器; 3—被测物; 4—反射镜

光电开关中的红外光发射器一般采用功率较大的红外发光二极管(红外 LED)。而接收器可采用光敏三极管、光敏达林顿三极管或光电池。为了防止日光灯的干扰,可在光敏元件表面加红外滤光透镜。LED 可用高频(40 kHz 左右)脉冲电流驱动,从而发射调制光脉冲,相应地,接受光电元件的输出信号经选频交流放大器及解调器处理,可以有效地防止太阳光的干扰。

光电开关可用于生产流水线上统计产量、检测装配件到位与否以及装配质量,并且可以根据被测物的特定标记给出自动控制信号。目前,它已广泛地应用于自动包装机、自动灌装机和装配流水线等自动化机械装置中。

第三节 接触器和继电器

一、接触器

接触器是自动控制系统中应用最为广泛的一种低压自动控制电器,用来频繁地接通和断开交直流主电路和大容量控制电路,实现远距离自动控制,并具有欠(零)电压保护功能。主要用于控制电动机和电热设备等。

1. 接触器的结构

接触器主要由电磁机构、触点系统和灭弧装置组成,其结构示意图如图 1-8 所示。

(1) 电磁机构 电磁机构由电磁线圈、动铁心(衔铁)和静铁心三部分组成,其作用是将电磁能转换成机械能,产生电磁吸力带动触点动作。

(2) 触点系统 触点是接触器的执行元件,用来接通或断开被控制电路。接触器的触点系统包括主触点和辅助触点。主触点用于接通或断开主电

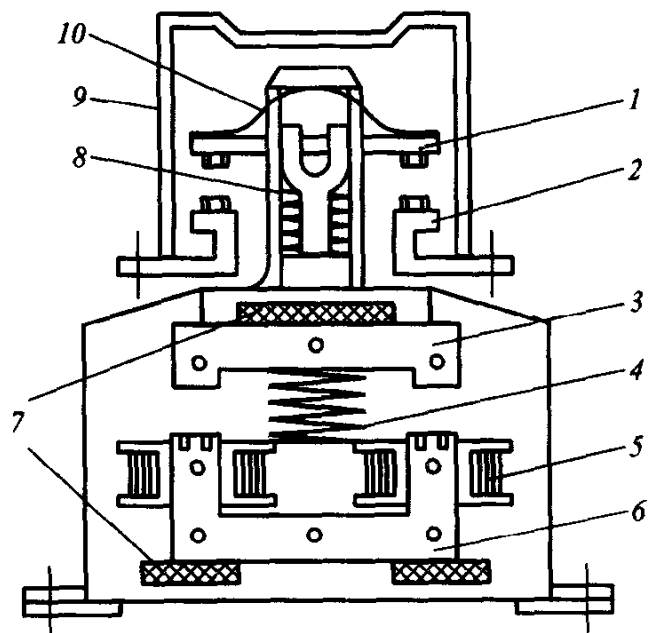


图 1-8 CJ20 系列交流接触器结构示意图

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

路,允许通过较大的电流;辅助触点用于接通或断开控制电路,通过较小的电流。

触点按其原始状态可分为动合触点和动断触点:原始状态时(即线圈未通电)断开,当线圈通电后闭合的触点称为动合触点;原始状态闭合,线圈通电后断开的触点称为动断触点(线圈断电后所有触点复位)。

(3) 灭弧装置 当触点断开的瞬间,触点间距离极小,电场强度较大,触点间产生大量的带电粒子,形成炽热的电子流,产生弧光放电现象,称为电弧。电弧的出现,既妨碍电路的正常分断,又会使触点受到严重灼伤,为此必须采用有效的措施进行灭弧,以保证电路和电器元件工作安全可靠。要使电弧熄灭,应设法降低电弧的温度和电场强度。常用的灭弧装置有灭弧罩、灭弧栅和磁吹灭弧装置等。

接触器的图形符号、文字符号如图 1-9 所示。

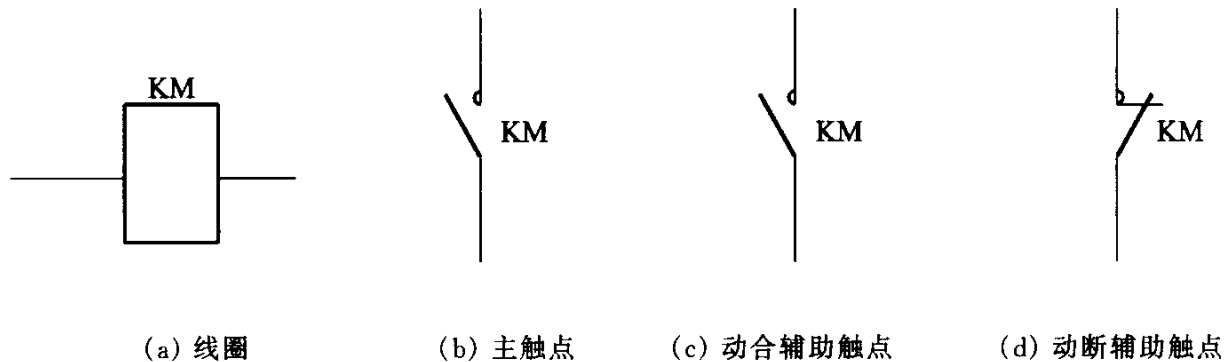


图 1-9 接触器的图形、文字符号

2. 接触器的工作原理

当电磁线圈通电后,线圈电流产生磁场,使静铁心产生吸力吸引衔铁,并带动触点动作,动断触点断开;动合触点闭合,两者是联动的。当线圈断电时,电磁吸力消失,衔铁在释放弹簧的作用下释放,使触点复位:动合触点断开,动断触点闭合。

3. 接触器的分类

接触器按其主触点所控制主电路电流的种类可分为交流接触器和直流接触器两种。交流接触器线圈通以交流电,主触点接通、断开的是交流主电路,如图 1-10 所示。

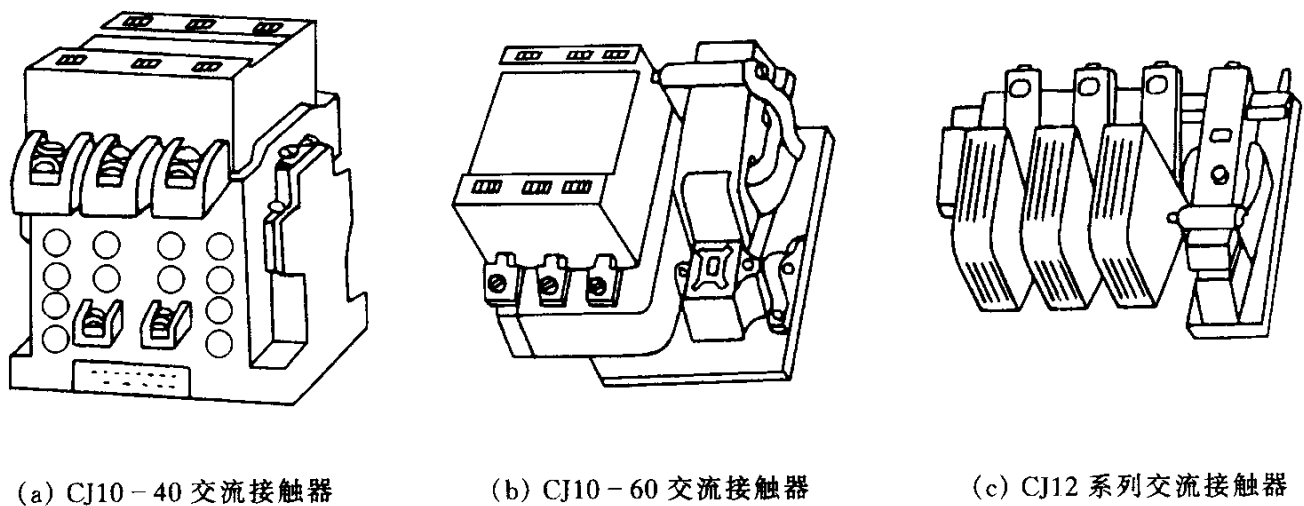


图 1-10 交流接触器

当交变磁通穿过铁心时,将产生涡流和磁滞损耗,使铁心发热。为减少铁损,铁心用硅钢片冲压而成。为便于散热,线圈做成短而粗的圆筒形绕在骨架上。

由于交流接触器铁心的磁通是交变的,当磁通过零点时,电磁吸力也为零,此时吸合后的衔

铁在反力弹簧的作用下将被拉开,当磁通过零后,电磁吸力又增大,当电磁吸力大于弹簧反力时,衔铁又被吸合。这样,随着电源频率的变化,使衔铁会产生强烈的振动和噪声。甚至使铁心松动。为此在交流接触器的铁心端面上安装一个铜环(短路环),如图 1-11 所示。目的是消除振动和噪声,使接触器安全可靠地工作。

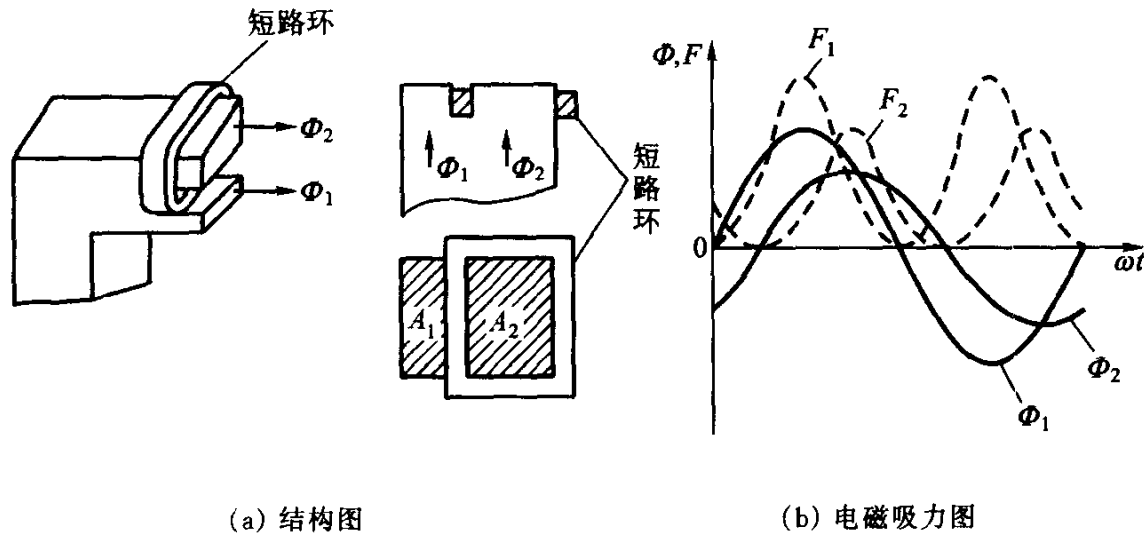


图 1-11 交流接触器铁心的短路环

当交变磁通穿过短路环所包围的截面积 A_2 在环中产生涡流时,根据电磁感应定律,此涡流产生的磁通 Φ_2 在相位上滞后于短路环外铁心截面 A_1 中的磁通 Φ_1 , Φ_1 、 Φ_2 产生的电磁吸力为 F_1 、 F_2 ,作用在衔铁上的合成电磁吸力为 $F_1 + F_2$,只要此合力始终大于弹簧反力,衔铁就会牢牢吸住,不会产生振动和噪声。

直流接触器线圈通以直流电流,主触点接通、断开直流主电路,直流接触器的外形如图 1-12a 所示。

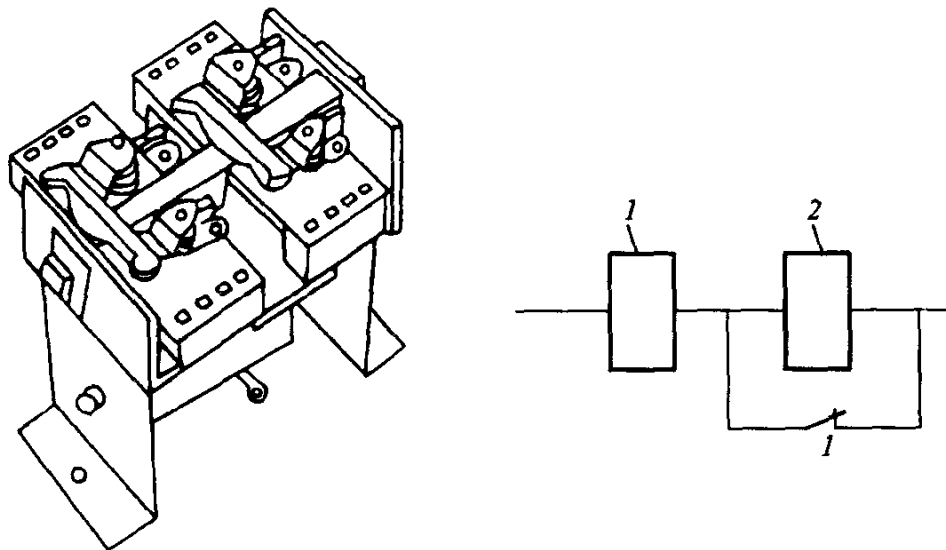


图 1-12 直流接触器外形图及双绕组线圈接线图

由于直流接触器线圈通以直流电,铁心中不会产生涡流和磁滞损耗,故铁心不会发热。为方便加工,铁心用整块钢块制成。为便于线圈散热,一般将线圈制成高而薄的圆筒状。

对于 250 A 以上的直流接触器往往采用串联双绕组线圈,直流接触器双绕组线圈接线图如图 1-12b 所示。图中,线圈 1 为起动线圈,线圈 2 为保持线圈,接触器的一个动断辅助触点与

保持线圈并联连接。在电路刚一接通的瞬间,保持线圈被动断触点短接,可使起动线圈获得较大的电流和吸力。当接触器动作后,动断触点断开,两线圈串联通电,由于电源电压不变,所以电流减小,但仍可保持衔铁吸合,因而可以节电和延长电磁线圈的使用寿命。

由于直流接触器灭弧较困难,一般采用灭弧能力较强的磁吹灭弧装置。

4. 接触器的主要技术参数和类型

接触器主要技术参数有:

(1) 额定电压 接触器的额定电压指主触点的额定电压。交流有 220 V、380 V 和 660 V,在特殊场合用的其额定电压高达 1 140 V;直流主要有 110 V、220 V 和 440 V。

(2) 额定电流 接触器的额定电流是指主触点的额定工作电流。它是在一定条件下(额定电压、使用类别和操作频率等)规定的,目前常用的电流等级为 10~800 A。

(3) 吸引线圈的额定电压 交流 36 V、127 V、220 V 和 380 V。直流 24 V、48 V、220 V 和 440 V。

(4) 机械寿命和电气寿命 接触器是频繁操作的电器,应有较高的机械寿命和电气寿命,该指标是产品质量重要指标之一。

(5) 额定操作频率 接触器的额定操作频率是指每小时允许的操作次数,一般为 300 次/h、600 次/h 和 1 200 次/h。

(6) 动作值 动作值是指接触器的吸合电压和释放电压。规定接触器的吸合电压大于线圈额定电压的 85% 时应可靠吸合,释放电压不高于线圈额定电压的 70%。

常用的接触器有 CJ10、CJ12、CJ10X、CJX1、CJX2、3TB、3TD 和 LC1-D 等系列。

CJ10、CJ12 系列为早期全国统一设计的系列产品,目前仍在广泛地使用。

CJ10X 系列为消弧接触器,是近年发展起来的新产品。

CJ20 系列为全国统一设计的新型接触器。

常用的直流接触器有 CZ0、CZ18 等系列,其中 CZ18 系列为 CZ0 系列的换代产品。

B 系列接触器优化了结构设计,采用“倒装”式结构,即主触点系统在后面,磁系统在前面,其优点是:安装简便、更换线圈方便。由于主接线端靠近安装面,使接线距离缩短,同时不用考虑飞弧距离,便于安装多种附件,如附加辅助触点组、定时器和位置锁紧器等。当接触器配有 WB30 自锁继电器时,可以使接触器进行无声节电运行和断电自锁保持。其附件通用性好,容易卡装。B 系列交流接触器派生产品如 B75C 为切换电容接触器,主要适用于可补偿回路中接通和分断电力电容器,以调整用电系统的功率因数,接触器具有抑制接通电容时出现的冲击电流的功能。

除了上述交流接触器外,还有应用特殊场合的由晶闸管和交流接触器组合而成的混合式交流接触器和真空接触器等。混合交流式接触器使交流接触器在无弧的情况下通断负载。

5. 接触器的选择

接触器的选择主要依据以下几方面:

(1) 根据负载性质选择接触器的类型;

(2) 额定电压应大于或等于主电路的工作电压;

(3) 额定电流应大于或等于被控电路的额定电流,对于电动机负载还应根据其运行方式适当增大或减小;

(4) 吸引线圈的额定电压与频率要与所在控制电路的选用电压和频率相一致。

6. 接触器的常见故障

接触器是频繁通断负载的电器,其可靠性的高低,直接影响电气系统的性能。掌握接触器的故障分析及其排除方法可缩短电气设备维修的时间。接触器的常见故障及排除方法见表 1-1。

表 1-1 接触器的常见故障及其排除方法

故障现象	产生故障的原因	排除方法
吸力不足	(1) 电源电压过低或波动太大 (2) 线圈的额定电压高于控制回路电压 (3) 其可动部分被卡阻,铁心歪斜等 (4) 反作用弹簧压力过大	(1) 调整电源电压 (2) 更换线圈,使其符合要求 (3) 调整可动部分 (4) 调整反作用压力弹簧
线圈过热或烧毁	(1) 线圈匝间短路 (2) 衔铁与铁心间隙过大 (3) 操作频率过高 (4) 电源电压过低或过高	(1) 更换线圈 (2) 修理铁心或更换 (3) 按条件使用接触器 (4) 调整电源电压
衔铁振动或噪声	(1) 短路环损坏或脱落 (2) 铁心歪斜或端面有锈蚀、油污或灰尘等 (3) 可动部分卡阻 (4) 电源电压偏低	(1) 更换铁心或短路环 (2) 调整或清理铁心端面 (3) 调整可动部分 (4) 提高电源电压
触点不能复位	(1) 触点熔焊在一起 (2) 铁心剩磁太大 (3) 铁心端面有油污 (4) 可动部分被卡阻	(1) 修理或更换触点 (2) 消除剩磁或更换铁心 (3) 清理铁心端面 (4) 拆除机械卡阻现象
触点过热	(1) 触点接触压力不足 (2) 触点表面接触不良 (3) 触点表面被电弧灼伤烧毁 (4) 负载电流过大	(1) 调整触点压力 (2) 调整触点使其接触良好 (3) 修理触点或更换 (4) 减小负载或调换接触器

二、继电器

继电器是根据某种输入信号接通或断开小电流控制电路,实现远距离自动控制和保护的自动控制电器。其输入量可以是电流、电压等电量,也可以是温度、时间、速度或压力等非电量,而输出则是触点动作或者是电路参数的变化。

随着现代科技的飞速发展,继电器的应用越来越广泛。为满足各种使用要求,生产厂家研制和生产了一批新结构、高性能和高可靠性的继电器。

继电器的种类繁多,按输入信号的性质分为电压继电器、电流继电器、时间继电器、温度继电器、速度继电器和压力继电器等。按工作原理分为电磁式继电器、感应式继电器、电动式继电器、热继电器和电子式继电器等。按输出形式可分为:有触点和无触点两种。按用途分为控制用和保护用继电器等。

1. 电磁式继电器

电磁式继电器结构简单、价格低廉且使用维护方便,广泛地应用于控制电路中。

电磁式继电器的结构及工作原理与接触器相似,也是由电磁机构和触点系统等组成。由于继电器是用于切换小电流的控制电路和保护电路,故继电器没有灭弧装置,也无主辅触点之