

电气与控制实验科学技术

王科俊 主编

电器控制与实验技术

DIAN QI KONG ZHI YU SHI YAN JI SHU

张文义 李 军 编著

黑龙江人民出版社

· 电气与控制实验科学技术 · 王科俊 主编

江南大学图书馆



91142441

7M92/87.9

电器控制与实验技术

张文义 李 军 编著



黑龙江人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

电气与控制实验科学技术/王科俊 主编. —哈尔滨:黑龙江人民出版社,2008.7

ISBN 978-7-207-07885-8

I. 电… II. 王… III. 电气控制—实验—研究 IV. TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据字(2008)第 110906 号

责任编辑:李荣焕

装帧设计:李若聃

电器控制与实验技术

张文义 李 军 编著

出版发行 黑龙江人民出版社

通讯地址 哈尔滨市南岗区宣庆小区1号楼

邮 编 150008

网 址 www.longpress.com

电子邮箱 hljrmcbs@yeah.net

印 刷 哈尔滨太平洋彩印有限公司

开 本 16 开

印 张 135 印张

字 数 355 万字

印 数 2000 套

版 次 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-207-07885-8/TP·14

定 价 350.00 元(全套 14 本)

(如发现本书有印制质量问题,印刷厂负责调换)

本社常年法律顾问:北京市大成律师事务所哈尔滨分所律师赵学利、赵景波

前言

2008 年哈尔滨工程大学自动化学院教材编审委员会决定编写《电气与控制实验》系列教材,《电器控制与实验技术》是其中之一。

在生产过程、科学研究和其他领域中,电器控制的应用十分广泛。随着科学技术的发展,出现了可编程控制器,使电器控制进入了一个新的阶段。电器控制实验能培养和提高学生分析问题和解决问题的能力,使学生获得基本技能的训练,加深对理论知识的理解。通过电器控制与实验技术的学习,可以为学生今后的工作奠定理论和实践基础。

本书由两大部分构成:第一部分是电器控制基础,包括常用低压电器、可编程控制器和电器控制线路;第二部分是电器控制实验,包括电器控制实验的基本知识、常用电器元件的识别与简单测试、电器控制实验的现场布置、验证型电器控制实验、设计型电器控制实验和可编程控制器实验。

全书由张文义副教授主编。第1章、第3~8章由张文义编写,第2章、第9章由李军编写,李军提供了部分实验内容。全书由张文义策划和统稿。

由于作者学识有限,本书编写时间又很仓促,书中一定有很多疏漏及错误,殷切希望采用本教材的教师和同学批评指正。

编者

2008 年 5 月

于哈尔滨工程大学自动化学院

内 容 简 介

本书是电气与控制实验系列教材,主要介绍电器控制基础及电器控制实验。全书分为9章,包括常用低压电器、可编程控制器、电器控制线路、电器控制实验的基本知识、常用电器元件的识别与简单测试、电器控制实验的现场布置、验证型电器控制实验、设计型电器控制实验和可编程控制器实验。全书结构科学合理,层次分明,适于实验教学。

本书适用于电气工程及其自动化专业、自动化专业及其他相关专业的本科生。也可供相近专业选用或供工程技术人员参考。

目 录

第 1 篇 电器控制基础

第 1 章 常用低压电器	1
1.1 概述	1
1.2 主令电器	1
1.3 继电器	4
1.4 接触器	8
1.5 低压隔离器	10
1.6 低压熔断器	12
1.7 低压断路器	13
第 2 章 可编程控制器	15
2.1 概述	15
2.2 基本指令系统和编程方法	15
2.3 实验设备及编程软件介绍	22
第 3 章 电器控制线路	34
3.1 概述	34
3.2 图形符号和文字符号	34
3.3 原理图的绘制与分析	37
3.4 电器控制线路设计方法	38
3.5 电器配线与安装	46

第 2 篇 电器控制实验

第 4 章 电器控制实验的基本知识	55
4.1 概述	55
4.2 电器控制实验的一般规程	55
4.3 电器控制实验的安全规则	56
4.4 电器控制实验报告	57
第 5 章 常用电器元件的识别与简单测试	58
5.1 主令电器的识别与简单测试	58
5.2 时间继电器的识别与简单测试	59
5.3 接触器的识别与简单测试	60
5.4 断路器的识别与简单测试	62

第6章 电器控制实验的现场布置	64
6.1 现场布置的一般要求	64
6.2 现场布置的一般方案	64
第7章 验证型电器控制实验	67
7.1 常用低压电器拆装实验	67
7.2 继电器实验	70
7.3 点动与长动控制	73
7.4 正反转控制	75
7.5 降压启动控制	77
7.6 制动控制	79
第8章 设计型电器控制实验	82
8.1 工作台往返控制	82
8.2 电动葫芦控制	83
8.3 车床控制	84
8.4 铣床模拟控制	86
8.5 三相异步电动机综合控制	89
第9章 可编程控制器实验	92
9.1 认识 FXGP 与 PLC	92
9.2 与、或、非逻辑处理实验	93
9.3 定时器、计数器实验	94
9.4 跳转、分支实验	94
9.5 数据控制功能实验	95
9.6 微分、位操作实验	95
9.7 用可编程控制器控制交流异步电动机	96
9.8 步进电机自动控制	98
9.9 四层电梯的 PLC 控制	98
9.10 组合机床顺序控制电路设计	100
9.11 PLC 多电机控制系统设计	100

第1篇 电器控制基础

第1章 常用低压电器

1.1 概述

电器是一种能根据外界的信号和要求,手动或自动地接通或断开电路,断续或连续地改变电路参数,以实现电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节的电气设备。简言之,电器就是一种能控制电,使电按照人们的要求并安全地为人们工作的工具。

总的来说,低压电器可以分为配电电器和控制电器两大类,是成套电气设备的基本组成元件。在工业、农业、交通、国防以及人们生活等一切用电部门中,大多数采用低压供电,因此低压电器的质量将直接影响到低压供电系统的可靠性。

电器的分类方法很多,且相互交叉、覆盖。即某一电器按不同的分类方法,分属不同的种类。如工作电压为 380V 的交流接触器,按不同的分类方法,分属低压电器、有触点电器和电器控制系统用电器。

电器按动力的不同,可分为自动电器和非自动电器两类。例如,刀开关由人力直接操作,属于非自动电器;接触器由电磁力操作,则属于自动电器。

电器按其工作电压的高低,以交流 1200V、直流 1500V 为界,可划分为高压电器和低压电器两大类。

电器按其输出形式,可分为有触点电器和无触点电器。

有触点电器:电器通断电路的功能靠触点的机械运动来实现。

无触点电器:电器通断电路的功能靠元件的物理性能来实现。

电器按其控制对象不同,可分为电器控制系统用电器和电力系统用电器。

低压电器的发展取决于国民经济发展和现代工业自动化发展的需要以及新技术、新工艺、新材料的研究与应用,目前正朝着高性能、高可靠性、小型化、模数化、模块化、组合化和零部件通用化的方向发展。

1.2 主令电器

主令电器是电器控制系统中用于发送或转换控制指令的电器,是一种用于辅助电路的控制电器。主令电器应用广泛,种类繁多,按其作用可分为按钮、行程开关、转换开关、接近开关和主令控制器等,本节仅介绍几种常用的主令电器。

1.2.1 按钮

按钮是一种结构简单、用手动发出控制信号并具有贮能弹簧复位的主令电器。在低压控制线路中,按钮是应用最广泛的一种电器,主要用于给出控制信号或电气联锁线路。

按钮种类很多,可分为普通按钮式、蘑菇头式、自锁式、自复位式、旋柄式、带指示灯式及钥匙式

等。

图 1-1 是按钮的外形及结构示意图。当人力按下按钮帽时,动触点向下运动,与常闭静触点分开,而与常开静触点闭合。当按钮帽上的压力消失以后,在复位弹簧的作用下,动触点向上运动恢复到原始位置,即常开触点断开,常闭触点闭合。根据需要按钮可以装配成一常开、一常闭到六常开、六常闭等形式。

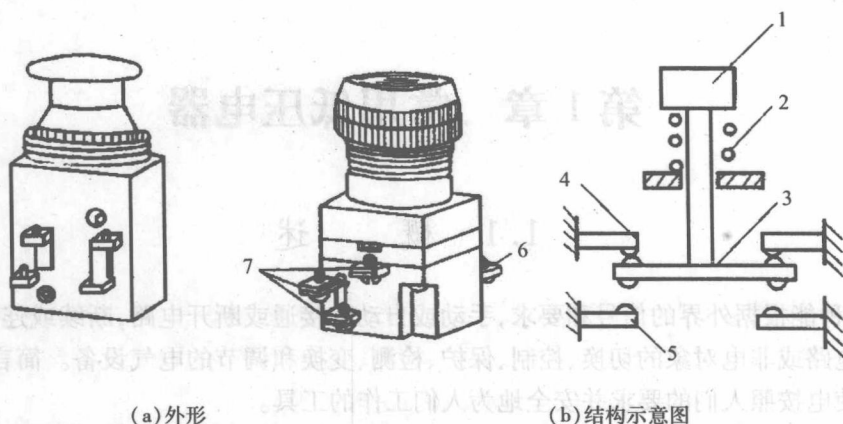


图 1-1 按钮

按钮可根据需要做成单式(1 个按钮)、复式(2 个按钮)和三联式(3 个按钮)。为便于识别各个按钮的作用,避免误操作,通常将按钮帽做成不同颜色,以方便使用,如红色通常表示停止,绿色则表示启动等。

1.2.2 行程开关

行程开关又称限位开关,是一种利用生产机械某些运动部件的碰撞来发出控制指令的主令电器和用于控制生产机械的运动方向、速度、行程或位置的一种自动控制器件。它将机械信号转变为电信号,以实现对生产机械的控制,限制它们的动作和位置,对生产机械进行必要的保护。行程开关的结构和动作原理如图 1-2 所示。

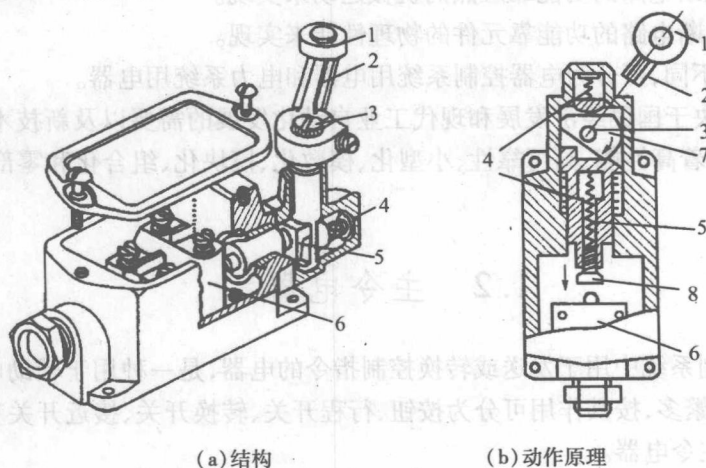


图 1-2 行程开关

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,推动微动开关快速运动,使其常闭触点分断,常开触点闭合。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。这种自动恢复的行程开关是依靠本身的恢

复弹簧来复原的,在生产机械中应用较为广泛。

行程开关品种很多,但其基本结构可以分为3个主要部分:摆杆(操作机构)、触头系统和外壳。其中,摆杆形式主要有3种:直动式、杠杆式和万向式,每种又分多种不同形式,如直动式又分金属直动式、钢滚直动式和热塑滚轮直动式。触头类型有一常开一常闭、一常开二常闭、二常开二常闭等形式。动作方式可分为瞬动、蠕动和交叉从动式。

行程开关的主要参数有型式、动作行程、工作电压及触头的电流容量。

1.2.3 转换开关

转换开关是一种多挡式、控制多回路的主令电器,广泛应用于各种配电装置的电源隔离、电路转换、电动机远距离控制等,也常作为电压表、电流表的换相开关。

目前常用的转换开关类型主要有万能转换开关和组合开关。两者的结构和工作原理基本相似,在某些应用场合下两者可互相替代。

图1-3是转换开关的结构示意图。转换开关一般采用组合式设计,由操作机构、定位系统、限位系统、接触系统、面板及手柄等组成。接触系统采用桥式双断点结构,并由各自的凸轮控制其通断;定位系统采用棘轮棘爪式结构,不同的棘轮和凸轮可组成不同的定位模式,从而得到不同的输出开关状态,即手柄在不同的转换角度时,触头的状态是不同的。

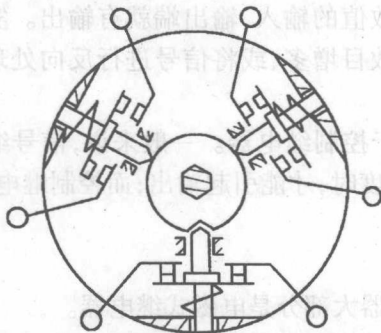


图1-3 转换开关结构示意图

转换开关的主要参数有型式、手柄类型、操作图型式、工作电压、触头数量及其电流容量。

1.2.4 接近开关

接近开关是一种非接触型的行程开关,又称无触头行程开关,当某种物体与之接近到一定距离时就发出动作信号,它不像机械行程开关那样需要施加机械力,而是通过它与被测物体间介质能量的变化来获取信号。它不仅能代替有触头行程开关来完成行程控制和限位保护,还可用于高频计数、测速、液面控制、零件尺寸检测、加工程序的自动衔接等的非接触式开关。因为它具备非接触式触发、动作速度快、可在不同的检测距离内动作、发出的信号稳定无脉动、工作稳定可靠、寿命长、重复定位精度高以及能适应恶劣的工作环境等特点,所以在机床、纺织、印刷、塑料等工业生产中应用十分广泛。

接近开关按其工作原理分为高频振荡式、电容式、差动线圈式、永久磁铁式和霍尔效应式等类型。其中,高频振荡式接近开关最常用,其工作原理是:当有金属物体进入稳定振荡的高频振荡器磁场时,由于该金属体要产生涡流损耗,使振荡器回路等效电阻增大,能量损耗增大,以致振荡停止。这样,在振荡电路后面接两个合适的开关,即能给出相应的控制信号。

1.2.5 主令控制器

它是按预定程序转换控制电路的主令电器,供电力驱动装置作频繁转换控制线路用。主令控制器一般有保护外壳,并可按结构形式分为凸轮非调整式主令控制器和凸轮调整式主令控制器,又可按操作方式分为手动式、伺服电动机操作式和生产机械操作式。

控制器由触头元件、凸轮、棘轮机构、传动机构及外壳组成。触头元件为一组桥式双断点直动式结构的独立部件。触点材料为银基合金。交流电弧靠电流自然过零时熄灭;直流电弧则利用永久磁铁磁吹灭弧,以提高分断能力。凸轮由塑料制成,同时和触头元件中的滚子构成塑料-金属摩擦副。传动机构中采用滚动轴承以减小摩擦力和操作力。

1.3 继电器

在电器控制领域或产品中,凡是需要逻辑控制的场合,几乎都需要使用继电器,从家用电器到工农业应用,甚至国民经济各个部门,可谓无所不见,因此对继电器的需求千差万别。为了满足各种要求,人们研制了各种用途、不同型号和大小的继电器。

继电器是一种根据特定形式的输入信号而动作的自动控制电器,其种类和分类方法很多。按照继电器的功能及生产发展对于电器的需要,继电器可以分为控制继电器和信号继电器两大类。

输入(激励)是各种物理量(如热、光、频率、速度、电压和电流等)的变化量,继电器对各种物理量的变化进行检测,并将物理量的变化转化为电信号进行输出,这种继电器称为信号继电器。属于这种继电器的有热继电器、电流继电器、过电压继电器、欠电压继电器、速度继电器、温度继电器、差动继电器、逆功率继电器和接地继电器等。

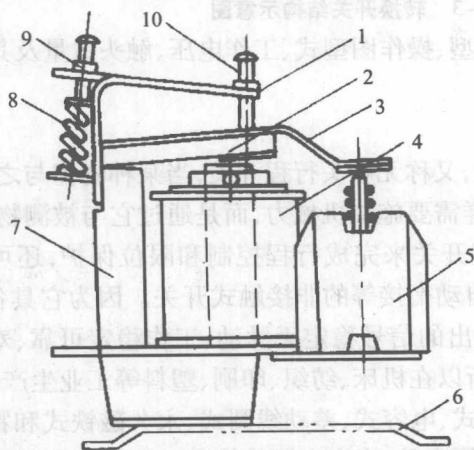
控制继电器只要输入端有一定数值的输入,输出端就有输出。实际上控制继电器是将信号进行中继、或将信号进行放大、或将信号数目增多、或将信号进行反向处理,以达到传输信号、控制电路的目的。

中间继电器和时间继电器都属于控制继电器。一般来说,信号继电器的输入端始终存在着输入信号,只有当输入信号变化到一定程度时,才能引起输出;而控制继电器的输入状态是0和1。

1.3.1 电磁式继电器

在低压控制系统中,采用的继电器大部分是电磁式继电器。

电磁式继电器由电磁机构、触点系统和释放弹簧等部分组成,如图1-4所示。



1-支架;2-衔铁;3-压板;4-线圈;5-触头系统;6-底板;7-铁心;8-弹簧;9-调整螺母;10-止动螺钉

图1-4 电磁式继电器结构示意图

电磁式继电器根据外来信号(电压或电流),利用电磁原理使衔铁产生闭合动作,从而带动触点动作,使控制电路接通或断开,实现控制电路的状态改变。需要注意的是继电器的触点不能用来接通和分断负载电路。

继电器的主要特性是输入-输出特性,又称为继电特性,曲线如跳跃式的回环特性。

电磁式继电器的分类:按励磁线圈电流的类型,可分为直流电磁式继电器和交流电磁式继电器;按其在电路中的连接方式,可分为电流继电器、电压继电器和中间继电器。

继电器在投入运行之前,必须把它的返回系数调整到控制系统所要求的范围以内,调整方法有两种。

(1)调整释放弹簧的松紧程度。释放弹簧越紧,反作用力越大,则动作值和释放值都增加,返回系数上升,反之返回系数下降。这种调节称为精调,能连续调节。

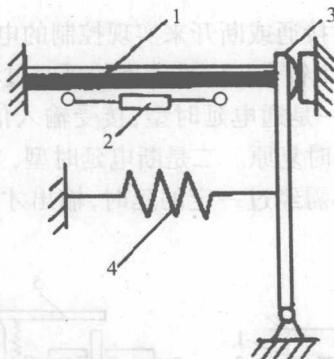
(2)改变非磁性垫片的厚度。非磁性垫片越厚,衔铁吸合后磁路的气隙和磁阻越大,释放值越大,使返回系数增大,反之返回系数减小。这种调节称为粗调,不能连续调节。

电磁式继电器的选择主要依据继电器所保护或所控制对象对继电器的要求,如触点的数量、种类(常开或常闭),返回系数,控制电路的电压、电流、负载性质等。

1.3.2 热继电器

在电力拖动控制系统中,当三相交流电动机出现长期带负荷欠压下运行、长时间过载运行或长时间单相运行等不正常情况时,会导致电动机绕组严重过热乃至烧坏。为了充分发挥电动机的过载能力,保证电动机的正常启动和运行,当电动机一旦出现长期过载时能自动切断电路,保护电动机。随过载程度而改变动作时间的电器,称为热继电器。

热继电器是一种利用电流热效应原理工作的电器,其工作原理如图1-5所示,主要由热元件、双金属片和触点等部分组成。双金属片是热继电器的感测元件,由两种线膨胀系数不同的金属片用机械碾压而成,线膨胀系数大的称为主动层,线膨胀系数小的称为被动层。在加热之前,两金属片长度基本一致。当串接在电动机定子电路中有电流通过时,热元件产生的热量使两金属片伸长,双金属片发生弯曲。当电动机正常运行时,双金属片的弯曲程度不足以使热继电器动作;当电动机过载时,热元件中电流增大,加上时间效应,双金属片接受的热量大大地增加,弯曲程度加大,使双金属片推动导板带动触点动作,切断电动机的控制回路。使用时,主要与接触器配合。



1—双金属片;2—热元件;3—动触点;4—弹簧

图1-5 热继电器工作原理图

选用热继电器时,应根据使用条件、工作环境、电动机的型式及其运行条件及要求、电动机启动情况及负荷情况等几个方面综合加以考虑。

1.3.3 温度继电器

温度继电器广泛应用于电动机绕组、大功率晶体管等的过热保护。当电动机发生过电流时,会使其绕组温升过高。虽然热继电器可以起到电动机过电流保护的作用,但当电网电压不正常升高时,即使电动机不过载,也会导致铁损增加而使铁心发热,使绕组温升过高,此时用热继电器不能正确反映电动机的故障状态。温度继电器正是利用发热元件间接地反映出绕组温度而进行动作的。

温度继电器是安装在电动机的发热部位(如定子槽内、绕组端部等)的,直接反映该处发热情况,无论是电动机本身出现过电流引起温度升高,还是其他原因引起电动机温度升高,温度继电器都可起到保护作用。

温度继电器主要有2种类型:双金属片式温度继电器和热敏电阻式温度继电器。以双金属片式

JW2 系列温度继电器为例,其结构如图 1-6 所示,内部有盘式双金属片,其受热后产生线膨胀,由于两层金属的线膨胀系数不同,而且两层金属又紧密地贴合在一起,因此双金属片向一侧弯曲,带动触点动作。可以看出,双金属片式温度继电器的工作原理与热继电器相似,缺点是加工工艺复杂,双金属片易老化,不宜用来保护高压电动机;热敏电阻是一种半导体器件,根据材料性质有正温度系数和负温度系数两种,正温度系数热敏电阻具有明显的开关特性,电阻温度系数大、体积小、灵敏度高,因此热敏电阻式温度继电器得到广泛应用和迅速发展。

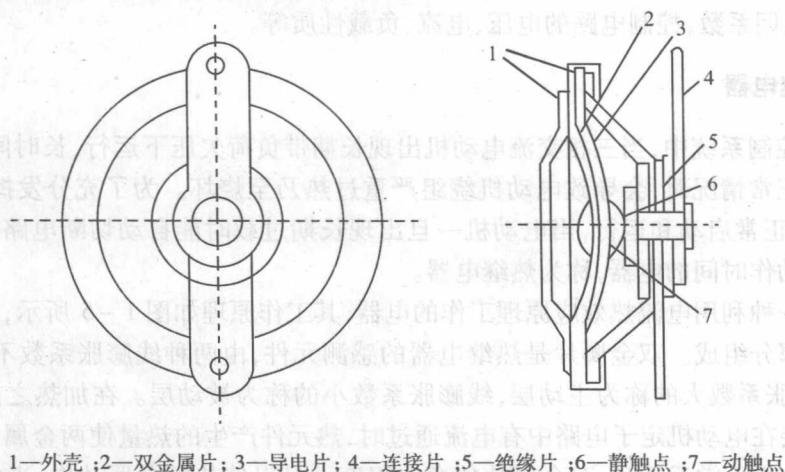


图 1-6 温度继电器的结构

1.3.4 时间继电器

时间继电器是一种利用触点延时接通或断开来实现控制的电器,从得到输入信号起,到产生相应的输出信号(如触点的通断等),有一个符合一定准确度的延时过程,它在电路中起控制动作时间的作用。时间继电器的延时方式有两种:一是通电延时型,接受输入信号后要延迟一段时间,输出信号才发生变化;当输入信号消失后,输出即时复原。二是断电延时型,当接受输入信号时,立即产生相应的输出信号;当输入信号消失后,继电器需经过一定的延时,输出才复原。时间继电器的动作原理如图 1-7 所示。

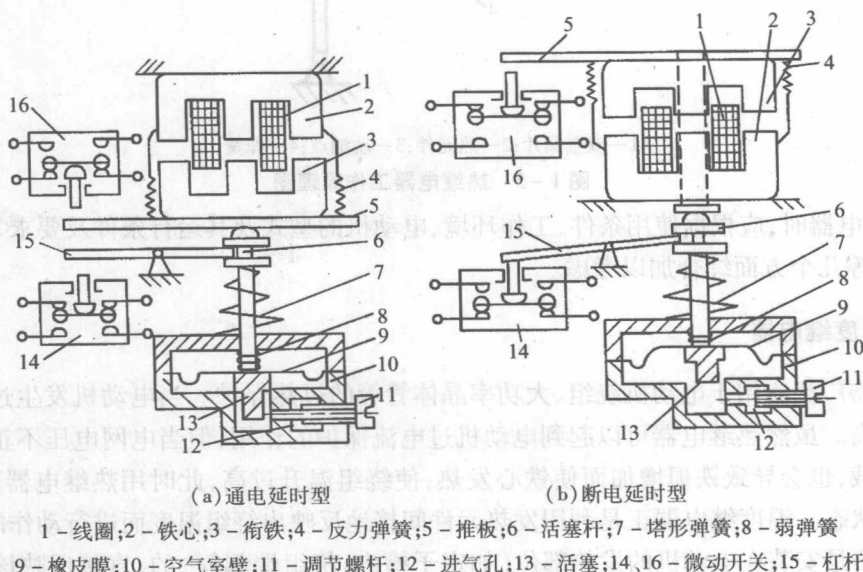


图 1-7 时间继电器动作原理

当线圈 1 通电后,衔铁 3 被铁心 2 吸合,活塞杆 6 在塔形弹簧 7 的作用下,带动活塞 13 及橡皮膜

9 向上移动,由于橡皮膜下方气室稀薄而形成负压,因此,活塞杆只能缓慢地向上移动,其移动的速度视进气孔的大小而定,可通过调节螺杆 11 进行调整。经过一定的延时时间后,活塞杆能移动到最上端,这时通过杠杆 15 带动微动开关 14,使其常闭触点断开,常开触点闭合,起到通电延时作用。

当线圈 1 断电时,电磁吸力消失,衔铁 3 在反力弹簧 4 的作用下释放,并通过活塞杆将活塞 13 推向下端,这时橡皮膜 9 下方气室内的空气通过橡皮膜 9、弱弹簧 8、活塞 13 的肩部所形成的单向阀迅速地从橡皮膜上方的气室缝隙中排掉。因此,杠杆 15 和微动开关 14 能迅速复位。

在线圈 1 通电和断电时,微动开关 16 在推板 5 的作用下,都能瞬时动作,为时间继电器的瞬动触点。

断电延时型时间继电器,显然是将通电延时型时间继电器的电磁机构翻转 180° 而成。

时间继电器是在电路中起着控制动作时间作用的继电器,应用范围十分广泛,从某些简单生产机械到尖端科学部门都需要它,特别是电力拖动系统和各种自动控制系统,其程序安排大都依靠时间继电器来完成,使被控元件达到所需要的延时。

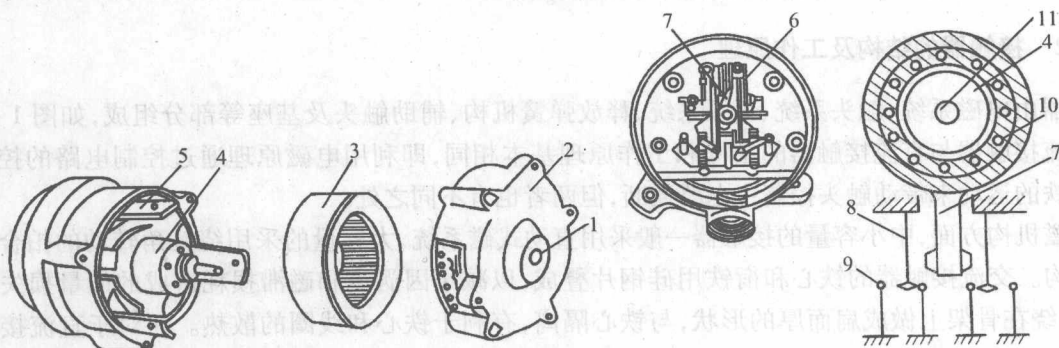
因为分类方法不同,时间继电器的种类很多,从设计原理上分为电磁式、机械空气阻尼式、电动机式、双金属片式、电子式、可编程式和数字式时间继电器等。

一般来说,电磁式时间继电器的延时范围在十几秒以下,多为断电延时,其延时整定精度和稳定性不是很高,比较适合用于要求不太高,工作条件较为恶劣的场合;机械空气阻尼式时间继电器的延时范围可以扩大到数分钟,但整定精度较差,适用于一般场合;同步电动机式时间继电器的主要特点是延时范围宽,可以长达数十小时,重复精度比较高;双金属片式时间继电器的延时范围在 1 分钟以内,以前主要用于异步电动机的星-三角启动电路,目前已较少使用;电子式、可编程式和数字式时间继电器的延时范围宽,整定精度高,有通电延时、断电延时、复式延时和多制式延时等,目前应用十分广泛。

1.3.5 速度继电器

速度继电器(反接制动继电器)根据电磁感应原理制成,常用于笼形异步电动机的反接制动控制线路中。当电动机制动转速下降到一定值时,速度继电器动作,切断电动机控制电路。

如图 1-8 所示,速度继电器主要由转子、定子和触点等组成。使用时,速度继电器的转轴与被控电动机的转轴相连接。当电动机转动时,速度继电器的转子随之转动,绕组切割旋转磁场,产生使圆环偏转的转矩,偏转的角度和电动机的转速成正比。当偏转的角度达到一定值时,摆锤推动触点,使常闭触点分断。当电动机的转速进一步升高后,摆锤继续偏转,使常开触点闭合。当电动机的转速下降时,偏转的角度随之下降,常开触点打开,常闭触点闭合,完成复位。



(a) 外形

(b) 结构示意图

1—连接头;2—端盖;3—定子;4—转子;5—可动支架;6—触点;7—胶木摆杆;8—弹簧片;9—静触点;10—绕组;11—轴

图 1-8 速度继电器

1.3.6 固态继电器

固态继电器是一种无触头开关器件,由于其具有结构紧凑、开关速度快、能与微电子逻辑电路兼容等特点,目前已广泛应用于各种自动控制仪器设备、计算机数据采集和处理系统、交通信号管理系统等。

固态继电器是一种四端元件,其中两端为输入端、两端为输出端。当控制端无信号时,其主回路呈阻断状态;当控制端加信号时,其主回路呈导通状态。它利用信号光电耦合方式使控制回路与负载回路之间没有任何电磁关系,实现了电隔离,而功能与电磁式继电器相同,因此在某些场合,尤其在恶劣的使用环境下可以取代电磁式继电器。

固态继电器的分类:按切换负载性质可分为直流固态继电器和交流固态继电器,按输入与输出之间的隔离可分为光电隔离固态继电器和磁隔离固态继电器;按控制触发信号可分为过零型、非过零型、有源触发型和无源触发型。

与传统的继电器相比,固态继电器虽然具有许多优点,但仍然存在许多不足之处,如漏电流大、接触电压大、触点单一、使用温度范围窄、过载能力差等。

1.4 接触器

1.4.1 接触器的用途及分类

接触器是用来接通或切断具有较大负载电流(如电动机)电路的一种电磁式控制电器,适用于在低压配电系统中远距离控制、频繁操作交直流主电路及大容量控制电路的自动控制,主要应用于自动控制交直流电动机、电热设备、电容器组等设备。接触器具有强大的执行机构,大容量的主触头和迅速熄灭电弧的能力,当系统发生故障的时候,能根据故障检测元件所给出的动作信号,迅速可靠地切断电源,并有低压释放功能。与保护电器组合可构成各种电磁启动器,用于电动机的保护和控制。

接触器一般都拥有能通断大电流电路的主触头和只能通断较小电流电路的辅助触头。因为主触头要接通或切断大电流电路,所以一般都设有专门的灭弧装置。

接触器的分类方法很多,按主触头用来通断电流的种类,分为交流接触器和直流接触器;按激励线圈激励电流的种类,分为交流控制的直流接触器、直流控制的直流接触器、交流控制的交流接触器和直流控制的交流接触器;按操作方式,分为电磁接触器、气动接触器和电磁气动接触器;按灭弧介质,分为空气电磁式接触器、油浸式接触器和真空接触器等。

1.4.2 接触器的结构及工作原理

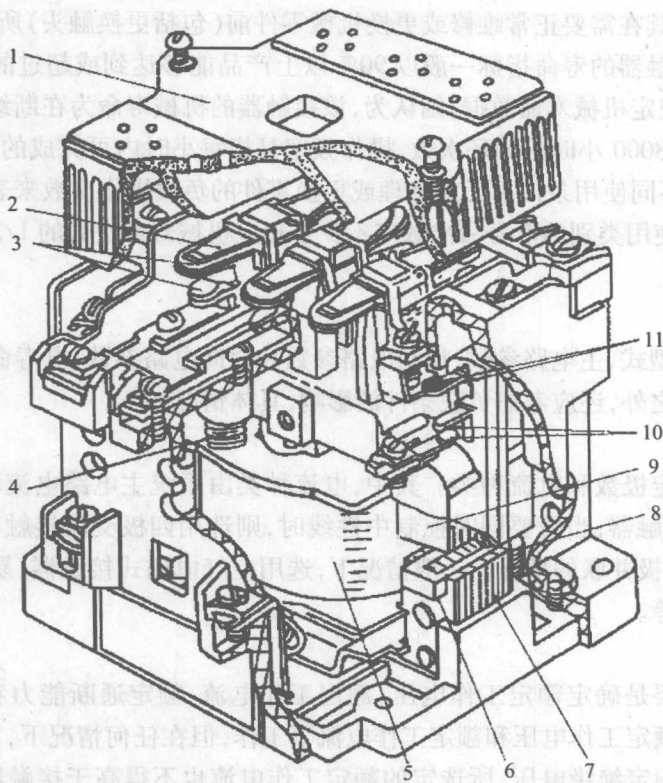
接触器由电磁系统、触头系统、灭弧系统、释放弹簧机构、辅助触头及基座等部分组成,如图 1-9 所示。交流接触器与直流接触器的结构和工作原理基本相同,即利用电磁原理通过控制电路的控制和可动衔铁的运动来带动触头控制主电路通断,但两者也有不同之处。

在电磁机构方面,中小容量的接触器一般采用直动式磁系统,大容量的采用绕棱角转动的拍合式电磁铁结构。交流接触器的铁心和衔铁用硅钢片叠成,以减小因涡流和磁滞损耗造成的能量损失和温升,线圈绕在骨架上做成扁而厚的形状,与铁心隔离,有利于铁心和线圈的散热。而对于直流接触器,铁心中不会产生涡流和磁滞损耗,铁心和衔铁用整块电工软钢做成,线圈绕制成高而薄的圆筒状,且无线圈骨架,使线圈和铁心直接接触以利于散热。

接触器的触头分为主触头和辅助触头,中小容量接触器的主触头和辅助触头一般都采用桥式结构设计,大容量的主触头采用指形触头结构。交流接触器的主触头流过交流主回路电流,产生的电弧也是交流电弧;直流接触器的主触头流过直流主回路电流,产生的电弧也是直流电弧。直流电弧比交

流电弧难熄灭,因此直流接触器采用磁吹式灭弧装置灭弧。

接触器的辅助触头用于控制回路中,可以根据需要按使用类别选用。交流接触器和直流接触器不能任意互换使用,否则可能使灭弧发生困难,引起故障,造成事故。



1-灭弧罩;2-触点压力弹簧片;3-主触点;4-反作用弹簧;5-线圈;6-短路环
7-静铁心;8-弹簧;9-动铁心;10-辅助常开触点;11-辅助常闭触点

图 1-9 接触器

1.4.3 接触器的技术参数

接触器主要有如下特性和技术参数。

1. 接触器的型式

接触器的型式主要包括极数、电流种类、使用频率、灭弧介质和操作方式等。

2. 额定值和极限值

接触器的额定值和极限值包括额定工作电压、额定绝缘电压、约定发热电流、有外壳时的约定封闭发热电流、额定工作电流或额定功率、额定工作制、额定接通能力、额定分断能力和耐受过载电流能力。其中,额定工作电压是指主触头所在电路的电源电压;耐受过载电流能力是指接触器承受电动机的启动电流和操作过负荷引起的过载电流所造成的热效应的能力。接触器有 4 种标准工作制。

3. 类别

接触器有 4 种标准使用类别,主触头使用的类别:AC-1~AC-4;DC-1~C-5;辅助触头使用的类别:AC-11,AC-14,AC-15;DC-11,DC-13,DC-14。

4. 控制回路

常用的接触器操作控制回路是电器控制回路。电器控制回路有电流种类、额定频率、额定控制电路电压和额定控制电源电压等几项参数。当需要在控制电路中接入变压器、整流器和电阻器等时,接触器控制电路的输入电压(控制电源电压)和其线圈电路电压(控制电路电压)可以不同。但在多数情况下,这两个电压是一致的。在额定控制电源电压下的控制电路电流由产品制造厂提供。

5. 辅助电路

辅助电路包括辅助电路种类、触头种类及触头数量等,一般以附件形式提供。

6. 机械寿命和电寿命

接触器的机械寿命用其在需要正常维修或更换机械零件前(包括更换触头)所能承受的无载操作循环次数来表示。国产接触器的寿命指标一般以 90% 以上产品能够达到或超过的无载循环次数(百万次)为准。如果产品未规定机械寿命数据,则认为,该接触器的机械寿命为在断续周期工作制下,按其相应的最高操作频率作 8000 小时的循环次数,操作频率是指每小时内可完成的操作循环数(次/小时)。接触器的电寿命用不同使用条件下无需修理或更换零件的负载操作次数来表示,在无其他规定的条件下,接触器 AC-3 使用类别的电寿命次数应不少于相应机械寿命次数的 1/20。

1.4.4 接触器的选用

接触器的选择主要从型式、主电路参数、控制电路参数和辅助电路参数、电寿命、使用类别和工作制式等方面来考虑。除此之外,还应考虑负载条件的影响,具体情况如下。

1. 型式的确定

型式的确定主要是确定极数和电流种类。其中,电流种类由系统主电路电流种类确定。三相交流系统中,一般选用三极接触器;当需要同时控制中性线时,则选用四极交流接触器。单相交流和直流系统中,则常有两极或三极并联的情况。一般情况下,选用空气电磁式接触器;易燃易爆的场合,应选用防爆型及真空接触器等。

2. 主电路参数的确定

主电路参数的确定主要是确定额定工作电压、额定工作电流、额定通断能力和耐受过载电流能力。接触器可以在不同的额定工作电压和额定工作电流下工作,但在任何情况下,所选定的额定工作电压都不得高于接触器的额定绝缘电压,所选定的额定工作电流也不得高于接触器在相应工作条件下规定的额定工作电流。接触器的额定通断能力应高于通断时电路中实际可能出现的电流值,承受过载电流能力也应高于电路中实际可能出现的工作过载电流值。

3. 控制电路参数和辅助电路参数的确定

接触器的线圈电压应按选定的控制电路电压确定。交流接触器的控制电路电流种类分为 2 种:交流和直流。一般情况下多用交流,操作频繁时常选用直流。接触器的辅助触头种类、数量和组合型式一般应根据系统控制要求确定,同时应注意辅助触头的通断能力和其他额定参数。

4. 电寿命和使用类别的选择

电寿命指标和使用类别有关,可以根据制造厂给出的有关资料来选择。

1.5 低压隔离器

在对电气设备的带电部分进行维修时,必须一直保持这些部分处于无电状态,所以必须将电气设备从电网脱开并隔离。能起这种隔离电源作用的开关电器称为隔离器。隔离器分断时能将电路中有电流通路切断,并保持有效的隔离距离。隔离器的电源隔离作用不仅要求各极动、静触头之间处于分断状态时保持规定的电气间隙(距离),而且各电流通路之间、电流通路和邻近接地零部件之间也应保持规定的电气间隙要求。应用于低压场所的隔离器称为低压隔离器。

隔离器一般属于无载通断电器,只能接通或分断“可忽略的电流”(指套管、母线、联接线和电缆等的分布电容电流和电压互感器或分压器的电流),但有一定的载流能力。但也有一些隔离器产品有一定的通断能力,能在非故障条件下接通和分断电气设备或成套设备中的某一部分,这时其通断能力应和其所需通断的电流相适应。

刀开关(如图 1-10 所示)是一种结构简单、应用十分广泛的手动电器,主要供无载通断电路用,