

高职高专机电类专业统编教材
全国水利水电高职教研会组编

DIANQIKONGZHI YU PLC

电气控制与PLC

林庭双 吴明亮 王君明 主编



黄河水利出版社

高职高专机电类专业统编教材

全国水利水电高职教研会组编

电气控制与PLC

主 编 林庭双 吴明亮 王君明

副主编 张兴福 张春来

主 审 刘文贵

江苏工业学院图书馆
藏书章

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是全国水利水电高职高专机电类专业统编教材,是根据全国水利水电高职高专教研会制定的《电气控制与 PLC》课程教学大纲编写完成的。全书主要以电气控制系统的基本理论为基础,讲述了常用低压电器的原理及选用,系统地介绍了传统继电器控制线路分析与设计的基本方法,并以国内广泛使用的三菱公司 FX 系列 PLC 为背景,介绍了 PLC 的工作原理、特点、硬件结构、编程元件与指令系统,从工程应用出发详细介绍了梯形图程序的常用设计方法、PLC 系统设计与调试方法、PLC 在实际应用中应注意的问题。

本书着重基本应用知识和基本操作技能,在讲述过程中力求表述简明、举例恰当、实用性强,全力培养学生分析与设计控制电路和 PLC 控制系统的能力。本书各章附有一定量的习题,供学生思考和研究,以利加深对本书内容的理解和掌握。

本书可作为高职高专、高级技校等机电类、电气类专业的教材,也可供从事机电类工作的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC/林庭双,吴明亮,王君明主编. —郑州:黄河水利出版社,2008. 8

高职高专机电类专业统编教材

ISBN 978 - 7 - 80734 - 479 - 7

I. 电… II. ①林… ②吴… ③王… III. ①电气控制 - 高等学校:技术学校 - 教材 ②可编程控制器 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. TM921.5 TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 123836 号

组稿编辑:简群 电话:0371 - 66023343 E-mail:w_jq001@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsclbbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:13

字数:300 千字

印数:1—4 100

版次:2008 年 8 月第 1 版

印次:2008 年 8 月第 1 次印刷

定价:24.00 元

前言

本书是根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等文件精神,以及由全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划,报水利部批准,由全国水利水电高职教研会组织编写的机电类全国统编教材。

在生产制造、水利水电、交通运输、航天航空等诸多领域中,电气控制技术的应用都是十分广泛的。随着科学技术的发展,特别是大规模集成电路的问世和微处理机技术的应用,出现了可编程序控制器(PLC),它不仅可以取代传统的继电器接触器控制系统,还可以进行复杂的过程控制和构成分布式控制系统,使电气控制技术进入了一个崭新的阶段。因此,了解和学习这些重要的技术对机电类专业的高职高专学生来说是必不可少的。电气控制与 PLC 是综合了继电器接触控制、计算机技术、自动控制技术和通信技术的一门新兴技术,应用十分广泛。由于电气控制与可编程控制器本是起源于同一体系,只是发展的阶段不同,在理论和应用上是一脉相承的。本书将上述两部分内容编在一起,既体现了知识的系统性和完整性,又遵循了技术的发展过程。在编写本书的过程中,我们根据高职教材应以培养综合型实用型人才为目标,在注重基础理论教育的同时,突出实践性教学环节,并力图做到深入浅出,层次分明,详略得当,尽可能体现高职教育的特点。本书在编写过程中,力求做到以下几个方面:

(1)突出重点。对传统电器及继电器接触器控制内容作适量介绍,重点增加应用越来越广泛的 FX 系列可编程序控制器的内容,这是本书的一个特点。

(2)强调技能。着重介绍常用低压电器、电气控制基本线路、典型生产机械电气控制线路、可编程序控制器实际应用线路,包括采用可编程序控制器对电动机进行控制的多种实用基本线路,这就把电动机的继电器接触控制和 PLC 控制两种线路对应起来,从而培养学生的实际应用能力,这是本书的另一个特点。

(3)方便教学。本书每一章节注有内容提要、重点、难点、教学目标及小结,在内容阐述上力求简明扼要,层次清楚,图文并茂,通俗易懂。鉴于上述这些特点,本书也便于有一定电气技术基础的人员自学。

本书由两部分组成。第一部分由第一~三章组成,介绍电气控制中常用的低压电器、典型控制线路、典型电气控制系统分析和设计方法。第二部分由第四~九章组成,以国内广泛使用的三菱公司 FX 系列 PLC 为背景,介绍了 PLC 的工作原理、特点、硬件结构、编程元件与指令系统,从工程应用出发详细介绍了梯形图程序的常用设计方法、PLC 系统设计与调试方法、PLC 在实际应用中应注意的问题。

本书可作为高职高专、高级技校、技师培训等机电类、电气类专业的教材,也可供从事机电类工作的工程技术人员参考使用。

本书由三峡电力职业学院林庭双任第一主编,湖南水利水电职业技术学院吴明亮、湖北水利水电职业技术学院王君明担任第二、三主编,沈阳农业大学高等职业技术学院张兴

福、安徽水利水电职业技术学院张春来任副主编,山东水利职业学院孔艳梅、黑龙江大学职业技术学院王世刚、河北工程技术高等专科学校贾新立任参编。其中:第一章由孔艳梅编写;第二章由王世刚编写;第三章由贾新立编写;第四章由张兴福编写;第五章由张春来编写;第六章由吴明亮编写;第七章由王君明编写;第八章、第九章、附录由林庭双编写;全书最后由林庭双统稿、定稿。

河北工程技术高等专科学校刘文贵教授担任本书的主审,提出了许多宝贵的指导意见。在编写过程中,编者参阅了国内外许多专家、同行的教材、著作和论文。对此,谨致诚挚的谢意!

由于编者水平有限,书中难免存在缺点甚至错误,敬请广大读者批评指正。

编者

2008年6月

目 录

前 言

第一章 常用低压电器 (1)

第一节 概 述 (1)

第二节 接触器 (4)

第三节 继电器 (8)

第四节 主令电器 (13)

第五节 熔断器 (17)

第六节 刀开关与低压断路器 (19)

小 结 (22)

习 题 (23)

第二章 电气控制基本规律 (24)

第一节 电器控制线路的绘制原理 (24)

第二节 电气控制电路基本控制规律 (28)

第三节 三相异步电动机的启动控制 (33)

第四节 三相异步电动机的制动控制 (39)

第五节 电气控制系统常用的保护环节 (42)

小 结 (44)

习 题 (45)

第三章 电气控制电路实例分析 (47)

第一节 卧式车床电气控制电路 (47)

第二节 钻床电气控制电路 (50)

小 结 (53)

习 题 (53)

第四章 可编程控制器概述 (57)

第一节 可编程控制器的产生及定义 (57)

第二节 可编程控制器的特点及应用 (58)

第三节 可编程控制器的分类和发展 (60)

第四节 可编程控制器的基本组成和工作原理 (62)

小 结 (72)

习 题 (73)

第五章 FX 系列可编程控制器的编程元件及指令系统 (74)

第一节 FX 系列可编程控制器概述 (74)

第二节 FX 系列可编程控制器的编程元件 (77)

第三节 FX 系列可编程控制器的基本逻辑指令 (85)

小 结 (96)

习 题	(97)
第六章 FX 系列可编程控制器的程序设计方法	(100)
第一节 梯形图的经验设计法	(100)
第二节 时序控制系统梯形图的设计方法	(103)
第三节 用 PLC 改造继电器控制电路的方法	(105)
第四节 顺序控制设计法	(108)
第五节 使用启、保、停电路的编程方法	(113)
第六节 以转换为中心的编程方法	(117)
小 结	(119)
习 题	(120)
第七章 FX 系列可编程控制器步进梯形指令	(123)
第一节 状态编程思想	(123)
第二节 步进梯形指令	(126)
第三节 步进梯形指令应用实例	(130)
小 结	(138)
习 题	(139)
第八章 FX 系列可编程控制器应用指令	(140)
第一节 指令基本格式	(140)
第二节 程序流向控制类指令	(142)
第三节 传送与比较类指令	(145)
第四节 数据运算指令	(148)
第五节 循环与移位类指令	(151)
第六节 数据处理指令	(153)
第七节 高速处理指令	(156)
第八节 其他功能指令	(159)
小 结	(170)
习 题	(171)
第九章 可编程控制器控制系统的设计	(173)
第一节 PLC 控制系统设计的基本原则与内容	(173)
第二节 PLC 的选择	(176)
第三节 PLC 与输入输出设备的连接	(181)
第四节 减少 I/O 点数的措施	(185)
第五节 提高 PLC 控制系统可靠性的措施	(189)
第六节 PLC 控制系统的维护和故障诊断	(193)
小 结	(195)
习 题	(196)
附表 FX 系列 PLC 功能指令一览表	(197)
参考文献	(202)

第一章 常用低压电器

知识引入 电路是电流的通路。电路是为了实现电能与某种能量转换或电信号转换功能,由各种电气设备或元件通过导线,按一定的方式和要求互相连接而成的通路。

内容提要 本章主要通过介绍电气控制领域中常用低压电器的工作原理、用途、型号、规格及符号等知识,学会正确选择和合理使用常用电器,为后继章节的学习打下基础。

课程重点 常用低压电器的结构、技术指标、工作原理及使用符号。

课程难点 行程开关、接触器、继电器、主令控制器的工作原理。

教学目标 熟练掌握按钮、行程开关、交流接触器、热继电器、熔断器等的功能、符号、常用型号及其使用方法。

第一节 概述

一、电器的分类

电器是接通和断开电路或调节、控制和保护电路及电气设备用的电工器具。完成由控制电器组成的自动控制系统,称为继电器—接触器控制系统,简称电器控制系统。

电器的用途广泛,功能多样,种类繁多,结构各异。下面是几种常用的电器分类。

(一)按工作电压等级分类

1. 高压电器

用于交流电压 1 200V、直流电压 1 500V 及以上电路中的电器。例如高压断路器、高压隔离开关、高压熔断器等。

2. 低压电器

用于交流 50Hz(或 60Hz),额定电压为 1 200V 以下;直流额定电压 1 500V 及以下的电路中的电器。例如接触器、继电器等。

(二)按动作原理分类

1. 手动电器

用手或依靠机械力进行操作的电器,如手动开关、控制按钮、行程开关等主令电器。

2. 自动电器

借助于电磁力或某个物理量的变化自动进行操作的电器,如接触器、各种类型的继电器、电磁阀等。

(三)按用途分类

1. 控制电器

用于各种控制电路和控制系统的电器,例如接触器、继电器、电动机启动器等。

2. 主令电器

用于自动控制系统中发送动作指令的电器,例如按钮、行程开关、万能转换开关等。

3. 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、各种保护继电器、避雷器等。

4. 执行电器

指用于完成某种动作或传动功能的电器,如电磁铁、电磁离合器等。

5. 配电电器

用于电能的输送和分配的电器,例如高压断路器、隔离开关、刀开关、自动空气开关等。

(四)按工作原理分类

1. 电磁式电器

依据电磁感应原理来工作,如接触器、各种类型的电磁式继电器等。

2. 非电量控制电器

依靠外力或某种非电物理量的变化而动作的电器,如刀开关、行程开关、按钮、速度继电器、温度继电器等。

二、电器的作用

低压电器能够依据操作信号或外界现场信号的要求,自动或手动改变电路的状态、参数,实现对电路或被控对象的控制、保护、测量、指示、调节。低压电器的作用有:

(1)控制作用。如电梯的上下移动、快慢速自动切换与自动停层等。

(2)保护作用。根据设备的特点,对设备、环境以及人身实行自动保护,如电机的过热保护、电网的短路保护、漏电保护等。

(3)测量作用。利用仪表及与之相适应的电器,对设备,电网或其他非电参数进行测量,如电流、电压、功率、转速、温度、湿度等。

(4)调节作用。低压电器可对一些电量和非电量进行调整,以满足用户的要求,如柴油机油门的调整、房间温湿度的调节、照度的自动调节等。

(5)指示作用。利用低压电器的控制、保护等功能,检测出设备运行状况与电气电路工作情况,如绝缘监测、保护掉牌指示等。

(6)转换作用。在用电设备之间转换或对低压电器、控制电路分时投入运行,以实现功能切换,如励磁装置手动与自动的转换,供电的市电与自备电的切换等。

当然,低压电器作用远不止这些,随着科学技术的发展,新功能、新设备会不断出现,常见低压电器的主要种类及用途如表 1-1 所示。

对低压配电电器要求是灭弧能力强、分断能力好,热稳定性能好、限流准确等;对低压控制电器,则要求其动作可靠、操作频率高、寿命长并具有一定的负载能力。

表 1-1 常见低压电器的主要种类及用途

序 号	类 别	主 要 品 种	用 途
1	断路器	塑料外壳式断路器	主要用于电路的过负荷保护、短路、欠电压、漏电压保护,也可用于不频繁接通和断开的电路
		框架式断路器	
		限流式断路器	
		漏电保护式断路器	
		直流快速断路器	
2	刀开关	开关板用刀开关	主要用于电路的隔离,有时也能分断负荷
		负荷开关	
		熔断器式刀开关	
3	转换开关	组合开关	主要用于电源切换,也可用于负荷通断或电路的切换
		换向开关	
4	主令电器	按钮	主要用于发布命令或程序控制
		限位开关	
		微动开关	
		接近开关	
		万能转换开关	
5	接触器	交流接触器	主要用于远距离频繁控制负荷,切断带负荷电路
		直流接触器	
6	启动器	磁力启动器	主要用于电动机的启动
		星三启动器	
		自耦减压启动器	
7	控制器	凸轮控制器	主要用于控制回路的切换
		平面控制器	
8	继电器	电流继电器	主要用于控制电路中,将被控量转换成控制电路所需电量或开关信号
		电压继电器	
		时间继电器	
		中间继电器	
		温度继电器	
		热继电器	
9	熔断器	有填料熔断器	主要用于电路短路保护,也用于电路的过载保护
		无填料熔断器	
		半封闭插入式熔断器	
		快速熔断器	
		自复熔断器	
10	电磁铁	制动电磁铁	主要用于起重、牵引、制动等地方
		起重电磁铁	
		牵引电磁铁	

第二节 接触器

接触器,是一种用来自动接通或断开大电流电路的电器。它可以频繁地接通或分断交、直流电路,并可实现远距离控制。其主要控制对象是电动机,也可用于电热设备、电焊机、电容器组等其他负载。接触器具有低电压释放保护功能,同时具有控制容量大、过载能力强、寿命长、设备简单经济等特点,是电力拖动自动控制线路中使用最广泛的电器元件。

按照所控制电路的种类,接触器可分为交流接触器和直流接触器两大类。

一、交流接触器

(一) 交流接触器结构与工作原理

如图 1-1 所示为交流接触器的外形与结构示意图。交流接触器由以下四部分组成。

1. 电磁机构

电磁机构由线圈、动铁芯(衔铁)和静铁芯组成,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

触点系统包括主触头和若干辅助触头。主触头通过电动机等负载电流,有三对交流接触器、二对或一对直流接触器;辅助触头通过小电流,通常用于控制电路完成控制连锁等任务。

主触头在接通和断开电路时,由于电压电流的作用,会在触头间隙内发生放电现象,即电弧。电器中的电弧是有害的:电弧的高温会烧坏触头,缩短使用寿命;电弧会导致触头的熔焊,破坏电路的正常工作;如果无法将电弧熄灭,有可能烧伤操作人员,烧毁电器及其他设备,甚至酿成火灾;电弧延迟了电路断开的的时间,影响控制的灵敏度。

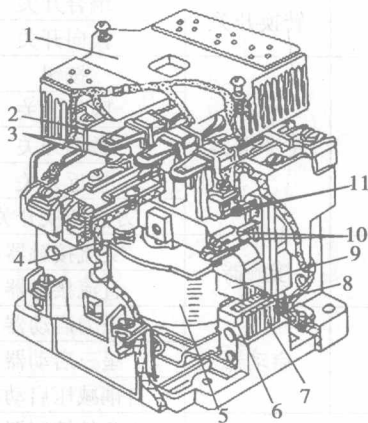
3. 灭弧装置

容量在 10A 以上的接触器都有灭弧装置,对于小容量的接触器,常采用双断口触点灭弧、电动力灭弧、相间弧板隔弧及陶土灭弧罩灭弧;对于大容量的接触器,采用纵缝灭弧罩及栅片灭弧。

4. 其他部件

其他部件包括反作用弹簧、缓冲弹簧、触点压力弹簧、传动机构及外壳等。

电磁式接触器的工作原理为:当线圈接通电源时,其电流产生磁场,铁芯被磁化,吸引衔铁,使它有向着铁芯运动的趋势。当吸力增大到足以克服释放弹簧的反作用力时,衔铁就带动与它作刚性连接的动触头,共同向着铁芯运动,并最终吸合在一起,这时动触头和



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—静铁芯;
8—弹簧;9—动铁芯;10—辅助常开触点;
11—辅助常闭触点

图 1-1 CJ10-20 型交流接触器

静触头互相接触,便把主电路接通。一旦切断线圈的电源,或者电压突然消失或显著降低,衔铁就会因磁场消失或过弱,因而在释放弹簧的作用下脱离磁轭,返回原位,与此同时,动触头也脱离静触头,把电路切断。

(二) 交流接触器的分类

交流接触器的种类很多,其分类方法也不尽相同。按照一般的分类方法,大致有以下几种。

1. 按主触点极数分

按主触点极数可分为单极、双极、三极、四极和五极接触器。单极接触器主要用于单相负荷,如照明负荷、焊机等,在电动机能耗制动中也可采用;双极接触器用于绕线式异步电机的转子回路中,启动时用于短接启动绕组;三极接触器用于三相负荷,例如在电动机的控制及其他场合,使用最为广泛;四极接触器主要用于三相四线制的照明线路,也可用来控制双回路电动机负载;五极交流接触器用来组成自耦补偿启动器或控制双笼型电动机,以变换绕组接法。

2. 按灭弧介质分

按灭弧介质可分为空气式接触器、真空式接触器等。依靠空气绝缘的接触器用于一般负载,而采用真空绝缘的接触器常用在煤矿、石油、化工企业及电压在 660V 和 1140V 等一些特殊的场合。

3. 按有无触点分

按有无触点可分为有触点接触器和无触点接触器。常见的接触器多为有触点接触器,而无触点接触器属于电子技术应用的产物,一般采用晶闸管作为回路的通断元件。由于可控硅导通时所需的触发电压很小,而且回路通断时无火花产生,因而可用于高操作频率的设备和易燃、易爆、无噪声的场合。

(三) 交流接触器的基本参数

(1) 额定电压。指主触点额定工作电压,应等于负载的额定电压。一只接触器常规定几个额定电压,同时列出相应的额定电流或控制功率。通常,最大工作电压即为额定电压。常用的额定电压值为 220V、380V、660V 等。

(2) 额定电流。接触器触点在额定工作条件下的电流值。380V 三相电动机控制电路中,额定工作电流可近似等于控制功率的两倍。常用额定电流等级为 5A、10A、20A、40A、60A、100A、150A、250A、400A、600A。

(3) 通断能力。可分为最大接通电流和最大分断电流。最大接通电流是指触点闭合时不会造成触点熔焊时的最大电流值;最大分断电流是指触点断开时能可靠灭弧的最大电流。一般通断能力是额定电流的 5~10 倍。当然,这一数值与开断电路的电压等级有关,电压越高,通断能力越小。

(4) 动作值。可分为吸合电压和释放电压。吸合电压是指接触器吸合前,缓慢增加吸合线圈两端的电压,接触器可以吸合时的最小电压。释放电压是指接触器吸合后,缓慢降低吸合线圈的电压,接触器释放时的最大电压。一般规定,吸合电压不低于线圈额定电压的 85%,释放电压不高于线圈额定电压的 70%。

(5) 吸引线圈额定电压。接触器正常工作时,吸引线圈上所加的电压值。一般该电

压数值以及线圈的匝数、线径等数据均标于线包上,而不是标于接触器外壳铭牌上,使用时应加以注意。

(6)操作频率。接触器在吸合瞬间,吸引线圈需消耗比额定电流大 5~7 倍的电流,如果操作频率过高,则会使线圈严重发热,直接影响接触器的正常使用。为此,规定了接触器的允许操作频率,一般为每小时允许操作次数的最大值。

(7)寿命。包括电寿命和机械寿命。目前接触器的机械寿命已达一千万次以上,电气寿命一般是机械寿命的 5%~20%。

二、直流接触器

直流接触器的结构和工作原理基本上与交流接触器相同。在结构上也是由电磁机构、触点系统和灭弧装置等部分组成。由于直流电弧比交流电弧难以熄灭,直流接触器常采用磁吹式灭弧装置灭弧。

三、接触器的符号与型号说明

(一)接触器的符号

接触器的图形符号如图 1-2 所示,文字符号为 KM。

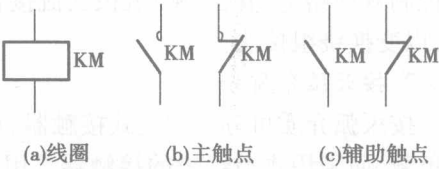
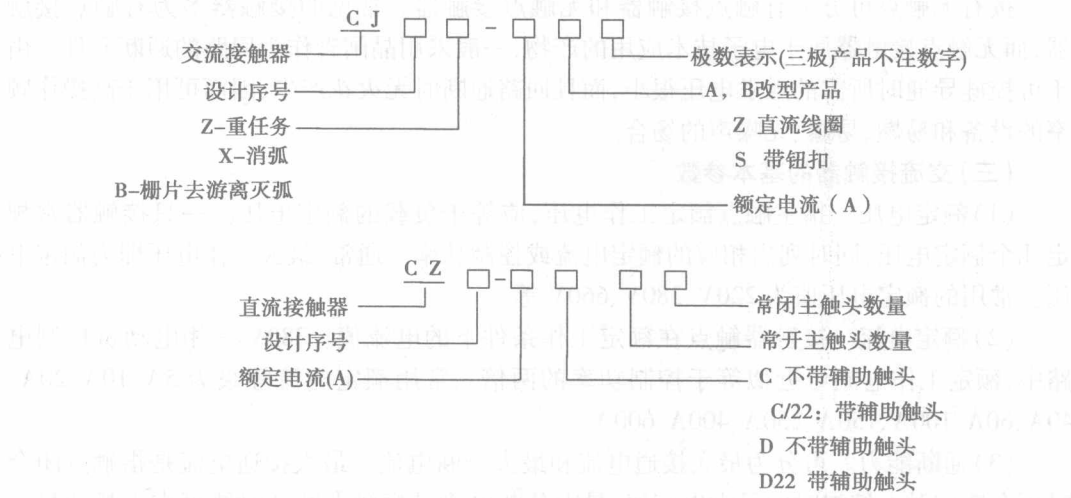


图 1-2 接触器的图形符号

(二)接触器的型号说明



例如:CJ10Z-40/3 为交流接触器,设计序号 10,重任务型,额定电流 40A,主触点为 3 极;CJ12T-250/3 为改型后的交流接触器,设计序号 12,额定电流 250A,3 个主触点。

我国生产的交流接触器常用的有 CJ10、CJ12、CJX1、CJ20 等系列及其派生系列产品,CJ0 系列及其改型产品已逐步被 CJ20、CJX 系列产品取代。上述系列产品一般具有 3 对常开主触点,常开、常闭辅助触点各两对。直流接触器常用的有 CZ0 系列,分单极和双极两大类,常开、常闭辅助触点各不超过两对。有些厂家接触器的型号的表示方法可能与上述方法不同,请查阅相关的产品说明。

四、接触器的选用

交流接触器的选用,应根据负荷的类型和工作参数合理选用。具体分为以下步骤。

(一) 选择接触器的类型

交流接触器按负荷种类一般分为一类、二类、三类和四类,分别记为 AC_1 、 AC_2 、 AC_3 和 AC_4 。一类交流接触器对应的控制对象是无感或微感负荷,如白炽灯、电阻炉等;二类交流接触器用于绕线式异步电动机的启动和停止;三类交流接触器的典型用途是鼠笼型异步电动机的运转和运行中分断;四类交流接触器用于笼型异步电动机的启动、反接制动、反转和点动。

(二) 选择接触器的额定参数

根据被控对象和工作参数如电压、电流、功率、频率及工作制等确定接触器的额定参数。

(1) 接触器的线圈电压,一般应低一些为好,这样对接触器的绝缘要求可以降低,使用时也较安全。但为了方便和减少设备,常按实际电网电压选取。

(2) 电动机的操作频率不高,如压缩机、水泵、风机、空调、冲床等,接触器额定电流大于负荷额定电流即可。接触器类型可选用 CJ10、CJ20 等。

(3) 对重任务型电机,如机床主电机、升降设备、绞盘、破碎机等,其平均操作频率超过 100 次/min,运行于启动、点动、正反向制动、反接制动等状态,可选用 CJ10Z、CJ12 型的接触器。为了保证电寿命,可使接触器降容使用。选用时,接触器额定电流大于电机额定电流。

(4) 对特重任务电机,如印刷机、镗床等,操作频率很高,可达 600 ~ 12 000 次/h,经常运行于启动、反接制动、反向等状态,接触器大致可按电寿命及启动电流选用,接触器型号选 CJ10Z、CJ12 等。

(5) 交流回路中的电容器投入电网或从电网中切除时,接触器选择应考虑电容器的合闸冲击电流。一般地,接触器的额定电流可按电容器的额定电流的 1.5 倍选取,型号选 CJ10、CJ20 等。

(6) 用接触器对变压器进行控制时,应考虑浪涌电流的大小。例如交流电弧焊机、电阻焊机等,一般可按变压器额定电流的 2 倍选取接触器,型号选 CJ10、CJ20 等。

(7) 对于电热设备,如电阻炉、电热器等,负荷的冷态电阻较小,因此启动电流相应要大一些。选用接触器时可不用考虑(启动电流),直接按负荷额定电流选取,型号可选用 CJ10、CJ20 等。

(8) 由于气体放电灯启动电流大、启动时间长,对于照明设备的控制,可按额定电流 1.1 ~ 1.4 倍选取交流接触器,型号可选 CJ10、CJ20 等。

(9) 接触器额定电流是指接触器在长期工作下的最大允许电流,持续时间 $\leq 8h$,且安装于敞开的控制板上,如果冷却条件较差,选用接触器时,接触器的额定电流按负荷额定电流的 110% ~ 120% 选取。对于长时间工作的电机,由于其氧化膜没有机会得到清除,使接触电阻增大,导致触点发热超过允许温升。实际选用时,可将接触器的额定电流减小 30% 使用。

第三节 继电器

继电器是根据某种输入信号的变化,接通或断开控制电路,实现自动控制和保护电力装置的自动电器。继电器的种类很多,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、压力继电器等;按工作原理可分为电磁式继电器、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类;按用途可分为控制用与保护用继电器等。

一、电磁式继电器

(一) 电磁式继电器的结构与工作原理

电磁式继电器是应用得最早、最多的一种型式。其结构及工作原理与接触器大体相同。由电磁系统、触点系统和释放弹簧等组成,电磁式继电器原理如图 1-3 所示。由于继电器用于控制电路,流过触点的电流比较小(一般 5A 以下),故不需要灭弧装置。

常用的电磁式继电器有电压继电器、中间继电器和电流继电器。电磁式继电器的图形、文字符号如图 1-4 所示。

(二) 电磁式继电器的特性

继电器的主要特性是输入-输出特性,又称继电特性。继电特性曲线如图 1-5 所示。当继电器输入量 X 由零增至 X_2 以前,继电器输出量 Y 为零。当输入量 X 增加到 X_2 时,继电器吸合,输出量为 Y_1 ;若 X 继续增大, Y 保持不变。当 X 减小到 X_1 时,继电器释放,输出量由 Y_1 变为零,若 X 继续减小, Y 值均为零。

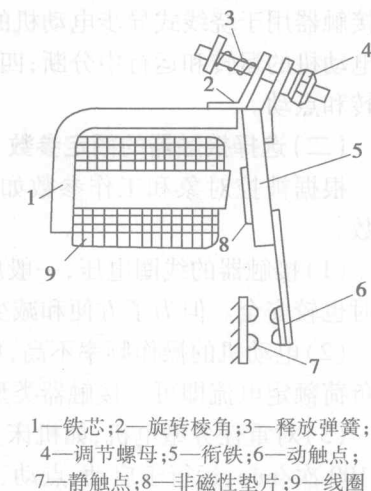


图 1-3 电磁式继电器原理图



图 1-4 电磁式继电器图形、文字符号

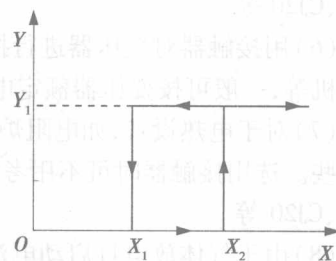


图 1-5 继电特性曲线

图 1-5 中, X_2 称为继电器吸合值,欲使继电器吸合,输入量必须等于或大于 X_2 ; X_1 称为继电器释放值,欲使继电器释放,输入量必须等于或小于 X_1 。

(三) 电压继电器

电压继电器用于电力拖动系统的电压保护和控制。其线圈并联接入主电路,感测主

电路的线路电压;触点接于控制电路,为执行元件。按吸合电压的大小,电压继电器可分为过电压继电器、欠电压继电器和零电压继电器。

过电压继电器(FV)用于线路的过电压保护,其吸合整定值为被保护线路额定电压1.05~1.2倍。当被保护的线路电压正常时,衔铁不动作;当被保护线路的电压高于额定值,达到过电压继电器的整定值时,衔铁吸合,触点机构动作,控制电路失电,控制接触器及时分断被保护电路。

欠电压继电器(KV)用于线路的欠电压保护,其释放整定值为线路额定电压的0.1~0.6倍。当被保护线路电压正常时,衔铁可靠吸合;当被保护线路电压降至欠电压继电器的释放整定值时,衔铁释放,触点机构复位,控制接触器及时分断被保护电路。

零电压继电器是当电路电压降低到5%~25% U_N 时释放,对电路实现零电压保护。用于线路的失压保护。

(四) 电流继电器

电流继电器用于电力拖动系统的电流保护和控制。其线圈串联接入主电路,用来感测主电路的线路电流;触点接于控制电路,为执行元件。电流继电器反映的是电流信号。常用的电流继电器有欠电流继电器和过电流继电器两种。

欠电流继电器(KA)用于电路起欠电流保护,吸引电流为线圈额定电流30%~65%,释放电流为额定电流10%~20%,因此,在电路正常工作时,衔铁是吸合的,只有当电流降低到某一整定值时,继电器释放,控制电路失电,从而控制接触器及时分断电路。

过电流继电器(FA)在电路正常工作时不动作,整定范围通常为额定电流1.1~4倍,当被保护线路的电流高于额定值,达到过电流继电器的整定值时,衔铁吸合,触点机构动作,控制电路失电,从而控制接触器及时分断电路。对电路起过流保护作用。

通用电磁式继电器有JT3系列直流电磁式和JT4系列交流电磁式继电器,均为老产品。新产品有JT9、JT10、JL12、JL14、JZ7等系列,其中JL14系列为交直流电流继电器,JZ7系列为交流中间继电器。

二、时间继电器

时间继电器是一种利用电磁原理或机械动作原理实现触点延时接通或断开的自动控制电器,其种类很多,常用的有电磁式、空气阻尼式、电动式和晶体管式等。时间继电器图形符号及文字符号如图1-6所示。

(一) 直流电磁式时间继电器

在直流电磁式电压继电器的铁芯上增加一个阻尼铜套,即可构成时间继电器,其结构示意图如图1-7所示。它是利用电磁阻尼原理产生延时的,由电磁感应定律可知,在继电器线圈通断电过程中铜套内将感应电势,并流过感应电流,此电流产生的磁通总是反对原磁通变化。

电器通电时,由于衔铁处于释放位置,气隙大,磁阻大,磁通小,铜套阻尼作用相对也小,因此衔铁吸合时延时不显著(一般忽略不计)。

当继电器断电时,磁通变化量大,铜套阻尼作用也大,使衔铁延时释放而起到延时作用。因此,这种继电器仅用做断电延时。

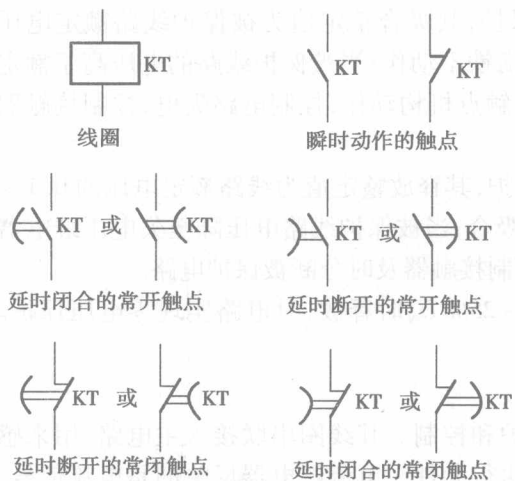


图 1-6 时间继电器图形符号及文字符号

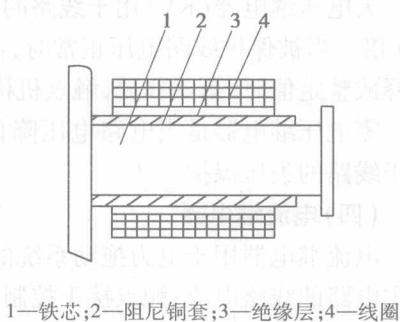


图 1-7 带有阻尼铜套的铁芯示意图

(二) 空气式时间继电器

空气阻尼式时间继电器,是利用空气阻尼原理获得延时的。它由电磁系统、延时机构和触点三部分组成,电磁机构为直动式双 E 型,触点系统是借用 LX5 型微动开关,延时机构采用气囊式阻尼器。

空气阻尼式时间继电器,既具有由空气室中的气动机构带动的延时触点,也具有由电磁机构直接带动的瞬动触点,可以做成通电延时型,也可做成断电延时型。电磁机构可以是直流的,也可以是交流的。

(三) 半导体时间继电器

电子式时间继电器在时间继电器中已成为主流产品,电子式时间继电器是采用晶体管或集成电路和电子元件等构成。目前已有采用单片机控制的时间继电器,电子式时间继电器具有延时范围广、精度高、体积小、耐冲击和耐振动、调节方便及寿命长等优点,所以发展很快,应用广泛。

半导体时间继电器的输出形式有两种有触点式和无触点式,前者是用晶体管驱动小型磁式继电器,后者是采用晶体管或晶闸管输出。

(四) 单片机控制时间继电器

近年来随着微电子技术的发展,采用集成电路、功率电路和单片机等电子元件构成的新型时间继电器大量面市。如 DHC6 多制式单片机控制时间继电器,JS17、J3320、JSZ13 等系列大规模集成电路数字时间继电器,JS145 等系列电子式数显时间继电器,JS61 等系列固态时间继电器等。DHC6 多制式单片机控制时间继电器外貌如图 1-8 所示。

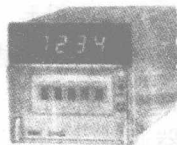


图 1-8 DHC6 多种制式时间继电器