

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

电器及PLC控制技术 学习指导与练习

(机电技术应用专业)

主编 李乃夫



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

电器及 PLC 控制技术 学习指导与练习

(机电技术应用专业)

主编 李乃夫

高等教育出版社

内容简介

本书是与中等职业教育国家规划教材《电器及 PLC 控制技术》(高等教育出版社 2002 年 6 月第 1 版,高勤主编)相配套的教学辅助用书。全书分为四个部分:绪论部分对本课程的内容作一个全面、概括的介绍;学习指导与练习部分是对应于主教材各章节的学习辅导与解题指导,并适当补充了一些选做的习题;附录部分在主教材的基础上补充介绍了几种目前较常用的 PLC 机型:OMRON 公司的 CPM1A 系列和松下电工的 FP1、FPO 系列,以及一些 PLC 应用方面的知识;最后为各章补充习题的参考答案。

本书与主教材及其实训教材《电器及 PLC 控制技术技能训练》配套使用,可作为学生学习本课程的参考资料和习题练习册,也可作为教师的教学辅助用书和学习电气控制技术有关人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电器及 PLC 控制技术学习指导与练习/李乃夫主编.
—北京:高等教育出版社,2006.5
机电技术应用专业
ISBN 7-04-019296-9

I. 电... II. 李... III. ①电气设备-自动控制-专业学校-教学参考资料②可编程序控制器-专业学校-教学参考资料 IV. TM762

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 022983 号

策划编辑 王瑞丽 责任编辑 王瑞丽 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 胡志萍 责任校对 王雨 责任印制 朱学忠

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京新丰印刷厂		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2006 年 5 月第 1 版
印 张	5.25	印 次	2006 年 5 月第 1 次印刷
字 数	120 000	定 价	7.00 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

物料号 19296-00

前 言

本书是与中等职业教育国家规划教材《电器及 PLC 控制技术》(高等教育出版社 2002 年 6 月第 1 版,高勤主编)相配套的教学辅助用书。

《电器及 PLC 控制技术》作为中等职业教育机电技术应用及其相关专业主干课程的国家规划教材,于 2002 年出版后,被全国许多中等职业学校广泛使用,并受到好评。但在使用过程中由于没有与之相配套的实训教材及其教学辅助用书,给组织实训教学和学生课外学习与练习带来不便。因此于 2005 年 1 月教育部高等教育出版社在广州召开了配套教材的组稿会议,确定出版两本相配套的实训教材和教学辅助用书:《电器及 PLC 控制技术技能训练》与《电器及 PLC 控制技术学习指导与练习》。

《电器及 PLC 控制技术学习指导与练习》分为四个部分:绪论部分对本课程的内容作一个较全面、概括的介绍;学习指导与练习部分是对应于主教材各章节的学习辅导与解题指导,并适当补充了一些选做的习题;附录部分在主教材的基础上补充介绍几种目前较常用的 PLC 机型,如:OMRON 公司的 CPM1A 系列和松下电工的 FP1、FP0 系列,以及一些 PLC 应用方面的知识;最后为各章补充习题的参考答案。

本书由李乃夫主编,由广州市冶金自动化研究所张同苏高级工程师审阅。限于编者的学识水平,对书中存在的错漏或不妥之处恳请使用者及同行给予指正。

编 者
2005 年 9 月

目 录

绪论	1
第一章 电器及继电器 - 接触器控制系统	5
第二章 可编程序控制器(PLC)的基本知识	12
第三章 三菱 FX 系列 PLC	17
第四章 OMRON 的 C 系列 P 型 PLC	25
附录 I OMRON 公司的 CPM1A 系列 PLC	31
附录 II 松下电工的 FPO 系列 PLC	37
附录 III 松下电工的 FP1 系列 PLC	42
附录 IV 部分补充习题参考答案	75
参考文献	78

绪 论

一、电气控制设备与控制技术的发展

电气控制设备与控制技术以科学技术的飞速发展为前提,以工业生产产品和生产工艺的不断更新为动力,从而得到不断的发展。

在 20 世纪 40 年代以前,工业生产基本上还是处于手工操作的时代,主要依靠操作者的手艺和经验去控制生产的过程,因此生产产量低,产品质量不高,劳动强度大且劳动生产率较低,经济效益不佳。

随着工业生产规模的日益扩大,在生产过程中必须处理的问题变得十分复杂。由于人类自身条件所限,使人们对生产过程中动作的辨别,动作的速度、精度与一致性的控制,以及对复杂问题的反应和处理能力等方面都受到限制。虽然借助于常规的控制仪表和逻辑硬接线的控制装置(如继电器-接触器控制系统)能够实现在一定程度、一定范围内的自动化,但是对于生产过程中的随机干扰实行随机控制,以及多变量、高精度的控制等仍然难以实现。现代工业的发展迫切需要实现生产过程和生产设备的自动控制。所谓“自动控制”,就是指在没有人直接参与的情况下,通过控制系统使被控对象或生产自动地按照预先设置进行工作。

自动控制使用的技术包括电气控制、机械传动、液压传动和气压传动等方法,其中电气控制是应用最为普遍的方法。众所周知,任何生产过程和生产设备都需要能源。自从人类在 19 世纪初掌握了电能的产生与应用技术以来,电能就已成为工业生产最主要的能源,将电能转换成机械能的电动机成为工业生产最主要的动力设备。生产过程的运行、生产机械的起动、停止以及运行状态的调节等,都可以通过对电动机等动力设备的控制来实现,从而组成电力拖动自动控制系统(如图 0-1 所示),它主要包括自动控制设备、动力设备和传动机构三个环节。

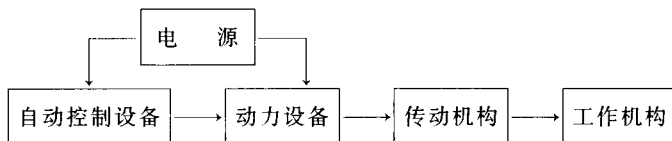


图 0-1 电力拖动自动控制系统框图

(1) 自动控制设备——通过对动力设备进行自动控制,以实现生产过程或生产机械运行的自动化。

(2) 动力设备——主要是各种电动机,是将电能转换成机械能以驱动生产机械的原动力。

(3) 传动机构——动力设备与工作机构之间的传动装置。

电力拖动自动控制系统如果按照输入输出信号的状态特征,可分为开关量(数字量)和连续量(模拟量)两类,对应的控制系统分别为断续控制系统和连续控制系统。电器及 PLC 控制技术课程主要介绍开关量的断续控制系统。

在 20 世纪 70 年代以前,实现对开关量自动控制的基本上是继电器-接触器控制系统。这

种控制系统主要由继电器、接触器和各种开关组成,由于它具有简单、经济的特点,因而至今仍在许多控制动作较简单、控制规模较小的设备上使用(见主教材第一、第二章)。继电器-接触器控制系统的主要缺点是:

① 因为是由较多的电器触点及其连接线组成,所以工作可靠性较差;

② 电器触点存在机械磨损,故工作寿命短;

③ 其硬接线使控制功能和动作顺序被固化,一旦控制要求有所改变就需要重新设计、布线和装配,不能适应产品和生产工艺不断更新带来控制功能经常变化的要求。

在 20 世纪 50 年代,曾经用晶体管逻辑控制系统取代继电器-接触器控制,解决了有触点开关的问题,但由于这种控制装置仍然是硬接线,还解决不了通用性和灵活性的问题。

自从 1946 年世界上第一台电子计算机问世,就预示着将为实现工业生产的高度自动化提供强有力的手段。但是在 20 世纪 50—60 年代,用于工业自动控制的计算机还处于试验阶段,这一阶段的工业控制计算机主要用于开环数据记录、数据处理和过程监督,主要的原因是当时的计算机速度慢、价格贵、可靠性差,远不能满足工业控制的要求。

在 20 世纪 60 年代后期,随着电子工业的发展,研制出了中小规模集成电路的第三代电子计算机,并以其体积小、速度快、可靠性高,价格也较便宜的特点迅速进入工业生产自动控制的领域。在这一时期出现的可编程序控制器(PLC)就是综合了传统的继电器-接触器控制系统简单易懂、操作方便和计算机控制系统功能强、通用性和灵活性好的优点,主要用于开关量控制的自动控制装置。

从 20 世纪 70 年代以后,随着微电子技术的发展,大规模集成电路的制造成功,造价低廉的微处理器的大量出现,促使工业微机的应用迅速普及,因而产生了集中-分散型控制系统(DCS)。DCS 控制系统不仅提高了控制系统的工作可靠性,而且还可以灵活方便地实现各种控制(如多变量或多参数控制、最优控制、自适应控制等),便于系统分批调试与投入运行。DCS 的出现和应用,为实现高水平的自动化提供了强有力的技术支持,为工业过程自动化向高层次发展带来了深远的影响。在控制设备方面,包括微机控制的智能型单元组合仪表和 PLC 的诞生,都标志着工业自动化真正进入了计算机时代。

20 世纪 80 年代迅速发展起来的计算机网络技术,又使得工业自动化发生了巨大变革。计算机网络化产生了控制与管理一体化的现代新型工业自动化模式。这种新型的自动控制系统已经超出了传统的工业工程技术领域,还包括了社会经济和生物生态等各个领域,从局部控制进入了全局控制,既有若干个子系统的闭环控制,又有整个大系统的协调全面控制,可以实现在线优化、生产过程的实时调度、产品计划、统计、信息管理和决策管理。工业自动化系统能够在大量获取并处理生产过程和市场信息的基础上,科学地安排和调度生产,以充分发挥设备的生产潜力,达到优质、高产、低耗的最佳目标。

二、可编程序控制器的产生和发展

在 20 世纪 60 年代,随着生产技术的发展、生产规模的扩大和市场竞争的日趋激烈,继电器-接触器控制系统其使用的单一性和控制功能简单(局限于逻辑控制、定时、计数等简单控制)的缺点逐渐暴露出来。因此需要有一种能够适应产品更新快、生产工艺和流程经常变化的控制要求的工业控制装置,以取代继电器-接触器控制系统。在 1968 年,美国通用汽车(GM)

公司首先公开招标,提出了研制新型工业控制器的十项功能指标。根据这十项指标的要求,在一年后,由美国数据设备公司(DEC)研制出世界上第一台可编程序控制器,并且成功地应用在 GM 公司的生产线上。此后,日本的日立公司通过从美国引进技术,于 1971 年试制出日本的第一台可编程序控制器。1973 年,德国的西门子公司独立研制出欧洲的第一台可编程序控制器。在这一时期的可编程序控制器虽然也采用了计算机的设计思想,但仅有逻辑控制、定时、计数等控制功能,只能进行顺序控制,故称之为“可编程序逻辑控制器”(Programmable Logical Controller),简称 PLC。

到 20 世纪 70 年代后期,随着微电子技术和计算机技术的发展,使 PLC 在处理速度和控制功能上都有了很大提高,其不仅可以进行开关量的逻辑控制,还可以对模拟量进行控制,且具有数据处理、PID 控制和数据通信功能,发展成为一种新型的工业自动控制标准装置。因此于 1980 年由美国电气制造协会(NEMA)命名为“可编程序控制器”(Programmable Controller),简称 PC。但由于 PC 容易和个人计算机(Personal Computer)相混淆,所以在我国仍习惯以 PLC 作为可编程序控制器的简称,在主教材和本书中也统一使用 PLC 这一简称。

1987 年,国际电工委员会(IEC)对 PLC 作出了如下定义:“可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作命令,并通过数字式和模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关的设备,都应按易于与工业控制系统连成一个整体,易于扩充功能的原则而设计。”

用 PLC 取代继电器-接触器系统实现工业自动控制,不仅由于用软件编程取代了硬接线,在改变控制要求时只需要改变程序而无需重新配线,而且由于用 PLC 内部的“软继电器”取代了许多电器,从而大大减少了电器的数量,简化了电气控制系统的接线,减小了电气控制柜的尺寸,充分体现设计、施工周期短、通用性强、可靠性高、成本低的优点。特别是 PLC 采用的梯形图编程语言是以继电器梯形图为基础的形象编程语言,一般电气技术人员和技术工人经过简单的培训就可以掌握,所以又有人把 PLC 称为“蓝领计算机”。甚至有人这样描绘现代化工厂里工人的形象:“工人左腰别着螺丝刀,右腰别着编程器”。

自 20 世纪 80 年代以来,PLC 在处理速度、控制功能、通信能力以及控制领域等方面都不断有新的突破,正朝着电气控制、仪表控制、计算机控制一体化和网络化的方向发展。PLC 技术、CAD/CAM/CAE(计算机辅助设计/计算机辅助制造/计算机辅助工程)技术和工业机器人已成为现代工业自动化的三大支柱。因为当今的可编程序控制系统已经是集计算机技术、通信技术和自动控制技术为一体的新型的工业控制装置,所以已被称为“可编程序计算机控制器”(Programmable Computer Controller,简称 PCC)。可编程序控制器的发展过程表明,它在事实上已改变了当初仅仅取代继电器-接触器控制系统的初衷,而发展成为在工业自动控制领域中推广速度最快、应用最广的一种标准控制设备。主教材的第三至第七章为可编程序控制器的内容。

三、本课程的性质、内容和教学建议

电器及 PLC 控制技术课程是中等职业学校机电技术应用及其相关专业(如电气运行与控制等专业)的一门专业主干课程,主要介绍工业控制系统中的继电器-接触器控制系统和 PLC 控制系统。

对本课程的教学建议如下:

(1) 处理好学习继电器 - 接触器控制系统与 PLC 控制系统之间的衔接关系。应在掌握继电器 - 接触器控制系统常规应用的基础上,进而掌握 PLC 控制系统的应用。

(2) 处理好教学内容的先进性与普及性的关系。既要让学生对新知识、新技术、新的产品和元器件有所了解,又要保证对本专业对应岗位所必要的基本知识和基本技能的掌握,保证对岗位关键能力的培养,使学生有较扎实的专业理论基础知识和实际工作能力。因此,对主教材中的一些内容(如第六章可编程序控制器的实际应用等内容)可选讲或作为阅读材料,也可以改用本地区相关行业的一些典型应用实例来组织教学。

(3) 处理好学习不同类型、不同系列的 PLC 之间的关系。主教材主要介绍三菱公司的 FX 系列和 OMRON 公司的 C 系列 P 型机两种机型的 PLC。考虑到目前 OMRON 公司的 C 系列 P 型机已基本被 CPM1A 系列所取代,此外,松下电工的 FP1、FP0 系列小型机的应用也越来越广泛,因此在本书以及与主教材相配套的实训教材(《电器及 PLC 控制技术技能训练》,高等教育出版社 2006 年第 1 版,张同苏、李乃夫主编。下同)中,还介绍了 OMRON 公司的 CPM1A 系列和松下电工的 FP1、FP0 系列 PLC。在学习时可根据实际情况选用或作为补充内容。目前 PLC 的各系列产品不断推陈出新,如果条件许可,也应注意了解一些新的 PLC 系列产品。不同型号的 PLC 产品,其基本结构和工作原理是相同的,指令系统也有许多相同的地方(特别是同一国家的 PLC 产品),在学习时应注意掌握其相同和不同之处。基本的学习要领是在掌握基本原理和应用规律的基础上,做到举一反三,触类旁通。

(4) 对于实践教学的内容(参观、实验、实训和课程设计),可结合相关的理论教学内容进行。如有条件,有些内容(如生产机械的电气控制系统)可以在生产现场组织教学,有些内容(如 PLC 编程工具和编程软件的使用)可以在实训室或专业教室进行教学,讲练结合会收到更好的学习效果。

第一章 电器及继电器 - 接触器控制系统

一、主要内容

本章对应于主教材的第一、第二章,其主要内容包括:

- (1) 低压电器。
- (2) 常用电动机控制电路。
- (3) 常用生产机械电气控制电路。

二、学习要求

(1) 了解常用低压电器的基本常识;理解继电器,接触器,熔断器,自动、手动开关和主令电器的类型、型号、结构、原理、作用及使用方面的知识。

(2) 掌握电动机控制电路基本环节的分析方法。

(3) 掌握电气控制系统图的构成规则和读图的基本方法,能够识读常用生产机械的电气控制电路图。

三、学习指导

1. 低压电器

目前,电动机已成为工业生产中最主要的动力设备。如果用电动机拖动各种生产机械设备,并要求电动机能够按照设备运行的要求运转,就需要对电动机进行控制。传统的电动机控制系统主要由各种低压电器组成,称为继电器 - 接触器控制系统。

继电器 - 接触器控制系统由各种低压电器组成。所谓“电器”,是指可以根据控制指令,自动或手动接通和断开电路,实现对用电设备或非电对象的切换、控制、保护、检测和调节的电气设备,如各种开关、继电器、接触器、熔断器等。而“低压电器”是指其工作电压在交流 1 200 V 或直流 1 500 V 以下的电器。

根据其动作原理的不同,电器可分为手控电器和自动电器;而根据其功能的不同,电器又可以分为控制电器和保护电器。我国低压电器的型号是按照产品的种类编制的,具体可查阅有关资料。低压电器在主教材的第一章中介绍,要熟悉电动机控制电路常用低压电器的类型、型号、结构、原理、作用、使用方法和主要参数,并熟悉这些电器的图形和文字符号,因为这是分析电动机控制电路的基础。

2. 常用电动机控制电路

对电动机的基本控制,包括电动机的起动、调速、制动等。在主教材的第二章中,介绍了电动机继电器 - 接触器控制电路的基本控制环节和保护环节,应该在理解三相异步电动机运行特性的基础上,掌握这些基本控制电路的原理、特点,以及各个电路的异同之处。例如:电路中自锁和互锁的作用;时间控制和行程位置控制的方法和特点;短路、过载、过电流、零压、欠压等保护作用

的原理等等。在主教材第二章中介绍的电动机在两种运行状态之间转换的控制电路,如启动 \leftrightarrow 停机、正转 \leftrightarrow 反转、启动 \rightarrow 运行 \rightarrow 停机(制动) \rightarrow 制动结束等,有手动控制也有自动控制,所用的控制电器也有不同,如Y- Δ 启动和能耗制动的速度控制;自动往复运动的行程位置控制;反接制动的速度控制等。应注意各个控制电路的特点,分析其规律,掌握好电动机控制电路最基本的环节。

3. 电气控制系统图

电气控制系统图包括电气原理图、电器布置图和电气安装接线图。电气原理图反映电路中各个电器元件的连接关系和电气工作原理,电器布置图反映各电器元件的实际安装位置,而电气安装接线图则反映电气设备各控制单元内部元件之间的接线关系。各种图都要求按照国家标准统一的图形和文字符号及标准画法来绘制。应注意掌握各种电气图的构成规则,在掌握电动机控制电路基本环节的基础上,掌握生产机械电气设备电气控制系统图的读图方法。

4. 常用生产机械电气控制电路

在主教材第二章第五节介绍了C650型普通车床、Z3040型摇臂钻床、双面单工位组合机床,以及小型冷库等四种设备的电气控制电路,在学习时应注意掌握各自电路的主要特点。

(1) C650型普通车床的电气控制(主教材中图2-20)主要是对主轴电动机M1的控制,包括:

- ① M1的正反转控制;
- ② M1串电阻减压启动的时间继电器控制;
- ③ M1停机时(正、反向)反接制动的速度继电器控制;
- ④ M1的(低速)点动控制。

(2) Z3040摇臂钻床的电气控制(主教材中图2-22)主要是对M2(摇臂升降电动机)、M3(液压泵电动机)的控制,以实现摇臂松开 \rightarrow 升降 \rightarrow 夹紧的自动控制。注意在这一过程中电气与机械、液压系统的相互配合,以及时间继电器KT的控制作用。有条件的应到现场观察摇臂钻床的摇臂升降过程。

(3) 双面单工位组合机床的电气控制电路(主教材中图2-26)主要是由左、右动力头电动机M1、M2和液压泵电动机M3的控制电路组成。在分析电路的工作原理时,应注意组合机床的机-电-液系统的联系,根据机床整个工作循环中各个动作及相互关系,对应分析各部分电路的原理及其联系,进而分析整个电路的工作过程。

(4) 小型冷库的电气控制(主教材中图2-27)则主要是对压缩式制冷机电动机M3的控制和保护环节,包括:

① M3与M1、M2的连锁控制,因为M3必须在冷却水泵电动机M1和冷却塔风机电动机M2运行时才能运行,所以在启动时M3必须在M1、M2启动之后,而在停机时又必须在M1、M2停机之前;

- ② XCT温控器通过中间继电器KA4、KA5对M3的控制;
- ③ 压力继电器KP和热继电器FR3对M3的欠压及过载保护。

四、习题选答

[主教材习题1-2](主教材P17)

从外部结构特征上如何区分直流电磁机构与交流电磁机构?

[参考答案]

因为交流电磁机构由交流电产生的交变磁通将在铁心中产生涡流和磁滞损耗,引起铁心发热,所以为减少铁损,铁心采用硅钢片冲叠而成。此外,单相交流电磁机构为避免交变磁通过零点引起电磁吸力的变化,使衔铁产生振动和噪声,在铁心端面上装有短路铜环。交流电磁机构的线圈为便于散热,一般做成粗而短的圆筒形且绕在线圈骨架上。

而直流电磁机构不会产生铁损,铁心不会发热,为便于加工,铁心用整块的钢铁材料(如铸铁和铸钢)制成,在端面上也没有短路铜环。为便于线圈散热,一般将线圈做成细而长的圆筒形。

可参阅主教材 P7 ~ P8。

[主教材习题 2-2](主教材 P46)

什么是失压欠压保护? 利用哪些电气元件可以实现失压欠压保护?

[参考答案]

在突然停电时能够自动切断电动机电源,从而在恢复供电时,不会因电动机自行起动而造成设备和人身事故,这种保护作用称为失压(或称为零压)保护。如主教材中图 2-3 电路,在每次停机后,都必须按下起动按钮 SB1 后电动机才能起动运行,因此采用按钮开关和接触器控制的电路具有失压(零压)保护作用。

如果电源电压过低(如降至额定电压的 85% 以下),则接触器线圈产生的电磁吸力不足,接触器会在复位弹簧的作用下释放,从而切断电动机电源,称为欠压保护。所以接触器控制电路还对电动机有欠压保护的作用。

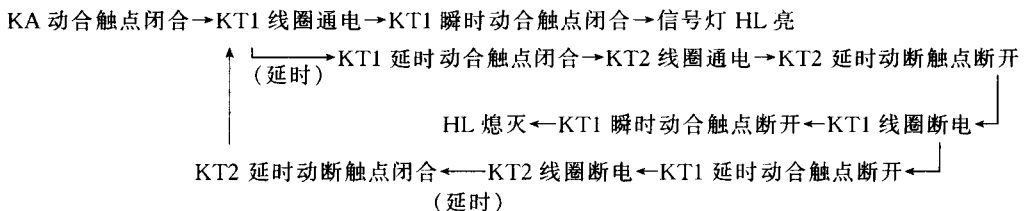
可参阅主教材 P21。

[主教材习题 2-9](主教材 P47)

电厂的闪光电源控制电路如图 2-29 所示,当发生故障时,事故继电器 KA 通电动作,试分析信号灯发出闪光的工作原理。

[参考答案]

主教材中图 2-29 电路采用了两个时间继电器 KT1 和 KT2,由其触点的图形符号可知 KT1 为通电延时类型,KT2 为断电延时类型,其工作原理如下:



由此信号灯 HL 反复地亮灭,从而发出闪光。调节 KT1 和 KT2 的延时时间,可调节 HL 的闪光周期。

[分析与讲评] 掌握继电器-接触器控制电路原理图的读图方法,是本课程的主要教学目标之一。现以主教材习题 2-9 为例,介绍用流程图分析电路工作原理与过程的基本方法。分析电路首先应了解电路中电器的用途和工作原理,熟悉其图形和文字符号。如习题中使用的两个

时间继电器,在电路图中有三个触点符号,由上至下分别是KT1的瞬时动合触点,KT2的断电延时闭合(通电瞬时断开)的动断触点,KT1的通电延时闭合(断电瞬时断开)的动合触点。由触点的符号首先知道KT1为通电延时类型,KT2为断电延时类型,在此基础上才能进行电路工作过程的分析。

五、阅读材料

电气控制电路原理图的识读

生产机械设备电气控制电路原理图的读图基本方法是:

(1) 首先应了解设备的基本结构、运动情况、工艺要求、操作方法,以及设备对电力拖动的要求,电气控制和保护的具体要求,以期对设备有一个总体的了解,为阅读电气图做好准备。

(2) 阅读电气原理图中的主电路,了解电力拖动系统由几台拖动电动机所组成,并结合工艺了解电动机的运行状况(如起动、制动方式,是否正反转,有无调速要求等),各用什么电器实行控制和保护。

(3) 看电气原理图的控制电路。在熟悉电动机控制电路基本环节的基础上,按照设备的工艺要求和动作顺序,分析各个控制环节的工作原理和工作过程。

(4) 根据设备对电气的控制和保护要求,结合设备机械、电气、液压系统的配合情况,分析各环节之间的联系、工作程序和连锁关系。对应上一步,可总结为“化整为零看电路,积零为整看全部”。

(5) 统观整个电路,看有哪些保护环节。有些电器的工作情况可结合电气安装图来进行分析。

(6) 再看电气原理图的其他辅助电路(如检测、信号指示、照明电路等)。

以上所介绍的只是一般的步骤和方法。在这方面没有一个固定的模式或程序,重要的是在实践中不断总结,积累经验。每阅读完一个电路,都应注意分析,总结其特点,不断提高读图的能力。

六、补充习题

1-1 电器是指_____的电气设备。低压电器是指其工作电压在交流_____V或直流_____V以下的电器。

1-2 根据其动作原理的不同,电器可分为_____电器和_____电器;而根据其功能的不同,又可以分为_____电器和_____电器。

1-3 三相异步电动机起动的主要问题是_____,_____。

(1) 起动电流大 (2) 起动电流小 (3) 起动转矩大 (4) 起动转矩并不大

1-4 电气设备的工作原理是用_____来表示的。

(1) 电气原理图 (2) 电器布置图 (3) 电气安装接线图

1-5 交流接触器从结构上可分为_____,_____和_____三大部分。

1-6 接触器的触点又分为主触点和辅助触点。主触点一般为三极_____触点,主要用于_____。辅助触点有_____和_____触点,主要用于_____。

1-7 CJ20-63 型交流接触器,其型号中的“63”是指_____的额定电流为 63 A。

(1) 主触点 (2) 辅助触点 (3) 电磁线圈

1-8 额定电流为 1.5 A 的三相异步电动机,轻载直接起动,应选用熔体额定电流为_____的熔断器;而负载电流为 1.5 A 的照明电路,则应选用熔体的额定电流为_____的熔断器。

(1) 1.5 A (2) 2.5 A (3) 7 A

1-9 判断:

(1) 因为三相异步电动机的起动电流可达额定电流的 5~7 倍,所以在电动机起动时,按 1.5~2.5 倍额定电流选定的熔断器的熔体会因过流而熔断,从而造成电动机无法起动。()

(2) 熔断器不宜作电动机的过载保护。()

(3) 热继电器不能用作短路保护。()

(4) 在电动机控制电路中既然装有热继电器就不需要装熔断器了。()

1-10 JR16-20/3D 型热继电器,其型号中的“20”是指_____的额定电流为 20 A。

(1) 热继电器 (2) 热继电器的动断触点 (3) 热继电器的热元件

1-11 额定电流为 11.1 A 的 Y2-132S1-2 型三相异步电动机,采用 JR16-20/3D 型热继电器作过载保护,请在以下三种规格的热元件中选取最合适的一种_____。

(1) 10 号热元件,额定电流为 11.0 A,调节值为 6.8—9.0—11.0 A

(2) 11 号热元件,额定电流为 16.0 A,调节值为 10.0—13.0—16.0 A

(3) 12 号热元件,额定电流为 22.0 A,调节值为 14.0—18.0—22.0 A

1-12 在主教材中图 2-3 所示的电路中,起短路保护作用的电器是_____,起过载保护作用的电器是_____,起失压保护作用的电器是_____,起欠压保护作用的电器是_____。

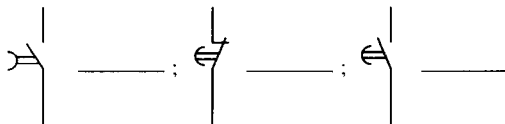
1-13 在主教材中图 2-7(a)、(b)、(c)所示的三个控制电路中,如果同时按下两个起动按钮 SB2 和 SB3,在正常情况下会出现的现象分别是:(a)_____;(b)_____;(c)_____。

(1) 电动机起动运行,但运转方向不确定

(2) 电源短路,电动机不能起动运行

(3) 电源不会短路,但电动机也不能起动

1-14 请标注出下列时间继电器触点的名称:

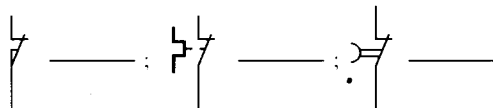


(1) 通电延时型时间继电器的动合触点

(2) 通电延时型时间继电器的动断触点

(3) 断电延时型时间继电器的动合触点

1-15 请指出下列属于什么电器的动断触点:



1-16 请指出下列属于什么电器的动合触点：



1-17 C650 型普通车床的刀架快速移动电动机 M3, Z3040 型摇臂钻床的摇臂升降电动机 M2, 以及冷却泵电动机 M4 都不需要用热继电器进行过载保护, 分别是什么原因?

1-18 有两台三相异步电动机 M1 和 M2, 要求:

(1) M1 先起动, M1 起动 20 s 后, M2 才能起动;

(2) 若 M2 起动, M1 立即停机。

试画出其控制电路。

1-19 试设计一个控制三台三相异步电动机的电路,要求 M1 起动 10 s 后, M2 自行起动,运行 5 s 后, M1 停止,同时 M3 起动,再运行 15 s 后,三台电动机均停止。

1-20 试设计一台机床的电气控制电路,该机床共有三台三相笼型异步电动机:主轴电动机 M1、润滑泵电动机 M2、冷却泵电动机 M3。设计要求如下:

- (1) M1 直接起动,单向旋转,不需要电气调速,采用能耗制动,并可点动试车。
- (2) M1 必须在 M2 工作 3 min 之后才能起动。
- (3) M2、M3 共用一只接触器控制,如不需要 M3 工作,可用转换开关 SA 切断。
- (4) 具有必要的保护环节。
- (5) 装有机床工作照明灯一盏,电压为 36 V。电网电压及控制电路电压均为 380 V。

第二章 可编程序控制器(PLC)的基本知识

一、主要内容

本章对应于主教材的第三章,是学习可编程序控制器(PLC)的入门篇,其主要内容是有关 PLC 的一些基本知识,包括:

- (1) PLC 的基本概念、特点、应用领域和发展趋势。
- (2) PLC 的硬件结构和工作原理。
- (3) PLC 的编程方式和编程语言。

二、学习要求

- (1) 了解 PLC 的基本概念、特点、应用领域和发展趋势。
- (2) 掌握 PLC 的硬件结构和工作原理。
- (3) 理解 PLC 的编程方式和两种主要的编程语言。

三、学习指导

(1) PLC 的硬件基本结构由中央处理单元(CPU)、存储器(RAM、ROM)、输入/输出单元(I/O)、编程器、电源、外设接口、I/O 扩展单元接口等部分组成。PLC 的 I/O 接口电路起着与外围设备连接的作用,为提高抗干扰能力,I/O 接口电路均采用光电耦合电路。输出接口电路一般有继电器、晶闸管、晶体管有三种输出方式,可适用于不同的负载。

(2) PLC 有在线(联机)和离线(脱机)两种编程方式。PLC 可使用手持编程器和带显示屏的专用图形编程器编程,也可以在装有编程软件的计算机上编写、调试、修改程序,还可以监视程序的运行。手持编程器又分为简易型和智能型两种,简易型的手持编程器只能在线(联机)编程,除此之外其余的编程工具都可以离线(脱机)编程。

(3) PLC 两种主要的编程语言是梯形图语言和指令语句表编程语言(助记符语言)。梯形图语言的最大特点是与继电器梯形图的符号和表达方式基本一致,因此易于被一般电气技术人员所掌握。但应注意两者在表达方式特别是本质内涵上有所区别。结合后几章的学习,掌握构成 PLC 梯形图的一些基本规则。

(4) PLC 采用循环扫描的工作方式,这与微机的工作方式有所不同。一个循环扫描周期大体上可分为初始化处理、输入信号处理、执行程序 and 输出处理四个阶段。循环扫描的工作方式有助于提高 PLC 的抗干扰能力。但要注意因扫描周期造成响应滞后而对控制速度产生的影响。

(5) PLC 的主要技术性能指标有:I/O 点数、内存容量、指令功能、扫描速度(扫描时间)及内部寄存器和功能模块的配置等。按照其 I/O 点数和内存容量,PLC 可分为小型、中型、大型三个等级。其结构形式小型机一般为整体式,中型和大型机一般为机架模块式。PLC 适用面广,工作可靠,其优点集中表现在它的“可”字上面:从软件来讲,它的程序可编也易编;从硬件来讲,它的