



湖南铁道职业技术学院

国家示范性高职院校建设项目成果

电气自动化技术专业

PLC控制系统设计与维护

刘小春 华满香 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

内容提要

本书是湖南铁道职业技术学院在借鉴德国学习领域课程开发模式的基础上,对课程进行基于工作过程导向的重新开发而编写的特色教材。本书以三菱 FX_{2N} 系列可编程控制器为代表,突出应用性、针对性,加强实践能力培养,以任务驱动式为特色,分四个模块介绍 PLC 的基本知识及应用技术。在介绍过程中,以学习目标→任务描述→相关知识点→任务分析→任务实施→任务检查与评价→知识拓展为顺序对学习过程进行引导,始终体现“以学习者为中心”的教学理念。

本书的四个模块各自独立,又互相衔接,逐层提高,可以满足不同专业、不同层次学习者的学习需要。本书可作为高职高专院校自动化等电类专业及机电类专业的教学用书,也可作为 PLC 技术的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 控制系统设计与维护/刘小春,华满香主编. —北京:
高等教育出版社,2008.11
ISBN 978-7-04-025614-7

I. P… II. ①刘…②华… III. ①可编程序控制器 -
控制系统 - 系统设计②可编程序控制器 - 控制系统 - 维护
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 167140 号

策划编辑 刘 洋 责任编辑 孙 薇 封面设计 赵 阳 责任绘图 尹 莉
版式设计 马敬茹 责任校对 王 超 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市白帆印务有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 12.25
字 数 290 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2008 年 11 月第 1 版
印 次 2008 年 11 月第 1 次印刷
定 价 18.30 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 25614-00

前 言

湖南铁道职业技术学院作为国家首批立项建设的 28 所国家示范性高等职业学院之一,一直重视专业建设及课程改革。近年来,在借鉴德国学习领域课程开发模式的基础上,对大部分专业核心课程进行了基于工作过程导向的重新开发,由此迫切需要建设一批符合高职改革发展需要、适于采用基于工作过程导向教学的特色教材。本书正是立足于高职发展的需求,根据实际教学改革需要,突出应用性、针对性,加强实践能力培养的一本任务驱动式特色教材。

本书以现场应用较广的三菱公司 FX_{2N} 系列 PLC 为代表,介绍 PLC 的基本知识及应用技术。在介绍过程中,以学习目标→任务描述→相关知识点→任务分析→任务实施→任务检查与评价→知识拓展为顺序对学习过程进行引导,始终体现“以学习者为中心”的教学理念,培养学生在学习过程中的主动性和积极性,加强工程应用实践能力的培养。

本书所选任务来源于现场的真实工作任务,项目的选择具有代表性,并融入了维修电工技能鉴定考核标准。各模块可独立学习,又互相衔接,逐层提高,以满足不同专业、不同层次学习者的需要。本书可作为高职高专院校自动化等电类专业及机电类专业的教学用书,也可作为 PLC 技术的培训教材。具体学时分配可根据专业设置、培养目标的要求及具体情况机动掌握。建议学时分配方案见表 1,建议采用理论实践一体化授课形式,即上课时边讲边练,讲课和实践的安排可灵活掌握,交融渐进。

表 1 参考学时分配表

序 号	授课内容	学时分配	
		讲课	实践
1	模块一 电动机典型控制系统的设计与维护	12	12
2	模块二 顺序控制系统的设计与维护	8	12
3	模块三 复杂功能控制系统的设计与维护	12	10
4	模块四 特殊功能模块的应用	8	10
合计		40	44
总计		84	

本书的编者都为多年从事 PLC 教学、主持和参与 PLC 课程改革的主讲教师。本书由湖南铁道职业技术学院刘小春副教授、华满香副教授主编,其中刘小春编写了模块二、三、四,华满香编写了模块一。湖南铁道职业技术学院王玺珍老师参与了模块一和模块二的编写,胡国良老师参与了模块四的编写,方宁老师编写了附录。全书由刘小春统稿。

本书由湖南铁道职业技术学院张莹副教授主审。在本书的编写过程中,参考了大量相关教

材及三菱公司 PLC 技术资料,在此向相关作者及公司表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2008 年 8 月

目 录

模块一 电动机典型控制系统的设计与

维护 1

【学习目标】 1

【任务描述】 1

一、送料小车自动往返控制系统 1

二、T68 镗床主轴电动机的控制 3

【相关知识点】 5

一、可编程控制器简介 5

二、三菱 PLC 主要技术指标 16

三、三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的编程器件 20

四、可编程控制器的基本指令 24

五、三菱编程软件、模拟仿真软件 29

六、可编程控制器系统设计流程 35

七、可编程控制器的选型 38

八、梯形图设计规则 39

【任务分析】 送料小车自动往返 PLC

控制系统 40

一、输入/输出信号分析 40

二、PLC 选型 40

三、系统硬件设计 40

四、系统软件设计 41

【任务实施】 送料小车自动往返 PLC

控制系统 43

一、器材准备 43

二、实施步骤 43

【任务检查与评价】 44

【知识拓展】 46

一、PLC 程序设计应用实例 46

二、可编程控制器使用中的几个

问题 53

三、PLC 的维护与故障诊断 57

【思考题与练习】 60

模块二 顺序控制系统的设计与维护 62

【学习目标】 62

【任务描述】 62

一、工业机械手的 PLC 控制 62

二、十字路口交通灯的 PLC 控制 64

【相关知识点】 64

一、状态转移图(SFC) 64

二、步进指令:(STL、RET) 66

三、状态转移图的三要素 66

四、状态转移图的形式及转换 67

五、使用步进 STL 指令编程的注意

事项 71

【任务分析】 十字路口交通灯的 PLC

控制 72

一、系统输入/输出信号分析 72

二、PLC 选型 72

三、系统硬件设计 72

四、系统软件设计 72

【任务实施】 十字路口交通灯的 PLC

控制 74

一、器材准备 74

二、实施步骤 74

【任务检查与评价】 76

【知识拓展】 78

一、状态转移图编程在某机床工作台

自动往返控制中的应用 78

二、状态转移图编程在自动剪板机上的

应用 80

三、状态转移图编程在电镀生产线上的

应用 81

四、状态转移图编程在大、小球分类选择

传送上的应用 84

五、状态转移图编程在液体混合中的

应用 84

【思考题与练习】 87

模块三 复杂功能控制系统的设计与

维护	89	【思考题与练习】	137
【学习目标】	89	模块四 特殊功能模块的应用	139
【任务描述】	89	【学习目标】	139
一、霓虹灯光广告牌的 PLC 控制	89	【任务描述】	139
二、机械手步进电机的 PLC 控制	90	【相关知识点】	140
【相关知识点】	90	一、模拟量输入/输出模块功能、连接及 指令介绍	140
一、功能指令的基本知识	90	二、FX _{2N} -2AD 模拟量输入模块	142
二、移位指令	95	三、FX _{2N} -2DA 模拟量输出模块	145
三、传送比较指令	100	【任务分析】 加热炉温度控制	149
四、触点型比较指令	103	一、系统输入/输出信号分析	149
五、四则运算及逻辑运算类指令	105	二、PLC 选型	149
六、数据处理类指令	109	三、系统硬件设计	149
七、程序控制类指令及其应用	116	四、系统软件设计	149
【任务分析】 霓虹灯光广告牌的 PLC 控制	124	【任务实施】 加热炉温度的 PLC 控制	150
一、系统输入/输出信号分析	124	一、器材准备	150
二、PLC 选型	124	二、实施步骤	151
三、系统硬件设计	124	【任务检查与评价】	152
四、系统软件设计	125	【知识拓展】	154
【任务实施】 霓虹灯光广告牌的 PLC 控制	126	一、计算两个通道输入的模拟量各自的 平均值	154
一、器材准备	126	二、模拟量输出模块的编程	154
二、实施步骤	126	【思考题与练习】	156
【任务检查与评价】	127	附录	158
【知识拓展】	130	附录 A FX _{2N} 系列可编程控制器 特殊软元件	158
一、移位指令用于数码显示的控制	130	附录 B FX _{2N} 系列 PLC 功能指令 总表	176
二、传送比较类指令的应用	132	参考文献	186
三、四则运算及逻辑运算类指令的 应用	134		
四、条件跳转指令的应用	135		
五、子程序调用指令的应用	136		
六、中断指令的应用	136		

模块一

电动机典型控制系统的设计与维护

【学习目标】

1. 了解可编程控制器的产生过程、特点、应用领域及发展趋势。
2. 掌握 PLC 的基本结构、工作原理和常用的编程语言。
3. 掌握三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的软元件和主要技术指标。
4. 会操作使用三菱系列 PLC 的编程软件及仿真软件。
5. 掌握电动机 PLC 控制系统的硬件、软件设计和安装调试技能。
6. 掌握交通灯等综合控制系统的 PLC 基本指令设计和安装调试操作。

【任务描述】

一、送料小车自动往返控制系统

1. 送料小车工作描述

在生产中经常使用送料小车,来实现在两地或多地间物资的运输。图 1-1 是某送料小车工作示意图。小车由电动机拖动,电动机正转时小车前进;电动机反转时小车后退。对送料小车控制的要求如下:

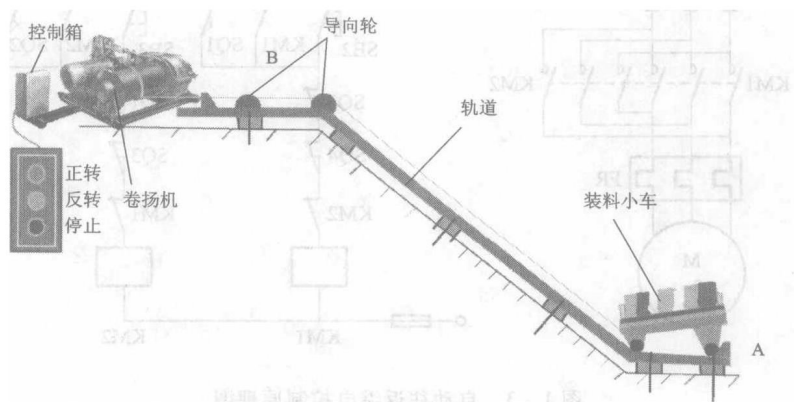


图 1-1 送料小车工作示意图

小车的初始位置在最下端,小车能在任意位置起动和停止。

按下起动按钮,漏斗打开,小车装料,装料 10 s 后,漏斗关闭,小车开始前进。到达卸料处 B,小车自动停止,打开底门,卸料。经过卸料所需设定时间 15 s 延时时,小车自动返回装料处 A,完成一个工作周期,然后再装料,如此自动循环。

2. 送料小车工作原理及传统控制方法

驱动送料小车的电动机的工作实质是正、反转,而电动机正、反转控制是应用非常广泛的一种控制,如:在铣床加工中工作台的左右运动、前后运动和上下运动;电梯的升降运动,平面磨床矩形工作台的左右移动等。小车在到达两端后自动停止是由行程开关或接近开关发出的信号控制的,如图 1-2 所示。小车自动往返的主电路及传统的继电控制电路如图 1-3 所示,其原理是通过接触器 KM1 和 KM2 改变电动机所接电源的相序。当按下起动按钮 SB2 时, KM1 得电,电动机正转;按下起动按钮 SB3,电动机反转。通过电动机的正反转即实现了对小车往返运动的控制。

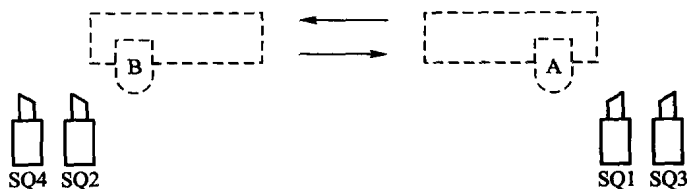


图 1-2 行程控制示意图

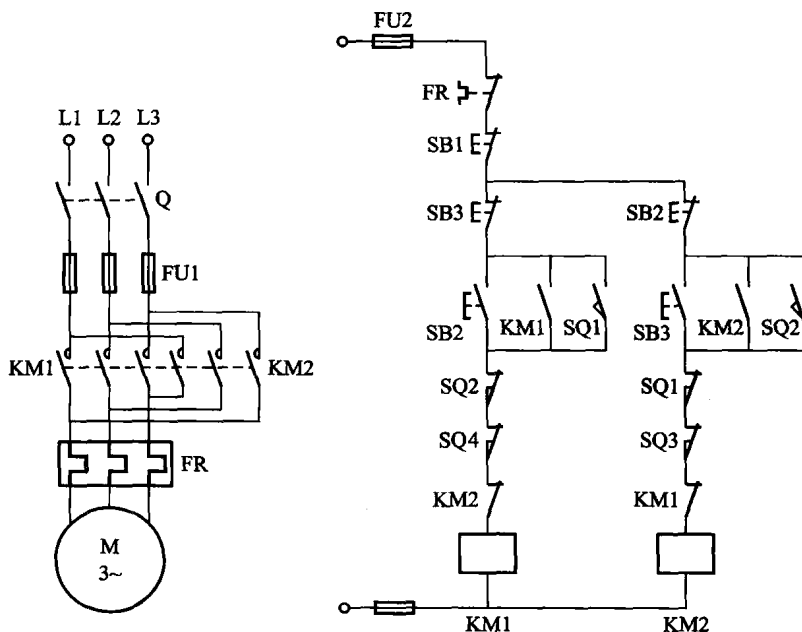


图 1-3 自动往返继电控制原理图

3. 任务要求

根据送料小车的工作原理和动作要求,采用可编程控制器完成其控制,完成系统的软、硬件设计及调试。系统必须具有必要的保护,运行安全可靠。

二、T68 镗床主轴电动机的控制

1. T68 镗床主轴电动机工作描述

镗床是冷加工中使用比较普遍的设备,它主要用于加工精度、光洁度要求较高的孔以及各孔间的距离要求较为精确的零件,如一些箱体零件。镗床属于精密机床。其中,T68 镗床是应用最广泛的一种。T68 镗床有 2 台电动机,主轴电动机 M1 拖动镗轴的旋转和工作进给,电动机 M2 实现工作台的快移。主轴电动机 M1 是双速电动机,低速是 Δ 接法,高速是 YY 接法,主轴旋转和进给都有齿轮变速,停车时采用反接制动,主轴和进给的齿轮变速采用断续自动低速冲动。T68 镗床的电路如图 1-4 所示。

2. T68 镗床主轴电动机电气控制工作原理

在图 1-4 中,SQ1 是主轴变速杆位置开关,主轴不变速时压下,主轴变速时不受压;SQ3 是进给变速杆位置开关,进给不变速时压下,进给变速时受压。

(1) 正转低速起动

速度变速杆 SQ 不受压,主轴速度手柄打到低速,SQ 不受压,合上开关 Q,按下 SB2,KA1、KM3、KM1、KM4 通电,M1 接成 Δ 联结低速全压起动, n (电动机转速)升高,KV1 动作,为反接制动做准备。

(2) 正转高速起动

速度变速杆 SQ 受压,主轴速度手柄打到高速,合上开关 Q,按下 SB2,KA1、KM3、KM1、KT、KM4 通电,M1 接成 Δ 低速全压起动,KT 延时后,KM4 断电、KM5 通电,M1 接成 YY 联结高速运行, n 升高,KV1 动作,为反接制动做准备。

(3) 正转低速停车制动

按下 SB1,KA1、KM3、KM1 断,KM2、KM4 通电,M1 串入 R 进行反接制动, n 下降,KV1 复位,KM2、KM4 失电,M1 停车。

(4) 正转高速停车制动

按下 SB1,KA1、KM3、KM5、KT 断,KM2、KM4 通电,M1 串入 R 进行反接制动, n 下降,KV1 复位,KM2、KM4 失电,M1 停车。

(5) M1 电动机的正转点动控制

合上开关 Q,按下 SB4,KM1、KM4 得电,电动机定子接成 Δ 联结,M1 定子串入 R 低速点动。主轴电动机 M1 反转起动和停车同正转相似。

(6) 主运动与进给运动的变速控制

主运动变速控制:与主运动变速关联的行程开关为 SQ1 和 SQ2。正常运行时,SQ1 动作,SQ2 复位。当拉出变速手柄时,SQ1 复位,SQ2 动作。

变速可以在主轴运转时进行,也可以在停车时进行。如果变速前主轴处于运转状态,只要将主轴变速手柄拉出,主轴电动机将先进行制动停车,停车过程如下:设主轴原来为正转状态(KM1 动作),将主轴变速操作手柄拉出,SQ1 复位,KM3 和 KT 断电,KM1 失电,主轴电动机由于

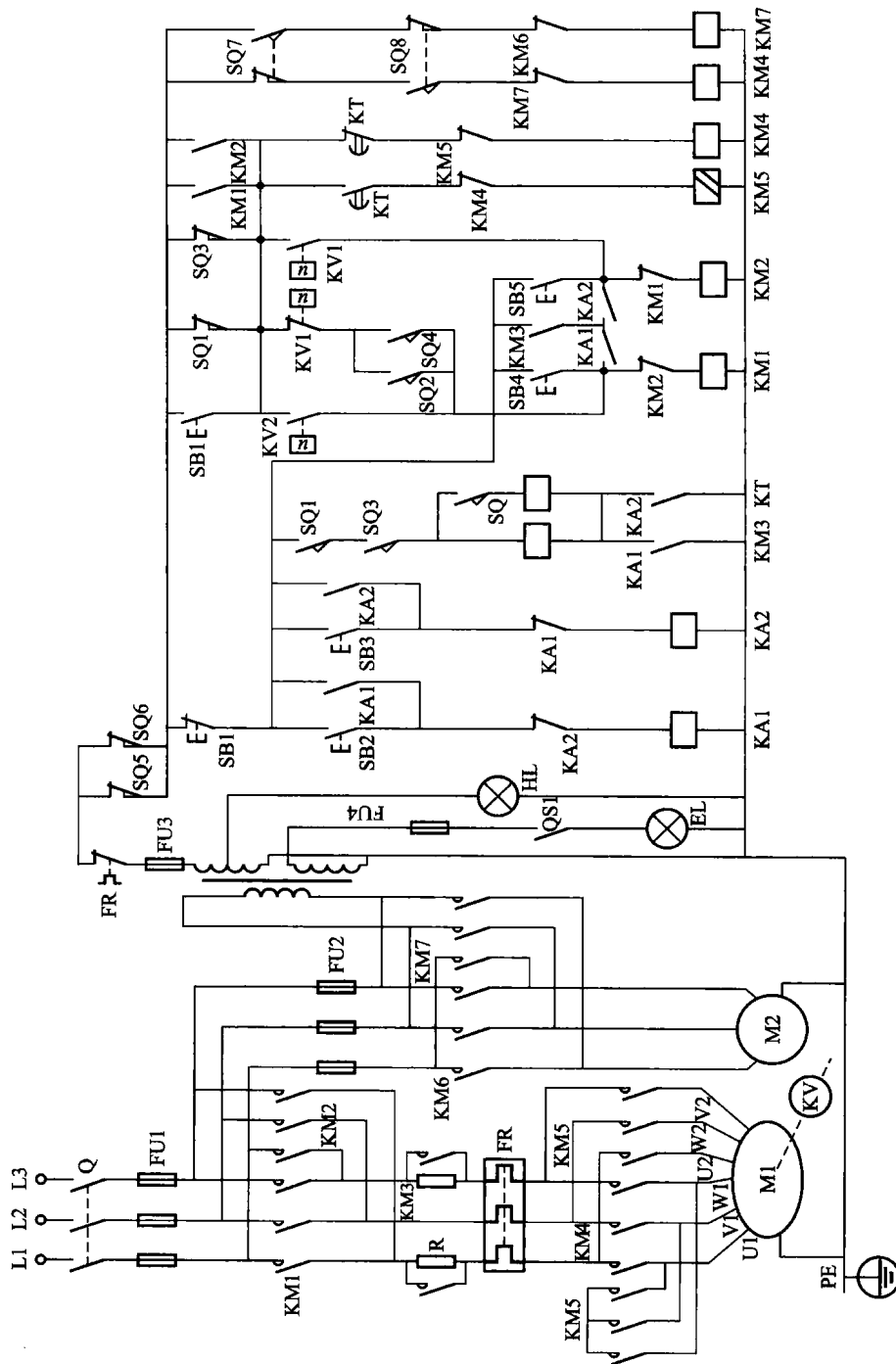


图 1-4 T68 卧式镗床电气控制线路图

惯性继续旋转,由于此时转速较高,KV1 动合触点为闭合状态,KM2 通电,KM4 通电,电动机接成 Δ 形反接制动,转速很快下降到 KV1 的复位值,则 KM2、KM4 断电,断开 M1 反向制动电源,制动结束。

转动变速盘选择速度,然后将操作手柄推回原位。SQ1 动作,SQ2 复位,KM1、KM3、KM4 通电,M1 重新起动。

在将变速手柄推回的过程中,如果齿轮未啮合好,则变速手柄不能完全推回,SQ2 被压,KM1 通电,KM4 通电,M1 将低速串电阻起动。当 M1 转速上升至 KV1 的动作值时,KV1 的动断触点断开,KM1 失电,KM4 失电,KV1 的动合触点闭合,又使 KM2、KM4 得电,M1 又进行反接制动。转速下降到 KV1 的释放值时,KM2、KM4 失电,然后 KM1、KM4 将再次通电,M1 转速上升……这样 M1 的转速将在 KV1 复位值和动作值之间反复升降,进行连续低速冲动,直至齿轮啮合好后,才能将手柄推回,使 SQ1 受压,SQ2 复位,变速冲动结束。

进给运动变速,同主轴变速类似,由 SQ3、SQ4 控制。

3. 任务要求

T68 镗床主轴电动机的控制较复杂,包含了正、反向点动、连续控制,正、反向反接制动冲动控制,高低速控制等。采用传统继电器接触器控制实现的电气控制线路复杂,元器件多,在实际工作中,容易产生故障,维修工作量较大。本任务要求采用可编程控制器对原来的继电器接触器控制线路进行技术改造,使控制线路简化,便于维修。

要完成可编程控制器对电动机或机床等的电气控制,首先要学习可编程控制器的相关知识。

【相关知识】

一、可编程控制器简介

传统的继电器接触器控制具有结构简单、易于掌握、价格便宜等优点,在工业生产中应用广泛。但是,这些控制装置体积大,动作速度慢,耗电较多、功能少,特别是由于它靠硬件连线构成系统,接线复杂,当生产工艺或控制对象改变时,原有的接线和控制盘(柜)就必须随之改变或变换,通用性和灵活性较差。为了克服这些缺点,20 世纪 60 年代末产生了可编程控制器(PLC),PLC 是一种新型的控制方式,图 1-5 是日本三菱公司生产的 FX_{2N} 可编程控制器。PLC 控制电动机正反转的硬件包括主电路和输入/输出分配,软件程序有梯形图和指令表等。可编程控制通过硬件的连接和软件的编程同样可以实现电动机正、反转控制,并且可以方便地改变梯形图程序实现自动往返等电动机其他控制功能。以下介绍 PLC 的基本知识以及 PLC 控制电动机正、反转及自动往返的硬件和软件设计。

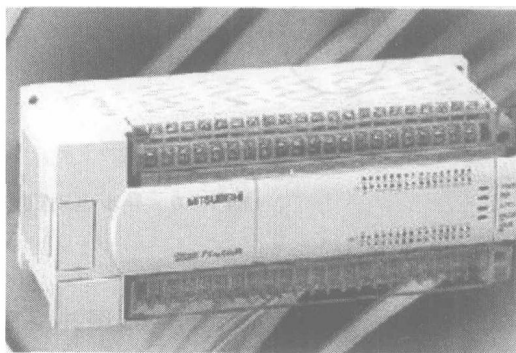


图 1-5 三菱 FX_{2N} 可编程控制器

1. 电动机正、反转的 PLC 控制系统

利用 PLC 实现电动机正、反转控制,要求:按

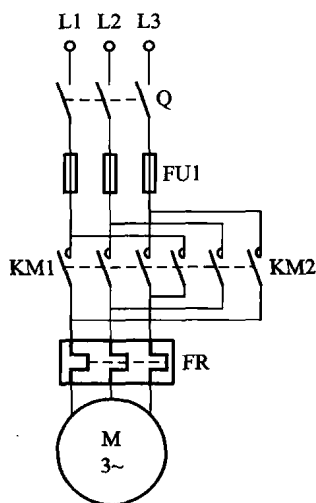
下正转按钮 SB2, KM1 线圈得电, KM1 主触头闭合, 电动机 M 正转起动, 按下停车按钮 SB1, KM1 线圈失电, 电动机 M 停车; 按下反转按钮 SB3, KM2 线圈得电, KM2 主触头闭合, 电动机 M 反转起动, 按下停车按钮 SB1, KM2 线圈失电, 电动机 M 停车。

(1) 系统的硬件设计

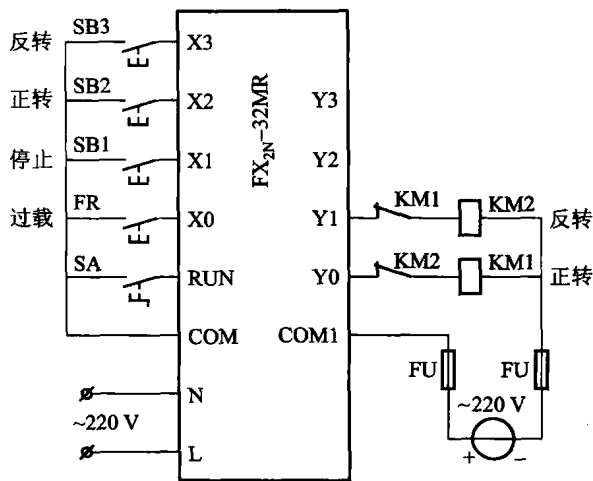
系统设计包括 PLC 控制系统的硬件和软件的设计, 硬件设计包括主电路、PLC 接线图。PLC 的接线图即输入/输出接线设计。电动机正、反转 PLC 输入/输出信号与 PLC 地址编号对照表见表 1-1, 系统的 I/O 接线图如图 1-6(b) 所示, 为防止正、反转接触器同时得电, 在 PLC 的 I/O 分配图输出端 KM1 和 KM2 采用了硬件互锁控制。

表 1-1 输入/输出信号与 PLC 地址编号对照表

输入信号			输出信号		
名称	功能	编号	名称	功能	编号
SB2	正转	X2	KM1	正转	Y0
SB3	反转	X3	KM2	反转	Y1
SB1	停止	X1			
FR	过载	X0			



(a) 主电路



(b) PLC 接线图

图 1-6 异步电动机正、反转控制主电路及 PLC 接线图

(2) 系统的软件设计

PLC 软件设计主要是设计梯形图并编写语句表, 电动机正、反转 PLC 控制的梯形图和语句表如图 1-7 所示。在梯形图中, 正、反转线路一定要有联锁, 否则按 SB2、SB3 将使 Y0、Y1 同时输出, KM1、KM2 同时动作, 引起电源相间短路。为避免这种情况发生, 在 PLC 接线图中仍然要

有接触器的电气互锁。

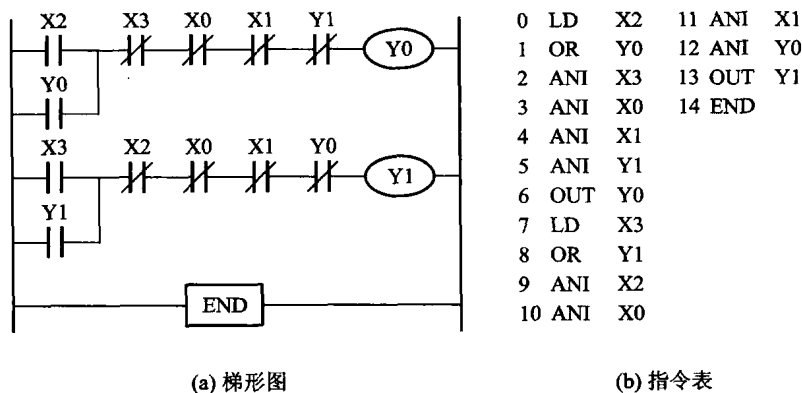


图 1-7 异步电动机正、反转控制程序

2. 可编程控制器的基本知识

(1) 可编程控制器的产生与发展

可编程控制器简称 PLC (Programmable Logic Controller 的缩写), 由于现代 PLC 的功能已经很强大, 不仅仅限于逻辑控制, 故也称为 PC, 但为避免与个人计算机的缩写混淆, 仍习惯称之为 PLC), 它是 20 世纪 60 年代末发展起来的一种新型的电气控制装置, 它将传统的继电器控制技术和计算机控制技术、通信技术融为一体, 以其体积小、功能完善、使用灵活等优点正被广泛地应用于各种生产机械和生产过程的自动控制中。

20 世纪 60 年代末, 美国的汽车制造业竞争十分激烈, 各生产厂家的汽车型号不断更新, 这必然要求其加工生产线随之改变, 并对整个控制系统重新配置。1968 年, 美国最大的汽车制造商通用汽车公司 (GM) 为了适应汽车型号的不断翻新, 提出了这样的设想: 把计算机的功能完善、通用灵活等优点与继电器接触器控制简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来, 制成一种通用控制装置, 以取代原有的继电线路。并要求把计算机的编程方法和程序输入方法加以简化, 用“自然语言”进行编程, 使得不熟悉计算机的人也能方便地使用。美国数字设备公司 (DEC) 根据以上设想和要求, 在 1969 年研制出世界上第一台可编程控制器, 并在通用汽车公司的汽车生产线上使用并获得了成功。这就是第一台 PLC 的产生。当时的 PLC 仅具有执行继电器逻辑控制、计时、计数等较少的功能。

20 世纪 70 年代中期出现了微处理器和微型计算机, 人们把微机技术应用到可编程控制器中, 使得它兼有计算机的一些功能, 不但用逻辑编程取代了硬连线, 还增加了数据运算、数据传送与处理以及对模拟量进行控制等功能, 使之真正成为一种电子计算机工业控制设备。

(2) 可编程控制器的特点

① 可靠性高、抗干扰能力强。

PLC 是专为工业控制而设计的, 在设计制造过程中均采用了屏蔽、滤波、光电隔离等有效措施, 并且采用模块式结构, 有故障迅速更换, 故 PLC 平均无故障时间为 2 万小时以上。日本三菱公司生产的 F 系列 PLC 平均无故障时间高达 30 万小时。此外, PLC 还具有很强的自诊断功能, 可以迅速方便地检查判断出故障, 缩短检修时间。

② 编程简单,使用方便。

编程简单是 PLC 优于微机的一大特点。目前大多数 PLC 都采用与实际电路接线图非常相近的梯形图编程,这种编程语言形象直观,易于掌握。

③ 功能强、速度快、精度高。

PLC 具有逻辑运算、定时、计数等功能,还能进行 D/A、A/D 转换,数据处理,通信连网,并且运行速度很快,精度高。

④ 通用性好。

PLC 品种多,档次也多,许多 PLC 制成模块式,可灵活组合。

⑤ 体积小,重量轻,功能强,耗能低,环境适应性强,不需专门的机房和空调。

从上述 PLC 的功能特点可见,PLC 控制系统比传统的继电接触器控制系统具有许多优点,在许多方面可以取代继电接触器控制。但是,目前 PLC 价格还较高,高、中档 PLC 使用需具有相当的计算机知识,且 PLC 制造厂家和 PLC 品种类型很多,而指令系统和使用方法不尽相同,这给用户带来不便。

(3) 可编程控制器的分类

按结构分,PLC 可分为整体式和机架模块式两种。

整体式:整体式结构的 PLC 是将中央处理器、存储器、电源部件、输入/输出部件集中配置在一起,结构紧凑、体积小、重量轻、价格低,小型 PLC 常采用这种结构,适用于工业生产中的单机控制,如 FX_{2N}-32MR、S7-200 等。

机架模块式:机架模块式 PLC 是将各部分单独的模块分开,如 CPU 模块、电源模块、输入模块、输出模块等。使用时可将这些模块分别插入机架底板的插座上,配置灵活、方便,便于扩展。可根据生产实际的控制要求配置各种不同的模块,构成不同的控制系统,一般大、中型 PLC 采用这种结构。如西门子 S7-300(见图 1-8)、S7-400 等。

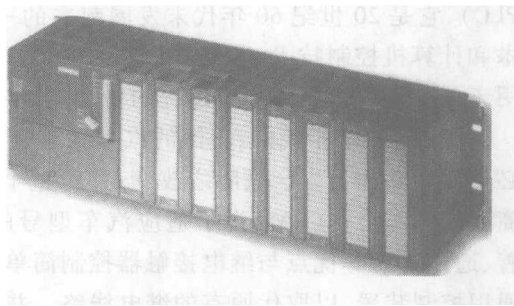


图 1-8 西门子 S7-300 可编程控制器

按 PLC 的 I/O 点数、存储容量和功能来分,大体可以分为大、中、小三个等级。

小型 PLC 的 I/O 点数在 120 点以下,用户程序存储器容量为 2K 字(1K=1 024 位,存储一个 0 或 1 的二进制码称为 1 位,一个字为 16 位)以下,具有逻辑运算、定时、计数等功能,也有些小型 PLC 增加了模拟量处理、算术运算功能,其应用面更广,主要适用于对开关量的控制,可以实现条件控制,定时、计数控制,顺序控制等。

中型 PLC 的 I/O 点数在 120~512 点之间,用户程序存储器容量达 2K~8K 字,具有逻辑运算、算术运算、数据传送、数据通信、模拟量输入输出等功能,可完成既有开关量又有模拟量较为复杂的控制。

大型 PLC 的 I/O 点数在 512 点以上,用户程序存储器容量达到 8K 字以上,具有数据运算、模拟调节、连网通信、监视、记录、打印等功能。能进行中断控制、智能控制、远程控制。在用于大规模的过程控制中,可构成分布式控制系统,或整个工厂的自动化网络。

PLC 还可根据功能分为低档机、中档机和高档机。

(4) 可编程控制器的应用和发展

可编程控制器已广泛应用于钢铁、石油化工、机械制造、汽车装配、电力、轻纺等行业中,目前 PLC 主要有以下几方面应用。

① 用于开关逻辑控制。

这是 PLC 最基本的应用。可用 PLC 取代传统继电器接触器控制,如机床电气的 PLC 控制,也可取代顺序控制,如高炉上料、电梯控制、货物存取、运输、检测等。总之,PLC 可用于单机、多机群控以及生产线的自动化控制。

② 用于机械加工的数控控制。

PLC 和计算机控制(CNC)装置组合成一体,可以实现数值控制,组成数控机床。

③ 具有定时计数、数据处理功能。

PLC 具有定时、计数功能。它为用户提供了若干个定时器、计数器,并设置了定时计数指令。用户在编程时可使用,操作起来非常方便。PLC 具有很强的数据处理功能,还设有四则运算指令,可以很方便地对生产过程中的数据进行处理。

④ 用于机器人控制。

可用一台 PLC 实现 3~6 轴的机器人控制。

⑤ 用于模拟量和闭环过程控制。

PLC 还具有“模数”和“数模”转换功能,能完成对模拟量的调节与控制,现代大型 PLC 都有 PID 子程序或 PID 模块,可实现单回路、多回路的调节控制。

⑥ 用于组成多级网络控制系统实现工厂自动化网络。

有些 PLC 采用通信技术,可以进行远程 I/O 控制,多台 PLC 之间可以进行同位链接,还可以与计算机进行上位连接,接受计算机命令,并将执行结果传送给计算机。

自从美国研制出第一台 PLC 以后,日本、德国、法国等工业发达国家相继研制出各自的 PLC。20 世纪 70 年代中期在 PLC 中引入了微机技术,使 PLC 的功能不断增强,质量不断提高,应用日益广泛。

1971 年日本从美国引进 PLC 技术,很快就研制出日本第一台 DSC-8 型 PLC,1984 年日本就有 30 多个 PLC 生产厂家,产品 60 种以上。西欧在 1973 年研制出它们的第一台 PLC,并且发展很快,年销售增长 20% 以上,目前世界上众多 PLC 制造厂家中,比较著名的几个大公司有美国 AB 公司、歌德公司、德州仪器公司、通用电气公司,德国的西门子公司,日本的三菱、东芝、富士和立石公司等,它们的产品控制着世界上大部分的 PLC 市场。PLC 技术已成为工业自动化三大技术(PLC 技术、机器人、计算机辅助设计与分析)支柱之一。

我国研制与应用 PLC 起步较晚,1973 年开始研制,1977 年开始应用,20 世纪 80 年代初期以前发展较慢,80 年代随着成套设备或专用设备引进了不少 PLC,例如宝钢一期工程整个生产线上就使用了数百台 PLC,二期工程使用更多。近几年来国外 PLC 产品大量进入我国市场,我国已有许多单位在消化吸收引进 PLC 技术的基础上,仿制和研制了 PLC 产品。例如北京机械自动化研究所,上海起重电器厂,上海电力电子设备厂,无锡电器厂等。

目前 PLC 主要是朝着小型化、廉价化、系列化、标准化、智能化、高速化和网络化的方向发展,这将使 PLC 功能更强,可靠性更高,使用更方便,适应面更广。

3. 可编程控制器的组成

可编程控制器的型号多种多样,但其原理基本相同,都是以微处理器为核心的结构,其功能的实现不仅基于硬件的作用,更要靠软件的支持,实际上可编程控制器就是一种新型的工业控制计算机。

小型可编程控制器主要由中央处理器(CPU)、存储器(RAM、ROM)、输入/输出单元(I/O)、电源和编程设备等部分组成,PLC 的硬件结构如图 1-9 所示。

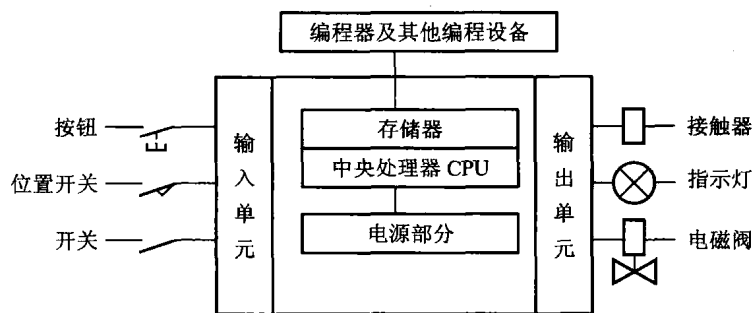
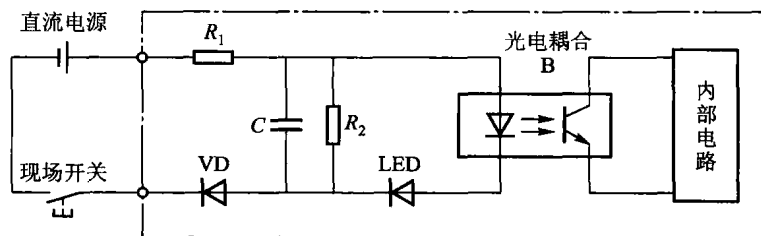


图 1-9 可编程控制器硬件构成

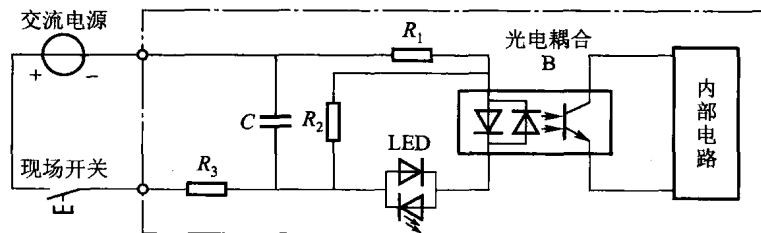
(1) 输入单元

输入单元是连接可编程控制器与其他外设之间的桥梁。生产设备的控制信号通过输入模块传送给 CPU。

开关量输入接口用于连接按钮、选择开关、行程开关、接近开关和各类传感器传来的信号, PLC 输入电路中有光耦合器隔离,并设有 RC 滤波器,用以消除输入触点的抖动和外部噪声干扰。当输入开关闭合时,一次电路中流过电流,输入指示灯亮,光耦合器被激励,晶体管由截止状态变为饱和导通状态,这是一个数据输入过程。图 1-10 给出了直流及交流两类输入单元的电路



(a) 直流输入单元



(b) 交流输入单元

图 1-10 开关量输入单元

图,图中点画线框内的部分为 PLC 内部电路,框外为用户接线。在一般整体式可编程控制器中,直流输入口都使用可编程器本机的直流电源供电,不再需要外接电源。

(2) 开关量输出单元

开关量输出单元用于连接继电器、接触器、电磁阀线圈,是 PLC 的主要输出口,是连接可编程控制器与控制设备的桥梁。CPU 运算的结果通过输出单元模块输出。输出单元模块是通过将 CPU 运算的结果进行隔离和功率放后来驱动外部执行元件。输出单元类型很多,但是它们的基本原理是相似的。PLC 有三种输出方式:继电器输出、晶体管输出、晶闸管输出。图 1-11 为 PLC 的三种输出电路图。

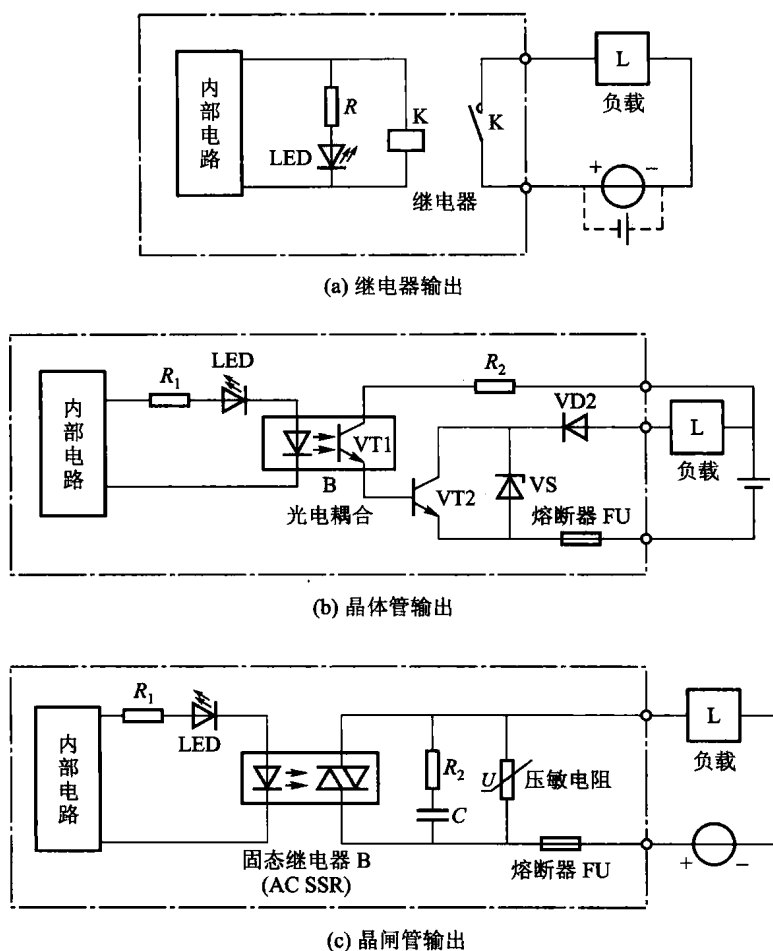


图 1-11 开关量输出单元

在 PLC 开关量三种输出方式中,继电器输出型最常用。当 CPU 有输出时,接通或断开输出线路中继电器的线圈,继电器的触点闭合或断开,通过该触点控制外部负载线路的通断。继电器输出线圈与触点已完全分离,故不再需要隔离措施,用于开关速度要求不高且又需要大电流输出负载的场合,响应较慢。晶体管输出型是通过光电耦合器驱动开关使晶体管截止或饱和来控制