

PLC控制技术 应用与维护

(三菱)

赵晓明 郑 渊 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

PLC控制技术 应用与维护 (三菱)

主 编 赵晓明 郑 渊
副主编 李若占 季付涛
参 编 江 波 刘 揆
编 审 许金海

常州大学图书馆
藏书章



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是作者在总结多年来的职业技术教学、职业技能培养和工程实践经验的基础上编写的,主要包括 PLC 控制系统的认识、电动机 PLC 控制系统的应用与维护、显示 PLC 控制系统的应用与维护、PLC 控制系统的改造、升级及 PLC 的通信应用技术,以及 PLC 系统的维护与故障诊断等。在写作上力求知识点简明扼要、层次分明、重点突出。

本书可作为职业院校港电类、机电类等专业的教材,也可供 PLC 职业技能培训和从事 PLC 工作的有关人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 控制技术应用与维护:三菱/赵晓明,郑渊主编. —北京:中国电力出版社,2011.6

ISBN 978-7-5123-1846-5

I. ①P… II. ①赵…②郑… III. ①可编程序控制器—控制系统②可编程序控制器—控制系统—维护 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 125844 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 http://www.cepp.sgcc.com.cn)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 9 月第一版 2011 年 9 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.75 印张 204 千字

印数 0001—3000 册 定价 18.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

“PLC 控制技术应用与维护”是港电类、机电类专业一门实用性很强的职业核心课。本书根据当前教育部高职高专教育的改革精神，以培养高素质高级技能型专门人才为目标，以职业能力培养为主线，从实践中提炼了工作过程系统化的项目任务并结合教学实际进行了整合，本着“基本理论够用为度，职业技能贯穿始终”的原则编写而成。全书做到了基本知识广而不深，侧重技能训练，培养学生的综合职业能力和直接上岗能力。

本书是作者在总结多年来的职业技术教学、职业技能培养和工程实践经验的基础上编写的，在编写过程中突出了以下几个特点。

（1）结合传统的 PLC 教材的知识点，本着“基本理论够用”的原则，力求知识点简明扼要、层次分明、重点突出，以提高教学效率。

（2）筛选具有代表性的项目进行技能训练，融入基本知识，采用高职学生易于接受的方式叙述。例如，提升机控制系统项目的技能训练，提出项目任务后提供本项目所需必要的知识点的同时融入职业技能要求，通过项目任务的实现来提升学生的职业能力。

（3）为了照顾到港机、轮机等其他非电专业学生的培养目标，我们设计与其专业相关的拓展项目。

（4）贯彻国家中、高级 PLC 维护人员的职业技能标准和鉴定规范的要求，将相关的简单内容有机整合，使其与项目融为一体，为学生日后职业能力的提升奠定了坚实基础。

我们本着培养学生就业能力和创业能力的原则，把全书分为六个模块，主要内容包括 PLC 控制系统的认识、电动机 PLC 控制系统的应用与维护、显示 PLC 控制系统的应用与维护、PLC 控制系统的改造、升级及 PLC 的通信应用技术，同时为了便于以后学生就业后快速融入 PLC 行业领域，我们邀请了有十几年 PLC 维护经验的工程师，共同编写了模块六的软件应用及系统维护。本书是一本校企合作的项目化教材。

由于作者水平有限，书中难免存在错误和疏漏之处，敬请广大读者指正。

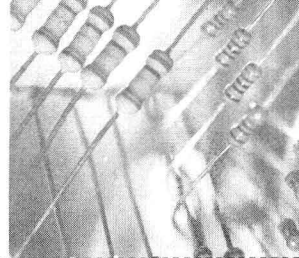
作者

2011 年 5 月

目 录

前言

模块一 PLC 控制系统的认识	1
模块二 电动机 PLC 控制系统的应用与维护	13
项目一 喷泉控制系统的应用与维护	13
项目二 PLC 点动自锁混合控制系统的应用与维护	21
项目三 提升机控制系统的应用与维护	31
项目四 三相异步电动机星—三角降压启动控制系统的应用与维护	35
项目五 两地自动送料小车控制系统的应用与维护	41
项目六 自动洗车 PLC 控制系统的应用与维护	44
模块三 显示 PLC 控制系统的应用与维护	52
项目一 人行横道红绿灯控制系统的应用与维护	52
项目二 交通灯控制系统的应用与维护	56
项目三 仓库在库量统计控制系统的应用与维护	63
项目四 温度 PID 闭环控制的实现	70
模块四 PLC 控制系统的改造和升级	79
项目一 用 PLC 改造 C650-2 型卧式车床继电器电路	79
项目二 提升机 PLC 控制系统升级改造	89
模块五 PLC 的通信应用技术	96
项目一 三菱 FX 系列 PLC 与三菱变频器的通信应用	97
项目二 工厂自动化系统的实现	100
模块六 软件应用及系统维护	107
项目一 编程软件的应用	107
项目二 PLC 系统维护与诊断	123
参考文献	133



模块一 PLC 控制系统的认识

一、项目任务

分别用传统的继电器—接触器控制系统和 PLC 控制系统完成以下控制任务：

- (1) 按下启动按钮，电动机立即连续运行；按下停止按钮，电动机停止。
- (2) 按下启动按钮，电动机延时 5s 后启动并连续运行；按下停止按钮，电动机停止。

二、项目分析

传统的继电器—接触器控制系统是把元器件用导线连接起来构成必要的控制逻辑，因此要完成上述的两个小任务，只能改变某些硬件接线；由于上述两个任务的输入、输出设备不变，因此用 PLC 控制系统实现时，不需要改变硬件接线，只需要修改 PLC 的控制程序。

三、项目实施

1. 任务一：电动机启停控制系统的实现

(1) 电动机启停继电器控制系统的实现。

1) 列写完成电动机启停控制所需元器件的名称及文字符号清单，如表 1-1 所示。

表 1-1 电动机启停继电器控制系统的元器件

名 称	文字符号	名 称	文字符号
启动按钮	SB1	隔离开关	QS
停止按钮	SB2	低压断路器	QF
热继电器	FR	交流接触器	KM1
熔断器	FU		

2) 电动机启停继电器控制系统原理图，如图 1-1 所示。

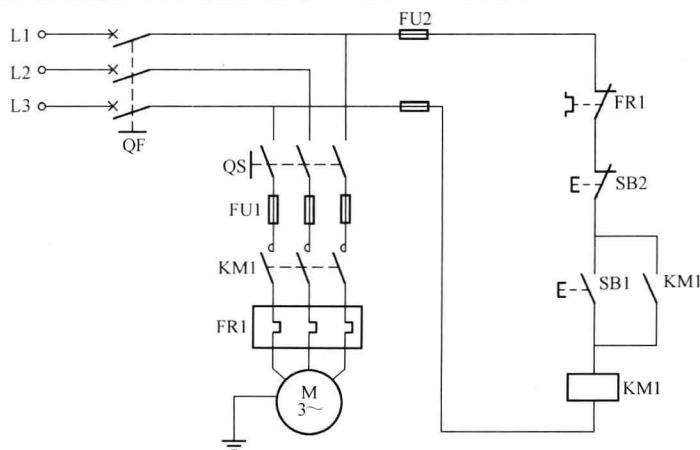


图 1-1 电动机启停继电器控制系统原理图

(2) 电动机启停 PLC 控制系统的实现。

1) 列写电动机启停 PLC 控制系统的 I/O 分配表。电动机启停 PLC 控制系统的 I/O 分配表，如表 1-2 所示。

输入信息			输出信息		
名称	文字符号	输入地址	名称	文字符号	输出地址
启动按钮	SB1	X0	交流接触器	KM1	Y0
停止按钮	SB2	X1			

2) 电动机启停 PLC 控制系统的控制电路如图 1-2 所示。

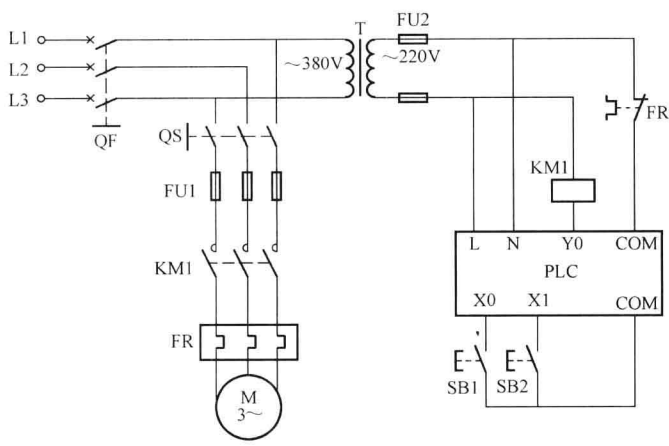


图 1-2 电动机启停 PLC 控制系统的控制电路

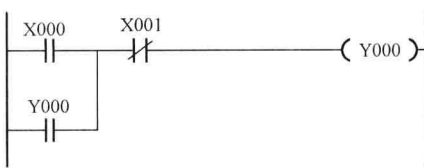


图 1-3 电动机启停 PLC 控制系统的梯形图

3) 电动机启停 PLC 控制系统的梯形图如图 1-3 所示。

通过电动机启停任务两种控制系统的对比，我们发现继电器控制系统与 PLC 控制系统的主电路是相同的，不同的是 PLC 控制系统由 PLC 的控制电路和 PLC 的梯形图程序一起代替了继电器控制系统的控制原理图。

2. 任务二：电动机延时启动控制系统的实现

(1) 电动机延时启动继电器控制系统的实现。

1) 列写电动机延时启动继电器控制系统所需元器件的清单，如表 1-3 所示。

电动机延时启动继电器控制系统所需元器件			
名称	文字符号	名称	文字符号
启动按钮	SB1	熔断器	FU
停止按钮	SB2	隔离开关	QS
时间继电器	KT	低压断路器	QF
中间继电器	K	交流接触器	KM1
热继电器	FR		

2) 电动机延时启动继电器控制系统原理图, 如图 1-4 所示。

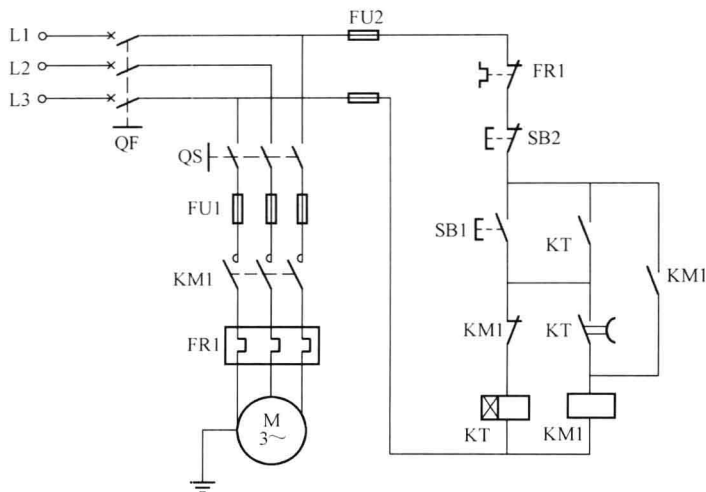


图 1-4 电动机延时启动继电器控制系统原理图

(2) 电动机延时启动 PLC 控制系统的实现。

电动机延时启动与电动机启停控制两个任务的 PLC 控制系统硬件部分相同。它们的 I/O 分配表, 见表 1-2; 它们的 PLC 控制电路, 见图 1-2。

电动机延时启动 PLC 控制系统的梯形图, 如图 1-5 所示。

通过上述两个小任务的继电器控制系统和 PLC 控制系统的对比, 我们发现在输入、输出设备不变的情况下, 当控制要求发生变化时, 继电器控制系统要重新接线, 费时、费力且浪费资源, 而 PLC 控制系统不需要改变硬件接线, 只需改变程序。因此 PLC 控制系统接线简单、使用起来更加方便灵活且安全可靠。

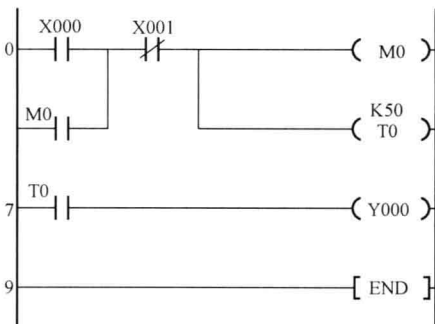


图 1-5 电动机延时启动 PLC 控制系统的梯形图

四、知识准备



知识准备一 PLC 的发展历史及市场现状

可编程控制器简称 PLC, 它是从 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, 以显著的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, 它也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。

目前PLC已广泛应用于钢铁、采矿、水泥、石油、化工、电力、机械制造、汽车装卸、造纸、纺织、环保以及娱乐等行业,为各行各业工业自动化提供了有力的工具,促进了机电一体化的实现。可以预料,随着科学技术的不断发展,PLC的应用领域也会不断拓宽和增强。

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。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,它们的产品占据着世界上大部分的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,随着成套设备或专用设备的应用也引进了不少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,也研制了很多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发展方向主要是朝着小型化、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。



知识准备二 可编程控制器的分类

1. 按输入/输出点数分

PLC按输入/输出点数分为小型机、中型机和大型机。小型PLC的I/O总点数在256点以下,用户程序存储容量在4KB左右;中型PLC的I/O总点数在256~2048点之间,用户程序存储容量在8KB左右;大型PLC的I/O总点数在2048点以上,用户程序存储容量在16KB以上。

2. 按结构形式分

PLC按结构形式分为整体式和模块式。整体式PLC是把CPU、存储器、I/O接口电路、电源和外设接口等封装在同一机壳内,整体式PLC如图1-6(a)所示。而模块式PLC是把电源模块、CPU模块、I/O模块、扩展模块等通过机架和总线连接而成,模块式PLC如图1-6(b)所示。

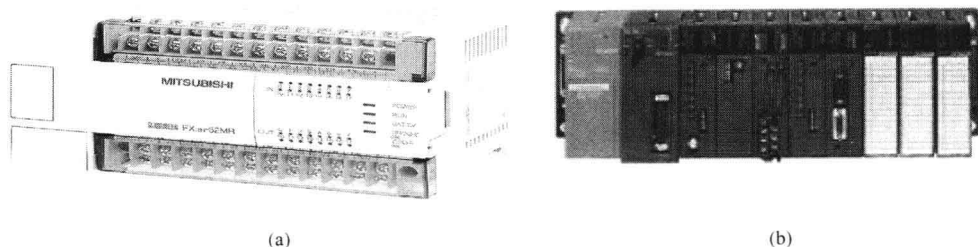


图 1-6 三菱 PLC

(a) FX₂N-32MR 型整体式 PLC; (b) Ansh 系列模块式 PLC

3. 按生产厂家分

目前世界上 PLC 产品按地域分成三大流派：美国、欧洲和日本。日本和美国的 PLC 产品较相似。占 PLC 市场 80% 以上的生产公司是：德国的西门子（SIEMENS）公司、法国的施耐德（SCHNEIDER）自动化公司、日本的立石和三菱公司。西门子 PLC 的外形图如图 1-7 所示。

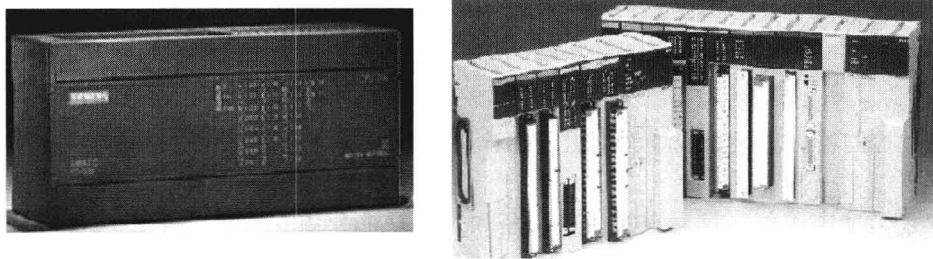


图 1-7 西门子 PLC 的外形图



知识准备三 PLC 的特点

1. 功能完善，性价比高

一台小型 PLC 内有成百上千个可供用户使用的编程元件，有很强的功能，可以实现非常复杂的控制功能。与相同功能的继电器相比，具有很高的性能价格比。可编程序控制器可以通过通信联网，实现分散控制、集中管理。

2. 硬件配套齐全，用户使用方便，适应性强

可编程序控制器产品已经标准化、系列化、模块化，配备有品种齐全的各种硬件装置供用户选用。用户能灵活方便地进行系统配置，组成不同功能、不同规模的系统。可编程序控制器的安装接线也很方便，一般用接线端子连接外部设备。

3. 可靠性高，抗干扰能力强

传统的继电器控制系统中使用了大量的中间继电器、时间继电器。由于触点接触不良，容易出现故障，PLC 用软件代替大量的中间继电器和时间继电器，仅剩下与输入和输出有关的少量硬件，接线可减少为继电器控制系统的 1/10~1/100，因触点接触不良造成的故障大为减少。

PLC 采取了一系列硬件和软件抗干扰措施,具有很强的抗干扰能力,平均无故障时间达到数万小时以上,可以直接用于有强烈干扰的工业生产现场,PLC 已被广大用户公认为最可靠的工业控制设备之一。

4. 编程方便,易于掌握

梯形图是使用最多的编程语言,其电路符号和表达方式与继电器电路原理图相似,梯形图语言形象直观,易学易懂,熟悉继电器电路图的电气技术人员只要花几天时间就可以熟悉梯形图语言,并用来编制用户程序。

梯形图语言实际上是一种面向用户的一种高级语言,可编程序控制器在执行梯形图的程序时,用解释程序将它“翻译”成汇编语言后再去执行。

5. 系统的设计、安装、调试工作量少

PLC 用软件功能取代了继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件,使控制柜的设计、安装、接线工作量大大减少。

PLC 的梯形图程序一般采用顺序控制设计方法。这种编程方法很有规律,很容易掌握。对于复杂的控制系统,梯形图的设计时间比设计继电器系统电路图的时间要少得多。

PLC 的用户程序可以在实验室模拟调试,输入信号用小开关来模拟,通过 PLC 上的发光二极管可观察输出信号的状态。完成了系统的安装和接线后,在现场的统调过程中发现的问题一般通过修改程序就可以解决,系统的调试时间比继电器系统要少得多。

6. 接口简单,维修方便

可编程序控制器可直接与现场强电设备相连接,接口电路模块化。可以构成网路,减少继电器触点。

PLC 的故障率很低,且有完善的自诊断和显示功能。PLC 或外部的输入装置和执行机构发生故障时,可以根据 PLC 上的发光二极管或编程器提供的住处迅速的查明故障原因,用更换模块的方法可以迅速地排除故障。

7. 体积小,能耗低

对于复杂的控制系统,使用 PLC 后可以减少大量的中间继电器和时间继电器,小型 PLC 的体积相当于几个继电器大小,因此可将开关柜的体积缩小到原来的 $1/2 \sim 1/10$ 。

PLC 的配线比继电器控制系统的配线要少得多,故可以省下大量的配线和附件,减少大量的安装接线工时,可以减少大量费用。



知识准备四 PLC 的主要功能

可编程序控制器自问世以来发展极为迅速。在工业控制方面正逐步取代传统的继电器控制系统,成为现代工业自动化生产的三大支柱之一。

1. 顺序逻辑控制

顺序逻辑控制是 PLC 最基本、最广泛的应用领域,它正逐步取代传统的继电器顺序控制。

2. 运动控制

PLC 和计算机数控 (CNC) 设备集成在一起,可以完成机床的运动控制。

3. 定时和计数控制

定时和计数精度高,设置灵活,且高精度的时钟脉冲可用于准确的实时控制。



4. 模拟量控制

PLC 能完成数/模转换或者模/数转换, 控制大量的物理参数, 例如, 温度、压力、速度和流量等。

5. 数据处理

PLC 具备数据运算, 逻辑运算、比较传送及转换等数据处理功能。

6. 通信和联网

PLC 与 PLC 之间、PLC 与上级计算机之间、PLC 与人机界面之间或 PLC 与智能装置之间通过信道连接起来, 实现通信, 以构成功能更强、性能更好、信息流畅的控制系统。因此 PLC 有很强的通信和联网功能。



知识准备五 PLC 的基本组成

可编程控制器的结构多种多样, 但其组成的一般原理基本相同, 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。

(一) 整体式 PLC 的硬件组成

1. 基本硬件组成

PLC 的硬件主要由中央处理单元 (CPU)、存储器 (RAM/ROM)、电源、I/O 接口、外设接口、I/O 扩展接口等几大部分组成。整体式 PLC 的组成, 如图 1-8 所示。

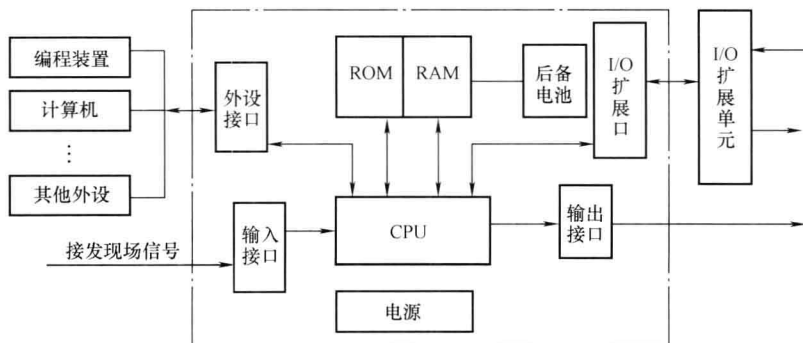


图 1-8 整体式 PLC 的基本组成

(1) 中央处理器 (CPU)。CPU 是 PLC 的控制核心, 包括微处理器和控制接口电路。微处理器是 PLC 的运算控制中心, 由它实现逻辑运算, 协调控制系统内部各部分的工作。它的运行是以循环扫描的方式采集现场各输入装置的状态信号, 执行用户控制程序, 并将运算结果传送到相应的输出装置, 驱动外部负载工作。CPU 芯片性能关系到 PLC 处理控制信号的能力与速度, CPU 位数越高, 运算速度越快, 系统处理的信息量就越大, 系统的性能越好。

(2) 存储器。存储器是存放程序及数据的地方。PLC 的存储器有两部分: 系统程序存储器 (ROM) 和用户程序存储器 (RAM)。系统程序存储器 (ROM) 是由生产 PLC 的厂家事先编写并固化好的, 它关系到 PLC 的性能, 不能由用户直接存取和修改。

用户程序存储器 (RAM) 包括用户程序存储区和数据存储区两部分。用户程序存储区存放用户针对具体控制任务, 用规定的 PLC 编程语言编写的控制程序, 可由用户任意修改

或增删。

(3) 输入/输出 (I/O) 接口。接口是连接用户输入、输出设备和 PLC 的桥梁，它将各输入信号转换成 PLC 标准电平供 PLC 处理，再将处理好的输出信号转换成用户设备所要求的信号驱动外部负载。

PLC 输入、输出接口的类型有模拟量输入/输出接口、开关量输入/输出接口。用户应根据输入、输出信号的类型选择合适的输入、输出接口。

1) 开关量输入接口电路。各种输入接口均采取了抗干扰措施。如带有光电耦合器对 PLC 与外部输入信号进行了隔离；并设有 RC 滤波电路，用以消除输入触点的抖动和外部噪声干扰。另外还有 LED 指示灯作为状态指示，当某个输入点接通时，相应的指示灯点亮，便于故障的排查。

FX_{2N} 系列 PLC 一般通过内部的直流 24V 电源为开关量输入回路提供电源，输入信号接通时输入电流一般小于 10mA，如图 1-9 所示。因为开关量输入回路的电流是从 PLC 内部经过输入端子向外“泄漏”出去的，因此这种开关量输入类型称为“漏型”。

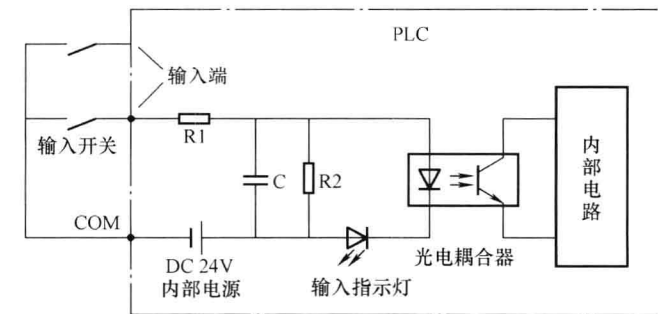


图 1-9 FX_{2N} 系列 PLC 开关量输入接口（“漏型”输入）

需要指出的是，除了“漏型”输入之外，某些 PLC 还采用“源型”输入形式，如图 1-10 所示，这种开关量输入电路的电流是从 PLC 外部经过输入端子流进 PLC，因此称为“源型”。

⚠ 注意：“源型”和“漏型”是针对直流输入回路而言的，与直流电源是 PLC 内置还是外置没有关系。另外，交流输入回路没有“源型”和“漏型”之分。

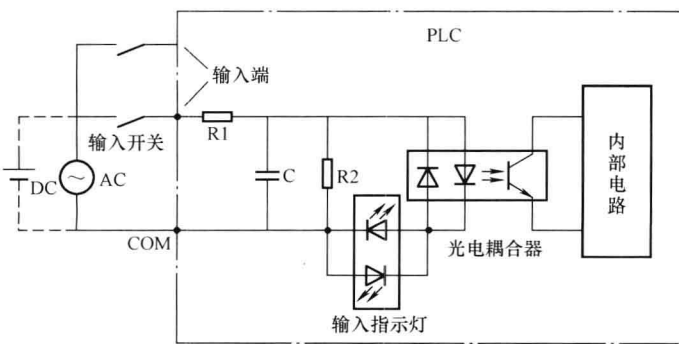


图 1-10 FX_{2N} 系列 PLC 开关量输入接口“源型”输入

2) 开关量输出接口。FX_{2N} 系列 PLC 的开关量输出接口电路主要有三种类型：继电器输出、晶体管输出和双向晶闸管输出。



① 继电器输出。继电器输出是最常见的一种输出形式，如图 1-11 所示。

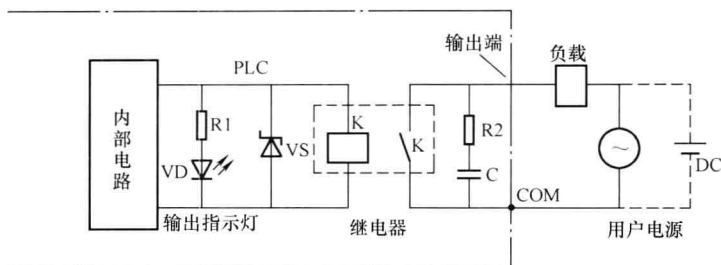


图 1-11 继电器输出

当 PLC 内部电路中的输出“软”继电器接通时，接通输出电路中的固态继电器线圈，通过该继电器的触点接通外部负载电路，同时，相应的 LED 状态指示灯点亮。

继电器输出的优点是：既可以控制直流负载，也可以控制交流负载；耐受电压范围宽，导通压降小，价格便宜；输出驱动能力强，纯电阻负载 2A/点，感性负载 80VA/点以下。缺点是：机械触点寿命短，转换频率低，响应时间长，约为 10ms，触点断开时有电弧产生，容易产生干扰。

② 晶体管输出。如图 1-12 所示，晶体管输出是一种无触点输出，它通过光电耦合器使晶体管饱和或截止，以控制外部负载电路的通断，同时还有 LED 输出状态指示灯。

晶体管输出寿命长，可靠性高，频率响应快，响应时间约为 0.2ms，可以高速通断，但是只能驱动直流负载，负载驱动能力一般为 0.5A/点，价格较高。

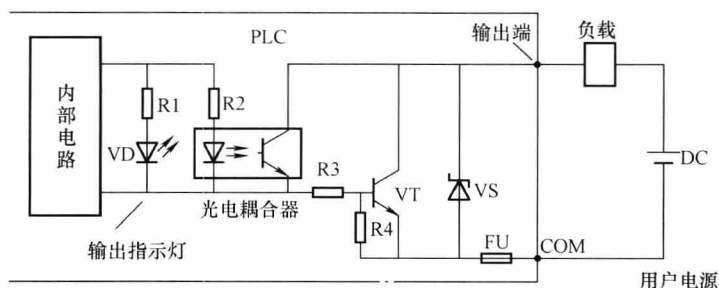


图 1-12 晶体管输出

③ 双向晶闸管输出。如图 1-13 所示，双向晶闸管输出也是一种无触点输出，它通过光电耦合器使双向晶闸管导通或关断以控制外部负载电路的通断，相应的输出点配有 LED 状态指示灯。

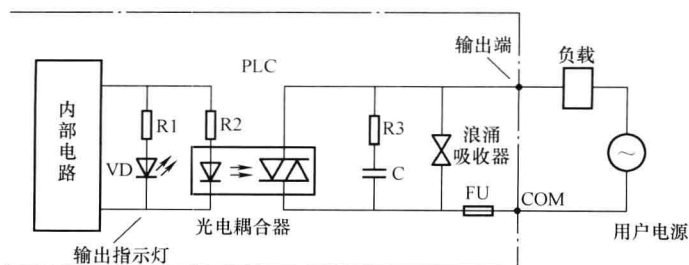


图 1-13 双向晶闸管输出

双向晶闸管输出寿命长, 响应速度快, 响应时间约为 1ms, 但是只能驱动交流负载, 负载驱动能力较差。

(4) 电源。三菱 PLC 的供电电源一般是交流 220V, 也有用直流 24V 电源供电的。

(5) 外设接口。PLC 的外设接口是用来连接外部设备的, 例如, 用来连接编程器、打印机等。

(6) I/O 扩展接口。PLC 的 I/O 扩展接口是用来连接扩展单元或扩展模块的。当基本单元的输入、输出点数不够用时, 可以用扩展单元或扩展模块来进行扩展。基本单元、扩展单元和扩展模块的区别是基本单元有 CPU 和电源, 可以单独工作; 而扩展单元和扩展模块无 CPU, 不能单独工作; 扩展单元内部有电源而扩展模块没有。

2. PLC 的外围设备

PLC 的外围设备有编程器、打印机、演示板、输入/输出设备等。利用编程器可将用户程序输入 PLC 的存储器, 还可以用编程器检查程序、修改程序; 利用编程器还可以监视 PLC 的工作状态。用户输入设备有控制开关和检测元件, 即指各种开关、按钮、传感器等; 用户输出设备主要有接触器、电磁阀、指示灯等。

(二) PLC 的软件结构

在可编程控制器中, PLC 的软件分为系统程序和用户程序两大部分。

1. 系统程序

系统程序用于控制可编程控制器本身的运行, 主要由管理程序、用户指令解释程序和标准程序模块组成, 用于控制可编程控制器本身的运行。

2. 用户程序

用户程序是由可编程控制器的使用者编制的, 用于控制被控装置的运行。



知识准备六 PLC 的工作原理

(一) 基本工作模式

PLC 有运行模式和停止模式两种工作模式。

1. 运行模式

运行模式分为内部处理、通信操作、输入处理、程序执行、输出处理五个阶段。

2. 停止模式

当 PLC 处于停止工作模式时, 它只进行内部处理和通信服务等内容。

(二) PLC 工作过程

1. 内部处理阶段

在内部处理阶段, PLC 检查 CPU 模块的硬件是否正常, 复位监视定时器, 以及完成一些其他内部工作。

2. 通信服务阶段

在通信服务阶段, PLC 与一些智能模块通信、响应编程器键入的命令, 更新编程器的显示内容等, 当 PLC 处于停止状态时, 只进行内容处理和通信操作等内容。

3. 输入处理阶段

输入处理也叫输入采样。在此阶段顺序读取所有输入端子的通断状态, 并将所读取的信



息存到输入映像寄存器中，此时，输入映像寄存器被刷新。

4. 程序处理阶段

程序处理阶段，PLC 按先上后下，先左后右的顺序，对梯形图程序进行逐句扫描，并根据采样到输入映像寄存器中的结果进行逻辑运算，运算结果再存入有关映像寄存器中。但遇到程序跳转指令，则根据跳转条件是否满足来决定程序的跳转地址。

5. 输出刷新阶段

PLC 把程序处理完毕后，在输出刷新阶段它将所有输出映像寄存器中各点的状态，转存到输出锁存器中，再通过输出端驱动外部负载。

在运行模式下，PLC 按上述五个阶段进行周而复始的循环工作，称为循环扫描工作方式。PLC 用户程序扫描和 I/O 操作的工作过程，如图 1-14 所示。

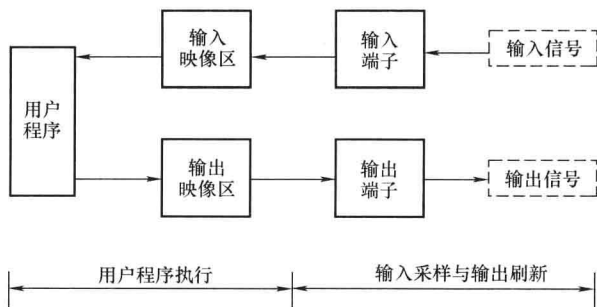


图 1-14 PLC 用户程序扫描和 I/O 操作的工作过程

(三) PLC 工作方式与特点

PLC 对用户程序的执行过程是通过 CPU 周期性的循环扫描工作方式来实现的。PLC 工作的主要特点是输入信号集中采样，执行过程集中批处理和输出控制集中批处理。PLC 的这种“串行”工作方式，可以避免继电器—接触器控制中触点竞争和时序失配的问题。这是 PLC 可靠性高的原因之一，但是又导致输出对输入在时间上的滞后，降低了系统响应速度。

1. 扫描周期

PLC 的工作方式是一个不断循环的顺序扫描工作方式。每一次扫描所用的时间称为扫描周期或工作周期。

PLC 运行正常时，扫描周期的长短与 CPU 的运算速度、I/O 点的情况、用户应用程序的长短及编程情况等有关。通常用 PLC 执行 1K 指令所需时间来说明其扫描速度（一般为 1~10ms/K）。

2. 输出滞后

输出滞后是指从 PLC 的外部输入信号发生变化至它所控制的外部输出信号发生变化的时间间隔，一般为几十至 100ms。

引起输出滞后的因素有输入模块的滤波时间、输出模块的滞后时间、扫描方式引起的滞后。

3. 采样

由于 PLC 是集中采样，在程序处理阶段即使输入信号发生了变化，输入映像寄存器中的内容也不会变化，要到下一周期的输入采样阶段才会改变。

4. 运行结果

由于 PLC 是串行工作，因此 PLC 的运行结果与梯形图程序的顺序有关。

这与继电器控制系统“并行”工作有质的区别。避免了触点的临界竞争，减少了繁琐的联锁电路。

五、拓展项目

电动机启停控制的 PLC 等效电路，如图 1-15 所示，说明电动机启停 PLC 控制系统的

详细控制过程（提示：请理解 PLC 工作原理后解决）。

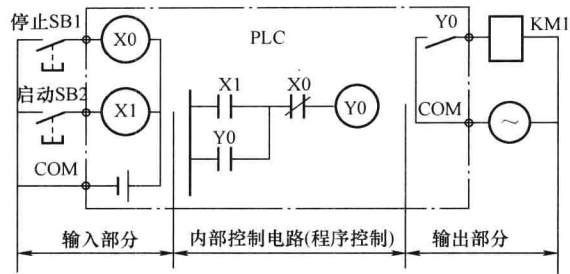


图 1-15 电动机启停控制 PLC 等效电路

六、项目验收

项目验收与点评

项目	内 容	满分	评分要求	备 注
PLC 控制系统的认识	1. 分析电动机任务一、二继电器控制系统的工作原理	25	陈述原理正确、条理清晰	对原理表述不清楚者酌情扣 5~10 分
	2. 学生提问答辩	20	回答问题正确、简练	学生互评
	3. 熟练使用三菱的编程软件	25	操作规范，输入正确，熟练使用软件	操作失误一次，扣 3 分
	4. 出勤纪律及抢答	10	全勤、主导作用强、抢答积极，回答的问题准确	每抢答一次得 5 分，否则不得分
	5. 拓展项目实现	20	知识点运用灵活，结论描述清楚	知识点不理解者酌情扣 5~10 分