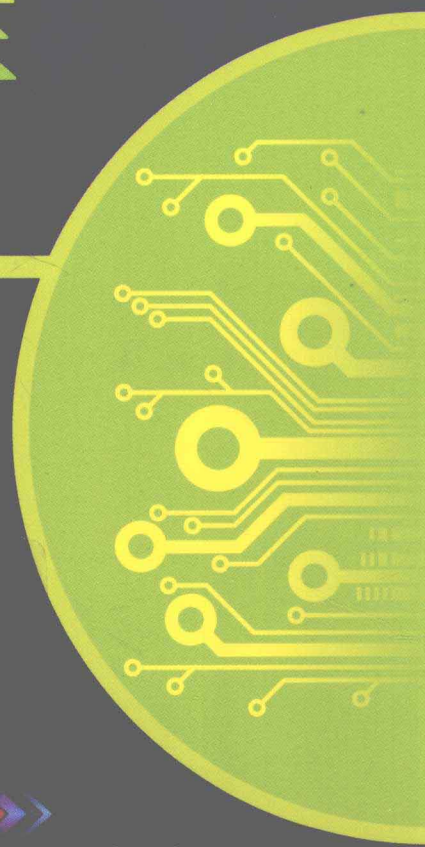


可编程控制器技术 应用教程

主编 田宝森 赵晓明



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

可编程控制器技术 应用教程

主 编 田宝森 赵晓明
副主编 徐昌荣 陈 娜 刘润荣
参 编 王晓鹤 邸 改 石 薇 高希伟
编 审 翟明戈 史 芸



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 简 介

本书由大专院校、可编程控制器生产制造单位和可编程控制器应用设计单位合作编写，目的在于使读者能从不同的角度学习可编程控制器应用技术。本书分为六个部分，主要内容包括三菱 PLC、欧姆龙 PLC、和利时 PLC 应用技术以及 PLC 与组态的链接。本书对通用的硬件部分统一介绍；对三种不同类型 PLC 的指令部分分别介绍，结合工程实例重点讲授 PLC 硬件和软件的设计思路和设计内容；对三种 PLC 的编程软件的使用方法进行了详细介绍，并附有相关的思考和习题。

本书可作为应用型本科、高职高专电气类、自动化类及其他相关专业的教材，也可作为工厂电气专业技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程控制器技术应用教程/田宝森，赵晓明主编. —北京：中国电力出版社，2011. 11

ISBN 978 - 7 - 5123 - 2378 - 0

I. ①可… II. ①田…②赵… III. ①可编程序控制器-教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 236955 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)

北京雁林吉兆印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 2 月第一版 2012 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.75 印张 304 千字

印数 0001—3000 册 定价 24.00 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

本书在内容编写上,特色突出。三菱 PLC 应用技术按照任务驱动方法进行编写,将电控技术与 PLC 技术结合编写;欧姆龙 PLC 应用技术按照指令、实例应用进行编写;和利时 PLC 按照基本概念和工程应用设计的方法进行编写。三种不同方法的技术论述,目的在于提高学生对于技术文件的阅读理解能力。在总结市场需求和课程理论教学经验基础上,立足培养应用型人才。

本书主要突出以下内容:

(1) 在内容编写上,以社会需求为出发点,选取目前应用广泛的三菱、欧姆龙 PLC 和和利时 PLC 产品作为讲授机型。内容编写体现“实用、适用、够用”和“少而精”的原则。对于本科层次的教学,可以讲授 2~3 种机型,将组态技术与 PLC 链接的内容进一步扩展;对于专科层次的教学,建议讲授 1~2 种机型。使学生经过 70 学时左右的理论学习和相关实验训练内容后,初步具备应用 PLC 技术的能力。

(2) 在编写顺序上,首先讲授三种机型通用的硬件结构、工作原理、主要特点、硬件资源。通过三种 PLC 硬件的学习,可以分辨各种 PLC 的特点。然后以任务为导向,讲授各种类型控制系统的设计内容、设计方法,重点介绍 PLC 指令部分,通过基本指令和功能指令的实际应用,掌握三种类型 PLC 的设计思路、设计方法。

(3) 在结构上全书分为六部分。内容一主要介绍三种 PLC 的硬件部分,包括 PLC 功能、特点、结构和原理、内部各类继电器种类和数量;内容二介绍三菱 PLC 的指令和编程方法,以任务驱动进行知识讲授和完成任务的解决方法,突出工程实践应用能力的培养;内容三介绍欧姆龙 PLC 的指令和编程方法。学生在学习掌握三菱 PLC 编程后,经过比较,会很快掌握欧姆龙 PLC 的使用方法;内容四介绍和利时 PLC 的指令和编程方法,在此基础上,通过两个工程应用案例介绍和利时 PLC 的应用方法;内容五介绍 PLC 与组态技术的应用;内容六介绍三菱 PLC 编程软件、欧姆龙 PLC 编程软件和和利时 PLC 编程软件的使用方法。每项学习内容后,附有习题,可供学生学习和理解本书内容。

本书由田宝森和青岛港湾职业技术学院赵晓明任主编,徐昌荣、陈娜和刘润荣任副主编。田宝森编写了内容一、内容六,赵晓明编写了内容二,王晓鹤

和石薇编写了内容三，徐昌荣编写了内容四，陈娜编写了内容五，邸改编写全书的习题部分，青岛鑫创电气科技有限公司刘润荣、青岛港务局高希伟参加了部分应用程序的校验工作。

本书由田宝森策划，翟明戈和史芸编审。同时，本书得到北京和利时自动化驱动技术有限公司徐昌荣总经理的大力支持。刘润荣总经理在推广应用中国和利时 PLC 产品上成绩显著，该公司设计的近百套和利时控制系统在全国十几个省市地区获得应用，本书提供的部分软件程序是该公司设计和校验的。博士生导师熊光煜教授、北京科技大学吕卫阳副教授和青岛银泰洁净设备有限公司总工程师李晓林对本书的内容提出了很多宝贵意见，在此对上述单位和个人表示感谢。（除注明的单位人员外，其余编者均为青岛滨海学院教师）

由于编者水平有限，书中难免有错误和不当之处，敬请广大读者批评指正。

作 者

2011 年 10 月

目 录

前言

学习内容一 可编程控制器基础知识	1
知识一 可编程控制器的产生	1
知识二 可编程控制器的分类	2
知识三 PLC 的特点及功能	3
知识四 PLC 的基本结构与原理	4
知识五 三菱系列 PLC 简介	8
知识六 欧姆龙系列 PLC 简介	11
知识七 和利时 LM 系列 PLC 简介	15
知识八 PLC 控制系统常用电气元件	19
习题	25
学习内容二 三菱 PLC 控制设计	26
任务一 电动机启停控制系统的设计	26
任务二 点动自锁混合控制系统的设计	33
任务三 提升机控制系统的设计	41
任务四 星—三角降压启动控制系统的设计	44
任务五 自动洗车控制系统的设计	47
任务六 交通灯控制系统的设计	52
任务七 仓库在库量控制系统的设计	58
任务八 温度控制系统的设计	65
习题	73
学习内容三 欧姆龙 PLC 控制设计	76
知识一 常用指令应用	76
知识二 欧姆龙应用程序举例	88
任务一 两种液体混合装置	92
任务二 机械手的步进控制	95
任务三 全自动洗衣机的自动控制	98
习题	101

学习内容四 和利时 PLC 控制设计	103
知识一 内部资源	103
知识二 和利时编程的表现形式	116
任务一 煤粉燃烧炉控制——LM 应用实例的设计	127
任务二 洗浴用水控制系统	133
习题	139
学习内容五 基于 PLC 控制的组态监控系统设计	141
知识一 组态软件概述	141
知识二 欧姆龙 PLC 设备组态	143
任务一 基于 PLC 控制的霓虹灯组态监控系统设计	148
任务二 基于 PLC 控制的抢答器组态监控系统设计	151
习题	156
学习内容六 编程软件的应用	158
知识一 三菱 PLC 编程软件	158
知识二 欧姆龙 PLC 编程软件	164
知识三 和利时 PLC 编程软件	173
习题	186
附录 A 三菱 PLC 指令部分指令清单	187
附录 B 欧姆龙 PLC 指令部分指令清单	189
附录 C 和利时 PLC 指令部分指令清单	195
附录 D 高级电工实验箱	197

学习内容一

可编程控制器基础知识

知识一 可编程控制器的产生

1. PLC 的发展历史

1968 年,美国最大的汽车制造商——通用汽车公司(GM 公司)为了适应生产工艺不断更新的需要,提出要用一种新型的工业控制器取代继电器—接触器控制装置,并要求把计算机控制的优点(功能完备,灵活性、通用性好)和继电器—接触器控制的优点(简单易懂、使用方便、价格便宜)结合起来,设想将继电器—接触器控制的硬接线逻辑转变为计算机的软件逻辑编程,且要求编程简单、使不熟悉计算机的人员也能很快掌握其使用技术,从用户角度提出了新型控制器的十条技术指标,在社会上公开招标,这十条技术指标是:

- (1) 编程简单方便,可在现场依赖性程序;
- (2) 硬件维护方便,采用插件式结构;
- (3) 可靠性高于继电器—接触器控制装置;
- (4) 体积小于继电器—接触器控制装置;
- (5) 可将数据直接送入计算机;
- (6) 用户程序存储器容量至少可以扩展到 4KB;
- (7) 输入可直接用 115V 交流电;
- (8) 输出为交流 115V, 2A 以上,能直接驱动电磁阀、交流接触器等;
- (9) 通用性强,扩展方便;
- (10) 成本上可与继电器—接触器控制系统竞争。

美国数字设备公司(DEC 公司)进行投标,1969 年,美国数字设备公司研制出了国际上第一台可编程控制器 PDP—14,在美国通用汽车公司的自动装配线上试用成功,并取得满意的效果,可编程控制器自此诞生和发展起来。

2. PLC 的定义及名称演变

可编程序控制器(Programmable Logic Controller)简称 PLC,它是以微处理器为基础,综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术而发展起来的一种新型、通用的自动控制装置。它是“专为在工业环境下应用而设计”的计算机。这种工业计算机采用“面向用户的指令”,因此编程方便。它能完成逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作,它还具有“数字量或模拟量的输入/输出控制”的能力。

早期产品名称为“Programmable Logic Controller”(可编程逻辑控制器),简称 PLC,主要替代传统的继电器—接触器控制系统。

1980 年,美国电气制造商协会(NEMA)给他一个新的名称“Programmable Control-

ler”，简称 PC。

1987 年 2 月，国际电工委员会（IEC）通过了对 PLC 的定义：“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为工业环境应用而设计的。它采用一类可编程的存储器，用于其内部存储程序，执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令，并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关外部设备，都按易于与工业控制系统联成一个整体，易于扩充其功能的原则设计。”

PLC 是当前自动化领域三大技术（可编程控制器、机器人、CAD/CAM）之一。

为了避免与个人计算机（Personal Computer）PC 这一简写名称术语混乱，仍沿用早期的 PLC 表示可编程控制器，但此 PLC 并不意味着只具有逻辑功能，随着技术进步，目前的可编程控制器功能已经远远超出当初设想的功能，具有运动控制、数据处理和网络功能。

知识二 可编程控制器的分类

1. 按输入/输出点数分

- (1) 小型机。I/O 总点数在 256 点以下，用户程序存储容量在 4KB 左右。
- (2) 中型机。I/O 总点数在 256~2048 点之间，用户程序存储容量在 8KB 左右。
- (3) 大型机。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

(1) 整体式结构。这种结构是将 PLC 电源、CPU、I/O 部件等集中配置在一个箱体内部，主要为小型机。

(2) 模块式结构。这种结构是将 PLC 电源、CPU、I/O 部件等分开设置，主要是中型机或大型机。

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。

美国有 100 多家 PLC 生产厂家，著名的有 A-B 公司、通用公司、西屋公司等。其中 A-B 公司是美国最大的 PLC 生产厂家。大中型 PLC 型号有 PLC-5 系列。

欧洲 PLC 生产厂家主要是德国的西门子（SIEMENS）公司、法国的施耐德（SCHNEIDER）自动化公司。西门子 S7-200 PLC 是微型机，西门子 S7-300 PLC、S7-400 PLC 是中大型机。

日本 PLC 生产厂家主要是欧姆龙（OMRON）公司和三菱公司。三菱公司生产 FX 系列小型机等（见图 1-1）。欧姆龙公司生产 CPM 系列小型机（见图 1-2）。

我国生产 PLC 的厂家很多，主要是小型 PLC 产品，主要产品有天津中环的 DJK 系列、北京和利时的 LK/LM 系列、上海自立的 KKI 系列、无锡华光的 SR 系列、兰州全志的 RD 系列等。

技术上比较进步的北京和利时公司在吸取国外技术的同时，研发的具有知识产权的 LK 系列大型机和 LM 系列小型机的 PLC 产品有后来居上的趋势，已经开始显示其强大的生命力。北京和利时系列 PLC 如图 1-3 所示。LM 系列为整体式结构，整体式结构 PLC 分为主控模块和扩展模块。LK 系列为机架式结构，分为主机架和扩展机架，从左到右依次为通信

模块、控制器模块、输入/输出模块等。各个模块之间通过背板总线互联。机架左边的通信模块用于机架之间通信。接线采用杆线式弹簧夹持连接器，不用上螺丝。

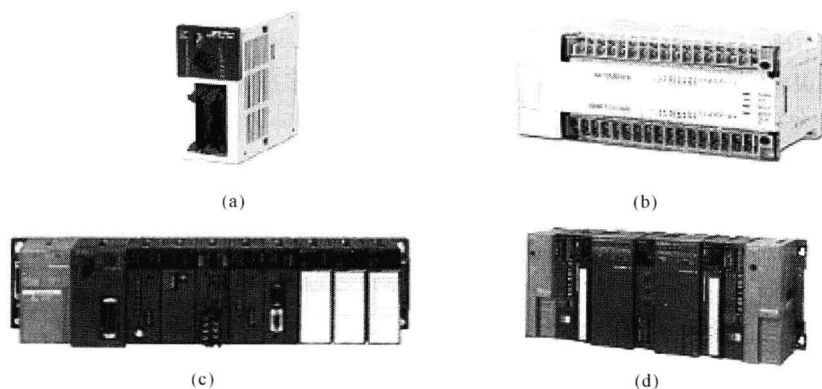


图 1-1 三菱 PLC 及功能模块

(a) FX₂NC 系列 PLC；(b) FX₂N 系列 PLC；(c) Ansh 系列 PLC；(d) A 和 QnA 系列 PLC

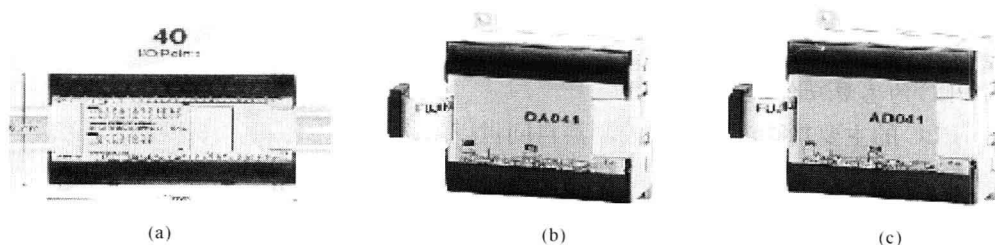


图 1-2 欧姆龙系列 PLC

(a) CPM2A CPU 模块；(b) CPM2A D/A 模块；(c) CPM2A A/D 模块

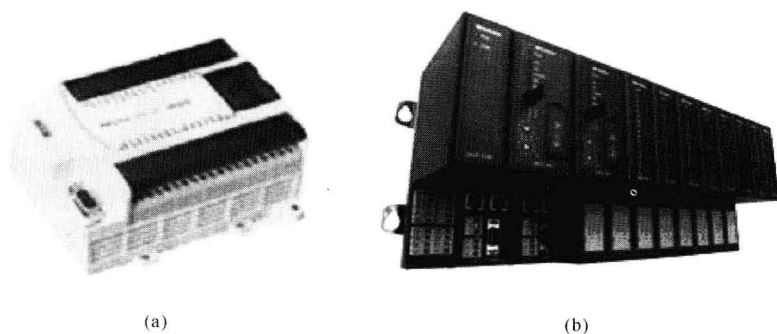


图 1-3 北京和利时系列 PLC

(a) LM 系列 PLC；(b) LK 系列 PLC

知识三 PLC 的特点及功能

1. PLC 的特点

(1) 可靠性高，抗干扰能力强。这是选择控制装置的首要条件。可编程控制器生产厂家

在硬件方面和软件方面上采取了一系列抗干扰措施。(无触点控制)

硬件措施:采用了屏蔽材料,输入/输出接口有滤波、光电隔离等环节。

软件措施:PLC 程序有故障检测、信息保护和恢复、警戒时钟(死循环报警)、程序检验等软件保护措施。

(2) 使用灵活,通用性强。产品均成系列化生产,多数采用模块式的硬件结构,用户可灵活选用。软接线逻辑使得 PLC 能简单轻松地实现各种不同的控制任务,且系统设计周期短。

(3) 编程方便,易于掌握。采用与继电器电路极为相似的梯形图语言,直观易懂;近年来又发展了面向对象的顺控流程图语言(Sequential Function Chart, SFC),也称功能图,使编程更简单方便。

(4) 接口简单,维护方便。可编程控制器可直接与现场强电设备相连接,接口电路模块化,且有完善的自诊断和监视功能。可编程控制器对于其内部工作状态、通信状态、异常状态和 I/O 点的状态均有显示。可以方便的查出故障原因,迅速作出处理。

(5) 功能完善,性价比高。除基本的逻辑控制、定时计数、算术运算外,配合特殊功能模块可以实现点位控制、PID 运算、过程控制、数字控制等功能,还可与上位机通信实现远程控制等。

2. PLC 的主要功能及发展趋势

(1) PLC 的主要功能。可编程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。这是 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。能完成数据运算,如逻辑运算、比较传送及转换等。

6) 通信和联网。PLC 之间、PLC 和上级计算机之间有很强的通信功能。作为实时控制系统,不仅 PLC 数据通信速率要求高,而且要考虑出现停电、故障时的对策等。

(2) PLC 的发展趋势。

1) 低档 PLC:向小型、简易、廉价方向发展。

2) 中、高档 PLC:向大型、网络、高速、多功能方向发展。

知识四 PLC 的基本结构与原理

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。

1. 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 的扩展接口等几大部分组成。整体式 PLC 的组成, 如图 1-4 所示。

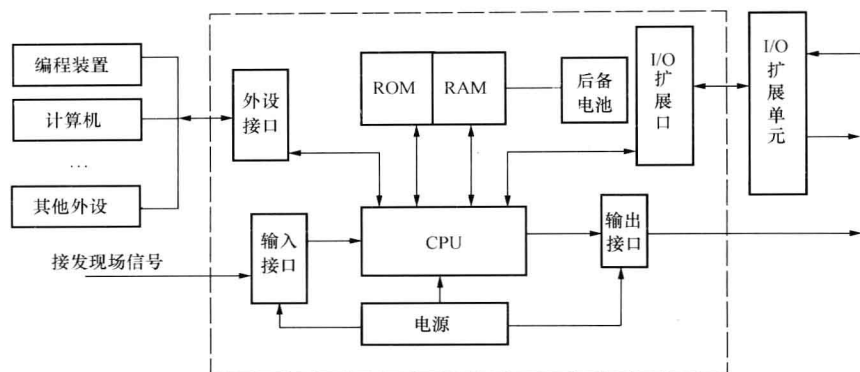


图 1-4 整体式 PLC 的基本组成

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/输出接口 (I/O 接口)。接口是连接用户输入、输出设备和 PLC 控制器的桥梁, 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: 模拟量输入/输出接口、开关量输入/输出接口 (直流、交流及交直流)。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。

开关量输入接口电路通常有直流输入、交流输入与交直流输入三种类型。直流输入模块的电源一般由机内 24V 电源提供, 输入信号接通时输入电流一般小于 10mA; 交流输入模块的电源一般由用户提供。直流输入接口电路如图 1-5 所示。

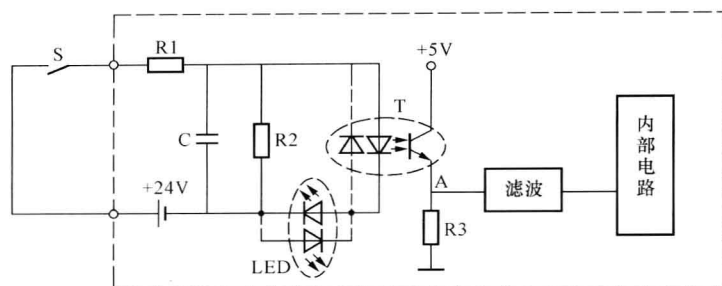


图 1-5 直流输入接口电路的类型

② 开关量输出接口电路。开关量输出接口电路根据功率放大元件的不同，分为继电器输出、晶体管输出和晶闸管输出三种类型。开关量输出端的负载电源一般由用户提供，输出电流一般不超过 2A。

继电器输出接口电路的响应速度慢、动作频率低，可驱动交流或直流负载；晶体管输出接口电路响应速度快、动作频率高，只能用于驱动直流负载；晶闸管输出接口电路响应速度快、动作频率高，只能用于驱动交流负载。继电器输出型接口电路如图 1-6 所示。

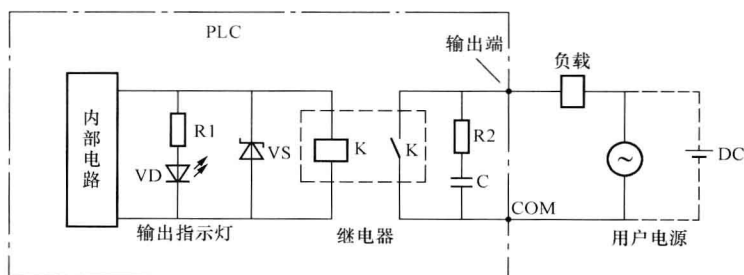


图 1-6 继电器输出接口电路的类型

4) 电源。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、有电源，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。用户输入器件有控制开关和检测元件，即各种开关、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。

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。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。

2. PLC 的软件结构

在可编程控制器中，PLC 的软件分为两大部分。

(1) 系统监控程序。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、标准程序模块和系统调用程序组成。一般来说，系统程序对用户不透明。系统程序主要完成以下作用：

1) 负责系统运行管理，控制可编程控制器何时输入、何时输出、何时运算、何时自检、何时通信等，在时间上进行分配管理。

2) 负责存储空间和系统自检。

3) 将用户程序翻译成机器语言。标准程序模块的建立和调用。

(2) 用户程序。它是由可编程控制器的使用者编制的，根据不同的控制对象和不同控制要求，编制对应的程序，用于控制被控装置的运行。

3. PLC 的工作原理

(1) 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。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。当处于停止工作模式时，PLC 进行内部查询和编程工作。

(2) PLC 工作过程。

1) 内部处理阶段。在此阶段，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。在此阶段，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。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。程序处理完毕后，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 1-7 所示。

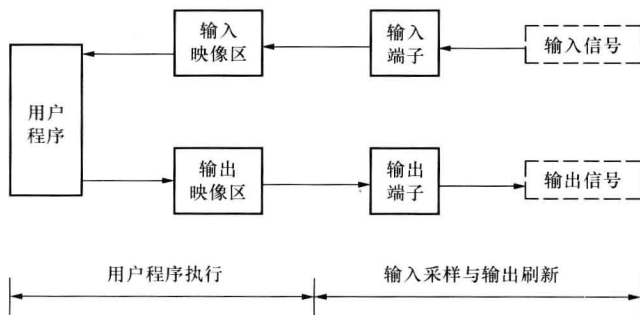


图 1-7 PLC 用户程序扫描和 I/O 操作的工作过程

(3) PLC 工作方式与特点。PLC 采用集中采样、集中输出、周期性循环扫描的工作方式。

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 的运算速度有关，与 I/O 点的情况有关，与

用户应用程序的长短及编程情况等均有关。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。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) 由于 PLC 是集中采样，在程序处理阶段即使输入发生了变化，输入映象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) 由于 PLC 是串行工作，所以 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。

知识五 三菱系列 PLC 简介

FX 系列 PLC 是三菱公司从 F1/F2 系列发展起来的小型 PLC 系列产品，发展经历如下：

1985 年以前：F 系列；

1985~1990 年：F1 系列；

1990~1995 年：F2 系列；

1995~2000 年：FXN 系列；

2005 年以后：FX_{3U} 系列。

目前广泛应用为 FX 系列，有 FX_{1S}、FX_{1N}、FX_{2N}、FX_{3U}。

FX_{1S}是整体固定 I/O 结构，最大 I/O 点位 40 点，不能扩展 I/O 点数。

FX_{1N}、FX_{2N}、FX_{3U}为基本单元加扩展单元，最大 I/O 点分别是 128、256、384。

以三菱 FX_{2N}系列 PLC 内部资源为例，说明内部资源情况。表 1-1 所示为 FX 系列 PLC 的编程元件及编号，具体说明如下。

表 1-1 FX 系列 PLC 的编程元件及编号

内部资源分配		FX _{0S}	FX _{1S}	FX _{0N}	FX _{1N}	FX _{2N} FX _(2NC)
输入继电器 X (按八进制编号)		X0~X17 (不可扩展)	X0~X17 (不可扩展)	X0~X43 (可扩展)	X0~X43 (可扩展)	X0~X77 (可扩展)
输出继电器 Y (按八进制编号)		Y0~Y15 (不可扩展)	Y0~Y15 (不可扩展)	Y0~Y27 (可扩展)	Y0~Y27 (可扩展)	Y0~Y77 (可扩展)
辅助继电器 M	普通用	M0~M95	M0~M383	M0~M383	M0~M383	M0~M499
	保持用	M496~M511	M384~M511	M384~M511	M384~M1535	M500~M3071
	特殊用	M800~M8255 (具体见使用手册)				
状态寄存器 S	初始状态用	S0~S9	S0~S9	S0~S9	S0~S9	S0~S9
	返回原点用	—	—	—	—	S0~S19
	普通用	S10~S63	S10~S127	S10~S127	S10~S999	S20~S499
	保持用	—	S10~S127	S10~S127	S0~S999	S500~S899
	信号警报用	—	—	—	—	S900~S999

续表

内部资源分配		FX _{0S}	FX _{1S}	FX _{0N}	FX _{1N}	FX _{2N} FX _(2NC)
定时器 T	100ms	T0~T99	T0~T62	T0~T62	T0~T199	T0~T199
	10ms	T24~T49	T32~T62	T32~T62	T200~T245	T200~T245
	1ms	—	—	T63	—	—
	1ms 积累	—	T63	—	T246~T249	T246~T249
	100ms 积累	—	—	—	T250~T255	T250~T255
计数器 C	16 位增计数（普通）	C0~C13	C0~C15	C0~C15	C0~C15	C0~C99
	16 位增计数（保持）	C14、C15	C16~C31	C16~C31	C16~C199	C100~C199
	32 位可逆计数（普通）	—	—	—	C200~C219	C200~C219
	32 位可逆计数（保持）	—	—	—	C220~C234	C220~C234
	高速计数器	C235~C255（具体见使用手册）				
数据寄存器 D	16 位普通用	D0~D29	D0~D127	D0~D127	D0~D127	D0~D199
	16 位保持用	D30、D31	D128~D255	D128~D255	D128~D7999	D200~D7999
	16 位特殊用	D8000~D8069	D8000~D8255	D8000~D8255	D8000~D8255	D8000~D8195
	16 位变址用	V	V0~V7	V	V0~V7	V0~V7
		Z	Z0~Z7	Z	Z0~Z7	Z0~Z7
指针 N、P、I	嵌套用	N0~N7	N0~N7	N0~N7	N0~N7	N0~N7
	跳转用	P0~P63	P0~P63	P0~P63	P0~P127	P0~P127
	输入中断用	100~130	100~150	100~130	100~150	100~150
	定时器中断	—	—	—	—	16~18
	计数器中断	—	—	—	—	I010~I060
常数 K、H	16 位	K: -32 768~32 767 H: 0000~FFFFH				
	32 位	K: -2 147 483 648~2 147 483 647 H: 0000 0000~FFFF FFFF				

1. 输入继电器（X）

PLC 的输入端子是从外部开关接受信号的窗口，PLC 内部与输入端子连接的输入继电器 X 是用光电隔离的电子继电器，它们的编号与接线端子编号一致（按八进制输入），线圈的吸合或释放只取决于 PLC 外部触点的状态。内部有动合/动断两种触点供编程时随时使用，且使用次数不限。输入电路的时间常数一般小于 10ms。输入继电器符号是 X，各基本单元都是八进制输入的地址，FX_{2N}系列 PLC 的输入继电器带扩展时最多可达 184 点，其编号为 X000~X007，X010~X017，X020~X027…，它们一般位于机器的上端。

2. 输出继电器（Y）

PLC 的输出端子是向外部负载输出信号的窗口。输出继电器的线圈由程序控制，输出继电器的外部输出主触点接到 PLC 的输出端子上供外部负载使用，其余动合/动断触点供内部程序使用。输出继电器的电子动合/动断触点使用次数不限。输出电路的时间常数是固定的。输出继电器符号是 Y，各基本单元都是八进制输出，FX_{2N}系列 PLC 的输出继电器带扩展时最多可达 184 点，其编号为 Y000~Y007，Y010~Y017，Y020~Y027…，它们一般位于机器的下端。

3. 辅助继电器 (M)

PLC 内有很多的辅助继电器, 其线圈与输出继电器一样, 由 PLC 内各软元件的触点驱动。辅助继电器也称中间继电器, 它没有向外的任何联系, 只供内部编程使用。它的电子动合/动断触点使用次数不受限制。但是, 这些触点不能直接驱动外部负载, 外部负载的驱动必须通过输出继电器来实现。在 FX_{2N} 中普遍采用 M0~M499, 共 500 点辅助继电器, 其地址号按十进制编号。辅助继电器中还有一些特殊的辅助继电器, 如掉电继电器、保持继电器等。

4. 状态继电器 (S)

状态继电器是构成状态转移图的重要软元件, 它与后述的步进顺控指令配合使用。状态继电器的动合和动断触点在 PLC 梯形图内可以自由使用, 且使用次数不限。不用步进顺控指令时, 状态继电器 S 可以作为辅助继电器 M 在程序中使用。

5. 指针 P、I 与常数 K、H

指针 P、I 包括分支和子程序用的指针 P 以及中断用的指针 I。在梯形图中, 指针放在左侧母线的左边。常数 K 用来表示十进制常数, 16 位常数范围为 -32 768~32 767, 32 位常数的范围为 -2 147 483 648~2 147 483 647。常数 H 用来表示十六进制常数, 十六进制包括 0~9 和 A~F, 16 位常数的范围为 0~FFFF, 32 位常数的范围为 0~FFFF FFFF。

6. 定时器 T (T0~T255)

在 PLC 内的定时器是根据时钟脉冲的累积形式, 当所计时间达到设定值时, 其输出触点动作, 时钟脉冲有 1、10ms 和 100ms。定时器可以用用户程序存储器内的常数 K 作为设定值, 也可以用数据寄存器 (D) 的内容作为设定值。在后一种情况下, 一般使用有掉电保护功能的数据寄存器。即使如此, 若备用电池电压降低时, 定时器或计数器往往会发生误动作。

定时器通道范围如下:

100ms 定时器 T0~T199, 共 200 点, 设定值: 0.1~3276.7s;

10ms 定时器 T200~T245, 共 46 点, 设定值: 0.01~327.67s;

1ms 积算定时器 T245~T249, 共 4 点, 设定值: 0.001~32.767s;

100ms 积算定时器 T250~T255, 共 6 点, 设定值: 0.1~3276.7s。

7. 计数器 (C)

FX_{2N} 中的 16 位增计数器, 是 16 位二进制加法计数器, 它是在计数信号的上升沿进行计数, 它有两个输入, 一个用于复位, 一个用于计数。每一个计数脉冲上升沿使原来的数值减 1, 当现时值减到零时停止计数, 同时触点闭合。直到复位控制信号的上升沿输入时, 触点才断开, 设定值又写入, 再次进入计数状态。

其设定值在 K1~K32767 范围内有效。

设定值 K0 与 K1 含义相同, 即在第一次计数时, 其输出触点就动作。

通用计数器的通道号: C0~C99, 共 100 点。

保持用计数器的通道号: C100~C199, 共 100 点。

通用与掉电保持用的计数器点数分配, 可由参数设置而随意更改。

8. 数据寄存器

数据寄存器是计算机必不可少的元件, 用于存放各种数据。FX_{2N} 中每一个数据寄存器都是 16 位 (最高位为正、负符号位), 也可用两个数据寄存器合并起来存储 32 位数据 (最