

PLC

技术实用丛书

S7-200 PLC 应用基础与实例

王曙光 魏秋月 张高记 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

PLC 技术实用丛书

S7-200 PLC 应用基础与实例

王曙光 魏秋月 张高记 编著

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

S7-200 PLC 应用基础与实例 / 王曙光等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2007.9
(PLC 技术实用丛书)

ISBN 978-7-115-16210-6

I. S... II. 王... III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 066217 号

内 容 提 要

可编程逻辑控制器 (PLC) 是微电子技术和自动控制技术相结合的产物, 是现代工业自动化重要技术之一。它以可靠灵活的特点在工业控制领域得到了广泛的应用。本书以西门子公司的 S7-200 系列 PLC 为样机, 系统地介绍了 PLC 的基本结构、原理、操作和使用方法。本书内容由浅入深, 辅以系统设计实例, 使读者逐步掌握 PLC 应用系统的设计方法。

全书由 7 章组成。第 1 章介绍了 PLC 的基本概念; 第 2 章系统地介绍了 S7-200 系列 PLC 的硬件结构; 第 3 章详细说明了 STEP7-Micro/WIN 4.0 编程软件的安装、功能以及程序的调试运行; 第 4 章是 PLC 的指令系统和程序语言; 第 5 章简要介绍了系统扩展; 第 6 章是 PLC 系统设计应用实例; 第 7 章是 PLC 的选型、优化以及系统维护知识。另外, 本书还配有光盘 (含 S7-200 的使用手册和相关软件等内容), 以方便读者学习使用。

本书系统性、实用性强, 简明易懂, 可作为大专院校自动化、机电一体化、机械设计制造和自动化等专业的教材, 也可供工程技术人员参考和培训班使用。

PLC 技术实用丛书

S7-200 PLC 应用基础与实例

- ◆ 编 著 王曙光 魏秋月 张高记
责任编辑 陈万寿
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京通州大中印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 10.75
字数: 257 千字 2007 年 9 月第 1 版
印数: 1—4 000 册 2007 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16210-6/TN

定价: 26.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223

前 言

可编程逻辑控制器（PLC）作为现代工业自动化的三大支柱（PLC、CAD/CAM、机器人）之一，以其可靠性、灵活性在工业控制领域得到了迅猛的发展。我国近年来工业自动化水平逐渐提高，可编程逻辑控制器在许多行业得到了越来越广泛的应用。

可编程逻辑控制器是微电子技术和自动控制技术相结合的产物，并受到计算机技术、通信技术的影响。它是专门针对工业环境应用而设计的一种特殊的计算机系统，用来控制各类机械或生产过程。

西门子公司的 PLC 产品在国内应用得比较广泛，其 S7-200 系列 PLC 以结构紧凑、高性价比的特点在中、小规模控制系统中有独特的优势。

自动化、机电以及相关专业都应该掌握可编程逻辑控制器技术的基本原理，广大的工程技术人员也需要学习一些相关知识，以便更好地进行现场设备维护和生产技术革新。

本书以 S7-200 系列 PLC 为例，系统地介绍了 PLC 的功能特点、工作原理以及使用方法，力求浅显易懂、注重实际操作。阅读本书只需要具有电子技术的基础知识以及电工电路的常识即可。

全书分为 7 章。第 1 章介绍了 PLC 的基本概念；第 2 章系统地介绍了西门子 S7-200 系列 PLC 的硬件结构；第 3 章以图示的方法详细介绍了 STEP7-Micro/WIN 4.0 编程软件的安装、功能以及程序的调试运行；第 4 章主要介绍了 PLC 的指令系统和程序语言；第 5 章简要介绍了系统扩展；第 6 章通过多个应用实例，介绍了 PLC 的系统设计方法；第 7 章介绍了 PLC 的选型、优化以及系统维护知识。为了便于学习，本书配有多媒体学习软件，光盘内容包括 S7-200 的使用手册和相关软件，各章的习题也收入光盘中。本书第 1、2、5 章由张高记编写；第 3、4 章由魏秋月编写；第 6、7 章由王曙光编写。

本书在编写过程中得到了西安邮电学院范九伦教授、西门子（中国）有限公司元娜专家的大力支持，在此表示衷心感谢。

由于编者学识有限，加之时间仓促，错误之处在所难免，敬请读者给予批评指正。

作 者

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 什么是 PLC	1
1.1.1 PLC 的产生和定义	1
1.1.2 PLC 的发展	2
1.2 PLC 的特点和应用	3
1.2.1 PLC 的特点	3
1.2.2 PLC 的应用情况	4
1.3 PLC 的系统结构及工作原理	5
1.3.1 PLC 的系统结构	5
1.3.2 PLC 的工作原理	7
1.3.3 PLC 的 I/O 响应时间	8
1.4 PLC 的分类	9
第 2 章 S7-200 系列 PLC 的结构	11
2.1 S7-200 PLC 的系统构成	11
2.2 CPU 模块	14
2.2.1 CPU 模块技术指标	14
2.2.2 工作模式	16
2.2.3 通信接口	17
2.2.4 CPU 模块的安装与拆卸	18
2.2.5 电源连接	19
2.3 数字量通用 I/O 接口模块	21
2.3.1 数字量 I/O 模块的种类	21
2.3.2 技术指标	22
2.3.3 数字量 I/O 口的使用	24
2.4 模拟量通用 I/O 模块	27
2.4.1 模拟量 I/O 模块的种类	27
2.4.2 技术指标	28
2.4.3 模拟量 I/O 口的使用	31
2.4.4 测量温度扩展模块热电偶、热电阻模块	33
2.5 系统实例	36
第 3 章 S7-200 系列 PLC 的编程软件	39
3.1 软件安装和设置	39

3.1.1 安装步骤	39
3.1.2 安装 SP 升级包	41
3.2 STEP 7-Micro/WIN 简介	41
3.2.1 软件的基本功能	41
3.2.2 项目及其组件	42
3.2.3 窗口定制	43
3.2.4 帮助功能的使用与 S7-200 的出错处理	45
3.3 编程计算机与 CPU 通信	46
3.3.1 硬件连接	46
3.3.2 设置通信	47
3.4 编程举例	49
3.4.1 编程语言和程序结构	49
3.4.2 输入和编辑程序	51
3.4.3 程序的编译和下载	57
3.4.4 程序的调试及运行监控	59
3.5 建立和修改 PLC 通信参数	61
3.6 S7-200 仿真软件	62
3.6.1 仿真软件简介	62
3.6.2 仿真软件的使用步骤	62
第 4 章 S7-200 系列 PLC 的指令系统	65
4.1 存储器的数据类型与寻址方式	65
4.2 常用基本指令	70
4.2.1 位逻辑指令	70
4.2.2 数据处理指令	75
4.2.3 定时器和计数器指令	77
4.3 程序控制指令	83
4.4 子程序与中断指令	86
4.4.1 子程序	86
4.4.2 中断指令	89
4.5 通信指令	93
4.5.1 网络读写指令	93
4.5.2 发送指令与接收指令	94
4.6 指令规约	96
4.6.1 编程的一般规约	96
4.6.2 其他规约	97
第 5 章 S7-200 系列 PLC 的其他扩展模块	98
5.1 通信模块	98

5.1.1 S7-200 支持的通信协议	98
5.1.2 通信模块	99
5.2 AS-i (执行器/传感器) 接口模块	104
5.3 显示面板	105
5.3.1 文本显示器 TD200/TD200C	105
5.3.2 触摸屏	107
5.4 程序存储卡	108
5.5 编程器	109
第 6 章 设计实例	111
6.1 开关量测控设备的连接	111
6.1.1 开关量输入器件	111
6.1.2 开关量输出器件	112
6.2 模拟量测控设备的连接	120
6.2.1 模拟量输入器件	120
6.2.2 模拟量输出器件	127
6.3 S7-200PLC 在造纸工业中的应用	127
6.3.1 应用一: 扫描架控制器设计	127
6.3.2 应用二: 纸张绝干量控制系统	129
6.4 PLC 在双水槽水位过程控制中的应用	131
6.4.1 系统组成	132
6.4.2 PID 控制指令介绍	132
6.4.3 PID 参数自整定	134
6.4.4 PID 指令的回路表	135
6.4.5 PID 控制器的控制程序	136
6.4.6 确定 PID 参数的初始值	137
6.4.7 PID 自整定操作	139
6.4.8 理论计算及仿真	139
6.5 基于 PLC 高速计数器的转速检测系统设计	140
6.6 电梯控制系统	142
6.6.1 模型结构	142
6.6.2 控制要求	142
6.6.3 I/O 分配及连线端子定义	145
6.6.4 四层电梯模型控制程序清单	146
第 7 章 PLC 的选型与优化设计	154
7.1 PLC 的选型与调试	154
7.1.1 PLC 选型的基本原则	154
7.1.2 PLC 系统调试步骤	156

7.2 PLC 应用系统的优化设计	156
7.2.1 PLC 系统可靠性设计	156
7.2.2 常见故障分析	159
参考文献	164

第 1 章 概 述

1.1 什么是 PLC

1.1.1 PLC 的产生和定义

可编程控制器 (Programmable Controller) 是为工业控制应用而设计制造的, 它是计算机家族中的一员。早期的可编程控制器主要是用来代替继电器实现逻辑控制的, 故称作可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller), 简称为 PLC。随着技术的发展, 可编程逻辑控制器 (PLC) 的功能已经大大超过了逻辑控制的范围, 因此, 现今这种装置称作可编程控制器, 简称为 PC。但是为了避免与个人计算机 (Personal Computer) 的简称 “PC” 相混淆, 所以仍将可编程控制器简称为 PLC。

1. PLC 的产生

在 20 世纪 60 年代, 汽车生产流水线的自动控制系统基本上都是由继电器控制装置构成的, 每次产品改型都要重新设计和安装, 十分费时费工费料。为了改变这一现状, 美国通用汽车公司在 1969 年公开招标要求用新的控制装置取代继电器控制装置, 并提出了下面 10 项招标指标:

- (1) 编程方便现场可修改程序;
- (2) 维修方便采用模块化结构;
- (3) 可靠性高于继电器控制装置;
- (4) 体积小于继电器控制装置;
- (5) 数据可直接送入管理计算机;
- (6) 成本可与继电器控制装置竞争;
- (7) 输入可以是交流 115V;
- (8) 输出为交流 115V 2A 以上能直接驱动电磁阀接触器等;
- (9) 在扩展时原系统只要做很小变更;
- (10) 用户程序存储器容量至少能扩展到 4KB。

1969 年美国数字设备公司 (DEC) 研制出第一台 PLC, 在美国通用汽车自动装配线上试用获得了成功。这种新型的工业控制装置以其简单易懂、操作方便、可靠性高、通用灵活、体积小及使用寿命长等一系列优点, 很快地在美国其他工业领域推广应用。这一新型工业控

制装置的出现也受到了世界其他国家的高度重视。1971年,日本从美国引进了这项新技术,很快研制出了日本第一台 PLC,1973年西欧国家也研制出它们的第一台 PLC。我国从 1974 年开始研制 PLC,于 1977 年开始工业应用。

2. PLC 的定义

PLC 问世以来,尽管时间不长,但发展迅速。为了使其生产和发展标准化,美国电气制造商协会(NEMA, National Electrical Manufactory Association)经过 4 年的调查工作,于 1984 年首先将其正式命名为 PC (Programmable Controller, 可编程控制器),并给 PC 作了定义:“PC 是一个数字式的电子装置,它使用了可编程序的存储器储存指令,用来执行诸如逻辑、顺序、计时、计数与演算等功能,并通过数字或模拟的输入/输出模块,以控制各种机械或工作程序。一部数字电子计算机若是从事执行 PC 之功能,亦被视为 PC,但不包括鼓式或类似的机械式顺序控制器。”

以后,国际电工委员会(IEC)又先后颁布了 PLC 标准的草案第一稿和第二稿,并在 1987 年 2 月通过了对它的定义:“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下应用而设计的。它采用可编程序的存储器,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。”

总之,可编程控制器是一台计算机,它是专为工业环境应用而设计制造的,它既具有完成各种各样控制的功能,又具有与其他计算机通信联网的功能。但可编程控制器产品并不针对某一具体工业应用,它是一种用程序来改变控制功能的工业控制计算机,在实际应用时,其硬件需根据实际需要进行选用配置,其软件需根据控制要求进行设计编制。

1.1.2 PLC 的发展

随着微处理器的出现,大规模、超大规模集成电路技术的迅速发展和数据通信技术的不断进步,PLC 也得以迅速发展,其发展过程大致可分为如下 3 个阶段。

1. 早期的 PLC (20 世纪 60 年代末~70 年代中期)

早期的 PLC 一般称为可编程逻辑控制器。这时的 PLC 多少有点继电器控制装置的替代物的含义,其主要功能只是执行原先由继电器完成的顺序控制、定时等。它在硬件上以准计算机的形式出现,在 I/O 接口电路上作了改进以适应工业控制现场的要求。装置中的器件主要采用分立元件和中小规模集成电路,存储器采用磁芯存储器。另外还采取了一些措施,以提高其抗干扰的能力。在软件编程上,采用广大电气工程技术人員所熟悉的继电器控制线路的方式——梯形图。因此,早期的 PLC 的性能要优于继电器控制装置,其优点是简单易懂、便于安装、体积小、能耗低、有故障指示及能重复使用等。其中,PLC 特有的编程语言——梯形图一直沿用至今。

2. 中期的 PLC (20 世纪 70 年代中期~80 年代中、后期)

在 20 世纪 70 年代,微处理器的出现使 PLC 发生了巨大的变化。美国、日本、德国等一些厂家先后开始采用微处理器作为 PLC 的中央处理单元(CPU)。

这样,使 PLC 的功能大大增强。在软件方面,除了保持其原有的逻辑运算、计时、计数

等功能以外,还增加了算术运算、数据处理和传送、通信、自诊断等功能;在硬件方面,除了保持其原有的开关模块以外,还增加了模拟量模块、远程 I/O 模块以及各种特殊功能模块,并扩大了存储器的容量,使各种逻辑线圈的数量增加。它还提供了一定数量的数据寄存器,使 PLC 的应用范围得以扩大。

3. 近期的 PLC (20 世纪 80 年代中、后期至今)

进入 20 世纪 80 年代中、后期,由于超大规模集成电路技术的迅速发展,微处理器的市场价格大幅度下跌,使得各种类型的 PLC 所采用的微处理器的档次普遍提高。而且,为了提高 PLC 的处理速度,各制造厂商还纷纷研制开发了专用逻辑处理芯片,使得 PLC 的软、硬件功能发生了巨大变化。

1.2 PLC 的特点和应用

1.2.1 PLC 的特点

下面介绍 PLC 的几个主要特点。

1. 高可靠性

(1) 所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离技术,使工业现场的外电路与 PLC 内部电路之间实现电气上隔离。

(2) 各输入端均采用 R-C 滤波器,其滤波时间常数一般为 10~20ms。

(3) 各模块均采用屏蔽措施,以防止辐射干扰。

(4) 采用性能优良的开关电源。

(5) 对采用的器件进行严格的筛选。

(6) 具有良好的自诊断功能,一旦电源或其他软硬件发生异常情况,CPU 立即采用有效措施以防止故障扩大。

(7) 大型 PLC 还可以采用由双 CPU 构成冗余系统或由 3CPU 构成表决系统,使可靠性更进一步提高。

2. 丰富的 I/O 接口模块

(1) PLC 可用于不同的工业现场信号

- 交流或直流;
- 开关量或模拟量;
- 电压或电流;
- 脉冲或电位;
- 强电或弱电等。

(2) 有相应的 I/O 模块连接工业现场的器件或设备

- 按钮;
- 行程开关;
- 接近开关;

- 传感器及变送器;
- 电磁线圈;
- 控制阀。

这些器件可直接连接。另外,为了提高操作性能,它还有多种人一机对话的接口模块;为了组成工业局部网络,它还有多种通信联网的接口模块等等。

3. 采用模块化结构

为了适应各种工业控制需要,除了单元式的小型 PLC 以外,绝大多数 PLC 均采用模块化结构,PLC 的各个部件包括 CPU、电源 I/O 等均采用模块化设计,用机架及电缆将各模块连接起来,系统的规模和功能可根据用户的需要自行组合。

4. 编程简单易学

PLC 的编程大多采用类似于继电器控制线路的梯形图形式,对使用者来说不需要具备计算机的专门知识,因此很容易被一般工程技术人员所理解和掌握。

5. 安装简单维修方便

PLC 不需要专门的机房,可以在各种工业环境下直接运行,使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连接即可投入运行。各种模块上均有运行和故障指示装置,便于用户了解运行情况和查找故障。由于采用模块化结构,因此,一旦某模块发生故障,用户可以通过更换模块的方法使系统迅速恢复运行。

1.2.2 PLC 的应用情况

在发达的工业国家,PLC 已经广泛地应用在所有的工业部门,随着其性能价格比的不断提高,其应用范围不断扩大。

1. 数字量逻辑控制

PLC 用“与”、“或”、“非”等逻辑指令来实现触点和电路的串、并联,代替继电器进行组合逻辑控制、定时控制与顺序控制。数字量逻辑控制可以用于单台设备,也可以用于自动生产线,其应用领域已遍及各行各业,甚至深入到家庭。

2. 运动控制

PLC 使用专用的运动控制模块,对直线运动或圆周运动的位置、速度和加速度进行控制,可以实现单轴、双轴、三轴和多轴位置控制,使运动控制与顺序控制功能有机地结合在一起。PLC 的运动控制功能广泛用于各种机械,例如,金属切削机床、金属成形机械、装配机械、机器人和电梯等场合。

3. 闭环过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。PLC 通过模拟量 I/O 模块,实现模拟 (Analog) 量和数字 (Digital) 量之间的转换,一般称为 A/D 转换和 D/A 转换,这一闭环控制功能可以用 PID 子程序或专用的 PID 模块来实现。其 PID 闭环控制功能已经广泛地应用于塑料挤压成形机、加热炉、热处理炉和锅炉等设备,以及轻工、化工、机械、冶金、电力及建材等行业。

4. 数据处理

现代的 PLC 具有数学运算 (包括四则运算、矩阵运算、函数运算、字逻辑运算以及求反、

循环、移位、浮点数运算等)、数据传送、转换、排序和查表以及位操作等功能,可以完成数据的采集、分析和处理。这些数据可以与储存在存储器中的参考值进行比较,也可以用通信功能传送到别的智能装置,或者将它们打印制表。

5. 通信联网

PLC 的通信包括主机与远程 I/O 之间的通信、多台 PLC 之间的通信、PLC 与其他智能设备(例如计算机、变频器、数控装置)之间的通信。PLC 与其他智能控制设备一起,可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。

1.3 PLC 的系统结构及工作原理

1.3.1 PLC 的系统结构

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,通常由中央处理单元(CPU)、存储器(RAM、ROM)、输入输出单元(I/O)、电源和编程器等几个部分组成,其硬件结构基本上与微型计算机相同,如图 1-1 所示。

1. 中央处理单元 (CPU)

中央处理单元 (CPU) 是 PLC 的控制中枢,它按照 PLC 系统程序赋予的功能指挥 PLC 有条不紊地工作,起着系统的核心控制作用。CPU 一般由控制电路、运算器和寄存器组成。这些电路通常都被封装在一个集成电路的芯片上。CPU 通过地址总线、数据总线、控制总线与存储单元、输入输出接口电路连接。其主要任务有下面三项。

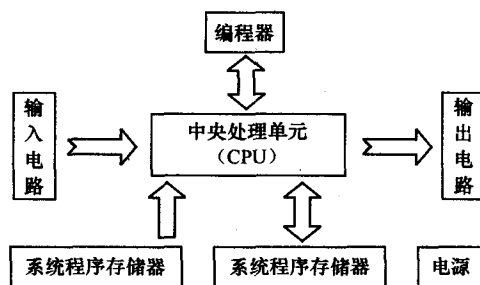


图 1-1 PLC 硬件构成框图

(1) 接收并存储从编程设备输入的用户程序和数据,接收并存储通过 I/O 部件送来的现场数据。

(2) 检查电源、存储器、I/O 以及警戒定时器的状态,并能诊断 PLC 内部电路的工作故障和编程中的语法错误。

(3) 当 PLC 进入运行状态时,首先它以扫描的方式接收现场各输入装置的状态和数据,并分别存入 I/O 映像区,然后从用户程序存储器中逐条读取用户指令,经过命令解释后按指令的规定任务进行数据传递、逻辑或算术运算,并将结果送入 I/O 映像区或数据寄存器内。等所有的用户程序执行完毕之后,最后将 I/O 映像区的各输出状态或输出寄存器内的数据传送到相应的输出装置,以实现控制,如此循环运行,直到停止运行。

CPU 芯片的性能关系到 PLC 处理控制信息的能力和速度,CPU 位数越高,运算速度越快,系统处理信息量越大,系统的性能越好。为了进一步提高 PLC 的可靠性,近年来对大型 PLC 还采用双 CPU 构成冗余系统,或采用 3CPU 的表决式系统。这样,即使某个 CPU 出现故障,整个系统仍能正常运行。

2. 存储器 (RAM、ROM)

(1) PLC 常用的存储器类型

① RAM (Random Access Memory)

这是一种读/写存储器 (随机存储器), 其存取速度最快, 为防止掉电时信息的丢失, 一般由后备锂电池作支持。

② EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

这是一种可擦除的只读存储器。在断电情况下, 存储器内的所有内容保持不变。(在紫外线连续照射下可擦除存储器的内容)。

③ EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)

这是一种电可擦除的只读存储器。使用编程器就能很容易地对其所存储的内容进行修改。

(2) PLC 存储空间的分配

虽然各种 PLC 的 CPU 的最大寻址空间各不相同, 但是根据 PLC 的工作原理, 其存储空间一般包括以下 3 个区域。

① 系统程序存储区: 在系统程序存储区中存放着相当于计算机操作系统的系统程序。这些程序包括监控程序、管理程序、命令解释程序、功能子程序和系统诊断子程序等, 由制造厂商将其固化在 ROM 或 EPROM 中, 用户不能直接存取, 它和硬件一起决定了该 PLC 的性能。

② 系统 RAM 存储区: 系统 RAM 存储区包括 I/O 映像区以及各类软设备, 如逻辑线圈、数据寄存器、计时器、计数器、变址寄存器及累加器等存储器。

③ 用户程序存储区: 用户程序存储区存放针对具体控制任务、用规定的 PLC 编程语言编写的用户程序。用户程序存储区的内容可以根据需要由用户任意修改或者增删, 不同类型的 PLC, 其存储容量各不相同。

由于 PLC 系统程序关系到 PLC 的性能, 不能由用户直接存取, 因而, PLC 产品样本或使用手册中所列存储器形式及其容量一般都是指用户存储器而言。PLC 中已提供一定容量的存储器供用户使用, 如果不够用, 可以使用扩展存储器。

3. 输入输出单元 (I/O)

I/O 单元实际上是 PLC 与被控对象间传递输入、输出信号的接口部件。

PLC 的输入部件接收由主令元件、检测元件来的信号。主令元件是指由用户在控制键盘 (或控制台) 上操作的一切功能键, 如开机、关机、调试或紧急停车等按键。主令元件给出的信号称为主令信号。检测元件的功能是检测一些物理量 (如行程距离、速度、位置、压力、流量、液位、温度、电压和电流等) 在设备工作进程中的状态, 并通过输入部件送入 PLC, 以控制工作程序的转换等。常见的检测元件有行程开关、限位开关、光电检测开关、继电器触点及其他各类传感器等。输入方式有两种, 一种是数字量输入 (也称为开关量输入), 另一种是模拟量输入。后者要经过模拟/数字转换部件才能进入 PLC。输入部件均带有光电耦合电路, 以提高 PLC 的抗干扰能力, 另外还有滤波、电平转换、信号锁存电路等。为了与现场信号连接, 输入部件上设有输入接线端子排。

PLC 的各输出部件是 PLC 与现场设备之间的连接部件, 其功能是控制现场设备进行工作 (如电机的启、停、正/反转; 阀门的开、关, 设备的转动、移动、升降等)。对于 PLC 希望

它能直接驱动的一些执行元件,如电磁阀、微电机、接触器、灯和音响等,故其输出部件中的输出级常采用一些大功率器件,如机械触点式继电器、无触点交流开关(如双向可控硅)及直流开关(如晶体三极管)等。输出部件也与输入部件类似,有输出状态锁存、显示、电平转换电路和输出接线端子排。I/O 部件或模块有多种形式供用户选用。

I/O 点数是指输入点及输出点数之和,是衡量 PLC 规模的指标。一般将 I/O 点数在 256 点以下的 PLC 称为小型 PLC;64 点及 64 点以下的称为微型 PLC;总点数在 256~2048 点之间的为中型 PLC;总点数在 2048 点以上为大型 PLC 等。

当一个 PLC 中心单元的 I/O 点数不够用时,可以对系统进行扩展。PLC 的扩展接口就是用于连接中心基本单元与扩展单元的。

4. 编程器

编程器是 PLC 的最重要外围设备,它的作用是供用户进行用户程序的输入、编辑、调试和监视 PLC 的工作状态。有的编程器还可与打印机或磁带机相连,以将用户程序和有关信息打印出来或存放在磁带上。磁带上的信息可以重新装入 PLC。

编程器有简易型和智能型两类。简易型编程器只能联机编程,且往往需要将梯形图转化为机器语言助记符后才能送入。简易编程器一般由简易键盘和发光二极管矩阵或其他显示器件组成。智能编程器又称为图形编程器,它可以联机编程,也可以脱机编程,具有 LCD(液晶显示器)或 CRT 图形显示功能,可直接输入梯形图和通过屏幕对话。

另外,也可以利用微机作为编程器,这时微机应配有相应的硬件接口和软件包。

5. 电源

PLC 一般用交流(AC)220V 电源或直流(DC)24V 电源。电源单元包括系统的电源及后备电池,内部的开关电源为各模块提供不同电压等级的直流电源。小型 PLC 可以为输入电路和外部的电子传感器提供 DC24V 电源,驱动 PLC 负载的直流电源一般由用户提供。PLC 的电源在整个系统中起着十分重要的作用。如果没有一个良好的、可靠的电源系统,PLC 是无法正常工作的。

1.3.2 PLC 的工作原理

PLC 采用循环扫描的工作方式,在 PLC 中用户程序按先后顺序存放,CPU 从第一条指令开始执行程序,直到遇到结束符号后又返回到第一条,如此周而复始不断循环。一般而言,PLC 的扫描过程分为内部处理(自诊断)、通信操作、输入采样、用户程序执行、输出刷新等几个阶段。全过程扫描一次所需的时间称为扫描周期。当 PLC 处于停止(STOP)状态时,只进行内部处理和通信操作服务等内容。在 PLC 处于运行(RUN)状态时,从内部处理(自诊断)、通信操作、输入采样、执行用户程序、输出刷新,一直循环扫描工作,其循环扫描工作方式如图 1-2 所示。

1. 输入采样阶段

在输入采样阶段,PLC 以扫描方式依次地读入所有输入状态和数据,并将它们存入 I/O 映像区中的相应的单元内。输入采样结束后,转入用户程序执行和输出刷新阶段。在这两个阶段中,即使输入状态和数据发生变化,I/O 映像区中的相应单元的状态和数据也不会改变,这种变化只有在下一个扫描周期的输入采样阶段才能被读入。因此,如果输入是脉冲信号,

则该脉冲信号的宽度必须大于一个扫描周期,才能保证在任何情况下,该输入均能被读入。

2. 用户程序执行阶段

在用户程序执行阶段,PLC总是按由上而下的顺序依次地扫描用户程序(梯形图)。在扫描每一条梯形图时,又总是先扫描梯形图左边的由各触点构成的控制线路,并按先左后右、先上后下的顺序对由触点构成的控制线路进行逻辑运算,然后根据逻辑运算的结果,刷新该逻辑线圈在系统RAM存储区中对应位的状态,或者刷新该输出线圈在I/O映像区中对应位的状态,或者确定是否要执行该梯形图所规定的特殊功能指令。即在用户程序执行过程中,只有输入点在I/O映像区内的状态和数据不会发生变化,而其他输出点和软设备在I/O映像区或系统RAM存储区内的状态和数据都有可能发生变化,而且排在上面的梯形图,其程序执行结果会对排在下面的凡是用到这些线圈或数据的梯形图起作用;相反,排在下面的梯形图,其被刷新的逻辑线圈的状态或数据只能到下一个扫描周期才能对排在其上面的程序起作用。

3. 输出刷新阶段

当扫描用户程序结束后,PLC就进入输出刷新阶段。在此期间,CPU按照I/O映像区内Y寄存器的状态和数据,刷新所有的输出锁存电路,并通过隔离电路驱动功率放大电路,使输出端子向外界输出控制信号,驱动相应的外设,这时,才是PLC的真正输出。

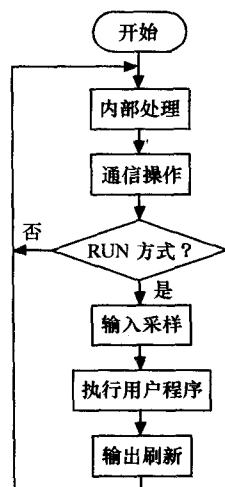


图 1-2 PLC 循环扫描工作方式

1.3.3 PLC 的 I/O 响应时间

由于PLC采用循环扫描的工作方式,而且对输入和输出信号只在每个扫描周期的固定时间集中输入/输出,所以必然会产生输出信号相对输入信号滞后的现象。扫描周期越长,滞后现象越严重。从输入端信号发生变化到输出端做出反应,这段时间就称为响应时间或滞后时间。这种滞后对慢速控制系统这是允许的,当控制系统对实时性要求较高时,这就成了必须面对的问题,所以编程者应该对滞后时间有一个具体数量上的了解。

响应时间由输入延迟、输出延迟和程序执行时间3部分决定。

(1) PLC输入电路中设置了滤波器,滤波器的常数越大,对输入信号的延迟作用就越强。输入延迟是由硬件决定的,有些PLC滤波器时间常数可调。

(2) 从输出锁存器到输出端子所经历的时间称为输出延迟,对各种不同的输出形式,其值大小不同。它也是由硬件决定的,对不同型号的PLC,其具体数值可通过查表得到。

(3) 程序执行时间主要由程序的长短来决定,对一个实际的控制程序,编程人员需对此部分进行现场测算,将PLC的响应时间控制在系统允许的范围内。

在最有利的情况下,输入状态经过一个扫描周期在输出得到响应的的时间,称为最小I/O响应时间。在最不利的情况下,输入点的状态正好错过了输入的锁存时刻,造成在下一个输出锁存时才能得到响应,这就需要两个扫描周期时间,称为最大I/O响应时间。它们是由PLC的扫描执行方式决定的,与编程方法无关。对一般的工业控制系统,这种滞后现象是完全允

许的。最短的 I/O 响应时间与最长的 I/O 响应时间如图 1-3 所示。

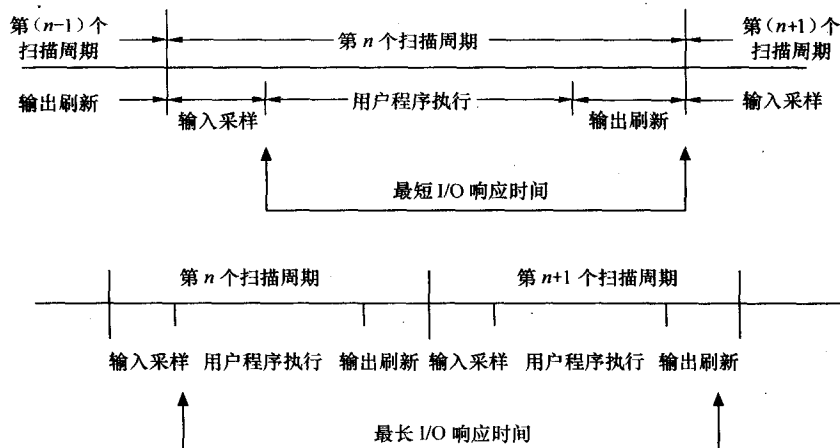


图 1-3 PLC 的 I/O 响应时间

1.4 PLC 的分类

PLC 产品种类繁多，其规格和性能也各不相同。对各种 PLC，通常可根据其结构形式的不同、功能的差异和 I/O 点数的多少来进行大致分类。

1. 按结构形式分类

根据 PLC 的结构形式，可将 PLC 分为整体式和模块式两类。

(1) 整体式 PLC: 整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内，具有结构紧凑、体积小、价格低的特点。小型 PLC 一般采用这种整体式结构。整体式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元（又称为主机）和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 接口、与 I/O 扩展单元相连的扩展口，以及与编程器或 EPROM 写入器相连的接口等。扩展单元内只有 I/O 和电源等，没有 CPU。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。整体式 PLC 一般还可配备特殊功能单元，如模拟量单元、位置控制单元等，使其功能得以扩展。

(2) 模块式 PLC: 模块式 PLC 是将 PLC 各组成部分分别做成若干个单独的模块，如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块（有的含在 CPU 模块中）以及各种功能模块。模块式 PLC 由框架或基板和各种模块组成。模块可装在框架或基板的插座上。这种模块式 PLC 的特点是配置灵活，可根据需要选配不同规模的系统，而且装配方便，便于扩展和维修。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

还有一些 PLC 将整体式和模块式的特点结合起来，构成所谓叠装式 PLC。叠装式 PLC 其 CPU、电源、I/O 接口等也是各自独立的模块，但它们之间是靠电缆进行连接，并且各模块可以一层层地叠装。这样，不但系统可以灵活配置，还可做得体积小巧。

2. 按功能分类

根据 PLC 所具有的功能不同，可将 PLC 分为低档、中档和高档 3 类。