

<http://www.phei.com.cn>

自动控制技术应用丛书

可编程 控制器 实验教程

李国勇 卫明社 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

自动控制技术应用丛书

可编程控制器实验教程

李国勇 卫明社 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书分 7 章。除第 1 章介绍与实验相关的基础知识外,其余各章均以实验为主线,将知识点与技能训练融于各个实验项目之中,由易到难,循序渐进。实验包括从硬件到软件、从基本指令到应用模块、从开关量到模拟量、从简单控制到复杂控制、从中断到网络组态等内容,重点突出对基本技能的训练。最后,深入浅出地介绍了 WinCC 与 MCGS 两种常用组态软件,并将组态与实验结合起来。

本教程是学习 PLC 的实验教材,便于教学和自学(可免费下载电子课件),可作为自动化及相关专业本、专科学生及成人自学的教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器实验教程/李国勇,卫明社编著. —北京:电子工业出版社,2008.9

(自动控制技术应用丛书)

ISBN 978-7-121-07137-9

I. 可… II. ①李…②卫… III. 可编程序控制器—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 108265 号

策划编辑:张 榕

责任编辑:沈德雨

印 刷: 北京市李史山胶印厂
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:20.5 字数:520 千字

印 次:2008 年 9 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:34.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

《自动控制技术应用丛书》

序 言

随着工业生产技术的快速发展,人们对生产过程控制提出了更高的要求,然而由于控制过程及其对象更加复杂,因此,要实现生产加工过程的理想控制就更加困难。近年来,随着控制领域的新理论与新技术、计算机与网络技术的飞速发展,以及机械、电子与控制技术的相互渗透与融合,为实现生产加工过程的高品质控制提供了可能;同时,对工作在实际工程应用领域的技术人员也提出了新的挑战。这就要求他们根据自身的工作需要,熟悉和掌握在新的形势下所出现的先进控制手段与方法,以及新出现的机电控制与应用技术。

有鉴于此,为了满足广大工程技术人员的需求,电子工业出版社应用电子技术事业部组织编写了这套自动控制技术应用丛书。本套丛书涵盖了当前广大工程技术人员迫切需要的控制和机电应用等领域的新知识、新技术。丛书的主要作者都是在该领域具有一定经验和水平的专家或工程技术人员。

在当今控制技术飞速发展、应用范围不断扩大的新形势下,编写这套技术丛书,非常及时。丛书主要从工程应用的角度出发,以比较成熟的新理论与技术为基础,应用举例翔实具体,就解决控制工程中的实际问题给广大工程技术人员提供尽可能多的帮助。相信读者在阅读丛书时,会从不同角度得到许多有益的启示。

编写出版《自动控制技术应用丛书》,对于我们也是一种挑战,难免会存在各种不足或缺点,恳请广大读者给予理解和支持,并希望得到大家的批评指正。在本丛书的编写出版过程中还得到了电子工业出版社的有关领导及出版界专家的指导与帮助,特别是电子工业出版社应用电子技术部赵丽松主任及张榕编审对推动本套丛书的出版起到了至关重要的作用,对此我们表示衷心的感谢。

《自动控制技术应用丛书》编委会

前 言

可编程控制器(PLC)是一种新型通用的自动控制装置,是现代工业自动化的三大支柱之一。学习 PLC 已成为自动化及相关专业即将走上工作岗位的大学生必要的技术储备;但要学好 PLC,仅仅学习理论远远不够,必须边学习理论,边亲自动手操作,才能真正学好 PLC。而要加强实践操作,选择合适的实验教材至关重要,本书正是应这种需求而编写的。

本书紧扣高等院校实验教学的基本要求,内容深入浅出,通俗易懂,既有利于教师教,又有利于学生学,更有利于广大 PLC 爱好者自学。

本书以 SIMATIC S7-300 系列 PLC 为样机,从工程应用角度出发,第 1 章 讲述了与实验相关的基础知识,包括 S7-200/300/400 的基础知识以及组态软件 WinCC 与 MCGS 的简介;第 2 章 介绍的是简单控制实验,重点加强对基本指令和应用模块的训练;第 3 章 介绍了几种中断实验,通过实验加深对各种中断的理解;第 4 章 介绍了复杂控制实验,重点训练顺序控制的编程以及功能、功能块和启动组织块的综合应用;第 5 章 介绍了 PLC 的过程控制实验,利用 PLC 实现 PID 控制;第 6 章 介绍了组态软件 WinCC 与 MCGS 的实际应用组态;第 7 章 介绍了网络组态实验,分别介绍了 MPI 和 PROFIBUS-DP 网络的组态。

本书将实验内容分为仿真实验和物理实验两部分,目的就是为了让不同读者的需要。对那些手头没有 PLC 的读者来说,通过对本书仿真实验的学习,就可以轻松掌握用编程软件生成和编辑用户程序的方法,对硬件和网络通信组态的方法,以及在计算机上模拟运行和监控 PLC 用户程序的方法;对于手头拥有 PLC 的读者来说,则可首先通过本书所讲的仿真实验调试程序,待调试成功后利用本书所讲的物理实验在 PLC 上调试程序的运行。本书的程序均已通过 STEP 7 V5.2 和 S7-PLCSIM V5.2 运行调试。

本书对 WinCC 和 MCGS 两种组态软件进行重点介绍,并将其组态与具体的实验内容相结合,帮助读者学习 WinCC 和 MCGS 的组态过程,进一步了解 PLC 在生产实际中的应用。

通过对本书的学习,可以让读者了解开发 PLC 系统的全过程,包括总体设计、PLC 的选型设置、程序设计以及组态软件的应用等。

本书还在实验中介绍了国内市场常用机型,如西门子、欧姆龙、三菱 PLC 等编程调试的区别和联系,适用面广泛。

本书各实验均有配套的程序,可登录电子工业出版社的华信资源教育网:www.huaxin.edu.cn 或 www.hxedu.com.cn,注册后免费下载,供读者学习和实验时参考使用。

本书可作为高等院校自动化、电气技术、机电一体化、计算机应用等相关专业的教材,也可供广大电气工程技术人員自学和参考。

本书在编写过程中得到了电子工业出版社张榕编辑的大力支持和帮助,在此特表谢意。由于编者水平有限,错误和不妥之处在所难免,恳请读者不吝指正。

编 著 者

2008 年 6 月

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 S7-200 简介	(1)
1.1.1 S7-200 系列 PLC 结构体系	(1)
1.1.2 STEP 7-Micro/WIN 编程软件	(7)
1.1.3 程序调试	(11)
1.1.4 S7-200 仿真软件	(14)
1.2 S7-300/400 简介	(16)
1.2.1 S7-300/400 PLC 结构体系	(16)
1.2.2 S7-300/400 PLC 的程序结构	(22)
1.2.3 STEP 7 编程软件	(28)
1.2.4 程序的下载和上传	(34)
1.2.5 S7-PLCSIM 仿真软件	(36)
1.2.6 程序调试	(39)
1.3 WinCC 组态软件	(42)
1.3.1 WinCC 概述	(43)
1.3.2 组态项目	(45)
1.3.3 组态变量	(46)
1.3.4 创建过程画面	(49)
1.3.5 过程值归档	(52)
1.3.6 消息系统	(55)
1.3.7 报表系统	(59)
1.3.8 测试过程画面	(62)
1.3.9 WinCC 项目复制器	(63)
1.4 MCGS 组态软件	(64)
1.4.1 MCGS 简介	(64)
1.4.2 MCGS 组态	(66)
1.4.3 MCGS 运行	(74)
1.4.4 新工程的提交	(74)
第 2 章 简单控制实验	(75)
2.1 位逻辑指令实验	(75)
2.1.1 实验目的	(75)
2.1.2 实验设备	(75)
2.1.3 实验原理	(75)

2.1.4	实验内容	(76)
2.1.5	实验步骤	(76)
2.1.6	三种 PLC 的比较	(83)
2.1.7	实验要求	(84)
	习题	(84)
2.2	定时器指令实验	(84)
2.2.1	实验目的	(84)
2.2.2	实验设备	(84)
2.2.3	实验原理	(84)
2.2.4	实验内容	(86)
2.2.5	实验步骤	(87)
2.2.6	三种 PLC 的比较	(90)
2.2.7	实验要求	(91)
	习题	(92)
2.3	计数器指令实验	(92)
2.3.1	实验目的	(92)
2.3.2	实验设备	(92)
2.3.3	实验原理	(92)
2.3.4	实验内容	(93)
2.3.5	实验步骤	(95)
2.3.6	三种 PLC 的比较	(97)
2.3.7	实验要求	(98)
	习题	(98)
2.4	移位指令实验	(99)
2.4.1	实验目的	(99)
2.4.2	实验设备	(99)
2.4.3	实验原理	(99)
2.4.4	实验内容	(101)
2.4.5	实验步骤	(102)
2.4.6	三种 PLC 的比较	(103)
2.4.7	实验要求	(104)
	习题	(104)
2.5	微分指令实验	(105)
2.5.1	实验目的	(105)
2.5.2	实验设备	(105)
2.5.3	实验原理	(105)
2.5.4	实验内容	(106)
2.5.5	实验步骤	(106)
2.5.6	三种 PLC 的比较	(109)

2.5.7	实验要求	(109)
	习题	(109)
2.6	符号表实验	(110)
2.6.1	实验目的	(110)
2.6.2	实验设备	(110)
2.6.3	实验原理	(110)
2.6.4	实验内容	(110)
2.6.5	实验步骤	(111)
2.6.6	三种 PLC 的比较	(115)
2.6.7	实验要求	(116)
	习题	(116)
2.7	功能编程实验	(117)
2.7.1	实验目的	(117)
2.7.2	实验设备	(117)
2.7.3	实验原理	(117)
2.7.4	实验内容	(117)
2.7.5	实验步骤	(120)
2.7.6	注意事项	(123)
2.7.7	实验要求	(123)
	习题	(123)
2.8	功能块编程实验	(123)
2.8.1	实验目的	(123)
2.8.2	实验设备	(124)
2.8.3	实验原理	(124)
2.8.4	实验内容	(124)
2.8.5	实验步骤	(125)
2.8.6	注意事项	(129)
2.8.7	实验要求	(130)
	习题	(130)
第 3 章	中断实验	(131)
3.1	日期时间中断实验	(131)
3.1.1	实验目的	(131)
3.1.2	实验设备	(131)
3.1.3	实验原理	(131)
3.1.4	实验内容	(133)
3.1.5	实验步骤	(134)
3.1.6	注意事项	(137)
3.1.7	实验要求	(137)
	习题	(137)

3.2	延时中断实验	(138)
3.2.1	实验目的	(138)
3.2.2	实验设备	(138)
3.2.3	实验原理	(138)
3.2.4	实验内容	(139)
3.2.5	实验步骤	(139)
3.2.6	注意事项	(142)
3.2.7	实验要求	(143)
	习题	(143)
3.3	循环中断实验	(143)
3.3.1	实验目的	(143)
3.3.2	实验设备	(143)
3.3.3	实验原理	(143)
3.3.4	实验内容	(144)
3.3.5	实验步骤	(145)
3.3.6	注意事项	(148)
3.3.7	实验要求	(148)
	习题	(149)
3.4	硬件中断实验	(149)
3.4.1	实验目的	(149)
3.4.2	实验设备	(149)
3.4.3	实验原理	(149)
3.4.4	实验内容	(150)
3.4.5	实验步骤	(151)
3.4.6	注意事项	(154)
3.4.7	实验要求	(155)
	习题	(155)
3.5	同步错误中断实验	(155)
3.5.1	实验目的	(155)
3.5.2	实验设备	(155)
3.5.3	实验原理	(155)
3.5.4	实验内容	(156)
3.5.5	实验步骤	(157)
3.5.6	注意事项	(161)
3.5.7	实验要求	(161)
	习题	(162)
第4章	复杂控制实验	(163)
4.1	工业搅拌过程控制实验	(163)
4.1.1	实验目的	(163)

4.1.2	实验设备	(163)
4.1.3	实验内容	(163)
4.1.4	实验步骤	(168)
4.1.5	实验要求	(176)
	习题	(177)
4.2	专用组合钻床控制实验	(177)
4.2.1	实验目的	(177)
4.2.2	实验设备	(177)
4.2.3	实验原理	(177)
4.2.4	实验内容	(178)
4.2.5	实验步骤	(181)
4.2.6	注意事项	(188)
4.2.7	实验要求	(189)
	习题	(189)
4.3	机械手控制实验	(189)
4.3.1	实验目的	(189)
4.3.2	实验设备	(189)
4.3.3	实验内容	(189)
4.3.4	实验步骤	(193)
4.3.5	实验要求	(202)
	习题	(202)
4.4	交通灯控制实验	(202)
4.4.1	实验目的	(202)
4.4.2	实验设备	(203)
4.4.3	实验内容	(203)
4.4.4	实验步骤	(208)
4.4.5	实验要求	(211)
	习题	(211)
第 5 章	应用型实验	(212)
5.1	二阶对象特性仿真实验	(212)
5.1.1	实验目的	(212)
5.1.2	实验设备	(212)
5.1.3	实验原理	(212)
5.1.4	实验内容	(216)
5.1.5	实验步骤	(216)
5.1.6	实验要求	(226)
	习题	(226)
5.2	二阶对象特性物理实验	(226)
5.2.1	实验目的	(226)

5.2.2	实验设备	(227)
5.2.3	实验原理	(227)
5.2.4	实验内容	(228)
5.2.5	实验步骤	(231)
5.2.6	注意事项	(237)
5.2.7	实验要求	(237)
	习题	(237)
5.3	二阶对象 PID 控制仿真实验	(237)
5.3.1	实验目的	(237)
5.3.2	实验设备	(238)
5.3.3	实验内容	(238)
5.3.4	实验步骤	(238)
5.3.5	实验报告	(244)
	习题	(244)
5.4	二阶对象 PID 控制物理实验	(244)
5.4.1	实验目的	(244)
5.4.2	实验设备	(244)
5.4.3	实验原理	(244)
5.4.4	实验内容	(245)
5.4.5	实验步骤	(246)
5.4.6	注意事项	(250)
5.4.7	实验要求	(250)
	习题	(250)
第 6 章	组态软件	(251)
6.1	交通灯控制的 WinCC 组态实验	(251)
6.1.1	实验目的	(251)
6.1.2	实验设备	(251)
6.1.3	实验内容	(251)
6.1.4	实验步骤	(253)
6.1.5	注意事项	(262)
	习题	(263)
6.2	二阶对象 PID 控制的 WinCC 组态实验	(263)
6.2.1	实验目的	(263)
6.2.2	实验设备	(263)
6.2.3	实验内容	(263)
6.2.4	实验步骤	(266)
6.2.5	注意事项	(273)
	习题	(273)
6.3	二阶对象 PID 控制的 MCGS 组态实验	(274)

6.3.1	实验目的	(274)
6.3.2	实验设备	(274)
6.3.3	实验原理	(274)
6.3.4	实验步骤	(274)
	习题	(283)
第 7 章	网络组态实验	(284)
7.1	MPI 全局数据通信组态实验	(284)
7.1.1	实验目的	(284)
7.1.2	实验设备	(284)
7.1.3	实验原理	(284)
7.1.4	实验内容	(285)
7.1.5	实验步骤	(285)
7.1.6	三种 PLC 通信的区别	(289)
7.1.7	实验要求	(290)
	习题	(290)
7.2	DP 主从通信组态实验	(290)
7.2.1	实验目的	(290)
7.2.2	实验设备	(290)
7.2.3	实验原理	(290)
7.2.4	实验内容	(293)
7.2.5	实验步骤	(293)
7.2.6	注意事项	(300)
7.2.7	实验要求	(300)
	习题	(300)
附录 A	三种 PLC 常用指令对照表	(301)
附录 B	实验报告格式	(307)
附录 C	CS4000 系统介绍	(308)
参考文献		(312)



第1章 概 述

德国西门子公司的 PLC（可编程控制器）在我国 PLC 市场上的占有量很大，特别是西门子公司推出的 S7-200/300/400 以其功能强大、性价比高等特点深受国内用户的欢迎。为了使读者能更好地理解本教程的实验内容，本章将介绍 S7-200/300/400 以及组态软件 WinCC 与 MCGS 的基础知识。

1.1 S7-200 简介

1.1.1 S7-200 系列 PLC 结构体系

1. S7-200 系列 PLC 的基本结构

S7-200 系列属于整体式小型 PLC，这种 PLC 将 CPU 模块、I/O 模块和电源装在一个箱形机壳内，用于代替继电器的简单控制场合，也可用于复杂的自动化系统。S7-200 系列 PLC 提供多种不同 I/O 点数的 CPU 模块和数字量、模拟量 I/O 扩展模块、热电偶、热电阻模块、通信模块等，使 PLC 的功能得到扩展。CPU 模块和扩展模块用扁平电缆连接。图 1-1 为带有扩展模块的 S7-200 PLC 的外形结构图。

S7-200 指令丰富，指令功能强，易于掌握，操作方便，内置有高速计数器、高速输出、PID 控制器、RS-485 通信/编程接口、PPI 通信协议、MPI 通信协议和自由方式通信功能。最多可扩展到 248 点数字量 I/O 或 35 路模拟量 I/O，最多有 26KB 程序和数据存储空间。

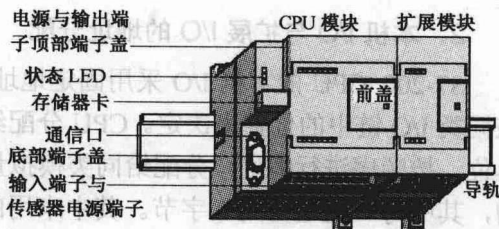


图 1-1 S7-200 PLC 外形结构图

1) S7-200 的 CPU 模块

S7-200 有 5 种 CPU 模块，其中 CPU221 无扩展功能，适于作小点数的微型控制器，CPU222 有扩展功能，CPU224 是具有较强功能的控制器，CPU226 和 CPU226XM 适用于复杂的中小型控制系统。S7-200 CPU 模块的本机 I/O 数量分配情况见表 1-1。

表 1-1 S7-200 CPU 本机 I/O 数量分配

特 性	CPU221	CPU222	CPU224	CPU224XP	CPU226
本机数字量 I/O	6 入/4 出	8 入/6 出	14 入/10 出	14 入/10 出	24 入/16 出
本机模拟量 I/O	—	—	—	2 入/1 出	—
数字量 I/O 映像区	256 (128 入/128 出)				
模拟量 I/O 映像区	无	16 入/16 出	32 入/32 出		

2) S7-200 的扩展模块

除 CPU221 外, 其他 CPU 模块均可以配接多个扩展模块, 可以选用 5 点、16 点和 32 点的数字量输入/输出模块, 来满足不同的控制需要。S7-200 包括如下的数字量扩展模块:

数字量扩展模块 EM221 为 8 点 DC24V 输入 (4, 4); EM221 为 8 点 AC230V 输入 (8 点相互独立); EM221 为 16 点 DC24V 输入 (4, 4, 4, 4); EM222 为 4 点 DC24V 输出 5A (4 点相互独立); EM222 为 4 点继电器输出 10A (4 点相互独立); EM222 为 8 点 DC24V 输出 (4, 4); EM222 为 8 点继电器输出 (4, 4); EM222 为 8 点 AC230V 输出 (8 点相互独立); EM223 为 DC4 输入 (4) /DC4 输出 (4); EM223 为 DC4 输入 (4) /继电器 4 输出 (4); EM223 为 DC8 输入 (4, 4) /DC8 输出 (4, 4); EM223 为 DC8 输入 (4, 4) /继电器 8 输出 (4, 4); EM223 为 DC16 输入 (8, 8) /DC16 输出 (4, 4, 8); EM223 为 DC16 输入 (8, 8) /继电器 16 输出 (4, 4, 4, 4)。

工业控制中的一些输入量 (如温度、压力、转速、流量等) 是模拟量, 某些执行机构 (如电动调节阀和变频器等) 要求 PLC 输出模拟信号, 而 S7-200 CPU 只能处理数字量。模拟量首先被传感器和变送器转换为标准量程的电流或电压, 如 DC 4~20mA, PLC 用 A/D 转换器将其转换成数字量。带正负号的电流或电压在 A/D 转换后用二进制补码来表示。D/A 转换器将 PLC 的数字输出量转换为模拟电压或电流, 再去控制执行机构。模拟量输入/输出模块的作用就是实现 A/D 转换和 D/A 转换。

S7-200 有三种模拟量扩展模块。其中, EM231 为 4 路模拟量输入模块, EM232 为 2 路模拟量输出模块, EM235 为 4 路输入/1 路输出模块。这些模拟量扩展模块中 A/D、D/A 转换器的位数均为 12 位。

2. 本机 I/O 与扩展 I/O 的地址分配

S7-200 CPU 的本机 I/O 采用固定地址方式, 扩展 I/O 模块的地址由模块的类型和模块在同类 I/O 链中的位置来决定。CPU 分配给同类数字量 I/O 模块的地址以 1 字节 (8 位) 为单位, 按顺序进行编址; 分配给同类模拟量 I/O 扩展模块的地址以 2 通道 (4 字节) 方式递增, 其中每一通道占用 2 字节。其中未用的位 (或通道) 不会分配给 I/O 链中的后续模块, 如图 1-2 所示, 模拟量通道 AQW2 尽管未用, 也不会分配给下一模块。

模块 0				模块 1		模块 2		模块 3		模块 4	
CPU224XP				4 输入 4 输出	8 输出	4 AI 1 AO		8 输出		4 AI 1 AO	
I0.0	Q0.0	I2.0	Q2.0	I3.0	AIW4	AQW4		Q3.0	AIW12	AQW8	
I0.1	Q0.1	I2.1	Q2.1	I3.1	AIW6			Q3.1	AIW14		
⋮	⋮	I2.2	Q2.2	⋮	AIW8			⋮	AIW16		
I1.5	Q1.1	I2.3	Q2.3	I3.7	AIW10			Q3.7	AIW18		
AIW0 AQW0											
AIW2											

图 1-2 CPU224 的本地和 I/O 地址分配举例

3. S7-200 PLC 的工作模式

S7-200 PLC 有三种工作模式, 即 RUN (运行)、STOP (停止) 及 TERM (Terminal, 终端) 工作模式。在 CPU 模块的面板上用 “RUN” LED 显示当前的工作模式。

在 RUN 模式, PLC 通过用户程序来实现控制功能。在 STOP 模式, CPU 不执行用户程序, 可以用编程软件创建和编辑用户程序, 设置 PLC 的硬件功能, 将用户程序和硬件设置信息下载到 PLC。在 TERM 模式, 允许使用编程软件来控制 CPU 的工作模式。

可以通过三种方式改变 PLC 的工作模式。第一种方式是通过 CPU 模块上的模式开关改变 PLC 的工作模式, 当模式开关在 STOP 或 TERM 位置时, 电源通电后 CPU 自动进入 STOP 模式; 在 RUN 位置时, 电源通电后自动进入 RUN 模式。第二种方式是通过编程软件改变 PLC 的工作模式, 此时需将 PLC 的模式开关放置在 RUN 模式或 TERM 模式。第三种方式是通过在程序中插入 STOP 指令, 可以使 CPU 由 RUN 模式进入 STOP 模式。

4. S7-200 PLC 的工作原理

PLC 通电后需对硬件和软件做一些初始化的工作, 为使 PLC 的输出能及时响应各种输入信号, 初始化后的 PLC 不停地循环运行, 分阶段处理各种不同的任务, 如图 1-3 所示。

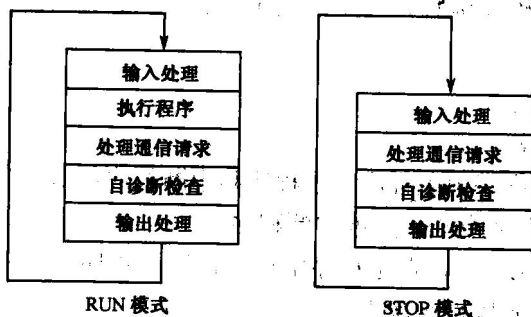


图 1-3 扫描过程

(1) 输入处理

在输入处理阶段, 根据输入量的不同所做的工作也不相同。如果输入量是数字量, 则在每个扫描周期的开始, 先进行采样, 将数字量输入点的当前值写入到输入映像寄存器中。如果输入量是模拟量, 对于输入信号变化较慢的模拟量, 则采用数字滤波, CPU 从模拟量输入模板读取滤波值; 对于高速信号, CPU 直接读取模拟值。

(2) 执行程序

PLC 的用户程序指令在存储器中顺序排列, 在 RUN 模式的程序执行阶段, 如果没有跳转指令, CPU 从第一条指令开始, 逐条顺序执行用户程序。

如果输入是数字量, 执行指令时, 从输入映像寄存器和其他软元件的映像寄存器中将有关元件的 0/1 状态读出, 根据指令要求进行逻辑运算, 每次运算结果都写入相应的映像寄存器, 各映像寄存器 (输入映像寄存器除外) 的内容随程序的执行不断变化。输出继电器内部触点的动作由输出过程映像寄存器的内容决定。该阶段输入过程映像寄存器的状态不会改变, 输入信号变化了的状态只能在下一个扫描周期的输入处理阶段读入。

CPU 对于立即 I/O 指令、模拟量 I/O 指令和中断指令, 采取不同的执行方法。对于立即 I/O 指令, 由于立即 I/O 指令是在程序中安排的对输入点的信息立即读取, 对输出点的状态立即刷新的指令, 执行该指令时, 不受扫描周期的约束。对于不设数字滤波的直接模拟量的输入/输出, 其执行方式与立即 I/O 指令基本相同。如果在程序中使用中断指令, 中断事件发生时, CPU 停止正常的扫描工作方式, 立即执行中断程序, 中断功能可提高 PLC 对某

些事件的响应速度,但中断指令的执行增加了 CPU 的扫描周期,使扫描周期不固定。

(3) 处理通信请求

该阶段 CPU 处理从通信接口和智能模块接收到的信息,如读取智能模块的信息并存放在缓冲区中,在合适的时候将信息传送给通信请求方。

(4) CPU 自诊断测试

自诊断测试包括定期检查 CPU 模块的操作和扩展模块的状态是否正常,将监控定时器复位,以及完成其他一些内部工作。

(5) 输出处理(输出刷新阶段)

全部指令执行完毕,将输出过程映像寄存器的 I/O 状态向输出锁存寄存器传送,成为可编程控制器的实际输出,控制外部负载的工作。

5. S7-200 PLC 的程序结构

S7-200 PLC 采用线性化编程,其用户程序一般由三部分组成:用户程序、数据块和参数块。

1) 用户程序

(1) 用户程序的组成

S7-200 PLC 的用户程序由主程序、子程序和中断程序组成,每一个项目都必须且只能有一个主程序,但可能有多个子程序或中断程序。

主程序是用户程序的主体,在主程序中可以调用子程序。主程序控制整个应用程序的执行,每次 CPU 扫描都要执行一次主程序。

子程序仅在被其他程序调用时执行,是一个可选指令的集合。同一子程序可以在不同的地方被多次调用,使用子程序可以简化程序代码和减少扫描时间。

中断程序也是一个可选指令的集合,但它不是被主程序调用,而是在中断事件发生时由 PLC 的操作系统调用,中断程序处理的中断事件是预先规定的,由于不能预知何时会出现中断事件,所以不允许中断程序改写可能在其他程序中使用的存储器。

(2) 程序结构的组织

采用 S7-200 的编程软件在计算机上进行编程时,可以用两种方法组织程序结构:

一种方法是利用编程软件的程序编辑器窗口下部的标签选择不同的程序,由于各个程序已被分开,此时主程序结束时不需要增加结束指令,子程序或中断程序不需增加返回指令。编译时编程软件自动对各个程序段进行链接。

另一种方法是只进入主程序窗口,将主程序、子程序和中断程序按顺序依次安排在主程序的窗口,此时在主程序结束时必须增加结束指令(MEND 或 END),子程序或中断程序必须增加返回指令(RET、CRET 或 RETI、CRETI)。

2) 数据块

S7-200 中的数据块,一般为 DB1,主要用来存放用户程序允许所需的数据。在数据块中允许存放的数据类型为:布尔型、十进制、二进制或十六进制,字母、数字和字符型。

3) 参数块

在 S7-200 中,参数块存放的是 CPU 组态数据,如果在编程软件或其他编程工具上未进行 CPU 的组态,则系统以默认值进行自动设置。

6. S7-200 PLC 的 CPU 存储区

1) 输入过程映像寄存器 (I)

输入过程映像寄存器是 PLC 接收外部输入的数字量信号的窗口, 在每个扫描周期的开始, CPU 对物理输入点进行采样, 并将采样值存于输入过程映像寄存器中。

2) 输出过程映像寄存器 (Q)

CPU 在扫描周期末尾将输出过程映像寄存器的数据传送给输出模块, 由后者驱动外部负载。在梯形图中输出位的常开触点和常闭触点可以多次使用。

3) 变量存储器 (V)

V 存储器在程序执行的过程中存放中间结果, 也可保存与工序或任务有关的其他数据。

4) 位存储区 (M)

位存储区 (M0.0~M31.7) 作为控制继电器来存储中间操作状态或其他控制信息。

5) 定时器存储区 (T)

定时器相当于继电器控制线路中的时间继电器。用定时器地址 (如 T1) 来存取当前值和定时器位, 带位操作数的指令存取定时器位, 带字操作数的指令存取当前值。

6) 计数器存储区 (C)

计数器用来累计其计数输入端脉冲电平由低到高的次数。用计数器地址 (如 C2) 来存取当前值和计数器位, 带位操作数的指令存取计数器位, 带字操作数的指令存取当前值。

7) 高速计数器 (HSC)

高速计数器用来累计比 CPU 的扫描速率更快的事件, 计数过程与扫描周期无关。高速计数器的地址由区域标识符 HSC 和高速计数器号组成, 如 HSC1。

8) 累加器 (AC)

累加器是可像存储器那样使用的读/写单元。利用累加器可以向子程序传递参数, 或从子程序返回参数, 以及用来存放计算的中间值。S7-200 CPU 提供了 4 个 32 位累加器 (AC0~AC3), 可以按字节、字和双字来存取计算的中间值。

9) 特殊存储器 (SM)

特殊存储器用于 CPU 与用户之间交换信息, 各特殊存储器的功能各不相同, 如 SM0.0 在 RUN 模式时一直为 1 状态, SM0.1 仅在执行用户程序的第一个扫描周期为 1 状态, SM1.0、SM1.1 和 SM1.2 分别是零标志、溢出标志和负数标志。

10) 局部存储器 (L)

S7-200 给主程序和中断程序各分配 64 字节局部存储器, 给每一级子程序嵌套分配 64 字节局部存储器, 各程序不能访问别的程序的局部存储器。局部存储器存储的局部变量仅仅在它被创建的 POU (程序组织单元) 中有效。

11) 模拟量输入 (AIW) /模拟量输出 (AQW) 寄存器

S7-200 处理模拟量的过程是: 将现场参数如温度、压力等连续变化的模拟量用 A/D 转换器转换为 1 个字长的数字量后存储在模拟量输入寄存器 (AIW) 中, 通过 PLC 处理后将要转换成模拟量的数字量写入模拟量输出寄存器 (AQW), 再经 D/A 转换成模拟量输出。PLC 对模拟量输入寄存器只能进行读取操作, 而对模拟量输出寄存器只能进行写入操作。