

PLC应用开发技术与工程实践(第2版)

张宏林 编著

从PLC基础讲起，引导读者快速入门

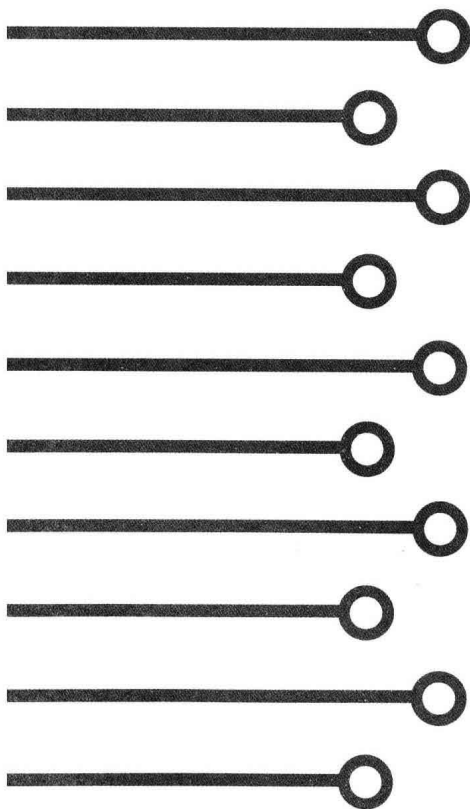
全面讲解西门子PLC、欧姆龙PLC、三菱PLC和光洋PLC的应用

7个综合实例，详细讲解PLC选型、资源配置、程序设计和调试

图文并茂，轻松阅读

PLC应用开发技术与工程实践(第2版)

张宏林 编著



人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 应用开发技术与工程实践 / 张宏林编著. —2 版.
—北京: 人民邮电出版社, 2008.7
ISBN 978-7-115-18147-3

I. P… II. 张… III. 可编程序控制器—程序设计
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 071810 号

内 容 提 要

本书以西门子 S7-200 系列、欧姆龙 CQM1 系列、三菱 FX2N 系列和光洋 SU-6B 系列 PLC 为例, 详细介绍了 PLC 的结构配置、工作原理、指令系统、编程方法和通信等内容。并在此基础上, 书中详细介绍了 PLC 控制系统的设计原则、设计步骤、硬件设计、软件设计等。最后给出 PLC 在不同行业中的具体实例, 在实例中介绍常用 PLC 的型号和资源配置, 并给出具体的源程序代码。

本书适用于 PLC 的初、中级读者, 也可作为从事 PLC 开发的应用工程技术人员的参考资料。

PLC 应用开发技术与工程实践 (第 2 版)

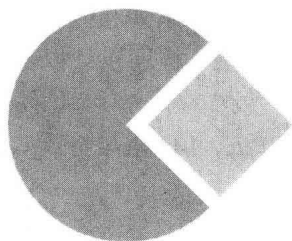
- ◆ 编 著 张宏林
责任编辑 黄 焱
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京华正印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20.5
字数: 502 千字 2008 年 7 月第 2 版
印数: 10 001 - 14 000 册 2008 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18147-3/TP

定价: 35.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154



前言

第2版说明

随着工业自动化和通信技术的蓬勃发展，PLC 的应用越来越广泛。用户在实际应用中会遇到各种各样的问题。特别是初学者，如果没有经验丰富的老师指导，没有一本理论与实践结合紧密的图书作参考，势必要走很多弯路。

本书自第1版出版以来，受到了广大读者的一致好评，很多读者都提出了很好的建议与意见。为了改进第1版的不足，我们经过精心策划与改编后推出了本书的第2版。

第2版图书的特点主要表现在以下几个方面。

- 内容讲解：在内容讲解与表达上综合了读者、作者、编审的意见，做到字斟句酌。
- 图片清晰：更换了第1版图书是一些比较模糊的图片。
- 技术问题：修正了第1版图书中存在的部分容易引起读者误解的技术问题，使得第2版内容更加严谨。
- 细节调整：投入了大量的精力和时间，对容易引起读者阅读困难的细节进行了全面调整。

行业背景

可编程控制器（PLC）是在计算机技术、通信技术和继电器控制技术的基础上开发出来的，现已广泛应用于工业控制的各个领域。它以微处理器为核心，用编写的程序进行逻辑控制、定时、计数和算术运算等，并通过数字量和模拟量的输入/输出来控制机械设备或生产过程。

如今，PLC 在我国各个工业控制领域中的应用越来越广泛。在就业竞争日趋激烈的今天，掌握 PLC 设计和应用是从事工业控制研发技术人员必须掌握的一门专业技术。

PLC 的学习比一般编程学习困难的地方就在于要完成一个控制系统不仅需要掌握一定的编程技术，更为重要的是要知道如何针对实际应用的需要选择合理的 PLC 型号，然后进行资源配置，并以此为基础，设计控制系统。本书以此为主线，首先把 PLC 分为硬件和软件两部分分别介绍，然后综合起来介绍整体的控制系统，最后遵循从简单到复杂的顺序给出相应实例。

本书主要内容

全书共分 13 章。

第 1 章是绪论，简要介绍可编程控制器和 PLC 控制系统的基本知识。

第 2 章～第 4 章以西门子 S7-200 系列、欧姆龙 CQM1 系列、三菱 FX2N 系列和光洋 SU-6B 系列为例，详细介绍了 PLC 的各种硬件模块、硬件系统配置、指令系统、程序设计以及通信等方面的知识。

第 5 章主要介绍了 PLC 控制系统设计的一般过程、PLC 选择方法、I/O 地址分配、PLC 程序编制、离线模拟调试和联机调试等内容。

第 6 章介绍了 PLC 的指令编程器和编程软件的使用方法。

第 7 章～第 13 章讲解 PLC 的应用实例，在每个实例中详细给出了 PLC 选型和资源配置方法、程序设计和调试方法以及 PLC 程序的设计方法等，着重强调控制系统的控制要求和工艺流程。

读者可以很方便地根据书中的案例来设计自己的控制系统方案。

本书特色

与其他图书相比，本书有以下特色。

(1) 内容全面，覆盖面广。

本书全面讲解西门子 S7-200 系列、欧姆龙 CQM1 系列、三菱 FX2N 系列和光洋 SU-6B 系列，覆盖了目前主流的 PLC。

(2) 查询方便。

本书按厂商详细列出各主流 PLC 的常用指令、梯形图，读者可以迅速找到所需的内容。

(3) 实例丰富。

本书第 7 章～第 13 章均为 PLC 应用的典型实例，每个实例均详细讲解项目需求、PLC 选型与资源配置、PLC 程序设计等，读者可以把所学知识迅速应用到自己的项目当中去。

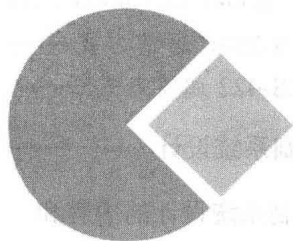
参与本书编写的人员

本书由求是科技编写完成，感谢以下人员为本书所做的工作：王润森、王俊杰、刘冠军、罗思红、孙飞、王朋章、王石磊、王新平、文奇、吴琪、席国庆、谢超文、刘丹、臧勇、张国强、郭玉敏、贺道权、胡斯登、江成海、姜海峰、李峥、利建昌、栗菊民、刘波、杨选举。

由于时间仓促，加之水平有限，书中不足之处在所难免，敬请读者批评指正。本书责任编辑的联系方式是 huangyan@ptpress.com.cn，欢迎来信交流。

编 者

2008 年 5 月



目 录

第 1 章 绪论 1

1.1 概述 1

1.1.1 PLC 的产生和发展 1

1.1.2 PLC 的定义 2

1.1.3 PLC 的特点 2

1.1.4 PLC 的分类 3

1.1.5 PLC 的主要技术指标 4

1.1.6 PLC 的主要生产厂家 5

1.2 PLC 的结构和工作原理 6

1.2.1 PLC 的基本结构 6

1.2.2 PLC 的工作原理 8

1.2.3 PLC 的编程语言 9

1.2.4 PLC 的指令系统 10

1.2.5 PLC 的编程工具 10

1.3 PLC 控制系统 10

1.3.1 PLC 控制系统的组成 10

1.3.2 PLC 控制系统设计原则 和设计步骤 11

1.3.3 PLC 控制系统的发展 趋势 12

第 2 章 PLC 的硬件知识 13

2.1 PLC 模块介绍 13

2.1.1 CPU 模块 13

2.1.2 开关量 I/O 模块 18

2.1.3 模拟量 I/O 模块 22

2.1.4 特殊功能模块 25

2.2 PLC 的硬件系统配置 26

2.2.1 S7-200 PLC 的硬件系统 配置 26

2.2.2 CQM1 PLC 的硬件系统 配置 26

2.2.3 FX2N PLC 的硬件系统 配置 27

2.2.4 SU-6B PLC 的硬件系统 配置 27

2.3 I/O 地址分配 29

2.3.1 OMRON CQM1 PLC 输入/输出地址分配 29

2.3.2 光洋 SU-6B PLC 输入/ 输出地址分配 29

第 3 章 PLC 的软件知识 32

3.1 PLC 指令系统概述 32

3.2 西门子 S7-200 PLC 指令系统 介绍 32

3.2.1 指令构成 32

3.2.2 常用指令 33

3.2.3 比较指令 36

3.2.4 程序控制指令 40

3.2.5 定时器、计数器指令 42

3.2.6 数据处理指令 46

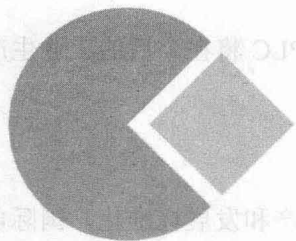
3.3 OMRON CQM1 PLC 指令系统 介绍 51

3.3.1 指令构成 51

3.3.2	常用指令	52	方式	134
3.3.3	子程序指令 SBS (91) / SBN (92) /RET (93)	58	4.4.2	通信模块
3.3.4	定时器、计数器指令	58	4.5	上位通信系统
3.3.5	数据处理指令	61	4.5.1	上位通信系统的组网 方式
3.4	三菱 FX2N PLC 指令系统介绍	73	4.5.2	RS-232C 通信方式
3.4.1	指令构成	73	4.5.3	RS-422 通信方式
3.4.2	基本指令	74	第 5 章	PLC 控制系统设计
3.4.3	定时器、计数器指令	80	5.1	PLC 控制系统设计的内容和 步骤
3.4.4	应用指令	83	5.1.1	系统设计的主要内容
3.5	光洋 SU-6B PLC 指令系统介绍	95	5.1.2	系统设计的基本步骤
3.5.1	指令构成	95	5.2	控制系统的硬件设计
3.5.2	常用指令	96	5.2.1	PLC 机型的选择
3.5.3	程序控制指令	101	5.2.2	输入/输出点数的选择
3.5.4	定时器、计数器指令	104	5.2.3	存储器类型及存储容 量的选择
3.5.5	数据处理指令	109	5.2.4	开关量输入/输出模块的 选择
第 4 章	PLC 的通信	119	5.2.5	模拟量输入/输出模块的 选择
4.1	数据通信的基础知识	119	5.2.6	特殊功能模块的选择
4.1.1	数据通信概述	119	5.2.7	PLC 编程方式的选择
4.1.2	数据通信的传输方式	120	5.2.8	PLC 环境因素的考虑
4.1.3	数据通信的通信方式	120	5.3	控制系统的软件设计
4.1.4	数据通信的主要技术 指标	120	5.3.1	软件设计的基本方法
4.1.5	数据通信的传输介质	121	5.3.2	软件设计的基本步骤
4.1.6	串行通信接口标准	122	5.4	控制系统的安装和调试
4.2	计算机网络知识	124	5.4.1	控制系统安装应注意的 问题
4.2.1	计算机网络的功能	124	5.4.2	控制系统的调试
4.2.2	网络的分类	125	5.5	PLC 控制系统设计实例
4.2.3	局域网的拓扑结构	126	5.5.1	PLC 在抢答器中的应用
4.2.4	计算机网络体系结构	127	5.5.2	电机正反转实例
4.2.5	计算机网络数据交换 方式	128	5.5.3	PLC 在喷泉中的应用
4.3	下位通信系统	129	5.5.4	温度数据处理实例
4.3.1	下位通信系统的组网 方式	129	第 6 章	PLC 的编程工具
4.3.2	远程 I/O 的主模块	130	6.1	指令编程器的功能及应用
4.3.3	远程 I/O 的从模块	132		
4.4	同位通信系统	134		
4.4.1	同位通信系统的组网			

6.1.1	概述	163	8.2	全自动洗衣机控制系统的 PLC 选型和资源配置	206
6.1.2	指令编程器的结构	163	8.2.1	控制系统构成图	206
6.1.3	指令编程器的操作	165	8.2.2	模块功能概述	207
6.2	编程软件	169	8.3	全自动洗衣机控制系统程序 设计和调试	207
6.2.1	西门子 STEP7-MICRO/ WIN 编程软件	169	8.3.1	编程软件	207
6.2.2	OMRON CX-Programmer 编程软件	173	8.3.2	程序的流程图、构成和 相关设置	207
6.2.3	三菱 GX Developer 编程 软件	178	8.4	全自动洗衣机控制系统 PLC 程序	209
6.2.4	光洋 DIRECTSOFT 编程 软件	183	8.4.1	系统资源分配	209
第 7 章	PLC 在十字路口交通灯控制 系统中的应用	190	8.4.2	源程序	210
7.1	十字路口交通信号灯控制系 统的控制要求	190	8.5	设计小结	215
7.1.1	十字路口交通灯布置图	190	第 9 章	PLC 在机械手移动物体控制系 统中的应用	216
7.1.2	控制系统的控制要求	191	9.1	机械手移动工件控制系统的 控制要求	216
7.2	十字路口交通信号灯控制系 统的 PLC 选型和资源配置	193	9.1.1	机械手移动工件的基本 结构、工作流程和工作 原理	216
7.2.1	控制系统构成图	193	9.1.2	设备控制要求	217
7.2.2	模块功能概述	194	9.2	机械手移动工件控制系统的 PLC 选型和资源配置	217
7.3	十字路口交通信号灯控制系统 程序设计和调试	194	9.2.1	控制系统构成图	217
7.3.1	编程软件	194	9.2.2	模块功能概述	218
7.3.2	程序的时序图、构成和 相关设置	194	9.3	机械手移动工件控制系统程序 设计和调试	218
7.4	十字路口交通信号灯控制 系统 PLC 程序	196	9.3.1	编程软件	218
7.4.1	系统资源分配	196	9.3.2	程序的流程图、构成和 相关设置	218
7.4.2	源程序	197	9.4	机械手移动工件控制系统 PLC 程序	220
7.5	设计小结	204	9.4.1	系统资源分配	220
第 8 章	PLC 在全自动洗衣机控制系 统中的应用	205	9.4.2	源程序	221
8.1	全自动洗衣机控制系统的控制 要求	205	9.5	设计小结	224
8.1.1	全自动洗衣机的工作 原理	205	第 10 章	PLC 在运料小车控制系统中的 应用	225
8.1.2	设备控制要求	206	10.1	运料小车控制系统的控制	

要求	225	第 12 章 PLC 在过滤流程控制系统中的应用	257
10.1.1 运料小车的运动流程	225	12.1 工艺流程及设备控制要求	257
10.1.2 设备控制要求	225	12.1.1 沉降、过滤过程的工艺 流程	257
10.2 运料小车控制系统的 PLC 选 型和资源配置	226	12.1.2 设备控制要求	258
10.2.1 控制系统构成图	226	12.2 PLC 选型和资源配置	259
10.2.2 模块功能概述	226	12.2.1 控制系统构成图	259
10.3 运料小车控制系统程序设计 和调试	226	12.2.2 模块功能概述	260
10.3.1 编程软件	226	12.3 程序设计和调试	261
10.3.2 程序的流程图、构成 和相关设置	227	12.3.1 编程软件	261
10.4 运料小车控制系统 PLC 程序	227	12.3.2 程序的流程图、构成和 相关设置	261
10.4.1 系统资源分配	227	12.4 PLC 程序	263
10.4.2 源程序	229	12.4.1 程序的构成	263
10.5 设计小结	233	12.4.2 系统资源分配	263
第 11 章 PLC 在真空压力浸漆控制 系统中的应用	234	12.4.3 源程序	270
11.1 真空压力浸漆控制系统的工 艺流程及设备控制要求	234	12.5 设计小结	285
11.1.1 真空压力浸漆的工艺 流程	234	第 13 章 PLC 在污水处理控制系统中的 应用	286
11.1.2 真空压力浸漆设备真 空机组启停顺序	236	13.1 污水处理控制系统的工艺流 程及设备控制要求	286
11.2 真空压力浸漆控制系统的 PLC 选型和资源配置	237	13.1.1 污水处理的工艺流程	286
11.2.1 控制系统构成图	237	13.1.2 设备控制要求	287
11.2.2 模块功能概述	237	13.2 污水处理控制系统的 PLC 选 型和资源配置	289
11.3 真空压力浸漆控制系统程序 设计和调试	237	13.2.1 控制系统构成图	289
11.3.1 编程软件	237	13.2.2 模块功能概述	290
11.3.2 程序的流程图、构成和 相关设置	238	13.3 污水处理控制系统程序设计 和调试	290
11.4 真空压力浸漆控制系统 PLC 程序	240	13.3.1 编程软件	290
11.4.1 系统资源分配	240	13.3.2 程序的流程图和时序 图、构成和相关设置	290
11.4.2 源程序	243	13.4 污水处理控制系统 PLC 程序	292
11.5 设计小结	256	13.4.1 程序的构成	292
		13.4.2 系统资源分配	293
		13.4.3 源程序	302
		13.5 设计小结	320



第1章 绪论

本章首先介绍了可编程控制器(PLC)和 PLC 控制系统的基本知识,包括 PLC 的产生和发展、特点、技术指标、基本结构、工作原理及 PLC 控制系统等相关知识,从而让读者对 PLC 和 PLC 控制系统有一个比较直观的印象,为后面的学习打下基础。

1.1 概述

可编程控制器是在计算机技术、通信技术和继电器控制技术的基础上发展起来的,最初叫做可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller),即 PLC。现已广泛应用于工业控制的各个领域。它以微处理器为核心,编写的程序不仅可以进行逻辑控制,还可以用于定时、计数和算术运算等,并通过数字量和模拟量的输入/输出来控制机械设备或生产过程。美国电气制造商协会经过4年调查,于1980年将其正式命名为可编程控制器(Programmable Controller),简称为 PC。后来由于 PC 这个名称常常被用来称呼个人电脑(Personal Computer),为了区别,现在一般把可编程控制器称为 PLC。

1.1.1 PLC 的产生和发展

20 世纪 60 年代以前,汽车流水线的自动控制系统基本上都采用传统的继电器控制。在 60 年代初,美国汽车制造业竞争越发激烈,而汽车的每一次更新的周期越来越短,这样对汽车流水线的自动控制系统更新就越来越频繁,原来的继电器控制就需要经常地重新设计和安装,从而延缓了汽车的更新时间。所以人们就想能有一种通用性和灵活性较强的控制系统来替代原有的继电器控制系统。

1968 年,美国通用汽车公司首先提出可编程控制器的概念。在 1969 年,美国数字设备公司(DEC)终于研制出世界上第一台 PLC。这是由一种新的控制系统代替继电器的控制系统,它要求尽可能地缩短汽车流水线控制系统的时间,其核心采用编程方式代替继电器方式来实现生产线的控制。这种控制系统首先在美国通用汽车的生产线上使用,并获得了令人满意的效果。

PLC 在食品、制造和冶金等其他工业部门相继得到了应用。1971 年,日本引进了这项技术,并开始生产自己的 PLC。1973 年,欧洲一些国家也研制出了自己的 PLC。1974 年,我

国也开始仿照美国的 PLC 技术研制自己的 PLC,终于在 1977 年研制出第一台具有实用价值的 PLC。

大规模集成电路和超大规模集成电路的出现使得 PLC 在问世后的发展极为迅速。现在,PLC 不仅能实现继电器的逻辑控制功能,同时还具有数字量和模拟量的采集和控制、PID 调节、通信联网、故障自诊断及 DCS 生产监控等功能。

PLC、CAD/CAM 和机器人将成为工业自动化的 3 大支柱,PLC 将在今后的工业生产中起到非常重要的作用。

1.1.2 PLC 的定义

PLC 自问世以来,尽管时间不长,但发展迅速。为了使其生产和发展标准化,国际电工委员会(IEC)先后颁布了 PLC 标准的草案第一稿、第二稿和第三稿,并在 1987 年作了如下的定义:“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,都应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专为工业环境应用而设计的计算机,它是将传统的继电器技术、计算机技术和通信技术相融合而发展起来的一种新型的控制装置。在具体的国内工业应用中,由于它不是针对某一具体工业应用,因此它的硬件应根据实际需要来进行配置,其软件则根据控制要求进行编写。

1.1.3 PLC 的特点

PLC 是传统的继电器技术和计算机技术相结合的产物,所以在工业控制方面,它具有继电器控制或通用计算机所无法比拟的特点。

1. 高可靠性

PLC 的高可靠性主要表现在硬件和软件两个方面。

在硬件方面,由于采用性能优良的开关电源,并且对采用的器件进行严格的筛选,加上合理的系统结构,最后加固、简化安装,因此 PLC 具有很强的抗振动冲击性能;无触点的半导体电路来完成大量的开关动作,就不会出现继电器控制系统中的器件老化、脱焊、触点电弧等问题;所有的输入/输出(I/O)接口都采用了光电隔离措施,使外部电路和 PLC 内部电路能有效地进行隔离;PLC 模块式的结构,可以在其中一个模块出现故障时迅速地判断出故障的模块并进行更换,这样就能尽量缩短系统的维修时间。

在软件方面,PLC 的监控定时器可用于监视执行用户程序的专用运算处理器的延迟,保证在程序出错和程序调试时,避免因程序错误而出现死循环;当 CPU、电池、I/O 口、通信等出现异常时,PLC 的自诊断功能可以检测到这些错误,并采取相应的措施,以防止故障扩大;停电时,后备电池对用户程序及动态数据进行保护,确保信息不丢失。

由于采取了上述有效措施,保证了 PLC 的高可靠性,从而使 PLC 的平均无故障时间已经能高达几十万小时。

2. 应用灵活、使用方便

模块化的 PLC 设计,使用户能根据自己控制系统的大小、工艺流程和控制要求等来选择自己所需的 PLC 的模块并进行资源配置和 PLC 编程。这样,控制系统就不再需要大量硬件装置,用户只需根据控制需要设计 PLC 的硬件配置和 I/O 的外部接线即可。而在 PLC 控制系统中,当控制要求改变时,不改动 PLC 外部接线,只需修改程序即可。这种面向控制过程的编程方式,与目前微机控制常用的汇编语言相比,虽然在 PLC 内部增加了解释程序,增加了程序执行时间,但对大多数的机电控制设备来说,这种时耗是微不足道的。

3. 面向控制过程的编程语言,容易掌握

PLC 的编程语言采用继电器控制电路的梯形图语言,清晰直观。虽然 PLC 是以微处理器为核心的控制装置,但是它不需要用户具有很强的程序设计能力,只要用户具备一定的计算机软、硬件知识和电器控制方面的知识即可。这种面向控制过程的编程方式,与目前微机控制常用的汇编语言相比,虽然在 PLC 内部增加了解释程序,增加了程序执行时间,但对大多数的机电控制设备来说,这种时耗是微不足道的。

4. 易于安装、调试、维修

在安装时,由于 PLC 的输入/输出接口已经做好,因此可以直接和外部设备相连,而不再需要专用的接口电路。而且 PLC 的软件功能取代了原来继电器控制中的中间继电器、计时器、计数器等一些器件,所以硬件安装上的工作量相应减少。

PLC 的调试可先在实验室模拟完成,模拟调试完成后再现场安装、调试。这样就可以避免可能在现场出现的一些问题,从而缩短调试周期。

在维修方面,PLC 完善的诊断和显示功能,可以通过模块上的显示或编程器等很容易地找出故障的模块,而且由于模块化设计,因此只需要对出错的模块进行更换即可。

5. 网络功能强大

PLC 具有强大的网络功能。PLC 不仅能做到远程控制、进行 PLC 内部通信与上位机进行通信,还具备专线上网、无线上网等功能。这样,PLC 就可以组成范围很大的控制网络,整个工厂,甚至整个系统都可以实现自动化,从而提高生产的效率。

6. 体积小、重量轻

由于 PLC 内部电路主要采用微电子技术设计,因此它具有体积小、重量轻等特点。

1.1.4 PLC 的分类

PLC 的分类没有一个严格的统一标准,而是按照结构形式、控制规模实现的功能进行大致的分类。

1. 按结构分类

PLC 按照其硬件的结构形式可分为整体式和组合式。

2. 按控制规模分类

PLC 的控制规模主要是指开关量的输入/输出点数及模拟量的输入/输出路数。但主要以开关量的点数计数,模拟量的路数可以折算成开关量的点数。按照此项进行分类主要包括小型、中型和大型,下面进行详细介绍。

• 小型 PLC。

输入/输出点数在 128 点以下的 PLC 称为小型 PLC。其特点是体积小、结构紧凑,它可以连接开关量 I/O 模块、模拟量 I/O 模块以及其他各种特殊功能模块,能执行逻辑运算、计时、计数、算术运算、数据处理和传送、通信联网以及各种应用指令。

• 中型 PLC。

输入/输出点数在 128~512 点之间的 PLC 称为中型 PLC。它除了具有小型机所能实现的功能外,还具有更强大的通信联网功能、更丰富的指令系统、更大的内存容量和更快的扫描速度。

• 大型 PLC。

输入/输出点数在 512 点以上的 PLC 称为大型 PLC。它具有极强的软件和硬件功能、自诊断功能、通信联网功能,它可以构成 3 级通信网,实现工厂生产管理自动化。另外大型 PLC 还可以采用 3 个 CPU 构成表決式系统,使机器具有更高的可靠性。

1.1.5 PLC 的主要技术指标

1. 存储器容量

存储器用来存储程序和系统参数等,其容量是由用户程序存储器和数据存储器组成的。程序存储器容量大小决定了用户所能编写程序的最大长度。一般中小型的 PLC 的存储器容量在 16KB 以下,大型的 PLC 可达到 2MB 左右。

2. 输入/输出 (I/O) 点数

输入/输出点数是指根据工业系统控制要求所得到的对应于 PLC 的输入/输出端的个数。I/O 点数越多,说明需要控制的器件和设备就越多。而 A/D、D/A 通道可通过相应的折算统计,如果 PLC 采用 16 位的 CPU,则一路 A/D 或 D/A 一般折算为 16 点的 I/O;如果 PLC 采用 32 位的 CPU 时,则一路 A/D 或 D/A 一般折算为 32 点的 I/O。

3. 扫描时间

扫描时间是指 CPU 内部根据用户程序,按逻辑顺序,从开始到结束扫描一次所需的时间。PLC 用户手册一般给出执行指令所用的时间。

4. 指令种类和数量

指令的种类和数量决定了用户编制程序的方式以及 PLC 的处理能力和控制能力。

5. 内部寄存器的种类和数量

内部寄存器主要包括定时器、计数器、中间继电器、数据寄存器和特殊寄存器等。它们

主要用来完成计时、技术、中间数据存储、数据存储还有其他一些功能。种类和数量越多，PLC 的功能就越强大。

6. 扩展能力

PLC 扩展能力是指 PLC 是否能具有 I/O 点数扩展、功能扩展、联网等一些功能。

7. 智能模块的种类和数量

智能模块是指能完成模拟量控制、远程控制以及通信等功能的模块。智能模块种类和数量越多，说明 PLC 功能越强大。

8. 编程工具

编程工具可以使用编程器或者使用专用的编程软件。一般编程器只能使用助记符语言，而用编程软件则可使用梯形图和助记符等语言来进行编程。

1.1.6 PLC 的主要生产厂家

目前，全世界的 PLC 生产厂家约有 200 家，生产 300 多个品种，主要集中在美国、德国、日本的多家公司。其中德国和美国是以大型 PLC 而闻名，而日本则主要生产小型 PLC。

1. 美国的 PLC

美国的 PLC 厂家很多，现已超过百家。其中以 A-B (ALLEN-BRADLEY) 公司、美国通用 (GE) 公司生产的 PLC 最具代表性。

A-B 公司是美国的可编程控制器制造商，同时也是世界上最大的 PLC 制造商之一。该公司产品规格齐全，所提供的特殊模块和智能模块品种丰富，而且还有丰富的指令集和强大的软件功能，其主要代表机型有：SLC-500 系列、PLC-5 系列、PLC-5/250 系列，还有早期的 PLC-3 和 PLC-2 系列等。

GE 公司是世界上最早研制和生产 PLC 产品的主要厂商之一。其主要产品有小型机 GE-1、GE-1/J、GE-1P 等，中型机 GE-III，还有大型机 GE-V 等。

2. 德国的 PLC

德国的 PLC 主要以西门子 (SIEMENS) 为代表，它也是世界上较早研制和生产 PLC 的主要厂商之一。使用范围可覆盖从替代继电器的简单控制到更复杂的自动化控制。应用领域极为广泛，覆盖所有与自动检测、自动化控制有关的工业及民用领域，包括各种机床、机械、电力设施、民用设施 and 环境保护设备等，如冲压机床、磨床、印刷机械、橡胶化工机械、中央空调、电梯控制和运动系统等，其主流产品包括西门子 S7-200、S7-300、S7-400 系列 PLC。

3. 日本的 PLC

日本的 PLC 以高性价比的小型机著称，其主要代表厂家为欧姆龙 (OMRON)、三菱、等厂家。

欧姆龙公司已经有 50 多年的历史，该公司以良好的性价比占据了我国 PLC 市场的较大份额。

它的 PLC 指令系统功能强大,能够处理复杂的控制要求;具有品种齐全的通信模块,在 CPU 本体上备有标准上位接口,可配备 6 种通信模块;将 PC 卡 (PCMCIA 规格) 使用在可编程控制器中,可以临时存储设备运行情况和各种生产过程数据,并能够十分方便地与以太网连接。主要产品有微型的 C20P 和 C20、小型的 C120 和 C200H、中型的 C500 和 C1000H、大型的 C2000H。

三菱公司也是日本生产 PLC 产品的主要厂家之一,很早就进入了中国市场。它具有固定灵活的系统配置、丰富的品种、无需维护的程序存储器、编程简单、共同的外部设备等特点。其主要产品有小型的 F、F1、F2 系列,还有 FX0、FX2 系列和 A 系列等。

光洋电子有限公司是生产开发销售可编程序控制器 (PLC)、触摸式工业图形显示器、接近开关、电子计数器、旋转编码器等电子控制产品的专业企业,它生产多种型号与规格的 PLC,如 SU、SG 等。

1.2 PLC 的结构和工作原理

1.2.1 PLC 的基本结构

PLC 实质是一种专用于工业控制的计算机,其硬件结构基本上与微型计算机相同。根据结构形式的不同,PLC 的基本结构分为整体式和模块式结构两类。

1. 整体式结构的 PLC

整体式 (又称箱体式) 结构的 PLC 由中央处理器 (CPU)、存储器、输入/输出 (I/O) 单元、电源电路和通信端口等组成,并将这些组装在同一机体内。这种结构的特点是结构简单、体积小、价格低、输入/输出点数固定、实现的功能和控制规模固定,但灵活性较低。基本结构框图如图 1-1 所示。

2. 模块式结构的 PLC

模块式 (又称组合式) 结构的 PLC 是将中央处理器 (CPU)、存储器、输入/输出 (I/O) 单元、电源电路和通信端口等分别做成相应的模块,应用时将这些模块根据控制要求插在机架上,各模块间通过机架上的总线相互联系。其中 PLC 的 CPU 和存储器设计在一个模块上,有时把电源也放在这一模块上,该模块在总线上的安装位置一般是固定的。模块式的 PLC 安装完成后,需进行登记,以便 PLC 对安装在总线上的各模块进行地址确认,该结构的特点是系统构成的灵活性较高,可以构成不同控制规模和功能的 PLC,但同时价格也较高。基本结构框图如图 1-2 所示。

3. PLC 各组成部分介绍

(1) 中央处理器 (CPU)。

中央处理器 (CPU) 是 PLC 的核心部分,相当于 PLC 的“大脑”。它通过系统总线与用户存储器、输入/输出 (I/O)、通信端口等单元相连。通过制造厂家预制在系统存储器内部的系统程序完成各项任务。其主要功能是由编程器写入控制程序和数据到存储器,调用系统程序对用户程序进行编辑或编译,并把相应的操作数转存到内存中去,从存储器上读取和执行

程序,还可以进行 PLC 内部故障的诊断等。

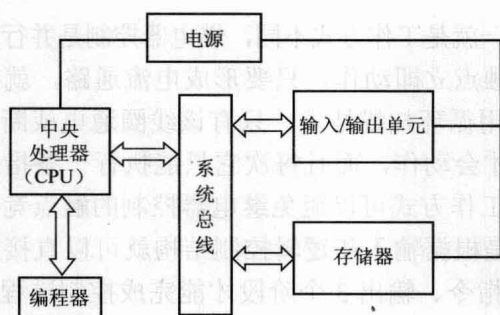


图 1-1 整体式结构

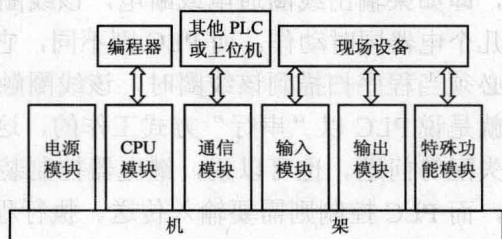


图 1-2 模块式结构

(2) 存储器。

根据存储器存储内容的不同,我们把存储器分为系统程序存储器、用户程序存储器和数据存储器。

系统程序存储器:用来存放系统程序的存储器。系统程序相当于计算机操作系统,主要包括检查程序、编译程序和监控程序,是 PLC 厂家根据选用的 CPU 的指令系统编写的,并固化到 ROM 里,用户不能修改其内容。

用户程序存储器:用来存放用户根据控制要求编制的程序。不同类型的 PLC,其存储容量也不一样。

数据存储器:用以存放 PLC 运行中的各种数据的存储器。因为运行中数据不断变化,所以这种存储器必须是可读写的。

(3) 输入/输出 (I/O) 单元。

输入/输出 (I/O) 单元是 PLC 与外部设备连接的纽带。输入单元接收现场设备向 PLC 提供的开关量信号,经过处理后,变成 CPU 能够识别的信号。输出单元将 CPU 的信号经处理后来控制外部设备的。

(4) 电源部分。

不同型号的 PLC 有不同的供电方式,所以 PLC 电源的输入电压既有 12V 和 24V 直流,又有 110V 和 220V 交流。PLC 内部使用的电源是整体的供给中心,它的优劣直接影响到 PLC 的功能和可靠性,因此目前大部分 PLC 采用开关式稳压电源供电。

(5) 通信端口。

PLC 的 CPU 模块上至少有一个通信端口。通过这个通信端口,PLC 可以直接和编程器或上位机相连。

(6) 编程器。

几乎每个 PLC 厂家都有自己的编程器。用户通过编程器来编写控制程序,并通过编程器接口将自己的控制程序输入到 PLC。它还可以在线检测程序的运行情况。在出现故障时,通过编程器可以很方便地找出错误。

(7) 特殊功能单元。

主要包括模拟量输入/输出单元、远程 I/O 模块、通信模块、高速计数模块、中断输入模块和 PID 调解模块等。随着 PLC 的进一步发展,特殊功能单元的应用也越来越多。

1.2.2 PLC 的工作原理

PLC 与继电器构成的控制装置的重要区别之一就是工作方式不同,继电器控制是并行运行方式,即如果输出线圈通电或断电,该线圈的触点立即动作,只要形成电流通路,就有可能有几个电器同时动作。而 PLC 则不同,它采用循环扫描技术,只有该线圈通电或断电,并且必须当程序扫描到该线圈时,该线圈触点才会动作,而且每次它只能执行一条指令,这也就是说 PLC 以“串行”方式工作的,这种工作方式可以避免继电器控制的触点竞争和时序失配等问题。也可以说,继电器控制装置是根据输入和逻辑控制结构就可以直接得到输出,而 PLC 控制则需要输入传送、执行程序指令、输出 3 个阶段才能完成控制过程。

1. 循环扫描技术

PLC 采用循环扫描技术可以分为 3 个阶段:输入阶段(将外部输入信号的状态传送到 PLC)、执行程序阶段和输出阶段(将输出信号传送到外部设备)。扫描过程如图 1-3 所示。



图 1-3 循环扫描

(1) 输入阶段。

在这个阶段中,PLC 先进行自我诊断,然后与编程器或计算机通信,同时中央处理器扫描各个输入端并读取输入信号的状态和数据,并把它们存入相应的输入存储单元。

(2) 执行程序阶段。

在这个阶段中,PLC 按照由上到下的次序逐步执行程序指令。从相应的输入存储单元读入输入信号的状态和数据,然后根据程序内部继电器、定时器、计数器数据寄存器的状态和数据进行逻辑运算,得到运算结果,并将这些结果存入相应的输出存储器单元。这一阶段执行完后,进入输出阶段。在这个程序执行中,输入信号的状态和数据保持不变。

(3) 输出阶段。

在这个阶段中,PLC 将相应的输出存储单元的运算结果传送到输出模块上,并通过输出模块向外部设备传送输出信号,开始控制外部设备。

2. PLC 的输入/输出响应时间

I/O 响应时间是指某一输入信号从变化开始到系统相关输出端信号的改变所需要的时间。因为 PLC 的循环扫描工作方式,所以收到输入信号的时刻不同,响应时间的长短也就不同。下面就给出最短和最长响应时间。

最短响应时间:一个扫描周期刚结束就收到输入信号,即收到这个输入信号与开始下一个扫描周期同时,这样的响应时间最短。考虑到输入电路和输出电路的延时,所以最短响应时间应大于一个扫描周期。最短响应时间如图 1-4 所示。

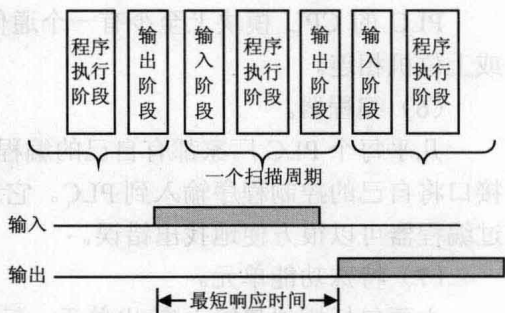


图 1-4 最短响应时间