

**Broadview**<sup>®</sup>  
www.broadview.com.cn

# 可编程序控制器 应用指南

## —编程·通信·联网

徐世许 宫淑贞 彭涛 编著



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

# 可编程序控制器 应用指南

—编程·通信·联网

徐世许 宫淑贞 彭涛 编著

图书馆

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是作者多年从事 PLC 教学及 PLC 工程应用的积累。全书分为基础应用篇、通信网络篇两部分。基础应用篇以 OMRON 全系列 PLC 为背景机,详细介绍 PLC 的编程技术及相关问题,例如,PLC 的典型控制电路、多种工作方式的编程方法、PLC 的高速计数和脉冲输出、PLC 的浮点运算、PLC 的编程软件与仿真软件。通信网络篇系统介绍 OMRON PLC 的通信与网络,深入探讨 OMRON 的 Host Link、PLC Link、无协议通信、协议宏通信等各种串行通信技术在工程上的应用,介绍 Controller Link 网络及网络中间层核心软件 FinsGateway,研究用 VB、VC 等高级语言开发 OMRON 网络监控软件的方法。本书特别关注 OMRON 新近推出的 PLC 的一些特殊功能,例如,功能块编程、结构文本编程、Modbus-RTU 简易主站功能和功能块通信等,力求反映 OMRON PLC 技术发展的最新成就。书中大量的编程实例进行了上机调试,可以直接引用。

本书注重工程实用性,内容新颖,配有大量应用实例,可以作为大专院校的自动化、电气技术、机电一体化及其他相关专业 PLC 课程的教学辅助用书,也可以作为工程技术人员实用的参考用书。

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

可编程序控制器应用指南:编程·通信·联网/徐世许,宫淑贞,彭涛编著. —北京:电子工业出版社, 2007.7

ISBN 978-7-121-04407-6

I. 可… II. ①徐… ②宫… ③彭… 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 070237 号

责任编辑:韩 明

印 刷:北京东光印刷厂

装 订:三河市皇庄路通装订厂

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:30 字数:762 千字

印 次:2007 年 7 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:49.80 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。

# 前 言

本书的作者先后编写了《可编程序控制器 原理·应用·网络》(徐世许主编, 中国科学技术大学出版社, 2000) 和《可编程控制器原理与应用》(宫淑贞主编, 人民邮电出版社, 2002) 两本教材, 被国内二十余所大学选作教学参考用书, 还被选作 PLC 培训和工程技术人员继续教育用书, 为推广 PLC 技术的应用发挥了积极的作用。

作者除从事 PLC 的教学工作外, 还完成了许多 PLC 的工程项目, 解决了 PLC 应用中大量的实际问题。在实践过程中, 作者感到工程技术人员最需要的是实践强、拿来即用的 PLC 参考书, 书中的典型应用案例要多, 复杂问题要阐述具体、细致, 读者拿到手后, 很快就能学会, 并应用到工作中, 解决实际问题。

PLC 技术的发展日新月异, OMRON 不断推出新机型, 增加新功能, 一直在不停地强化通信与网络功能。作者一直关注 PLC 技术的新进展, 把握 PLC 发展的动态, 不断学习、充实和提高自己, 及时了解和掌握 PLC 最新的技术成果。

由于先前编写的两本书是作为教材使用的, 受各种条件限制, 对许多问题的阐述不可能深入细致, 有待于进一步扩充和加深。

鉴于以上种种原因, 作者萌生了一个想法, 编写一本 PLC 应用指南的书, 总结作者在 PLC 应用方面的实战经验, 对以前两本教材的内容进行补充、扩展和加深, 同时要反映 PLC 发展的最新成果。编写的指导思想是注重工程实用性, 力求内容新颖, 为读者提供最具实用价值的信息。

经过两年的努力, 本书终于和读者见面了。

本书涉及 OMRON 公司几乎全系列的 PLC, 它们是 CPM1A/CPM2A、CQM1H、C200Hα、CV/CVM1、CS1、CJ1、CP1H 等。

## 内容结构

本书共分 11 章。

第 1 章讲述 PLC 的一些基本概念, 围绕着 PLC 应用中的一些基本问题展开讨论, 目的在于帮助读者加深对它们的理解, 因为这些内容对正确理解及使用 PLC 是非常关键的。

第 2 章讨论 PLC 的编程技术, 介绍 PLC 编程的基本原则, 给出许多常用的 PLC 典型控制电路, 并讨论控制程序执行流向、初始化程序、顺序控制程序设计、多种工作方式程序设计等方法。本章的内容对读者从事一般性的 PLC 工程应用会有所帮助。

第 3 章介绍 OMRON 小型机的高速计数和脉冲输出功能。OMRON 高性能的 PLC 都配置这两种功能, 它们广泛用于位置控制、运动控制。读者通过对本章的学习, 举一反三, 可以顺利掌握和使用其他机型的高速计数和脉冲输出功能。

第 4 章详细介绍了浮点运算功能及其使用方法。近几年, OMRON 推出的 PLC 大都增加了浮点运算功能, 增强了 PLC 的数据处理能力, 扩大了 PLC 的应用范围。

第5章是关于 OMRON 的编程软件和仿真软件使用指南,这两个软件对于程序的编写与调试是非常有用的。

第6章介绍 Host Link 通信,其中,介绍 Host Link 系统的组成、Host Link 协议,重点介绍如何使用 Host Link 协议编写上位机对 PLC 的通信程序,并给出了使用 MSComm 控件、Windows API 函数的编程实例。

第7章讨论 PLC Link 通信,介绍怎样实现 1:1、1:N PLC Link,并给出了具体的工程应用实例。

第8章为无协议通信,OMRON PLC 以无协议方式可与各种 OMRON 或非 OMRON 的智能设备进行串行通信,这一章详细讨论了无协议通信程序的编写。

第9章讨论通信协议宏,协议宏是 OMRON PLC 特有的一种串行通信功能,使用它可与各种 OMRON 或非 OMRON 的智能设备进行串行通信,与无协议通信比较,具有编程简单、使用方便等显著特点,可以节省大量的编程、调试时间,实用价值很大,值得大力推广应用,本章详细介绍协议宏中通信序列的制作过程及调用方法,这是协议宏使用的两个关键问题。

第10章介绍了 Controller Link 通信与网络,其中,介绍了 Controller Link 网的数据链接和信息通信功能,以及 FINS 协议和网络中间层核心软件 FinsGateway,重点讨论了如何使用 FINS 协议设计 Controller Link 网的监控程序。

第11章介绍通信应用实例,例如,使用组态软件监控 PLC、监控 Controller Link 网,PLC 使用无协议、协议宏通信监控变频器,PLC 使用简易主站功能、功能块通信监控变频器,还介绍了 OMRON PLC 使用协议宏功能与其他厂家的 PLC 通信,本章介绍的都是通信应用中的一些基本的、重要的问题,很有参考价值。

本书在编写时,避免泛泛而谈、浅尝辄止,而是针对某一专题,从头至尾,全面、深入、细致地介绍,给出整体解决方案,内容挖掘得有相当深度。例如,介绍无协议通信控制变频器,不仅仅给出程序框图,而且列出了详细的程序清单,这就给读者提供了极大的便利。再例如,通信时要进行通信线连接、开关设置,看起来这些都是小问题,但是如果处理不好,可能会卡住,白白浪费时间,因此,本书在介绍这些问题时也尽可能叙述清楚,以减少读者的麻烦。

本书是以 OMRON 的 PLC 为背景机编写的,但并不限于某一具体机型,而是尽可能涉及 OMRON 所有的机型,以使读者从总体上把握 OMRON PLC 的功能。例如,全面介绍了 OMRON CPM1A/CPM2A、CQM1H、CS1、CJ1、CP1H 等各种机型的 I/O 通道分配,帮助读者快速将 OMRON PLC 用起来。介绍小型机高速计数和脉冲输出功能时,是以 CQM1H 机为主展开的,但也对 OMRON 各种小型机 CPM1A/CPM2A、CJ1/CP1H 的高速计数和脉冲输出功能进行了比较,目的在于帮助读者在使用这两种功能时,能够快速、准确地选出最合适的机型。

书中没有过多介绍 OMRON 的指令系统,如果需要,可以参看作者已出版的两本教材或 PLC 编程手册。

书中大量的编程实例都进行了上机调试,这些实例可以直接移植,或稍作改动便可引用。

本书所含程序可从博文视点网站 ([www.broadview.com.cn](http://www.broadview.com.cn)) 的“资源下载”专区下载。

## 致谢

本书由徐世许主编。徐世许编写第 6、7、8、9、10 章及 11.3~11.9 节, 宫淑贞编写第 1、2、3 章及附录, 彭涛编写第 5 章, 徐茂荣编写第 4 章, 江春冬编写 11.1~11.2 节。

本书由朱妙其主审。

OMRON 公司的冯身媛女士、周珑先生、董燕霞女士对本书的编写给予了极大的支持和帮助, 在此表示诚挚的谢意。

还要感谢 OMRON 公司客户服务中心的工作人员, 书中引用了一些他们在网站上公布的应用实例, 作者通过服务中心提供的免费咨询电话向他们请教, 解决了很多疑难问题。

必须提及, 青岛 OMRON 事务所的宗镇先生及时有效地向作者提供各种帮助, 解答与 OMRON 产品相关的技术问题, 这对本书的成稿是至关重要的, 特向他表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中, 孙美栋、郑健、王凤杰、张锐、王伟、孙华斌参与了书中各种程序测试和实验验证, 完成了文字录入和大量的绘图工作, 付出了辛勤的劳动, 没有这些支持与帮助, 本书难以顺利完稿, 非常感谢他们。

由于编者水平有限, 错误和疏漏之处在所难免, 敬请读者批评指正。

编 者  
2007 年 6 月

# 目 录

## 第 1 篇 基础应用篇

|                                        |    |                                        |    |
|----------------------------------------|----|----------------------------------------|----|
| 第 1 章 可编程序控制器基础知识 .....                | 2  | 2.2.2 编程方法 .....                       | 41 |
| 1.1 PLC 的内部软器件 .....                   | 2  | 2.3 典型控制程序 .....                       | 42 |
| 1.1.1 PLC 的存储器 .....                   | 2  | 2.3.1 启保停控制 .....                      | 42 |
| 1.1.2 PLC 的内部软器件 .....                 | 3  | 2.3.2 顺序启停控制 .....                     | 42 |
| 1.2 PLC 的 I/O 通道分配 .....               | 9  | 2.3.3 单按钮启停控制 .....                    | 44 |
| 1.2.1 CPM1A/CPM2A 的 I/O 通道<br>分配 ..... | 9  | 2.3.4 电动机 Y- $\Delta$ 换接启动控制 .....     | 45 |
| 1.2.2 CQM1H 的 I/O 通道分配 .....           | 12 | 2.3.5 点动/长动控制 .....                    | 47 |
| 1.2.3 CP1H 的 I/O 通道分配 .....            | 12 | 2.3.6 异地控制 .....                       | 49 |
| 1.2.4 C200H $\alpha$ 的 I/O 通道分配 .....  | 16 | 2.3.7 电动机正反转控制 .....                   | 50 |
| 1.2.5 CJ1 的 I/O 通道分配 .....             | 16 | 2.3.8 断电保持程序 .....                     | 52 |
| 1.2.6 CS1 的 I/O 通道分配 .....             | 20 | 2.3.9 优先权程序 .....                      | 54 |
| 1.3 PLC 的编程语言 .....                    | 21 | 2.3.10 分频器 .....                       | 55 |
| 1.3.1 梯形图 .....                        | 22 | 2.3.11 脉冲发生器 .....                     | 56 |
| 1.3.2 语句表 .....                        | 23 | 2.3.12 长定时程序 .....                     | 59 |
| 1.3.3 功能块 .....                        | 23 | 2.3.13 断电延时定时器 .....                   | 61 |
| 1.3.4 结构文本 .....                       | 25 | 2.3.14 双延时定时器 .....                    | 61 |
| 1.4 PLC 的指令系统 .....                    | 26 | 2.4 程序流程控制 .....                       | 62 |
| 1.5 PLC 的工作原理 .....                    | 31 | 2.4.1 跳转 .....                         | 62 |
| 1.5.1 PLC 的循环扫描工作方式 .....              | 31 | 2.4.2 子程序调用 .....                      | 64 |
| 1.5.2 PLC 执行用户程序的过程 .....              | 32 | 2.4.3 中断控制 .....                       | 66 |
| 1.5.3 PLC 程序执行结果分析 .....               | 33 | 2.4.4 顺序(步进)控制 .....                   | 70 |
| 第 2 章 PLC 的编程技术 .....                  | 36 | 2.5 初始化程序 .....                        | 76 |
| 2.1 PLC 控制系统设计 .....                   | 36 | 2.5.1 初始化的内容及作用 .....                  | 76 |
| 2.1.1 系统分析 .....                       | 36 | 2.5.2 初始化程序的编写 .....                   | 76 |
| 2.1.2 硬件电路设计 .....                     | 36 | 2.6 标志位的使用 .....                       | 78 |
| 2.1.3 软件程序设计 .....                     | 39 | 2.7 顺序控制的程序设计 .....                    | 81 |
| 2.1.4 制作控制柜及现场施工 .....                 | 39 | 2.7.1 用启保停电路编写顺序<br>控制程序 .....         | 83 |
| 2.1.5 系统调试 .....                       | 39 | 2.7.2 用 SET/RESET 指令编写<br>顺序控制程序 ..... | 83 |
| 2.1.6 编制技术文件 .....                     | 39 | 2.8 多种工作方式的程序设计 .....                  | 85 |
| 2.2 PLC 编程方法 .....                     | 39 | 2.8.1 停车方式 1(当前周期运行<br>完才停) .....      | 87 |
| 2.2.1 编程时注意的问题 .....                   | 39 | 2.8.2 停车方式 2(暂停) .....                 | 89 |
|                                        |    | 2.8.3 停车方式 3(立即停车) .....               | 89 |

|       |                    |    |
|-------|--------------------|----|
| 2.8.4 | 系统具有断电保持功能         | 92 |
| 2.9   | 应用程序设计举例           | 94 |
| 2.9.1 | 用 PLC 测量电动机的<br>转速 | 94 |
| 2.9.2 | 用宏指令进行线性插值         | 95 |
| 2.9.3 | A/D 输入与数据转换        | 99 |

### 第 3 章 PLC 的高速计数和脉冲

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 输出                              | 101 |
| 3.1 概述                          | 101 |
| 3.1.1 OMRON 小型机的高速<br>计数器功能     | 101 |
| 3.1.2 OMRON 小型机的脉冲<br>输出功能      | 103 |
| 3.1.3 CQM1H 的内插板                | 104 |
| 3.1.4 CQM1H 的中断功能               | 105 |
| 3.2 CPM2A 的高速计数器和<br>脉冲输出       | 106 |
| 3.2.1 CPM2A 的高速计数器              | 106 |
| 3.2.2 CPM2A 的脉冲输出功能             | 116 |
| 3.2.3 CPM2A 的同步脉冲控制<br>功能       | 128 |
| 3.3 CQM1H 的高速计数器板               | 131 |
| 3.3.1 高速计数器板的连接器                | 131 |
| 3.3.2 高速计数器板的输入/<br>输出电路        | 132 |
| 3.3.3 高速计数器板的外部<br>接线           | 133 |
| 3.3.4 高速计数器板端口的输入<br>模式         | 135 |
| 3.3.5 高速计数器 1~4 的计数<br>范围       | 136 |
| 3.3.6 高速计数器 1~4 的设定             | 137 |
| 3.3.7 高速计数器 1~4 的复位<br>方式       | 138 |
| 3.3.8 高速计数器 1~4 的监控<br>数据区      | 138 |
| 3.3.9 高速计数器 1~4 的目标值<br>比较和区域比较 | 139 |

|        |                             |     |
|--------|-----------------------------|-----|
| 3.3.10 | 高速计数器 1~4 使用<br>举例          | 143 |
| 3.4    | CQM1H 的脉冲 I/O 板             | 146 |
| 3.4.1  | 脉冲 I/O 板的连接器                | 147 |
| 3.4.2  | 脉冲 I/O 板的外部接线               | 147 |
| 3.4.3  | 脉冲 I/O 板的监控数据区              | 149 |
| 3.4.4  | 脉冲 I/O 板的设定                 | 150 |
| 3.4.5  | 脉冲 I/O 板的高速计数器<br>与脉冲输出的优先级 | 151 |
| 3.4.6  | 脉冲 I/O 板的高速<br>计数器 1、2      | 151 |
| 3.4.7  | 脉冲 I/O 板输出固定占<br>空比脉冲的功能    | 156 |
| 3.4.8  | 脉冲 I/O 板输出可变占<br>空比脉冲的功能    | 166 |

### 第 4 章 PLC 的浮点运算

|        |                                |     |
|--------|--------------------------------|-----|
| 4.1    | 浮点数                            | 167 |
| 4.2    | 浮点数运算指令                        | 170 |
| 4.2.1  | 浮点数→16 位有符号的<br>二进制数指令 FIX(-)  | 170 |
| 4.2.2  | 浮点数→32 位有符号的<br>二进制数指令 FIXL(-) | 172 |
| 4.2.3  | 16 位有符号的二进制数<br>→浮点数指令 FLT(-)  | 172 |
| 4.2.4  | 32 位有符号的二进制数<br>→浮点数指令 FLTL(-) | 173 |
| 4.2.5  | 浮点数相加运算指令<br>+F(-)             | 173 |
| 4.2.6  | 浮点数相减运算指令<br>-F(-)             | 174 |
| 4.2.7  | 浮点数相乘运算指令<br>*F(-)             | 176 |
| 4.2.8  | 浮点数相除运算指令<br>/F(-)             | 177 |
| 4.2.9  | 度→弧度指令 RAD(-)                  | 178 |
| 4.2.10 | 弧度→度指令 DEG(-)                  | 179 |
| 4.2.11 | 正弦运算指令 SIN(-)                  | 180 |
| 4.2.12 | 余弦运算指令 COS(-)                  | 181 |

|        |                          |     |
|--------|--------------------------|-----|
| 4.2.13 | 正切运算指令 TAN(-) .....      | 182 |
| 4.2.14 | 反正弦运算指令<br>ASIN(-) ..... | 183 |
| 4.2.15 | 反余弦运算指令<br>ACOS(-) ..... | 184 |
| 4.2.16 | 反正切运算指令<br>ATAN(-) ..... | 184 |
| 4.2.17 | 平方根运算指令<br>SQRT(-) ..... | 184 |
| 4.2.18 | 指数运算指令 EXP(-) .....      | 185 |
| 4.2.19 | 对数运算指令 LOG(-) .....      | 186 |
| 4.3    | 浮点数运算的应用举例 .....         | 187 |

## 第 5 章 PLC 的编程软件与仿真软件 .....

|       |                         |     |
|-------|-------------------------|-----|
| 5.1   | 概述 .....                | 190 |
| 5.1.1 | 联机调试 .....              | 190 |
| 5.1.2 | 仿真调试 .....              | 191 |
| 5.1.3 | 现场调试 .....              | 192 |
| 5.2   | 编程软件 CX-P .....         | 193 |
| 5.2.1 | CX-P 简介 .....           | 193 |
| 5.2.2 | CX-P 主窗口 .....          | 195 |
| 5.2.3 | CX-P 工程 .....           | 198 |
| 5.2.4 | CX-P 视图 .....           | 204 |
| 5.2.5 | CX-P 编程 .....           | 209 |
| 5.2.6 | CX-P 在线工作 .....         | 214 |
| 5.2.7 | CX-P 监控 .....           | 215 |
| 5.3   | 仿真软件 CX-Simulator ..... | 221 |
| 5.3.1 | CX-Simulator 组成 .....   | 222 |
| 5.3.2 | CX-Simulator 特性 .....   | 223 |
| 5.3.3 | CX-Simulator 仿真 .....   | 225 |

## 第 2 篇 通信网络篇

|       |                      |     |
|-------|----------------------|-----|
| 第 6 章 | Host Link 通信 .....   | 230 |
| 6.1   | 概述 .....             | 230 |
| 6.1.1 | 通信端口 .....           | 230 |
| 6.1.2 | 系统构成 .....           | 231 |
| 6.2   | Host Link 通信协议 ..... | 234 |

|       |                                            |     |
|-------|--------------------------------------------|-----|
| 6.2.1 | Host Link 通信要点 .....                       | 234 |
| 6.2.2 | 命令/响应的格式 .....                             | 236 |
| 6.2.3 | Host Link 通信命令 .....                       | 238 |
| 6.2.4 | 常用的 Host Link 命令/<br>响应 .....              | 240 |
| 6.2.5 | 响应码 .....                                  | 245 |
| 6.2.6 | 使用 Host Link 发送 FINS<br>命令 .....           | 245 |
| 6.2.7 | 程序举例 .....                                 | 247 |
| 6.3   | 用 MSComm 控件设计上位<br>机与 PLC 通信的程序 .....      | 253 |
| 6.3.1 | MSComm 控件 .....                            | 253 |
| 6.3.2 | MSComm 控件 VC 编程<br>实例 .....                | 254 |
| 6.3.3 | MSComm 控件 VB 编程<br>实例 .....                | 257 |
| 6.4   | 用 Windows API 函数设计上位<br>机与 PLC 通信的程序 ..... | 259 |
| 6.4.1 | Windows API 串口通信<br>函数 .....               | 259 |
| 6.4.2 | Windows 线程 .....                           | 259 |
| 6.4.3 | Windows API 串口通信<br>函数的 VC 编程实例 .....      | 260 |
| 6.4.4 | Windows API 串口通信<br>函数的 VB 编程实例 .....      | 265 |

## 第 7 章 PLC Link 通信 .....

|       |                       |     |
|-------|-----------------------|-----|
| 7.1   | 1:1 PLC Link 通信 ..... | 270 |
| 7.1.1 | RS232C 通信口的连接 .....   | 270 |
| 7.1.2 | PLC 设置 .....          | 270 |
| 7.1.3 | 程序举例 .....            | 272 |
| 7.1.4 | 应用举例 .....            | 273 |
| 7.2   | 1:N PLC Link 通信 ..... | 274 |
| 7.2.1 | 全站链接 .....            | 275 |
| 7.2.2 | 主站链接 .....            | 276 |

## 第 8 章 无协议通信 .....

|     |               |     |
|-----|---------------|-----|
| 8.1 | 概述 .....      | 278 |
| 8.2 | 无协议通信设定 ..... | 279 |

|               |                                 |            |        |                                 |     |
|---------------|---------------------------------|------------|--------|---------------------------------|-----|
| 8.3           | 无协议通信指令                         | 280        | 11.1.1 | 通信口的连接                          | 373 |
| 8.4           | 应用举例                            | 284        | 11.1.2 | Modem 的 AT 命令                   | 374 |
| <b>第 9 章</b>  | <b>协议宏通信</b>                    | <b>286</b> | 11.1.3 | 建立及测试通信线路                       | 376 |
| 9.1           | 概述                              | 286        | 11.1.4 | CX-P 与远程 PLC 的连接                | 377 |
| 9.2           | 协议宏结构                           | 288        | 11.2   | 上位机编程通过 Modem 监控远程 PLC          | 378 |
| 9.3           | 发送/接收过程                         | 290        | 11.3   | 上位机应用组态软件 监控 PLC                | 381 |
| 9.4           | 协议宏指令 PMCR                      | 292        | 11.3.1 | 组态王简介                           | 382 |
| 9.5           | 序列                              | 293        | 11.3.2 | 组态王编程举例                         | 387 |
| 9.6           | 步                               | 299        | 11.4   | 应用组态软件监控 Controller Link 网      | 403 |
| 9.7           | Send/Receive 信息                 | 303        | 11.5   | PLC 使用无协议通信控制 变频器的运行            | 405 |
| 9.8           | 标准系统协议                          | 310        | 11.5.1 | 3G3MV 的 MODBUS 通信协议             | 405 |
| <b>第 10 章</b> | <b>Controller Link 网络</b>       | <b>316</b> | 11.5.2 | 程序设计                            | 408 |
| 10.1          | 概述                              | 316        | 11.6   | CPIH 使用 Modbus-RTU 简 易主站功能控制变频器 | 414 |
| 10.2          | 数据链接                            | 321        | 11.6.1 | CPIH 的 Modbus-RTU 简易主站功能        | 414 |
| 10.2.1        | 手动设置数据链接                        | 322        | 11.6.2 | 使用 Modbus-RTU 简易 主站功能的准备工作      | 416 |
| 10.2.2        | 自动设置数据链接                        | 326        | 11.6.3 | 使用 Modbus-RTU 简易 主站功能与变频器通信     | 418 |
| 10.2.3        | 启动和停止数据链接                       | 333        | 11.7   | CPIH 使用功能块通信控制 变频器              | 419 |
| 10.3          | 信息通信                            | 334        | 11.7.1 | CPIH 使用变频器的 标准通信功能块编程           | 420 |
| 10.3.1        | FINS 通信协议                       | 336        | 11.7.2 | 变频器的标准通信 功能块简介                  | 420 |
| 10.3.2        | CS1/CJ1 系列 PLC 的 信息通信           | 341        | 11.7.3 | 功能块通信程序使用 说明                    | 425 |
| 10.4          | 网络中间层核心软件 FinsGateway           | 349        | 11.8   | PLC 通过协议宏通信控制 变频器运行             | 426 |
| 10.4.1        | FinsGateway 简介                  | 349        | 11.8.1 | 创建通信序列                          | 428 |
| 10.4.2        | FinsGateway 应用实例                | 353        | 11.8.2 | 程序设计                            | 431 |
| 10.5          | Controller Link 网监控程序 的设计       | 359        |        |                                 |     |
| 10.5.1        | 概述                              | 359        |        |                                 |     |
| 10.5.2        | C 库函数的使用方法                      | 360        |        |                                 |     |
| 10.5.3        | C 库函数简介                         | 361        |        |                                 |     |
| 10.5.4        | 结构体                             | 364        |        |                                 |     |
| 10.5.5        | 用 C 库函数设计 Controller Link 网监控程序 | 365        |        |                                 |     |
| <b>第 11 章</b> | <b>通信应用实例</b>                   | <b>373</b> |        |                                 |     |
| 11.1          | CX-P 通过 Modem 监控 远程 PLC         | 373        |        |                                 |     |

|                        |     |                         |     |
|------------------------|-----|-------------------------|-----|
| 11.8.3 数据跟踪 .....      | 433 | 附录 2 CQM1H 内插板的         |     |
| 11.9 欧姆龙 PLC 使用协议宏与    |     | 监控数据区 .....             | 442 |
| 三菱 PLC 通信 .....        | 433 | 附录 3 CQM1H 与高速计数器和      |     |
| 11.9.1 三菱编程口通信协议 ..... | 433 | 脉冲输出相关的指令 .....         | 445 |
| 11.9.2 欧姆龙 PLC 与三菱 PLC |     | 附录 4 3G3MV 变频器指令表 ..... | 458 |
| 通信口的连接 .....           | 436 | 附录 5 OMRON FA 集成支持      |     |
| 11.9.3 欧姆龙通信协议宏 .....  | 436 | 软件工具包 CX-ONE .....      | 462 |
| 附录 1 CPM2A 高速计数器和脉冲    |     | 参考文献与参考网站 .....         | 463 |
| 输出的监控数据区 .....         | 440 |                         |     |

# 第 1 篇

## 基础应用篇

- 第 1 章 可编程序控制器基础知识
- 第 2 章 PLC 的编程技术
- 第 3 章 PLC 的高速计数和脉冲输出
- 第 4 章 PLC 的浮点运算
- 第 5 章 PLC 的编程软件与仿真软件

# 第 1 章 可编程序控制器基础知识

众所周知，可编程序控制器（PLC）是一种集微机技术、自动化技术、通信技术于一体的通用工业控制装置，它可靠性强，性价比高，使用方便，已广泛应用于工业生产的各个领域，成为工业自动化的支柱之一，是实现工业控制首选的控制器。PLC 是从事自动化、电气技术、机电一体化等专业的工程技术人员所必须掌握的一门技术。

要掌握 PLC 应用技术，需在以下几方面下工夫。

- （1）熟悉 PLC 的内部器件，弄清它的种类、功能及寻址范围。
- （2）熟悉 PLC 的指令系统，熟练掌握 PLC 常用指令的功能和使用方法。PLC 的控制功能是通过程序实现的，熟悉 PLC 的指令是编程的前提。
- （3）搞清楚 PLC 的工作原理，尤其对 PLC 的循环工作方式要理解透彻。
- （4）看懂 PLC 的 I/O 电路，以便 PLC 与外围器件正确接线。
- （5）边学习边上机实践，学会使用各种编程工具调试程序。学习 PLC，上机实践很重要，只学不练，学习效果会大打折扣。只有坚持学中练，练中学，才能取得满意的效果。

本章围绕 PLC 的内部软器件、PLC 的指令系统和 PLC 的工作原理展开讨论，帮助读者加深理解，为更好地掌握 PLC 应用技术打下基础。

## 1.1 PLC 的内部软器件

### 1.1.1 PLC 的存储器

PLC 作为一种工业控制计算机，其组成与普通的微机系统一样，有 CPU、存储器这两种最基本的部件，除此之外，还配置有 I/O 接口、I/O 扩展口、外设口和通信口等部件，以完成 PLC 特定的功能。

PLC 的存储器分为系统程序存储器、用户程序存储器和工作数据存储器。

#### 1. 系统程序存储器

和各种计算机一样，PLC 也有其固定的监控程序、解释程序，它们决定了 PLC 的功能，称为系统程序，系统程序存储器就是用来存放这部分程序的。系统程序由 PLC 生产厂家开发，用户不能更改，所使用的存储器为 ROM（只读存储器）或 EPROM（电可编程只读存储器）。

#### 2. 用户程序存储器

用户程序是根据控制功能要求而编制的应用程序，需要时可以改动，用户程序存放在 RAM（随机存储器）中，为防止 RAM 掉电丢数据，配备一个锂电池，锂电池寿命为 5 年，

当其电能快要耗尽,电压下降到一定程度时,由 PLC 给出报警信号,通知用户尽快更换。OMRON 大部分 PLC 用 RAM 保存用户程序,如果用户程序已调试修改完毕,不再改动,可选用 OMRON 提供给该机型的 EPROM 或 EEPROM (电可擦可编程只读存储器)型的存储卡,将程序用 OMRON 专用的 EPROM 写入器写入 EPROM 中,或用编程工具写入到 EEPROM 中。这样,用户程序可以长期使用,不必担心因误操作遭到破坏。

### 3. 工作数据存储器

工作数据是经常变化、经常存取的一些数据。这部分数据存储于 RAM 中,以适应随机存取的要求,它们是 PLC 程序操作的对象,即指令的操作数。

PLC 的工作数据存储区分为元件映像寄存器区和数据寄存器区,进一步划分成各种区域,分别对应着不同功能的内部软器件。每一种内部软器件对应着其中的一段区域,每一个内部软器件对应着一个位或字的存储单元,用户在使用内部软器件时,不必关心它的物理地址,只需按规定给出它的标识符和标号即可。

元件映像寄存器以位为单位,存储 PLC 的开关量输入、开关量输出、定时器、计数器、辅助继电器等软继电器的 ON/OFF 状态。输入点与输入映像寄存器相对应,输出点与输出映像寄存器相对应。

数据寄存器以通道(字)为单位,用来存放各种数据,例如,数学运算的源数据和结果数据、定时器和计数器的当前值和设定值、A/D 转换得到的数值等。

根据需要,部分数据在停电时用后备电池维持其当前值,在停电时可以保持数据的存储区称为数据保持区。

PLC 广泛使用继电器这个术语,这里的继电器不是物理继电器,实际上是存储区中的一位,PLC 沿用继电器这个概念,是为了更好地分析和理解梯形图,因为梯形图是从继电器控制电路转化演变而来的。

和物理继电器一样,PLC 继电器也有线圈和触点的概念。

物理继电器的触点个数是有限的,而 PLC 继电器对应着存储区的一个位,其状态可以反复读取。因此,PLC 继电器具有无限个常开、常闭触点,编程时,触点可无限次使用。

PLC 继电器线圈和触点的状态常用 ON、OFF 或 1、0 来表示。若继电器线圈“通电”,称为 ON 或 1;若线圈“断电”,称为 OFF 或 0。触点闭合称为 ON 或 1,触点断开称为 OFF 或 0。

## 1.1.2 PLC 的内部软器件

不同厂家的 PLC 的内部软器件的设置有很大的相似性,例如,各个厂家的 PLC 都提供定时器、计数器、数据存储器、各种时钟脉冲、各种运算标志位等,只不过同一种软器件,不同厂家的标识方法不同,例如,同样都是程序运行时只 ON 一个扫描周期的继电器(称为初始化脉冲),欧姆龙表示为 25315,三菱为 M8002,而西门子为 SM03。

同一厂家不同型号的 PLC 的软器件的设置共同点很多,但不会完全一样,要注意它们的差异,例如,在三菱 FX<sub>ON</sub> 中,通常情况下, T31 为 100ms 定时器,但当 M8208 置为 1 时, T31 为 10ms 定时器。而在 FX<sub>2N</sub> 中, T31 只能是 100 ms 定时器。在不同型号 PLC 之

间进行程序移植时,要特别注意将两种 PLC 的软器件对应好,这样才能保证程序的功能不变。例如,将 FX<sub>0N</sub> 程序移植到 FX<sub>2N</sub> 时,如果在 FX<sub>0N</sub> 程序中, T31 作为 10ms 定时器使用,则在 FX<sub>2N</sub> 程序中,应将 T31 改为 10ms 定时器 T200~T245 中任何一个。

PLC 的功能越强,软器件的种类就越多,数量就越大。PLC 在不断地更新换代,软器件的设置也在不断变化中。

OMRON 小型机的代表机型为早期的 P、CQM1 型机,后期的 CPM1A/CPM2A、CQM1H,新近的 CJ1,还有刚刚上市的 CP1H。中型机的代表机型为早期的 C200H,后期的 C200Hα,新近的 CS1。大型机的代表机型为早期的 C1000H/C2000H,还有其后推出的 CV/CVM1。近年来,OMRON 在大型机方面没有大的后续动作,没有太多发展,原因是 OMRON 推出 CS1 后,原来需要大型机的场合 CS1 就胜任了,CS1 尽管是 C200Hα 的后续机型,但就其功能而言,CS1 实际上是 OMRON 大、中型机的代表机型。目前,OMRON 广泛使用的机型为小型机 CPM1A/CPM2A、CQM1H、CJ1、CP1H,中型机 C200Hα、CS1,其中,CJ1、CS1 是 OMRON 重点发展的主流机型,代表当前 OMRON 小型机、中型机的最高水平。

小型机从 P、CQM1 发展到 CPM1A/CPM2A、CQM1H,PLC 内部软器件的变化并不显著,但发展到 CJ1、CP1H 时,变化是巨大的。中型机的情况是一样的,从 C200H 发展到 C200Hα,内部软器件的变化也不显著,但发展到 CS1 时,变化同样巨大。表现为软器件的种类增加很多,而且同一种软器件,数量成倍增加。

值得注意的是,小型机 CJ1、CP1H 和中型机 CS1 的内部软器件设置趋向一致,软器件的种类几乎是一样的。当然,同一种内部器件里会有所不同的,例如,因为功能的不同,两种 PLC 的 CIO 区划分有差异;同一种内部器件,在数量上,一般 CS1 要多于 CJ1、CP1H。

下面以 OMRON 的老机型 CQM1H 和新机型 CJ1 为例,比较它们内部软器件的设置情况。

表 1.1 为 CQM1H 内部软器件的设置情况。

表 1.1 CQM1H 的内部软器件

| 项 目                     |     | 规 格                                                                                                                       |
|-------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 内部继电器区(IR)              | 输入区 | 256 位(16 字, IR000~IR015)                                                                                                  |
|                         | 输出区 | 256 位(16 字, IR100~IR115)                                                                                                  |
|                         | 工作区 | 最小 2528 位(158 字, IR016~IR089、IR116~IR189、IR216~IR219、IR224~IR229)                                                         |
| Controller Link 状态区(IR) |     | 96 位(6 字, IR090~IR095): 状态区 1, 存储 Controller Link 数据链接状态信息<br>96 位(6 字, IR190~IR195): 状态区 2, 存储 Controller Link 出错和网络结构信息 |
| 宏指令区(IR)                |     | 输入: 64 位(4 字, IR096~IR099)<br>输出: 64 位(4 字, IR196~IR199)                                                                  |
| 内装板槽 1 区(IR)            |     | 256 位(16 字, IR200~IR215): 这些位分配给安装在 CQM1H-CPU51/61 槽 1 的内装板                                                               |
| 模拟量设置区(IR)              |     | 64 位(4 字, IR220~IR223)                                                                                                    |
| 高速计数器 0 PV(IR)          |     | 32 位(2 字, IR230~IR231)                                                                                                    |
| 内装板槽 2 区(IR)            |     | 192 位(12 字, IR232~IR243): 这些位分配给安装在 CQM1H-CPU51/61 槽 2 的内装板                                                               |
| 特殊继电器区(SR)              |     | 184 位(12 字, SR244~SR255)                                                                                                  |
| 保持区(HR)                 |     | 1600 位(100 字, HR00~HR99)                                                                                                  |
| 辅助区(AR)                 |     | 448 位(28 字, AR00~AR27)                                                                                                    |

续表

| 项 目                   | 规 格                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 暂存区 (TR)              | 8 位 (TR0~TR7)                                                                                                                                                                            |
| 链接区 (LR)              | 1024 位 (64 字, LR00~LR63)                                                                                                                                                                 |
| 定时器/计数器区<br>(TIM/CNT) | 512 位定时器/计数器 (TIM/CNT000~TIM/CNT511)<br>16 位高速定时器 TIMH (15) 可使用的编号 000~015                                                                                                               |
| 数据区 (DM)              | 读/写: 3072 字, DM0000~DM3071<br>3072 字, DM3072~DM6143 (仅限于 CQM1H-CPU51/CPU61 可用)<br>只读: 425 字, DM6144~DM6568 (控制器网、串行通信板等参数设置)<br>出错履历: 31 字, DM6569~DM6599<br>PLC 设置: 56 字, DM6600~DM6655 |
| 扩展数据区 (EM)            | 6144 字 (仅限于 CQM1H-CPU61): EM0000~EM6143                                                                                                                                                  |

表 1.2 为 CJ1 内部软硬件的设置情况。

表 1.2 CJ1 的内部软硬件

| 项 目                         | 规 格                                                                                                                                                   |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 核<br>心<br>I/O<br>区<br>(CIO) | I/O 区<br>2560 位 (160 字, CIO 0000~CIO 0159)<br>第一机架字的设定默认值为 CIO 0000, 但可以改为 CIO 0001~CIO 0159 之间的任意字<br>I/O 位分配到基本 I/O 单元                              |
|                             | 链接区<br>3200 位 (200 字, CIO 1000~CIO 1199): 用于 Controller Link 的数据链接                                                                                    |
|                             | CPU 总线单元区<br>6400 位 (400 字, CIO 1500~CIO 1899): 分配到 CPU 总线单元, 每单元 25 字, 最多 16 单元                                                                      |
|                             | 特殊 I/O 单元区<br>15360 位 (960 字, CIO 2000~CIO 2959): 分配到特殊 I/O 单元, 每单元 10 字, 最多 96 单元                                                                    |
|                             | DeviceNet 区<br>9600 位 (600 字, CIO 3200~CIO 3799)                                                                                                      |
|                             | 内部 I/O 区<br>(工作位)<br>4800 位 (300 字, CIO 1200~CIO 1499)<br>37504 位 (2344 字, CIO 3800~CIO 6143)<br>这些位用于编程中, 不能用于 I/O                                   |
| 工作区 (W)                     | 8192 位 (512 字, W000~W511): 用于编程                                                                                                                       |
| 保持区 (H)                     | 8192 位 (512 字, H000~H511)                                                                                                                             |
| 辅助区 (A)                     | 只读: 7168 位 (448 字, A000~A447)<br>读/写: 8192 位 (512 字, A448~A959)                                                                                       |
| 暂存区 (TR)                    | 16 位 (TR00~TR15)                                                                                                                                      |
| 定时器区 (T)                    | 4096: T0000~T4095 (仅用作定时器)                                                                                                                            |
| 计数器区 (C)                    | 4096: C0000~C4095 (仅用作计数器)                                                                                                                            |
| 数据区 (DM)                    | 32K 字, D00000~D32767<br>特殊 I/O 单元 DM 区: D20000~D29599 (100 字×96 单元), 用于设定特殊 I/O 单元的参数<br>CPU 总线单元 DM 区: D30000~D31599 (100 字×16 单元), 用于设定 CPU 总线单元的参数 |
| 扩展数据区 (EM)                  | EM 区分为段, 每个段 32K 字, 最多 7 个段 (由 PLC 型号决定): E0_00000~E6_32767                                                                                           |
| 索引寄存器区 (IR)                 | 16 个, IR0~IR15, 储存间接寻址的 PLC 存储器的地址, 一个寄存器 32 位                                                                                                        |
| 数据寄存器区 (DR)                 | 16 个, DR0~DR15, 储存用于间接寻址的偏移值, 一个寄存器 16 位                                                                                                              |
| 任务标志区 (TK)                  | 32 个, TK00~TK31, 任务标志是只读标志, 当相应的循环任务在执行时, 则标志为 ON;<br>当对应任务没有执行或为待机状态时, 标志为 OFF                                                                       |

### 1. I/O 继电器

I/O 继电器与 I/O 点相对应，每个 I/O 点都要分配一个 I/O 继电器号。

I/O 继电器分配有通道号，每个通道 16 个继电器（实际数可能少于 16）。I/O 继电器可以通道为单位使用，大多数情况下以继电器（位）为单位使用。I/O 继电器区中未被使用的通道可以作为内部辅助继电器使用。

输入继电器反映输入点的接通或断开状态，程序只能去读它的状态，但不能改变它的状态。

I/O 点分配 I/O 继电器号时，同一厂家的不同机型，分配方法是不同的，具体方法参见 1.3 节。

### 2. 内部辅助继电器

内部辅助继电器相当于继电器控制电路里的中间继电器，数量上比 I/O 继电器多很多。内部辅助继电器也分配有通道号，每个通道 16 个继电器，可以通道或继电器（位）为单位使用。

内部辅助继电器用于编程。以位为单位使用，多用来表示逻辑运算的结果，记忆中间状态，帮助实现输入与输出间复杂的变换。以通道为单位使用，可参与数据处理。

CQM1H 的各种机型中，内部辅助继电器最小的为 2528 位（158 字），通道是 IR016~IR089、IR116~IR189、IR216~IR219、IR224~IR229。当输入区、输出区、Controller Link 状态区、宏指令区、内插板区、模拟量设定区、高速计数器 0 PV 值区的通道未被使用时，也可作为内部辅助继电器使用。

CJ1 的内部辅助继电器包括内部 I/O 区和工作区，内部 I/O 区为 4800 位（300 字），通道为 CIO 1200~CIO 1499；还有 37504 位（2344 字），通道为 CIO 3800~CIO 6143。工作区为 8192 位（512 字），通道为 W000~W511。CJ1 内部辅助继电器的数量巨大，有 5 万个，应有尽有，编程时可以放开使用，不必担心数量不够。而且在核心 I/O 区中，那些原本属于 I/O 区、链接区、CPU 总线单元区、特殊 I/O 单元区、DeviceNet 区的通道未被使用时，可作为内部辅助继电器使用。

### 3. 保持继电器

保持继电器具有断电保持功能，当 PLC 断电或工作方式改变时，其内容保持不变。当电源断电时，它们能够保持断电前的 ON/OFF 状态。保持继电器在断电时能够记住 PLC 当前的工作状态，恢复供电后，从断电前的状态继续运行下去。

CQM1H 的断电保持继电器有 1600 位（100 字），通道为 HR00~HR99。

CJ1 的断电保持继电器有 8192 位（512 字），通道为 H000~H511。

### 4. 辅助继电器

辅助继电器用来存储 PLC 的工作状态信息，可据此了解 PLC 的运行状况。辅助继电器区具有断电保持功能。

CQM1H 的辅助继电器有 448 位（28 字），通道为 AR00~AR27。

CJ1 的辅助继电器有 15360 位（960 字），其中，只读的有 7168 位（448 字），通道为