

PLC

应用技术问答

廖常初 主编

PLC YING YONG
JI SHU WEN DA



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

PLC 应用技术问答

廖常初 主编



机械工业出版社

本书以问答的形式介绍了 PLC 应用中常见的问题和解决的方法,包括一般的 PLC 书籍没有介绍或没有深入介绍的、在实际中经常遇到的问题。问题紧密结合 PLC 的应用实际,内容全面、实用,问题分类排列,查阅方便、快捷。

本书主要内容如下: PLC 的基本概念,硬件选型与 I/O 模块的应用,编程语言、数字的表示方法;编程元件与指令的应用;高速计数器与编码数的应用;子程序与中断程序的应用;编程软件与仿真软件的使用方法; PLC 的通信联网; PLC 在模拟量闭环控制中的应用;触摸屏在 PLC 控制系统中的应用; PLC 在变频器控制中的应用; PLC 应用系统的可靠性问题。本书还介绍了作者总结的先进完整的梯形图设计方法,这些方法简单易用,可以节约大量的设计时间。

本书可供 PLC 控制系统的设计和维护人员使用,也可以作为大专院校电类和机电一体化等专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 应用技术问答/廖常初主编. —北京:机械工业出版社, 2006.1

ISBN 7-111-17982-X

I . P... II . 廖... III . 可编程序控制器—问答
IV . TP332.3-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 140487 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:李振标 版式设计:张世琴 责任校对:王欣

封面设计:陈沛 责任印制:石冉

北京中兴印刷有限公司印刷

2006 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

850mm×1168mm $\frac{1}{32}$ ·11.5 印张·2 插页·307 千字

0 001—5 000 册

定价:23.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

可编程序控制器 (PLC) 是应用最广的工业控制装置, 是自动控制系统的关键设备。本书以读者喜爱的问答形式介绍了 PLC 应用中常见的问题和解决的方法。

本书作者长期从事 PLC 的教学和工程应用工作, 与工程技术人员有着广泛的联系, 书中的部分问题直接来自生产第一线的电气技术人员, 有的问题来自作者的教学实践和 PLC 工程应用实践。还有一些问题来自工控网站和 PLC 厂家网站的 PLC 论坛, 精心搜集、筛选和整理了这些论坛中常见的典型问题。本书还介绍了一般的 PLC 书籍没有介绍或没有深入介绍的、在实际中经常遇到的问题。

本书对问题的选择紧密结合 PLC 应用的实际, 内容全面、实用, 问题分类排列, 查阅方便、快捷。PLC 的机型以目前应用最广的三菱 FX 系列和西门子的 S7-200 为主, 部分问题也涉及到其他机型。读者可以通读全书, 也可以有针对性地查阅自己感兴趣的问题。

第 1 章介绍 PLC 的基础知识和工作原理。第 2 章介绍 PLC 的硬件选型、I/O 模块和存储器的应用。第 3 章介绍 PLC 的编程语言、数字的表示方法、编程元件与基本逻辑指令、堆栈、定时器和计数器的应用。第 4 章介绍应用指令使用中的问题, 包括编码器与高速计数器的应用。第 5 章介绍作者总结的一整套先进完整的梯形图设计方法, 这些方法易学易用, 可以节约大量的设计时间。第 6 章介绍 PLC 的子程序和中断程序的使用方法。第 7 章介绍 PLC 的编程软件和仿真软件的使用方法。第 8 章介绍 PLC 的通信和通信网络。第 9 章介绍 PLC 在模拟量闭环控制中的应用。第 10 章介绍触摸屏在 PLC 控制系统中的应用、PLC 在

IV

变频器控制中的应用和 PLC 应用系统的可靠性措施。

本书由廖常初主编，周林、郑连清、侯世英、陈晓东、王云杰、李远树、张学锋、余秋霞、关朝旺、范占华、廖亮、申敏、罗盛波、孙明渝参加了编写工作。

因作者水平有限，书中难免有错漏之处，恳请读者批评指正。

作者 E-mail: liaosun@cqu.edu.cn。

重庆大学电气工程学院 廖常初

2005 年 7 月

目 录

前言

第1章 PLC 的基础知识	1
1.1 PLC 的基本概念	1
1. PC 与 PLC 分别是什么英语单词的缩写?	1
2. PLC 可以用于哪些场合?	1
3. PLC 由哪几部分组成? 它们分别有什么作用?	1
4. PLC 与工业控制计算机各有什么特点	3
5. 单片机有什么特点?	4
6. PLC 控制与继电器控制有什么区别?	5
7. 什么是 DCS? 它与 PLC 有什么关系?	6
8. 什么是现场总线? 它与 PLC 有什么关系?	7
9. PLC 在兼容性方面存在什么问题?	8
10. 怎样下载 PLC 的资料和软件?	8
1.2 怎样学习 PLC	9
1. 文化水平较低的电工能学好 PLC 吗?	9
2. 英语水平差可以学好 PLC 吗?	10
3. 怎样学习 PLC?	11
4. 怎样选择 PLC 的教材?	12
5. 可以通过什么途径购买 PLC 教材?	13
6. 怎样读 PLC 的程序?	13
1.3 PLC 的工作原理	13
1. 什么是 PLC 的扫描工作方式?	13
2. 什么是能流?	15
3. 梯形图程序是怎样与外部的硬件联系起来的?	15
4. 需要用跳转指令来等待某个信号上升沿的出现吗?	16
5. PLC 的外部输入电路中, 为什么要尽量少用常闭触点?	16

6. PLC 与继电器控制系统在工作方式上有什么区别?	17
7. 扫描工作方式有什么优点?	19
8. 扫描工作方式对系统响应时间有什么影响?	19
9. 怎样减小 PLC 的响应时间?	19
10. 梯形图中的输出继电器和辅助继电器是用硬件实现的吗?	20
11. PLC 是怎样用逻辑运算来执行梯形图程序的?	20
12. 为什么梯形图中的触点不能放在线圈和输出类指令的 右边?	21
13. 为什么梯形图中同一编程元件的触点个数没有限制?	21
14. 什么是扫描周期?	21
15. 怎样获取扫描周期?	22
16. 可以用循环指令实现交通灯的循环控制吗?	22
17. PLC 开关量输入信号的最高输入频率受到什么限制?	22
18. 要等到定时器的定时时间到才会往下执行程序吗?	23
19. 可以用循环指令扩展定时器的定时时间吗?	23
20. 梯形图中电路的相对位置对输出量有什么影响?	23
1.4 双线圈输出问题	25
1. 一般情况下为什么不允许双线圈输出?	25
2. 哪几种情况允许双线圈输出?	26
3. 怎样检查是否有双线圈输出?	28
4. 对同一编程元件是否可以多次使用置位和复位指令?	28
5. 怎样切换不同的控制程序?	29
1.5 PLC 程序的加密与解密	29
1. 为什么要对 PLC 的用户程序加密?	29
2. 为什么反对 PLC 用户程序的加密?	30
3. 解密是学习编程的一条捷径吗?	30
4. 怎样对 S7-200 的用户程序加密?	31
5. 怎样清除 S7-200 的密码?	31
6. 可以对 S7-200 的子程序加密吗?	31
7. 怎样对 S7-300/400 的程序块加密?	32

第2章 PLC 的硬件结构

2.1 PLC 的硬件选型

1. 按物理结构可以将 PLC 分为哪些类型? 各有什么特点?	33
2. 怎样选择 PLC 的型号?	34
3. 小型控制系统可以选用什么样的 PLC?	36
4. 网络控制有什么特点	37
5. 多级网络控制系统有什么特点?	37
6. 怎样实现 PLC 之间的低成本网络通信?	38
7. 什么是冗余控制系统?	39
8. 什么 PLC 可以在低温环境下工作?	40
2.2 开关量 I/O 模块	40
1. 开关量输入模块是怎样工作的?	40
2. PLC 的输入/输出电路的源型或漏型是什么意思?	41
3. 怎样选择开关量输入模块?	42
4. 两线式接近开关和光电开关可以直接接到 PLC 的 输入端吗?	42
5. 使用小型 PLC 内部的 DC 24V 电源对外供电时应注意 什么问题?	43
6. 怎样解决丢失窄脉冲的问题?	44
7. 接近开关采用什么工作原理?	45
8. 过载保护触点应接在 PLC 的输入回路还是输出回路?	45
9. 怎样选择开关量输出模块?	46
10. PLC 可以控制晶闸管吗?	47
11. 怎样连接源输出的变频器和源输入的 PLC?	48
12. 传感器输出的 DC 9V 开关量信号怎样与 PLC 的输入 端连接?	49
13. 为什么要在 PLC 的电感负载的两端并联干扰抑制电路?	49
14. PLC 动作频繁的輸出触点为什么容易损坏?	50
15. 用 PLC 驱动白炽灯时允许的最大电流为什么比电阻 负载的低?	50
16. 进入 STOP 模式后可以保持开关量输出的状态不变吗?	50
17. 怎样用开关量 I/O 模块控制七段显示器的显示?	51
18. 怎样获得 S7-200 的扩展模块的地址分配?	52
19. 什么是远程 I/O?	52
20. 什么是特殊 I/O 模块?	53

21. 怎样减少所需的 I/O 点数?	53
2.3 模拟量 I/O 模块	55
1. 什么情况下应选用电流输出的变送器?	55
2. 什么是两线式变送器?	56
3. 怎样选择 PLC 的模拟量输入模块?	56
4. 温度传感器模块有什么特点?	57
5. 需要用户程序来启动模拟量输入模块的 A/D 转换吗?	57
6. 什么是平均值滤波?	58
7. 为什么 12 位模拟量输入模块的最大输出值远远超过 4095? ...	58
8. 怎样校准 PLC 的模拟量输入模块?	59
9. 怎样将 A/D 转换后的数值转换为实际的物理量?	60
10. 怎样解决 S7-200 模拟量输入模块输出数据跳动的问题?	62
11. 4~20mA 电流信号可以同时供给两台设备用吗?	63
2.4 用户存储器	63
1. PLC 使用哪几种存储器? 各有什么特点?	63
2. 存储器的断电保持功能有什么作用?	64
3. 怎样防止因锂电池电压过低而丢失程序?	65
4. 怎样更换锂电池? 更换时用户程序会丢失吗?	66
5. 怎样解决 S7-200 因停电时间较长而丢失数据的问题?	66
6. 怎样判断数据是否写入 S7-200 的 EEPROM?	67

第 3 章 PLC 的编程语言与基本指令

3.1 PLC 的编程语言	68
1. 什么是 IEC 61131-3 国际标准?	68
2. PLC 有哪几种编程语言?	69
3. 哪些编程语言最常用?	69
4. S7-200 与 S7-300 的编程语言差别大吗?	70
3.2 PLC 中数字的表示方法	70
1. 什么是开关量? 什么是模拟量?	70
2. 怎样用 1 位二进制数来表示开关量?	71
3. 怎样用二进制数来表示数字量?	71
4. 什么是八进制数?	71

5. 什么是十六进制数?	71
6. 什么是字节、字和双字?	72
7. PLC 怎样表示有符号数?	73
8. 什么是定点数?	74
9. 什么是浮点数?	74
10. 什么是 BCD 码?	75
11. 什么是 ASCII 码?	75
12. FX 系列有哪些数据类型?	75
13. 欧姆龙的 PLC 怎样表示位?	76
3.3 PLC 的编程元件	76
1. 辅助继电器的断电保持功能有什么作用?	76
2. 什么是特殊存储器?	77
3. 一直为 ON 的特殊辅助继电器有什么作用?	77
4. 初始化脉冲有什么作用?	78
5. S7-200 的 SM0.1 和 SM0.3 有什么区别?	78
6. S7-300 怎样实现 S7-200 的 SM0.1 的功能?	79
7. 怎样发现和处理数学运算中的错误?	79
8. 时钟脉冲有什么作用?	79
3.4 基本逻辑指令	80
1. 置位指令和复位指令有什么功能?	80
2. 对同一元件同时置位和复位是否存在竞争问题?	80
3. 立即读写指令有什么作用?	81
4. 怎样用一只按钮控制设备的起停?	82
5. 并联触点在电路连接上有什么特点?	83
6. 指令对应的图形元件在梯形图中的位置有什么规则?	83
7. 怎样对梯形图进行优化设计?	83
3.5 堆栈的应用	84
1. 什么是堆栈?	84
2. 堆栈在处理电路块的串并联时有什么作用?	85
3. 用指令表对电路块的串、并联编程时应注意什么问题?	85
4. 在分支电路中怎样使用堆栈操作指令?	86
5. 堆栈为什么要采用先进后出的数据存取方式?	87
6. 用指令表对分支电路编程时应注意什么问题?	88

7. 用梯形图语言对分支电路编程是否需要使用堆栈指令?	89
8. 西门子的 S7-200 系列 PLC 的堆栈指令有什么特点?	89
9. 用户是否能监视堆栈中的数据?	90
10. 触点与线圈的串联电路与它上面单独的线圈并联时, 为什么不需要使用堆栈?	90

3.6 定时器计数器的应用

1. 定时器占用哪些存储单元?	90
2. 定时器有哪些类型?	92
3. 怎样实现时间继电器的瞬动触点的功能?	94
4. 定时器的精度与哪些因素有关?	94
5. 定时器和计数器的设定值可以是变量吗?	95
6. 使用定时器编程应注意什么问题?	95
7. 怎样实现长延时?	96
8. 怎样用小时定时器实现长延时?	96
9. 怎样实现对设备累计运行时间的计时?	97
10. 怎样用普通定时器实现脉冲定时器的功能?	97
11. 怎样控制报警用的指示灯的闪烁?	97
12. 怎样设计占空比可调的振荡电路?	98
13. 怎样实现有记忆和复位功能的报警电路?	99
14. 怎样实现长周期高精度循环操作的定时?	99
15. 怎样实现定时器的低成本外部设置?	100
16. 定时器与计数器有什么关系?	103

第4章 PLC的应用指令

4.1 程序控制指令

1. 跳转指令有什么作用?	104
2. PLC 怎样处理被跳过的指令?	105
3. 跳转指令与主控指令有什么区别?	106
4. 看门狗复位指令有什么作用?	107
5. 跳转指令往回跳时为什么看门狗可能动作?	107
6. 怎样处理循环程序引起的超时错误?	108
7. 什么是间接寻址?	108
8. 怎样编写 S7-200 的循环程序?	109

9. 变址寄存器有什么作用?	110
10. 怎样编写 FX 的循环程序?	110
11. 怎样用变址寄存器实现查表功能?	111
12. 怎样用间接寻址实现查表功能?	111
4.2 数学运算指令	112
1. S7-200 梯形图中的指令与语句表中的指令有什么区别?	112
2. 整数运算指令与浮点数运算指令各有什么特点?	113
3. 为什么两个不大的数相加也可能溢出?	113
4. 怎样通过整数运算显示小数?	114
5. 怎样将浮点数运算的结果转换为四舍五入的整数?	114
6. 怎样用七段显示器和小数格式显示浮点数?	114
7. 怎样将 16 位有符号整数扩展为 32 位有符号整数?	115
4.3 高速计数器与旋转编码器的应用	115
1. 增量式编码器是怎样工作的?	115
2. 增量式编码器有哪几种类型?	116
3. 绝对式编码器有什么特点?	116
4. 绝对式编码器有哪几种编码方式?	118
5. 怎样将格雷码转换为二进制数?	118
6. 什么情况需要使用高速计数器?	121
7. PLC 的高速计数器的计数频率为什么不太高?	121
8. 高速计数器有哪些工作模式?	121
9. 高速计数器的最高工作频率与哪些因素有关?	122
10. 高速计数器的硬件接线应注意什么问题?	122
11. 怎样使用高速计数器的中断功能?	123
12. 怎样用 S7-200 编程软件的指令向导简化 高速计数器的编程?	123
13. 怎样用增量式编码器测量转速?	124
14. 怎样用 0.1ms 高速计数器测量脉冲宽度?	124
15. 怎样用时间间隔定时器测量脉冲宽度?	125
4.4 实时钟指令	126
1. 使用 PLC 内置的实时钟应注意什么问题?	126
2. 怎样读写实时钟?	126
3. S7-200 的实时钟有什么特点?	127

4. 怎样用实时钟实现路灯的定时控制?	128
5. 怎样记忆 PLC 断电的时间?	129
6. 怎样读写 S7-300/400 的实时钟和按日期时间 进行控制?	129
4.5 其他指令	129
1. 怎样读取用 3 位拨码开关输入的参数设定值?	129
2. 怎样用 4 个开关提供的二进制数来设置定时器的 设定值?	130
3. 怎样使用编码指令?	131
4. 怎样使用译码指令?	131
5. 比较指令有哪些形式?	131
6. 逻辑运算指令有什么作用?	133
7. 移位指令有什么作用?	134
8. 循环移位指令有什么作用?	135
9. 移位寄存器有什么作用?	138

第 5 章 PLC 的编程方法

5.1 梯形图的经验设计法与继电器电路图转换法	140
1. 什么是经验设计法?	140
2. 异步电动机正反转控制为什么需要设置硬件互锁电路?	141
3. 怎样根据继电器电路图来设计梯形图?	142
4. 根据继电器电路图设计梯形图应注意什么问题?	144
5.2 顺序控制设计法与顺序功能图	145
1. 什么是顺序控制设计法?	145
2. 什么是顺序功能图?	146
3. 步在顺序控制中有什么作用?	147
4. 什么是动作?	148
5. 什么是有向连线?	150
6. 什么是转换与转换条件?	150
7. 顺序功能图中步的活动状态的转换有什么规则?	151
8. 顺序控制设计法有什么优点?	152
9. 在顺序控制程序中怎样实现紧急停机?	152
10. 绘制顺序功能图应注意什么问题?	153

11. 顺序功能图中的闭环与 PLC 的扫描循环和 循环指令有什么区别？	153
12. 顺序功能图初始步上面的转换有什么作用？	153
13. 什么是选择序列？	154
14. 什么是并行序列？	155
5.3 顺序控制程序的设计方法	155
1. 怎样实现顺序控制？	155
2. 怎样用起保停电路来设计顺序控制程序？	156
3. 怎样设计顺序控制程序中的输出电路？	158
4. 在顺序控制过程中突然停电，恢复供电后 怎样才能继续运行？	159
5. 怎样用起保停电路对复杂的顺序功能图编程？	159
6. 怎样用置位复位指令设计顺序控制程序？	163
7. 怎样用置位复位指令对并行序列编程？	165
8. 怎样用 STL 指令设计顺序控制程序？	168
9. 怎样用 STL 指令编写复杂的顺序控制程序？	170
10. 怎样用顺序控制继电器指令设计顺序控制程序？	173
11. 怎样用顺序控制继电器指令设计复杂的顺序控制程序？	175
12. 怎样调试顺序控制程序？	177
5.4 具有多种工作方式的顺序控制程序的设计	178
1. 为什么要设置手动工作方式？	178
2. 有自动和手动工作方式的系统一般采用 什么样的程序结构？	178
3. 控制系统可能有哪些工作方式？	178
4. 怎样设计具有多种工作方式的控制程序？	179
5. 设计公用程序应注意什么问题？	180
5.5 顺序功能图语言	180
1. 怎样用顺序功能图语言来编程？	180
2. S7 Graph 中的动作有什么特点？	182
3. 在 S7 Graph 中怎样使用条件？	183
4. S7 Graph 的顺序控制器有哪些运行模式？	184
5. 怎样用 S7 Graph 对有多种工作方式的系统编程？	184

第6章 PLC 的程序结构 187

6.1 子程序 187

1. 哪些情况需要使用子程序? 187
2. 每个扫描周期都会执行子程序吗? 187
3. 停止调用子程序后它控制的编程元件处于
怎样的状态? 188
4. 怎样实现子程序的无条件调用? 189
5. 怎样使用 FX 系列的子程序? 189
6. 什么是全局变量和局部变量? 189
7. 局部变量有哪些类型? 190
8. S7-200 的子程序有什么特点? 191
9. S7-200 怎样调用子程序? 191
10. 子程序的局部变量表中的临时变量的状态
为什么不能保持? 193
11. 怎样用指针在子程序和调用它的程序
之间传递数据? 194
12. 为什么 S7-200 的子程序和中断程序结束时
不需要无条件返回指令? 196

6.2 中断程序 196

1. 什么是中断? 196
2. 什么是中断的优先级? 197
3. PLC 怎样控制中断程序的执行? 197
4. 编写中断程序应注意什么问题? 199
5. 需要用往回跳的跳转指令形成的循环
来等待中断吗? 199

6.3 S7-300/400 的用户程序结构 200

1. S7-300/400 的用户程序结构有什么特点? 200
2. 什么是组织块? 200
3. S7-300/400 的中断处理有什么特点? 201
4. S7-300/400 怎样处理初始化操作? 201
5. 什么是功能? 201
6. 什么是功能块? 202

7. 什么是数据块?	202
8. 什么是系统功能块和系统功能?	203
9. 怎样调用逻辑块?	203
10. 数据块有哪些数据类型?	203
第7章 PLC的编程软件与仿真软件	205
7.1 PLC 编程软件概述	205
1. 为什么使用编程软件是 PLC 编程的发展趋势?	205
2. 编程软件有什么优点?	205
3. 怎样处理编程软件的时间限制?	206
4. 为什么需要用专用的电缆或模块来连接 PLC 和 编程用的计算机?	207
5. 没有 RS-232C 通信接口的笔记本电脑怎样连接 PLC?	207
6. 编程软件可以使用哪些编程语言?	207
7. 在 FX 系列的编程软件中怎样输入 MC、STL 指令?	207
8. 在 FX 系列的梯形图中怎样输入跳转标号?	208
9. 怎样在低版本编程软件中打开高版本编程 软件生成的程序?	208
10. 编译 S7-200 的程序时为什么会显示“无效网络或网络太 复杂无法编译”?	208
11. S7-200 编程软件中的项目由哪些部分组成?	208
12. 在编程软件中怎样获取帮助信息?	211
13. 为什么不能安装 STEP 7_V52_SPI?	211
14. 什么是编程软件的授权?	211
15. 在 STEP 7 中输入 Q 0.0 为什么显示出错?	212
16. 为什么 STEP 7 的逻辑块的局域变量不能用 汉字作符号名?	212
7.2 编程软件的监视与调试功能	212
1. 怎样用梯形图程序来监视用户程序的执行?	212
2. 怎样用语句表程序来监视用户程序的执行?	213
3. 怎样用状态表来监视与调试用户程序?	213
4. 强制与改写变量有什么区别?	215
5. 什么情况需要使用强制?	216

6. 怎样对变量强制和取消强制?	216
7. 怎样强制 FX 系列的位编程元件?	217
8. 怎样用单次扫描或多次扫描来调试程序?	218
9. 怎样用单步与断点功能来调试程序?	218
7.3 硬件组态与故障诊断	220
1. S7-200 编程软件的系统块有什么作用?	220
2. STEP 7 有哪些硬件组态功能?	220
3. 怎样使用 STEP 7 的故障诊断功能?	222
4. 怎样查看 S7-300 的编程错误?	223
5. 怎样用诊断视窗诊断故障?	224
7.4 PLC 的仿真软件	224
1. S7-300/400 的仿真软件 PLCSIM 有什么功能?	224
2. 什么是视图对象?	225
3. 怎样使用 S7-PLCSIM 仿真软件?	226
4. 怎样使用 S7-200 的仿真软件?	227
5. 怎样在 S7-200 的仿真软件中组态硬件?	228
6. 怎样将用户程序下载到 S7-200 的仿真 PLC?	229
7. 怎样用仿真软件模拟调试 S7-200 的程序?	229
8. 怎样用仿真软件监视 S7-200 的变量?	230
第 8 章 PLC 的通信与通信网络	231
8.1 通信与通信网络的一般性问题	231
1. 什么是并行通信与串行通信?	231
2. 串行通信为什么要设置起始位和停止位?	231
3. 什么是奇偶校验?	232
4. 什么是半双工和全双工通信?	232
5. RS-232C 接口有什么特点?	233
6. RS-422 接口有什么特点?	233
7. RS-485 与 RS-422 有什么关系?	234
8. RS-485 是否需要接信号地线?	235
9. 通信受到干扰可能有哪些原因, 应怎样解决?	235
10. 常见的通信口烧坏的原因有哪些?	236
11. 什么是 BCC 校验?	236