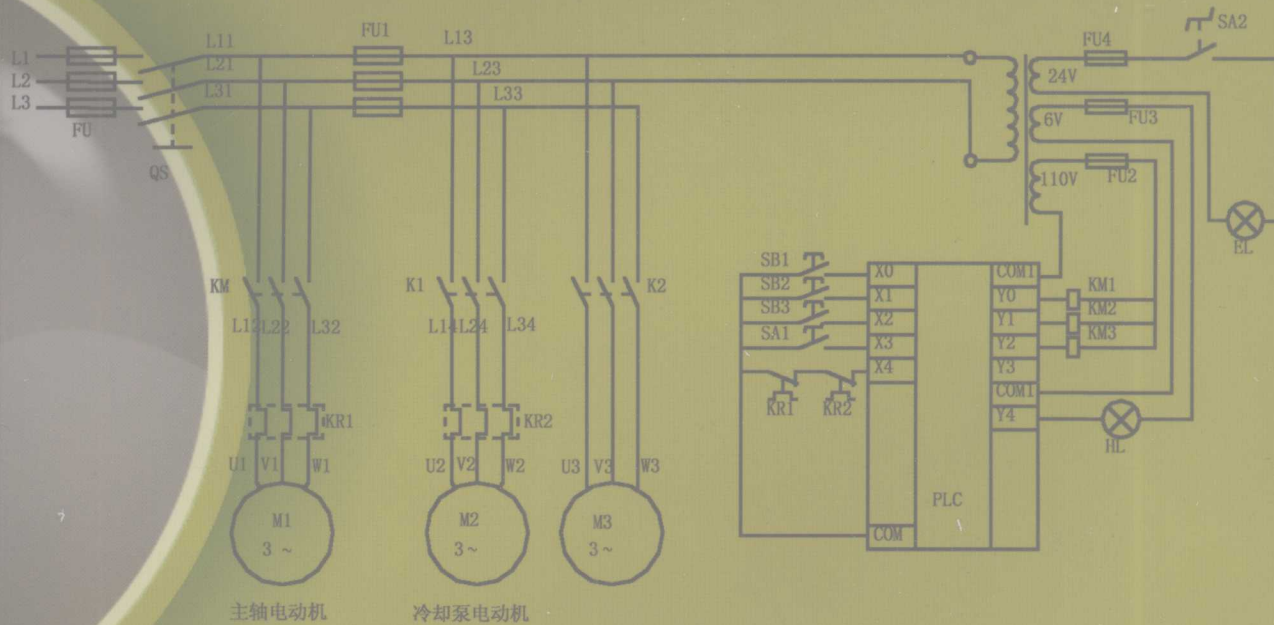


识图入门丛书

流行可编程序控制器 梯形图识图入门

贺哲荣 曾龙飞 主编



教你识图 伴你入门



识图入门丛书

流行可编程序控制器 梯形图识图入门

贺哲荣 曾龙飞 主编



机械工业出版社

本书作为一本推广和普及可编程序控制器 (PLC) 技术的入门读物, 较为详细地介绍了有关 PLC 梯形图识图的基础知识, 使读者在此基础上能够进一步掌握其编程方法和基本应用。主要内容包括: PLC 的组成及工作原理, PLC 的软件系统配置, 三菱 FX2 系列 PLC、西门子 S7—200 系列 PLC、日本松下公司 FPI 系列 PLC、OMRON C200H PLC 的梯形图识图及 PLC 实用程序的识图举例。

本书不仅适合具有一定电工电子基础的各行各业的工人、技术人员阅读, 也可供电气、电子、机械、自动化、自动控制、计算机等专业的大、中专院校的师生参考和使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

流行可编程序控制器梯形图识图入门/贺哲荣, 曾龙飞主编. —北京: 机械工业出版社, 2008. 5

(识图入门丛书)

ISBN 978-7-111-23949-9

I. 流… II. ①贺…②曾… III. 可编程序控制器—识图法
IV. TP332. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 054081 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王振国 责任编辑: 王 琪 版式设计: 冉晓华

责任校对: 李秋荣 封面设计: 鞠 杨 责任印制: 杨 曦

北京机工印刷厂印刷 (兴文装订厂装订)

2008 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16.75 印张 · 412 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-23949-9

定价: 29.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379083

封面无防伪标均为盗版

本书编委会名单

主 编 贺哲荣 (湖南有色金属工业技工学校)

曾龙飞 (华北电力大学)

副主编 闫军礼 岳佩珍 马 婷 刘秋琴 段振宇 陈 凯

参编人员 潘 凯 贺 娜 黄秋平 陈 域 苏 林 刘凯振

谢加跃 李再德 陈伟梅 骆 涛 杨 为 刘海光

姜东平 姜美辉 刘 胜 刘特帅 胡鹏飞

审 校 段国光

会委编计本

前 言

可编程序控制器 (PLC) 作为工业控制计算机, 已经广泛应用于各行各业。掌握 PLC 梯形图的识图技巧, 已成为各行各业的工人、技术人员迫切的希望和要求。因此, 为了普及 PLC 的应用, 并帮助广大工人、技术人员迅速掌握国内外流行的 PLC 梯形图的识图技巧, 本书选用目前国内流行的三菱 FX2 系列 PLC、西门子 S7—200 系列 PLC、日本松下 FP1 系列 PLC 和欧姆龙公司的 OMRON C200H 系列 PLC 为范例, 以通俗简练的语言详细介绍了各种 PLC 的基本指令、步进指令和功能指令的识图, 同时配有大量的识图实例。通过阅读此书, 可使读者掌握国内外各种流行 PLC 的梯形图的识图、编程及应用, 进而达到举一反三、触类旁通的效果。

本书在编写过程中得到了湖南有色金属工业技工学校领导的关心和支持。湖南省冷水江市广播电视局高级工程师段国光审阅了全书, 并对本书的内容提出了宝贵的意见和建议, 长沙理工大学能源与动力学校的贺娜同学完成了本书所有的计算机绘图工作。在此一并向他们表示衷心的感谢!

本书编委会

目 录

| | |
|---------------------------------|-----|
| 前言 | |
| 第 1 章 PLC 的组成及工作原理 | 1 |
| 1.1 PLC 的组成 | 1 |
| 1.1.1 微处理器 | 1 |
| 1.1.2 存储器 | 2 |
| 1.1.3 输入接口电路 | 2 |
| 1.1.4 输出接口电路 | 3 |
| 1.1.5 PLC 电源 | 3 |
| 1.1.6 编程器 | 4 |
| 1.2 PLC 的工作原理 | 4 |
| 1.2.1 输入采样阶段 | 4 |
| 1.2.2 程序执行阶段 | 5 |
| 1.2.3 输出刷新阶段 | 5 |
| 1.3 PLC 的编程语言 | 5 |
| 1.3.1 梯形图编程语言 | 5 |
| 1.3.2 指令语句表编程语言 | 7 |
| 1.3.3 顺序功能图编程语言 | 8 |
| 1.3.4 高级编程语言 | 8 |
| 1.4 PLC 的性能指标与分类 | 8 |
| 1.4.1 PLC 的硬件指标 | 8 |
| 1.4.2 PLC 的软件指标 | 9 |
| 1.4.3 PLC 的分类 | 15 |
| 第 2 章 PLC 的软件系统配置 | 17 |
| 2.1 输入继电器 | 17 |
| 2.2 输出继电器 | 17 |
| 2.3 辅助继电器 | 18 |
| 2.3.1 通用辅助继电器 | 19 |
| 2.3.2 断电保持辅助继电器 | 19 |
| 2.3.3 特殊辅助继电器 | 19 |
| 2.4 状态继电器 | 20 |
| 2.5 定时器 | 21 |
| 2.5.1 非积算定时器 | 21 |
| 2.5.2 积算定时器 | 21 |
| 2.6 计数器 | 22 |
| 第 3 章 三菱 FX2 系列 PLC 梯形图 | |
| 识图 | 25 |
| 3.1 三菱 FX2 系列 PLC 基本指令 | |
| 梯形图识图 | 25 |
| 3.1.1 连接及驱动指令 | 25 |
| 3.1.2 置位及复位指令 | 30 |
| 3.1.3 脉冲微分指令 | 30 |
| 3.1.4 多路输出指令 | 32 |
| 3.1.5 识图举例 | 36 |
| 3.2 三菱 FX2 系列 PLC 步进指令 | |
| 梯形图识图 | 48 |
| 3.2.1 概述 | 48 |
| 3.2.2 状态流程图 | 49 |
| 3.2.3 步进指令梯形图 | 51 |
| 3.2.4 多流程步进指令梯形图 | 52 |
| 3.2.5 识图举例 | 58 |
| 3.3 三菱 FX2 系列 PLC 功能指令 | |
| 梯形图识图 | 64 |
| 3.3.1 概述 | 64 |
| 3.3.2 程序流控制功能指令 | 66 |
| 3.3.3 传送和比较功能指令 | 68 |
| 3.3.4 运算功能指令 | 72 |
| 3.3.5 其他功能指令 | 75 |
| 3.3.6 识图举例 | 85 |
| 3.4 三菱 FX2 系列 PLC 梯形图综合 | |
| 识图 | 89 |
| 第 4 章 西门子 S7—200 系列 PLC 梯形图 | |
| 识图 | 95 |
| 4.1 概述 | 95 |
| 4.2 西门子 S7—200 系列 PLC 基本指令梯形图识图 | 101 |
| 4.2.1 基本逻辑指令 | 101 |
| 4.2.2 立即 I/O 指令 | 103 |
| 4.2.3 电路块串联、并联指令 | 104 |
| 4.2.4 多路输出指令 | 104 |
| 4.2.5 定时器和计数器指令 | 105 |
| 4.2.6 正、负跳变触点指令 | 110 |
| 4.2.7 顺序控制继电器指令 | 110 |

4.2.8 移位寄存器指令 113

4.2.9 比较触点指令 114

4.2.10 识图举例 115

4.3 西门子 S7—200 系列 PLC 功能指令梯形图识图 118

4.3.1 程序控制指令 118

4.3.2 传送指令 121

4.3.3 数学运算指令 123

4.3.4 逻辑运算指令 127

4.3.5 移位和循环移位指令 129

4.3.6 数据转换指令 131

4.3.7 识图举例 135

4.4 西门子 S7—200 系列 PLC 梯形图综合识图 136

第 5 章 日本松下公司 FP1 系列 PLC 梯形图识图 143

5.1 概述 143

5.1.1 FP1 系列 PLC 简述 143

5.1.2 FP1 系列 PLC 软元件配置 144

5.2 FP1 系列 PLC 基本指令梯形图识图 147

5.2.1 基本顺控指令 147

5.2.2 基本功能指令 153

5.2.3 基本控制指令 157

5.2.4 比较指令 160

5.3 FP1 系列 PLC 高级指令梯形图识图 167

5.3.1 数据传输指令 168

5.3.2 二进制算术运算指令 168

5.3.3 数据比较指令 170

5.3.4 数据移位指令 170

5.3.5 位操作指令 171

5.3.6 识图举例 172

5.4 FP1 系列 PLC 梯形图综合识图 175

图 175

第 6 章 OMRON C200H PLC 梯形图识图 193

6.1 概述 193

6.2 OMRON C200H PLC 基本指令梯形图识图 194

6.2.1 连接及驱动指令 194

6.2.2 自锁继电器指令 197

6.2.3 微分指令 198

6.2.4 定时器指令 199

6.2.5 计数器指令 200

6.2.6 分支和分支结束指令 201

6.2.7 置位和复位指令 202

6.2.8 跳转和跳转结束指令 203

6.2.9 数据移位指令 203

6.3 OMRON C200H PLC 功能指令梯形图识图 206

6.3.1 数据传送指令 207

6.3.2 数据比较指令 210

6.3.3 BCD 码运算指令 211

6.3.4 二进制运算指令 215

6.3.5 识图举例 217

6.4 OMRON C200H PLC 梯形图综合识图举例 220

第 7 章 PLC 实用程序识图举例 225

7.1 液体搅拌机控制程序 225

7.2 花样喷泉控制程序 228

7.3 知识竞赛抢答器控制程序 231

7.4 数字电子钟控制程序 237

7.5 倒计时控制器控制程序 247

7.6 数控机床自动换刀控制程序 256

参考文献 260

第 1 章 PLC 的组成及工作原理

可编程序控制器（Programmable Logic Controuer, PLC）的种类繁多，结构也多种多样。但不管它如何变化，其实质是一种以微处理器为核心的工业控制计算机。

1.1 PLC 的组成

可编程序控制器都是由微处理器（又称为中央处理器）、存储器、输入/输出单元、电源、编程器及其他外围设备组成。其结构框图如图 1-1 所示。

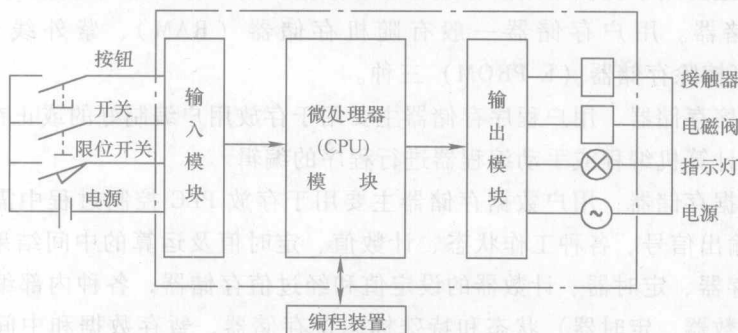


图 1-1 PLC 结构框图

1.1.1 微处理器

PLC 一般采用单片机作为微处理器（CPU）。单片机一般由控制电路、运算器和寄存器组成，它的功能与普通的计算机基本相同。不同厂家生产的 PLC 所用的单片机有所不同。单片机类型除了可以按生产厂家分类外，更多的还是按位数来进行分类。目前 PLC 采用的大多以 16 位机为主，但随着现代技术的不断进步，PLC 采用的单片机已经向 32 位和 64 位发展。

CPU 在 PLC 中的主要作用和任务分为两个部分：一是对系统进行管理；二是读取用户程序、解释程序、执行输入输出操作等。具体任务如下：

- 1) CPU 按系统程序赋予的功能，接受从编程器输入的用户应用程序和数据；
- 2) 诊断 PLC 中电源、内部电路的完整性及应用程序中语法的合理性；
- 3) 采用扫描方式收集输入端的输入状态和数据，存入输入映像寄存器或数据寄存器中；
- 4) 按用户程序存储器中存放的先后顺序逐条读取用户指令，并进行编译，完成用户指令规定的各种运算和操作，然后存储相应的结果，更新有关标志位的状态和输出映像寄存器的内容；
- 5) 将数据寄存器的数据处理结果和映像寄存器的内容送至输出端；
- 6) 按优先级响应外部设备的中断请求，中断处理后再返回到原地址，继续执行原来的

程序。

1.1.2 存储器

PLC 的存储器可分为两种，即系统存储器和用户存储器。其存储容量一般在 8KB 以下。系统存储器存放系统管理程序；用户存储器存放用户编制的控制程序。

1. 系统存储器

系统存储器主要用于存放制造厂家为用户提供的监控程序、模块化应用功能子程序、命令解释程序、故障诊断程序和其他各种系统管理程序。

系统程序需要永久保持在 PLC 的系统存储器中，所以制造厂家将系统程序固化在只读存储器（ROM）中，随同 PLC 一起提供给用户，而用户不能通过编制程序改变其中的内容。

2. 用户存储器

用户存储器主要用于提供给用户存放程序和数据。用户存储器又可分为用户程序存储器和用户数据存储器。用户存储器一般有随机存储器（RAM）、紫外线可擦除存储器（EPROM）、电可擦除存储器（E²PROM）三种。

(1) 用户程序存储器 用户程序存储器主要用于存放用户编制好的或正在调试的控制程序。用户可通过计算机编程或手动编程器进行程序的编辑。

(2) 用户数据存储器 用户数据存储器主要用于存放 PLC 控制过程中需要不断改变的信息，如输入/输出信号、各种工作状态、计数值、定时值及运算的中间结果等。它包括输入/输出状态寄存器、定时器、计数器的设定值和经过值存储器，各种内部编程元件（内部辅助继电器、计数器、定时器）状态和特殊标志位存储器、暂存数据和中间运算结果的存储器等。

1.1.3 输入接口电路

PLC 的输入电路大致有直流输入（12~24V）、交流输入（100~120V）和交直流输入（12~24V）三种类型。在 PLC 的输入端，所有的输入信号都是经过光耦合和 RC 滤波电路滤波后才送入 PLC 内部放大的。这是因为采取光耦合和 RC 滤波后，不仅可有效地消除输入触点的抖动及各种环节中杂散电磁波等所造成的干扰，而且光耦合的输入输出具有很高的绝缘电阻，可承受 1500V 以上的高电压而不被击穿。

图 1-2 为输入接口电路采用光耦合的电路原理图。在图 1-2 的电路中，当开关 S 闭合时，光耦合器中的发光二极管 VL 通过电流发光，光敏晶体管导通，从而使 A 点为高电平；A 点

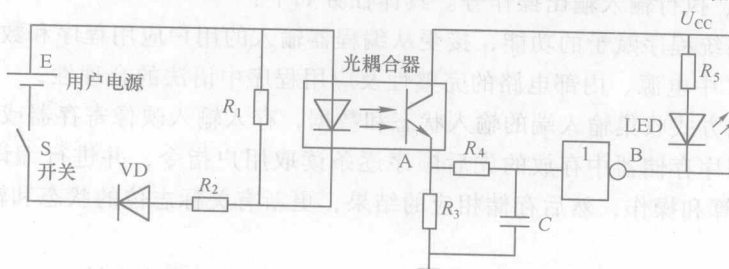


图 1-2 输入接口光耦合电路

的高电平经过反相器 DN 反相后 B 点为低电平, 这时 VL 中有电流流过而发光, 此时表明相应的输入接点处于接通状态。

1.1.4 输出接口电路

PLC 的输出接口电路目前具有三种输出形式, 即继电器输出型、晶闸管输出型和晶体管输出型。图 1-3 为 PLC 的三种输出接口电路的原理图。

(1) 继电器输出型 继电器输出型输出接口电路是 PLC 中最常用的一种。当 CPU 有输出时, 接通或断开输出电路中继电器的线圈, 继电器的常开触点闭合、常闭触点断开, 通过该触点控制外部的通断。继电器输出型是利用了继电器的触点及线圈将 PLC 的内部电路与外部负载电路进行了电气上的隔离。

继电器输出型的特点是能输出较大的负载电流 (一般为 2A 左右), 且外部电源交、直流电源均可使用, 但响应时间最慢, 一般为 10ms 左右。

(2) 晶闸管输出型 从图中可以看出, 晶闸管输出型采用了光触发型双向晶闸管, 所以它是利用光敏晶闸管将 PLC 的内部电路与外部的负载电路进行电气隔离。

晶闸管输出型的特点是外部电源只能使用交流电压, 对负载输出的电流比晶体管输出型的要大, 但响应时间较晶体管输出型的较慢, 一般为 1ms 左右。

(3) 晶体管输出型 从图中可以看出, 晶体管输出型采用了光耦合器, 所以它是采用光敏晶体管将 PLC 的内部电路与外部的负载电路进行电气隔离。

晶体管输出型的特点是外部电源只能使用直流电压, 对负载输出的电流小, 但响应时间快, 一般为 0.2ms 以下。

1.1.5 PLC 电源

PLC 一般采用开关电源, 性能稳定可靠。PLC 的电源分为两部分, 一部分作为内部工作电源, 另一部分作为向外部提供给现场开关、按钮及其他传感器工作之用的电源。

总的来说, PLC 的电源要求稳压性能好, 抗干扰能力强, 能有效控制、消除电网电源带来的各种噪声; 不会因电源发生故障而导致 PLC 的其他部分发生故障; 能在较宽的电压波动范围内保持输出电压的稳定; 电源本身的功耗应尽可能的低, 以降低整机的温升; 内部电源及向外提供的电源应与外部电源间完全隔离; 不仅应能够提供多路独立的电压供内部电路

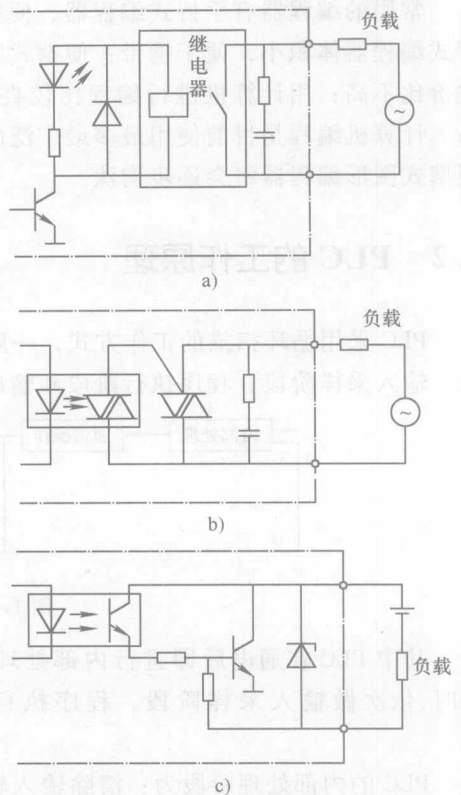


图 1-3 PLC 输出接口电路原理图

a) 继电器输出 b) 晶闸管输出 c) 晶体管输出

使用,而且还应为输入输出设备或输入端的传感器提供标准的电源。

1.1.6 编程器

编程器是 PLC 最重要的外围设备,用户程序是通过编程器送入 PLC 存储器中的。利用编程器还可以检查程序、修改程序及监视 PLC 的工作状态。

常用的编程器有手持式编程器、便携式图形编程器,还可利用计算机进行编程。其中手持式编程器体积小,便于携带;便携式图形编程器显示屏幕大,一行可显示多行梯形图,但性价比不高;用计算机进行编程比较直观,并可将来梯形图及指令表互相转换,修改程序容易。计算机编程是目前使用最多最广泛的一种。随着便携式计算机的普及,手持式编程器和便携式图形编程器将会逐步淘汰。

1.2 PLC 的工作原理

PLC 采用循环扫描的工作方式,一般情况下分为 5 个阶段:内部处理阶段、通信操作阶段、输入采样阶段、程序执行阶段和输出刷新阶段,如图 1-4 所示。

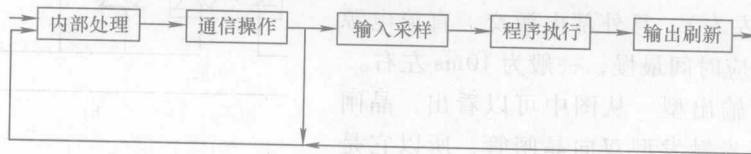


图 1-4 PLC 的工作方式

其中 PLC 在通电后即进行内部处理和通信操作 2 个阶段的工作,当 PLC 处于运行状态时,依次做输入采样阶段、程序执行阶段、输出刷新阶段的循环扫描 3 个阶段的工作。

PLC 的内部处理阶段为:清除输入输出状态寄存器中的内容,PLC 检查 CPU 模块的硬件是否正常,输入/输出设备状态是否正常。

PLC 的通信操作阶段为:完成各种外接设备的通信连接,例如编程器、打印机、扩展单元的连接等;检查是否有中断请求并作相应的处理。

PLC 的输入采样阶段、程序执行阶段和输出刷新阶段则是 PLC 在运行中的三个重要阶段。

PLC 从输入采样阶段开始至输出刷新阶段结束的过程称为 PLC 的扫描周期。PLC 扫描周期的长短取决于扫描速度和控制程序的长短。一般情况下,小型 PLC 的扫描周期仅为十几毫秒到几十毫秒。

1.2.1 输入采样阶段

输入采样阶段又称输入处理阶段。在这个阶段中,CPU 扫描全部输入端口,PLC 按顺序读入所有输入端子的通断状态,并将读入的信息写入输入映像寄存器中。此时输入映像寄存器被刷新,即当前输入寄存器中的内容为 PLC 读入的输入端子状态的内容,并为程序的执行阶段做好了准备。

当进入程序执行阶段后,输入映像寄存器的内容被锁存,即使是输入端子的状态发生了变化,但由于是循环扫描工作,所以输入端子变化后的状态信息也不能立即进入输入映像寄存器中,而是要等到 PLC 下一个扫描周期输入采样阶段的到来,如图 1-5 所示。



图 1-5 输入采样阶段示意图

1.2.2 程序执行阶段

进入程序执行阶段后,CPU 根据用户程序存储器所存储的指令,从第 1 条指令开始,按从左至右,先上后下的顺序逐条扫描并执行程序。如用户程序涉及输入输出状态时,PLC 从输入映像寄存器中读出上一阶段采入的对应输入端子的状态,从输出映像寄存器读出输出端子的当前状态,并进行逻辑运算,将运算结果存入对应的内部辅助寄存器的输出映像寄存器中。对于每一个器件来说,其映像寄存器中所寄存的内容,都会随着程序的执行过程在不断地变化。

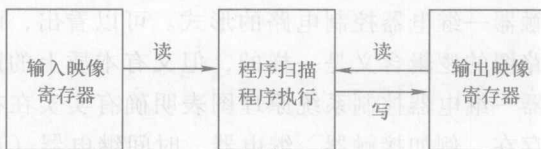


图 1-6 程序执行阶段示意图

程序执行阶段示意图如图 1-6 所示。当最后一条程序控制指令完毕后,即转入输出刷新阶段。

1.2.3 输出刷新阶段

当所有指令执行完毕后,CPU 将输出映像寄存器中所存放的内容在输出刷新阶段转移至输出锁存器中,通过隔离电路,驱动功率放大电路,使输出端子向外输出所需的控制信息,驱动外部负载。输出刷新阶段示意图如图 1-7 所示。

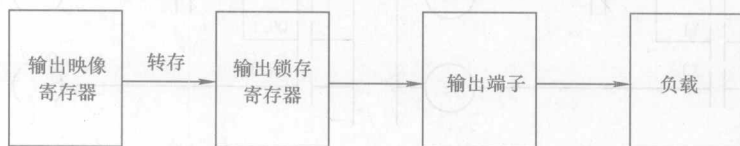


图 1-7 输出刷新阶段示意图

1.3 PLC 的编程语言

不同厂家、不同型号的 PLC 有不同的编程语言,其中所采用的符号也不同。目前 PLC 常用的编程语言有四种,即梯形图编程语言、指令语句表编程语言、功能图编程语言、高级编程语言。

1.3.1 梯形图编程语言

梯形图编程语言俗称梯形图;其编程语言形象直观,是在接触器—继电器控制原理的基

础上演变而来的一种图形语言，与电气控制系统中的接触器—继电器控制电路图类似，逻辑关系比较明显，为广大电气人员所熟悉。梯形图是中、小型 PLC 的主要编程语言，也是目前用得最多的一种编程语言。

图 1-8 为一接触器—继电器电气控制系统原理图，如用梯形图表示此系统，不同厂家和不同型号的 PLC 的梯形图有所不同。图 1-9 为几种 PLC 将图 1-8 转化为梯形图的表示法。其中图 1-9a 为日本三菱公司 FX2N 系列 PLC 梯形图的表示法；图 1-9b 为德国西门子公司 S7—200 系列 PLC 梯形图的表示法；图 1-9c 为日本松下公司 FP1 系列 PLC 梯形图的表示法；图 1-9d 为日本 OMRON C200H PLC 梯形图的表示法。

比较图 1-8 和图 1-9 可见，梯形图实际上是沿袭了接触器—继电器控制电路的形式。可以看出，两种控制电路图的逻辑含义是一样的，但又有本质上的区别。接触器—继电器控制系统原理图表明有实实在在的元器件存在，例如接触器、继电器、时间继电器（或叫定时器）等。而梯形图中表示的继电器、定时器、计数器则不是实实在在的器件，而是 PLC 中的存储位，也称为软元件。

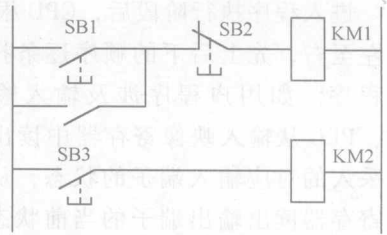


图 1-8 接触器—继电器控制系统原理图

用梯形图编程时应遵循以下规则：

- 1) 梯形图最左边的和最右边的竖线为母线。在接触器—继电器控制电路图中，左边的母线表示相线（俗称火线），右边的表示零线。而在梯形图中，左右母线所表示的意义与接触器—继电器控制线路图中的意义基本相同，即梯形图中的逻辑行起于左母线，经过各种触点、继电器线圈的各种连接，最后止于右母线。
- 2) 左右母线中，有的 PLC 在绘制梯形图时，也可将右母线省去不画。例如图 1-9b 中西门子公司的 S7—200 系列 PLC 就是这种情况。

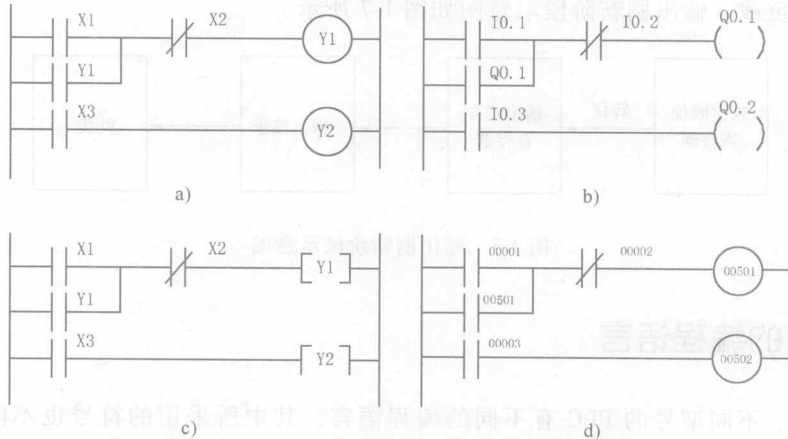


图 1-9 不同型号 PLC 梯形图表示法

- a) FX2N 系列 PLC 梯形图表示法 b) S7—200 系列 PLC 梯形图表示法
c) FP1 系列 PLC 梯形图表示法 d) C200H 系列 PLC 梯形图表示法

- 3) 梯形图在编程时，应按从左至右、从上至下的顺序进行。
- 4) 一般情况下，某一编号的继电器线圈在梯形图中只能出现一次，而同一编号继电器

的常开触点、常闭触点可以不受限制地被无限次使用。

5) 输入继电器不能由各种内部触点驱动,也不能由输出指令驱动,而只受外部输入信号的控制。

6) 梯形图前一级程序的运算结果可立即被下一级程序所利用。

1.3.2 指令语句表编程语言

指令语句表编程语言与计算机的汇编语言有些相似,它采用类似助记符的编程方式,即用一系列的操作指令组成的语句表将控制流程描述出来,并通过编程器送到 PLC 中。不同厂家的 PLC 指令语句表使用的助记符并不相同(见表 1-1~表 1-4)。

表 1-1 日本三菱公司 FX2N 系列 PLC 基本指令及助记符

| 指令名称 | 操作码(助记符) | 说 明 |
|------|----------|--------------------|
| 取 | LD | 表示一个与输入母线相连的常开触点指令 |
| 取反 | LDI | 表示一个与输入母线相连的常闭触点指令 |
| 与 | AND | 表示单个常开触点与前面触点串联 |
| 与非 | ANI | 表示单个常闭触点与前面触点串联 |
| 或 | OR | 表示单个常开触点并联 |
| 或非 | ORI | 表示单个常闭触点并联 |
| 驱动 | OUT | 输出驱动指令 |
| 结束 | END | 程序结束 |

表 1-2 德国西门子公司 S7—200 系列 PLC 基本指令及助记符

| 指令名称 | 操作码(助记符) | 说 明 |
|------|----------|--------------------|
| 装载 | LD | 表示一个与输入母线相连的常开触点指令 |
| 装载非 | LDN | 表示一个与输入母线相连的常闭触点指令 |
| 与 | A | 表示单个常开触点与前面触点串联 |
| 与非 | AN | 表示单个常闭触点与前面触点串联 |
| 或 | O | 表示单个常开触点并联 |
| 或非 | ON | 表示单个常闭触点并联 |
| 驱动 | = | 输出驱动指令 |

表 1-3 日本松下公司 FP1 系列 PLC 基本指令及助记符

| 指令名称 | 操作码(助记符) | 说 明 |
|------|----------|--------------------------|
| 初始加载 | ST | 表示输入一个逻辑变量,每个逻辑行起始必须用该指令 |
| 与 | AN | 逻辑“与”,表示输入变量串联 |
| 或 | OR | 逻辑“或”,表示输入变量并联 |
| 非 | NOT | 逻辑“非”,表示输入变量求反 |
| 输出 | OT | 表示输出一个变量 |
| 结束 | ED | 表示结束 |

表 1-4 日本 OMRON 公司 C200H PLC 基本指令及助记符

| 指令名称 | 操作码 (助记符) | 说 明 |
|------|-----------|--------------------|
| 取 | LD | 从母线开始的常开指令 |
| 取反 | LD NOT | 从母线开始的常闭指令 |
| 与 | AND | 常开触点串联 |
| 与非 | AND NOT | 常闭触点串联 |
| 或 | OR | 常开触点并联 |
| 或非 | OR NOT | 常闭触点并联 |
| 块串联 | AND LD | 两个程序块串联, 串联块的数目无限制 |
| 块并联 | OR LD | 两个程序块并联, 并联的数目无限制 |
| 输出 | OUT | 输出逻辑运算指令 |
| 结束 | END | 程序结束 |

1.3.3 顺序功能图编程语言

顺序功能图编程语言简称顺序功能图, 主要用于编制复杂的顺序控制程序。它可按照生产工艺所要求的动作规律, 将一个复杂的生产过程分解成若干个步骤, 每一步对应于生产过程中的一个控制任务, 在各个输入信号的控制下, 根据内部的时间顺序和状态, 使所控制的对象或执行机构自动地、有秩序地按步进行动作。

用顺序功能图对复杂的控制程序进行编程, 可以简化编程过程, 编程思路清晰, 可大大提高工作效率, 并给调试和修改程序带来很大的方便。

1.3.4 高级编程语言

高级语言一般用于大型的 PLC 上, 所使用的语言有的与计算机兼容, 例如 BASIC 语言、C 语言、PASCAL 语言、汇编语言等高级语言, 有的 PLC 还有自己的专门语言。系统软件具有这种专用语言的自动编译程序。采用高级语言编程后, 用户可以像使用普通计算机一样操作 PLC, 使 PLC 的功能大大增强。但从另一方面来说, PLC 功能越强, 语言就越高级, 对于普通技术工人来说就越难掌握, 这又是不利的一面。

1.4 PLC 的性能指标与分类

1.4.1 PLC 的硬件指标

PLC 的硬件指标是指 PLC 对外部条件的要求和自身的一些物理指标, 例如电源、耐压、耐振动、尺寸、重量、温度、湿度等。

表 1-5、表 1-6 分别列出了日本三菱公司 FX2N 系列 PLC 和日本松下公司 FPI 系列 PLC 的硬件指标。

表 1-5 FX2N 系列 PLC 的硬件指标

| | |
|-------|---|
| 环境温度 | 0 ~ 55℃ |
| 环境湿度 | 35% ~ 89% RH (不结露) |
| 抗振 | JIS C0911 标准 10 ~ 55Hz 0.5mm (最大 2G) 3 轴方向各 2h |
| 抗冲击 | JIS C0912 标准 10G 3 轴方向各 3 次 |
| 抗噪声干扰 | 用噪声仿真器产生电压为 1000V (峰峰值) 噪声脉冲宽度为 1μs, 周期为 30 ~ 100Hz 的噪声, 在此噪声下 PLC 正常工作 |
| 耐压 | AC 1500V 1 min 不击穿 (各端子与接地之间) |
| 绝缘电阻 | 5MΩ 以上 (各端子与接地之间) |
| 接地 | 第 3 种接地, 不能接地时, 亦可悬空 |
| 使用环境 | 禁止腐蚀性气体, 严禁尘埃 |

表 1-6 FPI 系列 PLC 的硬件指标

| | | |
|----------|--|---------------|
| 额定工作电压/V | AC 型: AC100 ~ 240 | DC 型: DC24 |
| 允许工作电压/V | AC 型: AC85 ~ 264 | DC20.4 ~ 26.4 |
| 电流消耗 | 100V 时: C16 系列 ≤ 0.3A, C24 系列 ≤ 0.5A, C40 系列 ≤ 0.5A 200V 时: C16 系列 ≤ 0.2A, C24 系列 ≤ 0.3A, C40 系列 ≤ 0.4A | |
| 环境温度/℃ | 0 ~ 55 | |
| 存储温度/℃ | -20 ~ 70 | |
| 环境湿度 (%) | 30 ~ 85 | |
| 存储湿度 (%) | 30 ~ 85 | |
| 断路电压 | AC 1500V (方均根值) 1min AC 端与地之间 DC 500V (方均根值) 1min DC 端与地之间 | |
| 绝缘电阻 | MIN 100MΩ AC 端与地之间 (用 500V DC 绝缘电阻表) | |
| 振动阻抗 | 10 ~ 55Hz, 1w/1min; 0.75mm 双幅 (在 3 轴线 10min) | |
| 冲击阻抗 | MIN 89m/s ² (在 3 轴线各 4 次) | |
| 噪声阻抗 | 1000V (峰峰值) 在脉冲 0.1μs 或 1μs 下 (噪声模拟器) | |

1.4.2 PLC 的软件指标

PLC 的软件指标可反映其运算规模和控制功能。它是指 PLC 的运行方式、运行速度、存储器容量、元器件种类和数量、指令类型等。PLC 的软件指标目前尚未有统一的技术标准, 不同厂家、不同型号的 PLC 其软件指标也不尽相同 (见表 1-7 ~ 表 1-10)。

表 1-7 日本三菱公司 FX2N 系列 PLC 的软件指标

| 项 目 | 性能指标 | 注 释 |
|----------|-------------------------|--------------------------|
| 操作控制方式 | 反复扫描程序 | 由逻辑控制器 LSI 执行 |
| L/O 刷新方式 | 批处理方式 (在 END 指令执行时成批刷新) | 有直接 L/O 指令及输入滤波器时间常数调整指令 |
| 操作处理时间 | 基本指令: 0.74μs/步 | 功能指令: 几十 ~ 几百 μs/步 |
| 编程语言 | 梯形图、步进顺控指令 | 可用 SFT 方式编程 |

(续)

| 项 目 | | 性能指标 | | 注 释 | |
|------------|------------|---|--------------------|--------------------|------------------------|
| 程序容量/存储器类型 | | 2K 步 RAM (标准配置) | | | |
| | | 4K 步 E ² PROM 卡盒 (选配) | | | |
| | | 8K 步 RAM, E ² PROM EPROM 卡盒 (选配) | | | |
| 指令数 | | 基本指令 20 条, 步进顺控指令 2 条, 功能指令 85 条 | | | |
| 输入继电器 | DC 输入 | DC 24V, 7mA, 光电隔离 | | X0 ~ X177 (八进制) | |
| | 继电器 | AC 250V, DC 30V 2A (阻性) | | Y0 ~ Y177 (八进制) | |
| 输出继电器 | 晶闸管 | AC 240V, 0.3A/点, 0.8A/4 点 | | | |
| | 晶体管 | DC 30V, 0.5A/点, 0.8A/4 点 | | | |
| 辅助继电器 | 通用型 | — | | M0 ~ M499 | |
| | 锁存型 | 电池后备 | | M500 ~ M1023 | |
| | 特殊型 | — | | M8000 ~ M8255 | |
| 状态继电器 | 初始化 | 用于初始状态 | | S0 ~ S9 | |
| | 通用 | — | | S10 ~ S499 | |
| | 锁存 | 电池后备 | | S50 ~ S899 | |
| | 报警 | 电池后备 | | S900 ~ S999 | |
| 定时器 | 100ms | 0.1 ~ 3276.7s | | T0 ~ T199 | |
| | 10ms | 0.01 ~ 327.67s | | T200 ~ T245 | |
| | 1ms (积算) | 0.001 ~ 32.767s | | T246 ~ T249 | |
| | 100ms (积算) | 0.1 ~ 3276.7s | | T250 ~ T255 | |
| 计数器 | 加计数器 | 16bit, 1 ~ 32767 | | 通用型 | C0 ~ C9 |
| | | | | 电池后备 | C100 ~ C199 |
| | 加/减计数器 | 32bit, -2147483648 ~ 2147483647 | | 通用型 | C200 ~ C219 |
| | | | | 电池后备 | C220 ~ C234 |
| 高速计数器 | — | | C235 ~ C255 (单相计数) | | |
| 寄存器 | 通用数据寄存器 | 16bit | 一次处理 32bit | 通用型 | D0 ~ D199 |
| | | 16bit | | 电池后备 | D200 ~ D511 |
| | 特殊寄存器 | 16bit | | D8000 ~ D8255 | |
| | 变址寄存器 | 16bit | | V, Z | |
| | 文件寄存器 | 16bit (存于程序中) | | 电池后备 | D1000 ~ D29999 (由参数设置) |
| 指针 | 跳转/调用 | — | | P0 ~ P63 | |
| | 中断 | X0 ~ X5 作中断输入, 计时器中断 | | I0□□ ~ I8□□ (9 点) | |
| 嵌套标志 | | 主控线路用 | | N0 ~ N7 | |
| 常数 | 十进制 (K) | 16bit: -32768 ~ 32767 32bit: -22147483648 ~ 2147483647 | | | |
| | 十六进制 (H) | 16bit: 0H ~ FFFFH 32bit: 0H ~ FFFFFFFFH | | | |