

电子电工

经典畅销

图书专辑

图解PLC控制系统 梯形图和语句表

基础知识完美展现

实用技能轻松掌握

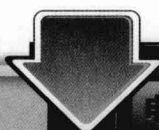
郑凤翼 主编

重塑精品，
再造经典！

尽显大师风范



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



电子电工

经典畅销

图书专辑

图解PLC控制系统 梯形图和语句表

郑凤翼 主编

重塑精品，
再造经典！

尽显大师风范

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

图解PLC控制系统梯形图和语句表 / 郑凤翼主编. —
北京: 人民邮电出版社, 2010. 6
(电子电工经典畅销图书专辑)
ISBN 978-7-115-22817-8

I. ①图… II. ①郑… III. ①可编程序控制器—控制
系统—系统设计—图解 IV. ①TM571.6-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第067986号

内 容 提 要

本书用添加注解说明方法介绍如何识读 PLC 控制系统梯形图和语句表, 帮助有一定电工和电子控制技术基础的 PLC 控制系统初学者快速地掌握这门技术。

本书编写方法新颖、内容易懂, 适合自学 PLC 的工程人员阅读, 也可作为大中专院校和职业技术培训学校相关专业的学生参考。

电子电工经典畅销图书专辑

图解 PLC 控制系统梯形图和语句表

-
- ◆ 主 编 郑凤翼
责任编辑 张 鹏
 - ◆ 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>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15.25
字数: 360 千字 2010 年 6 月第 1 版
印数: 1-4 000 册 2010 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-22817-8

定价: 34.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

丛书前言

现代社会，科学技术高速发展，电子技术、电工技术得到了越来越广泛的应用，社会对电子技术、电工技术人才的需求也日益迫切。电子技术和电工技术同属于电类技术，而且是知识性、实践性和专业性都很强的实用技术，学习起来有一定的难度，初学者普遍感到入门难。如何轻轻松松上手，如何学以致用，成为广大初学者最为关注的问题。

人民邮电出版社一直致力于为广大电类技术初学者提供实用的入门读物，出版了大量高品质的图书，其中《无线电爱好者丛书》包括数十个品种，累计发行上千万册；《电工实用线路300例》重印了数十次，累计发行43万册。这些图书以准确的定位、实用的内容和通俗易懂的表述方式受到了广大读者的青睐，成为同类书中的经典畅销书，影响了一代又一代的电类技术爱好者。

近年来，电类技术基础读物出版量暴增，大量图书充斥市场，使得读者选购起来感到很困惑。为了满足广大初学者“读一本好书、学一门技术”的需求，人民邮电出版社下大力气，组织了一批知名作者，精心策划并出版了这套《电子电工经典畅销图书专辑》。

本专辑图书的策划思想是“重塑精品，再造经典”。我们精选了久经市场考验，深受读者欢迎的作品，根据最新技术的发展，对其进行内容整合、优化完善，既保留这些经典作品的精华，又与时俱进，融入最新的技术，提高图书的科学性和实用性。同时创新图书的表现形式，力争降低读者的阅读难度，轻松引领初学者迈入电类技术的殿堂。希望这批读者“看得懂、学得会”的“精品”读物，再次成为受读者欢迎的经典流传之作。

本专辑图书涉及了电子技术和电工技术基础领域的方方面面，所讲授的内容都是初学者必须掌握的基础知识和基本技能。这些图书具有以下共同的特点。

📖 起点低，适合初学者选用

本专辑图书在内容的编排上遵循初学者的认知规律，由浅入深、循序渐进地讲解知识点，入门级读者也能轻松看懂。

📖 内容实用，可操作性强

本专辑图书注重内容的实用性，强调动手实践能力的培养，读者在阅读后即可学以致用，解决生活中、工作中遇到的实际问题。

📖 图文并茂，通俗易懂

本专辑图书大量采用“图解”的表述风格，以降低初学者的阅读难度，使其真正能够“一看就懂、一学就会”。

希望本专辑图书的出版能对广大初学者学习电类技术和走向就业岗位有所帮助。

前言

PLC（可编程序控制器）是以微机技术为核心的通用工业控制装置。它将传统的继电器—接触器控制技术与计算机技术和通信技术融于一体，具有功能强大、环境适应性好、编程简单、使用方便等优点。因此，近年来在工业自动控制、机电一体化、改造传统产业等方面，PLC 得到广泛的应用。学习、掌握和应用 PLC 技术对提高我国工业自动化水平和生产效率具有十分重要的意义。

由于目前专门介绍 PLC 的书籍尤其是适合初学者自学的较少，作者为此编写了本书，奉献给广大初学者。目前国内使用比较多的 PLC 一般是三菱、西门子、欧姆龙等公司的产品，它们的工作原理和工作性能大致相同，只是在组合形式、语言环境等方面有区别。虽然本书以三菱的 FX_{2N} 系列 PLC 为对象，介绍识读 PLC 控制系统梯形图和助记符（指令语句表）编程语言，但全部内容只需略加变动，就可以移植到其他机型上，因此具有一定的通用性。

本书着重介绍“怎样识读”PLC 控制系统梯形图和助记符编程语言。从应用角度出发，重点讲述 PLC 的工作原理及其工程应用，避免过多的涉及微机知识，使仅学过电工和有一定电子技术基础的读者能够看懂并加以应用。全书共分 7 章：第 1 章介绍 PLC 的基本组成和工作原理；第 2 章介绍三菱公司 FX_{2N} 系列 PLC；第 3 章介绍识读 PLC 控制系统梯形图和指令语句表编程语言的一般方法和步骤；第 4 章介绍图解顺序控制的梯形图和指令语句表编程语言；第 5 章介绍图解三相感应电动机的 PLC 控制系统梯形图和指令语句表编程语言；第 6 章介绍图解机床的 PLC 控制系统梯形图和指令语句表编程语言；第 7 章介绍图解一般机械设备 PLC 控制系统梯形图和指令语句表编程语言。

本书在写法上采用模块化结构，运用图解的方法，以图为主，以文为辅。本书对梯形图的每个梯级和语句表的每个语句都添加注解说明，解释和说明该梯级和语句的作用，并且用电路工作过程图与电器元件和编程元件动作顺序表相结合的方法来说明 PLC 的控制过程。

本书文字精练、通俗易懂、内容丰富，分析详细、清晰。读者通过本书的学习，可以尽快地、全面地掌握 PLC 的工作原理和应用技术。本书适用于广大初中级电工自学者，也可供技术培训及在职技术人员使用，还可供大专院校师生参考。

本书由郑凤翼主编，参加编写的还有郑丹丹、赵春江、黄海平、傅丛俏、孟庆涛、齐宝霞、马玉环、郑晞晖、苏阿莹、王德明、严海若、李红艳等。

由于我们水平有限，加上编写时间所限，书中如有不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

编者

目 录

第

1

章

PLC 的基本组成和工作原理

1.1 PLC 的基本组成	1
1.1.1 中央处理模块	1
1.1.2 存储器模块	2
1.1.3 输入/输出模块	3
1.1.4 编程器	4
1.1.5 电源模块	4
1.2 PLC 的工作原理	5
1.2.1 PLC 的等效电路	5
1.2.2 建立 I/O 映像区	6
1.2.3 循环扫描的工作方式	6
1.2.4 扫描周期和输入、输出滞后时间	12
1.3 PLC 的编程语言	13
1.3.1 梯形图	13
1.3.2 指令语句表	14
1.3.3 顺序功能图	15

第

2

章

三菱 FX_{2N} 系列 PLC

2.1 FX _{2N} 系列 PLC 的系统配置	16
2.1.1 FX _{2N} 系列 PLC 的基本构成	16
2.1.2 FX _{2N} 系列 PLC 的基本性能	17
2.2 FX _{2N} 系列 PLC 的编程元件	18
2.2.1 FX _{2N} 系列 PLC 编程元件的分类、名称、编号和基本特征	19
2.2.2 输入继电器与输出继电器	19
2.2.3 辅助继电器	20
2.2.4 状态继电器	22
2.2.5 定时器	23
2.2.6 内部计数器	25
2.2.7 指针与常数	27
2.3 FX _{2N} 系列 PLC 基本指令系统	28
2.3.1 逻辑取及输出线圈指令 (LD、LDI、OUT)	28
2.3.2 触点串联指令 (AND、ANI)	29
2.3.3 触点并联指令 (OR、ORI)	30
2.3.4 边沿检测脉冲指令 (LDP、LDF、ANDP、ANDF、ORP 和 ORF)	31

2.3.5 块或指令 (ORB)	33
2.3.6 块与指令 (ANB)	34
2.3.7 多重输出指令 (MPS、MRD、MPP)	35
2.3.8 主控触点指令 (MC、MCR)	37
2.3.9 置位及复位指令 (SET、RST)	41
2.3.10 取反指令 (INV)	42
2.3.11 脉冲输出指令 (PLS、PLF)	43
2.3.12 空操作指令 (NOP)	44
2.3.13 结束指令 (END)	45
2.4 FX _{2N} 系列 PLC 步进顺控指令系统	45
2.4.1 顺序控制和顺序功能图	45
2.4.2 步进指令与顺序功能图的表示方法	46
2.4.3 顺序功能图的建立及其特点	48
2.4.4 顺序功能图转换成状态梯形图、指令表程序	50
2.5 FX _{2N} 系列 PLC 的功能指令简介	51
2.5.1 功能指令的通用表达形式	52
2.5.2 条件跳转指令 (CJ)	52
2.5.3 比较与传送指令	53

第

3

识读 PLC 梯形图和指令语句表的方法和步骤

章

3.1 导读	55
3.1.1 本书的写作方法和特点	55
3.1.2 电路工作过程的描述	56
3.2 PLC 用户程序的编制	59
3.2.1 梯形图编程规则	59
3.2.2 指令语句表编程	62
3.3 梯形图中的基本电路	64
3.3.1 启保停电路	64
3.3.2 置位复位电路	64
3.3.3 动断触点提供输入信号的处理	65
3.3.4 多继电器线圈控制电路	65
3.3.5 多地点控制电路	66
3.3.6 热继电器过载信号的处理	66
3.3.7 互锁控制电路	67
3.3.8 顺序启动控制电路 (顺序接通, 同时关断或分别关断)	69
3.3.9 集中与分散控制电路	70
3.3.10 自动与手动控制电路	73
3.3.11 闪烁电路	75
3.3.12 定时电路	76
3.4 识读 PLC 梯形图和指令语句表的方法和步骤	79
3.4.1 总体分析	79
3.4.2 梯形图和指令语句表的结构分析	80

3.4.3 梯形图和指令语句表的分解	80
3.4.4 集零为整, 综合分析	81
3.4.5 识读梯形图的具体方法	81
3.4.6 识读指令语句表的具体方法	82
3.5 识读 PLC 梯形图和指令语句表示例	83
3.5.1 PLC 控制系统梯形图或语句表的特点	83
3.5.2 识读 PLC 梯形图和指令语句表的示例	83

第

4

顺序控制的梯形图和指令语句表

4.1 顺序控制设计中顺序功能图的绘制	89
4.1.1 顺序功能图的组成要素	89
4.1.2 顺序功能图的基本结构	92
4.1.3 顺序功能图的编程方法	94
4.1.4 绘制顺序功能图的注意事项	94
4.2 使用启保停电路的编程方法	94
4.2.1 编程原则	94
4.2.2 单序列结构的编程方法	95
4.2.3 选择序列的编程方法	101
4.2.4 并行序列结构的编程方法	108
4.3 步进梯形指令的编程方法	112
4.3.1 步进梯形指令	112
4.3.2 单序列结构的编程方法	112
4.3.3 选择序列的编程方法	114
4.3.4 并行序列的编程方法	116
4.4 以转换为中心的编程方法	118
4.4.1 编程原则	118
4.4.2 单序列的编程方法	119
4.4.3 选择序列的编程方法	120
4.4.4 并行序列的编程方法	122

第

5

电动机的 PLC 控制

5.1 三相感应电动机直接启动的 PLC 控制	124
5.1.1 三相感应电动机直接启动控制	124
5.1.2 三相感应电动机的正反停控制	131
5.1.3 行程控制	144
5.2 三相感应电动机的减压启动控制	147
5.2.1 三相感应电动机的 Y- Δ 减压启动控制	147
5.2.2 三相感应电动机的串电阻减压启动控制	156
5.2.3 三相感应电动机的串自耦变压器减压启动控制	159

5.3 三相感应电动机制动控制电路	162
5.3.1 串电阻减压启动和反接制动控制电路	162
5.3.2 单管能耗制动控制电路	167
5.4 三相绕线型感应电动机控制电路	171
5.4.1 三相绕线型感应电动机串电阻启动电路	171
5.4.2 三相绕线型感应电动机串频敏变阻器启动电路	176

第

6

机床电气控制电路的 PLC 控制

6.1 C650 普通车床的 PLC 控制	180
6.1.1 主电路、PLC 的 I/O 接线、梯形图和指令语句表	180
6.1.2 识读要点	184
6.1.3 电路工作过程	188
6.2 T68 普通镗床的 PLC 控制	196
6.2.1 主电路、PLC 的 I/O 接线、梯形图和指令语句表	196
6.2.2 控制要求及识读要点	201
6.2.3 电路工作过程	202

第

7

一般机械设备的 PLC 控制

7.1 小车往返运行的 PLC 控制	207
7.1.1 运料小车自动往返控制	207
7.1.2 电动机延时顺序启动、分别定时关机或同时关机的顺序控制	213
7.2 送料车控制	218
7.2.1 送料车工作示意图和 PLC I/O 配置及接线图	218
7.2.2 控制要求	218
7.2.3 基本指令编程的 PLC 控制	220
7.2.4 用功能指令编程的 PLC 控制	226
7.3 多种液体混合装置	229
7.3.1 控制要求	229
7.3.2 PLC 的 I/O 接线、顺序功能图、梯形图、指令语句表、输入/输出设备及 PLC 的 I/O 分配表	230
7.3.3 识读要点	232
7.3.4 电路工作过程	233
参考文献	236

第 1 章 PLC 的基本组成和工作原理

PLC（可编程序控制器）实质上是一台用于工业控制的专用计算机，它与一般计算机的结构及组成相似。PLC 是专为工业环境下应用而设计的，为便于接线、扩充功能，便于操作与维护，以及提高系统的抗干扰能力，其结构及组成又与一般计算机有所区别。本章从应用的角度介绍 PLC 的基本组成和工作原理。

1.1 PLC 的基本组成

PLC 从结构上可分为整体式和模块式两种，但其内部组成都是相似的。PLC 的基本组成包括中央处理模块（CPU）、存储器模块、输入/输出（I/O）模块、编程器及电源模块，如图 1.1.1 所示。

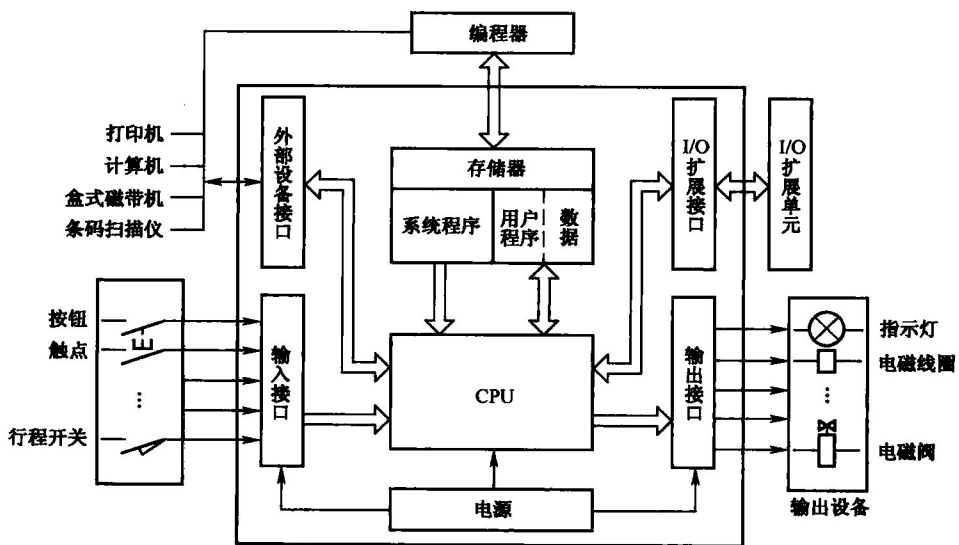


图 1.1.1 PLC 的基本组成

主机内的各部分均通过电源总线、控制总线、地址总线和数据总线连接。根据实际控制对象的需要配备一定的外部设备，可构成不同的 PLC 控制系统。常用的外部设备有编程器、打印机、EPROM 写入器等。PLC 还可以配置通信模块与上位机及其他的 PLC 进行通信，构成 PLC 的分布式控制系统。

1.1.1 中央处理模块

中央处理模块（CPU）一般由控制器、运算器和寄存器组成，这些电路都集成在一个

芯片内。CPU 通过数据总线、地址总线和控制总线与存储单元、输入/输出接口电路相连接。

与一般计算机一样，CPU 是 PLC 的核心，它按 PLC 中系统程序赋予的功能指挥 PLC 有条不紊地进行工作。

CPU 的主要任务：① 接收从编程器输入的用户程序和数据，送入存储器存储；② 用扫描方式接收输入设备的状态信号，并存入相应的数据区（输入映像寄存器）；③ 监测和诊断电源、PLC 内部电路的工作状态和用户编程过程中的语法错误等；④ 执行用户程序，从存储器逐条读取用户指令，完成各种数据的运算、传送和存储等功能；⑤ 根据数据处理的结果，刷新有关标志位的状态和输出映像寄存器表的内容，再经输出部件实现输出控制、制表打印或数据通信等功能。

1.1.2 存储器模块

可编程序控制器中的存储器主要用于存放系统程序、用户程序和工作状态数据。

可编程序控制器配有两种存储器，即系统存储器（EPROM）和用户存储器（RAM）。

系统程序存储器

系统存储器用来存放由 PLC 生产厂家编写的系统程序，并固化在 ROM 内，用户不能访问和修改这部分存储器的内容。它使 PLC 具有基本的功能，能够完成 PLC 设计者规定的各项工作。系统程序质量的好坏，很大程度上决定了 PLC 的性能，其内容主要包括三部分：

- ① 系统管理程序。它主要控制 PLC 的运行，使整个 PLC 按部就班地工作。
- ② 用户指令解释程序。通过用户指令解释程序，将 PLC 的编程语言变为机器语言指令，再由 CPU 执行这些指令。
- ③ 标准程序模块与系统调用。它包括许多不同功能的子程序及其调用管理程序，如完成输入、输出及特殊运算等的子程序。

用户程序存储器

用户存储器包括用户程序存储器（程序区）和数据存储器（数据区）两部分。

用户程序区用于存放用户经编程器输入的应用程序。为了调试和修改方便，总是先把用户程序存放在随机读写存储器 RAM 中，经过运行考核，修改完善，达到设计要求后，再把它固化到 EPROM 中，替代 RAM 使用。用户程序存储器的容量一般代表 PLC 的标称容量，通常小型机小于 8KB，中型机小于 64KB，大型机在 64KB 以上。

数据区用于存放 PLC 在运行过程中所用到的和生成的各种工作数据。数据区包括输入、输出数据映像区，定时器、计算器的预置值和当前值的数据区，存放中间结果的缓冲区等。

这些数据是不断变化的，但不需要长久保存，因此采用随机读写存储器 RAM。由于随机读写存储器 RAM 是一种挥发性的器件，即当供电电源关掉后，其存储的内容会丢失，因此，在实际使用中通常为其配备掉电保护电路，当正常电源关断后，由备用电池或大电容为它供电，保护其存储的内容不丢失。

1.1.3 输入/输出模块

输入/输出 (I/O) 模块是 PLC 与工业控制现场各类信号连接的部分。由于 PLC 在工业现场工作, 对输入/输出模块有两个主要的要求: 一是要有良好的抗干扰能力; 二是能满足工业控制现场各类信号的匹配要求。

为了提高抗干扰能力, 一般的 I/O 模块都有光电隔离装置。

实际生产过程中的输入信号多种多样, 信号电平各不相同, 而 PLC 所能处理的信号只能是标准电平, 因此必须通过输入模块将这些信号转换成 CPU 能够接收和处理的标准电平信号。同样, 外部执行元件如电磁阀、接触器、继电器等所需的控制信号电平也千差万别, 也必须通过输出模块将 CPU 输出的标准电平信号转换成这些执行元件能够接收控制的信号。

PLC 输入/输出模块的电路框图如图 1.1.2 所示。

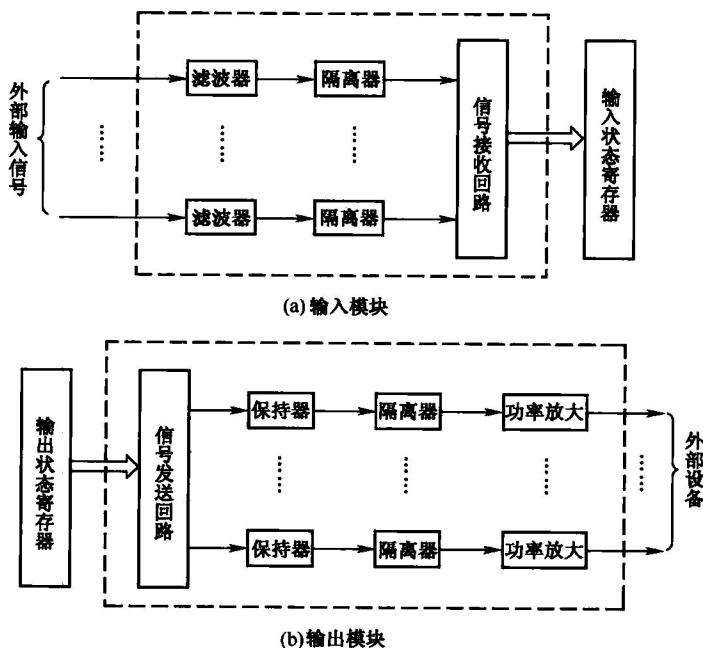


图 1.1.2 输入/输出模块的电路框图

根据输入/输出电路结构形式的不同, I/O 接口又分为开关量 I/O 和模拟量 I/O, 其中模拟量 I/O 要经过 A/D、D/A 转换电路处理, 转换成计算机系统所能识别的数字信号。

按照信号的种类归类有直流信号输入/输出, 交流信号输入/输出; 按照信号的输入/输出形式分有数字量输入/输出, 开关量输入/输出, 模拟量输入/输出。

输入模块

输入模块用来接收生产过程中的信号, 输入信号有两类: 一类是从按钮、选择开关、数字拨码开关、限位开关、接近开关、光电开关、压力继电器等传来的开关量输入信号; 另一类是由电位器、热电偶、测速发电机、各种变送器提供的连续变化的模拟量信号。

现场输入电路一般由滤波电路、光电耦合电路和微电脑输入接口电路组成。滤波电路用以消除输入触点的抖动。采用光电耦合器与现场输入电路相连是为了防止现场的强电干扰进入 PLC。由于输入和输出是靠光信号耦合的，在电气上是完全隔离的，因此输出端的信号不会反馈到输入端，也不会产生地线干扰或其他干扰。光电耦合电路的关键器件是光电耦合器，一般由发光二极管和光电三极管组成。由于发光二极管的正向阻抗值较低，而外界干扰源的内阻一般较高，根据分压原理可知，干扰源馈送到输入端的干扰噪声很小。微电脑输入接口电路一般由输入寄存器、选通电路和中断请求逻辑电路组成，这些电路集成在一个芯片上。现场的输入信号通过光电耦合送到输入数据寄存器，然后通过数据总线送给 CPU。

输出模块

PLC 产生的输出控制信号经过输出模块去驱动负载。

输出模块用来输出 PLC 运算后得出的控制信息，控制接触器、电磁阀、调节阀、调速装置等执行器，PLC 的另一类负载是指示灯、数字显示装置和报警装置。

输出模块一般由微电脑输出接口电路和功率放大电路组成。微电脑输出接口电路一般由输出数据寄存器、选通电路和中断请求逻辑电路集成而组成。CPU 通过数据总线将要输出的信号送到输出数据寄存器中。功率放大电路是为了适应工业控制的要求，将微电脑输出的信号加以放大。PLC 的输出有三种形式：继电器输出、晶体管输出、晶闸管输出。

1.1.4 编程器

编程器是 PLC 的重要的外部设备。利用编程器可将用户编写的程序送到 PLC 的用户程序存储区，还可以用编程器检查、修改和调试程序；利用编程器可监视程序的执行过程；可通过键盘调入及显示 PLC 的状态、内部器件及系统的参数，它经过接口与 CPU 联系，实现人机对话。

编程器分为简易编程器和图形编程器两种。简易编程器体积小，携带方便，但只能用指令形式编程，且需联机编程，适合小型 PLC 的编程及现场调试。图形编程器功能强大，既可用于梯形图编程，又可用于指令形式编程；可以联机编程，也可脱机编程。

许多厂家对自己的 PLC 产品设计了计算机辅助编程支持软件。当个人计算机安装了 PLC 编程支持软件后，也可用作图形编程器，可编辑、修改用户程序，进行计算机和 PLC 之间程序的相互传送，监控 PLC 的运行，并在屏幕上显示其运行状况，还可将程序储存在磁盘上或打印出来等。

1.1.5 电源模块

PLC 的电源模块将交流电源转换成供 CPU、存储器等所需的直流电源，是整个 PLC 的能源供给中心。它的好坏直接影响到 PLC 的功能和可靠性。目前，大多数 PLC 采用高质量的开关稳压电源，其工作稳定性好，抗干扰能力强。许多 PLC 的电源模块除了向 PLC

内部电路提供稳压电源外，还向外部提供直流 24V 稳压电源，用于传感器的供电，从而简化外围配置。

1.2 PLC 的工作原理

1.2.1 PLC 的等效电路

PLC 的等效电路图

PLC 内部电路是由编程实现的逻辑电路，用软件编程代替继电器的功能。对于使用者来讲，在编制应用程序时，可不必考虑微处理器和存储器的复杂结构及使用计算机语言，而把 PLC 看成是内部由许多“软继电器”组成的控制器，用近似继电器控制电路图的编程语言进行编程。这样从功能上讲，就可以把 PLC 的控制部分看作是由许多“软继电器”组成的等效电路，这些“软继电器”的线圈、动合触点、动断触点一般用图 1.2.1 的符号表示，PLC 的等效电路如图 1.2.2 所示。

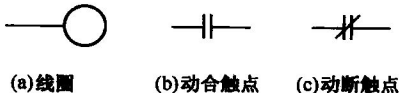


图 1.2.1 “软继电器”的线圈和触点

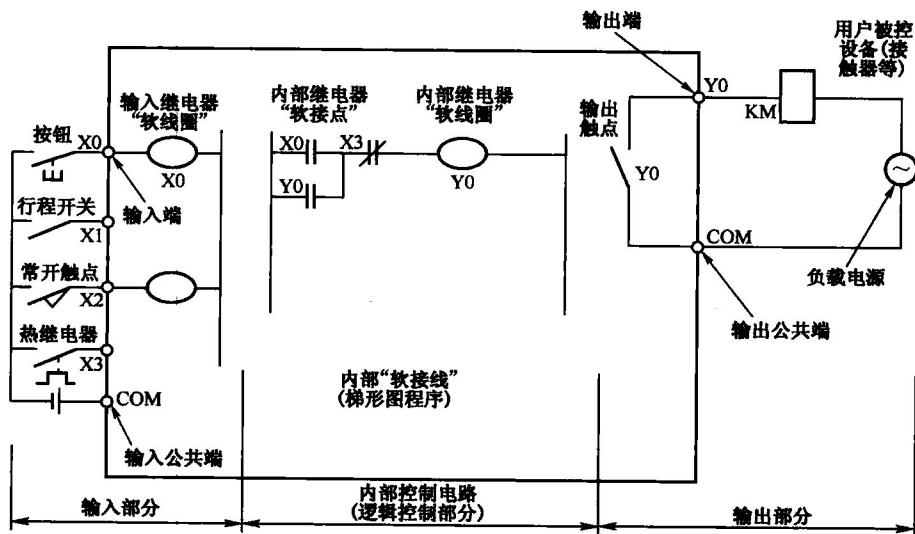


图 1.2.2 PLC 的等效电路

值得注意的是，PLC 等效电路图中的继电器并不是实际的物理继电器（硬继电器），它实际上是存储器中的一位触发器。该触发器为“1”状态，相当于继电器接通；该触发器为“0”状态，相当于继电器断开。PLC 提供的所有继电器中，输入继电器用来反映输入设备的状态；输出继电器用来直接驱动用户输出设备；而其他继电器与用户设备没有关系，在控制程序中仅起传递中间信号的作用，统称为内部继电器，如辅助继电器、特殊功能继电器、计时器、计数器等。

输入回路

由外部输入电路、PLC 输入接线端子和输入继电器组成。外部输入信号经 PLC 输入接线端子驱动输入继电器。一个输入接线端子对应一个等效电路中的一个输入继电器，它可提供任意个动合触点、动断触点，供 PLC 内部控制电路编程使用。输入回路的电源可用 PLC 电源部件提供的直流电压，也可由独立的交流电源供电。

内部控制电路

内部控制电路是由用户程序形成的，即用软件代替硬件的电路。其作用是按照程序规定的逻辑关系，对输入、输出信号的状态进行计算、处理和判断，然后得到相应的输出。用户程序通常采用梯形图编制，梯形图在形式上类似于继电器控制电路图，两者在电路结构及线圈与触点的控制关系上都大致相同，只是梯形图中的元件符号及其含义与继电器控制电路中的元件不同。

输出回路

输出回路由内部控制电路隔离的输出继电器的外部动合触点、输出接线端子和外部电路组成，用来驱动外部负载。

PLC 内部控制电路中有许多输出继电器，每个输出继电器除了 PLC 内部控制电路提供编程用的动合、动断触点外，还为输出电路提供一个动合触点与输出接线端相连，称为内部硬触点，用以驱动外部负载。驱动外部负载的电源由外电源提供，PLC 的输出端子上，有输出电源用的公共端（COM）。

1.2.2 建立 I/O 映像区

在 PLC 存储器内开辟了 I/O 映像存储区，用于存放 I/O 信号的状态，称为输入映像寄存器和输出映像寄存器，PLC 中的其他编程元件也有相对应的映像存储区，它们统称为元件映像寄存器。I/O 映像区的大小由 PLC 的系统程序确定。对于系统的每一个输入点总有输入映像区的某一位与之相对应；对于系统的每一个输出点都有输出映像区的某一位与之相对应。系统的输入、输出点的编址号与 I/O 映像区的映像寄存器地址号相对应。

PLC 工作时，将采集到的输入信号状态存放在输入映像区对应的位上；将运算的结果存放到输出映像区对应的位上。PLC 在执行用户程序时所需“输入继电器”、“输出继电器”的数据取用于 I/O 映像区，而不直接与外部设备发生关系。

I/O 映像区的建立，使 PLC 工作时只和内存有关地址单元内所存信息状态发生关系，而系统输出也是只给内存某一地址单元设定一个状态。这样不仅加快程序执行速度，而且还使控制系统与外界隔离，提高了系统的抗干扰能力。同时控制系统远离实际控制对象，为硬件标准化生产创造了条件。

1.2.3 循环扫描的工作方式

我们已经知道 PLC 是一种存储程序的控制器。用户根据某一对象的具体控制要求，编制好控制程序后，用编程器将程序键入到 PLC 的用户程序存储器中寄存。PLC 的控制功能

就是通过运行用户程序来实现的。

PLC 运行程序的方式与微型计算机相比有较大的不同,微型计算机运行程序时,一旦执行到 END 指令,程序运行结束。而 PLC 从 0000 号存储地址所存放的第一条用户程序开始,在无中断或跳转的情况下,按存储地址号递增的方向顺序逐条执行用户程序,直到 END 指令结束。然后再从头开始执行,并周而复始地重复,直到停机或从运行(RUN)切换到停止(STOP)工作状态。PLC 的这种执行程序的方式称为扫描工作方式。每扫描完一次程序就构成一个扫描周期。另外,PLC 对输入、输出信号的处理与微型计算机不同。微型计算机对输入、输出信号实时处理,而 PLC 对输入、输出信号是集中批处理。下面我们具体介绍 PLC 的扫描工作过程。

1. PLC 的两种工作状态

PLC 有两种的工作状态,即运行(RUN)状态与停止(STOP)状态。运行状态是执行应用程序的状态。停止状态一般用于程序的编制与修改。图 1.2.3 给出了运行和停止两种状态 PLC 不同的扫描过程。由图可知,在这两个不同的工作状态中,扫描过程所要完成的任务是不尽相同的。

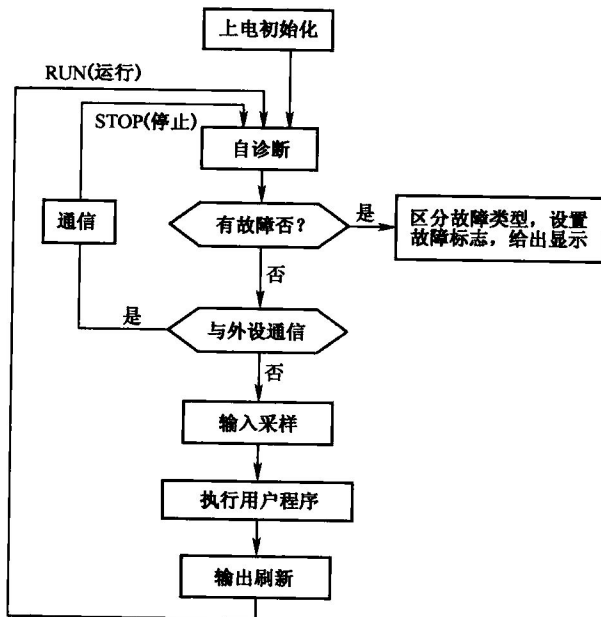


图 1.2.3 PLC 的工作过程

PLC 在 RUN 工作状态时,执行一次图 1.2.3 所示的扫描操作所需的时间称为扫描周期,其典型值为 1~100ms。指令执行所需的时间与用户程序的长短、指令的种类和 CPU 执行速度有很大关系,PLC 厂家一般给出每执行 1k (1k=1024) 条基本逻辑指令所需的时间(以 ms 为单位)。某些厂家在说明书中还给出了执行各种指令所需的时间。一般说来,一个扫描过程中,执行指令的时间占了绝大部分。

2. PLC 的工作过程

PLC 的工作过程见图 1.2.3。上电后,在系统程序的监控下,周而复始地按一定的顺序对系统内部的各种任务进行查询、判断和执行,这个过程实质上是按顺序循环扫描

的过程。

① 初始化：PLC 上电后，首先进行系统初始化，清除内部继电器区，复位定时器等。

② CPU 自诊断：在每个扫描周期都要进入自诊断阶段，对电源、PLC 内部电路、用户程序的语法进行检查；定期复位监控定时器等，以确保系统可靠运行。

③ 通信信息处理：在每个通信信息处理扫描阶段，进行 PLC 之间以及 PLC 与计算机之间的信息交换；PLC 与其他带微处理器的智能装置通信，例如，智能 I/O 模块；在多处理器系统中，CPU 还要与数字处理器（DPU）交换信息。

④ 与外部设备交换信息：PLC 与外部设备连接时，在每个扫描周期内要与外部设备交换信息。这些外部设备有编程器、终端设备、彩色图形显示器、打印机等。编程器是人机交互的设备，通过它，用户可以进行程序的编制、编辑、调试和监视等。用户把应用程序输入到 PLC 中，PLC 与编程器要进行信息交换。当在线编程、在线修改、在线运行监控时，也要求 PLC 与编程器进行信息交换。在每个扫描周期内都要执行此项任务。

⑤ 执行用户程序：PLC 在运行状态下，每一个扫描周期都要执行用户程序。执行用户程序时，是以扫描的方式按顺序逐句扫描处理的，扫描一条执行一条，并把运算结果存入输出映像区对应位中。

⑥ 输入、输出信息处理：PLC 在运行状态下，每一个扫描周期都要进行输入、输出信息处理。以扫描的方式把外部输入信号的状态存入输入映像区；将运算处理后的结果存入输出映像区，直到传送到外部被控设备。

PLC 周而复始地巡回扫描，执行上述整个过程，直至停机。

3. 用户程序的循环扫描过程

PLC 的工作过程，与 CPU 的操作方式有关。CPU 有两个操作方式：STOP 方式和 RUN 方式。在扫描周期内，STOP 方式与 RUN 方式的主要差别在于：RUN 方式下执行用户程序，而在 STOP 方式下不执行用户程序。

扫描的工作过程图

PLC 对用户程序进行循环扫描可分为三个阶段进行，即输入采样阶段，程序执行阶段和输出刷新阶段，如图 1.2.4 所示。

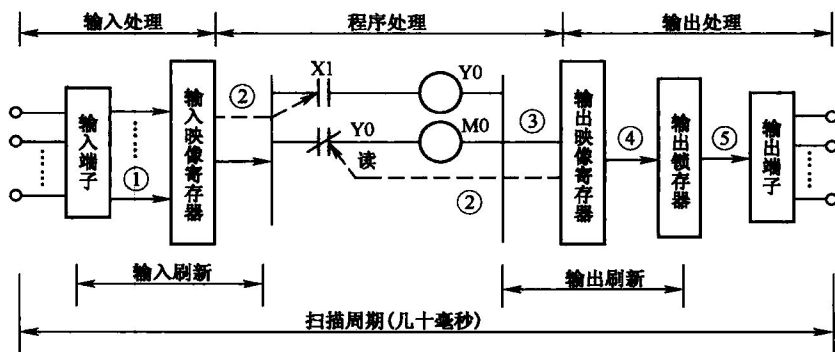


图 1.2.4 PLC 用户程序的工作过程