

轻松掌握 PLC软硬件及应用

(三菱FX1S)

陈洁◎著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

轻松掌握 PLC软硬件及应用

(三菱FX1S)

陈洁◎著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

该书作为“电气自动化技术快速入门丛书”中《PLC 控制技术快速入门——三菱 FX 系列》一书的细化之一,专门讨论三菱 FX_{1S}系列微型可编程控制器的使用。从 FX_{1S}系列微型可编程控制器的硬件谈起,分别介绍了其硬件组成结构、输入/输出端子与外电路的连接、内部资源、常用指令、编程软件的使用、常用电器的选择、典型应用实例。

在讨论一些工程实例的应用时,除了介绍通过继电器—接触器控制线路转换成 PLC 控制梯形图的方法和步骤外,还对梯形图程序的编制方法进行了探讨,着重说明了程序编制的多样性,即同一功能要求的应用,可以通过多种不同的方法编制应用程序完成所要求的功能。模块化编制是一种良好的习惯,能使程序结构清晰、简单明了。

本书适合作为广大生产一线的电气与电子工程技术人员或其爱好者学习之用;也可以作为电类等中专、高职高专或机电专业应用型本科相关专业课程的学习、实训的教材或参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

轻松掌握 PLC 软硬件及应用:三菱 FX_{1S}/陈洁著. —北京:
中国电力出版社, 2016. 1

ISBN 978 - 7 - 5123 - 8352 - 4

I. ①轻… II. ①陈… III. ①plc 技术 IV. ①TM571. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 236247 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 1 月第一版 2016 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.25 印张 362 千字

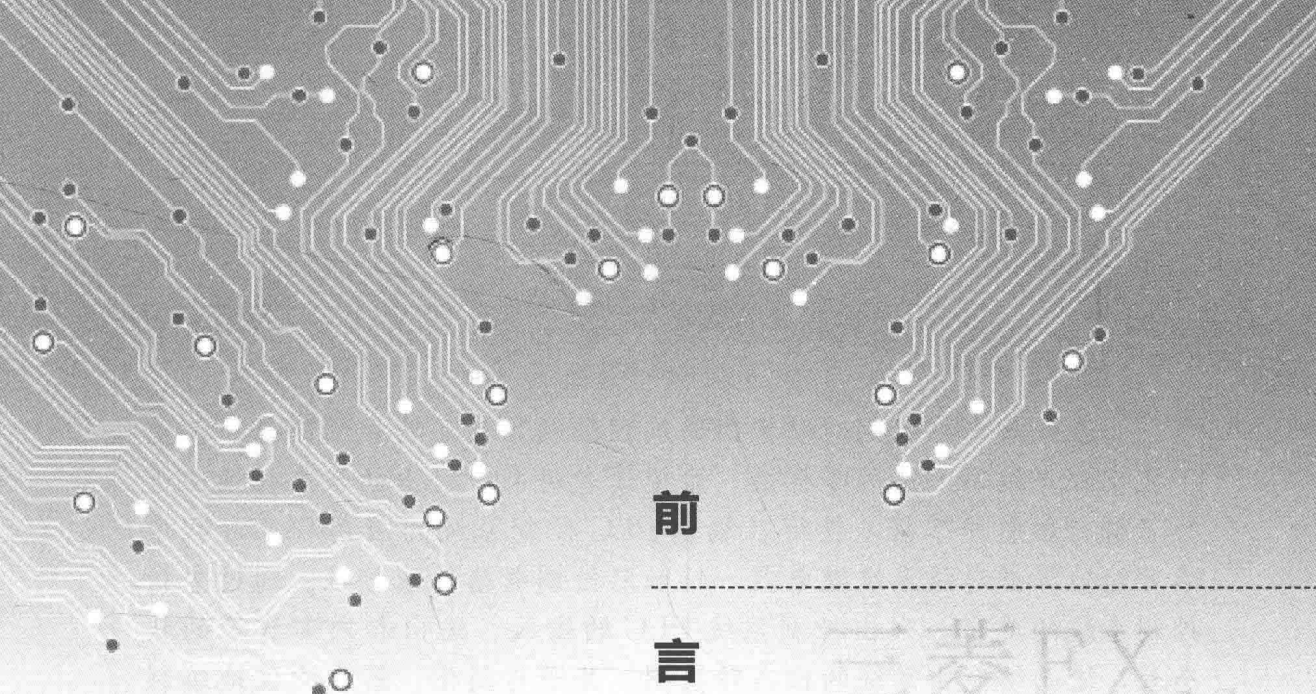
印数 0001—3000 册 定价 42.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前

言

PLC 控制技术已深入到各行各业的电气控制技术中,随着 PLC 价格的下降,传统的继电器—接触器控制电路将越来越少。相应地,从事 PLC 应用开发人员中具有继电器—接触器控制经验的人也在逐渐减少,也就是说现在打算或准备从事 PLC 应用开发而对传统的继电器—接触器控制不太熟悉,甚至毫无经验的人员正在逐渐增多。而完成 PLC 控制项目开发的关键是控制原理图的设计和应用程序的编制。如何使这类人员能够快速熟悉和掌握 PLC 应用开发是本书讨论的核心。本书介绍了根据 PLC 输入、输出及其内部资料的状态及其转换关系的状态图来编制控制程序的方法,并在多个实例中进行了讨论。

本书作为“电气自动化技术快速入门丛书”中《PLC 控制技术快速入门——三菱 FX 系列》一书的细化之一,专门讨论三菱 FX_{1S} 系列微型可编程控制器的使用。

笔者在编著《PLC 控制技术快速入门——三菱 FX 系列》一书中,主要采用经验法编制 PLC 控制系统的程序,强调经验法编程中最常用的一种方法——转换法,让具有一定电气技术知识、初中以上的读者将典型成熟的继电器—接触器控制电路通过“元件代号替换”、“符号图形替换”、“动合/动断触头修改”、“按编程规则整理”等若干步,将继电器—接触器控制电路转换成 PLC 控制的梯形图程序。

而在编著本书时则对转换法的编程依赖性有了明显的降低，侧重于控制程序编写方法的多样性，希望读者对书中提出的状态转换法进行了解、熟悉并掌握，使得在编制 PLC 控制系统的应用程序过程中尽可能地降低对该系统继电器—接触器控制电路的依赖性。通过分析控制系统的要求，列出控制系统 PLC 的输入、输出和内部资源的状态表，进而绘制出系统的状态转换图，并进行简化，最终方便地编制出系统的控制梯形图。读者按照书中内容按部就班地进行可编程序控制器 (PLC) 应用技术的学习，兼顾理论知识和动手实践的双重性，可以在动手实践中逐步掌握应用 PLC 的基本知识。

本书共分 7 章，第 1 章介绍 FX_{1S} PLC 硬件原理；第 2 章介绍 PLC 与外部电路的连接；第 3 章介绍 FX_{1S} 系列 PLC 的资源；第 4 章介绍 FX_{1S} 系列 PLC 的指令；第 5 章讨论应用程序编写方法；第 6 章介绍常用低压电器与交流电动机；第 7 章讨论 FX_{1S} 系列 PLC 的应用实例。在讨论一些工程实例的应用中，除了介绍通过继电器—接触器控制线路转换成 PLC 控制梯形图的方法和步骤外，还对梯形图程序的编制方法进行了探讨，着重说明了程序编制的多样性，即同一功能要求的应用，可用通过多种不同的方法来编制应用程序来完成所要求的功能，如步进法和状态转换法等。模块化编制是一种良好的习惯，能使程序结构清晰、简单明了。

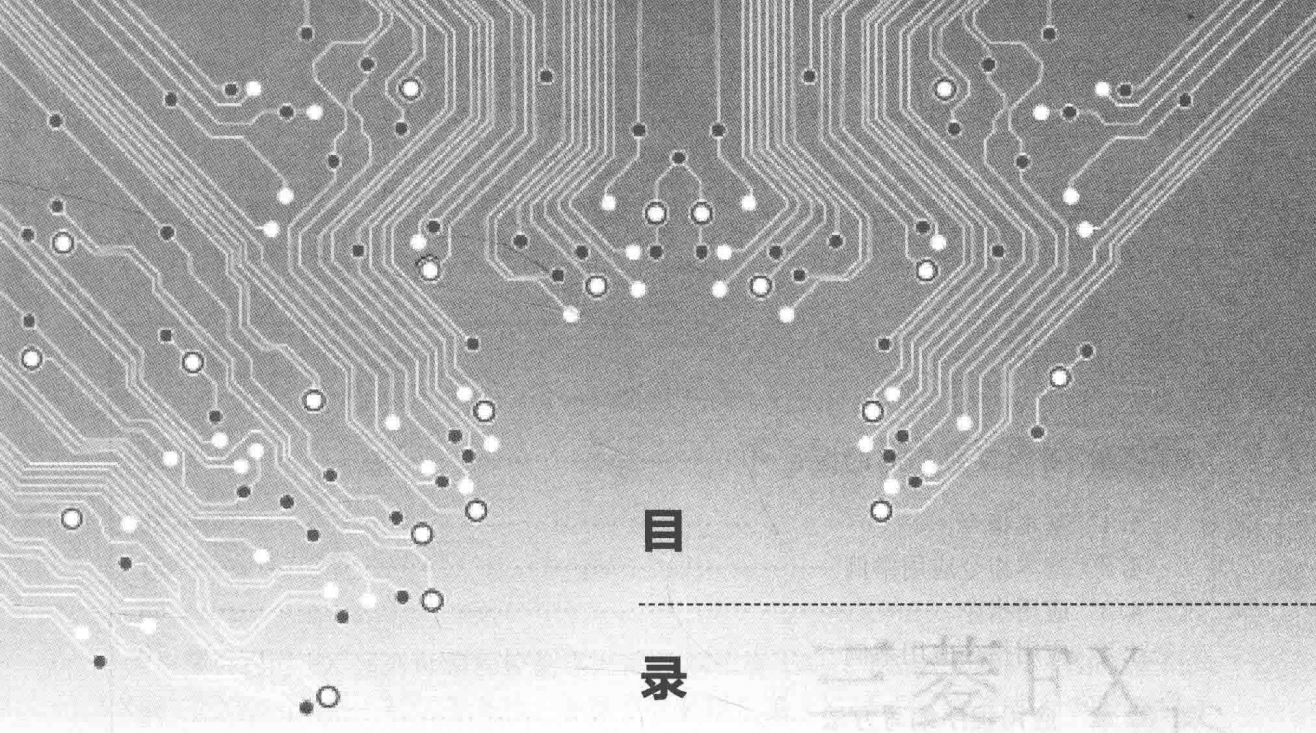
中国电力出版社的编辑同志对本书的编写工作给予了大力支持，在此一并表示衷心感谢。

本书适合作为广⼤生产一线的电气与电子工程技术人员或其爱好者学习之用；也可以作为电类等中专、高职高专或机电专业应用型本科相关专业课程的学习、实训的教材或参考用书。

由于编写时间仓促、编者水平有限，虽然作者尽了很大努力，书中难免存在缺点和不足之处，恳请广大读者批评指正。

陈洁

chenzhu_167@126.com



目

录

前言

第 1 章	FX _{1S} PLC 硬件原理	1
1.1	产品规格与端子排列	1
1.2	FX _{1S} -30MR 的硬件结构	4
第 2 章	PLC 与外部电路的连接	11
2.1	电源端子	11
2.2	输入端子	12
2.3	输出端子	16
2.4	选件连接插口及设备	20
第 3 章	FX _{1S} 系列 PLC 的资源	22
3.1	输入继电器	22
3.2	输出继电器	23
3.3	辅助继电器	24
3.4	定时器	25
3.5	计数器	25
3.6	状态继电器	26
3.7	数据寄存器	26
3.8	嵌套指针	27
3.9	常数	28
3.10	特殊功能继电器	28

第 4 章	FX_{1S}系列 PLC 的指令	38
4.1	基本指令	38
4.2	基本指令应用举例	51
4.3	应用指令	56
4.4	应用指令应用举例	70
第 5 章	应用程序编写方法	76
5.1	编程软件与使用	76
5.2	程序设计基础	104
5.3	程序设计方法	107
5.4	编程规则与注意事项	109
第 6 章	常用低压电器与交流电动机	113
6.1	熔断器	113
6.2	空气断路器	118
6.3	接触器	121
6.4	继电器	124
6.5	按钮	127
6.6	行程开关	128
6.7	接线端子	131
6.8	指示灯	131
6.9	三相异步电动机简介	131
第 7 章	FX_{1S}系列 PLC 的应用实例	138
7.1	电动机正反转 Y- Δ 起动控制	138
7.2	变频器速度控制	177
7.3	液体混合搅拌	216
7.4	自动扶梯和自动人行道	224
参考文献		236

第 1 章

FX_{1S} PLC 硬件原理

三菱公司的 FX 系列可编程控制器产品样本中有 FX_{1S}、FX_{1N}、FX_{2N}、FX_{2U}、FX_{3U}、FX_{3UC}、FX_{3G}、FX_{3GC}、FX_{3S}等系列。本章主要介绍三菱 FX_{1S}系列产品的型号规格、单元模块的接线端子、面板功能件等，重点剖析 FX_{1S}-30MR-001 可编程控制器与外部连接的内部电路组成。

1.1 产品规格与端子排列

FX_{1S}系列可编程序控制器是三菱电机最微型的可编程控制器，适用于小规模控制的基本型机器，具有小型且高性能的特点，可以扩展通信功能，有 MT 晶体管和 MR 继电器输出，进一步降低了设备成本。产品耐冲击、耐噪声，可直接安装或 DIN 导轨安装，在无腐蚀性、可燃性气体、无大量导电性尘埃的环境中使用。

1.1.1 产品的型号规格

FX_{1S}系列有 16 种基本单元，见表 1-1。其外形如图 1-1 所示。其控制规模在 10~30 个 I/O 点，用户存储器（EEPROM）容量为 2KB 步，CPU 运算处理速度为 0.55~0.7 μ s/基本指令，晶体管输出型的基本单元内置 2 轴独立最高 100kHz 定位功能，有 7 条特殊的定位指令。FX_{1S}可以使用一块 I/O 扩展板、串行通信扩展板或模拟量扩展板，可以同时安装显示模块和扩展板有两个内置的设置参数用的小电位器。通过通信扩展板可以实现多种通信和数据链接，如 RS-232C、RS-422 和 RS-485 通信和 N : N 链接、并行链接以及计算机链接等。

表 1-1 FX_{1S} 基本单元

输入点数	输出点数	继电器输出		晶体管输出	
		DC 输入，AC 电源	DC 输入，DC 电源	DC 输入，AC 电源	DC 输入，DC 电源
6	4	FX _{1S} -10MR-001	FX _{1S} -10MR-D	FX _{1S} -10MT-001	FX _{1S} -10MT-D
8	6	FX _{1S} -14MR-001	FX _{1S} -14MR-D	FX _{1S} -14MT-001	FX _{1S} -14MT-D
12	8	FX _{1S} -20MR-001	FX _{1S} -20MR-D	FX _{1S} -20MT-001	FX _{1S} -20MT-D
16	14	FX _{1S} -30MR-001	FX _{1S} -30Mr-D	FX _{1S} -30MT-001	FX _{1S} -30MT-D

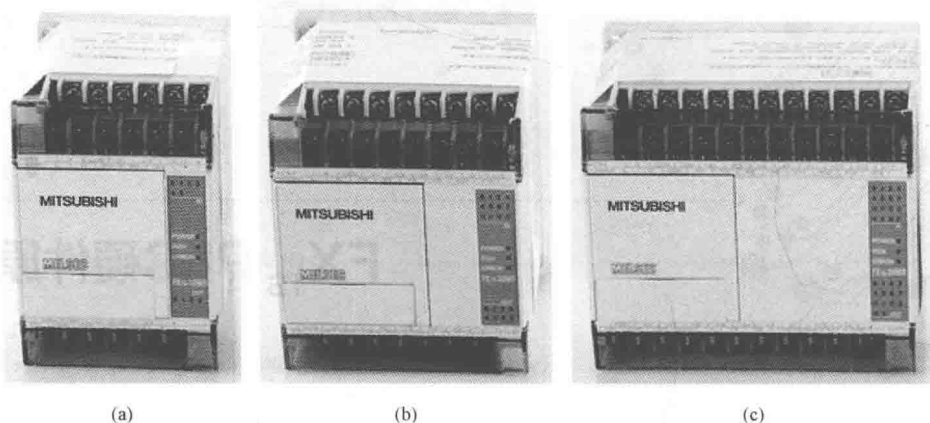
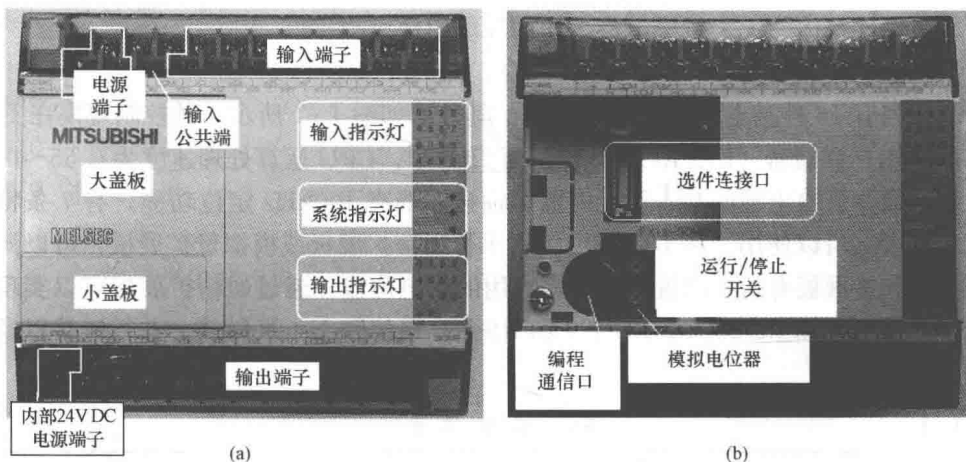
图 1-1 FX_{IS}系列 PLC 外形(a) FX_{IS}-10MR-001; (b) FX_{IS}-20MR-001; (c) FX_{IS}-30MR-001

图 1-1 中 FX_{IS}-30MR 可编程控制器有 16 路输入点和 14 路输出点, 其面板上各部分名称如图 1-2 (a) 所示。输入点的端子号分别是 X00~X07、X10~X17。中间右侧上面 4 排是 16 个输入点的状态指示, 当某点 (X_n) 与公共端 (图 1-2 中 COM 端) 接通时, 对应的指示灯亮。输出点的端子号分别是 Y00~Y07、Y10~Y17。中间右侧下面 4 排是 14 个输出点的状态指示, 当某点 (Y_m) 内部的继电器吸合, 即外部两个端子接通时, 对应的指示灯点亮。打开面板上的大盖板, 就可以看到选件接口、编程通信口、运行/停止开关和两个模拟电位器, 如图 1-2 (b) 所示。打开面板上的小盖板, 仅能见到编程接口、运行/停止开关和两个模拟电位器。

图 1-2 FX_{IS}-30MR 面板说明

(a) 面板; (b) 大盖板打开

1.1.2 基本模块端子排列

FX_{IS}与其他 PLC 一样有继电器和晶体管输出型两种, 虽然其内部的输出触点类型不同, 但输出端子的排列相同。交流供电的 AC 电源型 PLC 的输入/输出端子排列如图 1-3

所示。直流供电的 DC 电源型 PLC 的输入/输出端子排列如图 1-4 所示。这两图中 PLC 上方为输入端子，下方为输出端子。输出端子上的粗线条是输出端与公共端 COM 的分组线，即由单独一个或几个输出端单独或共用某个公共端 COM_n。

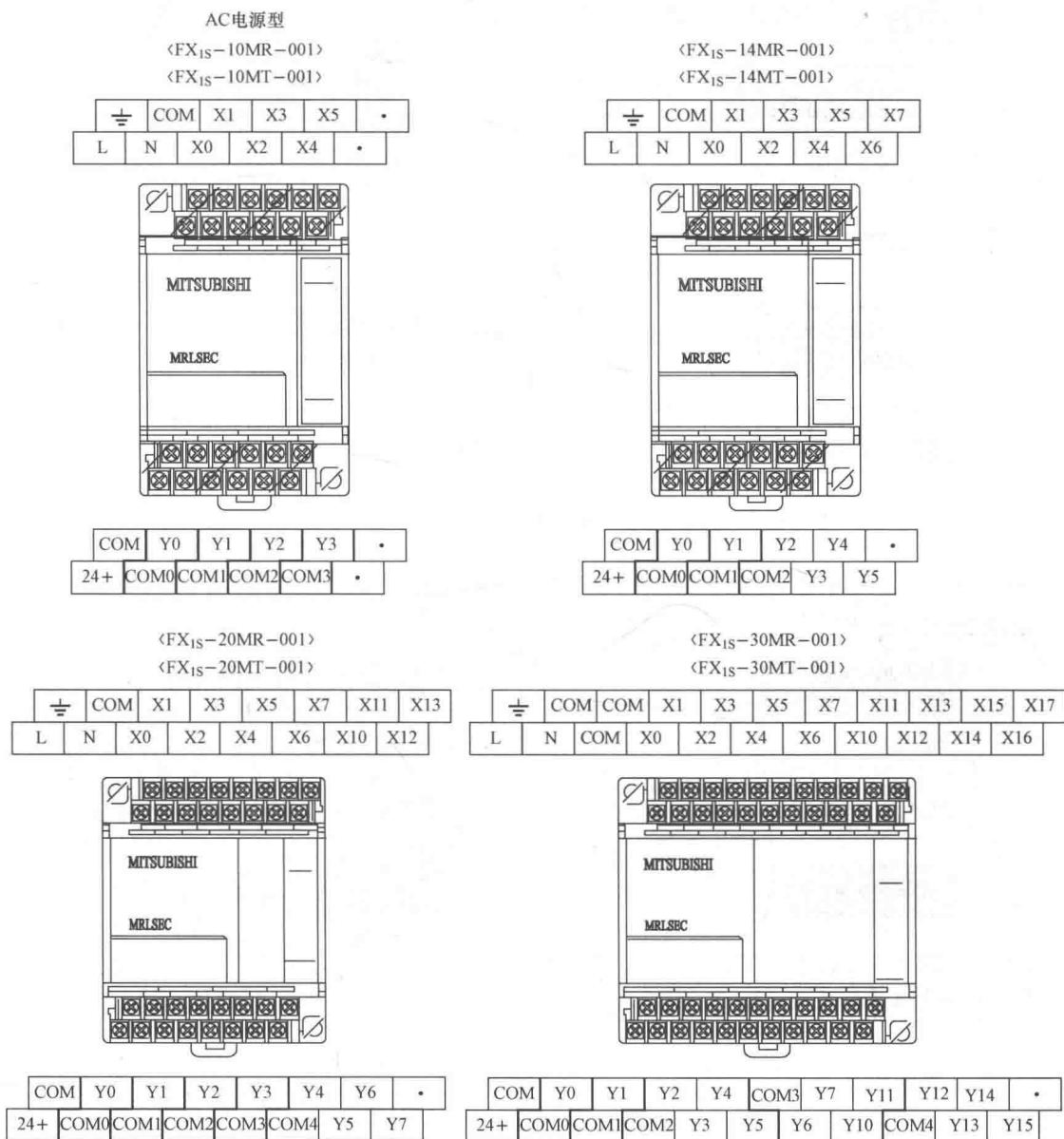


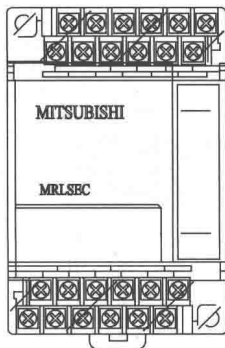
图 1-3 AC 电源型 PLC 的输入/输出端子排列

需要注意的是，若把 AC 电源接入直流输入/输出端子或直流电源端子，会烧毁 PLC。也不要从外部对基本单元的 [24V+] 端子进行供电，标有 [•] 的空端子不要与外部线路相连，否则会损坏 PLC。

DC电源型

〈FX_{1S}-10MR-D〉〈FX_{1S}-10MT-D〉

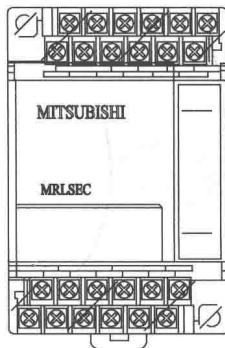
⏏	COM	X1	X3	X5	•
⊕	⊖	X0	X2	X4	•



•	Y0	Y1	Y2	Y3	•
•	COM0	COM1	COM2	COM3	•

〈FX_{1S}-14MR-D〉〈FX_{1S}-14MT-D〉

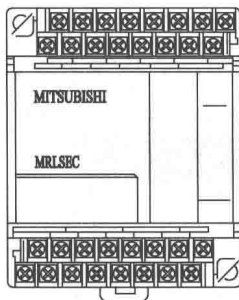
⏏	COM	X1	X3	X5	X7
⊕	⊖	X0	X2	X4	X6



•	Y0	Y1	Y2	Y4	•
•	COM0	COM1	COM2	Y3	Y5

〈FX_{1S}-20MR-D〉〈FX_{1S}-20MT-D〉

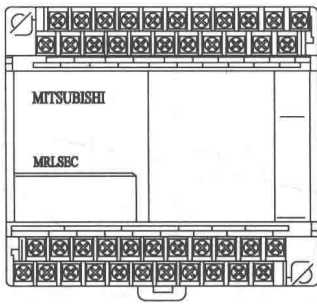
⏏	COM	X1	X3	X5	X7	X11	X13
⊕	⊖	X0	X2	X4	X6	X10	X12



•	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y6	•
•	COM0	COM1	COM2	COM3	COM4	Y5	Y7

〈FX_{1S}-30MR-D〉〈FX_{1S}-30MT-D〉

⏏	COM	COM	X1	X3	X5	X7	X11	X13	X15	X17
⊕	⊖	COM	X0	X2	X4	X6	X10	X12	X14	X16

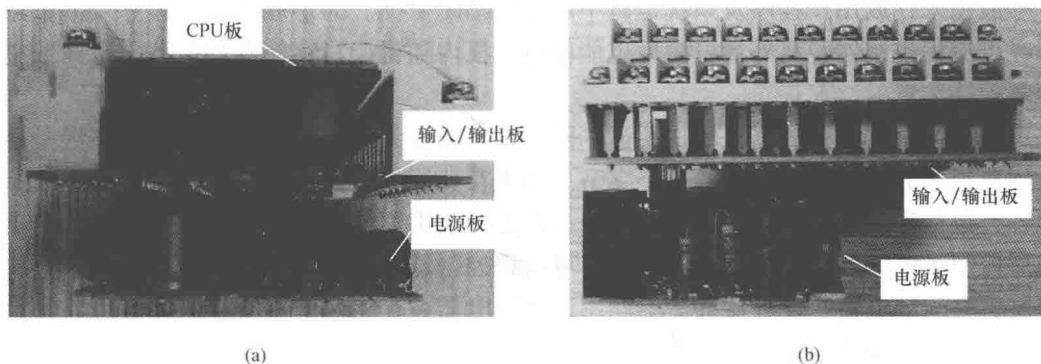


•	Y0	Y1	Y2	Y4	COM3	Y7	Y11	Y12	Y14	•
•	COM0	COM1	COM2	Y3	Y5	Y6	Y10	COM4	Y13	Y15

图 1-4 DC 电源型 PLC 的输入/输出端子排列

1.2 FX_{1S}-30MR 的硬件结构

三菱 FX_{1S}-30MR 可编程序控制器壳体内有三块印刷电路板，从上到下分别是 CPU 主板、输入/输出接口电路板和电源板，如图 1-5 所示。

图 1-5 FX_{1S}-30MR 电路板排列

(a) 右视；(b) 正视

1.2.1 CPU 板

CPU 板位于壳体内最上层，外形如图 1-6 所示。CPU 板通过板上接插件 CK1 与输入/输出板上的 CN1 相连接。该板上除了安装了 CPU 芯片 IC1 外，还有多种集成电路芯片、二极管、贴片电阻电容，以及与选件板接口、编程通信口、模拟电位器、运行/停止开关、输入信号指示灯、输出信号指示灯和与输入/输出板接口。

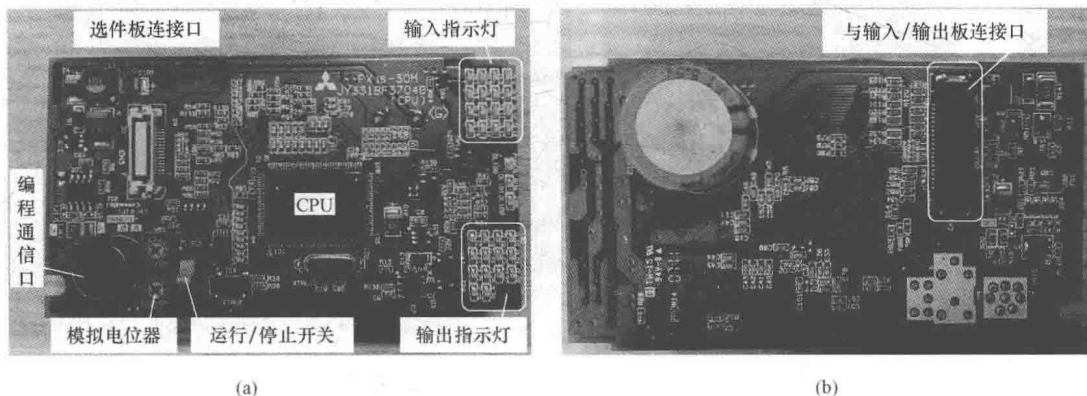


图 1-6 CPU 板

(a) 顶面；(b) 底面

中央处理器是可编程控制器的核心，它在系统程序的控制下，完成逻辑运算、数学运算、协调系统内部各部分工作等任务。可编程控制器中采用的 CPU 一般有三类：一类为通用微处理器，如 80286、80386 等；一类为单片机芯片，如 8051、8096 等；另外还有位处理器，如 AMD2900、AMD2903 等。一般来说，可编程控制器的档次越高，CPU 的位数也越多，运算速度也越快，指令功能也越强。为了提高 PLC 的性能，也有一台 PLC 采用了多个 CPU。

存储器是可编程控制器存放系统程序、用户程序及运算数据的单元。和计算机一样，可编程控制器的存储器可分为只读存储器（ROM）和随机读写存储器（RAM）两大类。只读存储器用来存放永久保存的系统程序，一般分为掩膜只读存储器和可编程电改写只读存储器。随机读写存储器的特点是写入与擦除都很容易，但在掉电情况下存储的数据会丢

失, 一般用来存放用户程序及系统运行中产生的临时数据。为了能使用户程序及某些运算数据在可编程控制器脱离外界电源后也能保持, 机内随机读写存储器均配备了电池或电容等掉电保持装置。

可编程控制器的存储器区域按用途不同, 又可以分为程序区及数据区。程序区是用来存放用户程序的区域, 一般有数千个字节。用来存放用户数据的区域一般较小, 在数据区中, 各类数据存放的位置都有严格的划分。从传统上讲, 可编程控制器是为熟悉继电器—接触器控制系统的电气技术人员使用的, 可编程控制器的数据单元都叫作继电器, 如输入继电器、时间继电器、计数器等。不同用途的继电器在存储区中占有不同的区域。每个存储单元有不同的地址编号。

1.2.2 输入/输出板

输入/输出板位于中间, 外形如图 1-7 所示。板上装有分别与电源板、CPU 板连接的接插件 CN1、CN2, 多种集成电路芯片、晶体管、光电耦合器、电阻、电容, 还有电磁继电器等元器件。

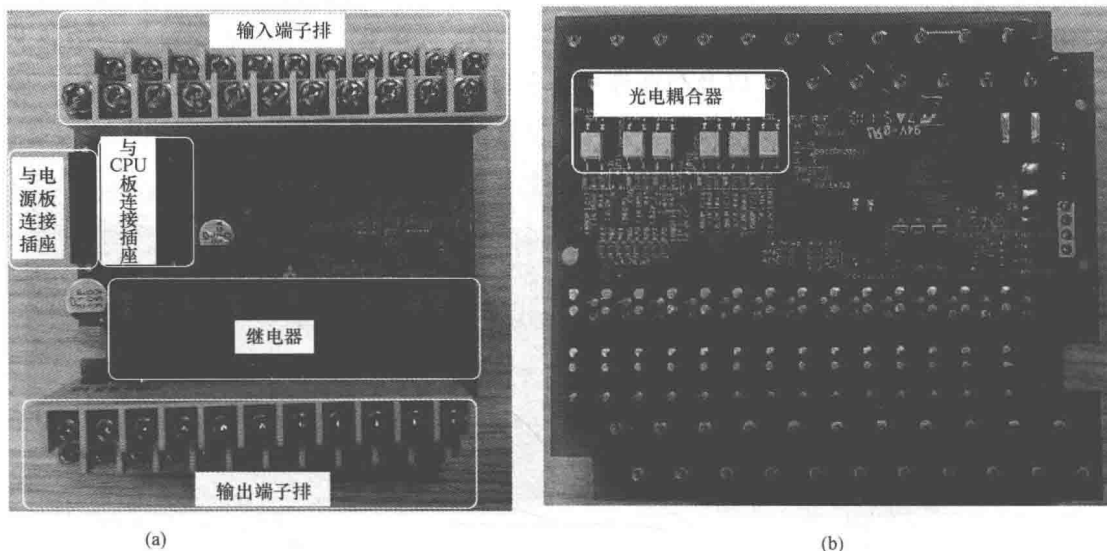


图 1-7 输入/输出板

(a) 顶面; (b) 底面

1. 开关量输入电路简介

FX_{1S}-30MR 可编程序控制器 DC 输入通道内部电路有两种: 输入端 X00~X07 为一种, 输入端 X10~X17 为另一种, 其中输入端 X00 和 X17 的等效电路原理分别如图 1-8 所示, 两图中输入侧的限流电阻阻值不同, 分别是 3.3k Ω 和 4.3k Ω 。

由于输入端 X00~X07 具有高速计数功能, 即输入信号会是一列连续的脉冲信号, 故使用的光电耦合器不同于常规的开关量信号所采用的光耦, 且其输入电流也较常规的开关量信号大了 1mA。为可靠起见, 必须保证 X00~X07 端为 ON 时的信号电流不小于 4.5mA。

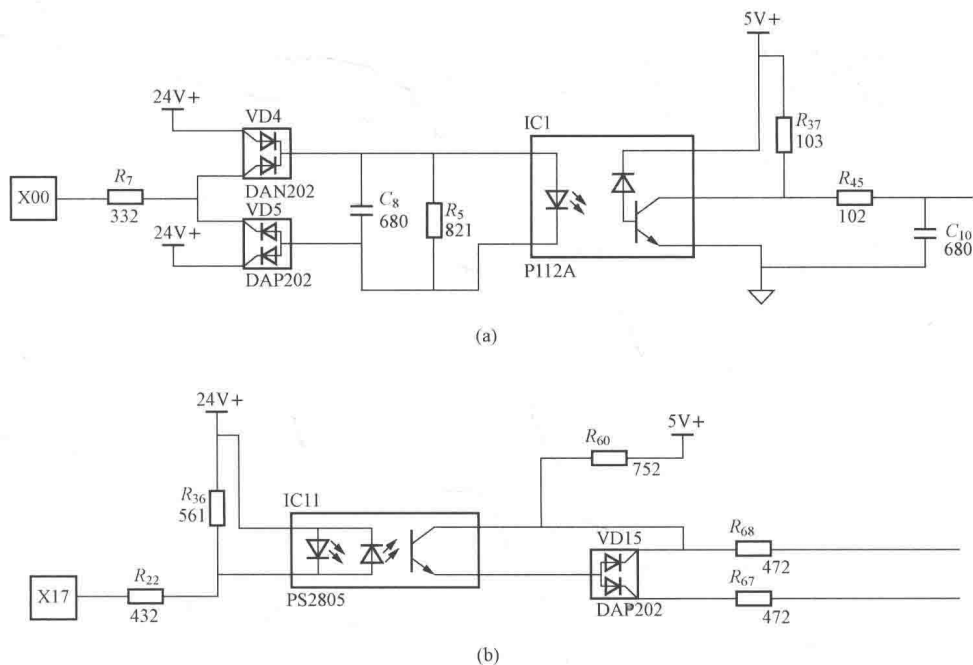


图 1-8 输入等效电路

(a) X00 输入等效电路; (b) X17 输入等效电路

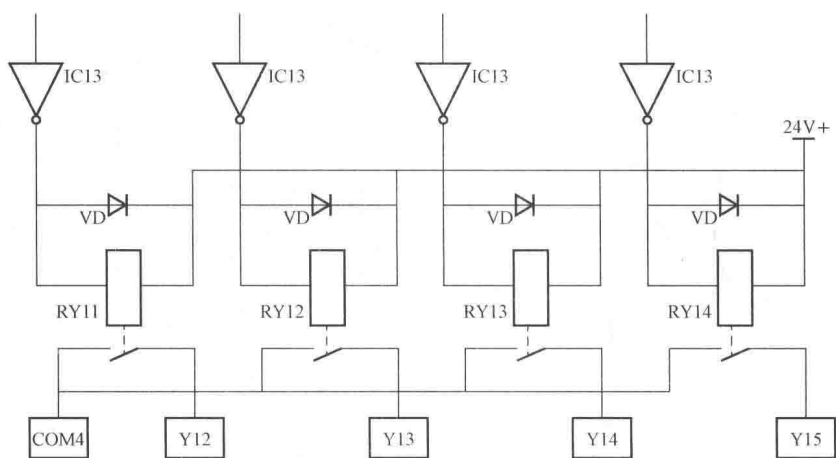
2. 开关量输出电路简介

FX_{1S}-30MR 可编程序控制器的输出通道有两种,即继电器输出和晶体管输出,其原理分别如图 1-9 所示。图 1-9 (a) 所示电路为继电器输出型的输出端 Y₁₂~Y₁₅ 组的输出电路,该电路由 CPU 通过达灵顿驱动器控制电磁继电器吸合或释放,使电磁继电器的触点去控制外接电路。当 CPU 连接至 IC13 的某个输入引脚为高电平时,对应达灵顿驱动器的输出为低电平,该路继电器吸合,继电器触头闭合,使某输出端与该组的公共端接通。其余输出的电路与图 1-9 (a) 相同,只是各组的触点数量不同。图 1-9 (b) 所示电路为第 i 路晶体管输出型的输出电路。当 CPU 连接至第 i 路晶体管 VT_{i1} 的基极为高电平时,光耦 U_i 的输入有电流通过,使输出晶体管 VT_{i2} 饱和导通,即输出端 Y _{i} 与 COM_k 接通(忽略晶体管的饱和导通电阻)。

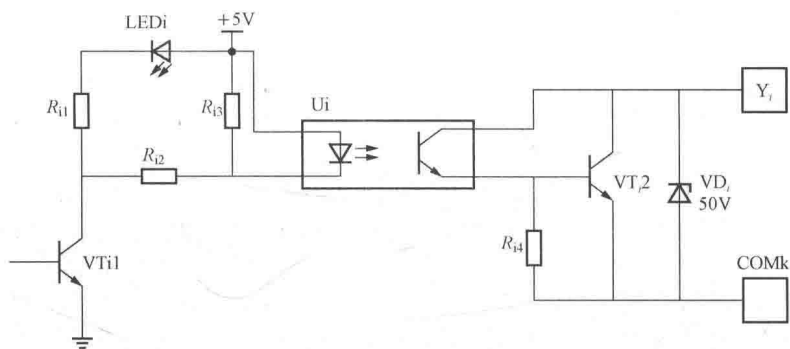
输入/输出接口是可编程序控制器和工业控制现场各类信号连接的部分。输入接口用来接收生产过程的各种参数。输出接口用来送出可编程控制器运算后得出的控制信息,并通过机外的执行机构完成工业现场的各类控制。生产现场对可编程控制器接口的要求为:一是要有较好的抗干扰能力;二是能满足工业现场各类信号的匹配要求。因此,厂家为可编程序控制器设计了不同的接口单元。

1.2.3 电源板

电源板位于壳体内最底层,外形如图 1-10 所示。该电路将输入为 85V AC~264V AC 的交流电压变换到直流 24V 电压,其电原理如图 1-11 所示。下面简述一下电路的工作原理。



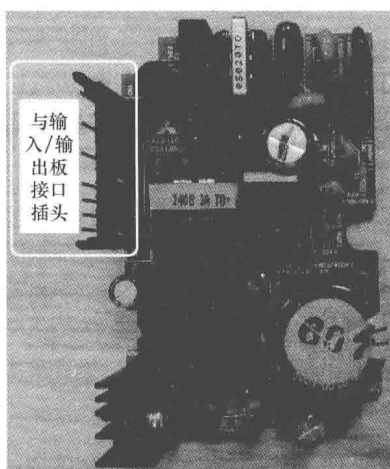
(a)



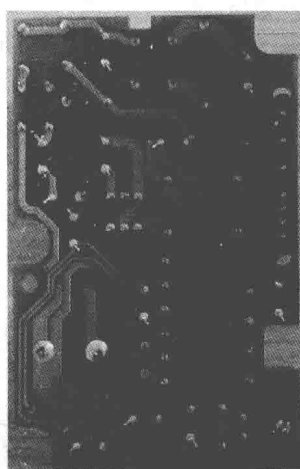
(b)

图 1-9 输出等效电路

(a) 继电器输出等效电路；(b) 晶体管输出等效电路



(a)



(b)

图 1-10 电源板

(a) 顶面；(b) 底面

图 1-11 FX_{IS}-30MR 电源电路

85V AC~264V AC 的交流供电经由三菱 PLC 的 L、N 端子进入电源板, 通过由 C_1 、 C_2 、 C_4 和 L_1 组成的双向低通滤波网络, 进入桥式整流器整流。经整流成约为 280V 的直流电压, 加到开关变压器 TB1 初级上。经离线式准谐振反激开关稳压器 STRG6551 进行 DC/DC 变换, 将 280V 左右的高压直流电变换成稳定的低压直流 24V 电压, 供 PLC 使用。电源板输出有两路 24V DC, 其中一路供 PLC 输入和输出回路使用, 另一路供 CPU 板使用。

由上可知, FX_{IS}-30MR 系列 PLC 的硬件主要由中央处理器 (CPU)、存储器 (RAM、ROM)、信号指示灯、通信口, 光电耦合器/电磁继电器 (I/O 接口), 电源变换等三大部分构成。其硬件结构框图如图 1-12 所示。

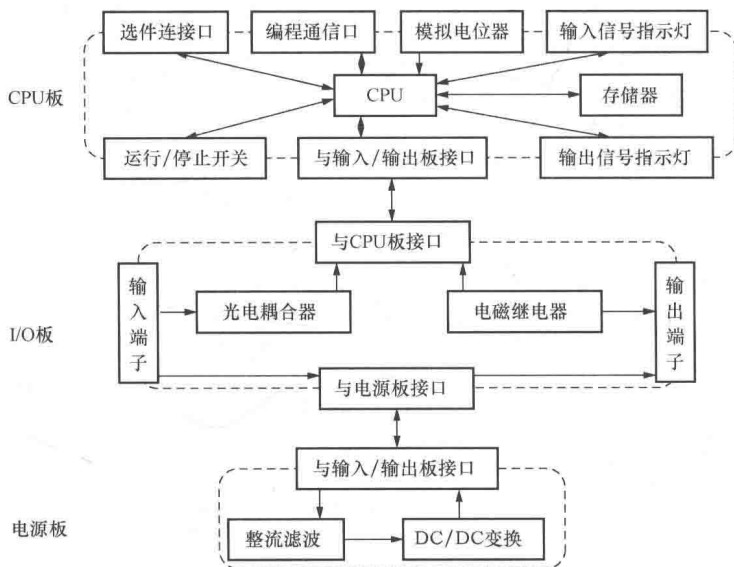


图 1-12 PLC 内部电路结构框图