



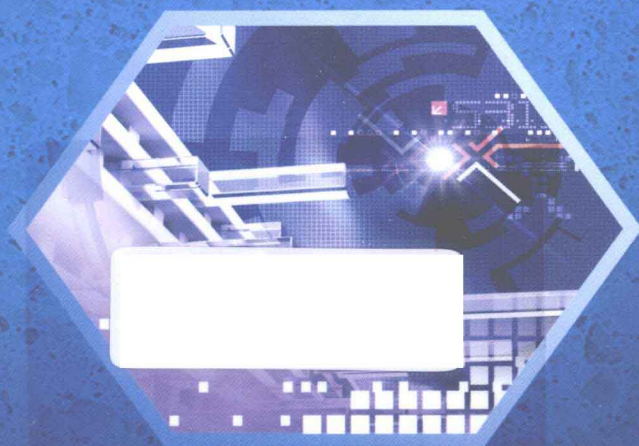
普通高等教育“十二五”精品规划教材

PLC编程与应用技术

PLC BIANCHENG
YU YINGYONG JISHU

◎主编 王 猛 杨 欢

◎组编 葛金印





普通高等教育“十二五”精品规划教材

PLC编程与应用技术

PLC BIANCHENG
YU YINGYONG JISHU

◎主 编 王 猛 杨 欢

◎副主编 赵慧娟

◎组 编 葛金印



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是高等院校“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列教材之一,是根据教育部新一轮教育教学改革成果——最新研发的机电一体化技术专业人才培养方案中 PLC 编程及应用技术核心课程标准,并参照了相关国家职业标准及有关行业职业技能鉴定规范编写的。

全书由八个项目组成,根据学生的认知水平和职业技能形成的规律,采用理论、实践一体化的形式,将各学科的内容按“项目”进行合理整合。采用了综合化、模块化和项目化的编写思路,以实践活动为主线,将理论知识和技能训练有机结合,突出对综合职业能力的培养。主要内容有:三相交流异步电动机的控制、液体自动混合控制、物料分拣系统的控制、十字路口交通信号灯的控制、花式喷泉系统的控制、送料小车多工位运行系统的控制、城市霓虹灯系统的控制和商场自动售货机的控制。每个项目的后面均附有练习题和操作题,以便学生自学以及进行知识的巩固与拓展。

本书可用做高等院校机电技术专业、数控技术专业及其他相关专业的教学用书,也可用做相关行业岗位培训教材及有关人员自学用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

PLC 编程与应用技术/王猛,杨欢主编. —北京:北京理工大学出版社, 2013. 1

ISBN 978 - 7 - 5640 - 7374 - 9

I. ①P… II. ①王… ②杨… III. ①plc 技术 - 程序设计 - 高等学校 - 教材 IV. ①TM571. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 019047 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京泽宇印刷有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 21

字 数 / 388 千字

版 次 / 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

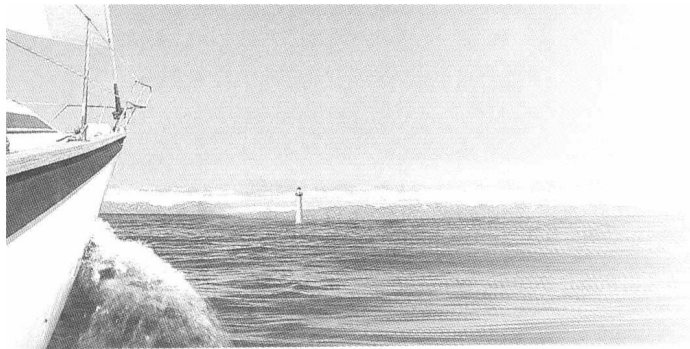
印 数 / 1 ~ 1500 册

定 价 / 49.80 元

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题,本社负责调换



普通高等教育“十二五”精品规划教材

编审委员会

总顾问：马能和

顾问：金友鹏 程又鹏 王稼伟

主任：葛金印

副主任：（按姓氏笔画排序）

王 猛 朱仁盛 朱崇志 张国军

邵泽强 范次猛 赵光霞

委员：（按姓氏笔画排序）

史先焘 朱安莉 刘冉冉 许忠梅

庄金雨 李红光 李晓男 李添翼

陈大龙 陈海滨 张 平 张 萍

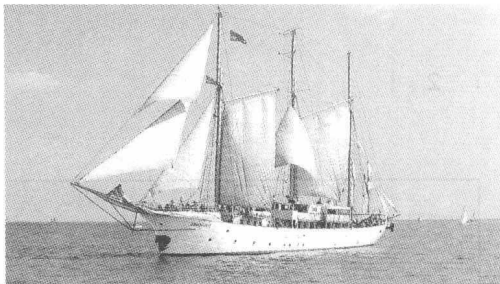
杨玉芳 杨 羊 杨 欢 金荣华

胡立平 胡 剑 查维康 施 琴

耿 淬 唐建成 徐小红 栾玉祥

梅荣娣 蒋金云 蒋洪平 强高培

缪朝东 翟雄翔 薛智勇



本书是高等院校“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列教材之一，是根据教育部新一轮教育教学改革成果——最新研发的机电一体化技术专业人才培养方案中 PLC 编程及应用技术核心课程标准，并参照了相关国家职业标准及有关行业职业技能鉴定规范编写的。

本书打破了原来各学科体系的框架，将各学科的内容按“项目”进行合理整合。采用了综合化、模块化和项目化的编写思路，以实践活动为主线，将理论知识和技能训练有机结合，突出对综合职业能力的培养。

本书采用项目任务书的形式，将职业技能大赛与日常教学有机结合，选择了工程和生活实际中的八个典型的项目。每个项目均由若干个具体的典型的工作任务组成，每个任务均将相关知识和实践（含实验）过程有机结合，力求体现理论、实践一体化的教学理念。在内容的选择上，降低理论重心，删除繁冗的数学计算和复杂的线路分析，突出实际应用，注重培养学生的应用能力和解决问题的实际工作能力；在内容组织形式上，强调学生的主体性，在每个项目实施前，先提出学习目标，再进行任务分析，使在学习每个项目之初就知道具体的任务和要求，便于学生的自学和自评；在内容的安排上，采用了任务引入——任务分析——活动展开（任务实施）——拓展训练的顺序，既符合学生的认知规律和技能形成的规律，又兼顾了学生的可持续发展性。

本书可用做高等院校数控技术专业、机电技术专业及相关专业的教学用书，也可用做相关行业岗位培训教材及有关人员的自学用书。

本书参考学时数为 120 学时，各项目的推荐学时如下：

序号	项 目	学 时		
		理论	实践	合计
1	三相交流异步电动机的控制	8	16	24
2	液体自动混合控制系统	4	8	12
3	物料分拣系统控制系统	6	12	18
4	十字路口交通信号灯的控制	2	8	10
5	花式喷泉系统的控制	4	8	12
6	送料小车多工位运行系统的控制	4	12	16

续表

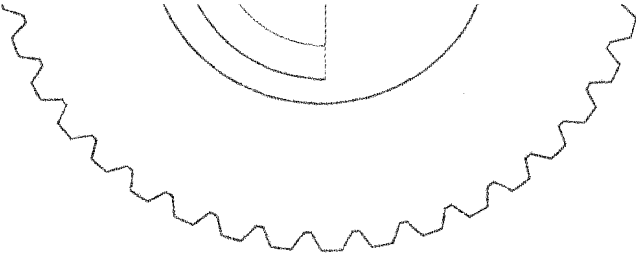
序号	项 目	学 时		
		理论	实践	合计
7	城市霓虹灯系统的控制	4	8	12
8	商场自动售货机的控制	4	12	16
	合 计	36	84	120

本书由王猛、杨欢主编，项目一由顾燕编写，项目二~项目四由巢春波、赵慧娟、王丽和郑凯编写，项目五、项目六由杨欢编写，项目七、项目八由王猛编写。全书由王猛和杨欢统稿。

本书由史先焘副教授审稿并由本套系列教材组编葛金印终审。他们对书稿提出了许多宝贵的修改意见和建议，提高了书稿质量，在此表示衷心的感谢！

本书作为课程改革成果系列教材之一，在推广使用中，非常希望得到其教学适用性的反馈意见，以便不断地改进与完善。由于编者学识和水平有限，书中错漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

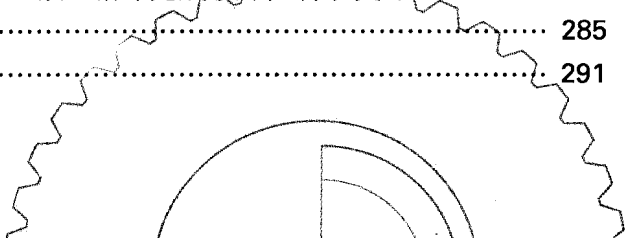


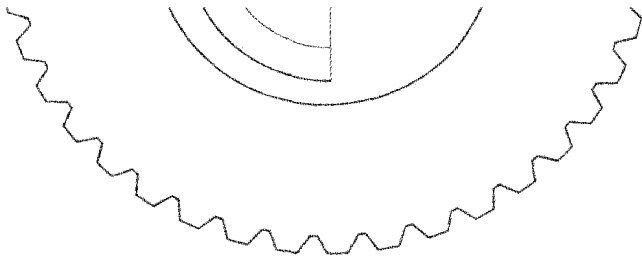
目 录

项目一 三相交流异步电动机的控制	1
任务一 三菱 FX2N 系列 PLC 的认识	2
任务二 三相交流异步电动机的点动控制	34
任务三 三相交流异步电动机的长动控制 (启保停控制)	51
任务四 具有双重联锁功能的三相交流异步电动机的 正反转控制	71
任务五 三相交流异步电动机单按钮启停的控制	85
任务六 三相交流异步电动机 Y - Δ 降压启动的控制	97
任务七 三相交流异步电动机顺序启动、 逆序停止的控制	109
练习与操作	121
项目二 液体自动混合控制系统	128
任务一 学习状态编程的基本方法	129
任务二 液体自动混合控制系统的实现	134
拓展训练 1 全自动洗衣机控制系统的实现	143
拓展训练 2 机械手控制系统的实现	148
练习与操作	154
项目三 物料分拣控制系统	156
任务一 学习状态转移图 (SFC) 的选择性 分支结构	157
任务二 大小铁球分类传送控制系统的实现	160
任务三 物料传送分拣系统控制	174
练习与操作	180
项目四 十字路口交通信号灯的 control	182
任务一 学习状态转移图 (SFC) 的并行分支结构	183
任务二 十字路口交通信号灯的 control	187

目 录 >>>

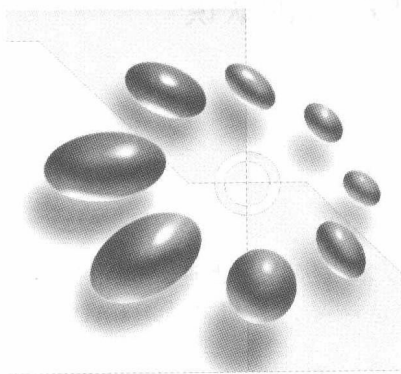
拓展训练 YL-235A 光机电一体化设备整体 运行控制	194
练习与操作	200
项目五 花式喷泉系统的控制	205
任务一 用基本逻辑指令实现花式喷泉系统的控制	206
任务二 用步进指令实现花式喷泉系统的控制	215
任务三 用功能指令实现花式喷泉系统的控制	217
拓展训练 用功能指令实现三相交流异步电动机 Y- Δ 启动控制	227
练习与操作	232
项目六 送料小车多工位运行系统的控制	233
任务一 用基本逻辑指令实现送料小车多工位 运行系统的控制	235
任务二 用功能指令实现送料小车多工位运行 系统的控制	245
拓展训练 1 用 CMP 比较功能指令实现简易 密码锁的控制	255
拓展训练 2 用 CMP、ZCP 比较指令实现简易定时与 报时器的控制	258
练习与操作	261
项目七 城市霓虹灯系统的控制	262
任务一 位左移/右移指令 (SFTL/SFTR) 实现 铁塔之光的控制	263
任务二 使用循环右移/左移指令、子程序调用及 返回指令实现广告牌饰灯的控制	276
任务三 利用加 1/减 1 指令完成彩灯控制系统的 装调	285
练习与操作	291





目 录

项目八 商场自动售货机的控制	293
任务一 四则运算（加、减、乘、除）功能的实现.....	294
任务二 用七段解码指令实现九秒倒计时钟控制	305
任务三 商场自动售货机系统的控制	309
练习与操作	320
参考文献	322



项目一 三相交流 异步电动机的控制

PLC 是可编程控制器 (Programmable Controller) 的简称, 英文缩写为 PC, 为与个人计算机 (Personal Computer) 的英文缩写 PC 相互区别, 人们将最初用于逻辑控制的可编程控制器 (Programmable Logic Controller) 叫做 PLC。

可编程控制器 (PLC) 作为一种现代的新型工业控制装置, 具有功能强、可靠性高、指令简单等一系列显著的优点。它不仅可以取代传统继电器控制系统, 来实现逻辑控制、顺序控制、定时/计数等各种功能, 还能像微型计算机一样具有数字运算、数据处理、模拟量调节、运动控制、闭环控制以及网络通信等功能, 在工业生产的自动化控制中, 具有极其重要的地位。

作为 PLC 入门的需要, 本项目以三相交流异步电动机的 PLC 控制为主线, 首先介绍三菱 FX2N 系列 PLC 的基础知识和相关编程软件的使用, 然后通过引入三相交流异步电动机的点动、长动、正反转、单按钮启停、Y- Δ 降压启动等具体控制实例, 配合 PLC 接线板的制作, 使读者快速学会应用三菱 FX2N 系列 PLC 实现电机典型控制案例的基本设计过程、实施步骤以及实现方法。

通过本项目的学习和实践, 应努力达到如下目标:

① 认识三菱 FX2N-48MR 可编程控制器, 了解其软、硬件系统的组成。理解 PLC 的工作原理。

② 学习编程软件 GX Developer 的安装与使用, 解决 PLC 与计算机之间的通信连接问题。

③ 利用基本逻辑指令并配合 PLC 接线板的制作, 完成三相交流异步电动机典型控制系统的安装、调试和监控。



任务一 三菱 FX2N 系列 PLC 的认识



任务引入

可编程控制器简称 PLC, 是 20 世纪 60 年代以来发展极为迅速、应用极为广泛的工业控制装置, 是现代工业自动化控制的首选产品, 与机器人、CAD/CAM 并称为工业生产自动化的三大支柱。

经过近 50 年的发展, PLC 已应用于各行各业, 功能也越来越完善。PLC 从当初的逻辑运算、定时和计数等简单功能, 逐步增加了算术运算、数据处理和传送、通信联网、故障自诊断等功能, 各个生产厂家(三菱、松下、西门子、欧姆龙、台达等)也相继推出了位置控制、伺服定位、PID 控制、A/D 转换、D/A 转换等特殊功能模块, 进一步拓展了 PLC 的功能。

本任务以三菱 FX2N 系列 PLC 为例, 学习可编程控制器的软、硬件系统的组成, 工作原理以及 GX Developer 编程软件的使用。



任务分析

PLC 控制系统的组成与微型计算机基本相同, 也是由硬件系统和软件系统两大部分构成。通过本任务的学习和实践, 需要解决以下问题:

- ① 认识可编程控制器的硬件及软件系统组成, 理解 PLC 的工作原理。
- ② 识别三菱 FX2N 系列 PLC 的外部端子, 明确其使用方法。
- ③ 学习 GX Developer 编程软件的基本使用方法, 验证 PLC 与计算机之间的通信连接。



任务实施

活动 1: PLC 控制系统的认识

虽然目前市场上 PLC 的品种、规格繁多, 各厂家均独具特色, 但一般来说,

PLC 控制系统的组成都包括两个部分：硬件系统和软件系统。

一、PLC 硬件系统组成

PLC 实际是一种专用于工业控制的计算机，其硬件结构基本上与微型计算机相同，如图 1-1-1 所示。从图中可以看出 PLC 内部主要部件有：

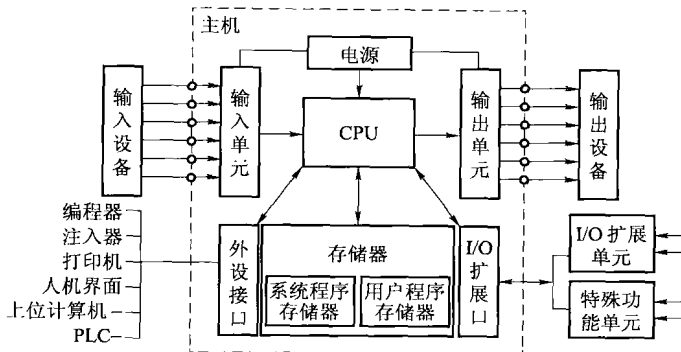


图 1-1-1 PLC 硬件系统简化框图

1. CPU（中央处理器）

CPU 是 PLC 的核心组成部分，主要由运算器和控制器组成。整个 PLC 的工作都是在 CPU 的统一指挥和协调下进行的。

2. 系统程序存储器

系统程序存储器用以存储系统的各类管理程序，如工作程序（监控程序）、模块化应用功能程序、命令解释功能程序以及对应定义（I/O、内部继电器、计时器、计数器、移位寄存器等存储系统）参数等。

3. 用户程序存储器

用户程序存储器用以存放用户编制的各类梯形图应用程序等。通常以字（16 位/字）为单位来表示存储容量。

4. 输入、输出模块

输入、输出模块是 CPU 与现场 I/O 装置或其他外部设备之间的连接部件。它主要包括输入单元、输出单元、外设接口以及 I/O 扩展口等。PLC 提供了各种操作电平与驱动能力的 I/O 模块以及各种用途的 I/O 组件供用户选用。

5. 电源

在 PLC 内部，已为 CPU、存储器、I/O 接口等内部电路的正常工作配备了稳压电源，同时也为输入传感器提供了 24 V 直流电源。输入/输出回路中的电源一般都相互独立，以避免来自外部的干扰。

二、PLC 软件系统组成

PLC 的软件系统由系统程序和用户程序组成。

系统程序由 PLC 制造厂商设计编写，并存入 PLC 的系统程序存储器中，用户不能直接读写、更改；用户程序是用户通过编程软件，利用 PLC 编程语言，根

据系统控制要求编写的程序。

在 PLC 控制系统中，最重要的是利用 PLC 编程语言来编写用户程序，以实现控制目的。由于 PLC 是专门为工业控制而开发的装置，其主要使用者是广大电气技术人员，为了与他们的传统习惯和掌握能力相一致，编程语言采用相对简单、易懂、形象的专用语言，具体可归纳为两种类型：一是采用字符表达方式，如指令语句；二是采用图形符号表达方式，如梯形图、状态转移图（SFC）等。下面简要介绍几种常见的 PLC 编程语言。

1. 梯形图

梯形图是在传统继电器控制系统中常用的接触器、继电器等图形符号的基础上演变而来的。它与电气控制线路图相似，具有形象、直观、实用等特点，为广大电气技术人员所熟知，是应用最广泛的编程语言。梯形图如图 1-1-2 所示。

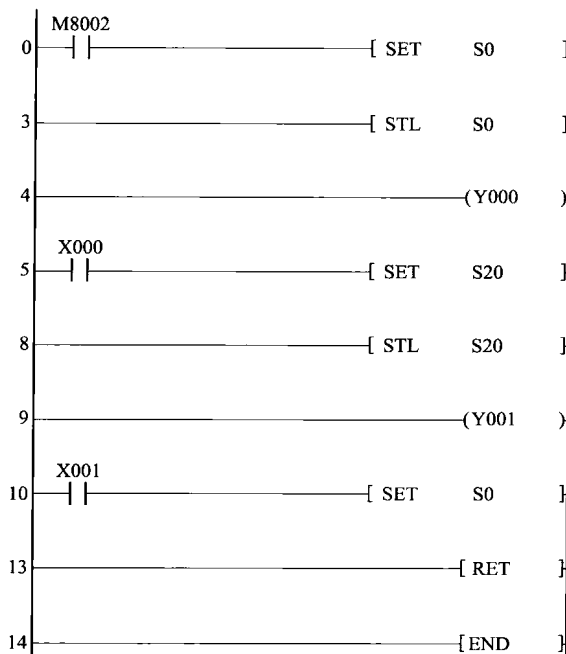


图 1-1-2 梯形图示例

2. 指令语句

指令语句是一种与汇编语言类似的助记符编程表达方式。图 1-1-3 所示为图 1-1-2 梯形图转换成指令语句后的形式。在 PLC 应用中，经常采用简易编程器将指令语句输入到 PLC 中，从而达到系统控制的目的。虽然各个 PLC 生产厂家的指令语句形式不同，但基本功能相差无几。

3. 状态转移图（SFC）

SFC（Sequential Function Chart）是一种较新的编程方法，又叫顺序功能流程图。它将一个完整的控制过程分为若干阶段，各阶段具有不同的动作，从一个阶

段到另一个阶段都需要满足一定的转换条件，当转换条件满足时就实现阶段的转移，上一阶段动作结束，下一阶段动作开始。SFC 是用功能表图的方式来表达一个控制过程，特别适用于顺序控制系统。图 1-1-4 所示为与上述梯形图、指令语句相对应的 SFC 图。

0	LD	M8002
1	SET	S0
3	STL	S0
4	OUT	Y000
5	LD	X000
6	SET	S20
8	STL	S20
9	OUT	Y000
10	LD	X001
11	OUT	S0
13	RET	
14	END	

图 1-1-3 指令语句示例

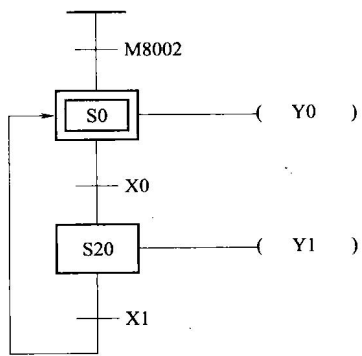


图 1-1-4 SFC 图示例

以上三种编程语言都需要编程软件的支持。对于三菱 FX2N 系列 PLC，常用的编程软件有 GX Developer（以下简称 GX）或者 SWOPC - FXGP/WIN - C（以下简称 FX）等。编程人员只需利用编程软件将 PLC 编程语言通过编程电缆下载至 PLC 的用户存储器中运行，就能满足不同系统的控制要求。

活动 2：认识三菱 FX2N - 48MR 可编程控制器

PLC 的制造厂家较多，其中西门子、三菱和欧姆龙等 PLC 品牌在中国市场被广泛应用。图 1-1-5 所示是一些常用的 PLC，图 1-1-5（a）为三菱 FX2N 系列 PLC，图 1-1-5（b）为西门子 S7 - 200 系列 PLC。下面以三菱 FX2N 系列 PLC 为例，介绍相关型号说明及面板组成。

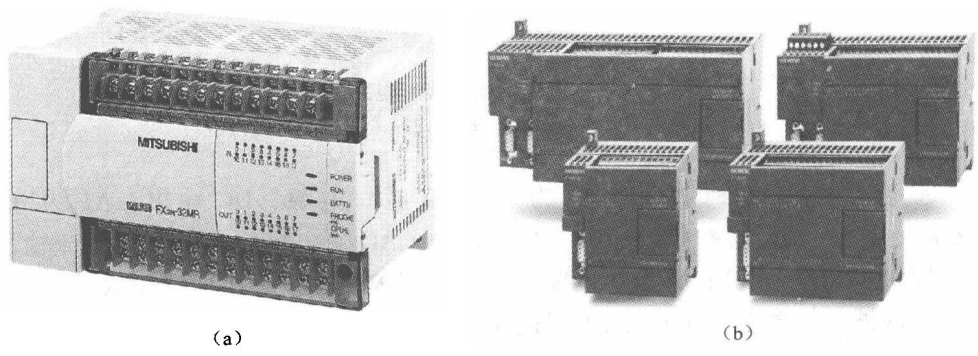


图 1-1-5 常用 PLC 外形

(a) 三菱 FX2N 系列 PLC；(b) 西门子 S7 - 200 系列 PLC

一、三菱 FX2N 系列 PLC 型号说明

三菱 FX 系列可编程控制器是日本三菱公司推出的微型、小型 PLC 系列，主要有 FX0、FX0N、FX1、FX1S、FX2、FX2N 等系列，本书主要介绍的是日本三菱公司的 FX2N 系列 PLC。FX2N 系列型号的含义如图 1-1-6 所示。

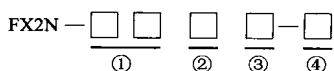


图 1-1-6 FX2N 系列
PLC 的型号含义

① 表示输入/输出的总点数：4 ~ 128（通常输入与输出点数平均分配）。

② 表示单元类型：M 表示基本单元，E 表示输入/输出混合扩展单元与扩展模块，EX 为输入专用扩展模块，EY 为输出专用扩展模块。

③ 表示输出形式：R 为继电器输出，T 为晶体管输出，S 为双向晶闸管输出。

特别注意：继电器输出方式可用于交/直流电源输出；晶体管输出方式只能用于直流电源输出；晶闸管输出方式只能用于交流电源输出。图 1-1-7 所示为不同输出方式的不同接口电路：

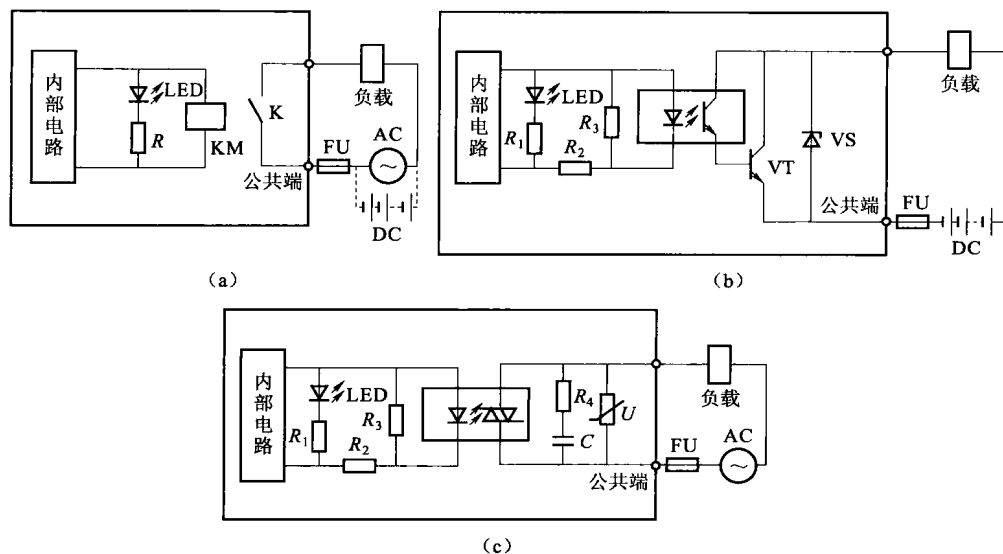


图 1-1-7 继电器输出接口电路的形式

(a) 继电器输出型；(b) 晶体管输出型；(c) 晶闸管输出型

④ 表示特殊品种的区别：D 为 DC（直流）电源、DC 输出；A1 为 AC（交流）电源，AC 输入（AC 100 ~ 120 V）或 AC 输出模块；H 为大电流输出扩展模块（1 A/1 点）；V 为立式端子排的扩展模块；C 为接插口输入方式；F 为输入滤波时间常数为 1 ms 的扩展模块；L 为 TTL 输入扩展模块；S 为独立端子（无公共端）扩展模块；若无符号，则为 AC 电源、DC 输入、横式端子排、标准输出（继电器输出为 2 A/1 点；晶体管输出为 0.5 A/1 点；双向晶闸管输

出为 0.3 A/1 点)。

例如, 型号为 FX2N-128MR-D 的 PLC, 属于 FX2N 系列, 有 128 个 I/O 点 (输入点为 64 个, 输出点也为 64 个) 的基本单元, 继电器输出型, 使用 24 V 直流电源。

二、三菱 FX2N-48MR 型 PLC 面板组成

图 1-1-8 是三菱 FX2N-48MR 型 PLC 的外形图, 其面板主要由三部分组成: 外部接线端子、指示部分和接口部分。具体组成如图 1-1-9 所示。

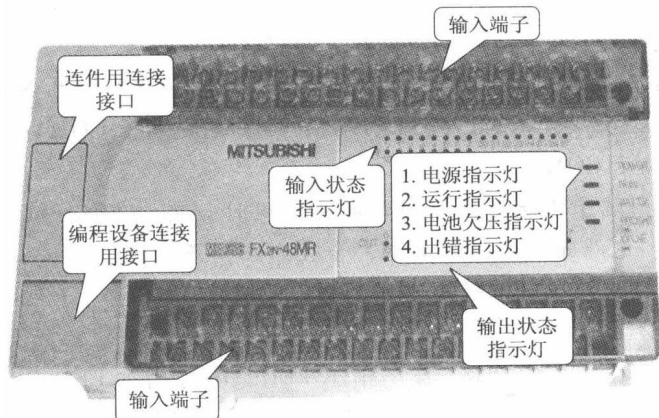


图 1-1-8 FX2N-48MR 型 PLC

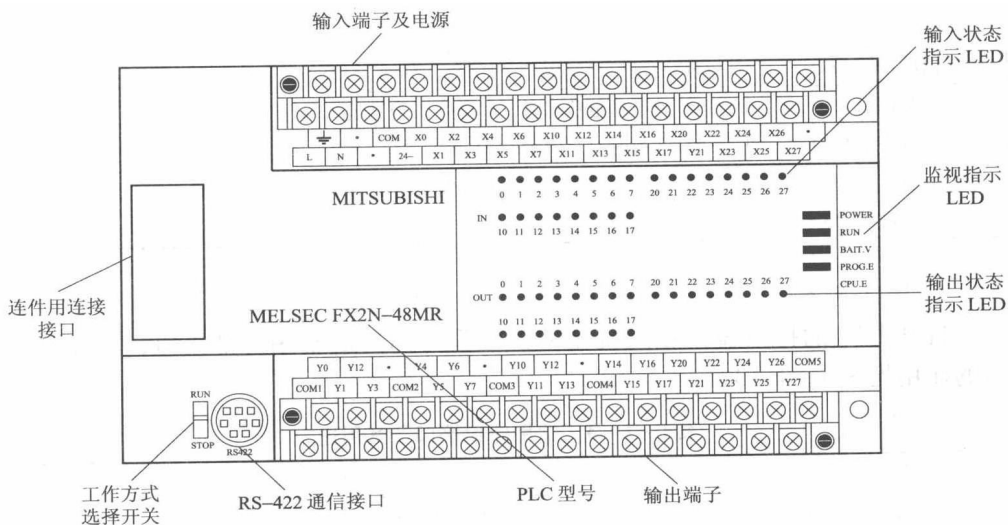


图 1-1-9 FX2N-48MR 型 PLC 面板图

1. 外部接线端子

PLC 的上侧端子为输入端子, 下侧端子为输出端子。各端子的作用见表 1-1-1。

表 1-1-1 外部接线端子及其用途

端子分类	端 子 名 称	用 途
输入端子	电源端子 (L、N)、接地端子 (⊥)	用于 PLC 引入外部电源
	输入信号端子 (X)、公共端子 (COM)	用于 PLC 与输入设备的连接
	直流电源端子 +24 V	供应 24 V 直流电源输出
输出端子	输出信号端子 (Y)	用于 PLC 与输出设备的连接
	公共端子 COM1、COM2、COM3、COM4、COM5	

特别注意:

① 输出端子 Y0 ~ Y3 共用公共端子 COM1; Y4 ~ Y7 共用公共端子 COM2; Y10 ~ Y13 共用公共端子 COM3; Y14 ~ Y17 共用公共端子 COM4; 剩余的 Y20 ~ Y27 共用公共端子 COM5。

② 同组输出端子不能使用不同电源, 使用时一定要查阅 PLC 使用手册, 根据负载的大小、电源等级及电源类型, 合理分配, 正确使用。

③ 不同组输出端子可以使用不同的电源类型。

2. 指示部分

指示部分由输入指示 LED、输出指示 LED、电源指示 LED、电池指示 LED、运行指示 LED 和程序出错指示 LED 等组成。各部分作用见表 1-1-2。

表 1-1-2 指示 LED 及其动作表示

LED 名称	动 作 情 况
输入指示 LED	外部输入开关闭合时, 对应的 LED 点亮
输出指示 LED	程序驱动输出继电器动作时, 对应的 LED 点亮
电源指示 LED	PLC 处于通电状态时, 对应的 LED 点亮
运行指示 LED	PLC 运行时, 对应的 LED 点亮
电池指示 LED	PLC 锂电池没有或电压不足时, 对应的 LED 点亮
程序出错指示 LED	程序错误时灯闪烁; CPU 错误时, 对应的 LED 点亮

3. 接口部分

打开 PLC 的接口盖板和面板盖板, 可看到 PLC 的常用外部接口, 各连接接口的作用见表 1-1-3。

表 1-1-3 常用外部接口及其用途

接口名称	用 途
选件连接用接口	用于存储卡盒、功能扩展板的连接
扩展连接用接口	用于输入、输出扩展单元的连接
编程设备连接接口	用于 PLC 与手持编程器或计算机的连接
RUN/STOP 开关	将之调至“RUN”位置时, PLC 运行; 调至“STOP”位置时, PLC 处于停止状态, 用户可以进行程序的读写、编辑和修改