



PLC 应用技术

简明教程

Concise Tutorial of
PLC Application Technology

主编 / 赵佳萌

PLC 应用技术简明教程

赵佳萌 主编

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

内 容 简 介

本书以三菱 FX 系列 PLC 为载体,紧密结合 PLC 在工业控制上的应用实践,介绍了 PLC 的概念、组成、运行方式等基本知识,还通过任务驱动的模式,由浅到深地全面展现了 PLC 的软元件、基本指令、顺序控制、功能指令、扩展模块等方面的知识及其应用。

本书最大的特点是全书的知识点均由中、英两种文字对照编写而成,且文字精练,图文并茂。对外国留学生来说,具有很强的可读性。不仅满足中国学生的教学需要,同时也满足了国际学生学习 PLC 的需求,具有一定的普适性。本书以注重实用为原则,将理论知识和实际应用结合起来,充分体现了任务驱动、项目教学的模式。

本书适合作为高等院校机电、电气类专业的中国学生及外国留学生的教材,也可作为国内外工程技术人员学习和交流 PLC 技术的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

PLC 应用技术简明教程 = Concise Tutorial of PLC Application Technology: 英、汉 / 赵佳萌主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2019.3
ISBN 978-7-5682-6737-3

I. ①P… II. ①赵… III. ①PLC 技术-高等职业教育-教材-英、汉 IV. ①TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 031951 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)
(010) 82562903 (教材售后服务热线)
(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 /

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 6.5

字 数 / 155 千字

版 次 / 2019 年 3 月第 1 版 2019 年 3 月第 1 次印刷

定 价 / 33.00 元

责任编辑 / 梁铜华

文案编辑 / 梁铜华

责任校对 / 杜 枝

责任印制 / 施胜娟

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

Preface

随着“一带一路”倡议的提出，越来越多的中国企业走出国门投资建厂，对机电、电气类国际化高技能人才的需求也快速增长。PLC 技术在机电类技能型人才培养过程中占有重要地位，对学生职业能力的培养和职业素养的养成起支撑作用。为了建设、推动与中国企业和产品“走出去”相配套的职业教育发展模式，加强国际交流与合作，满足国际学生学习 PLC 技术的需求，编写了本教材。

本书以三菱 FX 系列 PLC 为载体，紧密结合 PLC 在工业控制上的应用实践，介绍了 PLC 的概念、组成、运行方式等基本知识，还通过任务驱动的模式，由浅到深地全面展现了 PLC 的软元件、基本指令、顺序控制、功能指令、扩展模块等方面的知识及其应用。

本书最大的特点是全书的知识点均由中、英两种文字对照编写而成，且文字精练，图文并茂。对外国留学生来说，具有很强的可读性。不仅可以满足留学生的教学需要，也可以满足国际学生学习 PLC 的需求，具有一定的普适性。

本书项目一介绍了 PLC 的基本概念等知识。项目二介绍了 PLC 的位软元件和基本指令。项目三介绍了 PLC 的步进顺控编程方法。项目四介绍了 PLC 的功能指令。项目五介绍了 PLC 的模拟量特殊功能模块。项目六介绍了变频器的基本知识和 PLC 对变频器的控制方法。

本书除了项目一以外，其他部分均按照任务驱动的模式编写；将传统课程体系中的知识点重新进行排列、组合，围绕具体任务进行相关知识和技能的学习。每个任务按照“任务分析—相关知识—任务实施”的模块编排，有的任务还提供了“知识拓展”模块；以强化基础、突出能力培养、注重实用为原则，将理论知识和实际应用结合起来，充分体现了任务驱动、项目教学的模式。

本书由赵佳萌担任主编。其中中文部分的项目一由覃京翎编写；项目二由蒙万才、黄丝雪编写；项目三由梁增提编写；项目四、项目五、项目六由赵佳萌编写，全书由赵佳萌统稿并翻译。英文部分的校对由刘业博女士完成。燕增伟先生对本书的编写工作提供了很大的帮助，在此表示衷心的感谢。同时还要感谢陈日煜、蔡旭峰、林金、陈思学四位同学，他们为本书的编写提供了不少帮助，使得本书的编写工作能够按时完成。

由于编者的经验、水平有限，加之时间仓促，书中难免在内容和文字上存在不足和缺陷，敬请广大读者批评指正。

编者
2018 年 4 月

目 录

Contents

► 项目一 认识 PLC

Project One Introduction of PLC 1

- 一、为什么要用 PLC? Why do we use PLC? 1
- 二、PLC 是什么? What is PLC? 2
- 三、PLC 是怎样工作的? How does PLC work? 7
- 四、PLC 能接受什么样的编程语言?
What kind of program languages is acceptable to PLC? 8
- 五、三菱 FX 系列的 PLC 的型号是怎样命名的?
How do we name the model of MITSUBISHI FX series PLC? 9

► 项目二 PLC 的位软元件和基本指令

Project Two Bit Device and Basic Instruction of PLC 10

- 任务一 三相电动机的启停控制 10
- Task One Start and Stop Control of Three-Phase Motor 10
 - 一、任务分析 Task analysis 10
 - 二、相关知识 Related knowledge 11
 - 三、任务实施 Task implementation 15
 - 四、知识拓展 Knowledge extension 16
- 任务二 三相电动机的正反转控制 18
- Task Two Forward and Reverse Rotation Control of a Three-Phase Motor 18
 - 一、任务分析 Task analysis 18
 - 二、相关知识 Related knowledge 19
 - 三、任务实施 Task implementation 20
- 任务三 三相电动机的延时启动控制 23
- Task Three Time Delay Start Control of a Three-Phase Motor 23
 - 一、任务分析 Task analysis 23
 - 二、相关知识 Related knowledge 24
 - 三、任务实施 Task implementation 26
 - 四、知识拓展 Knowledge extension 28

任务四 洗手间的冲水清洗控制	30
Task Four The Control of Toilet's Flushing	30
一、任务分析 Task analysis	30
二、相关知识 Related knowledge	30
三、任务实施 Task implementation	33
任务五 进库物品统计监控	35
Task Five Monitoring of Goods Incoming	35
一、任务分析 Task analysis	35
二、相关知识 Related knowledge	36
三、任务实施 Task implementation	37
四、知识拓展 Knowledge extension	39
任务六 LED 数码管显示设计	40
Task Six The Design of LED Digitron Display	40
一、任务分析 Task analysis	40
二、相关知识 Related knowledge	41
三、任务实施 Task implementation	43

► 项目三 PLC 的步进顺序控制

Project Three STL Programming of PLC..... 46

任务一 自动送料小车的运行控制	46
Task One The Control of Automatic Feeding Trolley	46
一、任务分析 Task analysis	46
二、相关知识 Related knowledge	47
三、任务实施 Task implementation	49
四、知识拓展 Knowledge extension	51
任务二 按钮人行横道交通灯控制	51
Task Two Control of Traffic Light by Button	51
一、任务分析 Task analysis	51
二、相关知识 Related knowledge	52
三、任务实施 Task implementation	54
任务三 物料分拣机构的自动控制	56
Task Three Automatic control of material sorting	56
一、任务分析 Task analysis	56
二、相关知识 Related knowledge	57
三、任务实施 Task implementation	57

► 项目四 PLC 的功能指令**Project Four Applied Instruction of PLC 59**

任务一 设备维护提醒装置的设计 59

Task One The Design of Equipment Maintenance Reminder 59

一、任务分析 Task analysis 59

二、相关知识 Related knowledge 60

三、任务实施 Task implementation 64

四、知识拓展 Knowledge extension 67

任务二 电子四则运算器的设计 68

Task Two Design of Electronic Arithmometer 68

一、任务分析 Task analysis 68

二、相关知识 Related knowledge 68

三、任务实施 Task implementation 72

四、知识拓展 Knowledge extension 74

► 项目五 PLC 与模拟量特殊功能模块**Project Five PLC and Special Function Block of Analog 76**

任务一 电压指示器的设计 76

Task One Design of Voltage Indicator 76

一、任务分析 Task analysis 76

二、相关知识 Related knowledge 77

三、任务实施 Task implementation 80

任务二 电压调节器的设计 82

Task Two Design of Voltage Modifier 82

一、任务分析 Task analysis 82

二、相关知识 Related knowledge 83

三、任务实施 Task implementation 84

► 项目六 PLC 与变频器**Project Six PLC and Inverter 86**

任务一 钢琴琴弦绕丝机的速度控制 86

Task One The Speed Control of Piano String Winding Machine 86

一、任务分析 Task analysis 86

二、相关知识 Related knowledge 87

三、任务实施 Task implementation 91

四、知识拓展 Knowledge extension 93

项目一

认识 PLC

Project One Introduction of PLC

一、为什么要用 PLC? Why do we use PLC?

(一) 实例 An example

将三相电动机的启停控制改为延时启动控制，如图 1-1 所示。

Change the start and stop control of a three-phase motor into the time delay start control, as shown in Fig.1-1.

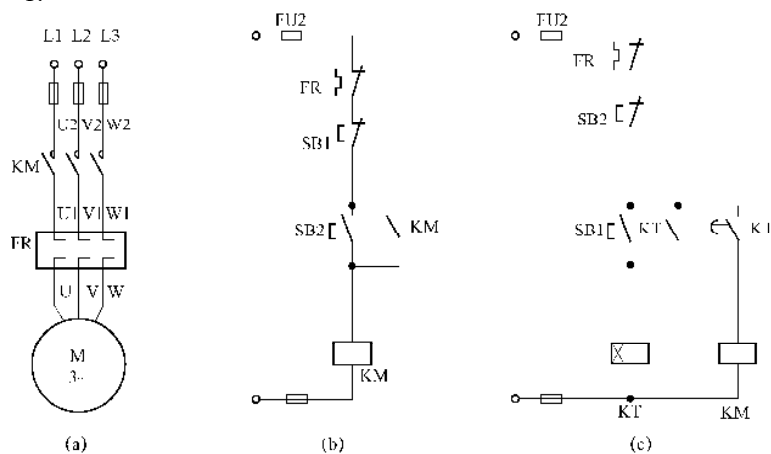


图 1-1 两个不同控制要求的电路原理

Fig.1-1 Schematic of two different requirements

(a) 主电路; (b) 全压启停控制; (c) 延时启动控制

(a) Main circuit; (b) Start and stop control; (c) Time delay start control

（二）继电器接触器控制的缺点 The disadvantages of relay-contactor control

从上面的实例可以看出，继电器接触器控制的特点有：

From the example above, the characteristics of relay-contactor control are:

1. 一旦控制要求改变，电气控制系统必须重新配线安装。

Once requirements changed, wires should be re-connected.

2. 大型的继电器控制电路接线更加复杂，体积庞大。

The connection of large control system is more complicated, and the volume is huger.

3. 机械触点易损坏，因而系统的可靠性较差，检修工作相当困难。

As mechanical contacts are fragile and lack reliability, the maintenance is quite difficult.

（三）PLC 控制的优点 The advantages of PLC control

如果采用 PLC 对三相电动机进行直接启动到延时启动的改造，工作将变得轻松愉快。这两种控制方式的硬件接线完全相同，如图 1-2 所示。用户只需要重新编写程序，再下载到 PLC 就可以了。

The application of PLC to the three-phase motor for the change from direct start to time delay makes the work more relaxing and easier. The connections of the two controls are completely the same, as shown in Fig.1-2. Users only need to write and download a new program to PLC.

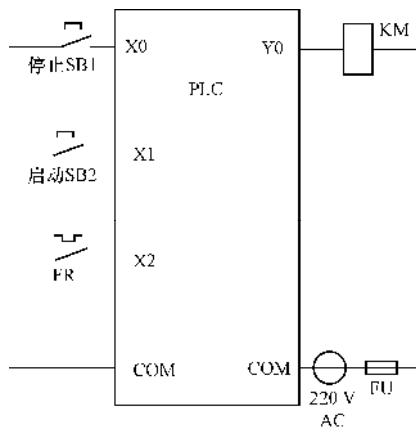


图 1-2 两个不同控制要求的 PLC 接线情况

Fig.1-2 Connection of two different requirements by using PLC

二、PLC 是什么？ What is PLC?

（一）PLC 的定义 The definition of PLC

PLC 是一种数字设备，专为取代用于机器控制中必需的继电器顺序控制电路而设计。PLC 通过扫描输入设备并根据其状态，打开/关闭输出设备来达到控制的目的。

A PLC is a digital device that was developed to replace the necessary sequential relay circuit for machine control. The PLC works by looking at its inputs and depending upon their states,

turning on/off outputs.

（二）第一台 PLC The first PLC

第一台 PLC 是美国数字设备公司 1968 年研制，并在美国通用汽车公司的生产线上试用成功的。

The first PLC, which was developed by American Digital Equipment Company, served the automobile industry for General Motors in 1968.

（三）PLC 的供应商 The vendors of PLC

全世界有上百家 PLC 供应商，其中著名的有：美国 Rockwell 自动化公司所属的 AB（Allen-Bradley）公司、GE 公司，德国的西门子（SIEMENS）公司和法国的施耐德（SCHNEIDER）自动化公司，日本的欧姆龙（OMRON）和三菱（MITSUBISHI）公司。它们的商标如图 1-3 所示。

There are hundreds of PLC vendors around the world, including some famous companies such as AB (Allen-Bradley) which belongs to Rockwell Automation, and GE of USA, SIEMENS of Germany, Schneider of France, OMRON and MITSUBISHI of Japan. The logos of PLC manufacturers are shown in Fig.1-3.



图 1-3 几个 PLC 制造厂商的商标

Fig.1-3 Some logos of PLC manufacturer

（四）PLC 的分类 The classification of PLC

从结构上看，PLC 可分为整体式、模块式和叠装式三类。

The structure of PLC can be integrated, modular and stacked.

1. 整体式：将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内（如图 1-4 所示），具有结构紧凑、体积小、价格低的特点，适用于小型控制系统。

Integrated PLC gathers power supply, CPU, I/O interface and other modules in one block, as shown in Fig.1-4, which has the characteristics of compact structure, small size, and low price. It is suitable for small control systems.

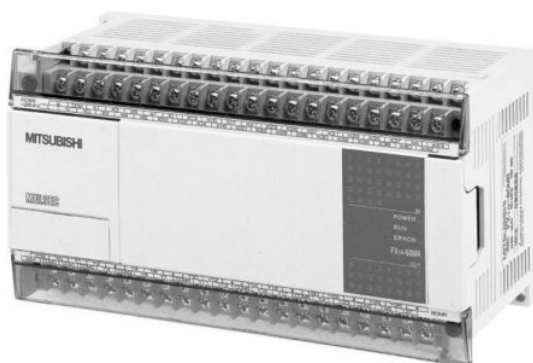


图 1-4 整体式 PLC

Fig.1-4 Integrated PLC

2. 模块式: 将电源、CPU、I/O 接口等部件作为独立的模块插在基板上(如图 1-5 所示), 具有配置灵活、便于扩展和维修的特点, 适用于大中型控制系统。

Modular PLC combines independent modules of power supply, CPU, I/O interface and other modules on a rack, as shown in Fig.1-5, which is flexible in configuration and easy to extend or maintain. It is suitable for large and medium control systems.



图 1-5 模块式 PLC

Fig.1-5 Modular PLC

3. 叠装式: 将电源、CPU、I/O 接口等部件作为独立的模块用电缆连接, 各模块可以一层层地叠装, 不但配置灵活, 而且体积小巧。

Stacked PLC assembles the power supply, CPU, I/O interface and other modules as independent modules with a cable connection, and each module can be stacked layer by layer. It is not only flexible in configuration but also compact in structure.

(五) PLC 的组成 The formation of PLC

PLC 的组成如图 1-6 所示。硬件部分主要由电源、CPU、存储器、输入接口、输出接口组成。软件部分由系统程序及用户程序组成。

The formation of PLC is shown in Fig.1-6. The hardware is mainly composed of power supply, CPU, memory, input interface and output interface. The software is composed of operating system program and user program.

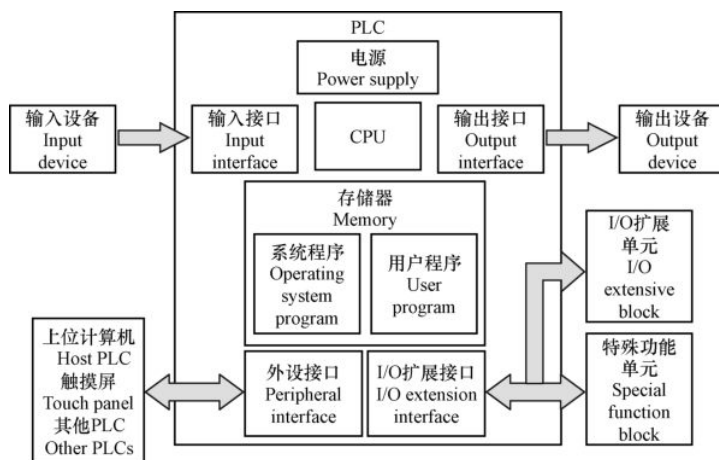


图 1-6 PLC 的组成

Fig.1-6 Formation of PLC

1. 电源 Power supply: 为 PLC 各模块的集成电路提供工作电源。有的还为输入电路提供 24 V 的直流工作电源。电源输入类型有: 交流电源 (220 V 或 110 V), 直流电源 (常用的为 24 V)。

Power supply provides power for integrated circuits of each module of PLC. Sometimes it provides 24 V DC for input interface. Power supply can be AC 220 V or 110 V or DC 24 V.

2. CPU: CPU 是 PLC 的核心, 它由控制器、运算器所组成。

CPU, which is composed of a controller and an arithmetic unit, is the core of PLC.

3. 存储器 Memory: 用于存放系统程序、用户程序和工作状态数据。

Memory is used to store operating system program, user program, and data.

4. 输入接口 Input interface: 将按钮、行程开关或传感器等产生的信号, 转换成数字信号送入主机, 如图 1-7 所示。

Input interface transmit electronic input signal of button, sensor and switch to PLC, as shown in Fig.1-7.

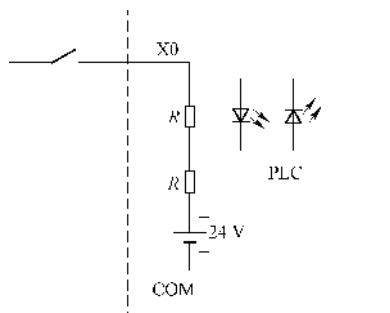


图 1-7 输入接口电路

Fig.1-7 Input interface

5. 输出接口 Output interface: 用于驱动外部设备; 有三种形式: 继电器输出、晶体管输出和晶闸管输出。

Output interface, with three types which are relay output, transistor output, and SCR output, is used for driving output device.

① 继电器输出电路的外部电源可以是交流或直流，如图 1-8 所示。继电器输出具有低速大功率的特点。

The external power supply of the relay output circuit may be AC or DC, as shown in Fig.1-8. The relay output is of low speed and high power.

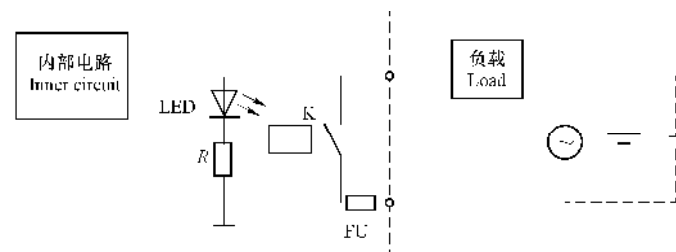


图 1-8 继电器输出

Fig.1-8 Relay output

② 晶体管输出的外部电源只能是直流电源，如图 1-9 所示。晶体管输出具有高速小功率的特点。

The external power supply of the transistor output circuit should be DC only, as shown in Fig.1-9. The transistor output has the characteristics of high speed and low power.

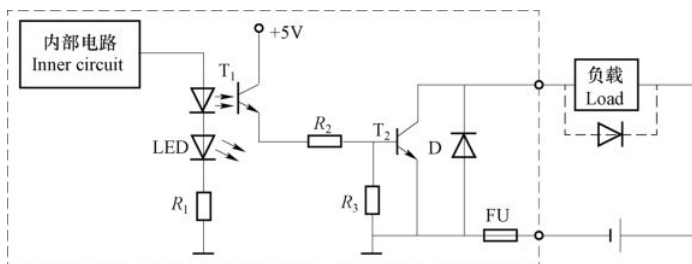


图 1-9 晶体管输出

Fig.1-9 Transistor output

③ 晶闸管输出的外部电源只能是交流电源，如图 1-10 所示。晶闸管输出具有高速大功率的特点。

The external power supply of the SCR output circuit should be AC only, as shown in Fig.1-10. The SCR output has the characteristics of high speed and high power.

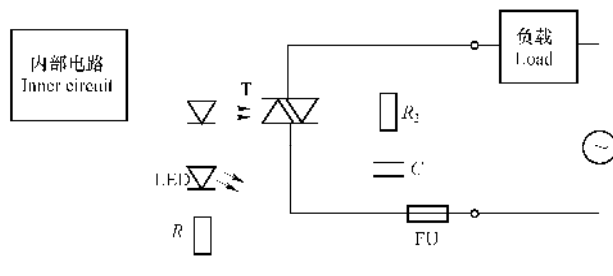


图 1-10 晶闸管输出

Fig.1-10 SCR output

三、PLC 是怎样工作的? How does PLC work?

(一) PLC 的工作方式 The work mode of PLC

PLC 采用循环扫描的工作方式, 如图 1-11 所示。

PLC operates in a polling mode, as shown in Fig.1-11.

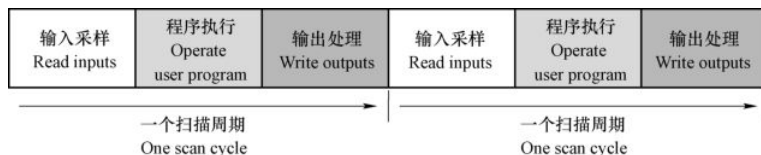


图 1-11 PLC 的工作方式

Fig.1-11 The work made of PLC

1. 输入采样阶段。在此阶段顺序读入所有输入端子的通断状态, 并将读入的信息存入内存中所对应的映像寄存器。

In the “Reading Inputs” state, the PLC kernel reads all the input modules and copies the values into its internal input memory.

2. 程序执行阶段。PLC 执行存储器中的所有用户程序, 并将程序的执行结果存储到输出映像寄存器。

In the “Operating user program” state, the PLC kernel executes the user program which has access to all the PLC memory areas. It stores the execution results in its output internal memory.

3. 输出处理阶段。PLC 将输出映像寄存器的状态写入输出端子, 驱动外部负载。

In the “Writing Outputs” state, the PLC kernel copies the internal output memory to the output modules and drives external load.

(二) PLC 的运行模式 The operating mode of PLC

PLC 有 run 和 stop 两种运行模式。两种模式可通过 PLC 上的拨码开关切换, 如图 1-12 所示。

There are two kinds of operating modes of PLC, run mode and stop mode. The operating mode can be switched by the switch on PLC, as shown in Fig.1-12.

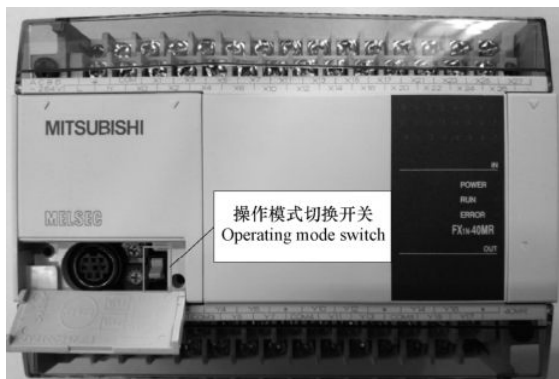


图 1-12 运行模式的切换

Fig.1-12 Switch of operating modes

在 stop 模式，PLC 只进行内部处理和对外通信。内部处理包括检查 CPU 是否正常、检查用户程序的语法是否正确、定期复位监控定时器等，可确保系统可靠运行。对外通信包括 PLC 之间和 PLC 与计算机之间的信息交换等。

In stop mode, PLC only performs internal processing and external communication. Internal processing, which includes checking CPU, syntax of user program, and regularly resetting WDT (watching dog timer), etc., can ensure the normal operating of the system. External communication includes information exchange between PLCs and between PLC and PC.

在 run 模式，PLC 除进行内部处理和对外通信外，还要完成上述的输入采样、程序执行和输出处理这三个阶段的循环扫描工作。简单地说，运行模式是执行用户程序的模式，停止模式用于程序的编写和修改。

In run mode, PLC does cycle scan work which consists of reading input, operating user program and writing outputs mentioned above, in addition to internal processing and external communication. In short, run mode is the mode which user program is executed, and the stop mode is used for programming and modifying.

四、PLC 能接受什么样的编程语言？What kind of program languages is acceptable to PLC?

(一) 梯形图 Ladder diagram

梯形图是一种实用的、图形化的编程语言，目前用得最多，如图 1-13 所示。

Ladder diagram, which is the most commonly used, is a kind of practical and graphic programming language, as shown in Fig.1-13.



图 1-13 梯形图
Fig.1-13 Ladder diagram

(二) 顺序功能图 Sequential function chart(SFC)

顺序功能图常用来编制顺序控制程序，如图 1-14 所示。

SFC is commonly used in sequence control, as shown in Fig.1-14.

(三) 指令表 Instruction list

指令表是传统的、文本化的编程语言，如图 1-15 所示。

Instruction list is a kind of conventional and textual programming language, as shown in Fig.1-15.

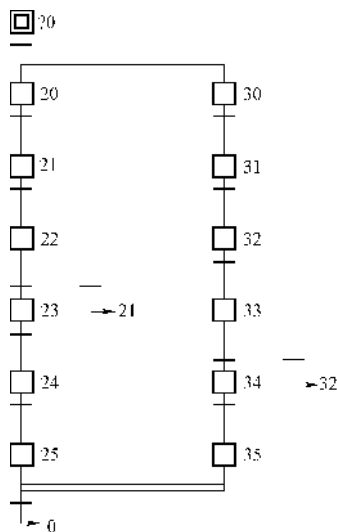


图 1-14 顺序功能图
Fig.1-14 SFC

LD	X000	
OR	M0	
MPS		
ANI	C0	
OUT	M0	
MRD		
ANI	T2	
OUT	T1	K50
MPP		
AND	T1	
OUT	T2	K50
END		

图 1-15 指令表
Fig.1-15 Instruction list

五、三菱 FX 系列的 PLC 的型号是怎样命名的? How do we name the model of MITSUBISHI FX series PLC?

FX 系列 PLC 的型号命名基本格式如图 1-16 所示。

The format of model of MITSUBISHI FX series PLC is shown in Fig.1-16.

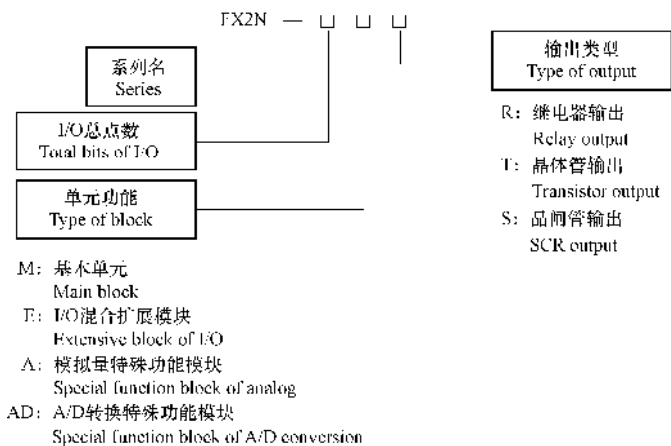


图 1-16 FX 系列 PLC 的型号命名基本格式
Fig.1-16 The format of model of MITSUBISHI FX series PLC

项目二

PLC 的位软元件和基本指令

Project Two Bit Device and Basic Instruction of PLC

任务一 三相电动机的启停控制

Task One Start and Stop Control of Three-Phase Motor

一、任务分析 Task analysis

(一) 要做什么? What should we do?

将图 2-1 中继器-接触器控制的三相电动机启停(自锁)电路改造为 PLC 控制。

Transform the start and stop circuit (self-lock) of a three-phase motor controlled by relay-contactor shown in Fig.2-1 into PLC control.

(二) 如何做? How should we do?

用 PLC 进行控制时主电路仍然和图 2-1 所示相同,只是控制电路不一样。设计一个 PLC 控制系统的步骤如图 2-2 所示。

With PLC control, the main circuit is the same as that shown in Fig 2-1, just different in