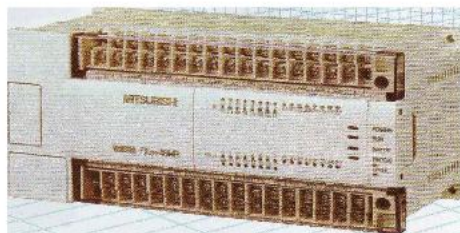




FX2N可編程控制器





教学目的与要求

一、 教学目的

1. 了解PLC组成、结构、工作原理
2. 掌握FX2N系列PLC硬件结构及软元件等

二、 教学重、难点

教学重点：FX2N系列PLC硬件结构、软元件

教学难点：PLC工作流程

三、 教学方法

课堂教授为主，配以图片或实物





本章教学主要内容

- FX系列PLC简介
- FX2N系列可编程控制器的硬件组成
- FX系列可编程控制器软件简介
- FX2N系列的编程软元件简介
- FX2N系列PLC的工作原理

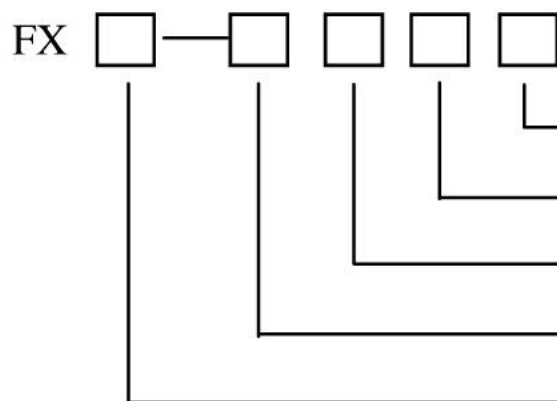




第一节 FX系列PLC的概述

一、型号及含义

❖ 型号的命名方式



特殊品种

输出形式

单元类型

I/O总点数

系列序号

D—DC电源
A1—AC电源
H—大电流输出扩展模块
V—立式端子排的扩展模块
C—接插口输入输出方式
F—输入滤波器1ms 扩展模块
L—TTL输入扩展模块
S—独立端子（无公共端）扩展模块

R—继电器输出
M—基本单元
E—输入输出混合扩展单元

16、256点

0S、1S、
1N、ON、
2C、2N、
3U

用扩展模块
用扩展模块



一、型号及含义

❖ I/O点数：16 ~ 256点

❖ 单元类型

➤ M——表示基本单元

➤ E——表示扩展单元及扩展模块

➤ EX——扩展输入单元

➤ EY——扩展输出单元





一、型号及意义

❖ 型号变化

- **DS**——24VDC，世界型
- **ES**——世界型（晶体管型为漏输出）
- **ESS**——世界型（晶体管型为源输出）

❖ 输出形式

- **R**——继电器输出
- **T**——晶体管输出
- **S**——晶闸管输出

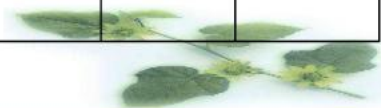




FX2N系列的基本单元



AC电源，24V直流输入		DC电源，24V直流输入		输入 点数	输出 点数
继电器输出	晶体管输出	继电器输出	晶体管输出		
FX _{2N} -16MR-001	FX _{2N} -16MT-001	-----	-----	8	8
FX _{2N} -32MR-001	FX _{2N} -32MT-001	FX _{2N} -32MR-D	FX _{2N} -32MT-D	16	16
FX _{2N} -48MR-001	FX _{2N} -48MT-001	FX _{2N} -48MR-D	FX _{2N} -48MT-D	24	24
FX _{2N} -64MR-001	FX _{2N} -64MT-001	FX _{2N} -64MR-D	FX _{2N} -64MT-D	32	32
FX _{2N} -80MR-001	FX _{2N} -80MT-001	FX _{2N} -80MR-D	FX _{2N} -80MT-D	40	40
FX _{2N} -128MR-001	FX _{2N} -128MT-001	-----	-----	64	64

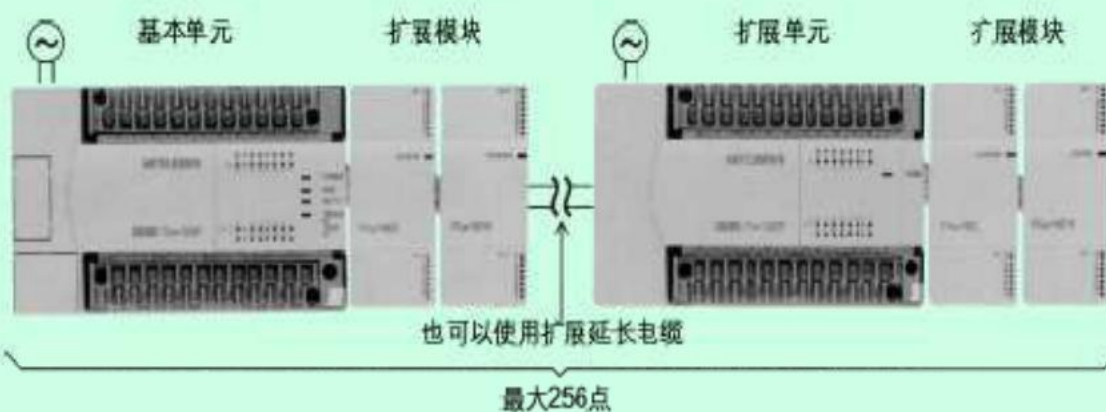






配置灵活

对基本单元，可以以最小8点为单位连接输入输出扩展设备，可扩展输入输出最大256点。
是FX系列中扩展性最高的，可实现柔性系统构建的PLC。





■ 扩展设备的连接和供给电源

● 扩展设备的构成



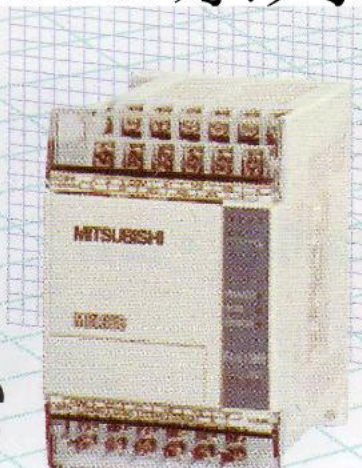
种类	内容	连接内容
① 基本单元	内部电路输入输出用 附电源接线端	输入输出的最大点数256点 关于输入输出扩展用特殊扩展(最大64点可以连接的机 和单元数,请参见后面章节可以连接的扩展以32点扩 展的机,成为1点)
② 主扩展模块	从基本单元接受电源供给的输入输出用 附电源接线端	
③ 特殊单元	从基本单元接受电源供给的用于特殊控制的扩展 附电源接线端	
④ 特殊扩展模块	从基本单元接受电源供给的用于特殊控制的扩展 附电源接线端	
⑤ 特殊适配器	从基本单元接受电源供给的用于特殊控制的扩展 不占用输入输出点	通过使用FX-OP/BC型功能扩展板,可以连接1台
⑥ 功能扩展板	与基本单元PLC用于特殊控制的设备 不占用输入输出点	可以内装1台
⑦ 存储器 (选装扩展存储器)	EEPROM存储器: 最大16000点 RAM存储器: 最大16000点 EPROM存储器: 最大16000点 如果安装功能扩展存储器,则可以按PLC 变换器运行控制存储器(对FX3U以上)	可以内装1台 可以和功能扩展板组合



FX1S系列PLC

如果考虑成本
和安装空间

FX1S



输入输出 . . . 10~30点
AC 电 源 . . . DC输入型 8种
DC 电 源 . . . DC输入型 8种

机身小巧操作简单！

FX1S

输入输出点数：10~30点
(基本单元：10/14/20/30点)

- 微型PLC的基本产品
- 装载简易的定位控制命令
- 可以扩展监视/设定功能和通讯功能



如果考虑通用
性和成本

FX1N

输入输出 ··· 24~128点
AC 电源 ··· DC输入型 **6**和
DC 电源 ··· DC输入型 **6**和

可以扩展输入输出

B-11



FX1N系列 PLC

人工智能操作简单！

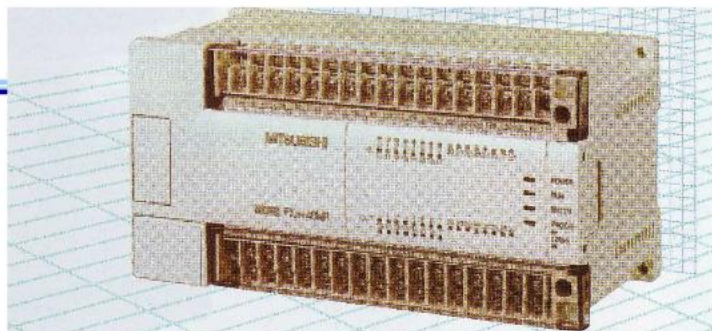
FX1N

输入输出点数：24~128点
(基本单元：24/40/60点)

- 微型PLC的标准配置
- 装载简易的定位控制命令
- 可以扩展监视/设定功能和通讯功能

FX系列PLC

FX2N系列 PLC



FX2N

如果考虑处理
速度和扩展性

输入输出 · · · 16~256点
AC 电源 · · · DC输入型 **17**种
AC 电源 · · · AC输入型 **4**种
· · · DC输入型 **8**种

功能齐全操作简单！

FX2N

输入输出点数：16~256点
(基本单元：16/32/48/64/80/128点)

- 微型PLC的顶尖产品
- 出类拔萃的高性能 • 高功能
- 从一般继电器电路的控制，到模拟、定位、数据处理都适用

扩展输入输出





FX系列最新产品FX3U



Date: 2011-1-17

Page: 14

大幅提升了基本功能

■ CPU处理速度: 0.065 μ s/基本指令

■ 64K步大容量内存

- 内置存储器: 64,000步RAM存储器(可安装选件存储器盒)

■ 实现了系列中最快的高速处理

- 基本指令、应用指令的高速处理(与本公司FX2N相比)



■ 大幅增加数据寄存器等软元件数量

- 增加软元件数量(与本公司FX2N相比)



■ 充实了浮点运算功能

■ 强化了基本指令。具备了209种应用指令

■ 高速编程端口

- 实现了最高速度达115.2kbps的高速通信

集成了业界最高水准的功能

■ 高速处理功能

- 高速计数器功能: 单相100kHz $\times$ 6点 + 10kHz $\times$ 2点-
: 双相50kHz $\times$ 2点
- 脉冲捕捉: 无需复杂程序可获取ON/OFF窄幅信号

输入端子	信号ON/OFF宽度
X000~X005	5 μ s
X006, X007	50 μ s

- 输入中断: 通过使用ON/OFF幅宽最小为5 μ s的外部信号, 可优先处理中断程序。

■ 独立3轴定位(脉冲输出)功能

- 3轴可同时输出最高达100kHz的脉冲(晶体管输出型 近期发售)

■ 时钟功能

■ 强化密码功能

- 提高了密码性能, 使安全性得到强化。

■ 具备各种功能扩展性

- 可装配显示模块
- 根据用途可分别选用的存储器
: 16,000步闪存
: 64,000步闪存
: 64,000步闪存 具备程序传送功能
- 通信功能扩展板
: 232/422/485/USB
- 连接特殊适配器用功能扩展板
- 高速输入输出适配器
: FX3U-4HSX-ADP.....200kHz差动输入
高速输入用
: FX3U-2HSY-ADP.....200kHz差动输出
高速输出用
- 模拟量特殊适配器
: 模拟量输入/模拟量输出/PT100/热电偶
- 通信用特殊适配器
: 232/485





PLC实质上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，如图所示。

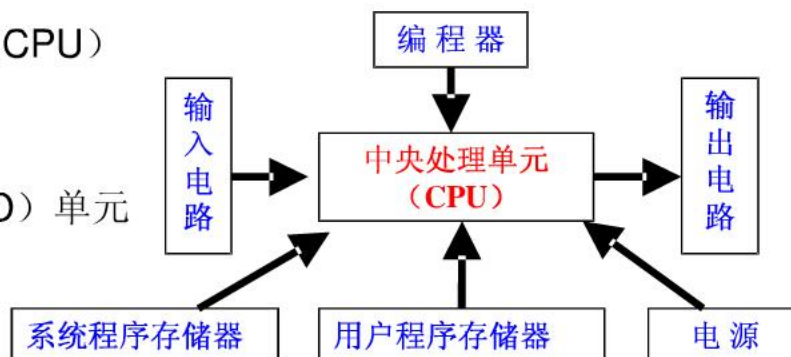
一、中央处理单元（CPU）

二、存储器

三、输入、输出（I/O）单元

四、电源部件

五、编程器





一、中央处理单元（CPU）

- 接收并存储用户程序和数据；
- 诊断电源、PLC工作状态及编程的语法错误；
- 接收输入信号，送入数据寄存器并保存；
- 运行时顺序读取、解释、执行用户程序，完成用户程序的各种操作；
- 将用户程序的执行结果送至输出端。





一、中央处理单元（CPU）

早期PLC的中央处理单元没有微处理器，是采用逻辑电路作为控制单元的。

自从70年代中期以来，PLC逐步使用微处理器作为其CPU。可编程序控制器使用以下几类CPU芯片：

(1)通用微处理器，如Intel公司的8086，80186到Pentium系列芯片；

(2)单片微处理器（单片机），如Intel公司的MCS51/96系列单片机；

(3)位片式微处理器，如AMD2900系列位片式微处理器。





二、存储器

在PLC中使用的两种类型存储器为ROM和RAM，现说明如下：

1) 只读存储器ROM。ROM中的内容是由PLC的制造厂家写入的系统程序，并且永远驻留（PLC去电后再加电，ROM内容不变）。系统程序是用来控制和完成PLC各种功能的程序，这些程序是由PLC制造厂家用相应CPU的指令系统编写的，并固化到ROM中。系统程序一般包括下列几部分：

- a.检查程序
- b.翻译程序
- c.监控程序





二、存储器

在PLC中使用的两种类型存储器为ROM和RAM，现说明如下：

2) 随机存储器RAM。RAM是可读可写存储器，读出时RAM中的内容不被破坏；写入时，刚写入的信息就会消除原来的信息。RAM中一般存入以下内容：

- a. 用户程序
- b. 逻辑变量
- c. 供内部程序使用的工作单元





三、输入、输出（I/O）单元

PLC与被控设备相连接的接口电路，是在两者之间进行信息传递输入、信息输出的。

1、输入单元

输入模块的组成框图如图所示。其中输入电路一般由阻容滤波电路和光电耦合电路组成。



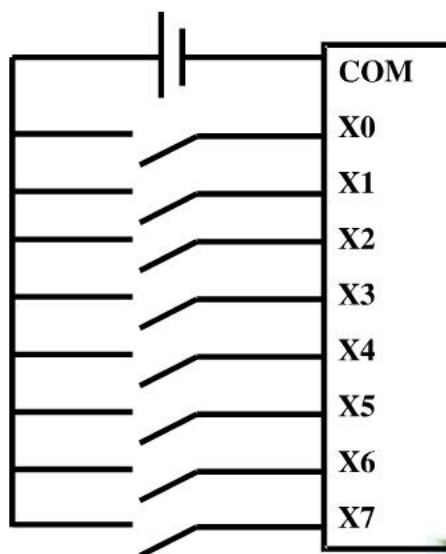
输入模块组成框图





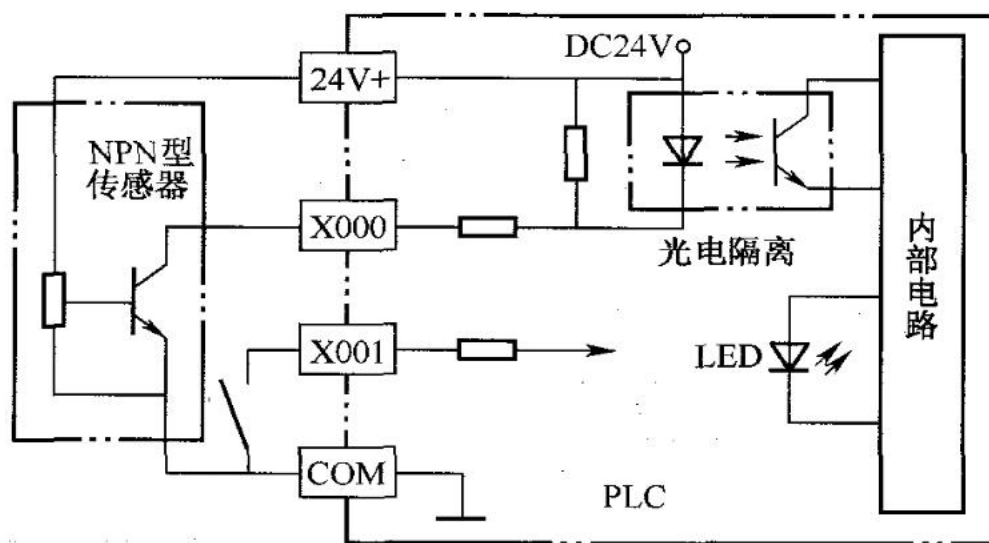
一、模块的外部接线方式

汇点式





二、模块的内部接线方式



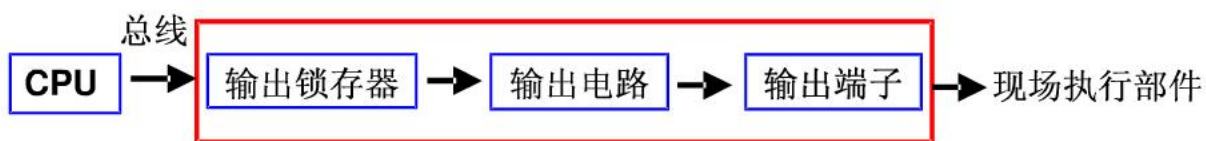


三、输入、输出（I/O）单元

PLC与被控设备相连接的接口电路，是在两者之间传递输入、输出信息的。

2、输出单元

可编程控制器所控制的现场执行部件有电磁阀、继电器、接触器、指示灯、电热器和电动机等。

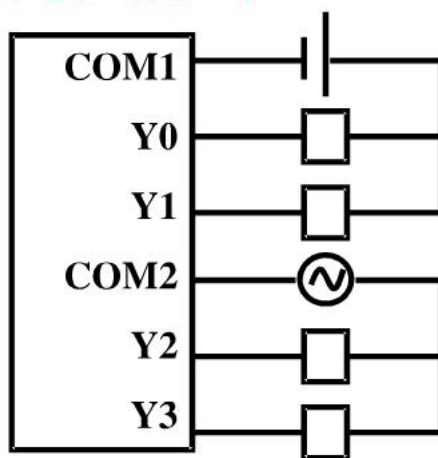


输出模块组成框图





一、模块的外部接线方式

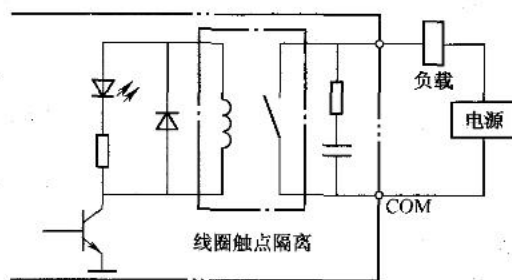


分组式

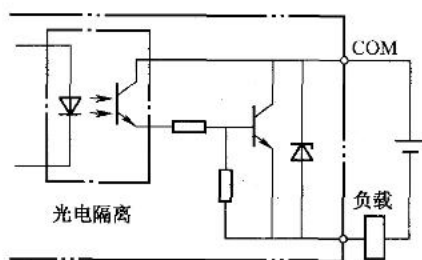




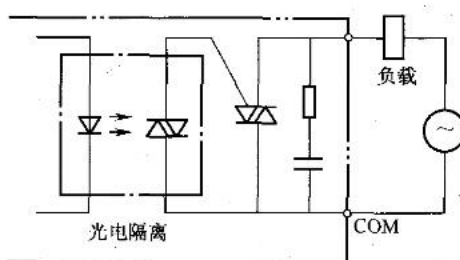
二、模块的内部接线方式



(a) 继电器输出型



(b) 晶体管输出型



(c) 晶闸管输出型

[Back](#)



四、电源部件

电源部件将交流电源转换成供PLC的中央处理器、存储器等电子电路工作所需要的直流电源，使PLC能正常工作，PLC内部电路使用的电源是整机的能源供给中心，它的好坏直接影响PLC的功能和可靠性，因此目前大部分PLC采用开关式稳压电源供电。它由滤波、稳压、掉电保护、逆变器等电路组成，具有输入电压范围宽、抗干扰性强、体积小、效率高的特点。可提供的电源大致有：AC（交流）100V、200V，DC（直流）100V、48V、24V等。





五、编程器

编程器是为PLC产品配置的专用编程装置，通常由简易键盘、液晶或数码显示器和接口电路三部分组成。

A.编程器分类：

（1）是便携式编程器，一般用于小型PLC的用户程序编制和各种PLC的现场调试以及监控，如三菱公司的FX-20P；

（2）是带CRT或大屏幕液晶显示器的编程器。它的主要工作方式有两种：编程工作和监控工作。能够实现输入程序、调试程序、监控状态等工作目标。编程器与PLC连接采用并行接口。





五、编程器（便携式编程器）



三菱公司的FX-20P





五、编程器（液晶显示器的编程器）

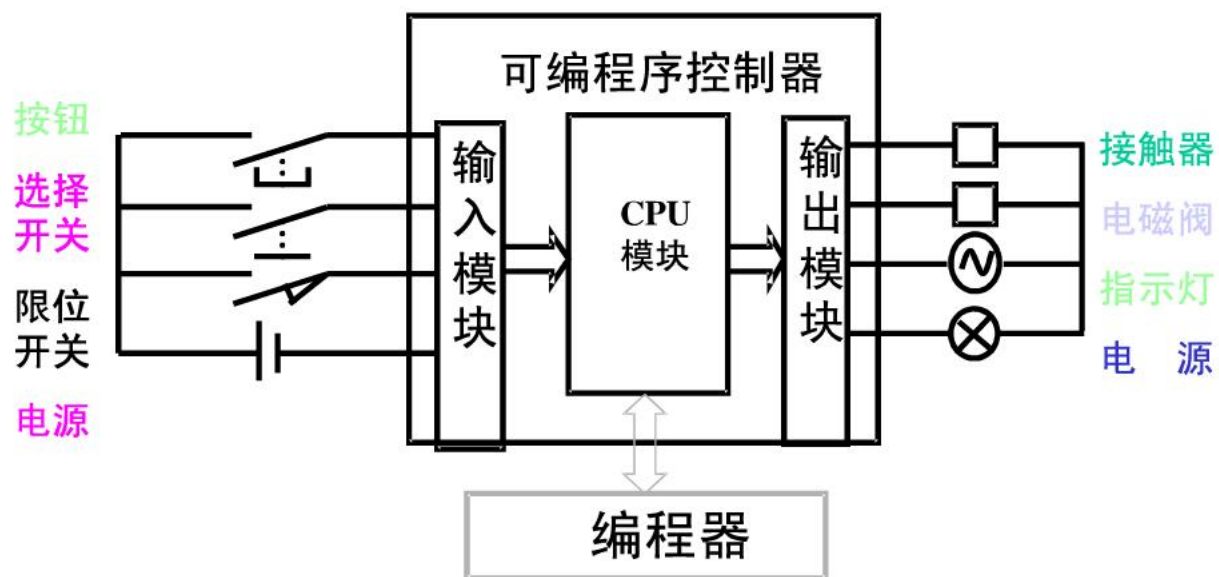


三菱公司触摸屏





典型PLC系统组成





一、软元件的概述

PLC作为取代继电器控制柜的一个主要功能是其内部具有不同功能的元件，这些元件并不是完全由实际的器件组成，而是由电子电路和存储器组成的。通常将这些元件称为软件元件。

例如：

输入继电器X：由输入电路+输入映像寄存器组成

定时器T：由存储器组成

输出继电器Y：由输出电路+输出映像寄存器组成





二、FX2N的软元件

- 1、输入继电器X;
- 2、输出继电器Y;
- 3、辅助继电器M;
- 4、状态继电器S;
- 5、定时器T;
- 6、计数器C;
- 7、数据寄存器D;
- 8、变址寄存器;
- 9、指针;
- 10、常数。





二、软元件

1 输入继电器

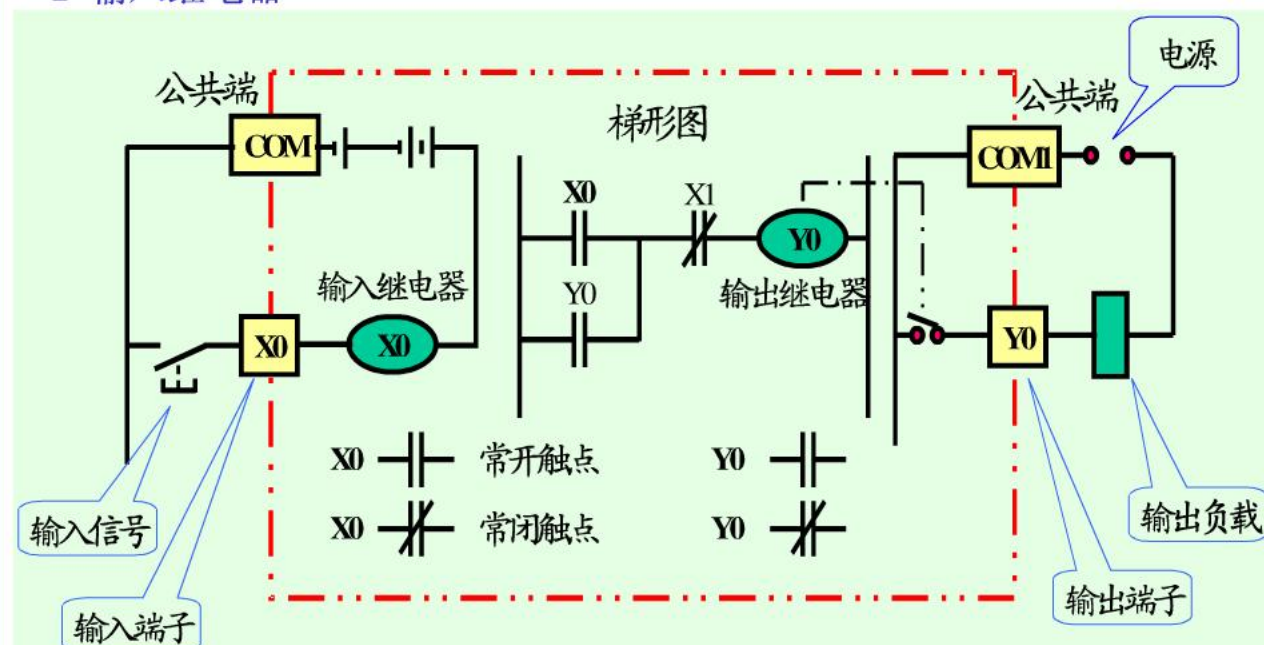
- 输入继电器与PLC的输入端子相连，是PLC接收外部开关信号的窗口，PLC通过输入端子将外部信号的状态读入并存储在输入映像寄存器中。
- 在PLC内部，与输入端子相连的输入继电器是光电隔离的电子继电器，采用八进制编号，用无数个常开和常闭触点。
- 输入继电器不能用程序驱动。

输入继电器用X表示





1 输入继电器



[Back](#)



二、软元件

2 输出继电器

- 输出继电器与PLC的输出端子相连，是PLC向外部负载发送信号的窗口。输出继电器将PLC的输出信号传送给输出单元，再由后者驱动负载。
- 输出继电器采用八进制编号，有内部触点和外部输出触点（继电器触点、双向可控硅、晶体管等输出元件）之分，由程序驱动。
- 在PLC内部，外部输出触点输出端子相连，向外部负载输出信号，且一个输出继电器只有一个常开型外部输出触点。
- 输出继电器有无数个内部常开和常闭触点，编程时可随意使用。



输出继电器用Y表示





二、软元件

3 辅助继电器

辅助继电器是一种内部的状态标志，它相当于继电器控制系统中的中间继电器，用于信息的传递、转移等功能。

特点：常开、常闭触点在PLC的梯形图内可以无限次的自由使用，但是不能直接驱动负载。

种类：通用型辅助继电器、电池后备/锁存辅助继电器、特殊辅助继电器

辅助继电器用M表示





辅助继电器（M）

- 由内部软元件的触点驱动, 常开和常闭触点使用次数不限, 但不能直接驱动外部负载, 采用**十进制**编号。
- 通用辅助继电器**M0~M499**（500点）
- 掉电保持辅助继电器**M500~M1023**（524点）
- 特殊辅助继电器**M8000~M8255**（256点）
 - ✓ 只能利用其触点的特殊辅助继电器
 - ✓ 可驱动线圈的特殊辅助继电器

● **通用辅助继电器与掉电保持用辅助继电器的比例**, 可通过外设设定参数进行调整。

◀ Back



只能利用其触点的特殊辅助继电器

-  M8000：运行监控用，PLC运行时M8000接通。
-  M8002：仅在运行开始瞬间接通的初始脉冲特殊辅助继电器。
-  M8012：产生100ms时钟脉冲的特殊辅助继电器。

可驱动线圈的特殊辅助继电器

-  M8030：锂电池电压指示灯特殊继电器。
-  M8033：PLC停止时输出保持特殊辅助继电器。
-  M8034：止全部输出特殊辅助继电器。
-  M8039：时扫描特殊辅助继电器。





二、软元件

4 状态继电器

状态继电器是构成状态转换图的重要元件，它与后述的步进指令配合使用。

特点：常开、常闭触点在PLC的梯形图内可以自由使用，不用步进指令时也可作为M使用，也不能直接驱动负载。

种类：初始状态继电器、回零状态继电器、通用状态继电器、保持状态继电器、报警用状态继电器

状态继电器用S表示





4 状态继电器

PLC	FX2N
初始状态继电器	10点, S0~S9
通用状态继电器	490点, S10~S499
锁存状态继电器	400点, S500~S899
信号报警器	100点, S900~S999





二、软元件

5 定时器

定时器在PLC中的作用相当于一个时间继电器，它有一个设定值寄存器、一个当前值寄存器以及无限个触点。

种类：通用型、积算型

定时器用T表示





5 定时器

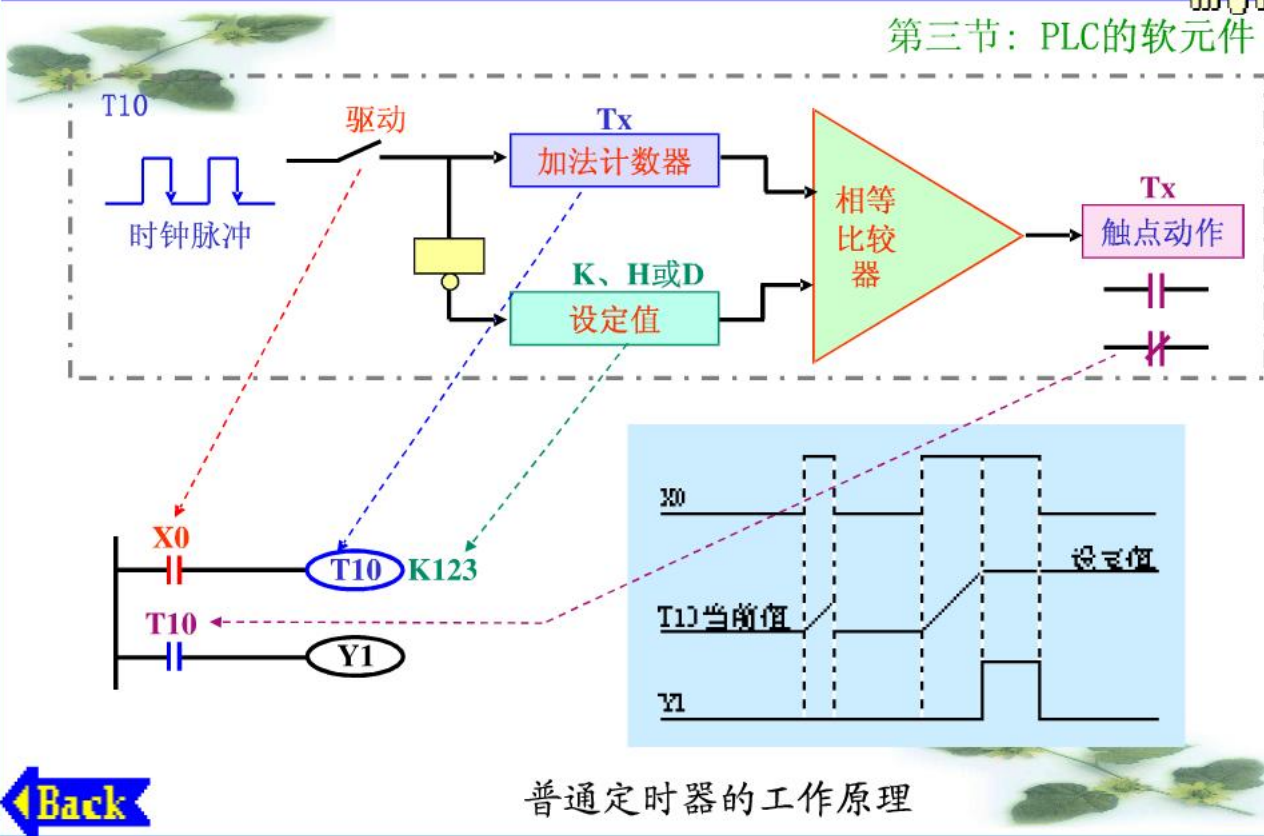
100ms一般用途	100ms可用于子程序或中断程序	10ms一般用途	1ms中断累计型	100ms累计型
T0~T191 共192点	T192~T199 共8点	T200~ T245 共46点	T246~ T249 共4点	T250~ T255 共6点

定时器包括：一个线圈、一对触点、一个设定值和一个经过值，设定值与经过值均为16位。





第三节：PLC的软元件



普通定时器的工作原理



二、软元件

6 计数器

计数器在PLC中用于计数功能，它有一个设定值寄存器、一个当前值寄存器以及无限个触点。

种类：内部计数器、高速计数器

计数器用C表示





16位加计数器 0~32767		32位加/减计数器 -214783648~+214783647	
一般用	停电保持用	一般用	停电保持用
C0~C99 共100点	C100~C199 共100点	C200~C219 共20点	C220~C234 共15点
高速计数器（外部计数器）		C235~C255共21点 （与M235~M255有关）	

单相无起动/复位端子高速计数器C235~C240;

单相带起动/复位端子高速计数器C241~C245;

单相双输入（双向）高速计数器C246~C250;

 双相输入（A—B相型）高速计数器C250~C255。



二、软元件

7 数据寄存器

- 通用数据寄存器D0~D199共200点。 只要不写入其它数据，已写入的数据不会变化。但是PLC状态由运行→停止时，全部数据均清零。
- 断电保持数据寄存器D200~D511共312点，只要不改写，原有数据不会丢失。
- 特殊数据寄存器D8000~D8255共256点 这些数据寄存器供监视PLC中各种元件的运行方式用。
- 文件寄存器D1000~D2999共2000点。





当PLC运行时，是通过执行反映控制要求的用户程序来完成控制任务的，需要执行众多的操作，但CPU不可能同时去执行多个操作，它只能按分时操作（串行工作）方式，每一次执行一个操作，按顺序逐个执行。由于CPU的运算处理速度很快，所以从宏观上来看，PLC外部出现的结果似乎是同时（并行）完成的。这种串行工作过程称为PLC的扫描工作方式。

用扫描工作方式执行用户程序时，扫描是从第一条程序开始，在无中断或跳转控制的情况下，按程序存储顺序的先后，逐条执行用户程序，直到程序结束。然后再从头开始扫描执行，周而复始重复运行。





PLC的扫描工作方式与电器控制的工作原理明显不同。电器控制装置采用硬逻辑的并行工作方式，如果某个继电器的线圈通电或断电，那么该继电器的所有常开和常闭触点不论处在控制线路的哪个位置上，都会立即同时动作；而PLC采用扫描工作方式（串行工作方式），如果某个软继电器的线圈被接通或断开，其所有的触点不会立即动作，必须等扫描到该时才会动作。但由于PLC的扫描速度快，通常PLC与电器控制装置在I/O的处理结果上并没有什么差别。





第四节、PLC的工作原理（难点）

（一）PLC扫描工作过程

PLC的扫描工作过程除了执行用户程序外，在每次扫描工作过程中还要完成内部处理、通信服务工作。

整个扫描工作过程包括：

1内部处理----2通信服务----3输入采样----4程序执行----5输出刷新

整个过程扫描执行一遍所需的时间称为扫描周期。扫描周期与CPU运行速度、PLC硬件配置及用户程序长短有关，典型值为1～100ms。





（一）PLC扫描周期T

$T = \text{自检时间} + \text{读入一点时间} \times \text{输入点数} + \text{程序步数} \times \text{运算速度} + \text{输出一点时间} \times \text{输出点数}。$

（二）PLC的I / O响应时间

$T1 = \text{输入延迟时间} + \text{扫描周期} + \text{输出延迟时间} + \text{输出时间}$





（一）PLC扫描工作过程

在内部处理阶段，进行PLC自检，检查内部硬件是否正常，对监视定时器（WDT）复位以及完成其它一些内部处理工作。

在通信服务阶段，PLC与其它智能装置实现通信，响应编程器键入的命令，更新编程器的显示内容等。

当PLC处于停止（STOP）状态时，只完成内部处理和通信服务工作。

当PLC处于运行（RUN）状态时，除完成内部处理和通信服务工作外，还要完成输入采样、程序执行、输出刷新工作。





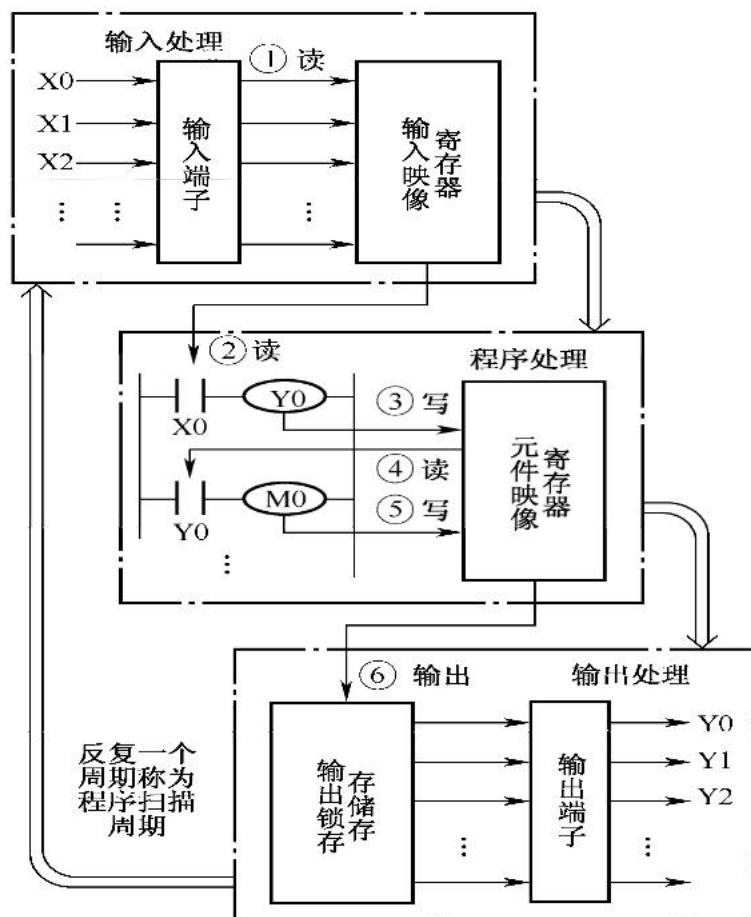
（二）PLC执行程序的过程及特点

1. 输入采样阶段
2. 程序执行阶段
3. 输出刷新阶段





PLC的扫描 工作过程





循环扫描的工作方式是PLC的一大特点，也可以说PLC是“串行”工作的，这和传统的继电器控制系统“并行”工作有质的区别，PLC的串行工作方式避免了继电器控制系统中触点竞争和时序失配的问题。



LH PLC 的实验装置简介





利用FXGP或 GPPW编程举例

