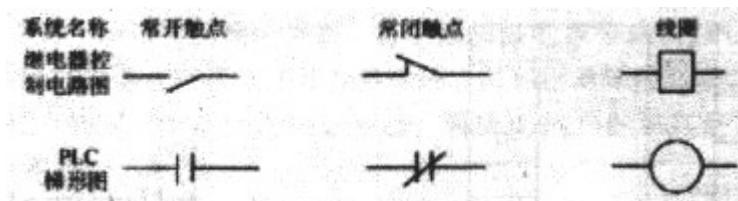


三菱 PLC 从入门到精通：学 PLC 之路详解 (附各种图例)

PLC 好学吗？有的人说好学，更多的人说难学。我的看法是入门易，深造难。入门易，总有它易的方法。很多人都买了有关 PLC 的书，如果从头看起的话，我想八成学不成了。因为抽象与空洞占据了整个脑子，一句话晕！

学这东东要有可编程控制器和简易编程器才好，若无，一句话，学不会。因为无法验证对与错。如何学，我的做法是直奔主题。做法如下：

1、认识梯形图和继电器控制原理图符号的区别：



继电器控制原理图中的元件符号

号，有常开触点、常闭触点和线圈，为了区别它们，在有关符号边上标注如 KM、KA、KT 等以示不同的器件，但其触头的数量是受到限制。而 PLC 梯形图中，也有常开、常闭触点，在其边上同样可标注 X、Y、M、S、T、C 以示不同的软器件。它最大的优点是：同一标记的触点在不同的梯级中，可以反复的出现。而继电器则无法达到这一目的。而线圈的使用是相同的，即不同的线圈只能出现一次。

2、编程元件的分类：编程元件分为八大类，X 为输入继电器、Y 为输出继电器、M 为辅助继电器、S 为状态继电器、T 为定时器、C 为计数器、D 为数据寄存器和指针（P、I、N）。关于各类元件的功用，各种版本的 PLC 书籍均有介绍，故在此不介绍，但一定要清楚各类元件的功能。

编程元件的指令由二部分组成：如 LD (功能含意) X000 (元件地址)，即 LD X000, LDI Y000.....。

3、熟识 PLC 基本指令：

(1) LD (取)、LDI (取反)、OUT (输出) 指令；LD (取)、LDI (取反) 以电工的说法前者是常开、后者为常闭。这二条指令最常用于每条电路的第一个触点（即左母线第一个触点），当然它也可能在电路块与其它并联中的第一个触点中出现。

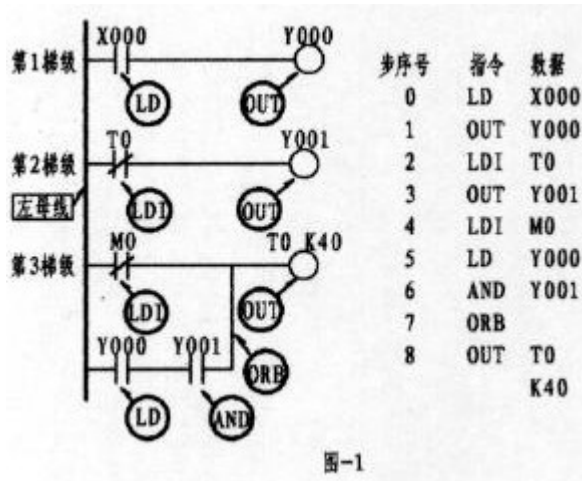


图-1

这是一张梯形图（不会运行）。左边的纵线

称为左母线，右母线可以不表示。该图有三个梯级；第 1 梯级；左边第一个触点为常开，上标为 x000，x 表示为输入继电器，其后的 000 数据，可以这样认为它使用的是输入继电器中的编号为第 000 的触点（下同）。其指令的正确表示应为（如右图程序所示）：0、LD x000（前头的 0 即为从第 0 步开始，指令输入时无须理会，它会自动按顺序显示出）。

第 2 梯级；左边的第一个触点为常闭触点，上标为 T0，T 表示定时器（有时间长短不同，应注意），0 则表示定时器中的编号为 0 的触点。其指令的正确表示应为：2、LDI T0（如程序所示）。

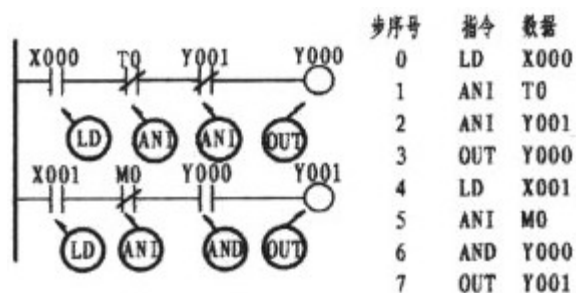
第 3 梯级；左边第一个触点为常闭，上标为 M0，M 为辅助继电器（该继电器有多种，注意类别），其指令的正确表示应为：4、LDI M0（如程序所示）。

本梯级的第 2 行第一个触点为常开，上标为 Y000，Y 表示输出继电器，由于该触点与后面 Y001 触点呈串联关系，形成了所谓的电路“块”，故而其触点的指令应为 5、LD Y000。

总之 LD 与 LDI 指令从上面可以看出，它们均是左母线每一梯级第一触点所使用的指令。而梯级中的支路（即第 3 梯级的第 2 行）有二个或二个以上触点呈串联关系，其第一触点同

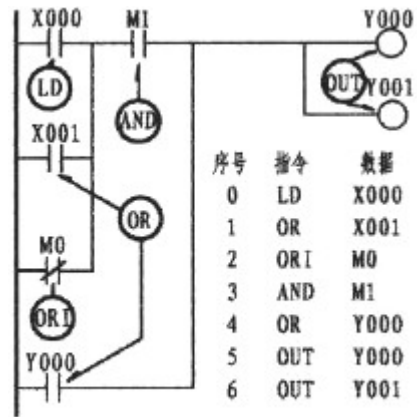
样按 LD 或 LDI 指令。可使用 LD、LDI 指令的元件有：输入继电器 X、输出继电器 Y、辅助继电器 M、定时器 T、计数器 C、状态继电器 S。OUT 为线圈驱动指令，该指令不能出现在左母线第一位。驱动线圈与驱动线圈不能串联，但可并联。同一驱动线圈只能出现一次，并安排在每一梯级的最后一位。如上图中的 1、OUT Y000，3、OUT Y001，Y 为输出继电器，其线圈一旦接获输出信号，可以这样认为，线圈将驱动其相应的触点而接通外部负载（外部负载多为接触器、中间继电器等）。而上图 8、OUT T0 K40 为定时器驱动线圈指令，其中的 K 为常数 40 为设定值（类似电工对时间继电器的整定）。可使用 OUT 指令元件有：输出继电器 Y、辅助继电器 M、定时器 T、计数器 C、状态继电器 S。

(2) 触点的串联指令 AND（与）ANI（与非）；前者为常开，后者为常闭。二者均用于单个触点的串联。二指令可重复出现，不受限制，。如下图所示。



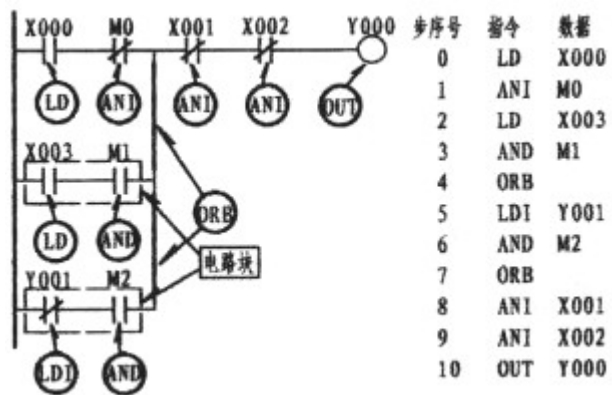
由第 1 梯级来看：X000、T0、Y001 三触点成串联关系，即 T0 的常闭串接于 X000 的后端，而 Y001 的常闭则串接于 T0 常闭的后端。由于都是常闭故用 ANI 指令。现来看第 2 梯级：X000、M0、Y001，同样三触点也是串联关系，M0 的常闭接点串接于 X001 的后端，而 Y000 的常开接点则串接于 M0 的后端。故 M0 的指令用 ANI，而 Y000 的指令则用 AND（具体编程详上图），一句话只要是串联后面是常开的用 AND，是常闭的则用 ANI。可使用 AND、ANI 指令元件有：输入继电器 X、输出继电器 Y、辅助继电器 M、定时器 T、计数器 C、状态继电器 S。

(3) 触点并联指令 OR (或)、ORI (或反)；触点并联时，不管梯级中有几条支路，只要是单个触点与上一支路并联，是常开的用 OR，是常闭的则用 ORI。如下图所示。



可以看出上图的 X000、X001、M0 三者处于并联关系。由于 X000 下面二条支路均为单个触点，因 X001 是常开触点，故用 OR 指令。而 M0 是常闭触点，则用 ORI 指令。三触点并联后又与 M1 串联，串联后又与 Y000 并联，而 Y000 也是单个触点，所以仍采用 OR 指令。可使用 OR、ORI 指令元件有：输入继电器 X、输出继电器 Y、辅助继电器 M、定时器 T、计数器 C、状态继电器 S。

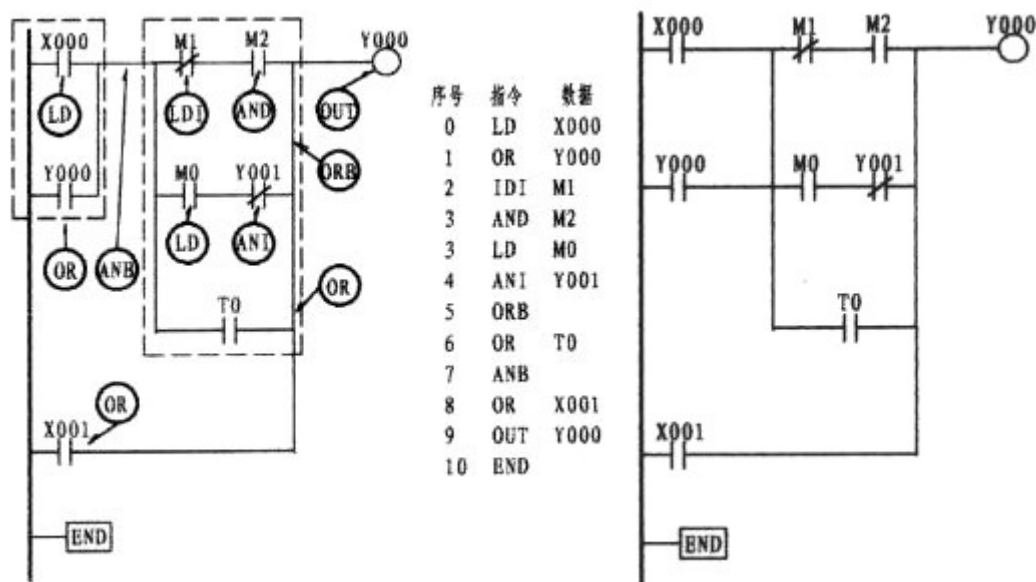
(4) 串联电路块的并联指令 ORB (或)；任一梯级中有多 (或单支路) 支路与上一级并联，只要是本支路中是二个以上的触点成串联关系 (即所谓的：串联电路块)，则应使用 ORB 指令。如下图所示。



由上图可以看出，第一支路 X003 的常开触点与 M1 的常开触点成串联关系 (在这样的情况下，形成了块的关系)，它是与上一行的 X000 与 M0 串联后相并联，此时程序的编

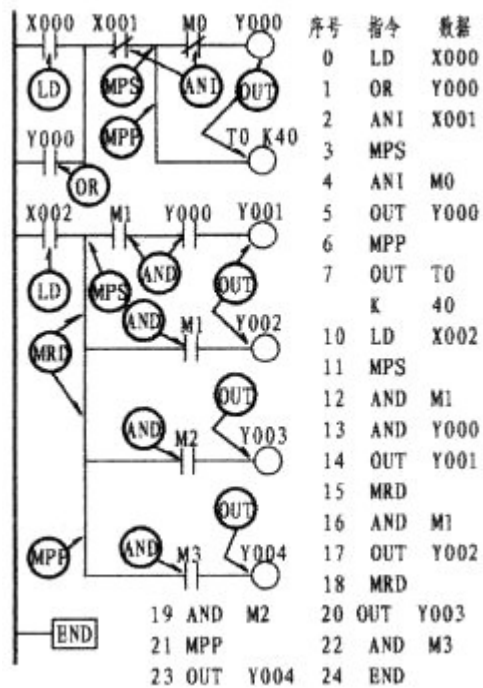
写，如步序号 0、1、2、3、4 所示。4 所出现的第一个 ORB 指的是与上一行并。而第二支路，常闭 Y001 与 M2 同样是串联关系。也是一个块结构，其串联后再与第一支路并。故步序号 7 再次出现 ORB。ORB 指令并无梯形图与数据的显示。可以这样认为；它是下一行形成电路块的情况下与上一行并联的一条垂直直线（如图中所示的二条粗线）。

(5) 并联电路块与块之间的串联指令 ANB；如左下图虚线框内所示的二电路块相串，各电路块先并好后再用 ANB 指令进行相串。左图的梯形图可以用右图进行简化。程序的编写如下图所示。ANB 指令并无梯形图与数据的显示。可以这样认为；它是形成电路块与电路块之间的串联联接关系，是一条横直线。



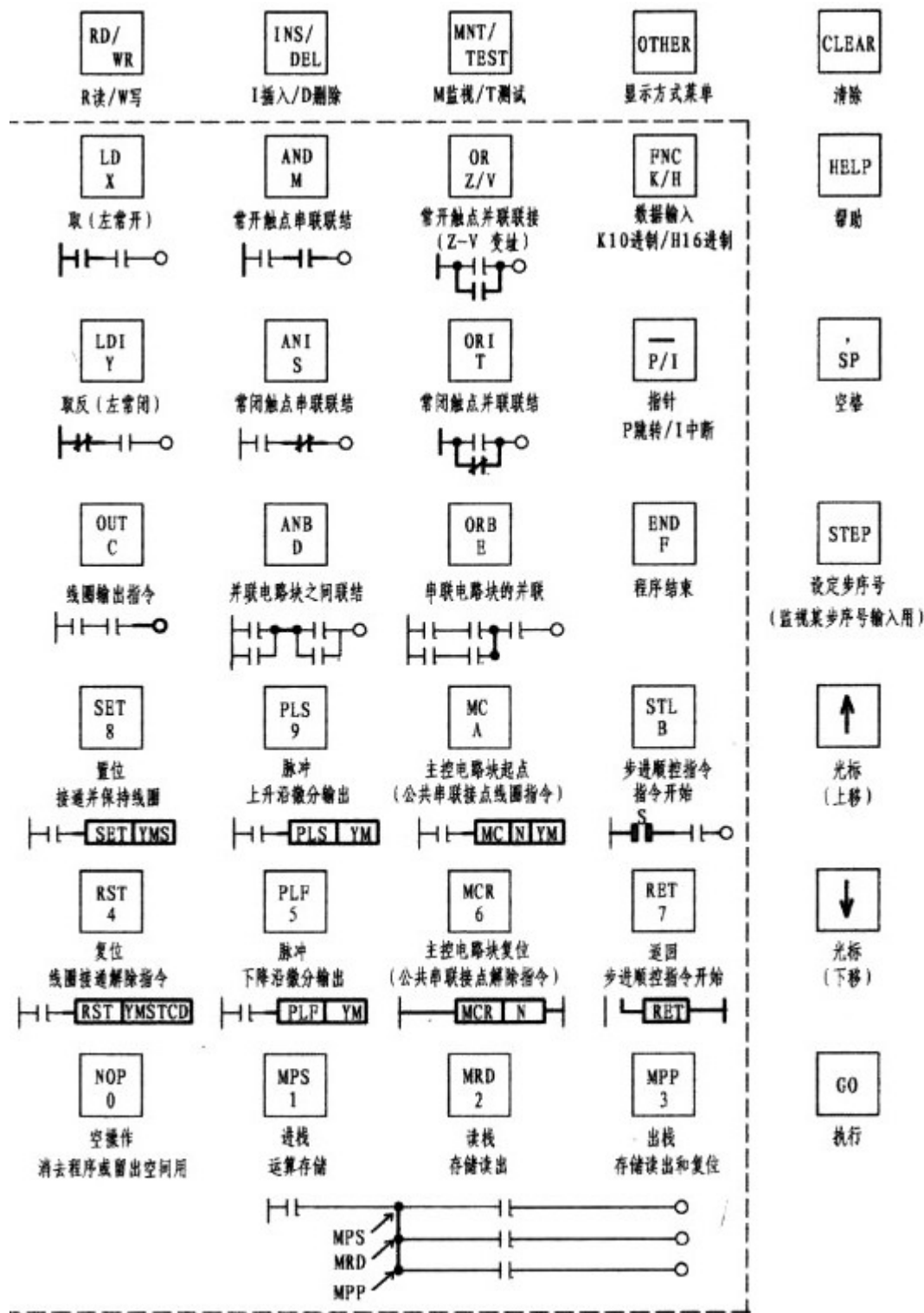
(6) 进栈指令 MPS、读栈指令 MRD、出栈指令 MPP 和程序结束指令 END；MPS、MRD、MPP 这是一组堆栈指令。如下图使用的二种堆栈形式；在堆栈形式下 MPS 应与 MPP 成对出现使用。如在第一堆栈形式下，则采用 MPS、MPP 指令。若在 MPS、MPP 指令中间还有支路出现，则增加 MRD 指令，如下图的第二堆栈所示。应知道 MPS、MPP 成对出现的次数应少于 11 次，而 MRD 的指令则可重复使用，但不得超过 24 次。要知道这一组指令，同样并无梯形图与数据的显示。可以这样认为；MPS 是堆栈的起始点，它起到承上启下的联接点作用，

而支路的 MRD、MPP 则与之依次联接而已。而 END 指令则是结束指令，它在每一程序的结束的末端出现。



当然还有其它的指令，但只要熟识和应用以上的指令，我以为入个门应该没什么问题了，也够用了。入了门后再去研究其它的指令就不是很难了。故不再一一说明。

4、熟知简易编程器各键的功能：以下是 FX-10P（手持式编程器）面板分布（当然少了液晶显示屏）及各键功能。各键下方标注的中文与元件符号均为我所增加（目的是为了输入时易找到对象），其余均与原键盘相同（即实线框内英文与数码）。



(1) 液晶显示器：在编程时可显示指令（即指令、元件符号、数据）。在监控运行时，可显示元器件工作状态。

(2) 键盘：由 35 个按键组成，有功能键、指令键、元件符号键和数据键，大多可切换。

各键作用如下：

①功能键：RD/WR.....读出/写入，若在左下角出现 R 为程序读出，若出现 W 则为写入，即程序输入时应出现 W，否则无法输入程序。按第一下如为 R,再按一下则为 W。INS/DEL.....插入/删除，若在程序输入过程中漏了一条程序，此时应按该键，显现 I 则可输入遗漏程序。若发现多输了一条程序，同样按该键，显现 D 则可删除多余或错误的程序。MNT/TEST.....监视/测试，T 为测试，M 为监视，同样按该键，可相互切换。在初学时要学会使用监视键 M，以监视程序的运行情况，以利找出问题，解决问题。

② 菜单键：OTHER，显示方式菜单。

③清除键：CLEAR，按此键，可清除当前输入的数据。

④帮助键：HELP，显示应用指令一览表，在监视方式时进行十进制数和十六进制数为转换。

⑤步序键：STEP，监视某步输入步序号。

⑥空格键：， /SP，输入指令时，用于指定元件号和常数。

⑦光标键：↑、↓，用这二键可移动液晶显示屏上光标，作行（上或下）滚动。

⑧执行键：GO，该键用于输入指令的确认、插入、删除的执行等。

⑨指令键/元件符号键/数字键（虚线框内）：这些键均可自动切换，上部为指令键，下部为元件符号键或数字键。一旦按了指令键，其它键即切换成元件符号或数字，可以进行选择输入。其它 Z/V、K/H、P/I 均可同一键的情况下相互切换。

5、熟习编程器的操作

按规定联接好 PLC 与简易编程器。PLC 通入电源，小型指示灯亮。将 PLC 上的扭子开关拨向 STOP（停止）位置。

操作要点：

①清零：扭子开关拨向 STOP（停止）位置，会出现英文，别管它。直接按 RD/WD（使显示屏左侧出现 W 即写的状态），此时先按 NOP，再按 MC/A 中的 A，接着按二次 GO 予以确认即可（即：W→NOP→A→GO→GO）。

②输入指令：如指令 LD X000，按以下顺序输入 LD→X→0→GO 即可，屏上自动显现 LD X000。其它指令类推。对于 ORB、ANB、MPS、MRD、MPP、END、NOP 等指令，输入后只要按 GO 确认即可（ORB→GO）。

③定时器的输入：如指令 OUT T0 K 40 按如下顺序输入即可 OUT→T→0→，/SP→K→40→GO（T0 为 100ms 为单位，其整定值为： $100 \times 40 = 4000\text{ms} = 4\text{S}$ ）。

④删除指令：移动光标对准欲删除的指令，将 INS/DEL 键置于 D，再予以 GO 确认即可。即：移动光标对准欲删除指令→D→GO。

⑤插入指令：若欲在步序 4、5 之间插入新的步序，移动光标对准 5，将 INS/DEL 键置于 I，予以确认，再输入新的程序再次确认即可。如欲插入 AND Y001 即：移动光标对准欲插入部位→I→GO→AND→Y→1→GO。

⑥GO 键：每一步序输入完毕均应输入 GO 予以确认。

⑦结束指令：每一程序输入完毕在结束时应输入 END 指令，程序才可运行。

⑧输入指令完毕应将 PLC 上的扭子开关拨向 RUN 于运行状态。若有音响、灯亮则说明输入程序有问题。

6、输入简单的可运行程序在监控状态下运行：初学时要学会使用监视键 M，可以从液晶显示上监视程序的运行情况，加深对 PLC 各接点运行的认识。并利于找出问题，解决问题的最好办法。

具体操作如下：按 MNT/TEST 键置于 M 监视运行方式，移动光标即可观察整个程序的运行情况。若程序中出现■标记表示元件处于导通状态（ON），若无■标记则元件处于断开状态（OFF）。

7、试着编绘简易梯形图：简易梯形图的编绘，一般以现有的电工原理图，根据其工作原理进行绘制，由浅入深，先求画出，再求简单明了，慢慢领会绘制梯形图心得。首先要理解电工原理图的工作原理，根据电工原理图的工作原理，再按 PLC 的要求进行绘制。应把握的是，不能简单地将 PLC 各接点与电工原理图上的各接点一一对应（这是初学者的通病），若是这样的话就有可能步入死胡同，绘制的梯形图只要能达到目的即可。

①不可逆启动改用 PLC 控制

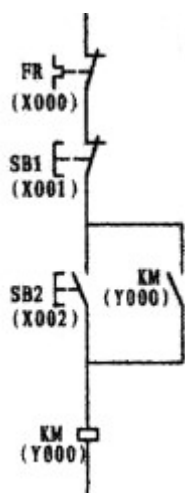
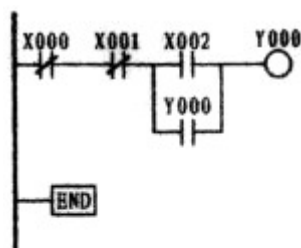


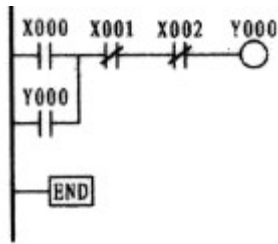
图 1



```

程序: 0. LD1 X000
      1. ANI X001
      2. LD X002
      3. OR Y000
      4. ANB
      5. OUT Y000
      6. END
    
```

图 2



程序: 0. LD X000
 1. OR Y000
 2. ANI X001
 3. ANI X002
 4. OUT Y000
 5. END

图 3

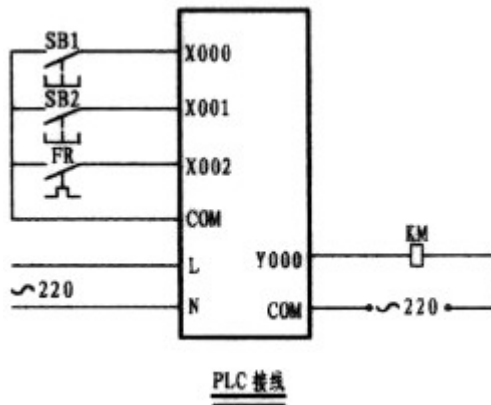
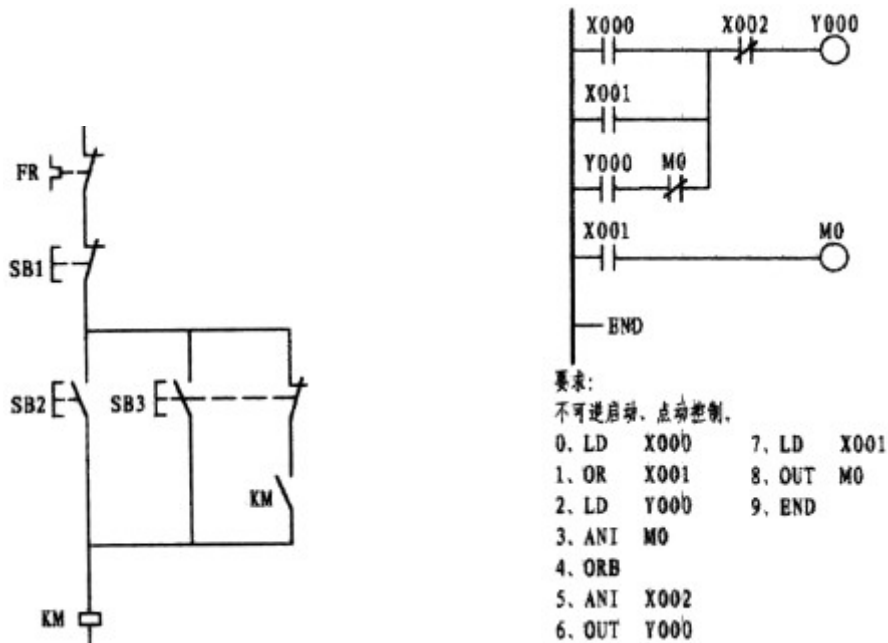


图 4

上文的图 1 为电原理图，图 2 则为按与原理图一一对应的原则编绘的梯形图，其特点是易于理解，但在我的印象中没有几张是可以这样绘制的。如果采用这样的方法绘制的话，将有可能走入不归路。尽管二个图都可运行，但如果将图 2 加以改变而成为图 3，可以看出图 3 在程序上少了一个步序 ANB。简洁明了是编程的要素。故而在编绘梯形图时应尽量地将多触头并联触头放置在梯形图的母线一侧可减少 ANB 指令。图 2 中的 X000、图 3 中的 X002 均为外接热继电器所控制的常闭接点，而热继电器则用常开接点（或也可将外部的热继电器的常闭触头与接触器线圈相串联）。只有在画出梯形图后，再根据梯形图编出程序。

工作原理：以图 3 为例说明，当外接启动按钮一按，X000 的常开接点立即闭合电流（实为能流），流经 X001、X002 的常闭接点至使输出继电器 Y000 闭合，由于 Y000 的闭合，并接于母线侧的 Y000 常开触点闭合形成自保，由输出继电器接通外部接触器，从而控制了电动机的运行。停止时按外部停止按钮，X001 常闭接点在瞬间断流从而关断了输出继电器线圈，外部接触器停止运转。当电动机过载时，外部热继电器常闭接点闭合，导致 X002 常闭接点断开，从而保护电动机。

②启动、点动控制改用 PLC 控制

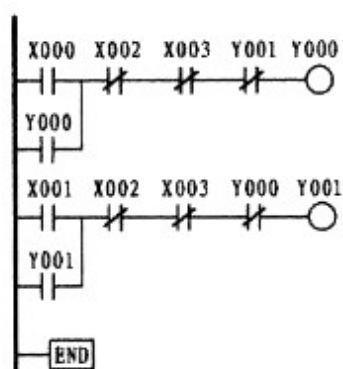


这一道题往往是初学者迈不过的一道坎。这主要是因为继电器电原理图使用的是复合按钮，形成的思维定式所造成。从梯形图中可以看出，x001 为点动控制触点，因左边的电原理图是使用的复合按钮，思维上自然而然转向了采用 x001 的常闭触点，与 x001 的常开形成了与复合按钮相似的效果，想象是不错。要知道 PLC 在运行状态下，是以扫描的方式按顺序逐句扫描处理的，扫描一条执行一条，扫描的速度是极快的。如果是用 x001 的常闭代替 M0 的常闭的话，当按下外接点动按钮时，x001 常开触点则闭合而常闭接点则断开，但一旦松手其常闭触点几乎就闭合形成了自保，因此失去了点动的功能，变为只有启动的功能。梯形图中的第一梯级中的第二支路是由 y000 的常开与中间继电器 M0 的常闭相串后再与第一支路相并，在这样触点多的情况下如果允许应将它摆列在第一行，这样在编程时可以少用了 ORB 指令。

工作原理：本梯形图没设热继电器触点，只设一停止触点。按外部启动按钮使 x000 闭合，电流（能流）由母线经 x002 使输出继电器 Y000 接通，由于 Y000 的接通，本梯级第二支路中的 Y000 常开接点接通，经中间继电器 M0 的常闭接点与输出继电器形成了自保关系，从而驱动外部接触器带动电动机旋转。停止时，按外部的停止按钮至使 x002 在瞬

间断开，使输出继电器失电，电动机停止了转动。点动时，按外部点动按钮使第一梯级第一支路的 x001 常开接点闭合，同时第二梯级的 x001 也同时闭合，接通了中间继电器，由于中间继电器的闭合，使第一梯级第二支路的 x001 相串联的 M0 常闭接点断开从而破坏了自保回路故而电动机处于点动状态。

③接触器联锁正反转控制改用 PLC 控制

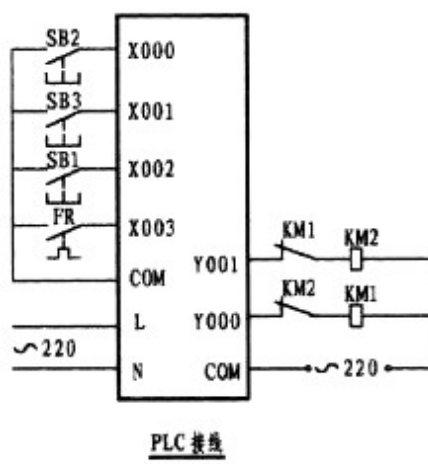


程序:

```

0. LD X000 7. OR Y001
1. OR Y000 8. ANI X002
2. ANI X002 9. ANI X003
3. ANI X003 10. ANI Y000
4. ANI Y001 11. OUT Y001
5. OUT Y000 12. END
6. LD X001

```

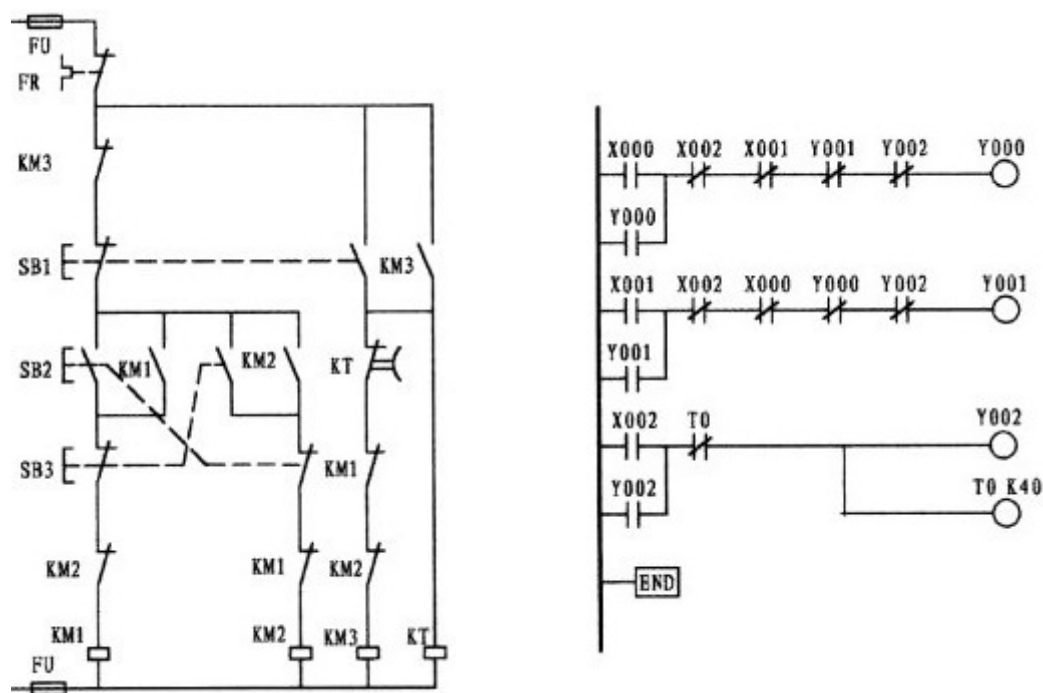


PLC 接线

本图中靠近母线一侧中的第一梯级和第二梯级中的 x000、x001 均为 PLC 外部按钮 SB2、SB3 按钮所控制的常开接点，一旦接到外部信号使相应的 x000 或 x001 闭合，通过串接于第一或第二梯级相应线路，使输出继电器 Y000 或 Y001 线圈中的一个闭合，由于输出继电器线圈的闭合，使并接于第一和第二梯级中的常开接点 Y000 或 Y001 中的一个闭合形成了自保关系。接于输出继电器外围相应接触器则带动电动机运行。停止则由外部的 SB1 按钮控制，使串接于第一和第二梯级中的常闭接点 X002 断开，不管是正转还是反转均能断电，从而使电动机停止运行。热保护则由外部的 FR 驱动，使串接于第一和第二梯级中的常闭接点 X003 断开使电动机停转。而串接于第一和第二梯级中的常闭接点 Y001 和 Y000

0 的作用，是保证在正转时反转回路被切断，同理反转时正转回路被切断使它们只能处于一种状态下运行，其实是相互联锁的作用。这里特别要强调的是：由于 PLC 运行速度极快，在正反转控制状态下若没有必要的外围联锁，将会造成短路。如果只靠 PLC 内部的联锁是不行的。这一点初学者一定要记住。而且在星角降压启动等必要的电路中均应考虑这一问题。

④复合联锁正反转能耗制动用 PLC 改造



```

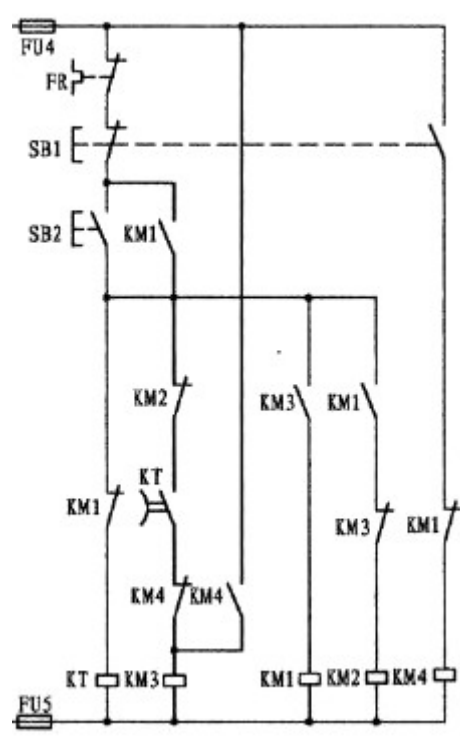
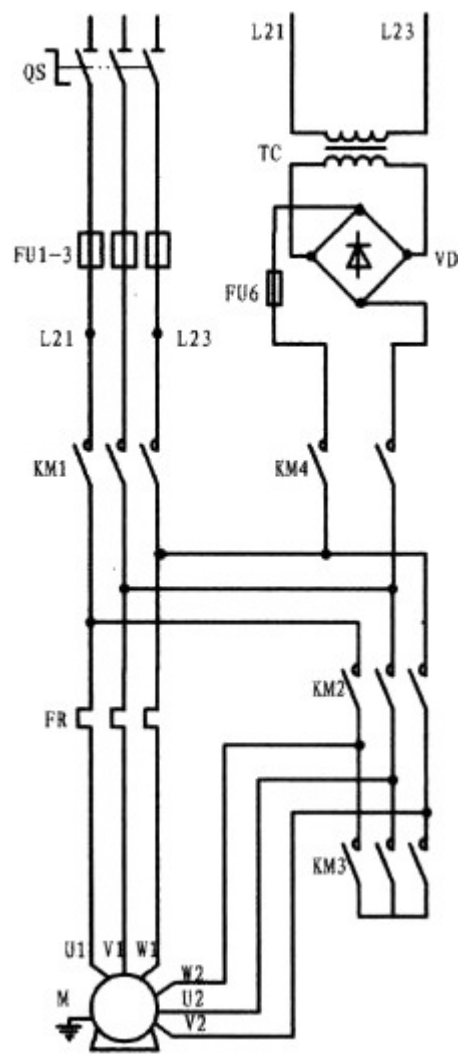
程序：0、LD X000 1、OR Y000 2、ANI X002 3、ANI X001 4、
ANI Y001 5、ANI Y002 6、OUT Y000 7、LD X001 8、OR
Y001 9、ANI X002 10、ANI X000 11、ANI Y000 12、ANI
Y002 13、OUT Y001 14、LD X002 15、OR Y002 16、ANI T0
17、OUT Y002 18、OUT T0 K 40 21、END

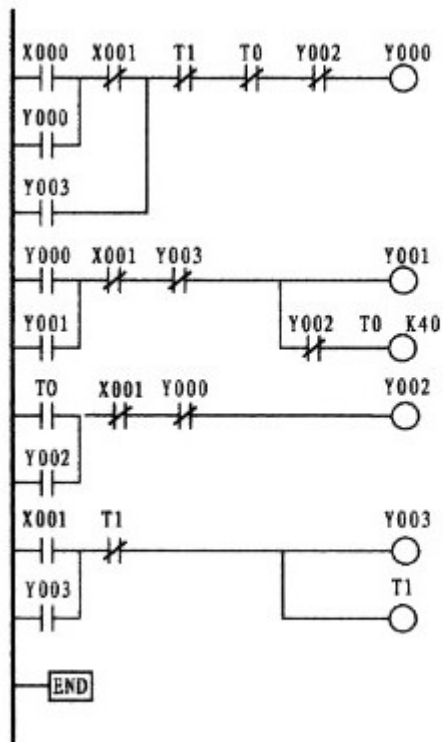
```

本图为正反转能耗制动控制改为用 PLC 控制，其工作原理是：当按接于外部的正转按钮 SB1 驱动第一梯级 X000 常开接点闭合（而第二梯级中的 X000 常闭接点则同时断开，切断可能运行中的反转功能，起了互锁作用），通过串接于其后的 X002、X001、Y00

1、Y002 各接点的常闭，接通了 Y000 输出继电器线圈使其闭合，由于 Y000 线圈的闭合，导致第一梯级的并接于母线侧的 Y000 常开接点闭合，形成了 Y000 的自保（同时串接于第二梯级的，Y000 常闭接点断开，保证了在正转的情况下不允许反转，起了互锁的作用）。由于 Y000 的闭合，接通了正转接触器，带动电动机工作。第二梯级的工作则与第一梯级相似：即按外部反转按钮 SB2，驱动第二梯级 X001 常开接点闭合（而第一梯级中的 X001 常闭接点则同时断开，切断可能运行中的正转功能，起了互锁作用），通过串接于其后的 X002、X000、Y000、Y002 各接点的常闭，接通了 Y001 输出继电器线圈使其闭合，由于 Y001 线圈的闭合，导致第二梯级的并接于母线侧的 Y001 常开接点闭合形成了自保（同时串接于第一梯级的 Y001 常闭接点断开，保证了在反转的情况下不允许正转，起了互锁的作用）。由于 Y001 的闭合，接通了反转接触器，带动电动机工作。若要停止，则按外部按钮 SB3 驱动了第三梯级的 X002 常开接点的闭合（同时第一梯级和第二梯级的 X002 常闭接点断开，切断了正转或反转的工作。）通过定时器 T0 的常闭接点，接通了输出继电器线圈 Y002 和定时器 T0 线圈，由于 Y002 的接通，其并接于第三梯级母线一侧的常开接点 Y002 闭合，形成了 Y002 线圈的自保（在这同时串接于第一梯级和第二梯级的 Y002 的常闭接点断开，再次可靠切断了正转或反转），从而 Y002 接通了外接接触器 KM3，而 KM3 则向电动机送入了直流电进行能耗制动。上述的定时器与 Y002 是同时闭合，定时器在闭合的瞬间即开始计时，本定时器计时时间为 4s（计算方法：T0 的单位时间为 100ms，而 K 值设定为 40 则： $100 \times 40 = 4000\text{ms}$ $1\text{S} = 1000\text{ms}$ ），4S 时间一到，串接于第三梯级的常闭接点 T0 断开，运行则停止。本梯形图没设置热继电器，可在第一、第二梯级的 Y000 和 Y001 的线圈前端设置常闭接点 X003，外部则接 FR 的常开接点。同理这线路由于是正反转线路，在其外部应考虑进行必要的接触器辅助接点的联锁。

⑤断电延时型星角降压启动能耗制动控制改用 PLC 控制





```

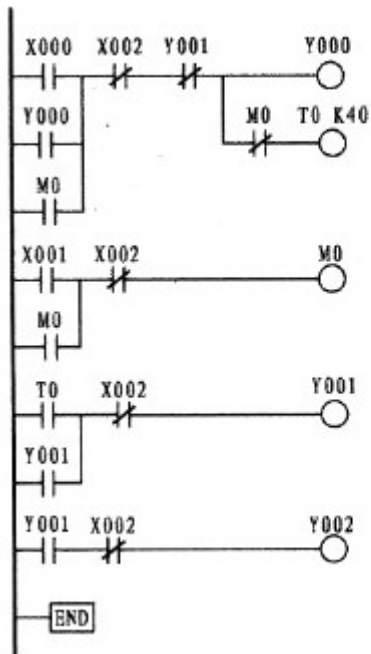
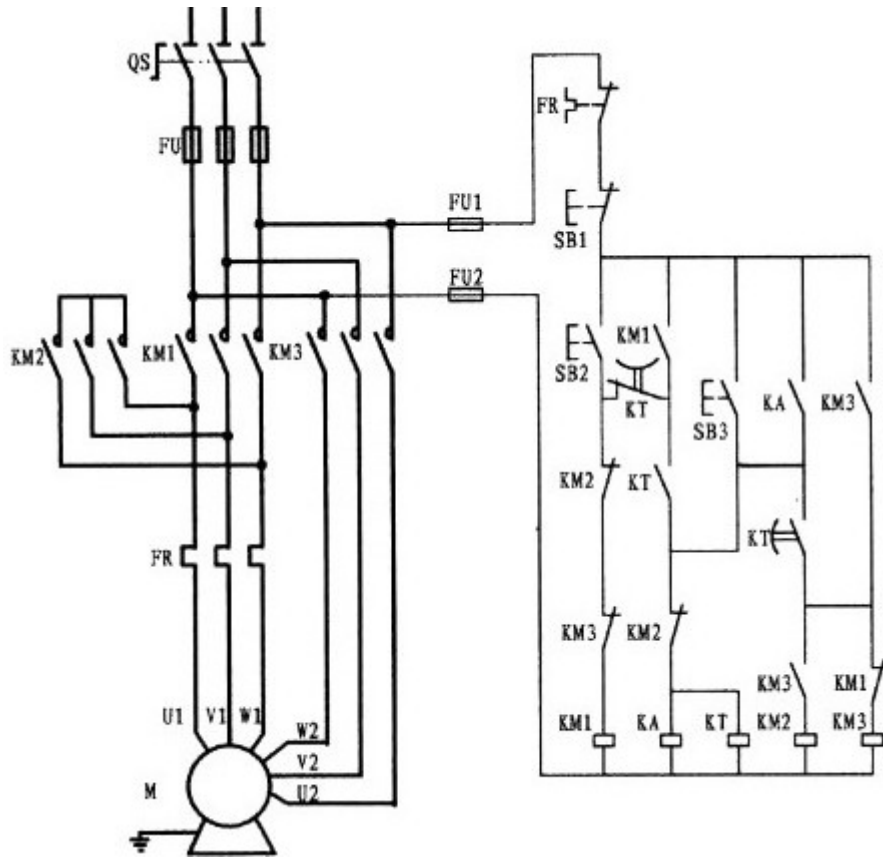
程序:
0. LD X000
1. OR Y000
2. ANI X001
3. OR Y003
4. ANI T1
5. ANI T0
6. ANI Y002
7. OUT Y000
8. LD Y000
9. OR Y001
10. ANI X001
11. ANI Y003
12. OUT Y001
13. ANI Y002
14. OUT T0
    K40
17. LD T0
18. OR Y002
19. ANI X001
20. ANI Y000
21. OUT Y002
22. LD X001
23. OR Y003
24. ANI T1
25. OUT Y003
26. OUT T1
    K40
29. END

```

PLC 没有断电延时型定时器，只有通电延时型定时器。本梯形图的工作原理：当外接启动按钮 SB2 按下，驱动第一梯级 x000 的常开接点闭合，通过串接其后的 x001、T1、T0、Y002 的常闭接点，接通输出继电器，由于 Y000 线圈的闭合，促使第一梯级第一支路中的并联常开触点闭合形成 Y000 线圈自保，至使 Y000 驱动的接触器 KM3 闭合将电动机绕组接成星形。在这同时，第二梯级中的左母线一侧的常开触点 Y000 闭合，通过串接其后的 x001、Y003 的常闭接点接通了输出继电器 Y001 和另一支路经 Y002 常闭接点相串的定时器线圈 T0 (K 值为 40)。由于 Y001 线圈的闭合使与本支路相并的母线一侧 Y001 闭合形成了 Y001 线圈自保。由于 Y001 线圈的闭合，接于 Y001 后的外部接触器 KM1 闭合，电动机处于星接启动状态。在 Y001 闭合的同时定时器 T0 也已开始计时，4s 后定时器 T0 常闭接点，在第一梯级中切断了输出继电器 Y000 线圈，解除了星接。而在这同时，第三梯级中左母线一侧的 T0 常开接点闭合，通过串接其后的 x001、Y000 的常闭接点，接通了

输出继电器 Y002。由于 Y002 的接通，并接于左母线一侧的 Y002 闭合，使 Y002 线圈形成自保。Y002 线圈后所接的接触器 KM2 接通，完成了星角转换，使电动机进入了角接状态。第一梯级中与第三梯级中所串接的 Y002 和 Y001 常闭接点实质是星与角的互锁。停止按外接停止按钮 SB1，从梯形图中可以看出由 SB1 驱动的第一梯级、第二梯级和第三梯级均串接了 X001 的常闭触点，其目的是让电动机在任一运行状态，均能可靠停止。而在第四梯级 X001 接的是常开触点，其一旦闭合，通过串接其后的定时器常闭接点，接通了输出继电器 Y003 线圈和定时器 T1 线圈，由于 Y003 线圈的闭合，其并接于第一梯级第二支路中的 Y003 常开接点接通了 Y000 线圈，驱动 KM3 闭合，使电动机处于星接状态，以提供直流通路。在线圈 Y003 闭合后，驱动了外接接触器 KM4 在电动机停止交流供电的情况下向电动机提供直流电进行能耗制动。定时器线圈 T1 是与线圈 Y003 同时获电，并开始计时，计时时间一到，串接于第一梯级与第四梯级的常闭接点断开，使电动机完成了停车与制动的过程。外部接触器接线时，应考虑接触器间的互相联锁以防短路。另本梯形图没设置热保护。

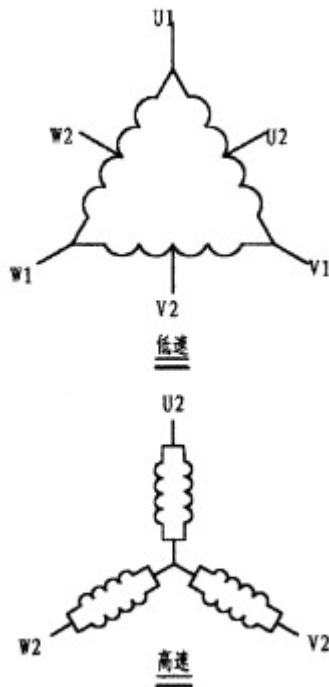
⑥双速异步电动机控制电路改用 PLC 控制



```

程序:
0. LD X000
1. OR Y000
2. OR M0
3. ANI X002
4. ANI Y001
5. OUT Y000
6. ANI M0
7. OUT T0
   K40
10. LD X001
11. OR M0
12. ANI X002
13. OUT M0
14. LD T0
15. OR Y001
16. ANI X002
17. OUT Y001
18. LD Y001
19. ANI X002
20. OUT Y002
21. END

```



该线路控制的是一台双速电动机，一般的人对它不是很理解。电动机型号为 YD12

3M-4/2，6.5/8kW， Δ/Y 。根据型号解读；该电机具有二种速度即 4 极和 2 极，在 4 极

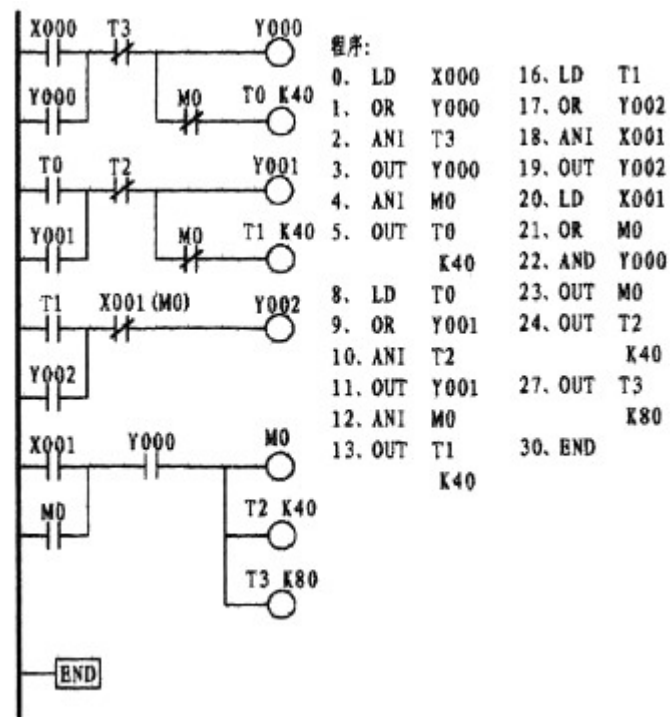
速度下，电动机的功率为 6.5kW，绕组为三角形接法。如果在 2 极的速度下，电动机的功率为 8kW，绕组为双星接法。该电动机共有 6 接线头，三角形接时（低速）电源由 U1、V1、W1 接入，其余接头 U2、V2、W2 为悬空。星接时（高速）将接线头 U1、V1、W1 接成星点形成了双星点，三相电源则由 U2、V2、W2 输入（电动机接线图详上图所示）。该线路要求：电机可以在低速、高速状态下择其一运行。而在高速运行时则按低速启动再转为高速运行。自己可根据电原理图进行分析。

梯形图工作原理：按设于外部的启动按钮 SB3，接通了第一梯级母线侧常开接点 X000，电流（能流）通过串接其后的 X002、Y001 的常闭接点接通了输出继电器线圈，同时接通与 M0 常闭接点相串的定时器线圈 T0（K 值为 40）。由于 Y000 线圈的闭合，使其并接母线一侧的 Y000 常闭接点闭合，Y000 线圈形成了自保。由于 Y000 线圈的闭合，使接于其后的外部接触器 KM1 动作，电动机处于低速启动状态（即处于三角接法）。Y000 线圈闭合的同时，定时器 T0 即开始计时。计时时间一到，接于第三梯级母线一侧的 T0 常开接点闭合，通过串接其后的 X002 常闭接点，接通输出继电器 Y001 线圈闭合。由于 Y001 线圈的闭合，并接于母线一侧的 Y001 常开接点闭合，Y001 线圈形成了自保。在这同时（Y001 线圈的闭合）串接于第一梯级的常闭接点断开，切断了由 Y000 线圈所控制的 KM1 接触器的运行。在 Y001 线圈的闭合的同时，第四梯级的母线侧 Y001 常开接点闭合，通过串接其后的常闭接点 X002，接通了输出继电器 Y002。在输出继电器 Y001 闭合时，接于其后的外部接触器 KM2 闭合。KM2 将电机绕组头 U1、V1、W1 接成了星点，而输出继电器 Y002 外部所接的接触器 KM3 则接通了电源使电动机处于高速运行状态。停止，则按外接按钮 SB1，各梯级所串接的 X002 常闭接点断开，使电动机在任一运行状态均可停止。这是低速启动，高速运行的过程。

低速运行时，按外接启动按钮 SB1，此时第二梯级接于母线一侧的 X001 闭合，电流（能流）则通过串接于其后的 X002 接通中间继电器 M0 线圈，使并接于母线一侧的 M0 常开接点闭合，使 M0 中间继电器线圈形成了自保。由于 M0 线圈的闭合，使第一梯级第二支路母线一侧的 M0 常闭接点闭合，同时切断了定时器线圈 T0 的运行，使电流接通了 Y000 输出继电器，外接的接触器 KM1 接通使电动机处于三角形低速运行状态。停止，则按外接按钮 SB1 即可。这就是低速运行过程。注意：本梯形图未设置热保护，从原图来看热保就少了一个。可在梯形图第一梯级 Y001 常闭接点后串接 X003，同时在第四梯级 X002 常闭接点后串接 X004。

⑦用 PLC 控制设计一梯形图

要求：有三台电动机，分别标为 1 号、2 号、3 号电机。第 1 号机启动后过 4s，第 2 号电机自动启动，第 3 号机又在第 2 号机启动后过 4s 自动启动。停止时，第 3 号电机先停，过 4s 后第 2 号电机自动停止，第 2 号电机停后再过 4s，第 1 号电机跟着停。



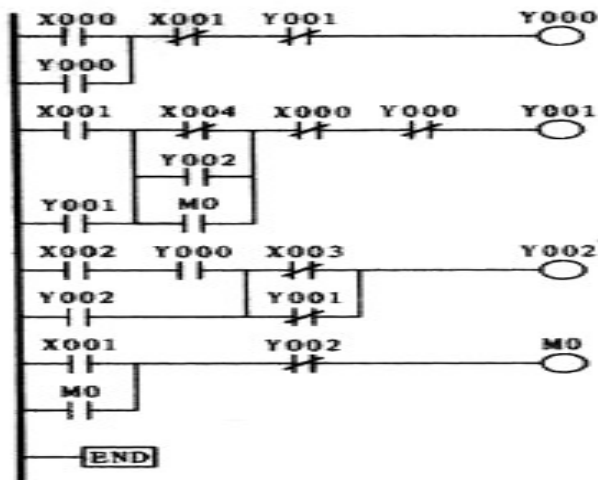
思路是这样的：根据题意，设输入信号按钮 2 个，分别为 SB1 和 SB2。SB1 作为停止按钮，用以控制梯形图中第四梯级中母线侧常开触点 X001。SB2 作为启动按钮，用以控制梯形图中第一梯级母线侧常开触点 X000。因有三台电机则设输出继电器 3 个，分别为 Y000、Y001、Y002。Y000 后接接触器 KM1，Y001 后接接触器 KM2，Y002 后接接触器 KM3。分别控制 1 号、2 号、3 号电机。启动时 1 号电机用按钮控制，而 2 号、3 号电机是根据时间原则启动的，故应设置 2 个定时器，分别为 T0、T1。停止时，第 3 号电机可以使用按钮控制，而 2 号、1 号电机也是根据时间原则停止的，故也应设置 2 个定时器，分别为 T2、T3。这些器件确定后，用铅笔在纸上钩出，再围绕这些软器件进行合理组合、优化即可，若有必要增加其它软器件。

工作原理：按外接按钮 SB2，驱动了接于第一梯级母线一侧常开接点 X000，能流经串接于后的 T3 常闭接点，接通了输出继电器 Y000 线圈及与其并接的经与常闭接点 M0 串接的定时器线圈 T0。由于 Y000 线圈的接通，并接于母线一侧的 Y000 常开接点闭合，Y000 线圈形成了自保（在这同时，第四梯级的 Y000 常开接点闭合，为停止做好了准备），1 号电动机启动。与 Y000 线圈同时闭合的定时器则开始计时。计时时间一到，接于第二梯级母线一侧的常开接点 T0 闭合，能流经串接于后的 T2 常闭接点接通了输出继电器 Y001 线圈及与其并接的经与常闭接点 M0 串接的定时器线圈 T1。并接于母线一侧的 Y001 常开接点闭合，Y001 线圈形成了自保，2 号电动机启动。与 Y001 线圈同时闭合的定时器则开始计时。计时时间一到，接于第三梯级母线一侧的常开接点 T1 闭合，能流经串接于后的 X001 常闭接点接通了输出继电器 Y002 线圈。由于 Y002 线圈的接通，并接于母线一侧的 Y002 常开接点闭合，Y002 线圈形成了自保，3 号电动机启动。停止则按外接按钮 SB1，驱动了第三梯级常闭接点的断开，3 号电机停运行。而在这同时，第四梯级母线一侧常开接点 X001 的闭合。能流经串接于后的常开接点（此时由于 Y000 线圈的闭合，其已经变为闭合）

接通了中间继电器 M0 线圈，由于 M0 线圈的接通，并接于母线一侧的常开接点 M0 闭合，M0 线圈形成了自保。在 M0 线圈闭合的同时，并接的定时器 T2、T3 同时闭合。并开始计时，因 T2 计时时间为 4S，时间一到，串接于第二梯级的定时器 T2 常闭接点断开，2 号电机停止。再 4S 后，串接于第一梯级的定时器 T3 常闭接点断开，1 号电机停止。由于 Y000 线圈断电，串接于第四梯级的 Y000 常开接点断开，梯形图停止了运行。图中在第一梯级和第二梯级中，串接于定时器 T0、T1 前的 M0 常闭接点的作用是防止停止后电机再次启动而设。

⑧用 PLC 设计一梯形图

要求：有二台电动机，分别为 1 号电机和 2 号电机。1 号电机可正反转，2 号电机就一转向。在 1 号电机正转时，2 号电机才能启动。1 号电机一开起来就不能停，但可切换正反转。要停机，必须在 1 号电机反转的情况下，2 号电机才能停，停完后才能停 1 号电机。



程序：

0. LD	X000	13. OUT	Y000
1. OR	Y000	14. LD	X001
2. ANI	X001	15. AND	Y001
3. ANI	Y001	16. OR	Y001
4. OUT	Y000	17. LDI	X004
5. LD	X001	18. ORI	Y001
6. OR	Y001	19. ANB	Y001
7. LDI	X004	20. OUT	Y001
8. OR	Y002	21. LD	X002
9. OR	M0	22. OR	M0
10. ANB	Y000	23. ANI	Y002
11. ANI	X000	24. OUT	M0
12. ANI	Y000	25. BND	

要求：
有二台电机：1号机可正反转；2号机1号机正转时才可启动，反转时才允许停机。2号机停机后，1号机才能停。
1号机一开起来就不能停（但可切换正转）。要先停2号机，1号机才能停。

思路是这样的：因是二台电机，其中 1 号电机要求正反转，外设正转反转启动按钮各分别为 SB1（控制 X000）、SB2（控制 X001）、停止按钮 SB3（控制 X004）。设输出继电器 Y000、Y001 各一个分别外控 KM1、KM2 接触器的正反转。外设 2 号电机启动按钮 SB4（控制 X002），停止按钮 SB5（X003）各一个。设输出继电器 Y002 一个。共计输

入继电器 5 个，输出继电器 3 个。在图纸上钩出，围绕这些软元件进行合理的串并联，若有必要再增加中间继电器，进行优化即可。

工作原理：按外接按钮 SB1，第一梯级母线侧的 X000 闭合，能流经常闭接点 X001、Y001 接通输出继电器 Y000 线圈。由于 Y000 线圈的闭合，并接于母线侧的 Y000 常闭接点闭合形成了自保关系，输出继电器 Y000 输出信号，控制外接 KM1 接触器带动正转运行。在 X000 闭合的同时，串接于第二梯级的 X000 的常闭接点断开，切除了可能的反转运行，起了互锁的作用。同时因 Y000 的闭合，串接于第二梯级的 Y000 常闭接点断开，其作用与正反转接触器辅助接点互锁相似。而 Y000 串接于第三梯级的 Y000 常开接点则闭合，作好了 Y002 的启动准备。若 Y000 常开接点没有闭合，则 Y002 的启动就没有可能，这是反转闭合限制的条件。

按外接按钮 SB1，接通了第二梯级母线侧的输入继电器 X001，通过串接其后的 X004、X000、Y000 的常闭接点，接通了输出继电器 Y001 线圈，由于 Y001 线圈的闭合，并接于母线一侧的 Y001 常闭接点闭合，形成了自保关系。输出继电器 Y001 输出信号，控制外接 KM2 接触器，带动反转运行。在 X001 闭合的同时，串接于第一梯级的 X001 的常闭接点断开，切除了可能的正转运行，起了互锁的作用。同时因 Y001 的闭合，串接于第一梯级的 Y001 常闭接点断开，其作用同样是互锁关系。同样在 X001 闭合的同时，第四梯级的 X001 常开接点闭合，能流通过串接其后的 Y002，接通了中间继电器 M0 线圈，M0 线圈通过母线侧的 M0 常开接点形成自保。此时第二梯级中，并接于 X004 下端的 M0 常开接点闭合，从而限制了在正反转状态下的停车（因线路要求在正反时不能停车）。而本梯级中的与 X004 常闭接点、M0 常开接点相并联的 Y002 常开接点，则是限制 Y001 比 Y002 的提前停止而设置。

按外接按钮 SB4，接通了第三梯级母线侧的输入继电器 X002，通过串接其后的 Y000 的常开接点（只有在输出继电器 Y000 闭合的情况下才允许，也就是必须在 1 号电动机反转的情况下）和 X003 常闭接点，接通了输出继电器 Y002 线圈，由于 Y002 线圈的闭合，并接于母线一侧的 Y002 常闭接点闭合，形成了自保关系。输出继电器 Y002 输出信号，控制外接 KM3 接触器，带动 2 号电机运行。在 Y002 闭合的同时，并接于第二梯级 X004 下端的 Y002 常开接点闭合，从而限制了在反转状态下 1 号电机先于 2 号电机的停车的可能。同时因 Y002 线圈的闭合，带动了串接于第四梯级中的 Y002 常闭接点断开，从而切断了中间继电器 M0 线圈。由于 M0 线圈的停止，其并接于第二梯级并 X004 下端的 M0 常开接点由刚才的闭合变为断开，即恢复原状，为停车做好了第一次准备。而本梯级中并接于 X003 常闭接点下的 Y001 常闭接点，则只有在 Y001 闭合的情况下（即在反转情况下），才有停止的条件。此时按外接按钮 SB5 才能使 X003 断开，输出继电器 Y002 线圈断开，2 号电机停止运转。由于 Y002 的断开，致使其并接于第二梯级 X004 下端的 Y002 断开（即恢复原状），为 1 号机的停机做好了第二次准备。若再按外接按钮 SB3，使第二梯级中的常闭接点 X004 断开，则 Y001 断开，则梯形的运行程序结束。

PLC 入门

一. PLC 的由来

二. PLC 的定义

三. PLC 的发展阶段

四. PLC 的特点

五. PLC 的分类

六. PLC 的基本结构

七. PLC 的工作原理

八. 三菱 PLC 硬体介绍

一. PLC 的由来

可编程控制器 (Programmable Controller) 是计算机家族中的一员, 是为工业控制应用而设计制造的。早期的可编程控制器称作可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller), 简称 PLC, 它主要用来代替继电器实现逻辑控制。随着技术的发展, 这种装置的功能已经大大超过了逻辑控制的范围, 因此, 今天这种装置称作可编程控制器, 简称 PC。但是为了避免与个人计算机 (Personal Computer) 的简称混淆, 所以将可编程控制器简称 PLC。

在 60 年代, 汽车生产流水线的自动控制系统基本上都是由继电器控制装置构成的。当时汽车的每一次改型都直接导致继电器控制装置的重新设计和安装。随着生产的发展, 汽车型号更新的周期愈来愈短, 这样, 继电器控制装置就需要经常地重新设计和安装, 十分费时, 费工, 费料, 甚至阻碍了更新周期的缩短。为了改变这一现状, 美国通用汽车公司在 1969 年

公开招标，要求用新的控制装置取代继电器控制装置，并提出了十项招标指标，即：

- 1、编程方便，现场可修改程序；
- 2、维修方便，采用模块化结构；
- 3、可靠性高于继电器控制装置；
- 4、体积小于继电器控制装置；
- 5、数据可直接送入管理计算机；
- 6、成本可与继电器控制装置竞争；
- 7、输入可以是交流 115V；
- 8、输出为交流 115V，2A 以上，能直接驱动电磁阀，接触器等；
- 9、在扩展时，原系统只要很小变更；
- 10、用户程序存储器容量至少能扩展到 4K。

1969 年，美国数字设备公司（DEC）研制出第一台 PLC，在美国通用汽车自动装配线上试用，获得了成功。这种新型的工业控制装置以其简单易懂，操作方便，可靠性高，通用灵活，体积小，使用寿命长等一系列优点，很快地在美国其他工业领域推广应用。到 1971 年，已经成功地应用于食品，饮料，冶金，造纸等工业。

这一新型工业控制装置的出现，也受到了世界其他国家的高度重视。1971 日本从美国引进了这项新技术，很快研制出了日本第一台 PLC。1973 年，西欧国家也研制出它们的第一台 PLC。我国从 1974 年开始研制。于 1977 年开始工业应用。

二. PLC 的定义

PLC 问世以来，尽管时间不长，但发展迅速。为了使其生产和发展标准化，美国电气制造商协会 NEMA (National Electrical Manufactory Association) 经过四年的调查工作，于 1984 年首先将其正式命名为 PC (Programmable Controller)，并给 PC

作了如下定义：

“PC 是一个数字式的电子装置，它使用了可编程序的记忆体储存指令。用来执行诸如逻辑，顺序，计时，计数与演算等功能，并通过数字或类似的输入/输出模块，以控制各种机械或工作程序。一部数字电子计算机若是从事执行 PC 之功能者，亦被视为 PC，但不包括鼓式或类似的机械式顺序控制器。”

以后国际电工委员会 (IEC) 又先后颁布了 PLC 标准的草案第一稿，第二稿，并在 1987 年 2 月通过了对它的定义：

“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境应用而设计的。它采用一类可编程的存储器，用于其内部存储程序，执行逻辑运算，顺序控制，定时，计数与算术操作等面向用户的指令，并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关外部设备，都按易于与工业控制系统联成一个整体，易于扩充其功能的原则设计。”

总之，可编程控制器是一台计算机，它是专为工业环境应用而设计制造的计算机。它具有丰富的输入/输出接口，并且具有较强的驱动能力。但可编程控制器产品并不针对某一具体工业应用，在实际应用时，其硬件需根据实际需要进行选用配置，其软件需根据控制要求进行设计编制。

三、PLC 的发展阶段

虽然 PLC 问世时间不长，但是随着微处理器的出现，大规模，超大规模集成电路技术的迅速发展和数据通讯技术的不断进步，PLC 也迅速发展，其发展过程大致可分三个阶段：

1、早期的 PLC（60 年代末—70 年代中期）

早期的 PLC 一般称为可编程逻辑控制器。这时的 PLC 多少有点继电器控制装置的替代物的含义，其主要功能只是执行原先由继电器完成的顺序控制，定时等。它在硬件上以准计算机

的形式出现，在 I/O 接口电路上作了改进以适应工业控制现场的要求。装置中的器件主要采用分立元件和中小规模集成电路，存储器采用磁芯存储器。另外还采取了一些措施，以提高其抗干扰的能力。在软件编程上，采用广大电气工程技术人员所熟悉的继电器控制线路的方式—梯形图。因此，早期的 PLC 的性能要优于继电器控制装置，其优点包括简单易懂，便于安装，体积小，能耗低，有故障指示，能重复使用等。其中 PLC 特有的编程语言—梯形图一直沿用至今。

2、中期的 PLC（70 年代中期—80 年代中，后期）

在 70 年代，微处理器的出现使 PLC 发生了巨大的变化。美国，日本，德国等一些厂家先后开始采用微处理器作为 PLC 的中央处理单元 (CPU)。

这样，使 PLC 的功能大大增强。在软件方面，除了保持其原有的逻辑运算、计时、计数等功能以外，还增加了算术运算、数据处理和传送、通讯、自诊断等功能。在硬件方面，除了保持其原有的开关模块以外，还增加了模拟量模块、远程 I/O 模块、各种特殊功能模块。并扩大了存储器的容量，使各种逻辑线圈的数量增加，还提供了一定数量的数据寄存器，使 PLC 的应用范围得以扩大。

3、近期的 PLC（80 年代中、后期至今）

进入 80 年代中、后期，由于超大规模集成电路技术的迅速发展，微处理器的市场价格大幅度下跌，使得各种类型的 PLC 所采用的微处理器的档次普遍提高。而且，为了进一步提高 PLC 的处理速度，各制造厂商还纷纷研制开发了专用逻辑处理芯片。这样使得 PLC 软、硬件功能发生了巨大变化。

四． PLC 的特点

PLC 的主要特点

1、高可靠性

(1) 所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离, 使工业现场的外电路与 PLC 内部电路之间电气上隔离。

(2) 各输入端均采用 R-C 滤波器, 其滤波时间常数一般为 10~20ms。

(3) 各模块均采用屏蔽措施, 以防止辐射干扰。

(4) 采用性能优良的开关电源。

(5) 对采用的器件进行严格的筛选。

(6) 良好的自诊断功能, 一旦电源或其他软、硬件发生异常情况, CPU 立即采用有效措施, 以防止故障扩大。

(7) 大型 PLC 还可以采用由双 CPU 构成冗余系统或有三 CPU 构成表决系统, 使可靠性进一步提高。

2、丰富的 I/O 接口模块

PLC 针对不同的工业现场信号, 如: 交流或直流; 开关量或模拟量; 电压或电流; 脉冲或电位; 强电或弱电等。有相应的 I/O 模块与工业现场的器件或设备, 如: 按钮; 行程开关; 接近开关; 传感器及变送器; 电磁线圈; 控制阀等直接连接。

另外为了提高操作性能, 它还有多种人-机对话的接口模块; 为了组成工业局部网络, 它还有多种通讯联网的接口模块, 等等。

3、采用模块化结构

为了适应各种工业控制需要, 除了单元式的小型 PLC 以外, 绝大多数 PLC 均采用模块化结构。PLC 的各个部件, 包括 CPU, 电源, I/O 等均采用模块化设计, 由机架及电缆将各模块连接起来, 系统的规模和功能可根据用户的需要自行组合。

4、编程简单易学

PLC 的编程大多采用类似于继电器控制线路的梯形图形式，对使用者来说，不需要具备计算机的专门知识，因此很容易被一般工程技术人员所理解和掌握。

5、安装简单，维修方便

PLC 不需要专门的机房，可以在各种工业环境下直接运行。使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连接，即可投入运行。各种模块上均有运行和故障指示装置，便于用户了解运行情况和查找故障。

由于采用模块化结构，因此一旦某模块发生故障，用户可以通过更换模块的方法，使系统迅速恢复运行。

PLC 的功能

1、逻辑控制

2、定时控制

3、计数控制

4、步进 (顺序) 控制

5、PID 控制

6、数据控制：PLC 具有数据处理能力。

7、通信和联网

8、其它：PLC 还有许多特殊功能模块，适用于各种特殊控制的要求，如：定位控制模块，C

RT 模块

五、PLC 的分类

1、小型 PLC

小型 PLC 的 I/O 点数一般在 128 点以下，其特点是体积小、结构紧凑，整个硬件融为一体，除了开关量 I/O 以外，还可以连接模拟量 I/O 以及其他各种特殊功能模块。它能执行包括

逻辑运算、计时、计数、算术运算、数据处理和传送、通讯联网以及各种应用指令。

2、中型 PLC

中型 PLC 采用模块化结构，其 I/O 点数一般在 256~1024 点之间。I/O 的处理方式除了采用一般 PLC 通用的扫描处理方式外，还能采用直接处理方式，即在扫描用户程序的过程中，直接读输入，刷新输出。它能联接各种特殊功能模块，通讯联网功能更强，指令系统更丰富，内存容量更大，扫描速度更快。

3、大型 PLC

一般 I/O 点数在 1024 点以上的称为大型 PLC。大型 PLC 的软、硬件功能极强。具有极强的自诊断功能。通讯联网功能强，有各种通讯联网的模块，可以构成三级通讯网，实现工厂生产管理自动化。大型 PLC 还可以采用三 CPU 构成表决式系统，使机器的可靠性更高。

六. PLC 的基本结构

PLC 实质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，

、中央处理单元 (CPU)

中央处理单元 (CPU) 是 PLC 的控制中枢。它按照 PLC 系统程序赋予的功能接收并存储从编程器键入的用户程序和数据；检查电源、存储器、I/O 以及警戒定时器的状态，并能诊断用户程序中的语法错误。当 PLC 投入运行时，首先它以扫描的方式接收现场各输入装置的状态和数据，并分别存入 I/O 映象区，然后从用户程序存储器中逐条读取用户程序，经过命令解释后按指令的规定执行逻辑或算术运算的结果送入 I/O 映象区或数据寄存器内。等所有的用户程序执行完毕之后，最后将 I/O 映象区的各输出状态或输出寄存器内的数据传送到相应的输出装置，如此循环运行，直到停止运行。

为了进一步提高 PLC 的可靠性，近年来对大型 PLC 还采用双 CPU 构成冗余系统，或采用三 CPU 的表决式系统。这样，即使某个 CPU 出现故障，整个系统仍能正常运行。

2、存储器

存放系统软件的存储器称为系统程序存储器。存放应用程序的存储器称为用户程序存储器。

PLC 常用的存储器类型

(1) RAM (Random Access Memory) 这是一种读/写存储器(随机存储器), 其存取速度最快, 由锂电池支持。

(2) EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) 这是一种可擦除的只读存储器。在断电情况下, 存储器内的所有内容保持不变。(在紫外线连续照射下可擦除存储器内容)。

(3) EEPROM(Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) 这是一种电可擦除的只读存储器。使用编程器就能很容易地对其所存储的内容进行修改。

PLC 存储空间的分配

虽然各种 PLC 的 CPU 的最大寻址空间各不相同, 但是根据 PLC 的工作原理, 其存储空间一般包括以下三个区域:

- (1) 系统程序存储区
- (2) 系统 RAM 存储区 (包括 I/O 映象区和系统软设备等)
- (3) 用户程序存储区

系统程序存储区: 在系统程序存储区中存放着相当于计算机操作系统的系统程序。包括监控程序、管理程序、命令解释程序、功能子程序、系统诊断子程序等。由制造厂商将其固化在 EPROM 中, 用户不能直接存取。它和硬件一起决定了该 PLC 的性能。

系统 RAM 存储区: 系统 RAM 存储区包括 I/O 映象区以及各类软设备, 如: 逻辑线圈; 数据寄存器; 计时器; 计数器; 变址寄存器; 累加器等存储器。

- (1) I/O 映象区: 由于 PLC 投入运行后, 只是在输入采样阶段才依次读入各输入状态和数

据，在输出刷新阶段才将输出的状态和数据送至相应的外设。因此，它需要一定数量的存储单元 (RAM) 以存放 I/O 的状态和数据，这些单元称作 I/O 映象区。一个开关量 I/O 占用存储单元中的一个位 (bit)，一个模拟量 I/O 占用存储单元中的一个字 (16 个 bit)。因此整个 I/O 映象区可看作两个部分组成：开关量 I/O 映象区；模拟量 I/O 映象区。

(2) 系统软设备存储区：除了 I/O 映象区以外，系统 RAM 存储区还包括 PLC 内部各类软设备 (逻辑线圈、计时器、计数器、数据寄存器和累加器等) 的存储区。该存储区又分为具有失电保持的存储区域和无失电保持的存储区域，前者在 PLC 断电时，由内部的锂电池供电，数据不会遗失；后者当 PLC 断电时，数据被清零。

1) 逻辑线圈

与开关输出一样，每个逻辑线圈占用系统 RAM 存储区中的一个位，但不能直接驱动外设，只供用户在编程中使用，其作用类似于电器控制线路中的继电器。另外，不同的 PLC 还提供数量不等的特殊逻辑线圈，具有不同的功能。

2) 数据寄存器

与模拟量 I/O 一样，每个数据寄存器占用系统 RAM 存储区中的一个字 (16 bits)。另外，PLC 还提供数量不等的特殊数据寄存器，具有不同的功能。

3) 计时器

4) 计数器

用户程序存储区

用户程序存储区存放用户编制的用户程序。不同类型的 PLC，其存储容量各不相同。

3、电源

PLC 的电源在整个系统中起着十分重要得作用。如果没有一个良好的、可靠得电源系统是无法正常工作的，因此 PLC 的制造商对电源的设计和制造也十分重视。一般交流电压波动在+

10% (+15%) 范围内, 可以不采取其它措施而将 PLC 直接连接到交流电网上去。

七. PLC 的工作原理

最初研制生产的 PLC 主要用于代替传统的由继电器接触器构成的控制装置, 但这两者的运行方式是不相同的:

(1) 继电器控制装置采用硬逻辑并行运行的方式, 即如果这个继电器的线圈通电或断电, 该继电器所有的触点 (包括其常开或常闭触点) 在继电器控制线路的哪个位置上都会立即同时动作。

(2) PLC 的 CPU 则采用顺序逻辑扫描用户程序的运行方式, 即如果一个输出线圈或逻辑线圈被接通或断开, 该线圈的所有触点 (包括其常开或常闭触点) 不会立即动作, 必须等扫描到该触点时才会动作。

为了消除二者之间由于运行方式不同而造成的差异, 考虑到继电器控制装置各类触点的动作时间一般在 100ms 以上, 而 PLC 扫描用户程序的时间一般均小于 100ms, 因此, PLC 采用了一种不同于一般微型计算机的运行方式---扫描技术。这样在对于 I/O 响应要求不高的场合, PLC 与继电器控制装置的处理结果上就没有什么区别了。

1、扫描技术

当 PLC 投入运行后, 其工作过程一般分为三个阶段, 即输入采样、用户程序执行和输出刷新三个阶段。完成上述三个阶段称作一个扫描周期。在整个运行期间, PLC 的 CPU 以一定的扫描速度重复执行上述三个阶段。

(1) 输入采样阶段

在输入采样阶段，PLC 以扫描方式依次地读入所有输入状态和数据，并将它们存入 I/O 映象区中的相应单元内。输入采样结束后，转入用户程序执行和输出刷新阶段。在这两个阶段中，即使输入状态和数据发生变化，I/O 映象区中的相应单元的状态和数据也不会改变。因此，如果输入是脉冲信号，则该脉冲信号的宽度必须大于一个扫描周期，才能保证在任何情况下，该输入均能被读入。

(2) 用户程序执行阶段

在用户程序执行阶段，PLC 总是按由上而下的顺序依次地扫描用户程序(梯形图)。在扫描每一条梯形图时，又总是先扫描梯形图左边的由各触点构成的控制线路，并按先左后右、先上后下的顺序对由触点构成的控制线路进行逻辑运算，然后根据逻辑运算的结果，刷新该逻辑线圈在系统 RAM 存储区中对应位的状态；或者刷新该输出线圈在 I/O 映象区中对应位的状态；或者确定是否要执行该梯形图所规定的特殊功能指令。即，在用户程序执行过程中，只有输入点在 I/O 映象区内的状态和数据不会发生变化，而其他输出点和软设备在 I/O 映象区或系统 RAM 存储区内的状态和数据都有可能发生变化，而且排在上面的梯形图，其程序执行结果会对排在下面的凡是用到这些线圈或数据的梯形图起作用；相反，排在下面的梯形图，其被刷新的逻辑线圈的状态或数据只能到下一个扫描周期才能对排在其上面的程序起作用。

(1) 输出刷新阶段

当扫描用户程序结束后，PLC 就进入输出刷新阶段。在此期间，CPU 按照 I/O 映象区内对应的状态和数据刷新所有的输出锁存电路，再经输出电路驱动相应的外设。这时，才是 PLC 的真正输出。

这两段程序执行的结果完全一样，但在 PLC 中执行的过程却不一样。程序 1 只用一次扫描

周期，就可完成对%M4 的刷新； 程序 2 要用四次扫描周期，才能完成对%M4 的刷新。

这两个例子说明：同样的若干条梯形图，其排列次序不同，执行的结果也不同。另外，也可以看到：采用扫描用户程序的运行结果与继电器控制装置的硬逻辑并行运行的结果有所区别。当然，如果扫描周期所占用的时间对整个运行来说可以忽略，那么二者之间就没有什么区别了。

一般来说，PLC 的扫描周期包括自诊断、通讯等，如下图所示，即一个扫描周期等于自诊断、通讯、输入采样、用户程序执行、输出刷新等所有时间的总和。

2、PLC 的 I/O 响应时间

为了增强 PLC 的抗干扰能力，提高其可靠性，PLC 的每个开关量输入端都采用光电隔离等技术。

为了能够实现继电器控制线路的硬逻辑并行控制，PLC 采用了不同于一般微型计算机的运行方式（扫描技术）。

以上两个主要原因，使得 PLC 得 I/O 响应比一般微型计算机构成的工业控制系统满的多，其响应时间至少等于一个扫描周期，一般均大于一个扫描周期甚至更长。

所谓 I/O 响应时间指从 PLC 的某一输入信号变化开始到系统有关输出端信号的改变所需的时间。其最短的 I/O 响应时间与最长的 I/O 响应时间。

八. 三菱 PLC 硬体介绍

常用 CPU 一覽表

SERIES CPU TYPE I / O 點 程式容量 step OMRON

FX (超小型) FX2N 128 16K C28P

AnU(S)

(小型) A2USCPU 512 14K C200H

A2USCPU-S1 1024 14K C200H

A2USHCPU-S1 1024 30K C200HS

QnA(S)

(小型) Q2ASCPU 512 28K C200HE

Q2ASCPU-S1 1024 60K

Q2ASHCPU 512 28K C200HG

Q2ASHCPU-S1 1024 60K

Q2ACPU-S1 1024 60K CV1000

Q (最新型)

Q01CPU 1024 14K CS1G

Q25HCPU 4096 252K CS1H

註：A2USHCPU-S1 之 S 表示 PLC 為 Small 型式，-S1 表示 CPU 可控制 I/O

點數較多，H 表示 CPU 演算速度提高約 2.67 倍。

PLC (AnUS / QnAS) 系統硬體組成

項目 規格

Power Supply Unit (1). A1S61PN (DC5V / 5A /AC110~240V 入力)

(2). A1S62PN (DC5V3A & DC24V0.6A / AC110~240V 入力)

(3). A1S63P (DC5V / 5A / DC24V 入力)

CPU Unit AnUS , QnAS (RAM memory 内含)

Main Base A1S3 X B , X = 2 , 3 , 5 , 8

Extension Base (1). A1S5X B(S1) , X = 2 , 5 , 8

無 POEWR 式之 ext. base power 由 main base power 提供

(2). A1S6X B(S1) , X = 5 , 8

Extension Cable A1SCX X B , X X = 01(55mm) , 03(300mm) , 07(700m

m) , 12(1200mm) , 30(3000mm) , 60(6000mm)

Memory Cassette

(擴充記憶體) (1)A : EPROM > 8K(A1S), 14K(A2S),

EEPROM(2K/8K) (A1S), 30K(A2S)

(2)QnA : RAM(64K~2M), RAM+E2ROM(RAM: 32K~512K, E2PROM: 32K~512K)

Battery(電池) A6BAT(voltage: DC3.6V)

Input Unit (1) .AC100V 入力: A1SX10 (16Pt)

(2). AC200V 入力: A1SX20 (16Pt)

(3) .DC12V/24 V 入力: A1SX40 (16Pt), A1SX41 (32Pt)

A1SX42 (64Pt)

(4) .DC5V / 12 V 入力: A1SX71 (32Pt)

Output Unit (1)接點出力(AC / DC): A1SY10 (16Pt) / 2A 每點

(2)晶體出力(DC12/24V): A1SY40(16Pt) / A1SY41(32Pt) / A1SY42 (64Pt)

/ 0.1A 每點

A1SY50 (16Pt) / 0.5 A , A1SY60(16Pt) / 2A

Input / Output

Combination

Unit (1) A1SH42 - Input (16Pt) , 晶體 Output (32Pt)/0.1A

(2) A1SX48Y18 - Input (8Pt) , 接點 Output (8Pt) /2A

(3) A1SX48Y58 -- Input (8Pt) , 晶體 Output (8Pt) /0.5A

註 :

I/O Unit 若接點為 16Pt, 為端子台型式。若接點為 32 Pt 以上, 每 32Pt 使用一 40

Pin- Connector , user 可挑選 32 Pt 端子台搭配使用, 配線時較方便。

I/O Unit 點數, 入力 unit 最多 64 Pt, 晶體出力 unit 最多 64 Pt, 接點出力 unit 最多 16Pt。

Extension Base (A1S5X B) 不含 Power Unit (A1S6X B) , 則 Power 由 Base

Unit Power (A1S6X B) 提供 , user 若選擇不含 power 型式之 ext base, 使用時需計算 Base Power 是否足夠提供 extension I/O 使用。

Extension base (A1S5X B(S1)) 之 (S1) 表示 ext base 右側具有 ext bus port, 可連接下個 ext. base。若 ext base 規格為 (A1S5X B), 則無 ext port, , 無法繼續串接其它 ext base。

常用特殊 UNIT

TYPE 型名 說明

High-Speed Counter

(高速計數器) A1SD61

A1SD62 可接收高頻入力訊號

61 type: 50kpps(max)

62 type: 100kpps(max)

A/D Convert Unit A1S64/68AD 可接收外部 4/8 組類比(A: ~ 20mA/解析度 6000,

V: ~ +/- 10V/ 解析度 12000) 訊號

D/A Convert Unit A1S62DA 輸出類比訊號至外部 devcie

Position CTL. Uni

(位置控制器) A1SD75P1/P2/P3-S3 1~3 Axis, 可外接 step/servo motor

A1SD75M1/M2/M3 SSCNET 接線使用

Computer Link Unit

(計算機) A1SJ71UC24 -R2/R4 (A) R2 type: RS232

R4 type: RS422 or RS485 port x 19200 bps(MAX)

A1SJ71QC24 -R2/R4 (QnA) 同上

Ethernet Unit

(乙太網路) A1SJ71E71- B5-S3 (A)

A1SJ71QE71-B5 (QnA) 10 BASE 5, 10Mbps, ~ 2500m, 同軸線

NET/ B AJ71AT21B (A) 2 線式

NET/ II A1SJ71AP/AR21 (A)

AJ71AP/AR21 (QnA) AP: 光纖

AR: 同軸

NET/10 A1SJ71LP/LR/BR21 (A)

AJ71QLP/LR/BR21 (QnA) LP: 光纖, LR: 雙迴路同軸,

BR: 同軸

CC-Link Master A1SJ61BT11 (A)

A1SJ61QBT11 (QnA) 三線式, 目前較常使用之 Remote I/O network。

NET/ MINI-S3 A1SJ71PT32-S3 三線式/光纖, 早期之 Remote I/O network, 目前以停產。PDP-I Fab 使用

NET/ IO-Link A1SJ51T64 早期之 Remote I/O, 目前甚少使用

轉換端子台 (32 點 I/O) cable: AC05~100TB (0.5m~10m)

端子台: A6TBXY36

C.C-LINK 常用 Remote I/O unit

品名 規格 說明

Master unit A1SJ61BT11 (AnS)

A1SJ61QBT11 (QnAS)

端子式入力 unit AJ65SBTB1-16D 16 點 , DC24 , 7mA, 1.5ms

AJ65SBTB1-32D 32 點 , DC24 , 5mA , 1.5ms

端子式出力 unit AJ65SBTB1-16T 16 點 , DC12/24V , 7mA, 1.5ms (應答 time)

AJ65SBTB1-32T 32 點 , DC24 , 5mA, 1.5ms

端子式入出力 unit AJ65SBTB1-16DT 入力 8 點 , DC24V , 7mA

出力 8 點 , DC24V , 0.5A

AJ65SBTB1-32DT 入力 16 點 , DC24V , 7mA

出力 16 點 , DC24V , 0.5A

AD/DA AJ65SBT-64AD V: +/- 10v, A: 0~20Ma

AJ65SBT-62DA V: -4000~4000, A: 0~4000

註: AJ65S BTB1-16D1 之 S 表示 small 型式。1 表示 response time 較快之型式。

GOT (操作顯示器)

GOT BODY

品名 規格 說明

A985GOT A985GOT-TBA-B

A985GOT-TBD-B 800x600 / 256 色 / 12" TFT / AC100~240 入力 (TBA), / DC2V

入力 (TBD)

A975GOT A975GOT-TBA-B

A975GOT-TBD-B 640x480 / 256 色 / 10" TFT / AC100~240 入力 (TBA), / DC2V

入力 (TBD)

A970GOT A970GOT-TBA/TBD-B 640 x 480 / 10" TFT / 16 色

A970GOT-SBA/SBD 640 x 480 / 10" STN / 8 色

A970GOT-LBA/LBD 640 x 480 / 10" STN / 黑白

A960GOT A960GOT-EBA/EBD 640 x 400 / 9" EL / 2 色

A956GOT A956WGOT-TBD 480x234 / 7" TFT / 256 色

註:

A985 (12") / A975/A970/A960 (10") 為大型 GOT, A956GOT (7") 為中型 GOT

TBA 為 AC100 ~ AC240 V 入力, TBD 為 DC24V 入力型式。

Display screen type: TB @: TFT / SB @: STN / EB @: EL 型式

GOT 配件

品名 規格 說明

Comm. I/F A9GT-BUSS GOT BUS type

A9GT-BUS2S GOT BUS type 接續用

A9GT-RS2 / 4 計算機 RS232 /RS422 連接用

A7GT - J71LP23

A7GT - J71BR13 Net10 / 光纖

Net10 / 同軸

A8GT-J61BT13 /15 C.C Link 用

Memory A9GT-FNB/1M~8M A/FX 用, mem: 1M~8M

A9GT-QFNB/1M~8M A/FX/QnA, mem: 1M~8M

bus cable AC06B~AC50B 0.6m ~ 5m (A/QnA)

QC06B~QC100B 0.6m ~ 10m (Q)

A8GT-C100/200/300EXSS 10m ~ 30m (目前已停產) (A/QnA)

GOT 接續 cable A8GT-C100/200/300BS GOT 間接續用, 10m ~ 30m (A/QnA)

A9GT-QC150/200/250/300

/350BS GOT 間接續用, 10m ~ 30m (Q)

註:

GOT bus 長距離連接 cable (A8GT-CXXXEXSS) 目前已停產, 替換規格為 (A8GT-CXXXEXSS-1), 實為 GOT 間續 cable (A8GT-CXXXBS) + convert cable (A8GT-EXCNB), 其中 convert cable 需接在 plc 側。

Comm. I/F (A8GT-BUS2S) 之“2” 為 GOT 具有 IN/OUT 接續 port。1 個 PLC 可連接至多 3 台 bus I/F 之 GOT 且 bus cable 總長需少於 36m。

Comm. I/F (A8GT-BUSSU) 之“U”表 I/F board 安裝於 GOT 背面上方之 bus port,

Comm. I/F (A8GT-BUSS) 表 I/F board 安裝於 GOT 背面下方之 bus port。

GOT 需 install memory 才具 R/W PLC program 之功能。A900GOT 可 R/W PLC program, 其中 write 功能需以“ instruction list” 方式 edit。A800GOT

PLC network

Network 機能 適用 plc

c.c link Plc remote i/o 網路, 至多可連接 64 局, 入出力達 2048 點, 512 個 word, baudrate 由 156kbps (1200m)~10M bps (100m) 主局待機, 子局切離, 自動復歸。

Melsecnet/B 雙絞線, 125Kbps (1Km)~1Mbps (100m) AnS / QnAS/A/QnA

Melsecnet/II 光纖 /同軸, 1.25Mbps (max), loop-back A / QnA /QnAS

Melsecnet/10 光纖 /同軸, 10Mbps (max), loop-back, Hot/Stand by remote

contorl(QnA/Q2AS), floating master A2AS/QnAs/AnU/QnA

註：網路單元 NET /B 類似 OMR 之 PC -Link , NET /II 類似 OMR 之 SYSMAC Link ,

NET /10 類似 OMR 之 CTL. Link , 各 NODE 間可 SHARE 網路元件 (B/W)。

常用 unit DC5V 耗電量統計

Unit 耗電量 (Ma) Unit 耗電量 (Ma)

Q2ASHCPU-S1 700 A1SD75P1/P2/P3 700

A2USHCPU-S1 320 A1SD61/62 350/100

A1SX40/41/42 50/80/160 A1SJ71QLP/LP21 650

A1SY10/40/41/42 100/270/520/930 A1SJ71QLR/LR21 1140

AJ65SBTB1-16D/32D 35/45 A1SJ71AP/AR21 330/800

AJ65BTB1-16T/32T 50/65 A1SJ71PT32-S3 340

AJ65BTB1-16DT 50 A1SJ71QE71/E71-B5 350 /350

A1SJ71UC24-R2/R4 100/100

摘要：介绍可编程控制器在工业控制领域的应用以及 PLC 在应用过程中，要保证正常运行应该注意的一系列问题，并给出一些合理的建议。

关键词：PLC 工业控制 抗干扰 布线 接地 建议

一、简述

多年来，可编程控制器（以下简称 PLC）从其产生到现在，实现了接线逻辑到存储逻辑的飞跃；其功能从弱到强，实现了逻辑控制到数字控制的进步；其应用领域从小到大，实现了单

体设备简单控制到胜任运动控制、过程控制及集散控制等各种任务的跨越。今天的 PLC 在处理模拟量、数字运算、人机接口和网络的各方面能力都已大幅提高，成为工业控制领域的主流控制设备，在各行各业发挥着越来越大的作用。

二、PLC 的应用领域

目前，PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业，使用情况主要分为如下几类：

1. 开关量逻辑控制

取代传统的继电器电路，实现逻辑控制、顺序控制，既可用于单台设备的控制，也可用于多机群控及自动化流水线。如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

2. 工业过程控制

在工业生产过程当中，存在一些如温度、压力、流量、液位和速度等连续变化的量（即模拟量），PLC 采用相应的 A/D 和 D/A 转换模块及各种各样的控制算法程序来处理模拟量，完成闭环控制。PID 调节是一般闭环控制系统中用得较多的一种调节方法。过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。

3. 运动控制

PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。一般使用专用的运动控制模块，如可驱动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块，广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。

4. 数据处理

PLC 具有数学运算（含矩阵运算、函数运算、逻辑运算）、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能，可以完成数据的采集、分析及处理。数据处理一般用于如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。

5. 通信及联网

PLC 通信含 PLC 间的通信及 PLC 与其它智能设备间的通信。随着工厂自动化网络的发展，现在的 PLC 都具有通信接口，通信非常方便。

三、PLC 的应用特点

1. 可靠性高，抗干扰能力强

高可靠性是电气控制设备的关键性能。PLC 由于采用现代大规模集成电路技术，采用严格的生产工艺制造，内部电路采取了先进的抗干扰技术，具有很高的可靠性。使用 PLC 构成控制系统，和同等规模的继电器接触器系统相比，电气接线及开关接点已减少到数百甚至数千分之一，故障也就大大降低。此外，PLC 带有硬件故障自我检测功能，出现故障时可及时发出警报信息。在应用软件中，应用者还可以编入外围器件的故障自诊断程序，使系统中除 PLC 以外的电路及设备也获得故障自诊断保护。这样，整个系统将极高的可靠性。

2. 配套齐全，功能完善，适用性强

PLC 发展到今天，已经形成了各种规模的系列化产品，可以用于各种规模的工业控制场合。除了逻辑处理功能以外，PLC 大多具有完善的数据运算能力，可用于各种数字控制领域。多种多样的功能单元大量涌现，使 PLC 渗透到了位置控制、温度控制、CNC 等各种工业控制中。加上 PLC 通信能力的增强及人机界面技术的发展，使用 PLC 组成各种控制系统变得非常容易。

3. 易学易用，深受工程技术人员欢迎

PLC 是面向工矿企业的工控设备。它接口容易，编程语言易于为工程技术人员接受。梯形图语言的图形符号与表达方式和继电器电路图相当接近，为不熟悉电子电路、不懂计算机原理和汇编语言的人从事工业控制打开了方便之门。

4. 系统的设计，工作量小，维护方便，容易改造

PLC 用存储逻辑代替接线逻辑，大大减少了控制设备外部的接线，使控制系统设计及建造的周期大为缩短，同时日常维护也变得容易起来，更重要的是使同一设备经过改变程序而改变生产过程成为可能。这特别适合多品种、小批量的生产场合。

四、PLC 应用中需要注意的问题

PLC 是一种用于工业生产自动化控制的设备，一般不需要采取什么措施，就可以直接在工业环境中使用。然而，尽管有如上所述的可靠性较高，抗干扰能力较强，但当生产环境过于恶劣，电磁干扰特别强烈，或安装使用不当，就可能造成程序错误或运算错误，从而产生误输入并引起误输出，这将会造成设备的失控和误动作，从而不能保证 PLC 的正常运行，要提高 PLC 控制系统可靠性，一方面要求 PLC 生产厂家提高设备的抗干扰能力；另一方面，要求设计、安装和使用维护中引起高度重视，多方配合才能完善解决问题，有效地增强系统的抗干扰性能。因此在使用中应注意以下问题：

1. 工作环境

(1) 温度

PLC 要求环境温度在 0~55°C，安装时不能放在发热量大的元件下面，四周通风散热的空间应足够大。

(2) 湿度

为了保证 PLC 的绝缘性能，空气的相对湿度应小于 85%（无凝露）。

(3) 震动

应使 PLC 远离强烈的震动源，防止振动频率为 10~55Hz 的频繁或连续振动。当使用环境不可避免震动时，必须采取减震措施，如采用减震胶等。

(4) 空气

避免有腐蚀和易燃的气体，例如氯化氢、硫化氢等。对于空气中有较多粉尘或腐蚀性气体的环境，可将 PLC 安装在封闭性较好的控制室或控制柜中。

(5) 电源

PLC 对于电源线带来的干扰具有一定的抵制能力。在可靠性要求很高或电源干扰特别严重的环境中，可以安装一台带屏蔽层的隔离变压器，以减少设备与地之间的干扰。一般 PLC 都有直流 24V 输出提供给输入端，当输入端使用外接直流电源时，应选用直流稳压电源。因为普通的整流滤波电源，由于纹波的影响，容易使 PLC 接收到错误信息。

2. 控制系统中干扰及其来源

现场电磁干扰是 PLC 控制系统中最常见也是最易影响系统可靠性的因素之一，所谓治标先治本，找出问题所在，才能提出解决问题的办法。因此必须知道现场干扰的源头。(1) 干扰源及一般分类

影响 PLC 控制系统的干扰源，大都产生在电流或电压剧烈变化的部位，其原因是电流改变产生磁场，对设备产生电磁辐射；磁场改变产生电流，电磁高速产生电磁波。通常电磁干扰按干扰模式不同，分为共模干扰和差模干扰。共模干扰是信号对地的电位差，主要由电网串入、地电位差及空间电磁辐射在信号线上感应的共态（同方向）电压叠加所形成。共模电压通过不对称电路可转换成差模电压，直接影响测控信号，造成元器件损坏（这就是一些系统 I/O 模块损坏率较高的主要原因），这种共模干扰可为直流，亦可为交流。差模干扰是指作用于信号两极间的干扰电压，主要由空间电磁场在信号间耦合感应及由不平衡电路转换共模干扰所形成的电压，这种干扰叠加在信号上，直接影响测量与控制精度。

(2) PLC 系统中干扰的主要来源及途径

强电干扰

PLC 系统的正常供电电源均由电网供电。由于电网覆盖范围广，它将受到所有空间电磁干扰

而在线路上感应电压。尤其是电网内部的变化，刀开关操作浪涌、大型电力设备起停、交直流传动装置引起的谐波、电网短路暂态冲击等，都通过输电线路传到电源原边。

柜内干扰

控制柜内的高压电器，大的电感性负载，混乱的布线都容易对 PLC 造成一定程度的干扰。

来自信号线引入的干扰

与 PLC 控制系统连接的各类信号传输线，除了传输有效的各类信息之外，总会有外部干扰信号侵入。此干扰主要有两种途径：一是通过变送器供电电源或共用信号仪表的供电电源串入的电网干扰，这往往被忽视；二是信号线受空间电磁辐射感应的干扰，即信号线上的外部感应干扰，这是很严重的。由信号引入干扰会引起 I/O 信号工作异常和测量精度大大降低，严重时将引起元器件损伤。

来自接地系统混乱时的干扰

接地是提高电子设备电磁兼容性（EMC）的有效手段之一。正确的接地，既能抑制电磁干扰的影响，又能抑制设备向外发出干扰；而错误的接地，反而会引入严重的干扰信号，使 PLC 系统将无法正常工作。

来自 PLC 系统内部的干扰

主要由系统内部元器件及电路间的相互电磁辐射产生，如逻辑电路相互辐射及其对模拟电路的影响，模拟地与逻辑地的相互影响及元器件间的相互不匹配使用等。

变频器干扰

一是变频器启动及运行过程中产生谐波对电网产生传导干扰，引起电网电压畸变，影响电网的供电质量；二是变频器的输出会产生较强的电磁辐射干扰，影响周边设备的正常工作。

3. 主要抗干扰措施

(1) 电源的合理处理，抑制电网引入的干扰

对于电源引入的电网干扰可以安装一台带屏蔽层的变比为 1:1 的隔离变压器，以减少设备与地之间的干扰，还可以在电源输入端串接 LC 滤波电路。如图 1 所示

(2) 安装与布线

- 动力线、控制线以及 PLC 的电源线和 I/O 线应分别配线，隔离变压器与 PLC 和 I/O 之间应采用双绞线连接。将 PLC 的 IO 线和大功率线分开走线，如必须在同一线槽内，分开捆扎交流线、直流线，若条件允许，分槽走线最好，这不仅能使其有尽可能大的空间距离，并能将干扰降到最低限度。
- PLC 应远离强干扰源如电焊机、大功率硅整流装置和大型动力设备，不能与高压电器安装在同一个开关柜内。在柜内 PLC 应远离动力线（二者之间距离应大于 200mm）。与 PLC 装在同一个柜子内的电感性负载，如功率较大的继电器、接触器的线圈，应并联 RC 消弧电路。
- PLC 的输入与输出最好分开走线，开关量与模拟量也要分开敷设。模拟量信号的传送应采用屏蔽线，屏蔽层应一端或两端接地，接地电阻应小于屏蔽层电阻的 1/10。
- 交流输出线和直流输出线不要用同一根电缆，输出线应尽量远离高压线和动力线，避免并行。

(3) I/O 端的接线

输入接线

- 输入接线一般不要太长。但如果环境干扰较小，电压降不大时，输入接线可适当长些。
- 输入/输出线不能用同一根电缆，输入/输出线要分开。

- 尽可能采用常开触点形式连接到输入端，使编制的梯形图与继电器原理图一致，便于阅读。

输出连接

- 输出端接线分为独立输出和公共输出。在不同组中，可采用不同类型和电压等级的输出电压。但在同一组中的输出只能用同一类型、同一电压等级的电源。
- 由于 PLC 的输出元件被封装在印制电路板上，并且连接至端子板，若将连接输出元件的负载短路，将烧毁印制电路板。
- 采用继电器输出时，所承受的电感性负载的大小，会影响到继电器的使用寿命，因此，使用电感性负载时应合理选择，或加隔离继电器。
- PLC 的输出负载可能产生干扰，因此要采取措施加以控制，如直流输出的续流管保护，交流输出的阻容吸收电路，晶体管及双向晶闸管输出的旁路电阻保护。

(4) 正确选择接地点，完善接地系统

良好的接地是保证 PLC 可靠工作的重要条件，可以避免偶然发生的电压冲击危害。接地的目的通常有两个，其一为了安全，其二是为了抑制干扰。完善的接地系统是 PLC 控制系统抗电磁干扰的重要措施之一。

PLC 控制系统的地线包括系统地、屏蔽地、交流地和保护地等。接地系统混乱对 PLC 系统的干扰主要是各个接地点电位分布不均，不同接地点间存在地电位差，引起地环路电流，影响系统正常工作。例如电缆屏蔽层必须一点接地，如果电缆屏蔽层两端 A、B 都接地，就存在地电位差，有电流流过屏蔽层，当发生异常状态如雷击时，地线电流将更大。

此外，屏蔽层、接地线和大地有可能构成闭合环路，在变化磁场的作用下，屏蔽层内又会出现感应电流，通过屏蔽层与芯线之间的耦合，干扰信号回路。若系统地与其它接地处理混乱，所产生的地环流就可能在地线上产生不等电位分布，影响 PLC 内逻辑电路和模拟电路的正

常工作。PLC 工作的逻辑电压干扰容限较低，逻辑地电位的分布干扰容易影响 PLC 的逻辑运算和数据存贮，造成数据混乱、程序跑飞或死机。模拟地电位的分布将导致测量精度下降，引起对信号测控的严重失真和误动作。