

8.2 程序的**经验设计法**



8.2.1 PLC 程序设计的内容

（1）I/O 信号分析及数据结构分析

1）I/O 信号分析与设计

PLC 在工业现场所检测的信号是多种多样的，有缓变的、有瞬变的，有模拟量、也有数字量，PLC 程序对所采集的信息进行综合分析和处理，得到相应的处理结果并送给被控设备或工业生产过程，驱动各种执行机构实现控制。

分析与设计的主要内容有：

① 定义每一个输入信号并确定它的地址。可以输入模板接线图的方式给出，图中应包含有对每一输入点的简洁说明；也可以 I/O 信号表的形式给出。

② 定义每一个输出信号并确定它们的地址。可以输出模板接线图的方式给出，图中应包含有对每一输出点的简洁说明；也可以 I/O 信号表的形式给出。

③ 审核上述的分析与设计是否能满足系统规定的功能要求。若不满足，则进一步修改完善。

2) 数据结构分析与设计

数据结构分析与设计的任务是对使用的数据结构进行规划和设计，合理地对内存进行估算，提高内存的利用率。

数据结构分析与设计的主要内容如下：

① 按照软件设计的要求，以功能算法、硬件设备要求、预计的程序结构和占有量为依据，将 PLC 的数据空间划分为若干个子空间，并对每一子空间进行具体的定义。

② 为每一个子空间留出适当的裕量，以备不可预见的使用要求。

③ 规定各子空间的数据存放方式、编码方式和更改时的保护方

④ 在采用模块化程序设计时，对每一个程序块应规定独立的中间结果存放区域，以防混用给程序的调试及可靠性带来不必要的麻烦。显然对于公用的数据也应考虑它的存放空间。

⑤ 为明晰起见，数据结构的设计应以数据结构表的形式给出，在表中明确规定各子空间的名称、起始地址、编码方式、存放格式等。

（2）程序编制

在编程时，我们首先应注意 PLC 控制系统与继电器控制系统工作方式上的一些不同，在继电器控制线路图中，各个并联电路是并行工作的，由于实际元件动作的机械惯性，有时会发生触点竞争现象；而在 PLC 控制系统中，各个编程元件的动作顺序是按扫描顺序依次执行的，或者说是按串行的方式工作的，在执行梯形图程序时，是自上而下，从左到右地串行扫描，不会发生触点竞争现象。

其次要注重掌握 PLC 的程序设计方法，具体说来，可以采用顺序设计法、模块化设计方法、结构化设计方法等进行设计，在这些方法中又贯穿着经验设计法、顺序功能图、内嵌高级语言等多种方法。

（3）程序测试

实践表明：在软件开发过程中要完全避免出错是不可能的，也是不现实的，问题在于如何及时地发现和排除明显的或隐匿的错误，这就是程序测试工作的任务。程序测试的主要内容有：

- ① 检查程序功能：按照需求规格说明书检查程序。
- ② 发现程序错误：寻找程序中隐藏的甚至可能导致控制系统失控的错误。
- ③ 明确程序限制条件：弄清该程序的运行环境，以及在运行时有什么限制。

（4）程序说明书

当软硬件设计完成并经过测试后，为便于用户和现场调试人员的使用，应编写程序说明书，以对软件进行详细的说明。通常，说明书应包括软件设计的依据、结构、功能、流程图，各项功能单元的分析，工程中所使用的全部 I/O 信号；软件操作使用的步骤、注意事项；对软件中需要测试的必要环节或部分标明测试方法和测试结果。说明书实际上就是一份软件综合说明存档文件，便于用户在今后系统扩容、改造或工艺进行了改进时修改程序，并有利于用户在维修时分析问题和排除故障。

8.2.2 典型环节的梯形图电路

(1) 自锁和互锁程序

自锁和互锁控制是 PLC 控制电路中的最基本环节，常用于其内部继电器、输出继电器的控制电路。

1) 自锁程序

如图 8.27 中的程序所示，输入继电器 I0.0 闭合时，输出继电器 Q0.0 接通，它的触点 Q0.0 闭合，这时即使将 I0.0 断开，与 I0.0 并联的 Q0.0 的开结点仍能使 Q0.0 的线圈保持接通状态，直到常闭触点 I0.1 断开，输出继电器 Q0.0 才会恢复到不动作的状态。

2) 互锁程序

如图 8.28 中的程序所示，在此程序中，只要有一个继电器动作了，另外一个继电器就不可能动作。也就是说，两者之中任何一个继电器启动之后都会把另一个继电器的启动回路断开，从而确保任何时候两者都不可能同时启动。

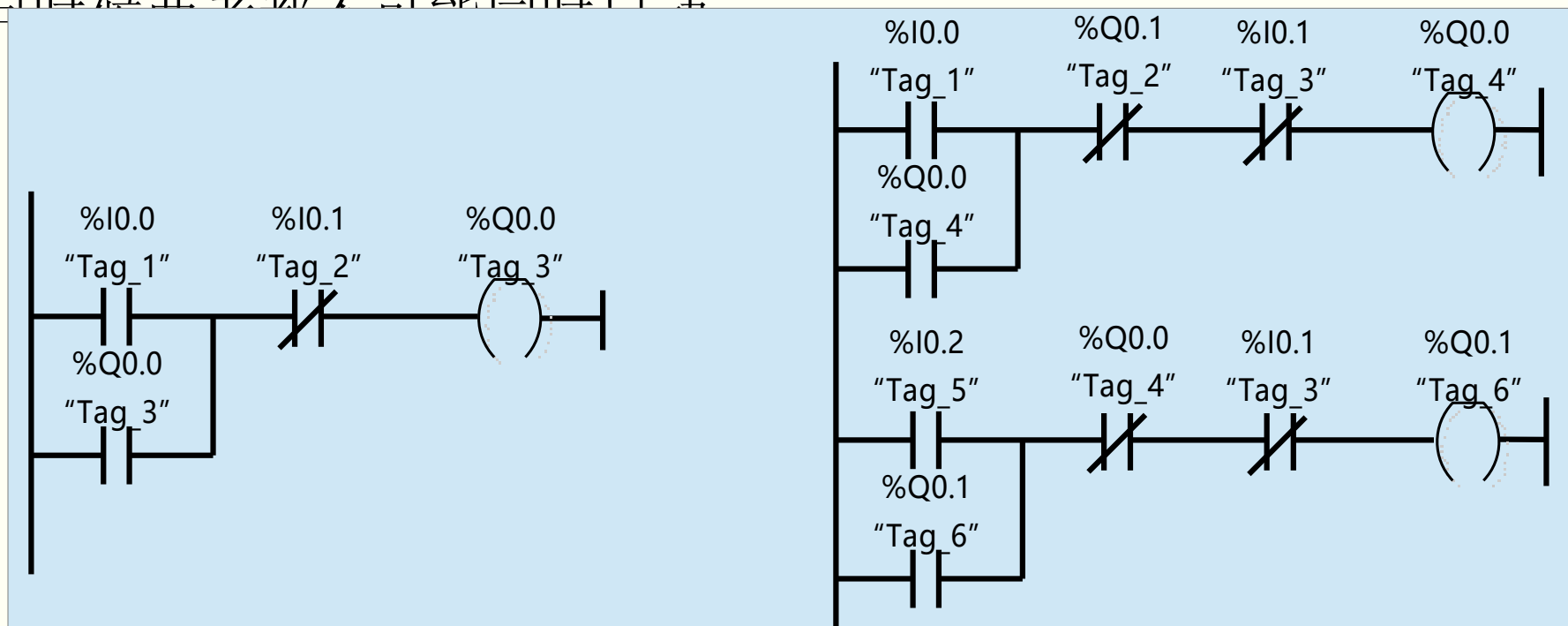


图 8.27 自锁控制梯形图

图

8.28 互锁控制梯形图

(2) 优先程序

1) 两个输入信号的优先电路

两个输入信号的优先电路如图

8.29 所示。输入信号 I0.0 和 I0.1 先到者取得优先权，后到者无效。

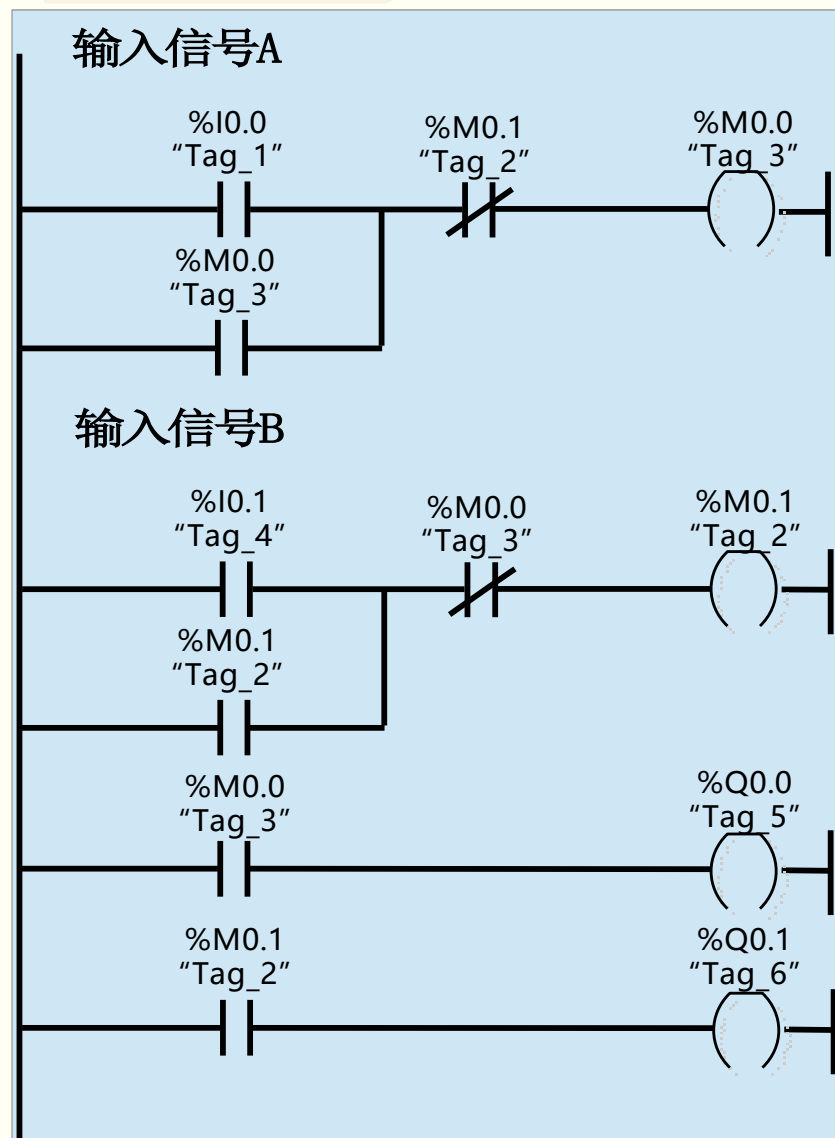


图 8.29 二信号优先程序

2) 多个输入信号的优先电路

在故障检测系统中，当一个故障产生后，可能会引起其他多个故障，这时如能准确地判断哪个故障是最先出现的，则对于分析和处理故障是极为有利的。

以下是 4 个输入信号的优先检测程序。A、B、C、D 为四个输入信号，其中的任何一个输入信号首先出现后，将断开其他信号的检测回路，例如 B 信号先出现，则 M0.1 接通，其常闭接点 M0.1 将全部断开，这以后到来的其他输入信号 A、C、D 都无法使对应的 M0.0、M0.2、M0.3 接通，从而可以迅速判断出 B 信号是首发信号。

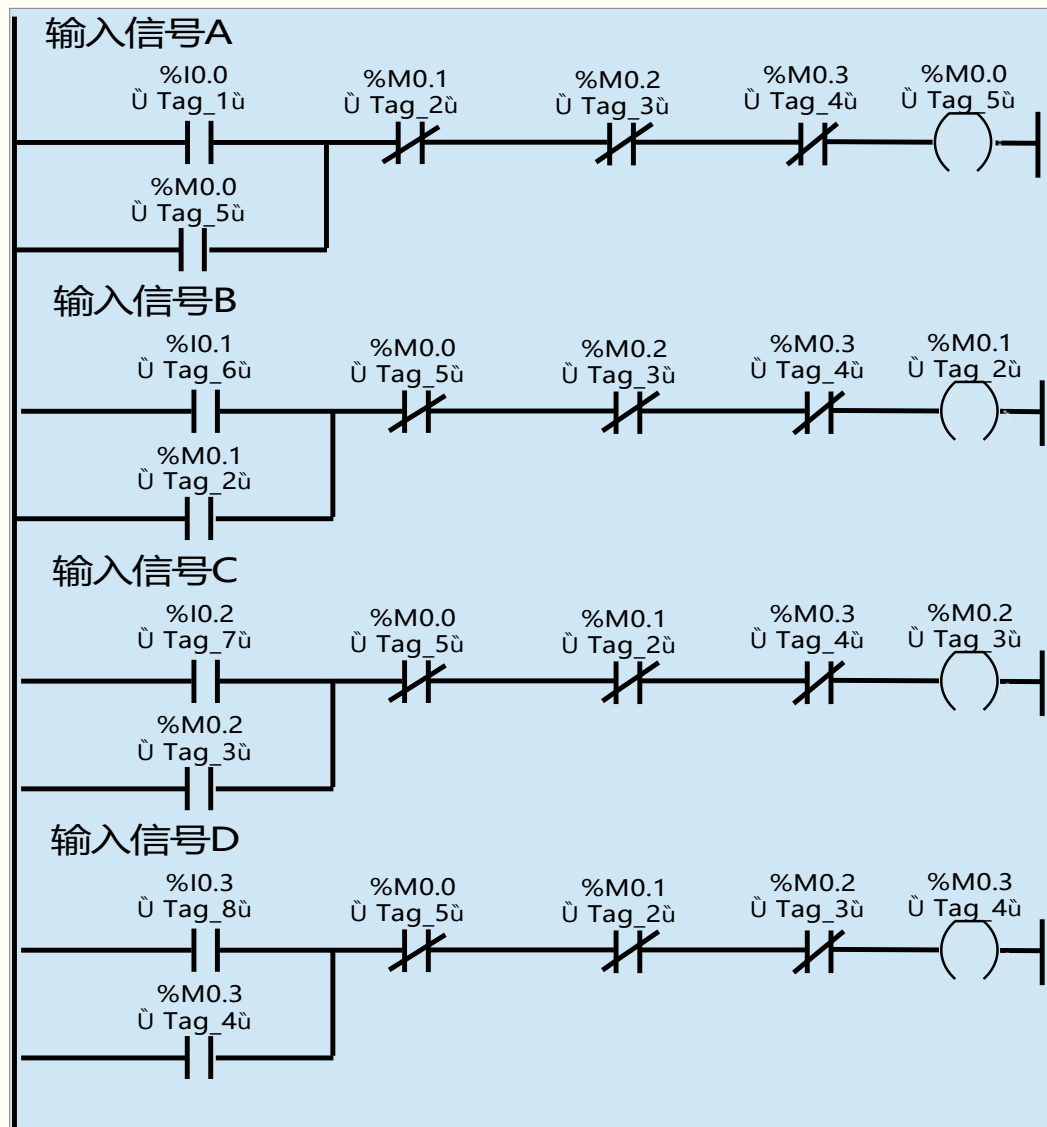


图 8.30 多输入信号的优先程序

(3) 振荡程序

具有不同占空比的振荡电路也是程序设计中经常遇到的，它可以用来作为定时采样的启动信号，启动周期性通信或代替传统的闪光报警继电器，用作为闪光报警等。图 8.31 为周期为 25 秒的振荡电路的梯形图和时序图

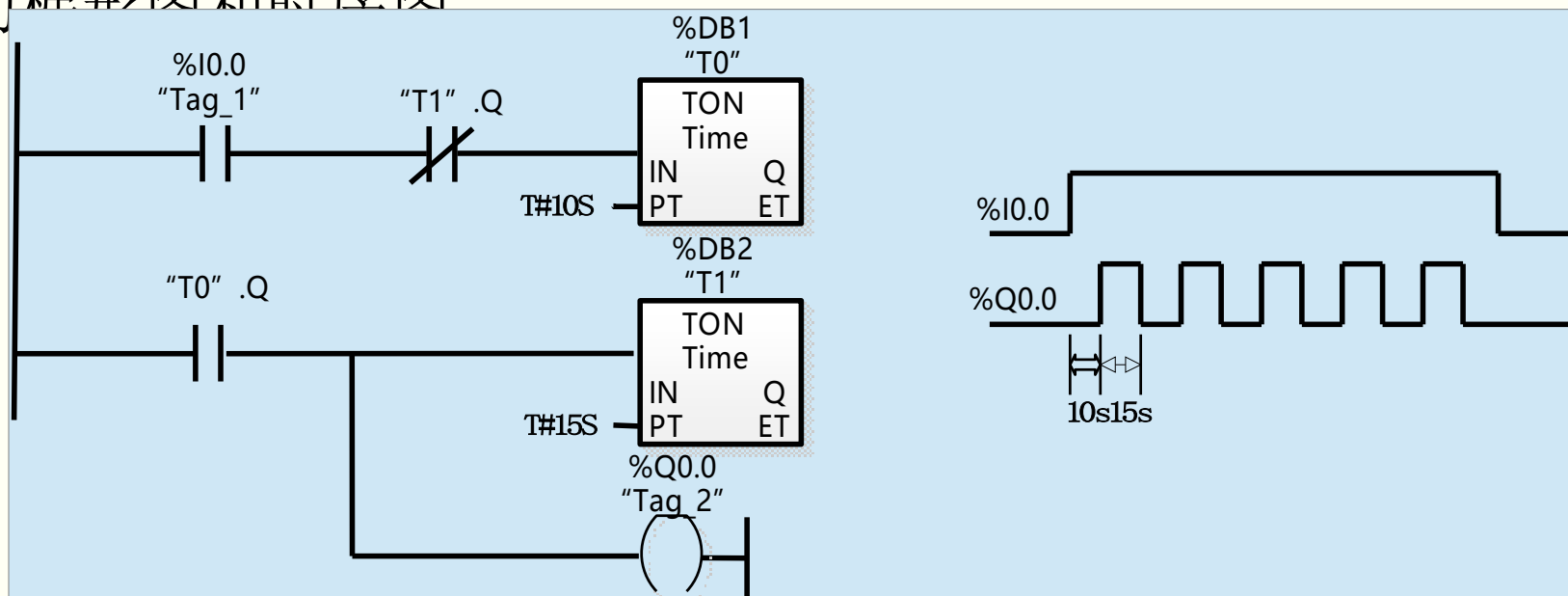


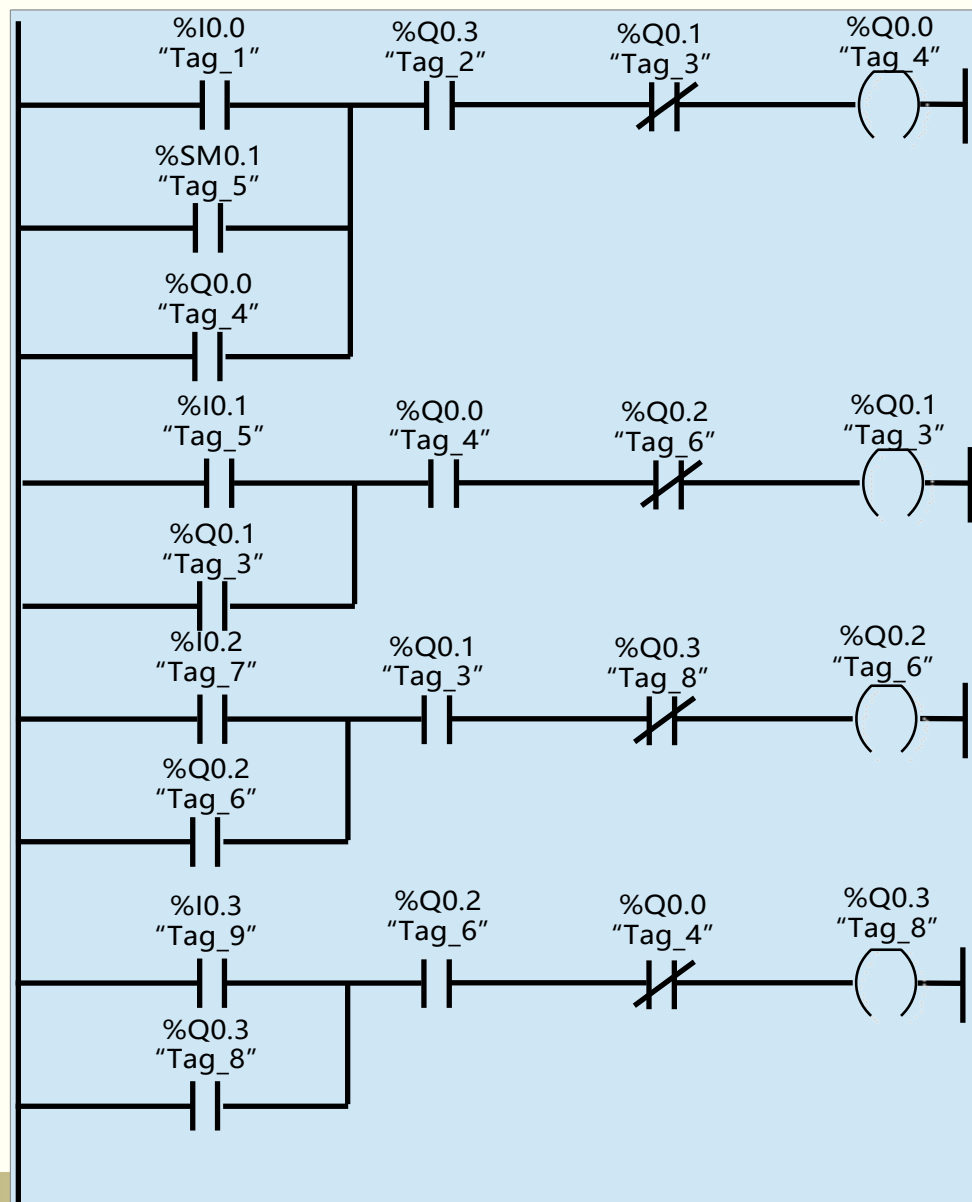
图 8.31 振荡电路的梯形图与时序图

（4）顺序循环执行程序

1）互锁式顺序步进控制

如图 8.32 的梯形图所示，动作的发生顺序是固定的。将前一个动作的常开触点串联在后一个动作的启动线路中，作为后一个动作发生的必要条件，同时将后一个动作的常闭触点串入前一个动作的控制回路中以切断回路。

图中使用了特殊辅助继电器 SM0.1。其仅在 PLC 运行的第一个扫描周期内闭合，其定义在硬件组态中指定。



2) 定时器式顺序控制

定时器式顺序控制程序如图 8.33 所示。程序中各动作的发生是在定时器的控制下按顺序一步一步地进行的，下一个动作发生时，自动关闭上一个动作，由此一个动作接着一个动作发生。

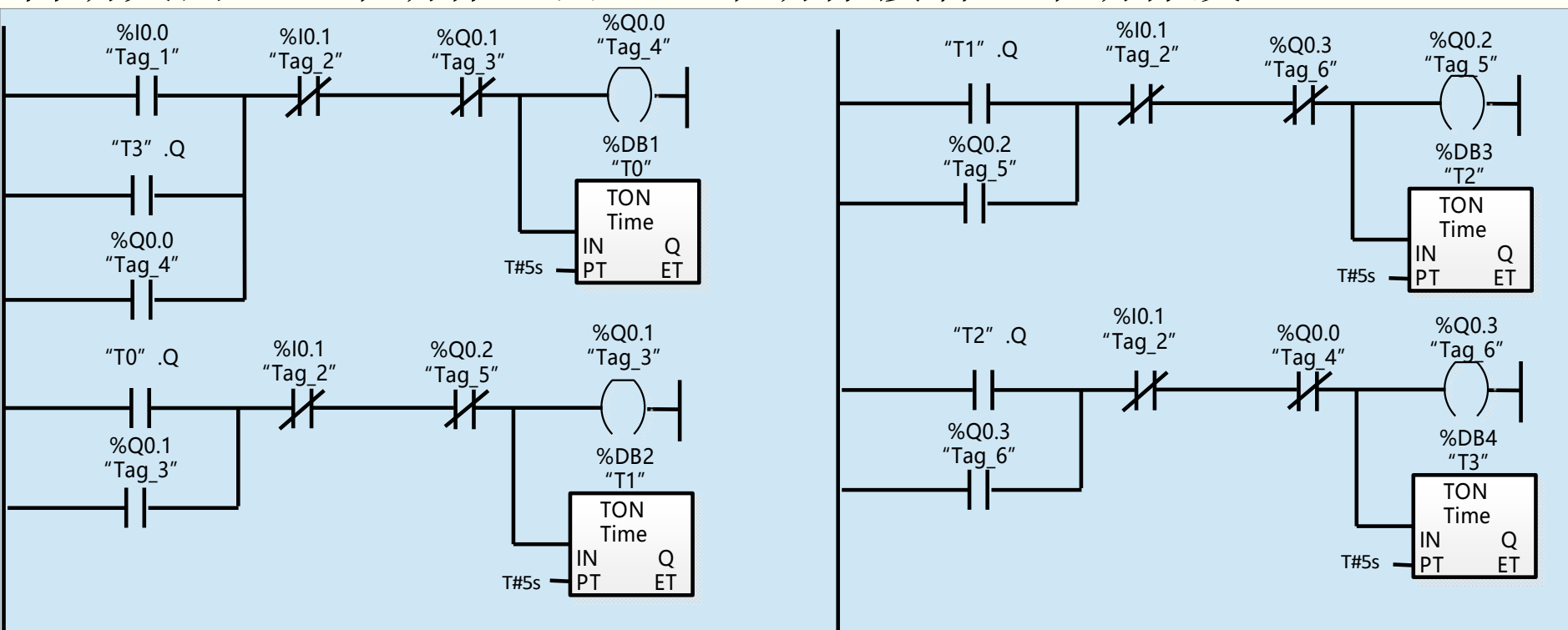


图 8.33 定时器式顺序控制梯

3) 计数器式顺序控制

计数器式顺序控制器的梯形图如图 8.34 所示。I0.0 为计数控制点，I0.3 与 M0.0 的串联触点为计数复位触点。进入程序后，四个动作分别由 Q0.1、Q0.2、Q0.3、Q0.4 代表，当闭合计数控制触点 I0.0 后，输出继电器 Q0.1 接通，依次闭合 I0.0，Q0.2、Q0.3、Q0.4 依次接通。由于使用了条件比较指令，所以每当一个动作发生时，都将前一个动作关断。当计数器加到 4 时，C10 触点闭合，此时 I0.0 也是闭合的，计数器复位。若再闭合 I0.0 时，又将接通 Q0.1，以后又按此顺序循环下去。

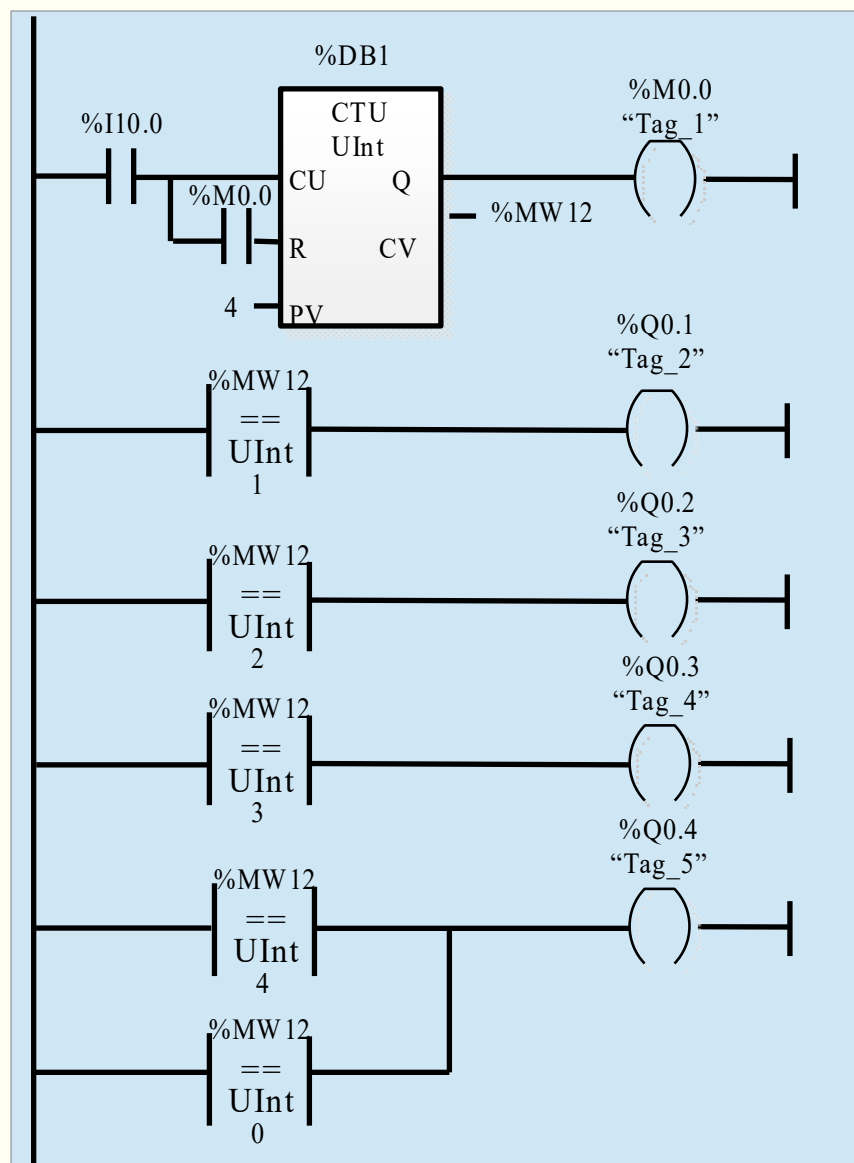


图 8.34 计数器式顺序控制梯

4) 移位寄存器式顺序控制 移位寄存器式顺序控制器

如图 8.35 所示。前面二行赋初值，第三行生成一个 500ms 的周期性脉冲信号，以此信号驱动 QB0 进行左移操作，每个脉冲到来后移一位，后面补 0。这样就可以利用 QB0 的输出位实现被控对象的顺序控制。

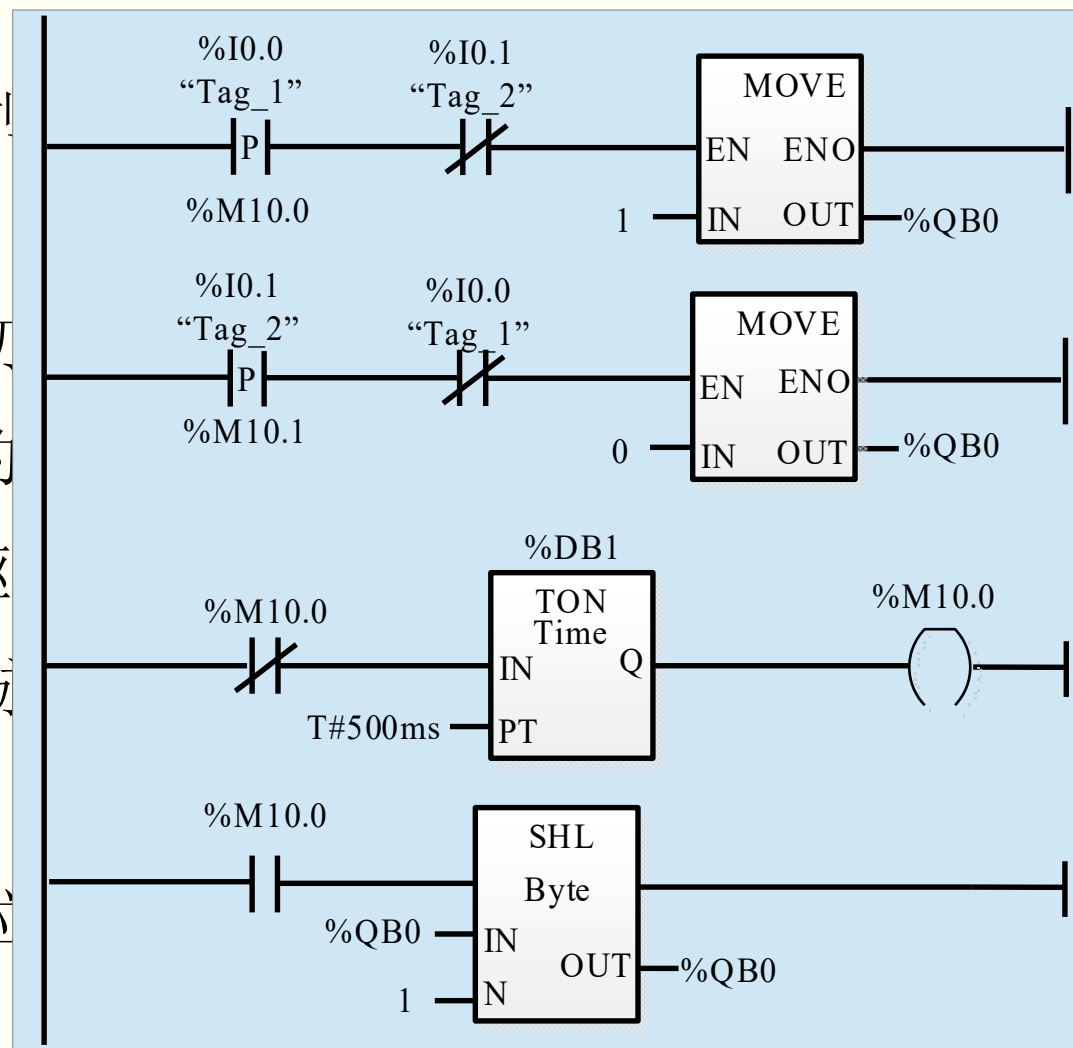


图 8.35 移位寄存器式顺序控制梯形图

谢谢聆听