

# 可编程控制器逻辑控制类程序 “经验法”编程思路的探讨

张万忠 淮海工学院(222001)

## Abstract

Based on the sturcture of ladders and the characteristics of the experssion of computer programmms, focusing on "The Method of Personal Experience", the paper introduces the thoughts and the steps of programming by PLC and presents practical examples.

**Keywords:** PLC, the Method of Personal Experience, Ladder's Design

## 摘 要

从梯形图的基本结构及计算机程序表达的基本特征出发,介绍了可编程控制器“经验法”编程的思维方法及编程步骤,给出了示例程序。

**关键词:** 可编程控制器, 编程方法, 经验法, 梯形图设计

可编程控制器诞生之前,工业电气控制主要使用继电器接触器电控电路。电路设计使用的方法主要是“经验法”,即以设计者的“经验”为主要线索的设计方法。在经验法设计过程中,设计者常使用一些约定俗成的电路结构及经实践证明性能可靠的单元电路。

可编程控制器研制之时,为了便于熟悉继电器电路的工程技术人员接受,其编程软件研制者“套用”了继电器电路构成的模式及思路:将 PLC 的编程“软元件”称作某某继电器,及采用形态类似于继电器电路的梯形图语言等。这样,“经验法”编程就延续到了可编程控制器应用技术中,成了 PLC,特别是 PLC 逻辑控制类程序的最基本、最常用的编程方法。

“经验法”听来似乎没有什么规律而言,但就笔者的体会,它仍是有一定“章法”的编程方法,现结合日本三菱公司 FX2N 型 PLC 梯形图程序的编制,简要探讨“经验法”编程的基本思路及步骤。

## 1 梯形图支路的结构模式

梯形图支路的最基本结构模式是“启-保-停”电路,从这一基本模式出发,整体程序是典型支路的有机组合。和继电器接触器电路类似,梯形图由许多支路构成。支路总是从母线开始至一个或一组线圈结束。这里母线叫作能流线,相当于继电器电路中的电源线。线圈在含义上与继电器的线圈相似,但寓意更广泛。直观上线圈表示 PLC 的输出口或某个机内器件,编程中则代表程序中的某个事件。线圈和母线之间是用触点组合表示的线圈置 1(得电)的条件。像继电器电路中的触点是分属于各个继电器一样,PLC 中的触点也是属于各个线圈的。线圈及触点都用线圈的地址编号,且当线圈置 1(得电)时,常开触点闭合,常闭触点断开。

图 1 是梯形图最基本的支路:“启-保-停”电路

(称为电路是从继电器电路引伸而来)。它包含了一个梯形图支路的全部基本要素:①使线圈 Y0 置 1(得电)的启动条件(X0);②使 Y0 保持置 1 的保持条件(X1);③使 Y1 置 0(失电)的复位条件(X2)。编程即是“表达程序中某一个事件发生的条件”,这正是“启-保-停”电路所体现的程序的实质。

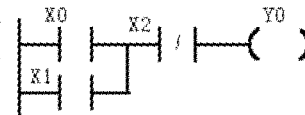


图 1 启-保-停电路

问题是并不是所有的梯形图支路都像“启-保-停”电路这样简单,控制过程中各事物间的制约及关联增加了梯形图支路工作条件表达的复杂性。但是,复杂的事物总是由简单的因素构成的。在编程时,一个“简约”的办法是从“启-保-停”电路出发,本着先直接后间接,先单个后整体的次序逐步完善各个事件发生的条件,直至完成整个程序的编制。以下以简单抢答器为例,对编程过程作出说明。

问题是并不是所有的梯形图支路都像“启-保-停”电路这样简单,控制过程中各事物间的制约及关联增加了梯形图支路工作条件表达的复杂性。但是,复杂的事物总是由简单的因素构成的。在编程时,一个“简约”的办法是从“启-保-停”电路出发,本着先直接后间接,先单个后整体的次序逐步完善各个事件发生的条件,直至完成整个程序的编制。以下以简单抢答器为例,对编程过程作出说明。

例 1:儿童 2 人、青年学生 1 人和教授 2 人成 3 组抢答。儿童任一人按钮均可抢得,教授需二人同时按钮可抢得,在主持人接通开关同时宣布开始后 10 秒内有人抢答则幸运彩球转动。

表 1 端子分配表

| 输入端子         | 输出端子       | 其它器件            |
|--------------|------------|-----------------|
| 儿童抢答按钮:X0、X1 | 儿童抢得指示灯:Y  | 定时器:T0<br>彩球:Y4 |
| 学生抢答按钮:X2    | 学生抢得指示灯:Y2 |                 |
| 教授抢答按钮:X3、X4 | 教授抢得指示灯:Y3 |                 |
| 主持人开始按钮:X6   |            |                 |
| 主持人复位按钮:X5   |            |                 |

表 1 给出了本例 PLC 的端子分配表。在设计该梯形图时,可先针对儿童抢得、青年抢得、教授抢得、计时控制及彩球设计出独立的基本“启-保-停”电路,并将

它们组合在一起,得到图 2 甲梯形图,其次再对该图做出修改,增添基本事件间的相互制约成分,得到最后的完整的梯形图图 2 乙。

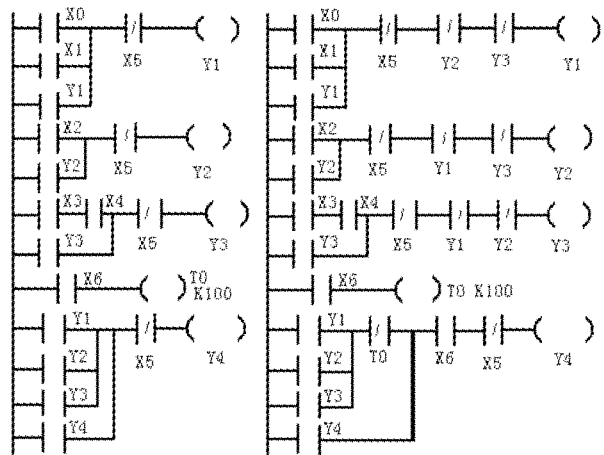


图 2 三组抢答器梯形图

2 用机内数据的处理实现输出控制

从计算机控制的基本特征出发,较复杂程序的编制要先用机内器件表达出控制过程中的关键“节点”。

如果控制条件比较复杂时,上例中的处理方法就不够用了。下面是较复杂抢答器的例子:

例 2:5 组抢答器。主持人总台设有总台灯及总台音响。分台设有分台灯及分台抢答按钮。抢答在主持人给出题目,宣布开始并按下开始按钮后的 10S 内进行。如提前,总台灯及分台灯亮,总台音响发声,表示“违例”。10S 钟内无抢答,总台音响发声表示应答时间到,该题作废。正常抢得时,分台灯亮,总台音响发声。抢得答题需在 30S 内完成,30S 到时,总台音响发声,表示答题超时。一个题目终了时,按下总台复位按钮,抢答器恢复原始状态,为下一轮抢答作出准备。

表 2 器件安排表

| 输入器件       | 输出器件      | 机内其它器件       |
|------------|-----------|--------------|
| X0:总台复位按钮  | Y0:总台音响   | M0:公共控制触点继电器 |
| X1~X5:分台按钮 | Y1~Y5:各台灯 | M1:应答时间辅助继电器 |
| X10:总台开始按钮 | Y14 总台灯   | M2:抢答辅助继电器   |
|            |           | M3:答题时间辅助继电器 |
|            |           | M4:音响启动信号继电器 |
|            |           | T1:应答时限 10 秒 |
|            |           | T2:答题时限 30 秒 |
|            |           | T3:音响时限 1 秒  |

本例的器件安排见表 2。问题是针对各个输出,直接写出自身的“启-保-停”条件还是直接写出它们与其它事件的逻辑制约都是不容易的。这些条件都不是单一因素决定或可由输入直接得到的。由此我们想到计算机只能处理机内的数据,即计算机程序只能用机内器件(存有控制用数据)表达控制思想(输出的条件)。

要想写出各输出的条件需作些准备工作,即先用机内器件将控制过程中的一些“关键节点”表达出来。这些关键点可以是某个时刻,或某个事件,但共同的特点是都会影响到控制状态的变化。从这层意思出发,抢答器工作的主要“关键点”(含时间事件及空间事件)如下:

- (1)主持人是否按下过开始按钮,这是正常抢得及违例的界线。(M1)
- (2)是不有人抢答(M2)
- (3)应答时间是否到时(T1)
- (4)答题时间是否到时(T2)

本例的梯形图见图 3。图中应答允许继电器 M1,抢答继电器 M2,应答时限定时器 T1,答题时限定时器 T2 及相关程序即是为表达控制过程关键点而安排的。从梯形图还可以看出,各台灯、总台灯、总台音响等主要输出的条件正是用这些机内器件来表达的。

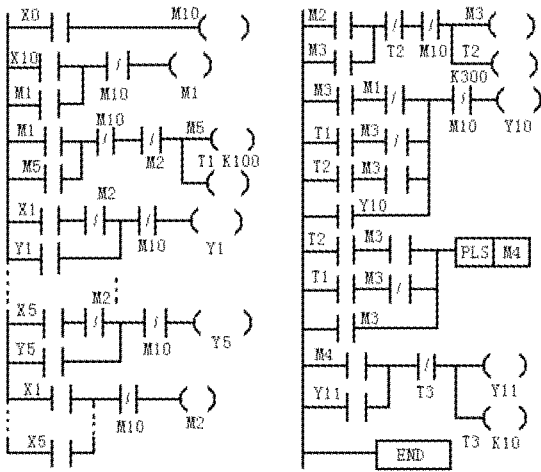


图 3 抢答器梯形图

3 编程语言描述控制要求

程序的编写过程是使用“编程语言”描述控制要求的表达过程。对于容易实现步序分解的控制过程,编程时将步序间的联系及各步骤的任务分二条主线表达

例 3:图 4 中台车一个工作周期的动作要求如下:

- (1)按下启动按钮 SB(X0),台车电机正转(Y2),台车第一次前进,碰到限位开关 SQ1(X1)后台车电机反转(Y3),台车后退。

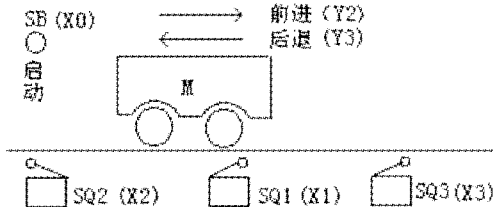


图 4 台车示意图

- (2)台车后退碰到限位开关 SQ2(X2)后,电机 M 停转。停 5S 后,第二次前进,碰到限位开关 SQ3(X3),再次后退。

- (3)后退再次碰到限样开关 SQ2(X2)时,台车停止。

本例较前例编程较难体现在限位开关 SQ1 在二

次前进中,限位开关 SQ2 在二次后退过程中所起的作用不同,用机内器件表达输出的关键点更加不容易。但本例可以改变一下编程思路,将整个控制过程分成几个步骤,即:准备,第一次前进,第一次后退,停车计时,第二次前进,第二次后退,并用辅继电器 M1~M6 表示它们,再辅以置位、复位指令,使各步骤中的控制动作限定在 M1~M6 分别顺序接通的控制过程中,这样 SQ1 在二次前进中, SQ2 在二次后退过程中所起作用不同的问题就迎刃而解了。图 5 是台车工作的步序图,图 6 是采用这程编程思路完成的梯形图。这样,我们将一个较复杂的问题分为二个部分处理:即控制过程的流程及各控制步骤中都具体作什么。

#### 4 结束语

正像写文章有不同的角度及层次,简单逻辑程序中先写出各输出事件的直接条件再增加事件间制约条件是一种分层次的表达;较复杂程序中先编写机内器件表达控制事件关键点的程序是为最终的输出表达作出铺垫;将复杂的顺控要求分解为一个个步骤,表达这些步骤的具体任务与表达这些步序间的联系也是一种表达的层次问题。程序设计最实质的内容是要清楚地表达输入信号对输出的控制,“经验法”编程中以什么样的层次及角度完成表达,也就是编程的思路,对正确、简捷、准确地完成程序的编制是至关重要。

#### 参考文献

- 1 张万忠,主编.可编程控制器应用技术.化学工业出版社北京,2002
- 2 三菱公司.FX2 系列可编程控制器使用手册

(上接第 38 页)

这样在运行“监控中心”画面时随时可以通过“柱状图”按钮切换到“电子束炉柱状图”画面,不需要时只需用鼠标左键单击“电子束炉柱状图”画面上的“隐藏”按钮即可。实时趋势曲线可以自动卷动,以快速反应变量随时间的变化。其中 X 轴为时间轴, Y 轴为数值轴,以百分数表示,即以变量值和变量的变化范围的比值来表示,所以 Y 轴的变化范围是 0% 和 100%。时间轴可设定时间显示的格式、时间跨度和变化频率等。当所监视的变量不在正常值范围之内时,报警窗口显示超限时间、变量名、当前值以及界限值等。当新报警出现时,报警窗口自动滚动,窗口总是显示最后出现的报警事件。对灯光图片进行动画连接和调用 PlaySound() 函数驱动喇叭,可实现声光报警。组态王还提供了历史记录的存储和查询功能。组态王 6.0 版提供了历史趋势操作按钮,通过这些按钮结合所设定的起始时间和终止时间就可以显示以前的曲线走向。在历史报警窗口中建立前后两个按钮,分别与 PageUp() 和 PageDown() 函数相连。通过这两个按钮就可以查看以前的

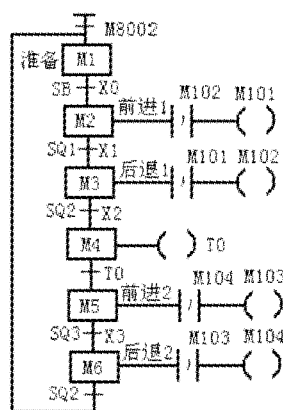


图 5 台车步序流程图

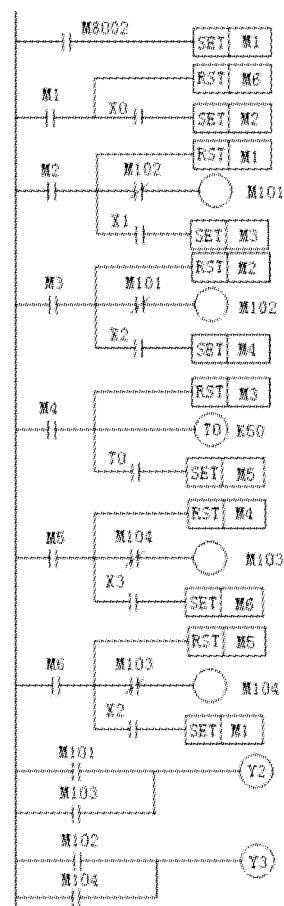


图 6 台车梯形图

[收稿日期:2003.2.13]

报警事件;亦可将采集到的数据保存到各种数据库中,然后通过 SQL 对数据库进行访问。报表有实时报表和历史报表两种。实时报表的制作比较简单,利用组态王工具箱“报表窗口”按钮即可很容易制作出满足需要的报表。历史报表有日报、月报和年报,本系统充分利用 Excel 报表功能,大大减轻了历史报表的工作量,实现了完善的报表组态。

#### 3 结束语

基于组态王软件的电子束炉监视系统投入使用后,把原来的单纯的生产设备变成智能化的具有优化管理能力的生产设备。例如记录生产过程中的各种数据,为总结提高质量和效率以及事故分析提供资料。

#### 参考文献

- 1 组态软件 Kingview6.0 使用手册.北京亚控资料
- 2 黎洪生,李超,周登科,等.基于 PLC 和组态软件的分布式监控系统设计.武汉理工大学学报,2002,3(3):27~29

[收稿日期:2003.4.9]