**梯形图的分析方法研究**

**薛丽**

**（江西科技学院 江西 南昌 330000）**

**摘要**：梯形图是PLC最常用的一种编程方法，文中给出了对梯形图的一种简单有效而又准确的周期时序分析法。并以三菱PLC为例，验证了该方法的可行性。

**关键词**：PLC；梯形图；时序；周期

**作者简介**：薛丽 1982.10 女 湖北枝江 江西科技学院 教师 讲师 工学硕士

研究方向：智能制造、自动控制

江西省南昌市 330000

1、前言

《电气控制与PLC》、《PLC原理与应用》等相关PLC的课程是机械设计制造及自动化、机械工程等很多专业的一门核心专业课，是一门理论与实践相结合的应用性很强的课程。学习PLC的重点是编程，梯形图是所有类型的PLC的第一编程语言，可见梯形图的重要性。要让学生能熟练地能根据实际要求来绘制正确的梯形图，首先就得学会分析梯形图，只有正确读懂了梯形图，才能为正确绘制梯形图打下坚实的基础。怎样分析梯形图，文中给出了一种简单有效而又准确的周期时序分析法。

2、周期时序分析法

时序分析法是时序电路中常用的一种方法，而PLC也是一个复杂的时序电路，但PLC有其自身的工作特点（循环周期扫描的工作方式），所以对梯形图的周期时序分析法与时序电路中的时序分析法是不同的。本文以三菱FX系列的PLC为例，图1为产生矩形脉冲的一段梯形图，以此为例来讲解梯形图分析的一般步骤。



图1 梯形图

2.1 列出所有的编程元件

首先按梯形图中出现的先后顺序列出输入继电器，再按照梯形图中每一条支路的先后顺序，列出每一条支路结束时的编程元件，如图2中的X0、T0、T1及Y0。

2.2 给出输入继电器的时序图

根据PLC接的输入信号，给出所有输入继电器的时序图。当没有实际的控制要求时，可以先假设PLC的输入信号。在本例中假设输入继电器X0端口接入开关元件，并假设输入继电器X0的时序如图2所示。

2.3 分周期进行时序分析

所有类型的PLC都是循环周期扫描的工作方式，一个周期包括5个阶段即自诊断、通信处理、输入采样、程序执行及输出刷新，而分析程序及编程时只用考虑后3个阶段。分析的难点是梯形图中既有编程元件的触点又有其线圈的，根据多年的教学经验总结出一句话，即触点在线圈之前看上一周期的状态，触点在线圈之后看本周期的状态。具体应用如下：

从PLC运行时刻开始分析，第一个扫描周期的第一阶段即输入采样，此刻采样的X0为低电平；第二阶段程序执行，根据读取梯形图的规则“从上到下，从左至右”可知，在第一条支路中X0常开触点断开，T1的常闭触点位置在T1线圈之前，判断本周期内T1常闭触点是接通还是断开，得看上一周期的状态（若为PLC运行的第一个周期，因此上一周期即为PLC编程元件的初始状态。若不为PLC运行的第一周期，则为分析时刻点的前一时刻各编程元件的状态）即为低电平，在本周期内T1常闭触点接通，可知该条支路不接通，定时器T0不会开始定时。在第二条支路中T0常开触点在T0线圈之后，判断T0常开触点是断开还是闭合看本周期的状态，而在本周期T0没有工作，依然为低电平，因此T0常开触点断开，定时器T1不会定时，输出继电器Y0的线圈不会被驱动，T1及Y0在本周期内都为低电平；第三阶段输出刷新，输出继电器对外输出依然为0。所以在PLC运行的第一个周期，各编程元件的时序如图2所示的m~n段。

从图2所示的n时刻到a时刻的这一段时间内，不管期间经历多少个扫描周期，由于输入无变化，定时器没有定时，所以T0、T1及Y0的状态不变，如图2所示的n~a段。

从图2所示的a时刻开始，X0成为高电平，即从该时刻开始得分周期来分析，与分析第一周期的方法一样。在分析中的“上一周期”即为a时刻的前一状态，“本周期”即为正在分析的这一周期。根据分析可知，在本周期内T0开始定时，即T0从图2所示的a时刻开始定时，因为PLC的扫描周期非常短，在一个扫描周期内，定时器不会达到定时时间，因此从a时刻开始的这一周期的各编程元件状态如图2所示的a~b段。

从图2的b时刻开始，输入继电器的状态一直没有变化，T0定时器已开始定时，根据图1中的梯形图可知，T0定时时间没到时，各个编程元件的状态是不变的，如图2所示的b~c段。

假设在图2所示的c时刻， T0的定时时间到，此时各编程元件的状态会发生变化，从c时刻起需要分周期来分析。分析方法与第一周期的分析方法相同，得到各编程元件的状态如图2所示的c~d段，并且T1开始定时。

从图2的c时刻开始，T1定时，当T1定时时间不到，各编程元件的状态将保持不变，如图2所示的e时刻之前的这段时间。假设到图2的e时刻，T1定时时间到，根据上述分析方法，可得到e时刻之后的这一周期各编程元件的状态，如图2所示的e~f段。到了f时刻要特别注意，T1常闭触点在T1线圈之前得看上一周期的状态，即图2中f时刻的前一时刻的状态，经过前述同样的分析可知，下一周期的各编程元件状态如图所示的f~g段。 到了g时刻，各编程元件回到了a时刻的状态，往后只要输入继电器保持高电平，将重复a~g的过程。所以在本例中，Y0将输出一个周期性的矩形脉冲。



图2 时序图

通过以上分析，可以得到梯形图各编程元件完整的时序图，明确PLC的输出信号。但使用这种方法进行分析时，一定要弄清楚一些关键的时间点，如哪个时间点必须要分周期来看，哪些时间点则不用。一般来说，当输入继电器的信号发生变化、定时器的定时时间到、计数器的计数满时等情况就一定得分周期来进行分析。

3、结论

分周期的时序分析法对对学生学习PLC的编程是非常有帮助的，不仅可以分析现有的梯形图，还可以帮助学生检查自己所绘制的梯形图是否满足设计要求。通过多年的教学实践，该方法得到了学生的一致认可。

当然该方法也有一定的局限性，它对与PLC的扫描周期无关的功能指令是不适用的。

参考文献

【1】谢富珍.以学生为中心的PLC课堂教学改革探索[J].创新教育，2013（9）：:56-59

【2】梅丽凤.电气控制与PLC应用技术[M].北京：机械工业出版社，2015（6）.

【3】王立春，张凯.软PLC梯形图到指令表的转换方法研究[J].科技创新与应用，2018（7）：80-82.

【4】张挺.《PLC控制》课堂教学设计的实践与探索[J].中国信息技术教育，2014（8）：46

Research on analysis method of trapezoid graph Xueli