

PLC 实现过程控制的一种编程方法

第二炮兵工程学院(710025) 高钦和 黄先祥

◁ 内容提要 ▷

本文分析了可编程序控制器(PLC)控制系统的特点,给出了一种适合于PLC实现实时过程控制功能的软件编程方法。这种方法利用PLC逻辑处理功能强大的特点,通过将过程控制中复杂的数值运算转化为逻辑运算,简化了软件的设计,提高了系统的实时响应速度。文中以PLC实现某大型装置起竖过程的控制为例,介绍了系统分析和软件设计的方法。

关键词 可编程序控制器 过程控制 梯形逻辑图

一、引言

在过程控制中,模拟量是主要的控制信号。传统的模拟量控制主要采用电动仪表进行,但它的通用性低、运算功能简单、控制精度和稳定性差。随着电子技术的发展,目前PLC已能够胜任各种较为复杂的模拟量控制。特别是在中、高档机上,通过配备模拟量输入输出模板,可以完成实时过程控制。

实时控制要求控制器能够根据控制现场的反馈信号,经过对输入信号及系统状态的判断、转换与处

理,得出所需的控制信号,送输出模板转换后,实时地推动执行机构动作。在PLC系统中,对模拟量信息的读入、处理与数字量控制信号的输出,均由软件的编程来实现。但是PLC的数值运算功能远弱于其逻辑运算功能,数值运算指令的执行时间较逻辑运算指令的执行时间长得多。因此对于运算关系复杂的系统,软件的编程量很大,同时程序的周期扫描时间长,对系统的实时响应性有很大的影响。

然而,在许多实际系统中,并不要求十分精确的

显然, $R'_{\max} < R'_{\max}$ (8)

加“磁力跟刀架”可减小工件表面粗糙度。

当气隙值S减小,磁力F增大,工艺系统振幅、工件表面粗糙度进一步减小。

切削过种中,当频率 ω 与工件转整n相等,或是n的整数倍时,即 $\alpha = \frac{60\omega}{n}$ 为整数时,振动对工件表面粗糙度不产生影响^[5],此时所得的工件表面粗糙度与理论值相等,即只与刀尖圆弧半径 r_c 及走刀量f有关。

根据前文分析,不加“磁力跟刀架”时工艺系统振动频率 $\frac{\omega}{2\pi}$ 小于加“磁力跟刀架”时工艺系统振动频率 $\frac{1}{\pi/\omega + 2T_1}$;当整数 α 不变时,显然不加“磁力跟刀架”时工件转速小于加“磁力跟刀架”时工件转速。这表明加“磁力跟刀架”可实现工件的高速切削。

五、结论

(1)采用“磁力跟刀架”可显著减小工件表面粗糙度;

(2)随“磁力跟刀架”气隙的减小,其减小工件表面粗糙度的效果趋于明显。当磁力达到工件振幅与系统振型常数的积时为最佳;

(3)采用“磁力跟刀架”时工件转速可大幅度提高,在进一步减小工件表面粗糙度的同时提高生产率。

参考文献

- 1 熊大章,王长兴.车削表面光洁度的理论计算.长春光机学院学报,1981(4)
- 2 小野浩二著,高希正译.理论切削学.国防工业出版社,1985
- 3 中山一雄著,李云芳译.金属切削加工理论.机械工业出版社,1985
- 4 张树仁.振动对车削表面粗糙度的影响.长春光机学院学报,1991(1)
- 5 杨建东.加磁切削的研究.机床,1989(4)

函数对应关系,只要求一个适当的控制范围即可。为了提高这类系统的实时响应性和简化软件的设计,可以针对具体的控制系统,对系统的控制关系进行适当的简化处理,其指导思想是:在不影响系统控制精度的前提下,将大量的数值运算尽可能地转换为适合于可编程控制器处理的逻辑运算,从而简化控制程序的设计量,缩短程序执行的周期扫描时间,提高系统的实时响应性。

本文以应用 PLC 实现对一个大型装置起竖过程的控制为例,说明应用这种方法的基本思想和梯形图软件的设计技巧。

二、控制要求与分析

导弹由水平状态起竖成垂直状态的过程,一般采用液压多级油缸带动发射装置绕回转轴旋转来实现。在油缸伸出过程中,它所承受的负载是不断变化的,同时油缸各级截面积又不同,为了保证起竖过程的均整和稳定性,液压系统的流量(本文仅讨论流量的控制)要随角度的变化而相应改变。同时多级油缸换级前后应降低液压系统的流量,以防止造成的过大冲击。因而,在整个起竖过程中,液压系统的流量是一个随着起竖角度的不同而变化的量。

采用硬件调速的方法,不仅价格昂贵,而且不易进行调试和修改。采用 PLC 配备模拟量输入输出模板,再通过电比调速阀控制液压系统流量的方案,可以克服硬件调速方案的不足和提高系统的可靠性。由于电比调整阀的输入与输出之间具有良好的线性关系,因此流量的控制就转化为对电比阀驱动电路板的输入信号(即 PLC 模拟量输出板的输出电压信号)的控制。起竖角度信号由装于回转轴上的角度传感器来敏感,经外围电路处理后,由模拟量输入模板送入 CPU,再由控制程序进行处理。控制程序处理的结果,由模拟量输出模板输出,控制液压系统的流量,推动多级液压油缸的伸出,完成起竖过程的控制。

根据理论分析,起竖过程中 PLC 输出的控制信号 U 与起竖角度之间的关系如图 1 所示。此控制曲线没有明确的函数关系,实际系统也不要求十分精确地实现,允许一定的误差,因此可以进行简化处理。根据该系统的特点,进行简化处理的依据如下:一是多级油缸各级的截面积相同,因此流量可基本保持一致;二是级与级换级之前,液压系统的流量应降低,待换级后再升高到下一级的正常值,为了提高系统的抗干扰能力和适应能力,流量的降低与回升应有一定的提前和滞后量。

简化后的控制曲线如图 1(b)所示,即连续变化的曲线简化为根据角度来划分的若干个区间,各区间内的控制信号相同。因此只要确定了当前起竖角度所处的区间,即可确定出控制信号的数值,这些通过 PLC 的逻辑运算指令即可完成,从而省去了复杂的数值运算过程。

当然,根据 1(b)曲线所产生的控制信号存在着信号的突变,还不能直接用于输出,以防止对系统造成冲击。解决的办法是在实际输出前,通过软件对输出信号进行平滑处理,将突变的信号处理为缓慢变化的信号,形成如图 1(c)所示的实际控制曲线。当然,通过对控制信号进行平滑处理后的实际控制曲线应接近理论曲线,以满足系统对控制精度的要求,否则应重新考虑简化方案和平滑处理的方法,直到满足要求为止。

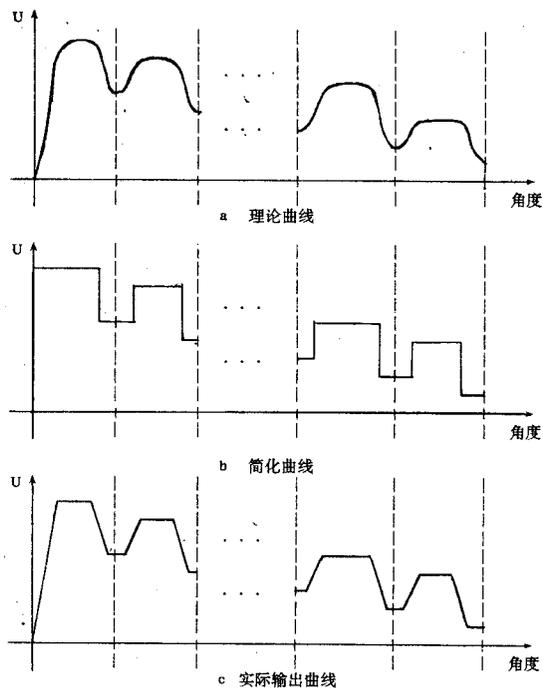


图 1 起竖过程流量控制曲线

确定了简化方案和平滑处理方法后,软件的编程按下述方法完成:

1. 通过 PLC 所提供的指令从模拟量输入模块中实时读取反馈信号,并进行预处理;
2. 对输入信号进行转换,根据简化的控制曲线得出输出控制信号的数值;
3. 对控制信号进行平滑处理,形成实际的输出控制信号,通过模拟量输出模板输出;

4. 重复上述步骤,直至过程结束。

下面以日本 C1000H 型可编程序控制器配备模拟量输入输出模块构成控制系统为例,以梯形图编程语言,说明实现上述控制功能的梯形图程序的设计方法和技巧。

三、控制程序的设计

可编程序控制器有其独特的编程语言,最为流行的是梯形图编程方法,它利用图形符号来代表输入输出信号,进行逻辑处理和数值运算、分数值运算指令,以完成各种控制功能。

1. 反馈信号的输入与预处理

起竖角度作为 PLC 的模拟量反馈信号,由 PLC 通过模拟量输入模块不断地读入到 CPU 中,再由控制程序进行处理,以实时判定系统当前的状态,进而决定所要输出的控制信号,完成控制功能。用户读入信息,仅需做两项工作:一是在程序开始运行时,对模拟量输入模块进行初始化处理;二是在各个扫描周期通过“读取”指令,将模拟量输入模块某个或某些通道的信息读入到内存中。外部模拟量信号到数字量信号的转换由模拟量输入模板自动完成。

图 2 所示的程序首先对模拟量输入模块进行初始化处理,将其设置为使用第一个通路,并对输入信号进行 5 次平均值滤波;“READ”指令则将模拟量输入模块提供的数字量信息读入,再转换成 BCD 码存储于 DM120 中。初始化指令仅在 PC 第一次扫描程序时执行,而信号读入指令在 PLC 每次扫描此程序时,均执行一次,这样就可以实时检测到系统的状态信息。图 2 中 SBS(10)指令调用一子程序,此子程序可以实现如量值转换、数值滤波等功能,以根据具体系统的要求实现对输入信号的预处理,具体内容从略。

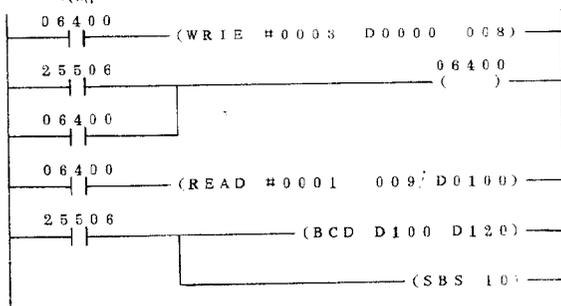


图 2 模拟量信号输入梯形图

2. 控制信号的产生

控制信号产生的依据是实时检测到的起竖角度信号,以及经简化处理后的控制曲线。由角度信号根

据简化后的控制曲线,通过查表法得出控制信号(目标值)。

根据 C1000H 型可编程序控制器所提供的查表指令,可采用如下建立数据表格的思想:将角度从 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 分成 16 份,即 16 个角度范围,从而建立一个“总表”。再将每一个角度范围再细分为 16 份,形成 256 个角度范围,建立“表 I”。与总表的 16 个范围相对应,表 I 包括 16 个分表。对于表 I 中的每一个角度范围,都对应着一个用于液压系统流量控制的电压信号,由这些控制信号值组成“表 II”,与“表 I”相对应,“表 II”中亦包括 16 个分表。当然,对于更为精细的控制,还可以根据此方法对角度区间进行进一步的细化。

建立表格后,“表 I”和“表 II”就存在着对应的关系,通过块查表指令和数据采集指令即可由角度信号产生控制信号,程序如图 3 所示。

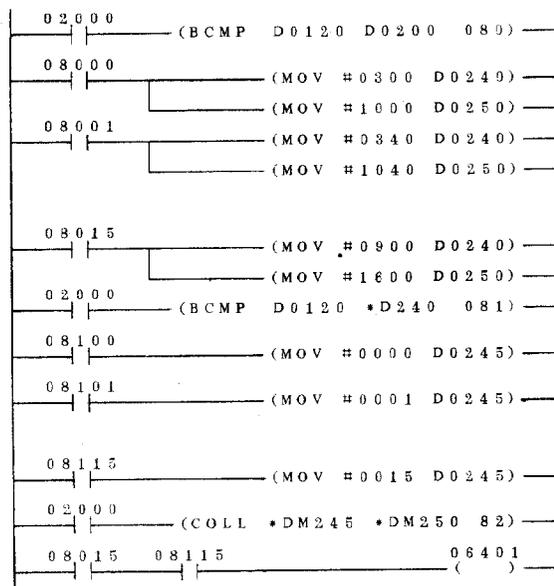


图 3 查表法产生控制信号的梯形图

程序中,80 通首存放角度值在总表中所处位置,DM240 和 DM250 中分别存储“表 I”和“表 II”中对应的分表首地址;DM245 中存储目标值在分表中的位置(偏移量);这样目标地址即为分表首地址和偏移量之和,通过数据采集指令得出目标值,并以 BCD 码形式存于 82 通道中;程序最后检测起竖角度是否已到 90° ,以控制起竖过程是否结束。

3. 控制信号的平滑处理

根据简化控制曲线所得到的控制信号,当其变化时为突变,会产生一个很大的加速度冲击。为此需

防止气动部件启动冲击的控制方法

烟台大学(264005) 赵诚刚

◁内容提要▷

本文通过设计可编程控制器控制程序的方法使工作气缸始终保持足够的背压,从而使气动部件启动时避免了冲击,运动趋于平稳。

关键词 气动 启动冲击 控制程序

一、引言

在一般有关气动系统的设计资料中都谈到气动系统工作部件(如图1所示的工作台)的运动均带有很大的冲击性,这与高压气体的迅速膨胀有关,并指出采用如图1所示的回气节流方法可以使冲击得到减缓,使部件在气体压力作用下,运动趋于平稳。图1安装在2个三位五通阀排气口的4个消声节流阀可以使气缸排气腔产生足够的背压,从而使工作台的运动避免冲击。

但是生产实际中使用的气动系统总是存在着较大的泄漏,因此当图1的气动系统某环节停止动作

要对其进行平滑处理,即控制信号的变化速率,变控制信号的突变为基本线性的变化,以消除对系统的冲击。

图4所示的梯形图程序即是一个对控制信号进

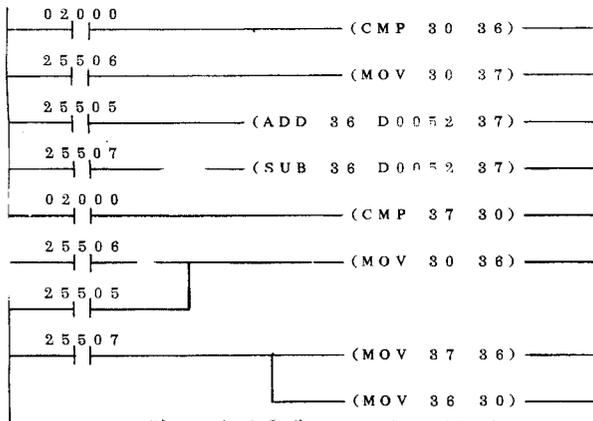


图4 实现平滑处理功能的梯形图

行平滑处理的功能模块,它利用PLC的周期扫描机制来实现。基本思想是:记忆上一扫描周期所输出的

一段时间之后,背压往往自动消失,一旦相反方向动作指令产生,冲击依然不可避免;而各环节的动作指令输出的间隔时间较短时,冲击就比较小。这样,气动系统就处于一种无法预料和控制的不稳定状态。虽然,当前市场上出售的各类气缸几乎都带有缓冲阀。而事实表明,缓冲阀对冲击并无明显的减缓作用。冲击的问题始终是存在的,它大大限制了气动技术在要求动作平稳的机械传动中的应用。

我们在设计包含图1在内的一个大的气动机械——多路油脂灌装机时,决定对所有运动部件采用气压传动。由于气液阻尼式气缸价格比较昂贵,而且尺寸不符要求,所以仍采用普通气缸完成各种动作。为了使包含图1系统在内的所有气动部件都运行平稳,在电控线路上采取了一些措施,让系统在有泄漏的情况下始终有足够的背压,从而实现了运动平稳的目标。

二、控制系统设计

我们采用了F1-40MR可编程控制器控制这个

控制信号值,并与本次产生的控制信号进行比较,若两者相同或其差值在一定的范围内,则将此信号作为输出信号;否则在上一扫描周期输出信号的基础上,加上(或减去)一个较小的数值,作为本次扫描周期的输出信号。上述过程不断循环,实现对控制信号的平滑处理。在程序中,数据区的DM52地址所存放的数值,即是在相连的两个扫描周期之间所允许的信号变化量。

四、结论

PLC在硬件和软件的设计上均更适合于处理开关量的输入输出信号和进行各种复杂的逻辑控制,在模拟量的处理和实时响应性方面则较弱。本文所提出的应用PLC实现实时过程控制的编程方法,即是充分发挥了它的优势,避开其弱处,变复杂的数值运算为逻辑运算,因此这是一种实用和有效的方法。在某大型装置起竖过程控制的实际应用中表明,这种方法的程序设计易于实现,程序扫描时间短,能够满足控制精度的要求,同时也提高了系统的实时响应性。