

S7-200PLC 在直流电动机启动过程中的应用

曹胜敏

(唐山学院 智能与信息工程学院, 河北 唐山 063020)

摘要:以 S7-200PLC 为控制核心, 利用其 PWM 功能构成开环控制系统, 控制直流电动机的启动过程, 以减小启动电流。通过在实验室进行无负载模拟实验, 验证了系统功能的可靠性。

关键词:可编程控制器; 直流电动机; 启动过程

中图分类号: TM383.4⁺1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-349X(2017)03-0078-03

DOI: 10.16160/j.cnki.tsxyxb.2017.03.017

The Application of S7-200PLC in the Starting Process of the DC Motor

CAO Sheng-min

(College of Intelligence and Information Engineering, Tangshan University, Tangshan 063020, China)

Abstract: An open loop PWM control system, with S7-200PLC being the controlling unit, has been designed by the author to control the starting process of the DC motor and reduce the starting current. The reliability of the system is verified by the no-load simulation experiment in the laboratory.

Key Words: programmable logic controller; DC motor; starting process

直流电动机以其运行稳定可靠、调速性能优越而广泛应用于钢铁、电力等行业和领域,但直流电动机与交流电动机相比其启动电流较大,可达其额定电流的 10~20 倍,这将导致电动机换向困难及电枢绕组过热,同时伴随强大的启动转矩,易造成机械传动部件的非正常磨损,影响电动机的使用寿命。因此直流电动机的启动历来倍受重视。现以 PLC(可编程控制器)为控制核心,设计开环控制系统,利用 PLC 的 PWM(脉冲宽度调制)功能,产生触发脉冲,经驱动电路驱动 IGBT(绝缘栅双极型晶体管),控制电枢回路电压,从而达到控制启动电

流的目的。

1 直流电动机的常用启动方法

他励直流电动机的运行方程为^[1]:

$$U_a = E_a + I_a R_a + 2\Delta U_s,$$

$$E_a = C_e \Phi n。$$

式中: U_a —电枢电压; E_a —电枢电势; I_a —电枢电流; R_a —电枢电阻(包含电枢绕组电阻和换向极绕组电阻); $2\Delta U_s$ —正负极电刷下的接触电压降; C_e —电势常数; Φ —每极磁通; n —电机转速。

在电动机启动前, $n=0$, $E_a=0$ 。直接启动时,电枢直接接入电网,加额定电压,但因惯性

作者简介:曹胜敏(1965—),女,河北元氏人,副教授,主要从事自动化研究。

而转速不能突变,即加额定电压瞬间转速仍为0,此时启动电流为

$$I_{st} = \frac{U_{aN} - E_{ast} - 2\Delta U_s}{R_a} = \frac{U_{aN} - 2\Delta U_s}{R_a} \approx \frac{U_{aN}}{R_a} = (10 \sim 20) I_N$$

式中: U_{aN} —电枢额定电压; E_{ast} —启动时的电枢电势。

由上式计算可知,启动电流是额定电流的10~20倍,对电机十分有害。

传统的启动方法有两种:其一为电枢回路串电阻启动,是在电枢回路串入电阻,以增大电枢回路总电阻而减小启动电流。启动后,利用接触器将电阻逐级切除。常用的电阻有多级电阻和滑动变阻器,但该方法耗能较多。其二为降低电枢电压启动,即启动过程中使加在电枢两端的电压由小变大,以限制启动电流,直至电压升为额定电压。这需要调压电源,较早前曾采用发电机—电动机组实现,但因其体积庞大、成本高而难以普及。

本系统则是利用PLC输出一个可调方波,经驱动电路驱动IGBT,控制电枢回路电压,从而达到控制启动电流的目的。该方法具有能耗小、无机械振动和噪声、性能可靠等优点。

2 系统组成

直流电动机启动要求:在保证启动时间的同时,使启动电流限制在额定电流的2~2.5倍范围内。系统由主电路和控制电路组成,主电路包括直流电源部分、滤波吸收部分和IGBT模块;控制电路包括PLC控制器、IGBT驱动电路、输出采样等环节;负载为他励直流电动机,从输入电源引出一路电源给励磁回路。系统组成框图如图1所示。

3 PWM功能实现

3.1 基本设置

现在很多可编程控制器(PLC)中集成了高速脉冲输出功能,这为运动控制提供了方便^[2]。根据点数要求,选择PLC的型号为S7-200CPU224,以此为主机,加接数字量扩展模块EM222。S7-200CPU224可在Q0.0或Q0.1

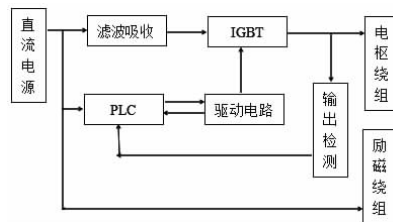


图1 系统组成框图

输出端产生高速脉冲,频率可达20 kHz。在此利用PLC的PWM功能,通过IGBT为主开关元件,对电枢电压进行调节。

控制对象为他励直流电动机,其参数为:功率5.5 kW,额定电压220 V,励磁电压220 V,额定电流30.5 A,电枢电阻0.45 Ω,额定转速1500 r/min。驱动电路选用CONCEPT公司的2SP0115T驱动模块,其具有欠压、短路保护特点等。其有两路通道,用其一即可。

电机启动状态拟定为轻载启动,由S7-200CPU224产生PWM信号,频率为4 kHz,周期250 μs为固定值,起始占空比设定为20%。改变占空比的方式有三种:①定宽调频法:导通时间不变,改变关断时间;②调宽调频法:关断时间不变,改变导通时间;③定频调宽法:保持周期不变,同时改变导通时间和关断时间。前两种方法都将改变脉冲的周期和频率,当与系统频率接近时,会引起振荡。因此采用第三种方法,固定PWM信号的频率和周期,只改变占空比。这正符合S7-200CPU224的PWM功能特点。

S7-200CPU224有两个PTO/PWM发生器,一个发生器分配给输出端Q0.0,另一个分配给输出端Q0.1。PLS指令可以检测用程序设置的特殊存储器位,激活由控制位定义的脉冲操作^[3]。在此使用Q0.0输出PWM脉冲。其控制字由特殊存储器SMB67的各位确定,具体为SMB67=16#D3,各位功能如图2所示。

通过对周期控制字SMW68赋值可实现对输出PWM周期的控制,赋值量以SM67.3所定的时基为单位。PWM占空比由寄存器SMW70控制,通过直接赋值的方式可实现对占空比变化的控制。周期控制字SMW68=



图 2 SMB67 各位功能配置

250 μs (频率 4 kHz), 初始脉冲宽度设定值为 $SMW70=50 \mu s$ (占空比 20%), 设置脉冲宽度增量为 1 μs , 用 PLS 指令启动 PWM 操作。

3.2 PLC 程序设计

为加快扫描速度, 将程序结构定为“主程序+子程序+中断程序”的形式。主程序使 PWM 输出端 $Q0.0$ 先清零, 同时调用 PWM 子程序。在子程序中, 进行 PWM 功能控制字设置、脉冲周期和脉冲宽度设置, 以及进行中断连接。中断程序每执行一次, 脉冲宽度增加一次。中断方式采用定时器中断, 亦即每增加一次脉冲宽度保持 30 ms, 这样电机启动时间可控制在 6~10 s 内。主程序如图 3 所示, 功能为对 $Q0.0$ 进行清零, 调用子程序。

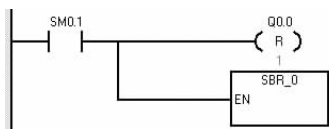


图 3 PLC 主程序

中断程序如图 4 所示, 其功能为设置脉冲串输出。

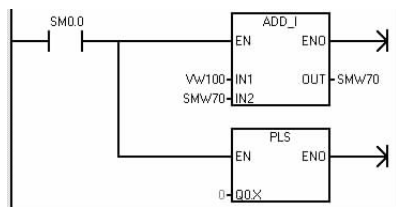


图 4 PLC 中断程序

PLC 子程序如图 5 所示, 功能为对 PWM 进行初始化。

4 模拟实验结果

在实验室进行无负载模拟实验。在利用高速脉冲输出控制直流电动机启动过程中, 测得各转速时的启动电流如表 1 所示, 直接启动时的启动电流如表 2 所示。

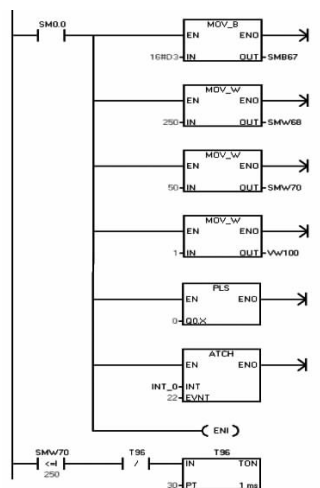


图 5 PLC 子程序

表 1 脉冲控制后的启动电流

转速 /($r \cdot \min^{-1}$)	电压 /V	电流 /A	启动 电流倍数
200	44	35.7	1.17
676	110	36.6	1.2
1 400	165.8	60.1	2

表 2 直接启动时的启动电流

转速 /($r \cdot \min^{-1}$)	电压 /V	电流 /A	启动 电流倍数
200	220	429	14.1
676	220	286.2	9.4
1 400	220	69	2.3

比较表 1 和表 2 数据可知, 利用高速脉冲输出控制直流电动机启动过程实现了降低启动电流的目的, 说明所设计的控制系统具有技术上的可靠性。另外, 该控制系统可以根据需要通过改变 $SMW70$ 的值达到改变启动时间的目的, 程序修改方便, 可移植性强。

参考文献:

- [1] 张有东. 电机学与拖动基础[M]. 北京: 国防工业出版社, 2013: 334-337.
- [2] 王永华. 现代电气控制及 PLC 应用技术[M]. 3 版. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2013: 229-237.
- [3] 王平, 高明华, 马坤, 等. 基于 PLC 的直流伺服电机定占空比调频调速[J]. 电气传动, 2012, 42(7): 73-77.

(责任编辑: 李秀荣)