

采用 TRC 控制电源电压的恒流斩波步进电机驱动电路

刘 勇, 杨代华

(中国地质大学机电学院, 武汉 430074)

摘要: 介绍一种采用了恒流斩波技术的步进电机驱动电路, 该电路的电源电压使用 TRC (Time Ration Control) 控制来改善步进电机的频率特性; 并对其所用的恒流斩波电路及电源电压控制电路的工作原理进行了说明。

关键词: 恒流斩波; 步进电机; TRC; 频率特性

中图分类号: TM383.6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-3881 (2004) 11-126-2

Driving Circuit of Flow Permanent and Cut Waves Stepper Motor Using TRC to Control the Voltage of Power

LIU Yong, YANG Dai-hua

(School of Mechatronics Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: A kind of driving circuit of the stepper motor adopting permanent flow and cut waves technology was introduced, for which TRC was used to control the voltage of power in order to improve the frequencies characteristic of stepper motor. The principle of permanent flow and cut waves circuit and the control circuit of voltage was introduced.

Keywords: Flow permanent and cut waves; Stepper motor; TRC; Frequency characteristic

0 引言

步进电机是一种将电脉冲信号转换为角位移或直线运动的执行元件。由于步进电机驱动系统具有较好的定位性能和较低的成本, 在经济型数控领域和其它需要准确定位的各种大、中、小型仪器和设备中都得到了相当广泛的应用。

在步进电机及其功率驱动装置构成的开环定位运动系统中, 系统每接收一个电脉冲信号, 步进电机换相一次, 同时转轴将转过一定的角度。当电脉冲信号输入频率较低时, 步进电机换相频率较低, 电机转速也较慢; 当脉冲输入频率较高时, 步进电机换相频率较高, 电机转速也较快。在步进电机运动过程中最易发生的振荡和失步这两个问题, 就是因为步进电机的换相频率与电机的旋转磁场的频率不同步而引起的。为提高步进电机的频率特性, 这里介绍一种 TRC 控制电源的恒流斩波步进电机驱动电路。

1 电路及其概述

TRC 控制电源的恒流斩波步进电机驱动电路如图 1 所示。

恒流斩波型步进电机驱动电路是目前较为流行的一种步进电机功率接口。它采用较高的电源电压供电, 因而绕组中的电流上升得很快。而一旦电流达到额定值, 电路自动切断绕组充电回路, 绕组中的电流开始下降。当下降到一定值时, 又接通绕组充电回路, 使电流回升。这样不停地上升、下降、又回升, 从而让绕组中电流维持在额定值附近, 使驱动电路在使用较高的电源电压的同时, 无需外接大功率电阻来限制额定电流及减小时间常数。所以它具有电源利用率高, 体积小, 热损耗小, 电机的高、低频工作性能佳等优点。

通过采用 TRC 控制电源电压给电机供电, 可以

让步进电机在低频时工作在低压状态。这样, 减小了能量的注入, 抑制了低频振荡, 提高了低频工作特性; 在高频时工作在高压状态, 注入电机绕组的电流有较好的上升沿和幅值, 使电机具有足够的驱动能力, 提高了电机的高频特性。

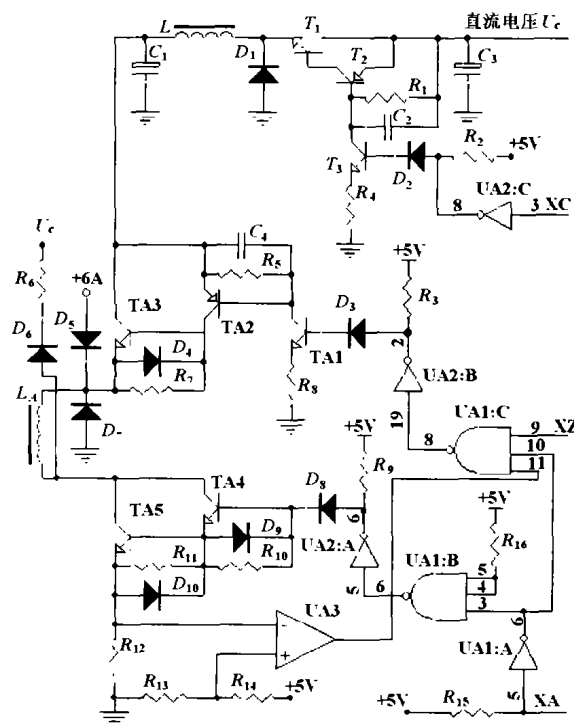


图 1 步进电机驱动电路

2 电路原理

2.1 电路控制工作状态表

步进电机驱动电路的工作状态表如表 1 所示。

XA、XZ 是控制步进电机运行的控制信号, 其中 XA 是步进方波信号, 控制步进电机的运行速度; XC 是控制占空比的脉宽控制信号。

表 1

输入控制		输出工作状态				
XA	XZ	TA4、TA5	TA1、TA2、TA3	供电电源	LA 中电流	电机状态
1	X	截止	截止	无	无	浮动
0	0	导通	截止	6.5V	有	锁定
0	1	导通	工作	U_c	有	运行

2.2 步进电机的运行

控制步进电机运行时, XZ 输入为高电平“1”, XA 输入为步进方波信号。

当 XA 为低电平“0”时, UA1: A 的输出为高电平“1”, 经 UA1: C、UA2: B 后输出仍为高电平“1”, 从而使晶体管 TA1 导通, 晶体管 TA2、TA3 亦导通。同时, XA 的低电平信号经 UA1: A、UA1: B、UA2: A 后输出也为高电平“1”, 使晶体管 TA4、TA5 导通。这样, 电源电压 U_c 加在步进电机的 A 相绕组 LA 上, 绕组电流上升。当绕组中的电流上升到额定值以上的时候, 从采样电阻 R_{12} 上产生的压降高于比较器 UA3 的正相输入端的参考电压时, 比较器 UA3 的输出电平跳变为低电平“0”。从而 UA2: B 的 2 端输出也变为低电平“0”, 使晶体管 TA1 截止, 晶体管 TA2、TA3 也截止。此时, 电源电压 U_c 暂停对电机绕组 L_1 供电。在感性负载的电机绕组 L_1 中产生的反电动势, 由于晶体管 TA4、TA5 仍导通, 有两个回路进行泄放: 一个回路是 L_1 、TA5、 R_{12} 、D7, 另一个回路是 L_1 、D6、 R_6 、 U_c 、D7。由于两个回路的并联电阻很小, 所以泄放时间常数较大, 绕组中的电流泄放较慢。当电流下降到额定值以下时, 在恒流采样电阻 R_{12} 上产生的压降低于比较器 UA3 的正相输入端的电压, UA3 输出又跳变为高电平“1”。UA2: B 的 2 端的输出为高电平“1”, 又使晶体管 TA1、TA2、TA3 依次导通。这样, 电源电压 U_c 又加到电机绕组 L_1 上, 使电机绕组电流上升。如此, 绕组电流在步进方波 XA 为低电平的有效期内不断往复, 使其保持在额定值的附近上下波动。

(上接第 196 页)

主要因素是余量不均匀, 或者说加工前工件具有形状、位置误差以及在本工序产生了安装误差。由此看出, 本工序的加工精度与前工序的初始精度密切相关。被切削表面硬度不均匀, 加工不连续等也将引起切削力的变化。对某些零件, 夹紧力不均匀也是引起加工误差的主要因素。例如, 在磨床身导轨时, 若各点夹紧力不均匀, 将引起导轨面的变形。因此, 有经验的操作者, 在夹紧过程中注意观测导轨面的变化, 否则, 磨完导轨后, 将产生弹性恢复, 使导轨产生直

在步进信号 XA 跳变为高电平“1”时, TA1、TA2、TA3、TA4、TA5 都处于截止的状态。则绕组的瞬态电流通过回路 L_1 、D6、 R_6 、 U_c 、D7 进行泄放, 这时相当于绕组 L_1 上加了一个负电源 $-U_c$, 使绕组电流的下降速度提高, 故而电流泄放加快。

2.3 TRC 电源电压控制

XC 输入一定频率的脉冲信号, 使晶体管 T3 周期性的导通和截止, 相应地晶体管 T1、T2 也按一定的频率导通, 从而有效地控制电源 U_c 向电感 L 输入的能量多少。这样, 直流电源 U_c 间断地向负载供电。为使负载能连续地得到能量, 电路中接有储能元件, 电感 L 就是储能元件。晶体管导通时, 电感 L 存储一部分能量, 而在晶体管截止时, 电感 L 中存储的能量通过二极管 D1 释放给负载, 则负载就得到了连续的能量供给。

根据电感电压伏秒平衡规律有: $U_c \times T_{on} - U_o \times T_o = 0$, 则有 $U_o = (T_{on}/T_o) U_c$, 其中, U_o 指负载电压, T_o 指 XC 的脉冲周期, T_{on} 指晶体管 T1 在一个周期内的导通时间。

因此, 调整 XC 的输入脉冲的宽度, 即调整 T_{on} 和 T_o 的比例, 就能通过调节输出电压的大小, 来改善步进电机的频率特性。这种改变接通时间 T_{on} 和工作周期 T_o 比例 (占空比 D) 的方法称为 TRC。

3 结束语

该恒流斩波步进电机驱动电路在中国地质大学的教学实验设备上得到了很好的利用, 能满足试验设备中步进电机的低速、中速及较高速度的实验要求。

参考文献

- [1] 杨代华等. 单片机原理及应用. 武汉: 中国地质大学出版社, 2000.
- [2] 林辉, 王辉. 电力电子技术. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2002.
- [3] 杨黎明. 机电一体化系统设计手册. 北京: 国防工业出版社, 1997. 1.

收稿时间: 2003-10-20

线度误差。在加工过程中, 对于传动力、惯性力也要注意控制其变化。

参考文献

- [1] [美] A. H. 伯尔著, 汪一麟等译. 机械分析与机械设计. 机械工业出版社, 1988.
- [2] 吴圣庄主编. 金属切削机床. 机械工业出版社, 1980.
- [3] 和子康编. 机床传动精度测量和提高. 北京: 中国计量出版社, 1987.
- [4] 姜文奇、段佩玲编. 机械加工误差. 北京: 国防工业出版社, 1991.

收稿时间: 2003-09-15