

基于功率放大器的步进电机驱动控制

周 伟,胡红专,翟 超,李为民,邢晓正

(中国科学技术大学精密机械与精密仪器系,安徽 合肥 230026)

摘 要:主要分析了用集成功率放大器 TDA1521 驱动步进电机时的两种工作方式,并简要地介绍了步进电机的计算机驱动控制方案。

关键词:集成功率放大器;步进电机;驱动控制

中图分类号:TM383.6;TM301.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-6848(2001)05-0033-03

Analysis of Using Power Amplifier to Drive Stepper Motor

ZHOU Wei, HU Hong-zhuan, ZHAI Chao, LI Wei-min, XING Xiao-zheng

(Department of Precision Machinery and Precision Instrumentation,

University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China)

Abstract: The article analyzes the two ways of power amplifier TDA1521 driving stepper motor, and introduces briefly the method of computer drive control for stepper motor.

Key words: integrated power amplifier; stepper motor; drive control

1 引 言

在 LAMOST 系统的定位单元设计中,需对一双回转机构的 2 台步进电机进行控制。针对本定位系统要求步进电机的体积小、驱动功率不大的特点,采用基于集成音频功率放大器 TDA1521 的步进电机驱动电路。但由于 TDA1521 有两种工作方式,即单电源工作方式和双电源工作方式,因此对这两种工作方式均需进行研究。

2 步进电机及集成音频功率放大器 TDA1521

定位单元的设计中考虑到系统对步进电机的要求^[1],选用日本 MI TSUMI 公司的 M12SP-1N 微型步进电机。该电机断电时具有一定的保持力矩,可以在电机断电后使得定位单元能够保持给定的位置。M12SP-1N 微型步进电机为双极型两相步进电机,电机励磁绕组为 A、B 两相,如图 1 所示。额定工作电压为 12V,额定工作电流为 190mA,步距角为 18°,最大工作频率为 3450 脉冲/s,启动时最大频率为 1300 脉冲/s。

TDA1521 是双声道的 2 × 12W 音频功率放大器^[2]。该功放所需外接的外围元器件少,通道间具有

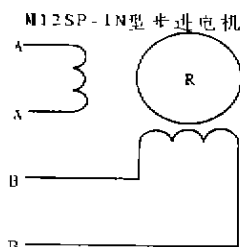


图 1 M12SP-1N 步进电机励磁绕组

很好的增益平衡,使用方便,并具有过热保护功能、短路保护功能和静噪功能。工作电压范围为 ±7.5V 到 ±21.0V。TDA1521 为 9 脚功放,其内部原理如图 2 所示。

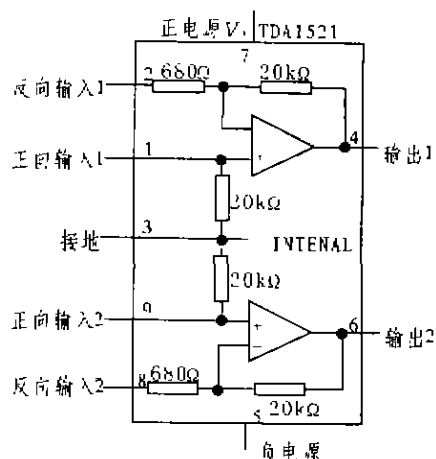


图 2 集成功率放大器 TDA1521 内部原理图

收稿日期:2001-07-31

3 TDA1521 两种工作方式的分析

3.1 单电源工作方式

TDA1521 有单电源和双电源两种工作方式^[1]。

该方式下工作时 TDA1521(见图 3)采用单电

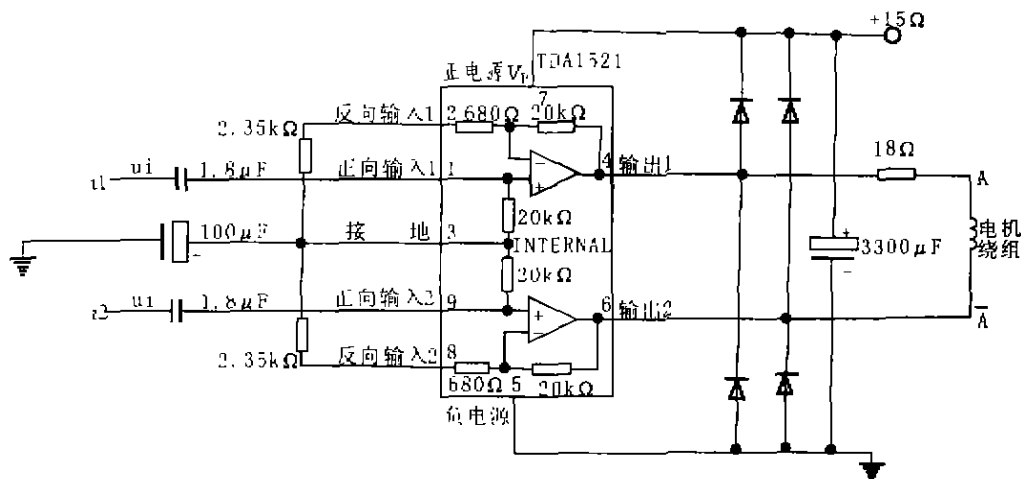


图 3 单电源工作方式的驱动控制电路图

源 +15V 供电,其 2、3、8 脚要通过 $100\mu\text{F}$ 电容接地。TDA1521 为了保证输出稳定采用饱和放大,即其放大输出为 +15V,而电机额定工作电压为 +12V,故电机绕组需串联限流电阻。为确保输入端的非有用信号进入电路后所产生的影响尽可能地小,需要在满足饱和放大的前提下,放大倍数尽可能小,

因此在电路中串联了一个 $2.35\text{k}\Omega$ 的电阻。芯片的输出端 4 脚和 6 脚分别接电机一相绕组的两端,所以驱动 1 台电机需要两个 TDA1521 集成功率放大器。

3.2 双电源工作方式

双电源工作方式的驱动控制电路(见图 4)与单

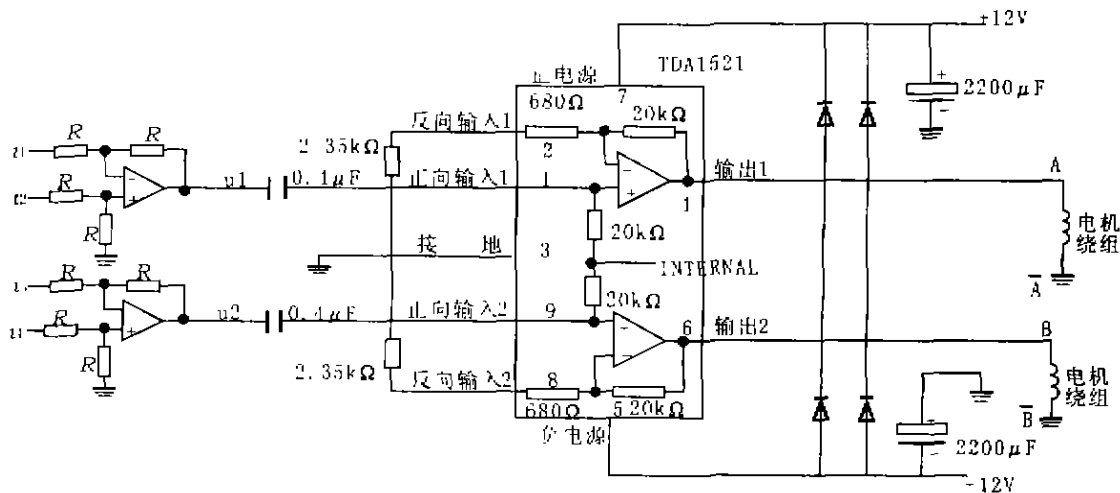


图 4 双电源工作方式的驱动控制电路图

电源工作方式的驱动控制电路相似,所不同之处在于 1 个功率放大器就可以驱动 1 台步进电机,这样便大大节省了资源,与单电源驱动方式相比可将芯片的数量减少 1/2,对于驱动 8000 台电机的整个系统这是 1 个决定性的优势。在双电源工作方式下,音频功率放大器 TDA1521 工作电压为 $\pm 12\text{V}$,并且为了使得输出电压稳定而使其工作于饱和放大状态,即输出端电压为 12V。此时,单电源工作方式下的

18Ω 分压功率电阻不再需要了,这样便消除了分压功率电阻对电机输入信号的影响并且降低了电路的功率损耗。试验中我们便采用了该工作方式。

4 电机的驱动控制

M12SP-1N 微型步进电机为双极型两相步进电机,其激励方式如图 5 所示。正转时激励方式为 $A\bar{B} \rightarrow \bar{A}\bar{B} \rightarrow \bar{A}B \rightarrow AB \rightarrow AB$,反向时为反转。按此激

励方式,电机工作过程中,每相绕组间隔一个脉冲后,电流需要反向。

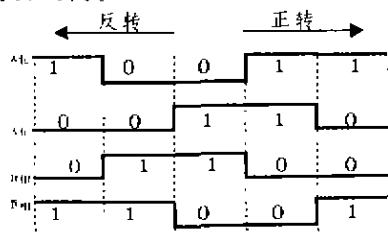


图5 步进电机激励脉冲时序

为改善步进电机的工作特性,需要对步进电机进行灵活控制,如采取升降速控制、断电保护等措施,因此步进电机的控制电路不宜采用硬件作为脉冲分配电路,可由单片微处理器构成脉冲分配器,利用软件来实现所需要的脉冲激励方式,由于试验中仅对1个单元即2台电机进行驱动控制,故采用由程序通过计算机并行口直接实现驱动控制的方案(见图6)。单双电源两种工作方式下的驱动控制基本相似,以双电源工作方式为例进行说明。

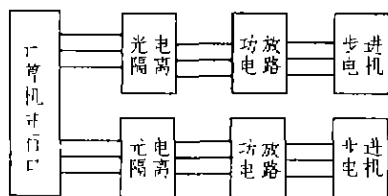


图6 步进电机的控制方案

由于双电源工作方式下步进电机绕组的一端(A端和B端)需要与地相连,所以步进电机绕组的另一端(A端和B端)需要的信号应为1、-1,而不是1、0(见表1)。但是由于计算机并行口所发出

表1 双电源工作方式的驱动脉冲序列

驱动方向					端脚
反转↔正转					
1	0	0	1	1	i_1
0	1	1	0	0	i_2
0	0	1	1	0	i_3
1	1	0	0	1	i_4
1	-1	-1	1	1	A
-1	-1	1	1	-1	B
0	0	0	0	0	\overline{A}
0	0	0	0	0	\overline{B}

的信号只能为1、0。这样就需要对该信号作以简单的逻辑运算前端路即为用普通运算放大器搭成的减法运算器,当在该减法运算器的4个输入端分别输入信号 i_1 、 i_2 、 i_3 、 i_4 ,在其输出端即集成功率放大器TDA1521的1脚和9脚得到的两个信号为 i_1-i_2 和 i_3-i_4 。这样,在电机的A端和B端就可以得到放大后的1、-1信号。可以看出无论是单电源工作方式还是双电源工作方式,在计算机并行口处发出的驱动控制信号是相同的。

通过改变驱动控制程序所输出激励脉冲的频率,实现升降速控制。在实验中,发现在电机转速为200脉冲/s时电机出现失步现象,所以实际系统中,电机工作频率在300~800脉冲/s范围内。在定位过程中,若某个步进电机到达指定位置,程序停止发送激励脉冲,此时电容u1和u2会自动把计算机并行口的直信号与功率放大器TDA1521的输入端隔离,电机处于断电状态,绕组中无电流流过,此时定位系统由机械自锁装置保持位置,同时由程序记忆断电前电机的相位(i_1 、 i_2 、 i_3 和 i_4 对应的状态),在重新启动电机时只需恢复断电时电机所处的相位即可。这样就可以避免由于相位的不连续而造成的电机启动时的运动不确定性,以及电机长时间通电引起的电机温升。

试验的结果表明,双电源工作方式下的集成功率放大器TDA1521输出的驱动波形稳定、规整,芯片温升小,工作状况良好。电机驱动平稳,未出现电机丢步,定位精度满足系统设计要求。

5 结 论

参考文献:

参考文献:

- [1] 任立忠. LAMOST 光纤定位单元驱动控制的研究[D]. 中国科学技术大学, 2001. 13-21.
- [2] TDA1521/TDA1521Q2 · 12W hi-fi audio power amplifier data sheet [D]. Philips Semiconductors, 1994. 2-4.
- [3] 陈郁发. 音响集成电路大全[M]. 福建科学技术出版社, 1992. 773-775.

作者简介:周伟(1977—),男,安徽芜湖人,硕士研究生,研究方向为精密制造与检测。

式步进电动机绕组电流的恒定控制,性能可靠,实现方便,具有很高的实用价值。

作者简介:郭宏(1967—),男,博士,教授,主要研究方向为电机及其控制。

6 结 语

本文利用脉宽调制器UC3637实现了一种电流反馈型细分控制方式的CT床用二相混合式步进电机驱动器。经实践证明,该驱动器实现了二相混合