

# 基于大型农用机械 EPS 的电机驱动芯片 A4935 的应用

李志鹏, 史松卓\* (东北林业大学交通学院, 黑龙江哈尔滨 150040)

**摘要** 以 A4935 芯片为电机驱动控制芯片, 以 TMS320F28035 DSP 为控制核心设计了一种用于大型农用机械转向系统的电机控制电路, 通过试验验证, 当大型农用机械转向时, 通过调节电机的占空比很好地缓解了转向沉重的现象。

**关键词** 大型农用机械; A4935 驱动芯片; DSP

**中图分类号** S24 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)03-355-03

## Application of Large Agricultural Machinery and Motor Drive Chip A4935 Based on EPS

LI Zhi-peng, SHI Song-zhuo\* (College of Transportation, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

**Abstract** Taking the A4935 chip for motor drive control chip, with TMS320F28035 DSP as the control core to design a steering motor control circuit system for large agricultural machinery. Through the experiment, when the large agricultural machinery steering motor, adjusting the duty ratio can ease the phenomenon of heavy steering.

**Key words** Large agricultural machinery; A4935 driving chip; DSP

目前, 大型农用机械在提高生产效率和节约土地资源的方面发挥着举足轻重的作用。但是, 由于这些机械的体积和质量较大, 在转向时会使驾驶员产生转向沉重的感觉, 从而影响驾驶员对机械控制的稳定性, 影响正常的农业生产。为了解决这一问题, 笔者以 A4935 为电机控制芯片, 设计了一种转向助力系统, 通过观察助力电机的输出占空比, 证明该系统能够很好地改善转向沉重的现象, 增加驾驶员对机械操纵控制的稳定性。

### 1 A4935 的功能特点

**1.1 主要特点** A4935 是美国 Allegro 公司生产的新型 N 沟道 3 相 MOSFET 控制器, 主要用于汽车和大型农用机械的大功率助力电机领域。它具有独特的电荷泵稳压器, 能够提供完整的门驱动, 使电池电压从 10 V 下降到 7 V, 并可使 A4935 栅极驱动电压下降至 5.5 V。A4935 的自举电容器用于提供 N 沟道 MOSFET 需要的电池电源电压。三相全桥逆变电路控制所有 6 个功率 MOSFET 管, 可以使用电机驱动换向块或正弦激励使三相全桥逆变电路导通。A4935 芯片内部集成

交叉控制保护和可调电阻保护, 有睡眠模式和空闲模式和低电流休眠模式 3 种工作模式, 可以进行制动功能和死区时间设置, 同时可通过功率管交叉传导的方式控制死区时间。芯片的电桥电流测量可以使用一个集成的电流检测放大器。由外部电阻定义增益和失调量。同时芯片还具有不受约束的电流检测放大器的功能。

### 2 A4935 的结构特征

**2.1 通电控制规律** A4935 内部包含全桥驱动的逻辑控制单元, 通过 PWMH 端和 PWML 端和 COAST 端能够实现各种各样的三相桥式电路控制。采用正弦电流控制, 每个 FET 管的三相都可以不通过 PWM 和 COAST 被单独控制。这就要求性能更高的外部控制器提供各相的 PWM 输出, 如果需要全面控制外部死区时间, 这需要 6 个 PWM 输出, 每个 FET 管需要一个。在 PWM 关断期间, 互补场效应晶体管被打开将二极管短路, 并提供同步整流。表 1 为 A4935 全桥驱动的通电规律。

表 1 A4935 全桥驱动通电规律

	输入						输出				
	RDEAD	RESET	CCEN	COAST	PWMH	PWML	xHI	xLO	GHx	GLx	Sx
x	1	x	x	x	x	x	0	0	L	L	Z
x	1	x	1	1	1	1	0	1	L	H	LS
x	1	x	1	1	1	1	1	0	H	L	HS
>0.2 V	1	x	x	x	x	x	1	1	L	L	S
x	1	x	1	0	1	1	0	1	L	H	LS
x	1	x	1	0	1	1	1	0	L	H	HS
x	1	x	1	1	0	0	0	1	H	L	HS
x	1	x	1	1	0	0	1	0	H	L	HS
x	1	x	1	0	0	0	0	1	H	L	HS
x	1	x	1	0	0	0	1	0	L	H	LS
AGND	1	x	1	1	1	0	1	1	H	L	HS
AGND	1	x	1	0	1	1	1	1	L	H	LS

**2.2 自举电容的选取** 自举电容  $C_{BOOT}$  的选取关系到 A4935 能否正确的运行, 如果电容值过高, 会导致充电时间过长, 增大 PWM 占空比的频率; 如果电容值偏小, 由于电荷共享, 电荷从  $C_{BOOT}$  转移到 FET 管的栅极时会产生很大的电压降, 为

**作者简介** 李志鹏(1963 - ), 男, 教授, 博士生导师, 从事农产品采摘机和农业机械转向控制技术研究。\* 通讯作者, 硕士, 从事机电一体化研究。

**收稿日期** 2014-00-00

了减小电压降,自举电容  $C_{BOOT}$  的电压值  $V_{BOOT}$  要远大于 FET 管栅极的电压值  $Q_{GATE}$  一般采用  $C_{BOOT} = 20Q_{GATE}$ , 下式为  $C_{BOOT}$  的计算公式:

$$Q_{BOOT} = C_{BOOT} \times V_{BOOT} = Q_{GATE} \times 20$$

**2.3 制动控制** A4935 可以用来强制执行关闭所有 FET 的高电平端,或者迫使所有 FET 管的低电平端关闭,高电平端动态制动。这种制动方式可以产生一个制动扭矩,适用于

采用反电动势法检测转子位置无位置传感器无刷电机,制动时负载电流可以近似为:

$$I_{BEME} = \frac{V_{BEME}}{R_L}$$

**3 A4935 的应用电路**

A4935 无刷直流电动机驱动集成电路由于其集成度高,外围元件少,使用起来非常简便。其外围电路连接如图 1 所示。

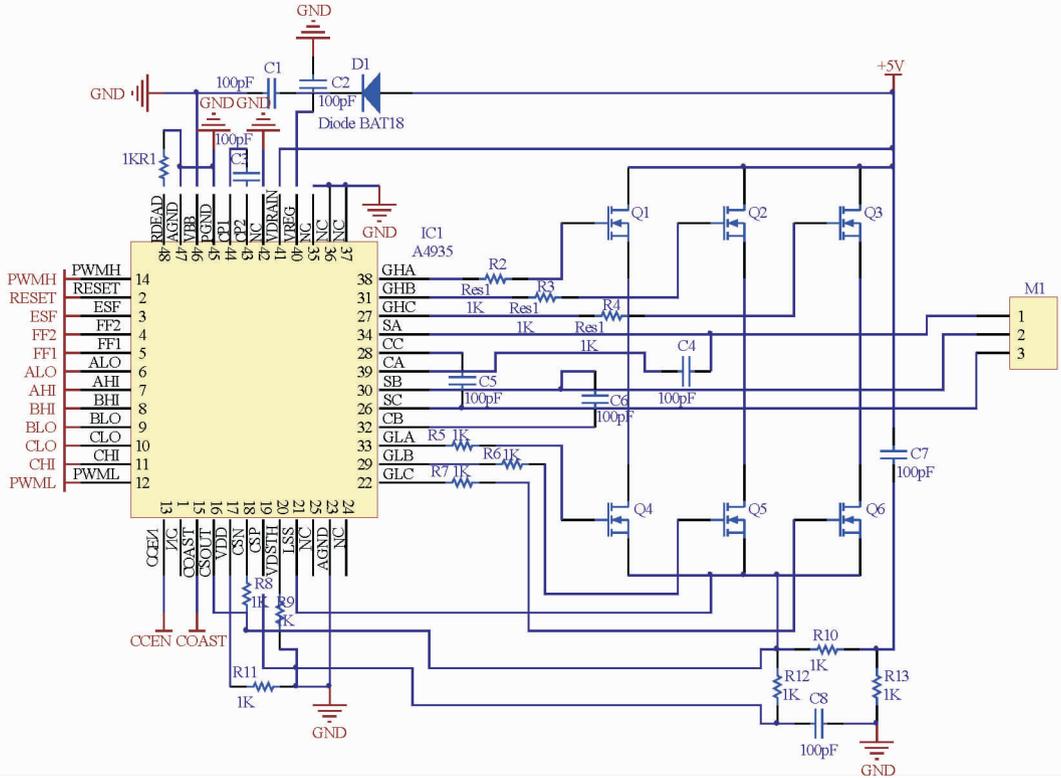


图 1 A4935 外围电路连接图

应用 TMS320F28035DSP 与 A4935 芯片实现无位置传感器无刷电机的驱动控制,DSP 与 A4935 芯片通过 DSP 的 GPIOA 和 GPIOB 口实现通信。TMS320F28035 芯片内部带有 AD 转换器<sup>[1-3]</sup>,所以无需搭建 AD 转换电路。A4935 的 XHI 和 XLO 端通过分别三极管放大与 DSP 的 ADCIN0、AD-

CIN1、ADCIN2 相连通过调节 XHI 和 XLO 的电压值来实现电机的正转与反转功能,PWMH 和 PWML 同时连接到 DSP 的 EPWM 端,通过调节占空比控制电机的转矩和速度。图 2 为 DSP 控制无刷电机结构框图。

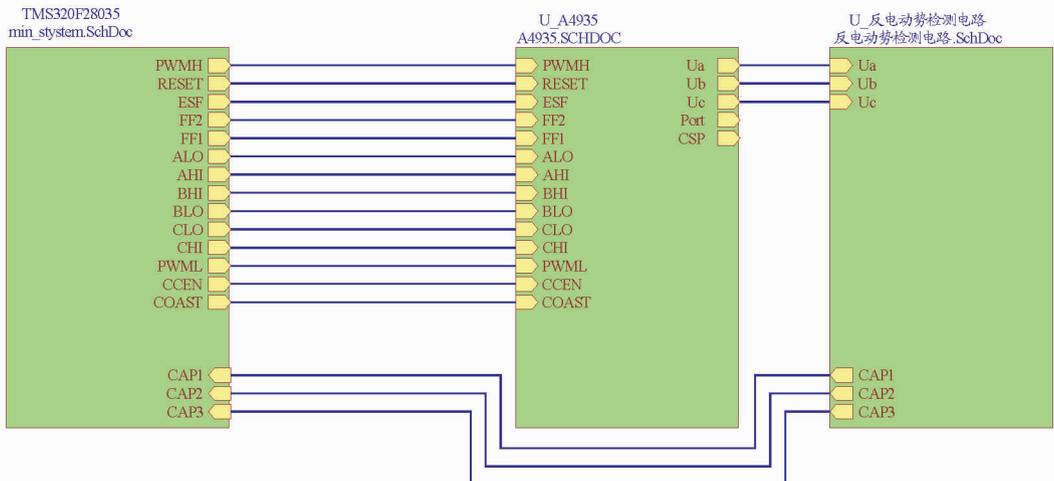


图 2 DSP 控制无刷电机结构示意图

由于无位置传感器电机内部无位置传感器,所以需要外接电机转子位置监测电路<sup>[4-5]</sup>。图 3 为电机反电动势检测电路图,电机输出端电压信号首先通过左边框图构成的低通滤波电路消除高频噪声,C<sub>2</sub> 为隔直电容用来消除三相电压不对称所产生的零点漂移。电路的主体部分为右边框图构

成的电压滞回过零比较器,比较器的翻转点与电机的换相时刻相对应。比较器的输出信号为 ±15 V 的方波信号,DSP 的捕捉模块接口 CAP 的输入电压为 0~3.3 V,因此比较器的输出信号需经过光耦合器件整形,信号最终被 DSP 的 CAP 引脚捕获。原理图中的稳压二极管 D1 起到保护 DSPI/O 的作用。

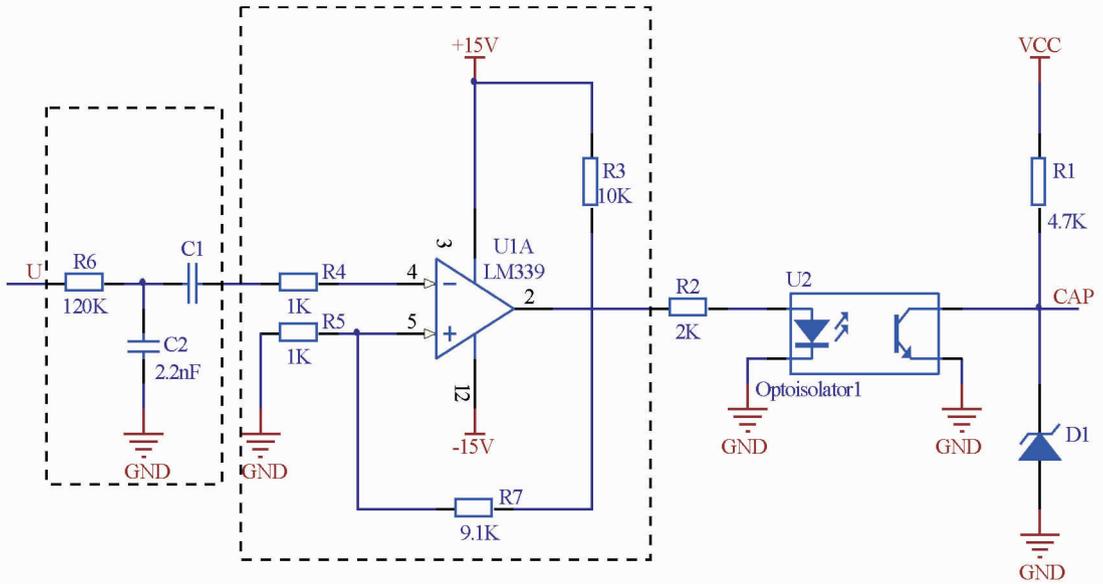


图 3 反电动势检测电路

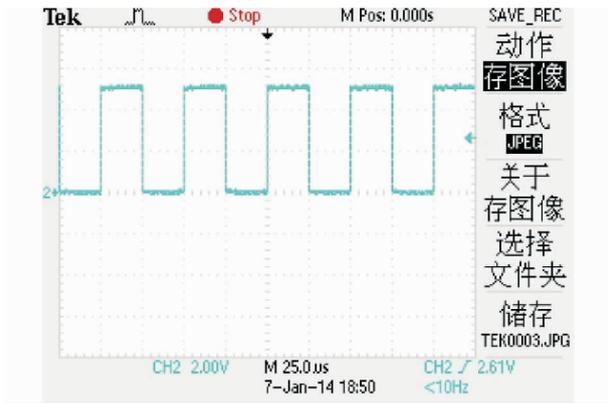


图 4 电机转至左极限时的 PWM 波形

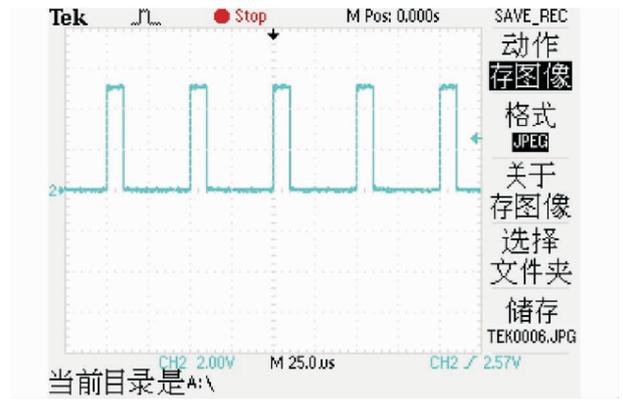


图 6 电机转至右极限时的 PWM 波形



图 5 电机转至左极限时的电机电流



图 7 电机转至右极限时的电机电流

对今后的学习有着很大的影响。此时,作为班主任应当了解每个学生的学习情况,引导学生的学习心理。与学生多进行知识、技能、思想等方面的交流,让学生在交流过程中慢慢的从被动学习向主动学习转变。同时,班主任应结合不同学生的特点,培养学生的兴趣及良好的学习习惯,让学生尽早确定自己的理想与目标,找到学习的动力,并指导其制定大学规划,让学生明白自己要做什么、怎么做<sup>[2]</sup>。

**2.3 提高人文素质,增强新生团队合作意识与集体主义精神** 大学新生来自全国各个不同的地方,每个人的成长经历和成长环境不同,在思想、生活、工作态度上,个人的价值观与世界观都存在着差异,在人际交往中会出现各种问题,一些学生会觉得与同学交流困难,难以融入班集体。班主任应培养新生的团队意识,通过团队合作融合所有新生,从而加强同学之间的交流,增强班级凝聚力。

班主任首先要培养学生的交际能力,使其学会尊重他人,知道如何与他人交流。同时也应提高学生的自身修养,包括与他人交流谈话的技巧,遇事、处事的方式方法,自身的学习能力等。对于一些内向、交际能力差、不善谈吐的学生应帮助其调整心态,鼓励其与人交流。对于学生自身解决不了的问题,让其知道能依靠班级团队的力量帮忙解决。班主任还可以根据农学专业的特点,适当的开展集体活动,让每个学生都能积极参与其中,增进同学之间感情,培养学生的团队合作意识和集体主义精神。

**2.4 关注新生存在的心理问题,帮助弱势群体** 大部分农学专业新生来自农村,其中很大一部分家庭经济条件比较困难,甚至个别新生来自单亲家庭,对于这些弱势群体,班主任需要倍加关心。此类学生的心理极易产生问题,需要及时的交流谈心,否则将对今后的工作带来阻力。班主任在开展工作时,应时刻关注其感受与需求,使其感受到班集体的关心与尊重。班主任还应多发掘其优点与特长,时常激励他们,疏导心理障碍,鼓励他们多参加社交活动,帮助他们找到自信和勇气<sup>[3]</sup>。

**2.5 树立班主任威信,确立师生平等理念** 密切的师生关系能为班主任的工作带来便利与帮助,能有效的提高工作效率和促进班级工作的开展。首先在工作中应贯彻师生平等的理念,以平等友好的态度看待新生。由于新生在进入大学

生活中还处于过渡期,多少会犯一些错误。对待犯错的学生,班主任要有耐心,应以适当的方式、包容谅解的心态进行教导。如果单纯的采取粗暴的训斥与惩罚,学生不仅在内心上难以接受,也破坏了师生关系。然而,班主任本身也需要具备一定威信,否则不利于工作的开展。班主任可以在生活学习上给学生专业的引导与帮助,通过体现自己的专业知识与处事能力,使学生信服、认同,并建立威信。农学专业的男生较多,对于个别顽劣的学生,在批评教育后可以适当的给予惩罚,让学生既能感受到班主任的平等与包容,也能感受到班主任的威信,使师生关系更加密切和融洽。

**2.6 培养一批高素质、高效率的班级干部,建立优良班风** 指导成立一个高效率的班干部团队,对班级工作良好开展至关重要,有利于班级工作的展开与管理。班干部的选举一般由学生民主投票,班主任监督指导。对于不称职的班干部,班主任应及时调换。班主任对班干部应着重培养,尽可能提供展示其能力与才华的机会,提高其综合素质,赢得同学的信任并树立威望。同时,班主任应要求班干部在学习生活中以身作则,对每位班委提出具体的要求,明确所有班干部的职责,使班干部起到带头作用,进而建立优良的班风。优良的班风是一个班集体的灵魂,也是班主任工作好坏的展现。新生入学后是班风形成与建设的重要阶段,班主任要因势利导,及时开展正面、积极向上的活动来引导教育学生。对于不良班风,班主任应及时发现,与班干部商量对策,及时纠正。

### 3 结语

班主任在农业高等教育中扮演着重要角色,是学生与学校、社会、专业老师沟通的重要纽带,对学生起着领导、管理、协调的作用。新生入学后,处在大学生生活的关键适应期,问题较多,对今后四年大学生生活有重要影响。在此期间,班主任应根据农学专业学生的特点,及时解决新生面临的问题,把握分寸,为今后班级工作的顺利开展建立良好的基础。

### 参考文献

- [1] 张先. 农科类大学新生适应性问题分析[J]. 中国科教创新导刊, 2011(16): 141-142.
- [2] 吴刘记. 关于做好农学专业新生班主任的几点思考[J]. 江西农业学报, 2010, 22(4): 192-193.
- [3] 张拥军. 浅谈农科专业大学新生班主任工作[J]. 现代农业科学, 2008, 15(4): 123-125.

(上接第 357 页)

### 4 试验验证

图 4 为电机转至左极限时的 PWM 波形,与之相对应的电机输出电流值为图 5 所示,电流值为 31.1 A。图 6 所示的 PWM 波形为电机转至右极限时的 PWM 波形,与之相对应的电机输出电流值为图 7 所示,电流值为 -31.2 A。无刷电机能够提供的电流为 31 A 左右,这就大大提高了电机提供的助力扭矩,使 EPS 系统能够应用在大型农用机械上。

### 5 结束语

该设计所使用的无刷电机为额定功率 600 W,额定电压 12 V 的电机, A4935 芯片能够使电机稳定工作,芯片能够承

受 30A 至 40A 的较大电流,通过示波器观察,电机输出的 PWM 稳定,能够很好的改善大型农用机械转向沉重的现象。

### 参考文献

- [1] 魏志成. 基于 DSP 的永磁无刷直流电动机控制系统的研究[D]. 武汉: 武汉科技大学, 2012.
- [2] 贺益康, 阮涛. 无位置检测器永磁无刷电机的控制[J]. 微电机, 1990(4): 10-15.
- [3] Texas instruments Company TMS320F2803x (piccolo™) MCU sdatasheet [EB/OL]. (2009-10-25) <http://focus.ti.com/docs>.
- [4] 张鸿静. 基于 DSP 的无位置传感器无刷直流电机控制系统[J]. 燕山大学学报, 2006, 30(3): 206-211.
- [5] 张相军, 陈伯时, 朱平平, 等. 直流无刷电机无位置传感器控制中反电动势过零检测算法及其相位修正[J]. 电气自动化, 2003(3): 16-19.