

基于电液伺服及反馈系统的拖拉机转向控制研究

魏延富, 高焕文, 李洪文

(中国农业大学 工学院, 北京 100083)

摘要: 现代农业的发展趋势是精准农业, 这也是世界各国着力研究的重点。在精准农业中, 农用拖拉机的自主行走是精准农业发展的关键, 农业拖拉机自动导向的应用机会越来越多。近年来, 精准农业技术的发展需要高效率的自动化和安全性, 农用拖拉机的自动转向控制研究有了生产上和社会上的需求。因此, 为了解决拖拉机在田间的自主行走问题, 设计了一种基于电液伺服系统及反馈控制的自动行走拖拉机的转向控制装置。

关键词: 农业工程; 拖拉机转向控制; 设计; 自动行走; 电液伺服系统

中图分类号: S219.032.3

文献标识码: A

文章编号: 1003-188X(2006)02-0067-03

1 自动行驶拖拉机的转向控制装置的设计

1.1 转向控制装置的组成

基于电液伺服控制的自动行驶拖拉机的转向控制装置由信号处理及控制装置、信号接受装置、操纵力产生装置、操纵力传动装置、转向执行装置及转向反馈装置等组成, 如图1所示。

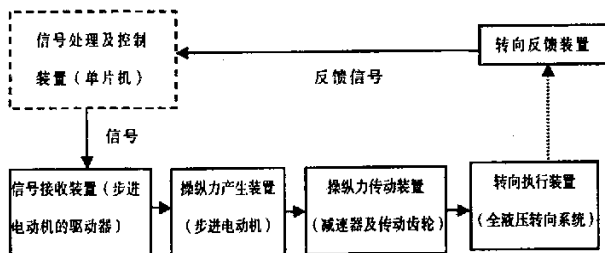


图1 转向控制装置组成示意图

(1) 信号处理及控制装置。该装置是自动行驶拖拉机的指挥中心, 将接收到的信号进行处理, 并将处理后的结果形成控制信号传递给步进电动机的驱动器, 以控制步进电动机的转动。本试验选择市面上广泛采用的51系列单片机中的ATMEL-89C51作为信号处理及控制装置。单片机控制步进电动机具有功能灵活多样、惯性小、速度快、脉冲输出准确、实时性强、抗电磁特性和抗干扰能力强等优点。

(2) 信号接受装置。该装置用来接收传递来的电流信号并产生反馈, 控制步进电动机开启和关闭。

本试验的信号接受装置是电流信号控制的步进电动机的驱动器, 选择北京STONE公司的SH20806型混合式步进电机驱动器。

(3) 操纵力产生装置。该装置通过产生力来控制方向盘, 并受到传递来的电流信号的控制。本试验选择了北京STONE公司的型号为86BYG250B的两相混合式步进电动机来实现控制。步进电动机是一种将电脉冲信号转换成相应的角位移或线性位移的电磁机械装置, 是一种输出与输入数字脉冲对应的增量驱动元件, 具有快速启动和停止的能力。当负荷不超过步进电动机所提供的动态转矩值时, 它可能在一瞬间实现启动和停止; 其步矩角和转速不受电压波动和负载变化的影响, 也不受环境条件(如温度、气压、冲压和振动等)的影响, 仅与脉冲频率有关; 它每转一周都有固定的步数, 在不丢失的情况下运行, 其步距误差不会长期积累。正是因为步进电机具备上述优点, 已被广泛地用作自动控制系统中的执行元件。

(4) 操纵力传动装置。该装置将操纵力传递给方向盘并使其发生转动而改变行走方向。本试验采用减速器和3个啮合的齿轮来实现, 如图2所示。

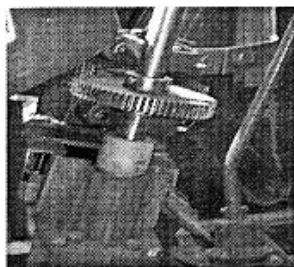


图2 操纵力传动装置结构图

收稿日期: 2005-05-08

基金项目: 国家“十五”科技攻关课题项目(2201BA504B03)

作者简介: 魏延富(1968-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 博士生, (E-mail)

weiyanyu@boco.com.cn.

(5) 转向执行装置。该装置是铁牛 654L 型拖拉机自身配套的全液压转向系统。

(6) 转向反馈装置。前面转向轮在转动的过程中,当转向角为 0° 时(即前轮与拖拉机中心线平行时),产生信号,使电动机停止转动。转向反馈装置由支架、可活动的拨杆、弹簧和微动开关组成。在前转向轮的联动装置上做一个支架,连接一个可活动的拨杆,前转向轮转动时,可活动的拨杆也随之转动。弹簧使拨杆能够产生一个向下的力,当拨杆与微动开关的接触后,使微动开关产生信号。微动开关固定在与拖拉机机体相连接的支架上,如图 3 所示。

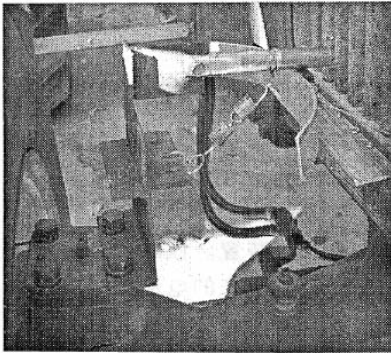


图 3 转向反馈装置结构图

1.2 转向控制装置的工作原理

经过处理的转向信号传递给步进电动机的驱动器,驱动步进电动机转动。步进电动机的输出轴通过法兰盘与减速器连接,减速器的输出轴上安装有传动齿轮,传动齿轮与方向盘上的齿轮啮合,并通过减速器进行减速来增大电动机的扭力,将扭力矩传递给方向盘,使方向盘发生转动。随着方向盘转动,通过全液压转向器控制转向油缸中的油量,推动油缸活塞向左或右移动,再通过转向横拉杆总成来控制前转向轮,实现拖拉机的转向控制。前面转向轮在转动的过程中,当转向角为 0° 时,拨杆碰到微动开关,使其产生信号。该信号通过单片机处理后传递给步进电动机的驱动器,使步进电动机停止转动,从而保持拖拉机向前直行。

2 转向控制装置的试验

2.1 试验方法

(1) 启动拖拉机,接通电路和电源,在原地不动的情况下测试步进电动机输入脉冲数与前轮转角的关系。

(2) 在田间试验地中选择一块较平坦的地块,地表上没有植被,在地面上扦插两行竹竿,竹竿长

度为 50cm 左右,插入地下 15cm 左右,地面上高度约为 35cm,在试验时不影响拖拉机的通过。两行竹竿的行距为 60cm,株距为 25~30cm,行的长度约 10m。在两行竹竿的一头将拖拉机的位置摆正,使拖拉机的中心线位于两行竹竿之间,且与前进方向平行,导向探测装置位于两行之间,如图 4 所示。接通电源,合上离合装置,启动拖拉机前进,观测有关的数据。



图 4 拖拉机田间模拟试验图

2.2 试验结果

(1) 对于步进电动机的转角与前转向轮的转角之间的关系,测试结果如下:

根据步进电动机的特性,在输入 400~4000 个脉冲时,测定拖拉机前转向轮的转角,将测得的数据做统计回归处理,得到

相关系数: $r = 0.9907$

回归方程: $Y = -1.0728 + 0.003742 X$

同时得到输入脉冲数与拖拉机前转向轮转角关系图及拟合图,如图 5 所示。

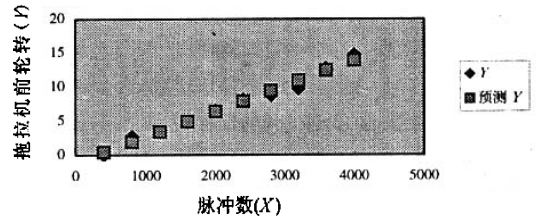


图 5 输入脉冲数与拖拉机前转向轮转角关系图

输入脉冲数与拖拉机前转向轮转角的相关系数为 0.9907,达到极显著线性相关。

从回归方程看, $b = -1.0728$,拟合直线不是经过坐标原点,而是一个有 1.0728° 偏差角度的直线。前面的负号说明是一个延迟的角度,与这个角度相对应的脉冲数为 287,步进电动机的转速为 188r/min,4000 个/r 脉冲,则可计算出步进电动机

转 286 个脉冲所需的时间为 0.0228s。在设定输入脉冲时应考虑到这一点。这个延迟的角度是导向系统在机械传动和液压传动的过程中产生的。机械传动是减速器连接的齿轮、传动齿轮和方向盘上的齿轮啮合传递的过程, 液压传动是拖拉机的全液压转向系统的传递过程。这个延迟比拖拉机液压转向的方向盘的自由行程略大, 但远小于拖拉机机械转向时方向盘的自由行程。

(2) 通过初步模拟试验, 步进电动机的转速为 188r/min。当导向探测装置产生左转或右转信号后, 该装置能够控制拖拉机的转向, 当拖拉机的前导向轮摆正(转向角为 0°)时, 反馈装置也能够产生信号, 使步进电动机停止转动, 但控制精度和控制方式(单片机的控制程序)需要进一步深入地研究。

3 结论及建议

(1) 本试验设计了一种基于电液伺服控制的转向控制装置, 该装置由信号接受装置、操纵力产生

装置、操纵力传动装置、转向执行装置、转向反馈装置等组成。

(2) 以铁牛 654 型拖拉机为平台进行了测试和初步模拟试验。一是测试了脉冲数与前轮转角的数据关系, 结果表明, 输入脉冲数与拖拉机前轮转角的相关系数为 0.9907, 达到极显著线性相关; 二是通过初步模拟试验证明, 该装置能够控制拖拉机的转向。

(3) 该装置控制拖拉机转向的控制精度和控制方式(单片机的控制程序)需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 天津拖拉机制造有限公司产品研究所. 铁牛 650/654 型拖拉机使用与保养[M]. 天津: 农业机械杂志社, 1997.
- [2] 张松明. 农业机械运用学原理[M]. 北京: 中国农业机械出版社, 1990.
- [3] 曾 励. 机电一体化系统设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.

Study on Control of Automatic Steering of Tractor Based on Hydraulic/Electronic Servo and Feedback System


WEI Yan-fu, GAO Huan-wen, LI Hong-wen

(Engineering College, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: The precision agriculture the development trend of modern agriculture, which is also fatal point of research in world countries. In the process of developing precision agriculture, one of its keys is autonomous running of tractor. Recently, it needs high efficient automation and security to develop precision agricultural technique, which leads to researching automatic steering control used for tractor. Hence, for resolving the problems of autonomous steering in field, this paper states how to design such tractor steering control system based on hydraulic/electronic servo system and feedback control system.

Key words: agricultural engineering; tractor steering control; design; autonomous steering; hydraulic/electronic servo system

基于电液伺服及反馈系统的拖拉机转向控制研究

作者: [魏延富](#), [高焕文](#), [李洪文](#), [WEI Yan-fu](#), [GAO Huan-wen](#), [LI Hong-wen](#)
作者单位: [中国农业大学, 工学院, 北京, 100083](#)
刊名: [农机化研究](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF AGRICULTURAL MECHANIZATION RESEARCH](#)
年, 卷(期): 2006 (2)

参考文献(3条)

1. [天津拖拉机制造有限公司产品研究所](#) [铁牛650/654型拖拉机使用与保养](#) 1997
2. [张松明](#) [农业机械运用学原理](#) 1990
3. [曾励](#) [机电一体化系统设计](#) 2004

本文读者也读过(10条)

1. [司癸卯](#), [龙水根](#), [张家祥](#) [中置式稳定土拌和机新型全轮转向系统](#)[期刊论文]-[工程机械](#)2000 (3)
2. [刘海泉](#), [陈舫](#), [唐岚](#), [LIU Hai-quan](#), [CHEN Chong](#), [TANG Lan](#) [汽车EPS电液伺服加载系统](#)[期刊论文]-[西华大学学报](#) (自然科学版) 2006, 25 (1)
3. [王志中](#) [自动引导车辆转向系统的辨识建模](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#)1999 (2)
4. [高一鸣](#), [杨汝清](#), [刘亚洲](#) [一种基于DSP的测量车辆转向方位角的新方法](#)[期刊论文]-[机电一体化](#)2006, 12 (5)
5. [王勤忠](#), [曹志礼](#), [金新灿](#) [货车转向架摩擦减振器相对摩擦系数的测试及评定研究](#)[会议论文]-2000
6. [姚雪侠](#), [马旭红](#), [曹六建](#), [何莉](#), [YAO Xue-xia](#), [MA Xu-hong](#), [CAO Liu-jian](#), [HE Li](#) [久保田B2410液压助力转向介绍](#)[期刊论文]-[拖拉机与农用运输车](#)2009, 36 (2)
7. [巩明德](#), [赵丁选](#), [余魏杰](#), [Gong Mingde](#), [Zhao Dingxuan](#), [Yu Weijie](#) [重型车辆联合制动器电控单元设计](#)[期刊论文]-[工程机械](#)2009, 40 (11)
8. [王晓光](#), [李君](#), [陈化一](#), [姜奎](#), [戴迎宏](#), [WANG Xiao-guang](#), [LI Jun](#), [CHEN Hua-yi](#), [JIANG Kui](#), [DAI Ying-hong](#) [全局视觉AGV开环控制转向原理的研究](#)[期刊论文]-[工程图学学报](#)2008, 29 (2)
9. [黄沛琛](#), [罗锡文](#), [张智刚](#), [HUANG Pei-chen](#), [LUO Xi-wen](#), [ZHANG Zhi-gang](#) [改进纯追踪模型的农业机械地头转向控制方法](#)[期刊论文]-[计算机工程与应用](#)2010, 46 (21)
10. [潘骁](#), [关景泰](#) [轿车转向节臂振动加载试验与仿真](#)[期刊论文]-[液压气动与密封](#)2003 (1)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_njhyj200602024.aspx