

一种自走底盘车身调平控制系统的设计

张磊, 徐峰, 李广宇, 杨少奇, 李剑飞, 孟长依, 张云硕

(吉林省农业机械研究院, 长春 130022)

摘要: 本文针对适用于丘陵山地地区拖拉机自走底盘车身调平过程自动化程度低的问题, 对拖拉机底盘结构、控制系统原理、双轴倾角传感器和系统压力传感器的配置及排布等方面进行了研究, 对拖拉机底盘调平过程中液压油输出不稳定现象及控制策略进行了归纳, 提出了一种基于HMI(HC-SUK8070)、C470控制器及Codesys软件编制控制程序等车载自动控制技术的调平系统, 利用履带式丘陵山地拖拉机车身调平过程中对液压系统、传感器、电磁比例阀响应时间进行了测试。研究结果表明, 该自动调平系统能实时监测车身调平过程中的各项参数, 能够实现操作互锁、过载响应、自走底盘车身自动调平, 提高了丘陵山区拖拉机自走底盘车身调平的自动化程度。

关键词: 底盘车身调平; 自动化; 控制系统

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2019)06-0107-04

Design of Control System for Self-moving Chassis-body Leveling

ZHANG Lei, XU Feng, LI Guangyu, YANG Shaoqi, LI Jianfei, MENG Changyi, ZHANG Yunshuo

(Jilin Academy of Agricultural Machinery, Changchun 130022, China)

Abstract: Aiming at the problem of low automation degree in the auto-leveling process of self-moving tractor chassis and body in hilly and mountainous areas, the structure of tractor chassis, the principle of control system, the configuration and arrangement of double-shaft inclination sensor and system pressure sensor were studied and the control strategy for the instability of hydraulic oil output in the leveling process of tractor chassis was summarized. The self-adjusting control system was designed and developed which included HMI (HC-SUK8070), C470 controller, Codesys software control program, etc. In the process of auto leveling test, the response time of hydraulic system, sensor and electromagnetic proportional valve were tested. The test results indicated that the established automatic leveling system could monitor the parameters in the process of body leveling in real time and realize the operation of interlock, overload response, auto leveling of body and chassis, better improving the automation degree of the chassis-body leveling.

Key words: Chassis-body leveling; Automation; Control system

近年来,随着丘陵山地地区农业机械化水平的提高,山地拖拉机保有量也大幅升高,随之而来是优化丘陵山地拖拉机智能化的研究也越来越普遍。丘陵山地拖拉机的自动调平,一方面是为了适应实际情况,另一方面也是其进一步发展的必然要求^[1]。因为丘陵山地地理环境的局限性,要求山地拖拉机要克服低洼不平、坡度大等因素,保证工作质量,则要提高丘陵山地拖拉机智能化程度。2006年中车集团天水7452工厂和中

国农大康田科技有限公司合作研发了名为“STI-8型”的山地拖拉机,在16°~25°的坡地能够进行平衡作业,但由于未能采用自走式行走机构,操作者的安全性难以得到有效保障。2014年中国一拖集团研制的东方红-国际(525EX)半喂入水稻联合收割机在车身调平装置上有了很大的改进,可面对复杂的环境还是难以满足使用者的要求^[2]。现有山地拖拉机不能克服丘陵山地地理环境,如果在工作过程中能进行底盘车身自动调平,不仅克服地形对丘陵山地拖拉机应用的制约,更提高了丘陵山地拖拉机智能化程度。因此设计了自走底盘车身自动调平系统,它的最终目标是在传统半智能化控制基础上通过应用智能化装备、网络语言实现车身自动调平的智能装置^[3]。

收稿日期: 2019-01-20

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFD0700404); 吉林省财政基本科研经费项目(CZ201604032)

作者简介: 张磊(1987-),男,助理研究员,主要从事农业机械及其电气自动化方面的研究。

本研究将 C470 控制器、触摸屏集成于自走底盘车身调平控制系统中,利用 Codesys 编程语言控制电磁比例阀开度进而操作液压缸实现车身调平,并通过试验的方式对其进行验证。

1 车身调平系统的基本结构及自动调平原理

本课题结合研究中所提出的车身调平方案,继而在此基础上设计一种可以实现车身自动调平的装置,具体内容如图 1 所示,温度传感器、HMI 触控显示屏、液压油缸、系统压力传感器、Codesys 控制系统以及倾角传感器等是其主要的构成部分。当车身向左、向右倾斜到限位开关位置或倾角传感器检测到车身倾斜角度达到程序设定极限角度时,触摸屏上报警指示灯变红并连续闪烁,相应方向键锁死,防止误操作。当车身进行调平的时候,车身的倾斜角度信号会在倾角传感器的作用下显示在触摸屏上,且能够通过触摸屏使调平车身的指令发出,继而使得相反方向的车身能够在液压油缸的作用下完成车身调平的操作^[4]。

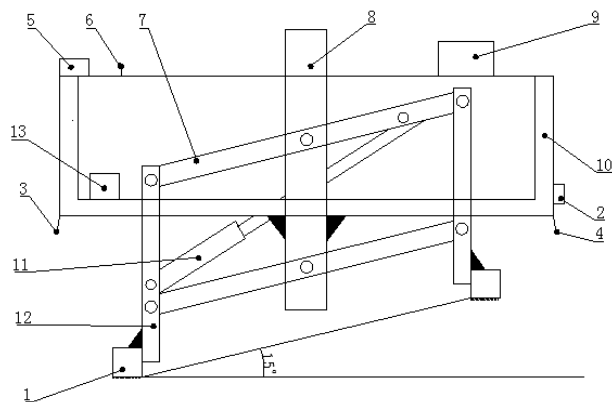


图1 自动调平结构图

- 1-行走机构;2-倾角传感器;3-左限位开关;
4-右限位开关;5-温度传感器;6-压力传感器;
7-铰接杆系横梁;8-支架;9-显示器;10-车架;
11-液压油缸;12-铰接杆系立梁;13-C470控制器

车身调平系统分为手动模式与自动模式两种,其中自动控制是在系统压力传感器、倾角传感器等多种元件的共同作用下实现的,而手动模式的存在则是对自动模式的一个补充,能够对车身的变化现象进行更好的观察,应对不能运行自动模式的现象。

2 车身调平系统设计

2.1 系统的构成

车身调平系统运用 C470 控制器,结合触摸

屏、倾角传感器、继电器等器件来完成丘陵山地拖拉机的自调平。系统用 1 个液压缸控制车身左右倾斜,通过 C470 控制器来调节电磁比例阀的开度进而来调节车身倾斜的快慢,通过触摸屏来实现对车身的手动及自动控制,从而能实现手动自动的切换。系统构成如图 2 所示。

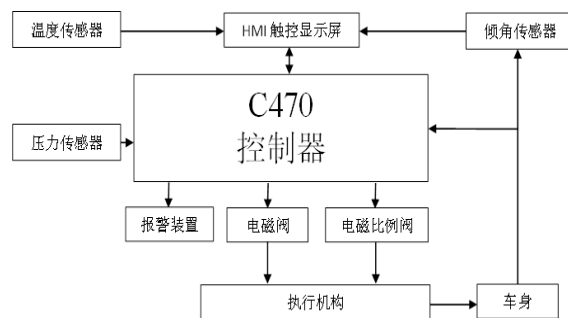


图2 系统结构图

2.2 硬件选择与配置

2.2.1 控制器的选型

采用 C470 控制器作为系统的核心部件, C470 是针对行走机械而设计的控制器,是一款基于 CoDeSysV2.3 软件平台开发的现场编程控制器。

2.2.2 触摸屏的选型

在本控制系统中,触摸屏作为上位机,其所具有的人机交换界面不仅具有较强的可操作性,同时界面也是比较简洁明了,能够方便操作人员进行各种操作,还可以及时向用户提供报警信息。当然,也能够为用户提供关于各种问题的处理方案,有助于使用者快速、有效地排除所遇到的故障,使设备的自动化和智能化运行得到保障。

2.2.3 传感器的选择

为了保证测量的精度与实时性,选用了无锡北微传感器科技有限公司的 BWL325 CAN 输出型双轴倾角传感器,产品采用最新 MEMS 技术,具有体积小、功耗低、一致性和稳定性高的特点,由于是数字型倾角传感器,线性度更容易得到校正。

3 系统电路设计

3.1 C470 控制器接线、触摸屏接线图

C470 控制器接线、触摸屏接线如图 3 所示。

将传感器、触摸屏、控制器正负极接 $\pm 24\text{ V}$ 电源,传感器、触摸屏信号线接 CANH、CANL。

3.2 液压控制阀组结构

液压控制阀组结构如图 4 所示。

主控电磁阀供油于悬挂系统和车身调平,电

磁比例阀控制车身调平。主控电磁阀1的A向得电,同时电磁比例阀2的A向得电,车身左升;主控电磁阀1的A向得电,同时电磁比例阀2的B向得电,车身左降。压力表是工作状态中油压的实时监测。

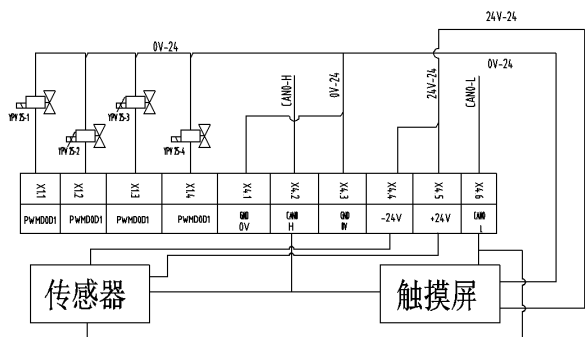


图3 C470控制器、触摸屏接线图



图4 液压控制阀组结构图

4 软件系统设计

基于丘陵山地拖拉机底盘车身调平系统的操作功能需求情况,对这一系统中各环节之间的关系和动作顺序进行了明确,并在这个前提下以CoDeSysV2.3软件平台为基础进行了程序的编辑和控制。拖拉机底盘车身调平逻辑控制功能实现了主要依靠继电器、倾角传感器、报警装置开关以及电磁阀和比例阀等组成的程序,具体的流程如图5所示。

5 软件设计

在车身调平系统中的人机交互界面选择过程中,笔者通过分析和对比最终采用HMI触控显示屏,该显示屏的初始界面如图6所示。

操作人员通过该界面可以自主选择手动或自动的运行模式。系统启动后控制方式也有两种,分别为自动控制和手动控制,当选择一种控制方式后,另一种控制方式状态将会锁定^[5-10]。系统运行过程中,其所有的状态都会被检测并实时显示在触摸屏上。当本系统处于图6状态时,车身角

度、系统压力数值以及倾角角度都可以显示出来,如遇倾斜角度超过设定极限值、液压油油温超出限定温度、负载压力超标等状况,触摸屏上与其对应的报警指示灯会变红和连续闪烁并触发外置的蜂鸣器,以便提醒操作人员停止操作进而保护人身和整机安全。

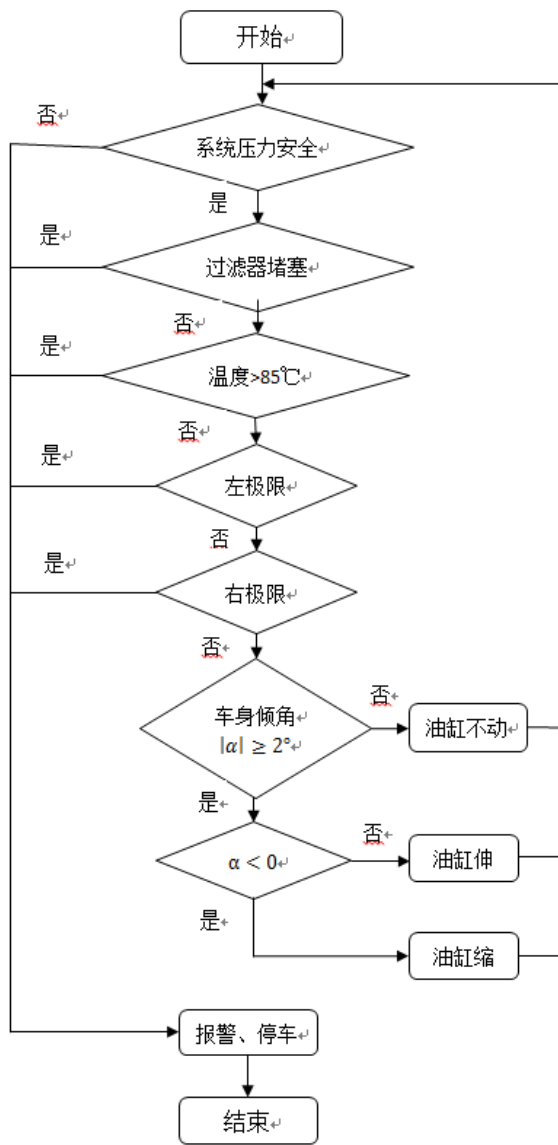


图5 系统程序流程图

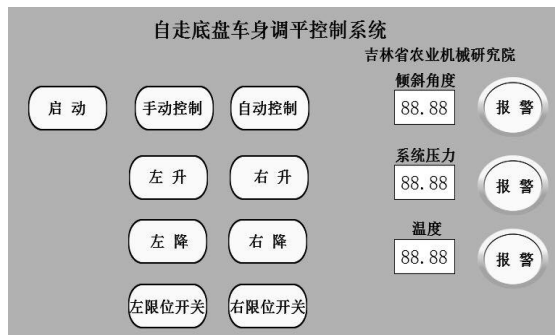


图6 车身调平控制系统界面

6 试验结果分析

通过设置三种不同高度单边桥来模拟地面坡度,使拖拉机一侧履带通过单边桥,让车身倾斜,如图7所示。



图7 单边桥试验

通过传感器接收到倾斜角度数据,进而实现车身调平。本研究进行三组试验,坡度分别是 3° 、 6° 、 10° 每组3次,每组距离为20 m。由于拖拉机的抖动加之车身惯性大出现短时跳跃,所以误差范围设置为 $1^\circ \sim 1.5^\circ$,试验结果如表1所示。

表1 试验结果

次数(坡度)	1(3°)	2(6°)	3(10°)
车身	+2.4°	+4.6°	+8.7°
	+2.8°	+4.9°	+9.2°
	+3.6°	+5.8°	+11.4°

试验结果分析得出,试验中在不同坡地下车身都能调整至水平状态,所设计的车身调平系统可以满足需求。

7 结束语

本研究介绍了自走底盘试验装置、控制系统及液压部件,并通过应用C470控制器与触摸屏、液压系统通过对自走底盘车身调平控制系统的深入分析和研究,设计了自走底盘车身调平控制系统,该调平系统不仅结构更加简单,布线更加清晰,程序的稳定性也显著增强,系统操控性、集成性不断提升。最后对该系统的田间试验和数据采集进行了数据分析和处理。

试验结果表明,传统模式控制系统中存在的问题在本课题中得到了很好的解决。该系统在调平过程中能够实现操作互锁、过载响应、自走底盘车身自动调平,提高了丘陵山区拖拉机自走底盘车身调平的自动化程度。本课题研究已经通过试验运行监测验证,具有非常重要的现实意义。

参考文献:

- [1] 王 涛,杨福增,王元杰.山地拖拉机车身自动调平控制系统的设计[J].农机化研究,2014(7):232-235.
- [2] 蔡红梅,汪孟丽,王巍巍,等.吉林省自然环境条件与农作物布局的调整[J].吉林农业科学,2008,33(3):58-61,65.
- [3] 佟 刚,王 涛,吴志勇,等.高精度倾角传感器在测量车载平台变形中的应用[J].光学精密工程,2010(1):1348-1352.
- [4] 蒋勇飞.Codesys 语言编程实现 Modbus Tcp Server[J].电气自动化,2012(6):14-16.
- [5] 曹建安,张乐平,吴 昊,等.采用倾角传感器实现空间旋转角度测量的解析方法研究[J].西安交通大学学报,2013(10):110-114.
- [6] 杨小凡.CoDeSys 中 CAN 总线的应用[J].可编程控制器与工厂自动化,2014(3):92-93.
- [7] 徐 峰,王 蔚,王 聪,等.中草药微波真空连续干燥机控制系统的设计[J].机电工程,2014(1):67-71.
- [8] 谢 斌,李 皓,朱忠祥,等.基于倾角传感器的拖拉机悬挂机组耕深自动测量方法[J].农业工程学报,2013(4):15-19.
- [9] 李 霖,贺锦鹏,刘卫国,等.先进驾驶辅助系统人机交互界面评价方法研究[J].汽车技术,2014(2):58-62.
- [10] Lei Li. Rectified fractional order iterative learning control for linear system with initial state shift[J]. Advances in Difference Equations, 2018, 2018(1): 1-18.