

【武器装备】

某型火箭炮车体倾斜检测仪设计

吴华强, 战延谋

(陆军军官学院, 合肥 230031)

摘要: 在分析某型火箭炮车体调平方法的基础上, 设计了一种辅助调平装置的倾斜检测仪, 对该检测仪的组成、功能、工作原理和结构设计中的主要关键技术进行了研究。

关键词: 倾斜检测仪; 无线数传; 调平装置

中图分类号: E924

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2011)10-0033-04

Design of a Certain Type of Rocket-Artillery's Tilting Detection System

WU Hua-qiang, ZHAN Yan-mou

(Army Officer Academy of PLA, Hefei 230031, China)

Abstract: Based on analyzing how to adjust certain type of rocket artillery's bodywork to smooth, we designed a sort of gradiometer used for enhancing the system of level-regulator. Further more we studied the regulator thoroughly such as its composing, function, working-principle, and main key-technique in the structure-design and so on.

Key words: tilting detection system; wireless data-transmission; system of level-regulator

武器系统平台的快速精确调平能反映武器的性能。倾斜检测仪的设计, 能够实现武器系统平台倾斜度的快速测量、计算并实现无线数传, 解决了传统调平方法耗时长、精度差和过程繁琐等问题, 对提高某型火箭炮的作战能力具有重要的作用。

- 1) 精度高于 $\pm 00 - 00.2 (\pm 0.012^\circ)$;
- 2) 使用环境温度为 $-40^\circ\text{C} \sim +55^\circ\text{C}$ 。

1 系统组成及结构设计

倾斜检测仪设计包括: 倾角传感器的选型、数据处理与无线数传电路设计。倾斜检测仪机壳采用铝合金整体加工, 内置倾角传感器、电路板、电池和无线发射模块等, 水平检查座采用优质合金钢, 表面水平度和光洁度优于水准仪标准, 与机壳由螺钉固连, 发射机天线位于机壳的上方, 使用时旋上, 装箱时可以旋下或折叠放倒(见图1)。

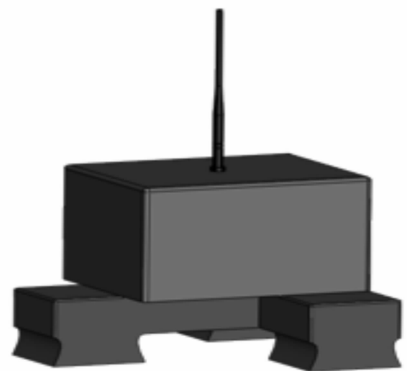


图1 检测仪结构设计

2 倾角传感器选型

倾角传感器用于感应火箭炮车体的纵横向倾斜度, 基本技术要求如下:

根据以上基本要求, 选用北京星网宇达科技开发有限公司的 TW-TS1110 倾角传感器, 该传感器内嵌微控制器和高精度 A/D 转换器, 其传感元件与数字电路的完美结合, 可以保证极高的精确度, 通过测量重力加速度在其敏感轴上的分

收稿日期: 2011-09-08

作者简介: 吴华强(1986—), 男, 硕士, 主要从事军事检测方面的研究。

量,最终解算出传感器相对于水平面的倾斜角度,内置温度补偿可修正传感器的温度漂移,数字更新率可达 10 Hz。加速度传感器的测量依靠两片弹性间距的平板电容,改变间距即可改变电容,从而改变输出电压^[1]。该传感器测量精度高、体积小,适合多种环境下使用,并可自行设定水平零点,以数字方式输出,抗震能力强,耐冲击性能好。主要技术指标见表 1。

表 1 倾角传感器技术指标

参数	名称	TW-TS1110 倾角传感器
输出速度		5 Hz
测量范围		$\pm 15^\circ$
分辨率		0.002°
精度		$\pm 0.005^\circ (\leq \pm 5^\circ)$
		$\pm 0.01^\circ (\leq \pm 15^\circ)$
单点重复性(1 σ)		0.001 5°
温度漂移		$\pm 0.001^\circ/\text{C}$
工作电压(DC、V)		8 ~ 15, 额定工作电压: 12 ± 0.5
工作电流(mA)		72 ± 2 (额定工作条件下)
串口数据格式		9 600, N, 8, 1
尺寸		90 mm × 60 mm × 50 mm
重量		300 g
环境温度		-40 °C ~ +55 °C

3 数据处理与无线数传电路设计

数据处理与无线数传电路的主要任务是接收倾角传感器的数据输出,计算每个千斤顶相对车体水平面所要调整的角度,并通过无线数传模块传输给操纵指示器。

3.1 电路设计

电路设计原理图如图 2 所示,主要包括主控制器电路、倾角传感器接口电路、无线数传模块接口电路、电源电路等。基本工作原理是:系统上电后,主控制器控制倾角传感器按固定间隔检测火箭炮车体姿态,将接收到的检测结果运算处

理,计算每个千斤顶的调整量,再通过无线数传模块发送给操纵指示器。

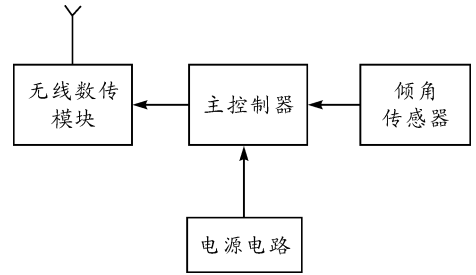


图 2 数据处理与无线数传电路设计原理

1) 主控制器及接口电路

主控制器采用 MSP430F149 单片机,串口 1 经 TTL-RS232 电平转换接倾角传感器,用于接收传感器输出数据,串口 2 经 TTL 电平接无线数传模块,发送车体纵横向倾斜角度和调整角度至操纵指示器。电路原理见图 3 所示。

2) 电源电路

电源采用 12 V/1 000 mAh 的锂电池,直接为倾角传感器供电,再经两路 DC-DC 转换,分别转换至 9 V 和 3.3 V,9 V 电源为无线数传模块供电,3.3 V 为主控制器及接口电路供电,充电电路采用 LM317 芯片,恒流方式充电。电源电路见图 4 所示。

3) 无线数传模块

无线传输相对有线传输具有一定的优势,如不占据空间、没有布线要求、成本低、可靠性高、维护方便及传输中的干扰较少等优点,这也在一定程度上提高了传输的可靠性^[2]。该倾斜检测仪对无线数传模块有以下要求:适当的通信距离,一般以不超过 30 m 为宜,通信功率过大,通信距离过远会造成炮炮之间相互干扰;较强的抗干扰能力,系统在较强的外界干扰中也能正常工作;较低的功耗,该装置野外应用,无固定供电电源,只能靠电池维持系统运行,故无线数据传输系统的低功耗非常重要。

根据上述要求,选择了 ZT-TR43F 无线数传模块,他是深圳振通公司推出的一款无线收发一体的低功耗通信模块。该模块的技术指标如下:载波频率 433 MHz,工作频率 428 ~ 435 MHz;最大发射功率 5 mW,接收灵敏度 -105dBm;采用 FSK 调制,前向信道纠错编码,抗干扰能力强;有 8 个工作信道可供选择;传输速率 9.6 kbps;降低噪声放大器 LNA、功率放大器 PA、压空振荡器 VCO 等大部分功能集成在芯片内,外围电路简单易于开发。

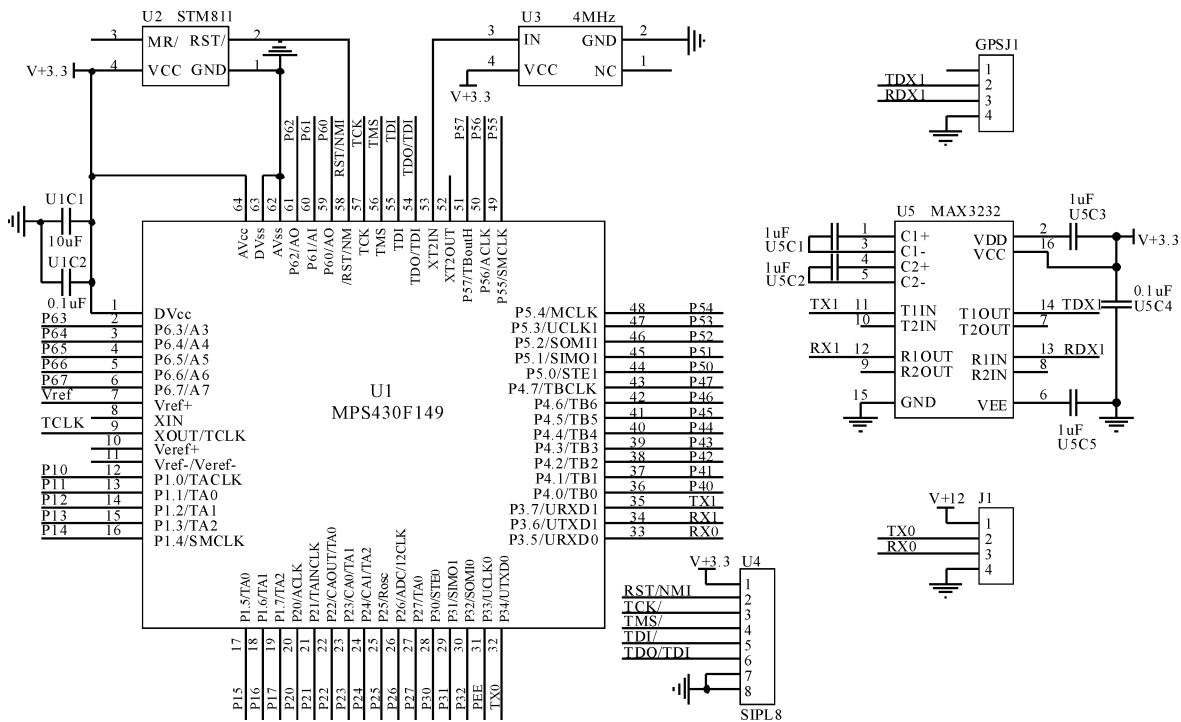


图3 主控器及接口电路原理

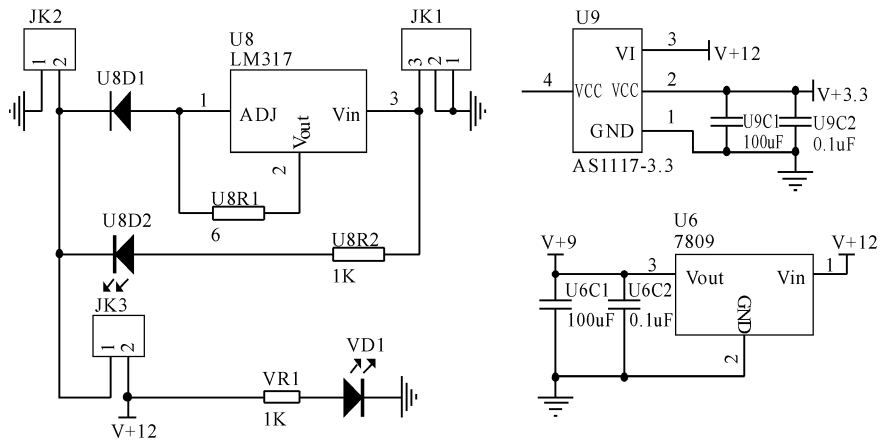


图4 电源电路

无线模块 ZT-TR43F 与单片机接口提供了 RS232/TTL/RS485 共 3 种接口方式,本系统采用 TTL 接口方式,方便与 MSP430F149 单片机相接,电路接口图如图 5 所示。其中 MSP430 单片机的 RXD、TXD 口分别与无线模块的 TXD、RXD 口相接,地线相接。

考虑到多个辅助调平装置同时工作,为防止其相互干扰,采取不同的通信信道或不同编码方式识别,每个装置上带有拨码盘,通过拨码盘设置各自的通信信道或识别码。

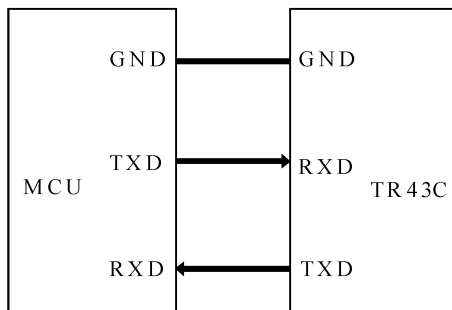


图5 TR43C 与单片机接口示意图

3.2 调整角度运算

主控制器接收到车体的纵横向倾斜角度后,需要计算每个千斤顶相对调整的角度,角度计算的几何关系见图6。

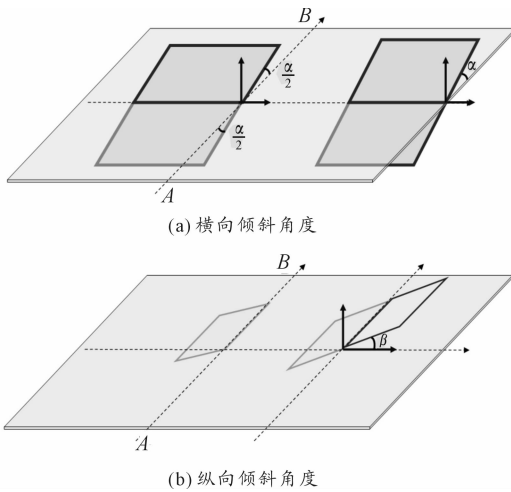


图6 角度计算关系图

如图6所示,车体水平倾斜角度可反映在横向和纵向2个方向,图6中(a)和(b)分别为横向和纵向倾斜角度,设 α 和 β 为倾角传感器得出的横向和纵向角度。

若 α 大于0,则A端千斤顶打高,B端千斤顶打低。两端千斤顶各位移距离约为 $\frac{\alpha}{2}$ 乘以AB端点间隔的一半,然后调整千斤顶直到横向水准气泡居中。

若 β 大于0,则A端和B端同时打低,若 β 小于0,则A端和B端同时打高。打高过程中调整千斤顶直到纵向水准气泡居中。

4 软件设计

4.1 软件功能

- 1) 检测操纵指示器连接状态;
- 2) 连续读取纵横向倾斜角度并求平均值;
- 3) 将角度值发送给操纵指示器。

4.2 开发平台

软件开发选择与装置硬件中单片机相适应的IAR开发平台,使用C语言开发。

4.3 软件流程

调平软件完成读取纵、横向倾斜角度值,模拟显示水准

气泡指示,计算并显示左右千斤顶调整方向等功能,其工作流程如图7所示。

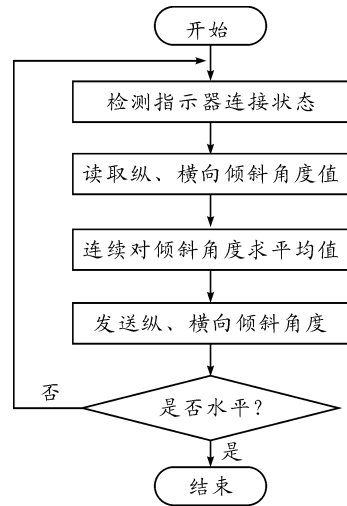


图7 倾斜检测仪软件流程

倾斜检测仪端程序通过串口读取到倾角传感器的纵、横向倾斜角度值,根据角度值分别计算出左、右千斤顶的调整方向和模拟水准气泡的中心位置坐标,然后将这些值通过串行通信分别发送到左、右操纵指示器上。

5 结束语

介绍了某型火箭炮车体辅助调平系统倾斜检测仪的结构设计和工作原理。该检测仪将传感器、数据模块和无线数传技术有机的结合到一起,能实现车体倾斜度的自动快速检测、计算并传输。该仪器具有操作简单、控制灵活、检测迅速的特点,能提高某型火箭炮的机动性与调平精度。

参考文献:

- [1] 吴延荣,王克河.基于MMA7260Q的数字倾角传感器设计[J].微计算机信息,2010(19):113-114.
- [2] 蔡长青,李琳娜.无线数传模块的设计[J].光机电信息,2007(4):38-41.

(责任编辑 周江川)