



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112623269 A

(43) 申请公布日 2021.04.09

(21) 申请号 202011413224.7

(22) 申请日 2020.12.04

(71) 申请人 中国航空工业集团公司成都飞机设计研究所

地址 610091 四川省成都市青羊区日月大道1610号成都飞机设计研究所计划发展部

(72) 发明人 罗旋 周宇 张佚 李永宁 李立坤 叶茂吉

(74) 专利代理机构 中国航空专利中心 11008 代理人 陆峰

(51) Int. Cl. B64F 5/60 (2017.01)

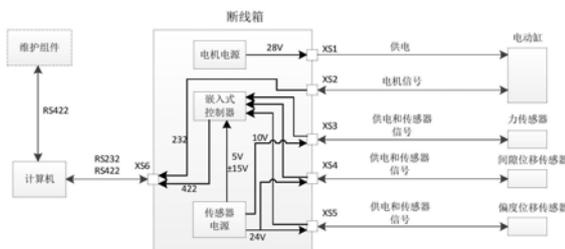
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测方法及设备

(57) 摘要

本发明涉及一种基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测方法及设备,上位机通过RS232串口控制电动缸给舵面施加连续的加载力,嵌入式控制器实时采集力传感器、间隙位移传感器,经过低通滤波、信号放大和差分采集后,通过RS422串口发送到上位机,经上位机解析后实时绘制成力一位移曲线,并计算出舵面间隙值,上位机通过RS422串口向机上维护组件发送舵面偏转控制指令,驱动舵面偏转,嵌入式控制器实时采集偏度位移传感器信号,通过RS422串口发送到上位机,经上位机解析计算出舵面偏度值,电机电源为电动缸供电。本发明实现了设备自检测、自动化测试、试验数据自动采集判读,舵面间隙位移测量、舵面偏度位移测量精度高,具有良好的可靠性、维护性、安全性。



1. 一种基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测设备,包括:上位机、嵌入式控制器、电机电源、传感器电源、力传感器、间隙位移传感器、偏度位移传感器、夹具和电动缸,其特征在于,上位机通过RS232串口控制电动缸给舵面施加连续的加载力,嵌入式控制器实时采集力传感器、间隙位移传感器,经过低通滤波、信号放大和差分采集后,通过RS422串口发送到上位机,经上位机解析后实时绘制成力一位移曲线,并计算出舵面间隙值,上位机通过RS422串口向机上维护组件发送舵面偏转控制指令,驱动舵面偏转,嵌入式控制器实时采集偏度位移传感器信号,经过低通滤波、差分采集后,通过RS422串口发送到上位机,经上位机解析计算出舵面偏度值,电机电源为电动缸供电,传感器电源为力传感器、间隙位移传感器、偏度位移传感器、嵌入式控制器供电,夹具用于安装和连接电动缸、力传感器、间隙位移传感器、偏度位移传感器和舵面。

2. 如权利要求1所述的基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测设备,其特征在于,上位机提供了人机交互接口,与嵌入式控制器、机上维护组件通过RS422串口通讯,与电动缸通过RS232串口通讯,实现了指令发送、数据解析、计算结果、查看打印报表和查看历史数据功能,通过加载配置文件可适配不同机型飞控舵面间隙及偏度检测。

3. 如权利要求1所述的基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测设备,其特征在于,嵌入式控制器采用PowerPC+CPLD架构实现,具备自检测、过流保护和故障隔离功能,实时采集力传感器、间隙位移传感器、偏度位移传感器信号,经低通滤波、信号放大后通过RS422串口上传到上位机。

4. 如权利要求1所述的基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测设备,其特征在于,电机电源为电动缸提供28VDC 3A供电,精度 $\pm 1\%$ 。

5. 如权利要求1所述的基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测设备,其特征在于,传感器电源为力传感器提供10VDC 0.5A供电,为间隙位移传感器、偏度位移传感器提供24VDC 1A供电,为嵌入式控制器提供5VDC 2A、 ± 15 VDC 0.5A供电,精度均为 $\pm 1\%$ 。

6. 如权利要求1所述的基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测设备,其特征在于,力传感器将电动缸对舵面施加的力以电压信号的形式传送到嵌入式控制器,力传感器有效测量范围为120kg,精度为 $\pm 0.03\%F.S.$ 。

7. 如权利要求1所述的基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测设备,其特征在于,间隙位移传感器将舵面受力时的位移量以电流信号的形式传送到嵌入式控制器,间隙位移传感器有效测量范围为-4mm~4mm,精度为0.01mm。

8. 如权利要求1所述的基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测设备,其特征在于,偏度位移传感器将舵面偏转的位移量以电压信号的形式传送到嵌入式控制器,偏度位移传感器有效测量范围为0~750mm,精度为 $\pm 0.1\%FS.$ 。

9. 如权利要求1所述的基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测设备,其特征在于,夹具为电动缸提供安装支撑,并连接电动缸、力传感器、间隙位移传感器、偏度位移传感器和舵面;电动缸接受上位机指令完成启停、伸缩控制,电动缸行程为30mm,具备限位保护功能。

10. 如权利要求2所述的基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测设备,其特征在于,上位机根据一套舵面间隙及偏度检测方法自动计算出舵面间隙值和舵面偏度值。

一种基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测方法及设备

技术领域

[0001] 本发明属于航空电子技术领域,尤其适用于飞机飞控系统舵面间隙及偏度检测设备设计。

背景技术

[0002] 舵面间隙及偏度自动检测设备是为各型号飞机研制的一种适用于外场检测的地面设备,适用于飞机总装后、更换作动器后、定检时检查飞控系统各舵面的间隙和偏度值。

[0003] 国内外飞机飞控系统舵面间隙测量多采用手动方式加载舵面驱动力,配合模拟电路采集传感器信号;舵面偏度值采用量角尺测量,通过试验人员观察得到舵面偏度结果。带来的问题包括:测量效率低、测量精度低、测量结果可信度低。

发明内容

[0004] 本发明提出了一种基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测方法及设备,该发明能够实现舵面间隙及偏度自动测试、自动判读和高精度采集,有效解决了上述问题。

[0005] 本发明技术方案为一种基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测方法及设备,包括:上位机、嵌入式控制器、电机电源、传感器电源、力传感器、间隙位移传感器、偏度位移传感器、夹具和电动缸,其特征在于,上位机通过RS232串口控制电动缸给舵面施加连续的加载力,嵌入式控制器实时采集力传感器、间隙位移传感器,经过低通滤波、信号放大和差分采集后,通过RS422串口发送到上位机,经上位机解析后实时绘制成力一位移曲线,并计算出舵面间隙值,上位机通过RS422串口向机上维护组件发送舵面偏转控制指令,驱动舵面偏转,嵌入式控制器实时采集偏度位移传感器信号,经过低通滤波、差分采集后,通过RS422串口发送到上位机,经上位机解析计算出舵面偏度值,电机电源为电动缸供电,传感器电源为力传感器、间隙位移传感器、偏度位移传感器、嵌入式控制器供电,夹具用于安装和连接电动缸、力传感器、间隙位移传感器、偏度位移传感器和舵面。舵面间隙及偏度自动检测设备系统连接原理如图1所示。

[0006] 舵面间隙及偏度自动检测设备的软硬件均使用了模块化设计,提高了设备的集成度,减少了故障率。实现了测试过程全自动化,减少了人为引入的误差,提高了测试精度。上位机通过加载不同的配置文件,使得设备可以快速适配不同飞机型号,提高了设备的通用性和灵活性。

[0007] 舵面间隙及偏度自动检测设备实现了设备自检测、自动化测试、试验数据自动采集判读,以及舵面间隙位移测量精度 $\leq 0.01\text{mm}$ 、舵面偏度位移测量精度 $\leq 1\text{mm}$,同时,具有良好的可靠性、维护性、安全性。

附图说明

[0008] 图1舵面间隙及偏度自动检测设备系统电气连接原理图

[0009] 图2嵌入式控制器硬件架构示意图

- [0010] 图3舵面偏度检测夹具安装示意图
[0011] 图4舵面间隙检测方法示意图
[0012] 图5舵面偏度检测方法示意图

具体实施方式

[0013] 本发明设备由上位机、嵌入式控制器、电机电源、传感器电源、力传感器、间隙位移传感器、偏度位移传感器、夹具和电动缸组成,上位机提供了人机交互接口,用于完成飞控系统舵面间隙和偏度测试的控制和结果分析,当进行舵面间隙测试时,上位机通过RS232串口控制电动缸自动运动,同时按照指定的通讯协议接收嵌入式控制器上传的力传感器、间隙位移传感器采集数据,并将数据以图形界面的方式显示出来,试验结束后,上位机将根据一套舵面间隙检测方法自动计算出被测舵面的间隙值,并进行判读,填入到报表中。当进行舵面偏度测试时,上位机通过RS422串口向机上维护组件发送舵面偏转控制指令,驱动舵面偏转,同时按照指定的通讯协议接收嵌入式控制器上传的偏度位移传感器采集数据,试验结束后,上位机将根据一套舵面偏度检测方法自动计算出被测舵面的偏度值,并进行判读,填入到报表中。

[0014] 舵面间隙及偏度自动检测设备采用了两个电源,电机电源为电动缸提供提供28VDC 3A供电,传感器电源为力传感器提供10VDC 0.5A供电,为间隙位移传感器、偏度位移传感器提供24VDC 1A供电,为嵌入式控制器提供5VDC 2A、±15VDC 0.5A供电。

[0015] 嵌入式控制器采用PowerPC+CPLD架构实现,硬件架构如图2所示,具备自检测、过流保护和故障隔离功能,嵌入式控制器接受到上位机自检指令后开始自检测,并将自检测结果上传到上位机显示。嵌入式控制器采用FIFO设计,保证接收和发送数据的完整性,设计了4路低通滤波、差分采集电路,采集通道采用隔离设计,设计了1路低通滤波、放大电路,增益误差为1%。嵌入式控制器能够实时采集力传感器、间隙位移传感器、偏度位移传感器信号,经低通滤波、信号放大后通过RS422串口上传到上位机。

[0016] 夹具由力矩加载台和位移检测台两部分组成,进行舵面间隙检测时,力矩加载台为电动缸提供安装支撑,并连接电动缸、力传感器和舵面,移检测台为间隙位移传感器提供安装支撑,并连接间隙位移传感器和舵面。上位机通过RS232串口向电动缸发送指令,控制电动缸启停和伸缩,在一次试验过程中,电动缸依次执行启动、伸出、缩回、反向伸出、缩回到初始位置几个步骤。力传感器安装在电动缸与舵面之间,间隙位移传感器贴合在舵面上,当电动缸运动时,力传感器和间隙位移传感器将舵面受到的力和变化的位移以电信号形式传输到嵌入式控制器采集。进行舵面偏度检测时,仅需要移检测台为偏度位移传感器提供安装支撑,并连接偏度位移传感器和舵面,安装方式如图3所示。上位机通过RS422串口向机上维护组件发送舵面偏转控制指令,驱动舵面偏转,并拉动偏度位移传感器的拉绳,偏度位移传感器将舵面偏转的位移以电信号形式传输到嵌入式控制器采集。嵌入式控制器将采集的力传感器、间隙位移传感器、偏度位移传感器信号,经低通滤波、信号放大后通过RS422串口上传到上位机,上位机解析数据后绘制成力一位移曲线,如图4所示,横坐标为舵面位移,纵坐标为舵面受力,上位机采用线性回归算法作加载曲线在转折处的切线,然后取切线与横座标的交点之间距离 ΔX ,最后根据下面的公式求出舵面间隙值。

$$[0017] \quad \Delta\alpha = \arctan\left(\frac{\Delta X}{L}\right) \dots\dots\dots (1)$$

[0018] $\Delta\alpha$ 为舵面间隙(°)；

[0019] ΔX 为加载曲线在转折处的切线与横座标的交点之间距离的(mm)；

[0020] L 为夹具安装位置到舵面转轴的距离(mm)。

[0021] 舵面偏度检测方法如图5所示,上位机解析偏度位移传感器数据后,根据下面的公式求出舵面偏度值。

$$[0022] \quad \Delta\beta = 2 \times \arcsin\left(\frac{\Delta X}{2L}\right) \dots\dots\dots (2)$$

[0023] $\Delta\beta$ 为舵面偏度(°)；

[0024] ΔX 为上位机解析的舵面位移(mm)；

[0025] L 为夹具安装位置到转轴的距离(mm)。

[0026] 实施案例

[0027] 以某型飞机的副翼舵面间隙及偏度检测为例来说明一种基于嵌入式的舵面间隙及偏度自动检测方法及设备在实际案例中的应用。在进行副翼舵面间隙检测前,首先应按照图1完成所有电气连接后,打开“机电源”开关和“传感器电源”开关,启动上位机。上位机向嵌入式控制器发送“自检”指令,嵌入式控制器完成自检后上报自检结果,上位机弹出文字窗口,若文字内容为“自检成功”则表明设备自检成功,可以继续试验,若文字内容为“CH X通道异常”X代表相应通道号,则说明自检失败,需进行排查。然后通过上位机控制电动缸伸缩,把电动缸的行程调到-2mm~+2mm刻度位置后完成力矩加载台与电动缸、力传感器和副翼之间的安装,移检测台与间隙位移传感器、副翼之间的安装,确保各部件连接稳固。在上位机中选择舵面间隙检测、当前试验项目,填写试验信息、试验人员,点击“启动”按钮后上位机对力传感器、间隙位移传感器数据自动校零,校零结束后上位机自动控制电动缸完成一次运动循环,同时接收嵌入式控制器上传的力传感器、间隙位移传感器数据,解析后实时绘制出力—位移曲线,电动缸停止运动后点击“停止”按钮,上位机将根据上文阐述的舵面间隙自动检测方法计算出舵面间隙值,并填入到测试报表中,如果测试结果符合要求显示为黑色,否则显示为红色。在上位机中选择舵面偏度检测,点击“启动”按钮后上位机对偏度位移传感器数据自动校零,校零结束后上位机向机上维护组件发送舵面偏转指令,同时接收嵌入式控制器上传的偏度位移传感器数据,舵面停止运动后点击“停止”按钮,上位机将根据上文阐述的舵面偏度自动检测方法计算出舵面偏度值,并填入到测试报表中,如果测试结果符合要求显示为黑色,否则显示为红色。在上位机中可以查看所有已完成试验的历史数据,包括历史力—位移曲线和测试间隙值、偏度值。对其他舵面的间隙及偏度检测过程和上述类似,只需要调整夹具和选择上位机中对应的试验项目。

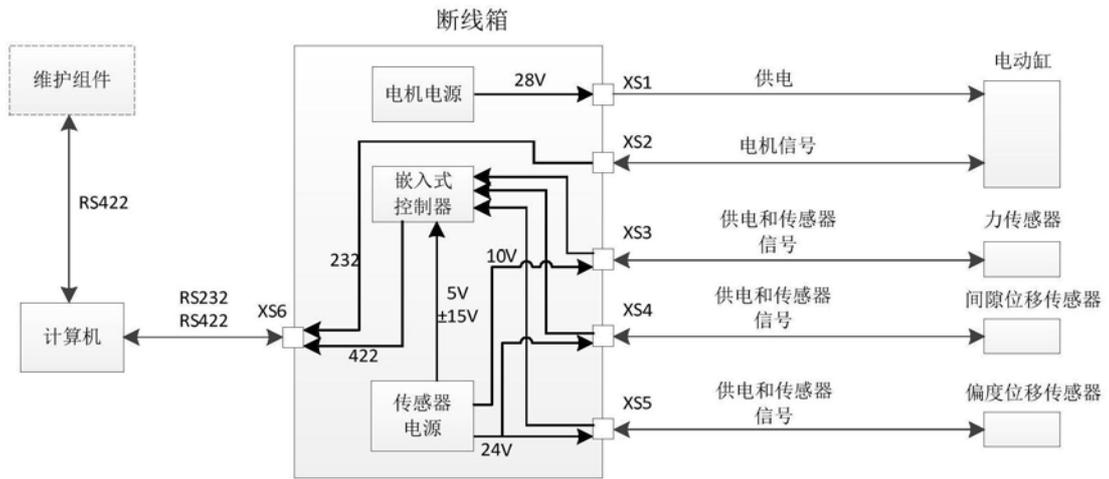


图1

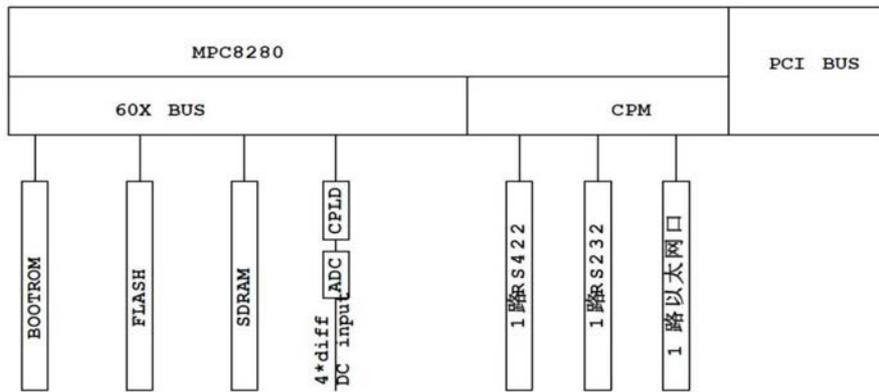


图2



图3

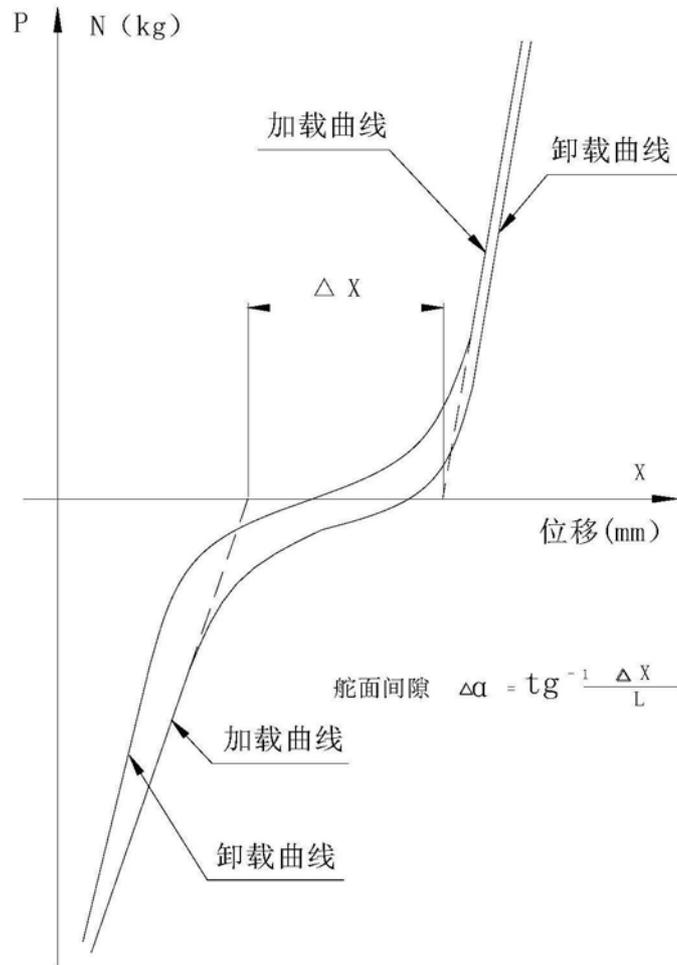


图4

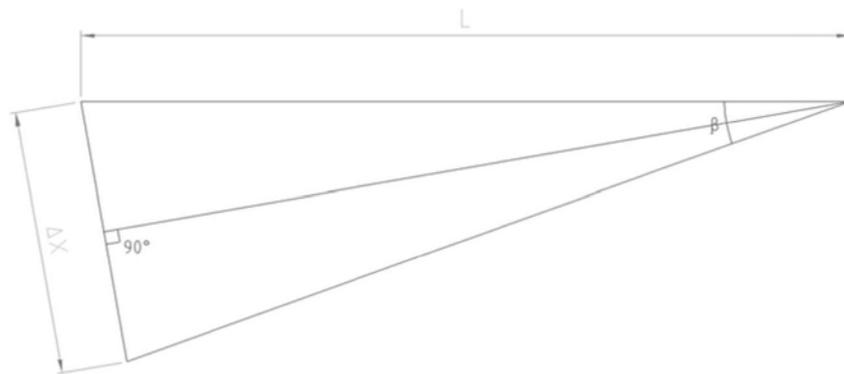


图5