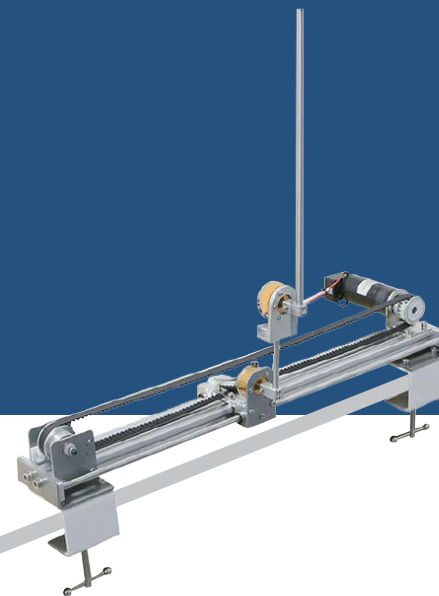


ROS教育就选轮趣
Learn ROS, choose WHEELTEC



IP870标准版二阶直线倒立摆



轮趣科技

[销售热线] 189 2910 3027

[邮箱地址] sales@wheeltec.net

[官网网址] www.wheeltec.net

[研发总部] 东莞市松山湖园区工业北四路5号工业大厦三楼

[生产总部] 东莞市松山湖园区工业北四路1号9栋二楼



关注公众号
了解更多信息

用户手册

前言

感谢您购买轮趣科技(东莞)有限公司研发的IP870标准版二阶直线倒立摆。

本手册阐述了IP870标准二阶直线倒立摆软硬件的详情参数信息,以及对倒立摆的使用方法与功能作详细介绍。在使用本公司产品时如有任何疑问,请查阅相关使用手册或说明书,也可在各电商平台联系我们的技术客服,我们会在最短时间内解答您的诉求。

产品说明

描述:

IP870 标准二阶直线倒立摆是轮趣自研推出的面向教学科研领域的重磅产品,采用低成本、轻量化的方式提供一个方便简洁的算法验证平台,同时开源所有软件,遥遥领先于市场上现有的倒立摆相关教学科研产品。

应用:

- | 算法验证平台
- | 教学科研平台

开发环境要求:

- | Windows 平台
- | Keil MDK软件
- | STM32CubeMX软件

IP870产品特点:

- | 机械结构轻量化、可随时拆卸移动
- | 电控简洁,只有MCU+电机驱动
- | LQR控制算法平衡
- | 良好的抗干扰能力

目录

前言	01
一、产品简介	03
1.1 产品整体架构	03
1.2 产品功能简介	04
二、倒立摆硬件介绍	04
2.1 倒立摆机械部件介绍	04
2.2 倒立摆电控部件介绍	05
三、倒立摆的使用方法	06
3.1 安装与中值调整 (请务必完成)	06
3.2 倒立摆系统接线	11
3.3 倒立摆上电测试	12
3.4 使用PC上位机查看波形	13
3.5 倒立摆功能汇总介绍	14
四、角位移传感器注意事项	15
五、电机简介与注意事项	16

一、产品简介

1.1 产品整体架构

发货包装里有IP870标准二阶直线倒立摆的各个部件,包含机械滑轨部分(由1个限位开关、1个角位移传感器、1个电机、1个滑块、2个固定底座和导轨组成),一个带角位移传感器的摆杆。组装完成后IP870整体框架如示意图1-1。

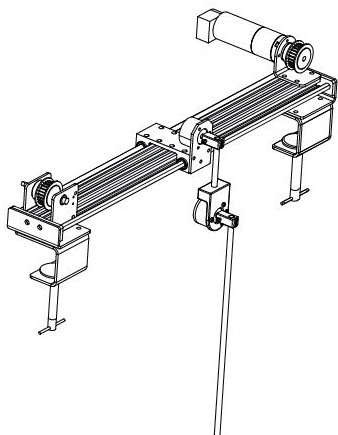


图1-1 标准二阶直线倒立摆安装示意图

组装方法如下:

- ①将两个固定底座夹到桌子上,固定机械滑轨部分。
- ②拿起摆杆,将摆杆套进滑块上的角位移传感器旋钮上,拧上嵌套部分的两颗螺丝,先不要拧紧,方便后续进行调节。调节细节请查章节4.1。
- ③将角位移传感器的线、限位开关上的线、电机与编码器线往后理顺,避免导轨上出现线材或其他障碍物。

1.2 产品功能简介

IP870标准二阶直线倒立摆使用LQR控制算法控制两个摆杆倒立平衡,该系统运行频率为100Hz,各传感器数据采集频率与电机控制频率为500Hz。各传感器精度如下:电机尾部自带的编码器分辨率 0.72° ,结合电机减速比位置测量分辨率为 0.00981mm ;角度传感器为模拟量输出,测量分辨率为 0.088° 。

二、倒立摆硬件介绍

2.1 倒立摆机械部件介绍

IP870标准二阶直线倒立摆机械部分由导轨、1个限位开关、1个带编码器电机、1个滑块、2个固定底座、2个角位移传感器、摆杆部分组成。各部件位置如图2-1所示。

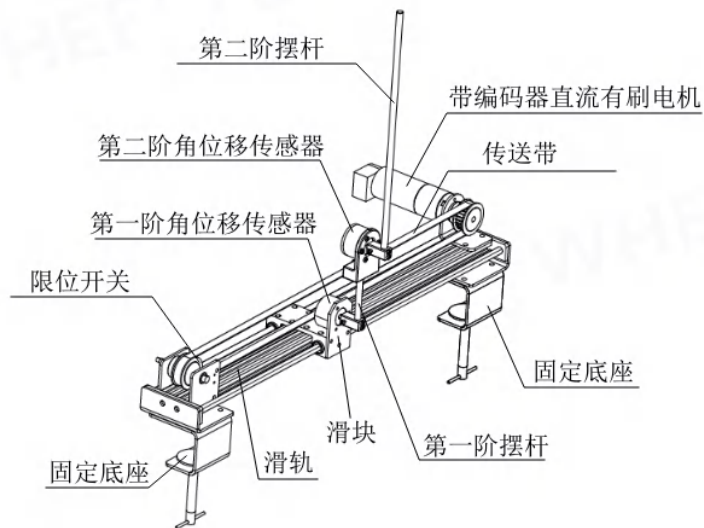


图2-1 标准二阶直线倒立摆机械介绍

其中硬件参数信息如下表：

尺寸	585*460*170mm(含摆杆)	滑轨有效行程	395mm
重量	3.3Kg(含摆杆)	编码器参数	500线AB相高精度GMR编码器

对在该系统中重要的硬件电机作如下参数介绍：

电机型号	额定电压	额定转速(减速后)	额定扭矩	空载电流	额定电流	堵转电流	额定功率
MD36P5.18	24V DC	1690±170rpm	2.6KG.cm	0.3A	2.3A	7A	35W

对重要硬件角位移传感器作如下参数介绍：

电阻值	线性度	电气转角	机械转角	额定功耗	平滑性
5K±15%	0.1%	345°±2°	360°连续	2W	±0.1%

2.2 倒立摆电控部件介绍

IP870标准二阶直线倒立摆电控部分由3块电路板相互连接而成。

如图2-2所示。

上层板：MCU主控器，芯片采用STM32F103RCT6，除了单片机最小系统外，该电路板上的资源还包含OLED显示屏接口、一个复位按键、一个可编程的用户按键、一个可编程的用户LED灯。

中层板：拓展板，用于引出接口，方便各硬件传感器的连接。其中包含1个限位开关接口、1个电机编码器接口、2个角位移传感器接口、1个急停开关、1个电源输入端子、2个可编程按键；电源电压输入要求为5~24V。

下层板：电机驱动板，用于驱动电机运动，电压输入范围7~24V；在二阶倒立摆系统上，需要输入24V电压作为电源，保证功率满足系统要求。

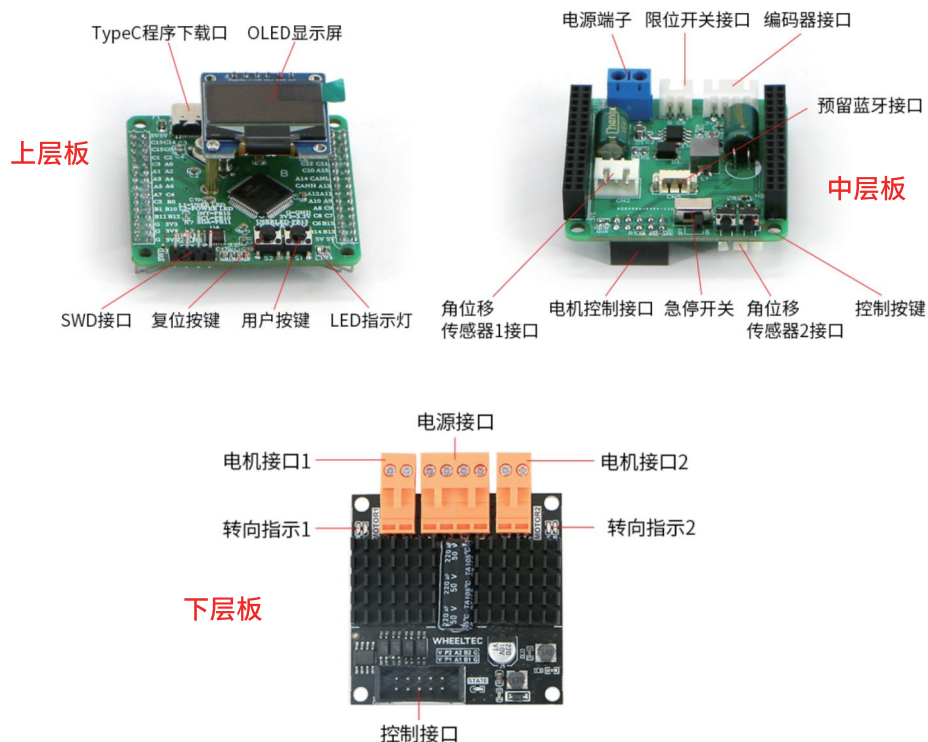
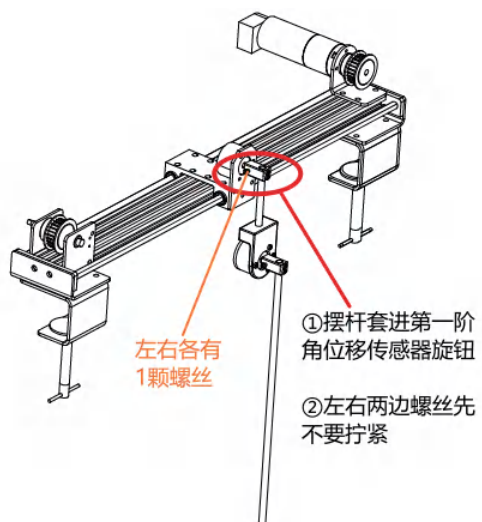


图2-2 标准二阶直线倒立摆电控介绍

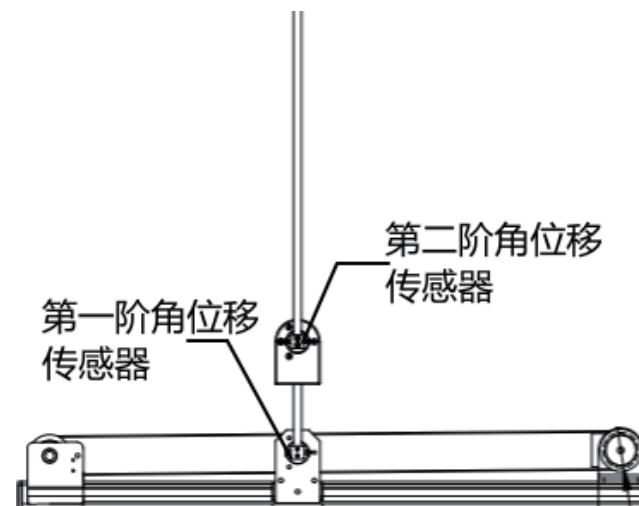
3.倒立摆的使用方法

3.1 安装与中值调整 (请务必完成)

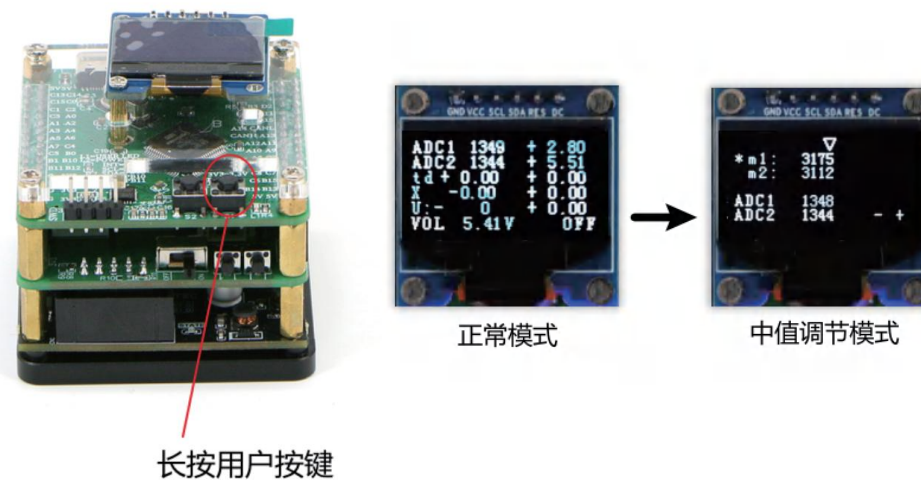
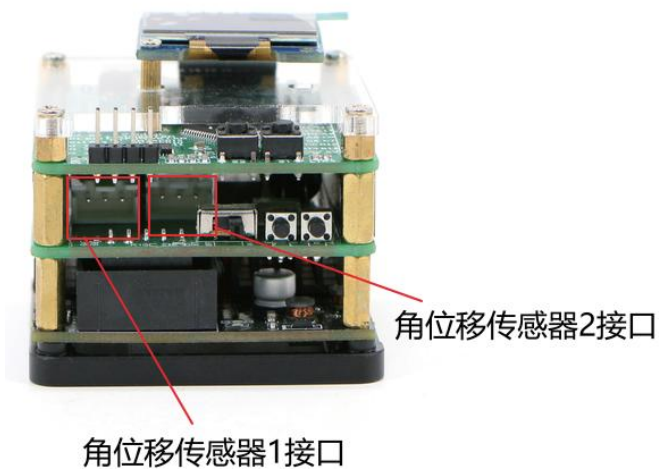
- 1.首先固定好机械底座，确保周围没有障碍物阻挡。
- 2.拿起摆杆套进第一阶角位移传感器的旋钮，拧上摆杆上左右两颗螺丝，注意先不要拧紧。



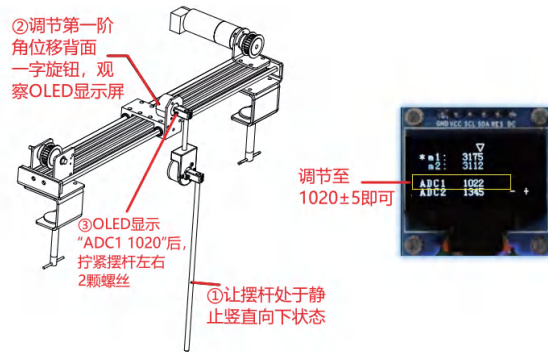
3. 接上两个角位移传感器的3Pin线, 第一阶角位移传感器接角位移传感器1接口, 第二阶角位移传感器接角位移传感器2接口; 然后接上TypeC接口或T头电源给板子上电。



4. 上电后, 长按控制板上右边的用户按键, 将页面切换到中值调节模式。



5. 进入调整模式页面后,让摆杆保持垂直向下静止的状态。拿起一字螺丝刀,从第一阶角位移传感器的背面拧动旋钮开始调节。调节的同时观察显示屏上的“ADC1”数值,将该数值调节至 1020 ± 5 附近。调节完毕后,上紧摆杆左右两边的螺丝。

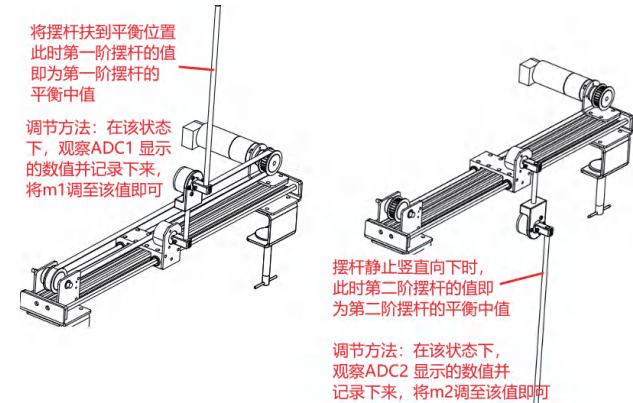


6. 上紧螺丝后,用手把第一阶摆杆扶到平衡位置,此时观察“ADC1”的数值(例:此时ADC1数值显示3120),这个数值就是我们第一阶摆杆的中值,我们需要将“m1”的数值调整至该值。

调节方法:单击用户按键可选择调节哪一位数(符号“▽”代表被选中),中间层版的左右按键分别对应数值的减和加。双击用户按键可在“m1”和“m2”之间选择调节哪一个数值(符号“*”代表被选中)。



7. 第一阶中值调整完毕后,接着继续让摆杆处于垂直向下静止的状态,观察“ADC2”的数值(例:此时ADC2数值显示3120),这个数值就是第二阶摆杆的中值,我们需要将“m2”的数值调整至该值。调节方法同上。(注:由于第二阶摆杆没有拆卸过,故出厂时我们已经调试好,用户一般不需要调节)



8. 在安装完毕和调整后“m1”和“m2”数值后,再次长按用户按键,让显示屏页面切换回正常页面,此时“m1”和“m2”的数值会自动保存。至此,倒立摆安装与中值调节的工作已完毕。



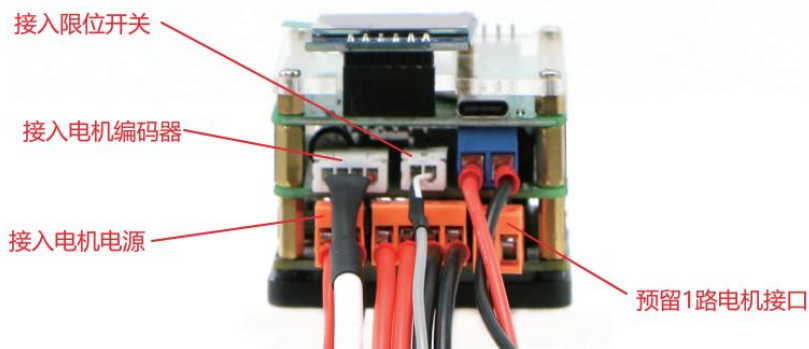
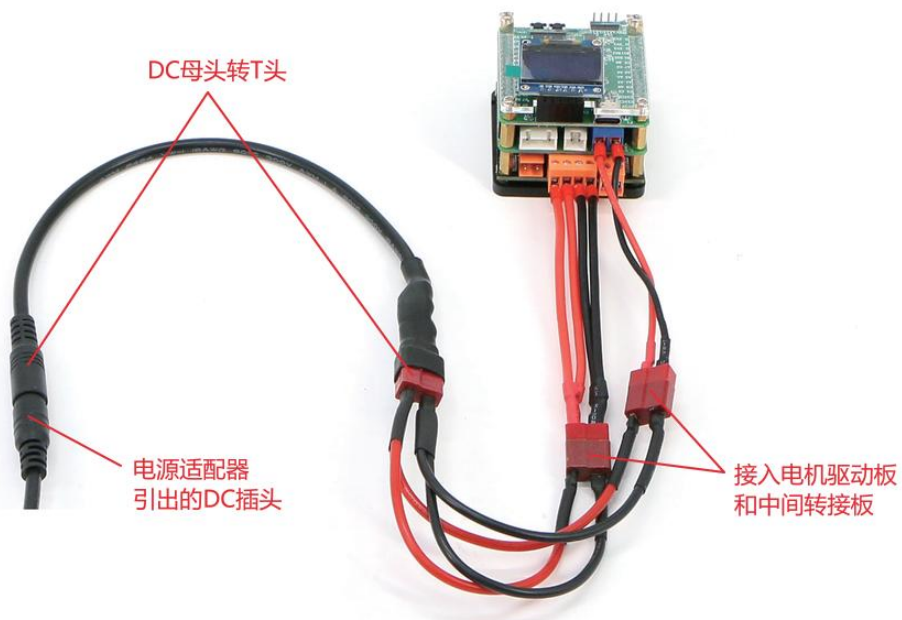
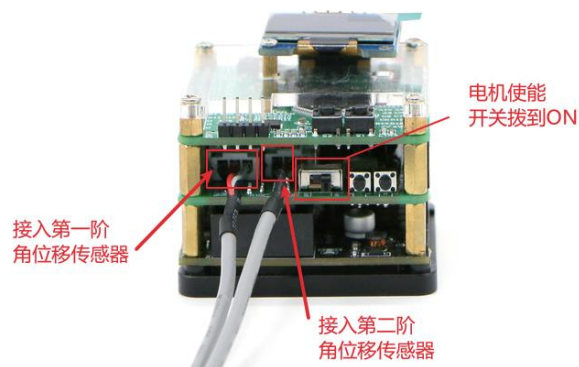
中值调节模式

正常模式

长按用户按键,从中值调节模式回到正常模式,此时中值m1、m2会自动保存(掉电保存)

3.2 倒立摆系统接线

在进行电控接线时,请关闭主电源(适配器电源先不接),不要带电操作,避免发生短路意外。接线如下图所示。



在检查接线无误后,最后再插上适配器电源进行整个系统上电。

3.3 倒立摆上电测试

在完成章节4.1、4.2后,即可对倒立摆进行上电测试。

- 1、接线完毕后,对倒立摆控制器上电。
- 2、确保滑轨上、以及摆杆周围没有障碍物阻挡,确保角位移传感器的线不会干涉到滑块运动。
- 3、单击控制器上的用户按键,滑块开始自动标定位移零点。零点标定完成后,滑块回到滑轨的中点,且LED状态变为以固定频率慢速闪烁的状态。
- 4、将摆杆扶到平衡的位置,单击用户按键,倒立摆即可开始平衡。开启平衡后建议用手辅助其平衡状态约2秒左右,待摆杆稳定后再松手,平衡效果更佳。
- 5、在倒立摆平衡后,可通过中间层板的左按键、右按键来分别控制倒立摆往左运动和右运动。
- 6、倒立摆控制器默认使用OLED显示屏显示系统的各个数据,数据含义如下图所示。

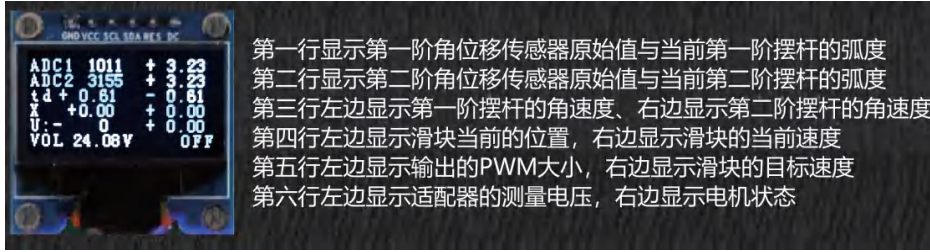


图3-1 OLED显示屏数据说明

除了使用OLED显示屏显示数据以外，控制器也可通过PC上位机显示波形。长按中间层板的右按键，当OLED屏幕的数据停止刷新时，代表进入了PC上位机波形显示模式。

3.4 使用PC上位机查看波形

倒立摆控制板上电之后，用microUSB数据线连接到上位机查看数据接口，**长按中间层板右按键**，当OLED显示屏停止刷新后，控制板会以波特率115200向PC机发送数据包。

接下来我们在电脑上**右键以管理员身份**打开MiniBalance上位机，开启之后选择对应的端口并设置好波特率即可通过上位机查看数据，非常方便。另外，计算和图形性能好的PC机还可以通过菜单中的扩展功能图形化显示数据！

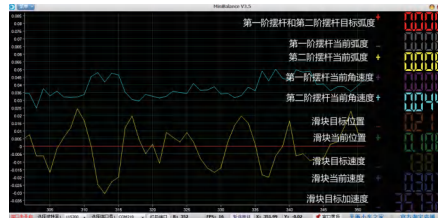


图4-1 MiniBalance上位机显示效果

3.5 倒立摆功能汇总介绍

①通过LED状态反馈系统所处状态

LED以固定频率快闪2次	系统启动后尚未进行过位移零点标定
LED以固定频率快闪3次	检测到编码器未连接
LED以固定频率慢闪	系统就绪，可以正常启动
LED以固定频率快闪	系统进入中值调节模式
LED以固定频率快闪4次	检测到限位开关未连接

②自动标定位移零点功能(开机以后只会执行1次)

系统第一次开机时，确保所有接线完整接入，单击用户按键，即可启动自动标定位移零点功能。

③手动标定位移零点功能

系统开机启动后，手动将滑块移动到想要的位置，双击用户按键，标定此位置为位移零点。

④启动后故障自检

1) 在编码器未连接时，单击用户按键启动后，可检测到编码器未连接，LED状态灯变为快闪3次代表编码器未连接或故障。

2) 在限位开关未连接时，当系统进行自动标定位移零点时，系统会检测出电机堵转，此时会停转电机，LED状态灯变为快闪4次，代表未检测到限位开关。

⑤急停开关

在任何时候如果发生电机飞转、堵转；可及时将急停开关拨动到OFF端关闭电机，避免出现硬件损坏。

⑥按键功能汇总

系统有两种状态,分别是正常模式、中值调节模式。正常模式和中值调节模式可通过长按用户按键来切换。

1)在正常模式下按键功能:

用户按键:单击自动寻找零点(首次开机)、单击控制倒立摆稳摆的启停;双击为手动标定当前滑块位置为位移零点,长按为切换到中值调节模式。

中间层板左按键:在倒立摆稳摆时,单击后,倒立摆滑块往左边移动约5cm。

中间层板右按键:在倒立摆稳摆时,单击后,倒立摆滑块往右边移动约5cm;在任意时刻,长按该按键,系统可在PC上位机波形显示与OLED显示之间切换。

2)在中值调节模式下按键功能:

用户按键:单击选择需要调节的位数,符号“▽”代表被选中;双击为选择需要调节的中值,符号“*”代表被选中;长按为保存中值并切换回正常模式。

中间层板左按键:被选中的中值,对应的位数减1

中间层板右按键:被选中的中值,对应的位数加1

四、角位移传感器注意事项

1.倒立摆上两个角位移传感器存在临界点,系统采集其数据时,范围是0~4095。临界点在0与4095过度区间,且临界点会存在一些不稳定的数值,比如突然跳变到2000左右等情况。所以在标定平衡中值时(显示屏上的“m1”、“m2”),中值不可选取在临界点附近,一般中值取3100附近为宜。

2.中值的解释与调节细节:中值为倒立摆在平衡位置时,系统所采集到的两个角位移传感器数据,在显示屏上分别用“ADC1”、“ADC2”表示,中值与摆杆安装时角位移传感器上旋钮的位置有关。在倒立摆摆杆保持垂直静止向下时,系统采集到的第二阶摆杆的数值“ADC2”就是其平衡时的中值(切记该值不可在0或者4095附近,如果在请用螺丝刀调节到3100附近),确定后将“m2”的数值调成一致即可;系统采集到第一阶摆杆的数值“ADC1”是摆杆在最底下时的数值,如果将该数值调节至1020附近(不建议调整为其他数值,防止中值出现在临界点附近),那么第一阶摆杆在平衡时的数值将会在3120左右,具体需要将第一阶摆杆扶到平衡位置观察,确定后将“m1”的数值调成一致即可。

五、电机简介与注意事项

1.这个倒立摆配备的电机是额定电压 24V 的,如果工作在更高的电压下面容易造成电机损坏。如电压不满足要求,则将导致电机达不到额定功率,扭矩和转速都会下降,性能下降。

2.电机尾部自带了 500 线的光电编码器,电机减速比 1:5.18,故电机转一圈,可以输出 2590 个脉冲,四倍频之后是10360。编码器集成了上拉电阻和比较整形功能,可以直接输出方波。编码器一般使用 3.3V 供电即可。编码器的 VCC 和 GND 千万不能接反,否则可能导致编码器永久损坏。

3.电机不可长时间超载运行或者堵转,容易造成电机损坏,由此带来的问题我们概不负责。