

扫描振镜系统

2024 年 7 月 11 日

目录

1	功能描述	2
2	物料清单	2
3	引脚连接清单	2
4	程序介绍	3
4.1	电脑与 STM32 单片机通信部分-LabVIEW 程序	3
4.1.1	前面板	4
4.1.2	程序框图	6
4.2	STM32 单片机程序	9
5	使用步骤	9
6	警告 & 用前必看	11

1 功能描述

本振镜系统用于需要微场扫描的光学实验 (如局部区域的透射谱测量), 可以实现 $20\text{-}30\mu\text{m}$ 尺度区域内的微场扫描, 激光光斑移动的最小步进距离大约为 $0.05\text{-}0.06\mu\text{m}$ (比较接近 $0.053\mu\text{m}$)。振镜电机无明显回程差。

扫描形状: 长/宽等于数十微米尺度的矩形区域。

2 物料清单

1. STM32F103C8T6 单片机 (链接)
2. STLINK (链接)
3. 振镜及驱动板 (链接)
4. 安富莱 DAC 模块 (DAC8563) (链接)
5. USB 转串口模块 (链接)
6. 连接线
 - (a) 2m 母对母加粗杜邦线 (4 根)(STM32 \longleftrightarrow USB 转串口模块, DAC \longleftrightarrow STM32)
 - (b) 20cm 母对母加粗杜邦线 (约 12 根)(STM32 \longleftrightarrow 数模转换器)
 - (c) 母杜邦线转 XH2.54(2 根)(振镜驱动板 \longleftrightarrow 数模转换器)
 - (d) 一种不能确定类型的接线口 (振镜购买时自带) 转开头线耳 (2 根)(振镜驱动板 \longleftrightarrow 电源)
 - (e) 振镜驱动板与振镜的连线 (2 根)(振镜购买时自带)

3 引脚连接清单

1. STLINK \longleftrightarrow STM32 单片机
 - (a) SWCLK \longleftrightarrow DCLK
 - (b) SWDIO \longleftrightarrow DIO
 - (c) GND \longleftrightarrow GND
 - (d) 3.3V \longleftrightarrow 3.3V
2. USB 转串口模块 \longleftrightarrow STM32 单片机
 - (a) TXD \longleftrightarrow A3
 - (b) RXD \longleftrightarrow A2
 - (c) GND \longleftrightarrow GND(STM32)

3. DAC 模块 \longleftrightarrow STM32 单片机

- (a) CLR \longleftrightarrow A4(设置为低电平)
- (b) DIN \longleftrightarrow A5
- (c) SYNC \longleftrightarrow A6
- (d) VCC \longleftrightarrow 3.3V(STM32)
- (e) SCLK \longleftrightarrow B0
- (f) LDAC \longleftrightarrow B1(设置为低电平)
- (g) GND \longleftrightarrow GND(STM32)

4. DAC 模块 \longleftrightarrow 振镜驱动板

- (a) V1 \longleftrightarrow 驱动板 1 正极输入处 (+)
- (b) GND \longleftrightarrow 驱动板 1 负极输入处 (-)
- (c) V2 \longleftrightarrow 驱动板 2 正极输入处 (+)
- (d) GND \longleftrightarrow 驱动板 2 负极输入处 (-)

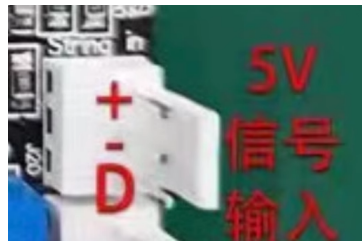


图 1: 驱动板信号输入处

注意: 如图所示的驱动板信号输入处, 只需接 + - 两个信号即可 (驱动振镜电机的就是这个电压), 不需要接 D。

4 程序介绍

主要设计思路: 电脑作为上位机, 通过 USART 串口发送信息 (通过 LabVIEW) 至 STM32 单片机, STM32 单片机根据信号控制 DAC 模块输出电压至振镜驱动板, 通过改变电压的方式调整振镜偏转的角度。

4.1 电脑与 STM32 单片机通信部分-LabVIEW 程序

这部分主要是利用 labVIEW 进行程序编写, 详细的程序代码可以参见[这里](#)。

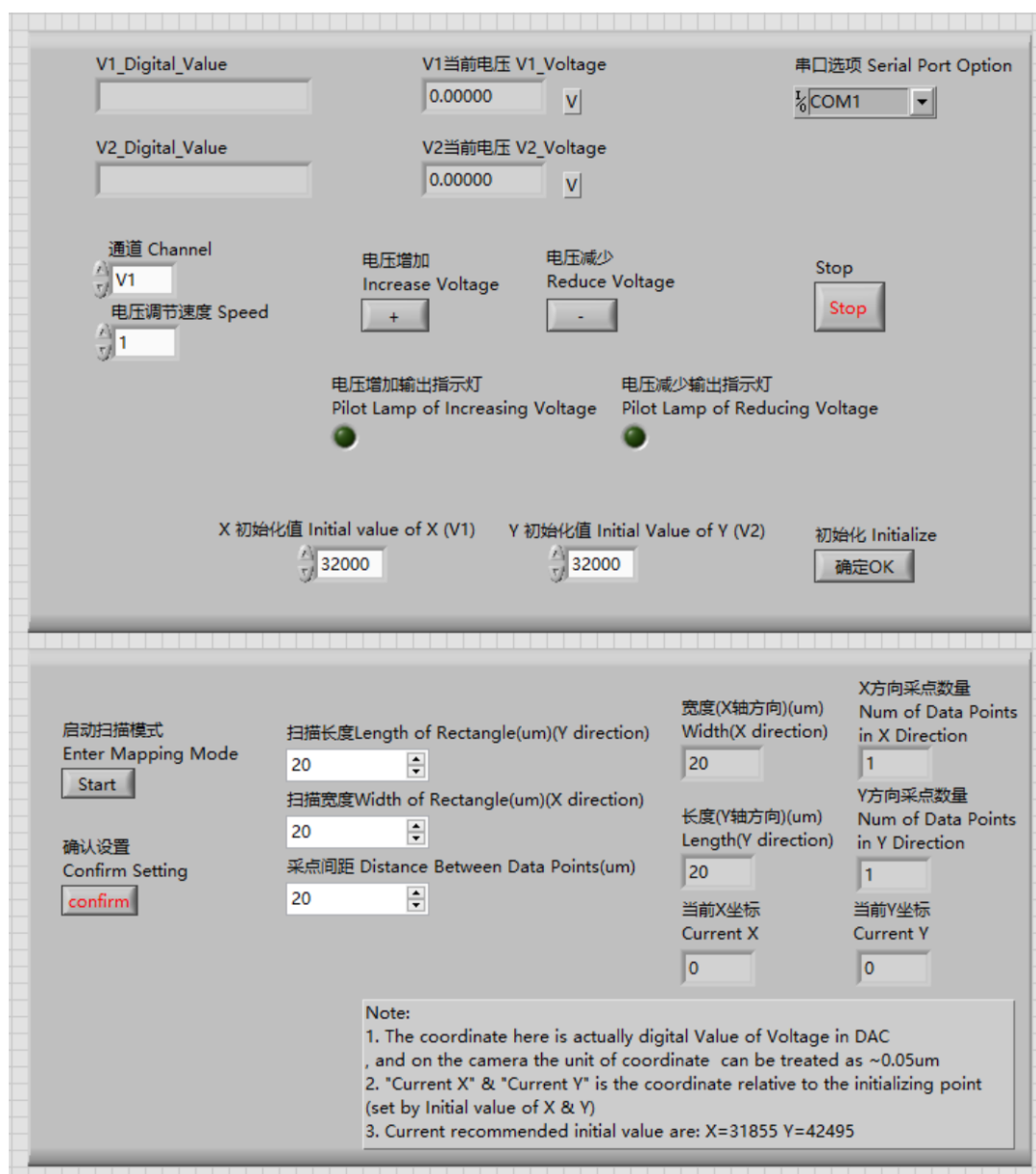


图 2: labVIEW 前面板

4.1.1 前面板

前面板主要分为两部分

1. 电压调节及初始化部分

- (a) “V1_Digital”和“V2_Digital”的范围是 0~65535(采用 16 位精度的 DAC), 是 DAC 模块中电压输出的数字设定值, 对应模拟输出电压-10V~+10V。这里的“V1_Digital”和“V2_Digital”是 STM32 单片机在收到电脑信号后的实时反馈。可以将两个通道电压的 Digital 值视作激光光斑的 XY 坐标。
- (b) “V1 当前电压”, “V2 当前电压”是将 DAC 输出电压从数字值换算成模拟值后的结果。
- (c) “串口选项”用于选择电脑与 STM32 单片机通信的串口号。

- (d) “通道”调节当前正在控制的是 V1 还是 V2(XY 两个振镜对应两路电压输出)。注意：在本程序设计的逻辑中，始终认为 V1 对应 X 方向的偏移，V2 对应 Y 方向的偏移。
- (e) 电压调节速度一共有三档，分别对应增减电压按钮触发一次 Digital 值就改变 1/10/100(电压调节速度 3 是最快的)，按钮动作可以自行设置，例如只有按下时触发及按下一直触发直到释放等模式。
- (f) 初始化按钮将激光光斑的位置设置为前面两个初始化框中的输入值。注意：XY 的初始化值还会被用来作为扫描区域矩形的中心，所以在做扫描前确保自己设置了正确的初始化值。一般来说，对于已经搭好的光路，其最佳的初始化值是确定的，也就是激光的正入射点，这样才能尽可能地避免光斑在扫描过程中的形变。当前比较理想的初始化值记录在前面板“Note”的第三条中。

2. Mapping 部分

Mapping 部分的核心逻辑是，以当前的 XY(V1&V2) 初始化值作为原点，再由用户输入扫描矩形区域的长度和宽度，以及采点间距，然后自动进行 Z 字形的扫描样测量。

- (a) 点击启动扫描模式后，系统会进入扫描状态，这个时候会有提示框弹出，提示用户输入扫描宽度，扫描长度以及采点间距。



图 3: 提示框 1

- (b) 在输入完扫描所需信息后，右边的信息框会显示例如 X 方向采点数量等信息，以供用户判断采点数量是否合理，以及测量时间是否太长等问题。
- (c) 在前面板的输入框中输入长度宽度以及间距后，再点击“确认设置”按钮，系统此时就会提示将会扫描区域的轮廓。



图 4: 提示框 2

事实上，系统在这个时候并不会勾勒整个轮廓，而是会按照顺序移动到矩形的四个顶点处，以让用户确认扫描区域的位置是否正确。

(d) 系统扫描完轮廓后会弹出最后一个提示框，询问用户是否要扫描该区域。



图 5: 提示框 3

如果用户点击确认，那么系统就会执行扫描操作。如果选择取消，系统就退出扫描模式。

4.1.2 程序框图

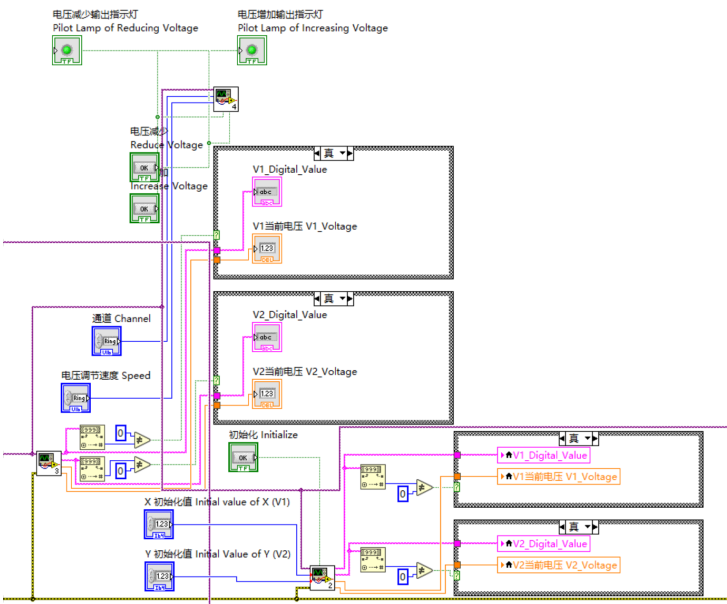


图 6: 程序框图 1

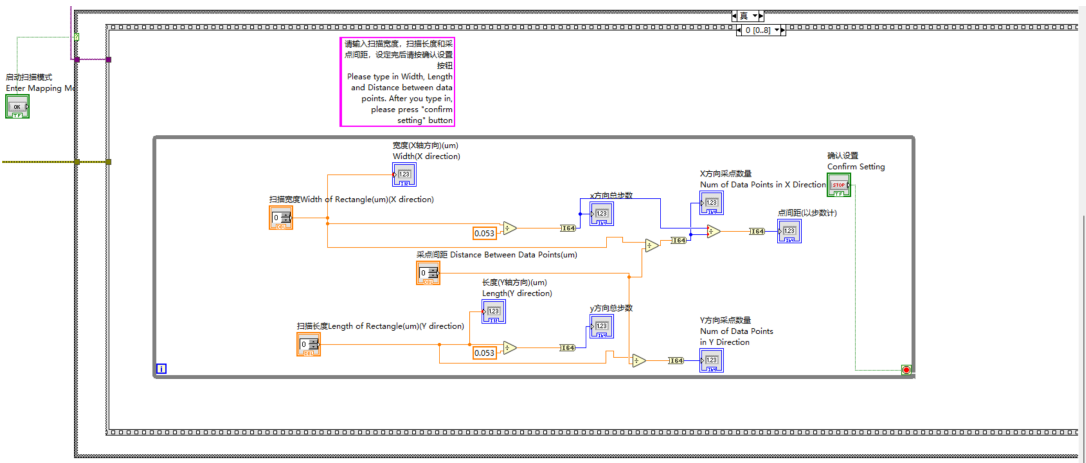


图 7: 程序框图 2

LabVIEW 程序框图同样包含两部分：调节/初始化电压以及扫描操作。前者对应“程序框图 1”，后者对应“程序框图 2”。

其中最核心的三个子 VI 为

1. 调节电压子 VI

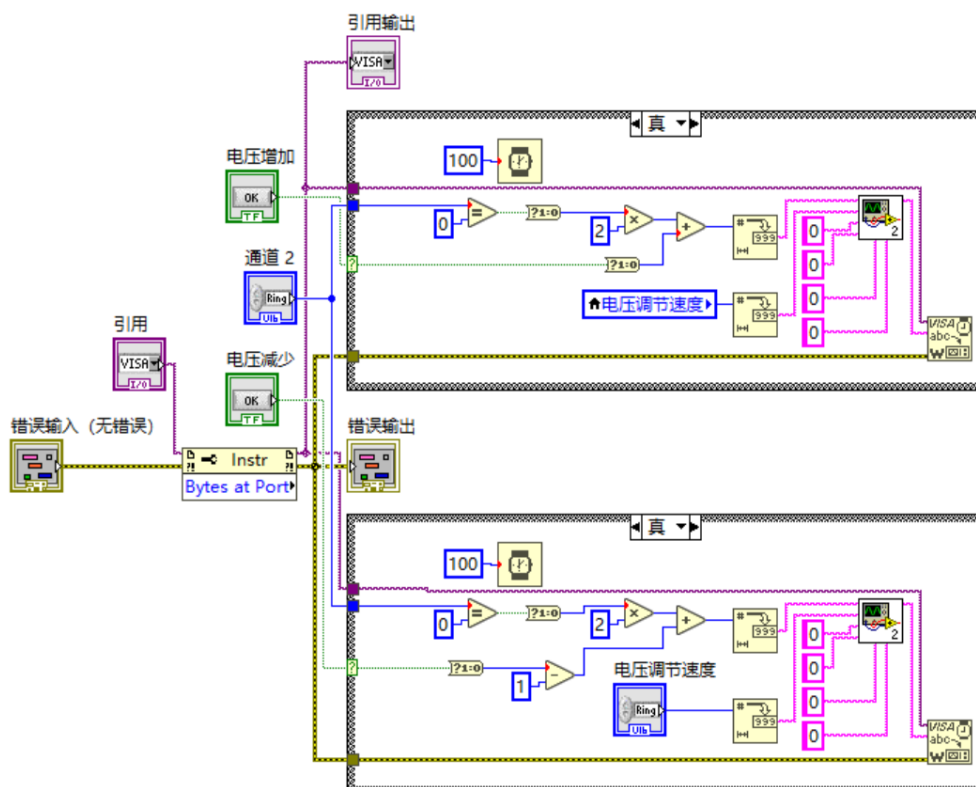


图 8: 调节电压子 VI

这个子 VI 对应手动调节 V1 和 V2 的电压值，在选择“通道”之后，按下电压增加/减小的按钮就会让电脑通过串口发送一个有效数据长度为 6 的数据包给 STM32。这个数据包事实上是八位的，首位为字符“F”，末位为字符“E”，标志着数据包的开始和终止中间六位的是

- (a) 第一位：‘3’ 对应 V1 增，‘2’ 对应 V1 减，‘1’ 对应 V2 增，‘0’ 对应 V2 减
- (b) 第二位：‘0’ 对应电压调节速度 1，‘1’ 对应电压调节速度 2，‘2’ 对应电压调节速度 3

其余位均为 0。

举例：若电脑向 STM32 发送一个字符串 (或者说数据包) “F300000E”，那么 STM32 就会将 V1 的电压 Digital 值增加 1。

2. 读取电压子 VI

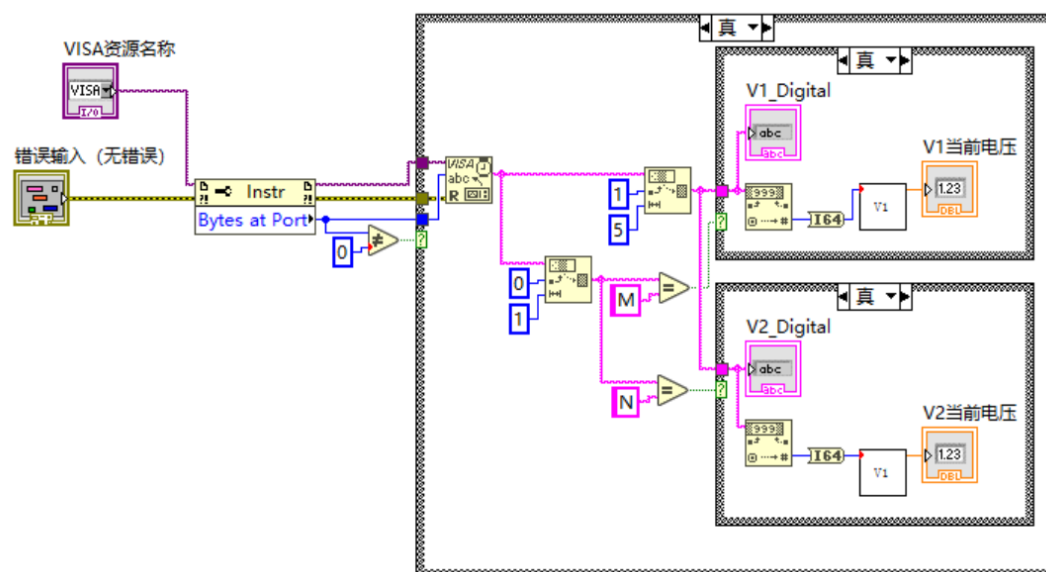


图 9: 读取电压子 VI

单片机 STM32 中设置的是只要 V1, V2 电压改变, 就会反馈给电脑两个通道的 Digital 电压值。这里一旦电脑收到来自 STM32 的信息后, Bytes at Port 的输出就非 0, 之后就执行读取串口的功能。电脑收到 STM32 关于当前 V1 和 V2 电压值的信息是一个长度为 6 的字符串, 在 STM32 中的代码已经规定

- (a) 如果字符串第一位为'M', 那么接收到的就是 V1 的 Digital 值
- (b) 如果字符串第一位为'N', 那么接收到的就是 V2 的 Digital 值

3. 设置并读取电压的子 VI

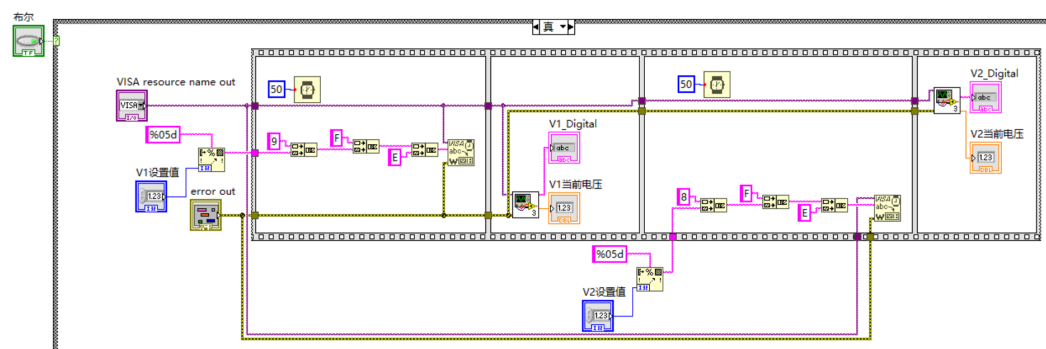



图 10: 设置并读取电压子 VI

这个子 VI 设置电压的方式仍然是通过串口发送数据包给 STM32, 数据包的格式和调节电压子 VI 中的一样。但规定不同

- (a) 如果发送的数据包的有效数据首位为字符 '9', 那么就对应直接设置 V1 的 Digital 值, 数据包中的后五位就代表 V1_Digital 的设置值。

- (b) 如果发送的数据包的有效数据首位为字符 ‘8’，那么就对应直接设置 V2 的 Digital 值，数据包中的后五位就代表 V2_Digital 的设置值。



这个子 VI 中的设计中有两个需要注意的点

- (a) 数据包中的 Digital 设置值如果不足五位，例如 3000，那么就要用  在前面补 0，使得设置值的长度为 5。(“3000” → “03000”)
- (b) 之所以要将电压设置和读取设置在同一个子 VI 里，是因为考虑到如果连续设置两个通道的 Digital 值，那么设置第一个通道后收到的来自 STM32 的反馈信息会被设置第二个通道时的反馈信息所覆盖，所以这里使用了顺序结构，在设置完第一个通道的 Digital 值后，就立即读取反馈信息，然后再设置第二个通道的值，再读取反馈信息。

有了设置、读取的基本功能之后，只要设置适当的事件结构及加入循环结构，就可以实现扫描操作了。

4.2 STM32 单片机程序

STM32 中的程序主要使用 C 语言编写。主要分为三个部分：串口硬件驱动 (采用 USART 通信协议)，DAC 模块硬件驱动 (采用 SPI 通信协议)，主程序。硬件驱动程序主要包含初始化和基本的读写操作。主程序主要包括数据包的含义定义和按条件改变电压 Digital 值的判断语句。

STM32 的程序是用 Keil uVision5  写的，写好之后在程序内依次点击编译和下载 ，就能将程序下载到 STM32 单片机中。

具体的程序内容同样可以参见 (这里)。

5 使用步骤

1. 连接设备

参考引脚连接清单将以下几个部分连接好：振镜驱动板与振镜，振镜驱动板与 DAC 模块，DAC 模块与 STM32 单片机，STM32 单片机与 USB 转串口模块，STM32 与 STLINK。

注意：由于振镜系统中的程序逻辑认为 V1 是 X 方向，V2 是 Y 方向，所以在连接 DAC 与和振镜驱动板时应当注意要与程序逻辑一致。

2. 连接供电电源和振镜驱动板。



注意：供电电源可以使用兆信双路直流电源。




图 11: 兆信测试用双路电源

注意在供电时，要将电源调节为串联模式，左右分别调节至 24V(同时要给一定的电流，使得电源能够达到设置的电压)。此时电源时正负串联直流电源模式，在电源手册中有写明此模式下哪个接口为正极/负极/GND，图中已经标出。将电源的正/负/GND 连接到驱动板上对应的正/负/GND 极即可。

3. 将 STLINK(STLINK 的作用是下载单片机程序以及给单片机供电) 和串口连接至电脑，打开 LabVIEW 程序，选择对应串口号。
4. 运行 LabVIEW 程序，此时选择通道和调节速度后即可点按按钮调节 V1 和 V2。
5. 如果开始 Mapping，首先选取合适的初始化点 (原点)。(这个点是依照光路而定的，如果光路确定，那么这个最佳原点也是确定的，即激光的正入射点。这么做是为了防止激光光斑在扫描过程中产生明显形变。这个点就记录在前面板“Note”中的第三条中，可以按照实际情况更新调整。) 输入 XY 的初始化值，然后点击初始化按钮。(这个初始化点将会作为扫描区域的中心)
6. 点击“启动扫描模式”按钮，系统会提示需要输入扫描区域的长宽和采点间距，然后用户可输入扫描区域的长宽和采点间距。
7. 点击“确认设置”按钮，系统就会弹窗提醒接下来会显示扫描区域的轮廓。再点击确认后，系统会将移动到扫描矩形的四个顶点处，以使用户确认扫描区域的位置是否正确。
8. 系统扫描完轮廓后会弹出最后一个提示框，询问用户是否要扫描该区域。如果用户点击确认，那么系统就会执行扫描操作。如果选择取消，系统就退出扫描模式。
9. 扫描完毕后，系统会自动退出扫描模式。

注意:终止程序时,需要按 STOP 按钮 ,注意不能通过 labVIEW 中的终止执行按钮  结束运行,这会导致串口通信会话不能正常关闭,表现为程序终止后串口列表中仍有红圈指示的图

标，这说明串口正在被占用。此时如果还没有拔插过串口，可以再次运行 labVIEW 程序再点击 Stop 来关闭串口通信会话。如果已经拔插过串口，需要完全关闭 labVIEW 程序后重新打开。正在占用的图标消失则说明此时端口状态正常。

6 警告 & 用前必看

使用时务必确认**不要将 STM32 驱动板等电子设备直接置于光学平台之上**，以免引起短路损坏设备。使用时必须将其置于绝缘的地方。