

# 单色仪设计报告

林哲宇 PB16020652

孟润宇 PB16020828

汪昊辰 PB16021222

吴浩阳 PB16001685

羊达明 PB16000647

## 单色仪光路部分实现

### 理论分辨率

#### 1. 光程差

$$\Delta = d \sin i + d \sin \theta = m \lambda$$

$m$  是衍射级次,  $\lambda$  是波长

#### 2. 角度约定

$$\alpha + \beta = \delta$$

$$\alpha - \beta = (\alpha - \frac{\delta}{2}) + (\frac{\delta}{2} - \beta) = 2\phi$$

$$d(\sin \alpha - \sin \beta) = m \lambda$$

$\delta$  是入射出射光夹角,  $\phi$  为以  $\delta$  平分线为起点的转动角,  $\alpha, \beta$  是入射、出射光与法线的夹角

#### 3. 光栅转角与波长关系

$$\sin \phi = \frac{m \lambda}{2d \cos \frac{\delta}{2}} \text{ 取 } m = 1$$

$$\text{当 } \alpha = 0 \text{ 时, } \beta = 2\theta_b \quad \sin(\phi + \Delta\phi) - \sin\phi = \frac{\Delta\lambda}{2d \cos \theta_b}$$

$$\Delta\lambda < 1nm$$

$$\lambda \text{ 范围: } 0.40466\mu m \rightarrow 0.62344\mu m$$

#### 4. 电机最小转角

$$\Delta\phi = \arcsin\left(\frac{\Delta\lambda}{2d \cos \theta_b} + \sin \phi\right) - \phi \approx 0.06332^\circ \text{ (此时 } \lambda = 0.40466\mu m, \phi \approx 24.068^\circ)$$

## zemax 光路模拟

#### 1. 参数列表

Zemax 13 Premium - 34900 - C:\Users\别端尾巴\Desktop\fole228.zmx

文件 编辑器 系统 分析 工具 报告 宏 扩展 窗口 帮助

New | Ope | Sav | Sas | Bac | Res | LDE | MFE | MCE | TDE | EDE | Upd | Upa | Gen | Fie | Wav | Lay | L3d | Lsh | Ray | Opd | Spt | Mtf | Fps | Rms | Enc | Opt | Gtb | Ham | Tol | Gla | Len | Sys | Pre | Chk | Vop

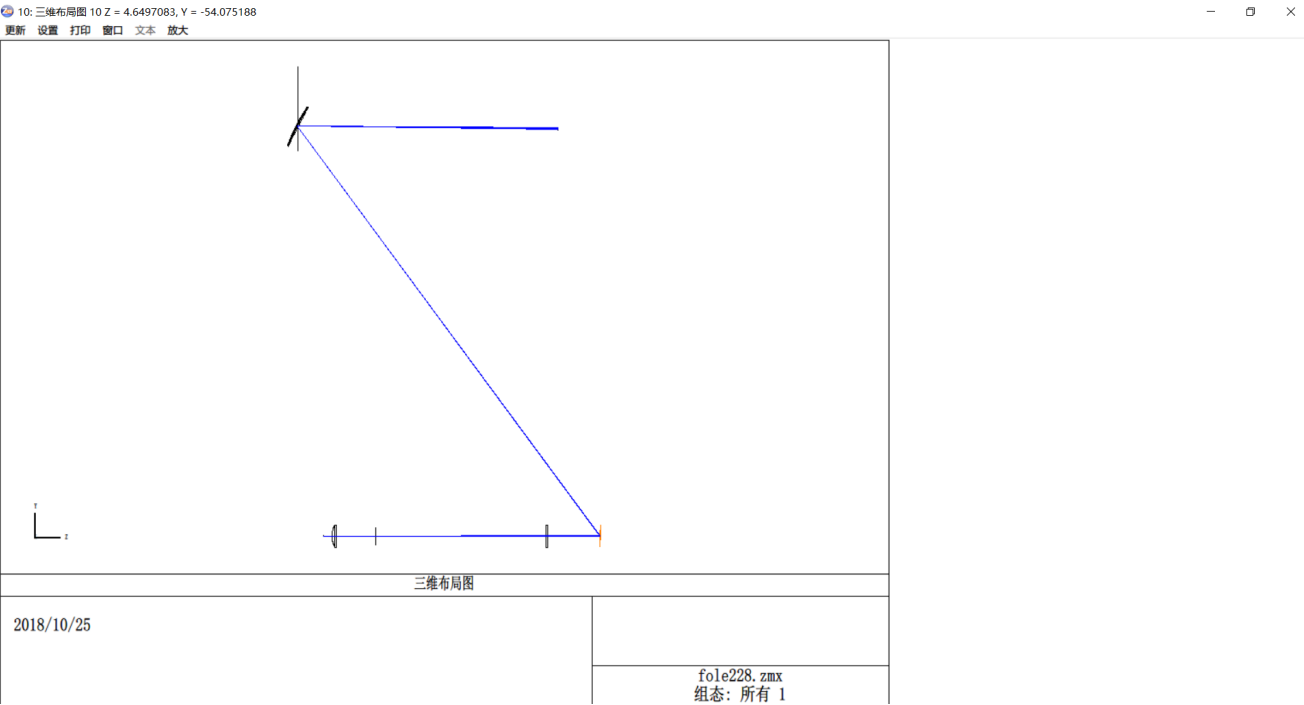
透镜像数据编辑器

编辑 求解 查看 帮助

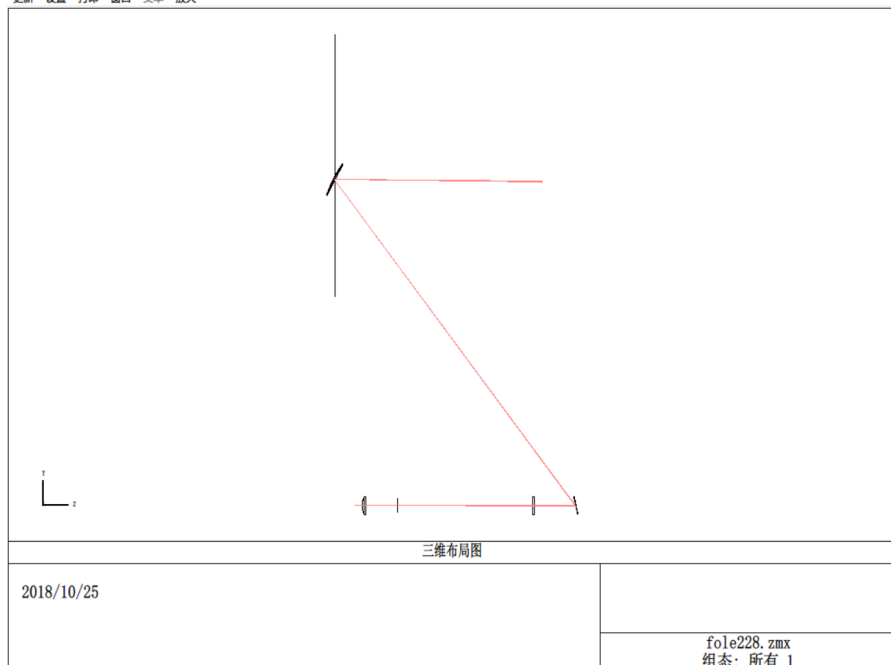
表面	类型	标注	曲率半径	厚度	玻璃	半直径	圆锥系数	参数 0 (未使用)	线对/度	衍射级次	参数 3 (未使用)	参数 4 (未使用)	参数 5 (未使用)	参数 6 (未使用)	参数 7 (未使用)	参数 8 (未使用)
0	标准面		无限	无限	1.00, 0.0	0.000	0.000									
1*	标准面		无限	10.000		0.114 U	0.000									
2*	标准面		25.800	3.300	BK7	12.700 U	0.000									
3	标准面		无限	2.000	BK7	12.700 U	0.000									
4*	标准面		无限	0.000		12.700 U	0.000									
5	标准面		无限	45.603	1.00, 0.0	0.106	0.000									
6	标准面		无限	0.000		2.177E-003	0.000									
7*	标准面		无限	0.000		10.000 U	0.000									
8	标准面		无限	196.894		2.177E-003	0.000									
9*	标准面		103.000	0.800	BK7	12.700 U	0.000									
10	标准面		无限	2.000	BK7	12.700 U	0.000									
11	标准面		无限	50.000		0.460	0.000									
*	标准面		无限	0.000		10.000 U	0.000									
13	标准面		无限	10.000		0.459	0.000									
14	坐标间断		0.000	0.000	-	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	
15*	衍射光栅		无限	0.000	MIRROR	12.500 U	0.000		1.800	1.000						
16	坐标间断		0.000	0.000	-	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	
17	标准面		无限	0.000		0.458	0.000									
18	标准面		无限	-350.000		0.458	0.000									
19*	标准面		200.000	1.600	MIRROR	25.400 U	0.000									
20*	标准面		无限	300.000		136.203	0.000									
*	标准面		无限	-		1.000 U	0.000									

EFFL: -25.0805      WFNO: 139.472      ENPD: 0.228      TOTR: 350

2. 光栅顺时针转动2.676°时，波长为404.66nm的光束被CCD接收



3. 光栅逆时针转动12.1618°时，波长为623.44nm的光束被CCD接收



## 单色仪控制部分实现

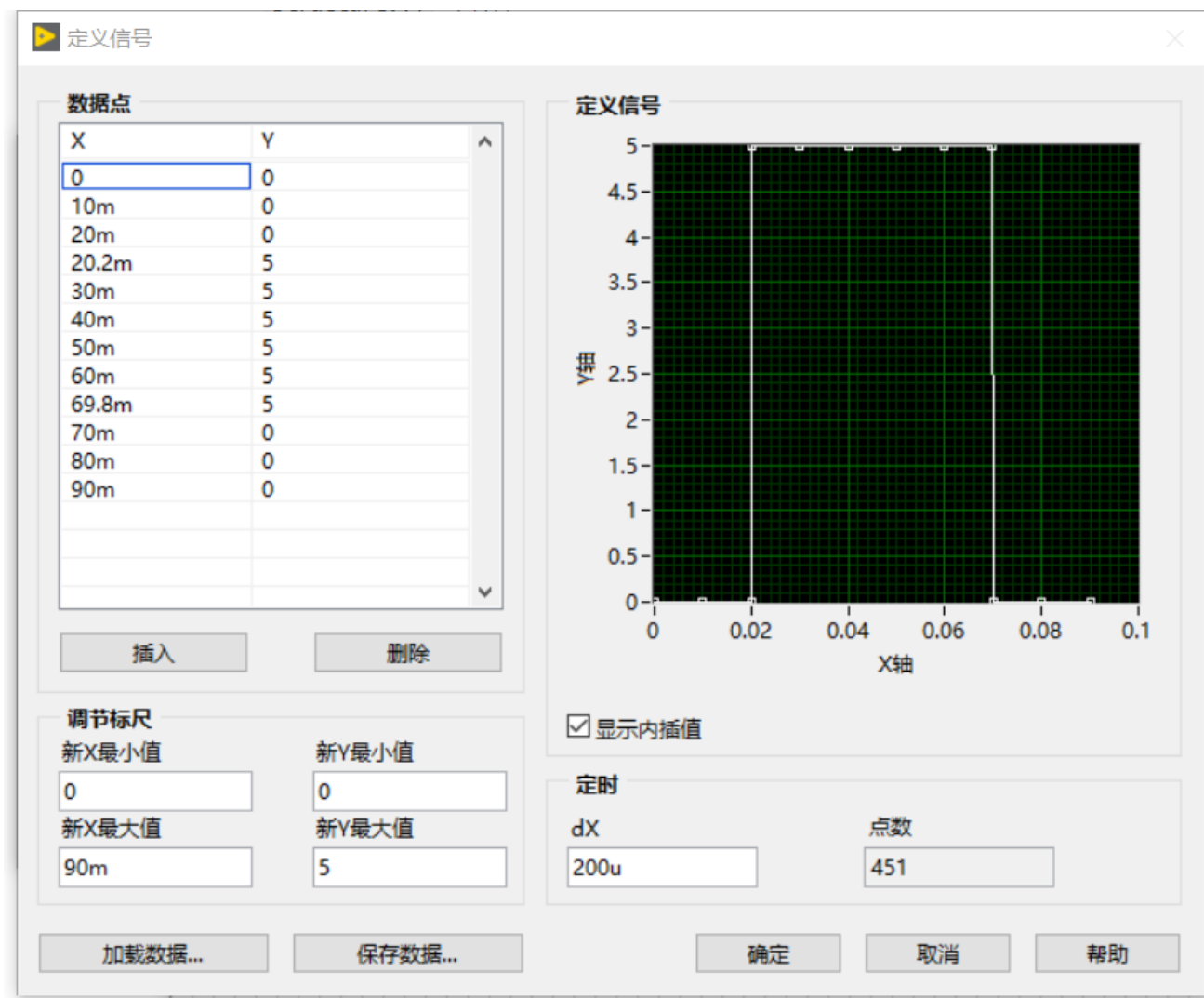
控制部分由以下三个 `.vi` 文件组成：

- `structure.vi` - 主程序
- `motor.vi` - 控制电机
- `sensor.vi` - 控制传感器

下面详细说明三个文件的组成及使用。

### `motor.vi`

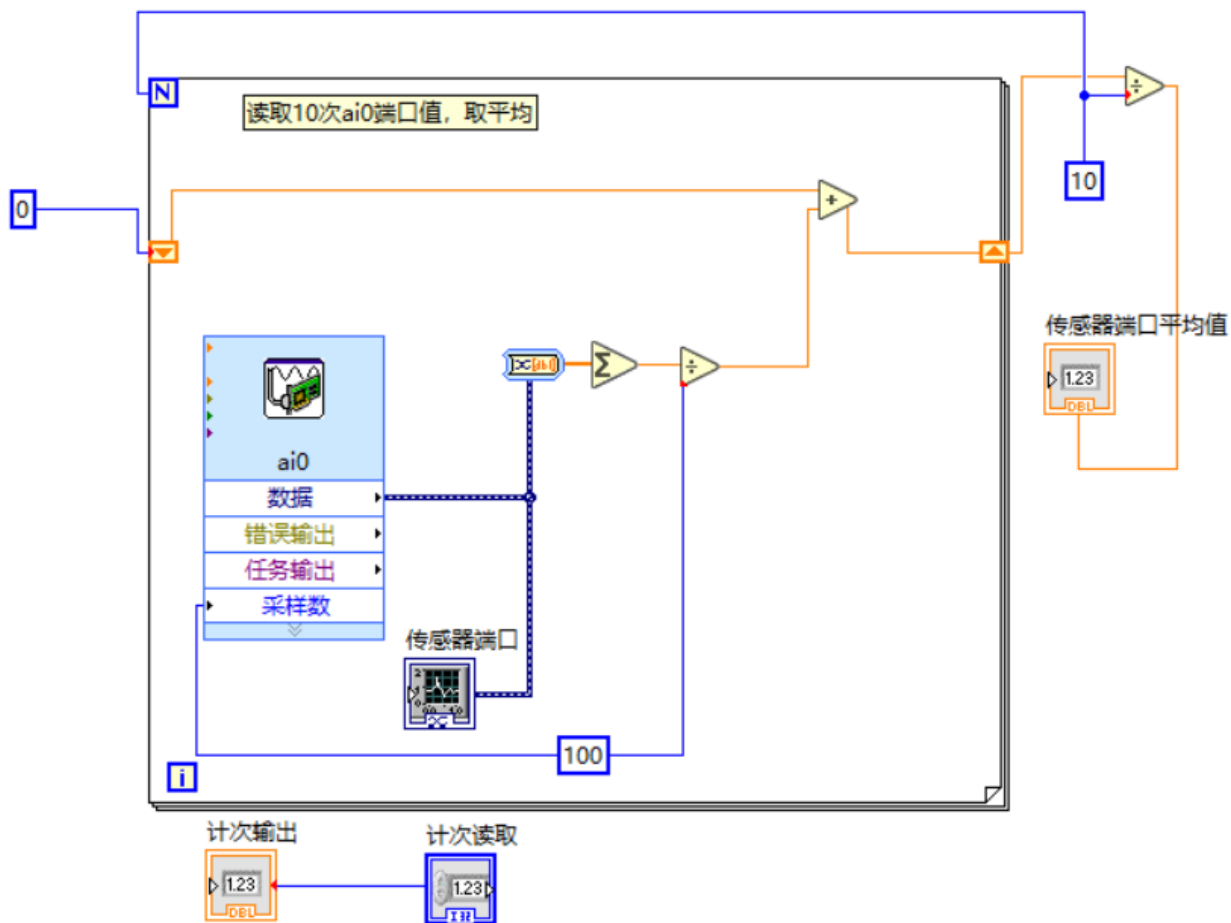
无输入，输出一个单脉冲信号给DAQ assistant内建模块（该模块设置为信号输出，对应端口连接电机的PUL+端口）。脉冲信号波形如下图：



该vi主要作为 `sub vi` 被调用。

## sensor.vi

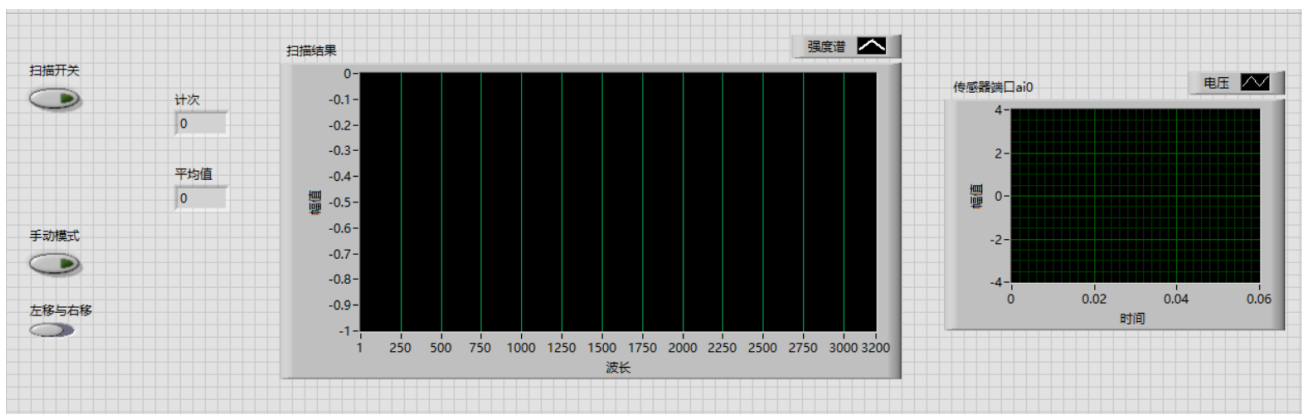
该模块同样调用了 `DAQ assistant`，对应端口连接光电倍增管，可以读取传感器的模拟信号。目前该模块对信号的处理很简单——每次平均信号强度，并读取10次，再做一次平均，输出一个标量值。其具体结构如下：



同样是作为 sub vi 被调用。

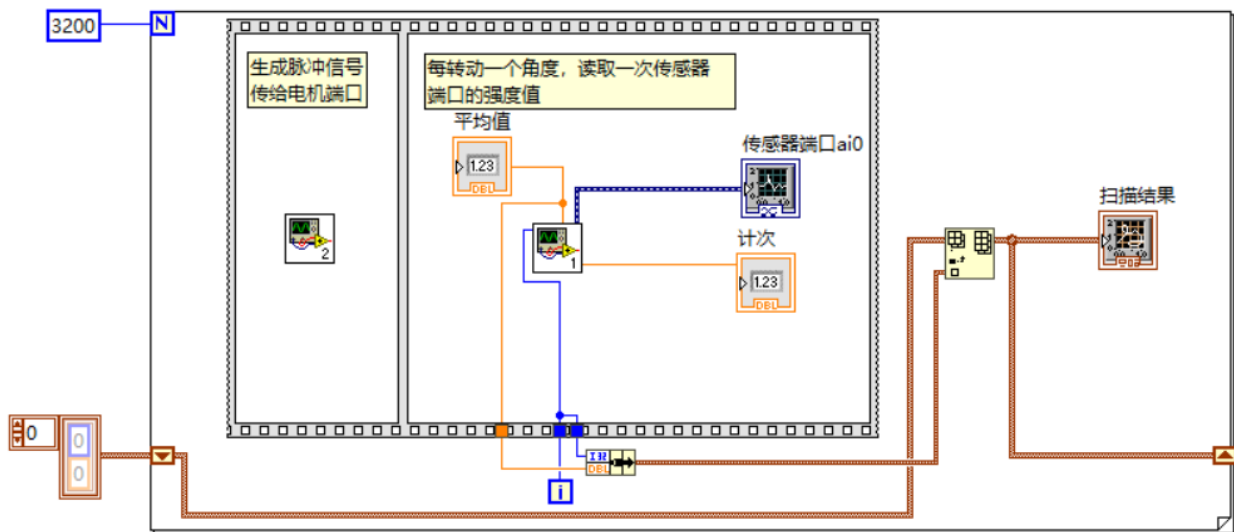
## structure.vi

### 前界面



左侧实时绘制扫描中每个角度对应的光电倍增管强度值，右侧实时显示光电倍增管输入的信号。

### 后界面



主要都是在实现实时绘制功能（即扫描完一个角度绘制一个点，最后得到光谱曲线）。

## 单色仪功能实现

我们最终把主程序做成了类似于一个 `api` 的形式，即输入完电机旋转方向及旋转  $\Delta\theta$  多少次后（ $\Delta\theta$  即最小转角），点击开始按钮即开始扫描。这样便于组成最终版的控制程序。

目前设计的最终控制流程如下：

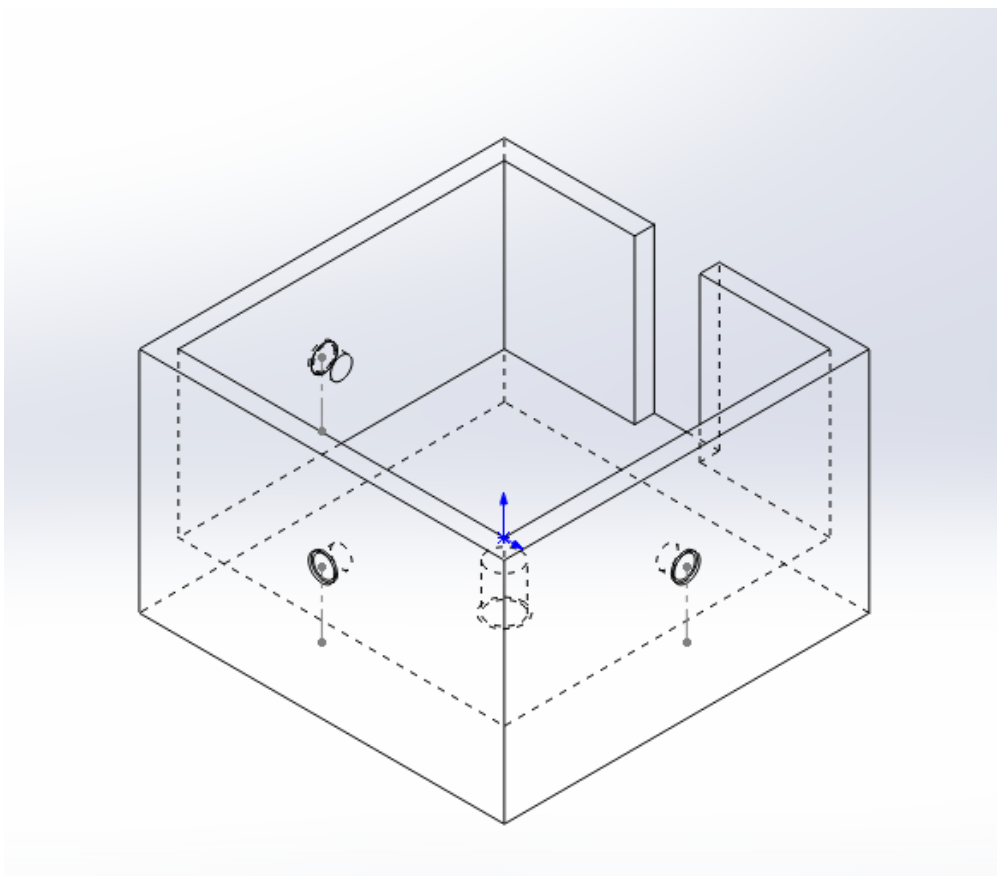
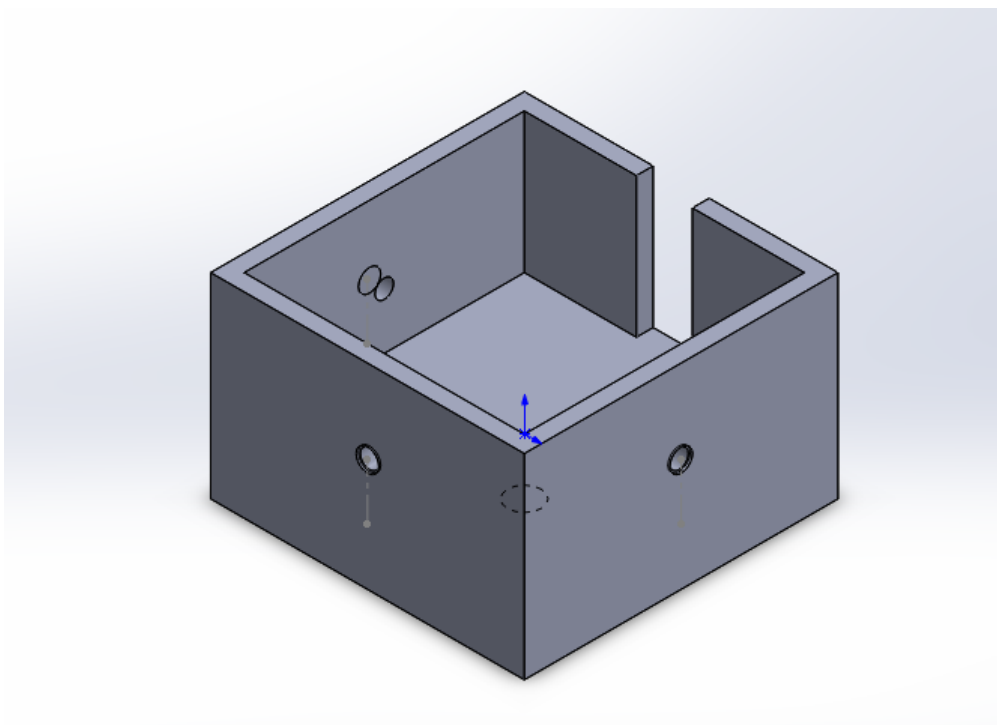
1. 打开总开关，进行第一次扫描，人工定标
2. 用户可以手动设置转动方向与测定波长区间，仪器自动转到相应位置并进行测量
3. 除了实时显示的波谱图外，数据文件被保存到 `data.csv` 中，用于后期数据处理

## 单色仪机械部分实现

### 电机底座固定方案：

电机底座用螺丝固定在光具座上，同时电机放置在底座中，周围也用螺丝固定，以此固定电机和光具座。

电机底座等轴测效果图和透视图如下：



### 设计要点

1. 底座上的孔用螺丝连接着安装光具的支架，支架再固定再光具座上。这样可以保证光栅与其他原件共轴。
2. 电机放置在底座中间，周围用三个M4螺丝固定。
3. 中间的盒子需要侧面开口供电机走线。

## 加工方案

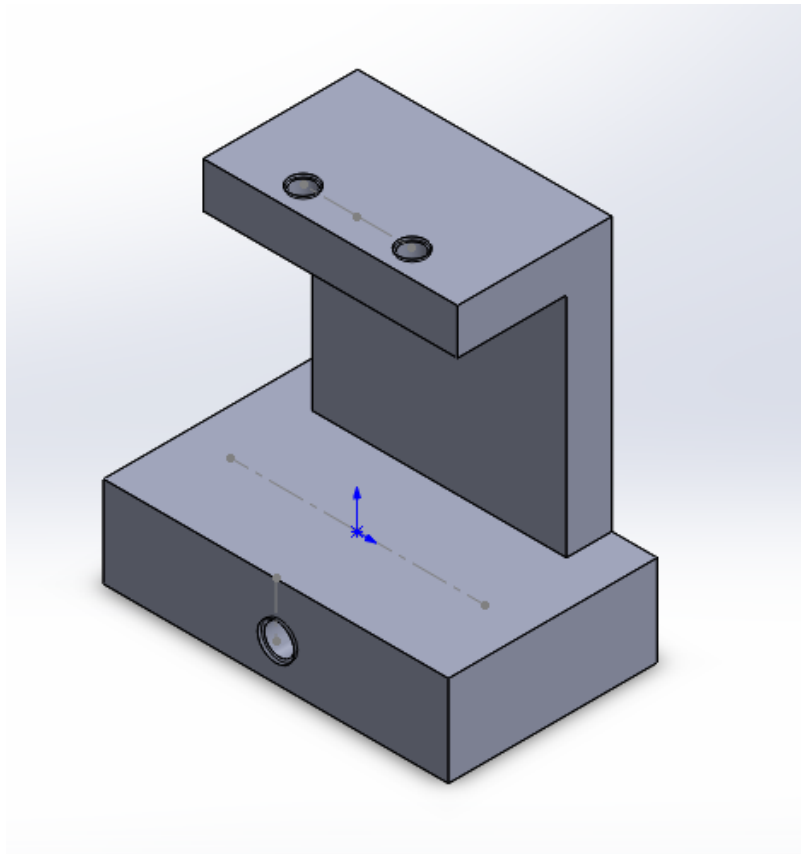
利用老师联系的加工设备和实验室里面的金属块加工。

备用选项：速加网3D打印，使用进口树脂，螺丝孔打印后自行攻丝。报价120元左右。强度和螺丝孔质量都不如金属加工。

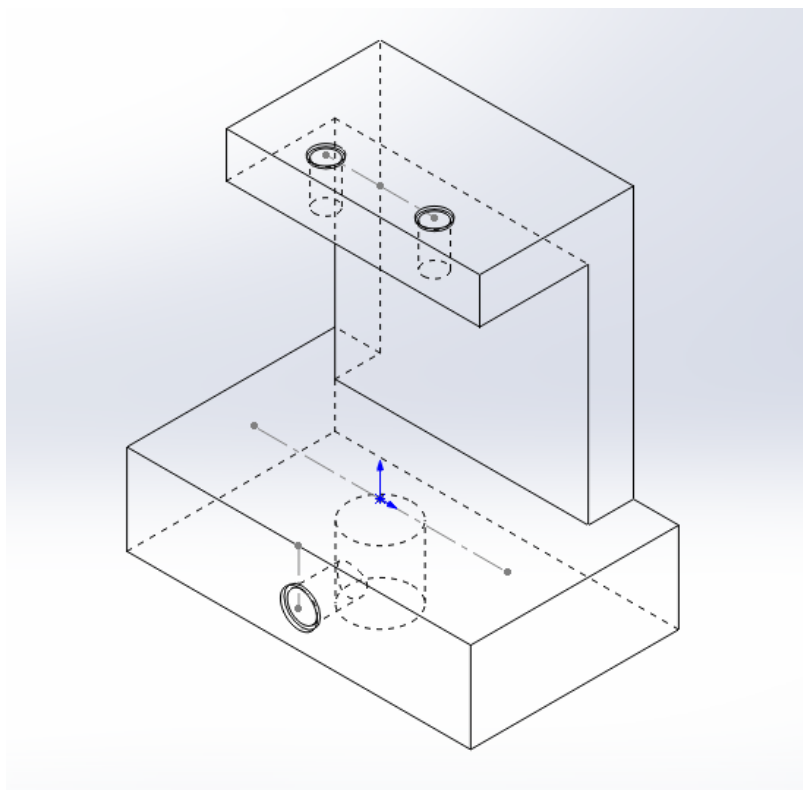
### 光栅支架固定方案：

光栅放置于光栅支架中，用上侧两颗螺丝和左右各一颗螺丝固定。光栅支架底部有开孔，用螺丝和电机转轴相连接。

光栅支架等轴测效果图和透视图如下：







#### 设计要点

1. 上侧两颗M3螺丝固定光栅，光栅放在支架中部的平台上。
2. 电机转轴从底部插入光栅支架的孔，并用M4螺丝固定拧紧。

#### 加工方案

利用老师联系的加工设备和实验室里面的金属块加工

\*备用选项：速加网3D打印，使用进口树脂，螺丝孔打印后自行攻丝，花费20元左右。。