



中山大學  
SUN YAT-SEN UNIVERSITY

# 基于程控自动换挡的光功率计

**报告人：**路尚润

**组员：**黄维政、古志谦、肖文昊、杨凯锋

**指导教师：**黄敏、唐强

2023.12.26

# 目录

## CONTENTS

01

项目背景

02

项目历程

03

模块展示

04

成果展示

05

总结



中山大學

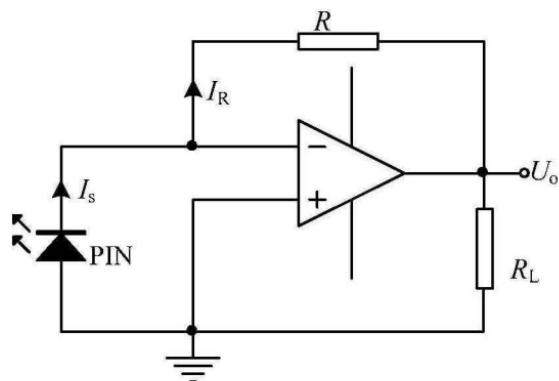
SUN YAT-SEN UNIVERSITY

Part.01

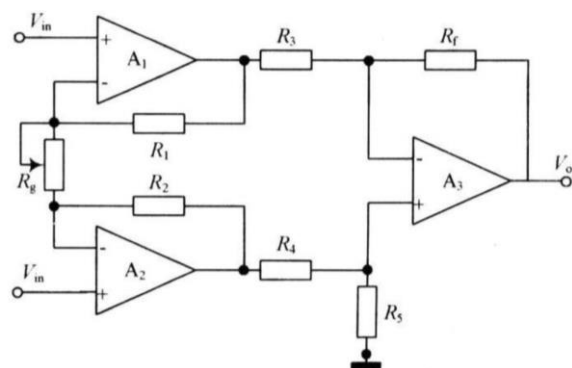
## 项目背景

## · 光功率计

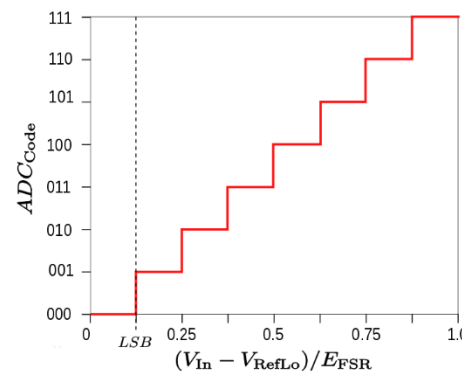
光功率计(optical power meter)是用来测量光功率大小的仪器，是光电领域或是更为宽广的、与光相关的领域必备的光信号测量的基本工具。



I/V变换模块



仪表放大器



A/D转换示意图



市面上常见的光功率计





中山大學

SUN YAT-SEN UNIVERSITY

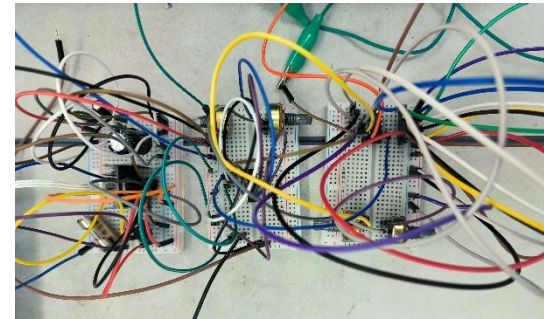
Part.02

## 项目历程

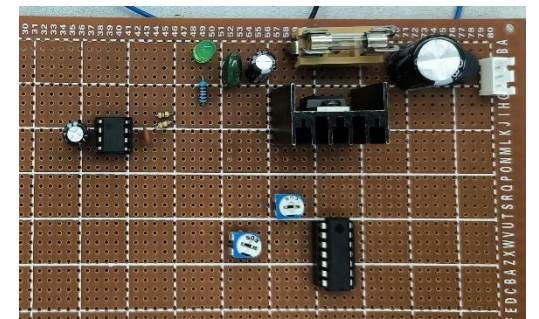
## · 项目分工

| 姓名         | 负责内容                                      |
|------------|---|
| 路尚润        | 统筹规划<br>电路搭建及焊接<br>光电转换模块<br>设计外形<br>数据拟合 |
| 古志谦<br>黄维政 | 数据采集<br>A/D转换<br>显示模块                     |
| 肖文昊        | 设计程控放大器<br>绘制PCB板<br>测量定标                 |
| 杨凯锋        | 放大器模块<br>绘制原理图<br>测量定标                    |

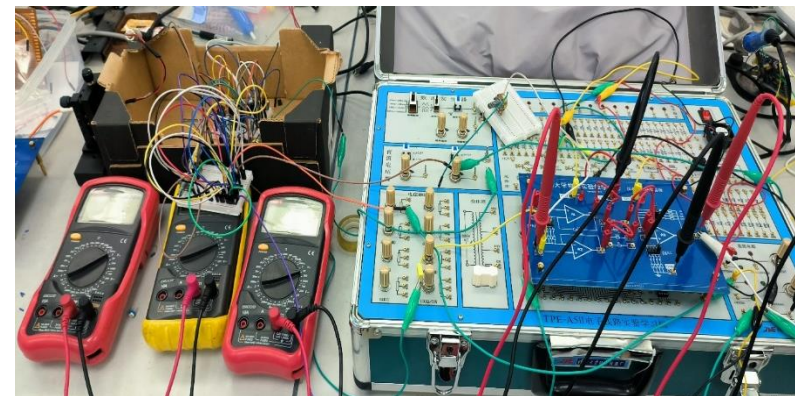
## · 项目进程



面包板初步实现



备用焊接模块



仪器雏形实现



PCB板





中山大學

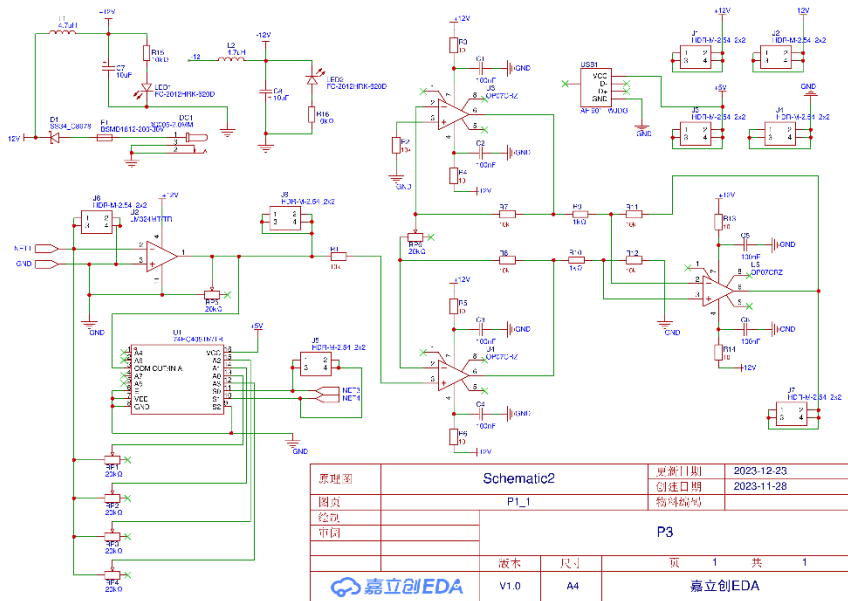
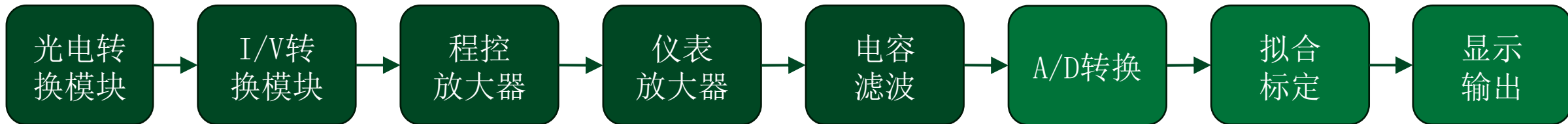
SUN YAT-SEN UNIVERSITY

Part.03

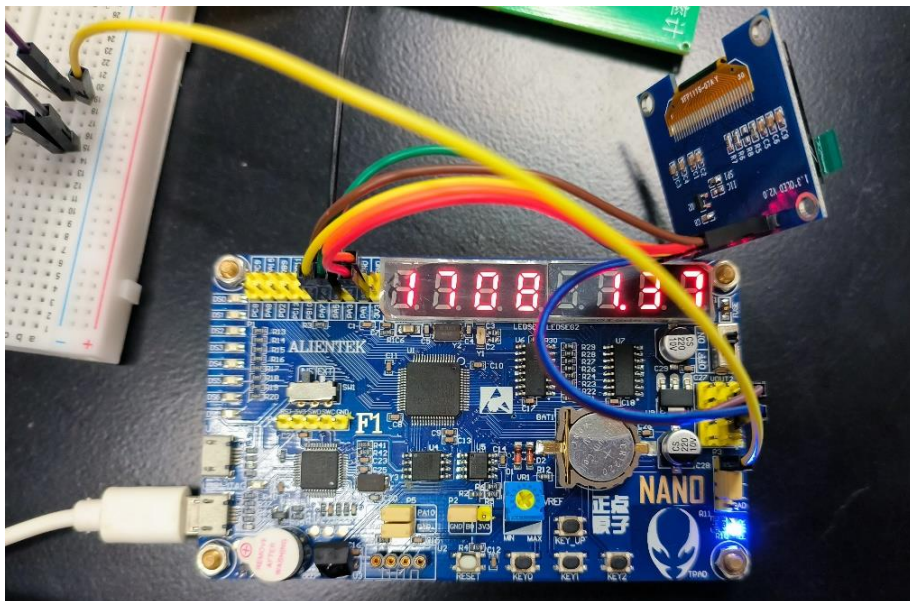
## 模块展示



## · 模块展示



光电转换及仪表放大器



STM32及显示屏模块

```
101 ui6 Get_Adc(u8 ch)
102 {
103     //设置转换序列
104     ADC1->SQR3R=0XFFFFF000; //规则序列1 通道ch
105     ADC1->SQR3L=ch;
106     ADC1->CR2|=1<<22; //启动规则转换通道
107     while(! (ADC1->SR&1<<1)); //等待转换结束
108     return ADC1->DR; //返回adc值
109 }
110 //获得ADC平均值
111 //ch: 通道值 0-13
112 //times: 次数
113 //返回值: 通道ch的times次转换结果平均值
114 ui6 Get_Adc_Average(u8 ch,u8 times)
115 {
116     u32 temp_val=0;
117     u8 t;
118     for(t=0;t<times;t++)
119     {
120         temp_val+=Get_Adc(ch);
121     }
122     return temp_val/times;
123 }
124
125 ui6 Get_Adc_Average_new(u8 ch,u8 times)
126 {
127     u32 temp_val=0;
128     u8 t;
129     u8 data[60];
130
131     u16 sum=0;
132     for(t=0;t<times;t++)
133     {
134         for(u8 i=0;i<58;i++)
135         {
136             data[i]=data[i];
137             data[i]=Get_Adc(ch);
138         }
139         for(u8 i=0;i<60;i++)
140         {
141             sum+=data[i];
142         }
143         return temp_val/times;
144     }
145 }
```

部分STM32代码模块





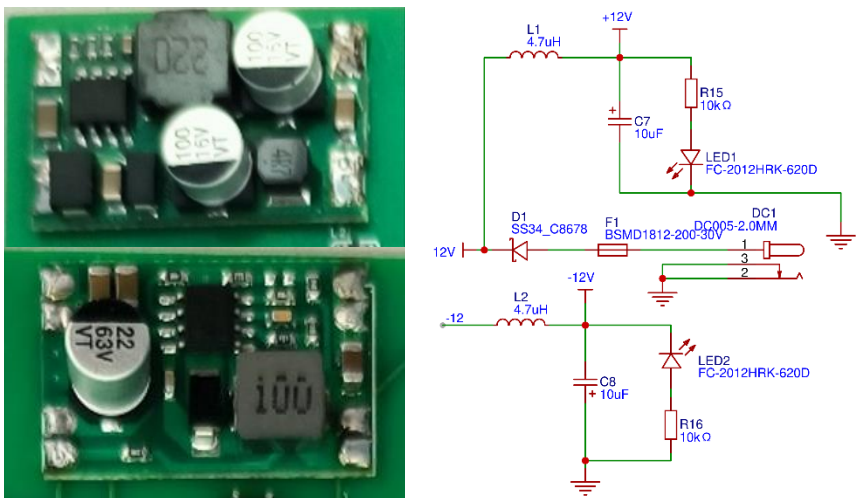
## • 电源模块展示

解决问题：提供电工作路板电压，包括芯片以及STM32。

使用芯片：12V转-12V、12V转5V芯片

困难：电源并非稳定直流，需滤波。

负责人：路尚润、杨凯锋



电源及滤波模块

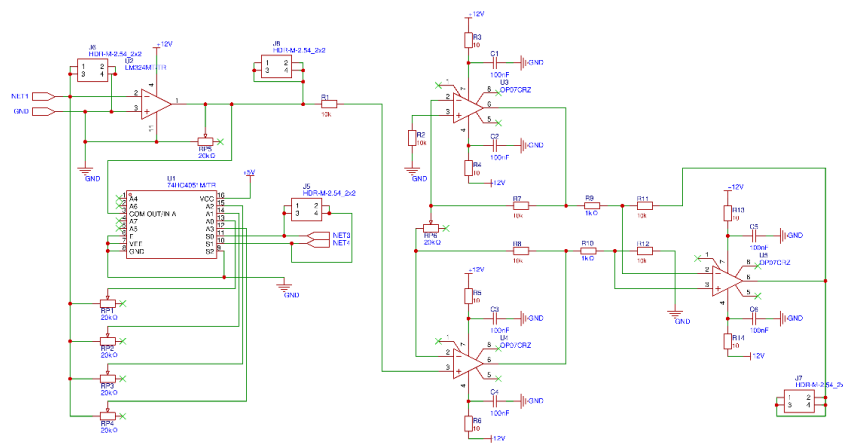
## • 光电模块

解决问题：将微弱光信号转换为较大电信号，并输入到STM32进行测量。

使用芯片：数据选择器4051、放大器LM324、OP07

困难：如何设计转换电路？选定电阻参数？如何接入程控放大器？

负责人：路尚润、肖文昊、杨凯锋



光电模块

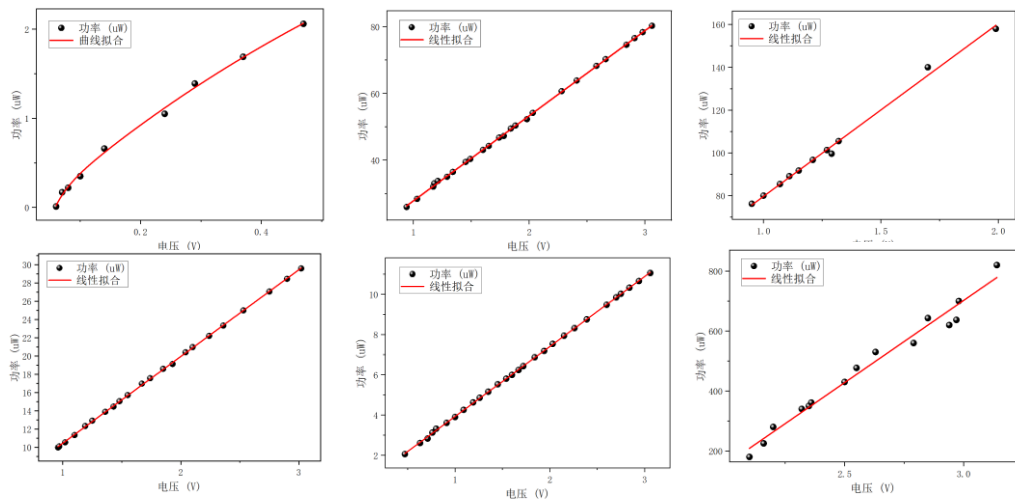


## • 拟合标定曲线

解决问题：解决测量值与输出值之间的关系，从电压转换为功率。

困难：如何选取最优拟合曲线？如何定标非线性？

负责人：路尚润、杨凯锋、肖文昊



光电转换及仪表放大器

## • A/D显示模块

解决问题：将连续信号转换并进行运算显示。

使用材料：STM32单片机、OLED显示屏。

困难：

- 1.配置keil uVision5的编译环境，以及软件内的设置；
- 2.解读STM32配套的AD转换例程，理解每个端口的作用；
- 3.改写AD转换程序，配置新的输入端口并在此基础上进行读入电压的数据处理；
- 4.学习购置的OLED显示屏，并利用keil进行编程显示。

负责人：黄维政、古志谦

```
if (Level==0) {
    if (a_ADC_Value<500) {
        Fun_final_out=5.21304-0.394*exp((-a_ADC_Voltage-0.04)/0.87208)-2.76896*exp((-a_ADC_Voltage-0.04)/0.02087);
    } else {
        Fun_final_out=0.45526+3.47666*a_ADC_Voltage;
    }
    //Fun_final_out=0.22366+3.58976*a_ADC_Voltage;
    //Fun_final_out=Fun_final_out-(0.72677-0.98829*pow(a_ADC_Voltage,1)+23.76044*pow(a_ADC_Voltage,2)-43.93624*pow(a_ADC_Voltage,3))/0.000001;
}

if (Level==1) {
    Fun_final_out=0.96636-0.9+9.49648*(a_ADC_Voltage+0.04);
}

if (Level==2) {
    Fun_final_out=2.38104+1*25.4929*a_ADC_Voltage;
}

if (Level==3) {
    if (a_ADC_Value<2470) {
        Fun_final_out=-1.12502+60.78771*a_ADC_Voltage;
    } else {
        Fun_final_out=-942.34537+548.09939*a_ADC_Voltage;
    }
    //Fun_final_out=80.0212+768.41618*exp(-0.5*((a_ADC_Voltage-3.49677)/0.77611)+((a_ADC_Voltage-3.49677)/0.77611));
}
```

部分STM32代码模块



中山大學

SUN YAT-SEN UNIVERSITY

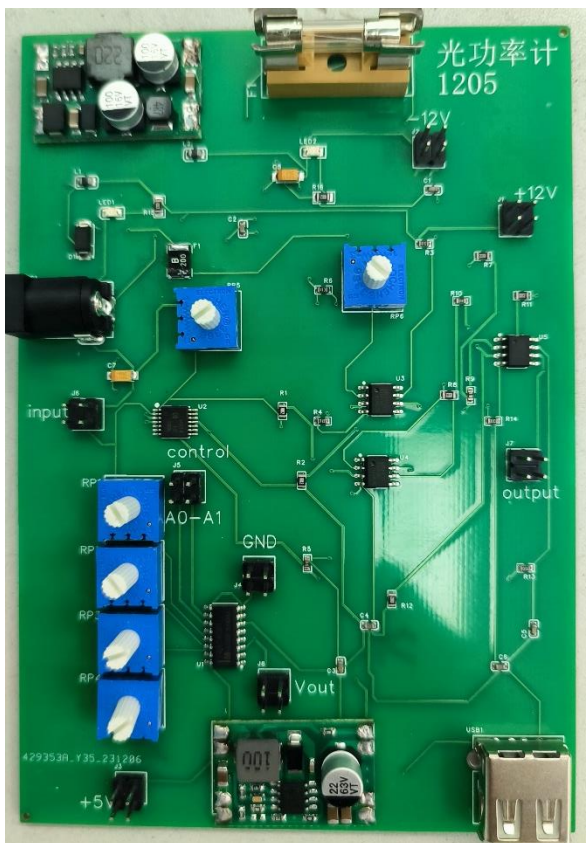
Part.04

## 成果展示

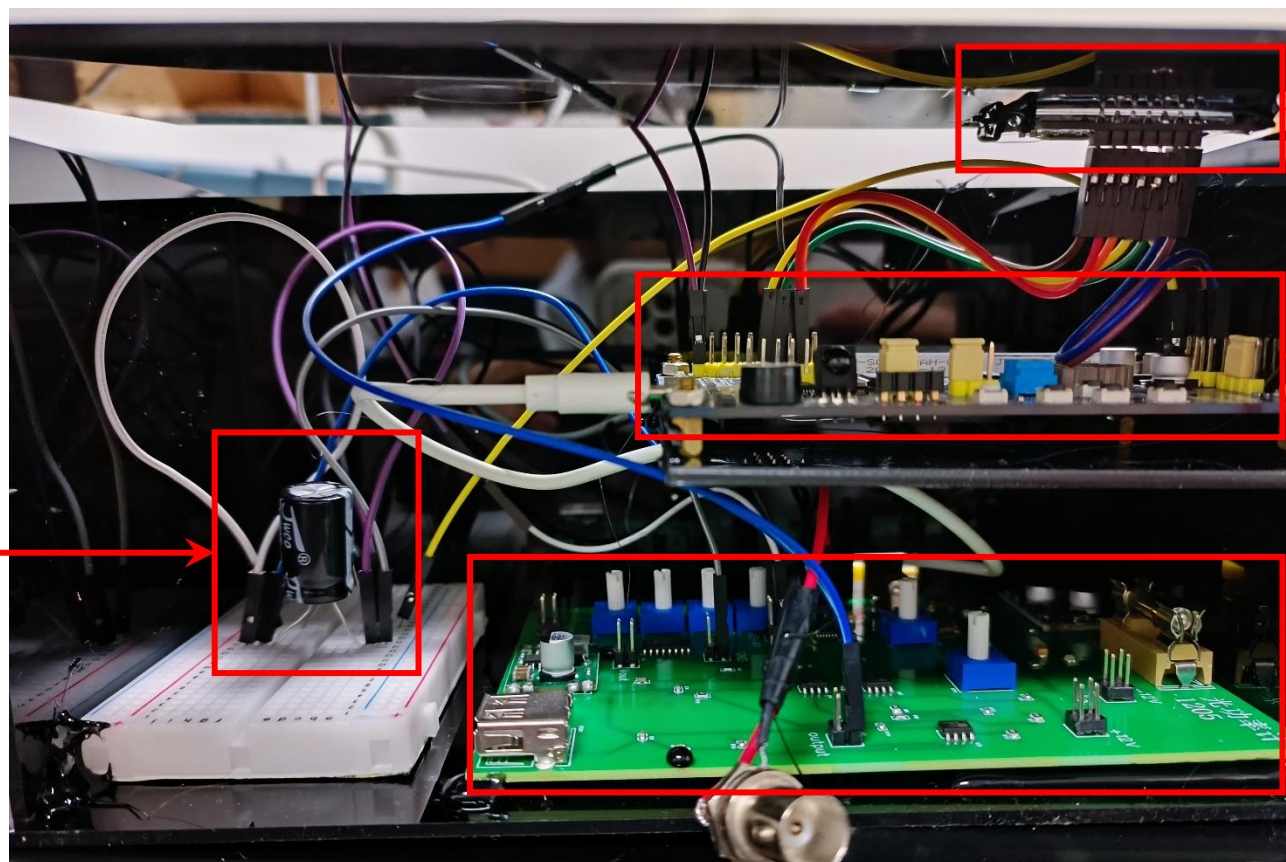




· 成果展示



光功率计PCB板



外接  
电容  
滤波

显示屏

STM32

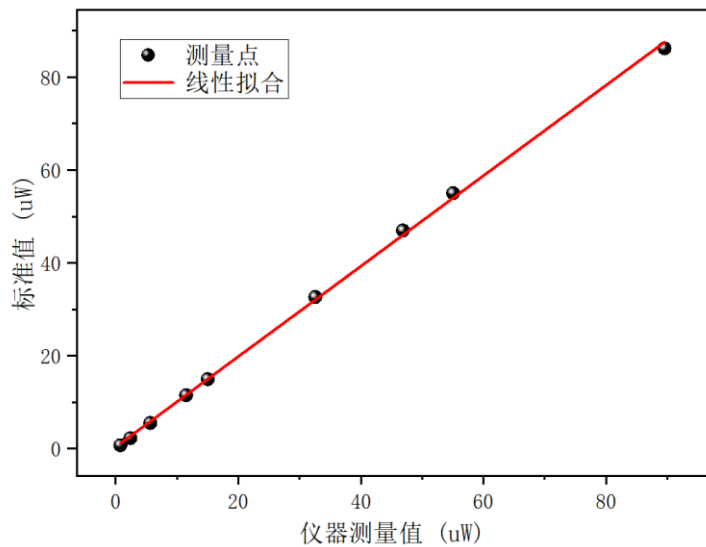
PCB

集成仪器内部示意图

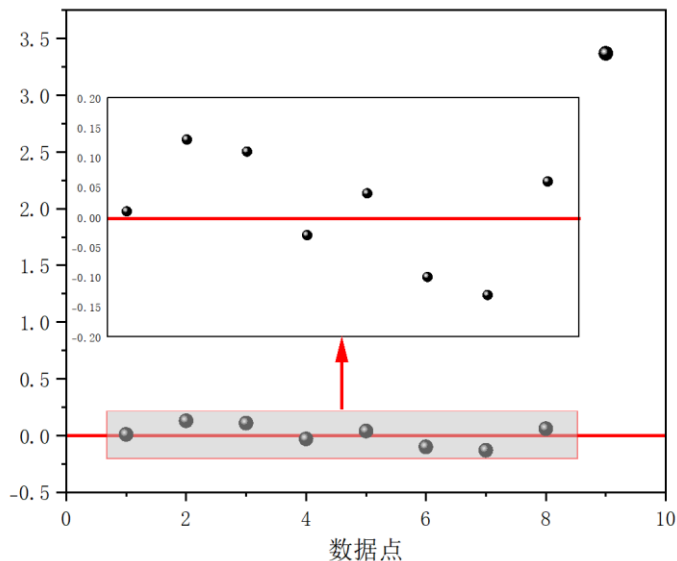




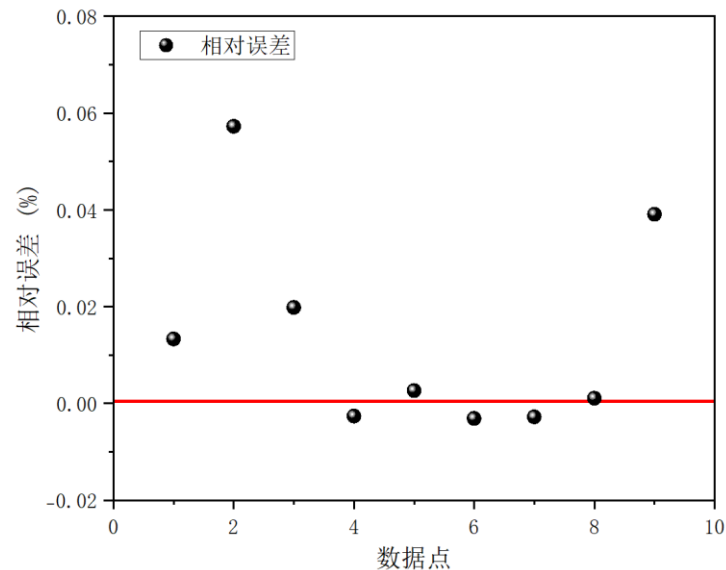
## · 测量精度



标准值与测量值的线性拟合



绝对误差值



相对误差值

| 拟合参数        | 数值      |
|-------------|---------|
| 斜率          | 0.973   |
| Pearson's r | 0.99966 |
| R-Square    | 0.99931 |

| 测量指标   | 精度数值          |
|--------|---------------|
| 最小分辨精度 | 0.1 $\mu$ W   |
| 最大量程   | 865.9 $\mu$ W |
| 平均相对误差 | 0.01575       |





# 中山大學

SUN YAT-SEN UNIVERSITY

Part.05

## 总结



## • 总结

1

项目意义：用途广泛且重要，是光电领域必备的基本测试仪器

2

项目分工：人员分工明确，专注于自己的模块。

3

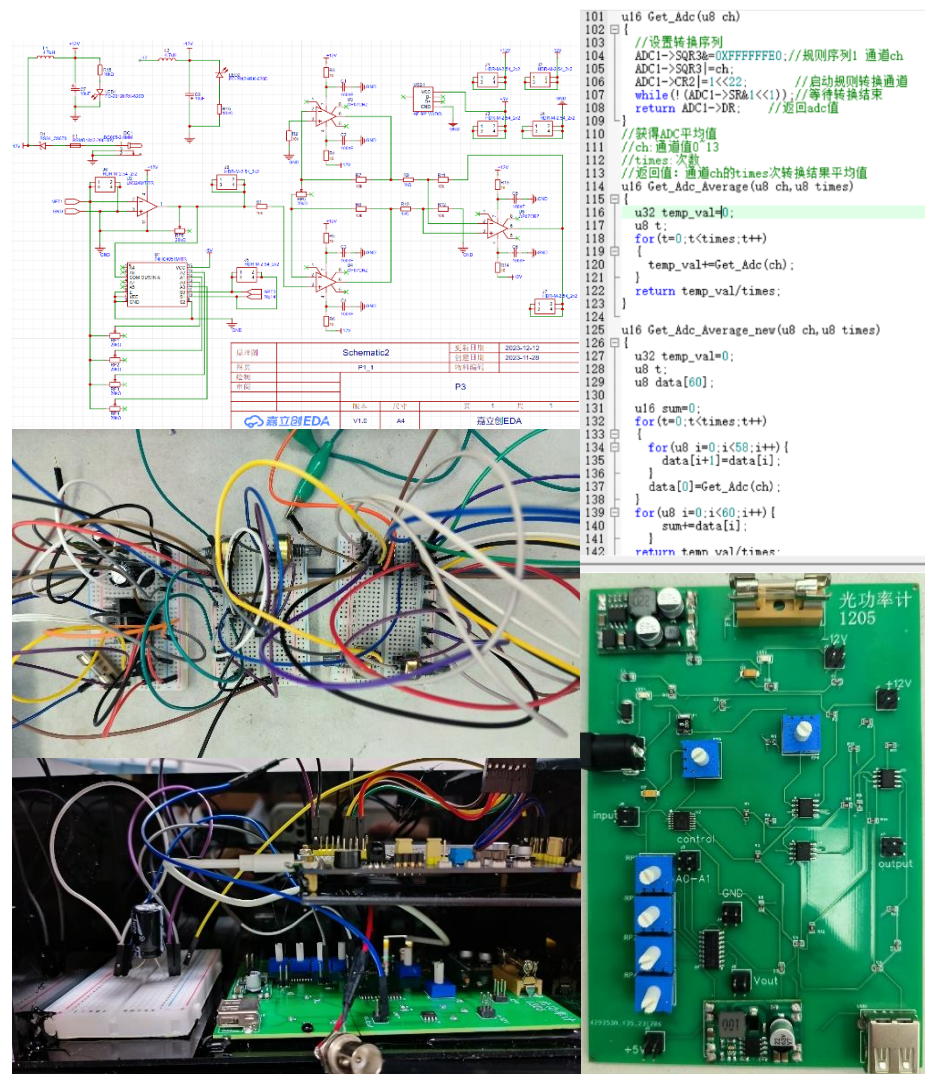
项目推进：项目基本按照预期推进，进展顺利。

4

项目成果：项目完全实现了光功率计的基本功能，并实现了程控换挡。

5

项目改进：由于电源非完全直流，产生了低频谐波，可以进一步改进。







中山大學  
SUN YAT-SEN UNIVERSITY

# 谢谢大家

**报告人：**路尚润

**组员：**黄维政、古志谦、肖文昊、杨凯锋

**指导教师：**黄敏、唐强

2023.12.26