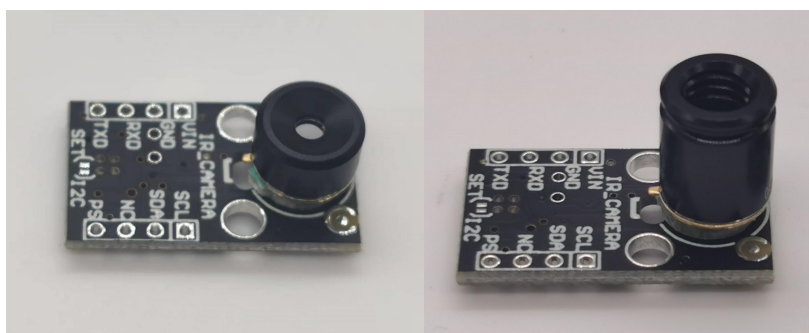


## 1、产品特点

本模块为一款红外热像仪模块，热成像分辨率为 $32 \times 24$ 像素，兼容IIC和USART\_TTL接口通信。IIC可以直接操作热成像传感器，USART\_TTL兼容3.3V/5V电平，支持WINDOWS主机、LINUX主机、Raspberry Pi、Arduino、STM32等主控。采用MLX90640远红外热传感器阵列，可精确检测特定区域和温度范围内的目标物体，尺寸小巧，可方便集成到各种工业或智能控制应用中。

- 采用MLX90640远红外热传感器阵列， $32 \times 24$ 像素
- 支持USART接口通信，可设置波特率，支持19200、38400、57600、115200、25600、460800bps
- 噪声等效温差 (NETD) 仅为0.1K RMS@1Hz刷新率，噪声性能好
- 板载电平转换电路，模块供电电压为5V



## 2、参数

工作电压：5V

工作电流： $< 50\text{mA}$

通信接口：USART\_TTL串口

视场角(水平视角 $\times$ 垂直视角)：

- MLX90640-D55 Thermal Camera:  $55^\circ \times 35^\circ$  (角度小, 适合远距离测量)
- MLX90640-D110 Thermal Camera:  $110^\circ \times 75^\circ$  (角度大, 适合近距离测量)

工作温度： $10^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$

目标温度： $-40^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$

检测精度： $\pm 1^\circ\text{C}$


刷新速率：1Hz~8Hz (可设置)

产品尺寸：35.5mm×17.5 mm  
固定孔尺寸:2.0mm

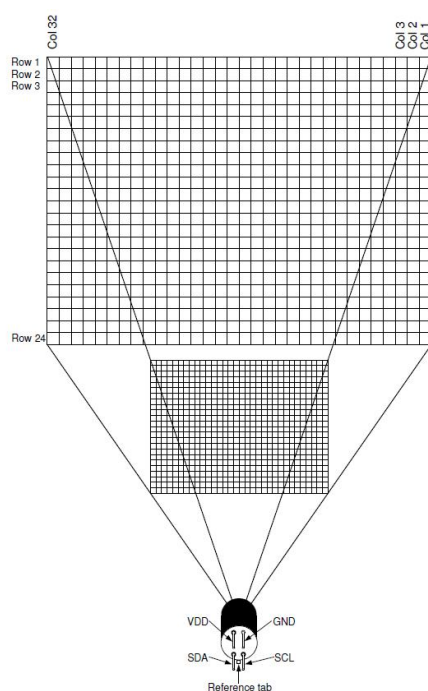
3、主要用途：

- 高精度非接触性物体温度检测
- 红外热像仪、红外测温仪
- 火灾探测器、设备温度监测
- 智能家居、智能楼宇、智能照明
- 工业温度控制、安防、入侵/移动检测

4、接口说明(以接入 MCU 为例)：

VIN: 接5.0V		SCL:IIC接口SCL 电平3.3V
GND: 接GND		SDA:IIC接口SDA 电平3.3V
RXD: 接 UART数据线 兼容3.3V/5V		NC:空
TXD: 接UART数据线 兼容3.3V/5V		PS:工作模式选择。 悬空，串口模式 接地，IIC模式
SET, 短接IIC模式		

## 5、视场示意



## 6、测量原理：

对于非接触式红外测温模块，很重要的一个概念是“视场(FOV)”。视场是由温差电堆接收到50%的辐射信号来确定的，并且和传感器的主轴线相关。测得的温度是视场内被测物体的温度加权平均值，所以当被测物体完全覆盖 FOV 视场时的准确度是最高的。

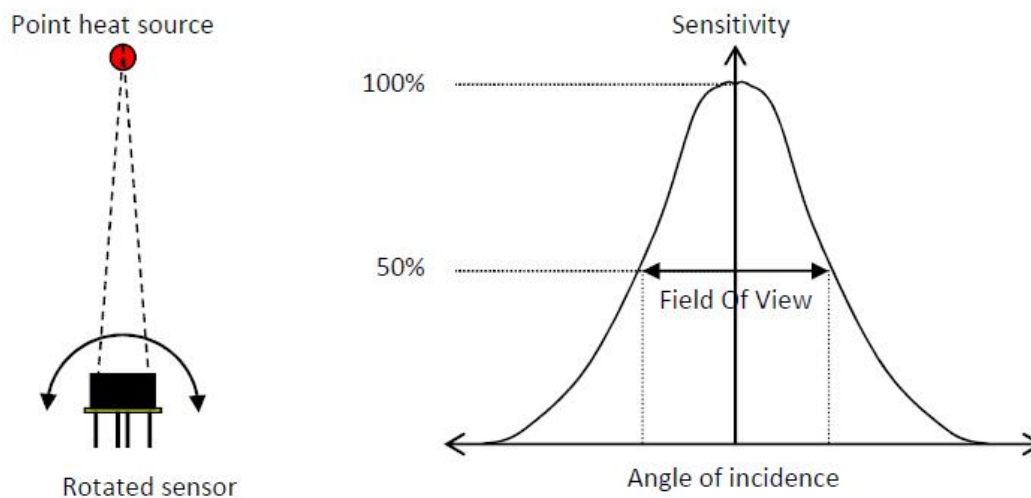


Figure 24: Field Of View measurement

其中被测物体的面积与模块测量距离满足以下关系：

$$S:D = 2 \tan\left(\frac{FOV}{2}\right)$$

距离与单个像素点对应关系：

距离		10cm	50cm	100cm	200cm	300cm	400cm	500cm
像素点 (长, 宽) 单位 cm	MLX90640ESF-BAB	0.32	1.6	3.2	6.4	9.6	12.8	16
	MLX90640ESF-BAA	0.892	4.46	8.92	17.84	26.76	35.68	44.6

## 7、通讯方式

### 7、1 指令类型

#### 7、1、1 主机读指令

共6个字节	帧头（高8位）	帧头（低8位）	读指令（1Byte）	寄存器地址 1Byte	校验和（高8位）	校验和（低8位）
	0X5A	0X5A	0X03	0X00-0X13		

注：校验和为前 N 项和。

例：读取寄存器地址为 0X00 的指令命令如下：

0X5A 0X5A 0X03 0X00 0X00 0XB7

校验和为：0X5A+0X5A+0X03+0X00=0X00B7

### 从机响应

共8个字节	帧头（高8位）	帧头（低8位）	数据量（高8位）	数据量（低8位）	数据（高8位）	数据（低8位）	校验和（高8位）	校验和（低8位）
	0X5A	0X5A	0X00	0X02				

例：主机发送读取寄存器 0X00 指令后从机响应如下

0X5A 0X5A 0X00 0X02 0X0C 0X083 0X01 0X45

寄存器返回数据量为：0X0002, 内容为 0X0C83

## 7、1、2 主机写指令

共 8 个字节	帧头 (高 8 位)	帧头 (低 8 位)	写指令 (1Byte)	寄存器地址 (1Byte)	数据 (高 8 位)	数据 (低 8 位)	校验和 (高 8 位)	校验和 (低 8 位)
	0X5A	0X5A	0X06	0X0A-0X13				

例：主机向寄存器地址为 0X0C 写 0X0001 数据

0X5A 0X5A 0X06 0X0C 0X00 0X01 0X00 0XC7

## 7、1、3 从机响应

共 8 个字节	帧头 (高 8 位)	帧头 (低 8 位)	数据量 (高 8 位)	数据量 (低 8 位)	数据 (高 8 位)	数据 (低 8 位)	校验和 (高 8 位)	校验和 (低 8 位)
	0X5A	0X5A	0X00	0X02	与主机写数据一致			

例：主机向寄存器地址为 0X0C 写 0X0001 数据后，从机响应如下

0X5A 0X5A 0X00 0X02 0X00 0X01 0X00 0XB7

寄存器返回数据量为：0X0002，内容为：0X0001（即为主机向寄存器 0X0C 写入的数据）

## 7、2 寄存器说明（寄存器为 16 位，2 个字节）

### 7、2、1 只读寄存器

寄存器标号	寄存器地址	寄存器名称	操作
R0	0X00	T0（中心点温度）	只读
R1	0X01	TA（传感器自身温度）	只读
R2	0X02	TMAX（目标最高温度）	只读
R3	0X03	TMIN（目标最低温度）	只读
R4	0X04	TAVER（目标平均温度，64 点温度平均值）	只读
R5	0X05	SV（固件版本）	只读
R6	0X06	HV（硬件版本）	只读
R10	0X0A	Emissivity (发射率)	读写
R11	0X0B	Baud Rate(波特率)	读写
R12	0X0C	Output Mode(输出模式)	读写

R13	0X0D	Threshold (阈值)	读写
R14	0X0E	IR Refresh Rate(传感器刷新率)	读写

备注：例  $T0=R0/100$ ；R0 寄存器值=0X0C83, 则  $T0=0X0C83/100=32.03^{\circ}\text{C}$

## 7、2、2 发射率

寄存器标号	寄存器地址	寄存器名称	操作
R10	0X0A	EMISSIONITY (发射率)	读写

R10 寄存器范围，1-100，发射率  $E=R10/100$ 。

例：R10 寄存器为 95，发射率  $E=95/100=0.95$

R10 系统默认值为 95，即系统默认发射率为 0.95

常见材料发射率如下表所示：

材料名称	规格	发射率	材料名称	规格	发射率
铝	氧化	0.20-0.40	人体皮肤		0.98
	抛光	0.02-0.04	石墨	氧化	0.20-0.60
铜	氧化	0.40-0.80	塑胶	透明度 >0.5mm	0.95
	抛光	0.02-0.05	橡胶		0.95
黄金		0.01-0.10	塑胶		0.85-0.95
铁	氧化	0.60-0.09	混凝土		0.95
钢	氧化	0.70-0.90	水泥		0.96
石棉		0.95	土壤		0.90-0.98
石膏		0.80-0.90	灰泥		0.89-0.91
沥青		0.95	砖		0.93-0.96
陶器		0.95	大理石		0.94
木材		0.90-0.95	纺织品	各种	0.90
木炭	粉末	0.96	纸	颜色	0.94
漆器		0.80-0.95			
漆器	无光泽	0.97	沙子		0.90
碳胶		0.90	泥土		0.92-0.96
肥皂泡		0.75-0.80	沙砾	餐具	0.95
水		0.93	玻璃	规格	0.85-0.92
雪		0.83-0.90	纺织品		0.95
冰		0.96-0.98			

## 7、2、3 波特率

寄存器标号	寄存器地址	寄存器名称	操作
R11	0X0B	BAUD RATE (波特率)	读写

R11 寄存器值为 0X0005, 0X0006, 0X0007, 0X0009, 0X000A, 0X000B 共 6 中，R11 寄存器值与波特率对应关系如下：

0X0005→19200      0X0006→38400      0X0007→5600

0X0009→115200      0X000A→25600      0X000B→460800

R11 系统默认值为 0X0009，即系统默认波特率为 115200

7、2、4 输出模式

寄存器标号	寄存器地址	寄存器名称	操作
R12	0X0C	OUTPUT MODE（输出模式）	读写

R12 寄存器数值为：0-3

- (1) 0 代表自动输出 768 点温度；
- (2) 1 代表自动输出最高、最低、平均温度、中心点温度；
- (3) 2 代表 PWM 模式；
- (4) 3 代表串口 TX 关闭，不输出；

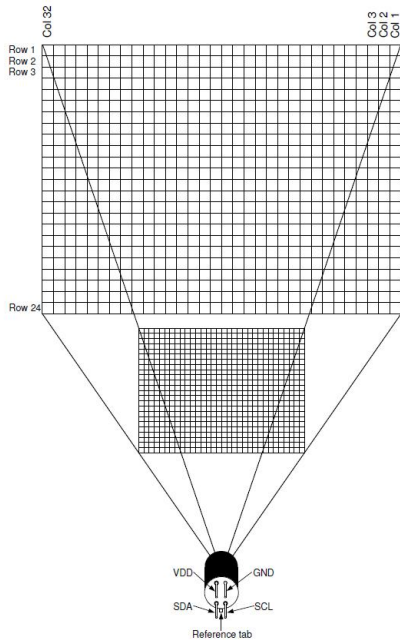
0 代表自动输出 768 点温度，在该模式下，波特率需大于或等于 115200，否则不输出。

输出格式如下：

共 1544 个字节	帧头（高 8 位）	帧头（低 8 位）	数据量（高 8 位）	数据量（低 8 位）	768 点温度 1536BYTES	TA（高 8 位）	TA（低 8 位）	校验和（高 8 位）	校验和（低 8 位）
	0X5A	0X5A	0X06	0X02		传感器自身温度			

温度值为：16 位数据（带符号整形）/100

输出顺序如下图：



1 代表自动输出最高、最低、平均温度、中心点温度，输出格式如下：

共 14 个字节	帧头（高 8 位）	帧头（低 8 位）	数据量（高 8 位）	数据量（低 8 位）	最高温度	最低温度	平均温度	中心点温度	校验和（高 8 位）	校验和（低 8 位）
----------	-----------	-----------	------------	------------	------	------	------	-------	------------	------------

	0X5A	0X5A	0X00	0X08				传感器自身温度		
--	------	------	------	------	--	--	--	---------	--	--

例：0X5A 0X5A 0X00 0X08 0X0B 0X6D 0X0A 0X41 0X0A 0XB3 0X0A 0X6C 0X02 0X62

最高温度为：0X0B6D/100=29.25

最低温度为：0X0A41/100=26.25

平均温度为：0X0AB3/100=27.39

中心点温度为：0X0A6C/100=26.68

2 代表 PWM 模式，串口接口 TX 此时变为 PWM 输出引脚，当最高温度大于阈值寄存器时，TX 接口输出高电平，高电平持续时间 2ms。

3 代表串口 TX 关闭，不输出（不自动输出温度，也不输出 PWM）

## 7、2、5 阈值寄存器

寄存器标号	寄存器地址	寄存器名称	操作
R13	0X0D	THRESHOLD（阈值）	读写

当模块工作在 PWM 模式时，如果最高温度大于 R13 寄存器值，则输出 PWM，如 R13 寄存器值为 0X0032，阈值温度为 50 度，R13 值范围为 0X0000-0X012C

## 7、2、6 刷新频率

寄存器标号	寄存器地址	寄存器名称	操作
R14	0X0E	IR REFRESH RATE（传感器刷新频率）	读写

R14 寄存器值范围为 0-4，R14 值与传感器刷新率对应如下：

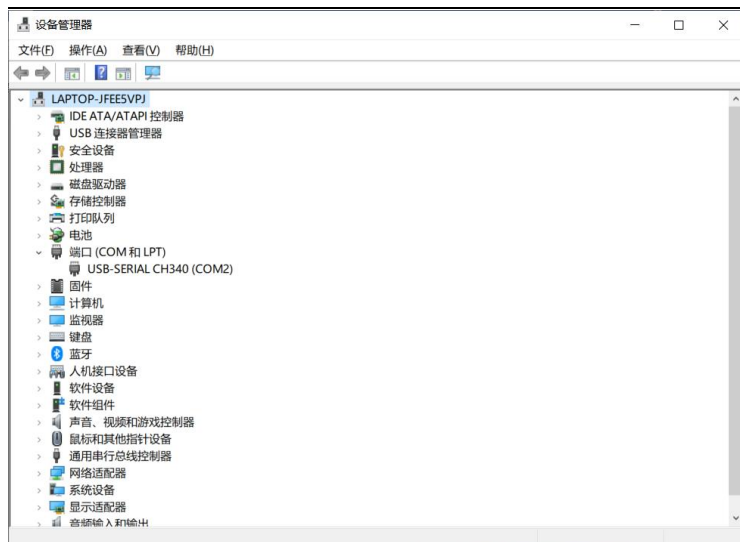
0->1HZ 1->2HZ 2->4HZ 3->8HZ

R14 默认为 2，即传感器刷新率为 4HZ

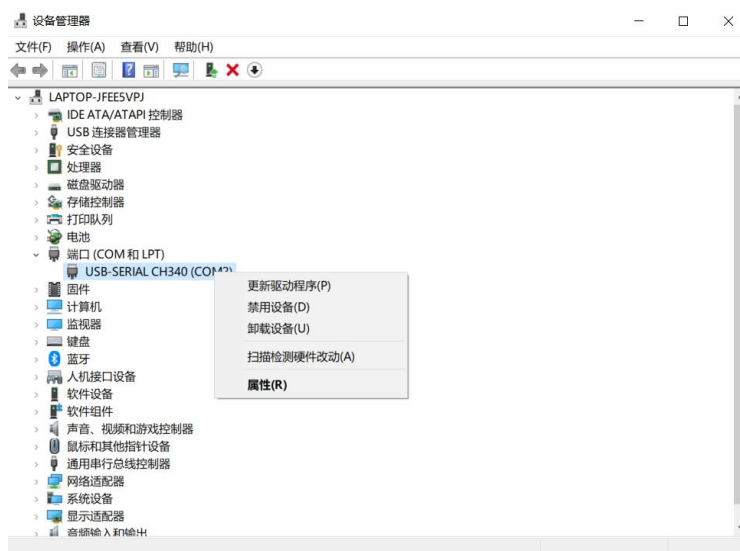
## 8 上位机使用

通过 USB 转串口线连接电脑和测温模块  
在设备管理器查看串口号





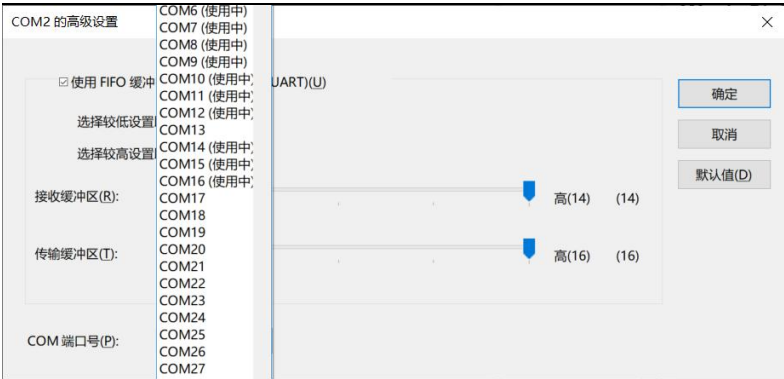
如果串口号不在 1-9 之间，请修改串口号，操作如下：



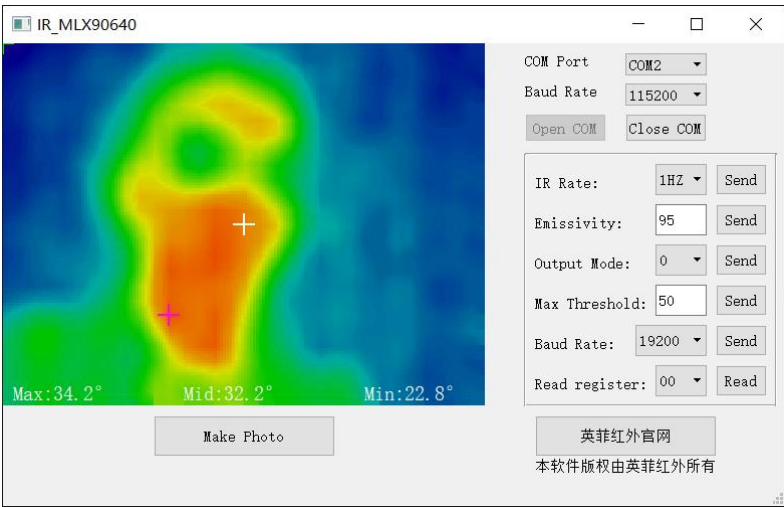
点击端口设置-高级



选择 1-9 的任意一个串口号



选择串口-设置波特率，点 OPEN COM，显示图像数据，MAKE PHOTO 保存图像数据至存储目录 IMAGE 文件夹。



## 9、电气特性

	最小值	典型值	最大值
输入电压	4.5V	5.0V	5.5V
输入电流		50mA	

## 10、环境要求

	最低	最高
存储温度	0℃	70℃
工作温度	10℃	50℃
湿度	30%	70%

## 11、机械尺寸

