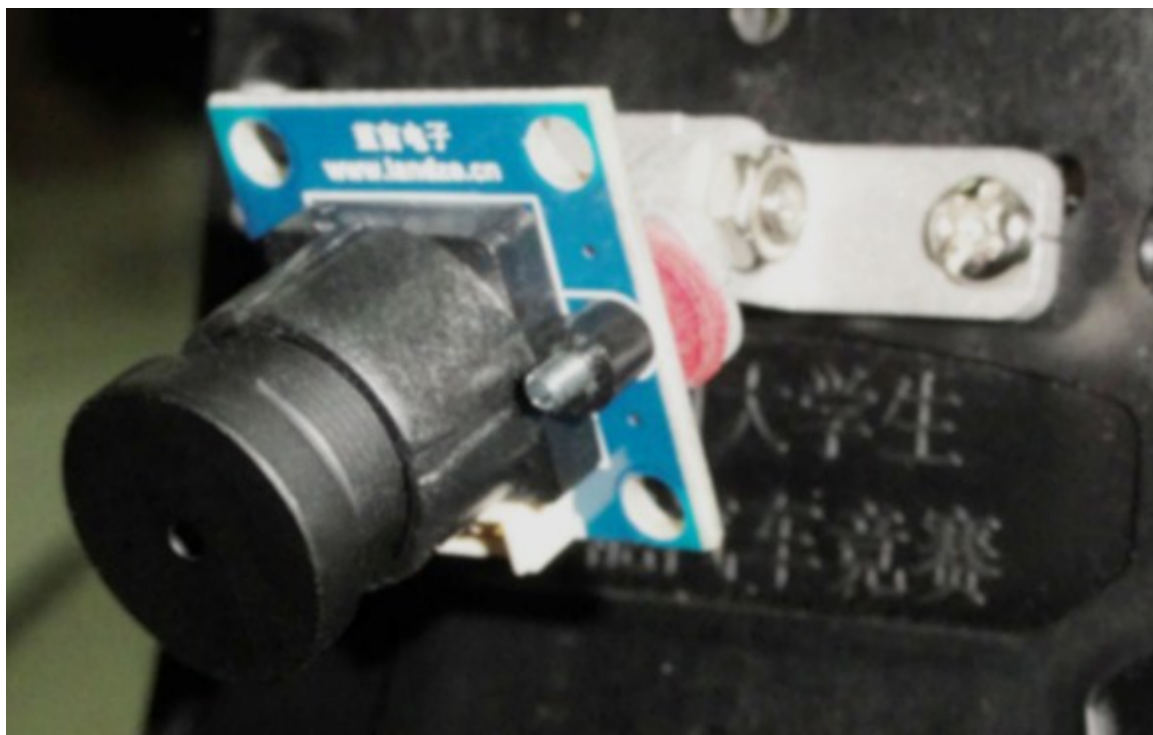




蓝宙电子 TSL1401 线性传感器 产品使用说明书



蓝宙电子研发部

2012 年 12 月



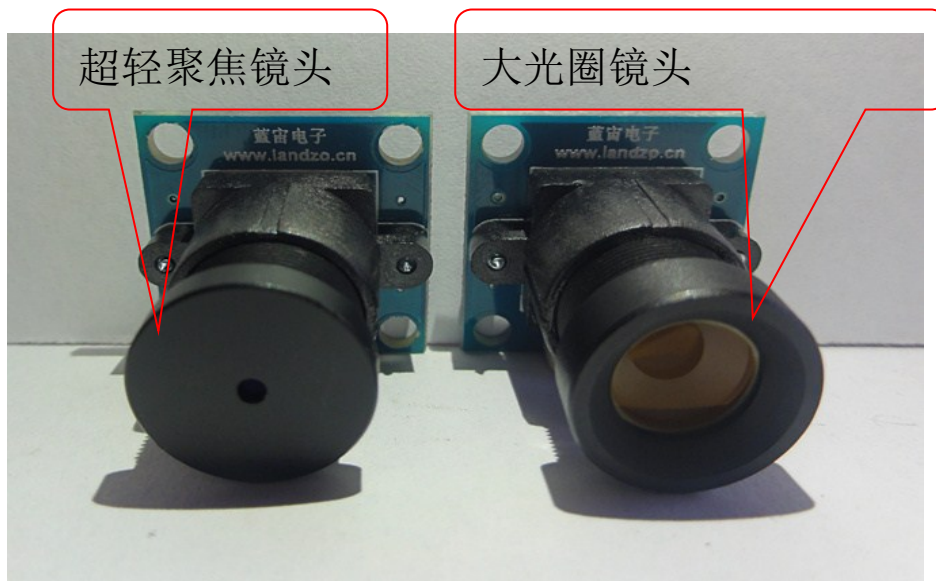
一、蓝宙电子 TSL1401 线性传感器简介

蓝宙电子 TSL1401 线性传感器是由蓝宙电子科技有限公司面向智能车竞赛推出的智能车专用传感器。该产品采用 TAOS 公司的 TSL1401 芯片，自主设计电路，并选择适合于智能车竞赛赛道信息采集的镜头制作而成。该产品具有体积小、重量轻、使用简单、易于固定、接口简单等优点。本产品经过严格的赛道环境测试，经测试该传感器能够采集到稳定的赛道信号，前瞻较远，能在较远距离采集到赛道黑线，且黑线与背景压差较大，用简单算法即可提取黑线位置信号。同时该产品易于组合安装，有助于智能车爱好者进行自主创新性设计。

二、蓝宙电子 TSL1401 线性传感器特性：

- 体积超小，尺寸（长 22mm，宽 22mm，高 16mm），重量轻
- 采用聚光透镜，成像清晰
- 安装方便，易于组合安装
- 三线接口，采用 1mm 间距排线
- 可更换不同参数镜头
- 可选偏振片，用于消除赛道反光
- 提供上位机调试软件及下位机测试代码

三、蓝宙电子 TSL1401 线性传感器结构说明



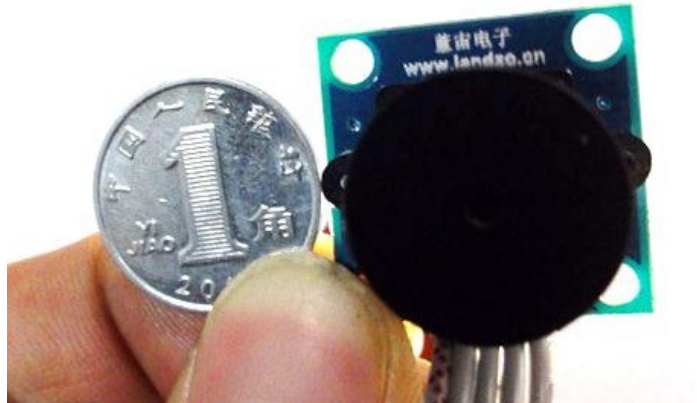
TSL1401 线性传感器结构图



底面视图

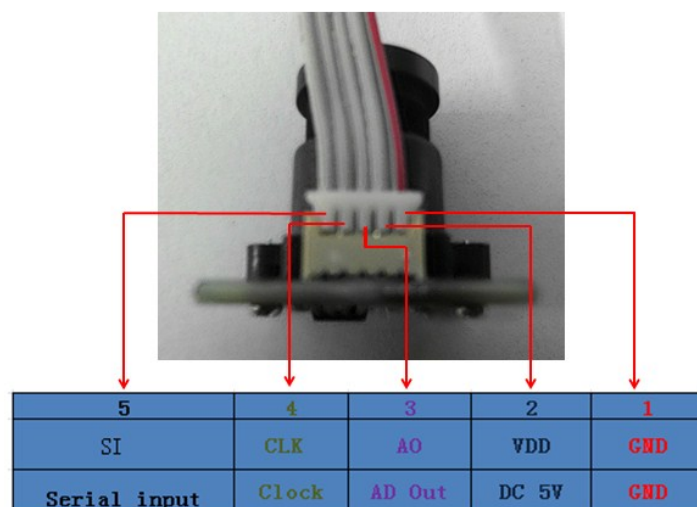


顶面视图



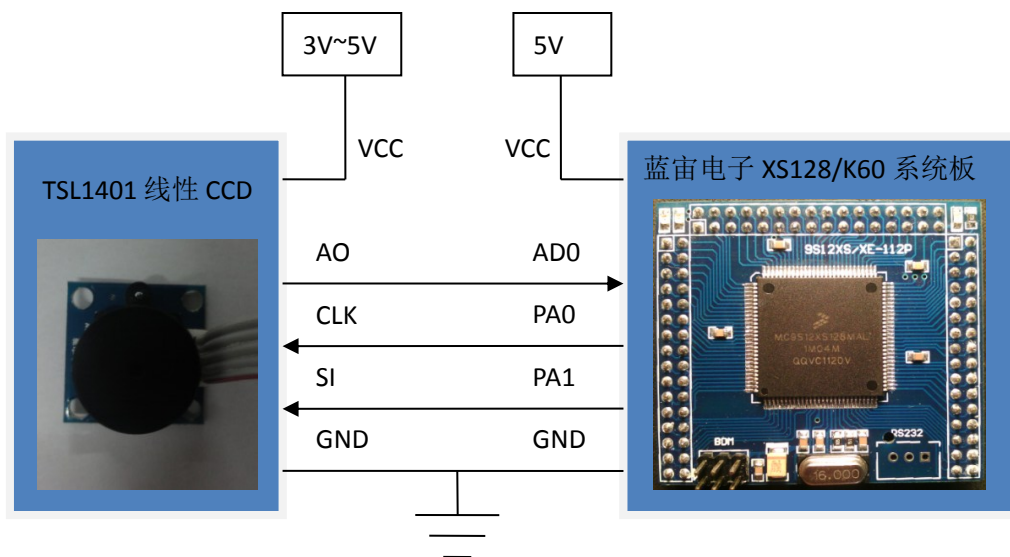
对比视图

四、蓝宙电子 TSL1401 线性传感器引脚及连接说明





TSL1401 线性 CCD 与单片机接口简单,只需要两路 IO 和 1 路 ADC 资源,以下是 TSL1401 线性 CCD 于 XS128 单片机的接口方法。



五、蓝宙电子线性 CCD 镜头说明及参数

大光圈镜头

超轻镜头



特点: 超薄超轻、左右光线均匀,有效
前瞻 130cm, 但透光率较少。

特点: 大光圈、透光量高,有效前瞻 130cm
重量稍重, 厚度较厚。



以上两种镜头是蓝宙电子通过多次试验，从众多参数的镜头中筛选出的两款比较适合于智能车赛道识别的镜头，两款镜头都具备以下特点：

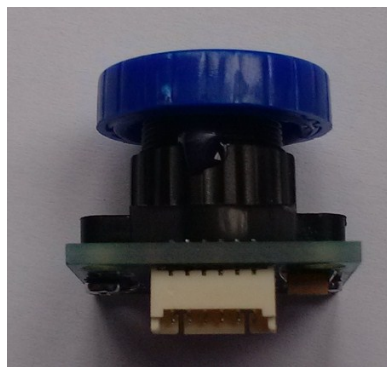
- 1、成像能覆盖 TSL1401 的全部敏感区，使得 128 个像素信号都有效。
- 2、视角适合用于赛道采集，60 度的视角使得前瞻 1m 时视场宽度为 1.1m 左右，1.1m 的视场 128 个有效点能保证在视场内的 2.5cm 的黑线不被漏采。
- 3、尺寸更小，重量更轻。

六、蓝宙电子偏振片相关说明

历届大赛证明使用蓝宙电子提供的偏振片能显著消减赛道的反光对 CCD 的影响，提高赛车的环境适应性。经过试验该偏振片同样适用于 TSL1401 线性传感器！



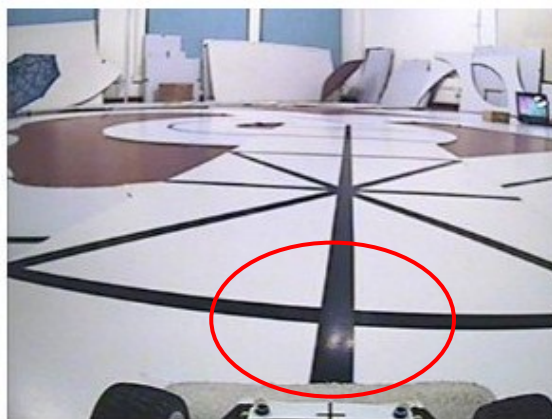
面阵 CCD



线性传感器



使用前反光



使用后不反光

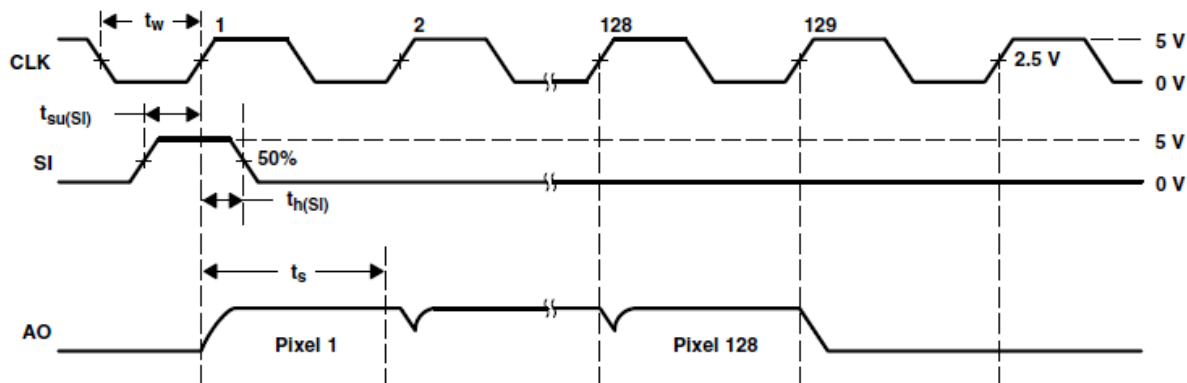
注意：将该产品安装到镜头上后，需要配合视频卡或上位机软件调整偏振片角度才能达到最佳效果。使用偏振片后采集到的像素电压会比正常偏低。



七、蓝宙电子 TSL1401 线性传感器驱动程序

TSL1401 线性传感器驱动程序比较简单，只需要 MCU 控制 CLK 及 SI 两个引脚安装特定的时序发出方波信号 AO 引脚就会依次输出 128 个像素点的模拟信号。

以下是 TSL1401 线性传感器时序图：



驱动程序实例代码如下：

```
void CAMERA(void)
{
    TransmitData("****Line Sensor Test****\n\r");
    SIU.PCR[27].R = 0x0200;          /* Program the Sensor read start pin as output*/
    SIU.PCR[29].R = 0x0200;          /* Program the Sensor Clock pin as output*/
    for(j=0;j<2;j++)
    //for(;;)
    {
        SIU.PCR[27].R = 0x0200;      /* Program the Sensor read start pin as output*/
        SIU.PCR[29].R = 0x0200;      /* Program the Sensor Clock pin as output*/
        SIU.PGPD0[0].R &= ~0x00000014; /* All port line low */
        SIU.PGPD0[0].R |= 0x00000010; /* Sensor read start High */
        Delay();
        SIU.PGPD0[0].R |= 0x00000004; /* Sensor Clock High */
        Delay();
        SIU.PGPD0[0].R &= ~0x00000010; /* Sensor read start Low */
        Delay();
        SIU.PGPD0[0].R &= ~0x00000004; /* Sensor Clock Low */
        Delay();
        for (i=0;i<128;i++)
        {
            Delay();
            SIU.PGPD0[0].R |= 0x00000004; /* Sensor Clock High */
            ADC.MCR.B.NSTART=1;          /* Trigger normal conversions for ADC0 */
            while (ADC.MCR.B.NSTART == 1) {}
            adcddata = ADC.CDR[0].B.CDATA;
            Delay();
            SIU.PGPD0[0].R &= ~0x00000004; /* Sensor Clock Low */
            Result[i] = (uint8_t)(adcddata >> 2);
        }
        Delaycamera();
        //printlistall();
    }
    printlistall();
}
```

注意：试验表明该传感器的输出信号和环境光线密切相关，白天 AO 输出值比晚上高很多，对光和背光相差也很大，白炽灯光和日光光线条件下差异很大。因此如果采用



同一镜头或同一信号放大倍数，必然无法适应各种环境，经常会出现信号过弱或信号饱和，对环境的适应性很弱。针对该问题的解决方案很多，以下分享一下蓝宙电子的两个解决方案：

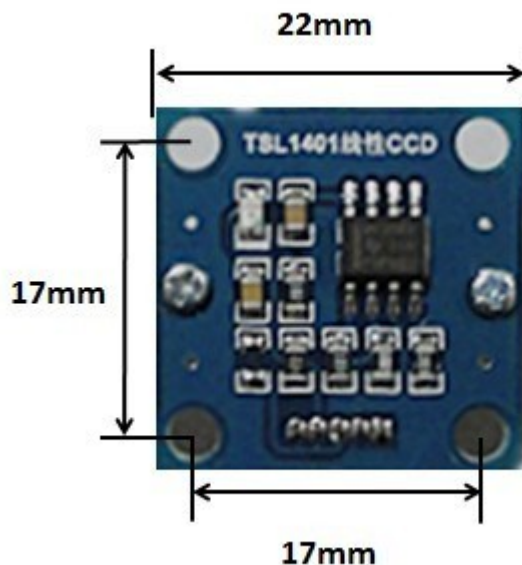
1、软件实时采集一段时间 A0 输出的平均值（能反映环境光强），通过软件更改曝光时间，以形成曝光时间的闭环调节，动态适应各种环境；

2、采用可变增益的运算放大器对信号进行放大，当环境光线（通过 A0 输出的平均值计算得到的）变化时，通过单片机改变运放的放大倍数，以保证输出信号在合理范围内。

以上两种方法各有优劣，读者也可以研究更多的放法。

八、蓝宙电子 TSL1401 线性 CCD 的安装

蓝宙电子线性 CCD 尺寸小巧，安装时可以任选 2 个安装孔安装到传感器支架上。后面请参考蓝宙电子设计的专用线性 CCD 传感器支架。



蓝宙电子线性 CCD 尺寸图

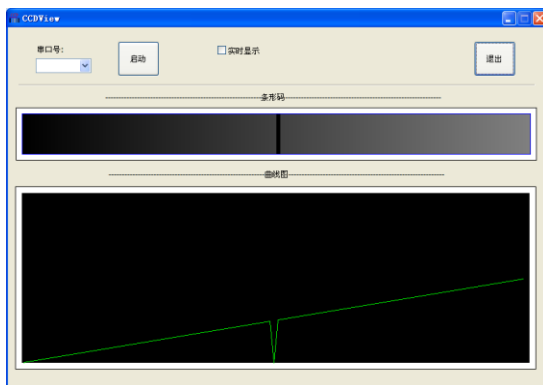
九、蓝宙电子 TSL1401 线性 CCD 上位机调试

调节面阵 CCD 或 CMOS 时可以采用视频采集卡或电视机观看图像信息,或者用来调节镜头焦距。目前还没有能显示线性传感器图像的采集卡。为了方便用户像调试面阵 CCD 一样调试线性传感器,蓝宙电子专门为用户开发了一款调试软件 CCDView,单片机采集传感器数据,通过串口实时的发送到上位机 CCDView 软件,CCDView 将数据按照灰度条和曲线两种形式显示出来了,用户可以直接在 CCDView 中观看线性数据、调节镜头焦距、对传感器视场进行标定。

蓝宙电子 CCDView 软件详细使用说明如下:

1、上位机软件构成

- CCDView 软件由 CCDView.exe、ComDataHook.dll 组成,请用户使用前确认文件的组成正确。
- CCDView 主要用于显示用户 CCD 传感器采集的数据,并以图像的方式显示。
 - ★**条形码**: CCD 采集的数据,以灰度的方式表示,每个竖条代表一个数据。
 - ★**曲线图**: 横坐标为 CCD 数据的偏移,纵坐标为灰度值(0~255)。



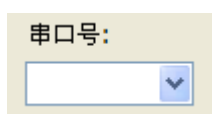
无数据接入时



数据接入时显示黑线及波形

2、上位机软件操作步骤:

① 通讯配置



上位机使用了 115200bps、1 位停止位、8 位数据、无奇偶校验,用户可以设定



串口号，软件默认的为 COM1。

② 显示设置

☐ 实时显示

上位机以灰度表、灰度值显示从下位机传输过来的 CCD 数据，用户可以选择实时刷新和定时刷新两种方式查看 CCD 数据。

③ 采集数据

单击“启动”按钮，开始接收由下位机传输过来的“CCD 数据”；

单击“停止”按钮，停止接收由下位机传输过来的“CCD 数据”。

④ 系统要求

WINDOWS XP SP3、WINDOWS 7 系统。请确保串口连接正常，如果遇到“虚拟串口”

无法接收到数据，请联系蓝宙电子官方淘宝客服。如果用户使用的是 WINDOWS 7 系统，请右键单击此应用程序，以管理员身份运行。

3、下位机数据格式

上位机使用了 115200bps、1 位停止位、8 位数据、无奇偶校验，下位机应该采样同样的配置。

每个数据帧都是以 ASCII 码发送，传输一帧大约需要 18ms 的时间，请用户采用最小 20ms 的发送周期。

| 意义 | 帧头 | 类型 | 数据长度 | 保留字节 | | | | CCD 数据 (128) | CRC | 帧尾 |
|------|--------|------|-------------------------------|------|----|----|----|--------------|--------|-----|
| 数据内容 | '*' | "LD" | 0 132 | 00 | 00 | 00 | 00 | XXX | 00 | '#' |
| 实际帧 | '*' | "LD" | 这些数据的 ASCII 码 | | | | | | "00" | '#' |
| 说 明 | 发送函数添加 | | 需要用户填充原始数据，发送函数转化为 ASCII 码后发送 | | | | | | 发送函数添加 | |

表一 帧格式

实例：

| ① 、发送 CCD 数据到上位机使用 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <pre>unsigned char SciBuf[200]; // 发送数据 SciBuf[0] = 0; // 长度高字节，此设置为 0 SciBuf[1] = 128+4; // 132 SciBuf[2] = 0; // 保留字节，设置为 0 SciBuf[3] = 0; // 保留字节，设置为 0 SciBuf[4] = 0; // 保留字节，设置为 0 SciBuf[5] = 0; // 保留字节，设置为 0</pre> |



```
// 填充 CCD 数据, 共 128 字节
SciBuf[6] = 24;
SciBuf[7] = 16;
SciBuf[8] = 8;
SciBuf[9] = 225;
...
SCI_SendData(&SciBuf[0]); // 发送到上位机
```

② 、SCI_SendData 向 PC 发送一帧数据，与硬件无关。

```
unsigned char SCI_SendData(unsigned char *data)
{
    int len;
    unsigned char lrc=0;
    PutChar('*'); // 发送帧头，一个字节
    len = (int)(data[0]<<8) | (int)(data[1]);
    data += 2; // 调整指针
    PutChar('L'); // 发送帧类型，共两个字节
    PutChar('D');
    while(len--) // 发送数据的 ASCII 码，含保留字节和 CCD 数据
    {
        SendHex(*data);
        lrc += *data++;
    }
    lrc = 0-lrc; // 计算 CRC，可以为任意值
    SendHex(lrc); // 发送 CRC 校验 ASCII
    PutChar('#'); // 发送帧尾，一个字节
}
```

③ 、SendHex 把一个 8 位数以 ASCII 的形式通过，与硬件无关。

```
void SendHex(unsigned char data)
{
    unsigned char temp;
    temp = data >> 4;
    if (temp >= 10)
    {
        PutChar(temp - 10 + 'A');
    }
    else
    {
        PutChar(temp + '0');
    }
    temp = data & 0x0F;
    if (temp >= 10)
    {
        PutChar(temp - 10 + 'A');
    }
}
```



```
    }  
    Else  
    {  
        PutChar(temp + '0');  
    }  
}
```

④ 、PutChar() 为发送串口数据函数，和用户硬件相关。

十、蓝宙电子独创 TSL1401 线性 CCD 智能调光算法

试验表明该传感器的输出信号和环境光线密切相关，白天 A0 输出值比晚上高很多，对光和背光相差也很大，白炽灯光和日光灯光线条件下差异很大。因此如果采用同一镜头或同一信号放大倍数，必然无法适应各种环境，经常会出现信号过弱或信号饱和，对环境的适应性很弱。针对该问题的解决方案很多，以下分享蓝宙电子的两个解决方案：

1、软件实时采集一段时间 A0 输出的平均值（能反映环境光强），通过软件更改曝光时间，以形成曝光时间的闭环调节，动态适应各种环境；

2、采用可变增益的运算放大器对信号进行放大，当环境光线（通过 A0 输出的平均值计算得到的）变化时，通过单片机改变运放的放大倍数，以保证输出信号在合理范围内。

以上两种方法都能达到适应环境光的效果，方法 1 不需要增加额外硬件，可采用纯软件方法实现，因此蓝宙电子推荐方法 1，并提供方法 1 的源代码。

源代码已经过实际验证，自适应性非常强，在不同的环境光线下能保证线性 CCD 输出一致，黑线和白色背景反差明显，配合蓝宙电子的防反光偏振片，智能车能在各种恶劣环境下稳定识别赛道引导线。

十一、蓝宙电子线性 CCD 专用支架方案

蓝宙电子为方便线性 CCD 的安装，特别设计了线性 CCD 安装支架，根据实际赛场应用情况，对线性 CCD 安装支架进行了方案设计。以下为蓝宙电子设计的线性 CCD 安装方案：



1、单个线性 CCD 安装支架

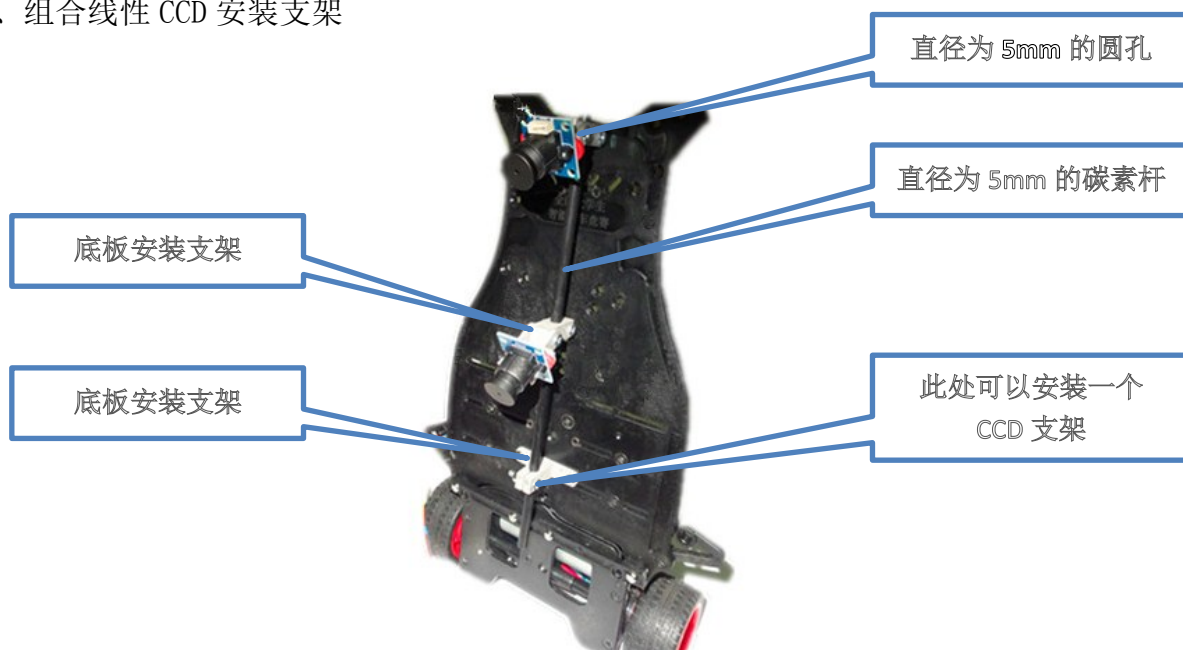


单个线性 CCD 模块支架方案

淘宝链接

该款支架共有两部分组成：底板安装支架，线性 CCD 安装支架。两个支架通过螺栓进行连接，可以方便的调节角度。底板安装支架可以直接利用原车自带的一字形长孔进行固定，不用自行打孔，简单方便。同时底板安装支架中间有直径为 5mm 的圆孔，可以固定在碳素杆支架上，为后面组合应用留下空间。

2、组合线性 CCD 安装支架

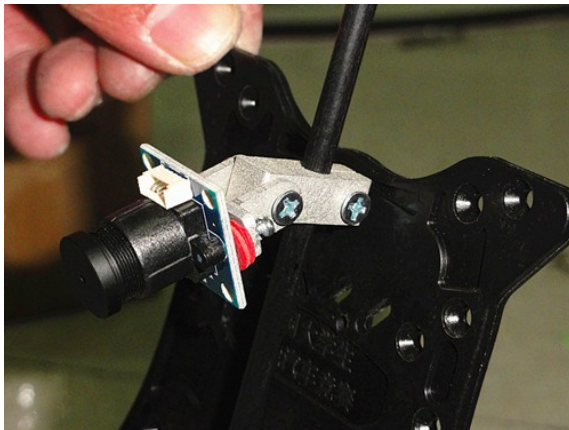


蓝宙电子组合线性 CCD 安装支架方案

该方案共有三个部分组成：底板安装支架，线性 CCD 通孔支架（可选 2-3 个）。线性 CCD 通孔支架穿过碳素杆用螺栓进行固定，与之相连接线性 CCD 安装支架可以方便的



调节角度。底板安装支架可以直接利用原车自带的一字形长孔进行固定，不用自行打孔，简单方便。同时底板安装支架中间有直径为 5mm 的圆孔，可以固定在碳素杆支架上，此方案可实现多个线性 CCD 多角度的安装，为组合安装提供了极大的方便。



[线性 CCD 通孔支架](#)

[淘宝链接](#)



[5mm*3mm*600mm 碳素杆](#)

[淘宝链接](#)

十二、蓝宙电子联系方式

为更好的服务于广大智能车爱好者，蓝宙电子特开设了第八届线性 CCD 讨论群，QQ 群号：32310676，欢迎大家一起讨论，通过群交流，更好的为大家提供售后服务支持。

更多线性 CCD 相关专用镜头及专用支架资料，请咨询蓝宙电子淘宝客服，详情请搜索淘宝店铺【蓝宙电子】<http://landzo.taobao.com/>。【蓝宙电子 品质之选】