

SCL1024 控制板使用说明

一、控制板功能

控制板主要完成两项功能：

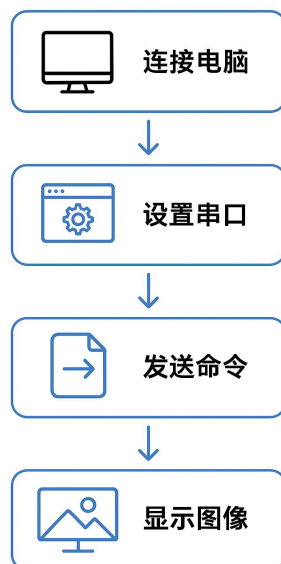
1. 设置探测器参数（SPI 控制）

用来写入探测器的工作寄存器。

2. 控制曝光与读出（曝光驱动）

控制探测器的曝光时间、读出周期，并启动数据发送。

SCL1024线列探测器评估板 使用流程



二、与电脑连接

1. 用 USB 转串口线将电脑与评估板的 UART 接口相连，控制板及探测器供电均由

USB-A 5V 提供，工作电流<1A。

2. 串口设置如下：

- o 波特率：115200
- o 数据位：8
- o 校验位：无

o 停止位：1

3. 打开上位机软件（或串口助手），选择正确的串口号。

三、 串口命令格式

每次控制板执行命令都需要发送一帧数据，格式如下：

0x08 command para 0x3E 0x09 0xD7

名称	说明
0x08	帧头（固定）
command	指令代码（控制不同功能）
para	三个字节参数，内容视命令而定
0x3E 0x09 0xD7	帧尾（固定）

四、 常用指令

功能	command 指令码	说明
写入下方寄存器	0xD0	向探测器下方一行寄存器写入参数
写入上方寄存器	0xD1	向探测器上方一行寄存器写入参数
设置曝光时间	0xA4	调整探测器曝光时长（单位：时钟周期）
设置读出周期	0xA5	调整探测器每帧读出时间
启动图像发送	0x6B	触发一次 UDP 数据传输

五、 操作步骤

1. 上电后，确认 FPGA 已正常运行（电源指示灯亮）。
2. 打开串口助手或上位机软件。
3. 按顺序发送命令：
 - 1.1 （可选）用 0xA4 命令设置曝光时间，开机默认 186 μ s；
如：08 A4 00 04 36 3E 09 D7 修改曝光时间 200 μ s（186ns/LSB）
 - 1.2 （可选）用 0xA5 命令设置读出周期，开机默认 64 μ s；
如：08 A5 00 00 90 3E 09 D7 修改读出周期 217 μ s（1488ns/LSB）
 - 1.3 （可选）用 0xD0 或 0xD1 配置探测器寄存器；
如：08 D1 00 00 90 3E 09 D7 修改上行读出反向
 - 1.4 发送 0x6B 命令，开始采集与发送数据。
如：08 D1 AF 11 03 3E 09 D7 开始发送数据/停止发送数据
4. 上位机接收 UDP 数据并显示图像。

六、 注意事项

串口每次必须发送完整的一帧命令，帧头和帧尾不可缺失。

SPI 控制一次仅支持一行寄存器写入。

发送 0x6B 后若无图像，请确认网络连接及上位机 UDP 接收设置。

电脑配置地址 ipv4: 192.168.1.102。

七、 驱动及配置总览

该评估板包含两部分重要逻辑：

SPI 寄存器配置模块：负责把上位机/串口收到的 24-bit 参数（器件地址+寄存器地址+数据）通过 SPI（两个片选，分别对应上/下两排探测器）串行下发到器件。
通过 command 指令选择写“上行”或“下行”寄存器。

曝光驱动与控制模块：基于板上主时钟（周期 93 ns \approx 10.752 MHz），实现曝光（integration）周期、读出周期和触发信号输出（int 与 mc），并可通过串口命令修改曝光时间和读出周期、启动/停止发送等。

时钟说明：输入时钟周期为 93 ns，频率 \approx 10.752 MHz。所有基于 clk 的计数以 93 ns 为周期。

八、 SPI 控制与曝光驱动模块说明

a) 总体架构

SCL1024 线列探测器评估板采用 FPGA 作为核心控制器，通过 UART 串口接口 接收上位机命令，并完成对探测器内部寄存器的配置（SPI 总线控制）以及曝光时序与读出周期的控制。

输入时钟周期为 93 ns（约 10.75 MHz），所有时序均基于此主时钟生成。

b) 串口通信协议

评估板通过 UART 与上位机通信，波特率为 115200bps，数据格式如下：

参数	设置
波特率	115200 bps
数据位	8 bit

校验位	无
停止位	1 bit
帧格式	0x08 command para 0x3E 0x09 0xD7

帧结构说明

字节序号	内容	说明
Byte0	0x08	帧头标识
Byte1	command	指令码，用于指定写入目标或控制模式
Byte2~4	para[23:0]	参数字段，包括器件地址、寄存器地址与写入数据
Byte5~7	0x3E 0x09 0xD7	帧尾标识（固定）

九、 SPI 寄存器配置模块

a) 模块功能

该模块接收来自串口模块的 command（8 位） 与 para（24 位）数据，当接收完整 8 字节后，触发一次 SPI 寄存器配置操作。

根据不同的指令码，模块可对探测器的 **上下两行寄存器** 进行配置，SPI 接口信号包括：

- spi_ceb_1、spi_ceb_2：SPI 片选信号，低有效。
- mosi_1、mosi_2：SPI 数据输出（连接探测器 SDIN 引脚）。
- SPI 时钟由系统时钟 clk 提供（约 10.75 MHz）。

b) 指令定义

指令码（Hex）	功能说明
0xD0	向下方寄存器行写入配置数据（对应 spi_ceb_1、mosi_1）
0xD1	向上方寄存器行写入配置数据（对应 spi_ceb_2、mosi_2）

c) 参数字段定义

para[23:0] 字段按以下结构划分：

位段	内容	说明
[23:16]	device_addr	0xAF
[15:8]	reg_addr	寄存器地址
[7:0]	data	写入数据

d) 时序描述

当接收到完整帧并检测到接收完成标志信号时，进入 SPI 配置状态；

根据 command 选择目标通道；

通过 cnt 计数器依次移出 24 位数据；

数据发送完成后，片选信号拉高结束传输。

十、 探测器曝光驱动与 UDP 发送控制模块

a) 模块功能

该模块负责控制 SCL1024 线列探测器的曝光时序与读出控制。

通过串口命令可动态修改曝光时间（Integration Time）与读出周期（Readout Cycle），

并控制 UDP 发送状态。

主要输出信号：

信号名	说明
int	探测器积分控制信号，高电平有效。
mc	探测器主时钟信号
start_send	UDP 发送启动信号

b) 内部参数定义

参数名	默认值	说明
int_time	2000	曝光时间计数值（对应约 200 μs）
read_cycle	692	每次读出周期计数值

系统主时钟周期为 93ns，因此：

$$\text{曝光时间} = \text{int_time} \times 93\text{ns} \approx 186 \mu\text{s}$$

$$\text{读出周期} = \text{read_cycle} \times 93\text{ns} \approx 64 \mu\text{s}$$

c) 串口命令定义

指令码（Hex）	功能说明
0x6B	触发 UDP 数据发送信号（翻转一次）
0xA4	修改积分时间 int_time（单位：时钟周期）
0xA5	修改读出周期 read_cycle（单位：时钟周期）

指令执行时机：

上升沿（receive_complete_posedge）触发命令加载；

下降沿（receive_complete_negedge）复位命令状态。

d) 状态机工作流程

状态	代号	功能
初始化	fsm_expo=0	读取新的曝光参数，准备曝光
预曝光同步	fsm_expo=1	维持短暂同步延时
积分阶段	fsm_expo=2	输出 int=1，控制探测器积分
读出阶段	fsm_expo=3	关闭积分信号，维持 read_cycle 长度
循环返回	—	回到状态 0，开始下一帧

e) 信号说明

信号名	极性	功能说明
int	高有效	探测器曝光信号，高电平期间进行积分
mc	双沿输出	探测器主时钟
start_send	翻转触发	用于同步启动 UDP 图像传输

十一、 模块间通信逻辑

- 1. **串口模块**接收完整指令帧 → 生成 command、para、receive_complete 信号；
- 2. **SPI 控制模块**根据命令码 0xD0/0xD1 对上下行寄存器配置；
- 3. **曝光控制模块**根据命令 0xA4/0xA5 更新曝光与读出周期；
- 4. 当 0x6B 指令下发时，触发一次 UDP 发送动作；
- 5. 各控制信号最终驱动探测器与数据传输模块，实现可控曝光与实时图像传输。