

# CLE Controller 用户使用手册

激光位移传感器上位机控制软件 · v1.0.13

2026年7月2日

## 目录

1. 概述
2. 安装与启动
3. 快速上手
4. 主界面
5. 参数说明
6. 监控窗口
7. 数据采集
8. 数据分析与记录文件查看
9. LUT 参数
10. 固件升级
11. 串口设置
12. 命令行工具 cle\_controller\_cli
13. 常见问题(FAQ)

附录 A:Modbus 保持寄存器速查

## 1. 概述

CLE Controller 是 CLE / CGI 系列激光位移传感器的上位机控制软件,通过串口 (Modbus-RTU,默认 115200 8N1、从机地址 1)与传感器通信,提供以下功能:

- **实时波形显示:**线阵 CMOS(512 像素)感光波形、质心位置、测量值实时刷新;

- **参数设置:**测量范围、采样、输出、示教、光学与信号共 20 项参数的读取、修改与固化;
- **在线监控:**测量值/判定值数码显示、激光开关、键锁、归零、阈值示教、一键曝光标定;
- **数据采集:**高速批量采集原始帧存 CSV,支持按帧数/时长、异常帧过滤、自动上传服务器;
- **数据分析:**选点方差分析、历史记录文件曲线回放;
- **维护功能:**LUT 标定表读写、固件本地/在线升级;
- **命令行工具:**随附 cle\_controller\_cli,便于脚本化与自动化测试。

软件基于 Qt 5/6 构建,支持 Windows 与 Linux。窗口标题与品牌前缀(默认 CLE)可通过程序目录下的 conf.ini 配置,现场换牌无需重新编译。

**说明:**传感器固件遵循”协议口纪律”——上电后串口完全静默,只有收到合法请求才应答。设备连好后没有任何主动输出是**正常现象**,请直接用本软件连接。

## 2. 安装与启动

### 2.1 系统要求

项目	要求
操作系统	Windows 10/11 或 Linux(x86-64)
串口	USB 转串口(CH340 等),波特率支持 115200 及以上
运行库	Qt 6 运行时(随发布包提供)

### 2.2 启动

- **Linux:**进入程序目录执行 ./CleController;
- **Windows:**双击 CleController.exe。

启动时软件会自动尝试打开**上次成功使用过的串口**;首次使用需手动选择端口。

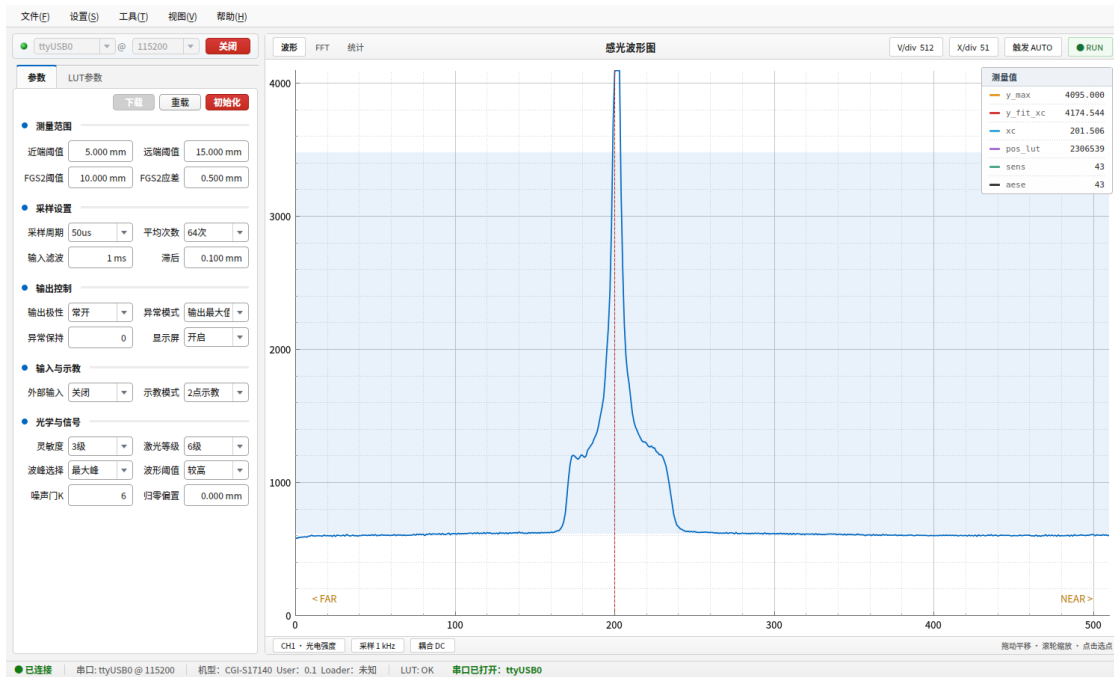
**单实例限制:**同一台电脑同时只能运行一个 CleController。若启动时提示” 已其他的 CLE 烧录程序在运行” ,请先关闭已开启的实例。若上一次程序异常退出后仍提示,重启电脑或清理残留共享内存即可。

**串口互斥:**软件对串口加了占用锁,被其它 CLE 工具占用时会明确报出占用者。注意:非本家族的工具(如自行编写的脚本)同时打开同一串口不会被锁拦截,但会造成通信数据交错错乱,**请勿同时运行**。

### 3. 快速上手

1. 将传感器串口线(USB)插入电脑,确认系统识别出串口(Linux 为 /dev/ttyUSB0 等,Windows 为 COMx);
2. 启动 CleController;
3. 在主界面左上角**串口条**选择端口与波特率(默认 115200),点击**打开**;
4. 状态栏出现绿色” 已连接” 并显示机型(如 CGI-S17140),右侧波形区开始实时刷新感光波形;
5. 在左侧” 参数” 页调整参数(修改立即生效),确认后点击**下载**固化到设备 Flash。

## 4. 主界面



主界面(已连接,实时波形运行中)

主界面从上到下、从左到右分为五个区域:

### 4.1 菜单栏

菜单	内容
文件(F)	退出
设置(S)	串口设置…(端口/波特率/从机地址/超时)
工具(T)	固件升级… / LUT 参数… / 数据采集… / 数据分析… / 记录文件查看… / 监控窗口…
视图(V)	全屏(F11)
帮助(H)	关于

## 4.2 串口条

位于左栏顶部:状态灯 + 端口下拉 + 波特率下拉 + **打开/关闭按钮**。下拉列表在展开时自动刷新可用端口;串口已打开时禁止改动端口与波特率。高级项(从机地址、超时)在”设置 → 串口设置… “中。

## 4.3 参数页(左栏”参数”标签)

顶部为三个操作按钮,下方为分组参数表(详见第 5 章):

按钮	作用	注意
<b>下载</b>	将当前参数 <b>固化到设备 Flash</b> ,断电保留	推荐修改满意后立即执行
<b>重载</b>	丢弃缓存修改,重新读取设备当前参数	
<b>初始化</b>	恢复出厂默认参数	<b>不可撤销</b> ,红色按钮

**参数生效机制(重要):**在界面上修改任一参数,**立即写入设备 RAM 并实时生效**(波形/测量马上反映),但**断电即丢**;只有点击”下载”才写入 Flash 永久保存。存在未保存修改时关闭软件,会弹出”参数有未保存修改”提示,可选择此时下载。

## 4.4 波形区(右侧)

顶栏:左侧”波形 / FFT / 统计”页签装饰,中间标题”感光波形图”,右侧 V/div、X/div、触发 AUTO、运行灯(● RUN / ● STOP)。底栏:CH1·光电强度、采样率、耦合 DC,以及操作提示”拖动平移·滚轮缩放·点击选点”。

- **主波形:**X 轴为像素索引 0-511,Y 轴为 12-bit ADC 值(0-4096);左上角 < FAR、右上角 NEAR > 指示距离方向;
- **阈值带:**近端/远端阈值间的测量有效区以半透明色带显示;
- **峰值游标:**红色虚线自动跟踪波形最大值位置;

- **测量值图例**(右上浮层):y\_max(峰值)、y\_fit\_xc(拟合峰高)、xc(质心像素位置)、pos\_lut(LUT 查表位置)、sens/aese(当前曝光/激光时钟计数);
- **交互**:鼠标拖动平移、滚轮缩放(自动量程随之关闭,V/div 显示”手动”);**双击**恢复自动量程并复位视图;数据分析模式下左键点击波形可选点;
- **自动量程**:按最近 60 秒的峰值均值自动吸附到 512/1024/2048/4096 四档。

## 4.5 状态栏

从左至右:连接状态(● 已连接/未连接)、串口信息、机型与固件版本(User/Loader)、LUT 状态、消息区。

## 5. 参数说明

参数分五组。枚举型参数的序号与设备寄存器一一对应,显示文字仅为便于阅读。

### 5.1 测量范围

参数	范围/单位	默认	说明
近端阈值	mm(3 位小数)	5.000	测量有效区近端边界
远端阈值	mm	15.000	测量有效区远端边界
FGS2 阈值	mm	10.000	FGS2 判定基准
FGS2 应差	mm	0.500	FGS2 判定容差

### 5.2 采样设置

参数	选项/范围	默认	说明
采样周期	CLE 机 型:333us/500us/1000us/2000us/3333	第 3 档	同一档位对应的实际帧率随机型显示,寄存器映射不变

参数	选项/范围	默认	说明
	us;CGI-S17140 机型:9us/20us/50us/200us/1000us		
平均次数	1次/8次/64次/512次	64次	测量值滑动平均
输入滤波	1-256 ms	1	外部输入去抖
滞后	mm	0.100	判定输出回差

### 5.3 输出控制

参数	选项/范围	默认	说明
输出极性	常开/常闭	常开	
异常模式	输出最大值/输出最后测量值	输出最大值	测量异常时模拟量行为
异常保持	0-9999	0	异常保持周期数
显示屏	关闭/开启	开启	设备本体数码屏

### 5.4 输入与示教

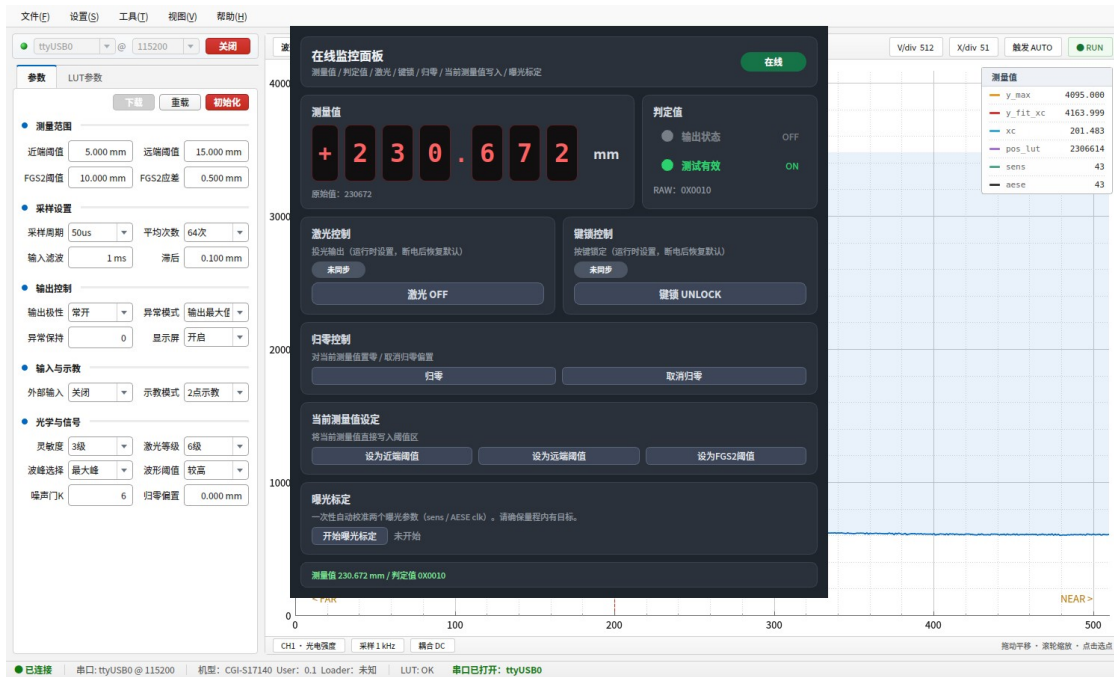
参数	选项	默认	说明
外部输入	关闭/激光关闭/示教/采样保持/单脉冲输入/归零/连续输出	关闭	外部输入端子功能
示教模式	1点示教/FGS2示教/2点示教	2点示教	

## 5.5 光学与信号

参数	选项/范围	默认	说明
灵敏度	1级-6级	1级	<b>曝光(积分时间)档位,数值越大曝光越长</b>
激光等级	1级-9级	1级	投光亮度,数值越大越亮
波峰选择	最大峰/第1峰-第5峰	最大峰	多峰场景选峰策略
波形阈值	较高/中间/较低	较高	有效峰判定门限
噪声门 K	2-12	6	自适应噪声门系数
归零偏置	±14.767 mm	0.000	显示归零偏置量

**波形饱和(溢出)处理:**若波形顶部平顶、峰值钉在 4095,说明曝光过强,测量质心可能失效(xc 显示无效值)。请**调低”灵敏度”档位**(必要时同时调低”激光等级”),使峰值落在约 2000-3500 之间;也可以直接使用监控窗口的一**键曝光标定**(见 6.7)。

## 6. 监控窗口(工具 → 监控窗口…)



### 在线监控面板

监控窗口打开后接管实时轮询(约 4 次/秒),提供以下卡片:

### 6.1 测量值

七段数码管样式显示当前测量值(mm,3 位小数),下方显示原始值。

### 6.2 判定值

“输出状态” (ON/OFF)与”测试有效” (ON/OFF)指示灯,底部显示原始十六进制判定值。

### 6.3 激光控制 / 6.4 键锁控制

一键开关激光投光、锁定设备按键。**这两项是运行时设置,断电后恢复设备默认。**

## 6.5 归零控制

“归零”把当前测量值置零(写入归零偏置)，“取消归零”清除偏置。写入的是参数缓存区,需回参数页点”下载”才固化。

## 6.6 当前测量值设定

把当前实测值一键写入”近端阈值 / 远端阈值 / FGS2 阈值”——即阈值示教。目标超出量程(测试无效)时会拦截并提示校准失败。同样需要”下载”固化。

## 6.7 曝光标定(推荐)

一次性自动校准曝光两参数(sens / AESE clk)。使用前确保量程内有目标,点击”开始曝光标定”,标定过程显示已处理帧数;成功后新的灵敏度/激光档位自动同步到参数页(显示为橙色待保存状态),点”下载”保存。失败时给出原因码:R1 没看到目标 / R2 激光档卡住 / R3 死区进不去。

需要固件 cle\_user V1.77 及以上;老固件请升级或在设备本体”示教”菜单手动标定。

## 7. 数据采集(工具 → 数据采集…)



### 数据采集对话框

用于批量采集原始帧(每帧 512 像素 + 质心结果)保存为 CSV。

### 7.1 采集参数

项	说明
采集模式	按帧数(默认)/按时长
采集帧数	1-65535 帧,默认 1000
采集时长	数值 + 单位(秒/分/小时),上限 24 小时
高速波特率	采集期间自动切换的波特率,默认 460800; 结束自动恢复
采集过滤	全部帧 / 仅 posLut 越界(=9999999)/ 仅波形异常(饱和/弱信号)/ 异常合集

- 长采集自动按每段 500 帧分多段(每段一个 \_partNN.csv,段间约 3 秒空档);
- 过滤模式只决定哪些帧落盘,不改变固件实际输出帧数;

- 异常判定:饱和 = 连续  $\geq 4$  个采样等于 4095;弱信号 = 全帧峰值  $< 30$ 。

## 7.2 CSV 文件格式

文件名 capture\_YYYYMMdd\_HHmmss.csv, UTF-8 带 BOM(Excel 直接打开不乱码), 单文件写满 30000 行自动滚动 \_part02 续写。文件头为 # 开头的自描述注释(schema 版本、采集时间、设备序列号、固件版本、采集/过滤模式等), 数据列:

frame\_idx, host\_rx\_ms, xc, y\_fit\_xc, pos\_lut, sens, aese, p0, p1, ..., p511

其中 p0-p511 为 512 像素原始 12-bit ADC 值。

## 7.3 上传到服务器(可选)

采集成功后可将 CSV(可勾选同时上报设备 LUT, 上传前从设备重读约 30 秒)上传至数据收集服务器。场景可选:测试机/客户现场/复现 bug/算法回归/其他, 并可填备注。上传失败自动重试(共 3 次, 退避递增); 多段文件逐段上传。

## 7.4 注意事项

- 采集前必须先打开串口;
- 两次采集之间强制间隔 3 秒(避免流帧序号竞争);
- 采集中除” 停止” 外其它控件禁用; 中断(通信失败)时波特率自动恢复, 可重新开始;
- 采集进行中关闭对话框会提示” 关闭将中止采集并恢复波特率” 。

# 8. 数据分析与记录文件查看

## 8.1 数据分析(工具 → 数据分析…)

打开后主波形区进入选点模式: 在波形上**左键点击**添加关注点(或在对话框内输入像素下标添加), 点列表实时显示每个点的当前 y 值与滑动窗口方差(窗口大小 1-9999 可调, 默认 100)。可勾选在主界面追加显示” y 点变化” 趋势子图与” 滑动窗口方差” 子图。关闭对话框自动恢复。

## 8.2 记录文件查看(工具 → 记录文件查看…)

离线回放数据采集生成的 CSV:选择文件后,可勾选绘制 pos\_lut / xc / y\_fit\_xc / sens / aese 任意组合曲线,X 轴为记录序号。兼容蛇形与驼峰列名,自动跳过注释头。

## 9. LUT 参数(工具 → LUT 参数…)



### LUT 操作对话框

- **读取:**按 0x52 协议读取设备两段 LUT,保存到程序目录 lut\_read/ 文件夹,文件名 lut\_[时间戳].hex(约 30 秒,期间保持通信稳定);
- **更新:**选择 LUT HEX 文件写入设备 Flash,写入完成后设备自动重新加载。

## 10. 固件升级(工具 → 固件升级…)



### 固件升级对话框(含在线升级)

两种方式:

1. **本地固件文件**:浏览选择 .bin / .hex / .fw / .img 文件,点”开始升级”;
2. **在线升级(cle\_user)**:从版本服务器拉取可用固件列表(按时间新→旧排序,含版本说明),选择后点”在线升级”;下载后自动校验 SHA256。

升级流程自动完成”跳转 loader → 传输 → 跳转回 user”;升级过程中**请勿断电、拔串口或关闭软件**。失败提示:跳转 loader 失败 / 传输失败 / 跳转 user 失败。升级期间监控轮询自动暂停。

## 11. 串口设置(设置 → 串口设置…)



### 串口设置对话框

项	说明
端口	系统串口列表,可”刷新”;旁边为打开/关闭开关
波特率	9600-1250000 共 13 档,默认 115200
从机地址	1-247,默认 1
超时	20-5000 ms,步进 20,默认 200 ms

## 12. 命令行工具 cle\_controller\_cli

程序目录附带 cle\_controller\_cli(v0.2.0),适合脚本化:

子命令	功能
info	读取启动模式 + 机型/版本
version	机型/版本 + 固件 git commit
read-params	导出全部参数为 CSV(key,label,address,raw,ui)
read-debug	单次调试帧(质心 + 512 像素),--csv 输出 CSV
stream	连续调试帧流,--frames N --only-invalid -- out 文件 等
ota <固件文件>	命令行固件升级

通用选项:-p/--port <端口>(必填)、-b/--baud <波特率>(默认 115200)。退出码:0 成功 / 1 运行时错误 / 2 参数错误 / 3 串口打开失败。

示例:

*# 读取设备信息*

```
./cle_controller_cli -p /dev/ttyUSB0 info
```

*# 采集 500 帧原始数据到 CSV*

```
./cle_controller_cli -p /dev/ttyUSB0 stream --frames 500 --csv -o dump.csv
```

## 13. 常见问题(FAQ)

**Q1:打开软件提示” 已有其他的 CLE 烧录程序在运行” ?** 已有一个 CleController 实例在运行(可能最小化了),请先关闭;若确认没有,是上次异常退出残留的共享内存,重启电脑即可。

**Q2:打开串口后没有任何数据/波形不动?** ① 检查串口线与设备供电;② 确认波特率 115200、从机地址 1;③ 确认没有其它程序(脚本、终端)占用同一串口——多个程序同时读写会造成双方数据错乱;④ 设备上电默认静默,无输出属正常,连接后由软件主动轮询。

**Q3:波形顶部削平、峰值一直是 4095?** 曝光过强饱和。调低”灵敏度” (必要时降”激光等级” ),或用监控窗口”曝光标定” 一键自动校准,使峰值落在 2000–3500。

**Q4:参数改了,断电后又变回去了?** 界面修改只写设备 RAM(实时生效);必须点参数页”下载” 按钮固化到 Flash。

**Q5:测量值显示无效/pos\_lut 显示 9999999?** 质心无效:多为目标不在量程内、波形饱和或信号过弱。先看波形区确认峰形正常、峰值不顶格且高于噪声门。

**Q6:状态栏显示”旧版固件兼容模式”?** 设备固件过旧,不支持机型/参数读取协议,此时仅保留升级与基础通信,请先升级固件。

**Q7:数据采集中途报”采集中断”?** 高速波特率下通信受扰(线缆过长/干扰)。波特率会自动恢复,可降低”高速波特率” 档位后重试;已采到的帧仍会保留落盘。

## 附录 A:Modbus 保持寄存器速查

设备为 Modbus-RTU 从机(默认地址 1,115200 8N1)。常用保持寄存器(FC03 读/FC06 写,写入即时生效,发送 SAVE 命令后固化):

寄存器	内容	取值
0-1	近端阈值	int32,单位 0.001 mm
2-3	远端阈值	int32,0.001 mm
4-5	FGS2 阈值	int32,0.001 mm
6-7	FGS2 应差	uint32,0.001 mm
8	采样周期档	0-4
9	平均次数档	0-3
10	输出极性	0 常开 / 1 常闭
11	异常模式	0/1
12	异常保持	0-9999

寄存器	内容	取值
13	显示屏	0 关 / 1 开
14	外部输入	0-6
15	示教模式	0-2
16	灵敏度(曝光档)	1-6
17	激光等级	1-9
18	输入滤波	1-256 ms
19	滞后	0.001 mm
20-21	归零偏置	int32,0.001 mm
22	波峰选择	0-5
23	波形阈值	0-2
24	键锁	
25	命令寄存器	0x4000 初始化 / 0xA000 保存 Flash / 0xA001 取消
26	噪声门 K	2-12
30-31	测量值(只读)	int32,0.001 mm
32	判定值(只读)	位域

调试帧读取:功能码 0x41 返回最新一帧(16 字节结果头 + 512×uint16 原始像素 + CRC);  
连续流为 0xB020/0xB021。

---

本手册基于 *CleController v1.0.13* 与 *cgi\_user* 固件(*cle\_user V1.14* 移植版)编写,界面截图取自 *Linux* 版实机连接 *CGI-S17140* 设备的运行画面。