**SLED\_SCPI编程手册**

**武汉普赛斯仪表技术有限公司**

**声明：**本文件所有权和解释权归武汉普赛斯仪表技术有限公司所有，未经武汉普赛斯仪表技术有限公司书面许可，不得复制或向第三方公开。

修订历史记录

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **版次** | **发布日期** | **AMD** | **修订者** | **说明** |
| v0.9.0 | 2021.07.21 | A | Ryl | 内部初稿 |
| V1.0.0 | 2021.08.05 | A | Ryl | 完善指令通道号 |
| V1.0.1 | 2021.08.05 | A | Ryl | 增加升级指令 |
| V1.0.2 | 2021.08.20 | A | Ryl | 完善指令说明 |
| V1.0.3 | 2021.09.01 | A | Ryl | 修改Led指令增加延时 |
| V1.0.4 | 2021.09.07 | M | Ryl | 修改led返数格式 |
| V1.0.5 | 2021.11.17 | M | Ryl | 增加trig延时和持续时间可配置功能 |
| V2.0.0 | 2022.06.06 | M | pp | 依据新版代码  修改指令文档 |
| V2.0.1 | 2022.06.16 | M | pp | 完善文档措辞 |
| V2.0.2 | 2022.06.21 | M | pp | 1. 完善通道独立的内容 2. 完善测试项独立的内容 3. 新增获取缓存数据指令 4. 新增触发指令 |
| V2.0.3 | 2022.06.21 | M | zb、pp | 1. 指令结束使用‘\r’分隔； 2. 明确Ready触发信号的发生时刻。 |
| V2.0.4 | 2022.06.22 | M | zb、pp | 1. 完善事件的定义。 |
| V2.0.5 | 2022.06.22 | M | zb、pp | 1. 新增触发定义的例子。 |
| V2.0.6 | 2022.06.22 | M | zb、ll、lsb、pp | 触发与事件关联改为触发与测试配置关联 |
|  |  |  |  |  |

（A-添加，M-修改，D-删除）

[1. SCPI帧格式 4](#_Toc106804869)

[2. 系统指令 4](#_Toc106804870)

[2.1 设备标识 4](#_Toc106804871)

[2.2 复位 4](#_Toc106804872)

[2.3 获取子板信息 4](#_Toc106804873)

[3. 业务指令 5](#_Toc106804874)

[3.1 设置/请求测试项 5](#_Toc106804875)

[3.2 设置/请求触发 5](#_Toc106804876)

[3.3 测试控制 6](#_Toc106804877)

[3.4 获取缓存数据 6](#_Toc106804878)

[3.5 测试项设置举例 7](#_Toc106804879)

[4. 源表指令 8](#_Toc106804880)

[4.1 源设置 8](#_Toc106804881)

[4.2 源量程设置 8](#_Toc106804882)

[4.3 源值设置 8](#_Toc106804883)

[4.4 限量程设置 9](#_Toc106804884)

[4.5 限值设置 9](#_Toc106804885)

[4.6 输出 9](#_Toc106804886)

[4.7 读取测量值 9](#_Toc106804887)

[4.8 读取AD/DA原始值 10](#_Toc106804888)

[5. 升级指令 10](#_Toc106804889)

[5.1 切换升级模式 10](#_Toc106804890)

[附录1：串口升级数据格式 11](#_Toc106804891)

1. SCPI帧格式

SLED100采用SCPI指令集，<space>表示空格，%1，%2表示第几个参数，所有SCPI指令必须以“\n”（换行）结尾，参数后接“…”(省略号)表明该指令接受可变个数参数。

指令中“[n]”用于支持通道独立。n表示通道号，SLED100产品目前支持0-4，其中0表示控制板，1-4表示模拟板通道(如果有数据采集板，则1-4同时指定模拟板和数据采集板上对应的通道)，支持通道独立(即可带数字参数)的指令将在指令说明中标明，否则不支持通道独立。

目前SLED100的SCPI指令集仅支持串口(115200波特率)，网口在开发中。

1. 系统指令
   1. 设备标识

命令格式: \*IDN?\n

作用：获取设备标识信息

输出格式：WuhanPrecise Instrument,SLEDx00,ID,Version

详细描述：公司名，设备名，设备ID，版本

该指令返回SLEDx00的设备标识信息

* 1. 复位

命令格式： \*RST\n

作用：该指令将设备设置为上电默认配置

输出格式：无

详细描述：无

* 1. 获取子板信息

命令格式: :PSS:VERS?\n

作用：获取设备各子板的固件版本信息

输出格式：SLEDx00:xx,xx,xx,xx,xx,xx

详细描述：该指令返回MiniLed测试仪中各子板的固件版本信息，通常用于回溯设备的版本。其中冒号之后的版本信息依次为：控制板、模拟板1、模拟板2、模拟板3、模拟板4、数据采集板，未插入的子板(通常为模拟板或数据采集板)留空。

1. 业务指令
   1. 设置/请求测试项

命令格式：:PSS:ANLG:LED:TEST<space>“%1，%2，%3，%4，%5…”\n

:PSS:ANLG:LED:TEST?\n

作用：该指令设置测试项

输出格式：无

详细描述：设置当前LED测试项

其中：

%1为测试项编号，从1开始，当前最大值为30[[1]](#footnote-1)。

%2为测试项类型，只能为：VFD/VZ/IR/LPSP 之一

VFD:表示正向电压测试(FIMV)，此时%3为正向电流1值；%4为正向电流2值；%5为限制电压值；%6为开输出与采样之间的延迟。

VZ:表示反向击穿电压测试(FIMV),此时%3为反向电流值；%4表示限制电压值；%5为开输出与采样之间的延迟。

IR:表示反向泄露电流测试(FVMI),此时%3为反向电压值；%4表示限制电流值；%5为开输出与采样之间的延迟。

LPSP:表示光功率和光谱测试，此时%3正向电流值；%4为限制电压值；%5为开输出与采样之间的延迟。

以上所有参数采用标准单位，即电压单位伏特(V),电流单位安培(A)，时间单位秒(S)。

**备注1**：在设置VFD测试项目时，若SLEDx00未插入数据采集板，VFD测试将退化为VF测试；

**备注2**：请求测试项指令暂未实现，返回为“Not Impl.\n”。

* 1. 设置/请求触发

命令格式：:TRIG:LOAD “%1,%2,%3,%4,%5,%6……”\n

:TRIG[n]:LOAD?\n

作用：该指令设置/请求触发

输出格式：无

详细描述：

用户可使用该指令，将输入触发线和测试项启动信号关联。例如：机械臂移动到位前SLEDx00等待，当机械臂移动到位，运动控制卡控制输入触发线电信号，设备捕捉到触发信号后执行对应测试项。

用户也可使用该指令，将测试项完成与输出触发线关联，例如：设备在测试项n完成后，控制输出触发线输出配置电信号，通知用户测试项完成。

指令中的参数定义如下：

%1为整机触发线编号，范围[1,16]；

%2为触发方向，IN：表示输入到SLEDx00；OUT：表示从SLEDx00输出；

%3为触发方式，RISE：表示上升沿；FALL：表示下降沿，SLEDx00当前仅支持上升沿方式触发；

%4表示输出的触发脉冲持续时间，单位秒。此参数只针对触发输出有效。

%5为测试项编号；

%6表示触发延时，指SLEDx00收到触发信号后或输出触发信号前等待的时间，单位秒

**备注1：**该指令的参数5与设置测试项指令的参数1含义相同。

**备注2：**设备支持两种方式控制测试流程，指令触发和硬件(线)触发，指令触发使用TRIG指令控制测试流程；硬件触发为使用该指令的配置控制触发流程。设备默认的配置为：指令触发。

**备注3**：参数%5、%6可以重复多次，用来表达单根触发线连续触发多个测试项。

**备注4**：请求触发指令暂未实现，返回为“Not Impl.\n”。

* 1. 测试控制

命令格式：:TRIG[n]:<space>%1\n

作用：指令触发设备

输出格式：无

详细描述：该指令模拟输出触发线，启动测试项%1测试。

%1为测试项编号。

如果测试项编号不合法或对应编号无测试项，则报错。

n为0时，4通道同时执行测试项，此时测试项类型只能为电测试(VF、VZ、IR)，如果为光测试则报错。n为[1,4]时，指定通道执行测试项，此时测试项可以所有类型(VF、VZ、IR、LPSP)。测试项完成后SLEDx00将测试数据缓存，待客户使用TRAC指令后返回测试数据。

* 1. 获取缓存数据

命令格式：:TRAC:DATA?\n

作用：请求缓存中数据最近测试的数据

输出格式：无

详细描述：测试数据的格式如下：

1. 该指令将已缓存(测试结束)的所有测试项数据返回；
2. 每个测试项的数据以‘\r’分隔；
3. VFD测试的数据返回为：VF电压1,VF电压2,VFD差值电压；
4. VZ测试的数据返回为： VZ电压；
5. IR测试的数据返回为： IR电流；
6. LPSP测试的数据返回为：光电流；
7. 2-5之间的单位为标准单位，电压单位为伏特(V)，电流单位为安培(A)；
8. 当触发配置为多通道同时测试，则每通道数据间使用‘|’分割。

* 1. 测试项设置举例

以下例子完成4通道电测试并行(VFD/VZ/IR)，4通道光测试(LPSP)串行的测试。实测中修改引号中的参数即可使用不同的测试参数执行测试。

:PSS:ANLG1:LED:TEST "1，VFD, 1e-6,1e-5,1e-4,1e-3"

:PSS:ANLG1:LED:TEST "2，VZ, 1e-3,1e2, 1e-3"

:PSS:ANLG1:LED:TEST "3，IR, 1e1, 1e-3,1e-3"

:PSS:ANLG1:LED:TEST "4，LPSP,1e-3,1e1, 1e-3"

:TRIG:LOAD “1,IN, RISE,1e-4,1,0,2,0,3,0”\n

:TRIG1:LOAD “2,OUT,RISE,1e-4,3,0”\n

:TRIG2:LOAD “3,OUT,RISE,1e-4,3,0”\n

:TRIG3:LOAD “4,OUT,RISE,1e-4,3,0”\n

:TRIG4:LOAD “5,OUT,RISE,1e-4,3,0”\n

:TRIG1:LOAD “6,IN, RISE,1e-4,4,0”\n

:TRIG1:LOAD “7,OUT,RISE,1e-4,4,0”\n

:TRIG2:LOAD “8,IN, RISE,1e-4,4,0”\n

:TRIG2:LOAD “9,OUT,RISE,1e-4,4,0”\n

:TRIG3:LOAD “10,IN, RISE,1e-4,4,0”\n

:TRIG3:LOAD “11,OUT,RISE,1e-4,4,0”\n

:TRIG4:LOAD “12,IN, RISE,1e-4,4,0”\n

:TRIG4:LOAD “13,OUT,RISE,1e-4,4,0”\n

1. 源表指令
   1. 源设置

命令格式：:SOUR[n]:FUNC<space>%1\n

作用：设置设备源类型

输出格式：无

详细描述：

n为通道号

%1 可以为 VOLT 或 CURR。

VOLT表示电压源；

CURR 表示电流源。

* 1. 源量程设置

命令格式：:SOUR[n]:%1:RANG<space>%2\n

作用：设置源量程值

输出格式：无

详细描述：

n为通道号

%1 可以为 VOLT 或 CURR。

VOLT表示设备为电压源；

CURR 表示设备为电流源；

%2 为有效数字,例如:0,0.1,1.3,1E+0，电压单位V，电流单位A。

* 1. 源值设置

命令格式：:SOUR[n]:%1:LEV<space>%2\n

作用：设置设备源值

输出格式：无

详细描述：

n为通道号

%1 可以为 VOLT 或 CURR。

VOLT表示电压源；

CURR 表示电流源；

%2 可以为有效数字,例如:0,0.1,1.3,1E+0，电压单位V，电流单位A

* 1. 限量程设置

命令格式：:SENS[n]:%1:RANG<space>%2\n

作用：设置设备限量程

输出格式：无

详细描述：

n为通道号；

%1 可以为 VOLT 或 CURR；

VOLT表示限值电压；

CURR 表示限值电流；

%2 可以为有效数字,例如:0,0.1,1.3,1E+0，电压单位V，电流单位A。

* 1. 限值设置

命令格式：:SOUR[n]:%1:%2<space>%3\n

作用：设置设备源值

输出格式：无

详细描述：

%1 可以为 VOLT 或 CURR。

VOLT表示电压源；

CURR 表示电流源；

%2 可以为 VLIM或 ILIM。

VLIM 表示电流源时限制电压；

ILIM 表示电压源时限制电流；

%3 可以为有效数字,例如:0,0.1,1.3,1E+0，电压单位V，电流单位A

* 1. 输出

命令格式：:OUTP[n]<space>ON\n

作用：开启输出(或测量)

输出格式：无

详细描述：n为通道号，该指令完成后指定通道作为源供校准设备采样，或设备作为表开始采样。

**备注**：该指令格式与业务启动测试指令相同，但实际含义不同，仅在校准模式下使用。在校准模式下，SLEDx00退化为多通道源表，可以校准DA/AD系数。

* 1. 读取测量值

命令格式：:READ[n]?\n

作用：读取测量值

输出格式：%1\n

详细描述：

n为通道号，%1为返回指定通道的测量值，电压单位V，电流单位A。

* 1. 读取AD/DA原始值

命令格式：:PSS:ANLG[n]:VOLT:ADC?\n

:PSS:ANLG[n]:VOLT:DAC?\n

作用：读取AD/DA原始值

输出格式：%1\n

详细描述：n为通道号，%1为返回指定通道的ADC(或)DAC原始值。

1. 升级指令
   1. 切换升级模式

命令格式：:PSS:ANLG:UPG “%1,%2…”

作用：将设备从SCPI模式切换到升级模式

输出格式：READY\n

详细描述：该指令执行成功后，设备切换为升级模式。在升级模式下，设备串口将不再接收处理SCPI指令，只接收升级数据，直到设备升级完成重启。设备重启后自动恢复为SCPI指令模式。该指令成功后，设备返回“READY\n”。

%1,%2为指定需要升级的子板序号，其中0为控制板，1-4为模拟子板，5为数据采集板。该指令完成后，上位机需按附录协议执行剩余升级流程。

切换升级模式例子：升级控制板和3号模拟子板则发送指令：

:PSS:ANLG:UPG “0,3”

**备注1：**升级过程为一问(上位机=>下位机)一答(下位机=>上位机),上位机下一次的问发送前，必须成功接收上一次的回答，保证升级数据流的串行化，进而保证可靠性。升级过程中的回答格式为:[ rate\n]，其中中括号’[]’不包含在返回数据中,rate表示当前升级的包数，升级完成后需手动断电重启设备。升级过程中，**单次传输升级数据总长度不能超过232字节**。

**备注2：**在传输升级文件名通信中，设备根据文件名中包含“ctrl”开始升级控制板，“daq”升级数据采集板，“anlg1”升级模拟子板1，“anlg2”升级模拟板2，以此类推。在接收到文件名数据后，设备返回的rate仅可能为0xAAAAAAAA或0xBBBBBBBB，分别表示设备当前有效面为a面或b面，用户根据当前运行的面选择(相反)的升级文件传输。用户升级过程中需按照指令数据格式传输升级数据，升级数据格式见附录1。

# 附录1：串口升级数据格式

数据通信格式如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 字段 | 长度(B） | | 描述 |
| Head | 4 | | 数据包头，固定为：0XAA5555AA |
| Cmd | 1 | | 数据包命令，约定如下表 |
| Pkg Length | 4 | | 当前数据包总长度，包括当前字段 |
| Payload Length | 4 | | 当前数据包有效数据长度 |
| Current Pkg ID | 2 | | 当前数据包序号 |
| Total Pkg Numbuers | 2 | 数据包总数 | |
| Payload | N | 有效数据 | |
| Finish Flag | 1 | 传输完成表示 | |
| Tail | 4 | 数据包尾：固定为0X55AAAA55 | |

数据由7段组成，分别为Head：指示数据头，表明数据的开始；Cmd：指示当前数据包命令类型；Pkg Length：指示当前数据包总长度(B)，即所有字段字节之和，包括Pkg Length字段；Payload Length：指示当前数据包中实际有效数据段长度（B）；Current Pkg ID：指示当前数据包序号从1开始，表明当前是传输的第多少包数据；Total Pkg Numbuers：指示需要传输的数据包总数，表明当前传输共有多少包； Payload：指示实际有效数据；Finish Flag：指示数据包传输完成表示，1有效；Tail：指示当前数据包尾部，表明数据包结束。

Cmd为通信双方约定，约定如下：

Cmd：固定1字节长度，含义如下表：

|  |  |
| --- | --- |
| 值(hex) | 描述 |
| 0x1 | 文件名传输 |
| 0x2 | 数据传输 |
| 0x3 | 通信结束：结束所有通信，设备开始自动升级 |

例如：本地需要传输SX00Anlg.bin.a， 需要进行至少2次数据通信，第一次传输文件名：

[0Xaa5555aa][0x1][0x1C][0xD][0X0001][0X0001][ SX00Anlg.bin.a][0X1][0X55AAAA55]

第二次传输实际数据：

[0Xaa5555aa][0x2][0x1C][0xD][0X0001][0X0001][12345678910111][0X1][0X55AAAA55]

1. 需要本次版本出了之后实测。 [↑](#footnote-ref-1)