**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 |
| V2.0.7 | 2022.06.24 | M | pp | 修改业务指令，使设备行为与老版本指令相同 |
| V2.0.8 | 2022.06.29 | M | pp | 1. 完善测试模式 2. 添加关光整机输入信号； 3. LPSP测试项设置添加电流量程参数； 4. 支持30条测试项 |
| V2.0.9 | 2022.06.30 | M | pp | 完善光输出触发事件命名 |
| V2.0.10 | 2022.07.06 | M | pp | 1. 完善测试数据输出格式 2. 新增触发模拟指令 |
| V2.0.11 | 2022.07.11 | M | pp | 1. 修复文档中LPSP测试项两次参数遗漏的问题； 2. 完善光测试事件的措辞； 3. 修复回读数据的指令错误； 4. 新增2/4线相关指令。 |
| V2.0.12 | 2022.07.22 | M | pp | 1. 新增NPLC相关指令； 2. 新增网口通讯相关内容。 |
| V2.0.13 | 2022.07.26 | M | pp | 1. 新增网络相关指令；   2、新增调试相关指令。 |
| V2.1.0 | 2022.08.11 | M | pp | VF测试项第二个电流设置为0,VF仅测试一项。 |
| V2.1.1 | 2022.08.12 | M | pp | 1. LPSP测试的LightOff信号删除,利用测试项的采样延迟控制LED的使能时间； 2. 触发线中删除LightOff事件； 3. 新增急停(ABORT)输入事件，用于处理设备丢触发场景。 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

（A-添加，M-修改，D-删除）

[1. SCPI帧格式 6](#_Toc109743994)

[2. 系统指令 6](#_Toc109743995)

[2.1 设备标识 6](#_Toc109743996)

[2.2 复位 6](#_Toc109743997)

[2.3 获取子板信息 6](#_Toc109743998)

[3. 业务指令 7](#_Toc109743999)

[3.1 LED测试模式设置/请求 7](#_Toc109744000)

[3.2 设置/追加/请求测试项 7](#_Toc109744001)

[3.3 设置/请求触发 8](#_Toc109744002)

[3.4 获取缓存数据 9](#_Toc109744003)

[3.5 测试项设置举例 10](#_Toc109744004)

[4. 源表指令 11](#_Toc109744005)

[4.1 源设置 11](#_Toc109744006)

[4.2 源量程设置 11](#_Toc109744007)

[4.3 源值设置 11](#_Toc109744008)

[4.4 限量程设置 12](#_Toc109744009)

[4.5 限值设置 12](#_Toc109744010)

[4.6 NPLC设置/请求 12](#_Toc109744011)

[4.7 输出 13](#_Toc109744012)

[4.8 读取测量值 13](#_Toc109744013)

[4.9 读取AD/DA原始值 13](#_Toc109744014)

[4.10 设置2/4线 13](#_Toc109744015)

[5. 调测指令 14](#_Toc109744016)

[5.1 Trig指令 14](#_Toc109744017)

[5.2 DBG调试指令 14](#_Toc109744018)

[5.3 设置网络参数 14](#_Toc109744019)

[5.4 查询网络参数 14](#_Toc109744020)

[6. 升级指令 15](#_Toc109744021)

[6.1 切换升级模式 15](#_Toc109744022)

[附录1：串口升级数据格式 16](#_Toc109744023)

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)，网口默认IP为:DHCP,端口号为9009。

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)为空行。

1. 业务指令
   1. LED测试模式设置/请求

命令格式：:PSS:ANLG:LED:TEST:MODE<space> “%1”\n

:PSS:ANLG:LED:TEST:MODE?\n

作用：该指令设置/请求测试模式

输出格式：返回为AUTO或MAN。

AUTO：表示自动模式

MAN：表示手动模式

详细描述：设置LED测试模式，LED测试模式分为自动模式和手动模式。

自动模式：SLEDx00在接收到电测试启动触发后，尽可能多的并行执行4通道电测试项。当下一测试项为光测试时，等待光测试启动信号；当所有测试项完成后测试停止。光测试启动信号到达后，启动1通道的光测试，SLEDx00对首个通道供电，执行采样延迟后采样完光电流，最后对通道断电并输出光测试完成信号。这个测试过程中，客户需要保证设置的采样延迟时间内，光谱仪可以完成1通道光谱信息读取。之后客户，可依次让SLEDx00启动2-4通道光测试。

手动模式下，SLEDx00光测试的行为与自动模式相同。区别点在：SLEDx00每项电测试(VFD/VZ/IR)都需要电测试启动信号，才会执行，且每项电测试完成后，SLEDx00都会输出电测试完成信号。

对于电测试，4个通道的同一测试项被视为一个测试项，4通道并行测试。

设备默认为手动模式。

%1为测试模式：AUTO：表示连续模式；MAN：表示手动模式。

备注：模式对设备所有通道同时生效，不能单独设置指定通道。

* 1. 设置/追加/请求测试项

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

:PSS:ANLG[n]:LED:TEST:APP<space>“%1，%2，%3…”\n

:PSS:ANLG[n]:LED:TEST?\n

作用：该指令设置/追加/请求测试项

输出格式：无

详细描述：设置当前LED测试项

其中：

%1为测试项类型，只能为：VF/VZ/IR/LPSP 之一

VF:表示正向电压测试(FIMV)，此时%2为正向电流1值；%3为正向电流2值；%4为限制电压值；%5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%2为反向电流值；%3表示限制电压值；%4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%2为反向电压值；%3表示限制电流值；%4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%2正向电流值；%3为限制电压值；%4为开输出与采样之间的延迟,%5为电流量程。

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**：n表示通道，取值范围[1,4]；

**备注2**：PSS:ANLG:LED:TEST指令只能设置一条LED测试项，并将之前设置的LED测试项清空, :PSS:ANLG:LED:TEST:APP指令将在之前设置的LED测试项基础上追加一条测试项,设备每个通道最多支持30条测试项。

**备注3**：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4**：请求测试项指令暂未实现，返回为“Not Impl.\n”。

**备注5:** 设置VF测试项时，%3即正向电流2值若为0，则VF测试项仅做1次FIMV动作。这种情况通常应用在VF测试项的两个电流的限制电压或采样延迟需要设置不同值的场景。

**备注6:** 客户设置LPSP测试项时，%4可以控制LED的开启持续时间，进而给光谱仪测量提供一个时间窗口。此延迟值不可过大，以免影响测试效率，也不可过小，以免影响测试精度(测量回路闭合后,电路尚未稳定)。

* 1. 设置/请求触发

命令格式：:TRIG:LOAD “%1,%2,%3,%4,%5……”\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，将输入触发线与启动信号关联。例如：机械臂移动到位前SLEDx00等待，当机械臂移动到位，运动控制卡触发电测试启动信号，设备捕捉到触发信号后执行电测试。

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：设备在完成电测试后，控制输出触发线输出，通知用户电测试完成。

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当前推荐上升沿触发；

%4为事件名称，只能为ELEC：表示电测试事件，LIGHT\_ON：表示光点亮事件， LIGHT:表示光点亮完成事件，READY：表示READY事件，USER：表示用户事件，ABORT：表示整机复位，用于处理丢触发场景；

%5表示触发延时，指设备接收到触发信号之后或准备触发输出之前等待的时间，单位秒(S)；

先针对设置触发指令，举例如下：

:TRIG:LOAD “3,OUT,RISE,ELEC,0”\n

上行指令表示：设置电测试完成后通过触发线3触发输出,上升沿触发,触发延时0。

:TRIG:LOAD “4,IN,RISE,LIGHT\_ON,0”\n

上行指令表示：设置光测试启动信号为4号线输入，上升沿触发，触发延时0。

**备注1**：请求触发指令暂未实现，返回为“Not Impl.\n”。

备注2：SLEDx00触发线的默认配置为：

* READY信号关联1号线，输出
* 用户输入关联2号线，输入
* 电测试启动信号关联3号线，输入
* 光点亮信号关联4号线，输入
* 电测试完成信号关联6号线，输出
* 光点亮完成信号关联7号线，输出
* 急停信号关联8号线，输入
* 用户输出关联5号线，输出

**备注3**：READY、LIGHT，触发方向必须为OUT；LIGHT\_ON、ABORT，触发方向必须为IN。

**备注4：**设备触发输出过程中将忽略触发输入和用户指令，直到触发输出持续时间结束之后，继续接收用户指令和触发输入信号。

* 1. 获取缓存数据

命令格式：:TRAC:DATA? “LEDTEST”\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. VFD测试项的数据返回为：VF电压1,VF电压2,VFD差值电压；
3. VZ测试项的数据返回为： VZ电压；
4. IR测试的数据返回为： IR电流；
5. LPSP测试的数据返回为： 光电流；
6. 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)；
7. 每测试项间‘;’分隔，每通道间‘\r’分隔，数据以‘\n’结尾。
   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。

\*RST

:PSS:ANLG:LED:TEST:MODE MAN

:PSS:ANLG1:LED:TEST "VF, 1.11e-6, 1.12e-3, 1.13e1, 1.14e-3"

:PSS:ANLG1:LED:TEST:APP "VZ, 1.21e-6, 1.22e1, 1.23e-3"

:PSS:ANLG1:LED:TEST:APP "IR, 1.31e1, 1.32e-6, 1.33e-3"

:PSS:ANLG1:LED:TEST:APP "LPSP,1.41e-6, 1.42e1, 1.43e-3, 1.44e-3"

:PSS:ANLG2:LED:TEST "VF, 2.11e-6, 2.12e-3, 2.13e1, 2.14e-3"

:PSS:ANLG2:LED:TEST:APP "VZ, 2.21e-6, 2.22e1, 2.23e-3"

:PSS:ANLG2:LED:TEST:APP "IR, 2.31e1, 2.32e-6, 2.33e-3"

:PSS:ANLG2:LED:TEST:APP "LPSP,2.41e-6, 2.42e1, 2.43e-3, 2.44e-3"

:PSS:ANLG3:LED:TEST "VF, 3.11e-6, 3.12e-3, 3.13e1, 3.14e-3"

:PSS:ANLG3:LED:TEST:APP "VZ, 3.21e-6, 3.22e1, 3.23e-3"

:PSS:ANLG3:LED:TEST:APP "IR, 3.31e1, 3.32e-6, 3.33e-3"

:PSS:ANLG3:LED:TEST:APP "LPSP,3.41e-6, 3.42e1, 3.43e-3, 3.44e-3"

:PSS:ANLG4:LED:TEST "VF, 4.11e-6, 4.12e-3, 4.13e1, 4.14e-3"

:PSS:ANLG4:LED:TEST:APP "VZ, 4.21e-6, 4.22e1, 4.23e-3"

:PSS:ANLG4:LED:TEST:APP "IR, 4.31e1, 4.32e-6, 4.33e-3"

:PSS:ANLG4:LED:TEST:APP "LPSP,4.41e-6, 4.42e1, 4.43e-3, 4.44e-3"

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. NPLC设置/请求

命令格式：:SENS[n]:%1:NPLC<space>%2\n

作用：设置设备通道n的NPLC值

输出格式：无

详细描述：

n为0设置控制板,n为[1,4]控制模拟板，数据采集板不支持NPLC设置；

%1为VOLT表示设置电压，CURR表示设置电流

%2为浮点数，取值范围为[0.01,10]，其中0.01为最小NPLC，10为最大NPLC,设备会根据用户输入值匹配最佳NPLC值。

* 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

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. 设置2/4线

命令格式：:SYST[n]:RSEN<space>%1\n

:SYST[n]:RSEN?\n

作用：设置/获取通道2/4线设置值

输出格式：%1\n

详细描述：n为通道号，必须为[1,4]，%1为2/4线状态，ON表示4线，OFF表示4线。

1. 调测指令
   1. Trig指令

命令格式：:TRIG %1\n

作用：模拟生成1次线触发输入

输出格式：无

详细描述：%1 可以为[1,16]之间的数字，表示触发线编号。

* 1. DBG调试指令

命令格式：:PSS:DBG %1\n

作用：设置Trig指令反馈

输出格式：%1 Done

详细描述：%1 可以为“TrigEchoOn”或“TrigEchoOff”，表示开启输出打印和关闭输出打印。

* 1. 设置网络参数

命令格式：:SYST:COMM:LAN:CONF<space>“%1,%2,%3,%4”

作用：设置网络参数

输出格式：无

输出信息：无

描述：%1为类型，可以为AUTO、MAN、UPD，AUTO表示使用DHCP自动配置网络参数，%2,%3，%4参数无效，为MAN表示静态IP，%2,%3,%4生效、UPD表示应用配置的网络参数；

%2 表示IP地址；

%3 表示子网掩码；

%4 表示网关。

例如：设置设备静态IP:192.168.12.12,掩码：255.255.255.0，网关：192.168.12.1。

对应指令为：

:SYST:COMM:LAN:CONF MAN,192.168.12.12,255.255.255.0,192.168.12.1

**备注：该指令设置的网络参数，需要使用UPD后生效。**

* 1. 查询网络参数

命令格式：:SYST:COMM:LAN:CONF?\n

输出格式：%1，%2，%3，%4

输出信息：网络类型(AUTO为DHCP，MAN为静态IP)，IP地址，子网掩码，网关地址；

描述：该指令返回当前网络配置。如：AUTO, 192.168.12.12, 255.255.255.0, 192.168.12.1\n，表示当前设备为DHCP自动获取IP，IP地址为192.168.12.12，掩码地址为255.255.255.0，网关地址为192.168.12.1

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]