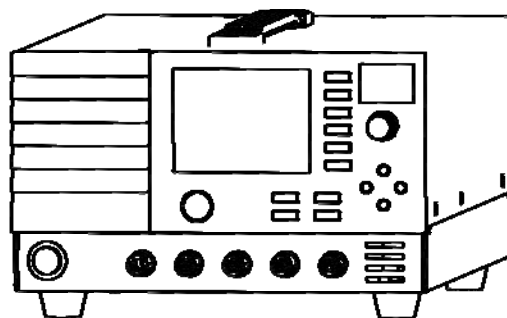


双量程可编程直流电源

IPL 系列使用说明书

Dual-Range Programmable DC Power Supply
IPL Series User's Manual

IPL-2010	20V10A / 8V20A
IPL-5004	50V4A / 25V7A
IPL-6010	60V3.3A / 30V6A



注意事项

感谢您平日对英特罗克（以下简称为「本公司」）产品的厚爱。

请在操作本公司产品前认真阅读该使用说明书，阅读完之后请放在身边以便查阅。搬运产品的同时请不要忘记使用说明书。

如果您发现本使用说明书有任何不正确的排版或者页面丢失，您可以要求替换。如果本使用说明书被弄脏或者弄丢，请联系本公司索要免费的新副本，索要副本时请提供仪器机身上的产品 ID 号。本公司的产品均在 ISO 9001 质量管理体系内进行设计、生产、检验及销售。本产品出厂时，都有唯一 ID 号与之对应。ID 号均可在产品包装箱、产品校准（检验）证书和产品机身上获得。

本公司相关人员已经仔细查阅过该使用说明书，但是如果您有任何疑问或者发现任何错误和遗漏，请联系本公司或登录 <http://www.interlock-china.com>。

没有本公司授权和允许，禁止对使用说明书的全部或部分内容进行重新生产或印刷。

由于产品改良，在使用说明书内容上进行变更而未能事先告知，敬请谅解。

质量保证

IPL 系列产品自出厂之日起质保三年。质保范围的例外：故障原因属于下列情况的，不提供质保：

- 未按本使用说明书的方法进行使用的
- 人为操作不当造成的损坏
- 上述情况以外，其它不属于本公司产品的原因，包括自然灾害等不可抗拒因素

务必确保您享受的质保处于有效状态：

请勿揭掉仪器的 ID 号标签

如果揭掉了仪器的 ID 号标签，并且提供不了有效的仪器 ID 号，质保将无效。

阅读使用手册

在使用仪器之前，请仔细阅读使用手册。

禁止外界物质进入仪器内部

禁止打开仪器外壳。触摸仪器内部元件可能会损坏元件。

务必小心，不要让流体、易燃物或金属进入仪器壳体内部。在仪器内部有外界物质的情况下启动仪器，有可能会损坏仪器并引起火灾。

电磁场

不要将仪器置于强电磁场的环境中工作。远离静电场放电。

腐蚀性气体

不要将仪器置于腐蚀性气体环境中工作，这将有可能引起爆炸和火灾。

运输

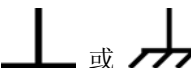
使用仪器原始包装进行运输，请勿改变包装。

清洁

如非必要，请不要清洁仪器内部。清洁外部，请用柔软、无腐蚀性的清洁用品。

安全标识

为了安全的使用和维护该产品，以下警示标识贯穿整个手册并也出现在产品上。请理解这些标识的含义并按照它的提示操作。

标识形状	名称	解释说明
	危险高压	表示这个标记出现的地方有高压。触碰这个地方可能导致致命电击。如果必须进行接触，请在触碰之前确保这里没有电压输出。
DANGER	危险	表示如果不注意会有导致死亡或者严重伤害的非常紧急的危险。
WARNING	警告	表示如果不注意会有导致死亡和严重伤害的潜在的危险。
CAUTION	注意	表示如果不注意会有导致对仪器或者其他物体造成损坏的潜在的危险。
	强调	一般加在 DANGER, WARNING, CAUTION 之前表示强调。
	保护接地	表示表在发生故障时防止电击的与外保护导体相连接的端子，或与保护接地电极相连接的端子。
 或 	机壳/机架接地	表示连接机壳、机架的端子。

安全规则

请务必遵守以下安全规则以免电击伤害、火灾、危险事故及不可预知灾害发生。请时刻谨记这些安全规则并严格执行。

名称	规则
操作人员	● 仪器的操作者必须是理解使用手册内容的训练有素的人员。 ● 未经培训的操作者请在懂得电气知识并经过培训的工作人员的监管下使用该仪器。 ● 本仪器不是为了家庭消费用途设计，不能当家用电器设备使用。
电力输入	● 使用本仪器时请确保输入规定的电压。 ● 使用时，请使用附赠的交流输入电缆。请注意，附赠的电缆不能用于能在不同输入电压切换条件下工作的产品，也不能用于输入电压在 100V 和 220V 间无切换键的产品。如遇这种情况，请另外选择合适的电缆。
保险丝	仪器的后面板上有一个保险丝座，里面保险丝可以用新的保险丝来更换。更换时，请选择与原保险丝同样的外形尺寸和参数。
外罩	由于仪器内部的组成部件可能对人体造成危险，请不要擅自打开仪器外罩。
安装	● 在安装仪器的时候请遵守使用手册中所描述的安装事项。 ● 为了避免电击，请将仪器的保护接地端子与电气大地（安全大地）连接。 ● 在将交流输入电缆连接到插线板时，请由经过培训并有资质的电气工程师完成或者在他的指导下完成。
移动仪器	● 仪器的重量在使用手册中有说明。 ● 在移动仪器之前请关断电源开关并且断开所有连接电缆。

操作	● 检查交流输入电压和保险丝的参数是否合格，并且检查交流输入电缆表面有无异常。在检查之前请确保拔出电源插头和停止使用电源。 ● 如果检查到任何本仪器的异常现象或者错误，立即停止使用。拔掉交流输入插头或者断开交流输入电缆与配电板的连接。在彻底修理好之前请确保不要使用电源。 ● 对于输出电缆或者负载电缆，请选择有更大电流承载能力的电缆。 ● 不要擅自拆卸或者修理该仪器。如果必须要修理，请联系厂家或者代理。
维 护 和 检 查	● 为了避免电击，在完成维护和检查之前请一定要确保拔掉交流输入插头和停止使用电源。 ● 在维护和检查该仪器时不能打开外罩。 ● 为了保持仪器的安全使用，请定期对仪器进行维护，检查，清理和校准。
服务	更多服务请联系厂家或者代理。如果产品必须维修或者校准，请联系厂家或代理。

目 录

第一章 概 述	3
---------------	---

第二章 面板名称和功能	6
-------------------	---

2.1 前面板.....	7
2.2 后面板.....	13

第三章 准备工作	15
----------------	----

3.1 浪涌电流.....	16
3.2 负极性电压.....	16
3.3 负载.....	17
3.3.1 当负载电流的波形是尖峰或者脉冲的时候.....	17
3.3.2 负载会产生流入电源的反向电流.....	17
3.3.3 负载有类似电池的储能作用.....	18
3.4 恒压源和恒流源.....	20
3.4.1 恒压（CV）和恒流（CC）模式的基本操作.....	20
3.5 保护电路.....	22
3.6 输出端子绝缘.....	23

第四章 本地控制	25
----------------	----

4.1 打开电源.....	26
4.2 基本操作.....	28
4.2.1 设置电源量程范围.....	28
4.2.2 设置过压保护（OVP）和过流保护（OCP）值.....	29
4.2.3 把电源作为恒压源使用.....	34
4.2.4 将电源作为恒流源使用.....	36
4.2.5 电源输出观测.....	38
4.2.6 存储、调用电压、电流设置值.....	40
4.3 连接负载.....	42
4.3.1 负载电缆.....	42
4.3.2 连接输出端子.....	43
4.4 远端补偿.....	44
4.5 List模式本地设置.....	49
4.6 本地校准.....	52
4.6.1 需要的测试设备.....	52
4.6.2 环境.....	52
4.6.3 校准步骤.....	54

第五章 远程控制	59
5.1 远程控制接口	60
5.2 RS232C接口的连接与设置	62
5.3 GPIB接口的连接与设置	66
5.4 编程指令	68
5.4.1 指令说明	68
5.5 电压和电流的程控校准	84
5.5.1 需要的测试设备	84
5.5.2 环境	84
5.5.3 校准步骤	84
5.6 编程案例	88
5.6.1 初始化VISA库	90
5.6.2 ListMode	91
第六章 保养	94
6.1 清洁	95
6.1.1 清洁面板	95
6.1.2 清洁灰尘过滤网	95
6.2 检查	96
第七章 参数	97
7.1 IPL系列性能参数	98



第一章 概 述

主要介绍本使用说明书适用范围，本仪器性能特点和功能特点。

第一章 概述

本手册适用于型号为 IPL 系列的产品。包括：

【IPL-2010】	电压、电流范围：20V10A 或 8V20A
【IPL-5004】	电压、电流范围：50V4A 或 25V7A
【IPL-6003】	电压、电流范围：60V3.3A 或 30V6A

IPL 系列是一种可调线性直流电源。它可以在额定功率以内对电压和电流的范围设定进行两种选择。额定功率 200W 内，电压选择范围从 8V 到 60V，电流选择范围从 3.3A 到 20A，实现低压大电流到高压小电流的全面覆盖。标配 RS232C 接口和 GPIB 接口的程控模块，使 IPL 系列电源具有完整的可编程特性。这个系列的电源有非常广泛的用途：比如实验室测试、生产线上的产品检测以及科研院所的产品调试等。

1.1 性能特点

1. 小于 50 μ s 的瞬态响应时间。使电源能够适应负载的激烈变动。
2. 小于 100 ppm/ $^{\circ}$ C 温度系数和非常小的电压纹波。使电源能有稳定、纯净的输出。

1.2 功能特点

1. 内置 OVP/OCP 电路。使负载免受不可预期的电流和电压的冲击。
2. 采用 3.5 英寸 TFT 大屏幕液晶显示。
3. 两种电压和电流量程选择，用户可根据负载要求随意切换。
4. 每种量程下，用户都可以存储和调用五组电压、电流、OVP 和 OCP 数据。
5. 远端补偿功能，能够补偿连接到负载的线路上的电压压降。
6. 提供面板锁定功能，防止误触发。
7. 支持系统集成，比如用于自动测试设备。英特罗克 IPL 系列电源标配 RS232C 接口和 GPIB 接口，同时具有兼容 SCPI 指令集的程控指令。

8. 完善的 ListMode 功能，电源内部可预置 100 点的电压、电流和时间数据。



注意！

IPL 系列电源的 ListMode 可以采用本地或者程控来进行设置。



第二章 面板名称和功能

主要介绍前后面板上开关、显示、接口和其他部件的名称、功能。阅读本章以了解面板上的警示标志的细节。

第二章 面板名称和功能

2.1 前面板

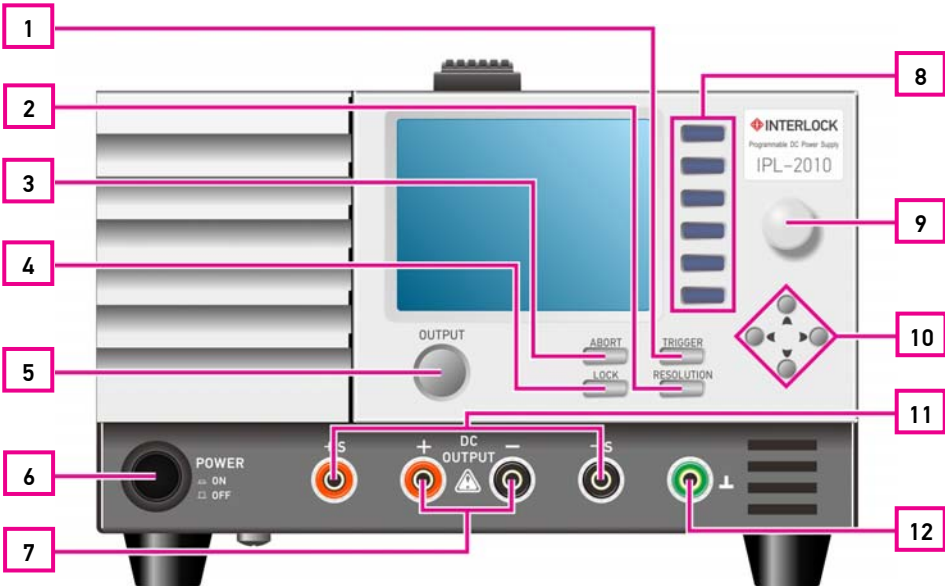


图 2-1 IPL 系列前面板

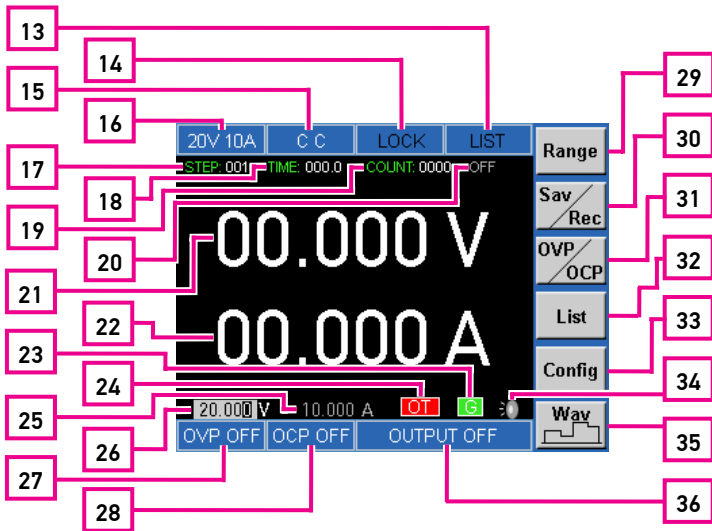


图 2-2 IPL 系列液晶屏

【1】TRIGGER 按键

在 LIST 模式下，按下【TIRGGER】后，TIRGGER 灯亮起。

当由 TIRGGER 引起的当前 STEP 时间完成后，TIRGGER 灯将熄灭：

- 如果设置 LIST 为 Auto 运行方式时（LIST:STEP AUTO），TIRGGER 灯将在整个 LIST 完成后才熄灭，此后 LIST 运行处于 OFF 状态。
- 如果设置 LIST 为 Once 运行方式时（LIST:STEP ONCE），TIRGGER 灯将在当前 STEP 执行完成后熄灭，此后 LIST 运行处于 WTG 状态。

【2】RESOLUTION 按键

用户设置数值时，用于改变当前光标在当前数字位数的位置。

【3】ABORT 按键

中断 LIST 运行的功能。按下后，中断当前 LIST 的运行，并停留在当前 LIST 数据处。

【4】LOCK 按键

电源按键的锁定功能。按下后，将【OUTPUT】以外的按键响应设置为无效，并且 LOCK 灯亮起。

【5】OUTPUT 按键

电源输出开关。按下【OUTPUT】为开启输出，并且 OUTPUT 灯亮起。当输出关断的时候，电源的输出为高阻。

【6】POWER 按键

电源的电源开关，按下为开启电源。

【7】DC OUTPUT 前面输出端子**警告！**

可能产生电击，导致死亡和伤害。在连接电缆的时候请关断电源开关。

【8】多功能按键组

与按键组左边液晶的显示内容对应配合，实现多种控制功能。

【9】旋钮

与液晶显示的光标位置相配合，改变电压、电流和其它设置值。

【10】方向按键组

与液晶显示的内容相配合，改变液晶显示的光标位置。

【11】+S/-S 前面传感端子

使用前面远端补偿端子时，后面远端补偿端子必须短接。

【12】前面接地端子

【13】LIST

LIST 模式是否开启的状态显示。有两种显示状态，当开启 LIST 状态时，LIST 为白色高亮显示；当关闭 LIST 状态时，LIST 为黑色显示。用户可以在 List 子菜单 List Properties 中进行设置或通过软件命令设置。

【14】LOCK

显示电源的锁定状态。有两种状态显示。当启动锁定功能时，LOCK 为白色高亮显示；当关闭锁定功能时，LOCK 为黑色显示。用户可以通过前面板 LOCK 按键或程控方式启动锁定功能。

【15】CV/CC 状态指示

有两种状态显示。电源处于恒压状态时，显示 CV；电源处于恒流状态时，显示 CC。

【16】量程显示

显示当前电源的额定电压和额定电流。有两种状态显示。可以在 Range 子菜单 Voltage/Current Range 中进行设置或通过软件命令设置。

【17】STEP

显示 LIST 运行的步进状态。例如 STEP:005 表示 LIST 当前运行到第 5 组数据。

【18】TIME

显示电源在此 STEP 状态的驻留时间，单位为秒。例如 TIME:005.2 表示驻留时间为 5.2 秒。

【19】COUNT

显示 LIST 运行循环的次数，单位为次。有两种模式可选择：INF 或者用户设定次数。INF 表示循环无限次，直到电源接收到中断或终止命令为止，例如使用【ABORT】按键中断当前 LIST 运行。用户可以在 List 子菜单 List Properties 中进行设置或通过软件命令设置。例如 COUNT:0006 表示 LIST 数据循环次数为 6 次。

【20】LIST 运行状态

有三种状态显示。LIST 运行停止时，运行状态显示 OFF；LIST 运行处于等待时，运行状态显示 WTG；LIST 运行时，运行状态显示 ACTIVE。

【21】输出电压显示

显示当前电源输出的电压值。

【22】输出电流显示

显示当前电源输出的电流值。

【23】程控通信状态显示

有三种显示状态。当用户没有使用程控功能时，无显示；当用户使用 RS232C 接口进行数据通信时，显示 R；当用户使用 GPIB 接口进行数据通信时，显示 G。。

【24】过温报警显示

有两种显示状态。电源内部温度正常时，无显示；当温度超过 85℃时，显示 OT 报警。

【25】设置电流显示

显示当前电源设置的电流值。

【26】设置电压显示

显示当前电源设置的电压值。

【27】过压保护状态显示

有三种状态显示。当关闭过压保护功能时，显示 OVP OFF；当开启过压保护功能时，显示 OVP ON；电源运行工程中，当输出电压超过设定的 OVP 值时，显示 OV 报警。用户可以通过 OVP/OCP 子菜单 Output Protection Configuration 进行设置。

【28】过流保护状态显示

有三种状态显示。当关闭过流保护功能时，显示 OCP OFF；当开启过流保护功能时，显示 OCP ON；电源运行工程中，当输出电流超过设定的 OCP 值时，显示 OC 报警。用户可以通过 OVP/OCP 子菜单 Output Protection Configuration 进行设置。

【29】Range 菜单

通过对应的【多功能按键】进入子菜单。在子菜单 Voltage/Current Range 中，用户可以选择一组适合的额定电压和额定电流。IPL 系列的所有型号都有两种电压、电流组可供选择。

【30】Sav/Rec 菜单

通过对应的【多功能按键】进入子菜单。在子菜单 Instrument State Storage 中进行数据存储或调用。当用户设置完电压值、电流值、OVP 值和 OCP 值后，可以将这四个数据存储在子菜单中，下次使用时，也可以通过这个子菜单调出数据。每种量程下，可以存储五组数据。

【31】OVP/OCP 菜单

通过对应的【多功能按键】进入子菜单。在子菜单 Output Protection Configuration 中，用户可以开启或关闭过压保护和过流保护功能；清除过压警告和过流警告；设置过压保护的电压值和过流保护的电流值；设置过流保护的延迟时间。

【32】List 菜单

通过对应的【多功能按键】进入子菜单。在子菜单 List Properties 中，用户可以设置 ListMode 功能的特性参数，详见。

【33】Config 菜单

通过对应的【多功能按键】进入子菜单。在子菜单 Configuration 中，用户可以设置四项参数：

- RS232C 通信波特率
- GPIB 通信地址
- 蜂鸣器
- 校准密码

【34】蜂鸣器显示

按键蜂鸣功能。当蜂鸣功能开启时，显示此标志。用户可以进入 Config 子菜单 Configuration 中，开启或关闭此功能。

【35】Wav 菜单

通过对应的【多功能按键】进入子菜单。在子菜单中，用户可以实时观察电源的输出波形变化。

【36】输出状态显示

有两种状态显示。当用户按下【OUTPUT】按键时，电源开启输出，显示白色高亮 OUTPUT ON；当用户再次按下【OUTPUT】按键时，电源关闭输出，显示黑色 OUTPUT OFF。

2.2 后面板

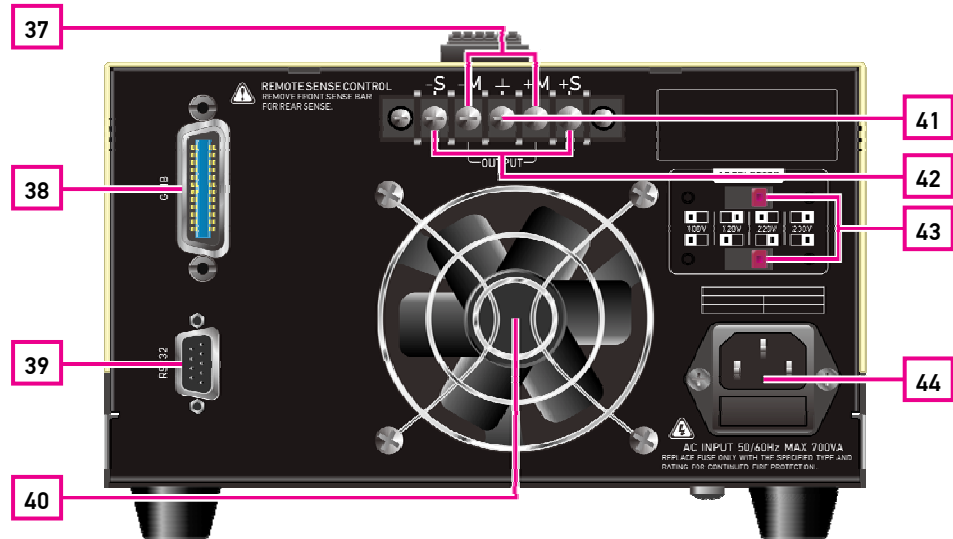


图 2-3 IPL 系列后面板

【37】DC OUTPUT 后面输出端子

	警告！ 可能产生电击，可能导致死亡和伤害。在连接电缆的时候请关断电源开关。
--	--

【38】GPIB 通信接口

IEEE-488 通用接口，24 芯母头。

【39】RS232C 通信接口

D-SUB 接口，9 芯公头。

【40】通风口

通风口利用风扇将电源内部的热量排除。确保电源周围有允许空气流通的足够空间。

【41】后面接地端子

【42】+S/-S 后面传感端子

使用后面远端补偿端子时，前面远端补偿端子必须短接。

【43】输入电压选择

用户根据交流输入电压的范围，通过左右拨动选择开关的位置与后面板上的图示位置相对应。

【44】交流输入接口

用户可在此处更换指定的保险管。

3

第三章 准备工作

主要介绍在使用本电源前，操作人员必须需要理解的一些知识。

第三章 准备工作

3.1 浪涌电流

浪涌电流可能出现在电源开关打开的时候。如果你打算在一个系统中使用多台电源并且同时打开电源开关，请检查交流源或者配电板是否有足够的承载能力。

两次打开电源开关的时间间隔至少要大于 3 秒，在短时间内连续开启和关断电源开关会使输入保险丝和电源开关的寿命由于浪涌电流而缩短。

当负载突然改变或者打开电源输出开关时，电流尖峰会来回涌入几次。

表 3-1 浪涌电流值

最大峰值电流	700A
半值宽度	2~5ms



注意！

确保配电板有足够的电流容量。

3.2 负极性电压

当电源处于 OV，OC 或 OT 状态时，输出端会产生约为 0.6V 的负电压。这个负电压会产生约为 10mA 的反向电流到负载。

3.3 负载

注意当连接如下负载的时候，电源的输出会不稳定。

1. 当负载电流的波形是尖峰或者脉冲的时候
2. 当负载会产生流入电源的反向电流的时候
3. 负载有类似电池的储能作用的时候

3.3.1 当负载电流的波形是尖峰或者脉冲的时候

即使电源显示的电流小于电流极限，峰值电流也可能超过了电流极限。这是因为显示的是平均值。在这种情况下，输出电压会下降，这是因为电源瞬间进入恒流状态。如果仔细观察恒流状态指示灯，你会发现它会微亮一下。

对于这种负载，必须加大输出电流的设定值。

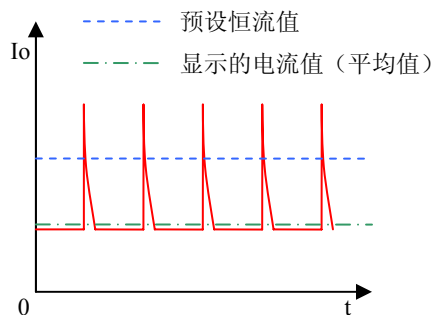


图 3-1 负载电流为尖峰时

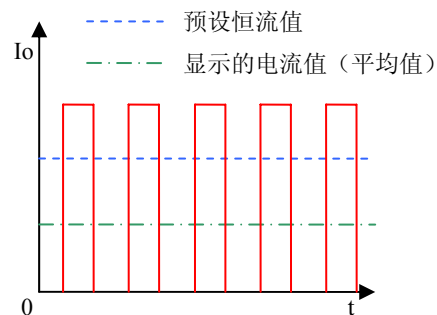


图 3-2 负载电流为脉冲时

3.3.2 负载会产生流入电源的反向电流

该电源不能吸收来自诸如变换器、逆变器、变压器等能产生反向电流的负载。在这种情况下，输出电压会增加并且输出会波动。

对于这类负载，如下图所示接一个电阻 R_D 来分流反向电流。但需要注意的是，这样使用后，流到负载的电流会降低 I_{rp} 。



注意!

对于电阻 R_D 请选择适当的有足够功率承载能力的电阻。如果电阻额定功率不够，可能会烧坏电阻。

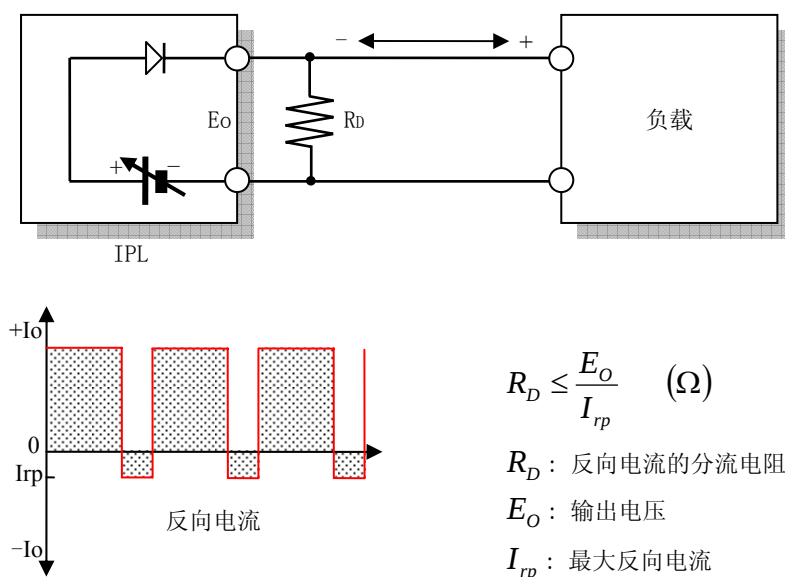


图 3-3 能产生反向电流的负载连接方法

3.3.3 负载有类似电池的储能作用

将电源连接到电池等的有储能作用的负载，可能会导致大量电流通过电源内部电路的保护二极管流入电源内部的滤波电容。这个电流可能会损坏电源或者缩短负载的使用寿命。

对于这类负载，在电源和负载之间连接一个反向电流保护二极管 D_{RP} 。如下图所示：

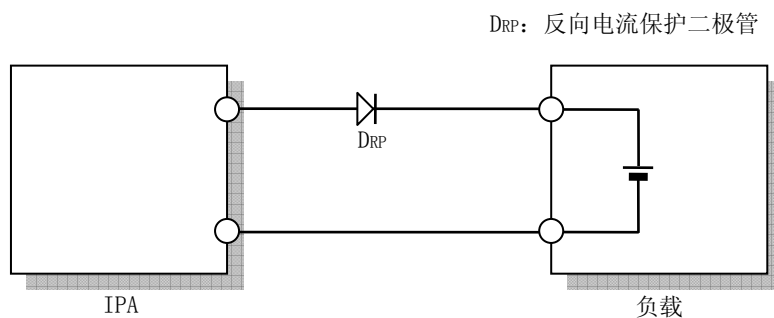


图 3-4 储能负载的连接方法



注意！

1. 电源或者负载可能会烧坏，确保在电源和负载间连接一个反向电流保护二极管。
2. 为了保护电源和负载，请按照以下标准选择反向电流保护二极管：
 - 1) 反向电压保护能力至少是电源额定输出电压能力的两倍
 - 2) 正向电流承载能力至少是电源额定输出电流能力的 3-10 倍
 - 3) 漏电流较小的二极管
3. 记住要考虑到反向电流保护二极管的发热，散热不良会使二极管烧坏。
4. 当使用反向电流保护二极管的时候，不能使用远端补偿功能。

3.4 恒压源和恒流源

该电源既能以恒压方式工作也能以恒流方式工作。

理想的恒压源在所有频率处都有零输出阻抗，并且对于所有形式的负载电流的变化都能保持恒压输出。理想的恒流源在所有频率处都有无穷大输出阻抗，并且对于所有形式的负载电阻的变化都能保持恒流输出。

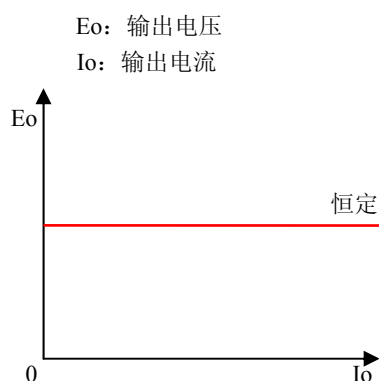


图 3-5 理想恒压电源

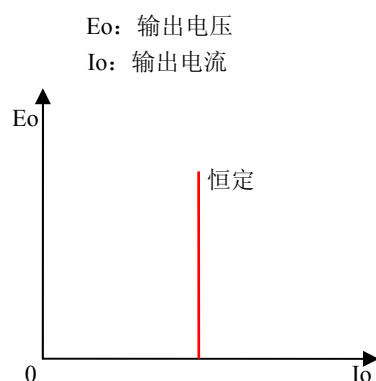


图 3-6 理想恒流电源

事实上，实际的恒压源的输出阻抗不是零，实际的恒流源的输出阻抗也是有限的。并且与频率也有关系，再加上有输出电流电压最大值的限制，电源不能对所有形式的负载电流变化和电阻变化保持恒压或者恒流。

3.4.1 恒压（CV）和恒流（CC）模式的基本操作

以下描述电源工作于恒压或恒流模式和电源设定值之间的关系。为了简单起见，以下描述假设电源输出为 100 V 10 A（额定输出电压为 100 V，额定电流输出为 10 A）。

1. 连接一个 10 Ω 的阻性负载

连接一个 10 Ω 的阻性负载到电源的输出端子，并设置输出电流为 5 A。在这种情况下，电压从 0 V 逐渐加大。这时电源工作在恒压模式下。输出电流随着输出电压的增加而增加。当输出电压达到 50 V 时（输出电流达到 5 A），如果你试图继续增加输出电压是不行的。因为电流已经达到了初始设定的最大值 5 A，以至于电源被自动切换到恒流输出模式，在这种情况下电源会自动从恒压模式切换到恒流模式以避免电流超过设定值（这个从恒压变化为恒流的点叫做临界点）。在上述的情形中如果将电流的初始设定极限值增大，电源会继续保持恒压模式，允许你将电压增加到更大。如果电流的极限值从 5 A 增加到 9 A，电压能够增加到 90 V 而不改变输出模式。如图 3-7。

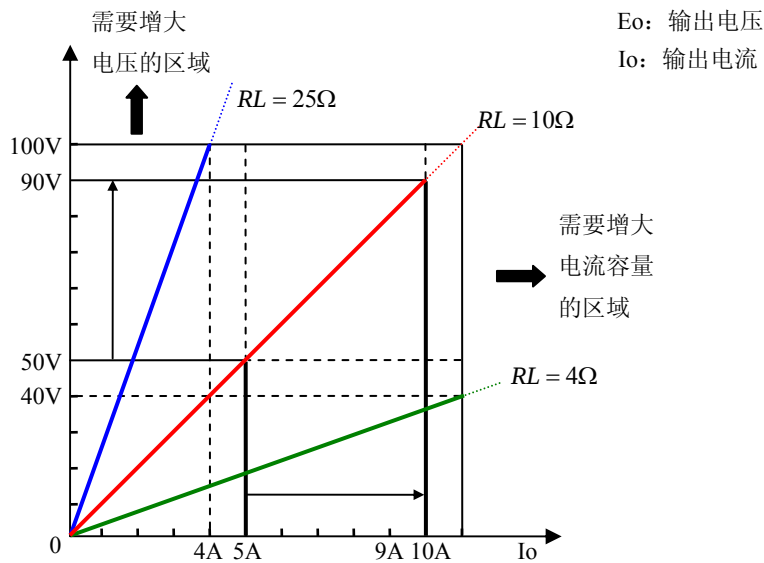


图 3-7 负载与电源恒压、恒流的关系

2. 连接一个 4 Ω 的阻性负载

假设连接一个 4 Ω 的阻性负载到电源的输出端，输出电流极限为额定输出 10 A，如果你从 0 V 开始逐渐增加电压，当输出电压达到 40 V 时输出电流会达到极限值。电源不能输出大于 40 V 的电压。如果你需要进一步增大输出电压，你必须将这个电源和另外一个电源并联或者更换有更大电流容量的电源。

如果有瞬间尖峰电流流入负载，则不能让它达到或者超过电流设定值。如果电流已经设置到额定输出电流，但电源依然切换到恒流操作模式，则电源的电流容量需要增大（更换有更大电流容量的电源）。

3. 连接一个 25 Ω 的阻性负载

假设连接一个 25 Ω 的电阻负载到电源的输出端，在这种情况下，如果输出电流极限设置在 4 A 左右，电源能在恒压模式下从 0 V 增大到 100 V。

在这种负载条件下将输出电压极限设置到额定输出电压，输出电流从 0 A 逐渐增加。这样电源会工作在恒流模式下，输出电压会随着电流的增大而增大。当输出电压达到 100 V 时，输出电流无法超过 4 A。如果需要增大输出电流，必须再串联一台电源增大输出电压。特殊情况下，对于产生尖峰电压的负载，电压必须设置为大于尖峰电压。

3.5 保护电路

对电源错误的操作可能导致整个系统运转中断或者对电源造成损坏，甚至会引起火灾。

因为电源对电压型电路，电流型电路，以及由这些电路组成的系统都非常重要，所以电源的可靠性很关键。保护电路的作用是阻止故障引发更严重的事故。

电源的保护电路表述如下：

过压保护电路

电源开关在输出电压超过预设电压时会断开，动作执行时间见 7.1 节。

过流保护电路

当输出电流超过预设过流保护值时，电源开关会断开。

温度探测电路

由于风扇的停止或者环境温度的升高，当温度高到温度保护值时，电源开关会断开。电路会检测到散热器上的温度上升。设定的温度约为 85℃。

输入保险丝

由于内部电路的故障产生过流，熔断保险丝，使输入电流中断。

3.6 输出端子绝缘

1. 输出接口绝缘

电源的输出端子是与机壳绝缘的。通过将电源线缆中的 GND 线连接到配电板的接地端子上，电源的机箱接地。如图 3-8 所示。

2. 当输出接口没有接地

连接到电源输出端子（包括远端补偿探测端子）的电缆和负载的绝缘强度必须比电源相对于机壳的绝缘强度高。电源的绝缘电压见表 3-2。

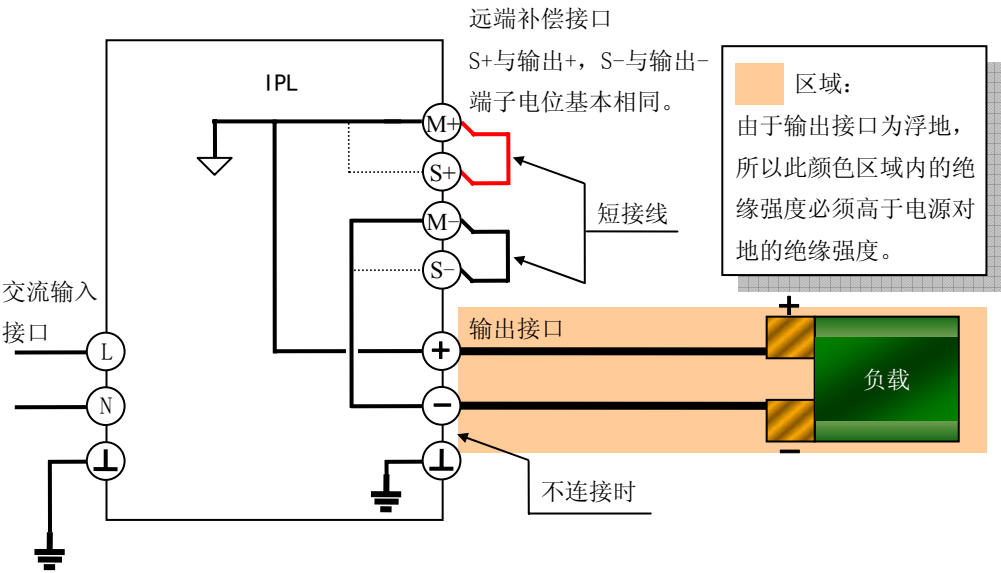


图 3-8 当电源输出端子不接地时

3. 当输出负端连接到机壳时

如下图 3-9 所示，输出负端的电位和大地相同，连接到电源输出端子的电缆和负载(包括远端补偿探测端子)的绝缘强度必须高于电源相对于机壳的最大输出电压。

4. 当输出正端连接到机壳时

因为输出正端接大地，电源的输出相对于电源机壳为负。连接到电源输出端子的电缆和负载(包括远端补偿探测端子)的绝缘强度必须高于电源相对于机壳的最大输出电压。

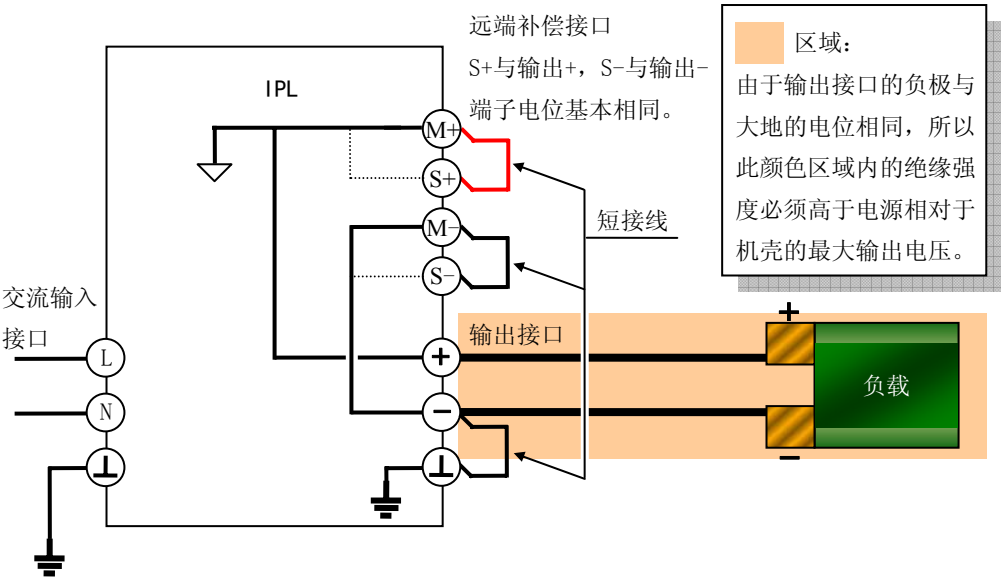


图 3-9 当电源输出端子接地时

总之，为了安全起见需要将输出端子的任意一端连接到机壳上，除非你的使用要求输出端子悬空。不仅如此，如果输出端子没有与机壳的端子相连，输出纹波可能会增大。该电源的技术参数是在假设输出负端是与机壳相连的情况下给出的。

警告！

- 电击可能造成伤害甚至死亡
- 一般使用时，请用短接线将电源输出端和机壳端子相连。
- 可能导致电击和输出短路，造成伤害甚至死亡

为了使输出端子和控制端子达到绝缘强度，请使用大于额定输出电压的电缆进行连接。如果没有足够额定电压的电缆，可以选择在电缆外套一个大于电源输出额定电压的绝缘套管。

表 3-2 绝缘电压

IPL 型号	IPL-2010	IPL-5004	IPL-6003
绝缘电压	± 250V	± 250V	± 250V



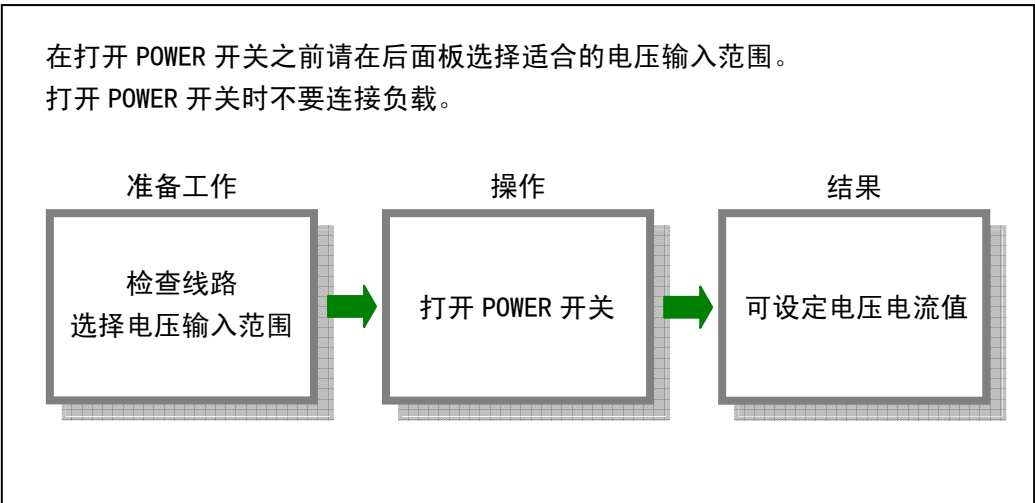
第四章 本地控制

主要介绍使用前面板来控制电源的一些基本操作。

第四章 基本操作

4.1 打开电源

操作流程



	警告！ 当输入电压超过选择电压的输入范围，可能会烧毁保险管或损坏电源； 当输入电压低于选择电压的输入范围，电源将不能正常工作。
---	--

电源打开步骤：

1. 关闭电源开关【POWER】
2. 检查电源的电压输入范围是否正确
3. 检查电源电缆是否连接正确
4. 打开给电源供电的插线板上的电源开关
5. 打开电源开关【POWER】

6. 按下【RESOLUTION】按键调整光标所在位置，旋转面板上的【旋钮】

输出电压设置范围可以从 0 到额定电压。

7. 按【方向按键组】的【右】键，调整光标跳转到电流设置

8. 按下【RESOLUTION】按键调整光标所在位置，旋转面板上的【旋钮】

输出电流设置范围可以从 0 到额定电流。

电源已经准备好。



图 4-1 IPL 系列控制面板

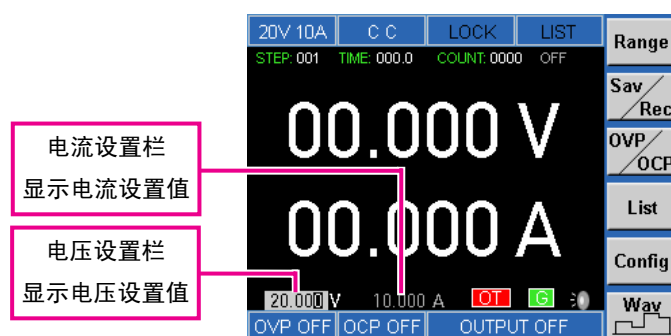


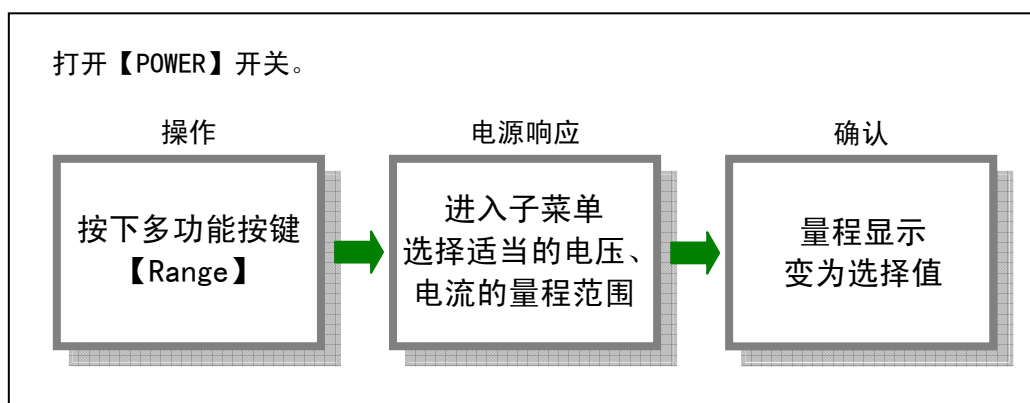
图 4-2 IPL 系列液晶面板

4.2 基本操作

这节描述操作 IPL 电源进行输出的一些操作及注意事项。

4.2.1 设置电源量程范围

操作流程



注意！

电源的量程将限制电源的电压和电流输出的最大值。

设置电源量程范围

1. 打开【POWER】开关。
2. 按下【Range】按键，进入（Voltage/Current Range）子菜单。
3. 利用【方向按键组】调整光标位置到适当的电压、电流量程，按下【Enter】进行确认。

当前光标位置的内容，系统会以高亮背景显示。利用【上】键和【下】键调整光标在的位置并确认。用户确认后，（量程显示）将变成用户选择的范围。

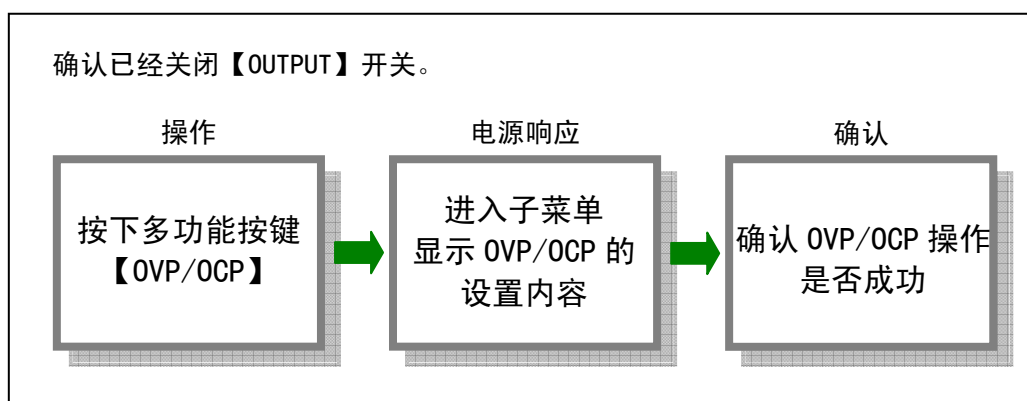
4. 按下【Back】退出子菜单，完成电源量程设置。

4.2.2 设置过压保护（OVP）和过流保护（OCP）值

过压/过流保护功能

过压保护功能保护负载免受意外的高电压冲击，过流保护功能保护负载免受意外的大电流冲击。当过压/过流保护被启用时，电源输出【OUTPUT】被自动关断。为了再次打开电源，需要等待约 10s 后再打开电源开关。这种情况下，如果你不降低先前设置的输出电压和电流，过流或过压保护依然会被触发。

操作流程



注意！

负载可能会烧毁，请为负载设置适当的 OVP/OCP 值。电源出厂前 OVP/OCP 没有预设值。



注意！

当 OVP/OCP 被触发后，为了电源能继续正常工作，需要间隔 60s 才能再次打开电源开关。

设置 OVP/OCP 值

1. 打开【POWER】开关。
2. 按下【OVP/OCP】按键，进入 Output Protection Configuration 子菜单。
3. 利用【方向按键组】调整光标位置到 OVP (On)，按下【Enter】进行确认，开启 OVP 功能。

当前光标位置的内容，系统会以高亮背景显示。利用【左】键和【右】键调整光标在 OVP (On)的位置并确认。用户确认后，（过压保护状态显示）将由(OVP OFF)变成(OVP ON)。电源将在用户按下【OUTPUT】键后，启动 OVP 功能。

4. 利用【方向按键组】调整光标位置到 OVP (Level)，设置 OVP 的值。

利用【下】键调整光标到 OVP (Level)位置。用户根据设定的数值，按【RESOLUTION】键调整光标在数值中的位置，然后顺时针旋转【旋钮】，将数值由默认的 0 调到具体数值。调整完成后，可按【下】键进入 OCP 设置，或按【Back】键退出子菜单，单独完成 OVP 设置。

5. 按【下】键进入 OCP 设置，利用【方向按键组】调整光标位置到 OCP (On)，按下【Enter】进行确认，开启 OCP 功能。

当前光标位置的内容，系统会以高亮背景显示。利用【左】键和【右】键调整光标在 OCP (On)的位置并确认。用户确认后，（过流保护状态显示）将由(OCP OFF)变成(OCP ON)。电源将在用户按下【OUTPUT】键后，根据(Delay)的时间，启动 OCP 功能。

6. 利用【方向按键组】调整光标位置到 OCP (Level)，设置 OCP 的值。

利用【下】键调整光标到 OCP (Level)位置。用户根据设定的数值，按【RESOLUTION】键调整光标在数值中的位置，然后顺时针旋转【旋钮】，将数值由默认的 0 调到具体数值。

7. 利用【方向按键组】调整光标位置到 (Delay)，设置在【OUTPUT】键按下后，OCP 功能延迟启动时间。

利用【下】键调整光标到 OCP (Delay)位置。用户根据设定的数值，按【RESOLUTION】键调整光标在数值中的位置，然后顺时针旋转【旋钮】，将数值由默认的 0 调到具体数值。调整完成后，可按【Back】键退出子菜单，完成 OCP 设置。

8. 按【Back】键退出子菜单，完成 OCP 设置。

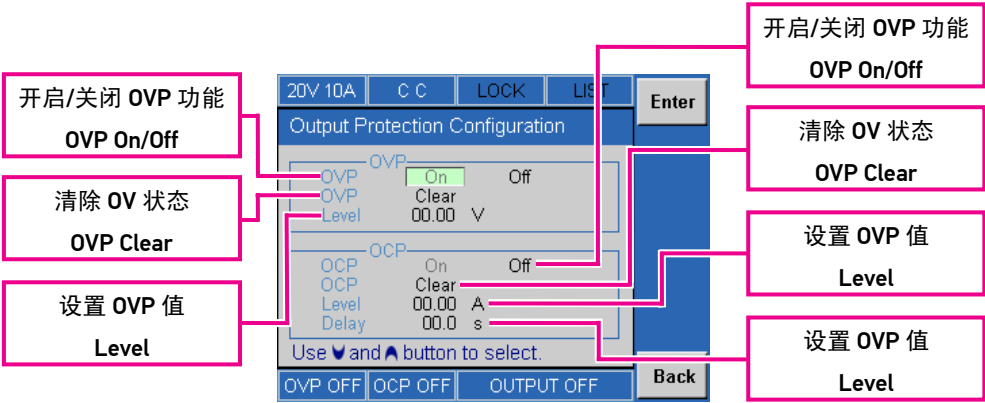


图 4-3 OVP/OCP 设置界面



注意！

开启 OVP 和 OCP 功能后，需要用户按下【OUTPUT】键，OVP 和 OCP 才会启动，并且 OCP 会根据（Delay）的时间，延时启动，以避免【OUTPUT】开关瞬间峰值电流对 OCP 的误触发。



注意！

负载可能会烧毁。设置完 OVP/OCP 值后，一定记住要用指定的输出电压或电流来检测 OVP 和 OCP 功能。在检查过程中不要接负载。通过空载或者短路来测试。。

检查 OVP/OCP 操作

设置完 OVP/OCP 值后，一定记住要检验 OVP 和 OCP 功能。

检验 OVP 操作

1. 打开【POWER】开关。
2. 将电压值设置为 0。
3. 将电流值设置为量程的额定值。
4. 按下【OUTPUT】键。
5. 将光标调整到（电压设置栏），按【RESOLUTION】键调整合适的步进，然后顺时针缓慢旋转【旋钮】。

当输出电压达到设定的 OVP 值时，【OUTPUT】开关被保护电路自动关断，过压保护状态由蓝色(OVP ON)变成红色(OV)警告。

6. 逆时针旋转【旋钮】，调整电压值为 0。
7. 按下【OVP/OCP】按键，进入 Output Protection Configuration 子菜单。
8. 利用【方向按键组】调整光标位置到（OVP Clear），按下【Enter】进行确认，清除（OV）报警状态。
9. 按【Back】键退出子菜单。
10. 关断【OUTPUT】开关。

检验 OCP 操作

1. 关闭【POWER】开关。
2. 用电线短接输出端子，所用的电线需要能够承受电源的额定电流。
3. 打开【POWER】开关。
4. 将电压值设置为量程的额定值。
5. 将电流值设置为 0。
6. 按下【OUTPUT】键。
7. 将光标调整到（电流设置栏），按【RESOLUTION】键调整合适的步进，然后顺时针缓慢旋转【旋钮】。

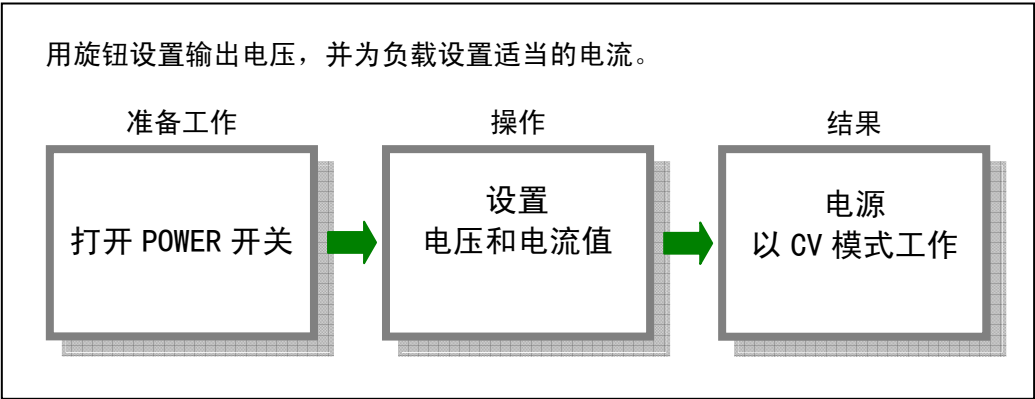
当输出电流达到设定的 OCP (Level)值时，【OUTPUT】开关被保护电路自动关断，过流保护状态由蓝色(OCP ON)变成红色(OC)警告。

8. 逆时针旋转【旋钮】，调整电压值为 0。
9. 按下【OVP/OCP】按键，进入 Output Protection Configuration 子菜单。
10. 利用【方向按键组】调整光标位置到（OCP Clear），按下【Enter】进行确认，清除（OC）报警状态。
11. 按【Back】键退出子菜单。
12. 关断【OUTPUT】开关。

4.2.3 把电源作为恒压源使用

该电源有恒流和恒压两种模式。在使用电源之前，先确定需要使用哪种模式，然后按照相应模式的操作方法进行操作。

步骤浏览





警告！

可能产生电击。可能导致伤害甚至死亡。连接负载的时候，请关断【POWER】开关。

1. 打开【POWER】开关。
2. 将光标调整到（电流设置栏），顺时针旋转【旋钮】，为负载设置适当的电流。

此时设置的适当电流值应为电源输出的最大电流值。
3. 将光标调整到（电压设置栏），顺时针旋转【旋钮】，为负载设置适当的电压。
4. 按下【OUTPUT】键。

液晶面板上的 CV/CC 状态会显示(CV)，指示电源工作在恒压模式。

当负载不能承受剧烈变化的电压时

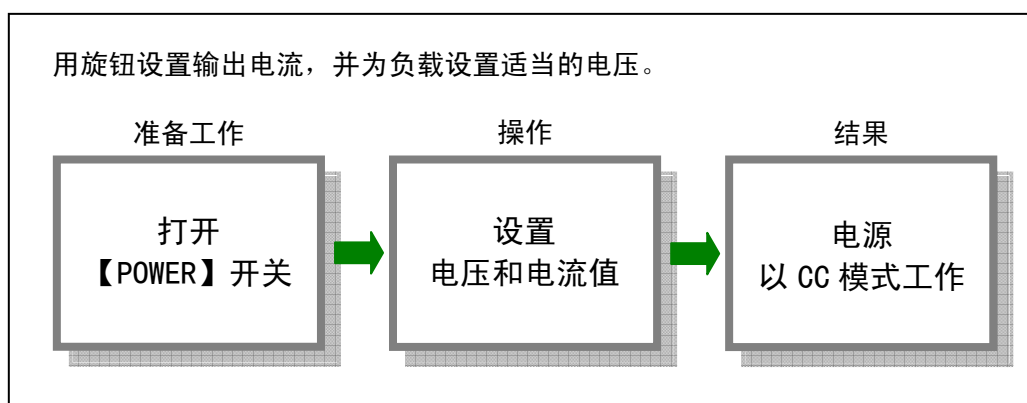
对于以下形式的负载，需要在上面的 1-2 步骤后执行 5-7 步骤。

- a. 电阻不明的负载
 - b. 电阻变化大的负载
 - c. 有较大电感的感性负载
5. 将光标调整到（电压设置栏），逆时针旋转【旋钮】，设置电压为 0。
 6. 按下【OUTPUT】键。
 7. 顺时针缓慢旋转【旋钮】，逐渐调大电压设置值。

液晶面板上的 CV/CC 状态会显示(CV)，指示电源工作在恒压模式。

4.2.4 将电源作为恒流源使用

步骤浏览



警告！

可能产生电击。可能导致伤害甚至死亡。连接负载的时候，请关断【POWER】开关。

1. 打开【POWER】开关。
2. 将光标调整到（电压设置栏），顺时针旋转【旋钮】，为负载设置适当的电压。
此时设置的适当电压值应为电源输出的最大电压值。
3. 将光标调整到（电流设置栏），顺时针旋转【旋钮】，为负载设置适当的电流。
4. 按下【OUTPUT】键。

液晶面板上的 CV/CC 状态会显示(CC)，指示电源工作在恒流模式。

当负载不能承受剧烈变化的电流时

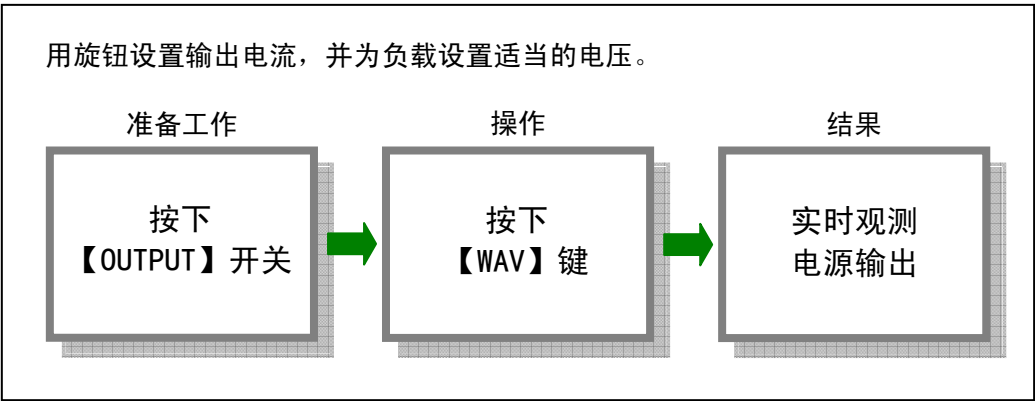
对于以下形式的负载，需要在上面的 1-2 步骤后执行 5-7 步骤。

- a. 电阻不明的负载。
 - b. 电阻变化大的负载。
 - c. 有较大电感的感性负载。
5. 光标调整到（电流设置栏），逆时针旋转【旋钮】，设置电流为 0。
 6. 按下【OUTPUT】键。
 7. 顺时针缓慢旋转【旋钮】，逐渐调大电流设置值。

液晶面板上的 CV/CC 状态会显示(CC)，指示电源工作在恒流模式。

4.2.5 电源输出观测

步骤浏览



注意！

可能产生电击。可能导致伤害甚至死亡。连接负载的时候，请关断【POWER】开关。

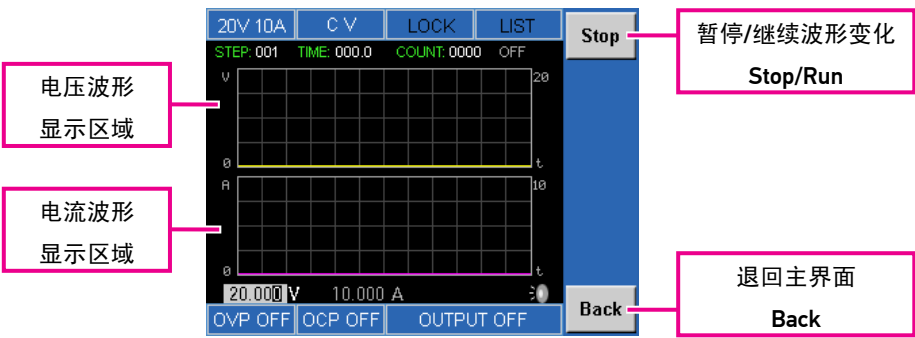


图 4-4 波形观测界面

1. 打开【POWER】开关。
2. 设置电压、电流值。

3. 按下【OUTPUT】键，电源输出。

4. 按下【Wav】键，进入输出波形观测界面。

液晶界面显示输出电压和电流的变化情况。水平方向为时间轴，垂直方向为电压轴和电流轴。电压轴和电流轴的最大值对应当前所选择的量程范围。

5. 按下【Stop】键，停止当前波形显示变化，可以观测当前输出波形的情况。

按下【Stop】键，电压继续输出，但波形画面停止改变，按键（Stop）变成（Run）。

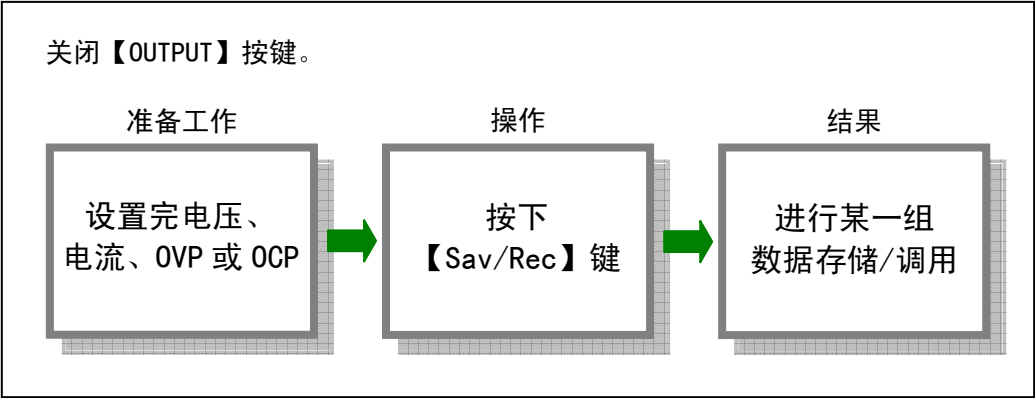
6. 按下【Run】键，波形继续随输出变化。

7. 按下【Back】键，退回主菜单界面，再次按下【Wav】键，又可进入输出波形观测界面。

利用【Back】键退回主界面，波形动画仍在后台继续运行。再次进入输出波形观测界面时，退回主界面的波形变化仍会显示出来。这与功能键【Stop】是不同的。

4.2.6 存储、调用电压、电流设置值

步骤浏览



注意！

每种量程下都可以存储/调用五组数据。一种型号可以存储/调用十组电压设置值、电流设置值、过压保护值和过流保护值。

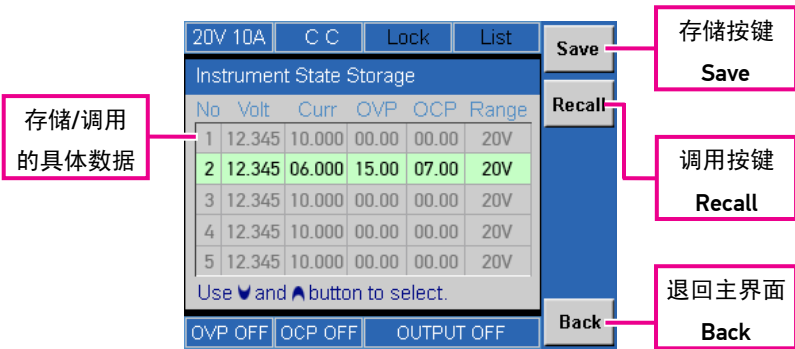


图 4-5 Sav/Rec 界面

存储数据操作

1. 打开【POWER】开关。
2. 设置电压值、电流值、OVP 值或 OCP 值。若无需要，则不设置。
3. 按下【Sav/Rec】按键，进入（Instrument State Storage）子菜单。
4. 利用【方向按键组】调整光标位置到（1）～（5）组数据的任意一组，按下【Save】按键进行存储，新的数据将覆盖原有的数据信息。

当前光标位置的内容，系统会以高亮背景显示。利用【上】键和【下】键调整光标在（1）～（5）组数据的位置。用户按下【Save】按键进行存储，将新的数据存储到当前组的位置并显示，原有的数据信息将被覆盖。

5. 按下【Back】按键，退出当前子菜单，回到主界面。

调用数据操作

1. 打开【POWER】开关。
2. 按下【Sav/Rec】按键，进入（Instrument State Storage）子菜单。
3. 利用【方向按键组】调整光标位置到（1）～（5）组数据中需要的一组，按下【Rec】按键进行调用，这组数据将改变当前电压设置值、电流设置值、OVP 值和 OCP 值。

当前光标位置的内容，系统会以高亮背景显示。利用【上】键和【下】键调整光标在（1）～（5）组数据的位置。用户按下【Rec】按键进行调用，将此组数据覆盖当前的电压设置值、电流设置值、OVP 值和 OCP 值。

4. 按下【Back】按键，退出当前子菜单，回到主界面。

4.3 连接负载

这节描述用来连接电源和负载的电缆，以及输出端子的连接方法。

4.3.1 负载电缆

	警告！ 可能过热和燃烧。使用的负载电缆相对于额定输出电流需要有足够电流容量，并且相对于电源绝缘电压有足够绝缘强度。
---	--

负载电缆的电流容量

负载电缆必须能够承载电源的最大额定输出值。如果电缆的电流额定值大于电源的最大输出电流，即使是负载短路时电缆也能保存完好。

电缆的允许电流取决于电流绝缘层能承受的最高温度

电缆的温度取决于由电流引起的电阻损耗，环境温度和外部热阻。环境温度为 30℃，最大允许温度 60℃。如果环境温度大于 30 度，或电线被捆扎而导致更低的热辐射，则电流容量会下降。

降低噪声的办法

将正负极的输出线并列安装或者将他们捆绑在一起是比较有效的降低噪声的办法。但要考虑到将电缆捆绑时的允许电流。在安装负载电缆时应注意。

远端补偿功能的限制

由于电线有电阻，随着电线长度的增加或者线上电流的增加，线上的压降也会增加。这将导致负载端的电压会减小。该电源有远端补偿功能来补偿线上压降。每根线的压降补偿最大约为 0.6V。如果压降大于这个水平，那么应该选择有更大横截面积的电缆。

负载电缆的耐压

所使用的电缆的额定电压应该大于电源的绝缘电压。详情请看 3.6 “输出端子绝缘强度”。

4.3.2 连接输出端子

	警告！ 可能发生电击，可能导致伤害甚至死亡。当连接负载的时候，需要先关掉【POWER】开关。 确保将输出端子与负载连接好，比如采用压接端子。
---	--

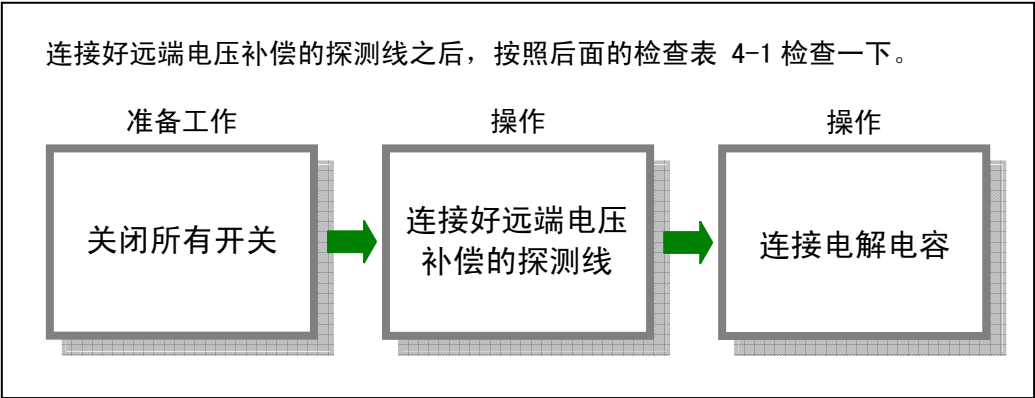
在通常使用情况下，请用短接线将电源输出的正极或者负极与机壳相连。如果不这样做，输出纹波可能会增大。电源所给出的参数是假设按照该操作短接过的。详情请看 3.6 节。

4.4 远端补偿

远端补偿功能主要是用来补偿电源输出端子到负载端连线上的压降，以便在负载端有恒定的电压。该功能大约能补偿 0.6V 的线上压降。请选择有足够电流承载力的电缆，以便线上压降不会超过能够补偿的压降。

在使用远端压降补偿功能的时候，需要在负载端的电压探测点连接一个电解电容。

步骤浏览





警告！

可能产生电击，可能导致伤害甚至死亡。不要在电源开关开启的时候连接电源补偿探测线。

始终断开【POWER】开关。

1. 关断【POWER】开关。
2. 如图 4-6 和 4-7，移开探测端子的短接线。

使用前面端子进行输出时，按照图 4-6 进行接线。使用后面端子进行输出时，按照图 4-7 进行接线。

3. 用电线连接电压探测端子和负载接线端子。

用双绞线或者屏蔽线作为电源补偿电线。将屏蔽层连接到输出正极。它会降低由感应效应引起的输出纹波。

4. 在负载端连接一个 $100 \sim 100\,000\ \mu\text{F}$ 的电解电容 C。

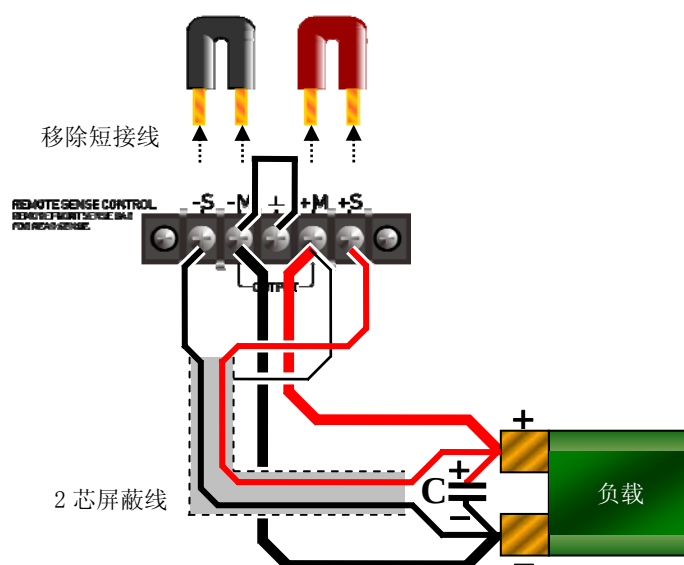
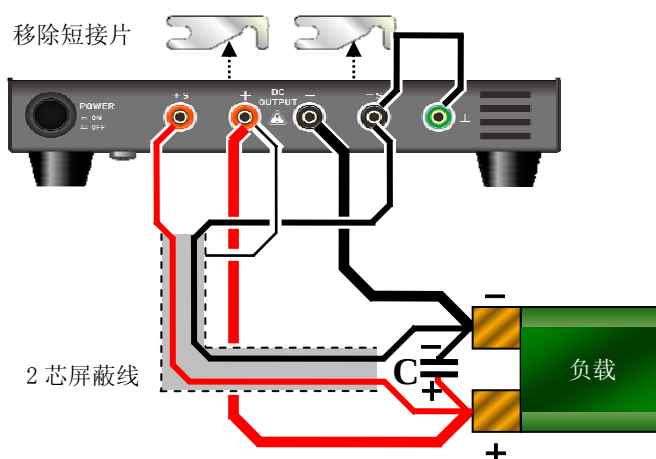


表 4-1 远端补偿检查项目

检查项目	内容
绝缘	对于远端探测线，要求其有比电源的绝缘电压更高的额定电压。详见 3.6。 当用屏蔽电缆的时候，用绝缘套管保护其裸露的部分，并且要求绝缘套管有比电源的绝缘电压更高的额定电压。
安全连接	如果探测电线变松，经过负载的电压会不稳定，并且可能使负载端的电压过高。为了有效连接请使用压接端子。
机械开关	如果使用机械开关来控制电源到负载的通断，请用独立的开关来通断探测线，并对负载电缆和远端探测线的同时通断。
额定电压	电源的输出电压受到最大电压的限制（额定输出电压的 103%）。如果负载电缆上的压降比较大，并且电源的输出大于额定电压的 103%，那么负载端的额定加载电压将不能被满足。这种情况，用有更大横截面积的电线来减少压降。保证电源的输出电压小于额定电压的 103%。
感应屏蔽	用双绞线或者屏蔽线做电压探测线。将屏蔽层连接到输出正极。 用绝缘套管保护其裸露的部分，并且要求绝缘套管有比电源的绝缘电压更高的额定电压。
电解电容的可承载电压	所用的电容需要能够承受电源额定输出电压的 120%。
探测电线的长度	如果压降探测线的长度大于 3 米，由电线的感应和电容所引起的相位漂移将不能被忽视，会引起振荡。在这种情况下，连接的电容会防止振荡。
负载脉冲电流	如果负载电流突然变成脉冲形式，输出电压可能由于探测电线的感应影响而增大。这种情况下，连接的电容 C 会阻止输出的波动。

**警告！**

可能产生电击，可能导致伤害甚至死亡。请使用有比电源额定输出电压更高的承载电压的电缆。

用绝缘套管保护其裸露的部分，并且要求绝缘套管有比电源的绝缘电压更高的额定电压。

**注意！**

可能烧毁负载。如果探测电线变松，经过负载的电压会不稳定，并且可能使负载端的电压过高。为了有效连接请使用压接端子。

**提示！**

当该电源工作在最大额定电压附近的时候，请使用有更大横截面积的负载电缆。

为了负载端达到电源最大的额定输出电压，请确保负载电缆上的单向压降小于或等于 0.24 V，如果负载电缆的压降补偿约为 0.6 V，负载端的电压将小于或者等于电源的额定输出电压。

以下是该电源在最大输出电压下，负载电缆压降、负载端电压之间的关系。

$$\Delta V = (E - V1) / 2$$

ΔV ： 需要补偿的单向压降。

E ： 电源输出端的电压（比如 IPL-2010LA 的最大输出电压是 20.60V）。

$V1$ ： 负载端的电压。

当负载端电压 $V1$ 设为 20 V 时， $\Delta V = 0.3$ V。

停止使用 remote sensing 功能

当完成远端补偿功能后，去掉电压探测线并且确保将电源输出端和电压探测端用短接线连接。当使用电源的前面端子进行输出时，后面输出端子不能连接短接线。当使用电源的后面端子进行输出时，前面输出端子不能连接短接片。如果电源的前面和后面端子都连接短接线，会造成输出不准确。

4.5 List 模式本地设置

List 模式本地设置功能为用户提供了不需要编程，就能实现电源阶跃输出的操作。List 模式能够预置 100 组数据。一组数据信息由电压设置值，电流设置值和驻留时间组成。电源输出的电压值或电流值，将根据设定的时间持续一段时间，然后变成下一组设定的值。预置的数据信息会自动保存，以便用户下次修改、使用。

步骤浏览

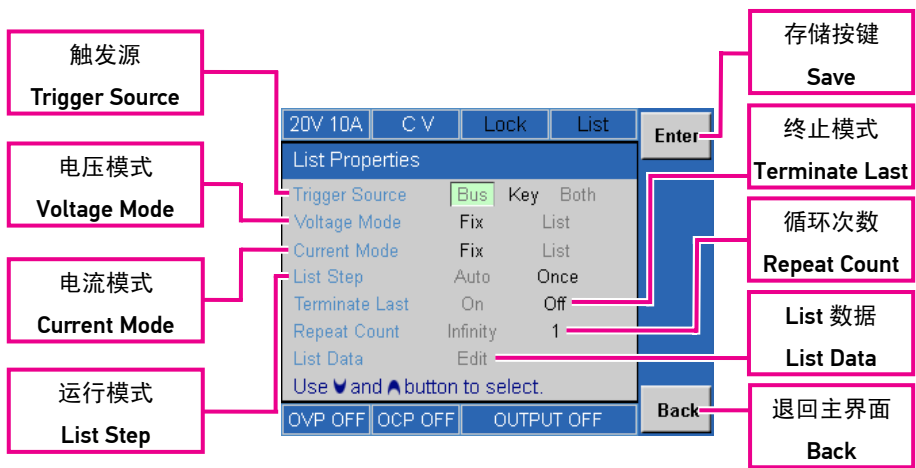
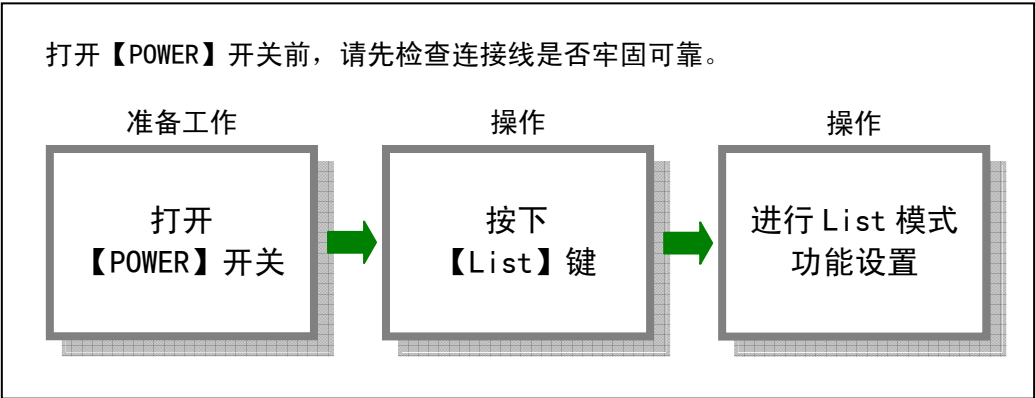


图 4-7 List 参数设置界面

1. 打开【POWER】开关。
2. 按下【List】键，进入（List Properties）子菜单。
3. 利用【方向按键组】调整光标位置到（Trigger Source）一行，选择触发源类型。

当前光标位置的内容，系统会以高亮背景显示。利用【左】键和【右】键调整光标位置，然后按下【Enter】按键进行确认。

- 当参数为（BUS）时，系统只能由程控指令*TRG 来触发。
- 当参数为（KEY）时，系统只能由前面板【TRIGGER】按键来触发。
- 当参数为（BOTH）时，系统可以由程控指令*TRG 和前面板【TRIGGER】按键来触发。

4. 利用【方向按键组】调整光标位置到（Voltage Mode）一行，选择电压模式。

当前光标位置的内容，系统会以高亮背景显示。利用【下】键调整光标到（Voltage Mode）一行，利用【左】键和【右】键调整光标位置，然后按下【Enter】按键进行确认。

- 当参数为（FIX），电源的电压值不受触发信号的影响。
- 当参数为（LIST），电源的电压为 List 模式，设置该参数后，电源进入等待触发信号的状态，接收到触发信号后电压值将发生改变。

5. 利用【方向按键组】调整光标位置到（Current Mode）一行，选择电流模式。

当前光标位置的内容，系统会以高亮背景显示。利用【下】键调整光标到（Current Mode）一行，利用【左】键和【右】键调整光标位置，然后按下【Enter】按键进行确认。

- 当参数为（FIX），电源的电流值不受触发信号的影响。
- 当参数为（LIST），电源的电流为 List 模式，设置该参数后，电源进入等待触发信号的状态，接收到触发信号后电流值将发生改变。

6. 利用【方向按键组】调整光标位置到（List Step）一行，选择运行模式。

当前光标位置的内容，系统会以高亮背景显示。利用【下】键调整光标到（List Step）一行，利用【左】键和【右】键调整光标位置，然后按下【Enter】按键进行确认。

- 当设置为（AUTO）方式时，List 系统接收到触发信号后，会自动从一个单步切换到下一个单步，直至 List 结束。
- 当设置为（ONCE）方式时，List 系统接收到触发信号后，会从当前的状态切换到下一个单步，当这个单步时间耗尽时，List 系统进入等待触发信号的状态。

7. 利用【方向按键组】调整光标位置到 (Terminate Last) 一行，选择终止模式，设置 List 运行结束后的电源状态。

当前光标位置的内容，系统会以高亮背景显示。利用【下】键调整光标到 (Terminate Last) 一行，利用【左】键和【右】键调整光标位置，然后按下【Enter】按键进行确认。

- 当参数为 (ON) 时，List 结束后，电流、电压值将保持最后一个单步的状态。
- 当参数为 (OFF) 时，List 结束后，电流、电压值将返回到 List 开始前的状态。

8. 利用【方向按键组】调整光标位置到 (Repeat Count) 一行，设置 List 循环次数。

当前光标位置的内容，系统会以高亮背景显示。利用【下】键调整光标到 (Repeat Count) 一行，利用【左】键和【右】键调整光标位置，然后按下【Enter】按键进行确认。

- 当参数为 Infinity，List 的循环次数为无限。
- 设置 List 循环的具体 (数值)，取值范围为 0~9900。

9. 利用【方向按键组】调整光标位置到 (List Data) 一行，按下【Enter】按键进入 (List Data) 子菜单，设置 List 数据。

当前光标位置的内容，系统会以高亮背景显示。利用【下】键调整光标到 (List Data) 一行，利用【左】键和【右】键调整光标位置，然后输入数据。按【PgUp】键和【PgDn】键进行翻页。

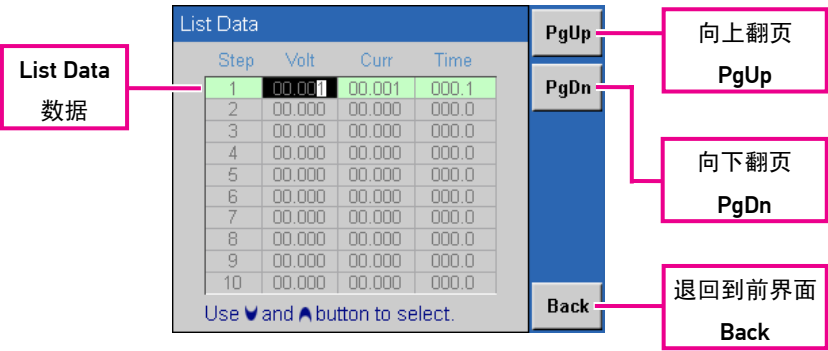


图 4-8 List Data 输入界面

10. 数据设置完毕，按下【Back】键退回到前一界面，完成 List 参数设置。

4.6 本地校准

电源在出厂前已经校准完好。但是经过长时间使用之后，电源仍然需要校准。

具体的校准步骤如下所示。

4.6.1 需要的测试设备

为了调节，需要如下设备：

直流电压表：精度大于 0.02%。

采样电阻：精度大于 0.1%。

4.6.2 环境

在以下环境中进行校准。

环境温度： 23 °C ± 5 °C

环境湿度： 80%RH 或更低

为了降低由内部漂移引起的错误，在校准之前热机 30 分钟。另外，对直流电压表和采样电阻也要按照说明书规定的要求预热。

步骤浏览

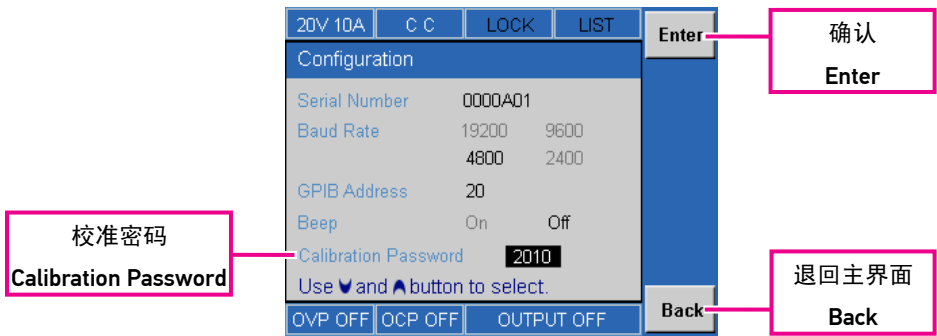
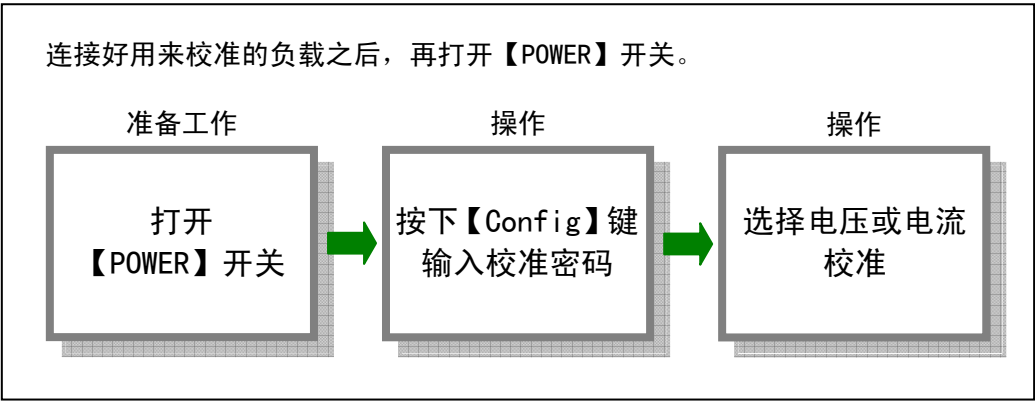


图 4-9 Config 参数设置界面

注意！

校准之前，必须将电源的 OVP 和 OCP 设置为关闭状态，以免在校准过程中出现 OV 或 OC，而无法进行校准。

4.6.3 校准步骤

电压校准

1. 关断【POWER】开关。
2. 用短接线将远端补偿电压探测端子和电源的输出端子连接。
3. 用短接线将输出负极和机壳连接。
4. 将电压表连接到输出端。
5. 打开【POWER】开关，热机 30 分钟。

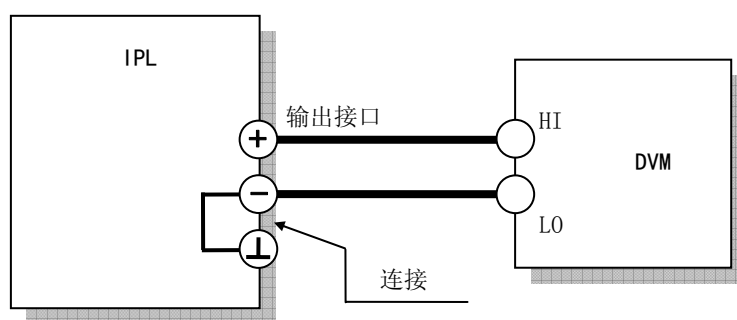


图 4-10 电压校准连接

6. 按下【Config】键，进入（Configuration）子菜单。
7. 利用【方向按键组】调整光标位置到（Calibration Password）一行。
8. 输入校准密码，按【Enter】键进行确认，进入（Calibration）子菜单。

校准密码即为型号中的数字部分，如 IPL-2010 的校准密码为：2010。用户根据密码的数值，按【RESOLUTION】键调整光标在数值中的位置，然后顺时针旋转【旋钮】，将数值由默认的 0 调到具体数字。按【Enter】键确认输入的密码，如果正确，则进入（Calibration）子菜单。

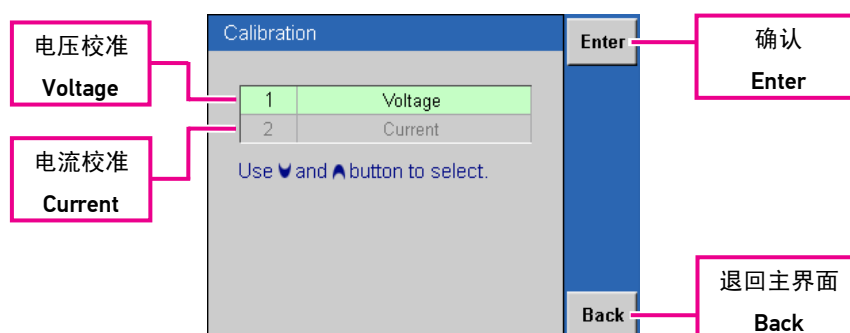


图 4-11 选择电压校准

9. 光标默认位置为（Voltage）一行，按【Enter】键进行确认，进入（Voltage Calibration）子菜单。

当前光标位置的内容，系统会以高亮背景显示。

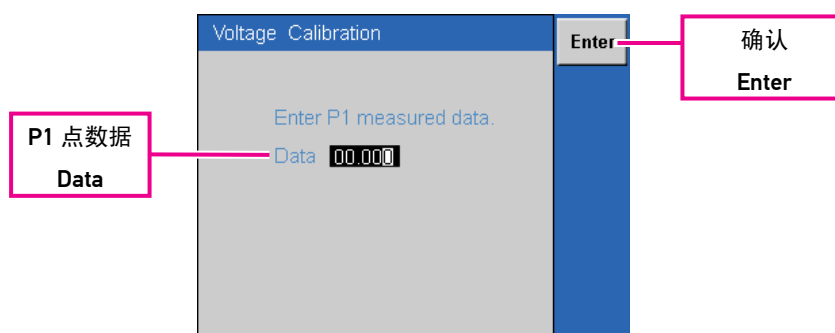


图 4-12 电压校准 P1 点

10. 按【OUTPUT】键，打开输出。
11. P1 点校准。输入数字万用表显示的测量值<Data>，按【Enter】键进行确认。

用户根据数字万用表的测量数值，按【RESOLUTION】键调整光标在数值中的位置，然后顺时针旋转【旋钮】，将数值由默认的 0 调到具体数字。按【Enter】键确认，进入下一点的校准。

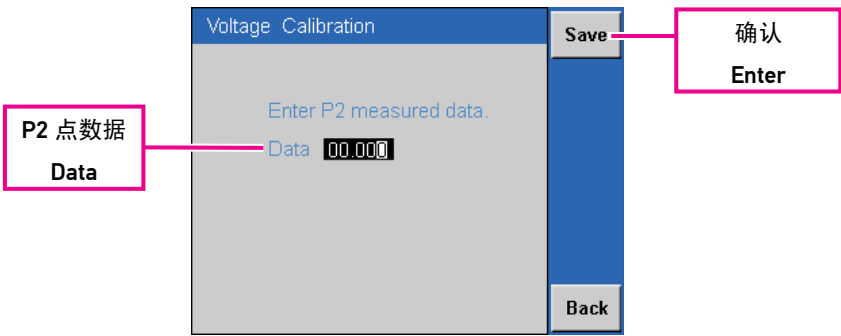


图 4-13 电压校准 P2 点

12. P2 点校准。输入数字万用表显示的测量值<Data>，按【Save】键完成校准。

用户根据数字万用表的测量数值，按【RESOLUTION】键调整光标在数值中的位置，然后顺时针旋转【旋钮】，将数值由默认的 0 调到具体数字。按【Save】键完成电压校准。

	注意！ 电流校准在电源恒流模式下进行，必须根据电源的额定电压和额定电流选择合适的负载大小，见 3.4.1 节。
--	--

电流校准

1. 关断【POWER】开关。
2. 用短接线将远端补偿电压探测端子和电源的输出端子连接。
3. 用短接线将输出负极和机壳连接。
4. 将电压表连接到输出端。
5. 打开【POWER】开关，热机 30 分钟。

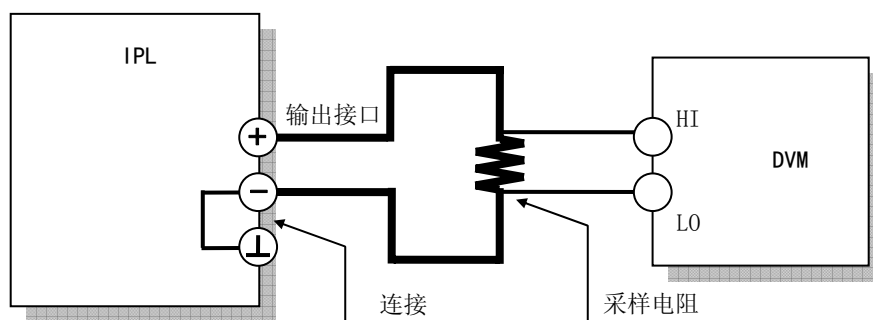


图 4-14 电流校准连接

6. 按下【Config】键，进入（Configuration）子菜单。
7. 利用【方向按键组】调整光标位置到（Calibration Password）一行。
8. 输入校准密码，按【Enter】键进行确认，进入（Calibration）子菜单。

校准密码即为型号中的数字部分，如 IPL-2010 的校准密码为：2010。用户根据密码的数值，按【RESOLUTION】键调整光标在数值中的位置，然后顺时针旋转【旋钮】，将数值由默认的 0 调到具体数字。按【Enter】键确认输入的密码，如果正确，则进入（Calibration）子菜单。

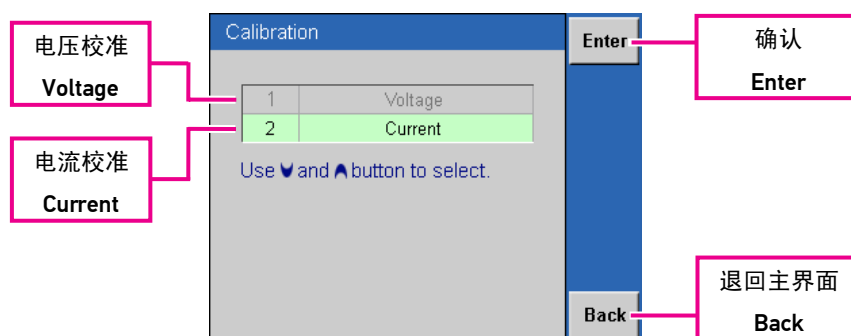


图 4-15 选择电流校准

9. 利用【方向按键组】调整光标位置到（Current）一行，按【Enter】键进行确认，进入（Current Calibration）子菜单。

当前光标位置的内容，系统会以高亮背景显示。

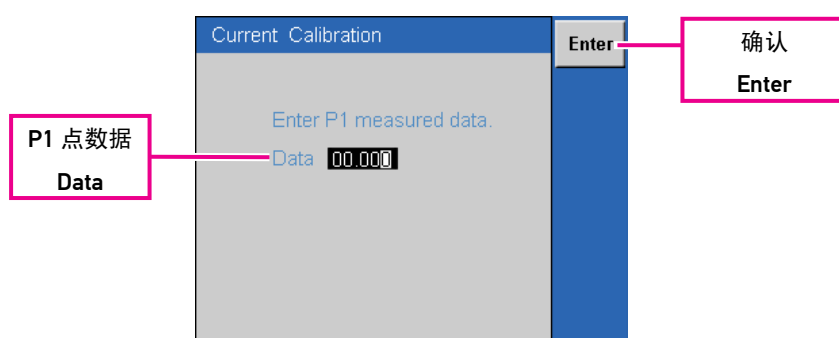


图 4-16 电流校准 P1 点

10. 按【OUTPUT】键，打开输出。
11. P1 点校准。由数字万用表上的电压测量值和分流电阻阻值，计算回路中的电流 <data>，并输入，按【Enter】键进行确认。

用户根据计算出的<data>数值，按【RESOLUTION】键调整光标在数值中的位置，然后顺时针旋转【旋钮】，将数值由默认的 0 调到具体数字。按【Enter】键确认，进入下一点的校准。

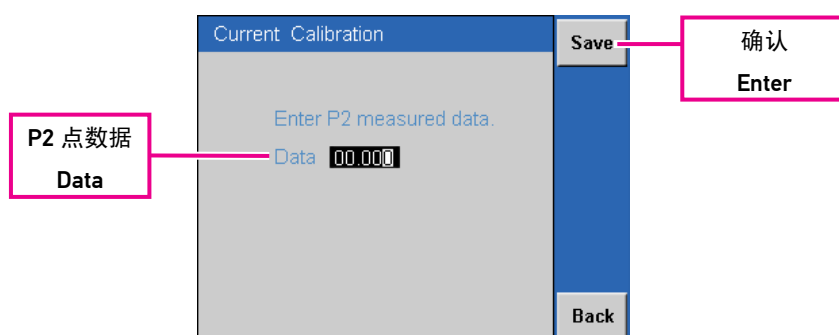


图 4-17 电流校准 P2 点

12. P2 点校准。输入数字万用表显示的测量值 <Data>，按【Save】键完成校准。

用户根据计算出的<data>数值，按【RESOLUTION】键调整光标在数值中的位置，然后顺时针旋转【旋钮】，将数值由默认的 0 调到具体数字。按【Save】键完成电压校准。

5

第五章 远程控制

本章主要介绍如何使用后面板的远程控制接口对电源进行一系列控制并用远程控制校准电源。

第五章 远程控制

5.1 远程控制接口

后面板的远程控制接口包括 RS232C 接口和 GPIB 接口。



警告！

不正确的触碰控制接口会导致电击或者输出短路。当使用远程控制时，确保遵循恰当的操作步骤。



图 5-1 IPL 系列远程控制接口

接口及连接电缆说明

表 5-1 远程控制接口连接说明

接口	接口一	接口二
类型	D-sub 9 芯，公头	IEEE-488 连接器，母头
导线	母头串口直通线	IEEE-488 通用接口总线，公头

RS232C 接口定义

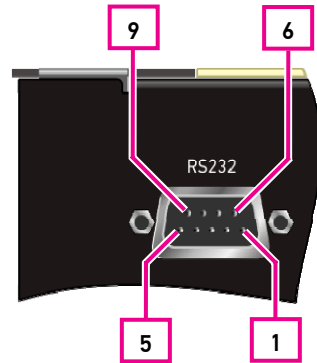


图 5-2 IPL 系列电源 RS232C 接口定义

1. NC（无连接）
2. RxD（接收数据）
3. TxD（发送数据）
4. NC（无连接）
5. GND（数据地）
6. NC（无连接）
7. NC（无连接）
8. NC（无连接）
9. NC（无连接）

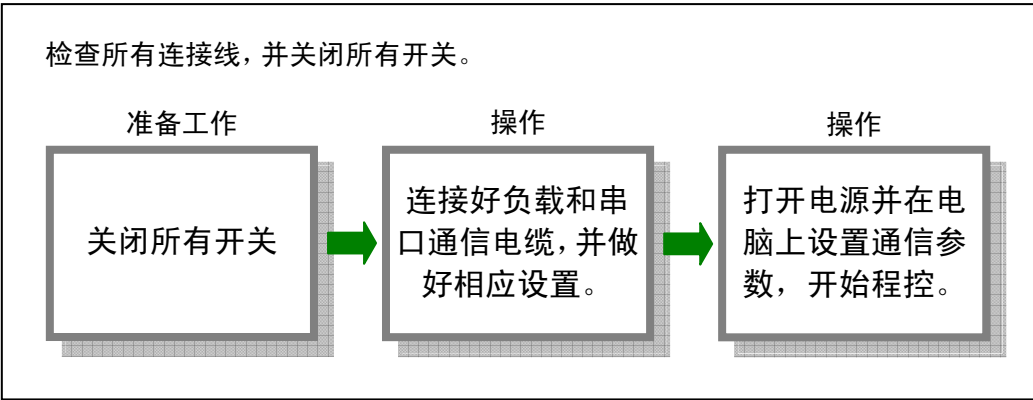
**注意！**

电源 RS232C 接口与电脑的连接线为两端都是母头的直通线。错误使用连接线或使用交叉线，会导致通信故障。

5.2 RS232C 接口的连接与设置

IPL 系列电源与电脑连接可以通过两端都是母头的串口直通电缆进行连接通信。

步骤浏览





警告！

可能产生电击，可能导致伤害甚至死亡。不要在电源开关开启的时候连接电源负载和串口线。

始终断开【POWER】开关。

1. 关断【POWER】开关。
2. 如图 6-3，连接负载。
3. 如图 6-3，连接 RS232C 通信电缆。

RS232C 通信电缆选用两端都是母头的串口直通电缆。

4. 打开【POWER】开关。

5. 按下【Config】按键，进入（Configuration）子菜单。
6. 光标位置默认为（Baud Rate）一行，利用【方向按键组】选择通信的波特率，按【Enter】键进行确认。

按【左】键或者【右】键在（Baud Rate）一行中选择通信的波特率，共有四种可供选择，分别是：19200、9600、4800 和 2400。

	注意！ 改变波特率后，需要重启电源以使其生效。
---	--

7. 关闭【POWER】按键，再打开【POWER】按键，以使修改后的波特率生效。
8. 在电脑软件中设置 RS232C 通信参数，见表 5-2，完成后即可进行通信。

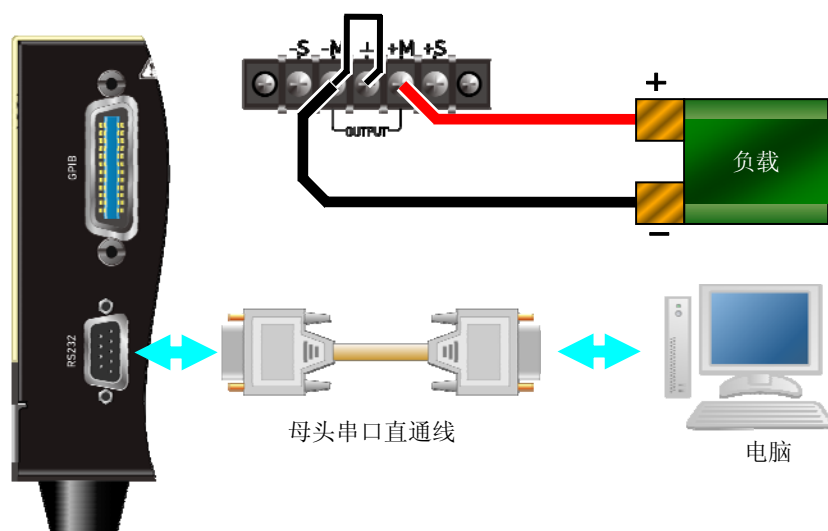


图 5-3 RS232C 通信连接图

RS-232C 接口通信参数设置

在电脑的控制软件中，需要对 RS232C 的通信参数进行初始化设置。

表 5-2 通信参数设置说明

通信项目	参数设置
波特率	可提供四种波特率选择
奇偶校验	无
数据位	8
停止位	1
结束符	换行（16 进制 0X0A）

可以利用 VISA 对 IPL 系列的 RS-232C 接口进行程控。

NI VISA 的串口配置

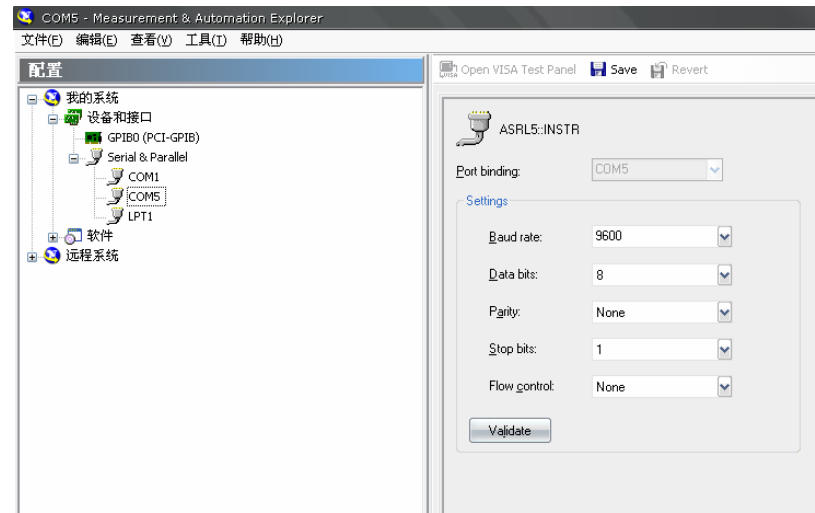


图 5-4 NI VISA 的串口配置

Agilent VISA 的串口配置

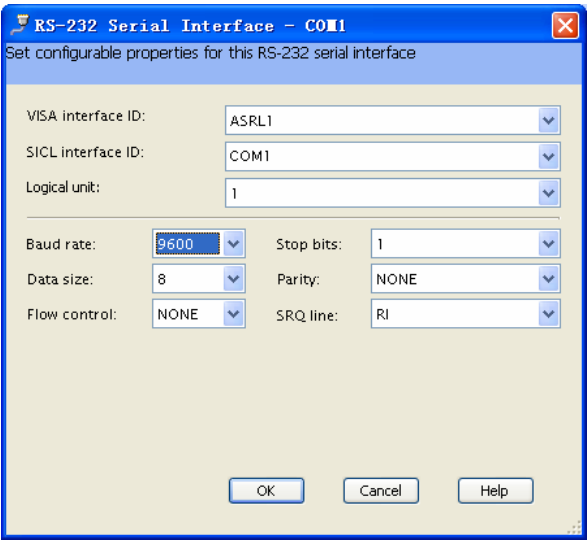


图 5-5 Agilent VISA 的串口配置

注意！

软件通信参数的波特率必须与电源 RS232C 接口的波特率选择一致，否则会出现通信故障。

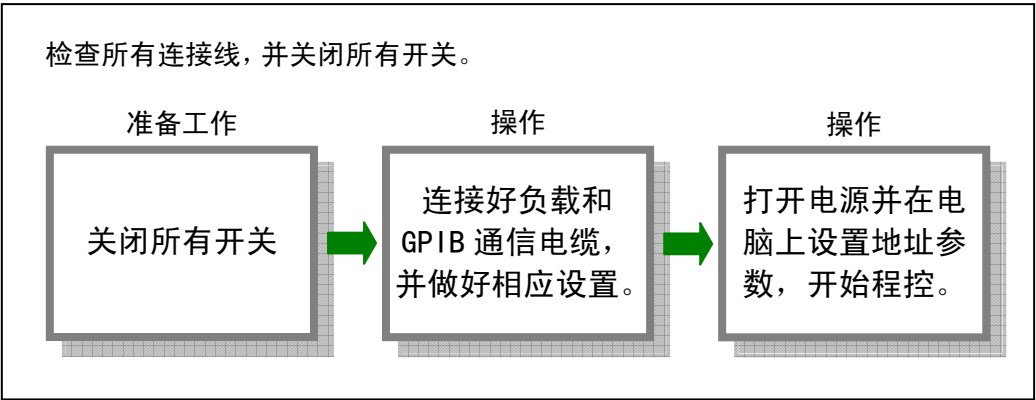
表 5-3 RS232C 连接检查

项目	描述
串口线	直通串口线自身无断路。
确保连接	串口线连接紧固。
设置	远程控制程序的通信参数设置是否正确（VISA 的波特率选项必须与电源波特率设置相匹配）。

5.3 GPIB 接口的连接与设置

IPL 系列电源与电脑连接可以通过一端是公头的 IEEE-488 通用接口总线电缆进行连接通信。

步骤浏览





警告！

可能产生电击，可能导致伤害甚至死亡。不要在电源开关开启的时候连接电源负载和 GPIB 电缆。

始终断开【POWER】开关。

1. 关断【POWER】开关。
2. 如图 6-3，连接负载。
3. 如图 6-3，连接 GPIB 通信电缆。

通信电缆选用一端是公头的 GPIB 电缆（另一端公母头的选择与客户选用的 GPIB 板卡有关）。

4. 打开【POWER】开关。
5. 按下【Config】按键，进入（Configuration）子菜单。
6. 利用【方向按键组】调整光标位置到（GPIB Address），旋转旋钮设置一个 GPIB 地址。

按【下】键调整光标位置到（GPIB Address）一行，旋转旋钮设置 GPIB 地址，范围可选择 1~30。按【Back】键或直接关闭【POWER】，系统会自动进行确认。

	注意！ 改变 GPIB 地址后，需要重启电源以使其生效。
---	---

7. 关闭【POWER】按键，再打开【POWER】按键，以使修改后的 GPIB 地址生效。
8. 打开电脑，在控制软件中设置相同的 GPIB 地址，即完成设置，可进行通信。

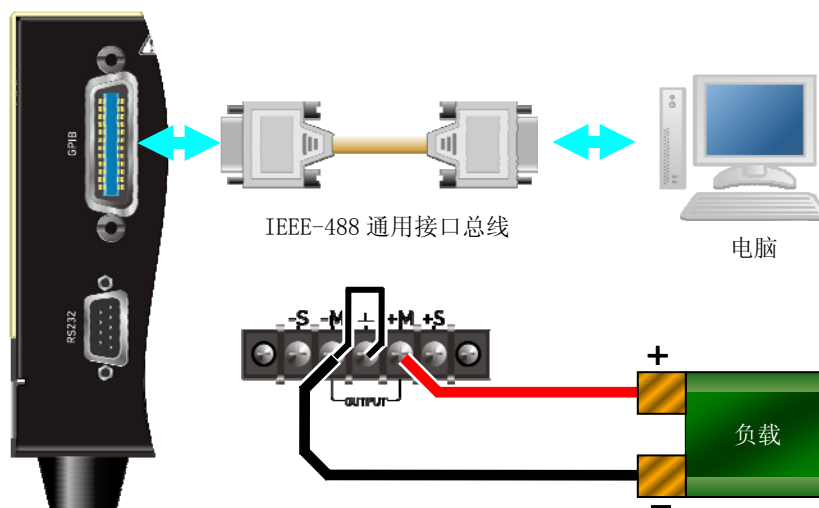


图 5-6 GPIB 通信连接图

5.4 编程指令

IPL 系列电源的命令集符合 SCPI 标准。SCPI 是一种基于 ASCII 的仪器命令语言，专供测试测量仪器使用。SCPI 命令呈分级结构（树系统），并分为不同的子系统，每个子系统以不同的根关键字区分，关键字之间用冒号“:”分隔。命令关键字后面跟随参数，关键字和参数之间用“空格”分开。命令的结束符为“\n”（即 16 进制中的 0x0a）。

5.4.1 指令说明

符号说明

1、问号 ?

如果命令结尾有问号，表示此命令为查询命令，执行后仪器会返回相应的应答信息。

2、竖线 |

竖线用来分隔多个参数，使用命令时，每次只能选其中一个参数。

3、方括号 []

方括号表示其中内容是可以省略的关键字，不管是否省略均被执行。

4、逗号 ,

对于多个输入参数的命令，参数间由逗号隔开每个参数。

5、尖括号 < >

尖括号表示其中内容为必填的命令参数，不可省略。

命令缩写

命令中的关键字由大小写字母组成，大写字母表示命令的缩写。按照 SCPI 语法，命令对于大小字母不敏感，您在输入命令即可采用大写形式，也可以采用小写形式。

单位说明

对于命令集中的数值型参数，均采用国际标准单位，即电流参数的单位为安培 (A)，电压参数的单位为伏特 (V)，时间参数的单位为秒 (S)。

示例

对于命令 MEASure[:SCALar]:CURRent[:DC]?

其完整命令格式为 MEASure:SCALar:CURRent:DC?

您可以省略方括号内的关键字，将其缩写为：

MEASure:CURRent?

MEASure:SCALar:CURRent?

MEASure:CURRent:DC?

根据命令关键字的缩写原则，您也可以将其缩写为：

MEAS:CURRent?

MEAS:CURR?

meas:curr?

MEASure:SCAL:CURR?

MEAS:SCAL:CURR?

meas:scal:curr?

MEAS:CURRent:DC?

MEAS:CURR:DC?

meas:curr:dc?

以上各种缩写方式，均符合 SCPI 标准，都可以被本产品正确识别。

5.4.2 IPL 系列电源命令系统

1、命令格式：*IDN?

命令功能：查询仪器 ID。

返回值： Interlock Technologies,IPLxxxx,xxxxxxxx,xx.xx.xx

应用实例：*IDN?

2、命令格式：*RST

命令功能：重置电源为出厂状态，其影响的各种具体参数见表 6-8。

应用实例：*RST

3、命令格式: *SAV 1|2|3|4|5

命令功能: 存储当前的电源设置值(包括电压设置值、电流设置值、过压保护值、过流保护值)。

参数说明: 电源提供相互独立的 5 个存储位置, 存储到哪个位置由参数(“1”、“2”、“3”、“4”、“5”)来指定。

应用实例: *SAV 2 存储电源设置值到第 2 个存储位置

4、命令格式: *RCL 1|2|3|4|5

命令功能: 调用已存储的电源设置值(包括电压设置值、电流设置值、过压保护值、过流保护值)。

参数说明: 由参数(“1”、“2”、“3”、“4”、“5”)指定, 将哪个存储位置的设置值调出。

应用实例: *RCL 4 调出第 4 个存储位置的电源设置值

5、命令格式: MEASure[:SCALar]:CURRent[:DC]?

命令功能: 查询输出端子上的电流测量值。

返回值: 如: 11.24

应用实例: MEAS:CURR?

6、命令格式: MEASure[:SCALar]:VOLTage[:DC]?

命令功能: 查询输出端子上的电压测量值。

返回值: 如: 16.46

应用实例: MEAS:VOLT?

7、命令格式: OUTPut[:STATe] ON|OFF

命令功能: 开启/关闭输出通道。

应用实例: OUTP ON 开启输出通道

8、命令格式: OUTPut[:STATe]?

命令功能: 查询输出通道是否开启。

返回值: 1 或 0, 表示当前输出通道开启或则关闭。

应用实例: OUTP?

9、命令格式: OUTPut:PROTection:CLEar

命令功能: 清除输出通道的过流、过压保护的触发状态。

应用实例: OUTP:PROT:CLEAR

10、命令格式: [SOURce:]CURRent[:LEVel][:IMMediate] <current>|MAXimum|MINimum

命令功能: 设置输出通道的电流值。

参数说明: 将输出通道的电流设置值为<current>。

<current>为实数时, 可取范围为 0~MAX, 不同型号的电源可以设置的最大值 MAX, 由使用手册的“最大电流”指标项决定。

当参数为 MAXimum 时, 表示设定输出通道的电流值为最大值。

当参数为 MINimum 时, 表示设定输出通道的电流值为 0。

应用实例: CURR MAX 设置输出通道的电流值为最大值
 CURR 1.234 设置输出通道的电流值为 1.234A

11、命令格式: [SOURce:]CURRent[:LEVel][:IMMediate]? [MAXimum|MINimum]

命令功能: 查询输出通道的电流设置值。

返回值: 返回输出通道的电流设置值, 如 1.234;

 选择 MAXimum 参数时, 返回输出通道的最大电流设置值;

 选择 MINimum 参数时, 返回输出通道的最小电流设置值。

应用实例: CURR? MAX 查询输出通道的最大电流设置值
 CURR? 查询输出通道的电流设置值

12、命令格式: [SOURce:]VOLTage[:LEVel][:IMMediate] <voltage>|MAXimum|MINimum

命令功能: 设置输出通道的电压值。

参数说明: 将输出通道的电压设置值为<voltage>。

<voltage>为实数时, 可取范围为 0~MAX, 不同型号的电源可以设置的最大值 MAX, 由使用手册的“最大电压”指标项决定。

当参数为 MAXimum 时, 表示设定输出通道的电压值为最大值。

当参数为 MINimum 时, 表示设定输出通道的电压为 0。

应用实例: VOLT MAX 设置输出通道的电压值为最大值
 VOLT 18.462 设置输出通道的电压值为 18.462V

13、命令格式: [SOURce:]VOLTage[:LEVel][:IMMediate]? [MAXimum|MINimum]

命令功能: 查询输出通道的电压设置值。

返回值: 返回输出通道的电压设置值, 如 18.462;

 选择 MAXimum 参数时, 返回输出通道的最大电压设置值;

 选择 MINimum 参数时, 返回输出通道的最小电压设置值。

应用实例: VOLT? MAX 查询输出通道的最大电压设置值
 VOLT? 查询输出通道的电压设置值

参数说明：LOW 表示低电压输出量程，HIGH 表示高电压输出量程，对于 IPL2010、IPL5004、IPL6003，可以将指定参数为 P8V 或 P20V、P25V 或 P50V、P30V 或 P60V，分别表示低电压输出量程或高电压输出量程。

15、命令格式：[SOURce:]VOLTage:RANGe?

返回值： 返回电源的输出量程，对于 IPL2010、IPL5004、IPL6003，其返回值分别为 P8V 或 P20V、P25V 或 P50V、P30V 或 P60V。

16、命令格式: [SOURce:]CURRent:PROTection:DELAy[:TIME] <time>|MAXimum|MINimum

参数说明：设置了过流保护延迟时间<time>后，当打开电源输出时，电流保护不会马上启动，要等到延迟<time>后，过流保护才启动。

当参数为 MAXimum 时，表示设定的过流保护延迟为最大的延迟时间。

应用实例: CURRE:PROT:DEL MAX 设置过流保护延迟为最大延迟时间

17、命令格式: [SOURce:]CURRent:PROTection:DELay[:TIME]? [MAXimum|MINimum]

返回值： 返回过流保护延迟时间。

选择 MINimum 时，表示查询过流保护延迟时间的最小值。

应用实例: CURRE:PROT:DEL? MAX 查询过流保护延迟时间的最大值

CURR:PROT:DEL? 查询过流保护延迟时间的设置值

18、命令格式: [SOURce:]CURRent:PROTection[:LEVel] <current>|MAXimum|MINimum

命令功能: 设置输出通道的过流保护值。

参数说明: 将过压保护值设置为<current>。

<current>为实数时, 可取范围为 0~MAX, 不同型号的电源可以设置的最大值 MAX, 由使用手册的“最大过流保护值”指标项决定。

当参数为 MAXimum 时, 表示设定的过流保护值为最大值。

当参数为 MINimum 时, 表示设定的过流保护值为 0。

应用实例: CURR:PROT MAX 设置为过流保护值为最大值
 CURR:PROT 2.34 设置过流保护值为 2.34A

19、命令格式: [SOURce:]CURRent:PROTection[:LEVel]? [MAXimum|MINimum]

命令功能: 查询输出通道的过流保护值。

返回值: 返回过流保护值。

选择 MAXimum 参数时, 返回输出通道的最大过流保护值;

选择 MINimum 参数时, 返回输出通道的最小过流保护值。

应用实例: CURR:PROT? MAX 查询输出通道的最大过流保护值
 CURR:PROT? 查询输出通道的过流保护设置值

20、命令格式: [SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel] <voltage>|MAXimum|MINimum

命令功能: 设置输出通道的过压保护值。

参数说明: 将过压保护值设置为<voltage>。

<voltage>为实数时, 可取范围为 0~MAX, 不同型号的电源可以设置的最大值 MAX, 由使用手册的“最大过压保护值”指标项决定。

当参数为 MAXimum 时, 表示设定的过压保护值为最大值。

当参数为 MINimum 时, 表示设定的过压保护值为 0。

应用实例: VOLT:PROT MAX 设置为过压保护值为最大值
 VOLT:PROT 18.42 设置过压保护值为 18.42V

21、命令格式: [SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel]? [MAXimum|MINimum]

命令功能: 查询输出通道的过压保护值。

返回值: 返回过压保护值。

选择 MAXimum 参数时, 返回输出通道的最大过压保护值;

选择 MINimum 参数时, 返回输出通道的最小过压保护值。

应用实例: VOLT:PROT? MAX 查询输出通道的最大过压保护值
 VOLT:PROT? 查询输出通道的过压保护设置值

- 22、命令格式: [SOURce:]CURRent:PROTection:STATe ON|OFF
命令功能: 开启/关闭过流保护功能。
应用实例: CURR:PROT:STAT ON 开启过流保护
- 23、命令格式: [SOURce:]CURRent:PROTection:STATe?
命令功能: 查询过流保护功能是否开启。
返回值: 1 或 0, 表示过流保护开启或则关闭。
应用实例: CURR:PROT:STAT?
- 24、命令格式: [SOURce:]VOLTage:PROTection:STATe ON|OFF
命令功能: 开启/关闭过压保护功能。
应用实例: VOLT:PROT:STAT ON 开启过压保护
- 25、命令格式: [SOURce:]VOLTage:PROTection:STATe?
命令功能: 查询过压保护功能是否开启。
返回值: 1 或 0, 表示过压保护开启或则关闭。
应用实例: VOLT:PROT:STAT?
- 26、命令格式: [SOURce:]CURRent:PROTection:TRIPped?
命令功能: 查询电源是否已经触发了过流保护。
返回值: 1 或 0, 表示电源已经或没有触发过流保护。
应用实例: CURR:PROT:TRIP?
- 27、命令格式: [SOURce:]VOLTage:PROTection:TRIPped?
命令功能: 查询电源是否已经触发了过压保护。
返回值: 1 或 0, 表示电源已经或没有触发过压保护。
应用实例: VOLT:PROT:TRIP?
- 28、命令格式: [SOURce:]LIST:CURRent[:LEVel] <current>
命令功能: 设置 List 电流值, 单位为 A。
参数说明: <current>为实数, 命令允许设置 100 个以内的电流值, 两数值之间用逗号分开。<current>不能超过最大电流设置值, 该值由使用手册的“最大电流”指标项决定
应用实例: LIST:CURR 1.18,2.46,0.2 设置 List 电流为 3 步, 每步依次为 1.18,2.46,0.2
- 29、命令格式: [SOURce:]LIST:CURRent[:LEVel]?
命令功能: 查询 List 电流值。
返回值: 返回 List 的电流值, 两数值之间用逗号分开, 如: 1.18,2.46,0.2
应用实例: LIST:CURR?

- 30、命令格式: [SOURce:]LIST:VOLTage[:LEVel] <voltage>
命令功能: 设置 List 电压值, 单位为 V。
参数说明: <voltage>为实数, 命令允许设置 100 个以内的电压值, 两数值之间用逗号分开。<voltage>不能超过最大电压设置值, 该值由使用手册的“最大电压”指标项决定
应用实例: LIST:VOLT 1.17,8.24,10.04 设置 List 电压为 3 步, 每步依次为 1.17,8.24,10.04
- 31、命令格式: [SOURce:]LIST:VOLTage[:LEVel]?
命令功能: 查询 List 电压值。
返回值: 返回 List 的电压值, 两数值之间用逗号分开, 如: 1.17,8.24,10.04
应用实例: LIST:VOLT?
- 32、命令格式: [SOURce:]LIST:DWELL <time>
命令功能: 设置 List 的驻留时间, 即每个 List 单步所停留的时间, 单位为 S。
参数说明: <time>为实数, 分辨率为 0.1S, 命令允许设置 100 个以内的时间, 两数值之间用逗号分开。<time>取值范围为 0~999.9。
应用实例: LIST:DWELL 1.1,2.2,3.3 设置 List 时间为 3 步, 每步依次为 1.1,2.2,3.3
- 33、命令格式: [SOURce:]LIST:DWELL?
命令功能: 查询 List 的驻留时间。
返回值: 返回 List 的驻留时间, 两数值之间用逗号分开, 如: 1.1,2.2,3.3
应用实例: LIST:DWELL?
- 34、命令格式: [SOURce:]LIST:CURREnt:POINts?
命令功能: 查询 List 电流值个数。
返回值: 如: 17
应用实例: LIST:CURRE:POIN?
- 35、命令格式: [SOURce:]LIST:VOLTage:POINts?
命令功能: 查询 List 电压值个数。
返回值: 如: 82
应用实例: LIST:VOLT:POIN?
- 36、命令格式: [SOURce:]LIST:DWELL:POINts?
命令功能: 查询 List 驻留时间个数。
返回值: 如: 46
应用实例: LIST:DWELL:POIN?

37、命令格式: [SOURce:]LIST:COUNT <count>|INFinity|MAXimum|MINimum

命令功能: 设置 List 循环次数。

参数说明: <count>为整数, 取值范围为 0~9900。

当参数为 INFinity, List 的循环次数为无限。

当参数为 MAXimum, List 的循环次数为 9900。

当参数为 MINimum, List 的循环次数为 0。

应用实例: LIST:COUNT INF 设置 List 的循环次数为无限

LIST:COUNT 104 设置 List 的循环次数为 104

38、命令格式: [SOURce:]LIST:COUNT? [MIN|MAX]

命令功能: 查询 List 的循环次数。

返回值: 整数或则 INF, 返回 INF 表示 List 的循环次数为无限

应用实例: LIST:COUN?

39、命令格式: [SOURce:]LIST:TERMinate:LAST ON|OFF

命令功能: 设置 List 运行结束后的电源状态。

参数说明: 当参数为 ON 时, List 结束后, 电流、电压值将保持最后一个单步的状态。

当参数为 OFF 时, List 结束后, 电流、电压值将返回到 List 开始前的状态。

应用实例: LIST:TERM:LAST ON 设置 List 结束后保持最后的单步状态。

40、命令格式: [SOURce:]LIST:TERMinate:LAST?

命令功能: 查询 List 结束后电源状态设置值。

返回值: ON|OFF

应用实例: LIST:TERM:LAST?

41、命令格式: [SOURce:]CURRent:MODE FIX|LIST

命令功能: 设置电源的电流运行模式。

参数说明: 当参数为 FIX, 电源的电流值不受触发信号的影响。

当参数为 LIST, 电源的电流为 List 模式, 设置该参数后, 电源进入等待触发信号的状态, 接收到触发信号后电流值将发生改变。

应用实例: CURR:MODE LIST 设置电源的电流为 LIST 运行模式。

42、命令格式: [SOURce:]CURRent:MODE?

命令功能: 查询电源的电流运行模式。

返回值: FIX|LIST

应用实例: CURR:MODE?

43、命令格式: [SOURce:]VOLTage:MODE FIX|LIST

命令功能: 设置电源的电压运行模式。

参数说明: 当参数为 FIX, 电源的电压值不受触发信号的影响。

当参数为 LIST, 电源的电压为 List 模式, 设置该参数后, 电源进入等待触发信号的状态, 接收到触发信号后电压值将发生改变。

应用实例: VOLT:MODE LIST 设置电源的电压为 LIST 运行模式。

44、命令格式: [SOURce:]VOLTage:MODE?

命令功能: 查询电源的电压运行模式。

返回值: FIX|LIST

应用实例: VOLT:MODE?

45、命令格式: [SOURce:]LIST:STEP AUTO|ONCE

命令功能: 设置 List 运行的方式。

参数说明: 当设置为 AUTO 方式时, List 系统接收到触发信号后, 会自动从一个单步切换到下一个单步, 直至 List 结束。

当设置为 ONCE 方式时, List 系统接收到触发信号后, 会从当前的状态切换到下一个单步, 当这个单步时间耗尽时, List 系统进入等待触发信号的状态。

应用实例: LIST:STEP AUTO 设置 List 为自动运行方式

46、命令格式: [SOURce:]LIST:STEP?

命令功能: 查询 List 运行的方式。

返回值: AUTO|ONCE

应用实例: LIST:STEP?

47、命令格式: STATus:OPERation[:EVENT]?

命令功能: 查询操作事件寄存器的值, 寄存器的位定义如下:

位	十进制值	定义
0 CV	1	电源处于恒压状态
1 CC	2	电源处于恒流状态
2 CALI	4	电源处于校准状态
3 ACTIVE	8	电源处于 LIST 激活状态
4 WTG	16	电源处于 LIST 待触发状态
5 OVP	32	电源的过压保护被触发
6 OCP	64	电源的过流保护被触发
7 OTP	128	电源的温度保护被触发

应用实例: STAT:OPER?

48、命令格式: ABORt

命令功能: 中断 List 模式, 将触发系统复位到空闲状态。

当系统处于 List 模式等待触发状态时, 该命令可以结束等待状态, 将其复位到空闲状态。

当系统处于 List 模式运行状态时, 该命令可以中断 List 模式的继续运行, 并保持中断时刻的电源状态, 即命令执行后不关闭通道的输出。

应用实例: ABOR

49、命令格式: *TRG

命令功能: 产生触发信号。

当系统处于 List 模式等待触发状态时, 该命令可以立刻激活 List 模式, 使电流、电压跳变到 List 的预设值。

应用实例: *TRG

50、命令格式: TRIGger:SOURce BUS|KEY|BOTH

命令功能: 设置触发源。

参数说明: 当参数为 BUS 时, 系统只能由程控指令*TRG 来触发。

当参数为 KEY 时, 系统只能由前面板“TRIGGER”按钮来触发。

当参数为 BOTH 时, 系统可以由程控指令*TRG 和前面板“TRIGGER”按钮来触发。

应用实例: TRIG:SOUR BUS 设置触发源为程控指令

51、命令格式: TRIGger:SOURce?

命令功能: 查询触发源。

返回值: BUS|KEY|BOTH

应用实例: TRIG:SOUR?

52、命令格式: SYSTem:BEEPer ON|OFF

命令功能: 开启/关闭蜂鸣器。

应用实例: SYST:BEEP ON

53、命令格式: SYSTem:BEEPer?

命令功能: 查询蜂鸣器是否开启。

返回值: 1 或 0, 表示蜂鸣器开启或则关闭

应用实例: SYST:BEEP?

- 54、命令格式：SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRes <address>
命令功能：设置电源的 GPIB 接口地址。
参数说明：address 为 GPIB 接口地址，可以设置的范围为 1~30。
应用实例：SYST:COMM:GPIB:ADDR 12 设置电源的 GPIB 地址为 12
备注： 改变 GPIB 的接口地址后，需要重启电源使其生效。
- 55、命令格式：SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRes?
命令功能：查询电源的 GPIB 接口地址。
返回值： 返回 GPIB 的接口地址。
应用实例：SYST:COMM:GPIB:ADDR?
- 56、命令格式：CALibrate:CURRent[:LEVel]
命令功能：对电源的电流进行校准
应用实例：CAL:CURR
- 57、命令格式：CALibrate:DATA <value>
命令功能：输入校准值<value>
应用实例：CAL:DATA 12.36 设置校准值为 12.36
- 58、命令格式：CALibrate:LEVel P1|P2
命令功能：指定校准点，P1 为第一个校准点，P2 为第二个校准点
应用实例：CAL:LEV P1 设置第一个校准点
- 59、命令格式：CALibrate:SAVE
命令功能：保存校准系数
应用实例：CAL:SAVE
- 60、命令格式：CALibrate:STATe ON|OFF
命令功能：开启/关闭校准模式
应用实例：CAL:STAT ON 开启校准模式
- 61、命令格式：CALibrate:STATe?
命令功能：查询校准模式的状态
返回值： ON|OFF，表示校准模式开启或则关闭。
应用实例：CAL:STAT?

62、命令格式：CALibrate:VOLTage[:LEVel]

命令功能：对电源的电压进行校准

应用实例：CAL:VOLT



注意！

在对电源发送指令时，应在指令的最后加上结束符”\n”（即 16 进制的 0x0a）。

关联命令

在使用下列命令前必须先调用 CALibrate:STATe ON，开启校准模式，否则电源将不响应下列命令：

CALibrate:CURREnt[:LEVel]

CALibrate:DATA <value>

CALibrate:LEVel P1|P2

CALibrate:SAVE

CALibrate:VOLTage[:LEVel]

在电源处于 List Active 状态时（即：电源已经运行于 List 状态），将不响应下列命令：

[SOURce:]CURREnt:MODE FIX|LIST

[SOURce:]LIST:CURREnt[:LEVel] <current>

[SOURce:]LIST:COUNt <count>|INFinity|MAXimum|MINimum

[SOURce:]LIST:DWELl <time>

[SOURce:]LIST:STEP AUTO|ONCE

[SOURce:]LIST:TERMinate:LAST ON|OFF

[SOURce:]LIST:VOLTage[:LEVel] <voltage>

[SOURce:]VOLTage:MODE FIX|LIST

命令响应时间

表 5-4 IPL 电源的命令响应时间表

命令	响应时间
[SOURce:]LIST:CURRent[:LEVel] <current> [SOURce:]LIST:DWELl <time> [SOURce:]LIST:VOLTage[:LEVel] <voltage>	<500ms ^注 (RS232) <800ms ^注 (GPIB)
[SOURce:]LIST:CURRent[:LEVel]? [SOURce:]LIST:DWELl? [SOURce:]LIST:VOLTage[:LEVel]?	<460ms ^注 (RS232) <620ms ^注 (GPIB)
VOLTage:RANGe	<160ms
*RST	<1400ms
其它命令	<100ms (RS232) <120ms(GPIB)

**注意！**

该时间是在 List 的数据为 100 组的时候，最大响应时间，如果 List 的数据个数小于 100，响应时间将随之减小。

List 参数

表 5-5 List 参数表

参数	最大个数	最大设置值	分辨率	复位值
Voltage	100	Max Voltage	0.001	0.001
Current	100	Max Current	0.001	0.001
Time	100	999.9	0.1	0.1

出厂设置值

使用指令*RST 可以让电源的状态恢复到出厂状态，各项设置值如下表所示。

表 5-6 Reset Settings (*RST)

Current Function	*RST Setting
[SOUR:]CURR	MIN
[SOUR:]CURR:MODE	FIX
[SOUR:]CURR:PROT	0
[SOUR:]CURR:PROT:STAT	OFF
[SOUR:]CURR:PROT:DEL	0

Voltage Function	*RST Setting
[SOUR:]VOLT	MIN
[SOUR:]VOLT:MODE	FIX
[SOUR:]VOLT:PROT	0
[SOUR:]VOLT:PROT:STAT	OFF
[SOUR:]VOLT:RANG	LOW

Output Function	*RST Setting
OUTP	OFF

Trigger Function	*RST Setting
TRIG:SOUR	BOTH

List Function	*RST Setting
[SOUR:]LIST:COUN	1
[SOUR:]LIST:CURRE	0.001
[SOUR:]LIST:VOLT	0.001
[SOUR:]LIST:DWEL	0.1
[SOUR:]LIST:STEP	AUTO
[SOUR:]LIST:TERM:LAST	OFF

5.5 电压和电流的程控校准

电源在出厂前已经校准完好。但是经过长时间使用之后，电源仍然需要校准。

具体的校准步骤如下所示。

5.5.1 需要的测试设备

为了调节，需要如下设备：

直流电压表：精度大于 0.02%。

采样电阻：精度大于 0.1%。

5.5.2 环境

在以下环境中进行校准。

环境温度：23 °C ±5°C

环境湿度：80%RH 或更低

为了降低由内部漂移引起的错误，在校准之前热机 30 分钟。另外，对直流电压表和采样电阻也要按照说明书规定的要求预热。

5.5.3 校准步骤

校准包括：电压校准和电流校准。

电压的校准步骤

1. 关断 OUTPUT 开关。
2. 关断 POWER 开关。
3. 用短接线将远端补偿电压探测端子和电源的输出端子连接。

4. 用短接线将输出负极和机壳连接。
5. 将电压表连接到输出端。
6. 打开电源开关，热机 30 分钟。

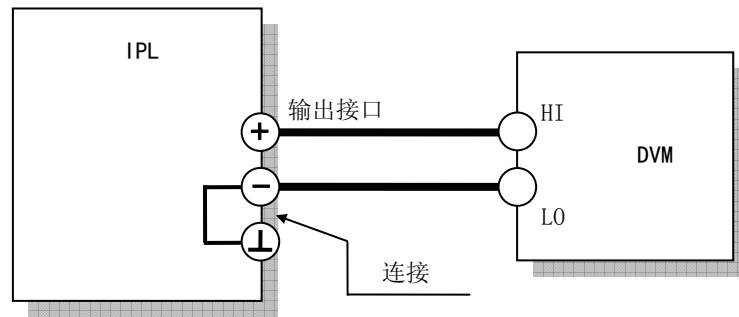


图 5-7 电压校准连接

7. 进入校准模式

```
*RST  
OUTP ON  
CAL:STAT ON
```

8. 选择电压校准

```
CAL:VOLT
```

9. 校准电压第一点

```
CAL:LEV P1
```

10. 输入数字万用表上的电压测量值<data>

```
CAL:DATA <data>
```

11. 校准电压第二点

```
CAL:LEV P2
```

12. 输入数字万用表上的电压测量值<data>

```
CAL:DATA <data>
```

13. 保存校准数据

CAL:SAVE

14. 退出校准模式

CAL:STAT OFF

电流的校准步骤

**注意！**

电流校准在电源恒流模式下进行，必须根据电源的额定电压和额定电流选择合适的负载大小，见 3.4.1 节。

1. 关断 OUTPUT 开关。
2. 关断 POWER 开关。
3. 用短接线将远端补偿电压探测端子和电源的输出端子连接。
4. 用短接线将输出负极和机壳连接。
5. 将电压表连接到输出端。
6. 打开电源开关，热机 30 分钟。

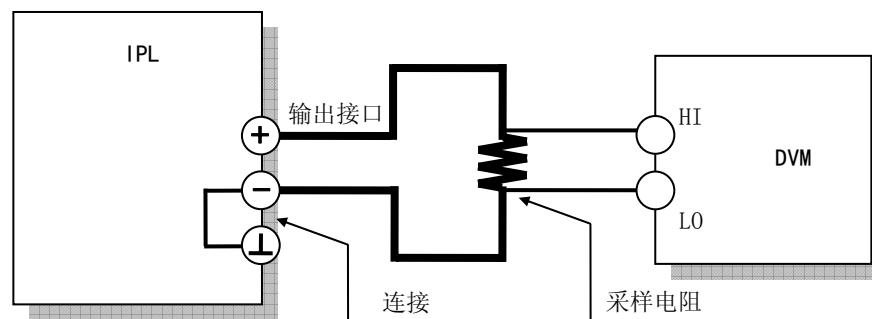


图 5-8 电流校准连接

7. 进入校准模式

*RST

OUTP ON

CAL:STAT ON

8. 选择电流校准

CAL:CURR

9. 校准电流第一点

CAL:LEV P1

10. 由数字万用表上的电压测量值和分流电阻阻值，计算回路中的电流<data>，并输入

CAL:DATA <data>

11. 校准电流第二点

CAL:LEV P2

12. 由数字万用表上的电压测量值和分流电阻阻值，计算回路中的电流<data>，并输入

CAL:DATA <data>

13. 保存校准数据

CAL:SAVE

14. 退出校准模式

CAL:STAT OFF

**注意！**

在校准过程中，如果不使用 CAL:SAVE 指令保存当前校准数据，在退出校准模式后将恢复为前一次的校准数据，当前校准数据将被丢失。

5.6 编程案例

利用 VS2005 调用 VISA 对 IPL 系列电源进行编程控制。

- 1、正确安装 VISA。
- 2、新建一个 MFC 项目。
- 3、打开项目的属性页，选中 Linker 的 General 子属性页添加 VISA 库的路径“C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\lib\msc.”，选中 C/C++的 General 子属性页添加 VISA 头文件的路径“C:\Program Files\IVI Foundation\VISA\WinNT\include”。

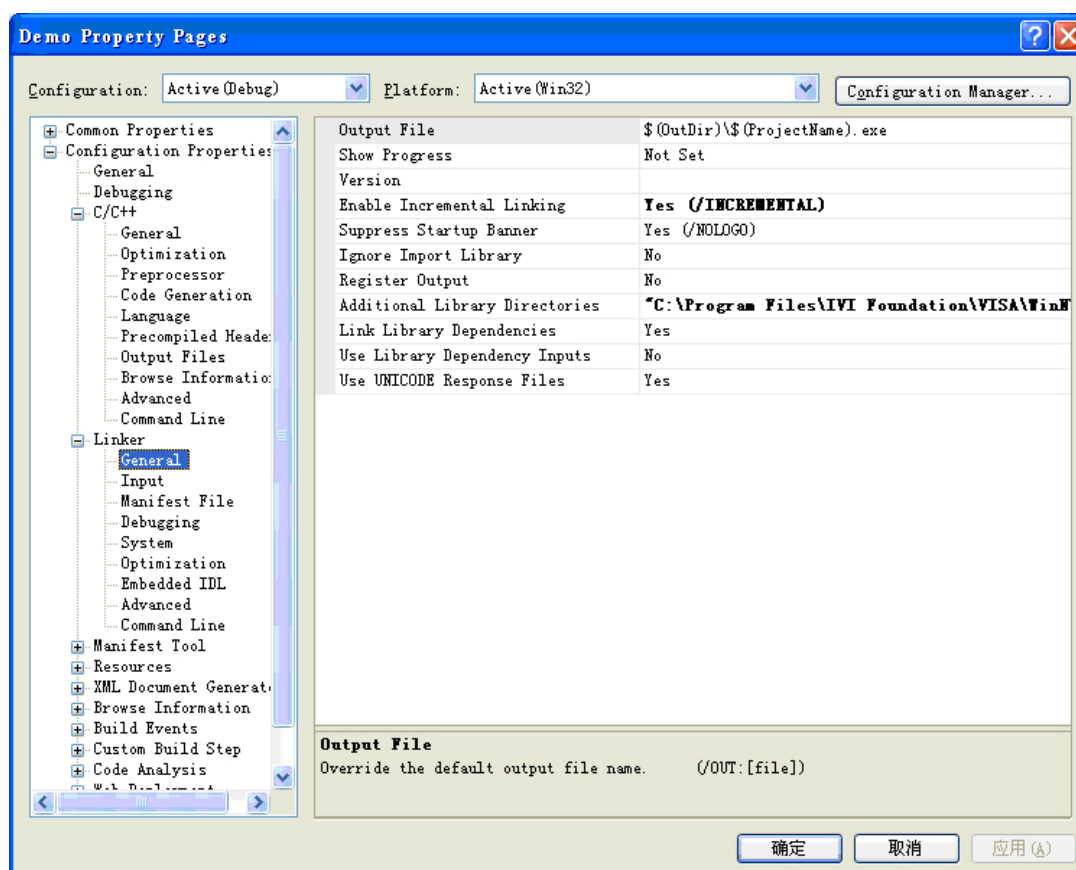


图 5-9 Agilent VISA 的串口配置

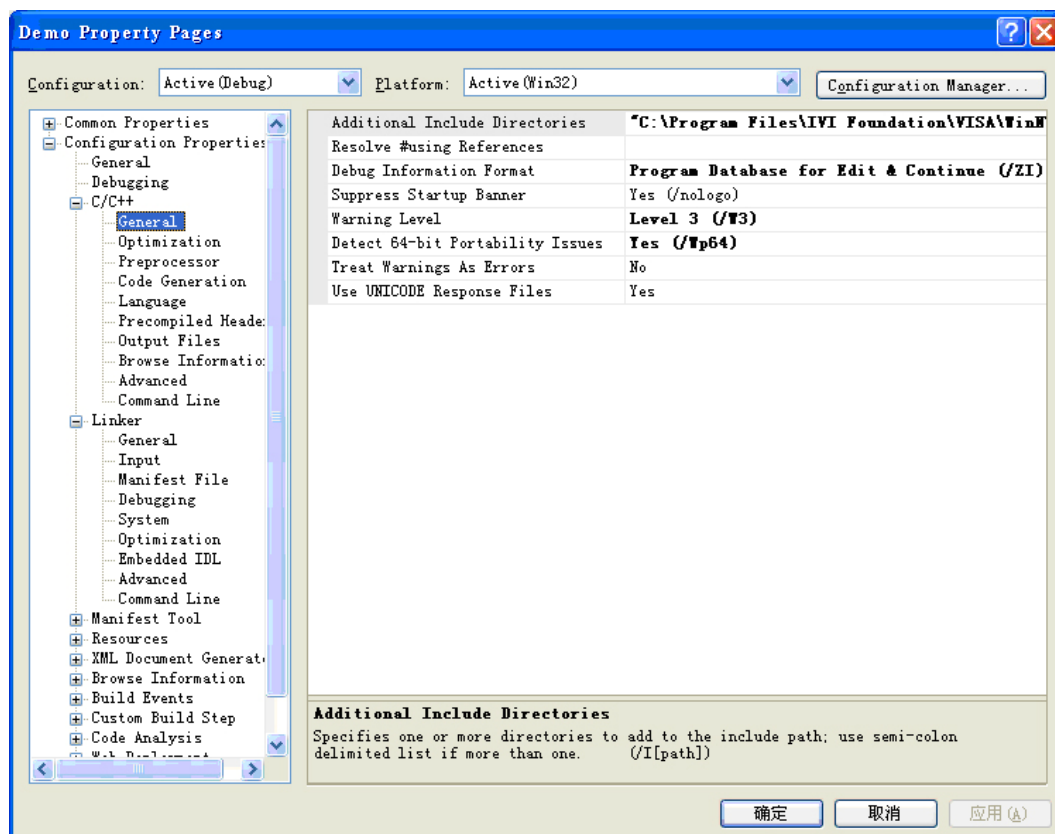


图 5-10 Agilent VISA 的串口配置

4、选中 Input 子属性页，在 Additional Dependencies 项中填入 visa32.lib

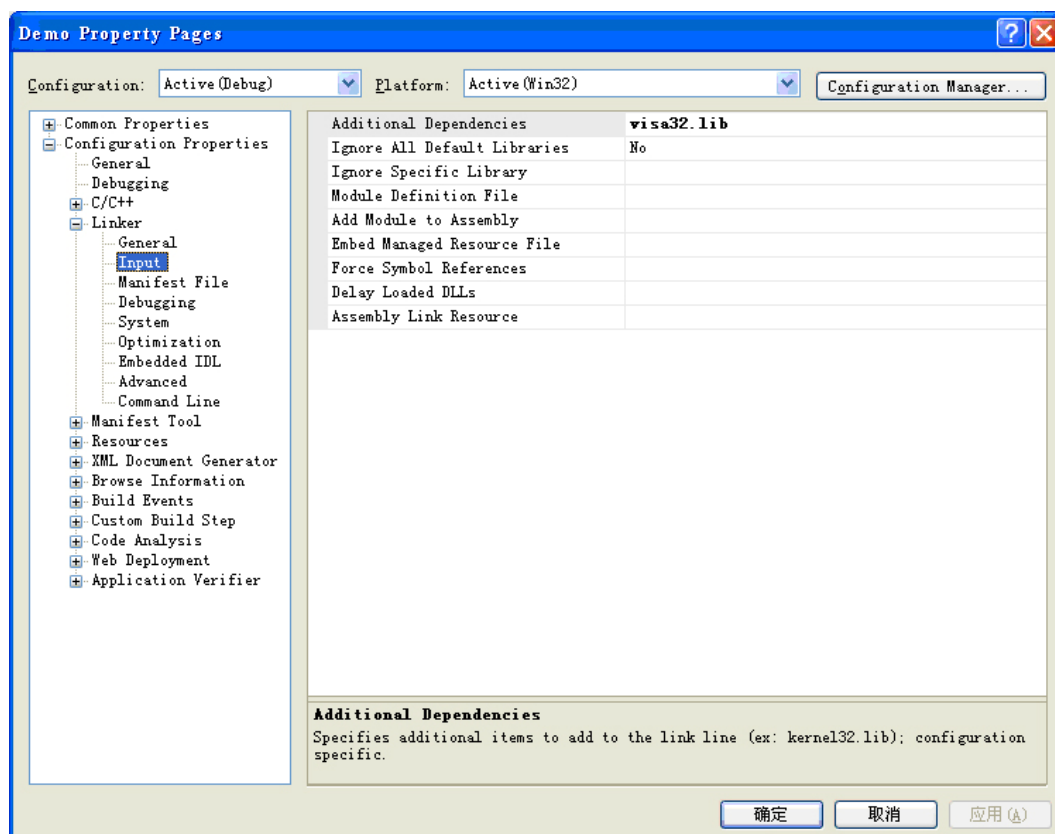


图 5-11 Agilent VISA 的串口配置

5.6.1 初始化 VISA 库

在程序调用编程指令前，需要先初始化 VISA 库，初始化方法为：

```
ViSession vi , defaultRM;  
viOpenDefaultRM(&defaultRM);  
//设置仪器地址  
viOpen(defaultRM , "ASRL4::INSTR" , VI_NULL , VI_NULL , &vi);  
ViStatus status;  
//设置超时时间为 5 秒  
status = viSetAttribute (vi, VI_ATTR_TMO_VALUE, 5000);  
//设置波特率为 9600  
status = viSetAttribute (vi, VI_ATTR_ASRL_BAUD, 9600);  
//设置数据位为 8 位  
status = viSetAttribute (vi, VI_ATTR_ASRL_DATA_BITS, 8);  
//设置无奇偶校验  
status = viSetAttribute (vi, VI_ATTR_ASRL_PARITY, VI_ASRL_PAR_NONE);  
//设置停止位为 1 位  
status = viSetAttribute (vi, VI_ATTR_ASRL_STOP_BITS, VI_ASRL_STOP_ONE);  
//设置通信结束符为 0x0a  
status = viSetAttribute (vi, VI_ATTR_TERMCHAR_EN, VI_TRUE);  
status = viSetAttribute (vi, VI_ATTR_TERMCHAR, 0xA);
```



注意！

“ASRL4::INSTR”是电源在 VISA 中的地址事例，具体地址根据 PC 接口情况而定，请查看 VISA 软件中的仪器地址。



注意！

在发指令给仪器时，在指令的最后需要加上结束符 “\n”。

使用 VISA 库函数 `viPrintf` 向电源发送指令，使用 VISA 库函数 `viScanf` 接收电源的返回信息，比如查询电源 ID：

```
char pSend[250] = {"*IDN?\n"};
viPrintf(vi , pSend);
Sleep(100);
char pReceive[250] = {0};
viScanf(vi,"%t\n",pReceive);
```

5.6.2 ListMode

ListMode 功能允许用户对电源的电压、电流阶跃点进行设置，每个阶跃点具有一个可变的驻留时间，从而使电源产生一个电压、电流的方波输出。ListMode 可以设置 100 个电压、电流阶跃点，用户可以为每个阶跃点指定不同的驻留时间，输出将逐步经过这些用户定义的值，并在设定驻留时间的每个点上停留，然后继续移动到下一个点。用户可以对 ListMode 的阶跃方式、波形的循环次数、波形完成时刻的电源状态等属性进行定义。

ListMode VS2005 编程实例

```
ViSession vi , defaultRM;
viOpenDefaultRM(&defaultRM);
viOpen(defaultRM , "ASRL1::INSTR" , VI_NULL , VI_NULL , &vi);
////////////////////////////////////
//恢复出厂设置
viPrintf(vi,"*RST\n");
Sleep(1400);
//设置 List 电流
viPrintf(vi,"SOUR:LIST:CURRE 1.2,2.2,3.2,4.2,5.2,6.2,7.2,8.2\n");
Sleep(800);
//设置 List 电压
viPrintf(vi,"SOUR:LIST:VOLT 1.6,2.6,3.6,4.6,5.6,6.6,7.6,8.6\n");
Sleep(800);
//设置 List 时间
viPrintf(vi,"SOUR:LIST:DWEL 1.8,2.8,3.8,4.8,5.8,6.8,7.8,8.8\n");
```

```
Sleep(800);

//设置 List 循环次数
viPrintf(vi,"SOUR:LIST:COUNT 1\n");
Sleep(100);
//设置 List 方式
viPrintf(vi,"SOUR:LIST:STEP AUTO\n");
Sleep(100);
//设置 List 结束时电源状态
viPrintf(vi,"SOUR:LIST:TERM:LAST ON\n");
Sleep(100);
//设置 List 电流模式
viPrintf(vi,"SOUR:CURREN:MODE LIST\n");
Sleep(100);
//设置 List 电压模式
viPrintf(vi,"SOUR:VOLT:MODE LIST\n");
Sleep(100);
//设置 List 触发源
viPrintf(vi,"TRIG:SOUR BOTH\n");
Sleep(100);

//设置 List 开始前的电流'
viPrintf(vi,"SOUR:CURREN MIN\n");
Sleep(100);
//设置 List 开始前的电压'
viPrintf(vi,"SOUR:VOLT MIN\n");
Sleep(100);

//开启 OutPut，注： 在开始 List 前必须开启 Output，否则电源将不接收触发信号
viPrintf(vi,"OUTPUT ON\n");
Sleep(100);
//触发 List 开始
viPrintf(vi,"*TRG\n");
Sleep(100);
```

**注意！**

当电源处于 LIST 运行状态时，前面板处于锁定状态，除了 WAVE 菜单、ABORT，OUTPUT，LOCK 可以受控外，其他菜单及按键均不能被控制，直至 LIST 运行结束。如果需要中断 LIST，可以按下 Abort 按键，此时 LIST 变黑，电源将中断 LIST 状态。

通过前面板触发 LIST 模式

当用户设置好 LIST 的所有参数后，除了用程控方式触发 LIST 模式，还可以通过前面板手动触发 LIST 模式。进入 LIST 菜单，将电流或电压的模式置为 LIST，然后退回到主菜单，打开 OUTPUT。此时，按下 TRIGGER 后，TRIGGER 灯亮起，电压和电流就按照设定的 LIST 值开始变化。

当由 TRIGGER 引起的当前 STEP 时间完成后，TRIGGER 灯将熄灭：

- 如果设置LIST为 [AUTO](#)运行方式时（LIST:STEP AUTO），TRIGGER灯将在整个LIST完成后才熄灭。
- 如果设置LIST为 [ONCE](#)运行方式时（LIST:STEP ONCE），TRIGGER灯将在当前STEP执行完成后熄灭，此后电源处于 [WTG](#)状态。

**注意！**

必须先打开 OUTPUT，电源的 LIST 模式才能够被触发。



第六章 保养

主要介绍电源的维护。还会介绍一些常见问题的处理办法。

第六章 保养

6.1 清洁

6.1.1 清洁面板

如果面板需要清洁，请用软布蘸用水稀释过的中性清洁剂轻轻擦拭。

	注意！ 不要使用稀释剂或汽油等挥发性溶剂。他们可能会使表面褪色，擦除打印的字符，或模糊显示面板。
---	---

6.1.2 清洁灰尘过滤网

灰尘过滤网安装在前面板的通风口后，请定期清洁灰尘过滤网。

	注意！ 灰尘过滤网孔受堵会阻碍电源内部的制冷，并且会导致故障或者缩短电源寿命。
---	--

清洁步骤：

1. 取下装有灰尘过滤网的通风窗口。
2. 清洁灰尘过滤网上的灰尘。
3. 将过滤网安装回原处。
4. 固定好通风窗口。

6.2 检查

电源电缆

检查电缆的绝缘层有无破裂和压接端子有无松动。

**警告！**

可能产生电击。可能导致伤害甚至死亡。确保在检查前关断电源开关和其它面板开关。

电缆的绝缘层破裂会产生电击，一旦发现立即停止使用。



第七章 参数

主要介绍电源的电气与机械参数。

7.1 IPL 系列性能参数

除非特殊说明，电源的性能参数都是在以下条件下进行测试。

- 负载为纯电阻
- 电源输出接口的负极与机壳相连
- 至少热机 30 分钟以上

所有参数只是作为使用电源时候的参考值，并不作为电源性能的保证。

		IPL-2010	IPL-5004	IPL-6003	
输入	电压	AC 100V/120V/220V±10%，230V:-6%~+10%，50/60 Hz			
	功率	约 300 VA	约 300 VA	约 300 VA	
输出	电压	额定电压	20 V 或 8 V	50 V 或 25 V	60 V 或 30 V
		最大电压 ^{注释 1}	20.60 V 或 8.24 V	51.50 V 或 25.75 V	61.80 V 或 30.90 V
		变化范围	0~20 V 或 0~8 V	0~50 V 或 0~25 V	0~60 V 或 0~30 V
		编程分辨率	1 mV	1 mV	2 mV
		读回分辨率	1 mV	1 mV	2 mV
		编程准确度	0.05% 输出值 + 10 mV		
		读回准确度	0.05% 输出值 + 10 mV		
	电流	额定电流	10 A 或 20 A	4 A 或 7 A	3.3 A 或 6 A
		最大电流	10.30 A 或 20.60 A	4.12 A 或 7.21 A	3.40 A 或 6.18 A
		变化范围	0~10 A 或 0~20 A	0~4 A 或 0~7 A	0~3.3 A 或 0~6 A
		编程分辨率	1 mA	1 mA	1 mA
		读回分辨率	1 mA	1 mA	1 mA
		编程准确度	0.2% 输出值 + 10 mA		
		读回准确度	0.2% 输出值 + 10 mA		
	特性	额定纹波（5Hz~1MHz, RMS）	0.35 mVrms	0.35 mVrms	≤50 V:0.5 mVrms >50 V:1 mVrms
		电源效应 ^{注释 4,5}	0.01% 输出值 + 2 mV		
		负载效应 ^{注释 4,5}	0.01% 输出值 + 2 mV		
瞬态响应时间 ^{注释 5,6}		50 μs			
温度系数		100 ppm/℃			

			IPL-2010	IPL-5004	IPL-6003
额定 电 流 特 性	纹波（5Hz～1MHz, RMS）		2 mArms		
	电源效应		0.01 % 输出值 + 0.25 mA		
	负载效应		0.01 % 输出值 + 0.25 mA		
	温度系数		200 ppm/℃		
仪 表	前面板显示		3.5 英寸 TFT 液晶屏		
	电压显示分辨率		1 mV	1 mV	1 mV
	电流显示分辨率		1 mA	1 mA	1 mA
保 护 机 能	OVP	保护动作	探测到过压时，显示 OV 警示，切断电源 OUTPUT		
		OVP 分辨率	10 mV		
		OVP 准确度	1 % 额定值		
		OVP 激活时间	当 OVP ≥ 3 V 时，1.5 ms；当 OVP < 3 V 时，< 10 ms		
	OCP	保护动作	探测到过流时，显示 OC 警示，切断电源 OUTPUT		
		OCP 分辨率	10 mA		
		OCP 准确度	1 % 额定值		
		OCP 激活时间 ^{注释 7}	< 10 ms		
	OTP	保护动作	探测到过温时，显示 OT 警示，切断电源 OUTPUT		
	冷却	采用方式	强制风冷		
编 程	指令		支持标准 SCPI 指令集		
	指令响应时间		RS232C:100 ms, GPIB:120 ms, 特殊指令除外		
电 压 编 程 响 应 时 间	电压	满负载	95 ms	50 ms	180 ms
	上升	无负载	45 ms	20 ms	100 ms
	电压	满负载	30 ms	45 ms	30 ms
	下降	无负载	450 ms	400 ms	450 ms
存 储	Sav/Rec		5 组电压和电流数据		
	List		100 组电压，电流和时间数据		
接 口	RS232C		D-SUB 9 芯公头		
	GPIB		IEEE-488 通用接口 24 芯母头		
尺 寸 和 重 量	宽×高×深（mm）		约 214×148×402		
	重量（kg）		约 10		

【注释 1】这个值只是作为参考值。

【注释 2】由可变电阻的阻值计算得来。重复 4 到 5 次, 作为参考值。

【注释 3】由于设置值不同会有所不同。

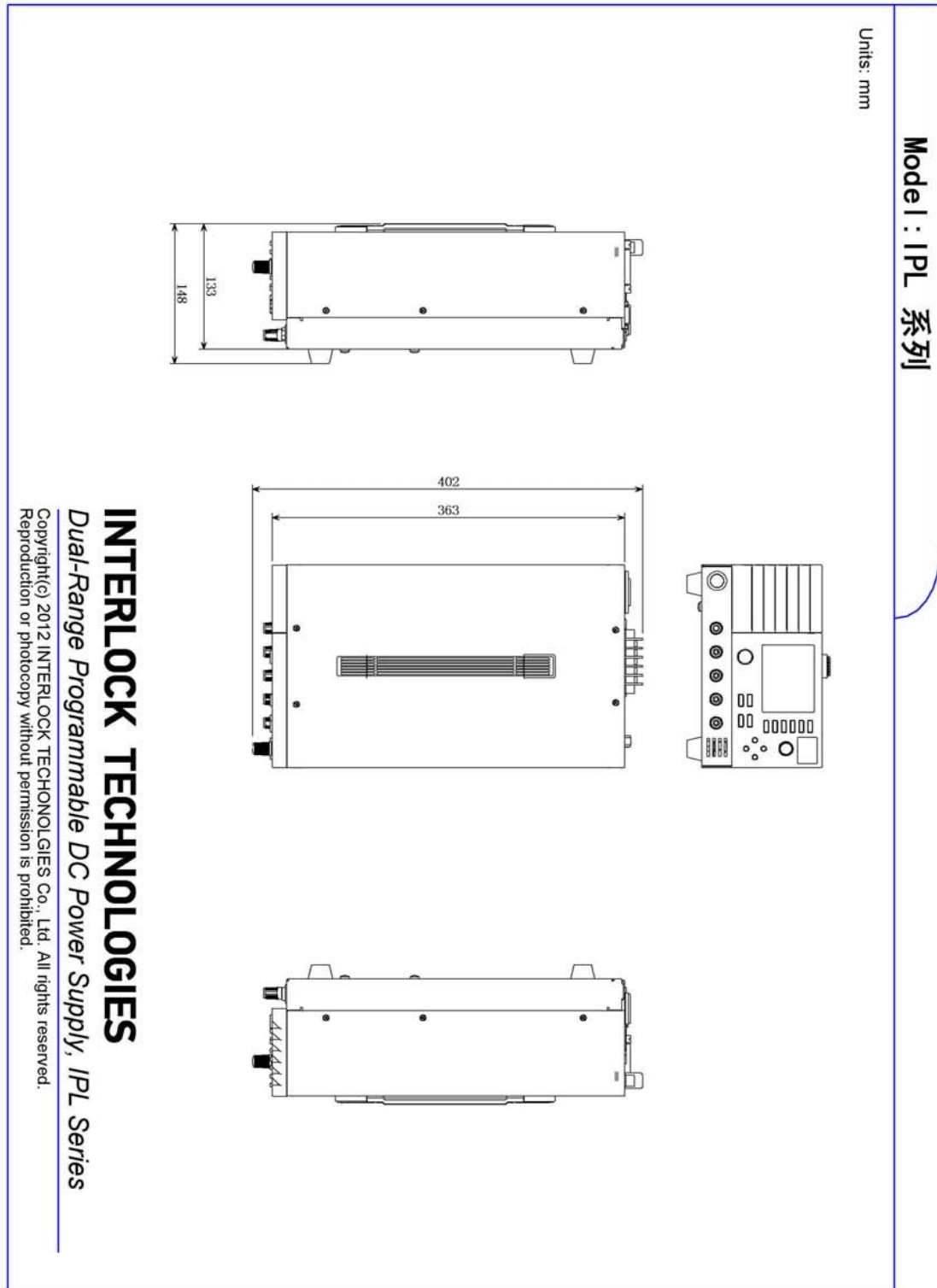
【注释 4】% 表示额定输出的百分比。

【注释 5】测量点在电源后面板的 S 端子。

【注释 6】指当输出电流变化范围在 5% 到 100%, 输出电压恢复到额定值的 $\pm$ (0.05 % + 10 mV) 的时间。

【注释 7】不包含用户设定的 OCP 延时时间。

IPL 尺寸图



DUAL-RANGE PROGRAMMABLE DC POWER SUPPLY IPL 系列使用说明书

成都英特洛克科技有限公司

四川成都高新西区合作路 89 号

电话：028-8421 5527 传真：028-8421 5528

<http://www.interlock-china.com>