

高可靠性可编程直流电源

IPA 系列使用说明书

High Reliability Programmable DC Power Supply
IPA Series User's Manual

700W 系列

IPA16-30LA

IPA60-10LA

IPA110-5LA

IPA250-2.5LA

IPA36-20LA

IPA72-8LA

IPA160-3.5LA

1kW 系列

IPA16-50LA

IPA60-20LA

IPA110-10LA

IPA250-4.5LA

IPA36-30LA

IPA72-15LA

IPA160-7LA

2kW 系列

IPA16-100LA

IPA60-35LA

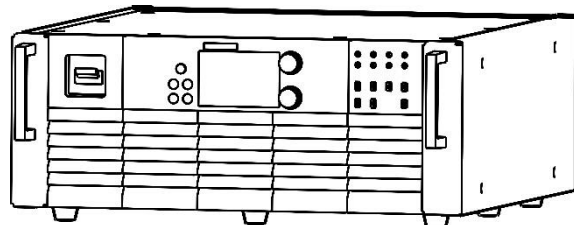
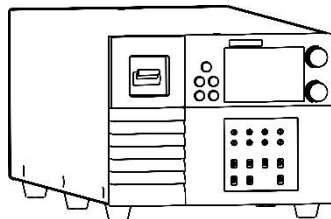
IPA110-20LA

IPA250-8LA

IPA36-60LA

IPA72-30LA

IPA160-14LA



INTERLOCK

注意事项

感谢您平日对英特洛克（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。本产品在出厂时，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

IPA 系列产品自出厂之日起质保两年。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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 由于仪器比较重，请至少安排 2 人来移动该仪器。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	<ul style="list-style-type: none">● 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	<ul style="list-style-type: none">● 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

.....	I
.....	I
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.....	12
第三章 准备工作	16
3.1 浪涌电流.....	16
3.2 负极性电压.....	17
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	18
3.3.3 负载有类似电池的储能作用	19
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	21
3.5 保护电路.....	22
3.6 输出端子绝缘.....	23
第四章 基本操作	27
4.1 打开电源.....	27
4.2 基本操作.....	29
4.2.1 设置过压保护（OVP）和过流保护（OCP）脱扣点	30
4.2.2 把电源作为恒压源使用	34
4.2.3 将电源作为恒流源使用	35
4.3 连接负载.....	37
4.3.1 负载电缆.....	38
4.3.2 连接输出端子.....	39
4.4 固定输出的设定值.....	39
第五章 高级操作	41
5.1 远端补偿.....	41
5.2 模拟信号控制接口.....	47

5.3 模拟信号的远程控制.....	50
5.3.1 使用外部电阻控制输出电压的连接和设置 (CV-R)	53
5.3.2 使用外部电压控制输出电压的连接和设置 (CV-V)	56
5.3.3 使用外部电阻控制输出电流的连接和设置 (CC-R)	61
5.3.4 使用外部电压控制输出电流的连接和设置 (CC-V)	64
5.3.5 使用外部触点来控制 OUTPUT ON/OFF 的连接和设置	70
5.3.6 使用外部触点来控制电源脱扣的连接和设置 (TRIP)	74
5.4 主控、受控电源并联操作.....	76
5.5 主控、受控电源串联操作.....	84
5.6 输出的外部监视 (MONITOR)	91

第六章 远程控制 92

6.1 远程控制接口.....	93
6.2 RS232 接口的连接与设置.....	96
6.3 编程指令.....	101
6.3.1 指令说明.....	101
6.3.2 IPA 系列电源命令系统.....	103
6.4 电压和电流的程控校准.....	112
6.4.1 需要的测试设备.....	112
6.4.2 环境.....	112
6.4.3 校准步骤.....	113
6.5 编程案例.....	116
6.5.1 初始化 VISA 库.....	118
6.5.2 ListMode.....	119
6.6 使用外部触点来控制电源脱扣的连接和设置 (TRIP)	122
6.7 远程控制的主控、受控电源并联操作.....	122
6.8 远程控制的主控、受控电源串联操作.....	122

第七章 保养 123

7.1 清洁.....	124
7.1.1 清洁面板.....	124
7.1.2 清洁灰尘过滤网.....	124
7.2 检查.....	125
7.3 模拟接口校准.....	125
7.3.1 需要的测试设备.....	125
7.3.2 环境.....	126
7.3.3 校准步骤.....	126
7.4 故障和原因.....	132

第八章 参数 137

8.1 IPA 700W 系列性能参数.....	138
8.2 IPA 1kW 系列性能参数.....	142
8.3 IPA 2kW 系列性能参数.....	146



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 IPA 系列的产品。包括：

700W 系列

【IPA16-30LA】	【IPA36-20LA】	【IPA60-10LA】	【IPA72-8LA】
【IPA110-5LA】	【IPA160-3.5LA】	【IPA250-2.5LA】	

1kW 系列

【IPA16-50LA】	【IPA36-30LA】	【IPA60-20LA】	【IPA72-15LA】
【IPA110-10LA】	【IPA160-7LA】	【IPA250-4.5LA】	

2kW 系列

【IPA16-100LA】	【IPA36-60LA】	【IPA60-35LA】	【IPA72-30LA】
【IPA110-20LA】	【IPA160-14LA】	【IPA250-8LA】	

IPA 系列电源是具有恒流恒压自动切换功能的可调直流电源。线性稳压和调相预稳相结合的技术实现了极低噪声的稳定输出。可以选装 RS232 接口的程控模块，使 IPA 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老化测试等。

1.1 性能特点

1. 提高了额定输出时的功率因数。电源内部采用了平波电抗和电容相结合的滤波电路，比电容滤波有更小的输入视在功率。
2. 小于 50 us 的瞬态响应时间。使电源能够适应负载的激烈变动。
3. 小于 50 ppm/C° 温度系数和小于 0.5 mVrms 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。OVP 和 OCP 的值可以设置在额定输出值的 10%到 110%之间。使负载免受不可预期的电流和电压的冲击。

2. 电流和电压值采用大尺寸高亮度 LED 数码管显示。
3. 输出设置的精细控制。使用 10 圈精密电位器设置电流和电压。
4. 输出电流和电压的远程控制。输出电流和电压能够用外部电压或者电阻进行控制。当用外部电压进行远程控制时，面板上的旋钮仍然可以用来改变输出。
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. 提供电压和电流调节旋钮保护帽，用于固定电流电压调节旋钮，从而固定输出设置值。
7. 支持系统集成，比如用于自动测试设备。英特洛克 IPA 系列电源提供选装的 RS232 接口，同时具有兼容 SCPI 指令集的程控指令。
8. 完善的 LIST MODE 功能，电源内部可预置 100 点的电压、电流和时间数据。



注意！

由于 IPA 系列电源采用调相预稳电路，脉冲噪声会叠加在输出信号上，但已经被压制到几百毫伏。由于电源的使用场合各有不同，这有可能会造成问题，因此请在使用该系列电源的时候考虑这个因素。



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

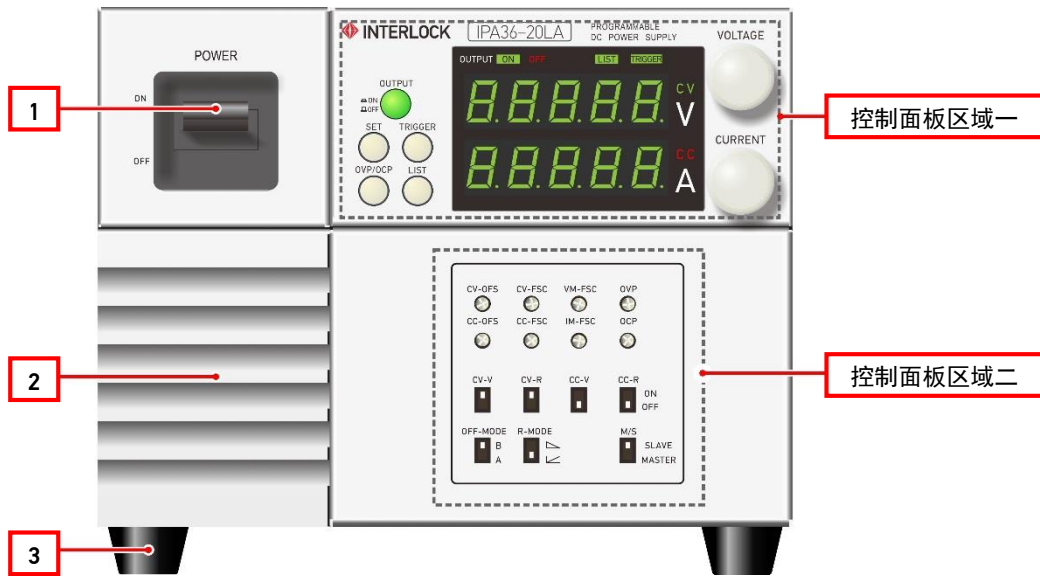


图 2-1 IPA 系列前面板（700W 系列）



图 2-2 IPA 系列前面板（1kW 系列）

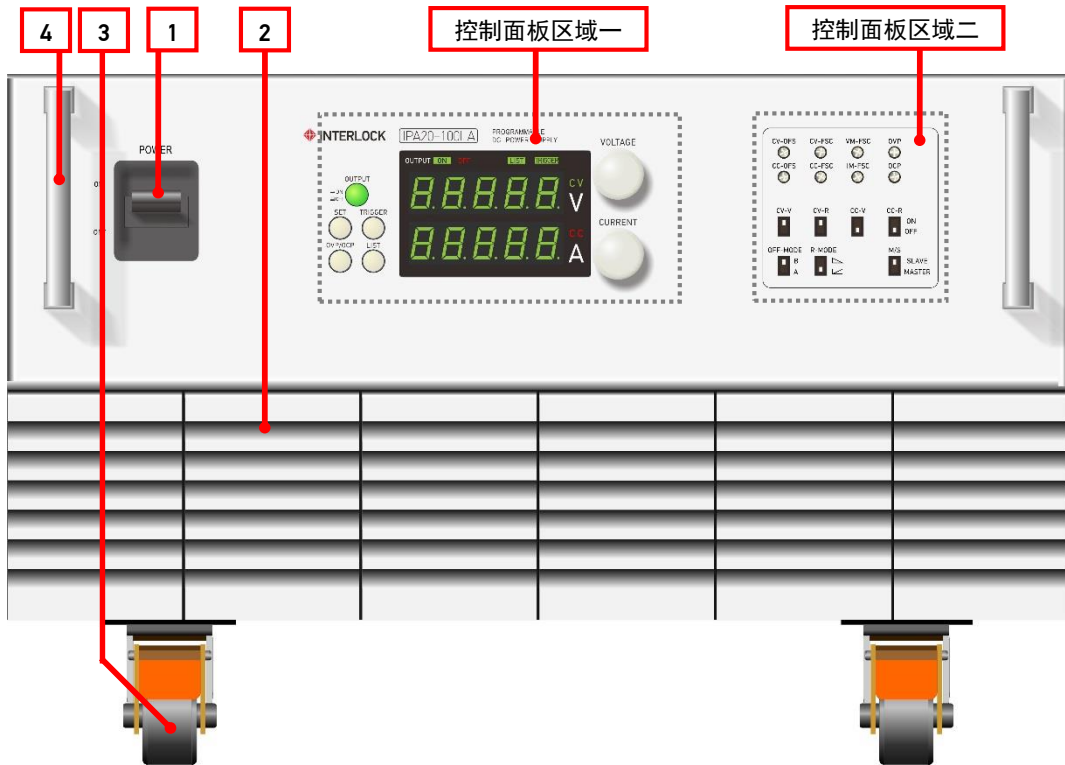


图 2-3 IPA 系列前面板（1kW 系列）

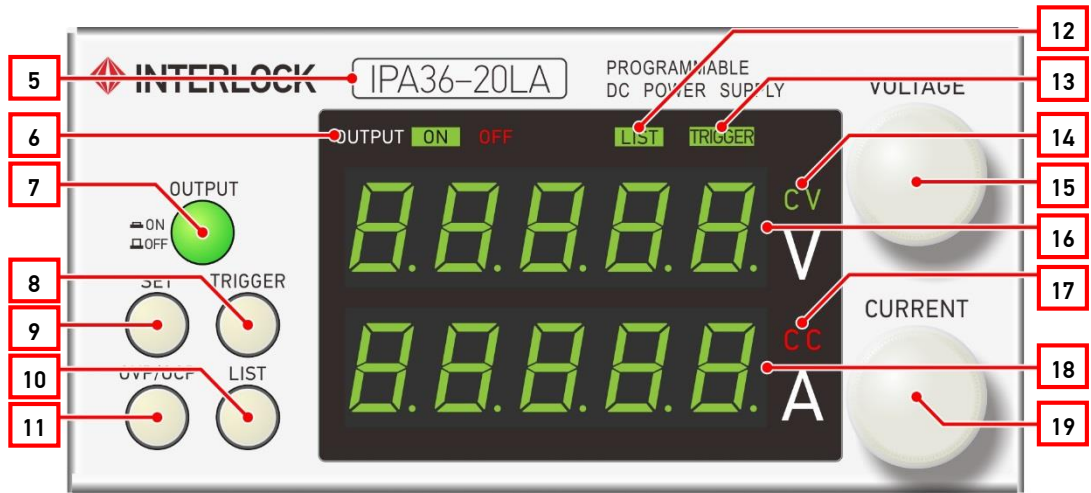


图 2-4 控制区域一（700W、1kW 和 2kW 系列）

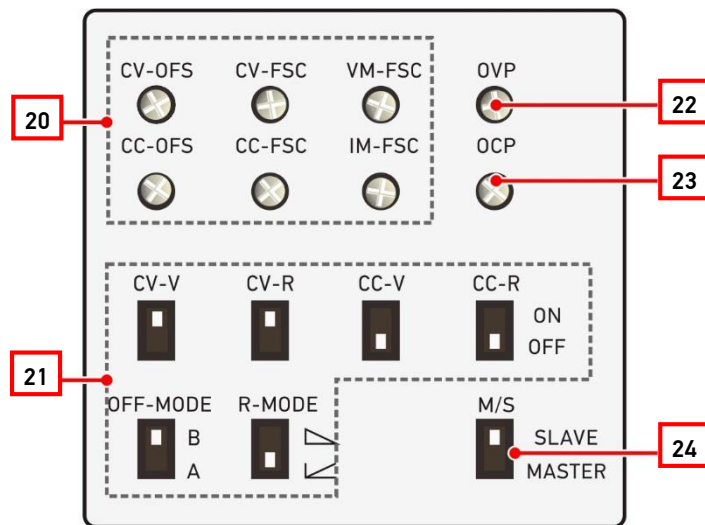


图 2-5 控制区域二（700W、1kW 和 2kW 系列）

【1】POWER 开关

电源的电源开关，开关上的杆拨到上方为开，拨到下方为关。

【2】通风窗口

【3】垫脚

【4】 把手

把手的作用是在移动电源的时候来把住电源，把手的强度不足以承受整个电源的重量。

【5】 仪器型号标签

【6】 输出状态指示灯

【7】 OUTPUT 按键

输出控制开关。按下为开。当输出关断的时候，电源的输出为高阻。

【8】 TRIGGER 按键（只适用于远程控制接口电源，详见第六章）

在 LIST 模式下，按下 TIRGGER 后，电压和电流就按照设定的 LIST 值开始变化。

【9】 SET 按键

用来设置输出的电压或者电流。在按下该键的时候调节电压、电流旋钮来设置预设电压或者电流输出。

【10】 LIST 按键（只适用于远程控制接口电源，详见第六章）

按了 LIST 按键后，电源处于 LIST 状态，即电压和电流均处于 LIST 模式下。

如果需要中断 LIST，可以再次按下 LIST 按键，此时 LIST 灯熄灭，电源将中断 LIST 状态。

【11】 OVP/OCP 按键

用来设置或者查看 OVP/OCP 脱扣点。在设置 OVP/OCP 脱扣点时，该键应该被按下。

【12】 LIST 指示灯（只适用于远程控制接口电源，详见第六章）

按了 LIST 按键后，LIST 灯亮起，电源处于 LIST 状态。

【13】 TRIGGER 指示灯（只适用于远程控制接口电源，详见第六章）

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。
- 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，此后电源处于 WTG 状态。

【14】CV 指示灯

电源处于恒压状态时，CV 灯亮。

【15】电压旋钮

【16】电压显示

显示输出电压。但是当 SET 键按下时电压表显示的是预设电压，当 OVP/OCP 键被按下时，显示的是 OVP 值。

【17】CC 指示灯

电源处于恒流状态时，CC 灯亮。

【18】电流表

显示输出电流。但是当 SET 键按下时电流表显示的是预设电流，当 OVP/OCP 键按下时，电流表显示的是 OCP 值。

【19】电流旋钮

【20】可调电位器

用来调节输出和显示。详情见 7.3。

【21】远程控制设置开关

用来设置远程控制模式。详情见 5.3。

【22】OVP 调节电位器

用来设置 OVP 的脱扣点。详情见 4.2.1。

【23】 OCP 调节电位器

用来设置 OCP 的脱扣点。详情见 4.2.1。

【24】 M/S 开关

用来设置串并联操作时的主控、受控电源关系。详情见 5.4 或者 5.5。

2.2 后面板

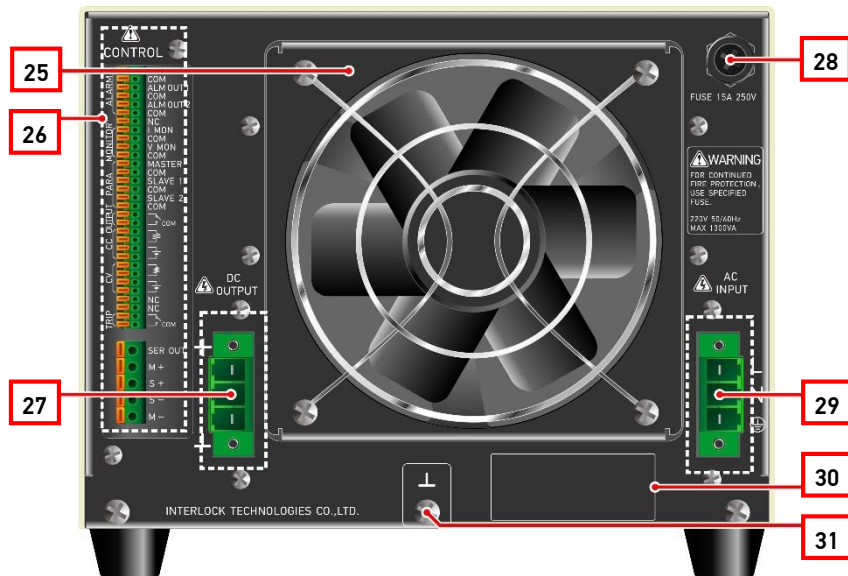


图 2-6 IPA 系列后面板（700W 系列）

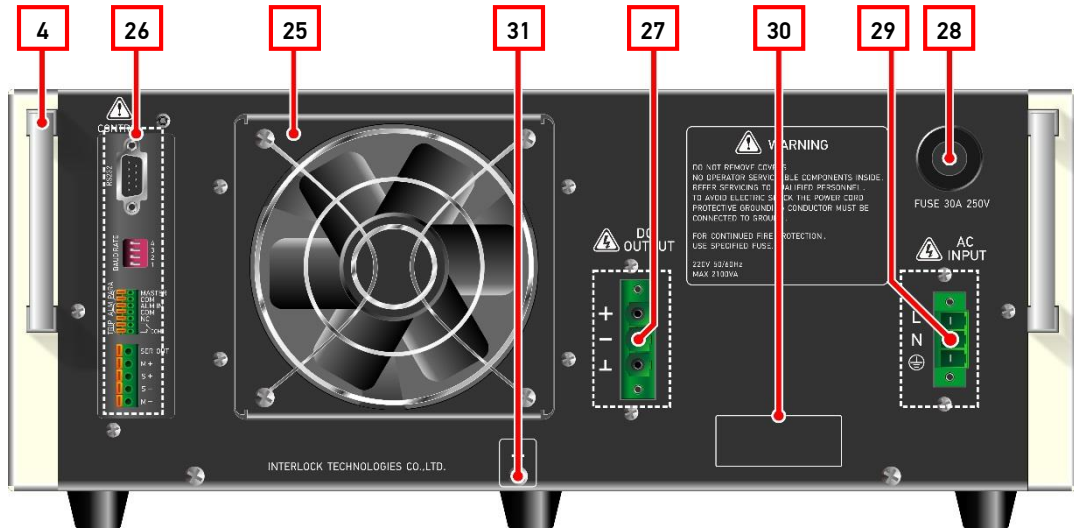


图 2-7 IPA 系列后面板（1kW 系列）

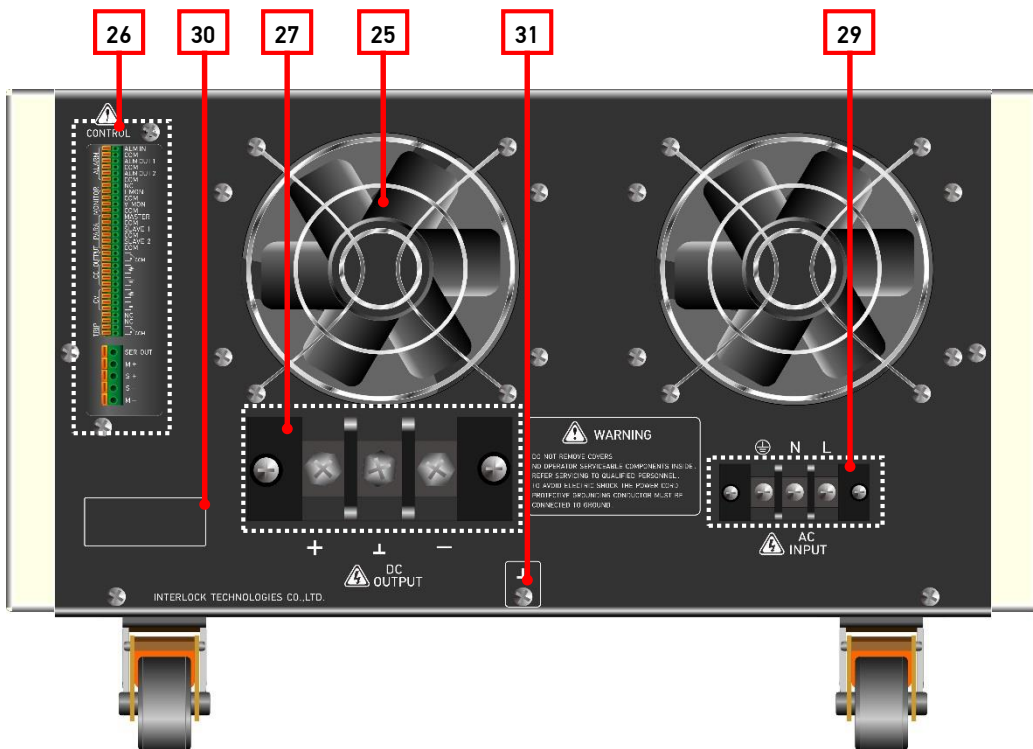


图 2-8 IPA 系列后面板（2kW 系列）


【25】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。

【26】控制接口模块

- 可以选配：
- 外部模拟量控制电源的接口
 - RS232 控制接口

【27】直流输出接口模块

	<p>警告！</p> <p>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。</p>
---	--

【28】保险管

【29】交流输入接口模块

【30】电源 ID 标签

【31】机壳接地

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

当逆时针旋转电流旋钮到底时，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。

如果这个负电压会引起问题或者麻烦，可将电源设置为恒压状态并调整输出电压偏移量。调整步骤见 7.3.3 节。

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。

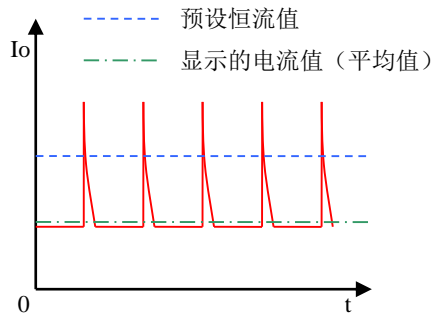


图 3-1 负载电流为尖峰时

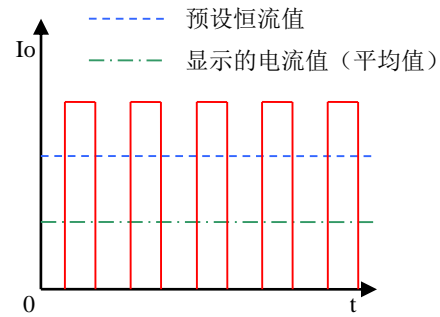


图 3-2 负载电流为脉冲时

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。

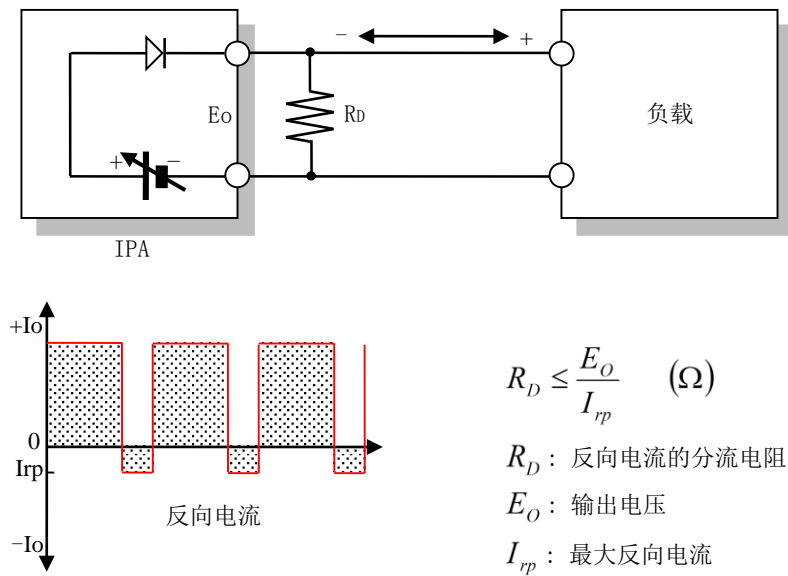


图 3-3 能产生反向电流的负载连接方法

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：

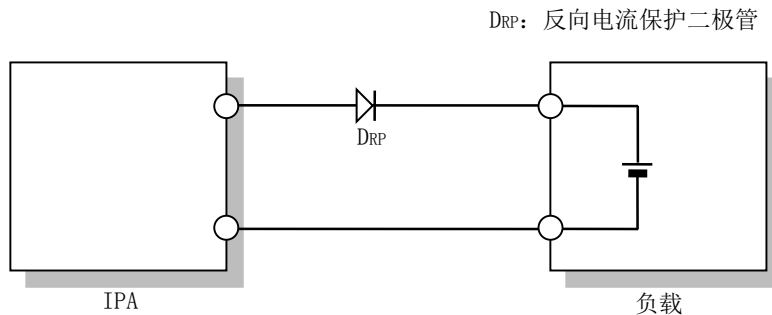


图 3-4 储能负载的连接方法



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。

	<p>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：</p> <ul style="list-style-type: none">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 <p>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。</p> <p>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。</p>
--	---

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。

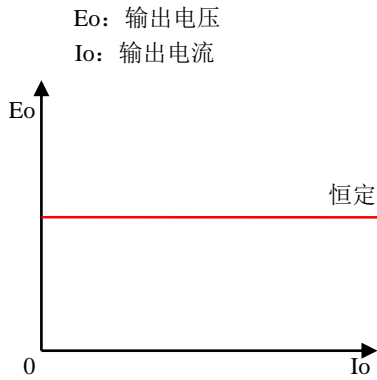


图 3-5 理想恒压电源

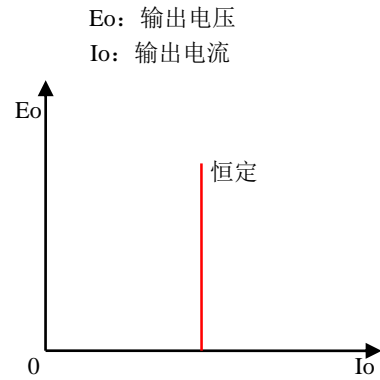


图 3-6 理想恒流电源

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。

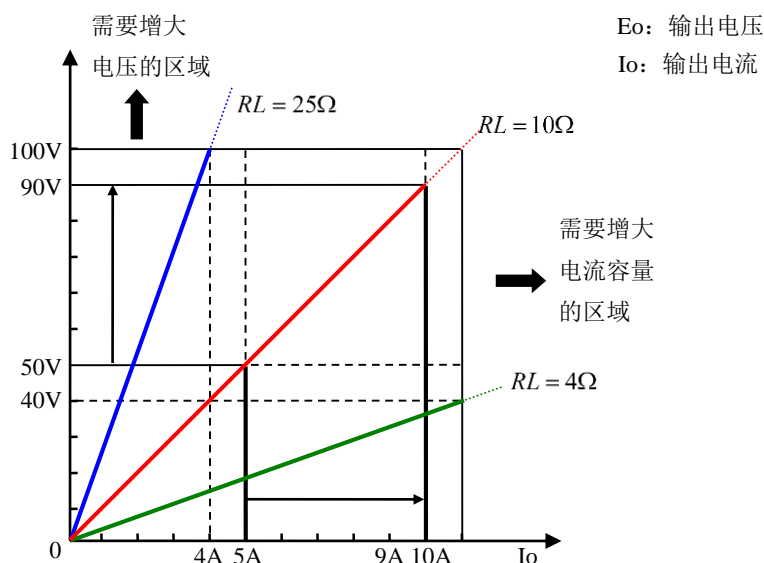


图 3-7 负载与电源恒压、恒流的关系

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，动作执行时间约为 50ms。

电压检测电路

当通过滤波电容的电压超过电源的设计值时电源开关会断开。这个电路可防止因错误操作导致故障。比如使用者忘记连接后面板上端子上的短接线。也可以保护内部电路不会由于整流电路故障而损坏。

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 100°C。

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。

保险丝采用陶瓷绝缘管和灭弧硅沙来阻止保险丝熔断时产生火灾。

输出保险丝

由于内部电路的故障产生过流，熔断保险丝，会使输出电流中断。

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。

另外，连接到以下端子的电缆和装置的绝缘强度必须比电源相对于机壳的绝缘强度高。

模拟控制接口板的 1~29 和 32 号控制端子

这是因为以上端子的电位与电源的输出端子的电位基本相同。

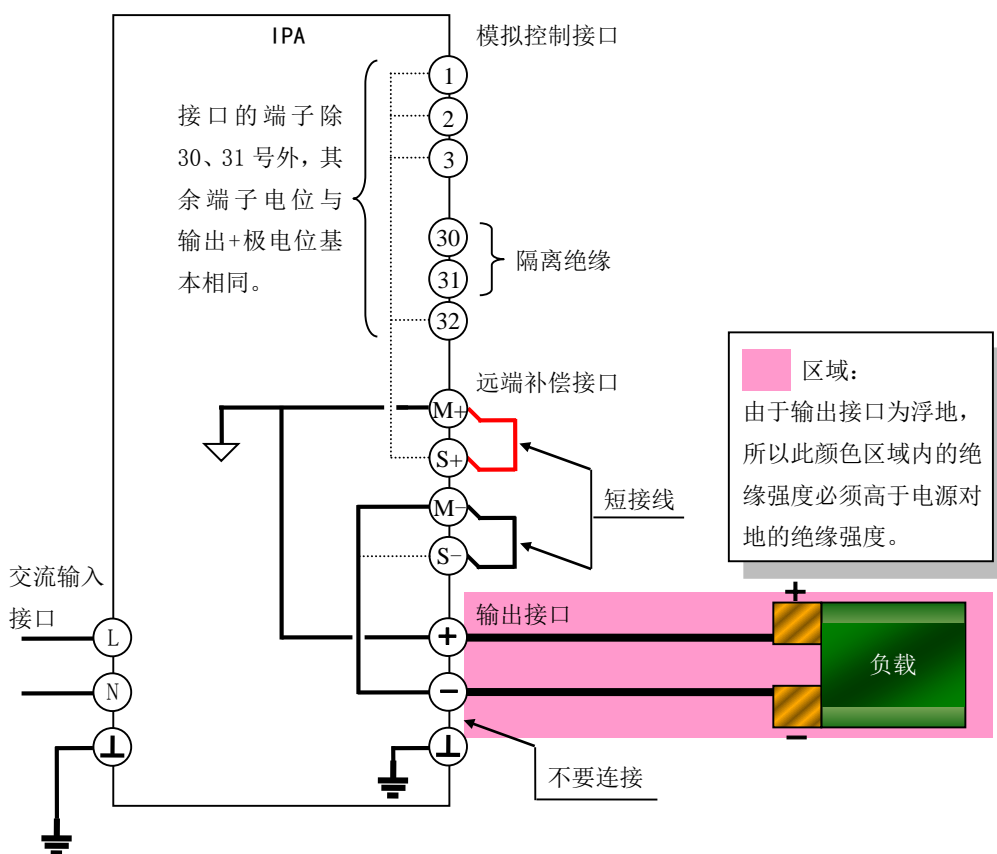


图 3-8 当电源输出端子不接地时

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。

另外，连接到以下端子的电缆和装置的绝缘强度必须比电源相对于机壳的绝缘强度高。

模拟控制接口板的 1~29 和 32 号控制端子

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。。

另外，连接到以下端子的电缆和装置的绝缘强度必须比电源相对于机壳的绝缘强度高。

模拟控制接口板的 1~29 和 32 号控制端子

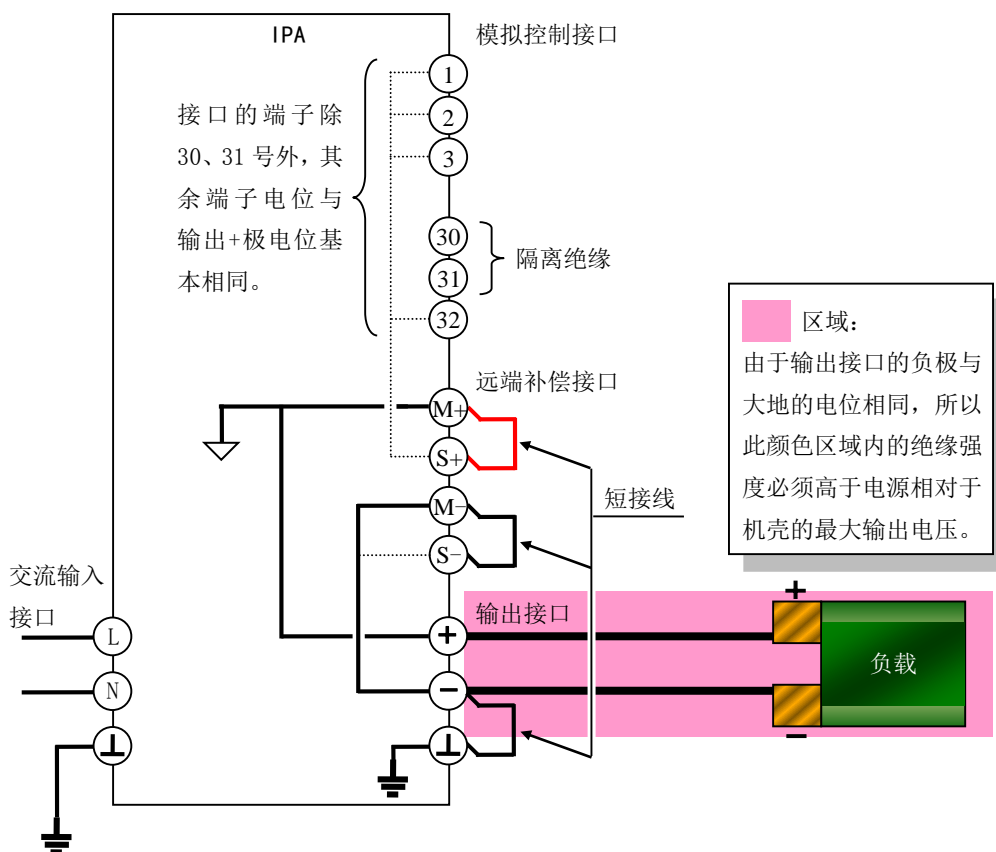


图 3-9 当电源输出端子接地时

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。


	<p>警告!</p> <ul style="list-style-type: none"> · 电击可能造成伤害甚至死亡 <p>请确保用附赠的短接条将电源输出端和机壳端子相连。</p> <ul style="list-style-type: none"> · 可能导致电击和输出短路，造成伤害甚至死亡 <p>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。</p>
---	--

表 3-2 绝缘电压

700W 型号	IPA 16- 30LA	IPA 36- 20LA	IPA 60- 10LA	IPA 72- 8LA	IPA 110- 5LA	IPA 160- 3.5LA	IPA 250- 2.5LA
绝缘电 压	±250V	±250V	±250V	±250V	±500V	±500V	±500V

1kW 型号	IPA 16- 50LA	IPA 36- 30LA	IPA 60- 20LA	IPA 72- 15LA	IPA 110- 10LA	IPA 160- 7LA	IPA 250- 4.5LA
绝缘电 压	±250V	±250V	±250V	±250V	±500V	±500V	±500V

2kW 型号	IPA 16- 100LA	IPA 36- 60LA	IPA 60- 35LA	IPA 72- 30LA	IPA 110- 20LA	IPA 160- 14LA	IPA 250- 8LA
绝缘电 压	±250V	±250V	±250V	±250V	±500V	±500V	±500V



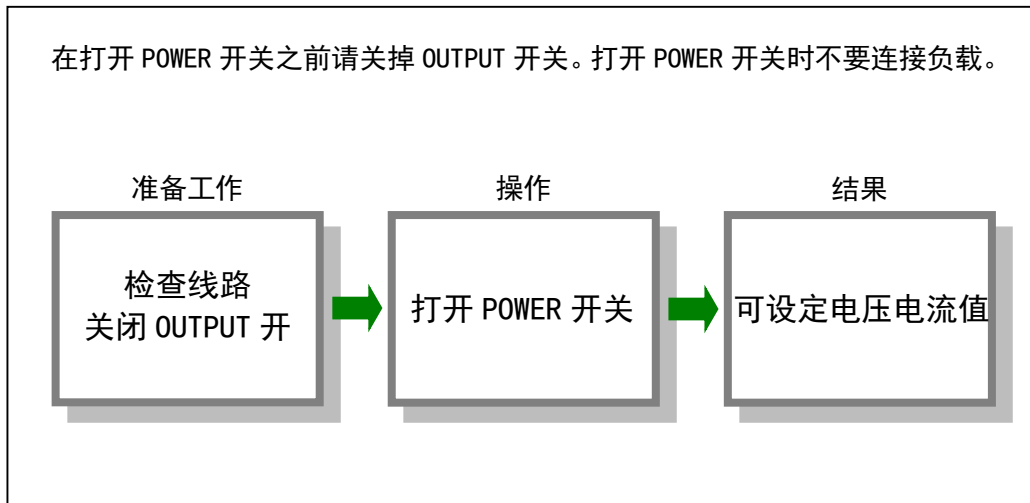
第四章 基本操作

主要介绍使用本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 OUTPUT 开关按下时不要打开 POWER 开关。

**注意!**

当电源 OUTPUT 开关已打开的情况下，打开 POWER 开关可能导致交流纹波信号叠加在输出信号的上升沿上。输入电缆阻抗比较高或者输入电压比较低的情况下，在 POWER 开关打开后，再打开 OUTPUT 开关同样会使交流纹波信号叠加在输出信号的上升沿上。这是由于电源的调相预稳电路不能跟随输出电压的时间需求引起的。

电源打开步骤：

1. 关闭电源开关 (POWER)

2. 关闭输出按键开关（OUTPUT）
3. 将所有控制开关设置在关断的位置或将它们拨到底部位置
4. 检查电源电缆是否连接正确
5. 打开给电源供电的插线板上的电源开关
6. 打开电源开关（POWER）
7. 在按下设置按键（SET）的同时，旋转面板上的电压旋钮（VOLTAGE）

输出电压设置范围可以从 0 到额定电压。

8. 在按下设置按键（SET）的同时，旋转面板上的电流旋钮（CURRENT）

输出电流设置范围可以从 0 到额定电流。

电源已经准备好。

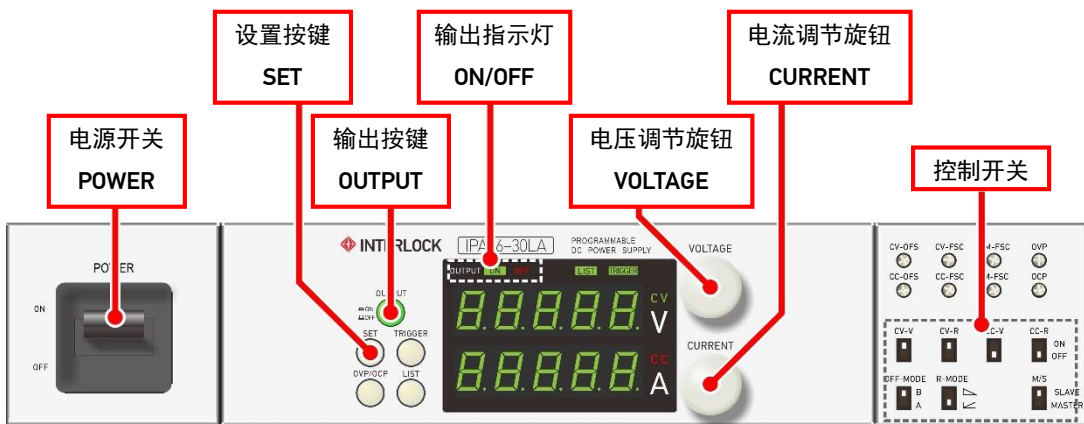


图 4-1 IPA 系列控制面板（以 1kW 系列为例）

4.2 基本操作

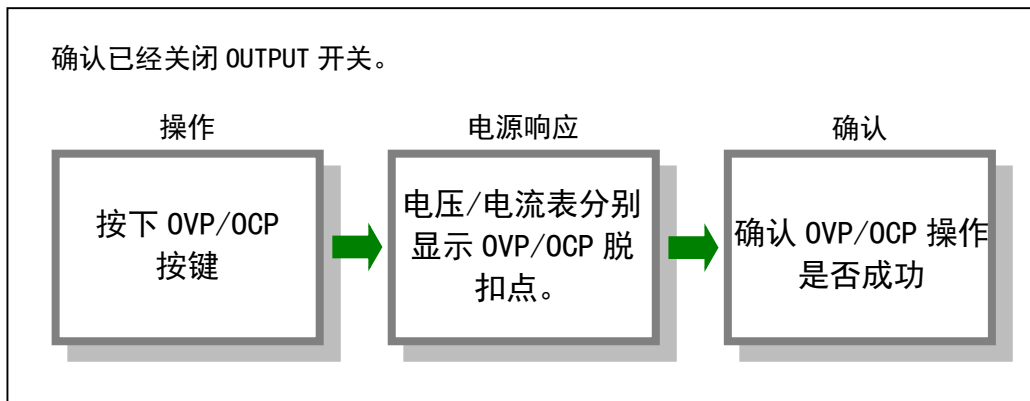
该电源有恒流和恒压两种模式。在使用电源之前，先确定需要使用那种模式，然后按照相应模式的操作方法进行操作。

4.2.1 设置过压保护（OVP）和过流保护（OCP）脱扣点

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，电源开关（POWER）被自动关断。为了再次打开电源，需要等待约 60s 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 脱扣点。电源出厂前的 OVP/OCP 脱扣点设定为额定输出的 110%。

	<p>注意!</p> <p>当 OVP/OCP 被触发后, 需要间隔 60s 才能再次打开电源开关。否则输出关断电路会一直被锁定, 不可能有输出。</p>
---	--

设置 OVP/OCP 脱扣点

1. 关断 OUTPUT 开关。
2. 打开 POWER 开关。
3. 在按下 OVP/OCP 按键的同时, 用螺丝刀调节 OVP 或 OCP 可变电阻器, 使 OVP/OCP 脱扣点为期望的数值。

当按下 OVP/OCP 按键时, 电压表和电流表显示的是 OVP/OCP 脱扣点。OVP/OCP 脱扣点的设定范围为额定输出的 10%-110%。

4. 关断 POWER 开关。

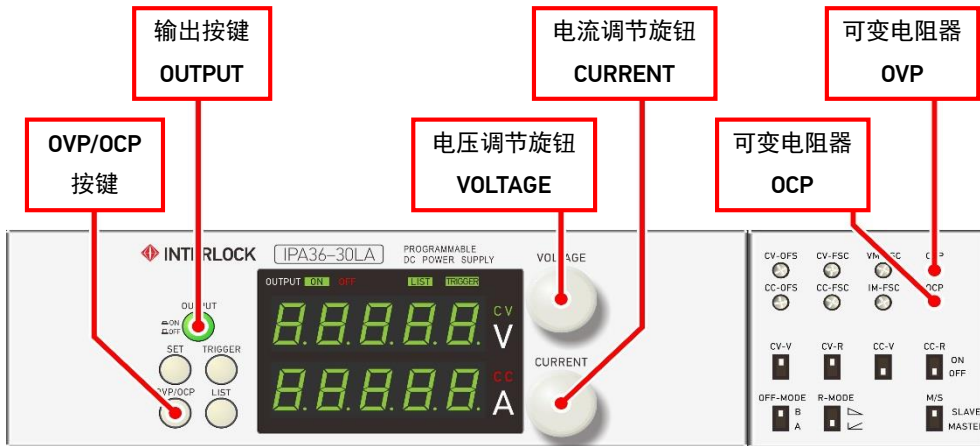


图 4-2 IPA 系列控制面板 (以 1kW 系列为例)

**注意!**

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

检查 OVP/OCP 操作

设置完 OVP/OCP 脱扣点后，一定记住要检测 OVP 和 OCP 功能。

检验 OVP 操作

1. 关断 OUTPUT 开关。
2. 打开 POWER 开关。
3. 逆时针旋转电压旋钮到底。
4. 顺时针旋转电流旋钮 2-3 圈。
5. 打开 OUTPUT 开关。
6. 顺时针缓慢旋转电压旋钮。

当输出电压达到设定的 OVP 脱扣点时，POWER 开关被保护电路自动关断。

7. 逆时针旋转电压旋钮到底。
8. 关断 OUTPUT 开关。

检验 OCP 操作

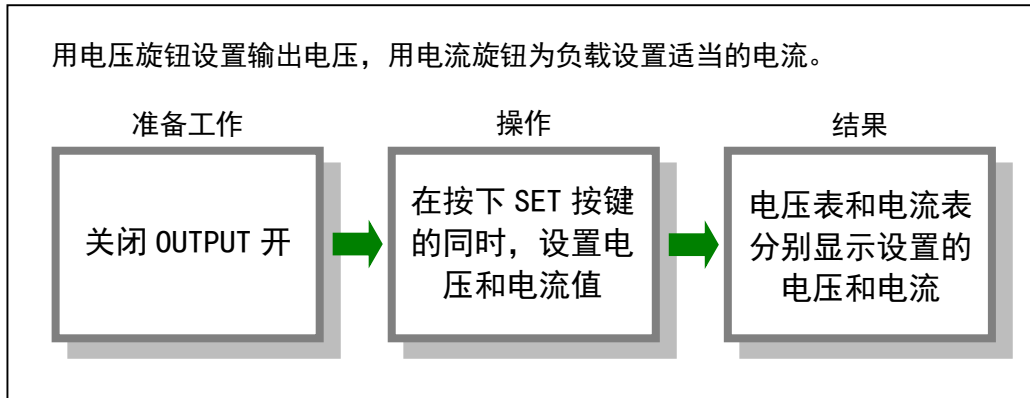
1. 关断 POWER 开关和 OUTPUT 开关。
2. 用电线短接输出端子，所用的电线需要能够承受电源的额定电流。
3. 打开 POWER 开关。
4. 逆时针旋转电流旋钮到底。
5. 顺时针旋转电压旋钮 2-3 次。
6. 打开 OUTPUT 开关。
7. 顺时针缓慢旋转电流旋钮。


当输出电流达到设定的 OCP 脱扣点时，POWER 开关被保护电路自动关断。

8. 逆时针旋转电流旋钮到底。
9. 关断 OUTPUT 开关。

4.2.2 把电源作为恒压源使用

步骤浏览



	<p>警告！</p> <p>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。</p>
--	--

1. 关断 OUTPUT 开关。
2. 打开 POWER 开关。
3. 在 SET 键按下的同时，用电流旋钮（CURRENT）为负载设置适当的电流。

此时设置的电流值会为电源输出的最大电流值。

SET 按键只用来显示当前的电流和电压值，没有存储功能。

4. 在 SET 键按下的同时，用电压旋钮（VOLTAGE）为负载设置适当的电压。
5. 打开 OUTPUT 开关。

控制面板上的恒压指示灯（CV）会亮起，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

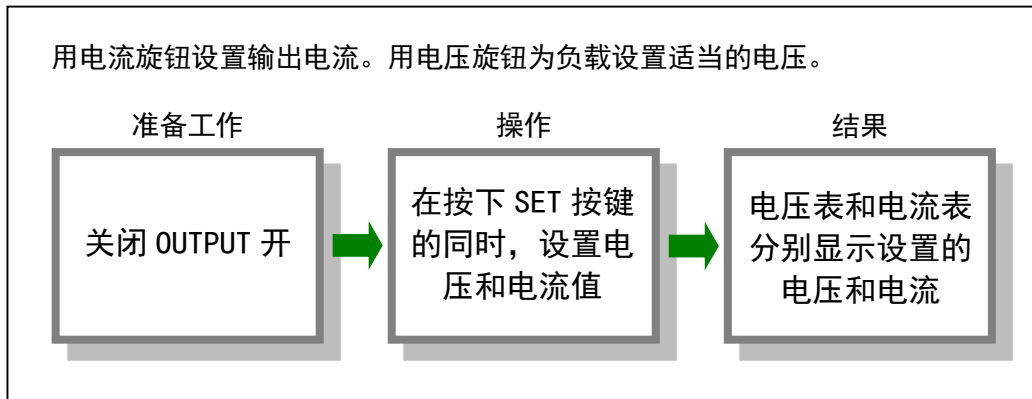
对于以下形式的负载，需要在上面的 1-3 步骤后执行 6-8 步骤。


- 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
6. 逆时针旋转电压旋钮（VOLTAGE）到底。
 7. 打开 OUTPUT 开关。
 8. 顺时针缓慢旋转电压旋钮（VOLTAGE）。

控制面板上的恒压指示灯（CV）会亮起，指示电源工作在恒压模式。

4. 2. 3 将电源作为恒流源使用

步骤浏览



	<p>警告！</p> <p>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。</p>
---	--

1. 关断 OUTPUT 开关。
2. 打开 POWER 开关。
3. 在按下 SET 键的同时，用电压旋钮（VOLTAGE）为负载设置适当的电压。

此处设置的电压值为电源能输出的最大电压值。

SET 按键只用来设置电流和电压。没有记忆功能。

4. 在按下 SET 键的同时，用电流旋钮（CURRENT）为负载设置适当的电流。
5. 打开 OUTPUT 按键。

控制面板上的恒流指示灯（CC）会亮起，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 1-3 步骤后执行 6-8 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。
6. 逆时针旋转电流旋钮（CURRENT）到底。
 7. 打开 OUTPUT 开关。
 8. 顺时针缓慢旋转电流旋钮（CURRENT）。

控制面板上的恒流指示灯（CC）会亮起，指示电源工作在恒流模式。

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。使用的负载电缆需要有相对于额定输出电流有足够电流容量，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，环境温度和外部的热阻。环境温度为 30°C，最大允许温度 60°C。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

	<p>警告!</p> <p>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。</p> <p>确保将输出端子与负载连接好, 比如采用压接端子。</p>
---	---

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 固定输出的设定值

电源配件中提供保护帽, 以机械方式固定电压或电流旋钮的设定值。在你需要防止设定值被无意改变的时候, 请使用保护帽。

保护帽的使用

1. 关断 OUTPUT 开关。
2. 打开 POWER 开关。
3. 在按下设置键（SET）的同时，设置需要输出的电压和电流值（粗调）。
4. 在不旋转的情况下拔掉电压和电流旋钮。
5. 在按下设置键（SET）的同时，用平头螺丝刀设置需要输出的电压和电流值（精调）。

当固定设置值时

6. 在去掉旋钮的地方盖上保护帽。
7. 按下设置键检查设置值是否被改变。



注意！

如果你将来还会使用到旋钮，请将它放置好。

5



第五章 高级操作

本章适用于模拟接口电源。主要介绍如何使用后面板的控制接口进行远端补偿、外部输出控制、并联操作以及串联操作。

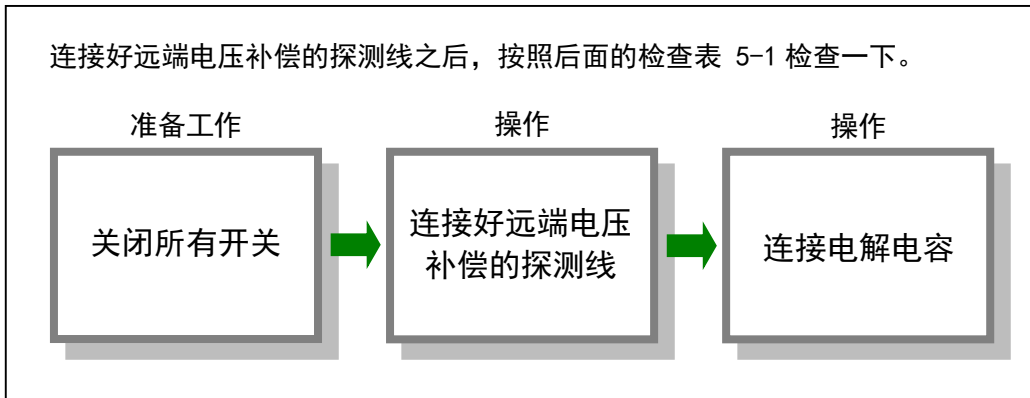
第五章 高级操作


5.1 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



	<p>警告！</p> <p>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。</p> <p>始终断开 POWER 开关。</p>
---	---

1. 关断 OUTPUT 开关。
2. 关断 POWER 开关。
3. 如图 5-1，移开探测端子的短接线。

4. 如图 5-1，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。

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

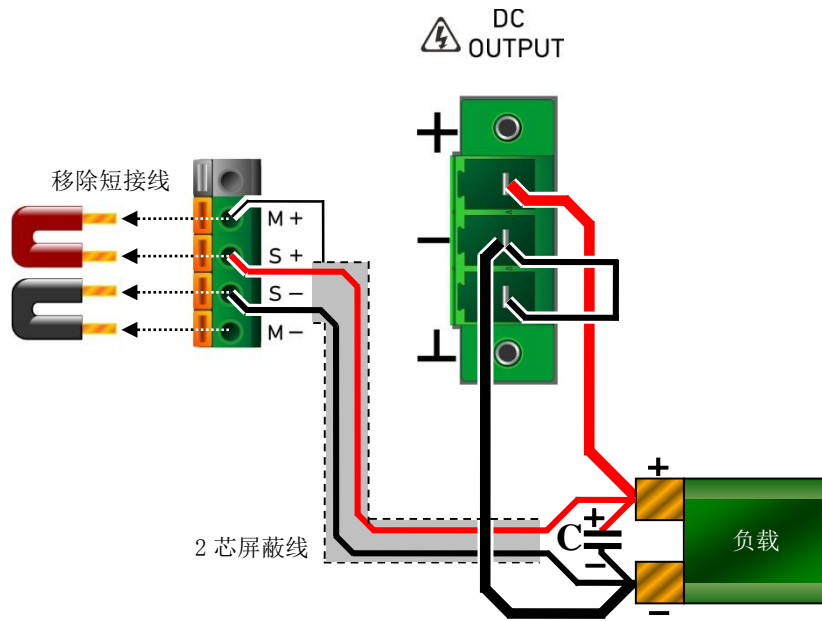


图 5-1 远端补偿接线图

表 5-1 远端补偿检查项目

检查项目	内容
------	----

绝缘	<p>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。</p> <p>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。</p>
安全连接	<p>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。</p>
机械开关	<p>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。</p>
额定电压	<p>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%。</p>
感应屏蔽	<p>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。</p> <p>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。</p>
电解电容的可承载电压	<p>所用的电容需要能够承受电源额定输出电压的 120%。</p>
探测电线的长度	<p>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。</p>
负载脉冲电流	<p>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。</p>



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 IPA 16-30LA 的最大输出电压是 16.48V)。

$V1$: 负载端的电压。

当负载端电压 $V1$ 设为 16 V 时, $\Delta V = 0.24 V$ 。


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。

5.2 模拟信号控制接口

后面板的控制端子排可以执行以下操作：

1. 用模拟信号控制输出
2. 用外部触点控制输出通断（OUTPUT ON/OFF）
3. 用外部触点控制 POWER 脱扣断电
4. 主控、受控电源并联操作
5. 主控、受控电源串联操作
6. 监视输出值

	<p>警告！</p> <p>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。</p>
---	--

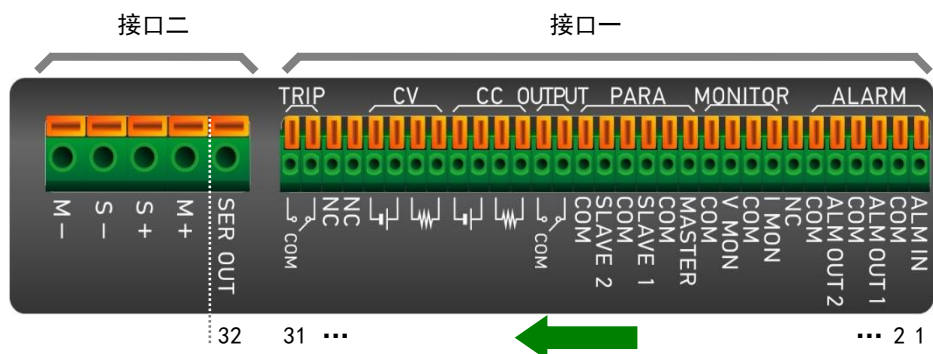



图 5-2 IPA 系列模拟控制接口

表 5-2 模拟控制接口定义说明

编号	信号	方向	描述	面板标识	
1	MASTER ALM IN	输入	主控、受控电源并联 时候的 ALM 信号	ALM IN	ALARM
2	MASTER ALM COM	公共端*		COM	
3	PARALLEL ALM OUT 1	输入/输出 1	主控、受控电源并联 时候的 ALM 信号	ALM OUT 1	
4	PARALLEL ALM COM	公共端*		COM	
5	PARALLEL ALM OUT 2	输入/输出 2	主控、受控电源并联 时候的 ALM 信号	ALM OUT 2	
6	PARALLEL ALM COM	公共端*		COM	
7	NC	无	无	NC	
8	I MONITOR OUT	输出	电流监控输出信号	I MON	MONITOR
9	I MONITOR COM	公共端		COM	
10	V MONITOR OUT	输出	电压监控输出信号	V MON	
11	V MONITOR COM	公共端		COM	
12	MASTER OUT	输出	主控、受控电源并联 时候的主设备信号	MASTER	PARA
13	MASTER COM	公共端		COM	
14	SLAVE 1	输入/输出 1	主控、受控电源并联 时候的从设备信号	SLAVE 1	
15	SLAVE COM 1	公共端 1		COM	
16	SLAVE 2	输入/输出 2	主控、受控电源并联 时候的从设备信号	SLAVE 2	
17	SLAVE COM 2	公共端 2		COM	
18	OUTPUT ON/OFF	输入	OUTPUT ON/OFF 控制 信号		OUTPUT
19	A COM	公共端		COM	
20	CC R CONT IN	输入	外接可调电阻来控制 输出电流		CC
21	CC R CONT OUT	输出			
22	CC V CONT	输入	用外部电压来控制输 出电流		
23	A COM	公共端			
24	CV R CONT IN	输入	外接可调电阻来控制 输出电压		CV
25	CV R CONT OUT	输出			
26	CV V CONT	输入	用外部电压来控制输 出电压		
27	A COM	公共端			
28	NC	无	无	NC	
29	NC	无	无	NC	
30	BREAKER DOWN SIG	输出	POWER 脱扣断电信号		TRIP
31	BREAKER DOWN COM	公共端		COM	
32	SERIES SIG OUT	输出	主控、受控电源串联	SER OUT	

			时候的信号	
--	--	--	-------	--

	<p>注意!</p> <p>编号 2.4.6 的公共端电压与其他公共端电压不同。为了防止错误操作，不要将这几个端子与其他端子相连。</p>
---	--

接口连接说明

表 5-3 模拟控制接口连接说明

接口		接口一	接口二
类型		蝶形弹簧固定式连接器	蝶形弹簧固定式连接器
间距 (mm)		2.54	5.08
导线 (mm ²)	刚性导线	0.14~0.5	0.2~1.5
	柔性导线	0.14~0.5	0.2~1.5
AWG		26~20	24~16

连接所需要的工具

1. 平头螺丝刀。
2. 剥线器。

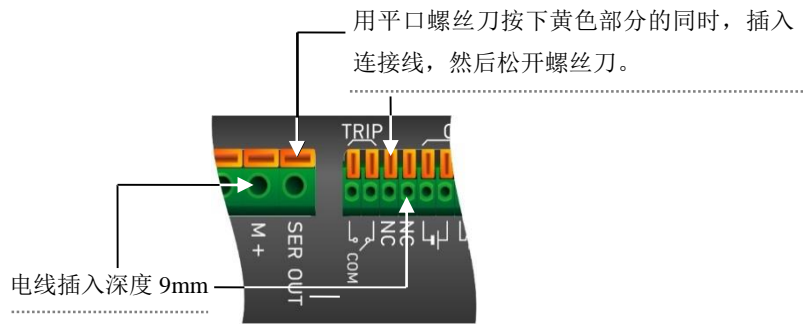



图 5-3 IPA 系列模拟控制接口

5.3 模拟信号的远程控制

本节介绍用模拟信号和外部触点来进行远程控制。

	<p>注意!</p> <p>可以同时进行不同的远程控制模式。但是 CV-R 与 CV-V 或者 CC-R 与 CC-V 不能同时进行。以下组合可以同时进行：</p> <ul style="list-style-type: none"> · CV-R 和 CC-R · CV-R 和 CC-V · CV-V 和 CC-R · CV-V 和 CC-V
---	--

本地/远程开关切换后的重新校准

电源在出厂时设置为前面板操作（本地控制）。当远程控制的时候，电源需要重新校准。电源由远程控制变为本地控制时也需要重新校准。校准的详细步骤请看 6.3。

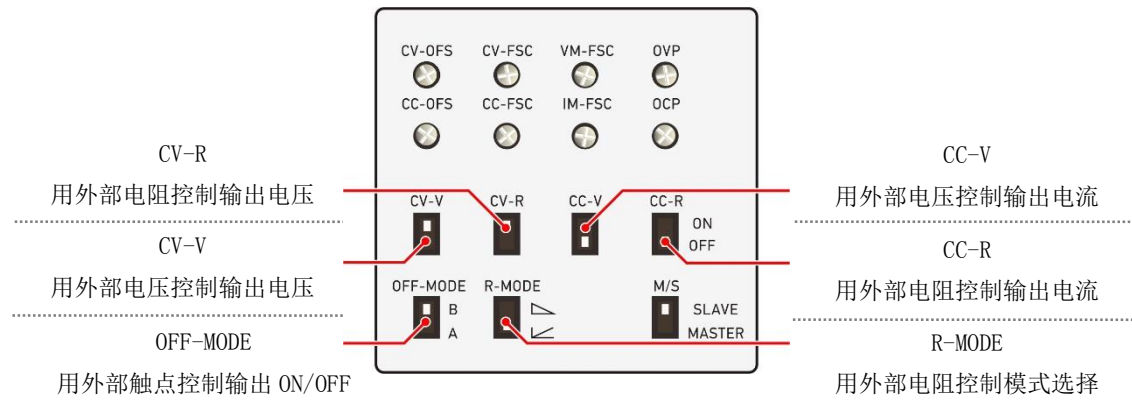


图 5-4 控制开关分布

用外部电阻控制输出的模式

当用外部电阻控制输出电压或者输出电流时可以选择以下两种模式之一。

- 10KΩ→最大输出

该模式下，电流电压随着电阻的增大而增大（外部电阻阻值由 0 变化到 10KΩ，电流电压由 0 变化到额定输出）。

- 10KΩ→零输出

该模式下，电流电压随着电阻的增大而减小（外部电阻阻值由 10KΩ 变化到 0，电流电压由 0 变化到额定输出）。

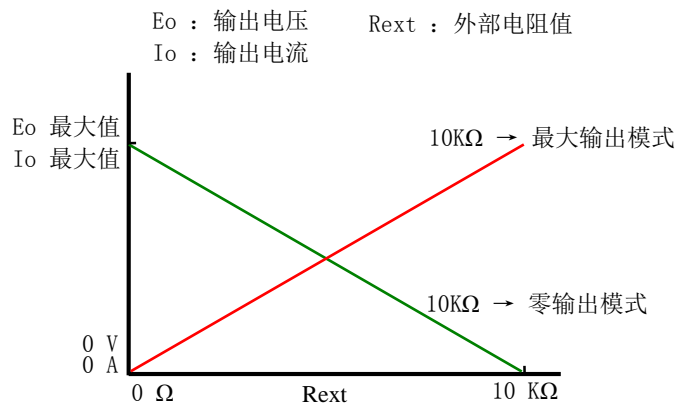




图 5-5 两种模式选择

连接和设置步骤

	<p>注意!</p> <p>可能产生电击，可能导致伤害甚至死亡。给控制端子连线之前请关闭 POWER 开关。</p> <p>可能产生电击或者对内部电路造成损坏。接口板上的公共端子以及连接到控制端子上的电阻、电压源和开关等与电源的输出正极有相同电位。用耐压值大于电源绝缘电压的绝缘物质来进行保护。</p>
---	--

1. 关掉 OUTPUT 开关。
2. 关掉 POWER 开关。
3. 选择控制模式。
4. 参照后面几页的描述的设置和连接步骤并设置控制开关和连接好控制源。
5. 检查控制端子的连接和开关的设置。
6. 执行完上面的设置之后，需要重新校准，详情请看 6.3。

	<p>注意!</p> <p>可能造成负载损坏。操作过程中不要改变控制开关或者连接控制源。确保事先关掉 OUTPUT 开关和 POWER 开关。</p>
---	--

5.3.1 使用外部电阻控制输出电压的连接和设置 (CV-R)

这个模式用 0~10K Ω 的可变电阻器来控制输出电压。

表 5-4 CV-R 控制开关设置

开关	设置	描述
CV-V	OFF	当选择 CV-R 时，该开关必须位于 OFF 位置
CV-R	ON	选择使用外部电阻控制电压输出
CC-V	ON/OFF	当需要控制输出电流时，选择 CC-R 或者 CC-V
CC-R	ON/OFF	
OFF-MODE	A/B	当不用外部接触控制输出开关时请选择 A
R-MODE		选择“10K Ω →零输出”模式
		选择“10K Ω →最大输出”模式

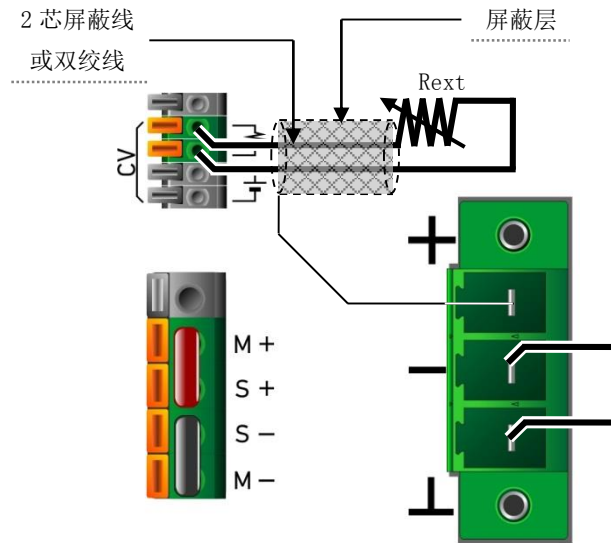


图 5-6 CV-R 连接方式

输出电压 E_o 的计算

“10K Ω →最大输出”模式

$$E_o \approx \frac{E_{rtg} \times R_{ext}}{10000} \quad (V)$$

$$R_{ext} \leq 10000 \quad (\Omega)$$

E_{rtg} : 额定输出电压 (V)


“10K Ω →零输出”模式

$$E_o \approx \frac{10000 - R_{ext}}{10000} \times E_{rtg} \quad (V)$$

表 5-5 CV-R 连接检查

项目	描述
绝缘	<p>外接电阻和与其相连的电缆的绝缘电压应该比电源输出电压更高。详情见 3.6。</p> <p>当选用屏蔽线时,用绝缘电压比电源输出电压更高的绝缘套管保护其裸露部分。</p>
确保连接	<p>当选择 1 “10KΩ→最大输出”模式,如果外接电阻连接不牢固,加到负载端的电压可能会超出设定。将电线与控制接口的端子牢固连接。如果外接电阻有突然中断而导致断路的</p>

	可能，建议选择“10KΩ→零输出”模式。
当外界电阻为固定电阻，用开关来切换电阻值时	负载端可能会被加载过高电压，这取决于开关的时间。因此，使用连续开关。
减小噪声影响	为了最大限度的减小输出的噪声影响，使用双芯屏蔽电缆或者双绞线来连接外部电阻和控制端子。使电线的连接长度尽量短。电线越长噪声影响越大。电线过长的话，即使采用抗噪声的办法，但其作用也会受到限制。当使用屏蔽电缆的时候，将屏蔽层与电源输出的正极相连。
流过外接电阻的电流	外接电阻始终有约为 1mA 的电流流过。请使用具有较好温度系数、老化系数小的并且功率大于等于 1/2W 的金属薄膜电阻或者绕线电阻。

	<p>警告！</p> <p>可能引起内部电路发生电击或者损坏。外接电阻和与其相连的电缆的绝缘电压应该比电源输出电压更高。</p>
---	---

CV-R 控制源

CV-R 控制模式的控制源是外部连接电阻。这种控制源与其他模拟信号控制的组合如下：



表 5-6 模拟控制和控制源的组合

组合	输出电压的控制源	输出电流的控制源
只有 CV-R	外接电阻	电流旋钮
CV-R 和 CC-R		外部电阻
CV-R 和 CC-V		外部电压和电流旋钮

5.3.2 使用外部电压控制输出电压的连接和设置 (CV-V)

该模式下用约为 0-10V 的外部电压来控制输出电压

表 5-7 CV-V 模式控制开关设置

开关	设置	描述
CV-V	ON	选择使用外部电压来控制电压输出
CV-R	OFF	当选择 CV-V 时，该键必须选择 OFF
CC-V	ON/OFF	当需要控制输出电流时，选择 CC-R 或者 CC-V
CC-R	ON/OFF	
OFF-MODE	A/B	当不用外部触点控制 OUTPUT 开关时请选择 A
R-MODE		只选择 CV-V 时，这个设定是任意的。
		当要用 CC-R 时，按使用要求选择这个模式。

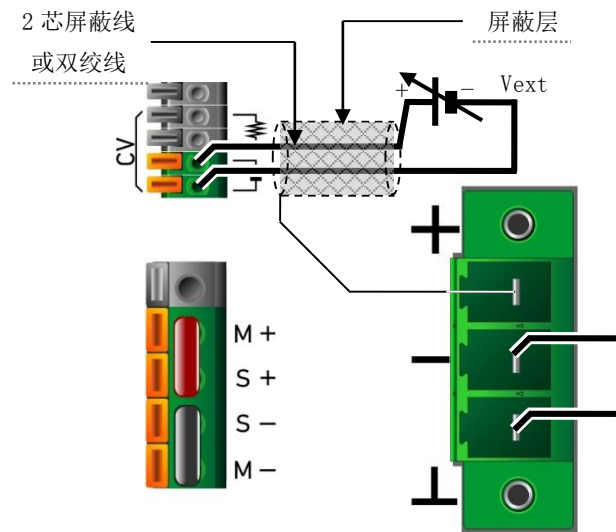


图 5-7 CV-V 连接方式

输出电压 E_o 的计算

$$E_o \approx \frac{E_{rtg} \times V_{ext} \times \alpha}{10} \quad (V)$$

$$0 \leq V_{ext} \leq 10.3 \quad (V)$$

E_{rtg} : 额定输出电压 (V)

α : 由电压旋钮位置决定的系数, 取值在 0-1 之间。

一直逆时针旋转电压旋钮 $\alpha = 0$

一直顺时针旋转电压旋钮 $\alpha = 1$



提示!

- 顺时针旋转电压旋钮到底。


在 CV-V 模式下, 可以用电压旋钮来调节输出电压与外部输入控制电压 V_{ext} 的比值。因此, 电压旋钮必须顺时针旋转到底才能

	<p>使得外部控制电压能够达到额定输出电压。</p> <ul style="list-style-type: none"> · 为了固定面板设定的电压，可用提供的保护帽来保护。
--	---

表 5-8 CV-V 连接检查

项目	描述
绝缘	<p>外接电阻和与其相连的电缆的绝缘电压应该比电源输出电压更高。详情见 3.6。</p> <p>当选用屏蔽线时，用绝缘电压比电源输出电压更高的绝缘套管保护其裸露部分。</p>
安全连接	<p>如果外部电压源连接变松，外部噪声可能导致错误操作。确保将控制接口的端子和电线牢固连接。</p>
外部控制电压极性	<p>不要让加载到控制接口的 26 号和 27 号端子上的电压超过 10.3V，并且不要让电流反向。可能对电源造成损坏。</p>
与电压旋钮的关系	<p>在 CV-V 模式下，可以用电源旋钮来调节输出电压与外部输入控制电压 V_{ext} 的比值。因此，电压旋钮必须顺时针旋转到底才能使得外部控制电压能够控制电源输出额定电压值。</p>

	为了固定面板上已经设定好的电压，可以用保护帽来保护。
减小噪声干扰	为了最大限度的减小输出的噪声影响，使用双芯屏蔽电缆或者双绞线来连接外部电压和控制端子。电缆的连接长度应尽量短。电缆越长噪声影响越大。电缆过长的话，即使采用抗噪声的办法，这类操作的作用也会受到限制。当使用屏蔽电缆的时候，将屏蔽层与电源输出的正极相连。如果屏蔽层需要连接到外部控制电压端，参考后面“将屏蔽层连接到外部控制电压端”部分。
输入阻抗	控制接口的 26 号和 27 号端子的输入阻抗约为 10 KΩ
为 Vext 选择稳定的电压源	用低噪声和稳定的电压源作为 Vext。Vext 的噪声会被乘以放大因子而加载到输出端。所以，输出的纹波参数可能与电源标称的参数不符。

	<p>警告!</p> <p>可能引起内部电路发生电击或者损坏。外接电压和与其相连的电缆应该有比电源输出电压更高的绝缘强度。另外，让外部电压源的输出不要接地，处于悬浮状态。</p>
---	--

CV-V 控制源


CV-V 控制模式的控制源是一个外部电压。这个控制源与其他模拟控制的组合描述如下。

表 5-9 CV-V 控制组合

组合	输出电压的控制源	输出电流的控制源
只有 CV-V	外接电压	电流旋钮
CV-V 和 CC-R		外部电阻

CV-V 和 CC-V		外部电压和电流旋钮
-------------	--	-----------

将屏蔽电缆的屏蔽层连接到外部控制电压端

	<p>注意!</p> <p>短路可能造成内部电路的损坏。如果将屏蔽电缆的屏蔽层连接到外部控制电压端，则不要将屏蔽电缆的屏蔽层连接到电源输出端。</p>
---	--

当使用屏蔽电缆的时候，有些情况需要将屏蔽电缆的屏蔽层连接到外部控制电压端。此时，电源和外部控制电压的同时接地会造成电源的输出短路。因此，不要将屏蔽电缆的屏蔽层连接到电源输出端。

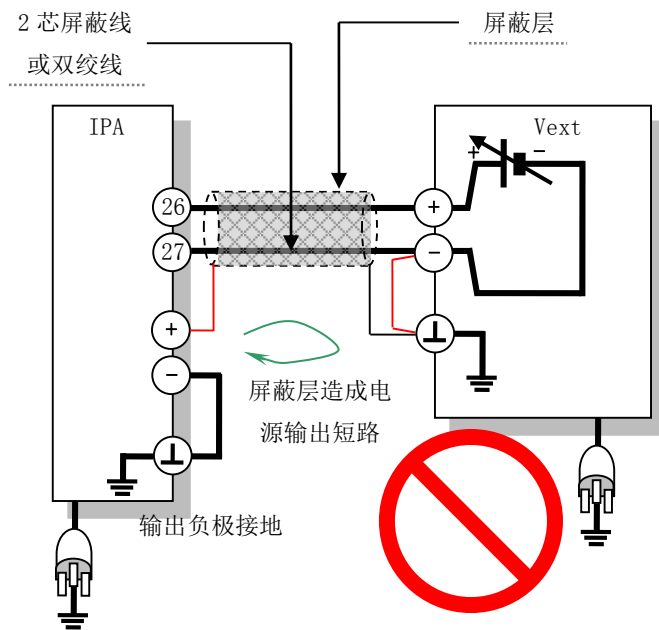


图 5-8 错误连接方式

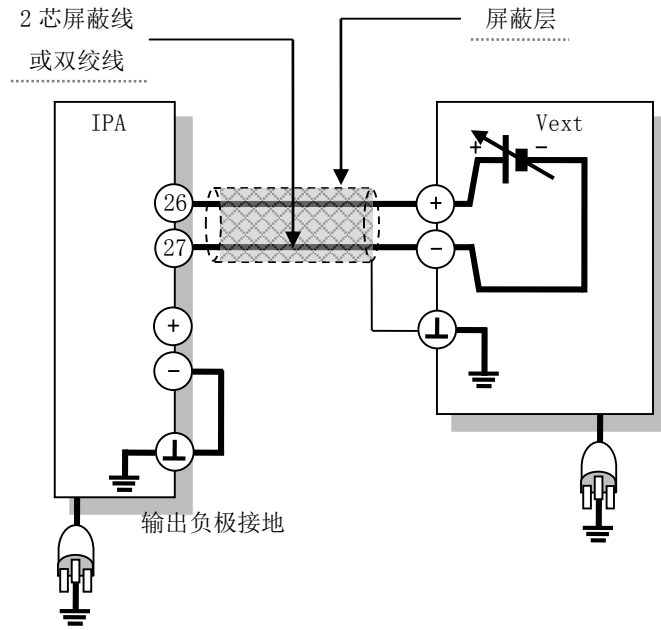



图 5-9 正确连接方式

	<p>警告!</p> <p>短路可能造成内部电路的损坏。让外部电压源的输出不要接地，处于悬浮状态。由于控制接口的 26 号和 27 号端子的电位基本与电源的输出正极相同，即使不用屏蔽，短路电流也会流过信号线。</p>
--	---

5.3.3 使用外部电阻控制输出电流的连接和设置 (CC-R)

这个模式用 0-10KΩ 的外部电阻来控制输出电流。

表 5-10 CC-R 控制开关设置

开关	设置	描述
CV-V	ON/OFF	当需要控制输出电压时，选择 CV-R 或者 CV-V。
CV-R	ON/OFF	
CC-V	OFF	当选择 CC-R 时，该键必须位于 OFF 位置

CC-R	ON	选择使用外部电阻来控制电流输出
OFF-MODE	A/B	当不用外部触点控制输出开关时请选择 A
R-MODE		选择“10KΩ→零输出”模式
		选择“10KΩ→最大输出”模式

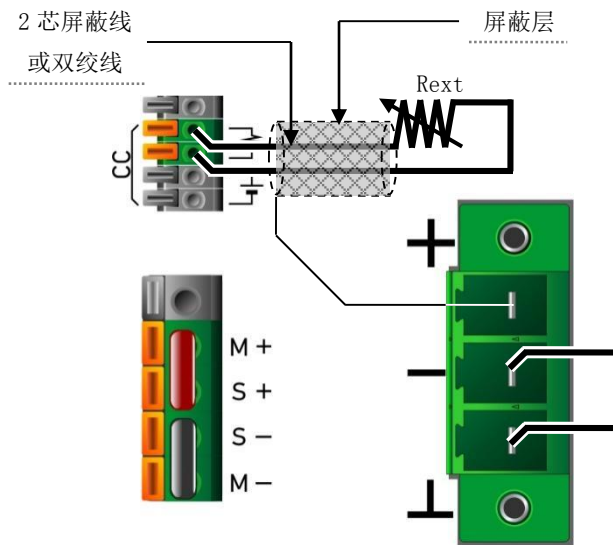


图 5-10 CC-R 连接方式

输出电压 I_o 的计算

“10KΩ→最大输出”模式

$$I_o \approx \frac{I_{rtg} \times R_{ext}}{10000} \quad (A)$$

$$R_{ext} \leq 10000 \quad (\Omega)$$


I_{rtg} : 额定输出电流 (A)

“10KΩ→零输出”模式

$$I_o \approx \frac{10000 - R_{ext}}{10000} \times I_{rtg} \quad (A)$$

表 5-11 CC-R 连接检查表

项目	描述
绝缘强度	<p>外接电阻和与其相连的电缆的绝缘电压应该比电源输出电压更高。详情见 3.6。</p> <p>当选用屏蔽线时,用绝缘电压比电源输出电压更高的绝缘套管保护其裸露部分。</p>
安全连接	<p>选择“10KΩ→最大输出”模式,如果外接电阻连接的不紧,加到负载端的电压可能会超出设定。如果外接电阻连接回路有断路的可能,建议选择“10KΩ→零输出”模式。</p>
当外界电阻为固定电阻,用开关来切换电阻值时	<p>负载端可能会被加载过高的电压,这取决于开关的时间。因此,应使用连续开关。</p>
减小噪声影响	<p>为了最大限度的减小输出的噪声影响,使用双芯屏蔽电缆或者双绞线来连接外部电阻和控制端子。电缆的连接长度尽量短。电缆越长噪声影响越大。电缆过长的话,即使采用抗噪声的办法,其作用也会受到限制。当使用屏蔽电缆的时候,将屏蔽层与电源输出的正极相连。</p>
流过外接电阻的电流	<p>外接电阻始终有约为 0.1mA 的电流流过。请使用有较好温度系数、老化系数小的且功率大于等于 1/2W 的金属薄膜电阻或者绕线电阻。</p>

	<p>警告!</p> <p>可能引起内部电路发生电击或者损坏。外接电阻和与其相连的电缆应该有比电源输出电压更高的绝缘强度。</p>
---	--

CC- R 控制源

CC-R 控制模式的控制源是外部连接电阻。这种控制源与其他模拟信号控制的组合如下:

表 5-12 模拟控制和控制源的组合

组合	输出电流的控制源	输出电压的控制源
只有 CC-R	外接电阻	电压旋钮
CC-R 和 CV-R		外部电阻
CC-R 和 CV-V		外部电压和电压旋钮

5.3.4 使用外部电压控制输出电流的连接和设置 (CC-V)

该模式下用约为 0-10V 的外部电压来控制输出电流

表 5-13 CC-V 开关设置

开关	设置	描述
CV-V	ON/OFF	当需要控制输出电压时，选择 CV-R 或者 CV-V。
CV-R	ON/OFF	

CC-V	ON	选择使用外部电压来控制电流输出。
CC-R	OFF	当选择 CC-V 时，开关位于 OFF 位置。
OFF-MODE	A/B	当不用外部触点控制输出开关时请选择 A。
R-MODE		只选择 CC-V 模式，此设置任意选择。如果同时选择 CV-R，按使用要求选择这个模式。

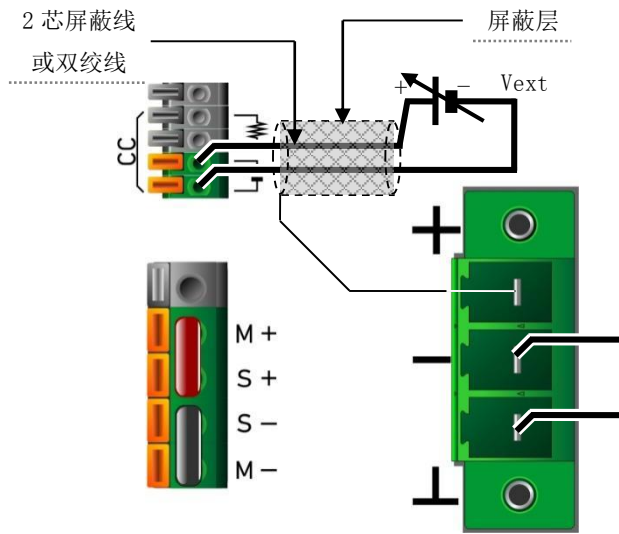


图 5-11 CC-V 连接方式

输出电压 I_o 的计算

$$I_o \approx \frac{I_{rtg} \times V_{ext} \times \beta}{10} \quad (A)$$

$$0 \leq V_{ext} \leq 10.3 \quad (V)$$

I_{rtg} : 额定输出电流 (A)

β : 由电流旋钮位置决定的系数, 取值在 0~1 之间。

一直逆时针旋转电流旋钮 $\beta = 0$

一直顺时针旋转电流旋钮 $\beta = 1$



提示!

顺时针旋转电流旋钮到底。在 CC-V 模式下, 可以用电流旋钮来调节输出电流与外部输入控制电压 V_{ext} 的比值。因此, 电流旋钮必须顺时针旋转到底才能使得外部控制电压能够控制电源输出额定电压。

为了固定面板设定的电流, 可用提供的保护帽来保护。



警告!

可能引起内部电路发生电击或者损坏。外接电压和与其相连的电缆应该有比电源输出电压更高的绝缘强度。另外, 让外部电压源的输出不要接地, 处于悬浮状态。

表 5-14 CC-V 连接检查表

项目	描述
绝缘	<p>连接外接电压和电源的电缆的绝缘电压应该比电源输出电压更高。详情见 3.6。</p> <p>当选用屏蔽线时，用绝缘电压比电源输出电压更高的绝缘套管保护其裸露部分。</p>
安全连接	<p>如果外部电压源连接变松，外部噪声可能导致错误操作。确保将控制接口的端子和电线进行牢固连接</p>
Vext 极性	<p>不要让加载到控制端子上 22 号 23 号端子的电压超过 10.3V，并且不要让电压反向。否则可能对电源造成损伤。</p>
与 电 流 旋 钮 的 关 系	<p>在 CC-V 模式下，可以用电流旋钮来调节输出电流与外部输入控制电压 Vext 的比值。因此，电流旋钮必须顺时针旋转到底才能使得外部控制电压能够控制电源输出额定电压。</p> <p>为了固定面板设定的电流，可用提供的保护帽来保护。</p>
减 小 噪 声 干 扰	<p>为了最大限度的减小输出的噪声影响，使用双芯屏蔽电缆或者双绞线来连接外部电压和控制端子。电缆的连接长度应尽量短。电缆越长噪声影响越大。电缆过长的话，即使采用抗噪声的办法，这类操作的作用也会受到限制。当使用屏蔽电缆的时候，将屏蔽层与电源输出的正极相连。如果屏蔽层需要连接到外部控制电压端，参考后面“将屏蔽层连接到外部控制电压端”部分。</p>
输入阻抗	<p>控制接口的 22 号和 23 号端子的输入阻抗约为 10 KΩ</p>
为 Vext 选 择 稳 定 的 电 压 源	<p>用低噪声和稳定的电压源作为 Vext。Vext 的噪声会被乘以电源放大因子而加载到输出端。所以，输出的纹波参数可能与电源标称的参数不符。</p>


CC-V 控制源

CC-V 控制模式的控制源是一个外部电压源。这个控制源与其他模拟控制的组合描述如下。

表 5-15 模拟控制和控制源的组合

组合	输出电流的控制源	输出电压的控制源
只有 CC-V	外接电压	电压旋钮
CC-V 和 CV-R		外部电阻
CC-V 和 CV-V		外部电压和电压旋钮

将屏蔽电缆的屏蔽层连接到外部控制电压端

	<p>注意!</p> <p>短路可能造成内部电路的损坏。如果将屏蔽电缆的屏蔽层连接到外部控制电压端，不要将屏蔽电缆的屏蔽层连接到电源输出端。。</p>
---	--

当使用屏蔽电缆的时候，有些情况需要将屏蔽电缆的屏蔽层连接到外部控制电压端。此时，电源和外部控制电压的同时接地方法会造成电源的输出短路。因此。不要将屏蔽电缆的屏蔽层连接到电源输出端。

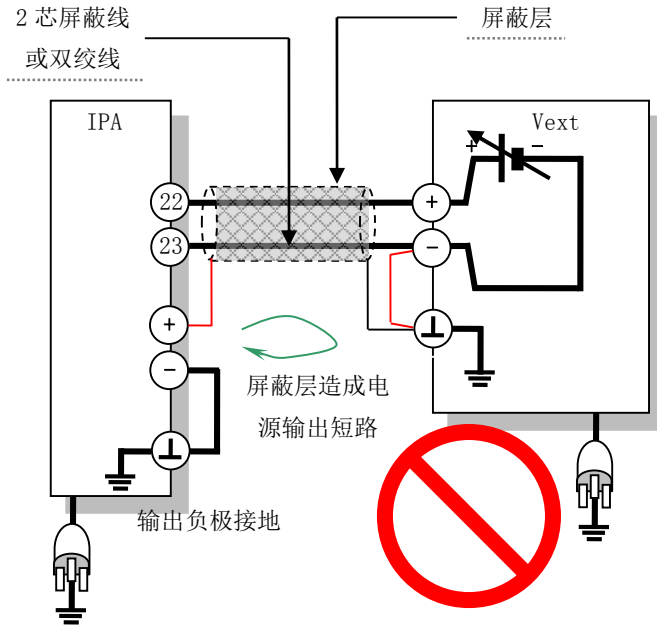


图 5-12 错误连接方式

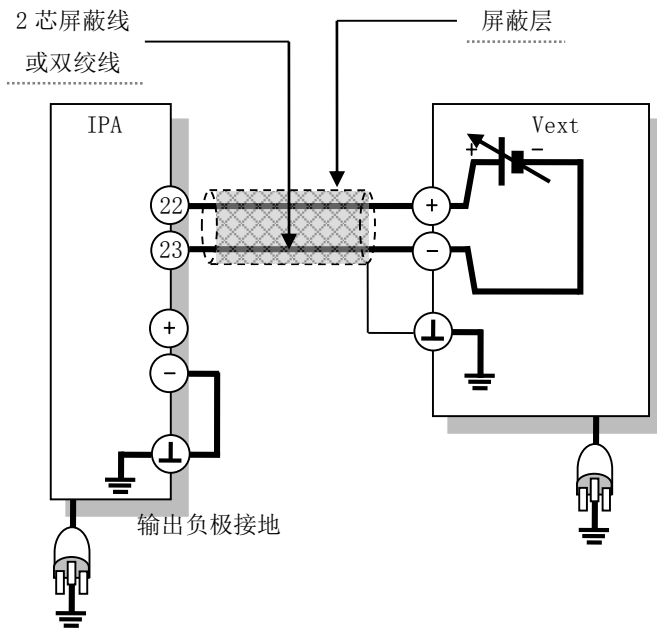


图 5-13 正确连接方式



警告!

短路可能造成内部电路的损坏。让外部电压源的输出不要接地，处于悬浮状态。由于控制接口的 22 号和 23 号端子的电位基本与电源的输出正极相同，即使不用屏蔽，短路电流也会流过信号线。

5.3.5 使用外部触点来控制 OUTPUT ON/OFF 的连接和设置

这个模式用外部触点来控制输出的通断。有两种模式可以选择。

表 5-16 用外部触点来控制输出开关的通断

控制模式	描述
A 模式	当外部触点闭合时输出关断的模式
B 模式	当外部触点闭合时输出打开的模式

前面板的输出控制开关一直有效，并且其关断优先。因此，为了用外部触点来控制电源的输出，前面板的输出控制开关必须打开。

表 5-17 开关设置和输出状态

控制模式	前面板的 OUTPUT	外部触点	OUTPUT 状态
A mode (OFF-MODE 开关位于 A 位置)	ON	ON(闭合)	OFF
		OFF(断开)	ON
	OFF	ON(闭合)	OFF
		OFF(断开)	OFF
B mode (OFF-MODE 开关位于 B 位置)	ON	ON(闭合)	ON
		OFF(断开)	OFF
	OFF	ON(闭合)	OFF
		OFF(断开)	OFF



	<p>提示!</p> <p>当不用外部触点来控制输出通断时，将 OFF-MODE 设为 A。否则前面板的输出控制键将不能控制输出通断。</p>
---	--

表 5-18 OUTPUT ON/OFF 开关设置

开关	设置	描述
CV-V	ON/OFF	当需要控制输出电压时，选择 CV-R 或者 CV-V。
CV-R	ON/OFF	
CC-V	ON/OFF	当需要控制输出电流时，选择 CC-R 或者 CC-V。
CC-R	ON/OFF	
OFF-MODE	A	当外部触点闭合时输出关断的模式
	B	当外部连接闭合时输出打开的模式
R-MODE		当同时或单独使用 CV-R 或 CC-R 功能时，选择这个模式

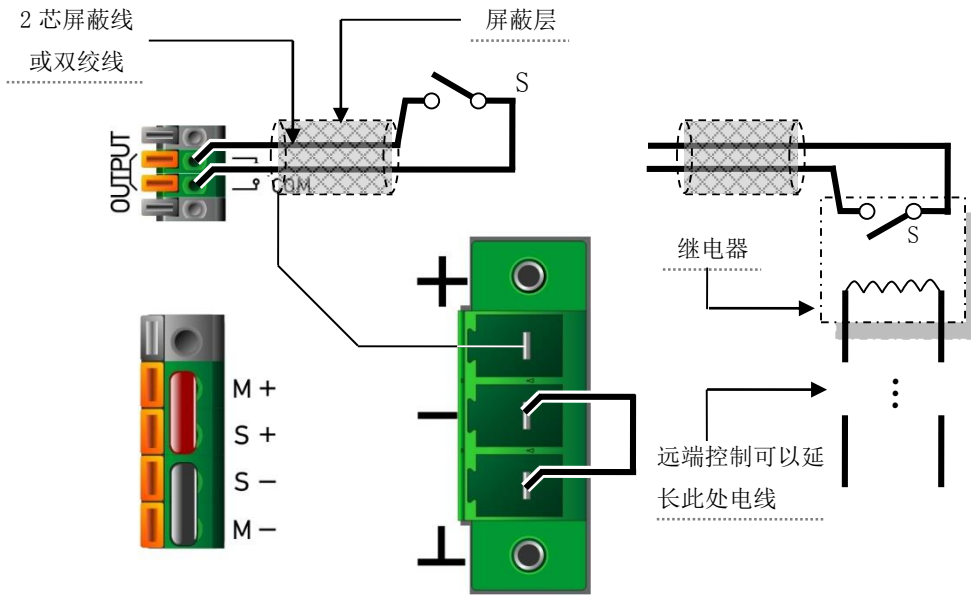


图 5-14 CC-V 连接方式


	<p>警告!</p> <p>可能引起内部电路发生电击或者损坏。外接接触器和与其相连的电缆绝缘强度应该比电源输出电压更高。</p>
---	---

表 5-19 OUTPUT ON/OFF 连接检查表

项目	描述
绝缘	<p>连接外接电压和电源的电缆的绝缘电压应该比电源输出电压更高。详情见 3.6。</p> <p>当选用屏蔽线时，用绝缘电压比电源输出电压更高的绝缘套管保护其裸露部分。</p>
当输出关断时的负电压	<p>当输出被关断时会产生约 0.1V 的反向电压，因此会产生约 10mA 量级的反向电流。</p>
减小噪声影响	<p>为了最大限度的减小输出的噪声影响，使用双芯屏蔽电缆或者双绞线来连接外部控制和控制端子。电缆的连接长度应尽量短。电缆越长噪声影响越大。电缆过长的话，即使采用抗噪声的办法，这类操作的作用也会受到限制。当使用屏蔽电缆的时候，将屏蔽层与电源输出的正极相连。</p>
用到的端子的电位	<p>控制端子排的 19 号端子是控制电路的公共端。在电源内部，它与+S 相连。</p>
外部触点的性能	<p>控制接口的 18 号和 19 号端子间的开路电压约为 5V，短路电流约为 1.5mA。请使用额定电压大于 10VDC，额定电流大于 10mA 的触点。</p>
长距离连线的办法	<p>当连线的长度非常长的时候，使用一个继电器并把继电器的线包端延伸。</p>

5.3.6 使用外部触点来控制电源脱扣的连接和设置 (TRIP)

当发生故障时，可以用外部触点让电源开关脱扣。当外部触点闭合时，电源的 POWER 开关被断开。

当需要重新打开电源开关时，排除引起外部触点闭合的原因，等待约 60s 后再打开电源开关。当使用类似电池有储能作用的负载时，应该考虑到流入电源的反向电流。详情见 3.3.3。

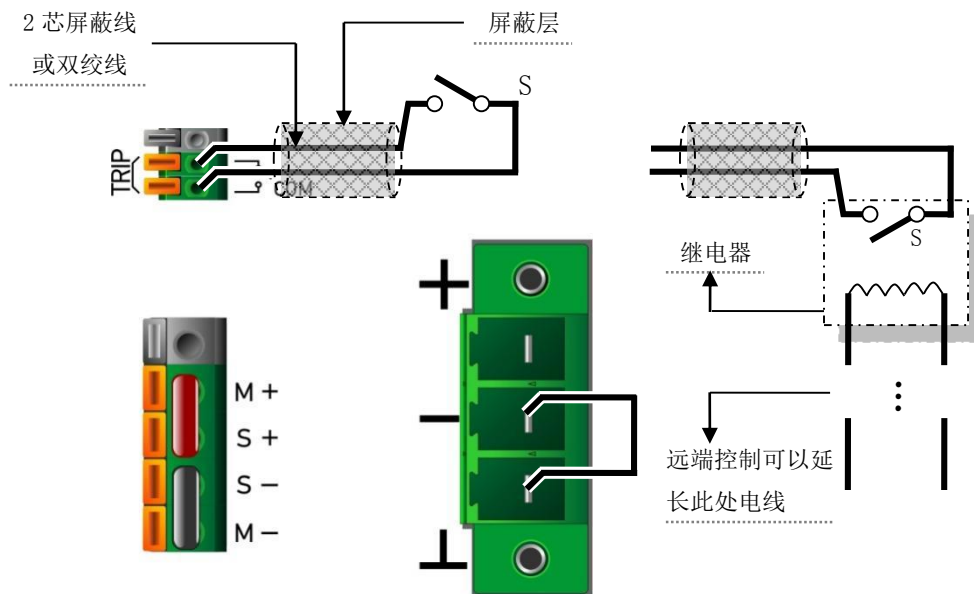


图 5-15 CC-V 连接方式


	<p>警告!</p> <p>可能引起内部电路发生电击或者损坏。外接接触器和与其相连的电缆绝缘强度应该比电源输出电压更高。</p>
---	---


表 5-20 TRIP 连接检查表

项目	描述
绝缘	<p>外部触点和与其相连的电缆绝缘电压应比电源输出电压更高。详情见 3.6。</p> <p>当选用屏蔽线时,用绝缘电压比电源输出电压更高的绝缘套管保护其裸露部分。</p>
减小噪声影响	<p>为了最大限度的减小输出噪声,使用双芯屏蔽电缆或者双绞线来连接外部接触器和控制端子。电缆的连接长度尽量短。</p>
接口端子的电势	<p>控制接口的的 31 号端子是控制电路的公共端。它与其他控制端子和输出端子绝缘。</p>
接触器	<p>控制端子的 30 号和 31 号端子间的开路电压约为 5 V, 短路电流约为 1.5 mA。请使用额定电压大于 10 VDC, 额定电流大于 10 mA 的接触器。</p>
长距离连线的办法	<p>当连线的长度非常长的时候,使用一个小型继电器并把继电器的线包端延伸。</p>

5.4 主控、受控电源并联操作

为了增加电流容量一台主控电源上可以并联两台受控电源，在主控、受控电源并联操作中，并联电源的总输出可以由主电源控制。

当使用主控、受控电源并联操作时，负载端需要连接一个电解电容。

	<p>注意！</p> <p>将几台额定输出不同的电源连接在一起会产生故障。只有同一系列的相同额定输出的电源可以进行并联。</p> <p>将电源并联时一定要进行主控、受控电源并联操作，简单的将电源并联会引起故障。</p>
---	--

主控、受控电源并联操作中 OVP/OCP 脱扣点的设置

当使用主控、受控电源并联操作时，除了主控电源外，一定要为受控电源设置 OVP 脱扣点。将受控电源的 OVP 脱扣点设置得比主控电源大 1%，但是，设置值不能超过额定输出的 103%。

用类似的方法设置 OCP 脱扣点。

由于设置时的错误的的影响，受控电源的保护电路可能先于主控电源启动脱扣。OVP/OCP 的脱扣操作如表 5-21 所示。

表 5-21 保护电路脱扣的操作

先启动脱扣的电源	操作
主控电源	只关断主控电源的 POWER 开关来关断输出。
受控电源	通过全部关断主控电源和受控电源的 POWER 开关来关断输出。



注意!

可能烧毁负载。确保安全连接控制线。如果控制线变松即使受控电源的保护电路启动保护，主控电源的 POWER 开关也不会断开。

连接和设置步骤

1. 关断所有电源的 OUTPUT 开关。
2. 关断所有电源的 POWER 开关。
3. 选择主控电源。
4. 在可控电源和受控电源上设置 OVP 脱扣点。

将受控电源的 OVP 脱扣点值设置得比主控电源大 1%，但是，设置值不能超过额定输出的 103%。

5. 在可控电源和受控电源前面板上设置 M/S 开关。如图 5-16。
6. 如图 5-17 连接主控、受控电源电源。
7. 如有需要，在负载端连接一个容值在 100~100000 uF 的电解电容。



警告!

选择相对于额定电流有足够电流容量的电缆。


	<p>注意!</p> <ul style="list-style-type: none"> · 用相同长度和厚度的电缆来连接每个电源和负载。否则，每个电源的输出电流将不一致。 · 确保电缆的连接安全，比如用压接的方式。 · 电源间要有足够的空间，不要将电源重叠。
---	---



图 5-16 主控、受控电源并联设置

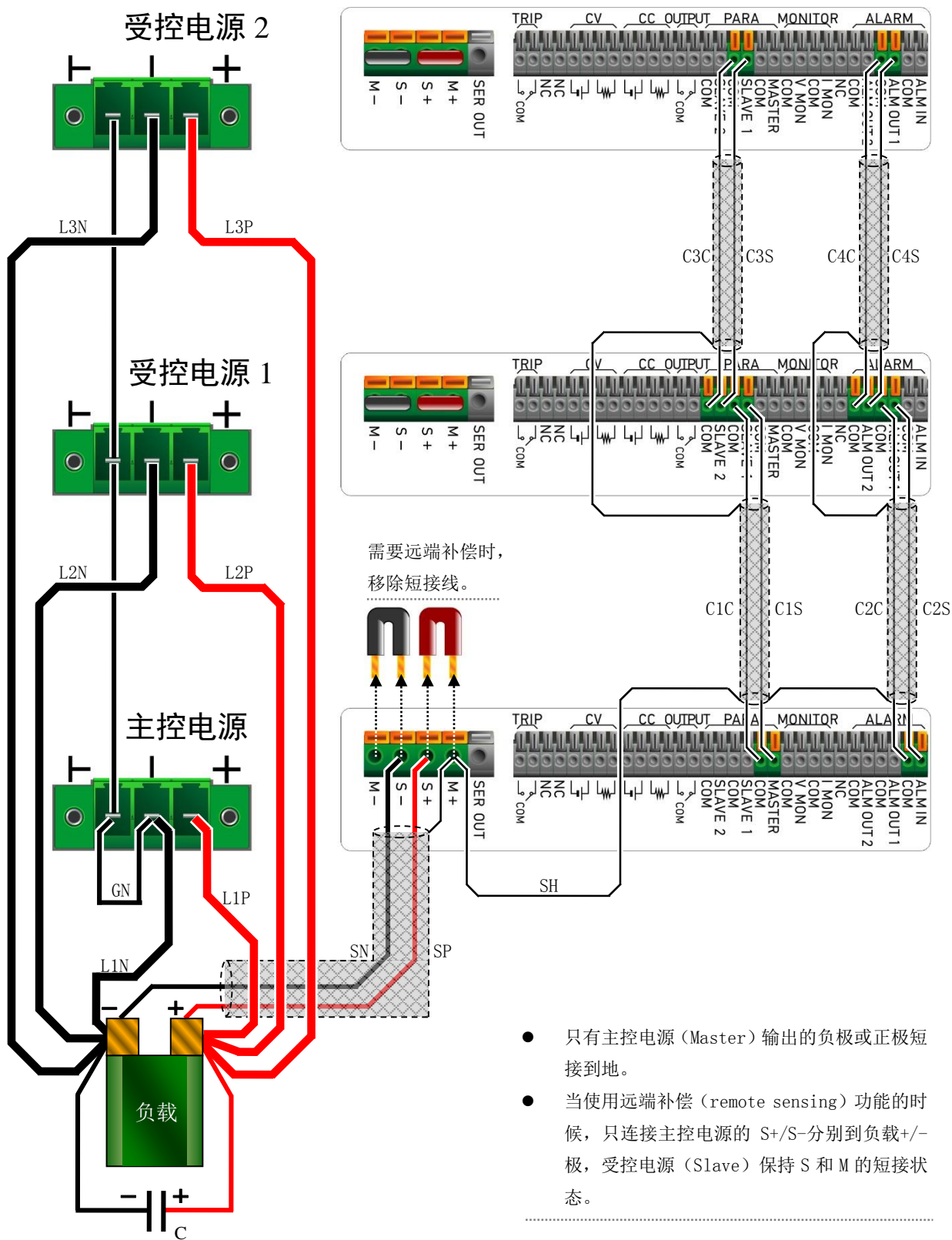


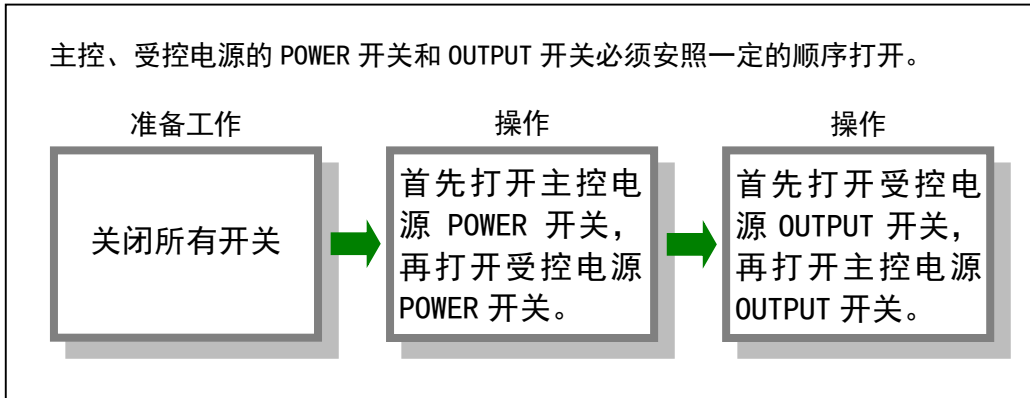
图 5-17 主控、受控电源并联电缆连接


表 5-23 主控、受控电源并联操作连接检查表

项目	描述
负载电缆	所选电缆应该相对于额定输出电流有足够的电流容量。连接每台电源和负载的电缆应该有相同长度，否则，每台电源的输出电流会不一致。
安全连接	确保电源与负载的电缆连接牢固，比如选择压接方式。
电缆长度	如果连接负载的电缆长度大于 3 米，由电缆的自感应和电容效应引起的相移将不能忽略，有可能因此产生振荡。此时，负载端连接的电容 C 将起到抑制振荡的作用。
电解电容的承载电压	负载端连接的电容的电压承受能力应该大于电源额定电压的 120%。
减小噪声影响	<p>为了最大限度的减小输出噪声，使用双芯屏蔽电缆或者双绞线来连接外部接触器和控制端子。</p> <p>噪声的敏感度随着电缆的长度的增加而增加。如果电缆长度过长，即使采用了抗干扰的办法也可能影响正常工作。</p> <p>当使用屏蔽电缆的时候，将主、从电源间的屏蔽电缆的屏蔽层连接到主电源的输出正极。将从电源间的屏蔽电缆的屏蔽层连接到主控、受控电源电源间的屏蔽电缆的屏蔽层上。</p>
绝缘	使用屏蔽电缆连接时，用绝缘电压大于电源的额定输出电压的绝缘套管保护屏蔽电缆裸露的部分。
当使用远端补偿时	当主控、受控电源并联使用远端补偿时，只连接主电源的电压探测端子。
安装空间	给电源留足够的空间，不要将电源堆叠放置。

开始并联操作

步骤浏览



	<p>注意!</p> <p>当开始主控、受控电源并联操作时，请遵循以下操作。由于受控电源受主控电源的控制，不恰当的操作可能导致受控电源输出最大输出电压。</p>
---	---

1. 关断所有电源的 OUTPUT 开关。
2. 打开主控电源的 POWER 开关。
3. 打开受控电源的 POWER 开关。
4. 顺时针旋转受控电源的电流和电压旋钮到底。

如果受控电源的输出设置没有达到最大，受控电源的输出将无法跟随主控电源的输出。

5. 按下主控电源 SET 键的同时，设置输出电流和电压。

实际输出的电流是主控电源的电流输出设置值乘以并联电源的数量。

6. 打开受控电源的 OUTPUT 开关。

受控电源的控制面板上的 CC 灯点亮，表示电源工作在恒流模式。

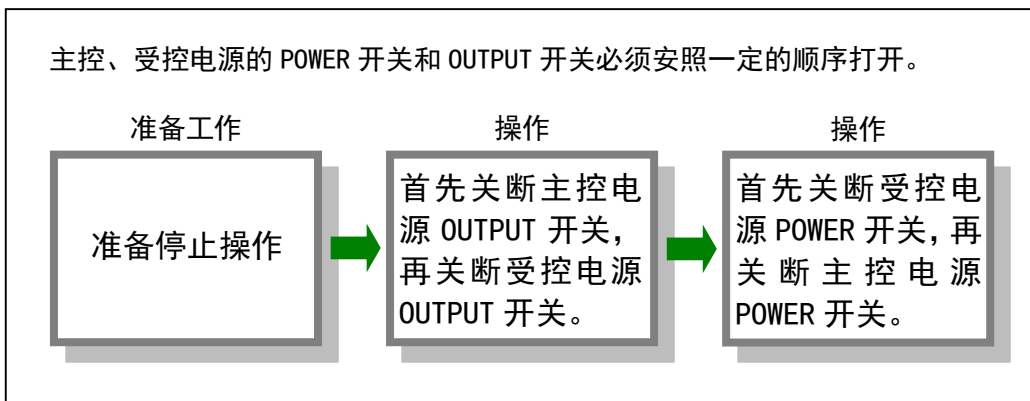
7. 打开主控电源的输出开关。


主控电源的控制面板上的 CV 灯亮起，表示电源工作在恒压模式。

受控电源的电压和电流和主控电源的显示一样，显示的电流之和将流过负载。

停止并联操作

步骤浏览



	<p>注意!</p> <p>当停止并联操作时，请遵循以下步骤。如果在并联操作进行的时候主控电源的电源开关先于受控电源断开，受控电源将可能输出最大电压值。</p>
---	---

1. 关断主控电源 OUTPUT 开关。
2. 关断受控电源 OUTPUT 开关。
3. 关断受控电源 POWER 开关。
4. 关断主控电源 POWER 开关。

5.5 主控、受控电源串联操作

最多两台受控电源可以串联连接到主控电源上以增加输出电压。在可控、受控电源串联操作中，总的输出电压由主控电源来控制。



警告！

注意串联的最大受控电源数量。如果串联的输出最大电压超出绝缘电压，可能产生电击。

160V 主控电源只能串联一台受控电源。

250V 电源不能进行串联操作。



注意！

同一系列的相同型号电源才可以串联，否则会发生故障。

需要串联电源时请执行可控、受控电源串联电源操作，不能简单的相连。

当执行可控、受控电源串联操作时，输出的上升沿时间将根据串联电源的数量而延长，因为可控、受控电源电源是依次上电的。如果上升波形会有问题，请选择更高电压的电源。

**提示!**

连接电缆要尽量粗和尽量短。如果输出电缆上的压降太大，不同电源的电位和负载的电压波动将变大。

主控、受控电源串联操作的 OVP/OCP 脱扣点设置

当使用串联操作时，除了主控电源外请在受控电源上也要设置 OVP 脱扣点。并且受控电源的 OVP 脱扣点的值要比主控电源设置的大 1%。依照同样的方法设置 OCP 脱扣点。

表 5-24 保护电路跟踪操作

先启动脱扣的电源	操作
主控电源	只有主控电源的 POWER 开关来关断输出。
受控电源	只有受控电源的 POWER 开关来关断输出。

连接和设置步骤：


- 1、关断所有电源的 OUTPUT 开关。
- 2、关断所有电源的 POWER 开关。
- 3、选择主控电源。
- 4、在 主控电源和受控电源上设置 OVP/OCP 脱扣点。


受控电源的 OVP/OCP 脱扣点的值要比主控电源设置的大 1%。

- 5、在 主控、受控电源上按照图 5-18 设置 CV-V 开关。

在 主控、受控电源串联设置操作中，所有电源的 M/S 开关不会用到。所有电源的 M/S 开关都设置到 MSTER 处。

- 6、连接 主控、受控电源如图 5-19 所示。

	<p>警告!</p> <p>用有足够电流容量的电缆连接。</p>
---	---

	<p>注意!</p> <ul style="list-style-type: none"> · 确保安全连接，比如用压接的方式。 · 电源之间要有足够的空间，严禁堆叠放置。 · 将电源的负极或者正极用短接线与机壳连接。
---	---

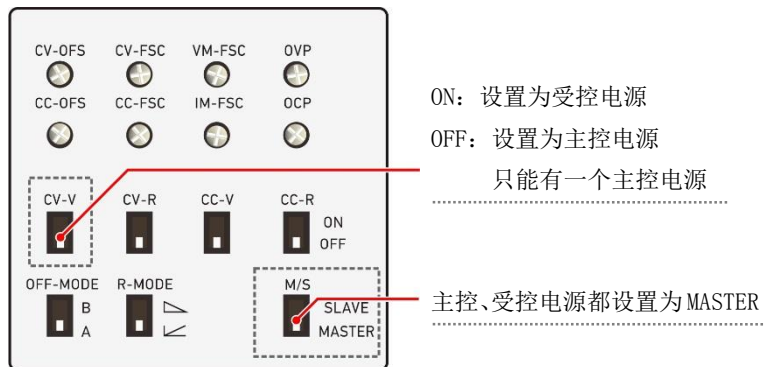


图 5-18 主控、受控电源串联设置

表 5-25 主控、受控电源串联操作连线表

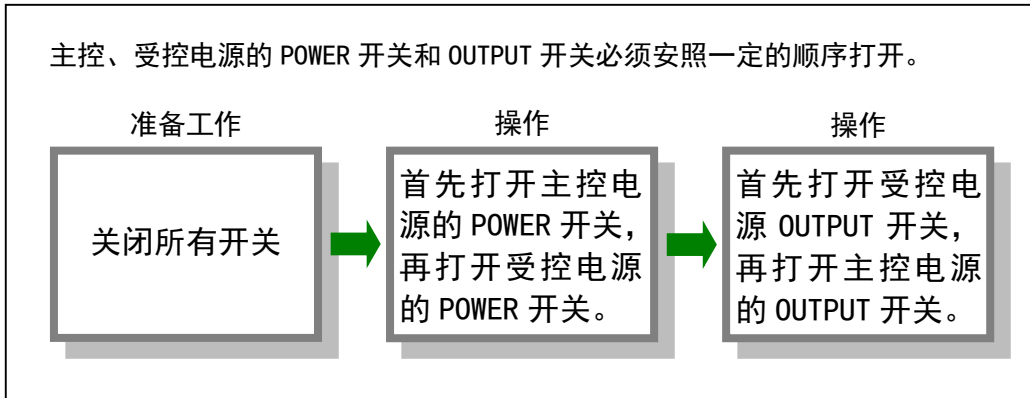
连接电缆名称	主控电源接口端子		受控电源 1 接口端子		受控电源 2 接口端子		负载端子	提示
控制电缆	C1	32 号 (SER OUT)	↔	26 号 (CV-V)				
	C2			16 号 (SER OUT)	↔	14 号 (CV-V)		
	SH	M+或者输出正极	↔	C1 的屏蔽层	↔	C2 的屏蔽层		屏蔽电缆。
负载电缆	L1	输出正极	←————→				输入正极	尽量使用相同材质和长度的负载电缆。
	L2	输出负极	↔	输出正极				
	L3			输出负极	↔	输出正极		
	L4				输出负极	↔	输入负极	
接地电缆	GN	接地端	↔	接地端	↔	接地端		不要将受控电源的负极和地连接。
补偿电缆	SP	S+	←————→				输入正极	当使用远端补偿(remote sensing)功能的时候,连接主电源的 S+ 到负载+极,连接最后一台受控电源的 S- 到负载-极。
	SN				S-	↔	输入负极	


表 5-26 主控、受控电源串联设置连接检查表

项目	描述
负载电缆	用的电缆相对于额定电流要有足够的电流承载能力。
安全连接	确保安全连接,比如用压接的方式。
机壳接地端子	将电源的负极或者正极用短接线与机壳连接。
安装空间	电源之间要有足够的空间,严禁堆叠放置。

开始串联操作

串联操作步骤浏览



	<p>注意!</p> <p>在开始主控、受控电源串联设置的时候, 请确保按照以上操作执行, 因为受控电源受主电源的控制, 所以不要先打开受控电源的电源开关。</p>
--	---

- 1、关断所有电源的 OUTPUT 开关。
- 2、打开主控电源的 POWER 开关。
- 3、打开受控电源的 POWER 开关。
- 4、顺时针旋转受控电源的电流和电压旋钮到底。

如果输出设置没有达到最大, 那么受控电源将不能跟随主控电源输出。

- 5、在按下主控电源 SET 键的时候调节电压和电流旋钮来设置输出的电压和电流。

实际的输出电压是主控电源上电压设置值乘以串联电源的总数。

- 6、打开受控电源的 OUTPUT 开关。

受控电源的面板上 CV 灯将点亮, 说明电源处在恒压状态。

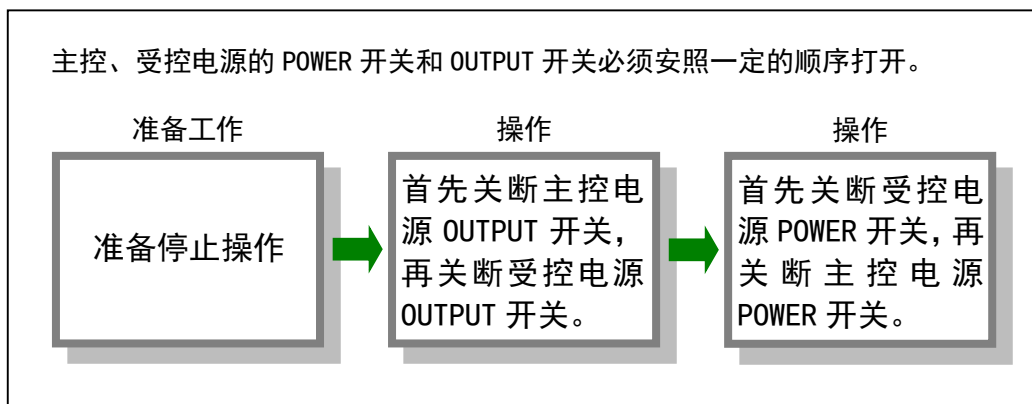
7、打开主控电源的 OUTPUT 开关。


主控电源的面板上 CV 灯将点亮，说明电源处在恒压状态。

受控电源上显示的电压、电流和主控电源一样，表明电压之和会加载到负载端。

停止串联操作

步骤浏览



	<p>注意!</p> <p>在停止主控、受控电源串联操作的时候，请遵循以上操作。如果主电源的 POWER 开关先关断，受控电源可能会工作不正常。</p>
---	---

1. 关断主控电源的 OUTPUT 开关。
2. 关断受控电源的 OUTPUT 开关。
3. 关断受控电源的 POWER 开关。
4. 关断主控电源的 POWER 开关。

5.6 输出的外部监视 (MONITOR)

后面板的控制端子提供输出电压和电流的监视信号。

表 5-27 输出电压和电流的监视输出

端子序号	信号名称	操作
8	I MONITOE OUT	输出电流监视, 输出 0~约 10V 以表示 0~额定电流输出
9	I MONITOR COM	输出电流监视的公共端
10	V MONITOE OUT	输出电压监视, 输出 0~约 10V 以表示 0~额定电压输出
11	V MONITOR COM	输出电压监视的公共端



警告!

可能产生电击。可能导致伤害甚至死亡。当电源开关打开的时候千万不要连接控制端子的连线。

连接监控端子的电缆的绝缘强度要求比电源的绝缘强度大。

如果控制接口板上的过长的电缆裸露端头凸起与机壳连接, 可能导致内部电路产生电击或损坏。应将其塞到控制端子内部。

控制接口板的电位基本与电源的输出正极一样。



注意!

将 V MONITOR OUT 或者 I MONITOR OUT 与 COM 端相连会发生故障。



第六章 远程控制

本章适用于程控接口电源。主要介绍如何使用后面板的远程控制接口进行输出控制、并联操作以及串联操作。

第六章 远程控制

6.1 远程控制接口

后面板的远程控制端子排可以执行以下操作：

1. 用 RS232 接口对电源进行一系列控制
2. RS232 接口通信波特率的设置
3. 电压和电流的程控校准
4. 用外部触点控制 POWER 脱扣断电
5. 主控、受控电源并联操作
6. 主控、受控电源串联操作

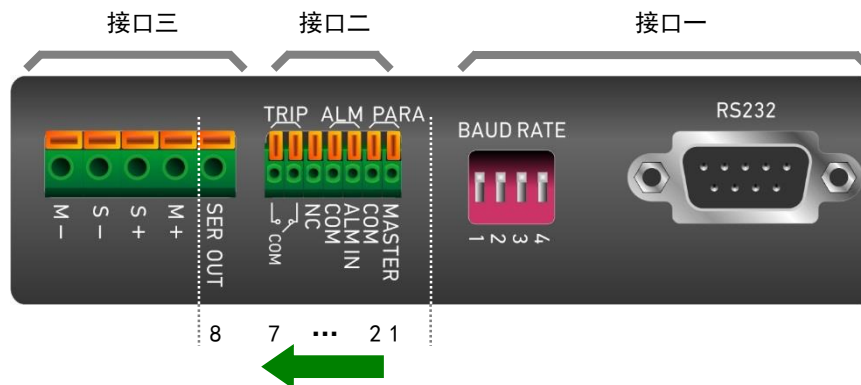
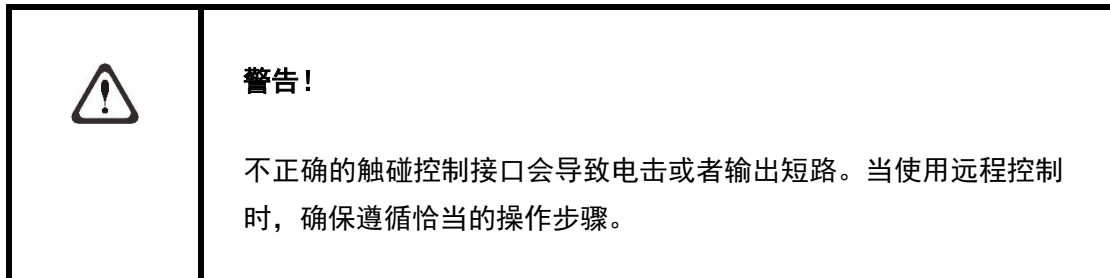



图 6-1 IPA 系列远程控制接口

表 6-1 远程控制接口定义说明


编号	信号	方向	描述	面板标识	
1	MASTER OUT	输出	主控、受控电源并联时候的主设备信号	MASTER	PARA
2	MASTER COM	公共端		COM	
3	MASTER ALM IN	输入	主控、受控电源并联时候的 ALM 信号	ALM IN	ALARM
4	MASTER ALM COM	公共端*		COM	
5	NC	无	无	NC	
6	BREAKER DOWN SIG	输出	POWER 脱扣断电信号		TRIP
7	BREAKER DOWN COM	公共端			
8	SERIES SIG OUT	输出	主控、受控电源串联时候的信号	SER OUT	

	<p>注意!</p> <p>编号 4 的公共端电压与其他公共端电压不同。为了防止错误操作，不要将这个端子与其他端子相连。</p>
---	---

接口连接说明

表 6-2 远程控制接口连接说明

接口		接口一	接口二	接口三
类型		D-sub 9 芯, 公头	蝶形弹簧固定式连接器	蝶形弹簧固定式连接器
间距 (mm)			2.54	5.08
导线 (mm ²)	刚性导线	母头直通串口线	0.14~0.5	0.2~1.5
	柔性导线		0.14~0.5	0.2~1.5
AWG			26~20	24~16

	<p>注意!</p> <p>电源 RS232 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。</p>
---	---

连接所需要的工具

1. 平头螺丝刀。
2. 剥线器。

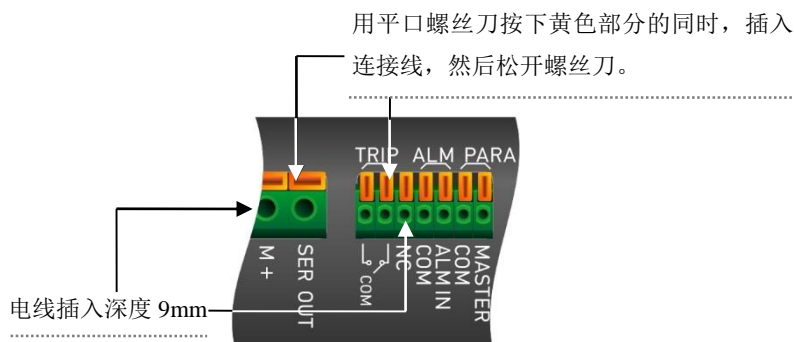
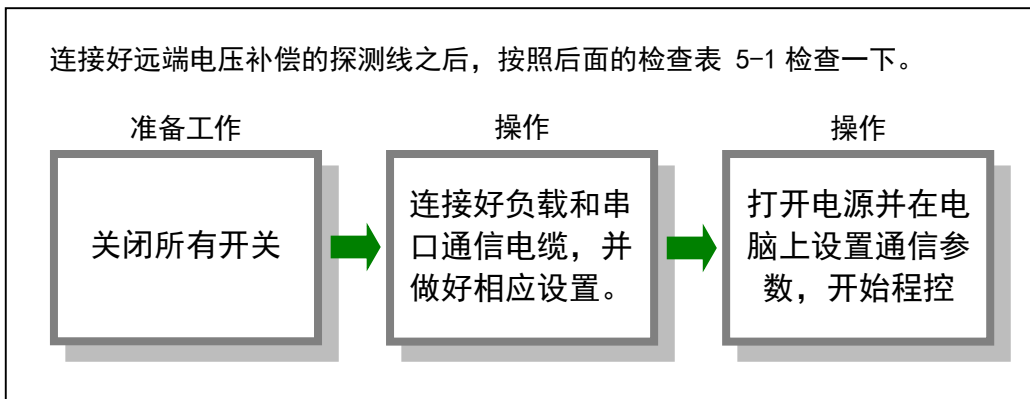



图 6-2 IPA 系列远程控制接口

6.2 RS232 接口的连接与设置

配备程控接口的 IPA 系列电源与电脑直接，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



	<p>警告！</p> <p>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。</p> <p>始终断开 POWER 开关。</p>
---	--

1. 关断 OUTPUT 开关
2. 关断 POWER 开关
3. 如图 6-3，连接负载

4. 如图 6-3，连接 RS232 通信电缆

RS232 通信电缆选用两端都是母头的串口直通电缆。

5. 在远程控制接口上设置串口通信的波特率

6. 将电源前面板控制开关中的 CC-V 和 CV-V 拨于 ON，其余开关设置在关断位置

7. 顺时针旋转电压和电流旋钮到底

8. 打开 POWER 开关

9. 打开 OUTPUT 开关

10. 在电脑软件中设置 RS232 通信参数

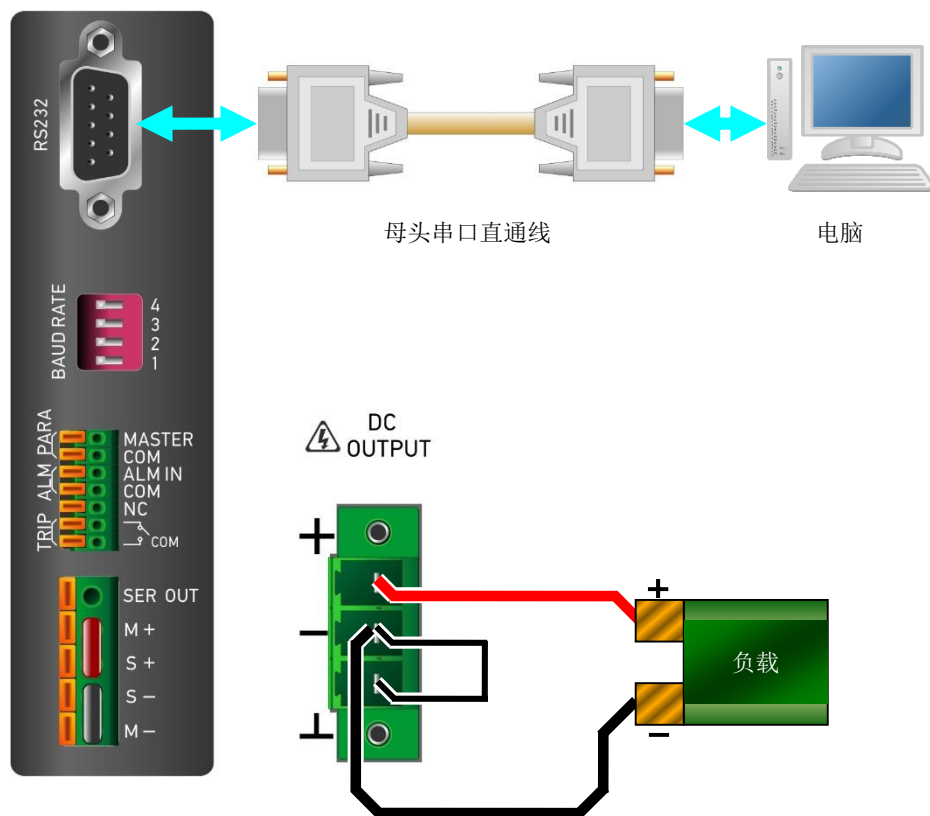


图 6-3 远端补偿接线图

RS232 接口定义

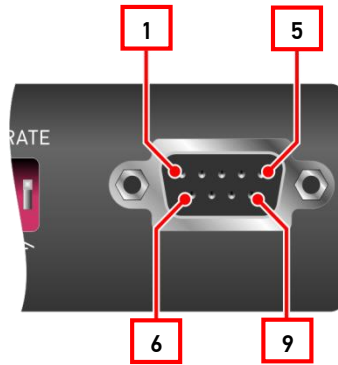


图 6-4 IPA 系列电源 RS232 接口定义

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)

波特率拨码选择开关定义

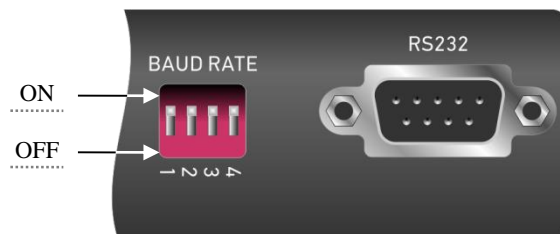



图 6-5 IPA 系列波特率选择开

IPA 系列电源的 RS-232 接口提供 4 种可选的波特率，19200、9600、4800、2400，其选择方式如下：

表 6-3 波特率拨码选择说明

RS-232 拨码选择		BAUD RATE
1	2	
ON	ON	19200 bps
ON	OFF	9600 bps
OFF	ON	4800 bps
OFF	OFF	2400 bps

	<p>注意！</p> <p>改变波特率后，需要重启电源以使其生效。</p>
---	--

RS-232 接口通信参数设置

在电脑的控制软件中，需要对 RS232 的通信参数进行初始化设置。

表 6-4 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 IPA 系列的 RS-232 接口进行程控。

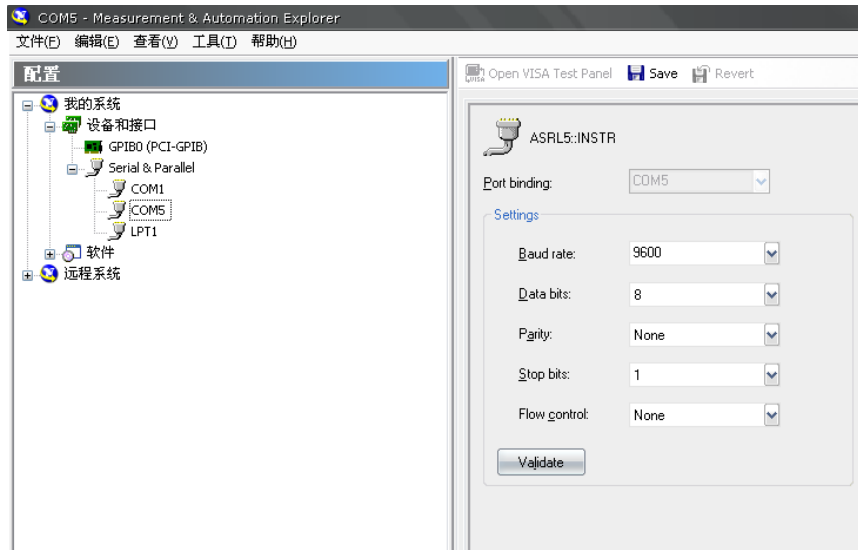


图 6-4 NI VISA 的串口配置

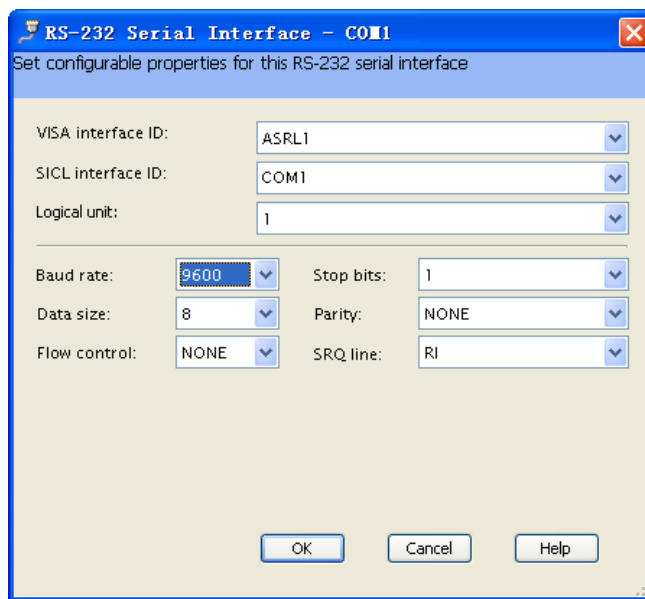


图 6-4 Agilent VISA 的串口配置


	<p>注意！</p> <p>软件通信参数的波特率必须与电源 RS232 接口的波特率选择一致，否则会出现通信故障。</p>
---	--

表 6-5 RS232 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选择开关相匹配）。

6.3 编程指令

IPA 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）。

6.3.1 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。

6.3.2 IPA 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,IPAxxxxxx,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：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?

4、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?

5、命令格式：OUTPut[:STATe] ON|OFF

命令功能：开启/关闭输出通道。

参数说明：参数只能取 ON 或则 OFF。

应用实例： OUTP ON 开启输出通道

6、命令格式：OUTPut[:STATe]?

命令功能：查询输出通道是否开启。

返回值： 0|1，表示当前输出通道关闭或则开启。

应用实例： OUTP?

7、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：命令执行后将立刻改变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最大电流值。

当参数为 MINimum 时，表示设定输出通道的最小电流值，一般为 0。

应用实例： CURR MAX 设置输出通道的电流值为最大值
CURR 1.23 设置输出通道的电流值为 1.23A

8、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： 命令执行后返回输出通道的电流设置值，如 1.23；
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

9、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： 命令执行后将立刻改变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最大电压值。

当参数为 MINimum 时，表示设定输出通道的最小电压值，一般为 0。

应用实例： VOLT MAX 设置输出通道的电压值为最大值
VOLT 18.46 设置输出通道的电压值为 18.46V

10、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： 命令执行后返回输出通道的电压设置值，如 18.46；
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

11、命令格式： STATus:OPERation:CONDition?

命令功能： 查询条件寄存器的值，该值表示电源当前的运行状态。

返回值： 1|2
1 表示电源处于恒压状态(CV)；
2 表示电源处于恒流状态(CC)。

应用实例： STAT:OPER:COND?

12、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

13、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

14、命令格式：TRIGger:SOURce BUS|KEY|BOTH

命令功能：设置触发源。

参数说明：命令执行后将改变触发源

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

15、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?

16、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

17、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?

- 18、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
- 19、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?
- 20、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
- 21、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?
- 22、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:CURR:POIN?
- 23、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?
- 24、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:DWEL:POIN?
- 25、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

26、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?

27、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。

28、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: 1|0

应用实例: LIST:TERM:LAST?

29、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。

30、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?

31、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。

32、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?**

33、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

34、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?**

35、命令格式：**[SOURce:]LIST:STATe?**

命令功能：查询 **List** 运行状态。

返回值：**1|2|4**

1 表示 **OFF**，即电源的 **ListMode** 模式还未被触发

2 表示 **WTG**，即电源已经完成了某个时间步长的动作，处于等待下一个触发信号的状态，这种状态只有将 **[SOURce:]LIST:STEP** 设置为 **ONCE** 时，才会出现。

4 表示 **ACTIVE**，即电源已经接收到触发信号，处于 **ListMode** 运行状态。

应用实例：**LIST:STAT?**

36、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**

37、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

38、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

39、命令格式：CALibrate:SAVE

命令功能：保存校准系数

应用实例：CAL:SAVE

40、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

41、命令格式：CALibrate:STATe?

命令功能：查询校准模式的状态

返回值： 1|0，表示校准模式开启或则关闭。

应用实例：CAL:STAT?

42、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 6-6 IPA 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>	<960ms ^注
[SOURce:]LIST:CURRent[:LEVel]? [SOURce:]LIST:DWELl? [SOURce:]LIST:VOLTage[:LEVel]?	<820ms ^注
*RST	<500ms
其它命令	<80ms

	<p>注意!</p> <p>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。</p>
---	---

List 参数

表 6-7 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	0.1/0.01 ^注	0.1/0.01 ^注
Current	100	Max Current	0.01/0.001 ^注	0.01/0.001 ^注
Time	100	999.9	0.1	0.1

注：视 IPA 具体型号而定

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 6-8 Reset Settings (*RST)

Calibration Function	*RST Setting
CAL:STAT	OFF

Current Function	*RST Setting
[SOUR:]CURR	MIN
[SOUR:]CURR:MODE	FIX

Voltage Function	*RST Setting
[SOUR:]VOLT	MIN
[SOUR:]VOLT:MODE	FIX

Output Function	*RST Setting
OUTP	OFF

List Function	*RST Setting
[SOUR:]LIST:COUN	1
[SOUR:]LIST:CURR	0.01 或 0.001, 视型号而定
[SOUR:]LIST:VOLT	0.1 或 0.01, 视型号而定
[SOUR:]LIST:DWEL	0.1
[SOUR:]LIST:STEP	AUTO
[SOUR:]LIST:TERM:LAST	OFF

6.4 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。

6.4.1 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%。

6.4.2 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。

6.4.3 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。

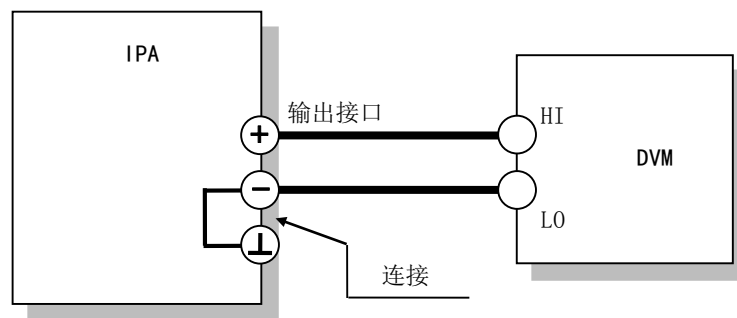


图 6-1 电压校准连接

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。

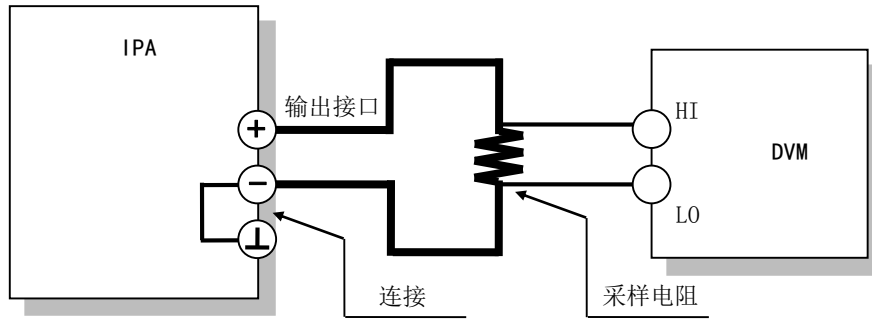


图 6-1 电流校准连接

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。

6.5 编程案例

利用 VS2005 调用 VISA 对 IPA 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”。

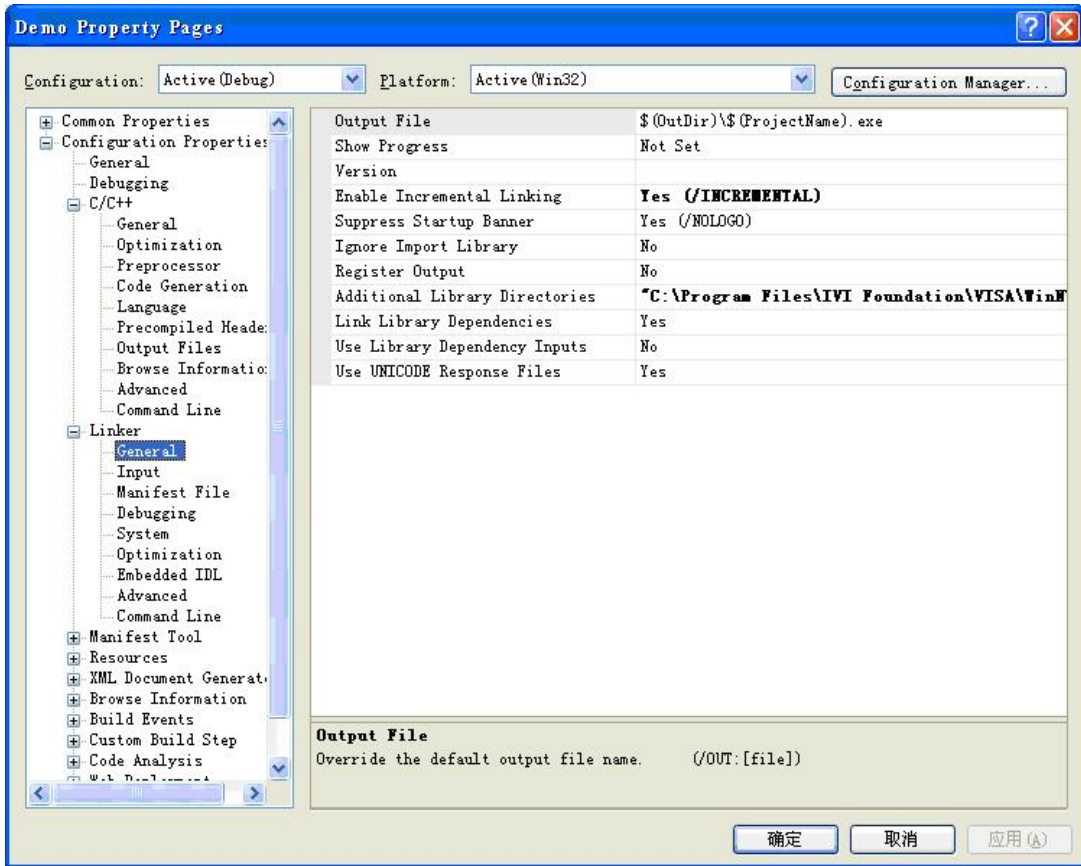


图 6-4 Agilent VISA 的串口配置

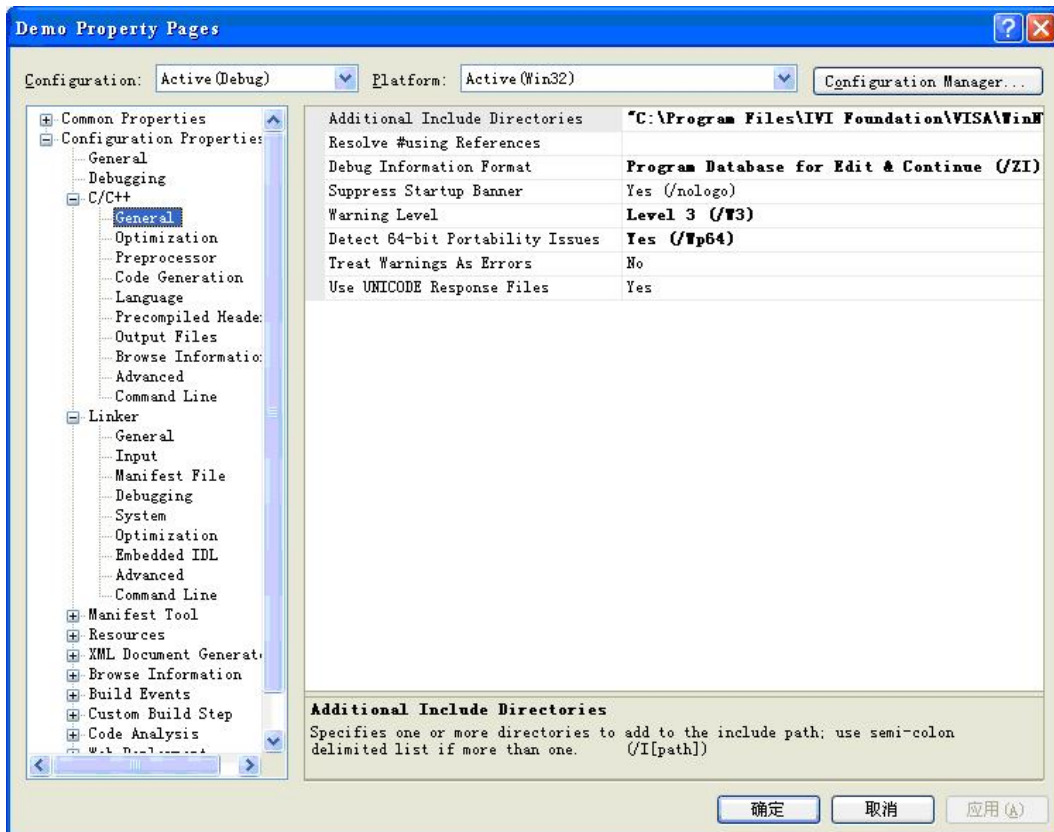


图 6-4 Agilent VISA 的串口配置

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

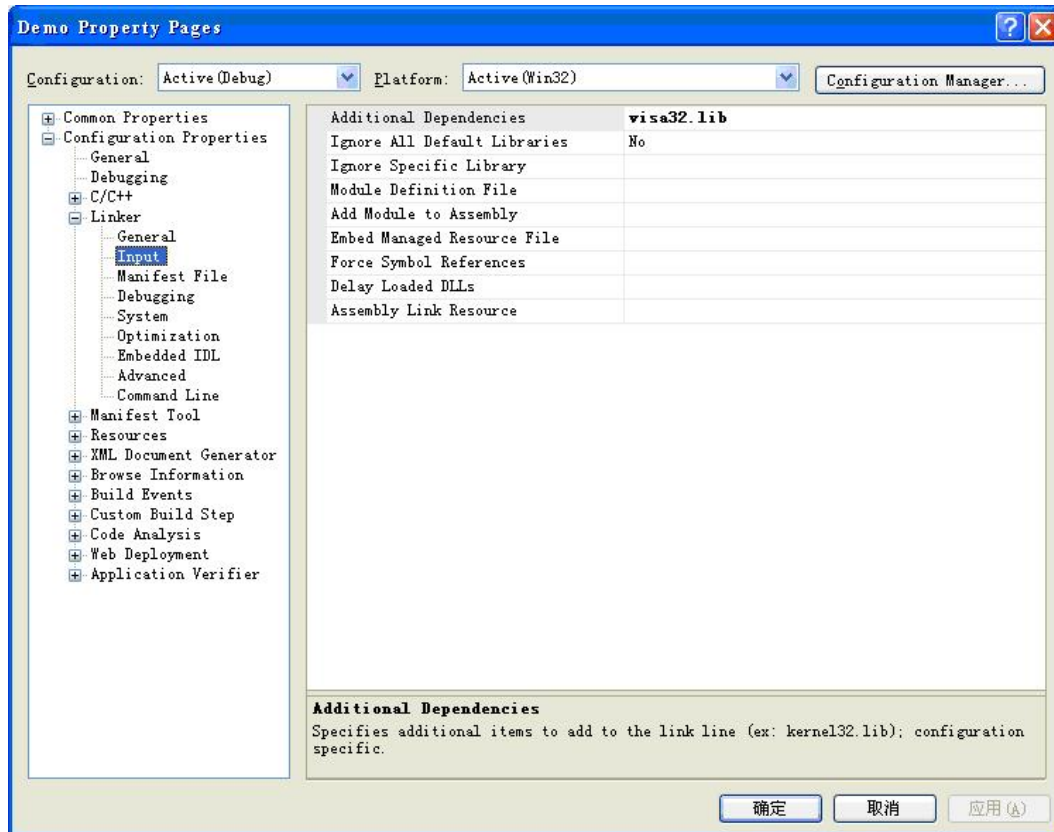


图 6-4 Agilent VISA 的串口配置

6.5.1 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_ATTR_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(80);
char pReceive[250] = {0};
viScanf(vi,"%t\n",pReceive);
```

6.5.2 ListMode

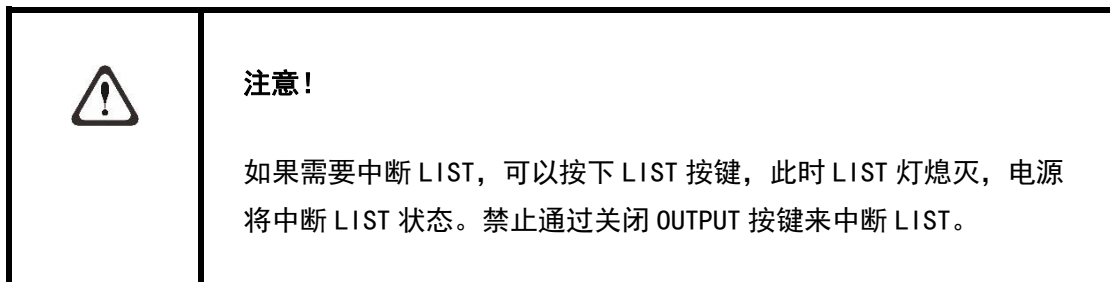
ListMode 功能允许用户对电源的电压、电流阶跃点进行设置，每个阶跃点具有一个可变的驻留时间，从而使电源产生一个电压、电流的方波输出。ListMode 可以设置 100 个电压、电流阶跃点，用户可以为每个阶跃点指定不同的驻留时间，输出将逐步经过这些用户定义的值，并在设定驻留时间的每个点上停留，然后继续移动到下一个点。用户可以对 ListMode 的阶跃方式、波形的循环次数、波形完成时刻的电源状态等属性进行定义。

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(500);
//设置 List 电流
viPrintf(vi,"SOUR:LIST:CURR 1.2,2.2,3.2,4.2,5.2,6.2,7.2,8.2\n");
Sleep(960);
//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(960);
//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(960);

//设置 List 循环次数
viPrintf(vi,"SOUR:LIST:COUNT 1\n");
Sleep(80);
//设置 List 方式
viPrintf(vi,"SOUR:LIST:STEP AUTO\n");
Sleep(80);
//设置 List 结束时电源状态
viPrintf(vi,"SOUR:LIST:TERM:LAST ON\n");
Sleep(80);
//设置 List 电流模式
viPrintf(vi,"SOUR:CURR:MODE LIST\n");
Sleep(80);
//设置 List 电压模式
viPrintf(vi,"SOUR:VOLT:MODE LIST\n");
Sleep(80);
//设置 List 触发源
viPrintf(vi,"TRIG:SOUR BOTH\n");
Sleep(80);
```

```
//设置 List 开始前的电流'  
viPrintf(vi,"SOUR:CURR MIN\n");  
Sleep(80);  
//设置 List 开始前的电压'  
viPrintf(vi,"SOUR:VOLT MIN\n");  
Sleep(80);  
  
//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(80);  
//触发 List 开始  
viPrintf(vi,"*TRG\n");  
Sleep(80);
```



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。按下 LIST 按键后, LIST 灯亮起, 电源处于 LIST 状态, 即电压和电流均处于 LIST 模式下。

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。

6.6 使用外部触点来控制电源脱扣的连接和设置 (TRIP)

当发生故障时，可以用外部触点让电源开关脱扣。当外部触点闭合时，电源的 POWER 开关被断开，见 5.3.6 节。

6.7 远程控制的主控、受控电源并联操作

在远程控制下，配备远程控制接口的电源为主控电源，配备模拟控制接口的电源为受控电源。具体接线方式和注意事项，见 5.4 节，只需将 5.4 节中配备模拟接口的主控电源替换成配备远程控制接口的主控电源，受控电源不变，接线方式和注意事项不变。

6.8 远程控制的主控、受控电源串联操作

在远程控制下，配备远程控制接口的电源为主控电源，配备模拟控制接口的电源为受控电源。具体接线方式和注意事项，见 5.5 节，只需将 5.5 节中配备模拟接口的主控电源替换成配备远程控制接口的主控电源，受控电源不变，接线方式和注意事项不变。



第七章 保养


主要介绍电源的维护和校准。还会介绍一些常见问题的处理办法。

第七章 保养

7.1 清洁


7.1.1 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。

	<p>注意!</p> <p>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。</p>
---	---

7.1.2 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。

	<p>注意!</p> <p>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。</p>
---	--


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。

7.2 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。

	<p>警告!</p> <p>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。</p> <p>电缆的绝缘层破裂会产生电击，一旦发现立即停止使用。</p>
---	--

7.3 模拟接口校准

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。

7.3.1 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%。

7.3.2 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。

7.3.3 校准步骤

校准包括：电压校准和电流校准。也有对控制端子的校准。

电压的校准步骤

电压校准中将提供以下 3 项。由于这几项是有联系的，确保按照以下步骤操作这 3 项。

1. 输出电压调零。
2. 输出电压满量程调节。
3. 输出电压显示满量程调节。

连接设备

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

为了降低由内部漂移引起的错误，在调节之前热机 30 分钟。

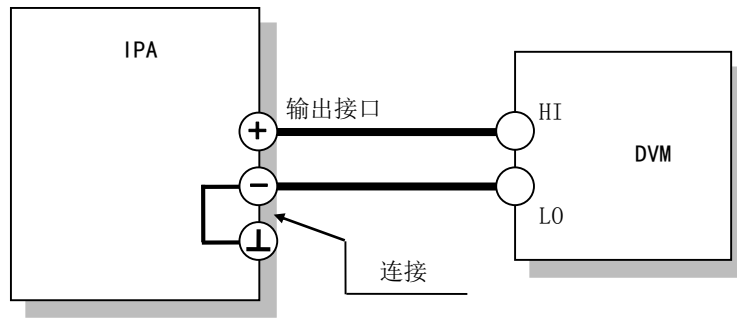


图 6-1 电压系统校准连接

8、将输出电压设置到额定电压。

当使用本地控制的时候，顺时针旋转电压旋钮到底。当使用远程控制时，将外部控制信号设为 10V 或者 9.5KΩ。

7、打开输出开关。

9. 30 分钟后关断输出开关。

输出电压调零

10. 将输出电压设置到最小。

当使用本地控制的时候，逆时针旋转电压旋钮到底。当使用远程控制时，将外部控制信号设为 0V 或者 0KΩ。

11. 打开 OUTPUT 开关。

12. 顺时针旋转电流旋钮直到进入恒压模式。

调零一般在恒压模式下进行。

当电流操作也是远程控制且预设电流为 0A 时，恒流模式将可能会出现，这取决于调零的补偿量。因此，设置需要允许 10%额定值的电流输出。

13. 调节前面板上的 CV-0FS 电位器直到外部电压表显示输出电压为 0V。


输出电压满量程调节

14. 将输出电压设置到最大。

当使用本地控制的时候，顺时针旋转电压旋钮到底。当使用远程控制时，将外部控制信号设为 10.5V 或者 10KΩ。

15. 调节前面板上的 CV-OFS 电位器直到输出电压为为额定值的 103%。

当通过外部电压实现远程控制的时候，可以将控制信号的电压设置为 10V，并与额定输出电压匹配。

	<p>注意!</p> <p>电源的最大输出电压为额定电压的 103%。你可以通过前面板的 CV-FSC 电位器调节到大于额定电压的 103%。但是在这种情况下使用电源会造成损坏。</p>
---	--

输出电压显示满量程调节

16. 用电压旋钮将输出电压设置到额定输出电压。

17. 调节前面板的 VM-FSC 电位器 使电源的显示与外部电压表的读数相同。

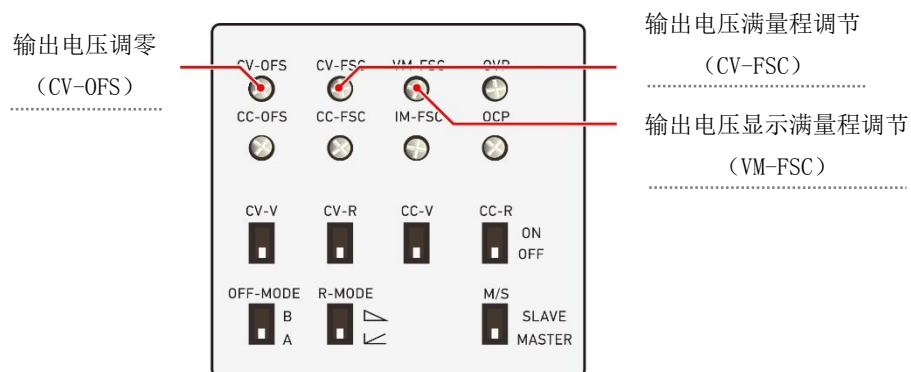


图 7-1 用于电压系统校准的可调电阻

电流的校准步骤

电流校准中将提供以下 3 项调节。由于这几项是有联系的，确保按照以下步骤操作这 3 项。

1. 输出电流调零。
2. 输出电流满量程调节。
3. 输出电流显示满量程调节。

连接设备

1. 关断 OUTPUT 开关。
2. 关断 POWER 开关。
3. 将采样电阻和电压表连接到电源的输出端。
4. 用短接线将输出负极和机壳连接。

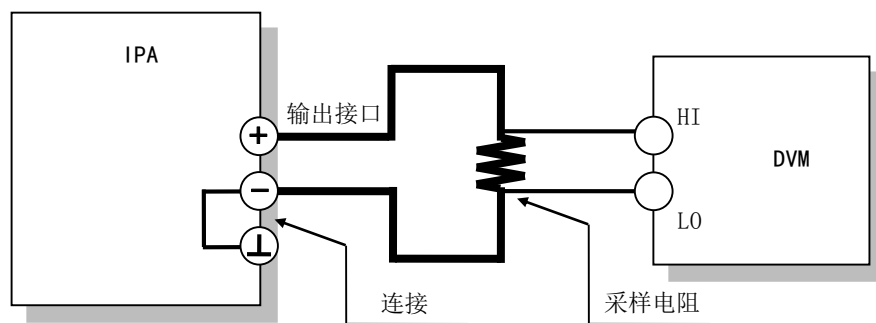


图 6-1 电流系统校准连接

5. 打开 POWER 开关。

热机

为了降低由内部漂移引起的错误，在调节之前热机 30 分钟。

6. 将输出电流设置为额定电流。

当使用本地控制的时候，一直顺时针旋转电流旋钮。当使用远程控制时，将外部控制信号设为 10 V 或者 9.5 K Ω 。

7. 打开 OUTPUT 开关。

8. 30 分钟后关断输出。

输出电流调零

9. 将输出电流设置到最小

当使用本地控制的时候，一直逆时针旋转电压旋钮。当使用远程控制时，将外部控制信号设为 0 V 或者 0 Ω 。

10. 打开输出开关。

11. 一直顺时针旋转电压旋钮直到电源进入恒流状态。

电流调零一般在恒流模式下进行。

当预设电压为 0 V 并且电压也受远程控制时，由于补偿平衡可能导致出现恒压模式，因此，设置需要允许比额定电压大 10%。

12. 调节前面板上的 CC-OFS 电位器直到输出电流为 0A。（电流由外部电压表的输出和采样电阻决定）


输出电流满量程调节

13. 将输出电流设置到额定电流。

当使用本地控制的时候，一直顺时针旋转电流旋钮。当使用远程控制时，将外部控制信号设为 10.5V 或者 10K Ω 。

14. 调节前面板上的 CC-OFS 电位器直到输出电流为额定电流的 103%。电流由外部电压表的输出和分流电阻决定)

当通过外部电压来实现远程控制时，可以将外部控制电压设置为 10V 来匹配额定电流输出。

	<p>注意!</p> <p>电源的最大输出电流为额定电流的 103%。你可以通过前面板的 CC-FSC 电位器调节到大于额定电流的 103%。但是在这种情况下使用电源会造成损坏。</p>
---	--

输出电流显示满量程调节

15. 将输出电流（电流由外部电压表的输出和采样电阻决定）用电流旋钮设置为额定电流。
16. 调节前面板的 IM-FSC 电位器 使电源的电流显示与外部电压表的读数和采样电阻决定的电流相同。

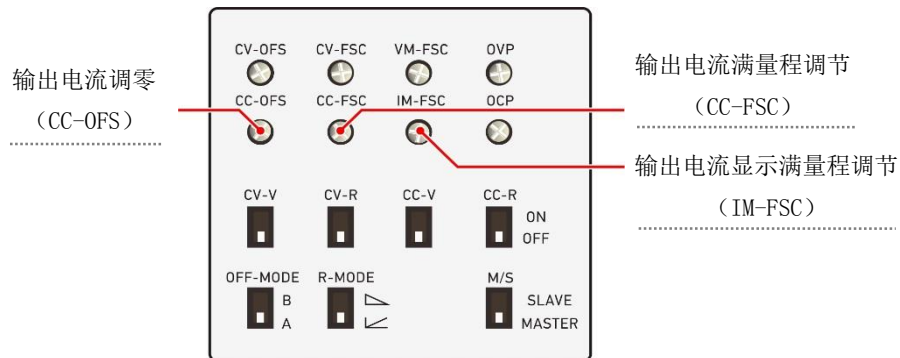


图 7-2 用于电流系统校准的可调电阻

7.4 故障和原因

本节介绍电源在使用过程中遇到的故障的修复。

列举了 7 种具有代表性的现象和相应的检查项目。寻找符合您遇到的项目。这样就会很快解决问题。

如果找到了符合您遇到的项目，按照该项的修复方式。如果提供的修复方法不能解决问题或者遇到的现象不符合列举的项目，请联系英特罗克。

现象 1：打开电源开关的时候控制面板没有任何显示

检查项目		可能原因	修复方法
被检查对象的位置和状态	检查结果		
交流输入端子的连接是否有错误？	是	交流输入电缆没有连接	正确连接 L、N、GND。
	否	配电箱跳闸	合上电闸。
	否	内部输入保险丝熔断	立即停止使用电源，移开电缆并要求修理。
电源电缆是否有断裂？	是	电缆破坏	断开配电箱电闸，换新电缆。

现象 2：即使打开电源开关也会自动断开

检查项目		可能原因	修复方法
被检查对象的位置和状态	检查结果		
输出是否打开？	是	见现象 3	见现象 3
输出电压波形是否变形为方波？	是	相控电路的电压检测电流在工作。输入电压的顶峰小于等于 1.2。调相预稳电路没有正常运行。	用一个稳压交流源作为电源的输入电源。稳压交流源的输出功率要大于 2 倍的电源消耗功率。
控制端子 30、31 是否短接？	是	Power 脱扣断电信号被触发。	将短路部分断开。

现象 3: 打开输出开关, 电源开关被关断

检查项目		可能原因	修复方法
被检查对象的位置和状态	检查结果		
OVP 脱扣点是否小于等于输出电压?	是	触发了过压保护电路	将 OVP 值设置得比输出大或者相等。
	否	电压探测端子的短接线没有连接	在不使用 remote sensing 的时候, 将电压探测端 S 与电源输出端 M 相连。
	否	实际输出的电压大于显示的电压	参考 7.3.3 节: 校准步骤。
	否	连接了特殊电缆	参考 3.3 节: 负载。
是否在用外部电阻进行远程控制的时候控制电缆被移走?	是	过流或者过压保护电路被触发	正确连接负载。
	否	修复方法待定	执行相应的修复方法。
在外部电压控制的时候控制电缆是否松动或者外部电压是否过压?	是	过流或者过压保护电路被触发	正确连接负载。
	否	修复方法待定	执行相应的修复方法。
风扇是否停止?	是	过温保护电路被触发。环境温度大于正常运行的温度, 或者风扇发生故障。	如果甚至在 0~40°C 风扇都不转, 应立刻停止使用电源。寻求修复。
	否	修复方法待定	执行相应的修复方法。

现象 4：打开输出开关没有电压输出

检查项目		可能原因	修复方法
被检查对象的位置和状态？	检查结果		
CV 和 CC 指示灯是否都熄灭？	是	电流和电压旋钮逆时针旋转到底。	两个 LED 指示灯都没有亮是由于校准调零的影响，不是故障，用旋钮设置需要的电流和电压即可。
	否	控制面板上 CV-V、CV-R、或者 M/S 设置在开的位置。	在用面板操作的时候，将控制面板上 CV-V、CV-R、或者 M/S 设置在 OFF 位置。
输出开关指示灯是否熄灭？	是	已经用外部触点控制输出通断方式将输出关断了。	参考 5.3.5：利用外部触点控制电源输出。
	否	可能为故障。	立刻停止使用电源，寻求修理。
控制面板上 CV-V、CV-R、或者 M/S 是否设置在开的位置？	是	处于远程控制模式。	在用面板操作的时候，将控制面板上 CV-V、CV-R、或者 M/S 设置在 OFF 位置。参考 5.3：模拟信号远程控制。
	否	修复方法待定。	执行相应修复方法。

现象 5: 打开输出开关没有电压输出或者输出不稳定

检查项目		可能原因	修复方法
被检查对象的位置和状态	检查结果		
操作开关是否从 CV 变为 CC 或者 CC 变为 CV?	是	预设电流或是电压相对于输出不够大。	顺时针旋转电压电流旋钮, 如果需要一直顺时针旋, 则需要选择一个更大容量的电源。
	否	电压探测短接线没有连接。	当不使用远端补偿功能时, 将探测端子与电源输出端子短接。
离上次电源打开是否有 30 分钟?	否	电源输出漂移, 因为刚刚打开。	将电源热机 30 分钟。
是否 CV 和 CC 指示灯都亮着?	是	输入电压过低, 低于正常的输入电源的范围。	提供正常的输入电压。
	是	环境温度大于超出正常使用温度范围。	在 0~40℃ 环境中使用该电源。
	是	由于使用远端补偿和并联控制造成振荡。	在负载端加一个电解电容。参照 5.1 节。
	是	可能为故障。有储能作用的负载直接连接到了输出端。	立刻停止使用电源并移开电缆。寻求修理。
没有连接负载时仍有电流流过?	是	可能为故障。一个大容量的电容或者电池被反接到输出端。	立刻停止使用电源并移开电缆。寻求修理。
是否当输出开关关断的时候依然有输出?	是	可能为故障。大于额定值的电压被加载到输出端, 诸如有储能作用的负载被连接到输出端。	立刻停止使用电源并移开电缆。寻求修理。

现象 6：输出纹波大

检查项目		可能原因	修复方法
被检查对象的位置和状态	检查结果		
输入是否超出范围？	是	输入电压太低。	提供正常的电源输入。
	否	电缆太长造成过大的压降。	使用正常长度的电缆。
电源输出端和底板是否悬空？	是	受到来自输入频率（50~60 Hz）的感应影响。	如果有可能的话，在输出端和机壳之间连接一个大于等于 0.1 μF 的电容。
附近是否有强电场或者磁场？	是	受到电磁感应的影晌。	将电源移出这种强电磁环境，并使用双绞线。
当用外部电压控制时，控制电压信号的噪声是否太大？	是	受到外部控制电压的影响。	采取抗噪声的办法。

现象 7：输出和显示数据不符

检查项目		可能原因	修复方法
被检查对象的位置和状态	检查结果		
是否使用了远端补偿？	是	电压探测电缆或者负载电缆连接不好或者损坏。	关断电源开关并检查连接电缆。
	否	电压探测短接板连接松动或者连接不好。	当不使用 remote sensing 功能时，将电压探测端子 S 与电源输出端 M 短接。
负载电流是否有尖峰或者负载电流为脉冲状？	是	负载电流有大的尖峰。	参考 4.3 节：负载。

8

第八章 参数

主要介绍电源的电气与机械参数。

第八章 参数

8.1 IPA 700W 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。

		IPA16-30LA	IPA36-20LA	IPA60-10LA	IPA72-8LA	IPA110-5LA	IPA160-3.5LA	IPA250-2.5LA	
输入	电压	220 VAC±10%, 50/60 Hz, 1 Φ							
	功率	约 1100 VA	约 1100 VA	约 1100 VA	约 1100 VA	约 1000 VA	约 1000 VA	约 1100 VA	
输出	电压	额定电压	16 V	36 V	60 V	72 V	110 V	160 V	250 V
		最大电压 ^{注释 1}	16.48 V	37.08 V	61.8 V	74.16 V	113.3 V	164.8 V	257.5 V
		变化范围	0~16 V	0~36 V	0~60 V	0~72 V	0~110 V	0~160 V	0~250 V
		分辨率 ^{注释 2}	3 mV	7 mV	11 mV	13 mV	20 mV	30 mV	45 mV
		旋钮	10 圈						
		设置准确度 ^{注释 3,4}	± (0.05%设置值 + 0.05%额定值)						
	电流	额定电流	30 A	20 A	10 A	8 A	5 A	3.5 A	2.5 A
		最大电流 ^{注释 1}	30.9 A	20.6 A	10.3 A	8.24 A	5.15 A	3.6 A	2.57 A
		变化范围	0~30 A	0~20 A	0~10 A	0~8 A	0~5 A	0~3.5 A	0~2.5 A
		分辨率 ^{注释 2}	5.4 mA	3.6 mA	1.8 mA	1.5 mA	0.9 mA	0.7 mA	0.5 mA
		旋钮	10 圈						
		设置准确度 ^{注释 3,4}	± (0.5%设置值 + 0.1%额定值)						
额定电压特性	纹波 (5Hz~1MHz, RMS)	0.5 mVrms	0.5 mVrms	0.5 mVrms	1 mVrms	1 mVrms	1 mVrms	5 mVrms	
	电源效应 ^{注释 4,5}	0.005% 额定值+ 1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+2 mV	
	负载效应 ^{注释 4,5}	0.005% 额定值+ 2 mV	0.005% 额定值+2 mV	0.005% 额定值+2 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+2 mV	0.005% 额定值+3 mV	
	瞬态响应时间 ^{注释 5,6}	50 μs							
	温度系数	50 ppm/°C							

		IPA16-30LA	IPA36-20LA	IPA60-10LA	IPA72-8LA	IPA110-5LA	IPA160-3.5LA	IPA250-2.5LA	
额定 电流 特性	纹波 (5Hz ~ 1MHz, RMS)	5 mArms	3 mArms	3 mArms	2 mArms	1 mArms	1 mArms	2 mArms	
	电源效应	3 mA	3 mA	3 mA	1 mA	1 mA	1 mA	1 mA	
	负载效应	3 mA	3 mA	3 mA	2 mA	2 mA	2 mA	1 mA	
	温度系数	300 ppm/°C							
恒压指示		CV, 绿色 LED 灯指示							
恒流指示		CC, 红色 LED 灯指示							
工作环境温度和湿度		0~40 °C / 10%~90% RH							
储藏温度和湿度		-10~60 °C / 低于 90% RH							
冷却系统		风扇强制制冷							
输出极性		正极或者负极都可以接地							
绝缘电压		±250 V	±250 V	±250 V	±250 V	±250 V	±500 V	±500 V	
仪 表	电 压 表	最大显示	99.99	99.99	99.99	99.99	999.9	999.9	999.9
		显示误差	±(0.5% 读值 + 5 个字), 环境 23 °C ± 5 °C						
		温度系数	300 ppm/°C						
	电 流 表	最大显示	99.99	99.99	99.99	9.999	9.999	9.999	9.999
		显示误差	±(1% 读值 + 5 个字), 环境 23 °C ± 5 °C						
		温度系数	400 ppm/°C						

【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 ±(0.05% + 10 mV) 的时间。

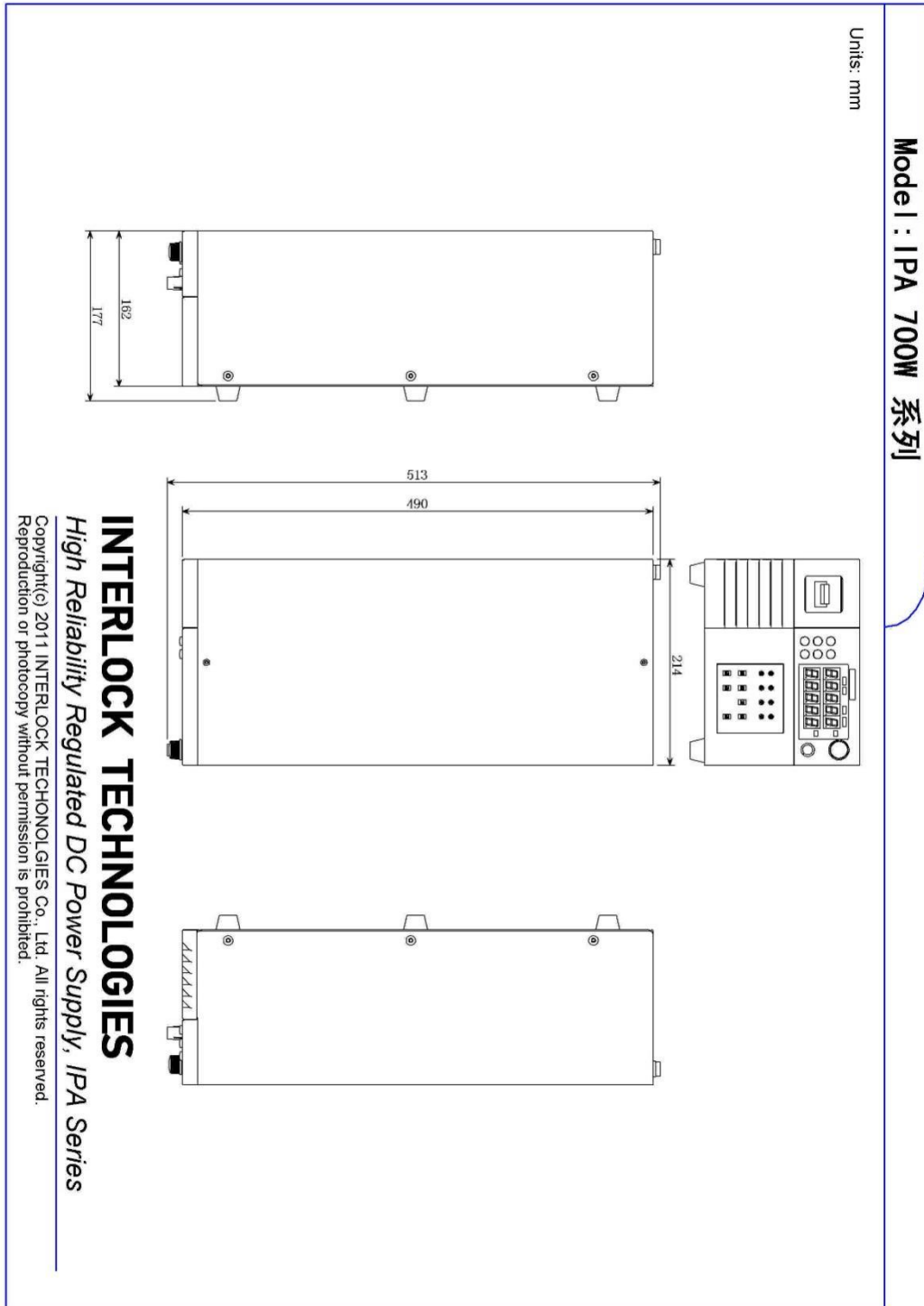
INTERLOCK TECHNOLOGIES

		IPA16-30LA	IPA36-20LA	IPA60-10LA	IPA72-8LA	IPA 110-5LA	IPA160-3.5LA	IPA250-2.5LA	
模拟控制接口	输出电压/控制电压	16 V/10 V	36 V/10 V	60 V/10 V	72 V/10 V	110 V/10 V	160 V/10 V	250 V/10 V	
	输出电压/控制电阻	16 V/10 kΩ	36 V/10 kΩ	60 V/10 kΩ	72 V/10 kΩ	110 V/10 kΩ	160 V/10 kΩ	250 V/10 kΩ	
	输出电流/控制电压	30 A/10 V	20 A/10 V	10 A/10 V	8 A/10 V	5 A/10 V	3.5 A/10 V	2.5 A/10 V	
	输出电流/控制电阻	30 A /10 kΩ	20 A /10 kΩ	10 A /10 kΩ	8 A /10 kΩ	5 A /10 kΩ	3.5 A/10 kΩ	2.5 A/10 kΩ	
	远端补偿	一根单线大约补偿 0.6 V							
	主控、受控电源并联	最多 3 台 ^{注释7}							
	主控、受控电源串联	最多 3 台 ^{注释7}				最多 2 台 ^{注释8}		不能	
	输出 OUTPUT ON/OFF	端子短路电路 OFF / 端子短路电路 ON							
	电源 POWER 脱扣	端子被短路时, POWER 脱扣							
	输出电压监控, 0 V~输出额定电压	0 V ~ 10 V(±0.1 V, 环境 23 °C ± 5 °C)							
	输出电流监控, 0 A~输出额定电流	0 V ~ 1 V(±0.01 V, 环境 23 °C ± 5 °C)							
保护电路	脱扣	温度探测电路启动温度	100 °C						
		OVP	预设范围	1.6 V~17.6 V	3.6V~39.6V	6 V~66 V	7.2V~79.2V	11 V~121 V	16 V~176 V
	动作时间		50 ms						
	OCP	预设范围	3 A ~ 33 A	2 A ~ 22 A	1 A ~ 11 A	0.8 A~8.8 A	0.5 A~5.5 A	0.35A~3.85A	0.25A~2.75A
		动作时间	50 ms						
	输入保险管	15 A							
	输出保险管	30 A	30 A	15 A	10 A	6 A	6 A	3 A	
重量	约 25 kg	约 25 kg	约 25 kg	约 25 kg	约 25 kg	约 25 kg	约 25 kg		
尺寸	见尺寸图								

【注释 7】一台主控电源，两台受控电源。

【注释 8】一台主控电源，一台受控电源。

IPA 700 W 尺寸图



8.2 IPA 1kW 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，并不作为电源效能的保证。

		IPA16-50LA	IPA36-30LA	IPA60-20LA	IPA72-15LA	IPA110-10LA	IPA160-7LA	IPA250-4.5LA	
输入	电压	220 VAC±10%, 50/60 Hz, 1 Φ							
	功率	约 1600 VA	约 1800 VA	约 2100 VA	约 1900 VA	约 2000 VA	约 1900 VA	约 1800 VA	
输出	电压	额定电压	16 V	36 V	60 V	72 V	110 V	160 V	250 V
		最大电压 ^{注释 1}	16.48 V	37.08 V	61.8 V	74.16 V	113.3 V	164.8 V	257.5 V
		变化范围	0~16 V	0~36 V	0~60 V	0~72 V	0~110 V	0~160 V	0~250 V
		分辨率 ^{注释 2}	3 mV	7 mV	11 mV	13 mV	20 mV	30 mV	45 mV
		旋钮	10 圈						
	设置准确度 ^{注释 3,4}	± (0.05%设置值 + 0.05%额定值)							
	电流	额定电流	50 A	30 A	20 A	15 A	10 A	7 A	4.5 A
		最大电流 ^{注释 1}	51.5 A	30.9 A	20.6 A	15.45 A	10.3 A	7.21 A	4.63 A
		变化范围	0~50 A	0~30 A	0~20 A	0~15 A	0~10 A	0~7 A	0~4.5 A
		分辨率 ^{注释 2}	9 mA	5.4 mA	3.6 mA	2.7 mA	1.8 mA	1.3 mA	0.9 mA
		旋钮	10 圈						
设置准确度 ^{注释 3,4}	± (0.5%设置值 + 0.1%额定值)								
额定电压特性	纹波 (5Hz~1MHz, RMS)	0.5 mVrms	0.5 mVrms	0.5 mVrms	1 mVrms	1 mVrms	1 mVrms	5 mVrms	
	电源效应 ^{注释 4,5}	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+2 mV	
	负载效应 ^{注释 4,5}	0.005% 额定值+ 2 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+2 mV	0.005% 额定值+3 mV	
	瞬态响应时间 ^{注释 5,6}	50 μs							
	温度系数	50 ppm/°C							

		IPA16-50LA	IPA36-30LA	IPA60-20LA	IPA72-15LA	IPA110-10LA	IPA160-7LA	IPA250-4.5LA	
额定 电 流 特 性	纹波 (5Hz ~ 1MHz, RMS)	10 mArms	5 mArms	2 mArms	5 mArms	2 mArms	2 mArms	2 mArms	
	电源效应	3 mA	3 mA	1 mA	1 mA	1 mA	1 mA	1 mA	
	负载效应	5 mA	5 mA	2 mA	3 mA	3 mA	2 mA	2 mA	
	温度系数	300 ppm/°C							
恒压指示		CV, 绿色 LED 灯指示							
恒流指示		CC, 红色 LED 灯指示							
工作环境温度和湿度		0~40 °C / 10%~90% RH							
储藏温度和湿度		-10~60 °C / 低于 90% RH							
冷却系统		风扇强制制冷							
输出极性		正极或者负极都可以接地							
绝缘电压		±250 V	±250 V	±250 V	±250 V	±250 V	±500 V	±500 V	
仪 表	电 压 表	最大显示	99.99	99.99	99.99	99.99	999.9	999.9	
		显示误差	±(0.5% 读值+ 5 个字), 环境 23 °C ± 5 °C						
		温度系数	300 ppm/°C						
	电 流 表	最大显示	99.99	99.99	99.99	99.99	99.99	9.999	9.999
		显示误差	±(1% 读值+ 5 个字), 环境 23 °C ± 5 °C						
		温度系数	400 ppm/°C						

【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。

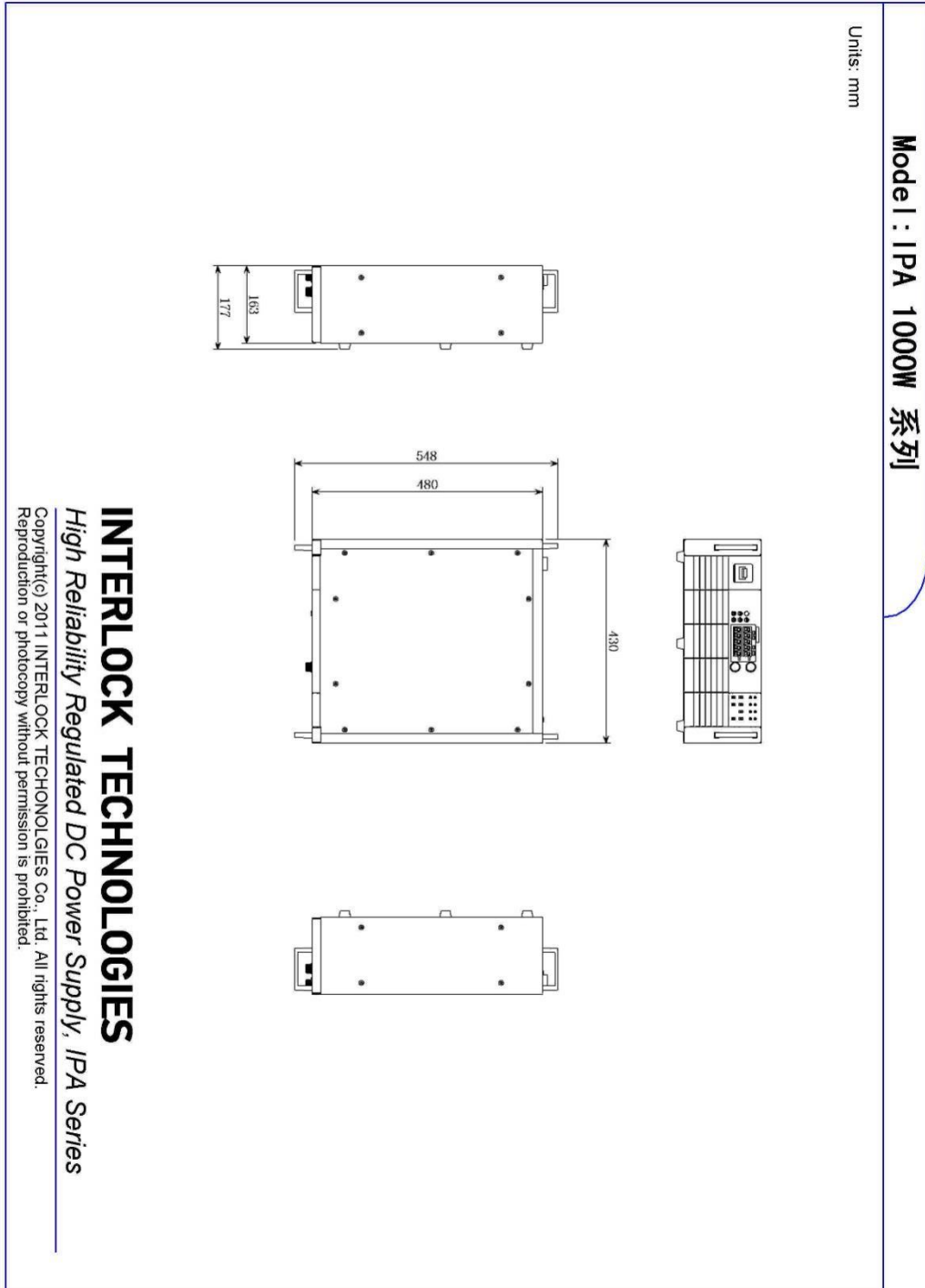
【注释 6】指当输出电流变化范围在 5% 到 100%，输出电压恢复到额定值的 ±(0.05% + 10 mV) 的时间。

		IPA16-50LA	IPA36-30LA	IPA 60-20LA	IPA72-15LA	IPA110-10LA	IPA160-7LA	IPA250-4.5LA	
模拟控制接口	输出电压/控制电压	16 V/10 V	36 V/10 V	60 V/10 V	72 V/10 V	110 V/10 V	160 V/10 V	250 V/10 V	
	输出电压/控制电阻	16 V/10 kΩ	36 V/10 kΩ	60 V/10 kΩ	72 V/10 kΩ	110 V/10 kΩ	160 V/10 kΩ	250 V/10 kΩ	
	输出电流/控制电压	50 A/10 V	30 A/10 V	20 A/10 V	15 A/10 V	10 A/10 V	7 A/10 V	4.5 A/10 V	
	输出电流/控制电阻	50 A /10 kΩ	30 A /10 kΩ	20 A /10 kΩ	15 A /10 kΩ	10 A /10 kΩ	7 A /10 kΩ	4.5 A/10 kΩ	
	远端补偿	一根单线大约补偿 0.6 V							
	主控、受控电源并联	最多 3 台 ^{注释 7}							
	主控、受控电源串联	最多 3 台 ^{注释 7}			最多 2 台 ^{注释 8}			不能	
	输出 OUTPUT ON/OFF	端子短路电路 OFF / 端子短路电路 ON							
	电源 POWER 脱扣	端子被短路时, POWER 脱扣							
	输出电压监控, 0 V~输出额定电压	0 V ~ 10 V(±0.1 V, 环境 23 °C ± 5 °C)							
	输出电流监控, 0 A~输出额定电流	0 V ~ 1 V(±0.01 V, 环境 23 °C ± 5 °C)							
保护电路	脱扣	温度探测电路启动温度	100 °C						
		OVP	预设范围	1.6V~17.6V	3.6V~39.6V	6 V~66 V	7.2V~79.2V	11 V~121 V	16 V~176 V
	动作时间		50 ms						
	OCP	预设范围	5 A~55 A	3 A~33 A	2 A~22 A	1.5A~16.5A	1 A~11 A	0.7A~7.7A	0.45A~4.95A
		动作时间	50 ms						
	输入保险管	30 A							
	输出保险管	60 A	40 A	30 A	20 A	15 A	10 A	6 A	
重量	约 40 kg								
尺寸	见尺寸图								

【注释 7】一台主控电源，两台受控电源。

【注释 8】一台主控电源，一台受控电源。

IPA 1kW 尺寸图



8.3 IPA 2kW 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，并不作为电源效能的保证。

		IPA16-100LA	IPA36-60LA	IPA60-35LA	IPA72-30LA	IPA110-20LA	IPA160-14LA	IPA250-8LA	
输入	电压	220 VAC±10%, 50/60 Hz, 1 Φ							
	功率	约 3.3 kVA	约 3.8 kVA	约 3.4 kVA	约 3.8 kVA	约 3.8 kVA	约 3.4 kVA	约 3.4 kVA	
输出	电压	额定电压	16 V	36 V	60 V	72 V	110 V	160 V	250 V
		最大电压 ^{注释 1}	16.48 V	37.08 V	61.8 V	74.16 V	113.3 V	164.8 V	257.5 V
		变化范围	0~16 V	0~36 V	0~60 V	0~72 V	0~110 V	0~160 V	0~250 V
		分辨率 ^{注释 2}	3 mV	7 mV	11 mV	13 mV	20 mV	30 mV	45 mV
		旋钮	10 圈						
		设置准确度 ^{注释 3,4}	± (0.05%设置值 + 0.05%额定值)						
	电流	额定电流	100 A	60 A	35 A	30 A	20 A	14 A	8 A
		最大电流 ^{注释 1}	103 A	61.8 A	36.05 A	30.9 A	20.6 A	14.42 A	8.24 A
		变化范围	0~100 A	0~60 A	0~35 A	0~30 A	0~20 A	0~14 A	0~8 A
		分辨率 ^{注释 2}	18 mA	11 mA	6.3 mA	5.4 mA	3.6 mA	2.3 mA	1.4 mA
		旋钮	10 圈						
		设置准确度 ^{注释 3,4}	± (0.5%设置值 + 0.1%额定值)						
额定电压特性	纹波 (5Hz~1MHz, RMS)	0.5 mVrms	0.5 mVrms	0.5 mVrms	0.5 mVrms	1 mVrms	2 mVrms	5 mVrms	
	电源效应 ^{注释 4,5}	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+2 mV	
	负载效应 ^{注释 4,5}	0.005% 额定值+ 2 mV	0.005% 额定值+2 mV	0.005% 额定值+2 mV	0.005% 额定值+2 mV	0.005% 额定值+1 mV	0.005% 额定值+2 mV	0.005% 额定值+3 mV	
	瞬态响应时间 ^{注释 5,6}	50 μs							
	温度系数	50 ppm/°C							

		IPA16-100LA	IPA36-60LA	IPA60-35LA	IPA72-30LA	IPA110-20LA	IPA160-14LA	IPA250-8LA	
额定 电 流 特 性	纹波 (5Hz ~ 1MHz, RMS)	100 mArms	60 mArms	30 mArms	20 mArms	10 mArms	8 mArms	4 mArms	
	电源效应	3 mA	3 mA	3 mA	3 mA	1 mA	1 mA	1 mA	
	负载效应	5 mA	5 mA	3 mA	3 mA	3 mA	3 mA	3 mA	
	温度系数	200 ppm/°C							
恒压指示		CV, 绿色 LED 灯指示							
恒流指示		CC, 红色 LED 灯指示							
工作环境温度和湿度		0~40 °C / 10%~90% RH							
储藏温度和湿度		-10~60 °C / 低于 90% RH							
冷却系统		风扇强制制冷							
输出极性		正极或者负极都可以接地							
绝缘电压		±250 V	±250 V	±250 V	±250 V	±500 V	±500 V	±500 V	
仪 表	电 压 表	最大显示	99.99	99.99	99.99	99.99	999.9	999.9	999.9
		显示误差	±(0.5% 读值+ 5 个字), 环境 23 °C ± 5 °C						
		温度系数	300 ppm/°C						
	电 流 表	最大显示	999.9	99.99	99.99	99.99	99.99	9.999	9.999
		显示误差	±(1% 读值+ 5 个字), 环境 23 °C ± 5 °C						
		温度系数	400 ppm/°C						

【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 ±(0.05% + 10 mV) 的时间。

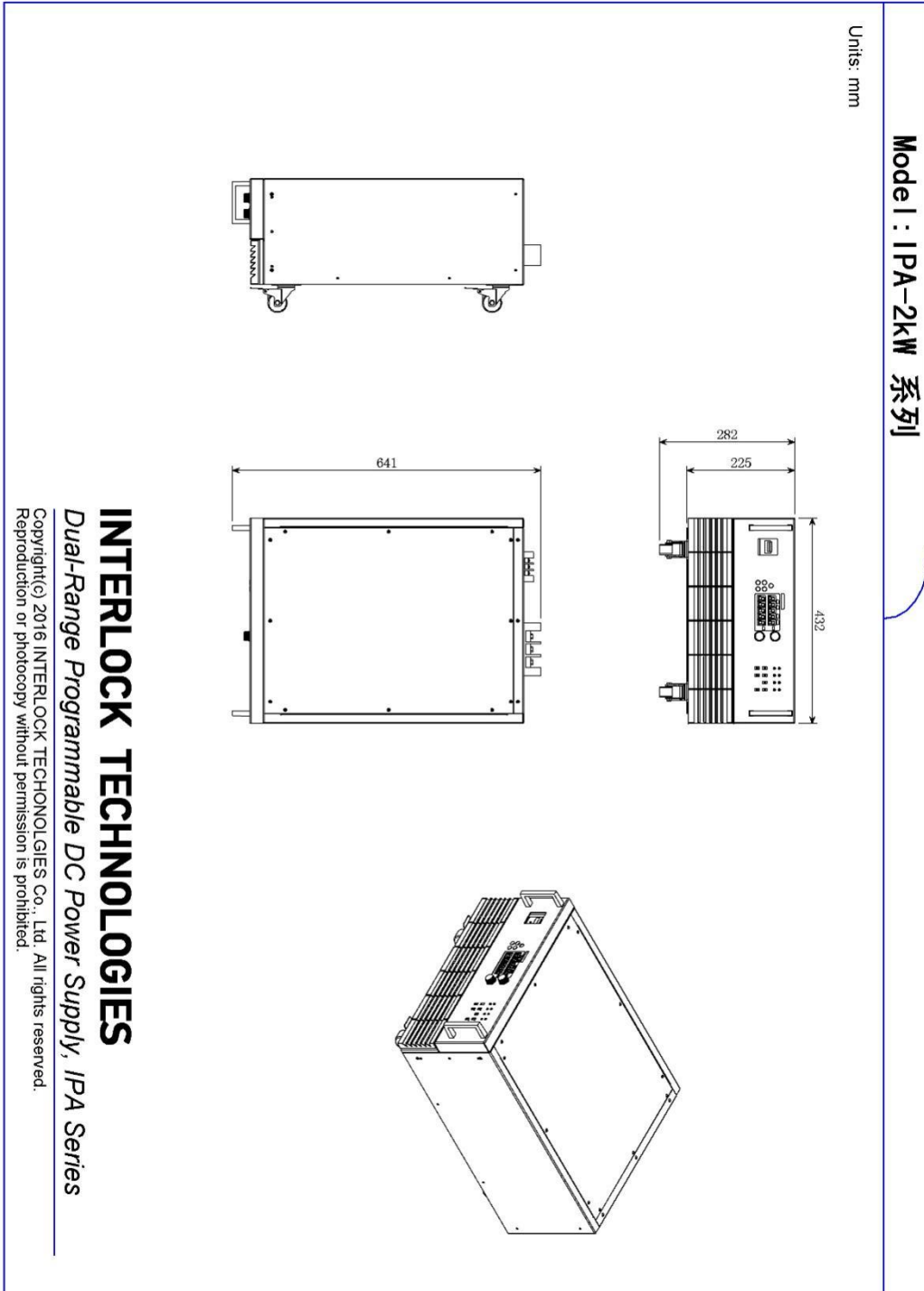
INTERLOCK TECHNOLOGIES

		IPA16-100LA	IPA36-60LA	IPA60-35LA	IPA72-30LA	IPA110-20LA	IPA160-14LA	IPA250-8LA	
模拟控制接口	输出电压/控制电压	16 V/10 V	36 V/10 V	60 V/10 V	72 V/10 V	110 V/10 V	160 V/10 V	250 V/10 V	
	输出电压/控制电阻	16 V/10 kΩ	36 V/10 kΩ	60 V/10 kΩ	72 V/10 kΩ	110V/10kΩ	160V/10kΩ	250V/10kΩ	
	输出电流/控制电压	100 A/10 V	60 A/10 V	35 A/10 V	30 A/10 V	20 A/10 V	14 A/10 V	8 A/10 V	
	输出电流/控制电阻	100 A/10 kΩ	60 A/10 kΩ	35 A/10 kΩ	30 A/10 kΩ	20 A/10 kΩ	14 A/10 kΩ	8 A/10 kΩ	
	远端补偿	一根单线大约补偿 0.6 V							
	主控、受控电源并联	最多 3 台 ^{注释7}							
	主控、受控电源串联	最多 3 台 ^{注释7}				最多 2 台 ^{注释8}		不能	
	输出 OUTPUT ON/OFF	端子短路电路 OFF / 端子短路电路 ON							
	电源 POWER 脱扣	端子被短路时, POWER 脱扣							
	输出电压监控, 0 V~输出额定电压	0 V ~ 10 V(±0.1 V, 环境 23 °C ± 5 °C)							
输出电流监控, 0 A~输出额定电流	0 V ~ 1 V(±0.01 V, 环境 23 °C ± 5 °C)								
保护电路	脱扣	温度探测电路启动温度	100 °C						
		OVP	预设范围	1.6V~17.6V	3.6V~39.6V	6V~66V	7.2V~79.2V	11V~121V	16V~176V
		动作时间	50 ms						
	OCP	预设范围	10 A~110 A	6 A~66 A	3.5A~38.5A	3 A~33 A	2 A~22 A	1.4A~15.4A	0.8A~8.8A
		动作时间	50 ms						
	输入保险管	30 A							
输出保险管	120 A	100 A	50 A	40 A	30 A	30 A	20 A		
重量	约 70 kg								
尺寸	见尺寸图								

【注释 7】一台主控电源, 两台受控电源。

【注释 8】一台主控电源, 一台受控电源。

IPA 2kW 尺寸图



版本说明

V4.1 修改电压的设置准确度： $\pm (0.05\% \text{ 设置值} + 0.05\% \text{ 额定值})$ ；

电流的设置准确度： $\pm (0.5\% \text{ 设置值} + 0.1\% \text{ 额定值})$

成都英特罗克科技有限公司

四川省成都市高新西区合作路 1238 号

电话：028-84215528

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