



1764 程控直流电源

用户手册

中电科仪器仪表有限公司

前 言

非常感谢您选择使用中电科仪器仪表有限公司研制和生产的 1764 程控直流电源！本产品集高、精、尖于一体，在同类产品中有较高的性价比。生产过程中始终贯彻 ISO9000 的标准，做到以顾客为中心，视质量为生命的质量方针。为方便您使用，请仔细阅读本手册。我们将以最大限度满足您的需求为己任，为您提供性价比最高的控制设备，同时带给您一流的售后服务。我们的一贯宗旨是“质量优良，服务周到”，提供满意的产品和服务是我们对您的承诺，我们衷心希望能为您的工作带来方便和快捷，竭诚欢迎您的垂询，垂询电话：

服务咨询 0552-4071248
技术支持 0552-4083442
质量监督 0552-4078248
传 真 0552-4911181
网 址 www.ceyear.com
电子信箱 eibb@ceyear.com
地 址 安徽省蚌埠市华光大道 726 号
邮 编 233006

本手册介绍了中电科仪器仪表有限公司研制和生产的 1764 程控直流电源的使用说明、技术说明、维修说明、编程参考指令以及校准等内容，帮助您尽快熟悉和掌握设备的操作方法和使用要点。为方便您熟练使用该设备，请仔细阅读本手册，并正确按照手册指导操作。

由于时间紧迫和笔者水平有限，文字中疏漏和不当之处，恳请各位用户批评指正！由于我们的工作失误给您造成的不便我们深表歉意。

本手册是《1764 程控直流电源用户手册》第四版，版本号是 AV2.933.0657SS/C.1。

本手册中的内容如有变更，恕不另行通知。本手册内容及所用术语解释权属于中电科仪器仪表有限公司。



本手册版权属于中电科仪器仪表有限公司，任何单位或个人非经本所授权，不得对本手册内容进行修改或篡改，并且不得以赢利为目的对本手册进行复制、传播，违者中电科仪器仪表有限公司保留对侵权者追究法律责任的权利。

请勿试图拆开或改装本手册未说明的任何部分。若自行拆卸，可能会导致电磁屏蔽效能下降、机内部件损坏等现象，影响产品的可靠性。若处在保修期内，则我方不再提供无偿维修。

编 者

2019 年 1 月

目 录

第一章 概 述	1
第一篇 使用说明	3
第二章 开 箱	4
第三章 用户检查	6
第四章 例行维护	7
第五章 前、后面板说明	8
第六章 操作指导	16
第二篇 技术说明	32
第七章 工作原理	33
第八章 主要技术指标	35
第一节 主要功能	35
第二节 主要技术参数	36
第三篇 维修说明	38
第九章 故障信息说明及返修方法	39
第一节 故障查询及错误信息说明	39
第二节 返修方法	40
附录 A 编程参考指令	41
附录 B 校准	48

第一章 概述

1 概述

1764 程控直流电源是中电科仪器仪表有限公司立足现有成熟技术基础，优化组合开发的高性能模块化电源。该设备具有以下技术和性能特点：

- 电压、电流可序列输出，具有灵活触发和数字 I/O。
- 快速输出响应时间（取决于模块）和快速命令处理。
- 同种模块输出可串并联，以便提供更高的电压、电流和功率。
- 具备 GPIB、USB 和 LAN 程控接口。
- 可编程电压和电流，输出可作为恒压源和恒流源。

2 型号说明

1764 程控直流电源的型号说明如表 1-1 所示。

表 1-1 型号说明

项目	型号	名称	说明
主机	1764	主机	有四个槽位（最多可装入 4 个模块）
模块 (选件)	DC1764-M3020A	20V 模块	20V, 15A, 300W 模块(单槽)
	DC1764-M3020B	20V 模块	20V, 50A, 300W 模块(自动量程, 占 2 个槽位)
	DC1764-M3035A	35V 模块	35V, 8.5A, 300W 模块(单槽)
	DC1764-M3060A	60V 模块	60V, 5A, 300W 模块(单槽)
	DC1764-M3100A	100V 模块	100V, 3A, 300W 模块(单槽)
	DC1764-M3150A	150V 模块	150V, 2A, 300W 模块(单槽)
	-	极性翻转选件	适用于模块 DC1764-M3020A、DC1764-M3035A、DC1764-M3060A、DC1764-M3100A 和 DC1764-M3150A, 在需要时装入模块中, 其最大输出电流为 10A。
	-	填充模块	单槽
附件(随主机提供)	电源线	三芯电源线	大功率规格电源线, 1 根
	MC1.5/8-ST-3.5	8 针连接器	配合主机数字 I/O 接口使用, 1 个
附件(随模块提供)	PC 4/4-ST-7.62	4 针连接器	用于模块 DC1764-M3020A 连接输出电缆, 1 个
	EBS 2-8	短接器	用于模块 DC1764-M3020A 输出本地补偿, 2 个
	MC1.5/4-ST-3.5	4 针连接器	用于模块 DC1764-M3020B 远端补偿接口, 1 个
	Molex 39422-0002	2 针连接器	用于模块 DC1764-M3020B 连接输出电缆, 1 个
	MSTB2.5/4-STF-5.08	4 针连接器	用于模块连接输出电缆, 1 个, 适用于模块 DC1764-M3035A、DC1764-M3060A、DC1764-M3100A 和 DC1764-M3150A。
	EBP 2-5	短接器	用于模块输出本地补偿, 2 个, 适用于模块 DC1764-M3035A、DC1764-M3060A、DC1764-M3100A 和 DC1764-M3150A。

3 注意事项

1764 程控直流电源的合理使用和谨慎管理，可以长久保持其性能指标，延长使用寿命。请在使用中注意以下事项：

- a) 使用环境要符合要求。
- b) 保持环境的清洁卫生。
- c) 输出负载不得超过额定负载。
- d) 定期检查接线情况，每年校准一次设备。
- e) 避免机械震动、碰撞、跌落和其它机械损伤。

本用户手册分三篇，共九章：

第一章概括地讲述了 1764 程控直流电源使用的一些基本情况，包括 1764 程控直流电源采用的一些先进技术；具备的或可以实现的各种功能；同时也对本手册进行了概括的说明。

第二章至第六章是使用说明部分：包括如何打开并检查一台新到的程控直流电源、程控直流电源的使用注意事项以及日常维护方法；前、后面板的接口说明；1764 程控直流电源使用的基本操作方法；操作指导部方面介绍了各种工作模式操作，软件菜单和硬件菜单的功能，模块的串并联功能，以使用户使用。

第七、八章是技术说明部分：详细叙述了 1764 程控直流电源的工作原理，并给出主要技术指标。

第九章是维修说明部分：包括故障查询步骤及出错信息说明；同时也说明了返修方法。

附录 A 和附录 B 是编程参考命令和校准。

我们衷心希望我们的产品能为您工作带来方便和快捷。使用中如有任何问题，欢迎您与我们联系。

第一篇 使用说明

第二章 开 箱

1 型号确认

当您打开包装箱后，您会看到以下物品：

1764 程控直流电源（主机）	1 台
模块(选件)	可选
附件	见装箱清单
用户手册	1 份
装箱清单	1 份

请您根据订货合同和装箱清单仔细核对以上物品是否有误，如有问题，请通过前言中的服务咨询热线与我公司服务咨询中心联系，我们将尽快予以解决。



请注意：

当发现任何因运输导致的损坏现象（如机箱，面板或显示器等），为了避免更严重的损坏，请不要开机！

2 外观检查

仔细观察设备在运输过程中是否有损伤，当设备有明显损伤时，严禁通电开机！请根据前言中的服务咨询热线与我公司服务咨询中心联系。我们将根据情况迅速维修或调换。在检查设备之前，请保留装货箱和包装材料，以便于返还设备。

3 运行环境

参考本说明书技术指标部分的环境适应性部分。另外需特别注意以下要求：

- a) 电网： 110/220VAC \pm 10%，50/60Hz \pm 5%。
- b) 电源插座：使用三芯电源插座，必须接地良好。
- c) 电源线： 三芯电源线。



请注意：

设备从两侧抽取空气并从侧面和后面排出，设备的四周必须具有足够的空间位置以便使空气可以充分循环。建议在工作台使用时，两侧留出 5cm 空隙，后面留出 10cm 空隙。



警告：

电源接地不良或错误可能导致设备损坏，甚至造成人身伤害。在连接外部供电电源之前，一定要确保电源地线与供电电源的地线良好接触。设备后面板提供了额外接地端子，可连接至地线，确保设备接地良好。必须使用有保护地的电源插座，不要用外部电缆代替接地保护线。

4 电防护

静电对电子元器件和设备有极大的破坏性，通常我们使用两种防静电措施：导电桌垫与手腕组合；导电地垫与脚腕组合。两者同时使用时可提供良好的防静电保障。若单独使用，只有前者可以提供保障。为确保用户安全，防静电部件必须提供至少 1M Ω 的对地隔离电阻。

请正确应用以下防静电措施来减少静电损坏，保证所有设备正确接地，防止静电生成。工作人员在接触接头、芯线或做任何装配操作以前，必须佩带防静电手腕或采取其他防静电措施。



警告： 上述防静电措施不可用于超过 500V 电压的场合！

5 注意事项

在使用 1764 程控直流电源进行性能指标测试时，必须要注意做到保证操作人员的安全。



警告： 本产品内含高压，不得自行打开机箱。在进行功率输出时，应避免操作人员接触输出连接器，防止触电危险。

第三章 用户检查



说明：在下面的讲述中前面板输入的按键描述形式为：【XXX】，XXX 为按键名。

1 安装电源模块

将选购的电源模块依次安装到主机中，确保电源模块安装在模块槽内，如果主机只配有一个模块，该模块应安装在靠近 GPIB 接口的插槽位置，该插槽位置模块默认为通道 1。配置多个模块时，需要依次安装，模块间不能有空槽位，具体安装图如图 3-1 所示。

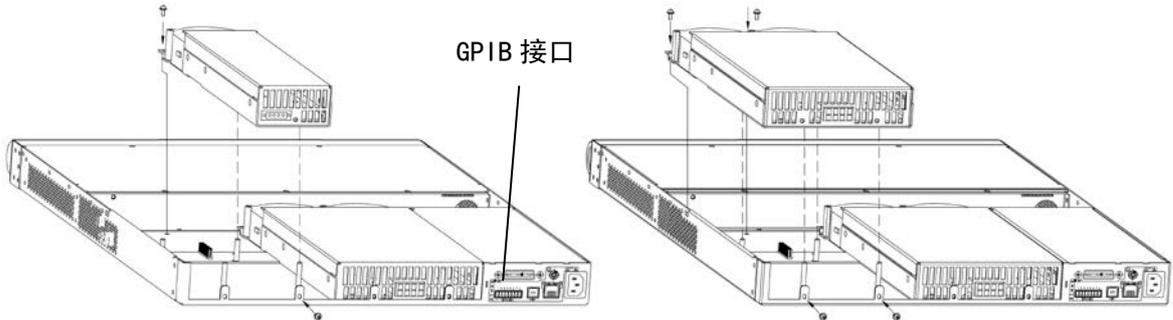


图 3-1 模块安装示意图

安装好电源模块后（如果主机没有安装满，需要安装填充模块），再将风机盖板装入主机中，安装示意图如图 3-2 所示。

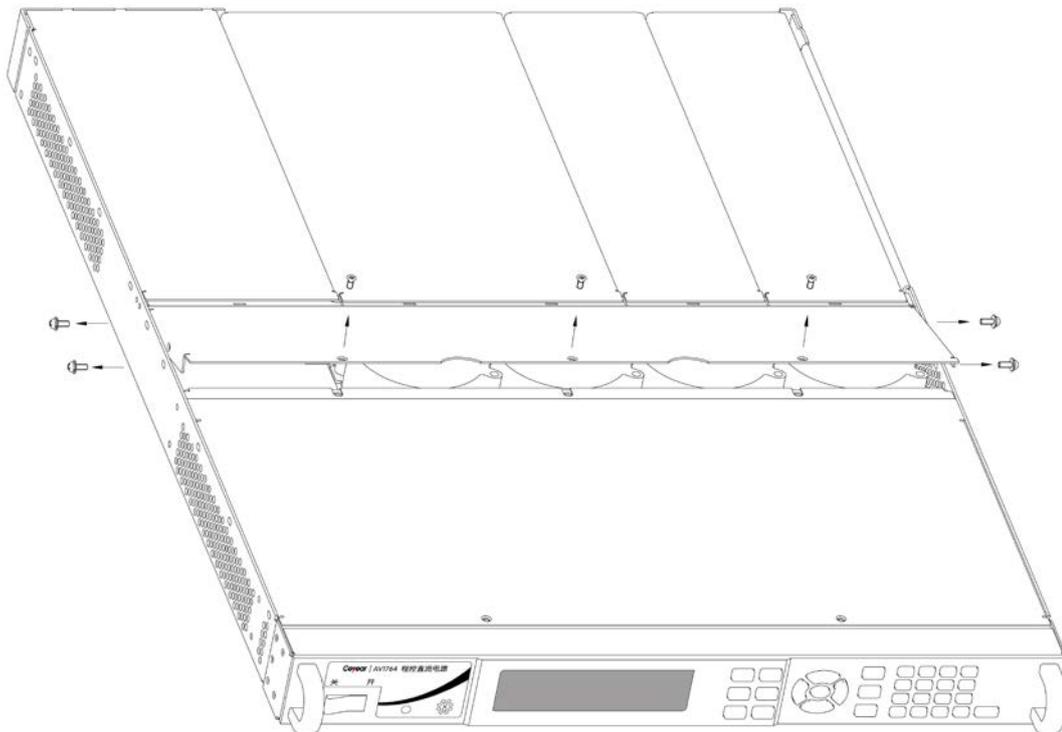


图 3-2 风机盖板安装示意图

2 初步检查

将 1764 程控直流电源接上电源，将前面板电源开关打到“开”位置，观察此时前面板电源指示灯为黄色，显示器背光灯点亮，等待约 10 秒，显示开机状态界面，电源指示灯变为绿色。

第四章 例行维护

1 定期清洗设备前面板显示屏：

在使用一段时间后，需要清洁前面板显示屏。请按照下面的步骤操作：

- a) 关机。
- b) 拔掉电源线。
- c) 用干净柔软的棉布蘸上清洁剂，轻轻擦拭显示屏。
- d) 再用干净柔软的棉布将显示屏擦干。
- e) 待清洁剂干透后方可接上电源线。



显示屏表面有一层防静电涂层，切勿使用含有氟化物、酸性、碱性的清洁剂。切勿将清洁剂直接喷到显示屏上，否则可能渗入机器内部，损坏设备。

2 保险丝

保险丝放置在 1764 程控直流电源内部，保险丝长 32mm，直径 6.35mm，额定电流 15A，额定电压 250V，快速熔断型。不建议客户自行更换。

第五章 前、后面板说明

1 前面板说明

前面板示意图如图 5-1 所示。主要包括以下部分：显示屏、方向键、输出键、开关和 LED 指示灯、系统键和输入键。



图 5-1 前面板示意图

1.1 显示屏

1.1.1 单通道显示 / 多通道显示

按【测量】键进入单通道测量显示界面，再按【测量】切换至四通道显示界面；分别如图 5-2 和图 5-3 所示。



图 5-2 单通道显示界面

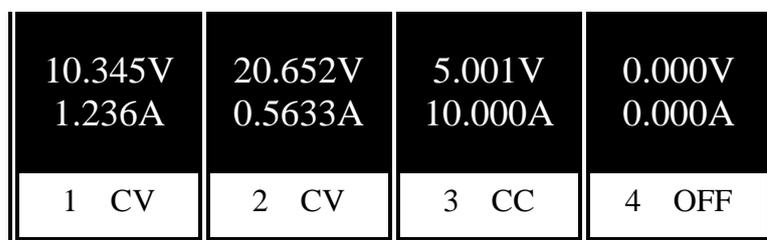


图 5-3 多通道显示界面

对于双通道模块，安装在主机中时，显示如图 5-4 所示。第二、三通道为一个模块，第三界面显示“Double”。对于多模块并联运行时，通过前面板设置并重启主机后显示如图 5-5 所示，第二至四通道为 3 个相同规格的模块并联，第三、四界面显示“Grouped”。

注意：当用远程接口进行测量和某些特殊情况时，前面板可能会显示“-----”，当远程测量

完成或重新启动主机后，前面板一般会恢复正常显示。

10.345V 1.236A	15.552V 0.583A		
1 CV	2 CV	Double	

图 5-4 双模块显示

10.345V 1.236A	20.652V 12.65A		
1 CV	2 CV	Grouped	Grouped

图 5-5 并联通道显示

1.1.2 工作状态指示

- OFF = 输出关断
- CV = 恒压模式输出
- CC = 恒流模式输出
- OV = 输出过压保护
- OV- = 负电压输出过压保护
- OC = 输出过流保护
- CP+ = 正功率限制
- CP- = 负功率限制
- PF = 交流输入电源失效
- OT = 过温保护
- INH = 输出外部禁止
- UNR = 输出失调
- PROT = 通道输出耦合保护

1.1.3 接口状态指示

- All = On/Off 键在所有通道上有效
- Err = 发生一个错误（按【错误】键显示错误信息）
- Lan = LAN 已被连接且已被配置
- IO = 一个远程接口处于活动状态

1.2 按键

1.2.1 系统键

- 【测量】 将显示屏返回测量模式。
- 【菜单】 访问命令菜单。
- 【通道】 选择或突出显示要控制的通道。
- 【返回】 退出菜单而不进行任何更改。
- 【帮助】 访问关于显示的菜单的信息。
- 【错误】 显示在错误队列中的错误信息。

1.2.2 方向键

- 【↑】【↓】【←】【→】 在命令菜单中移动。
- 【选择】 在命令菜单中进行选择，也可以进入数字参数的编辑模式。

1.2.3 输出键

- 【开/关】 该键可控制选定的输出（或在 ALL 点亮时控制所有输出）。此键仅在单通道或多通道视图中有效。
- 【电压】 可以更改选定通道的电压设置。
- 【电流】 可以更改选定通道的电流设置。

1.2.4 输入键

【0】至【9】键输入数字 0 至 9。

【.】键输入小数点。

【+/-】键仅用于输入减号。

【E】键输入指数。将值添加到 E 的右侧。

【←】退格键删除退格时经过的数字。

【↑】【↓】箭头键增加或减少某些字段中的值。也可用来在字母输入字段中选择字母。

【确认】该键确认输入数值。如果在退出字段时不按 Enter 键，该值将被忽略。

1.3 前面板菜单参考

前面板主要菜单参考说明如下：

菜单命令				控制说明	
Output	Voltage			编程电压限制点、范围	
	Current			编程电流限制点、范围	
	Sequence	Delay		编程输出开关延时时间	
		Couple		耦合输出通道以进行输出开关同步	
	Advanced	Slew	Voltage	编程电压摆率	
	Power		编程功率分配功能		
Measure	Sweep			指定测量点、时间间隔和触发偏置	
	Window			选择测量窗口	
	Control			在测试过程中终止测量	
Transient	Mode			选择电压或电流瞬态模式	
	Step			编程电压和电流步进值，使能步进触发	
	List	Pace			指定“驻留”或“触发”间隔列表
		Repeat			指定序列重复次数或指定连续序列
		Terminate			指定列表终止时的列表设置
		Config			配置序列步进电压、电流、间隔和触发信号
		Reset			终止列表并复位所有列表参数
	TrigSource			指定触发源：总线、针 1-7、Tran 或驻留输出	
	Control			启动、触发或终止瞬态。显示触发状态	
Protect	OVP			配置过电压保护功能	
	OCP			配置过电流保护功能	
	Inhibit			配置外部禁止信号：关闭、锁存	
	Coupling			发生保护故障时禁用所有输出通道	
	Wdog			配置看门狗定时	
	Clear			清除输出保护，显示输出状态	
States	Reset			将设备重置到复位(*RST) 状态。	
	SaveRecall			保存或调用设备状态	
	PowerOn			选择电源开启状态：*RST、RCL0	
System	IO	LAN	ActiveSettings	显示目前活动的 LAN 接口设置	
			Config	IP	配置设备的 IP 地址
			Name	配置动态 DNS 和 NetBIOS 命名服务	
			Domain	配置域名	
			DNS	配置 DNS 服务器	
			TCP	配置 TCP 存活功能	
			Reset	将 LAN 接口设置复位到出厂状态	
		USB	Status	显示状态、速度、收到和发送的数据包	
			Identification	USB 连接字符串 - 设备的唯一 USB 标识符	

GPIB				选择 GPIB 地址	
DigPort	Pins			指定针功能和极性	
	Data			读写数据到数字端口	
Groups				定义并联时的输出通道组	
Preferences	Display	Contrast		配置显示对比度	
		Saver		配置屏幕保护和 IO 唤醒定时器	
		View		选择开启时为 1 通道或 4 通道视图	
Admin	Keys			启用/禁用按键声音并配置开关全控键	
	Lock			锁定前面板键。输入密码以解锁键	
	Login/Logout			输入密码访问管理员功能，默认为 0	
	Cal	Volt	Vprog		校准高和低电压范围
		Curr	Iprog		校准高和低电流范围
		Date			设置校准日期
		Save			保存校准数据
LAN			启用/禁用 LAN 接口和内置 Web 服务器		
USB			启用/禁用 USB 接口		
Nvram				将所有非易失性 RAM 复位为出厂默认设置	
Password				更改管理员的操作密码	

2 后面板说明

整机后面板包括主机箱后面板和模块后面板，示意图如5-6所示。主机箱后面板包括数字I/O接口、GPIB接口、USB接口、LAN接口（符合 LXI Class C规范）、交流电源输入和接地柱；模块后面板包括输出接口和远端补偿接口。

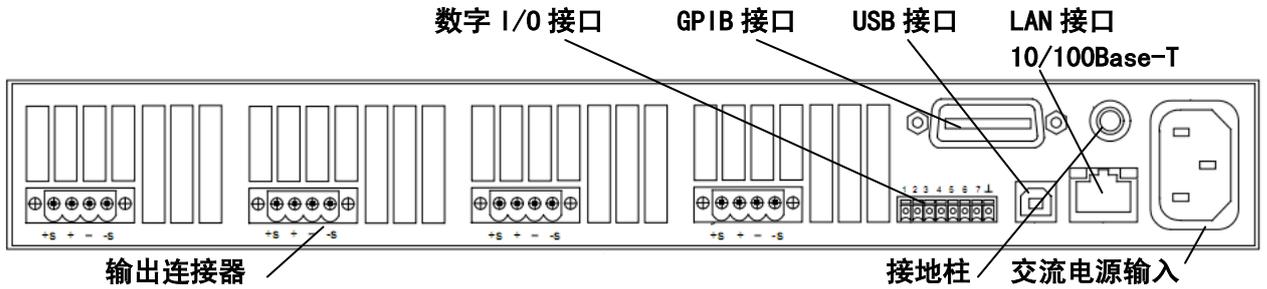


图 5-6 后面板示意图

2.1 数字 I/O 接口

数字 I/O 接口引脚定义如图 5-7 所示。此接口位于主机箱后面板上，用于连接数字 I/O、故障/禁止、触发或输出耦合信号。较好的工程做法是将数字 I/O 接口用附件中的 8 针连接器（MC1.5/8-ST-3.5）做成电缆进行转接，并将所有的信号线进行扭绞或屏蔽。具体操作指导详见第六章 2.11。



图 5-7 数字 I/O 接口引脚定义

警告 数字 I/O 接口上的信号地是仅为了方便而使用的低噪声信号接地，它不是安全接地！

2.2 输出接口和远端补偿接口

输出接口和远端补偿接口位于模块后面板，通过附件中随模块提供的输出连接器和远端补偿连接器和负载端连接。常用的输出连接器和远端补偿连接器如图 5-8 所示，包括 4 针输出连接器、2 针输出连接器、4 针远端补偿连接器。在连接负载时，较好的工程做法是扭绞检测导线对以及负载导线对，并拧紧螺钉端子以牢固固定所有导线。本章的后面部分将对输出配置进行详细介绍。

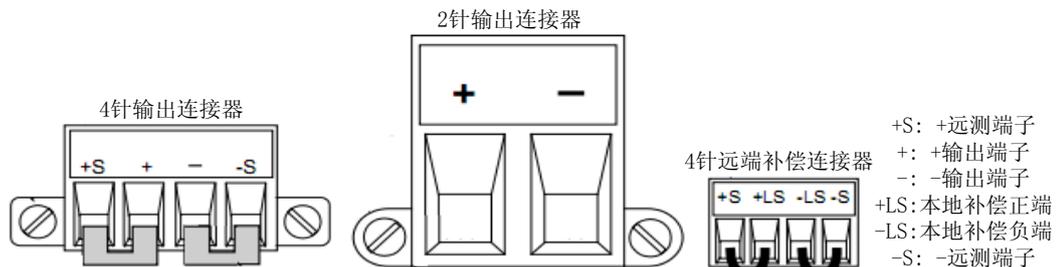


图 5-8 输出连接器和远端补偿连接器

3 输出配置

3.1 本地输出和本地补偿

输出端和负载端连接可采用本地输出和本地补偿，连接如图 5-9 所示。本地补偿可提高负载的电压调整能力，但只能补偿电源模块内部电压降，即保证输出端电压为用户设定值。

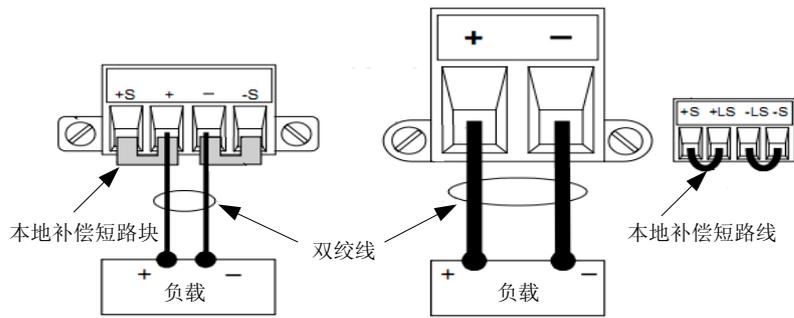


图 5-9 本地输出和本地补偿

模块输出端给多个负载供电情况，连接如图 5-10 所示。

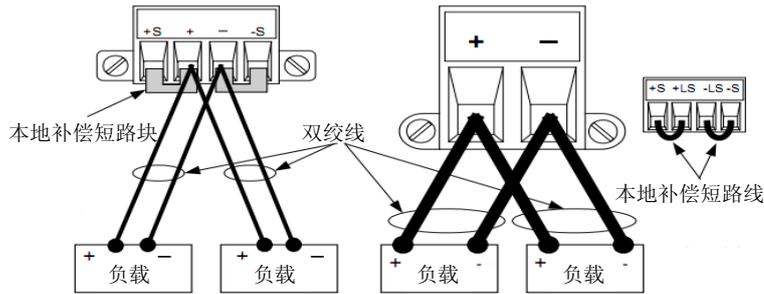


图 5-10 多负载供电输出

3.2 本地输出和远端补偿

输出端和负载连接可采用本地输出和远端补偿，连接如图 5-11 所示。远端补偿可提高负载的电压调整能力，有效地减小负载线电压降，即保证负载端电压为用户设定值，并直接精确回读负载端电压。

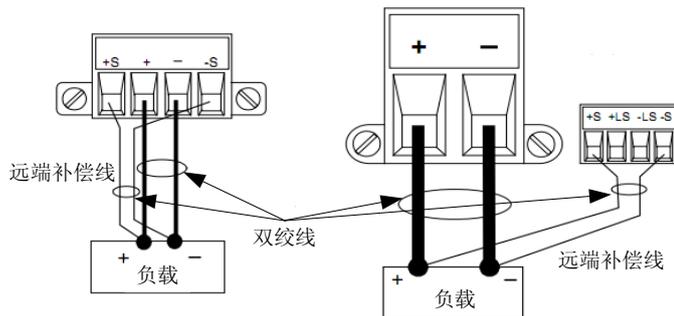


图 5-11 本地输出和远端补偿

3.3 并联输出

警告 仅对具有相同的型号和选件的输出模块进行并联。

可并联输出通道，以获得增加输出电流。可使用两种方法执行此操作：直接并联和自动并联。

并联方法	说明	连接
直接并联 采用直接并联。提供简单、直接连接	可并联最多四个输出通道（模块）。必须对每个输出通道单独编程，以发送或查询其输出电流的部分。	将输出端子并联在一起。在进行远端检测时，将检测端子并联在一起。
自动并联 采用自动并联。确保并联模块的输出电流精确匹配	可并联最多四个输出通道（模块）。通过编程将多个通道作为一个虚拟通道处理，所有模块会自动均流输出。	将输出端子并联在一起。在进行远端检测时，将检测端子并联在一起。

3.3.1 直接并联连接

并联输出分为本地补偿并联输出和远端补偿并联输出两种方法，连接分别如图 5-12 和图 5-13 所示。直接并联必须对每个输出通道编程，使其提供输出电流的一部分。然而，每个输出通道的输

出阻抗相对较低，总输出电流不会在所有输出通道之间平均分配。如果应用程序需要平均的电流分配和更好的电流编程精度，则必须使用下一节中描述的自动并联连接。如果需要使用远端电压检测来补偿负载导线中的电压降，请取下本地检测跳线，并将每个输出的检测端子直接连接到负载。

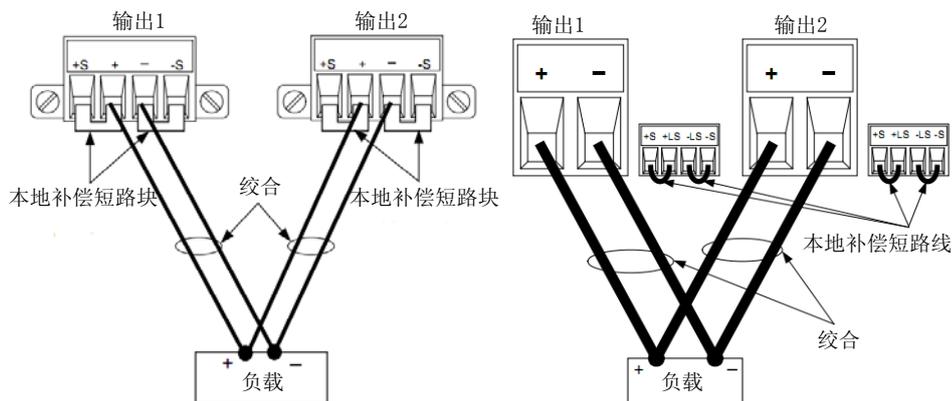


图 5-12 本地补偿并联输出

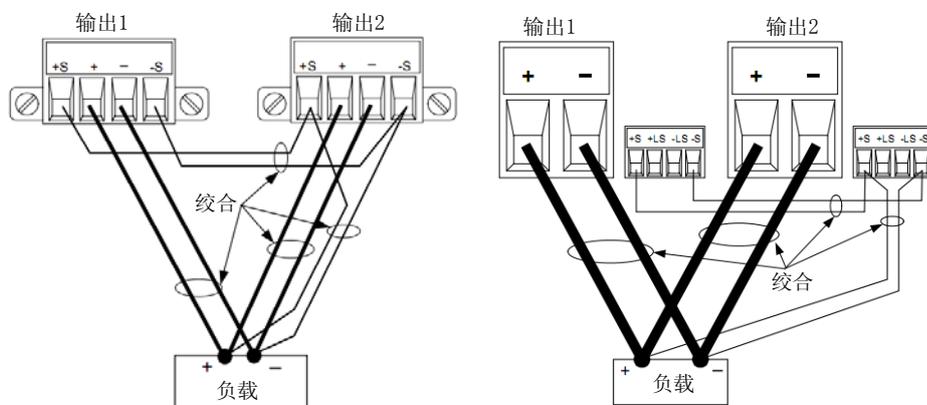


图 5-13 远端补偿并联输出

3.3.2 自动并联连接

按照图 5-12 或图 5-13 将并联模块输出端接入负载，将并联模块当作一个大功率模块使用，主机将获取最小值通道的模块序列号，该号作为并联模块的序列号使用，从前面板选择 System\Groups 命令，选择要并联的模块即可，或通过上位机输入 GPIB 命令 SYST:GRO:DEF(@1, 2, 3, 4)，将 4 个模块并联成一个大模块，这两种方法都可以将并联模块自动并联起来。显示界面只显示模块并联输出总电流。

3.4 串联输出

警告：仅对具有相同的型号和选件的输出模块进行串联。浮动电压不得超过 $\pm 240\text{VDC}$ 。任何输出端子与机箱接地间的电压不得超过 240V。

注意：如果输出电压反复并快速地改变，如同在串行或分流调整器应用程序中一样，则不应使用串联。这会导致接地的内部 RC 网络电阻器过热受损。

串联输出分为本地补偿串联输出和远端补偿串联输出两种方法，连接分别如图 5-14 和图 5-15 所示。对每个通道输出单独编程，将每个输出通道编程值总和设为期望值。将每个输出的电流限制设置为负载可以处理而不会造成损坏的最大值。

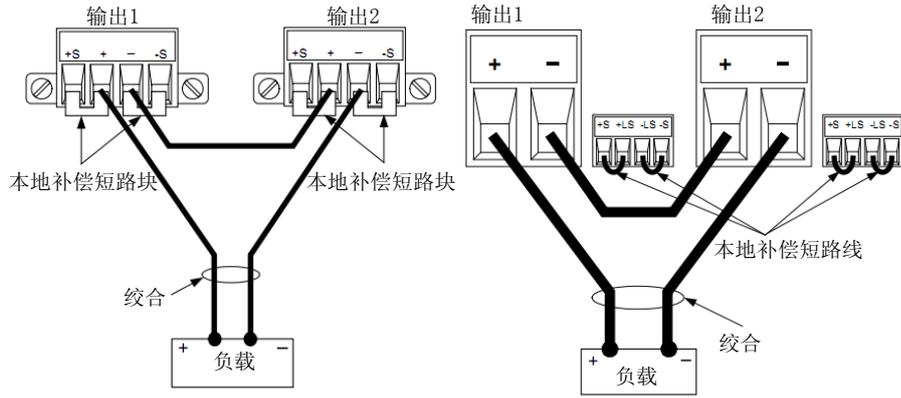


图 5-14 本地补偿串联输出

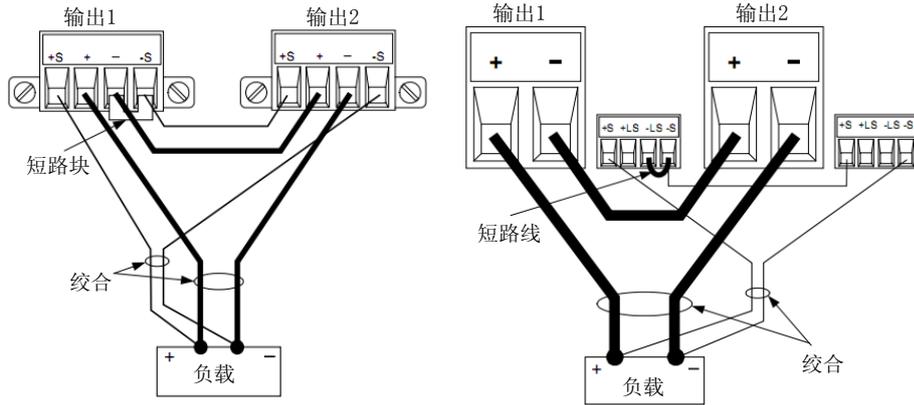


图 5-15 远端补偿串联输出

第六章 操作指导

本章介绍 1764 程控直流电源的基本操作方法，包括前面板操作和 SCPI 指令操作。

1 入门操作介绍

1.1 开启设备

连接电源线后，用前面板电源开关开启设备。几秒钟后前面板显示屏将点亮。前面板显示屏出现显示后，可以使用前面板输入电压和电流值。

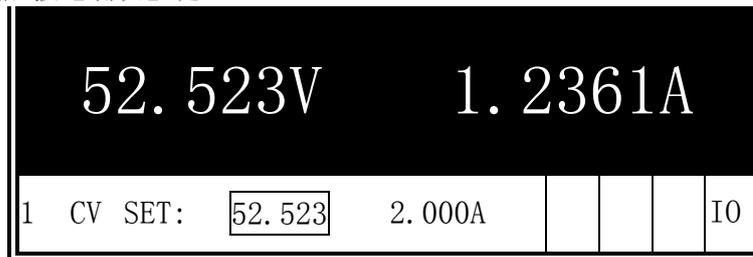
1.2 选择通道

按【通道】键来选择想要设定的输出通道。

1.3 设置输出电压

方法一：

使用左右方向键定位到要更改的设置。在下面的显示中，选择了通道 1 的电压设置。使用输入键输入一个值。然后按【确认】键。



方法二：

使用【电压】键选择电压输入字段。使用输入键输入需要的设置。然后按【确认】键。

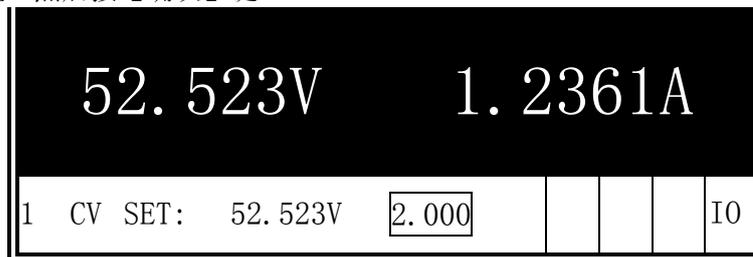
注意：如果输入错误，使用【←】退格键删除数字，按【返回】键退出菜单，或按【测量】键返回测量模式。



1.4 设置输出电流

方法一：

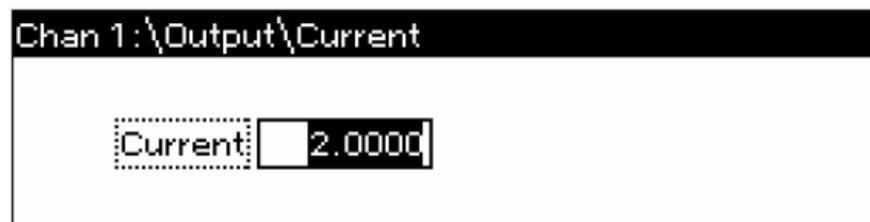
使用左右定位键定位到要更改的设置。在下面的显示中，选择了通道 1 的电流设置。使用输入键输入一个值。然后按【确认】键。



方法二：

使用【电流】键选择电流输入字段。使用输入键输入需要的设置。然后按【确认】键。

注意：如果输入错误，使用【←】退格键删除数字，按【返回】键退出菜单，或按【测量】键返回测量模式。



1.5 打开输出

使用【开/关】键启用输出, 如果将负载连接到输出, 则前面板显示屏将显示正在输出电流。否则, 电流读数将为零。通道号旁的状态指示器指示输出状态。

1.6 设置过压保护

如果输出电压达到编程的过电压限值, 过电压保护功能将关闭受影响的输出。按【菜单】键访问前面板命令菜单。第一行显示了正被控制的输出通道以及菜单路径。由于显示的是顶级菜单, 所以路径是空的。第二行显示了在当前菜单级中可以使用的命令。在本例中, 显示顶级菜单命令, 并突出显示 Output 命令。第三行显示在 Output 命令下可以使用哪些命令。选择突出显示的命令可访问此更低一级命令。

```
Chan 1:\
Output Measure Transient Protect States System
Voltage, Current, Mode, Sequence, Advanced
```

按向右箭头【→】方向键在菜单中横向移动, 直到突出显示 Protect 命令。按【选择】键选择 Protect 命令。

```
Chan 1:\
Output Measure Transient Protect States System
OVP, OCP, Inhibit, Coupling, WDog, Osc, Clear
```

菜单路径现在表明在第二行中显示的命令位于 Protect 命令的下面。将突出显示 OVP 命令。第三行显示在 OVP 命令下具有哪些功能。按【选择】键选择 OVP 命令。

```
Chan 1:\Protect
OVP OCP Inhibit Coupling WDog Osc Clear
Overvoltage protection settings.
```

命令菜单现在位于功能控制级。这是此路径中的最低级别。使用定位键突出显示 OVP Level 控制。使用输入键输入所需的过电压电平。然后按【确认】。

```
Chan 1:\Protect\OVP
OVP Level 44.000
```

可以随时按【通道】键选择其他输出通道。这样会节省时间, 因为可以直接访问每个通道的 OVP 控制而无需在各个菜单级中浏览。

```
Chan 2:\Protect\OVP
OVP Level 54.000
```

注意: 如果设置的过电压保护电平低于目前的输出电压, 则过电压保护电路将会断开, 并将输出通道关闭。前面板状态指示器将显示“0V”。

1.7 退出命令菜单

方法一:

按【测量】键立刻返回到测量屏幕,这是返回到测量模式的最快捷方法。

方法二:

按【返回】键在命令菜单中一次向上退回一个菜单级。如果要使用其他菜单命令,则这种方法可能更为方便。

1.8 接口远程控制

可通过 LAN、GPIB 和 USB 接口连接上位机,通过上位机控制程序远程控制电源模块输出。

2 使用电源系统

2.1 编程输出

选择输出通道

前面板: 按【通道】键选择一个输出通道。	SCPI 命令: 在命令的参数列表中输入选定的通道。 OUTP:STAT? (@1, 2)
--------------------------------	--

设置输出电压

前面板: 按【电压】键。 输入值并按【选择】。	SCPI 命令: 将通道 1 设置为 10V: VOLT 10, (@1) 将所有通道输出设置为 20V: VOLT 20, (@1:4)
--------------------------------------	--

设置输出电流

前面板: 按【电流】键。 输入值并按【选择】。	SCPI 命令: 将通道 1 设置为 1A: CURR 1, (@1) 将所有通道输出设置为 2A: CURR 2, (@1:4)
--------------------------------------	--

设置电压延时输出

前面板: 按【菜单】键, Output\Sequence\Delay, 设置打开延时或关闭延时时间, 并按【确认】。	SCPI 命令: 编程通道 1 延时 50ms 打开, 通道 2 延时 0.1s 关闭: OUTP:DEL:RISE 0.05, (@1) OUTP:DEL:FALL 0.1, (@2)
--	---

设置通道耦合延时输出

前面板: 按【菜单】键, Output\Sequence\Couple, 选中 Enable, 并按方向键选择需要耦合输出的通道, 设置打开延时时间, 并按【确认】。	SCPI 命令: 编程通道 1 和通道 2 耦合并延时 100ms 打开: OUTP:COUP (@1, 2) OUTP:DEL:RISE 0.1, (@1, 2)
---	--

设置电压摆率 (不同模块有最小摆率值限制)

前面板: 按【菜单】键, Output\Advanced\Slew 然后选择 Voltage, 输入电压摆率值, 并按【确认】。	SCPI 命令: 将输出 1 设置为 6V/s: VOLT:SLEW 6, (@1) 设置最快的摆率: VOLT:SLEW MAX, (@1)
--	--

启用输出

前面板: 按【开/关】键。 要使用前面板【开/关】键同时启用/禁用四个输出, 请选择 System\Preferences\Keys。 选中【开/关】将影响所有通道。	SCPI 命令: 仅启用通道 1 输出: OUTP ON, (@1) 启用所有通道输出: OUTP ON, (@1:4)
---	---

2.2 同步输出

瞬态系统能够响应触发事件，使得电压、电流上升或下降步进输出，产生触发输出需要做以下几点：

- 1) 使能输出响应触发命令
- 2) 设置电压电流触发值
- 3) 选择瞬态触发源
- 4) 初始化触发系统并提供触发信号

步骤 1: 使能输出响应触发命令

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient\Mode, 可以进行电压、电流步进设置, 然后按下【选择】键。	使能通道 1 电压响应触发源。 VOLT:MODE STEP, (@1) 使能通道 1 电流响应触发源。 CURR:MODE STEP, (@1)

注意: 在 Step 模式下, 当接收到触发信号时, 触发值就变成了立即触发值, 在 Fixed 模式下, 触发信号会忽略, 当一个触发信号来到时, 这个立即触发值仍然会起作用。

步骤 2: 设置电压电流触发值

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient\Step, 按方向键选择电压、电流设置, 然后按下【选择】键。	设置通道 1 电压、电流触发值 VOLT:TRIG 15, (@1) CURR:TRIG 1, (@1)

步骤 3: 选择瞬态触发源

Bus	选择 GPIB 设备触发、*TRG 或<GET> (组执行触发)
Pin<n>	选择数字 I/O 口某一针作为触发源, 必须将选定的针配置为触发输入, 这样才能用作触发源
Transient<n>	选择输出通道的瞬时系统作为触发源
Ext	选择任一针作为外部触发输入

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient\TrigSource\Bus	选择通道 1 总线触发 TRIG:TRAN:SOUR BUS, (@1)
选择 Transient\TrigSource\digital port pins	选择通道 1 数字 I/O 口触发 TRIG:TRAN:SOUR PIN<n>, (@1)
选择 Transient\TrigSource\output channels	选择通道 1 瞬态输出触发 TRIG:TRAN:SOUR TRAN<n>, (@1)

步骤 4: 初始化触发系统并提供触发信号

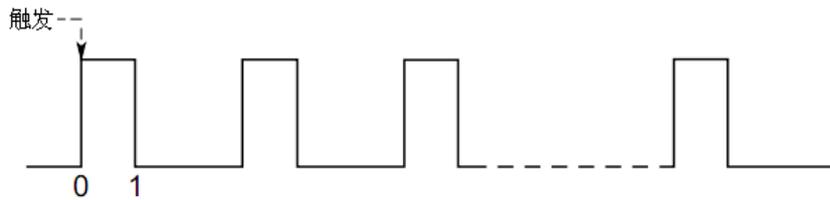
前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient\Control\Initiate	初始化触发系统 INIT:TRAN (@1)
在 Transient\Control 菜单中选择触发	对通道 1 产生立即触发 TRIG:TRAN (@1)
如果不需要触发, 在 Transient\Control 中选择 Abort 放弃。	放弃通道 1 触发 ABOR:TRAN (@1)
选择 Transient\Step, 检查使能触发输出, 然后按下【选择】键。	对第 1 通道产生触发信号 STEP:TOUT ON, (@1)

2.3 编程输出序列

可进行电压、电流序列输出, List 模式能够以精确的时间产生快速的复杂的序列变化, 也可以同步内部或外部信号, 该模式允许高达 512 个编程步进输出, 并且能够编程重复周期性变化。每一个步进值及间隔时间可以独立编程, 间隔时间可以设置在 0~262s 范围内。

2.3.1 编程脉冲或序列脉冲

下图显示了利用序列输出功能产生脉冲, 如果只要产生单个脉冲, 则跳过步骤 4 和步骤 5, 直接按步骤 6 执行。



步骤 1: 设置电压、电流序列脉冲功能, 下面以电压设置为例说明。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient\Mode。设置电压序列模式, 按下【选择】键确认。	编程通道 1 序列模式: VOLT:MODE LIST, (@1)

步骤 2: 设置脉冲幅值和间隔, 下面以产生时间间隔 1s, 幅值 15V 脉冲为例说明

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient>List\Config, 在 Step 0 输入电压值为 15V, 按下【选择】键确认, 在时间间隔中输入 1, 按下【选择】键确认。	编程通道 1 输出脉冲序列: LIST:VOLT 15, (@1) LIST:DWEL 1, (@1)

步骤 3: 设置步进为自动, 时间间隔到后自动产生下一个脉冲。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient>List\Pace, 选择时间间隔。按【选择】键确认。	编程通道 1 自动产生脉冲: LIST:STEP AUTO, (@1)

步骤 4: 如果需要编程连续脉冲, 则需要设置第一个步进幅值以及持续时间和关断时间, 下面以幅值 15V, 持续时间 1s, 关断时间 2s 为例说明。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient>List\Config, 选择 Step 1 电压值为 0V, 按【选择】键。并输入时间间隔分别为: 1s, 2s, 按【选择】确认。	编程通道 1 输出: LIST:VOLT 15, 0, (@1) LIST:DWEL 1, 2, (@1)

步骤 5: 如果想重复产生脉冲序列, 以产生 50 个脉冲序列为例说明。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient>List\Repeat, 输入序列重复数目, 按【选择】键确认。	编程通道 1 输出: LIST:COUN 50, (@1)

步骤 6: 如果想利用脉冲去给另外通道产生触发信号, 以脉冲结束产生触发信号为例说明。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient>List\Config, 选择 Step 0 并检查其是否选中, 按【选择】键确认。	编程通道 1 输出: LIST:TOUT:EOST 1, 0, (@1)

步骤 7: 在脉冲序列完成后, 可以返回原始输出状态。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient>List\Terminate, 选择返回到开始, 按【选择】键确认。	编程通道 1 输出: LIST:TERM:LAST 0, (@1)

步骤 8: 选择触发源产生单个脉冲或序列脉冲, 以总线触发为例说明。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient\TrigSource, 选择 Bus, 按【选择】键确认。	编程通道 1 输出: TRIG:TRAN:SOUR BUS, (@1)

步骤 9: 初始化瞬态触发系统。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient\Control, 按【选择】键确认。	编程通道 1 输出: INIT:TRAN (@1)

步骤 10: 触发输出脉冲或序列脉冲。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient\Control\Trigger, 按	*TRG

【选择】键确认。

步骤 11: 启动脉冲输出。

前面板:

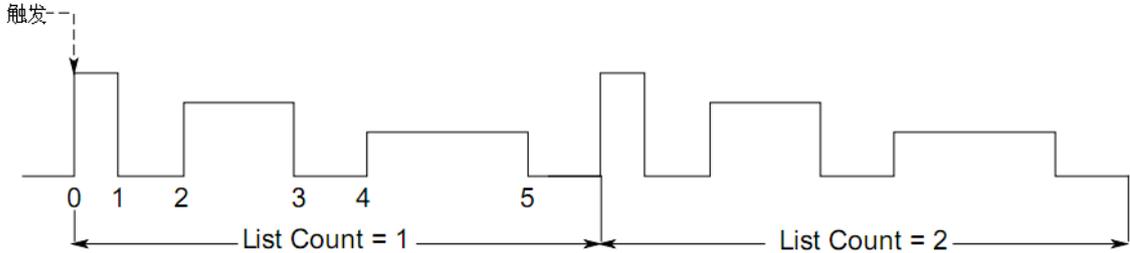
SCPI 命令:

按【开/关】键打开输出。

OUTP ON, (@1)

2.3.2 编程输出任意序列

下图显示怎样产生电压脉冲，电压和时间可以任意设置，以下分步骤说明任意序列输出操作。



步骤 1: 设置电压或电流任意序列输出功能，下面以电压设置为例说明。

前面板:

SCPI 命令:

选择 Transient\Mode。设置电压序列模式，按下【选择】键确认。

编程通道 1 序列模式:
VOLT:MODE LIST, (@1)

步骤 2: 编程输出序列电压值，例如，连续产生 9V, 0V, 6V, 0V, 3V, 0V 电压序列。

前面板:

SCPI 命令:

选择 Transient\List\Config，在 Step 中输入第一个电压值为 9V，按【选择】键确认，重复这一操作，按上、下方向键选择下一步。

编程通道 1 输出:
LIST:VOLT 9,0,6,0,3,0,(@1)

步骤 3: 设置每一种电压持续时间和关断时间间隔，如设置间隔时间分别为 2s, 3s, 5s, 3s, 7s, 3s。

前面板:

SCPI 命令:

选择 Transient\List\Config，在 Step 中输入第一个时间间隔 2s，按【选择】键确认。重复这一操作，按上、下方向键选择下一步。

编程通道 1 输出:
LIST:DWEL 2,3,5,3,7,3,(@1)

步骤 4: 设置下一个连续脉冲按照上面执行。

前面板:

SCPI 命令:

选择 Transient\List\Pace，选择 Dwell-paced，按【选择】确认。

编程通道 1 输出:
LIST:STEP AUTO, (@1)

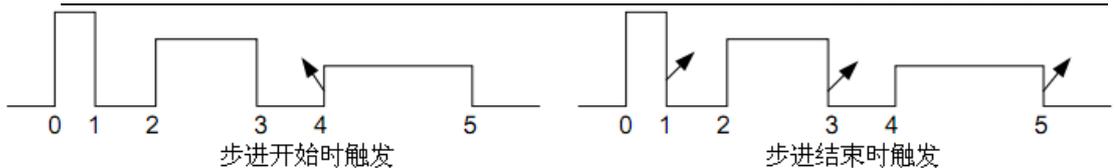
步骤 5: 如果想利用脉冲序列来产生触发信号，触发其他通道输出或连接到数字 I/O 口的外部设备。

前面板:

SCPI 命令:

选择 Transient\List\Config，选择 List Step，在 Tout Begin Step 中输入 1，按上、下方向键选择下一步，重复这一操作。

在通道 1 第 4 步开始时编程触发信号:
LIST:TOUT:BOST 0,0,0,0,1,0,@(1)
在通道 1 第 0, 2, 4 步结束时编程触发信号:
LIST:TOUT:EOST 1,0,1,0,1,0,(@1)



步骤 6: 如果想终止序列，例如，当序列输出完成后，想要序列回到最后一步时的值，执行下面操作。

前面板:

SCPI 命令:

选择 Transient\List\Terminate，选择 Stop Last Step，按【选择】键确认。

编程通道 1 输出:
LIST:TERM:LAST 1,(@1)

步骤 7: 想要重复输出脉冲序列, 例如, 重复 2 次。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient>List\Repeat, 输入重复次数“2”, 按【选择】键确认。	编程通道 1 输出: LIST:COUN 2, (@1)

步骤 8: 选择触发源并初始化、触发, 打开输出后即触发输出。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Transient\TrigSource, 选择 Bus, 按【选择】键确认。	编程通道 1 输出: TRIG:TRAN:SOUR BUS, (@1)
选择 Transient\Control\Initiate	初始化触发系统 INIT:TRAN (@1)
选择 Transient\Control\Trigger 触发	对通道 1 产生立即触发 TRIG:TRAN (@1)
打开输出通道 1	OUTP ON, (@1)

2.4 使用数字转换器

使用数字转换器功能能够获得电源模块增强的电压和电流测量能力, 该项功能不能通过前面板操作, 只能通过程控接口来控制, 具体功能如下:

- 指定一个测量功能和范围;
- 调节测量采样速率;
- 选择测量窗口可以降低交流噪声;
- 重新获得数字化电压或电流测量排列;
- 用触发信号进行同步测量。

2.4.1 编程数字转换器

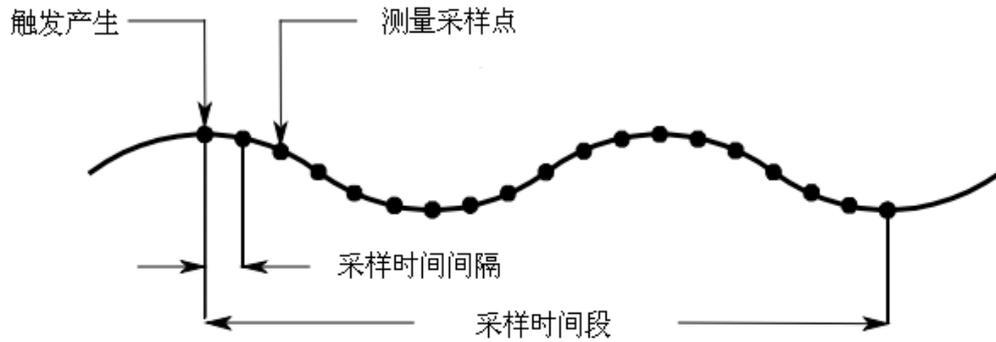
2.4.1.1 选择测量功能和范围

前面板:	SCPI 命令:
不可操作。	使能通道 1 电压测量。 SENS:FUNC:VOLT ON, (@1)
	使能通道 2 电流测量 SENS:FUNC:CURR ON, (@2)
	设置通道 1 为 5V 电压测量范围 SENS:VOLT:RANG 5, (@1)
	设置通道 1 为 1A 电流测量范围 SENS:CURR:RANG 1, (@1)

2.4.1.2 调节测量采样速率

下图示意了在一个典型测量中采样点数及采样时间间隔的关系。最多可以设置 512K (1K=1024) 个采样点, 电压和电流测量中, 时间间隔的值的范围为 10.24 μ s 到 40000 s。大于 10.24 μ s 的值将取整为 10.24 μ s 增量最接近的数。大于 20.48 μ s 的值将取整为 20.48 μ s 增量最接近的数。大于 40.96 μ s 的值将取整为 40.96 μ s 增量最接近的数。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Measure\Sweep, 输入点数, 设置时间间隔, 输入偏移值。	设置通道 1 点数为 4096 点, 时间间隔 60 μ s。 SENS:SWE:TINT 60E-6, (@1) SENS:SWE:POIN 4096, (@1)



2.4.1.3 设置时间间隔分辨率

前面板:	SCPI 命令:
不可操作。	设置通道 1 分辨率为 $20\mu\text{s}$ 。 SENS:SWE:TINT:RES RES20, (@1)

2.4.1.4 指定测量窗口功能

窗口调整是一个信号调节过程，可降低在出现周期性信号和噪声时进行的平均值测量中的误差。有两个窗口功能可用：矩形窗口和 Hanning 窗口。在开机时，测量窗口为矩形窗口。

矩形窗口可计算平均值测量，无需进行任何信号调节。但是，在出现周期性信号（如交流电源线纹波），并且正在计算平均值测量时，矩形窗口会产生误差。在采集了非整数周期的数据时，由于存在剩余部分周期的采集数据，因此会出现这种情况。

处理交流电源线纹波的一种方法是使用 Hanning 窗口。在计算平均值测量时，Hanning 窗口可将 \cos^4 权重功能应用于数据中。这可衰减测量窗口中的交流电噪声。在测量中存在至少三个或多个波形周期时，可获得最佳衰减效果。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Measure\Window，选择矩形窗或 Hanning 窗。	设置通道 1 选择 Hanning 窗 SENS:WIND HANN, (@1)

2.4.1.5 发送测量命令

前面板:	SCPI 命令:
按下【测量】键，可以观察到电压、电流信息，该数据为平均数据。	测量通道 1 平均电压和电流 MEAS:VOLT?(@1) MEAS:CURR?(@1)
	测量通道 1 电压和电流的有效值 MEAS:VOLT:ACDC?(@1) MEAS:CURR:ACDC?(@1)
	测量通道 1 脉冲电压和电流的高电平 MEAS:VOLT:HIGH?(@1) MEAS:CURR:HIGH?(@1)
	测量通道 1 脉冲电压和电流的低电平 MEAS:VOLT:LOW?(@1) MEAS:CURR:LOW?(@1)
	测量通道 1 电压和电流最大值 MEAS:VOLT:MAX?(@1) MEAS:CURR:MAX?(@1)
	测量通道 1 电压和电流最小值 MEAS:VOLT:MIN?(@1) MEAS:CURR:MIN?(@1)
	测量通道 1 功率 MEAS:POW?(@1)

2.4.2 同步数字转换测量

使用采样触发系统以将数字化测量和多个触发源的触发信号同步。然后使用 FETCh 命令从采样数据中返回电压或电流信息。产生一个触发测量，需要进行以下步骤：

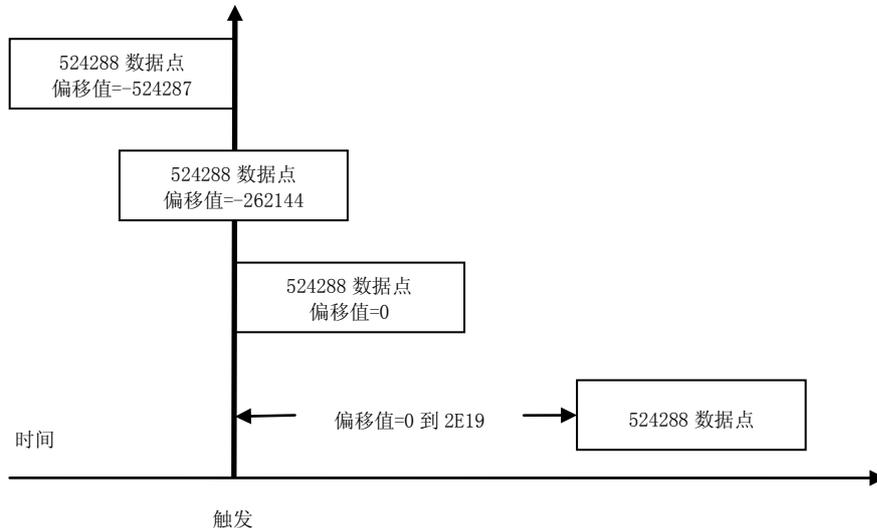
- 选择测量的功能去触发；
- 调节测量去捕获预触发数据；
- 选择触发源；
- 初始化测量系统并触发；
- 获取触发数据。

2.4.2.1 选择测量功能去触发

前面板：	SCPI 命令：
不可操作。	选择通道 1 电压测量功能 SENS:FUNC:VOLT ON, (@1)
	选择通道 1 电流测量功能 SENS:FUNC:CURR ON, (@1)

2.4.2.2 捕获预触发数据

测量系统可以捕获触发信号之前、之后和触发信号时的数据。如下图所示，并根据触发信号的起始位置将读取的数据移动到采样缓冲区中，这可让您进行预触发或触发后数据采样。



采样触发相关的采样缓冲区的起始位置偏移值：

前面板：	SCPI 命令：
选择 Measure\Sweep，输入偏移值。 然后按【选择】键。	对通道 1 进行偏移测量 100 个点，请使用： SENS:SWE:OFFS:POIN 100, (@1)

当值为 0 时，所有测量值在触发之后进行数据采样。正值表示触发之后进行数据采样前的延迟，这可以用来排除发生在延迟时间之前的测量值（延迟时间 = 偏移 x 采样周期）。负值表示触发之前需先进行数据采样，这样可以使您获得触发前的测量值。

注意：如果在预触发数据获取过程中，在预触发数据数目完成之前发生触发，测量系统将忽略该次触发，如果另外一个触发没有产生，则将终止测量。

2.4.2.3 选择测量触发源

注意：无论选定的触发源如何，总线上的立即触发命令将生成立即测试触发。

除非您在使用触发：采样 [:IMMediate]，从以下项中选择一个触发源：

- Bus 选择 GPIB 设备触发、*TRG 或<GET>（组执行触发）；
- Pin<n> 选择数字 I/O 口某一针作为触发源，必须将选定的针配置为触发输入，这样才能用作触发源；
- Transient<n> 选择输出通道的瞬时系统作为触发源；
- Ext 选择任一针作为外部触发输入。

前面板:	SCPI 命令:
不可操作	对通道 1 选择总线触发 TRIG:ACQ:SOUR BUS, (@1) 对通道 1 选择数字针作为触发源 TRIG:ACQ:SOUR PIN<n>, (@1) 对通道 1 选择瞬态输出触发 TRIG:ACQ:SOUR TRAN<n>, (@1)

2.4.2.4 初始化触发测量系统

在开启设备后，触发系统处于空闲状态。在此状态中，将禁用触发系统，忽略所有触发。使用 INITiate 命令可使触发系统接收触发。

前面板:	SCPI 命令:
不可操作	对通道 1 启动初始化测量系统 INIT:ACQ (@1)

在收到 INITiate:ACquire 命令后，设备准备接收触发信号可能要花费几毫秒的时间。如果触发系统在准备接收触发之前就出现了某个触发，则会忽略此触发。您可以在操作状态寄存器中测试 WTG_meas 位，以了解设备在启动后何时接收触发。

前面板:	SCPI 命令:
不可操作	对通道 1 要查询 WTG_meas 位（第 3 位），请输入以下命令： STAT:OPER:COND?(@1)

注意：每当设备接收到一条总线、外部、针脚、瞬变或表达式触发命令时将执行一次测量采样。因此，每次进行触发测量时，都必须启动触发系统。

2.4.2.5 触发测量

触发系统将在已启动状态下等待触发信号。可按以下方式立即触发测量：

前面板:	SCPI 命令:
不可操作	对通道 1 产生触发测量： TRIG:ACQ (@1) 如果触发源是“BUS”，您还可以编程设定一个 *TRG 或 IEEE-488 <get> 命令。

如上所述，输出瞬变、数字针脚和输出电压或电流，或用户定义表达式也可以生成触发。如果将任何这些系统配置为触发源，设备将无限期地等待触发信号。如果不出现触发，则必须手动将触发系统返回到空闲状态。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Measure\Control，然后选择 Abort 控制。	对通道 1 产生触发测量： TRIG:ACQ (@1) 如果触发源是“BUS”，您还可以编程设定一个 *TRG 或 IEEE-488 <get> 命令。

2.4.2.6 获取测量结果

在收到触发并完成测量后，触发系统将返回空闲状态。一旦完成测量，FETCh 查询可以检索最近的测量数据，无需启动新增测量或更改测量缓冲区数据。

前面板:	SCPI 命令:
不可操作	对通道 1 返回平均电压或电流： FETC:VOLT?(@1) FETC:CURR?(@1) 对通道 1 返回电压或电流有效值： FETC:VOLT:ACDC?(@1)

FETC:CURR:ACDC?(@1)
 对通道 1 返回脉冲电压或电流高电平：
 FETC:VOLT:HIGH?(@1)
 FETC:CURR:HIGH?(@1)
 对通道 1 返回脉冲电压或电流低电平：
 FETC:VOLT:LOW?(@1)
 FETC:CURR:LOW?(@1)
 对通道 1 返回电压或电流最大值：
 FETC:VOLT:MAX?(@1)
 FETC:CURR:MAX?(@1)
 对通道 1 返回电压或电流最大值：
 FETC:VOLT:MIN?(@1)
 FETC:CURR:MIN?(@1)
 返回通道 1 功率值：
 FETC:POW?(@1)

如果在测量完成之前就发送了 FETCh 查询，则响应会延迟，直到出现测量触发信号和采集完成。您可以在操作状态寄存器中测试 MEAS_active 位，以了解测量触发系统何时返回到空闲状态。

前面板：	SCPI 命令：
不可操作	对通道 1 查询 MEAS_active 位（第 5 位），请输入以下命令： STAT:OPER:COND?(@1)

2.5 使用保护功能

每个输出都有自身的保护功能，当一种保护功能起作用后，在前面板上能显示保护状态，一旦保护功能触发，若想继续操作，必须在系统菜单中将该保护清除。在所有保护功能中，只有 OV、OC、PROT 和 INH 保护功能是可以编程的。

OV	过压保护是一种硬件保护，可以设置触发保护值，这个功能总是使能的。
OC	过流保护是一个能使能禁止可编程功能，当使能设置后，当输出电流达到电流极限设置值，输出将被禁止。
OT	过温保护功能监视每一个通道输出温度，如果输出通道温度超过出厂设置极限值，该功能将触发并关断通道输出。
PF	PF 指示输入交流电网输入失败，该功能将禁止输出操作。
CP+	该功能指示正功率限制条件禁止输出。
CP-	该功能指示负功率限制条件禁止输出。
PROT	从其他通道输出耦合过来的保护信号，或输出看门狗定时超时，该功能将指示禁止输出。

2.5.1 设置过压保护

前面板：	SCPI 命令：
选择 Protect\OVP。在 OVP 框中输入设置值，按下【选择】键确认。	设置通道 1 过压保护点为 10V： VOLT:PROT 10,@1

2.5.2 设置过流保护

前面板：	SCPI 命令：
选择 Protect\OCP，并检查使能框是否选择，按下【选择】键确认。	使能通道 1 和通道 2 过流保护： CURR:PROT:STAT 1, (@1, 2)
输入保护延迟时间，并按下【选择】键确认。	对通道 1 过流保护延迟 10ms： OUTP:PROT:DEL 0.01, (@1)

2.5.3 耦合输出保护

前面板：	SCPI 命令：
选择 Protect\Couple，检查使能耦合框是否选中，按【选择】键确认。	使能输出耦合保护： OUTP:PROT:COUP ON

2.5.4 输出看门狗定时保护

如果没有程控接口控制活动，可以设置看门狗定时保护，编程时间范围：1~3600s，默认值为60s。定时时间到后，关闭输出。

前面板:	SCPI 命令:
选择 Protect\Wdog，选择使能看门狗定时器，输入保护延时时间，按【选择】确认。	使能看门狗定时器： OUTP:PROT:WDOG ON 设置定时时间为 600s OUTP:PROT:WDOG:DEL 600

2.5.5 清除保护功能

前面板:	SCPI 命令:
选择 Protect\Clear，按【选择】确认。	清除通道 1 保护： OUTP:PROT:CLE(@1)

2.6 设备状态存储调用

前面板:	SCPI 命令:
选择 States\SaveRecall，输入存储位置 0 或 1，按【选择】确认，选择 Save 或 Recall 表示存储或调用状态。	存储一种状态： *SAV <n> 调用一种状态： *RCL <n>
选择 States\PowerOn，选择上电时复位或直接调用状态 0。	OUTP:PON:STAT RCL0

2.7 输出组合

可以将多个输出通道相同电源模块组合成一个大电流或大功率通道使用，最多可以将 4 个通道组合起来，所有组合通道输出端必须并联连接使用，最大组合电流为各单通道电流之和，当组合通道电流之和小于单通道最大电流时，不建议组合通道使用。组合后的通道，过流保护相比单通道会有所延时（约 10ms），当输出通道组合成一个大功率单通道后，该通道以组合前最低通道数为地址。设置组合通道或取消组合通道，需要重启电源后才能生效。

前面板:	SCPI 命令:
选择 System\Groups，选择需要组合的通道。	将 2, 3, 4 通道组合起来： SYST:GRO:DEF (@2, 3, 4)
选择 System\Groups，取消先前组合通道。	取消组合通道： SYST:GRO:DEL:ALL
按电源开关，重启电源。	SYST:REB

2.8 前面板按键

当不需要前面板按键进行操作时，为了避免误操作，可以将按键锁定，在锁定设置之前需要设置密码，然后再锁定按键，当按键功能锁定后需要解锁时，只需输入密码即可，锁定功能是非易失性存储在主控板中的，即使关闭交流电源后启动，按键仍然会锁定。

前面板:	SCPI 命令:
选择 System\Preferences\Lock，在对话框中输入密码解锁按键，然后选择锁定。	不可执行
选择 System\Preferences\Keys，检查使能框是否选中。检查 On/Off 框是否选中，选中则可以利用【开/关】键控制所有通道。	

2.9 前面板显示

设备开机后，如果没有任何按键操作，出厂时，前面板液晶显示器将在一小时进行屏保模式，并且前面板指示灯由绿色转为黄色，如果需要看清液晶显示数据，可以轻按任意键唤醒背光电源打开，屏保即可解除，这个屏保时间可以设置从 30~999 分钟，步进值为 1 分钟。

前面板:	SCPI 命令:
选择 System\Preferences\Display\Save，	不可执行

选中 Screen Saver 和 Wake on I/O 对话框，在 Saver Delay 对话框中可以输入屏保时间。

选择 System\Preferences\Display\View，选中第一个对话框，则设备开机时显示一个通道信息，选中第二个对话框，则设备开机时显示所有通道信息。

2.10 管理功能

前面板:

选择 System\Admin>Login 如果需要密码，可在 Password 字段中输入密码，然后按 Enter。如果 Password 字段显示 0，则只需按 Enter。“0”是出厂默认密码。

SCPI 命令:

不可执行

2.11 数字 I/O 接口

位于主机后面板，其具有 7 个 I/O 针和一个共用端组成，用于访问数字控制功能。用户可对每个 I/O 针进行配置。下列控制功能可用于 I/O 针：

- a) 双向数字 I/O
- b) 仅限数字输入
- c) 外部触发输入/输出
- d) 故障输出
- e) 外部禁止输入
- f) 输出开启/关闭耦合

2.11.1 数字 I/O 接口

每个设备主机和附件中分别包含有一个数字 I/O 接口和一个快速断开连接连接器插头，下面介绍了可用的针功能和可以采用的针配置。除了可配置的针功能外，还可配置每个针的信号极性。如果选择了正极性，逻辑真信号是针上电压高。如果选择了负极性，逻辑真信号是针上电压低。

针功能	可用的可配置针
数字输入/输出和数字输入	针 1 至 7
外部触发输入/输出	针 3 至 7
输出耦合状态	针 4 至 7
故障输出	针 1 和 2
外部禁止输入	针 3
共用端(⊥)	针 8

2.11.2 双向数字 I/O

可将 7 个针配置为通用双向数字输入和输出，还可配置针的极性，针 8 是数字 I/O 针的信号共用端。根据下列位分配对数据进行编程：

针	1	2	3	4	5	6	7
位	0	1	2	3	4	5	6

配置数字 I/O 的针:

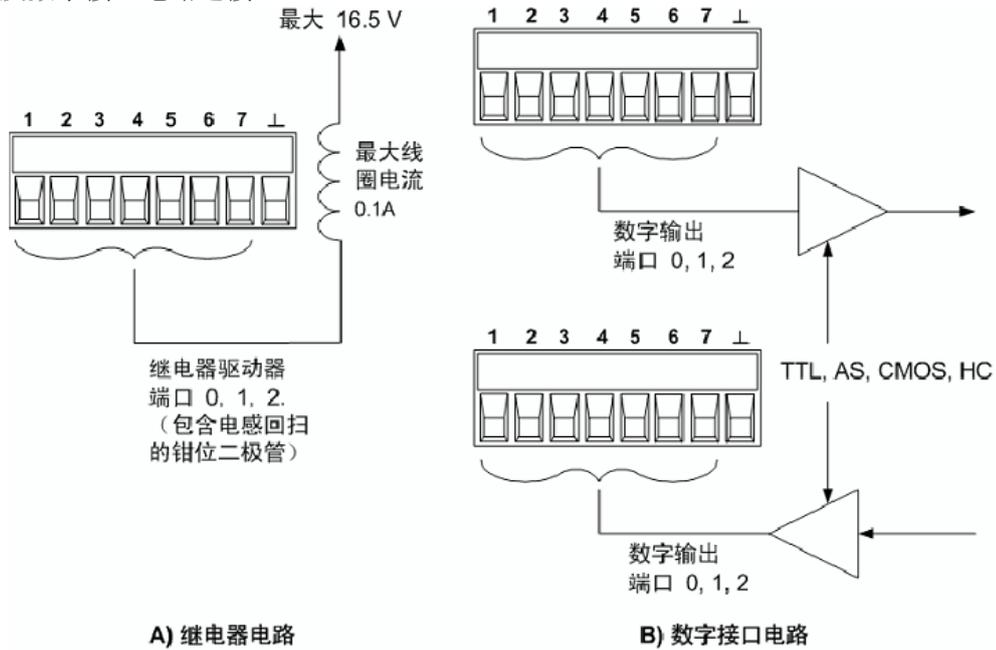
前面板:

选择 System\IO\DigPort\Pin<n>，其中<n> 是针号。
选择 Function，然后选择 Digital I/O。
返回一级，选择 Polarity，然后选择 Positive 或 Negative。
要将数字数据发送到针，请选择 System\IO\DigPort\Data。
选择 Data Out，然后输入数据作为二进制数字。

SCPI 命令:

配置针功能：
DIG:PIN<1-7>:FUNC DIO
配置针极性：
DIG:PIN<1-7>:POL <pol>
将数据发送到针：
DIG:OUTP:DATA <data>

可使用数字 I/O 针控制继电器电路和数字接口电路。下图介绍使用数字 I/O 功能的典型继电器电路以及数字接口电路连接。



A) 继电器电路

B) 数字接口电路

2.11.3 数字输入

可将 7 个针仅配置为数字输入。还可配置针的极性。针 8 是数字输入针的信号共用端。针的状态反映了施加到针上的外部信号的真实状况。数字输出字的值不影响针的状态。将针仅配置为数字输入：

前面板：

选择 System\IO\DigPort\Pin<n>，其中<n> 是针号。
选择 Function，然后选择 Digital In。
返回一级，选择 Polarity，然后选择 Positive 或 Negative。
要从针读取数据，请选择 System\IO\DigPort\Data。
输入数据在 Data In 字段中显示为二进制数字。

SCPI 命令：

配置针功能：
DIG:PIN<1-7>:FUNC DINP
配置针极性：
DIG:PIN<1-7>:POL <pol>

读取针数据：
DIG:INP:DATA?

2.11.4 外部触发

可将 7 个针配置为触发输入或触发输出。还可配置针的极性。在对触发极性进行编程时，POSitive 表示上升沿，NEGative 表示下降沿。针 8 是触发针的信号共用端。

在配置为触发输入时，可对指定的触发输入针施加负向或正向脉冲。触发等待时间为 5 μ s。正向信号的最小脉冲宽度为 4 μ s，负向信号的最小脉冲宽度为 10 μ s。针的极性设置决定哪个边沿产生触发输入事件。

被配置为触发输出后，指定的触发针将产生一个 10 μ s 宽的触发脉冲，以响应触发事件。当连接到共用端时，根据极性的设置，触发脉冲可以是正向或负向。

前面板：

选择 System\IO\DigPort\Pin<n>，其中<n> 是针号。
选择 Function，然后选择 Trigger In 或 Trigger Out。
返回一级，选择 Polarity，然后选择 Positive 或 Negative。

SCPI 命令：

选择针 1 的触发输出功能：
DIG:PIN1:FUNC TOUT
选择针 2 的触发输入功能：
DIG:PIN2:FUNC TINP
选择触发极性：
DIG:PIN<1-7>:POL <pol>

2.11.5 故障输出

可将针 1 和 2 配置为故障输出对。还可配置针 1 的极性。针 1 是故障输出；针 2 是针 1 的共用端。注意，针 2 还必须连接到针 8。

故障输出功能允许任何通道上的故障条件可以在数字控制端口上产生一个故障信号。下列条件将产生故障事件：过电压、过电流、过温、外部禁止信号、电源故障条件或在某些型号上的电源限制条件。

针 1 和针 2 专门用于此功能。此配置可提供光学隔离输出。将忽略针 2 的功能。注意，故障输出信号将保持锁存状态，直到清除故障条件为止。还必须清除保护电路。

前面板:	SCPI 命令:
选择 System\IO\DigPort\Pin1。	配置故障功能:
选择 Function, 然后选择 Fault Out。	DIG:PIN1:FUNC FAUL
返回一级, 选择 Polarity, 然后选	选择故障输出极性:
择 Positive 或 Negative。	DIG:PIN1:POL <pol>

2.11.6 外部禁止输入

在后面板数字控制连接器第 3 脚, 可编程作为外部禁止输入信号使用, 还可配置针 3 的极性。针 8 是针 3 的共用端。

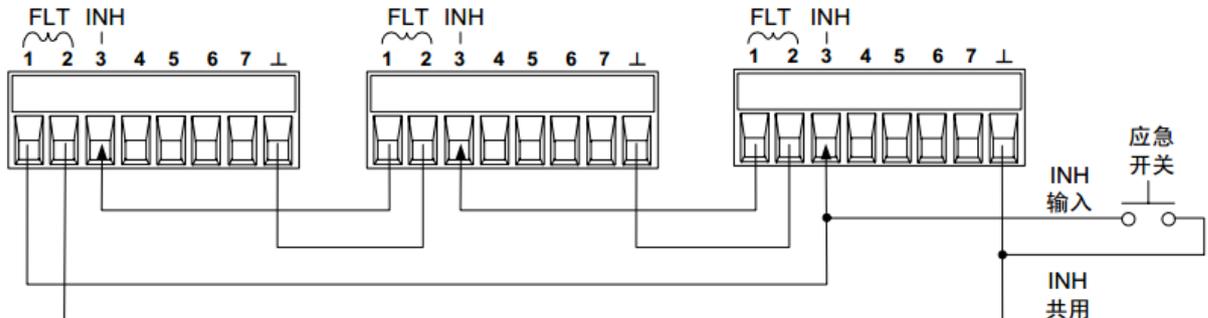
外部禁止输入功能让外部输入信号控制主机中的所有输出通道的输出状态。当外部禁止输入为真时, 输出被禁用。信号等待时间为 5μs。可将禁止模式编程为“锁存”或“关闭”。

前面板:	SCPI 命令:
选择 System\IO\DigPort\Pin3。	配置外部禁止功能:
选择 Function, 然后选择 Inhibit In。	DIG:PIN3:FUNC INH
选择 Polarity, 然后选择 Positive 或	选择外部禁止输入极性:
Negative。	DIG:PIN3:POL <POL>
返回一级, 选择 Latching 关闭输出	锁存外部禁止信号控制:
	OUTP:INH:MODE LATC
或选择 Live 关闭输出	设置外部禁止信号实时控制:
	OUTP:INH:MODE LIVE
	禁用外部禁止信号:
或要禁用针, 选择 Off。	OUTP:INH:MODE OFF

只有在以前使用 OUTPut:STATe 命令或前面板 On/Off 开关打开了输出通道后, 才能由外部禁止信号禁用它们。如果在外部禁止输入为真时打开输出通道, 输出通道将保持关闭状态。当外部禁止信号关闭输出时, 将在前面板上显示 INH, 并在“可查询状态事件”寄存器中设置 INH 位。注意, 外部禁止输入信号将保持锁存状态, 直到清除它为止。

2.11.7 故障禁止/系统保护

下图说明如何连接 FLT 和 INH 针, 以协调多个主机上的故障/禁止保护功能。



如上图所示, 在将多个主机的故障输出和外部禁止输入进行菊花链串联之后, 其中一个主机中的内部故障条件将禁用所有输出和输入, 而不需要控制器或外部电路干预。您必须对菊花链中的所有 FLT 和 INH 针选择相同的极性 (正极或负极)。

还可以将外部禁止输入连接到手动开关或外部控制信号, 这将在有必要禁用主机中的所有输出通道时将禁止针缩短到共用端。在这种情况下, 必须对所有 FLT 和 INH 针进行负极性编程。还可以

在发生用户可定义的故障时使用故障输出驱动外部继电器电路，或向其他设备发出信号。

2.11.8 清除系统保护故障

要在故障条件发生时使所有设备恢复到正常工作条件，必须删除两个故障条件：

- a) 初始保护故障或外部禁止信号。
- b) 由锁存的 INH 信号发出的菊花链串联的 FLT 信号。

即使在删除了故障条件或外部信号后，INH 信号仍为活动状态，并将继续关闭主机的输出。要在锁存外部禁止输入时清除菊花链串联的故障信号，请分别关闭所有主机上的外部禁止输入。要重新启用链，必须将每个主机上的外部禁止输入重新编程为锁存模式。

2.12 使用极性翻转选件

当极性翻转选件装入相应模块时，在默认情况下输出正常极性的输出电压，如果需要输出反极性电压，需在主机前面板菜单或者使用 SCPI 命令进行设置。

前面板：	SCPI 命令：
选择 Output/Advanced/Pol。检查 Reverse polarity 选项是否选中，选中，输出为反极性电压；没有选中，则输出正常极性电压。	选择通道 1 输出反极性电压： OUTP:REL:POL REV, (@1) 选择通道 1 输出正常极性电压： OUTP:REL:POL NORM, (@1)

注意：如果设置输出电压为反极性电压，则输出电压在前面板上的显示为： 10.001V （以 -10.001V 为例）。

第二篇 技术说明

第七章 工作原理

原理框图见图 7-1。程控直流电源由主机和电源模块组成，电源模块主要有 20V 模块（DC1764-M3020A）、20V 模块（DC1764-M3020B）、35V 模块（DC1764-M3035A）、60V 模块（DC1764-M3060A）、100V 模块（DC1764-M3100A）和 150V 模块（DC1764-M3150A）。其中 20V 模块（DC1764-M3020B）占用主机 2 个槽位，其余五种模块占用 1 个槽位，一个主机最多可以安装四个模块。

程控直流电源的硬件电路主要包括三个部分：一是功率电路，用于完成 DC / DC 变换，产生所需要的电压；二是 FPGA 控制及信号调理电路，用于对系统数据进行采样，并进行处理，对功率电路产生程控的 PWM 控制信号；三是驱动保护电路，用于产生所需的开关管驱动波形，并避免开关管开关过程的各种干扰因素。

整机硬件方案可以支持四个通道独立输出控制，也可以支持多个通道的串并联输出。为了实现上述功能，模块采用了形式完全相同的初级功率输入单元以及控制拓扑相同的功率输出单元。输入供电电源采用 APFC 电路实现高功率因素和第一级电压输出，功率输出单元采用全桥电路拓扑和同步整流电路实现输出调整

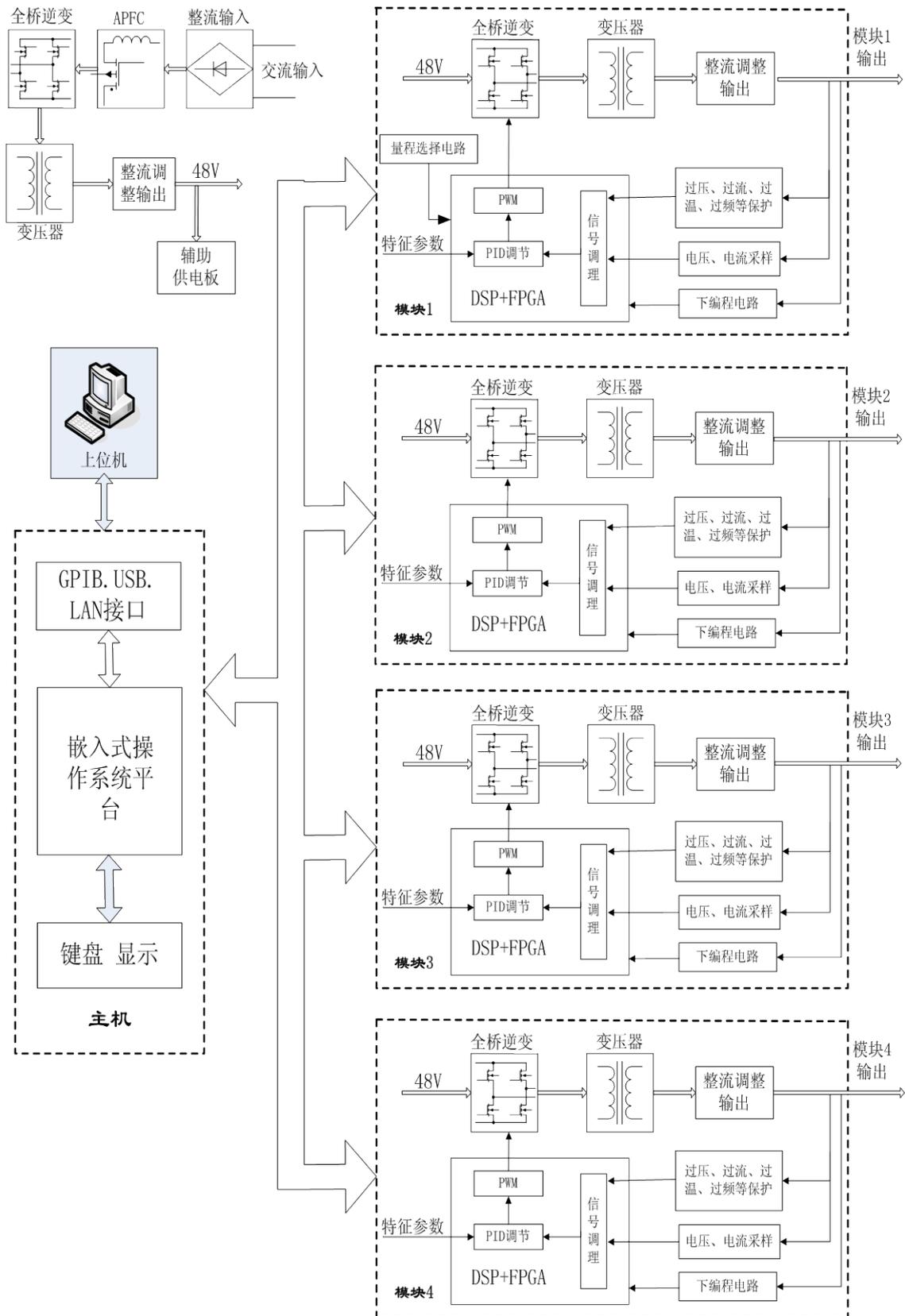


图 7-1 原理框图

第八章 主要技术指标

第一节 主要功能

1764 程控直流电源可进行恒压恒流输出、电压和电流测量，主要功能如下所示：

恒压输出功能：在额定范围内，输出作为恒压源，并可对输出电压进行编程。

恒流输出功能：在额定范围内，输出作为恒流源，并可对输出电流进行编程。

串并联输出功能：相同型号模块可以串联或并联扩展输出电压等级或功率等级，以提高输出能力。

参数设定存储、调用功能：可以设置好电源输出参数并存储，下次开机可调入上次设置的参数。

电压、电流序列输出功能：在上位机上，通过GPIB接口可实现电压、电流序列输出。

输出远端补偿功能：可以通过远端补偿接口实现负载点电压为实际需要值。

过压、过流保护功能：在模块额定输出范围内，可以设置过压、过流保护点。

外部触发同步控制功能：可以通过主机数字接口实现外部信号同步控制模块输出。

第二节 主要技术参数

1 模块主要技术参数

见表 8-1。

表8-1 模块性能特性指标

模块 指标	DC1764- M3020A	DC1764- M3020B	DC1764- M3035A	DC1764- M3060A	DC1764- M3100A	DC1764- M3150A
额定输出						
功率	300W	300W	300W	300W	300W	300W
电压	0~20V	0~20V	0~35V	0~60V	0~100V	0~150V
电流	0~15A	0~50A	0~8.5A	0~5A	0~3A	0~2A
源效应						
电压	2mV	0.5mV	4mV	6mV	10mV	15mV
电流	1mA	5mA	1mA	1mA	1mA	1mA
负载效应						
电压	13mV	2mV	16mV	24mV	45mV	68mV
电流	6mA	12mA	6mA	6mA	6mA	6mA
输出纹波/噪声（使用阻性负载，测试带宽20Hz-20MHz）						
电压	3mV/20mV	1mV/5mV	5mV/22mV	9mV/35mV	18mV/45mV	27mV/68mV
电流	6mA	10mA	6mA	6mA	6mA	6mA
编程准确度(23℃±5℃)						
电压	0.1%+20mV	0.06%+10mV	0.1%+35mV	0.1%+60mV	0.1%+100mV	0.1%+150mV
电流	0.15%+60mA	0.1%+30mA	0.15%+60mA	0.15%+60mA	0.15%+30mA	0.15%+30mA
回读准确度(23℃±5℃)						
电压	0.1%+20mV	0.05%+10mV	0.1%+35mV	0.1%+60mV	0.1%+100mV	0.1%+150mV
电流	0.15%+15mA	0.1%+30mA	0.15%+12mA	0.15%+12mA	0.15%+6mA	0.15%+6mA
注 1: “编程准确度”技术指标表达法的举例解释：如 60V 模块，电压编程准确度在输出电压为“0V”时技术指标为： $0V \pm (0V \times 0.1\% + 60mV)$ ；在输出电压为“60V”时技术指标为： $60V \pm (60V \times 0.1\% + 60mV)$ 。表中其他相似表达法如“回读准确度”等含义与此相同。 注 2: 当 DC1764-M3020A 模块中装入极性翻转选件时，模块输出额定电流将被限制到 10A。						

2 主机规格及性能参数

主机规格及性能参数见表 8-2。

表8-2 主机性能特性指标

规格	
交流输入电压范围	100 Vac~242Vac
频率范围	50/60Hz±5%
最大输入功率	2200VA
环境条件	
工作环境:	室内使用
温度范围:	0℃~40℃
相对湿度:	最高 95%
海拔高度:	最高 2000m
储存温度:	-30℃~70℃
接口功能	GPIB (兼容 SCPI 指令), LAN, USB 接口, LXI 兼容 (C 类)
自动并联配置	最多 4 个输出
输出端子隔离 (最大值, 从机箱接地)	±240Vdc
可保存状态	
存储前状态:	2 (0 和 1)
保护响应特征	
INH 输入:	从收到禁止信号到开始关闭的时间为 5 μs
耦合输出中的故障:	从收到故障信号到开始关闭的时间 < 10 μs
数字控制特征	
最大电压额定值:	针之间 +16.5VDC/-5VDC (针 8 在内部连接到机箱接地)。
针 1 和 2 作为 FLT 输出:	最大低电平输出电压在 4mA 时为 0.5V 最大低电平灌入电流为 4mA 典型系统级漏电电流在 16.5VDC 时为 1mA
针 3-7 作为数字/触发输出: (针 8 = 共用)	最大低电平输出电压在 4mA 时为 0.5V; 在 50mA 时为 1V; 在 100mA 时为 1.75V 最大低电平灌入电流为 100mA 典型系统级漏电电流在 16.5VDC 时为 0.8mA
针 1-7 作为数字/触发输入, 针 3 作为 INH 输入: (针 8=共用)	最大低电平输入电压为 0.8V 最小系统级输入电压为 2V 典型低电平电流在 0V 时为 2mA (内部 2.2k 上拉) 典型系统级漏电电流在 16.5VDC 时为 0.12mA
体积	宽×高×深 (mm): 435×45×590;
重量 (净重)	主机箱: 9kg, 双模块: 2.5kg, 单模块: 1.5kg
注: 在 110V 电网下工作时, 整机输出功率限制在 600W 以内。	

第三篇 维修说明

第九章 故障信息说明及返修方法

本章将告诉您如何发现问题并接受售后服务。其中也包括对电源内部出错信息进行解释。

如果您购买了 1764 程控直流电源，在操作过程中遇到一些问题，本所将提供完善的售后服务。

通常情况下，产生问题的原因来自硬件、软件或用户使用不当，一旦出现问题请您及时与我们联系。如果您所购买的电源尚处于保修期，我们将按照保修单上的承诺对您的 1764 程控直流电源进行免费维修；如果超过保修期，我们也只收取成本费。

第一节 故障查询及错误信息说明



说明： 本部分是指导您当 1764 程控直流电源出现故障时如何进行简单的判断和处理，如果必要请您尽可能准确的把问题反馈给厂家，以便我们尽快为您解决。

1 开机不显示

检查 220V 交流电输入是否正常，如果不正常，检查外部线路，找出故障，排除后，重新给设备上电，开机。如果是设备本身电源引起的则需拿回厂家维修或更换电源。

2 开机风扇不转

若开机风扇不转，请检查风扇是否有物体阻挡或是灰尘太多，此时应关机除掉障碍物或清理风扇。然后重新开机上电，如果风扇还不转就需返回厂家维修或更换风扇。

3 模块单元输出不正常

若模块单元输出不正常，请检查参数设置是否正确，可进行复位。如果复位后测量单元输出仍不正常就需返回厂家维修。

第二节 返修方法

如果设备需送返我公司进行维修，请根据前言中的联系方式与我公司服务咨询中心联系。并将设备故障现象和错误信息的详细资料或将设备测试报告的复印件附送给我们，请用原设备的包装箱打包运送。

如果没有原包装箱，您可以用以下所列举的一些通用步骤对设备进行再包装：

- a) 为设备附贴完整的服务标记。
- b) 为设备装上面板保护罩，如果没有面板保护罩，用厚纸板保护控制面板。
- c) 为防止静电损坏，将设备装入防静电袋内。
- d) 使用坚固的运输箱。如双层褶皱硬纸板箱，强度为 159kg。纸箱必须足够大、足够结实，纸箱与设备的各面至少要留有 10cm 的空隙来填充包装材料。
- e) 用强力尼龙胶带加固运输箱。在箱体上标明“易碎！勿碰！小心轻放”等字样。
- f) 保留所有运输单据的副本。

附录 A 编程参考指令

SCPI 命令:	描述
ABORt	
:ACQuire(@chanlist)	将测量触发系统复位到空闲状态
:ELOG(@chanlist)	停止外部数据记录
:TRANsient(@chanlist)	将瞬态触发系统复位到空闲状态
CALibrate	
:CURRent	
[:LEVel]<NRf>, (@channel)	校准输出电流编程
:MEASure<NRf>, (@channel)	校准电流测量
:PEAK(@channel)	校准峰值电流限制(仅适用于自动量程模块)
:DATA<NRf>	输入校准值
:DATE<“date”>, (@channel)	设置校准日期
:DPRog(@channel)	校准下编程电流
:LEVel P1 P2 P3	接着进行下一个步骤
:PASSword<NRf>	设置校准密码
:SAVE	保存新的校准数据在非易失性存储器中
:STATE<Bool>[, <NRf>]	启用/禁止校准模式
:VOLTage	
[:LEVel]<NRf>, (@channel)	校准输出电压编程
:CMRR(@channel)	校准共模抑制比 (仅适用于自动量程模块)
:LIMit	
:MEASure<NRf>, (@channel)	校准电压测量
DISPlay	
[:WINDow]	
:CHANnel<channel>	选择通道在 1 通道测量视图
:VIEW METER1 METER4	选择 1 通道或 4 通道测量视图
FETCH	
[:SCALar]	
:CURRent	
[:DC]? (@chanlist)	返回平均输出电流
:ACDC? (@chanlist)	返回总电流有效值(AC+DC)
:HIGH? (@chanlist)	返回电流脉冲高电平
:LOW? (@chanlist)	返回电流脉冲低电平
:MAXimum? (@chanlist)	返回最大电流
:MINimum? (@chanlist)	返回最小电流
:POWer	
[:DC]? (@chanlist)	返回平均输出功率
:VOLTage	
[:DC]? (@chanlist)	返回平均电压
:ACDC? (@chanlist)	返回总电压有效值(AC+DC)
:HIGH? (@chanlist)	返回电压脉冲高电平
:LOW? (@chanlist)	返回电压脉冲低电平
:MAXimum? (@chanlist)	返回最大电压
:MINimum? (@chanlist)	返回最小电压

SCPI 命令:	描述
FETCh (续)	
:ARRay	
:CURRent [:DC]? (@chanlist)	返回立即输出电流
:POWer [:DC]? (@chanlist)	返回立即输出功率
:VOLTage [:DC]? (@chanlist)	返回立即输出电压
:ELOG <NR1>, (@chanlist)	返回最新外部数据记录
FORMat	
[:DATA] ASCII REAL	返回传输数据的格式
:BORDer NORMal SWAPped	指定如何传输二进制数据
INITiate	
[:IMMediate]	
:ACQuire (@chanlist)	启用测量触发
:ELOG (@chanlist)	启用外部数据记录测量
:TRANsient (@chanlist)	启用输出瞬态系统接收触发
:CONTinuous	
:TRANsient<Bool>, (@chanlist)	启用/禁止连续瞬态触发
MEASure	
[:SCALar]	
:CURRent	
[:DC]? (@chanlist)	进行测量, 返回平均输出电流
:ACDC? (@chanlist)	进行测量, 返回总电流有效值 (AC + DC)
:HIGH? (@chanlist)	进行测量, 返回脉冲电流高电平值
:LOW? (@chanlist)	进行测量, 返回脉冲电流低电平值
:MAXimum? (@chanlist)	进行测量, 返回最大电流值
:MINimum? (@chanlist)	进行测量, 返回最小电流值
:POWer	
[:DC]? (@chanlist)	进行测量, 返回平均输出功率
:VOLTage	
[:DC]? (@chanlist)	进行测量, 返回平均输出电压
:ACDC? (@chanlist)	进行测量, 返回总电压有效值 (AC + DC)
:HIGH? (@chanlist)	进行测量, 返回脉冲电压高电平值
:LOW? (@chanlist)	进行测量, 返回脉冲电压低电平值
:MAXimum? (@chanlist)	进行测量, 返回最大电压值
:MINimum? (@chanlist)	进行测量, 返回最小电压值
:ARRay	
:CURRent[:DC]? (@chanlist)	进行测量, 返回立即输出电流
:POWer[:DC]? (@chanlist)	进行测量, 返回立即输出功率
:VOLTage[:DC]? (@chanlist)	进行测量, 返回立即输出电压
OUTPut	
[:STATe]<Bool>[, NORelay], (@chanlist)	启用/禁用指定的输出通道
:COUPle	
[:STATe]<Bool>	启用/禁用输出同步的通道耦合
:CHANnel [<NR1>{, <NR1>}]	选择要耦合的通道
:DOFFset<Nrf>	指定最大延时偏移量到同步输出变化
:MAX	
:DOFFset?	返回主机需要的最大延时偏移量
:DELay	
:FALL<Nrf+>, (@chanlist)	设置输出关序列延时
:RISE<Nrf+>, (@chanlist)	设置输出开序列延时

SCPI 命令:	描述
OUTPut (续)	
:INHibit	
:MODE LATCHing LIVE OFF	设置外部禁止输入
:PON	
:STATe RST RCL0	对电源开启状态编程
:PROTection	
:CLEar(@chanlist)	复位锁存的保护
:COUPle<Bool>	启用/禁用保护故障的通道耦合
:DELay<NRf+>, (@chanlist)	设置过流保护编程延时
:WDOG	
[:STATe]<Bool>	启用/禁止 I/O 看门狗定时器
:DELay <NRf+>	设置看门狗定时器延时
:RELay	
:POLarity NORMal REVerse, (@chanlist)	设置输出继电器极性 (需配置极性反转选件)
SENSe	
:CURRent	
:CCOMPensate<Bool>, (@chanlist)	启用/禁止电容性电流补偿
[:DC]:RANGe	
[:UPPer]<NRf+>, (@chanlist)	选择电流测量范围
:ELOG	
:CURRent	
[:DC]:RANGe	
[:UPPer]<NRf+>, (@chanlist)	设置外部数据记录电流范围
:FUNCTion	
:CURRent<Bool>, (@chanlist)	启用/禁止外部电流数据记录
:MINMax<Bool>, (@chanlist)	启用/禁止外部最小/最大电流数据记录
:VOLTage<Bool>, (@chanlist)	启用/禁止外部电压数据记录
:MINMax<Bool>, (@chanlist)	启用/禁止外部最小/最大电压数据记录
:PERiod<NR1>, (@chanlist)	设置外部数据记录周期
:VOLTage	
[:DC]:RANGe	
[:UPPer]<NRf+>, (@chanlist)	设置外部数据记录电压范围
:FUNCTion “VOLTage” “CURRent” “NONE”, (@chanlist)	选择测量功能
:CURRent<Bool>, (@chanlist)	启用/禁止电流测量
:VOLTage<Bool>, (@chanlist)	启用/禁止电压测量
:SWEep	
:OFFSet	
:POINTs<NRf+>, (@chanlist)	在测量扫描过程中定义触发偏移量
:POINTs<NRf+>, (@chanlist)	在测量过程中定义数据点数目
:TINTerval<NRf+>, (@chanlist)	设置测量采样间隔
:RESolution RES20 RES40, (@chanlist)	设置测量协议
:VOLTage	
[:DC]:RANGe	
[:UPPer]<NRf+>, (@chanlist)	设置电压测量范围
:WINDow	
[:TYPE] HANNing RECTangular, (@chanlist)	选择测量窗口

SCPI 命令:	描述
[SOURce:]	
CURRent	
[:LEVel]	
[:IMMediate][:AMPLitude]<NRf+>, (@chanlist)	设置输出电流
:TRIGgered[:AMPLitude]<NRf+>, (@chanlist)	设置触发输出电流
:MODE FIXed STEP LIST, (@chanlist)	设置电流触发模式
:PROTection	
:DELay	
[:TIME]<NRf+>, (@chanlist)	设置过流保护编程延时
:STARt SChange CCTRans, (@chanlist)	设置过流保护编程模式
:STATe<Bool>, (@chanlist)	在选择的输出通道启用/禁止过流保护
:RANGe<NRf+>, (@chanlist)	设置输出电流范围
DIGital	
:INPut:DATA?	读取数字端口针的状态
:OUTPut:DATA<NRf>	设置数字端口
:PIN<1-7>	
:FUNCTion DIO DINPut TOUTput TINPut FAULt INHibit ONCouple OFFCouple	设置选定针功能
:POLarity POSitive NEGative	设置选定针极性
:TOUTput	
:BUS[:ENABle]<Bool>	在数字针端口启用/禁止总线产生触发
LIST	
:COUNt<NRf+> INFinity, (@chanlist)	设置列表重复计数
:CURRent	
[:LEVel]<NRf>{, <NRf>}, (@chanlist)	设置电流列表
:POINts?(@chanlist)	返回电流序列点数
:DWELl<NRf>{, <NRf>}, (@chanlist)	设置驻留时间列表
:POINts?(@chanlist)	返回驻留列表点数
:STEP ONCE AUTO, (@chanlist)	指定列表如何响应触发
:TERMinate	
:LAST<Bool>, (@chanlist)	设置列表终止模式
:TOUTput	
:BOSTep	
[:DATA]<Bool>{, <Bool>}, (@chanlist)	在步进开始时产生触发
:POINts?(@chanlist)	返回步进列表开始时的点数
:EOSTep	
[:DATA]<Bool>{, <Bool>}, (@chanlist)	在步进结束时产生触发
:POINts?(@chanlist)	返回步进列表结束时的点数
:VOLTag	
[:LEVel]<NRf>{, <NRf>}, (@chanlist)	设置电压列表
:POINts?(@chanlist)	返回电压点数
POWer	
:LIMit<NRf+>, (@chanlist)	设置输出通道功率限制
STEP	
:TOUTput<Bool>, (@chanlist)	在电压或电流步进瞬态产生一个测量输出

SCPI 命令:	描述
VOLTage	
[:LEVel]	
[:IMMediate][:AMPLitude]<Nrf+>, (@chanlist)	设置输出电压
:TRIGgered [:AMPLitude]<Nrf+>, (@chanlist)	设置触发输出电压
:MODE FIXed STEP LIST, (@chanlist)	设置电压触发模式
:PROTection	
[:LEVel]<Nrf+>, (@chanlist)	设置过压保护电平
[:STATe]<Bool>, (@chanlist)	启用/禁止跟踪过压保护
:OFFSet<Nrf+>, (@chanlist)	设置跟踪过压保护偏移
:RANGe<Nrf+> (@chanlist)	设置输出电压范围
:SLEW	
[:IMMediate]<Nrf+> INFIinity, (@chanlist)	设置输出电压摆率
:MAXimum <Bool>, (@chanlist)	启用/禁止最大摆率
STATus	
:OPERation	
[:EVENT]? (@chanlist)	返回操作事件寄存器的值
:CONDition? (@chanlist)	返回操作条件寄存器的值
:ENABle <Nrf>, (@chanlist)	启用事件寄存器中的特定位
:NTRansition <Nrf>, (@chanlist)	设置负跃迁型滤波器
:PTRansition <Nrf>, (@chanlist)	设置正跃迁型滤波器
:PRESet	将所有启用和过渡型寄存器预设为打开电源
:QUEStionable	
[:EVENT]? (@chanlist)	返回查询事件寄存器的值
:CONDition? (@chanlist)	返回查询条件寄存器的值
:ENABle<Nrf>, (@chanlist)	启用事件寄存器中的特定位
:NTRansition<Nrf>, (@chanlist)	设置负跃迁型滤波器
:PTRansition<Nrf>, (@chanlist)	设置正跃迁型滤波器
SYSTem	
:CHANnel	
[:COUNt]?	返回主机中的输出通道数
:MODEl? (@chanlist)	返回选定通道的型号
:OPTion? (@chanlist)	返回选定通道中安装的选件
:SERial? (@chanlist)	返回选定通道的序列号
:COMMunicate	
:RLState LOCal REMote RWLock	指定设备的远程/本地状态
:TCPip:CONTRol?	返回控制连接端口数
:ERRor?	返回错误数量及信息
:GROup	
:CATalog?	返回已定义的组
:DEFine (@chanlist)	将多个通道组合在一起以创建单个输出
:DELete<channel>	从组中删除指定的通道
:ALL	取消组合所有通道
:PASSword:FPANel:RESet	将前面板锁定密码复位为零
:REBoot	将设备返回其通电状态
:VERSion?	返回 SCPI 版本号

SCPI 命令:	描述
TRIGger	
:ACQuire	
[:IMMediate] (@chanlist)	立即触发测量
:CURRent	
[:LEVel] <NRf>, (@chanlist)	设置电流触发电平
:SLOPe POSitive NEGative, (@chanlist)	设置电流触发斜率
:SOURce BUS CURRent<1-4> EXTeRnal PIN<1-7>	
TRANsient<1-4> VOLTage<1-4>, (@chanlist)	设置测量触发源
:TOUTput[:ENABle] <Bool>, (@chanlist)	启用测量触发发送到数字端口针
:VOLTage	
[:LEVel] <NRf>, (@chanlist)	设置电压触发电平
:SLOPe POSitive NEGative, (@chanlist)	设置电压触发斜率
:ELOG	
[:IMMediate] (@chanlist)	触发外部数据立即记录
:SOURce BUS EXTeRnal IMMediate	
PIN<1-7>, (@chanlist)	设置外部数据记录触发源
:TRANsient	
[:IMMediate] (@chanlist)	立即出发输出
:SOURce BUS EXTeRnal IMMediate PIN<1-7>	
TRANsient<1-4>, (@chanlist)	设置输出触发源

通用命令

SCPI 命令	描述	SCPI 命令	描述
*CLS	清除状态	*RDT?	返回输出通道说明
*ESE<NRf>	标准事件状态启用	*RST	复位
*ESR?	返回事件状态寄存器	*SAV<NRf>	保存设备状态
*IDN?	返回设备标识	*SRE<NRf>	设置服务请求启用寄存器
*LRN	返回 SCPI 命令顺序	*STB?	返回状态字节
*OPC	启用 ESR 中的“操作完成”位	*TRG	触发
*OPT?	返回选项号	*TST?	自测试，然后返回结果
*RCL<NRf>	调用已保存的设备状态	*WAI	暂停其他命令处理直到所有设备命令都已完成

*RST 设置（以下设置由*RST（复位）命令设置）

CAL:STAT	OFF	SENS:ELOG:CURR:RANG:AUTO	OFF
CURR	0.08 or MIN	SENS:ELOG:FUNC:CURR	ON
CURR:LIM	MAX	SENS:ELOG:FUNC:CURR:MINM	OFF
CURR:LIM:COUP	ON	SENS:ELOG:FUNC:VOLT	OFF
CURR:LIM:NEG	MIN	SENS:ELOG:FUNC:VOLT:MINM	OFF
CURR:MODE	FIX	SENS:ELOG:PER	0.1
CURR:PROT:DEL	0.02	SENS:ELOG:VOLT:RANG:AUTO	OFF
CURR:PROT:DEL:STAR	SCH	SENS:FUNC	“VOLT”
CURR:PROT:STAT	OFF	SENS:FUNC:CURR	OFF
CURR:RANG	MAX	SENS:FUNC:VOLT	ON
CURR:SLEW	9.9E+37	SENS:FUNC:VOLT:INP	MAIN
CURR:SLEW:MAX	ON	SENS:SWE:POIN	1024 or 4883
CURR:TRIG	MIN	SENS:SWE:OFFS:POIN	0
DIG:OUTP:DATA	0	SENS:SWE:TINT	20.48E-6
DISP:VIEW	METER1	SENS:SWE:TINT:RES	RES20
INIT:CONT:TRAN	OFF	SENS:VOLT:RANG	MAX
LIST:COUN	1	SENS:VOLT:RANG:AUTO	OFF
LIST:CURR	MIN	SENS:WIND	RECT
LIST:DWEL	0.001	STEP:TOUT	FALSE
LIST:STEP	AUTO	TRIG:ACQ:CURR	MIN
LIST:TERM:LAST	OFF	TRIG:ACQ:CURR:SLOP	POS
LIST:TOUT:BOST	OFF	TRIG:ACQ:SOUR	BUS
LIST:TOUT:EOST	OFF	TRIG:ACQ:TOUT	OFF
LIST:VOLT	MIN	TRIG:ACQ:VOLT	MIN
OUTP	OFF	TRIG:ACQ:VOLT:SLOP	POS
OUTP:COUP	OFF	TRIG:ELOG:SOUR	BUS
OUTP:DEL:FALL	0	TRIG:TRAN:SOUR	BUS
OUTP:DEL:RISE	0	VOLT	MIN
OUTP:PMOD	VOLT	VOLT:BWID	LOW
OUTP:TMOD	LOWZ	VOLT:LIM	MAX
OUTP:PROT:COUP	OFF	VOLT:LIM:COUP	ON
OUTP:PROT:DEL	0.02	VOLT:LIM:NEG	MIN
OUTP:PROT:OSC	ON	VOLT:MODE	FIX
OUTP:PROT:WDOG	OFF	VOLT:PROT:DEL	0
OUTP:REL:POL	NORM	VOLT:PROT:REM	MAX
POW:LIM	MAX	VOLT:PROT:REM:NEG	MIN
RES	0	VOLT:RANG	MAX
RES:STAT	OFF	VOLT:SLEW	9.9E+37
SENS:CURR:CCOM	ON	VOLT:SLEW:MAX	ON
SENS:CURR:RANG	MAX	[SOUR:]VOLT:TRIG	MIN
SENS:CURR:RANG:AUTO	OFF		

附录 B 校准

本章节包含 1764 程控直流电源（下面简称电源）的校准方法，校准可以通过前面板菜单操作或 SCPI 命令输入实现，电源包括主机和模块，主机不需要校准，模块推荐校准间隔为每年一次。以下介绍如何校准 1764 程控直流电源模块。

B.1 校准注意事项

B.1.1 校准需要进入 Admin 菜单输入正确的校准密码，出厂的缺省校准密码为 0，校准密码可以更改。

B.1.2 模块必须一次一个通道进行校准，校准命令仅接受单通道参数，如果模块已经编组，在校准时，必须解散组。

B.1.3 当校准采用 SCPI 命令输入时，大部分操作步骤在完成前需要发送查询命令 *OPC? 完成同步，电源必须读取每次发送的查询命令 *OPC? 后进行响应，某些操作步骤需要 30s 的响应时间。

B.1.4 一旦开始校准，必须全部完成校准流程。当每个校准完成时，电源执行新的校准常数，但是，新的校准常数没有保存在非易失性存储器中，除非进行校准保存。

B.1.5 退出校准模式可以通过退出 Admin 菜单或者发送 CAL:STAT OFF 命令，注意：在退出校准模式后，如果任何通道的校准常数未保存，将会恢复到以前的校准常数。

B.2 校准开关设置

校准开关在主控板上，去除盖板后可以设置。校准开关如图 B-1 所示，具体定义如表 B-1。

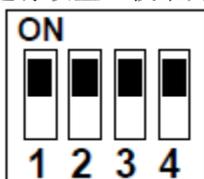


图 A-1 校准开关

表 B-1 校准开关具体定义

	开关 1	开关 2	定义
正常模式	ON	ON	缺省设置，输入密码后，校准功能打开，缺省密码为 0。
清除密码	OFF	ON	上电后将密码复位为 0，忘记密码时，可采用此设置。
校准禁止	OFF	OFF	所有校准命令失效，将阻止任何校准。

B.3 更改校准密码

校准密码必须是数值，最高可达 15 位，在输入正确密码进入校准模式后才可更改密码。如果忘记密码，可以通过设置校准开关进行密码复位，一旦设置密码为 0，可以通过 Admin 菜单或者发送 CAL:PASS 命令进行新的密码设置。在退出 Admin 菜单或者发送 CAL:STAT OFF 命令后，且校准开关已设置为正常模式，新的校准密码将开始生效。通过前面板菜单操作或 SCPI 命令输入实现更改校准密码操作如下表 B-2 所示。

表 B-2 通过前面板或 SCPI 命令输入实现更改校准密码操作

前面板	SCPI 命令
选择 System\Admin>Login 后 输入原密码, 并进行确认	输入原密码后进入校准模式: CAL:STAT ON,<password>
选择 System\Admin>Password 后 输入新密码	修改密码: CAL:PASS<NRf>
退出 Admin 菜单使新密码生效	退出校准模式使新密码生效: CAL:STAT OFF

B.4 校准所需仪器及连接示意图

校准所需仪器见表 B-3, 校准连接示意图见图 B-2, 其中模块 DC1764-M3020A, DC1764-M3035A, DC1764-M3060A, DC1764-M3100A 和 DC1764-M3150A 的电压和电流校准连接示意图分别如图 B-2 (A) 和图 B-2 (B) 所示, 模块 DC1764-M3020B (20V 模块) 的电压和电流校准连接示意图如图 B-2 (C) 和图 B-2 (D) 所示, 并将 S 端子按图 B-2 (E) 进行连接。

表 B-3 校准仪器

名称	技术参数
数字多用表	分辨力: 10 nV @ 1V, 回读精度等于或优于 8 ½表, 准确度 20ppm
分流器	至少 120%满量程电流, 温度系数 4ppm/°C
前面板或 GPIB 控制器	前面板主机自带, GPIB 控制器选用通用 GPIB 接口卡

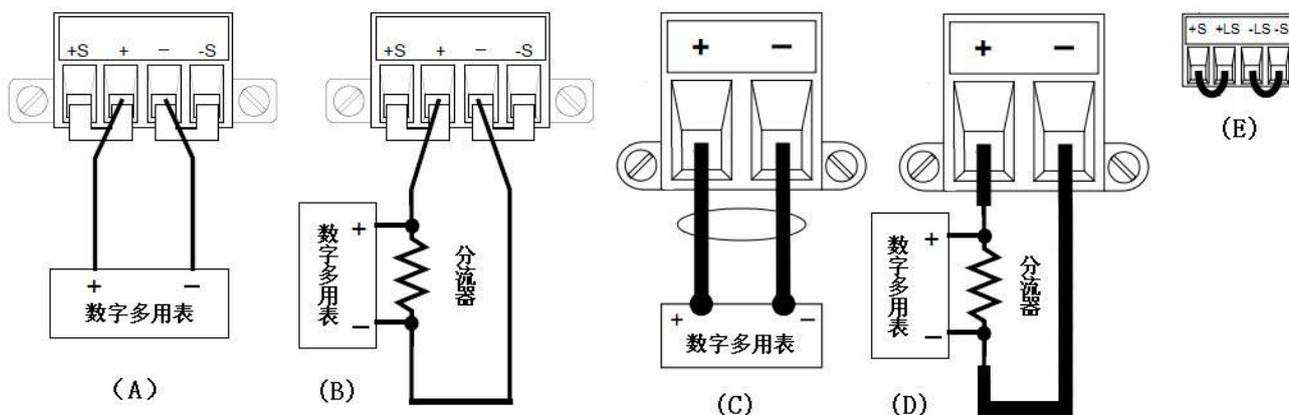


图 B-2 校准连接示意图

B.5 校准操作

表 B-4 给出整个校准操作。

表 B-4 校准操作

进入校准模式	
前面板	SCPI 命令
选择 System\Admin>Login 后输入密码, 并进行确认	输入密码后进入校准模式: CAL:STAT ON,<password>
电压校准	
前面板	SCPI 命令
选择 System\Admin\CAL\Volt\Vprog 后选择 High, 并进行确认	CAL:VOLT 60, (@1) 注: 以 60V/5A 模块为例。
选择 NEXT, 显示: “Enter P1 measured data”	CAL:LEV P1 *OPC?
输入数字多用表上电压读数, 并进行确认	CAL:DATA <data>
选择 NEXT, 显示: “Enter P2 measured data”	CAL:LEV P2 *OPC?
输入数字多用表上电压读数, 并进行确认, 选择 NEXT, 完成电压校准操作	CAL:DATA <data>
电流校准	
前面板	SCPI 命令
选择 System\Admin\CAL\Curr\Iprog 后选择 High, 并进行确认	CAL:Curr 5, (@1) 注: 以 60V/5A 模块为例。
选择 NEXT, 显示: “Enter P1 measured data”	CAL:LEV P1 *OPC?
将数字多用表上电压读数转换为电流读数后输入, 并进行确认	CAL:DATA <data>
选择 NEXT, 显示: “Enter P2 measured data”	CAL:LEV P2 *OPC?
将数字多用表上电压读数转换为电流读数后输入, 并进行确认, 选择 NEXT, 完成电流校准操作	CAL:DATA <data>
保存和退出校准模式	
前面板	SCPI 命令
选择 System\Admin\CAL\Save, 并进行确认	CAL:SAVE
选择 System\Admin\Logout, 并进行确认	CAL:STAT OFF