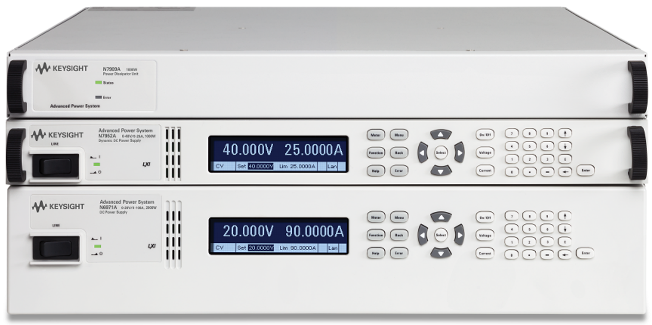
Keysight
高级电源系统
N6900/N7900 系列

操作和维修指南

KEYSIGHT
TECHNOLOGIES

欢迎



本文档包含 Keysight 高级电源系统 (APS) 系列的用户、维修和编程信息。如果您对本文档给出了反馈，请与 Keysight 联系，网址为 www.keysight.com/find/APS-docfeedback。

初级信息

法律和安全信息

型号特征和选件

规格和特征

操作信息

仪器简介

安装仪器

入门

使用高级电源系统

使用 **Power Assistant** 软件

前面板菜单参考

SCPI 编程信息

SCPI 语言简介

子系统命令

命令快速参考

SCPI 错误消息

维修信息

性能验证

校准过程

联系 Keysight Technologies

您可以联系安捷伦科技公司了解有关保修、维修或技术支持的信息。

- 美国：800 452 4844
- 欧洲：31 20 547 9999
- 日本：81 426 56 7832

使用 www.keysight.com/find/assist 获得联系世界各地的安捷伦或联系您的安捷伦科技公司代表的信息。

2014 年 8 月第 5 版

手册部件号 N7900-90918

法律和安全信息

法律声明

安全声明

安全标志

法律声明

Keysight Technologies
550 Clark Drive, Suite 101
Budd Lake, NJ 07828 USA

软件和文档修订版

如需最新的固件版本，请转到产品网页：www.keysight.com/find/APS。

您可以访问以下网址下载该文档的最新版本：www.keysight.com/find/APS-doc。也可以访问以下网址获得最新版的移动设备：www.keysight.com/find/APS-mobilehelp。

此产品使用 Microsoft Windows CE。Keysight 强烈建议所有基于 Windows 的、与 Windows CE 仪器相连的计算机均使用最新防病毒软件。

本文档中所述的硬件和/或软件随附有许可证，只能按照这些许可证条款的规定进行使用或复制。

担保

本文档所含资料"按原样"提供，在将来的版本中若有修改，恕不另行通知。此外，在适用法律所允许的最大范围内，Keysight 对与此手册相关的内容及其中所含的信息不作任何明示或默示的保证，包括但不限于对适销性和适用于特定目的所作的默示保证。Keysight 对与提供、使用本手册及其所含信息以及与执行手册中的步骤有关的任何错误或偶然及继发性损坏不承担任何责任。如果 Keysight 与用户之间单独签定的协议中的担保条款涉及本文档中的内容，并且与本文档中的条款相抵触，则应以单独协议中的担保条款为准。

认证

Keysight Technologies 保证本产品出厂时符合其发布的规格。Keysight Technologies 进一步保证其校准测量遵循美国国家标准和技术研究院的规定，并符合该研究院及其他国际标准组织成员制定的校准设备规范

受限制权利声明

如果软件在美国政府的项目原始合同和转包合同中使用，则所交付并许可使用的软件是 DFAR 252.227-7014（1995 年 6 月）中定义的"商用计算机软件"，或 FAR 2.101(a) 中定义的"商用品"，或 FAR 52.227-19（1987 年 6 月）或任何同等机构法规或合同条款中定义的"限制性计算机软件"。使用、复制或公布本软件受安捷伦科技公司标准商用许可条款的限制，非国防部 (DOD) 机构和美国政府机构所受限制以 FAR 52.227-19(c)(1-2)（1987 年 6 月）中定义的"限制性权利"为准。美国政府

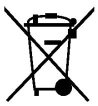
用户所受限制以 FAR 52.227-14(1987 年 6 月)或 DFAR 252.227-7015 (b)(2)(1995 年 11 月)中定义的"限制性权利"为准，其中的条款适用于任何技术数据。

废弃电子电气设备 (WEEE) 指导法令 2002/96/EC

此产品符合 WEEE 指令 (2002/96/EC) 销售要求。贴附于产品上的标签(请见下方)表示，不得将此电子/电气设备随同家庭废弃物一起处理。

产品类别：根据 WEEE 指令 Annex 1 中的设备类型分类，此产品被归类为"监视及控制设备"产品。

要退回不需要的产品，请与当地的安捷伦办事处联系，或查看 www.keysight.com/environment/product 以了解详细信息。



技术支持

如果您对装运有任何疑问，或者需要获取有关保修、服务或技术支持的信息，请联系 Keysight Technologies。

安全声明

在操作本仪器的所有阶段，必须遵守下列一般性安全预防措施。不遵守这些预防措施或本手册中的其他特定警告或说明，将违反该仪器的设计、制造和使用的安全标准。安捷伦科技对客户不遵守这些规定而导致的故障不承担任何责任。

一般原则

不要违反制造商的规定使用本产品。如不按照操作手册使用本产品，其保护功能可能会失效。

接通电源前

确认已采取了所有的安全措施。在接通电源前，确保连接所有设备。请留意在"安全符号"下面介绍的仪器外部标识。

将仪器接地

本产品带有保护性接地端子。要尽量减小电击的危险，必须通过接地电源线将仪器连接到交流电源，将接地导线牢固地连接到电源插座的接地(安全接地)端。中断保护(接地)导线或接地保护端子的连接，将导致潜在电击危险，从而造成人身伤害。

不要在易爆环境中操作。

不要在存在可燃性气体或烟雾的环境中使用仪器。

不要卸下仪器外壳

只能由合格的、经过维修培训且了解潜在危险的专业人员打开仪器外壳。在卸下仪器外壳之前，要断开电源电缆和外部电路的连接。

熔断器

本仪器包含一个用户无法接触到的内部熔断器。

不要调整仪器

不要在本产品上安装替代零部件或执行未经授权的任何改装。请将产品返回安捷伦销售和服务部接受服务和维修以确保保持其安全特性。

出现损坏时

仪器一旦出现损坏或故障迹象，应立即停止操作并防止误操作。请等待合格人员进行修理。

小心

“注意”声明表示存在危险。它提醒用户注意某一操作过程、操作方法或类似情况。如果不能正确执行或遵守规则，可能会对产品造成损坏或丢失重要数据。在完全理解和满足所指出的“注意”声明状况之前，不要继续下一步。

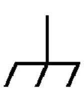
警告

“警告”声明表示存在危险。它提醒用户注意某一操作过程、操作方法或类似情况。如果不能正确执行或遵守规则，可能会造成人身伤害或死亡。在完全理解和满足所指出的“警告”声明条件之前，不要继续执行下一步。

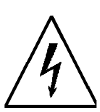
安全标志

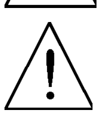
直流电


交流电


框架或机箱端子


待机电源。当开关关闭时，设备未与交流电源完全断开连接。


小心，有电击危险


小心，参见随附的文档


接地端

	CE 标志是欧盟的注册商标。
	ETL 标志是 Intertek 的注册商标。
N10149	C-tick 标志是 Spectrum Management Agency of Australia 的注册商标。它表示符合根据 1992 年的 《无线通信法案》的条款制订的 Australian EMC Framework 规定。
	韩国 A 类 EMC 声明 此设备为 A 类产品，适合专业用途，可用于家庭以外的电磁环境。
	包含超过最大浓度值 (MCV)、40 年环保使用期限 (EPUP) 的六种有害物质中的一种或多种。
1SM1-A	此文本表示该仪器属于"工业科学和医疗组 1 类别 A"产品 (国际无线电干扰专门委员会 (CISPER) 11，第 4 条) 。
ICES/NMB-001	此文本表示产品符合加拿大引起干扰设备标准 (ICES-001)。

型号特征和选件

型号特征

	Keysight N6900 型号		Keysight N7900 动态模型	
功能	1 kW	2 kW	1 kW	2 kW
电压/电流值 额定值	N6950A 9 V/100 A N6951A 20 V/50 A N6952A 40 V/25 A N6953A 60V/16.7A N6954A 80V/12.5A	N6970A 9 V/200 A N6971A 20V/100 A N6972A 40 V/50 A N6973A 60 V/33.4A N6974A 80 V/25 A N6976A 120V/16.7A N6977A 160V/12.5A	N7950A 9 V/100 A N7951A 20 V/50 A N7952A 40 V/25 A N7953A 60V/16.7A N7954A 80V/12.5A	N7970A 9 V/200 A N7971A 20V/100 A N7972A 40 V/50 A N7973A 60 V/33.4A N7974A 80 V/25 A N7976A 120V/16.7A N7977A 160V/12.5A
电压和电流 编程	14 位精度	14 位精度	16 位精度	16 位精度
电压和电流测量	18 位精度	18 位精度	18 位精度	18 位精度
可编程输出电阻	•	•	•	•
输入电流达到额定电流的 10%[1]	•	•	•	•
功率 测量	•	•	•	•
安培-小时值和瓦特-小时值测量	•	•	•	•
低电流量程			•	•
无缝电流 测量			•	•
调整采样率			•	•
阵列回读			•	•
外部数据记录			•	•
并联操作	•	•	•	•
信号发送	•	•	•	•
输出列表			•	•
任意波形			•	•

	Keysight N6900 型号		Keysight N7900 动态模型	
功能	1 kW	2 kW	1 kW	2 kW
使用极性反转断开继电器[2]			N7950A[3] N7951A-N7954A	N7970A[3] N7971A-N7974A N7976A, N7977A[4]

[1]要使输入电流最高为额定电流的 100%，对于额定功率为 1 kW 的机型，需要一个功耗器；对于额定功率为 2 kW 的机型，需要两个功耗器。拥有一个功耗器的 2 kW 型号的电源可输入其 50% 的额定电流。
[2] AC 网络始终出现在输出端子上。
[3] N7950A 和 N7970A 型号中不包含极性反转继电器.
[4] 型号 N7976A 和 N7977A 包括固态断开继电器以及电流断开继电器，可快速进行保护断开。

附件/选件

附件/选件编号	说明
Keysight N7909A	1 kW 功耗器。一台设备需要 1 kW 电源以输入额定输出功率；两台设备需要 2 kW 电源以输入额定输出功率。
Keysight N7908A 057 选件	黑匣子记录器 (BBR) 板。安装在设备底部的插槽中。安装时，在"关于"屏幕中将出现"057 选件"，必须在设备标签上对其加上复选标记。
Keysight N7907A	机架耳和滑轨附件套件 - 在 19 英寸 EIA 机柜中安装 1 kW 机型、2 kW 机型和功耗器时需要其中的所有工具。
N6700-60012	仅 1U 机架耳 - 适用于 1 kW 机型和功耗器(高 1.75 英寸)
5063-9212	仅 2U 机架耳 - 适用于 2 kW 机型(高 3.5 英寸)
5063-9219	带提手的 2U 机架耳 - 适用于 2 kW 机型(高 3.5 英寸)
5003-1128	仅机架滑轨 - 适用于在 19 英寸 EIA 机柜中安装 1 kW 机型、2 kW 机型和功耗器。
Keysight E664AC	仅导轨 - 适用于在 19 英寸 EIA 机柜中安装 2 kW 机型。由于需要空气流，您**无法**使用滑轨安装 1 kW 机型或功耗器。
UK6 选件	使用测试结果数据进行商业校准。
760 选件	使用极性反转断开继电器。安装后，在"关于"屏幕和设备标签上会出现"760 选件"。大部分 N7900 型号都包含此选件。
761 选件	断开继电器连接 - 无极性反转。安装后，在"关于"屏幕和设备标签上会出现"761 选件"N7950A 和 N7970A 型号包含此选件。
Keysight 14585A	控制和分析软件

规格和特征

简介

除非另行说明，否则，在预热 30 分钟之后且环境温度在 0 到 40°C 范围内，可保证达到这些规格。如果感测端子连接到输出端子(本地感测)，则此规格适用于输出端子。规格精确性的担保期为一年。

补充特性是对在设计或类型测试过程所确定的性能的描述说明，并不保证可以达到这些特性。除非特殊说明，否则，所有补充特性均代表典型情况。

规格 - Keysight N6900 系列

1 kW 规格	N6950A	N6951A	N6952A	N6953A	N6954A
DC 额定值 电压源： 电流源： 电流吸收额定值的 10%： 电流吸收额定值的 100%：[1] 功率：[2]	 0 到 9 V 0 到 100 A -10 A -100 A 900 W	 0 到 20 V 0 到 50 A -5 A -50 A 1 kW	 0 到 40 V 0 到 25 A -2.5 A -25 A 1 kW	 0 到 60 V 0 到 16.7 A -1.67 A -16.7 A 1 kW	 0 到 80 V 0 到 12.5 A -1.25 A -12.5 A 1 kW
输出波纹和噪声[3] CV rms： CV 峰-峰值：	 1 mV 9 mV				

1 kW 规格	N6950A	N6951A	N6952A	N6953A	N6954A
负载调整 电压： 电流：	 0.5 mV 8 mA	 0.75 mV 3 mA	 1.5 mV 1 mA	 2 mV 1 mA	 2 mV 0.8 mA
电压编程及测量精度[4, 5, 6] 引线压降小于等于最大电压 1 V： 引线压降小于等于额定电压的 25%：	 0.03% +1.5 mV 0.03% +1.9 mV	 0.03% +3 mV 0.03% +4 mV	 0.03% +6 mV 0.03% +7.9mV	 0.03% +9 mV 0.03% +12 mV	 0.03% +12 mV 0.03% +16 mV
电流编程和测量精度[4]	0.1% +30 mA	0.1% +15 mA	0.1% +8 mA	0.1% +5 mA	0.1% +4 mA
瞬变响应[7] 恢复时间： 稳定带：	 100 μs 150 mV	 100 μs 150 mV	 100 μs 100 mV	 100 μs 150 mV	 100 μs 200 mV

2 kW 规格	N6970A	N6971A	N6972A	N6973A	N6974A
DC 额定值 电压源： 电流源： 电流吸收额定值的 10%： 电流吸收额定值的 100%：[1] 功率：[2]	 0 到 9 V 0 到 200 A -20 A -200 A 1.8 kW	 0 到 20 V 0 到 100 A -10 A -100 A 2 kW	 0 到 40 V 0 到 50 A -5 A -50 A 2 kW	 0 到 60 V 0 到 33.3 A -3.33 A -33.3 A 2 kW	 0 到 80 V 0 到 25A -2.5 A -25 A 2 kW
输出波纹和噪声[3] CV rms： CV 峰-峰值：	 1 mV 9 mV				
负载调整 电压： 电流：	 0.5 mV 15 mA	 0.75 mV 6 mA	 1.5 mV 1.5 mA	 2 mV 1.5 mA	 2 mV 1.5 mA
电压编程及测量精度[4, 5, 6] 引线压降小于等于最大电压 1 V： 引线压降小于等于额定电压的 25%：	 0.03% +1.5 mV 0.03% +1.9 mV	 0.03% +3 mV 0.03% +4 mV	 0.03% +6 mV 0.03% +7.9mV	 0.03% +9 mV 0.03% +12 mV	 0.03% +12 mV 0.03% +16 mV
电流编程和测量精度[4]	0.1%+60 mA	0.1%+30 mA	0.1%+15 mA	0.1%+10 mA	0.1%+8 mA
瞬变响应[7] 恢复时间： 稳定带：	 100 μs 150 mV	 100 μs 150 mV	 100 μs 100 mV	 100 μs 150 mV	 100 μs 200 mV

1 要使输入电流最高为额定电流的 100%，对于额定功率为 1 kW 的机型，需要一个功耗器；对于额定功率为 2 kW 的机型，需要两个功耗器。拥有一个功耗器的 2 kW 型号的电源可输入其 50% 的额定电流。
2 从 40°C 到 55°C，每升高一摄氏度，最大持续功率就会以额定功率的 1% 降低。
3 对于 rms 噪声，从 20 Hz 到 300 kHz，对于峰-峰噪声，从 20 Hz 到 20 MHz
4 预热 30 分钟后，温度为 23°C ±5°C；测量 NPLC=1；有效期为 1 年，请参阅校准时间间隔
5 由于启用了电阻编程设定功能，电压编程偏移组件将按以下因数递增 2.1
6 应用于负载导线的负载导线电压降
7 从满负载的 50% 变化到 100% 以及从 100% 变化到 50% 之后恢复到设置范围内的时间(10 μs 上升时间)

规格 - Keysight N7900 系列

1 kW 规格	N7950A	N7951A	N7952A	N7953A	N7954A
DC 额定值 电压源： 电流源： 电流吸收额定值的 10%： 电流吸收额定值的 100%：[1] 功率：[2]	 0 到 9 V 0 到 100 A -10 A -100 A 900 W	 0 到 20 V 0 到 50 A -5 A -50 A 1 kW	 0 到 40 V 0 到 25 A -2.5 A -25 A 1 kW	 0 到 60 V 0 到 16.7 A -1.67 A -16.7 A 1 kW	 0 到 80 V 0 到 12.5 A -1.25 A -12.5 A 1 kW
输出波纹和噪声[3] CV rms： CV 峰-峰值：	 1 mV 9 mV				
负载调整 电压： 电流：	 0.5 mV 8 mA	 0.75 mV 3 mA	 1.5 mV 1 mA	 2 mV 1 mA	 2 mV 0.8 mA
电压编程及测量精度[4, 5, 6] 引线压降小于等于最大电压 1 V： 引线压降小于等于额定电压的 25%：	 0.03% +1 mV 0.03% +1.4mV	 0.03% +2 mV 0.03% +3 mV	 0.03% +4 mV 0.03% +5.9mV	 0.03% +6 mV 0.03% +9 mV	 0.03% +8 mV 0.03% +12mV
电流编程和测量精度[4]	0.04% +15 mA	0.04% +8 mA	0.04% +4 mA	0.04%+2.5 mA	0.04% +2 mA
电流测量的低范围精度	0.05% +3 mA	0.05% +1 mA	0.05% +0.6 mA	0.05% +0.3 mA	0.05%+0.25mA
瞬变响应[7] 恢复时间： 稳定带：	 100 μs 150 mV	 100 μs 150 mV	 100 μs 100 mV	 100 μs 150 mV	 100 μs 200 mV

2 kW 规格	N7970A	N7971A	N7972A	N7973A	N7974A
DC 额定值 电压源： 电流源： 电流吸收额定值的 10%： 电流吸收额定值的 100%：[1] 功率：[2]	 0 到 9 V 0 到 200 A -20 A -200 A 1.8 kW	 0 到 20 V 0 到 100 A -10 A -100 A 2 kW	 0 到 40 V 0 到 50 A -5 A -50 A 2 kW	 0 到 60 V 0 到 33.3 A -3.33 A -33.3 A 2 kW	 0 到 80 V 0 到 25A -2.5 A -25 A 2 kW
输出波纹和噪声[3] CV rms： CV 峰-峰值：	 1 mV 9 mV				
负载调整 电压： 电流：	 0.5 mV 15 mA	 0.75 mV 6 mA	 1.5 mV 1.5 mA	 2 mV 1.5 mA	 2 mV 1.5 mA
电压编程及测量精度[4, 5, 6] 引线压降小于等于最大电压 1 V： 引线压降小于等于额定电压的 25%：	 0.03% +1 mV 0.03% +1.4 mV	 0.03% +2 mV 0.03% +3 mV	 0.03% +4 mV 0.03% +5.9mV	 0.03% +6 mV 0.03% +9 mV	 0.03% +8 mV 0.03% +12mV
电流编程和测量精度[4]	0.04% +30 mA	0.04% +15 mA	0.04% +8 mA	0.04% +5 mA	0.04% +4 mA
电流测量的低范围精度	0.05% +6 mA	0.05% +2 mA	0.05% +1.2mA	0.05% +0.6 mA	0.05% +0.5mA

2 kW 规格	N7970A	N7971A	N7972A	N7973A	N7974A
瞬变响应[7] 恢复时间： 稳定带：	100 µs 150 mV	100 µs 150 mV	100 µs 100 mV	100 µs 150 mV	100 µs 200 mV

[1] 要使输入电流最高为额定电流的 100%，对于额定功率为 1 kW 的机型，需要一个功耗器；对于额定功率为 2 kW 的机型，需要两个功耗器。拥有一个功耗器的 2 kW 型号的电源可输入其 50% 的额定电流。
[2] 从 40°C 到 55°C，每升高一摄氏度，最大持续功率就会以额定功率的 1% 降低。
[3] 对于 rms 噪声，从 20 Hz 到 300 kHz，对于峰-峰噪声，从 20 Hz 到 20 MHz
[4] 预热 30 分钟后，温度为 23°C ±5°C；测量 NPLC=1；有效期为 1 年，请参阅校准时间间隔
[5] 由于启用了电阻编程设定功能，电压编程偏移组件将按以下因数递增 3.15
[6] 应用于负载导线的负载导线电压降
[7] 从满负载的 50% 变化到 100% 以及从 100% 变化到 50% 之后恢复到设置范围内的时间（10 µs 上升时间）

规格 - Keysight N6900/N7900 高电压系列

2 kW 规格	N6976A	N6977A	N7976A	N7977A
DC 额定值 电压源： 电流源： 电流吸收额定值的 10%： 电流吸收额定值的 100%：[1] 功率：[2]	0 到 120 V 0 到 16.7 A -1.67 A -16.7 A 2 kW	0 到 160 V 0 到 12.5 A -1.25 A -12.5 A 2 kW	0 到 120 V 0 到 16.7 A -1.67 A -16.7 A 2 kW	0 到 160 V 0 到 12.5 A -1.25 A -12.5 A 2 kW
输出波纹和噪声[3] CV rms： CV 峰-峰值：	2 mV 30 mV	3 mV 30 mV	2 mV 30 mV	3 mV 30 mV
负载调整 电压： 电流：	4 mV 1 mA	4 mV 0.8 mA	4 mV 1 mA	4 mV 0.8 mA
电压编程及测量精度[4, 5, 6] 引线压降小于等于最大电压 1 V： 引线压降小于等于额定电压的 25%：	0.03% +17 mV 0.03% +23 mV	0.03% +24 mV 0.03% +32 mV	0.03% +11 mV 0.03% +17 mV	0.03% +14 mV 0.03% +22 mV
电流编程和测量精度[4]	0.1%+5 mA	0.1%+4 mA	0.04%+2.5 mA	0.04% +2 mA
电流测量的低范围精度	无	无	0.05%+0.4 mA	0.05%+0.25 mA
瞬变响应[7] 恢复时间： 稳定带：	100 µs 300 mV	100 µs 400 mV	100 µs 300 mV	100 µs 400 mV

[1]需要两个功耗器才能输入 100% 的额定电流；需要一个功耗器才能输入 50% 的额定电流。
[2]从 40°C 到 55°C，每升高一摄氏度，最大持续功率就会以额定功率的 1% 降低。
[3]对于 rms 噪声，从 20 Hz 到 300 kHz，对于峰-峰噪声，从 20 Hz 到 20 MHz
[4]预热 30 分钟后，温度为 23°C ±5°C；测量 NPLC=1；有效期为 1 年，请参阅校准时间间隔
[5]由于启用了电阻编程设定功能，电压编程偏移组件将按以下因数递增 2.1
[6]应用于负载导线的负载导线电压降
[7]从满负载的 50% 变化到 100% 以及从 100% 变化到 50% 之后恢复到设置范围内的时间（10 µs 上升时间）

补充特征 - Keysight N6900 系列

1 kW 特征	N6950A	N6951A	N6952A	N6953A	N6954A
电压编程范围	0.009 到 9.18 V	0.02 到 20.4 V	0.04 到 40.8 V	0.06 到 61.2 V	0.08 到 81.6 V
电压编程分辨率	0.84 mV	1.7 mV	3.5 mV	5 mV	6.7 mV
电流编程范围 - 没有功耗器	−10.2 到 102 A	−5.1 到 51 A	−2.55 到 25.5 A	−1.7 到 17 A	−1.275 到 12.75 A
电流编程范围 - 拥有功耗器	−102 到 102 A	−51 到 51 A	−25.5 到 25.5 A	−17 到 17 A	−12.75 到 12.75 A
电流编程分辨率	30 mA	15 mA	8 mA	5 mA	4 mA
电流量程	-225 到 225 A	-112.5 到 112.5A	-56.2 到 56.2 A	-37.6 到 37.6 A	-28.1 到 28.1 A
电阻编程范围	0 到 0.1 Ω	0 到 0.4 Ω	0 到 1.6 Ω	0 到 3.4 Ω	0 到 6.4 Ω
电阻编程精度[1]	0.12% +1.6 mΩ*A	0.12% +3.2 mΩ*A	0.1% +6.4 mΩ*A	0.1% +8.8 mΩ*A	0.1% +12.8 mΩ*A
电阻编程分辨率	0.8 µΩ	3.4 µΩ	13 µΩ	30 µΩ	54 µΩ
电压编程和测量 TempCo[2]	0.0022%+30µV	0.0022%+60µV	0.0022%+120µV	0.0022%+180µV	0.0022%+220µV
电流编程和测量 TempCo[2]	0.0057%+250µA	0.0058%+125µA	0.0058%+60µA	0.0058%+40µA	0.0058%+30µA
电阻编程 TempCo	0.0068%	0.0070%	0.0070%	0.0070%	0.0070%
过电压保护 最大设置： 精度： 响应时间：[3]	 10.8 V 0.03% +1.5 mV <30 µs	 24 V 0.03% +3 mV <30 µs	 48 V 0.03% +6 mV <30 µs	 72 V 0.03% +9 mV <30 µs	 96 V 0.03% +12 mV <30 µs
电压测量噪声(峰值)	2 mV	3.5 mV	7 mV	10 mV	14 mV
电流测量噪声(峰值)	45 mA	22 mA	10 mA	6 mA	4 mA
输出电流噪声 CC rms：	 15 mA	 15 mA	 15 mA	 15 mA	 15 mA
共用模式电流 CC rms： CC 峰-峰：	 2 mA 10 mA	 1 mA 10 mA	 1 mA 10 mA	 1 mA 10 mA	 1.5 mA 10 mA
电压向上编程时间[4] 10% 到 90%： 稳定时间：[6]	 3 ms 10 ms				
电压向下编程时间[5] 90% 到 10%： 稳定时间：[6]	 3 ms 10 ms				

1 kW 特征	N6950A	N6951A	N6952A	N6953A	N6954A
电流向上编程时间[7] 10% 到 90%：	2.5 ms				
输出开启的延迟时间 电压优先级： 电流优先级：	 12 ms 14 ms				
线路调整[8] 电压： 电流：	 < 10 μV < 10 μA				

2 kW 特征	N6970A	N6971A	N6972A	N6973A	N6974A
电压编程范围	0.009 到 9.18 V	0.02 到 20.4 V	0.04 到 40.8 V	0.06 到 61.2 V	0.08 到 81.6 V
电压编程分辨率	0.84 mV	1.7 mV	3.5 mV	5 mV	6.7 mV
电流编程范围 - 没有功耗器	-20.4 到 204 A	−10.2 到 102 A	−5.1 到 51 A	−3.4 到 34 A	−2.55 到 25.5 A
电流编程范围 - 拥有功耗器	−204 到 204 A	−102 到 102 A	−51 到 51 A	−34 到 34 A	−25.5 到 25.5 A
电流编程分辨率	60 mA	30 mA	15 mA	10 mA	8 mA
电流量程	-450 到 450 A	-225 到 225 A	-112.5 到 112.5A	-74.9 到 74.9 A	-56.2 到 56.2 A
电阻编程范围	0 到 0.05 Ω	0 到 0.2 Ω	0 到 0.8 Ω	0 到 1.7 Ω	0 到 3.2 Ω
电阻编程精度[1]	0.12% +1.6 mΩ*A	0.12% +3.2 mΩ*A	0.1% +6.4 mΩ*A	0.1% +8.8 mΩ*A	0.1% +12.8 mΩ*A
电阻编程分辨率	0.4 μΩ	1.7 μΩ	7 μΩ	15 μΩ	27 μΩ
电压编程和测量 TempCo[2]	0.0022%+30μV	0.0022%+60μV	0.0022%+120μV	0.0022%+180μV	0.0022%+220μV
电流编程和测量 TempCo[2]	0.0048%+500μA	0.0049%+250μA	0.0049%+120μA	0.0049%+80μA	0.0049%+60μA
电阻编程 TempCo	0.0060%	0.0060%	0.0060%	0.0060%	0.0060%
过电压保护 最大设置： 精度： 响应时间:[3]	 10.8 V 0.03% +1.5 mV <30 μs	 24 V 0.03% +3 mV <30 μs	 48 V 0.03% +6 mV <30 μs	 72 V 0.03% +9 mV <30 μs	 96 V 0.03% +12 mV <30 μs
电压测量噪声(峰值)	2 mV	3.5 mV	7 mV	10 mV	14 mV
电流测量噪声(峰值)	75 mA	45 mA	18 mA	12 mA	7 mA
输出电流噪声 CC rms：	 20 mA	 20 mA	 15 mA	 15 mA	 15 mA
共用模式电流 CC rms： CC 峰-峰：	 2 mA 15 mA	 1 mA 10 mA	 1 mA 10 mA	 1 mA 10 mA	 2 mA 10 mA

2 kW 特征	N6970A	N6971A	N6972A	N6973A	N6974A
电压向上编程时间[4] 10% 到 90%: 稳定时间:[6]	3 ms 10 ms				
电压向下编程时间[5] 90% 到 10%: 稳定时间:[6]	3 ms 10 ms				
电流向上编程时间[7] 10% 到 90%:	2.5 ms				
输出开启的延迟时间 电压优先级: 电流优先级:	12 ms 14 ms				
线路调整[8] 电压: 电流:	< 10 µV < 10 µA				

[1] 电阻编程精度因输出电流不同而有所不同。例如，对于 50 A 瞬变 0.1 Ω 的 N7970A 设备，精度为:(0.1Ω * 0.06%) + (1.6mΩ*A/50A) = 92 µΩ.
[2] 每摄氏度
[3]从出现过载电压到开始关闭
[4] 完全阻性负载和电压从额定输出的 0.1 % 过渡到 100%
[5] 无负载和电压从额定输出的 100 % 过渡到 0.1%
[6] 从电压开始变化到最终满量程值的 0.1%
[7] 完全阻性负载和电流从额定输出的 0.1 % 过渡到 100%
[8] 设计可保证线路调整的安全性

补充特征 - Keysight N7900 系列

1 kW 特征	N7950A	N7951A	N7952A	N7953A	N7954A
电压编程范围	0.009 到 9.18 V	0.02 到 20.4 V	0.04 到 40.8 V	0.06 到 61.2 V	0.08 到 81.6 V
电压编程分辨率	0.21 mV	0.42 mV	0.84 mV	1.25 mV	1.68 mV
电流编程范围 - 没有功耗器	−10.2 到 102 A	−5.1 到 51 A	−2.55 到 25.5 A	−1.7 到 17 A	−1.275 到 12.75 A
电流编程范围 - 拥有功耗器	−102 到 102 A	−51 到 51 A	−25.5 到 25.5 A	−17 到 17 A	−12.75 到 12.75 A
电流编程分辨率	1.9 mA	0.95 mA	0.47 mA	0.32 mA	0.24 mA
电流量程 高量程 低量程	-225 到 225 A -11 到 11 A	-112.5 到 112.5A -5.5 到 5.5 A	-56.2 到 56.2 A -2.75 到 2.75 A	-37.6 到 37.6 A -1.84 到 1.84 A	-28.1 到 28.1 A -1.37 到 1.37 A
电阻编程范围	0 到 0.1 Ω	0 到 0.4 Ω	0 到 1.6 Ω	0 到 3.4 Ω	0 到 6.4 Ω
电阻编程精度[1]	0.06% +1.6 mΩ*A	0.06% +3.2 mΩ*A	0.06% +6.4 mΩ*A	0.06% +8.8 mΩ*A	0.06% +12.8 mΩ*A
电阻编程分辨率	0.8 µΩ	3.4 µΩ	13 µΩ	30 µΩ	54 µΩ

1 kW 特征	N7950A	N7951A	N7952A	N7953A	N7954A
电压编程和测量 TempCo[2]	0.0022%+30μV	0.0022%+60μV	0.0022%+120μV	0.0022%+180μV	0.0022%+220μV
电流编程和测量 TempCo[2]	0.0035%+250μA	0.0035%+125μA	0.0042%+60μA	0.0037%+40μA	0.0036%+30μA
电流测量低范围 TempCo[2]	0.0042%+80μA	0.0045%+40μA	0.0050%+20μA	0.0046%+12μA	0.0045%+9μA
电阻编程 TempCo	0.0046%	0.0049%	0.0054%	0.0050%	0.0049%
过电压保护 最大设置： 精度： 响应时间：[3]	 10.8 V 0.03% +1 mV <30 μs	 24 V 0.03% +2 mV <30 μs	 48 V 0.03% +4 mV <30 μs	 72 V 0.03% +6 mV <30 μs	 96 V 0.03% +8 mV <30 μs
电压测量噪声(峰值)	2 mV	3.5 mV	7 mV	10 mV	14 mV
电流测量噪声(峰值)	45 mA	22 mA	10 mA	6 mA	4 mA
电流测量低范围噪声(峰值)	30 mA	17 mA	7 mA	4 mA	2 mA
输出电流噪声 CC rms：	 15 mA	 15 mA	 15 mA	 15 mA	 15 mA
共用模式电流 CC rms： CC 峰-峰：	 2 mA 10 mA	 1 mA 10 mA	 1 mA 10 mA	 1 mA 10 mA	 1.5 mA 10 mA
电压向上编程时间[4] 10% 到 90%： 稳定时间：[6]	 0.5 ms 1 ms				
电压向下编程时间[5] 90% 到 10%： 稳定时间：[6]	 0.35 ms 0.8 ms				
电流向上编程时间[7] 10% 到 90%：	 2.5 ms				
输出开启的延迟时间 电压优先级： 带继电器： 电流优先级： 带继电器：	 12 ms 38 ms 14 ms 46 ms				
线路调整[8] 电压： 电流：	 < 10 μV < 10 μA				
小信号带宽 电压编程：[9] 电流编程：[10] 电压测量： 电流测量：	 DC 到 1 kHz (-1dB)；DC 到 2 kHz (-3dB) DC 到 70 Hz (-1dB)；DC 到 120 Hz (-3dB) DC 到 14 kHz (-1dB)；DC 到 25 kHz (-3dB) DC 到 14 kHz (-1dB)；DC 到 25 kHz (-3dB)				

2 kW 特征	N7970A	N7971A	N7972A	N7973A	N7974A
电压编程范围	0.009 到 9.18 V	0.02 到 20.4 V	0.04 到 40.8 V	0.06 到 61.2 V	0.08 到 81.6 V
电压编程分辨率	0.21 mV	0.42 mV	0.84 mV	1.25 mV	1.68 mV
电流编程范围 - 没有功耗器	-20.4 到 204 A	−10.2 到 102 A	−5.1 到 51 A	−3.4 到 34 A	−2.55 到 25.5 A
电流编程范围 - 拥有功耗器	−204 到 204 A	−102 到 102 A	−51 到 51 A	−34 到 34 A	−25.5 到 25.5 A
电流编程分辨率	3.8 mA	1.9 mA	0.95 mA	0.64 mA	0.48 mA
电流量程 高量程 低量程	-450 到 450 A -22 到 22 A	-225 到 225 A -11 到 11 A	-112.5 到 112.5A -5.5 到 5.5 A	-74.9 到 74.9 A -3.67 到 3.67 A	-56.2 到 56.2 A -2.75 到 2.75 A
电阻编程范围	0 到 0.05 Ω	0 到 0.2 Ω	0 到 0.8 Ω	0 到 1.7 Ω	0 到 3.2 Ω
电阻编程精度[1]	0.06% +1.6 mΩ*A	0.06% +3.2 mΩ*A	0.06% +6.4 mΩ*A	0.06% +8.8 mΩ*A	0.06% +12.8 mΩ*A
电阻编程分辨率	0.4 μΩ	1.7 μΩ	7 μΩ	15 μΩ	27 μΩ
电压编程和测量 TempCo[2]	0.0022%+30μV	0.0022%+60μV	0.0022%+120μV	0.0022%+180μV	0.0022%+220μV
电流编程和测量 TempCo[2]	0.0029%+500μA	0.0031%+250μA	0.0035%+120μA	0.0032%+80μA	0.0032%+60μA
电流测量低范围 TempCo[2]	0.0040%+160μA	0.0041%+80μA	0.0045%+40μA	0.0042%+24μA	0.0041%+18μA
电阻编程 TempCo	0.0043%	0.0045%	0.0049%	0.0046%	0.0045%
过电压保护 最大设置： 精度： 响应时间：[3]	10.8 V 0.03% +1 mV <30 μs	24 V 0.03% +2 mV <30 μs	48 V 0.03% +4 mV <30 μs	72 V 0.03% +6 mV <30 μs	96 V 0.03% +8 mV <30 μs
电压测量噪声(峰值)	2 mV	3.5 mV	7 mV	10 mV	14 mV
电流测量噪声(峰值)	75 mA	45 mA	18 mA	12 mA	7 mA
电流测量低范围噪声(峰值)	50 mA	30 mA	12 mA	6 mA	3 mA
输出电流噪声 CC rms：	20 mA	20 mA	15 mA	15 mA	15 mA
共用模式电流 CC rms： CC 峰-峰：	2 mA 15 mA	1 mA 10 mA	1 mA 10 mA	1 mA 10 mA	2 mA 10 mA
电压向上编程时间[4] 10% 到 90%： 稳定时间：[6]	0.5 ms 1 ms				

2 kW 特征	N7970A	N7971A	N7972A	N7973A	N7974A
电压向下编程时间[5] 90% 到 10%： 稳定时间：[6]	0.35 ms 0.8 ms				
电流向上编程时间[7] 10% 到 90%：	2.5 ms				
输出开启的延迟时间 电压优先级： 带继电器： 电流优先级： 带继电器：	12 ms 38 ms 14 ms 46 ms				
线路调整[8] 电压： 电流：	< 10 μV < 10 μA				
小信号带宽 电压编程：[9] 电流编程：[10] 电压测量： 电流测量：	DC 到 1 kHz (-1dB)；DC 到 2 kHz (-3dB) DC 到 70 Hz (-1dB)；DC 到 120 Hz (-3dB) DC 到 14 kHz (-1dB)；DC 到 25 kHz (-3dB) DC 到 14 kHz (-1dB)；DC 到 25 kHz (-3dB)				

1 电阻编程精度因输出电流不同而有所不同。例如，对于 50 A 瞬变 0.1 Ω 的 N7970A 设备，精度为：(0.1Ω * 0.06%) + (1.6mΩ*A/50A) = 92 μΩ.
2 每摄氏度
3 从出现过载电压到开始关闭
4 完全阻性负载和电压从额定输出的 0.1 % 过渡到 100%
5 无负载和电压从额定输出的 100 % 过渡到 0.1%
6 从电压开始变化到最终满量程值的 0.1%
7 完全阻性负载和电流从额定输出的 0.1 % 过渡到 100%
8 设计可保证线路调整的安全性
9 采用"高带宽"设置，没有负载状况（请参见电压编程响应）
10 采用阻性负载状况

补充特征 - Keysight N6900/N7900 高电压系列

2 kW 特征	N6976A	N6977A	N7976A	N7977A
电压编程范围	0.12 到 122.4 V	0.16 到 163.2 V	0.12 到 122.4 V	0.16 到 163.2 V
电压编程分辨率	16.9 mV	22.5 mV	2.5 mV	3.6 mV
电流编程范围 - 没有功耗器	–1.7 到 17 A	–1.275 到 12.75 A	–1.7 到 17 A	–1.275 到 12.75 A
电流编程范围 - 拥有功耗器	–17 到 17 A	–12.75 到 12.75 A	–17 到 17 A	–12.75 到 12.75 A
电流编程分辨率	5 mA	3.8 mA	0.32 mA	0.24 mA
电流量程 高量程 低量程	-37.6 到 37.6 A 无	-28.1 到 28.1 A 无	-37.6 到 37.6 A -1.84 到 1.84 A	-28.1 到 28.1 A -1.37 到 1.37 A
电阻编程范围	0 到 6.8 Ω	0 到 12.8 Ω	0 到 6.8 Ω	0 到 12.8 Ω

2 kW 特征	N6976A	N6977A	N7976A	N7977A
电阻编程精度[1]	0.1% +17.7 mΩ*A	0.1% +25.6 mΩ*A	0.06% +17.7 mΩ*A	0.06% +25.6 mΩ*A
电阻编程分辨率	60 µΩ	108 µΩ	60 µΩ	108 µΩ
电压编程和测量 TempCo[2]	0.0022%+430µV	0.0022%+570µV	0.0022%+430µV	0.0022%+530µV
电流编程和测量 TempCo[2]	0.0065%+12µA	0.0058%+30µA	0.0036%+40µA	0.0036%+30µA
电流测量低范围 TempCo[2]	无	无	0.0046%+12µA	0.0045%+9µA
电阻编程 TempCo	0.0060%	0.0060%	0.0050%	0.0046%
过电压保护 最大设置： 精度： 响应时间：[3]	 144 V 0.03% +17 mV <30 µs	 192 V 0.03% +24 mV <30 µs	 144 V 0.03% +11 mV <30 µs	 192 V 0.03% +14 mV <30 µs
电压测量噪声(峰值)	18 mV	23 mV	18 mV	23 mV
电流测量噪声(峰值)	6 mA	4 mA	6 mA	4 mA
电流测量低范围噪声(峰值)	无	无	4 mA	2 mA
输出电流噪声 CC rms：	 15 mA	 15 mA	 15 mA	 15 mA
共用模式电流 CC rms： CC 峰-峰：	 2 mA 10 mA	 2 mA 10 mA	 2 mA 10 mA	 2 mA 10 mA
电压向上编程时间[4] 10% 到 90%： 稳定时间：[6]	 3 ms 10 ms		 0.5 ms 1 ms	
电压向下编程时间[5] 90% 到 10%： 稳定时间：[6]	 3 ms 10 ms		 0.35 ms 0.8 ms	
电流向上编程时间[7] 10% 到 90%：	 2.5 ms		 2.5 ms	
输出开启的延迟时间 电压优先级： 带继电器： 电流优先级： 带继电器：	 12 ms 无 14 ms 无		 12 ms 38 ms 14 ms 46 ms	
线路调整[8] 电压： 电流：	 < 10 µV < 10 µA		 < 10 µV < 10 µA	
小信号带宽 电压编程：[9] 电流编程：[10] 电压测量： 电流测量：	无		 DC 到 1 kHz (-1dB)；DC 到 2 kHz (-3dB) DC 到 70 Hz (-1dB)；DC 到 120 Hz (-3dB) DC 到 14 kHz (-1dB)；DC 到 25 kHz (-3dB) DC 到 14 kHz (-1dB)；DC 到 25 kHz (-3dB)	

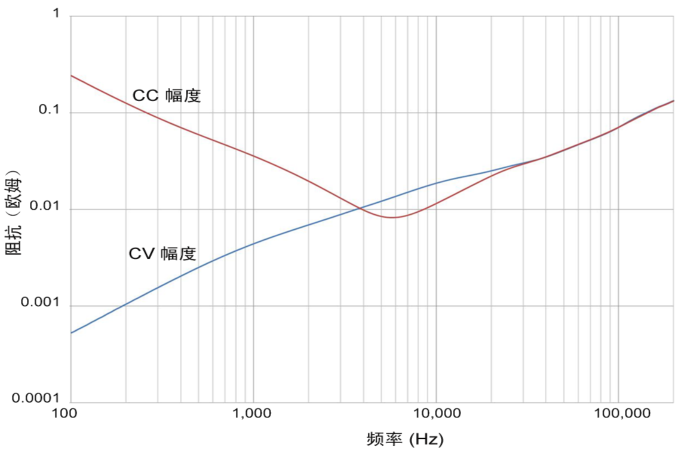
[1] 电阻编程精度因输出电流不同而有所不同。例如，对于 50 A 瞬变 0.1 Ω 的 N7970A 设备，精度为：(0.1Ω * 0.06%) + (1.6mΩ*A/50A) = 92 μΩ.
[2] 每摄氏度
[3] 从出现过载电压到开始关闭
[4] 完全阻性负载和电压从额定输出的 0.1 % 过渡到 100%
[5] 无负载和电压从额定输出的 100 % 过渡到 0.1%
[6] 从电压开始变化到最终满量程值的 0.1%
[7] 完全阻性负载和电流从额定输出的 0.1 % 过渡到 100%
[8] 设计可保证线路调整的安全性
[9] 采用“高带宽”设置，没有负载状况（请参见电压编程响应）
[10] 采用阻性负载状况

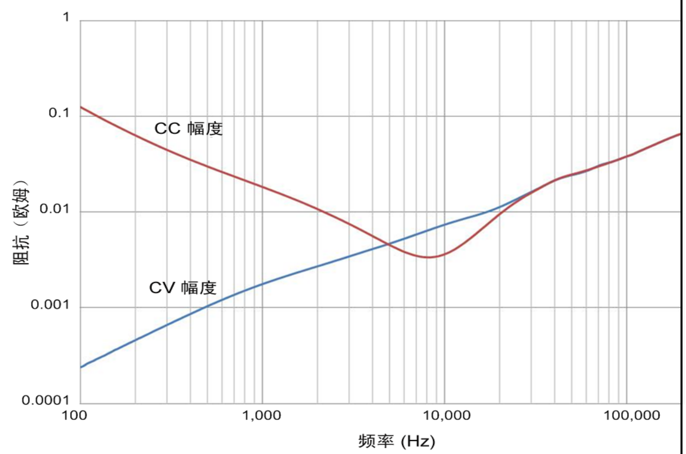
共同特性

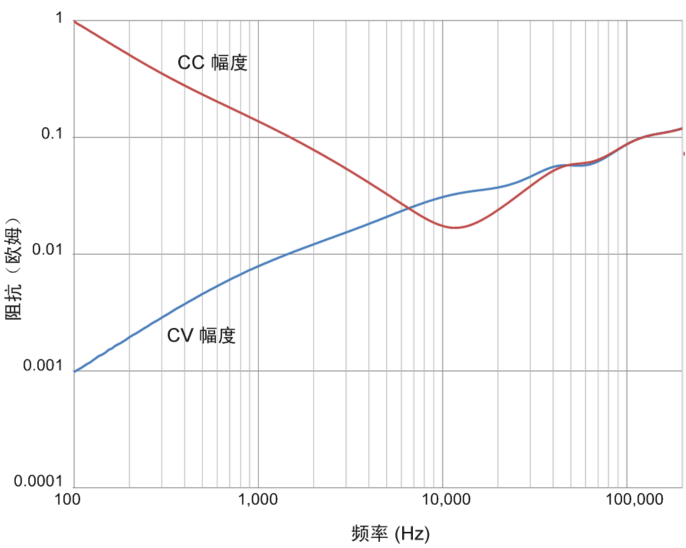
通用特性	所有型号
命令处理时间	从收到命令到输出变化开始的时间小于等于 1 ms。通过 GPIB 接口应用到简单设置命令（请参阅命令处理时间）
数字端口 最大额定电压：	 针脚之间电压为 +16.5 VDC/- 5 VDC
针脚 1 和 2 用作 FLT：	最大低电平输出电压 = 0.5 V @ 4 mA 最大低电平吸收电流 = 4 mA 典型高电平泄漏电流 = 1 mA @ 16.5 VDC
针脚 1 - 7 用作输出：	最大低电平输出电压 = 0.5 V @ 4 mA； 1 V @ 50 mA；1.75 V @ 100 mA 最大低电平吸收电流 = 100 mA 典型高电平泄漏电流 = 0.8 mA @ 16.5 VDC
针脚 1 - 7 用作输入：	最大低电平输入电压 = 0.8 V 最小高电平输入电压 = 2 V 典型低电平电流 = 2 mA @ 0 V（内部 2.2k 上拉） 典型高电平泄漏电流 = 0.12 mA @ 16.5 VDC
针脚 8：	针脚 8 是共用针脚（在内部连接到机箱接地）
计算机接口 LXI Core 2011 USB GPIB 语言	 10/100 Base-T 以太网（套接字、VXI-11 协议、Web 用户界面） USB 2.0（USB-TMC488 协议） GPIB IEEE 488 符合 SCPI - 1993，IEEE 488.2
法规遵从性 EMC：	 符合有关测试和测量产品的欧洲 EMC 指令 符合澳大利亚标准，并带有 C-Tick 标志 此 ISM 设备符合加拿大 ICES-001 Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001 du Canada
安全：	符合“欧洲低压管理条例”并带有 CE 标志。 符合美国和加拿大安全法规。
	本产品的“遵从有关标准的声明”可以从 Web 中下载。请访问 http://www.keysight.com/go/conformity，然后单击“Declarations of Conformity”。

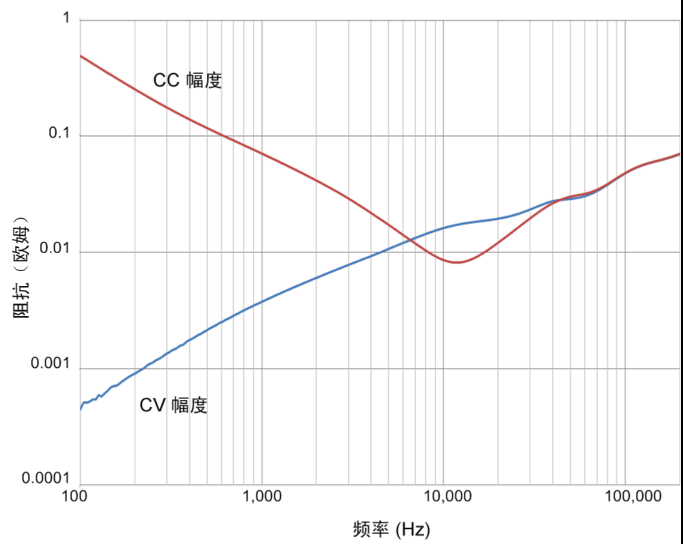
环境 运行环境：	 室内使用，安装类别 II(对于交流输入)，污染度 2
温度范围：	0°C 到 55°C(从 40°C 到 55°C 时，可用最大连续功率的额定值每度减少 1%)
相对湿度：	95% 或更少 (无凝结)
海拔高度：	最高 2000 米
存放温度：	-30°C 到 70°C
声音噪声声明	符合 1991 年 1 月 18 日颁布的"德国声音放射条例"的要求。 按照 EN 27779(类型测试)， 在操作人员位置正常操作情况下，声压 Lp <70 dB(A)。
输出端子绝缘 最大额定值：	 任一输出端子与任何其他端子或机箱接地间的电压不得超过直流电 ±240 V。
AC 输入 标称额定值：	 100–120，200–240 VAC 50/60 Hz 100–120，208 VAC 400 Hz
输入范围：	额定电流的 ±10%：
消耗：	1 kW 的设备为 2000 VA；2 kW 的设备为 3000 VA
功率因数：	标称输入和额定功率时为 0.99
保险丝：	内部保险丝 — 用户无法接触 **注意：**当 1 kW 或 2 kW 型号以全额定输出功率运行，在额定电压为 100-120 VAC 的交流电源电路无法为其提供足够的电流。 连接到 100 - 120 VAC 主电源时，如果输出功率超过 700 W，仪器将关闭输出并设置 CP+ 或 PF 状态位。
标准重量	1 kw 机型：23 lbs.(10.5 kg。) 2 kw 机型：34 lbs.(15.5 kg。) N7909A:18 lbs.(8.2 kg。)

输出阻抗图

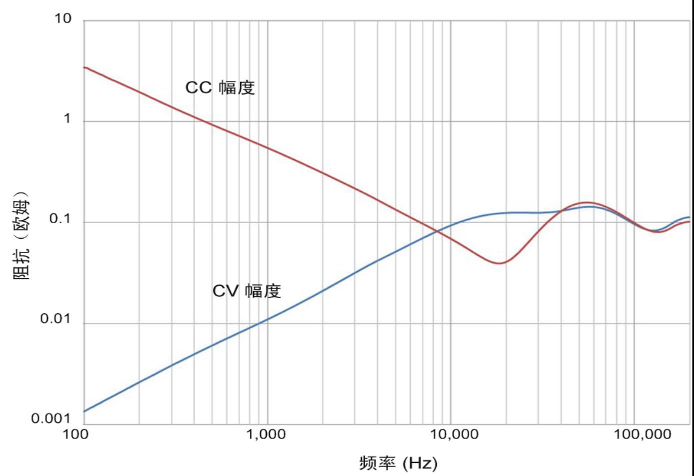
<table>
<tr><th>1 kW 型号</th><th>2 kW 型号</th></tr>
<tr><td>


9 V，1 kW 输出阻抗
</td><td>


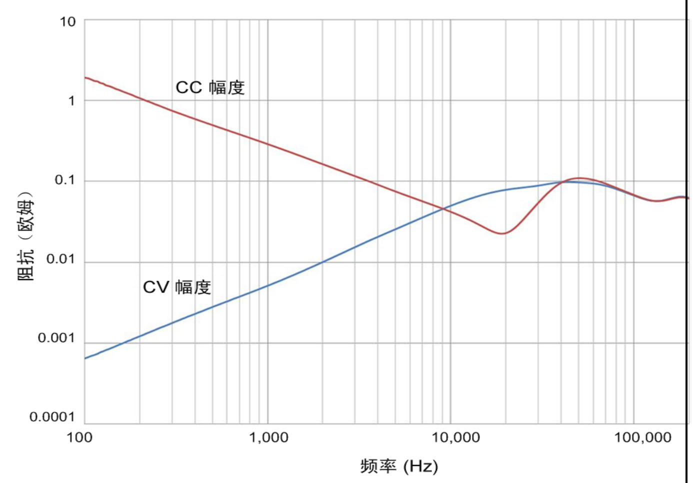
9 V，2 kW 输出阻抗
</td></tr>
<tr><td>


20 V，1 kW 输出阻抗
</td><td>


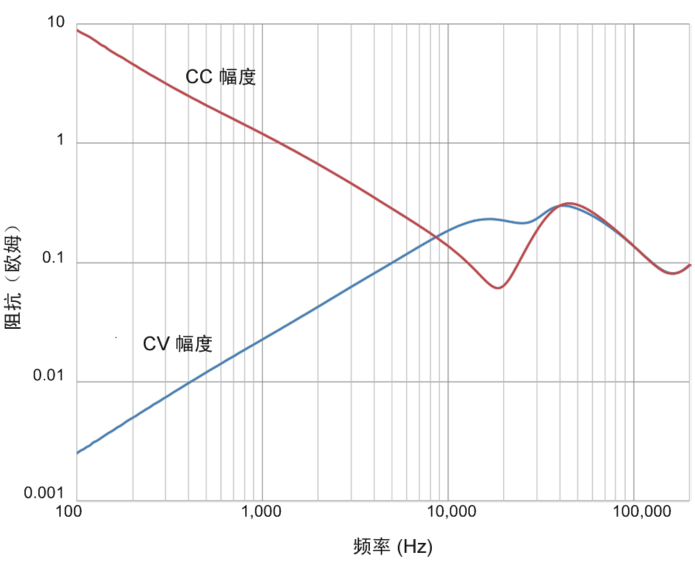
20 V，2 kW 输出阻抗
</td></tr>
</table>



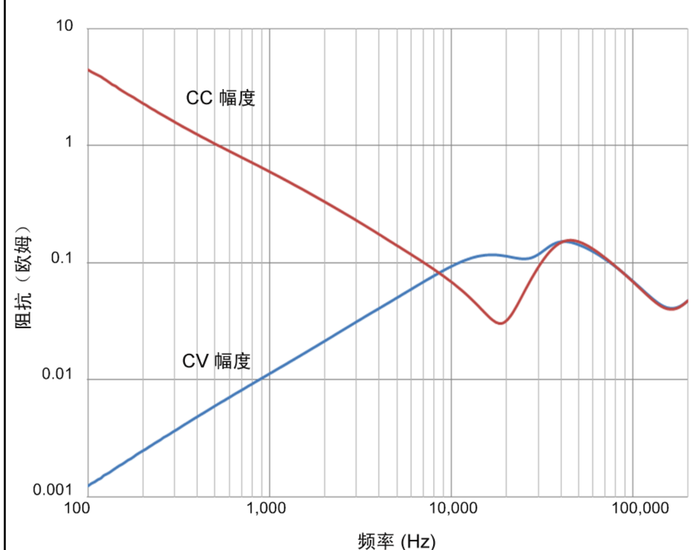
40 V，1 kW 输出阻抗



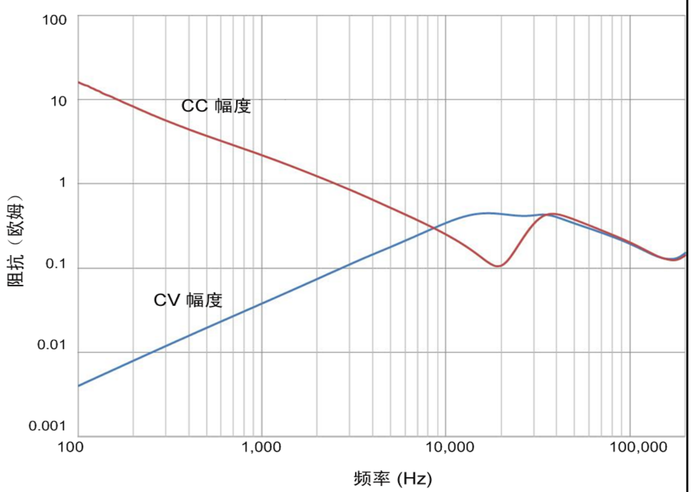
40 V，2 kW 输出阻抗



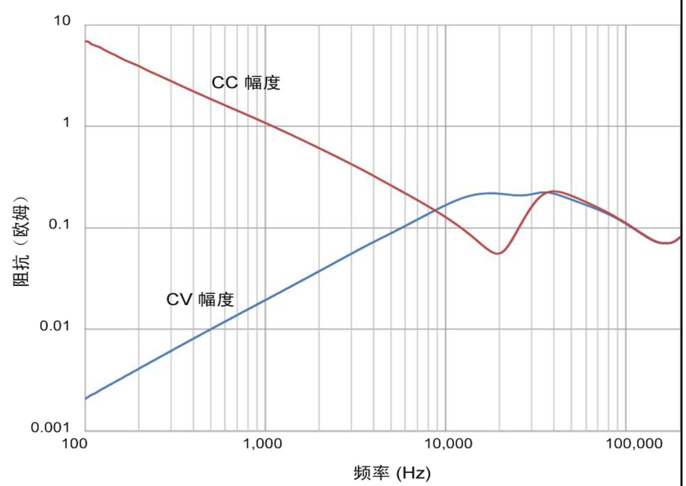
60 V，1 kW 输出阻抗



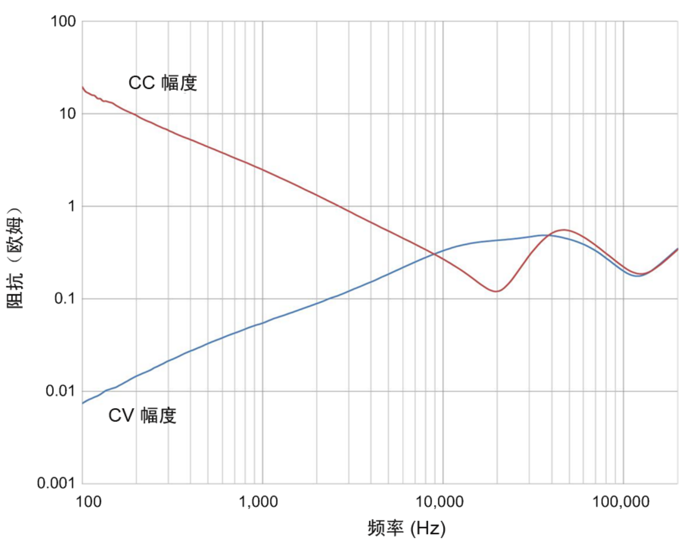
60 V，2 kW 输出阻抗



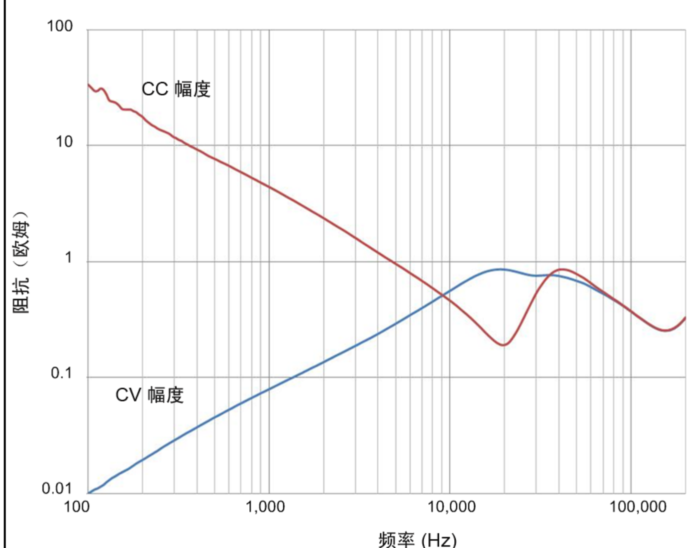
80 V，1 kW 输出阻抗



80 V，2 kW 输出阻抗



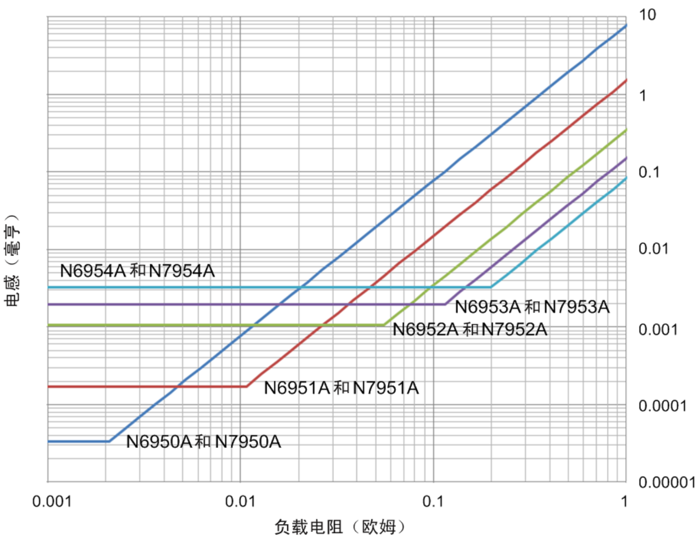
120 V，2 kW 输出阻抗



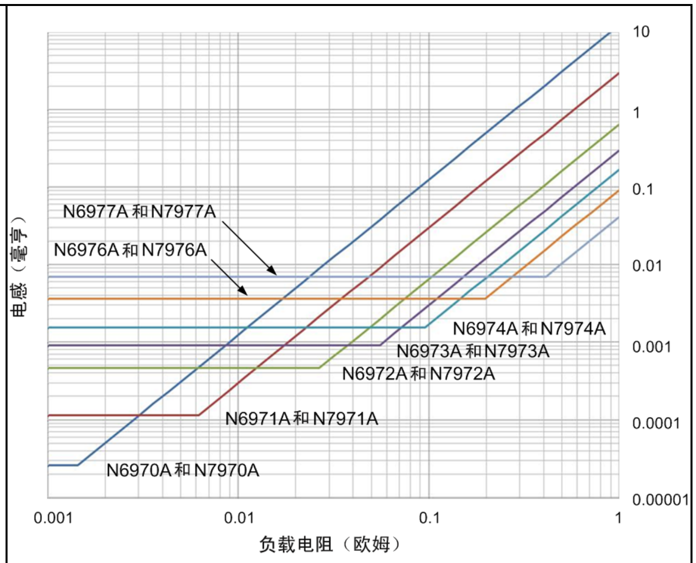
160 V，2 kW 输出阻抗

电感负载界限

下图显示了电感负载和快速 CV/CC 模式转换操作的界限。超过电感负载界限的操作可能会导致输出不稳定。界限表示包含 20% 电流过冲的操作条件。请注意，负载电阻增加时输出电感也会增加。

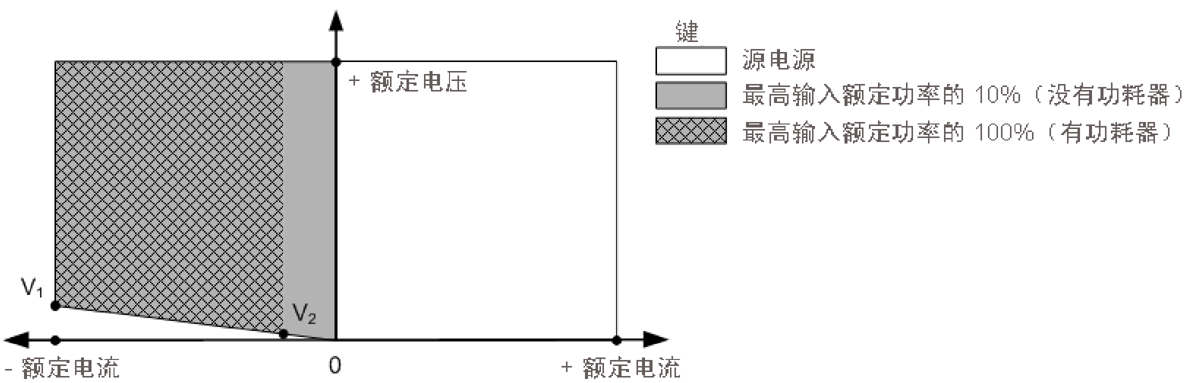


1 kW 电感负载边界



2 kW 电感负载边界

输出象限

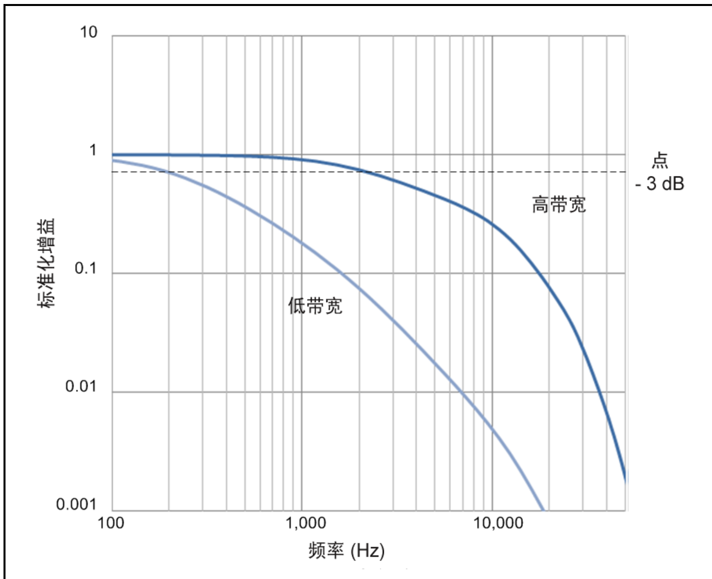


1 kw 型号	**N6950A N7950A**	**N6951A N7951A**	**N6952A N7952A**	**N6953A N7953A**	**N6954A N7954A**
+ 额定电压	9 V	20 V	40 V	60 V	80 V
+ 额定电流	100 A	50 A	25 A	16.7 A	12.5 A
- 额定电流 (使用功耗器)	-100 A	-50 A	-25 A	-16.7A	-12.5 A
V1	0.68 V	0.525 V	1.9 V	1.47 V	2 V
V2	0.068 V	0.0525 V	0.19 V	0.147 V	0.2 V
最小输入电阻	6.8mΩ	10.5mΩ	76 mΩ	89 mΩ	160mΩ

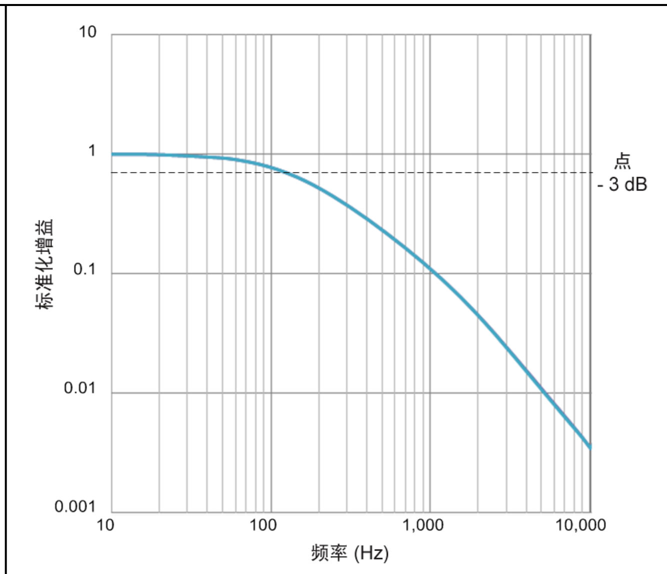
2 kW 型号	N6970A N7970A	N6971A N7971A	N6972A N7972A	N6973A N7973A	N6974A N7974A	N6976A N7976A	N6977A N7977A
+ 额定电压	9 V	20 V	40 V	60 V	80 V	120 V	160 V
+ 额定电流	200 A	100 A	50 A	33.3 A	25 A	16.7 A	12.5 A
- 额定电流 (使用功耗器)	-200 A	-100 A	-50 A	-33.3A	-25 A	-16.7 A	-12.5 A
V1	0.68 V	0.525 V	1.9 V	1.47 V	2 V	3 V	4 V
V2	0.068 V	0.0525 V	0.19 V	0.147 V	0.2 V	0.3 V	0.4 V
最小输入电阻	3.4mΩ	5.2mΩ	38 mΩ	45 mΩ	80mΩ	180 mΩ	320 mΩ

电压编程响应

下图显示了输出电压编程响应特性。在无负载状况下，这些图仅适用于小信号。



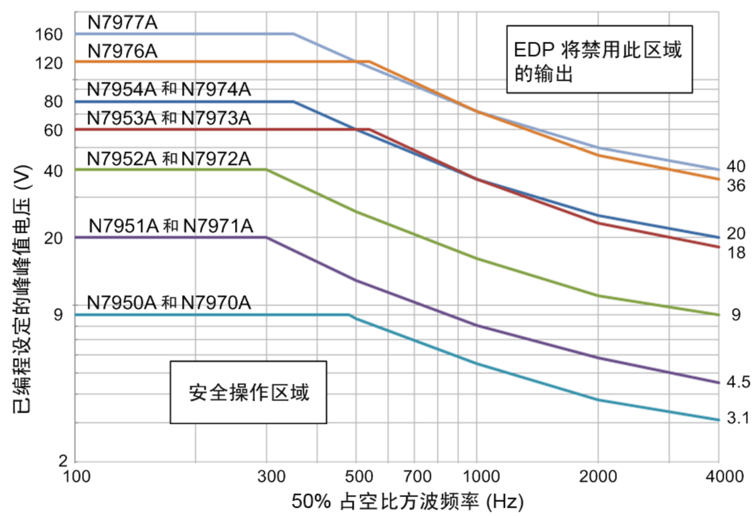
N7900 型号



N6900 型号

输出动态响应 仅限 N7900 机型

下图显示了每个机型的方波幅度阈值-频率。在指示的幅度阀值之上，持续生成方波可能会导致过度动态保护(EDP)功能的使用，这样会禁用输出。EDP 保护可能由已编程的电压变化、列表、任意波形或负载产生的电压摆动来使用。



最大峰-峰可编程电压与方波频率

测量精度和分辨率 - 具有更短的测量间隔

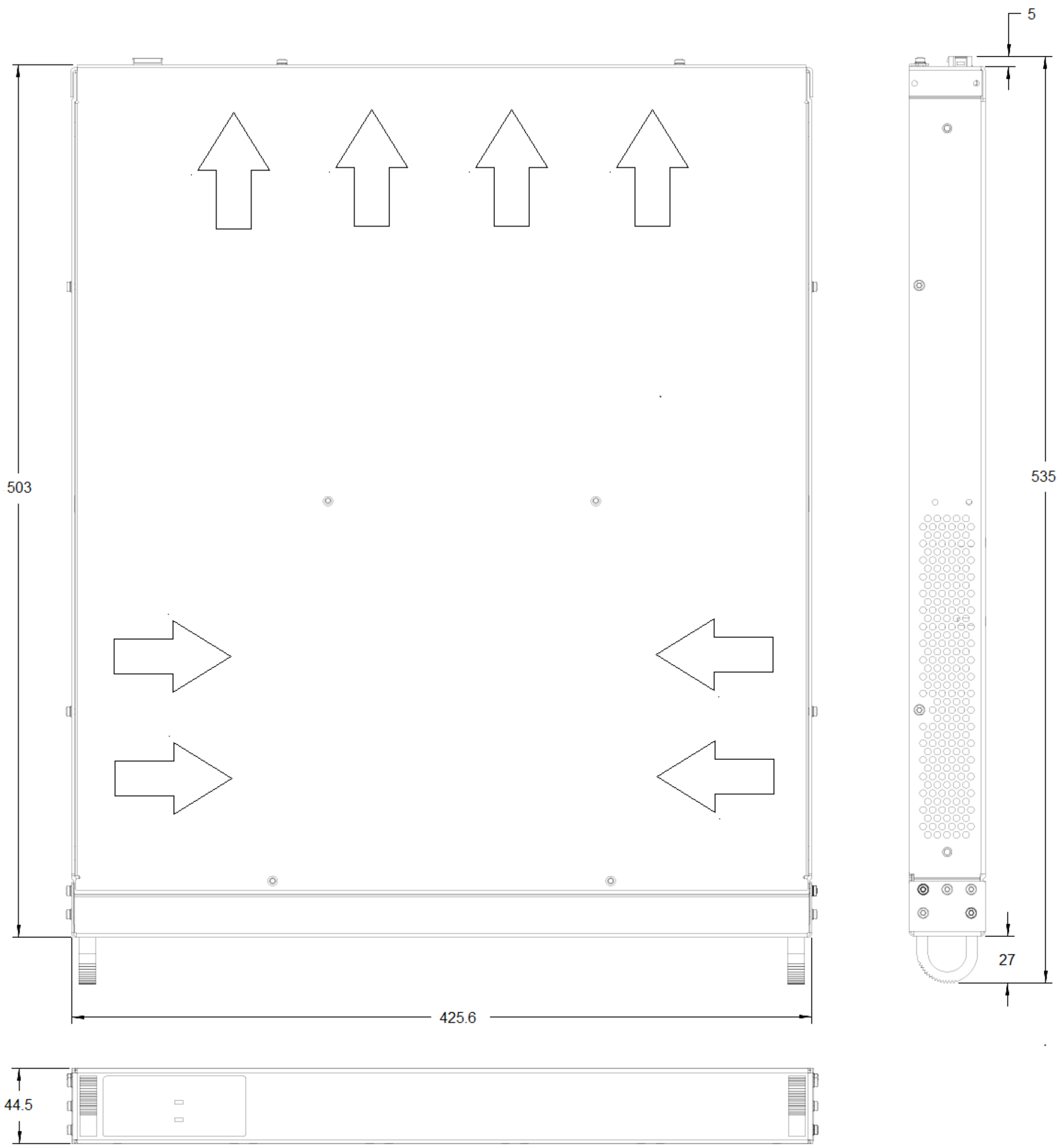
下表显示了不同电源线周期数(NPLC)测量设置的短期测量精度和分辨率变化。这些变化是由于模拟至数字转换器的噪声性能导致的。表的基线是 1 NPLC，不会增加任何噪声。要确定更短平均值间隔时的测量精度，只需计算要增加的范围百分比值，然后将其与规格表中的固定精度值相加。

例如，在 0.003 NPLC 进行测量时，要确定与 N6950A 电压测量精度技术规格相加的范围百分比值，只需将满量程电压额定值乘以要与技术规格值相加的范围百分比值，如下所示:9 V x 0.006% = 0.54 mV。将此数字与测量精度规格的偏移部分相加:1.5 mV + 0.54 mV。在 0.003 NPLC 进行测量时的新电压测量精度为 0.03% + 2.04 mV。

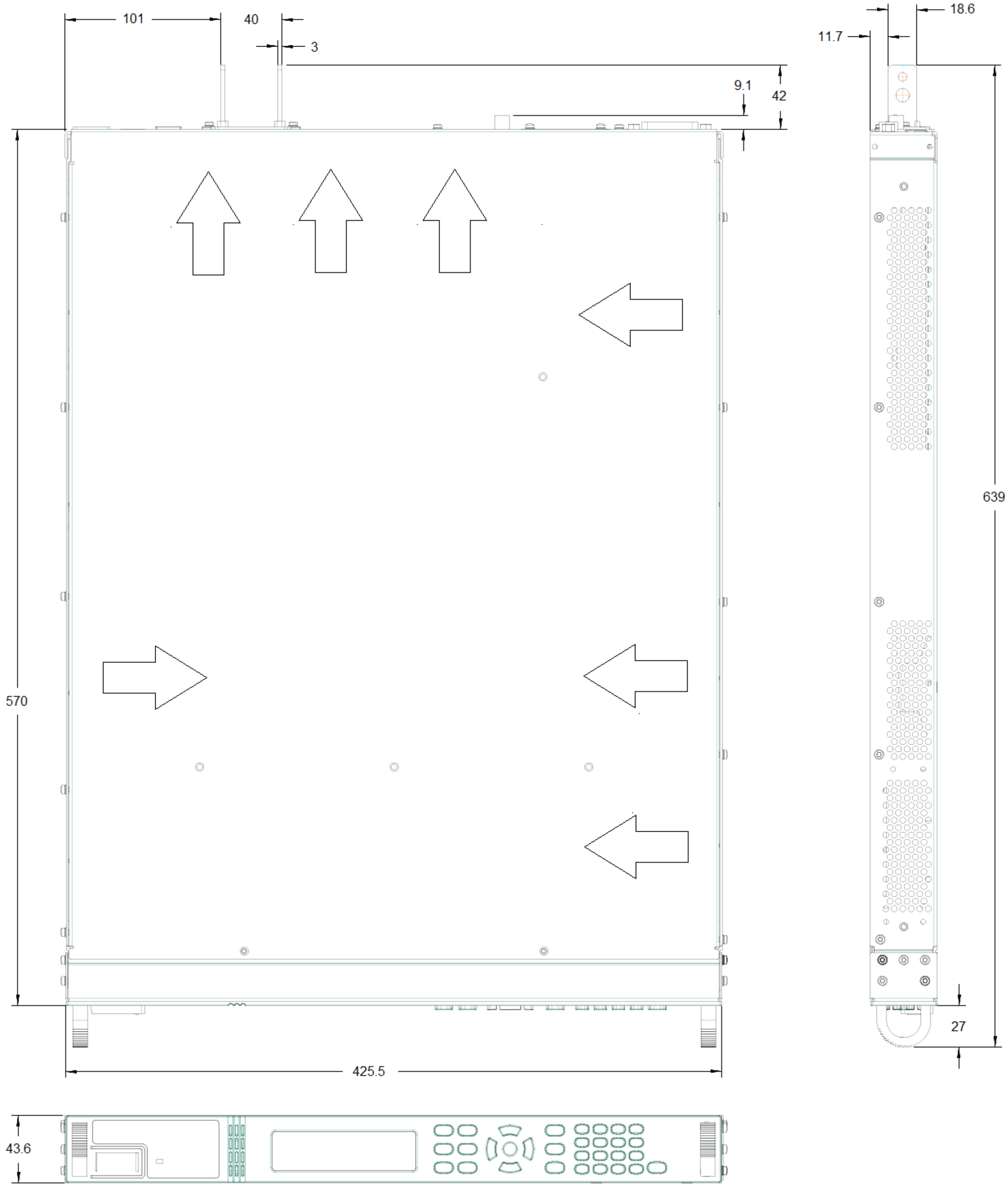
		电压测量		电流测量		低电流测量(仅限 N7900 型号)	
NPLC @60Hz	**平均点数**	**增加到规格中的范围的百分比**	**有效分辨率 (以位为单位)**	**增加到规格中的范围的百分比**	**有效分辨率 (以位为单位)**	**增加到规格中的范围的百分比**	**有效分辨率 (以位为单位)**
1	3255	0	>20	0	>19	0	>16
0.6	1953	0.00001%	19.9	0.00026%	18.6	0.002%	15.6
0.1	325	0.00076%	17.0	0.0019%	15.7	0.015%	12.7
0.06	195	0.0011%	16.5	0.0027%	15.2	0.022%	12.2
0.031	100	0.0016%	15.9	0.0041%	14.6	0.033%	11.6
0.010	33	0.0031%	15.0	0.0078%	13.6	0.063%	10.6
0.006	20	0.0041%	14.6	0.010%	13.3	0.082%	10.3
0.003	10	0.006%	14.0	0.015%	12.7	0.120%	9.7
0.0003	1	0.02%	12.3	0.049%	11.0	0.390%	8.0

测量模拟至数字转换器的分辨率为 18 位。然而，测量噪声和数据点平均值相结合会产生不同的有效分辨率，如表中所示。如果进行单点测量而不进行平均，测量信号中的噪声将比模拟至数字转换器的分辨率大得多，因此限制了连续的测量可重复性。对更多数据点进行平均可增大测量精度，使其大于模拟至数字转换器的本机分辨率。例如使用 0.6 NPLC 设置的 N7950A 高电流量程的测量可重复性产生的有效分辨率为 18.6 位。将位数应用于满量程电流额定值，可将位数转换为电流，如下所示:100 A x $2^{-18.6}$ = 252 μA。测量分辨率为 252 μA。

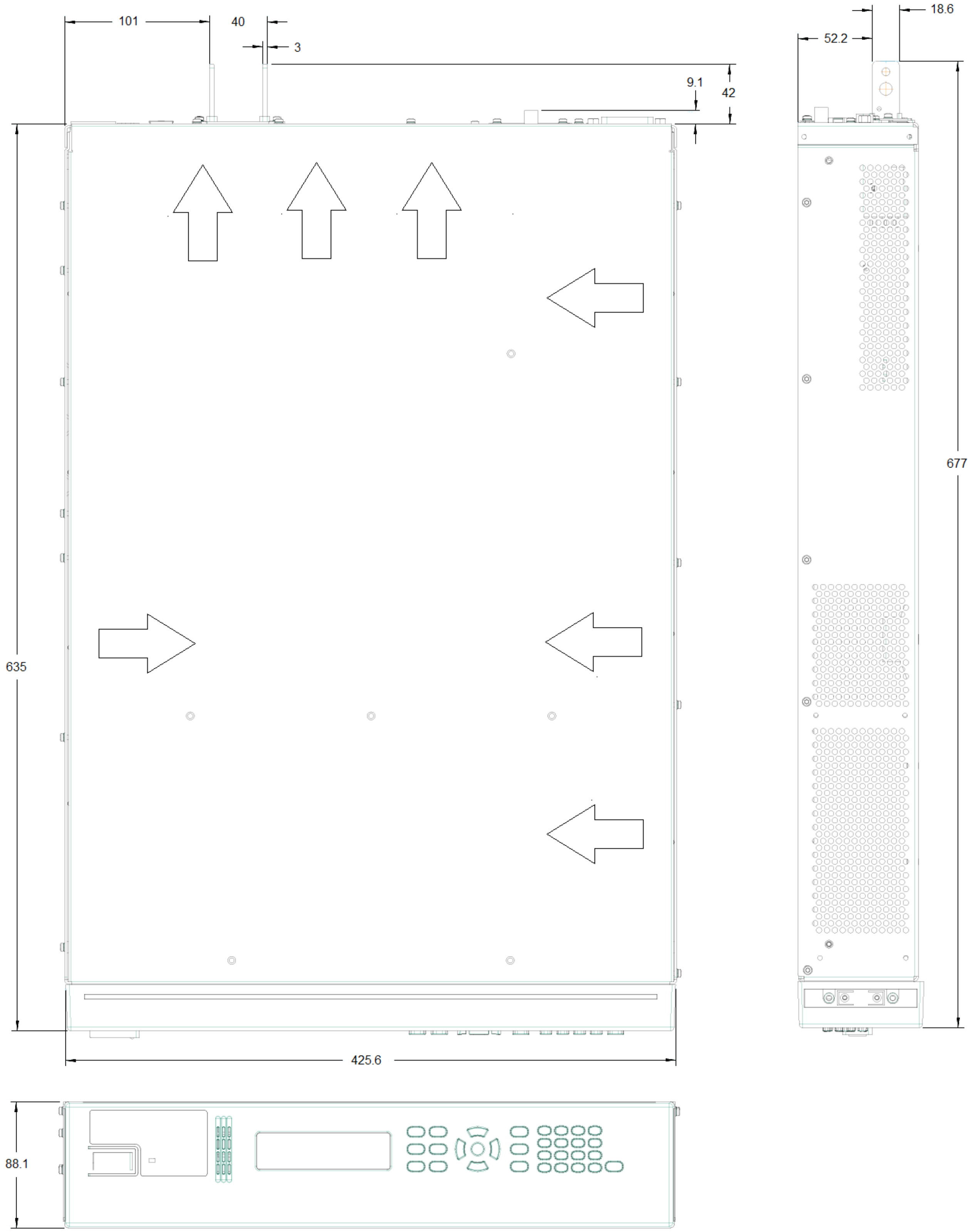
尺寸图 - 所有尺寸均以毫米为单位显示



功耗器设备



1 kW 型号



2 kW 型号

操作信息

仪器简介

高级电源系统 (APS) 包括 1U 和 2U 机架式直流电源和带有针对自动测试系统进行了优化的性能和功能的功耗器。

APS 模型可用于 1 kW 和 2 kW 的功率电平。电压电平范围为 9 V 到 160 V。电流电平范围为 12.5 A 到 200 A。

输出和系统特性将在下面说明。并非每个电源都具有所有输出功能。型号和选件一节说明了仅适用于特定型号的功能。

输出功能

- 为整个范围的输出电压和电流提供完整的编程功能
- 输出可在电压优先级或电流优先级模式中运行。
- 高速加速和减速输出编程
- 输出电阻编程
- 开启/关闭延迟允许在多台设备上对输出的开启/关闭进行序列化设置
- 用于并联输出的电流共享功能
- 保护功能包括过电压、过电流、过温和感测引线开路检测
- 双象限操作提供电流供应和电流输入功能
- 10% 额定电流输入功能标准；带有 N7909A 功耗器的 100% 额定电流输入功能
- N7900 模型上的输出断开继电器 (N7950A 和 N7970A 型号中不包含极性反转继电器)

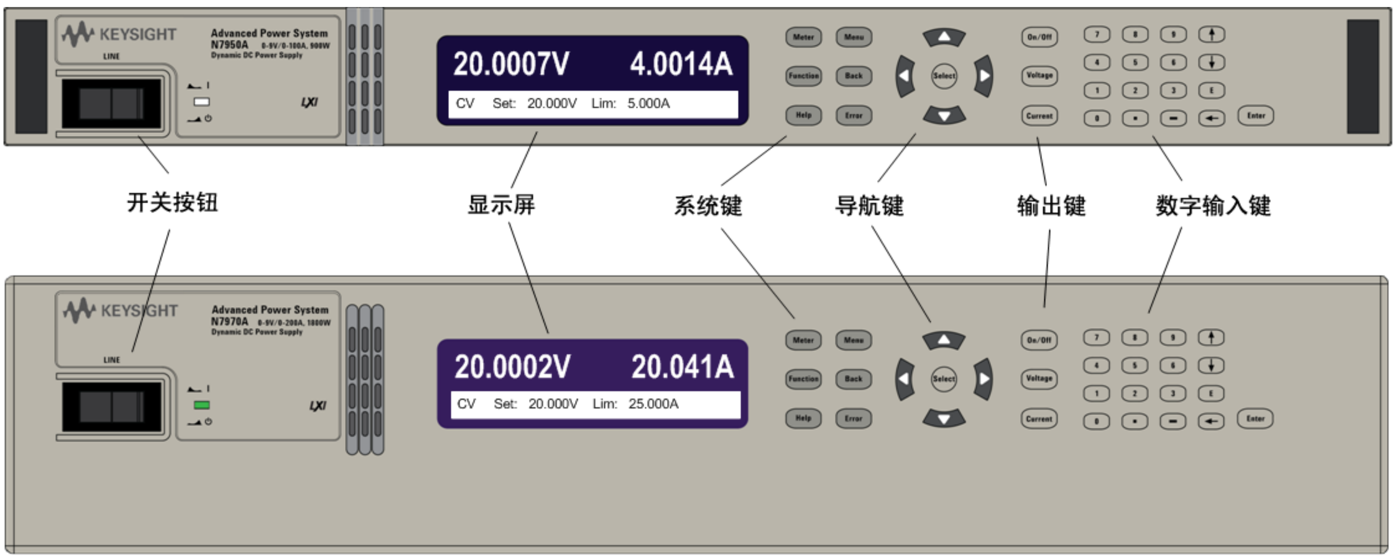
测量功能

- 5.12 μs 采样率
- 实时功率测量
- 安培-小时值和瓦特-小时值测量
- 跨 N7900 型号范围的无缝电流测量
- N7900 型号上的数字化测量功能
- N7900 型号上的连续"外部"数据记录
- 可将连续"黑匣子"数据记录作为可安装的附件使用

系统特性

- 在非易失性存储器中最多可保存和调用 10 个仪器状态。
- 自定义信号路由功能
- 已经内置 GPIB (IEEE-488)、LAN 和 USB 远程编程接口
- 对 GPIB 和 LAN 参数进行前面板菜单设置
- 兼容 LXI Core 2011，包括内置 Web 服务器
- SCPI(可编程仪器的标准命令)兼容

前面板概览

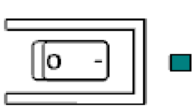


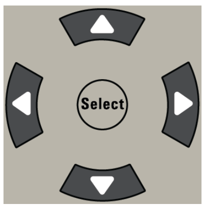
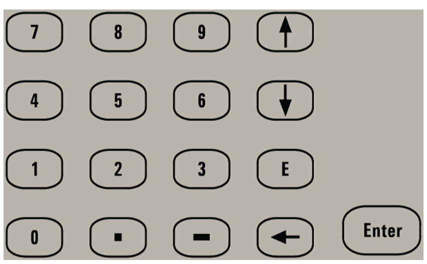
前面板显示屏概览

电压和电流测量	显示实际的输出电压和电流
运行模式	指示以下情况之一： OFF = 输出关闭 CV = 输出处于恒定电压模式 CC = 输出处于恒定电流模式 CP+ = 输出被正功率限制禁用 CP– = 输出被负功率限制禁用 VL+ = 输出处于正电压限制模式 CL+/– = 输出处于正电流或负电流限制模式 OV = 输出被过电压保护禁用 OV– = 输出被负过电压保护禁用 OC = 输出被过电流保护禁用 OT = 过温保护断开 PF = 输出被电源故障条件禁用 SF = 检测到感应引线故障 P = 仪器与其他仪器并联 Inh = 输出被外部抑制信号禁用 Unr = 输出未调整 Prot = 输出被另一设备上的保护条件禁用 Edp = 输出被过度输出动态保护禁用 UProt = 用户定义的保护信号禁用了输出 IPK+/– = 输出处于正峰值电流或负峰值电流限制模式 CSF = 发生了电流共享故障
电压和电流 设置	显示已设定的电压和电流。这些设置可能会与测量的输出电压或电流不匹配。例如，在恒定电压操作中，可将输出电流的设置(限制)设置为 1 A，但由于输出仍处于恒定电压模式，实际(测量)输出电流必定小于 1 A。如果达到电流限制，输出将不再在恒定电压模式下运行，而是处于电流限制模式。这种情况下，实际输出电压将低于输出电压设置。
状态区域	表示以下远程接口活动： Err = 发生一个错误(按 Error 键显示错误消息) Lan = LAN 已连接且已配置 IO = 一个远程接口处于活动状态

前面板键概览

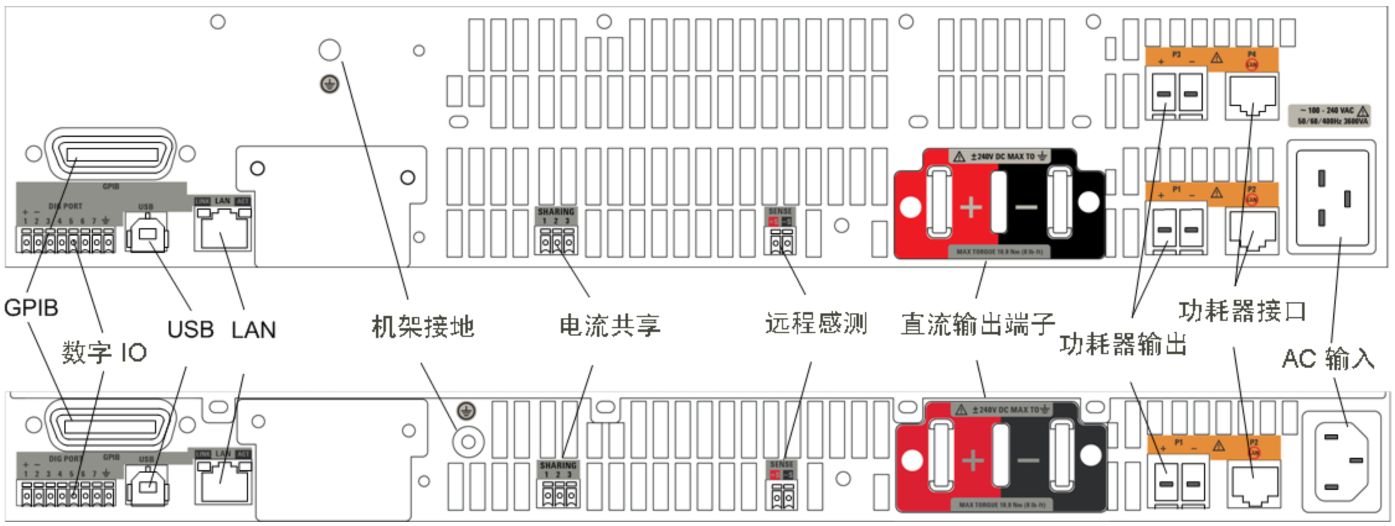
下表列出了前面板的主要部分，通常从左到右为：

	On/Off(开关)用于开启或关闭设备。On/Off(开关)旁边的指示灯用于显示显示屏状态。**绿灯**指示运行正常。**黄灯**指示显示屏处于屏幕保护模式。它也在启动过程中亮起。按任意键退出屏幕保护模式。

<table>
<tr><td>
</td><td>System(系统)键用于访问以下前面板仪表和命令菜单：
Meter(仪表)将显示屏返回到仪表测量模式。还可在电流和功率测量之间切换。
Menu(菜单)用于访问命令菜单。
Function(函数)键是为将来使用保留的。
Back(返回)可退出菜单而不进行任何更改。
Help(帮助)可访问关于显示的菜单控件信息。
Error(错误)显示在错误队列中的错误信息。</td></tr>
<tr><td>
</td><td>导航键功能如下：
使用箭头键可在命令菜单中移动。也可以在字母数字输入字段中选择字母字符。
通过 Select(选择)键可在命令菜单中进行选择。也可以进入编辑模式以编辑数字参数。</td></tr>
<tr><td>
</td><td>输出键功能如下：
On/Off(开关)可控制输出。
Voltage(电压)可以更改电压设置。
Current(电流)键可以更改电流设置。</td></tr>
<tr><td>
</td><td>数字输入键功能如下：
0 到 9 键用于输入数字。
(.) 键可输入小数点。
– 键用于输入减号。
上/下箭头键用于增大或减小电压或电流设置。也可用来在字母输入字段中选择字母。
E 键可输入指数。将值添加到 E 的右侧。
退格键可删除退格时经过的数字。
用 Enter 键输入值。如果在退出字段时不按 Enter 键，则该值将被忽略。</td></tr>
</table>

注意 按 Help(帮助)键以获取上下文相关帮助。

后面板概览



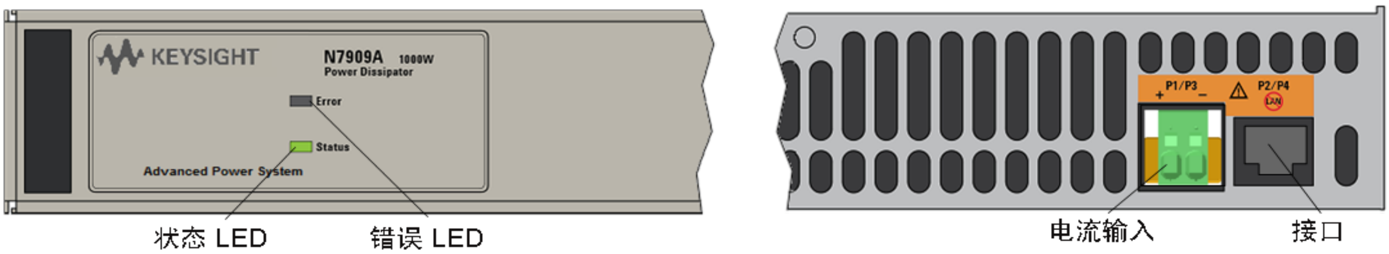
下表列出了后面板的主要部分，通常从左到右为：

GPIB	GPIB 接口连接器
数字 IO	数字 IO 针脚
USB	USB 接口连接器
LAN	LAN 接口连接器
机架接地	机箱接地端子。提供接地
电流共享	电流共享连接器
远程感测	远程感测端子
直流输出	正输出端子和负输出端子
P1 功耗器输出	到 N7909A 的电源连接。1 kW 电源需要一个功耗器。2 kW 电源需要两个功耗器才能输入额定输出功率。
P2 功耗器接口	功耗器接口。每个功耗器需要一个接口。只将提供的 CAT6A 电缆连接到 P2 接口。
AC 输入	交流线路输入

警告

为防止电击，严禁取消电源线接地。如果只有两触点电源插座，则应将仪器的机箱接地螺钉(参见上图)连接到良好的接地线路中。

功耗器概览



下表列出了前面板和后面板的主要部分：

状态 LED	绿灯 - 电源已识别 N7909A，并处于全面运行状态。 黄灯 - 电源可用，但未与电源建立通信。
错误 LED	红灯 - 出现故障。这种情况在未连接电缆或硬件故障时发生。LED 在热过载时将闪烁。
P1/P3 电流输入	连接到电源的功率。1 kW 电源需要一个功耗器。2 kW 电源需要两个功耗器才能输入额定输出功率。
P2/P4 接口	N7909A 接口。每个功耗器需要连接一个接口。只将提供的 CAT6A 电缆连接到 P2 接口。

前面板菜单参考

本节概述了前面板菜单。

按 **Menu**(菜单)键访问前面板菜单。

有关如何导航前面板菜单的简要教程，请参考使用前面板菜单。

菜单参考

第一菜单级	第二级	第三级	说明
Output	Voltage		设定输出电压设置
	Current		设定输出电流设置
	Mode		设定输出优先级模式
	Sequence		显示序列命令
		Delay	设定输出开/关延迟。
		Couple	配置输出状态耦合
	Advanced		显示高级命令
		Slew	设定输出电流或电压的转换速度
		Polarity	设定输出极性 仅限 N7900 机型
		Resistance	设定输出电阻
		Bandwidth	设定输出电压带宽
		CurrSharing	启用/禁用输出电流共享
Measure	Range		选择电压和电流测量范围
	Sweep		配置测量采样和 NPLC 仅限 N7900 机型
	NPLC		指定电源线周期数 仅限 N6900 机型
	Window		选择矩形或汉宁窗口类型 仅限 N7900 机型
	Control		启动、触发和终止采集；显示触发状态
	AhWh		测量或重置安培-小时值和瓦特-小时值
	Temp		显示环境温度和过温余量

第一菜单级	第二级	第三级	说明
Transient	Mode		选择电压和电流瞬变模式
	Step		配置电压或电流阶跃及触发信号
	List		显示列表命令 仅限 N7900 机型
		Pace	指定“驻留”或“触发”间隔列表
		Repeat	指定列表重复次数或连续列表
		Terminate	指定列表终止条件
		Config	配置单独列表阶跃设置
		Reset	终止列表并重置所有列表设置
	Arb		显示任意波形命令 仅限 N7900 机型
		Repeat	指定任意波形重复数或连续的任意波形
		Terminate	指定任意波形终止条件
		Config	配置单独任意波形设置
	TrigSource		指定瞬态和 CD 任意波形触发源
	Control		启动、触发和终止瞬态；显示触发状态
Protect	OVP		配置过电压保护设置
	OCP		配置过电流保护设置
	Inhibit		配置抑制输入模式设置
	WDog		配置输出监视程序保护设置
	SFD		启用/禁用感测故障检测
	Mode		指定所有保护条件的关闭行为
	Clear		清除输出保护条件并显示输出状态
States	Reset		将所有仪器设置恢复到重置 (*RST) 状态
	SaveRecall		保存并调用仪器设置
	PowerOn		选择电源开启的仪器状态

第一菜单级	第二级	第三和第四级	说明
System	IO		显示 IO 命令
		LAN	显示 LAN 命令
		Settings	查看当前活动的网络设置
		Modify	修改网络配置 (IP、名称、DNS、WINS、mDNS、服务)
		Apply	应用配置更改并重新启动设备
		Cancel	取消配置更改
		Reset	执行 LAN 设置的 LXI LCI 重置并重新启动
		Defaults	将网络重置为出厂时的默认设置并重新启动
		USB	显示 USB 标识字符串
		GPIB	显示或更改 GPIB 地址
		DigPort	显示 DigPort 命令
		Pins	配置单独的数字端口针脚
		Data	将数据读取/写入到数字端口
	BBR		显示黑匣子记录器 (BBR) 命令
		Status	显示 BBR(黑匣子记录器)状态
		Period	配置 BBR(黑匣子记录器)记录周期
		Snapshot	获得 BBR(黑匣子记录器)数据的快照
	Signal		显示信号命令
		Define	定义单独的信号表达式
		Couple	配置输出开启/输出耦合源
		Protect	配置用户保护功能
		Status	配置用户状态源
		Threshold	配置信号阈值比较器

	Preferences		显示首选项命令
		Clock	设置用于黑匣子记录器 (BBR) 的实时时钟
		Display	配置屏幕保护程序并启动仪表视图
		LineFreq	设置线路频率首选项
		Lock	使用密码锁定前面板键
		Relay	设置输出继电器首选项 仅限 N7900 机型
	Admin		显示管理命令
		Login	输入密码访问管理功能。
		Cal	显示校准命令
		Vprog	校准电压编程
		Curr	校准电流编程和测量
		Misc	校准 CMRR、CurrTC、CurrSharing 和 ResBout
		Count	查看校准计数
		Date	保存校准日期
		Save	保存校准数据
		IO	启用/禁用 LAN、USB 和 GPIB。
		Sanitize	对所有用户数据执行 NISPOM 安全擦除
		Update	更新受密码保护的固件
		Options	安装固件选件。
		Password	更改管理密码
	About		显示型号、选件、序列号和固件。

安装仪器

安装或使用前

检查设备

在收到 APS 设备后，请检查在运送过程中是否造成了任何明显的损坏。如有损坏，请立即通知货运公司和最近的 Keysight 销售和支持办事处。请参考 www.keysight.com/find/assist。

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。

对照配件清单检查

开始前，请先对照以下列表检查是否已收到这些配件。如缺少任何配件，请立即就近联系 Keysight 销售和支持办事处。

N6900/N7900 配件	说明	部件号
电源线	符合当地标准的电源线	致电 Keysight 销售和支持办事处
产品参考 CD	包括软件和文档	Keysight N7900-13601
自动安装 CD	包含 Keysight IO Libraries Suite。	Keysight E2094N
数字连接器插头	适用于数字端口的 8 针脚连接器	Keysight 1253-6408；Phoenix Contact 1840421
共享连接器插头	适用于共享端口的 3 针脚连接器	Keysight 0360-3038；Phoenix Contact 1840379
感测电缆	2 针脚 + 和 - 感测有线电缆	Keysight 5190-4501 仅限插头：Keysight 1253-8485；Phoenix Contact 1952267
保护罩	输出母线的保护罩	Keysight 5003-1126
校准证书	与序列号对应的校准证书	无
硬件工具包	1 套硬件用于高电流母线 1 套硬件用于低电流母线	Keysight 5067-6031
N7909A 配件	**说明**	**部件号**
安装表	包含安装信息	N7909-90001
功耗器电源线插头	用于装配式电缆的 2 个连接器插头	Keysight 0360-3050；Phoenix Contact 1718481
功耗器接口电缆	用于连接接口的 1 米长电缆 (CAT6A)	Keysight 8121-2314

查看安全信息

本电源为 1 类安全仪器，这意味着它有一个保护接地端子。该端子必须通过配备接地的电源接地。有关常规安全信息，请参阅安全信息概述页。在安装或操作之前，请检查电源并查看本指南，了解安全警告和说明。有关特定步骤的安全警告分散在本指南的各个相应章节。

警告 **部分型号生成的电压会超过 60 VDC。请确保对所有仪器连接、负载接线和负载连接进行绝缘或包覆处理，以避免意外接触致命的输出电压。**

遵守环境条件

警告 **不要在存在可燃性气体或烟雾的环境中使用仪器。**

规格中有关于电源环境条件的说明。原则上，只应在可控制的室内环境中操作本设备。请勿在环境温度超过 55 °C 的区域中操作本设备。本设备可机架安装使用，也可在工作台上使用。

提供足够的气流

小心 不要挡住仪器两侧的进气口或仪器后面的排气口。

规格中给出了电池尺寸及外形示意图。风扇通过从两侧抽取空气并从后面排出来给电源降温。设备必须安装在其两侧和后侧至少有 2 英尺 (51 mm) 空间的位置，以保证足够的空气流通。

单个设备连接

电源线连接

输出连接

单个负载连接

多个负载连接

远程感测连接

其他负载注意事项

电源线连接

警告

火灾危险：仅使用仪器随附的电源线。使用其他类型的电源线可能引起电源线过热，从而导致火灾。

电击危险：电源线通过第三根导线提供机箱接地。确保电源插座为三相型，接地插脚连接正确。

将设备随附的电源线连接到设备后面的交流电源连接器上。如果设备随附的电源线不正确，请与最近的 Keysight 销售和支持办事处联系。

设备后面的交流输入为一个通用交流输入。它可以接受从 100 V 至 240 V 范围内的标称交流线电压。频率可以为 50 Hz、60 Hz 或 400 Hz。

注意

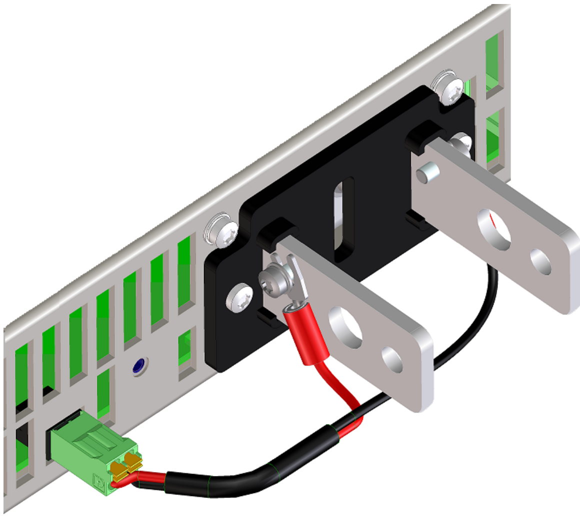
可拆卸的电源线可以用作紧急断开装置。拔下电源线会断开设备的交流输入电源。确保电源线可用。

在 180 V 以下的额定交流电源电路中进行操作

当 1 kW 或 2 kW 型号以全额定输出功率运行，在额定电压为 100-120 VAC 的交流电源电路无法为其提供足够的电流。连接到 100 - 120 VAC 主电源时，如果输出功率超过 700 W，仪器将关闭输出并设置 CP+ 或 PF 状态位。

感测连接

此感测电缆随仪器赠送。在感测连接器和输出端子之间安装感测电缆。将插头插入感测连接器，并将铲形连接器连接到输出端子的螺钉上。



小心 安装感测电缆时，请检查极性。

如果在仪器开启或断开连接之前未安装感测电缆，则仪器将在前面板上通过显示感测错误 (SF) 状态来对此情况做出响应。该仪器将继续运行，但输出端子上的电压将比编程值高大约 1%。一旦连接感测电缆，仪器状态和运行状况将返回到正常状态。

输出连接

警告 **电击危险：进行后面板连接前，请关闭交流电源。**
部分型号生成的电压会超过 60 VDC。请确保对所有仪器连接、负载接线和负载连接进行绝缘或包覆处理，以避免意外接触致命的输出电压。

当负载连接至电源时，应考虑以下因素：

- 负载导线载流量
- 负载导线绝缘额定值(必须等于最大输出电压)
- 负载导线电压降
- 负载导线噪声和阻抗影响

导线规格

警告 **火灾危险：为满足安全要求，负载导线必须足够粗，以便在传输电源的最大短路电流时不致过热。如果有多个负载，任何负载导线对必须能够安全地传输电源的全额定电流。较大载流容量电源需要使用并行负载导线。**

以下表格列出了 AWG(美国线规)铜线的特性。

AWG	等效 mm^2	最接近的公制规格	载流容量(注1)	电阻(注2)
18	0.823	1.0 mm^2	14	6.385
16	1.31	1.5 mm^2	18	4.016
14	2.08	2.5 mm^2	25	2.526
12	3.31	4 mm^2	30	1.589
10	5.26	6 mm^2	40	0.9994
8	8.37	10 mm^2	60	0.6285
6	13.30	16 mm^2	80	0.3953
4	21.15	25 mm^2	105	0.2486
2	33.62	35 mm^2	140	0.1564
1/0	53.48	70 mm^2	195	0.0983
2/0	67.43	70 mm^2	225	0.0779
3/0	84.95	95 mm^2	260	0.0618

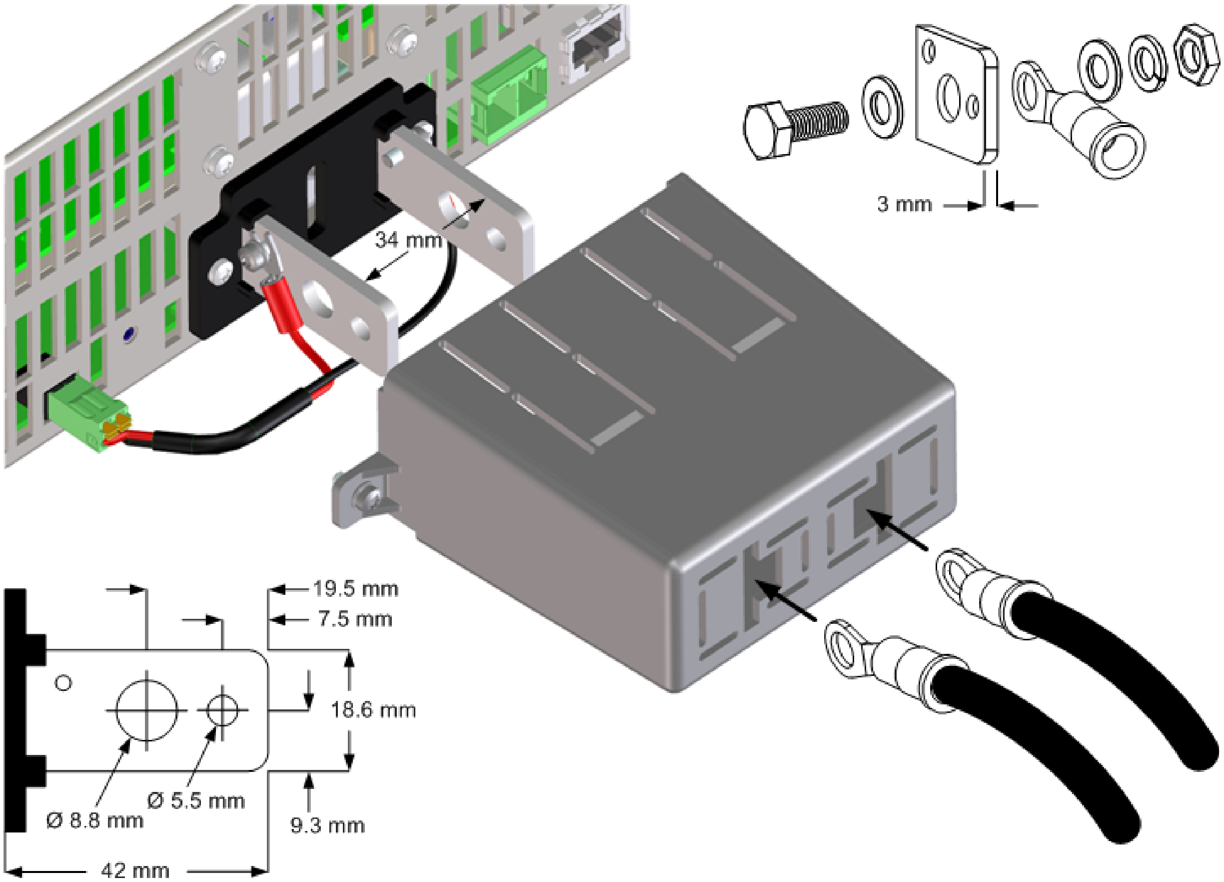
注 1. 载流容量基于 26 °C 到 30 °C 的环境温度，并且导线额定温度为 60 °C。温度越高，载流容量就减小。
注 2. 电阻在 20 °C 的线温度时以欧姆每千英尺为单位。

在选择导线尺寸时，除导线温度之外，还应考虑压降因素。在保持特定输出编程和测量准确性时，电源将容许每根引线 1 V 的电压降。(参见 N6900 和 N7900 规格)。只有稍微降低的输出编程和测量准确性可容许每根引线高达 25% 额定输出电压的压降。当然，负载引线中的任何压降都会降低负载中可用的最大电压。必须从电源的额定电压中减去负载引线电压降，以便确定负载中可用的最大电压。

单个负载连接

小心 紧固扭矩不能超过 10.8 Nm (8 lb-ft)。

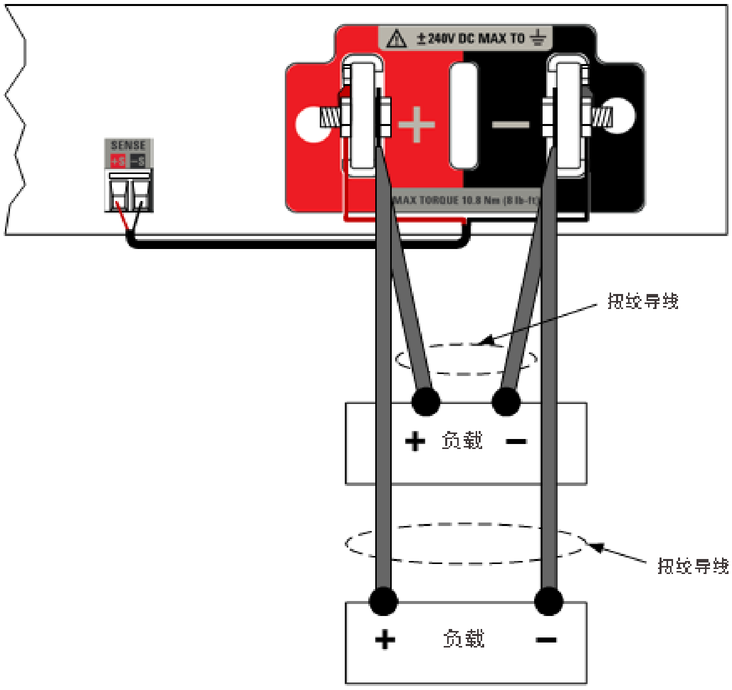
1. 如下图所示，使用牢固连接的终端接线片端接所有负载导线。请勿在电源上使用无端接接头的导线进行负载连接。
2. 在导线连接至母线之前，穿过保护罩布置导线。较大直径的导线无法使用。该图指出了将导线连接至母线的推荐硬件。必须提供所有布线。确保导线安装硬件没有短接输出端子。
3. 将导线端子连接到母线内部，以确保安装遮护板时具有足够空间。将负载导线扭绞或捆扎一起以减少引线电感和噪声拾取。目的是在电源到负载的 + 和 - 输出导线之间，始终缩小回路区域或物理空间。
4. 将保护罩连接到后面板。请注意，较粗的连接电缆必须具有电缆护套以防止压弯保护罩或母线。



多个负载连接

如果使用本地感测技术并且在一个输出上连接多个负载，请使用独立的连接导线将每个负载连接到输出端子上，如下图所示。这样可以极大地降低相互耦合的效应，并充分发挥电源输出阻抗低的优势。每对导线都要尽可能短且要扭绞或捆扎在一起，以便降低引线电感和噪声拾取。目的是在电源到负载的 + 和 - 输出导线之间，始终缩小回路区域或物理空间。

如果负载需要使用配电器的接线端子(位于电源之外)，则应将导线缠绕或捆扎在一起，将输出端子连接到远程配电器的接线端子上。将每个负载分别连接到配电端子上。建议在这些情况下使用远程电压感测。感测远程配电器的接线端子，或者如果某个负载比其他负载的灵敏度更高，则直接感测该关键负载。



远程感测连接

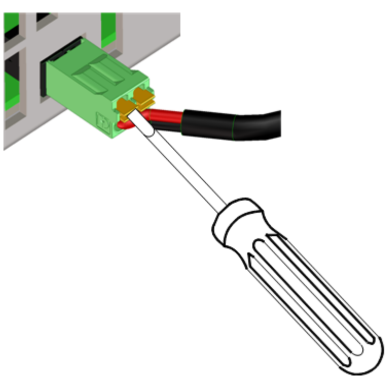
远程感测可监视负载的电压而不是输出端子的电压，从而提高负载的电压调整功能。此连接方式允许电源自动补偿负载引线中的电压降。对于输出阻抗变化不定或引线电阻很高的电路，使用远程感测有助于保持恒定的电压。远程感测对恒电流操作无效。由于远程感测与其他电源功能无关，因此无论电源是如何设定的，均可使用远程感测。

首先卸下感测端子和负载端子之间的感测电缆，然后连接仪器以进行远程感测。

注意 使用小号平口螺丝刀推进橙色释放片以释放并插入感测导线。

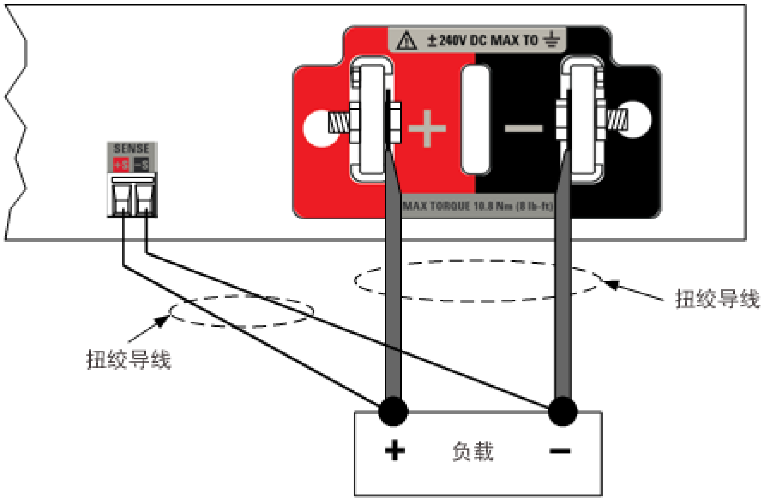
保持 AWG 16 (1.5 mm^2) 最大值和 AWG 24 (0.2 mm^2) 最小值之间的感测导线的规格。

向后剥开导线绝缘层 10 mm。



按下图进行连接。使用单独的连接导线将负载连接到输出端子。导线对要尽可能短且要扭绞或捆扎在一起，以便降低引线电感和噪声拾取。由于存在电感效应，因此，请确保使用的负载引线每根不超过 14.7 米(50 英尺)。

尽可能靠近感测引线和负载。请勿将感测导线对和负载引线捆扎在一起；将负载导线和感测导线分开。使用感测导线感测电流比使用负载导线更准确。感测引线可携带多达 1 mA 电流，而不会降低电流测量的精确度。但要注意：感测引线上的任何压降都会降低输出电压调节性能。应尝试让感测引线的阻抗低于 0.5 Ω/引线(这需要 20 AWG 或更粗的 50 英尺导线)。



感测引线开路/短接/反转检测

感测引线是输出反馈回路的一部分。按这种方式连接这些引线，可避免其无意间成为开路引线。当在输出开启前检测到感测引线处于开路状态或输出已打开时，则仪器将在前面板上通过显示感测错误 (SF) 状态来对此情况做出响应。响应时间大约为 50 微秒。可以运用高级信号发送功能将此错误转换为输出保护功能。否则，电源将会返回到本地感测模式，输出端子的电压会比设定的值高 1% 左右。一旦感测导线重新连接，仪器状态和运行状况将返回到正常状态。

如果在 DUT 上造成不良中断，或者如果引线配置或负载动态造成系统错误断路，则可以禁用此功能。

前面板	SCPI 命令
选择**保护\SFD** 选中“启用感测错误检测”即可将其启用；取消选中它即可将其禁用。然后按**选择**。	要启用/禁用感测错误检测，请执行以下步骤： SENS:FAUL:STAT ON|OFF

使用过电压保护功能检测是否存在短接的感测引线。此功能未进行程序设置，并且由于过电压 (OV) 故障造成了输出被禁用。

使用负过电压保护功能检测是否存在反转感测引线。此功能未进行程序设置，并且由于负过电压 (OV-) 错误造成了输出被禁用。

注意 确保感测导线正确连接，这尤为重要。这是因为不启用输出，过电压保护将无法检测感测引线是否存在接线错误，从而负载将经受短暂的意外电压。

过电压保护

过电压保护 (OVP) 将基于感测引线电压提供可配置的过电压保护。通过 OVP 电路监控感测引线电压，而不是输出端子上的电压，从而可直接在负载上进行更精确的电压监测。由于不正确的感测导线连接会对此功能产生负面影响，因此，还提供了一个备用的本地 OVP 功能。有关详细信息，请参阅设置输出保护 。

如果 +(正) 和 -(负) 输出端子的电压升到比设定的 OVP 设置高 1V + 10% 的设备额定电压，则备份的本地 OVP 功能会追踪设定的 OVP 设置并开启。

输出噪声

感测导线上拾取的任何噪声将会出现在输出端子上，反过来也会影响恒电压负载的调整。扭绞感测引线或使用带状电缆，将外部噪声拾取降低到最低限度。在极端的噪声环境中，可能需要屏蔽感测引线。仅在电源端接地屏蔽；不要使用屏蔽作为感测导线。

规格中列出了使用本地感测时输出端子上的噪声规格。但是，引线或作用于电感线圈和导线负载阻抗上的导线电流引起的噪声可能会令负载端发生电压跃变。如果需要将电压跃变电平控制在最低限度内，请使用铝电容或钽电容在右边贯穿负载，每英尺 (30.5 厘米) 负载导线的电容值约为 10 微法拉。

其他负载注意事项

响应时间与外部电容

使用外部电容编程时，电压响应时间可能比纯粹的阻性负载的时间长。可以根据以下公式估计多出的上行编程响应时间：

$$\text{响应时间} = \frac{(\text{增加的输出电容}) \text{X} (\text{电压输出的改变量})}{(\text{电流限制设置}) - (\text{负载电流})}$$

注意：对外部输出电容编程可能会导致电源瞬间进入恒电流或恒功率运行模式，这样会增加额外的响应时间。使用外部电容时，通过设置正确的电压变化率，可以避免模式转换变成恒电流。

正负电压

通过将其中一个输出端子接地 (或 "共用 ") 可以从输出中获得正电压或负电压 (相对于接地) 。不管系统在何处接地或如何接地，都始终使用两条导线将负载连接到输出。可以在任何输出端子 (包括接地端) 的电压为直流电 ± 240 V 的情况下使用电源。

注意 APS 型号在负输出端子接地方面进行了优化。正端子接地可能会导致电流测量噪声增高，并且降低电流测量准确性。

并联

并联说明

并联电源可提供比单个设备更高的电流量。强烈建议使用电流共享(有关详细信息，请参阅电流共享操作)。请注意，设备不需使用电流共享功能就可以并联运行，但是输出电流无法平均共享，并且可能无法在所有设备上保持运行恒电压模式。

小心　**要防止潜在设备损坏，请执行以下操作：**

- 并联连接不超过五台**电压额定值相同**的设备。
- 请勿将 N6900 型号与 N7900 型号并联。
- 始终将所有电流共享设备的**负**输出端子连接在一起，以避免损坏共享总线。

电流共享的注意事项：

- **共享**端子必须连接才能实现电流共享操作，如 负载、感测和共享连接 下的图中所示。如果共享电缆未连接，并行设备仍可以运行，但将无法共享电流或保持恒电压模式运行。
- 打开和关闭输出端，以进行清洁输出开/关操作。建议使用数字 I/O 针脚，根据序列控制所述，耦合两台设备之间的输出开启/关闭转换。
- 如果电压降大于设备额定电压(从任何设备的本地感测点到任何其他并行设备的本地感测点测得)的 0.5%，则请勿使用本地感测。如 负载、感测和共享连接 下的图所示，使用远程感测。

共享电缆制造

每个设备都附带连接器插头，但是必须要自己装配电缆。您必须提供电缆线。下图介绍了电缆组件。请注意，未使用针 1。简要说明：

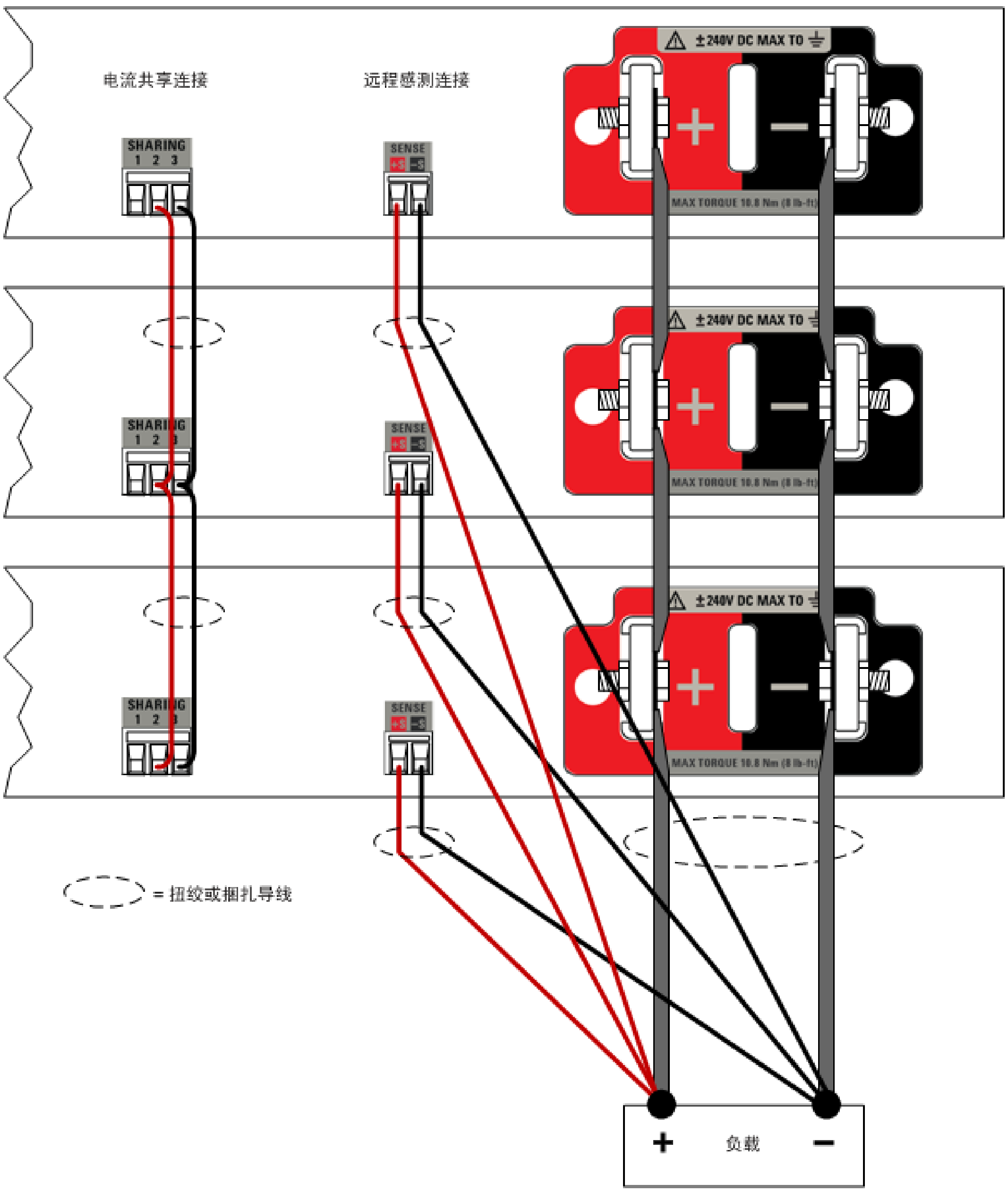
- 将导线规格保持在 AWG 20 或 22 (0.5 mm^2)。
- 向后剥开导线绝缘层 7 mm。
- 将导线插入连接器并拧紧螺钉端子。
- 扭绞或捆扎导线以减小噪声。不需要屏蔽。
- 将针 2 连接在一起；将针 3 连接在一起。

负载、感测和共享连接

下图显示了如何连接三个并行的设备。请注意以下建议：

- 在叠放配置内，将并行设备安装得相对相互接近一点。
- 使用母线，而不是电缆，以按叠放配置并联输出端子。将母线安置在输出端子内部。
- 连接电源和负载的导线都要尽可能短且要扭绞或捆扎在一起，以便降低引线电感和噪声拾取。 目的是在电源到负载的 + 和 - 输出导线之间，始终缩小回路区域或物理空间。
- 如果设备无法相互接近地放置，强烈建议使用对称排列的等长度单独负载导线对，以连接至共同负载点。这样可以提供最佳的动态响应。
- 将每个并联设备的感测引线直接连接到此负载。

虽然下图显示建议使用远程感测，但在绝对必要时，可以使用本地感测。但是，使用本地感测，共享电路只有在电压降(在任何设备的本地感测点和任何其他并行设备的本地感测点*之间*测得)小于设备最大额定电压 0.5% 时才能正常工作。



串联

系列描述

将电源串联可提供大于单个设备的电压量。请注意以下重要事项：

- 如果被测设备不具有任何供能能力(如电池、电源或大型能量存储设备)，则可以连接电源，然后串联运行。注意所有适用警告和注意事项(如下所示)。
- 如果被测设备的电容较小，则它在多数情况下可能可以接受电源串联。有关详细信息，请参阅此章节末尾的电容限制表格。
- 当设备(如大型电容器、电源、电池或任何其他可能会强制电流流回电源的能量源)连接到输出时，请始终使用**具备串联保护二极管**的串联。该二极管可以保护设备免受反向电流导致的损坏，如串联二极管注意事项中所述。如果在应用中无法使用串联二极管，请联系 Keysight Technologies 以向电源产品支持工程师寻求帮助。

在任何情况下都必须遵循以下警告和注意事项：

警告 **电击危险：浮置电压不得超过直流电 240 V。任何输出端子与机箱接地间的电压不得超过直流电 240 V。**

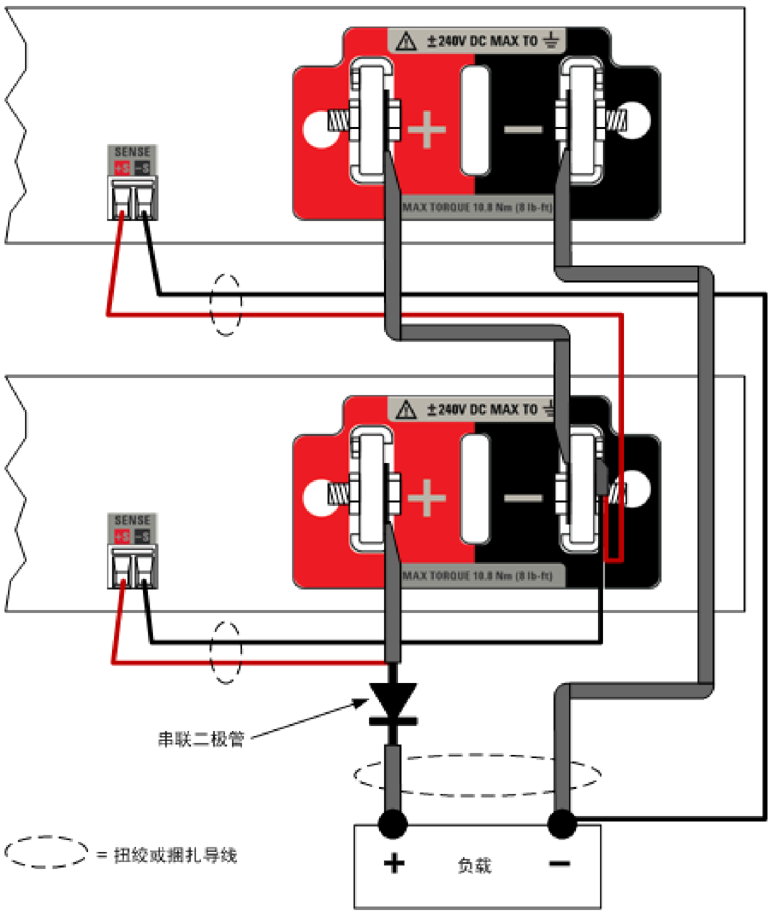
小心 **要防止潜在设备损坏，请执行以下操作：**

- 仅对**相同电压*和*额定电流**的设备采用串联连接。
- 请勿将 N6900 型号与 N7900 型号连接起来。
- 锁定在 N7900 型号上关闭的输出继电器。输出继电器无法将额定电压切换成比单个仪器额定值高的电压。
- 始终同时开启和关闭交流电源。请勿在其他设备关闭时打开任何设备。
- 始终同时开启和关闭输出。建议使用数字 I/O 针脚，根据序列控制所述，耦合两台设备之间的输出开启/关闭转换。
- 始终对所有设备上的相同电压设置进行设定，并跨设备同步电压的上行和下行编程设定。
- 将正电流限制设置为所有串联设备上相同值。
- 将负电流限制设置为**最低负**值，从而使每个仪器具备最大功率以保护自身并平衡电压。
- 耦合串联设备的输出保护系统，如故障/抑制系统保护中所述。如果一个或多个设备由于故障情况关闭，这可以防止设备间的电压共享不平均。
- 如果电流共享电缆已连接，请勿在任何情况下启用电流共享，否则电源可能会损坏。要禁用电流共享，请参阅启用电流共享。要在电流共享功能被意外启用时保护设备，应该从设备后面物理断开电流共享电缆。
- 当电源串联时，请勿使用 N7909A 功耗器。如果电源用于输入电流，则不允许串联连接。

负载、感测和二极管连接

下图显示了如何串连三个设备。请注意以下建议：

- 要避免在任何时候遭遇反向电流造成损坏，建议始终将线路中的串联二极管与您的负载连接，如图所示。
- 在叠放配置内，将设备安装得相对互相接近一点。
- 连接电源和负载的导线都要尽可能短且要扭绞或捆扎在一起，以便降低引线电感和噪声拾取。目的是在电源到负载的 + 和 - 输出导线之间，始终缩小回路区域或物理空间。
- 如果使用了串联二极管，请按如下所示连接感测引线。如果没有使用二极管，将 +s 引线直接连接到负载。



串行二极管注意事项

串行二极管通过将潜在有害的外部能量来源与电源输出隔离保护电源，因此由于反向电流，可消除仪器损坏的风险。使用保护二极管将不允许吸收电流操作。电源将无法向下编程负载电压，它们也不能用作负载。

串行二极管至少需要所有串联设备的额定电压总和的反向额定电压。允许电压超调量的合适余量和并联设备的最大额定电流。

如图所示，终端设备的感测导线 + 极必须连接到二极管的正极（电源侧），而不是负极（负载侧），以保护感测导线不受到损坏。请注意，这样会降低负载上电压调整和设置精度。

要提高编程精度，请使用 DMM 测量负载电压，并通过调整电源的输出电压以编程方式补偿二极管的电压下降值。二极管的压降值将根据输出电流和温度的不同而有所不同。

注意 如果在应用中无法使用串联二极管，请联系 Keysight Technologies 以向电源产品支持工程师寻求帮助。

电容限制

下表介绍了串联配置中可容许的最大负载电容。如果您怀疑负载电容超出了这些值，必须如前面介绍安装串联二极管。

1 kW 型号 串联	两个串联设备的最大 负载电容	2 kW 型号 串联	两个串联设备的最大 负载电容
N6950A/N7950A	381 µF	N6970A/N7970A	763 µF
N6951A/N7951A	94 µF	N6971A/N7971A	188 µF
N6952A/N7952A	23 µF	N6972A/N7972A	46 µF
N6953A/N7953A	11 µF	N6973A/N7973A	22 µF
N6954A/N7954A	6 µF	N6974A/N7974A	12µF
		N6976A/N7976A	5.5µF
		N6977A/N7977A	3µF

功耗器连接

N7909A 功耗器

电源电缆装配

功耗器连接 - 1 kW 设备

功耗器连接 - 2 kW 设备

N7909A 功耗器

提供 APS 型号的 100% 额定电流输入功能需要使用 N7909A 功耗器。有关电流输入的详细信息，请参阅电流输入操作。

规格下给出了功耗器的尺寸和外形图。风扇通过从两侧抽取空气并从后面排出来冷却功耗器。不要挡住仪器两侧的进气口或仪器后面的排气口。其他安装要求如下所述：

- 功耗器只能安装在其两侧和后面至少有 50 mm(2 英寸)空间的位置，以保证足够的空气流通。
- 功耗器可以位于电源附近的任何位置(上方、下方或相邻)，只要实际位于电源 1 米范围内即可。
- 在连接任何功耗器设备之前关闭电源。打开电源时会发现功耗器并自动启用它。
- 只能使用所提供的 CAT6A 电缆进行接口连接。将电缆卡入 **P2** 连接器。当在 2 kW 设备上安装第二个功耗器时，将第二条 CAT6A 电缆连接到电源上的 **P4** 连接器。不要使用其他 LAN 电缆，因为它们将无法正常工作。所提供的 CAT6A 电缆进行了屏蔽处理，可使用此屏蔽线作为导体。

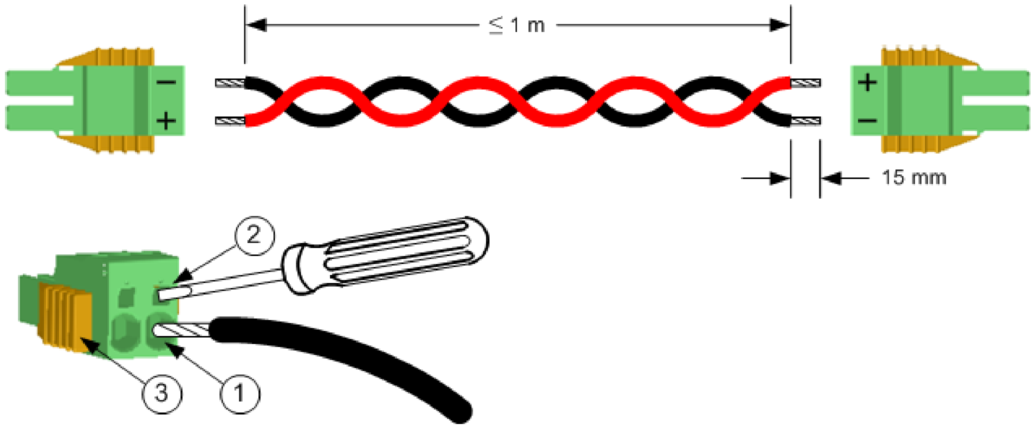
小心　　切勿将 CAT6A 电缆插入 LAN 连接器，否则将损坏设备。

- 使用装配式电源线进行电源 (P1) 连接(参见下方)。将电缆插入 **P1** 连接器。当在 2 kW 设备上安装第二个功耗器时，将第二条电源线连接到电源上的 **P3** 连接器。

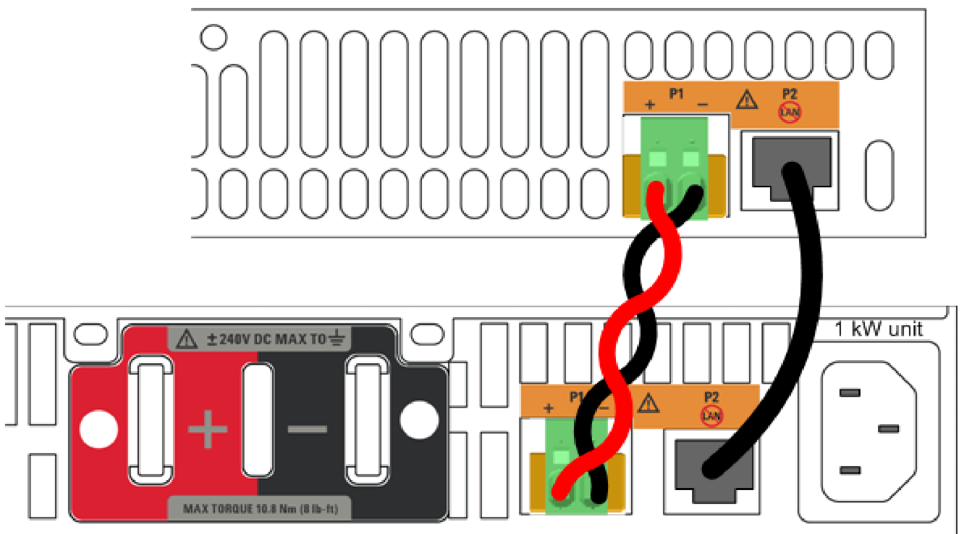
电源电缆装配

功耗器随附两个连接器端。您必须提供电缆线。以下示意图提供了组件详情。简要说明：

- 保持一米或更短的导线长度，否则电源将无法符合其发布的规格。
- 保持最大 AWG 10 (6 mm^2) 到最小 AWG 14 (2.5 mm^2) 之间的导线规格。导线必须能承载最多 15 A 的电流。
- 向后剥开导线绝缘层 15 mm。
- 将导线直接按入椭圆形开口处 (1)。观察极性。
- 扭绞或捆扎导线以减小噪声。
- 要取下导线，请将小型螺丝刀插入方形释放片开口处 (2)。
- 要从设备中释放连接器，请同时按下两个橙色释放片 (3) 并拉回至插头上。

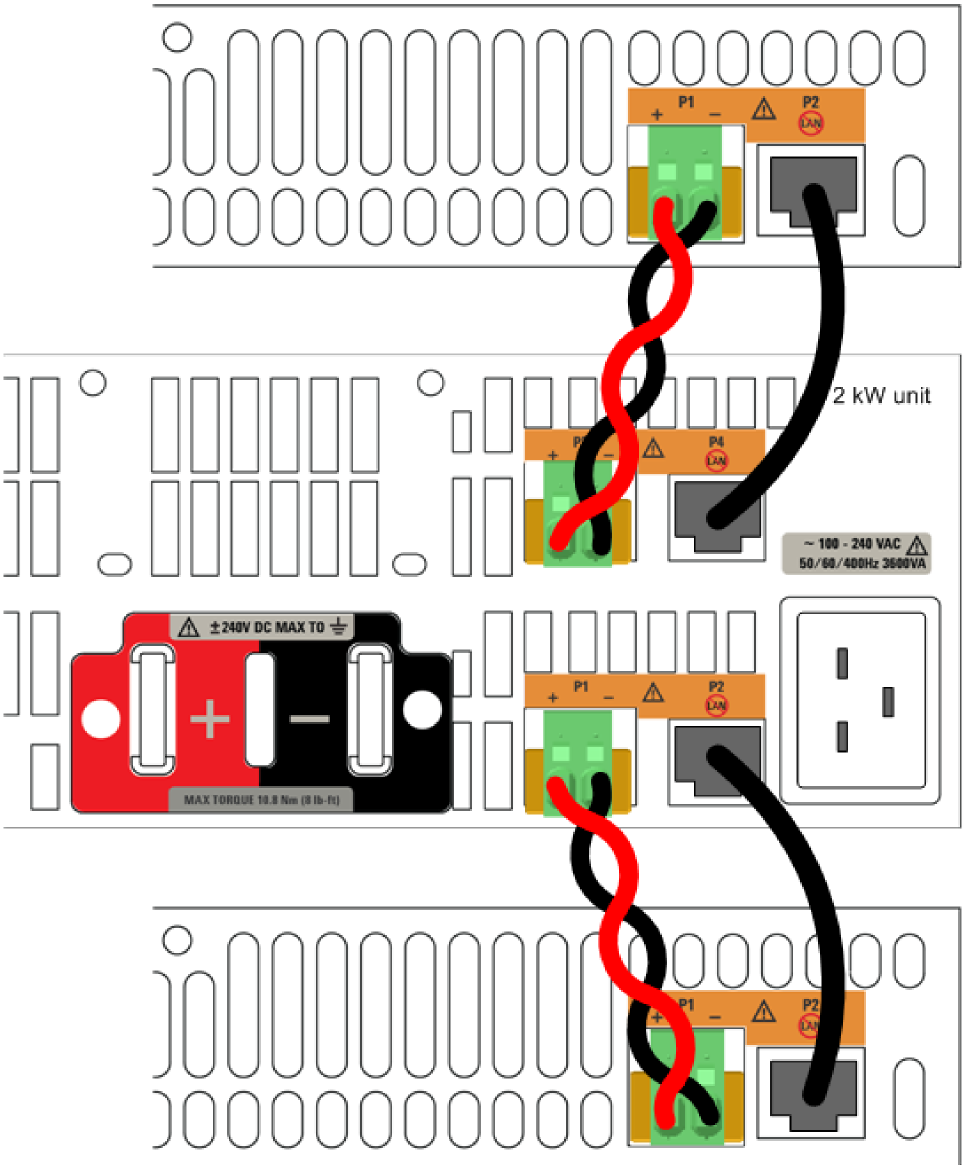


功耗器连接 - 1 kW 设备



功耗器连接 - 2 kW 设备

注意 如果仅使用 2 kW 电源随附的一个功耗器，那么您连接到上部或下部连接器都可以。在此情况下，您将只能耗散最多 1 kW 的输出功率。


P1
P2
LAN
2 kW unit
P4
~ 100 - 240 VAC
50/60/400Hz 3600VA
±240V DC MAX TO
MAX TORQUE 10.8 Nm (8 lb-ft)

接口连接

GPIB 连接

USB 连接

LAN 连接 - 站点 LAN 和专用 LAN

数字端口连接

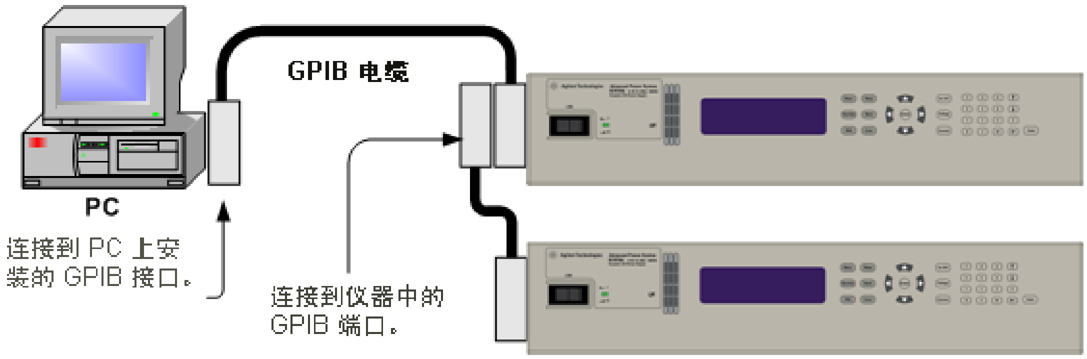
本节介绍如何连接到您的 APS 上的不同通信接口。有关配置远程接口的详细信息，请参阅远程接口配置。

若尚未安装 Keysight IO Libraries Suite，则请从仪器随附的 Automation-Ready CD 中安装此套件。

注意 有关接口连接的详细信息，请参阅 Automation-Ready CD 上的 《Keysight Technologies USB/LAN/GPIB 接口连接指南》。

GPIB 连接

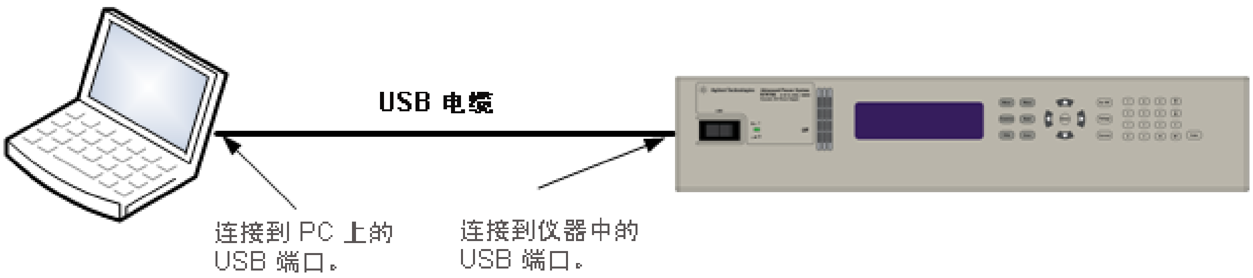
下图描述了典型的 GPIB 接口系统。



1. 使用 GPIB 接口电缆将仪器连接到 GPIB 接口卡。
2. 使用 Keysight IO Libraries Suite 中的 Connection Expert 实用程序配置 GPIB 卡的参数。
3. 现在可以使用 Connection Expert 中的 Interactive IO 与仪器进行通信，也可以使用各种编程环境对仪器进行编程设定。

USB 连接

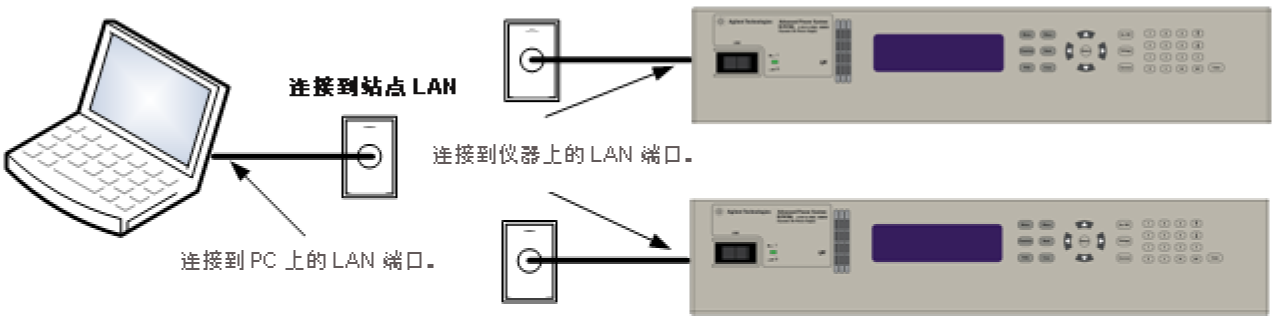
下图描述了典型的 USB 接口系统。



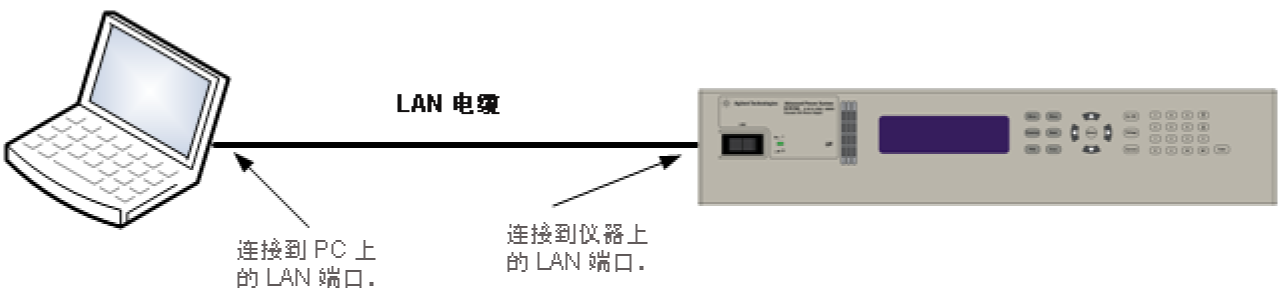
1. 将仪器连接到计算机上的 USB 端口。
2. 运行 Keysight IO Libraries Suite 的 Connection Expert 实用程序后，计算机将自动识别此仪器。这需要几秒钟时间。识别出仪器后，计算机将显示 VISA 别名、IDN 字符串和 VISA 地址。此信息位于 USB 文件夹中。
3. 现在可以使用 Connection Expert 中的 Interactive IO 与仪器进行通信，也可以使用各种编程环境对仪器进行编程设定。

LAN 连接 - 站点 LAN 和专用 LAN

站点 LAN 是指支持 LAN 的仪器和计算机通过路由器、集线器和/或交换机连接的局域网。站点 LAN 通常是大型、集中管理的网络，包含 DHCP 和 DNS 服务器之类的服务。下图描述了典型的站点 LAN 系统。



专用 LAN 是指支持 LAN 的仪器和计算机直连(而非连接到站点 LAN)而成的网络。专用 LAN 通常是小型、非集中管理的资源。下图描述了典型的专用 LAN 系统。



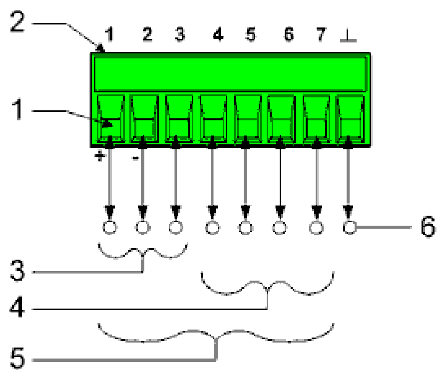
1. 使用 LAN 电缆将仪器连接到站点 LAN 或计算机。仪器出厂时的 LAN 设置配置为使用 DHCP 服务器自动从网络获取 IP 地址(DHCP 设置为"开启")。DHCP 服务器将会注册仪器的主机名和动态 DNS 服务器。随后，可以使用此主机名和 IP 地址与仪器通信。如果您使用专用 LAN，那么可以保留所有 LAN 设置不改变。如果 DHCP 服务器不存在，大多数 Keysight 产品和大多数计算机将使用自动 IP 自动选择 IP 地址。每个仪器将从块 169.254.nnn 为自己分配一个 IP 地址。在配置 LAN 端口后，前面板 **Lan** 指示灯将点亮。
2. 使用 Keysight IO Libraries Suite 的 Connection Expert 实用程序添加 APS 型号并验证连接。要添加仪器，可让 Connection Expert 搜索仪器。若未找到仪器，则使用仪器的主机名或 IP 地址添加仪器。
3. 现在可以使用 Connection Expert 中的 Interactive IO 与仪器进行通信，也可以使用各种编程环境对仪器进行编程设定。还可以使用计算机上的 Web 浏览器与仪器通信，如使用 Web 界面中所述。

数字端口连接

注意 扭绞和屏蔽进出数字连接器的所有信号线是良好的工程习惯。如果使用屏蔽导线，则只需将屏蔽线的一端连接到机箱底座即可防止出现接地回路。

此设备提供 8 针连接器和快速断开连接器插头以便访问数字端口功能。断开连接器插头以进行导线连接。连接器插头可接受从 AWG 14 (1.5 mm^2) 到 AWG 28 (0.14 mm^2) 之间的导线规格。建议不要使用小于 AWG 24 (0.25 mm^2) 的导线规格。向后剥开导线绝缘层 7 mm。

1. 插入导线
2. 拧紧螺丝
3. 故障/抑制可配置针脚(观察 INH 极性)
4. 输出耦合可配置针脚
5. 数字 IO 可配置或表达式可配置针脚
6. 信号共用



有关使用数字端口的信息位于设定数字端口中。共同特性中则描述了数字端口的电气特性。

机架安装

本节包含有关安装 N7907A 机架安装套件的信息。机架安装套件可以将 1 kW 和 2 kW 电源和功耗器安装在 19 英寸 EIA 机架机柜中。

开始前，请先对照以下列表检查是否已收到这些配件。如缺少任何配件，请立即就近联系 Keysight 销售和支持办事处。

随附物品清单	Keysight 部件号
2 对 – 滑轨	5003-1128
2 – 1kW 设备或功耗器设备的 1U 机架耳	5002-2816
2 – 2kW 设备的 2U 机架耳	5063-9212
8 – 连接到机架框架 (10-32) 的夹紧螺母	0590-0804
4 – 固定滑轨连接螺丝 (10-32 x 0.5)	2680-0104
4 – 可移动滑轨连接螺丝 (M4 x 12 mm)	0515-1013
6 – 前耳连接螺丝 (M3 x 8 mm)	0515-0372
4 – 前套头螺丝 (10-32 x 0.625)	0570-1577

安装仪器

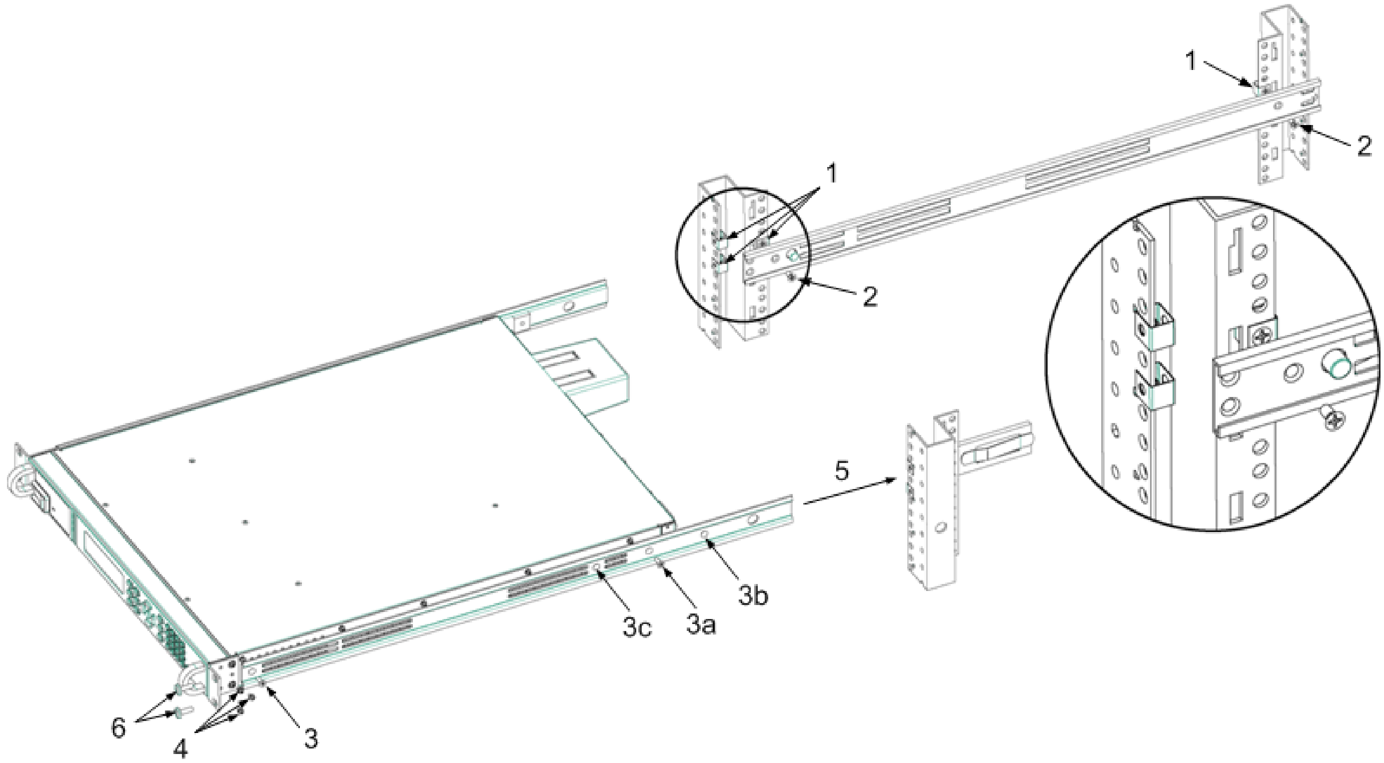
小心

不要挡住仪器两侧的进气口或仪器后面的排气口。

不能使用标准支撑滑轨将仪器安装在机架上，因为这会挡住降温所需要的气流。

所需工具：十字螺丝刀、T22 六角螺丝刀、T10 六角螺丝刀。

1. 在放置仪器的机架框架上安装八个夹紧螺母。如图所示，在每个前角上安装三个，每个后角上安装一个。
2. 分开每个滑轨对的小块，然后使用随附的四个固定滑轨螺丝将每个滑轨的固定部分安装到仪器机架两侧的两个夹紧螺母上。
3. 使用随附的四个可移动滑轨螺丝将每个滑轨的可移动部分安装到仪器的两侧。使用 1 kW 设备的位置 (3a); 2 kW 设备的位置 (3b); 功耗器设备的位置 (3c)。
4. 使用随附的六个前耳螺丝将前面板耳安装到仪器上。
5. 将仪器滑进机架。
6. 使用随附的四个前套头螺丝将前耳连接到仪器机架上。



机架安装

黑匣子记录器 (BBR)

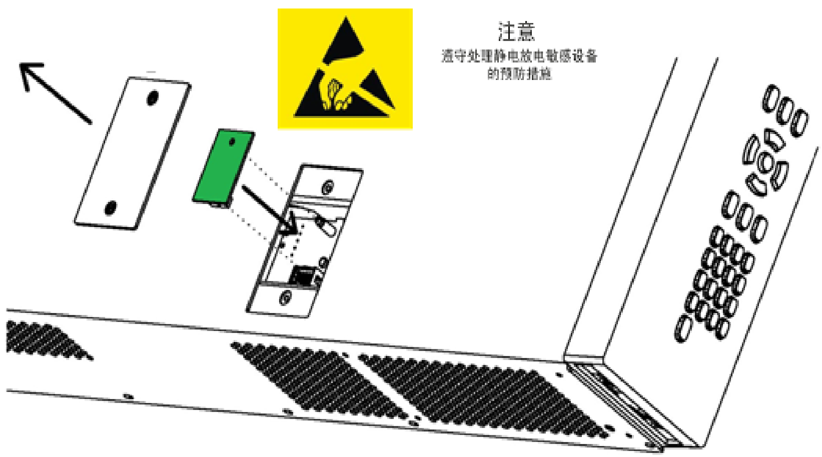
N7908A 黑匣子记录器 (BBR)附件板安装在位于机箱底部的黑匣子记录器 (BBR)中。有关使用黑匣子记录器 (BBR) 的详细信息，请参阅黑匣子数据记录。

安装仪器

小心

关闭仪器并拔下电源线，然后翻转设备。
安装 BBR(黑匣子记录器) 板时请遵循处理所有静电放电敏感设备的预防措施。

1. 松开两个螺丝以卸下检修盖。
2. 使连接器面朝下，然后将 BBR(黑匣子记录器) 板卡入设备中。
3. 重新装上检修盖并拧紧螺丝。
4. 在设备顶部标签为 [ ] 选件 057 的复选框中做标记以指示已安装该选件。

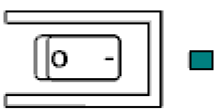


入门

开启设备

确认已连接并插入电源线。

用前面板电源开关打开设备电源。几秒钟后前面板显示屏将亮起。打开设备电源后，自动进行加电自检。此测试可确保您的电源可以正常工作。



注意 在准备使用之前，电源大概需要 30 秒左右的时间进行初始化。

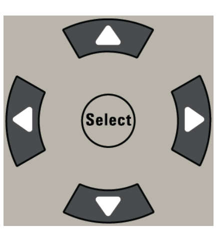
如果仪器的电源未打开，请确认电源线是否已牢固连接(打开电源时会自动感测电源线电压)。另外，还要确保仪器连接到带电电源。如果电源开关旁的 LED 熄灭，表明没连接交流电源。如果 LED 为橙色，则表明仪器已连接交流电源并处于待机状态；如果为绿色，则表明仪器已通电。

如果出现自检错误，将在前面板中显示消息。如果出现“Drive failed”消息，请参阅黑匣子数据记录。有关其他自检错误的详细信息，请参阅服务和维护，了解有关将仪器退回进行维修的说明。

设置输出电压

方法 1

使用向左和向右导航键导航到要更改的设置。



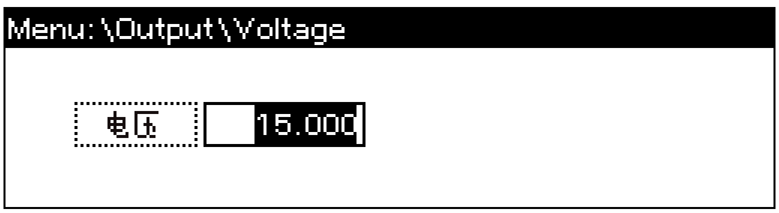
在以下的显示屏中，选择了电压设置。使用数字小键盘输入一个值。然后按**选择**。

可以使用数字箭头键上下调节该值。当输出开启时值才会生效。

在电压优先模式中，设备将保持设定的输出电压。在电流优先模式中，当输出电压达到指定电压限值时，设备将对其进行限制。请参阅设置输出模式了解详细信息。

方法 2

使用 **Voltage**（电压）键选择电压输入字段。在以下的显示屏中，选择了电压设置。使用数字小键盘输入需要的设置。然后按 **Enter**。

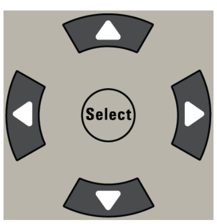


如果输入错误，请使用退格键删除数字，按"返回"退出菜单，或按"测量"返回测量模式。

设置输出电流

方法 1

使用向左和向右导航键导航到要更改的设置。



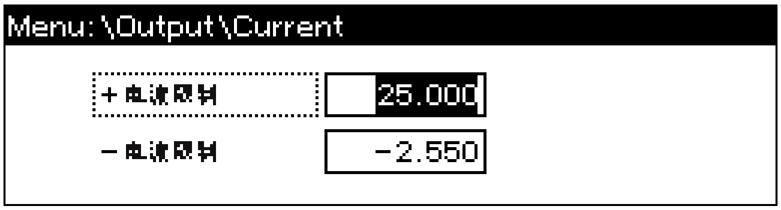
在下面的显示中，已选择电流设置。使用向上、向下导航键在 + 和 - 限制条目键之间切换。使用数字小键盘输入一个值。然后按**选择**。

可以使用数字箭头键上下调节该值。您可以设置正电流值和负电流值。当输出开启时值才会生效。

在电流优先模式中，设备将保持设定的输出电流。在电压优先模式中，当输出电流达到指定电流限值时，设备将对其进行限制。请参阅设置输出模式了解详细信息。

方法 2

使用 **Current**(电流)键选择电流输入字段。在下面的显示中，已选择电流设置。使用数字小键盘输入需要的设置。然后按 **Enter**。



如果输入错误，请使用退格键删除数字，按"返回"退出菜单，或按"测量"返回测量模式。

设置过电压保护

使用前面板菜单。

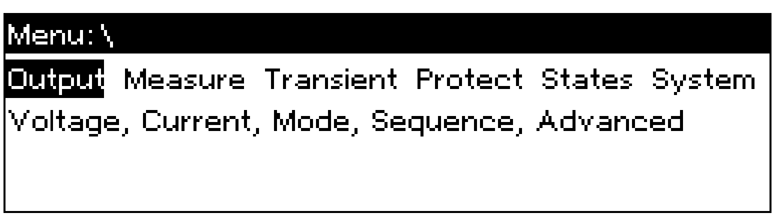
可以使用前面板命令菜单访问仪器的大多数功能。实际的功能控制位于最低级别的菜单中。简要说明：

- 按 **Menu**(菜单)键访问命令菜单。
- 按向左、向右(**<**、**>**)导航键在菜单命令中移动。
- 按中间的 **Select**(选择)键选择一个命令并向下移动到菜单中的下一级。
- 在最低菜单级中按 **Help**(帮助)键显示有关功能控制的帮助信息。
- 要退出命令菜单，请按 **Meter**(仪表)键立刻返回到仪表模式，或者按 **Menu**(菜单)键返回到顶级菜单。

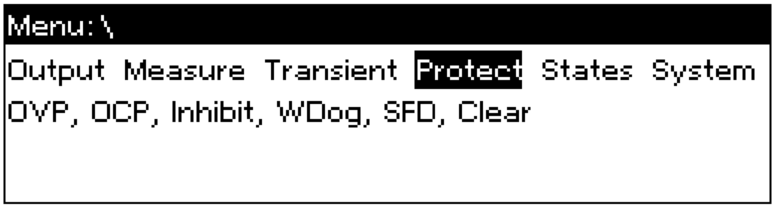
有关前面板菜单命令的结构图的详细信息，请参阅前面板菜单参考。

菜单示例 - 访问过电压保护。

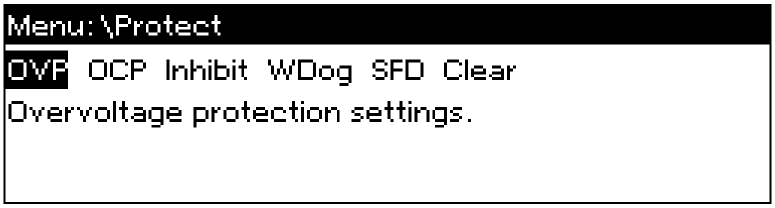
按 **Menu**(菜单)键访问前面板命令菜单。第一行显示菜单路径。首次访问此菜单时，菜单在顶部或根部，路径为空。第二行显示了在当前菜单级中可以使用的命令。在本例中，显示顶级菜单命令，并突出显示"输出"命令。第三行显示在"输出"命令下的可用命令。如果没有更低级别的命令，则会显示高亮命令的简介。



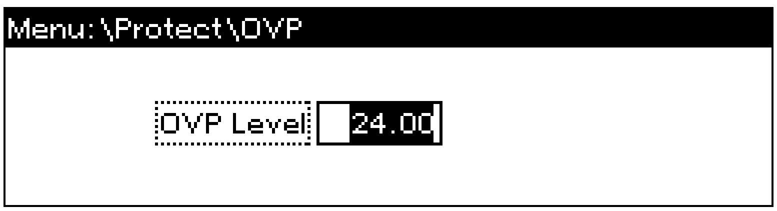
按向右箭头导航键 **>** 在菜单中横向移动，直到突出显示"保护"命令。按 **Select**(选择)键即可访问"保护"命令。



因为已突出显示 OVP 命令，请按 Select(选择)键访问 OVP 对话框。



注意，此模式的 OVP 设置为 24 V。您可以使用数字输入键并按 **Enter** 和 **Select**(选择)更改 OVP 设置。按 **Meter**(仪表)键返回到仪表视图。



启用输出

使用 **On/Off**(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吸取电流。否则，电流读数将为零。状态指示器显示输出状态。在本例中，“CV”指示输出处于恒定电压模式。

有关状态指示器的说明，请参阅前面板概览。

使用内置的帮助系统

查看帮助主题列表。

按 **Help**(帮助)键查看可用的帮助主题列表。要滚动列表，请按向上、向下导航箭头。按**测量**或**返回**退出“帮助”。

查看显示消息的帮助信息。

只要超出限制或者发现任何其他的无效配置，仪器将显示一条消息，包括错误代码信息。按**测量**或**返回**退出“帮助”。

远程接口配置

简介

该仪器支持通过三个接口进行远程接口通信：GPIB、USB 和 LAN。所有三个接口在加电时就处于"活动"状态。要使用这些接口，您必须先安装位于仪器随附提供的 Keysight Automation-Ready CD 上的 Keysight IO Libraries 软件。然后将仪器连接到计算机。

当远程接口中有任何活动时，前面板 **IO** 指示灯将会点亮。当连接并配置 LAN 端口时，前面板 **LAN** 指示灯将会点亮。

此仪器可提供以太网连接监控功能。利用以太网连接监控功能，可以不断监控仪器的 LAN 端口，在拔出仪器插头至少 20 秒时自动重新配置 LAN 端口并重新连接到网络

USB 配置

没有可配置的 USB 参数。您可以使用前面板菜单检索 USB 连接字符串：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\USB** 此对话框显示 USB 连接字符串。	不可用

GPIB 配置

GPIB (IEEE-488) 接口上的每个设备必须包含一个 0 到 30 之间的唯一整数地址。此仪器随附的地址设置为 5。计算机的 GPIB 接口卡地址一定不要与接口总线上的其他仪器冲突。此设置为非易失性；它不会因为加电循环或 *RST 而改变。使用前面板菜单更改 GPIB 地址：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\GPIB**。 使用数字键输入 0 到 30 之间的新值。然后按 **Enter**。	不可用

LAN 配置

以下各节介绍前面板菜单上的主要 LAN 配置功能。注意，没有用于配置 LAN 参数的 SCPI 命令。必须从前面板上执行所有 LAN 配置。

注意 在更改 LAN 设置后，您必须保存所做更改。选择：**系统\IO\LAN\应用**。选择"应用"可使仪器重新开机并激活这些设置。LAN 设置是非易失性设置，重新开机或重置 (*RST) 不会更改这些设置。如果您不想保存更改，请选择：**系统\IO\LAN\取消**。选择"取消"取消所有更改。

出厂时，DHCP 开启，这样就启用了通过 LAN 的通信。字母 DHCP 代表动态主机配置协议，这是一种可以给网络设备分配动态 IP 地址的协议。利用动态寻址，设备在每次连接到网络时可以有不同的 IP 地址。

查看活动的设置

要查看当前活动的 LAN 设置，请执行以下操作：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\LAN\设置** 显示活动的 LAN 设置。使用向上、向下箭头键以滚动列表。	不可用

IP 地址、子网掩码和默认网关的当前活动设置可能与前面板配置菜单设置不同，这取决于网络的配置。如果两者的设置不同，则是因为网络已自动指定设置

重置 LAN

如果是 LAN 设置，那么您可以执行 LXI LCI 重置。这样可重置 DHCP、DNS 服务器地址配置、mDNS 状态、mDNS 服务名称和 Web 密码。为将仪器连接到站点网络优化这些设置。它们也适用于其他网络配置。

您也可以将 LAN 重置为出厂设置。这样会使**所有** LAN 设置恢复到出厂值并重新启动网络。非易失性设置下列出了所有默认 LAN 设置。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\LAN\重置** 选择**系统\IO\LAN\默认** 选择"重置"。 选择"重置"激活已选 LAN 设置并重新启动网络。	不可用

修改 LAN 设置

IP 地址

选择 IP 可配置仪器的地址。按 **Menu**(菜单)键，然后选择**系统\IO\LAN\配置\IP**。可配置参数包括：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\LAN\修改\IP** 选择"自动"或"手动"。有关完整说明，请参阅以下内容。	不可用

- **自动** - 可自动配置仪器的地址。如果选中，仪器将首先尝试从 DHCP 服务器获取 IP 地址。如果找到 DHCP 服务器，则 DHCP 服务器将为该仪器分配 IP 地址、子网掩码和默认网关。如果 DHCP 服务器不可用，则该仪器会尝试使用 AutoIP 获取 IP 地址。AutoIP 自动在没有 DHCP 服务器的网络上分配 IP 地址、子网掩码和默认网关。
- **手动** - 可手动配置仪器的地址，方法是在以下三个字段中输入值。这些字段仅在选中了"手动"时才显示。
- **IP 地址** - 该值是仪器的 IP(Internet 协议)地址。与仪器进行的所有 IP 和 TCP/IP 通信都需要 IP 地址。IP 地址由四个以点号分隔的十进制数字组成。每个不带前置 0 的十进制数字的取值范围为 0 到 255(例如，169.254.2.20)。
- **子网掩码** - 仪器使用该值可判断客户端 IP 地址是否位于同一本地子网上。同一编号标记适于用作 IP 地址。如果客户 IP 地址在其他子网上，必须将所有软件包发送到默认网关。
- **DEF 网关** - 该值是默认网关的 IP 地址，仪器通过该地址与不在本地子网上的系统通信，这取决于子网掩码的设置。同一编号标记适于用作 IP 地址。值 0.0.0.0 表示未指定任何默认网关。

使用以圆点分隔的地址(即"nnn.nnn.nnn.nnn"，其中"nnn"是字节值 0 至 255)时必须小心，因为计算机中的大多数网络软件会将前置零的字节值解析成八进制数(基数为 8)。例如，"192.168.020.011"实际上等于十进制"192.168.16.9"，因为以八进制表示的".020"被解释为"16"，".011"被解释为"9"。为避免混淆，字节值应只使用十进制数 0 到 255，且在起始字符中不使用零。

主机名

主机名是域名的主机部分，将解析为 IP 地址。要配置仪器的主机名，请执行以下操作：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\LAN\修改\名称** 您可以通过数字键盘输入任何值。对于其他字符，通过滚动查看按下按键时出现的选择列表，使用向上/向下"定位"键输入字母字符。使用向左/向右"定位"键横向移动文本字段。使用退格键删除值。完成后按 Enter 键。	不可用

主机名 - 此字段向选定的命名服务注册提供的名称。如果该字段保留空白，则不会注册任何名称。主机名可以包含大写和小写字母、数字和短划线 (-)。最大长度为 15 个字符。

每个仪器都附带有默认主机名，其格式如下：A-型号-序列号，此处型号是指设备的 6 位型号(例如 N6950A)，序列号则是设备顶部标签中 10 个字符的序列号的后 5 个字符(例如，如果序列号为 MY12345678，则为 45678)。

DNS 服务器和 WINS 服务器

DNS 是将域名转换为 IP 地址的 Internet 服务。仪器还需要查找并显示网络为其分配的主机名。通常，DHCP 可搜索 DNS 地址信息；只有在 DHCP 未在使用中或不起作用时，才需要更改。

WINS 配置仪器的 Windows 服务。这与将域名转换为 IP 地址的 DNS 服务类似。

要手动配置 DNS 和 WINS 服务，请执行以下操作：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\LAN\修改\DNS** 或 选择**系统\IO\LAN\修改\WINS** 选择主地址或辅地址。有关完整说明，请参阅以下内容。	不可用

- **主地址** - 该字段输入服务器的主地址。有关服务器的详细信息，请与您的 LAN 管理员联系。同一编号标记适于用作 IP 地址。值 0.0.0.0 表示未定义任何默认服务器。
- **辅地址** - 该字段输入服务器的辅地址。有关服务器的详细信息，请与您的 LAN 管理员联系。同一编号标记适于用作 IP 地址。值 0.0.0.0 表示未定义任何默认服务器。

使用以圆点分隔的地址(即"nnn.nnn.nnn.nnn"，其中"nnn"是字节值 0 至 255)时必须小心，因为计算机中的大多数网络软件会将前置零的字节值解析成八进制数(基数为 8)。例如，"192.168.020.011"实际上等于十进制"192.168.16.9"，因为以八进制表示的".020"被解释为"16"，".011"被解释为"9"。为避免混淆，字节值应只使用十进制数 0 到 255，且在起始字符中不使用零。

mDNS 服务名称

使用选定的命名服务注册 mDNS 服务名称。要配置仪器的 mDNS 服务名称，请执行以下操作：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\LAN\修改\mDNS** 您可以通过数字键盘输入任何值。对于其他字符，通过滚动查看按下按键时出现的选择列表，使用向上/向下"定位"键输入字母字符。使用向左/向右"定位"键横向移动文本字段。使用退格键删除值。完成后按 Enter 键。	不可用

- **mDNS 服务名称** - 此字段使用选定的命名服务注册服务名称。如果该字段保留空白，则不会注册任何名称。服务名称可以包含大写和小写字母、数字和短划线 (-)。
- 每个仪器都附带有默认服务名称，其格式如下：Keysight-型号-说明-序列号，此处型号是指设备的 6 位型号(例如 N6950A)，说明是相关说明，序列号则是设备顶部标签中的 10 个字符的序列号(例如，MY12345678)。

服务

这样会选择启用或禁用 LAN 服务。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\LAN\修改\服务** 选中或取消选中您要启用或禁用的服务。	不可用

- 可配置服务包括：VXI-11、Telnet、Web 控制、套接字和 mDNS。
- 如果您要使用内置 Web 接口远程控制仪器，则必须启用 Web 控制。

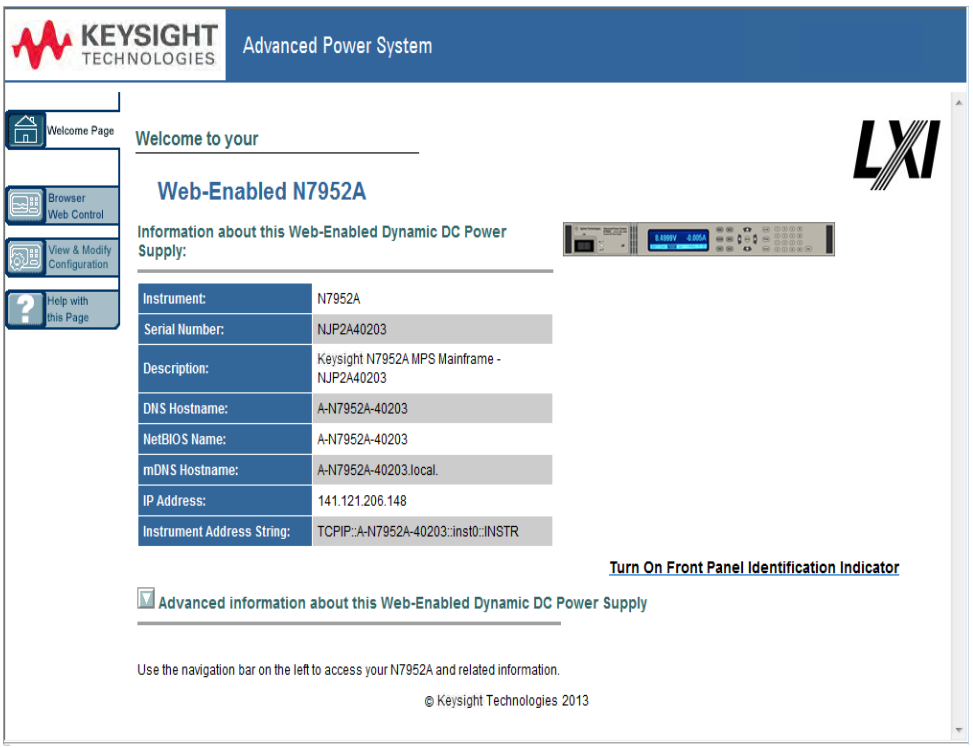
使用 Web 接口

通过 APS 内置 Web 接口可从计算机上的 Web 浏览器直接控制它。使用该 Web 接口，您可以访问包括 LAN 配置参数在内的前面板控制功能。最多允许六个同时连接。如果有更多连接，性能将会降低。

注意 内置的 Web 接口仅可在 LAN 上运行。它需要使用 Internet Explorer 7 或更高版本。您还需要 Java 插件版本 7 或更高版本。此插件已包含在 Java Runtime Environment 中。

此 Web 接口在出厂时已启用。要启动 Web 接口，请执行以下操作：

1. 在计算机上打开 Web 浏览器。
2. 在浏览器的地址栏中输入仪器的主机名或 IP 地址。将显示以下主页。
3. 单击左侧导航栏中的 Browser Web Control 按钮，开始控制仪器。
4. 要获得有关任何此页面的其他帮助，请单击“此页面的帮助”按钮。



如果需要，也可使用密码保护功能控制对 Web 接口的访问权限。出厂时，未设置密码。要设置密码，请单击 View & Modify Configuration 按钮。有关设置密码的更多信息，请参考联机帮助。

使用 Telnet

在 MS-DOS 命令提示符框中输入：telnet hostname 5024，其中，hostname 是 APS 主机名或 IP 地址，5024 是仪器的 telnet 端口。

应看到一个 Telnet 会话框，其标题表示您已连接到电源。在提示符下键入 SCPI 命令。

使用套接字

注意 电源最多同时允许六个数据套接字、控制套接字和 telnet 连接的任意组合。

Keysight 仪器统一使用端口 5025 提供 SCPI 套接字服务。此端口上的数据套接字可用于发送和接收 ASCII/SCPI 命令、查询和查询响应。所有命令都必须以换行符结尾，以便输出要解析的消息。所有查询响应也必须以换行符结束。

套接字编程接口亦允许控制套接字连接。客户端可以使用控制套接字向设备发送清除指令和从设备接收服务请求。与数据套接字采用固定端口号不同，控制套接字的端口号并不固定，必须通过向数据套接字发送下列 SCPI 查询才可获取：SYSTem:COMMunicate:TCPip:CONTrol?

获取端口号之后，即可打开控制套接字连接。与数据套接字一样，对控制套接字的所有命令都必须以换行符结尾，返回给控制套接字的所有查询响应也必须以换行符结尾。

要向设备发出清除指令，可向控制套接字发送字符串"DCL"。当电源系统完成执行设备清除后，它将字符串"DCL"发回控制套接字。

对于使用 Service Request Enable 寄存器的控制套接字，其服务请求处于启用状态。一旦启用服务请求，客户端程序将会监听控制连接。SRQ 为真后，仪器将向客户端发送"SRQ +nn"字符串。"nn"代表状态字节值，客户端可以使用该值确定服务请求的来源。

接口锁定

USB 接口、LAN 接口和 Web 服务器在出厂时均已启用。要从前面板启用或禁用接口，请执行以下操作：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理员\IO** 通过选中或取消选中以下项可以启用或禁用接口： 启用 LAN，启用 GPIB 并启用 USB 按"选择"。	不可用

如果无法访问"管理"菜单，可能是因为受到了密码保护。

使用高级电源系统

对输出进行编程

注意 首次打开 APS 时，可能需要 30 秒左右对仪器进行初始化，然后才可以使用。

设置输出优先模式

可以选择电压优先或电流优先模式。

如果希望输出电压保持恒定，则使用电压优先模式。只要负载电流处于正/负电流限制设置范围内，便可将输出电压维持在其已编程的设置状态。

如果希望输出电流保持恒定，则使用电流优先模式。只要负载电压处于电压限制设置范围内，就可将输出电流维持在其已编程的设置。

有关详细信息，请参阅优先级模式运行。

前面板	SCPI 命令
选择**输出\模式**。 选择电压优先或电流优先。然后按**选择**。	要指定电流优先或电压优先模式，请执行以下操作： FUNC CURR|VOLT

注意 在电压优先和电流优先模式之间进行切换时，将会关闭输出，并且输出设置将恢复到其 Power-on 或 RST 值。

设置输出电压

如果设备处于电压优先模式，则只要负载电流处于其已编程的正/负限制范围内，输出电压就可保持其已设定的设置。

前面板	SCPI 命令
按**电压**键。 输入值并按“选择”。	要将输出电压设置为 40 伏，请输入以下命令： VOLT 40

如果设备处于电流优先模式，则可以指定一个电压限制，该限制将输出电压限制在指定值。只要负载电压处于电压限制设置范围内，就可将输出电流维持在其已编程的设置。

前面板	SCPI 命令
按**电压**键。 指定正电压限制。然后按**选择**。	要设置电压限制，请使用一下命令： VOLT:LIM 42

设置输出电流

如果设备处于电压优先模式，则可以指定一个正负电流限制，该限制将输出电流限制在指定值。在电压优先模式下，只要负载电流处于其编程的正/负限制范围内，输出电压便可保持其已编程的设置。

前面板	SCPI 命令
按**电流**键。 指定正/负电流限制。然后按**选择**。	要设置正电流限制，请使用以下命令： CURR:LIM 12 要设置负电流限制，请使用以下命令： CURR:LIM:NEG -3

如果设备处于电流优先模式，则可以指定正/负输出电流级别，只要输出电压处于其已编程的限制范围内，便可保持此级别。

前面板	SCPI 命令
按**电流**键。 输入正/负值。然后按**选择**。	要将输出电流设置为 +5 安培，请输入以下命令： CURR 5 要将输出电流设置为 –5 安培，请输入以下命令： CURR –5

设置变化率

电压变化率可确定电压变为新的已编程的设置的速率。这适用于电压优先模式下的电压设置和电流优先模式下的电流限制设置。当设置为 MAXimum、INFinity 或一个非常大的值时，变化率将受输出电路模拟性能的限制。在向上或向下编程电容负载时，可使用此设置防止交叉到电流限制中。使用下列方程式计算最大变化率限制以确保实现平滑的上下线性编程。

最大变化率 (V/s) = (电流限制设置 (A) – 负载电流 (A))/(负载电容 (F))

电流变化率可确定电流变为新的已设定设置的速率。这适用于电流优先模式下的电流设置和电压优先模式下的电流限制设置。当设置为 MAXimum、INFinity 或一个非常大的值时，变化率将受输出电路模拟性能的限制。

前面板	SCPI 命令
选择**输出\高级\转换**。 然后选择"电压"或"电流" 在"转换速度"字段中输入电压变化率或电流转换速度。 检查最大转换速度以编程最快的转换速度。	要将电压转换速度设置为 5 伏/秒 VOLT:SLEW 5 要将电流转换速度设置为 1 安培/秒 CURR:SLEW 1 要设置最快的转换速度，请输入以下命令： VOLT:SLEW MAX

设置输出带宽

通过电压宽带模式可以利用电容性负载优化输出响应时间。

High1 宽带模式可提供最大向上编程速度和最快的瞬态响应沉积时间。已对此模式进行优化用于电阻负载；但如果使用短于 3 米(10 英尺)的负载导线，则可以使用下表中概括的电容负载限制。超过这些限制可能会导致电压编程超调和瞬态响应不稳定。

Low 宽带模式经优化后壳用于达到下表所示限制的大型电容负载以及长于 3 米(10 英尺)的负载导线。在此模式下，限制上下编程速度和电压控制回路宽带，以防止电压编程电压编程超调并提高瞬态响应稳定性。Low 模式可在所有负载配置上提供最佳稳定性并最小化超调量。

注意 不建议在其中一个宽带范围内将大于 High 模式限制的极低 ESR 电容器与小于 3 米(10 英尺)的负载导线连接。此负载配置可导致电压编程超调。

1 kW 型号	高限值	低限值	2 kW 型号	高限值	低限值
N6950A/N7950A	0 到 3800 µF	0 到 190,000 µF	N6970A/N7970A	0 到 7600 µF	0 到 380,000µF
N6951A/N7951A	0 到 1000 µF	0 到 50,000 µF	N6971A/N7971A	0 到 2000 µF	0 到 100,000 µF
N6952A/N7952A	0 到 240 µF	0 到 12,000 µF	N6972A/N7972A	0 到 480 µF	0 到 24,000 µF
N6953A/N7953A	0 到 100 µF	0 到 5600 µF	N6973A/N7973A	0 到 200 µF	0 到 11,200 µF
N6954A/N7954A	0 到 60 µF	0 到 3000 µF	N6974A/N7974A	0 到 120 µF	0 到 6000 µF
			N6976A/N7976A	0 到 50 µF	0 到 2,800 µF
			N6977A/N7977A	0 到 30 µF	0 到 1,500 µF

前面板	SCPI 命令
选择**输出\高级\带宽**。 选择 High1 或 Low。然后按**选择**。	要选择高宽带，请使用以下命令： VOLT:BWID HIGH1 要选择低宽带，请使用以下命令： VOLT:BWID LOW

设置输出电阻

输出电阻编程主要用于电池测试应用，并且仅适用于电压优先模式。它可用于模拟非理想电压源(如电池)的内部电阻。这些值的编程单位为欧姆。特定型号的电阻编程范围如下所示：

1 kW 型号	范围	2 kW 型号	范围	2 kW 高电压	范围
N6950A/N7950A	0 到 0.1 Ω	N6970A/N7970A	0 到 0.05 Ω	N6976A/N7976A	0 到 6.8 Ω
N6951A/N7951A	0 到 0.4 Ω	N6971A/N7971A	0 到 0.2 Ω	N6977A/N7977A	0 到 12.8 Ω
N6952A/N7952A	0 到 1.6 Ω	N6972A/N7972A	0 到 0.8 Ω		
N6953A/N7953A	0 到 3.4 Ω	N6973A/N7973A	0 到 1.7 Ω		
N6954A/N7954A	0 到 6.4 Ω	N6974A/N7974A	0 到 3.2 Ω		

前面板	SCPI 命令
选择**输出\高级\电阻**。 指定一个输出电阻值。然后选中**启用**框。然后按**选择**。	要启用输出电阻，请使用以下命令： RES: 打开 要选择 0.5 欧姆的电阻，请使用以下命令： RES: 0.5

启用输出

由于内部电路启动过程和所有已安装的继电器选件，OUTPut ON 可能需要几十毫秒才能完成其功能。也可能导致 OUTPut OFF 延迟。有关输出启动和关闭延迟的详细信息，请参阅输出顺序控制。

前面板	SCPI 命令
按 **On/Off**(开关)键。	OUTP ON|OFF

注意 除了前面板和 SCPI Output On 和 Output Off 命令，您还可以使用 OnCouple、OffCouple 和表达式信号来启用和禁用输出。有关详细信息，请参阅输出序列化。

配置输出继电器 仅限 N7900 机型

随附的双刀双掷继电器可断开输出端子与感测端子之间的连接。同时还提供了极性反转函数。

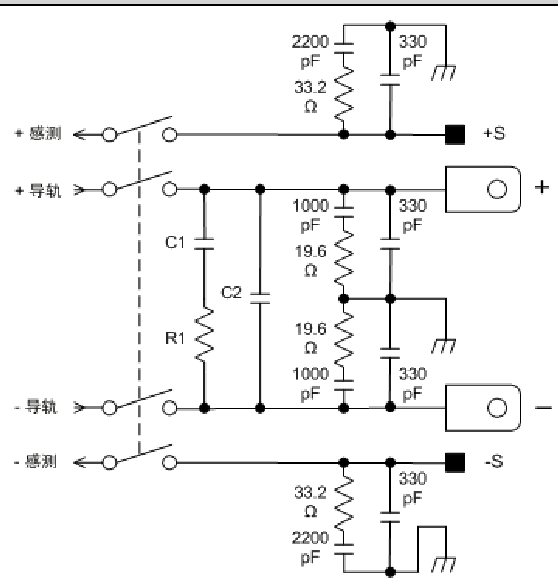
继电器的正常运行模式是随输出打开或关闭而打开和关闭。继电器仅在输出处于安全状态(零电压；零电流)时打开或关闭。可以锁定继电器，使其继电器就一直处于关闭状态。这可避免 N7900 型号中的任何附加继电器打开/关闭延迟。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\首选项\继电器**。 选择**锁定关闭**，使继电器一直处于关闭状态，然后按**选择**。	要使继电器处于关闭状态，请使用以下命令： OUTP:REL:LOCK ON

还可以反转输出端子和感测端子的极性。注意，在切换输出端子极性和感测端子极性时，此命令将短暂关闭输出。此外，还应注意启用或禁用反极性函数以避免意外使用。

前面板	SCPI 命令
选择**输出\高级\极性**。 选中**反转**框。然后按**选择**。取消选中**反转**以使极性返回到正常状态。 要启用极性反转，请选择**系统/首选项/继电器**，然后选中**启用极性反转**。然后按**选择**。取消选中**启用极性反转**框以锁定极性反转。	要切换输出的输出端子极性和感测端子极性，请输入以下命令： OUTP:REL:POL REV 要使极性返回到正常状态，请输入以下命令： OUTP:REL:POL NORM 要锁定极性反转，请输入以下命令： OUTP:REL:POL ENAB OFF

注意 尽管已断开输出电源网格的正负轨与输出端子的物理连接，交流滤波器网络仍连接到正负感测端子和输出端子，如下表所示。此交流网络必须符合 EMI 法规。

交流滤波器网络	型号	C1	C2	R1
	N7950A	10 µF	0.3 µF	0.15 Ω
	N7951A	3.3 µF	0.2 µF	0.25 Ω
	N7952A	2.2 µF	0.1 µF	0.3 Ω
	N7953A	1 µF	0.047 µF	0.5 Ω
	N7954A	0.47 µF	0.047 µF	0.5 Ω
	N7970A	20 µF	0.6 µF	0.075 Ω
	N7971A	6.6 µF	0.4 µF	0.125 Ω
	N7972A	4.4 µF	0.2 µF	0.15 Ω
	N7973A	2 µF	0.94 µF	0.25 Ω
	N7974A	0.94 µF	0.94 µF	0.25 Ω
	N7976A	0.5 µF	0.0235 µF	1 Ω
	N7977A	0.235 µF	0.0235 µF	1 Ω

对输出保护进行编程

简介

APS 型号有许多保护功能。这些功能可禁用输出以保护被测设备和电源。在设置了保护功能后，前面板状态指示器将开启。大多数保护功能是锁存的，这意味着在设置了保护功能后必须将其清除。

OV、OC、PROT、INH 和 UProt 这些保护功能都是用户可编程设定的。

OV	过电压保护是一个硬件 OVP，其断路电平是用户可编程设定的值。如果远程感测引线短接，也将自动发生过电压保护。OV 保护始终处于启用状态。
OV-	负过电压保护用于检测是否反转了远程感测引线。仪器打开时，它还检测输出端子上的电压是否低于 -2V。OV- 保护不可编程设定，且始终处于启用状态。
OC	过电流保护是用户可编程设定的功能，可启用或禁用。启用时，当输出到达电流限制设置时将禁用输出。
CP+	正过功率可将输出功率与内置阈值进行比较。超过阈值时将发生 CP+ 保护。CP+ 保护始终处于启用状态。
CP-	负过功率可将内部耗散功率与内置阈值进行比较。超过阈值时将发生 CP- 保护。CP- 保护始终处于启用状态。
OT	过温保护监控电源内部温度，如果温度超过预定义限制，则将禁用输出（请参阅 OUTPut:PROTection:TEMPerature:MARGin?）。请注意，来自任何已连接功耗器的传感器信息与来自电源的信息组合，成为一个指标。OT 保护始终处于启用状态。
PF	电源故障表示 AC 电源上出现电源故障条件并禁用了输出。PF 保护始终处于启用状态。
EDP	如果重复多次出现电压大幅波动的现象（由已编程设定的电压变化、列表、任意波形或负载感应电压波动引起），则过度动态保护将禁用输出（请参阅输出动态响应）。如果取消禁用，这些电压波动可能会导致仪器中的组件过早损坏。EDP 保护始终处于启用状态。
Prot	Prot 表示由于已编程设定的输出监视程序定时器过期，已禁用输出。
INH	可将后面板数字连接器上的抑制输入（针脚 3）进行编程设定以作为外部关闭信号使用。有关详细信息，请参考抑制输入。
UProt	输出被用户定义的保护条件禁用。

设置过电压保护

如果输出电压达到编程设定的过电压限值，过电压保护将关闭输出。OVP 电路监控 + 和 – 感测端子上的电压。请注意，如果 + 和 – 感测引线意外短接，则将自动关闭 OVP。

前面板	SCPI 命令
选择**保护\OVP** 在 OVP 级别框中输入一个值。然后按**选择**。	要将 OVP 级别设置为 50 V，请输入以下命令： VOLT:PROT 50

设置过电流保护

启用 OCP

启用过电流保护时，如果输出电流达到电流限制设置，则电压将关闭输出，并将恒定电压 (CV) 模式转换为电流限制(CL+ 或 CL-)模式。

前面板	SCPI 命令
选择**保护\OCP** 选中**启用 OCP**。然后按**选择**。	要启用 OCP，请输入以下命令： CURR:PROT:STAT ON

延迟 OCP

您可以为 OCP 延迟指定一个值，以防输出设置、负载和状态的瞬时变化关闭过电流保护。在大多数情况下，这种瞬时情况不应视作过电流保护故障，此时并无必要让 OCP 条件禁用输出。指定 OCP 延迟将使 OCP 电路在指定的延迟区间忽略这些瞬时变化。一旦超过 OCP 延迟时间，且存在过电流条件，则输出将关闭。

以下选项可用于启动过电流延迟定时器：

无论何时，在命令更改输出设置时，**设置更改**可启动过电流延迟。它包括瞬时系统做出的更改，以便在每个列表阶跃值和每个任意波形输出变化时启动定时器。还包括电压和电流转换变化，以便在整个转换期间重新启动定时器。

电流限值通过输出到电流限制模式的任何转换启动过电流延迟定时器。

延迟可以编程设定为 0 到 0.255 秒。您可以指定是通过任何输出到 CC 模式的转换还是只通过更改电压、电流或输出状态设置来启动 OCP 延迟定时器。

前面板	SCPI 命令
选择**保护\OCP** 输入延迟值。然后按**选择**。 默认情况下，是通过输出设置更改启动延迟定时器的。 选中“启动 CC 上的延迟”以通过到 CL 模式的“任何”输出转换启动延迟定时器。	要指定一个 10 毫秒的延迟，请输入以下命令： CURR:PROT:DEL 0.01 要通过输出设置更改启动延迟定时器，请输入以下命令： CURR:PROT:DEL:STAR SCH 要通过到 CL 模式的“任何”输出转换来启动延迟定时器，请输入以下命令： CURR:PROT:DEL:STAR CCTR

影响输出设置或负载变化持续多长时间的因素包括：旧输出值和新输出值之间的差值、电流限制设置、负载电容(CV 模式)或负载电感(CC 模式)。所需延迟必须根据经验判断；输出设定的响应时间特性可供参考。

此外，请注意，输出转入 CL 模式所用的时间也不同 - 具体取决于过电流状况的幅度(与电流限制设置相比)。例如，如果过电流仅稍微大于电流限制设置，则输出用于设置 CC 状态位所需的时间可能是几十毫秒。如果过电流远远大于电流限制设置，则输出用于设置 CL 状态位所需的时间可能是几百毫秒或更少。要确定何时关闭输出，必须将设置 CL 状态位所需的时间增加到过电流保护延迟时间。如果过电流持续时间超过这两个时间间隔的总和，则会关闭输出。

输出监视程序定时器

启用时，如果在用户指定的时间段内远程接口 (USB、LAN、GPIB) 上没有任何 SCPI I/O 活动，输出监视程序定时器会使输出进入保护模式。请注意，监视程序定时器功能不会被前面板上的活动重置 - 在指定的时间段过去之后，输出仍将关闭。

在指定的时间段过期之后，会禁用输出，但编程设定的输出状态不会改变。将对可疑状态寄存器中的 PROT 位及前面板上的 Prot 指示器进行设置。根据下面"清除输出保护功能"下的描述可清除监视程序保护。

监视程序延迟的可编程设定范围为 1 到 3600 秒，每次设置的增量为 1 秒。要启用监视程序定时器并指定延迟值，请按如下所示执行：

前面板	SCPI 命令
选择**保护\WDog** 选中"启用监视程序"以启用监视程序定时器。 在"监视程序延迟"框中输入一个值。然后按**选择**。	要启用输出监视程序定时器，请输入以下命令： OUTP:PROT:WDOG ON 要将输出监视程序定时器设置为 120 秒，请输入以下命令： OUTP:PROT:WDOG:DEL 120

用户定义的保护

使用用户定义的保护可以扩展 APS 的内置保护功能，以包括其他输出行为和状态条件。此设置通过编程设定用户定义的信号表达式并将该表达式发送到设备的保护电路来完成。请参阅 使用表达式信号发送。表达式为真时，使用锁定用户定义的保护 (UProt) 做出响应，并禁用输出。要启用用户定义的保护，请执行以下操作：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\信号\保护** 选中"启用"以启用用户保护。 从"源"下拉列表中选择表达式。然后按**选择**。	要启用用户保护，请输入以下命令： OUTP:PROT:USER:STAT ON 要从 1 到 8 中选择一个表达式，请输入以下命令： OUTP:PROT:USER:SOUR EXPR<1-8>

清除输出保护功能

如果发生过电压、过电流、过温、电源故障条件、电源限制条件、保护条件或抑制信号，则将禁用输出。前面板上相应的运行状态指示器将打开。要清除保护功能并恢复正常运行状态，请先删除导致保护故障的条件。然后，按以下方式清除保护功能：

前面板	SCPI 命令

选择**保护\清除** 选择"清除"。	要清除保护故障，请输入以下命令： OUTP:PROT:CLE

保护关机行为

下表介绍 APS 型号的默认保护关机行为。发生保护事件时，APS 将尝试以下方式禁用输出：

N6900 型号	这些型号没有输出断开继电器。发生保护事件时，设备将立即停止输出功率转换，尝试在 2 毫秒内逐级降低输出电压（在电流额定值的最高 120% 情况下）。使用设备的无源内部网络继续逐级降低，在大多数应用中，这会将系统置于安全放电的状态。设备保持在锁定的保护状态中，直到保护清除为止。
N7900 型号（除 N7976A & N7977A 以外的所有型号）	这些型号具有电流输出断开继电器。除了在 N6900 型号中使用的逐级降低过程外，在发生保护事件后，将向 N7900 型号继电器发出信号，使其立即打开。请注意，电流继电器需要 20 ms 才能完全打开。
N7976A & N7977A 型号	由于这些型号的电压量较高，因此为其配备了快速固态断开开关（关闭时间 < 5 µs），这些开关与电流继电器串联在一起。发生保护事件时，固态开关将在 2 ms 的逐级降低期间过后打开。之后，电流继电器将在 20 ms 的延迟时间过后打开。

自定义关机行为

此功能适用于固件版本 A.01.13 及更高版本。

如果您的被测设备具有能源供应能力，如电池、电源或大电容器的功能那样，那么保护功能的向下编程功能可能会对被测设备造成不良影响。

因此，您可以根据下列选择自定义保护关机行为：

低阻抗 - 将输出电压设置为零，然后断开连接。在关闭变化期间，将在 2 ms 内进行最大负电流吸收。这是默认保护行为，如上表中所述。

高阻抗 - 在没有有效吸收电流的情况下断开输出连接。如果没有有效吸收电流，将需要较长时间消耗输出能量，因为向下编程仅由设备的被动内部网络决定。

使用以下命令可以配置所有保护条件的关闭行为：

前面板	SCPI 命令
选择**保护\模式** 选中"高阻抗"或"低阻抗"。然后按**选择**。	要选择高阻抗模式，请输入以下命令：OUTP:PROT:MODE HIGHZ 要选择低阻抗模式，请输入以下命令：OUTP:PROT:MODE LOWZ

注意 从电压优先模式切换到电流优先模式（或反过来）时，出于安全原因，模式设置将恢复到低阻抗模式。

如果在输出电压超过 60 V 的情况下，型号上发生电源故障关机故障，出于安全原因，向下编程电路将对此故障条件保持启用状态。

对瞬发输出进行编程

所有瞬变的常用操作

对瞬发阶跃进行编程

对瞬发列表进行编程

对任意波形进行编程

输出瞬变

输出瞬变已定义为可改变输出电压或电流的触发操作。三个可用的瞬变类型是：阶跃、列表和任意波形。

输出阶跃是一个可一次完成的事件，该事件将输出电压或电流向上或向下阶跃来响应触发。

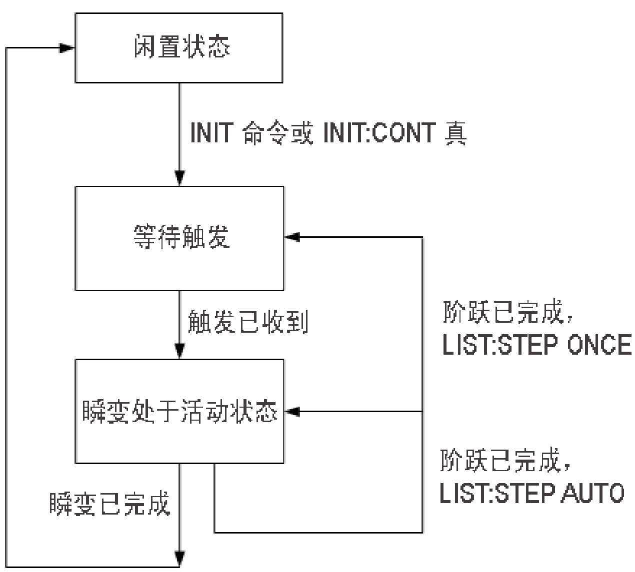
列表描述了输出阶跃或变化的时间精确且复杂的序列。

任意波形发生器 (Arb) 允许输出生成用户定义的复杂电压或电流波形，其中包含多达 65,535 个数据点。

所有瞬变的常用操作

- 启用输出瞬变函数
- 对瞬时参数进行编程
- 选择触发源
- 启动瞬时系统
- 触发瞬变

下图介绍瞬变触发过程。这适用于所有瞬变类型。右侧的箭头特定于“列表”瞬变。有关触发系统的概述，请参考触发概述。



启用输出瞬变函数

首先，您必须启用输出以响应瞬变触发。除非启用了输出瞬变功能，否则不会发生触发，即使您已编程设定了瞬变参数并生成了瞬变触发。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\模式**。 如果您要在电压优先模式中运行，请选择"电压"模式。如果您要在电流优先模式中运行，请选择"电流"模式。 在下拉列表中，选择"阶跃"、"列表"或"任意波形"瞬变。然后按**选择**。	要启用瞬变功能，请使用： VOLT:MODE STEP VOLT:MODE LIST VOLT:MODE:ARB 或 CURR:MODE STEP CURR:MODE:LIST CURR:MODE:ARB

注意 在"阶跃"模式中，已触发的值在接收到触发后将成为立即值。在"固定"模式中，触发信号将被忽略；立即值在接收到触发后仍有效。

对瞬时参数进行编程

例如，如果要编程设定电压阶跃，请设置触发电压电平：

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\阶跃**。 选择"触发电压"框设置电压。 输入值并按"选择"。	要设置 15 V 电压阶跃电平供使用，请输入以下命令： VOLT:TRIG 15

选择触发源

注意 无论选定的触发源为何，通过总线的 TRIGger:TRANsient[:IMMediate] 命令将始终生成立即瞬变触发。

除非您使用前面板菜单或 TRIGger:TRANsient[:IMMediate] 命令来触发瞬变，否则，请从以下选项选择一个触发源：

触发源	说明
Bus	选择 GPIB 设备触发、*TRG 或 <GET>(成组执行触发)。
EXPRession <1-8>	从 8 个用户定义的表达式中选择其一。请参见定义信号表达式。
外部	选择已配置为数字控制端口上的触发输入的"任意"针脚。
立即	只要它为 INITiated，就可触发瞬变。
针脚 <1-7>	选择已配置为数字控制端口上的触发输入的特定针脚 <n>。

使用以下命令选择触发源：

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\触发源**。 要选择立即触发，请选择“Imm”。 要选择“总线”触发，请选择“Bus”。 要选择数字针 5 作为触发，请选择“Pin 5”或“EXT”。 要选择表达式 1 作为触发，请选择“Expr1”。	要选择总线触发，请输入以下命令： TRIG:TRAN:SOUR BUS 要选择数字针脚 5 作为触发，请输入以下命令： TRIG:TRAN:SOUR PIN5 要选择表达式 1 作为触发，请输入以下命令： TRIG:TRAN:SOUR EXPR1

启动瞬时系统

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
选择**瞬变\控制**。 滚动到“启动”。然后按**选择**。	要启动瞬变触发系统，请输入以下命令： INIT:TRAN

在收到 INITiate:TRANsient 命令后，仪器准备接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_tran 位，以了解仪器在启动后何时接收触发信号。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\控制**。 Trig 状态字段表示“已启动”。	要查询 WTG_tran 位(第 4 位)，请输入以下命令： STAT:OPER:COND?

如果此查询返回的位值是 16，则 WTG_tran 位为真，并且仪器准备接收触发信号。请参阅状态概述

注意 如果未编程设定 INITiate:CONTinuous:TRANsient，仪器将在每次接收到触发信号时执行一个瞬变。因此，每次进行另一个触发瞬变时，都必须启动触发系统。

触发瞬变

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瞬变：

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\控制**。 选择“触发”生成立即触发信号，无论触发源设置为何。	要生成瞬变触发，请输入以下命令： TRIG:TRAN 或者，如果触发源是“总线”，您还可以编程设定一个 *TRG 或 IEEE-488 <get> 命令。

如上所述，触发也可由数字针脚或用户定义的表达式生成。如果将任何这些系统配置为触发源，仪器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。下列命令可将触发系统返回到空闲状态：

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\控制**。 然后选择 Abort 控制。	ABOR:TRAN

接收到触发后，已触发的功能将设置为其编程设定的瞬变值。在完成触发操作后，触发系统将返回到空闲状态。

您可以在操作状态寄存器中测试 TRAN-active 位，以了解瞬变触发系统何时返回到空闲状态。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\控制**。 Trig 状态字段表示"空闲"。	要查询 TRAN-active 位(第 6 位)，请输入以下命令： STAT:OPER:COND?

如果此查询返回的位值为 64，则 TRAN-active 位为真，并且瞬变操作未完成。如果 TRAN-active 位为假，则瞬变操作已完成。请参阅状态教程了解详细信息。

对瞬发阶跃进行编程

编程设定阶跃电平

使用以下命令编程设定已触发的输出阶跃电平。输出将在接收到触发后转至该电平。在前面板菜单中，您只能根据您正在运行的优先级模式(电压或电流优先)设置阶跃电平。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\阶跃**。 选择"触发电压"框设置电压。选中"触发电流"框设置电流。输入值并按"选择"。	要设置 15 V 电压阶跃电平供使用，请输入以下命令： VOLT:TRIG 15 要将电流阶跃电平设置为 1 A，请输入： CURR:TRIG 1

生成触发输出信号

输出阶跃可生成触发信号，以将该信号路由至已配置为触发输出 (TOUT) 的数字端口上的一个针脚。发生阶跃时，请使用以下命令生成触发信号：

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\阶跃**。 选中启用触发输出。然后按**选择**。	要编程设定"阶跃"函数来生成触发信号，请使用： STEP:TOUT ON

对瞬发列表进行编程 仅限 N7900 机型

- 对列表值进行编程
- 对驻留值进行编程
- 指定间隔列表
- 指定列表应生成的任何触发信号
- 指定希望列表重复的次数
- 指定列表结束的方式

通过“列表”，您可以生成复杂的输出变化序列且定时快速精确，可与内部或外部信号同步。与输出阶跃相反，输出阶跃是一个一次性输出变化，而输出列表是一个输出变化序列。这些列表最多可包含 512 个单独编程设定的阶跃，并可编程设定为自身重复。只有与优先级模式之一(电压或电流优先)有关的参数才可以通过列表进行控制。

电压和电流列表由单独的驻留列表间隔，该列表定义每个阶跃的持续时间或驻留时间。这 512 个阶跃的每一个均可拥有与其相关的唯一驻留时间，该时间将用于指定列表移至下一个阶跃之前在该阶跃处保留的时间(以秒为单位)。

“列表”也可以是触发间隔的，在触发间隔中列表使收到的每个触发前进一个阶跃。这在需要输出列表紧跟在触发事件后时非常有用。通过触发间隔的列表，驻留期间接收到的触发将被忽略。您可以将列表驻留时间设置为零，以确保不丢失任何触发。

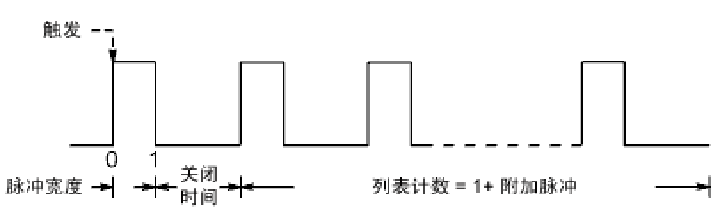
“列表”也可以在指定的阶跃中生成触发信号。可通过其他两个列表生成触发信号：阶跃开始 (BOST) 列表和阶跃结束 (EOST) 列表。这些列表定义了哪些阶跃将生成触发信号以及触发是在阶跃开始还是结束时发生。可使用这些触发信号将其他事件与列表同步。

必须将所有列表(电压、电流、驻留时间、BOST、EOST)设置为相同数量的阶跃，否则在列表运行时会发生错误。为了方便起见，将仅使用一个阶跃或值对列表进行编程设定。在这种情况下，单阶跃列表被视为具有与其他列表相同数量的阶跃，并且所有值都相同。

注意 没有将列表数据作为已保存仪器状态的一部分保存。

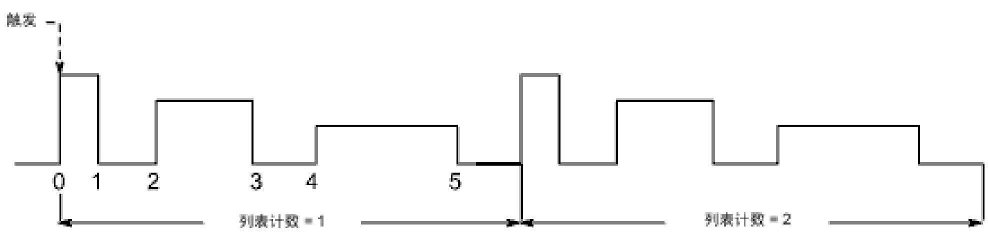
对列表值进行编程

示例 1 如果要编程设定电压脉冲或脉冲序列，请设置脉冲的振幅和宽度。要生成振幅为 15 V 以及脉冲宽度为 1 秒的脉冲，请使用：



前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\列表\配置**。 选择"列表阶跃 0(脉冲)"，然后输入电压值 15。按"选择"。 选择"列表阶跃 1(关闭时间)"，然后输入电压值 0。按"选择"。	要编程设定阶跃 0(脉冲)和阶跃 1(关闭时间)的振幅，请输入： LIST:VOLT 15,0

示例 2 如果要编程任意电压列表，请指定列表值。输入值的顺序决定了输出值的顺序。要生成图中显示的电压列表，列表需包含以下值：9、0、6、0、3、0：



前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\列表\配置**。 选择"列表阶跃"数并输入电压值。按"选择"。 对每个阶跃值重复此操作。使用向上/向下键头选择下一个阶跃值。	要编程设定 5 个阶跃的电压列表，请输入： LIST:VOLT 9,0,6,0,3,0

对驻留值进行编程

示例 1 如果要编程设定电压脉冲，请设置脉冲宽度的驻留时间。此外，还需指定关闭时间的驻留时间。这在想要生成脉冲序列时是必要的，因为关闭时间决定了脉冲之间的时间。要生成脉冲宽度为 1 秒，关闭时间为 2 秒的脉冲，请使用：

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\列表\配置**。 选择"列表阶跃 0(脉冲)"，然后输入驻留时间值 1。按"选择"。 选择"列表阶跃 1(关闭时间)"，然后输入驻留时间值 2。按"选择"。	要设置阶跃 0(脉冲)和阶跃 1(关闭时间)的驻留时间，请输入： LIST:DWEL 1,2

现在已配置了单脉冲。如果想要生成脉冲序列，只需按照"指定列表重复的次数"下的说明指定脉冲重复次数。

示例 2 如果要编程任意电压列表，请指定列表值。驻留时间值确定以秒为单位的时间间隔，它是在输出前进到下一个阶跃值之前，在每个阶跃值上保留的时间。要指定图中六个驻留时间间隔，列表需包含以下值：2、3、5、3、7、3：

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\列表\配置**。 选择"列表阶跃"数并输入驻留值。按"选择"。 对每个阶跃值重复此操作。使用向上/向下键头选择下一个阶跃值。	要编程设定 5 个值的驻留时间，请使用： LIST:DWEL 2,3,5,3,7,3

注意 驻留时间阶跃数必须等于电压阶跃数。如果驻留时间列表只有一个值，则该值将应用于列表中的所有阶跃。

指定间隔列表

您可以指定列表是驻留间隔，还是触发间隔。默认选项是驻留间隔。

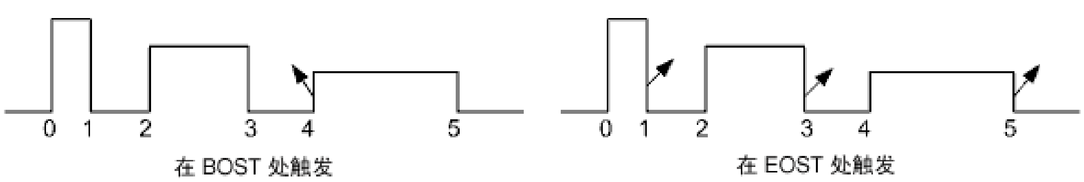
在驻留间隔列表中，将为每个阶跃分配一个驻留时间。驻留时间确定输出保留在每个阶跃上的时间。随着每个驻留时间经过，下个阶跃将立即输出。

在触发间隔列表中，列表使收到的每个触发前进一个阶跃。如果要忽略驻留时间内的触发，或要保证触发列表阶跃之间的最小驻留时间，您还可以设置一个驻留期间。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\列表\间隔**。 选择驻留间隔或触发间隔。然后按**选择**。	要将列表阶跃设置为驻留间隔，请输入： LIST:STEP AUTO 要将列表阶跃设置为触发间隔，请输入： LIST:STEP ONCE

指定列表应生成的任何触发信号

您可以生成可路由至其他目标的触发信号。请参阅 使用表达式信号发送。例如，您可以使用触发信号在连接到数字端口的任何外部设备上触发操作。下图提供了在示例 2 的任意列表上生成四个触发信号的示例。



前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\列表\配置**。 选择"列表阶跃"编号 4。要生成触发，在"Tout 开始阶跃"字段中输入 1。 选择"列表阶跃"编号 0、2 和 4。要生成触发，在"Tout 结束阶跃"字段中输入 1。 如果在这些字段中输入了零，则不会为阶跃生成任何触发。	要在阶跃 4 开始点设置触发，请输入： LIST:TOUT:BOST 0,0,0,0,1,0 要在阶跃 0、2 和 4 结束点设置触发，请输入： LIST:TOUT:EOST 1,0,1,0,1,0

指定希望列表重复的次数

您可以指定列表(或脉冲)重复的次数。重置后，列表计数将设置为 1 次重复。在 SCPI 命令中发送 INFinity 参数可使列表重复无限次。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\列表\重复**。 输入列表重复次数 (2)，然后按"选择"。	要将列表编程设定为重复两次，请输入： LIST:COUN 2

指定列表结束的方式

请指定列表完成后的输出状态。有两个选项：输出将返回至列表开始前的有效值，或输出将保留为最后一个列表阶跃的值。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\列表\终止**。 选择"返回到开始"、"在最后一步停止"并按"选择"。	要将输出返回到列表前的状态，请输入： LIST:TERM:LAST OFF 要将输出保留在结束列表状态，请输入： LIST:TERM:LAST ON

对任意波形进行编程 仅限 N7900 机型

- 指定 Arb 类型和驻留
- 配置 Arb
- 指定希望 Arb 重复的次数
- 指定您希望的 Arb 结束的方式

注意 特定的输出振幅和频率组合可超过仪器的动态响应功能，并造成输出关闭，尤其在无负载的情况下。有关详细信息，请参阅输出动态响应。

Keysight N7900 机型的输出可以通过仪器的内置任意波形发生器进行调制。这允许输出生成用户定义的复杂电压或电流波形。下面为恒定驻留任意波形发生器的主要功能：

- 生成电压或电流任意波形。
- 任意波形最多可包含 65,535 个数据点。
- 单个驻留值适用于任意波形(恒定驻留)中的每个点。
- 只能生成与活动优先级模式(电压或电流优先级)对应的任意波形。

指定 Arb 类型和驻留

要指定"任意波形"类型或驻留，请执行以下操作：

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\Arb\控制**。 在下拉列表中，选择一个电压或电流任意波形。然后按**选择**。 在"驻留"字段中输入一个驻留值。然后按**选择**。	要指定电压或电流任意波形，请输入以下命令： ARB:FUNC:TYPE VOLT ARB:FUNC:TYPE CURR 要将驻留时间指定为 1 毫秒，请输入： ARB:VOLT:CDW:DWEL 0.001 ARB:CURR:CDW:DWEL 0.001

配置 Arb

请注意，您只能通过前面板*查看*任意波形点数据。不能通过前面板*编程设定*任意波形数据。您必须使用 SCPI ARB:CURRent:CDWell 或 ARB:VOLTage:CDWell 命令编程设定波形数据数据。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\Arb\控制**。 如果已使用 SCPI 命令导入或编程设定波形数据点，则"点数"字段会限制任意波形中的点数。 要查看任一任意波形点的振幅，请在"点编号"字段中输入该点的编号。"电平"字段中将显示振幅。	要在当前任意波形中设置 10 个点，请输入： ARB:CURR:CDW 1,2,2,3,4,4,3,2,2,1 要查询任意波形的点数，请输入： ARB:CURR:CDW:POIN? 要查询任意波形点值，请输入： ARB:CURR:CDW?

指定希望 Arb 重复的次数

根据您的实际应用，指定任意波形重复的次数。在 SCPI 命令中发送 INFinity 参数可使任意波形重复无限次。重置后，任意波形计数将设置为 1。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\任意波形\重复**。 输入列表重复次数 (2)，然后按"选择"。	要将任意波形编程设定为重复两次，请输入： ARB:COUN 2

指定您希望的 Arb 结束的方式

请指定任意波形完成后的输出状态。有两个选项:此输出将返回到任意波形开始前所处的状态，或此输出将保留最后一个任意波形点的值。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\任意波形\终止**。 选择"返回到开始"、"在最后一步停止"并按"选择"。	要将输出返回到任意波形前的状态，请输入: ARB:TERM:LAST OFF 要将输出保留在任意波形结束点，请输入: ARB:TERM:LAST ON

输出序列化

本节介绍如何同步单个或多个设备上的输出开启和关闭序列化。

开启/关闭行为

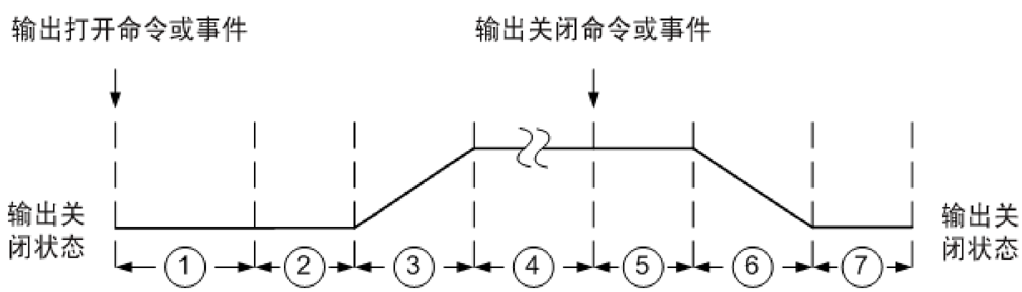
开启/关闭延迟

启用/禁用输出

为多个设备进行排序

开启关闭行为

下图介绍了输出开启和关闭序列化，后跟各个组件的说明。



序列化说明

1. 在接收到 Output On 命令之后，电源等待用户编程设定的开启延迟的持续时间(默认值为零)。
2. 在电压优先模式下，内部延迟时间内，因输出继电器闭合，电源将输出设定为最小电压设置，其中 N6900 型号延迟时间为 12 毫秒，N7900 型号延迟时间为 38 毫秒。在电流优先模式下，内部延迟时间内，因继电器闭合，电源将确保零输出电流，其中 N6900 型号延迟时间为 14 毫秒，N7900 型号延迟时间为 46 毫秒。
3. 根据压摆率和相容性限制，输出被设定为输出设置。
4. 输出达到设定的设置。
5. 在接收到 Output Off 命令之后，电源等待用户编程设定的关闭延迟的持续时间(默认值为零)。
6. 在电压优先模式下，电源将输出向下设定为最小电压设置。在电流优先模式下，电源将输出电流向下设定为零。在这两种情况下都必须遵循压摆率设置(如有设定)。如果未设定压摆率设置，电源将等待长达 250 毫秒，以便输出在进行下一步骤之前执行向下设定。
7. 对于 N6900 型号，要立即关闭输出阶段。对于 N7900 型号，需要额外等待 18 毫秒，以便在关闭输出阶段之前关闭输出继电器。

注意 要避免 N7900 型号中的继电器开启/关闭延迟，可以发送一个非易失性 OUTPut:RELay:LOCK 命令，然后延迟可以反方向位移那些在 N6900 型号中看到的。

开启 /关闭延迟

所有电源从收到开启输出的命令到实际开启输出都存在最小的延迟偏移。指定通用延迟偏差将用作用户编程设定的开启延迟的参考点。该用户定义的偏差还可以实现同时连接多个电源，在多个输出上编程设定准确的开启延迟序列。然后，用户编程设定的开启延迟将添加到通用用户定义的参考点。

在关闭输出的情况下不需要指定通用延迟偏移。只要接收到输出关闭命令，输出即开始执行其关闭延迟。

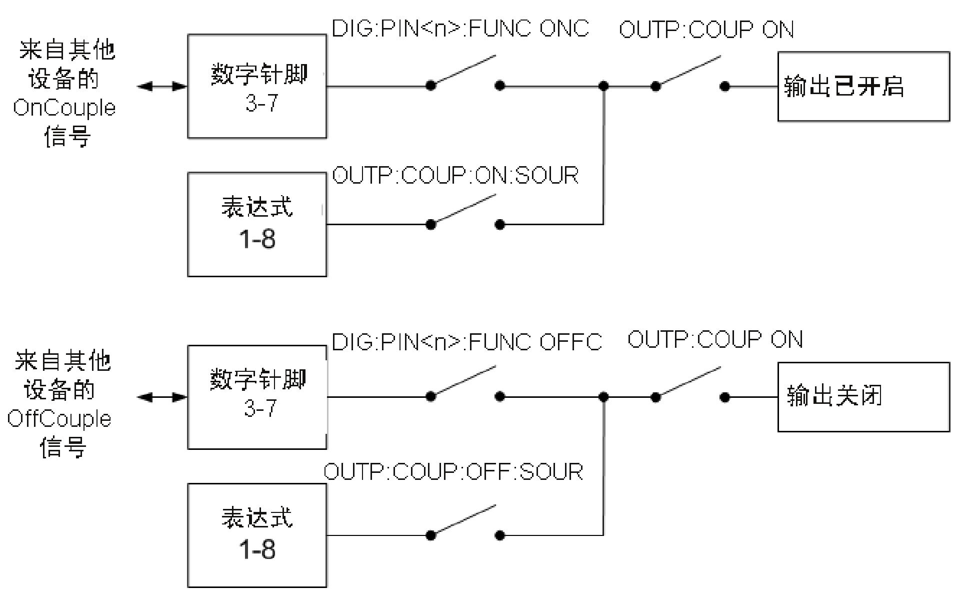
下表列出了这些最大延迟偏移。

型号	电压优先级	电流优先级
N6900 型号 或锁定的继电器	12 毫秒	14 毫秒
N7900 型号	38 毫秒	46 毫秒

启用 /禁用输出

除了前面板和 SCPI Output On 和 Output Off 命令，您还可以使用 OnCouple、OffCouple 和表达式信号来启用和禁用输出。当为单个和多个设备上的输出排序时，这些信号将提供额外级别的控制。

下图介绍了使用 OnCouple、OffCouple 和表达式信号控制输出时使用的编程路径。



如图所示，可以配置数字端口针脚 3 到针脚 7，以提供可以启用或禁用输出的 OnCouple 和 OffCouple 信号。当相应的信号为真时，可以启用或禁用输出。有关配置数字端口针脚的更多信息，请参阅输出耦合控制。

用户定义的表达式信号还可以用于启用或禁用输出。用户定义的表达式可以组合多种状态信号和输出级别条件，以便创造在真时可以启用或禁用输出的表达式信号。有关更多信息，请参阅确定信号表达式和信号表达式目标。

最后，必须启用输出序列化以使用 OnCouple、OffCouple 和表达式信号启用或禁用输出。参见以下 启用输出排序。

为多个设备进行排序

要为多个设备的输出开启排列序列，请执行以下步骤：

1.连接并配置所有设备的数字连接器针脚。

2.启用每个设备上的序列功能。

3.指定每个设备的用户编程设定的开启延迟。

4.如果电源具有**不同的**最小延迟偏移，则需要进行此步骤(见上)。指定所有排序设备的通用延迟偏移。通用延迟偏移必须大于或等于最大的最大延迟偏移。完成通用延迟偏移时，将启动用户编程设定的开启延迟。

连接并配置数字连接器针脚。

必须将已排序设备的数字连接器针脚连接在一起并进行配置。请参阅输出耦合控制了解详细信息。

启用输出排序

必须启用每个设备上的输出开启序列化，直到加入输出开启同步。

前面板	SCPI 命令
选择**输出\序列\耦合**。 选中"启用"以启用序列化。 取消选中以禁用序列化。	要启用序列化，请发送： OUTP:COUP ON 要禁用序列化，请发送： OUTP:COUP OFF

指定每个设备的开启和关闭延迟

可为所有耦合设备指定开启延迟。可以实现任何延迟序列。对于序列的内容以及哪个设备作为系列中的第一个输出没有任何限制。

前面板	SCPI 命令
选择**输出\序列\耦合**。 以秒为单位指定开启延迟。 对其他每台设备重复以上操作。	设定开启延迟的编程： OUTP:DEL:RISE .02 对每台仪器重复以上操作。

可为所有耦合设备指定关闭延迟。可以实现任何延迟序列。对于序列的内容以及哪个设备作为系列中的第一个输出没有任何限制。

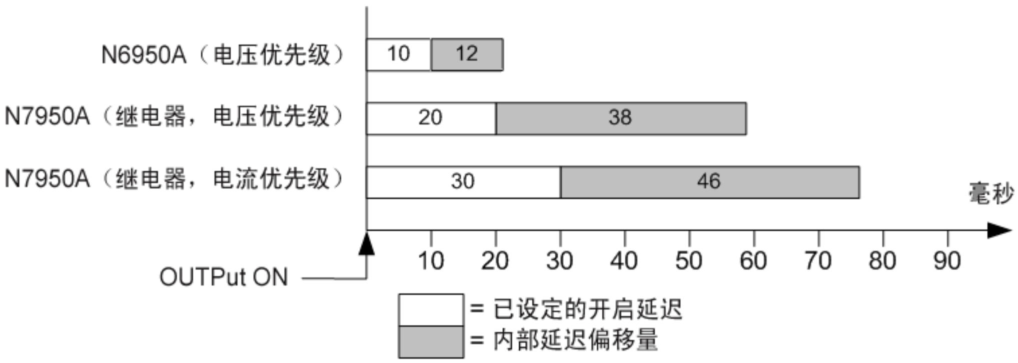
前面板	SCPI 命令
选择**输出\序列\耦合**。 以秒为单位指定关闭延迟。 对其他每台设备重复以上操作。	设定关闭延迟的编程： OUTP:DEL:FALL .01 对每台仪器重复以上操作。

注意 在关闭输出的情况下不需要指定延迟偏移。只要接收到输出关闭命令，输出即开始执行其关闭延迟。

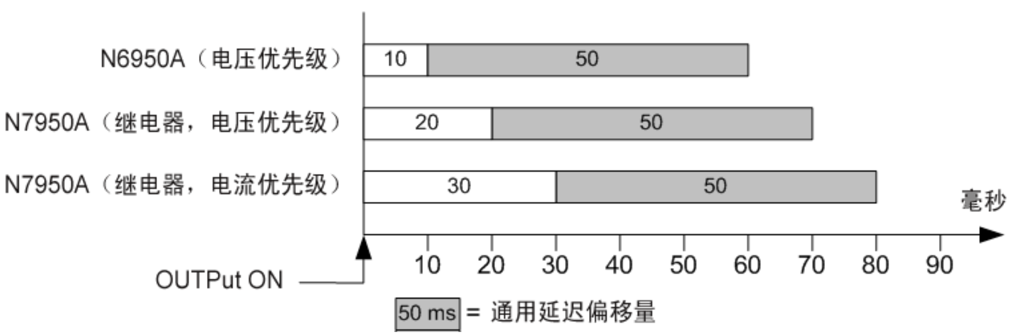
指定通用延迟偏移

下图说明使用不同的最小延迟偏移为电源排序时，通用延迟偏移该如何用于同步用户编程设定的开启延迟。

在第一张图中，输出开启的实际启动的时间为 22 ms、58 ms 和 76 ms，因为最小延迟偏移被添加到了用户编程设定的开启延迟。



在第二张图中，虽然无法消除最小延迟偏移，但您可以指定通用延迟偏移以精确同步每一个用户编程设定的开启延迟。在此示例中，输出开启的实际启动的时间相应为 60 ms、70 ms 和 80 ms。您始终需要考虑通用延迟偏移。



通用延迟偏移可确保用户编程设定的开启延迟同步，以便在通用延迟偏移完成时启动。对每个设备的延迟偏移进行查询并将最慢的延迟用作通用延迟偏移。

前面板	SCPI 命令
选择**输出\序列\耦合**。 "此帧的最大延迟偏移"字段显示了设备的延迟偏移。在"延迟偏移"字段中键入最慢设备的延迟偏移值(单位为毫秒)。然后按**选择**。	要查询最慢设备的延迟偏移，请输入以下命令： OUTP:COUP:MAX:DOFF? 使用最慢设备的延迟偏移指定通用延迟偏移 OUTP:COUP:DOFF .051

进行测量

平均测量

APS 型号有一个完全集成的伏特表和安培表，用于测量提供到负载的实际电压和电流。

无论何时接通电源，前面板都会通过获得许多指定数量的电源线路周期上的测量和样本的平均值自动测量输出电压和电流。电源线路周期的默认数量是 1 个周期。在 1 个周期内，样本(或点)数是 3255 (60 Hz) 和 3906 (50 Hz)。默认样本间隔为 5.12 微秒。

使用以下命令进行测量：

前面板	SCPI 命令
选择 **[Meter]** 仪表键。 重复按该键可在以下"测量"功能之间循环： 电压、电流 电压、功率 电压、电流、功率 如果出现短划线，前面板测量将被中断，因为正在进行远程接口测量。	要测量平均 (DC) 输出电压、电流或功率： MEAS:VOLT? MEAS:CURR? MEAS:POW? 要从先前采集的阵列中返回测量数据： FETC:VOLT? FETC:CURR? FETC:POW?

电源线周期数 (NPLC)

您可以按照电源线路周期 (NPLC) 数设置测量时间。使用电源线路周期整数可以减少线频率源的噪声测量。

前面板	SCPI 命令
选择**测量\NPLC** 仅限 N6900 机型 选择**测量\扫描** 仅限 N7900 机型 在"NPLC"字段输入电源线路周期数。然后按**选择**。	要将电源线路周期数设置为 10，请使用： SENS:SWE:NPLC 10

注意　使用 SENSe:SWEep:NPLC 命令自动检测交流线路频率。

测量窗口

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(如交流电源线波纹)，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。

处理交流电源线波纹的一种方法是使用 Hanning 窗口。在计算平均值测量时，Hanning 窗口可将 cos4 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**测量\窗口**。 然后选择矩形窗口或 Hanning 窗口。然后按**选择**。	要设置检测 Hanning 窗口，请使用： SENS:WIND HANN

无缝电流测量量程确定功能 仅限 N7900 机型

Keysight N7900 型号有两个电流量程，一个高量程和一个低量程(参见规格)。无缝的电流量程函数确保了不会因为范围切换而丢失任何数据。默认情况下已启用量程确定功能。启用无缝电流量程确定功能的命令包括：

前面板	SCPI 命令
选择**测量\范围**。 选择"自动"启用无缝量程确定功能。然后按**选择**。	要启用无缝量程确定功能： SENS:CURR:RANG:AUTO ON

您可以手动选择电流测量的下限(或上限)。如果测量未超出量程，那么较低的电流量程可以提供较高的测量精度。如果测量结果超出此量程，将会出现"过载"错误。使用以下命令选择电流测量下限。

前面板	SCPI 命令
选择**测量\范围**。 在"电流"下拉菜单中，选择测量范围的下限(或上限)。然后按**选择**。	要设置 2.5 A 量程： SENS:CURR:RANG 2.5 设置为小于量程最高额定值的任何值。

安培-小时值和瓦特-小时值测量

安倍-小时和瓦特-小时测量在所有 APS 型号上可用。此类测量独立于其他测量。

通过累积全范围电流和功率测量，约为 200k 样本/秒，创建安倍-小时和瓦特-小时测量。累加器可以承载至少 100000 小时的充足信息。

累积充电的大约限制：在 Coulomb 中为 ±(900,000,000•$I_{额定值}$)或在安倍-小时中 ±(250,000•$I_{额定值}$)。

累积能量的大约限制：在 Joules 中为 ±(1,100,000,000•$P_{额定值}$)或在瓦特-小时中为 ±(310,000•$P_{额定值}$)。

$I_{额定值}$是设备的电流额定值。$P_{额定值}$是设备的功率额定值(1 kW 或 2 kW)。

前面板	SCPI 命令
选择**测量\窗口\AHWH**。 显示累积的安倍-小时和瓦特-小时。 选择"重置"以将测量返回到零。	要返回安倍-小时： FETC:AHO? 要返回瓦特-小时： FETC:WHO? 要重置安倍-小时和瓦特-小时： SENS:AHO:RES SENS:WHO:RES

温度测量

您可以返回在设备右侧空气进口处测量的环境温度。

您可以返回内置温度传感器之间的温度差异和过热断路电平。已报告距离过热保护中断最近的传感器的剩余温度余量。

温度测量以摄氏度返回。

前面板	SCPI 命令
选择**测量\窗口\温度**。 以摄氏度显示环境温度和过热余量。	要返回环境温度： SYST:TEMP:AMB? 要返回过热余量： OUTP:PROT:TEMP:MARG?

数字化测量 仅限 N7900 机型

除了在前面板和通过 SCPI 命令都可用的平均电压、电流和功率测量外，也可返回数字化测量。因为您可以选择返回测量的类型并微调测量的质量，所以数字化测量区别于平均值测量。

测量类型

以下为可用的数字化测量。只能使用对应的 SCIP 命令进行测量。

ACDC 是返回总 RMS 测量 (AC + DC) 的计算。

高电平是使用最大和最小数据点之间的 16 个 bin 生成波形直方图的计算。包含超过 50% 的大多数数据点的 bin 是高 bin。高 bin 中所有数据点的平均值将以高电平返回。如果高 bin 所含采集点数少于总数的 1.25%，将返回最大数据点。

低电平是使用最大和最小数据点之间的 16 个 bin 生成波形直方图的计算。包含少于 50% 的大多数数据点的 bin 是低 bin。低 bin 中所有数据点的平均值将以低电平返回。如果低 bin 所含采集点数超过总数的 1.25%，将返回最小数据点。

MAX 是数字化测量的最大值。

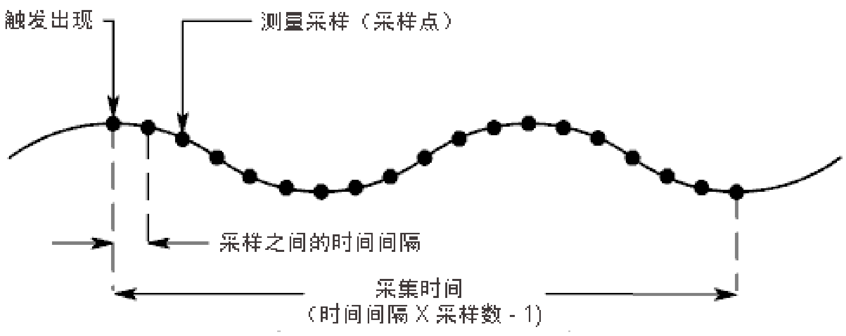
MIN 是数字化测量的最小值。

阵列查询也可用于返回电压和电流测量缓冲区的所有值。不应用平均值，从缓冲区只返回原始数据。

前面板菜单	SCPI 命令
不可用	要测量 RMS 电压和电流： MEAS:VOLT:ACDC? MEAS:CURR:ACDC? 要测量脉冲的高电平： MEAS:VOLT:HIGH? MEAS:CURR:HIGH? 要测量脉冲的低电平： MEAS:VOLT:LOW? MEAS:CURR:LOW? 要测量最大值： MEAS:VOLT:MAX? MEAS:CURR:MAX? 要测量最小值： MEAS:VOLT:MIN? MEAS:CURR:MIN? 要测量并返回阵列数据： MEAS:ARR:VOLT? MEAS:ARR:CURR? MEAS:ARR:POW?

测量质量

下图显示了测量样本(或点)之间的关系以及典型测量中样本之间的时间间隔。您可以通过指定测量采集中点的数量和点之间的时间间隔对测量进行微调。



您可以如下配置测量采集：

前面板	SCPI 命令
选择**测量\扫描**。 输入点数。然后按**选择**。 输入时间间隔。然后按**选择**。	要用 4096 个样本设置时间间隔为 60μs，请使用： SENS:SWE:TINT 60E-6 SENS:SWE:POIN 4096

适用于所有测量的最大样本点数为 512 K (K = 1024) 点。

电压和电流测量中，时间间隔的值的范围为 5.12 微秒到 40000 秒。大于 5.12 微秒的值将取整为 5.12 微秒增量最接近的数。大于 10.24 微秒的值将取整为 10.24 微秒增量最接近的数。大于 20.48 微秒的值将取整为 20.48 微秒增量最接近的数。

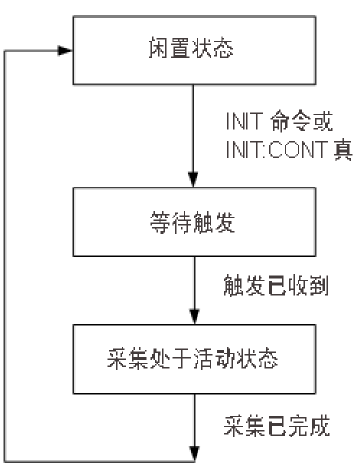
注意：Keysight N7900 型号也支持 NPLC(电源线路周期数) 命令以配置如上所述的 tint 和点。NPLC 命令自动增加点数以维护可能的最短时间间隔。如果达到时间间隔的最大点数，将增加时间间隔。

测量触发 仅限 N7900 机型

- 如果需要，捕获预触发数据
- 选择触发源
- 启动采集系统
- 触发测量
- 获取测量结果
- 每次测量多个触发事件

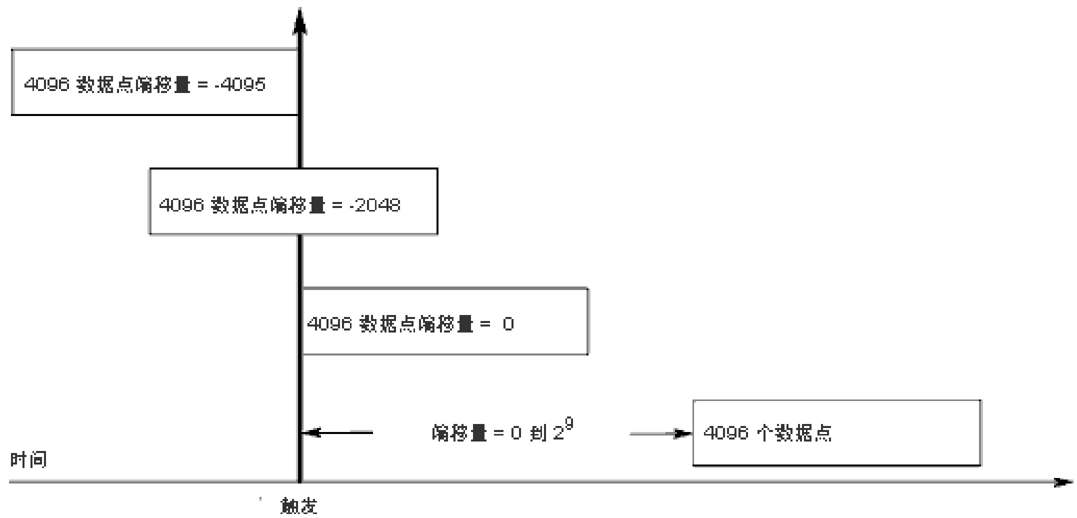
使用采样触发系统以将数字化测量和多个触发源的触发信号同步。然后使用 FETCh 命令从采样数据中返回电压或电流信息。

下图介绍了测量采样过程。此过程应用于测量触发和外部数据记录。有关触发系统的概述，请参考触发概述。



如果需要，捕获预触发数据

测量系统可让您捕获触发信号之前、之后和触发信号时的数据。如下图所示，您可以移动参照触发信号将读取的数据块移动到采集缓冲区中。这可让您进行预触发或触发后数据采样。



要偏移与采样触发相关的采样缓冲区的起始位置：

前面板	SCPI 命令
选择**测量\扫描**。 输入偏移值。然后按**选择**。	要偏移测量 100 个点，请使用： SENS:SWE:OFFS:POIN 100

值为 0 时，所有测量样本发生在触发之后。负值表示触发后获得样本前的延迟。这可以被用来排除发生在延迟时间的测量样本。(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集。这样可以使您获得触发前的测量样本。

选择触发源

注意 触发：无论选定的触发源如何，总线上的采样 [:IMMediate] 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：

触发源	说明
Bus	选择 GPIB 设备触发、*TRG 或 <GET>(成组执行触发)。
电流	选择输出电流电平。
表达式 <1-8>	从 8 个用户定义的表达式中选择其一。请参阅 使用表达式信号发送。
外部	选择已配置为数字控制端口上的触发输入的"任意"针脚。
针脚 <1-7>	选择已配置为数字控制端口上的触发输入的特定针脚 <n>。

瞬变	选择设备的瞬变系统。您必须设置瞬变系统以生成一个触发输出信号。请参阅编程输出瞬变。
电压	选择输出电压电平。

使用以下命令选择触发源：

前面板	SCPI 命令
不可用	要选择总线触发，请输入以下命令： TRIG:TRAN:SOUR BUS 要选择数字针脚 5 作为触发，请输入以下命令： TRIG:ACQ:SOUR PIN5 要选择电压或电流电平： TRIG:ACQ:SOUR VOLT TRIG:ACQ:SOUR CURR 要选择输出瞬变作为触发： TRIG:ACQ:SOUR TRAN 要选择表达式 1 作为触发，请输入以下命令： TRIG:ACQ:SOUR EXPR1

启动采集系统

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。

前面板菜单	SCPI 命令
不可用	启动测量触发系统： INIT:ACQ

在收到 INITiate:ACQuire 命令后，仪器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，以了解仪器在启动后何时接收触发。

前面板	SCPI 命令
选择**测量\控制**。 Trig 状态字段表示“已启动”。	要查询 WTG_meas 位（第 3 位），请输入以下命令： STAT:OPER:COND?

如果查询响应中的第 3 位已设置，则 WTG_meas 位为真，并且仪器准备接收触发信号。请参阅状态教程了解详细信息。

注意 每当仪器接收到一条总线、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。

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：

前面板菜单	SCPI 命令
不可用	要生成测量触发： TRIG:ACQ 或者，如果触发源是"总线"，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电平，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，仪器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。下列命令可将触发系统返回到空闲状态：

前面板	SCPI 命令
选择**测量\控制**。 然后选择 Abort 控制。	ABOR:ACQ

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。

前面板菜单	SCPI 命令
不可用	要返回 RMS 电压和电流： FETC:VOLT:ACDC? FETC:CURR:ACDC? 要返回脉冲的高电平： FETC:VOLT:HIGH? FETC:CURR:HIGH? 要返回脉冲的低电平： FETC:VOLT:LOW? FETC:CURR:LOW? 要返回最大值： FETC:VOLT:MAX? FETC:CURR:MAX? 要返回最小值： FETC:VOLT:MIN? FETC:CURR:MIN? 要返回阵列数据： FETC:ARR:VOLT? FETC:ARR:CURR? FETC:ARR:POW?

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
选择**测量\控制**。 Trig 状态字段表示"空闲"。	要查询 MEAS_active 位(第 5 位)，请输入以下命令： STAT:OPER:COND?

如果查询响应中的第 5 位已设置，则 MEAS_active 位为真，并且测量未完成。在 MEAS_active 位为假时，您可以检索测量。请参阅状态教程了解详细信息。

每次测量多个触发事件

N7900 型号可以捕捉采样时的触发，返回触发的数量和位置，并且计算触发周围的基于数据子集的 DC 值。基础概念是单次长期采集可能包含相关事件，并且此类事件被其他触发的位置标记。此类事件的位置将被描述为采样数据的采样存储中的指数。索引范围为 0 到 1，小于采样读数(请参阅 SENse:SWEep:POINts)。

您可以查询并返回测量时其他查询的索引。返回的索引数与发生的触发数匹配。

前面板菜单	SCPI 命令
不可用	要查询发生的其他触发数量(如果有)： TRIG:ACQ:IND:COUN? 要返回发生触发的索引： TRIG:ACQ:IND?

您也可以返回实际测量数据，此数据是在上述触发索引后捕捉的。

前面板菜单	SCPI 命令
不可用	要在触发索引后返回计算的 DC 电压或电流： FETC:VOLT? [<*起始索引*>, <*点数*>] FETC:CURR? [<*起始索引*>, <*点数*>] 要在触发索引后返回瞬时电压或电流数据： FETC:ARR:VOLT? [<*起始索引*>, <*点数*>] FETC:ARR:CURR? [<*起始索引*>, <*点数*>]

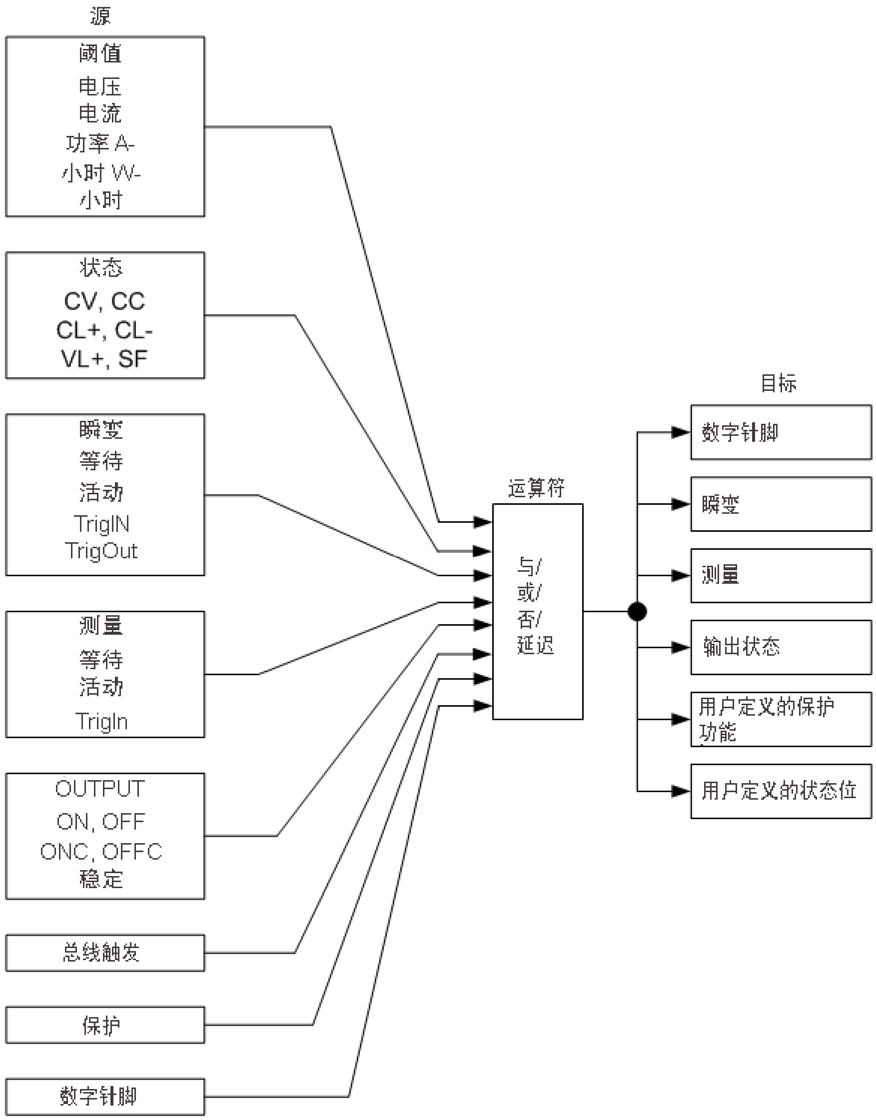
使用表达式信号发送

本节描述了如何将表达式用于对信号发送进行编程。此外，还可以使用功率辅助软件对信号发送进行编程。有关如何将表达式信号映射到触发系统，请参阅触发概述。

信号发送概述

最多可配置八个灵活的通用信号发送表达式。可使用这些信号表达式驱动数字端口针脚，触发测量和瞬变，更改输出状态和生成用户定义的保护和用户定义的状态信号。使用布尔运算符和可编程的延迟构建表达式。

下表描述了信号发送路径：



定义信号表达式

使用以下命令定义信号表达式：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\信号\定义**。 在下拉列表中选择表达式编号(1 到 8)。现有表达式将显示在文本字段中。 在文本字段中输入使用可用输入名称和运算符的表达式(如下所示)。 您可以通过数字键盘输入任何值。对于其他字符,通过滚动查看按下按键时出现的选择列表,使用向上/向下"定位"键输入字母字符。使用向左/向右"定位"键横向移动文本字段。使用退格键删除值。完成后按 Enter 键。 请参阅示例。	要定义信号表达式编号 1,请输入以下命令: SYST:SIGN:DEF EXPR1,"expression" 使用可用输入参数和运算符定义"表达式"。 请参阅示例。

在 SCPI 命令中,表达式必须用引号 ("") 括起来。表达式不区分大小写。您可以输入全部为大小、全部为小写或大小写混合的字母字符。布尔运算符 And、Or 和 Not 的两边必须留有空格。括号两边无需留有空格。

下表描述了可用信号来源。"类型"列描述了信号;事件生成脉冲;状态生成级别。

信号来源	类型	说明
Thr<1-4>	状态	SENSe:THReshold<1|2|3|4> 比较器的输出
WtgAcqTrig	状态	仪器正在等待采集触发
WtgTranTrig	状态	仪器正在等待瞬变触发
AcqActive	状态	采集已启动或正在进行中
TranActive	状态	瞬变已启动或正在进行中
AcqTrigIn	事件	发生采集触发时脉冲为 True
TranTrigIn	事件	发生瞬变触发时脉冲为 True
TranTrigOut	事件	发生触发输出信号(通过阶跃或列表)时脉冲为 True
BusTrig	事件	收到总线触发(*TRG 或 GET)时脉冲为 True
DigPin<1-7>	状态	数字端口针脚(从 1 到 7)
OutpOn	状态	输出状态为 ON
OutpOff	状态	输出状态为 OFF
OnC	事件	输出开始启动时脉冲为 True
OffC	事件	输出开始关闭时脉冲为 True
OutpSettled	状态	输出已达到稳定状态

CV	状态	在恒定电压模式下调整输出
CC	状态	在恒定电流模式下调整输出
CL+	状态	输出处于正电流限制范围内
CL-	状态	输出处于负电流限制范围内
VL+	状态	输出处于正电压限制范围内
Prot	状态	输出由活动保护功能禁用
OpenSense	状态	远程感测连接已打开

以下布尔运算 (And, Or, Not)、分组括号和可编程延迟可应用于表达式输出。

运算符/运算	说明
And、Or、Not	布尔运算
()	分组括号和嵌套 子表达式
Delay <sub-expression>, < time>,[<de-glitch>]	延迟由表达式描述的信号。抑制小于抗尖峰脉冲时间参数的正脉冲? 延迟范围为 0 到 167 秒： 0 到 0.02097 s，分辨率为 1.28 us 0.02097 到 0.167 s，分辨率为 10.24 us 0.167 到 1.677 s，分辨率为 102.4 us 1.677 到 16.776 s，分辨率为 1.024 ms 16.776 到 167.761 s，分辨率为 10.24 ms 抗尖峰脉冲范围为 0 到 85 s(分辨率为 20 ns)。 要编程抗尖峰脉冲值而不编程延迟，则只需输入零作为延迟时间。

配置阀值比较器

APS 型号具有四个内置级比较器，这些比较器可基于对两个输入信号的比较生成输出信号。可将这些比较器设置为测量五个不同参数类型中的一个类型，并基于测量的参数是大于指定级别还是小于指定级别生成信号。

电压电平 - 测量的电压电平比较

电流电平 - 测量的电流电平比较

功率电平 - 测量的功率电平比较

AHOur 电平 - 测量的安培-小时电平比较

WHOur 电平 - 测量的瓦特-小时电平比较

以下参数定义测量的电压与 10 V 比较器 #1 的预定义级别的比较：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\信号\阈值**。 从“阈值”下拉列表中选择电压比较器 (1 - 4)。 在“功能”下拉列表中选择 5 个比较参数之一（例如电压）。 在“级别”字段中指定阈值级别。 如果测量的级别大于或小于指定的级别，则将比较器输出定义为 true。 在“运算”下拉列表中选择 > or <。	要指定比较器 1 的电压比较，请输入以下命令： SENS:THR1:FUNC VOLT 要指定 10 V 的电压阈值，请输入以下命令： SENS:THR1:VOLT:LEV 10 如果测量的级别大于 (GT) 10 V，则将比较器输出定义为 true： SENS:THR1:FUNC GT

指定信号表达式目标

信号表达式可用于控制数字端口针脚，指定触发源，控制 OnCouple/OffCouple 信号，创建用户定义的保护功能和生成用户定义的状态信号。

数字端口针脚

要使用表达式控制数字端口针脚（编程数字端口），请输入以下命令：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\数字端口\针脚**。 在“针脚”字段中选择一个针脚。 在“功能”字段中，选择将控制针脚的表达式。	要控制数字针脚： DIG<1-7>:FUNC EXPR<1-8>

触发源

要使用表达式设置输出瞬变和测量触发源（请参阅编程瞬变和进行测量），请输入以下命令：

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\触发源**。 从“瞬变”触发源下拉列表中选择将触发瞬变的表达式。 从“CD Arb”触发源下拉列表中选择将触发 Arb 的表达式。 无法从前面板中选择测量触发源。	要使用表达式触发瞬变，请输入以下命令： TRIG:TRAN:SOUR EXPR<1-8> 要使用表达式触发 Arb，请输入以下命令： TRIG:ARB:SOUR EXPR<1-8> 要使用表达式触发测量，请输入以下命令： TRIG:ACQ:SOUR EXPR<1-8>

OnCouple/OffCouple 信号

要使用表达式控制仪器的输出状态（打开或关闭），请输入以下命令：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\信号\耦合**。 从"开启耦合"源下拉列表中选择将开启输出的表达式。 从"关闭耦合"源下拉列表中选择将关闭输出的表达式。	要使用表达式开启输出，请输入以下命令： OUTP:COUP:ON:SOUR EXPR<1-8> 要使用表达式关闭输出，请输入以下命令： OUTP:COUP:OFF:SOUR EXPR<1-8>

用户定义的保护

要使用表达式设置用户定义的保护源(请参阅编程输出保护)，请输入以下命令：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\信号\保护**。 从"源"下拉列表中选择将设置用户定义的保护的表达式。然后选中"启用"。	要设置用户定义的保护，请输入以下命令： OUTP:PROT:USER:SOUR EXPR<1-8> 要启用用户保护，请输入以下命令： OUTP:PROT:USER:STAT ON

用户定义的状态事件

要使用表达式设置用户定义的状态位(请参阅状态概述)，请输入以下命令：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\信号\状态**。 从 User1 状态源下拉列表中选择将控制 User1 状态位的表达式。 从 User2 状态源下拉列表中选择将控制 User2 状态位的表达式。	要设置用户定义的状态位，请输入以下命令： STAT:OPER:USER<1,2>:SOUR EXPR<1-8>

表达式限制

对表达式总数和可编程的延迟存在限制。

- 最多可创建 8 个表达式 (EXPR<1-8>)。
- 在所有表达式间最多可使用 11 个**不同**输入。
- 在所有表达式间最多可使用 8 个延迟。
- 无法嵌套延迟。
- 将延迟与其他运算符组合可减少可用表达式的数量。每个使用 AND 或 OR 与延迟组合的**附加**输入或子表达式可使剩余可用表达式的数量减少一个。

在以下表达式中，由于将延迟与其他输入进行"OR"运算，因此剩余可用表达式的最大数量为 6。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\信号\定义**。 在下拉列表中选择"表达式 1"。 在文本字段中输入 "Delay(CV,1) Or CC"。	对信号表达式进行编程。 SYST:SIGN:DEF EXPR1, "Delay(CV,1) Or CC"

在以下表达式中，由于将延迟与其他两个输入进行"OR"运算，因此剩余可用表达式的最大数量为 5。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\信号\定义**。 在下拉列表中选择"表达式 1"。 在文本字段中输入 "Delay(CV,1) Or CC Or DigPin1"。	对信号表达式进行编程。 SYST:SIGN:DEF EXPR1, "Delay(CV,1) Or CC Or DigPin1"

在以下表达式中，由于将延迟与某个子表达式进行"OR"运算，因此剩余可用表达式的最大数量为 6。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\信号\定义**。 在下拉列表中选择"表达式 1"。 在文本字段中输入 "Delay(CV,1) Or (CC And DigPin1)"。	对信号表达式进行编程。 SYST:SIGN:DEF EXPR1, "Delay(CV,1) Or (CC And DigPin1)"

换言之，如果创建了上述三个表达式(示例 5-7)，则将只有一个表达式可用。

表达式示例

示例 1无论输出为正电流限值还是负电流限值，在为真的数字端口的针脚 1 上创建一个数字信号：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\信号\定义**。 在下拉列表中选择"表达式 1"。t. 在文本字段中输入 "CL+ Or CL-"。 您可以通过数字键盘输入任何值。对于其他字符，通过滚动查看按下按键时出现的选择列表，使用向上/向下"定位"键输入字母字符。使用向左/向右"定位"键横向移动文本字段。使用退格键删除值。完成后按 Enter 键。 选择**系统\IO\数字端口\针脚**。 在"针脚"字段中选择"针脚 1"。在"功能"字段中，选择 Expr 1。	对信号表达式进行编程。 SYST:SIGN:DEF EXPR1, "CL+ Or CL-" 编程数字针脚。 DIG:PIN1:FUNC EXPR1

示例 2 创建一个触发源，该触发源将在输出电流为 2.1 A 到 2.7 A 之间时触发一个输出瞬变(阶跃或列表)：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\信号\阈值**。 从下拉列表中选择电压比较器 1(阈值 1)。从"功能"列表中选择"电流"。在"级别"字段中输入 2.1。从"运算符"列表中选择 >。 从下拉列表中选择电压比较器 2(阈值 2)。从"功能"列表中选择"电压"。在"级别"字段中输入 2.7。从"运算符"列表中选择 <。 选择**系统\信号\定义**。 在下拉列表中选择"表达式 2"。 在文本字段中输入 "THR1 And THR2"。 您可以通过数字键盘输入任何值。对于其他字符，通过滚动查看按下按键时出现的选择列表，使用向上/向下"定位"键输入字母字符。使用向左/向右"定位"键横向移动文本字段。使用退格键删除值。完成后按 Enter 键。 选择**瞬变\触发源**。 从"瞬变"触发源列表中选择 Expr2。	对阈值比较器进行编程。(GT 表示大于；LT 表示小于) SENS:THR1:FUNC CURR SENS:THR2:FUNC CURR SENS:THR1:CURR 2.1 SENS:THR2:CURR 2.7 SENS:THR1:OPER GT SENS:THR2:OPER LT 对信号表达式进行编程。 SYST:SIGN:DEF EXPR2, "THR1 And THR2" 编程输出触发源。 TRIG:TRAN:SOUR EXPR2

示例 3 创建一个自定义保护，该保护将在输入电压不在 23.5 V 和 24.5 V 之间时禁用输出。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\信号\阈值**。 从下拉列表中选择电压比较器 3(阈值 3)。从"功能"列表中选择"电压"。在"级别"字段中输入 23.5。从"运算符"列表中选择 <。 从下拉列表中选择电压比较器 4(阈值 4)。从"功能"列表中选择"电压"。在"级别"字段中输入 24.5 A。从"运算符"列表中选择 >。 选择**系统\信号\定义**。 在下拉列表中选择"表达式 3"。 在文本字段中输入 "THR3 Or THR4"。 您可以通过数字键盘输入任何值。对于其他字符，通过滚动查看按下按键时出现的选择列表，使用向上/向下"定位"键输入字母字符。使用向左/向右"定位"键横向移动文本字段。使用退格键删除值。完成后按 Enter 键。 选择**系统\信号\保护** 从下拉列表中选择 Expr3。然后选择"启用"。	对阈值比较器进行编程。(GT 表示大于；LT 表示小于) SENS:THR3:FUNC VOLT SENS:THR4:FUNC VOLT SENS:THR3:VOLT 23.5 SENS:THR4:VOLT 24.5 SENS:THR3:OPER LT SENS:THR4:OPER GT 对信号表达式进行编程。 SYST:SIGN:DEF EXPR3, "THR3 Or THR4" 编程输出保护状态。 OUTP:PROT:USER:SOUR EXPR3 OUTP:PROT:USER:STAT ON

示例 4 创建一个触发源，该触发源在输出稳定后触发一个测量 50 毫秒。。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\信号\定义**。 在下拉列表中选择"表达式 4"。 在文本字段中输入 "Delay(OutpSettled, 0.05)"。 您可以通过数字键盘输入任何值。对于其他字符，通过滚动查看按下按键时出现的选择列表，使用向上/向下"定位"键输入字母字符。使用向左/向右"定位"键横向移动文本字段。使用退格键删除值。完成后按 Enter 键。	对信号表达式进行编程。 SYST:SIGN:DEF EXPR4, "Delay(OutpSettled,0.05)" 编程测量触发源。 TRIG:ACQ:SOUR EXPR4

数字端口编程设定

双向数字 I/O

仅限数字输入

表达式输出

外部触发 I/O

故障输出

抑制输入

故障/抑制系统保护

输出耦合

数字控制端口

数字控制端口由 7 个 I/O 针脚组成，用于访问各种控制功能。用户可对每个针脚进行配置。下列控制功能可用于 I/O 针脚。有关对用于数字端口进行编程的 SCPI 命令的详细信息，请参阅 SCPI 编程参考。

下表介绍了各种数字端口功能可以采用的针脚配置。有关数字控制端口的电子特性的完整描述，请参考规格部分。

功能	说明
DIO	通用接地参考数字输入/输出函数。可使用 [SOURce:]DIGital:OUTPut:DATA 设置输出。
DINPut	仅限数字输入模式。针脚的数字输出数据将被忽略。
EXPRession <1-8>	用户定义的表达式驱动针脚。
FAULt	仅适用于针脚 1。针脚 1 功能将作为一个孤立的故障输出。当有任何输出处于受保护状态时，故障信号将为真。针脚 2 是针脚 1 的隔离共用针脚。将针脚 1 设置为 FAULt 功能时，仪器将忽略所有用于编程设定针脚 2 的命令。针脚 2 的查询将返回 FAULt。如果将针脚 1 从 FAULt 更改为其他功能，那么请将针脚 2 设置为 DINPut。
INHibit	仅适用于针脚 3。将针脚 3 配置为抑制输出时，针脚上的真信号会禁用输出。
ONCouple	仅适用于针脚 4 到针脚 7。ONCouple 针脚可同步仪器之间的输出开启状态。只有一个针脚可配置为 ONCouple。针脚同时作为输入和输出。
OFFCouple	仅适用于针脚 4 到针脚 7。OFFCouple 针脚可同步仪器之间的输出关闭状态。只有一个针脚可配置为 OFFCouple。针脚同时作为输入和输出。
TINPut	可将触发输入针脚作为测量和瞬时触发信号源进行选择。请参阅 TRIGger:ACQuire:SOURce 和 TRIGger:TRANsient:SOURce
TOUTput	触发输出针脚从任何已配置为输出触发信号的子系统中生成到输出触发。
共用端	仅适用于针脚 8。接地。

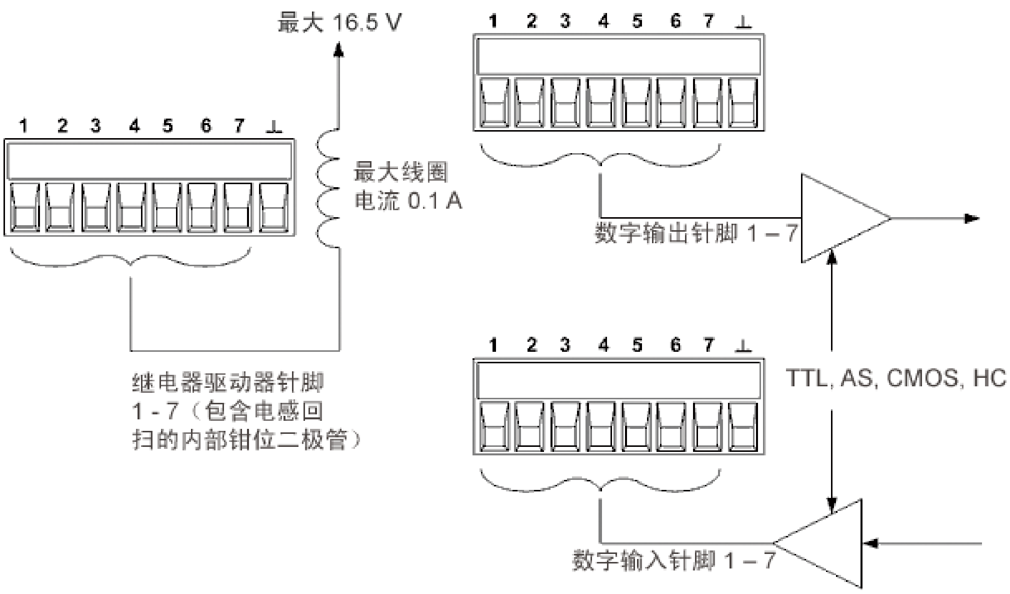
除了可配置的针脚功能外，还可配置每个针脚的信号极性(正或负)。对于电平信号，POSitive 表示针脚上的电压高。NEGative 表示针脚上的电压低。对于边沿信号，POSitive 表示上升沿，NEGative 表示下降沿。

双向数字 I/O

七个针脚均可配置为通用双向数字输入和输出。还可配置针脚的极性。针脚 8 是数字 I/O 针脚的信号共用端。根据下列位分配对数据进行编程：

针脚	7	6	5	4	3	2	1
加权位	6 (msb)	5	4	3	2	1	0 (lsb)

可使用数字 I/O 针脚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



配置数字 I/O 的针脚：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\数字端口\针脚**。 在"针脚"字段中选择一个针脚。 在"功能"字段中，选择"数字 IO"。 在"极性"字段中，选择"正极"或"负极"。 要将数据发送到针脚，请选择 **系统\IO\DigPort\数据**。 选择"数据输出"字段并输入二进制字。	要选择针脚功能，请输入以下命令： DIG:PIN<1-7>:FUNC DIO 要选择针脚极性，请输入以下命令： DIG:PIN<1-7>:POL POS 要将针脚 1 到 7 配置为 "0000111"，请输入以下命令： DIG:OUTP:DATA 7

数字输入

七个针脚均可配置为仅用作数字输入。还可配置针脚的极性。针脚 8 是数字输入针脚的信号共用端。针脚的状态反映了施加到针脚上的外部信号的真实状况。DIGital:OUTPut:DATA 的设置不影响针脚的状态。要将针脚仅配置为数字输入，请执行以下操作：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\数字端口\针脚**。 在"针脚"字段中选择一个针脚。 在"功能"字段，选择**数字输入**。 在"极性"字段中，选择"正极"或"负极"。 要从针脚读取数据，请选择**系统\IO\DigPort\数据**。 输入数据在 Data In 字段中显示为二进制数字。	要选择针脚功能，请输入以下命令： DIG:PIN<1-7>:FUNC DINP 要选择针脚极性，请输入以下命令： DIG:PIN<1-7>:POL POS 要读取针脚上的数据，请输入以下命令： DIG:INP:DATA?

表达式 <1-8>

注意 有关仪器信号发送功能的详细说明，请参考使用表达式信号发送。

七个针脚均可配置为使用八个用户定义的表达式之一驱动针脚。还可配置针脚的极性。针脚 8 是用于表达式针脚的信号共用端。要为表达式配置针脚，请执行以下操作：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\数字端口\针脚**。 在"针脚"字段中选择一个针脚。 在"功能"字段中，选择 8 个 EXPRession 功能中的一个功能。 在"极性"字段中，选择"正极"或"负极"。	要选择针脚功能，请输入以下命令： DIG:PIN<1-7>:FUNC EXPR1 要选择针脚极性，请输入以下命令： DIG:PIN<1-7>:POL POS

外部触发 I/O

可将 7 个针脚配置为触发输入或触发输出。还可配置针脚的极性。在对触发极性进行编程设定时，POSitive 表示上升沿，NEGative 表示下降沿。针脚 8 是触发针脚的信号共用端。有关触发系统的概述，请参考触发概述。

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

配置为触发输出后，触发输出时，指定的触发针脚将产生一个 10 微秒宽的脉冲。在以共用针脚为参考时，根据极性设置，它可以是正向(上升沿)或负向(下降沿)。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\数字端口\针脚**。 在"针脚"字段中选择一个针脚。 在"功能"字段，选择 Trig In 或 Trig Out 功能。 在"极性"字段中，选择"正极"或"负极"。	要为针脚 1 选择触发输出功能，请输入以下命令： DIG:PIN1:FUNC TOUT 要为针脚 2 选择触发输入功能，请输入以下命令： DIG:PIN2:FUNC TINP 要选择针脚极性，请输入以下命令： DIG:PIN1:POL POS DIG:PIN2:POL POS

故障输出

针脚 1 和 2 可配置为故障输出对。故障输出功能允许故障条件在数字端口上产生保护故障信号。有关保护信号列表，请参阅设置输出保护。

针脚 1 和针脚 2 专门用于此功能。针脚 1 是故障输出；针脚 2 是针脚 1 的共用针脚。这样，可以提供相互隔离的输出。还可配置针脚 1 的极性。针脚极性为 POSitive 时，故障条件将导致进行隔离的输出。请注意，故障输出信号将一直保持锁定状态，直到排除故障并清除保护电路为止（如清除保护功能下所述）。

注意 将忽略针脚 2 的选定功能。针脚 2 应该连接到外部电路接地端。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\数字端口\针脚**。 依次选择"针脚 1"、"功能"和"故障输出"。 在"极性"字段中，选择"正极"或"负极"。	要配置"故障"功能，请输入以下命令： DIG:PIN1:FUNC FAUL 要选择针脚极性，请输入以下命令： DIG:PIN1:POL POS

抑制输入

针脚 3 可配置为远程抑制输入。抑制输入功能让外部输入信号控制仪器的输出状态。输入是电平触发的。信号等待时间为 5 微秒。针脚 8 是针脚 3 的共用端。

以下非易失性抑制输入模式可编程设定为：

LATChing - 导致抑制输入上的逻辑真转换，从而禁用输出。收到抑制信号后，输出仍处于禁用状态。

非锁定 - 允许启用的输出跟随抑制输入的状态。当抑制输入为真时，输出被禁用。当抑制输入为假时，输出被重新启用。

关闭 - 抑制输入被忽略。

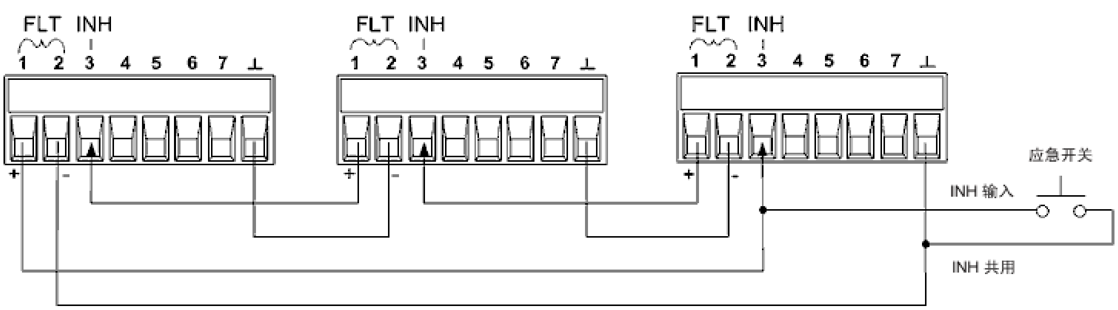
要配置抑制输入功能，请执行以下操作：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\数字端口\针脚**。 依次选择"针脚 3"、"功能"和"抑制输入"。 在"极性"字段中，选择"正极"或"负极"。 选择**保护\抑制**。 选择"锁定"或"非锁定"。 要禁用抑制信号，请选择"关闭"。	要选择抑制功能，请输入以下命令： DIG:PIN3:FUNC INH 要选择针脚极性，请输入以下命令： DIG:PIN3:POL POS 要将"抑制"模式设置为"锁定"，请输入以下命令： OUTP:INH:MODE LATC 要将"抑制"模式设置为"非锁定"，请输入以下命令： OUTP:INH:MODE LIVE 要禁用抑制信号，请输入以下命令： OUTP:INH:MODE OFF

故障/抑制系统保护

如下图所示，当几台仪器的故障输出和抑制输入采用菊花链结构时，其中一台设备的输入故障条件将会导致所有输出和输入都被禁用，此过程无需控制器或外部电路的干预。请注意，在以这种方式使用故障/抑制信号时，必须将这两种信息设置为相同极性。

如图所示，在必须禁用所有输出时，您也可以将抑制输入连接到手动开关或外部控制信号，从而让 Inhibit 针脚与共用针脚短接。在这种情况下，所有针脚都必须编程设定为**负**极性。在发生保护故障时，您也可使用故障输出来驱动外部中继电路或为其他设备提供信号。



清除系统保护故障

在菊花链系统保护配置条件下，要在发生故障时将所有仪器恢复到正常运行状况，必清除除以下两个故障条件：

1. 最初的保护故障或外部抑制信号。
2. 后续菊花链故障信号(源于抑制信号)。

注意 即使已经清除了最初的故障条件或外部信号，故障信号仍处于活动状态并将继续关闭所有设备的输出。

要在抑制输入的操作模式是"非锁定"时清除菊花链故障信号，只需清除任何一个设备上的输出保护，如清除保护功能中所述。如果抑制输入的操作模式是"锁定"，请分别关闭所有设备上的抑制输入。要重新启用菊花链，可将每台设备上的抑制输入重新设定为锁定模式。

输出耦合控制

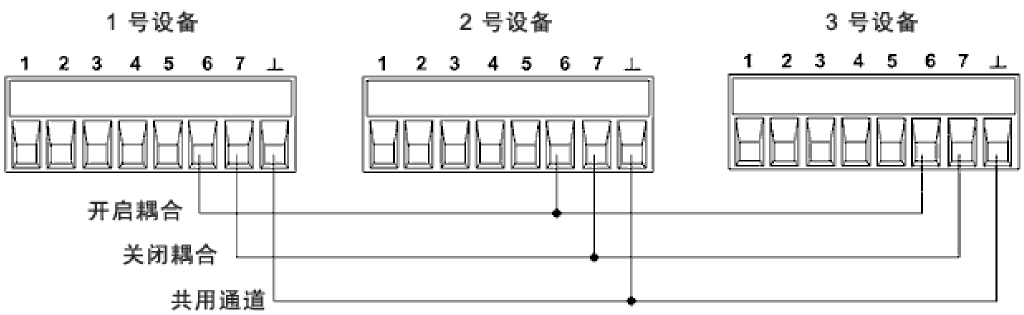
此功能允许将多台仪器连接在一起并同步所有设备的输出开启/关闭顺序。要排序的每台设备还必须与其他设备“耦合”。

1.将每台设备上的输出按对输出排序下所述进行耦合。

2.逐一设置每台设备的延迟偏移，使其与组中最长的延迟偏移匹配。

3.按以下所示连接并配置已排序设备的数字连接器针脚。

仅可将针脚 4 至 7 配置用作“耦合”针脚。所指定的针脚将同时用作输入和输出，一个针脚上的负极性变化为其他针脚提供序列信号。针脚的极性不可以通过编程设定；极性已被设置为 NEGative。



在此例中，针脚 6 配置为输出 On 控制。针脚 7 配置为输出 Off 控制。接地或共用针脚连接在一起。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\数字端口\针脚**。 依次选择“针脚 6”、“功能”和“On Couple”。 选择**针脚**，然后依次选择针脚 7、“功能”和“耦合关闭”。 对设备 2 和 3 重复上述步骤。	要将设备 1 的针脚 6 设置为“开启”控件，请输入以下命令： DIG:PIN6:FUNC ONC 要将设备 1 的针脚 7 设置为“关闭”控件，请输入以下命令： DIG:PIN7:FUNC OFFC 对设备 2 和 3 重复上述命令。

配置和启用耦合输出之后，只要在任何耦合设备上开启或关闭输出，就会导致所有耦合装置按照用户为其编程设定的延迟来开启或关闭。

外部数据记录 (Elog) 仅限 N7900 机型

外部数据记录

注意　只能使用 SCPI 命令对外部数据记录功能进行编程。

Keysight N7900 型号具有"外部"数据记录功能 (Elog)，通过该功能可连续记录电压和电流测量结果。由于只能使用 SCPI 命令进行数据记录，因此在仪器外部进行数据记录。电压和电流测量数据临时存储在位于仪器中的 FIFO(先进先出)缓冲区中。但是此缓冲区大小仅足以容纳 20 秒的累积测量结果。这意味着必须定期将内部缓冲区清空到外部存储设备；否则缓冲区中的数据将被覆盖。

下表详细列出了各种数据记录功能。

功能	说明
数据存储	缓冲区容纳约 20 秒的累积测量结果，并且需要计算机定期读取测量结果以防止内部缓冲区溢出。计算机需要提供外部数据存储。
测量 功能	可同时记录输出电压和输出电流。
积分周期	对于某个数据格式设置为 REAL 的参数，最小积分周期为 102.4 微秒。在指定的积分周期期间，对采样进行平均值计算，并跟踪最小值和最大值。
查看数据	无前面板视图或控制。在外部收集和查看数据。

注意 Elog 功能使用获取触发过程进行测量。

选择测量功能和量程

可通过以下命令选择一个测量功能：

前面板	SCPI 命令
不可用	要启用电压测量或电流测量，请输入以下命令： SENS:ELOG:FUNC:VOLT ON SENS:ELOG:FUNC:CURR ON 要启用最小值/最大值测量，请输入以下命令： SENS:ELOG:FUNC:VOLT:MINM ON SENS:ELOG:FUNC:CURR:MINM ON

Keysight N7900 型号有两个电流量程，一个高量程和一个低量程(参见规格)。无缝的电流量程函数确保了不会因为范围切换而丢失任何数据。默认情况下已启用量程确定功能。启用无缝电流量程确定功能的命令包括：

前面板	SCPI 命令
不可用	要启用无缝 Elog 自动调整量程，请输入以下命令： SENS:ELOG:CURR:RANG:AUTO ON

指定积分周期

可将积分周期设置为 102.4 微秒到 60 秒。

前面板	SCPI 命令
不可用	要将积分周期设置为 600 微秒，请输入以下命令： SENS:ELOG:PER 0.0006

在积分周期期间，对 Elog 采样进行平均值计算，并跟踪最小值和最大值。在每个积分周期结束时，将平均值、最小值和最大值添加到内部 FIFO 缓冲区。

尽管绝对最小积分周期为 102.4 毫秒，但实际最小周期取决于正在记录的测量数。公式为 102.4_毫秒 X 测量结果个数。例如：

102.4 微秒：1 个测量结果(电压或电流)
204.8 微秒：2 个测量结果(电压和电流)
409.6 微秒：4 个测量结果(电压+最小值+最大值+电流)

如果指定的积分周期等于或接近最小记录间隔，则必须将此数据公式指定为二进制。如果未指定 REAL 格式，则数据格式为 ASCII，通常最小记录间隔比二进制格式可实现的间隔长 5 倍。

前面板	SCPI 命令
不可用	要将数据格式设置为 REAL，请输入以下命令： FORM[:DATA] REAL

选择 Elog 触发源

使用 TRIGger:ELOG 命令可生成立即触发，而不管触发源是什么。除非您使用此命令，否则请从以下选择触发源：

触发源	说明
Bus	选择 GPIB 设备触发、*TRG 或 <GET>(成组执行触发)。
外部	选择已配置为数字控制端口上的触发输入的"任意"针脚。
立即	只要它为 INITiated，就可触发瞬变。
针脚 <1-7>	选择已配置为数字控制端口上的触发输入的特定针脚 <n>。

使用以下命令选择任一可用的触发源：

前面板	SCPI 命令
不可用	要选择总线触发，请输入以下命令： TRIG:TRAN:SOUR BUS 要选择数字针脚 5 作为触发，请输入以下命令： TRIG:ACQ:SOUR PIN5 要选择表达式 1 作为触发，请输入以下命令： TRIG:ACQ:SOUR EXPR1

启动和触发 Elog

在开启电源后，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 命令可使测量系统接收触发。要启动和触发 Elog，请输入以下命令：

前面板	SCPI 命令
不可用	要启动 Elog，请输入以下命令： INIT:ELOG 要触发 Elog，请输入以下命令： TRIG:ELOG 或者，如果触发源是"总线"，您还可以编程设定一个 *TRG 或 IEEE-488 <get> 命令。

触发后，Elog 开始将数据存放到内部测量缓冲区中。由于此缓冲区大小仅足以容纳 20 秒的累积测量结果，您必须定期从此缓冲区检索(或获取)数据。

定期检索数据

每个 FETCh 命令都会返回缓冲区中的请求记录的数据并将其删除，从而为其他数据挪出空间。Elog 将继续进行，直到其中止。

Elog 记录是某个时间间隔的一组电压和电流读数。记录的确切格式取决于已为 Elog 感测处理启用的功能。如果已启用所有功能，则一个记录将以指定顺序包含下列数据：
平均电流
最小电流
最大电流
平均电压
最小电压
最大电压

前面板	SCPI 命令
不可用	要最多检索 1000 个记录，请输入以下命令： FETC:ELOG?1000

ASCII 数据(默认格式)会以换行符结尾的逗号分隔 ASCII 数字型平均值/最小值/最大值的数据集形式返回。REAL 数据返回为有限长度数据块，其字节顺序由 FORMat:BORDer 命令指定。

终止 Elog

前面板	SCPI 命令
不可用	要中止 Elog，请输入以下命令： ABOR:ELOG

黑匣子数据记录

黑匣子记录器 (BBR)

N7908A BBR(黑匣子记录器)是用户可安装选件，连续在后台记录输出电压、电流、功率和系统状态到自己的专用海量存储设备。

注意 快照操作后，您必须使用电源助理软件来查看 BBR(黑匣子记录器)数据。您无法在前面板中查看 BBR (黑匣子记录器)数据，或是使用 SCPI 命令查看数据。

下表介绍了 BBR(黑匣子记录器)功能的主要属性：

- 在开启时发现 BBR(黑匣子记录器)驱动器并自动启用。如果 BBR(黑匣子记录器)不存在或不工作，将会生成自检错误，并禁用记录。请参阅BBR(黑匣子记录器)状态。
- 打开设备时记录自动启动，并且记录不干扰设备的"电源"或"测量"功能。记录形成了一个环形队列，大小约 380 MB。
- 有两种可用的记录速率：每 10 毫秒一个记录，或每 100 毫秒一个记录。10 毫秒的速率将在队列覆盖前数据节约 24 小时。100 毫秒的速率将在队列覆盖前为数据节约 10 天。
- 设备开启时，记录永不停止，除非更改记录速率或实时时钟设置。在这些情况下，记录会暂停或重新启动。当发生电源故障时，记录也会停止。在此情况下，只有 AC 电源恢复时，用户先清除输出保护后，记录才会继续。
- 关闭再打开后记录的数据将被保存。每次打开电源时都会记录时间戳事件。

记录数据

每次数据记录将自动记录以下输出测量：

电压平均值	平均电流	平均功率
最大电压	最大电流	最大功率
最小电压	最小电流	最小功率

状态位和事件也被记录到 BBR(黑匣子记录器)中。有关状态定义，请参考可疑状态组。您可以使用电源助理软件来选择状态项。

BBR(黑匣子记录器)状态

要检查黑匣子记录器 (BBR) 的状态：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\BBR(黑匣子记录器)\状态** 消息将显示 BBR(黑匣子记录器)状态。	SYST:BBR:STAT? 如果 BBR(黑匣子记录器)正在记录，将返回真。

当从设备上移除 BBR(黑匣子记录器)时，状态消息显示："BBR(黑匣子记录器)已启用，但未检测到驱动器。如果删除，请禁用以停止错误信息"。要显示后续的自检错误并从设备的选项列表中删除 BBR(黑匣子记录器)，请按显示屏上的"禁用"按钮。状态消息将指示"BBR(黑匣子记录器)未安装"。

BBR(黑匣子记录器)周期

要指定记录期间：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\BBR(黑匣子记录器)\期间** 选择 10 毫秒或 100 毫秒。	SENS:DLOG:PER 0.1 指定一个 100 毫秒的期间。

BBR(黑匣子记录器)长度

要返回 BBR(黑匣子记录器)数据的长度：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\BBR(黑匣子记录器)\快照** 在 记录数据 字段将显示以小时设置的 BBR (黑匣子记录器)数据的长度。	SYST:BBR:TIME? 返回 BBR(黑匣子记录器)数据的长度(秒)。

快照操作

- 最好在检索黑匣子数据之前确认系统日期和时间。请参阅 BBR(黑匣子记录器)时钟设置。
- 通过从前面板或使用 SCPI 命令查询"快照"，可以检索已记录的数据。快照操作可能最多需要 1 分钟。当快照已经在进行中，您将无法请求另一个快照。在前面板上，快照时间被指定以小时和小时百分比进行设置。在 SCPI 中，时间被指定以秒设置。
- 快照始终从背面上最新的数据条目进行上载。

- 快照将指定数据复制到单独的数据和事件文件中。
- 使用电源助理软件，在个人计算机上可以检索并查看快照文件。

要制作记录数据的快照：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\BBR(黑匣子记录器)\快照** 在"快照"字段输入时间周期。例如，1.5 是一个半小时。选择"输入"。然后选择"快照"。 "状态"字段显示快照操作完成百分比。	SYST:BBR:SNAP 5400 指定时间周期(秒)。例如，5400 秒指定的时间周期为一个半小时。 要返回快照完成百分比，请使用： SYST:BBR:SNAP:STAT?

快照事件标记

BBR(黑匣子记录器)有与数据记录同步的单独事件记录。您可以将用户定义的事件标记添加到 BBR(黑匣子记录器)数据中。只能通过 SCPI 命令完成上述步骤，而不是从前面板。

- BBR(黑匣子记录器)事件文件记录可以存放 100000 个事件字符串。
- 事件字符串最长为 55 个字符。
- 早于最旧 BBR(黑匣子记录器)数据的事件已删除。
- 数据记录不会因事件记录暂停。

一旦接收到事件命令，事件就被记录。向事件记录添加事件：

前面板	SCPI 命令
不可用	SYST:BBR:EVEN"在 10:05:02 开始测试 ABC" 将引用文本放置在事件记录中。

BBR(黑匣子记录器)时钟设置

实时时钟仅用于为 BBR(黑匣子记录器)标时间戳。实时时钟在出厂时设置为格林威治标准时间。设置时钟：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\首选项\显示\时钟**。 在"月，日，年"字段输入日期。 在"小时、分钟和秒"字段输入时间。 按"[Select] 选择"以选择日期和时间。	设置日期： SYSTem:DATE 设置时间： SYSTem:TIME

注意 设置时钟时，在 BBR(黑匣子记录器)记录中将会出现少于 1 秒的小间隙/中断。

BBR(黑匣子记录器)对齐

如果已安装"BBR(黑匣子记录器)"选项，建议您在您将电源的实时时钟与计算机/控制器上的时钟对正，然后再执行重要活动或测试。上述步骤将删除所有由于长期时钟漂移产生的错误。

时钟漂移

实时时钟时基有 ±100 ppm 的容差。这将导致时基相对完美时间参考产生稳定漂移。下表说明长期 BBR(黑匣子记录器)测量中的此效应。注意：漂移时间适用于 10 毫秒和 100 毫秒两种记录速率。

记录时间	漂移
1 小时	±0.36 秒
1 天	±8.64 秒
10 天(需要 100 毫秒记录速率)	±86.4 秒

BBR(黑匣子记录器)对齐 方法

方法 1- 在"实时时钟设置"下，如上所述使用前面板或 SCPI 命令设置实时时钟。注意：无法自动使 RTC 与 NIST、TIME.GOV 或其他 Internet 时钟源同步。没有外部时钟输入以设置实时时钟。一旦在多个设备上设置实时时钟，设备之间的 BBR(黑匣子记录器)记录的错误对准将被最小化。

方法 2- 使用 SCPI SYSTem:BBR:EVENt "消息"命令，将文本信息(时间标记)发送到 BBR(黑匣子记录器)记录。使用此命令，您可以在 BBR(黑匣子记录器)记录中写一条文本记录以在记录中标记特定时间。例如，您可以发送以下文本信息到事件记录"在 10:05:02 开始测试 ABC"。每 10 毫秒(或 100 毫秒)记录一条 BBR(黑匣子记录器)记录，所以消息对齐将在 1 到 2 条记录或记录数据的 10 到 20 毫秒范围内，取决于您阅读和发送时间到设备的速度。发送此事件标记到若干设备，您可以创建一个通用事件标记以对齐所有 BBR(黑匣子记录器)记录。

方法 3- 向电源后面的数字输入针脚发送数字脉冲(请参阅数字输入)。数字脉冲将被删除，并且可以被设置以触发一个用户定义状态位。请参阅 使用表达式信号发送。所有状态位，包括用户定义状态位，被记录在 BBR(黑匣子记录器)记录中。这将把脉冲定位在 10 毫秒内，因为 BBR(黑匣子记录器)每 10 毫秒(或 100 毫秒)记录一次。发送此脉冲到若干设备，您可以创建一个通用事件标记以对齐所有 BBR(黑匣子记录器)记录。当然，您可以结合最后两种方法，也可以使用记录中的文本标记数字脉冲，以记录特定脉冲的含义。

电流共享操作

启用电流共享函数

配置"On Couple"和"Off Couple"功能

对输出电压和电流进行编程

为"其他输出更改"配置"阶跃"功能

启用"输出"和"触发其他输出更改"

规格效应

电流共享效应

简介

小心 **设备损坏** 对于并联操作，将仅连接额定电压相同的电源。

电流共享是一种模拟控制功能，最高可将输出电压微调至设备额定电压的 0.5%，因此在电压优先或电流优先模式下操作时可以并联多个设备。这样一来，额定电压相同的型号可在参与的设备间共享电流。

电流共享设置包括输出端子的并联以及按照并联连接数的说明连接共享电缆。共享电缆提供模拟信号，允许额定电压相同的设备平等共享电流。

您还须连接和配置输出 On Couple 和 Off Couple 数字端口信号，使已同步仪器具备打开和关闭功能。

最后，您还须使用瞬变阶跃生成器来配置任何后续输出电压(或电流)值，以便所有已配置的更改在所有设备中进行同步。将其中一个数字端口针脚配置为可以生成和接收阶跃触发。

下表列出了电流共享操作的详细信息：

- 并联连接不超过五台**电压额定值相同**的设备。
- 请勿将 N6900 型号与 N7900 型号并联。
- 如果在电流共享时打开或关闭任何并联设备，则将在剩余活动设备中自动共享负载电流，前提条件是所需负载电流处于剩余设备的电流能力范围内。
- 额定电压相同的混合电源设备(1 kW 和 2 kW)可参与电流共享。因此可利用 2 kW 设备更高的电流能力。
- 要确定总负载电流，必须汇总单个并联设备的输出电流读数。

启用电流共享函数

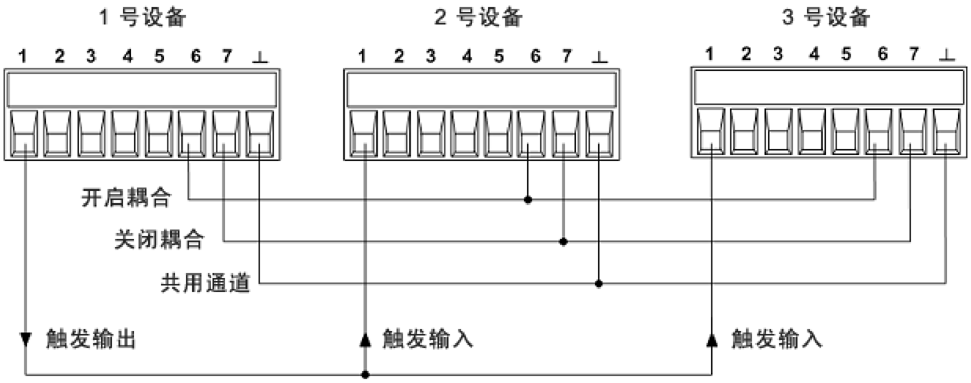
这样便可为使用已安装的电流共享电缆的并联或非并联操作配置设备。启用电流共享后，前面板状态指示器显示"P"，指示已启用共享功能和关闭共享继电器，以将仪器连接到共享总线。

前面板	SCPI 命令
选择**输出\高级\CurrSharing** 选中"启用电流共享"可启用电流共享。	要启用电流共享，请输入以下命令： CURR:SHAR ON

注意 如果禁用输出，则共享继电器将自动打开，并断开设备与共享总线的连接。

配置“On Couple”和“Off Couple”功能

有关详细信息，请参考输出耦合控制。按下图将 On Couple 和 Off Couple 信号连接到并联设备：



将针脚 6 配置为 On Couple 针脚；将针脚 7 配置为 Off Couple 针脚。此设置保存在非易失性存储器中。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\数字端口\针脚** 依次选择“针脚 6”、“功能”和“On Couple”。 依次选择“针脚 7”、“功能”和“Off Couple”。	要将针脚 6 设置为“On Couple”，请输入以下命令： DIG:PIN6:FUNC ONC 要将针脚 7 设置为“Off Couple”，请输入以下命令： DIG:PIN6:FUNC OFFC

启用“On Couple”/“Off Couple”功能。此设置保存在非易失性存储器中。

前面板	SCPI 命令
选择**输出\序列\耦合** 选中“启用”启用输出耦合。	要启用输出耦合，请输入以下命令： OUTP:COUP ON

您无需指定开启延迟、关闭延迟或延迟偏移。

对输出电压和电流进行编程

有关详细信息，请参阅设置输出电压和设置输出电流。

在电压优先模式下：

- 将每个并联设备的初始输出电压配置为相同值。
- 根据以下公式设置每个并联设备的电流限制。这将允许所有设备在达到总电流限制点前可共享电流，该限制点是所有单个电流限制的总和。

对于每个 1 kW 设备：$I_{CL\_1kW} = I_{CL\_TOTAL} / (N_T + N_{2kW})^*$

对于每个 2kW 设备：$I_{CL\_2kW} = 2(I_{CL\_TOTAL}) / (N_T + N_{2kW})$

其中：

I_{CL_1kW} 是 1 kW 设备的电流限制设置

I_{CL_2kW} 是 2 kW 设备的电流限制设置

I_{CL_TOTAL} 是所有单个电流限制的总和

N_T 表示任意额定值的并联设备总数

N_{2kW} 表示 2 kW 并联设备的总数。

*如果没有可用的 2 kW 设备，那么 $N_{2kW}= 0$。

注意在混合电源配置中，必须将 2 kW 设备的电流限制设置为 1 kW 设备的电流限制值的两倍。这是因为在混合电源配置中，每个 2 kW 设备提供的电流量是每个 1 kW 设备的两倍。

达到任何并联设备的电流限制设置后，该设备的输出电流将限制为其指定的设置。

在电流优先模式下：

- 将各个并联设备的电压限制设置为相同值。
- 如果需要电流共享，则根据上述公式对每个并联设备的电流设置进行配置。总输出电流将是所有单个电流设置的总和。

注意，在电流优先模式下，只要所有设备在电压限制模式下运行，并且状态指示器处于打开状态，则共享配置就会平衡电流。

为"其他输出更改"配置"阶跃"功能

有关详细信息，请参考配置瞬变阶跃。按上图将触发信号连接到并联设备。然后启用"瞬变阶跃"功能。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\模式** 选择电压模式或电流模式。 在下拉列表中选择"阶跃"。	要启用电压瞬变模式，请输入以下命令：VOLT:MODE STEP 要启用电流瞬变模式，请输入以下命令：CURR:MODE STEP

在电压优先模式下，电流瞬变必须保持设置为 Fixed。在电流优先模式下，电压瞬变必须保持设置为 Fixed。

注意 关于 仅限 N7900 机型，您也可以使用"列表瞬变"和"任意波形"功能配置输出更改。有关详细信息，请参考配置瞬变列表和配置任意波形。

配置阶跃值并指定触发输出信号源

在电压优先模式下：

- 将每个并联设备的输出电压阶跃配置为相同值。

在电流优先模式下：

- 根据以上公式设置每个并联设备的电流阶跃。总输出电流将是所有单个电流设置的总和。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\阶跃** 选择"触发电压"框或"触发电流"框，然后输入阶跃值。	在电压优先模式下： VOLT:TRIG <值> 在电流优先模式下： CURR:TRIG <值>

将"主要"设备(设备 1)指定为阶跃触发信号源。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\阶跃** 选中启用触发输出。	选择"阶跃"功能作为触发源： STEP:TOUT ON

配置数字触发针脚

将针脚 1 配置为所有设备中的瞬变触发源。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\触发源** 从下拉列表中选择针脚 1。	选择瞬变触发源： TRIG:TRAN:SOUR PIN1

将针脚 1 配置为"主要"设备(设备 1)的触发输出。

主要设备将提供触发信号以使所有设备同步。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\数字端口\针脚** 选择针脚 1，然后选择"Trig Out"功能。保持极性设置为"正极"。	选择触发输出功能： DIG:PIN1:FUNC TOUT 选择针脚极性： DIG:PIN1:POL POS

针对剩余并联设备(设备 2、3 等)，将针脚 1 配置为触发输入

这些设备将接收来自主设备的触发信号。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\IO\数字端口\针脚** 选择针脚 1，然后选择"Trig In"功能。保持极性设置为"正极"。	选择触发输入功能： DIG:PIN1:FUNC TINP 选择针脚极性： DIG:PIN1:POL POS

启用"输出"和"触发其他输出更改"

启用输出。所有输出将被设置为初始电压和电流值。

前面板	SCPI 命令
按"主要设备"(设备 1)上的 **Output** 键	在"主要设备"(设备 1)上： OUTP ON

启动所有设备上的瞬变系统。

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\控制** 选择"启动"。	启动瞬变触发系统： INIT:TRAN

触发其他输出更改。所有设备将被设置为阶跃值。仅在"主要设备"(设备 1)上：

前面板	SCPI 命令
选择**瞬变\控制** 选择"触发"。	要触发阶跃瞬变，请输入以下命令： TRIG:TRAN

规格效应

已针对并联操作对 APS 设计进行了优化。因此，可确保将并联设备对规格的影响降至最低。

如果设备为并联设备，则除负载调节规格外，不存在任何规格降级。所有其他规格，包括输出噪声、编程精度、回读精度和瞬态响应均不受并联操作影响。例如，并联组合的瞬态响应规格与单个设备的瞬态响应相同。

负载调节效应

如果已启用电流共享的两个或更多设备并联，则将产生很小的附加电压调节效应。在最坏情况下，附加电压调节效为如下所示：

$\Delta V_{OUT(WORST\_CASE)} = 0.003\%(V_{RATING})$

要确定特定设备的总输出电压调节效应，必须将下表中的最坏情况值添加到每个并联设备的 CV 负载调节规格。

基于各自的额定电压，每个设备均存在最坏情况值。

V_{RATED}	$\Delta V_{OUT(WORST\_CASE)}$
9 V	0.27 mV
20 V	0.60 mV
40 V	1.20 mV
60 V	1.80 mV
80 V	2.40 mV
120 V	3.60 mV
160 V	4.80 mV

示例：有两个并联的 80 V 设备。由于上表中电流共享为 2.4 mV，因此会产生负载调节效应。CV 负载调节规格为 2 mV。因此，总输出电压调节效应为 2 mV + 2.4 mV 或 4.4 mV。

电流共享效应

本节描述了并联设备的电流共享效应。如果在电压优先模式下的接近电流限制设置情况下运行，在电流优先模式下载接近电压限制的情况下运行或使用低电流量程，则这仅会影响并联设备的运行。

在理想电流共享配置中，总负载电流将在所有并联电源之间平均共享。例如，如果有三个 1 kW 设备并联，并且负载总共为 75 A，则每个 1 kW 设备将*正好*贡献 25 A 电流到总负载电流需求。

然而，由于内部偏移和并联设备间的差异，在单个设备中共享的实时电流将略有不同。通常这不会影响设备运行或负载以任何方式累积的总电流。但是由于这些轻微共享差异，单个设备的输出电流可能会早于其他设备达到电流限制设置。这将导致电流共享故障 (CSF)，也就是说其中一个设备不再平等共享电流。这些设备将继续寻求电流源直至达到所有设备的电流限制设置。如果负载电流尝试提高单个电流限制总和，则并联设备将处于恒定电流模式，并且调整输出电流，而不是输出电压。

电流共享偏差可影响运行的另一个方式是影响在 N7900 型号上使用低电流测量范围的时间。电流共享偏差作为输出电流百分比，在低电流级别运行时其值大于在高电流级别运行时的值。因此，如果在小于 10 % 的额定输出电流运行，则并联设备间的电流共享出现偏移错误的可能比较大，足以导致在低电流范围内产生意外的"超出范围"测量错误。因此建议将测量范围设置保留为"自动"。

注意，在共享电流时，并联设备贡献的电流的代数和始终等于负载累积的总电流。要确定总负载电流，必须汇总单个并联设备的输出电流读数。

如果需要确定最坏情况电流偏差的内容，请参阅电流共享教程。

电流吸收操作

功耗器操作

查询功耗器

电流输入

电流输入(也称为向下编程设定)是将电流引向直流电源正端的功能。例如,在编程设定低输出电压时,电源会将电流引向或输入到电源正端。这是必要的,因为必须对电源输出电容的储存电量和负载(含导线)的外部电容进行放电来降低输出端上的电压。

从较高恒定电压到较低恒定电压的快速过渡能力极大地缩短了电源的输出响应时间。这是内置向下编程器的最常用功能,该功能是自动运行的且对用户完全透明。

作为独立设备运行时,直流电源可无限期连续输入多达其 10% 的额定电流。这对于连接到输出的大部分负载快速进行向下编程已经足够了。

加上 Keysight N7909A 功耗器设备,直流电源可最多输入多达其 100% 的额定电流。这样使得无限期输入电源的全部额定输出电流成为可能。该功能对于大电容负载或电池充电/放电应用很有用。

请注意,直流电源的这种双象限寻源和输入功能允许在寻源和输入电流之间进行无缝过渡,且不更改电源的输出特性或带来任何中断行为。提供了以下控制功能,以完全利用电源的双象限输出功能。

电压优先模式中的电流限值控制

在电压优先级模式中运行时,您可以设置负或正电流限值。该值限制了在快速向下编程或向上编程过程中出现任何电流过冲的可能性。

电流优先模式中的电流设置控制

在电流优先级模式中运行时,您可以设置输出电流在从正极过渡到负极或从负极过渡到正极时与零点无缝交叉。此外,在负电流象限中运行时,您可以对将保留指定值的输入电流的负电流设置进行设置。这对于以恒定电流率对电池放电时非常有用。

如果应用需要精确地控制源电流和输入电流,可使用电流变化控制来指定寻源和输入电流时的电流变化率。

功耗器操作

额定功率为 1 kW 的电源型号需要一个 Keysight N7909A 功耗器来输入其 100% 的额定电流。额定功率为 2 kW 的电源需要两个 Keysight N7909A 功耗器来输入其 100% 的额定电流。连接到一个功耗器的 2 kW 机型可输入其 50% 的额定输出电流。有关安装信息,请参阅连接功耗器。

- 每个 N7909A 设备都拥有 1 kW 的总功耗容量。
- 电流输入需要最小的工作电压,如输出象限特性中所示。
- N7909A 没有开/关键。只能通过电源进行打开和关闭操作。电源上的 LED 指示灯将指示设备是否已连接和处于工作状态。有关前面板 LED 的信息,请参阅功耗器概览。必须在打开电源**之前**连接功耗器,否则该功耗器不会被识别并且不起作用。如果功耗器已连接但不起作用,电源将指示一个自检错误。
- 已连接功耗器时电源的唯一运行差异为,输入电流容量已从额定电流的 10% 增加到 100%,同时还提高了负电源保护限值 (CP-)。

- 如果在运行过程中断开了 N7909A，电源将指示出现了一个自检错误，且将输入电流容量减少至额定电流的 10%。负电源保护限值 (CP-) 也会减少，可能导致设备进入 CP- 保护模式。
- 连接 N7909A 和电源的电缆的长度不能超过 1 米。该值限制了 N7909A 离电源的距离。
- 功耗器的温度传感器信息与电源的温度传感器信息已合并在一起。内部温度传感器和过温断路电平之间的最小差值将通过执行 OUTPut:PROTection:TEMPerature:MARGin? 查询来报告。

查询功耗器

除了查看功耗器的前面板 LED 之外，了解设备是否正确连接和运行的唯一方式是查询电源的负电流限值。

前面板	SCPI 命令
不可用	要查询负电流限值，请输入以下命令： CURR:LIM:NEG?MIN 请注意，MIN 参数将返回最小的负电流限值。

如果负电流限值查询返回的值等于电源额定电流值的 10%，则电源无法识别功耗器。关闭电源，确保功耗器连接正确，然后重新打开电源。

对于 1 kW 型号，如果负电流限值查询返回的值等于电源额定电流值的 100%，则会连接和识别功耗器。

对于 2 kW 型号，如果负电流限值查询返回的值等于电源额定电流值的 100%，则会连接和识别两个功耗器。如果值等于额定电流值的 50%，则只连接和识别一个功耗器。

系统相关操作

尽管以下功能与输出编程设定不直接相关，但也可控制仪器运行。

仪器标识

仪器状态存储

前面板显示屏

前面板已锁定

密码保护

仪器标识

可以查询型号、序列号、选件和固件版本。SCPI 返回信息（*IDN? 和 *OPT? 查询）。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\关于\帧**。	要返回制造商、型号、序列号和固件版本信息，请输入以下命令： *IDN? 要返回安装的选件，请输入以下命令： *OPT?

仪器状态存储

电源在非易失性存储器上有十个存储仪器状态的存储位置。位置编号为 0 到 9。以前存储在相同位置中的任何状态将被覆盖。

前面板	SCPI 命令
选择**状态\保存调用**。 在"保存调用"字段中，输入从 0 到 9 的位置。然后按**选择**。 选择"保存"保存状态或选择"调用"调用状态。	要保存位置 1 的状态，请输入以下命令： *SAV 1 要调用位置 1 的状态，请输入以下命令： *RCL 1

指定电源开启状态

出厂时，电源配置为开启时自动调用 (*RST) 设置。但是，您可以配置电源，使之在开启时使用存储位置 0 处存储的设置。

前面板	SCPI 命令
选择**状态\开启**。 选择"调用状态 0"。然后按**选择**。	OUTP:PON:STAT RCL0

前面板显示屏

电源有前面板屏幕保护，在不运行时关闭 LCD 显示屏可显著提高显示屏的寿命。该延迟值的设置范围是 30 到 999 分钟，每次设置的增量为 1 分钟。出厂时，屏幕保护程序会在前面板或接口上的活动停止一小时后启动。

屏幕保护程序生效后，将会关闭前面板显示屏，Line 开关旁边的 LED 会从绿色变为琥珀色。要恢复前面板显示，只需按前面板上的任意键。键的第一个操作将开启显示屏。然后，键将回到其正常功能。

如果选择了 I/O 唤醒功能，只要远程接口中存在活动，显示屏就会恢复。它还会复位屏幕保护中的定时器。在出厂时，I/O 唤醒为有效状态。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\首选项\显示\保护程序** 选中或取消选中"屏幕保护设置"复选框，可以启用或禁用屏幕保护。然后按**选择**。 在"保护程序延迟"字段中输入以分钟为单位的值，以指定开启屏幕保护的时间。 选中"I/O 唤醒"，可在发生 I/O 总线活动时启动显示屏。	不可用

指定开启视图

请注意，您可以指定将哪个测量功能显示为开启。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\首选项\显示\视图**。 从下拉菜单中选择：电压、电流；电压、电源；或电压、电流、电源。然后按**选择**。	要选择开启仪表视图，请输入以下命令： DISP:VIEW METER_VI DISP:VIEW METER_VP DISP:VIEW METER_VIP

前面板已锁定

您可以锁定前面板键，防止从前面板对仪器进行不需要的控制。这是锁定前面板键的最安全的方法，因为需要密码才能解锁前面板。此参数保存在非易失存储器中。因此，在重启交流电源时，前面板仍可保持锁定状态。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\首选项\锁定** 在对话框中，输入密码以解锁前面板。然后选择"锁定"。 每次按下某个键时，都会显示用于解锁前面板的菜单。输入密码，可以解锁前面板。	不可用

注意 如果密码丢失，可使用 SYSTem:PASSword:FPANel:RESet 命令重置前面板锁定密码。请参阅校准开关了解详细信息。

SYSTem:COMMunicate:RLSTate RWLock 命令也可锁定和解锁前面板。此命令与前面板锁定功能完全无关。如果使用此命令锁定前面板，则在关闭并重新打开交流电源时，前面板将解锁。

密码保护

您可以对位于"管理"菜单的所有功能进行密码保护。这包括仪器校准、接口访问、非易失存储器重置、固件更新、密码更新。

出厂时，"管理"菜单的密码设为 0(零)。这意味着您不需要输入密码就可访问"管理"菜单。只需选择**系统\管理\登录**，然后按 Enter。要对"管理"菜单进行密码保护，请执行以下步骤：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理\密码** 密码必须是数字密码，最长为 15 位。 按"选择"。 从"管理"菜单退出以激活密码。现在只能通过提供正确的密码才能进入"管理"菜单。在"密码"字段中输入密码。	使用原始密码进入校准模式 CAL:STAT ON, <密码> 要更改密码，请输入以下命令： CAL:PASS <密码> 要退出校准模式并激活密码，请输入以下命令： CAL:STAT OFF

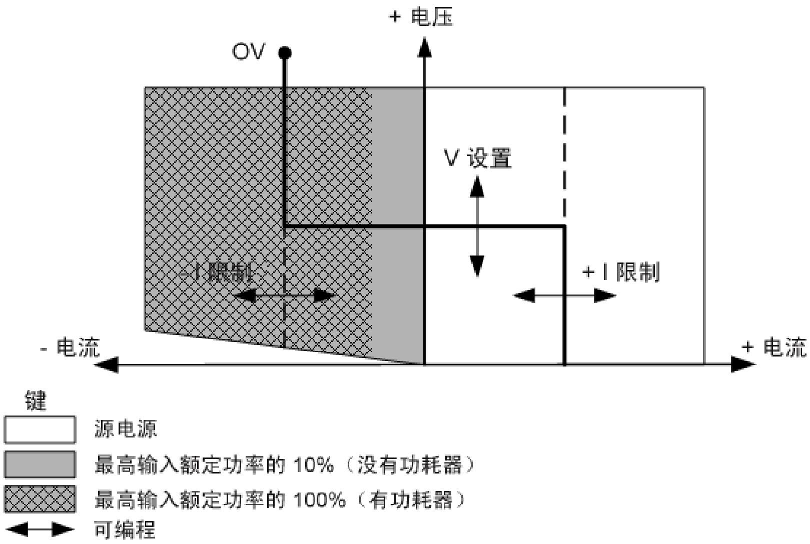
如果密码丢失，可以通过设置内部开关将密码重置为 0 恢复访问。如果显示"由内部开关设置锁定"或"校准由校准开关设置锁定"消息，则说明内部开关设置为禁止更改密码。请参阅校准开关了解详细信息。

优先级模式教程

电压优先级

在电压优先模式下，输出由恒定电压反馈回路控制，因此只要负载电流处于正/负电流限制设置范围内，便可将输出电压维持在其已编程的设置。电压优先模式适用于电阻或高阻抗负载，以及对电压超调量敏感的负载。请勿将电压优先模式用于低阻抗源(如电池、电源或大型带电电容器)。

在电压优先模式下，应将输出电压编程为所需值。此外，还应设置正负电流限制值。应该总是将电流限制设置为高于外部负载的实际输出电流要求。下表显示了输出的电压优先级运行轨迹。白色象限区域将输出显示为一个源(电源)。阴影象限区域将输出显示为一个负载(吸收功率)。



较粗实线表示输出负载功能的可能运行点轨迹。如此线的水平部分所示，只要负载电流保持在正或负电流限制设置范围内，输出电压就会保持按其设定的设置进行调节。CV(恒定电压)状态标记表示正在调节输出电压，并且输出电流处于其限制设置范围内。

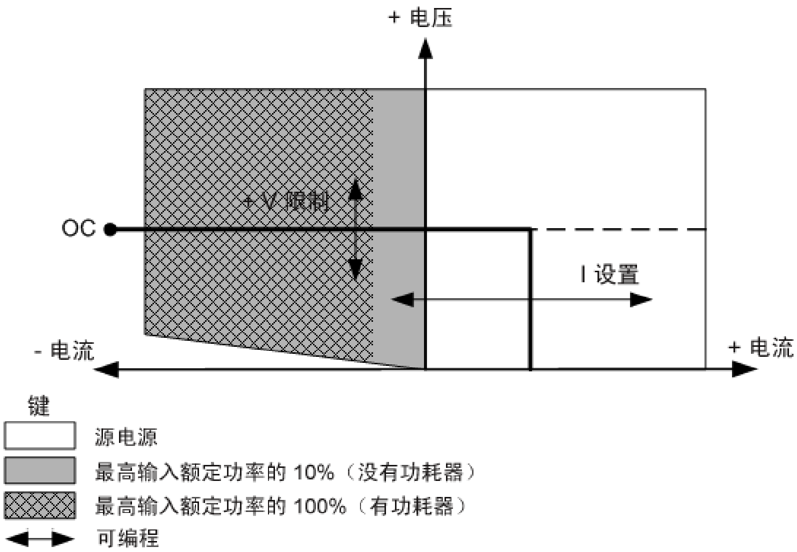
在输出电流达到正或负电流限制时，设备不再处于恒电压模式下运行，并且输出电压不再保持恒定。而是电源现在按其电流限制设置调节输出电流。输入 LIM+(正电流限制)，或 LIM–(负电流限制)状态标记设置为指示已达到电流限制。这些条件由前面板上的 CL+ 或 CL- 报告。

如此负载线的垂直部分所示，当电流强制灌入或拉出设备时，输出电压可能会继续正向增加或反向减小。如果输出电压超出了过压保护设置，则输出将关闭且输出继电器将打开，还将设置 OV 状态位。

电流优先级

在电流优先模式中，输出由双极恒定电流反馈回路控制，该反馈回路可按其已设定设置维持输出电源或吸收电流。只要负载电压处于电压限制设置范围内，就可将输出电流维持在其已编程的设置。电流优先模式适用于电池、电源、大型带电电容器和对电流超调量敏感的负载。在正负电流之间编程、打开和关闭转换及无缝转换过程中，电流优先级可最小化电流超调量。

在电流优先级模式中，应该将输出电流设置为所需的正值或负值。还应该设置正电压限制值。应该总是将电压限制设置为高于外部负载的实际输出电压要求。下表显示了输出的电流优先级运行轨迹。白色象限区域将输出显示为一个源(电源)。阴影象限区域将输出显示为一个负载(吸收功率)。



较粗实线表示输出负载功能的可能运行点轨迹。如此线的垂直部分所示，只要输出电压保持在正负电压限制设置范围内，输出电流就会保持按其设定的设置进行调节。CV(恒定电流)状态标记表示正在调节输出电流，并且输出电压处于其限制设置范围内。

如果输出电压达到正/负电压限制，则设备不再在恒定电流模式下运行，并且输出电流不再保持恒定。而是电源现在按其电压限制设置调节输出电压。设置 LIM+(正电压限制)状态标记以指示已达到电压限制。此条件由前面板上的 VL+ 指示。

如此负载线的水平部分所示，在设备为吸收功率时，随着更多电流强制灌入设备中，输出电流可能会延负方向继续上升。当负载为电源(如电池)，且其输出电压高于电源的电压限制设置时，可能会出现这种情况。如果电流超过了内置负过电流限制，则输出将关闭且输出继电器将打开，还将设置 OC 状态位。在这种情况下，正确设置电压限制以防止此保护关闭非常重要。

电流共享教程

电流共享计算

共享等功率设备(**1 kW** 或 **2 kW**)的偏差

共享混合电源设备(**1 kW** 与 **2 kW** 并联)的偏差

本节描述了如何计算并联设备的等功率和混合功率的电流共享效应。如果在电压优先模式下的接近电流限制设置情况下运行，在电流优先模式下载接近电压限制的情况下运行或使用低电流量程，则这仅会影响并联设备的运行。有关电流共享操作的描述，请参见电流共享。

电流共享计算

在理想电流共享配置中，总负载电流将在所有并联电源之间平均共享。

$I_{OUT(1kW\_IDEAL)LOAD\_TOTAL} / (N_T+N_{2kW})$

$I_{OUT(2kW\_IDEAL)LOAD\_TOTAL}) / (N_T+N_{2kW})$

其中：

I_{LOAD_TOTAL} 为总负载电流

N_T 表示任意额定值的并联设备总数

N_{2kW} 表示 2 kW 并联设备的总数。

单个输出并联设备的理想输出电流和实际输出电流之差可以用增益误差 G 和偏移误差 K 的形式表示(如下所示)。

$\Delta I_{OUT(WORST\_CASE)} = \pm G(I_{OUT(IDEAL)}) \pm K(I_{RATING})$

其中：

G 是增益误差

K 是偏移误差

在 1 kW 配置中，I_{RATING} 是 1 kW 设备的额定电流

在 2 kW 配置中，I_{RATING} 是 2 kW 设备的额定电流

在混合功率配置中，I_{RATING} 是 2 kW 设备的额定电流

以下各节描述了如何计算每个输出并联设备的理想电流的最坏情况偏差。

共享等功率设备(**1 kW** 或 **2 kW**)的偏差

下表提供了并联设备的等功率的增益和偏移值：

并联设备 (N_T)	增益误差 % (G)	偏移误差 % (K)	增益和偏移方程式
2	0.200	0.6	$G = 0.4\%((N_T - 1)/N_T)$ $K = 0.6\%(N_T - 1)$
3	0.267	1.2	
4	0.300	1.8	
5	0.320	2.4	

示例(负载电流为 60 A) 在吸取 60 A 的总负载电流时，您并联了三个 1 kW、40 V、25 A 的设备。使用上表中的增益和偏移值(G=0.267%；K=1.2%)时，单个设备的理想电流共享输出为 20 A 时的最坏情况偏差如下所示：

$$\Delta I_{OUT(WORST\_CASE)} = \pm G(I_{OUT(IDEAL)}) \pm K(I_{RATING})$$
$$\Delta I_{OUT(WORST\_CASE)} = \pm 0.267\%(20A) \pm 1.2\%(25A)$$
$$\Delta I_{OUT(WORST\_CASE)} = \pm 0.353A$$

请注意，理想电流的偏差百分比将大于较小的输出电流，因为以偏移误差为主。在电流降至零的过程中一直都是如此。在上例中，如果并联设备没有吸取电流(0 A)，最坏情况偏差将仍为：

$$\Delta I_{OUT(WORST\_CASE)} = \pm 0.267\%(0A) \pm 1.2\%(25A)$$
$$\Delta I_{OUT(WORST\_CASE)} = \pm 0.3A$$

共享混合电源设备(1 kW 与 2 kW 并联)的偏差

请注意，在该过程中计算电流偏差比在上一个过程中计算更加复杂，因为 1 kW 和 2 kW 设备向总负载电流产生的电流量*不同*。理想情况下，2 kW 设备所产生的电流量是所用的 1 kW 设备的两倍。

下表提供了最多五个并联设备的混合功率的增益和偏移值：

并联设备 (N_T)	增益误差 % (G)	偏移误差 % (K)	增益和偏移方程式
2	0.267	0.40	$G = 0.8\%((N_T - 1)/(1 + 2(N_T - 1)))$ $K = 1.2\%(N_T((N_T - 1.5)/(2N_T - 1)))$
3	0.320	1.08	
4	0.343	1.71	
5	0.356	2.33	

示例(负载电流为 300 A) 有三个并联的 9V 设备。其中两个设备额定功率为 1kW，额定电流为 100A。另外一个额定功率为 2kW，额定电流为 200A。负载吸取的电流为 300A。

您必须先计算 1 kW 和 2 kW 设备的理想输出电流。1 kW 设备的理想输出电流计算方式如下：

$$I_{OUT(1KW\_IDEAL)} = I_{LOAD\_TOTAL} / (N_T + N_{2kW})$$
$$I_{OUT(1KW\_IDEAL)} = 300A / (3+1)$$
$$I_{OUT(1KW\_IDEAL)} = 75A$$

2 kW 设备的理想输出电流计算方式如下：

$I_{OUT(2KW\_IDEAL)} = 2(I_{LOAD\_TOTAL}) / (N_T + N_{2kW})$

$I_{OUT(2KW\_IDEAL)} = 2(300A) / (3+1)$

$I_{OUT(2KW\_IDEAL)} = 150A$

其中 $N_T = 3$，$N_{1KW} = 2$，$N_{2kW} = 1$

请注意，理想总输出电流等于总负载电流：2(75A) + 150A = 300A

您可以使用三个并联设备的混合功率的增益和偏移值(G=0.320%；K=1.08%)来确定每个 1 kW 设备的理想电流的最坏情况偏差。请注意，对于混合功率配置，1kW 和 2kW 计算的方程式将都使用 I_{2kW_RATING}。

$\Delta I_{OUT(1KW\_WORST\_CASE)} = \pm G(I_{OUT(1KW\_IDEAL)}) \pm K(I_{2kW\_RATING})$

$\Delta I_{OUT(1KW\_WORST\_CASE)} = \pm 0.32\%(75A) \pm 1.08\%(200A)$

$\Delta I_{OUT(1KW\_WORST\_CASE)} = \pm 2.4A$

对于 2 kW 设备，请重复以上步骤。

$\Delta I_{OUT(2KW\_WORST\_CASE)} = \pm G(I_{OUT(2KW\_IDEAL)}) \pm K(I_{2kW\_RATING})$

$\Delta I_{OUT(2KW\_WORST\_CASE)} = \pm 0.32\%(150A) \pm 1.08\%(200A)$

$\Delta I_{OUT(2KW\_WORST\_CASE)} = \pm 2.64A$

使用 Power Assistant 软件

本节介绍了如何使用 Keysight N7906A Power Assistant 软件。

使用仪表视图

黑匣子数据记录

配置信号发送

安装和运行软件

要求：

- Keysight N6900/N7900 系列高级电源系统
- Windows 8（32 位和 64 位）
  Windows 7 SP1（32 位和 64 位）
  Windows XP SP3（32 位）
- Keysight IO Libraries Suite（版本 16.3 或更高版本）
- Microsoft .NET Framework 4（独立安装程序）
- Adobe Reader - 用于查看文档

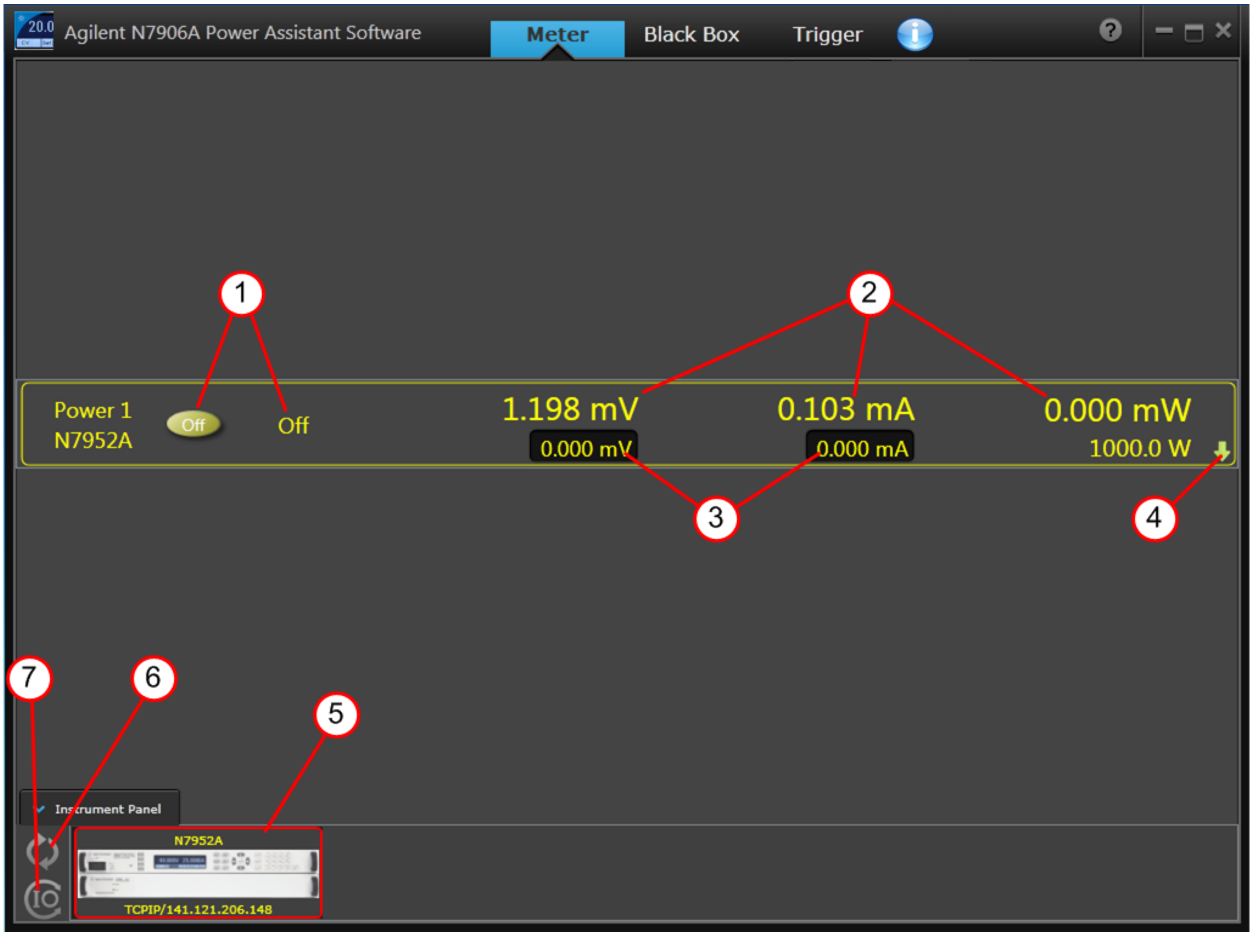
注意 使用 Power Assistant 软件不需要运行 Keysight Connection Expert，但在计算机上必须安装此软件。但在首次运行 Power Assistant 之前，必须使用 Keysight Connection Expert 连接以与仪器建立连接。

Power Assistant 软件可在仪器随附的 CD ROM 中找到。Keysight 网站上也提供了此软件，网址为 www.keysight.com/find/N7906A。要安装并运行此软件，请执行以下操作：

1. 下载文件 AdvancedPSSoftware_Setup.exe 并在计算机上运行此文件。此时将安装 Power Assistant 软件。
2. 将仪器连接到计算机并运行 Keysight Connection Expert。确保与仪器建立连接。
3. 选择 **Keysight N7906** 图标以运行 Power Assistant software 应用程序。

使用仪表视图

Meter 选项卡显示已连接的仪器的前面板。可通过与使用仪器的实际前面板非常类似的方法从此窗口控制此仪器。从其他选项卡（黑色框或触发）中任选其一以访问剩余的应用程序。



注意以下控制：

1. 开启或关闭输出
2. 显示测量的输出值
3. 显示输出设置
4. 扩展前面板控制(如下所示)
5. 显示正在受控制的仪器
6. 单击以刷新仪器列表
7. 单击以启动 Keysight Connection Expert

扩展前面板控制，将显示以下附加控制。这可访问仪器的实际前面板提供的相同控制。

配置信号发送

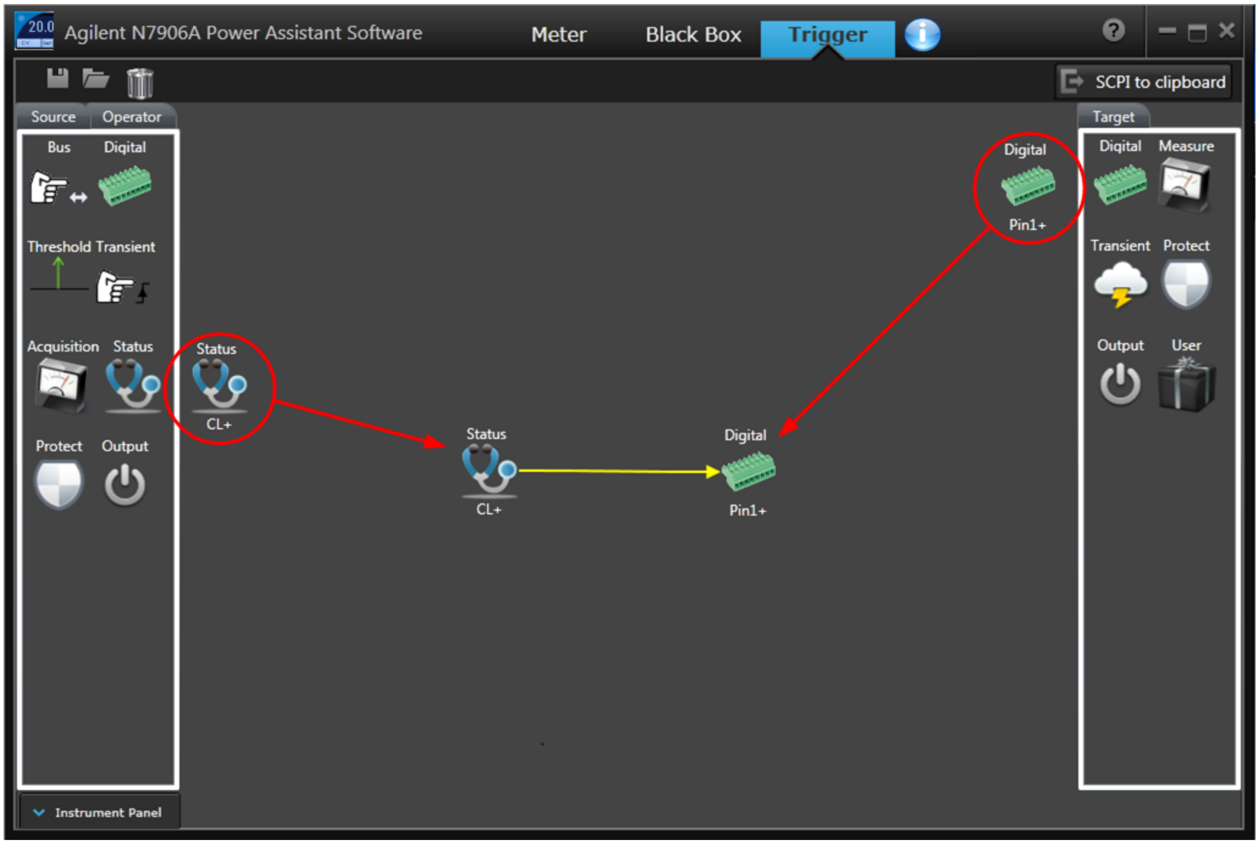
本节说明如何使用 Power Assistant 配置信号发送。

发送信号

选择 Power Assistant 窗口顶端的**触发**选项卡。要开始配置信号发送，请执行以下操作：

1. 从左面板上的“源”列表中选择信号源。例如，单击“状态”图标将它放入工作区。从“状态”下拉列表中选择 CL+。
2. 从右面板的“目标”列表中选择信号目标。例如，单击“数字”图标将它放入工作区。从“数字”下拉列表中选择“针脚 1”和“正极”极性。
3. 同时移动“状态”和“数字”图标，直到出现黄色虚线。继续移动图标直到虚线变成实线。

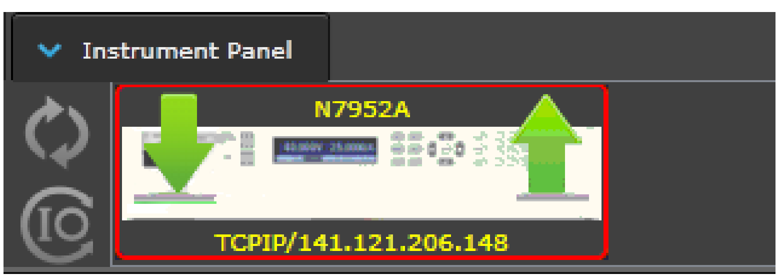
如下所示，现在您已发送 CL+ 状态信号至数字连接器上的针脚 1。触发 CL+ (正电流限制)时已发送信号至数字连接器针脚 1。



下载发送

当您完成信号发送后，必须将它下载至仪器。

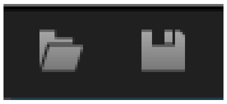
- 如果您连接的仪器未出现在窗口中，请单击**仪器面板**。
- 单击仪器以将其选中。单击绿色向下箭头可将发送信号下载到仪器（如下所示）。
- 如果您已下载要编辑的发送信号，单击绿色向上箭头将发送信号上传至 Power Assistant。



保存发送文件

您可以在计算机上保存并检索发送文件。

- 单击窗口顶部的 **Disc** 图标保存文件。默认文件位置为 C:\Program Files\Keysight\PowerAssistant。由于每次保存新文件时会覆盖默认文件名，因此请对文件进行重命名。
- 单击**文件夹**图标以使用 Power Assistant 打开任何保存的文件。

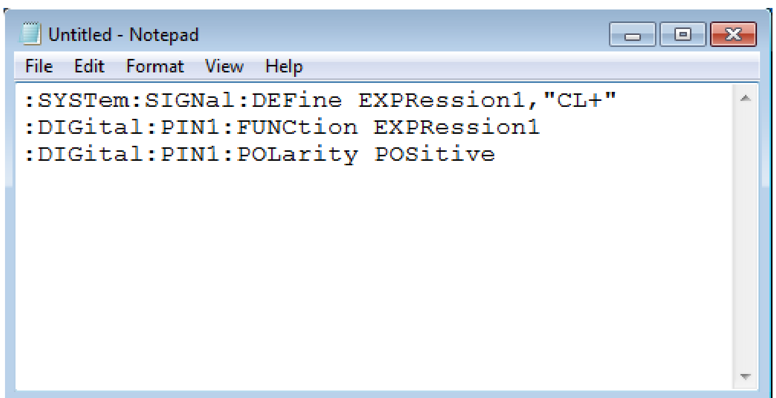


查看 SCPI 命令

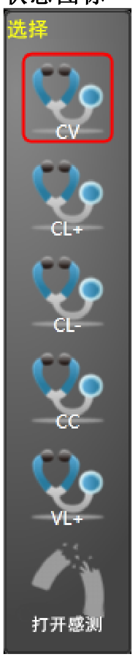
如果您要查看已创建的表达式的源代码，请选择 **SCPI 至剪贴板**以将等效 SCPI 命令复制到计算机的剪贴板中。

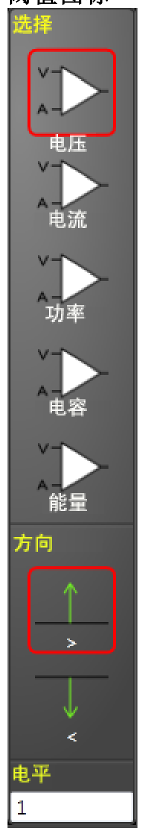
然后将文件粘贴到记事本或其他任何文本编辑器中。

下图显示从上例复制到记事本的等效 SCPI 命令。



源图标说明

状态图标	当信号为真时
	在恒定电压模式下调整输出 输出处于正电流限制范围内 输出处于负电流限制范围内 在恒定电流模式下调整输出 输出处于正电压限制范围内 远程感测连接已打开
保护图标	**当信号为真时**
	输出由活动保护功能禁用

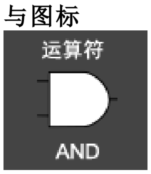
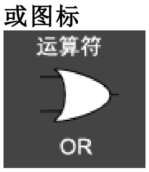
阈值图标	电平比较器将根据两个输入的比较来生成真信号
	测量的电压电平比较 测量的电流电平比较 测量的功率电平比较 测量的安培-小时电平比较 测量的瓦特-小时电平比较 测量得到的电平比指定的电平高 测量得到的电平比指定的电平低 指定的电平

输出图标	当信号为真时
	输出状态为 ON 输出状态为 OFF 输出开始启动时脉冲为 True 输出开始关闭时脉冲为 True 输出已达到稳定状态

数字图标	数字输出针脚可生成真信号
	数字端口针脚(从 1 到 7) 指定信号的正跃迁 指定信号的负跃迁

瞬变图标	当信号为真时	采集图标	当信号为真时
	发生触发输出信号(通过阶跃或列表)时脉冲为 True 仪器正在等待瞬变触发 发生瞬变触发时脉冲为 True 瞬变已启动或正在进行中		采集已启动或正在进行中 仪器正在等待采集触发 发生采集触发时脉冲为 True
		总线图标 	收到总线触发(*TRG 或 GET)时脉冲为 True

运算符图标说明

否图标 	输入信号不为真	延迟图标 	将信号延迟指定的时间
与图标 	输入信号不为真	尖峰图标 	抑制小于抗尖峰脉冲时间参数的正脉冲
或图标 	其中一个输入信号为真		

目标图标说明

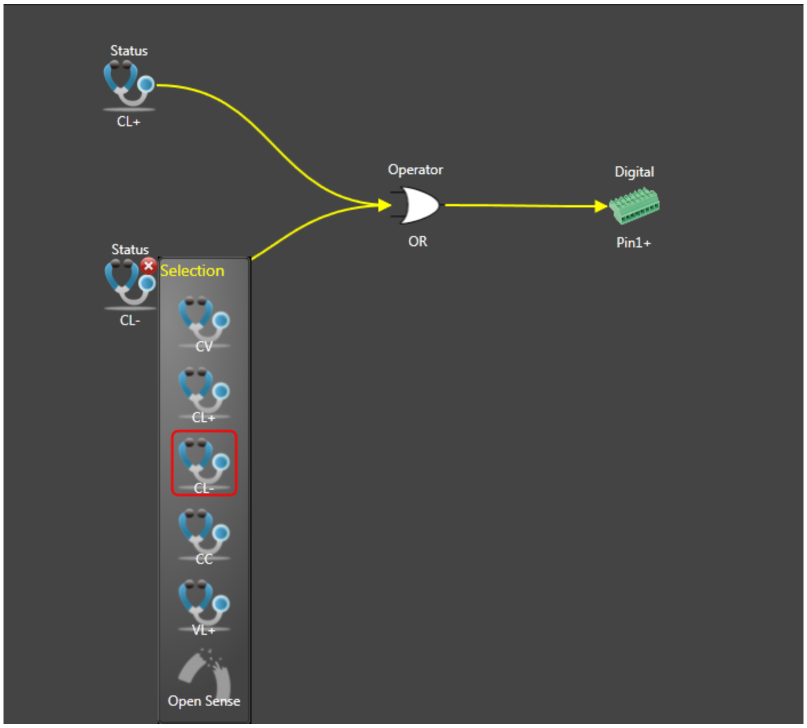
输出图标 	**当信号为真时** 打开输出状态 关闭输出状态	**用户图标** 	**当信号为真时** 选择 User1 状态位 选择 User2 状态位
数字图标 	**数字输出针脚可生成真信号** 数字端口针脚(从 1 到 7) 指定信号的正跃迁 指定信号的负跃迁	**保护图标** 	**当信号为真时** 生成用户定义的保护
		瞬变图标 	**当信号为真时** 生成瞬变触发(对于阶跃、列表或任意)
		测量图标 	**当信号为真时** 生成测量触发

信号发送示例

以下示例说明一些简单的信号发送。

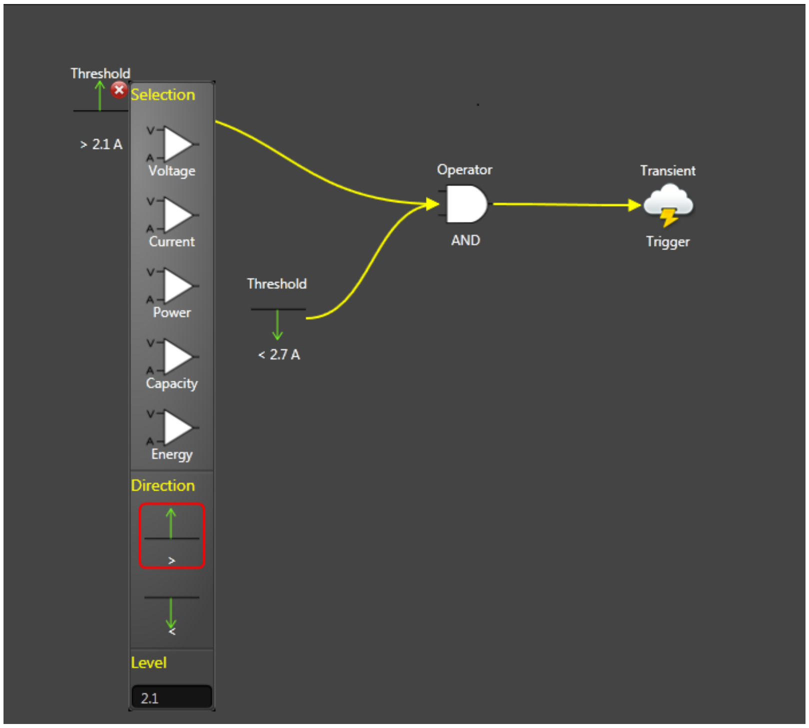
示例 1无论输出为正电流限值还是负电流限值，在为真的数字端口的针脚 1 上创建一个数字信号：

1. 从"源"列表中选择"状态"图标以将其放入工作区中。从"状态"下拉列表中选择 CL-。
2. 从"源"列表中选择另一个"状态"图标以将其放入工作区中。从"状态"下拉列表中选择 CL+。
3. 从运算符列表中选择运算符 OR 以将其放入工作区。
4. 将 CL- 和 CL+ 图标移向"运算符"图标的输入线上直到出现黄色连接实线。
5. 从"目标"列表中选择"数字"图标以将其放入工作区中。从"数字"下拉列表中选择"针脚 1"和"正极"极性。
6. 将针脚 1 图标移向"运算符"图标的输出线上直到出现黄色连接实线。



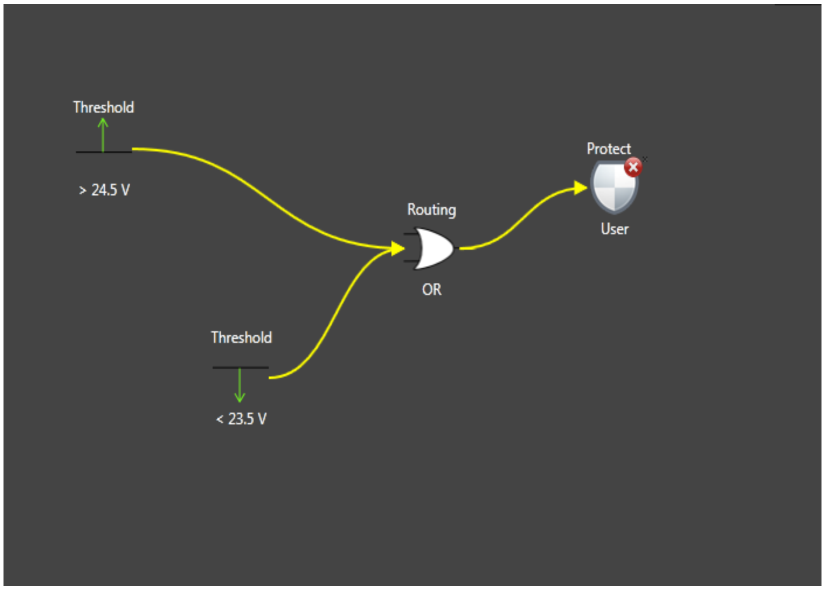
示例 2 创建一个只要输出电流在 2.1 A 和 2.7 A 之间就会触发输出瞬变(阶跃或列表)的触发源。

1. 从"源"列表中选择图标"阈值"以将其放入工作区。选择电流、>方向，并在"电平"下拉列表中输入 2.1 电平。
2. 从"源"列表中选择另一个图标"阈值"以将其放入工作区。选择电流、< 方向，并在"电平"下拉列表中输入 2.7 电平。
3. 从"运算符"列表中选择 AND 运算符以将其放入工作区中。
4. 将"阈值"图标移到"运算符"图标的输入中，直到实体黄连接线出现。
5. 从"目标"列表中选择"瞬变"图标以将其放入工作区中。从"瞬变"下拉列表中选择"触发"。
6. 将"瞬变"图标移向"运算符"图标的输出线上直到出现黄色连接实线。



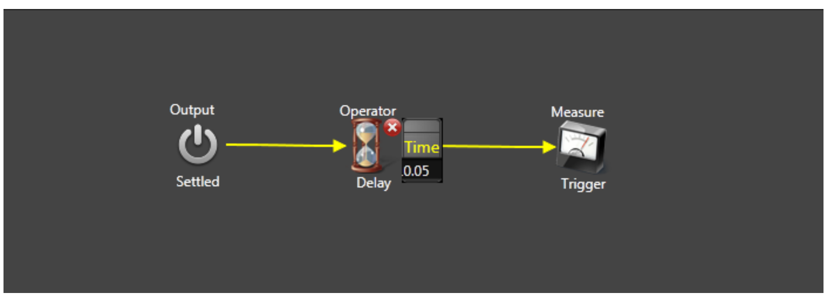
示例 3 创建一个自定义保护，如果输出电压移动到在 23.5 V 到 24.5 V 范围之外，则会禁用输出。

1. 从"源"列表中选择图标"阈值"以将其放入工作区。选择电压、>方向，并在"电平"下拉列表中输入 24.5 电平。
2. 从"源"列表中选择另一个图标"阈值"以将其放入工作区。选择电压、<方向，并在"电平"下拉列表中输入 23.5 电平。
3. 从运算符列表中选择运算符 OR 以将其放入工作区。
4. 将"阈值"图标移到"运算符"图标的输入中，直到实体黄连接线出现。
5. 从"目标"列表中选择"保护"图标以将其放入工作区中。
6. 将"保护"图标移向"运算符"图标的输出线上直到出现黄色连接实线。



示例 4 创建一个触发源，该触发源在输出稳定后触发一个测量 50 毫秒。

1. 从"源"列表中选择"输出"图标以将其放入工作区中。从"输出"下拉列表中选择"稳定"。
2. 从"运算符"列表中选择 Delay 运算符以将其放入工作区中。在下拉列表的"时间"字段中输入 0.05 秒的延时。
3. 将"输出"图标移向"运算符"图标的输入线上直到出现黄色连接线。
4. 从"目标"列表中选择"测量"图标以将其放入工作区中。
5. 将"测量"图标移向"运算符"图标的输出线上直到出现黄色连接实线。



黑匣子数据记录

本节说明如何使用 Power Assistant 从黑匣子记录器 (BBR) 中检索并查看数据。

制作快照

检索快照

查看快照

配置显示

查看快照

导出快照数据

保存快照文件

制作快照

注意 最好在检索黑匣子数据之前确认系统日期和时间。请参阅 BBR(黑匣子记录器)时钟设置。

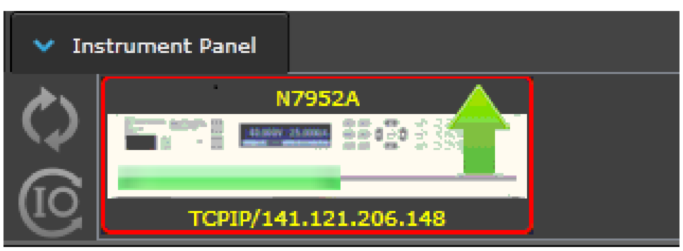
通过从前面板或使用 SCPI 命令查询"快照"，可以检索已记录的数据。请参阅快照操作。快照始终从背面上最新的数据条目进行上载。

一旦创建了快照，您就可以使用 Power Assistant 检索并查看快照数据。

检索快照

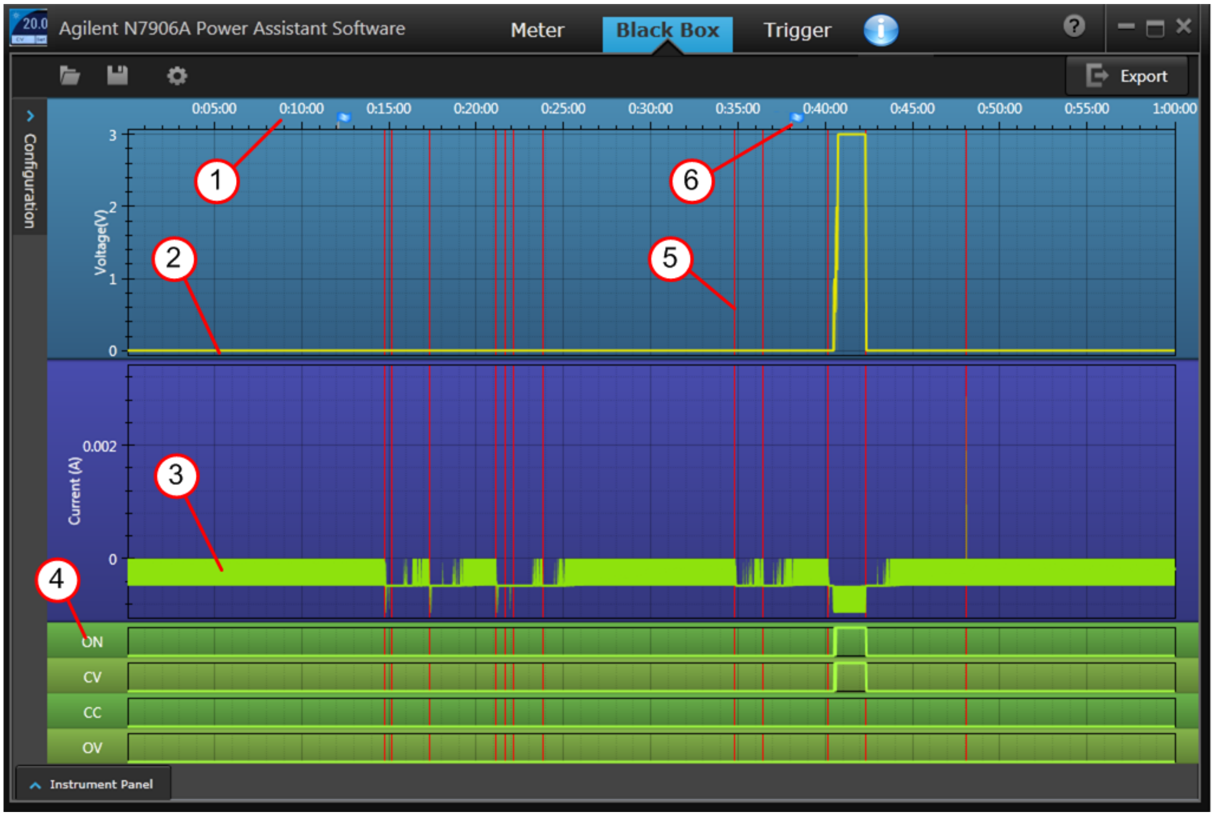
选择 Power Assistant 窗口顶端的**黑匣子**选项卡。

- 如果您连接的仪器未出现在窗口中，请单击**仪器面板**。
- 单击仪器以将其选中。单击绿色向上箭头将快照上传至仪器(如下所示)。您通过进度条可以知道文件正在上传。
- 一旦完成文件上传，数据将显示在显示屏上。



查看快照

"黑匣子"选项卡显示您从仪器中检索的快照数据文件。快照始终从背面上最新的数据条目进行上载。以下数据介绍快照样例文件：



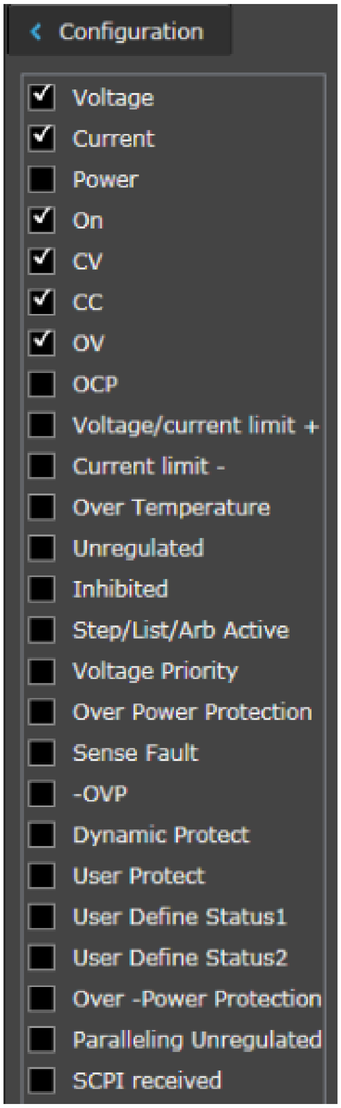
注意以下相关区域：

1. 显示屏的顶部区域指示快照的总时间段
2. 黄线是输出电压。
3. 绿线是输出电流。
4. 窗口的绿色部分显示各种状态。
5. 红色竖线指示什么时候打开或关闭电源。
6. 时间轴上的淡蓝色点指示用户定义信息被放入日志中的位置(请参阅"查看快照事件")。

配置显示

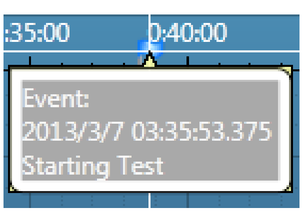
并非所有快照数据都可以同时显示在窗口上。您可以决定要查看的数据。

- 单击**配置**以配置快照视图。
- 单击您要显示在显示屏上的项。向下滚动以查看列表中所有的项。在以下示例中，已选择六个项。这与上图中显示的内容匹配。



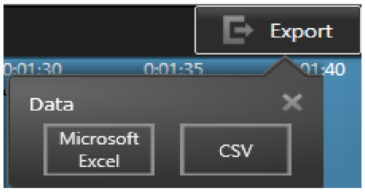
查看快照事件

单击时间轴上的淡蓝色点以查看被放入 BBR(黑匣子记录器)日志中的用户定义信息。有关如何将事件信息放置到 BBR(黑匣子记录器)中的详细信息，请参阅快照事件标记。



导出快照数据

您可以将快照数据导出至 Excel 或 CSV 文件中。选择**导出**以导出快照数据。



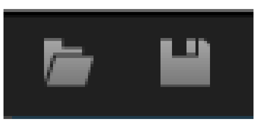
选择 Microsoft Excel 以将数据导出到 Excel。

选择 CSV 将数据保存为 .csv 格式。默认文件位置为 C:\Program Files\Keysight\PowerAssistant。

保存快照文件

您可以在计算机上保存并检索快照文件。

- 单击窗口顶部的 **Disc** 图标保存文件。默认文件位置为 C:\Program Files\Keysight\PowerAssistant。由于每次保存新文件时会覆盖默认文件名，因此请对文件进行重命名。
- 单击**文件夹**图标以使用 Power Assistant 打开任何保存的文件。



SCPI 编程参考

相关信息

IO 程序库和仪器驱动程序

仪器随附的 Keysight Automation Ready CD-ROM 中提供了 Keysight IO Libraries Suite 软件。CD-ROM 中提供了安装说明。

您也可以从 Keysight Developer Network 下载 Keysight IO Libraries Suite 软件、IVI-COM 和 LabVIEW 驱动程序，网址为 www.keysight.com/find/adn。

高级电源系统文档

仪器随附的 Product Reference CD 中包含此文档。您也可以在 www.keysight.com/find/APS-doc 中下载此文档。

有关接口连接的详细信息，请参阅 Automation-Ready CD 上的 《Keysight Technologies USB/LAN/GPIB 接口连接指南》。或者，您可以从 Web 上下载此指南，网址为 www.keysight.com/find/connectivity。

Web 接口

APS 提供了一个内置于仪器中的 Web 接口。您可以通过 LAN 使用该接口进行远程访问并通过 Web 浏览器控制仪器。请参阅使用 Web 接口了解详细信息。

示例程序

在产品页面上有多个示例程序，网址为 www.keysight.com/find/APS。这些是演示不同编程环境的面向应用的程序。

SCPI 语言简介

简介

仪器遵守当前 SCPI 版本的规则和约定(请参阅 SYSTem:VERSion?)。

SCPI(可编程仪器的标准命令)是一种基于 ASCII 的仪器命令语言，供测试和测量仪器使用。SCPI 包含两种类型的命令，通用命令和子系统命令。

IEEE-488.2 通用命令

IEEE-488.2 标准定义了一组通用命令，可执行复位、自检以及状态操作等功能。通用命令总是以星号 (*) 开始，长度为 3 个字符，并可以包括一个或多个参数。命令关键字与第一个参数由空格分开。使用分号 (;) 可分隔多个命令，如下所示：

子系统命令

子系统命令执行特定的仪器功能。它们由按字母顺序排列的命令组成，这些命令扩展到分层结构中的根下一个或多个级别，也称为*树系统*。本结构中，相关命令归组于共用结点或根下，这样就形成了*子系统*。下面列出了 OUTPut 子系统的一部分，用以说明树系统。注意，为了便于清楚说明，某些 [可选] 命令也包括在内。

```
OUTPut
      [:STATe] OFF|0|ON|1
      :DELay
            :FALL <值>|MIN|MAX
            :RISE <值>|MIN|MAX
      :INHibit
            :MODE LATChing|LIVE|OFF
```

关键字

关键字，也称为标题，是仪器识别的说明。通用命令也是关键字。

OUTPut 是根关键字，DELay 是第二级别关键字，FALL 和 RISE 是第三级别关键字。冒号 (:) 分隔关键字级别。

按照命令语法，大多数命令(和某些参数)以大小写字母混合的方式表示。大写字母表示命令的缩写。对于较短的程序行，可以发送缩写格式的命令。如果要获得较好的程序可读性，可以发送长格式的命令。

在上述示例中，OUTP 和 OUTPUT 都是可接受的格式。可以使用大写或小写字母。因此，OUTPUT、outp 和 Outp 都是可接受的。其他格式如 OUT 是无效的，并且会产生错误。

查询

在关键字后面加一个问号 (**?**) 可将其转变为查询(例如：VOLTage?、VOLTage:TRIGgered?)。如果查询包含参数，那么将查询指示器放置在最后关键字的末尾、参数的前面。在查询指示器和第一个参数之间插入一个空格。

您可以查询大多数参数的编程设定值。例如，您可以查询上次设置 OUTPut:DELay:FALL 的时间，方式是发送以下命令：

```
OUTPut:DELay:FALL?
```

您也可以查询最小或最大允许下降时间，方式是发送以下命令：

```
OUTPut:DELay:FALL?MIN
OUTPut:DELay:FALL?MAX
```

在发送另一个命令至仪器之前，必须回读所有查询的结果。否则，将会发生*查询已中断*的错误并丢失未返回的数据。

命令分隔符和终止符

分隔符

冒号 (**:**) 分隔关键字级别。必须使用空格将命令参数与其对应的关键字分隔开来。如果一个命令需要多个参数，则用一个逗号分隔相邻的参数。在以下示例中，必须使用逗号分隔可选的 *startindex* 和 *points* 参数。注意在 CURRent? 和第一个参数之间的空格。

```
FETCh:CURRent? [<起始索引>, <点数>]
```

分号 (**;**) 可用于分隔同一子系统中的命令。这样即可在同一消息字符串中发送多个子系统命令。例如，发送下列命令串：

```
OUTPut:STATe ON;DELay:RISE 1;FALL 2
```

与发送以下命令的作用相同：

```
OUTPut ON
OUTPut:DELay:RISE 1
OUTPut:DELay;FALL 2
```

注意，分号跟随在分层树结构的隐含路径后。在上例中，可选的:STATe 关键字必须跟随在 OUTput 关键字后，才能将命令解析器放置在层次结构的第二级别。这样可以在分号后使用 DELay 关键字，因为 DELay 是第二级别关键字。下一步，按 :RISE 关键字将命令解析器放置在层次结构的第三级别。这样可以在第二个分号后使用 FALL 关键字，因为 FALL 是第三级别关键字。

您也可以组合同一消息字符串中的不同子系统命令。在这种情况下，您必须使用冒号将命令解析器返回至根级才能访问另一个子系统。例如，您可以通过使用如下根说明符，清除输出保护并检查一条消息中的操作条件寄存器的状态：

```
OUTPut:PROTection:CLEar;:STATus:OPERation :CONDition?
```

注意，在分号*之后*使用冒号将命令解析器返回至根部。

终止符

发送到仪器的命令串必须以一个换行 (<NL>) 字符(ASCII 十进制数字 10)结尾。可以将 IEEE-488 EOI(结束或标识)结束或标识消息解释为 <NL> 字符，并用来代替 <NL> 字符终止命令串。一个回车符后跟一个换行符 (<CR><NL>) 也是可行的。命令串终止总是将当前的 SCPI 命令路径复位到根级。

语法惯例

- 尖括号 (**< >**) 表示必须给括号内的参数指定一个值。例如，在上述显示的 OUTPut:DELay 语法说明中，<*值*> 参数包含在尖括号内。方括号不会随命令串一起发送。您必须为该参数指定一个值(例如："OUTP:DEL:FALL 0.1")，除非您选择语法中的另一个选项(例如："OUTP:DEL:FALL MIN")。
- 竖条 (**|**) 隔开给定命令字符串的多个参数选择。例如，在 OUTPut:INHibit 命令中的 LATChing|LIVE|OFF 指示您可以指定 "LATChing"、"LIVE"或"OFF"。条形图不随命令字符串发送。
- 方括号 (**[ ]**) 中包含一些语法元素，例如节点和参数。这表示该元素可选且可以省略。方括号不会随命令串一起被发送。在一个可选参数的情况下，如果您没有为可选参数指定一个值，那么仪器将忽略该参数。在上述 FETCh:CURRent? 的示例中，可选的 <startindex> 和 <points> 参数可以返回从 startindex 开始阵列的数据，并包含数据点的指定数量。如果未指定这些参数，那么查询会返回所有阵列数据。
- 花括号 (**{ }**) 指示可能被重复零次或多次的参数。专用于显示列表。当可能忽略或输入其他值一次或多次时，<值> {,<值>} 表示方式显示必须输入的第一个值。

参数类型

SCPI 语言定义了命令和查询所使用的几种数据格式。

数值参数

要求使用数值参数的命令，支持所有常用的十进制数字表示法，包括可选符号、小数点和科学记数法等。如果命令只接受某些特定值，仪器自动将输入的数值参数四舍五入为可用接受的值。下面这条命令要求给数值参数设置电压值：

```
[SOURce:]VOLTage 50V|MIN|MAX
```

注意数值参数的特殊值(如 MINimum、MAXimum 和 INFinity)也是可接受的。不用选择特定的电压参数值，可以用 MIN 参数将电压设置为允许的最小值，或用 MAX 参数将电压设置为允许的最大值。

您也可以发送带有数字参数的工程单位后缀(例如，V 表示伏特，A 表示安培，W 表示瓦特)。所有参数值都使用基本单位。

离散参数

离散参数用于设置有限个参数值(例如，IMMediate、EXTernal 或 BUS)。就像命令关键字一样，它们也可以有短格式和长格式。可以使用大写或小写字母。查询响应始终返回全部为大写字母的短格式。对于显示屏设置，下面这条命令要求使用离散参数：

```
DISPlay:VIEW METER_VI|METER_VP|METER VIP
```

布尔参数

布尔参数代表一个真或假的二进制条件。对于假条件，仪器将接受"OFF"或"0"。对于真条件，仪器将接受"ON"或"1"。当查询布尔设置时，仪器始终返回"0"或"1"。下面的命令要求使用布尔参数：

```
DISPlay OFF|0|ON|1
```

ASCII 字符串参数

字符串参数实际上可包含所有 ASCII 字符集。字符串必须以配对的引号开始和结尾；可以用单引号或双引号。引号分隔符也可以作为字符串的一部分，只需键入两次并且不在中间添加任何字符。下面这个命令使用了字符串参数：

```
CALibrate:DATE "12/12/12"
```

任意数据块程序或响应数据

指定长度数据块 <数据块> 可以将任何设备相关的数据作为 8 位二进制数据字节进行编程或返回。这对于传输大量数据或 8 位扩展 ASCII 代码特别有用。

设备清除

设备清除是一个 IEEE-488 低级的总线消息，可用于将仪器返回到响应状态。不同的编程语言和 IEEE-488 接口卡通过其特有的命令来提供对该功能的使用。当收到设备清除信息时，状态寄存器、错误队列以及所有配置状态都保持不变。

设备清除执行以下操作：

- 如果正在测量时，则其被终止。
- 仪器返回到触发空闲状态。
- 清除仪器的输入和输出缓冲区。
- 仪器准备好接受新的命令串。

注意 “中止”命令是终止仪器操作的建议方法。

典型命令处理时间

下表列出了多个类型的设置命令和响应查询的一些典型、平均命令处理时间。这可以帮助您确定一些常用 SCPI 命令对总测试时间的影响。所有的时间单位为毫秒。

设置命令（如 VOLT <n>）仅说明 IO 等待时间和命令处理时间，而不是完成操作的时间（如完成更改的输出电压或完成启动后的输出状态）。

从命令发送至仪器直到收到响应均属于查询命令时间。

设置命令	GPIB	LAN
设置输出电压：VOLT <n>	0.5 ms	2.5 ms
将设备设置为重置状态：*RST	10.5 ms	11.5 ms
查询命令		
返回电压设置：VOLT?	1.3 ms	5 ms
返回输出设置：OUT?	1 ms	5.5 ms

查询命令		
返回 10 个测量点：MEAS:VOLT?	6 ms	9.5 ms
返回 10 个获取点：FETC:VOLT?	1.5	5 ms
返回 1 NPLC 测量：MEAS:VOLT?	28 ms	32.5 ms
返回 1 NPLC 获取：FETC:VOLT?	5.5 ms	10 ms
返回 25000 个测量点：MEAS:VOLT?	180 ms	182 ms
返回 25000 点获取：FETC:VOLT?	32.5 ms	36.7 ms
返回 25000 点 ASCII 阵列获取：FETC:ARR:VOLT?	9267 ms	5818 ms
返回 25000 点二进制阵列获取：FETC:ARR:VOLT?	558 ms	537 ms

子系统命令

ABORt 子系统

中止命令将取消任何已触发的操作并将触发系统返回到空闲状态。也可以使用 *RST 命令执行中止命令。

ABORt:ACQuire
ABORt:ELOG 仅限 N7900 机型
ABORt:TRANsient

ABORt:ACQuire - 取消任何触发的测量。还要在操作状态寄存器中重置 WTG 测量和 MEAS 活动位。

ABORt:ELOG - 停止外部数据记录。还要在操作状态寄存器中重置 WTG 测量和 MEAS 活动位。

ABORt:TRAN - 取消任何触发的操作。该命令还会重置操作状态寄存器中的 WTG-tran 和 TRAN-active 位。请注意，如果将 INITiate:CONTinuous:TRANsient 编程设定为 ON，则该命令将不会关闭连续触发。在这种情况下，触发系统将自动重新启动。

参数	典型返回
(无)	(无)
中止已触发的测量：ABOR:ACQ	

ARB 子系统 仅限 N7900 机型

ARB 命令可对恒定驻留任意波形进行编程设定。恒定驻留波形最多可为其分配 65,535 个点，每个点具有相同的驻留时间。

```
[SOURce:]
  ARB
    :COUNt <值>|INFinity                   指定 Arb 的重复次数。
    :CURRent
      :CDWell
        [:LEVel] <值>{,<值>}|<数据块>       指定 Arb 中每个点的电平。
        :DWELl <值>                         指定 Arb 中每个点的驻留时间。
        :POINts?                            返回 Arb 中的点数。
    :FUNCtion
      :TYPE CURRent|VOLTage                 指定电压或电流 Arb。
    :TERMinate
      :LAST 0|OFF|1|ON                      选择 Arb 结束后的输出设置。
    :VOLTage
      :CDWell
        [:LEVel] <值>{,<值>}|<数据块>       指定 Arb 中每个点的电平。
        :DWELl <值>                         指定 Arb 中每个点的驻留时间。
        :POINts?                            返回 Arb 中的点数。
```

[SOURce:]ARB:COUNt <*值*>|MIN|MAX|INFinity
[SOURce:]ARB:COUNt? [MIN|MAX]

指定 Arb 的重复次数。使用 INFinity 参数连续重复任意波形。

参数	典型返回
1 – 256，*RST 1	<计数>
编程设定重复计数为 10：ARB:COUN 10	

[SOURce:]ARB:CURRent:CDWell[:LEVel] <*值*>{,<*值*>}|<*数据块*>
[SOURce:]ARB:CURRent:CDWell[:LEVel]?
[SOURce:]ARB:VOLTage:CDWell[:LEVel] <*值*>{,<*值*>}|<*数据块*>
[SOURce:]ARB:VOLTage:CDWell[:LEVel]?

指定 Arb 中每个点的电平。 以安培或伏特为单位指定值。 最小和最大值取决于设备额定值。

电流和电压任意波形将共享设置，因此设置电流任意波形会将电压任意波形电平重置为其默认设置，反之亦然。为了获得更好的性能，可将列表以有限长度的任意数据块格式（取代 ASCII 列表）作为单个精确浮点值发送。响应格式取决于返回的格式（ASCII 或 REAL）。

参数	典型返回
额定电流的 -10.2% 到 102% 或 额定电压的 0% 到 102%	<值> [,<值>] 或 <数据块>
使用功耗器： 最多额定电流的 -102% 到 102%	
编程设定恒定驻留任意波形为 5 个电压点：ARB:VOLT:CDW 5,4,3,2,1	

[SOURce:]ARB:CURRent:CDWell:DWELl *<值>*
[SOURce:]ARB:CURRent:CDWell:DWELl?
[SOURce:]ARB:VOLTage:CDWell:DWELl *<值>*
[SOURce:]ARB:VOLTage:CDWell:DWELl?

指定 Arb 中每个点的驻留时间。值以秒为单位，将取整为与 10.24 微秒增量最接近的整数。

电流和电压任意波形将共享设置，因此设置电流任意波形的该参数会更改电压驻留值，反之亦然。

参数	典型返回
0.00001024 – 0.30，*RST 0.001	<驻留值>
编程设定恒定驻留时间为 0.2 秒：ARB:CURR:CDW:DWEL 0.2	

[SOURce:]ARB:CURRent:CDWell:POINts?
[SOURce:]ARB:VOLTage:CDWell:POINts?

返回 Arb 中的点数。

参数	典型返回
(无)	<点数>
返回任意波形中的电流点数：ARB:CURR:CDW:POIN?	

[SOURce:]ARB:FUNCtion:TYPE CURRent|VOLTage
[SOURce:]ARB:FUNCtion:TYPE?

指定电压或电流 Arb。一次只能输出一个类型的任意波形。所做的选择必须与优先级模式匹配。

参数	典型返回
CURRent|VOLTage, *RST VOLTage	VOLT 或 CURR
指定电压任意波形：ARB:FUNC:TYPE VOLT	

[SOURce:]ARB:TERMinate:LAST 0|OFF|1|ON
[SOURce:]ARB:TERMinate:LAST?

选择 Arb 结束后的输出设置。设置为 ON (1) 时，输出电压或电流将保持在最后的任意波形值。最后的任意波形电压或电流值将成为 ARB 完成后的 IMMediate 值。设置为 OFF (0) 和中止任意波形时，输出将返回启动任意波形之前有效的设置。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST OFF	0 或 1
要以最后一个任意波形值的输出为终止，请输入以下命令： ARB:TERM:LAST ON	

CALibrate 子系统

校准命令用于校准仪器。

注意 校准之前，请阅读校准部分。校准不当会降低精度和可靠性。

CALibrate	
:COUNt?	返回已校准设备的次数。
:CURRent	
[:LEVel] <*值*>	校准电流编程和测量。
:MEASure <*值*>	校准低电流量程测量。
:SHARing	校准并联设备的 Imon 信号。
:TC	校准温度系数。
:DATA <*值*>	输入外部万用表读取的校准值。
:DATE <"*日期*">	在非易失性存储器中输入校准日期。
:LEVel P1|P2|P3	将校准提升到新的水平。
:PASSword <*值*>	设置数字密码以防止未经授权的校准。
:RESistance	
:BOUT	校准最小电阻。
:SAVE	在非易失性内存中保存校准常量。
:STATe 0|OFF|1|ON	启用或禁用校准模式。
:VOLTage	
[:LEVel] <*值*>	校准本地电压编程和测量。
:CMRR	校准电压共模抑制比。

CALibrate:COUNt?

返回已校准设备的次数。保存校准(和日期)、更改或重置管理密码或更新固件时，计数将增加。

参数	典型返回
(无)	<计数>
返回校准计数：CAL:COUN?	

CALibrate:CURRent[:LEVel] <*值*>

校准电流编程和测量。 该值选择要校准的量程。

参数	典型返回
正在校准输出范围内的最大电流。	(无)
校准 10 A 范围内的电流：CAL:CURR 10	

CALibrate:CURRent:MEASure <*值*>

校准低电流量程测量。 该值选择要校准的量程。

参数	典型返回
正在校准量程内的最大电流。	(无)
校准 10 A 量程内的电流：CAL:CURR:MEAS 10	

CALibrate:CURRent:SHARing

校准并联设备的 Imon 信号。

参数	典型返回
(无)	(无)
校准电流共享：CAL:CURR:SHAR	

CALibrate:CURRent:TC

校准温度系数。

参数	典型返回
(无)	(无)
校准温度系数：CAL:CURR:TC	

CALibrate:DATA <*值*>

输入外部万用表读取的校准值。必须先选择输入值的校准级别。数据值用基本单位表示 - 伏特或安培(取决于校准的函数)。

参数	典型返回
数值	(无)
指定校准值 0.0237：CAL:DATA 2.37E-2	

CALibrate:DATE <*"日期"*>
CALibrate:DATE?

在非易失性存储器中输入校准日期。输入任意 ASCII 字符串，最多含有 15 个字符。查询返回日期。

参数	典型返回
<*"日期"*> 字符串编程数据。用单引号或双引号括住字符串参数。	<最近校准日期>
输入校准日期：CAL:DATE "12/12/12"	

CALibrate:LEVel P1|P2|P3
CALibrate:LEVel?

将校准提升到新的水平。P1 为第一级；P2 为第二级；P3 为第三级。

参数	典型返回
P1|P2|P3	（无）
选择第一个校准点：CAL:LEV P1	

- 某些校准序列在发送 CAL:LEV 后，在从 DVM 读取数据并发送 CAL:DATA 前，可能需要一些稳定时间。

CALibrate:PASSword <*密码*>

设置数字密码以防止未经授权的校准。与 Admin 密码相同。

参数	典型返回
<*密码*> 数值最多为 15 个数字	（无）
将新密码设置为 1234 中的一个值：CAL:PASS 1234	

- 如果密码设置为 0，将删除密码保护且进入校准模式将不受限制。出厂设置为 0（零）。
- 要更改密码，可用旧代码解密校准存储器，然后设置新代码。
- 如果忘记密码，请参考校准开关。
- 此设置为非易失性；它不会因为加电循环或 *RST 而改变。

CALibrate:RESistance:BOUT

校准最小电阻。

参数	典型返回
（无）	（无）
校准最小电阻：CAL:RES:BOUT	

CALibrate:SAVE

在非易失性内存中保存校准常量。在校准结束时进行此操作可避免丢失所做的更改。

参数	典型返回
(无)	(无)
将校准常数储存在非易失性存储器中：CAL:SAVE	

CALibrate:STATe 0|OFF|1|ON [,<密码>]
CALibrate:STATe?

启用或禁用校准模式。必须启用仪器的校准模式，才能接受所有校准命令。第一个参数用于指定状态。第二个可选参数为密码。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST OFF	0 或 1
<*密码*> 数值最多为 15 位	(无)
禁用校准：CAL:STAT OFF 启用校准：CAL:STAT ON [,值]	

校准设置为非零值时，需要使用 <*密码*>。

CALibrate:VOLTage[:LEVel] <*值*>

校准本地电压编程和测量。 该值选择要校准的量程。

参数	典型返回
正在校准输出范围内的最大电压。	(无)
校准 20 V 范围内的电压：CAL:VOLT 20	

CALibrate:VOLTage:CMRR

校准电压共模抑制比。

参数	典型返回
(无)	(无)
校准共模抑制比：CAL:VOLT:CMRR	

CURRent 子系统

电流命令用于对仪器的输出电流进行编程设定。

```
[SOURce:]
    CURRent
        [:LEVel]
            [:IMMediate]
                [:AMPLitude] <值>              设置在电流优先模式下的输出电流
            :TRIGgered
                [:AMPLitude] <值>              设置触发的输出电流
        :LIMit
            [:POSitive]
                [:IMMediate]
                    [:AMPLitude] <值>          设置在电压优先模式下的电流限制。
            :NEGative
                [:IMMediate]
                    [:AMPLitude] <值>          设置在电压优先模式下的电流限制。
        :MODE FIXed|STEP|LIST|ARB              设置瞬变模式。
        :PROTection
            :DELay
                [:TIME] <值>                   设置过电流保护延迟。
                :STARt SCHange|CCTRans         指定过电流保护延迟计时器的开始时间。
            :STATe 0|OFF|1|ON                  启用或禁用过电流保护。
        :SHARing
            [:STATe] 0|OFF|1|ON                在并联设备上启用或禁用电流共享。
        :SLEW
            [:IMMediate] <值>|INFinity         设置电流变化率。
            :MAXimum 0|OFF|1|ON                启用或禁用最大变化率覆盖。
```

[SOURce:]CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <值>|MIN|MAX
[SOURce:]CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]
[SOURce:]CURRent[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude] <值>|MIN|MAX
[SOURce:]CURRent[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude]? [MIN|MAX]

在当前优先级模式中进行输出时，设置即时或触发电流电平。触发的电平是在触发输出 Step 时传输到输出的存储值。以安培为单位。最大值取决于设备的额定电流。最小值为最小负值。

参数	典型返回
额定值的 -10.2% 到 102%，*RST 0 使用功耗器：最高为额定值的 -102% 到 102%	<电流电平>
将正电流限制设置为 2 A：CURR:LIM 2	

[SOURce:]CURRent:LIMit[:POSitive][:IMMediate][:AMPLitude] <*值*>|MIN|MAX
[SOURce:]CURRent:LIMit[:POSitive][:IMMediate][:AMPLitude]?[MIN|MAX]
[SOURce:]CURRent:LIMit:NEGative[:IMMediate][:AMPLitude] <*值*>|MIN|MAX
[SOURce:]CURRent:LIMit:NEGative[:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]

设置在电压优先模式下的电流限制。 以安培为单位。 最大值取决于设备的额定电流。最小值为最小负值。

参数	典型返回
正：额定值的 0 到 102%，额定值的*RST 1.02% 负值：额定值的 -10.2% 到 0，额定值的 *RST -10.2% 功耗器负值：最高为额定值的 -102% 到 0	<正电流限制> <负电流限制>
将正电流限制设置为 2 A：CURR:LIM 2 将负电流设置为 -2 A：CURR:LIM:NEG -2	

[SOURce:]CURRent:MODE FIXed|STEP|LIST|ARB
[SOURce:]CURRent:MODE?

设置瞬变模式。这样可以在启动并触发瞬变系统时确定输出电流的发生情况。

FIXed 将输出电流保持为其即时值。

STEP 在发生触发时将输出阶跃到触发电平。

发生触发时，**列表**将导致输出跟随列表值。

当发生触发时，**ARB** 将造成输出遵照任意波形值。

参数	典型返回
FIXed|STEP|LIST|ARB, *RST FIXed	固定、阶跃、列表或任意
将电流模式设置为阶跃：CURR:MODE STEP	

[SOURce:]CURRent:PROTection:DELay[:TIME] <*值*>|MIN|MAX
[SOURce:]CURRent:PROTection:DELay[:TIME]? [MIN|MAX]

设置过电流保护延迟。在延迟时间内，将不会触发过电流保护功能。超过延迟时间后，将激活过电流保护功能。这样可防止输出状态中的瞬间变化触发过电流保护功能。在分辨率为 1 毫秒时，可以对达到 255 毫秒的值进行编程。

参数	典型返回
0 – 0.255, *RST 0.020 s	<延迟值>
将保护延迟设置为 0.2 秒：CURR:PROT:DEL 0.2	

- 过电流保护操作受电流保护延迟启动事件(由 CURRent:PROTection:DELay:STARt 指定)的设置影响。

[SOURce:]CURRent:PROTection:DELay:STARt SCHange|CCTRans [SOURce:]CURRent:PROTection:DELay:STARt?

指定过电流保护延迟计时器的开始时间。无论何时，在命令更改输出设置时，**SCHange** 可启动过电流延迟。**CCTRans** 通过输出到电流限制模式的任何转换启动过电流延迟定时器。

参数	典型返回
SCHange|CCTRans, *RST SCHange	SCH 或 CCTR
选择 CCTRans 作为当前保护延迟模式： CURR:PROT:DEL:STAR CCTR	

[SOURce:]CURRent:PROTection:STATe 0|OFF|1|ON [SOURce:]CURRent:PROTection:STATe?

启用或禁用过电流保护。如果已启用过电流保护功能且输出进入电流限制，则将禁用输出并对可疑条件状态寄存器 OCP 位进行设置。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST OFF	0 或 1
启用当前保护状态：CURR:PROT:STAT ON	

- 删除条件原因后，可使用 OUTPut:PROTection:CLEar 清除过电流条件。

[SOURce:]CURRent:SHARing[:STATe] 0|OFF|1|ON [SOURce:]CURRent:SHARing[:STATe]?

在并联设备上启用或禁用电流共享。必须将此命令发送到每台并联设备上。启用后，负载电流将在并联输出间平均共享。必须连接后面板**共享**，否则将发生错误。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST OFF	0 或 1
要启用电流共享，请输入以下命令：CURR:SHAR ON	

[SOURce:]CURRent:SLEW[:IMMediate] <*值*>|MIN|MAX|INFinity [SOURce:]CURRent:SLEW[:IMMediate]? [MIN|MAX]

设置电流变化率。变化率以安培/秒设置，可影响所有已编程的电流变化(包括那些根据输出状态开启或关闭的变化)。可将变化率设置为介于 0 和 9.9E+37 之间的任意值。对于非常大的值，变化率将受输出电路模拟性能的限制。关键字 MAX 或 INFinity 可将变化率设置为最大值。

参数	典型返回
0 – 9.9E+37, *RST MAX	<最大值>
将变化率设置为每秒 1 A: CURR:SLEW 1	

- 查询将返回已发送的值，除非该值小于最小变化率，在这种情况下将返回最小值。变化设置的分辨率也为最小值，可使用 CURRent:SLEW? 来查询MIN 来查询。准确值根据校准不同而略微有所不同。

[SOURce:]CURRent:SLEW:MAXimum 0|OFF|1|ON [SOURce:]CURRent:SLEW:MAXimum?

启用或禁用最大变化率覆盖。 启用时，变化率将设置为其最大值。禁用后，将变化率设置为由 [SOURce:]CURRent:SLEW 命令设置的即时值。使用 [SOURce:]CURRent:SLEW?MAX 用于查询设置的最大变化率。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST ON	0 或 1
启用最大变化率：CURR:SLEW:MAX ON	

- [SOURce:]CURRent:SLEW:MAX 命令与 [SOURce:]CURRent:SLEW 命令相耦合。如果 [SOURce:]CURRent:SLEW 将速率设置为 MAX 或 INFinity，则将启用 [SOURce:]CURRent:SLEW:MAX。如果将变化率设置为其他值，则将禁用 [SOURce:]CURRent:SLEW:MAX。

DIGital 子系统

数字命令用于对仪器后面板上的数字控制端口进行编程设定。

[SOURce:]	
DIGital	
:INPut	
:DATA?	读取数字控制端口的状态。
:OUTPut	
:DATA <*值*>	设置数字控制端口的状态。
:PIN<1-7>	
:FUNCtion <*函数*>	设置针脚的功能。DIO |DINPut |EXPRession<1-8> |FAULt |INHibit |ONCouple |OFFCouple |TOUTput |TINPut
:POLarity POSitive|NEGative	设置针脚的极性。
:TOUTput	
:BUS	
[:ENABle] 0|OFF|1|ON	禁用或启用数字端口针脚上的"总线"触发。

[SOURce:]DIGital:INPut:DATA?

读取数字控制端口的状态。分别返回针脚 1 到针脚 7(位于 0 到 6 位)状态的二进制加权值。

参数	典型返回
(无)	<位值>
读取数字控制端口状态：DIG:INP:DATA?	

[SOURce:]DIGital:OUTPut:DATA <*值*>
[SOURce:]DIGital:OUTPut:DATA?

设置数字控制端口的状态。这样仅对函数设置为数字 IO 运行的针脚有影响。端口有七个信号针脚和一个数字接地针脚。在写入到端口的二进制加权值中，根据以下位分配控制针脚：

针脚	1	2	3	4	5	6	7
位编号	0	1	2	3	4	5	6
十进制值	1	2	4	8	16	32	64

忽略与未配置为 DIO 的数字端口针脚相一致的位值。

参数	典型返回
0 – 127，*RST 0	<位值>
使用以下函数对针脚 1、3 和 5 进行编程设定：DIG:OUTP:DATA?	

[SOURce:]DIGital:PIN<1-7>:FUNCtion <*函数*>
[SOURce:]DIGital:PIN<1-7>:FUNCtion?

设置针脚的功能。函数保存在非易失存储器中。

DIO	通用接地参考数字输入/输出函数。
DINPut	仅限数字输入模式。
EXPRession <1-8>	用户定义的表达式驱动针脚。
FAULt	针脚 1 作为隔离故障输出。针脚 2 是针脚 1 的共用针脚。
INHibit	针脚 3 作为抑制输入。
ONCouple	针脚 4 - 7 同步输出开启状态。
OFFCouple	针脚 4 - 7 同步输出关闭状态。
TINPut	触发输入功能。
TOUTput	触发输出功能

参数	典型返回
DIO | DINPut | EXPRession<1-8> | FAULt | INHibit | ONCouple | OFFCouple TINPut | TOUTput	DIO、DINP、EXPR<n>、FAUL、INH、ONC、OFFC、TINP 或 TOUT
将针脚 1 设置为 FAULt 模式：DIG:PIN1:FUNC FAUL	

[SOURce:]DIGital:PIN<1-7>:POLarity POSitive|NEGative
[SOURce:]DIGital:PIN<1-7>:POLarity?

设置针脚的极性。**POSitive** 表示针脚上的逻辑真信号为电压高。对于触发输入和输出，POSitive 表示上升沿。**NEGative** 表示针脚上的逻辑真信号为电压低。对于触发输入和输出，NEGative 表示下降沿。针脚极性保存在非易失存储器中。

参数	典型返回
POSitive|NEGative	POS 或 NEG
将针脚 1 设置为 POSitive 极性：DIG:PIN1:POL POS	

[SOURce:]DIGital:TOUTput:BUS[:ENABle] 0|OFF|1|ON [SOURce:]DIGital:TOUTput:BUS[:ENABle]?

禁用或启用数字端口针脚上的"总线"触发。这样可将总线触发发送到任何已配置为触发输出的数字端口针脚。当状态开启并接收到总线触发时，将产生触发输出脉冲。使用 *TRG 命令生成总线触发。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST OFF	0 或 1
在数字针脚上启用总线触发信号：CURR:TOUT:BUS ON	

- 如果使用总线触发命令不产生触发信号，则查询返回 0(关闭)。如果使用总线触发命令产生触发信号，则返回 1(开启)。

DISPlay 子系统

显示命令用于控制前面板显示。

DISPlay[:WINDow][:STATe] 0|OFF|1|ON
DISPlay[:WINDow][:STATe]?

开启或关闭前面板显示屏。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST ON	0 或 1
关闭前面板显示：DISP OFF	

DISPlay[:WINDow]:VIEW METER_VI|METER_VP|METER_VIP
DISPlay[:WINDow]:VIEW?

选择要显示在前面板上的参数。**METER_VI** 显示输出电压和电流。**METER_VP** 显示输出电压和功率。**METER_VIP** 显示输出电压、电流和功率。

参数	典型返回
METER_VI|METER_VP|METER_VIP, *RST METER_VI	METER_VI、METER_VP 或 METER_VIP
要显示电压和功率，请输入以下命令：DISP:VIEW METER_VP	

FETCh 子系统

获取命令用于返回以前采集的测量数据。FETCh 查询不会生成新的测量结果，但是允许通过相同的获取数据进行其他测量结果计算。数据在出现下一个 MEASure 或 INITiate 命令之前有效。

FETCh	
[:SCALar]	
:CURRent	
[:DC]? [<*起始索引*>, <*点数*>]	返回平均测量。
:ACDC?	返回 RMS 测量 (AC + DC)。
:HIGH?	返回脉冲波形高电平。
:LOW?	返回脉冲波形低电平。
:MAXimum?	返回最大值或最小值。
:MINimum?	
:POWer	
[:DC]?	返回平均测量。
:VOLTage	
[:DC]? [<*起始索引*>, <*点数*>]	返回平均测量。
:ACDC?	返回 RMS 测量 (AC + DC)。
:HIGH?	返回脉冲波形高电平。
:LOW?	返回脉冲波形低电平。
:MAXimum?	返回最大值或最小值。
:MINimum?	
:AHOur?[IGNORE_OVLD]	返回累积的安培-小时值。
:ARRAY	
:CURRent	
[:DC]? [<*起始索引*>, <*点数*>]	返回瞬时测量。
:POWer	
[:DC]?	返回瞬时测量。
:VOLTage	
[:DC]? [<*起始索引*>, <*点数*>]	返回瞬时测量。
:ELOG?<*最大记录数*>	返回最新的外部数据记录条目。
:WHOur?[IGNORE_OVLD]	返回累积的瓦特-小时值。

FETCh[:SCALar]:CURRent[:DC]? [<*起始索引*>, <*点数*>]
FETCh[:SCALar]:VOLTage[:DC]? [<*起始索引*>, <*点数*>]
FETCh[:SCALar]:POWer[:DC]?

返回平均测量。 返回值以安培、伏特或瓦特为单位。

可选参数从 <startindex> 开始指定子集，并且长度为 <points>。 **仅限 N7900 机型**

参数	典型返回
[<startindex>] 起始索引 [<点数>] 点数	<DC 值>
返回测量的 DC 电流 FETC:CURR?	

FETCh[:SCALar]:CURRent:ACDC?
FETCh[:SCALar]:VOLTage:ACDC?

返回 RMS 测量 (AC + DC)。 返回值以安培或伏特为单位。

参数	典型返回
(无)	<ACDC 值>
返回测量的 RMS 电压 FETC:VOLT:ACDC?	

FETCh[:SCALar]:CURRent:HIGH?
FETCh[:SCALar]:VOLTage:HIGH?

返回脉冲波形高电平。 返回值以安培或伏特为单位。 请参阅测量类型。

参数	典型返回
(无)	<HIGH 值>
返回测量的高电平电流 FETC:CURR:HIGH?	

FETCh[:SCALar]:CURRent:LOW?
FETCh[:SCALar]:VOLTage:LOW?

返回脉冲波形低电平。 返回值以安培或伏特为单位。 请参阅测量类型。

参数	典型返回
(无)	<LOW 值>
返回测量的低电平电压 FETC:VOLT:LOW?	

FETCh[:SCALar]:CURRent:MAXimum?
FETCh[:SCALar]:VOLTage:MAXimum?
FETCh[:SCALar]:CURRent:MINimum?
FETCh[:SCALar]:VOLTage:MINimum?

返回最大值或最小值。 返回值以安培或伏特为单位。

参数	典型返回
(无)	<MIN 值> <MAX 值>
返回测量的最大电流 FETC:CURR:MAX? 返回测量的最小电压 FETC:VOLT:MIN?	

FETCh:AHOur?[IGNORE_OVLD]
FETCh:WHOur?[IGNORE_OVLD]

FETCh:AHOur?- 返回累积的安培-小时值。

FETCh:WHOur?- 返回累积的瓦特-小时值。

有关详细信息，请参阅安培-小时和瓦特-小时测量值。

如果任何测量采样超过范围，查询将返回 SCPI 而不是数字 (9.91E37)。如果已发送可选 IGNORE_OVLD 参数，即使一些样本超出了量程，也将返回累积测量结果。

参数	典型返回
IGNORE_OVLD 忽略过载测量	<安培-小时> <瓦特-小时>
返回安培-小时测量值 FETC:AHO?	

FETCh:ARRay:CURRent[:DC]?[<*起始索引*>, <*点数*>] 仅限 N7900 机型
FETCh:ARRay:VOLTage[:DC]?[<*起始索引*>, <*点数*>] 仅限 N7900 机型
FETCh:ARRay:POWer[:DC]? 仅限 N7900 机型

返回瞬时测量。 返回值以安培、伏特或瓦特为单位。

可选参数从 <startindex> 开始指定子集，并且长度为 <points>。

返回格式取决于 FORMat:BORDer 和 FORMat[:DATA] 命令的设置。如果将数据格式设置为 ASCII，则返回的值将以逗号隔开。如果将数据格式设置为 REAL，则数据将以有限长度的任意数据块响应格式返回为单精度浮点值。

参数	典型返回
[<startindex>] 起始索引 [<点数>] 点数	<值> [,<值>] 或 <数据块>
返回测量的电流阵列 FETC:ARR:CURR?	

FETCh:ELOG?<*最大记录数*> 仅限 N7900 机型

返回最新的外部数据记录条目。必须定期从缓冲区读取数据，以免缓冲区溢出。无论何时，使用 FETCh:ELOG? 读取数据，仪器中的缓冲区空间可用于存储更多采集的数据。

最大记录值为控制器返回的数据记录数据的最大记录条数。

返回格式取决于 FORMat:BORDer 和 FORMat[:DATA] 命令的设置。如果将数据格式设置为 ASCII，则返回的值将以逗号隔开。如果将数据格式设置为 REAL，则数据将以有限长度的任意数据块响应格式返回为单精度浮点值。

参数	典型返回
[<最大记录数>] 为返回的记录条数(1 到 16,384)	<值> [,<值>] 或 <数据块>
返回 100 条数据记录FETC:ELOG?100	

FORMat 子系统

FORMat 命令用于指定传输测量数据的格式。

FORMat[:DATA] ASCII|REAL
FORMat[:DATA]?

指定返回数据的格式。用于查询，可返回数据块。**ASCII** 将数据以相应的数字格式作为 ASCII 字节返回。数字以逗号分隔。**REAL** 将有限长度数据块中的数据作为 IEEE 单精度浮点值返回。在这种情况下，可以按由 FORMat:BORDer 设置确定的 big-endian 或 little-endian 字节顺序返回每个值的 4 个字节。

参数	典型返回
ASCII|REAL, *RST ASCII	ASCII 或 REAL
将数据格式设置为 ASCII：FORMat ASCII	

- 此数据格式由一小组子查询使用，可返回大量数据。

FORMat:BORDer NORMal|SWAPped
FORMat:BORDer?

指定如何传输二进制数据。仅在 FORMat:DATA 设置为 REAL 时应用。**NORMal** 以正常顺序传输数据。首先返回最高有效字节，最后返回最低有效字节 (big-endian)。**SWAPped** 以互换字节顺序传输数据。首先返回最低有效字节，最后返回最高有效字节 (little-endian)。

参数	典型返回
NORMal|SWAPped, *RST NORMal	NORM 或 SWAP
将数据传输设置为 Swapped：FORM:BORD SWAP	

- 从 SCPI 测量获取 Real 数据时，使用字节顺序。

FUNCtion 命令

[SOURce:]FUNCtion CURRent|VOLTage
[SOURce:]FUNCtion?

设置输出调整 - 电压优先或电流优先。在电压优先级模式中，输出由恒定电压反馈回路控制，该反馈回路可按其编程设置维持输出电压。在电流优先级模式中，输出由恒定电流反馈回路控制，该反馈回路可按其编程正负设置维持输出电流。

参数	典型返回
CURRent|VOLTage, *RST VOLTage	CURR 或 VOLT
将输出调节设置为电流优先级：FUNC CURR	

HCOPy 子系统

HCOPy 命令用于返回显示图像。

HCOPy:SDUMp:DATA?[BMP|GIF|PNG]

返回前面板显示的图像。格式可由可选参数指定。如果未指定格式，则格式由 HCOPy:SDUMp:DATA:FORMat 决定。

响应为以下形式的 SCPI 488.2 有限长度的二进制数据块:#<非零数字><数字><8 位数据字节>，其中：
<非零数字> 指定跟在后面的位数，
<数字> 指定跟在后面的 8 位数据字节数，以及
<8 位数据字节> 包含要传输的数据。

参数	典型返回
[BMP|GIF|PNG]	<数据块>
返回 GIF 格式的图像：HCOP:SDUM:DATA?GIF	

HCOPy:SDUMp:DATA:FORMat BMP|GIF|PNG
HCOPy:SDUMp:DATA:FORMat?

指定返回的前面板图像的格式。

参数	典型返回
BMP|GIF|PNG, *RST PNG	BMP、GIF 或 PNG
指定 GIF 作为图像格式：HCOP:SDUM:DATA:FORM GIF	

IEEE-488 通用命令

IEEE-488 通用命令通常控制全部仪器功能，如重置、状态和同步。所有通用命令由三个字母的助记符组成，并且前面带星号：*RST *IDN?*SRE 8.

*CLS	清除状态命令。
*ESE <*值*>	事件状态启用命令和查询。
*ESR?	事件状态事件查询。
*IDN?	标识查询。
*LRN?	返回 SCPI 命令序列。
*OPC	在标准事件寄存器中设置 OPC(操作完成)位。
*OPC?	在所有的未决操作完成后，将 1 返回到输出缓冲器。
*OPT?	返回标识任何已安装选件的字符串。
*RCL <*值*>	调用保存的仪器状态。
*RST	将仪器重置为典型或安全的预定义值。
*SAV <*值*>	将仪器状态保存到 10 个非易失存储器位置之一。
*SRE <*值*>	服务请求启用命令和查询。
*STB?	状态字节查询。
*TRG	触发命令。
*TST?	自检查询。
*WAI	在所有的未决命令完成之前，将暂停其他命令的处理。

*CLS

清除状态命令。清除状态命令。清除所有寄存器组中的事件寄存器。同时清除状态字节和错误队列。如果 *CLS 紧跟在编程消息结束符 (<NL>) 后，输出队列和 MAV 位也会被清除。请参阅状态教程了解详细信息。

参数	典型返回
(无)	(无)
清除事件寄存器、状态字节和错误队列：*CLS	

*ESE <*值*>
*ESE?

事件状态启用命令和查询。为标准事件状态值组设置使能寄存器的值。寄存器的每个设置位将启用一个相应事件。对所有已启用的事件进行逻辑“OR”运算，并将其置于状态字节的 ESB 位。查询将读取使能寄存器。请参阅状态教程了解详细信息。

参数	典型返回
十进制值等于寄存器中所有位的二进制加权值总和。	<位值>
启用使能寄存器中的 3 和 4 位：*ESE 24	

- 返回值为在寄存器中设定的所有位的二进制加权值总和。例如，要启用 2 位(十进制值 = 4)，4 位 (十进制值 = 16)，相应的十进制值应为 20 (4 + 16)。
- 任一或全部条件都可以通过使能寄存器报告给 ESB 位。要设置使能寄存器掩码，使用 *ESE 将一个十进制值写入寄存器。
- *CLS 不会清除启用寄存器，但会清除事件寄存器。

*ESR?

事件状态事件查询。读取并清除标准事件状态组的事件寄存器。事件寄存器是只读寄存器，锁存所有标准事件。请参阅状态教程了解详细信息。

参数	典型返回
(无)	<位值>
读取事件状态使能寄存器：*ESR?	

- 返回值为在寄存器中设定的所有位的二进制加权值总和。
- 任一或全部条件都可以通过使能寄存器报告给 ESB 位。要设置使能寄存器掩码，使用 *ESE 将一个十进制值写入寄存器。
- 一旦设置了某一位，在该查询或 *CLS 清除之前，都将保持该设置。

*IDN?

标识查询。返回仪器标识字符串，其中包括四个由逗号分隔的字段。第一个字段是制造商名称，第二个字段是仪器型号，第三的字段是序列号，第四个字段是固件版本。

参数	典型返回
(无)	Agilent Technologies，N7915A，MY12345678，A.01.01
返回仪器的标识字符串：*IDN?	

*LRN?

返回 SCPI 命令序列。可在以后使用这些字符串将仪器置于在发送 *LRN? 查询时所处的相同状态。

参数	典型返回
(无)	ASCII 字符串，其中包含分号分隔的字段
返回学习字符串：*LRS?	

*OPC

在标准事件寄存器中设置 OPC(操作完成)位。这种情况在挂起操作完成后发生。请参阅状态教程了解详细信息。

参数	典型返回
(无)	(无)
设置"操作完成"位：*OPC	

- 该命令的目的是将应用与仪器同步起来。
- 与启动采集、启动瞬变、输出状态更改和输出结合使用，用于在这些挂起操作完成时设置时间，以提供一种轮询或中断计算机的方法。
- 在设置运行完成位之前，可能执行其他命令。
- *OPC 与 *OPC? 之间的区别是 *OPC? 在完成电流操作后将"1"返回到输出缓冲区。

*OPC?

在所有的未决操作完成后，将 1 返回到输出缓冲器。响应将延迟，直到所有挂起操作完成为止。

参数	典型返回
(无)	1
命令完成时返回 1：*OPC?	

- 该命令的目的是将应用与仪器同步起来。
- 在该命令完成之前，无法执行其他命令。

*OPT?

返回标识任何已安装选件的字符串。0 (零) 指示没有安装任何选件。

参数	典型返回
(无)	OPT 760
返回已安装的选项 *OPT?	

*RCL <0-9>

调用保存的仪器状态。这将使用 *SAV 命令将仪器返回到先前存储在位置 0 到 9 的状态。除了以下状态外，将调用其他所有仪器状态：(1) 触发系统设置为空闲状态，(2) 校准被禁用，(3) 所有列表设置被设置为其 * RST 值，以及 (4) 非易失性设置不受影响。

参数	典型返回
0 - 9	(无)
从位置 1 调用状态：*RCL 1	

- Output Power-On 状态设置为 RCL 0 时，在电源开启时，将自动调用位置 0。
- *RST 不影响存储的仪器状态。

*RST

将仪器重置为典型或安全的预定义值。在重置状态中介绍此类设置。

参数	典型返回
(无)	(无)
重置仪器：*RST	

- *RST 强制执行 ABORt 命令。该命令将取消当前正在执行的测量或瞬变。这将在“操作状态”寄存器中重置 WTG-meas、MEAS-active、WTG-tran 和 TRAN-active 位。

*SAV <0-9>

将仪器状态保存到 10 个非易失存储器位置之一。

参数	典型返回
0 - 9	(无)
将状态保存到位置 1：*SAV 1	

- 如果电源接通时需要一个特定状态，应将其存放在位置 0。Output Power-On 状态设置为 RCL 0 时，在电源开启时，将自动调用位置 0。
- 不会将列表数据和校准状态另存为 *SAV 运行中的一部分。
- 如非易失性设置中所述，*SAV 命令不影响保存在非易失性存储中的数据。
- 出厂时，位置 0 到 9 为空。

*SRE <*value*>
*SRE?

服务请求启用命令和查询。这将设置服务请求使能寄存器的值。这将确定要从状态字节寄存器相加的位，以设置“主状态摘要 (MSS)”位和“服务请求 (RQS) 摘要”位。任何服务请求使能寄存器位位置中的 1 将启用相应的状态字节寄存器位。将对所有这种已启用的位将进行逻辑“OR”运算，从而设置状态字节寄存器的 MSS 位。请参阅状态教程了解详细信息。

参数	典型返回
十进制值等于寄存器中所有位的二进制加权值总和。	<位值>
启用使能寄存器中的第 3 位和第 4 位：*SRE 24	

- 引导串行轮询响应 SRQ 时，将清除 RQS 位，但仍保留 MSS 位。当 *SRE 被清除(通过 0 对其编程)，此电源无法生成 SRQ 到控制器。

*STB?

状态字节查询。读取状态字节寄存器，其中包含状态摘要位和“输出队列 MAV”位。“状态字节”是一个只读寄存器，读取该字节时不会清除位。请参阅状态教程了解详细信息。

参数	典型返回
(无)	<位值>
读取状态字节:*STB?	

*TRG

触发命令。当触发子系统选定总线作为其源时，将生成触发。此命令与“成组执行触发 (<GET>)”命令有同样效应。

参数	典型返回
(无)	(无)
生成立即触发:*TRG	

*TST?

自检查询。执行仪器自检。如果自检失败，一个或多个错误消息将提供其他信息。使用 SYSTem:ERRor? 读取错误队列。有关详细信息，请参阅 SCPI 错误消息。

参数	典型返回
(无)	+0(通过) 或 +1(失败)
执行自检:*TST?	

- 接通电源的自检与 *TST 执行的自检相同。
- *TST? 也会强制执行 *RST 命令。

*WAI

在所有的未决命令完成之前，将暂停其他命令的处理。有关详细信息，请参阅 OPC。

参数	典型返回
(无)	(无)
等待所有未决操作完成。*WAI	

- 只有向仪器发送“设备清除”命令才能终止 *WAI。

INITiate 子系统

启动命令将初始化触发系统。这将使触发系统从"空闲"状态转为"等待触发"状态，然后使仪器以接收触发。选定触发源上的事件导致触发发生。

INITiate[:IMMediate]:ACQuire
INITiate[:IMMediate]:ELOG
INITiate[:IMMediate]:TRANsient

INITiate:ACQuire - 启动测量触发系统。

INITiate:ELOG - 启动外部数据记录。

INITiate:TRANsient - 启动瞬时触发系统。

参数	典型返回
(无)	(无)
启动测量触发系统：INIT:ACQ	

- 在收到 INITiate 命令后，仪器准备接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。检查运行状态寄存器中的 WTG_meas 位，以了解仪器在何时准备就绪。
- 使用 ABORt 命令将仪器返回到空闲状态。

INITiate:CONTinuous:TRANsient 0|OFF|1|ON
INITiate:CONTinuous:TRANsient?

持续启动瞬变触发系统。这将允许多个触发生成多个输出瞬变。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST ON	0 或 1
连续启动输出触发系统：INIT:CONT:TRAN ON	

- 禁用连续启动后，必须使用 INITiate:TRANsient 命令为每个出发启动输出触发系统。
- 如果将 INITiate:CONTinuous:TRANsient 编程设定为 ON，则 ABORt:TRANsient 将不会关闭连续触发。在这种情况下，触发系统将自动重新启动。

LIST 子系统 仅限 N7900 机型

List 命令可对多个电压或电流设置的输出序列进行编程。可能会对达到 512 个阶跃的逗号分隔列表进行编程。注意，这些命令仅适用于当前活跃优先模式，即电压优先级后电流优先级。

[SOURce:]	
LIST	
:COUNt <*值*>|INFinity	设置列表重复计数。
:CURRent	
[:LEVel] <*值*>{,<*值*>}	指定每个列表阶跃值的设置。
:POINts?	返回列表点数。
:DWELl <*值*>{,<*值*>}	指定每个列表阶跃值的驻留时间。
:POINts?	返回列表点数。
:STEP ONCE|AUTO	指定列表如何响应触发。
:TERMinate	
:LAST 0|OFF|1|ON	确定列表终止时的输出值。
:TOUTput	
:BOSTep	
[:DATA] <*布尔值*>{,<*布尔值*>}	在阶跃开始点生成触发
:POINts?	返回列表点数。
:EOSTep	
[:DATA] <*布尔值*>{,<*布尔值*>}	在阶跃结束点生成触发
:POINts?	返回列表点数。
:VOLTage	
[:LEVel] <*值*>{,<*值*>}	指定每个列表阶跃值的设置。
:POINts?	返回列表点数。

[SOURce:]LIST:COUNt <*值*>|MIN|MAX|INFinity
[SOURce:]LIST:COUNt? [MIN|MAX]

设置列表重复计数。此命令将设置列表完成前执行该列表的次数。计数范围是 1 到 4096。无限此连续运行列表。

参数	典型返回
1 – 4096，*RST 1	<计数>
设置列表计数为 10：LIST:COUN 10	

[SOURce:]LIST:CURRent[:LEVel] <值>{,<值>}
[SOURce:]LIST:CURRent[:LEVel]?
[SOURce:]LIST:VOLTage[:LEVel] <值>,{<值
[SOURce:]LIST:VOLTage[:LEVel]?

指定每个列表阶跃值的设置。 以安培或伏特为单位指定值。

参数	典型返回
电压：额定的 0% 到 102% 电流：额定的 -10.2% 到 102% 使用功耗器的电流：最高为额定值的 -102% 到 102%	<列表值 1>、 <列表值 2>、 <列表值 3>
编程电流列表。此列表包含 3 个步骤：LIST:CURR 3,2,1 编程电压列表。此列表包含 3 个步骤：LIST:VOLT 20,10,5	

[SOURce:]LIST:DWELl <值>{,<值>}
[SOURce:]LIST:DWELl?

指定每个列表阶跃值的驻留时间。驻留时间是输出在特定步骤保留的时间。使用以下解决方案可以将驻留时间的编程设定为 0 到 262.144 秒：

以秒为单位的范围	分辨率
0 - 0.262144	1 微秒
0.262144 - 2.62144	10 微秒
2.62144 - 26.2144	100 微秒
26.2144 - 262.144	1 毫秒

参数	典型返回
0 – 262.144	<列表值 1>、 <列表值 2>、 <列表值 3>
编程驻留列表。此列表包含 3 个步骤：LIST:DWEL 0.2,0.8,1.6	

[SOURce:]LIST:CURRent:POINts?
[SOURce:]LIST:DWELl:POINts?
[SOURce:]LIST:VOLTage:POINts?
[SOURce:]LIST:TOUTput:BOSTep:POINts?
[SOURce:]LIST:TOUTput:EOSTep:POINts?

返回列表点数。点与步骤相同。查询不会返回点值。

参数	典型返回
(无)	<点数>
返回驻留列表点数量：LIST:DWEL:POIN?	

[SOURce:]LIST:STEP ONCE|AUTO
[SOURce:]LIST:STEP?

指定列表如何响应触发。**ONCE** 将导致输出保持在当前步骤，直到触发使其前进到下一步骤。在忽略驻留时间时到达的触发。**AUTO** 在收到初始触发后，将导致输出自动前进到每个步骤。步骤的进度由驻留列表决定。随着每个驻留时间经过，下个阶跃将立即输出。

参数	典型返回
ONCE|AUTO, *RST AUTO	ONCE 或 AUTO
指定将由触发信号决定其进度的列表步骤：LIST:STEP ONCE	

[SOURce:]LIST:TERMinate:LAST 0|OFF|1|ON
[SOURce:]LIST:TERMinate:LAST?

确定列表终止时的输出值。设置为 ON (1) 时，输出电压或电流将保持在最后的列表步骤。列表完成时，上一电压或电流列表步骤的值成为 IMMediate 值。设置为 OFF (0) 和中止列表时，输出将返回启动列表之前有效的设置。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON , *RST OFF	0 或 1
要以最后一个步骤值的输出为终止，请输入以下命令：LIST:TERM:LAST ON	

[SOURce:]LIST:TOUTput:BOSTep[:DATA] 0|OFF|1|ON {,0|OFF|1|ON }
[SOURce:]LIST:TOUTput:BOSTep[:DATA]?
[SOURce:]LIST:TOUTput:EOSTep[:DATA] 0|OFF|1|ON {,0|OFF|1|ON }
[SOURce:]LIST:TOUTput:EOSTep[:DATA]?

指定在步骤开始 (BOSTep) 或步骤结束 (EOSTep) 时生成触发信号的列表步骤。只有当状态设置为"ON"时，才会生成触发。触发信号可作为测量、其他设备的瞬变的触发源使用，还可用于已配置为触发输出的数字端口针。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON	0 或 1
要在 3 步列表第二个步骤的开始生成触发，请使用一下命令： LIST:TOUT:BOST OFF,ON,OFF	

LXI 命令

LXI:IDENtify[:STATe] 0|OFF|1|ON
LXI:IDENtify[:STATe]?

开启或关闭前面板 LXI 标识指示灯。开启时，前面板上的 LAN 状态指示灯闪烁以识别正在被定位的仪器。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST OFF	0 或 1
要使前面板 LXI 指示灯闪烁：LXI:IDENT ON	

MEASure 子系统

MEASure 命令将测量输出电压或电流。这些命令将在返回读数前触发新增数据的采集。测量时通过在指定测量时间数字化瞬时输出电压或电流、在缓冲区存储结果并计算指定测量类型的值来执行的。

MEASure
- [:SCALar]
  - :CURRent
    - [:DC]? 进行测量；返回平均电流。
    - :ACDC? 进行测量；返回 RMS 电流 (AC + DC)。
    - :HIGH? 进行测量；返回电流脉冲高电平。
    - :LOW? 进行测量；返回电流脉冲低电平。
    - :MAXimum? 进行测量；返回最大电流。
    - :MINimum? 进行测量；返回最小电流。
  - :POWer
    - [:DC]? 进行测量；返回平均功率。
  - :VOLTage
    - [:DC]? 进行测量；返回平均电压。
    - :ACDC? 进行测量；返回 RMS 电压 (AC + DC)。
    - :HIGH? 进行测量；返回电压脉冲高电平。
    - :LOW? 进行测量；返回电压脉冲低电平。
    - :MAXimum? 进行测量；返回最大电压。
    - :MINimum? 进行测量；返回最小电压。
- :ARRAY
  - :CURRent
    - [:DC]? 进行测量；返回瞬时电流。
  - :POWer
    - [:DC]? 进行测量；返回瞬时功率。
  - :VOLTage
    - [:DC]? 进行测量；返回瞬时电压。

MEASure[:SCALar]:CURRent[:DC]?
MEASure[:SCALar]:POWer[:DC]?
MEASure[:SCALar]:VOLTage[:DC]?

启动、触发并返回平均输出测量。返回值以安培、伏特或瓦特为单位。

参数	典型返回
(无)	<DC 值>
返回测量的 DC 电流 MEAS:CURR?	

MEASure[:SCALar]:CURRent:ACDC?
MEASure[:SCALar]:VOLTage:ACDC?

启动、触发并返回总 RMS 测量 (AC + DC)。返回值以安培或伏特为单位。

参数	典型返回
(无)	<ACDC 值>
返回测量的 RMS 电压 MEAS:VOLT:ACDC?	

MEASure[:SCALar]:CURRent:HIGH?
MEASure[:SCALar]:VOLTage:HIGH?

启动、触发并返回脉冲波形的高电平。返回值以安培或伏特为单位。请参阅测量类型。

参数	典型返回
(无)	<HIGH 值>
返回测量的高电平电流 MEAS:CURR:HIGH?	

MEASure[:SCALar]:CURRent:LOW?
MEASure[:SCALar]:VOLTage:LOW?

启动、触发并返回脉冲波形的低电平。返回值以安培或伏特为单位。请参阅测量类型。

参数	典型返回
(无)	<LOW 值>
返回测量的低电平电压 MEAS:VOLT:LOW?	

MEASure[:SCALar]:CURRent:MAXimum?
MEASure[:SCALar]:VOLTage:MAXimum?
MEASure[:SCALar]:CURRent:MINimum?
MEASure[:SCALar]:VOLTage:MINimum?

启动、触发并返回测量的最大或最小值。返回值以安培或伏特为单位。

参数	典型返回
(无)	<MIN 值>, <MAX 值>

参数	典型返回
返回测量的最大电流 MEAS:CURR:MAX? 返回测量的最小电压 MEAS:VOLT:MIN?	

MEASure:ARRay:CURRent[:DC]? 仅限 N7900 机型
MEASure:ARRay:VOLTage[:DC]? 仅限 N7900 机型
MEASure:ARRay:POWer[:DC]? 仅限 N7900 机型

启动并触发测量；返回数字化输出测量样本的列表。返回值以安培、伏特或瓦特为单位。

返回格式取决于 FORMat:BORDer 和 FORMat[:DATA] 命令的设置。如果将数据格式设置为 ASCII，则返回的值将以逗号隔开。如果将数据格式设置为 REAL，则数据将以有限长度的任意数据块响应格式返回为单精度浮点值。

参数	典型返回
（无）	<值> [,<值>] 或 <数据块>
返回测量的电流阵列 MEAS:ARR:CURR?	

OUTPut 子系统

输出子系统控制输出状态、开机、保护和继电器功能。

OUTPut	
[:STATe] 0|OFF|1|ON	启用或禁用输出。
:COUPle	
[:STATe] 0|OFF|1|ON	启用或禁用输出耦合。
:DOFFset <*值*>	设置延迟偏差以同步耦合输出状态变化。
:MAX	
:DOFFset?	返回此仪器所需的延迟偏移。
:OFF	
:SOURce EXPRession<1-8>|NONE	将 Off Couple 信号源设置为一个表达式。
:ON	
:SOURce EXPRession<1-8>|NONE	将 On Couple 信号源设置为一个表达式。
:DELay	
:FALL <*值*>	设置输出关闭序列延迟。
:RISE <*值*>	设置输出启动序列延迟。
:INHibit	
:MODE LATChing|LIVE|OFF	设置远程抑制数字针脚的运行模式。
:PON	
:STATe RST|RCL0	设置输出开机状态。
:PROTection	
:CLEar	复位锁定保护。
:MODE	设置所有保护条件的关闭行为。
:TEMPerature	
:MARGin?	在出现温度过热提示之前返回剩余余量。
:USER	
[:STATe] 0|OFF|1|ON	启用或禁用用户定义保护。
:SOURce EXPRession<1-8>|NONE	将用户定义的保护源设置为一个表达式。
:WDOG	
[:STATe] 0|OFF|1|ON	启用或禁用 I/O 监视程序定时器。
:DELay <*值*>	设置监视程序延迟时间。
:RELay	
:LOCK	
[:STATe] 0|OFF|1|ON	启用或禁用输出延迟的锁定关闭状态。
:POLarity NORMal|REVerse	设置输出继电器的极性。
:ENABle 0|OFF|1|ON	启用或禁用极性反转函数。

OUTPut [:STATe] 0|OFF|1|ON
OUTPut[STATe]?

启用或禁用输出。已禁用输出的状态是一个输出电压和电流源为零的情况。如果安装了输出和感测继电器，继电器将在输出禁用时打开，在输出启用时关闭。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST OFF	0 或 1
关闭输出：OUTP OFF	

- 启用输出后，前面板状态指示器将从 **OFF** 更改为指示仪器的操作状态（**CV**，**CC** 等）。
- 可使用 OUTPut:DELay:RISE 和 OUTput:DELay:FALL 为关到开和开到关的转换编程设定单独的延迟。
- 由于内部电路的启动过程和任何已安装的延迟选项，在电压优先级模式下时 OUTPut ON 可能需要 12 到 38 毫秒来完成其功能，在电流优先级模式下可能需要 14 到 46 毫秒。

OUTPut[:STATe]:COUPle[:STATe] 0|OFF|1|ON
OUTPut[:STATe]:COUPle[:STATe]?

启用或禁用输出耦合。输出耦合允许根据其指定的 OUTPut:DELay:RISE 和 OUTput:DELay:FALL 设置延迟来按顺序打开和关闭多个仪器的输出。此参数保存在非易失存储器中。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON	0 或 1
打开输出耦合状态：OUTP:COUP ON	

- 必须按照输出耦合控制部分中的说明连接和配置所有已同步仪器的 ONCouple 和 OFFCouple 数字连接器针脚。
- 由于一些电源拥有不同的最小延迟偏移，因此您还必须为所有已同步的设备指定一个通用延迟偏移。该值必须为已同步组的最大延迟偏移。使用 OUTPut:COUPle:MAX:DOFFset? 查询每个设备的延迟偏移。必须将返回的最大值指定为每个设备的通用延迟偏移。

OUTPut[:STATe]:COUPle:DOFFset <*值*>|MIN|MAX
OUTPut[:STATe]:COUPle:DOFFset? [MIN|MAX]

设置延迟偏差以同步耦合输出状态变化。 以秒为单位。将该时间设置为正在耦合任何仪器指定的最大延迟偏移将会导致所有已耦合的输出同步到由 OUTPut:DELay:RISE 指定的打开时间。此参数保存在非易失存储器中。

参数	典型返回
0 到 1.023	<延迟值>
指定 60 毫秒的延迟：OUTP:COUP:DOFF 0.06	

OUTPut[:STATe]:COUPle:MAX:DOFFset?

返回此仪器所需的延迟偏移。作为最小值，OUTPut:COUPle:DELay:OFFSet 值必须设置为任何耦合输出返回的最大延迟偏移。

参数	典型返回
(无)	<偏移值>
返回最大延迟偏移：OUTP:COUP:MAX:DOFF?	

OUTPut[:STATe]:COUPle:OFF:SOURce EXPRession <1-8>
OUTPut[:STATe]:COUPle:OFF:SOURce?
OUTPut[:STATe]:COUPle:ON:SOURce EXPRession <1-8>
OUTPut[:STATe]:COUPle:ON:SOURce?

设置将 OFFCouple 和 ONCouple 信号驱动为表达式的源。选定源从假变成为真时，输出状态将发生变化。

参数	典型返回
EXPRession <1-8>	EXPR<1-8>
将 OFFCouple 源设置为一个表达式：OUTP:COUP:OFF:SOUR EXPR1	

OUTPut[:STATe]:DELay:FALL <*值*>|MIN|MAX
OUTPut[:STATe]:DELay:FALL? [MIN|MAX]
OUTPut[:STATe]:DELay:RISE <*值*>|MIN|MAX
OUTPut[:STATe]:DELay:RISE? [MIN|MAX]

指定打开输出(上升)或关闭输出(下降)之前仪器等待的延迟(以秒为单位)。该延迟允许多个仪器按顺序打开或关闭。输出在其延迟时间过去之后才会打开或关闭。该命令会影响开到关的状态过渡。不会影响保护功能造成的关闭过渡。可以按以下分辨率编程设定延迟时间：

以秒为单位的范围	分辨率
0 到 1.023E–4	100 纳秒
1.03E–4 到 1.023E–3	1 微秒
1.03E–3 到 1.023E–2	10 微秒
1.03E–2 到 1.023E–1	100 微秒
1.03E–1 到 1.023E+0	1 毫秒
1.03E+0 到 1.023E+1	10 毫秒

以秒为单位的范围	分辨率
1.03E+1 到 1.023E+2	100 毫秒
1.03E+2 到 1.023E+3	1 秒

请注意，上升和下降命令将使用相同的分辨率；该分辨率由具有最长延迟时间(上升或下降)的命令来确定。

参数	典型返回
0 到 1023，*RST 0	<延迟值>
设置在打开输出前的延迟为 0.5 秒：OUTP:DEL:RISE 0.5	

- 每个 APS 型号从收到开启输出的命令到实际开启输出都会产生最小延迟偏移。如果指定打开延迟，则该延迟将加到最小延迟偏移中，从而造成打开延迟实际长于您之前编程设定的长度。
- 使用 OUTput:COUPle:MAX:DOFFset? 查询每个仪器所需的延迟偏移。

OUTPut:INHibit:MODE LATChing|LIVE|OFF
OUTPut:INHibit:MODE?

设置远程抑制数字针脚的运行模式。抑制功能将关闭输出以响应抑制输入针脚上的外部信号。抑制模式存储在非易失存储器中。请参阅数字端口编程设定。

LATChing - 抑制输入上的逻辑真信号将导致输出状态锁定 OFF。在抑制输入返回到逻辑假之前输出将一直保持处于禁用状态，且已锁定的 INH 状态位将通过从前面板发送 OUTPut:PROTection:CLEar 命令或保护清除命令来清除。

非锁定 - 允许启用的输出跟随抑制输入的状态。当抑制输入为真时，输出被禁用。当抑制输入为假时，输出被重新启用。

关闭 - 抑制输入被忽略。

参数	典型返回
LATChing|LIVE|OFF	LATC、LIVE 或 OFF
将抑制输入设置为 Live 模式：OUTP:INH:MODE LIVE	

OUTPut:PON:STATe RST|RCL0
OUTPut:PON:STATe?

设置输出开机状态。该值确定了开机状态是设置为 *RST 状态 (RST) 还是存储器位置 0 (RCL0) 中存储的状态。可以使用 *SAV 命令存储仪器状态。此参数保存在非易失存储器中。

参数	典型返回
RST|RCL0	RST 或 RCL0
将开机状态设置为 *RST 状态：OUTP:PON:STAT RST	

- 如果开机状态设置为 0(未存储状态)，会生成自检错误“file not found; 0 state”且仪器设置为 *RST 状态。

OUTPut:PROTection:CLEar

复位锁定保护。在发生保护情况时，该值将清除禁用输出的锁定保护状态(请参见输出保护编程设定)。

参数	典型返回
(无)	(无)
清除锁定保护状态：OUTP:PROT:CLE	

- 必须在可清除锁定状态之前移除生成故障的所有状况。已将输出恢复到发生故障状况前所处的状态。
- 如果在输出列表的过程中发生保护关闭，则即使禁用了输出列表也会继续运行。清除保护状态且输出重新启用时，输出将设置为列表目前所处的阶跃值。

OUTPut:PROTection:MODE HIGHZ|LOWZ
OUTPut:PROTection:MODE?

按以下方式选择所有保护条件的关闭行为(请参阅保护关闭行为)：

高阻抗 - 在没有有效吸收电流的情况下断开输出连接。如果没有有效吸收电流，将需要较长时间消耗输出能量，因为向下编程仅由设备的被动内部网络决定。

低阻抗 - 将输出电压设置为零，然后断开连接。在关闭变化期间，将在 2 ms 内进行最大负电流吸收。

参数	典型返回
HIGHZ|LOWZ，*RST LOWZ	HIGHZ 或 LOWZ
将保护行为设置为高阻抗：OUTP:PROT:MODE HIGHZ	

OUTPut:PROTection:TEMPerature:MARGin?

返回内部温度传感器和过温断路电平之间的最小差值。余量将以摄氏度为单位返回。

参数	典型返回
(无)	<余量值>
返回温度余量：OUTP:PROT:TEMP:MARG?	

OUTPut:PROTection:USER[:STATe] 0|OFF|1|ON
OUTPut:PROTection:USER[:STATe]?

启用或禁用用户定义保护。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST OFF	0 或 1
启用用户定义保护：OUTP:PROT:USER ON	

OUTPut:PROTection:USER:SOURce EXPRession<1-8>|NONE
OUTPut:PROTection:USER:SOURce?

将用户定义的保护源设置为一个表达式。指定了表达式时，如果表达式为真，则会禁用输出。请参阅输出保护编程设定。

参数	典型返回
EXPRession<1-8>|NONE，*RST NONE	EXPR<1-8>
将用户保护源设置为一个表达式：OUTP:PROT:USER:SOUR EXPR1	

OUTPut:PROTection:WDOG[:STATe] 0|OFF|1|ON
OUTPut:PROTection:WDOG[:STATe]?

启用或禁用 I/O 监视程序定时器。启用时，如果 OUTput:PROTection:WDOG:DELay 指定的时间间隔内所有远程接口上都没有 I/O 活动，则会禁用输出。输出会关闭锁定但是编程设定的输出状态不会发生改变。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST OFF	0 或 1
启用监视程序定时器保护：OUTP:PROT:WDOG ON	

OUTPut:PROTection:WDOG:DELay <*值*>|MIN|MAX
OUTPut:PROTection:WDOG:DELay? [MIN|MAX]

设置监视程序延迟时间。启用了监视程序定时器时，如果在延迟时间内所有远程接口(USB、LAN、GPIB))上都没有 SCPI I/O 活动，则会禁用输出。监视程序定时器功能不会被前面板上的活动重置 - 在时间间隔过去之后输出仍将关闭。值的可编程设定范围为 1 到 3600 秒，每次编程设定的增量为 1 秒。

参数	典型返回
0 - 3600，*RST 60 秒	<延迟值>
设置 600 秒的监视程序延迟：OUTP:PROT:WDOG:DEL 600	

OUTPut:RELay:LOCK[:STATe]0|OFF|1|ON 仅限 N7900 机型
OUTPut:RELay:LOCK[:STATe]?

启用或禁用输出延迟的锁定关闭状态。锁定后，输出延迟将保持为关闭且不会随输出状态的更改而更改。因此对于不需要物理断开输出的应用，这缩短了输出响应时间。此参数保存在非易失存储器中。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON	0 或 1
锁定输出延迟已关闭：OUTP:REL:LOCK ON	

OUTPut:RELay:POLarity NORMal|REVerse 仅限 N7900 机型
OUTPut:RELay:POLarity?

设置输出继电器的极性。极性反转将影响输出和感测端子。**正向**将导致输出极性与输出连接器标记相同。**反向**将导致输出极性为输出连接器标记的反转。在切换输出端子和感测端子极性时，将会短暂关闭输出。

参数	典型返回
NORMal|REVerse，*RST NORMal	NORM 或 REV
将输出极性设置为反转：OUTP:REL:POL REV	

OUTPut:RELay:POLarity:ENABle 0|OFF|1|ON 仅限 N7900 机型
OUTPut:RELay:POLarity:ENABle?

启用或禁用极性反转函数。这样可防止意外的输出极性反转。此参数保存在非易失存储器中。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON	0 或 1
禁用极性反转命令：OUTP:REL:POL:ENAB OFF	

POWer 查询

[SOURce:]POWer:LIMit? [MIN|MAX]

返回仪器的输出功率限制。

当 1 kW 或 2 kW 型号以全额定输出功率运行，在额定电压为 100-120 VAC 的交流电源电路无法为其提供足够的电流。使用该查询返回连接到 100 到 120 VAC 主电源时可用的最大输出功率。超过了最大可用功率限值时，仪器将关闭输出并设置 CP+ 状态位。

参数	典型返回
(无)	<功率限制>
查询功率限值：POW:LIM?	

RESistance 子系统

电阻命令可对输出电阻进行编程设定。

[SOURce:]RESistance[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <*值*>|MIN|MAX [SOURce:]RESistance[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]

设置输出电阻电平。单位为欧姆。有关特定型号的电阻编程设定范围，请参阅设置输出电阻。

参数	典型返回
0 到 6.4 Ω(取决于型号) | MIN | MAX，*RST 0	0
指定 0.5 欧姆的输出电阻：RES 0.5	

[SOURce:]RESistance:STATe 0|OFF|1|ON [SOURce:]RESistance:STATe?

启用或禁用输出电阻设置。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST OFF	0 或 1
打开电阻编程设定：RES:STAT ON	

SENSe 子系统

感测命令控制电流测量范围和窗口以及数据采集序列。

SENSe	
:AHOur	
:RESet	将安培-小时或瓦特-小时测量值重置为零。
:BBR	
:PERiod <*值*>	设置黑匣子记录器 (BBR) 的记录周期(以秒为单位)。
:CURRent	
[:DC]	
:RANGe	
[:UPPer] <*值*>	选择 DC 电流量程。
:AUTO 0|OFF|1|ON	启用或禁用无缝测量自动范围。
:ELOG	
:CURRent	
[:DC]	
:RANge	
[:UPPer] <*值*>	选择 Elog 电流量程。
:AUTO 0|OFF|1|ON	启用或禁用 Elog 无缝测量自动范围。
:FUNCtion	
:CURRent 0|OFF|1|ON	启用/禁用电流数据记录功能。
:MINMax 0|OFF|1|ON	启用/禁用最小/最大电流数据记录功能。
:VOLTage 0|OFF|1|ON	启用/禁用电压数据记录功能。
:MINMax 0|OFF|1|ON	启用/禁用最小/最大电压数据记录功能。
:PERiod <*值*>	设置 Elog 测量的积分时间。
:FAULt	
:STATe 0|OFF|1|ON	启用或禁用远程感测故障检测。
:SWEep	
:NPLCycles <*值*>	将测量时间设置为电源线路周期数 (PLC) 的倍数。
:OFFSet	
:POINts <*值*>	为触发测量定义数据扫描偏移。
:POINts <*值*>	在测量中定义点数量。
:TINTerval <*值*>	定义测量样本之间的时间周期。
:THReshold<1|2|3|4>	
:AHOur	
[:LEVel] <*值*>	为比较器 1、2、3 或 4 设置安培-小时电平。
:CURRent	
[:LEVel] <*值*>	为比较器 1、2、3 或 4 设置电流电平。
:FUNCtion VOLT|CURR|POW|AHO|WHO	为比较器 1、2、3 或 4 设置感测功能。
:OPERation GT|LT	为比较器 1、2、3 或 4 设置比较类型。

:POWer	
[:LEVel] <*值*>	为比较器 1、2、3 或 4 设置功率电平。
:VOLTage	
[:LEVel] <*值*>	为比较器 1、2、3 或 4 设置电压电平。
:WHOur	
[:LEVel] <*值*>	为比较器 1、2、3 或 4 设置瓦特-小时电平。
:WHOur	
:RESet	重置累积的瓦特-小时测量。
:WINDow	
[:TYPE] HANNing|RECTangular	选择测量窗口。

SENSe:AHOur:RESet
SENSe:WHOur:RESet

将安培-小时或瓦特-小时测量值重置为零。

参数	典型返回
(无)	(无)
重置安培-小时值测量：SENS:AHO:RES	

SENSe:BBR:PERiod <*值*>
SENSe:BBR:PERiod?

设置黑匣子记录器 (BBR) 的记录周期(以秒为单位)。 此参数保存在非易失存储器中。

参数	典型返回
0.01 | 0.1	<周期>
选择 0.01 秒：SENS:BBR:PER 0.01	

SENSe:CURRent[:DC]:RANGe[:UPPer] <*值*>\|MIN\|MAX 仅限 N7900 机型
SENSe:CURRent[:DC]:RANGe[:UPPer]? [MIN\|MAX]

选择 DC 电流量程。 输入的值应是您希望测量的最大值。 以安培为单位。 仪器会为所输入的值选择具有最佳分辨率的量程。

参数	典型返回
0 到最大值	<最大电流>
选择 2 A 量程：SENS:CURR:RANG 2	

- 在查询时，返回值为最大 DC 电流，可在当前设定的范围内测量。

SENSe:CURRent[:DC]:RANGe:AUTO 0|OFF|1|ON 仅限 N7900 机型
SENSe:CURRent[:DC]:RANGe:AUTO?

启用或禁用无缝测量自动范围。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST ON	0 或 1
启用电流测量自动调整量程：SENS:CURR:RANG:AUTO ON	

SENSe:ELOG:CURRent[:DC]:RANGe[:UPPer] <*值*>|MIN|MAX 仅限 N7900 机型
SENSe:ELOG:CURRent[:DC]:RANGe[:UPPer]? [MIN|MAX]

选择 Elog 电流量程。 输入的值应是您希望测量的最大值。 以安培为单位。 仪器会为所输入的值选择具有最佳分辨率的量程。

参数	典型返回
0 到最大值	<最大电流>
选择 1 A 量程：SENS:ELOG:CURR:RANG 1	

- 在查询时，返回值为最大 DC 电流，可在当前设定的范围内测量。

SENSe:ELOG:CURRent[:DC]:RANGe:AUTO 0|OFF|1|ON 仅限 N7900 机型
SENSe:ELOG:CURRent[:DC]:RANGe:AUTO?

启用或禁用 Elog 无缝测量自动范围。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST ON	0 或 1
启用 Elog 电流自动调整量程：SENS:ELOG:CURR:RANG:AUTO ON	

SENSe:ELOG:FUNCtion:CURRent 0|OFF|1|ON 仅限 N7900 机型
SENSe:ELOG:FUNCtion:CURRent?
SENSe:ELOG:FUNCtion:VOLTage 0|OFF|1|ON 仅限 N7900 机型
SENSe:ELOG:FUNCtion:VOLTage?

启用或禁用 Elog 电流或电压测量功能。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST OFF	0 或 1
启用数据记录电流测量：SENS:ELOG:FUNC:CURR ON	

SENSe:ELOG:FUNCtion:CURRent:MINMax 0|OFF|1|ON 仅限 N7900 机型
SENSe:ELOG:FUNCtion:CURRent:MINMax?
SENSe:ELOG:FUNCtion:VOLTage:MINMax 0|OFF|1|ON 仅限 N7900 机型
SENSe:ELOG:FUNCtion:VOLTage:MINMax?

启用或禁用记录最小或最大电流或电压值。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST OFF	0 或 1
启用 MIN/MAX 记录值：SENS:ELOG:FUNC:VOLT:MINM ON	

SENSe:ELOG:PERiod <*值*>|MIN|MAX 仅限 N7900 机型
SENSe:ELOG:PERiod? [MIN|MAX]

设置 Elog 测量的积分时间。

虽然绝对的最小记录周期为 102.4 微秒，但实际的最小值会随所记录的读取数量而异（请参阅积分周期）。

参数	典型返回
0.0001024 到 60，*RST MAX	<周期>
指定 0.01 秒的数据记录周期：SENS:ELOG:PER 0.01	

SENSe:FAULt:STATe 0|OFF|1|ON
SENSe:FAULt:STATe?

启用或禁用远程感测故障检测。此状况会通过 SF 状态位报告出来。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST ON	0 或 1
禁用远程感测故障检测：SENS:FAULt:STATe OFF	

SENSe:SWEep:NPLCycles <*值*>|MIN|MAX
SENSe:SWEep:NPLCycles? [MIN|MAX]

将测量时间设置为电源线路周期数 (PLC) 的倍数。增大电源线路周期数会减小电流和电压测量的测量噪音。更改 NPLC 会改变点数和时间间隔设置。1 NPLC 中的点数取决于线频率（请参阅 SENSe:SWEep:POINts）。

参数	典型返回
0.0003072 到 1,258,290,000,000，*RST 1	<NPLC 值>
指定 100 个电源线路周期：SENS:SWE:NPLC 100	

SENSe:SWEep:OFFSet:POINts <*值*>|MIN|MAX 仅限 N7900 机型
SENSe:SWEep:OFFSet:POINts? [MIN|MAX]

为触发测量定义数据扫描偏移。 负值表示触发后获得样本前的延迟。 负值表示触发之前需先进行数据采集。

参数	典型返回
–524,287 到 2,000,000,000，*RST 0	<偏移点数>
指定 -2048 个偏移点：SENS:SWE:OFFS:POIN -2048	

SENSe:SWEep:POINts <*值*>|MIN|MAX 仅限 N7900 机型
SENSe:SWEep:POINts? [MIN|MAX]

在测量中定义点数量。点数取决于线频率（50 Hz 或 60 Hz）。默认的点数会产生 1 NPLC 的测量结果。

参数	典型返回
1 到 524，288 MIN|MAX， *RST 3255 (60 Hz); 3906 (50 Hz)	<点数>
指定 2048 个点：SENS:SWE:POIN 2048	

SENSe:SWEep:TINTerval <*值*>|MIN|MAX 仅限 N7900 机型
SENSe:SWEep:TINTerval? [MIN|MAX]

定义测量样本之间的时间周期。 以秒为单位。值将整取为最接近于 20.48 毫秒增量的整数。在 20.48 毫秒之下，值将分别整取为最接近于 10.24 或 5.12 毫秒增量的整数。

参数	典型返回
0.00000512 到 40,000，*RST 0.00000512	<时间间隔>

参数	典型返回
将点之间的间隔指定为 1 毫秒：SENS:SWE:TINT 0.001	

SENSe:THReshold<1|2|3|4>:FUNCtion AHOur|CURRent|POWer|VOLTage|WHOur
SENSe:THReshold<1|2|3|4>:FUNCtion?

为比较器 THR1、THR2、THR3 或 THR4 设置感测函数。

AHOur 选择安培-小时值函数。

CURRent 选择电流函数。

POWer 选择功率函数。

VOLTage 选择电压函数。

WHOur 选择瓦特-小时数函数。

参数	典型返回
AHOur|CURRent|POWer|VOLTage|WHOur， *RST VOLTage	AHO、CURR、POW、VOLT 或 WHO
为比较器 1 选择功率函数：SENS:THR1:FUNC POW	

SENSe:THReshold<1|2|3|4>:OPERation GT|LT
SENSe:THReshold<1|2|3|4>:OPERation?

为比较器 1、2、3 或 4 设置操作类型。**GT**（大于）指定在测量大于阈值电平时信号将为真。**LT**（小于）指定在测量小于阈值电平时信号将为真。

参数	典型返回
GT|LT，*RST GT	GT 或 LT
为比较器 1 选择大于操作：SENS:THR1:OPER GT	

SENSe:THReshold<1|2|3|4>:AHOur[:LEVel] <*值*>|MIN|MAX
SENSe:THReshold<1|2|3|4>:AHOur[:LEVel]? [MIN|MAX]
SENSe:THReshold<1|2|3|4>:CURRent[:LEVel] <*值*>|MIN|MAX
SENSe:THReshold<1|2|3|4>:CURRent[:LEVel]? [MIN|MAX]
SENSe:THReshold<1|2|3|4>:POWer[:LEVel] <*值*>|MIN|MAX
SENSe:THReshold<1|2|3|4>:POWer[:LEVel]? [MIN|MAX]
SENSe:THReshold<1|2|3|4>:VOLTage[:LEVel] <*值*>|MIN|MAX
SENSe:THReshold<1|2|3|4>:VOLTage[:LEVel]? [MIN|MAX]
SENSe:THReshold<1|2|3|4>:WHOur[:LEVel] <*值*>|MIN|MAX
SENSe:THReshold<1|2|3|4>:WHOur[:LEVel]? [MIN|MAX]

这些命令将为比较器 1、2、3 或 4 选择阈值电平。该值将成为生成真信号的限定测量阀值。

AHOur 选择安培-小时值电平，单位为小时。

CURRent 选择电流电平，单位为安培。

POWer 选择功率电平，单位为瓦特。

VOLTage 选择电压电平，单位为伏特。

WHOur 选择瓦特-小时值阀值电平，单位为小时。

参数	典型返回
0 到最大值，*RST 0	<电平值>
为比较器 1 选择 1 瓦特-小时阀值：SENS:THR1:WHO 1	

SENSe:WINDow[:TYPE] HANNing|RECTangular 仅限 N7900 机型
SENSe:WINDow[:TYPE]?

选择测量窗口。将设置标量 DC 测量计算中使用的信号条件函数。没有任何窗口函数可改变测量阵列中返回的瞬变电压或电流数据。

Hanning 窗口为一个“余弦”函数。一个信号条件函数，在出现周期性信号(如交流电源线波纹)时可减少了 DC 测量计算中的错误。该窗口仅可以处理最多 4883 个测量点。点超过 4883 时，仪器将恢复为一个矩形窗口。

矩形窗口将返回没有信号条件的测量计算。

参数	典型返回
HANNing|RECTangular，*RST RECTangular	RECT 或 HANN
指定 Hanning 窗口函数：SENS:WIND HANN	

[SOURce] 子系统

SOURce 关键字在用于设置电源或输出参数(例如 [SOURce:]CURRent <值>)的很多命令中是可选的。

由于 SOURce 子系统命令的使用通常不带有可选的 SOURce 关键字，因此这些命令将由其各自的子系统列出，如下所示：

使用可选 [SOURce:]关键字的子系统和命令

ARB

CURRent

DIGital

FUNCtion

LIST

POWer:LIMit?

RESistance

STEP:TOUTput

VOLTage

STATus 子系统

状态寄存器编程设定可以让您随时确定仪器的操作条件。仪器包含三组状态寄存器；操作、可疑和标准事件。操作和可疑状态组分别由条件、允许和事件寄存器以及 NTR 和 PTR 滤波器组成。

也可使用通用命令对状态子系统进行编程。通用命令控制其他状态功能，如服务请求启用和状态字节寄存器。请参阅状态教程了解详细信息。

STATus	
:OPERation	
[:EVENt]?	查询操作事件寄存器。
:CONDition?	查询操作条件寄存器。
:ENABle <*值*>	设置操作许可寄存器。
:NTRansiton <*值*>	设置负跃迁滤波器
:PTRansiton <*值*>	设置正跃迁滤波器
:USER<1|2>	
:SOURce EXPRession<1-8>|NONE	选择一个表达式来驱动用户定义的状态位。
:PRESet	重置所有 Enable、PTR 和 NTR 寄存器。
:QUEStionable<1|2>	
[:EVENt]?	查询可疑事件寄存器。
:CONDition?	查询可疑条件寄存器。
:ENABle <*值*>	设置可疑允许寄存器。
:NTRansiton <*值*>	设置负跃迁滤波器
:PTRansiton <*值*>	设置正跃迁滤波器

STATus:OPERation[:EVENt]

查询操作状态组的事件寄存器。它是一种只读寄存器，可存储(锁定)Operation NTR 和/或 PTR 滤波器通过的所有事件。读取操作状态事件寄存器会清除它。

参数	典型返回
(无)	<位值>
读取操作状态事件寄存器：STAT:OPER?	

- 返回值为在寄存器中设定的所有位的二进制加权值总和。 例如，设置了 3 位(值为 8)和 5 位(值为 32)(并启用了相应的位)时，查询将返回 +40。
- *RST 对此寄存器不起任何作用。

STATus:OPERation:CONDition?

查询操作状态组的条件寄存器。它是一种只读寄存器，它可容纳仪器的活动(非锁定)运行状态。读取操作状态条件寄存器不会清除它。

参数	典型返回
(无)	<位值>
读取操作状态条件寄存器：STAT:OPER:COND?	

- 返回值为在寄存器中设定的所有位的二进制加权值总和。 例如，设置了 3 位(值为 8)和 5 位(值为 32)(并启用了相应的位)时，查询将返回 +40。
- 条件寄存器的位反映了目前的状况。如果状况消失，则将清除相应的位。
- *RST 将清除此寄存器，而不是其 *RST 之后仍然存在条件的位。

STATus:OPERation:ENABle <*值*>
STATus:OPERation:ENABle?

为操作状态组的使能寄存器设置值。允许寄存器是从操作事件寄存器到设置状态字节寄存器的 OPER (操作摘要)启用特定位的波罩。STATus:PRESet 可清除允许寄存器中的所有位。

参数	典型返回
十进制值等于寄存器中所有位的二进制加权值总和。	<位值>
启用使能寄存器中的第 3 位和第 4 位：STAT:OPER:ENAB 24	

- 例如，设置了 3 位(值为 8)和 5 位(值为 32)(并启用了相应的位)时，查询将返回 +40。
- *CLS 不会清除启用寄存器，但会清除事件寄存器。

STATus:OPERation:NTRansition <*值*>
STATus:OPERation:NTRansition?
STATus:OPERation:PTRansition <*值*>
STATus:OPERation:PTRansition?

设置并查询 NTR(负跃迁)和 PTR(正跃迁)寄存器的值。这些寄存器在操作条件和操作事件寄存器之间充当极性滤波器。

当 NTR 寄存器中的位设置为 1 时，操作条件寄存器中相应位的 1 到 0 转换使得该位在操作事件寄存器中被设置。

当 PTR 寄存器中的位设置为 1 时，操作条件寄存器中相应位的 0 到 -1 转换使得该位在操作事件寄存器中被设置。

STATus:PRESet 可设置 PTR 寄存器中的所有位，并清除 NTR 寄存器中的所有位。

参数	典型返回
十进制值等于寄存器中所有位的二进制加权值总和。	<位值>
启用 NTR 寄存器中的第 3 位和第 4 位：STAT:OPER:NTR 24 启用 PTR 寄存器中的第 3 位和第 4 位：STAT:OPER:PTR 24	

- 如果 NTR 和 PTR 寄存器中的相同位都被设置为 1，那么操作条件寄存器中该位的任何转换会设置操作事件寄存器中的相应位。
- 如果 NTR 和 PTR 寄存器中的相同位都被设置为 0，那么操作条件寄存器中该位的任何转换无法设置操作事件寄存器中的相应位。
- 返回值为在寄存器中设定的所有位的二进制加权值总和。

STATus:OPERation:USER<1|2>:SOURce EXPRession<1-8>|NONE STATus:OPERation:USER<1|2>:SOURce?

将指定表达式映射到两个用户定义操作状态位中的一个(用户 1 或用户 2)。当指定表达式为真时，将设置已选用户状态位。

参数	典型返回
EXPRession<1-8>|NONE *RST NONE	EXPR<1-8>
将一个用户定义状态位映射到一个表达式：STAT:OPER:USER1:SOUR EXPR1	

STATus:PRESet

重置所有 Enable、PTR 和 NTR 寄存器。

操作寄存器	可疑寄存器	预设设置
STAT:OPER:ENAB	STAT:QUES<1|2>:ENAB	已禁用所有定义的位。
STAT:OPER:NTR	STAT:QUES<1|2>:NTR	已禁用所有定义的位。
STAT:OPER:PTR	STAT:QUES<1|2>:PTR	已启用所有定义的位。

参数	典型返回
(无)	(无)
预设操作和可疑寄存器：STAT:PRES	

STATus:QUEStionable<1|2>[:EVENt]?

查询可疑状态组的事件寄存器。它是一种只读寄存器，可存储(锁定)Operation NTR 和/或 PTR 滤波器通过的所有事件。读取可疑状态事件寄存器会清除它。

参数	典型返回
(无)	<位值>
读取可疑状态事件寄存器 1：STAT:QUES1?	

- 返回值为在寄存器中设定的所有位的二进制加权值总和。 例如，要启用 2 位(十进制值 = 4)，4 位 (十进制值 = 16)，相应的十进制值应为 20 (4 + 16)。
- *RST 对此寄存器不起任何作用。

STATus:QUEStionable<1|2>:CONDition?

查询可疑状态组的条件寄存器。它是一种只读寄存器，它可容纳仪器的活动(非锁定)运行状态。读取可疑状态条件寄存器不会清除它。

参数	典型返回
(无)	<位值>
读取可疑状态条件寄存器 1：STAT:QUES1:COND?	

- 返回值为在寄存器中设定的所有位的二进制加权值总和。 例如，要启用 2 位(十进制值 = 4)，4 位 (十进制值 = 16)，相应的十进制值应为 20 (4 + 16)。
- 条件寄存器的位反映了目前的状况。如果状况消失，则将清除相应的位。
- *RST 将清除此寄存器，而不是其 *RST 之后仍然存在条件的位。

STATus:QUEStionable<1|2>:ENABle <*值*>
STATus:QUEStionable<1|2>:ENABle?

为可疑状态组的使能寄存器设置值。允许寄存器是从操作事件寄存器到设置状态字节寄存器的 QUES (可疑摘要)启用特定位的波罩。STATus:PRESet 可清除允许寄存器中的所有位。

参数	典型返回
十进制值等于寄存器中所有位的二进制加权值总和。	<位值>
启用可疑使能寄存器 1 中的第 2 位和第 4 位：STAT:QUES1:ENAB 24	

- 例如，要启用 2 位(十进制值 = 4)，4 位 (十进制值 = 16)，相应的十进制值应为 20 (4 + 16)。
- *CLS 不会清除启用寄存器，但会清除事件寄存器。

STATus:QUEStionable<1|2>:NTRansition <*值*>
STATus:QUEStionable<1|2>:NTRansition?
STATus:QUEStionable<1|2>:PTRansition <*值*>
STATus:QUEStionable<1|2>:PTRansition?

设置并查询 NTR(负跃迁)和 PTR(正跃迁)寄存器的值。这些寄存器在可疑条件和可疑事件寄存器之间充当极性滤波器。

当 NTR 寄存器中的位设置为 1 时，可疑条件寄存器中相应位的 1 到 0 转换使得该位在可疑事件寄存器中被设置。

当 PTR 寄存器中的位设置为 1 时，可疑条件寄存器中相应位的 0 到 -1 转换使得该位在可疑事件寄存器中被设置。

STATus:PRESet 可设置 PTR 寄存器中的所有位，并清除 NTR 寄存器中的所有位。

<table>
<tr><th>参数</th><th>典型返回</th></tr>
<tr><td>十进制值等于寄存器中所有位的二进制加权值总和。</td><td><位值></td></tr>
<tr><td colspan="2">启用可疑 NTR 寄存器 1 中的第 3 位和第 4 位：STAT:QUES:NTR 24
启用可疑 PTR 寄存器 1 中的第 3 位和第 4 位：STAT:QUES:PTR 24</td></tr>
</table>

- 如果 NTR 和 PTR 寄存器中的相同位都被设置为 1，那么可疑条件寄存器中该位的任何转换会设置可疑事件寄存器中的相应位。
- 如果 NTR 和 PTR 寄存器中的相同位都被设置为 0，那么可疑条件寄存器中该位的任何转换无法设置可疑事件寄存器中的相应位。
- 返回值为在寄存器中设定的所有位的二进制加权值总和。

STEP 命令

[SOURce:]STEP:TOUTput 0|OFF|1|ON
[SOURce:]STEP:TOUTput?

指定在发生瞬变阶跃时是否生成触发。当状态是开启(真)时会生成触发。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST OFF	0 或 1
将阶跃触发信号设置为开启：STEP:TOUT ON	

SYSTem 子系统

系统命令控制与输出控制、测量或状态功能不直接相关的系统功能。注意 IEEE-488 通用命令也控制系统功能如自检、保存和调用状态以及其他。

SYSTem	
:BBR	
:EVENt <"*字符串*">	将一个事件字符串添加到 BBR(黑匣子记录器)事件日志。
:SNAPshot <值>	捕获指定长度的数据快照。
:STATus?	以百分比形式返回快照完成状态。
:STATe?	如果黑匣子记录器 (BBR) 正在记录，请返回 (1)。
:TIME?	返回黑匣子记录器 (BBR) 数据的长度。
:COMMunicate	
:LAN|TCPip:CONTrol?	返回初始套接字控制连接端口号
:RLSTate LOCal|REMote|RWLock	配置仪器的远程/本地状态。
:DATE <yyyy>,<mm>,<dd>	设置系统时钟的日期。
:ERRor?	读取和清除错误队列中的一个错误。
:LFRequency?	返回电源线参考频率。
:LFRequency	
:MODE AUTO|MAN50|MAN60	指定自动或手动线路频率检测。
:PASSword	
:FPANel	
:RESet	将前面板锁定密码重置为零。
:REBoot	将设备重新引导为其开启状态。
:SECurity	
:IMMediate	清除所有用户的存储器并重启仪器。
:SIGNal	
:DEFine EXPRession<1-8>,<"*表达式*">	最多可定义八个信号表达式。
:TEMPerature	
:AMBient?	返回进气口处的温度。
:TIME <hh>,<mm>,<ss>	设置系统时钟的时间。
:VERSion?	返回仪器符合的 SCPI 版本。

SYSTem:BBR:EVENt <"*字符串*">

将一个事件字符串添加到 BBR(黑匣子记录器)事件日志。BBR(黑匣子记录器)事件日志包含 100000 个事件的空间。事件字符串最长为 55 个字符。

参数	典型返回
<"*字符串*">字符串程序数据。用单引号或双引号括住字符串参数。	(无)

参数	典型返回
请在 BBR(黑匣子记录器)数据中输入一条消息： SYST:BBR:EVEN"启动 BBR(黑匣子记录器)数据"	

SYSTem:BBR:SNAPshot <时间>

捕获指定长度的数据快照。以秒为单位指定长度。全部快照捕获来自收到全部快照命令的同时的最新数据。数据保存在可以通过软件应用程序检索的内部文件中。后续的全部快照命令将覆盖现有的全部快照文件。

参数	典型返回
1 - 86,400(以 10 毫秒为周期) 1 - 864,000(以 100 毫秒为周期)	(无)
捕获两小时的最新全部快照数据：SYST:BBR:SNAP 7200	

SYSTem:BBR:SNAPshot:STATus?

以百分比形式返回快照完成状态。当返回 100 时完成全部快照。

参数	典型返回
(无)	<完成百分比>
查询 BBR(黑匣子记录器)全部快照完成：SYST:BBR:SNAP:STAT?	

SYSTem:BBR:STATe?

如果黑匣子记录器 (BBR) 正在记录，请返回 (1)。注意当更改 BBR(黑匣子记录器)周期或更改系统时间时，BBR(黑匣子记录器)会瞬间停止。

参数	典型返回
(无)	0 或 1
查询 BBR(黑匣子记录器)状态：SYST:BBR:STAT?	

SYSTem:BBR:TIME?

返回黑匣子记录器 (BBR) 数据的长度。以秒为单位返回值。

参数	典型返回
(无)	<长度>
查询 BBR(黑匣子记录器)时间：SYST:BBR:TIME?	

SYSTem:COMMunicate:LAN:CONTrol?
SYSTem:COMMunicate:TCPip:CONTrol?

返回初始套接字控制连接端口号此连接用于发送并接收命令和查询。与数据套接字采用固定端口号不同，控制套接字的端口号并不固定，必须使用这些查询才可获取。

参数	典型返回
(无)	<端口号> (如果不支持套接字则为 0)
查询控制连接端口号： SYST:COMM:LAN:CONT? 或 SYST:COMM:TCP:CONT?	

SYSTem:COMMunicate:RLSTate LOCal|REMote|RWLock
SYSTem:COMMunicate:RLSTate?

配置仪器的远程/本地状态。为了与其他产品兼容，包含远程和本地执行的相同操作。**LOCal** 将仪器设置成前面板控制。**REMote** 将仪器设置成前面板控制。**RWLock** 禁用前面板键。仪器只能由远程接口控制。此可编程设置与前面板锁定/未锁定功能完全无关。

参数	典型返回
LOCal|REMote|RWLock , *RST LOCal	LOC、REM 或 RWL
将远程/本地状态设置为远程：SYST:COMM:RLST REM	

- 远程/本地状态不受 SYSTem:COMMunicate:RLState 以外的 *RST 或任何 SCPI 命令的影响。
- GPIB 和一些其他 I/O 接口上的接口命令也可以设置远程/本地仪器状态。
- 当多个远程编程接口处于活动状态时，带有最近更改过的远程/本地状态的接口可确定仪器的远程/本地状态。

SYSTem:DATE <yyyy>,<mm>,<dd>
SYSTem:DATE?

设置系统时钟的日期。指定年、月、日。

注意设置数据会导致可选 BBR(黑匣子记录器)记录功能停止，然后开始使用新数据。

参数	典型返回
<yyyy,<mm>,<dd>	<日期>
设置日期(2012 年 1 月 31 日)：SYST:DATE 2012,01,31	

SYSTem:ERRor?

读取和清除错误队列中的一个错误。

参数	典型返回
(无)	<+0,"无错误">
读取并清除错误队列中的第一个错误：SYST:ERR?	

- 当一个或多个错误当前存储在错误列队中时，前面板 ERR 指示符亮起。错误检索是先进先出 (FIFO)，并且当您读取错误时会将其清除。从错误队列读取所有错误后，将关闭 ERR 指示符。
- 如果产生的错误超过了 20 个，存储在队列中的最后一个错误（最近错误）被替换为"-350,'Error queue overflow'"。在从队列中删除错误之前，无法继续存储更多的错误。读取错误队列时如果未发生错误，仪器将响应"+0,'No error'"。
- 在打开然后关闭电源后，可以使用 *CLS 清除错误队列。*RST 不会清除它。
- 错误消息的格式如下（错误字符串最多可包含 255 个字符）。
  <错误代码>,*<错误字符串>*
  有关错误代码和消息字符串列表的详细信息，请参阅 SCPI 错误消息。

SYSTem:LFRequency?

返回电源线参考频率。确定 SENSe:SWEep:NPLC 命令使用的积分时间。

在接通电源时，如果线路频率模式被设置成"自动"，那么电源会自动检测电源线频率（50 Hz、60 Hz 或 400 Hz），并且使用该值确定所用的积分时间。如果检测到的电源线频率为 400 Hz，则实际使用 50 Hz 的参考值（400 Hz 的次谐波）。

如果因为线路噪声或超出容差导致自动检测失败，则会使用 60 Hz 的设置。

参数	典型返回
(无)	50、60 或 400
查询电源线频率：SYST:LFR?	

SYSTem:LFRequency:MODE AUTO|MAN50|MAN60
SYSTem:LFRequency:MODE?

指定自动或手动线路频率检测。**AUTO** 指定自动检测。**MAN50** 指定 50 Hz 的设置。**MAN60** 指定 60 Hz 的设置。此参数保存在非易失存储器中。

参数	典型返回
AUTO|MAN50|MAN60	自动、MAN50 或 MAN60
将线路频率模式设置为 60 Hz：SYST:LFR:MODE MAN60	

SYSTem:PASSword:FPANel:RESet

将前面板锁定密码重置为零。该命令不会重置校准密码。

参数	典型返回
(无)	(无)
重置前面板密码：SYST:PASS:FPAN:RES	

SYSTem:REBoot

将设备重新引导为其开启状态。

参数	典型返回
(无)	(无)
重新引导仪器：SYST:REB	

SYSTem:SECurity:IMMediate

清除所有用户的存储器并重启仪器。此命令通常用于为从安全区域移除设备做准备。它会清理除了黑匣子记录器 (BBR) 文件以外的所有用户数据。它会将所有零写入闪存然后按照制造商的数据表执行芯片擦除。如果已安装 BBR(黑匣子记录器)选件，则必须移除并破坏驱动器以清理 BBR(黑匣子记录器)数据。不会擦除标识数据(仪器固件、型号、序列号、MAC 地址和校准数据)。数据清除之后，将重新启动仪器。

不建议将该步骤用于例行应用程序，因为可能会发生数据的意外丢失。

参数	典型返回
(无)	(无)
清理仪器：SYST:SEC:IMM	

SYSTem:SIGNal:DEFine EXPRession<1-8>, <"表达式">
SYSTem:SIGNal:DEFine? EXPRession <1-8>

最多可定义八个信号表达式。有关用于"生成"信号表达式的信号源和运算符的完整列表，请参阅定义信号表达式。

参数	典型返回
EXPRession <1-8>	(无)
<"表达式">	<"表达式">
输出状态为开启时，将第一个表达式定义为真： SYST:SIGN:DEF EXPR1, "OutpOn"	

在 SCPI 命令中，表达式必须用引号 ("") 括起来。表达式不区分大小写。您可以输入全部为大小、全部为小写或大小写混合的字母字符。布尔运算符 And、Or 和 Not 的两边必须留有空格。括号两边无需留有空格。

SYSTem:TEMPerature:AMBient?

返回进气口处的温度。以摄氏度为单位返回值。

参数	典型返回
(无)	<"环境温度">
返回环境气温：SYST:TEMP:AMB?	

SYSTem:TIME <hh>,<mm>,<ss>
SYSTem:TIME?

设置系统时钟的时间。指定小时数(0 到 23)，分钟数(0 到 59)，秒数(0 到 59)。

参数	典型返回
<hh>,<mm>,<ss>	<hh,mm,ss>
将时钟设置成晚上 8:30：SYST:TIME 20,30,0	

- 注意设置时间会导致可选 BBR(黑匣子记录器)记录功能停止，然后重新开始使用新时间。

SYSTem:VERSion?

返回仪器符合的 SCPI 版本。无法从前面板中确定。

参数	典型返回
(无)	<"版本">
返回 SCPI 版本：SYST:VERS?	

- 命令返回的字符串格式为"YYYY.V"，其中 YYYY 表示版本的发行年份，而 V 表示该年份的版本。

TRIGger 子系统

触发命令控制瞬变和采集子系统。请参阅触发概述了解详细信息。

TRIGger	
:ACQuire	
[:IMMediate]	生成即时触发。
:CURRent	
[:LEVel] <*值*>	设置输出的触发电平。
:SLOPe POSitive|NEGative	设置信号斜率。
:INDices	
[:DATA]?	返回捕捉了触发的索引。
:COUNt?	返回在采集过程中捕捉的触发数。
:SOURce <*源*>	选择采集系统的触发源：BUS |CURRent1 |EXTernal |EXPRession<1-8> |PIN<1-7> |TRANsient1 |VOLTage1
:TOUTput	
[:ENABle] 0|OFF|1|ON	启用要发送到数字端口针脚的测量触发信号。
:VOLTage	
[:LEVel] <*值*>	设置输出的触发电平。
:SLOPe POSitive|NEGative	设置信号斜率。
:ARB	
:SOURce <*源*>	选择任意波形的触发源：BUS |EXTernal |IMMediate |EXPRession<1-8> |PIN<1-7>
:ELOG	
[:IMMediate]	生成即时触发。
:SOURce <*源*>	选择外部数据记录的触发源：BUS |EXTernal |IMMediate| PIN<1-7>
:TRANsient	
[:IMMediate]	生成即时触发。
:SOURce <*源*>	选择瞬变系统的触发源：BUS |EXTernal |IMMediate |EXPRession<1-8> |PIN<1-7>

TRIGger:ACQuire[:IMMediate]
TRIGger:ELOG[:IMMediate] 仅限 N7900 机型
TRIGger:TRANsient[:IMMediate]

生成即时触发。这样会覆盖所有已选触发源。

TRIGger:ACQuire 可触发采集系统。

TRIGger:ELOG 可触发外部数据记录仪。

TRIGger:TRANsient 触发瞬变系统。

参数	典型返回
(无)	(无)
生成测量触发：TRIG:ACQ	

TRIGger:ACQuire:CURRent[:LEVel] <*值*>|MIN|MAX
TRIGger:ACQuire:CURRent[:LEVel]? [MIN|MAX]
TRIGger:ACQuire:VOLTage[:LEVel] <*值*>|MIN|MAX
TRIGger:ACQuire:VOLTage[:LEVel]? [MIN|MAX]

设置输出的触发电平。当测量触发源设置为一个水平时适用。以安培或伏特为单位指定值。最小和最大值取决于设备额定值。

参数	典型返回
电压：0 到 102% 的额定值，*RST 0 电流：额定值的 -10.2% 到 102%，*RST 0 使用功耗器的电流：最高为额定值的 -102% 到 102%	<电平值>
将触发电流电平设置成 3 A：TRIG:ACQ:CURR 3 将触发电压电平设置成 50 V：TRIG:ACQ:VOLT 50	

TRIGger:ACQuire:CURRent:SLOPe POSitive|NEGative
TRIGger:ACQuire:CURRent:SLOPe?
TRIGger:ACQuire:VOLTage:SLOPe POSitive|NEGative
TRIGger:ACQuire:VOLTage:SLOPe?

设置信号斜率。当测量触发源设置为一个水平时适用。**POSitive** 指定输出信号的上升斜率。**NEGative** 指定输出信号的下降斜率。

参数	典型返回
POSitive|NEGative, *RST POSitive	POS 或 NEG
将电流斜率设置成负(下降沿)：TRIG:ACQ:CURR:SLOP NEG 将电压斜率设置成负(下降沿)：TRIG:ACQ:VOLT:SLOP NEG	

TRIGger:ACQuire:INDices[:DATA]? 仅限 N7900 机型

将索引返回到采集的数据中，其中在采集期间捕获触发。返回的索引数量和通过 TRIGger:ACQuire:INDices:COUNt? 返回的值相同

参数	典型返回
(无)	<时间>

参数	典型返回
返回的索引数量：TRIG:ACQ:IND?	

TRIGger:ACQuire:INDices:COUNt? 仅限 N7900 机型

返回在采集过程中捕捉的触发数。

参数	典型返回
(无)	<时间>
返回的触发数量：TRIG:ACQ:IND:COUN?	

TRIGger:ACQuire:TOUTput[:ENABle] 0|OFF|1|ON
TRIGger:ACQuire:TOUTput[:ENABle]?

启用要发送到数字端口针脚的测量触发信号。在数字端口针脚用作触发源之前，必须将其配置成触发输出(请参阅外部触发 I/O)。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON , *RST OFF	0 或 1
启用发送测量触发至数字针脚：TRIG:ACQ:TOUT ON	

TRIGger:ACQuire:SOURce <*源*>
TRIGger:ACQuire:SOURce?

选择采集系统的触发源：

BUS	选择一个远程接口触发命令。
CURRent1	选择输出电流电平。
EXTernal	选择已配置为触发源的“全部”数字端口针脚。
EXPRession <1-8>	选择用户定义的表达式作为触发源。
针脚 <1-7>	选择配置为触发输入的数字端口针脚。
TRANsient1	选择瞬变系统作为触发源。
VOLTage1	选择输出电压电平。

参数	典型返回
BUS|CURRent1 | EXTernal | EXPRession<1-8> | PIN<1-7> | TRANsient1 | VOLTage1, *RST BUS	BUS、CURR1、EXT、EXPR<n>、PIN<n>、TRAN1 或 VOLT1

参数	典型返回
选择数字端口针脚 1 作为测量触发源： TRIG:ACQ:SOUR PIN1	

TRIGger:ARB:SOURce <*源*> 仅限 N7900 机型
TRIGger:ARB:SOURce?

选择任意波形的触发源：

BUS 选择一个远程接口触发命令。

EXTernal 选择已配置为触发源的"全部"数字端口针脚。

EXPRession <1-8> 选择用户定义的表达式作为触发源。

IMMediate 只要它为 INITiated，就可触发瞬变。

针脚 <1-7> 选择配置为触发输入的数字端口针脚。

参数	典型返回
BUS | EXTernal | IMMediate | EXPRession<1-8> | PIN<1-7> *RST BUS	BUS、EXT、IMM、EXPR<n>、 PIN<n>
选择数字端口针脚 1 作为 Arb 触发源：TRIG:ARB:SOUR PIN1	

TRIGger:ELOG:SOURce <*源*> 仅限 N7900 机型
TRIGger:ELOG:SOURce?

选择外部数据记录的触发源：

BUS 选择一个远程接口触发命令。

EXTernal 选择已配置为触发源的"全部"数字端口针脚。

IMMediate 只要它为 INITiated，就可触发瞬变。

针脚 <1-7> 选择配置为触发输入的数字端口针脚。

参数	典型返回
BUS | EXTernal | IMMediate | PIN<1-7> *RST BUS	BUS、EXT、IMM、PIN<n>
选择数字端口针脚 1 作为 Elog 触发源：TRIG:ELOG:SOUR PIN1	

TRIGger:TRANsient:SOURce <*源*>
TRIGger:TRANsient:SOURce?

选择瞬变系统的触发源：

BUS 选择一个远程接口触发命令。

EXTernal 选择已配置为触发源的"全部"数字端口针脚。

EXPRession <1-8> 选择用户定义的表达式作为触发源。

IMMediate 只要它为 INITiated，就可触发瞬变。

针脚 <1-7> 选择配置为触发输入的数字端口针脚。

参数	典型返回
BUS | EXTernal | IMMediate | EXPRession<1-8>| PIN<1-7>, *RST BUS	BUS、EXT、IMM、EXPR<n>、PIN<n>
选择数字端口针脚 1 作为瞬变触发源：TRIG:TRAN:SOUR PIN1	

VOLTage 子系统

Voltage 命令对仪器的输出电压进行编程。

[SOURce:]	
VOLTage	
[:LEVel]	
[:IMMediate]	
[:AMPLitude] <*值*>	设置在电压优先模式下的输出电压。
:TRIGgered	
[:AMPLitude] <*值*>	设置触发的输出电压。
:BWIDth LOW|HIGH1	设置电压带宽。
:LIMit	
[:POSitive]	
[:IMMediate]	
[:AMPLitude] <*值*>	设置在电流优先模式下的电压限制。
:MODE FIXed|STEP|LIST|ARB	设置瞬变模式。
:PROTection	
[:LEVel] <*值*>	设置过电压保护电平。
:SLEW	
[:IMMediate] <*值*>|INFinity	设置电压变化率。
:MAXimum 0|OFF|1|ON	启用或禁用最大变化率覆盖。

[SOURce:]VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <*值*>|MIN|MAX
[SOURce:]VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]
[SOURce:]VOLTage[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude] <*值*>|MIN|MAX
[SOURce:]VOLTage[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude]? [MIN|MAX]

当输出在电压优先模式下运行时设置立即电压电平或触发电压电平。触发的电平是在触发输出 Step 时传输到输出的值。以伏特为单位。最大值取决于设备的额定电压。

参数	典型返回
额定值的 0.1% 到 102%，额定值的 *RST 0.1%	<电压电平>
要将输出电压设置为 20 V，请输入以下命令：VOLT 20 要将触发电压设置为 10 V，请输入以下命令：VOLT:TRIG 10	

[SOURce:]VOLTage:BWIDth LOW|HIGH1
[SOURce:]VOLTage:BWIDth?

设置电压带宽。这样便可使用电容性负载优化输出响应时间。

这些补偿模式仅当设备在电压优先模式下运行时适用。**HIGH1** 在将输出电容限制为小值时可提供最大的向上编程速度和最快的瞬变响应时间。**LOW** 经优化可实现较大范围的输出电容器，具有稳定性特点。有关特定电容负载限制的信息，请参阅设置输出带宽。

参数	典型返回
LOW|HIGH1, *RST HIGH1	HIGH1 或 LOW
要将电压带宽设置为 Low，请输入以下命令：VOLT:BWID LOW	

[SOURce:]VOLTage:LIMit[:POSitive][:IMMediate][:AMPLitude] <*值*>|MIN|MAX [SOURce:]VOLTage:LIMit[:POSitive][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]

设置在电流优先模式下的电压限制。 以伏特为单位。

参数	典型返回
额定值的 0.1% 至 102%， 额定值的 *RST 1%	<电压限制>
要将电压限制设置为 20 V，请输入以下命令：VOLT:LIM 20	

[SOURce:]VOLTage:MODE FIXed|STEP|LIST|ARB [SOURce:]VOLTage:MODE?

设置瞬变模式。这样可确定在启动和触发瞬变系统时输出电压出现的情况。

FIXed 可将输出电压保持在其立即值。

STEP 在发生触发时将输出阶跃到触发电平。

发生触发时，**列表**将导致输出跟随列表值。

当发生触发时，**ARB** 将造成输出遵照任意波形值。

参数	典型返回
FIXed|STEP|LIST|ARB, *RST FIXed	固定、阶跃、列表或任意
要将电压模式设置为 Step，请输入以下命令：VOLT:MODE STEP	

[SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel] <*值*>|MIN|MAX [SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel]? [MIN|MAX]

设置过电压保护电平。 以伏特为单位。如果输出电压超过了 OVP 电平，则将禁用输出，并设置可疑条件状态寄存器 OV 位。

参数	典型返回
额定值的 0 到 120%， 额定值的 *RST 120%	<保护电平>
要将过电压保护设置为 24 V，请输入以下命令：VOLT:PROT 24	

- 在将条件原因删除后可使用 OUTput:PROTection:CLEar 命令清除过电压条件。

[SOURce:]VOLTage:SLEW[:IMMediate] <*值*>|MIN|MAX|INFinity
[SOURce:]VOLTage:SLEW[:IMMediate]? [MIN|MAX]

设置电压变化率。变化率设置为 v/s，并且将影响所有已编程的电压变化，包括因输出状态打开或关闭而导致的变化。可将变化率设置为介于 0 和 9.9E+37 之间的任意值。对于非常大的值，变化率将受输出电路模拟性能的限制。关键字 MAX 或 INFinity 可将变化率设置为最大值。

参数	典型返回
0 – 9.9E+37, *RST MAX	<最大值>
将变化率设置为每秒 5 V：VOLT:SLEW 5	

- 查询将返回已发送的值，除非该值小于最小变化率，在这种情况下将返回最小值。变化率的分辨率也为最小值，并且可使用 VOLTage:SLEW? 查询此值MIN 来查询。准确值根据校准不同而略微有所不同。

[SOURce:]VOLTage:SLEW:MAXimum 0|OFF|1|ON
[SOURce:]VOLTage:SLEW:MAXimum?

启用或禁用最大变化率覆盖。 启用时，变化率将设置为其最大值。禁用后，可使用 [SOURce:]VOLTage:SLEW 命令将变化率设置为立即值。Use [SOURce:]VOLTage:SLEW?MAX 用于查询设置的最大变化率。

参数	典型返回
0|OFF|1|ON，*RST ON	0 或 1
要启用最大变化率覆盖，请输入以下命令：VOLT:SLEW:MAX ON	

- [SOURce:]VOLTage:SLEW:MAX 命令是 [SOURce:]VOLTage:SLEW 命令的耦合命令。如果 [SOURce:]VOLTage:SLEW 将额定值设置为 MAX 或 INFinity，则将启用 [SOURce:]VOLTage:SLEW:MAX。如果将变化率设置为任何其他值，则将禁用 [SOURce:]VOLTage:SLEW:MAX。

状态教程

本节详细介绍了单个寄存器和寄存器组。状态图提供了状态寄存器和组互连方式的图形化视图。

状态寄存器

运行状态组

可疑状态组

标准事件状态组

状态字节寄存器

错误和输出队列

状态图

状态寄存器

操作和可疑状态组将使用四个不同类型的寄存器来跟踪限定、标记和启用仪器事件。标准事件组仅使用事件和允许寄存器。

- 条件寄存器可不间断地监控仪器的状态。条件寄存器中的位被实时更新，并且这些位不被锁定。
- PTR/NTR 寄存器将限定传递到事件寄存器的信号。设置了 PTR 位后，具有正沿边跃迁的信号将传递到事件寄存器。设置了 NTR 位后，具有负沿边跃迁的信号将传递到事件寄存器。同时设置两个位时，会传递所有信号。未设置任何位时，不会传递任何信号。
- 事件寄存器锁定了通过正跃迁寄存器和负跃迁寄存器的跃迁。设置事件位后，在读取事件寄存器之前都将保留该设置。读取事件寄存器时会将其清除。
- 使能寄存器可定义事件寄存器中的哪些位将报告给"状态字节"寄存器。使能寄存器是可读写的。

运行状态组

这些寄存器将记录正常操作过程中发生的信号。组由条件、PTR/NTR、事件和允许寄存器组成。操作状态寄存器组的输出将通过逻辑"OR"运算进入"状态字节"寄存器的 OPERation 累加位 (7)。有关每个寄存器的说明，请参考状态寄存器。

下表描述了操作状态寄存器位指派。

位	位名称	十进制值	定义
0	CV	1	输出处于恒定电压下
1	CC	2	输出处于恒定电流下
2	关闭	4	输出已编程设定为关闭
3	WTG-meas	8	测量系统正在等待触发

4	WTG-tran	16	瞬变系统正在等待触发
5	MEAS-active	32	测量系统已启动或正在运行中
6	TRAN-active	64	瞬变系统已启动或正在运行中
7	User1	128	用户 1 定义的表达式为真
8	User2	256	用户 2 定义的表达式为真
9-15	未使用	未使用	返回 0。

可疑状态组

这两个寄存器组记录了指示异常操作的信号。组由条件、PTR/NTR、事件和允许寄存器组成。可疑状态组的输出将通过逻辑“OR”运算进入“状态字节”寄存器的 QUEStionable 累加位 (3)。有关每个寄存器的说明，请参考状态寄存器。

下表描述了 Questionable1 状态寄存器位指派。

位	位名称	十进制值	定义
0	OV	1	输出被过电压保护禁用
1	OC	2	输出被过电流保护禁用
2	PF	4	输出被电源故障条件禁用(交流线路上线压低或保险丝熔断)
3	CP+	8	输出被正向过功率限制禁用
4	OT	16	输出被过热保护禁用
5	CP-	32	输出被负向过功率限制禁用
6	OV-	64	输出因反转感测引线而被负向过电压禁用
7	LIM+	128	输出正处于正电压或电流限制中
8	LIM-	256	输出正处于负电流限制中
9	INH	512	输出被外部 INHibit 信号禁用
10	UNR	1024	输出未调整
11	PROT	2048	输出被监视程序定时器保护禁用
12	EDP	4096	输出被过度输出动态保护禁用
13	SF	8192	检测到感应引线故障
14,15	未使用	未使用	返回 0。

下表描述了 Questionable2 的指派情况。

位	位名称	十进制值	定义
0	UProt	1	输出被用户定义的保护信号禁用
1	IPK+	2	输出正处于正电流峰值限制中
2	IPK-	4	输出正处于负电流峰值限制中
3	CSF	8	发生了电流共享故障
4-15	未使用	未使用	返回 0。

标准事件状态组

这些寄存器由通用命令进行编程设定。该组由事件寄存器和使能寄存器组成。标准事件事件寄存器将锁定与通信状态相关的事件。该寄存器为只读，读取时会被清除。标准事件使能寄存器的功能类似于操作和可疑状态组的使能寄存器。有关每个寄存器的说明，请参考状态寄存器。

下表描述了标准事件状态寄存器位指派。

位	位名称	十进制值	定义
0	操作完成	1	在 *OPC 之前且包括其在内的所有命令均已执行。
1	未使用	未使用	返回 0。
2	Query Error	4	该仪器试图读取输出缓冲区，但它是空的， 在读取上一次查询之前接收到一个新的命令行，或者输入和输出缓冲区均已满。
3	设备特定的错误	8	发生设备特定错误，包括自检错误、校准错误或其他设备特定的错误。错误消息
4	执行错误	16	发生执行错误。错误消息
5	命令	32	发生命令语法错误。错误消息
6	未使用	未使用	返回 0。
7	通电	128	自上次读取或清除事件寄存器后，已关闭并打开电源。

状态字节寄存器

该寄存器按照可编程仪器的 IEEE 488.2 标准数字接口中的定义，概述了所有其他状态组中的信息。

下表描述了状态字节寄存器位指派。

位	位名称	十进制值	定义
0	未使用	未使用	返回 0。
1	未使用	未使用	返回 0。
2	错误序列	4	错误队列中出现一个或多个错误。使用 SYSTem:ERRor? 读取并删除错误。
3	可疑状态摘要	8	可疑数据寄存器中设置了一个或多个位。必须启用位，请参阅 STATus:QUEStionable:ENABle。
4	可用信息	16	仪器输出缓冲区中的数据可用。
5	事件状态摘要	32	标准事件寄存器中设置了一个或多个位。必须启用位，请参阅 *ESE。
6	主状态摘要	64	一个或多个位在状态字节寄存器中设置 且可能生成服务请求。必须启用位，请参阅 *SRE。
7	操作状态摘要	128	操作状态寄存器中设置了一个或多个位。必须启用位，请参阅 STATus:OPERation:ENABle。

主状态摘要和服务位请求

MSS 是一个由服务请求使能寄存器启用的所有状态字节寄存器位的实时(未锁定)摘要。仪器拥有一个或多个请求服务原因时均会设置 MSS。*STB? 读取了响应位位置 6 中的 MSS，但没有清除状态字节寄存器中的任何位。

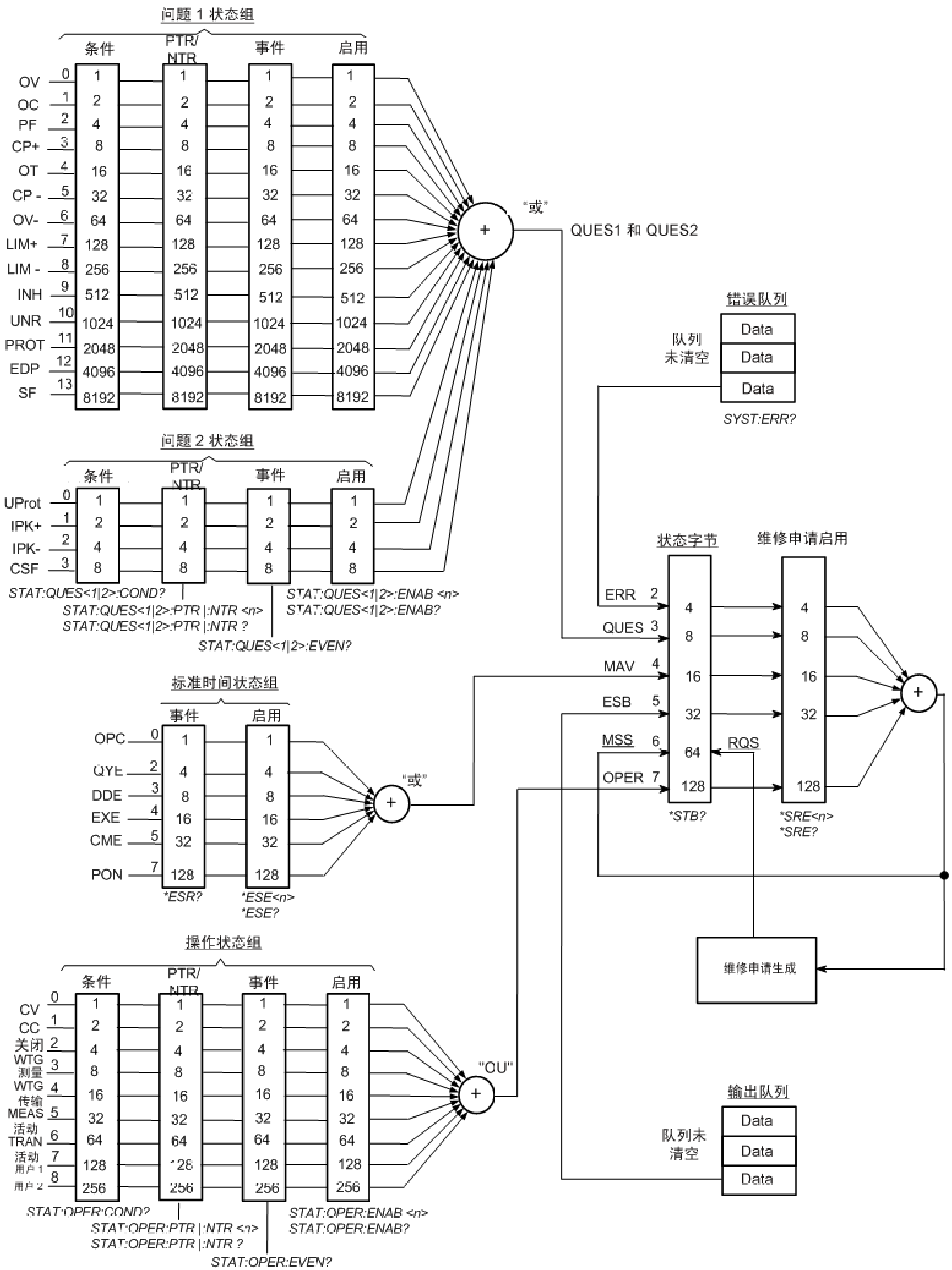
RQS 位是一个锁定版的 MSS 位。仪器请求服务时，该 RQS 位会将 SRQ 中断行设置为真，并将 RQS 锁定至状态字节寄存器的第 6 位中。控制器执行串行轮询时，会清除寄存器内的 RQS，并将 RQS 返回到响应的位位置 6。状态字节寄存器的剩余位没有受到干扰。

错误和输出队列

错误队列是一个先进先出 (FIFO) 数据寄存器，用于存储错误或事件的数字和文字描述。在使用 SYSTem:ERRor? 读取之前，将一直存储该错误消息。如果队列溢出，队列中最后的错误/事件将被替换为错误 -350,"Queue overflow"。

输出队列是一个先进先出 (FIFO) 数据寄存器，用于在控制器读取仪器到控制器的消息之前存储该消息。队列包含该消息时，将设置状态字节寄存器的 MAV 位 (4)。

状态图


问题 1 状态组
条件
PTR/NTR
事件
启用
OV
OC
PF
CP+
OT
CP -
OV-
LIM+
LIM -
INH
UNR
PROT
EDP
SF
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
1 2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024 2048 4096 8192
"或"
QUES1 和 QUES2
问题 2 状态组
条件
PTR/NTR
事件
启用
UProt
IPK+
IPK-
CSF
STAT:QUES<1|2>:COND?
STAT:QUES<1|2>:PTR |:NTR <n>
STAT:QUES<1|2>:PTR |:NTR ?
STAT:QUES<1|2>:EVEN?
STAT:QUES<1|2>:ENAB <n>
STAT:QUES<1|2>:ENAB?
错误队列
队列
未清空
Data
Data
Data
SYST:ERR?
状态字节
维修申请启用
ERR 2
QUES 3
MAV 4
ESB 5
MSS 6
OPER 7
RQS
4 8 16 32 64 128
*STB?
*SRE<n>
*SRE?
标准时间状态组
事件
启用
OPC
QYE
DDE
EXE
CME
PON
1 4 8 16 32 128
"或"
*ESR?
*ESE<n>
*ESE?
维修申请生成
操作状态组
条件
PTR/NTR
事件
启用
CV
CC
关闭
WTG
测量
WTG
传输
MEAS
活动
TRAN
活动
用户 1
用户 2
1 2 4 8 16 32 64 128 256
"OU"
STAT:OPER:COND?
STAT:OPER:PTR |:NTR <n>
STAT:OPER:PTR |:NTR ?
STAT:OPER:EVEN?
STAT:OPER:ENAB <n>
STAT:OPER:ENAB?
输出队列
队列未
清空
Data
Data
Data

触发教程

APS 触发系统是一个灵活的多用途系统，用于控制仪器的操作，以适合用户定义的各种应用。下面的触发图提供了触发源和目标互连方式的图形化视图。

触发源

触发目标

触发图

触发源

下表描述了可用的触发源(显示在触发图的左侧)。请注意，并非所有的触发源均可应用到每个触发子系统。

源	说明
BUS	启用 GPIB 设备触发、*TRG 或 <GET>(成组执行触发)。
CURR1	选择输出电流电平。
EXPRession <1-8>	从 8 个用户定义的表达式中选择其一。请参阅 使用表达式信号发送。
IMMediate	只要它为 INITiated，就可触发瞬变。
PIN<n>|EXTernal	选择配置为触发输入的数字端口针脚。<n> 指定针脚号。EXTernal 将选择已配置为触发输入的所有连接器阵脚。
TRAN1	选择瞬变系统作为触发源。
TRIG:ACQ:IMM	立即触发采集。
TRIG:ELOG:IMM	立即触发 Elog。
TRIG:TRAN:IMM	立即触发瞬变。
VOLT1	选择输出电压电平。

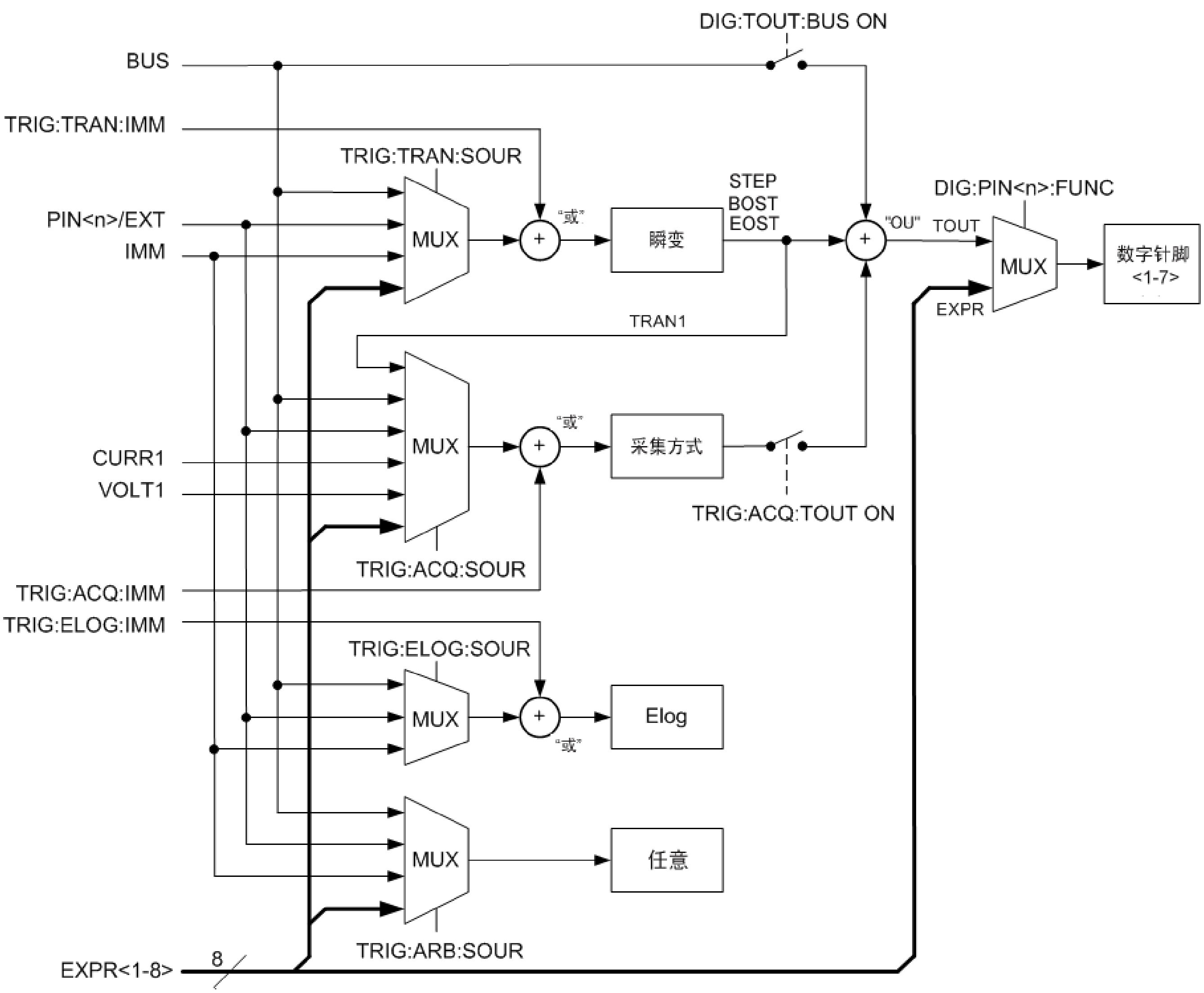
触发目标

下表描述了触发系统的目标。请注意，触发系统在与用户定义的信号发送一起使用时，可生成能够控制特定应用的大量电源操作。

目标	说明
数字针脚	将触发输出信号发送到指定的数字输出针脚。请参阅数字端口编程设定。
Elog	启动外部数据记录 (Elog)。请注意，必须先启动外部数据记录。请参阅外部数据记录。
任意波形	启动任意波形。请注意，必须先启用和启动此波形。请参阅编程输出瞬变。

请注意，可以将触发系统与用户定义的信号表达式结合在一起，为特定应用提供控制信号。请参阅 使用表达式信号发送。

触发图



命令快速参考

为了便于清楚说明，某些 [可选] 命令也包括在内。所有的设置命令都有相应的查询。请参阅 SCPI 语法惯例。

ABORT 子系统

ABORt	
:ACQuire	取消任何触发的测量。
:ELOG	停止外部数据记录。
:TRANsient	取消任何触发的操作。

CALibrate 子系统

CALibrate	
:COUNt?	返回已校准设备的次数。
:CURRent	
[:LEVel] <*值*>	校准电流编程和测量。
:MEASure <*值*>	校准低电流量程测量。
:SHARing	校准并联设备的 Imon 信号。
:TC	校准温度系数。
:DATA <*值*>	输入外部万用表读取的校准值。
:DATE <"*日期*">	在非易失性存储器中输入校准日期。
:LEVel P1|P2|P3	将校准提升到新的水平。
:PASSword <*值*>	设置数字密码以防止未经授权的校准。
:RESistance	
:BOUT	校准最小电阻。
:SAVE	在非易失性内存中保存校准常量。
:STATe 0|OFF|1|ON	启用或禁用校准模式。
:VOLTage	
[:LEVel] <*值*>	校准本地电压编程和测量。
:CMRR	校准电压共模抑制比。

DISPlay 子系统

DISPlay	
[:WINDow]	
[:STATe] 0|OFF|1|ON	开启或关闭前面板显示屏。
:VIEW METER_VI|METER_VP|METER_VIP	选择要显示在前面板上的参数。

FETCh 子系统

FETCh	
[:SCALar]	
:CURRent	
[:DC]? [<*起始索引*>, <*点数*>]	返回平均测量。
:ACDC?	返回 RMS 测量 (AC + DC)。
:HIGH?	返回脉冲波形高电平。
:LOW?	返回脉冲波形低电平。
:MAXimum?	返回最大值或最小值。
:MINimum?	
:POWer	
[:DC]?	返回平均测量。
:VOLTage	
[:DC]? [<*起始索引*>, <*点数*>]	返回平均测量。
:ACDC?	返回 RMS 测量 (AC + DC)。
:HIGH?	返回脉冲波形高电平。
:LOW?	返回脉冲波形低电平。
:MAXimum?	返回最大值或最小值。
:MINimum?	
:AHOur?[IGNORE_OVLD]	返回累积的安培-小时值。
:ARRAY	
:CURRent	
[:DC]? [<*起始索引*>, <*点数*>]	返回瞬时测量。
:POWer	
[:DC]?	返回瞬时测量。
:VOLTage	
[:DC]? [<*起始索引*>, <*点数*>]	返回瞬时测量。
:ELOG?<*最大记录数*>	返回最新的外部数据记录条目。
:WHOur?[IGNORE_OVLD]	返回累积的瓦特-小时值。

FORMat 子系统

FORMat	
[:DATA] ASCII | REAL	指定返回数据的格式。
:BORDer NORMal | SWAPped	指定如何传输二进制数据。

HCOPy 子系统

HCOPy
:SDUMp
:DATA?[BMP|GIF|PNG] 返回前面板显示的图像。
:DATA
:FORMat BMP|GIF|PNG 指定返回的前面板图像的格式。

IEEE-488 通用命令

*CLS	清除状态命令。
*ESE <*值*>	事件状态启用命令和查询。
*ESR?	事件状态事件查询。
*IDN?	标识查询。
*LRN?	返回 SCPI 命令序列。
*OPC	在标准事件寄存器中设置 OPC(操作完成)位。
*OPC?	在所有的未决操作完成后，将 1 返回到输出缓冲器。
*OPT?	返回标识任何已安装选件的字符串。
*RCL <*值*>	调用保存的仪器状态。
*RST	将仪器重置为典型或安全的预定义值。
*SAV <*值*>	将仪器状态保存到 10 个非易失存储器位置之一。
*SRE <*值*>	服务请求启用命令和查询。
*STB?	状态字节查询。
*TRG	触发命令。
*TST?	自检查询。
*WAI	在所有的未决命令完成之前，将暂停其他命令的处理。

INITiate 子系统

INITiate
[:IMMediate]
:ACQuire 启动测量触发系统。
:ELOG 启动外部数据记录。
:TRANsient 启动瞬时触发系统。
:CONTinuous
:TRANsient 0|OFF|1|ON 持续启动瞬变触发系统。

LXI 命令

LXI

:IDENTify
:STATe 0|OFF|1|ON 开启或关闭前面板 LXI 标识指示灯。

MEASure 子系统

MEASure
[:SCALar]
:CURRent
[:DC]? 进行测量；返回平均电流。
:ACDC? 进行测量；返回 RMS 电流 (AC + DC)。
:HIGH? 进行测量；返回电流脉冲高电平。
:LOW? 进行测量；返回电流脉冲低电平。
:MAXimum? 进行测量；返回最大电流。
:MINimum? 进行测量；返回最小电流。
:POWer
[:DC]? 进行测量；返回平均功率。
:VOLTage
[:DC]? 进行测量；返回平均电压。
:ACDC? 进行测量；返回 RMS 电压 (AC + DC)。
:HIGH? 进行测量；返回电压脉冲高电平。
:LOW? 进行测量；返回电压脉冲低电平。
:MAXimum? 进行测量；返回最大电压。
:MINimum? 进行测量；返回最小电压。
:ARRAY
:CURRent
[:DC]? 进行测量；返回瞬时电流。
:POWer
[:DC]? 进行测量；返回瞬时功率。
:VOLTage
[:DC]? 进行测量；返回瞬时电压。

OUTPut 子系统

OUTPut
[:STATe] 0|OFF|1|ON 启用或禁用输出。
:COUPle
[:STATe] 0|OFF|1|ON 启用或禁用输出耦合。
:DOFFset <*值*> 设置延迟偏差以同步耦合输出状态变化。
:MAX
:DOFFset? 返回此仪器所需的延迟偏移。

:OFF	
:SOURce EXPRession<1-8>|NONE	将 Off Couple 信号源设置为一个表达式。
:ON	
:SOURce EXPRession<1-8>|NONE	将 On Couple 信号源设置为一个表达式。
:DELay	
:FALL <*值*>	设置输出关闭序列延迟。
:RISE <*值*>	设置输出启动序列延迟。
:INHibit	
:MODE LATChing|LIVE|OFF	设置远程抑制数字针脚的运行模式。
:PON	
:STATe RST|RCL0	设置输出开机状态。
:PROTection	
:CLEar	复位锁定保护。
:MODE	设置所有保护条件的关闭行为。
:TEMPerature	
:MARGin?	在出现温度过热提示之前返回剩余余量。
:USER	
[:STATe] 0|OFF|1|ON	启用或禁用用户定义保护。
:SOURce EXPRession<1-8>|NONE	将用户定义的保护源设置为一个表达式。
:WDOG	
[:STATe] 0|OFF|1|ON	启用或禁用 I/O 监视程序定时器。
:DELay <*值*>	设置监视程序延迟时间。
:RELay	
:LOCK	
[:STATe] 0|OFF|1|ON	启用或禁用输出延迟的锁定关闭状态。
:POLarity NORMal|REVerse	设置输出继电器的极性。
:ENABle 0|OFF|1|ON	启用或禁用极性反转函数。

SENSe 子系统

SENSe	
:AHOur	
:RESet	将安培-小时或瓦特-小时测量值重置为零。
:BBR	
:PERiod <*值*>	设置黑匣子记录器 (BBR) 的记录周期(以秒为单位)。
:CURRent	
[:DC]	
:RANGe	
[:UPPer] <*值*>	选择 DC 电流量程。
:AUTO 0|OFF|1|ON	启用或禁用无缝测量自动范围。

:ELOG	
:CURRent	
[:DC]	
:RANge	
[:UPPer] <*值*>	选择 Elog 电流量程。
:AUTO 0|OFF|1|ON	启用或禁用 Elog 无缝测量自动范围。
:FUNCtion	
:CURRent 0|OFF|1|ON	启用/禁用电流数据记录功能。
:MINMax 0|OFF|1|ON	启用/禁用最小/最大电流数据记录功能。
:VOLTage 0|OFF|1|ON	启用/禁用电压数据记录功能。
:MINMax 0|OFF|1|ON	启用/禁用最小/最大电压数据记录功能。
:PERiod <*值*>	设置 Elog 测量的积分时间。
:FAULt	
:STATe 0|OFF|1|ON	启用或禁用远程感测故障检测。
:SWEep	
:NPLCycles <*值*>	将测量时间设置为电源线路周期数 (PLC) 的倍数。
:OFFSet	
:POINts <*值*>	为触发测量定义数据扫描偏移。
:POINts <*值*>	在测量中定义点数量。
:TINTerval <*值*>	定义测量样本之间的时间周期。
:THReshold<1|2|3|4>	
:AHOur	
[:LEVel] <*值*>	为比较器 1、2、3 或 4 设置安培-小时电平。
:CURRent	
[:LEVel] <*值*>	为比较器 1、2、3 或 4 设置电流电平。
:FUNCtion VOLT|CURR|POW|AHO|WHO	为比较器 1、2、3 或 4 设置感测功能。
:OPERation GT|LT	为比较器 1、2、3 或 4 设置比较类型。
:POWer	
[:LEVel] <*值*>	为比较器 1、2、3 或 4 设置功率电平。
:VOLTage	
[:LEVel] <*值*>	为比较器 1、2、3 或 4 设置电压电平。
:WHOur	
[:LEVel] <*值*>	为比较器 1、2、3 或 4 设置瓦特-小时电平。
:WHOur	
:RESet	重置累积的瓦特-小时测量。
:WINDow	
[:TYPE] HANNing|RECTangular	选择测量窗口。

[SOURce:]ARB 子系统

- [SOURce:]
  - ARB
    - :COUNt <*值*>|INFinity — 指定 Arb 的重复次数。
    - :CURRent
      - :CDWell
        - [:LEVel] <*值*>{,<*值*>}|<*数据块*> — 指定 Arb 中每个点的电平。
        - :DWELl <*值*> — 指定 Arb 中每个点的驻留时间。
        - :POINts? — 返回 Arb 中的点数。
    - :FUNCtion
      - :TYPE CURRent|VOLTage — 指定电压或电流 Arb。
    - :TERMinate
      - :LAST 0|OFF|1|ON — 选择 Arb 结束后的输出设置。
    - :VOLTage
      - :CDWell
        - [:LEVel] <*值*>{,<*值*>}|<*数据块*> — 指定 Arb 中每个点的电平。
        - :DWELl <*值*> — 指定 Arb 中每个点的驻留时间。
        - :POINts? — 返回 Arb 中的点数。

[SOURce:] CURRent 子系统

- [SOURce:]
  - CURRent
    - [:LEVel]
      - [:IMMediate]
        - [:AMPLitude] <*值*> — 设置在电流优先模式下的输出电流
      - :TRIGgered
        - [:AMPLitude] <*值*> — 设置触发的输出电流
    - :LIMit
      - [:POSitive]
        - [:IMMediate]
          - [:AMPLitude] <*值*> — 设置在电压优先模式下的电流限制。
      - :NEGative
        - [:IMMediate]
          - [:AMPLitude] <*值*> — 设置在电压优先模式下的电流限制。
    - :MODE FIXed|STEP|LIST|ARB — 设置瞬变模式。
    - :PROTection
      - :DELay
        - [:TIME] <*值*> — 设置过电流保护延迟。

:STARt SCHange|CCTRans	指定过电流保护延迟计时器的开始时间。
:STATe 0|OFF|1|ON	启用或禁用过电流保护。
:SHARing	
[:STATe] 0|OFF|1|ON	在并联设备上启用或禁用电流共享。
:SLEW	
[:IMMediate] <*值*>|INFinity	设置电流变化率。
:MAXimum 0|OFF|1|ON	启用或禁用最大变化率覆盖。

[SOURce:]DIGital 子系统

[SOURce:]	
DIGital	
:INPut	
:DATA?	读取数字控制端口的状态。
:OUTPut	
:DATA <*值*>	设置数字控制端口的状态。
:PIN<1-7>	
:FUNCtion <*函数*>	设置针脚的功能。DIO |DINPut |EXPRession<1-8> |FAULt |INHibit |ONCouple |OFFCouple |TOUTput |TINPut
:POLarity POSitive|NEGative	设置针脚的极性。
:TOUTput	
:BUS	
[:ENABle] 0|OFF|1|ON	禁用或启用数字端口针脚上的"总线"触发。

[SOURce:]FUNCtion 命令

[SOURce:]	
:FUNCtion CURRent|VOLTage	设置输出调整 - 电压优先或电流优先。

[SOURce:]LIST 子系统

[SOURce:]	
LIST	
:COUNt <*值*>|INFinity	设置列表重复计数。
:CURRent	
[:LEVel] <*值*>{,<*值*>}	指定每个列表阶跃值的设置。
:POINts?	返回列表点数。
:DWELl <*值*>{,<*值*>}	指定每个列表阶跃值的驻留时间。
:POINts?	返回列表点数。

:STEP ONCE|AUTO 指定列表如何响应触发。

:TERMinate

:LAST 0|OFF|1|ON 确定列表终止时的输出值。

:TOUTput

:BOSTep

[:DATA] <*布尔值*>{,<*布尔值*>} 在阶跃开始点生成触发

:POINts? 返回列表点数。

:EOSTep

[:DATA] <*布尔值*>{,<*布尔值*>} 在阶跃结束点生成触发

:POINts? 返回列表点数。

:VOLTage

[:LEVel] <*值*>{,<*值*>} 指定每个列表阶跃值的设置。

:POINts? 返回列表点数。

[SOURce:]POWer 查询

[SOURce:]

:POWer

:LIMit? 返回仪器的输出功率限制。

[SOURce:]Resistance 子系统

[:SOURce]

:RESistance

[:LEVel]

[:IMMediate]

[:AMPLitude] <*值*> 设置输出电阻电平。

:STATe 0|OFF|1|ON 启用或禁用输出电阻设置。

[SOURce:]STE 命令

[SOURce:]

:STEP

:TOUTput0|OFF|1|ON 指定在发生瞬变阶跃时是否生成触发。

[SOURce:]VOLTage 子系统

[SOURce:]

VOLTage

[:LEVel]

[:IMMediate]

[:AMPLitude] <*值*>	设置在电压优先模式下的输出电压。
:TRIGgered	
[:AMPLitude] <*值*>	设置触发的输出电压。
:BWIDth LOW|HIGH1	设置电压带宽。
:LIMit	
[:POSitive]	
[:IMMediate]	
[:AMPLitude] <*值*>	设置在电流优先模式下的电压限制。
:MODE FIXed|STEP|LIST|ARB	设置瞬变模式。
:PROTection	
[:LEVel] <*值*>	设置过电压保护电平。
:SLEW	
[:IMMediate] <*值*>|INFinity	设置电压变化率。
:MAXimum 0|OFF|1|ON	启用或禁用最大变化率覆盖。

STATus 子系统

STATus	
:OPERation	
[:EVENt]?	查询操作事件寄存器。
:CONDition?	查询操作条件寄存器。
:ENABle <*值*>	设置操作许可寄存器。
:NTRansiton <*值*>	设置负跃迁滤波器
:PTRansiton <*值*>	设置正跃迁滤波器
:USER<1|2>	
:SOURce EXPRession<1-8>|NONE	选择一个表达式来驱动用户定义的状态位。
:PRESet	重置所有 Enable、PTR 和 NTR 寄存器。
:QUEStionable<1|2>	
[:EVENt]?	查询可疑事件寄存器。
:CONDition?	查询可疑条件寄存器。
:ENABle <*值*>	设置可疑允许寄存器。
:NTRansiton <*值*>	设置负跃迁滤波器
:PTRansiton <*值*>	设置正跃迁滤波器

SYSTem 子系统

SYSTem	
:BBR	
:EVENt <*"字符串"*>	将一个事件字符串添加到 BBR(黑匣子记录器)事件日志。
:SNAPshot <值>	捕获指定长度的数据快照。
:STATus?	以百分比形式返回快照完成状态。

:STATe?	如果黑匣子记录器 (BBR) 正在记录，请返回 (1)。
:TIME?	返回黑匣子记录器 (BBR) 数据的长度。
:COMMunicate	
:LAN|TCPip:CONTrol?	返回初始套接字控制连接端口号
:RLSTate LOCal|REMote|RWLock	配置仪器的远程/本地状态。
:DATE <yyyy>,<mm>,<dd>	设置系统时钟的日期。
:ERRor?	读取和清除错误队列中的一个错误。
:LFRequency?	返回电源线参考频率。
:LFRequency	
:MODE AUTO|MAN50|MAN60	指定自动或手动线路频率检测。
:PASSword	
:FPANel	
:RESet	将前面板锁定密码重置为零。
:REBoot	将设备重新引导为其开启状态。
:SECurity	
:IMMediate	清除所有用户的存储器并重启仪器。
:SIGNal	
:DEFine EXPRession<1-8>,<"*表达式*">	最多可定义八个信号表达式。
:TEMPerature	
:AMBient?	返回进气口处的温度。
:TIME <hh>,<mm>,<ss>	设置系统时钟的时间。
:VERSion?	返回仪器符合的 SCPI 版本。

TRIGger 子系统

TRIGger	
:ACQuire	
[:IMMediate]	生成即时触发。
:CURRent	
[:LEVel] <*值*>	设置输出的触发电平。
:SLOPe POSitive|NEGative	设置信号斜率。
:INDices	
[:DATA]?	返回捕捉了触发的索引。
:COUNt?	返回在采集过程中捕捉的触发数。
:SOURce <*源*>	选择采集系统的触发源：BUS |CURRent1 |EXTernal |EXPRession<1-8> |PIN<1-7> |TRANsient1 |VOLTage1
:TOUTput	
[:ENABle] 0|OFF|1|ON	启用要发送到数字端口针脚的测量触发信号。
:VOLTage	

[:LEVel] <*值*>	设置输出的触发电平。
:SLOPe POSitive|NEGative	设置信号斜率。
:ARB	
:SOURce <*源*>	选择任意波形的触发源：BUS |EXTernal |IMMediate |EXPRession<1-8> |PIN<1-7>
:ELOG	
[:IMMediate]	生成即时触发。
:SOURce <*源*>	选择外部数据记录的触发源：BUS |EXTernal |IMMediate| PIN<1-7>
:TRANsient	
[:IMMediate]	生成即时触发。
:SOURce <*源*>	选择瞬变系统的触发源：BUS |EXTernal |IMMediate |EXPRession<1-8> |PIN<1-7>

Reset State (*RST)

注意　如果您已通过**状态**菜单启用了电源开启状态调用模式，则电源开启/重置状态与下面显示的状态可能会有所不同(请参阅仪器状态存储器)。

下表显示了重置状态。这些参数在电源开启时或在 *RST 之后被重置为所指示的值。

重置设置

SCPI 命令 *RST 设置	
ARB:COUNt	1
ARB:CURRent:CDWell:DWELl	0.001
ARB:FUNCtion:SHAPe	NONE
ARB:FUNCtion:TYPE	VOLTage
ARB:TERMinate:LAST	关闭
ARB:VOLTage:CDWell:DWELl	0.001
CALibrate:STATe	关闭
CURRent	0
CURRent:LIMit	额定值的 1.02%
CURRent:LIMit:NEGative	额定值的 -10.2%
CURRent:MODE	FIXed
CURRent:PROTection:DELay	20 ms
CURRent:PROTection:DELay:STARt	SCHange
CURRent:PROTection:STATe	关闭
CURRent:SHARing	关闭
CURRent:SLEW	MAX
CURRent:SLEW:MAXimum	打开
CURRent:TRIGgered	0
DIGital:OUTPut:DATA	0
DIGital:TOUTput:BUS	关闭
DISPlay	打开
FUNCtion	VOLTage

LIST:COUNt	1
LIST:CURRent	1 阶跃已设置为 0
LIST:DWELl	1 阶跃已设置为 0.001
LIST:STEP	AUTO
LIST:TERMinate:LAST	关闭
LIST:TOUTput:BOSTep	1 阶跃已设置为"关闭"。
LIST:TOUTput:EOSTep	1 阶跃已设置为"关闭"。
LIST:VOLTage	1 阶跃已设置为额定值的 0.1%
LXI:IDENtify	关闭
OUTPut	关闭
OUTPut:DELay:FALL	0
OUTPut:DELay:RISE	0
OUTPut:PROTection:MODE	LOWZ
OUTPut:PROTection:USER	关闭
OUTPut:PROTection:USER:SOURce	NONE
OUTPut:PROTection:WDOG	关闭
OUTPut:PROTection:WDOG:DELay	60
OUTPut:RELay:POLarity	NORMal
RESistance	0
RESistance:STATe	0
SENSe:CURRent:RANGe:AUTO	打开
SENSe:ELOG:CURRent:RANGe:AUTO	打开
SENSe:ELOG:FUNCtion:CURRent	关闭
SENSe:ELOG:FUNCtion:CURRent:MINMax	关闭
SENSe:ELOG:FUNCtion:VOLTage	关闭
SENSe:ELOG:FUNCtion:VOLTage:MINMax	关闭
SENSe:ELOG:PERiod	0.1

SENSe:FAULt:STATe	打开
SENSe:FUNCtion:CURRent	1
SENSe:FUNCtion:VOLTage	1
SENSe:SWEep:NPLCycles	1
SENSe:SWEep:OFFSet:POINts	0
SENSe:SWEep:POINts	3255 (60 Hz); 3906 (50 Hz)
SENSe:SWEep:TINTerval	5.12E–6
SENSe:THReshold<n>:AHOur	0
SENSe:THReshold<n>:CURRent	0
SENSe:THReshold<n>:FUNCtion	VOLTage
SENSe:THReshold<n>:OPERation	GT
SENSe:THReshold<n>:POWer	0
SENSe:THReshold<n>:VOLTage	0
SENSe:THReshold<n>:WHOur	0
SENSe:WINDow	RECTangular
STEP:TOUTput	关闭
TRIGger:ACQuire:CURRent	0
TRIGger:ACQuire:CURRent:SLOPe	POSitive
TRIGger:ACQuire:SOURce	BUS
TRIGger:ACQuire:TOUTput	关闭
TRIGger:ACQuire:VOLTage	0
TRIGger:ACQuire:VOLTage:SLOPe	POSitive
TRIGger:ARB:SOURce	BUS
TRIGger:ELOG:SOURce	BUS
TRIGger:TRANsient:SOURce	BUS
VOLTage	额定值的 0.1%
VOLTage:LIMit	额定值的 1%
VOLTage:MODE	FIXed

VOLTage:PROTection	额定值的 120%
VOLTage:SLEW	MAX
VOLTage:SLEW:MAXimum	打开
VOLTage:TRIGgered	额定值的 0.1%

下表显示了**非易失**参数的出厂设置。这些设置不会受到重新开机或 *RST 的影响。

非易失性设置

SCPI 出厂设置	
CALibrate:DATE	2003 年 3 月 5 日
CALibrate:PASSword	0
DIGital:PIN<所有>:FUNCtion	DINput
DIGital:PIN<所有>:POLarity	POSitive
DISPlay:VIEW	METER_VI
OUTPut:COUPle	关闭
OUTPut:COUPle:DOFFset	0
OUTPut:INHibit:MODE	关闭
OUTPut:PON:STATe	RST
OUTPut:RELay:LOCK	关闭
OUTPut:RELay:POLarity:ENABle	打开
SENSe:BBR:PERiod	0.01
SYSTem:LFRequency:MODE	AUTO
前面板出厂设置	
前面板锁定密码	禁用
固件更新密码保护	禁用
GPIB address	5
GPIB 接口	启用
LAN 接口	启用
USB 接口	启用

屏幕保护程序	启用
屏幕保护程序 延迟	60 分钟
输入/输出时唤醒	启用
接口出厂设置	
获取 GPIB 地址	自动
IP 地址	169.254.69.79
子网掩码	255.255.0.0
默认网关	0.0.0.0
主机名	A-<序列号>
mDNS 服务名称	Keysight N79xxx 动态直流电源 <序列号>
LAN 服务 - VXI-11	启用
LAN 服务 - Telnet	启用
LAN 服务 - mDNS	启用
LAN 服务 - Web 服务器	启用
LAN 服务 - 套接字	启用
Web 密码	空

SCPI 错误消息

Keysight 仪器按照 SCPI 标准返回错误消息。

- 在每个特定于接口的错误队列(GPIB、USB、VXI-11 和 Telnet/套接字各一个队列)中最多可以存储 20 个错误。错误出现在引起错误的 I/O 会话的错误队列中。
- 当一个或多个错误出现在错误列队中时，前面板 ERR 指示符亮起。
- 特殊的全局错误队列包含所有加电和硬件相关错误(如温度过高)。
- 错误检索是先进先出 (FIFO)，并且当您读取错误时会将其清除。读取所有特定于接口的错误后，将检索全局错误队列中的错误。从错误队列读取所有错误后，将关闭 ERR 指示符。
- 如果产生的错误超过了 20 个，存储在队列中的最后一个错误(最近错误)被替换为"-350,'Error queue overflow'"。在从队列中删除错误之前，无法继续存储更多的错误。读取错误队列时如果未发生错误，仪器将响应"+0,'No error'"。
- 前面板报告所有 I/O 会话及全局错误队列中的错误。要从前面板中的错误队列，请按下 SYSTEM(系统)按钮，然后按下"帮助"软键。然后在"帮助"菜单中选择"查看远程命令错误队列"。
- 在状态字节寄存器中还汇总了错误条件。有关详细信息，请参阅状态子系统简介
- 通过关闭再打开电源和 *CLS 可清除特定于接口的错误队列。错误队列将通过 *RST 被清除。
- **SCPI:**

  SYSTem:ERRor? *从队列中读取并清除一个错误*

  错误消息的格式如下(错误字符串最多可包含 255 个字符)：

错误 与设备有关的错误(这些错误会设置 Standard Event Status 寄存器的数据位 3)

0 无错误

这是在没有错误时对 ERR? 查询的响应。

101 校准状态已关闭

未启用校准。仪器不会接受校准命令。

102 校准密码不正确

校准密码不正确。

103 校准被开关设置抑制

校准模式被校准开关锁定。

104 校准命令序列错误

所输入的校准命令序列不正确。

105 意外的输出电流

测量的输出电流超出了可接受的范围。

106 零测量值超出范围错误

"零"测量值超出了可接受的范围。

107 编程设定的校准常量超出范围

编程设定的校准常量超出了可接受的范围。

108 测量校准常量超出范围

测量校准常量超出了可接受的范围。

109 过电压校准常量超出范围

过电压校准常量超出了可接受的范围。

110 错误 V+I

仪器无法设置正确的电压或电流值。

114 错误状态

已报告不正确的状态功能。

116 由内部开关设置锁定

该功能已由内部开关锁定。

117 校准错误

出现校准错误。请勿保存校准常量。尝试重新校准设备。

200 硬件错误通道 <1>

输出中出现硬件错误。

202 自测试故障

出现自测试故障。有关详细信息，请参阅自测试故障列表。

203 兼容性功能未执行

请求的兼容性功能不可用。

204 NVRAM 校验和错误

仪器的非易失性随机访问内存中存在校验码错误。

205 NVRAM 已满

仪器的非易失性随机访问内存空间已满。

206 未找到文件

在 NVRAM 中找不到内部校准文件或内部通道属性文件。

207 校准文件版本错误

使用旧的固件读取或写入校准文件。必须更新固件。

208 运行备份固件

仪器目前正在运行备份(上一个)版本的固件。

210 帧 NVRAM 错误

仪器中出现非易失性 RAM 错误。

212 状态文件未加载

之前保存的输出状态文件加载失败。

213 Sinkbox error

电缆已断开或功耗器上出现硬件错误。

214 Line frequency error

线路频率和线路频率设置之间出现不一致性。

215 Hardware failure

电源或功耗器上出现硬件故障

302 选件未安装

未安装通过该命令设置的选件。

303 没有可从中获取数据的有效采集

测量缓冲区中没有有效数据。

304 电压和电流处于不兼容的瞬变模式中

电压和电流不能同时处于 Step(阶跃)模式和 List(列表)模式。

305 触发的值在不同范围中

触发值与当前设置的值范围不同。

306 列表点过多

指定的列表点过多。

307 列表长度不相等

一个或多个列表的长度不同。

308 在启动瞬变触发时无法更改此设置

仪器等待或执行触发序列时不能更改此设置。

309 无法启动，电压和电流处于固定模式

无法初始化瞬态波形生成器。电压或电流功能已设置为 Fixed(固定)模式。

310 此型号不支持该命令

该仪器不拥有硬件功能或支持该命令所需的选项。

314 Time of day clock has stopped

日历时钟已停止。更换内部电池。请参阅维修部分。

315 设置冲突错误

由于目前的仪器状态而无法对数据元素进行设置。

320 固件更新错误

可能是因为仪器硬件无法支持硬件版本。

命令错误(这些错误会设置标准事件状态寄存器的数据位 5)

-100 命令错误

一般语法错误。

-101 无效字符

在命令字符串中发现无效字符。

-102 语法错误

在命令字符串中发现无效语法。请检查是否有空格。

-103 无效分隔符

在命令字符串中发现无效分隔符。请检查 , ; : 的使用是否正确

-104 数据类型错误

命令字符串中存在不允许出现的其他数据类型。

-105 不允许使用 GET

命令字符串中不允许出现 GET(成组执行触发)。

-108 不允许使用参数

接收到的参数超出应有的数量。

-109 缺少参数

接收到的参数少于应有的数量。

-110 命令头错误

在命令头中发现错误。

-111 命令头分隔符错误

命令字符串中存在无效的命令头分隔字符。

-112 程序助记符过长

命令头包含的字符超过 12 个。

-113 命令头未定义

收到的命令对此仪器无效。

-114 命令头后缀超出范围

数字后缀值无效。

-120 数字数据错误

一般数字数据错误。

-121 数字中存在无效字符

命令字符串中存在不符合该数据类型的无效字符。

-123 指数过大

指数的数量级大于 32000。

-124 数位过多

数字参数的前导零后面的尾数部分所包含的数据位数超过 255。

-128 不允许数值数据

接收到的是数字参数，但所需要的是字符串。

-130 后缀错误

一般后缀错误

-131 无效后缀

为数字参数指定的后缀不正确。

-134 后缀过长

后缀包含的字符个数超过 12。

-138 不允许使用后缀

此命令不支持后缀。

-140 字符数据错误

一般字符数据错误

-141 无效字符数据

字符数据元素包含无效字符，或者该元素本身无效。

-144 字符数据过长

字符数据元素包含的字符超过 12 个。

-148 不允许字符数据

收到的是离散参数，但所需要的是字符串或数字参数。

-150 字符串数据错误

一般字符串数据错误

-151 无效字符串数据

已收到无效字符串。请检查该字符串是否包含在引号中。

-158 不允许字符串数据

已收到字符串，但这对于此命令是不允许的。

-160 数据块数据错误

一般数据块错误

-161 无效数据块数据

数据字节数与命令头中指定的字节数不一致。

-168 不允许数据块数据

已使用任意数据块格式发送数据，但这对于此命令是不允许的。

-170 表达式错误

一般表达式错误

-171 无效表达式数据

表达式数据元素无效。

-178 不允许表达式数据

已发送表达式数据元素，但这对于此命令是不允许的。

执行错误(这些错误会设置标准事件状态寄存器的数据位 4)

-200 执行错误

一般语法错误

-220 参数错误

出现与数据元素有关的错误。

-221 设置冲突

由于目前的仪器状态而无法执行数据元素。

-222 数据超出范围

无法执行数据元素，因为其值超过有效范围。

-223 数据太多

接收到的数据元素所包含的数据量超出仪器的处理能力。

-224 非法参数值

应该指定一个确切的值，但是没有接收到。

-225 内存不足

设备内存不足，无法执行所请求的操作。

-226 列表长度不同

一个或多个列表的长度不同。

-230 数据损坏或过时

数据可能无效。开始了一个新的读取操作，但没有完成。

-231 数据有问题

测量精确度可能存在问题。

-232 无效格式

数据格式或结构不合适。

-233 无效版本

数据格式不是适合该仪器使用的正确版本。

-240 硬件错误

由于仪器的硬件问题而无法执行命令。

-241 缺少硬件

由于缺少硬件(如某个选件)而无法执行命令。

-260 表达式错误

出现与表达式编程数据元素有关的错误。

-261 表达式中的数学错误

由于数学错误而无法执行表达式编程数据元素。

查询错误(这些错误会设置标准事件状态寄存器的数据位 2)

-400 查询错误

一般查询错误

-410 查询中断

出现可引发“中断查询”错误的条件。

-420 查询未中止

出现可引发“未中止查询”错误的条件。

-430 查询死锁

出现可引发“死锁查询”错误的条件。

-440 在无确定响应后查询未中止

在执行了一个表示无确定响应的查询后在同一编程消息中接收到了一个查询。

兼容性命令

本节中所描述的命令与现有的 N6700 系列模块化电源系统 (MPS) 兼容。特别要指出的一点是，由于其特性集，只有为 N673xB、N674xB 和 N677xA 电源模块编写的程序直接与 APS 型号兼容。请注意，本节中介绍的兼容性命令对 APS 型号操作的影响微乎其微，因为其访问的功能为冗余功能或不可用。

通道参数

由于 APS 型号为单通道设备，因此 SCPI 命令不需要一个通道列表参数。但是，对于与 N6700 MPS 的代码兼容性，APS 型号将接受需要该参数的 N6700 MPS 命令的通道列表 (, @1)。已发送到 APS 型号的所有与通道有关的命令只能被发送到通道 1。

混叠命令

某些 N6700 MPS 命令已混叠或链接到更新的 APS 命令，以提供兼容性。这可使 N6700 MPS 命令无需进行修改便可在 APS 型号中使用。

N6700 MPS 命令	**与这些 APS 命令混叠**
[SOURce:]CURRent 设置输出电流。	[SOURce:]CURRent:LIMit[:POSitive] 设置在电压优先模式下的电流限制。
DISPlay:VIEW METER1 显示单个输出通道	DISPlay:VIEW METER_VI 显示输出电压和电流。
DISPlay:VIEW METER4 显示四个输出通道	DISPlay:VIEW METER_VI 显示输出电压和电流。

弃用的 N6700 MPS 命令	**与这些 N6700 MPS 和 APS 命令 混叠**
OUTPut:PROT:DELay 设置输出保护延迟。	[SOURce:]CURRent:PROTection:DELay 设置输出保护延迟。

注意 建议不要在新应用程序中使用已弃用的命令。

代码兼容命令

APS 型号不需要这些 Keysight N6700 MPS 命令，但是这些命令可与为 N6700 MPS 编写的代码更好地兼容。大多数情况下，这些命令不执行任何操作，或指定与 APS 型号兼容的预定义参数。

N6700 MPS 命令	APS 型号上的操作
OUTPut:COUPle:CHANnel 将输出通道耦合在一起。	不执行任何操作。
OUTPut:PROTection:COUPle 耦合输出通道上的保护。	不执行任何操作。
SENSe:CURRent:COMPensate 设置输出电流补偿。	不执行任何操作。
SENSe:FUNCtion:CURRent 启用电流测量。	将始终启用电流测量。
SENSe:FUNCtion:VOLTage 启用电压测量。	将始终启用电压测量。
SENSe:VOLTage:RANGe 设置输出电压量程。	不执行任何操作。
SENSe:ELOG:VOLTage:RANGe 设置外部数据记录电压量程。	不执行任何操作。
[SOURce:]ARB:FUNCtion:SHAPe 选择"任意波形"功能或"无"。	始终选择 CDWell 任意波形功能。
[SOURce:]CURRent:RANGe 设置输出电流量程。	不执行任何操作。
[SOURce:]VOLTage:RANGe 设置输出电压量程。	不执行任何操作。
SYSTem:CHANnel[:COUNt]? 返回输出通道的数量。	始终返回一个 "1"。
SYSTem:CHANnel:MODel? 返回通道型号。	返回电源型号。与 *IDN? 相同
SYSTem:CHANnel:OPTion? 返回通道选项。	返回电源选项。与 *OPT? 相同
SYSTem:CHANnel:SERial? 返回通道序列号。	返回电源序列号。与 *IDN? 相同
SYSTem:GROUp:DEFine 最多将四个输出通道组合在一起。	不执行任何操作。
SYSTem:GROUp:CATalog? 返回组合在一起的通道的数量。	始终返回一个 "1"。
SYSTem:GROUp:DELete 取消组合指定通道。	不执行任何操作。
SYSTem:GROUp:DELete:ALL 取消组合所有通道。	不执行任何操作。

不同作用的命令和参数

STEP 和 LIST 命令仅适用于 APS 中目前活动的优先级模式(电压优先级或电流优先级模式)。这与 N6700 MPS 命令不同，这些命令可同时对电压和电流进行 STEP 和 LIST 处理。

N6700 MPS 命令	APS 命令
[SOURce:]CURRent:TRIGgered [SOURce:]VOLTage:TRIGgered 在发生电压或电流阶跃时生成一个阶跃。	[SOURce:]CURRent:TRIGgered [SOURce:]VOLTage:TRIGgered 在电压优先级模式中出现电压阶跃时生成一个阶跃。 在电流优先级模式中出现电流阶跃时生成一个阶跃。
[SOURce:]LIST 命令 生成一个输出电压和输出电流列表。	[SOURce:]LIST 命令 在电压优先级模式中生成一个电压列表。 在电流优先级模式中生成一个电流列表。
QUEStionable:STATus? 恒定电流模式由 CC 位指示。	QUEStionable:STATus? 正电流限值由 +LIM 位表示。

维修与维护

详细维修和维护主题包括：

可用的服务类型

如果您的仪器在保修期内发生故障，Keysight Technologies 将根据您的保修条款修理或更换仪器。在过了质保期后，Keysight 以具有竞争力的价格提供维修服务。

许多 Keysight 产品具有可选服务合同，在标准保修期到期后提供延长保修期。

获得维修服务(全球)

要获取适用于您的仪器的服务，请与最近的 Keysight Technologies 服务中心联系。他们将安排修理或更换您的仪器，或者可以提供质保或维修成本信息(如适用)。向 Keysight Technologies 服务中心索取运送说明，包括要运送什么组件。Keysight 建议您返回货物时保留原来的运输箱和包装材料。

返回设备之前

返回设备之前，要弄清楚故障是来自仪器本身而不是其他外在连接的原因。也要确保在过去一年内对仪器进行了精确的校准(请参阅校准间隔)。

如果仪器无法使用，请确认：

- 交流电源线已牢固地连接到仪器。
- 交流电源线已牢固地插入通电的插座。
- 已按下前面板上的开机/待机开关

如果自检失败，请确认：

当进行自检时，要确保断开了所有(前后)连接。在自检期间，外部导线上出现的信号可能会导致错误，如测试引线过长可能形成了天线。

重新包装便于装运

要将仪器运送到 Keysight 进行维修或修理，请执行以下步骤：

- 将标签贴在仪器上，用于确认所有者身份并表明仪器所需的维修或修理。包括型号和完整的序列号。
- 将仪器置于原来的包装箱中，并装填适当的包装材料。
- 用牢固胶带或金属带将包装箱捆紧。
- 如果原来的运输包装箱已不能使用，使用的包装箱要确保在整个仪器周围可以装入至少 10 厘米(4 英寸)厚的可压缩包装材料。要使用不产生静电的包装材料。

Keysight 建议您始终为货物投保。

清洁

警告 **电击危险：为防电击，请在清洁之前拔下设备插头。**

请使用柔软的无尘布稍稍沾湿后清洁仪器的外部。切勿使用清洁剂。清洗时不需要拆卸仪器，也不建议这样做。

验证和校准

验证和校准的详细主题包括：

建议的测试设备和设置

性能验证

校准过程

测试记录表格

验证

验证步骤可验证 APS 是否在其已发布的规格中正常运行。如果仪器未通过任一测试或测试结果异常，请尝试校准设备。如果校准失败，请将仪器送回 Keysight 技术服务中心。

Keysight Technologies 校准服务 - 您的当地 Keysight Technologies 服务中心可提供低成本的校准服务。该服务中心使用自动校准系统，这样 Keysight 便能够以具有竞争力的价格提供校准。

Keysight Technologies 建议应始终在校准时间间隔内进行完整验证。如果电源通过验证测试，设备在校准限制内运行，那么就不需要对其重新校准了。这样可确保在下一个校准时间间隔内，仪器能够保持符合规格，并提供最长时间的可靠性。使用此方法测量的性能数据可用于延长将来的校准时间间隔。

校准时间间隔

一年校准时间间隔

应根据您应用的确切要求确定的时间间隔定期校准仪器。对于大多数应用来说，**1 年**的时间已经足够。只有以规定的校准时间间隔进行调整，才能确保规格的精确性。如果校准时间间隔超出 1 年，则无法确保已发布的规格的精度。

三年校准时间间隔

可通过将验证测试记录表中显示的 1 年校准精度规格乘以系数 3(或增加到 3 倍)将电压和电流编程及测量精度规格延长至 3 年校准时间间隔。

测试注意事项

要实现最佳性能，所有验证和校准步骤应遵循以下建议：

- 环境温度保持恒定，并且介于 18 °C 至 28 °C 之间。
- 环境相对湿度低于 80%。
- 在验证或调整之前进行 30 分钟的预热。
- 尽可能缩短电缆长度，使用扭绞或屏蔽电缆以减小噪声。

测量技术

伏特表

要确保在验证和校准过程中伏特表读取的值不受输出电流波纹的 AC 峰值瞬时测量的影响，请进行多次 DC 测量，然后取平均值。

如果使用 Keysight 3458A DMM，则可将伏特表设置为自动执行此操作。从仪器的前面板中，将每次测量的电源线路周期设定为 100。按 NPLC 100 ENTER。此外，启动自动校准 (ACAL) 和自动调整量程功能 (ARANGE)。

电流分路

4 端子电流分路可用于消除由负载导线和连接中的压降引起的输出电流测量错误。它在负载连接端子内部具有特殊的电流监视端子。将伏特表直接连接到这些电流监视端子。

电子负载

许多测试步骤需要使用能够耗散所需电量的可变负载。如果使用可变变阻器，则应使用开关对负载电阻器进行连接、断开连接或短路操作。对于大多数测试，可以使用电子负载。电子负载远相比负载电阻器更易于使用，但它并不能快速地测试瞬变恢复时间，并且对于噪声 (PARD) 测试来说噪声可能太大。

可以使用固定负载电阻器代替可变负载，此时测试步骤将略有变化。此外，如果使用计算机控制的测试设置，则可能需要考虑相对较慢(与计算机和系统伏特表相比)的稳定时间和电源系统的变化率。如果测试系统比电源系统快，则在测试程序中可使用 "Wait" 语句。

建议的测试设备和设置

测试设备

验证设置

校准设置

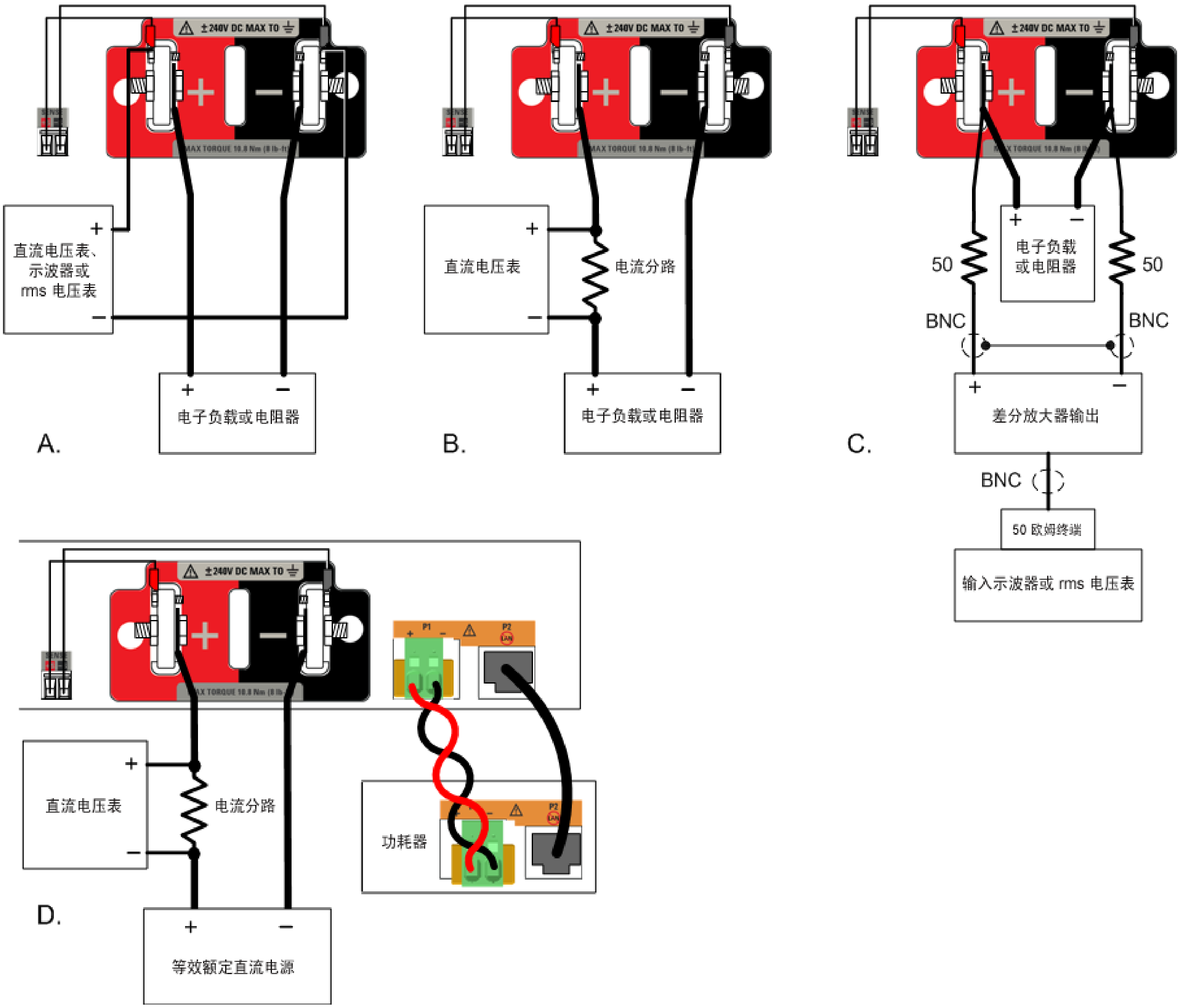
测试设备

以下列出了建议在性能验证和调整过程中使用的测试设备。如果所需设备不可用，则请替换相同精确的校准标准。

仪器	要求	推荐型号	使用 *
数字万用表	分辨率：10 nV @ 1V; 读数：8 1/2 位数 精度：20 ppm	Keysight 3458A	V, C
电流分路	15 A (0.1Ω) 0.04%，TC=5ppm/ΩC 100 A (0.01Ω) 0.04%，TC=5ppm/ΩC 300 A (0.001Ω) 0.04%，TC=5ppm/ΩC	Guildline 9230/15 Guildline 9230/100 Guildline 9230/300	V, C
电子负载	至少为 80 V，200 A	2 - Keysight N3300A 主机；6 - Keysight N3305A 模块	V
GPIB 控制器	完整的 GPIB 功能	Keysight 82350B 或等效软件	V, C
示波器	灵敏度：1 mV 带宽 限制：20 MHz 探头：RF 提示为 1:1	Keysight Infiniium 或等效软件	V
RMS 伏特表	真 RMS 带宽：20 MHz 灵敏度：100 µV	Rhode 和 Schwartz Model URE3 或等效类型	V
差分放大器	带宽：20 MHz	LeCroy 1855A、DA1850A 或等效类型	V
端子	1 – 50Ω BNC 端子 2 – 50Ω，1/8 W 端子电阻器		V
电源	80 V, 200 A, 2kW	Keysight N8754A, N8758A	V, C

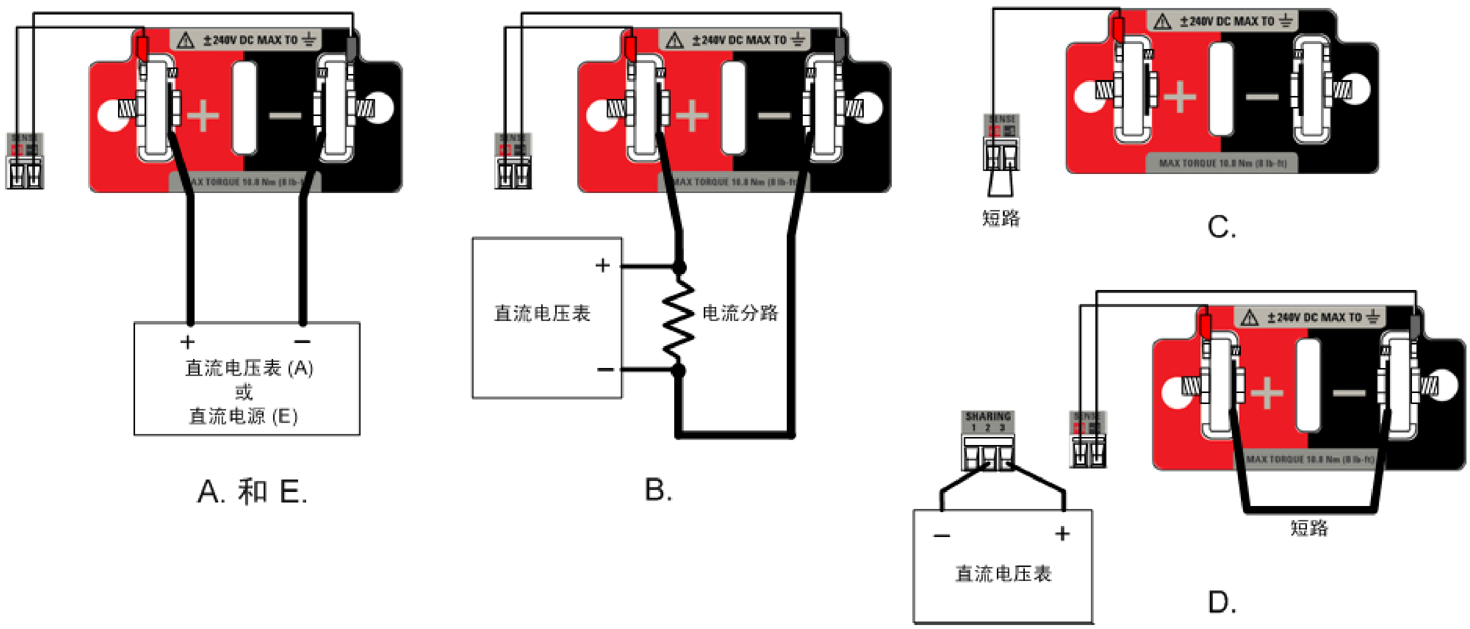
* V = 验证 C = 校准

验证设置



±240V DC MAX TO
MAX TORQUE 10.8 Nm (8 lb-ft)
直流电压表、
示波器或
rms 电压表
电子负载或电阻器
A.
直流电压表
电流分路
电子负载或电阻器
B.
50
BNC
电子负载
或电阻器
50
BNC
差分放大器输出
BNC
50 欧姆终端
输入示波器或 rms 电压表
C.
P1
P2
LAN
直流电压表
电流分路
功耗器
等效额定直流电源
D.

校准设置



+
−
直流电压表 (A)
或
直流电源 (E)
A. 和 E.
直流电压表
+
−
电流分路
B.
短路
C.
SHARING
1 2 3
−
+
直流电压表
短路
D.
±240V DC MAX TO
MAX TORQUE 10.8 Nm (8 lb-ft)
SENSE

性能验证

简介

使用性能验证测试验证电源是否正常运行并符合其已发布的规格。您可以执行两种不同标准的性能验证测试：

- **自检** 开启仪器时，自动进行加电自检。此限制测试假定您的仪器处于工作状态。有关详细信息，请参阅自检步骤。
- **性能验证测试** 当您首次收到仪器或执行调整之后，建议作为接受测试的全面测试。

当您首次收到仪器时，建议采用性能验证测试作为接受测试。应将接收测试结果与仪器规格进行比较。接受之后您就应该在每个校准时间间隔内重复性能验证测试。

在校准电源系统之前执行验证测试。如果电源通过验证测试，设备在校准限制内运行，那么就不需要对其重新校准了。

如果仪器未通过任一测试或测试结果异常，请尝试校准设备。如果校准失败，请将仪器送回 Keysight 技术服务中心。

有关验证所需的设备和测试设置的列表，请参阅推荐的测试设备和设置一节。有关电压表、电流分路电阻和负载的信息，也可参阅测量技术一节。

电压编程和回读精度

此测试可验证电压编程和测量功能是否属于规格范围内。

步骤 1. 关闭电源，并在感测端子间连接 DMM(请参阅测试设置 A)。请勿连接负载。

步骤 2. 开启电源，并按照"电压编程及回读，最小电压"下方的测试记录表中的说明对仪器设置进行编程。开启输出。输出状态应为"CV"，输出电流应接近零。

步骤 3. 记录 DMM 中的输出电压读数和在接口上测得的电压。读数应属于"电压编程及回读，最小电压"下方相应型号的测试记录表中指定的限制值范围内。

步骤 4. 按照"电压编程及回读，高电压"下方的测试记录表中的说明对仪器设置进行编程。

步骤 5. 记录 DMM 中的输出电压读数和在接口上测得的电压。读数应属于"电压编程及回读，高电压"下方相应型号的测试记录表中指定的限制值范围内。

恒定电压负载效应

此测试可测量由全负载到无负载的输出电流变化导致的输出电压变化。

步骤 1. 关闭电源并连接 DMM 和电子负载(请参阅测试设置 A)。

步骤 2. 开启电源，并按照"CV 负载效应"下方测试记录表单中的说明对仪器设置进行编程。

步骤 3. 按照"CV 负载效应"下方的测试记录表单中的说明设置输出电流的电子负载。输出状态应为"CV"。如果不是该状态，则调整负载，这样输出电流会略微下降。

步骤 4. 记录 DMM 中的输出电压读数。

步骤 5. 打开负载。再次记录 DMM 中的电压读数。步骤 4 和 5 中 DMM 读数差异是负载效应，并且此差异不应超过"CV 负载效应"下方相应型号的测试记录表单中列出的值。

恒定电压波纹和噪声

输出中的周期和随机偏差共同生成剩余 AC 电压，生成的电压在 DC 输出电压上叠加。此残余电压在指定的频率范围内被指定为 rms 或峰-峰噪声(请参阅规格)。

步骤 1. 关闭电源，并将电子负载、差分放大器和示波器(AC 耦合)连接到输出(请参阅测试设置 C)。

步骤 2. 如示意图中所示，使用由 50 Ω 电阻器终止的两根 BNC 电缆将差分放大器连接到 + 和 - 输出端子。应将两根 BNC 电缆的屏蔽层连接在一起。将差分放大器的输出连接到示波器输出的 50 Ω 端子。

步骤 3. 将差分放大器设置为乘以十、除以一和 1 MΩ 输出电阻器。应将差分放大器的正负输出设置为 AC 耦合。将示波器的时基设置为 5 ms/div，将垂直刻度设置为 10 mV/div。打开带宽限制(通常为 20 MHz)，将采样模式设置为峰值检测。

步骤 4. 将电源系统编程为"CV 波纹和噪声"下相应型号的测试记录表中显示的设置。让示波器运行几秒钟生成足够的测量点数。在 Keysight Infiniium 示波器中，最大峰到峰电压测量显示在右侧屏幕的底部。将此值除以 10 以获取 CV 峰-峰噪声测量。此结果不应超过"CV 波纹和噪声，峰到峰"下方相应型号的测试记录表中的峰到峰限制值。

注意 如果测量结果包含任何问号，请清除此测量结果，然后重试。这意味着接收的某些示波器数据是可疑数据。

步骤 5. 断开示波器连接，并在此处连接 rms 伏特表。请勿断开 50 ohm 端子连接。将 rms 伏特表的读数除以 10。此结果不应超过"CV 波纹和噪声，rms"下方相应型号的测试记录表中的 rms 限制值。

瞬变恢复时间

此测试可测量输出电压从负载电流的 50% 变为指定值的时间。

步骤 1. 关闭电源，并在感测端子间连接示波器(请参阅测试设置 A)。将电子负载连接到输出端子。

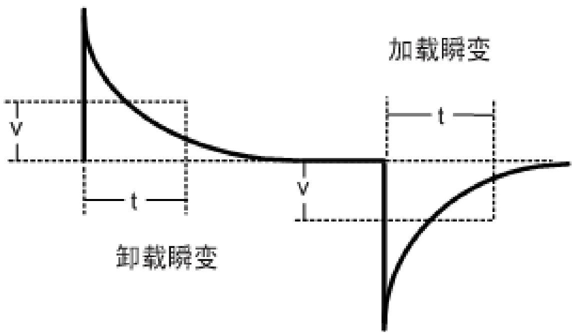
步骤 2. 开启电源，并按照"瞬变响应"下方测试记录表中的说明对仪器设置进行编程。

步骤 3. 将电子负载设置为在恒定电流模式下运行。将其负载电流编程为"瞬变响应"下方测试记录表中显示的较低电流值。

步骤 4. 将电子负载的瞬变生成器频率设置为 100 Hz，并将其占空比设置为 50%。

步骤 5. 将负载的瞬变电流电平编程为"瞬变响应"下方测试记录表中显示的较高电流值，然后启动瞬变生成器。

步骤 6. 针对波形调整示波器，类似于下表中所示。



步骤 7. 随着负载变化 50%，输出电压应在指定时间返回到指定电压范围内。通过在正负示波器上触发同时检查负载瞬变和取消负载瞬变。记录"瞬变响应"下方性能测试记录表中时间"t"处的电压。

电流编程和回读精度

此测试可验证电流编程和测量功能是否属于规格范围内。

步骤 1. 关闭电源并直接在输出端子间连接电流分路。直接在电流分路间连接 DMM(请参阅测试设置 B)。注意在本部分测试中不使用电子负载。

步骤 2. 开启电源，并按照"电流编程及回读，最小电流"下方的测试记录表中的说明对仪器设置进行编程。输出状态应为"CC"，输出电压应接近零。等待 5 分钟，让温度稳定下来。

步骤 3. 用电流分路上的压降(数字万用表读数)除以分流电阻以转换为安培，并记录该值。此外，记录在接口中测量的电流。读数应属于"电流编程及回读，最小电流"下方相应型号的测试记录表中指定的限制值范围内。

步骤 4. 按照"电流编程及回读，高电流"下方的测试记录表中的说明对仪器设置进行编程。等待 5 分钟，让温度稳定下来。

步骤 5. 用电流分路上的压降(数字万用表读数)除以分流电阻以转换为安培，并记录该值。此外，记录在接口中测量的电流读数。读数应属于"电流编程及回读，高电流"下方相应型号的测试记录表中指定的限制值范围内。

步骤 6.将电流测量设置为低范围，仅适用于 N7900 型号。按照"电流回读，低电流"中的说明设置仪器。等待 5 分钟，让温度稳定下来。

步骤 7.记录在接口中测量的电流。此读数应属于"低电流回读，低范围"中指定的限制值范围内。

恒定电流负载效应

此测试可测量由满刻度到短路的输出电压变化导致的输出电流变化。

步骤 1. 关闭电源并连接电流分路、DMM 和电子负载(请参阅测试设置 B)。直接在电流分路间连接 DMM。

步骤 2. 开启电源，并按照"CC 负载效应"下方测试记录表中的说明对仪器设置进行编程。

步骤 3. 针对 CV 模式设置电子负载，并按照"CC 负载效应"下方测试记录中的说明将其编程为输出的电压。输出状态应为"CC"。如果不是该状态，则调整负载，这样输出电压会略微下降。

步骤 4. 用电流分路上的压降(数字万用表读数)除以分流电阻以转换为安培，并记录该值。

步骤 5. 短路电子负载。用电流分路上的压降(数字万用表读数)除以分流电阻以转换为安培，并记录该值。步骤 4 和 5 中的电流读数差异是负载效应，并且此差异值不应超过"CC 负载效应"下方相应型号的测试记录中列出的值。

电流吸收容量验证

此测试可检查电源吸收至其额定输出电流的 10% 时的能力。如果已连接 Keysight N7909A 电源功耗器，则此测试可验证电源是否可吸收至其额定输出电流的 100%。

步骤 1. 关闭电源，并将外部电源连接到 + 和 - 输出端子 (请参阅测试设置 D)。如果要验证电源的电流吸收能力是否为 100 %，则如下所示连接电源功耗器。

步骤 2.如下所示设置外部电源：电压设置 = 被测电源额定输出电压的 100 %。电流限制设置 = 被测电源额定输出电流的 110 %。

步骤 3. 启动被测电源。将运行模式设置为电流优先。按照"电流吸收验证"下测试记录中的说明对仪器设置进行编程。

步骤 4.检查电源的前面板显示，并验证电源是灌入其额定电流的 10% 还是 100 %。用电流分路上的压降 (数字万用表读数) 除以分流电阻以转换为安培，并记录该值。读数应属于"电流灌入测试"下相应型号的测试记录表中指定的限制值范围内。

注意 如果要检查仅连接到一个电源功耗器设备的 2 kW 设备的电流吸收功能 (电源的额定电流的 50%)，将测试记录表中的 100% 值除以 2.

校准过程

简介

该仪器提供闭合机箱电子校准功能；不需要进行内部机械调整。仪器将根据设置的输入参考值来计算修正因数，并在执行下次校准调整之前，一直将修正因数存储在非易失存储器中。此 EEPROM 校准存储器不会因为重新开机或 *RST 而发生改变。

有关进行校准所需的设备和测试设置的列表，请参阅推荐的测试设备和设置一节。有关电压表、电流分路电阻和负载的信息，也可参阅测量技术一节。以下是有关校准的其他信息。

- 需要输入正确的密码才能进入“管理”菜单，其中包括了校准功能。密码预先设置为 0(零)。一旦进入校准模式，您可以更改密码，以防止未经授权访问校准模式。请参阅密码保护了解详细信息。
- 当使用 SCPI 命令校准设备时，大多数步骤将涉及发送 *OPC? 查询，以便在继续操作之前与电源系统命令的完成保持同步。每次给定 *OPC? 时，必须读取来自仪器的响应。在某些步骤中，*OPC 需要长达 30 秒的时间才能响应。
- 一旦开始，您必须完整地执行每个校准部分。当每个校准部分都已完成时，仪器将计算并开始使用新的校准常数。但是，这些常数不会保存在非易失性存储器中，直到明确给定一个 SAVE 命令。
- 通过退出“管理”菜单或发送 CAL:STAT OFF 退出校准模式。请注意，任何已做过校准但未保存的校准部分将恢复到先前的校准常数。

进入校准模式

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理\登录**。 在“密码”字段中输入密码。然后按**选择**。	CAL:STAT ON <密码>

电压校准

电压编程和测量

步骤 1. 将 Keysight 3458A DMM 的电压输入连接到输出。(参见校准设置 A)。

步骤 2. 选择电压编程和测量校准。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理\校准\Vprog**。 检查伏特表是否连接，然后选择"下一步"。	指定满刻度的电压范围。型号不同，满量程范围也不同。这可选择 60 V 的范围： CAL:VOLT 60

步骤 3. 选择第一个电压校准点。使用 DMM 测量输出电压并输入数据。

前面板	SCPI 命令
屏幕上显示："输入 P1 测量数据"。通过外部数字万用表输入数据。完成后按 Enter。	CAL:LEV P1 *OPC? CAL:DATA <data>

步骤 4. 选择第二个电压校准点。使用 DMM 测量输出电压并输入数据。

前面板	SCPI 命令
屏幕上显示："输入 P2 测量数据"。通过外部数字万用表输入数据。完成后按 Enter。按"返回"完成。	CAL:LEV P2 *OPC? CAL:DATA <data>

电压共模抑制比校准

步骤 1. 如校准设置 C 中所示进行连接。连接正感测端子和负感测端子之间的外部跳线。同时将正感测端子连接到正输出端子。不要对负输出端子进行任何其他连接。此过程是自动执行的，只需几秒钟即可完成。

步骤 2. 选择共模抑制比校准。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理\校准\其他\CMRR**。 检查引线是否按描述的那样进行连接，然后选择"下一步"。	CAL:VOLT:CMRR *OPC?

步骤 3. 校准完成之后，请重新连接感测导线。

当前温度系数校准

注意 必须在其他电流校准过程**之前**执行温度系数校准过程。

步骤 1. 将一个精确分流电阻连接至输出。并联电阻必须能够测量输出的**满刻度**电流(参见校准设置 B)。在分流电阻中连接 Keysight 3458A DMM。

步骤 2. 选择温度系数校准。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理\校准\其他\CurrTC**。 检查是否已连接分路，然后选择"下一步"。	CAL:CURR:TC

步骤 3. 选择第一个电流校准点。等待 5 分钟，让温度稳定下来。计算分路电流 (I=V/R)，然后输入数据。

前面板	SCPI 命令
屏幕上显示："输入 P1 测量数据"。通过外部数字万用表输入数据。这应为 50% 的满刻度的电流额定值。完成后按 Enter。	CAL:LEV P1 *OPC? CAL:DATA <data>

步骤 4. 选择第二个电流校准点。等待 5 分钟，让温度稳定下来。计算分路电流 (I=V/R)，然后输入数据。

前面板	SCPI 命令
屏幕上显示："输入 P2 测量数据"。通过外部数字万用表输入数据。这应为 80% 的满刻度的电流额定值。完成后按 Enter。	CAL:LEV P2 *OPC?CAL:DATA <data>

步骤 5. 选择第三个电压校准点。等待 5 分钟，让温度稳定下来。计算分路电流 (I=V/R)，然后输入数据。

前面板	SCPI 命令
屏幕上显示："输入 P3 测量数据"选择"测量数据"字段。通过外部数字万用表输入数据。这应为 100% 的满刻度的电流额定值。完成后按 Enter。按"返回"完成。	CAL:LEV P3 *OPC?CAL:DATA <data>

电流校准

电流编程和高量程

步骤 1. 断开输出端子的所有设备。

步骤 2. 选择电流编程设定和高量程校准。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理\校准\电流\Iprog**。 检查输出上没有任何连接，然后选择"下一步"。	指定满刻度的电流范围。型号不同，满量程范围也不同。这可选择 50 A 的范围： CAL:CURR 50

步骤 3. 选择第一个电流校准点。等待 5 分钟，让温度稳定下来。

前面板	SCPI 命令
等待 5 分钟，然后再次选择"下一步"。	CAL:LEV P1 *OPC?

步骤 4. 将一个精确分流电阻连接至输出。并联电阻必须能够测量至少 70% 的输出满刻度的电流(参见校准设置 B)。在分流电阻中连接 Keysight 3458A DMM。

前面板	SCPI 命令
检查是否已连接分路，然后选择"下一步"。	不适用

步骤 5. 选择第二个电流校准点。等待 5 分钟，让温度稳定下来。计算分路电流 (I=V/R)，然后输入数据。

前面板	SCPI 命令
屏幕上显示："输入 P2 测量数据"。通过外部数字万用表输入数据。这应为 70% 的满刻度的电流额定值。完成后按 Enter。按"返回"完成。	CAL:LEV P2 *OPC? CAL:DATA <data>

电流的低量程

步骤 1.断开输出端子的所有设备。

步骤 2. 选择电流的低量程校准。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理\校准\电流\Imeas**。 检查是否已连接分路，然后选择"下一步"。	指定低量程。低量程因型号不同而异。这可选择 2 A 的范围： CAL:CURR:MEAS 2

步骤 3. 选择第一个电流校准点。等待 5 分钟，让温度稳定下来。

前面板	SCPI 命令
等待 5 分钟，然后再次选择"下一步"。	CAL:LEV P1 *OPC?

步骤 4. 将一个精确分流电阻连接至输出。并联电阻必须能够测量低量程的满刻度电流(参见校准设置 B)。在分流电阻中连接 Keysight 3458A DMM。

前面板	SCPI 命令
检查是否已连接分路，然后选择"下一步"。	不适用

步骤 5. 选择第二个电流校准点。第二个点不需要等待。计算分路电流 (I=V/R)，然后输入数据。

前面板	SCPI 命令
屏幕上显示："输入 P2 测量数据"。通过外部数字万用表输入数据。这应为 100% 的满刻度的低量程额定值。完成后按 Enter。按"返回"完成。	CAL:LEV P2 *OPC? CAL:DATA <data>

电流共享校准

此过程可以校准在设备并联时使用的 Imon 信号。

步骤 1. 在正负端子之间进行短接。在共享连接器的针脚 2 和针脚 3 之间连接 Keysight 3458A DMM(参见校准设置 D)。

步骤 2. 选择电流共享校准。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理\校准\其他\CurrShar**。 检查是否短接，然后选择"下一步"。	CAL:CURR:SHAR

步骤 3. 选择第一个校准点。测量共享连接器上的电压，然后输入数据。

前面板	SCPI 命令
屏幕上显示："输入 P1 测量数据"。输入外部 DVM 的数据。这应该大约为 -1 伏。完成后按 Enter。按"返回"完成。	CAL:LEV P1 *OPC? CAL:DATA <data>

步骤 4. 完成校准之后，请断开电压表连接和短接。

电阻下限校准

此过程可以校准可实现输入电流时的最小电压。

步骤 1. 将外部电压连接到正负输出端子(参见校准设置 E)。

步骤 2.如下所示设置外部电源：电压设置 = (0.9 V + 0.08 * 电源的额定输出电压)伏。电压必须在该值的 10% 之内。电流限制 = (0.95 * 电源的额定输出电流)安。电流限制必须在该值的 2% 之内。

步骤 3. 选择电阻触底校准。校准需要大约 5 秒钟。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理\校准\其他\ResBout**。检查电源是否连接，然后选择"下一步"。	CAL:RES:BOUT *OPC?

步骤 4. 校准完成之后，请断开电源。

输入校准日期

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理\校准\日期**。 在"日期"字段中输入校准日期。如有需要，可以在该字段中输入字母数字数据。	CAL:DATE "<日期>"

保存校准并注销

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理\校准\保存**。 选择"保存"保存所有校准数据。 选择**系统\管理\注销**。 退出校准模式。	要保存校准数据，请输入以下命令： CAL:SAVE 要退出校准模式，请输入以下命令： CAL:STAT OFF

测试记录表格

N6950A/N6970A

N6950A/N6970A 测试记录	报告编号 _______		日期____________	
测试说明	型号	最小规格	结果	最大规格
电压编程及读回				
最小电压 (Vout)：	两者	+ 7.5 mV	________	+ 10.5 mV
接口上测得的电压：	两者	Vout – 1.5 mV	________	Vout + 1.5 mV
高电压 (Vout)：	两者	8.9958 V	________	9.0042 V
接口上测得的电压：	两者	Vout – 4.2 mV	________	Vout + 4.2 mV
CV 负载效应：	两者	– 0.5 mV	________	+ 0.5 mV
CV 波纹和噪声				
峰-峰值：	两者	无	________	+ 9 mV
rms：	两者	无	________	+ 1 mV
瞬变响应 @ 100 μs：	两者	– 150 mV	________	+ 150 mV
电流编程及读回				
最小电流 (Iout)：	N6950A	– 30 mA	________	+ 30 mA
	N6970A	– 60 mA	________	+ 60 mA
接口上测得的电流：	N6950A	Iout – 30 mA	________	Iout + 30 mA
	N6970A	Iout – 60 mA	________	Iout + 60 mA
高电流 (Iout)：	N6950A	99.87 A	________	100.13 A
	N6970A	199.74 A	________	200.26 A
接口上测得的电流：	N6950A	Iout – 0.13 A	________	Iout + 0.13 A
	N6970A	Iout – 0.26 A	________	Iout + 0.26 A
CC 负载效应：	N6950A	– 8 mA	________	+ 8 mA
	N6970A	– 15 mA	________	+ 15 mA
电流输入测试				
额定电流的 10%：	N6950A	– 10.04 A	________	– 9.96 A
	N6970A	– 20.08 A	________	– 19.92 A
额定电流的 100%：	N6950A	– 100.13 A	________	– 99.87 A
	N6970A	– 200.26 A	________	– 199.74 A

	N6950A 设置	N6970A 设置
电压编程及读回最小值：	电压优先级：9 mV，100 A	电压优先级：9 mV，200 A
电压编程及读回高值：	电压优先级：9 V，100 A	电压优先级：9 V，200 A
CV 负载效应、CV 波纹和噪声：	电压优先级：9 V，100 A	电压优先级：9 V，200 A
瞬变响应：	电压优先级：9 V，50 A 到 100 A	电压优先级：9 V，100 A 到 200 A
电流编程及读回最小值：	电流优先级：9 V，0 A	电流优先级：9 V，0 A
电流编程及读回高值：	电流优先级：9 V，100 A	电流优先级：9 V，200 A
CC 负载效应：	电流优先级：9 V，100 A	电流优先级：9 V，200 A
额定电流的 10% (Isink)：	电流优先级：9 V，- 10 A 外部电流：9 V，11 A	电流优先级：9 V，- 20 A 外部电流：9 V，22 A
额定电流的 100% (Isink)：	电流优先级：9 V，- 100 A 外部电流：9 V，110 A	电流优先级：9 V，- 200 A 外部电流：9 V，220 A

N6951A/N6971A

N6951A/N6971A 测试记录	报告编号 _______		日期___________	
测试说明	型号	最小规格	结果	最大规格
电压编程及读回 最小电压 (Vout)： 接口上测得的电压： 高电压 (Vout)： 接口上测得的电压：	 两者 两者 两者 两者	 + 17 mV Vout – 3 mV 19.991 V Vout – 9 mV	 ________ ________ ________ ________	 + 23 mV Vout + 3 mV 20.009 V Vout + 9 mV
CV 负载效应：	两者	– 0.75 mV	________	+ 0.75 mV
CV 波纹和噪声 峰-峰值： rms：	 两者 两者	 无 无	 ________ ________	 + 9 mV + 1 mV
瞬变响应 @ 100 μs：	两者	– 150 mV	________	+ 150 mV
电流编程及读回 最小电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 高电流 (Iout)： 接口上测得的电流：	 N6951A N6971A N6951A N6971A N6951A N6971A N6951A N6971A	 – 15 mA – 30 mA Iout – 15 mA Iout – 30 mA 49.935 A 99.87 A Iout – 0.065 A Iout – 0.13 A	 ________ ________ ________ ________ ________ ________ ________ ________	 + 15 mA + 30 mA Iout + 15 mA Iout + 30 mA 50.065 A 100.13 A Iout + 0.065 A Iout + 0.13 A
CC 负载效应：	N6951A N6971A	– 3 mA – 6 mA	________ ________	+ 3 mA + 6 mA
电流输入测试 额定电流的 10%： 额定电流的 100%：	 N6951A N6971A N6951A N6971A	 – 5.02 A – 10.04 A – 50.065 A – 100.13 A	 ________ ________ ________ ________	 – 4.98 A – 9.96 A – 49.935 A – 99.87 A

	N6951A 设置	N6971A 设置
电压编程及读回最小值：	电压优先级：20 mV，50 A	电压优先级：20 mV，100 A
电压编程及读回高值：	电压优先级：20 V，50 A	电压优先级：20 V，100 A
CV 负载效应、CV 波纹和噪声：	电压优先级：20 V，50 A	电压优先级：20 V，100 A
瞬变响应：	电压优先级：20 V，25 A 到 50 A	电压优先级：20 V，50 A 到 100 A
电流编程及读回最小值：	电流优先级：20 V，0 A	电流优先级：20 V，0 A
电流编程及读回高值：	电流优先级：20 V，50 A	电流优先级：20 V，100 A
CC 负载效应：	电流优先级：20 V，50 A	电流优先级：20 V，100 A
额定电流的 10% (Isink)：	电流优先级：20 V，- 5 A 外部电流：20 V，5.5 A	电流优先级：20 V，- 10 A 外部电流：20 V，11 A
额定电流的 100% (Isink)：	电流优先级：20 V，- 50 A 外部电流：20 V，55 A	电流优先级：20 V，- 100 A 外部电流：20 V，110 A

N6952A/N6972A

N6952A/N6972A 测试记录	报告编号 _______		日期____________	
测试说明	型号	最小规格	结果	最大规格
电压编程及读回 最小电压 (Vout)： 接口上测得的电压： 高电压 (Vout)： 接口上测得的电压：	 两者 两者 两者 两者	 + 34 mV Vout – 6 mV 39.982 V Vout – 18 mV	 ________ ________ ________ ________	 + 46 mV Vout + 6 mV 40.018 V Vout + 18 mV
CV 负载效应：	两者	– 1.5 mV	________	+ 1.5 mV
CV 波纹和噪声 峰-峰值： rms：	 两者 两者	 无 无	 ________ ________	 + 9 mV + 1 mV
瞬变响应 @ 100 μs：	两者	– 100 mV	________	+ 100 mV
电流编程及读回 最小电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 高电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 	 N6952A N6972A N6952A N6972A N6952A N6972A N6952A N6972A	 – 8 mA – 15 mA Iout – 8 mA Iout – 15 mA 24.967 A 49.935 A Iout – 0.033 A Iout – 0.065 A	 ________ ________ ________ ________ ________ ________ ________ ________	 + 8 mA + 15 mA Iout + 8 mA Iout + 15 mA 25.033 A 50.065 A Iout + 0.033 A Iout + 0.065 A
CC 负载效应：	N6952A N6972A	– 1 mA – 1.5 mA	________ ________	+ 1 mA + 1.5 mA
电流输入测试 额定电流的 10%： 额定电流的 100%： 	 N6952A N6972A N6952A N6972A	 – 2.5105 A – 5.02 A – 25.033 A – 50.065 A	 ________ ________ ________ ________	 – 2.4895 A – 4.98 A – 24.967 A – 49.935 A

	N6952A 设置	N6972A 设置
电压编程及读回最小值：	电压优先级：40 mV，25 A	电压优先级：40 mV，50 A
电压编程及读回高值：	电压优先级：40 V，25 A	电压优先级：40 V，50 A
CV 负载效应、CV 波纹和噪声：	电压优先级：40 V，25 A	电压优先级：40 V，50 A
瞬变响应：	电压优先级：40 V，12.5 A 到 25 A	电压优先级：40 V，25 A 到 50 A
电流编程及读回最小值：	电流优先级：40 V，0 A	电流优先级：40 V，0 A
电流编程及读回高值：	电流优先级：40 V，25 A	电流优先级：40 V，50 A
CC 负载效应：	电流优先级：40 V，25 A	电流优先级：40 V，50 A
额定电流的 10% (Isink)：	电流优先级：40 V，- 2.5 A 外部电流：40 V，2.75 A	电流优先级：40 V，- 5 A 外部电流：40 V，5.5 A
额定电流的 100% (Isink)：	电流优先级：40 V，- 25 A 外部电流：40 V，27.5 A	电流优先级：40 V，- 50 A 外部电流：40 V，55 A

N6953A/N6973A

N6953A/N6973A 测试记录	报告编号 _______		日期____________	
测试说明	型号	最小规格	结果	最大规格
电压编程及读回 最小电压 (Vout)： 接口上测得的电压： 高电压 (Vout)： 接口上测得的电压：	 两者 两者 两者 两者	 + 51 mV Vout – 9 mV 59.973 V Vout – 27 mV	 _______ _______ _______ _______	 + 69 mV Vout + 9 mV 60.027 V Vout + 27 mV
CV 负载效应：	两者	– 2 mV	_______	+ 2 mV
CV 波纹和噪声 峰-峰值： rms：	 两者 两者	 无 无	 _______ _______	 + 9 mV + 1 mV
瞬变响应 @ 100 μs：	两者	– 150 mV	_______	+ 150 mV
电流编程及读回 最小电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 高电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 	 N6953A N6973A N6953A N6973A N6953A N6973A N6953A N6973A	 – 5 mA – 10 mA Iout – 5 mA Iout – 10 mA 16.6783 A 33.2567 A Iout – 0.0217 A Iout – 0.0433 A	 _______ _______ _______ _______ _______ _______ _______ _______	 + 5 mA + 10 mA Iout + 5 mA Iout + 10 mA 16.7217 A 33.3433 A Iout + 0.0217 A Iout + 0.0433 A
CC 负载效应：	N6953A N6973A	– 1 mA – 1.5 mA	_______ _______	+ 1 mA + 1.5 mA
电流输入测试 额定电流的 10%： 额定电流的 100%： 	 N6953A N6973A N6953A N6973A	 – 1.6767 A – 3.3433 A – 16.7217 A – 33.3433 A	 _______ _______ _______ _______	 – 1.6633 A – 3.3167 A – 16.6783 A – 33.2567 A

	N6953A 设置	N6973A 设置
电压编程及读回最小值： 电压编程及读回高值： CV 负载效应、CV 波纹和噪声： 瞬变响应： 电流编程及读回最小值： 电流编程及读回高值： CC 负载效应： 额定电流的 10% (Isink)： 额定电流的 100% (Isink)： 	电压优先级：60 mV，16.7 A 电压优先级：60 V，16.7 A 电压优先级：60 V，16.7 A 电压优先级：60 V，8.35 A 到 16.7 A 电流优先级：60 V，0 A 电流优先级：60 V，16.7 A 电流优先级：60 V，16.7 A 电流优先级：60 V，- 1.67 A 外部电流：60 V，1.837 A 电流优先级：60 V，- 16.7 A 外部电流：60 V，18.37 A	电压优先级：60 mV，33.3 A 电压优先级：60 V，33.3 A 电压优先级：60 V，33.3 A 电压优先级：60 V，16.7 A 到 33.3 A 电流优先级：60 V，0 A 电流优先级：60 V，33.3 A 电流优先级：60 V，33.3 A 电流优先级：60 V，- 3.33 A 外部电流：60 V，3.66 A 电流优先级：60 V，- 33.3 A 外部电流：60 V，36.6 A

N6954A/N6974A

N6954A/N6974A 测试记录	报告编号 _______		日期____________	
测试说明	型号	最小规格	结果	最大规格
电压编程及读回				
最小电压 (Vout)：	两者	+ 68 mV	_______	+ 92 mV
接口上测得的电压：	两者	Vout – 12 mV	_______	Vout + 12 mV
高电压 (Vout)：	两者	79.964 V	_______	80.036 V
接口上测得的电压：	两者	Vout – 36 mV	_______	Vout + 36 mV
CV 负载效应：	两者	– 2 mV	_______	+ 2 mV
CV 波纹和噪声				
峰-峰值：	两者	无	_______	+ 9 mV
rms：	两者	无	_______	+ 1 mV
瞬变响应 @ 100 µs：	两者	– 200 mV	_______	+ 200 mV
电流编程及读回				
最小电流 (Iout)：	N6954A	– 4 mA	_______	+ 4 mA
	N6974A	– 8 mA	_______	+ 8 mA
接口上测得的电流：	N6954A	Iout – 4 mA	_______	Iout + 4 mA
	N6974A	Iout – 8 mA	_______	Iout + 8 mA
高电流 (Iout)：	N6954A	12.4835 A	_______	12.5165 A
	N6974A	24.967 A	_______	25.033 A
接口上测得的电流：	N6954A	Iout – 0.0165 A	_______	Iout + 0.0165 A
	N6974A	Iout – 0.033 A	_______	Iout + 0.033 A
CC 负载效应：	N6954A	– 0.8 mA	_______	+ 0.8 mA
	N6974A	– 1.5 mA	_______	+ 1.5 mA
电流输入测试				
额定电流的 10%：	N6954A	– 1.2553 A	_______	– 1.2488 A
	N6974A	– 2.5105 A	_______	– 2.4895 A
额定电流的 100%：	N6954A	– 12.5165 A	_______	– 12.4835 A
	N6974A	– 25.033 A	_______	– 24.967 A

	N6954A 设置	N6974A 设置
电压编程及读回最小值：	电压优先级：80 mV，12.5 A	电压优先级：80 mV，25 A
电压编程及读回高值：	电压优先级：80 V，12.5 A	电压优先级：80 V，25 A
CV 负载效应、CV 波纹和噪声：	电压优先级：80 V，12.5 A	电压优先级：80 V，25 A
瞬变响应：	电压优先级：80 V，6.25 A 到 12.5 A	电压优先级：80 V，12.5 A 到 25 A
电流编程及读回最小值：	电流优先级：80 V，0 A	电流优先级：80 V，0 A
电流编程及读回高值：	电流优先级：80 V，12.5 A	电流优先级：80 V，25 A
CC 负载效应：	电流优先级：80 V，12.5 A	电流优先级：80 V，25 A
额定电流的 10% (Isink)：	电流优先级：80 V，- 1.25 A	电流优先级：80 V，- 2.5 A
	外部电流：80 V，1.375 A	外部电流：80 V，2.75 A
额定电流的 100% (Isink)：	电流优先级：80 V，- 12.5 A	电流优先级：80 V，- 25 A
	外部电流：80 V，13.75 A	外部电流：80 V，27.5 A

N7950A/N7970A

N7950A/N7970A 测试记录	报告编号 _______		日期___________	
测试说明	**型号**	**最小规格**	**结果**	**最大规格**
电压编程及读回				
最小电压 (Vout)：	两者	+ 8 mV	_______	+ 10 mV
接口上测得的电压：	两者	Vout – 1 mV	_______	Vout + 1 mV
高电压 (Vout)：	两者	8.9963 V	_______	9.0037 V
接口上测得的电压：	两者	Vout – 3.7 mV	_______	Vout + 3.7 mV
CV 负载效应：	两者	– 0.5 mV	_______	+ 0.5 mV
CV 波纹和噪声				
峰-峰值：	两者	无	_______	+ 9 mV
rms：	两者	无	_______	+ 1 mV
瞬变响应 @ 100 μs：	两者	– 150 mV	_______	+ 150 mV
电流编程及读回				
最小电流 (Iout)：	N7950A	– 15 mA	_______	+ 15 mA
	N7970A	– 30 mA	_______	+ 30 mA
接口上测得的电流：	N7950A	Iout – 15 mA	_______	Iout + 15 mA
	N7970A	Iout – 30 mA	_______	Iout + 30 mA
高电流 (Iout)：	N7950A	99.945 A	_______	100.055 A
	N7970A	199.89 A	_______	200.11 A
接口上测得的电流：	N7950A	Iout – 0.055 A	_______	Iout + 0.055 A
	N7970A	Iout – 0.11 A	_______	Iout + 0.11 A
低电流量程：	N7950A	Iout – 0.008 A	_______	Iout + 0.008 A
	N7970A	Iout – 0.016 A	_______	Iout + 0.016 A
CC 负载效应：	N7950A	– 8 mA	_______	+ 8 mA
	N7970A	– 15 mA	_______	+ 15 mA
电流输入测试				
额定电流的 10%：	N7950A	– 10.019 A	_______	– 9.981 A
	N7970A	– 20.038 A	_______	– 19.962 A
额定电流的 100%：	N7950A	– 100.055 A	_______	– 99.945 A
	N7970A	– 200.11 A	_______	– 199.89 A

	N7950A 设置	**N7970A 设置**
电压编程及读回最小值：	电压优先级：9 mV，100 A	电压优先级：9 mV，200 A
电压编程及读回高值：	电压优先级：9 V，100 A	电压优先级：9 V，200 A
CV 负载效应、CV 波纹和噪声：	电压优先级：9 V，100 A	电压优先级：9 V，200 A
瞬变响应：	电压优先级：9 V，50 A 到 100 A	电压优先级：9 V，100 A 到 200 A
电流编程及读回最小值：	电流优先级：9 V，0 A	电流优先级：9 V，0 A
电流编程及读回高值：	电流优先级：9 V，100 A	电流优先级：9 V，200 A
低电流量程：	电流优先级：9 V，10 A	电流优先级：9 V，20 A
CC 负载效应：	电流优先级：9 V，100 A	电流优先级：9 V，200 A
额定电流的 10% (Isink)：	电流优先级：9 V，- 10 A	电流优先级：9 V，- 20 A
	外部电流：9 V，11 A	外部电流：9 V，22 A
额定电流的 100% (Isink)：	电流优先级：9 V，- 100 A	电流优先级：9 V，- 200 A
	外部电流：9 V，110 A	外部电流：9 V，220 A

N7951A/N7971A

N7951A/N7971A 测试记录	报告编号 _______		日期___________	
测试说明	**型号**	**最小规格**	**结果**	**最大规格**
电压编程及读回 最小电压 (Vout)： 接口上测得的电压： 高电压 (Vout)： 接口上测得的电压：	 两者 两者 两者 两者	 + 18 mV Vout – 2 mV 19.992 V Vout – 8 mV	 ________ ________ ________ ________	 + 22 mV Vout + 2 mV 20.008 V Vout + 8 mV
CV 负载效应：	两者	– 0.75 mV	________	+ 0.75 mV
CV 波纹和噪声 峰-峰值： rms：	 两者 两者	 无 无	 ________ ________	 + 9 mV + 1 mV
瞬变响应 @ 100 μs：	两者	– 150 mV	________	+ 150 mV
电流编程及读回 最小电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 高电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 	 N7951A N7971A N7951A N7971A N7951A N7971A N7951A N7971A	 – 8 mA – 15 mA Iout – 8 mA Iout – 15 mA 49.972 A 99.945 A Iout – 0.028 A Iout – 0.055 A	 ________ ________ ________ ________ ________ ________ ________ ________	 + 8 mA + 15 mA Iout + 8 mA Iout + 15 mA 50.028 A 100.055 A Iout + 0.028 A Iout + 0.055 A
低电流量程：	N7951A N7971A	Iout – 0.0035 A Iout – 0.007 A	________ ________	Iout + 0.0035 A Iout + 0.007 A
CC 负载效应：	N7951A N7971A	– 3 mA – 6 mA	________ ________	+ 3 mA + 6 mA
电流输入测试 额定电流的 10%： 额定电流的 100%： 	 N7951A N7971A N7951A N7971A	 – 5.01 A – 10.019 A – 50.028 A – 100.055 A	 ________ ________ ________ ________	 – 4.99 A – 9.981 A – 49.972 A – 99.945 A

	N7951A 设置	**N7971A 设置**
电压编程及读回最小值：	电压优先级：20 mV，50 A	电压优先级：20 mV，100 A
电压编程及读回高值：	电压优先级：20 V，50 A	电压优先级：20 V，100 A
CV 负载效应、CV 波纹和噪声：	电压优先级：20 V，50 A	电压优先级：20 V，100 A
瞬变响应：	电压优先级：20 V，25 A 到 50 A	电压优先级：20 V，50 A 到 100 A
电流编程及读回最小值：	电流优先级：20 V，0 A	电流优先级：20 V，0 A
电流编程及读回高值：	电流优先级：20 V，50 A	电流优先级：20 V，100 A
低电流量程：	电流优先级：20 V，5 A	电流优先级：20 V，10 A
CC 负载效应：	电流优先级：20 V，50 A	电流优先级：20 V，100 A
额定电流的 10% (Isink)：	电流优先级：20 V，- 5 A 外部电流：20 V，5.5 A	电流优先级：20 V，- 10 A 外部电流：20 V，11 A
额定电流的 100% (Isink)：	电流优先级：20 V，- 50 A 外部电流：20 V，55 A	电流优先级：20 V，- 100 A 外部电流：20 V，110 A

N7952A/N7972A

N7952A/N7972A 测试记录	报告编号 _______		日期___________	
测试说明	型号	最小规格	结果	最大规格
电压编程及读回 最小电压 (Vout)： 接口上测得的电压： 高电压 (Vout)： 接口上测得的电压：	 两者 两者 两者 两者	 + 36 mV Vout – 4 mV 39.984 V Vout – 16 mV	 _______ _______ _______ _______	 + 44 mV Vout + 4 mV 40.016 V Vout + 16 mV
CV 负载效应：	两者	– 1.5 mV	_______	+ 1.5 mV
CV 波纹和噪声 峰-峰值： rms：	 两者 两者	 无 无	 _______ _______	 + 9 mV + 1 mV
瞬变响应 @ 100 µs：	两者	– 100 mV	_______	+ 100 mV
电流编程及读回 最小电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 高电流 (Iout)： 接口上测得的电流：	 N7952A N7972A N7952A N7972A N7952A N7972A N7952A N7972A	 – 4 mA – 8 mA Iout – 4 mA Iout – 8 mA 24.986 A 49.972 A Iout – 0.014 A Iout – 0.028 A	 _______ _______ _______ _______ _______ _______ _______ _______	 + 4 mA + 8 mA Iout + 4 mA Iout + 8 mA 25.014 A 50.028 A Iout + 0.014 A Iout + 0.028 A
低电流量程：	N7952A N7972A	Iout – 0.0019 A Iout – 0.0037 A	_______ _______	Iout + 0.0019 A Iout + 0.0037 A
CC 负载效应：	N7952A N7972A	– 1 mA – 1.5 mA	_______ _______	+ 1 mA + 1.5 mA
电流输入测试 额定电流的 10%： 额定电流的 100%：	 N7952A N7972A N7952A N7972A	 – 2.505 A – 5.01 A – 25.014 A – 50.028 A	 _______ _______ _______ _______	 – 2.495 A – 4.99 A – 24.986 A – 49.972 A

	N7952A 设置	N7972A 设置
电压编程及读回最小值：	电压优先级：40 mV，25 A	电压优先级：40 mV，50 A
电压编程及读回高值：	电压优先级：40 V，25 A	电压优先级：40 V，50 A
CV 负载效应、CV 波纹和噪声：	电压优先级：40 V，25 A	电压优先级：40 V，50 A
瞬变响应：	电压优先级：40 V，12.5 A 到 25 A	电压优先级：40 V，25 A 到 50 A
电流编程及读回最小值：	电流优先级：40 V，0 A	电流优先级：40 V，0 A
电流编程及读回高值：	电流优先级：40 V，25 A	电流优先级：40 V，50 A
低电流量程：	电流优先级：40 V，2.5 A	电流优先级：40 V，5 A
CC 负载效应：	电流优先级：40 V，25 A	电流优先级：40 V，50 A
额定电流的 10% (Isink)：	电流优先级：40 V，- 2.5 A 外部电流：40 V，2.75 A	电流优先级：40 V，- 5 A 外部电流：40 V，5.5 A
额定电流的 100% (Isink)：	电流优先级：40 V，- 25 A 外部电流：40 V，27.5 A	电流优先级：40 V，- 50 A 外部电流：40 V，55 A

N7953A/N7973A

N7953A/N7973A 测试记录	报告编号 _______		日期____________	
测试说明	**型号**	**最小规格**	**结果**	**最大规格**
电压编程及读回 最小电压 (Vout)： 接口上测得的电压： 高电压 (Vout)： 接口上测得的电压：	 两者 两者 两者 两者	 + 54 mV Vout – 6 mV 59.976 V Vout – 24 mV	 ________ ________ ________ ________	 + 66 mV Vout + 6 mV 60.024 V Vout + 24 mV
CV 负载效应：	两者	– 2 mV	________	+ 2 mV
CV 波纹和噪声 峰-峰值： rms：	 两者 两者	 无 无	 ________ ________	 + 9 mV + 1 mV
瞬变响应 @ 100 μs：	两者	– 150 mV	________	+ 150 mV
电流编程及读回 最小电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 高电流 (Iout)： 接口上测得的电流：	 N7953A N7973A N7953A N7973A N7953A N7973A N7953A N7973A	 – 2.5 mA – 5 mA Iout – 2.5 mA Iout – 5 mA 16.6908 A 33.2817 A Iout – 0.0092 A Iout – 0.0183 A	 ________ ________ ________ ________ ________ ________ ________ ________	 + 2.5 mA + 5 mA Iout + 2.5 mA Iout + 5 mA 16.7092 A 33.3183 A Iout + 0.0092 A Iout + 0.0183 A
低电流量程：	N7953A N7973A	Iout – 0.0011 A Iout – 0.0023 A	________ ________	Iout + 0.0011 A Iout + 0.0023 A
CC 负载效应：	N7953A N7973A	– 1 mA – 1.5 mA	________ ________	+ 1 mA + 1.5 mA
电流输入测试 额定电流的 10%： 额定电流的 100%：	 N7953A N7973A N7953A N7973A	 – 1.6732 A – 3.3363 A – 16.7092 A – 33.3183 A	 ________ ________ ________ ________	 – 1.6668 A – 3.3237 A – 16.6908 A – 33.2817 A

	N7953A 设置	**N7973A 设置**
电压编程及读回最小值：	电压优先级：60 mV，16.7 A	电压优先级：60 mV，33.3 A
电压编程及读回高值：	电压优先级：60 V，16.7 A	电压优先级：60 V，33.3 A
CV 负载效应、CV 波纹和噪声：	电压优先级：60 V，16.7 A	电压优先级：60 V，33.3 A
瞬变响应：	电压优先级：60 V，8.35 A 到 16.7 A	电压优先级：60 V，16.7 A 到 33.3 A
电流编程及读回最小值：	电流优先级：60 V，0 A	电流优先级：60 V，0 A
电流编程及读回高值：	电流优先级：60 V，16.7 A	电流优先级：60 V，33.3 A
低电流量程：	电流优先级：60 V，1.67 A	电流优先级：60 V，3.33 A
CC 负载效应：	电流优先级：60 V，16.7 A	电流优先级：60 V，33.3 A
额定电流的 10% (Isink)：	电流优先级：60 V，- 1.67 A 外部电流：60 V，1.837 A	电流优先级：60 V，- 3.33 A 外部电流：60 V，3.66 A
额定电流的 100% (Isink)：	电流优先级：60 V，- 16.7 A 外部电流：60 V，18.37 A	电流优先级：60 V，- 33.3 A 外部电流：60 V，36.6 A

N7954A/N7974A

N7954A/N7974A 测试记录	报告编号 _______		日期____________	
测试说明	型号	最小规格	结果	最大规格
电压编程及读回 最小电压 (Vout)： 接口上测得的电压： 高电压 (Vout)： 接口上测得的电压：	 两者 两者 两者 两者	 + 72 mV Vout – 8 mV 79.968 V Vout – 32 mV	 ________ ________ ________ ________	 + 88 mV Vout + 8 mV 80.032 V Vout + 32 mV
CV 负载效应：	两者	– 2 mV	________	+ 2 mV
CV 波纹和噪声 峰-峰值： rms：	 两者 两者	 无 无	 ________ ________	 + 9 mV + 1 mV
瞬变响应 @ 100 μs：	两者	– 200 mV	________	+ 200 mV
电流编程及读回 最小电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 高电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 	 N7954A N7974A N7954A N7974A N7954A N7974A N7954A N7974A	 – 2 mA – 4 mA Iout – 2 mA Iout – 4 mA 12.493 A 24.986 A Iout – 0.007 A Iout – 0.014 A	 ________ ________ ________ ________ ________ ________ ________ ________	 + 2 mA + 4 mA Iout + 2 mA Iout + 4 mA 12.507 A 25.014 A Iout + 0.007 A Iout + 0.014 A
低电流量程：	N7954A N7974A	Iout – 0.000875 A Iout – 0.0018 A	________ ________	Iout + 0.000875 A Iout + 0.0018 A
CC 负载效应：	N7954A N7974A	– 0.8 mA – 1.5 mA	________ ________	+ 0.8 mA + 1.5 mA
电流输入测试 额定电流的 10%： 额定电流的 100%： 	 N7954A N7974A N7954A N7974A	 – 1.2525 A – 2.505 A – 12.507 A – 25.014 A	 ________ ________ ________ ________	 – 1.2475 A – 2.495 A – 12.493 A – 24.986 A

	N7954A 设置	N7974A 设置
电压编程及读回最小值：	电压优先级：80 mV，12.5 A	电压优先级：80 mV，25 A
电压编程及读回高值：	电压优先级：80 V，12.5 A	电压优先级：80 V，25 A
CV 负载效应、CV 波纹和噪声：	电压优先级：80 V，12.5 A	电压优先级：80 V，25 A
瞬变响应：	电压优先级：80 V，6.25 A 到 12.5 A	电压优先级：80 V，12.5 A 到 25 A
电流编程及读回最小值：	电流优先级：80 V，0 A	电流优先级：80 V，0 A
电流编程及读回高值：	电流优先级：80 V，12.5 A	电流优先级：80 V，25 A
低电流量程：	电流优先级：80 V，1.25 A	电流优先级：80 V，2.5 A
CC 负载效应：	电流优先级：80 V，12.5 A	电流优先级：80 V，25 A
额定电流的 10% (Isink)：	电流优先级：80 V，- 1.25 A 外部电流：80 V，1.375 A	电流优先级：80 V，- 2.5 A 外部电流：80 V，2.75 A
额定电流的 100% (Isink)：	电流优先级：80 V，- 12.5 A 外部电流：80 V，13.75 A	电流优先级：80 V，- 25 A 外部电流：80 V，27.5 A

N6976A

N6976A 测试记录	报告编号 _______		日期____________	
测试说明	型号	最小规格	结果	最大规格
电压编程及读回 最小电压 (Vout)： 接口上测得的电压： 高电压 (Vout)： 接口上测得的电压：		 + 103 mV Vout – 17 mV 119.947 V Vout – 53 mV	 ________ ________ ________ ________	 + 137 mV Vout + 17 mV 120.053 V Vout + 53 mV
CV 负载效应：		– 4 mV	________	+ 4 mV
CV 波纹和噪声 峰-峰值： rms：		 无 无	 ________ ________	 + 9 mV + 1 mV
瞬变响应 @ 100 μs：		– 300 mV	________	+ 300 mV
电流编程及读回 最小电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 高电流 (Iout)： 接口上测得的电流：		 – 5 mA Iout – 5 mA 16.6783 A Iout – 0.0217 A	 ________ ________ ________ ________	 + 5 mA Iout + 5 mA 16.7217 A Iout + 0.0217 A
CC 负载效应：		– 1 mA	________	+ 1 mA
电流输入测试 额定电流的 10%： 额定电流的 100%：		– 1.6767 A – 16.7217 A	________ ________	– 1.6633 A – 16.6783 A

	N6976A 设置
电压编程及读回最小值：	电压优先级：120 mV，16.7 A
电压编程及读回高值：	电压优先级：120 V，16.7 A
CV 负载效应、CV 波纹和噪声：	电压优先级：120 V，16.7 A
瞬变响应：	电压优先级：120 V，8.35 A 到 16.7 A
电流编程及读回最小值：	电流优先级：120 V，0 A
电流编程及读回高值：	电流优先级：120 V，16.7 A
CC 负载效应：	电流优先级：120 V，16.7 A
额定电流的 10% (Isink)：	电流优先级：120 V，- 1.67 A 外部电流：120 V，1.837 A
额定电流的 100% (Isink)：	电流优先级：120 V，- 16.7 A 外部电流：120 V，18.37 A

N6977A

N6977A 测试记录	报告编号 _______		日期____________	
测试说明	型号	最小规格	结果	最大规格
电压编程及读回 最小电压 (Vout)： 接口上测得的电压： 高电压 (Vout)： 接口上测得的电压：		 + 136 mV Vout – 24 mV 159.928 V Vout – 72 mV	 _______ _______ _______ _______	 + 184 mV Vout + 24 mV 160.072 V Vout + 72 mV
CV 负载效应：		– 4 mV	_______	+ 4 mV
CV 波纹和噪声 峰-峰值： rms：		 无 无	 _______ _______	 + 9 mV + 1 mV
瞬变响应 @ 100 μs：		– 400 mV	_______	+ 400 mV
电流编程及读回 最小电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 高电流 (Iout)： 接口上测得的电流：		 – 4 mA Iout – 4 mA 12.4835 A Iout – 0.0165 A	 _______ _______ _______ _______	 + 4 mA Iout + 4 mA 12.5165 A Iout + 0.0165 A
CC 负载效应：		– 0.8 mA	_______	+ 0.8 mA
电流输入测试 额定电流的 10%： 额定电流的 100%：		– 1.2553 A – 12.5165 A	_______ _______	– 1.2448 A – 12.4835 A

	N6977A 设置
电压编程及读回最小值：	电压优先级：160 mV，12.5 A
电压编程及读回高值：	电压优先级：160 V，12.5 A
CV 负载效应、CV 波纹和噪声：	电压优先级：160 V，12.5 A
瞬变响应：	电压优先级：160 V，6.25 A 到 12.5 A
电流编程及读回最小值：	电流优先级：160 V，0 A
电流编程及读回高值：	电流优先级：160 V，12.5 A
CC 负载效应：	电流优先级：160 V，12.5 A
额定电流的 10% (Isink)：	电流优先级：160 V，- 1.25 A 外部电流：160 V，1.375 A
额定电流的 100% (Isink)：	电流优先级：160 V，- 12.5 A 外部电流：160 V，13.75 A

N7976A

N7976A 测试记录	报告编号 _______		日期____________	
测试说明	型号	最小规格	结果	最大规格
电压编程及读回 最小电压 (Vout)： 接口上测得的电压： 高电压 (Vout)： 接口上测得的电压：		 + 109 mV Vout – 11 mV 119.953 V Vout – 47 mV	 ________ ________ ________ ________	 + 131 mV Vout + 11 mV 120.047 V Vout + 47 mV
CV 负载效应：		– 4 mV	________	+ 4 mV
CV 波纹和噪声 峰-峰值： rms：		 无 无	 ________ ________	 + 9 mV + 1 mV
瞬变响应 @ 100 μs：		– 300 mV	________	+ 300 mV
电流编程及读回 最小电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 高电流 (Iout)： 接口上测得的电流：		 – 2.5 mA Iout – 2.5 mA 16.6908 A Iout – 0.0092 A	 ________ ________ ________ ________	 + 2.5 mA Iout + 2.5 mA 16.7092 A Iout + 0.0092 A
低电流量程：		Iout – 1.2 mA	________	Iout + 1.2 mA
CC 负载效应：		– 1 mA	________	+ 1 mA
电流输入测试 额定电流的 10%： 额定电流的 100%：		– 1.6732 A – 16.7092 A	________ ________	– 1.6668 A – 16.6908 A

	N7976A 设置
电压编程及读回最小值： 电压编程及读回高值： CV 负载效应、CV 波纹和噪声： 瞬变响应： 电流编程及读回最小值： 电流编程及读回高值： 低电流量程： CC 负载效应： 额定电流的 10% (Isink)： 额定电流的 100% (Isink)：	电压优先级：120 mV，16.7 A 电压优先级：120 V，16.7 A 电压优先级：120 V，16.7 A 电压优先级：120 V，8.35 A 到 16.7 A 电流优先级：120 V，0 A 电流优先级：120 V，16.7 A 电流优先级：120 V，1.67 A 电流优先级：120 V，16.7 A 电流优先级：120 V，- 1.67 A 外部电流：120 V，1.837 A 电流优先级：120 V，- 16.7 A 外部电流：120 V，18.37 A

N7977A

N7977A 测试记录	报告编号 _______		日期____________	
测试说明	**型号**	**最小规格**	**结果**	**最大规格**
电压编程及读回 最小电压 (Vout)： 接口上测得的电压： 高电压 (Vout)： 接口上测得的电压：		 + 146 mV Vout – 14 mV 159.938 V Vout – 62 mV	 ________ ________ ________ ________	 + 174 mV Vout + 14 mV 160.062 V Vout + 62 mV
CV 负载效应：		– 4 mV	________	+ 4 mV
CV 波纹和噪声 峰-峰值： rms：		 无 无	 ________ ________	 + 9 mV + 1 mV
瞬变响应 @ 100 μs：		– 400 mV	________	+ 400 mV
电流编程及读回 最小电流 (Iout)： 接口上测得的电流： 高电流 (Iout)： 接口上测得的电流：		 – 2 mA Iout – 2 mA 12.493 A Iout – 0.007 A	 ________ ________ ________ ________	 + 2 mA Iout + 2 mA 12.507 A Iout + 0.007 A
低电流量程：		Iout – 0.875 mA	________	Iout + 0.875 mA
CC 负载效应：		– 0.8 mA	________	+ 0.8 mA
电流输入测试 额定电流的 10%： 额定电流的 100%：		– 1.2525 A – 12.507 A	________ ________	– 1.2475 A – 12.493 A

	N6977A 设置
电压编程及读回最小值：	电压优先级：160 mV，12.5 A
电压编程及读回高值：	电压优先级：160 V，12.5 A
CV 负载效应、CV 波纹和噪声：	电压优先级：160 V，12.5 A
瞬变响应：	电压优先级：160 V，6.25 A 到 12.5 A
电流编程及读回最小值：	电流优先级：160 V，0 A
电流编程及读回高值：	电流优先级：160 V，12.5 A
低电流量程：	电流优先级：160 V，1.25 A
CC 负载效应：	电流优先级：160 V，12.5 A
额定电流的 10% (Isink)：	电流优先级：160 V，- 1.25 A 外部电流：160 V，1.375 A
额定电流的 100% (Isink)：	电流优先级：160 V，- 12.5 A 外部电流：160 V，13.75 A

自检步骤

加电自检

每次仪器开机时，都将执行自检。此测试假定您的仪器处于工作状态。

自检检查逻辑和电源网格系统的最第低设置是否功能正常。自检不会启用输出或在输出上施加任何电压。将仪器保持在重置状态。

用户启动的自检

用户启动的自检与加电自检相同。

前面板	SCPI 命令
关闭再打开交流电源。 如果自检失败，前面板 ERR 指示灯会点亮。按 Error(错误) 键显示错误列表。	*TST? 如果为 0，则自检通过。如果为 1，则自检失败。 如果自检失败，请使用 SYSTem:ERRor? 查看自检错误。

有关错误列表的信息，请参阅 SCPI 错误消息。

固件更新

注意 参阅仪器标识以确定仪器安装了哪个固件版本。转到 www.keysight.com/find/APSfirmware 以确定您是否安装了最新固件。

所需软件

要更新固件，需要从上面引用的 APS 固件链接中的“APS 产品”页面(网址为 www.keysight.com/find/APS)将以下两项下载至您的计算机。

- 通用固件更新实用程序
- 最新固件版本

更新步骤

一旦您将这两项复制到计算机，请按下面所述继续操作：

1. 运行通用固件更新实用程序
2. 浏览至您刚刚下载的固件位置。按“下一步”。
3. 选择您用于与仪器通信的接口，然后输入地址或连接字符串。按“下一步”。
4. 确认您更新的仪器信息正确。按“开始更新”。

更新实用程序现在将更新固件并重启您的仪器。

限制访问

请注意，您可以通过固件更新实用程序限制到仪器的访问。这将防止未经授权的用户更新固件。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理\更新**。 选中“必须以管理员身份登录”框。 这要求用户在固件更新实用程序执行固件更新之前登录“管理”菜单。	不可用

安装选件

注意 在安装任何选件之前，确保安装了最新固件。请参阅固件更新了解详细信息。

使用“选件”对话框可以安装许可证密钥以激活高级电源系统上的选件。可用的选件包括：

14585A - 控制和分析软件。 仅限 N7900 机型

可从以下网站将该软件下载到您的 PC：www.keysight.com/find/14585。如果已安装了 14585 软件，请确保它是最新版本。

该软件可免费下载。该网站提供临时许可证密钥，允许在您的 APS 上使用 14585A 软件 30 天。在该日期到期之前，您必须购买许可证密钥才能继续使用该软件。

要安装许可证密钥，请执行以下操作：

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理\选件** 在“选件”下拉菜单中选择一个选件。然后在“密钥”字段中输入许可证密钥。	不可用

获取许可证

要获取许可证，必须购买 14575A 附件。在购买此附件后，您将收到“软件授权证书”。收到此证书后，可以获取许可证。

要获取许可证密钥，请登录网站 https://software.business.keysight.com/asm，然后按照屏幕上的指示操作。其中包括：

1. 创建用户帐户（如果还没有设置）。
2. 输入订单和证书号（这些号码显示在“软件授权证书”中）。
3. 输入主仪器 10 个字符的序列号（此序列号位于仪器的后面板上）。
4. 选择仪器的软件许可证。

完成许可证请求后，许可证密钥将发送到您的电子邮件。在上面显示的“选件”对话框的“密钥”字段中输入访问密钥。

仪器清洁

注意 不建议将该步骤用于例行应用程序，因为可能会发生数据的意外丢失。

该步骤可以清理除黑匣子记录器 (BBR) 数据以外的所有用户数据。该步骤将所有零写入闪存，然后根据每张制造商数据表执行彻底的芯片擦除。不会擦除标识数据 (仪器固件、型号、序列号、MAC 地址等) 和校准数据。数据清除之后，将重新启动仪器。

如果无法访问"管理"菜单，可能是因为受到了密码保护。

前面板	SCPI 命令
选择**系统\管理\清理**。 选择"清理"。 选择"清理"将删除仪器的所有用户数据并使仪器重新开机。	SYST:SEC:IMM

清理黑匣子记录器 (BBR)

系统\管理\清理命令将删除 BBR(黑匣子记录器) 日志和快照文件，但不会清理黑匣子记录器 (BBR) 的驱动器。

要清理 N7908A 黑匣子记录器 (BBR) 的驱动器，需要从仪器卸下此板并将其破坏 (参见黑匣子记录器 (BBR))。

在从仪器卸下 BBR(黑匣子记录器) 板后，请使用前面板**系统\BBR(黑匣子记录器)\状态**菜单将 BBR(黑匣子记录器) 附件从仪器的选件列表中删除。

校准开关

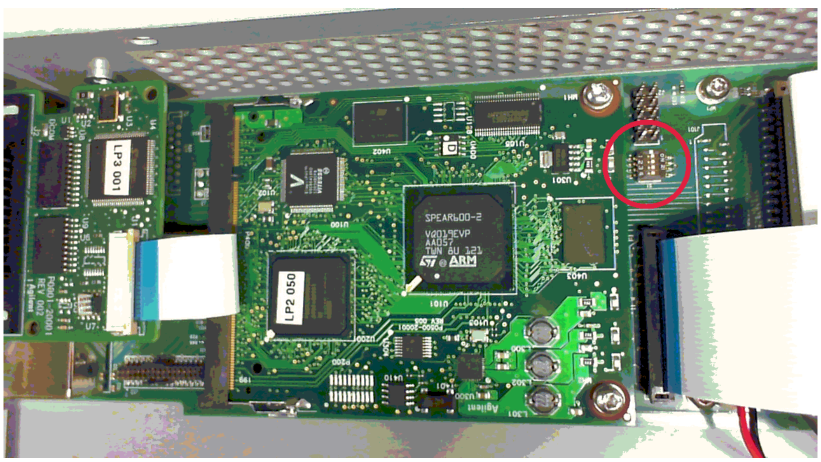
警告 **电击危险 只能由合格的、经过维修培训且了解潜在危险的专业人员打开仪器外壳。在卸下仪器外壳之前，要断开电源电缆和外部电路的连接。有些电路是活动的，即使在关闭电源开关后的短时间内也有电源。**

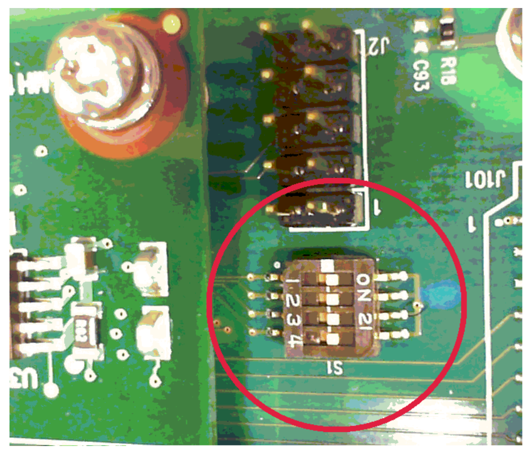
两个开关可控制对校准命令的访问。这两个开关位于接口板上，卸下顶部盖板即可对其进行检修。要检修校准开关，请执行以下步骤：

检修校准开关

1. 根据拆卸所述拆除仪器外壳。
2. 校准开关位于带状电缆旁边的接口板上。要更改校准开关的设置，请使用小型螺丝刀移动开关。出厂时，所有开关全部设置在"开启"位置(如下所示)。
3. 完成后重新装上顶盖。

小心 请勿使用铅笔移动开关。开关上的任何石墨粉尘都会导电。





开关功能

开关 1 和 2 按如下设置校准配置。未使用开关 3 和 4。

	开关 1	开关 2	说明
标准	打开	打开	这是出厂时的开关设置。在输入数字密码后可以使用校准功能。默认密码为 0(零)。
清除密码	关闭	打开	当首次打开仪器时，管理/校准密码设置为 0。如果您忘记了密码，请使用此设置。
抑制校准	打开	关闭	禁用了所有校准命令。在仪表有密封条防止未经授权的检修时，这很有用。

电池更换

警告

电击危险 只能由合格的、经过维修培训且了解潜在危险的专业人员打开仪器外壳。在卸下仪器外壳之前，要断开电源电缆和外部电路的连接。有些电路是活动的，即使在关闭电源开关后的短时间内也有电源。

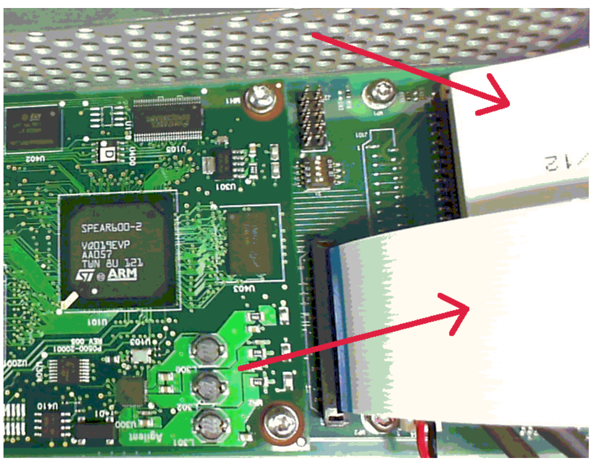
内部电池为实时时钟供电。实时时钟的主要功能是向内部文件系统提供时间戳。如果电池出现故障，实时时钟和时间戳的功能将不可用。其他仪器功能不会受到影响。

在室温下正常使用时，锂电池的使用寿命在七到十年之间。请注意，如果仪器长期存放在 40 摄氏度以上的温度下，电池的使用寿命将会缩短。

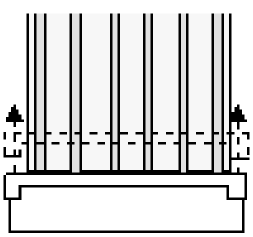
电池的部件号为 Panasonic CR 2032。

安装仪器

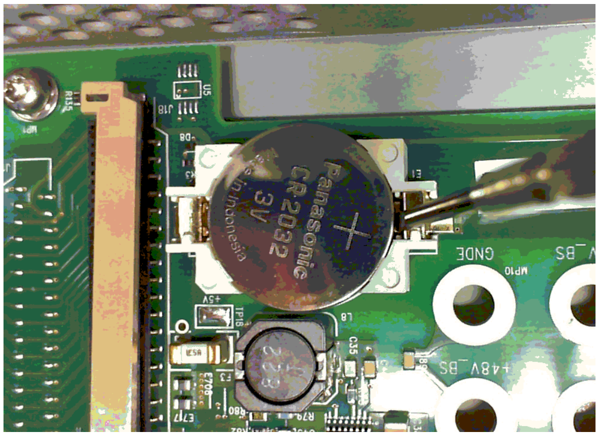
1. 根据拆卸所述拆除仪器外壳。
2. 电池位于两条带状电缆下方，校准开关旁边。



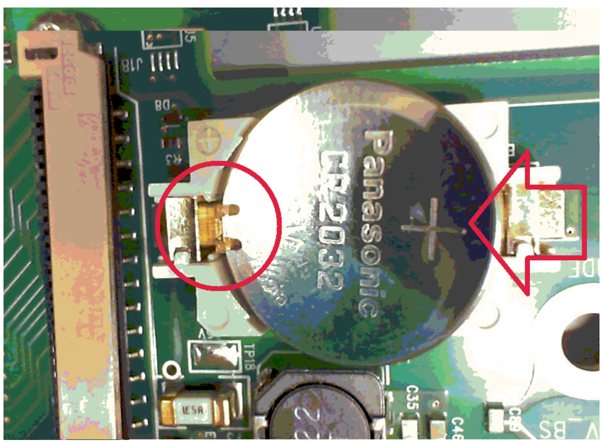
3. 要拆卸电池，请通过上拉锁定片释放带状电缆。



4. 使用平口螺丝刀，然后小心撬起与带状电缆连接器*相反*的电池的一侧。



5. 安装新电池。确保正极 (+) 朝上。将电池放置在离带状电缆连接器最近的小型弹簧夹的*下方*，然后推下电池相反的一端，使其就位(参见下方红色箭头)。电池安装就位之后，应该可以看得到小型弹簧夹的顶部(参见下方红色箭头)。



6. 通过将电缆完全插入连接器来重新装上带状电缆；然后向下按锁定片以固定电缆。
7. 完成后重新装上顶盖。
8. 重置日期和时间(参见时钟设置)。

注意 根据当地的法律法规，正确处置旧电池。

拆卸

警告

电击危险 只能由合格的、经过维修培训且了解潜在危险的专业人员打开仪器外壳。在卸下仪器外壳之前，要断开电源电缆和外部电路的连接。有些电路是活动的，即使在关闭电源开关后的短时间内也有电源。

静电释放 (ESD) 预防措施

几乎所有的电气组件均可能会在搬运过程中因静电放电 (ESD) 而损坏。在静电放电电压低至 50 V 时就有可能发生组件损坏的现象。

以下的指导将有助于防止在维修操作期间的静电放电损坏：

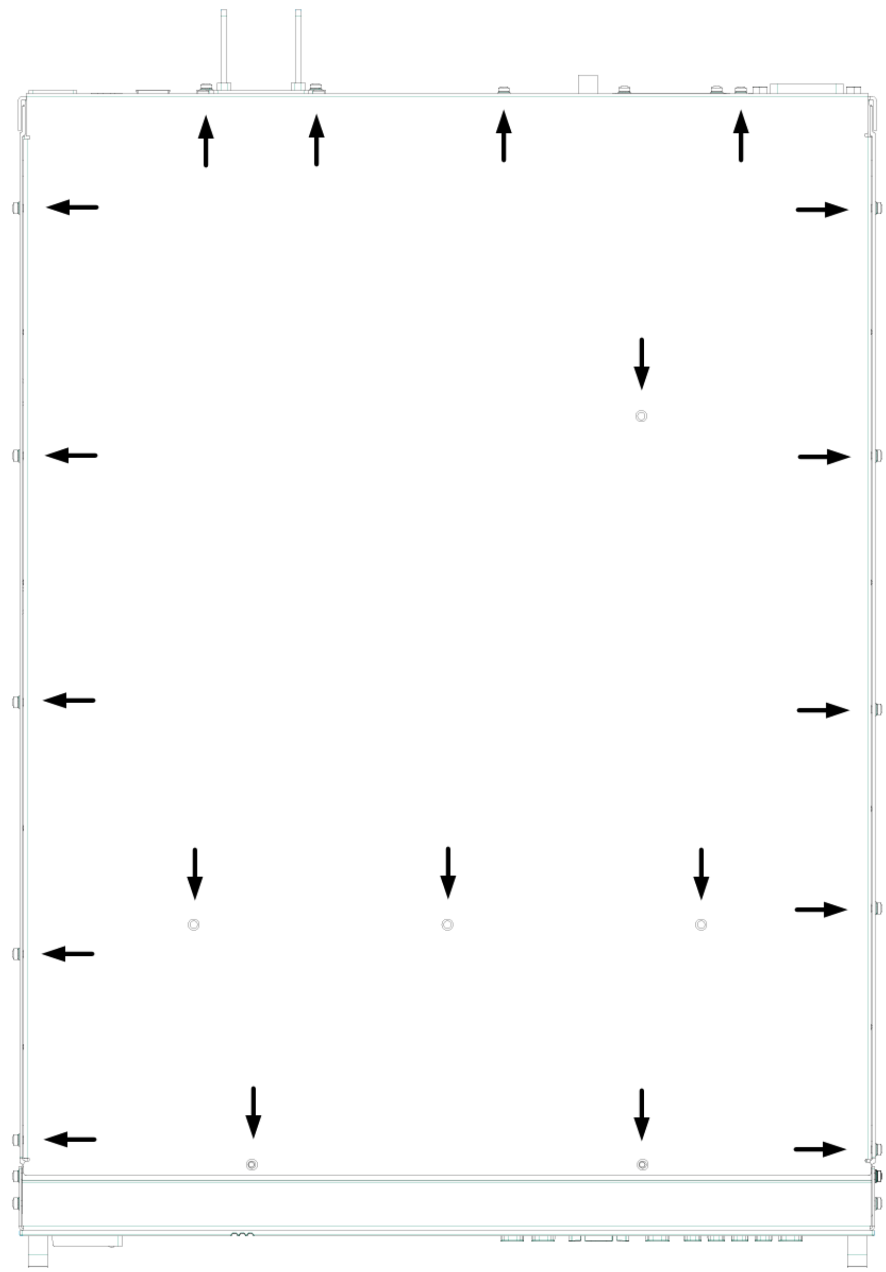
- 只能在无静电的工作区域拆卸仪器。
- 使用导电工作区以减少静电产生。
- 使用导电腕带以减少静电积聚。
- 尽量减少搬运。
- 将更换零件保存在原来的无静电包装中。
- 从直接工作区去除所有的塑料、泡沫、乙烯树脂、纸和其他产生静电的材料。

所需工具

- T10 六角螺丝刀(盖板拆装)
- 小型平口螺丝刀

一般拆卸程序

1. 关闭电源。从仪器移除所有电缆。
2. 卸下位于顶部的六角平头螺钉和位于侧边的十四角平头螺钉(参见下图)。将这些螺钉放在一个容器内，以防丢失。
3. 卸下仪器盖。



盖板螺丝