

# Keysight 光伏 阵列模拟器 PV8900 系列

操作和  
维修指南



法律和安全信息 .....	9
法律声明 .....	9
安全和法规符号 .....	10
安全声明 .....	11
<b>1 快速参考 .....</b>	<b>15</b>
<b>仪器简介 .....</b>	<b>16</b>
光伏阵列模拟器概览 .....	16
前面板概览 .....	17
后面板概览 .....	18
前面板显示屏概览 .....	20
前面板键概览 .....	21
<b>前面板菜单参考 .....</b>	<b>22</b>
<b>命令快速参考 .....</b>	<b>25</b>
<b>型号特性和选件 .....</b>	<b>35</b>
型号特性 .....	35
选件/附件 .....	35
<b>规格和特征 .....</b>	<b>36</b>
规格 .....	36
补充特征 .....	37
通用特征 .....	38
交流输入效率、功率因数和 THD .....	40
输出阻抗图 .....	41
电感负载边界用于恒定电流 (CC) 操作 .....	43
电容负载边界用于恒定电压 (CV) 操作 .....	45
小信号编程响应 .....	48
测量精度和分辨率 - 测量间隔更短 .....	49
过度动态保护( 所有型号) .....	49
输入象限 .....	50
<b>2 安装仪器 .....</b>	<b>51</b>
<b>安装或使用前 .....</b>	<b>52</b>
检查设备 .....	52
对照配件清单检查 .....	52
查看安全信息 .....	52
遵守环境条件 .....	53
确保充足的空气流通 .....	53
移动仪器 .....	53
叠放仪器 .....	53
机架安装附件 .....	53
20 kW 型号的外形示意图 .....	54
30 kW 型号的外形示意图 .....	55
<b>交流电源连接 .....</b>	<b>56</b>
交流电源注意事项 .....	56
电源电缆连接 .....	57
<b>单个设备输出连接 .....</b>	<b>60</b>
输出连接 .....	60
单个负载连接 .....	61

多个负载连接 .....	62
远程感测连接 .....	63
其他负载注意事项 .....	65
<b>多个设备输出连接 .....</b>	<b>68</b>
并联 .....	68
负载和感测连接 .....	68
主要/辅助设备连接 .....	69
串联 .....	70
<b>接口连接 .....</b>	<b>71</b>
GPIB 连接 .....	71
USB 连接 .....	71
LAN 连接 - 站点 LAN 和专用 LAN .....	72
数字端口连接 .....	73
接口盖安装 .....	74
<b>3 入门 .....</b>	<b>75</b>
<b>使用前面板 .....</b>	<b>76</b>
打开设备 .....	76
设置输出电压 .....	76
设置输出电流 .....	77
设置过电压保护 .....	78
启用输出 .....	79
使用内置的帮助系统 .....	80
<b>远程接口配置 .....</b>	<b>81</b>
简介 .....	81
USB 配置 .....	81
GPIB 配置 .....	81
LAN 配置 .....	82
修改 LAN 设置 .....	82
使用 Web 接口 .....	85
使用 Telnet .....	85
使用套接字 .....	86
接口锁定 .....	86
<b>4 使用光伏阵列模拟器 .....</b>	<b>87</b>
<b>对输出进行编程 .....</b>	<b>88</b>
设置输出优先模式 .....	88
设置输出电压 .....	89
设置输出电流 .....	89
设置转换率 .....	90
设置输出电阻 .....	90
设置输出带宽 .....	91
设置输出打开/关闭模式 .....	92
启用输出 .....	93
<b>光伏 (SAS) 操作 .....</b>	<b>94</b>
简介 .....	94
对曲线参数进行编程 .....	95
对表参数进行编程 .....	95
对多个表进行编程 .....	96

对其他参数进行编程 .....	97
<b>SAS 命令详细信息</b> .....	<b>98</b>
故障排除 .....	99
模型方程 .....	99
<b>并联操作</b> .....	<b>101</b>
简介 .....	101
主要/辅助设备配置 .....	101
主要/辅助设备前面板显示屏 .....	103
主要/辅助设备编程注意事项 .....	103
主要/辅助设备命令详细信息 .....	104
故障排除 .....	105
<b>电流灌入操作</b> .....	<b>106</b>
电流灌入 .....	106
再生操作 .....	106
<b>对输出保护进行编程</b> .....	<b>107</b>
简介 .....	107
设置过电压保护 .....	108
设置过电流保护 .....	109
输出监视程序定时器 .....	110
设置欠电压保护 .....	110
清除输出保护 .....	111
<b>对输出瞬变进行编程</b> .....	<b>112</b>
简介 .....	112
所有瞬变的常用操作 .....	112
对阶跃瞬变进行编程 .....	115
对列表瞬变进行编程 .....	116
对任意波形进行编程 .....	120
<b>输出序列化</b> .....	<b>122</b>
打开/关闭延迟 .....	122
耦合输出 .....	122
多个设备序列化 .....	123
输出打开/关闭行为 .....	124
<b>进行测量</b> .....	<b>127</b>
平均测量 .....	127
测量扫描 .....	127
测量窗口 .....	128
安倍-小时和瓦特-小时测量 .....	128
数字化测量 .....	129
测量触发 .....	130
<b>外部数据记录</b> .....	<b>136</b>
简介 .....	136
选择测量函数 .....	136
指定积分周期 .....	137
选择 Elog 触发源 .....	137
启动和触发 Elog .....	138
定期检索数据 .....	138
终止 Elog .....	139
<b>对数字端口进行编程</b> .....	<b>140</b>

数字控制端口 .....	140
双向数字 I/O .....	141
数字输入 .....	142
外部触发 I/O .....	142
故障输出 .....	142
抑制输入 .....	143
故障/抑制系统保护 .....	143
输出耦合控制 .....	144
<b>系统相关操作 .....</b>	<b>146</b>
仪器标识 .....	146
仪器状态存储 .....	146
前面板显示屏 .....	147
前面板已锁定 .....	147
密码保护 .....	148
时钟设置 .....	148
<b>优先模式教程 .....</b>	<b>149</b>
电压优先 .....	149
电流优先 .....	149
<b>5 SCPI 编程参考 .....</b>	<b>151</b>
<b>相关软件 .....</b>	<b>152</b>
<b>SCPI 简介 .....</b>	<b>153</b>
简介 .....	153
关键词 .....	153
查询 .....	154
命令分隔符和终止符 .....	154
语法惯例 .....	155
参数类型 .....	155
设备清除 .....	156
典型命令处理时间 .....	157
<b>子系统命令 .....</b>	<b>158</b>
ABORt 子系统 .....	159
ARB 子系统 .....	160
CALibrate 子系统 .....	162
CURRent 子系统 .....	165
DIGital 子系统 .....	168
DISPlay 子系统 .....	170
FETCh 子系统 .....	171
FORMat 子系统 .....	174
FUNction 命令 .....	175
HCOPy 子系统 .....	176
IEEE-488 通用命令 .....	177
INITiate 子系统 .....	182
INSTrument 子系统 .....	183
LIST 子系统 .....	185
LXI 子系统 .....	188
MEASure 子系统 .....	189
OUTPut 子系统 .....	191

POWer 查询 .....	196
SASimulator 子系统 .....	197
SENSe 子系统 .....	202
[SOURce] 子系统 .....	205
STATus 子系统 .....	206
STEP 命令 .....	210
SYSTem 子系统 .....	211
TRIGger 子系统 .....	215
VOLTage 子系统 .....	218
<b>状态教程 .....</b>	<b>223</b>
状态寄存器 .....	223
运行状态组 .....	223
可疑状态组 .....	224
标准事件状态组 .....	225
状态字节寄存器 .....	226
错误和输出队列 .....	226
状态图 .....	227
<b>触发教程 .....</b>	<b>228</b>
触发源 .....	228
触发目标 .....	228
触发图 .....	229
<b>重置状态 (*RST) .....</b>	<b>230</b>
<b>SCPI 错误消息 .....</b>	<b>235</b>
<b>兼容性命令 .....</b>	<b>243</b>
<b>6 验证和校准 .....</b>	<b>245</b>
<b>测试设备和设置 .....</b>	<b>246</b>
测试设备 .....	246
测量设置 .....	246
<b>性能验证 .....</b>	<b>248</b>
简介 .....	248
验证设置 .....	250
测试注意事项 .....	250
验证步骤 .....	250
<b>仪器校准 .....</b>	<b>255</b>
简介 .....	255
校准时间间隔 .....	255
校准设置 .....	256
测试注意事项 .....	256
校准过程 .....	256
<b>测试记录表 - PVS 系列 .....</b>	<b>260</b>
<b>7 维修与维护 .....</b>	<b>265</b>
<b>简介 .....</b>	<b>266</b>
可用的维修服务 .....	266
退回设备之前 .....	266
重新打包以便装运 .....	266
清洁 .....	267
<b>自检步骤 .....</b>	<b>268</b>

开机自检 .....	268
用户启动的自检 .....	268
<b>固件更新 .....</b>	<b>269</b>
所需软件 .....	269
更新步骤 .....	269
限制访问 .....	269
<b>仪器清洁 .....</b>	<b>270</b>
清理后开机 .....	270
清理无法使用的仪器 .....	270
<b>校准开关 .....</b>	<b>271</b>
检修校准开关 .....	271
开关功能 .....	271
<b>电池更换 .....</b>	<b>272</b>
<b>拆卸 .....</b>	<b>274</b>
静电释放 (ESD) 预防措施 .....	274
所需工具 .....	274
盖板拆卸 .....	274
控制板拆卸 .....	275
星座板拆卸 .....	275
<b>索引 .....</b>	<b>277</b>



## 法律和安全信息

### 法律声明

### 安全和法规符号

### 安全声明

## 法律声明

© 版权所有是德科技 2020, 2021  
2021 年 10 月, 第 3 版  
手册 部件号 PV8900-90901

根据美国和国际版权法, 未经是德科技事先许可和书面同意, 不得以任何形式或通过任何方法 (包括电子存储和检索以及翻译成其他语言) 复制本手册的任何部分。

本文档中的术语“主”和“从”已替换为“主要”和“辅助”。

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

## 软件

此产品使用 Microsoft Windows CE。是德科技强烈建议所有基于 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。

## 许可证文件

来自 gifencode C 源代码 :

\* Code drawn from ppmtogif.c, from the pbmplus package Based on GIFENCOD  
\* by David Rowley <mgardi@watdscu.waterloo.edu>.A Lempel-Zim  
\* compression based on "compress".Modified by Marcel Wijkstra  
\* <wijkstra@fwi.uva.nl> Copyright (C) 1989 by Jef Poskanzer.如果  
\* 在所有副本中都载有上述版权声明,  
\* 而且在支持文档中同时载有上述版权声明和  
\* 本许可声明, 则在此授予出于任何目的免费  
\* 使用、复制、修改和分发该软件及其  
\* 文档的权限。本软件“按原样”提供, 不作任何  
\* 明示或暗示的担保。Graphics Interchange Format(c) 是  
\* CompuServe Incorporated 的版权财产。GIF(sm) 是  
\* CompuServe Incorporated 的服务商标财产。

## 担保

本档所含资料“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，是德科技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。是德科技对与提供、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。如果是德科技与用户之间单独签定的协议中的担保条款涉及本档中的内容，并且与本档中的条款相抵触，则应以单独协议中的担保条款为准。

## 认证

是德科技保证本产品出厂时符合其发布的规格。是德科技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

## 美国政府的权利

本软件为《联邦采购条例》(“FAR”)2.101中定义的“商业计算机软件”。根据 FAR 12.212 和 27.405-3 以及《国防部 FAR 补充条例》(“DFARS”)227.7202 的规定，美国政府根据与按惯例向公众提供本软件相同的条款购买商业计算机软件。因此，是德科技根据其标准商业许可证向美国政府客户提供本软件，该许可证体现在其最终用户许可协议 (EULA) 中，协议副本可在 [www.keysight.com/find/sweula](http://www.keysight.com/find/sweula) 中找到。EULA 中规定的许可代表美国政府使用、修改、分发或披露本软件的专属权力。此外，EULA 及其中规定的许可不要求或允许是德科技：(1) 提供按惯例并未向公众提供的与商业计算机软件或商业计算机软件文档相关的技术信息；或 (2) 超出按惯例向公众提供的商业计算机软件或商业计算机软件文档使用、修改、复制、发布、执行、显示或披露权利，向政府让与或以任何其他方式向政府提供额外权利。除 EULA 中规定的要求外，任何其他政府要求均不适用，所有商业计算机软件提供商根据 FAR 和 DFARS 明确要求提供这些条款、权利或许可，并在 EULA 中的其他地方以书面形式明确规定这些条款、权利或许可的除外。是德科技没有义务更新、修订或以其他方式修改本软件。对于 FAR 2.101 中定义的任何技术数据，根据 FAR 12.211 和 27.404.2 以及 DFARS 227.7102，美国政府获得的权利不超过 FAR 27.401 或 DFAR 227.7103-5 (c) 中定义的、适用于任何技术数据的有限权利。

## 废弃电子电气设备 (WEEE) 指令 2012/19/EU

以下画叉的带轮垃圾桶图案表示需要按照指令 2012/19/EU 和其他国家立法规定的义务，单独收集废弃电子电气设备 (WEEE)。

请勿作为家庭废弃物处理。请参见

[about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml](http://about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml)，了解您的 Keysight 产品以旧换新选项，以及产品收回说明。



## 安全和法规符号

**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”声明状况之前，不要继续下一步。

**小心**

“小心”声明表示存在危险。它提请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，则可能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“小心”声明状况之前，不要继续下一步。



直流电



交流电

## 法律和安全信息



框架或机壳端子



待机电源。当开关关闭时，设备未与交流电源完全断开连接。



**警告** 电击危险



**警告** 参见随附的文档



接地端



CE 标志是欧盟的注册商标。

CAN IECS/NMB-001(A) 表示符合加拿大引起干扰设备标准。

ISM GRP 1-A 表示仪器属于“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)



ETL 标志是 Intertek 的注册商标。此文本表示产品符合加拿大引起干扰设备标准 (ICES-001)。



RCM 标志是澳大利亚通讯媒体管理局的注册商标。



表示已通过 United Kingdom Conformity Assessed 认证。



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。



遵从韩国 A 类 EMC 标准的声明

此设备已通过遵从性评估，可用于商业环境。在家居环境中使用此设备可能会造成无线电干扰。此 EMC 声明仅适用于在商业环境中使用的设备。

### 사용자안내문

이 기기는 업무용 환경에서 사용할 목적으로 적합성평가를 받은 기기로서 가정용 환경에서 사용하는 경우 전파간섭의 우려가 있습니다.

※ 사용자 안내문은 "업무용 방송통신기자재"에만 적용한다.

## 安全声明

在操作此仪器的各个阶段，都必须遵循以下一般安全预防措施。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。是德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。

本设备用于工业用途，设备操作员必须遵守所有适用的安全法规，还必须遵守本手册中的警告和安全声明以及所有相关的安全说明、事故预防措施和环境保护法规。尤其是，设备操作员：

- 必须熟知相关的安全要求。
- 必须在使用设备之前阅读并理解本操作手册。
- 必须使用指定的和推荐的安全设备。

## 警告

## 一般原则

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

## 警告

## 环境条件

切勿在技术指标的“环境特征”中所述的指定环境条件以外使用仪器。

## 警告

## 大重量

操作不当，可能会伤到手脚。为避免造成人身伤害和仪器损坏，请始终使用结实的推车或其他合适的设备移动仪器。不要独自一人抬起仪器，一定要两个人一起抬。



## 警告

## 电击危险 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）导线或断开接地保护端子的连接将导致潜在电击危险，从而可能造成人身伤害或死亡。

## 警告

## 接通电源前

确认已采取了所有的安全措施。所有连接必须在关闭设备电源的情况下进行，并且所有连接必须由熟悉相关危险的合格人员执行。操作不正确可能会导致致命伤害和设备损坏。请留意“安全符号”下的仪器外部标识。

## 警告

电击危险，致命电压 - 许多型号产生的输出电压可高达 2,000 VDC！请确保使用高压电线的的所有仪表连接、负载接线，以及负载和感测连接保持绝缘。必须连接提供的安全罩，以免意外接触致命电压。

## 警告

电击危险 关闭设备后，千万不要立即触摸电缆或连接。根据型号的不同，在设备关闭后输出端子处的致命电压会保持几秒钟时间。确保在触摸输出端子或感测端子之前，它们不存在危险电压。

## 警告

## 外部能量来源产生的电击危险。

由于仪器可以作为负载来灌入电流，因此即使关闭设备，外部能量来源（如电池）产生的危险电压也可能出现在输出端子上。在触摸输出端子或感测端子之前，必须断开与外部能量来源的连接。

## 警告

## 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。

**警告**

**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。

---

**警告**

**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。请将产品返回是德科技销售和服务办事处接受服务和维修以确保保持其安全特性。

---

**警告**

**熔断器**

本仪器包含一个用户无法接触到的内部熔断器。

---

**警告**

**清洁**

为防电击，请始终在清洁之前断开交流电源。请使用干布或稍稍沾湿的软布清洁机箱外表面。切勿使用清洁剂或化学溶剂。切勿尝试清洗机箱内部。

---

**警告**

**出现损坏时**

仪器一旦出现不正常运行、损坏或故障迹象，应立即停止操作并防止误操作。请等待合格的维修人员进行修理。

---



# 1

## 快速参考

[法律和安全信息](#)

[仪器简介](#)

[前面板菜单参考](#)

[命令快速参考](#)

[型号特性和选件](#)

[规格和特征](#)

本文档包含 Keysight 光伏阵列模拟器 (PVS) 系列的用户、维修和编程信息。

### 说明文档、固件和技术支持

您可以访问以下网址下载本文档的最新版  
本：[www.keysight.com/find/RPSPV-doc](http://www.keysight.com/find/RPSPV-doc)。

您可以访问以下网址下载本文档的最新版  
本：[www.keysight.com/find/PV8900-doc](http://www.keysight.com/find/PV8900-doc)。

有关最新固件版本，请转到[固件更新](#)。

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，请联系是德科技。

### 联系是德科技

有关是德科技世界各地办事处的联系信息，请使用  
[www.keysight.com/find/assist](http://www.keysight.com/find/assist)，或联系您的是德科技代表。

## 仪器简介

[光伏阵列模拟器概览](#)

[前面板概览](#)

[后面板概览](#)

[前面板显示屏概览](#)

[前面板键概览](#)

## 光伏阵列模拟器概览

Keysight 光伏阵列模拟器 (PVS) 系列包括 3U 和 5U 机架安装式直流电源，具有专为自动测试系统优化的性能和功能。输出和系统特性如下所述。[型号和选件](#)一节会说明适用于特定型号的特性。

### 输出特性

- 为整个范围的输出电压和电流提供完全的编程功能
- 自动调整量程输出功能有助于提高灵活性
- 输出可在电压优先、电流优先或光伏 (SAS) 模式下运行
- 快速执行上下编程
- 输出电阻编程
- 可编程任意波形与输出列表功能
- 打开/关闭延迟允许在多台设备上对输出的打开/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、过电流和过温功能
- 固态输出断开开关可实现快速保护和平稳的打开/关闭转换
- 单象限操作提供电流寻源和有限的灌入功能
- 额定功率为 20 kW 和 30 kW 的型号

### 测量特性

- 5.12 微秒采样率
- 实时功率测量
- 安倍-小时和瓦特-小时测量
- 数字化测量功能



## 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
- 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 1.5 LXI 设备规格 2016, 包括内置 Web 服务器
- SCPI( 可编程仪器的标准命令) 兼容性
- 主要/辅助功能允许通过一台设备控制并显示复合输出

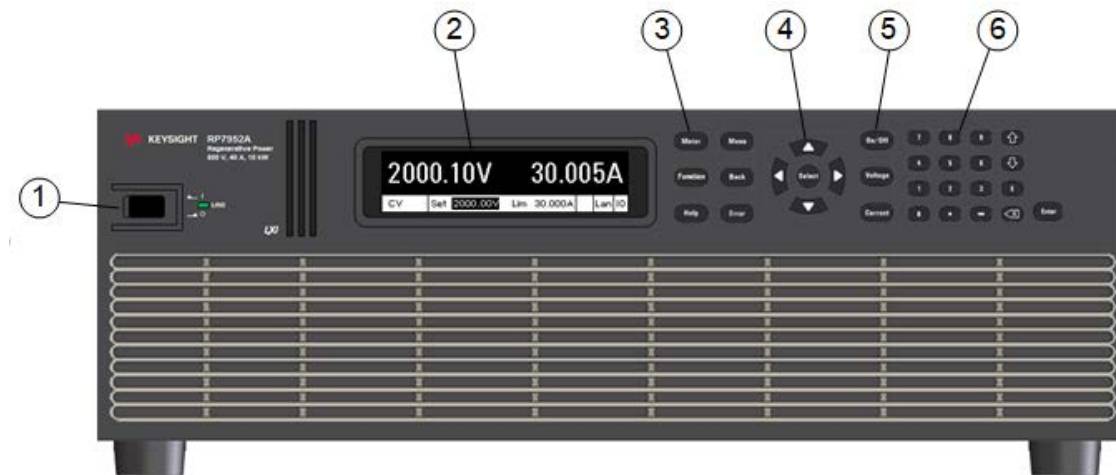
## 再生操作

无论 PVS 是通过输出进行向下编程, 此设备均会将剩余电量重新导回交流电源中。您无法禁用再生操作。

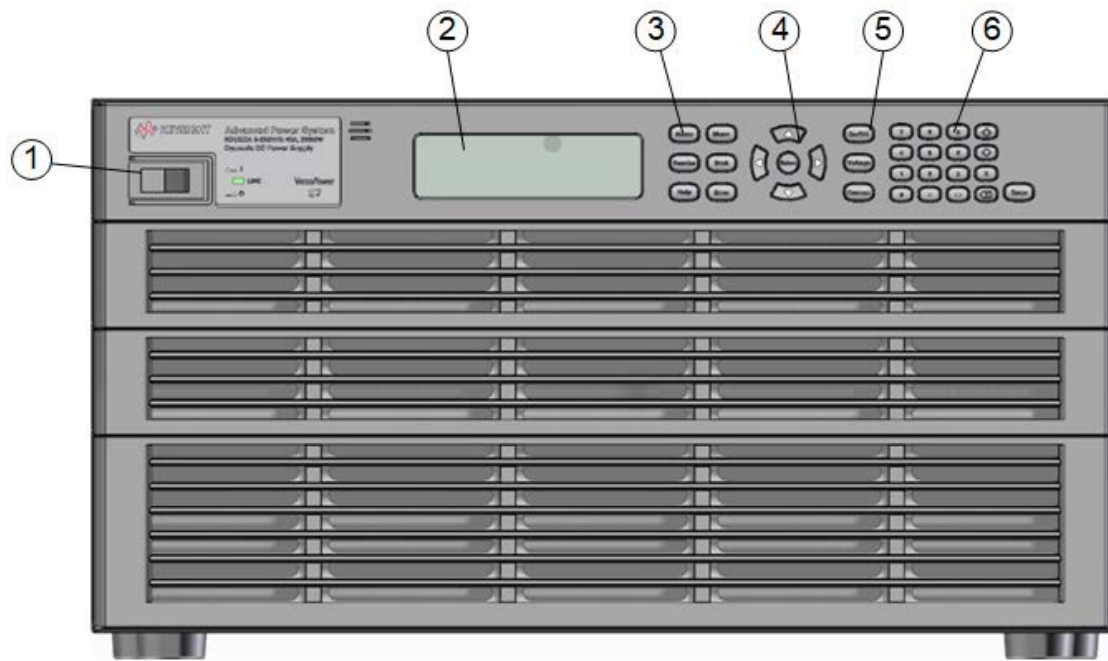
当系统感测到交流电源电压断线, 电流继电器将交流电源断开连接, 设备关闭。为了保护被测设备, PVS 提供“防孤岛效应”检测技术, 可在再生电量返回电网之前感测电网是否已通电。

有关设备关闭和重启的更多信息, 请参见 [交流电源注意事项](#)。

## 前面板概览

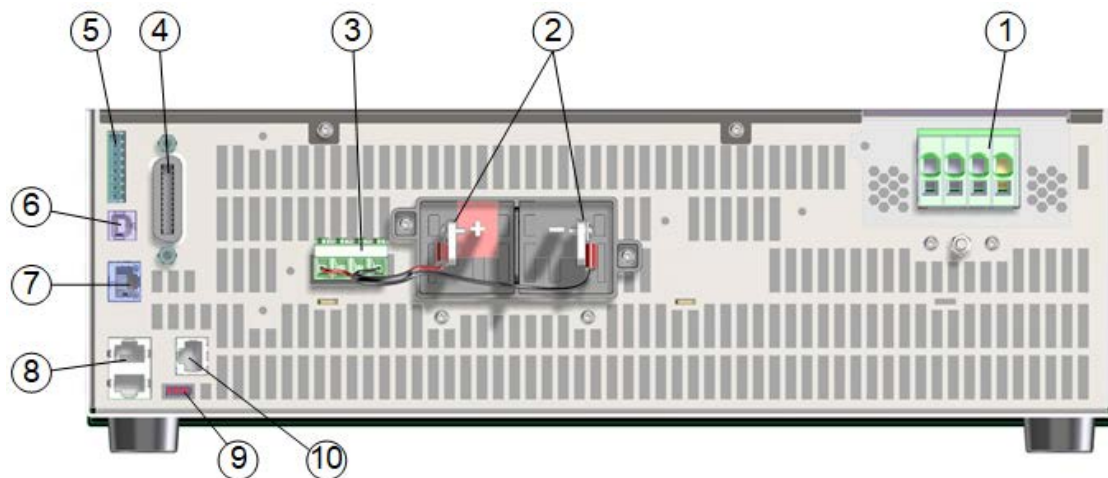


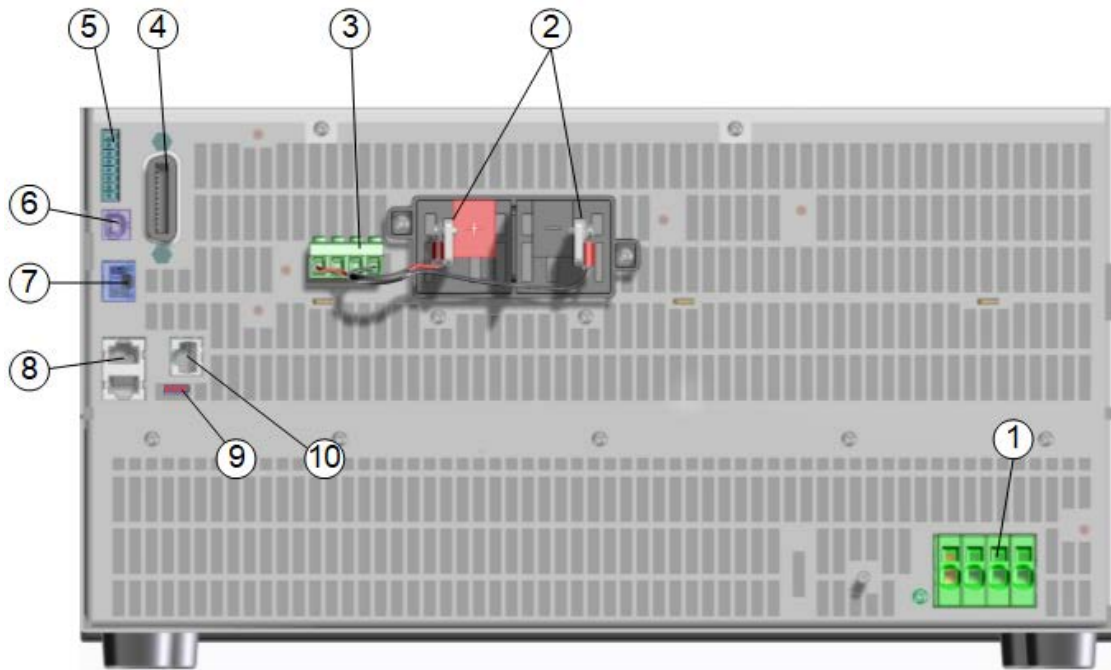
## 1 快速参考



1. **开关和 LED 指示灯** - LED 可以指示电源已打开。绿灯指示运行正常。橙色指示显示屏处于屏幕保护模式。
2. **显示屏** - 1 小时不工作后将关闭。按任意键可恢复显示。
3. **系统键** - 选择测量功能。访问前面板命令、帮助和错误菜单。
4. **导航键** - 将光标移到菜单项。选择突出显示的菜单项。
5. **输出键** - 打开或关闭输出。输入电压或电流。
6. **数字输入键** - 输入数值。箭头键用于增大或减小数字设置。

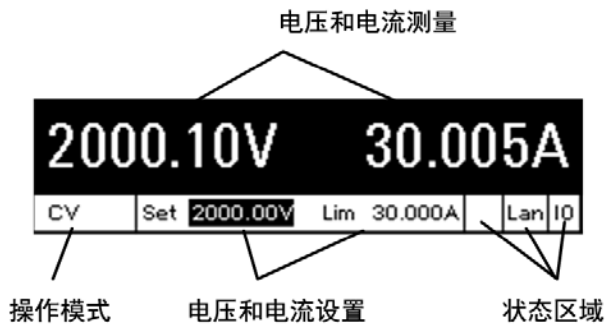
## 后面板概览





1. **交流输入** - 三相交流输入。需要三相( L1、L2、L3) 和中性连接。用于接地连接的机壳接地螺栓位于连接器下方。交流输入是双向输入。
2. **直流输出** - 正输出端子和负输出端子。
3. **感测** - 远程感测端子 - 连接以实现本地感测。
4. **GPIB** - GPIB 接口连接器。
5. **数字 IO** - 数字 IO 连接器。用户可对引脚进行配置。
6. **USB** - USB 接口连接器。
7. **LAN** - 10/100/1000 Base-T 左侧 LED 指示活动状态。右侧 LED 指示链路的完整性。
8. **主要/辅助设备** - 适用于组合并联设备的连接器。
9. **端接开关** - 指定主要/辅助设备端接类型。
10. **安全断开** - 不适用。

## 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

---

**操作模式** 指示以下情况之一：

- OFF = 输出关闭
- CV = 输出处于恒定电压模式下
- CC = 输出处于恒定电流模式下
- Unr = 输出未调节
- IPK+/- = 输出处于正峰值电流或负峰值电流限值模式下
- VL+/- = 输出处于正电压或负电压限值模式下
- CL+/- = 输出处于正电流或负电流限值模式下
- T-on = 输出正在打开
- T-off = 输出正在关闭
- OV+/- = 输出被正或负过电压保护禁用
- OP+/- = 输出被正或负过功率限制禁用
- OC = 输出被过电流保护禁用
- OT = 输出被过温保护禁用
- PF = 输出被电源故障条件禁用
- Inh = 输出被外部抑制信号禁用
- Prot = 输出被另一台设备上的保护条件禁用
- EDP = 输出被过度输出动态保护禁用
- CSF = 发生电流共享故障
- PSP = 发生主要/辅助设备保护
- UV = 输出被欠电压保护禁用
- LOV+/- = 输出电压已超出正或负内部限值
- DOV+/- = DUT 施加电压已超出正电压或负电压限值
- OCF+/- = 已超出正或负内部电流限值，可能是由于 DUT 施加电压已超出正电压或负电压限值

---

**电压和电流设置** 显示已编程的电压和电流。这些设置可能会与实际的输出电压或电流不匹配。例如，在 CV 模式下，可将电流限值设置为 1 A，但实际输出电流必须小于 1 A，这样输出才能保持在 CV 模式。如果达到电流限值，输出将不再处于 CV 模式，而是处于电流限制模式。这种情况下，实际输出电压将低于电压设置。

---

**状态区域** 表示以下远程接口活动：

- Err = 发生错误（按 Error 键显示错误消息）
- Lan = 已连接并配置 LAN
- IO = 其中一个远程接口上出现活动

---

## 前面板键概览



On/Off 开关用于打开或关闭设备。LED 指示电源已经打开。**绿灯**指示运行正常。**黄灯**指示显示屏处于屏幕保护模式。LED 也在启动过程中亮起。按任意键退出屏幕保护模式。



“系统”键用于访问以下前面板仪表和命令菜单：

Meter 可以将显示屏返回到测量模式。还可在电压、电流和功率的测量值之间切换。

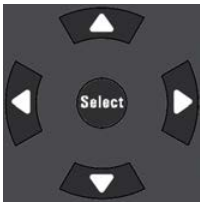
Menu 可访问命令菜单。

Function 键是为将来使用保留的。

Back 将退出菜单而不激活任何更改。

Help 访问关于显示的菜单控件的信息。

Error 可以显示错误队列中的所有错误消息。显示错误将清除错误队列。



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 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。



输出键功能如下：

On/Off 可控制输出。

Voltage 可以更改电压设置。

Current 可以更改电流设置。



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。

Backspace 键可删除退格时经过的数字。

Enter 键可输入值。如果在退出字段时不按 Enter 键，则该值将被忽略。

**注意**

按 Help 键以获取上下文相关帮助。

## 前面板菜单参考

按 **Menu** 键访问前面板菜单。有关简要教程，请参见 [使用前面板菜单](#)。如果菜单项灰显，则对于正在编程的模式来说，此项不可用。

影响菜单项的模式示例包括固定、SAS 和主要/辅助设备功能。

一级菜单	二级菜单	三四级菜单	说明	
Output	Voltage		对输出电压或电压限值进行编程	
	Current		对输出电流或电流限值进行编程	
	Mode		对电压或电流优先模式和 SAS 操作模式进行编程	
	SAS	Curve	Shape	指定曲线形状：空间或地面
			Settings	对 SAS 曲线参数进行编程：Imp、Isc、Vmp 和 Voc
		Table	激活其中一个已加载的表	
		Scale	为电流和电压曲线选择比例因子	
		Bandwidth	对 SAS 带宽进行编程	
		Sequence	Delay	对输出开/关延迟进行编程
			Couple	配置输出状态耦合
	Advanced	Slew	Current	对输出电流转换率进行编程
			Voltage	对输出电压转换率进行编程
		Resistance	对输出电阻进行编程	
		Bandwidth	Current	对电流带宽进行编程
Voltage			对电压带宽进行编程	
Tmode		对输出打开/关闭模式进行编程		
Measure	Sweep		配置测量采样	
	Window		选择测量窗口	
	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	
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	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	

一级菜单	二级菜单	三四级菜单	说明
		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	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		指定瞬变和 CD 任意波形触发源
	Control		启动、触发和终止瞬变；显示触发状态
<b>Protect</b>	OVP		配置过电压保护设置
	UVP		配置欠电压保护设置
	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
	Clear		清除输出保护条件并显示输出状态
<b>States</b>	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
<b>System</b>	IO	LAN	Settings 查看当前活动的网络设置
			Modify 修改网络配置 ( IP、名称、DNS、mDNS、服务)
			Apply 应用配置更改并重启设备
			Cancel 取消配置更改
			Reset 执行 LAN 设置的 LXI LCI 重置并重新启动
			Defaults 将网络重置为出厂默认设置并重启
		USB	显示 USB 标识字符串
		GPIB	显示或更改 GPIB 地址
		DigPort	Pins 配置单独的数字端口引脚
			Data 将数据读取/写入到数字端口
	Groups	Function	指定主要/辅助设备功能
		Primary	发现并将主要设备连接到辅助设备

## 1 快速参考

一级菜单	二级菜单	三四级菜单	说明
		Secondary	指定辅助设备地址
	Preferences	Clock	设置系统时钟
		Display	配置屏幕保护程序和启动仪表视图
		Lock	使用密码锁定前面板键
	Admin	Login	输入密码以访问管理功能
		Cal	Vprog 校准电压设定
			Curr 校准电流编程和测量
			Misc 校准 CurrTC
			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 USB、GPIB 和 LAN 服务
		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
		Password	更改管理密码
	About		显示型号、选件、序列号和固件版本



## 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。请参见 SCPI [语法惯例](#)。

### ABORT

:ACQuire	取消任何触发的测量。
:ELOG	停止外部数据记录。
:TRANsient	取消任何瞬变或任意波形。

### CALibrate

:COUNt?	返回已校准设备的次数。
:CURRent	
[:LEVel] <值>	校准电流编程和测量。
: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。
: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。

### DISPlay

[:WINDow]	
[:STATe] 0 OFF 1 ON	打开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。
:SAVer	
[:STATe] 0 OFF 1 ON	打开或关闭前面板屏幕保护程序。

### FETCh

[:SCALar]	
:CURRent	
[:DC]? [<start_index>, <points>]	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
:MINimum?	返回最小值
:POWer	
[:DC]?	返回平均测量。
:MAXimum?	返回最大值
:MINimum?	返回最小值

## 1 快速参考

:VOLTage	
[:DC]? [<start_index>, <points>]	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
:MINimum?	返回最小值
:AHOu? [IGNORE_OVLD]	返回累积的安培-小时值。
:ARRAY	
:CURRent	
[:DC]? [<start_index>, <points>]	返回瞬时测量。
:POWer	
[:DC]? [<start_index>, <points>]	返回瞬时测量。
:VOLTage	
[:DC]? [<start_index>, <points>]	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。
:WHOu? [IGNORE_OVLD]	返回累积的瓦特-小时值。

### 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

:SDUMp	
:DATA? [BMP GIF PNG]	返回前面板显示屏的图像。
: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。
*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 返回到输出缓冲区。
*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**

[:IMMediate]	
:ACQuire	启动测量触发系统。
:ELOG	启动外部数据记录。
:TRANsient	启动瞬变触发系统。
:CONTinuous	
:TRANsient Q OFF 1 ON	持续启动瞬变触发系统。

**INSTrument**

:GROup	
:FUNCTion PRIMary SECOndary NONE	设置主要/辅助设备功能
:PRIMary	
:CONNect	
[:STATe] Q OFF 1 ON	将主要设备连接到先前发现的辅助设备
:DELay <延迟>	指定开机后自动连接延迟
:MODE AUTO MANual	开机时自动连接或通过命令连接
:DISCover	发现总线连接的主要设备
:RESet	重置主要设备配置
:SECOndary	
:ADDRess <总线地址>	设置辅助设备总线地址

**LXI**

:IDENtify	
[:STATe] Q OFF 1 ON	打开或关闭前面板 LXI 标识指示灯。
:MDNS	
[:STATe] Q OFF 1 ON	设置 MDNS 状态

**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。
:MAXimum?	进行测量；返回最大功率。
:MINimum?	进行测量；返回最小功率。
:VOLTagE	
[:DC]?	进行测量；返回平均电压。
:ACDC?	进行测量；返回 RMS 电压 (AC + DC)。

## 1 快速参考

: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。
:VOLTag[:DC]?	进行测量；返回瞬时电压。

## 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>	设置延迟偏移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。
: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。
:TMODE	
:COUPle 0 OFF 1 ON	耦合打开和关闭设置。
[:OFF] LOWZ HIGHZ	选择输出关闭模式。
:ON LOWZ HIGHZ	选择输出打开模式。
:INHibit	
:MODE LATChing LIVE OFF	设置远程抑制数字针脚的操作模式。
:PON	
:STATe RST RCL0	设置输出开机状态。
:PROTection	
:CLEar	复位锁定保护。
:TEMPerature	
:MARGin?	在出现温度过热提示之前返回剩余余量。
: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。

## SENSe

:AHOuR	
:RESet	将安培-小时或瓦特-小时测量值重置为零。
:ELOG	
:FUNction	
:CURRent 0 OFF 1 ON	启用/禁用外部电流记录功能。
:MINMax 0 OFF 1 ON	启用/禁用外部最大值/最小值电流记录功能。
:VOLTag 0 OFF 1 ON	启用/禁用外部电压记录功能。
:MINMax 0 OFF 1 ON	启用/禁用外部最大值/最小值电压记录功能。

:PERiod <值>	设置外部数据记录积分时间。
:FUNction	
:CURRent 0 OFF 1 ON	启用/禁用电流测量。
:VOLTage 0 OFF 1 ON	启用/禁用电压测量。
: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。
:WHOUr	
:RESet	重置累积的瓦特-小时测量。
:WINDow	
[:TYPE] HANNing RECTangular	选择测量窗口。
[SOURce:]	
<b>ARB</b>	
:COUnT <值> INFinity	指定任意波形的重复次数。
:CURRent	
:CDWell	
[:LEVel] <值>[,<值>]<数据块>	指定任意波形中每个点的电平。
:DWELL <值>	指定任意波形中每个点的驻留时间。
:POINts?	返回任意波形中的点数。
:FUNction	
:TYPE CURRent VOLTage	指定电压或电流任意波形。
:TERMinate	
:LAST 0 OFF 1 ON	选择任意波形结束后的输出设置。
:VOLTage	
:CDWell	
[:LEVel] <值>[,<值>]<数据块>	指定任意波形中每个点的电平。
:DWELL <值>	指定任意波形中每个点的驻留时间。
:POINts?	返回任意波形中的点数。
[SOURce:]	
<b>CURRent</b>	
[:LEVel]	
[:IMMediate]	
[:AMPLitude] <值>	设置在电流优先模式下的输出电流。
:TRIGgered	
[:AMPLitude] <值>	设置已触发的输出电流。
:BWIDth	
:LEVel 0, <值>	设置补偿频率。
:LIMit	
[:POSitive]	

## 1 快速参考

[IMMediate]	
[:AMPLitude] <值>	设置在电压优先模式下的电流限值。
:NEGative	
[:IMMediate]	
[:AMPLitude] <值>	设置在电压优先模式下的电流限值。
: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。
:SLEW	
[:IMMediate] <值> INFinity	设置电流转换率。
:MAXimum 0 OFF 1 ON	启用或禁用最大转换率覆盖。

[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 <功能>	设置引脚功能。DIO DINPut FAULt INHibit ONCouple OFFCouple  TOUTput TINPut
:POLarity POSitive NEGative	设置引脚极性。
:TOUtput	
:BUS	
[:ENABLE] 0 OFF 1 ON	禁用或启用数字端口引脚上的 BUS 触发。

[SOURce:]

### FUNcTION CURRent|VOLTage

设置输出调整 - 电压优先或电流优先。

[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?	返回电流点的数目。
:DWELL <值>{,<值>}	指定每个列表阶跃值的驻留时间。
:POINts?	返回驻留点的数目。
:STEP ONCE AUTO	指定“触发”或“驻留”间隔。
: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 BOST 点的数目。

:EOSTep  
[:DATA] <布尔值>{,<布尔值>} 在阶跃结束点生成触发  
:POINts? 返回 EOST 点的数目。

:VOLTage  
[:LEVel] <值>{,<值>} 指定每个列表阶跃值的设置。  
:POINts? 返回电压点的数目。

[SOURce:]

**POWer**

:LIMit? 返回仪器的输出功率限值

[SOURce:]

**SASimulator**

:ACTive  
:MPP  
:CURRent? 返回最大功率点的电流。  
:POWer? 返回最大功率点。  
:VOLTage? 返回最大功率点的电压。

:BWIDth  
:RANGe 0|1 设置 SAS 补偿。

:CURve  
:IMP <值> 设置曲线最大功率点的电流。  
:ISC <值> 设置短路电流。  
:SHAPE SPACe|TERRestrial 设置曲线形状。  
:VMP <值> 设置曲线最大功率点的电压。  
:VOC <值> 设置开路电压。

:MODE FIXed|CURVe|TABLe 设置仪器的操作模式。

:SCALe  
:CURRent <值> 为 SAS 和 Table 模式中的曲线选择比例因子。  
:VOLTage <值> 为 SAS 和 Table 模式中的曲线选择比例因子。

:TABLe  
:ACTivate 1|2 使用 MEMory 命令加载并运行创建的表。  
:SElect 1|2 运行已加载的两个表中的一个。  
:UPDate 1|2 更新表。

:TABLe[1|2]  
:CURRent  
[:AMPLitude] <值>{,<值>} 对 Table 模式中的电流点列表进行编程。  
:POINts? 返回电流表中电流点的数目。  
:VOLTage  
[:AMPLitude] <值>{,<值>} 对 Table 模式中的电压点列表进行编程。  
:POINts? 返回电压表中电流点的数目。

## 1 快速参考

[SOURce:]

### STEP

:TOUTput 0|OFF|1|ON 指定在发生瞬变阶跃时是否生成触发。

[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

:LEVel 0|1|2, <值> 设置补偿频率。

:RANGe 0|1|2 设置电压补偿范围。

:LIMit

[:POSitive]

[:IMMediate]

[:AMPLitude] <值> 设置在电流优先模式下的电压限值。

:LOW <值> 设置低电压限值。

:STATe 0|OFF|1|ON 启用或禁用低电压限值。

:MODE FIXed|STEP|LIST|ARB 设置瞬变模式。

:PROTection

[:LEVel] <值> 设置过电压保护级别。

:LOW

[:LEVel] <值> 设置低电压保护级别。

:DELay <值> 设置低电压保护延迟。

:STATe 0|OFF|1|ON 启用或禁用低电压保护。

: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编程。

:SLEW

[:IMMediate] <值>|INFinity 设置电压转换率。

:MAXimum 0|OFF|1|ON 启用或禁用最大转换率覆盖。

### STATus

:OPERation

[:EVENT]? 查询操作事件寄存器。

:CONDition? 查询操作条件寄存器。

:ENABle <值> 设置操作使能寄存器。

:NTRansiton <值> 设置 Negative 跃迁过滤器。

:PTRansiton <值> 设置 Positive 跃迁过滤器。

:PRESet 预设所有的 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>	设置可疑使能寄存器。
:NTRansiton <值>	设置 Negative 跃迁过滤器。
:PTRansiton <值>	设置 Positive 跃迁过滤器。

## SYSTem

: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。
:PASSword	
:FPANel	
:RESet	将前面板锁定密码重置为零。
:REBoot	将仪器重启为开机状态。
:SECurity	
:IMMediate	清除所有用户的存储器并重启仪器。
:SET <数据块>	获取并设置仪器状态
: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

:ACQuire	
[:IMMediate]	生成即时触发。
:CURRent	
[:LEVel] <值>	设置输出的触发电平。
:SLOPe	设置信号斜率。
POSitive NEGative	
: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>	设置获取触发源：BUS CURRent1 EXtErnal PIN<1-7> TRANsient1 VOLTage1
:TOUTput	
[:ENABle]	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	设置信号斜率。
POSitive NEGative	
:ARB	
:SOURce <源>	选择任意波形的触发源：BUS EXtErnal IMMediate PIN<1-7>
:ELOG	
[:IMMediate]	生成即时触发。

## 1 快速参考

: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>	选择瞬变触发源：BUS  EXTernal  IMMediate  PIN<1-7>

## 型号特性和选件

### 型号特性

特性	PV8921A	PV8922A	PV8931A	PV8932A
电压、电流和功率额定值	0 到 1500 V 0 到 30 A 20 kW	0 到 2000 V 0 到 30 A 20 kW	0 到 1500 V 0 到 60 A 30 kW	0 到 2000 V 0 到 30 A 30 kW
双象限寻源/灌入操作	30 A 寻源 -3 A 灌入	30 A 寻源 -3 A 灌入	60 A 寻源 -6 A 灌入	30 A 寻源 -3 A 灌入
光伏操作	是	是	是	是
自动调整量程输出	是	是	是	是
三相、380/-480 VAC	是	是	是	是
输出列表	是	是	是	是
任意波形	是	是	是	是
可调整带宽	电压、电流和 PV	电压、电流和 PV	电压、电流和 PV	电压、电流和 PV
主要/辅助设备模式	是	是	是	是
电压和电流编程	是	是	是	是
输出电阻编程	是	是	是	是
电压和电流测量	是	是	是	是
安倍-小时、瓦特-小时 和功率测量	是	是	是	是
阵列读回	是	是	是	是
可调整采样	是	是	是	是
外部数据记录	是	是	是	是
欠电压保护	是	是	是	是
固态输出断开	是	是	是	是

### 选件/附件

选件/附件	说明
UK6 选件	使用测试结果数据进行商业校准
Keysight 1CP108A	带手柄的机架安装套件 - 用于 PV8921A、PV8922A
Keysight 1CP120A	带手柄的机架安装套件 - 用于 PV8931A、PV8932A
Keysight RP7908A	适用于 Keysight 机架或类似设计的机架导轨
Keysight <b>DG9000</b>	高级/多输入 PV 逆变器测试软件，可用于多达 12 台仪器

## 1 快速参考

# 规格和特征

## 规格

## 补充特征

## 通用特征

## 交流输入效率、功率因数和 THD

## 输出阻抗图

## 电感负载边界用于恒定电流 (CC) 操作

## 电容负载边界用于恒定电压 (CV) 操作

## 测量精度和分辨率

## 过度动态保护

## 输入象限

## 规格

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。规格适用于使用本地感测技术的输出端子。

规格	PV8921A	PV8922A	PV8931A	PV8932A
DC 额定值				
电压源：	0 到 1500 V	0 到 2000 V	0 到 1500 V	0 到 2000 V
电流源和灌入：	0 到 30 A；-3 A	0 到 30 A；-3 A	0 到 60 A；-6 A	0 到 30 A；-3 A
功率：	0 到 20 kW	0 到 20 kW	0 到 30 kW	0 到 30 kW
输出波纹和噪声				
CV 峰值-峰值： <sup>1</sup>	3 V	3 V	2.25 V	3 V
CV 有效值： <sup>2</sup>	400 mV	400 mV	300 mV	400 mV
负载调整				
电压： <sup>3</sup>	100 mV	100 mV	75 mV	100 mV
电流：	4 mA	4 mA	8 mA	4 mA
电压编程和 测量精度： <sup>4</sup>	0.04% + 150 mV	0.04% + 150 mV	0.03% + 100 mV	0.03% + 150 mV
电流编程和 测量精度： <sup>4</sup>	0.03% + 3 mA	0.03% + 3 mA	0.03% + 6 mA	0.03% + 3 mA
瞬变响应 <sup>5</sup>				
恢复时间：	300 μs	300 μs	300 μs	300 μs
稳定带：	15 V	20 V	15 V	20 V

<sup>1</sup> 从 20 Hz 到 20 MHz( -3dB 带宽)，带阻性负载，端子未接地或端子接地

<sup>2</sup> 从 20 Hz 到 10 MHz( -3dB 带宽)，带阻性负载，端子未接地或端子接地

<sup>3</sup> 也适用于远程感测的单位负载导线下降不大于 1 V 时 - 请参见 [导线规格](#) 和 [远程感测连接](#) 了解其他信息。

<sup>4</sup> 值 + 偏移的百分比；预热 30 分钟后，温度为 25°C ± 5°C；测量 NPLC=1；有效期为 1 年，请参见 [校准时间间隔](#)；

单位负载导线下降不大于 1 V 时 - 请参见 [导线规格](#) 了解关于附加负载导线电压下降的信息

<sup>5</sup> 在 Comp0 处，从满负载的 40% 阶跃变化到 90% 以及从 90% 变化到 40% 之后，恢复到稳定带范围内的时间( 40 μs 电流上升和下降时间)

## 补充特征

补充特征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征。除非另有说明，否则，补充特征均代表典型情况。

特征	PV8921A	PV8922A	PV8931A	PV8932A
电压编程				
范围：	+1.5V 到 +1530V	+2V 到 +2040V	+1.5V 到 +1530V	+2V 到 +2040V
分辨率：	20 mV	20 mV	20 mV	20 mV
电流编程				
范围：	0 到 +30.6 A	0 到 +30.6 A	0 到 +61.2 A	0 到 +30.6 A
分辨率：	0.6mA	0.6mA	1.2mA	0.6mA
电阻编程				
范围：	0 到 277 Ω	0 到 277 Ω	0 到 98.6 Ω	0 到 98.6 Ω
分辨率：	2.2 mΩ	2.2 mΩ	0.8 mΩ	0.8 mΩ
精度：	0.06% + 2.2 mΩ	0.06% + 2.2 mΩ	0.05% + 0.8 mΩ	0.05% + 0.8 mΩ
测量量程				
电压：	0 到 1800 V	0 到 2400 V	0 到 1800 V	0 到 2400 V
电流：	-76.5 A 到 +76.5 A	-76.5 A 到 +76.5 A	-153 A 到 153 A	-153 A 到 153 A
编程和测量温度系数 /°C <sup>1</sup>				
电压：	0.002%+14mV	0.002%+14mV	0.002%+7mV	0.002%+7mV
电流：	0.005%+120μA	0.005%+120μA	0.005%+240μA	0.005%+120μA
输出波纹和噪声 ( CC 有效值)：	15mA	15mA	30mA	30mA
共模电流				
有效值：	2.5mA	2.5mA	2.5mA	2.5mA
峰-峰：	30mA	30mA	30mA	30mA
过电压保护				
最大设置：	1800 V	2400 V	1800 V	2400 V
精度：	0.04% + 150 mV	0.04% + 150 mV	0.02% + 150 mV	0.02% + 150 mV
响应时间： <sup>2</sup>	< 30 μs	< 30 μs	< 30 μs	< 30 μs
电压向上编程, comp <sup>03</sup>				
阶跃上升时间 10% 到 90%：	0.2 ms	0.2 ms	0.2 ms	0.2 ms
阶跃稳定时间到 0.1%：	1 ms	1 ms	1 ms	1 ms
电压向上编程, comp <sup>13</sup>				
阶跃上升时间 10% 到 90%：	0.5 ms	0.5 ms	0.5 ms	0.5 ms
阶跃稳定时间到 0.1%：	2.5 ms	2.5 ms	2.5 ms	2.5 ms
电压向上编程, comp <sup>23</sup>				
阶跃上升时间 10% 到 90%：	33 ms	33 ms	33 ms	33 ms
阶跃稳定时间到 0.1%：	110 ms	110 ms	110 ms	110 ms
电压向下编程, 1 μF 电容性负载 <sup>4</sup>				
阶跃下降时间 100% 到 2.5%：	1.5 ms	2 ms	1.5 ms	2 ms
电流向上编程, comp <sup>05</sup>				
阶跃上升时间 10% 到 90%：	100 μs	100 μs	100 μs	100 μs
阶跃稳定时间到 1%：	200 μs	200 μs	200 μs	200 μs
输出打开的延迟时间 <sup>6</sup>				
电压优先 - 高阻抗：	8.1 ms	8.1 ms	8.1 ms	8.1 ms
电压优先 - 低阻抗：	8.1 ms	8.1 ms	8.1 ms	8.1 ms
电流优先：	7.1 ms	7.1 ms	7.1 ms	7.1 ms

## 1 快速参考

特征	PV8921A	PV8922A	PV8931A	PV8932A
最大负载电感： <sup>7</sup>	740 μH	740 μH	320 μH	490 μH
线路调整 电压和电流：	参见注释 <sup>8</sup>	参见注释 <sup>8</sup>	参见注释 <sup>8</sup>	参见注释 <sup>8</sup>
典型泄漏电流 输出已禁用或已从交流电源断开：	1mA	1mA	1mA	1mA
泄漏电阻器 +/- 端子到机箱接地：	68 MΩ	68 MΩ	68 MΩ	68 MΩ

<sup>1</sup> 适用于环境温度高于 30°C 或低于 20°C

<sup>2</sup> 从出现过电压到开始关闭

<sup>3</sup> 无负载和从额定电压的 0.1% 阶跃变化到 100%；带宽频率 = 100 kHz

<sup>4</sup> 1 μF 电容性负载和从额定电压的 100% 阶跃变化到 0.1%；带宽频率 = 100 kHz

<sup>5</sup> 交流短路且阶跃大于额定输出电压的 10%；带宽频率 = 100 kHz

<sup>6</sup> 从接收“输出打开”命令到开始打开输出的时间

<sup>7</sup> **小心** 如果额定电流下的电感超过“最大负载电感”限值，那么设备很容易出现内部损坏

<sup>8</sup> 由于设备中存在预调节电路，因此线路调节不可测量

## 通用特征

通用特征	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( 请参见 <a href="#">典型命令处理时间</a> )
恒定驻留 ARB 点数： 驻留范围： 驻留分辨率：	不超过 65,535 单个驻留设置应用于整个 ARB，从 10.24 微秒到 0.30 秒 值将四舍五入为最接近于 10.24 毫秒增量的数值
计算机接口 LXI 版本： LXI 扩展功能： LAN： USB： GPIB：	1.5 LXI 设备规格 2016 LXI IPv6、LXI HiSLIP、LXI VXI VXI-11 发现和标识 10 Mb、100 Mb、1 Gb LAN USB 2.0( USB-TMC488 协议) 符合 SCPI - 1993、IEEE 488.2 接口标准
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 最大低电平灌入电流 = 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 最大低电平灌入电流 = 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( 在内部连接到机壳接地)

通用特征	所有型号
噪音声明 ( 欧盟机械指令)	噪声排放 操作员位置 LpA 80.92 dB : <sup>1</sup> 旁观人员位置 LpA 75.57 dB 空闲风扇速度 LpA 62.04 标准操作模式( 根据 ISO 7779)
环境	
运行环境 :	室内使用, 安装类别 III, 污染度 2
温度范围 :	0°C 到 55°C( 从 40°C 到 55°C 时, 可用最大连续电流的额定值每度减少 1%) 95% 或更少( 无凝结)
相对湿度 :	最高 2000 米
海拔高度 :	-30 °C 到 70 °C
存放温度 :	
法规合规性	
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 本 ISM 设备符合加拿大的 ICES-001 标准 Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001 du Canada
安全性 :	符合“欧洲低电压管理条例”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 <a href="http://www.keysight.com/go/conformity">http://www.keysight.com/go/conformity</a> , 然后单击“遵从有关标准的声明”。
交流输入	
连接 :	L1、L2、L3、N、PE( 这需要中性连接)
相和范围 :	三相 ; 380-480 VAC 标称, 线间 ±10%
频率 :	50/60 Hz
输入 VA :	20 kW 型号为 23 kVA, 30 kW 型号为 34 kVA
每相输入电流 :	20 kW 型号为 36 A, 30 kW 型号为 52 A
全功率效率 :	90%
功率因数 :	标称输入和额定功率时为 0.99
输出端子绝缘	
适用于 1.5 kV 和 2 kV 设备 :	任一输出端子与任何其他端子或机壳接地间的电压不得超过 ±2000 VDC
标准重量	20 kW 型号为 82 lb(37.3 kg) 30 kW 型号为 126 lb(57.2 kg)
尺寸	请参见 <a href="#">外形示意图</a> 了解详细信息

<sup>1</sup> 目前, 权威机构将高于参考声压 (20 μPa) 80 dBA 的声压级视为阈值, 达到此阈值的声压可能造成危险。采用特殊措施( 如使用保护耳机) 后, 操作人员可承受更高的风险级别。

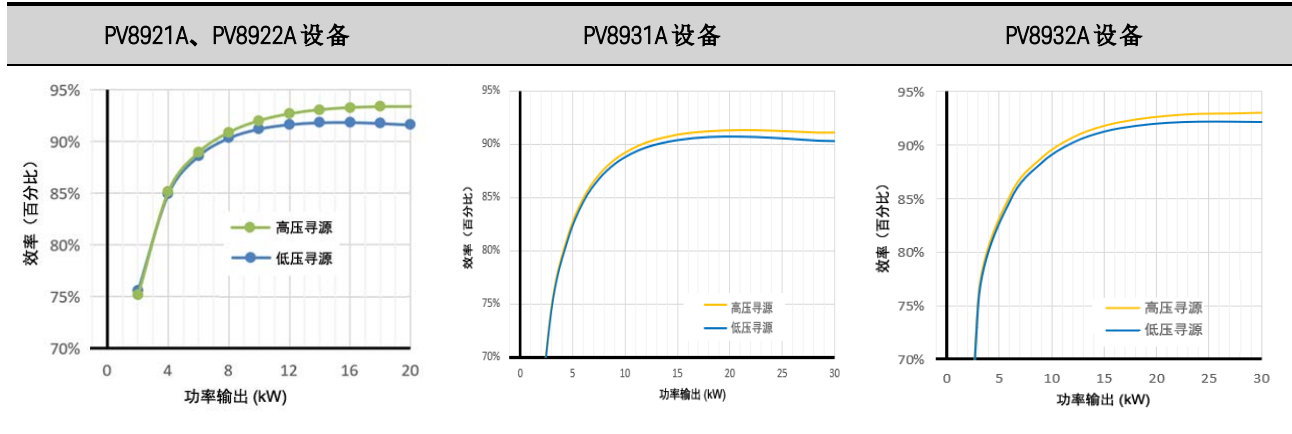
## 1 快速参考

### 交流输入效率、功率因数和 THD

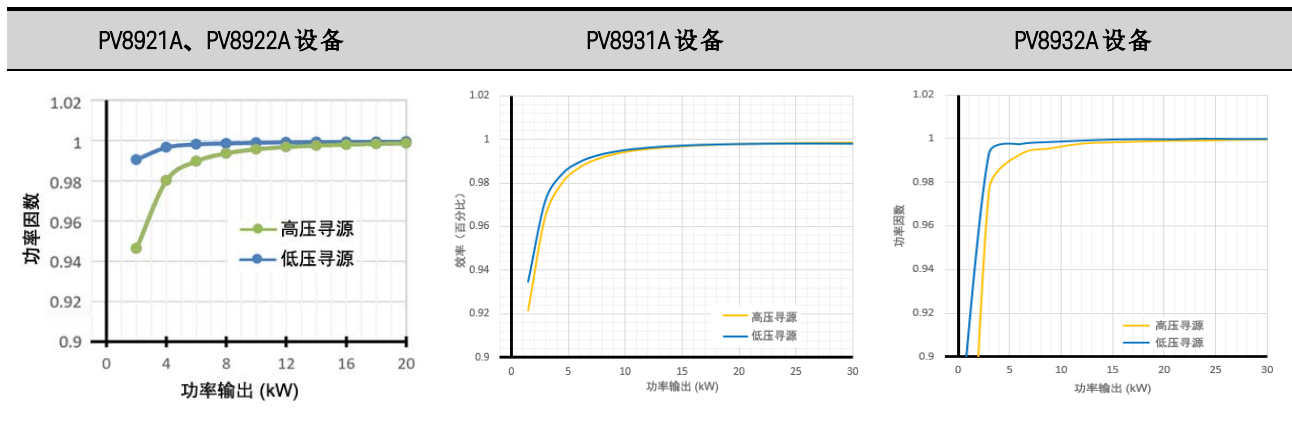
下面的图表提供了关于交流输入效率、功率因数以及整个仪器功率范围的总谐波失真的其他详细信息。

#### 适用于 20 kW 和 30 kW 型号

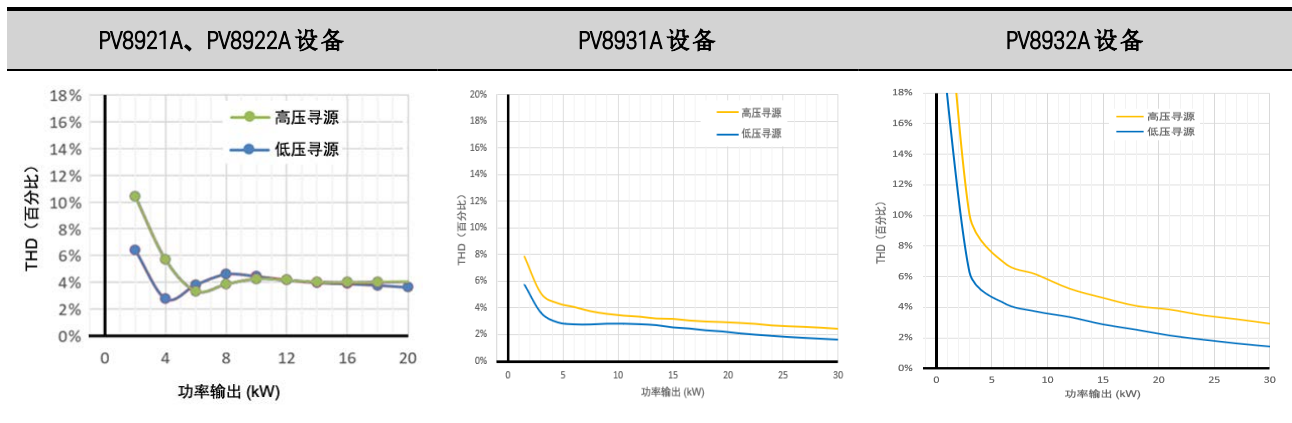
寻源效率( 380V = 低压, 480V = 高压)



功率因数( 380V = 低压, 480V = 高压)



总谐波失真( 380V = 低压, 480V = 高压)

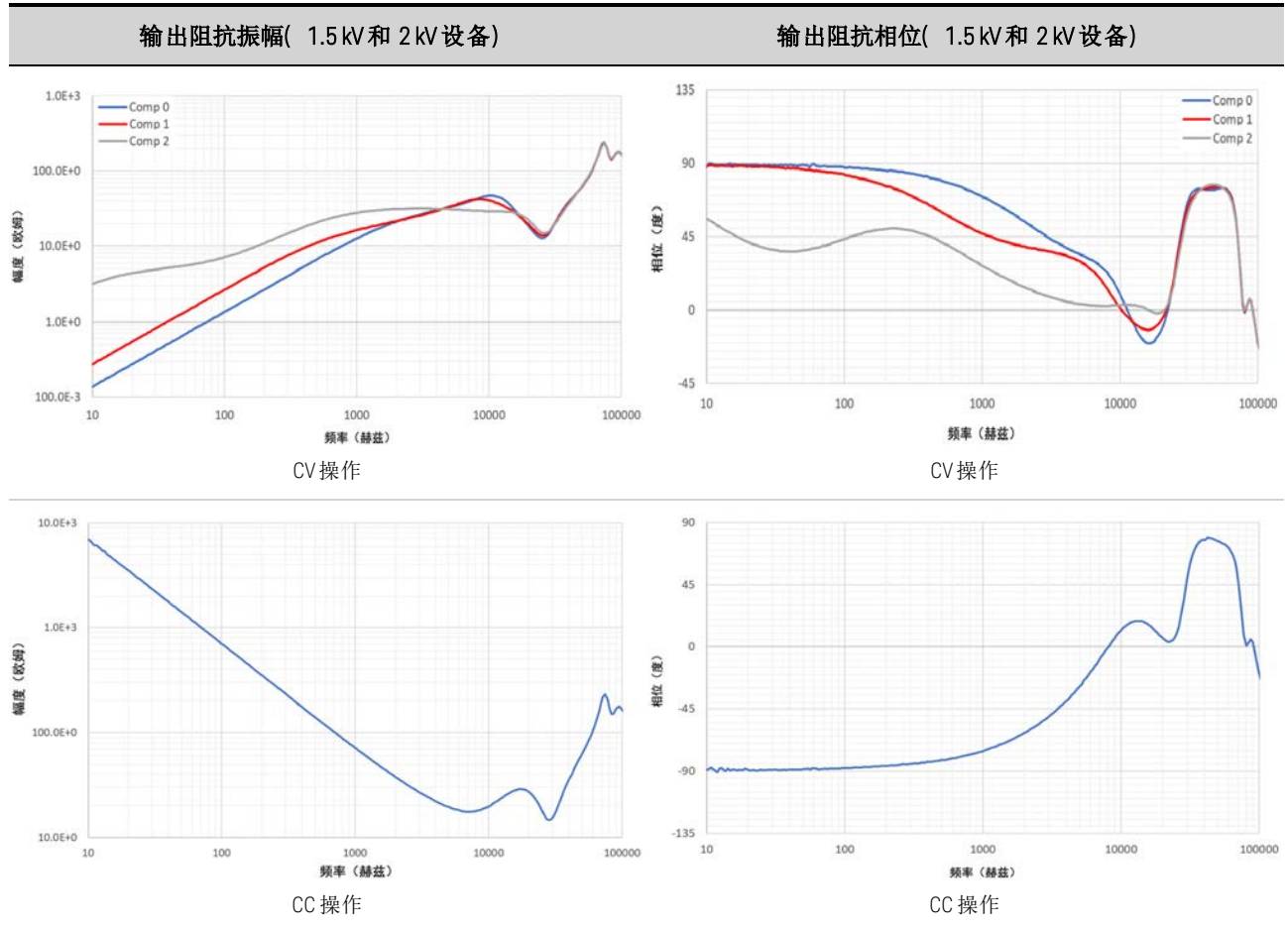




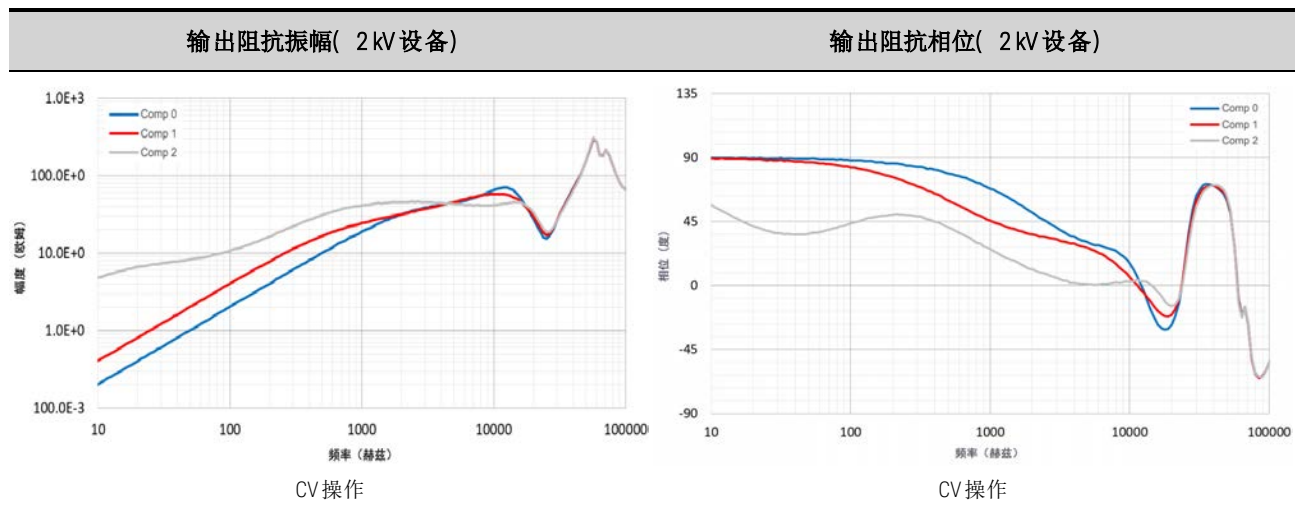
## 输出阻抗图

下图显示了恒定电压 (CV) 操作和恒定电流 (CC) 操作的补偿模式的小信号输出阻抗。

适用于 20 kW 型号 PV8921A、PV8922A

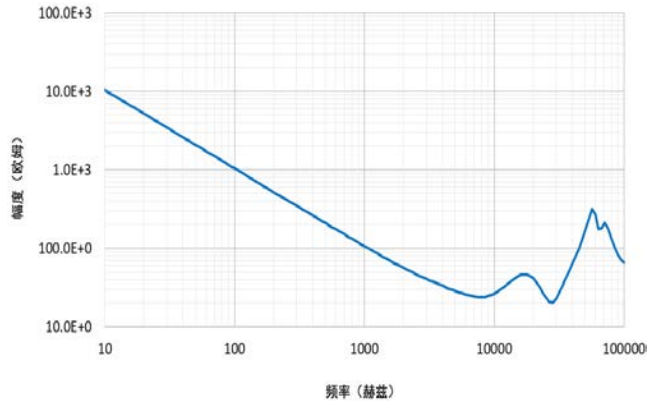


适用于 30 kW 型号 PV8931A、PV8932A

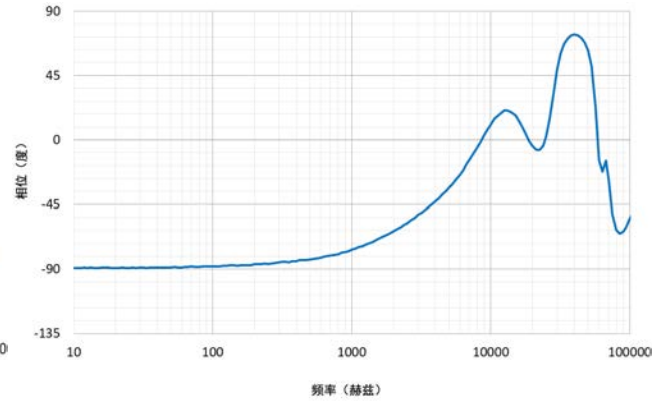


# 1 快速参考

## 输出阻抗振幅( 2 kV 设备)      输出阻抗相位( 2 kV 设备)

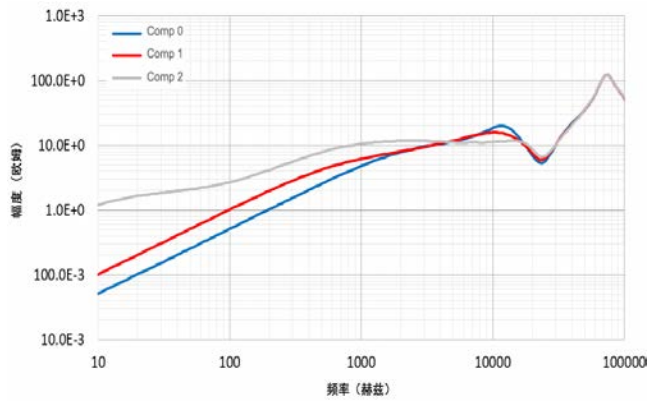


CC 操作

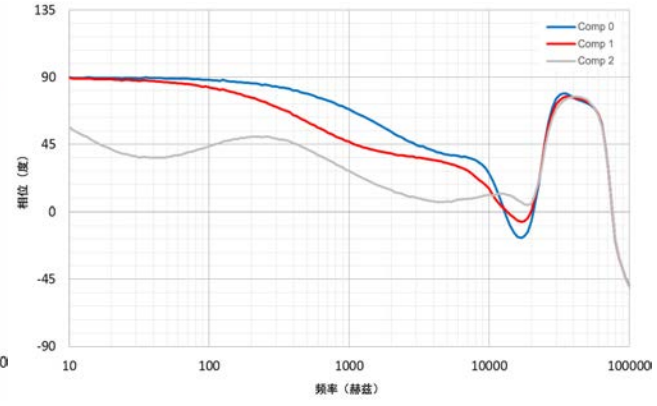


CC 操作

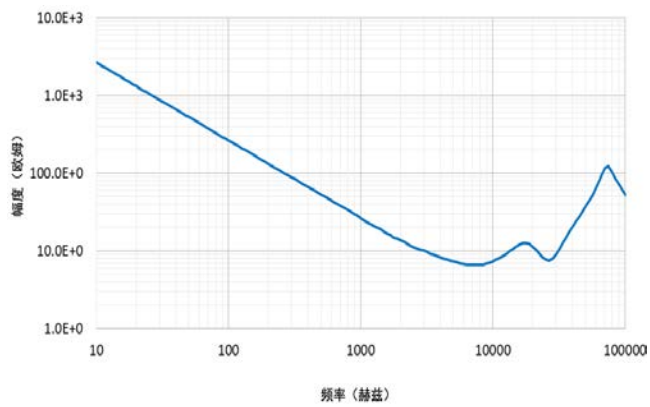
## 输出阻抗振幅( 1.5 kV 设备)      输出阻抗相位( 1.5 kV 设备)



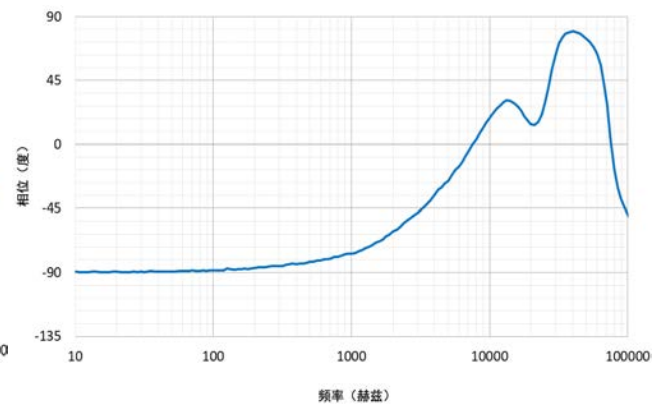
CV 操作



CV 操作



CC 操作



CC 操作

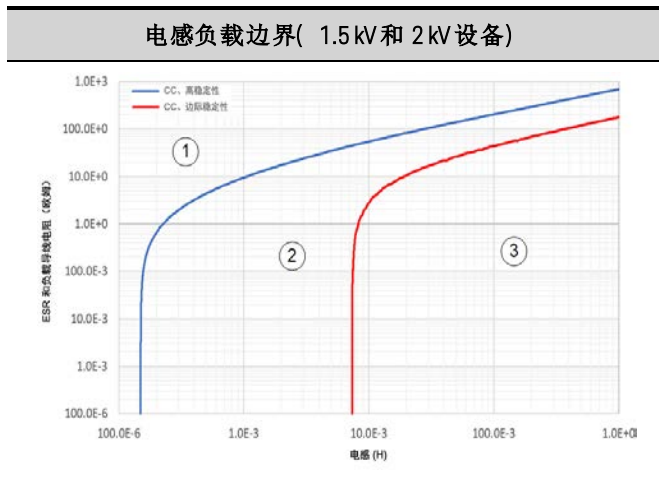
## 电感负载边界用于恒定电流 (CC) 操作

下图显示恒定电流操作的等效串联电阻 (ESR) 的电感负载的边界限制。红色边际稳定线以下的操作可能会导致输出不稳定。请注意，在这种情况下，导线和 DUT 电阻和电感没有区别。此外，考虑因导线电阻增加而导致导线中的电压降低和功率耗散也十分重要。有关详细信息，请参见 [电感注意事项](#)。

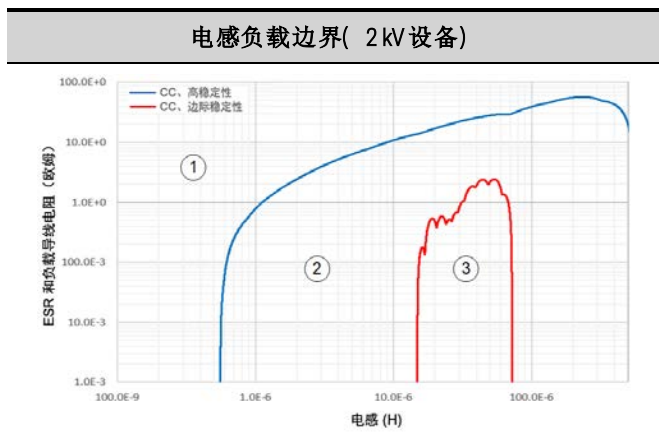
**小心**

设备损坏 如果导线电感超过型号规定的**最大负载电感**特征，那么输出在满载电流下突然关闭时，电源的内部电压钳位很容易出现热损坏。

### 适用于 20 kW 型号 PV8921A、PV8922A



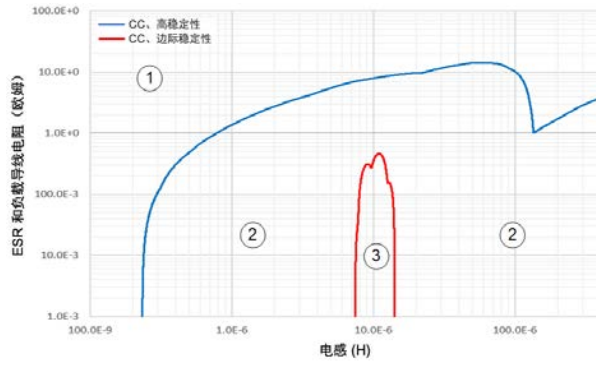
### 适用于 30 kW 型号 PV8931A、PV8932A



- 1.此区域的输出稳定
- 2.此区域的输出可能超调
- 3.此区域的输出可能不稳定

## 1 快速参考

### 电感负载边界( 1.5 kV 设备)

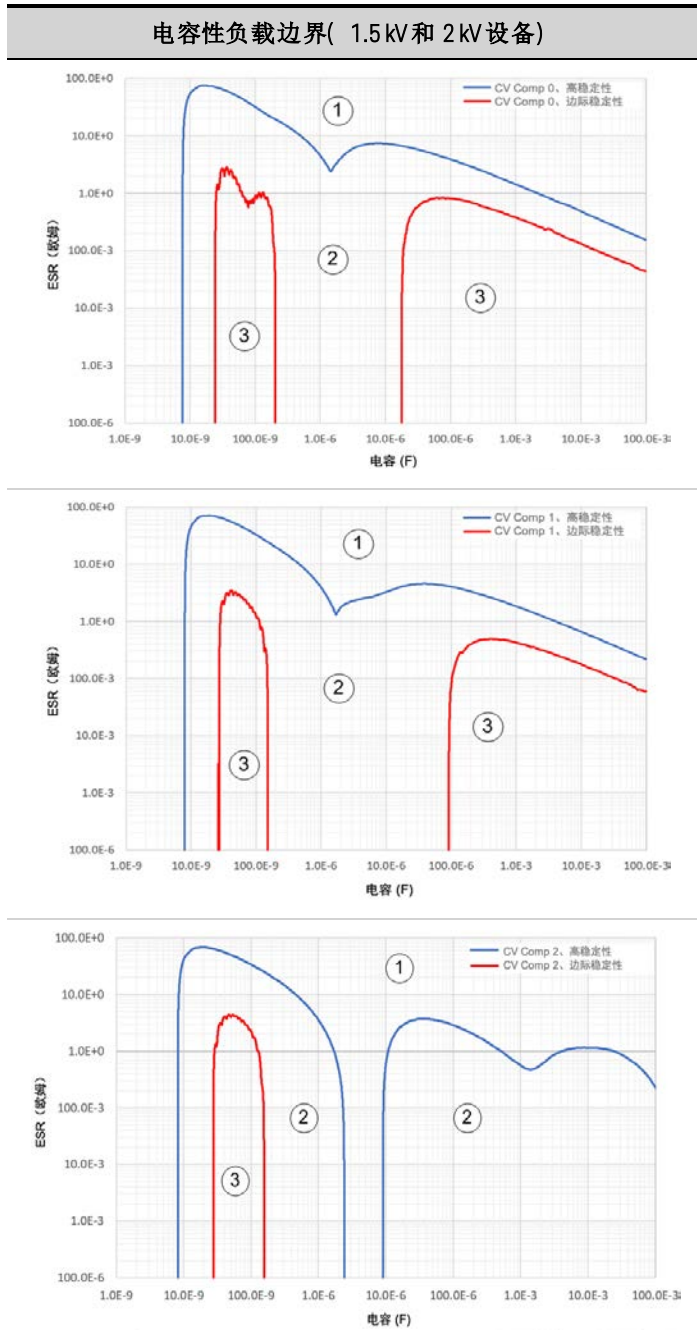


- 1.此区域的输出稳定
- 2.此区域的输出可能超调
- 3.此区域的输出可能不稳定

## 电容负载边界用于恒定电压 (CV) 操作

下图显示恒定电压操作的等效串联电阻 (ESR) 的电容负载的边界限制。使用补偿带宽设置时，红色边际稳定线以下的操作可能会导致输出不稳定。DUT 电容没有绝对限制，因为稳定性也是 ESR 的函数之一。有关详细信息，请参见[负载电容和导线电感注意事项](#)。

适用于 20 kW 型号 PV8921A、PV8922A

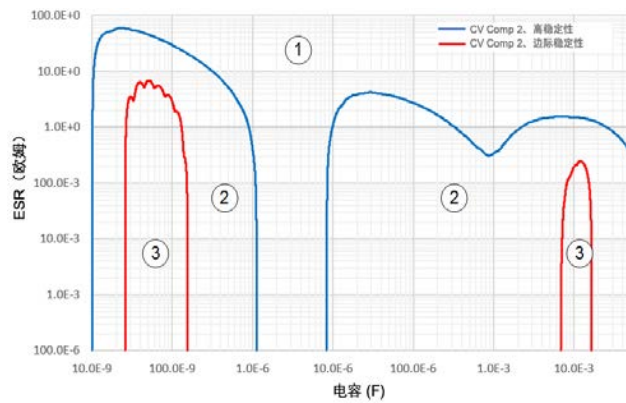
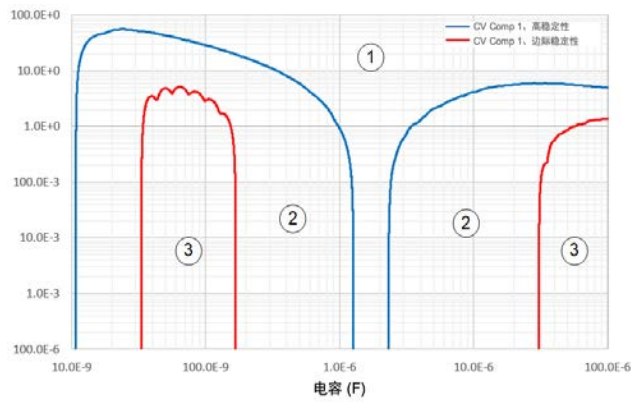
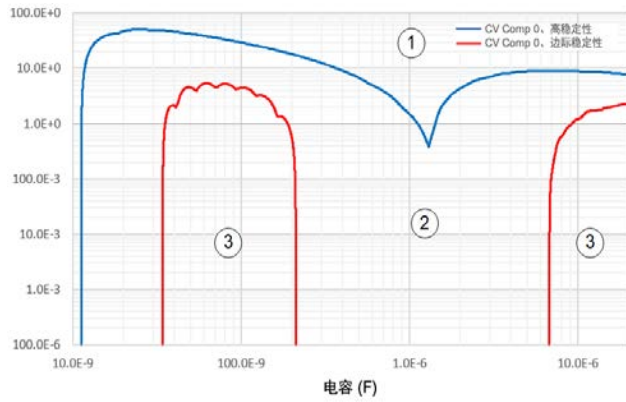


1.此区域的输出稳定；2.此区域的输出可能超调；3.此区域的输出可能不稳定

适用于 30 kW 型号 PV8931A、PV8932A

## 1 快速参考

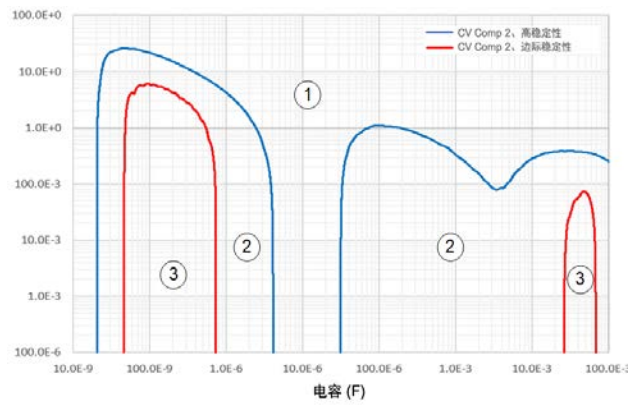
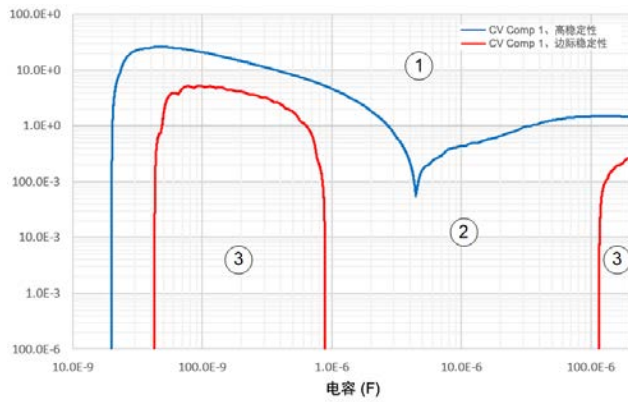
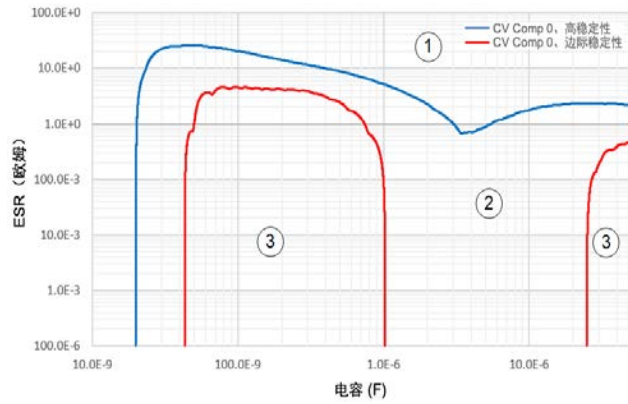
### 电容性负载边界( 2kV 设备)



- 1.此区域的输出稳定；
- 2.此区域的输出可能超调
- 3.此区域的输出可能不稳定



## 电容性负载边界( 1.5 kV 设备)

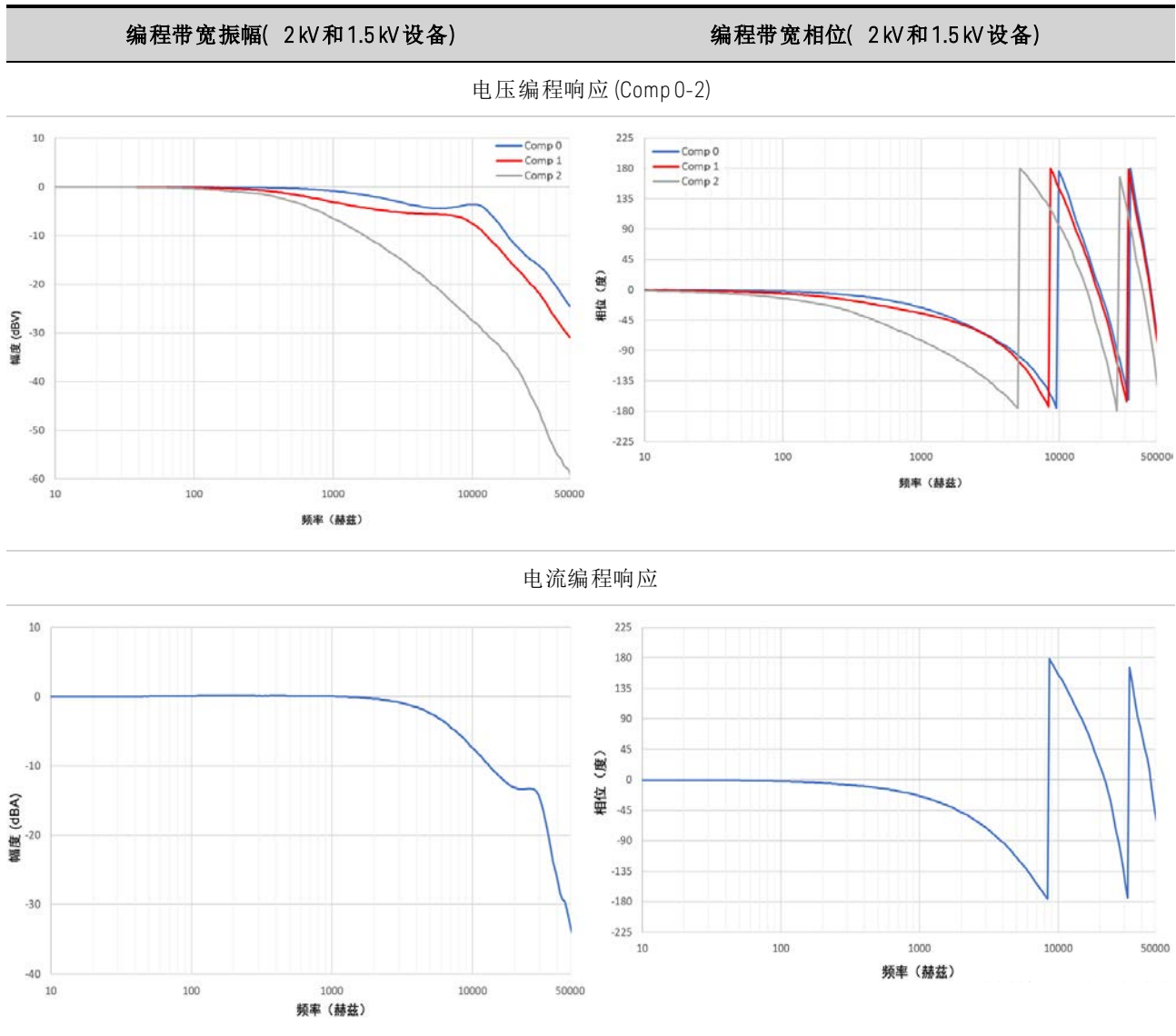


- 1.此区域的输出稳定
- 2.此区域的输出可能超调
- 3.此区域的输出可能不稳定

## 小信号编程响应

下图显示了输出电压和电流编程响应特征。电压响应适用于无负载(开路)的情况。电流响应适用于交流短路的情况,其中 DUT 为低交流阻抗。当工作输出超过设备额定输出的 10% 时,此特征有效。

适用于 20 kW 和 30 kW 型号





## 测量精度和分辨率 - 测量间隔更短

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偏移值相加。

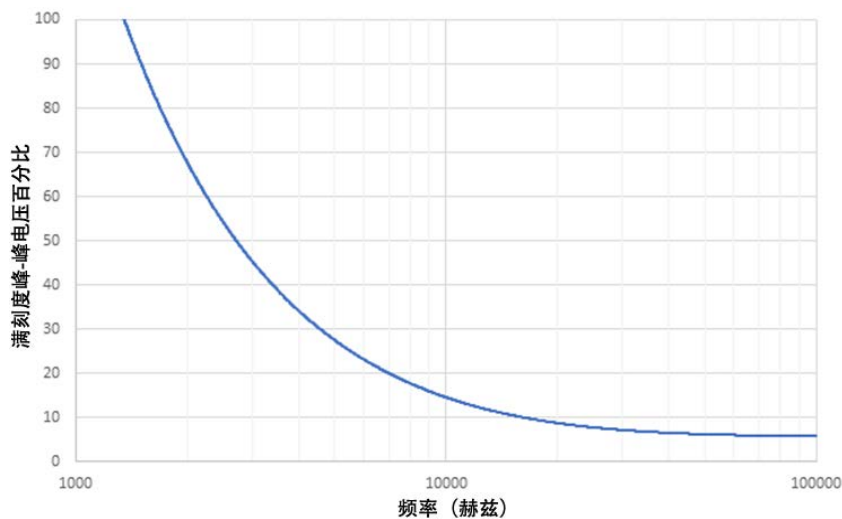
例如，在 0.003 NPLC 进行测量时，要确定与电压测量精度技术规格相加的范围百分比值，只需将满量程电压额定值乘以要与技术规格值相加的范围百分比值，如下所示： $2000\text{ V} \times 0.0015\% = 30\text{ mV}$ 。将所得的值与测量精度规格的偏移值相加： $150\text{ mV} + 30\text{ mV}$ 。在 0.003 NPLC 进行测量时的新电压测量精度为  $0.04\% + 180\text{ mV}$ 。

NPLC @60Hz	平均点的数目	电压测量 添加到偏移的范围的百分比	电流测量 添加到偏移的范围的百分比
1	3255	0	0
0.3	1000	0.0004%	0.0015%
0.1	325	0.0007%	0.003%
0.01	33	0.0009%	0.008%
0.003	10	0.0015%	0.016%
0.0003	1	0.005%	0.056%

## 过度动态保护 (所有型号)

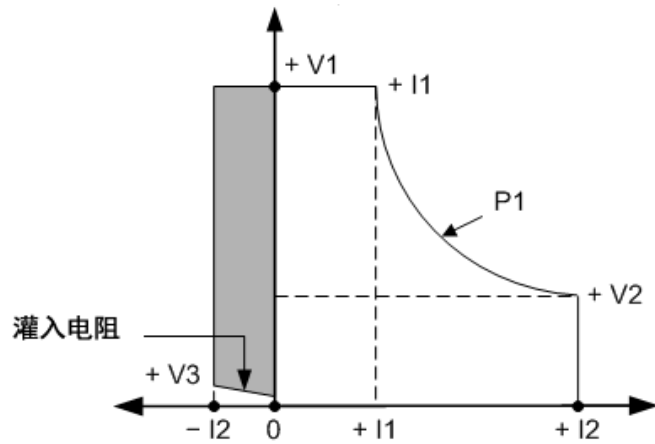
为了防止设备因过度动态保护 (EDP) 情况而禁用输出，您必须对任何用户定义的任意波形的振幅与输出频率进行限制。

下图绘制了由任意波形系统在特定频率下允许安全生成的最大输出峰到峰电压。值按满刻度峰到峰电压的形式进行标准化；因此可以表示所有的型号。



## 1 快速参考

### 输入象限



源电源  
 灌入电流高达额定值的 10%

型号	+V1	+V2	+V3	+I1	+I2	-I2	P1	灌入电阻
PV8921A	1500 V	666 V	15 V	13.33A	30A	3A	20 kW	500 mΩ
PV8922A	2000 V	666 V	15 V	10A	30A	3A	20 kW	500 mΩ
PV8931A	1500 V	500 V	10.5 V	20A	60A	6A	30 kW	175 mΩ
PV8932A	2000 V	1000 V	18 V	15A	30A	3A	30 kW	600 mΩ

## 2 安装仪器

安装或使用前

交流电源连接

单个设备输出连接

多个设备输出连接

接口连接

警告

**大重量**

操作不当，可能会伤到手脚。为避免造成人身伤害和仪器损坏，请始终使用结实的推车或其他合适的设备移动仪器。不要独自一人抬起仪器，一定要两个人一起抬。



## 安装或使用前

### 检查设备

收到 PVS 设备后，检查设备是否有明显的运输损坏。如有损坏，请立即通知货运公司和离您最近的是德科技销售和支持办事处 ([www.keysight.com/find/assist](http://www.keysight.com/find/assist))。请保留装货箱和包装材料，以便退回设备。

### 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，请立即就近联系是德科技销售和支持办事处。

随附物品	说明	部件号
带电缆的感测连接器插头 (已安装)	4 针高电压感测连接器插头与 2 线高电压电缆(用于正负电压感测)	Keysight5188-9651 仅限插头：Keysight0360-3228 (Phoenix Contact 1714294)
感测连接器插头(已安装)	4 针高电压感测连接器 (未使用两个中心端子)	Keysight0360-3228 (Phoenix Contact 1714294)
盖板套件 - 包括：		Keysight5066-2117
数字连接器插头	适用于数字端口的 8 针连接器	Phoenix Contact 1840421
主要/辅助设备电缆	用于并行通信的 1 m 电缆 (CAT6A)	
交流输入保护罩	带电缆护套的交流输入保护罩	
输出保护罩	高电压输出母线保护罩	
铁氧体磁芯	铁氧体磁芯安装在输出电缆上 (适用于 PV8922A、PV8931A、PV8932A)	
带法兰的 ESD 盖板	远程接口连接的 ESD 盖板	
母线连接套件	用于高电压母线的连接硬件	Keysight5067-6031
校准证书	与序列号对应的校准证书	无

### 查看安全信息

此电源为 1 类安全仪器，附带保护性接地端子。此端子必须通过配备接地插座的交流电源接地。有关常规安全信息，请参见 [安全信息概述](#) 页。安装或操作之前，请务必阅读本指南，了解指南中对应部分介绍的特定安全警告和说明。

#### 警告

**电击危险，致命电压 - 许多型号产生的输出电压可高达 2,000 VDC！请确保使用高压电线的**所有仪表连接、负载接线，以及负载和感测连接保持绝缘。必须连接提供的**安全罩**，以免意外接触致命电压。

## 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。

**通用特征**下记录了适用于电源的环境条件。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 摄氏度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。

## 确保充足的空气流通

小心

请勿挡住仪器前面的进气口或设备后面的排气口。

**外形示意图**中给出了电源尺寸及外形的示意图。风扇通过从前向后扇出空气来给电源降温。设备必须安装在其前、后至少有 12 英尺 (30.5 cm) 空间的位置，以保证足够的空气流通。

当环境温度过高或仪器进口气流受阻时，过温保护会禁用输出，以此保护电源和被测设备。

## 移动仪器

小心

Keysight PVS 型号重量达到 126 lb(57.2 kg)。请始终使用结实的推车或其他合适的设备移动仪器。安装时需要两个人。不要独自一人提起或移动设备。避免用手移动设备。如果无法避免，请仅提起设备的机壳；请勿使用输出端子或前面板提起设备。

## 叠放仪器

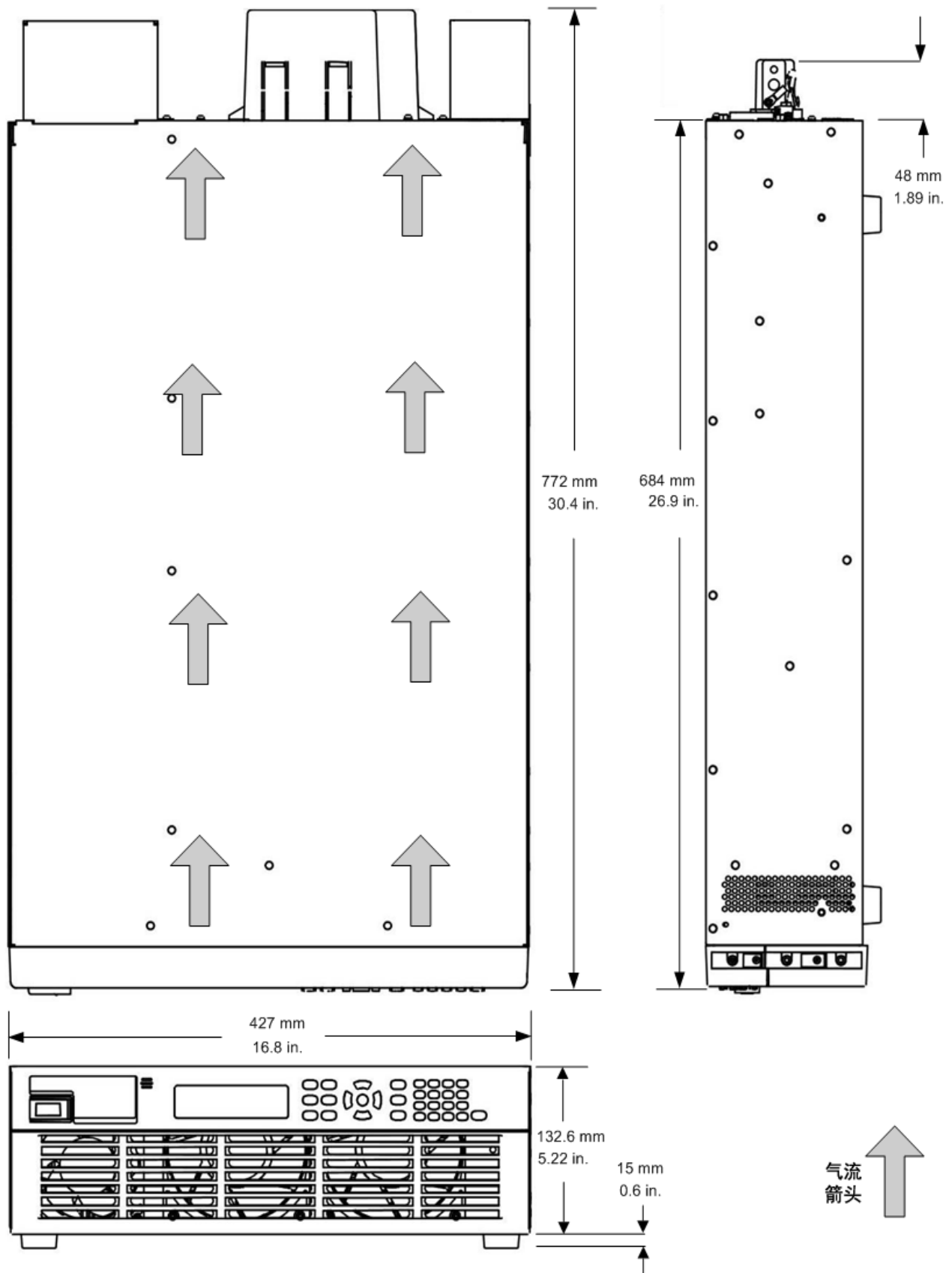
小心

进行独立安装时，请勿将超过三个额定功率为 20 kW 的设备叠放在一起。此外，因为额定功率为 30 kW 的设备 ( PV8931A、PV8932A) 更重，所以它们不能叠放。

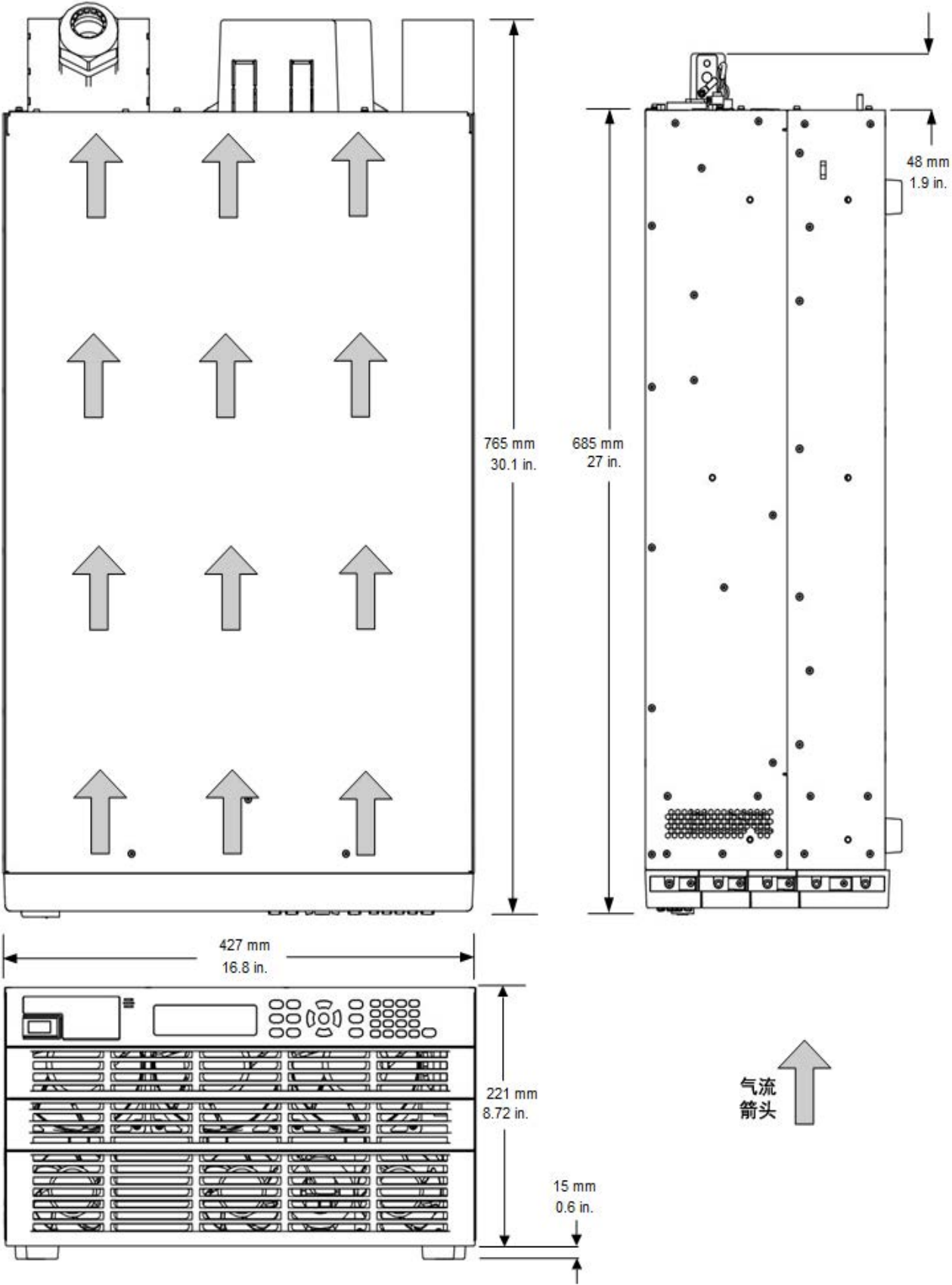
## 机架安装附件

附件	说明
Keysight 1CP108A	带手柄的机架安装套件 - 用于 PV8921A、PV8922A
Keysight 1CP120A	带手柄的机架安装套件 - 用于 PV8931A、PV8932A
Keysight RP7908A	适用于 Keysight 机架或类似设计的机架导轨

20 kW 型号的外形示意图



30 kW 型号的外形示意图



# 交流电源连接

## 交流电源注意事项

### 电源电缆连接

## 交流电源注意事项

Keysight PVS 型号具有一个双向的三相交流输入转换器，可在交流电源和直流输出端子之间实现功率流。连接源电源时，功率流 100% 流入设备；连接灌入电源时，多达 10% 的功率流进入交流电源。在标准电源中，能量仅从交流输出端子流向直流输出端子。在再生电源中，只要设备灌入电流，不论是通过输出进行快速向下编程还是对电池等能量来源放电，能量都会从直流输出端子流回交流电源。这种让能量返回到交流电源的操作称为再生操作。

PVS 设备的交流输入转换器采用固件算法，以便在多种多样的操作条件下保持高功率因数和低总谐波失真。有关详细信息，请参见 **特征** 一节中的“交流输出”部分。

按照本手册此章节中提供的有关电源线的的所有接线说明进行操作。例如，PVS 设备采用交流中性连接。中性电流很小，但如果不连接，仪器将无法打开。

#### 小心

如果超过交流输入额定电压或电线连接存在接线错误，都会对下列设备造成永久性损坏。

以下组件可用于抵抗高达 2 kv 的线-线瞬变和高达 4 kv 的线-地瞬变：

- 300 Vrms 电压限制装置安装在线路与中性连接之间。
- 600 Vrms 电压限制装置安装在线-线连接之间。
- 气体放电管安装在中性连接与机箱接地之间。

提供多个内部保护功能，可以保护仪器不受线路异常的影响，同时也防止交流电源孤岛化。以下情况会导致仪器关闭：

- 线路电压在一个线路周期内大于最高标称额定值的 120%。
- 线路电压在三个线路周期内低于最低标称额定值的 50%。
- 线路电流在约 1 秒内大于最高预期线路电流的 120%。
- 线路频率在超过 1 秒的时间内从初始线路频率偏移超过 2 Hz。
- 出现单周期线路丢失。

如果造成故障的情况消失，仪器会自动重启。重启后，输出会保持关闭状态，只有在操作员通过前面板控制或计算机程序恢复先前的设置后才会打开。此行为符合安全操作程序。

以下情况会强制输出进入保护状态，并产生电源故障 (PF) 状态标志。需要重新开机才能清除保护状态：



- 线路电压在超过 1 秒的时间内低于最低标称额定值的 83%。
- 出现接近 2 kv 的极限线间浪涌。

以下情况会阻止仪器启动：

- 线路频率超出 46.5 Hz 到 63.5 Hz 的范围。

如果交流电源出现故障，设备会自动与线路断开连接。无论设备采用源电流还是灌入电流，都会发生这种情况。

## 电源电缆连接

### 注意

必须遵守所有关于能源回馈设备的公用电网操作和连接规定。

交流电源连接必须由精通能源回馈设备的合格电工操作，以此确保遵守所有适用的安全要求并满足所有必要的条件。需要熟悉三相电源电路和所有适用的安全标准和要求。

### 此设备没有附随交流电源线。

有关每根电缆导线的最大电流容量要求，请参见下表。如果当地电气法规要求，请在交流电源和设备之间安装保险丝或断路器。

型号	设备额定值	L1   最大值	L2   最大值	L3   最大值
PV8921A、PV8922A	20 kW, 380-480 VAC, 线间	36A	36A	36A
PV8931A、PV8932A	30 kW, 380-480 VAC, 线间	52A	52A	52A

### 警告

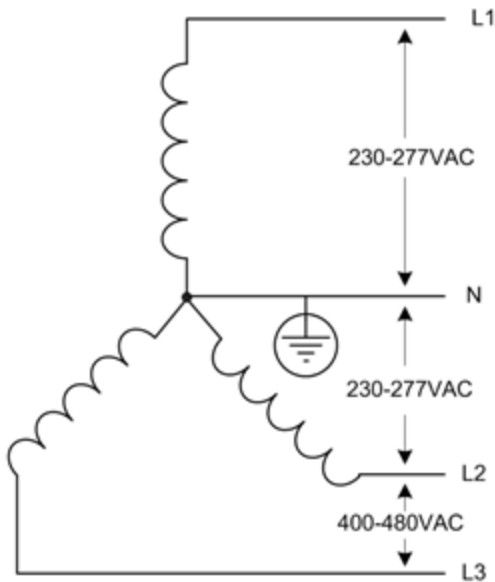
电源线横截面大小必须适合仪器的最大输入电流。接地线的横截面大小必须与相位电线的横截面大小相同。

### 注意

安全机构要求规定，必须有一种以物理方式断开交流电源线与设备的连接的方法。在最终安装中必须提供断连设备（开关或断路器）。断连设备必须接近此设备，容易接触到（以便于操作），并将其标记为此设备的断连设备。断连设备必须符合下表所列的输入额定值要求。

请使交流电源线尽可能短一些。由于电源线存在电阻，电源线越长，电压损耗就越大。

如果施加了正确的线-线电压，则需要 Y 型交流电源配电（见上）。**不能使用 Δ 型交流电源配电**，因为需要中性连接。此外，地面接地点和 PE 接地还需要通过单独的导线进行连接。



**警告**

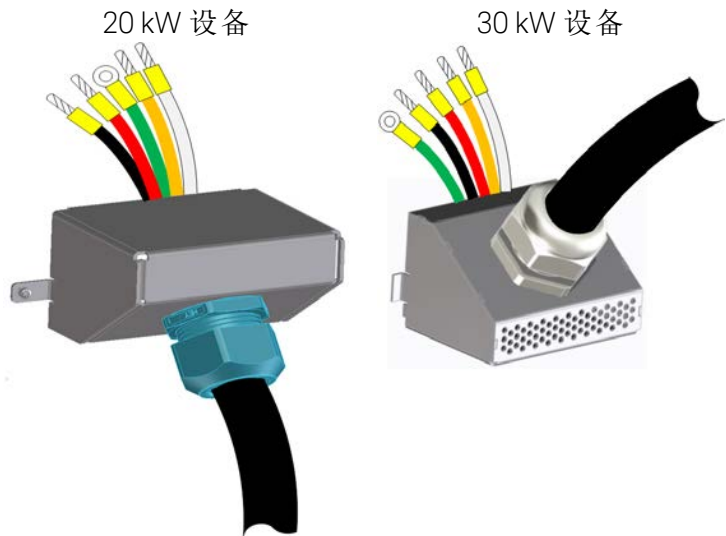
电击危险 此仪器要求通过一根单独的导线使基座实现接地连接。交流电源必须包括地面接地点连接。

如果未将设备硬连线至电气系统，则应使用 UL 498、IEC 60309 或等效的锁紧连接器方案。有关适用于您的地区的连接器方案，请咨询当地的电工。

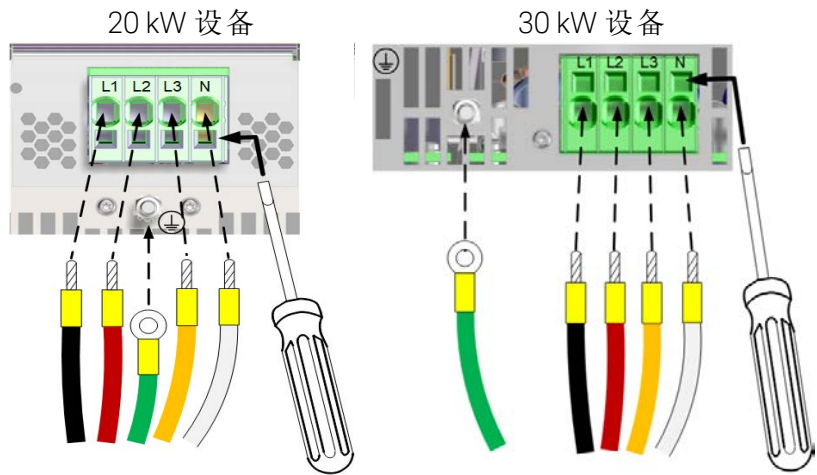
480V/60A 示例：

<https://www.elecdirect.com/pin-sleeve-devices/60-amp-pin-and-sleeve-devices/ip67-iec309-pin-sleeve-plug-60a-3-phase-277-480-4-pole-5-wire-watertight>

- 请从设备卸下保护罩(如已连接)。
- 通过保护罩的电缆护套插入电源线的终端。  
保护罩电缆护套可容纳一根电缆或多根单条导线。  
最小内径：15 mm (0.6 in.)。  
最大内径：25.4 mm (1 in.)
- 在所有导线连接完成之前，不要拧紧电缆护套。
- 在所有导线连接完成之后，将安全罩连接到设备，并拧紧电缆护套。



- 将线路导线连接到交流电源端子（如图所示的美国颜色代码）。  
最大导线规格：6 AWG (16 mm<sup>2</sup>)  
剥线长度：18 mm  
松开和完全打开线夹时，请始终使用平口螺丝刀。
- 可选套圈建议：  
对于 8 AWG：WAGO 216-289  
对于 10 AWG：WAGO 216-288  
( 请咨询制造商了解详细信息。)
- 将接地导线连接到交流连接器下方的机壳螺柱。螺柱直径为 M5。  
对所有 M5 组合螺母施加 20 in-lbs 扭矩。



**小心**

**设备损坏**必须连接零线。确保不要将零线以外的导线连接到“N”端口。

### 单个设备输出连接

#### 输出连接

#### 单个负载连接

#### 多个负载连接

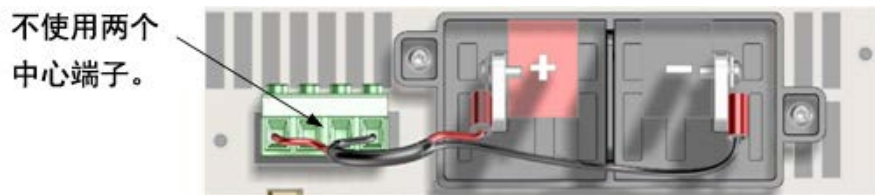
#### 远程感测连接

#### 其他负载注意事项

### 输出连接

#### 感测连接

确保感测电缆安装在仪器后面，如图所示。仅当**远程感测**时，感测电缆才应与输出母线断开连接。



如果在仪器打开或断开连接之前未安装感测电缆，则设备将继续运行。**输出端子**的开路电压现在会比编程值高，因为调节点现在通过内感保护电阻保持。即使回读电压仍会反映编程值，但输出端子的实际电压将高出下面所示的百分比。

型号	$\Delta$ 输出电压升高
PV892xA、PV893xA	1.65%

#### 母线连接

##### 警告

**电击危险，致命电压 - 许多型号产生的输出电压可高达 2,000 VDC！请确保使用高压电线的**所有仪表连接、负载接线，以及负载和感测连接保持绝缘。必须连接提供的安全罩，以免意外接触致命电压。

将负载连接至电源时，应考虑以下因素：

- 负载导线温度、载流量和电压降
- 负载和感测导线绝缘额定值必须等于输出电压额定值
- 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，以便在传输最大短路输出电流时不致过热。如果有多个负载，任何负载导线都必须能够安全地传输设备的全额定电流。较大安培容量型号需要使用并联负载导线。

以下表格列出了 AWG( 美国线规) 铜线的特征。

AWG	等效 mm <sup>2</sup>	最接近的公制规格	安培容量( 注1)	电阻( 注2)
18	0.82	1.0 mm <sup>2</sup>	最大 14 A	6.385 Ω
16	1.31	1.5 mm <sup>2</sup>	最大 18 A	4.016 Ω
14	2.1	2.5 mm <sup>2</sup>	最大 25 A	2.525 Ω
12	3.3	4 mm <sup>2</sup>	最大 30 A	1.588 Ω
10	5.3	6 mm <sup>2</sup>	最大 40 A	0.999 Ω
8	8.4	10 mm <sup>2</sup>	最大 60 A	0.628 Ω
6	13.3	16 mm <sup>2</sup>	最大 80 A	0.395 Ω
4	21.2	25 mm <sup>2</sup>	最大 105 A	0.248 Ω
2	33.6	35 mm <sup>2</sup>	最大 140 A	0.156 Ω

注 1 安培容量是在**大气环境**中 26-30 °C 环境温度且导线额定温度为 60 °C 条件下基于单根导线计算的。温度越高，安培容量就减小。

注 2 电阻在 20 °C 的导线温度时以欧姆每千英尺为单位。

除了安培容量，还必须考虑由于导线电阻大小而导致的负载导线电压降。在保持特定编程精度、测量精度和负载调节的同时，电源可以容许每根导线 1 V 的电压降( 参见**规格**)。每根导线最多可以容许高达额定输出电压 25% 的电压降，也就是说每根负载导线每减少 1 V 的电压，便需要额外增加 4 mV 的电压调节。当然，负载导线中的任何电压降都会造成负载中可用的最大电压降低。从额定输出电压中减去负载导线电压降，便可确定负载中可用的最大电压。

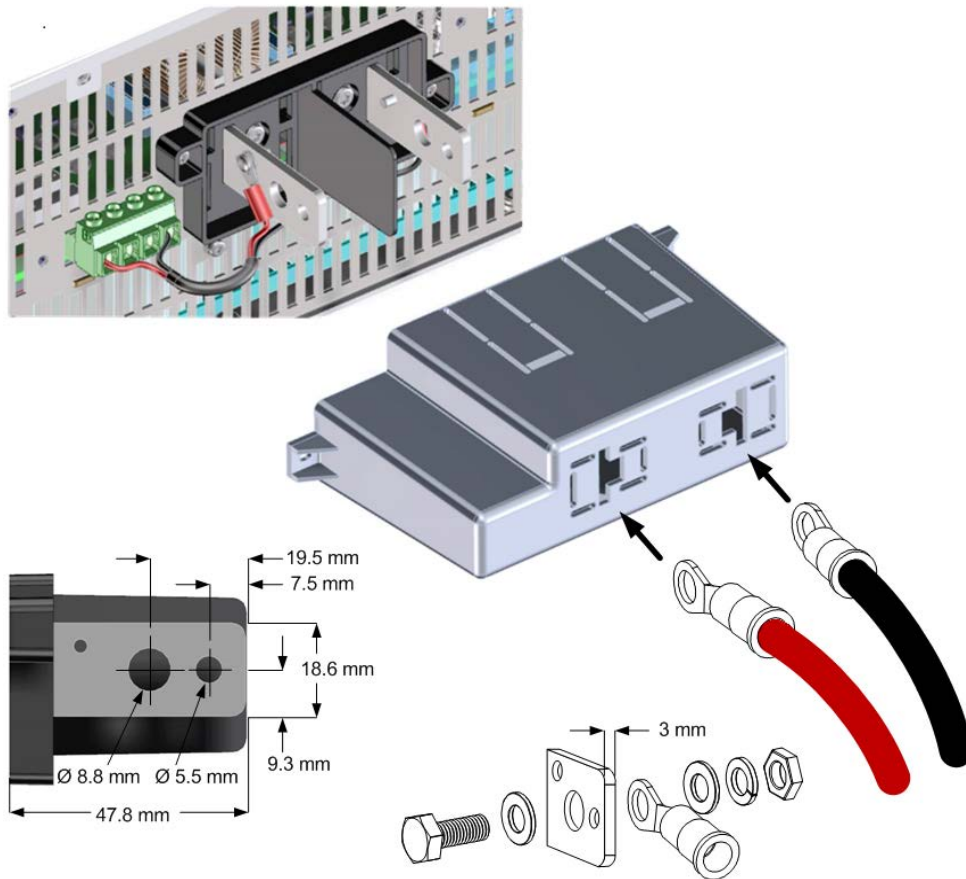
## 单个负载连接

- 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。
- 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。您必须提供所有布线。确保导线安装硬件没有短接输出端子。
- 将终端接线片连接到母线时，不要在线片和母线之间放置任何垫圈或其他硬件。确保有足够的空间放置保护罩。将负载导线缠绕或捆扎在一起，以便减少导线电感和噪声拾取。目的是在母线到负载的 + 和 - 输出导线之间，缩小回路区域或物理空间。
- 将保护罩连接到后面板。**请确保在连接保护罩时没有捏合感测导线。请注意，较粗的连接电缆必须具有电缆护套，以防压弯保护罩或母线。

**小心**

8.8 mm 开口的紧固扭矩不能超过 10.8 Nm (8 lb-ft)。5.5 mm 开口的紧固扭矩不能超过 4.8 Nm (3.5 lb-ft)。

## 2 安装仪器

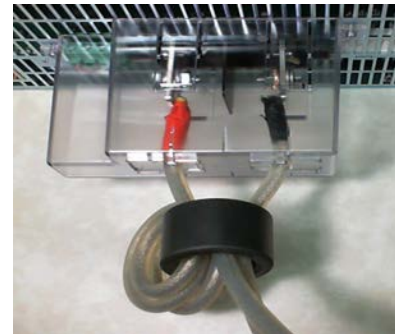


### 铁氧体磁芯安装 - 仅适用于 PV8922A、PV8931A、PV8932A 型号

对于适用的设备，请安装提供的铁氧体磁芯，用于减少 EMI(电磁干扰)。

让每根输出导线通过磁芯三次。如果使用远程感测(未显示)，也让每根感测导线通过磁芯三次。

将铁氧体磁芯尽量靠近输出盖板，如图所示。



### 多个负载连接

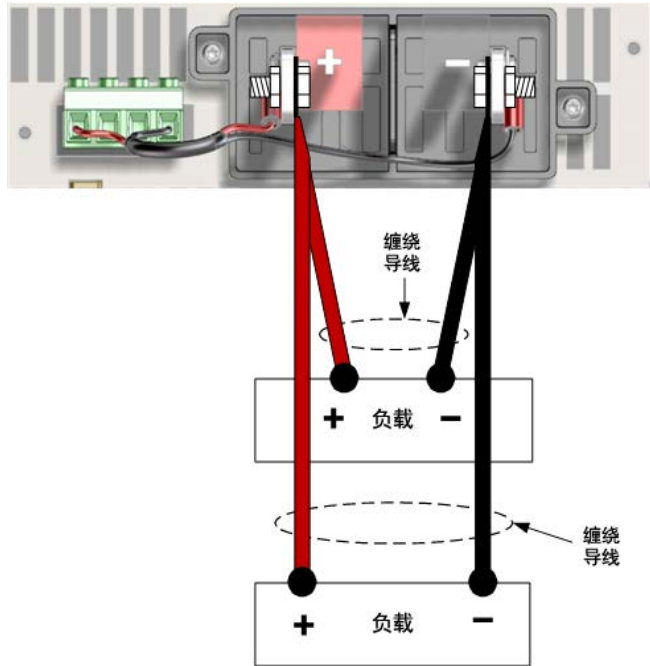
**警告**

**电击危险，致命电压 - 许多型号产生的输出电压可高达 2,000 VDC！请确保使用高压电线的**所有仪表连接、负载接线，以及负载和感测连接保持绝缘。必须连接提供的安全罩，以免意外接触致命电压。

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缠绕或捆扎在一起，以便降低导线电感和噪声拾取。目的是在母线到负载的 + 和 - 输出导线之间，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器的接线端子上。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

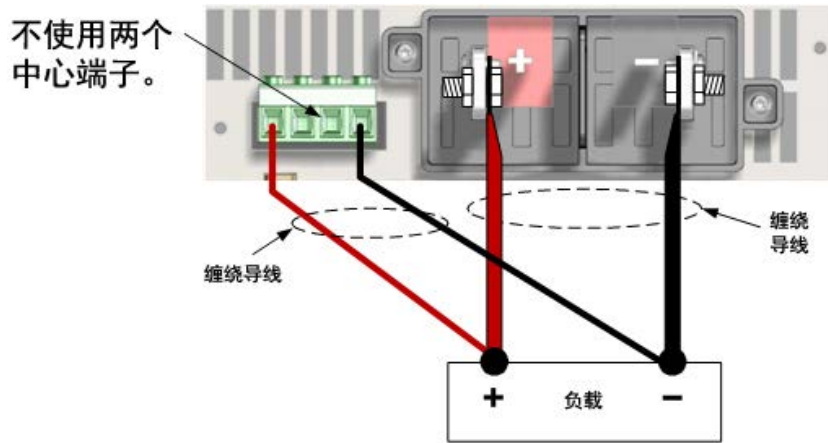
**警告**

电击危险，致命电压 - 许多型号产生的输出电压可高达 2,000 VDC！请确保使用高压电线的\*\*所有\*\*仪表连接、负载接线，以及负载和感测连接保持绝缘。必须连接提供的安全罩，以免意外接触致命电压。

远程感测可以调节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节功能。这可让电源自动补偿负载导线中的电压降。对于负载阻抗变化不定或负载导线电阻很高的电路，使用远程感测有助于保持恒定的电压。在电流优先模式下，此功能可以监控感测连接中的电压限值设置。同时也可以监控感测连接中的过电压保护。

首先卸下感测端子和负载端子之间的本地感测电缆，然后连接设备进行远程感测。接着按下图所示将感测端子和负载端子连接起来。请注意，不要使用感测连接器的两个中心端子。

## 2 安装仪器



感测连接器接受规格介于最大 AWG 16 (1.5 mm<sup>2</sup>) 和最小 AWG 24 (0.2 mm<sup>2</sup>) 之间的导线。向后剥开导线绝缘层 10 mm。牢固地拧紧螺丝。

尽可能靠近地连接感测导线和负载。每对感测导线都要尽可能短且要缠绕或捆扎在一起，以便降低噪声拾取。切勿将感测导线对与负载导线捆扎在一起；负载导线与感测导线要分开。使用感测导线通常比使用负载导线更准确。

请注意，感测导线上因导线电阻造成的任何电压降都会使得输出电压调节性能下降。随着负载导线中的电压降增加，由感测导线电阻引起的负载电压调节误差按下式增大：

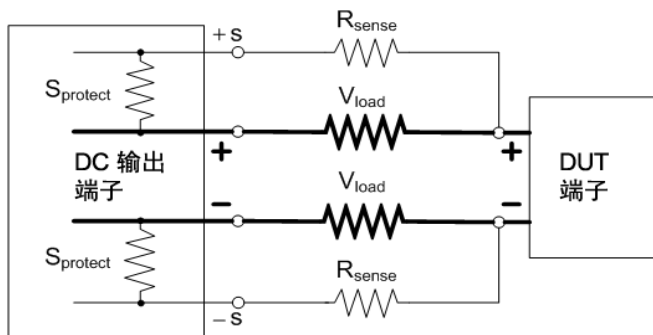
$$\Delta V_{\text{regulation}} = 2(V_{\text{load}}(R_{\text{sense}}/S_{\text{protect}}))$$

$R_{\text{sense}}$  是每根感测导线的电阻(单位为欧姆)。

$V_{\text{load}}$  是每根负载导线中的电压降。

$S_{\text{protect}}$  是内感保护电阻器(见下表)。

此公式假设正/负负载导线的电压降相等。



型号	$S_{\text{protect}}$ 电阻器	型号	$S_{\text{protect}}$ 电阻器
PV8921A、 PV8922A	198 k $\Omega$	PV8931A、 PV8932A	198 k $\Omega$

如果远程感测导线在正常恒电压操作过程中已打开(存在输出电流)，则**负载**中的输出电压变化将取决于负载电流和所涉及的负载导线电阻。当感测导线打开时，设备会自动恢复为本地感测。上一个遥感点(通常在负载处)的电压更改幅度如以下方程式所示：

$$\Delta V = K(V_{\text{set}}) - I_{\text{out}} \times (\text{负载导线的总电阻})$$



K : 1 kV 型号为 1%, 1.5 kV 型号为 1.2%, 2 kV 型号为 1.65%

$I_{out}$  : 设备采用源电流时为正, 设备采用灌入电流时为负

使用过电压保护功能检测是否存在短接的感测导线。由于过电压 (OV) 故障, 此功能造成了输出被禁用。使用负过电压保护功能检测是否存在反转感测导线。由于负过电压 (OV) 故障, 此功能造成了输出被禁用。在使用带负载电容和导线电感的远程感测时, 请参见[其他负载注意事项](#)了解有关导线电感的信息。

## 过电压保护

过电压保护 (OVP) 将基于感测导线电压提供可配置的过电压保护。通过 OVP 电路监控感测导线电压, 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。

请注意, 由于负载导线中的电压降, 电源输出的电压会高于负载端要调节的电压。电源输出端子的电压任何时候都不应超过设备的额定电压。

## 输出噪声

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

**规格**表中列出了使用本地感测时输出端子上的噪声规格。但是, 导线引起的噪声或作用于电感线圈和负载导线电阻上的负载电流瞬变可能会让负载端发生电压瞬变。如果需要将电压瞬变电平控制在最低限度内, 请使用高电压薄膜电容器贯穿负载正中, 其中每英尺( 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器

在使用外部负载电容器对输出电压进行向上时, 电压响应时间可能比纯粹的阻性负载要长, 因为电源可能会进入恒定电流操作模式, 这样会增加额外的响应时间。使用外部电容器时, 通过设置正确的电压转换率, 可以避免模式交叉变成恒定电流。可以根据以下公式估计多出的编程响应时间:

$$\text{响应时间} = \frac{(\text{增加的输出电容器} + C_x) \times (V_{out} \text{ 的改变量})}{(\text{电流限值设置}) - (\text{负载电流})}$$

型号	内部电容 $C_x$	型号	内部电容 $C_x$
PV8921A、 PV8922A	2.2 $\mu\text{F}$	PV8931A/ PV8932A	2.1 $\mu\text{F}$ /1.5 $\mu\text{F}$

### 正电压、负电压和浮动电压

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。

- 1.5/2 kV 设备可以在任何电压为  $\pm 2$  kVDC 的输出端子( 包括接地端) 上运行

## 2 安装仪器

### 注意

Keysight 电源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，从而降低电流测量的准确性。

## 负载电感限制

### 小心

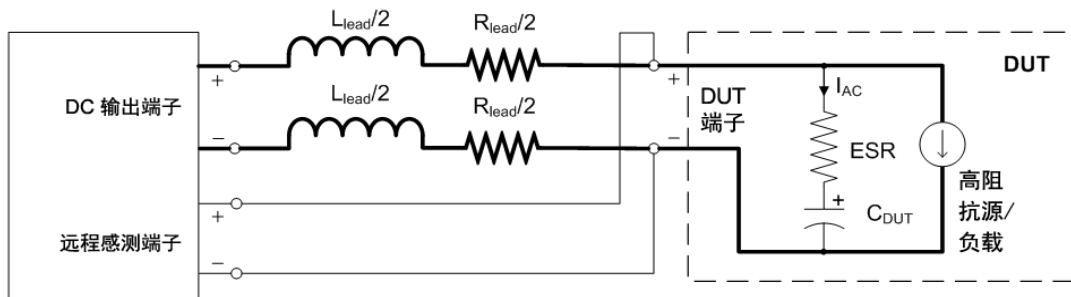
设备损坏如果导线电感超过**补充特征**下面列出的最大负载电感，那么输出在满载电流下突然关闭时，设备的内部电压钳位可能会出现热损坏。

作为导线电感参考点，一对负载导线成对（往返）来看，每米通常会产生 500 nH 到 1  $\mu$ H 的电感，具体取决于线规、绝缘厚度和导线的机械耦合。为了获得更大的导线长度，可以通过并联捆扎在一起的其他几组负载导线或使用专用低电感布线来尽量减少导线电感。

## 恒定电压 (CV) 操作中的负载电容和导线电感注意事项

在电压优先模式和电流优先模式下的 CV 操作中（处于电压限值时），设置通常类似于下图，其中 DUT 具有电阻性或高阻抗性，并且在其自身端子附近可能存在一些局部旁路电容。如果需要精确地调节直流电压，建议在 DUT 端子使用远程感测。

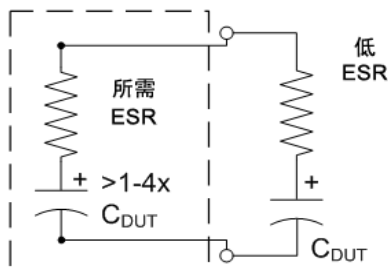
PV892xA



在 CV 操作中，当负载或电压突然变化时，大电容负载和高电感引线有可能在 DUT 产生振荡和动态不稳定电压。ESR 倾向于通过抑制负载电容和导线电感之间的谐振来缓解这一问题。导线电阻有助于提高 ESR 的阻尼效应，但也会增加负载导线的电压降和功率耗散。根据**电容性负载边界**特征图，可以判断所需的最小 ESR（作为 DUT 电容的函数）。这是电压**补偿模式**的函数。

对于内部电容 ESR 低（如“电容负载边界”图中所示）的 DUT，如薄膜电容器或陶瓷电容器，可以并联增加寄生电容和串联电阻来抑制振荡效应，如下图所示。寄生电容至少应为  $C_{DUT}$  值的 1-4 倍，所需 ESR 应根据  $C_{DUT}$  的“电容负载边界”图来选择。这可以通过增加高电压薄膜电容器和串联电阻器来实现。并联电容和 ESR 必须能够满足 DUT 的特定要求，如电流或电压纹波。此外，并联电容会限制电源测量直接来自 DUT 的快速电流边的能力，也会降低电压编程速度和带宽。

### 典型外部 阻尼网络



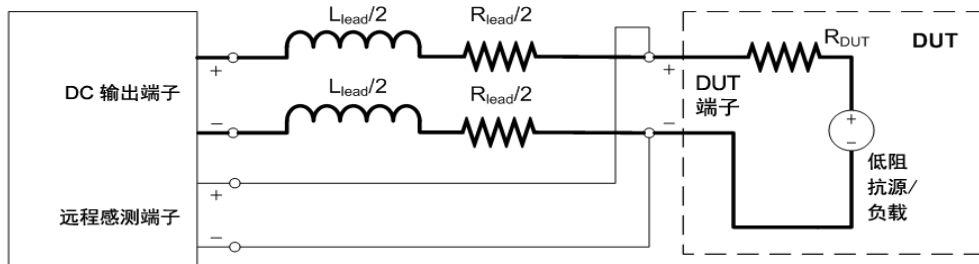
采用长负载导线进行远程感测，特别是在 DUT 的旁路电容较低时，电源对负载电流阶跃的指定电压瞬变响应速度可能会降低。这可能表现为振荡抑制效果差，甚至可能表现为抑制效果好，

但峰值偏差很大。在低电压高电流条件下操作时，这一问题可能造成严重影响。为了缓解这种情况，可以在相关端子上增加并联电容，从而减小电压偏差的幅值。它很可能是一个外部并联阻尼网络（如前所述），需要用来取代或补充纯电容器。通常，低 ESR 电容器与高 ESR 电容器并联可以提供良好的稳定性，将瞬变响应电压偏差降到最低限度，并有效地过滤电压噪声。

### 恒定电流 (CC) 操作中的导线电感注意事项

在电流优先模式和电压优先模式下的 CC 操作中（处于电流限值时），设置通常类似于下图，其中 DUT 具有低阻抗性或低电压源性质。设备仍会利用感测导线测量来检测过电压/欠电压保护事件以及转换成恒定电压操作的时间。

PV892xA



在 CC 操作中，发生电流编程阶跃或负载电压变化时，大电感导线有可能会在输出电流中产生振荡。此效应随着电感的增加和导线电阻的减小而增加。**电感负载边界**特征图显示了减少编程超调和不稳定编程响应所需的最小导线电阻量。请注意，如果 DUT 没有旁路电容器，则无法区分导线电阻和 DUT 电阻，因此 DUT 中的任何电阻都会加到图中指定的有效导线电阻中。

### 大电感负载下的动态电流编程

使用高电感 DUT 或引线对电流阶跃编程时，可能需要其他约束。对大电流阶跃进行编程时，由于电源固有的电压限制，速度会进一步降低且超调加剧。若不降低电感，则无法改善速度降低的问题。但是，可以通过逐渐降低**编程极**或**转换率**来减少或消除超调，直至达到所需的性能。

### 电流优先模式下的过量电流

#### 小心

在一定条件下，输出电流过量会损坏被测设备。如果 DUT 将电压下限设置为大大高于零时短路仪器输出，则有可能出现这种情况。

在电流优先模式下运行时，如果低阻抗 DUT（如电池或短路）的电压高于电压上限设置或低于电压下限设置，则电流可能超过设备的稳态额定值，进而损坏 DUT。在短暂的延迟之后，过量电流会导致产生过电流保护，从而禁用设备的输出。

### 多个设备输出连接

#### 并联

#### 负载和感测连接

#### 主要/辅助设备连接

#### 串联

### 并联

并联操作允许您将多个电源连接在一起，从而创建出具有更高总电流和功率的系统。这适用于电流寻源和电流灌入操作。

#### 警告

**电击危险** 所有并联设备必须始终通过接地电源线接地。在任何设备上中断保护（接地）导线或断开接地保护端子的连接都可能导致电击危险，从而造成人身伤害或死亡。

#### 小心

要防止潜在设备损坏，请执行以下操作：

- 连接不超过二十台**电压额定值相同**的设备。所有设备必须具有相同的额定电压，但额定电流可以不同。所有设备必须具有相同版本的固件。请参见**仪器标识**查看固件版本。
- 始终同时打开和关闭**交流电源**。请勿在其他设备关闭时打开任何设备。

### 负载和感测连接

下图展示了三个并联设备。请注意以下建议：

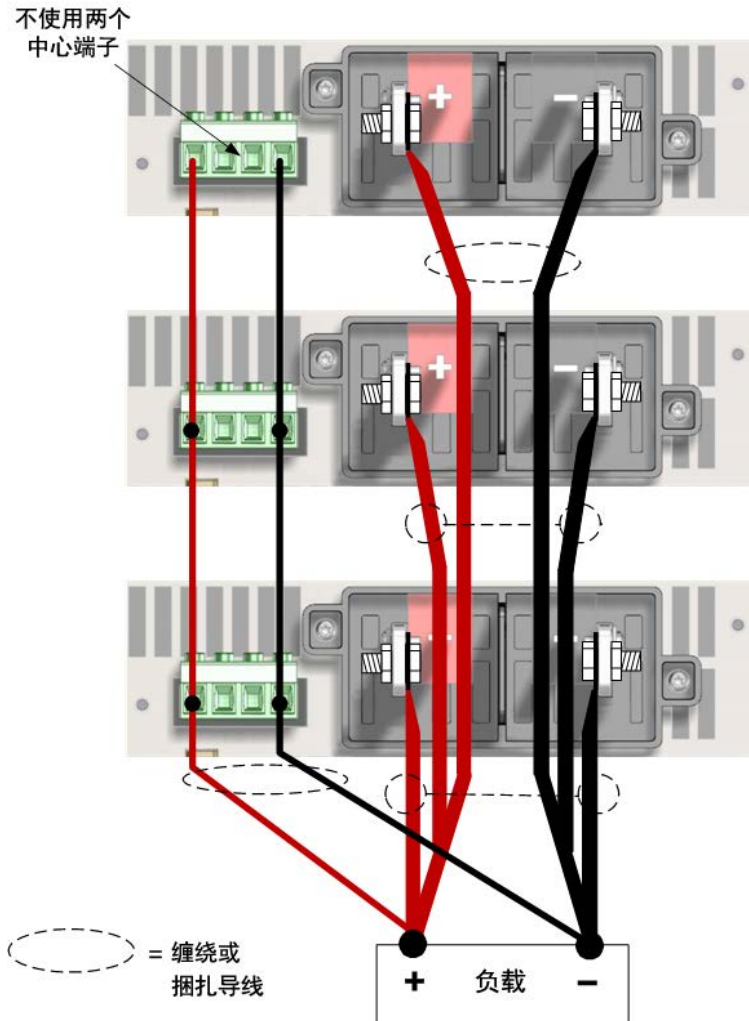
- 始终将并联设备安装得相对相互接近一点。
- 连接电源和负载的电缆要尽可能短且要缠绕或捆扎在一起，以便降低导线电感和噪声拾取。目的是在母线到负载的+和-输出导线之间，缩小回路区域或物理空间。
- 如果并联设备无法相互接近地放置，强烈建议使用对称排列的**等**长度单独负载导线对，将其连接至共同负载点。这样可以提供最佳的动态响应。
- 使用母线，以按叠放配置并联输出端子。确保母线的横截面面积可以容纳堆叠的总输出电流。母线可以放置在输出端子的任意一侧。外露的母线表面必须封装在机柜内或进行绝缘处理，以免意外接触致命电压。
- 使用远程感测与并联设备保持规定的负载调节。可以将感测导线以菊花链方式或全部直接连接到负载处的感测点。缠绕感测导线对。切勿混用远程感测与本地感测。

虽然下图建议使用远程感测，但的确有必要时，可以使用本地感测。但是，使用本地感测，共享电路只有在压降(在任何设备的本地感测点和任何其他并联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。

### 并联示例

**警告**

电击危险，致命电压 - 许多型号产生的输出电压可高达 2,000 VDC！请确保使用高压电线的的所有仪表连接、负载接线，以及负载和感测连接保持绝缘。必须连接提供的安全罩，以免意外接触致命电压。



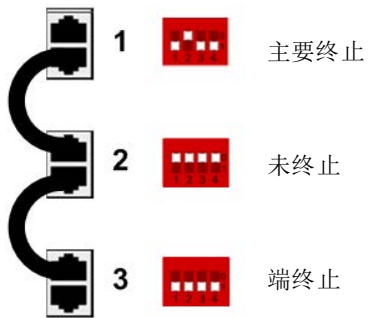
### 主要/辅助设备连接

并联设备时，可以使用主要/辅助设备配置。这可让一个指定的设备成为并联堆叠中所有设备的主要控制器。主要/辅助设备通信使用数字 RS485 母线。连接时使用的是随附的屏蔽 CAT6A 电缆，如下图所示。有关主要/辅助设备配置的更多信息，请参考[并联操作](#)。

该图还显示了并联堆叠的端接开关设置。如果某个设备被指定为主要设备，则该设备必须位于并联堆叠的一端，并且其开关必须按照“主要终止”图中所示进行设置。对于堆叠中另一端的设

## 2 安装仪器

备，其开关必须按照“端终止”图中所示进行设置。中间设备的开关必须按照“未终止”图中所示进行设置。如果主要/辅助设备配置中只连接了两台设备，那么其中一个设备必须将其开关设置为主要设备，另一个设备必须将其开关设置为端设备。如果这些开关设置不正确，可能会发生电流共享故障 (CSF)。



请勿在主要/辅助设备配置中安装并未作为主要/辅助组的一部分得到活跃使用的设备。

### 串联

在任何情况下都不允许串联。

**警告**

**电击危险/致命电压** 由于多种原因，不允许串联。其中一个原因是超过特征表中给定的最大浮动电压额定值非常危险，并且在使用双向串联仪器时无法保证安全的电压平衡。

---



## 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

### 接口盖安装

本节介绍如何连接到设备上的不同通信接口。有关配置远程接口的详细信息，请参见[远程接口配置](#)。

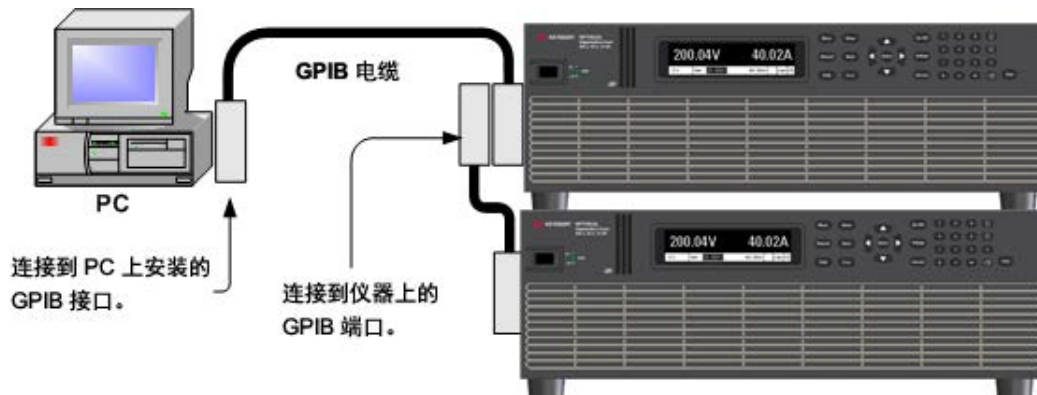
如果您尚未执行上述操作，请从 [www.keysight.com](http://www.keysight.com) 安装最新 Keysight IO Libraries Suite。

#### 注意

有关接口连接的详细信息，请参见 Keysight IO Libraries Suite 随附的《是德科技 USB/LAN/GPIB 接口连接指南》。

## GPIB 连接

下图展示了典型的 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。

## USB 连接

下图展示了典型的 USB 接口系统。

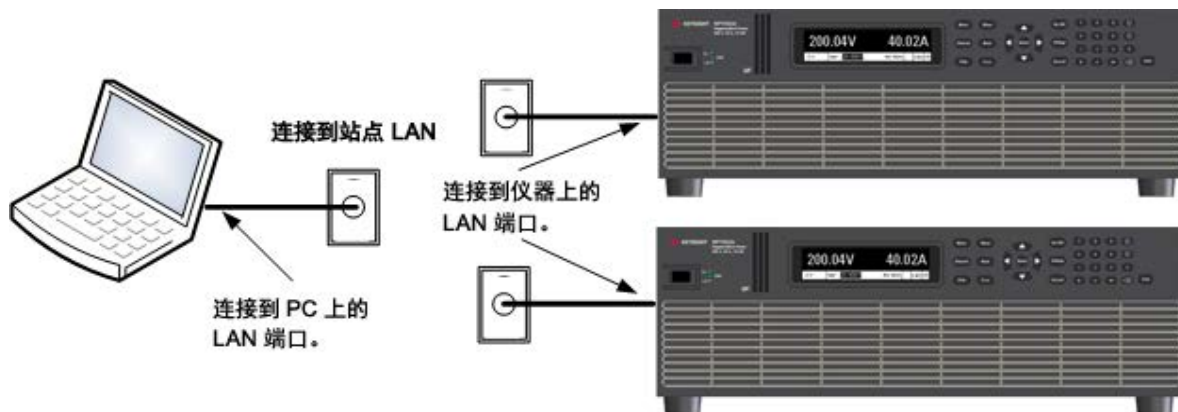
## 2 安装仪器



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。

### 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。下图展示了典型的专用 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“打开”）。DHCP 服务器将通过动态 DNS 服务器注册仪器的主机名。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，大多数是德科技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。

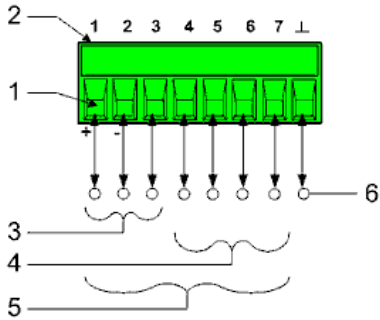
- 2. 使用 Keysight IO Libraries Suite 的 Connection Expert 实用程序添加仪器并验证连接。要添加仪器，可让 Connection Expert 搜索仪器。若未找到仪器，则使用仪器的主机名或 IP 地址添加仪器。
- 3. 现在可以使用 Connection Expert 中的 Interactive IO 与仪器进行通信，也可以使用各种编程环境对仪器进行编程。还可以使用计算机上的网页浏览器与仪器通信，如使用 Web 界面中所述。

### 数字端口连接

**注意** 较好的工程做法是将数字连接器之间的所有信号线进行缠绕或屏蔽。如果使用屏蔽导线，则只需将屏蔽线的一端连接到机壳接地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<sup>2</sup>) 到 AWG 28 (0.14 mm<sup>2</sup>) 之间的导线规格。建议不要使用小于 AWG 24 (0.25 mm<sup>2</sup>) 的导线规格。向后剥开导线绝缘层 7 mm。

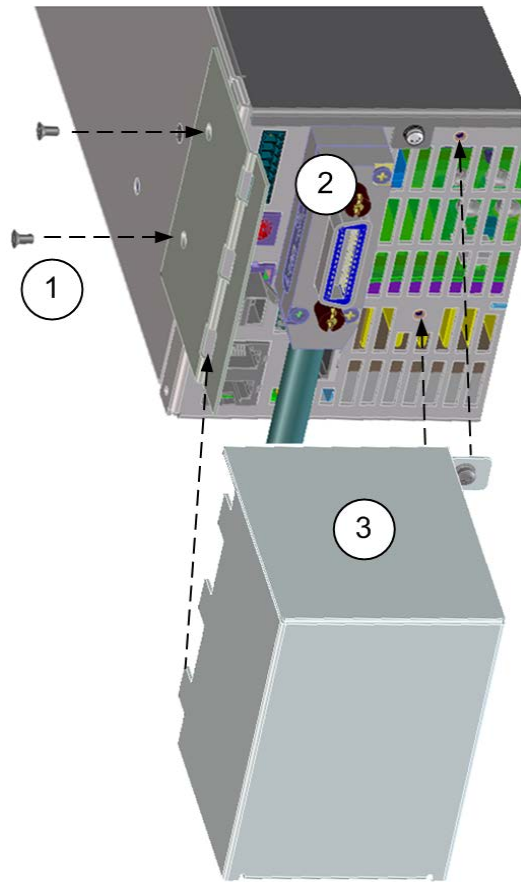
- 1. 插入导线
- 2. 拧紧螺丝
- 3. 故障/抑制可配置针脚( 观察 INH 极性)
- 4. 输出耦合可配置针脚
- 5. 数字 IO 可配置针脚
- 6. 信号共用



有关使用数字端口的信息，可参见对数字端口进行编程。通用特征表中则描述了电气特征。

## 2 安装仪器

### 接口盖安装



设备附带 ESD 盖板和硬件( 请参见 [配件清单](#) ) 。

1. 使用随附的两个螺丝将盖板法兰连接到仪器的一侧。**重要信息** - 此操作必须在安装设备之前完成。
2. 将 LAN、USB、GPIB 电缆和数字 IO 导线( 所示为 GPIB) 连接到相应的后面板连接器。
3. 将盖板滑片插入法兰。使用两个盖板固定螺丝将 ESD 盖板安装到设备后面。

# 3 入门

使用前面板

远程接口配置

## 使用前面板

打开设备

设置输出电压

设置输出电流

设置过电压保护

启用输出

使用内置的帮助系统

## 打开设备

**警告**

电击危险，致命电压 - 许多型号产生的输出电压可高达 2,000 VDC！请确保使用高压电线的**所有**仪表连接、负载接线，以及负载和感测连接保持绝缘。必须连接提供的安全罩，以免意外接触致命电压。

---

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，还要确保仪器已连接到带电电源。如果电源开关旁的 LED 熄灭，则表明未连接到交流电源。如果 LED 为橙色，则表明仪器已连接 AC 电源并处于待机状态；如果为绿色，则表明仪器已通电。

**注意**

如果出现自检错误，则前面板中会显示消息。有关其他自检错误的详细信息，请参见 [维修与维护](#)，以便了解仪器返修的说明。

---

## 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。



在以下显示中，已选择电压设置。使用数字小键盘输入一个值。然后按 **Select**。

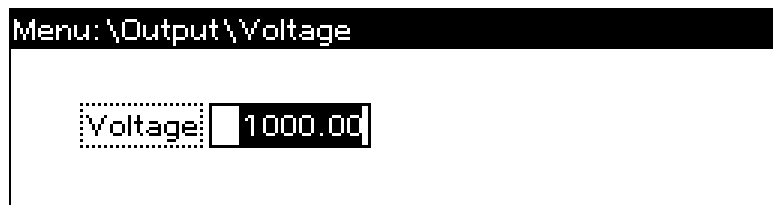


可以使用数字箭头键上下调节该值。输出打开时值才会生效。

在电压优先模式下，设备将保持编程时设置的输出电压。在电流优先模式下，输出电压达到指定的电压限值时，设备会对其进行限制。请参见 [设置输出模式](#) 了解详细信息。

## 方法 2

使用 **Voltage** 键选择电压输入字段。在以下显示中，已选择电压设置。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 **Back** 退出菜单，或按 **Meter** 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。



在以下显示中，已选择电流限值设置。使用向上、向下导航键在 + 和 - 限值条目之间切换。使用数字小键盘输入一个值。然后按 **Select**。

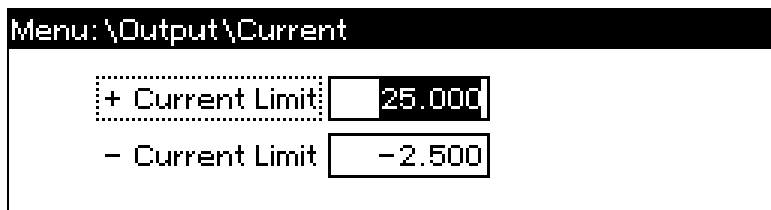


可以使用数字箭头键上下调节该值。您可以设置正电流值和负电流值。输出打开时值才会生效。

在电流优先模式下，设备将保持编程时设置的输出电流。在电压优先模式下，输出电流达到指定的电流限值时，设备会对其进行限制。请参见 [设置输出模式](#) 了解详细信息。

## 方法 2

使用 **Current** 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 **Back** 退出菜单，或按 **Meter** 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** 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** 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** 键显示有关功能控制的帮助信息。
- 要退出命令菜单，请按 **Meter** 键立刻返回到仪表模式，或者按 **Menu** 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，请参见 [前面板菜单参考](#)。

### 菜单示例 - 设置过电压保护。

按 **Menu** 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 **Output** 命令。第三行显示在 **Output** 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。

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

按向右箭头导航键 > 在菜单中横向移动，直到突出显示 Protect 命令。按 Select 键访问 Protect 命令。

```
Menu:\
Output Measure Transient Protect States System
OVP, UVP, OCP, Inhibit, WDog, Clear
```

因为已突出显示 OVP 命令，请按 Select 键访问 OVP 对话框。

```
Menu:\Protect
OVP UVP OCP Inhibit WDog Clear
Overvoltage protection settings.
```

所有型号的默认 OVP 设置都是输出额定值的 120%。您可以使用数字输入键并按 Enter 和 Select 更改 OVP 设置。按 Meter 键返回到仪表视图。

```
Menu:\Protect\OVP
OVP Level: 2400.0
```

## 启用输出

**警告**

电击危险，致命电压 - 许多型号产生的输出电压可高达 2,000 VDC！请确保使用高压电线的仪表连接、负载接线，以及负载和感测连接保持绝缘。必须连接提供的安全罩，以免意外接触致命电压。

使用 On/Off 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。状态指示灯显示输出状态。在本例中，“CV”指示输出处于恒定电压模式。

```
1000.51V 20.013A
CV Set 1000.00V Lim 25.000A Lan
```

### 3 入门

有关状态指示灯的说明，请参见[前面板显示屏概览](#)。

#### 使用内置的帮助系统

在最低菜单级中按 **Help** 键显示有关菜单功能控制的帮助信息。

只要超出限值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 **Meter** 或 **Back** 退出 Help。



## 远程接口配置

**USB 配置**

**GPIB 配置**

**LAN 配置**

**修改 LAN 设置**

**使用 Web 接口**

**使用 Telnet**

**使用套接字**

**接口锁定**

### 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。要使用接口，必须先从 [www.keysight.com](http://www.keysight.com) 安装最新的 Keysight IO Libraries Suite。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。连接并配置 LAN 端口时，前面板 LAN 指示灯会点亮。

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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\IO\USB</b> 此对话框显示 USB 连接字符串。	不可用

### GPIB 配置

GPIB (IEEE-488) 接口上的每台设备必须具有一个唯一的介于 0 和 30 之间的整数地址。仪器出厂时的地址设置为 5。计算机的 GPIB 接口卡地址不得与接口总线上的任何仪器冲突。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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
---------	---------

---

选择 **System\IO\GPIOB**。 不可用

使用数字键输入 0 到 30 之间的新值。然后按 **Enter**。

---

## LAN 配置

以下各节介绍了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 **System\IO\LAN\Apply**。选择“应用”激活设置。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：**System\IO\LAN\Cancel**。选择“取消”以取消所有更改。

出厂时，DHCP 为打开状态，因此可能会启用 LAN 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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\IO\LAN\Settings</b>	不可用
显示活动的 LAN 设置。使用向上、向下箭头键以滚动列表。	

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

重置 LAN 将对启用 DHCP、DNS 和 ping 的仪器执行 LAN 配置初始化 (LCI) 重置。此操作还会将网站密码重置为出厂默认密码。但不会重置主机名或 mDNS 服务名称。

您还可以将 LAN 重置为出厂（默认）设置。这样便会使**所有** LAN 设置恢复到出厂值并重启网络。**非易失性设置**下面列出了所有默认 LAN 设置。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\IO\LAN\Reset</b>	不可用
选择 <b>System\IO\LAN\Defaults</b>	
选择“重置”激活已选 LAN 设置并重启网络。	

## 修改 LAN 设置

### IP 地址

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

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\IO\LAN\Modify\IP</b> 选择 <b>Auto</b> 或 <b>Manual</b> 。有关完整说明，请参见以下内容。	不可用

- **Auto** - 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。
- **Manual** - 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 Manual 时才显示。
- **IP Address** - 该值是仪器的 Internet 协议 (IP) 地址。与仪器的所有 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) 。
- **Subnet Mask** - 仪器使用此值可判断客户端 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 Gateway** - 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，且无前置零。

## 主机名

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

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\IO\LAN\Modify\Name</b> 您可以通过数字小键盘输入任何值。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 <b>Enter</b> 键。	不可用

**Host Name** 字段使用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：K-型号-序列号，其中的型号是设备 7 个字符的型号( 例如 PV8922A) ，序列号则是设备顶部标签上 10 个字符序列号的后 5 个字符( 例如，如果序列号为 MY12345678，则为 45678) 。

## DNS 服务器

### 3 入门

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。

要手动配置 DNS 服务，请执行以下操作：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\IO\LAN\Modify\DNS</b> 选择主要地址或辅助地址。有关完整说明，请参见以下内容。	不可用

- **主要地址** - 此字段用于输入服务器的主要地址。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。
- **辅助地址** - 此字段用于输入服务器的辅助地址。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，且无前置零。

#### 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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\IO\LAN\Modify\mDNS</b> 您可以通过数字小键盘输入任何值。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 <b>Enter</b> 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，其中的型号是设备 7 个字符的型号，说明即是设备的说明，序列号则是仪器顶部标签上 10 个字符的序列号(例如 MY12345678)。

#### 服务

这可以用来选择要启用或禁用的 LAN。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\IO\LAN\Modify\Services</b> 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、mDNS 和 HiSLIP。
- 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

通过仪器内置 Web 接口可从计算机上的网页浏览器直接控制仪器。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。最多允许同时进行六个连接。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。使用 Web 接口需要网页浏览器。

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. 在计算机上打开网页浏览器。
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. 点击页面顶部的“Web 控制”选项卡，即可开始控制仪器。
4. 有关任何页面的其他帮助，请点击？。

KEYSIGHT PV8922A  
TECHNOLOGIES 序列号 USLP200002

主页 控制仪器 配置 LAN

已连接到 PV8922A  
IP 地址为 141.121.206.54

启用前面板标识指示灯

**说明**

型号	PV8922A
制造商	Keysight
序列号	USLP200002
固件修订版	B 04.01.564
说明	Keysight PV8922A 光伏阵列模拟器 - USLP200002

**VISA 仪器地址**

HISLIP LAN 协议	TCPIP::K-PV8922A-00002::hislp0::INSTR
VXI-11 LAN 协议	TCPIP::K-PV8922A-00002::inst0::INSTR
GPIB over LAN 协议	TCPIP::K-PV8922A-00002::gpi0.5::INSTR
TCP/IP SOCKET 协议	TCPIP::K-PV8922A-00002::5025::SOCKET
USB (USB7MC/488)	USB::10893::16386::USLP200002::0::INSTR
GPIB	GPIB::5::INSTR

更多信息

© Keysight Technologies, Inc. 2020 支持 产品 Keysight

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。出厂时并未设置密码。要设置密码，请点击“设置”( 齿轮) 图标。有关设置密码的更多信息，请参见联机帮助。

## 使用 Telnet

**注意** 电源最多允许同时连接六个 telnet、数据套接字和控制套接字的任意组合。

### 3 入门

在 MS-DOS 命令提示框中，键入：`telnet hostname 5024`，其中 `hostname` 是设备的主机名或 IP 地址，`5024` 是仪器的 telnet 端口。

随后便会看到一个 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

是德科技仪器统一使用端口 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束，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零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束，返回给控制套接字的所有查询响应也必须以换行符结束。

要向设备发出清除指令，可向控制套接字发送字符串“DCL”。当电源完成执行设备清除后，它会将字符串“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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Admin\IO</b>	不可用
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	

如果无法访问 Admin 菜单，可能是因为受到了密码保护。

# 4

## 使用光伏阵列模拟器

对输出进行编程

光伏模拟器操作

并联操作

电流灌入操作

对输出保护进行编程

对输出瞬变进行编程

输出序列化

进行测量

外部数据记录

对数字端口进行编程

系统相关操作

优先模式教程

## 对输出进行编程

设置输出优先模式

设置输出电压和低电压限值

设置输出电流

设置转换率

设置输出电阻

设置输出带宽

设置输出打开/关闭模式

启用输出

**警告**

电击危险，致命电压 - 许多型号产生的输出电压可高达 2,000 VDC！请确保使用高压电线的仪表连接、负载接线，以及负载和感测连接保持绝缘。必须连接提供的安全罩，以免意外接触致命电压。

**注意**

首次打开设备时，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

选择电压优先、电流优先或 SAS 操作模式。有关详细信息，请参见 [优先模式操作](#)。

**电压优先** - 此模式可使输出电压保持恒定。只要负载电流处于 + 或 - 电流限值设置范围内，便可将输出电压维持在编程时设置的状态。

**电流优先** - 此模式可使输出电流保持恒定。只要负载电压处于电压限值设置范围内，就可将输出电流维持在其已编程的设置。

**SAS 模式** - 选择太阳能阵列模拟器操作。有关详细信息，请参见 [光伏模拟器操作](#)。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\Mode</b> 。 选择电压或电流优先。然后按 <b>Select</b> 。	要指定电流优先或电压优先模式，请使用以下命令： <b>FUNC CURR VOLT</b>

**注意**

在模式之间切换时，系统会关闭输出，同时输出设置会还原到开机或 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/负限值范围内，输出电压就可保持其已设定的设置。

前面板菜单参考	SCPI 命令
按 <b>Voltage</b> 键。 输入值并按 <b>Select</b> 。	要将输出电压设置为 400 伏，请使用以下命令： <b>VOLT 400</b>

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

前面板菜单参考	SCPI 命令
按 <b>Voltage</b> 键。 指定正电压限值。然后按 <b>Select</b> 。	要设置电压限值，请使用以下命令： <b>VOLT:LIM 420</b>

## 设置低电压限值

设置在电流优先模式下的低电压限值。这可以防止电池放电时电压降至低电压限值以下。达到低电压限值时，设备会从电流优先模式转换至低电压限值模式，从而停止电池放电。此低电压限值由 **VL-** 状态位报告。

如果输出电压低于编程设定的低电压限值，则低电压限值还会阻止输入打开。如果要打开输出，必须首先禁用低电压限值。请注意，此功能与 **欠电压保护** 功能不同。

前面板菜单参考	SCPI 命令
按 <b>Voltage</b> 键。 只有设备设置为在电流优先模式下运行时，才会显示“低电压限值”字段。	要设置低电压限值，请使用以下命令： <b>VOLT:LIM:LOW 4</b>
指定低电压限值。然后选中“启用”(取消选中则会禁用此功能)。然后按 <b>Select</b> 。	要启用低电压限值，请使用以下命令： <b>VOLT:LIM:LOW:STAT ON</b>

## 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值，该限值将输出电流限制为指定值。

前面板菜单参考	SCPI 命令
按 <b>Current</b> 键。 指定正/负电流限值。 然后按 <b>Select</b> 。	要设置正电流限值，请使用以下命令： <b>CURR:LIM 12</b> 要设置负电流限值，请使用以下命令： <b>CURR:LIM:NEG -3</b>

## 4 使用光伏阵列模拟器

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值范围内，便可保持此级别。

前面板菜单参考	SCPI 命令
按 <b>Current</b> 键。 输入正/负值。 然后按 <b>Select</b> 。	要将电流设置为 +5 安培，请使用以下命令： <b>CURR 5</b> 要将电流设置为 -5 安培，请使用以下命令： <b>CURR -5</b>

## 设置转换率

电压转换率可确定电压变为新设置的速率。这只适用于在电压优先模式下运行时的电压设置。设置为 MAXimum、INFinity 或一个非常大的值时，转换率将受到设备列出的编程速度和带宽的限制。使用此设置可在向上或向下编程电容负载时，防止交叉到电流限值中，也可将编程响应限制为受控速率。使用下列方程式计算最大转换率限值以确保实现平滑的上下线性编程性能。

$$\text{最大转换率 (V/s)} = (\text{电流限值设置 (A)} - \text{负载电流 (A)}) / (\text{负载电容 (F)})$$

电流转换率可确定电流变为新编程设置的速率。这只适用于在电流优先模式下运行时的电流设置。设置为 MAXimum、INFinity 或一个非常大的值时，转换率将受到设备列出的编程速度和带宽的限制。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\Advanced\Slew</b> 然后选择“电压”或“电流” 在“转换率”字段中输入电压转换率或电流转换率。 检查最大转换率，以便对最快转换率进行编程。	要将电压转换率设置为 5 V/s，请使用以下命令： <b>VOLT:SLEW 5</b> 要将电流转换率设置为 1 A/s，请使用以下命令： <b>CURR:SLEW 1</b> 要设置最快转换率，请使用以下命令： <b>VOLT:SLEW MAX</b>

## 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。有关特定型号的电阻编程范围，请参见 [补充特征](#)。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\Advanced\Resistance</b> 。 指定一个输出电阻值。然后选中 <b>启用框</b> 。然后按 <b>Select</b> 。	要选择 0.5 欧姆的电阻，请使用以下命令： <b>VOLT:RES 0.5</b> 要启用输出电阻，请使用以下命令： <b>VOLT:RES:STAT ON</b>

**注意**

设备并联时，最大输出电阻将降低。单个设备的可编程电阻必须除以并联设备的总数。

## 设置输出带宽

### 电压补偿

电压补偿模式可让您利用电容性负载优化输出响应时间。“特征”部分中的**电容负载边界**图显示最小 ESR 作为被测设备电容的函数，以允许稳定运行。**输出阻抗**图显示了补偿模式对小信号输出阻抗的影响。

**0 Fast**( 高速/小电容性负载) – 提供最快的编程速度和瞬变响应时间。最适合低电容的电阻性 DUT。默认频率 = 5000 Hz。

**1 Medium**( 中速/中等电容性负载) – 提供中等编程速度和瞬变响应时间。最适合电容较高且可一定程度上均衡编程速度和瞬变响应的 DUT。默认频率 = 450 Hz。

**2 Slow**( 慢速/大电容性负载) – 最适合具有高电容/低 ESR 且可均衡编程速度和瞬变响应的 DUT。默认频率 = 12 Hz。

**<频率>** 指定应用于编程信号的滤波器的低通转角频率。编程电压是通过一阶低通滤波器( 其中极点以赫兹为单位指定) 的数字化信号。该滤波器具有相对于编程电压或电流的变化减慢输出的效果。

指定滤波器的低通转角频率，并结合使用可配置的转换设置，可以在编程速度和输出电压或电流过冲之间达成均衡。例如，调高滤波器频率可以提升编程速度并减少稳定时间，因此可能导致输出超调。调低滤波器频率可以降低编程速度并增加稳定时间，因此可以减少任何输出超调。调整滤波器频率所造成的影响还取决于补偿设置和负载阻抗。滤波器频率设置不会影响设备对负载变化的瞬变响应。

下表总结了补偿设置对所有型号的 CV 编程速度特征的影响。

设置	阶跃条件	频率	上升/下降时间 阶跃的 10% 到 90%	稳定时间 到阶跃的 0.1%
0 Fast	无负载，额定值的 0.1% 到 100%	100 kHz	0.2 ms	1 ms
1 Medium	无负载，额定值的 0.1% 到 100%	100 kHz	0.5 ms	2.5 ms
2 Slow	无负载，额定值的 0.1% 到 100%	100 kHz	33 ms	110 ms

下表描述了所有型号的 CV 小信号带宽特征

CV 空载时编程小信号带宽 (-3dB)	
设置	频率
0 Fast	2.5 kHz
1 Medium	1 kHz
2 Slow	350 Hz

## 4 使用光伏阵列模拟器

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\Advanced\Bandwidth\Voltage</b> 。 选择 0、1 或 2。如果需要，在“频率”字段中输入极点频率。 然后按 <b>Select</b> 。	要设置电压补偿带宽，请使用以下命令： <b>VOLT:BWID:RANG 0   1   2</b> 要指定极点频率，请输入以下命令： <b>VOLT:BWID:LEV 0   1   2, &lt;频率&gt;</b>

### 电流补偿

提供的电流补偿适合处理各种编程响应相对较快的总导线和 DUT 电感(请参见 [电感负载边界图](#))。为了减少负载导线电感的影响，可以并联额外的几组负载导线来降低净电感，特别是在负载导线较长的情况下。

**<频率>** - 指定应用于编程信号的滤波器低通转角频率。请参见前文的“电压补偿”模式下的说明，了解有关更改 **<频率>** 设置的用例权衡的说明。

下表总结了补偿设置对所有型号的 CC 编程速度特征的影响。

阶跃条件	频率	上升/下降时间 阶跃的 10% 到 90%	稳定时间 到阶跃的 0.1%
大于额定值的 10% 时的交流短路，额定值的 0.1% 到 100%	100 kHz	100 $\mu$ s	200 $\mu$ s

-3dB 处的 CC 编程小信号带宽特征为 3.5 kHz(适用于所有型号)。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\Advanced\Bandwidth\Current</b> 。 只有一个补偿带宽。 如果需要，请在“频率”字段中输入极点频率。 然后按 <b>Select</b> 。	要指定极点频率，请输入以下命令： <b>CURR:BWID:LEV 0, &lt;频率&gt;</b>

### 设置输出打开/关闭模式

**注意** 打开/关闭设置仅于设备在电压优先模式下运行时才适用。在电流优先模式下，打开/关闭行为始终设置为高阻抗。

电压优先打开和关闭行为可以设置为高或低阻抗模式。

**低阻抗**模式适用于功率变换器等设备。在输出转换过程中，电流将寻源或放电以实现快速的输出电压响应。

**高阻抗**模式适用于电池等设备，这类设备上的输出转换受到控制，以便最大程度减少输出电流。

前面板菜单参考	SCPI 命令
---------	---------

选择 **Output\Advanced\Tmode**。

选择“高阻抗”或“低阻抗”以打开和关闭模式。

选中“耦合”以耦合打开和关闭模式。然后按 **Select**。

要选择高阻抗打开，请使用以下命令：

**OUTP:TMOD:ON HIGHZ**

要选择低阻抗关闭，请使用以下命令：

**OUTP:TMOD:OFF LOWZ**

要耦合打开和关闭模式，请使用以下命令：

**OUTP:TMOD:COUP ON**

## 启用输出

**警告**

电击危险，致命电压 - 许多型号产生的输出电压可高达 2,000 VDC！请确保使用高压电线的**所有**仪表连接、负载接线，以及负载和感测连接保持绝缘。必须连接提供的安全罩，以免意外接触致命电压。

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。有关输出打开和关闭延迟的更多信息，请参见 [打开/关闭延迟](#)。

前面板菜单参考

SCPI 命令

按 **On/Off** 键。

**OUTP ON|OFF**

除了前面板和 SCPI Output On 和 Output Off 命令，您还可以使用 OnCouple 和 OffCouple 信号来启用和禁用输出。请参考 [输出耦合控制](#) 了解更多信息。启用耦合后，更改开启设置也会更改关闭设置，反之亦然。

**注意**

在 1 周期交流线路断线期间，仪器可能会重新启动。输出将在重启之后保持关闭状态，直到操作员通过前面板控制或使用计算机程序恢复先前的设置为止。此行为符合安全操作程序。

## 光伏 (SAS) 操作

### 简介

### 对曲线参数进行编程

### 对表参数进行编程

### 对多个表进行编程

### 对其他参数进行编程

### SAS 命令详细信息

### 故障排除

### 模型方程

#### 注意

Keysight **DG9000** 高级/多输入 PV 逆变器测试软件让您控制 1 到 12 个 PVS 仪器的输出。

### 简介

SAS:MODE 命令指定 Curve 或 Table 模式时，Keysight PVS 仪器仅作为太阳能电池阵列模拟器运行。

在 Curve 模式下，使用四个输入参数和一个曲线形状（空间或地面）创建太阳能电池阵列特征：

**I<sub>mp</sub>** – 最大功率点处的电流

**I<sub>sc</sub>** – 短路电流

**V<sub>mp</sub>** – 最大功率点处的电压

**V<sub>oc</sub>** – 开路电压

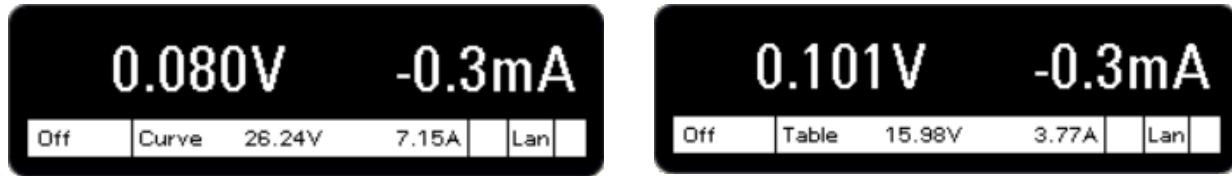
在 Table 模式下，使用 3 到 1024 个电压和电流点创建太阳能电池阵列特征。

可按以下方式指定太阳能电池阵列操作：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\Mode</b> 。	指定 SAS 操作：
在 SAS 模式下选择 Curve 或 Table。	<b>SAS:MODE CURV</b>
选择 Fixed 可退出 SAS 模式。然后按 <b>Select</b> 。	<b>SAS:MODE TABL</b>
	<b>SAS:MODE FIX</b> (退出)

- 在 Fixed 模式与 Curve 或 Table 模式之间切换时，输出会关闭。
- 在 Fixed 和 Curve/Table 模式之间切换时，所有设置会恢复到 \*RST 值。
- 在 Curve 和 Table 模式之间切换时，太阳能电池阵列设置会保留。

前面板显示屏会指示仪器作为太阳能电池阵列模拟器运行时，是处于 Curve 模式还是 Table 模式。显示在显示屏上的设置是真实的 Vmp 和 Imp 值。这些值基于正在运行的曲线参数或表点进行计算。



## 对曲线参数进行编程

在 Curve 模式中，输出具有遵循太阳能电池阵列数学模型的 I-V 特征。您必须先指定作为曲线基础的一组方程（空间或地面）。请参见 **SAS 方程**，其中列出了模型方程。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\SAS\Curve\Shape</b> 。 指定“空间”或“地面”。 要激活形状，请选择“Curve\Settings”对话框中的“设置曲线”（请参见下文）。	要指定曲线形状，请使用以下命令： <b>SAS:CURV:SHAP SPACE</b> <b>SAS:CURV:SHAP TERRestrial</b>

指定好形状后，您必须使用以下四个参数指定曲线的 I-V 特征：Imp、Isc、Vmp 和 Voc。这些参数可以分别进行编程，但在对新曲线进行编程时，最好将所有曲线参数发送到同一行。这种方法将产生即时曲线变化。

可以按任意顺序输入曲线参数 - 仪器会确定所有参数是否在可接受的范围内。未编程的参数将保留先前已编程曲线的值。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\SAS\Curve\Settings</b> 。 在对话框中，为四个 I-V 曲线参数分别输入一个值。然后按 <b>设置曲线</b> 。	在同一行上指定 Imp、Isc、Vmp 和 Voc： <b>SAS:CURV:IMP &lt;n&gt;; ISC &lt;n&gt;; VMP &lt;n&gt;; VOC &lt;n&gt;</b>

- 单独发送曲线参数时，如果某个参数的值超出三个现有参数所确定的曲线特征范围，便会发生错误。此外，可能需要对曲线进行多达四次更改，才能获得最终曲线。

## 对表参数进行编程

在此模式中，I-V 点的表指定曲线。表可以编程为每个表最多容纳 1024 个 I-V 点。表中的值不会另存为仪器状态的一部分。最多可将两个表加载到仪器存储器中。表列表必须满足下列要求。

对于电流和电压列表：

- 每个列表中的点数从 3 到 1024 不等。
- 两个表都必须包含相同的点数。

对于电压列表：

## 4 使用光伏阵列模拟器

- 第一个值必须为 0( 允许误差范围为  $\pm 10$  mV) 。
- 点值必须严格单调递增。相邻的值不能相等。

对于电流列表：

- 点值必须单调递减。相邻的值不能相等。
- 最后一个值必须为 0( 允许误差范围为  $\pm 0.3$  mA) 。

使用以下命令将表参数编程到仪器的存储器中：

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	要对电流表列表进行编程，请使用以下命令： <b>SAS:TABL[1 2]:CURR &lt;电流&gt;{,&lt;电流&gt;}</b>  要对电压表列表进行编程，请使用以下命令： <b>SAS:TABL[1 2]:VOLT &lt;电压&gt;{,&lt;电压&gt;}</b>

使用以下命令激活表，其中会使用表点运行曲线。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\SAS\Table</b> 。 选择表 1 或表 2。	要激活电流或电压表，请使用以下命令： <b>SAS:TABL:ACT 1</b>

- 如果这些点不代表有效的数据集，便会生成错误。

使用以下命令可查询电流和电压表中的数据点数。

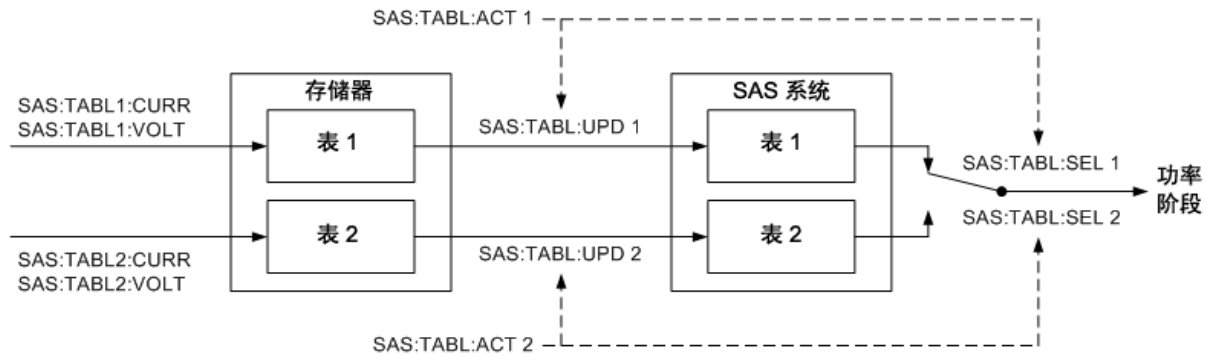
前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\SAS\Table</b> 。 对话框将显示处于活动状态的表。	要查询电流或电压表点，请使用以下命令： <b>SAS:TABL[1 2]:CURR:POIN?</b> <b>SAS:TABL[1 2]:VOLT:POIN?</b>

## 对多个表进行编程

**注意** 如果未指定表编号 [1或2]，则命令默认为 Table 1。

如前所述，如下图的顶部所示，SAS:TABLE 命令可以将电压或电流数据加载到仪器的存储器中。要使用已加载到存储器中的表，必须将它传输到 SAS 系统位置。SAS:TABLE:ACTivate 命令可以将数据移动(更新)到 SAS 系统中，并选择用于功率阶段的表。





要在表之间快速切换以生成不同的曲线特征，可以使用 SAS:TABLE:UPDate 提前将数据从两个表传输到 SAS 系统位置，然后使用 SAS:TABLE:SElect 立即将功率阶段从一个表切换到另一个表。切换表时，输出不会关闭。

也可以使用 SAS:TABLE:ACTivate 命令执行与 SAS:TABLE:UPDate 和 SAS:TABLE:SElect 相同的功能。但是，由于将数据从存储器加载到 SAS 系统需要相当长的时间，因此仅使用 SAS:TABLE:ACTivate 命令无法立即从一个表切换到另一个表。

可以通过将一个表加载到表 1 并选中它来执行一系列表。接着可以将一个新表加载到表 2 中并选中它。然后可以将第三个表加载到表 1 中，以此类推。

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	要更新 SAS 系统中的表，请使用以下命令： <b>SAS:TABL:UPD 1</b>

- 如果点不代表有效的数据集，便会生成错误。
- 可以在 SAS 系统中更新这两个表。
- 更新当前选中的表将影响正在运行的曲线。
- 更新命令仅对表进行更新。并不会选择任何表。

加载到 SAS 系统后，可以使用 SAS:TABLE:SElect 命令运行该表。您还可以使用此命令在 SAS 系统位置的两个表之间切换，无需关闭输出。

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	要在 SAS 系统中选择和运行表 1，请使用以下命令： <b>SAS:TABL:SEL 1</b> 要切换并运行表 2，请使用以下命令： <b>SAS:TABL:SEL 2</b>

## 对其他参数进行编程

### 比例因子

您可以为电流和电压 SAS 曲线编程比例因子。

## 4 使用光伏阵列模拟器

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\SAS\Scale</b> 。 以百分比的形式为电流和/或电压表输入比例因子。然后按 <b>Select</b> 。	要对电流和电压比例因子进行编程，请使用以下命令： <b>SAS:SCAL:CURR &lt;百分比&gt;</b> <b>SAS:SCAL:VOLT &lt;百分比&gt;</b>

- 此功能在 Curve 和 Table 模式下均可处于活动状态。SAS 曲线上的所有电压和电流都会乘以这些比例因子。
- 比例因子设置立即生效，无需关闭输出。

### 带宽

可使用两个 SAS 带宽范围对各种逆变器设备的稳定性或性能进行优化。这些范围同时适用于 Curve 和 Table 模式。

0 - 在测试各种各样的逆变器设备时，慢带宽范围处于稳定状态。

1 - 已使用更快的 MPPT 算法对用于逆变器设备的快带宽范围进行优化。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\SAS\Bandwidth</b> 。 选择带宽范围：0(慢)或1(快)。然后按 <b>Select</b> 。	要对 SAS 带宽进行编程，请使用以下命令： <b>SAS:BWID:RANG 0 1</b>

### SAS 命令详细信息

在主要/辅助设备操作中，必须将所有 SAS 命令发送至主要设备。辅助设备已锁定；您无法对辅助设备的设置进行编程。

SAS 模式不支持以下 SCPI 命令：

CALibrate:STATe	启用校准模式
CURRent:BWIDth	所有 CURR:BWID 命令
CURRent[:LEVel]	所有 CURR[:LEV] 命令
CURRent:LIMit	所有 CURR:LIM 命令
CURRent:MODE STEP LIST ARB	所有 CURR:MODE 命令( FIXed 除外)
CURRent:PROTection:STATe	启用电流保护状态
CURRent:SLEW	电流转换设置
FUNcTion CURR VOLT	优先模式设置
OUTput[:STATe]:TMOde	输出打开模式
VOLTage:BWIDth	所有 VOLT:BWID 命令
VOLTage[:LEVel]	所有 VOLT[:LEV] 命令
VOLTage:LIMit	所有 VOLT:LIM 命令
VOLTage:MODE STEP LIST ARB	所有 VOLT:MODE 命令( FIXed 除外)
VOLTage:RESistance	所有 VOLT:RES 命令

以下 SAS 命令在 Curve 模式下不可用。

TABLE:ACTivate 1 2	激活表
TABLE:SElect 1 2	选择表
TABLE:UPDate 1 2	更新表

## 故障排除

在正常的太阳能电池阵列操作中，前面板状态指示器可报告 CC( 恒电流) 状态。如果太阳能电池阵列曲线在正常的操作边界外运行，前面板状态指示器会报告 VL+( 正电压限值) 或 CL-( 负电流限值) 状态。

大多数 SAS 错误涉及超出可接受参数限制的曲线和表参数。例如：

Error 335, VMP must be less than VOC( 当曲线形状设置为“空间”)

Error 337, IMP must be less than or equal to ISC( 当曲线形状设置为“空间”)

Error 336, VMP must be less than 0.99 \* VOC( 当曲线形状设置为“地面”)

Error 338, IMP must be less than 0.99 \* ISC( 当曲线形状设置为“地面”)

VMP 或 IMP 小于允许的值范围，计算出( 或真实) 的 VOC 超过仪器设定的最大电压，或者曲线的斜率大于允许的最大  $dI/dV$  (1.947) 时，也会出现其他错误。

Error 339, VMP and/or IMP too small

Error 340, Computed VOC exceeds max voltage setting( 当曲线形状设置为“地面”时)

Error 315, Settings conflict error;  $dI/dV$  is <calculated value>, maximum is 1.947

## 模型方程

在曲线模式下运行时，您可以从两组方程中进行选择，用来建立太阳能电池阵列模型。这些称为空间曲线形状和地面曲线形状。请参见 [SASimulator:CURVe:SHAPE](#) 命令。

### 空间曲线形状

以下方程使用参数  $R_s$ 、 $N$  和  $a$  来描述太阳能电池阵列模拟器空间模型，这些参数定义为四个输入参数  $V_{oc}$ 、 $V_{mp}$ 、 $I_{sc}$  和  $I_{mp}$  的函数。

$$R_s = \frac{V_{oc} - V_{mp}}{I_{mp}}$$

$$N = \frac{\ln(2 - 2^a)}{\ln\left(\frac{I_{mp}}{I_{sc}}\right)}$$

$$a = \frac{V_{mp} \left(1 + \frac{R_s I_{sc}}{V_{oc}}\right) + R_s (I_{mp} - I_{sc})}{V_{oc}}$$

#### 4 使用光伏阵列模拟器

$$V = \frac{V_{oc} \ln \left( 2 - \left( \frac{I}{I_{sc}} \right)^N \right)}{\ln(2)} - R_s (I - I_{sc})$$

$$1 + \frac{R_s I_{sc}}{V_{oc}}$$

此模型在以下文件中进行了说明：Britton, Lunscher, and Tanju, "A 9 KW High-Performance Solar Array Simulator", Proceedings of the European Space Power Conference, August 1993 (ESA WPP-054, August 1993)

#### 地面曲线形状

以下方程使用参数  $I_0$  和  $C_{aq}$  来描述太阳能电池阵列模拟器地面模型，这些参数定义为四个输入参数  $V_{oc}$ 、 $V_{mp}$ 、 $I_{sc}$  和  $I_{mp}$  的函数。

$$I_0 = I_{sc} \left( 1 - \frac{I_{mp}}{I_{sc}} \right)^{\frac{1}{1 - \frac{V_{mp}}{V_{oc}}}}$$

$$C_{aq} = \frac{\frac{V_{mp}}{V_{oc}} - 1}{\ln \left( 1 - \frac{I_{mp}}{I_{sc}} \right)}$$

$$I = I_{sc} - I_0 \left( e^{\frac{V}{V_{oc} C_{aq}}} - 1 \right)$$

以上方程衍生自欧洲标准 EN50530( 2010 年 4 月) “光伏并网逆变器的总体效率”(Overall efficiency of grid connected photovoltaic inverters) 中的方程 C.9、C.10 和 C.5。

这些方程还在数学上等价于 Sandia 逆变器性能测试协议“评估光伏并网系统中所用逆变器的性能测试协议”(Performance Test Protocol for Evaluating Inverters Used in Grid-Connected Photovoltaic Systems) 中的方程 8、9 和 7。为了建立这种等价性，必须进行以下变量替换：

EN 50530	Sandia
$I_0$	$I_{sc} * C_1$
$C_{aq}$	$C_2$

## 并联操作

### 简介

#### 主要/辅助设备配置

#### 主要/辅助设备前面板显示屏

#### 主要/辅助编程注意事项

#### 主要/辅助设备命令详细信息

#### 故障排除

### 简介

#### 警告

电击危险 所有并联设备必须始终通过接地电源线接地。在任何设备上中断保护（接地）导线或断开接地保护端子的连接都可能导致电击危险，从而造成人身伤害或死亡。

#### 小心

要防止潜在设备损坏，请执行以下操作：

- 连接不超过二十台电压额定值相同的设备。所有设备必须具有相同的额定电压，但额定电流可以不同。所有设备必须具有相同版本的固件。请参见 [仪器标识](#) 查看固件版本。
- 始终同时打开和关闭交流电源。请勿在其他设备关闭时打开任何设备。

并联操作允许您将多个电源连接在一起，从而创建出具有更高总电流和功率的系统。这适用于电流寻源和电流灌入操作。在主要/辅助操作中，并联组通过主要设备控制，并显示为单个更高功率电源。主要设备提供大多数源和测量功能的集合。

在尝试打开或探索辅助设备之前，请记得连接主要/辅助设备电缆并配置端接开关（有关详细信息，请参见 [多个设备连接](#)）。

### 主要/辅助设备配置

主要/辅助设备操作的配置过程如下：

- 将一个设备配置为主要设备
- 将其他设备配置为具有唯一总线地址的辅助设备
- 选择连接模式和自动连接延迟时间
- 在主要设备上执行一次性发现 - 此操作会保存主要/辅助设备配置
- 接通电源后，可自动或手动将主要设备连接到辅助设备
- 如果随后更改了主要/辅助设备配置，则需要重新执行发现操作

将每个并联仪器配置为主要设备或辅助设备。

## 4 使用光伏阵列模拟器

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Group\Function</b> 在对话框中, 选择“主要设备”、“辅助设备”或“无”。然后按 <b>Select</b> 。	要配置并联设备, 请使用以下命令: <b>INST:GRO:FUNC PRIM SEC NON</b>

如果设备是主要设备, 则可以设定延迟以允许辅助设备在主要设备自动连接到辅助设备之前有足够的时间启动。如果辅助设备加电出现延迟, 则主要设备自动连接可能会失败。“无”适用于非并联操作。请勿将配置为“无”的设备连接至主要/辅助设备总线, 这可能会导致 CSF 故障。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Group\Delay</b> 在对话框中, 设置自动连接延迟。 然后按 <b>Select</b> 。	要将自动连接延迟设置为 10, 请输入以下命令: <b>INST:GRO:PRIM:DEL 10</b>

如果设备是辅助设备, 则必须为每个辅助设备分配一个唯一的总线地址( 从 1 到 19) 。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Group\Secondary</b> 在此对话框中, 选择辅助设备的地址。值范围为 1 到 19。然后按 <b>Select</b> 。	要将辅助设备地址设置为 1, 请使用以下命令: <b>INST:GRO:SEC:ADDR 1</b>

指定主要设备的连接模式。

**AUTO** - 主要设备将在打开电源时自动连接到先前发现的辅助设备。

**MANual** - 当主要设备从前面板或通过 **INST:GRO:PRIM:CONN:MODE MAN** 收到连接命令时, 将连接到先前发现的辅助设备。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Group\Mode</b> 在对话框中, 选择连接模式。然后按 <b>Select</b> 。	要设置主要设备的连接模式, 请使用以下命令: <b>INST:GRO:PRIM:CONN:MODE AUTO</b>

完成辅助设备地址配置后, 在主要设备上运行“Discover”以启动与所有辅助设备的通信。完成初始发现后, 就不需要再次运行发现过程, 主要/辅助设备配置发生更改的除外。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Group\Discover</b> 在此对话框中, 选择“发现”以发现所有辅助设备。然后按 <b>Select</b> 。	要发现辅助设备, 请输入以下命令: <b>INST:GRO:PRIM:DISC</b>

手动将主要设备连接到所有先前发现的辅助设备。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Group\Connect</b> 在此对话框中, 选择“连接”以将所有辅助设备连接到主要设备。然后按 <b>Select</b> 。	要将主要设备连接到所有发现的辅助设备, 请输入以下命令: <b>INST:GRO:PRIM:CONN</b>

## 主要/辅助设备前面板显示屏

从主要设备的前面板读取的电流值是主要设备和辅助设备的值的总和。辅助设备将返回其各自的电流值。

以下示例展示了主要/辅助设备操作期间的前面板显示屏。主要/辅助设备配置中连接了三台设备。这些设备在电压优先模式下运行。

**这是额定功率为 20 kW 的主要设备。**

“P”表示主要设备。显示的电流 (30 A) 是所有并联设备的总输出电流。此设备仅对总电流贡献 10 A。



**这是额定功率为 20 kW 的辅助设备。**

“S”表示辅助设备。显示的电流 (10 A) 是此设备对总电流的贡献的电流。



**这是额定功率为 20 kW 的辅助设备。**

“S”表示辅助设备。显示的电流 (10 A) 是此设备对总电流的贡献的电流。



## 主要/辅助设备编程注意事项

对主要设备的输出电压和电流设置进行编程的操作与单个设备相同。电流限值将反映并联设备的总容量。有关详细信息，请参见 [设置输出电压](#) 和 [设置输出电流](#)。辅助设备已锁定；您无法对辅助设备的设置进行编程。

将正负电流限值设置为高电平，为向上/向下编程瞬变动态提供额外的余量。瞬变动态主要是被测设备电容充电电流的结果。请注意，主要设备的电流限值和电流设置根据每个设备的额定电流在并联组中自动成比例。

降低转换率可以减少不完善的电压编程同步。默认情况下，转换率将设置为最大值。

### 注意

在电流优先模式下，将主要设备的输出电流设置为所需的值。将电压限值设置为高于设备预期运行电压的值。

## 最大电流时的操作

因为主要/辅助设备配置中并联设备之间存在单独电路容差，所以每个设备贡献的电流可能与“理想量”略有不同，“理想量”假设所有设备完全相等地共享电流。以并联组的最大额定电流运行时，这些单独的电路容差可能导致一个或多个设备脱离 CV 操作并进入  $\pm$  电流限值。该组的最大额定电流仍然可用，但动态瞬变响应可能会因其中一个设备转换为电流限值而发生更改。

如果在所有运行条件（特别是在并联组的最大额定电流时）下都需要严格的 CV 操作，则建议将电流限值设置为主要设备上的最大可编程值。如果这还不够，请减少请求的总负载电流，或考虑增加一个额外的设备，为该组提供额外的余量，以便在最大负载条件下维持 CV 操作。



## 4 使用光伏阵列模拟器

### 电流电平触发

电流电平触发( 请参见 **TRIGger:ACQUIRE:CURRENT**) 在主要/辅助设备模式中可用, 但可能存在性能限制。主要设备上测量的电流将生成测量触发。因为在快速负载电流变化期间, 设备间的电流共享可能会暂时降低, 所以触发时序可能会受到影响。因此, 必须根据用户的配置来确定此功能的特征, 以便确定性能是否足够。输出电流处于稳定状态或电流变化相对较慢时, 这些性能限制不适用

### 主要/辅助设备通信

连接时, 主要设备会定期轮询辅助设备以查看状态。如果与任何辅助设备的通信出现故障, 比如辅助设备已打开或关闭, 则主要设备和剩余的辅助设备将进入主要/辅助设备保护 (PSP)。当剩余的辅助设备检测到主要设备已断开连接时, 它们也将进入 PSP。此外, 如果**端接开关**未正确设置, 则可能会出现电流共享故障 (CSF)。

辅助设备使用周期性主要设备状态轮询作为定时器来断路 PSP。如果辅助设备每 10 秒或更短时间没有收到状态轮询, 则进入 PSP。

辅助设备可能在打开电源 10 秒后进入 PSP。发现这些设备之后, 主要设备将与辅助设备建立通信, 从而清除 PSP。

### 主要/辅助设备保护

如果主要设备进入保护状态, 它会向辅助设备发送保护命令。主要设备表示已发生的保护事件的类型。辅助设备表示 PROT。更正保护条件之后, 清除主要设备上的保护即可清除所有设备上的保护( 请参见**清除保护**) 。

如果辅助设备进入保护状态, 则发生保护事件的主要设备和辅助设备会指示保护事件的类型。所有其他辅助设备会指示 PROT。更正保护条件之后, 清除主要设备上的保护即可清除所有设备上的保护。

在后面板数字连接器上使用**故障**或**抑制**功能时, 仅连接主要设备上的故障/抑制针脚。您无需连接辅助设备的故障/抑制针脚。

### 主要/辅助设备命令详细信息

连接之后, 该组设备通过主要设备控制, 并显示为单个更高功率设备。应该将所有编程命令发送至主要设备。主要/辅助设备模式**不支持**以下 SCPI 命令 :

CALibrate	所有 CALibrate 命令( CAL:STAT 除外)
ELOG:CURRENT<:MAX :MIN>	所有 ELOG:CURREN:MAX 和 :MIN 命令
OUTPut:COUPle<:STATE :OFFSet>	所有 :STAT 和 :OFFS 命令

以下 SCPI 命令可以发送到主要/辅助设备模式下的辅助设备。其他命令可能也允许发送, 但可能影响主要设备对辅助设备的控制。

INSTrument:GROup:FUNCTION	启用主要/辅助设备功能
INSTrument:SECOndary:ADDRESS	设置辅助设备总线地址
LXI:IDENtify:STATE	打开前面板 LXI 标识指示灯
LXI:MDNS:STATE	设置 LXI MDNS 状态



SYSTem:REBoot\*

重启命令

\*重启命令也可发送到主要设备，但不会传到辅助设备。

## 故障排除

在主要/辅助设备模式下，以下状态指示灯和消息可能出现在前面板上：

### PSP - 主要/辅助设备保护

主要设备和辅助设备之间存在通信丢失。检查 **CAT6A 电缆** 是否安装在主要/辅助设备连接器中，而不是在 LAN 或安全断开中。

### CSF - 电流共享故障

因为主要/辅助设备回路不合规，所以存在电流共享故障。如果**端接开关**未正确设置或并联堆叠中的某个设备被关闭，则会发生这种情况。如果存在来自负载瞬变的模式交叉或由于快速向上/向下编程，也可能暂时发生这种情况。如果是这种情况，请将电流限值设置为更高的值。如果回路不再能够调节设备之间的电流不平衡，也可能发生 CSF。CSF 也可以是与主要设备的通信丢失的初始表示；这将转换为 PSP。

No secondary units discovered 或 1 secondary discovered( 如果预期存在多个辅助设备) 。

确认没有重复的辅助设备地址。

### Error 332, Primary/Secondary Error

这通常表示主要设备已丢失与辅助设备的通信，并且通常伴随有 PSP。检查主要/辅助设备的 **CAT6A 电缆** 是否正确安装。更改主要/辅助设备配置时也会发生这种情况。更改主要/辅助设备配置时，始终将主要设备设置为“无”。

### 电流灌入操作

#### 电流灌入

#### 再生操作

### 电流灌入

电流灌入(也称为向下编程)是将电流引向电源正端的功能。例如,对低输出电压进行编程时,电源便会将电流引向或灌入到电源正端。这项操作很必要,因为必须对电源输出电容器的储存电量和负载(含导线)的外部电容进行放电,从而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。在某一时刻,这些能量中的一部分可能会由电源返回到交流电源。这是设备再生功能最常见的一项应用,该应用自动运行且对用户完全透明。

电源还可无限期连续灌入多达其额定电流 10% 的电流。电源的这种**双象限**寻源和灌入功能允许在寻源和灌入电流之间进行无缝过渡,同时无需更改电源的输出特征,也不会造成任何中断行为。提供了以下控制功能,以完全利用电源的双象限输出功能。

#### 电压优先模式下的电流限值控制

在电压优先模式下运行时,您可以设置正**电流限值**。该值限制了在快速向上编程或向下编程过程中出现任何电流过冲的可能性。请注意,负电流限值固定为额定输入的 10%。

#### 电流优先模式下的电流设置控制

如果应用需要精确地控制寻源电流,可使用**电流转换控制**来指定寻源电流时的电流转换率。

### 再生操作

再生操作自动执行,无需用户编程。无论设备是通过对输出进行快速向下编程,还是对能量来源(例如电池)放电的方式来灌入电流,该设备均会将多余的能量重新导回交流电源中。有关其他信息,请参见**交流电源注意事项**。

## 对输出保护进行编程

设置过电压保护

设置过电流保护

输出监视程序定时器

设置欠电压保护

清除输出保护

### 简介

Keysight PVS 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 (DUT) 和电源。设置好保护功能后，前面板状态指示灯将打开。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。

#### 小心

所有保护导致高阻抗输出断开。在没有主动灌入电流的情况下，输出会断开，因此 DUT 的任何电压放电取决于 DUT 特征。DUT 和负载导线电感必须在指定的硬件限制内，才能安全吸收任何存储的能量。有关最大负载电感限值信息，请参见 [补充特征](#)。

在以下保护功能中，OV、OC、PROT、INH 和 UV 是用户可编程的。

**OV** 过电压保护功能会比较感测导线测量的电压和用户编程的正 OVP 级别。如果感测电压超过此级别，则设备会进入锁存保护状态。OV 保护始终处于启用状态。

**OV-** 如果远程感测导线发生意外反转，负过电压保护便会跳闸。此保护通过比较感测导线测量的电压和设备额定电压 20% 的固定负电压级别，最小化造成的输出电压上升。如果感测电压超过此级别，则设备会进入锁存保护状态。OV- 保护始终处于启用状态。

**OC** 过电流保护可以启用或禁用。如果启用，那么输出电流达到设置的电流限值时，设备会进入锁存保护状态。在电压优先模式下运行时，此功能可以防止在电流限值内持续运行。

**OP+** 正过功率保护将比较输出功率与额定源功率。超过额定功率阈值时便会触发 OP+ 保护。OP+ 保护始终处于启用状态。

**OP-** 负过功率保护将比较灌入功率与额定灌入功率。超过额度功率阈值时便会触发 OP- 保护。OP- 保护始终处于启用状态。

**OT** 过温保护可以监控多项内部温度，并将其与预先定义的温度限值进行比较。如果内部温度超过预先定义的限值，设备便会进入锁存保护状态。**OUTP:PROT:TEMP:MARG?** 查询可用于返回温度传感器读数和过温断路电平之间的剩余余量。OT 保护始终处于启用状态。**注意**，如果仪器的交流输入转换器出现过温情况，那么设备将立即关闭，但不会发出警告，也不会生成 OT 状态。

**PF** 电流故障保护会检测可能导致故障的交流线路干扰。如果检测到交流线路干扰，设备便会进入锁存保护状态。PF 保护始终处于启用状态。

## 4 使用光伏阵列模拟器

**Prot** 保护指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。它还指示辅助电源设备上发生了 PSP 故障。

### EDP 过度动态保护

在电压重复出现多次大幅波动时，保护仪器不受损坏。此类现象可能是由列表、CD 任意波形、SCPI 电压编程或负载产生的输出电压变化造成的。如果不采取相应措施，过度电压动态可能会导致仪器中电容器的 RMS 电流（导致自加热）超过其设计限值，这可能会造成电容器过早损坏。设备将在断电后进入锁存保护状态。EDP 在正常情况下不应运行。EDP 保护始终处于启用状态。

INH 后面板数字连接器上的抑制输入（引脚 3）可编程为作为外部关闭信号使用。有关详细信息，请参考**抑制输入**。

UV 欠电压保护是用户可编程的功能，可启用或禁用。启用后，此功能会提供欠电压关闭，以防电池放电时输出电压降至安全水平以下。如果在远端感测导线上测得的电压低于用户编程的欠电压电平，设备将进入锁存保护状态。

PSP 并联组中出现主要/辅助设备保护故障。已禁用所有并联设备的输出。PSP 始终处于启用状态。有关详细信息，请参见**并联保护**。

DOV+ 如果将输出关闭，然后在 HIGHZ 模式下打开，则正 DUT 过电压保护会处于活动状态。如果 DUT 在输出端子上施加的电压小于下列电压电平，则输出不会打开，以防过量电流**流入**设备。

电压优先：DUT 电压超过编程电压的数值大于设备额定电压的 1%。

电流优先：DUT 电压超过正电压限值的数值大于设备额定电压的 1%。

DOV- 如果将输出关闭然后又打开，则负 DUT 过电压保护会处于活动状态。如果 DUT 在输出端子上施加的电压小于下列电压电平，则输出不会打开，以防过量电流**流出**设备。

电压优先：DUT 电压小于设备额定电压的 -1%。

电流优先：DUT 电压少于负电压限值的数值小于设备额定电压的 -1%。

LOV+ 如果远程感测导线意外短接，正本地过电压保护会跳闸。此保护通过将输出端子上的电压和一个电压电平（用户编程的额定正 OVP 电平的 10% 加上 1 伏特）进行比较，最小化造成的输出电压上升。如果输出电压超过此水平，则设备会进入锁定保护状态。LOV 始终处于启用状态。

LOV- 负本地过电压保护在单象限模式下不可用。

OCF+ DUT 对输出端子施加反向电压时，便会出现正过电流故障。此保护通过比较实际输出电流与设备额定电流 105% 的固定电流水平，最小化造成的输出端子峰值电流。如果电流超过此水平，则设备会进入锁定保护状态。

OCF- DUT 对输出端子施加的电压大于正电流限值设置时，便会在电流优先模式下出现负过电压故障。此保护通过比较实际输出电流与设备额定电流 105% 的固定电流水平，最小化造成的输出端子峰值电流。如果电流超过此水平，则设备会进入锁定保护状态。

## 设置过电压保护

如果输出电压达到编程的过电压限值，那么过电压保护会关闭输出。OVP 电路会监控 + 和 - 感测端子上的电压。如果 + 和 - 感测导线意外短接，则 OVP 会自动关闭。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Protect\OVP</b> 在 OVP 电平框中输入一个值。然后按 <b>Select</b> 。	要将 OVP 级别设置为 400 V, 请使用以下命令: <b>VOLT:PROT 400</b>

## 设置过电流保护

### 启用 OCP

启用过电流保护后, 如果输出电流达到电流限值设置, 则输出会关闭, 并从恒定电压 (CV) 模式转换为电流限值 (CL+ 或 CL-) 模式。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Protect\OCP</b> 选中 <b>Enable OCP</b> 。然后按 <b>Select</b> 。	要启用 OCP, 请使用以下命令: <b>CURR:PROT:STAT ON</b>

### 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。以下选项可以控制过电流延迟定时器的启动:

无论何时, 在命令更改输出设置时, **设置更改**都可以启动过电流延迟。其中包括瞬变系统做出的更改, 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启定时器。

**电流限值** - 通过从输出到电流限值模式的任何转换, 启动过电流延迟定时器。

延迟可以设定为 0 到 0.255 秒。您可以指定是通过任何输出到电流限值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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Protect\OCP</b> 输入延迟值。然后按 <b>Select</b> 。	要指定一个 10 毫秒的延迟, 请输入以下命令: <b>CURR:PROT:DEL 0.01</b>
默认情况下, 延迟定时器通过输出“设置更改”来启动。	要通过输出设置更改启动延迟定时器, 请使用以下命令: <b>CURR:PROT:DEL:STAR SCH</b>
选中“CC 转换”, 可通过到 CL 模式的任何输出转换来启动延迟定时器	要通过进入到 CL 模式的“任何”输出转换来启动延迟定时器, 请使用以下命令: <b>CURR:PROT:DEL:STAR CCTR</b>

### 延迟注意事项

影响设置或负载更改持续时间的因素包含: 新旧输出值之间的差异、电流限值设置以及电压优先模式下的负载电容或电流优先模式下的负载电感。所需延迟必须根据经验判断; 输出设定的响应时间特征可供参考。

## 4 使用光伏阵列模拟器

此外，请注意，输出进入电流限值 (CL) 模式所用的时间也不同 - 具体取决于过电流状况的幅度 (与电流限值设置相比)。例如，如果过电流只是略微高于电流限值设置，则输出用于设置 CC 状态位所需的时间可能是几十毫秒。如果过电流远远高于电流限值设置，则输出用于设置 CL 状态位所需的时间可能是几百微秒或更少。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，则输出会关闭。

### 主要/辅助设备注意事项

在主要/辅助设备操作中，如果已在每台设备上单独进行 OCP 编程，那么在快速负载电流转换期间的电流共享可能会导致错误保护跳闸。建议仅为主要设备编程 OCP。主要/辅助设备 OCP 通过主要设备的固件轮询每个辅助设备的状态来实现。但是请注意，这可能会导致延迟时间出现多达 0.5 秒的偏差。

### 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，输出会遭到禁用，但编程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 指示灯进行设置。根据“清除输出保护”下的说明可清除监视程序保护。

监视程序延迟的可编程范围为 1 到 3600 秒，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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Protect\WDog</b> 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 <b>Select</b> 。	要启用监视程序定时器，请使用以下命令： <b>OUTP:PROT:WDOG ON</b> 要将监视程序定时器设置为 120 秒，请使用以下命令： <b>OUTP:PROT:WDOG:DEL 120</b>

### 设置欠电压保护

如果输出电压低于编程的低电压设置，欠电压保护将禁用输出。电压电路会监控 + 和 - 感测端子上的电压。

与电流优先模式下编程的**低电压**设置不同，此保护功能仅用于**防止**电池放电时输出电压降至低电压限值以下。

启用后，欠电压保护始终“接通”。因此，为了防止跳闸，输出电压必须大于保护设置。打开输出后，可使用两种方式来防止此保护功能在电压转换期间跳闸。

- 禁用欠电压保护，然后打开输出。输出电压达到目标值后，再打开欠电压保护。当然，如果电压值 (或电流优先模式下的电压限值) 小于保护设置，欠电压保护仍会跳闸。



- 启用欠电压保护，但设置一个大于输出向上编程时间的延迟，以防保护功能在电压向上编程期间跳闸。欠电压保护会在延迟期间暂停，以便输出电压转换到目标值。

欠电压保护延迟的可编程范围为 20.48 微秒到 2611 秒，增量为 20.48 微秒。要启用欠电压保护并指定延迟值，请按如下所示执行：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Protect\UVP</b> 在 UVP 级别框中输入一个值。 然后选中 <b>启用 UVP</b> 在“UVP 延迟”框中输入一个值。 然后按 <b>Select</b> 。	要将 UVP 级别设置为 2 伏，请输入以下命令： <b>VOLT:PROT:LOW 2</b>  要启用低电压保护，请使用以下命令： <b>VOLT:PROT:LOW:STAT ON</b>  要指定保护延时为 5 秒，请输入以下命令： <b>VOLT:PROT:LOW:DEL 5</b>

## 清除输出保护

如果发生过电压、过电流、过温、电源故障、功率限值、抑制或其他保护状况，则输出将断开并进入高阻抗状态。前面板上相应的运行状态指示灯将点亮。要清除保护功能并恢复正常运行状态，请首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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Protect\Clear</b> 选择 <b>Clear</b> 。	要清除保护故障，请使用以下命令： <b>OUTP:PROT:CLE</b>

### 注意

输出保护功能清除后，输出会重新启用。

## 对输出瞬变进行编程

### 所有瞬变的常用操作

#### 对阶跃瞬变进行编程

#### 对列表瞬变进行编程

#### 对任意波形进行编程

## 简介

输出瞬变已定义为可改变输出电压或电流的触发操作。有三种可用的瞬变类型：阶跃、列表和任意波形。

**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。

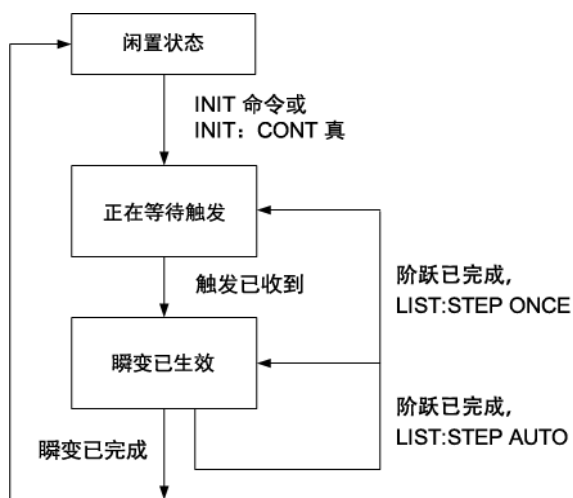
**列表** - 描述了时间精确且复杂的输出阶跃或变化序列。

**任意波形** - 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
- 对瞬变参数进行编程
- 选择触发源
- 启动瞬变系统
- 触发瞬变

瞬变触发过程如下所示。这适用于所有瞬变类型。右侧的箭头是“列表”瞬变特定的。有关触发系统的概述，请参见[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，即使您已编程瞬变参数并生成瞬变触发。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\Mode</b> 。 如果您要在电压优先模式下运行，请选择“电压”模式。如果您要在电流优先模式下运行，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 <b>Select</b> 。	要启用瞬变功能，请使用以下命令： <b>VOLT:MODE STEP</b> <b>VOLT:MODE LIST</b> <b>VOLT:MODE:ARB</b> 或 <b>CURR:MODE STEP</b> <b>CURR:MODE:LIST</b> <b>CURR:MODE:ARB</b>

**注意** 在“阶跃”模式下，已触发的值在接收到触发后将立即成为立即值。在“固定”模式下，触发信号将被忽略；立即值在接收到触发后仍有效。

## 对瞬变参数进行编程

例如，如果要对电压阶跃进行编程，请设置触发电压电平：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\Step</b> 。 选择 <b>Trig Voltage</b> 框设置电压。输入值并按 <b>Select</b> 。	要将电压阶跃电平设置为 15 V，请使用以下命令： <b>VOLT:TRIG 15</b>

## 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
总线	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”引脚。
立即	只要它为 INITiated，就可触发瞬变。
引脚<1-7>	选择已配置为数字控制端口上的触发输入的特定引脚 <n>。

使用以下命令选择触发源：

## 4 使用光伏阵列模拟器

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\TrigSource</b> 。	要选择 <b>Bus</b> 触发，请使用以下命令： <b>TRIG:TRAN:SOUR BUS</b>
要选择 <b>Bus</b> 触发，请选择 <b>Bus</b> 。	
要选择立即触发，请选择 <b>Imm</b> 。	要选择立即触发，请使用以下命令： <b>TRIG:TRAN:SOUR IMM</b>
要选择数字针脚 <b>5</b> 作为触发，请选择 <b>Pin 5</b> 或 <b>EXT</b> 。	要选择数字针脚 <b>5</b> 作为触发，请使用以下命令： <b>TRIG:TRAN:SOUR PIN5</b>
	要选择任何配置为触发的针脚，请使用以下命令： <b>TRIG:TRAN:SOUR EXT</b>

### 启动瞬变系统

打开设备后，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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\Control</b> 。	要启动瞬变触发系统，请使用以下命令： <b>INIT:TRAN</b>
滚动到“启动”。然后按 <b>Select</b> 。	

在收到 **INITiate:TRANSient** 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受触发信号之间就出现了某个触发信号，则会忽略此触发信号。您可以在操作状态寄存器中测试 **WTG\_tran** 位，以便了解仪器在启动后何时可以接收触发信号。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\Control</b> 。	要查询 <b>WTG_tran</b> 位(第 4 位)，请使用以下命令： <b>STAT:OPER:COND?</b>
触发状态字段表示“已启动”。	

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。请参见 [状态教程](#)。

#### 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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\Control</b> 。	要生成瞬变触发，请使用以下命令： <b>TRIG:TRAN</b>
选择 <b>Trigger</b> 生成立即触发信号，无论触发源设置为何。	或者，如果触发源是“总线”，您还可以对 <b>*TRG</b> 或 <b>IEEE-488 &lt;get&gt;</b> 命令进行编程。

如果将数字针脚配置为触发源，仪器将无限制等待触发信号。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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\Control</b> 。 然后选择 <b>Abort</b> 控制。	<b>ABOR:TRAN</b>

接收到触发信号后，所触发的功能将设置为编程的瞬变值。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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\Control</b> 。 触发状态字段表示“空闲”。	要查询 TRAN-active 位(第 6 位)，请使用以下命令： <b>STAT:OPER:COND?</b>

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。请参见[状态教程](#)了解详细信息。

## 对阶跃瞬变进行编程

- [启用阶跃函数](#)
- [对阶跃电平进行编程](#)
- [生成触发信号](#)

### 启用阶跃函数

首先，您必须启用阶跃瞬变功能。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\Mode</b> 。 在电压优先模式下选择“电压”模式。在电流优先模式下选择“电流”模式。在下拉列表中选择“阶跃”。然后按 <b>Select</b> 。	要启用瞬变功能，请使用以下命令： <b>VOLT:MODE STEP</b> 或 <b>CURR:MODE STEP</b>

### 对阶跃电平进行编程

使用以下命令对已触发的输出阶跃电平进行编程。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模式(电压或电流优先)设置阶跃电平。

## 4 使用光伏阵列模拟器

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\Step</b> 。	要将电压阶跃电平设置为 15 V, 请使用以下命令:
选择 <b>Trig Voltage</b> 框设置电压。选择“触发电流”框设置电流。输入值并按 <b>Select</b> 。	<b>VOLT:TRIG 15</b>
	要将电流阶跃电平设置为 1 A, 请使用以下命令:
	<b>CURR:TRIG 1</b>

### 生成触发信号

输出阶跃可生成触发信号, 该信号可以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:

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\Step</b> 。	要编程阶跃触发信号, 请使用以下命令:
检查“启用触发输出”。然后按 <b>Select</b> 。	<b>STEP:TOUT ON</b>

### 对列表瞬变进行编程

- 启用列表函数
- 对列表级别进行编程
- 对驻留时间进行编程
- 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 个单独编程的阶跃, 并可编程为自身重复。只有与优先模式之一(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)。请参见 **LIST:DWEL** 了解有关驻留范围和分辨率的信息。

“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。这是通过两个附加列表实现的: 阶跃开始 (BOST) 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, 否则在启动列表时会发生错误。为了方便起见, 只会使用一个阶跃或值对列表进行编程。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。

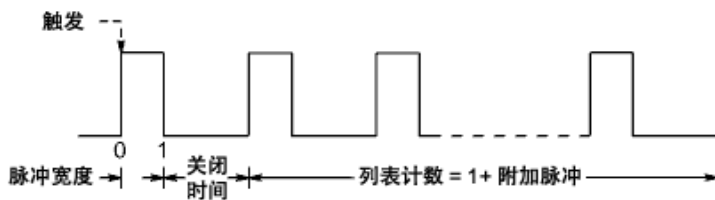
## 启用列表函数

首先, 您必须启用列表瞬变功能。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\Mode</b> 。 在电压优先模式下选择“电压”模式。在电流优先模式下选择“电流”模式。在下拉列表中, 选择“列表”。然后按 <b>Select</b> 。	要启用瞬变功能, 请使用以下命令: <b>VOLT:MODE LIST</b> 或 <b>CURR:MODE LIST</b>

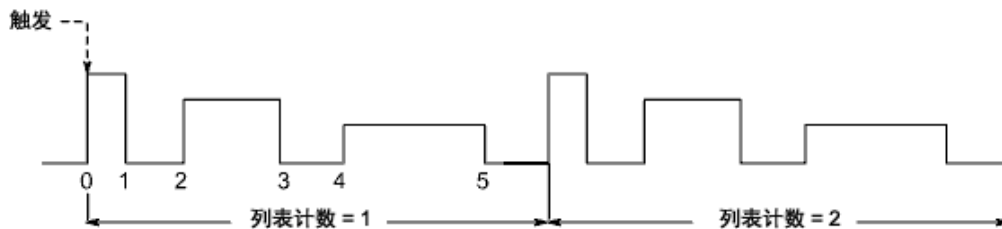
## 对列表级别进行编程

**示例 1** 如果要编程电压脉冲或脉冲序列, 请设置脉冲振幅。例如, 要生成振幅为 15 V 的脉冲, 请编程脉冲的振幅(阶跃 0) 和关闭时间的振幅(阶跃 1)。



前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient&gt;List\Config</b> 。 选择“列表阶跃 0”(脉冲), 然后输入电压值 15。按 <b>Select</b> 。 选择“列表阶跃 1”(关闭时间), 然后输入电压值 0。按 <b>Select</b> 。使用数字向上/向下键头选择下一个阶跃。	要对阶跃 0(脉冲) 和阶跃 1(关闭时间) 的振幅进行编程, 请使用以下命令: <b>LIST:VOLT 15,0</b>

**示例 2** 如果要对电压列表进行编程, 请指定列表幅度。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:



前面板菜单参考	SCPI 命令
---------	---------

## 4 使用光伏阵列模拟器

选择 **Transient\List\Config**。

选择“列表阶跃”数并输入电压值。按 **Select**。

对每个阶跃值重复此操作。使用数字向上/向下键头选择下一个阶跃。

要对 5 个阶跃的电压列表进行编程，请使用以下命令：

**LIST:VOLT 9,0,6,0,3,0**

### 对驻留时间进行编程

**示例 1** 如果要对电压脉冲进行编程，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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\List\Config</b> 。	要对阶跃 0( 脉冲) 和阶跃 1( 关闭时间) 的驻留时间进行编程，请使用以下命令： <b>LIST:DWEL 1,2</b>
选择“列表阶跃 0”( 脉冲)，然后输入驻留时间值 1。按 <b>Select</b> 。	
选择“列表阶跃 1”( 关闭时间)，然后输入驻留时间值 2。按 <b>Select</b> 。使用数字向上/向下键头选择下一个阶跃。	

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** 如果要对电压列表进行编程，请指定列表幅度。驻留时间值决定着时间间隔( 以秒为单位)，即为输出前进到下一个阶跃之前，在每个阶跃上保留的时间。使用以下值指定 6 个驻留时间间隔：2, 3, 5, 3, 7, 3：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\List\Config</b> 。	要对 5 个值的驻留时间进行编程，请使用以下命令： <b>LIST:DWEL 2,3,5,3,7,3</b>
选择“列表阶跃”数并输入驻留值。按 <b>Select</b> 。	
对每个阶跃值重复此操作。使用数字向上/向下键头选择下一个阶跃。	

#### 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

您可以指定列表是采用驻留间隔，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。驻留时间决定着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，列表每收到一个触发就会前进一个阶跃。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，您还可以指定一个驻留期限。

前面板菜单参考	SCPI 命令
---------	---------

选择 **Transient>List\Pace**。

选择驻留间隔或触发间隔。然后按 **Select**。

要将列表设置为采用驻留间隔，请使用以下命令：

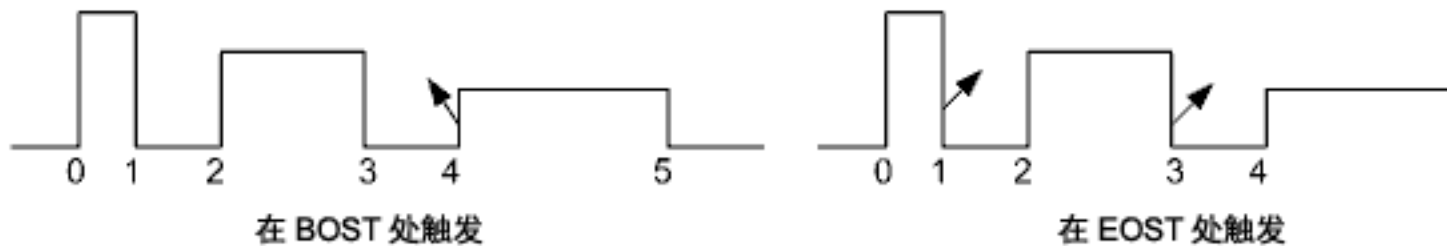
**LIST:STEP AUTO**

要将列表设置为采用触发间隔，请使用以下命令：

**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。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 的电压列表上生成四个触发信号的示例。



#### 前面板菜单参考

#### SCPI 命令

选择 **Transient>List\Config**。

选择“列表阶跃”4。要生成触发，在“Tout 开始阶跃”字段中输入 1。

选择“列表阶跃”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。

要对阶跃 4 开始点的触发进行编程，请使用以下命令：

**LIST:TOUT:BOST 0,0,0,1,0**

要对阶跃 0、2 和 4 结束点的触发进行编程，请使用以下命令：

**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，列表计数将设置为重复一次。在 SCPI 命令中发送 INFINITY 参数可使列表重复无数次。

#### 前面板菜单参考

#### SCPI 命令

选择 **Transient>List\Repeat**。

输入列表重复次数 (2)，然后按 **Select**。

要将列表编程为重复两次，请使用以下命令：

**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。有两种选择：输出将返回在列表开始前有效的值，或输出将保留为最后一个列表阶跃的值。

#### 前面板菜单参考

#### SCPI 命令

## 4 使用光伏阵列模拟器

选择 **Transient\List\Terminate**。

选择“返回到开始”、“在最后一步停止”并按 **Select**。

要将输出返回到列表前的状态，请使用以下命令：

**LIST:TERM:LAST OFF**

要将输出保留在结束列表状态，请使用以下命令：

**LIST:TERM:LAST ON**

## 对任意波形进行编程

- 启用任意波形功能
- 指定任意波形类型和驻留
- 配置任意波形
- 指定希望任意波形重复的次数
- 指定您希望的任意波形结束方式

### 注意

特定的输出振幅和频率组合可能会超过仪器的动态响应功能，从而造成输出关闭，尤其在无负载的情况下。有关详细信息，请参见 [输出动态响应](#)。

仪器的输出可以通过内置的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。
- 单个驻留值将应用于恒定驻留任意波形中的每个点（有关驻留信息，请参见 [ARB:VOLT:CDW:DWEL](#)）。
- 只能生成与活动优先模式（电压或电流优先）对应的任意波形。

## 启用任意波形功能

首先，您必须启用任意波形功能。

### 前面板菜单参考

### SCPI 命令

选择 **Transient\Mode**。

在电压优先模式下选择“电压”模式。在电流优先模式下选择“电流”模式。在下拉列表中，选择“任意波形”。然后按 **Select**。

要启用瞬变功能，请使用以下命令：

**VOLT:MODE ARB**

或

**CURR:MODE ARB**

## 指定任意波形类型和驻留

要指定“任意波形”类型或驻留，请执行以下操作：

### 前面板菜单参考

### SCPI 命令



选择 <b>Transient\Arb\Config</b> 。	要指定电压或电流任意波形，请使用以下命令：
在下拉列表中，选择一个电压或电流任意波形。然后按 <b>Select</b> 。	<b>ARB:FUNC:TYPE VOLT</b> <b>ARB:FUNC:TYPE CURR</b>
在“驻留”字段中输入一个驻留值。然后按 <b>Select</b> 。	要将驻留时间指定为 1 毫秒，请使用以下命令：
	<b>ARB:VOLT:CDW:DWEL 0.001</b> <b>ARB:CURR:CDW:DWEL 0.001</b>

## 配置任意波形

请注意，您可以使用数字向上/向下箭头来查看前面板“Transient\Arb\Config”对话框中的任意波形点。不能从前面板对任意波形数据进行编程。您必须使用 SCPI **ARB:CURREnt:CDWell** 或 **ARB:VOLTage:CDWell** 命令对任意波形数据进行编程。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\Arb\Config</b> 。	要在电流任意波形中对 10 个点进行编程，请使用以下命令：
如果已使用 SCPI 命令导入或编程任意波形点，则“点数”字段会显示任意波形中的点数。	<b>ARB:CURR:CDW 1,2,2,3,4,4,3,2,2,1</b>
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。	要查询任意波形的点数，请使用以下命令： <b>ARB:CURR:CDW:POIN?</b>
	要查询任意波形点值，请使用以下命令： <b>ARB:CURR:CDW?</b>

## 指定希望任意波形重复的次数

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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\Arb\Repeat</b> 。	要将任意波形编程为重复两次，请使用以下命令：
输入列表重复次数 (2)，然后按 <b>Select</b> 。	<b>ARB:COUN 2</b>

## 指定您希望的任意波形结束方式

请指定任意波形完成后的输出状态。有两种选择：让输出返回到任意波形开始前所处的状态，或让输出保留在最后一个任意波形点的值。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Transient\Arb\Terminate</b> 。	要将输出返回到任意波形开始前的状态，请使用以下命令：
选择“返回到开始”、“在最后一步停止”并按 <b>Select</b> 。	<b>ARB:TERM:LAST OFF</b>
	要将输出保留在任意波形结束点，请使用以下命令： <b>ARB:TERM:LAST ON</b>

## 输出序列化

本节介绍如何同步单个或多个设备上的输出打开和关闭序列。

### 打开/关闭延迟

### 耦合输出

### 多个设备序列化

### 输出打开/关闭行为

## 打开/关闭延迟

所有电源从收到打开输出的命令到实际打开输出都存在内部延迟偏移。指定通用延迟偏移可以用作任何用户编程打开延迟的参考点。这项用户定义的偏移还可以实现同时连接多个电源，以及在多个输出上对打开序列进行准确编程。然后，用户编程的打开延迟将添加到通用的用户定义参考点。

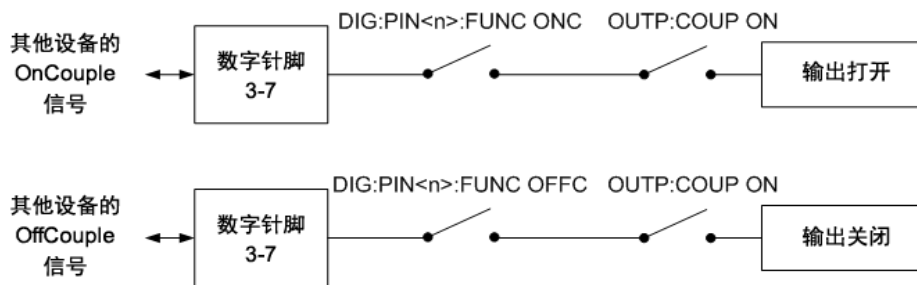
在关闭输出的情况下不需要指定通用延迟偏移。只要接收到输出关闭命令，输出即开始执行其关闭延迟。下表列出了这些内部延迟偏移。

	电压优先	电流优先
独立电源	≤8 毫秒	≤7 毫秒

## 耦合输出

除了前面板和 SCPI Output On 和 Output Off 命令，您还可以使用 OnCouple 和 OffCouple 信号来启用和禁用输出。当为单个和多个设备进行输出序列化时，这些信号将提供额外级别的控制。

下图介绍了使用 OnCouple 和 OffCouple 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，请参见[输出耦合控制](#)。

最后，必须启用输出序列化才能使用 OnCouple 和 OffCouple 信号启用或禁用输出。参见[以下启用输出排序](#)。

## 多个设备序列化

要进行多个设备的输出打开序列化，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. 为每个设备指定用户编程的打开延迟。
4. 如果电源具有不同的最小延迟偏移，则需要进行此步骤（见下）。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同于最大的最大延迟偏移。设置好通用延迟偏移后，用户编程的打开延迟便会打开。

### 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。请参见[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打开序列化，以便进行输出打开同步。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\Sequence\Couple</b> 。	要启用，可发送：
选中“启用”以启用序列化。	<b>OUTP:COUP ON</b>
取消选中以禁用序列化。	要禁用，可发送：
	<b>OUTP:COUP OFF</b>

### 指定每个设备的打开和关闭延迟

可为所有耦合设备指定打开延迟。并且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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\Sequence\Couple</b> 。	对打开延迟进行编程：
以秒为单位指定打开延迟。	<b>OUTP:DEL:RISE .02</b>
对其他每台设备重复以上操作。	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。并且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关闭没有任何限制。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\Sequence\Delay</b> 。	对关闭延迟进行编程：
以秒为单位指定关闭延迟。	<b>OUTP:DEL:FALL .01</b>
对其他每台设备重复以上操作。	对每台仪器重复以上操作。

### 指定通用延迟偏移

## 4 使用光伏阵列模拟器

### 注意

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（并且任何用户编程的关闭延迟已到期）。

通过指定通用延迟偏移，可以在使用不同的内部延迟偏移进行电源序列化时，同步用户编程的打开延迟。

在左侧的图中，您可以看到内部延迟偏移如何附加到用户编程的延迟时间。内部延迟偏移因优先模式而异。



虽然无法消除内部延迟偏移时间，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。在左侧的图中，如果要编程 10 ms 的通用延迟偏移（如右图中所示），那么这一通用延迟偏移将取代耦合设备的不同内部延迟时间。10 ms 的通用偏移实际上会使耦合设备的内部延迟同步。

通用延迟偏移可确保用户编程的打开延迟同步，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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Output\Sequence\Couple</b> 。 “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 <b>Select</b> 。	要查询最慢设备的延迟偏移，请使用以下命令： <b>OUTP:COUP:MAX:DOFF?</b> 使用最慢设备的延迟偏移指定通用延迟偏移 <b>OUTP:COUP:DOFF &lt;value&gt;</b>

## 输出打开/关闭行为

打开和关闭序列主要由三个因素控制：用户编程的打开/关闭延迟以及电压和电流优先模式设置。

下表列出了打开和关闭序列的输出阻抗设置。您可以指定在电压优先模式下运行时的低或高输出阻抗。

输出打开/关闭阻抗	电压优先	电流优先
PV892xA ; PV893xA	用户可通过 <b>OUTPut:TMODe</b> 命令选择阻抗	高阻抗开启 高阻抗关闭

可在随附的流程图中查看以下输出打开和输出关闭序列说明。

## 输出打开序列

内部电源电路通过固态开关连接到输出。接收到“输出打开”命令之后，电源会等待一段时间，即为用户编程的打开延迟。

在 LowZ 的电压优先模式下，电源将其内部电路编程为零电压，并将电流限值设置为其用户编程值。在 HighZ 的电压优先模式下，电源将其内部电压与 DUT 电压匹配。

在电流优先模式下，电源同样将其内部电压与 DUT 电压匹配。这可以确保在电池等电源连接到输出时，输出打开后不会有电流从 DUT 涌入电源。

然后，电源的固态输出开关将会关闭，并将输出连接到内部电源电路。输出电压和电流按其用户设置进行编程。输出遵循转换率设置。

### 输出关闭序列

接收到“输出关闭”命令之后，电源会等待一段时间，这段时间就是用户编程的关闭延迟。

在 LowZ 的电压优先模式下，电源将电压编程为零。随后，它将等待最多 250 ms 以从 DUT 释放任何电流。接下来，它将电流限值编程为其最小设置。在 HighZ 的电压优先模式下，电源仅将电流限值编程为其最小设置。

在电流优先模式下，电源将电流编程为零。随后，它将等待最多 250 ms 以从 DUT 释放任何电流。

然后，打开电源的固态输出开关，断开内部电源电路的输出。

#### 注意

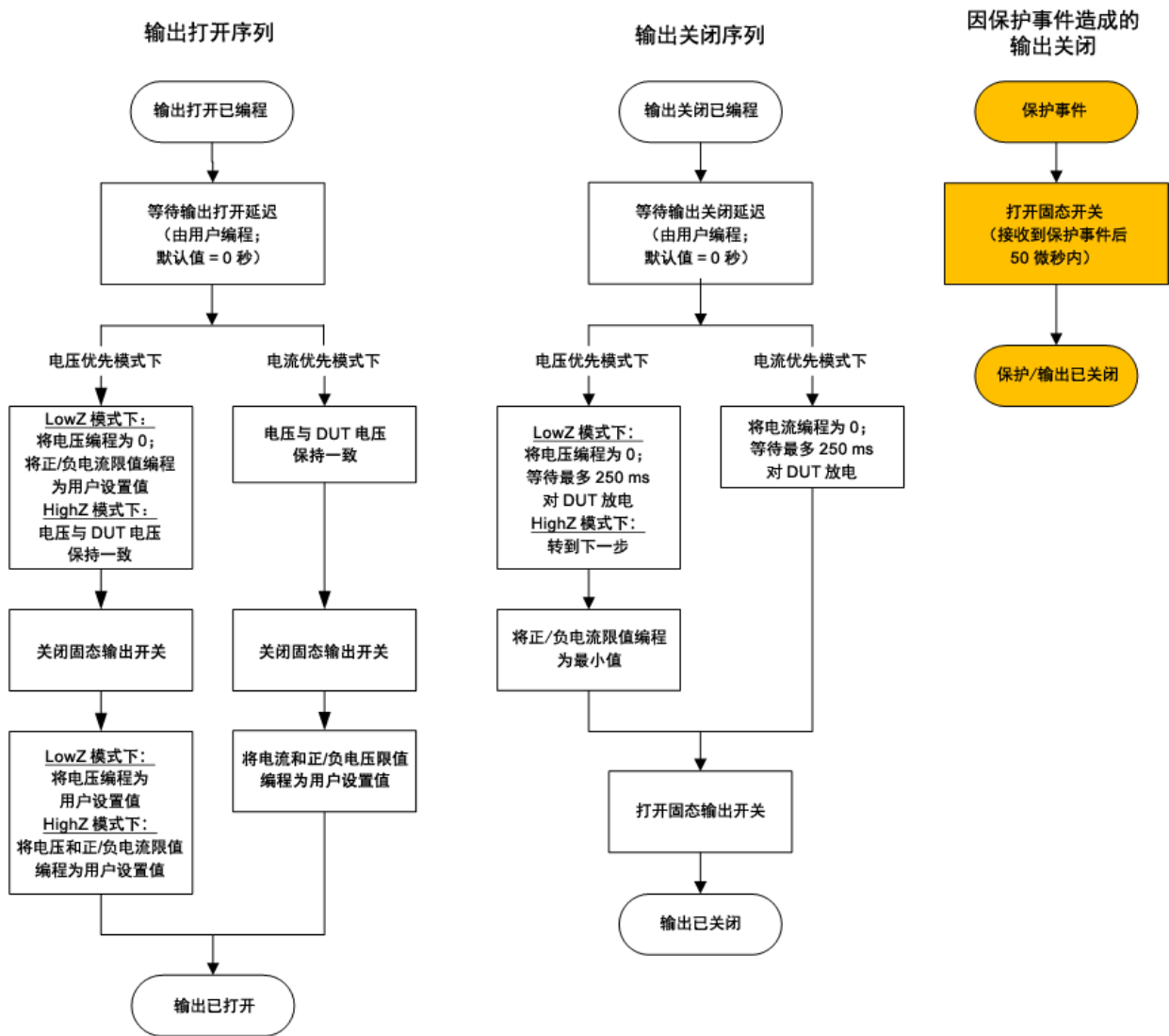
如果想要编程电压关闭转换率，则必须在发送输出关闭命令之前，设置转换率并将输出电压编程为零。

### 输出关闭保护序列

关闭保护序列与正常关闭序列的不同之处在于：它将尽快关闭输出。检测到保护事件后，电源会立即打开固态输出开关。这通常在初始检测后只要 50  $\mu$ s 的时间。

### 打开/关闭流程图

## 4 使用光伏阵列模拟器



## 进行测量

平均测量

测量扫描

测量窗口

安倍-小时和瓦特-小时测量

数字化测量

测量触发

### 平均测量

Keysight PVS 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，前面板都会取得指定数量的电源线路周期上的许多测量值和样本的平均值，以此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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Meter</b> 键。	要测量平均 (DC) 输出电压、电流或功率：
重复按该键可在以下“测量”功能之间循环：	<b>MEAS:VOLT?</b>
电压、电流	<b>MEAS:CURR?</b>
电压、功率	<b>MEAS:POW?</b>
电压、电流、功率	要从先前采集的阵列中返回测量数据，请使用以下命令：
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。	<b>FETC:VOLT?</b>
	<b>FETC:CURR?</b>
	<b>FETC:POW?</b>

### 测量扫描

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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Measure\Sweep</b>	要将电源线路周期数设置为 10，请使用以下命令：
在 <b>NPLC</b> 字段输入电源线路周期数。	<b>SENS:SWE:NPLC 10</b>
然后按 <b>Select</b> 。	

#### 注意

使用 **SENSe:SWEep:NPLC** 自动检测交流线路频率。

## 测量窗口

窗口化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：Rectangular 和 Hanning。在开机时，测量窗口为矩形窗口。

Rectangular 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，Rectangular 窗口会产生误差。在采集了非整数周期的数据时，由于存在上一个周期的部分采集数据，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  $\cos^4$  权重功能应用于数据中。这可以让测量窗口中的交流噪声衰减。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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Measure\Window</b> 。 选择矩形窗口或 Hanning 窗口。 然后按 <b>Select</b> 。	要设置 Hanning 感测窗口，请使用以下命令： <b>SENS:WIND HANN</b>

## 安倍-小时和瓦特-小时测量

安倍-小时和瓦特-小时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。

累积充电的大约限值：在 Coulomb 中为  $\pm(900,000,000 \cdot I_{\text{额定值}})$ ；在安倍-小时中为  $\pm(250,000 \cdot I_{\text{额定值}})$ 。

累积能量的大约限值：在 Joules 中为  $\pm(1,100,000,000 \cdot P_{\text{额定值}})$  或在瓦特-小时中为  $\pm(310,000 \cdot P_{\text{额定值}})$ 。

$I_{\text{额定值}}$  是设备的电流额定值。 $P_{\text{额定值}}$  是设备的功率额定值。

要返回安倍-小时和瓦特-小时测量值：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Measure\AHWH</b> 。 显示累积的安倍-小时和瓦特-小时。	要返回安倍-小时和瓦特-小时，请使用以下命令： <b>FETC:AH0?</b> <b>FETC:WH0?</b>

要重置安倍-小时和瓦特-小时测量值：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Measure\AHWH</b> 。 选择“重置”以将测量返回到零。	要重置安倍-小时和瓦特-小时： <b>SENS:AH0:RES</b> <b>SENS:WH0:RES</b>



## 数字化测量

除了在前面板和通过 SCPI 命令进行平均电压、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 SCPI 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。

**LOW** 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。

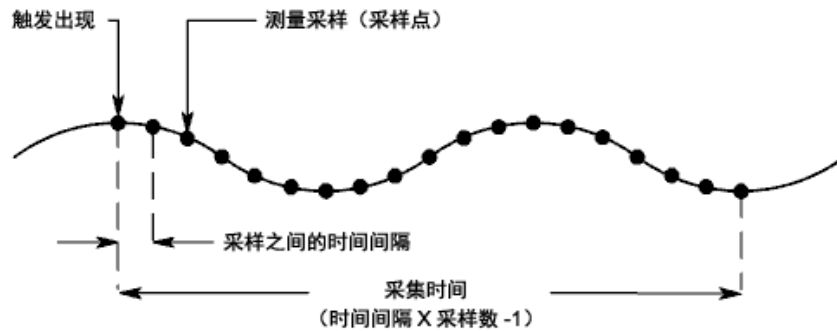
阵列查询也可用于返回电压和电流测量缓冲区的所有值。不应用平均值，从缓冲区只返回原始数据。

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

### 测量质量

## 4 使用光伏阵列模拟器

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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Measure\Sweep</b> 。	要将 4096 个样本的时间间隔设置为 60 $\mu$ s，请使用以下命令：
输入点数。然后按 <b>Select</b> 。	<b>SENS:SWE:TINT 60E-6</b>
输入时间间隔。然后按 <b>Select</b> 。	<b>SENS:SWE:POIN 4096</b>

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，时间间隔的值范围为 5.12 微秒到 40000 微秒。大于 5.12 微秒的值将四舍五入为最接近于 5.12 微秒增量的数值。大于 10.24 微秒的值将四舍五入为最接近于 10.24 微秒增量的数值。大于 20.48 微秒的值将四舍五入为最接近于 20.48 微秒增量的数值。

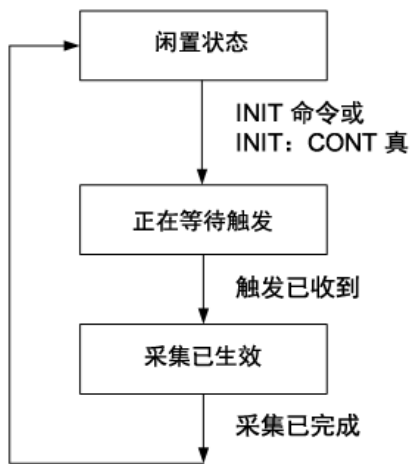
请注意，Keysight PVS 型号也支持使用 **NPLC**( 电源线路周期数) 命令来配置如上所述的测量 tint 和点。NPLC 命令会自动增加点数，以此维持可能的最短时间间隔。如果达到时间间隔的最大点数，将增加时间间隔。

### 测量触发

- 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

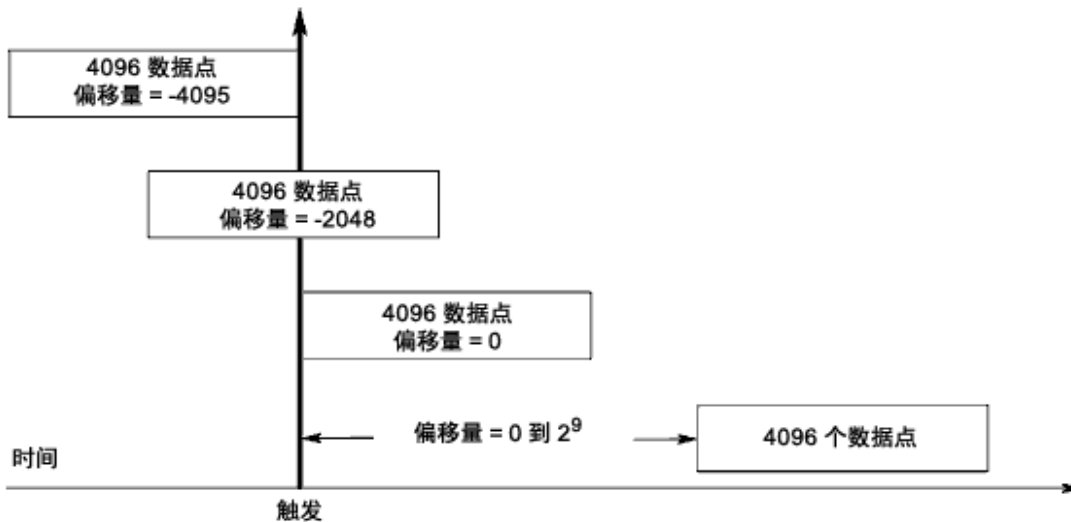
使用采集触发系统将数字化测量与来自多个触发源的触发信号同步。然后使用 **FETCh** 命令从采集的数据返回电压或电流信息。

下图介绍了测量采集过程。此过程适用于测量触发和外部数据记录。有关触发系统的概述，请参见 [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、之后和触发信号处的数据。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。



要偏移与采集触发相关的采集缓冲区的起始位置：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Measure\Sweep</b> 。 输入偏移值。然后按 <b>Select</b> 。	要偏移测量 100 个点： <b>SENS:SWE:OFFS:POIN 100</b>

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 = 偏移量 × 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

无论选定的触发源如何，总线上的 TRIGger:ACQuire[:IMMediate] 命令都始终会生成立即测量触发。

## 4 使用光伏阵列模拟器

除非您在使用 TRIGger:ACQuire[:IMMEDIATE], 从以下项中选择一个触发源：

触发源	说明
总线	选择 GPIB 设备触发、*TRG 或 <GET>( 成组执行触发) 。
Current	选择输出电流电平。
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>。
Transient	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。 请参见 <a href="#">对输出瞬变进行编程</a> 。
Voltage	选择输出电压电平。

使用以下命令选择触发源：

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	要选择 Bus 触发，请使用以下命令： <b>TRIG:TRAN:SOUR BUS</b> 要选择数字针脚 5 作为触发，请使用以下命令： <b>TRIG:ACQ:SOUR PIN5</b> 要选择电压或电流电平，请使用以下命令： <b>TRIG:ACQ:SOUR VOLT</b> <b>TRIG:ACQ:SOUR CURR</b> 要选择输出瞬变作为触发，请使用以下命令： <b>TRIG:ACQ:SOUR TRAN</b>

### 启动采集系统

打开设备后，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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	启动测量触发系统，请使用以下命令： <b>INIT:ACQ</b>

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受触发信号之间就出现了某个触发信号，则会忽略此触发信号。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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Measure\Control</b> 。 触发状态字段表示“已启动”。	要查询 WTG_meas 位( 第 3 位) ，请使用以下命令： <b>STAT:OPER:COND?</b>

如果查询响应中的第 3 位已设置，则 WTG\_meas 位为真，并且仪器已准备好接收触发信号。请参见 [状态教程](#) 了解详细信息。

**注意**

仪器每收到一条总线、针脚、瞬变或电平触发命令，都将执行一次测量采集。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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	要生成测量触发，请使用以下命令： <b>TRIG:ACQ</b>  或者，如果触发源是“总线”，您还可以对 <b>*TRG</b> 或 <b>IEEE-488 &lt;get&gt;</b> 命令进行编程。

如上所述，数字针脚、输出瞬变和输出电压或电流电平也可以生成触发。如果将数字针脚配置为触发源，仪器将无限制等待触发信号。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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Measure\Control</b> 。 然后选择 <b>Abort</b> 控制。	<b>ABOR:ACQ</b>

**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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	要返回 RMS 电压和电流，请使用以下命令： <b>FETC:VOLT:ACDC?</b> <b>FETC:CURR:ACDC?</b>  要返回脉冲的高电平，请使用以下命令： <b>FETC:VOLT:HIG?</b> <b>FETC:CURR:HIG?</b>  要返回脉冲的低电平，请使用以下命令： <b>FETC:VOLT:LOW?</b> <b>FETC:CURR:LOW?</b>

要返回最大值，请使用以下命令：

```
FETC:VOLT:MAX?
FETC:CURR:MAX?
FETC:POW:MAX?
```

要返回最小值，请使用以下命令：

```
FETC:VOLT:MIN?
FETC:CURR:MIN?
FETC:POW:MIN?
```

要返回阵列数据，请使用以下命令：

```
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。为了防止发生这种情况，可以在测量初始化之后轮询 MEAS\_active 位，以便确定测量何时完成，然后发送 FETCh 查询。

您可以在操作状态寄存器中测试 MEAS\_active 位，从中了解触发系统何时返回到空闲状态。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>Measure\Control</b> 。 触发状态字段表示“空闲”。	要查询 MEAS_active 位( 第 5 位) ， 请使用以下命令： <b>STAT:OPER:COND?</b>

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。当 MEAS\_active 位为假时，您可以检索测量结果。请参见 [状态教程](#) 了解详细信息。

### 每次测量多个触发事件

测量系统可以捕捉采集时的其他触发，返回这些触发的数量和位置，并计算这些触发周围基于数据子集的 DC 值。基础概念是单次长期采集可能包含多个相关事件，并且此类事件会有其他触发生位置的标记。此类事件的位置会描述为采集数据的采集存储中的索引。索引范围为 0 到 1，小于采集读数个数( 请参见 [SENse:SWEep:POINts](#)) 。

您可以查询并返回测量时其他触发的索引。返回的索引数与发生的触发数匹配。

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	要查询发生的其他触发数量( 如果有) ， 请使用以下命令： <b>TRIG:ACQ:IND:COUN?</b>  要返回发生触发的索引，请使用以下命令： <b>TRIG:ACQ:IND?</b>

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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
---------	---------

---

不可用

要返回触发索引后计算的 DC 电压或电流，请使用以下命令：

**FETC:VOLT? [<start\_index>, <points>]**

**FETC:CURR? [<start\_index>, <points>]**

要返回触发索引后的瞬时电压或电流数据，请使用以下命令：

**FETC:ARR:VOLT? [<start\_index>, <points>]**

**FETC:ARR:CURR? [<start\_index>, <points>]**

---

## 外部数据记录

选择测量函数

指定积分周期

选择 Elog 触发源

启动和触发 Elog

定期检索数据

终止 Elog

### 简介

#### 注意

只能使用 SCPI 命令对外部数据记录功能进行编程。

Keysight PVS 型号具有“外部”数据记录功能 (Elog)，可以连续记录电压和电流测量结果。数据记录位于仪器外部，因为必须使用 PC 来完成记录，以便从设备中获取最近的测量数据，然后将再存入 PC 上的日志文件中。电压和电流测量数据临时存储在仪器的 FIFO(先进先出)缓冲区中。由于此缓冲区的大小只够容纳 20 秒的数据，所以您必须定期将缓冲区的数据清理到外部日志文件中；否则缓冲区的数据将被覆盖。

下表详细列出了各种数据记录功能。

Function	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	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。
数据查看	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。

### 选择测量函数

可通过以下命令选择一个测量功能：

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	要启用电压测量或电流测量，请使用以下命令： <b>SENS:ELOG:FUNC:VOLT ON</b> <b>SENS:ELOG:FUNC:CURR ON</b>  要启用最小值/最大值测量，请使用以下命令： <b>SENS:ELOG:FUNC:VOLT:MINM ON</b> <b>SENS:ELOG:FUNC:CURR:MINM ON</b>



## 指定积分周期

可将积分周期设置为 102.4 微秒到 60 秒。

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	要将积分周期设置为 600 微秒，请使用以下命令： <b>SENS:ELOG:PER 0.0006</b>

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，则必须将此数据格式指定为二进制。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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	要将数据格式设置为 REAL，请使用以下命令： <b>FORM[:DATA] REAL</b>

## 选择 Elog 触发源

使用 TRIGger:ELOG 命令可生成立即触发，与触发源为何无关。除非您使用此命令，否则请从下表中选择触发源：

触发源	说明
<b>总线</b>	选择 GPIB 设备触发、*TRG 或 <GET>( 成组执行触发)。
<b>外部</b>	选择已配置为数字控制端口上的触发输入的“任意”针脚。
<b>立即</b>	只要是 INITiated, 就可触发测量。
<b>针脚&lt;1-7&gt;</b>	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：

## 4 使用光伏阵列模拟器

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	要选择 Bus 触发，请使用以下命令： <b>TRIG:ELOG:SOUR BUS</b>  要选择立即触发，请使用以下命令： <b>TRIG:ELOG:SOUR IMM</b>  要选择数字引脚5作为触发，请使用以下命令： <b>TRIG:ELOG:SOUR PIN5</b>  要选择任何配置为触发输入的引脚，请使用以下命令： <b>TRIG:ELOG:SOUR EXT</b>

### 启动和触发 Elog

打开电源后，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，请使用以下命令：

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	要启动 Elog，请使用以下命令： <b>INIT:ELOG</b>  要触发 Elog，请使用以下命令： <b>TRIG:ELOG</b>  或者，如果触发源是“总线”，您还可以对 <b>*TRG</b> 或 IEEE-488 <get> 命令进行编程。

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数据请求记录的数量并将其删除，从而为其他数据腾出空间。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

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	要最多检索 1000 个记录，请使用以下命令： <b>FETC:ELOG? 1000</b>

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

前面板菜单参考	SCPI 命令
不可用	要中止 Elog, 请使用以下命令 : <b>ABOR:ELOG</b>

## 对数字端口进行编程

双向数字 I/O

仅限数字输入

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，请参见 [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。有关数字控制端口电气特征的完整描述，请参见 [规格](#) 一节。

Function	说明
DIO	通用接地参考数字输入/输出功能。可使用 <code>[SOURce:] DIGital:OUTPut:DATA</code> 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。
FAULt	仅适用于针脚 1。针脚 1 作为隔离故障输出。当有任何输出处于受保护状态时，故障信号将为真。针脚 2 用作针脚 1 的隔离共用端。当针脚 1 设置为 FAULt 功能时，仪器会忽略编程针脚 2 的任何命令。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打开状态。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	可将触发输入针脚选为测量和瞬变触发信号源。请参见 <code>TRIGger:ACQuire:SOURce</code> 和 <code>TRIGger:TRANsient:SOURce</code>
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。
共用通道	仅适用于针脚 8。连接到地面。

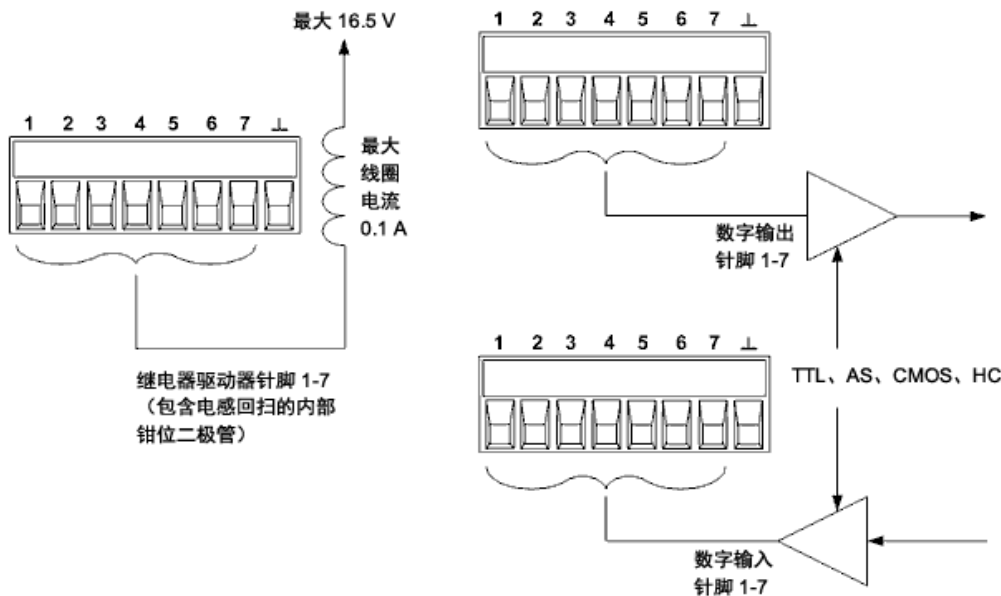
除了可配置的针脚功能外，还可配置每个针脚的信号极性(正或负)。对于电平信号，POSitive 表示针脚上的电压高。NEGative 表示针脚上的电压低。对于边沿信号，POSitive 表示上升沿，NEGative 表示下降沿。

## 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：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\IO\DigPort\Pins</b> 。	要选择针脚功能，请使用以下命令： <b>DIG:PIN&lt;1-7&gt;:FUNC DIO</b>
在“针脚”字段中选择一个针脚。	
在“功能”字段中，选择“数字 I/O”。	要选择针脚极性，请使用以下命令： <b>DIG:PIN&lt;1-7&gt;:POL POS</b>
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： <b>System\IO\DigPort\Data</b> 。	要将针脚 1 到 7 配置为“0000111”，请使用以下命令： <b>DIG:OUTP:DATA 7</b>
选择“数据输出”字段并输入二进制字。	

## 数字输入

七个针脚均可配置为仅限数字输入。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。将针脚仅配置为数字输入：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\IO\DigPort\Pins</b> 。	要选择针脚功能，请使用以下命令： <b>DIG:PIN&lt;1-7&gt;:FUNC DINP</b>
在“针脚”字段中选择一个针脚。	
在“功能”字段，选择 <b>数字输入</b> 。	要选择针脚极性，请使用以下命令： <b>DIG:PIN&lt;1-7&gt;:POL POS</b>
在“极性”字段中，选择“正极”或“负极”。	
要从针脚读取数据，请选择 <b>System\IO\DigPort\Data</b> 。	要读取针脚上的数据，请使用以下命令： <b>DIG:INP:DATA?</b>
输入数据在“数据输入”字段中显示为二进制数字。	

## 外部触发 I/O

7 个针脚均可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，请参见[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) 。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\IO\DigPort\Pins</b> 。	要选择针脚 1 的触发输出功能，请使用以下命令： <b>DIG:PIN1:FUNC TOUT</b>
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。	要选择针脚 2 的触发输入功能，请使用以下命令： <b>DIG:PIN2:FUNC TINP</b>
在“极性”字段中，选择“正极”或“负极”。	要选择针脚极性，请使用以下命令： <b>DIG:PIN1:POL POS</b> <b>DIG:PIN2:POL POS</b>

## 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，请参见[对输出保护进行编程](#)。

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。此配置可提供光学隔离输出。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（如清除输出保护下所述）。

**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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\IO\DigPort\Pins</b> 。	要配置故障功能，请使用以下命令： <b>DIG:PIN1:FUNC FAUL</b>
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”。	要选择针脚极性，请使用以下命令： <b>DIG:PIN1:POL POS</b>

## 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。

**LIVE** - 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：

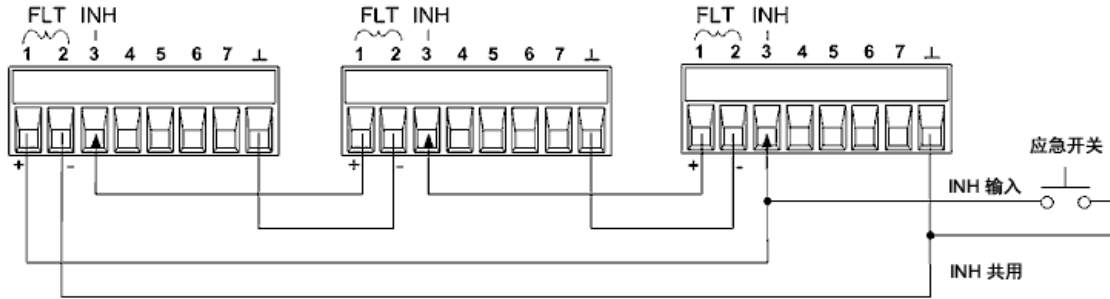
前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\IO\DigPort\Pins</b> 。	要选择抑制功能，请使用以下命令： <b>DIG:PIN3:FUNC INH</b>
依次选择“针脚 3”、“功能”和“抑制输入”。	
在“极性”字段中，选择“正极”或“负极”。	要选择针脚极性，请使用以下命令： <b>DIG:PIN3:POL POS</b>
选择 <b>Protect\Inhibit</b> 。	要指定禁止模式，请使用以下命令： <b>OUTP:INH:MODE LATC</b>
选择“锁定”或“非锁定”。	<b>OUTP:INH:MODE LIVE</b>
要禁用抑制信号，请选择“关闭”。	<b>OUTP:INH:MODE OFF</b>

## 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。

## 4 使用光伏阵列模拟器

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继电器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操作状态，必须清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。

如果禁止输入的操作模式为实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为锁存，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。

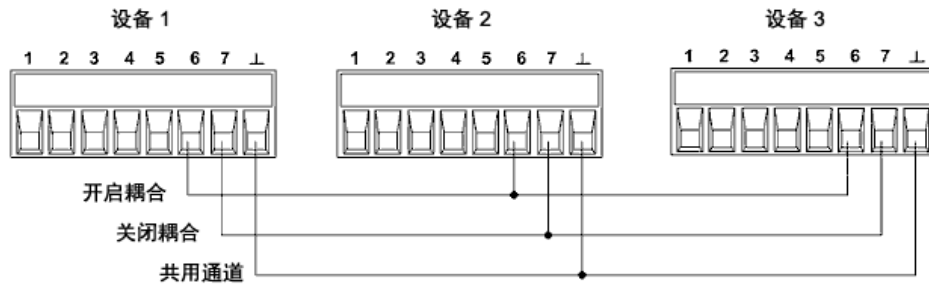
### 输出耦合控制

此功能允许您将多台仪器连接在一起并同步所有设备的输出打开/关闭序列。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**输出序列化**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。不可对针脚的极性进行编程；极性已设置为 NEGative。





在此例中，针脚 6 已配置为输出 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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
<p>选择 <b>System\IO\DigPort\Pins</b>。</p> <p>依次选择针脚 6、“功能”和“耦合打开”。</p> <p>选择<b>针脚</b>，然后依次选择针脚 7、“功能”和“耦合关闭”。</p> <p>对设备 2 和 3 重复上述步骤。</p>	<p>要将设备 1 的针脚 6 设置为 ON 控制，请使用以下命令：</p> <p><b>DIG:PIN6:FUNC ONC</b></p> <p>要将设备 1 的针脚 7 设置为 OFF 控制，请使用以下命令：</p> <p><b>DIG:PIN7:FUNC OFFC</b></p> <p>对设备 2 和 3 重复上述命令。</p>

配置和启用耦合输出之后，只要在任何耦合设备上打开或关闭输出，就会导致所有耦合设备按照用户为其编程的延迟来打开或关闭。

## 系统相关操作

尽管以下功能与输出编程并不直接相关，但也可控制仪器操作。

### 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)。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\About\Frame</b> 。	要返回制造商、型号、序列号和固件版本信息，请使用以下命令： <b>*IDN?</b> 要返回安装的选件，请使用以下命令： <b>*OPT?</b>

## 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位置。存储位置已按 0 至 9 的顺序编号。任何以前存储在上一位置的状态都将被覆盖。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>States\SaveRecall</b> 。 在 <b>SaveRecall</b> 字段中，输入从 0 到 9 的位置。 然后按 <b>Select</b> 。 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，请使用以下命令： <b>*SAV 1</b> 要调用位置 1 的状态，请使用以下命令： <b>*RCL 1</b>

## 指定电源打开状态

出厂时，电源配置为打开时自动调用重置(\*RST)设置。但是，您可以配置电源，使之在打开时使用存储位置 0 处存储的设置。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>States\PowerOn</b> 。 选择“调用状态 0”。然后按 <b>Select</b> 。	<b>OUTP:PON:STAT RCL0</b>

## 前面板显示屏

电源有前面板屏幕保护，在不运行时调暗 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。

屏幕保护程序变为活动状态后，前面板显示屏会关闭，Line 开关旁边的 LED 会从绿色变为琥珀色。要恢复前面板显示屏，只需按其中一个前面板键即可。键的第一个操作将打开显示屏。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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
<p>选择 <b>System\Preferences\Display\Saver</b></p> <p>选中或取消选中“屏幕保护程序”复选框，可以启用或禁用屏幕保护程序。然后按 <b>Select</b>。</p> <p>在“保护程序延迟”字段中以分钟为单位输入值，即可指定打开屏幕保护程序的时间。</p> <p>选中“I/O 唤醒”，可在发生 I/O 总线活动时启动显示屏。</p>	<p>要打开或关闭前面板屏幕保护程序，请使用以下命令：</p> <p><b>DISP:SAV ON OFF</b></p>

## 指定开机视图

您可以按如下方式指定在开机时显示的测量功能。但是，SCPI 命令只改变当前视图，而非开机视图。

前面板菜单参考	SCPI 命令
<p>选择 <b>System\Preferences\Display\View</b>。</p> <p>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 <b>Select</b>。</p>	<p>要更改当前仪表视图，请使用以下命令：</p> <p><b>DISP:VIEW METER_VI</b>  <b>DISP:VIEW METER_VP</b>  <b>DISP:VIEW METER_VIP</b></p>

## 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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
<p>选择 <b>System\Preferences\Lock</b></p> <p>在对话框中，输入密码以解锁前面板。然后选择“锁定”。</p>	不可用

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。

## 4 使用光伏阵列模拟器

### 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。

**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 Admin 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，Admin 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 Admin 菜单。只需选择 **System\Admin>Login**，然后按 Enter。要对 Admin 菜单进行密码保护，请执行以下步骤：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Admin&gt;Password</b> 输入一个数字密码，最长为 15 位。然后按 Select。 从 Admin 菜单退出以激活密码。现在只能通过“密码”字段中提供正确的密码才能进入 Admin 菜单。	使用初始密码进入校准模式 <b>CAL:STAT ON, &lt;密码&gt;</b> 要更改密码，请使用以下命令： <b>CAL:PASS &lt;密码&gt;</b> 要退出校准模式并激活密码，请使用以下命令： <b>CAL:STAT OFF</b>

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“通过开关设置禁止校准”消息，则说明内部开关已设置为禁止更改密码。请参见 [校准开关](#) 了解详细信息。

## 时钟设置

系统时钟可用于为 BenchVue 电源控制和分析软件提供时间戳信息，这是它唯一的功能。系统时钟在出厂时已设置为格林威治标准时间。要设置时钟：

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Preferences\Display\Clock</b> 。 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 以选择日期和时间。	要设置日期，请使用以下命令： <b>SYSTem:DATE 2018,06,30</b> 要设置时间，请使用以下命令： <b>SYSTem:TIME 20,30,0</b>

## 优先模式教程

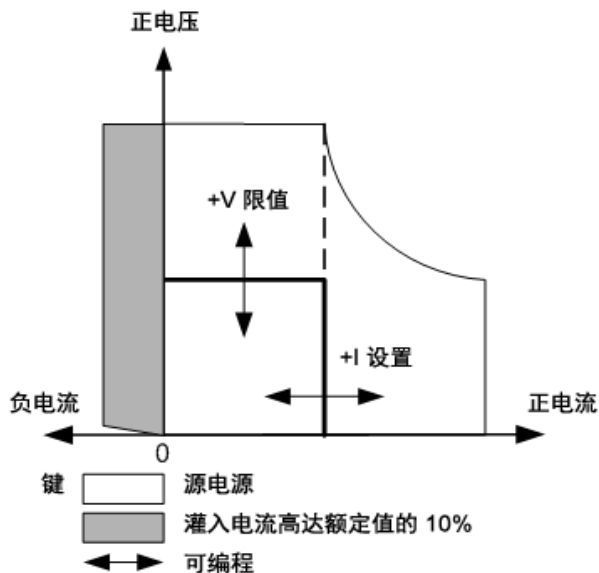
### 电压优先

### 电流优先

### 电压优先

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/负电流限值设置范围内，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，还应设置正电流限值。应该总是将电流限值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）。阴影象限将输出显示为一个负载（灌入电源）。



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电流限值设置范围内，输出电压就会按照编程的设置进行调节。CV（恒定电压）状态表示正在调节输出电压，并且输出电流处于限值设置范围内。

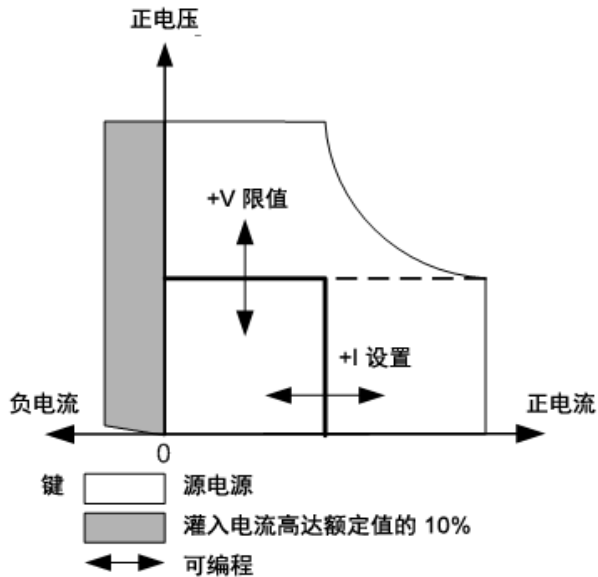
请注意，在输出电流达到正电流限值时，设备不再在恒电压模式下运行，并且输出电压不再保持恒定。相反，电源现在会按照电流限值设置调节输出电流。设置 LIM+（正电流限值）状态，以便指示已达到电流限值。这些条件由前面板上的 CL+ 报告。

### 电流优先

在电流优先模式下，输出由双极恒定电流反馈回路控制，该反馈回路会按照编程的设置维持输出电源电流。只要负载电压处于电压限值设置范围内，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

## 4 使用光伏阵列模拟器

在电流优先模式下，应该将输出电流设置为所需的正值。还应该设置正电压限值。应该总是将电压限值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)。阴影象限将输出显示为一个负载(灌入电源)。



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值设置范围内，输出电流就会按照编程的设置进行调节。CC(恒定电流)状态表示正在调节输出电流，并且输出电压处于限值设置范围内。

请注意，输出电压达到电压限值时，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。相反，电源现在会按照电压限值设置调节输出电压。设置 LIM+(正电压限值)状态，以便指示已达到电压限值。此条件由前面板上的 VL+ 报告。

**注意** 有关输出打开/关闭期间优先模式操作的其他信息，请参见[打开/关闭行为](#)。

# 5

## SCPI 编程参考

[相关软件](#)

[SCPI 简介](#)

[子系统命令](#)

[状态教程](#)

[触发教程](#)

[重置状态](#)

[SCPI 错误消息](#)

[兼容性命令](#)

## 相关软件

### DG9000 高级/多输入 PV 逆变器测试软件

DG9000 软件可让您控制多达十二个 PVS 仪器(或主要/辅助设备组合), 以及使用“PV 型号工作区”轻松地创建、可视化和下载太阳能/光伏 I-V 曲线。将曲线下载到仪器后, 您便可以启用输出并观察 PV 逆变器寻找最大功率点, 从而深入了解 MPPT 算法。

### IO 程序库和仪器驱动程序

您可以从 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](http://www.keysight.com/find/adn)。

### 接口说明文档

有关接口连接的详细信息, 请参见 Keysight IO Libraries Suite 随附的《是德科技 USB/LAN/GPIB 接口连接指南》。您也可以从 Web 下载此指南, 网址为 [www.keysight.com/find/connectivity](http://www.keysight.com/find/connectivity)。

### Web 接口

Keysight PVS 提供了一个内置于仪器的 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。请参见 [使用 Web 接口](#) 了解详细信息。



## SCPI 简介

**关键词**

**查询**

**命令分隔符和终止符**

**语法惯例**

**参数类型**

**设备清除**

**典型命令处理时间**

### 简介

仪器遵守当前 SCPI 版本的规则和约定( 请参见 **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 标准定义了一组常用命令, 可执行重置、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, 可以包括一个或多个参数。命令关键词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节点或根下, 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

```

### 关键词

关键词, 也称为标题, 是仪器识别的说明。通用命令也是关键词。

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

按照命令语法，大多数命令（和某些参数）都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

在关键词后面加一个问号 (?) 可将其变成一个查询（例如：VOLTage?、VOLTage:TRIGgered?）。如果查询包含参数，那么将查询指示灯放置在最后关键词的末尾、参数的前面。在查询指示灯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，必须读回所有查询的结果。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 (:) 用于分隔关键词级别。必须使用空格将命令参数与其对应的关键词分隔开来。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? [<start_index>, <points>]
```

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

```
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 关键词必须跟随在 OUTput 关键词后，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 关键词，因为 DElay 是第二级别关键词。下一步，按 :RISE 关键词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 关键词，因为 FALL 是第三级别关键词。

您也可以在同一消息字符串中组合不同子系统命令。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

发送到仪器的命令字符串必须以一个换行 (<NL>) 字符结尾。可以将 IEEE-488 EOI( 结束或标识) 消息解释为 <NL> 字符，并用来代替 <NL> 字符终止命令字符串。一个回车符后跟一个换行符 (<CR><NL>) 也是可接受的。命令字符串终止总是将当前的 SCPI 命令路径重置到根级。

## 语法惯例

- 尖括号 (<>) 表示必须为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。尖括号不随命令字符串一起发送。您必须为该参数指定一个值( 例如：“OUTP:DEL:FALL0.1”)，除非您选择语法中的另一个选项( 例如：“OUTP:DEL:FALLMIN”)。
- 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
```

## 5 SCPI 编程参考

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)。就像命令关键词一样, 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”。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, 则其被中止。
- 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字符串。

#### 注意

ABORt 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。

命令	GPIB	VXI-11
设置输出电压 : VOLT <n>	0.24 ms	0.65 ms
返回输出设置 : OUTP?	0.30 ms	1.35 ms
将设备设置为重置状态 : *RST	5.01 ms	5.26 ms
10 个测量点		
返回 10 个测量点 : MEAS:VOLT?	3.00 ms	3.30 ms
返回 10 个获取点 : FETC:VOLT?	0.49	1.49 ms
1 NPLC 测量		
返回 1 NPLC 测量 : MEAS:VOLT?	21.03 ms	20.96 ms
返回 1 NPLC 获取 : FETC:VOLT?	0.63 ms	1.41 ms
25000 个测量点		
返回 25000 个测量点 : MEAS:VOLT?	521.0 ms	521.1 ms
返回 25000 点获取 : FETC:VOLT?	5.07 ms	7.01 ms
返回 25000 点 ASCII 阵列获取 : FETC:ARR:VOLT?	4009.5 ms	1010.8 ms
返回 25000 点二进制阵列获取 : FETC:ARR:VOLT?	694.25 ms	30.39 ms

## 子系统命令

**ABORt**

**CALibrate**

**DISPlay**

**FETCh**

**FORMat**

**HCOPy**

**IEEE-488 通用命令**

**INITiate**

**INSTrument**

**LXI**

**MEASure**

**OUTPut**

**SENSe**

**[SOURce:]**

**ARB**

**CURRent**

**DIGital**

**FUNCTion**

**LIST**

**POWer**

**SASimulator( 光伏)**

**STEP**

**VOLTage**

**STATus**

**SYSTem**

**TRIGger**

## ABORt 子系统

中止命令将取消任何活动的瞬变并让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

### 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 - 取消任何瞬变或任意波形。此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 编程为 ON，则此命令不会关闭连续触发。在这种情况下，请先关闭连续触发，然后再发送 ABORt 命令。

参数	典型返回
( 无)	( 无)
中止已触发的测量 : ABOR:ACQ	

## ARB 子系统

ARB 命令可对恒定驻留任意波形进行编程。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>|MIN|MAX|INFinity**  
**[SOURce:]ARB:COUNT? [MIN|MAX]**

指定任意波形的重复次数。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>
将重复计数编程为 10 : ARB:COUNT 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]?**

指定任意波形中每个点的电平。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 -102% 到 102% 或 额定电压的 0% 到 102%	<值>[,<值>] 或 <数据块>
对 5 个电压点的恒定驻留任意波形进行编程 : ARB:VOLT:CDW5,4,3,2,1	

**[SOURce:]ARB:CURRENT:CDWell:DWELL <值>**  
**[SOURce:]ARB:CURRENT:CDWell:DWELL?**  
**[SOURce:]ARB:VOLTage:CDWell:DWELL <值>**  
**[SOURce:]ARB:VOLTage:CDWell:DWELL?**

指定任意波形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>



参数	典型返回
将恒定驻留时间编程为 0.2 秒 : <code>ARB:CURR:CDW:DWEL 0.2</code>	

- 您可将驻留时间编程为远短于仪器的响应时间。“额外”点和驻留时间可以用于平滑合成波形的目的。

**[SOURce:]ARB:CURRent:CDWell:POINTs?**

**[SOURce:]ARB:VOLTage:CDWell:POINTs?**

返回任意波形中的点数。

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

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

**[SOURce:]ARB:FUNCtion:TYPE?**

指定电压或电流任意波形。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模式匹配。

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

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

**[SOURce:]ARB:TERMinate:LAST?**

选择任意波形结束后的输出设置。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
<code>0 OFF 1 ON, *RST OFF</code>	0 或 1
要以最后一个任意波形值的输出为终止，请使用以下命令 : <code>ARB:TERM:LAST ON</code>	

## CALibrate 子系统

Calibrate 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。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
输出范围内的最大电流。	(无)
校准 10 A 量程的电流：CAL:CURR 10	

### 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，可能需要一些时间才能稳定。

**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)
将新密码设置为值 1234 : 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)。
- 要更改此密码：用旧代码解密校准存储器，然后设置新代码。
- 如果忘记密码，请参见 [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: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> 最多为 15 位的数值	( 无)
禁用校准 : CAL:STAT OFF	
启用校准 : CAL:STAT ON [,值]	

<密码> 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
输出范围内的最大电压。	( 无)
校准 20 V 量程内的电压 : CAL:VOLT 20	

## CURRent 子系统

电流命令用于对仪器的输出电流进行编程。

```
[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]
```

在电流优先模式下进行输出时，设置立即或触发电流电平。触发的电平是在触发输出阶跃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。

参数	典型返回
额定值的 0 到 102%，*RST 0	<电流电平>
将正电流设置为 2 A : CURR 2	

```
[SOURce:]CURRent:BWIDth:LEVel 0, <值>|MIN|MAX
[SOURce:]CURRent:BWIDth:LEVel? [MIN|MAX]
```

指定应用于编程点信号的低通滤波器转角频率与电流带宽。此值以赫兹为单位。默认频率针对最大向上编程速度以及最快瞬变响应时间进行了优化。频率可能会降低，用于补偿输出超调。

参数	典型返回
0, ( 所需带宽范围)	0
10 到 100,000, *RST 5,000	<转角频率>
电流带宽为 0 时，将频率设置为 60 Hz : CURR:BWID:LEV 0, 60	

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

设置在电压优先模式下的电流限值。以安培为单位。最大值取决于设备的额定电流。

参数	典型返回
正：额定值的 0 到 102%，*RST 为额定值的 1.02%	<正电流限值>
将正电流限值设置为 2 A : CURR:LIM 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，不会触发过电流保护功能。超过延迟时间后，过电流保护功能便会激活。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。

SCHange 可在命令更改输出电压、电流或输出状态时，启动过电流延迟。

CCTRans 可通过将输出转换到电流限值模式，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 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值状态，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
启用电流保护状态：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:SLEW[:IMMEdiate] <值>|MIN|MAX|INFinity**  
**[SOURce:]CURRent:SLEW[:IMMEdiate]? [MIN|MAX]**

设置电流转换率。转换率设置为 A/s，并且将影响所有已编程的电流变化，包括因输出状态打开或关闭而导致的变化。可以将转换率设置为介于 0 和 9.9E+37 之间的任意值。对于非常大的值，转换率会受到设备列出的编程速度和带宽的限制。关键词 MAX 或 INFinity 可将转换率设置为最大值。

参数	典型返回
0-9.9E+37, *RST MAX	<最大值>
将输出转换率设置为每秒 1 A : <code>CURR:SLEW1</code>	

- 查询返回已发送的值。如果该值小于最小转换率，则返回最小值。转换率的分辨率与最小值相同。可使用 `CURRent:SLEW? MIN` 对其进行查询。准确值因具体的校准情况而异。

**[SOURce:]CURRent:SLEW:MAXimum 0|OFF|1|ON**  
**[SOURce:]CURRent:SLEW:MAXimum?**

启用或禁用最大转换率覆盖。启用时，转换率将设置为最大值。禁用后，可使用 `CURRent:SLEW` 命令将转换率设置为立即值。使用 `CURRent:SLEW? MAX` 用于查询设置的最大转换率。

参数	典型返回
0 OFF 1 ON, *RST ON	0 或 1
启用最大转换率 : <code>CURR:SLEW:MAX ON</code>	

- `CURRent:SLEW:MAX` 命令是 `CURRent:SLEW` 命令的耦合命令。如果 `CURRent:SLEW` 将额定值设置为 MAX 或 INFinity，则将启用 `CURRent:SLEW:MAX`。如果将转换率设置为任何其他值，则将禁用 `CURRent:SLEW:MAX`。

## DIGital 子系统

数字命令可用于对仪器后面板上的数字控制端口进行编程。

### [SOURce:]DIGital:INPut:DATA?

读取数字控制端口的状态。分别返回引脚 1 到引脚 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>
读取数字控制端口的状态 : 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 运行的引脚有影响。端口有七个信号引脚和一个数字接地引脚。在写入到端口的二进制加权值中, 根据以下位分配控制引脚:

引脚	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 的数字端口引脚相一致的位值。

参数	典型返回
0-127, *RST0	<位值>
对引脚 1、3 和 5 进行编程 : DIG:OUTP:DATA?	

### [SOURce:]DIGital:PIN<1-7>:FUNCTion <函数>

#### [SOURce:]DIGital:PIN<1-7>:FUNCTion?

设置引脚功能。函数保存在非易失存储器中。

DIO	通用接地参考数字输入/输出功能。
DINPut	仅限数字输入模式。
FAULt	引脚 1 作为隔离故障输出。引脚 2 是引脚 1 的共用引脚。
INHibit	引脚 3 作为抑制输入。
ONCouple	引脚 4-7 同步输出打开状态。
OFFCouple	引脚 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 FAULt INHibit ONCouple OFFCoupleTINPut TOUtput	DIO、DINP、FAUL、INH、ONC、OFFC、TINP 或 TOUT
将引脚 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?

设置引脚极性。

**POSitive** 表示引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** 表示引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。引脚极性保存在非易失存储器中。

参数	典型返回
POSitive NEGative	POS 或 NEG
将引脚 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引脚上的 BUS 触发。这样可将 BUS 触发发送到任何已配置为触发输出的数字端口引脚。状态打开并接收到总线触发时，便会产生触发输出脉冲。使用 \*TRG 命令生成 BUS 触发。

参数	典型返回
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 或 1
在数字引脚上启用 BUS 触发信号 : DIG: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 BUS 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屏。

**DISPlay[:WINDow][:STATe] 0|OFF|1|ON**  
**DISPlay[:WINDow][:STATe]?**

打开或关闭前面板显示屏。

参数	典型返回
0 OFF 1 ON, *RST ON	0 或 1
关闭前面板显示屏 : <b>DISP OFF</b>	

**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, 请使用以下命令 : <b>DISP:VIEW METER_VP</b>	

**DISPlay:SAVer[:STATe] 0|OFF|1|ON**  
**DISPlay:SAVer[:STATe]?**

打开或关闭前面板屏幕保护程序。

参数	典型返回
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 或 1
打开前面板屏幕保护程序 : <b>DISP:SAV ON</b>	

## 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]? [<start\_index>, <points>]**

**FETCh[:SCALar]:POWer[:DC]?**

**FETCh[:SCALar]:VOLTage[:DC]? [<start\_index>, <points>]**

返回平均测量。返回值以安培、伏特或瓦特为单位。

可选参数指定以 <startindex> 开始且长度为 <points> 的子集。

参数	典型返回
<startindex>] 起始索引 [<points>] 点数	<直流电值>
返回测量的 DC 电流 <b>FETC:CURR?</b>	

**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 <b>FETC:VOLT:ACDC?</b>	

**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。请参见 [测量类型](#)。

参数	典型返回
( 无)	<高值>
返回测量的高电平电流 <b>FETC:CURR:HIGH?</b>	

**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。请参见 [测量类型](#)。

参数	典型返回
( 无)	<低值>
返回测量的低电平电压 <code>FETC:VOLT:LOW?</code>	

**FETCh[:SCALar]:CURRent:MAXimum?**  
**FETCh[:SCALar]:CURRent:MINimum?**  
**FETCh[:SCALar]:POWer:MAXimum]?**  
**FETCh[:SCALar]:POWer:MINimum]?**  
**FETCh[:SCALar]:VOLTage:MAXimum?**  
**FETCh[:SCALar]:VOLTage:MINimum?**

返回最大值或最小值。返回值以安培、伏特或瓦特为单位。

参数	典型返回
( 无)	<最小值> <最大值>
返回测量的最大电流 <code>FETC:CURR:MAX?</code>	
返回测量的最小电压 <code>FETC:VOLT:MIN?</code>	
返回测量的最大功率 <code>FETC:POW:MAX?</code>	

**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，请参见 [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 <code>FETC:AHO?</code>	
返回瓦特-小时测量值 <code>FETC:WHO?</code>	

**FETCh:ARRay:CURRent[:DC]? [<start\_index>, <points>]**

**FETCh:ARRay:POWer[:DC]? [<start\_index>, <points>]**

**FETCh:ARRay:VOLTage[:DC]? [<start\_index>, <points>]**

返回瞬时测量。返回值以安培、伏特或瓦特为单位。

可选参数指定以 <startindex> 开始且长度为 <points> 的子集。

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 [<points>] 点数	<值> [, <值>] 或 <数据块>
返回测量的电流阵列 <b>FETC:ARR:CURR?</b>	

### **FETCh:ELOG? <maxrecords>**

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
[<maxrecords>] 为返回的记录条数( 1 到 16,384)	<值> [, <值>] 或 <数据块>
返回多达 100 条数据记录 <b>FETC:ELOG? 100</b>	

## 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 NORMa|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。**NORMa** 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
NORMa SWAPped, *RST NORMa	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。在电压优先模式下，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。在电流优先模式下，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。

有关详细信息，请参见 [优先模式教程](#)。

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 : FUNC CURR	

## HCOPy 子系统

HCOPy 命令可用于返回显示图像。

### HCOPy:SDUMp:DATA? [BMP|GIF|PNG]

返回前面板显示屏的图像。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。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 紧跟在编程消息终止符 (<NL>) 后，那么输出队列和 MAV 位也会被清除。请参见**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**启用寄存器**的值。寄存器的每个设置位都会启用一个相应事件。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。查询将读取启用寄存器。请参见**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“启用”寄存器中的第 3 位和第 4 位：*ESE 24	

- 返回值为在寄存器中启用的所有位的二进制加权值的总和。例如，如果设置了第 2 位( 值 4) 和第 4 位( 值 16) ，则查询将返回 +20。
- 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 不会清除使能寄存器，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，会锁存所有标准事件。请参见**状态教程**了解详细信息。

参数	典型返回
( 无)	<位值>
读取事件状态启用寄存器：*ESR?	

## 5 SCPI 编程参考

- 返回值为在寄存器中启用的所有位的二进制加权值的总和。
- 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，第三个字段是序列号，第四个字段是固件版本。

参数	典型返回
( 无)	KeysightTechnologies,PV8922A, MY12345678,A.01.01
返回仪器的标识字符串： <code>*IDN?</code>	

### \*OPC

在标准事件寄存器中设置 OPC( 操作完成) 位。这种情况会在挂起操作完成后发生。请参见 [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： <code>*OPC</code>	

- 该命令的目的是将应用与仪器同步起来。
- 与启动采集、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，可能会执行其他命令。
- \*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 返回到输出缓冲区。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： <code>*OPC?</code>	

- 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) 输出状态设置为“关闭”，(2) 触发系统设置为空闲状态，(3) 校准被禁用，(4) 所有列表被设置为其 \*RST 值，以及 (5) 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	

- 输出开机状态设置为 RCL0 时，电源打开后，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。这些设置在 [重置状态](#) 中有介绍。

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。出于安全原因，当调用保存状态时，输出状态将设置为“关闭”。

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。输出开机状态设置为 RCL0 时，电源打开后，将自动调用位置 0。
- 输出状态、列表数据和校准状态不会另存为 \*SAV 操作的一部分。
- 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 <值>****\*SRE?**

服务请求启用命令和查询。这将设置服务请求启动寄存器的值。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。任何服务请求启动寄存器位的 1 都会启用相应的状态字节寄存器位。随后会对所有这类已启用的位进行逻辑“OR”运算，从而设置状态字节寄存器的 MSS 位。请参见**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“启用寄存器”中的第 3 位和第 4 位： <b>*SRE 24</b>	

- 引导串行轮询响应 SRQ 时，将清除 RQS 位，但仍保留 MSS 位。**\*SRE** 被清除(用 0 对其编程)后，电源无法生成 SRQ。

**\*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，读取时不会清除位。请参见**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： <b>*STB?</b>	

**\*TRG**

触发命令。触发子系统选定总线作为源时，会生成触发。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)
生成即时触发： <b>*TRG</b>	

**\*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，请参见 **SCPI 错误消息**。

参数	典型返回
(无)	0(通过) 或 +1(失败)
执行自检： <b>*TST?</b>	

- 开机自检与 \*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，请参见 **OPC**。

参数	典型返回
( 无)	( 无)
等待所有挂起操作完成。*WAI	

- 只有向仪器发送 Device Clear 命令才能中止 \*WAI。

## INITiate 子系统

启动命令可以预备好触发系统。此命令可以让触发系统从“空闲”状态转为“等待触发”状态，以便仪器接收触发。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 - 启动瞬变触发系统。

参数	典型返回
( 无)	( 无)
启动测量触发系统 : <code>INIT:ACQ</code>	

- 收到 INITiate 命令后，仪器为接收触发信号做准备时可能需要几毫秒的时间。
- 如果触发系统在准备接受触发信号之间就出现了某个触发信号，则会忽略此触发信号。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。此操作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 : <code>INIT:CONT:TRAN ON</code>	

- 禁用连续启动后，必须使用 INITiate:TRANSient 命令为每个触发启动输出触发系统。
- 如果将 INITiate:CONTinuous:TRANSient 编程为 ON，则 ABORT:TRANSient 不会关闭连续触发。在这种情况下，请先关闭连续触发，然后再发送 ABORT 命令。

## INSTrument 子系统

仪器命令可以对仪器的主要/辅助设备功能进行编程。当并联连接多个仪器时，使用主要/辅助设备操作可以创建一个具有更高总电流和更高功率的系统。

### 注意

本文档中的术语“主”和“从”已替换为“主要”和“辅助”。之前的固件版本 INSTrument 子系统命令语法在这个版本和以后的固件版本中仍然受支持。

### INSTrument:GROup:FUNCTion PRIMary|SECondary|NONE INSTrument:GROup:FUNCTion?

在主要/辅助设备配置中设置仪器的功能。此设置保存在非易失存储器中。

**PRIMary** - 将仪器配置为主要/辅助设备组中的主要设备。

**SECondary** - 将仪器配置为主要/辅助设备组中的辅助设备。

**NONE** - 禁用主要/辅助设备功能。此设备独立运作。

参数	典型返回
PRIMary SECondary NONE	PRIM、SEC 或 NONE
将仪器配置为主要设备 <code>INST:GRO:FUNC:PRIM</code>	

### INSTrument:GROup:PRIMary:CONNect[:STATe] [,0|OFF|1|ON]

指示主要设备连接到先前发现的辅助设备。如果总线上的辅助设备配置与发现的配置匹配，则主要设备将开始正常运作。否则命令会失败并显示错误，并且所有设备将独立运作。

参数	典型返回
optional 0 OFF 1 ON	0 或 1
将主要设备连接到辅助设备 <code>INST:GRO:PRIM:CONN</code>	

### INSTrument:GROup:PRIMary:CONNect:DELAy <值>|MIN|MAX INSTrument:GROup:PRIMary:CONNect:DELAy? [MIN|MAX]

在主要设备尝试连接到辅助设备之前，设置打开电源后的延迟。这仅在连接模式设置为 AUTO 时适用。此设置保存在易失存储器中。

参数	典型返回
0 到 120 秒	0
将连接延迟配置为 10 秒 <code>INST:GRO:PRIM:CONN:DEL 10</code>	

## INSTrument:GROup:PRIMary:CONNect:MODE AUTO|MANual INSTrument:GROup:PRIMary:CONNect:MODE?

指定主要设备的连接模式。此设置保存在非易失存储器中。

**AUTO** - 主要设备将在打开电源时尝试连接到先前发现的辅助设备。

**MANual** - 当主要设备从前面板或通过 INST:GROUP:PRIM:CONN 收到连接命令时，主要设备将连接到先前发现的辅助设备。

参数	典型返回
AUTO MANual	AUTO 或 MAN
指定自动连接模式 <code>INST:GRO:PRIM:CONN:MODE AUTO</code>	

## INSTrument:GROup:PRIMary:DISCover

指示主要设备发现连接到主要/辅助设备总线的所有辅助设备。

参数	典型返回
( 无)	( 无)
发现所有辅助设备 <code>INST:GRO:PRIM:DISC</code>	

## INSTrument:GROup:PRIMary:RESet

重置主要设备上发现的辅助设备配置。它断开任何辅助设备连接设备并将它们返回到独立操作。

参数	典型返回
( 无)	( 无)
重置所有辅助设备 <code>INST:GRO:PRIM:RES</code>	

## INSTrument:GROup:SECondary:ADDRess < 值 >

设置辅助设备的总线地址。主要/辅助设备组中的每个辅助设备必须具有唯一的总线地址，否则总线通信将失败。此设置保存在非易失存储器中。

参数	典型返回
1 - 19	1
将辅助设备的地址设置为 1 <code>INST:GRO:SEC:ADDR 1</code>	



## LIST 子系统

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，即电压优先或电流优先。

**[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。计数范围为 1 到 4096。Infinity 连续运行列表。

参数	典型返回
1 - 4096, *RST1	<计数>
设置列表计数为 10 : LIST:COUNT 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：额定值的 0% 到 102% 电流：额定值的 -102% 到 102%	<列表值 1>、<列表值 2>、<列表值 3>
对电流列表进行编程。此列表包含 3 个步骤：LIST:CURRENT 3,2,1 对电压列表进行编程。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。使用以下解决办法可以将驻留时间编程为 0 到 262.144 秒：

以秒为单位的范围	解析度
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, *RST1 ms	<列表值 1>、<列表值 2>、<列表值 3>
对驻留列表进行编程。此列表包含 3 个步骤：LIST:DWEL0.2,0.8,1.6	

**[SOURce:]LIST:CURRent:POINts?**  
**[SOURce:]LIST:DWELL:POINts?**  
**[SOURce:]LIST:VOLTage:POINts?**  
**[SOURce:]LIST:TOUTput:BOStep:POINts?**  
**[SOURce:]LIST:TOUTput:EOStep:POINts?**

返回指定列表中的点数：点与阶跃相同。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?**

指定列表的触发或驻留间距。

ONCE 将导致输出保持在当前阶跃，直到触发使其前进到下一阶跃。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阶跃。阶跃的间距由驻留列表决定。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
要以最后一个阶跃值的输出为终止，请使用以下命令：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，请输入以下命令：

```
LIST:TOUT:BOST OFF,ON,OFF
```

## LXI 子系统

**LXI:IDENTify[:STATe] 0|OFF|1|ON****LXI:IDENTify[:STATe]?**

打开或关闭前面板 LXI 标识指示灯。打开时，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，请使用以下命令：`LXI:IDENT ON`

**LXI:MDNS[:STATe] 0|OFF|1|ON****LXI:MDNS[:STATe]?**

设置打开或关闭 MDNS 状态。

参数	典型返回
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 或 1

要设置打开 MDNS 状态，请使用以下命令：`LXI:MDNS 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]?

### 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)	<直流电值>
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。请参见 [测量类型](#)。

参数	典型返回
( 无)	<高值>
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。请参见 [测量类型](#)。

参数	典型返回
( 无)	<低值>
返回测量的低电平电压 MEAS:VOLT:LOW?	

**MEASure[:SCALar]:CURRent:MAXimum?**  
**MEASure[:SCALar]:CURRent:MINimum?**  
**MEASure[:SCALar]:POWer:MAXimum?**  
**MEASure[:SCALar]:POWer:MINimum?**  
**MEASure[:SCALar]:VOLTage:MAXimum?**  
**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、伏特或瓦特为单位。

参数	典型返回
( 无)	<最小值>, <最大值>
返回测量的最大电流	MEAS:CURR:MAX?
返回测量的最小电压	MEAS:VOLT:MIN?
返回测量的最大功率	MEAS:POW:MAX?

**MEASure:ARRay:CURRent[:DC]?**  
**MEASure:ARRay:POWer[:DC]?**  
**MEASure:ARRay:VOLTage[:DC]?**

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 OUTPut[STATe]?

**警告**

电击危险，致命电压 - 许多型号产生的输出电压可高达 2,000 VDC！请确保使用高压电线的仪表连接、负载接线，以及负载和感测连接保持绝缘。必须连接提供的安全罩，以免意外接触致命电压。

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。

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，前面板状态指示灯将从 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单独的延迟。
- 由于内部电路的启动过程，在电压优先模式下时 OUTPut ON 可能需要 8 毫秒来完成其功能，在电流优先模式下可能需要 7 毫秒。

### OUTPut[:STATe]:COUPle[:STATe] 0|OFF|1|ON OUTPut[:STATe]:COUPle[:STATe]?

启用或禁用输出耦合。输出耦合允许多台仪器的输出根据指定的 OUTPut:DElay:RISE 和 OUTput:DElay:FALL 编程延迟，按顺序打开和关闭。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 数字连接器引脚。
- 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]

设置延迟偏移以同步耦合输出状态变化。以秒为单位。将此时间设置为正在耦合的任何仪器的指定最大延迟偏移，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 : <code>OUTP:COUP:DOFF 0.06</code>	

### 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 : <code>OUTP:COUP:MAX:DOFF?</code>	

### 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延迟时间：

以秒为单位的范围	解析度	以秒为单位的范围	解析度
0 到 1.023E-4	100 纳秒	1.03E-1 到 1.023E+0	1 毫秒
1.03E-4 到 1.023E-3	1 微秒	1.03E+0 到 1.023E+1	10 毫秒
1.03E-3 到 1.023E-2	10 微秒	1.03E+1 到 1.023E+2	100 毫秒
1.03E-2 到 1.023E-1	100 微秒	1.03E+2 到 1.023E+3	1 s

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 : <code>OUTP:DEL:RISE 0.5</code>	

- 每台仪器从收到打开输出的命令到实际打开输出都会产生最小延迟偏移。如果指定打开延迟，则此延迟会加到最小延迟偏移中，从而造成打开延迟实际上会长于之前编程的延迟。
- 使用 OUTPut:COUPle:MAX:DOFFset? 查询每个仪器所需的延迟偏移。



## OUTPut[:STATe]:TMODe:COUPlE 0|OFF|1|ON OUTPut[:STATe]:TMODe:COUPlE?

启用耦合后，更改开启设置也会更改关闭设置，反之亦然。如果打开和关闭设置不同且耦合已启用，则系统会更改关闭设置，以便与打开设置保持一致。

参数	典型返回
0 OFF 1 ON	0 或 1
耦合打开/关闭模式 : <code>OUTP:REL:LOCK ON</code>	

## OUTPut[:STATe]:TMODe[:OFF] HIGHZ | LOWZ OUTPut:TMODe[:OFF]? OUTPut[:STATe]:TMODe:ON HIGHZ | LOWZ OUTPut:TMODe:ON?

这些命令将输出开启和关闭行为设置为“低阻抗”或“高阻抗”。

**低阻抗** - 将输出电压编程为零，然后断开输出连接。在关闭转换期间，最大负电流灌入可高达 250 ms。

**高阻抗** - 断开输出连接而不主动灌入电流。

参数	典型返回
HIGHZ LOWZ	HIGHZ 或 LOWZ
将打开状态设置为“高阻抗” : <code>OUTP:TMOD:ON HIGHZ</code> 将关闭状态设置为“低阻抗” : <code>OUTP:TMOD:OFF LOWZ</code>	

- 打开/关闭设置仅于仪器在电压优先模式下运行时才适用。在电流优先模式下，打开/关闭行为始终为高阻抗。

## OUTPut:INHibit:MODE LATChing|LIVE|OFF OUTPut:INHibit:MODE?

设置远程抑制数字针脚的操作模式。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。请参见 [对数字端口进行编程](#)。

**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。

**LIVE** - 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 : <code>OUTP:INH:MODE LIVE</code>	

## OUTPut:PON:STATe RST|RCL0 OUTPut:PON:STATe?

设置输出开机状态。此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 : <code>OUTP:PON:STAT RST</code>	

- 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。
- 如果主要的 **自动连接** 命令失败，则电源状态将设置为 \*RST。

## 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 **对输出保护进行编程**)。

参数	典型返回
(无)	(无)
清除锁定保护状态 : <code>OUTP:PROT:CLE</code>	

- 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: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 : <code>OUTP:PROT:TEMP:MARG?</code>	

## 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 命令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。输出会关闭锁定但已编程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 : <code>OUTP:PROT:WDOG ON</code>	

## OUTPut:PROTection:WDOG:DELay <值>|MIN|MAX OUTPut:PROTection:WDOG:DELay? [MIN|MAX]

设置监视程序延迟时间。启用监视程序定时器后，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。值的编程范围为 1 到 3600 秒，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 : <code>OUTP:PROT:WDOG:DEL 600</code>	

## POWer 查询

### [SOURce:]POWer:LIMit?

返回仪器的功率限值(以瓦特为单位)，20 kW 或 30 kW。

参数	典型返回
无	20000 或 30000
返回功率限值 : POWer:LIMit?	

## SASimulator 子系统

SASimulator 命令仅在仪器作为太阳能电池阵列模拟器运行时适用。SAS 命令可对太阳能电池阵列模拟器功能进行编程。这些命令在 SAS:MODE 设置为 FIXed 时不可用。错误 -315, 如果当前操作模式不支持这些命令, 便会生成设置冲突。有关详细信息, 请参见 [光伏模拟器操作](#)。

**[SOURce:]SASimulator:ACTive:MPP:CURRent?**

**[SOURce:]SASimulator:ACTive:MPP:POWer?**

**[SOURce:]SASimulator:ACTive:MPP:VOLTage?**

这些命令将返回正在运行的曲线(活动曲线)的实际最大功率点(MPP)的电流、功率或电压。请注意, 在 Curve 模式下, 此值可能因计算曲线的算法而与用户编程的 MPP 略有不同。同样, 在 Table 模式下, 实际的 MPP 可能不会与用户编程的任何 I-V 表参数匹配。返回的值以安培、伏特或瓦特为单位。

参数	典型返回
(无)	<最大功率点值>
返回最大功率点处的电流 : SAS:ACT:MPP:CURR?	

**[SOURce:]SASimulator:BWIDth:RANGe <范围>**

**[SOURce:]SASimulator:BWIDth:RANGe?**

此命令可以设置 Curve 和 Table 模式下的 SAS 带宽范围。

0 - 在测试各种各样的逆变器设备时, 慢带宽范围处于稳定状态。

1 - 已使用更快的 MPPT 算法对用于逆变器设备的快带宽范围进行优化。

参数	典型返回
0 1; *RST:0	0 1
将 SAS 带宽设置为快范围 : SAS:BWID:RANG:1	

**[SOURce:]SASimulator:CURVe:IMP <电流>|MIN|MAX**

**[SOURce:]SASimulator:CURVe:IMP? [MIN|MAX]**

在 Curve 模式下运行时, 此命令可设置 SAS 曲线最大功率点处的电流。此值以安培为单位。

参数	典型返回
额定值的 0 到 102% MIN MAX; *RST: 额定值的 0.8%	<Imp 设置>
设置最大功率点的电流 : SAS:CURV:IMP 10	
此命令可一次性设置全部四个参数 : SAS:CURV:IMP 10; ISC 12; VMP 100; VOC 120	

**[SOURce:]SASimulator:CURVe:ISC <电流>|MIN|MAX**  
**[SOURce:]SASimulator:CURVe:ISC? [MIN|MAX]**

在 Curve 模式下运行时，此命令可设置短路电流。此值以安培为单位。

参数	典型返回
额定值的 0 到 102% MIN MAX; *RST: 额定值的 1%	<Isc 设置>
设置短路电流 : SAS:CURV:ISC 12 此命令可一次性设置全部四个参数 : SAS:CURV:IMP 10; ISC 12; VMP 100; VOC 120	

**[SOURce:]SASimulator:CURVe:SHAPE <形状>**  
**[SOURce:]SASimulator:CURVe:SHAPE?**

在 Curve 模式下运行时，此命令可设置曲线形状。

SPACE可根据空间方程设置曲线形状。

TERRestrial可根据地面方程设置曲线形状。

参数	典型返回
SPACE TERRestrial, *RST: SPACE	SPAC 或 TERR
将曲线形状设置为 TERRestrial : SAS:CURV:SHAP TERR	

**[SOURce:]SASimulator:CURVe:VMP <电压>|MIN|MAX**  
**[SOURce:]SASimulator:CURVe:VMP? [MIN|MAX]**

在 Curve 模式下运行时，此命令可设置 SAS 曲线最大功率点处的电压。此值以伏特为单位。

参数	典型返回
额定值的 0 到 102% MIN MAX; *RST: 额定值的 0.8%	<Vmp 设置>
设置最大功率点的电压 : SAS:CURV:VMP 100 此命令可一次性设置全部四个参数 : SAS:CURV:IMP 10; ISC 12; VMP 100; VOC 120	

**[SOURce:]SASimulator:CURVe:VOC <电压>|MIN|MAX**  
**[SOURce:]SASimulator:CURVe:VOC? [MIN|MAX]**

在 Curve 模式下运行时，此命令可设置开路电压。此值以伏特为单位。

参数	典型返回
额定值的 0 到 102% MIN MAX; *RST: 额定值的 1%	<Voc 设置>
设置开路电压 : SAS:CURV:VOC 120 此命令可一次性设置全部四个参数 : SAS:CURV:IMP 10; ISC 12; VMP 100; VOC 120	

**[SOURce:]SASimulator:MODE <模式>**  
**[SOURce:]SASimulator:MODE?**

此命令可以将设备设置为作为标准电源或太阳能电池阵列模拟器运行。

**FIXed** - 将设备作为标准 CV/CC 电源运行。

**CURVe** - 将设备作为太阳能电池阵列模拟器运行。输出特征取决于 Isc、Imp、Voc、Vmp 和 Shape 参数。

**TABLE** - 将设备作为太阳能电池阵列模拟器运行。输出特征取决于多达 1024 个由用户定义的表点。使用 SAS:TABL:ACT 或 SAS:TABL:UPD 时验证这些点。如果这些点不代表有效集合，便会生成错误。

参数	典型返回
FIXed CURVe TABLE; *RST: FIXed	FIX、CURV 或 TABL
使用由用户定义的表点将设备设置为作为太阳能电池阵列模拟器运行：SAS:MODE:TABL	

**[SOURce:]SASimulator:SCALE:CURRent <百分比>|MIN|MAX**  
**[SOURce:]SASimulator:SCALE:CURRent? [MIN|MAX]**  
**[SOURce:]SASimulator:SCALE:VOLTage <百分比>|MIN|MAX**  
**[SOURce:]SASimulator:SCALE:VOLTage? [MIN|MAX]**

这些命令可为 Curve 和 Table 模式中的曲线选择比例因子。可以同时缩放电压和电流。

输出电流等于 SAS 曲线或表格中计算得出的电流乘以此百分比。此方法经常用来模拟太阳能电池辐照度的变化。输出电压等于 SAS 曲线或表格中计算得出的电压乘以此百分比。此方法经常用来模拟太阳能电池温度的变化。

参数	典型返回
1 到 100 (%); *RST: 100	<% 值>
将电流的比例因子设置为 90%：SAS:SCAL:CURR 90 将电压的比例因子设置为 90%：SAS:SCAL:VOLT 90	

- 如果已打开，则输出会立即响应此设置中的任何更改。

**[SOURce:]SASimulator:TABL:ACTivate 1|2**

此命令将使用 SAS:TABL:CURR 和 SAS:TABL:VOLT 激活输入的表点。

参数	典型返回
1 2	1 或 2
激活表 1：SAS:TABL:ACT 1	

- 此命令仅在 Table 模式下处于活动状态，否则将生成错误 -315。
- 此命令等同于先后发送 SAS:TABL:UPD 和 SAS:TABL:SEL。
- 如果在激活表后发送 SAS:TABL:CURR 和 SAS:TABL:VOLT 命令，必须再次发送 SAS:TABL:ACT 命令以激活新的表值。
- N8900PV 兼容性命令：[SOURce:]SASimulator:TABLE[1|2]:ACTivate

### [SOURce:]SASimulator:TABLE:SElect 1|2 [SOURce:]SASimulator:TABLE:SElect?

从已经输入到 SAS 系统位置的两个表中选择要运行的活动表。一次只能运行一个活动表。使用此命令可以在两个活动表之间切换，无需关闭设备的输出。

参数	典型返回
1 2	1 或 2
选择表 2 : SAS:TABL:SEL2	

- 此命令仅在 Table 模式下处于活动状态。

### [SOURce:]SASimulator:TABLE:UPDate 1|2

验证数据集并更新 SAS 系统中指定的表。此操作会将表数据从存储器位置移动到 SAS 系统位置，但不会选择要使用的表。要使用此命令，您在此之前必须使用 SAS:TABL:CURR 和 SAS:TABL:VOLT 先将表载入设备的存储器位置。

参数	典型返回
( 无)	( 无)
更新表 2 : SAS:TABL:UPD2	

- 此命令仅在 Table 模式下处于活动状态。
- N8900PV 兼容性命令：[SOURce:]SASimulator:TABLE[1|2]:UPDate

### [SOURce:]SASimulator:TABLE[1|2]:CURRent[:AMPlitude] <电流>{,<电流>} [SOURce:]SASimulator:TABLE[1|2]:VOLTage[:AMPlitude] <电压>{,<电压>}

选择 Table 模式时，这些命令可设置定义 SAS 特征的电压和电流阵列。这些命令中的每一个都必须包含一个由逗号 (,) 分隔的电压或电流点列表。表列出的内容必须满足下列要求：

- 每个表的点数范围从 3 到 1024；但是，两个表必须包含相同数量的点。
- 电流点值必须单调递减。相邻的值可以相等。最后一个值必须为零(允许误差范围为  $\pm 0.3$  mA)。
- 电压点值必须严格单调递增。相邻的值不可以相等。第一个值必须为零(允许误差范围为  $\pm 15$  mV)。



参数	典型返回
电流： <b>最后一个</b> 值必须为0。前面的所有值的范围必须在设备额定电流的0到102%之间。*RST值：标称值的1%，标称值的0.8%，0.0	<值 1>、 <值 2>、 <值 3>...
电压： <b>第一个</b> 值必须为0。后续的所有值的范围必须在设备额定电压的0到102%之间。*RST值：0.0，标称值的0.8%，标称值的1%	<值 1>、 <值 2>、 <值 3>...
对简单的电流表进行编程：SAS:TABLE:CURR 20,15,0 对简单的电压表进行编程：SAS:TABLE:VOLT 0,100,120	

- 使用 SAS:TABLE:ACT 或 SAS:TABLE:UPD 时验证这些点。如果这些点不代表有效集合，便会生成错误。
- 表中的值**不会**使用 \*SAV 命令另存为仪器状态的一部分。
- 如果未指定表编号 [1或2]，则命令默认为 TABLE 1。
- N8900PV 兼容性命令：  
MEMory:TABLE[1|2][:SASimulator]:CURRENT[:AMPLitude]  
MEMory:TABLE[1|2][:SASimulator]:VOLTage[:AMPLitude].

### [SOURce:]SASimulator:TABLE[1|2]:CURRENT:POINTS?

### [SOURce:]SASimulator:TABLE[1|2]:VOLTage:POINTS?

选择 Table 模式时，这些命令可返回分配给电压和电流阵列用于定义 SAS 特征的数据点的数量。

参数	典型返回
( 无)	1024
返回电流表中的数据点数：SAS:TABLE:CURR:POIN? 返回电压表中的数据点数：SAS:TABLE:VOLT:POIN?	

- 如果未指定表编号 [1或2]，则命令默认为 TABLE 1。
- N8900PV 兼容性命令：  
MEMory:TABLE[1|2][:SASimulator]:CURRENT:POINTS?  
MEMory:TABLE[1|2][:SASimulator]:VOLTage:POINTS?.

**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****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	
重置瓦特-小时测量 : SENS:WHO:RES	

**SENSe:ELOG:FUNcTION:CURRent 0|OFF|1|ON****SENSe:ELOG:FUNcTION:CURRent?****SENSe:ELOG:FUNcTION:VOLTage 0|OFF|1|ON****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	
启用数据记录电压测量 : SENS:ELOG:FUNC:VOLT ON	

**SENSe:ELOG:FUNcTION:CURRent:MINMax 0|OFF|1|ON****SENSe:ELOG:FUNcTION:CURRent:MINMax?****SENSe:ELOG:FUNcTION:VOLTage:MINMax 0|OFF|1|ON****SENSe:ELOG:FUNcTION:VOLTage:MINMax?**

启用或禁用记录最小和最大电流或电压值。

参数	典型返回
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 或 1
启用电流 MIN/MAX 记录值 : SENS:ELOG:FUNC:CURR:MINM ON	
启用电压 MIN/MAX 记录值 : SENS:ELOG:FUNC:VOLT:MINM ON	

**SENSe:ELOG:PERiod < 值 >|MIN|MAX****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（请参见 [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:FUNcTION:CURRent 0|OFF|1|ON**

**SENSe:FUNcTION:CURRent?**

**SENSe:FUNcTION:VOLTage 0|OFF|1|ON**

**SENSe:FUNcTION:VOLTage?**

启用或禁用电流或电压测量。

参数	典型返回
0 OFF 1 ON, *RST ON	0 或 1
启用电流测量：SENS:FUNC:CURR ON	
启用电压测量：SENS:FUNC:VOLT 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声。更改 NPLC 会改变点数和时间间隔设置。

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**

**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。正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 SENSe:SWEEp:POINts? [MIN|MAX]

在测量中定义点数量。请注意，点、TINterval 和 NPLC 是相关的。设置任意点或 TINterval 都会改变 NPLC；设置 NPLC 可改变点和 TINterval。默认的点会产生 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 : <code>SENS:SWEEp:POIN 2048</code>	

### SENSe:SWEEp:TINterval <值>|MIN|MAX SENSe:SWEEp:TINterval? [MIN|MAX]

定义测量样本之间的时间周期。以秒为单位。值将四舍五入为最接近于 20.48 毫秒增量的数值。在低于 20.48 毫秒时，值将分别四舍五入为最接近于 10.24 或 5.12 毫秒增量的数值。

参数	典型返回
0.00000512 到 40,000, *RST 0.00000512	<时间间隔>
将点之间的间隔指定为 1 ms : <code>SENS:SWEEp:TINT 0.001</code>	

### SENSe:WINDow[:TYPE] HANNing|RECTangular 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 : <code>SENS:WIND HANN</code>	

## [SOURce] 子系统

SOURce 关键词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。

因为 SOURce 子系统命令的使用通常不带有可选的 SOURce 关键词, 所以这些命令将由其各自的子系统列出, 如下所示:

### 使用可选 [SOURce:]关键词的子系统 and 命令

**ARB**

**CURRent**

**DIGital**

**FUNction**

**LIST**

**POWer:LIMit**

**SASimulator( 光伏)**

**STEP:TOUTput**

**VOLTage**

## STATus 子系统

状态寄存器编程可以让您随时确定仪器的操作状态。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、使能和事件寄存器以及 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。通用命令可以控制其他状态功能，如服务请求启用和状态字节寄存器。请参见 [状态教程](#) 了解详细信息。

### 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启用的所有位的二进制加权值的总和。例如，如果设置并启用了第 3 位(值 8) 和第 5 位(值 32)，则查询将返回 +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启用的所有位的二进制加权值的总和。例如，如果设置并启用了第 3 位(值 8) 和第 5 位(值 32)，则查询将返回 +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。启用寄存器是从操作事件寄存器启用特定位的波罩，以便设置状态字节寄存器的 OPER(操作摘要)。STATus:PRESet 可清除使能寄存器中的所有位。

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“启用”寄存器中的第 3 位和第 4 位：STAT:OPER:ENAB 24	

- 例如，如果设置并启用了第 3 位( 值 8) 和第 5 位( 值 32) ， 则查询将返回 +40。
- \*CLS 不会清除使能寄存器， 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) 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启用的所有位的二进制加权值的总和。

### STATus:PRESet

预设所有的 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启用的所有位的二进制加权值的总和。例如，如果设置了第 2 位( 值 4) 和第 4 位( 值 16) ，则查询将返回 +20。
- \*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启用的所有位的二进制加权值的总和。例如，如果设置了第 2 位( 值 4) 和第 4 位( 值 16) ，则查询将返回 +20。
- 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。启用寄存器是从操作事件寄存器启用特定位置的波罩，以便设置状态字节寄存器的 QUES( 可疑摘要) 。STATus:PRESet 可清除使能寄存器中的所有位。

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>
启用可疑启用寄存器 1 中的第 2 位和第 4 位 : STAT:QUES1:ENAB 24	



- 例如，如果设置了第 2 位( 值 4) 和第 4 位( 值 16) ，则查询将返回 +20。
- \*CLS 不会清除使能寄存器，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) 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。

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 NTR 寄存器 1 中的第 3 位和第 4 位 : STAT:QUES1:NTR 24	
启用可疑 PTR 寄存器 1 中的第 3 位和第 4 位 : STAT:QUES1:PTR 24	

- 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都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启用的所有位的二进制加权值的总和。

**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。状态是打开(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打开 : <b>STEP:TOUT ON</b>	

## 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: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:CONTR? 或 SYST:COMM:TCP:CONTR?

### 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:RLState 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。指定年份( 2000 到 2099) ，月份( 1 到 12) ，日( 1 到 31) 。系统时钟仅可与 BenchVue 电源控制和分析软件一起使用。

参数	典型返回
<yyyy>,<mm>,<dd>	+2018,+04,+30

将日期设置为 2018 年 6 月 30 日：SYST:DATE 2018,06,30

- 系统时钟不会自行调整以适应时区变化或日光节约时间。

**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?	

- 当前有一个或多个错误存储在错误队列中时，前面板 ERR 指示器会亮起。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 指示器。
- 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’”。
- 通过 \*CLS 以及关闭再打开电源后，可清除错误队列。\*RST 不会清除它。
- 错误消息的格式如下<错误代码>,<错误字符串>。错误字符串最多可包含 255 个字符。有关错误代码和消息字符串的列表，请参见 [SCPI 错误消息](#)。

**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)	<+0,"无错误">
重置前面板密码 : SYST:PASS:FPAN:RES	

## SYSTem:REBoot

将仪器重启为开机状态。

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仪器做准备。它将清理所有用户数据。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。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, 仪器会重启。

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:SET <块数据>

### SYSTem:SET?

获取并设置仪器状态。该命令的查询形式返回包含仪器状态的有限长度数据块。可以将此数据块发送回仪器以将其恢复到数据块中的状态。

参数	典型返回
<数据块>	<数据块>
将数据块状态发送回仪器 : SYST:SET <block data>	

## 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) 。实时时钟仅可与 BenchVue 电源控制和分析软件一起使用。

参数	典型返回
<hh>,<mm>,<ss>	<hh,mm,ss>
将时钟设置为晚上 8:30 : SYST:TIME2018,06,30	

## SYSTem:VERSion?

返回仪器符合的 SCPI 版本。无法从前面板中确定。

## 5 SCPI 编程参考

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

触发命令可以控制瞬变和采集子系统。请参见[触发概述](#)了解详细信息。

**TRIGger:ACQuire[:IMMediate]**

**TRIGger:ELOG[:IMMediate]**

**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 : 额定值的 0 到 102%, *RST 0 电流 : 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

参数	典型返回
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]?

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>
返回的索引数量 : TRIG:ACQ:IND?	

### TRIGger:ACQuire:INDices:COUNT?

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: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”数字端口引脚。
PIN<1-7>	选择配置为触发输入的数字端口引脚。
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 PIN<1-7> TRANsient1 VOLTage1,*RST BUS	BUS、CURR1、EXT、PIN<n>、TRAN1 或 VOLT1
选择数字端口引脚 1 作为测量触发源 : TRIG:ACQ:SOUR PIN1	

### TRIGger:ACQuire:TOUTput[:ENABLE] 0|OFF|1|ON

#### TRIGger:ACQuire:TOUTput[:ENABLE]?

启用要发送到数字端口引脚的测量触发信号。在数字端口引脚用作触发源之前，必须将其配置成触发输出(请参见[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引脚：TRIG:ACQ:TOUT ON

**TRIGger:ARB:SOURce <源>**

**TRIGger:ARB:SOURce?**

**TRIGger:ELOG:SOURce <源>**

**TRIGger:ELOG:SOURce?**

**TRIGger:TRANSient:SOURce <源>**

**TRIGger:TRANSient:SOURce?**

TRIG:ARB:SOURce - 选择任意波形的触发源：

TRIG:ELOG:SOURce - 选择外部数据记录的触发源：

TRIG: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”数字端口引脚。

**IMMediate**     只要它为 INITiated, 就可触发瞬变。

**PIN<1-7>**       选择配置为触发输入的 digital 端口引脚。

参数	典型返回
BUS EXTernal IMMediate PIN<1-7>*RST BUS	BUS、EXT、IMM、PIN<n>

选择数字端口引脚 1 作为任意波形触发源：TRIG:ARB:SOUR PIN1  
 选择数字端口引脚 1 作为瞬变触发源：TRIG:TRAN:SOUR PIN1

## VOLTage 子系统

电压命令可以对仪器的输出电压进行编程。

**[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 20V，请使用以下命令： <code>VOLT 20</code> 要将触发电压设置为 10V，请使用以下命令： <code>VOLT:TRIG 10</code>	

**[SOURce:]VOLTage:BWIDth:LEVel 0 | 1 | 2, <值>|MIN|MAX**  
**[SOURce:]VOLTage:BWIDth:LEVel? 0 | 1 | 2, [MIN|MAX]**

设置与每个补偿范围相关联的编程转角频率。此值以赫兹为单位。默认频率针对最大向上编程速度以及最快瞬变响应时间进行了优化。频率可能会降低，用于补偿输出超调。

参数	典型返回
0 1 2( 带宽范围)	0、1 或 2
10 到 100,000( 适用于全范围) , *RST : 5,000 (comp0), 450 (comp1), 12 (comp2)	<转角频率>
要将电压带宽范围设置为 1，将频率设置为 10 kHz，请使用以下命令： <code>VOLT:BWID:LEV 1, 10,000</code>	

**[SOURce:]VOLTage:BWIDth:RANGe 0 | 1 | 2**  
**[SOURce:]VOLTage:BWIDth:RANGe?**

设置电压补偿范围。这样便可使用电容性负载优化输出响应时间。这些补偿模式仅于设备在电压优先模式和电流优先模式的恒定电压 (CV) 下操作时( 处于电压限值时) 才适用。有关补偿设置对编程速度特征的影响的信息，请参见 [设置输出带宽](#)。

0( 高速/小电容性负载) – 提供最快的编程速度和瞬变响应时间。

1( 中速/中等电容性负载) – 提供中间编程速度和瞬变响应时间。经优化的设置有助于改善稳定性，适用较大范围的输出电容器。

2( 慢速/大电容性负载) – 最适合具有高电容/低 ESR 且可平衡较慢编程速度和瞬变响应的被测设备。

参数	典型返回
0 1 2, *RST0	0、1 或 2
要将电压带宽设置为 comp 1, 请使用以下命令 : <code>VOLT:BWID:RANG 1</code>	

**[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值。以伏特为单位。

参数	典型返回
额定值的 0.1% 到 102%, 额定值的 *RST 1%	<电压限值>
要将电压限值设置为 20V, 请使用以下命令 : <code>VOLT:LIM 20</code>	

**[SOURce:]VOLTage:LIMit:LOW <值>|MIN|MAX**  
**[SOURce:]VOLTage:LIMit:LOW? [MIN|MAX]**

设置在电流优先模式下的低电压限值。这可以防止电池放电时电压降至低电压限值以下。当电压下降到指定的下限值时, 输出从电流优先过渡到负电压限值, 并且放电停止。这将 LIM 位设置在可疑状态寄存器中。

参数	典型返回
0 到 102% 的额定值, *RST0	<低电压限值>
要将低电压限值设置为 2V, 请使用以下命令 : <code>VOLT:LIM:LOW 2</code>	

- 此命令是 VOLTage:LIMit 命令的耦合命令。必须始终将电压限值编程为高于低电压限值的值。
- 如果输出电压低于编程设定的低电压限值, 则低电压限值还会阻止输入打开。参见 VOLTage:PROTection:LOW:DElay。

**[SOURce:]VOLTage:LIMit:LOW:STATe 0|OFF|1|ON**  
**[SOURce:]VOLTage:LIMit:LOW:STATe?**

启用或禁用低电压限值。

参数	典型返回
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 或 1
启用低电压限值状态 : <code>VOLT:LIM:LOW:STAT ON</code>	

**[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阶跃，请使用以下命令： <code>VOLT:MODE STEP</code>	

### [SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel] <值>|MIN|MAX [SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel]? [MIN|MAX]

设置过电压保护级别。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 24V，请使用以下命令： <code>VOLT:PROT 24</code>	

- 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:PROTection:LOW[:LEVel] <值>|MIN|MAX [SOURce:]VOLTage:PROTection:LOW[:LEVel]? [MIN|MAX]

如果输出电压低于低电压保护级别，则会阻止打开输出。当低电压条件为真时，会设置可疑状态寄存器 UV 位。

参数	典型返回
0 到 102% 的额定值，*RST 0	<低电压保护设置>
要将保护级别设置为 2V，请使用以下命令： <code>VOLT:PROT:LOW 2</code>	

### [SOURce:]VOLTage:PROTection:LOW:DELaY <值>|MIN|MAX [SOURce:]VOLTage:PROTection:LOW:DELaY? [MIN|MAX]

设置低电压保护延迟（以秒为单位）。在延迟时间内，不会触发低电压保护功能。超过延迟时间后，低电压保护功能便会激活。当低电压保护已启用且输出已打开，或者电压从 0 编程到 1 个高于低电压保护级别的值时，可使用此功能防止误跳闸。

请注意，如果您已启用低电压保护，然后在不使用延迟的情况下打开输出，保护会立即跳闸，因为输出电压将从 0 开始上升，从而造成电压低于低电压保护级别。

参数	典型返回
0.00002048 - 2611 秒，*RST 为 20.48 μs	<延迟值>

参数	典型返回
----	------

将保护延迟设置为 0.2 秒：`VOLT:PROT:LOW:DEL 0.2`

**[SOURce:]VOLTage:PROTection:LOW:STATe 0|OFF|1|ON**  
**[SOURce:]VOLTage:PROTection:LOW:STATe?**

启用或禁用低电压保护。

参数	典型返回
----	------

0|OFF|1|ON, \*RST OFF

0 或 1

启用低电压保护状态：`VOLT:PROT:LOW:STAT ON`

- 产生条件的原因消除后，可使用 `OUTPut:PROTection:CLEar` 清除低电压条件。

**[SOURce:]VOLTage:RESistance[:LEVel][:IMMEdiate][:AMPLitude] <值>|MIN|MAX**  
**[SOURce:]VOLTage:RESistance[:LEVel][:IMMEdiate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]**

设置输出电阻电平。仅适用于电压优先模式。单位为欧姆。有关特定型号的电阻编程范围，请参见 [特征](#)。

参数	典型返回
----	------

0 到最大值(取决于型号) |MIN|MAX, \*RST 0

0

指定 0.5 欧姆的输出电阻：`VOLT:RES 0.5`

- 设备并联时，最大输出电阻将降低。单个设备的可编程电阻必须除以并联设备的总数。

**[SOURce:]VOLTage:RESistance:STATe 0|OFF|1|ON**  
**[SOURce:]VOLTage:RESistance:STATe?**

启用或禁用输出电阻编程。仅适用于电压优先模式。

参数	典型返回
----	------

0|OFF|1|ON, \*RST OFF

0 或 1

打开电阻编程：`VOLT:RES:STAT ON`

**[SOURce:]VOLTage:SLEW[:IMMEdiate] <值>|MIN|MAX|INFinity**  
**[SOURce:]VOLTage:SLEW[:IMMEdiate]? [MIN|MAX]**

设置电压转换率。转换率设置为 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。可以将转换率设置为介于 0 和 9.9E+37 之间的任意值。对于非常大的值，转换率会受到设备列出的编程速度和带宽的限制。关键词 MAX 或 INFinity 可将转换率设置为最大值。

参数	典型返回
0-9.9E+37, *RST MAX	<最大值>

将输出转换率设置为每秒 5 V : `VOLT:SLEW5`

- 查询返回已发送的值。如果该值小于最小转换率，则返回最小值。转换率的分辨率与最小值相同。可使用 `VOLTage:SLEW? MIN` 对其进行查询。准确值因具体的校准情况而异。

**[SOURce:]VOLTage:SLEW:MAXimum 0|OFF|1|ON**  
**[SOURce:]VOLTage:SLEW:MAXimum?**

启用或禁用最大转换率覆盖。启用时，转换率将设置为最大值。禁用后，可使用 `VOLTage:SLEW` 命令将转换率设置为立即值。使用 `VOLTage:SLEW? MAX` 用于查询设置的最大转换率。

参数	典型返回
0 OFF 1 ON, *RST ON	0 或 1

要启用最大转换率覆盖，请使用以下命令 : `VOLT:SLEW:MAX ON`

- `VOLTage:SLEW:MAX` 命令已经与 `VOLTage:SLEW` 命令耦合。如果 `VOLTage:SLEW` 将额定值设置为 `MAX` 或 `INFinity`，则将启用 `VOLTage:SLEW:MAX`。如果将转换率设置为任何其他值，则将禁用 `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“启用”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。
- 事件寄存器会锁定通过 PTR 寄存器和 NTR 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

这些寄存器会记录正常操作过程中发生的信号。组由条件、PTR/NTR、事件和使能寄存器组成。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)。请参见 [状态图](#)。

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	OFF	4	输出已编程为关闭或处于保护状态
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	测量已启动或正在进行中
6	TRAN-active	64	瞬变已启动或正在进行中
7-15	未使用	未使用	返回 0

### 可疑状态组

这些寄存器会记录指示异常操作的信号。组由条件、PTR/NTR、事件和使能寄存器组成。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)。请参见 [状态图](#)。

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	输出被电源故障禁用(交流线路上线压低或保险丝熔断)
3	OP+	8	输出被正过功率限制禁用
4	OT	16	输出被过温保护禁用
5	OP-	32	输出被负过功率限制禁用
6	OV-	64	输出被负过电压保护禁用
7	LIM+	128	输出正处于正电压或正电流限值中
8	LIM-	256	输出正处于负电压或负电流限值中
9	INH	512	输出被外部 INHibit 信号禁用
10	UNR	1024	输出未调节
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
13-15	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	未使用	未使用	返回 0
1	IPK+	2	输出正处于正电流峰值限值中
2	IPK-	4	输出正处于负电流峰值限值中
3	CSF	8	发生了电流共享故障
4	PSP	16	输出被主要/辅助设备保护功能禁用
5	未使用	未使用	返回 0
5	未使用	未使用	返回 0
6	UV	64	欠电压保护已跳闸
7	OCF	128	发生内部过电流故障
8	LOV	256	发生内部过电压故障
9	DOV	512	发生 DUT 施加过电压故障
10-15	未使用	未使用	返回 0

## 标准事件状态组

这些寄存器可使用通用命令进行编程。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。请参见 [状态图](#)。

下表描述了标准事件状态寄存器位的指派情况。

位	位名称	十进制值	定义
0	操作完成	1	*OPC 及其之前的所有命令均已执行。
1	未使用	未使用	返回 0
2	查询错误	4	该仪器试图读取输出缓冲器，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。 <a href="#">错误消息</a>
4	执行错误	16	发生执行错误。 <a href="#">错误消息</a>
5	命令	32	发生命令语法错误。 <a href="#">错误消息</a>
6	未使用	未使用	返回 0
7	开机	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

此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。请参见 [状态图](#)。

下表描述了状态字节寄存器位的指派情况。

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	错误队列	4	错误队列中出现一个或多个错误。使用 <code>SYSTem:ERRor?</code> 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，请参见 <code>STATus:QUEStionable:ENABle</code> 。
4	可用消息	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，请参见 <a href="#">*ESE</a> 。
6	主状态摘要	64	在状态字节寄存器中设置了一个或多个位且可能生成服务请求。必须启用位，请参见 <a href="#">*SRE</a> 。
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，请参见 <code>STATus:OPERation:ENABle</code> 。

### 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的原因时，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。

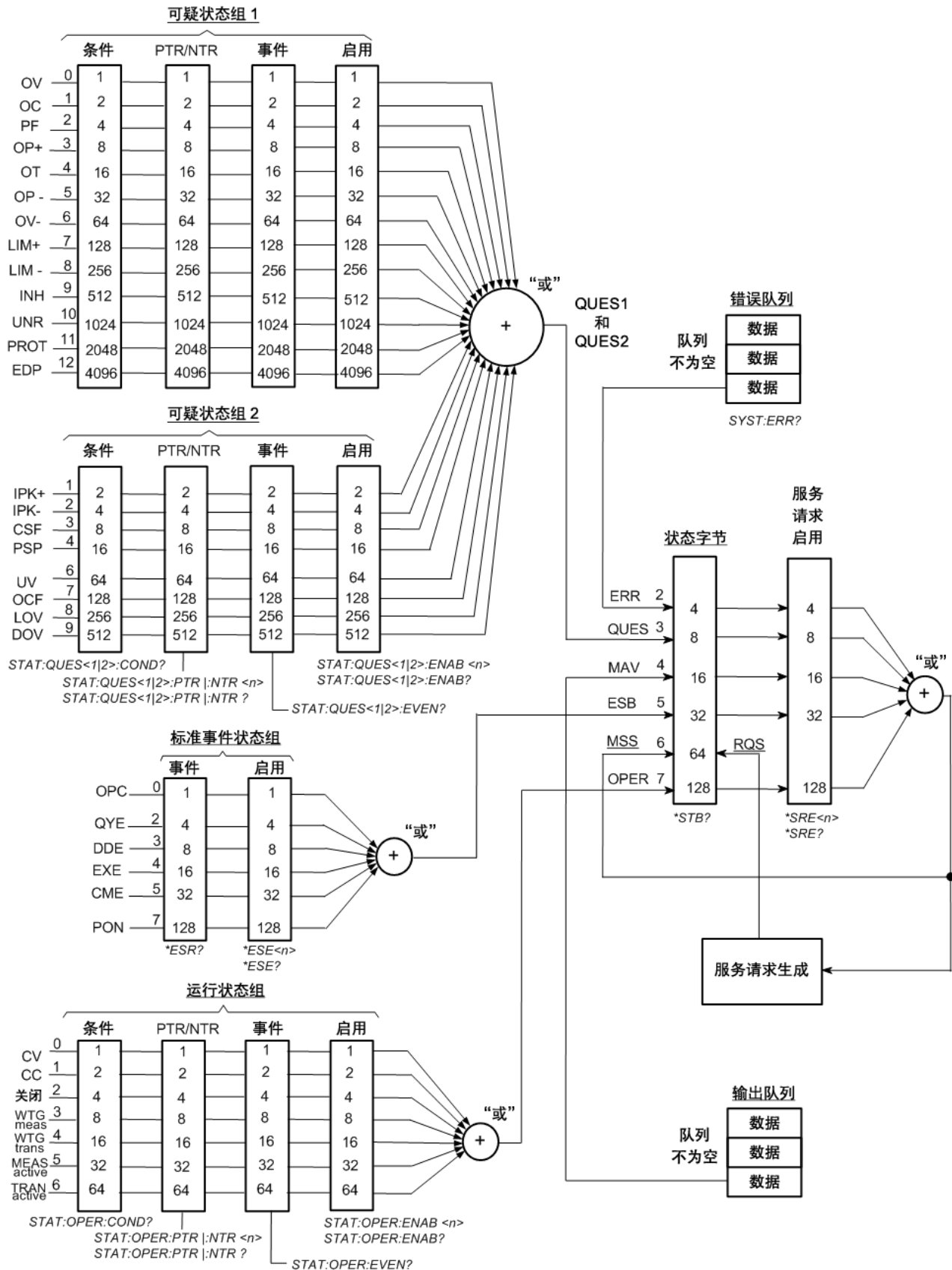
RQS 位是一个锁定版的 MSS 位。仪器请求服务时，该 RQS 位会将 SRQ 中断行设置为真，并将 RQS 锁定至状态字节寄存器的第 6 位中。控制器执行串行轮询时，会清除寄存器内的 RQS，并将 RQS 返回到响应的位位置 6。状态字节寄存器的剩余位没有受到干扰。

### 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?` 读取错误消息之前，错误消息将一直存储。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



## 触发教程

触发系统是一个灵活的多用途系统，可用于控制仪器的操作，从而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）。并非所有的触发源均可应用到每个触发子系统。

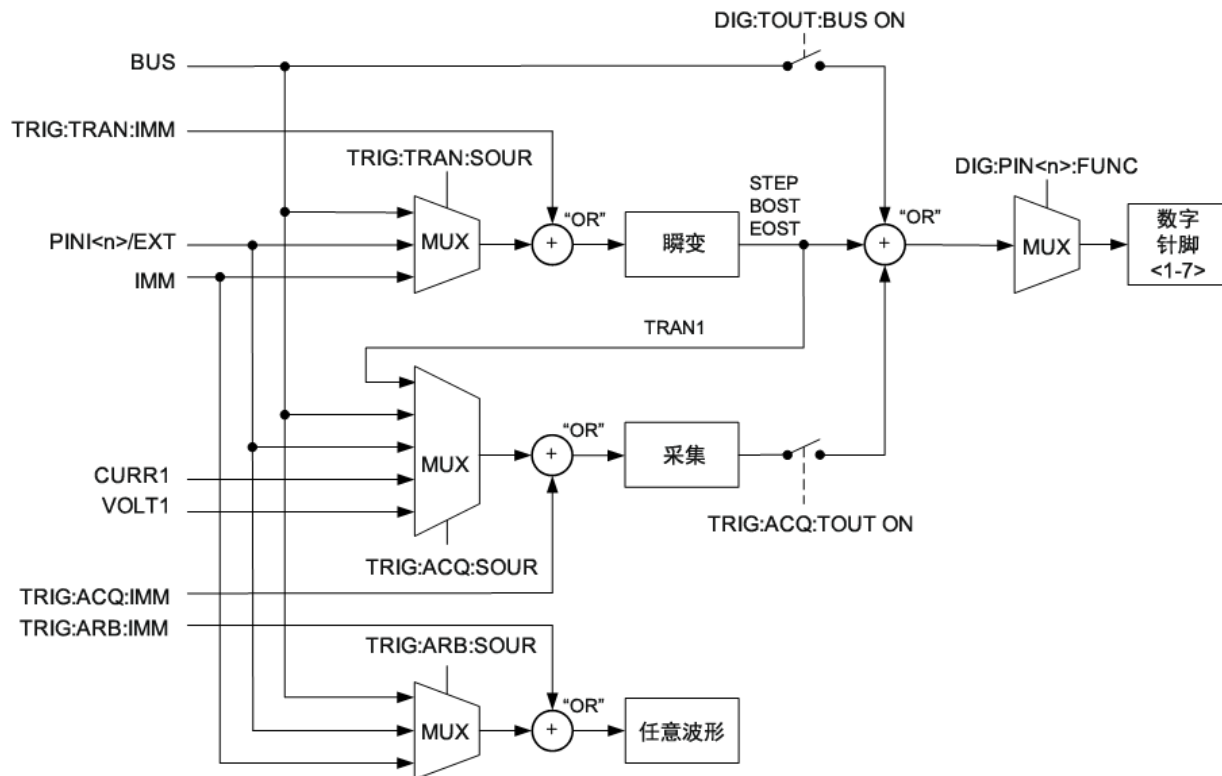
源	说明
BUS	启用 GPIB 设备触发、*TRG 或 <GET>( 成组执行触发)。
CURR1	选择输出电流电平。
IMMediate	只要它为 INITiated, 就可触发瞬变。
PIN<n> EXternal	选择配置为触发输入的 数字端口针脚。<n> 指定针脚号。EXternal 将选择已配置为触发输入的所有连接器阵脚。
TRAN1	选择瞬变系统作为触发源。
TRIG:ACQ:IMM	立即触发采集。
TRIG:TRAN:IMM	立即触发瞬变。
VOLT1	选择输出电压电平。

## 触发目标

下表描述了触发系统的目标。

目标	说明
数字针脚	将触发器发送到指定的数字针脚。请参见 <a href="#">对数字端口进行编程</a> 。
瞬变系统	将触发器发送到指定瞬变( STEP、BOST、EOST)
采集系统	将触发器发送到采集系统 (TOUT)
Arb	启动任意波形。请注意，必须先启用和启动此波形。请参见 <a href="#">对输出瞬变进行编程</a> 。

## 触发图



## 重置状态 (\*RST)

**注意**

如果您已通过 **States** 菜单启用了开机状态调用模式，则开机/重置状态可能与下面显示的状态有所不同( 请参见 [仪器状态存储器](#)) 。

### 重置设置

下表显示了重置状态。这些参数在开机或 \*RST 后会重置为所指示的值。

SCPI 命令	*RST 设置
ARB:COUNT	1
ARB:CURRent:CDWell:DWELL	0.001
ARB:FUNction:SHAPE	CDW
ARB:FUNction:TYPE	VOLTage
ARB:TERMinate:LAST	OFF
ARB:VOLTage:CDWell:DWELL	0.001
CALibrate:STATe	OFF
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	OFF
CURRent:SLEW	MAX
CURRent:SLEW:MAXimum	打开
CURRent:TRIGgered	0
DIGital:OUTPut:DATA	0
DIGital:TOUTput:BUS	OFF
DISPlay	打开
DIGital:OUTPut:DATA	0
DIGital:TOUTput:BUS	OFF

SCPI 命令	*RST 设置
FORMat:DATA	ASCII
FORMat:BORDER	NORMAL
FUNCTion	VOLTage
INITialize:CONTinuous:TRANSient	OFF
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	OFF
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	OFF
LXI:MDNS	打开
OUTPut	OFF
OUTPut:DElay:FALL	0
OUTPut:DElay:RISE	0
OUTPut:PROTection:WDOG	OFF
OUTPut:PROTection:WDOG:DElay	60
RESistance	0
RESistance:STATe	0
SASimulator:BWIDth:RANGe	0
SASimulator:CURVe:IMP	标称额定值的 0.8%
SASimulator:CURVe:ISC	标称额定值的 1%
SASimulator:CURVe:VMP	标称额定值的 0.8%
SASimulator:CURVe:VOC	标称额定值的 1%
SASimulator:CURVe:SHAPE	SPACE
SASimulator:SCALE:CURRent	100%
SASimulator:SCALE:VOLTage	100%

## 5 SCPI 编程参考

SCPI 命令	*RST 设置
SASimulator:MODE	FIXed
SENSe:CURRent:RANGe:AUTO	0
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:WINDow	RECTangular
STEP:TOUTput	OFF
TRIGger:ACQuire:CURRent	0
TRIGger:ACQuire:CURRent:SLOPe	POSitive
TRIGger:ACQuire:SOURce	BUS
TRIGger:ACQuire:TOUTput	OFF
TRIGger:ACQuire:VOLTage	0
TRIGger:ACQuire:VOLTage:SLOPe	POSitive
TRIGger:ARB:SOURce	BUS
TRIGger:TRANSient:SOURce	BUS
VOLTage	额定值的 0.1%
VOLTage:LIMit	额定值的 1.02%
VOLTage:LIMit:LOW:STATe	0
VOLTage:MODE	FIXed
VOLTage:PROTection	额定值的 120%
VOLTage:PROTection:LOW:STATe	0
VOLTage:RESistance	0
VOLTage:RESistance:STATe	OFF
VOLTage:SLEW	MAX
VOLTage:SLEW:MAXimum	打开
VOLTage:TRIGgered	额定值的 0.1%



## 非易失性设置

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。

SCPI 命令	出厂设置
CALibrate:DATE	空字符串
CALibrate:PASSword	0
DIGital:PIN<所有>:FUNction	DINPut
DIGital:PIN<所有>:POLarity	POSitive
DISPlay:VIEW	METER_VI
INSTrument:GROup:FUNction	NONE
INSTrument:GROup:SECondary:ADDRes	1
OUTPut:COUPle	OFF
OUTPut:COUPle:DOFFset	0
OUTPut:INHibit:MODE	OFF
OUTPut:PON:STATe	RST
OUTPut:RELAy:LOCK	OFF
SYSTem:LFRequency:MODE	AUTO
<b>前面板出厂设置</b>	
前面板锁定密码	已禁用
固件更新密码保护	已禁用
GPIB 地址	5
GPIB 接口	已启用
LAN 接口	已启用
USB 接口	已启用
屏幕保护程序	已启用
屏幕保护程序延迟	60 分钟
唤醒 I/O	已启用
<b>接口出厂设置</b>	
获取 GPIB 地址	自动
子网掩码	255.255.0.0

## 5 SCPI 编程参考

SCPI 命令	出厂设置
默认网关	0.0.0.0
主机名	K- <型号>-<序列号的最后 5 位>
mDNS 服务名称	Keysight PV89xxx 光伏阵列模拟器 <序列号>
LAN 服务 - VXI-11	已启用
LAN 服务 - Telnet	已启用
LAN 服务 - mDNS	已启用
LAN 服务 - Web 服务器	已启用
LAN 服务 - 套接字	已启用
Web 密码	空白( 已禁用 Web 密码)

## SCPI 错误消息

是德科技仪器按照 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) 中最多可以对 20 个错误进行排序。错误出现在引起错误的 I/O 会话的错误队列中。
- 错误队列中出现一个或多个错误时, 前面板 ERR 指示器亮起。
- 特殊的全局错误队列会保留所有通电和硬件相关错误( 例如, 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。读取所有接口特定的错误后, 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 指示器。
- 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'”。
- 前面板会报告所有 I/O 会话及全局错误队列中的错误。要在前面板上显示错误队列, 请按 Error 键。显示错误将清除错误队列。
- 在状态字节寄存器中还汇总了错误条件。有关详细信息, 请参见[状态子系统简介](#)
- 通过重启和 \*CLS 可清除接口特定的错误队列。\*RST 无法清除错误队列。
- **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) :  
-113 "Undefined header".

### 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 No error

这是没有错误时对 ERR? 查询的响应。

101 Calibration state is off

未启用校准。仪器不会接受校准命令。

102 Calibration password is incorrect

校准密码不正确。

103 Calibration is inhibited by switch setting

校准模式被校准开关锁定。

104 Bad sequence of calibration commands

所输入的校准命令序列不正确。

105 Unexpected output current

测量的输出电流超出了可接受的范围。

## 5 SCPI 编程参考

### 106 Zero measurement out of range error

“零”测量值超出了可接受的范围。

### 107 Programming cal constants out of range

编程的校准常量超出了可接受的范围。

### 108 Measurement cal constants out of range

测量校准常量超出了可接受的范围。

### 109 Over voltage cal constants out of range

过电压校准常量超出了可接受的范围。

### 110 Wrong V+I

仪器无法设置正确的电压或电流值。

### 114 Wrong status

已报告不正确的状态功能。

### 116 Locked out by internal switch setting

此功能已由内部开关锁定。

### 117 Calibration error

出现校准错误。请勿保存校准常量。尝试重新校准设备。

### 200 Hardware error channel <1>

输出中出现硬件错误。

### 201 Invalid configuration

不允许无效的并联配置。

### 202 Selftest Fail

出现自检故障。详细信息请参见自检故障列表。

### 203 Compatibility function not implemented

请求的兼容性功能不可用。

### 204 NVRAM checksum error

仪器的非易失性随机访问内存中存在校验码错误。

### 205 NVRAM full

仪器的非易失性随机访问内存空间已满。

### 206 File not found

在 NVRAM 中找不到内部校准文件或内部通道属性文件。

## 207 Cal file version error

使用了旧的固件读取或写入校准文件。必须更新固件。

## 208 Running backup firmware

仪器目前正在运行备份(上一个)版本的固件。

## 210 Frame NVRAM error

仪器中出现非易失性 RAM 错误。

## 212 State file not loaded

之前保存的输出状态文件加载失败。

## 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

电源上出现硬件故障

## 302 Option not installed

通过此命令进行编程的选件并未安装。

## 303 There is not a valid acquisition to fetch from

测量缓冲区中没有有效数据。

## 304 Volt and curr in incompatible transient modes

电压和电流不能同时处于 Step(阶跃)模式和 List(列表)模式。

## 305 A triggered value is on a different range

触发值不在当前设置的值范围内。

## 306 Too many list points

指定的列表点过多。

## 307 List lengths are not equivalent

一个或多个列表的长度不同。

## 308 This setting cannot be changed while transient trigger is initiated

仪器等待或执行触发序列时不能更改此设置。

## 309 Cannot initiate, voltage and current in fixed mode

无法初始化瞬变波形生成器。电压或电流功能已设置为“固定”模式。

## 310 The command is not supported by this model

此仪器不具备支持此命令所需的硬件或选件。

## 5 SCPI 编程参考

### 315 Settings conflict error

由于目前的仪器状态而无法对数据元素进行编程。

### 316 Mass storage error

已超出海量存储器。

### 317 Invalid format

在命令字符串中发现无效数字格式。

### 320 Firmware update error

可能是因为仪器硬件无法支持固件版本。

### 324 Inconsistent arb settings

任意波形设置不一致；很可能是任意波形的长度不匹配。

### 327 Initiated with no sense function enabled

已启动测量而未指定测量(感测)功能。

### 328 Too many measurement points

指定的测量点过多。

### 331 Illegal parameter value

参数值超出范围或不存在。

### 332 Primary/secondary error

主要/辅助设备配置中发生错误。

### 334 Table number is invalid

表编号必须是 1 或 2。

### 335 VMP must be less than VOC; VMP setting is <setting>, VOC setting is <setting>

当形状 = 空间时，VMP 曲线参数等于或大于 VOC 参数

### 336 VMP must be less than 0.99 \* VOC; VMP setting is <setting>, VOC setting is <setting>

当形状 = 地面时，VMP 曲线参数等于或大于 VOC 参数

### 337 IMP must be less than or equal to ISC

当形状 = 空间时，IMP 曲线参数大于 ISC 参数

### 338 IMP must be less than 0.99 \* ISC

当形状 = 地面时，IMP 曲线参数大于 ISC 参数

### 339 VMP and/or IMP too small

VMP 和/或 IMP 低于允许的值范围

340 Computed VOC exceeds max voltage setting; computed VOC is <setting>, max voltage is <setting>

当形状 = 地面时，计算出(或真实)的 VOC 超出仪器的最大电压

### 命令错误(这些错误会设置 Standard Event Status 寄存器的数据位 5)

-100 Command error

一般语法错误。

-101 Invalid character

在命令字符串中发现无效字符。

-102 Syntax error

在命令字符串中发现无效语法。请检查是否有空格。

-103 Invalid separator

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 Data type error

命令字符串中存在不允许出现的其他数据类型。

-105 GET not allowed

命令字符串中不允许出现成组执行触发。

-108 Parameter not allowed

接收到的参数超出应有的数量。

-109 Missing parameter

接收到的参数少于应有的数量。

-110 Command header error

命令头中检测到错误。

-111 Header separator error

命令字符串中存在无效的命令头分隔字符。

-112 Program mnemonic too long

命令头包含的字符超过 12 个。

-113 Undefined header

收到的命令对此仪器无效。

-114 Header suffix out of range

数字后缀值无效。

## 5 SCPI 编程参考

### -120 Numeric data error

一般数字数据错误。

### -121 Invalid character in number

命令字符串中存在不符合该数据类型的无效字符。

### -123 Exponent too large

指数的幅度大于 32000。

### -124 Too many digits

数字参数前导零后面的尾数部分所包含的数据位数超过 255。

### -128 Numeric data not allowed

接收到的是数字参数，但所需要的是字符串。

### -130 Suffix error

一般后缀错误

### -131 Invalid suffix

为数字参数指定的后缀不正确。

### -134 Suffix too long

后缀包含的字符超过 12 个。

### -138 Suffix not allowed

此命令不支持后缀。

### -140 Character data error

一般字符数据错误

### -141 Invalid character data

字符数据元素包含无效字符，或者该元素本身无效。

### -144 Character data too long

字符数据元素包含的字符超过 12 个。

### -148 Character data not allowed

收到的是离散参数，但所需要的是字符串或数字参数。

### -150 String data error

一般字符串数据错误

### -151 Invalid string data

接收到无效的字符串。请检查该字符串是否包含在引号中。



-158 String data not allowed

已接收到字符串，但此命令是不允许字符串。

-160 Block data error

一般数据块错误

-161 Invalid block data

发送的数据字节数与命令头中指定的字节数不一致。

-168 Block data not allowed

已使用任意数据块格式发送数据，但此命令不允许。

### **执行错误 ( 这些错误会设置 Standard Event Status 寄存器的数据位 4)**

-200 Execution error

一般语法错误

-220 Parameter error

出现与数据元素有关的错误。

-221 Settings conflict

由于目前的仪器状态而无法执行数据元素。

-222 Data out of range

无法执行数据元素，因为其值超过有效范围。

-223 Too much data

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 Illegal parameter value

应接收到一个确切的值，但是没有接收到。

-225 Out of memory

设备内存不足，无法执行所请求的操作。

-226 Lists not same length

一个或多个列表的长度不同。

-230 Data corrupt or stale

数据可能无效。开始了一个新的读取操作，但没有完成。

-231 Data questionable

测量精度可能存在问题。

## 5 SCPI 编程参考

### -232 Invalid format

数据格式或结构不合适。

### -233 Invalid version

数据格式不是适合该仪器使用的正确版本。

### -240 Hardware error

由于仪器的硬件问题而无法执行命令。

### -241 Hardware missing

由于缺少硬件(如某个选件)而无法执行命令。

## **查询错误(这些错误会设置 Standard Event Status 寄存器的数据位 2)**

### -400 Query Error

一般查询错误

### -410 Query INTERRUPTED

出现可引发“中断查询”错误的条件。

### -420 Query UNTERMINATED

出现可引发“未中止查询”错误的条件。

### -430 Query DEADLOCKED

出现可引发“死锁查询”错误的条件。

### -440 Query UNTERMINATED after indefinite response

在执行了一个表示无确定响应的查询后,同一编程消息中接收到了一个查询。

## 兼容性命令

本节介绍 Keysight PV8900 系列光伏阵列模拟器型号与 Keysight N8937APV 和 N8957APV 型号的兼容性命令。请注意，并非所有功能都适用于这两个系列。

### Keysight N8937APV 和 N8957APV

MEMory

:TABLE[1|2]

[:SASimulator]

:CURRENT

[:AMPLitude] <值>{,<值>}

对 Table 模式中的电流点列表进行编程。

:POINTS?

返回电流表中电流点的数目。

:VOLTage

[:AMPLitude] <值>{,<值>}

对 Table 模式中的电压点列表进行编程。

:POINTS?

返回电压表中电流点的数目。

[SOURce:]

SASimulator

:TABLE[1|2]

:ACTivate

使用 MEMory 命令加载并运行创建的表。

:UPDate

更新表。



# 6

## 验证和校准

测试设备和设置

性能验证

仪器校准

测试记录表

## 测试设备和设置

### 测试设备

### 测量设置

#### 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，请用具有同等精度的校准标准来替换。

仪器	要求	推荐型号	使用 <sup>1</sup>
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 <sup>2</sup>	50 A (0.05Ω) 0.01%, TC=4ppm/ΩC 100 A (0.01Ω) 0.01%, TC=4ppm/ΩC	Guildline 9230A/50 Guildline 9230A/100	V, C
电子负载/源 <sup>2</sup>	1000 V, 90 A, 30 kW 2000 V, 30 A, 30 kW 1500 V, 60 A, 30 kW	Keysight RP7982A Keysight RP7983A Keysight RP7984A	V
GPIB 控制器	完整的 GPIB 功能	Keysight 82350B 或等效设备	V, C
示波器	灵敏度：1 mV 带宽：20 MHz 探头：RF 提示为 100:1	Keysight DS06054A 或等效设备 Keysight 10076C	V
RMS 电压表	带宽：10 MHz	Rhode 和 Schwartz URE3、Keysight 3458A 或等效设备	V
分压器	5kV:5V (1000:1) 精度 <0.01%	Ohms-Lab KVVB-5-5 或等效设备	V, C
差分放大器	带宽：20 MHz	LeCroy 1855A、DA1850A 或等效设备	V
差分探头	100:1	LeCroy DXC100A 或等效设备	V
端子	50Ω BNC 端子		V

<sup>1</sup>V = 验证；C = 校准

<sup>2</sup>取决于被测型号的额定值

### 测量设置

#### 伏特表

要确保在验证和校准过程中电压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电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。对于所有测试，都可以将 Keysight RP79xxA 设备用作负载。RP79xxA 负载设备的使用比负载电阻器简单得多。

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。为避免在操作期间接触到任何高电压，请使用开关连接、断开连接或短接负载电阻器。

此外，如果使用计算机控制的测试设置，则可能需要考虑被测设备相对较慢(与计算机和系统伏特表相比)的稳定时间和转换率。如果测试系统比被测设备快，则在测试程序中可以使用 Wait 语句。

# 性能验证

## 简介

## 验证设置

## 测试注意事项

## 电压编程和读回精度

## 恒定电压负载效应

## 恒定电压波纹和噪声

## 瞬变恢复时间

## 电流编程和读回精度

## 恒定电流负载效应

## 电流灌入容量验证

## 测试记录表

## 简介

### 警告

电击危险，致命电压 - 许多型号产生的输出电压可高达 2,000 VDC！请确保使用高压电线的仪表连接、负载接线，以及负载和感测连接保持绝缘。必须连接提供的安全罩，以免意外接触致命电压。

使用性能验证测试来验证被测设备 (UUT) 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：

- **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。
- **校准 - 测试** 这些测试验证仪器是否在其校准限制内运行。

当您首次收到设备时，建议采用性能验证测试作为验收测试。应将接收测试结果与仪器规格进行比较。

是德科技建议您在每个校准时间间隔内重复进行性能验证测试。这样能够确保在下一个校准时间间隔内，仪器能够保持符合规格，并保证最长的可靠性。使用此方法测量的性能数据可用于延长未来的校准时间间隔。

请在校准电源之前执行验证测试。如果仪器通过验证测试，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，请将设备送回是德科技技术服务中心。



有关验证所需的设备和测试设置的列表，请参见 [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，也可参见 [测量设置](#) 一节。

**警告**

电击危险，致命电压 - 许多型号产生的输出电压可高达 2,000 VDC！请确保使用高压电线的**所有**仪表连接、负载接线，以及负载和感测连接保持绝缘。必须连接提供的**安全罩**，以免意外接触致命电压。

连接或断开连接设备感测端子或输出端子上的任何设备时，请始终关闭输出。

---

**小心**

**设备损坏** 建议在验证过程中将仪器的过电压保护功能值设置得比运行点稍微高一些。这样可以防止损坏任何外部设备（电子负载、差分放大器），因为意外将输出电压值编程为高于规定电压设置时，可能会造成这种损坏。

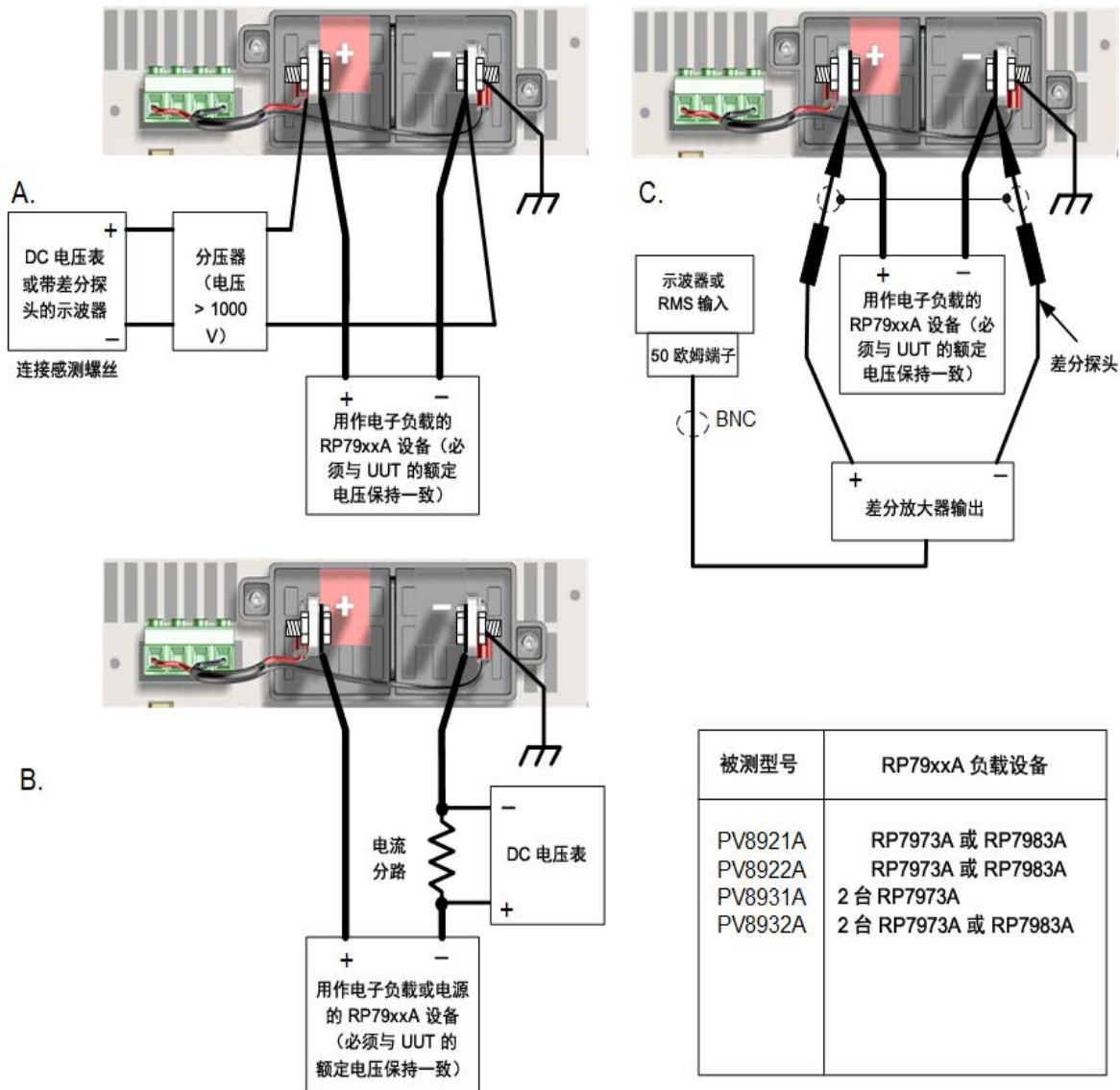
---

**注意**

在完成验证过程之后，关闭设备，或发送 Reset 命令以将所有仪器设置还原为其默认值。

---

## 验证设置



## 测试注意事项

要实现最佳性能，所有验证和校准过程应遵循以下建议：

- 环境温度保持恒定( 23 °C，上下浮动 2°C)。
- 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。

## 验证步骤

## 电压编程和读回精度

此测试可验证电压编程和测量功能是否在规格范围内。

步骤 1. 关闭被测设备。仅将 DMM 连接到感测螺丝( 请参见 [测试设置 A](#) )。请勿连接 RP79xxA 负载设备。

步骤 2. 开启被测设备，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。打开输出。输出状态应为“CV”，输出电流接近零。

步骤 3. 记录 DMM (Vout) 中的输出电压读数和在接口上由仪器测得的电压。读数应在“电压编程及回读，最小电压”下相应型号的测试记录表中指定的限值范围内。

**警告** 下一步将被测设备的全部输出电压应用于输出。

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 (Vout) 中的输出电压读数和在接口上由仪器测得的电压。读数应在“电压编程及回读，高电压”下相应型号的测试记录表中指定的限值范围内。

### 恒定电压负载效应

此测试可测量从全负载到无负载的电流变化所导致的电压变化。

步骤 1. 关闭被测设备。将 DMM 连接到感测螺丝并连接 RP79xxA 负载设备( 请参见 [测试设置 A](#) )。

步骤 2. 开启被测设备，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。打开输出。

步骤 3. 按照“CV 负载效应”下测试记录表中的说明设置被测设备的额定输出电流的 RP79xxA 负载。打开输出。被测设备的输出状态应为“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. 关闭 RP79xxA 负载的输出。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”下相应型号的测试记录表中列出的值。

### 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，生成的电压会在 DC 输出电压上叠加。此残余电压在指定的频率范围内会指定为有效值或峰-峰噪声( 请参见 [规格部分](#) )。

步骤 1. 关闭被测设备。将 RP79xxA 负载设备、差分放大器和示波器( AC 耦合) 连接到输出( 请参见 [测试设置 C](#) )。

步骤 2. 如示意图中所示，使用差分探头将放大器连接到 + 和 - 输出端子。将两个探头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  $\Omega$  端子。

步骤 3. 将探头设置为 1:100，并设置差分放大器的输入以匹配探头设置。将输入端设置为 AC 耦合。将输入端电阻设置 1 M $\Omega$ 。将示波器的时基设置为 5 ms/div，将垂直刻度设置为最大灵敏度，不必裁剪波形。打开带宽限制( 通常为 20 MHz )，将取样模式设置为峰值检测。

## 6 验证和校准

步骤 4. 开启被测设备，并按照“CV 波纹和噪声”下方测试记录表单中的说明对仪器设置进行编程。打开输出。按照测试记录卡中的说明对 RP79xxA 负载进行编程并打开输出。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。此结果不应超过“CV 波纹和噪声，峰到峰”下方的测试记录表中的峰到峰限值。

### 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。根据差分放大器设置除以 rms 伏特表的读数。此结果不应超过“CV 纹波和噪声，rms”下方相应型号的测试记录表中的 rms 限值。

## 瞬变恢复时间

此测试可测量仪器额定负载电流变化 50% 时，输出电压恢复到指定值范围内的时间。

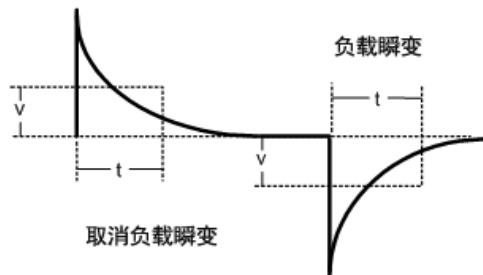
步骤 1. 关闭被测设备。将示波器连接到感测端子上的指定探头(请参见 [测试设置 A](#))。将 RP79xxA 负载设备连接到输出端子。

步骤 2. 开启被测设备，并按照“瞬变响应”下方测试记录表单中的说明对仪器设置进行编程。

步骤 3. 设置 RP79xxA 负载列表生成器，生成占空比为 50% 的 100 Hz 电流波形。如果使用 2 台 RP797xA 设备作为负载，在 CC 中将一台设备设置为牵引恒定电流，并使用另一台设备来创建电流阶跃。使用以下命令对列表进行编程：

```
FUNC:CURR - 指定电流优先
VOLT:LIM MAX - 指定电压限值
DIAG:OF:CURR:BWID:LEV 3 - 指定带宽级别 3，可在负载列表中生成 40 μs 上升时间阶跃
CURR:MODE LIST - 指定电流优先
LIST:CURR <低值>,<高值> - 参见测试记录卡的低电流值和高电流值
LIST:DWEL 0.005, 0.005 - 指定占空比为 50% 的 100 Hz 电流波形
LIST:COUN INF - 将列表计数设置为无穷大
INIT:TRAN - 启动瞬变系统
TRIG:TRAN - 触发瞬变系统
OUTP:ON - 打开负载
```

步骤 4. 针对波形调整示波器，类似于下表中所示。



步骤 5. 负载变化后，输出电压应在指定时间内返回到指定电压范围内。通过在正负斜率上触发，同时检查负载瞬变和取消负载瞬变。记录“瞬变响应”下性能测试记录表中时间“t”处的电压。

## 电流编程和读回精度

此测试可验证电流编程和测量功能是否在规格范围内。

步骤 1. 关闭被测设备。将电流分路直接连接到输出端子。直接在电流分路间连接 DMM( 请参见 **测试设置 B** ) 。注意在本部分测试中未使用 RP79xxA 负载。

步骤 2. 开启被测设备，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”，输出电流接近零。等待 5 分钟，使温度稳定。

步骤 3. 用电流分路上的电压降( DMM 读数) 除以分流电阻以转换为安培，并记录该值。(I<sub>out</sub>)。此外，记录仪器通过接口测量到的电流。读数应处于“电流编程及回读，最小电流”下测试记录表中指定的限值范围内。

步骤 4. 按照“电流编程及回读，高电流”下测试记录表中的说明对仪器设置进行编程。等待 5 分钟，使温度稳定。

步骤 5. 用电流分路上的电压降( DMM 读数) 除以分流电阻以转换为安培，并记录该值。(I<sub>out</sub>)。此外，记录仪器通过接口测量到的电流读数。读数应处于“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值范围内。

### 恒定电流负载效应

此测试可测量从短路到满量程的电压变化所导致的电流变化。

步骤 1. 关闭被测设备。将电流分路直接连接到输出端子。直接在电流分路间连接 DMM( 请参见 **测试设置 B** ) 。注意在本部分测试中未使用 RP79xxA 负载。

步骤 2. 开启被测设备，并按照“CC 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。输出状态应为“CC”，输出电压接近零。等待 5 分钟，使温度稳定。

步骤 3. 用电流分路上的电压降( DMM 读数) 除以分流电阻以转换为安培，并记录该值。

步骤 4. 关闭被测设备并将 RP79xxA 负载设备连接在电流分流器和输出端子之间( 请参见 **测试设置 B** ) 。

步骤 5. 针对电压优先模式设置 RP79xxA 负载，并按照“CC 负载效应”下测试记录中的说明对其电压和电流限值进行编程。启用负载的输出。

步骤 6. 按照“CC 负载效应”下测试记录中的说明对被测设备的设置进行编程。启用被测设备的输出。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 7. 用电流分路上的电压降( DMM 读数) 除以分流电阻以转换为安培，并记录该值。此电流读数与步骤 3 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”下相应型号的测试记录中列出的值。

### 电流灌入容量验证

此测试可检查电源在灌入其额定输出电流 10% 时的能力。

步骤 1. 关闭被测设备，并将 RP79xxA 作为外部电源连接到 + 和 - 输出端子( 请参见 **测试设置 B** ) 。确保 RP79xxA 外部电源的额定电压至少为被测设备额定电压的一半。

步骤 2. 针对电压优先模式设置 RP79xxA 外部电源，并按照“额定电流 (I<sub>sink</sub>) 的 10%”下测试记录中的说明对其电压进行编程。

## 6 验证和校准

步骤 3. 打开被测设备。将操作模式设置为电压优先。按照“额定电流 (Isink) 的 10%”下测试记录中的说明对仪器设置进行编程。

步骤 4. 检查被测设备的前面板显示屏，并验证是否正在灌入其额定电流的 10% 并具有 -CL 状态。用电流分路上的电压降 (DMM 读数) 除以分流电阻以转换为安培，并记录该值。读数应处于“电流灌入测试”下测试记录表中指定的限值范围内。

## 仪器校准

### 简介

### 校准时间间隔

### 校准设置

### 测试注意事项

### 进入校准模式

### 电压编程和测量校准

### 电流温度系数校准

### 电流编程和测量校准

### 输入校准日期

### 保存校准并注销

### 简介

#### 警告

电击危险，致命电压 - 许多型号产生的输出电压可高达 2,000 VDC！请确保使用高压电线的**所有**仪表连接、负载接线，以及负载和感测连接保持绝缘。必须连接提供的安全罩，以免意外接触致命电压。

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。仪器将根据您设置的输入参考值来计算校正因素，并将校正因素存储在非易失性存储器中，直到执行下一次校准调整。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，请参见[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，也可参见[测量设置](#)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 Admin 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。请参见[密码保护](#)了解详细信息。
- 使用 SCPI 命令校准设备时，大多数步骤都涉及发送 \*OPC? 查询以在继续之前与电源的命令完成同步。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，您必须完整地每个校准部分。每个校准部分完成后，仪器都会计算并开始使用新的校准常数。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 Admin 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。

### 校准时间间隔

#### 一年校准时间间隔



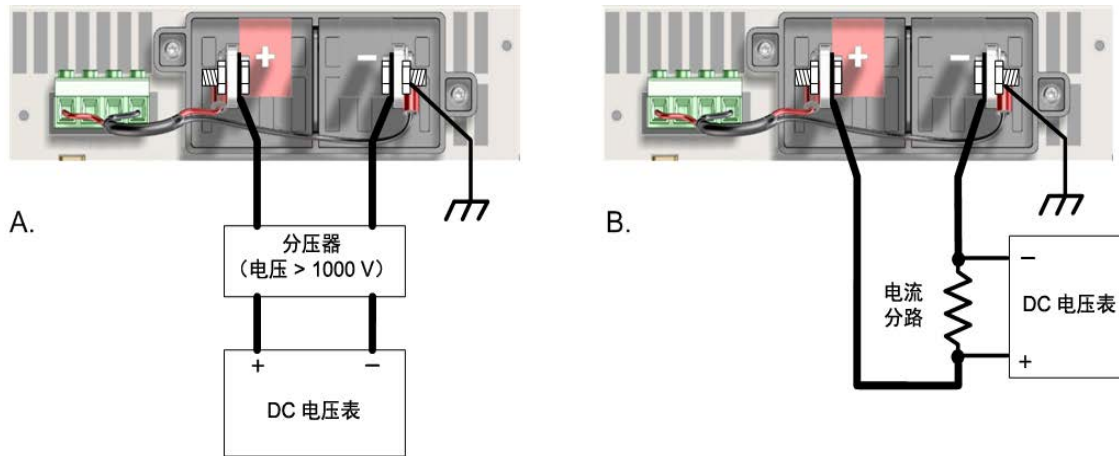
## 6 验证和校准

应当以规定的时间间隔对仪器进行校准，时间间隔根据您的应用的精度要求来确定。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，才能确保规格的精度。如果校准时间间隔超出1年，则无法确保已发布规格的精度。

### 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)，将电压和电编程及测量精度规格延长至3年校准时间间隔。

### 校准设置



### 测试注意事项

要实现最佳性能，所有验证和校准过程应遵循以下建议：

- 环境温度保持恒定( 23°C，上下浮动 2°C)。
- 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。

### 校准过程

#### 进入校准模式

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Admin&gt;Login</b> 。 在“密码”字段中输入密码。然后按 <b>Select</b> 。	<b>CAL:STAT ON &lt;密码&gt;</b>

#### 电压编程和测量校准

步骤 1. 将 Keysight 3458A DMM 的电压输入连接到输出。( 请参见 [校准设置 A](#) ) 。

步骤 2. 选择电压编程和测量校准。



前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Admin\Cal\Vprog</b> 。 检查电压表是否连接，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 1000 V 的范围： <b>CAL:VOLT 1000</b>

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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
屏幕上显示：“输入 P1 测量的数据”。通过外部 DMM 输入数据。完成后按 Enter。	<b>CAL:LEV P1</b> <b>*OPC?</b> <b>CAL:DATA &lt;数据&gt;</b>

**警告** 下一步将被测设备 70% 的额定输出电压应用于输出。

步骤 4. 选择第二个电压校准点。等待 5 分钟，使温度稳定。使用 DMM 测量输出电压并输入数据。

前面板菜单参考	SCPI 命令
屏幕上显示：“输入 P2 测量的数据”。通过外部 DMM 输入数据。完成后按 Enter。按 Back 完成。	<b>CAL:LEV P2</b> <b>*OPC?</b> <b>CAL:DATA &lt;数据&gt;</b>

## 电流温度系数校准

**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器连接至输出。分流电阻器应能够测量输出的满刻度电流(请参见校准设置 B)。在分流电阻器中连接 Keysight 3458A DMM。

步骤 2. 选择温度系数校准。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Admin\Cal\Misc\CurrTC</b> 。 检查是否已连接分路，然后选择“下一步”。	<b>CAL:CURR:TC</b>

步骤 3. 选择第一个电流校准点。等待 5 分钟，使温度稳定。计算分路电流 ( $I=V/R$ )，然后输入数据。

前面板菜单参考	SCPI 命令
屏幕上显示：“输入 P1 测量的数据”。这应大概为满刻度额定电流值的 50%。完成后按 Enter。	<b>CAL:LEV P1</b> <b>*OPC?</b> <b>CAL:DATA &lt;数据&gt;</b>

步骤 4. 选择第二个电流校准点。等待 5 分钟，使温度稳定。计算分路电流 ( $I=V/R$ )，然后输入数据。

前面板菜单参考	SCPI 命令
---------	---------

## 6 验证和校准

屏幕上显示：“输入 P2 测量的数据”。通过外部 DMM 输入数据。这应大概为满刻度额定电流值的 80%。完成后按 Enter。

CAL:LEV P2  
\*OPC?  
CAL:DATA <数据>

步骤 5. 选择第三个电流校准点。等待 5 分钟，使温度稳定。计算分路电流 ( $I=V/R$ )，然后输入数据。

前面板菜单参考	SCPI 命令
屏幕上显示：“输入 P3 测量的数据”。通过外部 DMM 输入数据。这应大概为满刻度额定电流值的 100%。完成后按 Enter。按 Back 完成。	CAL:LEV P3 *OPC? CAL:DATA <数据>

### 电流编程和测量校准

步骤 1. 断开输出端子的所有设备。

步骤 2. 选择电流编程和测量校准。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Admin\Cal\Curr\Iprog</b> 。 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 30 A 的范围： CAL:CURR 30

步骤 3. 等待 5 分钟，使温度稳定。选择第一个电流校准点。

前面板菜单参考	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器连接至输出。分流电阻器应能够测量至少 70% 的输出满刻度电流（请参见 **校准设置 B**）。在分流电阻器中连接 Keysight 3458A DMM。

前面板菜单参考	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，使温度稳定。计算分路电流 ( $I=V/R$ )，然后输入数据。

前面板菜单参考	SCPI 命令
屏幕上显示：“输入 P2 测量的数据”。通过外部 DMM 输入数据。这应大概为满刻度额定电流值的 70%。完成后按 Enter。按 Back 完成。	CAL:LEV P2 *OPC? CAL:DATA <数据>

### 输入校准日期

前面板菜单参考	SCPI 命令
---------	---------

---

选择 **System\Admin\Cal\Date**。

**CAL:DATE "<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。

---

## 保存校准并注销

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Admin\Cal\Save</b> 。 选择“保存”保存所有校准数据。	要保存校准数据，请使用以下命令： <b>CAL:SAVE</b>
选择 <b>System\Admin\Logout</b> 退出校准模式。	要退出校准模式，请使用以下命令： <b>CAL:STAT OFF</b>

---

## 测试记录表 - PVS 系列

## Keysight PV8921A

PV8921A 测试记录		报告编号 _____	Date _____
测试说明	最小规格	结果	最大规格
电压编程及读回			
最小电压 (Vout) :	1.3494	_____	1.6506
接口上测得的电压 :	Vout - 0.1506	_____	Vout + 0.1506
高电压 (Vout) :	1499.25	_____	1500.75
接口上测得的电压 :	Vout - 0.75	_____	Vout + 0.75
CV 负载效应 :			
	- 0.1	_____	+ 0.1
CV 波纹和噪声			
峰-峰 :	不适用	_____	3
有效值 :	不适用	_____	0.4
瞬变响应 @ 300 $\mu$ s :			
	- 15	_____	+ 15
电流量程及读回			
最小电流 (Iout) :	- 0.003	_____	0.003
接口上测得的电流 :	Iout - 0.003	_____	Iout + 0.003
高电流 (Iout) :	29.988	_____	30.012
接口上测得的电流 :	Iout - 0.012	_____	Iout + 0.012
CC 负载效应 :			
	- 0.004	_____	+ 0.004
电流灌入测试			
额定电流的 10% :	-3.06392	_____	-3.05608

	PV8921A UUT 设置	RP7973A 或 RP7983A 负载设置
电压编程及读回最小值 :	电压优先 : 1.5V, 5A	未使用
电压编程及读回高值 :	电压优先 : 1500V, 5A	未使用
CV 负载效应 :	电压优先 : 666V, 30.6A	电流优先 : 670V, -30A
CV 波纹和噪声* :	电压优先 : 500V, 30.6A	电流优先 : 520V, -30A
瞬变响应 :	电压优先 : 666V, 30.6A, Comp0	电流优先 : 1100V, -12A 到 -27A, 转换率 = 最大, Comp3**
电流量程及读回最小值 :	电流优先 : 670V, 0A	电压优先 : 666V, 0A
电流量程及读回高值 :	电流优先 : 670V, 30A	电压优先 : 666V, -30.6A
CC 负载效应 :	电流优先 : 1515V, 13.3A	电压优先 : 1500V, -13.5A
额定电流的 10% (Isink) :	电压优先 : 0V, 0A	电压优先 : 666V, 30A


\* **小心** 设备损坏。LeCroy DXC100A 探头的电压限制为 500V。仅可用于 CV 纹波和噪声测试。

\*\* 电流 comp3 在负载列表中生成瞬变响应测试所需的 40  $\mu$ s 上升时间阶跃。

## Keysight PV8922A

PV8922A 测试记录	报告编号 _____	Date _____	
测试说明	最小规格	结果	最大规格
电压编程及读回			
最小电压 (Vout) :	1.8492	_____	2.1508
接口上测得的电压 :	Vout - 0.1508	_____	Vout + 0.1508
高电压 (Vout) :	1999.05	_____	2000.95
接口上测得的电压 :	Vout - 0.95	_____	Vout + 0.95
CV 负载效应 :	-0.1	_____	+0.1
CV 波纹和噪声			
峰-峰 :	不适用	_____	3
有效值 :	不适用	_____	0.4
瞬变响应 @ 300 $\mu$ s :	-20	_____	+20
电流量程及读回			
最小电流 (Iout) :	-0.003	_____	0.003
接口上测得的电流 :	Iout - 0.003	_____	Iout + 0.003
高电流 (Iout) :	29.988	_____	30.012
接口上测得的电流 :	Iout - 0.012	_____	Iout + 0.012
CC 负载效应 :	-0.004	_____	+0.004
电流灌入测试			
额定电流的 10% :	-3.06392	_____	-3.05608

	PV8922A UUT 设置	RP7973A 或 RP7983A 负载设置
电压编程及读回最小值 :	电压优先 : 2 V, 5 A	未使用
电压编程及读回高值 :	电压优先 : 2000 V, 5 A	未使用
CV 负载效应 :	电压优先 : 666 V, 30.5 A	电流优先 : 670 V, -30 A
CV 波纹和噪声* :	电压优先 : 500 V, 30.5 A	电流优先 : 520 V, -30 A
瞬变响应 :	电压优先 : 666 V, 30.5 A, Comp0	电流优先 : 1100 V, -12 A 到 -27 A, 转换率 = 最大, Comp3**
电流量程及读回最小值 :	电流优先 : 670 V, 0 A	电压优先 : 666 V, 0 A
电流量程及读回高值 :	电流优先 : 670 V, 30 A	电压优先 : 666 V, -30.6 A
CC 负载效应 :	电流优先 : 2040 V, 10 A	电压优先 : 2000 V, -10.2 A
额定电流的 10% (Isink) :	电压优先 : 0 V, 0 A	电压优先 : 666 V, 30 A


\*  设备损坏。LeCroy DXC100A 探头的电压限制为 500 V。仅可用于 CV 纹波和噪声测试。

\*\* 电流 comp3 在负载列表中生成瞬变响应测试所需的 40  $\mu$ s 上升时间阶跃。

## Keysight PV8931A

PV8931A 测试记录		报告编号 _____	Date _____
测试说明	最小规格	结果	最大规格
电压编程及读回			
最小电压 (Vout) :	1.39955	_____	1.60045
接口上测得的电压 :	Vout - 0.10045	_____	Vout + 0.10045
高电压 (Vout) :	1499.45	_____	1500.55
接口上测得的电压 :	Vout - 0.55	_____	Vout + 0.55
CV 负载效应 :			
	- 0.075	_____	+ 0.075
CV 波纹和噪声			
峰-峰 :	不适用	_____	2.25
有效值 :	不适用	_____	0.3
瞬变响应 @ 300 $\mu$ s :			
	- 15	_____	+ 15
电流量程及读回			
最小电流 (Iout) :	- 0.006	_____	0.006
接口上测得的电流 :	Iout - 0.006	_____	Iout + 0.006
高电流 (Iout) :	59.976	_____	60.024
接口上测得的电流 :	Iout - 0.024	_____	Iout + 0.024
CC 负载效应 :			
	- 0.008	_____	+ 0.008
电流灌入测试			
额定电流的 10% :	-6.12784	_____	-6.11216

	PV8931A UUT 设置	2 台 RP7973A 负载设置
电压编程及读回最小值 :	电压优先 : 1.5 V, 5 A	未使用
电压编程及读回高值 :	电压优先 : 1500 V, 5 A	未使用
CV 负载效应 :	电压优先 : 500 V, 61.2 A	电流优先 : 550 V, -60 A
CV 波纹和噪声* :	电压优先 : 500 V, 61.2 A	电流优先 : 520 V, -60 A
瞬变响应 :	电压优先 : 500 V, 61.2 A, Comp 0	电流优先 : 1100 V, -24 A 到 -54 A, 转换率 = 最大, Comp 3**
电流量程及读回最小值 :	电流优先 : 1010 V, 0 A	电压优先 : 1000 V, 0 A
电流量程及读回高值 :	电流优先 : 510 V, 60 A	电压优先 : 500 V, -61.2 A
CC 负载效应 :	电流优先 : 1515 V, 20 A	电压优先 : 1500 V, -20.5 A
额定电流的 10% (Isink) :	电压优先 : 0 V, 0 A	电压优先 : 500 V, 60 A

\*  设备损坏。LeCroy DXC100A 探头的电压限制为 500 V。仅可用于 CV 纹波和噪声测试。


\*\* 电流 comp3 在负载列表中生成瞬变响应测试所需的 40  $\mu$ s 上升时间阶跃。

当使用两台 RP7973A 设备作为负载时，在 CC 中将第一台 RP7973A 设置为 -24 A，并将第二台 RP7973A 设置为创建来创建 0 到 -30 A 脉冲。

## Keysight PV8932A

PV8932A 测试记录		报告编号 _____	Date _____
测试说明	最小规格	结果	最大规格
电压编程及读回			
最小电压 (Vout) :	1.8494	_____	2.1506
接口上测得的电压 :	Vout - 0.1506	_____	Vout + 0.1506
高电压 (Vout) :	1999.25	_____	2000.75
接口上测得的电压 :	Vout - 0.75	_____	Vout + 0.75
CV 负载效应 :			
	- 0.1	_____	+ 0.1
CV 波纹和噪声			
峰-峰 :	不适用	_____	3.0
有效值 :	不适用	_____	0.4
瞬变响应 @ 300 $\mu$ s :			
	- 20	_____	+ 20
电编程及读回			
最小电流 (Iout) :	- 0.003	_____	0.003
接口上测得的电流 :	Iout - 0.003	_____	Iout + 0.003
高电流 (Iout) :	29.988	_____	30.012
接口上测得的电流 :	Iout - 0.12	_____	Iout + 0.12
CC 负载效应 :			
	- 0.004	_____	+ 0.004
电流灌入测试			
额定电流的 10% :	-3.06392	_____	-3.05608

	PV8932A UUT 设置	2 台 RP7973A 或 RP7983A 负载设置
电压编程及读回最小值 :	电压优先 : 2V, 5A	未使用
电压编程及读回高值 :	电压优先 : 2000V, 5A	未使用
CV 负载效应 :	电压优先 : 1000V, 30.5A	电流优先 : 1010V, -30A
CV 波纹和噪声* :	电压优先 : 1000V, 30.5A	电流优先 : 1010V, -30A
瞬变响应 :	电压优先 : 1000V, 30.5A, Comp0	电流优先 : 1010V, -12A 到 -27A, 转换率 = 最大, Comp3**
电编程及读回最小值 :	电流优先 : 1010V, 0A	电压优先 : 1000V, 0A
电编程及读回高值 :	电流优先 : 1010V, 30A	电压优先 : 1000V, -30.5A
CC 负载效应 :	电流优先 : 2040V, 15A	电压优先 : 2000V, -15.2A
额定电流的 10% (Isink) :	电压优先 : 0V, 0A	电压优先 : 1000V, 30A

\*  设备损坏。LeCroy DXC100A 探头的电压限制为 500V。仅可用于 CV 纹波和噪声测试。

\*\* 电流 comp3 在负载列表中生成瞬变响应测试所需的 40  $\mu$ s 上升时间阶跃。

当使用两台 RP7973A 设备作为负载时，在 CC 中将第一台 RP7973A 设置为 -12A，并将第二台 RP7973A 设置为产生 0 到 -15A 脉冲。





# 7

## 维修与维护

简介

自检步骤

固件更新

仪器清洁

校准开关

电池更换

拆卸

### 简介

#### 可用的维修服务

如果您的仪器在保修期内发生故障，是德科技将根据您的保修条款修理或更换仪器。保修期过后，是德科技将以具有竞争力的价格提供维修服务。

许多是德科技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。

#### 获取维修服务(全球)

要获得适用于您的仪器的服务，请与最近的是德科技服务中心联系。服务中心将安排修理或更换您的仪器，或者可以提供保修或维修成本信息(如适用)。向是德科技服务中心索取运送说明，包括要运送什么组件。是德科技建议您保留原来的运输箱，用于运回货物。

#### 退回设备之前

退回设备之前，要确定故障是来自仪器本身，而不是其他外在连接的原因。还需确保仪器在前一年内进行过精确校准(请参见[校准时间间隔](#))。

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，要确保去除了所有连接(前后)。在自检期间，外部导线上出现的信号可能会导致错误，如测试导线过长可能形成了天线。

#### 重新打包以便装运

要将仪器运送到是德科技进行维修或修理，请执行以下操作：

- 在仪器上贴一个标签，标明仪器的所有者并指示所需的维修或修理。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。
- 使用牢固胶带或金属带将包装箱捆紧。
- 如果原来的包装箱不可用，是德科技强烈建议使用一个下列的包装套件，以确保设备在装运过程中没有损坏：  
P/N 5188-9520 - 型号 PV8921A/PV8922A 的包装套件。

是德科技建议您始终为货物投保。

## 清洁

**警告**

**电击危险 为防电击，请在清洁之前断开交流电源连接。**

---

请使用柔软、无绒、微湿的布清洁仪器外部。请勿使用清洁剂。清洗时不需要拆卸仪器，也不建议这样做。

## 自检步骤

### 开机自检

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。它会将仪器保持在**重置状态**。

### 用户启动的自检

用户启动的自检与开机自检相同。

前面板菜单参考	SCPI 命令
关闭后再打开交流电源。	<b>*TST?</b>
如果自检失败，前面板 ERR 指示灯会点亮。按 Error 键显示错误列表。	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 <b>SYSTem:ERRor?</b> 查看自检错误。

有关错误列表，请参见 **SCPI 错误消息**。

## 固件更新

### 注意

请参见 **仪器标识** 以确定仪器安装的固件版本。主要/辅助设备配置中的所有设备必须拥有相同的固件。

### 所需软件

要更新固件，您需要从固件下载页面 [www.keysight.com/find/PVSfirmware](http://www.keysight.com/find/PVSfirmware) 将以下两个项目下载到您的计算机上。

- 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。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Admin\Update</b>	不可用
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 Admin 菜单。	

## 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。

此步骤清理所有用户数据。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，仪器会重启。

如果无法访问 Admin 菜单，可能是因为受到了密码保护。

前面板菜单参考	SCPI 命令
选择 <b>System\Admin\Sanitize</b> 。 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。	<b>SYST:SEC:IMM</b>

有关详细信息，请参见 <http://rfmw.em.keysight.com/aerospace/index.aspx>。

### 清理后开机

设备清理后第一次开机会生成多个 NVRAM 校验码错误。这些错误指出丢失两个文件，这两个文件已根据默认值重新创建。再次重启设备以删除错误。

### 清理无法使用的仪器

如果仪器不再工作且您无法使用上述清理步骤，则必须从仪器中物理拆除 P600 板并销毁。请参见 [拆卸](#)。

## 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。

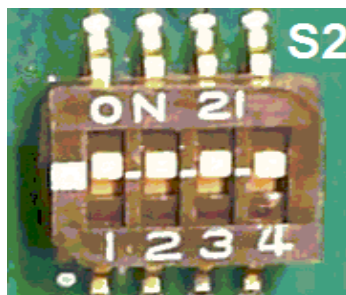
两个开关可控制对校准命令的访问。这两个开关位于接口板上，卸下顶部盖板即可对其进行检修。

### 检修校准开关

1. 根据**拆卸**中所述拆除仪器外壳。
2. 校准开关在设备后角的接口板上。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“打开”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	OFF	打开	首次打开仪器时，管理/校准密码会重设为 0。如果您忘记了密码，请使用此设置。
抑制校准	打开	OFF	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。

内部电池为系统时钟供电。时钟的主要功能是为 BenchVue 电源控制和分析软件提供时间戳信息。如果电池出现故障，软件的时间将不可用。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。

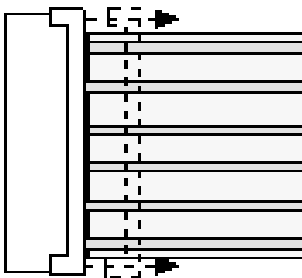
电池的部件号为 Panasonic CR 2032。

### 更换步骤

1. 根据拆卸中所述拆除仪器外壳。
2. 根据拆卸中所述拆除控制板。
3. 电池位于带状电缆下方的星座板上。



4. 要拆卸电池，请通过上拉锁定片释放带状电缆。





5. 使用平口螺丝刀，然后小心撬起箭头所指的电池的一侧。



6. 安装新电池。确保正极 (+) 朝上。将电池放置在圆形指示的小型弹簧夹的下方，然后向下推送至红色箭头指示的电池的另一端，使其就位。电池安装就位之后，应该可以看得到小型弹簧夹的顶部( 参见红色圆圈) 。
7. 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。
8. 完成后重新装上控制板和顶盖。重新组装时，对所有螺丝施加 9 in-lbs 扭矩。
9. 重置日期和时间( 参见[时钟设置](#)) 。

## 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：

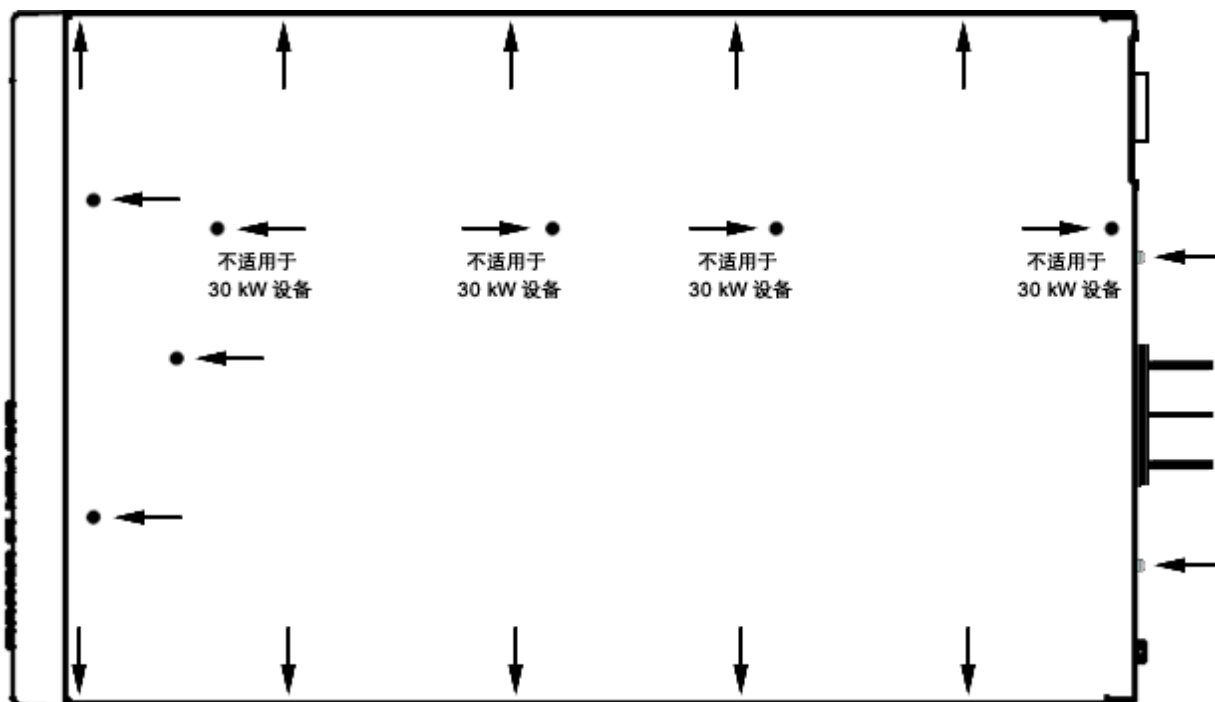
- 只能在无静电的工作区域拆卸仪器。
- 使用导电工作区以减少静电产生。
- 使用导电腕带以减少静电积聚。
- 尽量减少搬运。
- 将更换零件保存在原来的无静电包装中。
- 从直接工作区去除所有的塑料、泡沫、乙烯树脂、纸和其他产生静电的材料。

### 所需工具

- T10 六角螺丝刀( 用于拆卸盖板和电路板)
- T8 六角螺丝刀( 用于拆卸 P600)
- 小平头螺丝刀( 用于卸下电池)

### 盖板拆卸

1. 关闭电源。从仪器拆除所有电缆。
2. 卸下位于顶部的 7 个( 或 3 个) 平头螺钉、位于侧边的 10 个平头螺钉和背面的 2 个平头螺丝( 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。



### 控制板拆卸

控制板位于星座板的外部。必须卸下控制板才能使用电池和 P600 板，二者均位于星座板上。

1. 如下图所示，首先卸下控制板顶部的两个螺丝。将这些螺钉放在一个容器内，以防丢失。

卸下  
螺钉



2. 现在您可以把控制板从插槽中取出，移到一边。  
重新组装控制板时，请勿忘记重新安装控制板后面的隔热体。

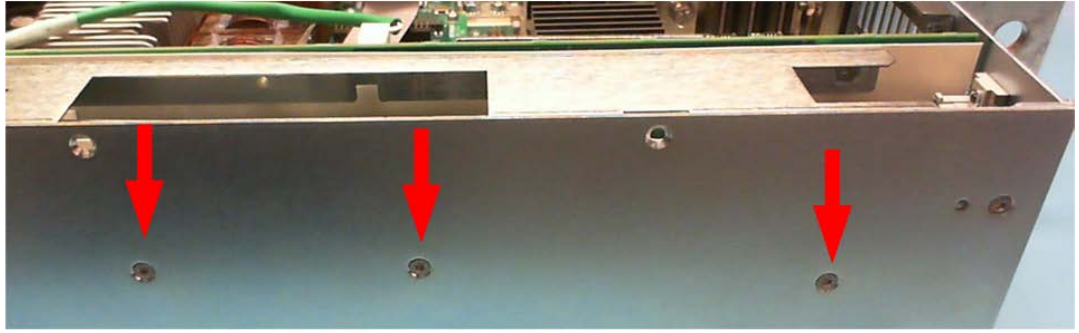
### 星座板拆卸

如果您在移动控制板后无法访问星座板，则可拆卸星座板组件。

## 7 维修与维护

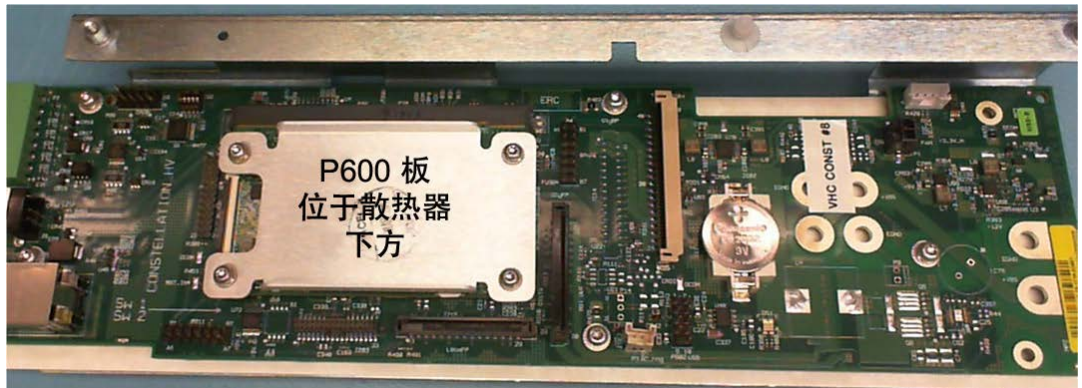
1. 拆卸连接星座板的底盘侧面的三个螺丝。将这些螺钉放在一个容器内，以防丢失。

卸下  
螺钉



2. 现在，您可以把星座板组件从设备中取出以访问 P600 板和电池。
3. 要访问 P600 板，请使用 T8 六角螺丝刀卸下四个散热片螺丝。现在，您可以从插槽中拆除 P600 板。

卸下 4 个  
散热片螺丝以  
拆除 P600 板



4. 重新组装时，对所有螺丝施加 9 in-lbs 扭矩。

# 索引

\* 177

\*CLS 177

\*ESE 177

\*ESR? 177

\*IDN? 178

\*OPC 178

\*OPC? 178

\*OPT? 178

\*RCL 179

\*SAV 179

\*SRE 180

\*STB? 180

\*TRG 180

\*TST? 180

\*WAI 181

## A

ABORt 子系统 159

ARB 子系统 160

## C

CALibrate 子系统 162

CLS 177, 235

CURRent 子系统 165

## D

DC 偏移 79

DIGital 子系统 168

DISPlay 子系统 170

## E

EDP

图 49

保护 108

ESE 177

ESR? 177

## F

FETCh 子系统 171

FIFO 235

FORMat 子系统 174

FUNCTion 命令 175

## G

GPIO 235

## H

HCOPY 子系统 176

## I

I/O 235

I/O : 队列 235

IDN? 178

IEEE-488 通用命令 177

Imp 94

INITiate 子系统 182

INSTRument 子系统 183

Isc 94

## L

LIST 子系统 185

LXI 命令 188

## M

MEASure 子系统 189

## O

OPC 178

OPC? 178

OPT? 178

OUTPut 子系统 191

## P

POWer 查询 196

## R

RCL 179

REFerence 25

RST ; \*RST ; 出厂重置 179

## S

SAS

故障排除 99

带宽 98

方程 99

比例因子 97

SASimulator 子系统 197

SAV 179

SCPI 153

快速参考 25

SCPI 状态系统 235

SCPI 语言 153

简介 153

SENSe 子系统 202

SOURce 子系统 205

SRE 180

STATus 子系统 206

STB? 180

STEP 命令 210

SYSTem 子系统 211

**T**

TRG 180

TRIGger 子系统 215

TST? 180

**V**

Vmp 94

Voc 94

VOLTage 子系统 218

**W**

WAI 181

**可**

可用消息 180

可疑数据摘要 180

**简**

简介 153

SCPI 语言 153

**监**

监视程序定时器 110

**检**

检查 52

**结**

结束或标识 155

**兼**

兼容性命令 243

**固**

固件更新 269

**曲**

曲线参数 95

**空**

空间曲线方程 99

**过**

过电流

保护 109

过电压 78

保护 108

**光**

光伏 94

曲线参数 95

表参数 95

**交**

交流断线 93

交流输入

详细信息 40

交流电源

注意事项 56

**校**

校准 255

开关 271

时间间隔 255

测试设备 246

**机**

机架安装 53

**规**

规格 36

**气**

气流 53

**队**

队列 235

队列 : I/O 235

## 导

导线规格 60

导线电感 67

## 等

等待触发 180

## 联

联系

是德科技 15

## 连

连接

感测 60, 63

串联 70

交流电源 56

单个设备 60

母线 60

并联 68

接口 71

主要/辅助设备 69

## 命

命令

分隔符 154

子系统 158

终止符 154

处理时间 157

快速参考 25

## 密

密码

设置 148

## 帮

帮助 80

帮助系统 80

## 环

环境 53

## 法

法律信息 9

## 并

并联

连接 68

操作 101

并联操作 101

## 补

补偿 91-92

## 保

保护

过温保护 107

过电流 107

过电压 107

罩 61

清除 111

## 服

服务请求

启用 180

## 附

附件 35

## 浮

浮动电压 65

## 负

负载电感

限制 66

负载电容 66

## 非

非易失性设置 233

## 查

查询 154

状态字节寄存器 180

## 使

使用设备清除 156

## 状

状态

可疑状态 224

图 227

状态字节 180, 226

操作状态 223

标准事件 225  
状态教程 223  
状态存储 146

### 选

选件 35

### 先

先进先出 235

### 设

设置

DC 偏移电压 79

过电压 78

输出电流 77

输出电压 76

### 关

关键词 153

### 数

数据记录 136

检索 138

触发 137

数字端口

故障输出 142

输入 142

输出耦合 144

双向 141

抑制输入 143

外部触发 142

数字化测量 129

### 输

输出

阶跃 115

启用 93

带宽 91

列表 116

序列化 122

瞬变 112

电流 77

电压 76

打开/关闭流程图 125

打开/关闭模式 92

打开/关闭延迟 122

打开/关闭行为 124

### 瞬

瞬变电压偏差 66

### 时

时钟设置 148

### 安

安倍-小时测量 128

安全

声明 11

安全信息 52

### 语

语法惯例 155

### 瓦

瓦特-小时测量 128

### 优

优先模式

设置 88

电流 149

电压 149

### 远

远程接口 81

### 维

维修服务 266

### 仪

仪器清洁 270

仪器标识 146

### 任

任意波形 120

### 自

自检 180

自检步骤 268

### 子

子系统命令 158

### 再

再生

操作 17, 56, 106



**电**  
电感负载  
    边界 43  
电流 77  
    共享 101  
    灌入 106  
    补偿 92

**前**  
前面板 17, 20-22  
前面板菜单 22

**电**  
电压 76  
    补偿 91  
    低限值 89

**电**  
电容性负载  
    边界 45

**电**  
电源线 57

**电**  
电池更换 272

**阻**  
阻抗图 41

**主**  
主要/辅助设备  
    故障排除 105  
    操作 101  
    编程 103

**重**  
重新打包以便装运 266  
重置状态  
    设置 230

**地**  
地面曲线方程 100

**进**  
进行测量 127

**错**  
错误  
    消息 235

**参**  
参数类型 155

**菜**  
菜单 22

**叠**  
叠放 53

**清**  
清洁 13, 267

清除  
    保护 111  
清除状态 235

**触**  
触发  
    教程 228  
    图 229

**出**  
出厂重置 230

**测**  
测量  
    扫描 127  
    精度和 NPLC 49  
    窗口化 128  
    触发 130  
测试记录表 260

**快**  
快速命令参考 25

**拆**  
拆卸 274

**通**  
通信  
    GPIB 81  
    LAN 82  
    telnet 85

USB 81  
 Web 接口 85  
 锁定 86  
 远程接口 81  
 套接字 86

**特**

特性 16  
 特征 37  
   通用 38

**偏**

偏移  
   DC 电压 79

**编**

编程  
   ARB 120  
   宽带 91  
   保护 107  
   数字端口 140  
   瞬变 112  
   优先 88  
   电流 89  
   电流灌入 106  
   电压 89  
   电阻 90  
   转换率 90

编程响应  
   小信号 48

**平**

平均测量 127

**标**

标准事件摘要 180  
 标准操作寄存器 180  
 标准操作摘要 180

**表**

表参数 95

**验**

验证 248  
   测试设备 246

**显**

显示  
   保护程序 147  
   锁定 147

**型**

型号 35

**后**

后面板 18

**欠**

欠电压  
   保护 110