Keysight U8030A 系列
三路输出直流电源

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

用户指南

声明

版权声明

© 是德科技 2011-2020

根据美国和国际版权法，未经是德科技事先允许和书面同意，不得以任何形式（包括电子存储和检索或翻译为其他国家或地区语言）复制本手册中的任何内容。

手册部件号

U8031-90014

版本

第 7 版， 2020 年 12 月 4 日

印刷地区：

马来西亚印刷

发布者：

是德科技
Bayan Lepas Free Industrial Zone,
11900 Penang, Malaysia

技术许可

本文档中描述的硬件和 / 或软件仅在得到许可的情况下提供并且只能根据此类许可的条款进行使用或复制。

符合性声明

可以从 Web 上下载本产品以及其他 Keysight 产品的符合性声明。请访问 http://www.keysight.com/go/conformity。然后，可以按产品编号进行搜索，查找最新的符合性声明。

美国政府权利

本软件属于联邦政府采购法规（“FAR”）2.101 定义的“ 商用计算机软件 ”。按照 FAR 12.212 和 27.405-3 以及国防部 FAR 补充条款 （“DFARS”） 227.7202，美国政府根据向公众提供商用计算机软件的一般条款获得本软件。同样，Keysight 根据其标准商业许可证向美国政府客户提供本软件，该许可证包含在其最终用户许可协议 (EULA) 中，可以在以下位置找到该许可协议的副本：http://www.keysight.com/find/sweula。EULA 中所述的许可证阐述了美国政府在使用、修改、分发或披露本软件方面的专属权利。除了其他事项之外，EULA 及其所述的许可证不要求或不允许 Keysight：(1) 提供通常不会向公众提供的与商用计算机软件或商用计算机软件文档相关的技术信息；或者 (2) 让与或以其他方式提供的政府权利超过通常向公众提供的有关使用、修改、复制、发布、执行、显示或披露商用计算机软件或商用计算机软件文档方面的权利。EULA 中未涉及的其他政府要求不适用，除非按照 FAR 和 DFARS 的规定明确要求所有商用计算机软件提供商提供这些条款、权利或许可证，并且 EULA 中的其他地方有专门的书面说明。Keysight 不承担更新、修订或修改本软件的责任。关于 FAR 2.101 所定义的技术数据，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) 中定义的有限权利，这适用于任何技术数据。

担保

本文档中包含的材料“ 按原样 ”提供，如有更改，恕不另行通知。此外，在适用法律允许的最大范围内， Keysight 不承诺与本手册及其包含的任何信息相关的任何明示或暗示的保证，包括但不限于对特定目的的适销性和适合性的暗示担保。对于因提供、使用或运用本文档或其包含的任何信息所导致的错误或者意外或必然损害，Keysight 概不负责。如果 Keysight 和用户另有书面协议，并且其中的某些担保条款涉及了本文档中与这些条款冲突的资料，则以此协议中的担保条款为准。

安全信息

小心

“ 小心 ”标志表示存在危险。它要求重视操作程序、做法等。如果不正确地执行或不遵守此类操作规程，则可能导致产品损坏或重要数据丢失。在没有完全理解指定的条件且不满足这些条件的情况下，请勿继续执行小心声明所指示的任何操作。

警告

“ 警告 ” 标志表示有危险。它要求在执行操作步骤时必须加以注意，如果不正确地执行操作或不遵守操作步骤，则可能导致人身伤亡。在没有完全理解指定的条件且不满足这些条件的情况下，请勿继续执行“ 警告 ” 标志所指示的任何操作。

安全标志

仪器上及文档中的下列标志表示为了保证仪器的安全操作而必须采取的预防措施。

	小心，有危险 （请参阅本手册了解具体的“警告”或“小心”信息）		双稳按键开启
	DC （直流电流或电压）		端子处于地电位用于测量和控制设计为通过地电位处的一个端子进行操作的电路。
	AC （交流电流或电压）		正接线柱
	保护导体端		负接线柱
	双稳按键关闭		

安全注意事项

请在使用此仪器之前阅读以下信息。

在本仪器的操作、服务和维修的各个阶段中，必须遵循下面的常规安全预防措施。如果未遵循这些预防措施或本手册其他部分说明中的特定警告，则会违反有关仪器的设计、制造和用途方面的安全标准。 Keysight Technologies 对用户不遵守这些预防措施的行为不承担任何责任。

小心

- 利用随装运提供的电缆连接设备后使用设备。
- 若未按照制造商指定的方式使用设备，则可能会破坏设备保护功能。
- 请始终使用干布清洁设备。请勿使用酒精或任何其他挥发性液体清洁设备。
- 请勿遮堵设备的任何排气口。

警告

- 切勿使用外观已损坏或存在缺陷的设备。
- 切勿在有可燃气体或烟雾、蒸汽或在潮湿的环境下使用设备。
- 在将任何线路连接到设备之前，请观察设备上的所有标记。
- 在连接输出端子之前，关闭电源的输出。
- 在维护设备时，请仅使用指定的更换部件。
- 切勿安装替代部件或对本设备进行任何未授权的改装。
- 请勿在封盖被拆除或松动的情况下使用本设备。
- 请仅使用制造商提供的电源适配器以避免发生意外伤害。

环境条件

此仪器设计为仅允许在室内以及低凝结区域使用。下表显示了此仪器的一般环境要求。

环境条件	要求
操作温度	0 °C 至 40 °C
存放温度	–40 °C 至 70 °C
湿度	在 40 °（无冷凝）时为 15% RH（相对湿度）至 85% RH
海拔高度	最高 2000 米
安装类别	安装类别 II
污染度	污染度 2

注意

U8030A 系列三路输出直流电源符合下列安全和 EMC 要求：

- IEC 61326-1:2005/EN 61326-1:2006
- CISPR 11:2003/EN55011:2007
- 加拿大：ICES/NMB-001：2006 年 6 月第 4 期
- 澳大利亚 / 新西兰：AS/NZS CISPR11:2004
- IEC 61010-1:2001/EN 61010-1:2001 （第 2 版）
- 加拿大：CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04
- 美国：ANSI/UL 61010-1:2004

法规标记

CE ISM 1-A	CE 标记是欧洲共同体的注册商标。此 CE 标记表示产品符合所有相关的欧洲法律规定。		RCM 标记是澳大利亚通讯及媒体局的注册商标。
ICES/NMB-001	ICES/NMB-001 表示此 ISM 设备符合加拿大 ICES-001 规定。 Cet appareil ISM est confomre a la norme NMB-001 du Canada.		此仪器符合 WEEE 指令 (2002/96/EC) 标记要求。此附加产品标签说明不得将此电气或电子产品丢弃在家庭垃圾中。
® C US	CSA 标记是加拿大标准协会的注册商标。		此符号表示在所示的时间段内，危险或有毒物质不会在正常使用中泄漏或造成损坏。该产品的使用寿命为四十年。

废弃电气和电子设备 (WEEE) 指令 2002/96/EC

此仪器符合 WEEE 指令 (2002/96/EC) 标记要求。此附加产品标签说明不得将此电气或电子产品丢弃在家庭垃圾中。

产品类别：

根据 WEEE 指令附件 1 中说明的设备类型，将此仪器分类为“ 监测和控制仪器 ”产品。

附加的产品标签显示如下。



切勿丢弃在家庭垃圾中。

要退还不需要的仪器，请与您最近的 Keysight 服务中心联系，或访问 http://about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml 了解详细信息。

销售与技术支持

要联系 Keysight 的销售和技术支持，请参考以下 Keysight 网站上的支持链接：

- www.keysight.com/find/U8030
  （特定于产品的信息和支持、软件与文档更新）
- www.keysight.com/find/assist
  （查询世界各地的维修和服务联系信息）

本页特意留为空白。

目录

安全标志 . . . 3
安全注意事项 . . . 4
环境条件 . . . 5
法规标记 . . . 6
废弃电气和电子设备 (WEEE) 指令 2002/96/EC . . . 7
产品类别： . . . 7
销售与技术支持 . . . 7

1 简介

关于本手册 . . . 18
文档图 . . . 18
安全标志 . . . 18
准备电源 . . . 19
检查装运情况 . . . 19
将电源线连接到仪器 . . . 20
检查仪器输出 . . . 21
在机架上安装仪器 . . . 23
启用或禁用背光灯 . . . 24
电源简介 . . . 25
尺寸 . . . 25
概述 . . . 26
显示屏 . . . 29
输出连接 . . . 31
操作电源 . . . 32
冷却 . . . 32
工作台操作 . . . 32
清洗 . . . 32
错误代码的列表 . . . 33
系统错误 . . . 33
电源通道错误 . . . 33

2 操作和功能

恒定电压操作 36
恒定电流操作 38
5 V 操作 40
过载情况 40
电路故障情况 41
跟踪模式操作 42
输出打开 / 关闭操作 43
打开或关闭所有输出 43
打开或关闭单个输出 44
存储器操作 45
存储操作状态 45
调用操作状态 46
存储器输出操作 47
启用存储器输出单个操作 47
启用存储器输出循环操作 48
对存储器输出时间间隔进行编程 49
对过电压保护编程 50
设置 OVP 断路电平并启用 OVP 50
禁用 OVP 51
清除过电压情况 51
对过电流保护编程 53
设置 OCP 断路电平并启用 OCP 53
禁用 OCP 54
清除过电流情况 55
键锁操作 56
系统相关操作 57
重置为出厂默认值 57
开机自检 57
显示固件和模拟板版本 57

扩展电压和电流范围 58
串联 59
并联 60

3 特征和规格

本页特意留为空白。

图列表

图 1-1 机架式安装适配器工具包 23
图 1-2 U8030A 系列机架式安装尺寸 23
图 1-3 U8030A 系列尺寸 25
图 1-4 前面板一览 26
图 1-5 后面板一览 28
图 1-6 LCD 显示屏概览 29
图 2-1 建议用于电池充电的保护电路 52
图 2-2 以串联方式连接设备 59
图 2-3 以并联方式连接设备 60

本页特意留为空白。

表列表

表 1-1 线路电压的额定保险丝列表 20
表 1-2 前面板图例和说明 26
表 1-3 后面板图例和说明 28
表 1-4 LCD 显示屏图例和说明 29
表 1-5 系统错误代码的列表 33
表 1-6 电源通道错误代码的列表 33

本页特意留为空白。

1 简介

关于本手册 18
准备电源 19
电源简介 25
操作电源 32
错误代码的列表 33

本章介绍首次如何设置电源，还介绍了电源的所有功能。

关于本手册

本手册中的说明适用于 Keysight U8031A 和 U8032A 三路输出直流电源 （以后称为电源）。

型号 U8032A 会出现在所有插图中。

文档图

下列手册适用于您的电源。要获得最新版本，请访问我们的网站，网址是：http://www.keysight.com/find/U8031A。

检查每个手册第一页上的手册修订版。

- **用户指南。**本手册。
- **快速参考指南。**印刷副本，装运中附带。
- **维修指南。**可在 Keysight 网站免费下载。

安全标志

安全标志在本手册通篇使用 （有关格式示例，请参阅安全信息部分）。在操作电源之前，应了解每个标志及其含义。

有关使用此产品的更多相关安全标志在安全注意事项部分下面。

在没有完全理解指定的条件且不满足这些条件的情况下，请勿继续执行安全标志所指示的任何操作。

准备电源

检查装运情况

收到电源时，应按照以下步骤检查装运的产品。

1 检查装运容器是否受损。损坏可能包括装运容器的凹痕或断裂，或衬垫材料上出现异常挤压或变形的迹象。保留包装材料，以便需要退回电源时使用。

2 小心地从装运容器中取出物品，并根据如下所示的标准装运物品清单确认标准附件以及您订购的选件都包含在装运中。

3 如果有任何疑问或问题，请参考本手册背面的 Keysight 联系号码。

标准装运物品

请确认已收到随电源一起提供的下列物品。如果缺少任何物品或存在已损坏的物品，请联系离您最近的 Keysight 销售处。

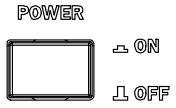
✔ 一根电源线

✔ 一份校准证明的印刷副本

✔ 一份 U8030A 系列 Product Reference CD-ROM 副本

请保留原包装，以备将来将电源退还给 Keysight 时使用。如果您退回电源进行维修，请粘上一张标签标明所有者和型号。此外，还请附上问题的简要说明。

将电源线连接到仪器



将电源线连接到 AC 电源连接器（有关 AC 电源连接器的位置，请参阅第 28 页）。

在连接电源插头之前，确保所选择的线路电压与您当地的电压相匹配 （100 V、115 V 或 230 V）。只应将电源插头插入提供接地保护的插座。

按下电源开关打开仪器。

当电源执行开机自检时，前面板显示屏会亮起。（如果仪器没有开机，请参阅下面的步骤）。如果自检成功，则电源将进入正常操作。

注意

电源出厂时带有一根电源线，该电源线带有符合您当地要求的插头。电源配有三相接地型电源线，第三根导线是地线。只有在将电源线插入相应的插孔时，才能使电源接地。请勿在没有适当的机柜接地连接的情况下操作电源。

如果仪器电源没有打开

使用下列步骤有助于解决在打开仪器电源时可能遇到的问题。如果需要更多帮助，请参阅 *U8030A 系列维修指南*以了解将仪器退还给 Keysight Technologies 进行维修的说明。

1 验证是否有交流电源流向电源。

首先，检查是否将电源线牢固地插入电源后面板的电源插座上。

还应确保将此电源设备插入其中的电源已接通。然后，检查此电源是否已打开。

2 检查电源线路电压设置。

在电源出厂时，线路电压已设置为符合您所在国家 / 地区要求的正确值。如果不正确，可更改电压设置。这些设置是：100、 115 或 230 VAC。

3 检查是否安装了正确的电源线保险丝。

在电源出厂时，已安装了适合您所在国家 / 地区的正确的保险丝。要更换电源保险丝，请参见下表。

表 1-1 线路电压的额定保险丝列表

型号	Keysight 部件号	部件说明
U8031A/ U8032A	2110-1504	FUSE 1.0 A 延时 0.0757 Ω 20 mm × 5.2 mm × 5.2 mm

检查仪器输出

下列步骤将检查以确保电源可生成其额定输出，并从前面板对操作进行正确的响应。有关完整的性能和验证测试，请参阅 *U8030A 系列维修指南*。

从前面板 VFD（真空荧光显示屏）中，您可以监控输出电压和电流的实际值（仪表模式）或电压和电流限制值 （限制模式）。

注意 如果在输出检验过程中检测到错误，则将打开 **Err** 指示符。有关更多信息，请参阅第 33 页上的 “ 错误代码的列表 ”。

电压输出检查

下列步骤将检查无负载时的基本电压功能。

1 打开电源。

电源将在开机 （重置）状态下进行首次启动 – 所有输出都被禁用 （**OFF** 指示符打开）。

2 启用输出。

按一次 **[All On/Off]** 按钮。注意，显示屏处于万用表模式。

3 按 **[1]** 或 **[2]** 可在输出 1 和输出 2 之间切换（**OUT1** 和 **OUT2** 指示符将相应地打开和关闭） 。检查以确认前面板伏特表对两种输出的旋钮控制进行正确的响应。

按顺时针或逆时针方向旋转旋钮，检查以确认伏特表对旋钮控制作出响应，安培表指示接近零的位置。

4 确保可通过调整旋钮将电压从零调整到满额定值。

5 禁用输出，关闭电源。

注意 对于后续的关闭再打开电源的操作，默认情况下电源将返回到上一次电源关闭状态（接通电源）。

电流输出检查

下列步骤将检查在电源输出之间连接一个短路时的基本电流功能。

1 关闭电源。

2 使用绝缘测试引线在输出 1 的 (+) 和 (–) 输出端子之间连接一个短路。

使用规格足以负载最大电流的电线 （请参阅美国线规标准）。

3 打开电源。

确保所有输出都已禁用 （**OFF** 指示符打开）。

4 启用输出 1 的输出。

按 **[Output 1 On/Off]** 按钮 （**OUT1** 的 **OFF** 指示符关闭）。注意，显示屏处于万用表模式。

5 将电压限值调整为 1.00 V。

按 **[Display Limit]** 按钮将显示屏设置为限值模式 （**LIMIT** 指示符打开）。

将电压限值调整为 1.00 V 可确保恒定电流 (CC) 操作。 **CC** 指示符将打开。

再次按 **[Display Limit]** 按钮或允许电源空闲几秒钟，以退出限值模式。

6 检查以确认前面板安培表对输出 1 的旋钮控制进行正确的响应。

按 **[Voltage/Current]** 按钮。在继续执行下一步之前，确保 **A** 指示符处于闪烁状态。

当显示屏处于万用表模式时 （**LIMIT** 指示符关闭），按顺时针或逆时针方向旋转旋钮。检查以确保安培表对旋钮控制作出响应，伏特表指示接近零的位置（伏特表将显示由于测试引线导致的电压降）。

7 确保可通过调整旋钮将电流从零调整到满额定值。

8 对输出 2 重复步骤 1 到步骤 7。按 **[1]** 或 **[2]** 可在输出 1 和输出 2 之间切换（**OUT1** 和 **OUT2** 指示符将相应地打开和关闭）。

9 禁用输出，关闭电源，从输出端子拆下短路。

在机架上安装仪器

可以将电源安装在标准的 19 英寸机架机柜中。机架式安装工具包都附带有安装说明和安装硬件。

要在机架上安装单个仪器，需订购适配器工具包 5063-9245。

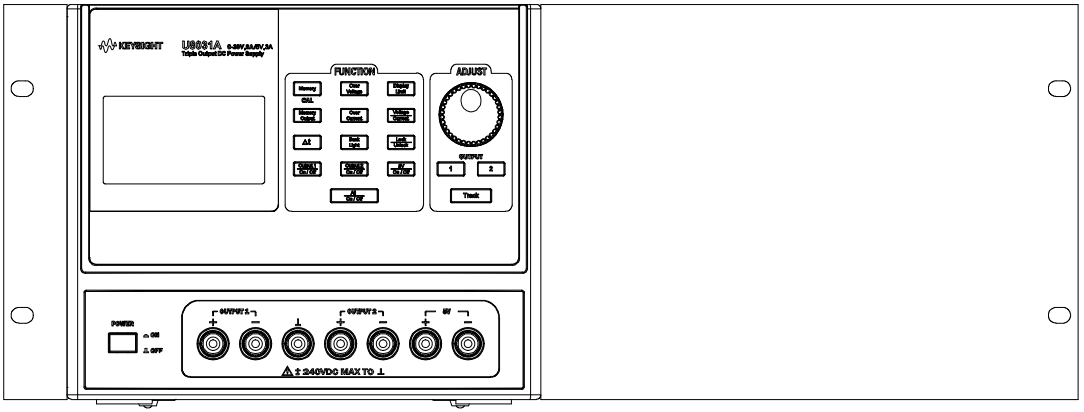


图 1-1 机架式安装适配器工具包

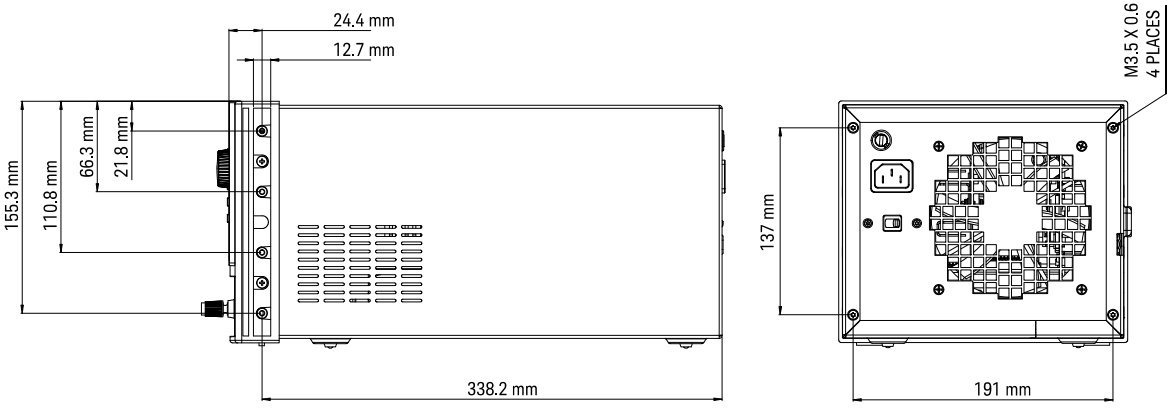


图 1-2 U8030A 系列机架式安装尺寸

启用或禁用背光灯



您可以通过前面板启用或禁用 LCD 背光灯。按 **[Back Light]** 按钮可禁用 LCD 背光灯。

如果在光照条件较差的环境下查看显示屏有困难，可再次按 **[Back Light]** 按钮以启用 LCD 背光灯。

注意 默认情况下，打开电源时将启用 LCD 背光灯。

电源简介

尺寸

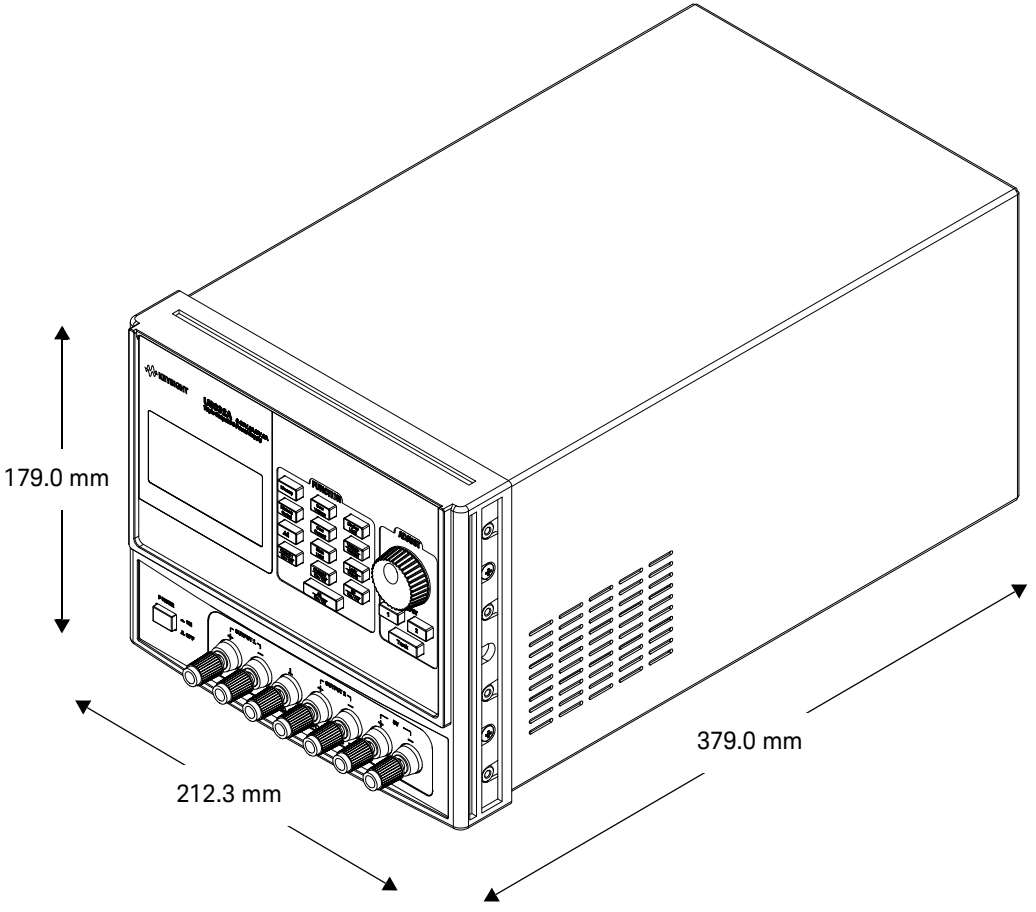


图 1-3 U8030A 系列尺寸

概述

前面板

本节介绍电源的前面板部件。

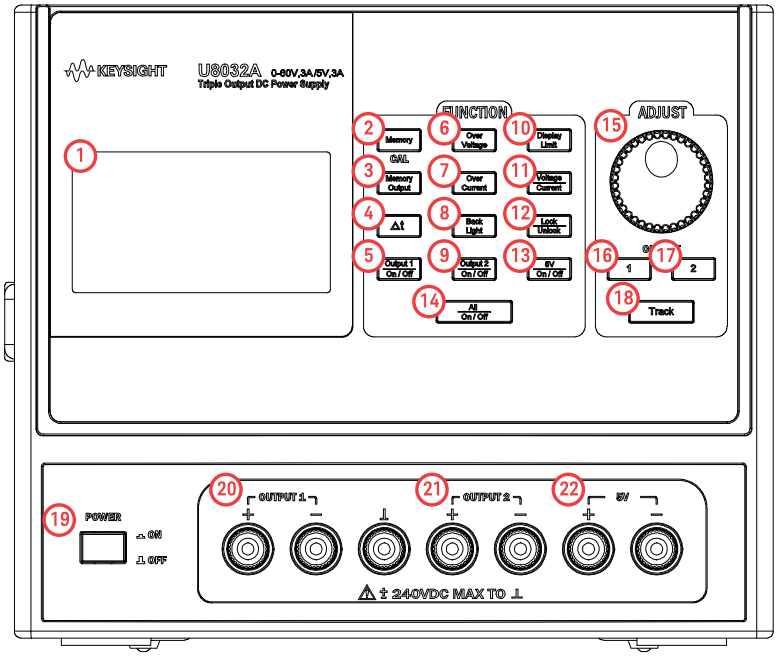


图 1-4 前面板一览

表 1-2 前面板图例和说明

	图例	说明
1	LCD 显示屏	显示仪器设置和度数。
2	[Memory]	存储当前操作状态或从可用的存储器位置 （M1、 M2 或 M3）调用以前存储的操作状态。
3	[Memory Output]	按顺序 （单次）一次调用或以循环方式调用所有存储的操作。
4	[Δt]	调整存储器输出时间间隔。

表 1-2 前面板图例和说明 （续）

	图例	说明
5	**[Output 1 On/Off]**	启用或禁用输出 1 接线柱的电源输出。
6	**[Over Voltage]**	启用或禁用过电压保护功能，设置断路电压电平，清除过电压情况。
7	**[Over Current]**	启用或禁用过电流保护功能，设置断路电流电平，清除过电流情况。
8	**[Back Light]**	开启或关闭 LCD 背光灯。
9	**[Output 2 On/Off]**	启用或禁用输出 2 接线柱的电源输出。
10	**[Display Limit]**	显示和设置电压和电流限值。
11	**[Voltage/Current]**	选择用于电压或电流调整的旋钮控制功能。
12	**[Lock/Unlock]**	启用或禁用前面板操作。
13	**[5 V On/Off]**	启用或禁用 5 V 接线柱的电源输出。
14	**[All On/Off]**	启用或禁用所有接线柱 （输出 1、输出 2 和 5 V）的电源输出。
15	旋钮	增大或减小 LCD 显示屏上闪烁数字的值。
16	**[1]**	选择用于输出 1 调整的旋钮控制功能。
17	**[2]**	选择用于输出 2 调整的旋钮控制功能。
18	**[Track]**	将输出 1 或输出 2 的电压和电流设置设置为相互跟随。
19	**[POWER]**	打开或关闭电源。
20	输出 1 接线柱	用于连接输出 1 导线的正、负和接地 （共享）接线柱。
21	输出 2 接线柱	用于连接输出 2 导线的正、负和接地 （共享）接线柱。
22	5 V 接线柱	用于连接 5 V 输出导线的正负接线柱。

后面板

本节介绍电源的后面板部件。

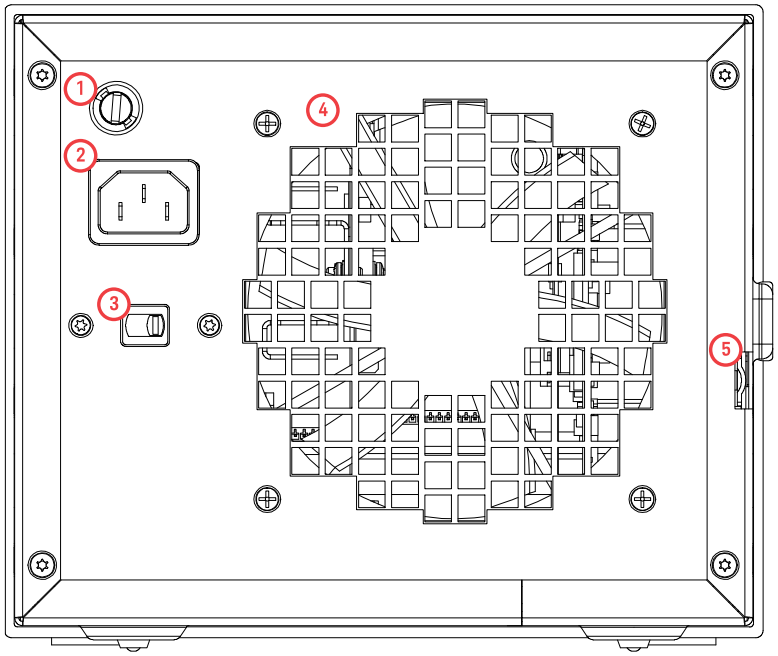


图 1-5 后面板一览

表 1-3 后面板图例和说明

	图例	说明
1	交流电线保险丝	要维持保护状态，只能使用指定类型和额定指标的保险丝更换此保险丝。
2	交流电插口	连接交流电源线。将电源线牢固地插入此处。
3	额定线路电压和保险丝选择器	将线路电压和线路保险丝额定值设置为适合您所在地区的正确值。
4	通风扇	从仪器中排出热量和空气的通风扇。
5	物理锁机制	启用物理锁机制。

显示屏

本节介绍电源的显示屏标志。

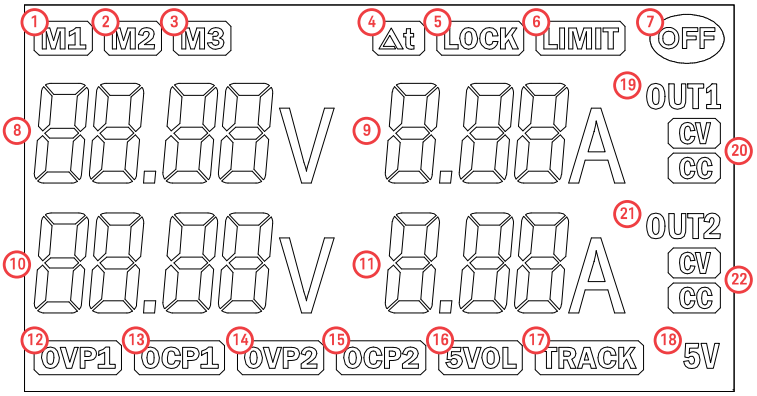


图 1-6 LCD 显示屏概览

表 1-4 LCD 显示屏图例和说明

	图例	说明
1	M1	将当前电源操作状态存储在电源的非易失性存储器中。 当电源处于校准模式时，可使用这些状态存储校准常数。
2	M2	
3	M3	
4	Δt	当 Δt 指示符稳定时，表明单个存储器输出操作处于活动状态。 当 Δt 指示符闪烁时，表明循环存储器输出操作处于活动状态。
5	LOCK	前面板操作已禁用。
6	LIMIT	电压和电流限值显示在显示屏中。
7	OFF	所有电源输出都已禁用。
8	88.88 V	线路 1：显示输出 1 的电压和电流值。
9	8.88 A	
10	88.88 V	线路 2：显示输出 2 的电压和电流值。
11	8.88 A	

表 1-4 LCD 显示屏图例和说明 （续）

	图例	说明
12	OVP1	当 **OVP1** 指示符稳定时，表明输出 1 的过电压保护功能已启用。 当 **OVP1** 指示符闪烁时，表明出现了过电压情况。在清除断路之前，电源输出将处于禁用状态。
13	OCP1	当 **OCP1** 指示符稳定时，表明输出 1 的过电流保护功能已启用。 当 **OCP1** 指示符闪烁时，表明出现了过电流情况。在清除断路之前，电源输出将处于禁用状态。
14	OVP2	当 **OVP2** 指示符稳定时，表明输出 2 的过电压保护功能已启用。 当 **OVP2** 指示符闪烁时，表明出现了过电压情况。在清除断路之前，电源输出将处于禁用状态。
15	OCP2	当 **OCP2** 指示符稳定时，表明输出 2 的过电流保护功能已启用。 当 **OCP2** 指示符闪烁时，表明出现了过电流情况。在清除断路之前，电源输出将处于禁用状态。
16	5VOL	在 5 V 输出通道中出现了过载情况。在清除断路之前，电源输出将处于禁用状态。
17	TRACK	跟踪操作处于活动状态。
18	5 V	电源从 5 V 接线柱供应 5 V 的恒定电压。
19	OUT1	已选定输出 1。
20	CV	电源从输出 1 接线柱供应恒定电压。
	CC	电源从输出 1 接线柱供应恒定电流。
21	OUT2	已选定输出 2。
22	CV	电源从输出 2 接线柱供应恒定电压。
	CC	电源从输出 2 接线柱供应恒定电流。

输出连接

警告 在尝试将导线连接到前面板输出端子之前，应确保首先禁用电源输出，以避免损坏要连接的电路。

电压降

负载导线必须足够粗，这样才能避免由于导线的阻抗而导致电压过度下降。一般来说，如果导线足够粗，足以负载最大短路电流而不会过热，那么过度的电压降并不是问题。负载导线上的电压降应限制在 2 V 以下。请参阅美国线规 (AWG) 标准来计算某些常用的 AWG 铜线的电压降。

操作电源

冷却

可以在温度为 0 °C 至 40 °C 范围内在额定规格条件下操作电源。电源负载将从 40 °C 至 55 °C 时呈下降趋势。风扇通过从两侧抽取空气并从后面排出使电源冷却。使用 Keysight 机架安装将不会阻挡空气流动。

工作台操作

您的电源必须安装在电源两侧和后面具有足够空间的位置以便空气可以充分循环。

清洗

本产品不需要进行清洗。如果要清除外壳上的灰尘，请用干布擦拭。

错误代码的列表

下列错误表示在操作电源时可能发生的故障。

系统错误

表 1-5 系统错误代码的列表

错误代码	说明
001	固件测试失败
002	RAM 测试失败
003	闪存读 / 写错误

电源通道错误

表 1-6 电源通道错误代码的列表

错误代码	说明
104	EEPROM 写错误
105	模拟板固件更新错误
106	模拟板固件校验和错误
107	EEPROM 读错误
108	校准电压 DAC 失败
109	校准电压 ADC 失败
110	校准 OVP 失败
111	校准电流 DAC 失败
112	校准电流 ADC 失败
113	校准 OCP 失败
119	模拟板未知错误

表 1-6 电源通道错误代码的列表 （续）

错误代码	说明
120	过温
130	EEPROM 测试失败
131	电压 +15 V 失败
132	电压 +5 V 失败
133	电压 +2.5 V_{REF} 失败
134	电压 +1 V_{REF} 失败
135	ADC 测试失败
136	DAC 测试失败
140	与模拟板通信失败
141	模拟板不受支持

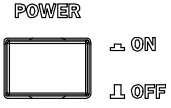
2 操作和功能

恒定电压操作 36
恒定电流操作 38
5 V 操作 40
跟踪模式操作 42
输出打开 / 关闭操作 43
存储器操作 45
存储器输出操作 47
对过电压保护编程 50
对过电流保护编程 53
键锁操作 56
系统相关操作 57
扩展电压和电流范围 58

本章介绍 U8030A 系列三路输出直流电源的操作和功能。

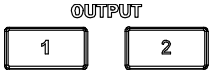
恒定电压操作

下列步骤显示如何执行恒定电压 (CV) 操作。



1 打开电源。

- 按 **[POWER]** 按钮打开电源。
- 电源随后将执行自检 （显示屏上不会指示自检）。
- 显示屏将会瞬时打开所有指示符。
- 默认情况下将禁用输出。 **OFF** 指示符将打开。
- 显示屏将对两个输出 （线路 1 和线路 2 ）显示 **OFF**。



2 选择输出通道。

- 按 **[1]** 可选择输出 1，或
- 按 **[2]** 可选择输出 2。
- 相应的指示符 （**OUT1** 或 **OUT2**）将打开。



3 将显示屏设置为限值模式。

- 按 **[Display Limit]** 按钮可将显示屏设置为限值模式。**LIMIT** 指示符将打开。
- 显示屏将显示所选输出的电压和电流限值。
- 未选定的输出的显示将保持不变。

注意 按 **[Display Limit]** 按钮时，电压和电流限值将在显示屏上显示约 5 秒。如果没有检测到活动，显示屏将返回到万用表模式。

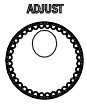




4 调整以获得所需的输出电压。

- 如果有必要，可按 **[Voltage/Current]** 按钮，直到 **V** 指示符闪烁。
- 当 **V** 指示符闪烁时，旋转旋钮可进行调整，以获得所需的输出电压值。





5 调整以获得所需的电流限值。

- 如果有必要，可按 **[Voltage/Current]** 按钮，直到 **A** 指示符闪烁。
- 当 **A** 指示符闪烁时，旋转旋钮可进行调整，以获得所需的电流限值。



6 返回万用表模式。

- 按 **[Display Limit]** 按钮可返回到万用表模式。
- **LIMIT** 指示符将关闭。





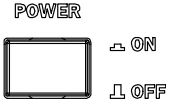
7 启用输出。

- 按 **[Output 1 On/Off]** 或 **[Output 2 On/Off]** 按钮可启用输出。
- **OFF** 指示符将关闭， **CV** 指示符将对相应的输出打开。
- 显示屏现处于万用表模式。

注意 验证电源处于恒定电压模式。确保恒定电压 (CV) 指示符已打开。如果是恒定电流 (CC) 指示符处于打开状态，则选择一个更高的电流限值。

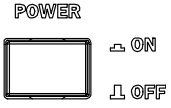
恒定电流操作

下列步骤显示如何执行恒定电流 (CC) 操作。



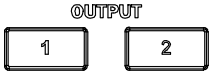
1 短接接线柱。

- 按 **[POWER]** 按钮关闭电源。
- 在所需输出端的正 (+) 和负 (–) 接线柱之间连接一个短路。



2 打开电源。

- 按 **[POWER]** 按钮打开电源。
- 电源随后将执行自检 （显示屏上不会指示自检）。
- 显示屏将瞬时打开所有指示符。
- 默认情况下将禁用输出 （**OFF** 指示符打开）。
- 显示屏将对两个输出 （线路 1 和 2 ）显示 **OFF**。



3 选择输出通道。

- 按 **[1]** 可选择输出 1，或
- 按 **[2]** 可选择输出 2。
- 相应的指示符 （**OUT1** 或 **OUT2**）将打开。



4 将显示屏设置为限值模式。

- 按 **[Display Limit]** 按钮可将显示屏设置为限值模式。**LIMIT** 指示符将打开。
- 显示屏将显示所选输出的电压和电流限值。
- 未选定的输出的显示将保持不变。

注意 按 **[Display Limit]** 按钮时，电压和电流限值将在显示屏上显示约 5 秒。如果没有检测到活动，显示屏将返回到万用表模式。





5 调整以获得所需的电压限值。

- 如果有必要，可按 **[Voltage/Current]** 按钮，直到 **V** 指示符闪烁。
- 当 **V** 指示符闪烁时，旋转旋钮可进行调整，以获得所需的输出电压值。





6 调整以获得所需的输出电流。

- 如果有必要，可按 **[Voltage/Current]** 按钮，直到 **A** 指示符闪烁。
- 当 **A** 指示符闪烁时，旋转旋钮可进行调整，以获得所需的电流限值。



7 返回万用表模式。

- 按 **[Display Limit]** 按钮可返回到万用表模式。
- **LIMIT** 指示符将关闭。





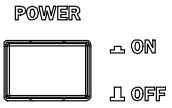
8 启用输出。

- 按 **[Output 1 On/Off]** 或 **[Output 2 On/Off]** 按钮可启用输出。
- **OFF** 指示符将关闭， **CC** 指示符将对相应的输出打开。
- 显示屏现处于万用表模式。

注意 验证电源处于恒定电流模式。确保恒定电流 (CC) 指示符已打开。如果是恒定电压 (CV) 指示符处于打开状态，则选择一个更高的电压限值。

5 V 操作

下列步骤显示如何从 5 V 输出通道输出恒定的 5 V。



1 打开电源。

- 按 **[POWER]** 按钮打开电源。
- 电源随后将执行自检 （显示屏上不会指示自检）。
- 显示屏将瞬时打开所有指示符。
- 默认情况下将禁用输出。 **OFF** 指示符将打开。
- 显示屏将对两个输出 （线路 1 和 2 ）显示 **OFF**。



2 启用 5 V 输出。

- 按 **[5 V On/Off]** 按钮可启用 5 V 输出。
- **OFF** 指示符将关闭， **5 V** 指示符将打开。



3 禁用 5 V 输出。

- 再次按 **[5 V On/Off]** 按钮可禁用 5 V 输出。
- **5 V** 指示符将关闭。

过载情况



检测到过载情况时，将自动禁用 5 V 输出。

- **5 V** 指示符将关闭。
- **5VOL** 指示符将打开。
- 要一步清除过载情况并启用 5V 输出，请按 **[5 V On/Off]** 按钮。

电路故障情况

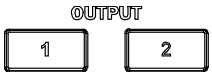


检测到内部电路故障时，将自动禁用 5 V 输出。

- **5 V** 指示符将闪烁。
- 可通过关闭设备电源然后再打开来清除电路故障情况。
- 如果故障情况仍然存在，请停止使用设备，并将其送到授权维修中心进行维修。

跟踪模式操作

启用跟踪模式后，输出 1 和输出 2 的电压设置将相互对应。下列步骤显示如何跟踪所选输出的电压。



1 选择输出通道。

- 按 **[1]** 可选择输出 1，或
- 按 **[2]** 可选择输出 2。
- 相应的指示符 （**OUT1** 或 **OUT2**）将打开。

2 设置所选输出通道的所需的电压设置。

- 重复第 36 页上的 “ 恒定电压操作 ” 中的步骤 3 至步骤 7。



3 启用跟踪模式。

- 按住 **[Track]** 按钮。显示屏将显示 **HOLd**，直到启用跟踪模式为止。
- **TRACK** 指示符将打开。
- 未选定的输出的电压设置将设置为与所选输出的电压设置相同。



4 禁用跟踪模式。

- 再次按 **[Track]** 按钮。 **TRACK** 指示符将关闭。
- 跟踪模式将被禁用。

输出打开 / 关闭操作

下列步骤显示如何同时打开所有输出或分别打开每个输出。

打开或关闭所有输出

打开电源后，将默认禁用所有输出 （输出 1、输出 2 和 5 V 输出）。



1 同时启用所有输出。

- 按 **[All On/Off]** 按钮，一次按键操作即可启用所有输出。
- **OFF** 指示符将关闭。
- 显示屏将显示线路 1 上输出 1 和线路 2 上输出 2 的电压和电流值。
- **5 V** 指示符将打开。



2 同时禁用所有输出。

- 如果启用了所有输出，按 **[All On/Off]** 按钮将禁用所有输出。

注意 如果禁用了所有输出，按 **[All On/Off]** 按钮将启用所有输出。

打开或关闭单个输出

按每个输出相应的 On/Off 按钮可分别启用或禁用每个输出。



1 启用或禁用输出 1。

- 按 **[Output 1 On/Off]** 按钮可启用输出 1。
- 显示屏将显示线路 1 上输出 1 的电压和电流值。
- 线路 2 上输出 2 的显示保持不变。
- 再次按 **[Output 1 On/Off]** 按钮可禁用输出 1。



2 启用或禁用输出 2。

- 按 **[Output 2 On/Off]** 按钮可启用输出 2。
- 显示屏将显示线路 2 上输出 2 的电压和电流值。
- 线路 1 上输出 1 的显示保持不变。
- 再次按 **[Output 2 On/Off]** 按钮可禁用输出 2。



3 启用或禁用 5 V 输出。

- 按 **[5 V On/Off]** 按钮可启用 5 V 输出。
- 5 V 指示符将打开。
- 线路 1 和 2 上的输出 1 和输出 2 的显示保持不变。
- 再次按 **[5 V On/Off]** 按钮可禁用 5 V 输出。

注意 只有在禁用了所有三个输出后， **OFF** 指示符才会打开。

存储器操作

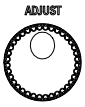
可在非易失性存储位置中最多存储三个操作状态。存储功能可记住电压和电流限值设置、OVP 和 OCP 打开或关闭状态以及 OVP 和 OCP 断路电平。下列步骤显示如何存储和调用操作状态。

存储操作状态



1 存储电源当前操作状态。

- 按 **[Memory]** 按钮。
- **M1** 指示符将闪烁。



2 旋转旋钮以选择用于存储操作状态的存储器位置。

- **M1**、 **M2** 和 **M3** 指示符将以循环方式依次闪烁。



3 再次按 [Memory] 按钮可将当前操作状态保存到所选存储器位置中。

- 显示屏将显示 **dOnE**。
- **M1**、 **M2** 和 **M3** 指示符将关闭。

注意 要取消此操作，可让设备空闲 5 秒钟。

调用操作状态



1 调用以前存储的操作状态。

- 按住 **[Memory]** 按钮，直到 **M1** 指示符停止闪烁。
- **M1** 指示符将打开。
- 显示屏将显示在 **M1** 存储器位置中存储的设置。



2 旋转旋钮可显示在 M1、 M2 和 M3 存储器位置中保存的设置。

- **M1**、 **M2** 和 **M3** 指示符将以循环方式依次打开。
- 显示屏将以循环方式依次显示在 **M1**、**M2** 和 **M3** 存储器位置中存储的设置。



3 再次按 [Memory] 按钮可调用存储在所选存储器位置中的操作状态。

- 显示屏将显示 **dOnE**。
- **M1**、 **M2** 和 **M3** 指示符将关闭。

注意 要取消此操作，可让设备空闲 5 秒钟。

存储器输出操作

使用存储器输出功能可以按顺序从 **M1**、**M2** 和 **M3** 存储器位置自动调用操作状态。

可对三个时间间隔进行编程：

- Δt_1 – 调用 **M1** 和调用 **M2** 之间的延迟时间。
- Δt_2 – 调用 **M2** 和调用 **M3** 之间的延迟时间。
- Δt_3 – 调用 **M3** 和调用 **M1** 之间的延迟时间。

启用存储器输出单个操作



1 启用存储器输出单个操作。

- 按住 **[Memory Output]** 按钮。显示屏将显示 **HOLd**，直到启用存储器输出操作为止。
- **Δt** 指示符将打开，所有 **M1**、 **M2** 和 **M3** 指示符都将打开。
- 将立即从 **M1** 存储器位置调用操作状态。
- **M1** 指示符将闪烁。 **M2** 和 **M3** 指示符将稳定打开。
- 等待 Δt_1 后，将从 **M2** 存储器位置调用操作状态。
- **M2** 指示符将闪烁。 **M1** 和 **M3** 指示符将稳定打开。
- 等待 Δt_2 后，将从 **M3** 存储器位置调用操作状态。
- **M3** 指示符将闪烁两秒钟。 **M1** 和 **M2** 指示符将稳定打开。
- 存储器输出操作已完成。
- **Δt** 指示符将关闭，所有 **M1**、 **M2** 和 **M3** 指示符都将关闭。

启用存储器输出循环操作



1 启用存储器输出循环操作。

- 按住 **[Memory Output]** 按钮，直到 **Δt** 指示符开始闪烁为止。（**Δt** 指示符在开始闪烁之前将打开。）
- 所有 **M1**、 **M2** 和 **M3** 指示符都将打开。
- 将立即从 **M1** 存储器位置调用操作状态。
- **M1** 指示符将闪烁。 **M2** 和 **M3** 指示符将稳定打开。
- 等待 Δt_1 后，将从 **M2** 存储器位置调用操作状态。
- **M2** 指示符将闪烁。 **M1** 和 **M3** 指示符将稳定打开。
- 等待 Δt_2 后，将从 **M3** 存储器位置调用操作状态。
- **M3** 指示符将闪烁。 **M1** 和 **M2** 指示符将稳定打开。
- 等待 Δt_3 后，将从 **M1** 存储器位置调用操作状态。
- 此过程将无限重复，直到取消为止。



2 取消存储器输出循环操作。

- 在存储器输出循环操作期间按 **[Memory Output]** 按钮将会立即终止此操作。
- 所有输出将被禁用。
- **OFF** 指示符将打开。

对存储器输出时间间隔进行编程





1 编辑存储器输出时间间隔。

- 按 **[Δt]** 按钮。
- **Δt** 指示符将打开。
- 默认情况下， **M1** 指示符将打开，指示选定了 Δt_1 进行调整。
- 要选择 Δt_2 或 Δt_3，请按 **[Memory]** 按钮，直到相应的 **M2** 或 **M3** 指示符打开。
- 显示屏以秒为单位显示时间间隔，整数部分在线路 1 上，小数部分在线路 2 上。
- 按 **[Δt]** 按钮可更改光标位置。旋转旋钮以调整值。可使用最大为 10 ms 的解析度来设置时间间隔。
- 您可以设置时间间隔，该间隔的范围是 0 秒到 9999.99 秒（两个小时 46 分钟 39 秒 990 毫秒）。
- 按住 **[Δt]** 按钮可保存设置。
- 显示屏将显示 **dOnE**。

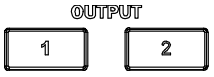
注意 要取消此操作，可让设备空闲 5 秒钟。

对过电压保护编程

过电压保护可防止负载输出电压达到超过编程保护电平的值。

下列步骤显示如何启用和禁用过电压保护 (OVP)，如何设置 OVP 断路电平，以及如何清除过电压情况。

设置 OVP 断路电平并启用 OVP



1 选择输出通道。

- 按 **[1]** 可选择输出 1，或
- 按 **[2]** 可选择输出 2。
- 相应的指示符 （**OUT1** 或 **OUT2**）将打开。



2 设置 OVP 断路电平。

- 按 **[Over Voltage]** 按钮。
- **LIMIT** 指示符将关闭。
- 相应的 OVP 指示符 （**OVP1** 或 **OVP2**）将持续闪烁。
- 显示屏将显示所选输出的 OVP 值。
- **V** 指示符将持续闪烁。



3 旋转旋钮以调整 OVP 值。

- 当 **V** 指示符闪烁时，可旋转旋钮并调整到所需的 OVP 值。

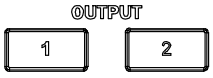


4 启用 OVP。

- 再次按 **[Over Voltage]** 按钮可结束调整并启用 OVP。
- 显示屏将显示 **dOnE**。
- 相应的 OVP 指示符 （**OVP1** 或 **OVP2**）将打开。

注意 要取消此操作，可让设备空闲 5 秒钟。

禁用 OVP



1 选择启用了 OVP 的输出通道。

- 按 **[1]** 可选择输出 1，或
- 按 **[2]** 可选择输出 2。
- 相应的指示符 （**OUT1** 或 **OUT2**）将打开。



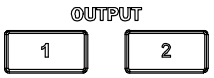
2 禁用 OVP。

- 再次按 **[Over Voltage]** 按钮可禁用 OVP。
- 相应的 OVP 指示符 （**OVP1** 或 **OVP2**）将关闭。

清除过电压情况

只有在启用了相应的输出时才会发生 OVP 断路。发生 OVP 断路时，相应的输出将被自动禁用。

- 如果 OVP 断路发生在输出 1 上，显示屏将在线路 1 上显示 **triP**，并且 **OVP1** 指示符将闪烁。
- 如果 OVP 断路发生在输出 2 上，显示屏将在线路 2 上显示 **triP**，并且 **OVP2** 指示符将闪烁。



1 选择发生 OVP 断路的输出通道。

- 按 **[1]** 可选择输出 1，或
- 按 **[2]** 可选择输出 2。
- 相应的指示符 （**OUT1** 或 **OUT2**）将打开。



2 清除 OVP 断路。

- 再次按 **[Over Voltage]** 按钮可清除 OVP 断路。

注意 如果 OVP 断路仍然存在，可减小电压限值设置以清除断路。

注意 电源的 OVP 电路包含撬棍 SCR，无论何时出现过电压情况， SCR 都能有效地让电源输出短路。如果电池等外部电压源通过输出连接，而且意外出现过电压情况， SCR 将持续吸收来自此源的大量电流；这有可能损坏电源。为避免这种情况，必须串联二极管和输出，如图 2-1 中所示。

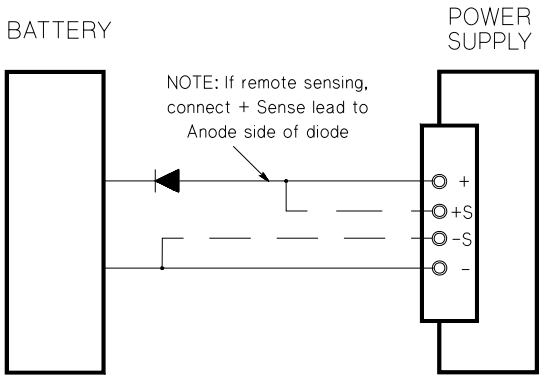


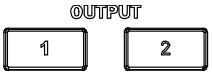
图 2-1 建议用于电池充电的保护电路

对过电流保护编程

过电流保护可防止负载输出电流达到超过编程保护电平的值。

下列步骤显示如何启用和禁用过电流保护 (OCP)，如何设置 OCP 断路电平，以及如何清除过电流情况。

设置 OCP 断路电平并启用 OCP



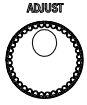
1 选择输出通道。

- 按 **[1]** 可选择输出 1，或
- 按 **[2]** 可选择输出 2。
- 相应的指示符 （**OUT1** 或 **OUT2**）将打开。



2 设置 OCP 断路电平。

- 按 **[Over Current]** 按钮。
- **LIMIT** 指示符将关闭。
- 相应的 OCP 指示符 （**OCP1** 或 **OCP2**）将持续闪烁。
- 显示屏将显示所选输出的 OCP 值。
- **A** 指示符将持续闪烁。



3 旋转旋钮以调整 OCP 值。

- 当 **A** 指示符闪烁时，可旋转旋钮并调整到所需的 OCP 值。

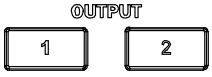


4 启用 OCP。

- 再次按 **[Over Current]** 按钮可结束调整并启用 OCP。
- 显示屏将显示 **dOnE**。
- 相应的 OCP 指示符 （**OCP1** 或 **OCP2**）将打开。

注意 要取消此操作，可让设备空闲 5 秒钟。

禁用 OCP



1 选择启用了 OCP 的输出通道。

- 按 **[1]** 可选择输出 1，或
- 按 **[2]** 可选择输出 2。
- 相应的指示符 （**OUT1** 或 **OUT2**）将打开。



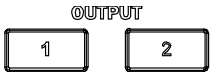
2 禁用 OCP。

- 再次按 **[Over Current]** 按钮可禁用 OCP。
- 相应的 OCP 指示符 （**OCP1** 或 **OCP2**）将关闭。

清除过电流情况

只有在启用了相应的输出时才会发生 OCP 断路。发生 OCP 断路时，相应的输出将被自动禁用。

- 如果 OCP 断路发生在输出 1 上，显示屏将在线路 1 上显示 **triP**，并且 **OCP1** 指示符将闪烁。
- 如果 OCP 断路发生在输出 2 上，显示屏将在线路 2 上显示 **triP**，并且 **OCP2** 指示符将闪烁。



1 选择发生 OCP 断路的输出通道。

- 按 **[1]** 可选择输出 1，或
- 按 **[2]** 可选择输出 2。
- 相应的指示符 （**OUT1** 或 **OUT2**）将打开。



2 清除 OCP 断路。

- 再次按 **[Over Current]** 按钮可清除 OCP 断路。

注意 如果 OCP 断路仍然存在，可减小电流限值设置以清除断路。

键锁操作

此操作可为电源前面板上的旋钮和所有按钮提供锁定功能，以保护所需设置。默认情况下，在开机时键锁处于禁用状态。



1 启用键锁。

- 按 **[Lock/Unlock]** 按钮。
- **LOCK** 指示符将打开。
- 启用键锁功能后，旋钮和所有按钮都被禁用，只有 **[Lock/Unlock]** 按钮*除外*。



2 禁用键锁。

- 按住 **[Lock/Unlock]** 按钮超过 1 秒。
- 按住 **[Lock/Unlock]** 按钮时，显示屏将显示 **HOLd**，直到键锁被禁用为止。
- 键锁被禁用后， **LOCK** 指示符将关闭。

系统相关操作

重置为出厂默认值



要重置为出厂默认值，请在打开设备电源时按住 **[All On/Off]** 按钮，直到显示屏显示 **dOnE**。

- OVP 和 OCP 将被禁用，其断路电平将设置为最大值 （即，超过 CV 和 CC 额定值的 10%）。
- 所有存储器存储位置将被清除。
- 电压限值设置为 0，电流限值设置为最大额定值。
- 校准数据不受出厂默认值重置的影响。

开机自检

打开电源设备的电源时，将自动进行开机自检。此测试可确保设备正常操作。开机自检将检查闪存数据存储器，并在关闭设备时检查电压和电流输出。

注意 如果测试失败，显示屏将显示 **Err** 以及错误代码。有关详细信息，请参阅第 33 页上的 “ 错误代码的列表 ”。

显示固件和模拟板版本





要显示固件和模拟板版本，请在打开设备电源时同时按住 **[Over Voltage]** 和 **[Display Limit]** 按钮。

- 显示屏将在线路 1 上显示前面板固件版本 1 秒钟。
- 此后，显示屏将显示：
  - 线路 1 上模拟板 1 的固件和模拟板版本，以及
  - 线路 2 上模拟板 2 的固件和模拟板版本 1 秒钟。

扩展电压和电流范围

小心

- 切勿超过任何电源的浮动电压额定值。
- 切勿使任何电源置于负电压条件下。

警告

致命电压和电流

- 请远离带电电路。该仪器的输出端子和感测端子的最高工作电压为 60 VDC。
- 电击危险。浮动电压不得超过 240 VDC。输出端子上的总电压和浮动电压与机箱接地间的电压不得超过 240 VDC。
- 输出端子是为直流应用设计的。确保瞬变电压不超过 480 VPK 或 480 VDC。
- 在设备工作时，如果触碰这些端子，可能会造成接触性人身伤害。
- 为了避免伤害，在进行任何安装之前，都要断开电源、将电路放电并移除外部电压源。
- 安装程序必须由经过培训的合格人员在此设备上执行。

可以串联或并联方式连接两个或更多电源，以扩展电压或电流范围。对于额定功率较高的电源而言，这是降低成本的备用连接方式。

串联

将两个或更多电源串联起来可以使任何一个电源达到输出隔离额定值，从而获得比单个电源更高的电压。以串联方式连接的电源可以两个电源的方式对一个负载供电，或以每个电源的方式对负载单独供电。电源包含一个二极管，其相反的两极连接到输出端子，以避免在与其他电源串联时发生任何损坏。如果负载短路，或当串联电源中的一个电源单独打开时，它可以提供保护。

当使用串联时，输出电压是所有电源的输出电压的总和，输出电流是单个电源的输出电流。要获得总输出电压，必须对每个电源进行调整。

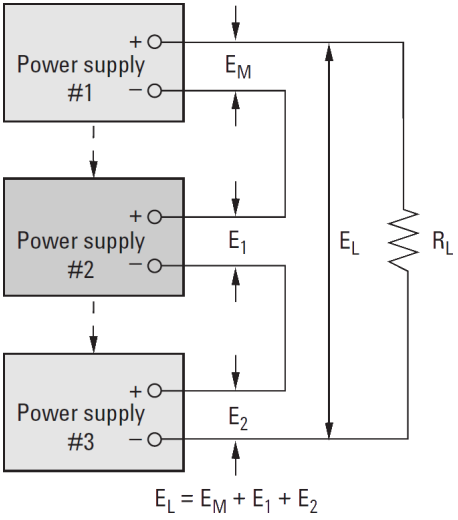


图 2-2 以串联方式连接设备

并联

能够进行恒定电压或恒定电流自动切换操作的两个或更多电源可以并联方式连接起来，使总输出电流大于单个电源的输出电流。总输出电流是所有电源的输出电流的总和。可对每个电源的输出单独进行设置。

其中一个电源的输出电压控制应设置为所需的输出值，而另一个电源应设置为稍高的输出电压。输出电压设置稍高的电源将提供其恒定电流输出，而降低其输出电压。这种情况将持续到其输出电压与另一个电源的输出电压相等为止，后者保持恒定电压操作，只提供满足总负载需求所需的额定输出电流部分。

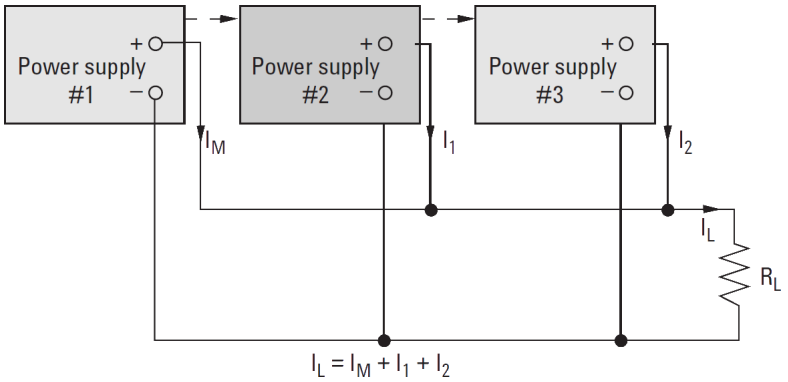


图 2-3 以并联方式连接设备

3 特征和规格

有关 U8030A 系列三路输出直流电源的特征和规格，请参考位于以下网站的数据表：http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5990-9321EN.pdf。

本页特意留为空白。

本信息如有更改，恕不另行通知。请始终参考 Keysight 网站中的英文版本以获得最新的修订版。

© 是德科技 2011-2020
第 7 版， 2020 年 12 月 4 日

马来西亚印刷

U8031-90014
www.keysight.com