



用户手册

开关型直流电源
ARRAY 367X 系列

ARRAY ELECTRONIC

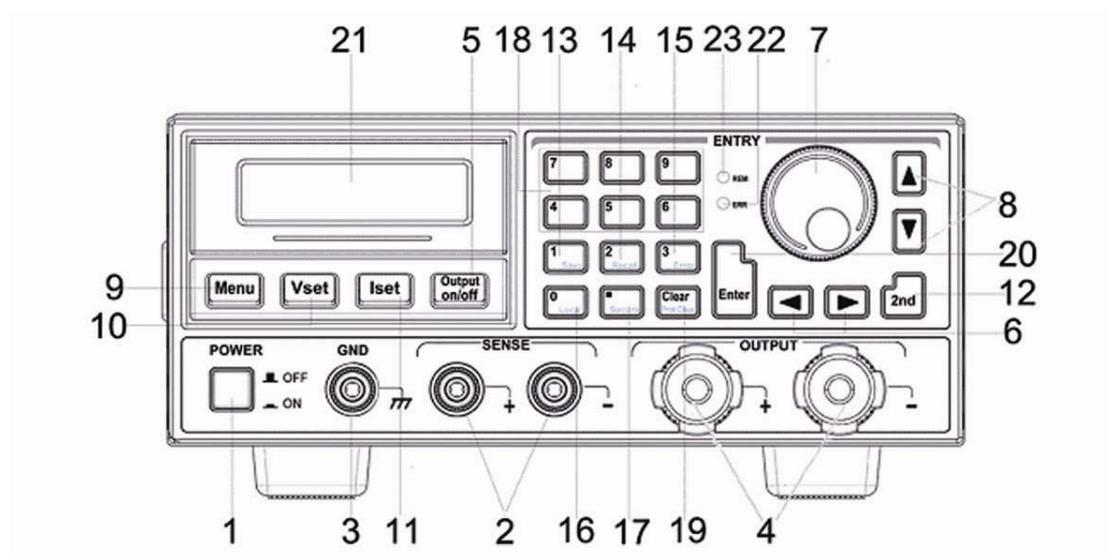
ARRAY 367X 系列开关型直流电源

ARRAY 367X 系列是带有 RS-232、USB（选配）及 GPIB（选配）接口的 800W 高性能可编程开关型直流电源。具有坚固耐用、操作简单、高效率、输出精度高、噪声小、能从 0V 起调等优点，可以为各种设计与测试平台提供灵活、可靠的供电方案。

丰富的台式供电功能：

- * 高清晰度液晶显示屏
- * 同时具备全功能数字键盘和旋钮
- * 开关型直流电源实现高效率
- * 达到与线性电源相同的 0-V_{out} 连续可调
- * 达到与线性电源相媲美的输出低纹波和杂讯
- * 优秀的电网及负载调整率
- * 10 组工作状态存储及调用
- * 高强度机箱及防滑、便携设计灵活的系统功能
- * 标准配置 RS-232 接口，可选配 GPIB 接口，USB 接口
- * 兼容 SCPI 可编程仪器标准命令
- * 直接从前面板设定 I/O 参数

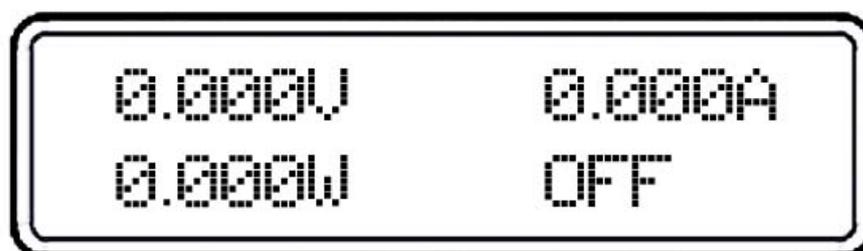
前面板总览



- | | |
|--------------|--------------|
| 1、交流电源开关 | 2、SENSE 连接端子 |
| 3、机壳地连接端子 | 4、电源输出连接 |
| 5、输出启用/禁用键 | 6、左移/右移键 |
| 7、控制旋钮 | 8、上移/下移键 |
| 9、菜单设置键 | 10、电压设定键 |
| 11、电流设定键 | 12、按键第二功能按键 |
| 13、第二功能存储键 | 14、第二功能调用键 |
| 15、第二功能错误查询键 | 16、第二功能本地键 |
| 17、第二功能安全键 | 18、数字键 |
| 19、第二功能清除键 | 20、确定键 |
| 21、显示屏 | 22、ERR 显示灯 |
| 23、REM 显示灯 | |

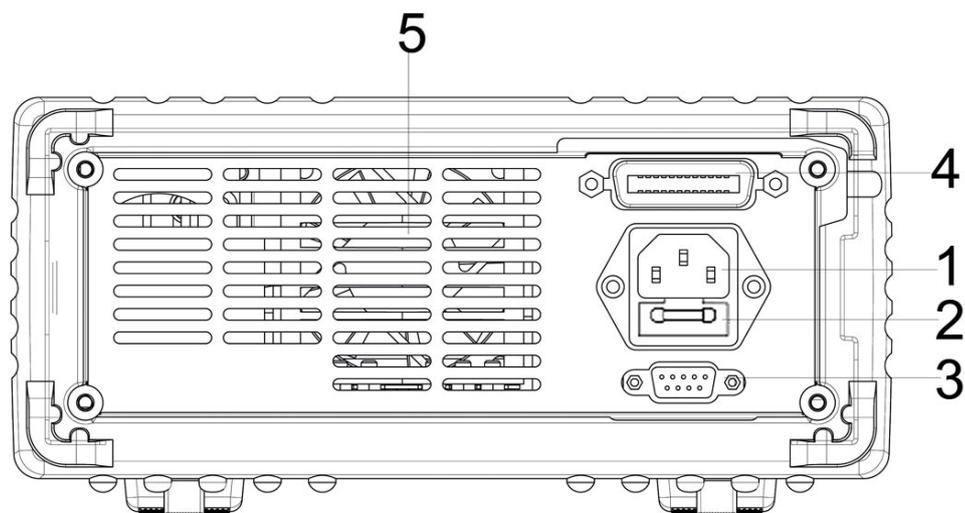
-
- 1、 **交流电源开关**：用来打开或关闭交流电源。
 - 2、 **SENSE 连接端子**：远端电压测试端子，红色为正极，黑色为负极。
 - 3、 **机壳地连接端子**：机壳地连接端子，若要将电源地与大地相连时，通过此端子接到大地。
 - 4、 **电源输出连接**：电源输出端子，其中红色为+输出端，黑色为-输出端。
 - 5、 **输出启用/禁用键**：打开或者关闭电源的输出。
 - 6、 **左移/右移键**：将闪烁位左移或者右移，或选择不同选项。
 - 7、 **控制旋钮**：通过顺时针或逆时针旋转，调整闪烁位的数值或选择不同选项。
 - 8、 **上移/下移键**：可以通过该按键进行菜单项的翻页。
 - 9、 **菜单设置键**：选择此菜单可以进入菜单设置目录。
 - 10、 **电压设定键 (VSET)**：用来查看或调节电源的电压 (VSET) 设定值。
 - 11、 **电流设定键 (ISET)**：用来查看或调节电源的电流 (ISET) 设定值。
 - 12、 **按键第二功能按键 (2nd)**：按下此键，可以启用其他按键的第二功能。
 - 13、 **第二功能存储键 (Save)**：将电源的当前工作状态保存到存储单元“0”、“1”、……“9”中。
 - 14、 **第二功能调用键 (Recall)**：从存储单元“0”、“1”、……“9”中调用预先存储的状态。
 - 15、 **第二功能错误查询键 (Error)**：查看、读取错误信息代码。
 - 16、 **第二功能本地键 (Local)**：使电源从远端控制模式转到本地模式。
 - 17、 **第二功能安全键 (I/O config)**：第二功能是对电源的校准进行加密或解密。
 - 18、 **数字键 (0-9 以及 .)**：用于设定数值。
 - 19、 **第二功能清除键 (Clear)**：清除当前输入值或退出选项。
 - 20、 **确定键 (Enter)**：确定当前设定值或选项。
 - 21、 **显示屏**：用来显示电源的参数和状态
 - 22、 **ERR 显示灯** 当电源出现错误时，ERR 红色显示灯亮
 - 23、 **REM 显示灯** 当电源在远程控制时，REM 绿色显示灯亮

面板信息指示



0.000V	显示当前电压值
0.000A	显示当前电流值
0.000W	显示当前功率值
OT	表示电源正处于过温状态。
OV	表示电源正处于过电压状态，且电源已经禁止输出。
OFF	表示电源输出处于关闭状态。
ERROR	表示检测到电源硬件或远端控制命令错误，且错误位未被消除或未被读取。
Unreg	表示电源当前输出处于不稳定状态（输出既不是 CV，也不是 CC）。
CV	表示电源处于恒电压输出状态。
CC	表示电源处于恒电流输出状态。

后面板总览



-
- 1、交流电源输入接口
 - 2、电源保险丝座
 - 3、RS-232 接口
 - 4、GPIB 接口或 USB 接口（选购）
 - 5、风扇排风口

本书内容

概述

电源的一般性说明，此外还提供了有关检查电源、选择交流电压以及连接交流电源的规程。

初始化操作

确保电源产生额定的输出，并正确的响应前面板的操作。

前面板操作

详细介绍前面板按键和旋钮的用法，以及如何使用这些按键旋钮从前面板操作电源，此外还讲述了如何配置电源的远程接口，并简要地介绍了校准功能。

远程接口参考资料

本章所含的参考信息可以帮助您通过远程接口程控电源，此外还介绍了如何程控状态报告。

应用程序

提供了某些远程接口应用程序，可以帮助您开发自己的应用程序。

教程

说明线性电源的基本操作，并提供了相关操作和使用 ARRAY 367X 系列电源的详细信息。

技术参数

列出了电源的各项基本参数。

目 录

第一章 概述	12
概述.....	13
安全注意事项.....	13
说明.....	13
安装.....	14
初始检查.....	14
机械检查.....	14
电气检查.....	15
温度控制.....	15
机架安装.....	15
第二章 初始操作	16
初始操作.....	17
供电检查.....	17
电源线.....	17
保险丝更换.....	18
加电检查.....	19
进入自检.....	19
完成自检.....	20
启动输出.....	20
输出检查.....	21
电压输出检查.....	21
电流输出检查.....	22
第三章 前面板操作	24
前面板操作.....	25
前面板主要操作.....	25
打开/关闭输出.....	25
设定恒压输出.....	26
连接负载到相应的输出端子.....	26
打开电源.....	26
设定所需的输出电压.....	26
设定最大电流.....	27
打开输出.....	27
验证电源处于恒电压模式.....	27
设定恒流输出.....	27

连接负载到相应的输出端子.....	28
打开电源.....	28
设定最高输出电压.....	28
设定所需的输出电流.....	28
打开输出.....	29
验证电源处于恒电流模式.....	29
菜单项设置.....	29
主菜单描述.....	29
保存和调用.....	30
显示错误信息.....	31
本地/远程操作切换.....	31
保护功能.....	31
清楚异常锁定状态.....	31
过电压.....	32
过温度.....	32
电源校准.....	32
校准设备.....	32
注意事项.....	32
校准方法.....	33
第四章 远端接口参考资料.....	37
远端接口参考资料.....	38
SCPI 命令说明.....	38
SCPI 命令介绍.....	39
本手册使用的命令格式.....	40
命令分隔符.....	41
使用 MIN 和 MAX 参数.....	41
查询参数设置.....	41
SCPI 命令终止符.....	42
SCPI 参数类型.....	42
数值参数.....	42
离散参数.....	42
布尔参数.....	42
字符串参数.....	42
输出设置和操作命令.....	43
触发命令.....	43
系统相关命令.....	44
校准命令.....	44
状态报告命令.....	45
RS-232 接口命令.....	45

简化的程控概述.....	46
使用 APPLY 命令.....	46
使用低级命令.....	46
选择触发源.....	47
使用 APPLY 命令.....	47
输出设置和操作命令.....	48
量测命令.....	48
输出开启/关闭和跟踪操作命令.....	48
输出设置命令.....	49
触发源选择.....	50
触发源选择.....	51
总线触发.....	51
即时触发.....	51
触发命令.....	51
系统相关命令.....	52
校准命令.....	54
RS-232 接口命令.....	55
SCPI 状态寄存器.....	56
什么是事件寄存器.....	56
什么是允许寄存器.....	57
可疑状态寄存器.....	58
状态事件寄存器.....	69
状态字节寄存器.....	60
状态报告命令.....	61
SCPI 版本信息.....	63
SCPI 确认的命令.....	63
设备专用命令.....	64
第五章 应用程序.....	66
应用程序.....	67
使用 QuickBASIC 的 RS-232 操作.....	67
第六章 教程.....	68
教程.....	69
ARRAT 367X 电源概述.....	69
输出特性.....	69
不稳定状态.....	70
干扰信号.....	71
连接负载.....	71
隔离输出.....	71

连接多个负载.....	71
注意事项.....	72
电容性负载.....	72
电感性负载.....	72
脉冲负载.....	72
反向电流负载.....	72
扩大输出范围.....	73
可靠性.....	73
第七章 技术参数.....	74
技术参数.....	75
性能参数.....	75
瞬态响应时间.....	76
命令处理时间.....	76
补充特性.....	76
附录 错误消息.....	79
错误消息.....	80
执行错误.....	81
自检错误.....	84
校准错误.....	85

第一章

—— 概述

概述

本章对电源进行了一般性介绍，并提供了有关的初始检查、选择交流电电压以及将电源与交流电源连接的操作规程。

安全注意事项

本电源是安全仪器，具有接地保护端子，该端子在接交流电源时必须通过三线接地插座与供电电源的地相接。

在安装和操作之前，必须先检查电源并阅读本手册中介绍的安全标记和操作规定。有关具体安全操作的信息，参见本手册的相应章节。

说明

ARRRY 367X 系列是一种可编程开关型稳压、恒流直流电源，具有优秀的电网及负载调整率，极低的输出纹波与杂讯，适合作为供电系统使用。本电源是开关模式的电源，具有 180-265AC 宽电源电压输入，高功率因数，高效率和可输出低至 0V。

ARRRY 367X 可从前面板独立调整输出的电压或者电流，也可通过 RS-232、USB 或 GPIB 接口进行控制。可以使用前面板的按键或旋钮调整所选输出的电压或电流；在精度降低的情况下不开机箱进行重新校准（含更改校准密码）；将电源从远端控制模式转换为本地模式；通过远端接口来设定和监视电源；通过前面板的液晶显示屏监视电源的设定和输出；以及所有在电源工作时出现的状态指示、错误信息等。

从远端接口控制时，可同时作为听者和讲者。可以通过外部控制器由 RS-232、USB 或 GPIB 接口设置电源并返回数据。以下功能可通过 RS-232、USB 或 GPIB 接口完成：

-
- * 电源电压、电流的设定
 - * 电源电压、电流的回读
 - * 启用/禁止跟踪模式
 - * 当前或已存储状态回读
 - * 编程语法错误检测
 - * 电压、电流校准
 - * 输出开启/关闭
 - * 系统自检

前面板有用于显示输出电压、电流的液晶显示屏，其中包含的一个五位电压和一个五位电流显示区能同时准确的显示当前输出值，或者设定值。液晶显示屏可以显示电源当时所处的状态。

可通过前面板的接线端子接到电源输出和机壳地，SENSE 连接端子可以远程采样电源的电压。可将每个输出的正负端子接地，或者与机壳地保持一定的电压。但每个输出端子与机壳地之间的电压不得超过 ± 240 Vdc。电源附带有可拆卸的三线接地型电源线。交流电源的保险丝位于电源的后面板上，需要时可以取出更换。

无需打开机壳，就可进行校准。可直接从前面板对电源进行校准，校正系数存储在电源的非易失性存储器中。在使用校准保护功能后，可以防止未经授权的校准。

安装

初始检查

当您收到电源后，请检查是否有任何运输上或者其他方面的损坏，如有任何损坏，请立即与运输单位和经销商联络，做到及时处理。

请保存好仪器的包装，以备以后仪器需要寄回厂家进行维修时使用。当您的仪器出现问题需要寄回时，请在包装内附带一份标示物主和仪器型号的卡片，并附上故障现象说明。

机械检查

此项检查确保仪器按键及旋钮没有破损，机壳和表面没有碰撞的凹陷和擦伤痕迹，显示屏没有划痕或者破裂。

电气检查

此项检查参见第二章的初始操作步骤，如果顺利完成了初始操作步骤，即可认定电源的运行符合其技术参数。

温度控制

电源在 0~40℃ 的温度范围内运行时不会影响其性能参数，在 40~55℃ 时，电源可能会出现过温保护（视输入电压和输出功率）。电源散热采用风冷散热，冷空气从两旁的进风口抽进机箱，再后面经由风扇由出风口排出，带走热量。

在安装电源时，应尽量在机箱后部和两侧位置留出足够空间以便有利于散热。如安装在机架内时，需要取下橡胶缓冲圈。

机架安装

可将电源安装在标准的 19 寸机架内。

在安装前，必须先将电源前后端的橡胶缓冲圈取下。

第二章

—— 初始操作

初始操作

在本章节中，将会重点介绍在正常使用电源前所必须进行的三个检查：供电检查、加电检查和输出检查。供电检查是为了能给电源正确供电所作的检查；加电检查是在给电源正确供电的情况下，检查其内部的微处理器和前面板显示是否能正常工作所作的检查；输出检查则是检查电源是否能提供额定功率的输出，并且是否能及时响应前面板所进行的操作。



* 建议使用者不管有无操作经验，都应阅读本章内容，以便在使用前确认电源符合要求，并能更好的掌握电源的各种特性方便日后使用

供电检查

ARRAY 367X 系列电源可在额定电压为 180V-265V，频率为 47 到 63HZ 的普通单相交流电下使用。在机身后面板的电源接口下有一个电源电压标识，该标识即表示该电源出厂时设定的额定交流电压。

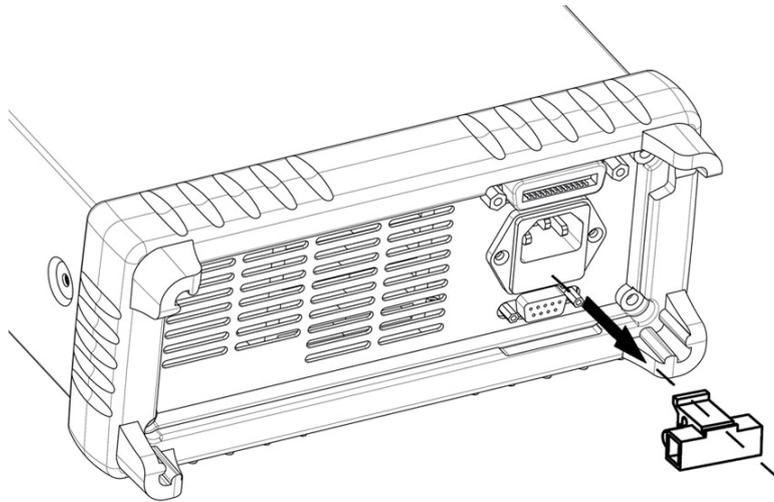
电源线

电源出厂时会随机附送一根符合所在国使用标准的电源线。如发现有所附电源线与当地不符的情况，请立刻与经销商联络。电源线采用三芯接地线，线径为 $1\text{mm}^2 \times 3$ ，第三根导线为地线。只有当电源线插入了合适的电源插座后，电源才能正常使用。在未正确接地或接地不良的情况下，请勿使用电源以免发生危险。

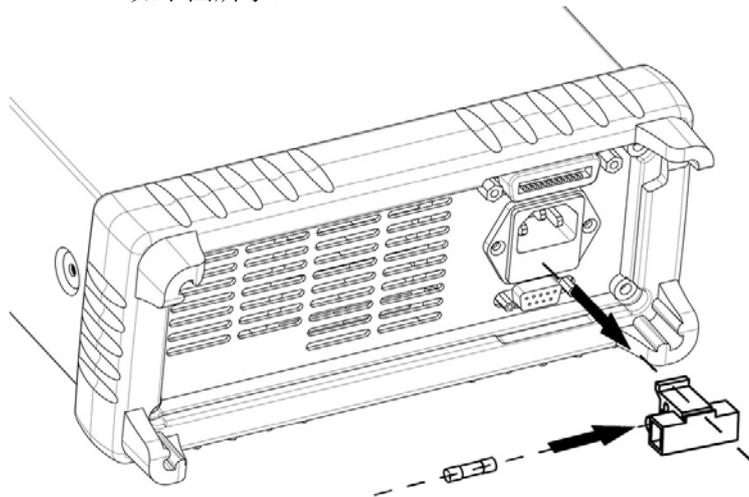
保险丝更换

1、更换保险丝，

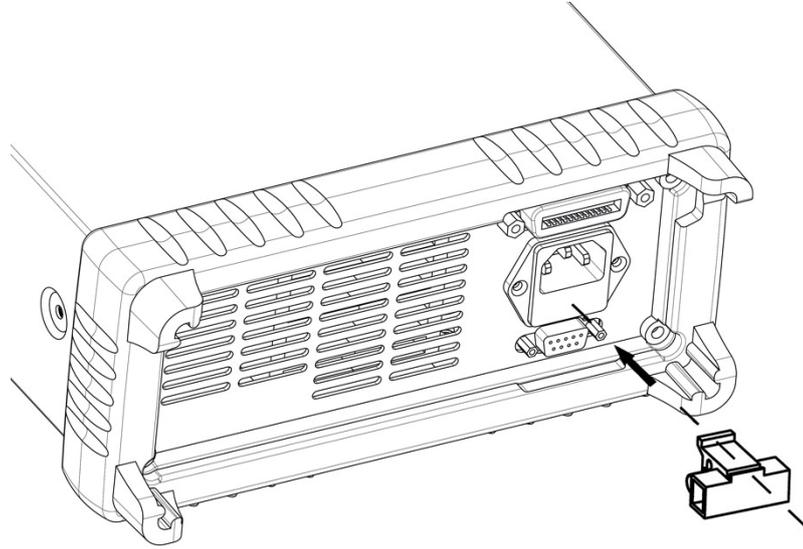
第一步：取出位于交流电源输入接口下方用于放置保险丝的卡槽。如下图所示：



第二步，取下不符合要求的保险丝，并重新放入符合要求的保险丝。如下图所示：



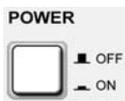
第三步，将保险丝卡槽重新插入原位。如下图所示：



当电源用于 180–265V 交流电操作时，使用 10AT 保险丝。

加电检查

此项检查包括电源开机后进行的内部微处理器自检和系统自检，以及前面板显示与自检进程相符的信息提示。您可以看到如下过程：

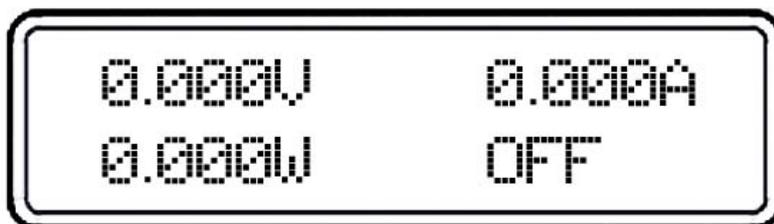


1、进入自检

打开电源开关，电源立即开始初始化操作，然后进行自检，检查范围包括内部微处理器以及整个电源系统。

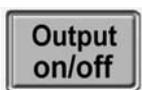
2、完成自检

完成各个自检项目，在没有检测到有错误或异常情况下，电源进入到加电/复位状态下，输出被禁止，。显示屏显示如下：



其中“OFF”表示电源输出被禁止。

1、启动输出



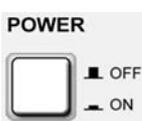
按下“OUT on/off”键以启动输出。显示屏右下角“OFF”关闭，显示屏右下角“CC”或“CV”显示。此时显示屏自动切换到监视模式，监视输出电压和电流的实际值。



* 如果加电自检检测到有错误或者异常情况，“ERROR”指示灯会点亮。
具体错误信息请见附录的相关章节。

输出检查

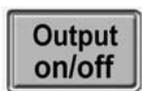
输出检查是检查电源的输出是否正常,以及是否能及时、准确地响应各种操作。具体步骤如下:



电压输出检查

1、打开电源

按下开机按钮,完成加电检查。在正常的情况下电源会自动进入启动/复位状态。液晶显示屏右下角显示 OFF,电压和电流输出为 0。



2、启用输出

按下“OUT on/off”键,打开电源输出。此时显示屏处于监视状态,“CV”或“CC”显示在液晶屏的右下角,同时显示一个五位电压计量表和一个五位电流计量表,它们分别显示电源此刻的实际输出电压和电流值。



3、检测电源电压计量表是否正确响应前面板按钮和旋钮的操作

检测旋钮

当输出打开,显示屏为监视模式时,按左移键将闪烁位移到电压显示值上,顺时针或逆时针旋转旋钮,检查电压值是否随之增大或减小,同时电流读数是否接近零。

检测按键

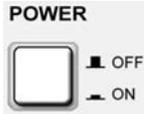
当输出打开,显示屏为监视模式时,按下“VSET”键,,液晶显示屏上电压设定值处于闪烁状态,此时可直接按下前面板的数字键输入所需的电压值。再按下“Enter”键确认并退出设定状态,回到监视模式。这一过程中需要检查电压显示值是否能准确响应按键操作。



检测电压输出是否能从 0 调整到最大额定值

用上一步骤操作方法,将电压逐渐减小到 0V,然后再逐渐增加到额定值。此时电压计量表所示值应该随之变化,同时输出电压也应该随之变化。

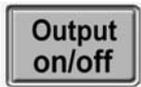
电流输出检查



1、打开电源

按下开机按钮，完成加电检查。在正常的情况下电源会自动进入启动/复位状态。液晶显示屏右下角显示 OFF 状态，电压和电流的显示值都显示 0。

2、用绝缘的测试导线跨接到电源的“+”和“-”输出端子上（短接线的截面积需大于 1.5mm²）。



3、启用输出

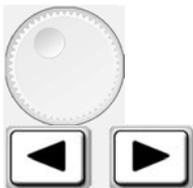
按照电压设置方法设置电源电压为 5V，按下 “OUT on/off” 键，此时显示屏处于监视状态，同时显示一个五位电压计量表和一个五位电流计量表，他们分别显示电源此刻的实际电压和电流值。“CV”、“CC” 模式取决于测试导线的电阻值大小。



4、把电压限定值调整到 1.0V

在这里为了确保电源工作在“CC”模式下，将电压设定为 1.0V。具体操作方法请参见本说明书中“前面板电压和电流值设定”的有关章节。

5、检查前面板电流计量表是否正确响应前面板按键和旋钮的操作



检测旋钮

当输出打开，显示屏为监视模式时，按“向右”键，将闪烁位移到电流显示值上，顺时针或逆时针旋转旋钮，检查电流显示值是否随之增大或减小。



检测按键

当输出打开，显示屏为监视模式时，按下“ISET”键，电流设定值处于闪烁状态，此时可直接按下前面板的数字键输入想要的值。再按下“Enter”键确认并退出设定状态，恢复到监视模式。这一过程中需要检查电流显示值是否能准确响应按键操作。

6、检查电流是否能从 0A 调整到最大额定值

用按键或者旋钮先将电流值逐渐调整到 0A，然后再逐渐调整到最大额定值。



* 如在输出检查中出现错误信息，“ERROR”指示灯会点亮。具体错误信息请见附录的相关章节。

第三章

—— 前面板操作

前面板操作

本章将结合实例，更详细介绍的 367X 系列电源的本地操作。

5.1 前面板主要操作

- 打开/关闭输出
- 设定恒压输出
- 设定恒流输出
- 菜单项设置
- 保存和调用
- 显示错误信息
- 本地/远程操作切换
- 保护功能
- 电源校准

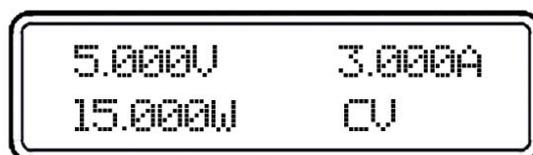
5.2 打开/关闭输出

“**Output on/off**” 键可以打开或者关闭电源的输出。

当电源输出关闭时，使用“**Output on/off**”键可以将输出打开，重按此键，可以再次将输出关闭。

电源输出打开时，显示屏右下方显示“CV”或者“CC”或者“Unreg”三种状态的一种，若为“CV”，则表示电源当前工作在恒定电压状态；若为“CC”，则表示电源当前工作在恒定电流状态；若为“Unreg”，则表示电源当前工作处于不稳定状态（既不是恒压 CV，也不是恒流 CC）；

例：当前电源输出处于恒压状态，实际输出电压为 5V，输出电流为 3A，则液晶面板显示如下：



电源输出关闭时，显示屏左下方显示“OFF”，按键和旋钮仍然有效。则前面的例子中液晶面板显示将如下变化：



远端接口操作时，输入如下命令即可启用或禁用输出

OUTPUT ON/OFF

当命令参数选“ON”时为打开输出，当选“OFF”时为关闭输出。

5.3 设定恒压输出

恒电压输出方式是电源最为常用的输出方式。当处在恒电压模式时，电压以固定值恒定输出，不会随负载变化而变化，而电流则随着负载的变化而改变。恒电压模式时，液晶面板的左下方将显示“CV”。下面举例介绍恒电压输出的操作方法：

1、连接负载到相应的输出端子

关闭电源，将负载连接到电源相应的输出端子。将负载的正极接到电源输出的“+”端，负载的负极接到电源输出的“-”端。

2、打开电源

按下前面板上的电源开关，电源进入启动/复位状态即处于关闭状态

3、设定所需的输出电压

设定所需输出电压可以直接通过数字键，也可以使用左移/右移键结合旋钮来完成。

1) 使用数字键和确定键输入：

- ① 按下“Vset”键，进入电压设定状态；
- ② 通过数字键输入所需要的电压值，如果输入错误，可以按“Clear”键删除后重新输入；
- ③ 按下“Enter”键，确认电压设定值。

2> 使用左移/右移键、旋钮和确定键输入：

- ① 按下“Vset”键，进入电压设定状态；
- ② 按下左移/右移键，将闪烁位移到数值的相应位置；
- ③ 通过顺时针或逆时针转动旋钮，增加或减小相应的数值，然后用通过左移/右移键移至下一位进行修改；
- ④ 按下“Enter”键，确认电压设定值。

4、设定最大电流

设定最大电流可以直接通过数字键，也可以使用左移/右移键结合旋钮来完成。

1> 使用数字键和确定键输入：

- ① 按下“Iset”键，进入电流设定模式；
- ② 通过数字键输入所需要的电流值，如果输入错误，可以按“Clear”键删除后重新输入；
- ③ 按下确定键，确认电流设定值。

2> 使用左移/右移键、旋钮和确定键输入：

- ① 按下“Iset”键，进入电流设定模式；
- ② 按下左移/右移键，将闪烁位移到数值的相应位置；
- ③ 通过顺时针或逆时针转动旋钮，增加或减小相应的数值，然后用通过左移/右移键移至下一位进行修改；
- ④ 按下“Enter”键，确认电流设定值。

5、打开输出

按下“Output on/off”键打开电源输出，显示屏右下方显示“CV”。

6、验证电源处于恒电压模式

当电源处于恒电压模式下运行时，若显示屏左下方显示“CC”，表示实际输出电流已经达到电流设定值，请重新设置一个更高的电流设定值。

5.4 设定恒流输出

当电源处在恒电流模式时，电流以恒定值输出，不会随负载变化而变化，而电压则会因负载的变化而改变。恒电流模式时，显示屏右下方显示“CC”下面介绍恒电流输出的操作方法：

1、连接负载到相应的输出端子

关闭电源，将负载连接到电源相应的输出端子。将负载的正极接到电源输出的“+”端，负载的负极接到电源输出的“-”端。

2、打开电源

按下前面板上的电源开关，电源进入启动/复位状态即处于关闭状态“OFF”

3、设定最高输出电压

设定最高输出电压可以直接通过数字键，也可以使用左移/右移键结合旋钮来完成。

1) 使用数字键和确定键输入：

- ① 按下“Vset”键，进入电压设定状态；
- ② 通过数字键输入所需要的电压值，如果输入错误，可以按“Clear”键删除

后重新输入；

- ③ 按下“Enter”键，确认电压设定值。

2) 使用左移/右移键、旋钮和确定键输入：

- ① 按下“Vset”键，进入电压设定状态；
- ② 按下左移/右移键，将闪烁位移到数值的相应位置；
- ③ 通过顺时针或逆时针转动旋钮，增加或减小相应的数值，然后用通过左移/右移键移至下一位进行修改；
- ④ 按下“Enter”键，确认电压设定值。

4、设定所需的输出电流

设定所需输出电流可以直接通过数字键，也可以使用左移/右移键结合旋钮来完成。

1) 使用数字键和确定键输入：

- ① 按下“Iset”键，进入电流设定模式；
- ② 通过数字键输入所需要的电流值，如果输入错误，可以按“Clear”键删除后重新输入；
- ③ 按下确定键，确认电流设定值。

2) 使用左移/右移键、旋钮和确定键输入：

- ① 按下“Iset”键，进入电流设定模式；
- ② 按下左移/右移键，将闪烁位移到数值的相应位置；
- ③ 通过顺时针或逆时针转动旋钮，增加或减小相应的数值，然后用通过左移/右移键移至下一位进行修改；
- ④ 按下“Enter”键，确认电流设定值。

5、打开输出

按下“Output on/off”键打开电源输出，显示屏左下方显示“CC”。

6、验证电源处于恒电流模式

当电源处于恒电流模式下运行时，若显示屏左下方显示“CV”，表示实际输出电压已经达到电压设定值，请重新设置一个更高的电压设定值。

5.5 菜单项设置

5.5.1 主菜单描述

按 Menu 键进入主菜单。主菜单内容见下表：

功能及参数	说明	
Current Limit: 14.600A	电流限制: 电流限制值	
Voltage Limit: 35.200V	电压限制: 电压限制值	
Voltage Over: 36.000V	电压过压: 电压过压值	
Beep: *On Off	蜂鸣器: 打开 关闭	
Knob: *On Off	旋钮: 打开 关闭	
Interface: *RS232 USB GPIB	通讯端口选择: RS232 USB GPIB	
RS232 端口	Baud Rate 4800 *9600	波特率设置 300 600 1200 2400 4800 9600 19200 38400
	Parity Check *None Even Odd	奇偶校验 无校验 偶校验 奇校验
	Data Bit: 5 6 7 *8	数据位: 5 位 6 位 7 位 8 位
	Stop Bit: *1 2	停止位: 1 位 2 位
	Flow Control: *On Off	流控制: 打开 关闭
USB 端口	选择 USB	
GPIB 端口	GPIB Address: 5 GPIB 地址: 地址值	

注：主菜单中参数除旋钮（Knob）、按键声音、接口配置以外，其它参数关机时不做保存。如需保存，请使用 2nd+Save 键或*sav 命令。

5.6 保存和调用

保存和调用操作步骤如下：

1. 按 2nd+Save 键,进入电子保存菜单，或按 2nd+Recall 键，进入电子调用菜单。
2. 按数字键或旋钮，选择保存或调用位置（0~9）。
3. 按 Enter 键确定同时退出保存菜单或调用菜单。如是保存，对应的电压电流值保存到对应的EEPROM里。如是调用，可以将以前保存的电压电流值从对应的EEPROM里取得，并设为当前值。

例 1：设置电压值 5V，设置电流值为 2A。打开电源。保存该状态到位置 1 指定的 EEPROM 里。

步骤	操作细节	液晶显示
第一步	设置电压值 5V，设置电流值为 2A。打开电源	5.000V 2.000A 0.000W CV
第二步	按 2nd+Save 键进入保存菜单。	Save: 0
第三步	按数字键或旋钮，选择保存位置 1。	Save: 1
第四步	按 Enter 键确定同时退出保存菜单。	5.000V 2.000A 0.000W CV

例 2：在上例的基础上，设置电压值为 30V。关闭电源。现在调用保存在位置 1 指定的 EEPROM 里的值。具体操作步骤如下：

步骤	操作细节	液晶显示
第一步	设置电压值为 30V。关闭电源。	30.000V 0.000A 0.000W OFF
第二步	按 2nd+Recall 键，进入调用菜单。	Recall: 0
第三步	按数字键或旋钮，选择调用位置 0。	Recall: 1
第四步	按 Enter 键确定并返回。	5.000V 2.000A 0.000W CV

5.7 显示错误信息

当电源有错误发生时，“err”指示灯会常亮，此时可以通过前面板操作来读取错误信息，操作步骤如下：

1. 按 2nd+Error 键。液晶显示错误信息。

例 1：一个命令发错，错误指示灯亮(红色)。查看错误信息。具体操作步骤如下：

步骤	操作细节	液晶显示
第一步	按 2nd+Error 键。液晶显示错误信息。	ERROR -103
第二步	有错误，重复第一步操作。	
第三步	没错误时，错误指示灯熄灭。重复第一步操作。液晶显示无错误	NO ERROR

5.8 本地/远程操作切换

如果需要通过前面板的键盘和旋钮操作电源，电源必须处于本地控制状态。电源开机后即处于本地控制（前面板）状态。

在远程控制状态，所有的键盘和旋钮操作无效(2nd、Local 键除外)。当电源通过 RS232 接收到远程命令(SYST:REM)或者通过 GPIB 接收到命令时，REM 指示灯点亮，远程控制生效。在远程控制状态下，电源的一切操作均受远程控制器控制，在接收到返回本地控制的指令(例如 SYST:LOC)后，REM 指示灯熄灭，电源返回本地控制状态。在远程控制状态，即使没有接收到返回本地控制的指令，也可以通过按下 2nd + Local 键，让电源返回本地控制状态。

5.9 保护功能

3672A 电源有过电压(OV)和过温度(OT)两种保护状态。电源一旦出现异常，状态寄存器内相应的状态标志就会置位，电源输出关闭并发出声音报警，显示屏显示故障原因，电源进入异常锁定状态。除了特定的操作，电源不再响应其它指令。例如：当温度过高时，电源输出会关闭并发出声音报警，显示屏右下角会显示 OT，不再响应其它操作指令。

5.9.1 清除异常锁定状态

当电源进入异常锁定状态后，不再响应其它指令，只有通过 2nd+Clear 键清除锁定状态，才可恢复正常操作。当然导致电源进入异常锁定状态的原因必须要解除，否则又会立即再次引起异常锁定。

5.9.2 过电压

用户可以根据需要设置过电压保护值，过电压保护值（Voltage Over）在 Menu 中设置，当电源输出电压大于该设定值时，系统进入过电压保护状态，液晶显示 OV。可以通过减小电源输出电压值或者增加电压保护值（Voltage Over）来解除该状态，否则得话即使通过 2nd+Clear 键清除锁定状态，系统由于过电压原因没有解决会重新进入过电压保护状态。

5.9.3 过温度

如果电源内部温度超出了安全极限，就会触发过温度保护，电源输出关闭并显示 OT。同时可疑状态寄存器中的 OT 和 PS 标志置位，并且一直保持到它们被复位且过温度状态解除。在清除异常锁定状态时，必须等待电源温度降到正常范围。

电源校准

电源在使用了一段时间后可能由于各种因素使输出精度降低，此时用户可以通过校准功能重新对电源的输出进行校准，使输出回到原有的精度。不建议用户对电源频繁地进行校准。本节主要介绍校准的解密以及手动校准的具体方法。

一、校准设备

万用表(DVM):

FLUKE45: 用于测量直流电流;

KEITHLEY 2000: 用于测量直流电压;

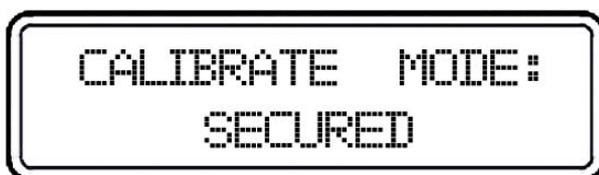
电源: CHROMA 61601 交流电源

二、注意事项

- 环境温度控制在 $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内，所有测试设备必须开机预热 30 分钟后才可进行校准，电源校准前也需要开机预热 30 分钟。
- 由于 FLUKE45 通过 9.5A 大电流后，采样电阻温度会升高，从而引起电阻值发生变化，影响电流的测量精度，因此测量大电流时速度要尽量快。

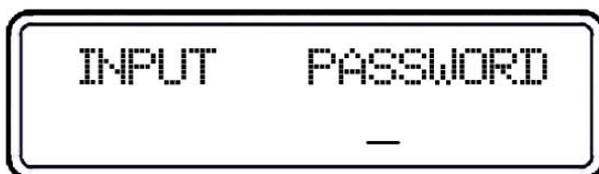
三、 校准方法

按住电子负载“Vset”键开机，屏幕显示如下图（一）



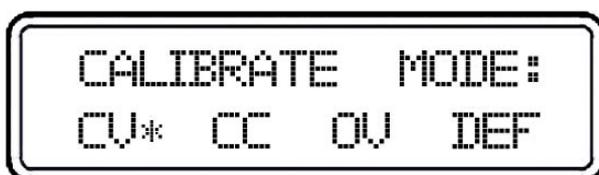
图（一）

按“2nd”按键后再按“secure”键，屏幕显示如图（二）



图（二）

输入密码 " 003662 " 后按 Enter 键进入校准选项菜单，如下图（三）



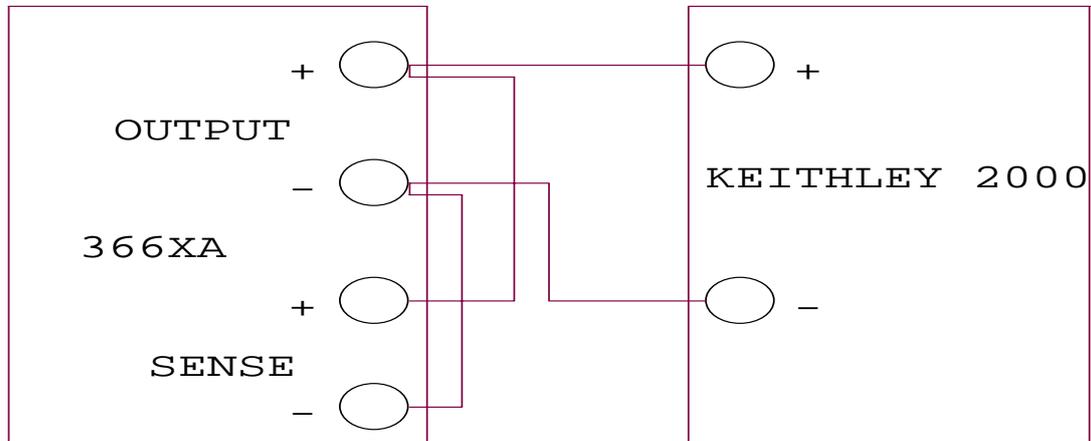
图（三）

通过方向键选择校准选项，进入 CV、CC 或 OV 校准程序。如果选择 DEF，则将所有校准参数恢复为缺省值。正确的校准顺序为 CV、CC 和 OV。每个模式校准完成后，都退回到此菜单。按“Clear”键可退出校准状态。

3.1 CV 模式校准

CV 模式需校准 0.5V、22V、34.5V 三个电压点。

3.1.1 接线如图（1）



3.1.2 0.5V 校准

按下“Enter”键后，屏幕如下图所示



图 (四)

输入 KEITHLEY 2000 万用表上的读数值，保留小数点后四位，如果输入错误按“Clear”键清除当前位，按“Enter”键确认。

3.1.3 22V 校准

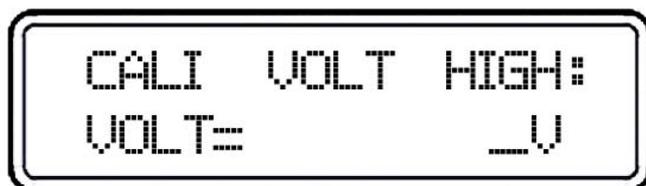
按“Enter”键确认后屏幕如图 (五)所示输入 KEITHLEY 2000 万用表上的读数值，保留小数点后四位，如果输入错误按“Clear”键清除当前位，按“Enter”键确认。



图 (五)

3.1.4 34.5V 校准

按“Enter”键确认后屏幕如图(六)所示输入 KEITHLEY 2000 万用表上的读数值，保留小数点后四位，如果输入错误按“Clear”键清除当前位，按“Enter”键确认后屏幕退回图三所示界面，

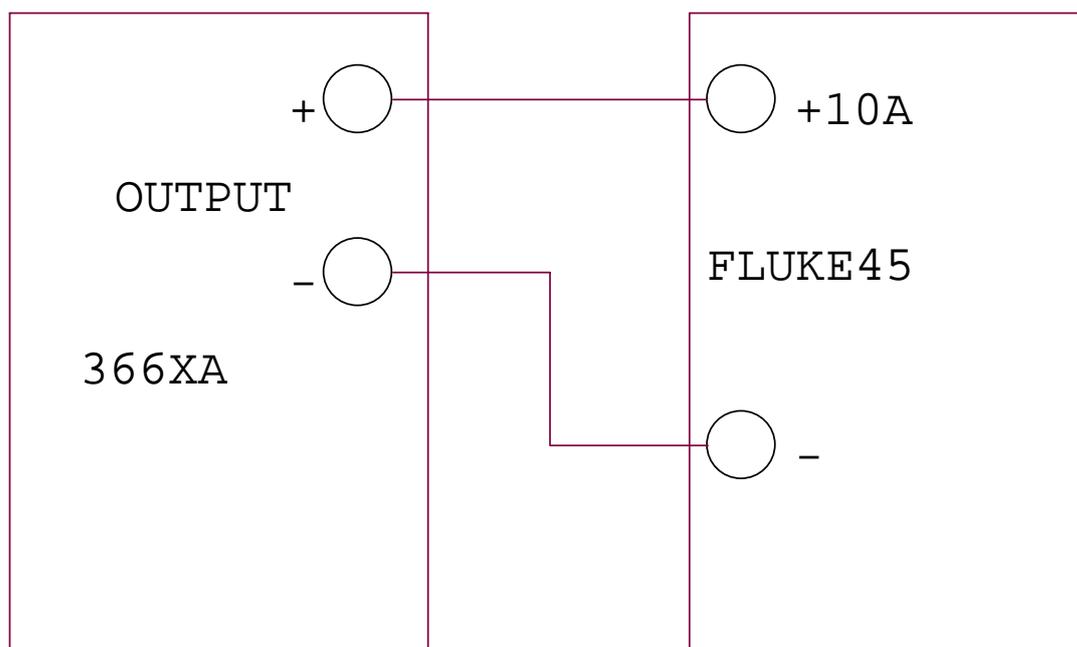


图(六)

4.1 CC 模式校准

CC 模式需校准 0.5A、6A、9A 三个电流点。

4.1.1 接线如图：



4.1.2 0.5A 校准

按下“Enter”键后，屏幕如下图七所示



图(七)

输入 FLUEK45 万用表上的读数值，保留小数点后四位，如果输入错误按“Clear”键清除当前位，按“Enter”键确认。

3.1.3 5A 校准

按“Enter”键确认后屏幕如图（八）五所示输入 FLUKE 万用表上的读数值，保留小数点后四位，如果输入错误按“Clear”键清除当前位，按“Enter”键确认。



图（八）

3.1.4 9.5A 校准

按“Enter”键确认后屏幕如下图九所示输入 FLUKE 万用表上的读数值，保留小数点后四位，



图（九）

如果输入错误按“Clear”键清除当前位，按“Enter”键确认后屏幕退回图三所示界面，电压校准完成。

4.1 OV 电压校准

OV 电压校准是自动校准程序，不需要人工介入，当必须在电压校准完成后才可以操作，OV 校准是屏幕显示如图（十）



图（十）

校准完成后，屏幕退回图三所示界面。

第四章

—— 远端接口参考资料

远端接口参考资料

本章节内容将会对远端接口的使用作详细的介绍,包括如何通过远端接口程控电源、使用的命令格式以及各种注意事项。

- SCPI 命令说明
- 简化的程控概述
- 使用 APPLY 命令
- 输出设置和操作命令
- 触发命令
- 系统相关命令
- 校准命令
- RS-232 接口命令
- SCPI 状态寄存器
- 状态报告命令
- SCPI 语言简介
- 停止正在进行的输出
- SCPI 版本信息



**如果您是第一次使用 SCPI 命令,强烈建议您仔细阅读本章内容,以便能尽快的掌握程控电源的各种操作及用法。*

SCPI 命令说明

本节主要介绍了在程控电源时需要使用到的一些 SCPI (可编程仪器标准命令) 命令,有关他们的具体作用、使用格式和功能介绍请看后几节的内容。

在本节介绍各条命令时,使用以下格式约定:

- 1、方括号 “[]” 表示可选的关键字或参数。

2、花括号“{ }” 表示命令串中的参数。

3、尖括号“< >” 表示必须以值或代码代替括号中的参数。

4、垂直线“|” 表示分隔两个或多个可选参数中的一个。

SCPI 命令介绍

SCPI（可编程仪器的标准命令）是一种基于ASCII码的仪器命令语言，供测试和测量仪器使用。有关用此命令来程控电源的具体方法将在下面的部分进行了介绍。

SCPI命令以分级结构为基础（也称树形结构）。在此命令结构下，同类命令归组于公共节点或根下。以下以SOURCE命令系统为例说明：

```
[SOURce:]
  CURRent
    [:LEVel]
      [:IMMediate]
        [:AMPLitude] { <电流>|MIN|MAX}
        [:AMPLitude]? [MIN|MAX]
      :TRIGgered
        [:AMPLitude] { <电流>|MIN|MAX}
        [:AMPLitude]? [MIN|MAX]
    :LIMit
      [:AMPLitude] { <电流>|MIN|MAX}
      [:AMPLitude]? [MIN|MAX]
  VOLTage
    [:LEVel]
      [:IMMediate]
        [:AMPLitude] { <电压>|MIN|MAX}
        [:AMPLitude]? [MIN|MAX]
      :TRIGgered
        [:AMPLitude] { <电压>|MIN|MAX}
        [:AMPLitude]? [MIN|MAX]
```

```
:LIMit
[:AMPLitude] { <电压>|MIN|MAX}
[:AMPLitude]? [MIN|MAX]
```

在此命令系统中，**[SOURce:]**为命令根层关键字，CURRent 和 VOLTage 为第二层命令关键字，LIMit 为第三层命令关键字，“:”将上一层命令关键字与下一层关键字之间隔开。

本手册使用的命令格式

本手册的命令格式如下所示：

```
CURRent { <电流>|MINimum|MAXimum}
```

在上面的命令例子中，采用了大小写混合的方式，其中大写部分表示所在的命令关键字的缩写形式，在实际使用中，我们可以采用大写部分的缩写形式，但考虑到命令可读性，建议用户在使用时采用完整写法。但需要注意的一点是：关键字的书写只能是完整写法或者大写部分的缩写形式，不可以其他形式。下面举例说明：

关键字：“CURRent”，我们在使用时，可以直接用“CURR”来代替。同时由于命令可以采用大小写混合，所以“CURR”“curr”或者“CURr”都是正确的。但需要注意的是，在写命令关键字时，大写部分是不可缺少的，否则将被认为是错误命令。如“CURR”是正确的，而“CUR”则是错误的。同时，“CURRe”、“COURen”这些不完整的写法都将认为是错误写法。

花括号“{}”内包含给出的命令串的参数选项。花括号不随命令串一起发送。

垂直线“|”将给定命令串的多个参数分隔开。

尖括号“<>”表示必须为括号内指定的参数设置一个值。在上述的命令中，括号内指定的参数是电流，在书写命令时，则必须为电流设置一个值（比如说1.0），此时括号不须写入命令，所以命令可以写为：CURRent 1.0。

有些参数包含在方括号“[]”内，方括号表示参数是可选的并且可以省略。尖括号不随命令串一起发送，如果没有为可选参数指定一个值电源将选择默认值。

冒号“:”将命令关键字与下层的关键字分开，必须插入空格将参数与命令关键字分开。如果命令需要一个以上的参数，则必须用逗号分隔相邻的参数如下所示：

```
SOURce: CURRent: TRIGgered
APPL 3.5,1.5
```

命令分隔符

冒号“:”是将命令关键字与下一层关键字隔开，如下：

```
SOURce: CURRent: TRIGgered
```

分号“;”是分隔同一命令系统中的两个命令。如下：

```
SOUR: VOLT MIN; CURR MAX
```

上面一条命令完成的功能是和下面两条命令完成的功能是一样的

```
SOUR: VOLT MIN
SOUR: CURR MAX
```

使用冒号和分号来连接不同子系统的命令。例如下列命令串中如果不使用冒号和分号将会产生错误：

```
MEAS: VOLT?;: SOUR: CURR MIN
```

使用 MIN 和 MAX 参数

可以用“MINimum”或“MAXimum”代替很多命令的参数，例如参考下列命令：

```
CURRent { <电流>|MIN|MAX}
```

不用选择特定的电流值，只需用“MINimum”参数即可将电流设置为最小值或用“MAXimum”参数将电流设置为最大值。

查询参数设置

对大多数参数而言，可以通过在命令后面加上一个问号 (?) 来查询它的值。例如下列命令将输出电流设置为 5 A：

```
CURR 5
```

执行下列命令可查询该值：

CURR?

也可以查询当前功能所允许的最小值或最大值。如下所示：

CURR? MAX

CURR? MIN

SCPI 命令终止符

发送到电源的命令串必须以一个〈换行〉字符（回车字符）终止。可以将 IEEE-488 EOI（**End Or Identify**，结束或标识）消息当作〈换行〉符并用来自来代替〈换行〉符作为命令的终止符，〈回车〉后面再跟一个〈换行〉也是可以接受的。

SCPI 参数类型

SCPI 语言定义几种不同的用于程序消息和响应消息的数据格式。

数值参数：要求使用数值参数的命令可以接受所有常用的十进制数字表示方法，包括可选符号小数点和科学记数法等，还可以接受数值参数的特殊值，如 MINimum、MAXimum 和 DEFault。此外还可以在数值参数后面添加单位 V、A 或 SEC，如果只有特定数值是可接受的，电源将自动将输入的数值参数四舍五入。下面这条命令使用了数值参数：

CURR { <电流>|MINimum|MAXimum}

离散参数：离散参数用于设置有限个参数值（例如 BUS、IMM），查询响应始终返回全部是大写字母的短格式，下列命令用到了离散参数：

TRIG:SOUR {BUS|IMM}

布尔参数：布尔参数代表一个二进制条件，也就是非真即假。对于假条件电源将接受 OFF 或 0；对于真条件电源将接受 ON 或 1。当查询布尔设置时电源始终返回 0 或 1。下列命令使用了布尔参数：

DISP {OFF|ON}

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束，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。只要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：

输出设置和操作命令

APPLy [{<电压>|DEF|MIN|MAX}][,<电流>|DEF|MIN|MAX}]]
APPLy?

MEASure

:CURRent[:DC]?
[:VOLTage][:DC]?

Output

[:STATe] {OFF|ON}
[:STATe]?
:TRACk[:STATe] {OFF|ON}
:TRACk[:STATe]?

[SOURce:]

CURRent[:LEVel][:IMMEDIATE][:AMPLitude] {<电流>[MIN|MAX]}
CURRent[:LEVel][:IMMEDIATE][:AMPLitude]? [MIN|MAX]
CURRent[:LEVel]:LIMit[:AMPLitude] {<电流>|MIN|MAX|DEF}
CURRent[:LEVel]:LIMit[:AMPLitude]? {MIN|MAX|DEF}
CURRent[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude] {<电流>[MIN|MAX]}
CURRent[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude]? [MIN|MAX]
VOLTage[:LEVel][:IMMEDIATE][:AMPLitude] {<电压>|MIN|MAX}
VOLTage[:LEVel][:IMMEDIATE][:AMPLitude]? [MIN|MAX]
VOLTage[:LEVel]:LIMit[:AMPLitude] {<电压>|MIN|MAX|DEF}
VOLTage[:LEVel]:LIMit[:AMPLitude]? {MIN|MAX|DEF}
VOLTage[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude] {<电压>[MIN|MAX]}
VOLTage[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude]? [MIN|MAX]

触发命令

INITiate[:IMMEDIATE]

TRIGger[:SEQUENCE]

:DELay {<秒>|MIN|MAX}
:DELay?
:SOURce {BUS|IMM}
:SOURce?

*TRG

系统相关命令

DISPlay[:WINDow]
[:STATe] {OFF|ON}
[:STATe]?
:TEXT[:DATA] <用引号括住的字符>
:TEXT[:DATA]?
:TEXT:CLEar

SYSTem
:BEEPer[:IMMediate]
:ERRor?
:VERSion?

*IDN?
*RST
*TST?
*SAV {1|2|3}
*RCL {1|2|3}

校准命令

CALibration
:COUNT?
:CURRent[:DATA] <数值>
:CURRent:LEVel {MIN|MAX}
:SECure:CODE <新密码>
:SECure:STATe {OFF|ON}, <密码>
:SECure:STATe?

:STRing <用引号括住的字符串>
:STRing?

:VOLTage[:DATA] <数值>
:VOLTage:LEVel {MIN|MAX}

状态报告命令

STATus:QUEStionable

[:EVENT]?

:ENABle <允许值>

:ENABle?

:INSTrument[:EVENT]?

:INSTrument:ENABle <允许值>

:INSTrument:ENABle?

:INSTrument:ISUMmary<n>[:EVENT]?

:INSTrument:ISUMmary<n>:CONDition?

:INSTrument:ISUMmary<n>:ENABle <允许值>

:INSTrument:ISUMmary<n>:ENABle?

SYSTem:ERRor?

*CLS

*ESE <允许值>

*ESE?

*ESR?

*OPC

*OPC?

*PSC {0|1}

*PSC?

*SRE <允许值>

*SRE?

*STB?

*WAI

RS-232 接口命令

SYSTem

:LOCal

:REMote

:RWLock

简化的程控概述

本章节介绍了通过远程端口来控制电源所需要用到的一些命令。在这些命令中，一部分是 SCPI 确认的命令，一部分是仪器专用的命令，在 ARRAY 367X 电源上使用时则不必区分。

使用 APPLY 命令

APPLY 命令为远程接口控制电源提供了最直接的方法。例如控制三路电源中的一路或者三路的输出、实时的读取每一路的输出值等等。以下举例说明：

APPLY 3.3,2.0	<i>使电源的输出为电压 3.3V，电流 2.0A</i>
APPLY 12.0,0.5	<i>使电源的输出为电压 12.0V，电流 0.5A</i>

使用低级命令

低级命令主要特点是在修改或查询电源某个个别参数时比 APPLY 命令更具灵活性。下面举例说明使用低级命令来完成上个例子中设置电源输出电压 5.0V，电流 4.0A：

```
VOLT 3.3
CURR 2.0
```

此例中三行命令所完成的功能和上个例子中的第一条命令是完全相同。同时也说明在修改某项参数时不必像上个例子中需要输入全部的设定值参数，而只要指定某项参数即可进行修改。

读取查询响应

只有查询命令（命令行末带有‘?’号）才能使电源发送响应返回信息，得到返回值或者读出电源内部设置。以下举例说明：

SYST:ERR?	查询读取错误信息，并返回相应错误信息
CAL:SEC:STAT?	查询电源是否设置了校准加密，并返回相应值
SYST:VERS?	查询系统版本号，并返回相应版本号

选择触发源

电源可接受总线触发（软件）或即时内部触发作为触发源，且触发方式默认为总线触发。如果要电源使用即时内部出发作为触发源，则需要选择“IMMEDIATE”

进行设置，命令如下：

TRIG:SOUR IMM	选择即时触发作为触发源
INIT	使触发系统初始化

使用 APPLY 命令

APPLY

[{<电压>|DEF|MIN|MAX}[,{<电流>|DEF|MIN|MAX}]]

这是一条设定输出命令，可以分为四个部分来看：

第一部分是关键字 *APPLY*。

第二部分是设定电压值 {<电压>|DEF|MIN|MAX}。在这里可以设定所选电源的输出电压值，其设定范围请参看前一节“程控范围和输出标识符”中表格部分的电压相关参数栏。

第三部分是设定电流值 {<电流>|DEF|MIN|MAX}。在这里可以设定所选电源的输出电流值，其设定范围请参看前一节“程控范围和输出标识符”中表格部分的电流相关参数栏。

在设置电压和电流时的“DEF/MIN/MAX”分别是指特定值、最小值和最大值。举例如下：

APPLY 5.0,2.5 是指电源输出电压为 5.0V，电流为 2.5A。



* 此条命令所完成的功能还可以通过使用低级命令的组合来完成，可以参看上节内容。

APPLY?

这是一条查询命令，查询并返回任意一路电源的输出电压和电流值。举例如下：

APPLY? *查询并返回电源的电压和电流输出的设定值。*

输出设置和操作命令

本节将介绍低级命令用法。低级命令的功能主要是针对电源的输出控制，相对于同样是对输出控制的 **APPLY** 命令，低级命令的特点是操作更灵活。内容主要包括了输出选择命令、测量命令、输出开启/关闭和操作命令、输出设置命令。

测量命令

MEASure:CURRent[:DC]?

此命令用于测量并返回当前电源输出端子上测到的电流值，测量的实际输出由输出标识符指定，若不指定，则返回当前所选电源的输出电流值。

MEASure :VOLTage[:DC]?

此命令用于测量并返回当前电源输出端子上测到的电压值，测量的实际输出由输出标识符指定，若不指定，则返回当前所选电源的输出电压值。

输出开启/关闭和跟踪操作命令

Output[:STATe] {OFF|ON}

此命令用于开启/关闭电源的输出。

举例：

OUTPUT ON	<i>开启输出</i>
OUTPUT OFF	<i>关闭输出</i>

Output[:STATe]?

此命令查询电源当前的输出状态，并返回相应值，“OFF”为关闭，“ON”为打开

输出设置命令

[SOURce:]CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] { <电流>[MIN|MAX]}

此命令完成的功能是为 INST 命令所选择的输出直接指定即时输出电流值。

[SOURce:]CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]

此命令完成的功能是检测并返回当前输出端子上的电流即时实际值或最大/最小可设定值。举例如下：

CURR?	<i>查询并返回输出端子的电流即时实际值。</i>
CURR? MAX	<i>查询并返回输出端子的电流最大可设定值。</i>
CURR? MIN	<i>查询并返回输出端子的电流最小可设定值。</i>

[SOURce:]CURRent[:LEVel]:LIMit[:AMPLitude] { <电流>|MIN|MAX|DEF}

此命令完成的功能是为 INST 命令所选择的输出指定最大限定电流值。

[SOURce:]CURRent[:LEVel]:LIMit[:AMPLitude]? {MIN|MAX|DEF}

此命令完成的功能是返回当前所选择输出的电流限定值或者电流限定值的最大/最小/缺省值。

[SOURce:]CURRent[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude] { <电流>[MIN|MAX]}

此命令用于设定电源的等待触发电流电平。等待触发电流电平是一个储存值，在触发产生时被送到端子。等待触发电平不受其他 CURRent 命令的影响。

[SOURce:]CURRent[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude]? [MIN|MAX]

该命令用来查询并返回当前程序设定的触发电流电平。如果没有设定任何触发电平，则会返回实时的 CURRent 值。

CURRent:TRIGgered?	返回 CURRent 值或所设置的触发电流电平值
CURRent:TRIGgered? MAX	返回最大可编程电流值
CURRent:TRIGgered? MIN	返回最小可编程电流值

VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] { <电压>|MIN|MAX}

此命令完成的功能是为 INST 命令所选择的输出直接指定即时输出电压值。

[SOURce:]VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]

此命令完成的功能是检测并返回当前输出端子上的电压即时实际值或最大/

最小可设定值。举例如下：

VOLT?	<i>查询并返回输出端子的电压即时实际值。</i>
VOLT? MAX	<i>查询并返回输出端子的电压最大可设定值。</i>

[SOURce:]VOLTage[:LEVel]:LIMit[:AMPLitude] { <电压>|MIN|MAX|DEF}
 此命令完成的功能是为INST命令所选择的输出指定最大限定电压值。

[SOURce:]VOLTage[:LEVel]:LIMit[:AMPLitude]? {MIN|MAX|DEF}
 此命令完成的功能是返回当前所选择输出的电压限定值或者电压限定值的最大/最小/缺省值。

[SOURce:]VOLTage[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude] { <电压>[MIN|MAX]}
 此命令用于设定电源的等待触发电压电平。等待触发电压电平是一个储存置，在触发产生时被送到端子。等待触发电平不受其他VOLTage命令的影响。

[SOURce:]VOLTage[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude]? [MIN|MAX]
 该命令用来查询并返回当前程序设定的触发电压电平。如果没有设定任何触发电平，则会返回 VOLTage 值。

VOLTage:TRIGgered?	返回 VOLTage 值或所设置的触发电流电平值
VOLTage:TRIGgered? MAX	返回最大可编程电流值
VOLTage:TRIGgered? MIN	返回最小可编程电流值

触发源选择

改变电源的输出可以通过系统内部的触发来实现，同时触发又可以分为内部即时触发和总线触发。若需要使用触发输出，可以简单分为以下几个步骤：

- 1、选择输出，并设置电源触发输出。用 INST:[SElect]命令选择输出。用 CURRent:TRIGgered 和 VOLTage:TRIGgered 命令设置电源的触发输出电压和电流。
- 2、设置电源触发的触发源。电源的触发有两种触发方式，可以选择总线触发或者内部即时触发。
- 3、可以设置触发输出延时。可以设置从检测到触发到触发输出之间的时间延迟，此功能设置只对总线触发有效。

-
- 4、必须执行 `INSTiate[:IMMEDIATE]` 命令。如果选择了 IMMEDIATE 源（内部即时），则会立即将所选输出设置为触发电平。如果选择的是总线触发，则在收到“成组执行触发（GET）”或者 *GRT 命令后，电源被设置为触发电平。

触发源选择

必须指定电源接受触发的触发源。触发保存在电源内部的存储单元中，断电或远端复位后都会设置为总线触发。

总线触发

- 1、设置电源为总线触发方式。执行以下命令：
`TRIGger:SOURce BUS`
- 2、设置电源为总线触发方式后，要通过远端接口触发电源，则需要向远端接口发送 *TRG 命令。若设置了触发延时，则等到相应的时间后电源输出所指定的触发输出电平。
- 3、通过远端 USB、RS-232 或者 GPIB 接口来进行触发源选择的操作方法完全一样，再前面内容中已经介绍过了，在此不再赘述。

即时触发

- 1、设置电源为内部即时触发方式。执行以下命令：
`TRIGger:SOURce IMM`
- 2、如果选择内部即时触发，将不会有延时功能。一旦选择此方式，则只要执行了触发命令，电源便会立即输出触发输出电压和电流。

触发命令

INITiate[:IMMEDIATE]

此命令用于初始化触发系统。当电源为总线触发方式时，执行此命令会初始化触发子系统。当电源为内部即时触发方式时，执行此命令会完成一次完整的触发周期。

TRIGger[:SEquence]:DElay{ <秒> | MINimum | MAXimum }

此命令用于设置电源从检测到触发源上的事件到输出端开始响应触发输出设置之间的时延。设置范围是从 0 到 3600 秒，其中 MINimum 是最小值 0，MAXimum 是最大值 3600。在复位状态时为 0。

TRIGger[:SEQuence]:DELay?

此命令是一条查询命令，用于查询总线所设置的触发延时时间。

TRIGger[:SEQuence]:SOURce {BUS | IMMEDIATE}

此命令用于设置电源的触发方式。既可以选择总线触发和内部即时触发方式。在复位是，选择的是总线触发方式。

TRIGger[:SEQuence]:SOURce?

此命令是一条查询命令，用于查询并返回电源当前所设置的触发方式。返回“BUS”或“IMM”。

***TRG**

此命令用于产生一个触发。用于选用总线触发作为其触发方式的触发子系统。所完成的功能与“成组执行触发(*GET)”命令一致。

系统相关命令

DISPlay[:WINDow][:STATe] {OFF | ON}

此命令用于启用/关闭前面板显示屏，当显示屏处于关闭状态时，系统不会发送信息到显示屏，显示屏上除了“ERROR”和“Rmt”指示灯会电良以外，其他不会显示。当从关闭状态转到启用状态后屏幕会自动切换。在按下了“Local”键断开了远端连接后，再按下除数值按键、旋钮、解析度、“Clear”、“Enter”、“Track”以外的任意键或者启动/复位后显示屏自动切换到显示状态。

DISPlay[:WINDow][:STATe]?

此命令用来查询显示屏设置，并返回“0”（OFF）或“1”（ON）。

DISPlay[:WINDow]:TEXT[:DATA] <用引号括住的字符串>

此命令用于在显示屏上显示消息，显示内容为英文字母、阿拉伯数字以及空格，最长可达到 12 个字符，超过长度之后的字符会被自动截去。当出现特殊符号时（除“'”单引号以外，因为单引号是消息字符串的起始和结束标志），都会以空格并独占一位的形式在显示屏输出。在显示信息时，电源不会向显示屏发送输出。

DISPlay[:WINDow]:TEXT[:DATA]?

此命令用于查询并返回发送到前显示屏的信息，并返回引号括住的字符串。

DISPlay[:WINDow]:TEXT:CLEAr

此命令用于清除前面板上显示的字符串信息，将显示屏退出字符串显示模式，并自动切换到实时状态

SYSTem:BEEPer[:IMMEdiate]

此命令功能是让电源发出一声蜂鸣。

SYSTem:ERRor?

此命令用于电源的错误信息。当前面板显示屏上出现“ERROR”指示灯亮时，表示已有错误产生，此时通过远端接口向电源发送此命令，便可从电源返回相应的错误信息。电源最多可存储 20 条错误信息。

SYSTem:VERSion?

此命令是条查询命令，用于查询电源的 SCPI 版本号。操作此命令得到的返回值格式为“YYYY.V”，其中“YYYY”是表示年份，“V”是表示该年的版本号，比如“1999.0”。

***IDN?**

此命令用来查询电源的标识串，电源返回由逗号隔开的四个字段。第一个字段代表厂家；第二字段为产品型号；第三字段保留；第四字段是由三个号码组成的版本号：第一个号码是主处理器所安装的固件版本号；第二个号码是通讯处理器的版本号码；第三个号码是显示面板的版本号码。例如：

ARRAY,3672A,0,1.3-1.0-1.5

***RST**

此命令为复位命令，执行此命令后，系统有关设置为如下所示：

命令	状态
CURR[:LEV][:IMM]	与输出相关的值※
CURR[:LEV]:TRIG	与输出相关的值※
DISP[:STAT]	ON
INST[:SEL]	P6V
INST:COUP	NONE
OUTP[:STAT]	OFF
OUTP:TRAC	OFF
TRIG:DEL	0
TRIG:SOUR	BUS
VOLT[:LEV][:IMM]	0
VOLT[:LEV]:TRIG	0



**RST 操作后，会将电源输出的电流设置为最大值。*

***TST?**

此命令是将电源进行一次完整自检，如果系统自检完全通过，返回值为“0”；失败则返回“1”。

***SAV { 0 | 2 | | 9 }**

此命令用于电源存储当前状态，总共可以存储从 0 到 9 共十组状态。可以存储的状态包括：INST[:SEL]、VOLT[:IMM]、CURR[:IMM]、OUTP[:STAT]、OUTP:TRAC、TRIG:SOUR 和 TRIG:DEL 的状态或值。

***RCL { 0 | 2 | | 9 }**

此命令用于调用电源已存储的状态信息。要调用一个状态，首先要将这个状态进行存储，调用时，必须使用存储这个状态的地址。

校准命令

CALibration:COUNT?

此命令是查询并返回电源校准的次数。

CALibration:CURRENT[:DATA] <数值>

此命令必须在校准解密后才能使用，您可以使用此命令输入从外部仪表读取的所选输出的电流值。首先应要为要输入的值选择最小校准电平(CAL:CURR:LEV)，必须接连选择和输入两个值分别作为校准范围的起始值和中止值。电源随后算出新的校准常数，然后将这些常数保存在内部的存储器中。

CALibration:CURRENT:LEVEL {MINimum | MAXimum}

在使用此命令前必须使用 INSTRUMENT 命令选择将对其进行校准的输出，仅当校准解密后才能使用此命令，它将电源设置为以 CALibration:CURRENT[:DATA] 命令输入的校准点，校准时必须输入两个校准点，且必须先选择并输入最低点。

CALibration:SECure:CODE <新密码>

此命令用于输入新密码。要修改密码，应先用旧密码将电源解密，然后输入新密码。

CALibration:SECure:STATe {OFF | ON>}, <密码>

此命令用来为电源校准加密或解密。

CALibration:SECure:STATe?

此命令用来查询并返回电源当前的校准加密状态，返回“0”表示未加密，“1”表示以加密。

CALibration:STRing <用引号括住的字符串>

此命令用来输入电源校准信息。可以包含校准者、校准时间等。

CALibration:STRing?

此命令用来查询并返回校准信息中用引号括住内容。

CALibration:VOLTage[:DATA] <数值>

此命令只有在校准解密后才能使用，可以使用此命令输入从外部仪表读取的所选输出的电压值，首先应为要输入的值选择最小校准电平(CAL:VOLT:LEV)，必须接连选择和输入两个值分别作为校准范围的起始值和终止值，电源随后算出新的电压校准常数然后将这些常数保存在内部存储器中。

CALibration:VOLTage:LEVel {MINimum | MAXimum}

在使用此命令前必须使用 INSTRument 命令，选择将对其进行校准的输出，仅当校准解密后才能使用此命令，它将电源设置为以 CALibration:VOLTage[:DATA]命令输入的校准点，校准时必须输入两个校准点且必须先选择最低点。

RS-232 接口命令

SYSTEM:LOCAL

此命令是将电源从远端模式切换到本地模式，前面板的所有按键都将启用。显示屏“Rmt”指示灯熄灭。

SYSTem:REMOte

此命令是将电源连接到远端接口模式，前面板除了“Local”键以外所有按键被禁用。显示屏“Rmt”指示灯点亮。

SYSTem:RWLock

此命令是将电源连接到远端接口模式，前面板包括“Local”键都被禁用。显示屏 Rmt 指示灯点亮。

Ctrl-C

此命令是清除电源远端接口上的所有操作，并清除所有待发的数据。

SCPI 状态寄存器

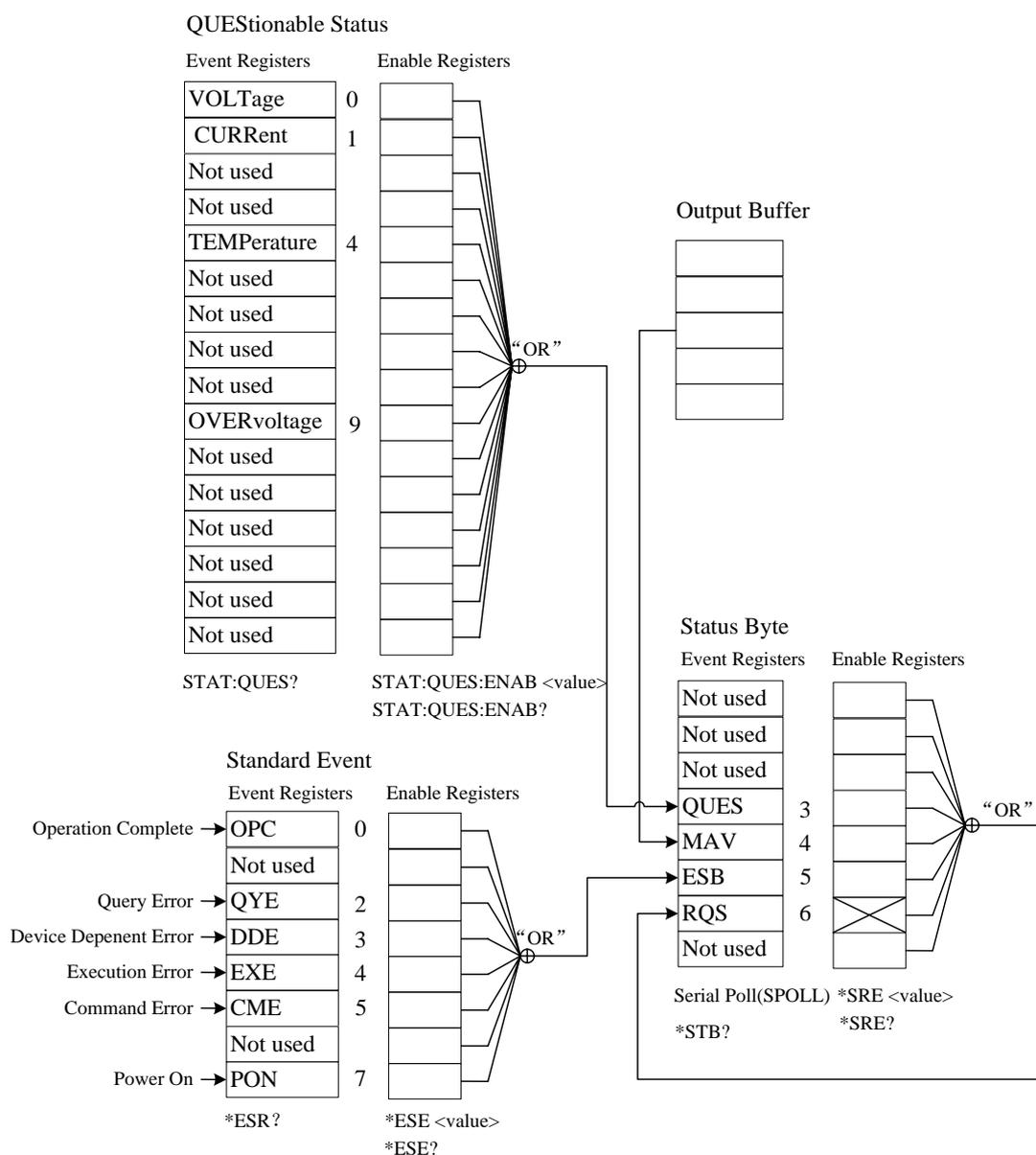
所有的 SCPI 仪器都是以相同的方式填充状态寄存器。状态系统将各种仪器状态记录在三个寄存器组中：状态字节寄存器，标准事件寄存器组和可疑状态寄存器组，状态字节寄存器记录其他寄存器组报告的高电平累加信息。在第五章应用程序提供了示例程序说明如何使用状态寄存器。

什么是事件寄存器

事件寄存器是只读寄存器用于报告电源内已定义的状态。事件寄存器中的位是锁存的，一旦设置了事件位，就会忽略随后的状态变化，使用该寄存器的查询命令（如*ESR? 或 STAT:QUES:EVEN?）或发送*CLS 清除状态命令可以自动清除事件寄存器中的位，复位（*RST）或设备清除不会清除事件寄存器中的位。查询事件寄存器会返回一个十进制值，该值等于寄存器中设置的所有位的二进制加权值总合。

什么是允许寄存器

允许寄存器定义在对应的事件寄存器中的哪些位可以通过“或”电路形成一个累加位，允许寄存器是可读写的。查询允许寄存器不会使其清除。*CLS（清除状态命令）不清除允许寄存器，但会清除事件寄存器中的位。要启用允许寄存器中的位，必须写入一个十进制值，该值等于要在寄存器中启用的位的二进制加权值总和。



可疑状态寄存器

可疑寄存器提供有关电源异常操作的信息。位 0 为 1 时电源恒压模式异常，位 1 为 1 时电源恒流模式异常。位 4 反应的是电源工作时的温度异常状态，位 9 为 1 时表示电源的过压保护电路开始工作，此时电源处于过电压状态。可以通过命令 `STATus:QUEStionable?` 来查询该寄存器的值。

可疑寄存器位定义

位	十进制值	定义
0(Voltage)	1	电源恒压模式异常
1(Current)	2	电源恒流模式异常
2-3(未使用)	0	始终设置为 0
4(Overtemperature)	16	风扇处于异常状态
5-8(未使用)	0	始终设置为 0
9(Over Voltage)	512	电源处于过压状态
10-15(未使用)	0	始终设置为 0

发生下列情况时，会清除可疑状态事件寄存器：

- 1、执行 *CLS 命令
- 2、使用 `STATus:QUEStionable [:EVENT]?可疑状态事件寄存器命令` 查询事件寄存器。

发生下列情况时，会清除可疑状态允许寄存器：

执行 `STATus:QUEStionable:ENABLE 0` 命令

状态事件寄存器

标准的事件寄存器报告仪器下列事件：加电检查、命令语法错误、命令执行错误、自检或校准错误、查询错误或*OPC 命令。任一或全部状态都可以通过允许寄存器，在状态字节寄存器的标准事件累加位中报告。要设置允许寄存器掩码，可使用*ESE（事件状态允许）命令向寄存器中写入一个十进制的值。

标准事件寄存器位定义

位	十进制值	定义
0 OPC	1	完成操作。执行*OPC 命令前的所有命令,包括*OPC
1 未使用	0	始终为 0
2 QYE	4	查询错误。电源试图读取输出缓冲区,但它为空。或者在读取前一个查询前收到新的命令行。或者,输入和输出缓冲区都已满
3 DDE	8	设备错误。发生自检或校准错误
4 EXE	16	发生执行错误
5 CME	32	发生命令语法错误
6 未使用	0	始终为 0
7 PON	128	加电,从上次读取或清除事件存储器后,已关闭并打开电源。

发生下列情况时,会清除标准事件寄存器:

- 1、执行*CLS 清除状态命令。
- 2、使用*ESR?事件状态寄存器命令查询事件寄存器。
例如,当查询标准事件寄存器的状态时,返回 28 (4+8+16=28),那么可以判定已发生 QYE、DDE 和 EXE 情况。

发生下列情况时,会清除事件允许寄存器:

- 1、执行*ESE 0 命令。
- 2、打开电源且先前已使用*PSC 1 命令配置了电源。
- 3、如果先前已使用*PSC 0 命令配置了电源,则打开电源时不会清除允许寄存器
例如:必须发送*ESE 24(8+16),以启用 DDE 和 EXE 位。

状态字节寄存器

状态字节累加寄存器用于报告来自其他状态寄存器的状态,可通过状态字节寄存器的“消息可用位”(位 4)立即报告电源数据缓冲区中待发的查询数据。累加寄存器中的位未锁存。清除事件寄存器将清除状态字节累加寄存器中相应的位。读取输出缓冲区中的所有消息(包括任何即时查询)将清除消息可用位。

状态字节累加寄存器位定义:

位	十进制值	定义
0-2 未使用	0	始终设置为 0。
3 QUES	8	在可以状态寄存器中存储一个或多个位。
4 MAV	16	可以使用电源输出缓冲区中的内容。
5 ESB	32	在标准事件寄存器中存储一个或多个位。
6 RQS	64	电源请求服务
7 未使用	0	始终设置为 0。

当发生下列情况时,会清除状态字节累加寄存器:

- 1、执行*CLS 清除状态命令。
- 2、查询标准事件寄存器*ESR?命令只清除状态字节累加器寄存器的位 5。
例如:当查询状态字节寄存器的状态时返回 24 (8+16),则表明已出现 QUES 和 MAV 情况。

发生下列情况时,会清除状态字节允许寄存器请求服务:

- 1、执行*SRE 0 命令。
- 2、打开电源且先前已使用*PSC 1 命令配置了电源。
- 3、如果先前已使用*PSC 0 命令配置了电源,则打开电源是不会清除允许寄存器。
例如:必须发送*SRE 96 (32+64)来启用 ESB 和 RQS 位。

状态报告命令

SYSTem:ERRor?

此命令用来读取电源错误队列中的一条错误记录。当前面板显示屏上“ERROR”指示灯点亮时，说明已经有一个或多个错误产生。电源最多可以存储 20 个错误记录。超过 20 个将不再保存。

- 1、错误记录存储器采用先进先出的原则保存和读取检测到的错误。返回的第一个错误就是存储的第一个错误。当所有的错误记录都被读取后，显示屏上的“ERROR”指示灯会自动熄灭。
- 2、如果产生了超过 20 条错误，电源会将存储在队列最后的一个错误替换为“-350, ” Too many errors”。直到错误信息被读取或者被清除，否则电源将不会再存储任何错误信息。如果执行本命令时没有错误记录，电源将返回+0, ” No error”。
- 3、清除状态命令*cls 会清除错误队列，而*rst 命令并不清除错误队列。关机以后所有错误纪录都将丢失。

STATus:QUEStionable[:EVENT]?

此命令用于查询可疑状态寄存器。电源会返回一个十进制值，此值等于该寄存器所有二进制位的加权值总和。

STATus:QUEStionable:ENABle <允许值>

此命令用于设置启用或禁止可疑状态事件寄存器的位。随后将所选位报告给状态字节。

STATus:QUEStionable:ENABle?

此命令用于查询可疑状态允许寄存器。电源返回一个十进制值，此值等于该寄存器所有二进制位的加权值总和。代表允许寄存器中设置的值。

***CLS**

此命令用于清空所有事件寄存器和状态字节寄存器。

***ESE** <允许值>

此命令用于启用标准事件允许寄存器中的位。随后将所选位报告给状态字节

***ESE?**

此命令用于查询标准事件允许寄存器。电源会返回一个十进制值，该值等于寄存器中所有位的二进制加权值总和。

***ESR?**

此命令用于查询标准事件寄存器。电源会返回一个十进制值，该值等于寄存器中所有位的二进制加权值总和。

***OPC**

执行该命令后将设置标准事件寄存器的“操作已完成”位（位 0）。

***PSC { 0 | 1 }**

（加电状态清除）在打开电源（*PSC 1）时，该命令清除状态字节和标准事件寄存器允许掩码。当*PSC 0 生效时，打开电源时不会清除状态字节和标准事件寄存器允许掩码。

***PSC?**

该命令查询开机状态清除设置。返回的参数是0（*PSC 0）或1（*PSC 1）

***SRE <允许值>**

此命令用于启用状态字节允许寄存器中的位。

***SRE?**

此命令用于查询状态字节允许寄存器。电源会返回一个十进制值，该值等于寄存器中设置的所有位的二进制加权值总和。

***STB?**

此命令用于查询状态字节累加寄存器。*STB? 命令与串行查询类似，但是它的执行方式与任何其他仪器命令一样。*STB? 命令返回的结果与串行查询的相同，但如果发生串行查询则不会清除请求服务位（位 6）。

***WAI**

该命令指示电源等候所有待发操作完成后，再通过接口执行任何其他命令。只能在触发模式中使用该命令。

SCPI 版本信息

本手册详细介绍了与电源操作有关的 SCPI 命令，这些命令的用法和格式大多都符合标准的 SCPI 命令。对于标准的 SCPI 命令集，还有一些没有介绍到的命令，用户不须掌握，不会影响到对电源的使用。

SCPI 确认的命令

本手册中介绍到的，并且符合 SCPI 命令标准的有如下这些命令：

DISPlay

```
[ : WINDow ] [ : STATe ] { OFF | ON }  
[ : WINDow ] [ : STATe ] ?  
[ : WINDow ] : TEXT [ : DATA ] <用引号括住的字符串>  
[ : WINDow ] : TEXT [ : DATA ] ?  
[ : WINDow ] : TEXT : CLear
```

MEASure

```
[ : SCALar ] : CURRent [ : DC ] ?  
[ : SCALar ] : VOLTage [ : DC ] ?
```

OUTPUT

```
[ : STATe ] { OFF | ON }  
[ : STATe ] ?
```

[SOURce:]

```
CURRent [ : LEVel ] [ : IMMEDIATE ] [ : AMPLitude ] { <电流> | MIN | MAX }  
CURRent [ : LEVel ] [ : IMMEDIATE ] [ : AMPLitude ] ? [ MIN | MAX ]  
CURRent [ : LEVel ] : TRIGgered [ : AMPLitude ] { <电流> | MIN | MAX }  
CURRent [ : LEVel ] : TRIGgered [ : AMPLitude ] ? [ MIN | MAX ]  
VOLTage [ : LEVel ] [ : IMMEDIATE ] [ : AMPLitude ] { <电压> | MIN | MAX }  
VOLTage [ : LEVel ] [ : IMMEDIATE ] [ : AMPLitude ] ? [ MIN | MAX ]  
VOLTage [ : LEVel ] : TRIGgered [ : AMPLitude ] { <电压> | MIN | MAX }  
VOLTage [ : LEVel ] : TRIGgered [ : AMPLitude ] ? [ MIN | MAX ]
```

STATus

:QUESTionable[:EVENT]?
:QUESTionable:CONDition?
:QUESTionable:ENABle?
:QUESTionable:ENABle <允许值>

SYSTem

:BEEPer[:IMMEDIATE]
:ERRor?
:VERSion

TRIGger

[:SEQUence]:DELay { <秒>|MIN|MAX}
[:SEQUence]:DELay?
[:SEQUence]:SOURce{BUS|IMM}
[:SEQUence]:SOURce?

INITiate[:IMMEDIATE]

设备专用命令

以下是 ARRAY 367X 电源所专有的命令，但在设计这些命令时，已经考虑到了 SCPI 命令，其符合标准命令的语法规则。

列表如下：

APPLy

[{<电压>|DEF|MIN|MAX>}[,{<电流>|DEF|MIN|MAX}]]

APPLy?

CALibration

:COUNT?
:CURRent[:DATA] <数值>

:CURRent:LEVel {MIN|MAX}
:SECure:CODE <新密码>
:SECure:STATe {OFF|ON}, <电压>
:SECure:STATe?
:STRing <用引号括住的字符串>

:STRing?

:VOLTage[:DATA] <数值>

:VOLTage:LEVel {MIN|MAX}

MEASure

[:SCALar]:CURRent [:DC]?

[:SCALar]: VOLTage[:DC]?

[:SCALar]:TEMPerature?

[SOURce:]

CURRent[:LEVel]:LIMit[:AMPLitude] { <电流>|MIN|MAX|DEF}

CURRent[:LEVel]:LIMit[:AMPLitude]? {MIN|MAX|DEF}

VOLTage[:LEVel]:LIMit[:AMPLitude] { <电压>|MIN|MAX|DEF}

VOLTage[:LEVel]:LIMit[:AMPLitude]? {MIN|MAX|DEF}

SYSTem

:LOCal

:REMote

:RWLock

第五章

—— 应用程序

应用程序

使用 QuickBASIC 的 RS-232 操作

下面的示例说明了如何使用QuickBASIC，通过RS-232接口发送命令指示和接收命令响应。此程序已经过实际调试无误，可以直接使用。

使用QuickBASIC的RS-232操作程序

```
CLS' 清屏
LOCATE 1, 1
        ' 设置光标第一行一列
DIM Recv$(100)
        ' 存储接收数据数组
OPEN "COM1:9600, N, 8, 2, RS, LF, PE" FOR RANDOM AS #1 LEN =
1000
        ' 波特率: 9600
        ' 奇偶校验: None
        ' 数据位: 8
        ' 停止位: 2
        ' RS: 禁止发出RTS信号
        ' LF: 每一个回车符后自动加换行符
        ' 访问: Random
        ' 文件号: 1
        ' 每条记录长度: 1000
PRINT #1, "SYST:REM"
        ' 设置设备远程模式
PRINT #1, "OUTP ON"
        ' 设备输出打开
PRINT #1, "SYST:ERR?"
        ' 设备错误信息
LINE INPUT #1, Recv$
        ' 从设备读取数据
PRINT "SYST:ERR? : ", Recv$
        ' 读取到的数据输出到显示器
```

第六章

———— 教程

教程

ARRAY 367X 是一台高精度的电源，为您的试验平台提供优秀的电源支持。但为了您更好的操作电源，了解电源的设计特性，以及将电源在实验台上使用或当做受控电源用时，必须注意或遵守的操作规则等，在此章中，将详细的介绍 ARRAY 367X 电源的有关操作和使用的详细信息。

ARRAY 367X 电源概述

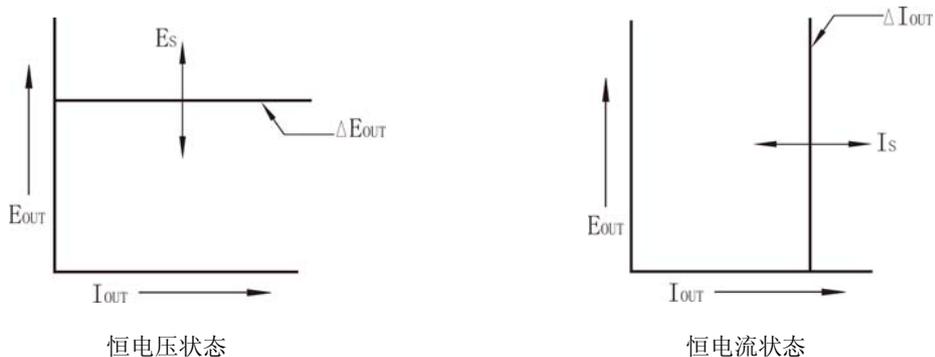
ARRAY 367X 电源具有极高特性参数，能快速的响应线路和负载的变化，并且具有低噪声、低波纹以及较宽的温度适应范围。而且简单稳定的电路结构提供了高可靠性。

ARRAY 367X 电源程控电路控制。该电路提供控制电源输出的控制电压。电源输出向控制电路发送及时输出信息。控制电路从前面板读取控制信息并向显示屏发送即时状态信息。同时还通过远端接口接受以及返回相应的值。

在远端接口和控制电路之间、远端接口和电源之间采用了隔离。

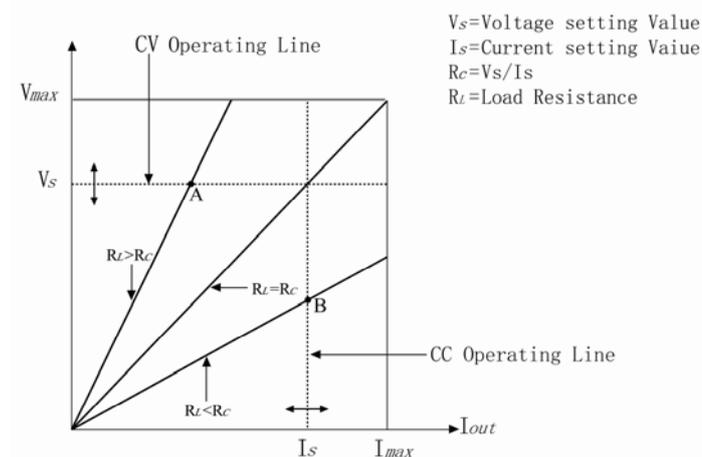
输出特性

理想的恒定电压源在工作时，其输出阻抗在所有的频率上都为零。因此，电源在输出时，不论电流如何变化，电压值都应该是稳定不变的。而理想的恒定电流源在工作时，其输出阻抗在所有的频率上都是无穷大，因此，电源输出电压会跟随负载的改变而改变，从而使电流保持恒定。



ARRAY 367X 电源可以恒电压模式 (CV) 或恒电流模式 (CC) 工作。当电源出现某些故障时, 会使得电源既不工作在恒电压模式 (CV) 也不工作在恒电流模式 (CC), 而变得不稳定。

下图说明电源工作模式之间的变化关系。图中 R_L 表示实际连接负载值, R_C 表示由电源输出电压设定值和输出电流设定值的比值所决定的负载值。直线 $R_L = R_C$ 表示电源的输出电压和输出电流等于用户所设置的输出电压和输出电流时的负载值。在正常工作时, 电源会工作在 $R_L = R_C$ 的上方或者下方。当负载 R_L 大于 R_C 时, 如点 A, 由于实际连接负载值 R_L 要大于所设定的电阻值 R_C , 使得实际输出电流值要小于设定的输出电流值, 即实际的输出电流值始终在输出电流设定值的范围内, 此时, 负载具有较高电阻, 实际输出电压值等于设定的输出电压值, 电压起主导作用, 电源以恒定电压 (CV) 模式工作。



当处于点 B 时, 由于实际负载 R_L 小于 R_C , 使得实际输出电流值要大于设定的输出电流值, 即实际的输出电流值始终在输出电流设定值的范围以外, 此时负载具有较小的电阻, 实际的输出电流值等于设定的输出电流值, 电流起主导作用, 电源以恒定电流 (CC) 模式工作。

不稳定状态

当电源既不工作在恒电压模式 (CV) 也不工作在恒电流模式 (CC) 时, 电源即处在不稳定状态, 这种情况可能会短暂发生。在这种状态下, 输出的电压和电流都是不可预测的。这可能是由于输入交流电压低于额定标准, 或者是由于非阻性负载引起的。例如: 当以较大的电压步长进行输出程控时, 输出电容器或大的电容性负载会充电直到达到电流设定值, 在输出电压上升的过程中电源处于不稳定模式, 从 CV 到 CC 的转换。

干扰信号

理想的电源是能够提供绝对干净、没有任何杂波或者说是没有任何干扰信号的电压或电流输出。但是在实际中，这种理想状态是很难达到的。端子和端子之间、端子和地之间都存在着或多或少的干扰。端子和端子之间的干扰在 ARRAY 367X 上的值很小。

端子和地之间的干扰在严格以大地为电压参考的系统中，是非常敏感，也是非常不好处理的。当电路以大地作参考时，与交流电相关的小电网电流会从输出端子流到大地，任何到大地的阻抗都会产生等于阻抗乘以电流值的电压降，要最大限度地减少此影响可以将输出端在输出端子处接地，或者任何到大地的阻抗都必须有到大地地互补阻抗以消除产生的电压。

连接负载

隔离输出

电源输出与地进行了隔离，若有需要将电源地接到大地上时，可以使用机身前面板上的接地端子将电源地接到大地上。任何输出端子都可以连接到电路地，外部电压源可以接到任意端子输出与电路地之间，但是输出端子必须保持在电路地 $\pm 240\text{Vdc}$ 之内。为方便使用，在前面板上提供了接地端子。

连接多个负载

在连接多个负载时，建议将每个负载单独连线直接接到电源的输出端子，这样可以减小负载之间出现的相互耦合现象。连线长度应该尽量短，同时，为了降低外来的干扰，可以使用屏蔽线，或者将线缆绞合在一起。另外，在选择连接导线时，为了保证安全，导线不致于因电流过大而发热，应该尽量选择线径较粗的导线。若是用了屏蔽线，应将其一端与电源的接地端子相连，而另一端则不需进行连接。

若在连线时采用远离电源，利用远端配线端子与多个负载相连时，应使用一对双绞线或屏蔽线将输出端子连接到配线端子上，然后再将各个负载采用单独连线的方式连接到接线端子。



** 在连接负载时，为了确保安全，与负载相连的导线必须足够粗，这样才能保证在导线上流过大电流时，导线不会发热导致危险。*

注意事项

在使用电源时，因连接的负载不同，可能会出现各种不同的现象，以下一一加以介绍。

电容性负载

在将电源连接到电容性负载时，电源基本上可对任何大小的电容负载都保持稳定的输出。大电容负载可能会在电源瞬态响应时出现瞬时干扰。另外在连接负载时，某些特定的组合，可能会导致电源的输出不稳定，此时，可以适当的减小总负载电容来解决问题。

当电源打开输出，输出端的大容量电容会使电源短暂进入 CC 或者不稳定模式，输出电压的变化率被限制为电流设置值与总负载电容(内部和外部)相除的值。

信号	内部电容	内部负载电流	在空载及满标度电流设置时的变化率
3672A	3000uF	0.65A	2V/msec
3673A	1440uF	0.3A	4 V/msec
3674A	660uF	0.15A	6V/msec

电感性负载

在将电源连接到电感性负载时，基本上不会存在回路稳定性问题，但是电感可能会与电源内部的输出电容器产生谐振，虽然如此，但一般来说，这是不会有太大影响的，只是可能在电源响应输出时产生瞬时干扰。

脉冲负载

在电源的某些应用上，负载电流可能会在很大范围内变化。恒定电流电路会限制电源的输出电流，短时超出设定值的峰值电流可以从输出电容器得到，但如果负载电流持续超出设定值，电源会进入 CC 模式或者输出会变得不稳定。若需要电源稳定的输出，需要将电源的电流限定值设置为大于预计的峰值电流。

反向电流负载

不允许外部电源向本电源输出电流，这样会导致电源不稳定，甚至有可能会损坏电源。

扩大输出范围

ARRAY 367X 提供相应电源输出，但在某些需要提供超过此范围的电压或电流输出时，可以通过不同连接方法来得到所需要的输出。

采用串联电源的方法，同时利用两台或两台以上电源进行串联，可获得比一台更高的电压输出值。可以用多台电源串接一个负载，由于电源内部有相应保护功能，所以在多台电源串接时不会因为负载短路或是多台电源不是同时打开而损坏电源。

可靠性

电源的稳定性与其所处的周围环境有着密切的关系，空气的湿度和所处温度都会影响到电源的稳定性，温度越低电源越稳定。在使用时，电源机身背后所装置的散热风扇会为电源内部电子元件进行散热，以保证其正常工作，请在电源后部留出一定空间以便散热。

第七章

----- 技术参数

技术参数

在本章中，将会详细的列出 ARRAY 367X 系列电源的各项参数（测试条件是电阻性负载，温度 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ）。在实际使用中，请参考相关数据。

性能参数

	3672A	3673A	3674A
额定输出			
电压	0~35V	0~80V	0~120V
电流	0~22.5A	0~10A	0~6.5A
波纹与噪声（从 20Hz 到 20MHz）			
电压（均方根值）	<10mVrms	<16mVrms	<16mVrms
电压（峰峰值）	<20mVp-p	<25mVp-p	<80mVp-p
电流	<8mArms	<6mArms	<5mArms
共模电流	1.5mArms	1.5mArms	1.5mArms
负载调整率			
电压	3mV	3mV	3mV
电流	2mA	2mA	2mA
电网调整率			
电压	2mV	2mV	2mV
电流	1mA	1mA	1mA
编程精度			
电压	0.03%+5mV	0.03%+10mV	0.03%+15mV
电流	0.5%+6mA	0.5%+5mA	0.5%+5mA
回读精度			
电压	0.02%+2mV	0.02%+5mV	0.02%+8mV
电流	0.2%+5mA	0.2%+5mA	0.2%+5mA

编程解析度			
电压	1mV	2mV	1mV(@0-100V) 10mV(@100-120V)
电流	1mA	1mA	1mA
回读解析度			
电压	1mV	2mV	4mV
电流	1mA	1mA	1mA
仪表解析度			
电压	1mV	2mV	10mV
电流	1mA	1mA	1mA

瞬态响应时间

输出电源从满载变为半载或相反过程时输出恢复到 100 mV 以内的时间小于 2ms

命令处理时间

编程命令: 在接收到 APPLy 和 SOURce 命令后输出进行相应更改所需的最大时间: <50 msec

回读命令: 以 MEASure? 命令回读所需的最大时间: <100 msec

其他命令: < 50 msec

补充特性

输出程控范围 (最大可程控值)

	3672A	3673A	3674A
电压	0~35.2 V	0~80.2 V	0~120.2 V
电流	0~22.5A	0~10 A	0~6.5 A

温度系数 ± (输出的百分比 + 偏移)

30 分钟预热后, 每变化 1 °C, 输出/ 回读中的最大变化。

	3672A	3673A	3674A

电压	30ppm + 0.5 mV	30ppm+ 0.8 mV	30ppm+ 1 mV
电流	30ppm + 0.2 mA	30ppm+ 0.1 mA	30ppm + 0.1 mA

稳定性 ± (输出的百分比 + 偏移)

在预热30分钟后，负载、线路及环境温度恒定的条件下，输出在8小时内的变化。

	<u>3672A</u>	<u>3673A</u>	<u>3674A</u>
电压	0.02% + 2mV	0.02% +3 mV	0.02% + 4 mV
电流	0.2% + 6mA	0.3% + 3 mA	0.1% +2 mA

电压程控速度

输出电压稳定在其总变化范围的1%内所必需的最大时间（对于电阻性负载）。
不包括命令处理时间

	<u>3672A</u>	<u>3673A</u>	<u>3674A</u>
满载上升	50 msec	50 msec	60 msec
满载下降	50 msec	50 msec	60 msec
空载上升	50 msec	50 msec	60 msec
空载下降	200 msec	300 msec	300 msec

供电

AC180V-265V	47Hz~63Hz	1050VA Max
-------------	-----------	------------

工作环境

0~40℃	0~80%RH
-------	---------

散热

风冷散热

输出电压过冲

小于 1V

编程语言

SCPI (可控仪器的标准命令)

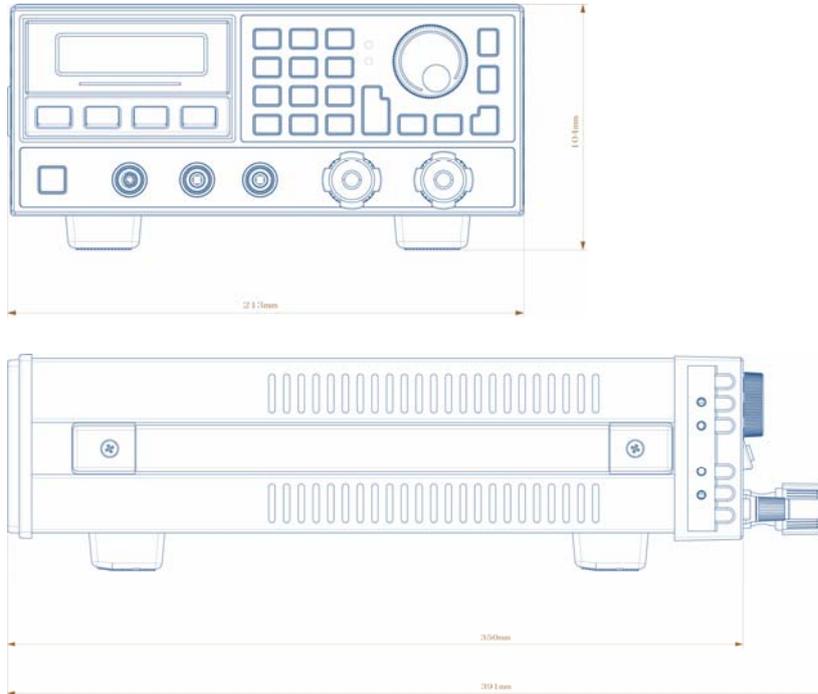
建议校准时间间隔

1年

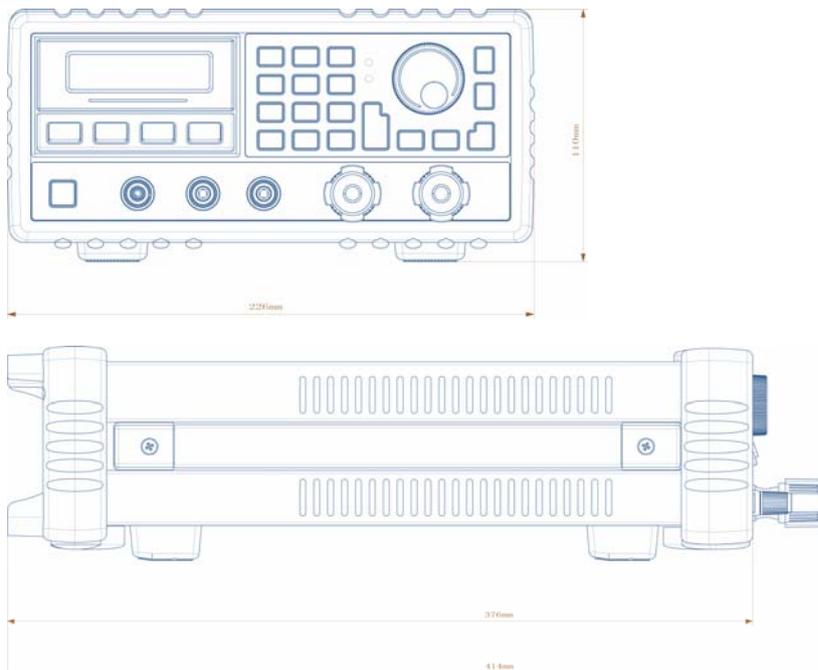
净重

5.5 kg

尺寸
净尺寸



含套尺寸



附录

—— 错误消息

错误消息

当前面板显示屏上“ERROR”指示灯点亮，且电源内部发出短暂的蜂鸣声时，说明电源已检测到了一个或多个命令语法或者硬件错误。电源存储器总共可存储 20 条错误记录。

错误记录存储器采用先进先出的原则保存和读取检测到的错误。返回的第一个错误就是存储的第一个错误。当所有的错误记录都被读或执行了错误消息清除命令后，显示屏上的“ERROR”指示灯会自动熄灭。

如果产生了超过 20 条错误，电源会将存储在队列最后的一个错误替换为 -350, " Too many errors"。直到错误信息被读取或者被清除，否则电源将不会再存储任何错误信息。如果执行本命令时没有错误记录，电源将返回 +0, " No error"。

清除状态命令 *CLS 会清除错误队列，而 *RST 命令并不清除错误队列。关机以后所有错误纪录都将丢失。

前面板操作查看错误信息：

当显示屏上“ERROR”指示灯点亮后，反复按下“Error”键，可以依次查看各条错误信息，直到查看完所有错误信息，“ERROR”指示灯会随之熄灭。

远端接口操作命令：

SYSTEM: ERROR?

从队列中读取一个错误

执行错误

错误代码	错误说明
-101	Invalid character （无效字符） 在命令字符串中发现了无效字符，您可能在命令的关键字或参数中插入了#，\$，或%等字符。 示例： OOTP:TRAC #ON
-102	Syntax error （语法错误） 在命令字符串中发现了语法错误，您可能在命令头中冒号的前后插入了空格或在逗号的前面插入了空格。 示例： VOLT:LEV ,1
-103	Invalid separator （无效分隔符） 在命令字符串中发现了无效分隔符，您可能用逗号代替了冒号、分号或空格，或者可能用空格代替了逗号。 示例： TRIG:SOUR,BUS 或 APPL P6V 1.0 1.0
-104	Data type error （数据类型错误） 在命令字符串中发现了错误的参数类型，您可能在要求字符串的地方指定了数字，反之亦然。
-108	Parameter not allowed （不允许的参数） 接收到的参数比命令要求的多，您可能输入了额外的参数，或在不接受参数的命令中增加了参数。 示例： APPL? 10
-109	Missing parameterr （遗漏参数） 接收到的参数比命令要求的少，您可能遗漏了该命令需要的一个或多个参数。 示例： APPL

-
- 112 **Program mnemonic too long** （程序助记符太长）
接收到的命令头的长度超过最多 12 个字符的限制。
- 113 **Undefined header** （未定义命令头）
接收到的命令对本设备无效，命令可能有拼写错误，或者该命令是无效的。如果要使用短格式命令，记住最多只能包含四个字母。
示例： TRIGG:DEL 3
- 123 **Numeric overflow** （数值溢出）
数值参数的指数大于 32,000。
- 124 **Too many digits** （位数太多）
数值参数的尾数超过 255 位（不包括起始的零）。
- 131 **Invalid suffix** （无效后缀）
为数值参数指定了错误的后缀，您可能拼错了后缀。
示例： TRIG:DEL 0.5 SECS
- 134 **Suffix too long** （后缀太长）
数值参数的后缀包含的字符太多。
- 138 **Suffix not allowed** （不允许有后缀）
在不接受后缀的数值参数的后面接收到了后缀。
示例： STAT:QUES:ENAB 18 SEC （SEC 为无效后缀）。
- 144 **Character data too long** （字符数据太长）
字符数据元素包含的字符太多。
- 151 **Invalid string data** （无效的字符串数据）
接收到无效的字符串。检查是否已使用单引号或双引号括住字符串。
示例： DISP:TEXT 'ON
- 211 **Trigger ignored** （忽略了触发）
接收到了“成组执行触发 (GET)” 或 *TRG，但未触发。确保选择总线作为触发源，并用 INIT[:IMM] 命令初始化触发子系统。

-
- 213 **Init ignored**（忽略了 Init）
选择总线作为触发源时，电源接收到了多个 INIT[:IMM] 初始化命令。确保选择总线作为触发源时，用 INIT[:IMM] 命令初始化触发子系统，然后用 *TRG 指令进行触发。
- 222 **Data out of range**（数据超过范围）
数值参数超过命令的有效范围。
示例： TRIG:DEL -3
- 223 **Too much data**（数据太多）
接收到了字符串，但因为字符串长度超过 40 个字符而无法执行。
CALibration:STRing 命令可能会产生这个错误。
- 224 **Illegal parameter value**（非法的参数值）
接收到的离散参数不是命令的有效选项。您可能使用了无效的参数选项。
示例： DISP:STAT ABC（ABC 是一个无效选择）。
- 350 **Too many errors**（错误过多）
发生的错误超过20个，致使错误队列变满，除非删除队列中的错误，否则不再存储其他错误。关闭电源或执行 *CLS 清除状态命令后，会清除错误队列。
- 410 **Query INTERRUPTED**（查询被中断）
接收到将数据发送到输出缓冲区的命令，但输出缓冲区包含前一个命令发来的数据（以前的数据未被覆盖）关闭电源或执行 *RST 复位命令后，会清除输出缓冲区。
- 420 **Query UNTERMINATED**（查询未终止）
电源被设置为通话（也就是通过接口发送数据），但未收到将数据发送到输出缓冲区的命令。例如，您可能执行了 APPLY 命令（不生成数据），然后试图从远程接口用 ENTER 语句读取数据。
- 430 **Query DEADLOCKED**（查询已死锁）
接收到的命令生成的数据太多，无法装入输出缓冲区，并且输入缓冲区也已满。命令将继续执行，但所有数据都会丢失。

501	Isolator UART framing error (隔离器 UART 成帧错误)
502	Isolator UART overrun error (隔离器 UART 超限错误)
511	RS-232 framing error (RS-232 成帧错误)
512	RS-232 overrun error (RS-232 超限错误)
513	RS-232 parity error (RS-232 奇偶校验错误)
521	Input buffer overflow (输入缓冲区溢出)
522	Output buffer overflow (输出缓冲区溢出)

自检错误

错误代码	错误说明
601	Front panel does not respond (前面板无响应)
603	System ADC test failed (ADC 系统测试失败)
607	Rundown too noisy (衰减信号太嘈杂)
630	Fan test failed (风扇测试失败)
631	System DAC test failed (DAC 系统测试失败)
632	Hardware test failed (硬件测试失败)
633	Temperature Sensor disconnect (温度传感器未连接)

校准错误

错误代码	错误说明
702	Cal secured （校准已加密） 已对电源校准进行加密。
703	Invalid secure code （密码无效） 试图对电源进行解密或加密时，接收到的校准密码无效。对电源解密时，使用的密码必须与加密时使用的密码相同，反之亦然，密码最多可包含 12 个字母数字。
704	Secure code too long （密码太长） 接收到的密码超过12 个字符。
740	Cal checksum failed, secure state （加密状态校验和错误）
741	Cal checksum failed, string data （字符串数据校验和错误）
745	Cal checksum failed, DAC cal constants （DAC 校准常数校验和错误）
746	Cal checksum failed, readback cal constants （回读校准常数校验和错误）
747	Cal checksum failed, GPIB address （GPIB 地址校验和错误）
748	Cal checksum failed, internal data （内部数据校验和错误）

-
- 750 **Cal checksum failed, store/recall data in location 0**
 (位置0的存储/调用数据校验和错误)
- 751 **Cal checksum failed, store/recall data in location 1**
 (位置 1 的存储/调用数据校验和错误)
- 752 **Cal checksum failed, store/recall data in location 2**
 (位置 2 的存储/调用数据校验和错误)
- 753 **Cal checksum failed, store/recall data in location 3**
 (位置 3 的存储/调用数据校验和错误)
- 754 **Cal checksum failed, store/recall data in location 4**
 (位置 4 的存储/调用数据校验和错误)
- 755 **Cal checksum failed, store/recall data in location 5**
 (位置 5 的存储/调用数据校验和错误)
- 756 **Cal checksum failed, store/recall data in location 6**
 (位置 6 的存储/调用数据校验和错误)
- 757 **Cal checksum failed, store/recall data in location 7**
 (位置 7 的存储/调用数据校验和错误)
- 758 **Cal checksum failed, store/recall data in location 8**
 (位置 8 的存储/调用数据校验和错误)
- 759 **Cal checksum failed, store/recall data in location 9**
 (位置 9 的存储/调用数据校验和错误)

