

# 6105A/6100B

电能功率标准源

用户手册

部件号3499335

2009年2月，第1版，6/10

© 2009-2010 Fluke Corporation. 保留所有权利。美国印刷。技术指标如有更改，恕不另行通知。

所有产品名称均为相应公司的商标。

## **LIMITED WARRANTY & LIMITATION OF LIABILITY**

Each Fluke product is warranted to be free from defects in material and workmanship under normal use and service. The warranty period is one year and begins on the date of shipment. Parts, product repairs and services are warranted for 90 days. This warranty extends only to the original buyer or end-user customer of a Fluke authorized reseller, and does not apply to fuses, disposable batteries or to any product which, in Fluke's opinion, has been misused, altered, neglected or damaged by accident or abnormal conditions of operation or handling. Fluke warrants that software will operate substantially in accordance with its functional specifications for 90 days and that it has been properly recorded on non-defective media. Fluke does not warrant that software will be error free or operate without interruption.

Fluke authorized resellers shall extend this warranty on new and unused products to enduser customers only but have no authority to extend a greater or different warranty on behalf of Fluke. Warranty support is available if product is purchased through a Fluke authorized sales outlet or Buyer has paid the applicable international price. Fluke reserves the right to invoice Buyer for importation of costs of repair/replacement parts when product purchased in one country is submitted for repair in another country.

Fluke's warranty obligation is limited, at Fluke's option, to refund of the purchase price, free of charge repair, or replacement of a defective product which is returned to a Fluke authorized service center within the warranty period.

To obtain warranty service, contact your nearest Fluke authorized service center or send the product, with a description of the difficulty, postage and insurance prepaid (FOB Destination), to the nearest Fluke authorized service center. Fluke assumes no risk for damage in transit. Following warranty repair, the product will be returned to Buyer, transportation prepaid (FOB Destination). If Fluke determines that the failure was caused by misuse, alteration, accident or abnormal condition of operation or handling, Fluke will provide an estimate of repair costs and obtain authorization before commencing the work. Following repair, the product will be returned to the Buyer transportation prepaid and the Buyer will be billed for the repair and return transportation charges (FOB Shipping Point).

THIS WARRANTY IS BUYER'S SOLE AND EXCLUSIVE REMEDY AND IS IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. FLUKE SHALL NOT BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSSES, INCLUDING LOSS OF DATA, WHETHER ARISING FROM BREACH OF WARRANTY OR BASED ON CONTRACT, TORT, RELIANCE OR ANY OTHER THEORY.

Since some countries or states do not allow limitation of the term of an implied warranty, or exclusion or limitation of incidental or consequential damages, the limitations and exclusions of this warranty may not apply to every buyer. If any provision of this Warranty is held invalid or unenforceable by a court of competent jurisdiction, such holding will not affect the validity or enforceability of any other provision.

Fluke Corporation  
P O Box 9090  
Everett  
Everett, WA  
98206-9090  
USA

Fluke Europe BV  
P O Box 1186  
5602 BD  
Eindhoven  
The Netherlands

Fluke Precision  
Measurement  
Ltd  
Hurricane way  
NR6 6JB  
UK

## 有限保证和有限责任

每台福禄克的产品在正常使用和维护的情况下保证没有材料和工艺上的缺陷。产品的保证期为一年，从发运之日起计算。零件、产品修理和维护的保证期为 90 天。此项保证的对象仅为原始购买者或者福禄克授权代理商的最终使用客户，并且不适用于保险丝、普通电池或者福禄克认为由于意外的或不正常的工作或管理状况而错误使用、经过改动、疏忽管理、受到污染或损坏的产品。福禄克保证软件将按照其功能技术指标牢靠地工作 90 天，并已经正确地记录在无缺陷的介质上。福禄克不保证软件没有错误或工作中无中断。

福禄克授权代理商应当只将此种对新的和未使用过的产品的保证延伸到最终使用客户，但无权代表福禄克做出更高的或不同的保证条件。只有从福禄克授权的销售渠道购买的产品或者当购买者已经支付了适当的国际价格时才能获得这种保证支持。当从一个国家购买的产品送到另一个国家进行修理时，福禄克保留向购买者开具修理/更换零件进口费用发票的权利。

福禄克的保证责任是有限的，对于在保证期之内退回到福禄克授权的维修中心的有缺陷的产品，福禄克可以选择退还购买款项、免费修理或更换产品。

为获得保修，请与您最近的福禄克授权维修中心联系以得到返修授权信息。然后将该产品发送到该维修中心，提供故障说明、并付邮资和保险费（FOB 目的地）。福禄克不承担运输中损坏的风险。保修之后，该产品将返还给购买者，并付运费（FOB 目的地）。如果福禄克认定故障是由于疏忽管理、错误使用、受到污染、经过改动、意外的或不正常的工作或管理状况，包括因超出产品规定的额定值使用而引起的过电压故障，或者正常的磨损和机械部件的破损而引起，福禄克将提供估计的修理费用并在得到授权之后才开始维修工作。修理之后，该产品将返还给购买者，并付运费。购买者则要支付修理费用和返程的运输费用（FOB 发运点）。

**这种保证是购买者唯一的和专有的补救方法，并且可代替所有其它的保证条件、表述或默许的条款，包括但不限于任何默许的保证条件或者为某种特定目的的商品性或适应性。福禄克对于由于任何理论原因引起的、任何特别的、间接的、意外的或后果性的损坏或丢失，包括数据丢失，都不承担责任。**

由于某些国家或者州不允许对默许保证条款的限制，不允许排斥或者限制意外的或后果性的损失，对这种保证的限制或排斥可能不适合于每一个购买者。如果本保证的任何条款被法院或其它的决策主管裁判机构判定为无效或不可实施，则这种判定将不影响任何其它条款的有效性或可实施性。

Fluke Corporation  
P O Box 9090  
Everett  
Everett, WA  
98206-9090  
USA

Fluke Europe BV  
P O Box 1186  
5602 BD  
Eindhoven  
The Netherlands

Fluke Precision  
Measurement  
Ltd  
Hurricane way  
NR6 6JB  
UK



# 目录

章节	标题	页码
第 1 章	概述.....	1-1
1-1.	概述.....	1-3
1-2.	联系福禄克.....	1-3
1-3.	通用安全概述.....	1-3
1-4.	安全相关的符号和术语说明:.....	1-4
1-5.	保护地(接地).....	1-4
1-6.	特性.....	1-4
1-7.	关于本手册.....	1-5
1-8.	技术指标.....	1-5
1-9.	通用技术指标.....	1-5
1-10.	输入电源.....	1-5
1-11.	尺寸.....	1-6
1-12.	环境.....	1-6
1-13.	安全性.....	1-6
1-14.	EMC.....	1-6
1-15.	通用电气技术指标.....	1-7
1-16.	幅值/频率限制.....	1-7
1-17.	开环和闭环工作.....	1-7
1-18.	电气技术指标.....	1-8
1-19.	电压技术指标.....	1-8
1-20.	在保证输出稳定度时的最大容性负载.....	1-8
1-21.	电压量程限制和载荷.....	1-8
1-22.	正弦电压的幅值技术指标.....	1-9
1-23.	直流电压和谐波幅值技术指标.....	1-10
1-24.	电压失真和噪声.....	1-11
1-25.	电流量程限制.....	1-11
1-26.	负载调整参数的“加数”.....	1-12
1-27.	正弦电流的幅值技术指标.....	1-12
1-28.	直流电流和谐波的幅值技术指标.....	1-14
1-29.	电流失真和噪声.....	1-15
1-30.	电流端子上的电压.....	1-15
1-31.	量程限制和阻抗.....	1-15
1-32.	正弦波技术指标.....	1-16
1-33.	直流电流和谐波的幅值技术指标.....	1-16

1-34.	电流端子上的电压、失真和噪声	1-17
1-35.	电流至电压相位角技术指标	1-18
1-36.	多相运行	1-19
1-37.	电压至电压相位角技术指标	1-19
1-38.	电能技术指标	1-19
1-39.	脉冲输入	1-19
1-40.	脉冲和门控输入	1-19
1-41.	脉冲输出	1-19
1-42.	门控输出	1-20
1-43.	准确度	1-20
1-44.	测试周期	1-20
1-45.	功率技术指标	1-20
1-46.	6105A 和 6106A 正弦功率准确度: 45 Hz 至 65 Hz, 功率因数 1.0 (PPM) <sup>[1]</sup>	1-20
1-47.	6105A 和 6106A 正弦功率准确度: 45 Hz 至 65 Hz, 功率因数 0.5 (PPM) <sup>[1]</sup>	1-20
1-48.	6100B 和 6101B 正弦功率准确度: 45 Hz 至 65 Hz, 功率因数 1.0 (PPM) <sup>[1]</sup>	1-21
1-49.	6100B 和 6101B 正弦功率准确度: 45 Hz 至 65 Hz, 功率因数 0.5 (PPM) <sup>[1]</sup>	1-21
1-50.	6105A 和 6106A 正弦功率准确度: 20 % THD, 功率因数 1.0 (PPM) <sup>[1]</sup>	1-21
1-51.	6100B 和 6101B 非正弦功率准确度: 20 % THD, 功率因数 1.0 (PPM) <sup>[1]</sup>	1-21
1-52.	电压和电流正弦波和矩形波调制闪变技术指标	1-22
1-53.	调制谐波的技术指标	1-22
1-54.	间谐波的技术指标	1-23
1-55.	骤降/骤升的技术指标	1-23
1-56.	确定非正弦波幅值的技术指标	1-24
1-57.	非正弦波电压的例子	1-24
1-58.	视在功率准确度的计算	1-25
1-59.	视在功率的例子	1-25
1-60.	功率 (P) 准确度的计算	1-27
1-61.	功率的例子	1-27
1-62.	参考	1-29
<b>第 2 章 安装</b>		<b>2-1</b>
2-1.	概述	2-3
2-2.	拆箱和检查	2-3
2-3.	再次运输仪器	2-3
2-4.	放置	2-3
2-5.	制冷	2-3
2-6.	电源电压	2-4
2-7.	连接电源	2-4
2-8.	连接辅机	2-4
2-9.	相位设置	2-5
2-10.	连接和上电顺序	2-5
<b>第 3 章 特性</b>		<b>3-1</b>
3-1.	概述	3-3
3-2.	前面板功能特性	3-3
3-3.	主用户界面区域	3-5
3-4.	从前面板输入数据项	3-6
3-5.	直接/间接模式	3-6
3-6.	使用外部键盘和鼠标	3-7
3-7.	采样参考信号和 F10	3-7

3-8.	设置练习	3-7
3-9.	切换至电流输出	3-8
3-10.	激活电流通	3-8
3-11.	电流通被激活, 但不工作	3-9
3-12.	设置 L1 电流通	3-9
3-13.	过载警告消息	3-10
3-14.	关闭输出	3-11
3-15.	两线/四线电压设置	3-11
3-16.	四线检测	3-11
3-17.	两线/四线配置设置	3-12
3-18.	后面板功能特性	3-13
<b>第 4 章</b>	<b>前面板操作</b>	<b>4-1</b>
4-1.	概述	4-3
4-2.	上电	4-3
4-3.	预热	4-3
4-4.	基本设置方法	4-4
4-5.	系统设置	4-4
4-6.	频率	4-4
4-7.	电源频率锁定	4-5
4-8.	谐波编辑模式	4-5
4-9.	无功功率的计算	4-6
4-10.	软启动	4-6
4-11.	单位和标准	4-7
4-12.	前面板接线端子	4-7
4-13.	后面板输出设置	4-8
4-14.	更多设置	4-9
4-15.	电流端子上电压传输因子	4-9
4-16.	保存设置和加载设置软键	4-10
4-17.	设置日期和时间	4-10
4-18.	GPIB 设置	4-10
4-19.	设置出厂默认值	4-10
4-20.	关于	4-11
4-21.	编辑模式	4-11
4-22.	直接模式	4-11
4-23.	延缓模式	4-11
4-24.	不能延缓的修改	4-11
4-25.	设置电压和电流波形	4-11
4-26.	谐波、直流和正弦波	4-12
4-27.	定义	4-12
4-28.	操作谐波编辑功能	4-13
4-29.	6100B 的技术指标	4-13
4-30.	正弦/谐波模式	4-13
4-31.	设置谐波和直流	4-15
4-32.	表格编辑模式	4-16
4-33.	间谐波	4-17
4-34.	定义	4-17
4-35.	操作间谐波编辑功能	4-17
4-36.	6100B 的技术指标	4-17
4-37.	设置间谐波	4-17

4-38.	调制谐波	4-18
4-39.	定义	4-18
4-40.	操作调制谐波功能	4-18
4-41.	6100B 的技术指标	4-18
4-42.	设置调制谐波	4-18
4-43.	骤降和骤升	4-19
4-44.	定义	4-19
4-45.	操作骤降和骤升功能	4-19
4-46.	6100B 的技术指标	4-20
4-47.	设置骤降/骤升	4-20
4-48.	闪变	4-22
4-49.	定义	4-22
4-50.	操作闪变功能	4-22
4-51.	6100B 的技术指标	4-22
4-52.	设置基本闪变	4-22
4-53.	设置闪变扩展功能	4-24
4-54.	周期性频率变动	4-24
4-55.	多次过零的失真电压	4-25
4-56.	边带谐波	4-25
4-57.	相位跳变	4-26
4-58.	占空比为 20%的矩形波电压变动	4-27
4-59.	复制和粘贴	4-28
4-60.	复制	4-28
4-61.	粘贴	4-28
4-62.	电能校准选件	4-28
4-63.	功能概述	4-28
4-64.	工作原理	4-28
4-65.	限制	4-29
4-66.	使用电能校准选件前的准备	4-29
4-67.	输入通道配置和电能表常数	4-31
4-68.	连接 MUT 和参考电能表	4-31
4-69.	电能类型	4-31
4-70.	内部上拉电阻	4-32
4-71.	电能脉冲输出电能表常数和上拉	4-32
4-72.	进行测试	4-32
4-73.	测试模式	4-32
4-74.	自由运行模式	4-33
4-75.	计数/定时模式	4-33
4-76.	门控模式	4-34
4-77.	包模式	4-34
4-78.	电能校准选件的远程操作	4-35
<b>第 5 章</b>	<b>远程操作</b>	<b>5-1</b>
<b>第 6 章</b>	<b>用户维护</b>	<b>6-1</b>
6-1.	概述	6-3
6-2.	可靠性测试	6-3
6-3.	设置和运行可靠性测试	6-3
6-4.	修改用户密码	6-3
6-5.	操作保险丝	6-4
6-6.	如何清洁仪器	6-5



6-7.	如何清洁空气过滤网 .....	6-5
6-8.	更换锂电池 .....	6-6
<b>第 7 章</b>	<b>校准 .....</b>	<b>7-1</b>
7-1.	概述 .....	7-3
7-2.	校准方法 .....	7-3
7-3.	完全校准检定和调整 .....	7-3
7-4.	置信度测试 .....	7-3
7-5.	部分调整 .....	7-3
7-6.	多相系统的可靠性检查 .....	7-3
7-7.	最佳校准准确度 .....	7-4
7-8.	幅值测量 .....	7-4
7-9.	相位测量 .....	7-4
7-10.	相位不确定度对功率准确度的影响 .....	7-5
7-11.	完全准确度下的校准不确定度 .....	7-6
7-12.	所需设备 .....	7-6
7-13.	6100B 信号发生原理概览 .....	7-7
7-14.	6100B 和 6101B 的独立性 .....	7-7
7-15.	FLUKE 服务中心的校准系统 .....	7-9
7-16.	校准系统的特性 .....	7-10
7-17.	传感器 .....	7-11
7-18.	数字多用表幅度误差的影响 .....	7-11
7-19.	数字多用表幅度相位的影响 .....	7-11
7-20.	电压至电压的相位不确定度 .....	7-11
7-21.	电流至电压的相位不确定度 .....	7-12
7-22.	调整概述 .....	7-12
7-23.	校准调整的步骤 .....	7-12
7-24.	进入到校准模式 .....	7-12
7-25.	选择仪器配置 .....	7-12
7-26.	确定 6100B 的误差 .....	7-13
7-27.	开始调整 .....	7-13
7-28.	将校准开关恢复至正常位置 .....	7-14
7-29.	检定 .....	7-14
7-30.	校准调整点 .....	7-14
7-31.	电能校准选件的校准 .....	7-17
7-32.	利用频率计直接测量 .....	7-17
7-33.	使用外部参考频率 .....	7-18
<b>附录 A</b>	<b>术语 .....</b>	<b>1</b>

# 表格目录

表格	标题	页码
表 1-1.	标识 .....	1-4
表 2-1.	符合各国要求的电源线.....	2-4
表 3-1.	前面板功能特性.....	3-4
表 3-2.	后面板功能特性.....	3-13
表 4-1.	骤降波形软键的功能.....	4-21
表 4-2.	基本闪变功能.....	4-22
表 4-3.	周期性频率变动.....	4-24
表 4-4.	多次过零的失真电压闪变.....	4-25
表 4-5.	电压波动.....	4-25
表 4-6.	边带谐波.....	4-26
表 4-7.	相位跳变.....	4-27
表 4-8.	占空比为 20%的矩形波电压变动 .....	4-28
表 6-1.	认可的替代保险丝.....	6-4
表 7-1.	相位不确定度对功率准确度的影响.....	7-5
表 7-2.	所需的电压幅值校准不确定度.....	7-6
表 7-3.	所需的电流幅值校准不确定度.....	7-6
表 7-4.	所需的相位校准不确定度.....	7-6
表 7-5.	校准方法.....	7-7
表 7-6.	每周期内的样本量.....	7-11
表 7-7.	数字多用表相位误差不确定度（度） .....	7-11
表 7-8.	电压调整点.....	7-14
表 7-9.	电流调整点.....	7-15
表 7-10.	80 A 选件（如果已安装）的电流调整点 .....	7-16
表 7-11.	来自电流端子调整点的电压.....	7-17

# 图示目录

图 标题	页码
图 2-1 6105A 后面板上的辅机单元连接器.....	2-5
图 3-1. 6100B 前面板.....	3-3
图 3-2 图形用户界面.....	3-5
图 3-3. 输出菜单（选中 L1 电压）.....	3-7
图 3-4 输出菜单（选中 L1 电流）.....	3-8
图 3-5. 输出菜单软键.....	3-8
图 3-6.输出菜单（选中 L1 电流）.....	3-9
图 3-7. 波形菜单，基波.....	3-9
图 3-8.过载警告消息.....	3-10
图 3-9. 波形菜单，电流输出.....	3-11
图 3-10.四线检测配置.....	3-12
图 3-11. 系统设置菜单顶层软键.....	3-12
图 3-12. 前面板配置软键.....	3-12
图 3-13. 后面板功能特性.....	3-13
图 4-1. 主设置页面.....	4-4
图 4-2. 系统菜单软键.....	4-4
图 4-3. 频率，电源锁定（Line locking）.....	4-5
图 4-4. 无功功率的计算.....	4-6
图 4-5. 单位和标准配置.....	4-7
图 4-6. 前面板接线端子配置.....	4-8
图 4-7. 参考和信号配置.....	4-9
图 4-8.更多设置软键.....	4-9
图 4-9. 电流端子上的电压.....	4-10
图 4-10. 通道选择.....	4-12

图 4-11. 波形的顶层软键菜单.....	4-12
图 4-12. 时域图形表示的谐波.....	4-14
图 4-13. 频域图形表示的谐波.....	4-14
图 4-14. 谐波编辑模式软键.....	4-15
图 4-15. 波形编辑模式的软键.....	4-15
图 4-16. 表格编辑屏幕.....	4-16
图 4-17. 第二层表格编辑模式软键.....	4-16
图 4-18. 表格编辑的底层软键.....	4-17
图 4-19. 间谐波的波形菜单.....	4-17
图 4-20. 间谐波的软键菜单.....	4-18
图 4-21. 调制谐波的波形菜单.....	4-18
图 4-22. 调制谐波的软键菜单.....	4-19
图 4-23. 波形软键菜单.....	4-19
图 4-24. 骤降的波形菜单.....	4-20
图 4-25. 骤降的顶层软键菜单.....	4-20
图 4-26. 骤降波形的软键菜单.....	4-20
图 4-27. 骤降的触发软键菜单.....	4-21
图 4-28. 闪变的软键菜单.....	4-22
图 4-29. 基本闪变的软键菜单.....	4-23
图 4-30. 闪变菜单（频率）.....	4-23
图 4-31. 闪变菜单（变动/分钟）.....	4-23
图 4-32. 扩展闪变的软键菜单.....	4-24
图 4-33. 频率和电压变动组合.....	4-24
图 4-34. 多次过零的失真电压.....	4-25
图 4-35. 单边带谐波.....	4-26
图 4-36. 相位跳变.....	4-27
图 4-37. 占空比为 20%的矩形波电压变动.....	4-27
图 4-38. 波形菜单的顶层软键菜单.....	4-29
图 4-39. 电能校准模式.....	4-30
图 4-40. 输入通道配置和电能表常数.....	4-31
图 4-41. 电能校准选件的顶层软键菜单.....	4-33
图 4-42. 计数/定时模式的配置.....	4-33
图 4-43. 门控模式的配置.....	4-34
图 4-44. 包模式的配置.....	4-35
图 6-1. 波形菜单的顶层软键菜单.....	6-4
图 6-2. 后面板保险丝.....	6-5
图 6-3. 空气过滤网操作.....	6-6

图 7-1. 信号发生.....	7-8
图 7-2. 相位调整之后.....	7-8
图 7-3. 相位测量的连接示意图.....	7-9
图 7-4. 波形 .....	7-10
图 7-5. 波形的顶层软键菜单.....	7-12
图 7-6. 密码提示.....	7-12
图 7-7. 校准调整仪器时的屏幕显示.....	7-13



# 第1章 概述

标题	页码
1-1. 概述 .....	1-3
1-2. 联系福禄克 .....	1-3
1-3. 通用安全概述 .....	1-3
1-4. 安全相关的符号和术语说明: .....	1-4
1-5. 保护地(接地) .....	1-4
1-6. 特性 .....	1-4
1-7. 关于本手册 .....	1-5
1-8. 技术指标 .....	1-5
1-9. 通用技术指标 .....	1-5
1-10. 输入电源 .....	1-5
1-11. 尺寸 .....	1-6
1-12. 环境 .....	1-6
1-13. 安全性 .....	1-6
1-14. EMC .....	1-6
1-15. 通用电气技术指标 .....	1-7
1-16. 幅值/频率限制 .....	1-7
1-17. 开环和闭环工作 .....	1-7
1-18. 电气技术指标 .....	1-8
1-19. 电压技术指标 .....	1-8
1-20. 在保证输出稳定度时的最大容性负载 .....	1-8
1-21. 电压量程限制和载荷 .....	1-8
1-22. 正弦电压的幅值技术指标 .....	1-9
1-23. 直流电压和谐波幅值技术指标 .....	1-10
1-24. 电压失真和噪声 .....	1-11
1-25. 电流量程限制 .....	1-11
1-26. 负载调整参数的“加数” .....	1-12
1-27. 正弦电流的幅值技术指标 .....	1-12
1-28. 直流电流和谐波的幅值技术指标 .....	1-14
1-29. 电流失真和噪声 .....	1-15
1-30. 电流端子上的电压 .....	1-15
1-31. 量程限制和阻抗 .....	1-15
1-32. 正弦波技术指标 .....	1-16
1-33. 直流电流和谐波的幅值技术指标 .....	1-16
1-34. 电流端子上的电压、失真和噪声 .....	1-17
1-35. 电流至电压相位角技术指标 .....	1-18
1-36. 多相运行 .....	1-19
1-37. 电压至电压相位角技术指标 .....	1-19
1-38. 电能技术指标 .....	1-19

---

1-39.	脉冲输入.....	1-19
1-40.	脉冲和门控输入.....	1-19
1-41.	脉冲输出.....	1-19
1-42.	门控输出.....	1-20
1-43.	准确度.....	1-20
1-44.	测试周期.....	1-20
1-45.	功率技术指标.....	1-20
1-46.	6105A 和 6106A 正弦功率准确度: 45 Hz 至 65 Hz, 功率因数 1.0 (PPM) <sup>[1]</sup>	1-20
1-47.	6105A 和 6106A 正弦功率准确度: 45 Hz 至 65 Hz, 功率因数 0.5 (PPM) <sup>[1]</sup>	1-20
1-48.	6100B 和 6101B 正弦功率准确度: 45 Hz 至 65 Hz, 功率因数 1.0 (PPM) <sup>[1]</sup>	1-21
1-49.	6100B 和 6101B 正弦功率准确度: 45 Hz 至 65 Hz, 功率因数 0.5 (PPM) <sup>[1]</sup>	1-21
1-50.	6105A 和 6106A 正弦功率准确度: 20 % THD, 功率因数 1.0 (PPM) <sup>[1]</sup>	1-21
1-51.	6100B 和 6101B 非正弦功率准确度: 20 % THD, 功率因数 1.0 (PPM) <sup>[1]</sup>	1-21
1-52.	电压和电流正弦波和矩形波调制闪变技术指标.....	1-22
1-53.	调制谐波的技术指标.....	1-22
1-54.	间谐波的技术指标.....	1-23
1-55.	骤降/骤升的技术指标.....	1-23
1-56.	确定非正弦波幅值的技术指标.....	1-24
1-57.	非正弦波电压的例子.....	1-24
1-58.	视在功率准确度的计算.....	1-25
1-59.	视在功率的例子.....	1-25
1-60.	功率 (P) 准确度的计算.....	1-27
1-61.	功率的例子.....	1-27
1-62.	参考.....	1-29



## 1-1. 概述

Fluke 电能功率标准，以下称“仪器”，是一款精密仪器，用于校准瓦特表和电能参考标准，以及测量用于确定供电量和电能质量的装置。电能功率标准包括 6100B、6105A 主机及 6101B 和 6106A 辅助仪器。

### 注

除非特别说明，本手册中的“6100B”均指整个产品系列。

每款仪器均可用于提供单项电功率质量和电能。通过增加 1 至 3 台 6101B 或 6106A 辅助仪器，可将系统扩展至多达 4 相。为实现更大的灵活性，通过外部连接一根电缆，6100B 和 6105A 主机亦可配置为辅助仪器。6105A 和 6106A 分别为高准确度版本的 6100B 和 6101B。

## 1-2. 联系福禄克

可通过以下电话号码联系 Fluke:

- 美国技术支持: 1-800-44-FLUKE (1-800-993-5853)
- 美国校准/维修: 1-888-99-FLUKE (1-888-993-5853)
- 加拿大: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- 欧洲+31 402-675-200
- 日本: +81-3-3434-0181
- 新加坡: +65-738-1000 V
- 全球其它区域: +1-425-446-5500

或者访问 Fluke 网站 [www.fluke.com](http://www.fluke.com)。

若需注册产品，请访问 <http://register.fluke.com>。

若需查看、打印或下载最新的手册补遗，请访问 <http://us.fluke.com/usen/support/manuals>。

## 1-3. 通用安全概述

必须严格遵守本手册中的信息和警告，以确保安全工作，并使仪器处于安全状态。在非规定的条件下或以非规定的方式操作或维修仪器可能会影响到安全性。为了正确、安全地使用仪器，除了规定的安全措施之外，操作和维护人员遵守公认的安全规范非常重要。

本手册中，**警告**表示对用户危险的条件和动作；**小心**表示可能会损害仪器或测试设备的条件和动作。



**为避免电击、人员伤害或火灾，请遵守以下指导：**







- **如果仪器损害或怀疑发生故障，请勿打开仪器。**
- **请勿在潮湿、冷凝、粉尘或爆炸性气体环境下使用仪器。**

- 如果未按本手册规定使用仪器，仪器的保护措施可能会受影响。
- 无论何时发现安全防护措施被损坏，必须停止使用仪器，并且防止意外操作。请立即通知有资质的维护或修理人员。
- 如果，比如，仪器有明显可见损坏或不能正常工作，安全防护措施很可能遭到破坏。

#### 1-4. 安全相关的符号和术语说明：

仪器或本手册中使用了表 1 中所示的符号。

表 1-1. 标识

标识	说明
	危险电压。电击危险。
	危险。重要信息。参见手册。
	接地。
	符合相关加拿大标准协会指令。
	符合相关欧盟指令。
	请勿将本产品作为未分类城市垃圾进行处理回收信息请访问 Fluke 网站。

#### 1-5. 保护地（接地）

保护类别 1- 仪器工作时必须通过交流电源电缆的保护地/接地导线进行保护地/接地连接。当电源插头插入至仪器后面板交流电源线插座时，保护地/接地先与交流线盒中性线连接。如果最终连接通过其它位置连接至交流电源，请确保保护地/接地先与交流线和中性线进行连接。

如果不能在交流线和中性线连接之前连接保护地/接地，或者输出端子连接至存在潜在危险的带电电路，那么仪器后面板的独立保护地/接地连接必须连接至合适的保护地/接地。

#### 警告

**为避免电击或人身伤害，请勿有意或无意断开仪器内、外的保护地导体。断开保护地导体很可能使仪器变得非常危险。严禁故意断开保护地导体。**

#### 1-6. 特性

仪器具有以下特性：

- 可溯源功率和电能信号
- 可配置为 1 至 4 个独立相
- 每相的电压和电流完全独立控制

- 每相可提供 1 kV 和 21 A(采用 50 A 选件时为 50 A,采用 80 A 选件时为 80 A)。默认设置下, N 相限制为 33 V rms。用户可将该限制覆盖。本手册稍后详细介绍电压和电流波形的设置。
- 电压和/或电流通道上高达 100 次谐波和直流。
- 基波和间谐波符合 IEC 61000-4-7 和 61000-4-13、61000-4-13 及 61000-4-14 标准。
- 骤降和骤升符合 IEC 61000-4-11 标准。
- 闪变符合 61000-4-15 标准。
- 同时发生的电能质量现象符合 IEC61000-4-30 和 61000-4-34 标准
- 内置 IEC 61036 和 IEC 62053 系列电流波形, 用于测试静止式电能表。
- 用户自定义波形。
- 用户可选的无功功率计算方法。
- 所有电流输出在最大 21A 电流下的顺从电压>13 V 峰值。
- 软启动选件, 消除从电压信号获取电源的仪器引起的浪涌电流。
- 复杂的仪器配置可保存至内部存储器, 或者保存至 USB 存储装置, 可传递至其它 6105A/6100B 系统。
- 可选的电能比较器可校准电能表。
- 10 MHz 或 20 MHz 参考时钟输出选件。

## 1-7. 关于本手册

本手册介绍了安装电功率标准源以及从前面板或远程进行操作的完整信息。同时还提供了术语表和详细的技术指标。本手册涵盖了以下内容:

- 安装
- 操作控制和特性
- 前面板操作
- 远程操作 (IEEE-488.2)
- 利用外部存储器转存数据
- 用户维护, 包括校准
- 术语表

## 1-8. 技术指标

以下章节给出了仪器的通用技术指标和详细技术指标。

## 1-9. 通用技术指标

## 1-10. 输入电源

电压	100 V 至 240 V, 最大波动 10 %
瞬时过压	IEC 60364-4-443 标准的耐冲击 (过压) 二级标准
频率	47 Hz 至 63 Hz
最大功耗	100 至 130 V 时最大 1000 VA, 130 V 至 260 V 时最大 1250 VA

### 1-11. 尺寸

	6100B、6101B、6105A 和 6106A	使用 50 A 或 80 A 选件
高	233 mm (9.17 inches)	324 mm (12.8 inches)
高 (不含支脚)	219 mm (8.6 inches)	310 mm (12.2 inches)
宽	432 mm (17 inches)	432 mm (17 inches)
深	630 mm (24.8 inches)	630 mm (24.8 inches)
重量	23 kg (51 lb)	30 kg (66 lb)

### 1-12. 环境

工作温度	5 °C 至 35 °C
校准温度 (tcal) 范围	16 °C 至 30 °C
储存温度	0 °C 至 50 °C
运输温度	-20 °C 至 60 °C <100 hr
预热时间	1 hr
安全工作时最大相对湿度 (无凝结)	<80 % , 5 °C 至 31 °C 时; 35 °C 时线性下降至 50 %
储存时最大相对湿度 (无凝结)	<95 % , 0 °C 至 50 °C 时
工作海拔高度	0 m - 2,000 m
非工作海拔高度	0 m - 12,000 m
冲击	MIL-PRF-28800F class 3
振动	MIL-PRF-28800F class 3
密封	MIL-PRF-28800F class 3

### 1-13. 安全性

- 符合 CAN/CSA-C22.2 No 61010.1-04, UL Std.No. 61010-1 (2<sup>nd</sup> Edition)、ISA-82.02.01 标准  
参考标准: IEC 61010-1:2001
- 仅限室内使用, 污染等级 2; 安装类别 II
- CE 和 CSA 认证

### 1-14. EMC

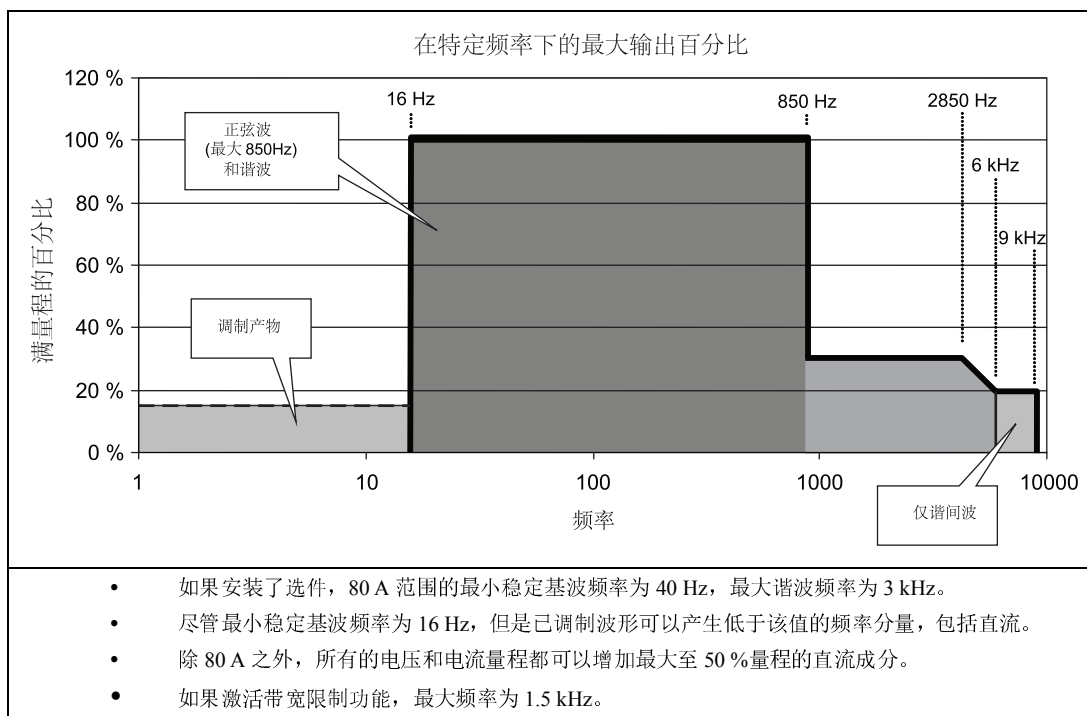
EN61326-1:2006, CISPR 11, A 类, FCC 规范 15 部分, B 子部分, A 类 (A 类设备适用于工业设施, 而不适用于住宅, 以及那些直接连接至家用建筑低压供电网的用途)。

## 1-15. 通用电气技术指标

电压/电流幅值设置分辨率	6 位
基波频率范围	16 Hz 至 850 Hz
电源频率锁定	45 Hz 至 65.9 Hz, 由用户决定
频率准确度	$\pm 50$ ppm
频率设置分辨率	0.1 Hz
达到准确度所需预热时间	1 个小时, 或停机时间的两倍
输出改变后的稳定时间	0 至 10 s
电压相之间的标称相位角	120°
同相的电压和电流之间的标称相位角	0°
相位角设置	$\pm 180^\circ, \pm \pi$ 弧度 <sup>[1]</sup>
相位角设置分辨率	0.001°, 0.00001 弧度 <sup>[1]</sup>
电压谐波的最大数量	100 次谐波, 含 1 次谐波 (基波频率)
电流谐波的最大数量	100 次谐波, 含 1 次谐波 (基波频率)

[1] 如果相位设置单位在度和弧度之间切换, 由于计算存在舍入误差, 随后的数据可能会不一致。

## 1-16. 幅值/频率限制



## 1-17. 开环和闭环工作

利用模拟和数字反馈系统 (闭环) 可以达到纯正弦波或正弦波加谐波的准确度。只要施加了以下任何电能质量现象: 闪变、调制谐波、骤降/骤升或间谐波, 数字系统就会自动去耦。初始性能同 1 年准确度栏中列出的参数, 但是性能随时间的变化同稳定度栏中的参数。只要使已经激活的闪变、调制谐波、骤降/骤升或间谐波无效, 或者改变了该通道的正弦波或任何谐波值后, 就能立即恢复至仪器准确度。

## 1-18. 电气技术指标

规定的准确度技术指标包括了福禄克服务中心给出的校准不确定度。以下的技术指标均是指在包含因子  $k=2$ （等价于 95 % 的置信度）时，按照公认的校准程序获得的技术指标。

## 1-19. 电压技术指标

### 1-20. 在保证输出稳定度时的最大容性负载

在 100 nF 负载时电压的输出可保持稳定，但是由于受负载电流的限制，并不能在所有电压/频率/谐波组合下都能驱动这样的电容。

### 1-21. 电压量程限制和载荷

<b>满量程 (FR)</b>	23 V	45 V	90 V	180 V	360 V	650 V <sup>[4]</sup>	1008 V
<b>最大峰值<sup>[1][2]</sup></b>	32.5 V	63.6 V	127.2 V	254.5 V	509 V	919 V	1425 V
<b>最大载荷 (峰值电流)<sup>[3]</sup></b>	1 A	1 A	1 A	1 A	1 A	1 A	71 mA
<b>最大载荷 (RMS 电流)<sup>[3]</sup></b>	500 mA	500 mA	500 mA	250 mA	150 mA	110 mA	60 mA

[1] 这些值适用于正弦波、失真波形和已调制波形。

[2] 电压谐波相位角显著影响非正弦波形的峰值。

[3] 为了在 4 线测量配置下达到技术指标，测试线中的电阻必须小于 1  $\Omega$ ，电源线中的电阻必须小于 1.5  $\Omega$ 。

[4] 仅限 6105A 和 6101B 型。

[5] 峰值电流不能持续，并且依赖于设置时的电压水平。当输出为 0 V 时，不可能达到该电流，但是当电压接近波形的峰值时，将会达到。提供的高峰值电流能力用于驱动从信号中获取脉冲电流的主机。

## 1-22. 正弦电压的幅值技术指标

量程	频率	电压 <sup>[5]</sup>	6105A & 6106A 1年准确度, tcal <sup>[4]</sup> ± 5 °C ± (ppm 输出 + mV) <sup>[1]</sup>		6100B & 6101B 1年准确度, tcal <sup>[4]</sup> ± 5 °C ± (ppm 输出 + mV) <sup>[1]</sup>		6100B、6101B、6105A & 6106A 开环 24 小时稳定度 ± (ppm 输出 + mV) <sup>[2][3]</sup>	
1.0 V 至 23 V	45 Hz 至 65 Hz	15 V 至 17 V	42	0	112	1	75	0.8
		1.0 V 至 23 V	42	0.2				
	16 Hz 至 850 Hz	1.0 V 至 23 V	60	0.2				
3 V 至 45 V	45 Hz 至 65 Hz	28 V 至 32 V	42	0	112	2	75	0.8
		3 V 至 45 V	42	0.4				
	16 Hz 至 850 Hz	3 V 至 45 V	60	0.4				
6.3 V 至 90 V	45 Hz 至 65 Hz	56 V 至 64 V	42	0	112	2.2	75	0.8
		6.3 V 至 90 V	42	0.8				
	16 Hz 至 850 Hz	6.3 V 至 90 V	60	0.8				
13 V 至 180 V	45 Hz 至 65 Hz	110 V 至 128 V	44	0	112	4.4	75	1.5
		13 V 至 180 V	44	1.6				
	16 Hz 至 850 Hz	13 V 至 180 V	60	1.6				
25 V 至 360 V	45 Hz 至 65 Hz	215 V 至 246 V	44	0	112	8.8	75	3
		25 V 至 360 V	60	3.2				
	16 Hz 至 850 Hz	25 V 至 360 V	61	3.2				
46 V – 650 V	45 Hz - 65 Hz	425 V 至 490 V	44	0	-	-	75	6
		46 V 至 650 V	60	5.8				
	16 Hz 至 850 Hz	46 V 至 650 V	61	5.8				
70 V 至 1008 V	45 Hz 至 65 Hz	740 V 至 850 V	44	0	150	26	75	10
		70 V 至 1008 V	60	10				
	16 Hz 至 850 Hz	70 V 至 1008 V	61	10				

[1] 仅限 4 线测量方法，对于 2 线工作方式，准确度技术指标需要另外增加电压 = 0.3 Ω x 最大负载电流。

[2] 指 ±1 °C、恒定负载和连接状态。

[3] 当应用了闪变、调制谐波、骤降/骤升或间谐波时，在 1 年准确度指标上必须加上“开环”稳定度指标，如“开环和闭环”部分介绍。

[4] tcal = 上次校准温度。

[5] 可以设置小于范围最小值的输出电平，但是未规定指标。

## 1-23. 直流电压和谐波幅值技术指标

量程	输出 <sup>[4][5]</sup>	频率	6105A & 6106A 1 年准确度, tcal <sup>[4]</sup> ±5 °C ± (ppm 输出 + mV) <sup>[1][6]</sup>		6100B & 6101B 1 年准确度, tcal <sup>[4]</sup> ±5 °C ± (ppm 输出 + mV) <sup>[1][6]</sup>		开环 24 小时稳定 度± (ppm 输出+ mV) <sup>[2][3]</sup>	
1.0 V 至 23 V	0 V 至 11.5 V	直流	91	2	122	5	75	1.8
	0 V 至 6.9 V	16 Hz 至 850 Hz	58	1	122	1	75	0.8
		850 Hz 至 6 kHz	451	1	512	1	150	0.8
3 V 至 45 V	0 V 至 22.5 V	直流	91	4	122	10	75	3.3
	0 V 至 13.5 V	16 Hz 至 850 Hz	58	2	122	2	75	0.8
		850 Hz 至 6 kHz	451	2	512	2	150	0.8
6.3 V 至 90 V	0 V 至 45 V	直流	91	8	122	24	75	8
	0 V 至 27 V	16 Hz 至 850 Hz	60	2.2	122	2.2	75	0.8
		850 Hz 至 6 kHz	451	2.2	512	2.2	150	0.8
13 V 至 180 V	0 V 至 90 V	直流	91	16	122	50	75	15
	0 V 至 54 V	16 Hz 至 850 Hz	60	4.4	122	4.4	75	1.5
		850 Hz 至 6 kHz	451	4.4	512	4.4	150	1.5
25 V 至 360 V	0 V 至 180 V	直流	91	32	122	100	75	30
	0 V 至 108 V	16 Hz 至 850 Hz	60	12	122	12	75	3
		850 Hz 至 6 kHz	451	12	512	12	150	3
46 V 至 650 V	0 V 至 325 V	直流	92	60	-	-	75	65
	0 V 至 195 V	16 Hz 至 850 Hz	61	22	-	-	75	6
		850 Hz 至 6 kHz	451	22	-	-	150	6
70 V 至 1008 V	0 V 至 504 V	直流	92	100	166	300	75	100
	0 V 至 302 V	16 Hz 至 850 Hz	61	33	166	33	75	10
		850 Hz 至 6 kHz	451	33	524	33	150	10

[1] 仅限 4 线测量方法, 对于 2 线工作方式, 准确度技术指标需要另外增加电压=0.3 Ω x 最大负载电流。

[2] 指 ±1 °C、恒定负载和连接状态。

[3] 当应用了闪变、调制谐波、骤降/骤升或间谐波时, 在 1 年准确度指标上必须加上“开环”稳定度指标, 如“开环和闭环工作”部分介绍。

[4] 这些技术指标仅适用于复合电压真有效值输出大于量程最小值时。如果复合输出低于量程最小值, 对详细的输出技术指标未做规定。

[5] 低于 2850 Hz 的单个谐波 (2 次到 100 次) 的最大值为量程的 30%。关于高于 2850 Hz 以上的情况, 请参见“幅值/频率限制”部分。

[6] tcal = 上次校准温度。



## 1-24. 电压失真和噪声

量程和频率		最大谐波失真 <sup>[1]</sup>				非谐波本底噪声(相对于满量程)	
满量程	频率	两项中的较大者		两项中的较大者		16 Hz 至 4 MHz	
		dB	电压	%设置	%量程	dB	%
23 V	16 Hz 至 850 Hz	-76	480 $\mu$ V	0.016	0.003	-66	0.05
	850 Hz 至 6 kHz	-52	2.4 mV	0.25	0.015	-66	0.05
45 V	16 Hz 至 850 Hz	-76	990 $\mu$ V	0.016	0.003	-70	0.032
	850 Hz 至 6 kHz	-52	5.0 mV	0.25	0.015	-70	0.032
90 V	16 Hz 至 850 Hz	-76	2.3 mV	0.016	0.003	-72	0.025
	850 Hz 至 6 kHz	-52	11 mV	0.25	0.015	-72	0.025
180 V	16 Hz 至 850 Hz	-76	5.0 mV	0.016	0.003	-76	0.016
	850 Hz 至 6 kHz	-52	25 mV	0.25	0.015	-76	0.016
360 V	16 Hz 至 850 Hz	-76	10 mV	0.016	0.003	-66	0.05
	850 Hz 至 6 kHz	-52	50 mV	0.25	0.015	-66	0.05
650 V	16 Hz 至 850 Hz	-76	20 mV	0.016	0.003	-60	0.1
	850 Hz 至 6 kHz	-52	100 mV	0.25	0.015	-60	0.1
1008 V	16 Hz 至 850 Hz	-76	30 mV	0.016	0.003	-60	0.1
	850 Hz 至 6 kHz	-52	151 mV	0.25	0.015	-60	0.1

[1] 在 850 Hz 至 6 kHz 之间, dB 谐波失真线性增加。

## 1-25. 电流量程限制

满量程 (FR)	0.25 A	0.5 A	1 A	2 A	5 A	10 A	21 A	50 A	80 A
最大峰值 <sup>[1][2]</sup>	0.353 A	0.707 A	1.414 A	2.828 A	7.07 A	14.14 A	29.7 A	70.7	113 A
满度时的最大顺从电压(Vpk) <sup>[3][4]</sup>	14 V	14 V	14 V	14 V	14 V	14 V	12.5 V	3 V	2 V
最大感性负载, 高带宽 <sup>[5]</sup>	300 $\mu$ H	300 $\mu$ H	300 $\mu$ H	300 $\mu$ H	300 $\mu$ H	30 $\mu$ H	30 $\mu$ H	30 $\mu$ H	30 $\mu$ H
最大感性负载, 低带宽 <sup>[5][6]</sup>	2 mH	2 mH	1 mH	1 mH	500 $\mu$ H	360 $\mu$ H	500 $\mu$ H	250 $\mu$ H	250 $\mu$ H

[1] 这些值适用于正弦波、失真波形和已调制波形。

[2] 电流谐波相位角显著影响非正弦波形的峰值。

[3] 高于 450 Hz 时, 仪器将产生能够在负载端产生最大顺从电压的电流输出, 需要在“直流电流和谐波幅值技术指标”和“电流失真和噪声”部分的准确度技术指标上加上一个“加数”。“加数”的计算方法在下文进行说明。

[4] 连接线末端的顺从电压将降低, 降低幅度为电缆中的 IR 压降。

[5] 在所列感性负载下, 电流输出可保持稳定, 但是由于受电压负载的限制, 并不能在所有电流/频率/谐波组合下都能驱动该感性负载。可通过减小环路降低电缆引起的感性负载, 例如将电缆捆绑在一起或缩短电缆长度。

[6] 在低带宽模式下, 最大频率为 1.5 kHz。

### 1-26. 负载调整参数的“加数”

电流放大器的有限输出阻抗会引起“负载调整”效应，必须加以考虑。设  $V_F$  为在频率  $F$  下，电流  $I_F$  在负载两端产生的峰值电压。设  $I_{FR}$  为最大电流， $V_{max}$  为在此范围内的最大顺从电压。

如果  $V_F / V_{max} \leq I_F / I_{FR}$ ，则无需加数；否则，则按以下方法计算加数：

$$\text{如果 } V_F / V_{max} > I_F / I_{FR}, \text{ 则加数为: } \frac{I_{FR} \times F \times V_F}{20 \times V_{max}} \mu\text{A}$$

例：输出为在 5 A 量程下的 800 Hz，0.5 A 真有效值正弦波。从“正弦电流的幅值技术指标”部分可获得 6100B 的电流技术指标为：

$$139 \text{ ppm} + 120 \mu\text{A} = 70 \mu\text{A} + 120 \mu\text{A}$$

输出两端的电压为 6 V 峰值，最大顺应电压为 14 V，例如， $V_F/V_{max} > I_F/I_{FR}$ 。“加数”为：

$$\frac{5 \times 800 \times 6}{20 \times 14} 85 \mu\text{A}$$

电流技术指标变为：

$$70 \mu\text{A} + 120 \mu\text{A} + 85 \mu\text{A} = 275 \mu\text{A}$$

### 1-27. 正弦电流的幅值技术指标

量程 (A)	频率	电流 (A) <sup>[4]</sup>	6105A & 6106A 1 年准确度, tcal <sup>[3]</sup> ±5 °C ± (ppm 输出 + μA)		6100B & 6101B 1 年准确度, tcal <sup>[3]</sup> ±5 °C ± (ppm 输出 + μA)		开环 24 小时稳定度, ± (ppm of 输出 + μA) <sup>[1][2]</sup>	
0.25 A	45 Hz 至 65 Hz	0.1 A 至 0.25 A	46	2.5	139	6	75	3
		0.25 A	46	1.5	130	6	75	3
	16 Hz 至 850 Hz	0.01 A 至 0.1 A	60	5	139	6	75	3
		0.1 A 至 0.25 A	60	5	139	6	75	3
0.5 A	45 Hz 至 65 Hz	0.2 A 至 0.5 A	46	5	139	12	75	5
		0.5 A	46	3	130	12	75	5
	16 Hz 至 850 Hz	0.05 A 至 0.2 A	61	10	139	12	75	5
		0.2 A 至 0.5 A	61	10	139	12	75	5
1 A	45 Hz 至 65 Hz	0.4 A 至 1.0 A	47	10	139	24	75	10
		1 A	47	6	130	24	75	10
	16 Hz 至 850 Hz	0.1 A 至 0.4 A	61	20	139	24	75	10
		0.4 A 至 1 A	61	20	139	24	75	10
2 A	45 Hz 至 65 Hz	0.8 至 2 A	46	20	139	48	75	20
		2 A	46	12	130	48	75	20
	16 Hz 至 850 Hz	0.2 A 至 0.8 A	61	40	139	48	75	20
		0.8 A 至 2 A	61	40	139	48	75	20
5 A	45 Hz 至 65 Hz	2 至 5 A	49	50	139	120	75	50
		5 A	49	30	130	120	75	50
	16 Hz 至 850 Hz	0.5 A 至 2 A	64	100	139	120	75	50
		2 A 至 5 A	64	100	139	120	75	50
10 A	45 Hz 至 65 Hz	4 至 10 A	49	100	191	240	75	50

量程 (A)	频率	电流 (A) <sup>[4]</sup>	6105A & 6106A 1 年准确度, tcal <sup>[3]</sup> ±5 °C ± (ppm 输出 + μA)		6100B & 6101B 1 年准确度, tcal <sup>[3]</sup> ±5 °C ± (ppm 输出 + μA)		开环 24 小时稳定度, ± (ppm of 输出 + μA) <sup>[1][2]</sup>	
	16 Hz 至 850 Hz	10 A	49	60	164	240	75	50
		1 A 至 4 A	65	200	191	240	75	100
		4 A 至 10 A	65	200	191	240	75	100
21 A	45 Hz 至 65 Hz	8 A 至 21 A	49	200	213	720	75	300
		21 A	49	120	189	720	75	300
	16 Hz 至 850 Hz	2 A 至 8 A	69	400	213	720	75	300
		8 A 至 21 A	69	400	213	720	75	300
50 A	45 Hz 至 65 Hz	20 A 至 50 A	49	500	213	1800	500	750
		50 A	49	300	189	1800	500	750
	40 Hz 至 850 Hz	3.2 A 至 20 A	74	1000	213	1800	500	750
		20 A 至 50 A	74	1000	213	1800	500	750
80 A	40 Hz 至 450 Hz	8 A 至 32 A	106	2800	265	2800	1000	1200
		32 A 至 80 A	106	2800	250	2800	1000	1200
	450 Hz 至 850 Hz	8 A 至 32 A	112	2800	300	2800	1000	1200
		32 A 至 80 A	118	2800	280	2800	1000	1200

[1] 指±1 °C、恒定负载和连接状态。

[2] 当应用了闪变、调制谐波、骤降/骤升或间谐波时，在 1 年准确度指标上必须加上“开环”稳定度指标，如“开环和闭环工作”部分介绍。

[3] tcal = 上次校准温度。

[4] 可以设置小于范围最小值的输出电平，但是未规定指标。

[5] 21 A 和 80 A 量程的稳定时间 (TS) 取决于真有效值输出与满量程的比例，可以用以下公式计算获得：TS = %FR2 x 180 s。设置幅值在满量程时将不超过 50 ppm。

## 1-28. 直流电流和谐波的幅值技术指标

量程	电流 <sup>[4]</sup>	频率	6105A & 6106A 1 年准确度, tcal <sup>[3]</sup> ±5 °C ± (ppm 输出 + μA)		6100B & 6101B 1 年准确度, tcal <sup>[3]</sup> ±5 °C ± (ppm 输出 + μA)		开环 24 小时稳定度, ± (ppm of 输出+ μA) <sup>[1][2]</sup>	
0.01 A 至 0.25 A	0 A 至 0.125 A	直流	89	25	139	75	100	11
	0 A 至 0.075 A	16 Hz 至 850 Hz	61	5	139	6	75	3
		850 Hz 至 6 kHz	400	5	400	6	150	3
0.05 A 至 0.5 A	0 A 至 0.25 A	直流	89	50	139	150	100	22
	0 A 至 0.15 A	16 Hz 至 850 Hz	61	10	139	12	75	5
		850 Hz 至 6 kHz	400	10	400	12	150	5
0.1 A - 1 A	0 A 至 0.5 A	直流	89	100	139	300	100	45
	0 A 至 0.3 A	16 Hz 至 850 Hz	61	20	139	24	75	10
		850 Hz 至 6 kHz	400	20	400	24	150	10
0.2 A 至 2 A	0 A 至 1 A	直流	89	200	139	600	100	90
	0 A 至 0.6 A	16 Hz 至 850 Hz	61	40	182	48	75	20
		850 Hz 至 6 kHz	400	40	400	48	150	20
0.5 A 至 5 A	0 A 至 2.5 A	直流	89	500	139	1500	100	225
	0 A 至 1.5 A	16 Hz 至 850 Hz	61	100	139	120	75	50
		850 Hz 至 6 kHz	400	100	400	120	150	50
1 A 至 10 A	0 A 至 5 A	直流	89	1000	191	3000	100	450
	0 A 至 3 A	16 Hz 至 850 Hz	64	200	191	240	75	100
		850 Hz 至 6 kHz	400	200	400	240	150	100
2 A 至 21 A	0 A 至 10 A	直流	90	2000	191	6000	100	900
	0 A 至 6 A	16 Hz 至 850 Hz	65	400	191	720	75	300
		850 Hz 至 6 kHz	400	400	400	720	150	300
5 A 至 50 A	0 A 至 15 A	16 Hz 至 850 Hz	69	1000	250	2800	500	750
		850 Hz 至 3 kHz	400	1000	400	2800	750	1200
8 A 至 80 A	0 A 至 24 A	16 Hz 至 850 Hz	112	2000	265	2800	500	1200
		850 Hz 至 3 kHz	400	2000	400	2800	750	1200

[1] 指±1 °C、恒定负载和连接状态。

[2] 当应用了闪变、调制谐波、骤降/骤升或间谐波时，在 1 年准确度指标上必须加上“开环”稳定度指标，如“开环和闭环工作”部分介绍。

[3] tcal = 上次校准温度。

[4] 这些技术指标仅适用于复合电压真有效值输出大于量程最小值时。如果复合输出低于量程最小值，对详细的输出技术指标未做规定。

[5] 低于 2850 Hz 的单次谐波（2 次到 100 次）的最大值为量程的 30%。关于高于 2850 Hz 以上的情况，请参见“幅值/频率限制”部分。

### 1-29. 电流失真和噪声

量程和频率		最大谐波失真 <sup>[1]</sup>				非谐波本底噪声（相对于满量程）	
满量程	频率	两项中的较大者		两项中的较大者		16 Hz 至 4 MHz	
		dB	A	%设置	%量程	dB	%
0.25 A	16 Hz 至 850 Hz	-80	7.5 $\mu$ A	0.01	0.003	-50	0.316
	850 Hz 至 6 kHz	-60	25 $\mu$ A	0.1	0.01	-50	0.316
0.5 A	16 Hz 至 850 Hz	-80	15 $\mu$ A	0.01	0.003	-60	0.100
	850 Hz 至 6 kHz	-60	50 $\mu$ A	0.1	0.01	-60	0.100
1 A	16 Hz 至 850 Hz	-80	30 $\mu$ A	0.01	0.003	-60	0.100
	850 Hz 至 6 kHz	-60	100 $\mu$ A	0.1	0.01	-60	0.100
2 A	16 Hz 至 850 Hz	-80	60 $\mu$ A	0.01	0.003	-65	0.056
	850 Hz 至 6 kHz	-60	200 $\mu$ A	0.1	0.01	-65	0.056
5 A	16 Hz 至 850 Hz	-80	150 $\mu$ A	0.01	0.003	-65	0.056
	850 Hz 至 6 kHz	-60	500 $\mu$ A	0.1	0.01	-65	0.056
10 A	16 Hz 至 850 Hz	-80	300 $\mu$ A	0.01	0.003	-50	0.316
	850 Hz 至 6 kHz	-60	1.0 mA	0.1	0.01	-50	0.316
21 A	16 Hz 至 850 Hz	-80	600 $\mu$ A	0.01	0.003	-50	0.316
	850 Hz 至 6 kHz	-60	2.0 mA	0.1	0.01	-50	0.316
50 A	16 Hz 至 850 Hz	-80	2.0 mA	0.01	0.003	-50	0.316
	850 Hz 至 6 kHz	-60	5.0 mA	0.1	0.01	-50	0.316
80 A	16 Hz 至 850 Hz	-80	2.4 mA	0.1	0.003	-70	0.032
	850 Hz 至 3 kHz	-60	8.0 mA	0.1	0.01	-70	0.032

[1] 在 850 Hz 至 6 kHz 之间，dB 谐波失真线性增加。

### 1-30. 电流端子上的电压

### 1-31. 量程限制和阻抗

<b>满量程 (FR)</b>	0.25 V	1.5 V	10 V
<b>最大峰值<sup>[1][2]</sup></b>	0.353 V	2.121 V	14.14 V
<b>源阻抗</b>	1 $\Omega$	6.67 $\Omega$	40.02 $\Omega$
<b>维持技术指标的最小负载阻抗<sup>[3]</sup></b>	40 k $\Omega$	260 k $\Omega$	1.5 M $\Omega$

[1] 这些值适用于正弦波、失真波形和被调制波形。  
 [2] 谐波相位角显著影响非正弦波形的峰值。  
 [3] 对于小于规定值的负载，按照源阻抗和负载阻抗的并联组合计算误差。

## 1-32. 正弦波技术指标

量程	频率	输出成分 <sup>[3]</sup>	6105A & 6106A 1年准确度, tcal <sup>[4]</sup> ±5 °C ± (ppm 输出+ μV)		6105A & 6106A 1年准确度, tcal <sup>[4]</sup> ±5 °C ± (ppm 输出+ μV)		开环 24 小时稳定度, ± (ppm of 输出+ μV) <sup>[1][2]</sup>	
0.05 V 至 0.25 V	45 Hz 至 65 Hz	0.1 V 至 0.25 V	73	10	200	10	90	15
	16 Hz 至 850 Hz	0.05 V 至 0.25 V	82	10	200	10	90	15
0.15 V 至 1.5 V	45 Hz 至 65 Hz	0.6 V 至 1.5 V	53	50	200	50	75	25
	16 Hz 至 850 Hz	0.6 V 至 1.5 V	66	50	200	50	75	25
1 V 至 10 V	45 Hz 至 65 Hz	4 V 至 10 V	52	200	200	200	75	150
	16 Hz 至 850 Hz	4 V 至 10 V	66	200	200	200	75	150

[1] 指±1 °C、恒定负载和连接状态。  
 [2] 当应用了闪变、调制谐波、骤降/骤升或间谐波时，在 1 年准确度指标上必须加上“开环”稳定度指标，如“开环和闭环工作”部分介绍。  
 [3] 可以设置小于范围最小值的输出电平，但是未规定指标。  
 [4] tcal = 上次校准温度。

## 1-33. 直流电流和谐波的幅值技术指标

量程	输出 <sup>[4][5]</sup>	频率	6105A & 6106A 1年准确度, tcal <sup>[4]</sup> ±5 °C ± (ppm 输出+ μV) <sup>[5]</sup>		6100B & 6101B 1年准确度, tcal <sup>[4]</sup> ±5 °C ± (ppm 输出+ μV) <sup>[5]</sup>		“开环”稳定度± (ppm 输出+ μV) 每小时 <sup>[2][3]</sup>	
0.05 V 至 0.25 V	0 V 至 0.125 V	直流	91	35	200	35	100	15
	0 V 至 0.075 V	16 Hz 至 850 Hz	82	10	200	10	60	15
		850 Hz 至 6 kHz	400	30	1000	30	150	15
0.15 V 至 1.5 V	0 V 至 0.75 V	直流	93	210	200	210	100	75
	0 V 至 0.45 V	16 Hz 至 850 Hz	66	35	200	50	50	25
		850 Hz 至 6 kHz	400	50	1000	50	150	25
1 V 至 10 V	0 V 至 5 V	直流	93	1000	200	1000	100	450
	0 V 至 3 V	16 Hz 至 850 Hz	65	200	200	200	50	150
		850 Hz 至 6 kHz	400	300	1000	300	150	150

[1] tcal = 上次校准温度。  
 [2] 指±1 °C、恒定负载和连接状态。  
 [3] 当应用了闪变、调制谐波、骤降/骤升或间谐波时，在 1 年准确度指标上必须加上“开环”稳定度指标，如“开环和闭环工作”部分介绍。  
 [4] 这些技术指标仅适用于复合电压真有效值输出大于量程最小值时。如果复合输出低于量程最小值，对详细的输出技术指标未做规定。  
 [5] 低于 2850 Hz 的单次谐波（2 次到 100 次）的最大值为量程的 30%。关于高于 2850 Hz 以上的情况，请参见“幅值/频率限制”部分。

**1-34. 电流端子上的电压、失真和噪声**

量程和频率		最大谐波失真 <sup>[1]</sup>				非谐波本底噪声（相对于满量程）	
满量程	频率	两项中的较大者		两项中的较大者		16 Hz 至 4 MHz	
		dB	电压	%设置	%量程	dB	%
0.25 V	16 Hz 至 850 Hz	-80	2.5 $\mu$ V	0.010	0.001	-50	0.316
	850 Hz 至 6 kHz	-60	25 $\mu$ V	0.100	0.01	-50	0.316
1.5 V	16 Hz 至 850 Hz	-80	15 $\mu$ V	0.010	0.001	-60	0.100
	850 Hz 至 6 kHz	-60	150 $\mu$ V	0.100	0.01	-60	0.100
10 V	16 Hz 至 850 Hz	-80	100 $\mu$ V	0.010	0.001	-60	0.100
	850 Hz 至 6 kHz	-60	1 mV	0.100	0.01	-60	0.100

[1] 在 50 Hz 至 6 kHz 之间，dB 谐波失真线性增加。

### 1-35. 电流至电压相位角技术指标

对于电流端子上的电压，采用 0.25 A 至 21 A 的技术指标。

对于所有的电压量程 (23 V 至 1008 V)		大于 40 % 量程的 6105A/6106A 电压和电 流成分		大于 40 % 量程的 6100B/6101B 电压和电 流成分		0.5 % 至 40 % 量程的电压或 电流成分 <sup>[5]</sup>	
电流量程	频率	1 年准确 度, tcal <sup>[4]</sup> ±5 °C <sup>[1][2]</sup>	开环 24 小时稳 定度 <sup>[2][3]</sup>	1 年准确 度, tcal <sup>[4]</sup> ±5 °C <sup>[1][2]</sup>	开环 24 小 时稳定度 <sup>[2][3]</sup>	1 年准确度, tcal ±5 °C <sup>[1][2]</sup>	开环 24 小时 稳定度 <sup>[2][3]</sup>
0.25 A 至 21 A	45 Hz 至 65 Hz	0.0023 °	0.0002 °	0.003 °	0.0002 °	0.010 °	0.001 °
	16 Hz 至 69 Hz	0.003 °	0.0002 °	0.003 °	0.0002 °	0.010 °	0.001 °
	69 Hz 至 180 Hz	0.007 °	0.0002 °	0.009 °	0.0002 °	0.017 °	0.002 °
	180 Hz 至 450 Hz	0.018 °	0.0005 °	0.023 °	0.0005 °	0.050 °	0.005 °
	450 Hz 至 850 Hz	0.033 °	0.0008 °	0.043 °	0.0008 °	0.070 °	0.007 °
	850 Hz 至 3 kHz	0.115 °	0.0010 °	0.150 °	0.0010 °	0.200 °	0.020 °
	3 kHz 至 6 kHz	0.230 °	0.0010 °	0.300 °	0.0010 °	0.450 °	0.045 °
21 A 至 50 A	45 Hz 至 65 Hz	0.0023 °	0.0002 °	0.004 °	0.0003 °	0.010 °	0.001 °
	16 Hz 至 69 Hz	0.003 °	0.0003 °	0.004 °	0.0003 °	0.010 °	0.001 °
	69 Hz 至 180 Hz	0.007 °	0.0003 °	0.012 °	0.0003 °	0.017 °	0.002 °
	180 Hz 至 450 Hz	0.018 °	0.0005 °	0.030 °	0.0005 °	0.050 °	0.005 °
	450 Hz 至 850 Hz	0.033 °	0.0010 °	0.050 °	0.0010 °	0.070 °	0.007 °
	850 Hz 至 3 kHz	0.115 °	0.0015 °	0.200 °	0.0015 °	0.200 °	0.020 °
	3 kHz 至 6 kHz	0.230 °	0.0025 °	0.300 °	0.0025 °	0.450 °	0.045 °
20 A 至 80 A	45 Hz 至 65 Hz	0.003 °	0.0002 °	0.004 °	0.0005 °	0.010 °	0.001 °
	16 Hz 至 69 Hz	0.003 °	0.0005 °	0.004 °	0.0005 °	0.016 °	0.002 °
	69 Hz 至 180 Hz	0.008 °	0.0005 °	0.012 °	0.0005 °	0.028 °	0.003 °
	180 Hz 至 450 Hz	0.025 °	0.0010 °	0.030 °	0.0010 °	0.080 °	0.008 °
	450 Hz 至 850 Hz	0.050 °	0.0015 °	0.050 °	0.0015 °	0.100 °	0.010 °
	850 Hz 至 3 kHz	0.250 °	0.0025 °	0.200 °	0.0025 °	0.300 °	0.030 °

[1] 电流相位角误差以同一相的电压通道为参考。例如，L2 电流相对于 L2 电压。  
 [2] 对功率准确度的相位角影响随设置的相位角而变化，请参见以下的“功率技术指标”部分  
 [3] 指恒定负载和连接状态。  
 [4] tcal = 上次校准温度。  
 [5] 当输出成分接近数字反馈系统的分辨率极限时，在小于满量程的 0.5 % 时的相位性能会发生退化。



## 1-36. 多相运行

### 1-37. 电压至电压相位角技术指标

对于所有的电压量程 (23 V 至 1008 V)	大于 40 % 量程的 6105A/6106A 电压和电流 成分		大于 40 % 量程的 6100B/6101B 电压和电流 成分		0.5 % 至 40 % 量程的电压或 电流成分 <sup>[5]</sup>	
	1 年准确 度, tcal <sup>[4]</sup> ±5 °C <sup>[1][2]</sup>	稳定度 每小时 <sup>[2][3]</sup>	1 年准确 度, tcal <sup>[4]</sup> ±5 °C <sup>[1][2]</sup>	稳定度 每小时 <sup>[2][3]</sup>	1 年准确度, tcal ±5 °C <sup>[1][2]</sup>	稳定度 每小时 <sup>[2][3]</sup>
16 Hz 至 69 Hz	0.005 °	0.0002 °	0.005 °	0.0002 °	0.010 °	0.001 °
69 Hz 至 180 Hz	0.007 °	0.0002 °	0.007 °	0.0002 °	0.017 °	0.002 °
180 Hz 至 450 Hz	0.025 °	0.0005 °	0.025 °	0.0005 °	0.050 °	0.005 °
450 Hz 至 850 Hz	0.043 °	0.0008 °	0.050 °	0.0008 °	0.070 °	0.007 °
850 Hz 至 3 kHz	0.150 °	0.0010 °	0.170 °	0.0010 °	0.200 °	0.020 °
3 kHz 至 6 kHz	0.300 °	0.0010 °	0.350 °	0.0015 °	0.450 °	0.045 °

[1] 电流相位角误差以同一相的电压通道为参考。例如, L2 电流相对于 L2 电压。  
 [2] 对功率准确度的相位角影响随设置的相位角而变化, 请参见以下的“功率技术指标”部分。  
 [3] 指恒定负载和连接状态。  
 [4] tcal = 上次校准温度。  
 [5] 当输出成分接近数字反馈系统的分辨率极限时, 在小于满量程的 0.5 % 时的相位性能会发生退化。

### 1-38. 电能技术指标

### 1-39. 脉冲输入

最大频率	5 MHz (对于去抖输入为 100 Hz)
最大频率	100 ns
每通道最大计数	232-1 (4,294,967,295)

### 1-40. 脉冲和门控输入

输入低电平最大值	1 V
输入高电平最小值	3 V
内部上拉值	135 Ω 和 940 Ω, 至 4.5 V 标称值 (大约等效于 150 Ω/1k Ω 至 5 V 标称值)
最大输入电压	28 V (箝位@ 30 V, 约值) <sup>[1]</sup>
最小输入电压	0 V (箝位@ -0.5 V, 约值) <sup>[1]</sup>

### 1-41. 脉冲输出

驱动	开集, 可选内部 470 Ω 上拉
频率范围	1 mHz 至 5 MHz
频率准确度	± ( 10 ppm + 100 nHz )
外部上拉电压	30 V 最大 (箝位) <sup>[1]</sup>
灌电流	最大 150mA

### 1-42. 门控输出

驱动	开漏
内部上拉	同门控输入
外部上拉电压	30 V 最大 ( 箝位 ) <sup>[1]</sup>
灌电流	最大 1 A
[1] 输入/输出保护: 箝位至 30V / -0.5V (约值), 最大每信号 120 mA, 或所有信号共最大 300 mA。	

### 1-43. 准确度

计数/定时准确度	$\pm ( 10 \text{ ppm} + 100 \text{ ns} )$ <sup>[2]</sup>
门控模式准确度	$\pm ( 10 \text{ ppm} + 100 \text{ ns} )$ <sup>[2]</sup>
包模式准确度 (ppm) <sup>[3]</sup>	$\pm ( \text{输出功率 (ppm)} + 10 \text{ ppm} + 110,000/\text{测试周期 (s)} )$
[2] 准确度依赖于应用功率 (按 OPER 键) 与门信号变为有效大于 2 秒后之间的周期。	
[3] 如果“软启动”被使能, 技术指标无效。	

### 1-44. 测试周期

最大测试周期	1000 小时
--------	---------

### 1-45. 功率技术指标

以下功率技术指标的例子仅适用于电压和电流的真有效值大于量程的 40 % 以及频率低于 450 Hz 的情况。: 当 6100B 的电压或电流通道应用了闪变、调制谐波、骤降/骤升或间谐波中的任何一项时, 将不适用。

### 1-46. 6105A 和 6106A 正弦功率准确度: 45 Hz 至 65 Hz, 功率因数 1.0 (ppm)<sup>[1]</sup>

电流	功率: 电流为 90 % 量程时			功率: 电流为 50 % 量程时		
	电压为 62 % 至 70 % 量程时		650 V & 1008 V 量程时; 70 % 至 75 %	电压为 70 % 至 100 % 量程时		650 V & 1008 V 量程时; 70 % 至 75 %
	23 V 至 90 V	180 V & 360 V		23 V 至 90 V	180 V & 360 V	
0 A 至 2 A	62	64	64	72	74	74
5 A 至 50 A	65	66	66	74	75	75
80 A	147	148	148	181	181	181
[1] 对于电能技术指标, 增加 1 ppm 注: 100 ppm = 0.01 %						

### 1-47. 6105A 和 6106A 正弦功率准确度: 45 Hz 至 65 Hz, 功率因数 0.5 (ppm)<sup>[1]</sup>

电流	功率: 电流为 90 % 量程时			功率: 电流为 50 % 量程时		
	电压为 62 % 至 70 % 量程时		650 V & 1008 V 量程; 70 % 至 75 %	电压为 70 % 至 100 % 量程时		650 V & 1008 V 量程; 70 % 至 75 %
	23 V 至 90 V	180 V & 360 V		23 V 至 90 V	180 V & 360 V	
0 A 至 5 A	93	94	94	100	101	101
10 A 至 50 A	95	96	96	102	102	102
80 A	163	163	163	194	194	194
[1] 对于电能技术指标, 增加 1 ppm 注: 100 ppm = 0.01 %						

**1-48. 6100B 和 6101B 正弦功率准确度: 45 Hz 至 65 Hz, 功率因数 1.0 (ppm) [1]**

电流	功率: 电流为 90 %量程时		功率: 电流为 50 %量程时	
	23 V 至 360 V 量程; 62 %至 70 %量程	1008 V 量程; 740 V 至 850 V	23 V 至 360 V 量程; 62 %至 70 %量程	1008 V 量程; 740 V 至 850 V
0 A 至 2 A	236	239	252	239
5 A 至 50 A	236	239	252	239
80 A	322	339	404	417

[1] 对于电能技术指标, 增加 1 ppm  
注: 100 ppm = 0.01 %

**1-49. 6100B 和 6101B 正弦功率准确度: 45 Hz 至 65 Hz, 功率因数 0.5 (ppm) [1]**

电流	功率: 电流为 90 %量程时		功率: 电流为 50 %量程时	
	23 V 至 360 V 量程; 62 %至 70 %量程	1008 V 量程; 740 V 至 850 V	23 V 至 360 V 量程; 62 %至 70 %量程	1008 V 量程; 740 V 至 850 V
0 A 至 5 A	246	249	262	249
10 A 至 50 A	246	249	262	249
80 A	329	346	409	423

[1] 对于电能技术指标, 增加 1 ppm  
注: 100 ppm = 0.01 %

**1-50. 6105A 和 6106A 非正弦功率准确度: 20 % THD, 功率因数 1.0 (ppm) [1]**

准确度与谐波次数及幅值有关

电流	功率: 电流为 90 %量程时			功率: 电流为 50 %量程时		
	电压为 62 %至 70 %量程时		650 V & 1008 V 量程; 70 %至 75 %	电压为 70 %至 100 %量程时		650 V & 1008 V 量程; 70 %至 75 %
	23 V 至 90 V	180 V & 360 V		23 V 至 90 V	180 V & 360 V	
0 A 至 5 A	97	98	98	103	105	105
10 A 至 50 A	98	99	99	105	105	105
80 A	165	165	165	196	196	196

[1] 对于电能技术指标, 增加 1 ppm  
注: 100 ppm = 0.01 %

**1-51. 6100B 和 6101B 非正弦功率准确度: 20 % THD, 功率因数 1.0 (ppm) [1]**

准确度与谐波次数及幅值有关

电压量程	功率: 电流为 90 %量程时		功率: 电流为 50 %量程时	
电流	23 V 至 360 V; 62 %至 70 %量程	1008 V 量程; 740V 至 850 V	23 V 至 360 V 量程; 62 %至 70 %量程	1008 V 量程; 740 V 至 850 V
0 A 至 5 A	242	255	258	255
10 A 至 50 A	242	255	258	255
80 A	326	350	408	426

[1] 对于电能技术指标, 增加 1 ppm  
注: 100 ppm = 0.01 %

### 1-52. 电压和电流正弦波和矩形波调制闪变技术指标

设置范围	在量程范围之内设置值的±30% (60% ΔV/V)	
闪变调制深度准确度	0.025%	
调制深度的设置准确度	0.001%	
调制包络形状	矩形波、方波或正弦波	
占空比(波形为矩形波)	0.01%至99.99%; 准确度=±31 μs	
调制单元:	频率	0.5 Hz 至 40 Hz
	或 变动/分钟	1.0 CPM 至 4800 CPM
调制频率准确度 <sup>[1][2]</sup>	<0.13% (1 CPM 至 4800 CPM)	
[1] 矩形波调制准确度为±{(10 + 31 x 调制频率) ppm + 10 μHz}		
[2] 正弦波调制准确度为±(50 ppm + 10 μHz)		

#### P<sub>st</sub> 和 P<sub>inst</sub> 指标准确度

P<sub>st</sub> 和 P<sub>inst</sub> 值来自于 IEC 61000-4-15, (修订版 1)。注意, P<sub>st</sub> 和 P<sub>inst</sub> 指标仅对 230 V 和 120 V、50 Hz 和 60 Hz 有效。P<sub>st</sub> 值对电流通道无效。

电压设置	P <sub>st</sub> 指标准确度
220 V 至 240 V	±0.25%
115 V 至 125 V	±0.25%

注意, 长期闪变 (P<sub>lt</sub>) 可以通过在适当的周期上加一个固定的 P<sub>st</sub> 来模拟, 或者利用变化的 P<sub>st</sub> 来模拟, P<sub>lt</sub> 可用下式计算:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N P_{sti}^3}{N}}$$

式中, P<sub>sti</sub> (i=1,2,3, ...) 为不同的 P<sub>st</sub> 连续读数。详细信息请参阅 IEC61000-4-15。

#### 其它闪变模式

提供了扩展闪变功能。这些信号的准确度优于 1%。

- 频率变动
- 多次过零的失真电压
- 边带谐波
- 相位跳变
- 矩形波电压变动, 带占空比

### 1-53. 调制谐波的技术指标

调制谐波可用于电压和电流输出。如果在某个电压或电流通道上已经应用了闪变, 则不能在该通道上应用调制谐波。

调制谐波的数量	从 0 到所有设置谐波的任何谐波均可调制。
调制深度的设置范围 <sup>[1]</sup>	标称谐波电压的 0 %至 100 %
调制准确度 (0 %至±30 %调制)	±0.025 %
调制深度的设置准确度	0.001 %
波形	矩形波或正弦波
占空比 (波形为矩形波)	0.1 %至 99.99 %
调制频率范围	0.008 Hz 至 30 Hz
正弦波调制频率准确度	± (50 ppm + 10 μHz)
矩形波调制的频率准确度	<1300 ppm <sup>[2]</sup>
调制频率设置分辨率	0.001 Hz
[1] 当调制深度>±30 %时, 对调制准确度不做规定。	
[2] 准确度为±{(50 + 31 x 调制频率) ppm + 10 μHz}。	

### 1-54. 间谐波的技术指标

间谐波适用于电压和电流输出。

频率准确度	±500 ppm
16 Hz 至 <6 kHz 时的幅值准确度	±1 %
>6 kHz 时的幅值准确度	4 %
单次谐间波的最大值	低于 2850 Hz 的间谐波的最大值为量程的 30%。关于高于 2850 Hz 以上的情况, 请参见“幅值/频率限制”部分。
间谐波的频率范围	16 Hz 至 9 kHz

### 1-55. 骤降/骤升的技术指标

尽管骤降和骤升从本质上讲是一种电压现象, 但是 6100B 也同样能在电流输出上提供骤降/骤升现象。

触发输入要求	TTL 的下降沿保持低电平持续 10 μs
二者选一: 触发输入延迟 或者 相对于通道基波过零点的相位角同步	0 至 60 s ±31 μs ±180° ±31 μs
骤降/骤升的最小持续时间	1 ms
骤降/骤升的最大持续时间	1 分钟
骤降的最小幅值	标称输出的 0%
骤升的最大幅值	满量程和标称输出 140 % 中的最小值
斜坡上升/下降的周期	100 μs 至 30 s 可设
可选的带延迟重复	0 至 60 s ±31 μs
起始电平的幅值准确度	电平的±0.025 %
骤降/骤升电平的幅值准确度 <sup>[1]</sup>	电平的±0.25 %
触发输出延迟	从骤降/骤升起始点 0 至 60 s ±31 μs
触发输出	TTL 下降沿附带触发输出延迟末端, 保持为低达 10 μs 至 31 μs
[1] 当低于起始电平 10 %或低于量程最小值时对准确度未做规定。	

### 1-56. 确定非正弦波幅值的技术指标

电压分量组合的真有效值为：

$$V_{RMS}^2 = \sum_{i=1}^N V_i^2 \quad \text{且设每个 } V_i \text{ 的对称不确定度为 } u(V)_i$$

注意，6100B 的非正弦电压（或电流）波形分量的不确定度是相关的，所以必须利用线性相加进行组合。

$$\begin{aligned} (V_{RMS} + u(V_{RMS}))^2 &= \sum_{i=1}^N (V_i + u(V_i))^2 \\ V_{RMS}^2 + 2V_{RMS}u(V_{RMS}) + u^2(V_{RMS}) &= \\ V_1^2 + 2V_1u(V_1) + u^2(V_1) + V_2^2 + 2V_2u(V_2) + u^2(V_2) \dots V_n^2 + 2V_nu(V_n) + u^2(V_n) \end{aligned}$$

$$\text{但} \quad V_{RMS}^2 = \sum_{i=1}^N V_i^2$$

其中不确定度相对较小（就像在 6100B 中）， $u^2 v_i$  分量可忽略不计。复合波形的不确定度变为：

$$2V_{RMS}u(V_{RMS}) = 2V_1u(V_1) + 2V_2u(V_2) \dots 2V_nu(V_n)$$

进一步简化，即可得到组合不确定度  $U_c$ ：

$$U_c(V_{RMS}) = \sum_{i=1}^N C_i u(V_i)$$

其中， $C_i = \frac{V_i}{V_{RMS}}$ ，即为不确定度系数。

### 1-57. 非正弦波电压的例子

波形为 60 Hz，110 V 真有效值的波形，电压量程为 168 V，包括 10% 的 95 次谐波和 30% 的 3 次谐波，其它成分为基波。利用“电压和正弦幅值技术指标”和“直流电压和谐波技术指标”部分中的 6100B 电压不确定度值，确定 1 年准确度。

3 次谐波的真有效值电压 =  $0.3 \times 110 = 33 \text{ V}$

95 次谐波的真有效值电压 =  $0.1 \times 110 = 11 \text{ V}$

基波的真有效值电压 =  $\sqrt{(110^2 - 33^2 - 11^2)} = 104.3552 \text{ V}$

基波对准确度的贡献：

112 ppm 输出 + 4.4 mV =  $(104.3552 \times 0.000112) + 0.0044 = 0.011688 + 0.0044 = 0.016088 \text{ V}$

利用灵敏度系数进行修正： $0.016088 \times 104.3552 \div 110 = 0.015262 \text{ V}$

3 次谐波 (180 Hz) 对准确度的贡献:

$$3 \text{ 次谐波值的 } 122 \text{ ppm} + 4.4 \text{ mV} = (0.000122 \times 33) + 0.0044 = 0.008426 \text{ V}$$

$$\text{利用灵敏度系数进行修正: } 0.008426 \times 33 \div 110 = 0.002528 \text{ V}$$

95 次谐波 (5700 Hz) 对准确度的贡献:

$$95 \text{ 次谐波值的 } 512 \text{ ppm} + 4.4 \text{ mV} = (0.000512 \times 11) + 0.0044 = 0.010032 \text{ V}$$

$$\text{利用灵敏度系数进行修正: } 0.010032 \times 11 \div 110 = 0.001380 \text{ A} \text{ 或 } 0.001380 \text{ V}$$

将不确定度进行组合:

$$\text{总幅值不确定度} = 0.015262 + 0.002528 + 0.010032 = 0.018793 \text{ V}$$

$$\text{电压准确度} = 110 \pm 0.018793 \text{ V}$$

### 1-58. 视在功率准确度的计算

在计算非正弦输出的视在功率时, 采用以下公式:

$$S = \sqrt{\sum_n V_n^2 \sum_n I_n^2} \text{ VA}$$

在计算视在功率 (S) 的准确度时, 必须结合电压谐波成分的幅值准确度技术指标, 如以上“确定非正弦波幅值技术指标”部分所述。电流成分也是利用相同的方法进行组合的。由于视在功率是两个不同参数的乘积, 利用相对值很容易组合出不确定度。注意, 6100B 的电压和电流成分是独立产生的, 因此在很大程度上是不相关的。

$$\text{由于 } S^2 = V_{RMS}^2 \cdot I_{RMS}^2 ;$$

$$\frac{u_c^2(S)}{S^2} = \left[ \frac{u(V_{RMS})}{V_{RMS}} \right]^2 + \left[ \frac{u(I_{RMS})}{I_{RMS}} \right]^2$$

式中,  $u_c(S)$  为视在功率的组合不确定度,

$u(V_{RMS})$  为真有效值电压的不确定度,

$u(I_{RMS})$  为真有效值电流的不确定度。

### 1-59. 视在功率的例子

电压通道的基频输出为 109V, 电压量程为 1 V, 60 Hz。增加了一个 15 V 的 3 次谐波。电流通道输出为 7A, 60 Hz, 电流量程为 10A, 3 次和 5 次谐波分别为 0.7 A 和 0.3 A。相位角对于视在功率的计算没有影响。电压不确定度在“电压和正弦幅值技术指标”和“直流电压和谐波技术指标”部分给出, 电流不确定度在“正弦电流的幅值技术指标”和“直流电流和谐波幅值技术指标”部分给出。使用的准确度为 6100B 的准确度指标。

$$\text{电压真有效值为: } \sqrt{109^2 + 15^2} = 110.02727 \text{ V}$$

电压基波对准确度的贡献:

$$109 \text{ V 的 } 112 \text{ ppm} + 4.4 \text{ mV} = (109 \times 0.000112) + 0.0044 = 0.012208 + 0.0044 = 0.016608 \text{ V}$$

$$\text{利用灵敏度系数进行修正: } 0.016608 \times 109 \div 110.02727 = 0.016453 \text{ V}$$

电压的 3 次谐波对准确度的贡献:

$$15 \text{ V 的 } 122 \text{ ppm} + 4.4 \text{ mV} = (15 \times 0.000112) + 0.0044 = 0.01830 + 0.0044 = 0.006230 \text{ V}$$

$$\text{利用灵敏度系数进行修正: } 0.006230 \times 15 \div 110.02727 = 0.000849 \text{ V}$$

组合电压不确定度:

$$\frac{u(V_{\text{RMS}})}{V_{\text{RMS}}} = \frac{0.016453 + 0.000849}{110.02727} = 0.000157 \text{ (or } 157 \text{ ppm)}$$

$$\text{电流真有效值为: } \sqrt{7^2 + 0.7^2 + 0.3^2} = 7.041307$$

电流基频对准确度的贡献:

$$7 \text{ A 的 } 164 \text{ ppm} + 240 \mu\text{A} = (7 \times 0.000164) + 0.000240 = 0.001148 + 0.000240 = 0.001388$$

$$\text{利用灵敏度系数进行修正: } 0.001388 \times 7 \div 7.041307 = 0.001380 \text{ A}$$

电流的 3 次谐波对准确度的贡献:

$$0.7 \text{ A 的 } 191 \text{ ppm} + 240 \mu\text{A} = (0.7 \times 0.000191) + 0.000240 = 0.000134 + 0.000240 = 0.000374$$

$$\text{利用灵敏度系数进行修正: } 0.000374 \times 0.7 \div 7.041307 = 0.000037 \text{ A}$$

电流的 5 次谐波对准确度的贡献:

$$0.3 \text{ A 的 } 191 \text{ ppm} + 240 \mu\text{A} = (0.3 \times 0.000191) + 0.000240 = 0.000058 + 0.000240 = 0.000297$$

$$\text{利用灵敏度系数进行修正: } 0.000297 \times 0.3 \div 7.041307 = 0.000013 \text{ A}$$

组合电流不确定度:

$$\frac{u(I_{\text{RMS}})}{I_{\text{RMS}}} = \frac{0.001388 + 0.000037 + 0.000013}{7.041307} = 0.000204 \text{ (or } 204 \text{ ppm)}$$

$$\text{所以, } S^2 = V_{\text{RMS}}^2 \cdot I_{\text{RMS}}^2 = 110.02727 \times 7.041307 = 774.7358 \text{ VA}$$

视在功率的不确定度:



$$\frac{u(S)}{S} = \sqrt{\left[\frac{u(V_{\text{RMS}})}{V_{\text{RMS}}}\right]^2 + \left[\frac{u(I_{\text{RMS}})}{I_{\text{RMS}}}\right]^2} = \sqrt{0.00157^2 + 0.000204^2} = 0.0002574$$

得出:

$$u_c(S) = 0.0002574 \times 774.735748 = 0.1994 \text{ VA}$$

$$\text{视在功率准确度} = 774.7358 \pm 0.1994 \text{ VA}$$

## 1-60. 功率 (P) 准确度的计算

有效功率是每一谐波频率下电压/电流/相位准确度乘积之和。

$$P = \sum V_n I_n \cos \Phi_n \text{ Watts}$$

式中,  $n$  为分量的谐波次数。

计算功率准确度时采用的方法如前所述。针对每一频率, 利用平方根和组合电压、电流和相位的未修正不确定度分量。

$$\frac{u^2(P_f)}{P_f^2} = \left[\frac{u(V_f)}{V_f}\right]^2 + \left[\frac{u(I_f)}{I_f}\right]^2 + [u(\text{phase}_f)]^2$$

式中,  $u(x)$  为分量  $x$  的不确定度,  $\text{phase}$  为频率  $f$  下电流和电压之间的相位角。将每一部分表示为 ppm 是最容易的。

相位角准确度的贡献随设置的相位角而变化, 如下所示:

$$u(\text{phase}) = 1 - \frac{\cos(\Phi + u(\phi))}{\cos \Phi}$$

式中,  $\Phi$  为设置的相位角,  $u(\phi)$  为相位角准确度。

每一频率下的功率不确定度经过灵敏度系数  $c_i$  的修正, 然后被线性组合在一起, 得出组合不确定度  $u_c$ 。(由于电压分量, 以及电流和相位分量是不相关的, 所以进行线性组合)。

$$u_c(P) = \sum_{i=1}^N c_i u(P_i)$$

## 1-61. 功率的例子

电压通道输出为 109 V, 电压量程为 180 V, 60 Hz, 3 次谐波为 15 V。电压的 3 次谐波相对于电压基波的相位角为  $0^\circ$ 。

电流通道的输出为 7 A, 电流量程为 10 A, 60 Hz, 3 次和 5 次谐波分别为 0.7 A 和 0.3 A。电流基波相对于电压基波的相位角为  $12^\circ$ 。电流的 3 次谐波相对于电流基波的相位角为  $+25^\circ$ , 也就是说, 3 次电流谐波和 3 次电压谐波之间的相位角为  $25^\circ + (3 \times 12^\circ) = 61^\circ$ 。由于没有电压 5 次谐波与电流 5 次谐波相匹配, 因此就没有 5 次谐波功率分量。

电压不确定度在“电压和正弦幅值技术指标”和“直流电压和谐波技术指标”部分给出，电流不确定度在“正弦电流的幅值技术指标”和“直流电流和谐波幅值技术指标”部分给出。相位角不确定度在“电流至电压相位角技术指标”部分给出。使用的准确度为 6100B 的准确度指标。

将所有值转换为 ppm，基波对准确度的贡献：

$$u(V_1) = 112 \text{ ppm} + \frac{0.0044V \times 10^6}{109V} = 152 \text{ ppm}$$

$$u(I_1) = 164 \text{ ppm} + \frac{0.00024A \times 10^6}{7A} = 198 \text{ ppm}$$

$$u(\text{phase}_1) = \left( 1 - \frac{\cos(12 + 0.003)}{\cos(12)} \right) \times 1e6 = 11 \text{ ppm}$$

基波分量的组合准确度：

$$u(P_1) = \sqrt{152^2 + 198^2 + 11^2} = 250 \text{ ppm}$$

基波的功率：

$$P_1 = V_1 I_1 \cos \Phi = 109 \times 7 \times 0.9781476 = 746.3266 \text{ Watts} \quad \text{所以:}$$

$$uP_1 = 250 \times 10^{-6} \times 746.3266 = 0.1866 \text{ Watts}$$

3 次谐波对准确度的贡献：

$$u(V_3) = 122 \text{ ppm} + \frac{0.0044V \times 10^6}{15V} = 415 \text{ ppm}$$

$$u(I_3) = 191 \text{ ppm} + \frac{0.00024A \times 10^6}{0.7A} = 534 \text{ ppm}$$

$$u(\text{phase}_3) = \left( 1 - \frac{\cos(61 + 0.009)}{\cos(61)} \right) \times 1e6 = 283 \text{ ppm}$$

3 次谐波分量的组合准确度：

$$u(P_3) = \sqrt{415^2 + 534^2 + 283^2} = 733 \text{ ppm}$$

3 次谐波分量的功率：

$$P_3 = V_3 I_3 \cos \Phi_3 = 15 \times 0.7 \times 0.484810 = 5.0905 \text{ Watts}$$

$$u(P_3) = 733 \times 10^{-6} \times 5.0905 = 0.003732 \text{ Watts}$$

总功率： $P = P_1 + P_3 = 746.3266 + 5.0905 = 751.4171 \text{ Watts}$

由：

$$u_c(P) = \sum_{i=1}^N c_i u(P_i)$$

$$u_c(P) = \frac{746.3266}{751.4171} \times 0.1866 + \frac{5.0905}{751.4171} \times 0.003731 = 0.1854 \text{ Watts}$$

功率准确度 = 751.4171 ± 0.1854 W

### 无功功率的计算方法

在纯正弦波条件下，视在功率（S）、功率（P）和无功功率（Q）的关系为：

$S^2 = P^2 + Q^2$ 。这种关系被称为是功率三角形。当无论是电压或电流波形不是正弦波时，功率三角形将不再满足该等式。因此，人们就尝试用不同的方法来更好的定义无功功率，而不仅仅是做单一的定义。困难在于 Q 被用于大量不同的计算之中，包括输电线路的效率和电压降。6100B 允许用户选择最适合自己需要的定义。支持以下方法：

Budeanu 算法	Fryze 算法
Kusters 和 Moore 算法	Shepherd 和 Zakikhani 算法
Sharon/Czarnecki 算法	IEEE 工作组算法

由于该课题非常复杂，以上所列方法的定义已经超出了本手册的范围。请参阅参考部分提供的相关文件资料。

### 无功功率

对于无功功率（Q），利用下式计算  $u\phi(Q)$ ：

$$u(Q) = \left( 1 - \frac{\sin(\Phi + u(\phi))}{\sin(\Phi)} \right)$$

计算非正弦条件下无功功率的方法是用户可选的。

### 1-62. 参考

6100B 计算无功功率的方法参考了 Stefan Svensson 博士发表的论文：Svensson, S., (1999), Power Measurement Techniques for Nonsinusoidal Conditions, Chalmers (非正弦条件下的功率测量技术)

其它相关文献有：

Budeanu, C., (1927), "Reactive and fictitious powers", *Rumanian National Institute*, No.2.

Czarnecki, L. S., (1885), "Considerations on the reactive power in nonsinusoidal situations", *IEEE Trans. on Inst. And Meas.*, Vol. 34, No. 3, pp399-404, Sept.

Czarnecki, L. S., (1987), "What is wrong with the Budeanu concept of reactive and distortion power and why it should be abandoned", *IEEE Trans. on Inst. and Meas.*, Vol. 36, No. 3, pp834-837, Sept

Filipski, P., (1980), "A new approach to reactive current and reactive power measurements in nonsinusoidal systems", *IEEE Trans. on Inst. and Meas.*, Vol. 29, No. 4, pp423-426, Dec.

Fryze, S., (1932) , "Wirk- Blind- und Scheinleistung in elektrischen Stromkreisen mit nichtsinusförmigen Verlauf von

Strom und Spannung", *Elektrotechnische Zeitschrift*, No25, pp 596-99, 625-627, 700-702.

Kusters, N. L. and Moore, W. J. M., (1980) , "On the definition of reactive power under nonsinusoidal conditions",

*IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems*, Vol PAS-99, No. 5, pp1845-1854, Sept/Oct.

Sharon, D., (1973) , "Reactive power definition and power factor improvement in non-linear systems", *PROC.IEE*, Vol. 120, No. 6, pp 704-706, July.

Shepherd, W. and Zakikhani, P., (1972) , "Suggested definition of reactive power for nonsinusoidal systems", *PROC.IEE*, Vol. 119, No. 9, pp 1361-1362, Sept.

IEC, Reactive power in nonsinusoidal situations, Report TC 25/wg7.

# 第2章 安装

	标题	页码
2-1.	概述 .....	2-3
2-2.	拆箱和检查.....	2-3
2-3.	再次运输仪器.....	2-3
2-4.	放置 .....	2-3
2-5.	制冷 .....	2-3
2-6.	电源电压.....	2-4
2-7.	连接电源.....	2-4
2-8.	连接辅机.....	2-4
2-9.	相位设置.....	2-5
2-10.	连接和上电顺序.....	2-5



## 2-1. 概述



**警告**

**为避免电击和人员伤害，在使用仪器接线柱时要特别小心。仪器主机和辅机的接线柱上会存在致命电压。**

本章介绍仪器的拆箱和安装。同时还提供了更换保险丝和连接电源的步骤。请在使用仪器之前仔细阅读本章内容。

在本手册的以下章节中介绍了如何进行除电源连接之外的其它电缆连接：

- 第 4 章介绍了如何连接电压电流输出，以及使用 6100B 线组的说明。
- 第 5 章介绍了 IEEE-488 接口总线的连接信息。

## 2-2. 拆箱和检查

仪器在运输时被装在专用包装箱内，以防损坏。

请仔细检查仪器，如果发生任何损坏，请立即通知承运方。在包装箱内含有检查指南和声明。

包装内含有装箱单。在拆开仪器包装箱时，请对照装箱单检查所有标配设备以及订购的其它部件。如果发生任何短缺现象，请立即通知购买点或最近的 Fluke 服务中心。

## 2-3. 再次运输仪器

可以从福禄克购买用来搬运仪器的“运输箱”。Fluke 部件编号为 1887580。该包装箱能满足大多数条件下的使用，但是比原始纸板箱的冲击保护能力要弱。建议尽可能使用原始包装箱。

## 2-4. 放置

该仪器应工作于受控的电磁环境，例如校准和测量实验室，也就是说在这些环境下在非常近的距离内不会存在射频发射装置，例如移动电话。

该仪器适合于台式应用，在仪器的每侧都要留有足够的空间，保证充分的通风。

利用 Fluke 的部件 1887571 还可以将仪器安装到机柜中。随机架安装套件提供有详细的安装说明。请注意，面对仪器时，空气是从左向右进行流通的。如果安装至机柜，气流方向必须一致。

## 2-5. 制冷



**注意**

**如果通风孔受限、入口处的空气温度太高或空气过滤网被堵塞，就会发生过热，损坏仪器。**

仪器两侧距离附近的墙壁或机柜必须至少 4 英寸。仪器两侧的进气口和排气口必须保持清洁，防止堵塞。

进入仪器的空气必须介于 5 °C 和 35 °C 之间。请确保其它仪器排出的气流不会直接进入仪器的进气口。

如果在灰尘比较大的环境中使用仪器，请每 30 天或更频繁地对空气过滤网进行清洁。清洁空气过滤网的说明请参见用户手册。

## 2-6. 电源电压

仪器可以自动检测适应 100-240V 范围内的电源电压，因此用户无需选择电压。保险丝可以覆盖该电压范围。用户手册介绍了保险丝的操作方法。

## 2-7. 连接电源

### ⚠️警告

**为了避免电击、人员伤害或火灾，使用工厂提供的三线式电源线连接到具有接地的电源插座。**

**请勿使用两线的适配器或延长线，否则会破坏保护地的连接。如果必须使用两线的电源线，则必须在后面板的接地端子和地之间连接一根保护地线，然后再连接电源线或操作仪器。**

**为仪器系统供电的电源插座必须有应急开关控制，如果发生危险可立即断开电源。**

仪器的电源电流要求可能超过标准的 10 A IEC 连接器的容量，因此在后面板上配备了一个 16 A 电源插座。

随仪器提供了一根适用的电源线。请确保房间的电源插座可提供最大 1250 VA 的功率，并将仪器连接至可靠接地的三线插座。

### 注

在 115 V 时，典型的最大功率为 1000 VA。

如果电源线**没有**电源连接器，请在连接电源连接器时遵守以下的颜色编码——电源火线=棕色，中性线=蓝色，地线=绿色/黄色。

**表 2-1. 符合各国要求的电源线**

国家	Fluke 电源线部件号
英国	1998167
欧洲	1998171
澳大利亚、新西兰、中国	1998198
美国、日本	1998209
其它（未安装插头）	1998211

## 2-8. 连接辅机

6100B 和 6105A 仪器为主机，能够控制任意组合的最多三台辅机。6100B 和 6105A 主机可配置为主机或辅机，但 6101B 或 6106A 只能作为辅机。

每台辅机额外提供一相电压和电流。利用随仪器提供的互连电缆（部件号为 2002080）进行控制连接。图 2-1 所示为主机仪器后面板上的连接布局。6101B 和 6106A 有一路辅机控制输入。



较早的 6101A 亦可作为辅机单元增加至 6100B 和 6105A 主机单元。当升级至 4.10 或更高版本固件时，较早的 6100A 主机可控制任意 6105A、6106A、6100B 和 6101B 辅机。

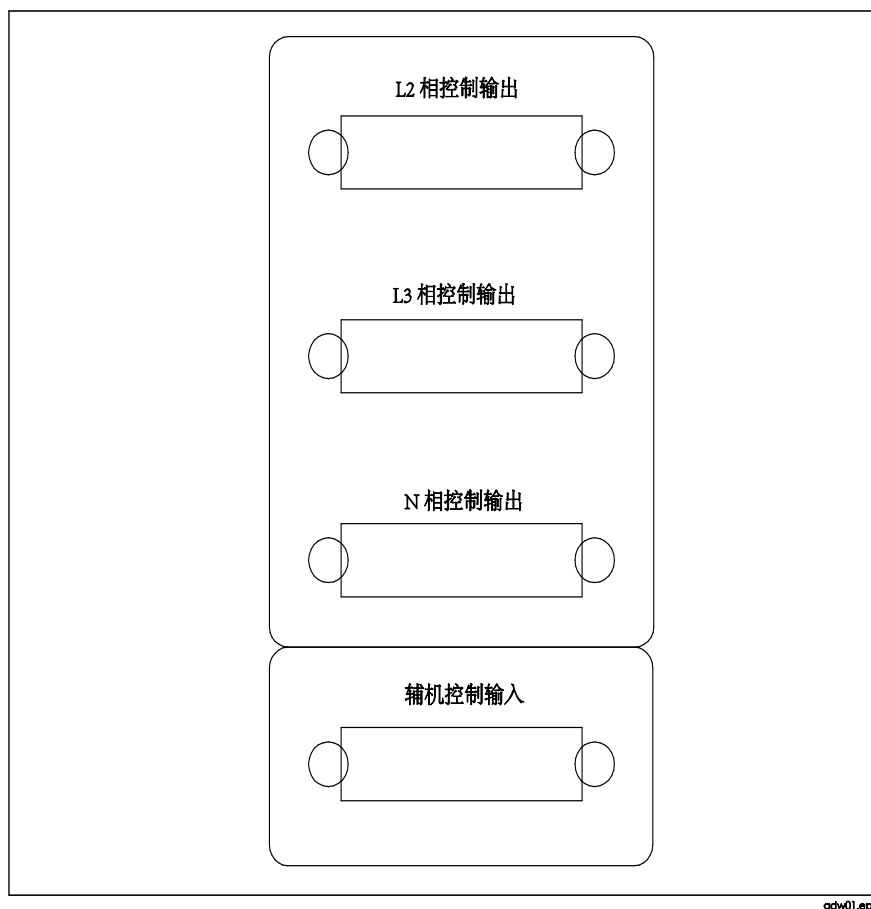


图 2-1 6105A 后面板上的辅机单元连接器

## 2-9. 相位设置

在多相系统中，6105A 或 6100B 总是 L1 相。辅机单元根据所连接的辅机控制输出确定该相位置。连接至 L2 控制输出的辅机为 L2 相，依次类推。关于仪器控制和用户界面的说明请参阅用户手册。

本章可作为 6100B 前、后面板功能和位置的参考，同时对每项特性进行了简要介绍，供快速操作。

关于 6100B 的完整前面板操作说明及远程操作说明，请参见用户手册。

请在使用 6100B 之前仔细阅读该信息。

## 2-10. 连接和上电顺序

### 上电

在使用多相系统时，应首先连接辅机和主机单元之间的控制电缆。然后接通辅机单元的电源，再接通主机单元。

## 关机

关机时首先关断主机单元。如果未按以上顺序执行，不会发生损坏，但在用户界面上可能会显示错误消息。

# 第3章 特性

标题	页码
3-1. 概述 .....	3-3
3-2. 前面板功能特性.....	3-3
3-3. 主用户界面区域.....	3-5
3-4. 从前面板输入数据项.....	3-6
3-5. 直接/间接模式 .....	3-6
3-6. 使用外部键盘和鼠标.....	3-7
3-7. 采样参考信号和 F10 .....	3-7
3-8. 设置练习.....	3-7
3-9. 切换至电流输出.....	3-8
3-10. 激活电流通道.....	3-8
3-11. 电流通道被激活，但不工作.....	3-9
3-12. 设置 L1 电流通道 .....	3-9
3-13. 过载警告消息.....	3-10
3-14. 关闭输出.....	3-11
3-15. 两线/四线电压设置.....	3-11
3-16. 四线检测.....	3-11
3-17. 两线/四线配置设置.....	3-12
3-18. 后面板功能特性.....	3-13



### 3-1. 概述

本章可作为仪器前、后面板功能和位置的参考，同时对每项特性进行了简要介绍，供快速操作。

请在使用仪器之前仔细阅读该信息。

仪器的前面板操作说明在第 4 章介绍，远程操作说明在第 5 章介绍。

### 3-2. 前面板功能特性

仪器的前面板功能部件（包括所有的控制开关、显示屏、指示器和端子）如图 3-1 所示。表 3-1 中简要介绍了前面板的每一功能部件。

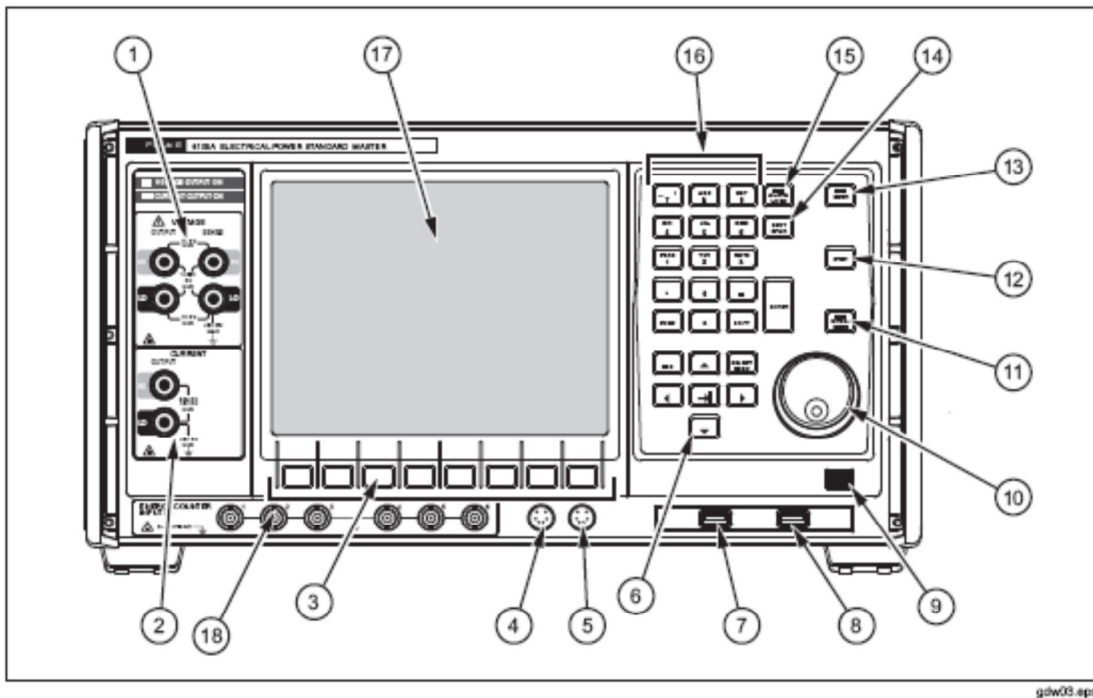














图 3-1. 6100B 前面板

表 3-1. 前面板功能特性

编号	说明
①	电压接线柱——HI 和 LO 输出电压接线柱为电压输出提供连接。HI 和 LO 测量接线柱用来连接外部探测信号，以获得最佳准确度。可以通过“Global Settings”（系统设置）菜单选择两线测量方式。请参见第 4 章。
②	电流接线柱——输出电流
③	软键——直接操作设置功能。如果连接了外部键盘，键盘功能键（F1-F8）提供相同的功能。请参见第 4 章。
④	键盘连接器——PS/2 连接器，如果需要的话可连接一个外置键盘。
⑤	鼠标连接器——PS/2 连接器，如果需要的可连接一个鼠标。
⑥	<p>导航键盘</p>  <p>在三个主菜单之间切换：输出、系统设置和波形（Output、Global settings 和 Waveform）。</p> <p>（退出）键改变软键的控制菜单层。利用该键还可以从顶层屏幕退出。</p> <p>在所选菜单的控制功能之间移动光标。</p> <p>并且  选择数据输入区和选项区的值。</p>
⑦⑧	两个 USB 端口——用于保存和重新加载波形配置。连接鼠标或键盘或更新固件。
⑨	电源开关——将电源打开或关闭。当电源处于打开位置时，开关保持压下状态。再次按下开关，即被弹起并关闭电源。注：该开关是以电子方式控制的开关，而非隔离开关。主电源开关位于后面板。
⑩	双功能旋轮——提供快速数据输入方式。当未按下而进行旋转时，则滚动输入区域内当前被突出显示的数字符号；当向内按下旋转时，则在区域内的符号之间移动光标。
⑪	 ——在直接模式（Direct Mode）下，键盘 LED 点亮，对波形所做的所有更改即时生效。如果没有激活直接模式，6100B 则处于“延缓”模式。在延缓模式（Direct Mode）下，对波形所做的所有更改均被保存，但不生效。可同时使储存的更改生效或放弃更改。
⑫	 （待机）——将输出关闭。
⑬	 （运行）——将“有效”通道的输出打开。端子上方的 LED 指示灯标明通道是否被打开。
⑭	 ——在文本输入模式下（字母键盘锁 LED 点亮），利用  和字符数字键盘（15）键输入文本。这种操作方法非常类似于手机输入文本的方式，重复按下按键，直到显示出所需的字符，这样就能利用一个按键输入多个文本符号。利用  键移动到下一字。 按  键完成输入。
⑮	 ——在文字和数字输入之间进行切换。在数字输入模式下，字符键盘锁指示灯是熄灭的。在文字输入模式下，字符键锁指示灯被点亮。
⑯	字符数字键盘——用来输入文本和数字。利用  （14）在数字和文字输入之间进行切换。在数字输入模式下（字符键盘锁指示灯熄灭），可以直接输入数字（利用 E 键可输入指数）。在文字输入模式下（字符键盘锁指示灯点亮），利用字符数字键和  （15）键输入文本。这种操作方法非常类似于手机输入文本的方式，可利用一个按键输入多个文本符号。
⑰	Windows 用户界面——电能功率标准的波形和其它功能的设置是通过一个 Windows 程序完成的。
⑱	电能校准选件连接器（如果已安装选件）——6 个 BNC 输入，用于从电能表接收脉冲。

### 3-3. 主用户界面区域

用户界面被分为 5 个不同的区域。有 3 个菜单面板、1 个消息窗口，底部为上下文相关的软键指示。请参见图 3-2。

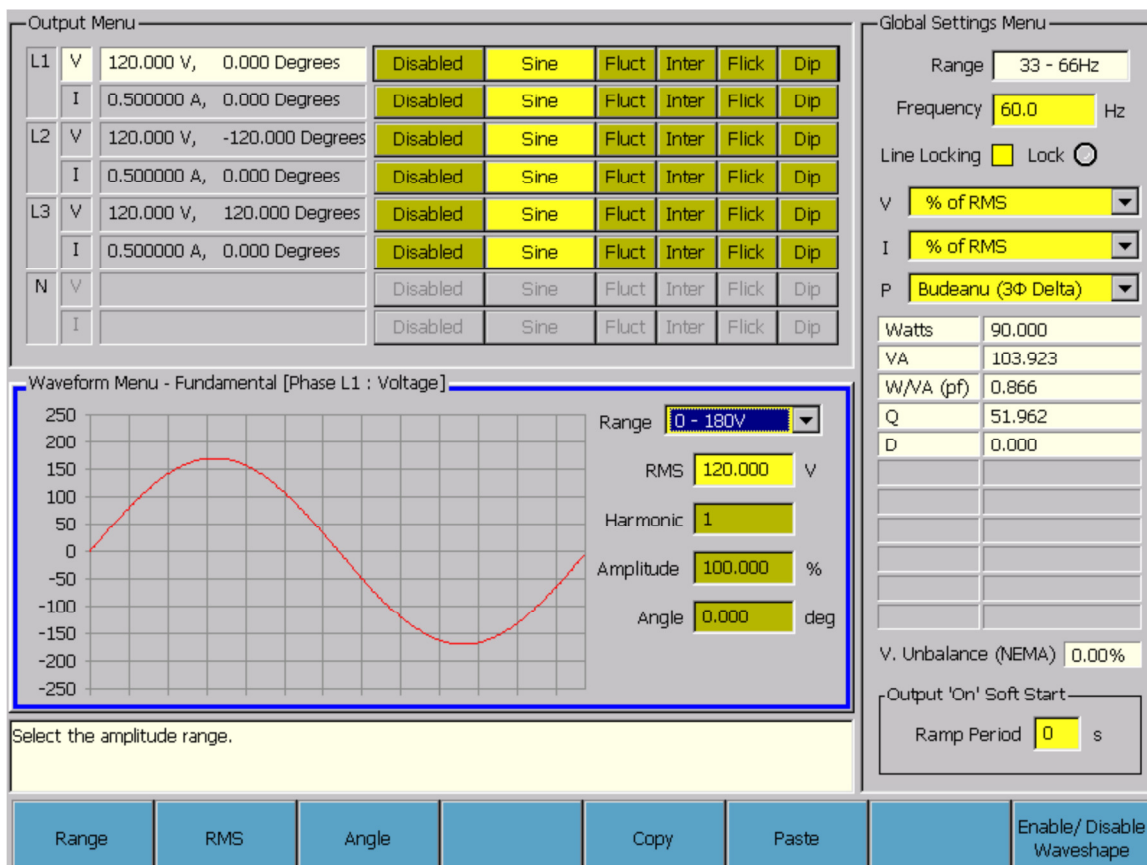































图 3-2 图形用户界面

菜单区域通过按顺序顺时针旋转并按下 进行操作。蓝色边框表示当前活跃的菜单。当焦点在菜单之间切换时，上下文相关的软键操作也相应改变。

- 利用屏幕左上部分的 **Output Menu**（输出菜单），可以选择 **Waveform Menu**（波形菜单）中操作的通道。被设置的通道以白色底色表示。此处显示所有已连接相的电压或电流及相位角。输出菜单总是显示电压和电流接线柱上的实际值（或者是在按下 键后将要显示的值）。
- 屏幕右侧的 **Global Settings Menu**（系统设置菜单）设置主机单元和所有已连接辅机的公共配置。
- **Waveform Menu**（波形菜单）是构建某个通道的波形的区域。用户界面的该部分显示设置被使能后将要输出的信号。
- **Waveform Menu**（波形菜单）下方为消息窗口，该窗口提供内容相关的帮助和警告及错误消息。在该窗口中，显示帮助消息时为白色底色，显示警告时为橙色底色。警告包括表示输入的数据无效或继续执行设置将超过工作边界的消息。红色底色的消息报告严重的故障条件。
- 屏幕底部有 8 个软键，可用于启动操作。部分操作可能会调出一个弹出式屏幕。当屏幕上有弹出式窗口时，软键的内容与之相对应。



### 3-4. 从前面板输入数据项


该屏幕上的项目请参见图 3-2 和表 3。

- 屏幕下方的按键 (③) 操作屏幕上显示的软键。在屏幕的右侧为键盘区。键盘区包括蓝色的导航键 (⑥)、字符数字键 (⑬、⑭、⑮)、双功能旋轮 (⑨) 和输出控制键 (⑩、⑪、⑫)。
-  (⑥) 在三个菜单区域切换焦点。
-  (⑥) 在菜单区域内部的控件之间移动焦点。
- 在菜单面板内，通过软键或利用  移动来操作某个控件。保持按下  键，同时按  键，则反方向移动。
- 软键 (③) 提供单键式操作，或者使用  操作菜单区域内的项目。
- 软键有时具有多层控制。如果有多个动作适用于特定的内容，当按下软键时，会显示另外一层软键。最复杂的操作可能有 7 层软键。使用  返回上层软键。
-  (⑥) 返回软键层次结构的上一层。按  亦可从顶层屏幕退出。
- 只有黄色底色的数据区域可直接编辑。部分为下拉式列表控件，部分为数字项。当焦点位于下拉式列表时，底色变为蓝色。 并且导航组合框中的  用来选择列表项。按  或  完成选择，并将焦点移到下一控件。
- 有三种方式可修改数字项控件中的值。利用数字键 (⑮)，可直接输入，然后按  或  完成。 (退格) 键删除输入点左边的数字。
-  和  在当前值内移动数据输入点。 并且按  递增或递减输入点的数字。旋轮 (⑨) 可执行与  和  及  和  相同的操作。按下旋轮并旋转，即移动数据输入点。放开旋轮并旋转，则递增/递减输入点的数字。需要按下  或  来完成更改。
- 在将文件保存至存储器或外部 USB 设备之前命名文件时，采用字母模式。通过按 ，将字符数字键切换至字符模式及切回至数字模式。选中字符模式时， 点亮。每按一次，输入点的字符改为该键可用的三或四个字符中的下一个。例如：**TUV** 键在字符模式下时，按第一次时插入一个 T。按第二次时改为 U，按第三次时改为 V。如果需要重复某个字符，比如说 **TT**，按  键移动输入点，然后再第二次按 **TUV** 键。

### 3-5. 直接/间接模式



更改 6100B 的设置时，通常每次修改一项。有时则需要一次全部修改多项设置。例如三相系统时需要全部三相电压要设置为 120 V。如果依次单独修改每相的电压，将造成三相系统不平衡。这种情况下可能发生不利影响。

在直接模式 (Direct Mode) 下， 点亮，所有修改立即生效。与直接模式相对应的是延缓模式 (Deferred Mode)。在延缓模式下， 不点亮。数据域的更改不会立即生效。在被修改域，底色为橙色而非黄色，表示更改生效后的输出。可采用两种方法进行更改：

如果输出已打开，按  键。

按软键 **Apply All** (应用全部) (只有当焦点位于输出菜单时才可见)。



当按下  或  时，几乎同时应用全部更改。应用更改时，有数毫秒的延迟。

如果不应用并取消延缓动作，选择 **Undo all**（取消全部）软键（当焦点位于输出菜单时）。如果未按以上所述应用更改，按  键取消延缓的动作。

### 3-6. 使用外部键盘和鼠标

*注*


*仪器上电之前，必须将键盘/鼠标插入至前面板的PS2 端口。该限制不适用于USB 端口。*

在大多数菜单和弹出式屏幕中，鼠标可用于点击数据域，使其获得焦点。在少数屏幕中，有些鼠标操作无效，比如在校准/调整弹出屏幕中。

外置键盘可代替仪器前面板上可用的绝大多数操作。数字、字母字符 0-9、a-z、A-Z 和字符“.”、“/”、“\_”及“-”的输入与使用 6100B 按键的方法相同。其它所有外部键盘字符和标点符号均被忽略。

外部键盘的 **Tab**（跳格）、**Enter**（回车）、**Esc**（退出）、**Backspace**（退格）键及光标键同仪器前面板。

外部键盘的空格键可用于选中和取消选中具有焦点的选择框。

有些功能键被指派用于执行操作。**F1** 至 **F8** 键作为软键 1 至 8（从左侧开始）。**F9** 作为  键，在三个菜单面板之间按顺时针切换焦点。

### 3-7. 采样参考信号和 F10

外部键盘的 **F10** 键复制“OUTPut:ROSCillator”开/关 GPIB 命令。按 **F10** 键来打开和关闭采样参考信号输出。

采样参考信号可用于同步测量系统中的采样仪器。请参见第 7 章。

### 3-8. 设置练习

进行以下培训练习需要使用 6100B 或 6105A。任务是将电流通道设置为输出 2.0 A。按照本手册之前的说明上电后，L1 电压通道（L1 V）输出值以白色底色显示。请参见图 3-3。注意，L2、L3 和 N 通道为灰色，因为没有连接辅机单元。

Output Menu								
L1	V	120.000 V, 0.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I	0.500000 A, 0.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L2	V		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L3	V		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
N	V		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip

图 3-3. 输出菜单（选中 L1 电压）



练习分为 7 个部分：

1. 切换至电流输出
2. 激活电流通道
3. 电流通道被激活，但不工作
4. 设置 L1 电流通道
5. 过顺应警告消息
6. 完成电流电路并将输出打开
7. 关闭输出

每部分之后提供说明。

### 3-9. 切换至电流输出

焦点必须位于要设置的电流通道。上电后，菜单焦点将处于波形菜单（蓝色边框）。

1. 按 （或 F9）一次，将焦点移至输出菜单（Output Menu）。
2. 使用  将输出菜单控件焦点移至 L1 电流（L1 I）。注意，白色底色移至当前通道。使焦点保留在 L1 电流。请参见图 3-4。

Output Menu									
L1	V	120.000 V, 0.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip	
	I	0.500000 A, 0.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip	
L2	V		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip	
	I		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip	
L3	V		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip	
	I		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip	
N	V		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip	
	I		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip	



图 3-4 输出菜单（选中 L1 电流）

### 3-10. 激活电流通道

在输出出现在仪器接线柱之前，必须将通道激活。L1 电压和电流通道均显示“Disabled”（禁用）。只有相关通道为“Enabled”（激活）时，输出信号才会出现在输出端子上。

当焦点位于输出菜单时，可利用软键激活 L1 电流通道。请参见图 3-5。

注

将来，如果菜单焦点位于输出菜单，但是软键与预期不同，按  键进入上一层软键。一旦达到顶层菜单，按  则没有反映。

Enable/Disable Channel	Sine or Harmonics	Enable/Disable Fluct Harmonics	Enable/Disable Interharmonics	Enable/Disable Flicker	Enable/Disable Dip		
------------------------	-------------------	--------------------------------	-------------------------------	------------------------	--------------------	--	--

图 3-5. 输出菜单软键

按 **Enable/Disable**（激活/禁用）软键，输出菜单中的 L1 电流行显示为“Enabled”（激活）。请参见图 3-6。

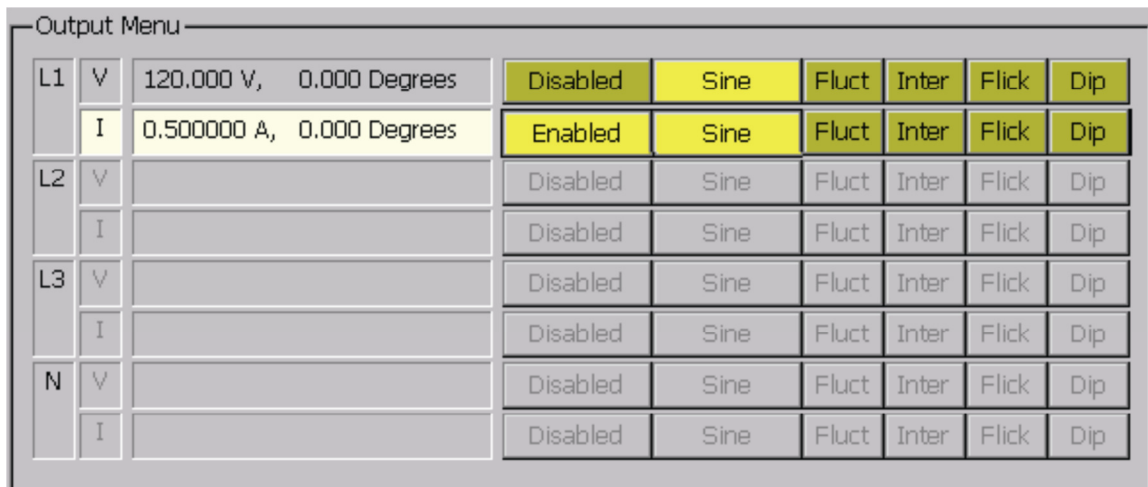


图 3-6. 输出菜单（选中 L1 电流）

### 3-11. 电流通道被激活，但不工作

在仪器的输出端子上仍然没有输出信号。要实现信号输出，系统必须设置为工作模式。如果此时系统被设置为工作模式，电压端子上将没有信号，因为通道未被激活。系统将尝试从电流端子输出 0.5 A，但这将产生一个警告消息，因为输出为开路。一旦设置电流通道，这一问题将被解决。

### 3-12. 设置 L1 电流通道

如果需要更改某路输出通道的设置，首先将菜单焦点移动至波形菜单（Waveform Menu）：

1. 按 键两次。菜单焦点切换至波形菜单。请参见图 3-7。

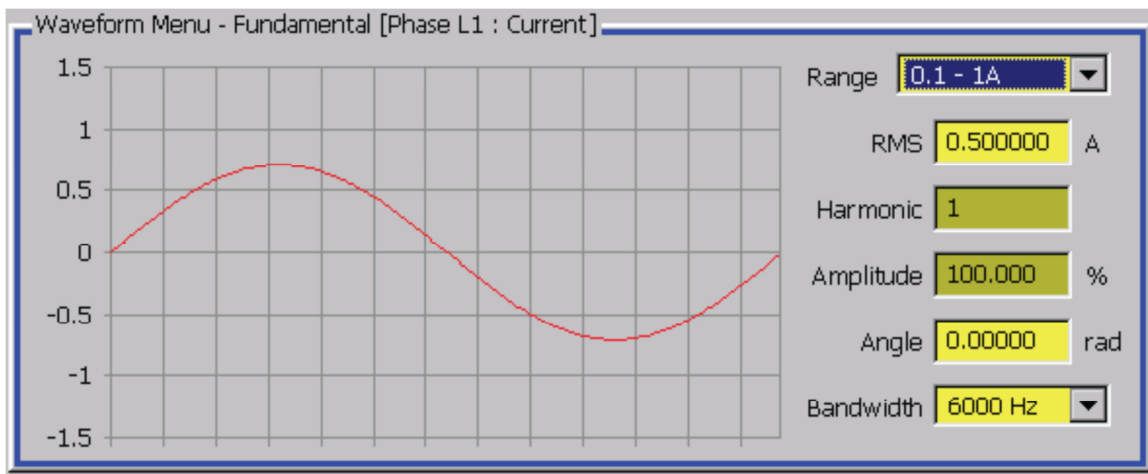


图 3-7. 波形菜单，基波


2. 焦点位于 Range（范围）控件（蓝色底色）。
3. 使用 和 键或旋轮将范围设置为 2 A。按 或 键完成输入，并将

焦点移至 RMS（真有效值）域。

4. 如以上“从前面板输入数据项”部分介绍，将输出 RMS 值设置为 2.0 A。注意，焦点移至 Bandwidth（带宽）限值控件。保留该设置。

### 3-13. 过载警告消息

如果电流通道输出被打开，而电流端子为开路，将会触发过载电压脱扣。输出将关闭，并显示一个橙色底色的警告消息。原因是如果没有负载，不能建立电流，将会超过顺从电压限值。简而言之，负载两端建立的电压由欧姆定律决定，即  $V = I \times Z$ 。由于端子开路，输出检测到为极高阻抗，就需要非常高的电压。将超过 6100B 的 10 V 限值，所以将触发过顺应脱扣。

按  将输出打开。几乎同时，发生脱扣，出现橙色底色的警告消息。请参见图 3-8。

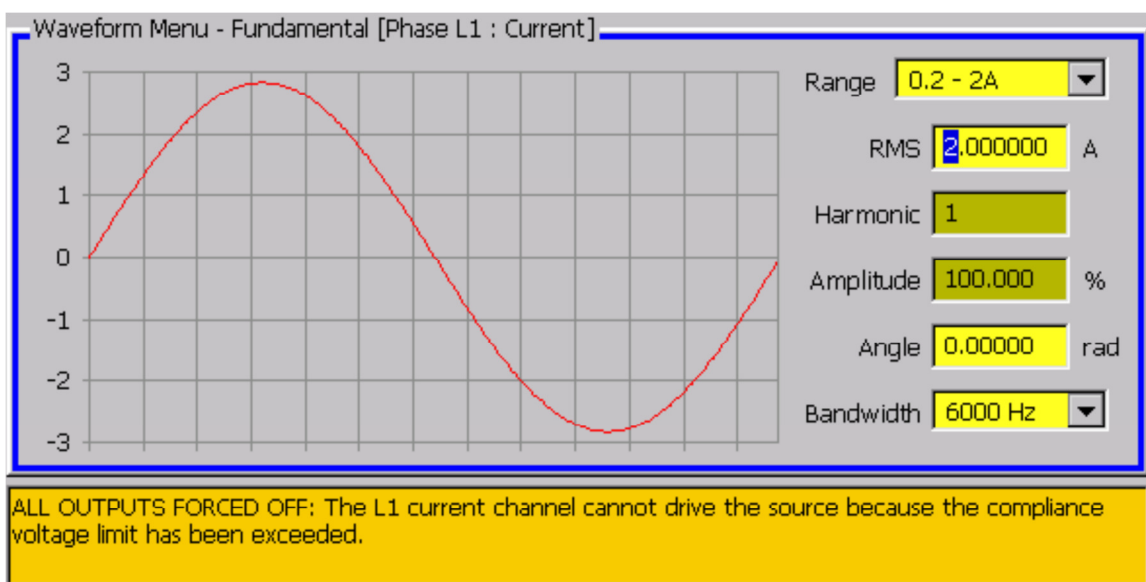




图 3-8.过顺应警告消息

完成电流电路并将输出打开

1. 在仪器输出端子上安装一个短路器。
2. 再次按  键。这次输出保持，仪器处于工作模式。注意，输出菜单中 L1 电流的 Enabled（激活）和 Sine（正弦）区域为绿色。请参见图 3-9。电流的绿色指示灯（输出端子上方）点亮， 显示为绿色。

Output Menu			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L1	V	120.0000 V, 0.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I	2.000000 A, 0.000 Degrees	Enabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L2	V		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L3	V		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
N	V		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip

图 3-9. 波形菜单，电流输出

### 3-14. 关闭输出

如需关闭输出，按  键。打开指示灯熄灭。

至此完成设置练习。

### 3-15. 两线/四线电压设置

仪器电压输出可配置为两线或四线检测。默认模式两线检测。



警告

**当仪器电压通道被激活并工作时，即使没有外部连接，VOLTAGE SENSE 端子上也可能会出现满幅电压输出。为避免电击和人员伤害，在这些条件下使用仪器时要特别小心。**

随 6100B 提供一组四线转两线电压测试线。无论是两线还是四线配置，使用测试线时，测试线的 6100B 端的四个插头总应插入。检测线电势总是与输出线相同。

为了获得高测量准确度，确保两线/四线设置正确非常重要。尤其当设置为四线检测，但仅连接两线时，将会造成电压有大约 1.2 V 的误差。如果您不熟悉四线电压检测方法，请仔细阅读以下说明。

### 3-16. 四线检测

在两线检测模式下，控制系统反馈环路的检测点在端子后部。通过连接至 OUTPUT 端子的测试线流向负载的任何电流都会在测试线上引起一个电压降。所以，负载处的电压小于端子处的电压，准确度降低。采用如图 3-10 所示的四线检测方法，可解决这一问题。

反馈放大器的输入阻抗非常高，所以通过测量线的电流非常小。因此，输入至 SENSE 端子的电压准确代表  $Z_{Load}$  上的电压，被用于修正 OUTPUT 端子处的电压。

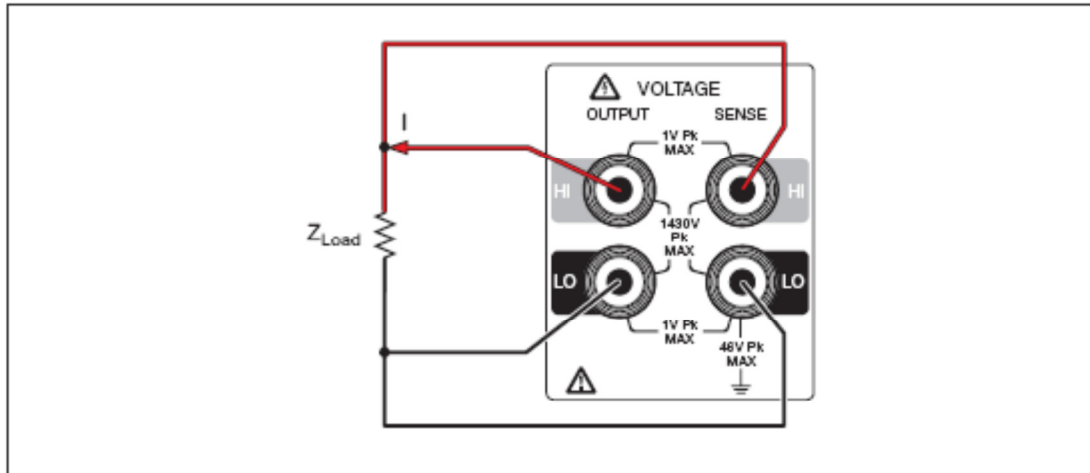


图 3-10.四线检测配置

### 3-17. 两线/四线配置设置

两线/四线配置应用于所有已连接主机和辅机单元。通过从系统设置（Global Settings）菜单顶层软键中调出的弹出式菜单进行配置。请参见图 3-11。



图 3-11. 系统设置菜单顶层软键

按 **Front Panel Terminals**（前面板端子）软键，打开弹出式屏幕。请参见图 3-12。

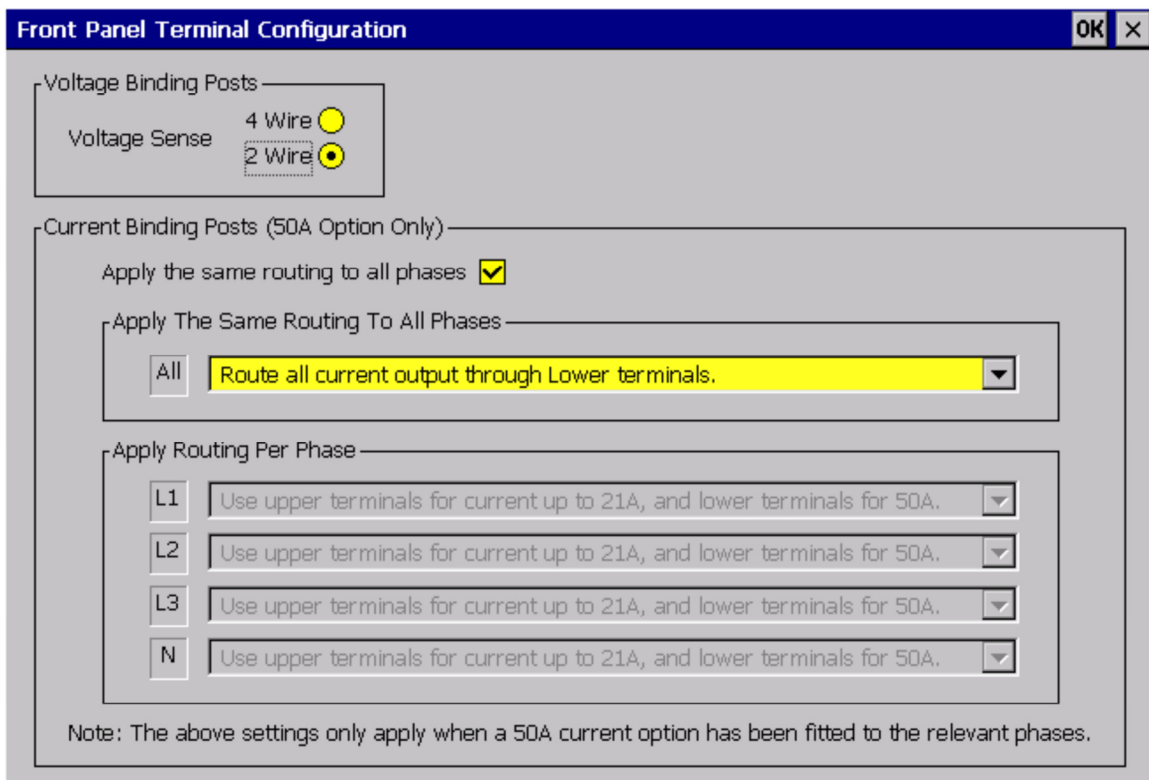


图 3-12. 前面板配置软键

请留意软键已经改变。利用软键选择两线或四线，或者当焦点位于 Voltage Binding Posts（电压接线柱）选项组时，使用  和  或旋轮选择。最初的默认设置为两线法，但设置是非易失的。如果选择了四线法，仪器下次上电时将处于四线模式。

### 3-18. 后面板功能特性

图 3-13 和表 3-2 所示为后面板功能特性。

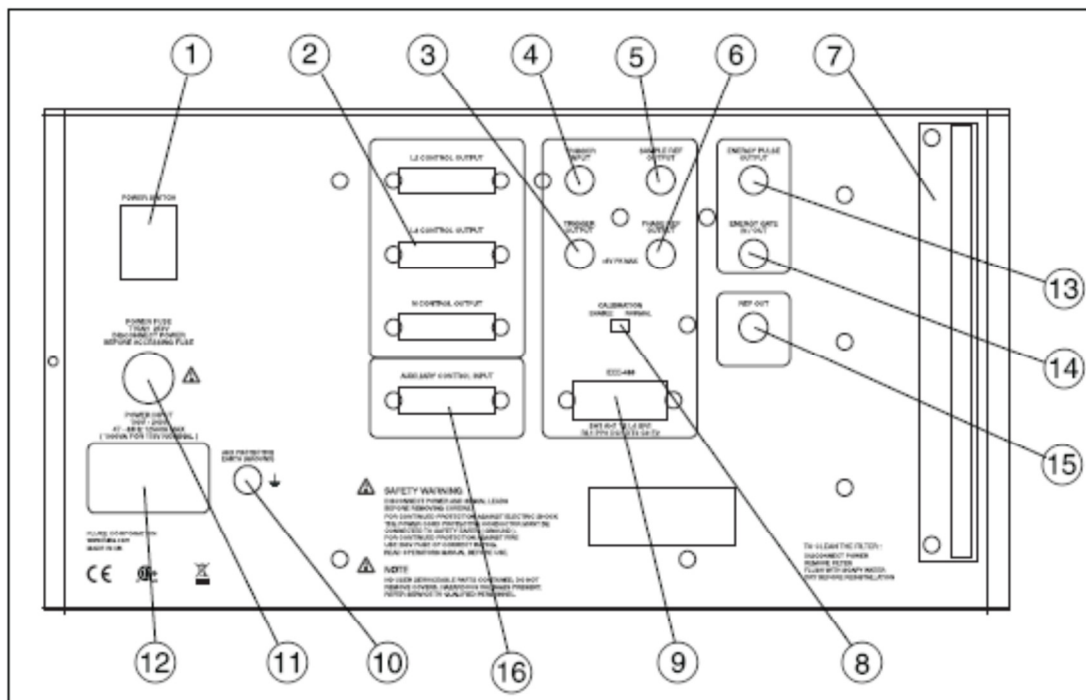


图 3-13. 后面板功能特性

表 3-2. 后面板功能特性

编号	说明
①	主电源开关——该开关为真正的电源隔离开关。
②	辅机单元控制连接器——利用 Fluke 提供的电缆连接至辅机单元。
③	触发输出连接器——触发输出连接器具有+5 V CMOS 逻辑驱动，提供下降沿时标，用于将外部设备同步至骤降/骤升功能。发生下降沿的点由触发输出延迟控制。在下降沿之后，信号将保持为低一段时间，最短为 10 us。
④	触发输入连接器——TTL 兼容输入，可选择用来初始化下降沿上的骤降/骤升。下降沿可启动用户可编程的启动延迟计时器，或准备好用户可设置的输出波形相位角比较器。这些是互斥的。当计时器已经终止或比较器已经发现输出波形所需的相位角，骤升/骤降的 Ramp In 部分即会开始。输入在下降沿之后的至少 10 us 内保持为低才是正确的。
⑤	采样参考输出连接器——采样参考可用于将采样测量与 6100B 内部采样时钟同步。当采样参考被激活时，通过该连接器提供。信号参考为下降沿有效的+5 V 至 0 V CMOS 逻辑信号。可从系统菜单或通过 GPIB 激活采样参考输出。当采样参考输出被激活时，输出信号保持为高，直到 L1 电压基波下一次上升穿过零点。然后信号将继续，直到被禁用。
⑥	相位参考输出连接器——有+5 V CMOS 逻辑驱动，提供上升沿，同步至 L1 基波电压的上升过零点。信号占空比为 50%。
⑦	空气过滤网——关于空气过滤网维护程序的信息请参阅第 6 章。

编号	说明
⑧	允许校准开关
⑨	IEEE 488 连接器——用于连接至 GPIB 系统。
⑩	地线接线柱——辅助保护地/接地接线柱。
⑪	保险丝——关于更换保险丝的信息请参阅第 6 章。
⑫	电源插座——16 A 的电源连接器。
⑬	电能脉冲输出连接器（如果已安装）——当安装了电能选件时，电能脉冲输出提供与输出功率成比例的脉冲。关于技术指标和说明信息，请参阅第 8 章。如果未安装电能选件，则为空白。
⑭	电能门控输入/输出连接器（如果已安装）——电能选件使用了一个双向输入或输出门控控制器。关于技术指标和说明信息，请参阅第 8 章。如果未安装电能选件，则为空白。
⑮	时钟参考信号输出（如果已安装 CLK 选件）——TTL 兼容 10 MHz 或 20 MHz 参考输出信号，来自于系统主机时钟。如果未安装 CLK 选件，则为空白。
⑯	辅机控制输入——两台主机（6100B/6105A）可连接在一起，分别作为主机和辅机工作。例如，将互连电缆插入至主机的 L2 控制输出，以及作为辅机的单元的辅机控制输入。



# 第4章 前面板操作

标题	页码
4-1. 概述 .....	4-3
4-2. 上电 .....	4-3
4-3. 预热 .....	4-3
4-4. 基本设置方法.....	4-4
4-5. 系统设置.....	4-4
4-6. 频率 .....	4-4
4-7. 电源频率锁定.....	4-5
4-8. 谐波编辑模式.....	4-5
4-9. 无功功率的计算.....	4-6
4-10. 软启动 .....	4-6
4-11. 单位和标准.....	4-7
4-12. 前面板接线端子.....	4-7
4-13. 后面板输出设置.....	4-8
4-14. 更多设置.....	4-9
4-15. 电流端子上电压传输因子.....	4-9
4-16. 保存设置和加载设置软键.....	4-10
4-17. 设置日期和时间.....	4-10
4-18. GPIB 设置 .....	4-10
4-19. 设置出厂默认值.....	4-10
4-20. 关于 .....	4-11
4-21. 编辑模式.....	4-11
4-22. 直接模式.....	4-11
4-23. 延缓模式.....	4-11
4-24. 不能延缓的修改.....	4-11
4-25. 设置电压和电流波形.....	4-11
4-26. 谐波、直流和正弦波.....	4-12
4-27. 定义 .....	4-12
4-28. 操作谐波编辑功能.....	4-13
4-29. 6100B 的技术指标.....	4-13
4-30. 正弦/谐波模式 .....	4-13
4-31. 设置谐波和直流.....	4-15
4-32. 表格编辑模式.....	4-16
4-33. 间谐波 .....	4-17
4-34. 定义 .....	4-17
4-35. 操作间谐波编辑功能.....	4-17
4-36. 6100B 的技术指标.....	4-17
4-37. 设置间谐波.....	4-17

---

4-38.	调制谐波.....	4-18
4-39.	定义.....	4-18
4-40.	操作调制谐波功能.....	4-18
4-41.	6100B 的技术指标.....	4-18
4-42.	设置调制谐波.....	4-18
4-43.	骤降和骤升.....	4-19
4-44.	定义.....	4-19
4-45.	操作骤降和骤升功能.....	4-19
4-46.	6100B 的技术指标.....	4-20
4-47.	设置骤降/骤升.....	4-20
4-48.	闪变.....	4-22
4-49.	定义.....	4-22
4-50.	操作闪变功能.....	4-22
4-51.	6100B 的技术指标.....	4-22
4-52.	设置基本闪变.....	4-22
4-53.	设置闪变扩展功能.....	4-24
4-54.	周期性频率变动.....	4-24
4-55.	多次过零的失真电压.....	4-25
4-56.	单边带谐波.....	4-25
4-57.	相位跳变.....	4-26
4-58.	占空比为 20%的矩形波电压变动.....	4-27
4-59.	复制和粘贴.....	4-28
4-60.	复制.....	4-28
4-61.	粘贴.....	4-28
4-62.	电能校准选件.....	4-28
4-63.	功能概述.....	4-28
4-64.	工作原理.....	4-28
4-65.	限制.....	4-29
4-66.	使用电能校准选件前的准备.....	4-29
4-67.	输入通道配置和电能表常数.....	4-31
4-68.	连接 MUT 和参考电能表.....	4-31
4-69.	电能类型.....	4-31
4-70.	内部上拉电阻.....	4-32
4-71.	电能脉冲输出电能表常数和上拉.....	4-32
4-72.	进行测试.....	4-32
4-73.	测试模式.....	4-32
4-74.	自由运行模式.....	4-33
4-75.	计数/定时模式.....	4-33
4-76.	门控模式.....	4-34
4-77.	包模式.....	4-34
4-78.	电能校准选件的远程操作.....	4-35

## 4-1. 概述

本章介绍如何从前面板操作 6100B，包括仪器设置和配置的各个方面。

在开始本章介绍的程序之前，请您首先熟悉第 3 章详细介绍的前面板控制开关、显示和接线端子。

关于 6100B 程控命令的信息，请参见第 5 章。



**仪器会产生致命电压。在有电压输出时，请勿接触输出端子。将仪器置于待机状态并不能完全避免电击危险。请断开仪器的 GPIB 电缆，以防程控命令产生不希望的输出。**

## 4-2. 上电



**为避免电击危险，请确保仪器已按照第 2 章的介绍完全接地。**

*注*

*在打开电源后，可能需要最长 2 秒钟的时间，主显示屏才出现显示，制冷风扇开始启动。*

## 4-3. 预热

仪器必须进行预热，才能达到第 1 章中所列的技术指标。预热时间请参照第 1 章中技术指标部分。

#### 4-4. 基本设置方法

关于如何在用户界面中选择控制项以及如何设置文本和数字值的信息，请参阅第3章。仪器完成启动序列后，将显示主设置页面。请参见图 4-1。

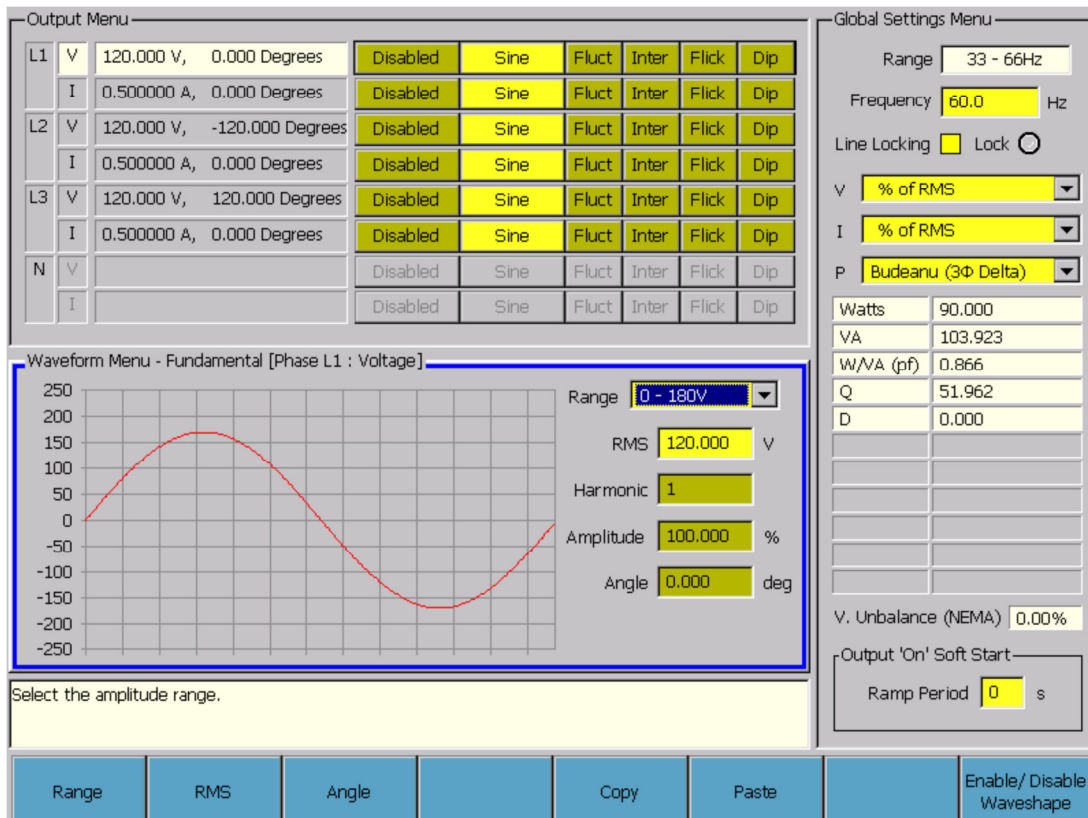



图 4-1. 主设置页面

主设置页面的左上位置为 Output Menu(输出菜单)。输出菜单下方为 Waveform Menu(波形菜单)，其内容根据被编辑波形的参数而变化。

#### 注

波形菜单显示通道被激活后将使用的波形。请参见本章下文的“编辑模式”部分。

利用  在菜单之间导航。焦点将按顺时针方向在三个菜单之前移动。

#### 4-5. 系统设置

利用  键进入系统设置菜单。请参见图 4-2。



图 4-2. 系统菜单软键

#### 4-6. 频率

设置所需的输出频率。当有任意输出被打开时，如果频率设置超出有效带宽，仪器

会显示一条错误消息。

#### 4-7. 电源频率锁定

为了保证正常工作，除非所选频率与标称输入电源频率相同，否则请勿选择电源锁定 (Line Locking)。选中 Line Locking (电源锁定) 选择框，即可选择电源频率锁定。当系统被锁定至电源频率时，Lock (锁定) 指示为绿色。红色表示仪器未锁定至电源频率。请参见图 4-3。

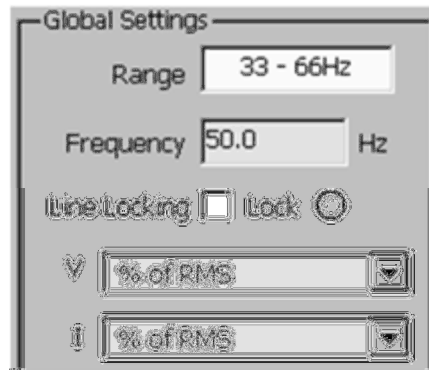



图 4-3. 频率，电源锁定 (Line locking)

#### 4-8. 谐波编辑模式

如必要，利用  键切换至系统设置菜单。按 V, I 和 Power Modes (电压、电流和功率模式) 软键，从而操作谐波模式软键。通过按退出 (ESC) 键返回至顶层软键。选择输入电压和电流谐波的方式。编辑模式有：

- 以真有效值的百分比 (%) 输入谐波

在这种方式下，当添加谐波时，通过降低基频分量使真有效值保持恒定。改变电压真有效值将对应改变每一谐波分量。

- 以基波 (1 次谐波) 值的百分比 (%) 输入谐波

在这种方式下，当添加谐波时，基波恒定，而真有效值发生变化。

注

如果波形的峰值超过最大范围，将产生一条错误消息。

改变基波值将对应改变所有的谐波分量。

- 以相对于基波值的差值 (dB) 输入谐波

该方式与基波百分比方式相同。

注

由于 0 dB 超过了谐波的限值 30%，因此是无效的。

谐波的最大值为 -10.5 dB。



- 以谐波绝对真有效值输入谐波

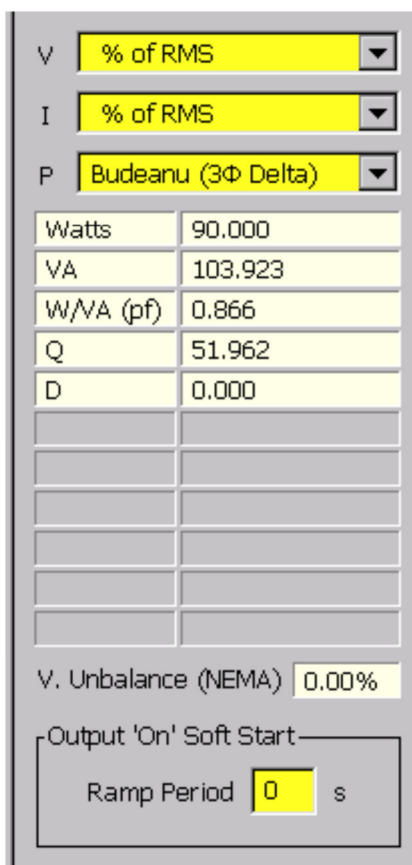
在添加谐波时，输出波形的真有效值会增大。

注

如果波形的峰值超过最大范围，将产生一条错误消息。

#### 4-9. 无功功率的计算

选择无功功率计算方法，以及选择显示星型或三角型负载的单相功率计算或三相功率计算。只有主机连接了两台或多台辅机单元时，才可用三相功率计算。利用  键进入系统设置菜单。按 **V**、**I** 和 **Power Modes**（电压、电流和功率模式）软件，从而操作功率计算模式软键。按  键返回至顶层软键。根据您的目的，选择最适合的无功功率计算方法。请参见图 4-4。



V	% of RMS
I	% of RMS
P	Budeanu (3Φ Delta)
Watts	90.000
VA	103.923
W/VA (pf)	0.866
Q	51.962
D	0.000
V. Unbalance (NEMA) 0.00%	
Output 'On' Soft Start	
Ramp Period	0 s

图 4-4. 无功功率的计算

#### 4-10. 软启动

软启动功能降低了浪涌电流造成内部过压/电流检测器脱扣的可能性。当连接至电压端子的装置利用仪器电压信号作为工作电源时，就会产生浪涌电流。当电源平滑电容开始充电至非常高时，就会从仪器吸收短持续时间的峰值电流。当电容达到工作电压时，该电流稳定至低水平。软启动的爬升时间可根据需要在 0 至 10 秒之间设置。

电能模式预热时间应超过软启动上升时间，以免电能计数不准确。

### 4-11. 单位和标准

利用 **Units and Standards**（单位和标准）软键可操作相位角（度或弧度）、骤升/骤降时间（秒或相位角）、闪变、（2003 版或最新版本的 61000-4-15 标准）及三相系统不平衡的计算方法（NEMA 或 IEC）。请参见图 4-5。

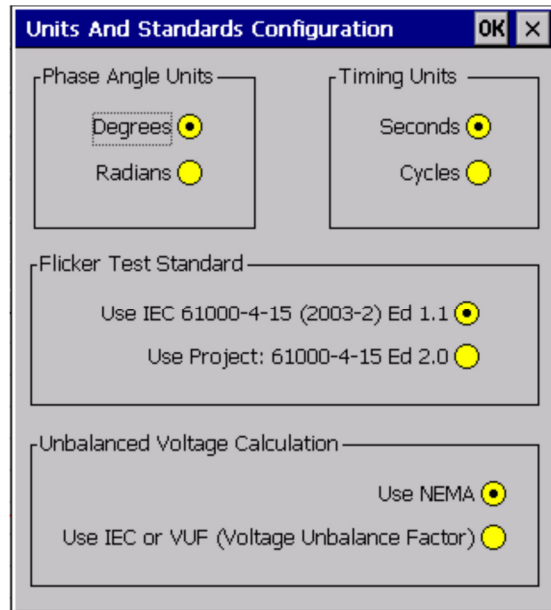


图 4-5. 单位和标准配置

### 4-12. 前面板接线端子

按 **Front Panel Terminals**（前面板端子）软键，打开用于配置电压接线端子的弹出式屏幕。只有已安装 50 A 选件时，电流接线柱选项才有效。普通 4 mm 接线柱或提供 50 A 输出的接线端子（下部的端子）（如果已安装）可用来输出高达 21 A 的电流。可整体或独立配置每一相。图 4-6 所示为前面板接线端子配置屏幕。

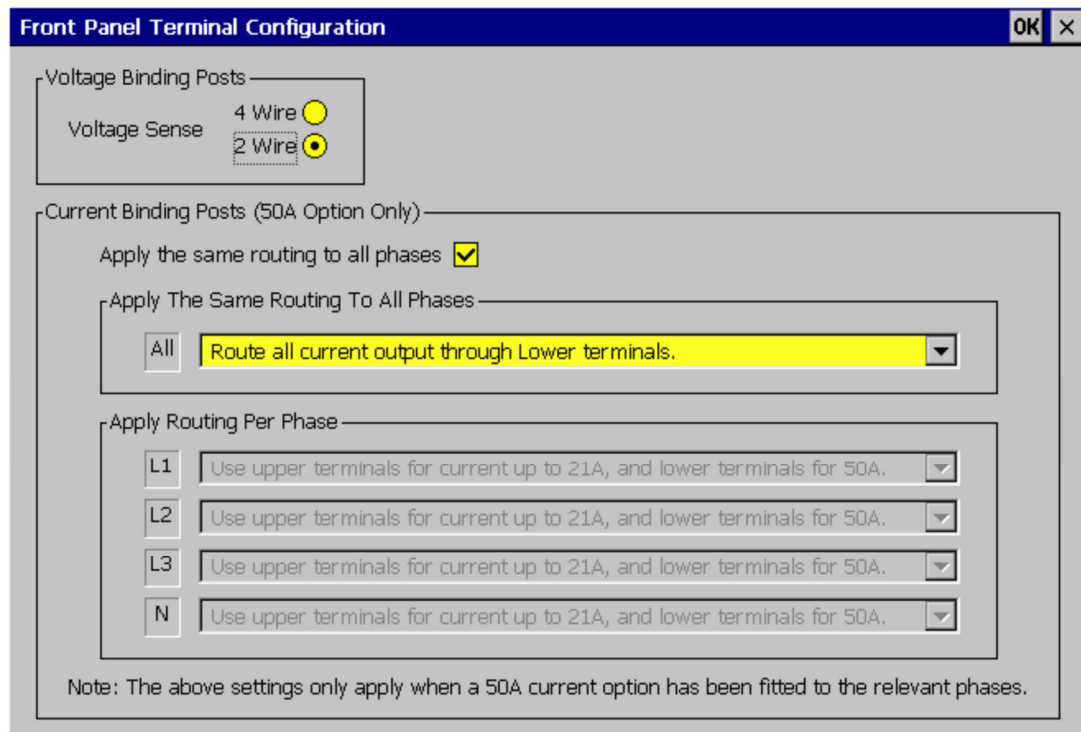



图 4-6. 前面板接线端子配置

注

两线/四线配置应用于所有已连接主机和辅机单元。请参见图4-2。利用软键选择两线或四线，或者当焦点位于 Voltage Binding Posts（电压接线柱）选项组时，使用上下箭头键或旋轮选择。默认设置为两线法，但该设置为非易失的，这意味着，如果已选中四线法，仪器在下次启动时将为四线模式。按  键返回上层软键。

 警告

即使选择两线法，电压测量接线柱亦为输出电势。

随仪器提供一组四线转两线电压测试线。无论是两线还是四线配置，使用测试线时，测试线的 6100B 端的四个插头总应插入。测量线的电势总是与输出线相同。

注

为了获得高测量准确度，确保两线/四线设置正确非常重要。尤其当设置为四线检测，但仅连接两线时，将会造成电压有大约 1.2 V 或更高的误差。如果您不熟悉四线电压检测方法，请仔细阅读第 3 章中的说明。

### 4-13. 后面板输出设置

在后面板输出设置屏幕中，用户可打开和关闭采样参考信号。请参见第 7 章中关于该信号和相位参考关系的说明。请参见图 4-7。

该弹出式屏幕还控制 Reference Clock Output（参考时钟输出选件）（若已安装）。参考时钟输出选件提供一个来自于主处理器时钟频率的参考信号，可用于将系统同步至 6100B。参考可在关闭、10 MHz 和 20 MHz 之间切换。



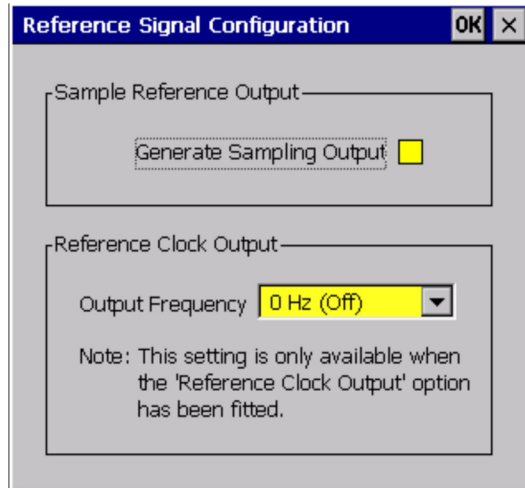


图 4-7. 参考和信号配置

#### 4-14. 更多设置


利用 **More Settings**（更多设置）软键可操作更多功能。请参见图 4-8。按  返回顶层软键。



图 4-8.更多设置软键

#### 4-15. 电流端子上电压传输因子

仪器的电流输出可配置为输出一个电压，该电压表示（比如）来自于一个带有负载电阻的变流器的电流。为了在功率计算中使用该输出，需要知道电压表示的电流是多少。在该弹出式菜单中设置所有已连接相的传输因子。请参见图 4-9。

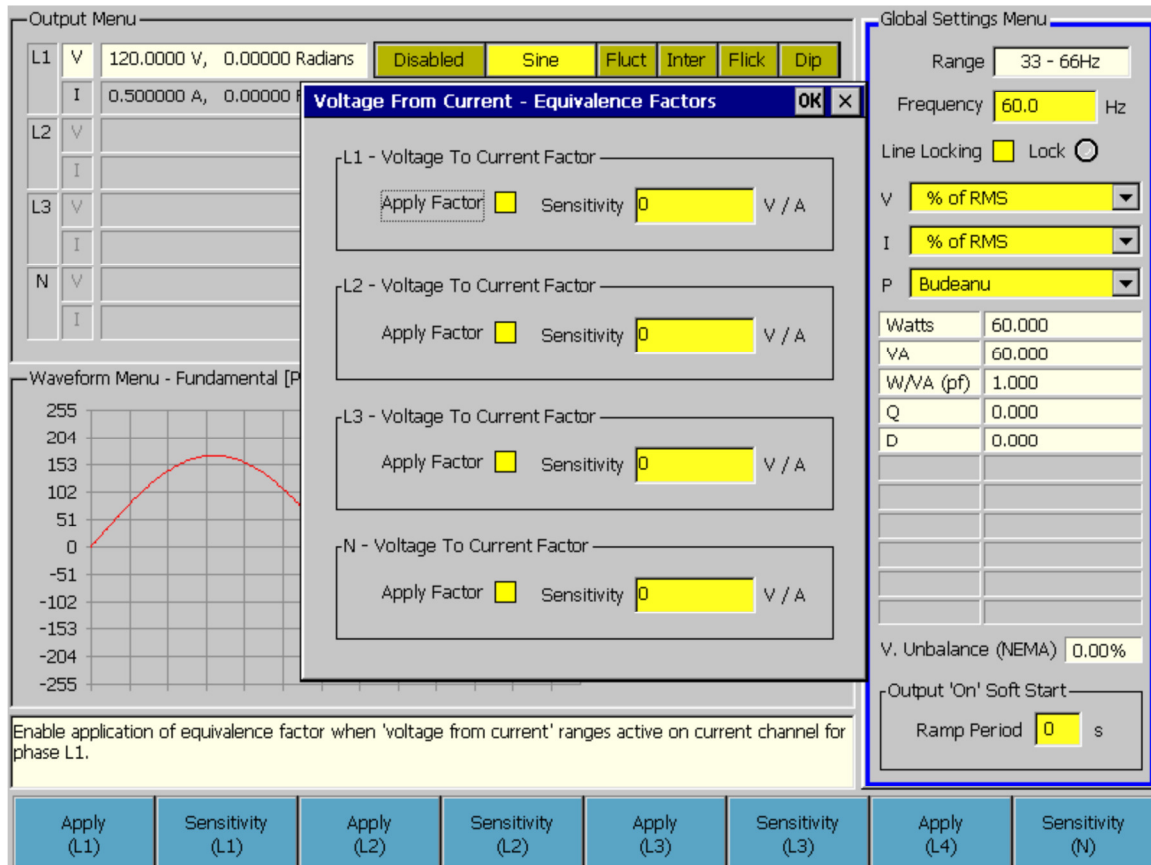


图 4-9. 电流端子上的电压

#### 4-16. 保存设置和加载设置软键

当按下 **Load Setup**（加载设置）软键时，仪器搜索内部存储器及通过 USB 端口连接的外部存储器，查找之前保存的设置文件。可以将之前的设置复制到内部存储器或外部存储器、重命名或删除。选择 **File Name**（文件名）软键，即可利用键盘字母数字键盘编辑保存当前设置的文件的名称。按 **Save**（软键）保存当前的系统设置。

注

6100A 设置不能传递给 6100B 和 6105A，反之亦不能。

#### 4-17. 设置日期和时间

可利用 **Set Date and Time**（设置日期和时间）软键更改日期和时间。

#### 4-18. GPIB 设置

总线地址、事件状态使能（ESE）、状态寄存器使能（SRE）和闪电状态清除（PSC）均可在 **GPIB Settings**（GPIB 设置）弹出式屏幕中配置。


#### 4-19. 设置出厂默认值

设置 **Factory Defaults**（出厂默认值）将所有设置，包括谐波，复位至出厂默认值。


## 4-20. 关于

About（关于）屏幕提供关于当前硬件和软件配置的信息。


## 4-21. 编辑模式

 控制编辑模式。编辑模式在下文中进行详细介绍。

## 4-22. 直接模式


在 Direct Mode（直接模式）下， 点亮。对波形所做的所有修改立即生效。

## 4-23. 延缓模式

当  未点亮时，仪器处于延缓模式。在该模式下，修改被储存，供随后启用。在该模式下，如果被修改通道的输出是打开的，则对影响输出波形的区域的所做修改用橙色底色表示。

### 注


在激活延缓模式时，即使输出被关闭，输出打开时无效的操作仍然为无效的操作。例如，即使输出关闭，在延缓模式中也不能更改量程。

如需激活延缓模式下的更改，选择输出菜单软键 **Apply All**（应用全部），或者，如果输出已经为打开，按  键。

以下动作将取消全部处于等待状态的修改：

- 按下软键 **Undo All**（取消全部），
- 按 

或者

- 按  （编辑模式切换至直接模式）。

## 4-24. 不能延缓的修改

在延缓模式下，除以下内容外，所有域的修改都将被延缓：




- 电源锁定（Line locking）
- 谐波编辑模式的更改（绝对真有效值、真有效值的百分比等）
- 功率计算方法
- 相位单位选择（度/弧度）
- 两线/四线选择（因为输出被打开时不能更改接线端子的配置）。
- 在延缓模式下，不能更改系统设置下的时间/日期和 GPIB 设置。
- 在延缓模式下，加载/保存设置不可用。

### 注

当进入校准模式时，将自动选择直接模式。

## 4-25. 设置电压和电流波形

下文介绍如何设置电压波形，同样适用于电流。

利用  进入 Output Menu（输出菜单），然后按  和  键，直到带设置的电压或电流通道被突出显示。注意，N 相电压通道默认限制至 33 V。如果需要，N 相通道可设置为提供高达 1000 V 电压。请参见图 4-10。

### 警告

**为避免电击危险，选择忽略限值之前，请将 N 相电压 Hi 端子从所有 6140B Lo 端子上断开。**

请按以下步骤忽略限值：

1. 在 Output Menu（输出菜单）中选择 N 相电压通道。
2. 选择 Waveform Menu（波形菜单）。
3. 在 N 相输出设置为关闭的情况下，选中 Override Limit（忽略限值）选择框。

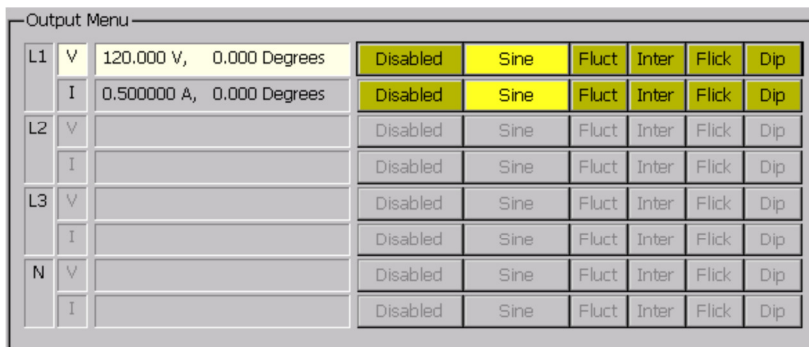


图 4-10. 通道选择

### 注

通道必须被激活，并且按下  键时，接线柱上才会有输出。如果输出已经被打开，但是通道为激活，按 **Enable/Disable Channel**（激活/禁用通道）软键时，就会在相应的接线柱上产生输出。



按  键进入 Waveform Menu（波形菜单）。如果必要的话，按  键，直到显示出顶层软键菜单。请参见图 4-11。利用相应的软键选择 **Edit Harmonics**（编辑谐波）、**Fluctuating Harmonics**（调制谐波）、**Interharmonics Flicker**（间谐波、闪变）或 **Dip**（骤升/骤降）。



图 4-11. 波形的顶层软键菜单


## 4-26. 谐波、直流和正弦波

以下章节介绍谐波、直流和正弦波菜单。

## 4-27. 定义

谐波频率是基波频率的整数倍。在 6100B 中，1 次谐波为基波。直流被表示为 0 次谐波。

## 4-28. 操作谐波编辑功能

使用  进入 Waveform menu (波形菜单), 然后从软键中选择 **Edit Harmonics** (编辑谐波)。

## 4-29. 6100B 的技术指标

谐波	2 次至 100 次谐波, 最高 6 kHz
可同时使用的谐波	99 个 (不包括直流和 1 次谐波)
每一谐波的最大幅值	低于 2850 Hz 的谐波的最大值为量程的 30%。(关于高于 2850 Hz 的情况, 请参见第 1 章)
电流通道带宽设置	1.5 kHz 或 6 kHz (如果安装了大电流选件, 则为 1.5 kHz 或 3 kHz)

*注*


选择较低的带宽设置会减少可以设置的谐波的数量, 但是能够提高感性驱动能力。

## 4-30. 正弦/谐波模式

按 **Enable/Disable Waveshape** (激活/禁用波形) 软键可在正弦波和谐波模式之间进行切换。

*注*

*Output Menu* (输出菜单) 中将显示“Sine”(正弦)或“Harmonic”(谐波)。

仅在正弦波模式下可编辑 **Range** (量程)、**RMS** (真有效值) 和 **Angle** (相位角) 区域。L1 的电压通道例外, 其相位角固定为 0.000 度。利用软键或  键选择所需的输入域。

在正弦波模式下, 直流项无效。

以下图 4-12 所示为选择了时域波形的谐波模式。图 4-13 所示为相同的设置, 但图中所示为信号的频域图形。

注意, 图 4-10 所示为正弦模式下的 L2 电压。图 4-12 和 4-13 所示为谐波模式下的 L1 电压。



图 4-12. 时域图形表示的谐波

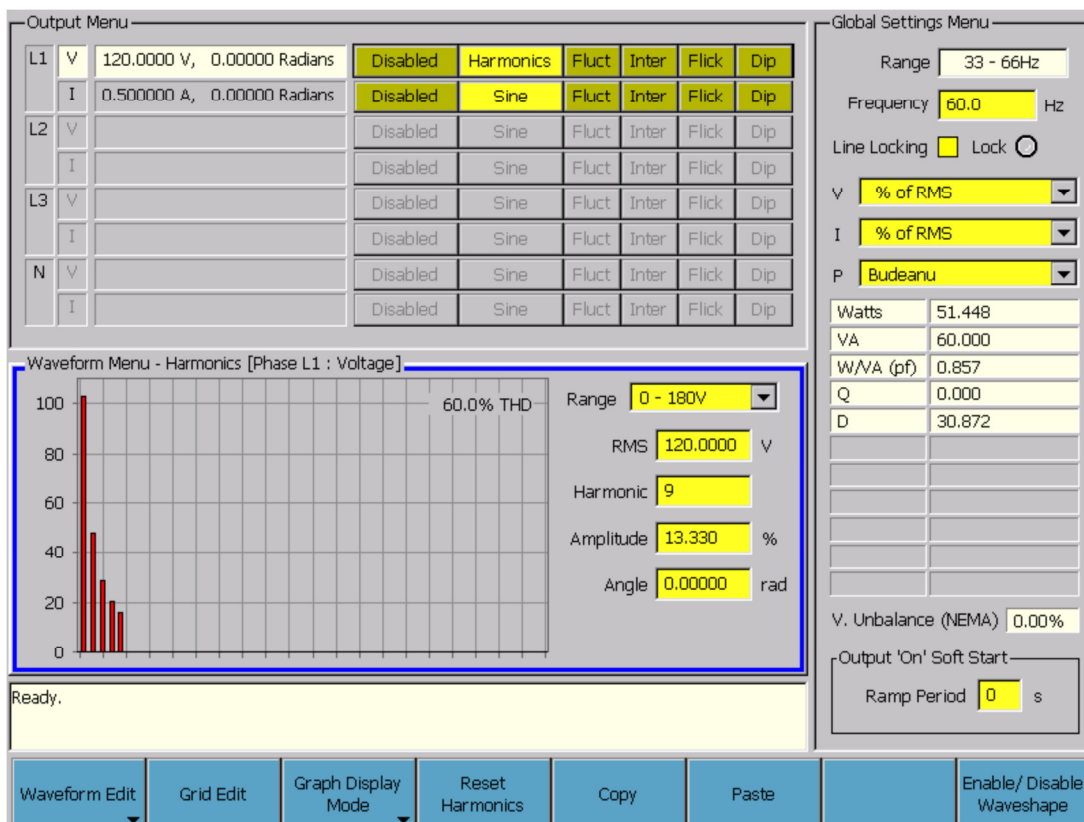


图 4-13. 频域图形表示的谐波

### 4-31. 设置谐波和直流

如果系统设置被设为“percentage of RMS value”（真有效值的百分比），为了维持真有效值为恒定，在添加谐波时，基波幅值自动调整。

有两种方式可设置谐波：Waveform Edit（波形编辑）模式可选择用时域或频域表示波形。Grid Edit（表格编辑）模式在相邻表格中显示电压和电流谐波。按 **Harmonics**（谐波）软键，进而操作 Harmonics Edit Mode（谐波编辑模式）软键。请参见图 4-14。



图 4-14. 谐波编辑模式软键

如需使用波形编辑模式，按 **Waveform Edit**（波形编辑）软键。如需添加谐波，按 **Harmonics**（谐波）软键。此时会出现一组新软键。按 **Next Harmonic**（下一谐波）软键，然后输入谐波次数、幅值和相位角。默认谐波相位角为 0 度（0 弧度）。0 次谐波表示直流分量。

每当 Harmonic（谐波）域内的值被更改且其幅值被设为非零值时，就会在波形中添加一个新谐波，并在图形中显示出来。默认的谐波相位角为 0 度或 0 弧度。

利用 **Previous Harmonic**（前一谐波）和 **Next Harmonic**（后一谐波）软键检查选项。

**Reset Harmonics**（复位谐波）软键将从当前通道中清除所有的谐波。

若需从设置中删除某个谐波，请将其幅值设置为 0%，或利用 **Remove Harmonic**（删除谐波）软键直接删除。请参见图 4-15。



图 4-15. 波形编辑模式的软键

一旦设置了谐波，当选择 **Sine**（Enable/Disable Waveshape）（正弦波，激活/禁用波形）时，谐波将被保留。这样就可以在失真波形和正弦波形输出之间方便地进行来回切换。

注

亦可利用 **Output Menu**（输出菜单）软键在谐波和正弦波模式之前切换。

注


当选择了正弦波时，波形菜单中显示的波形表示激活谐波后将出现的谐波。这意味着，如果谐波而非基波被设置为 0，实际输出将为正弦波，但波形菜单将显示失真波形。

仪器检查确认谐波模式下电压输出的真有效值在新量程的范围之内后，才允许改变量程。如果切换至较低的量程，可能会造成超过新量程的限值。例如：谐波模式下，在 2 A 量程设置了直流 1 A。直流 1 A 表示 2 A 量程的 50%，这是允许的最大直流成分。如果选择了正弦波模式，直流值保持设置值，但是输出改为正弦波。如果试图选择改为 1 A 量程，由于在选择谐波模式时，失真波形的直流成分（1 A）超过了 1 A 量程下的最大值：量程的 50%，所以会产生一条出错消息。

## 4-32. 表格编辑模式

注

在表格编辑模式下，只有所选相的设置可见。为了人身安全，如果输出已打开，则禁止进入表格编辑模式。类似地，在表格编辑模式下，不能打开输出。

如必要，按  键返回顶层软键菜单。选择 **Grid Edit**（表格编辑）软键。该模式的设计目的主要是利用外部键盘和鼠标快速输入多个谐波。在表格编辑模式下，无需返回至输出菜单，即可选择相位（L1、L2 等）和通道（V 或 I）。可设置所选相的电压和电流范围和真有效值。如必要，可将电压和电流谐波表格锁定在一一起来显示匹配的阶次。请参见图 4-16。

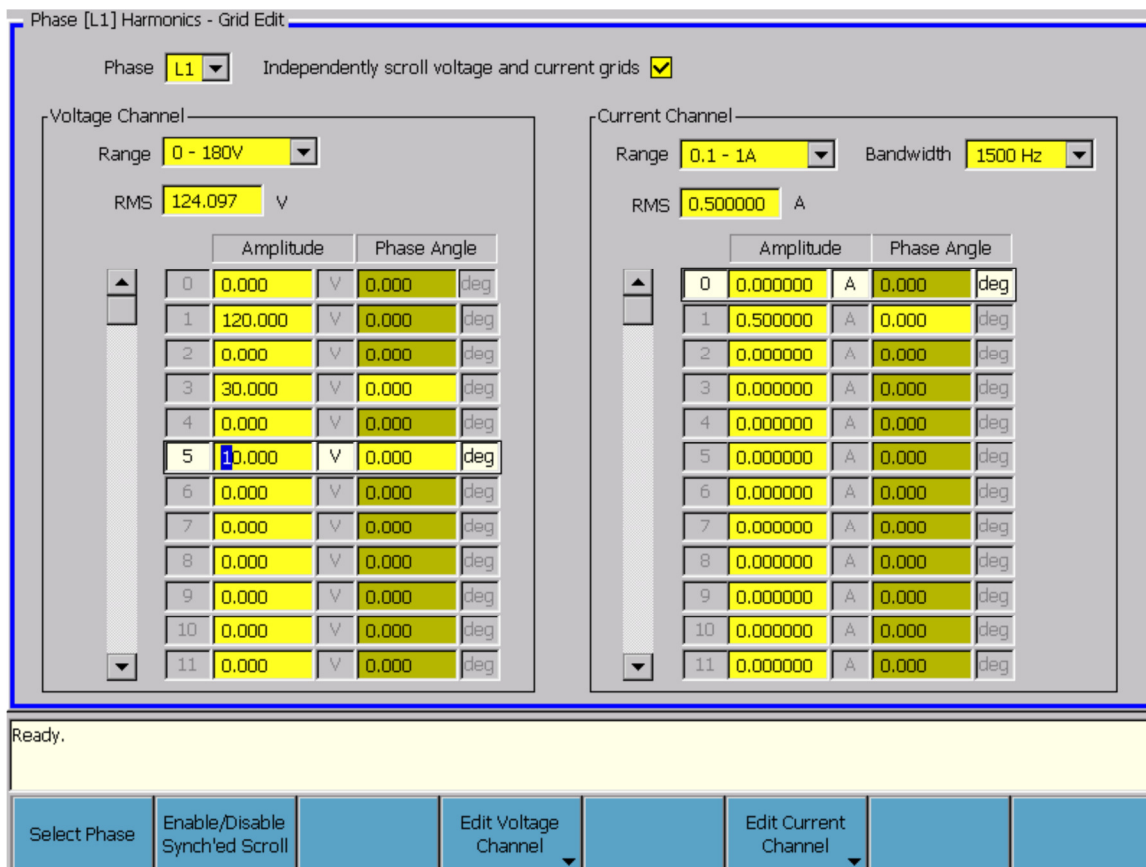


图 4-16. 表格编辑屏幕

使用 **Edit Voltage Channel**（编辑电压通道）或 **Edit Current Channel**（编辑电流通道）软键选择或编辑电压或电流通道的。图 4-17 所示为用于编辑电压通道的软键。



图 4-17. 第二层表格编辑模式软键

可使用外部鼠标和键盘在表格之间切换，以及输入幅值和相位角的值。如希望，可使用仪器前面板，无需外部键盘和鼠标。按 **Navigate Voltage Grid**（电压表格导航）软键打开表格编辑的底层软键。请参见图 4-18。



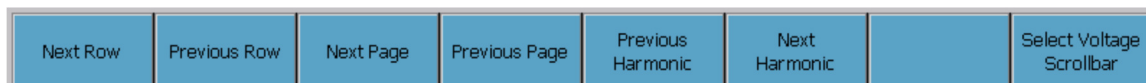


图 4-18.表格编辑的底层软键


一旦输入所需的谐波，即可切换至波形编辑菜单查看产生的波形。

### 4-33. 间谐波

### 4-34. 定义

一个周期量（交流波形）的频率分量，但该频率分量不是系统工作频率的整数倍（例如，如果基波频率为 60 Hz，那么波形中 83 Hz 的分量就是一个间谐波）。

### 4-35. 操作间谐波编辑功能

使用  进入 Waveform Menu（波形菜单），然后从软键中选择 **Edit Interharmonics**（编辑间谐波）。请参见图 4-19。

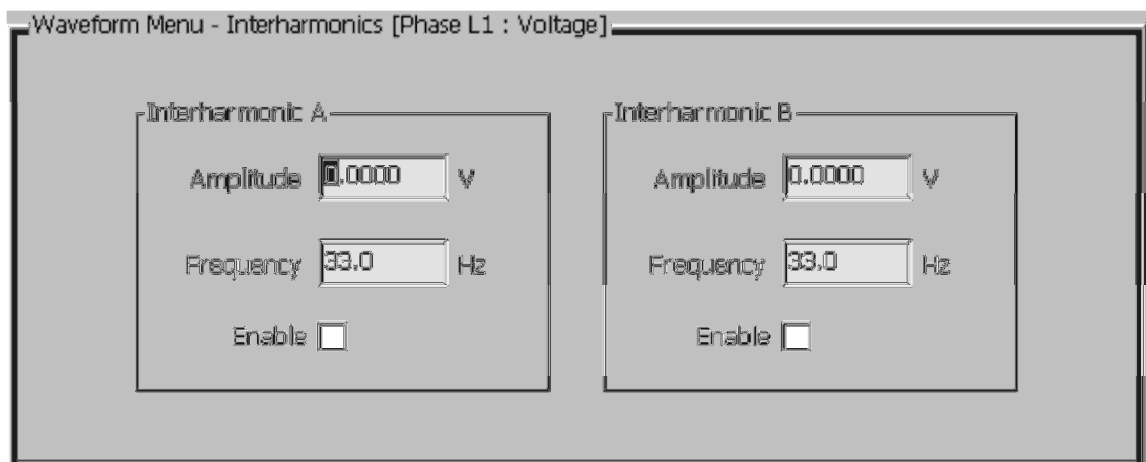


图 4-19.间谐波的波形菜单

### 4-36. 6100B 的技术指标

每一间谐波的最大值

低于 2850 Hz 的间谐波的最大值为量程的 30%。（关于高于 2850 Hz 的情况，请参见第 1 章）

间谐波的频率范围

16 Hz 至 9 kHz

### 4-37. 设置间谐波

可同时应用两个间谐波。

可以设置每个间谐波的幅值和频率，利用选择框将其激活。如果输入的值超出了规定范围，会产生一条出错消息。

从波形菜单中，使用 **Enable/Disable Waveshape**（激活/禁用波形）软键可将该功能打开或关闭。或者使用输出菜单中的 **Enable/Disable Interharmonics**（激活/禁用间谐波）软键。请参见图 4-20。



图 4-20. 间谐波的软键菜单


### 4-38. 调制谐波

以下章节介绍 Fluctuating Harmonics（调制谐波）菜单。

### 4-39. 定义

调制谐波是指保持与基波的谐波关系，单幅值随时间变化的谐波。如果波形的全部分量的幅值都随时间变化，就相当于闪变。

### 4-40. 操作调制谐波功能

使用  进入 Waveform menu（波形菜单），然后从软键中选择 **Edit Fluct Harmonics**（编辑调制谐波）。请参见图 4-21。

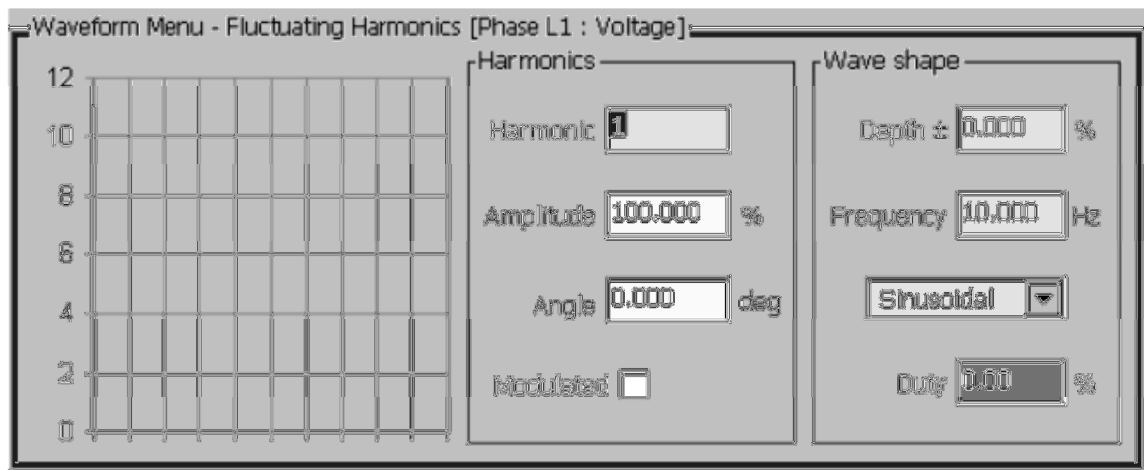


图 4-21. 调制谐波的波形菜单

### 4-41. 6100B 的技术指标

调制谐波的数量	从 0 至所有设置谐波的任何谐波均可调制
调制深度的设置范围	标称谐波电压的 0 %至 100 %
调制深度设置的分辨率	0.001 %
波形	矩形波或正弦波
占空比（波形为矩形波）	0.1 %至 99.99 %
调制频率范围	0.008 Hz 至 30 Hz
调制频率设置的分辨率	0.001 Hz

### 4-42. 设置调制谐波

只能设置现有谐波的调制谐波属性。

从 **Waveform Menu** (波形菜单) 软键中选择 **Edit Fluct Harmonics** (编辑调制谐波)。

使用 **Previous Harmonic** (前一谐波)、**Next Harmonic** (下一谐波) 或 **Harmonic** (谐波) 软键选择要调制的谐波。**Modulated** (已调制) 软键切换 **Modulated** (已调制) 选择框的状态。请参见图 4-22。



图 4-22. 调制谐波的软键菜单

**Waveshape** (波形) 软键可调出另一个软键菜单，可以控制调制的深度、频率和波形。请参见图 4-23。



图 4-23. 波形软键菜单

从波形菜单中，使用 **Enable/Disable Waveshape** (激活/禁用波形) 软键可将该功能打开或关闭。或者使用输出菜单中的 **Enable/Disable Fluct Harmonics** (激活/禁用调制谐波) 软键。

### 4-43. 骤降和骤升


尽管骤降和骤升从本质上讲是一种电压现象，但是 6100B 的电流通道也同样提供了骤降和骤升现象。设置 IEC 61036 和 62053 系列标准所要求的“Burst Fired”波形，就是在电流通道中使用骤降的一个例子。以下章节介绍骤降和骤升菜单。

### 4-44. 定义

骤降指的是电气系统中某点上电压突然降低，在非常短的时间周期后电压又马上恢复的现象，时间周期一般从半个周期到几秒钟。而骤升指的是电压升高的现象。

当从外部触发时，骤降/骤升事件在所有已激活骤降的的通道上同时发生。

### 4-45. 操作骤降和骤升功能

使用  进入 **Waveform Menu** (波形菜单)，然后从软键中选择 **Edit Dip** (编辑骤降)。请参见图 4-24。

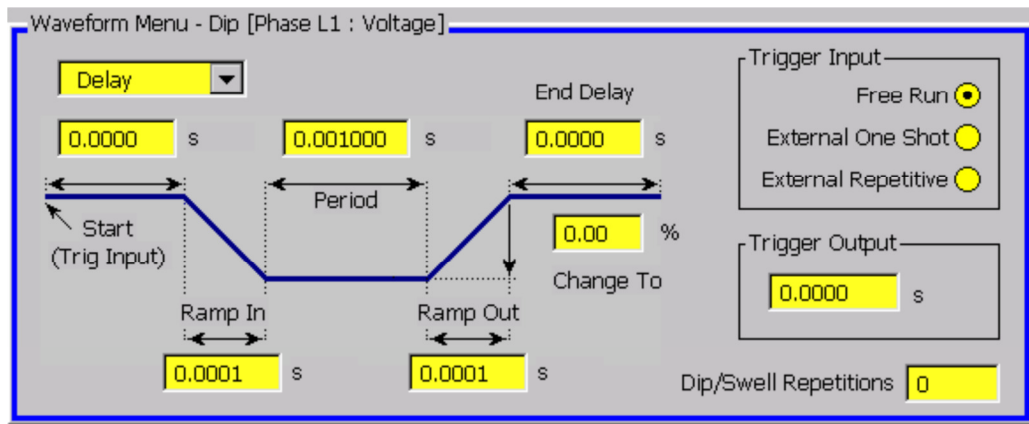


图 4-24. 骤降的波形菜单

## 4-46. 6100B 的技术指标

触发输入要求	后面板上触发输入连接器上的 TTL 下降沿保持低电平持续 10 s。
二者选一：	
触发输入延迟	0 至 60 s
或者	
相对于通道基频过零点的相位角同步	180
骤降/骤升的最小持续时间	1 ms
骤降/骤升的最大持续时间	1 min
骤降的最小幅值	标称输出的 0%
骤升的最大幅值	满量程和标称输出 140 % 中的最小值
斜线上升/下降的稳定周期	100 $\mu$ s 至 30 s
可选的结束延迟	0 至 60 s      31 $\mu$ s
触发输出延迟	从骤降/骤升事件起始点 0 至 60 s
触发输出	TTL 下降沿附带触发输出延迟末端，保持为低达 10 $\mu$ s 至 31 $\mu$ s
骤降/骤升重复	0 至 1000

## 4-47. 设置骤降/骤升

顶层骤降/骤升软键菜单如图 4-25 所示。**Waveshape**（波形）软键打开控制骤降/骤升波形的各种参数的下层软键菜单。在 **Trigger**（触发）软键菜单下可设置各种不同的骤降/骤升触发选项。**Dip/Swell Repetitions**（骤降/骤升重复）确定 **External Trigger**（One Shot）（外部触发，单次触发）模式下发生触发时产生的骤降/骤升事件的次数。**Copy**（复制）和 **Paste**（粘贴）可将当前设置传递至其它 6100B 电源相。使用 **Enable/Disable Waveshape**（激活/禁用波形）软键打开或关闭骤降/骤升。



图 4-25. 骤降的顶层软键菜单

## 波形参数

骤降/骤升的起始点可以设置为延迟一段时间（单位为秒）或者在特定的相位角处。所有其它参数均可被设置为秒或周期。请参见图 4-26 和表 4-1。



图 4-26. 骤降波形的软键菜单

表 4-1. 骤降波形软键的功能

软键	功能
Start On Delay (延迟后开始)	在外触发之后延迟一个固定的时间周期
Start on Phase Angle (以相位角开始)	由相位角确定开始。注：为了确保所有相同时开始，该相位角指的是 L1 相的相位角，而与编程的是哪相的骤降没有关系。
启动延迟或相位角	设置可选的延迟值或相位角
Ramp In (进入谐波)	进入谐波的周期
Period (周期)	骤降/骤升保持的时间
Ramp Out (跳出谐波)	跳出斜波的周期
Change To (变为)	骤降至的值，起始电平的百分比
End delay (延迟后结束)	可以进行重新触发之前的最小结束周期

### 触发控制

有三种触发输入模式。请参见图 4-27。



图 4-27. 骤降的触发软键菜单

#### 1. Free Running (自由触发)

骤降/骤升由内部触发，受设置参数控制，无限重复。在多相系统中，如果骤降时间持续时间（包括全部延迟）超过 1 个周期，每相上骤降的相对起点可能不可预测。也就是说，当选择了自由触发模式时，由于参数对骤降事件持续时间的影响是变化的，所以 L1、L2 和 L3 相上的相对相位角可能发生变化。

#### 2. External Trigger (One Shot) (外部单次触发)

骤降/骤升由连接至 6100B 后面板 TRIGGER INPUT（触发输入）连接器的外部触发信号触发一次。触发信号必须为 TTL 兼容信号。负向跳变产生触发，开始骤降/骤升重复控件中设置的第一个骤降/骤升。亦可用 **Force Ext. Trigger**（强制外部触发）软键启动触发。**Trigger softkey**.

#### 3. External Repetitive (外部重复触发)

骤降/骤升由连接至 TRIGGER INPUT（触发输入）连接器的单个外部负向跳变触发信号触发，并在自由触发模式下重复，直到改变骤降/骤升的任意参数。

仪器提供一个输出触发信号，用于控制外部设备。任何产生骤降/骤升时间的 6100B 或 6101B 的后面板 TRIGGER OUTPUT（触发输出）连接器上都会产生该触发信号。可以将触发输出设置为与触发输入同时发生（0 秒延迟），或者延迟一段时间，延迟时间由 **Trigger Output**（触发输出）控制域设置的时间决定。当选择了自由触发或外部重复触发模式时，触发输出延迟必须小于组合骤降/骤升事件的总时间，以便产生触发输出信号。

当外部触发模式被激活时，按 **Force Ext. Trigger**（强制外部触发）软键将产生一次触发事件，无需后面板的外部触发信号。

#### 4-48. 闪变

尽管闪变从本质上讲是一种电压现象，但 6100B 也同样能在电流输出上提供闪变现象。以下章节介绍 Flicker（闪变）菜单。

#### 4-49. 定义

电压幅值在一定范围内的重复性波动，会引起照明闪烁现象。闪变的严重程度由生理感受水平来表征。被称为  $P_{st}$  的指标为短期特性（标称为 10 分钟）；被称为  $P_{lt}$  的指标为长期特性。 $P_{st}$  指标适用于 230 V（50 Hz）和 120 V（60 Hz）条件下的电压。当调制频率符合 IEC 61000-4-15 规定，但  $\Delta V/V$  为其它值时， $P_{st}$  值是有效的。在这种情况下， $P_{st}$  值与给定值和设置的  $\Delta V/V$  值的比值成比例。 $P_{st}$  不适用于电流通道。

#### 4-50. 操作闪变功能


使用  进入 Waveform Menu（波形菜单），然后从软键中选择 **Edit Flicker**（编辑闪变）。即出现闪变软键菜单。图 4-28 所示为闪变编辑软键菜单。



图 4-28. 闪变的软键菜单

#### 注

第 2 版的 IEC 61000-4-15 闪变标准将于 2010 或 2011 年发布。6100B 提供的  $P_{st}$  和  $P_{inst}$  值符合 2003 年修订版 1.1，并且适用于闪变仪开发团队。项目成员正在审查符合修订版 2.0 标准的数据。修订版 2.0 提案包括一些新的闪变仪测试项目，6100B 作为“外部”功能提供这些特性。

#### 4-51. 6100B 的技术指标

闪变标准的实现分为两组——基本功能和扩展功能。基本功能组能够选择矩形波和正弦波的调制深度和频率，用于按照 IEC 61000-4-15 标准的规定校准闪变仪。请参见表 4-2。

表 4-2. 基本闪变功能

功能		说明
设置范围		在量程范围之内设置值的 $\pm 30\%$ （ $60\% \Delta V/V$ ）
调制包络形状		矩形波、方波或正弦波
调制单元:	频率	0.05 Hz 至 40 Hz
或者	变动/分钟	1.0 CPM 至 4800 CPM

扩展功能提供更多测试项，具有失真波形和频率、幅值及相位角变化的组合。

#### 4-52. 设置基本闪变

从顶层闪变菜单中选择 **Basic Functions**（基本功能）软键。Flicker（闪变）面板有三个部分。Modulation（调制）和 Waveform（波形）面板设置调制波形。Flicker Severity（闪变程度）面板显示闪变仪应显示的  $P_{st}$  和  $P_{inst}$  值。

可在上表规定的范围内设置闪变参数。注意，变动频度单位可设置为频率（Hz）或

变动/分钟（CPM）。请参见图 4-30、4-31 和 4-29。



图 4-29. 基本闪变的软键菜单

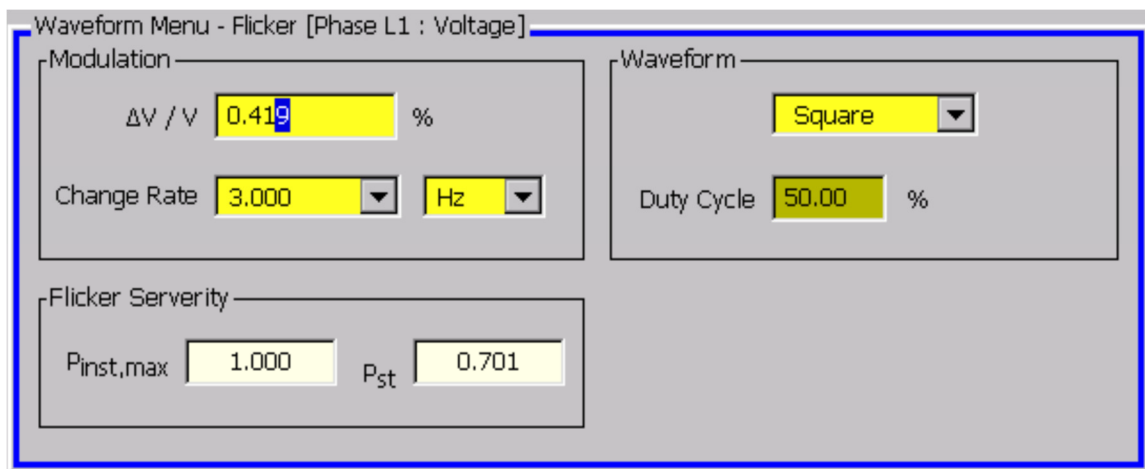


图 4-30. 闪变菜单（频率）

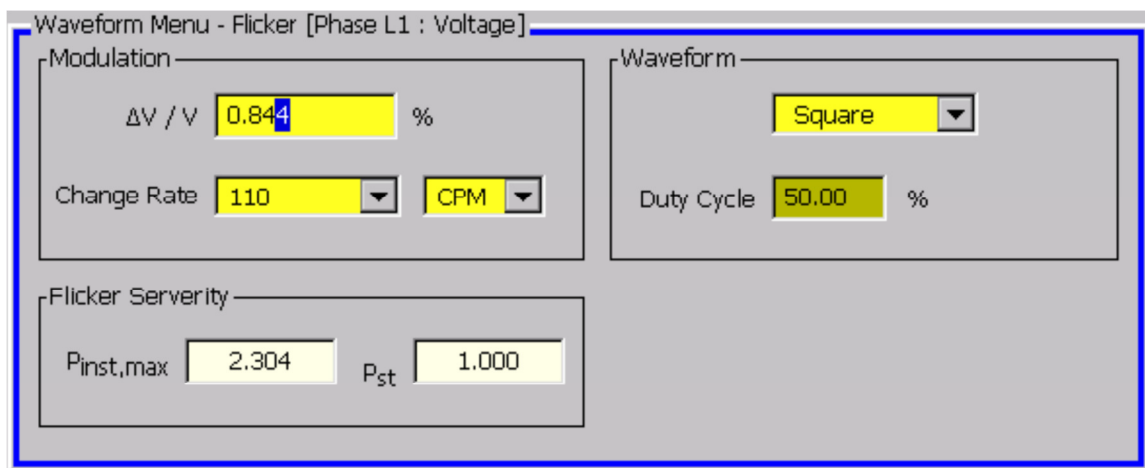


图 4-31. 闪变菜单（变动/分钟）

不可直接设置  $P_{st}$  和  $P_{inst}$ 。 $P_{st}$  只能通过调整  $\Delta V/V$ 、**Change Rate**（变动频度）和 **Waveform**（波形）参数进行设置，或者改变通道电压或频率进行设置。**Duty Cycle**（占空比）设置不影响  $P_{st}$  值。

注

$P_{inst,max}$  和  $P_{st}$  值为灰色时，表示  $\Delta V/V$ 、**Change Rate**（变动频度）和 **Waveform**（波形）参数组合对于通道电压或频率设置无效。

在 **Waveform Menu**（波形菜单）中，使用闪变的顶层菜单中的 **Enable/Disable Waveshape**（激活/禁用波形）软键将打开或关闭该功能。或者使用 **Output Menu**（输出菜单）中的 **Enable/Disable Flicker**（激活/禁用闪变）软键。请参见图 4-28。

### 4-53. 设置闪变扩展功能

注

扩展功能仅适用于基波 50 Hz 和 60 Hz 及电压通道设置 120 V 或 230 V。

从顶层闪变菜单中选择 **Extended Functions** (扩展功能) 软键。请参见图 4-28。从显示的软键中选择 **Extended Flicker** (扩展闪变) 功能。即出现扩展闪变软键菜单。请参见图 4-32。



图 4-32. 扩展闪变的软键菜单

以下章节详细介绍扩展功能。

### 4-54. 周期性频率变动

周期性频率变动 (Periodic Frequency Changes) 闪变功能每 4 秒钟产生固定模式的变动, 请参见图 4-33。在基波频率的两侧, 频率步进均可为  $\pm 0.25$  Hz, 而电压步进最高 1.2 V, 取决于电压和频率的设置。值得注意的是, 在多相系统中, 每相上都发生  $\pm 0.25$  Hz 的频率变动。电压变动仅在选定的电压通道上发生。请参见表 4-3。

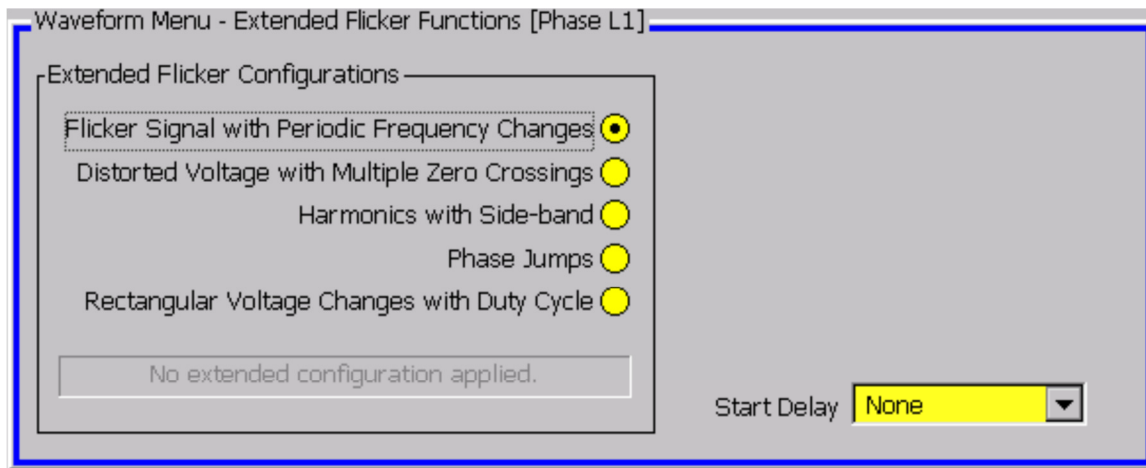


图 4-33. 频率和电压变动组合

表 4-3. 周期性频率变动

120 V			230 V		
基波频率 (Hz)	变动至的频率 (Hz)	变动至的电压 (V)	基波频率 (Hz)	变动至的频率 (Hz)	变动至的电压 (V)
60	59.75	120.000	50	49.75	230.000
	60.25	119.266		50.25	228.812
50	49.75	120.000	60	59.75	230.000
	50.25	119.270		60.25	228.805

观察到的  $P_{inst,max}$  应为 1.00。



### 4-55. 多次过零的失真电压

多次过零的失真电压（Distorted Voltage with Multiple Zero Crossings）闪变功能输出包括基频和 12 个“奇次”谐波，请参见图 4-34。谐波的相位角为 180°。请参见表 4-4 和表 4-5。

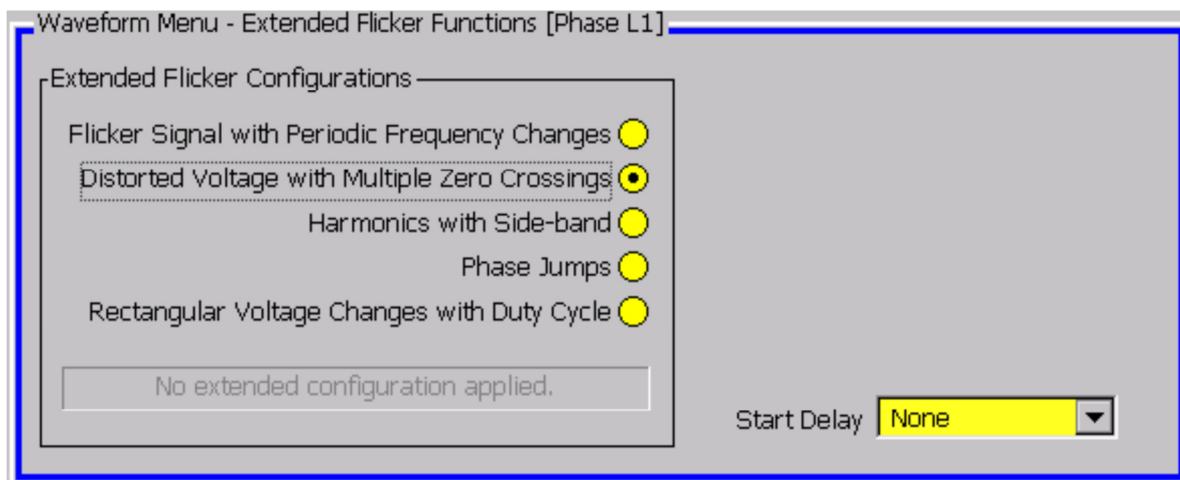


图 4-34. 多次过零的失真电压

表 4-4. 多次过零的失真电压闪变

谐波次数	3	5	7	9	11	13	17	19	23	25	29	31
基波百分比	5	6	5	1.5	3.5	3.0	2.0	1.76	1.41	1.27	1.06	0.97

信号被 8.8 Hz 正弦调制，调制深度取决于电压和基波频率的组合。

表 4-5. 电压波动

230 V		120 V	
基频 (Hz)	电压波动%	基频 (Hz)	电压波动%
50	0.250	60	0.321
60	0.250	50	0.321

观察到的 Pinst.max 应为 1.00。

### 4-56. 边带谐波

利用边带谐波（Harmonics with Side Bands）闪变功能，可以检查闪变仪的输入带宽。基频电压波形同时被两个频率调制。两个频率的幅值相同。

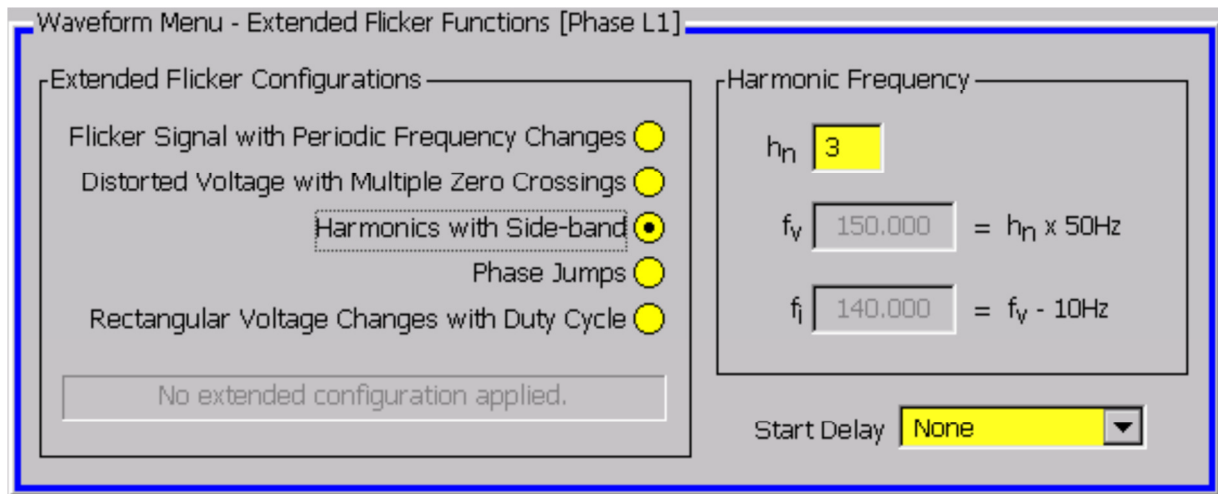


图 4-35. 边带谐波

输入谐波次数 ( $h_n$ )，以基波频率的倍数设置谐波频率 ( $f_v$ )。请参见表 4-6。

也应用间谐波调制频率  $f_i = f_v - 10 \text{ Hz}$ 。

例如：

基波频率 = 50 Hz，

$h_n = 7$ ， $f_v = 50 * 7 = 350 \text{ Hz}$ ，

$f_i = 350 - 10 = 340 \text{ Hz}$ 。

表 4-6. 边带谐波

120 V			230 V		
基波频率 (Hz)	起始频率 (Hz)	调制频率幅值 (V)	基波频率 (Hz)	变动至的频率 (Hz)	变动至的电压 (V)
60	170 & 180	4.126	50	140 & 150	3.611
50	140 & 150	4.126	60	170 & 180	3.611

闪变仪输入带宽为  $P_{inst,max}$  等于 1.00 时的最大  $f_v$  频率。

#### 4-57. 相位跳变

相位跳变 (Phase Jumps) 闪变功能引起电压通道在 10 分钟的周期内发生一系列相位跳变。相位跳变发生在稳定周期接收后的第 1、3、5、7、和 9 分钟的正向过零点。相位跳变方向和大小由操作者在序列开始时选择。表 4-7 所示为不同的电压、频率和相位跳变大小组合下的预期  $P_{st}$ 。

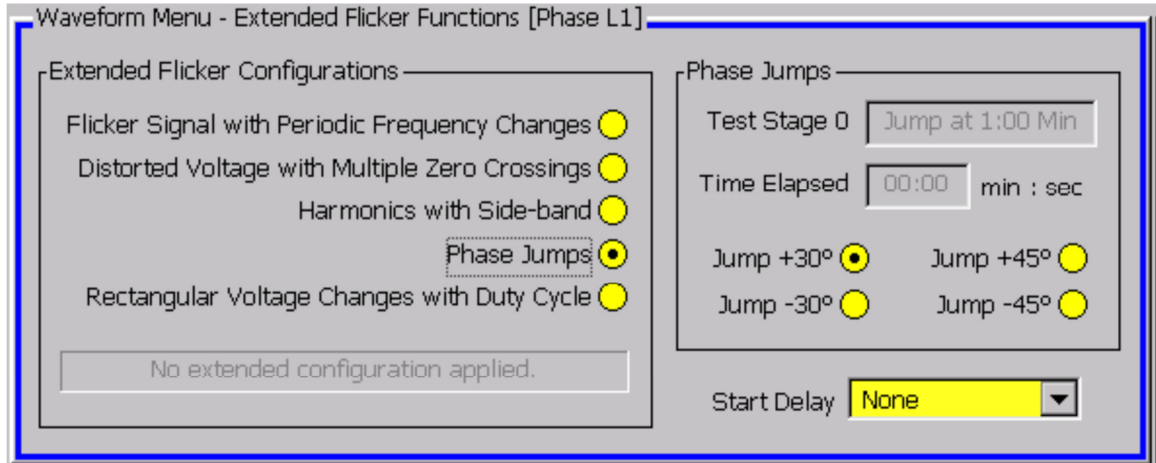


图 4-36. 相位跳变

表 4-7. 相位跳变

相位跳变角 $\Delta\theta$	120 V, 60 Hz ( $P_{st}$ )	230 V, 50 Hz ( $P_{st}$ )	120 V, 50 Hz ( $P_{st}$ )	230 V, 60 Hz ( $P_{st}$ )
$\pm 30^\circ$	0.587	0.913	0.706	0.760
$\pm 45^\circ$	0.681	1.060	0.819	0.882

#### 4-58. 占空比为 20% 的矩形波电压变动

占空比为 20% 的矩形波电压变动 (Rectangular Voltage Changes with 20 % Duty Cycle) 闪变功能每 60 秒钟添加 12 秒的矩形波调制。在每个周期的其它 48 秒期间, 不调制电压输出。调制深度如表 4-8 所示。

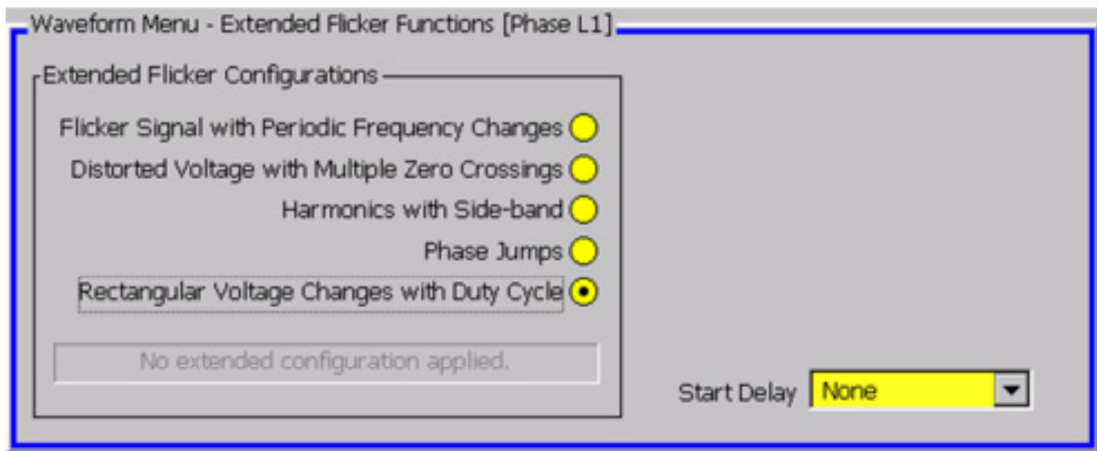


图 4-37. 占空比为 20% 的矩形波电压变动

表 4-8. 占空比为 20%的矩形波电压变动

230 V		120 V	
基频 (Hz)	电压波动%	基频 (Hz)	电压波动%
50	1.418	60	2.126
60	1.480	50	2.017
观察到的 Pst 应为 1.00。			

#### 4-59. 复制和粘贴

每一个波形菜单在顶层软键菜单中都有 **Copy**（复制）和 **Paste**（粘贴）软键。

#### 4-60. 复制

按 **Copy**（复制）软键可将当前活动波形复制至剪贴板。每次按 **Copy**（复制）软键时，剪贴板内容都将被覆盖。当关闭电源时，剪贴板的内容即被丢弃。

#### 4-61. 粘贴

只要当前波形菜单与剪贴板中的内容类型相同，按下 **Paste**（粘贴）软键时，就会将剪贴板的内容复制到另外一个通道。不能从电流通道复制到电压通道。

粘贴操作将清除当前波形菜单中的所有现存数据。

谐波和调制波形菜单共用谐波数据，因此，粘贴谐波数据将更新其它部分使用的数据，也就时说，如果将谐波数据粘贴至另一个通道，也将同时粘贴调制设置。

#### 4-62. 电能校准选件

本节介绍 6100B 功率标准的电能校准选件。

#### 4-63. 功能概述

电能表会提供一个脉冲串，脉冲频率与加到电压和电流输入端子上的功率成正比。总脉冲表示提供的总能量。6100B 有 6 个脉冲输入，可以将其配置为与被测电能表（MUT）和参考电能表联合使用。仪器还提供了一个脉冲串输出，表示计算得到系统的理论输出功率，提供一个“理想的”脉冲串参考。一个门信号可用于在测试器件开关外部设备，或者让用户以电子方式控制测试的持续时间。电能脉冲输出和能量门信号输入/输出 BNC 连接器安装在仪器的后面板。

#### 4-64. 工作原理

可以将一个或多个 MUT 连接到 6100B 的电压和电流端子。测试时计算在特定的周期内接收到的脉冲数量。将结果与理论上的电能总量相比较，或者与并联到 MUT 的参考源进行比较。测试的持续时间是通过指定一个限制条件来设置的，限制条件可以是绝对时间、提供的电能总量，或者从任意 MUT 或参考电能表通道累积的电能（表示为电能或脉冲数）。可以将输入通道联合起来，用 3 组单相脉冲串来表示一个三相的源，或者将多达 3 个参考电能表进行平均。

#### 4-65. 限制

6100B 是一款精密参考源，可以输出独立的电压和电流，以及“虚负载功率”。和一般电源不同的是，6100B 有一个闭环反馈系统，确保输出波形总能是所需的形式。严重非线性负载，例如电子仪器的电源，会破坏 6100B 和 6105A 维持正确输出状态的能力。试图从 6100B 系统为电能表提供电源可能会引起 6100B 的输出发生跳闸或产生错误的读数。请将电能表的供电电源连接到相应的外部电源。6100B 的输出能力在第 1 章的技术指标部分介绍。

6100B 计算的利用输出功率在正弦波和谐波模式下是准确的。添加闪变、骤升/骤降、调制谐波或间谐波会降低输出功率计算的准确度，从而降低 MUT 误差计算的准确度。如果使用了参考电能表，测量准确度则取决于参考电能表测量非正弦信号和调幅信号的性能。负功率输出被作为无符号参量进行累积。用户应根据应用和测量配置，判断所显示的累积能量的幅值。

#### 4-66. 使用电能校准选件前的准备

根据需要设置 L1（以及 L2 和 L3）的电压和电流输出组合。关于仪器前面板操作方法的说明请参阅第 3 章和第 4 章。将要使用的通道激活，但是不要将输出打开。


若要进入电能校准模式，首先进入波形菜单。按  键，直到显示出顶层软键菜单，如图 4-38 所示。



图 4-38. 波形菜单的顶层软键菜单

按 **Energy Counting**（电能计数）软键，进入到电能校准模式。

图 4-39 所示为由波形菜单中导入的界面。

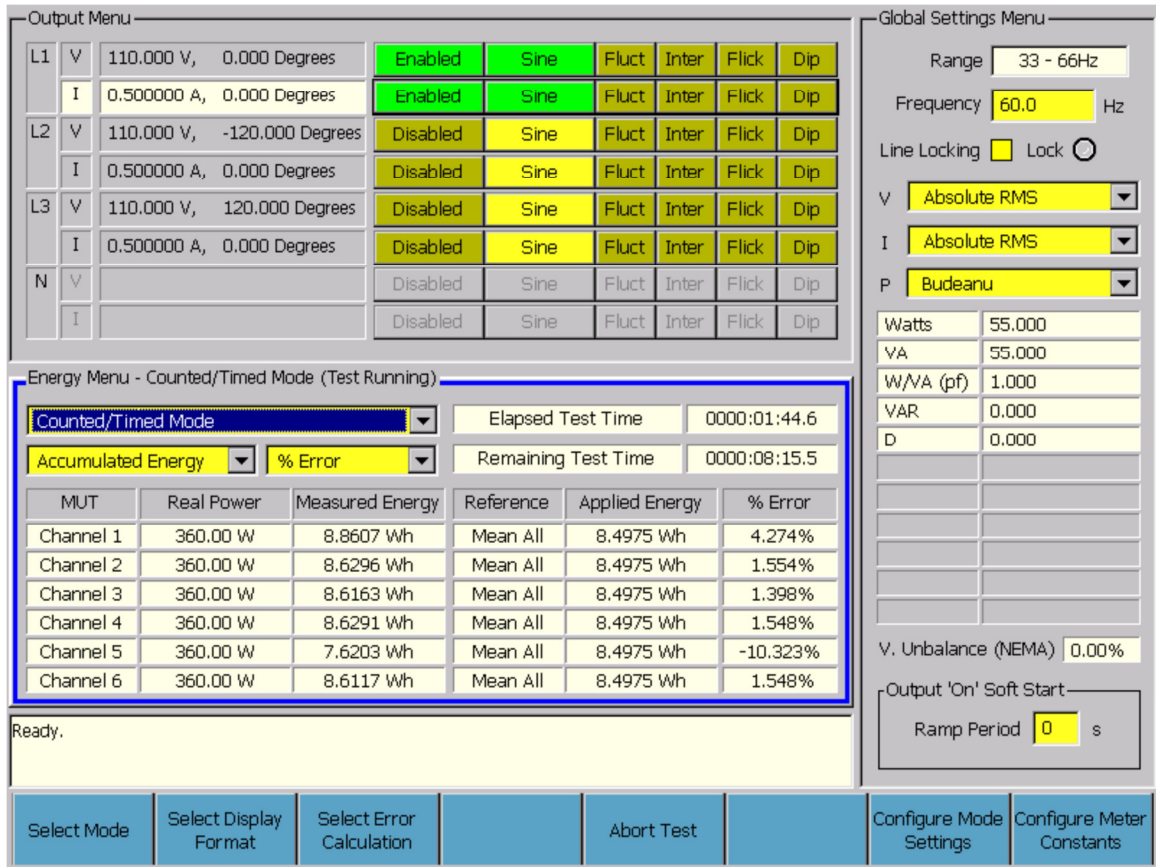


图 4-39. 电能校准模式

显示的每一行与一个 MUT 通道相关联。从左至右，依次显示通道编号、该通道的瞬态功率示值、该通道自预热或测试开始累积的能量、计算误差所使用的参考源、参考源在 MUT 测量周期内的累积电能、以及相对于参考计算的 MUT 误差。

#### 4-67. 输入通道配置和电能表常数

系统首先必须按所需的 MUT 和参考电能表进行设置。按 **Configure Meter Constants**（配置电能表常数）软键，调出配置选项。请参见图 4-40。

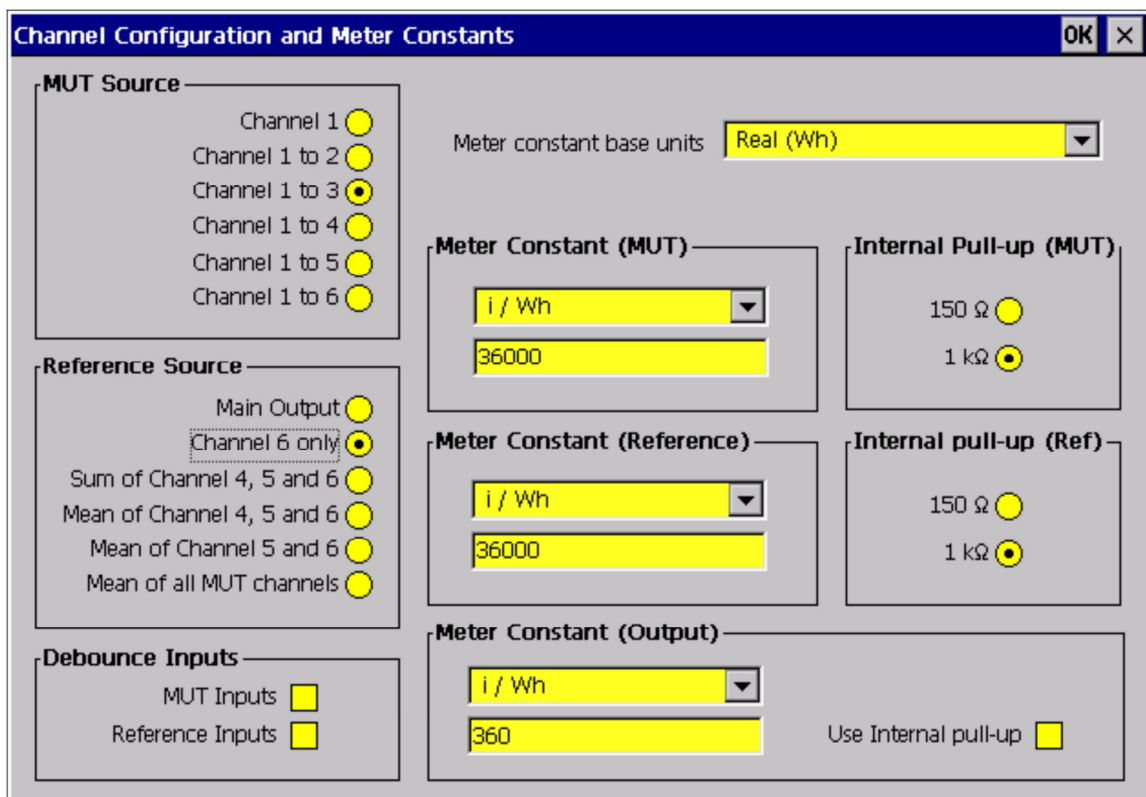


图 4-40. 输入通道配置和电能表常数

#### 4-68. 连接 MUT 和参考电能表

在将 MUT 连接到通道时，首先连接最低编号的通道，然后逐步向上。例如，三个 MUT 应该连接到通道 1、2 和 3。如果使用了参考电能表，则应该首先连接最高编号的通道，然后依次向下。例如，如果使用了一个参考电能表，则应该将其连接到通道 6。从配置对话框左边的列表中选择所需的 MUT 和参考电能表组合。如果将 **Main Output**（主输出）选择为参考，MUT 则应该和系统的理论电能输出进行比较。注意，如果 4、5 和 6 之和被作为参考源，有效的参考输入应施加至全部三个参考通道。如果施加的输入少于三路，可能会造成测试持续时间长一个计数。

可对输入进行信号去抖，以防杂散计数。去抖输入将忽略该信号中的快速行为。当预期输入信号脉冲率高于 100 Hz 时，请勿进行去抖。

#### 4-69. 电能类型

必须选择测试中被测电能的类型：有功（Wh）、视在（VAh）或无功（VARh）电能。该设置应该与 MUT 和参考电能表的设置相匹配。然后需要指定电能表常数。一个值用于所有的 MUT，一个值用于所有的参考电能表。

注意，仪器提供了各种不同的方法来指定非正弦输出波形的无功功率。当 Main Output

（主输出）为参考时，6100B 电能选件总是采用布氏（Budeanu）法计算误差。如果参考源为外部参考电能表，则根据参考电能表的方法进行计算。

#### 4-70. 内部上拉电阻



每一组输入（MUT 和参考电能表）可能有 150  $\Omega$  或 1 k $\Omega$  上拉电阻连接到 6100B。当使用较高频率的脉冲速率时，建议尽量使用 150  $\Omega$ 。




#### 4-71. 电能脉冲输出电能表常数和上拉

可以设置一个值，规定脉冲输出连接器上有效电能表常数。只要激活电能测试，该输出就是一个脉冲串，代表系统中所有 6100B 的当前 V/I 输出的总功率和电能。

能量脉冲输出有一个用户可选的内部上拉电阻。利用 **Use Internal Pull-up**（使用内部上拉电阻）选择框可以选择和取消选择该上拉电阻。除非连接到电能脉冲输出的设备不提供上拉电阻，应该不选择使用内部上拉电阻（复选框未选中）。

#### 4-72. 进行测试

按  键接受最新定义的值，或者按  键取消所有修改。

按  键启动测试。此时，电压和电流源主输出端子变为有效。在进行测试时，用户不能退出（）电能屏幕。若需中止测试，请按 （待机）键。

在测试期间，电能屏幕将显示与用户的通道配置相对应的几行数字。同时还显示脉冲率和总脉冲数，根据 Display Units（显示单位）的设置，可能显示功率、电能或频率、计数。累积的总量和指定的参考源进行比较，并显示一个误差值或读数百分比。按下相应的软键激活列表框，利用光标可以修改这些显示参数的数值。同时还显示测试已经过去的时间和剩余的时间。在某些模式组合，剩余时间可能是估算时间。

#### 4-73. 测试模式


在正常工作条件下，所有的 6100B 主输出在测试结束时关闭。如果 MUT 或参考电能表也使用 6100B 作为电源，当两次测试之间从其断开电压后，可能会丢失其配置。如果在 **Counted/Timed**（计数/定时）、**Gated**（门控）或 **Packet**（包模式）模式中选中了 **Maintain Voltage Signal On Completion**（完成时维持电压信号），电流输出将关闭，但电压输出仍打开。

#### 警告

**如果选中“Maintain Voltage Signal On Completion”（完成时维持电压信号）选项，测试完成后，电压输出端子上将出现高电压。在这些条件下工作时，务必小心。**


**Abort Test**（中止测试）软键停止活跃的测试序列。如果设置了 **Maintain Voltage Signal on Completion**（完成时维持电压信号），电流输出将关闭，但仍维持电压信号。

**Abort Test**（中止测试）软键停止活跃的测试序列。如果设置了 **Maintain Voltage Signal on Completion**（完成时维持电压信号），电流输出将关闭，但仍维持电压信号。

按  将关闭全部输出，不受该项设置的影响。按  启动一项新测试。



注

尽管在“维持电压”时可更改输出、系统和电能选件菜单的设置，但是只有首先按下 （待机）后才可能编辑信号现象的设置。

提供 4 种测试模式。若需更改模式，按 **Select Mode**（选择模式）软键，然后利用上/下箭头键循环查看可用的模式。在每一模式下，按 **Configure Mode**（配置模式）软键，即可在当前所选模式的配置对话框中更改测试参数。



图 4-41. 电能校准选件的顶层软键菜单

### 4-74. 自由运行模式

在自由运行（Free Run）模式下，功率被加到 MUT，并且保存计数值，记录每一 MUT 接收的脉冲数。测试将连续运行，直到用户中止测试。该模式仅供对性能进行大概的比较，但是也可用于在调整或爬行试验时监测 MUT。

### 4-75. 计数/定时模式

计数/定时模式的目的是使得当 6100B 和 MUT 在预热后完全稳定，以及 6100B 的输出被打开并达到稳定时再进行测试。最小预热时间为 2 秒。请参见图 4-42。

在该模式下，活动被分为两个周期：预热和测试。当按下 OPER 键时，源功率立即被加到 MUT，但是并不开始比较对结果有贡献的计数，直到已经达到指定的预热周期。预热时间和测试周期均可自由指定按任何已配置通道上的时间、电能值或计数值。

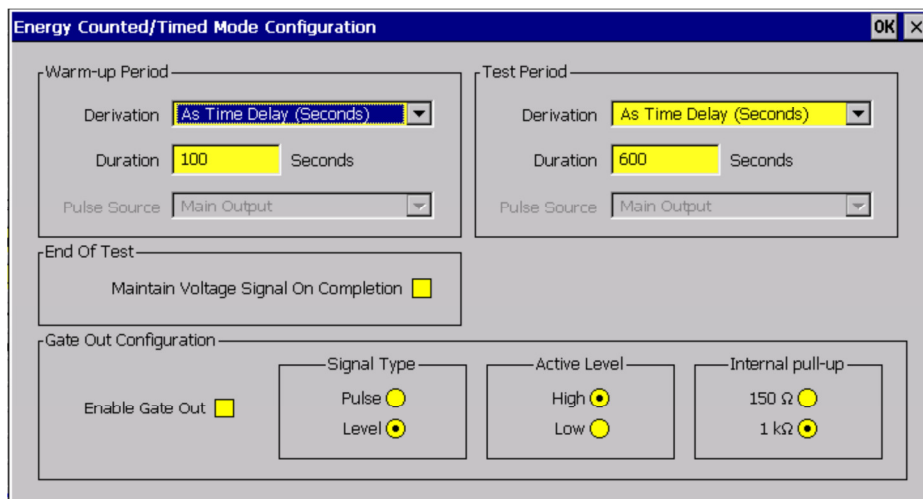


图 4-42. 计数/定时模式的配置

如果预热时间按电能或脉冲周期指定，则必须确保指定的持续时间至少等效于 2 秒，以便使主输出足够稳定。

如果持续时间按 MUT 或参考通道的电能指定，那么系统将在指定通道上至少对该电能总量累积至下一个完整脉冲周期。只允许完整的脉冲周期。一个脉冲周期是 MUT 或参考的两个脉冲之间的持续时间。如果预热和测试持续时间均按同一源的脉冲指定，预热的最后一个脉冲被作为测试的第一个脉冲。如果用时间指定测试周期，那

么应足以覆盖至少一个脉冲周期，否则测量将毫无意义。

如果需要，可以激活一个门输出信号。这个门信号在实际测试周期（非预热或稳定周期）有效。该门信号可以是所需周期的有效电平，或者是启动和结束脉冲，还可以设置为高电平有效或低电平有效。

在计数/定时模式下，MUT 和参考电能表的计数值可能比 6100B 电能选件测得的总量提前。这是正常的，表示包括了测试的稳定时间和预热时间。得到显示结果的实际测试周期和计数是准确的。

#### 4-76. 门控模式

在门控模式（Gated Mode）下，电能门控（Energy Gate）连接器（位于后面板）变为输入。当按下 键时，功率即被加至 MUT。进行电能计数和误差计算，但是在门信号变为有效之前，均认为是预热周期。当门信号变为有效时，计数被复位，开始真正测试。当门信号变为无效时，测试端子和 6100B 输出被关闭。

如果第一次将功率加到 MUT 和门信号变为有效之间的时间周期超过 2 秒，则门控模式的准确度和计数/定时模式的准确度是相同的。请参见图 4-43。

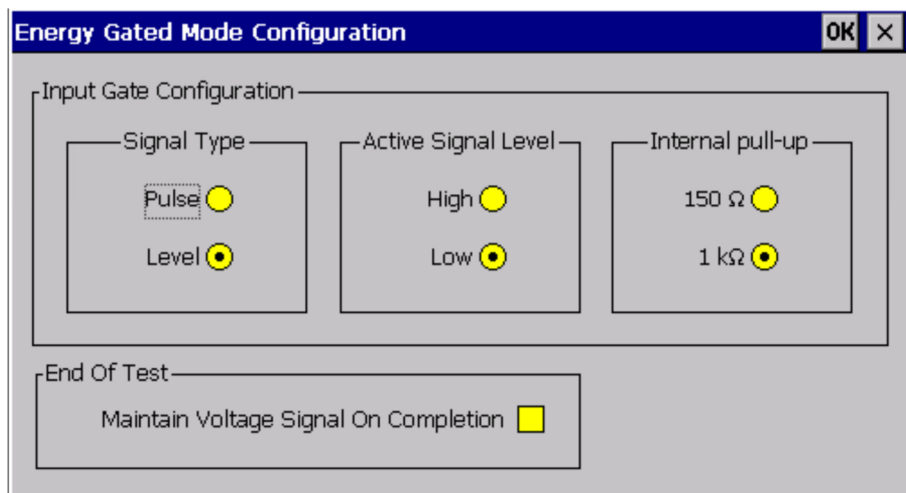


图 4-43. 门控模式的配置

门输入信号可能是一对脉冲或一次电平变化。如果为脉冲，第一个脉冲开始测试，第二个脉冲结束测试。如果门信号为电平变化，测试周期由门信号为有效电平的时间决定。门信号的极性可设为高电平有效或低电平有效。

在门控模式下，MUT 和参考电能表的计数值可能比 6100B 电能选件测得的总量提前。这是因为在门信号变为有效之前，计数提前开始了。6100B 显示的计数值准确显示在门信号有效的时间内接收到的脉冲数量。

#### 4-77. 包模式

在包模式（Packet Mode）下，主输出端子上的功率按所需的电能定时提供。这样的优势是 MUT 的计数值将非常紧密地匹配预期总量，而不像其它模式一样有稳定时间和预热时间。请参见图 4-44。

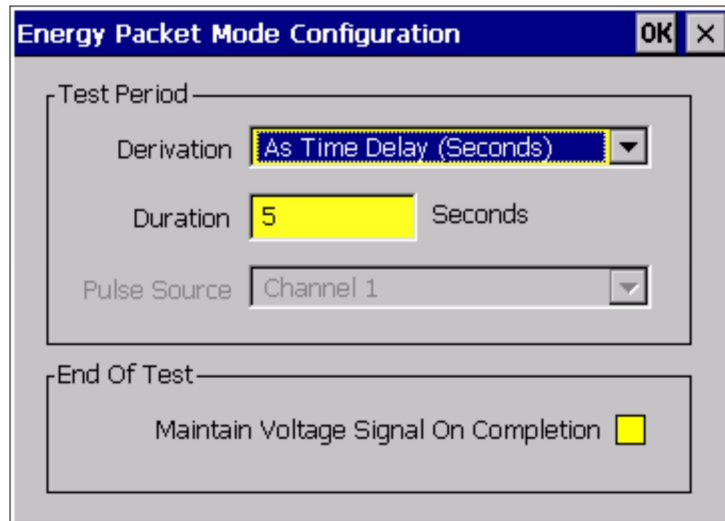


图 4-44. 包模式的配置

由于主输出切换、爬升和稳定时间的存在，电能“包”的大小并不严格。如果在系统设置菜单中选中了“**Output “On” Soft Start**”（输出打开软启动），定时误差可能变得过大。随着测试时间延长，该误差的影响会降低。

#### 4-78. 电能校准选件的远程操作

远程命令请参见第 5 章。

若需启动利用电能选件计数，必须在 6100B 上显示出电能选件状态面板，如果显示有其它波形定义面板，则只有功率输出被激活，电能计数器/定时器将不被激活。为保证正确操作，建议“ENERgy”树中的命令为“:OUTPut ON”之前发送的最后一个命令，该子系统树中的任意命令都将重新显示电能状态屏幕。

注

有些命令必须按规定顺序发送，适当时将明确指出。



## 第5章 远程操作

略



# 第6章 用户维护

	标题	页码
6-1.	概述 .....	6-3
6-2.	可靠性测试 .....	6-3
6-3.	设置和运行可靠性测试 .....	6-3
6-4.	修改用户密码 .....	6-3
6-5.	操作保险丝 .....	6-4
6-6.	如何清洁仪器 .....	6-5
6-7.	如何清洁空气过滤网 .....	6-5
6-8.	更换锂电池 .....	6-6





## 6-1. 概述

本章介绍用户如何维护仪器，使仪器保持在最佳工作状态。本章内容涵盖以下主题：

- 修改用户密码
- 进行仪器可靠性测试
- 更换保险丝
- 清洁空气过滤网和外表面

校准事项在第 7 章讨论。



## 6-2. 可靠性测试

仪器可靠性测试能够说明仪器性能是否发生了明显退化。对所连接的辅机单元的测试是从 6100B 主机上执行的。与定期校准和调整时所做的测试相比，仪器所做的测试相对比较粗略，因此该测试并不用来确定仪器的保养间隔

注

一些温度 (Pic) 测试可能会报告百分比 100% 误差，但这是正常的，不必担心。

## 6-3. 设置和运行可靠性测试

使用  键进入波形菜单。如果必要的话，按  键，直到显示出顶层软键菜单。请参见图 6-1。


选择 **Support Functions** (支持功能)、**Diagnostic tools** (诊断工具)，然后输入用户密码。按 **Run Self Tests** (自检) 软键。

利用与“Self Test” (自检) 弹出式菜单相关的软键，可以：

- 在 **Select Test Channels** (选择测试通道) 软键菜单下，选择要测试的通道，即 L1 相电压、L1 相电流...N 相电流。
- 选择要测试通道的哪些子部分，即所有电路板、DSP 板、控制板或第一或第二个从板。
- 启动自检。
- 通过 USB 端口将测试结果保存至外部介质。

完成测试设置后，按 **Start Self Test** (启动自检) 键即可启动测试。



注

请谨记，在浏览不同的菜单时，按  键即可返回上一层软键菜单。

在完成测试之后，在自检菜单中就会出现一份摘要报告。

利用“Test Pathway” (测试路径) 菜单可以提供更详细的诊断结果信息，但是这主要是为福禄克服务中心提供的工具。尽管测试路径的功能是有效的，但是由于技术内容已经超出了本手册的范围，因此在此不进行详细的介绍。

## 6-4. 修改用户密码



使用  键进入波形菜单。如果必要的话，按  键，直到显示出顶层软键菜单。请

参见图 6-1。



图 6-1. 波形菜单的顶层软键菜单

选择 **Support Functions**（支持功能）、**Diagnostic tools**（诊断工具），然后输入用户密码。6100B 出厂时的默认密码为“12321”。

选择 **Change Password**（修改密码）选项，即会显示“change the calibration password...”（修改校准密码）弹出式菜单。输入当前密码、新密码，并重复输入新密码。按  键修改密码（或按  键取消操作）。

## 6-5. 操作保险丝

电源保险丝从后面板操作。请参见图 6-2。



**为避免电击或人员伤害，在操作电源保险丝之前，请确保利用后面板的电源开关将仪器关闭，并将电源线从电源输入插座拔出。**

请按照以下步骤操作保险丝：

1. 断开电源。
2. 使用标准的螺丝刀逆时针方向旋转保险丝容器，直到拆下保险丝容器和保险丝。

请务必使用表 6-1 所列认可的保险丝。

表 6-1. 认可的替代保险丝

说明	部件号	额定值
福禄克部件编号及说明：	1998159	T15AH 250 V 32 mm
保险丝制造商及部件编号：	Bussmann	MDA-15

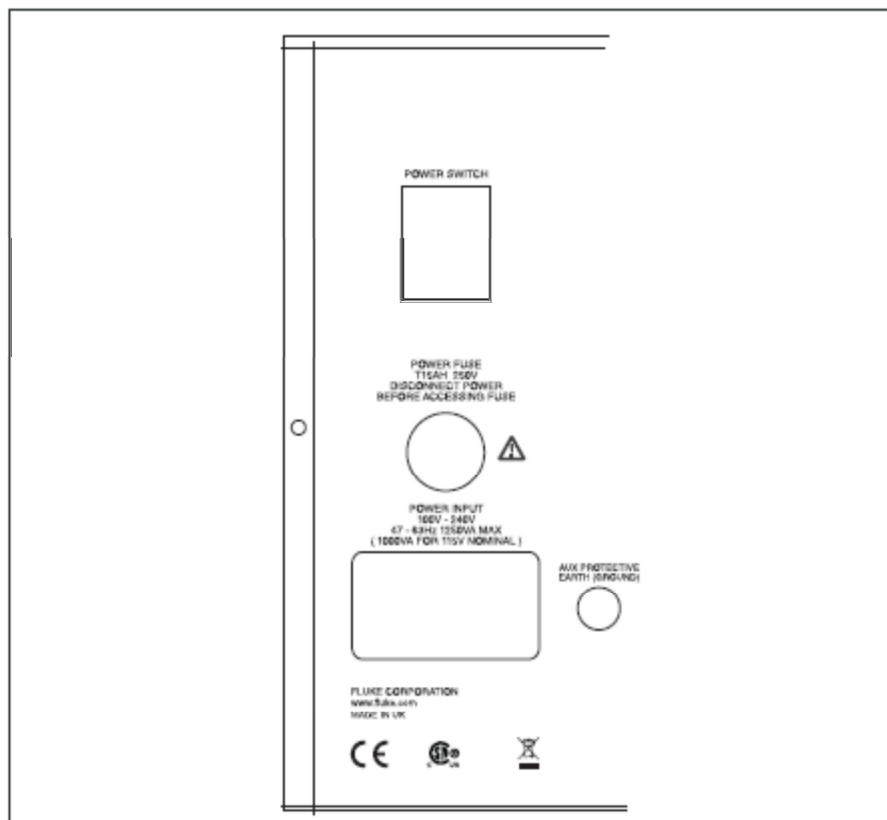


图 6-2. 后面板保险丝

## 6-6. 如何清洁仪器

利用蘸有少量水或不会损害塑料的非研磨性中性溶液清洁仪器外部。

**小心**

请勿使用芳烃化合物或氯化溶剂进行清洁。它们可能会损害仪器使用的塑料材料。

## 6-7. 如何清洁空气过滤网

**小心**

如果风扇受阻、入口处的空气温度太高或空气过滤网被堵塞，就会发生过热，损坏仪器。

如果在灰尘比较大的环境中使用仪器，则必须每 30 天或更频繁地对空气过滤网进行清洁。空气过滤网从仪器的后面板进行操作。

请按照以下步骤清洁空气过滤网。请参见图 6-3。

1. 断开电源。
2. 空气过滤网从仪器的后面板操作。如果仪器位于工作台上，请确保仪器的后方有 24 英寸的空间，可用来抽出过滤网。
3. 拧开垂直面板顶部和底部的用于固定空气过滤网的 2 个花头螺钉，从而拆下过滤网。然后将过滤网从仪器中抽出来。

4. 用肥皂水清洁过滤网。在重新安装之前，将其冲洗干净并晾干。
5. 重新安装过滤网，拧紧花头螺钉。

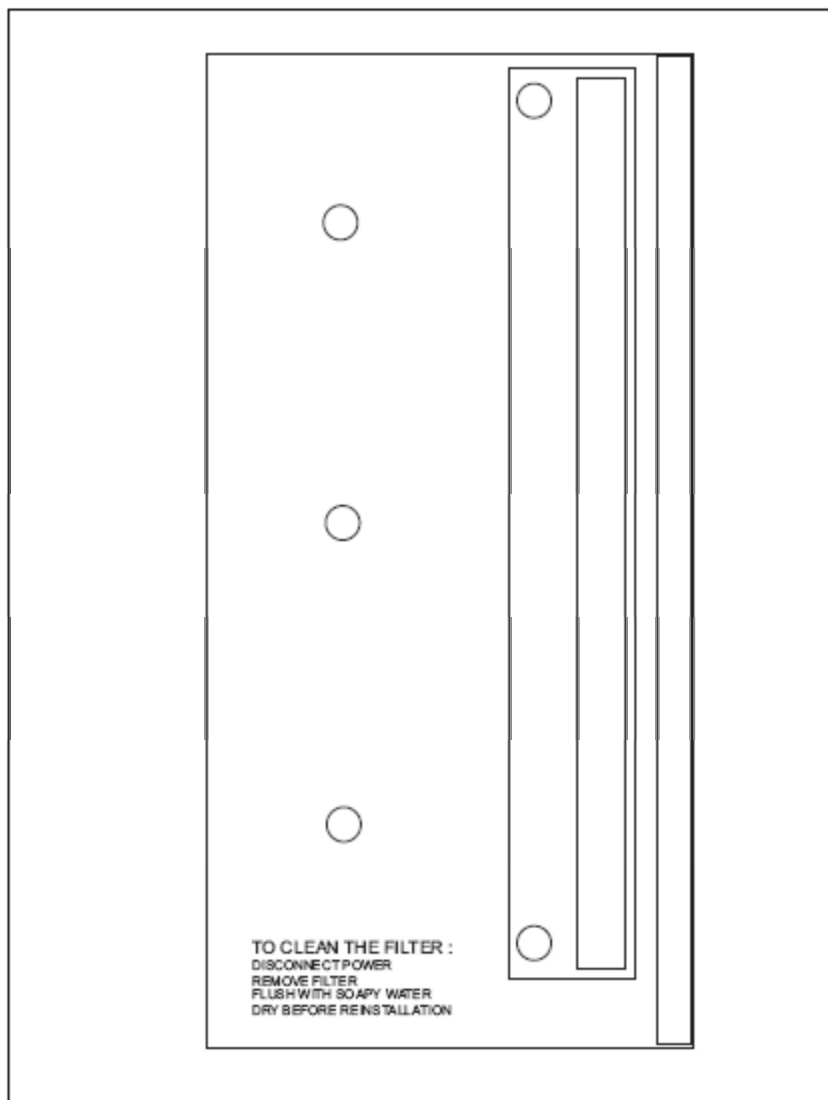


图 6-3. 空气过滤网操作

## 6-8. 更换锂电池

该仪器内部的 PC 安装有一个锂电池（3V，180mAH，CR2023 纽扣电池）。电池的寿命应超过 10 年。超过这个期限之后，PC 设置和数据信息可能会丢失。应该由福禄克授权的技术人员利用经 UL 认证的等效电池更换该电池。




注

该仪器含有锂电池。

请勿与固体垃圾混放。废旧电池应交由有资质的回收商或危险物品处理商进行回收。

关于回收的信息请联系当地的 Fluke 服务中心。

 小心

请勿长时间不使用电池，无论是安装在产品内还是储存。如果超过 6 个月不使用电池，请检查充电状态，并适当的进行充电和放电。



# 第7章 校准

标题	页码
7-1. 概述 .....	7-3
7-2. 校准方法.....	7-3
7-3. 完全校准检定和调整 .....	7-3
7-4. 置信度测试.....	7-3
7-5. 部分调整.....	7-3
7-6. 多相系统的可靠性检查 .....	7-3
7-7. 最佳校准准确度 .....	7-4
7-8. 幅值测量 .....	7-4
7-9. 相位测量 .....	7-4
7-10. 相位不确定度对功率准确度的影响 .....	7-5
7-11. 完全准确度下的校准不确定度 .....	7-6
7-12. 所需设备.....	7-6
7-13. 6100B 信号发生原理概览.....	7-7
7-14. 6100B 和 6101B 的独立性 .....	7-7
7-15. FLUKE 服务中心的校准系统 .....	7-9
7-16. 校准系统的特性.....	7-10
7-17. 传感器 .....	7-11
7-18. 数字多用表幅度误差的影响 .....	7-11
7-19. 数字多用表幅度相位的影响 .....	7-11
7-20. 电压至电压的相位不确定度 .....	7-11
7-21. 电流至电压的相位不确定度 .....	7-12
7-22. 调整概述.....	7-12
7-23. 校准调整的步骤.....	7-12
7-24. 进入到校准模式.....	7-12
7-25. 选择仪器配置.....	7-12
7-26. 确定 6100B 的误差 .....	7-13
7-27. 开始调整 .....	7-13
7-28. 将校准开关恢复至正常位置 .....	7-14
7-29. 检定 .....	7-14
7-30. 校准调整点.....	7-14
7-31. 电能校准选件的校准 .....	7-17
7-32. 利用频率计直接测量.....	7-17
7-33. 使用外部参考频率.....	7-18





## 7-1. 概述

本章介绍仪器和电能选件的校准步骤。

## 7-2. 校准方法

## 7-3. 完全校准检定和调整

建议每年对 6100B 进行校准检定和调整，以保证仪器完全满足技术指标要求。如果需要调整，应将以下调整点表格中的所有点调整至标称值。

## 7-4. 置信度测试

如果仪器主要使用工频电源，有许多商用的测量功率标准器的准确度满足 6100B 和 6105A。这些仪器可用于对 6100B 准确度进行置信度测试。单相设备即足以检查单相和多项 6100B 系统。产品包括 Radian Research RD-22、ZERA COM 1003 或 MTE K2006。要明白，这样测量的结果的不确定度远远超过检查 6100B 和 6105A 技术指标所需的不确定度。

举例说明，假如用 RD-22 测量 120 V、5 A、60 Hz 及功率因数为 0.5 的功率。显示的误差为 0.006 %。

RD-22 的技术指标为 0.01 %。因此，6105A 的测量不确定度并不优于 0.01 %。6105A 在 Fluke 服务中心校准时的指标也为 0.01 %，但是校准不确定度为 0.01 % 时，6105A 技术指标显然很宽松。一种合理的方法是取结果的和平方根及测量不确定度 (Uncer) 设置 6105A 的新技术指标限值。

$$New\_spec = \sqrt{Uncert^2 + Result^2}$$

在本例中： $new\_spec = \sqrt{0.01^2 + 0.006^2} = 0.012\%$

请注意无对电压、电流或相位角的独立测量。该方法依赖于 6105A 中这三个独立的参数。不大可能发生全部一起漂移，所以测得的功率值是正确的。

## 7-5. 部分调整

以上所述的置信度检查提供的信息不足以确定必要时应调整哪些参数。如果没有发生故障，相位角是最不可能发生漂移的参数。相位角也是最难以采用所需准确度进行测量的参数。ZERA COM 1003 能够显示电压和电流测量值，所以它应该很容易确定需要调整哪些参数。需要时，按照以下介绍的调整步骤，然后在按以上所述的置信度功率测量对调整进行验证。

## 7-6. 多相系统的可靠性检查

利用经过修改的置信度检查方法，可检查多相系统。建议在调整之前对全部相进行检查。显然，利用一套三相测量装置检查 6135A 是最简单的方法，但是依据测量准确度的不同，使用单相装置也能够获得最佳结果。考虑用单相测量装置检查三相 6135A 系统的情况。这种方法的优点是四个装置进行相互对比。多相系统中的不同相没有道理以相同的速率和方向发生明显漂移。采用相同的测量装置检查三相，可获得高置信度。如果某一相的测试结果不用于其它相，很有可能是该相最为偏离技

术指标。然而，如果全部测试结果均类似，则应考虑测量装置的准确度。

如果需要进行调整，可进行交叉检查，以获得关于独立电压和电流通道的更多信息。这样尽管耗费时间，但对选择调整项目更为可靠：

1. 将 L1 相的电压通道和电流通道设置至所需的水平。
2. 将 L1 相的电流相位角设置为 0。
3. 将 L2 相的电压相位角设置为 0。
4. 将 L2 相的电流幅值设置为所需的幅值。
5. 将 L2 相的电流相位角设置为 0。

现在，L1 相的电压和 L2 相的电流同相。测量功率并记录结果。重复该步骤，直到测量完全部电流输出和全部电压输出（6 次测量）。对结果进行简单分析，即可发现哪个电压或电流远离技术指标以及需要调整哪个参数（如果有的话）。

### 7-7. 最佳校准准确度

### 7-8. 幅值测量

6100B 严格的型式试验表明，当正确调整每一电压或电流通道的相位和增益时，能满足其它所有的技术指标要求。因此，通过正弦信号即可完成 6100B/6105A 的校准。但是用户必须了解由于仪器是用采样法测量仪器优化校准的，有些真有效值测量仪表具有数 MHz 的交流输入带宽，不能抑制非谐波分量。所以，这些仪器提供的幅值测量结果可能不同于利用采样法技术获得的结果。采用傅立叶分析方法的采样系统的优势是可以从噪声中析取感兴趣的信号，并产生精确的相位信息。

### 7-9. 相位测量

有许多种方法可用来测量电能功率标准输出通道的幅值以及通道之间的相位角。电压和电流的幅值可以独立确定，但是相位角的测量则要求进行一定形式的比对。利用过零检测相位仪比较 6100B 的电流和电压输出可以提供该仪器的相位信息。但是这种方法有两项不利因素。

- 比较两个信号的过零点受过零点噪声的影响；而采样法技术至少是从波形上的两个点获得信息。
- 仅仅测量一台仪器电压和电流之间的相位角并不能完成 6100B 和 6105A 的独立校准。每台 6101B 辅机都需要利用 6100B 主机进行校准，以获得电压相对于电压的信息。

如果在校准 6100B 时这些不利因素都是可接受的，那么利用零位检测相位仪可以获得 0.050 度的相位不确定度。

#### 注

由于偶次谐波会使复合波形的过零点不同于实际的基波过零点，因此，当存在偶次谐波时，零位检测相位仪可能会给出不正确的结果。而采样技术则可以给出低至 0.0008 度的相位不确定度，而不存在其它谐波影响测量的问题。

### 7-10. 相位不确定度对功率准确度的影响

由于：功率 =  $V.I.\cos(A)$ ，所以，相位准确度对功率准确度的影响可以用以下的例子说明：

如果相位准确度为  $\pm 0.05^\circ$ ，在标称的  $PF = 0.5$  下， $\cos(A)$  会在  $\cos(59.95)$  至  $\cos(60.05)$  之间变化，也就是在 0.5008 至 0.4992 之间变化。表示变化范围为：

$$\frac{0.5008 - 0.4992}{0.5} * 100\% = 0.3\%$$

如果  $\Phi$  为设置的相位角， $u(\phi)$  为相位准确度，则一般情况下，相位角准确度对功率准确度  $u(P)$  的贡献由下式确定：

$$u(P) = \left( 1 - \frac{\cos(\Phi + u(\phi))}{\cos(\Phi)} \right) \times 100\%$$

表 7-1 所示为不同功率因数下相位不确定度对功率准确度的影响：

表 7-1. 相位不确定度对功率准确度的影响

相位不确定度	PF = 1.0	PF = 0.75	PF = 0.5	PF = 0.25
0.0008 °	±0.000 %	±0.001 %	±0.002 %	±0.005 %
0.050 °	±0.000 %	±0.077 %	±0.151 %	±0.338 %

### 7-11. 完全准确度下的校准不确定度

完全达到如下所述的 6105A 的技术指标所需的测量不确定度。也可以使用较低准确度的设备，但是会牺牲 6105A 的准确度。所列校准不确定度都是指 95%置信度下的不确定度。请参见表 7-2、7-3 和 7-4。

**表 7-2. 所需的电压幅值校准不确定度**

	ppm 量程
1 V 至 1008 V, 16 Hz 至 450 Hz	<26
1 V 至 1008 V, 450 Hz 至 6 kHz	<30
1 V 至 1008 V, 6 kHz 至 9kHz	<1 %

**表 7-3. 所需的电流幅值校准不确定度**

	ppm 量程
0.25 A 至 10 A, 16 Hz 至 450 Hz	<27
10 A 至 50 A, 16 Hz 至 450 Hz	<42
0.25 A 至 10 A, 450 Hz 至 6 kHz	<36
10 A 至 50 A, 450 Hz 至 6 kHz	<58
0.25 A 至 50 A, 6 kHz 至 9 kHz	<1 %

**表 7-4. 所需的相位校准不确定度**

频率	相位测量不确定度	
	电流至电压	电压至电压
16 Hz 至 69 Hz	0.0008 °	0.002 °
69 Hz 至 180 Hz	0.0013 °	0.005 °
180 Hz 至 450 Hz	0.0038 °	0.014 °
450 Hz 至 3 kHz	0.0375 °	0.098 °
3 kHz 至 6 kHz	0.0750 °	0.195 °

### 7-12. 所需设备

提供两份设备清单，分别针对校准 6100B 的两种不同方法。在福禄克服务中心使用的是“福禄克方法”，其测量不确定度可以完全达到 6100B 的技术指标。

而另一种可选的非福禄克方法不能完全达到 6100B 技术指标所规定的准确度，尤其是相位和功率准确度。如果使用可选方法，用户应该自行进行不确定度分析。请参见表 7-5。

表 7-5. 校准方法

测量	福禄克方法	可选方法
系统控制	定制的 Microsoft Windows 应用程序	手动控制或定制的自动化方法
采样	Fluke HP3458A/HFL, 含直流采样模式下的存储器扩展选项。	具有相应分析软件的采样测量装置
电压幅值变换	交流电压分压器, 相位偏移误差较小, 并且是已知的。	根据需要使用交流电压分压器
电流幅值变换	A40B 交流分流器, 相位误差较小, 并且是已知的。	需要使用交流电流分流器
电压相对于相位参考信号的相位角	从电压幅值测量获得	定制设计或采用电压至电流的相位测量方法
电流相对于相位参考信号的相位角	从电流幅值测量获得	定制设计或采用电压至电流的相位测量方法
电压至电流的相位角	从相对于相位参考的相位角获得	Clarke-hess 公司的 6000 型相位仪或类似仪器, 再加上相应的分流器。

### 7-13. 6100B 信号发生原理概览

了解 6100A 信号发生系统有助于更进一步讨论福禄克校准方法。

电功率标准系统包含一台提供单相电压和电流的 6100B, 以及最多可达三台 6101B 辅机。在幅值上, 电压和电流通道是相互独立的, 但是被共用的内部“相位参考”信号锁定在一起。在工厂对 6100B 进行校准调整时, 将电压和电流通道以“相位参考”为标准进行独立的校准。

充分理解 6100B 产生输出信号的方式有助于讨论校准方法。

### 7-14. 6100B 和 6101B 的独立性

可以增加最多三台 6101B 辅机单元来提供更多相的信号。每一台 6101B 辅机都保存自身的校准常数, 但是可以通过 6100B 进行配置和校准。6100B 主机向其 6101B 辅机提供“相位参考”信号, 从而将所有输出通道的相位链接在一起。

由于所有信号的相位都来自于相同的共用相位参考, 因此, 6101B 辅机单元的校准不依赖于控制它的 6100B 主机。

以下介绍 6100B (L1) 的电压通道。和所有其它通道不同的是, 除了校准模式之外, L1 电压通道的相位角不能从零修改为其它值。

数字表示的输出波形被采样、转换为模拟信号并进行放大, 模/数转换过程和随后的放大过程会引入相位偏移, 在接线柱上的输出将滞后于数字式波形。图 7-1 所示是规范化后的“相位参考”(数字化的采样波形)和模拟输出信号之间的关系。

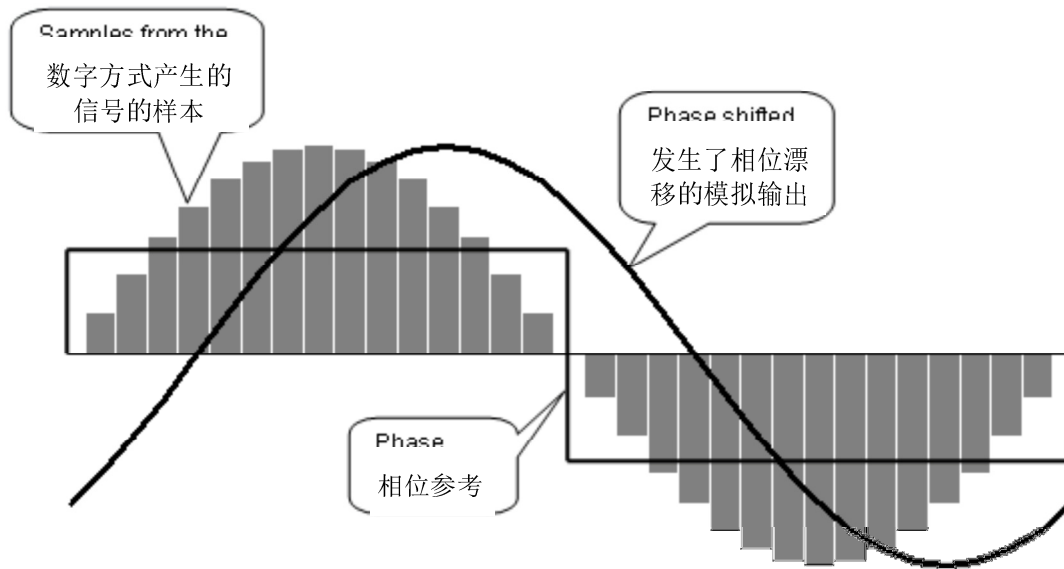


图 7-1. 信号发生

相位校准调整的目的是消除相位参考和模拟输出信号之间的相位偏移。图 7-2 所示是调整相位后的数字采样波形，将模拟输出调整到了与相位参考对齐。在实际应用中，会存在一个小的残余相位误差，误差大小由测量准确度确定。

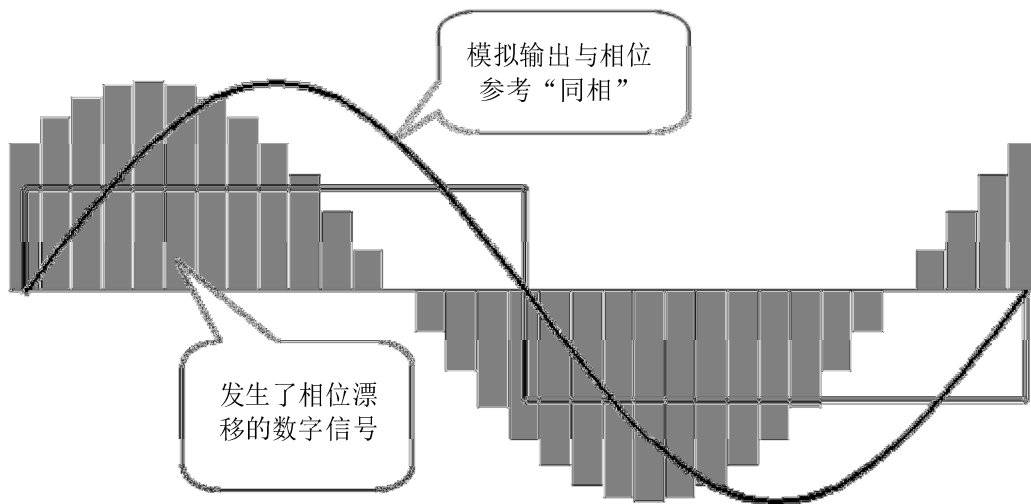


图 7-2. 相位调整之后

当电压和电流通道的模拟信号与共用的相位参考“同相”时，电压和电流之间的相位关系及其不确定度是可以确定的，该不确定度就是电压和电流校准调整的残余误差。

除 L1 之外，其它电压通道相对于相位参考的相位关系一般是非零的。尽管如此，也适用相同的原理，模拟信号和相位参考之间的相位角也被设置为一个相应的非零值。

### 7-15. Fluke 服务中心的校准系统

如上所述，福禄克校准系统将电压和电流通道与系统相位参考进行独立比较。对采样的模拟信号进行傅立叶分析能够产生幅值和相位信息，可用于进行校准和调整。用来数字化的数字多用表是由来自 6100B 的外部信号触发测量的。触发信号，也就是采样定时参考，与系统的主机相位以及采样周期的起始点具有固定的相位关系。因此，模拟信号的相位关系被固定至相位参考，并且是已知的。

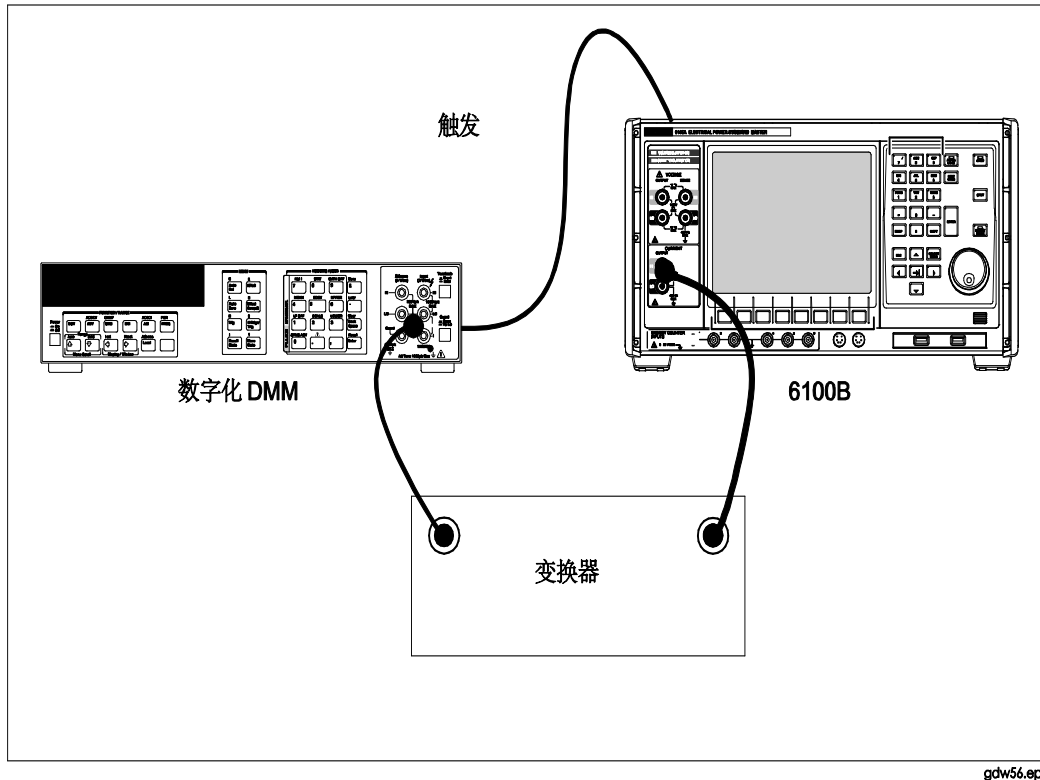


图 7-3. 相位测量的连接示意图

图 7-3 所示为 6100B、数字万用表和变换器的连接方式。注意，采用分压器和分流器对数字万用表的输入进行缩放，以优化性能。同一数字多用表被用来校准电压和电流。

采样定时参考输出信号和相位参考信号输出位于 6100B 的后面板。图 7-4 所示为参考信号和模拟输出之间的关系。采样信号由 GPIB 命令关闭或打开。在 ON 命令之后并不会出现采样参考脉冲，直到相位参考信号正向过零点。第一个下降沿和相位参考的上升沿是同时发生的。数字多用表在“触发”信号的每一个下降沿对模拟信号开始进行采样，从而将采样与模拟输出锁相。

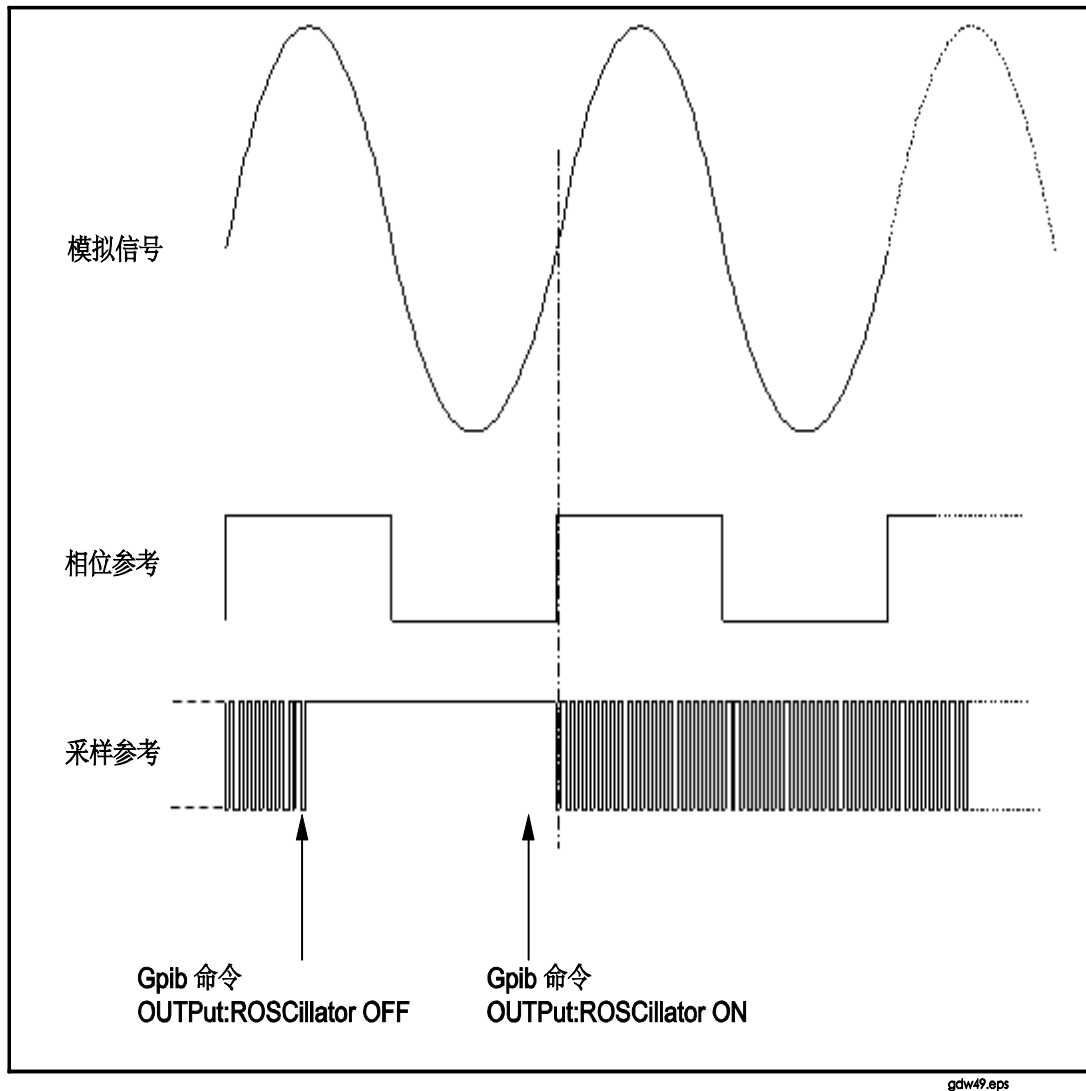


图 7-4. 波形

系统软件对数字多用表进行编程，只要所需的最小时间允许，就会采集到所需数量的样本，采样参考“OFF”命令的定时并不是很严格。采样参考的频率总是模拟信号基波的 2 的幂指数倍，从而简化采样数据的分析任务。

### 7-16. 校准系统的特性

用变换器将不同的 6100B 输出电压和电流转换为标称 800 mV。采用的数字多用表是含扩展内存选件的 HP3458A/HFL，使用其 1.2 V 直流量程进行所有测量，以降低由于数字多用表产生的相位不确定度，也就是说数字多用表内的电压和电流误差是相同的。每次测量时，DMM 被编程为以  $6\mu\text{s}$  的采样时间采集 65,536 个样本，分辨率为 18 位。下表 7-6 所示为每个基波周期内的样本数，以及在最高可设谐波频率下的最小样本数。



表 7-6. 每周期内的样本量

6100B 基频 (Hz)	每个基波周期内采样参考脉冲的数量	在最大谐波频率下, 每周期内的最小样本量
16 至 32	2048	20
32 至 69	1024	10
69 至 128	512	5
128 至 256	256	5
256 至 512	128	5
512 至 850	64	5

### 7-17. 传感器

在满量程下, 所有变换器的输出均为 800 mV 真有效值。可切换量程的电压变换器被配置到一个系统开关控制单元, 以实现完全的自动化。有 6 个电压量程, 每一量程均由并联的电容分压器进行补偿, 补偿寄生电容和系统数字多用表的输入电容。电压分压器的相位不确定度的典型值在 60 Hz 为 0.0002°, 在 1500 Hz 为 0.002°。使用了 5 个特殊的同轴分流器, 其值分别为 0.5A、2 A、10A、20A 和 80A。

分流器的互感系数为 0.5 nH ± 0.5 nH。分流器的相移误差 uncertainty 在 60Hz 为 0.0003°, 在 1500 Hz 为 0.013°。当校准系统处于温度受控的环境下时, 变换器对测量不确定度的贡献小于 1 ppm。

### 7-18. 数字多用表幅度误差的影响

DMM 的增益和带宽对幅度误差均有影响。通过计算这些误差, 并将其与变换器的误差相结合, 进行幅度修正。

### 7-19. 数字多用表幅度相位的影响

DMM 的各种相位误差的影响明显大于变换器相位误差的影响。这些不利影响在电流至电压的相位测量中能够抵消, 但是在多相系统的电压至电压的相位测量中却不能。DMM 对相位误差的主要系统性影响有带宽、采样孔径和触发延迟。表 7-7 所示为补偿了 DMM 的相位误差之后, 福禄克校准系统能够达到的相移 uncertainty。

表 7-7. 数字多用表相位误差 uncertainty (度)

频率	带宽 uncertainty	触发 uncertainty	孔径 uncertainty	组合 uncertainty	扩展 uncertainty (k=2)
60 Hz	0.0004	0.0008	0.0000	0.0009	0.0018
6 kHz	0.0441	0.0786	0.0001	0.0901	0.1802

### 7-20. 电压至电压的相位 uncertainty

在 Fluke 服务中心, 系统误差通过修正得到补偿。由于 DMM 的短期稳定性以及测量噪声产生的 uncertainty, 再加上由于电压和电流变换器产生的 uncertainty, 必须进行组合, 但是由于典型值仅为 0.00023°, 基本可忽略不计。因此, 在不同的服务中心, 被校准 6100B 和 6101B 的电压至电压相位校准 uncertainty 将在表 7-7 所列的 uncertainty

范围之内。

### 7-21. 电流至电压的相位不确定度

6100B 或 6101B 的电流输出的相位是相对于同一仪器的电压通道规定的。利用相同的 DMM 相对于共用的采样参考信号来测量电压和电流，就意味着 DMM 的所有相对不确定（不是短期稳定度）和测量噪声被抵消。残留影响（一般为  $0.00023^\circ$ ）和变换器的影响相结合，则给出的电流至电压相位的扩展系统不确定度为  $0.0008^\circ$ 。

### 7-22. 调整概述

在一个调整点进行校准所需的步骤就是进入到校准模式，然后针对每一校准点采取以下措施：

- 选择所需的仪器配置
- 通过测量确定 6100B 的误差
- 进行调整

95 次谐波幅值超出谐波的正常范围，并且只能在校准调整模式下设置。最后一步是检查确认残差在可接受的范围内，并在校准证书上标明。

### 7-23. 校准调整的步骤

可以在软件配置中对仪器进行调整选择 Support Functions（支持功能） → Adjust Instrument（调整仪器）。请参见图 7-5。



图 7-5. 波形的顶层软键菜单

### 7-24. 进入到校准模式

为了进行校准调整，6100B（或 6101B）的校准开关必须处于 Enable（允许）位置。请参见图 3-9 和表 3-2。在密码提示对话框中输入您的密码。请参见图 7-6。



图 7-6. 密码提示

默认密码为“12321”。可以通过“Change Password”（修改密码）软键修改密码。请参见第 6 章。密码中可以使用 6100B 前面板中可以输入的任何字符和数字。

### 7-25. 选择仪器配置

请参见图 7-7，按照以下步骤选择仪器配置：

1. 通过“Output Menu”（输出菜单）选择要调整的仪器（L1、L2 等）和通道。
2. 选择所需的量程
3. 选择所需的 Target（目标值）
4. 对于电压校准，请确保选择 4 线方式。

**注**

当进入校准模式后，电源频率锁定功能是无效的。当从校准模式退出时，会恢复到之前的状态。

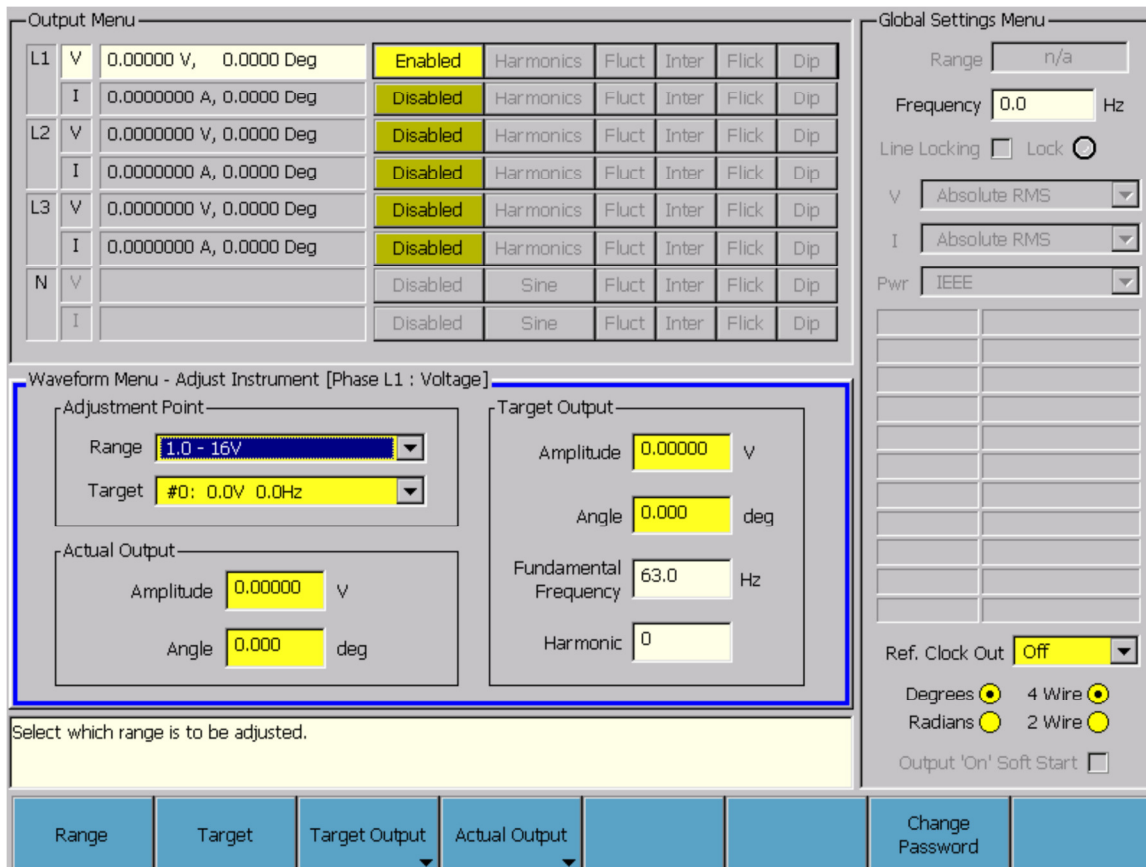


图 7-7. 校准调整仪器时的屏幕显示

### 7-26. 确定 6100B 的误差

确保测量设备已被正确配置、连接正确，将 6100B/6101B 的输出打开。在 6100B/6101B 和测量设备达到稳定之后，针对每一部分进行调整：

1. 记录下目标值（T）和测得值（M）之差（D）： $D=T-M$
2. 计算所需的实际值： $Actual=T+D$ （也等于  $2T-M$ ）
3. 在“Actual”（实际值）输入区域输入实际值。

### 7-27. 开始调整

按“Accept adjustment”（接受调整）

6100B 仪器就会保存幅值和相位校准常数。

等 6100B 和测量设备达到稳定后：

如果残差在允许范围之内，在校准证书上标明幅度和相位误差。

否则，重复以上校准调整过程，直到检定测量结果在所需公差范围之内。

### 7-28. 将校准开关恢复至正常位置

完成校准调整后，将允许校准开关恢复至正常工作位置。

### 7-29. 检定

使用相同的设备，根据第 1 章中的产品技术指标进行检定调整。

### 7-30. 校准调整点

下表所列为校准调整点。

表 7-8. 电压调整点

量程 (V)	基波频率 (Hz)	谐波次数	频率 (Hz)	调整点	输出电平设置 (V)	输出相位角设置 (度)
23	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	16.000	0
		15	855	增益	16.000	0
	63	95	5985	增益	16.000	0
45	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	30.000	0
		15	855	增益	30.000	0
	63	95	5985	增益	30.000	0
90	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	60.000	0
		15	855	增益	60.000	0
	63	95	5985	增益	60.000	0
180	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	120.000	0
		15	855	增益	120.000	0
	63	95	5985	增益	120.000	0
360	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	240.000	0
		15	855	增益	240.000	0
	63	95	5985	增益	240.000	0
650 (仅限 6105A 和 6106A)	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	460.000	0
		15	855	增益	460.000	0
	63	95	5985	增益	400.000	0
1008	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	800.000	0
		15	855	增益	800.000	0
	63	95	5985	增益	400.000	0

表 7-9. 电流调整点

量程 (A)	基波频率 (Hz)	谐波次数	频率 (Hz)	调整点	输出电平设置 (A)	输出相位角设置 (度)
0.25	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	0.225	0
		15	855	增益	0.225	0
	63	48	3024	增益	0.200	0
		95	5985	增益	0.125	0
0.5	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	0.450	0
		15	855	增益	0.450	0
	63	48	3024	增益	0.400	0
		95	5985	增益	0.250	0
1	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	0.900	0
		15	855	增益	0.900	0
	63	48	3024	增益	0.800	0
		95	5985	增益	0.500	0
2	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	1.800	0
		15	855	增益	1.800	0
	63	48	3024	增益	1.600	0
		95	5985	增益	1.000	0
5	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	4.500	0
		8	456	增益	4.500	0
		15	855	增益	4.500	0
	63	48	3024	增益	4.000	0
		95	5985	增益	2.500	0
10	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	9.000	0
		8	456	增益	9.000	0
		15	855	增益	9.000	0
		27	1539	增益	8.000	0
	63	48	3024	增益	8.000	0
		69	4347	增益	5.000	0
		80	5040	增益	5.000	0
		95	5985	增益	5.000	0
21	57	0	0	直流偏移	0.000	0

量程 (A)	基波频率 (Hz)	谐波次数	频率 (Hz)	调整点	输出电平设置 (A)	输出相位角设置 (度)
		1	57	增益	18.000	0
		8	456	增益	18.000	0
		15	855	增益	18.000	0
		27	1539	增益	16.000	0
	63	48	3024	增益	16.000	0
		69	4347	增益	10.000	0
		80	5040	增益	10.000	0
		95	5985	增益	10.000	0
50	57	1	57	增益	45.000	0
		6	342	增益	45.000	0
		15	855	增益	45.000	0
		48	3024	增益	20.000	0
	63	95	5985	增益	20.000	0
80	57	1	57	增益	64.000	0
		6	342	增益	64.000	0
		15	855	增益	64.000	0
		48	3024	增益	20.000	0
	63	95	5985	增益	20.000	0

表 7-10. 80 A 选件 (如果已安装) 的电流调整点

量程 (A)	频率 (Hz)	谐波次数		设置	6100B 贡献	测量标准偏差	组合检定允差 (高)	组合检定允差 (低)	结果
8 至 0.80	57	1	幅值	64 A	±8 mA				
			相位	0°	±0.0005°				
	2961	47	幅值	64 A	±11 mA				
			相位	0°	±0.002°				

**表 7-11. 来自电流端子调整点的电压**


量程 (V)	基波频率 (Hz)	谐波次数	频率 (Hz)	调整点	输出电平设置 (V)	输出相位角设置 (度)
0.25	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	0.225	0
		15	855	增益	0.225	0
	63	48	3024	增益	0.200	0
		95	5985	增益	0.125	0
1.5	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	1.350	0
		15	855	增益	1.350	0
	63	48	3024	增益	1.200	0
		95	5985	增益	0.750	0
10	57	0	0	直流偏移	0.000	0
		1	57	增益	8.000	0
		15	855	增益	8.000	0
	63	48	3024	增益	7.100	0
		95	5985	增益	4.500	0

### 7-31. 电能校准选件的校准

电能校准选件不可调整。选件的性能依赖于内部晶振的准确度。有两种方式可对其进行测量和检定：


### 7-32. 利用频率计直接测量

所需设备：在被测频率处的准确度为 2.5 ppm 或更优的频率计。

1. 将频率计连接至 Energy Pulse Out（能量脉冲输出）连接器。
2. 使用 Channel Configuration（通道配置）选项（参见“使用电能选件的准备”部分）为脉冲输出设置电能表常数，针对总系统功率产生已知的输出频率。对于大多数频率计，应选中 Use Internal Pull-up（使用内部上拉）选择框。例如，激活并设置 6100B 电压和电流为正弦 10 V 真有效值，1 A 真有效值，相位角为零，提供 10 W 真有效值有功功率。将输出电能表常数设置为 360,000 i/Wh，提供输出频率 1 kHz。
3. 将电流输出端子短路在一起，确保无装置连接至电压输出端子。选择自由运行模式，然后按 OPER 键。
4. 检查确认频率计读数为标称频率 ± (10 ppm - 单位为 ppm 的频率计准确度)。
5. 按  终止测试。

### 7-33. 使用外部参考频率

所需设备：频率准确度为 2.5 ppm 或更优的脉冲源。

1. 将任意脉冲输入通道连接至 10 Hz 至 5 MHz 的准确频率参考源。该源必须适合于驱动脉冲输入。关于输入驱动的技术指标请参见第 1 章。
2. 激活电压通道。为安全起见，确保无装置连接至电压端子。
3. 使用 Channel Configuration（通道配置）选项（参见“使用电能选件的准备”部分）将 MUT Source（MUT 源）选择为“Channel 1 to 6 independent”（通道 1 至即独立）。
4. 按 Enter 键接受通道配置，并选择计数的显示单位。
5. 按 OPER 键，开始自由运行测试。
6. 检查确认显示的所选脉冲输入通道的频率在所施加的频率的 $\pm$ （10 ppm -单位为 ppm 的脉冲源源频率准确度）范围之内。
7. 按  终止测试。



# 附录 A 术语

## A-1. 概述

术语表和本手册及参考文档中的常见缩写。

调整	调准或修正校准器的输出（或 UUT 指示），使其相对于规定技术指标的误差达到最小。
校准	按照确定的、形成文件的、可检验的程序，利用规定的和可溯源的标准对校准器（或 UUT）进行测量，确定校准器（UUT）的误差。在该过程中还包括按照“the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement”（ISO 测量不确定应用指南）说明测量方法的不确定度。
通道	每一路输出（电压或电流）都是一个通道。一个电压通道和一个电流通道一起形成一相。
骤降	参考“电压骤降”。
失真	在波形中，任何相对于所需形状的稳态偏移。
EUT	被测设备（Equipment Under Test）
1 次谐波	波形的 1 次谐波就是其基波。注意，对于 6100A，波形的 1 次谐波的幅值可以为零。
闪变	电压在一定范围之内的重复性波动，会引起照明闪烁的现象。
调制	波形的幅值变化，它并不改变波形中的谐波成分或相位关系。
谐波	为基波整数倍的频率分量。
IEC 61868	闪变严重程度的评估
IEC 61000-3-2	谐波电流发射限值（设备的输入电流 $\leq 16A$ /相）
IEC 61000-3-3	公共低压供电系统中电压变化、电压波动和闪变的限值（设备电流 $\leq 16A$ /相）
IEC 61000-4-7	谐波和间谐波的测量
IEC 61000-4-11	谐波和间谐波的测量
IEC 61000-4-14	电压波动抗扰度试验
IEC 61000-4-15	闪变仪功能设计规范
IEC 61000-4-30（草案）	
间谐波	一个周期量（交流波形）的频率分量，但该频率分量不是系统工作频率的整数倍。
中断	对于单相电压，如果真有效值（1/2）值低于参考电压的 10%，则发生了中断；在三相系统中，中断指的是所有相都同时低于 10%。
测量不确定度	在本文件中，测量不确定度指的是由于测量设备的分辨率以及“噪声”引起的指示的随机性而产生的不确定度。

MUT	被测电能表——Meter Under Test （在“电能选项”一章中）
标称电压	标称电压为参考电压
相	一相是一个电压通道和一个电流通道的组合。相被表示为 L1、L2 和 L3。L1 是多相系统中的基本相位。零相被表示为 N。
相位角	相位角是两个相同频率或一个频率是另一个频率整数倍的交流波形上两个相应点之间的相位差。
Pst	短期闪变指标。Pst = 1 是常规的过敏性门限
参考通道	参考通道为 L1 电压。
参考电压	参考电压是用于确定骤降深度和骤升高度的电压。
真有效值电压波形	真有效值电压变化的时间函数，将源电压过零点之间的半个周期估算为一个单一值。
真有效值 (1/2)	实际的瞬时真有效值电压：在一个严格的周期内测得的真有效值电压，并每半个周期进行更新的电压值。
凹陷	参考“电压骤降”。
短时中断	电源电压在很短的时间周期内消失，一般不超过 1 分钟。
骤升	参见“电压骤升”。
THD	总谐波失真 (Total Harmonic Distortion)
总谐波电流	谐波电流分量的总真有效值。
电压骤降	电气系统的某点上电压突然降低，在非常短的时间周期后电压又马上恢复的现象，时间周期一般从半个周期到几秒钟。
电压波动	真有效值电压的一系列变化，将源电压过零点之间的半个周期估算为一个单一值。
电压骤升	电气系统的某点上电压突然增大，在非常短的时间周期后电压又马上恢复的现象，时间周期一般从半个周期到几秒钟。