

# BT5300 Series Battery Tester

用户手册

2021 年 8 月 Rev 1 © 2021 Fluke Corporation。保留所有权利。技术指标如有更改, 恕不另行通知。 所有产品名称均为其相应公司的商标。

#### LIMITED WARRANTY AND 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 for BT5300 series and SW1080is three years, and one year for SW9010, 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, contaminated, 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 end-user customers only but have no authority to extend a greater or different warranty on behalf of Fluke. Warranty support is available only 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 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 to obtain return authorization information, then send the product to that service center, with a description of the difficulty, postage and insurance prepaid (FOB Destination). 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 failure was caused by neglect, misuse, contamination, alteration, accident, or abnormal condition of operation or handling, including overvoltage failures caused by use outside the product's specified rating, or normal wear and tear of mechanical components, 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, ARISING FROM ANY CAUSE OR 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 or other decision-maker of competent jurisdiction, such holding will not affect the validity or enforceability of any other provision.

11/99

Fluke Corporation P.O. Box 9090 Everett, WA 98206-9090 U.S.A. Fluke Beijing Service Center Rm101, 1/F.,Tong Heng Tower No. 4 Hua Yuan Road Hai Dian District, Beijing 100088, P.R.C.

#### 有限保证和责任限制

在正常使用和维护条件下,Fluke公司保证每一个产品都没有材料缺陷和制造工艺问题。保证期为从产品发货之日起算,BT5300系列和 SW1080 为三年,SW9010 为一年。部件、产品修理和服务的保证期限为 90 天。此项 保证的对象仅为原始购买者或者 Fluke 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 Fluke 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。Fluke 公司保证软件能够在完全符合性能指标的条件下至少操作 90 天,而且软件是正确地记录在无缺陷的媒体上。 Fluke 不保证软件没有错误或工作中无中断。

Fluke 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 Fluke 做出更高的或不同的质保条件。只有从 Fluke 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,Fluke 保留向购买者开具发票收取修理/更换零件进口费用的权利。Fluke 公司的保证责任是有限的,Fluke 公司可以选择是否将依购买价退款、免费维修或更换在保证期内退回到 Fluke 公司授权服务中心的有缺陷产品。

为获得保修,请与您最近的 Fluke 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、并预付邮资和保险费(目的地交货)。Fluke 不承担运输中损坏的风险。在保修之后,产品将被寄回给买方并提前支付运输费(目的地交货)。如果 Fluke 认定产品故障是由于疏忽、误用、污染、修改、意外或不当操作或处理状况而产生,包括未在产品规定的额定值下使用引起的过压故障;或是由于机件日常使用损耗,则 Fluke 会估算修理费用,在获得买方同意后再进行修理。在修理之后,产品将被寄回给买方并预付运输费;买方将收到修理和返程运输费用(寄发地交货)的帐单。

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。FLUKE 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位购买者。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。

11/99

Fluke Corporation P.O.Box 9090 Everett, WA 98206-9090 U.S.A. 福禄克中国服务中心 北京市海淀区花园路4号 通恒大厦1楼101室 邮编: 100088

# 目录

页码

# 标题

概述	1
产品概览	
联系福禄克	
安全须知	
警告及小心	
符号	
型号对照表	
操作特性	5
控制面板	5
显示屏	
后面板	
准备工作	13
约定	
标准包装	
使用提手	
连接电源及接地	
升机和待机	
设置电源频率	
产品预热	
测试前检查	
通过探头进行测量	20
连接电源线	
恢复出厂设置	
连接探头	
选择量程	
选择采样速度	
调零	
连接电池	
读取电压和内阻值	
通过多通道扫描模块进行测量	24

安装多通道扫描模块	
连接测试仪主机与开关主机	
连接电源线	
电压和电阻测量	
连接电芯	
配置通道和功能	
选择量程	
选择采样速度	
读取电压和内阻值	
壳体电压检测	
连接电芯	
边电压测量接触检测	
配置通道和功能	
设置量程	
读取读数	
正极对壳体电压	
配置通道和功能	
设置输入阻抗	
读取读数	
负极对壳体电压	
配置通道和功能	
设置输入阻抗	
读取读数	
输入与通道配置	
前面板输入	
多通道扫描模块	
内置多通道扫描模块	
外置多通道扫描模块	
开关主机(SW1080)	
测试仪主机与开关主机的连接	
连接电芯	
电压和内阻测试接线方式	
壳体电压检测接线方式	
通道配置	
通道编号	
配置通道	
测量功能	44
DCV	
ACR	

边电压测量接触检测	
正极对壳体电压	
负极对壳体电压	
更改测量速度	
更改阻抗量程	
测量设置	48
语言设置	
最大测量电流	
比较器	
平均	
触发	
触发模式	
触发延迟	
输入阻抗	
远程端口	
电源频率	
自校正	
设备信息	
恢复出厂设置	
调零	
清除调零	
存储功能	
远程控制	67
连接计算机	
远程状态界面	
远程控制命令	
系统状态图	
命令列表	
消息参考说明	
IEEE-488.2 公共命令	
状态报告命令	
系统相关命令	
远程接口命令	
出厂复位命令	
电网频率命令	
测量配置命令	
计算命令	
平均值	
比较器	

存储命令	
触发命令	
读取实测值命令	
测量值格式	
开关继电器卡命令	
程控命令示例	
采用树状结构的复合命令头 —— 用例和示例	
输入通道选择/扫描编程示例	
前面板测量,内部触发	
前面板测量,外部触发	
内部模组,单通道,内部触发	
内部模组,单通道,外部触发	
外部模组,单通道,内部触发	
外部模组,单通道,外部触发	
内部模组,单次扫描,内部触发	
内部模组,单次扫描,外部触发	
外部模组,单次扫描,内部触发	
外部模组,单次扫描,外部触发	
存储功能编程示例	
前面板测量,内部/外部触发	
内部/外部模组,单通道,内部/外部触发	
内部/外部模组,多通道,内部/外部触发	
程控报错消息列表	
维拉	100
₩₩ 軍	
交送休园些	
技术指标	
BI5300 电视测试仪	
侧里坝日 亚ゼ叶问	
木件町间 께具具和和結束	
侧里里住仲有皮	
文仉屯伍剡星	
且깨电压侧里 五光之机 sw/1090	
月天主机 SW1080 夕通道扫描描址 SW0010	
夕旭坦1ゴ畑侠ゲ 3₩3010 通田士士七右	
地力12个11秒	
附录	128
附录 1. 交流四端子测试方法	

附录 2 制佐测试线的沉音重顶	120
的求Z. 前旧侧似线的注意事项	
为多迪迫力抽偿达耐止迫乱线缆	
癿且也1也抹打	
附求 3. 俩电弧的影响汉建以刀杀	
建议的方条: 分力 SENSE 与 SOURCE 的赶按线	
建议的刀杀: 木田从纹线	
建以的优化刀杀: 减少坏龄区域的父童	
建议的优化力杀: 木用槛吻屏蔽材料	
附水 4. 仅奋炯令	
建立侧里າ和八万U的状态	
任平仅奋上进行	
使用调零板进行调零	
目前调零板、抹头或夹型测试线现进行调零	
附求 5. 提力测试效率的扫描模式介绍	
OCV 测试台的测试效率在日金提局	
OCV 测试台三种测试方法对比	
扫描模式指令示例	
附求 6. 进过 BT5300 米完成电心内阻、开路电压和壳体电压的测试	
通过前面板输入端子进行测量	
通过后面板多通道扫描模块进行测量	
远程控制指令	
附录 7. 仪器安装	
简介	
准备	
安装单机机架安装套件	
安装双机机架安装套件	
产品尺寸	150
附录 8. 外观图	151

表格目录

## 标题

表	1.	符号4
表	2.	产品特性表4
表	3.	前面板部件6
表	4.	显示屏9
表	5.	后面板功能11
表	6.	标配设备14
表	7.	可选附件15
表	8.	测试前检查项目19
表	9.	开关主机
表	10.	多通道扫描模块连接器引脚配置
表	11.	配置通道
表	12.	蜂鸣器设置
表	13.	远程接口参数
表	14.	系统信息62
表	15.	出厂设置63
表	16.	数据类型缩写词(参数和响应)
表	17.	QUEStionable Status 寄存器
表	18.	OPERation Status 寄存器71
表	19.	Standard Event Status 寄存器
表	20.	Status Byte 寄存器
表	21.	命令列表
表	22.	触发模式表
表	23.	测量值格式(测量故障)100
表	24.	连接器、壳体与线缆组合表129
表	25.	测试线调零的连接方法135
表	26.	通道切换与测试流程对比137
表	27.	扫描模式指令实例138
表	28.	电压和内阻测试时间典型值139

图示目录

## 标题

图	1.	控制面板	6
图	2.	显示屏	9
图	3.	后面板	11
冬	4.	标配设备	14
图	5.	使用倾斜支架	16
图	6.	连接电源	17
冬	7.	开机和待机	18
冬	8.	前面板输入	32
冬	9.	连接探头	33
冬	10.	安装多通道扫描模块	34
冬	11.	开关主机前面板	34
冬	12.	开关主机后面板	35
图	13.	连接开关主机	37
冬	14.	多通道扫描模块连接器	37
冬	15.	电芯连接示意图 — 电压和内阻测试	38
图	16.	电芯连接示意图 — 壳体电压检测	39
图	17.	通道编号分配	41
图	18.	配置通道	42
冬	19.	测量屏幕	44
冬	20.	边电压测量接触检测	46
图	21.	正极对壳体电压	46
冬	22.	负极对壳体电压	47
冬	23.	设备配置屏幕	48
图	24.	设置最大输出电流	49
图	25.	设置比较器	50
冬	26.	设置比较器阈值	51
图	27.	蜂鸣器设置	52
冬	28.	选择平均功能	53
图	29.	打开或关闭平均功能	53
冬	30.	设置平均次数	54
冬	31.	选择触发延迟功能	55
冬	32.	打开或关闭触发延迟	56
图	33.	设置触发延迟时间	56

图	34.	选择输入阻抗	57
冬	35.	远程端口设置	57
冬	36.	设置电源频率	60
图	37.	自校正	61
图	38.	设备信息屏幕	61
冬	39.	恢复出厂设置	62
图	40.	调零过程	64
冬	41.	调零完成	65
冬	42.	调零失败提示	65
冬	43.	全部量程调零	65
冬	44.	存储功能界面	66
图	45.	连接计算机	67
冬	46.	远程状态界面	68
冬	47.	系统状态图	70
图	48.	使用树状结构的复合命令头示例	104
图	49.	更换保险丝	122
冬	50.	交流四端子测试原理图	128
冬	51.	阻抗关系图	128
冬	52.	电池探针与电芯连接示意图	130
冬	53.	BTL310 表笔	131
冬	54.	双绞线测试示意图	131
冬	55.	涡电流对 ACR 测量的影响示意图	132
冬	56.	通过减少导线交叠面积降低涡电流的影响	132
冬	57.	采用磁屏蔽降低涡电流的影响	133
图	58.	输入为0的连接示意图	134
冬	59.	测量内阻、开路电压和壳体电压 – 前面板	140
图	60.	切换电路示意图 – 前面板	140
图	61.	测量内阻、开路电压和壳体电压 – 后面板	143
图	62.	切换电路示意图 – 后面板	143
图	63.	仪器安装 — 准备	147
图	64.	单机机架安装套件	148
冬	65.	双机机架安装套件	149
图	66.	产品尺寸	150
图	67.	SW1080 外观图	151

## 概述

#### 产品概览

福禄克电池测试仪 BT5310/ BT5311/ BT5320/ BT5321 (以下统称为"产品"或"仪器")可以同时测量 电池的交流内阻(采用 1 kHz 信号)和直流电压。它的高精度及高速测量,丰富的远程控制接口,满足了 电池自动化生产中的对于测试仪器精度、速度和稳定性的要求。同时,4.3 寸 LCD 屏及直观的操作,让 手动测试中操作仪器变得更简单。

福禄克开关系统 SW9010 和 SW1080 是专用于电池测量的开关系统。SW9010 多通道扫描模块可以直接安装在电池测试仪中,组成最多 64 个通道的电池测试系统。当需要更多通道时,通过 SW1080 开关 主机,可以将系统扩展至最多 320 个通道。

#### 产品特点

● 三合一电池测试系统

集成了高精度电池内阻测试仪、高精度电压表和多通道扫描模块三款仪器。

● 高精度测量

电阻最小 0.1 μΩ 分辨率和 0.2%\* 读数的精度,满足日趋严苛的电芯内阻测试要求。电压 1 uV 的 分辨率和 18 ppm \* 读数的精度等同于七位半万用表。

● 高速测量

通过独有的扫描模式,最快可以在 30 秒内完成 256 个电芯的内阻与电压测试(包含测量,通道切换 和仪表与电脑的通信时间)。

● 读数稳定

多通道扫描模块的抗涡流电路设计,减少涡流电流对测试结果的影响,保证各通道测试结果的一致性。测试表笔的 SENSE 与 SOURCE 线路分开,避免了涡电流影响,确保手动测试时的稳定读数。

● 开发简单

支持串口(RS232)和网口来控制仪器,控制的 SCPI 指令与市场主流产品兼容,方便客户替换原有 电池测试仪来提升 OCV 测试系统精度。

● 带载能力强

即使是最小的3mΩ量程,福禄克电池测试仪支持10Ω以上回路电阻,可以支持更长更细的测试 线,大幅的减少测试量程与测试值不匹配情况的发生。

● 支持高阻输入

电池测试仪默认输入阻抗 10 MΩ,可设置为高阻(>10 GΩ),避免了当待测物阻抗高(如软包电池的壳体电压检测)所导致的测试结果不稳定。

● 安全性高

多通道扫描模块对于每个通道都内置有自恢复 PTC 保险丝,确保在短路情况下保护被测系统。

● 测试功能多样

多通道扫描模块的任意通道都可以配置为两种测试功能:

- o 交流内阻和直流电压
- o 壳体电压(边电压)测试

#### 联系福禄克

可通过以下电话号码联系福禄克:

福禄克中国客户服务中心热线: 400-810-3435

福禄克中国维修服务中心热线: 400-921-0835

- 美国技术支持: 1-800-44-FLUKE (1-800-443-5853)
- 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: +81-3-6714-3114
- 新加坡:: +65-6799-5566
- 中国: +86-400-810-3435 (服务) 或 +86-400-921-0835 (维修)
- 巴西: +55-11-3530-8901
- 世界任何地区: +1-425-446-5500

如需注册产品、查看、打印或下载最新版的手册或手册补遗,请访问 <u>cn.fluke.com</u> (中文)或 <u>www.fluke.com/en-us/support/manuals</u> (英文)。

#### 安全须知

#### 警告及小心

警告表示会对用户造成危险的状况和操作。小心表示可能对产品或受测设备造成损坏的状况和操作。

#### ▲▲ 警告

为防止可能出现触电、火灾或人身伤害,并确保安全操作本产品:

- 使用产品之前,请先阅读所有安全须知。
- 请仔细阅读所有说明。

- 切勿改造产品,并严格按照规定使用产品,否则可能减弱产品的防护能力。
- 使用产品之前,请先检查外壳。检查是否有塑料件碎裂或丢失。仔细检查端子周围 的绝缘。
- 请勿在爆炸性气体、蒸汽周围或潮湿环境中使用产品。
- 如产品工作异常,请勿使用。
- 如果产品已经损坏,请将其禁用。
- 如果产品被改动或损坏,请勿使用。
- 请仅使用满足所在国家/地区对电压和插头配置要求以及产品额定值要求的电源线 和连接器。
- 如果电源线绝缘层损坏或有磨损迹象,请更换电源线。
- 取下产品护盖之前,请先断开电源线。
- 确保电源线的接地导线连接至保护地线。断开保护接地会使机架上存在电压,从而 可能导致人身伤亡。
- 请勿将产品置于不方便操作电源线的位置。
- 请先测量已知电压,以确定产品工作正常。
- 测量时始终使用正确的端子、功能和量程。
- 请务必使用电压额定值正确的电缆。
- 请勿使用已经损坏的测试线。检查测试线是否存在绝缘损坏,并测量已知电压。
- 请勿在潮湿或湿热环境下连接危险的带电导体。
- 取下护盖或机壳打开时,请勿操作产品。可能会接触到危险电压。
- 请确保手指位于探头护手板之后。
- 端子之间或端子和接地之间所加电压不得超过额定电压。
- 请勿碰触高于交流有效值 30 V、交流 42 V 峰值, 或直流 60 V 的电压。
- 请仅使用指定的替换保险丝。
- 只有经过认可的技术人员才能维修产品。
- 本产品仅限室内使用。

# 符号

表 1 所列为本产品或本文档中使用的符号。

表 1. 彳	守号
--------	----

符号	说明	
▲	警告。危险。	
	警告。危险电压。电击危险。	
Ĩ	青参阅用户文档。	
<b>+</b>	保险丝	
~	AC (交流电)	
Ŧ	接地	
CE	符合欧盟指令。	
X	本产品符合 WEEE 指令的标识要求。粘贴的标签指示不得将电气/电子产品作为家庭垃圾丢弃。产品类别:参照 WEEE 指令附录 I 中的设备类型,本产品被划为第 9 类"监控仪器"产品。请勿将本产品作为未分类的城市废弃物处理。	

## 型号对照表

表 2 所列为不同型号产品的功能对比。

表 2. 产品特性表

特性	BT5310	BT5311	BT5320	BT5321
直流电压	6.5 位		7.5 位	
仪器内部是否能插入多通道扫 描模块 SW9010	否	是, 最多2个模块	否	是, 最多2个模块
仪器外部是否能连接开关主机 SW1080	是	是	是	是

以下是针对不同应用的型号推荐。

● 手动使用仪器或集成到测试系统中但不使用福禄克开关系统

6.5 位直流电压——BT5310

7.5 位直流电压——BT5320

● 系统集成应用并使用福禄克开关系统

需要通道数 <sup>1</sup>	直流电压	推荐电池测试仪型号		
≼ 64	6.5 位	BT5311		
	7.5 位	BT5321		
65 ~ 256	6.5 位	BT5310		
	7.5 位	BT5320		
257~ 320	6.5 位	BT5311		
	7.5 位	BT5321		
1 单个多通道扫描模块	1 单个多通道扫描模块 SW9010 支持 32 个通道,可以按照需要的通道数来选择			
SW9010 模块的数量。若超过 64 个通道,需要额外购买 SW1080 开关主机。				

## 操作特性

本部分介绍产品操作面板的各个部分及显示屏的位置和功能。请在操作产品之前,仔细阅读本部分内容。远程操作说明请参见远程控制部分。

本手册内容基于 BT5321。由于不同的型号具有不同的特性,所以本手册中的部分信息可能不适用于您的产品。

#### 控制面板

控制面板包括待机开关、显示屏、功能键、导航按钮和系统设置按钮。如图1所示。

表 3 所示为控制面板上各个组件的特性和功能。



#### 表 3. 前面板部件

项目	说明			
	待机按钮			
Ú	将产品置于待机模式。在待机模式下,显示屏关闭,按键不可用。待机模式还会禁用远程操作。 见 <i>开机和待机</i> 部分。			
	- 短按按钮,可将产品在待机和工作状态之间切换。			
	F1 F2 F3 F4 F5			
2	功能键			
	F1 至 F5 蓝色功能键依次对应屏幕下方自左至右的 5 个软键,故相应的功能键与软键是等效的。 在工作期间,软键的显示标签因操作的功能和界面的不同而变化。			
3				

项目	说明
	方向键(上、下、左、右箭头键)
	可在屏幕上所有可以选择的功能之间移动,当前选择的功能以黄色高亮显示。
•	USB 端口
•	供未来功能扩展使用。
5	
	接地/保护端口
	I-GUARD 用于 Source 端口的保护, V-GUARD 用于 SENSE 端口的保护。
6	SOURCE HI OO 11V RMS MAX LO UN MAX
	Source 端口
	四线测量法的 Source 端口,用于输出交流激励电流。
Ø	SENSE <sup>4</sup> WIRE DOV <sup>2</sup> WIRE DOV <sup>11</sup> WIRE DOV <sup>11</sup> VIRMS MAX <sup>11</sup> URMS J <sup>11</sup> URMS J <sup>11</sup> URMS J
	Sense 端口
	当功能为四线测量 ACR+DCV 或者 ACR 测试时的 Sense 端口,用于测量交流激励电流下的感应 压降;或者功能为2线测量 DCV 时的输入端口,测量输入的直流电压。
	屏幕
•	4.3", 480 x 272 像素。请参见 <i>显示屏</i> 部分。
9	
	<b>週令</b> 在测量功能下,按下该按钮执行量程的调零操作,送知信息请参见 <u>调</u> <i>案</i> 部分。
10	*************************************
	执行外部手动触发。详细信息请参见触发部分。

项目	说明
Ð	で SETUP 设置
	进入设备配置功能,包括仪器信息、仪器设置、通信设置。详细信息请参见 <i>测量设置</i> 部分。
B	CHANNEL 通道
	进入通道配置功能。详细信息请参见输入与通道配置部分。
B	FUNC
	<b>功能</b> 在测量功能间切换:ACR+DCV、ACR、DCV。详细信息请参见 <i>测量功能</i> 部分。
A	MEASURE
	<b>测重</b> 进入测量模式。详细信息请参见 <i>通过探头进行测量和通过多通道扫描模块进行测量</i> 部分。
Ð	7     8     9       4     5     6       1     2     3       +/-     0     •       数字键盘     ************************************
	用于输入数字及符号。

#### 显示屏

显示屏分为三个区域:状态栏、主显示区、软键,如图2所示。

状态栏显示当前的通道编号及平均、比较、调零功能的状态(如有)。

**主显示区**是显示屏的主要显示区域,用于显示当前测量数据、比较结果等。主显示区依当前工作模式及 位置不同而显示不同内容,具体信息将在下文的相关章节中详细介绍。

**软键区**位于屏幕底部,在工作期间,**5**个软键并不一定都有标签显示,当某个软键的标签为空白时,表示该键在当前无任何功能。



#### 图 2. 显示屏

注

**图**2所示的屏幕仅仅为了说明屏幕上能够显示的信息,并不是同时能够显示其中全部信息。

表 4. 显示屏

项目	说明		
	比较器状态		
0	当比较器的状态为"开"时,屏幕上显示"比较"指示;如果比较器状态为"关",则不显示任何 信息。		
	更多信息请参见比较器部分。		
	平均功能状态		
2	当平均功能的状态为"开"时,屏幕上显示"平均"指示;如果平均功能的状态为"关",则不显 示任何信息。		
	更多信息请参见平均部分。		
	当前通道指示		
3	显示当前已选中的通道。		
	关于通道编号的更多信息请参见通道编号部分。		
	测量功能指示		
4	当启用多通道扫描模块时,此处显示当前选定的测量功能。关于测量功能的信息,请参见 <i>测量功能</i> 部分。		
5	比较结果		

项目	说明		
	比较器的状态为"开"时,在测量值的左上方位置显示比较器判断结果。此处显示的是电压判断 结果。		
	- 超上限: 实测值高于设置的上限阈值。		
	- <b>阈值内</b> :实测值在上限阈值与下限阈值之间。		
	- 超下限: 实测值低于设置的下限阈值。		
	更多信息请参见比较器部分。		
•	电压测量值		
6	更多信息请参见 DCV 部分。		
•	同 5。但此处显示的电阻判断结果。		
U	更多信息请参见 <i>比较器</i> 部分。		
	电阻测量值		
•	更多信息请参见 ACR 部分。		
	调零标识		
9	当仪表当前量程调零成功以后,在屏幕上显示"已调零"指示;如果仪表当前量程没有调零,或者 调零失败,则不显示任何信息。		
	更多信息请参见调零部分。		

## 后面板



图 3. 后面板

表 5. 后面板功能

项目	说明		
	多通道扫描模块		
0	- 用于插入输入模块的插槽。仪器内置两个插槽,支持多达2块多通道扫描模块(SW9010)。更 多信息请参见 <i>安装多通道扫描模块和连接电芯</i> 部分。		
	电源开关		
9	将仪器的主电源接通或断开。		
9	- I: 接通电源		
	- O: 断开电源		
6	保险丝		
9	关于保险丝的更多信息,请参见 <i>更换保险丝</i> 部分。		
	电源插座		
4	关于连接电源的信息请参见连接电源部分。		
G	RS-232 接口		
9	串口。详细信息请参见 <i>远程端口</i> 部分。		
8	LAN 接口		
U	远程操作的网络端口。详细信息请参见连接电源及接地部分。		

项目	说明		
9	接地		
9	机壳接地。详细信息请参见连接电源及接地部分。		
8	<b>控制输出连接器</b> 连接至开关主机 SW1080。请参见 <i>测试仪主机与开关主机的连接</i> 部分。		
9	<b>扫描模块固定螺钉</b> 每个多通道扫描模块通过左、右两个螺钉固定到产品或 SW1080 开关主机。详细信息请参见 <i>安装</i> <i>多通道扫描模块</i> 安装多通道扫描模块部分。		

# 准备工作

#### 约定

在本手册中,如果提及按键、按钮、菜单、选项、域、组件等:

加粗字体一般用于表示产品面板上的印刷字体或按键名称。

"引号内的加粗字体"一般用于表示产品屏幕上显示的内容或选项。

蓝色字体一般为超链接,包括连接到互联网和文章内的交叉引用,直接点击即可找到目标。

为便于阅读,列表项一般不使用引号表示,这种情况一般很容易通过上下文分辨出屏幕内容和面板内容。

#### 标准包装

为了防止在装运过程中损坏,该产品采用特别设计的包装箱装运。请仔细检查产品是否有损坏,并将任何损坏情况告知承运人。

在产品开箱时,请检查表 6 中所列的标配设备,并检查装箱单上所列的其它已订购部件。如发现有任何 部件短缺,请告知购买地或最近的 Fluke 技术服务中心。

如果需要重新运送产品,请使用原始的包装箱。如果原始包装箱不可用,可根据产品型号及产品号向 Fluke 订购一个新包装箱。

图 4 和表 6 所示为产品的标配设备。可选附件请参见表 7。



图 4. 标配设备

表 6. 标配设备

项目	说明	部件号	BT5300	SW1080	SW9010
	电池测试仪主机	BT5310: 5306406	1		
		BT5311: 5306414			
U		BT5320: 5306423			
		BT5321: 5306438			
2	电源线 10A,250V		1		
3	RS232 串口通信电缆	2683906	1		
4	校准报告		1		
6	开关主机	5306445		1	

项目	说明	部件号	BT5300	SW1080	SW9010
6	双绞屏蔽测试线	1943483		2	
Ø	开关主机连接线	1943483		1	
8	多通道扫描模块	5306450			1
未标出	安全须知	5309262	1	1	
	GOING GREEN CARD	4253109	1	1	

表 7. 可选附件

项目	说明	部件号
0	BTL310 测试表笔	5306461
2	② ETHERNET 以太网线	
3	前面板保护套	4281980
4	后面板保护套	4281971
6	提手	4281998
6	保险丝,1A,250V (慢熔)	808055

## 使用提手

产品可选配提手,方便搬运产品;提手亦可当做支架,将产品放置在平整的表面上,方便用户以一定的角度观察屏幕。请参见图5所示的支架位置,以及如何拆卸和安装提手及其保护性橡胶套。



图 5. 使用倾斜支架

#### 连接电源及接地

产品在装运时配有中国标准电源线插头,250V/10A电源线。在确认电源电压及正确接地后,即可通过产品后面板的电源线插座将产品连接到三孔电源插座。如图 6 所示。

## ▲▲ 警告

为了防止可能发生的触电、火灾或人身伤害:

- 请仅使用满足所在国家/地区对电压和插头配置要求以及产品额定值要求的电源线 和连接器。
- 如果电源线绝缘层损坏或有磨损迹象,请更换电源线。
- 确保电源线的接地导线连接至保护地线。断开保护接地会使机架上存在电压,从而可能导致人身伤亡。
- 请勿将产品置于不方便操作电源线的位置。



#### 图 6. 连接电源

## 开机和待机

如图 7 中所示,本产品在后面板上有一个电源开关,用于为装置供电,在前面板上有一个待机按键(**①**), 用于将本产品置于待机模式。按电源开关的(**1**)侧可开启本产品。开启时,显示屏上显示启动屏幕,同时 本产品将执行自检测试。如果检测到任何错误,显示屏上将显示错误信息。错误信息包括错误代码和相 应的错误描述,以帮助检修人员解决问题。

一旦产品开机,使用待机按键(**●**)可将产品置于待机模式。待机时,显示屏、按钮和功能将被关闭,而内 部部件保持在通电和预热状态。



#### 图 7. 开机和待机

#### 设置电源频率

为抑制共模干扰影响测量,可根据使用地的电源频率设置对应的频率进行滤波。

#### 产品预热

在使用前,为确保产品保性能充分达到*技术指标*部分所列的技术指标,产品 BT5310/BT5311 需至少预 热 30 分钟,BT5320/BT5321 需至少预热 60 分钟。

#### 测试前检查

在使用前,请先确认没有因保存和运输造成的故障,并在检查和确认操作之后再使用。确认有故障时,请与最近的福禄克授权服务中心或福禄克代表联系。请参见联系福禄克部分。

在使用仪器之前,请执行以下检查,以确保仪器工作正常。

检查位置	检查内容
仪器外观(正面和背部)	<ul><li>不得有可见的损坏或裂纹。</li><li>没有裸露在外的内部电路。</li></ul>
测试线和电源线	金属部分应绝缘良好,不得裸露在外。
合格测试对象	测量已知良好的被测对象,并确认仪器能够显 示正确的测量值。
不合格测试对象	测量已知不合格的被测对象,并确认仪器能够 显示正确的测量值。

表 8. 测试前检查项目

# 通过探头进行测量

使用探头进行测量的步骤如下:



# 连接电源线

1. 按照 连接电源及接地部分的说明,连接电源线并开机。



# 恢复出厂设置

按照恢复出厂设置部分的说明,将仪器恢复为出厂设置。
 仪器出厂设置默认使用前面板进行测量。



# 连接探头

3. 按照前面板输入部分的说明,将探头连接到仪器前面板。



## 选择量程

4. 按照更改阻抗量程部分的说明,设置相应的量程。



## 选择采样速度

5. 按照更改测量速度部分的说明,选择相应的采样速度。


# 调零

6. 将测试表笔与调零板连接,按照调零部分的说明,对仪器进行调零。



# 连接电池

7. 将探头连接到电池。



# 读取电压和内阻值

8. 读取电压测量值和电池内阻值。

请参见显示屏部分。



# 通过多通道扫描模块进行测量

多通道扫描模块一般是通过远程控制来进行测量,参考输入通道选择/扫描编程示例了解更详细信息。本例介绍如何通过手动设置来完成单个通道对于电芯的电压,内阻和壳体电压的测试。

使用多通道扫描模块进行测量的步骤如下:



# 安装多通道扫描模块

 通过多通道扫描模块进行测量时,需首先在仪器上安装内置多通道扫描模块以及/或者在开关主机上 安装外置多通道扫描模块。

请分别参见内置多通道扫描模块部分和外置多通道扫描模块部分。



# 连接测试仪主机与开关主机

当需要使用开关主机时,按照测试仪主机与开关主机的连接部分的说明,用随开关主机 SW1080 提供的开关主机连接线,将开关主机前面板的控制输入(CONTROL INPUT)端口连接到测试仪主机后面板的控制输出(CONTROL OUTPUT)端口。通过随开关主机 SW1080 提供的双绞屏蔽测试线,将开关主机的信号输入端口与电池测试仪的信号输入端口连接。



# 连接电源线

3. 按照连接电源及接地部分的说明,连接电源线并开机。



# 电压和电阻测量

### 连接电芯

4. 按照*电压和内阻测试接线方式*部分的说明,将测试线连接到测试仪主机和/或开关主机的多通道扫描 模块及电芯。



### 配置通道和功能

- 5. 按照配置通道部分的说明,根据以上第4步的实际接线情况,将通道配置为: 模组选择:外置 或 内置
  - 插槽:实际插槽编号
  - 通道:实际使用通道
  - 功能: ACR+DCV



### 选择量程

6. 按照更改阻抗量程部分的说明,设置相应的量程。



# 选择采样速度

7. 按照更改测量速度部分的说明,选择相应的采样速度。



# 读取电压和内阻值

8. 读取电压测量值和电池内阻值。请参见显示屏部分。



# 壳体电压检测

### 连接电芯

9. 按照*壳体电压检测接线方式*部分的说明,将测试线连接到测试仪主机和/或开关主机的多通道扫描模 块及电芯。



边电压测量接触检测

### 配置通道和功能

10. 按照 配置通道部分的说明,将通道配置为:
模组选择:外置 或 内置
插槽:实际插槽编号
通道:实际使用通道
功能:边电压测量接触检测



### 设置量程

11. 按照*更改阻抗量程*部分的说明,将阻抗量程设置为 **10** Ω。



### 读取读数

12. 读取边电压测量接触检测读数。

请参见显示屏部分。



正极对壳体电压

### 配置通道和功能

13. 按照配置通道部分的说明,将通道配置为:
模组选择:外置 或 内置
插槽:实际插槽编号
通道:实际使用通道
功能:正极对壳体电压



### 设置输入阻抗

14. 按照*更改阻抗量程*部分的说明,将输入阻抗设置为"高阻(>10GΩ)"。



### 读取读数

15. 读取正极对壳体电压读数。

请参见显示屏部分。



负极对壳体电压

### 配置通道和功能

16. 按照配置通道部分的说明,将通道配置为: 模组选择:外置 或 内置
插槽:实际插槽编号
通道:实际使用通道
功能:负极对壳体电压



### 设置输入阻抗

17. 按照更改阻抗量程部分的说明,将输入阻抗设置为"高阻(>10GΩ)"。



### 读取读数

18. 读取负极对壳体电压读数。

请参见显示屏部分。



# 输入与通道配置

仪器除了前面板提供一组测试线输入外,还可内置多达2块多通道扫描模块,外置多达8块多通道扫描 模块,其中每块多通道扫描模块提供32路输入,总共达到320路输入。

# 前面板输入

更多信息请参见控制面板部分以及附录1. 交流四端子测试方法。



图 8. 前面板输入

测试线及探头并不是本仪器的标准附件。请根据具体情况购买测试线及作为选件的探头(请参见表 7)或 自行制作测试线。自行制作测试线时,请参照*附录 2. 制作测试线的注意事项*。

### 连接测试线:

- 1. 确认仪器的主电源开关处于关断状态。
- 2. 确认四线法测试线的探头未连接至任何电路。
- 3. 将四线法测试线的连接器端插入到前面板输入。请参见图 9。



图 9. 连接探头

# 多通道扫描模块

### 内置多通道扫描模块

BT5311/BT5321 两款电池测试仪提供 2 个插槽,可安装多达 2 块多通道扫描模块(SW9010)。其中每个 卡提供 32 路通道,总共提供 64 路通道。

请参考图 10,按以下步骤安装多通道扫描模块:

- 1. 使用仪器后面板的电源开关,将仪器关闭。请参见开机和待机部分。
- 拧松插槽挡板左右的两个螺钉,拆下仪器后面板对应插槽的保护盖板,并保存好。上部的插槽编号为
   1,下部的插槽编号为2。
- 小心将多通道扫描模块的滑轨对准插槽上的导槽。请注意多通道扫描模块面板上的标签,保证正向朝上。
- 4. 将多通道扫描模块慢慢推入产品,直到感觉完全到位。
- 5. 拧紧多通道扫描模块左右两侧的两个螺钉。切勿用力过大。
- 6. 连接电源并开机,并参考通道配置部分,验证多通道扫描模块安装正确。



图 10. 安装多通道扫描模块

### 外置多通道扫描模块

当所需通道多于 64 路时,可购买 SW1080 开关主机,将系统扩展至最多 320 路通道。

开关主机 SW1080 可为仪器提供额外 8 块多通道扫描模块 SW9010 的容量,作为仪器的外部通道。开关主机通过前面板的控制输入连接器连接到 BT5300 系列电池测试仪后面板的控制输出连接器。

### *开关主机(SW1080)*

开关主机 SW1080 中 8 个多通道扫描模块 SW9010 的布置如图 12 所示。



图 11. 开关主机前面板

		SENSE		r OO	SENSE	CARD	
6	3 🔘 🖪			r OO			
ล	5			r OO	FLLIKE SW9010 MULTIPLEXER		NURCE 6
	7	FLLIKE SW9010 MULTIPLEXER					
			8				9

图 12. 开关主机后面板

表 9. 开关主机

项目	说明
0	SENSE 4 WIRE D HI 11V RMS MAX LO
	Sense 端口
	四线测量法的 Sense 端口用于测量交流激励电流下的感应压降。连接至仪器 BT5300 电池测试仪 前面板的 Sense 端口。
2	SOURCE ドレンドロン Source 端口 四线测量法的 Source 端口,用于接收交流激励电流。连接至仪器 BT5300 电池测试仪前面板的 Source 端口。
3	with the second secon
	GUARD 连接可以获得更好的屏蔽效果,连接全仪器 BT5300 电池测试仪前面板的接地/保护端口。
4	

项目	说明
	控制输入连接器
	连接至电池测试仪后面板的控制输出连接器。
	POWER
5	状态指示灯
	连接电池测试仪且电池测试仪上电以后,绿色电源灯会点亮。
•	<b>之</b> 通 治 扫 拙 楷 也
0	<b>多通道扫描模块</b> 多通道扫描描述,最大支持 8 个
	5
7	插槽编号
	详细信息请参见 <i>通道编号</i> 部分。
8	
	扫描模块固定螺钉
	每个多通道扫描模块通过左、右两个螺钉固定到产品或 SW1080 开关主机。
9	连接器标签
	每个多通道扫描模块上有两个 DB-68 连接器, SENSE 和 SOURCE。更多信息请参见 <i>连接电芯</i> 部分。

### 测试仪主机与开关主机的连接

利用开关主机 SW1080 扩展测量通道时,请参考 8 13 通过以下方式将 SW1080 连接到 BT5300 电池测试仪:

 利用随开关主机提供的双绞屏蔽测试线(图 4 中的 ⑤),从开关主机前面板的 SENSE 端口(图 11 中 的 ⑥)连接到仪器前面板的 SENSE 端口(图 1 中的 ⑦)。并将绿色的屏蔽线插头插入到相应 SENSE 端口下方的 V-GUARD 端口。

连接时请注意插头的方向,使插头上标有"GND"的凸耳朝下。

2. 利用另一根双绞屏蔽测试线,从开关主机前面板的 SOURCE 端口(图 11 中的 ②)连接到仪器前面板 的 SOURCE 端口(图 1 中的 ⑤)。并将绿色的屏蔽线插头插入到相应 SOURCE 端口下方的 I-GUARD 端口。

同样,连接时请注意插头的方向,使插头上标有"GND"的凸耳朝下。

3. 利用随开关主机提供的连接线(图 4 中的 ⑦),从开关主机前面板的控制输入端口(图 11 中的 ④)连接到仪器后面板的控制输出端口(图 3 中的 ⑧)。



图 13. 连接开关主机

### 连接电芯

SW9010 多通道扫描模块用于切换和选择连接到仪器的电池。每个多通道扫描模块通过 2 个 DB-68 接口 提供 32 路通道(01-32)。这些通道经配置后可测量电池电压和电阻。

多通道扫描模块上的两个 DB-68 连接器完全相同,型号为 TE 5787082-7 连接器,其引脚布局如 8 14 所示。



图 14. 多通道扫描模块连接器

### 电压和内阻测试接线方式

如 **8** 15 所示,在多通道扫描模块上的两个 DB-68 连接器中,左侧的为 SENSE 连接器,右侧的为 SOURCE 连接器。SENSE 连接器上的每对引脚(SENSE+/-)与 SOURCE 连接器上对应的一对引脚 (SOURCE+/-)组成四线测量连接。关于四线测量方法的更多信息,请参见 **附录 1**. 交流四端子测试方法。

将每路通道连接至电芯时,SOURCE CH+和 SENSE CH+连接到电芯的正(+)极,SOURCE CH-和 SENSE CH-连接到电芯的负(-)极。如 / 15 所示。



多通道扫描模块的每个连接器上的通道分配如表 10 所示。

图 15. 电芯连接示意图 — 电压和内阻测试

注

- SENSE 与 SOURCE 连接器的引脚定义相同。
- 建议采用扁平双绞线、双绞屏蔽线或同轴线连接至电芯。
- 若采用双绞屏蔽线或屏蔽线束,建议将 GUARD+和 GUARD-短接后,连接至屏蔽层。
- 若采用同轴线,建议将 GUARD+连接至所有信号+的屏蔽层; GUARD-连接至所有信号-的屏蔽层。每对信号+/-的同轴线应双绞。
- 尽可能减少非双绞区域的长度。

### 壳体电压检测接线方式

将每路通道连接至电芯时,SOURCE CH+和 SOURCE CH-分别连接到电池的正(+)极和负(-)极,将对应 SENSE CH+和 SOURCE CH-全部连接至电池壳体。如图 16 所示。



图 16. 电芯连接示意图 — 壳体电压检测

壳体电压测试可以实现以下测试项:

- 边电压测量接触检测:即测量电阻来检测连接至 SOURCE 端的两个探针是否与电池的壳体连接良好。
- 正极对壳体电压:即测量 "SENSE CH+" 端对 "SOURCE CH-" 端之间的电压。
- 负极对壳体电压:即测量 "SOURCE CH+" 端对 "SENSE CH-" 端之间的电压。

注

- SENSE 与 SOURCE 连接器的引脚定义相同。
- 如果不需要"边电压接触检测"功能,仅测量正负极对壳体的电压,可以将"SOURCE CH+" 与 "SOURCE CH-" 短接后,再连接至电池壳体。

引脚	信号	说明
1	CH01+	通道 01+
2	CH01-	通道 01-
3	CH02+	通道 02+
4	CH02-	通道 02-
5	CH03+	通道 03+
6	CH03-	通道 03-
29	CH15+	通道 15+
30	CH15-	通道 15-

引脚	信号	说明		
35	CH17+	通道 17+		
36	CH17-	通道 17-		
37	CH18+	通道 18+		
38	CH18-	通道 18-		
39	CH19+	通道 19+		
40	CH19-	通道 19-		
41				
42				
63	CH31+	通道 31+		
64	CH31-	通道 31-		

表 10. 多通道扫描模块连接器引脚配置

引脚	信号	说明	引脚	信号	说明
31	CH16+	通道 16+	65	CH32+	通道 32+
32	CH16-	通道 16-	66	CH32-	通道 32-
33	GUARD+	屏蔽/保护端口+	67	GUARD+	屏蔽/保护端口+
34	GUARD-	屏蔽/保护端口-	68	GUARD-	屏蔽/保护端口-

### ▲▲ 警告

为了防止可能发生的触电、火灾或人身伤害:

- 如果任何通道连接到危险电压源,则视为所有可用通道带电,存在电击危险。
- 关闭输入源前,不得拆除、触碰或者更改危险输入的内部接线。
- 先将输入与危险电压源断开,然后再打开输入模块。
- 测量时,必须使用正确的端子、功能档和量程档。
- 确保通道接线端之间保持适当的绝缘,接线盒的连接外面没有露出任何松动的线股。

### ▲ 小心

为防止损坏产品,输入电压不得超过规定水平。

### 注

如需订购多通道扫描模块,请参见表 6部分。

### 通道配置

#### 通道编号

最多 2 块内置多通道扫描模块和最多 8 块外置多通道扫描模块单独编号,分别称为内部通道和外部通道。 如 图 17 所示。

通道编号是与输入模块上的端子组相关的数字标识。输入的通道编号由输入模块所在的插槽编号(内置模块为1和2,外置模块为1至8)与输入连接到的端子编号(01至32)组合确定。



图 17. 通道编号分配

### 配置通道

- 1. 仪器前面板 —> CHANNEL (通道)。
- 2. 通道配置界面如图 18 所示,其中各选项的含义如表 11 所示。

<mark>内置</mark> 1 06 ACR+DCV		)1~32)
编辑	确认	取消
	<mark>内置</mark> 1 06 ACR+DCV	<mark>内置</mark> 1 06 (( ACR+DCV 编辑 确认

图 18. 配置通道

- 3. 按 [3] (编辑)键,然后利用上下箭头(□ □)键,选中"模组选择"。
- 4. 按 [3] (编辑)键,然后利用上下箭头(□ □)键,选中相应的选项。并按 [3] (确认)键返回。
- 5. 利用上下箭头(□ □)键,选择"插槽"。
- 6. 按 🖾 🖿 (编辑)键,然后利用上下箭头(ज 四)键,选中相应的选项。并按 🖾 🖬 (确认)键返回。
- 7. 利用上下箭头(□ □)键,选择"通道"。
- 8. 通过键盘输入对应通道号的数字,并按 [4] (确认)键返回。
- 9. 利用上下箭头(▼ ▲)键,选择"功能"。
- 10. 按 🗷 (编辑)键, 然后利用上下箭头(ज 四)键, 选中相应的选项。并按 🗗 (确认)键返回。
- 11. 再次按 [4] (确认)键确认选项。

表 11. 配置通道

项目	说明
模组选择	选择是否使用多通道扫描模块。 - 未启用。不使用多通道扫描模块,直接通过仪器前面板的连接进行测量。 - 内置。使用仪器内置的多通道扫描模块。 - 外置。使用 SW1080 开关主机中的多通道扫描模块。
插槽	当选择了使用多通道扫描模块后,该选项变为有效,可选择可使用的内置或外置多通道扫 描模块所在的槽位。 选项包括:

项目	说明		
	<ul> <li>- 无。不选择槽位。</li> <li>- 1至8。当选择了内置模组时,可选项仅包括1和2。</li> </ul>		
通道	选择对应多通道扫描模块的通道编号,范围为01-32。 未选中槽位时,该选项不可用。		
功能	<ul> <li>选择测量功能。</li> <li>ACR+DCV</li> <li>ACR (仅当模组为未启用时可选)</li> <li>DCV (仅当模组为未启用时可选)</li> <li>边电压测量接触检测</li> <li>正极对壳体电压</li> <li>负极对壳体电压</li> <li>更多信息请参见<i>测量功能</i>部分和<i>附录</i>2. 制作测试线的注意事项部分。</li> </ul>		

# 测量功能

仪器在上电后,默认进入测量屏幕,如图 19所示。



图 19. 测量屏幕

仪器提供 DCV 和 ACR 测量值。选中某个通道时,通过内部或外部多通道扫描模块进行测量;未选中通 道时,通过前面板测试线进行测量。

通过前面板测试线进行测量,可以通过 FUNC 按键来切换测量功能: "ACR+DCV"、"ACR"、"DCV"。 当选择了通道以后,可以选择 "ACR+DCV"、"边电压测量接触检测"、"正极对壳体电压"、"负极 对壳体电压"测量,同时前面板 FUNC 按键被禁用。

默认设置下,测量功能是 ACR+DCV (其它功能设置下,只有 ACR 或 DCV),测量值为 DCV 和 ACR。 在屏幕的主显示区,上部显示 DCV 值,下部显示 ACR 值。

### DCV

DCV 的测量特性如下:

- 用户可配置输入阻抗:默认设置为 10MΩ,可将其设置为高阻(>10GΩ)。请参见 输入阻抗部分。
- 量程: 10V,不得修改。屏幕上不显示量程信息。
- 可显示的读数为-11.000000 V 至 11.000000 V(BT5320/BT5321)或-11.00000 V 11.00000(BT5310/BT5311)。如果<-11V,则显示 "- OL";如果> 11V,显示 "+ OL";如果<-12V 或> 12V,则显示 "----"。

### ACR

ACR 测量仅支持四线连接。 默认设置为 AUTO 自动量程。用户可配置量程。

用户可选择量程:

量程	读数	分辨率	溢出		
3 mΩ 1	0 ~ 5 mΩ	0.0001 mΩ	>5 mΩ		
30 mΩ	0 ~ 50 mΩ	0.001 mΩ	>50 mΩ		
300 mΩ	0 ~ 500 mΩ	0.01 mΩ	>500 mΩ		
3 Ω	0 ~ 5 Ω	0.0001 Ω	>5 Ω		
10 Ω	0 ~ 15 Ω	0.001 Ω	>15 Ω		
<ol> <li>1 当测试电流为:</li> <li>当测试电流为:</li> <li>当测试电流为:</li> </ol>	<ul> <li>         当测试电流为 300 mA 时,最大读数为 5 mΩ         当测试电流为 200 mA 时,最大读数为 7.5 mΩ         当测试电流为 100 mA 时,最大读数为 15 mΩ         </li> </ul>				

### 自动量程:

量程	读数	分辨率	上限	下限
3 mΩ	0 ~ 3.3 mΩ	0.0001 mΩ	>3.3 mΩ	
30 mΩ	3 ~ 33 mΩ	0.001 mΩ	>33 mΩ	<3 mΩ
300 mΩ	30 ~ 330 mΩ	0.01 mΩ	>330 mΩ	<30 mΩ
3 Ω	0.3 ~ 3.3 Ω	0.0001 Ω	>3.3 Ω	<0.3 Ω
10Ω	3 ~ 15 Ω	0.001 Ω	>15 Ω	<3 Ω

### 边电压测量接触检测

请参见<u>壳体电压检测</u>部分。



### 图 20. 边电压测量接触检测

### 正极对壳体电压

量程/分辨率同 DCV 测量。主显示区的左上角显示"**正极对壳体电压**",如 **Ø** 21 所示。 请参见<u>壳体电压检测</u>部分。



### 图 21. 正极对壳体电压

### 负极对壳体电压

量程/分辨率同 DCV 测量。主显示区的左上角显示"负极对壳体电压",如 图 22 所示。 请参见 <u>壳体电压检测</u>部分。



### 图 22. 负极对壳体电压

### 更改测量速度

在测量屏幕中,按 [1] (速度)键,可切换测量速度:极快、快速、中速、慢速。

### 更改阻抗量程

在测量屏幕中,按 **I** (阻抗量程)键,可切换电阻量程:自动、3mΩ、30mΩ、300mΩ、3Ω、10Ω。

# 测量设置

"设备配置"屏幕包含一些常规的仪器设置,例如界面语言、设备信息、恢复出厂设置,也可以设置电源频率、测试电流、输入电阻、触发延迟,此外还包括远程接口的通信设置。

本节详细解释"设备配置"菜单的功能和操作方法,在随后的各部分将直接使用,不再赘述。

进入"设备配置"屏幕:

● 仪器主面板 一> **[5**□□ (设置)按钮。

设备配置		
语言:	中文	_
最大测量电流:	200mA	
比较器:	关	
平均:	关	
触发延迟:	关	
输入阻抗:	高阻(>10GΩ	1)
远程端口:	RS232	
恢复 出厂设置	编辑	

图 23. 设备配置屏幕

"设备配置"屏幕中的选项有:

- 语言
- 最大测量电流
- 比较器
- 平均
- 触发延迟
- 输入阻抗
- 远程端口
- 电源频率
- 自校正
- 设备信息

# 语言设置

可选择本机所支持的语言。仪器目前支持英文和中文语言界面。

### 更改界面语言:

- 1. 在"**设备配置**"屏幕中,利用控制面板上的上、下导航箭头(**□ □**)键将光标移动到"语言"选项(黄色 高亮显示)。
- 2. 按控制面板上的 [4] (编辑)按钮,然后利用上、下导航箭头(□ △)键选中相应的选项。
- 按 ☑ ☑ (确认)按钮,确认选项并返回到"设备配置"主屏幕。
   如果按 ☑ ☑ (取消)按钮,则返回到"设备配置"主屏幕,且不保存所做的修改。

# 最大测量电流

产品在进行 ACR 测量时,将输出测量电流。该选项设置测量 3 mΩ 量程时的最大输出电流。测试电流越 大,能够改善测试中的信噪比,获得更高精度和更稳定的 ACR 测试值。另请参见*测量功能*部分。

### 设置最大测量电流:

 在"设备配置"屏幕中,利用控制面板上的上、下导航箭头(□ □)键将光标移动到"最大测量电流" 选项(黄色高亮显示)。按控制面板上的 □□□ (编辑)按钮,进入最大测量电流设置界面。如 图 24 所示。



### 图 24. 设置最大输出电流

产品提供三种最大电流选项: 100 mA、200 mA 和 300 mA。

 利用控制面板上的上、下导航箭头(◄ △)键选中相应选项,然后按 ☑ (确认)按钮,返回到"设备 配置"主界面。 注

当采用 300mA 测试电流时, 仪表对于测量回路的涡电流影响会更敏感。若遇到采用大的 测试电流无法完成测试时, 可参考*附录 3. 涡电流的影响及建议方案*来降低探头或系统的 涡电流影响, 或降低测试电流来完成测试。

### 比较器

产品提供比较器功能,将实测值的绝对值与用户设定的上限或下限值进行比较,然后在屏幕上给出相应提示,也可通过蜂鸣声进行提示。

### 设置比较器功能:

- 1. 在"设备配置"屏幕中,利用控制面板上的上、下导航箭头(☞ △)键将光标移动到"比较器"选项(黄 色高亮显示)。按控制面板上的 [4] (编辑)按钮,进入比较器功能设置界面。
- 2. 利用前面板上的上、下导航箭头(□ □)键选中"比较器"选项。并按控制面板上的 [ 编辑)按钮。

设备配置\比较器			
比较器:	开		
蜂鸣器设置:	关		
DCV上限阈值:	11.00	000	V
DCV下限阈值:	0.100	00	V
ACR上限阈值:	1000.	0000	mΩ
ACR下限阈值:	0.100	0	mΩ
		编辑	回退
		-2010 7-4	



- 3. 利用控制面板上的上、下导航箭头(♥ ♠)键选中"开"选项,然后按 [2 ) (确认)按钮;如果需要关闭比较器,请利用控制面板上的上、下导航箭头(♥ ♠)键选中"关"选项,然后按 [4 ) (确认)按钮。
- 4. 利用控制面板上的上、下导航箭头(▼ ▲)键选中 "DCV 上限阈值"或 "DCV 下限阈值"选项,然后 按 🖾 🖬 (编辑)按钮。
- 5. 利用控制面板上的上、下导航箭头(☞ △)键选中 "DCV 上限阈值"选项,然后利用前面板上的数字 键盘,在界面上的 "DCV 上限阈值" 输入框中输入数值,可包含小数点,单位为 V。如 图 26 所示。

注

在输入框中输入数字时,按 **E3** (回退)按钮,总是删除最后一个数字,并将光标移动到 最后位置。

6. 利用控制面板上的上、下导航箭头(◄ ▲)键选中 "DCV 下限阈值" 选项,在 "DCV 下限阈值" 输入 框中输入数值,可包含小数点,单位为 V。

设备配置\比较器			
DCV上限	國值: 10.		v
DCV下限	战阈值: 0.10	0000	v
体田粉宫的	ᄚᄚᅓᆞᄽᄴ	ᆕᆔᄮᄴ	
使用奴子:	建盆制八致于	戶和小奴只	
	回退	确认	取消

图 26. 设置比较器阈值

按 ☑ (确认)按钮返回到上一屏幕。
 如果按 ☑ (取消)按钮,则放弃所做修改并返回到上一屏幕。

洋

输入的上限阈值必须大于或等于下限阈值,否则屏幕上将会显示"上限不能小于下限"。 此时请重新修改上限或下限阈值,然后再继续。

- 8. 利用控制面板上的上、下导航箭头(♥ ▲)键选中 "ACR 上限阈值"或 "ACR 下限阈值"选项, 然后 按 🖾 🖬 (编辑)按钮。
- 9. 利用控制面板上的上、下导航箭头(Ψ Φ)键选中 "ACR 上限阈值"选项,然后利用前面板上的数字 键盘,在界面上的 "ACR 上限阈值" 输入框中输入数值,可包含小数点,单位为 mΩ。
- 10. 利用控制面板上的上、下导航箭头(ΨΦ)键选中 "ACR 下限阈值"选项,在 "ACR 下限阈值" 输入 框中输入数值,可包含小数点,单位为 mΩ。
- **11**. 按 **□** (确认)按钮返回到上一屏幕。 如果按 **□** (取消)按钮,则放弃所做修改并返回到上一屏幕。

注

输入的上限阈值必须大于或等于下限阈值,否则屏幕上将会显示"上限不能小于下限"。 此时请重新修改上限或下限阈值,然后再继续。

12.利用控制面板上的上、下导航箭头(◄ △)键选中"蜂鸣器设置"选项,然后按 [4 → (编辑)按钮。
13.蜂鸣器设置屏幕如图 27 所示。其中各项的含义见表 12。

设备配置\比较器	
蜂鸣器设	<ul> <li>註 关</li> <li>超出上下限 阈值范围内 两者都告警-方式1 两者都告警-方式2</li> </ul>
	确认 取消

图 27. 蜂鸣器设置

表 12. 蜂鸣器设置

选项	当 DCV 和 ACR 都在阈值内	当 DCV 或 ACR 任一超过阈值
关	不发出蜂鸣声	不发出蜂鸣声
超出上下限	不发出蜂鸣声	嘀嘀嘀响
阈值范围内	连续响	不发出蜂鸣声
两者都告警-方式1	连续响	嘀嘀嘀响
两者都告警-方式 2	仅响一次	嘀嘀嘀响

14. 利用控制面板上的上、下导航箭头(▼ ▲)键选中相应选项,然后按 [4 — (确认)按钮应用新的设置, 并返回到"比较器"页面。

15. 按前面板上的 [5] (回退)按钮,返回到"设备配置"主界面。

### 平均

平均功能输出测量值的平均值。该功能可有效降低显示值的不稳定性。参与平均的采样的数量可设置为 2 至 16。

- 在内部触发情况下,当使能连续测量时,界面上显示滑动平均值。否则,屏幕显示简单平均值。
- 在一个平均周期内,当检测到无效值时,平均测量值为无效值。
- 在一个平均周期内,仅当所有的测量值为OL,平均结果才为OL;仅当所有的测量值为-OL,平均结果才为-OL;对于ACR,仅当所有测量值正常且所有测量值在同一量程,平均结果才为正常值。 其他情况结果均为无效值。
- 只有当内部触发(IMMediate)并且使能连续测量(INITiate:CONTinuous ON)都满足时,才启动新的 滑动平均过程。

### 设置平均功能:

- 1. 在"**设备配置**"屏幕中,利用控制面板上的上、下导航箭头(☞ △)键将光标移动到"平均"选项(黄色 高亮显示),按控制面板上的 [4] (编辑)按钮,进入平均功能设置界面。
- 2. 利用前面板上的上、下导航箭头(▼ 四)键选中"平均"选项。并按控制面板上的 [4] (编辑)按钮。

设备配置\平均			
平均:	关		
平均次数:	3		(02~16)
		编辑	回退
		>100 1-4	

图 28. 选择平均功能

3. 利用控制面板上的上、下导航箭头(☑ ☎)键选中"开"选项,然后按 ☑ ☑ (确认)按钮;如果需要关闭平均功能,请利用控制面板上的上、下导航箭头(☑ ☎)键选中"关"选项,然后按 ☑ ☑ (确认)按钮。

设备配置\平均				
	平均:	开		
		关		
			确认	取消
			8577	

### 图 29. 打开或关闭平均功能

- 4. 利用控制面板上的上、下导航箭头(▼ 四)键选中"平均次数"选项,然后按 [2] (编辑)按钮。
- 5. 利用前面板上的数字键盘,在界面上的"平均次数"输入框中,输入 02 至 16 之间的一个整数值。

设备配置\平均	匀		
	平均次数:	08	
	使用数字键	盘输入数字	
		确认	取消
	图 30. 尚	<b>}</b> 署平均次数	

按 [4 → (确认)按钮返回到上一屏幕。
 如果按 [5 → (取消)按钮,则放弃所做修改并返回到上一屏幕。

注

此时,如果输入的数值超出 02 至 16 范围,屏幕上将弹出警告消息,如下图所示。请按按 [2] [ 确认)按钮返回重新设置平均次数。



7. 按前面板上的 [5] (回退)按钮,返回到"设备配置"主界面。

# 触发

### 触发模式

仪器提供两种触发模式:内部触发和外部触发。

- **内部触发:**默认设置下,仪器处于立即触发模式,并连续进行测量。
- 外部触发: 仪器在每次接收到触发信号时进行一次测量。此时,测量结果不会自动更新,直到用户按仪器前面板的 [moder] (触发)键或仪器接收到执行测量的 SCPI 命令。

测量期间,按前面板的 [modes] (触发)键,仪器进入外部触发模式。此时功能键 [4] 的标签变为"退出 外部触发"。 在测量屏幕中,按 [4] (退出外部触发)键,可切换至内部触发。

### 触发延迟

通过"**触发延迟**"设置,可指定一个时间值,使仪器在接收到触发信号或触发命令后等待一定的时间, 然后再进行测量。

触发延迟的设置范围为0至9999ms,默认触发延迟为0。适用于内部触发和外部触发模式。

- **内部触发**模式下,每次测量之后,经过"触发延迟"时间值后,才进行下一次测量。
- 外部触发模式下,在用户按下 [TRGGER] (触发)按钮或仪器接收到执行测量的 SCPI 命令后,仪器在经过"触发延迟"时间值后,才进行下一次测量。

### 设置触发延迟:

- 在"设备配置"屏幕中,利用控制面板上的上、下导航箭头(◄ ▲)键将光标移动到"触发延迟"选项 (黄色高亮显示),按控制面板上的 [4] (编辑)按钮,进入触发延迟设置界面。
- 利用前面板上的上、下导航箭头(◄ ▲)键选中"触发延迟开关"选项。并按控制面板上的 ▲ (编 辑)按钮。



### 图 31. 选择触发延迟功能

3. 利用控制面板上的上、下导航箭头(▼ △)键选中"开"选项,然后按 ☑ (确认)按钮;如果需要关闭触发延迟功能,请利用控制面板上的上、下导航箭头(▼ △)键选中"关"选项,然后按 ☑ (确认)按钮。

设备配置\触发延迟			
	触发延时开关:	开 <mark>关</mark>	_
		确认	取消

图 32. 打开或关闭触发延迟

- 4. 利用控制面板上的上、下导航箭头(■ 四)键选中"触发延迟"选项,然后按 [4] (编辑)按钮。
- 5. 利用前面板上的数字键盘,在界面上的"设置触发延迟时间"输入框中,输入0至9999之间的一个 整数值。触发延迟时间的单位为 ms。

设备配置\触发延迟		
设置触发延迟时间:	<u>0</u> 500	ms
使用数字键	盘输入数字	
	确认	取消

### 图 33. 设置触发延迟时间

- 按 ☑ ☑ (确认)按钮返回到上一屏幕。 如果按 ☑ ☑ (取消)按钮,则放弃所做修改并返回到上一屏幕。
- 7. 按前面板上的 [5] (回退)按钮,返回到"设备配置"主界面。

# 输入阻抗

输入阻抗仅影响 DCV 测量,默认为 10 M $\Omega$ 。

### 设置输入阻抗:

- 在"设备配置"屏幕中,利用控制面板上的上、下导航箭头(➡▲)键将光标移动到"输入阻抗"选项 (黄色高亮显示)。
- 按控制面板上的 ▲ (编辑)按钮,然后利用上、下导航箭头(◄ △)键选中相应的选项:高阻(>10GΩ) 或 10MΩ。

设备配置				
	输入阻抗	[: 高阻(>	10GΩ)	
		10M Ω		
			确认	取消

图 34. 选择输入阻抗

注

# 输入电阻的默认设置为 10MΩ。当检测壳体电压等待测件高阻抗情况下,建议使用高阻 (>10GΩ)模式来获得稳定读数。

3. 再次按 [4 → (确认)按钮,确认选项并返回到"设备配置"主屏幕。 如果按 [5 → (取消)按钮,则返回到"设备配置"主屏幕,且不保存所做的修改。

### 远程端口

仪器在后面板提供一个 RS-232 接口和一个 LAN 接口,通过这些接口及计算可实现设置修改、读取测量数据以及控制仪器。

命令语法和名称符合 IEEE-488.2 和 SCPI 标准。详细信息请参见远程控制部分。

为保证正常通信,需要对产品的通信端口进行正确的设置。

设置远程端口:

● 在"设备配置"屏幕中,利用控制面板上的上、下导航箭头(▼ △)键将光标移动到"远程端口"选项(黄色高亮显示)。

远程接口设置界面如图 35 所示。RS-232 和 LAN 端口可设置的项目如表 13 所示。



图 35. 远程端口设置

选项
RS232
以太网
回车
换行
回车换行
DHCP
选项包括:
-
- 大 使用以大网口进行通信时 可选择打开 DHCP 功能
如果 DHCP 设置为"开",但无法建立网络连接,DHCP 设置将自动变为"关",IP 地址、子网掩码、缺省网关设置将变为用户上次的设置。
IP 地址
当 DHCP 设置的状态为"关"时,用户可手动设置仪器的 IP 地址。
IP 地址为"点分十进制"格式,由4组数字组成,每一组数字的值为0至255。IP 地址 必须遵循网路地址设置规范,不得为000.000.000。
设置 IP 地址时,利用左右箭头键(Ⅰ □)选择要编辑的一组输入,然后利用数字键输入 0 至 255 的数字。
输入完成之后,按 🖬 🖬 (确认)键确认修改,或按 🗗 🖬 (取消)键放弃修改。
如果输入的数字超过 255,屏幕将提示"无效的网络地址"。请按 2000 (确认)键返回, 然后重复以上过程,输入正确的 IP 地址。
子网掩码
当 DHCP 设置的状态为"关"时,用户可手动设置仪器的 IP 地址,此时必须同时设置 子网掩码。
子网掩码的设置与 IP 地址相同,请参见上文。
缺省网关
请参见 IP 地址和子网掩码的设置。
端口
设置 LAN 通信时使用的 PC 端的网络端口。默认值为 1500。
请检查 PC 端的设置,必要时修改计算机上防火墙的设置,使其允许通过该端口进行通信。更多详细信息可咨询您的系统管理员。

### 表 13. 远程接口参数
项目	选项		
	每台仪器的网卡的唯一地址编号,仅供参考,不得修改。		
	RS232 通信设置的内容如下:		
	波特率		
	仪器支持的波特率为:		
	- 9600		
	- 19200		
	- 38400		
	- 57600		
	- 115200		
	│ │ <b>数据</b> 位		
	仪器支持的数据位包括:		
	- 7位		
	- 8位		
RS232 设置			
	停止位		
	用户可选择:		
	- 1位		
	- 1.5 位		
	- 2位		
	校验位		
	仪器支持:		
	- 奇校验		
	- 偶校验		
	- 无校验		
	-		
	通过 RS232 端口通信时,必须保证仪器与计算机的设置相同。		

# 电源频率

默认设置下的电源频率为 50Hz,可切换至 60Hz。

电源频率将影响仪器的 DCV 测量精度。为保证仪器精度,必须选择正确的电源频率。例如:在中国使用 仪器时,由于中国的电源频率为 50Hz,所以客户必须将仪器的电源频率设置为 50Hz,才能满足 DCV 精度。

## 设置电源频率:

- 1. 在"**设备配置**"屏幕中,利用控制面板上的上、下导航箭头(▼ △)键将光标移动到"**电源频率**"选项 (黄色高亮显示)。
- 2. 按控制面板上的 [4] (编辑)按钮, 然后利用上、下导航箭头(□ △)键选中相应的选项: 50 Hz 或 60 Hz。



#### 图 36. 设置电源频率

3. 再次按 [4 → (确认)按钮,确认选项并返回到"设备配置"主屏幕。 如果按 [5 → (取消)按钮,则返回到"设备配置"主屏幕,且不保存所做的修改。

# 自校正

自校正功能是用于补偿仪器内部电路的偏置电压或增益漂移等,以提高测试精度。本仪器的测试精度是以执行自校正为前提条件的,尤其是预热后或环境温度发生 2°C 以上的变化时,因此请务必执行。

## 执行自校正:

- 1. 在"**设备配置**"屏幕中,利用控制面板上的上、下导航箭头(**□□**)键将光标移动到"自校正"选项(黄 色高亮显示)。
- 2. 按控制面板上的 [4] (编辑)按钮,来执行自校正

自校正屏幕如图 37 所示。



图 37. 自校正

自校正完成之后, 仪器将自动返回到"设备设置"屏幕。

#### 注

#### 在已调零状态下,执行自校正,会清除调零。

# 设备信息

"设备信息"屏幕显示关于产品的参考信息,包括序列号、固件版本、FPGA和 DSP 版本、内部开关版本,以及所连接的开关主机的版本和序列号。

#### 进入"设备信息"屏幕:

- 在"设备配置"屏幕中,利用控制面板上的上、下导航箭头(□ □)键将光标移动到"设备信息"选项 (黄色高亮显示)。
- 2. 按控制面板上的 [4] (编辑)按钮。"设备信息"屏幕如图 38 所示。

设备配置	
产品序列号:	SF12345678
固件版本:	0.16
FPGA版本:	2.2
DSP版本:	0.16
内部开关版本:	0.04
外部开关版本:	0.04
外部开关序列号:	123456789
	同设
	四匹

图 38. 设备信息屏幕

"设备信息"屏幕的主显示区列出的全部为参考信息,不可更改,这些信息对于故障诊断及维修可能会非常有用。

# 注

在联系 Fluke 请求进行技术支持时,请准备好这些信息。

表 14. 系统信息

项目	说明
产品序列号	产品的唯一序列号,在联系 Fluke 客户服务时可能会要求提供该序列号。
固件版本	产品内部固件的版本号。
FPGA 版本	产品内部 FPGA 的版本号。
DSP 版本	产品内部数字信号处理(DSP)器件的版本号。
内部开关版本	产品内置核心板的版本。
外部开关版本	外部开关主机的版本。
外部开关序列号	外部开关主机的序列号。

# 恢复出厂设置

将仪器设置恢复为出厂默认设置:

- 1. 在"设备配置"屏幕中,按 [2] (恢复出厂设置)键。
- 2. 仪器将弹出一个对话框,要求用户确认"是否恢复出厂设置?"。如图 39 所示。



图 39. 恢复出厂设置

- 3. 按 ☑ (确认)键确认。仪器将恢复其出厂默认设置,并退出到测量主屏。如果不希望恢复出厂设置, 请按 ☑ (取消)键。
- 4. 仪器的出厂设置如表 15 所示。

表 15. 出厂设置

屏幕	设置		默认值	
测量屏幕	速度			慢
	阻抗量程			自动量程
	触发模式			内部
调零				关
通道配置	模组选择			未启用
	插槽			无
	通道			1
	功能			ACR+DCV
设备设置	触发延迟	触发延迟开关		关
		触发延迟		Oms
	输入阻抗			10ΜΩ
	电源频率			50Hz
	最大测量电流			200mA
	平均	平均		关
		平均次数		2
	比较器	比较器		关
				BT5320、BT5321
				上限阈值: 11.000000 V
		DOVI收益思措士		下限阈值: 0.100000 V
		DCV比权奋候入		BT5310、BT5311
				上限阈值: 11.00000 V
				下限阈值: 0.10000 V
				上限阈值: 1000.0000 mΩ
		ACR 比牧菇候式		下限阈值: 0.1000 mΩ
		蜂鸣器设置		关
	远程接口	类型		RS232
		结束符		回车换行
		网络设置	DHCP	关
			IP 地址	192.168.0.10
			子网掩码	255.255.255.0

屏幕	设置		默认值	
			默认网关	192.168.0.1
			端口	1500
		RS232 设置	波特率	9600
			数据位	8
			停止位	1
			校验位	无校验
屏幕上未显示	<b>二未显示</b> 客户自定义制造商			FLUKE
		客户自定义型号		BUND
		SCPI 命令头		关
		存储器		关
		启动	连续	开

# 调零

为了消除由于仪器偏置电压或测量环境造成的偏移,可在测量之前执行调零操作。

模组选择如果没有设置为"未启用",不支持调零功能。

关于调零及零校准线路板的更多信息,请参见附录4. 仪器调零。

# 执行调零:

- 1. 将测试线连接到调零校准线路板,创建接近于0欧姆的状态。请参见附录4. 仪器调零部分。
- 2. 按 [[4] (测量)按钮,进入测量界面。
- 3. 从测量主屏幕,如果不在 Auto 量程时,此时是单量程调零。按 [280] (调零)按钮。仪器开始执行调 零,并在屏幕右上角显示"调零中..."。如 / 40 所示。
- 4. 仪器成功调零之后,将恢复正常测量,并在屏幕右上角显示"已调零"。如图 41 所示。



#### 图 40. 调零过程



图 41. 调零完成

如果仪器调零失败,仪器将短暂提示"调零失败",如图 42 所示,然后恢复到正常测量。

调零		
	▲ 调零失败。	
速度 慢速	阻抗量程 3mQ	

图 42. 调零失败提示

自动量程(参见更改阻抗量程部分)模式下,当用户按 [200] (调零)按钮后,仪器将尝试调零所有量程。如图 43 所示。

	调零结果
3mΩ	8
30mΩ	<b>O</b>
300mΩ	0
3Ω	<b>O</b>
10Ω	0
	确认

图 43. 全部量程调零

#### 注

# 对于 ACR 测量,每个量程调零只能消除 1000 个字的偏移,对于 DCV 则为 1mV。例 如,在 3 mΩ 量程,调零能消除 0.1 mΩ 的漂移。如果漂移大于 1000 个字,例如,如果 3 mΩ 量程下的漂移为 0.2 mΩ,在调零校准期间将显示"调零失败"。

当测量功能为 ACR+DCV 时进行调零并成功,切换至 ACR 或者 DCV 测量功能时会保留已调零状态。

当测量功能为 ACR 或者 DCV 时进行调零并成功,切换为其他测量功能时调零状态会被清除。

在自动量程下进行调零时,一旦所有量程都调零成功,当切换到每个量程时(除自动量程外)都会显示 "已调零";在单量程下进行调零时,一旦调零成功,仅被调零量程显示为"已调零"。

#### 清除调零

在"设备配置"屏幕中,按 **团团 (清除调零)**键,将清除调零数据。

只有在仪器经过调零之后,"**清除调零**"功能才有效。清除之后,屏幕上将不会显示"已调零"指示。 关于调零的详细信息,请参见*调零*部分。

# 存储功能

存储功能只有在远程控制时才有效。如果将存储功能设为"ON",则会以触发输入的时序把测量值存储 到本仪器内部。可使用命令读出(最多 512 个)存储的数据。通过使用本功能,将测量值保存在内存中,可 以在多个测试结束后的空闲时间内统一传送存储的测量值,可缩短检查周期时间。当存储功能启用时, 存储会显示在测量界面的状态栏中。



图 44. 存储功能界面

关于存储功能的指令,请参考存储命令部分。

# 远程控制

# 连接计算机

本产品带有一个 RS232 串口和一个网口,可通过任一端口与计算机连接。

关于测试仪主机与开关主机的连接方法,请参见*测试仪主机与开关主机的连接*部分。

# 通过RS232 端口连接:

如图 45 所示的方法 A,通过 RS-232 至 USB 接口转换通信电缆从产品后面板上的 RS232 端口(图 3 中的 ③)连接到计算机上的 USB 端口,或通过标准 RS232 串口通信电缆连接到计算机上的标准 RS232 端口。

如需订购 RS-232 至 USB 接口转换通信电缆,请参见表 6 及联系福禄克部分。

## 通过网口连接:

如图 45 所示的方法 B,利用标准 Ethernet 以太网通信电缆从产品后面板上的网口(图 3 中的 ⑥)连接到 计算机上的网口。

如需订购 Ethernet 以太网通信电缆,请参见表 7及联系福禄克部分。



图 45. 连接计算机

# 远程状态界面

当仪器与计算机相连接并进行通讯时,仪器会进入远程状态。仪器在远程状态下的界面如图 46 所示。



#### 图 46. 远程状态界面

在远程状态下,前面板除 F5 和 TRIGGER 按键外的其他按键都被锁定。仪器的测量界面显示会根据远程设置参数进行变化。

解除远程状态可以通过下面两种方式:

- 按 🗗 按键,切换为本地状态
- 计算机发送 SYSTem:LOCal 指令

# 远程控制命令

通过连接仪器的 RS232 口或者网口, 计算机可以利用仪器支持的命令集对仪器进行设置参数, 执行功能 或返回被请求数据的操作。命令语法和名称符合 IEEE-488.2 和 SCPI 标准。

命令由命令头和参数数据(如有)组成。所有命令以回车符(0D (十六进制)或 13 (十进制))、换行符(0A (十 六进制)或 10 (十进制))或回车符+换行符结尾。

仪器支持复合控制类命令和复合读取类命令,此类命令由多个用冒号(:)分隔的助记符组成。仪器支持 SCPI协议中定义的树形网络结构。一条编程信息可以包含多条子信息。第一条子信息以命令树的根目录 为参考,后续子信息则以前一条指令所在的层级为参考。示例请见"*采用树状结构的复合命令头 —— 用*例和示例"部分。

助记符可以使用字母、下划线(\_),也可以使用数字。命令不区分大小写。大多数助记符都具有长格式和 短格式,长格式的可读性更好,短格式的效率更高,由3、4个字符组成。仪器可以处理的指令必须是完 整的长格式或者完整的短格式。

查询命令为请求数据响应的命令。查询命令在命令头之后紧跟一个问号(?)。对于查询命令,一般是立即 响应,并置于输出缓冲器中。然后响应被自动发送到 PC。

有些命令需要指定一个或多个参数。命令头和参数数据之间用空格分隔(20 (十六进制)或 32 (十进制))。 多个参数之间用逗号(,)分隔。

仪器通讯输入缓冲器容量为512字节。通讯接口不能接收超出容量的数据。

数据类型 (参数和响应)	说明
NRf	数值数据,数据格式可以为 NR1、NR2 和 NR3
NR1	数值数据,整数数据(例如: 4、+4、-4)
NR2	数值数据,定点数据(例如: 4.5、+4.5、-4.5)
NR3	数值数据,浮点指数表示的数据(例如: 4.0E+1、+4.0E+1、-4.0E+1)
Boolean	布尔型数据(例如: OFF、ON、0、1)
Character	支持的字符串参数(例如: FLUKE_DEFINED、 'FLUKE_DEFINED'、 "FLUKE_DEFINED") 可以放动者不放在的引导或双引导由。近回的字符串不带的/双引导
Channel_list	多通道扫描模块的通道号,由3个数字组成,第1个数字表示插槽号 (1至8),后 2个数字表示通道号 (01至32) (例如:(@101)、(@101:104))。

表 16. 数据类型缩写词(参数和响应)

# 系统状态图

QUEStionable Status



图 47. 系统状态图

位号	位名称	说明
Bit 0	NOT USED	未使用
Bit 1	NOT USED	未使用
Bit 2	NOT USED	未使用
Bit 3	NOT USED	未使用
Bit 4	NOT USED	未使用
Bit 5	NOT USED	未使用
Bit 6	NOT USED	未使用
Bit 7	NOT USED	未使用
Bit 8	NOT USED	未使用
Bit 9	NOT USED	未使用
Bit 10	NOT USED	未使用
Bit 11	Memory Full	存储器已满(最大容量为 512 个测量值)
Bit 12	NOT USED	未使用
Bit 13	NOT USED	未使用
Bit 14	NOT USED	未使用
Bit 15	Always 0	由于部分控制器可能不能读取 16 位无符号整数,所以不允许使用 Bit 15

# 表 17. QUEStionable Status 寄存器

# 表 18. OPERation Status 寄存器

位号	位名称	说明
Bit 0	NOT USED	未使用
Bit 1	NOT USED	未使用
Bit 2	NOT USED	未使用
Bit 3	NOT USED	未使用
Bit 4	Sweep Done	已经完成一次扫描
Bit 5	NOT USED	未使用
Bit 6	NOT USED	未使用
Bit 7	NOT USED	未使用
Bit 8	Scan Done	全部扫描已完成(本仪器仅支持 1 次扫描,所以该位与 Bit 4 同时置位。)

位号	位名称	说明
Bit 9	NOT USED	未使用
Bit 10	Memory Trigger Done	当 Memory 功能被使能时,表示已完成由*TRG 命令或 Trigger 键 触发的存储操作。
Bit 11	Measure Done	己完成一次测量。
Bit 12	Ready for Initiate Trigger	当 INIT:CONT OFF 和 TRIG:SOUR EXT 时,已准备好启动触发 (*TRG 命令或 Trigger 键)。
Bit 13	NOT USED	未使用
Bit 14	NOT USED	未使用
Bit 15	Always 0	由于部分控制器可能不能读取 16 位无符号整数,所以不允许使用 Bit 15。

表 19. Standard Event Status 寄存器

位号	位名称	说明
Bit 0	Operation Complete	当错误代码*为-800至-899时置位。
Bit 1	Request Control	当错误代码*为-700至-799时置位。
Bit 2	Query Error	当错误代码*为-400至-499时置位。
Bit 3	Device Dependent Error	当错误代码*为-300至-399时置位。
Bit 4	Execution Error	当错误代码*为-200至-299时置位。例如,量程错误。
Bit 5	Command Error	当错误代码*为-100至-199时置位。例如,语法错误。
Bit 6	User Request	当错误代码*为-600至-699时置位。
Bit 7	Power On	当错误代码*为-500至-599时置位。

注: \*- 参见程控报错消息列表。

表	20.	Status	Byte	寄存器
---	-----	--------	------	-----

位号	位名称	说明
Bit 0	NOT USED	未使用
Bit 1	NOT USED	未使用
Bit 2	Error/Event Queue	错误队列(Error Queue)中有消息。
Bit 3	Questionable Status	可查询状态(Questionable Status)寄存器中有置位。
Bit 4	MAV	输出队列中有消息可用(Message available)。
Bit 5	Standard Event Status	标准事件(Standard Event)寄存器中有置位。
Bit 6	RQS	服务请求。基于服务请求使能寄存器(Service Request Enable

位号	位名称	说明
		Register)和状态字节寄存器(Status Byte Register)其它位的逻辑和的汇总。
Bit 7	Operation Status	操作状态(Operation Status)寄存器中有置位。

# 命令列表

# 表 21. 命令列表

命令头 []: 可省略	数据格式 []:可省略 ():响应数据 {}:自定义参数定义*  :或	说明
IEEE-488.2 公共命令		
*CLS		清除状态字节寄存器(Status Byte Register)和所有事件寄存器,并清 空错误队列(Error Queue)。
*ESE	<nr1 (0至255)=""></nr1>	设置标准事件状态有效寄存器 (Standard Event Status Enable Register)。
*ESE?	( <nr1 (0至255)="">)</nr1>	查询标准事件状态有效寄存器 (Standard Event Status Enable Register)。
*ESR?	( <nr1 (0至255)="">)</nr1>	查询标准事件状态寄存器 (Standard Event Status Register)。
*IDN?	(<制造商>、<型号>、<序列号>、<仪器固 件版本>、 <dsp版本>、<fpga版本>、&lt;内 置开关版本&gt;、&lt;外置开关版本&gt;)</fpga版本></dsp版本>	查询用户定义的仪器信息。
*OPC		将标准事件状态寄存器(Standard Event Status Register)的 Bit 0 (Operation Complete)置位。
*0PC?	( <nr1 (1)="">)</nr1>	向仪器的输出缓冲器返回"1"。
*RST		将仪器复位为其上电配置,但 IEEE-488 接口的状态保持不变。
*SRE	<nr1 (0至255)=""></nr1>	设置服务请求使能寄存器(Service Request Enable Register)。
*SRE?	( <nr1 (0至255)="">)</nr1>	查询服务请求使能寄存器(Service Request Enable Register)。

命令头 []:可省略	数据格式 ]: 可省略 (): 响应数据 {}: 自定义参数定义*  : 或	说明
*STB?	( <nr1 (0至255)="">)</nr1>	查询状态字节寄存器(Status Byte Register)。
*TRG		触发一次测量。
*TST?		执行自检并返回结果。
*WAI		等待之前的操作完成。
状态报告命令		
STATus:OPERation[:EVE Nt]?	( <nr1 (0至32767)="">)</nr1>	查询并清除操作状态寄存器 (Operation Status Register)。
STATus:OPERation:ENAB le	<nr1 (0至32767)=""></nr1>	设置操作状态有效寄存器 (Operation Status Enable Register)。
STATus:OPERation:ENAB le?	( <nr1 (0至32767)="">)</nr1>	读取操作状态有效寄存器 (Operation Status Enable Register)。
STATus:QUEStionable[: EVENt]?	( <nr1 (0至32767)="">)</nr1>	查询并清除可查询状态寄存器 (Questionable Status Register)。
STATus:QUEStionable:E NABle	<nr1 (0至32767)=""></nr1>	设置可查询状态有效寄存器 (Questionable Status Enable Register)。
STATus:QUEStionable:E NABle?	( <nr1 (0至32767)="">)</nr1>	查询可查询状态有效寄存器 (Questionable Status Enable Register)。
SYSTem:ERRor[:NEXT]?	<pre>(<error_code>,   "<error_description>")</error_description></error_code></pre>	查询并删除错误队列(Error Queue) 中的下一个错误(FIFO)。
SYSTem:ERRor:COUNt?	(NR1 (0至16))	查询错误队列(Error Queue)中的错 误消息数量。
系统相关命令	·	
SYSTem:CALibration		执行一次自校正。
SYSTem:CUSTom:MANufac turer	<character></character>	设置自定义仪器制造商。
SYSTem:CUSTom:MANufac turer?	( <character>)</character>	查询自定义仪器制造商。
SYSTem:CUSTom:MODel	<character></character>	设置自定义仪器型号。
SYSTem:CUSTom:MODel?	( <character>)</character>	查询自定义仪器型号。

命令头	数据格式	说明
[]: 可省略	[]: 可省略	
	(): 响应数据	
	{}: 自定义参数定义*	
	: 或	
SYSTem:HEADer	<boolean></boolean>	使能或禁止随响应消息发送命令 头。
SYSTem:HEADer?	( <boolean>)</boolean>	查询是否使能或禁止随响应消息发 送命令头。
SYSTem:LANGuage	{ENG   CHN}	设置系统语言。
SYSTem:LANGuage?	({ENG   CHN})	查询系统语言。
SYSTem:SERial?	( <character>)</character>	查询仪器序列号。
远程接口命令	-	
SYSTem:LOCal		退出通信(远程)状态。
出厂复位命令		
SYSTem:RESet		初始化仪器。(恢复为出厂设置)
电源频率命令		
SYSTem:LFReqency	{F50Hz   F60Hz}	设置电网频率。
SYSTem:LFReqency?	({F50HZ   F60HZ})	查询电网频率。
测量配置命令		
ADJust?	<nr1 (0或1)=""></nr1>	执行调零并查询结果(成功或失 败)。
ADJust:CLEar		清除调零。
AUTorange	<boolean></boolean>	使能或禁止电阻测量的自动量程。
AUTorange?	( <boolean>)</boolean>	查询电阻测量的自动量程设置。
INPut:IMPedance:HIGH	<boolean></boolean>	使能或禁止输入高阻(>10GΩ)。
INPut:IMPedance:HIGH?	( <boolean>)</boolean>	查询输入高阻的设置。
[:SENSe]:FUNCtion	<pre>{RVOLtage   EPCCheck   PEVoltage   NEVoltage   RV   RESistance   VOLTage }</pre>	设置测量功能。
[:SENSe]:FUNCtion?	({RV   EPCCHECK   PEVOLTAGE   NEVOLTAGE   RESISTANCE   VOLTAGE })	查询测量功能。
RESistance:RANGe	<nrf (0至10)=""></nrf>	设置电阻测量量程。
RESistance:RANGe?	({AUTO   3.0000E-03   3.0000E-02   3.0000E-01   3.0000E+00   1.0000E+01})	查询电阻测量量程。

命令头 []:可省略	数据格式 []:可省略 ():响应数据 {}:自定义参数定义*  :或	说明
RESistance:CURRent:MA X	{C100   C200   C300}	设置最大测量电流。
RESistance:CURRent:MA X?	({C100   C200   C300})	查询最大测量电流。
VOLTage:RANGe	<nrf (-10="" 10)="" 至=""></nrf>	设置电压测量量程。
VOLTage:RANGe?	({1.000000E+01   1.0000000E+01})	查询电压测量量程。
SAMPle:RATE	{EXFast   FAST   MEDium   SLOW}	设置采样速度。
SAMPle:RATE?	({EXFAST   FAST   MEDIUM   SLOW})	查询采样速度。
计算命令	-	
CALCulate:AVERage:STA Te	<boolean></boolean>	使能或禁止平均功能。
CALCulate:AVERage:STA Te?	( <boolean>)</boolean>	查询平均功能的状态。
CALCulate:AVERage	<nr1 (2至16)=""></nr1>	设置被平均采样的数量。
CALCulate:AVERage?	( <nr1 (2至16)="">)</nr1>	查询被平均采样的数量。
CALCulate:LIMit:STATe	<boolean></boolean>	使能或禁止比较器功能。
CALCulate:LIMit:STATe ?	( <boolean>)</boolean>	查询比较器功能的状态。
CALCulate:LIMit:BEEPe r	{OFF   HL   IN   BOTH1   BOTH2}	设置比较器判断。
CALCulate:LIMit:BEEPe r?	({OFF   HL   IN   BOTH1   BOTH2})	查询比较器判断。
CALCulate:LIMit:RESis tance:UPPer	<nrf (0至10000)=""></nrf>	设置比较器电阻上限(单位为 mΩ)。
CALCulate:LIMit:RESis tance:UPPer?	( <nrf (0至10000)="">)</nrf>	查询比较器电阻上限(单位为 mΩ)。
CALCulate:LIMit:VOLTa ge:UPPer	<nrf (0至10000)=""></nrf>	设置比较器电压上限(单位为 V)。
CALCulate:LIMit:VOLTa ge:UPPer?	( <nrf (0至10000)="">)</nrf>	查询比较器电压上限(单位为 V)。
CALCulate:LIMit:RESis tance:LOWer	<nrf (0至10000)=""></nrf>	设置比较器电阻下限(单位为 mΩ)。
CALCulate:LIMit:RESis tance:LOWer?	( <nrf (0至10000)="">)</nrf>	查询比较器电阻下限(单位为 mΩ)。

命令头 []:可省略	数据格式 []:可省略 ():响应数据 {}:自定义参数定义*  :或	说明
CALCulate:LIMit:VOLTa ge:LOWer	<nrf (0至10000)=""></nrf>	设置比较器电压下限(单位为 V)。
CALCulate:LIMit:VOLTa ge:LOWer?	( <nrf (0至10000)="">)</nrf>	查询比较器电压下限(单位为 V)。
CALCulate:LIMit:RESis tance:RESult?	({HI   IN   LO   OFF   ERR})	查询比较器电阻判断结果。
CALCulate:LIMit:VOLTa ge:RESult?	({HI   IN   LO   OFF   ERR})	查询比较器电压判断结果。
存储命令		
MEMory:STATe	<boolean></boolean>	使能或禁止存储器功能。
MEMory:STATe?	( <boolean>)</boolean>	查询存储器功能的状态。
MEMory:CLEar		清除仪器存储器。
MEMory:COUNt?	( <nr1 (0至512)="">)</nr1>	查询存储器数据的数量。
MEMory:DATA?	( <nr3>,,<nr3>)</nr3></nr3>	查询存储器数据值。
触发命令		
INITiate:CONTinuous	<boolean></boolean>	使能或禁止连续测量。
INITiate:CONTinuous?	( <boolean>)</boolean>	查询连续测量的状态。
INITiate[:IMMediate]		转换为触发等待状态。
TRIGger:SOURce	{IMMediate   EXTernal}	设置触发源。
TRIGger:SOURce?	({IMMEDIATE   EXTERNAL})	查询触发源。
TRIGger:DELay:STATe	<boolean></boolean>	使能或禁止触发延迟。
TRIGger:DELay:STATe?	( <boolean>)</boolean>	查询触发延迟的状态。
TRIGger:DELay	<nr2 (0至9.999)=""></nr2>	设置触发延迟。
TRIGger:DELay?	( <nr2 (0至9.999)="">)</nr2>	查询触发延迟。
读取实测值命令		·
FETCh?	( <nr3>,,<nr3>)</nr3></nr3>	查询最新的测量读数或扫描读数。
READ?	( <nr3>,,<nr3>)</nr3></nr3>	启动一次测量并返回读数。
开关继电器卡命令		
ABORt		扫描已中止(强制终止)。
ROUTe:CLOSe	<channel_list (1="" channel)=""></channel_list>	选择指定的一路通道。

命令头 []:可省略	数据格式 []:可省略 ():响应数据 {}:自定义参数定义*  :或	说明
ROUTe:OPEN:ALL		打开全部通道。
ROUTe:SCAN	<channel_list></channel_list>	设置通道扫描列表。
SWITch:MODule	{DISable   INTernal   EXTernal}	设置开关模组选择。
SWITch:MODule?	({DISABLE   INTERNAL   EXTERNAL})	查询开关模组选择。
SWITch:MODule:STATe?	{INTernal   EXTernal} ( <nr1 (0或1)="">,…,&lt; NR1 (0或1)&gt;)</nr1>	查询指定开关模组的插槽状态。

注:\* 自定义参数的字符全部以大写形式返回。

# 消息参考说明

# IEEE-488.2 公共命令

## \*CLS

说明	清除状态字节寄存器(Status Byte Register)和所有事件寄存器,并清空错误队列(Error Queue)。		
示例	*CLS		

#### \*ESE

说明	设置标准事件状态有效寄存器(Standard Event Status Enable Register)。	
参数	< NR1 (0至255)>	二进制权重十进制值,每个位对应使能或禁止标准 事件状态寄存器(Standard Event Status Register)中 的位。
示例	*ESE 48	将 Bit 4 和 Bit 5 置 1,其他所有位置 0。

## \*ESE?

说明	查询标准事件状态有效寄存器(Standard Event Status Enable Register)。	
响应	<nr1 (0至255)=""></nr1>	
示例	*ESE?	
	48	Bit 4 和 Bit 5 为 1,其他所有位为 0。

## \*ESR?

说明	查询标准事件状态寄存器(Standard Event Status Register)。	
响应	<nr1 (0至255)=""></nr1>	
示例	*ESR?	
	48	Bit 4 和 Bit 5 为 1,其他所有位为 0。

## \*IDN?

说明	查询用户定义的仪器信息。	
响应	<制造商>、<型号>、<序列号>、 置开关版本>、<外置开关版本>	<仪器固件版本>、 <dsp版本>、<fpga版本>、&lt;内</fpga版本></dsp版本>
示例	*IDN?	读回 IDN 字符串,该字符串由以下信息组成:用户 定义的制造商、用户定义的型号、用户定义的序列 号、仪器固件版本、DSP 版本、FPGA 版本、内置 开关版本和外置开关版本。

FLUKE,BUND,54010008WS,0.0
6,0.04,1.8,0.02,0.02

# \*0PC

说明	将标准事件状态寄存器(Standard Event Status Register)的 Bit 0 (Operation Complete)置位。	
示例	*OPC	

# \*0PC?

说明	向仪器的输出缓冲器返回"1"。	
示例	*0PC?	在仪器的输出缓冲器中放入一个"1"。

#### \*RST

说明	将仪器复位为其上电配置,但 IEEE-488 接口的状态保持不变。	
示例	*RST	

#### \*SRE

说明	设置服务请求使能寄存器(Service Request Enable Register)。	
参数	< NR1 (0至255)>	二进制权重十进制值,每个位对应使能或禁止状态 字节寄存器(Status Byte Register)中的位。
示例	*SRE 12	将 Bit 2 和 Bit 3 置 1,其他所有位置 0。

#### \*SRE?

说明	查询服务请求使能寄存器(Service Request Enable Register)。	
响应	<nr1 (0至255)=""></nr1>	
示例	*SRE?	
	12	Bit 2 和 Bit 3 为 1,其他所有位为 0。

#### \*STB?

说明	查询状态字节寄存器(Status Byte Register)。	
响应	<nr1 (0至255)=""></nr1>	
示例	*STB?	
	12	Bit 2 和 Bit 3 为 1,其他所有位为 0。

\*TRG

说明	触发一次测量。	
示例	*TRG	

\***TST**?

说明	执行自检并返回结果。	如果自检成功,	则返回"0";	如果自检失败则返回"1"。
示例	*TST?			

\*WAI

说明	等待之前的操作完成。IEEE-488.2 标准要求的命令。不适用于该仪器。接受命令但 无反应。
示例	*WAI

# 状态报告命令

## STATus:OPERation[:EVENt]?

说明	查询并清除操作状态寄存器(Operation Status Register)。	
响应	( <nr1 (0="" 32767)="" 至="">) 请参见系统状态图。</nr1>	
示例	SYST:OPER?	
	272	

# STATus:OPERation:ENABLe

说明	<ul><li>设置操作状态有效寄存器(Operation Status Enable Register)。</li><li><nr1 (0="" 32767)="" 至=""> 请参见系统状态图。</nr1></li></ul>	
参数		
示例	SYST:OPER:ENAB 272	

#### STATus:OPERation:ENABLe?

说明	查询操作状态有效寄存器(Operation Status Enable Register)。	
响应	( <nr1 (0="" 32767)="" 至="">) 请参见系统状态图。</nr1>	
示例	SYST:OPER:ENAB?	
	272	

# STATus:QUEStionable[:EVENt]?

说明	查询并清除可查询状态寄存器(Questionable Status Register)。	
响应	( <nr1 (0="" 32767)="" 至="">) 请参见系统状态图。</nr1>	
示例	SYST:QUES?	
	2048	

#### STATus:QUEStionable:ENABle

说明	<ul><li> 设置可查询状态有效寄存器(Questionable Status Enable Register)。 </li><li> (<nr1 (0至32767)="">) </nr1></li><li> 请参见系统状态图。 </li></ul>	
响应		
示例	SYST:QUES:ENAB 2048	

# STATus:QUEStionable:ENABLe?

说明	查询可查询状态有效寄存器(Questionable Status Enable Register)。	
响应	( <nr1 (0="" 32767)="" 至="">) 请参见系统状态图。</nr1>	
示例	SYST:QUES:ENAB?	
	2048	

# SYSTem:ERRor[:NEXT]?

说明	查询并删除错误队列(Error Queue)中的下一个错误(FIFO)。	
响应	<error_code>, "<error_description>"</error_description></error_code>	请参见"报错消息列表"。
示例	SYST:ERR?	
	-200,"Execution error"	

#### SYSTem:ERRor:COUNt?

说明	查询错误队列(Error Queue)中的错误消息数量。	
响应	NR1 (0至16)	
示例	SYST:ERR:COUN?	
	1	

# 系统相关命令

## SYSTem:CALibration

说明	执行一次自校正。	
示例	SYST:CAL	

#### SYSTem:CUSTom:MANufacturer

说明	设置自定义仪器制造商名称。参数的最大长度为 15。	
参数	<character></character>	
示例	SYST:CUST:MAN "CUSTFLUKE"	

## SYSTem:CUSTom:MANufacturer?

说明	查询自定义仪器制造商名称。	
响应	<character></character>	
示例	SYST:CUST:MAN?	
	CUSTFLUKE	

#### SYSTem:CUSTom:MODel

	说明	设置自定义仪器型号。参数的最大长度为 15。	
	参数	<character></character>	
ĺ	示例	SYST:CUST:MOD "CUSTB0102"	

# SYSTem:CUSTom:MODeL?

说明	查询自定义仪器型号。	
响应	<character></character>	
示例	SYST:CUST:MOD?	
	CUSTB0102	

#### SYSTem:HEADer

说明	使能或禁止随响应消息发送命令头。上电时复位为默认值(OFF)。
参数	<boolean></boolean>

	= OFF 或 0	禁止随响应消息发送命令头。
	= ON 或 1	使能随响应消息发送命令头。
示例	SYST:HEAD ON	

# SYSTem:HEADer?

说明	查询是否使能或禁止随响应消息发送命令头。	
响应	<boolean></boolean>	
示例	SYST:HEAD?	
	SYSTEM:HEADER ON	

#### SYSTem:LANGuage

说明	设置系统语言。	
参数	{ENG   CHN}	
	= ENG	仪器界面上使用英文。
	= CHN	仪器界面上使用中文。
示例	SYST:LANG CHN	

# SYSTem:LANGuage?

说明	查询系统语言。	
响应	{ENG   CHN}	
示例	SYST:LANG?	
	CHN	

# SYSTem:SERial?

说明	查询仪器序列号。	
响应	<character></character>	
示例	SYST:SER?	
	SH120401	

# 远程接口命令

## SYSTem:LOCal

说明	返回本地控制状态。	
示例	SYST:LOC	

# 出厂复位命令

#### SYSTem:RESet

说明	恢复出厂设置。等同于仪器界面菜单项中的"恢复出厂设置	· · · ·
示例	SYST:RES	

# 电网频率命令

#### SYSTem:LFReqency

说明	设置电网频率。	
参数	{F50Hz   F60Hz}	
	= F50Hz	电网频率为 50Hz。
	= F60Hz	电网频率为 60Hz。
示例	SYST:LFR F60Hz	

## SYSTem:LFReqency?

说明	查询电网频率。	
响应	{F50HZ   F60HZ}	
示例	SYST:LFR?	
	F60HZ	

# 测量配置命令

#### ADJust?

说明	执行调零并查询结果(成功或失败)。开关模块选项为 DISable (禁止)时有效。
	可接受的电阻和电压调零范围均为±1000个字。
	在使用自动量程功能时,对所有量程执行调零。

响应	<nr1 (0或1)=""></nr1>	
	= 0	调零成功
	= 1	调零失败
示例	AUT ON	
	ADJ?	
	1	顺序对全部电阻量程(3mΩ 至 10Ω)执行调零,至 少某一个量程的调零失败。
	AUT OFF	禁止电阻测量的自动量程功能,设置为 10Ω 电阻 量程。
	ADJ?	
	0	已成功执行 10Ω 电阻量程表的调零。

#### ADJust:CLEar

说明	清除调零。	
示例	ADJ:CLE	

## AUTorange

说明	使能或禁止电阻测量的自动量程。	
参数	<boolean></boolean>	
	= OFF 或 0	禁止电阻测量的自动量程功能,在由 ON->OFF 时,设置为 10Ω 电阻量程。
	= ON 或 1	使能电阻测量的自动量程。
示例	AUT ON	

## AUTorange?

说明	查询电阻测量的自动量程设置。	
响应	<boolean></boolean>	
示例	AUT?	
	ON	

## INPut: IMPedance: HIGH

说明	使能或禁止输入高阻(>10GΩ)。	
参数	<boolean></boolean>	
	= OFF 或 0	禁止输入高阻,使用 10MΩ 作为输入阻抗。

	= ON 或 1	使能输入高阻(>10GΩ)。
示例	INP:IMP:HIGH ON	

## INPut:IMPedance:HIGH?

说明	查询输入高阻的设置。	
响应	<boolean></boolean>	
示例	INP:IMP:HIGH?	
	ON	

# [:SENSe]:FUNCtion

说明	设置测量功能。上电时复位为默认值(RVOLtage)。	
参数	<pre>{RVOLtage   EPCCheck   PEVoltage   NEVoltage   RV   RESistance   VOLTage}</pre>	
	= RVOLtage	测量功能为 ACR+DCV, READ?和 FETCh?命令返回包括 ACR 和 DCV 的读数。
	= EPCCheck	测量功能为边电压测量接触检查,READ?和 FETCh?命令返回包括ACR的读数。
	= PEVoltage	测量功能为正极对壳体电压, READ?和 FETCh?命 令返回包括 DCV 的读数。
	= NEVoltage	测量功能为负极对壳体电压, READ?和 FETCh?命 令返回包括 DCV 的读数。
	= RV	测量功能为 ACR+DCV, READ?和 FETCh?命令返回包括 ACR 和 DCV 的读数。
	= RESistance	测量功能为 ACR, READ?和 FETCh?命令返回包括 ACR 的读数。
	= VOLTage	测量功能为 DCV, READ?和 FETCh?命令返回包括 DCV 的读数。
示例	FUNC EPCCheck	

# [:SENSe]:FUNCtion?

说明	查询测量功能。
响应	<pre>{RVOLtage   EPCCHECK   PEVOLTAGE   NEVOLTAGE   RV   RESISTANCE   VOLTAGE}</pre>
示例	FUNC?
	EPCCHECK

#### RESistance:CURRent:MAX

说明	设置最大测量电流。此参数作用仅体现在 3mΩ 电阻量程时。	
参数	{ C100   C200   C300}	
	= C100	最大测量电流为 100mA。
	= C200	最大测量电流为 200mA。
	= C300	最大测量电流为 300mA。
示例	RES:CURR:MAX C300	

#### **RESistance:**CURRent:MAX?

说明	读取最大测量电流。	
响应	{C100   C200   C300}	
示例	RES:CURR:MAX?	
	C300	

#### RESistance:RANGe

说明	设置电阻测量量程。	
参数	<nrf (0至10)=""></nrf>	
	= [0, 3.0000E-03]	电阻量程为 3mΩ。
	= (3.0000E-03, 3.0000E-02]	电阻量程为 30mΩ。
	= (3.0000E- 02,3.0000E-01]	电阻量程为 300mΩ。
	= (3.0000E-01, 3.0000E+00]	电阻量程为 3Ω。
	= (3.0000E+00, 1.0000E+01]	电阻量程为 10Ω。
示例	RES:RANG 3.0000E-03	选择测量 3mΩ 的电阻量程。

# RESistance:RANGe?

说明	查询电阻测量量程。	
响应	{AUTO   3.0000E-03   3.0000E-02   3.0000E-01   3.0000E+00   1.0000E+01}	
示例	RES:RANG?	
	3.0000E-03	当前的电阻量程为 3mΩ。

## VOLTage:RANGe

说明	设置电压测量量程。	
参数	<nrf (-10至10)=""></nrf>	
	= [-10, 10]	电压量程为 10V。
示例	VOLT:RANG 0	选择测量 10V 的电压量程。

## VOLTage:RANGe?

说明	查询电压测量量程。	
响应	{1.000000E+01   1.0000000E+01}	
	1.000000E+01	当仪器的电压分辨率为 6.5 位时,电压量程为 10V。
	1.000000E+01	当仪器电压分辨率为 7.5 位时,电压量程为 10V。
示例	VOLT:RANG?	
	1.000000E+01	当仪器的电压分辨率为 6.5 位时,当前电压量程为 10V。

# SAMPLe:RATE

说明	设置采样速度。	
参数	{EXFast   FAST   MEDium   SLOW}	
	= EXFast	采样时间为 10ms。
	= FAST	采样时间为 20ms。
	= MEDium	采样时间为 100ms。
	= SLOW	采样时间为 200ms。
示例	SAMP:RATE FAST	

## SAMPLe:RATE?

说明	查询采样速度。	
响应	{EXFAST   FAST   MEDIUM   SLOW}	
示例	SAMP:RATE?	
	FAST	

# 计算命令

# 平均值

#### CALCulate:AVERage:STATe

说明	使能或禁止平均值功能。	
参数	<boolean></boolean>	
	= OFF 或 0	
	= ON 或 1	
示例	CALC:AVER:STAT ON	

#### CALCulate: AVERage: STATe?

说明	查询平均值功能的状态。	
响应	<boolean></boolean>	
示例	CALC:AVER:STAT?	
	ON	

#### CALCulate:AVERage

说明	设置被平均测量值的数量。	
参数	<nr1 (2至16)=""></nr1>	
示例	CALC:AVER 2	

## CALCulate:AVERage?

说明	查询被平均测量值的数量。	
响应	<nr1 (2至16)=""></nr1>	
示例	CALC:AVER?	
	2	

# 比较器

#### CALCulate:LIMit:STATe

说明	使能或禁止比较器功能。
参数	<boolean></boolean>

	= OFF 或 0	
	= ON 或 1	
示例	CALC:LIM:STAT ON	

# CALCulate:LIMit:STATe?

说明	查询比较器功能的状态。	
响应	<boolean></boolean>	
示例	CALC:LIM:STAT?	
	ON	

# CALCulate:LIMit:BEEPer

说明	设置比较器判断。	
参数	{OFF   HL   IN   BOTH1   BOTH2}	
	= OFF	无蜂鸣声。
	= HL	出现 Hi 和 Lo 判断结果时,发出蜂鸣声。
	= IN	出现 IN 判断结果时,发出蜂鸣声。
	= BOTH1	出现 IN 判断结果时持续发出蜂鸣声,出现 Hi 和 Lo 判断结果时发出重复蜂鸣声。
	= BOTH2	出现 IN 判断结果发出一次(短暂)蜂鸣声,出现 Hi 和 Lo 判断结果时发出重复蜂鸣声。
示例	CALC:LIM:BEEP HL	

## CALCulate:LIMit:BEEPer?

亦例	HL	
二面		
响应	{OFF   HL   IN   BOTH1   BOTH2}	
说明	查询比较器判断。	

# CALCulate:LIMit:RESistance:UPPer

说明	设置比较器电阻上限(单位为mΩ)。	
参数	<nrf (0至15000)=""></nrf>	
示例	CALC:LIM:RES:UPP 3	选择比较器电阻上限为 $3m\Omega$ 。

#### CALCulate:LIMit:RESistance:UPPer?

说明	查询比较器电阻上限(单位为 mΩ)。	
响应	<nrf (0至15000)=""></nrf>	
示例	CALC:LIM:RES:UPP?	
	3	

#### CALCulate:LIMit:VOLTage:UPPer

说明	设置比较器电压上限(单位为 V)。	
参数	<nrf (0至11)=""></nrf>	
示例	CALC:LIM:VOLT:UPP 3	选择比较器电压上限为 3V。

#### CALCulate:LIMit:VOLTage:UPPer?

说明	查询比较器电压上限(单位为V)。	
响应	<nrf (0至11)=""></nrf>	
示例	CALC:LIM:VOLT:UPP?	
	3	

#### CALCulate:LIMit:RESistance:LOWer

说明	设置比较器电阻下限(单位为 mΩ)。	
参数	<nrf (0至15000)=""></nrf>	
示例	CALC:LIM:RES:LOW 3	选择比较器电阻下限为 3mΩ。

#### CALCulate:LIMit:RESistance:LOWer?

说明	查询比较器电阻下限(单位为 mΩ)。	
响应	<nrf (0至15000)=""></nrf>	
示例	CALC:LIM:RES:LOW?	
	3	

# CALCulate:LIMit:VOLTage:LOWer

说明	设置比较器电压下限(单位为 V)。	
参数	<nrf (0至11=""></nrf>	
示例	CALC:LIM:VOLT:LOW 3	选择比较器电压下限为 3V。

# CALCulate:LIMit:VOLTage:LOWer?

说明	查询比较器电压下限(单位为 V)。	
响应	<nrf (0至11)=""></nrf>	
示例	CALC:LIM:VOLT:LOW?	
	3	

# CALCulate:LIMit:RESistance:RESult?

说明	查询比较器电阻判断结果。	
响应	{HI   IN   LO   OFF   ERR}	
	= HI	实测值高于上限。
	= IN	实测值在上限和下限之间。
	= L0	实测值低于下限。
	= OFF	比较器功能已禁止,或者 SENSe:FUNCtion 为 PEVoltage/NEVoltage。
	= ERR	测量故障。
示例	CALC:LIM:RES:RES?	
	HI	

## CALCulate:LIMit:VOLTage:RESult?

说明	查询比较器电压判断结果。	
响应	{HI   IN   LO   OFF   ERR}	
	= HI	实测值高于上限。
	= IN	实测值在上限和下限之间。
	= L0	实测值低于下限。
	= OFF	比较器功能已禁止,或者 SENSe:FUNCtion 为 EPCCheck。
	= ERR	测量故障。
示例	CALC:LIM:VOLT:RES?	
	HI	

# 存储命令

当 Trigger (触发)键或\*TRG 命令触发存储时,保存一次测量值,并且 LCD 的 MEM (存储)图标闪烁一次。

在外部触发情况下,当使能连续测量时,触发事件(**Trigger**键或\*TRG 命令)触发一次测量,并保存这次的测量值。

在内部触发情况下,当使能连续测量时,触发事件(**Trigger**键或\*TRG 命令)不触发测量,仍然由内部触发按照已有节拍产生测量值,但保存触发事件后出现的第一个测量值。

注:

- ▶ 使用存储功能时,需要使能连续测量。
- ▶ 存储器的最大容量为512个测量值。请注意,尝试储存更多数据(通过产生触发)将不能继续储存任何数据。
- ▶ 使能 Memory (存储)功能时,自动量程不可用。
- ▶ 执行以下操作时,存储器内容被清空:
  - 使能 Memory (存储)功能(OFF 至 ON)
  - 更改量程(保证存储的数据中的全部测量值采用相同的量程)
  - 下发 MEMory:CLEar 命令
  - 下发\*RST 命令
  - 下发 SYSTem:RESet 命令
  - 从界面菜单中恢复出厂设置
  - 重新开机

#### **MEMory:STATe**

说明	使能或禁止存储功能。上电时复位为默认值(OFF)。	
参数	<boolean></boolean>	
	= OFF 或 0	
	= ON 或 1	
示例	MEM:STAT ON	

#### MEMory:STATe?

说明	查询存储功能的状态。	
响应	<boolean></boolean>	
示例	MEM:STAT?	
	ON	
#### MEMory:CLEar

说明	清除存储数据。	
示例	MEM:CLE	

#### MEMory:COUNt?

说明	查询存储数据的数量。	
响应	<nr1 (0至512)=""></nr1>	
示例	MEM:COUN?	
	2	

#### MEMory:DATA?

说明	查询存储数据。"END"字符串结尾。	
响应	FUNCtion = RVOLtage时: <nr1>,<nr3>,<nr3>  <nr1>,<nr3>,<nr3> END</nr3></nr3></nr1></nr3></nr3></nr1>	返回数据对。在每对数据中,第1个值为电阻值 (ACR),第2个值为电压值(DCV)。
	FUNCtion = EPCCheck时: <nr1>,<nr3>,<nr3>  <nr1>,<nr3>,<nr3> END</nr3></nr3></nr1></nr3></nr3></nr1>	返回数据对。在每对数据中,第1个值为电阻值 (ACR),第2个值为电压值(DCV)的预留位置,用 无效值(+2.000000E+09/+2.0000000E+09)填充。
	FUNCtion = PEVoltage时: <nr1>,<nr3>,<nr3>  <nr1>,<nr3>,<nr3> END</nr3></nr3></nr1></nr3></nr3></nr1>	返回数据对。在每对数据中,第1个值为电阻值 (ACR)的预留位置,用无效值 (+2.000000E+09/+2.0000000E+09)填充,第2个 值为电压值(DCV)。
	FUNCtion = NEVoltage时: <nr1>,<nr3>,<nr3>  <nr1>,<nr3>,<nr3> END</nr3></nr3></nr1></nr3></nr3></nr1>	返回数据对。在每对数据中,第1个值为电阻值 (ACR)的预留位置,用无效值 (+2.000000E+09/+2.0000000E+09)填充,第2个 值为电压值(DCV)。
	FUNCtion = RV时: <nr1>,<nr3>,<nr3>  <nr1>,<nr3>,<nr3> END</nr3></nr3></nr1></nr3></nr3></nr1>	返回数据对。在每对数据中,第1个值为电阻值 (ACR),第2个值为电压值(DCV)。
	FUNCtion = RESistance	返回数据对。在每对数据中,第1个值为电阻值

	时: <nr1>,<nr3>,<nr3></nr3></nr3></nr1>	(ACR), 第2个值为电压值(DCV)。
	•••	
	<nr1>,<nr3>,<nr3></nr3></nr3></nr1>	
	END	
	FUNCtion = VOLTage时: <nr1>,<nr3>,<nr3></nr3></nr3></nr1>	返回数据对。在每对数据中,第1个值为电阻值 (ACR),第2个值为电压值(DCV)。
	<nr1>,<nr3>,<nr3></nr3></nr3></nr1>	
	END	
示例	MEM:DATA?	
	1,1.9896E-02,- 0.000001E+01	
	2,1.9896E-02,- 0.000001E+01 END	

# 触发命令



#### 表 22. 触发模式表

#### INITiate:CONTinuous

说明	使能或禁止连续测量。连续测量只能由远程命令设置。当返回到本地操作或重新上 电时,使能连续测量。	
参数	<boolean></boolean>	
	= OFF 或 0	禁止连续测量。测量之后,进入空闲状态。在空闲状态下,忽略触发。执行 INITiate 或 READ?命令将进入触发等待状态。
	= ON 或 1	使能连续测量。测量之后,进入触发等待状态。有 内部触发时(触发源为 <immediate>),立即产生下 一次触发并进入自由运行状态。</immediate>
示例	INIT:CONT OFF	禁止连续测量。

#### INITiate:CONTinuous?

说明	查询连续测量的状态。	
响应	<boolean></boolean>	
示例	INIT:CONT?	
	ON	

### INITiate[:IMMediate]

说明	转换为触发等待状态。仪器被配置后, INITiate 命令使仪器在满足触 FETCh?命令读取。	置为不使用连续测量(INITiate:CONTinuous OFF) 由发条件时进行一次测量。最新的测量值可使用
示例	INIT:CONT OFF	
	INIT	

### TRIGger:SOURce

说明	设置触发源。	
参数	{IMMediate   EXTernal}	
	= IMMediate	设置仪器通过内部触发系统触发。
	= EXTernal	设置仪器通过前面板上的触发键或执行*TRG 命令触发。
示例	TRIG:SOUR EXT	

#### TRIGger:SOURce?

说明	查询触发源。	
响应	{IMMEDIATE   EXTERNAL}	
示例	TRIG:SOUR?	
	IMMEDIATE	

# TRIGger:DELay:STATe

说明	使能或禁止触发延迟。	
参数	<boolean></boolean>	
	= OFF 或 0	
	= ON 或 1	
示例	TRIG:DEL:STAT ON	

### TRIGger:DELay:STATe?

说明	查询触发延迟的状态。	
响应	<boolean></boolean>	
示例	TRIG:DEL:STAT?	
	ON	

#### TRIGger:DELay

说明	设置触发延迟时间。	
参数	<nr2 (0至9.999)=""></nr2>	延迟指定的时间,单位为秒。
示例	TRIG:DEL 2	触发延迟为2秒。

### TRIGger:DELay?

说明	查询触发延迟时间。	
响应	<nr2 (0至9.999)=""></nr2>	
示例	TRIG:DEL?	
	2	

### 读取实测值命令

### 测量值格式

电阻(单位:Ω)

电阻量程	远端返回值		ž	则量故障
	6.5 位分辨率	7.5 位分辨率		
3mΩ	±□□ <b>*</b> . <b>****</b> E-03	±□□□ <b>*.***</b> E-03	参见 <i>表</i> 23.	测量值格式(测量
30mΩ	±□□ <b>*</b> . <b>****</b> E-02	±□□□ <b>*.***</b> E-02	<i>故障</i> )。	
300mΩ	±□□ <b>*</b> . <b>****</b> E-01	±□□□ <b>*.***</b> E-01		
3Ω	±□□ <b>*</b> . <b>****</b> E+00	±□□□ <b>*</b> . <b>****</b> E+00		
10Ω	±□□ <b>*</b> . <b>****</b> E+01	±□□□ <b>*</b> . <b>*</b> * <b>**</b> E+01		

#### • 电压(单位: V)

电压量程	远端返回值		ž	则量故障
	6.5 位分辨率	7.5 位分辨率		
	± <b>*.*****</b> E+01	± <b>*.******</b> E+01	参见 <i>表</i> 23.	测量值格式(测量
			<i>故障</i> )。	

注 "±"是符号占位符,当值为正数时,用空格代替符号,否则用"-"代替。

### 表 23. 测量值格式(测量故障)

测量故障	显示	远端返回值	
		6.5 位分辨率	7.5 位分辨率
超出电阻量程	±0L	+1.000000E+08	+1.0000000E+08
超出电压量程	±0L	+7.000000E+08	+7.000000E+08
无效值		+2.000000E+09	+2.000000E+09

#### FETCh?

说明	查询测量/扫描存储中的测量值。 序返回每个通道的测量值。	如果在一次扫描完成之后发送 FETCh?命令,将顺
响应	FUNCtion = RVOLtage时: <nr3>,<nr3>,…,<nr3>,<nr 3&gt;</nr </nr3></nr3></nr3>	返回数据对。在每对数据中,第1个值为电阻值 (ACR),第2个值为电压值(DCV)。
	FUNCtion = EPCCheck时: <nr3>,…,<nr3></nr3></nr3>	返回电阻值(ACR)。
	FUNCtion = PEVoltage时: <nr3>,…,<nr3></nr3></nr3>	返回电压值 <b>(DCV)</b> 。

	FUNCtion = NEVoltage时:	返回电压值(DCV)。
	FUNCtion = RV时: <nr3>,<nr3>,…,<nr3>,<nr 3&gt;</nr </nr3></nr3></nr3>	返回数据对。在每对数据中,第1个值为电阻值 (ACR),第2个值为电压值(DCV)。
	FUNCtion = RESistance 时: <nr3>,…,<nr3></nr3></nr3>	返回电阻值(ACR)。
	FUNCtion = VOLTage时: <nr3>,…,<nr3></nr3></nr3>	返回电压值 <b>(DCV)</b> 。
示例	FETC?	
	+0.123827E+01,+1.000000E +08	

#### READ?

说明	启动一次测量并返回读数。	
响应	FUNCtion = RVOLtage时: <nr3>,<nr3></nr3></nr3>	返回数据对。在每对数据中,第1个值为电阻值 (ACR),第2个值为电压值(DCV)。
	FUNCtion = EPCCheck时: <nr3></nr3>	返回电阻值(ACR)。
	FUNCtion = PEVoltage时: <nr3></nr3>	返回电压值(DCV)。
	FUNCtion = NEVoltage时: <nr3></nr3>	返回电压值(DCV)。
	FUNCtion = RV时: <nr3>,<nr3></nr3></nr3>	返回数据对。在每对数据中,第1个值为电阻值 (ACR),第2个值为电压值(DCV)。
	FUNCtion = RESistance 时: <nr3></nr3>	返回电阻值(ACR)。
	FUNCtion = VOLTage时: <nr3></nr3>	返回电压值 <b>(DCV)</b> 。
示例	READ?	
	0.1996E-01,-0.000001E+01	

# 开关继电器卡命令

**ABORt** 

说明	中止扫描(强制终止)。	
示例	ABORt	

#### *ROUTe:CLOSe*

说明	闭合指定的一路通道。	
参数	<channel_list (1<br="">channel)&gt;</channel_list>	每次只能闭合一路通道。
示例	ROUT:CLOS (@102)	闭合内置/外置开关模组(取决于 SWIT:MOD?)中的 通道 102。

#### ROUTe:OPEN:ALL

说明	断开全部通道。	
示例	ROUT:OPEN:ALL	断开所有通道。

#### ROUTe:SCAN

说明	设置通道扫描列表。	
参数	<channel_list></channel_list>	
示例	ROUT:SCAN (@101:832)	当选中 EXTernal 开关模组且已安装 8 块继电器卡时,使能通道 101 至 832 (256 路通道) 以备开始 扫描。

注: 此指令不支持电阻测量量程为自动量程。执行此指令前,必须先设置电阻量程为固定量程,如 RESistance:RANGe 3.0000E-03。

设置好扫描列表后,需要通过 INITiate 指令来启动扫描。扫描启动后,除"ABORt"、"FETCh?"、 "STATus:OPERation?"以外的指令不建议发送,否则将导致扫描结果异常。

#### SWITch:MODule

说明	设置开关模组选择。上电时复位为默认值(DISable)。	
参数	{DISable   INTernal   EXTernal}	
	= DISable	指定前面板输入,不使用任何开关模组。
	= INTernal	指定后面板输入,使用内置开关模组。
	= EXTernal	指定前面板输入,使用外部开关模组。
示例	SWIT:MOD INT	

#### SWITch:MODule?

说明	查询开关模组选择。	
响应	{DISABLE   INTERNAL   EXTERNAL}	
示例	SWIT:MOD?	
	INTERNAL	

#### SWITch:MODule:STATe?

说明	查询指定开关模组的插槽状态。	
参数	{INTernal   EXTernal}	
响应	INTernal 开关模组时: <nr1 (0或1)="">,&lt; NR1 (0或 1)&gt; EXTernal 开关模组时: <nr1 (0或1)="">,&lt; NR1 (0或 1)&gt;,&lt; NR1 (0或1)&gt;,<nr1 (0或1)&gt;,&lt; NR1 (0或1)&gt;,&lt; NR1 (0或1)&gt;,<nr1 (0或<br="">1)&gt;,&lt; NR1 (0或1)&gt;</nr1></nr1 </nr1></nr1>	
示例	SWIT:MOD:STAT? EXT	
	0,1,0,0,0,0,0,0	外部开关模组中只有2号插槽已连接。

### 程控命令示例

### 采用树状结构的复合命令头 —— 用例和示例

图 48 所示为仪器的命令结构,具有采用树状结构的复合命令头。命令头采用短格式的助记符。



#### 图 48. 使用树状结构的复合命令头示例

以下命令应能够正常工作:

- 1) :CALC:AVER:STATE ON;:MEM:STATE ON<PMT> 第 2 个<PROGRAM MESSAGE UNIT>中的冒号(:)前导 符将解析器置于命令树的顶端。两种路径都是合法的。
- 2) :CALC:AVER:STATE ON<PMT>MEM:STATE ON<PMT> 第1个<PMT>将解析器置于命令书的顶端。下 一个<PROGRAM MESSAGE UNIT>的开头不需要冒号(:)前导符,因为<PROGRAM MESSAGE>中的上一个
   <PROGRAM MESSAGE UNIT>将使解析器从根部开始解析。
- 3) :MEM:STAT ON;CLE;COUN?<PMT> 在第 2 和第 3 个<PROGRM MESSAGE UNIT>元素中没有给出完整 路径。因为"CLE"和"COUN"引用与"STAT"相同的树图等级,默认第 2 和第 3 个<PROGRM MESSAGE UNIT>元素之前有":MEM:"。该命令等效于:MEM:STAT ON;:MEM:CLE;:MEM:COUN?<PMT>
- 4) :SYST:LANG ENG;CUST:MOD?;MAN?<PMT> 与 3)相同,第 2 和第 3 个<PROGRAM MESSAGE UNIT>元 素默认使用上一个命令的隐含前缀 ":SYST:"。该命令等效于:SYST:LANG ENG;:SYST:CUST:MOD?;:SYST:CUST:MAN?<PMT>
- 5) :SYST:LANG ENG;\*IDN?;CUST:MOD?;MAN?<PMT> 插入公共命令不影响前缀规则的应用。该命令 等效于:SYST:LANG ENG;\*IDN?;:SYST:CUST:MOD?;:SYST:CUST:MAN?<PMT>

以下命令将产生相应的错误:

:CALC:AVER:STATE ON;MEM:STATE ON<PMT> 第2个<PROGRAM MESSAGE UNIT>将引起错误,因为节点"MEM"不是"CALC"的子节点。解析器尝试执行命令":CALC:AVER:MEM:STATE ON",该命令是非法的。解析器不会越过"CALC:AVER"去寻找更靠近根的节点。只有":CALC:AVER:STATE ON"能够被正确解析。

 2) :SYST:ERR?;COUN?<PMT> 尽管 ":SYST:ERR?" 等效于 ":SYST:ERR:NEXT?",但树图中的默认节 点不会更改解析器的命令头路径,这就意味着在省略默认节点时,解析器不会向命令头中增加任何 内容。解析器尝试将第 2 个<PROGRAM MESSAGE UNIT>作为 ":COUN?" 执行,这是非法的。只有 ":SYST:ERR?"可被正确解析。该命令可修正为:SYST:ERR:NEXT?;COUN?<PMT>

注 <pmt>用于表示<program message terminator>

### 输入通道选择/扫描编程示例

#### 前面板测量,内部触发

本场景中,希望利用前面板输入端子测量电阻和/或电压,不使用内/外部模组,采用内部触发。以下为三种可供使用的方法。

命令	动作
SWITch:MODule DISable	将仪器配置为测量前面板输入的信号,不使用内置/外置 开关通道。
TRIGger:SOURce IMMediate	将触发源配置为内部触发。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
READ?	采集一次测量值,然后返回读数(电压和/或电阻)。
READ?	再采集一次测量值,然后返回读数(电压和/或电阻)。

#### 1. 禁止连续启动,利用 READ 命令获取一次测量值

#### 2. 禁止连续启动,利用 FETCh 命令获取一次测量值

命令	动作
SWITch:MODule DISable	将仪器配置为测量前面板输入的信号,不使用内置/外置 开关通道。
TRIGger:SOURce IMMediate	将触发源配置为内部触发。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
INITiate	启动一次测量。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit11 (Measure Done) 置位。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。

命令	动作
SWITch:MODule DISable	将仪器配置为测量前面板输入的信号,不使用内置/外置 开关通道。

命令	动作
TRIGger:SOURce IMMediate	将触发源配置为内部触发。
INITiate:CONTinuous ON	使能连续测量。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。

#### 前面板测量,外部触发

本场景中,希望利用前面板输入端子测量电阻和/或电压,不使用内/外部模组,采用外部触发。以下为三种可供使用的方法。

1. 禁止连续启动,利用 READ 命令获取一次测量值

命令	动作
SWITch:MODule DISable	将仪器配置为测量前面板输入的信号,不使用内置/外置 开关通道。
TRIGger:SOURce EXTernal	将触发源配置为外部触发。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
READ?	检测到 <b>Trigger</b> (触发)键信号后,采集一次测量值并返回 读数(电压和/或电阻)。
READ?	再检测到 <b>Trigger</b> (触发)键信号后,采集一次测量值并返回读数(电压和/或电阻)。

#### 2. 禁止连续启动,利用 FETCh 命令获取一次测量值

命令	动作
SWITch:MODule DISable	将仪器配置为测量前面板输入的信号,不使用内置/外置 开关通道。
TRIGger:SOURce EXTernal	将触发源配置为外部触发。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
INITiate	进入等待触发状态。
*TRG	触发测量(Trigger键信号具有相同效果)。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit11 (Measure Done) 置位。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。

命令	动作
SWITch:MODule DISable	将仪器配置为测量前面板输入的信号,不使用内置/外置 开关通道。

命令	动作
TRIGger:SOURce EXTernal	将触发源配置为外部触发。
INITiate:CONTinuous ON	使能连续测量。
*TRG	触发测量(Trigger 键信号具有相同效果)。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit11 (Measure Done) 置位。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。

### 内部模组, 单通道, 内部触发

本场景中,希望利用内部开关通道测量电阻和/或电压,采用内部触发。以下为三种可供使用的方法。

命令	动作
SWITch:MODule INTernal	将仪器配置为使用内部开关通道作为测量输入通道。
TRIGger:SOURce IMMediate	将触发源配置为内部触发。
ROUTe:CLOSe (@102)	将通道 102 配置为测量输入通道。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
READ?	采集一次测量值,然后返回读数(电压和电阻)。
READ?	再采集一次测量值,然后返回读数(电压和/或电阻)。

1. 禁止连续启动,利用 READ 命令获取一次测量值

#### 2. 禁止连续启动,利用 FETCh 命令获取一次测量值

命令	动作
SWITch:MODule INTernal	将仪器配置为使用内部开关通道作为测量输入通道。
TRIGger:SOURce IMMediate	将触发源配置为内部触发。
ROUTe:CLOSe (@102)	将通道 102 配置为测量输入通道。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
INITiate	启动一次测量。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit11 (Measure Done) 置位。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。

命令	动作
SWITch:MODule INTernal	将仪器配置为使用内部开关通道作为测量输入通道。
TRIGger:SOURce IMMediate	将触发源配置为内部触发。

命令	动作
ROUTe:CLOSe (@102)	将通道 102 配置为测量输入通道。
INITiate:CONTinuous ON	使能连续测量。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。

## 内部模组, 单通道, 外部触发

本场景中,希望利用内部开关通道测量电阻和/或电压,采用外部触发。以下为三种可供使用的方法。

1. 禁止连续启动,利用 READ 命令获取一次测量值

命令	动作
SWITch:MODule INTernal	将仪器配置为使用内部开关通道作为测量输入通道。
TRIGger:SOURce EXTernal	将触发源配置为外部触发。
ROUTe:CLOSe (@102)	将通道 102 配置为测量输入通道。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
READ?	采集一次测量值并返回读数(电压和电阻),直到检测到 Trigger (触发)键信号。
READ?	再采集一次测量值并返回读数(电压和/或电阻),直到检测 到 Trigger (触发)键信号。

### 2. 禁止连续启动,利用 FETCh 命令获取一次测量值

命令	动作
SWITch:MODule INTernal	将仪器配置为使用内部开关通道作为测量输入通道。
TRIGger:SOURce EXTernal	将触发源配置为外部触发。
ROUTe:CLOSe (@102)	将通道 102 配置为测量输入通道。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
INITiate	进入等待触发状态。
*TRG	触发测量(Trigger键信号具有相同效果)。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit11 (Measure Done) 置位。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。

命令	动作
SWITch:MODule INTernal	将仪器配置为使用内部开关通道作为测量输入通道。

命令	动作
TRIGger:SOURce EXTernal	将触发源配置为外部触发。
ROUTe:CLOSe (@102)	将通道 102 配置为测量输入通道。
INITiate:CONTinuous ON	使能连续测量。
*TRG	触发测量(Trigger键信号具有相同效果)。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit11 (Measure Done) 置位。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。

### 外部模组,单通道,内部触发

本场景中,希望利用外部开关通道测量电阻和/或电压,采用内部触发。以下为三种可供使用的方法。

命令	动作
SWITch:MODule EXTernal	将仪器配置为使用外部开关通道作为测量输入通道。
TRIGger:SOURce IMMediate	将触发源配置为内部触发。
ROUTe:CLOSe (@102)	将通道 102 配置为测量输入通道。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
READ?	采集一次测量值,然后返回读数(电压和/或电阻)。
READ?	再采集一次测量值,然后返回读数(电压和/或电阻)。

1. 禁止连续启动,利用 READ 命令获取一次测量值

命令	动作
SWITch:MODule EXTernal	将仪器配置为使用外部开关通道作为测量输入通道。
TRIGger:SOURce IMMediate	将触发源配置为内部触发。
ROUTe:CLOSe (@102)	将通道 102 配置为测量输入通道。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
INITiate	启动一次测量。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit11 (Measure Done) 置位。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。

J. 仪化赶续加劲,利用TETCH 前又扒砍	以例重值
命令	动作
SWITch:MODule EXTernal	将仪器配置为使用外部开关通道作为测量输入通道。
TRIGger:SOURce IMMediate	将触发源配置为内部触发。
ROUTe:CLOSe (@102)	将通道 102 配置为测量输入通道。
INITiate:CONTinuous ON	使能连续测量。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。

3. 使能连续启动,利用 FETCh 命令获取一次测量值

### 外部模组, 单通道, 外部触发

本场景中,希望利用外部开关通道测量电阻和/或电压,采用内部触发。以下为三种可供使用的方法。

命令	动作
SWITch:MODule EXTernal	将仪器配置为使用外部开关通道作为测量输入通道。
TRIGger:SOURce EXTernal	将触发源配置为外部触发。
ROUTe:CLOSe (@102)	将通道 102 配置为测量输入通道。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
READ?	采集一次测量值并返回读数(电压和/或电阻),直到检测到 Trigger (触发)键信号。
READ?	再采集一次测量值并返回读数(电压和/或电阻),直到检测 到 Trigger (触发)键信号。

1. 禁止连续启动,利用 READ 命令获取一次测量值

命令	动作
SWITch:MODule EXTernal	将仪器配置为使用外部开关通道作为测量输入通道。
TRIGger:SOURce EXTernal	将触发源配置为外部触发。
ROUTe:CLOSe (@102)	将通道 102 配置为测量输入通道。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
INITiate	进入等待触发状态。
*TRG	触发测量(Trigger 键信号具有相同效果)。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit11 (Measure Done) 置位。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。

3. 使能连续启动,利用 FETCh 命令获取一次测量值

命令	动作
SWITch:MODule EXTernal	将仪器配置为使用外部开关通道作为测量输入通道。
TRIGger:SOURce EXTernal	将触发源配置为外部触发。
ROUTe:CLOSe (@102)	将通道 102 配置为测量输入通道。
INITiate:CONTinuous ON	使能连续测量。
*TRG	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit11 (Measure Done) 置位。
STATus:OPERation?	查询操作状态,直到 Bit 11 置位(测量完成)。
FETCh?	返回最新读数(电压和/或电阻)。

### 内部模组,单次扫描,内部触发

本场景中,希望通过单次方式扫描和测量多路内部开关通道,采用内部触发。

命令	动作
*RST	仪表恢复为上电状态。
*CLS	清除状态字节寄存器(Status Byte Register)和所有事件寄存器,并清空错误队列(Error Queue)。
TRIGger:SOURce IMMediate	将触发源配置为内部触发。
SWITch:MODule INTernal	将仪器配置为使用内部开关通道作为测量输入通道。
SWIT:MOD:STAT? INT	查询内部开关通道插槽状态。
ROUTe:SCAN (@101:132)	根据实际插槽状态,配置扫描列表: 101 至 132。
FUNCtion RVOLtage	配置为测量 ACR+DCV。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
INITiate	启动扫描。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit4 (Sweep Done)和 Bit8 (Scan Done)置位。
FETCh?	返回最新读数(32 对电压和电阻)。

### 内部模组,单次扫描,外部触发

本场景中,希望通过单次方式扫描和测量多路内部开关通道,采用外部触发。

命令	动作
*RST	仪表恢复为上电状态。
*CLS	清除状态字节寄存器(Status Byte Register)和所有事件寄 存器,并清空错误队列(Error Queue)。

命令	动作
TRIGger:SOURce EXTernal	将触发源配置为外部触发。
SWITch:MODule INTernal	将仪器配置为使用内部开关通道作为测量输入通道。
SWIT:MOD:STAT? INT	查询内部开关通道插槽状态。
ROUTe:SCAN (@101:132)	根据实际插槽状态,配置扫描列表: 101 至 132。
FUNCtion RVOLtage	配置为测量 ACR+DCV。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
INITiate	启动扫描。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit12 (Ready for Initiate Trigger)被置位。
*TRG	触发测量(Trigger 键信号具有相同效果)。
STATus:OPERation?	重复以上两个步骤,直到 Operation 寄存器的 Bit 4 (Sweep Done)和 Bit 8 (Scan Done)被置位。
FETCh?	返回最新读数(32 对电压和电阻)。

## 外部模组,单次扫描,内部触发

本场景中,希望通过单次方式扫描和测量多路外部开关通道,采用内部触发。

命令	动作
*RST	仪表恢复为上电状态。
*CLS	清除状态字节寄存器(Status Byte Register)和所有事件寄存器,并清空错误队列(Error Queue)。
TRIGger:SOURce IMMediate	将触发源配置为内部触发。
SWITch:MODule EXTernal	将仪器配置为使用外部开关通道作为测量输入通道。
SWIT:MOD:STAT? EXT	查询外部开关通道插槽状态。
ROUTe:SCAN (@101:132)	根据实际插槽状态,配置扫描列表: 101 至 132。
FUNCtion RVOLtage	配置为测量 ACR+DCV。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
INITiate	启动扫描。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit4 (Sweep Done)和 Bit8 (Scan Done)置位。
FETCh?	返回最新读数(32 对电压和电阻)。

## 外部模组,单次扫描,外部触发

本场景中,	希望通过单次方式扫描和测量多路外部开关通道,	采用外部触发。
-------	------------------------	---------

命令	动作
*RST	仪表恢复为上电状态。
*CLS	清除状态字节寄存器(Status Byte Register)和所有事件寄存器,并清空错误队列(Error Queue)。
TRIGger:SOURce EXTernal	将触发源配置为外部触发。
SWITch:MODule EXTernal	将仪器配置为使用外部开关通道作为测量输入通道。
SWIT:MOD:STAT? EXT	查询外部开关通道插槽状态。
ROUTe:SCAN (@101:132)	根据实际插槽状态,配置扫描列表: 101 至 132。
FUNCtion RVOLtage	配置为测量 ACR+DCV。
INITiate:CONTinuous OFF	禁止连续测量。
INITiate	启动扫描。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit12 (Ready for Initiate Trigger)被置位。
*TRG	触发测量(Trigger 键信号具有相同效果)。
STATus:OPERation?	重复以上两个步骤,直到 Operation 寄存器的 Bit 4 (Sweep Done)和 Bit 8 (Scan Done)被置位。
FETCh?	返回最新读数(32 对电压和电阻)。

## 存储功能编程示例

# 前面板测量,内部/外部触发

命令	动作
*RST	仪表恢复为上电状态。
*CLS	清除状态字节寄存器(Status Byte Register)和所有事件寄存器,并清空错误队列(Error Queue)。
TRIGger:SOURce IMMediate	将触发源配置为内部触发。若配置为外部触发,以下步骤 相同。
INITiate:CONTinuous ON	使能连续测量。
SWITch:MODule DISable	将仪器配置为测量前面板输入的信号,不使用内置/外置 开关通道。
FUNCtion RVOLtage	配置为测量 ACR+DCV。
MEMory:STATe ON	使能存储功能并清空储存的数据。
*TRG	触发一次储存(Trigger 键信号具有相同效果)。

命令	动作
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit 10 (Memory Trigger Done)置位。
	根据测量要求重复前2步。
MEMory:DATA?	返回全部已储存的数据。

### 内部/外部模组,单通道,内部/外部触发

命令	动作
*RST	仪表恢复为上电状态。
*CLS	清除状态字节寄存器(Status Byte Register)和所有事件寄存器,并清空错误队列(Error Queue)。
TRIGger:SOURce IMMediate	将触发源配置为内部触发。若配置为外部触发,以下步骤 相同。
INITiate:CONTinuous ON	使能连续测量。
SWITch:MODule INTernal	将仪器配置为使用内部开关通道作为测量输入通道。若配 置为外部模组,以下步骤相同。
FUNCtion RVOLtage	配置为测量 ACR+DCV。
MEMory:STATe ON	使能存储功能并清空储存的数据。
ROUTe:CLOSe (@xxx)	将通道 xxx 配置为测量输入通道。
STATus:QUEStionable?	查询 Questionable 寄存器状态,只有在 Bit11 (Memory Full)未置位时,触发存储才能成功。
*TRG	触发一次储存(Trigger 键信号具有相同效果)。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit 10 (Memory Trigger Done) 置位。
	根据测量要求重复前4步。
MEMory:DATA?	返回全部已储存的数据。

## 内部/外部模组,多通道,内部/外部触发

命令	动作
*RST	仪表恢复为上电状态。
*CLS	清除状态字节寄存器(Status Byte Register)和所有事件寄存器,并清空错误队列(Error Queue)。
TRIGger:SOURce IMMediate	将触发源配置为内部触发。若配置为外部触发,以下步骤 相同。
INITiate:CONTinuous ON	使能连续测量。

命令	动作
SWITch:MODule INTernal	将仪器配置为使用内部开关通道作为测量输入通道。若配 置为外部模组,以下步骤相同。
FUNCtion RVOLtage	配置为测量 ACR+DCV。
MEMory:STATe ON	使能存储功能并清空储存的数据。
ROUTe:CLOSe (@xxx)	将通道 xxx 配置为测量输入通道。
STATus:QUEStionable?	查询 Questionable 寄存器状态,只有在 Bit 11 (Memory Full)未置位时,触发存储才能成功。
*TRG	触发一次测量和储存(Trigger 键信号具有相同效果)。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit 10 (Memory Trigger Done)置位。
	根据测量要求重复前4步。
MEMory:DATA?	返回全部已储存的数据。

# 程控报错消息列表

错误代码	错误说明
0	No error (无错误)
-100	Command error (命令错误)
-101	Invalid character (无效字符)
-102	Syntax error (语法错误)
-103	Invalid separator (无效分隔符)
-104	Data type error (数据类型错误)
-105	GET not allowed (不支持 GET)
-108	Parameter not allowed (不允许的参数)
-109	Missing parameter (参数丢失)
-110	Command header error (命令头错误)
-111	Header separator error (命令头分隔符错误)
-112	Program mnemonic too long (程序助记符太长)
-113	Undefined header (未定义的消息头)
-114	Header suffix out of range (消息头后缀超范围)
-115	Unexpected number of parameters (参数数量错误)
-120	Numeric data error (数字数据错误)
-121	Invalid character in number (数字中的字符无效)
-123	Exponent too large (指数太长)
-124	Too many digits (位数太多)
-128	Numeric data not allowed (不允许数字数据)

错误代码	错误说明
-130	Suffix error (后缀错误)
-131	Invalid suffix (无效后缀)
-134	Suffix too long (后缀太长)
-138	Suffix not allowed (不允许后缀)
-140	Character data error (字符数据错误)
-141	Invalid character data (无效的字符数据)
-144	Character data too long (字符数据太长)
-148	Character data not allowed (不允许字符数据)
-150	String data error (字符串数据错误)
-151	Invalid string data (无效的字符串数据)
-158	String data not allowed (不允许字符串数据)
-160	Block data error (块数据错误)
-161	Invalid block data (无效块数据)
-168	Block data not allowed (不允许块数据)
-170	Expression error (表达式错误)
-171	Invalid expression (无效表达式)
-178	Expression data not allowed (不允许的表达数据)
-180	Macro error (宏错误)
-181	Invalid outside macro definition (无效的外部宏定义)
-183	Invalid inside macro definition (无效的内部宏错误)
-184	Macro parameter error (宏参数错误)
-200	Execution error (执行错误)
-201	Invalid while in local (本地模式下无效)

#### BT5300 Series *用户手册*

错误代码	错误说明。
-202	Settings lost due to rtl (rtl 造成设置丢失)
-203	Command protected (受保护命令)
-210	Trigger error (触发错误)
-211	Trigger ignored (触发被忽略)
-212	Arm ignored (己忽略 ARM 命令)
-213	Init ignored (忽略初始化)
-214	Trigger deadlock (触发死锁)
-215	Arm deadlock (ARM 死锁)
-220	Parameter error (参数错误)
-221	Settings conflict (设置冲突)
-222	Data out of range (输出超范围)
-223	Too much data (数据太多)
-224	Illegal parameter value (非法参数值)
-225	Out of memory (存储器溢出)
-226	Lists not same length (列表长度不同)
-230	Data corrupt or stale (数据损坏或过时)
-231	Data questionable (数据可疑)
-232	Invalid format (无效格式)
-233	Invalid version (无效版本)
-240	Hardware error (硬件错误)
-241	Hardware missing (硬件缺失)
-250	Mass storage error (大容量存储错误)
-251	Missing mass storage (缺少大容量存储装置)

错误代码	错误说明
-252	Missing media (缺少介质)
-253	Corrupt media (介质损坏)
-254	Media full (介质已满)
-255	Directory full (目录已满)
-256	File name not found (未找到文件名)
-257	File name error (文件名错误)
-258	Media protected (介质已被保护)
-260	Expression error (表达式错误)
-261	Math error in expression (表达式中数学错误)
-270	Macro error (宏错误)
-271	Macro syntax error (宏语法错误)
-272	Macro execution error (宏执行错误)
-273	Illegal macro label (非法宏标签)
-274	Macro parameter error (宏参数错误)
-275	Macro definition too long (宏定义太长)
-276	Macro recursion error (宏递归错误)
-277	Macro redefinition not allowed (不允许重新定义宏)
-278	Macro header not found (未找到宏头)
-280	Program error (程序错误)
-281	Cannot create program (未能创建程序)
-282	Illegal program name (非法程序名称)
-283	Illegal variable name (非法变量名)
-284	Program currently running (程序正在运行)

错误代码	错误说明
-285	Program syntax error (程序语法错误)
-286	Program runtime error (程序运行时错误)
-290	Memory use error (存储器使用错误)
-291	Out of memory (存储器溢出)
-292	Referenced name does not exist (引用的名称不存在)
-293	Referenced name already exists (引用的名称已存在)
-294	Incompatible type (不兼容的类型)
-300	Device-specific error (设备相关错误)
-310	System error (系统错误)
-311	Memory error (存储器错误)
-312	PUD memory lost (PUD 存储器丢失)
-313	Calibration memory lost (校准存储器丢失)
-314	Save/recall memory lost (保存/调用存储器丢失)
-315	Configuration memory lost (配置存储器丢失)
-320	Storage fault (储存故障)
-321	Out of memory (存储器溢出)
-330	Self-test failed (自检失败)
-340	Calibration failed (校准失败)
-350	Queue overflow (队列溢出)
-360	Communication error (通信错误)
-361	Parity error in program message (程控消息中奇偶校验错误)
-362	Framing error in program message (程控消息中帧错误)
-363	Input buffer overrun (输入缓冲器溢出错误)

错误代码	错误说明。1997年1997年1997年1997年1997年1997年1997年1997
-365	Time out error (超时错误)
-400	Query error (查询错误)
-410	Query INTERRUPTED (查询己中断)
-420	Query UNTERMINATED (查询未终止)
-430	Query DEADLOCKED (查询死锁)
-440	Query UNTERMINATED after indefinite response (不确定响应后查询未终止)
-500	Power on (上电)
-600	User request (用户请求)
-700	Request control (请求控制)
-800	Operation complete (操作完成)

# 维护

产品内部无用户可维修或维护的部件,也无需特别的维护,只需在必要时更换保险丝。

# 更换保险丝

请参照图 49 所示。



### 图 49. 更换保险丝

# ▲ 小心

为防止损坏仪器,仅可以使用 Fluke 指定规格的保险丝。请参见表 7及 联系福禄克部分。

#### 更换保险丝:

- 1. 关闭产品,从电源插孔拔出电源线,断开所有测试线的连接。
- 2. 用扁平螺丝刀插入到保险丝盒下方的卡子内,轻轻撬动,直到能够用手扣住保险丝支架,将其拿出。
- 3. 从保险丝支架中取出旧保险丝,并更换上新保险丝。
- 4. 将保险丝支架推回至原位,直到卡子锁紧。
- 5. 连接电源之前仔细检查电路,确保电流不会再次烧断保险丝。

# 校准

关于产品校准的详细信息,请参考产品的《校准手册》。

# 技术指标

# BT5300 电池测试仪

## 测量项目

测量项目	交流电阻、直流电压、边电压检测
测量方法	交流 4 端子法(1KHz)
额定输入	DC ±11V
输入阻抗	10 MΩ 或高阻(>10 GΩ)
支持的回路电阻	3 mΩ 量程 ≤10 Ω
	其他量程 ≤20 Ω
触发	内部/外部
延迟	ON/OFF 延迟时间: 0~9.999 秒
平均	ON/OFF, 平均次数 2~16 次
测试值存储	最多 512 组
通道扩展	内部:插入两块多通道扫描模块 SW9010, 最多 64 个通道 <sup>1</sup>
	外部: 连接开关主机 SW1080, 最多 256 个通道
外部接口	RS-232C、以太网口
其他功能	接触检测

<sup>1</sup> 仅 BT5311 和 BT5321 支持

# 采样时间

采样速度(交流内阻与直流电压同时采集)	采样时间(50Hz/60Hz)
超快	10 ms / 8.3 ms
快速	20 ms / 16.7 ms
中速	100 ms / 83.3 ms
慢速	200 ms / 166.7 ms

## 测量量程和精度

### 交流电阻测量

量程	3mΩ	30mΩ	300mΩ	3Ω	10Ω
最大显示值	5.0000 mΩ <sup>1</sup>	50.000 mΩ	500.00 mΩ	5.0000 Ω	15.000 Ω
分辨率	0.1μΩ	1 μΩ	10 μΩ	100 μΩ	1mΩ

量程	3mΩ	30mΩ	300mΩ	3Ω	10Ω
测试电流 1	100mA/200mA/300 mA	100 mA	10 mA	1 mA	1 mA
测试电流频率		1 kHz	z ± 1 Hz		
精度 <sup>2,3</sup>		<b>0.2%*</b> 读	数 +6个字		
温度系数 (>28 °C 或<18 °C)	(	(0.05%*读数 + (	).005%*满量程)	/°C	
响应时间 (纯电阻,典型值)		< 2	20 ms		
	□ mA	20			

*当测试电流为* 300 mA 时,最大显示值为 5.0000 mΩ *当测试电流为* 200 mA 时,最大显示值为 7.5000 mΩ *当测试电流为* 100 mA 时,最大显示值为 15.0000 mΩ

#### <sup>2</sup> 测试电流误差 ±10%

- 3 针对 3m Ω 量程, 慢速采样率下,不同测试电流的精度为 100mA 0.5%\*读数+20 个字 200mA 0.3%\*读数+12 个字 300mA 0.2%\*读数+6 个字
   4 在不同采样速度下,额外增加误差
- 3mΩ 量程
   超快: ± 30 个字; 快速: ± 10 个字; 中速: ± 5 个字

   30mΩ 至 10Ω 量程
   超快: ± 3 个字; 快速 ± 2 个字; 中速: ± 2 个字

#### 直流电压测量

	BT5310/BT5311	BT5320/BT5321
位数	6.5 位	7.5 位
量程	10	0V
最大显示值	11.00000 V	11.000000 V
分辨率	10 µV	1 μV
精度 1	25ppm*读数 +50 μV	18ppm*读数 +25 μV
响应时间 (典型值)	< 20 ms	< 20 ms
温度系数 (>28 °C 或<18 °C)	(5 ppm*读数 +1 ppm*满量程) /°C	(1 ppm*读数 +1 ppm*满量程)/℃

在不同采样速度下,需要额外增加误差
 BT5310/BT5311:超快:±50 μV;快速:±30 μV;中速:±10 μV
 BT5320/BT5321:超快:±50 μV;快速:±20 μV;中速:±5 μV

# *开关主机* SW1080

插槽数	8 个
支持的模块	SW9010 多通道扫描模块
最大输入电压	DC ±11V

供电与控制	通过 BT5300 系列电池测试仪进行供电与控制

# 多通道扫描模块 SW9010

接线方式	4 线式
通道数	32 通道
打开或关闭时间	3 ms 典型值
通道切换操作	先断后合
最大允许电压	DC ± 10 V
最大允许电流	750 mA
回路电阻	1.5Ω 典型值
静电容量	300pF 典型值
继电器寿命	带载 > 1000 万次
短路保护保险丝	各通道
(自恢复)	额定电流: 750 mA; 熔断电流: 1.5A
测量连接器	D-sub 68 针,母头, 兼容卡扣或螺钉 UNC #2-56

# 通用技术指标

尺寸 (长×宽×深)	BT5300 电池测试仪: 216 mm x 133 mm x 383 mm SW1080 开关主机: 430mm x 128 mm x 260 mm SW9010 扫描模块: 202 mm x 26 mm x 222 mm
重量 (典型值,不含附 件和包装)	BT5300 电池测试仪: 7.3 kg (不含 SW9010) SW1080 开关主机: 9.0 kg (不含 SW9010) SW9010 扫描模块: 495 g
显示	4.3 英寸, TFT LCD, 分辨率 480x272
操作温度	0 ℃ 至+50 ℃
存储温度	-10 °C 至+60 °C
操作湿度	无凝结(<10°C )
	≤90% RH (10°C 至 30°C)
	≤75% RH (30°C 至 40°C)
	≤45% RH (40°C 至 50°C)
海拔高度	3000 米

存储海拔	12000 米	
额定电源电压	AC 100-120V / 220-240V (自动切换)	
额定电源频率	50/60Hz	
额定功率	35 W	
保险丝	1A, 250V, 5x20mm, 慢熔	
安规	IEC 61010-1: 过压等级 II, 污染等级 2	
电磁兼容(EMC)		
国际	IEC 61326-1:工业电磁环境; IEC 61326-2-2, CISPR 11: 第1组, A 类	
第1组:设备内部产生和/或使用与传导相关的无线电频率能量,该能量对于设备自身的内部功能必不可少。		
A 类: 设备适用于非家庭使用以及未直接连接到为住宅建筑物供电的低电压网络的任意设备中。在其他环 境中,可能因为传导和辐射干扰而难以保证电磁兼容性。		
小心:此设备	不可用于住宅环境,且在此类环境中可能无法提供充分的无线电接收保护。	
连接至测试对象后,此设备产生的辐射可能会超过 CISPR 11 规定的水平。		
韩国 (KCC)	A 类设备(工业广播和通信设备)	
A 类: 本产品符合工业电磁波设备的要求,销售商或用户应注意这一点。本设备旨在用于商业环境中,而 非家庭环境。		
保修		
BT5300 系列	三年	
SW1080		
3009010	一 - - - - - - - - - -	

# 附录

# 附录1. 交流四端子测试方法

本仪器采用交流四端子测试法。一般测量小电阻时,应该尽量使用四线电阻的测量方法。这是由于两线 电阻测量时,测试引线电阻和接触电阻会带来附加误差,对于小电阻测量时,往往影响较大。采用四线 电阻测量方式,将电流激励回路和测量电阻上的电压降测量回路分开,测量到的电压不受电流回路中电 阻电压降的影响,为真正的被测电阻两端电压,消除了测试引线及接触电阻带来的测量误差。同时,Guard 接线端应连接到保护屏蔽上,以便减小干扰和泄漏引起的误差。





本仪器在测量电池内阻时,会从前面板的 SOURCE 端向被测电池注入交流电流 I\_input。在 SENSE 端子 上测量因电池的阻抗产生的电压下降 V\_sense,由于 SENSE 端连接仪器的内部高阻,因此导线上的电 阻和探针的接触电阻上几乎没有电流流过,从而消除了因导线阻抗和接触电阻产生的电压降,使其可以 忽略不计。根据同步相关算法,本仪器将电池的阻抗划分为有效电阻和电抗,并且仅显示有效电阻。



如果导线的电阻、电池与导线之间,或导线与仪器之间的接触电阻过大,则不能向电池注入正常的测试电流。会导致产生测试异常,电阻值会显示"-----"。

# 附录 2. 制作测试线的注意事项

### 为多通道扫描模块制作适配线缆

多通道扫描模块采用 68pin D 型连接器连接被测电池。连接器的引脚定义,参考"*多通道扫描模块*"。 连接多通道扫描模块的线缆,包括连接器、壳体和导线。

多通道扫描模块上采用的连接器型号是 TE 5787082-7。可采用标称与其适配的连接器、壳体与导线所组成的线缆。推荐其中部分线缆组合如下表所示。

#### 表 24. 连接器、壳体与线缆组合表

连接器	壳体	导线
TE 1-5750913-7	TE 5786152-3 (螺丝固定)	3M 3644B/68 (屏蔽,双绞,28AWG)
TE 5749621-7	TE 5749195-2 (卡扣固定)	3M 3659/64 (屏蔽,28AWG)
TE 5749111-6	无	3M 1700/34 (双绞,28AWG)
TE 5786090-7	TE 787032-7 (卡扣固定) 或 无	3M 3756/68 (30AWG)

连接器所用壳体,分为螺丝固定、卡扣固定和无固定装置几种类型。螺丝固定方式,采用 2-56 螺钉缩紧 于连接器上,搬运时不易脱落;卡扣固定方式,插接时自动锁定,按下侧边按钮即可解锁拔出,可实现 较快速的插拔。

屏蔽导线可提高仪器的抗电场干扰能力; 双绞导线可提高仪器的抗磁场干扰能力,并降低周边导体产生的涡电流影响。测试 3mΩ 以内的阻值时,建议采用至少 26~28AWG 的导线。30AWG 的导线更为轻便, 但可能降低电池测试仪的带负载能力。

通过制作或购买接线端子(如 ADLINK 的 DIN-68S-01)来转接可以简便与电池的连接:即通过带有连接器的线缆将多通道扫描模块与靠近电池的接线端子连接,再通过接线端子上的接头连接到电池。在电池端, 线缆将分离并连接至被测电池,此处构成的环路较容易引入涡电流误差。可参考*附录 3. 涡电流的影响及* 建议方案部分,对此处的接线进行优化。

### 配置电池探针

BT5300 电池测试仪采用四探针法测试电池内阻。测试时,需要将 SOURCE HI 和 SENSE HI 连接至电池正极,将 SOURCE LO 和 SENSE LO 连接至电池负极。如 8 52 所示,可以用两个同心圆探针连接,也可以用四个分离的探针进行连接。

同心圆探针的 SOURCE 和 SENSE 测试点处于同一位置,它测量的内阻值是正负极两个测试点的"点 到点"内阻值,也就是说,包含了电池极耳的内阻。

分离式探针的 SOURCE 和 SENSE 测试点处于不同位置,它测量的内阻更接近于电池内部的内阻,测量结果通常小于同心圆探针的测量结果。两个测试点距离越远,电池极耳电阻的影响也就越小。




## 附录 3. 涡电流的影响及建议方案

### 涡电流的影响

为测量电池的内阻,BT5300 电池测试仪的 SOURCE 端输出一个交流电流(约 1kHz)到电池两端,流 经电池内阻,得到一个与交流电流相位相同的电压,该电压由 SENSE 端采集;然后根据 SENSE 端采 集电压与 SOURCE 端输出电流的比例和相位关系,计算得到电池的内阻。

电流流过 SOURCE 导线时,在导线周围产生交变磁场;该交变磁场在附近的 SENSE 导线上产生感应 电压。理想情况下,交变磁场中没有损耗,磁场感应产生电压与交流电流呈 90°相位差。电池测试仪可 以分辨所测电压的相位,使感应电压对电池内阻的测量没有影响。

而实际测量中,若导线周围存在导电物体,交变磁场在导电物体中产生涡电流。这种涡电流具有能量损耗,使磁场感应电压的相位发生偏移,以致 SENSE 端电压出现与电流同相位的成分。这个同相位的成分叠加于电池内阻本身产生的电压之上,引起测量结果的误差。



## 建议的方案:分开 SENSE 与 SOURCE 的连接线

图 53. BTL310 表笔

福禄克测试表笔设计中,与仪表连接部分的 SENSE 与 SOUCE 线路是分开的。这样的设计,确保了表 笔大部分区域都几乎不会受涡电流影响,确保了手动测试中数据的稳定性。

## 建议的方案:采用双绞线



环路区域: 电流在附近产生交变磁场

图 54. 双绞线测试示意图

为降低涡电流引起的误差,我们推荐 SOURCE 和 SENSE 分别采用双绞线,如 图 54 所示。在双绞线区域,SOURCE 线电流产生的磁场自身互相抵消,SENSE 线在交变磁场中产生的感应电压也互相抵消,最大程度的减轻了 SOURCE 到 SENSE 的电磁感应。

然而在靠近电池的位置,不可避免地,由 SOURCE 线和 SENSE 线各自围成一个环路区域,环路区域的 交叠部分具有明显的电磁感应现象。若此区域附近存在导体,将容易产生涡流,引入误差,如 图 55 所示。





建议的优化方案:减少环路区域的交叠



SOURCE 和 SENSE 的环路区域避免交叠

#### 图 56. 通过减少导线交叠面积降低涡电流的影响

设计 SOURCE 与 SENSE 的环路区域走线方式,尽量避免交叠,可以减轻涡流的影响。

建议的优化方案:采用磁场屏蔽材料



#### 图 57. 采用磁屏蔽降低涡电流的影响

在环路区域与导体之间放置磁场屏蔽材料,也可以起到减轻涡电流影响的作用。如图 57 所示,磁屏蔽 材料应选用磁导率高,且不易导电的材料。它可以将磁场约束在其内部,附近导体金属上的磁场明显减 弱;而由于磁屏蔽材料不导电,它的内部不容易产生涡电流。

## 附录4. 仪器调零

调零是指减去当测量输入为 0 时本仪器显示残留的值,以调节零点功能。因此,需在连接测量输入为 0 的状态下进行调零。

但是,要连接根本没有电阻值的测试物是困难的,也是不现实的。因此,实际调零时,通过建立测量输入为0的状态调节零点。

### 调零原理

### 建立测量输入为0的状态

连接理想 0 欧姆电阻值时,根据欧姆法则 V=I×R 的关系,SENSE Hi 与 SENSE Lo 之间的电压为 0V。 也就是说,如果将 SENSE Hi 与 SENSE Lo 之间的电压设为 0V,则可形成与连接理想 0 欧姆电阻具有 相同的状态。

### 在本仪器上进行调零时

通过本仪器可利用测量异常检测功能监视测量端子之间的连接状态。因此,进行调零时,需要如图 58 所示连接各端子。



图 58. 输入为 0 的连接示意图

在 图 58 中,为了将 SENSE Hi 与 SENSE Lo 之间的电压设为 0V,使 SENSE Hi 与 SENSE Lo 之间形 成短路。如使用电缆线电阻 RseH、RseL,SENSE 端子的电压 V 可记为

$$V = I_0 \times (R_{\text{SEH}} + R_{\text{SEL}})$$

因电缆线电阻 RseH 和 RseL通常不大于 10Ω,甚至更小,而 SENSE Hi 与 SENSE Lo 为电压测量端子, 具有高的输入阻抗,因而几乎不会流过电流,故 lo=0。可见 SENSE Hi 与 SENSE Lo 之间的电压几乎为 0V。 此外,从 SOURCE Hi 流出的测量电流 I 会直接流入 SOURCE Lo,而不会流入到 SENSE Hi 与 SENSE Lo 中。这样可将 SENSE Hi 与 SENSE Lo 之间的电压正确地保持为 0 V,因此能够适当地进行调零。

## 使用调零板进行调零

使用皇冠头或类似针型测试线调零时,需要使用专用调零板进行调零时,不能用金属板等替代调零板。

表 25 所示为将测试线连接到调零板与金属板等情况下的截面图及等效电路。这样,利用调零板进行连接时,SENSE Hi 与 SENSE Lo 之间为 0V。但利用金属板等进行连接时,SENSE Hi 与 SENSE Lo 之间不为 0V。



#### 表 25. 测试线调零的连接方法

	用调零板进行连接时	利用金属板等进行连接时	
	恒流源 电压表 SOURCE-HI SENSE-HI SENSE-LO SOURCE-LO R <sub>SEH</sub> R <sub>SEL</sub> R <sub>SOH</sub> R <sub>Short</sub> R <sub>SOL</sub>	恒流源 电压表 SOURCE-HI SENSE-HI SENSE-LO SOURCE-LO R <sub>SOH</sub> R <sub>SEH</sub> R <sub>SEL</sub> R <sub>SOL</sub>	
SENSE Hi与SENSE Lo 之间的电阻	Rseh + Rsel	RSEH + RShort + RSEL	
测量电阻I的流经通路	$R_{ ext{SOH}}  o R_{ ext{SOL}}$	$R_{ ext{SOH}}  o R_{ ext{Short}}  o R_{ ext{SOL}}$	
SENSE Hi与SENSE Lo 之间的电压	0	I × R <sub>Short</sub>	
作为调零时的连接方法	正确	错误	

## 自制调零板、探头或夹型测试线缆进行调零

表 25 所示为调零过程中的正确连接方法与错误连接方法。在使用自制调零板、探头或夹型测试线缆形成的测量系统中进行调零时,请参考表 25 所示的正确连接方式进行调零。

## 附录 5. 提升测试效率的扫描模式介绍

### OCV 测试台的测试效率在日益提高

当电池测试仪集成在 OCV 测试台中时,通常会配合通道切换电路,由电脑控制来进行多个通道的切换 与测量,从而通过一台电池测试仪来完成几十至上百个电芯的电压与内阻测试。

随着电芯生产线效率要求的日益提高,传统的 OCV 测试台逐渐无法满足生产线效率的要求。如果通过 增加 OCV 测试台来提高测试效率,会带来额外的的成本提高。而在同一个 OCV 测试台中增加电池测试 仪,又带来了仪器之间的相互干扰问题。

福禄克电池测试仪内置多通道扫描模块,通过独有的扫描模式,不仅可以保证测试结果的高稳定性,还可以最大化提升测试效率。

## OCV 测试台三种测试方法对比

传统的 OCV 测试台中,测试方法主要有下面两种:

- 通过 FETCH? 指令来对每个通道进行测量,将每次的测试结果都单独传回电脑。完成一个通道 的测量约需 600ms~1s。
- 通过\*TRG 指令和仪器的存储功能,对每个通道进行测量后,将结果保存到仪器的存储器中。
   与第一个方式不同的是,它不会在每个测试结束后将结果单独传给电脑,而是等所有测试结束
   后再统一上传到电脑。完成一个通道的测量约需 350 ms。

福禄克电池测试仪的扫描模式,可以最大化测试效率。

 扫描模式:一次性发送测试序列给仪器,测试过程中仪器按照测试序列自动的完成测试和通道 切换,所有测试完成后数据一次性上传到电脑。完成一个通道的测量最快仅需 100 ms.

下表中列出了三种模式下完成一个通道切换和测试的流程对比。



#### 表 26. 通道切换与测试流程对比

从表中可以看到,扫描模式的特点是:

- 仅需三个步骤,节省了电脑与通道切换电路及电池测试仪的通信时间。
- 通道切换电路(即多通道扫描模块 SW9010)与电池测试仪是一台仪器,它们之间的工作节拍 做到了最优化,所以"等待至继电器稳定"的时间远少于其他两种方式。

## 扫描模式指令示例

表 27 是扫描模式的指令实例:通过发送一次指令,就可以完成 256 个电芯的电压和内阻测试。

*RST	重置仪器
*CLS	将寄存器数据置为 0
RESistance:RANGe 0.3	设置电阻量程,扫描模式不可以在电阻自动量程下工作
SAMPle:RATE EXFast	设置采样速度为 EX-Fast
SWITch:MODule EXTernal	配置采用外置的通道扫描模块
TRIGger:SOURce IMMediate	配置触发源为内部
ROUTe:SCAN (@101:832)	配置扫描通道:从第1插槽通道1至第8插槽通道32,共256个通道
FUNCtion RVOLtage	配置测试项目为 电压 + 内阻
INITiate:CONTinuous OFF	禁用连续测量
INITiate	开始扫描
STATus:OPERation?	查询扫描状态
FETCh?	获取读数,下图为返回结果 第一通道电压 第一通道电压 第一通道电阻 第二通道电阻 *0.241085E-01,*0.352790E*01,*0.239252E-01,*0.353002E*01,*0.246393E-01,*0.244039E-01,*0.352877E*01,*0.242728E-01,*0.244018E-01,*0.3528877E*01,*0.245216E*01,*0.352842E*01,*0.242728E*01,*0.24279E*01,*0.353082E*01,*0.242667E*01,*0.24279E*01,*0.353082E*01,*0.352087E*01,*0.242025E*01,*0.242097E*01,*0.353082E*01,*0.243097E*01,*0.24309E*01,*0.243097E*01,*0.353082E*01,*0.243097E*01,*0.353082E*01,*0.242025E*01,*0.243097E*01,*0.353082E*01,*0.242092E*01,*0.243028E*01,*0.24309E*01,*0.24309E*01,*0.24309E*01,*0.353082E*01,*0.24309E*01,*0.23309E*01,*0.24309E*01,*0.24309E*01,*0.24309E*01,*0.24309E*01,*0.24309E*01,*0.24309E*01,*0.23309E*01,*0.238942E*01

表 27. 扫描模式指令实例

*表* 28 列出了在不同采样速度下完成 256 个通道的电压和内阻测试的时间的典型值,即电脑发送 INITiate 开始至通过 FETCH?获得所有读数所花费的时间。

采样速度	EX-FAST 超快	FAST 快速	MEDIUM 中速	SLOW 慢速
测试时间(典型值)	<25 秒	<30 秒	<60 秒	<90 秒

## 表 28. 电压和内阻测试时间典型值

## 附录 6. 通过 BT5300 来完成电芯内阻、开路电压和壳体电压的测试

随着对于电芯测试要求的提高,在测试电芯内阻(AC-IR)与开路电压(OCV)同时,还需要测试壳体电压。 典型的 OCV 测试台中,最多会有三个仪器来完成测试:

- 电池测试仪: 内阻测试
- 七位半万用表:开路电压测试
- 六位半万用表: 壳体电压测试

BT5300 系列集成了六位半或七位半电压表,并且具有高阻(>10 GΩ)输入,单台仪表就可以完成这些测试。下面以 BT5321 为例,介绍如何通过前面板输入端子 或内置的多通道扫描模块来完成这些测试。

## 通过前面板输入端子进行测量



图 59. 测量内阻、开路电压和壳体电压 – 前面板

将 BT5321 的前面板输入端子连接到切换电路,通过切换电路中的继电器,来进行不同测量功能的切换。 下面是切换电路的示意图。



图 60. 切换电路示意图 – 前面板

图 60 中, SOURCE HI、SOURCE LO、SENSE HI、SENSE LO 对应的是 BT5321 的前面板输入端子, K1、K2、K3、K4 为继电器, 数字 1~6 表示探针, 线段代表连接的测试线。

1. 针对不同的测试功能,需要先将继电器设置为不同的状态:

测试功能	继电器 K1 状态	继电器 K2 状态	继电器 K3 状态	继电器 K4 状态
ACR+DCV	向下	向下	向下	闭合
壳体接触检测	向上	向上	向上	闭合
正极与 壳体间电压	向下	向上	向上武向下均可	版工
负极与壳体间电压	向上	向下	间上以时下均可	四月7日

2. 等 BT5321 预热结束后,按照下面的指令来完成不同的测试功能。

1) 仪表初始设置

命令	动作
*RST	重置仪器
SYSTem:CALibration	执行一次自校正。更多信息请参考自校正部分。

2) ACR+DCV 测量功能:测量电芯的内阻和开路电压值

命令	动作	
FUNCtion RVOLtage	将测试功能设置为 ACR+DCV 测量。	
RESistance:RANGe 0.003	设置合适的电阻量程,如 3 mΩ。电压仅有一个 10V 量程, 故无须设置。	
RESistance:CURRent:MAX C300	设置测试电流,如 300mA。若因测试系统原因,300mA测试电流无法完成测试,可调整为 200mA (RESistance:CURRent:MAX C200),或 100mA (RESistance:CURRent:MAX C100)。测试电流设置仅针对 3mΩ量程,当量程为其他挡位时,则无需设置。关于测试电流更多细节,请参考最大测量电流部分。	
ADJust?	将连接电芯正负极的四根探针(即 1~4)与调零板短接,来 执行调零。返回值为 0 表示调零成功。关于调零更多细节, 请参考 <i>调零</i> 部分。关于调零板制作,请参考 <i>附录 4. 仪器调</i> <i>零</i> 。	
CALCulate:AVERage 3	设置平均次数,如3次,并开启平均功能。平均功能开启后 会提高测试结果的稳定性,但会需要更长的测试时间。可以	
CALCulate:AVERage:STATe ON	根据实际效果,来确定是否需要开启半均以及设置合适的 均次数。	
SAMPle:RATE SLOW	设置测试速度,如" <b>慢速</b> "。	
INITiate:CONTinuous OFF	禁用连续测量。	

命令	动作
READ?	启动一次测量,会获取一组内阻(单位 Ω)和电压(单位 V)的读 数。

### 3) 壳体接触检测

测量电阻来判断连接到电芯壳体上两个探针(5、6)是否导通,从而判断它们是否与壳体已连接好。若无须做此功能测试,可以将探针5、6的连接线合并连接到一根探针上,如探针5上。

命令	动作
*RST	重置仪器。
CALCulate:AVERage:STATe OFF	关闭平均功能。
FUNCtion RESistance	将仪表功能设置为 ACR 测量。
RESistance:RANGe 10	将电阻量程设置为 10 Ω。
SAMPle:RATE EXFAST	设置合适的测试速度,此例为 超快。
INITiate:CONTinuous OFF	禁用连续测量。
READ?	启动一次测量,然后返回内阻(单位 Ω)读数。若测量值为一 个合理值,比如<15 Ω,表示探针 5、6 之间导通。

4) 正极与壳体间电压或者负极与壳体间电压

测量探针2和6之间或者探针3和5之间的电压。

命令	动作
*RST	重置仪器。
FUNCtion VOLTage	将仪表功能设置为 DCV 测量。
SAMPle:RATE FAST	设置合适的测试速度,如" <b>快速</b> "。
INPut:IMPedance:HIGH ON	将输入阻抗设置为高阻(>10GΩ) (更多细节,请参考 <u>输入阻抗</u> 部分)。
INITiate:CONTinuous OFF	禁用连续测量。
READ?	启动一次测量,获取电压(单位V)读数。 注:若需要对电压进行多次的快速测量,可以采用 MEMORY功能。关于 MEMORY 功能,更多细节请参考存 储功能编程示例部分。

通过后面板多通道扫描模块进行测量



### 图 61. 测量内阻、开路电压和壳体电压 – 后面板

BT5321 后面板可以安装最多两个多通道扫描模块 SW9010。每个 SW9010 具有 32 个通道,每个通道可以任意设置为 ACR+DCV 测试或者壳体电压测试。下面以 32 个电芯为例,将上方插槽 1 的 SW9010 设置为 ACR+DCV 测试功能,下方插槽 2 的 SW9010 设置为壳体电压测试功能来进行测试。

#### 1. 连接电芯

下面是插槽 1 中 SW9010 的通道 1 和插槽 2 中 SW9010 的通道 1 同时连接到一个电芯的示例,其中线段表示测试线,数字 1~6 表示的是探针。



图 62. 切换电路示意图 - 后面板

关于接线方式更多细节,请参考连接电芯部分。

### 远程控制指令

下面介绍通过扫描模式来完成 32 个电芯的测试。关于扫描模式更多细节,请参考 附录 5. 提升测试效率的扫描模式介绍。

1) 仪器初始设置

## 当仪器热机以后,执行以下指令:

命令	动作
*RST	重置仪器。
*CLS	将寄存器数据置为0。
SYSTem:CALibration	执行一次自校正。
SWITch:MODule INTernal	配置采用内部的通道扫描模块。

### 2) ACR+DCV 测量

通过扫描模式,完成 32 个电芯的 ACR+DCV 测量。

命令	动作	
FUNCtion RVOLtage	配置测试项目为 ACR+DCV。	
RESistance:RANGe 0.003	设置合适的电阻量程,如3mΩ。	
RESistance:CURRent:MAX C300	设置测试电流,如 300mA。若因测试系统原因,300mA 测 试电流无法完成测试,可调整为 200mA (RESistance:CURRent:MAX C200),或 100mA (RESistance:CURRent:MAX C100)。测试电流设置仅针对 3mΩ量程,当为其他量程时,则无需设置。	
CALCulate:AVERage 3	设置平均次数,如3次,并开启平均功能。此指令为可选。 平均功能开启后会会提高测试结果的稳定性,但会需要更长	
CALCulate:AVERage:STATe ON	的测试时间。可以根据实际效果,来确定是否需要开启平均 并设置合适的平均次数。	
SAMPle:RATE SLOW	设置测试速度,如" <b>慢速</b> "。	
SWITch:MODule:STATe? INTernal	查询内部模组状态。本例中,若插槽 1 和 2 中 SW9010 状态 正常,则返回 1,1。	
ROUTe:SCAN (@101:132)	配置扫描的通道:从第1个插槽的通道1至通道32。	
INITiate:CONTinuous OFF	禁用连续测量。	
INITiate	开始扫描。	
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit4 (Sweep Done)和 Bit8 (Scan Done)置位。	
FETCh?	查询到上一步的对应比特置位后或等待至所有通道切换和测量结束后,发送此命令来获取到 32 组对应 32 个通道的内阻 (单位 Ω)和电压(V)读数。	

## 3) 壳体电压接触检测

测量电阻来判断连接到电芯壳体上两个探针(5、6)是否导通,从而判断它们是否与壳体已连接好。若无须做此功能测试,可以将探针5、6的连接线合并连接到一根探针上,如探针5上。

Battery Tester 附录

命令	动作
*RST	重置仪器
*CLS	将寄存器数据置为0。
SWITch:MODule INTernal	配置采用 内部的通道扫描模块。
FUNCtion EPCCheck	将仪表功能设置为壳体电压接触检测。
RESistance:RANGe 10	将电阻量程设置为 10 Ω。
SAMPle:RATE EXFAST	设置合适的测试速度,此例为 超快。
CALCulate:AVERage:STATe OFF	关闭平均功能。接触检测目的仅是为了判断两个探针间是否 导通,所以无需平均功能来提高数据的稳定性。
SWITch:MODule:STATe? INTernal	查询内部模组状态。本例中,若插槽 1 和 2 中 SW9010 状态 正常,则返回 1,1。
ROUTe:SCAN (@201:232)	配置扫描的通道:从第二个插槽的通道1至通道32。
INITiate:CONTinuous OFF	禁用连续测量。
INITiate	开始扫描。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit4 (Sweep Done)和 Bit8 (Scan Done)置位。
FETCh?	查询到上一步的对应比特置位后或等待至所有通道切换和测量结束后,发送此命令来获取到 32 个通道的内阻(单位 Ω)读数。若读数为合理值,例如<15 Ω,则表示对应通道的两个探针(5,6)导通。

4) 正极与壳体间电压或负极与壳体间电压

测量探针2和6或3和5之间的电压。

命令	动作
*RST	重置仪器。
*CLS	将寄存器数据置为 0。
SWITch:MODule INTernal	配置采用内部的通道扫描模块。
FUNCtion PEVOLTAGE (或 FUNCtion NEVOLTAGE)	将仪表功能设置为正极与壳体间电压(或负极与壳体间电 压)。
INPut:IMPedance:HIGH	将输入阻抗设置为高阻(>10 GΩ)。
SAMPle:RATE FAST	设置合适的测试速度,如" <b>快速</b> "。
SWITch:MODule:STATe? INTernal	查询内部模组状态。本例中,若插槽 1 和 2 中 SW9010 状态 正常,则返回 1,1。
ROUTe:SCAN (@201:232)	配置扫描的通道:从第二个插槽的通道1至通道32。
INITiate:CONTinuous OFF	禁用连续测量。

命令	动作
INITiate	开始扫描。
STATus:OPERation?	查询 Operation 寄存器状态,直到 Bit4 (Sweep Done)和 Bit8 (Scan Done)置位。
FETCh?	查询到上一步的对应比特置位后或等待至所有通道切换和测量结束后,发送此命令来获取到 32 个通道的 电压(单位 V) 读数。

## 附录7. 仪器安装

## 简介

本章介绍如何利用机架安装套件(以下简称套件)将 BT5300 电池分析仪(以下简称产品)安装到 19 英寸标准机架。

## ▲▲ 警告

为防止造成损害,请勿妨碍操作产品电源线,电源线是电网断开设备。如果机架安装 造成不能操作电源线,则必须提供一个额定值正确、便于操作的电源断开开关,作为 安装的一部分

## 准备

安装套件之前,拆下产品上的6个8-32螺钉(①)。



图 63. 仪器安装 一 准备

### 安装单机机架安装套件

利用套件将产品安装在 19 英寸标准机架的左侧或右侧。

将产品安装在机架左侧:

- 1. 利用 3 个#8-32 x ½ 英寸盘头螺钉(①)将其中一个机架托架(②)安装到产品的右前侧。使支架(②)上 的三个安装孔朝向前方。
- 2. 利用 3 个#8-32 x ½ 英寸盘头螺钉(①)将另一个机架托架(②)安装到产品的左前侧。

- 3. 利用 3 个 M6 盘头六角螺钉(⑤)和 3 个螺母,将机架面板(③)的右侧固定到机架支架的左侧。
- 将整个装配件安装到机架。从机架的后方,将装配件与机架安装孔对齐。在机架的前方,利用 6 个 M6 盘头六角螺钉(⑤)和 6 个螺母,穿过机架和机架支架(②)将机架面板(③)和机架钉板(④)固定在一 起。



图 64. 单机机架安装套件

## 安装双机机架安装套件

安装双机机架套件:

- 1. 将两台产品并排放在平坦表面,然后利用 3 个#8-32 x ½英寸盘头螺钉(①)将机架支架(②)安装到产品的左外侧和右外侧。参见安装单机机架安装套件部分的第 1 步。
- 2. 利用 6 个#8-32 x ½英寸盘头螺钉(①)将内支架(⑥)安装到两台产品的右内侧和左内侧。
- 3. 利用 6 个#8-32 x ½英寸盘头螺钉(①)将内支架(⑥)安装到两台产品的右内侧和左内侧。然后将两个导向销插入到内支架(⑥)两侧的两个孔内。
- 4. 将两个内支架(⑥)的前耳对齐,并利用 2 个#8-32 x %英寸盘头螺钉(①)将小钉板(⑦)固定到前耳。
- 5. 从机架的前方将整个装配件安装到机架,将机架支架(②)与机架的内侧对齐。在机架的前方,利用 6 个 M6 盘头六角螺钉(⑤)和螺母,穿过机架和机架支架(②)将机架钉板(④)固定。



图 65. 双机机架安装套件

# 产品尺寸



图 66. 产品尺寸

# 附录8. 外观图

