

The Fluke logo, consisting of the word "FLUKE" in a bold, black, sans-serif font, followed by a small registered trademark symbol (®). It is positioned on a solid yellow rectangular background.

1662/1663/1664 FC

电气安装测试仪

用户手册

2015年10月，Rev. 1 4/16

© 2015-2016 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 is three years 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 enduser 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.

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands

有限保证和责任限制

每台福禄克产品在正常使用和维护的情况下保证没有任何材料和工艺上的缺陷。产品的保证期为三年，从发运之日起计算。零件、产品修理和维护的保证期为 90 天。此项保证的对象仅为原始购买者或者 **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** 保证软件将按照其功能技术指标牢靠地工作 90 天，并已经正确地记录在无缺陷的介质上。**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保证条件。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 的保证责任是有限的，对于在保证期之内退回到 **Fluke** 授权的维修中心的有缺陷的产品，**Fluke** 可以选择退还购买款项、免费修理或更换产品。

为获得保修，请与您最近的 **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（**FOB** 目的地）。**Fluke** 不承担运输中损坏的风险。保修之后，该产品将返还给购买者，并预付运费（**FOB** 目的地）。如果 **Fluke** 认定故障是由于疏忽管理、错误使用、受到污染、经过改动、意外的或不正常的工作或管理状况，包括因超出产品规定的额定值使用而引起的过电压故障，或者正常的磨损和机械部件的破损而引起，**Fluke** 将提供估计的修理费用并在得到授权之后才开始维修工作。保修之后，该产品将返还给购买者，并预付运费。购买者则要支付修理费用和返程的运输费用（**FOB** 发运点）。

本保证为买方唯一能获得的全部赔偿内容，并且取代所有其它明示或隐含的保证，包括但不限于适销性或适用于特殊目的的任何隐含保证。**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个购买者。如果本保证的任何条款被法院或其它的决策主管裁判机构判定为无效或不可实施，则这种判定将不影响任何其它条款的有效性或可实施性。

Fluke Corporation
P.O.Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Fluke Europe B.V.
P.O.Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands

11/99

目录

标题	页
概述	1
福禄克联系方式	1
安全须知	2
功能及附件	5
操作	8
安全特性	8
快速入门	9
测量	28
电压和频率测量	28
绝缘电阻测量	29
通断性测量	32
环路/线路阻抗测量	34
RCD 跳闸时间测量	42
RCD 跳闸电流测量	48
IT 系统中的 RCD 测试	52
相序测试	54
接地电阻测量(1663 型和 1664 FC 型)	55
应用	57
如何测试电源插座和电路环安装	57
用环路方法测试接地电阻	58
Zmax	59
自动启动	60
带有 10 mA RCD 的环路阻抗测试	60
自动测试序列(1664 FC 型)	61
存储器模式	63

存储测量	65
调用测量	65
清除存储器	66
存储器报错消息	66
下载测试结果	67
Fluke Connect 无线系统	68
维护	69
如何测试保险丝	70
如何测试电池	70
更换电池	71
技术指标	73
通用技术指标	73
最大示值	75
电气测量技术指标	80
工作量程和不确定度，遵循 EN 61557 标准	88
工作不确定度，遵循 EN 61557	89

表目录

表	标题	页
表 1.	符号	4
表 2.	功能对比表	5
表 3.	标准附件	6
表 4.	与目的国相匹配的电源线	7
表 5.	拨盘开关	10
表 6.	按钮	11
表 7.	显示屏特性	13
表 8.	输入端子	17
表 9.	错误代码	18
表 10.	上电选项	20
表 11.	电压显示/开关和端子设置	28
表 12.	绝缘电阻显示/开关和端子设置	30
表 13.	通断性调零显示/开关和端子设置	33
表 14.	回路/线路阻抗/开关和端子设置	35
表 15.	线路阻抗测试显示及开关和端子设置	40
表 16.	RCD 跳闸时间显示/开关和端子设置	44
表 17.	RCD 跳闸电流/开关和端子设置	49
表 18.	接地电阻显示/开关和端子设置	56
表 19.	自动测试设置	62
表 20.	替换零部件	69

图目录

图	标题	页
图 1.	测试线交换模式	22
图 2.	调零显示	24
图 3.	与目的国向匹配的调零适配器配置	25
图 4.	安全预测试的连接	26
图 5.	安全预测试显示	27
图 6.	IT 系统中的环路阻抗测试	39
图 7.	3 相系统测量	41
图 8.	IT 电气系统上进行 RCD 测试的连接	52
图 9.	单根测试线配置	53
图 10.	相序测试连接	54
图 11.	相序显示	54
图 12.	接地电阻测试连接	55
图 13.	接地电阻环路测试的 3 线连接(不跳闸模式)	58
图 14.	接地电阻环路测试的 2 线连接(高电流跳闸模式)	59
图 15.	存储器模式	64
图 16.	IR 串行电缆连接	67
图 17.	更换电池	72

概述

Fluke 166X 系列(以下简称测试仪或产品)是由电池供电的电气安装测试仪。本手册适用于 1662、1663 和 1664 FC 全部三种型号。所有图示均以 1664 FC 型为例。

这些测试仪可测量和测试以下参数：

- 电压和频率
- 绝缘电阻(EN61557-2)
- 通断性(EN61557-4)
- 环路/线路电阻(EN61557-3)
- 残余电流保护装置(RCD)跳闸时间(EN61557-6)
- RCD 跳闸电流(EN61557-6)
- 相序(EN61557-7)，仅限 1663 和 1664 FC 型
- 接地电阻(EN61557-5)

福禄克联系方式

请通过以下电话号码联系福禄克：

- 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)
- 英国：+44 1603 256600
- 德国、奥地利、瑞士：+49 (0)69 / 2 22 22-0210
- 加拿大：1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- 欧洲：+31 402-675-200
- 日本：+81-3-6714-3144
- 新加坡：+65-6799-5566
- 世界各地：+1-425-446-5500

或者，请访问福禄克公司网站：www.fluke.com。

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

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

安全须知

表 1 所列为产品和本手册使用的符号。

“警告”表示对用户存在危险的状况和行为；

“小心”表示可能会造成本产品或被测设备损坏的状况和行为。

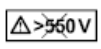


为防止可能的触电、火灾或人员伤害：

- 请将仪器仅用于指定用途，否则可能减弱仪器提供的防护。
- 请仔细阅读所有说明。
- 使用产品之前，请先阅读所有“安全须知”。
- 请勿在爆炸性气体、蒸汽周围或潮湿环境中使用产品。
- 遵守地方和国家安全规程。佩戴个人防护装备(防护用橡胶手套、面罩和阻燃服)，暴露于危险带电导体时防止电击和电弧爆炸伤害。
- 请勿在电压高于 **550 V** 的配电系统中使用产品。
- 所有测量过程中，使用与产品类别(CAT)、电压和电流额定值相符的附件(探头、测试线和适配器)。
- 操作产品之前，将电池舱门关闭并锁紧。
- 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。
- 请勿使用已经损坏的测试线。检查测试线是否发生绝缘损坏现象，并测量已知的电压。
- 请勿碰触高于 **30 V 交流 RMS、42 V 交流峰值，或 60 V 直流** 的电压。

- 测量时选择正确的接线端子、功能和量程。
- 端子之间或端子和接地之间所加电压不得超过额定电压。
- 测量类别(CAT)额定值不得超过产品、探头或附件中额定值最低的标定值。
- 请确保手指位于探头护手板之后。
- 首先通过测量已知电压，确定产品工作正常
- 当显示电池电量不足指示时，请更换电池，以防测量错误。
- 打开电池舱门之前，断开所有探头、测试线和附件。
- 请确保电池极性正确，以防电池泄露。
- 如果发生电池泄露，请将产品送修。
- 只有经过认证的技术人员才能维修产品。
- 务必使用规定的备件。
- 更换保险丝时，使用能够防止电弧的规定配件。
- 上盖拆下或外壳打开时，不使用产品，因为可能出现危险电压。
- 如果产品已经损坏，请将其禁用。
- 如果产品已经损坏，请勿使用。
- 清洁产品之前，请先断开输入信号。
- 仅使用随产品提供的电流探头、测试线和适配器。
- 打开外壳之前，务必将测试线从产品断开。
- 如果未安装保护帽，不得用于 CAT III 或 CAT IV 环境。保护帽可减小短路造成电弧的风险。

表 1. 符号

符号	说明
	警告危险。
	警告。危险电压。电击危险。
	参阅用户手册。
	保险丝
	双绝缘(II 类设备)
	接地
	警告。不得用于 550 V 以上电压。
	电池状态
CAT III	测量类别 III 适用于测试和测量连接到大厦低压电网设备配电部分的电路。
CAT IV	测量类别 IV 适用于测试和测量连接到大厦低压电网设备的电源的电路。
CE	符合欧盟(European Union)指令。
	通过 CSA Group 认证，符合北美安全标准。
	符合澳洲的相关 EMC 标准。
	TÜV SÜD 产品服务认证。

	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：根据 WEEE 指令附录 I 中的设备类型，该产品被归类为第 9 类“监测和控制仪器”产品。请勿将本产品作为未分类的城市废弃物处理。
---	--

功能及附件

表 2 中按产品型号列出了各项功能。

表 2. 功能对比表

测量功能	1662	1663	1664 FC
电压和频率	•	•	•
接线极性检查	•	•	•
绝缘电阻	•	•	•
绝缘安全预测试			•
通断性和电阻，自动交换极性	•	•	•
通断性和电阻，10 mA	•	•	•
通断性和电阻，使用  选择输入端子		•	•
Zmax 存储		•	•
回路和线路电阻	•	•	•
环路和线路电阻——mΩ 分辨率			•
预期故障电流(PEFC/I _k) 预期短路电流(PSC/I _k)	•	•	•
RCD 跳闸时间	•	•	•
RCD 跳闸电平(极限测试)	•	•	•
RCD 可变电流	•	•	•
自动 RCD 测试顺序	•	•	•
测试脉动电流敏感 RCD (A 型)	•	•	•
测试平滑直流敏感 RCD (B 型)		•	•
接地电阻		•	•
相序指示	•	•	•
自动测试序列			•
其它功能			
自检	•	•	•
背光照明显示屏	•	•	•
Fluke Connect™ 无线系统			•
存储器、接口			
存储器和计算机接口	•	•	•

Fluke DMS 软件(可选附件)	•	•	•
Fluke FVF 软件(可选附件)	•	•	•
Fluke Connect™ 智能手机 app			•
标配附件			
硬携箱	•	•	•
远程控制探头	•	•	•
调零适配器	•	•	•

随产品提供的部件见表 3。若产品发生损坏或零件丢失，请立即联系购买地点。

表 3. 标准附件

说明	1662 EU	1663/1664 FC EU	1662 UK	1663/1664 FC UK	部件号
TP165X 测试探头，带远端测试按钮	•	•	•	•	2107742
与目的国相匹配的电源线	•	•	•	•	参见表 4
TL-L1，测试线，红色	•	•			2044945
TL-L2，测试线，绿色	•	•			2044950
TL-L3，测试线，蓝色	•	•			2044961
探头，测试，香蕉插孔，4 mm 探针，红色	•	•			2099044
探头，测试，香蕉插孔，4 mm 探针，绿色	•	•			2065297
探头，测试，香蕉插孔，4 mm 探针，蓝色	•	•			2068904
102-406-003，探头帽，GS-38，红色	•	•			1942029
102-406-002，探头帽，GS-38，绿色	•	•			2065304
102-406-004，探头帽，GS-38，蓝色	•	•			2068919
AC285-5001，175-276-013 AC285 大鳄鱼夹，红色	•	•			2041727
AC285-5001-02，175-276-012 AC285 大鳄鱼	•	•			2068133

说明	1662 EU	1663/1664 FC EU	1662 UK	1663/1664 FC UK	部件号
夹，绿色					
AC285-5001-03, 175-276-0114 AC285 大鳄鱼夹，蓝色	•	•			2068265
带保险丝的探头组，红/蓝/绿，带锥形簧片和端盖			•	•	3989868
CD ROM，用户手册	•	•	•	•	4477435
快速参考指南	•	•	•	•	4477545
工具箱(硬壳，带填充材料)	•	•	•	•	4688513
挂带，带有护垫	•	•	•	•	4502043
Fluke 调零适配器	•	•	•	•	3301338

表 4 所列为与目的国相匹配的电源线。

表 4. 与目的国相匹配的电源线

电源线	插头类型	部件号
英国	BS1363	4601070
欧式	CEE 7/7	4601081
丹麦	AFSNIT 107-2-DI	4601129
澳大利亚/新西兰/中国	AS 3112	4601118
瑞士	SEV 1011	4601107
意大利	CEI 23-16/VII	4601096
美国	NEMA 5-15	4601134

操作

产品非常容易使用。拨盘开关可清晰指示所选功能。按钮帮助用户快速更改测试设置。带背光的显示屏用顶层菜单上的清晰符号表示测试结果。

安全特性

安全和性能是所有电气系统最关键的两项要求。高质量绝缘、正确的工作接地系统以及主动保护措施可确保人员、电气系统和建筑的安全性。这些措施保护其免受电击、火灾及其他设备损害。

触摸板

 按钮周围是一圈触摸板(见表 6)。触摸板测量操作者与测试仪 PE 端子之间的电压，如果此电压超过 100 V，就会在触摸板上显示  符号，显示屏上显示 PE 指示，并发出蜂鸣声。

带电电路检测

对于通断性和绝缘电阻测量，开始测试之前，如果检测到端电压超过交流/直流 30 V，则禁止测试。如果存在该电压，则发出持续蜂鸣声。

接地电阻测量

如果检测到测试电极之间的电压高于 10 V，产品将禁止测试。关于接地电阻测量的更多信息，请参见第 55 页。

安全预测试

1664 FC 型具有安全预测试功能，该功能检测连接到被测电路的任何电器。安全预测试能够在开始测试之前发出警告，防止测试电压损坏电器。关于安全预测试的更多信息，请参见第 26 页。

电源连接指示

图标(、、)表示 L-PE 或 L-N 端子是否接反。如果输入

电压超出 100 V 至 500 V 范围，则会禁止仪器工作，并产生一个错误代码。如果 L-PE 或 L-N 端子接反，将禁止 UK 环路和 RCD 测试。

如果在两根线之间测得高电压，显示屏上将显示⚡。更多信息请参见“如何测试电源插座和电路环安装”部分。

快速入门

本节介绍测试仪的控制开关和输入，其中也包括使用测试仪时全局适用的功能信息。

如何使用拨盘开关

拨盘开关(见表 5)用于选择测试类型。

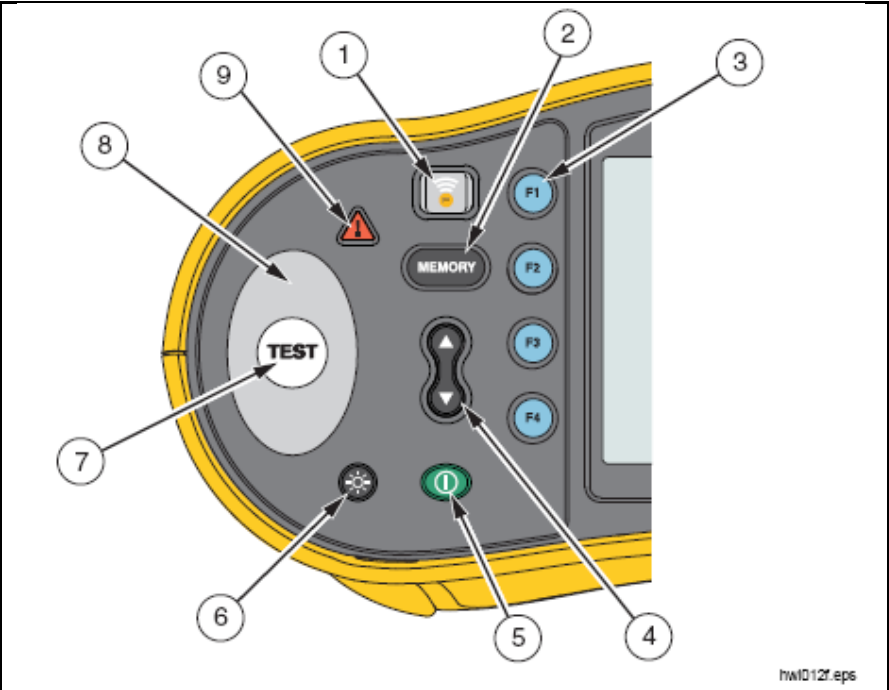
表 5. 拨盘开关

编号	符号	测量功能
①	V	电压
②	R_{ISO}	绝缘电阻
③	R_{LO}	通断性
④	Z_I NO TRIP	环路/线路阻抗——不跳闸模式
⑤	LOOP Z_I HI CURRENT	环路/线路阻抗——高电流跳闸模式
⑥	ΔT Δ	RCD 跳闸时间
⑦	$I_{\Delta N}$ Δ	RCD 跳闸电平
⑧	$\odot$	相序
⑨	R_E	接地电阻(仅限 1663 和 1664 FC)
⑩	AUTO TEST	自动测试(仅限 1664 FC)

按钮

按钮(表 6)用于控制测试仪的工作、选择测试结果进行查看，以及滚动浏览所选的测试结果。

表 6. 按钮

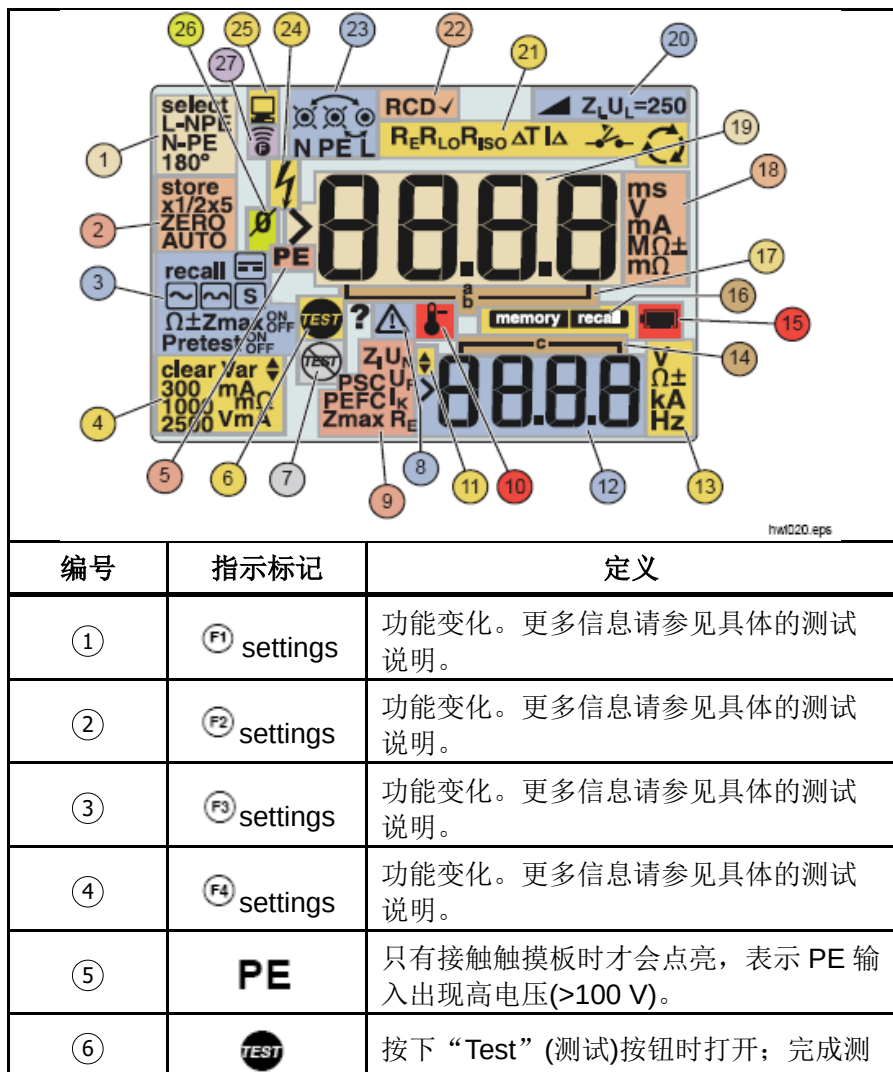
		
编号	按钮	说明
①		仅限 1664 FC——打开 Fluke Connect 无线功能。保持按下  1 秒以上则关闭无线功能。
②		进入/退出存储器模式。
③		调整功能设置。更多信息请参见具体的测试说明。

④		使用上/下箭头键选择屏幕上的功能。更多信息请参见具体的测试说明。
⑤		打开和关闭测试仪。如果长于 10 分钟没有操作，测试仪则自动关闭。
⑥		打开和关闭背光。
⑦		启动所选测试。
⑧		触摸板。按钮  周围有一圈触摸屏。 在按  按钮之前，务必首先触摸触摸板。 该触摸板测量操作者和测试仪 PE 端子之间的电势，相序测试功能除外。
⑨		电压警告。如果触摸板电池超过 100 V，就会在触摸板上显示  符号，显示屏上显示 PE 指示，并发出蜂鸣声。 将禁止 RCD 和环路测试。测量相序时无效。

显示屏

表 7 所列为显示屏特性。

表 7. 显示屏特性



		试后则关闭。
⑦		安全预测试检测到已连接的电器并停止测试。更多信息请参见“ <i>绝缘电阻测量</i> ”部分。
⑧		危险。发生错误时显示该按钮。 将禁止进行测试。关于错误代码清单及说明的信息，请参见表 9。
⑨	第二测量功能的名称：	
	Z_I	线路阻抗(相-中性线)
	U_N	绝缘电阻测试的测试电压。
	PSC	预期短路电流。根据测得的“相-中性线”电压和阻抗计算得到。
	U_F	故障电压。测量“中性线-地”。
	PEFC	预期接地故障电流。根据测得的“相-保护地”电压和环路阻抗计算得到。
	I_k	与 PSC 或 PEFC 符号组合使用，表示短路电流。
	Z_{max}	记录的环路测试最大值。
	R_E	接地电阻。
⑩		仪器过热时显示该符号。测试仪过热时将禁止使用环路测试和 RCD 功能。
⑪		有更多结果可用。使用  键滚动浏览结果。
⑫		副显示屏。有些测试项目将返回多个结果，或者返回根据测试结果计算得到的值。更多信息请参见具体的测试说明。

⑬		副显示屏的测量单位。
⑭		存储位置。关于如何使用存储位置的详细信息，请参见“存储器模式”部分。
⑮		电池状态。关于电池和电源管理的更多信息，请参见“如何测试电池”和“更换电池”部分。
⑯		按下 按钮时显示。
		按下 按钮以及查看存储的数据时显示。
⑰		存储位置。关于如何使用存储位置的详细信息，请参见“存储器模式”部分。
⑱		主显示屏的测量单位。
⑲		主显示屏。
⑳		表示预设的故障电压限值。默认设置为 50 V。有些地区的电气规范要求将故障电压设置为 25 V。
㉑		表示所选的拨盘开关的设置。主显示屏上的测量值与开关设置相对应。
㉒		表示测得的跳闸电流(跳闸电流测试)或测得的跳闸时间(跳闸时间测试)满足相应的 RCD 标准。更多信息请参见本手册“技术指标”部分的“RCD 跳闸时间”表。
㉓		接线端子标识(○)。中心带有圆点(●)的端子标识表示所选的功能使用该端子。 接线端子有：

		• L (相) • PE (保护地) • N (中性线)
		端子标识上方或下方的箭头表示极性颠倒。请检查连接或配线并改正。
		穿过端子的“X”标识表示配线、测试线和/或安装线断裂。
24		存在高压。
25		正在与 PC 交换数据。
26		测试线成功调零后出现。调零操作之后，该图标点亮，表示已经保存了所选输入端子的调零值。只有在进行通断性或环路测试时才使用。
27		无线功能已打开。如果  平稳闪烁，表示 1664 FC 正在搜索连接。如果以 5 秒间隔闪烁，表示 1664 FC 已连接到 Fluke Connect app。关于 Fluke Connect 的更多信息，请参见第 68 页。

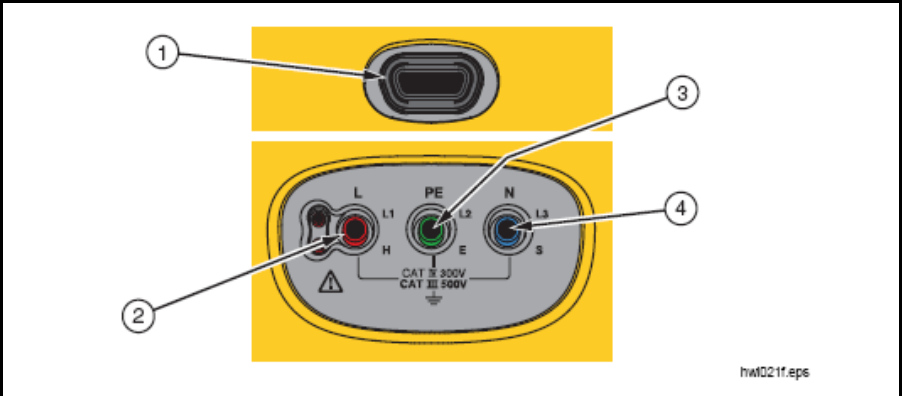
输入端子

图 8 所示为输入端子。

警告

为防止电击、火灾或人员伤害，如果未安装保护帽，请勿在 CAT III 或 CAT IV 环境下使用测试线。保护帽可将裸露探头金属的长度减小到 4 mm 以下。这样可减小短路造成电弧的风险。

表 8. 输入端子

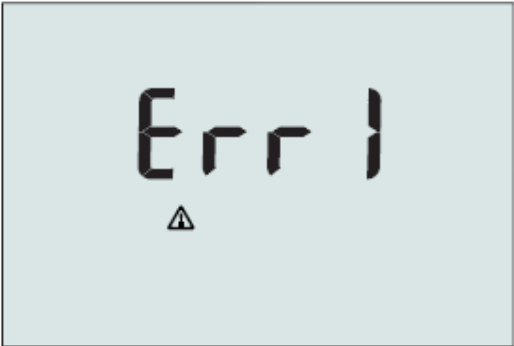
	
编号	说明
①	红外(IR)端口
②	L/L1/H (相)
③	PE/L2/E (保护地)
④	N/L3/S (中性线)

通过红外(IR)端口，可以将测试仪连接到计算机，并利用 Fluke PC 软件产品下载测试仪数据。软件可以收集、管理并以满足需要的格式显示测试数据。关于使用红外端口的更多信息，请参见“下载测试结果”部分。

错误代码

测试仪可检测各种错误状态，并在主显示屏上显示 Δ 、“Err” 和一个错误代码，见表 9。这些错误状态将禁止或停止测试。

表 9. 错误代码

 apx032f.eps		
错误状态	代码	解决方法
自检失败	1	将测试仪送到 Fluke 服务中心进行维修。 辅显示屏显示附加代码： 1: 不能与模拟板通信 2: 模拟板操作变量错误 4: 保险丝 1 错误 8: 保险丝 3 错误(显示屏显示“FUSE”) 16: 模拟板 ID 与预期值不符 32: 数字闪存 CRC 故障 64: 模拟闪存 CRC 故障

过热	2	等待测试仪冷却。
故障电压	4	检查 N 与 PE 之间的电压。RCD、插座测试、 U_L 电压过大。环路测试时在 10 V 时未跳闸。
噪声过大	5	关闭所有装置(回路、RCD 测量)，或者移动接地棒(接地测量)。
探头电阻过大	6	使接地棒插入土壤更深一些。夯实接地棒周围的土壤。在接地棒周围倒一些水，但不要在被测接地点倒水。
数据存储器	9	数据存储器不一致。将全部数据下载并保存到 PC，然后清除测试仪中的全部存储器。如果错误仍然存在，将测试仪送到 Fluke 服务中心进行维修。

固件选项

若需进行固件设置和查看，请同时按  和功能键，然后放开  键。请参见表 10 中的选项说明。测试仪关闭时，上电选项被保留。

表 10. 上电选项

按键	上电选项	说明
 	固件版本	打开测试，保持按下  键 3 秒以上。放开  键后，将显示固件版本。
 	IT 模式切换	IT 模式下，即使 N-PE 电压高于 25 V / 50 V，也允许进行环路测试或 RCD 测试。默认设置为 IT OFF (关闭)。
 	相线和中性线颠倒模式切换	将测试仪配置为工作在 L-n 模式或 L-n n-L 模式，见图 1。 - 在 L-n 模式下，L 和 N 相导线不得颠倒。这是英国及其他地区的要求。在屏幕上会显示  图标，表示系统 L 和 N 相导线颠倒，禁止测试。请检查并修正该系统故障，然后再继续。L-n 模式还根据英国要求将 RCD x1/2 跳闸时间改为 2000 ms。 - 在 L-n n-l 模式下，仪器允许颠倒 L 和 N 相导线，并继续测试。 <i>注</i> 在使用定极插头和插座的地区，可能会显示一个导线颠倒图标()，表示插座接线不正确。请在继续进行测试之前修复这一故障。 英国的默认设置为 L-n，其他地区的默认设置为 L-n n-L。
 	故障电压限值。	将故障电压在 25 V 和 50 V 之间进行切换。默认设置为 50 V。

按键	上电选项	说明
 	序列号	主显示屏显示前 4 位，辅显示屏显示后 3 位。
 	通断性蜂鸣器	打开和关闭蜂鸣器。默认设置为蜂鸣器打开。
 	自动启动	自动开始测试。同时按下  和 UP (上箭头) 键。打开时，如果检测到电源，仪器开始执行 RCD 或环路测试。不需要用户手动按  键。默认设置为关闭自动测试。
	0 Hz/128 Hz	切换不跳闸环路测试测量频率。 同时按  和 DOWN (下箭头) 键。如果被测 RCD 在较高频率下具有较高阻抗，则使用 0 Hz。默认设置为 128 Hz。 注 0 Hz 不适用于自动测试序列。

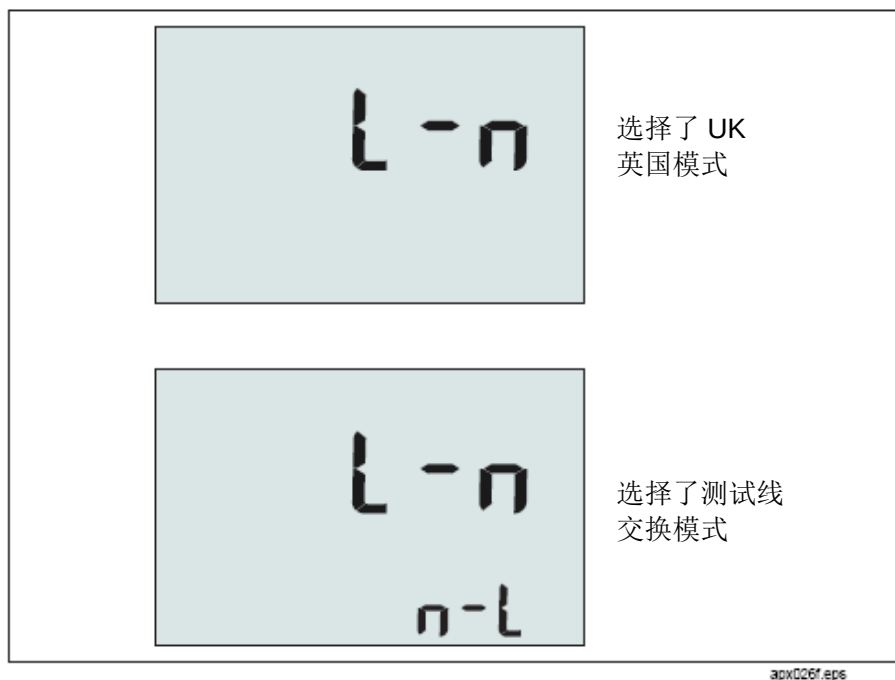
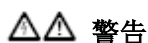


图 1. 测试线交换模式

如何调零测试线



警告

为防止电击、火灾或人员伤害，如果未安装保护帽，请勿用于 CAT III 或 CAT IV 环境。保护帽可将裸露探头金属的长度减小到 4 mm 以下，这样可减小短路造成电弧的风险。

测试线具有一定的固有电阻，会影响测量。在进行通断性环路阻抗测试之前，利用调零适配器对测试线或电源线进行补偿，即调零。关于调零适配器的更多信息，请参见图 2 和图 3。

测试仪为每一组通断性和环路阻抗测试保存独立的调零值。根据支持调零模式的每种功能，保留每一种测试线组合的特定调零值。指示标记



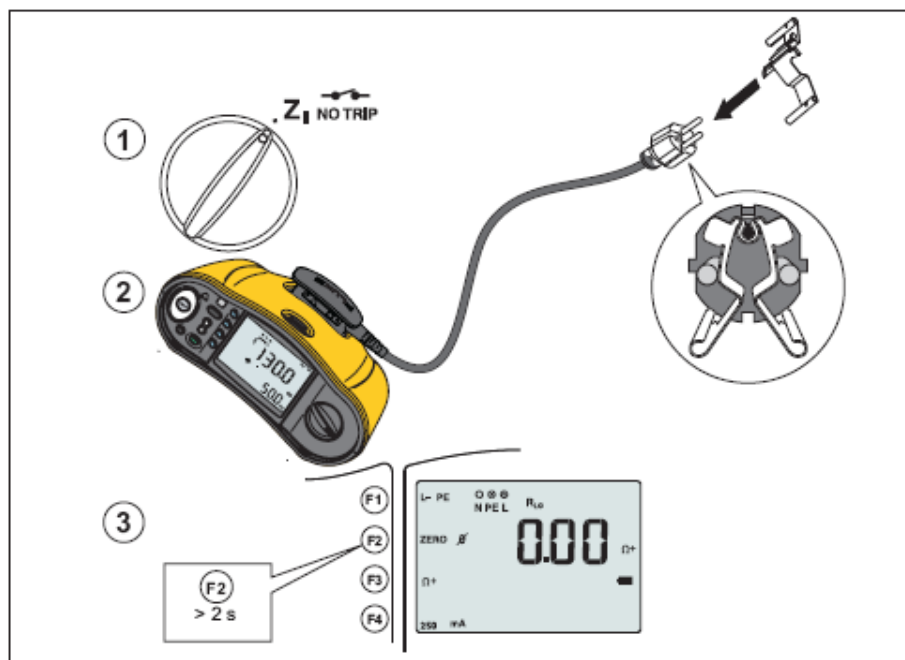
表示已经保存了所选测试线组合的调零值。对于每一种通断性量

程，调零值适用于两种极性。

调零过程如下：

1. 将拨盘开关旋转到 Z_1  Z_1  或 R_{LO} 位置。
2. 对于 R_{LO} ，使用 $F4$ 选择 10 mA 或 250 mA 量程。每一种量程都保存有独立的调零值。
3. 将电源线(或测试线)连接到测试仪和调零适配器。在 R_{LO} 功能下，可调零两根或三根测试线。
4. 保持按下 $F2$ 2 秒至 6 秒，直到主显示屏上显示 $\emptyset$ 指示标记和偏移值。每次完成调零值时，发出蜂鸣声。

测试仪测量线阻，保存测量值，并从读数中减去该值。电源关闭时，电阻值将被保留。如果测试仪使用相同的测试线或电源线执行相同的功能，则无需重复进行调零。



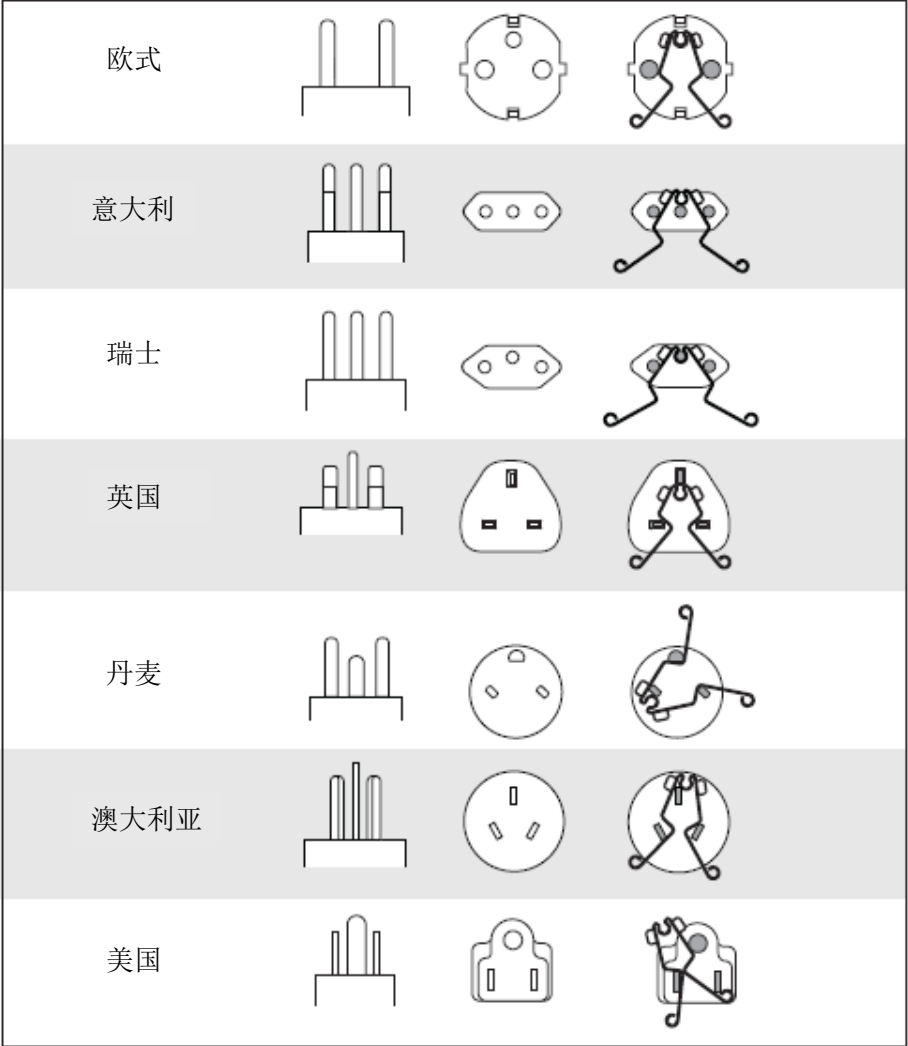
hw1058.eps

图 2. 调零显示

5. 如果显示的读数大于 $3.0\ \Omega$:

- 对于环路(Z_1)测试, 检查确认连接了全部 3 根测试线。
- 对于通断性(R_{Lo})测试, 检查确认连接了全部 3 根测试线。
- 在 R_{Lo} 功能下, 为了对 2 根测试线进行调零, 使用 $F1$ 键选择短测试线并确认屏幕上显示有 $\varnothing$ 指示标记。
- 检查测试线是否损坏。

如果测试仪电池电压太低, 显示屏将显示 “Lo BATT”, 并且测试仪将不执行调零。



103.eps

图 3. 与目的国向匹配的调零适配器配置

注

在调零测试线之前，务必确保电池状态良好。

绝缘电阻测试前的安全预测试

1664 FC 型具有安全预测试功能，该功能检测连接到被测电路的任何电器。安全预测试能够在开始测试之前发出警告，防止测试电压损坏电器。

使用安全预测试时，测试仪必须连接到相线(L 端子)、中性线(N 端子)和保护地(PE 端子)。参见图 4。测试仪会在全部三个端子指示符号中显示黑点，指导用户进行连接。如果在电源插座上使用电源测试线，在电源插座连接正确的情况下，这种条件就是正确的。

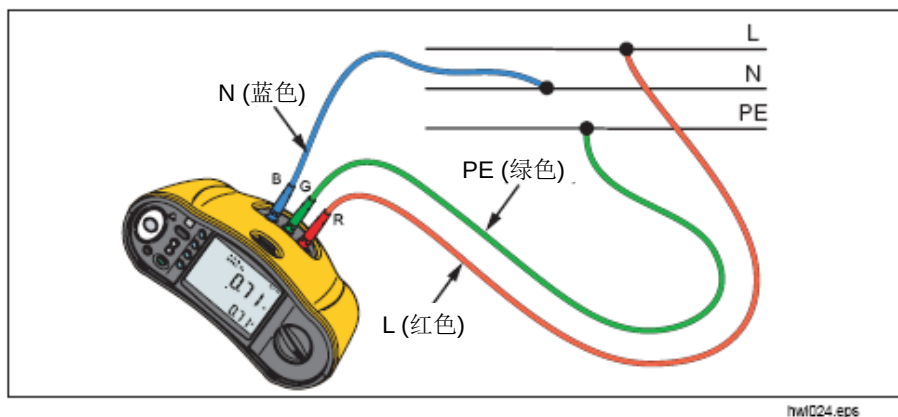
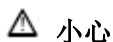


图 4. 安全预测试的连接



只有在将 L 端子连接到相线、N 端子连接到中性线，以及 PE 端子连接到 PE 线时，安全预测试功能才能可靠工作。

如果测试仪检测到有电器连接，将停止测试，并显示如图 5 所示的屏幕。

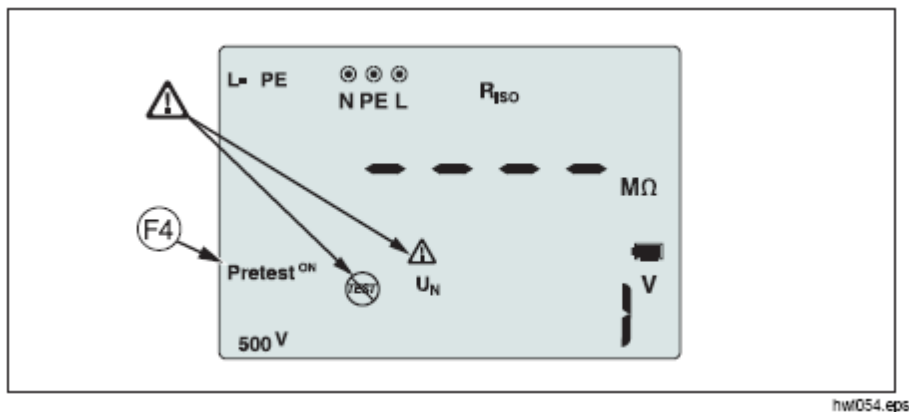


图 5. 安全预测试显示

如需继续执行绝缘测试并忽略报警，按 F3 键关闭预测试。

$\triangle$ 小心

如果您忽略安全预测试报警并继续，测试电压可能会损坏连接的电器。

如需重启预测试，再次按 F3 键，打开预测试功能。

测量

这些测试仪可测量和测试以下参数：

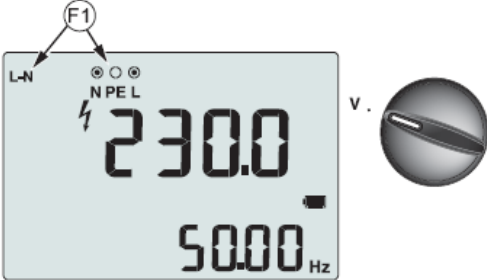
- 电压和频率
- 绝缘电阻(EN61557-2)
- 通断性(EN61557-4)
- 回路/线路电阻(EN61557-3)
- 残余电流保护装置(RCD)跳闸时间(EN61557-6)
- RCD 跳闸电流(EN61557-6)
- 相序(EN61557-7)，仅限 1663 和 1664 FC 型
- 接地电阻(EN61557-5)

电压和频率测量

测量电压和频率的步骤如下：

1. 将拨盘开关切换至“V”位置。见表 11。

表 11. 电压显示/开关和端子设置

 hw1002.eps				
按键	动作	1664 FC	1663	1662
F1	输入选择：N PE L N PE L N PE L	•	•	•
F3	在副显示屏中显示电池电量	•	•	•

2. 该项测试可选择任意一对(红色、蓝色或绿色)测试线。在测量交流(AC)电压时，可使用测试线或电源线。
 - 主显示屏显示交流电压。测试仪可测量高达 500 V 的交流电压。按  键切换 L-PE、L-N 和 N-PE 电压读数。
 - 副显示屏显示电源频率。

注

只有当所选测试线(包括配线)正确、无断裂时，显示的电压才有效。

3. 保持按下 ，可查看电池电压。主显示屏显示“BATT”。副显示屏显示电池电压。

绝缘电阻测量



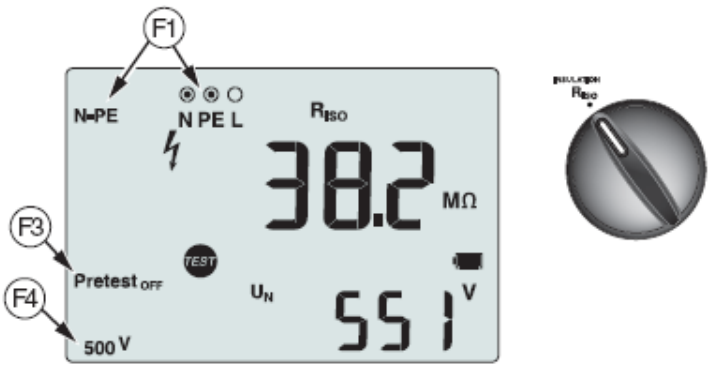
警告

为防止电击，只能对未通电的电路进行测量。

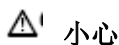
测量绝缘电阻的步骤如下：

1. 将拨盘开关切换至“Riso”位置。见表 12。

表 12. 绝缘电阻显示/开关和端子设置

 hw0001.eps				
按键	动作	1664 FC	1663	1662
F1	输入选择: N PE L, N PE L, N PE L	.		
	输入选择: N PE L		.	.
F3	打开或关闭安全预测试	.		
F4	选择测试电压 50、100、250、500 或 1000 V	.	.	
	选择测试电压: 100、250、500 或 1000 V			.
TEST	启动所选测试	.	.	.

2. 1664 FC: 利用  键选择使用的测试线对，并使用正确的端子进行测试。也可以使用电源测试线。1662/1663: 该项测试使用 L 和 PE(红色和绿色)接线端子。
3. 利用  键选择测试电压。大多数绝缘测试采用 500 V 电压，但应以当地测试要求为准。
4. 1664 FC: 利用  键启动安全预测试。



只有在将 L 端子连接到相线、N 端子连接到中性线，以及 PE 端子连接到 PE 线时，安全预测试功能才能可靠工作。

5. 保持按下  键，直到读数稳定，测试仪发出蜂鸣声：
 - 主显示屏显示绝缘电阻。
 - 副显示屏显示实际的测试电压。

如果在线路上检测到电压，将禁止测试。

注

对于正常的高阻值绝缘，输出电压(U_A)应总是等于或高于设定的电压。否则，请检查测试仪连接、测试线和保险丝。若绝缘电阻不良，测试电压将被自动降低至将测试电流限值到安全范围。

通断性测量

通断性测试通过高分辨率电阻测量来检验连接的完整性。在检查保护地连接时这点尤其重要。阻抗或并联电路或瞬态电流会对测量造成不利影响。

注

在电路被布置为环状时，建议在配电盘处对电路环进行“端一端”检查。



警告

为防止电击、火灾或人员伤害，只能对未通电的电路进行测量。

测量通断性的步骤如下：

1. 将拨盘开关拨至 RLo 位置。见表 13。
2. 1663/1664 FC：利用  键选择使用的测试线对，并使用正确的端子进行测试。

1662：该项测试使用 L 和 PE(红色和绿色)接线端子。

该选项适用于测试电路环安装，或者检验电源插座处保护地和中性线之间的连接。为避免触发 RCD，请使用 10 mA 测试电流。

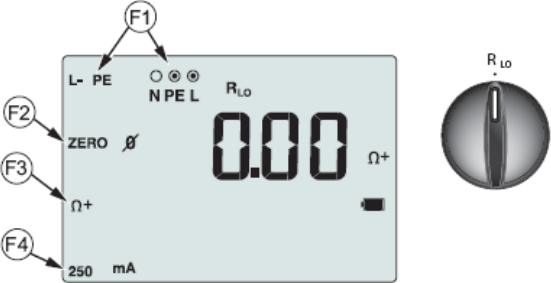
3. 利用  键选择测试电流极性。

“+”为正电流。“-”位负电流。“±”选项对两种极性进行测量。在主显示屏上显示正和负电流测量结果的平均值。如果极性选择“±”选项，在副显示屏上显示正电流结果。按  键切换正、负电流结果。

4. 利用  键选择最大测试电流。为避免触发 RCD，对于包括中性线和相线的电路环安装测试，采用 10 mA 设置。

5. 完成之后，对测试线进行调零。更多信息请参见“如何调零测试线”部分。
- 如果测试仪电池电压太低，显示屏将显示“Lo BATT”，并且测试仪将不执行调零。
6. 保持按下  键，直到读数稳定。如果通断蜂鸣器已打开，当测量值小于 $2\ \Omega$ 时，测试仪发出持续蜂鸣声。如果测量值大于 $2\ \Omega$ ，测试仪则不发出蜂鸣声。

表 13. 通断性调零显示/开关和端子设置

				
hw1003.eps				
按键	动作	1664 FC	1663	1662
	 输入选择: N PE L N PE L N PE L	•	•	
	 输入选择: N PE L			•
	调零测试线电阻偏移	•	•	•
	选择测试电流极性	•	•	•
	选择最大测试电流: 10 mA 或 250 mA	•	•	•
	启动所选测试	•	•	•

若电路带电，将禁止测试，并在副显示屏上显示交流电压。

环路/线路阻抗测量

环路阻抗(相线至保护地, L-PE)

环路阻抗是在相线(L)和保护地(PE)之间测得的源阻抗。您可确定预期接地故障电流(PEFC)。PEFC 是相线短路至保护地导体时可能引起的电流。测试仪将实测电源电压除以环路阻抗, 计算得到 PEFC。回路阻抗功能施加一个流向地的测试电流。若电路中有 RCD, 它们将会跳闸。

为避免跳闸, 请使用拨盘开关上的 Z_i  功能。无跳闸测试是一项特殊测试, 可防止系统中的 RCD 跳闸。若确定电路中没有 RCD, 可使用“ Z_i Hi Current”(大电流)功能进行更快、噪声更低地测试。

注

如果“L”和“N”端子颠倒, 测试仪将在内部自动将其交换过来, 并继续测试。测试仪用端子指示符号()上方或下方的箭头表示这一状态。如果测试仪被配置为英国的工作模式, “L”和“N”端子将不会自动交换, 并停止测试。

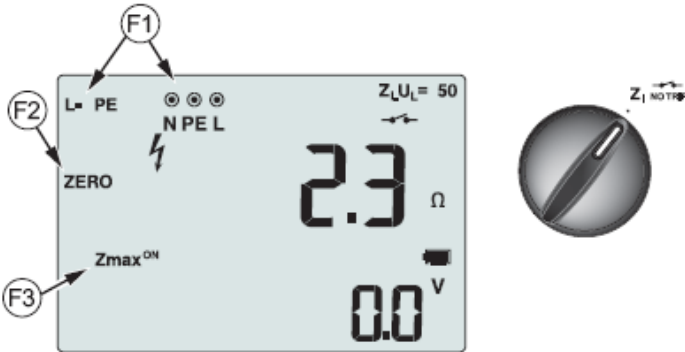
提示:

- 使用 Z_i  位置进行环路测量。
- 预载状态会引起 RCD 跳闸。
- 标称故障电流为 10 mA 的 RCD 将跳闸。
- 关于带有 10 mA RCD 的电路的环路阻抗的测量, 请参见“应用部分”。

无跳闸模式下测量 L-PE 环路阻抗的步骤如下：

- 1. 将拨盘开关切换至 “ Z_L NO TRIP” 位置。见表 14。

表 14. 回路/线路阻抗/开关和端子设置

 hw1006.eps				
按键	动作	1664 FC	1663	1662
F1	输入选择: N PE L N PE L	•	•	•
F2	调零测试线电阻偏移	•	•	•
F3	打开或关闭 Zmax	•	•	
TEST	启动所选测试	•	•	•

- 2. 按 F1 键选择 L-PE。显示屏上显示 Z_L 和  指示标识。
- 3. 连接并调零测试线或电源线。关于如何调零测试线的更多信息，请参见第 22 页。
- 4. 使用 1663 型和 1664 FC 型时，按 F3 键切换 Zmax 监测仪。如果

Zmax 已打开，会比较随后的测量值。副显示屏显示最大 Z_L (如果 $F1 = L-N$ ，则显示 Z_I) 值，直到 Zmax 关闭。

5. 将全部测试线连接到被测系统的 L、PE 和 N，或者将电源测试线插入至被测插座。
6. 触摸触摸板，并观察前面板上的  警告。更多信息请参见“安全特性”部分。
7. 按下并随后放开  键。如果自动启动(上电选项:  + up ) 已打开，将在检测到电源电压且必需的测试线已连接之后自动开始测试。
8. 等待测试完成。主显示屏显示环路阻抗。

副显示屏显示预期接地故障电流，单位为 A 或 kA。

9. 按下箭头键  显示 Zmax (若已打开)。按几次下箭头键 ，显示 PSC、Zmax、 Z_I 和 R_E 值。
10. 再次按下箭头键 ，显示 Z_I 值。

该项测试需要几分钟时间来完成。若正在测试时电源被断开，将自动终止测试。

注

预加载被测电路可能会引起错误。若噪声过大，将显示错误 5(噪声会导致测量值准确度降低)。按  键显示测量值。
按  键返回到错误 5 显示。如果测试仪显示 0.00Ω ，则认为不存在正确的电路。请检查确认仪器的测试线连接正确，测试线已调零，且保险丝完好。

环路阻抗(高电流跳闸模式)

大电流跳闸模式下测量回路阻抗的步骤如下:

若被测系统中没有 RCD, 则可采用大电流相-地(L-PE)环路阻抗测试。

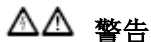
1. 将拨盘开关切换至  位置。显示屏上出现  标识, 标识已经选择了大电流跳闸模式。
2. 将测试线连接到测试仪的 L 和 PE (红色和绿色)端子。
3. 按  键选择 L-PE 或 L-N。
4. (仅限 1664 FC 型)按  键选择测试结果分辨率: Ω 或 $m\Omega$ 。如果分辨率为 $m\Omega$, 完成测试需要 30 秒至 60 秒时间。
5. 调零测试线。对于环路(Z_1)测试, 检查确认全部 3 根测试线已短接。
6. 关于如何调零测试线的更多信息, 请参见第 22 页。
7. 使用 1663 型和 1664 FC 型时, 按  键切换 Z_{max} 监测仪。

如果 Z_{max} 已打开, 会比较随后的测量值。副显示屏显示最大 Z_L (如果 $F1 = L-N$, 则显示 Z_1)值, 直到 Z_{max} 关闭。当保存测试结果时, Z_{max} 值被保存。如果保存之前更改位置字段 a、b 或 c, 实际测试结果为新 Z_{max} 。测试仪保留 Z_1 无跳闸测试与 Z_1 高电流测试之间的 Z_{max} 值。

8. 将测试线连接到被测系统的 L 和 PE 端子, 或者将电源测试线连接到被测插座。
9. 触摸触摸板, 并观察前面板上的  警告。
10. 按下并随后放开  键。如果自动启动(上电选项:  + up ) 已打开, 将在检测到电源电压且必需的测试线已连接之后自动开始测试。
11. 等待测试完成。主显示屏显示环路阻抗。

副显示屏显示预期接地故障电流(PEFC)，单位为 A 或 kA。

12. 如果 Zmax 已打开，按下箭头键 ，在副显示屏中显示 Zmax 值。



警告

为防止电击、火灾或人员伤害，确保电路中没有 **RCD**。显示的符号  表示高电流环路模式。系统中的所有 **RCD** 都将跳闸。

注

如果跳闸时间大于 $>10\text{ ms}$ ，即使 **RCD** 已跳闸，测试仪也可能显示测试结果。由于测量时间较短，测试结果可能不满足给出的技术指标。如果测试仪显示 $0.00\ \Omega$ ，则认为不存在正确的电路。请检查确认仪器的测试线连接正确，测试线已调零，且保险丝完好。

IT 系统测量中的环路阻抗

为了在电源插座处测量环路阻抗，将测试仪置于 IT 模式(上电选项： + )。在 IT 模式下，测试仪支持 N 与 PE 之间为任意电压，但只能采用高电流跳闸模式进行测试。参见图 6。

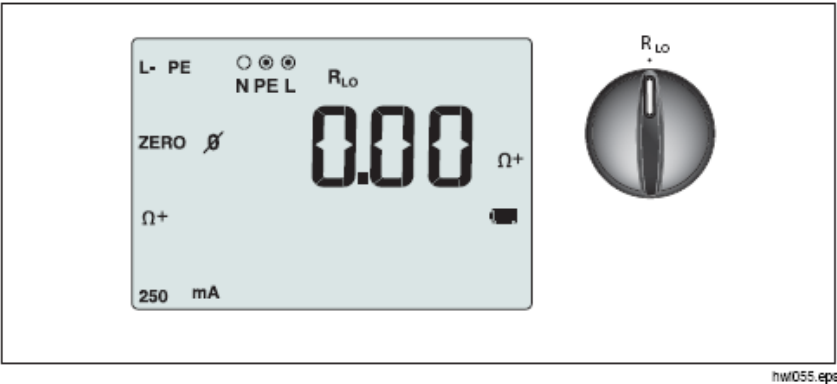


图 6. IT 系统中的环路阻抗测试

线路阻抗

线路阻抗是指相线和中性线之间的源阻抗。该功能可进行以下测试：

- 相线至中性线环路阻抗。
- 三相系统中相线之间的阻抗。
- L-PE 环路测量。这是一种高电流、2 线环路测量。由于会引起跳闸，因此不可用于有 RCD 保护的电路。
- 预期短路电流(PSC)。PSC 是相线短路至中性线或另一相线时的潜在电流。测试仪将实测电源电压除以线路阻抗，计算得到 PSC。

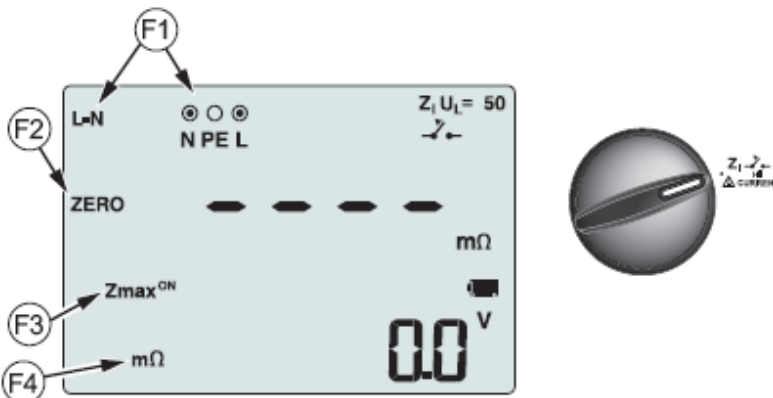
测量线路阻抗的步骤如下：

1. 将拨盘开关切换至  HI CURRENT 位置。见表 15。
2. 将红色测试线连接至测试仪的 L (红色)接线端子，蓝色测试线连接至

N (蓝色)接线端子。

- 3. 按 **F1** 键选择 L-N。
- 4. (仅限 1664 FC 型)按 **F4** 键选择测试结果分辨率：Ω 或 mΩ。如果分辨率为 mΩ，完成测试需要 30 秒至 60 秒时间。
- 5. 调零测试线。关于如何调零测试线的更多信息，请参见第 22 页。

表 15. 线路阻抗测试显示及开关和端子设置

 hw1007.eps				
按键	动作	1664 FC	1663	1662
F1	输入选择:  N P E L' N P E L	•	•	•
F2	调零测试线电阻偏移	•	•	•
F3	打开或关闭 Zmax	•	•	
F4	选择环路阻抗测试准确度: Ω、mΩ(仅限高电流跳闸模式)	•		
TEST	启动所选测试	•	•	•

6. 按 **F3** 键切换 **Zmax** 监测器。

如果 **Zmax** 已打开，会比较随后的测量值。副显示屏显示最大 Z_L (如果 $F1 = L-N$ ，则显示 Z_l) 值，直到 **Zmax** 关闭。当保存测试结果时，**Zmax** 值被保存。如果保存之前更改位置字段 **a**、**b** 或 **c**，实际测试结果为新 **Zmax**。

注

如果使用 **L-PE**，系统中的 **RCD** 将跳闸。

7. 在单相测试中，将测试线连接到系统相线和中性线。若需测量三相系统中的线对线阻抗，请将测试线连接至 2 根相线。
8. 按下并随后放开 **TEST** 键。如果自动启动(上电选项: **① + up**) 已打开，将在检测到电源电压且必需的测试线已连接之后自动开始测试。等待测试完成。
- 主显示屏显示线路阻抗。
 - 副显示屏显示预期短路电流(**PSC**)。
9. 如果 **Zmax** 已打开，按下箭头键 **↗** 在副显示屏中显示 **Zmax** 值。

对于 3 相 500 V 系统测量，使用如图 7 所示的连接。

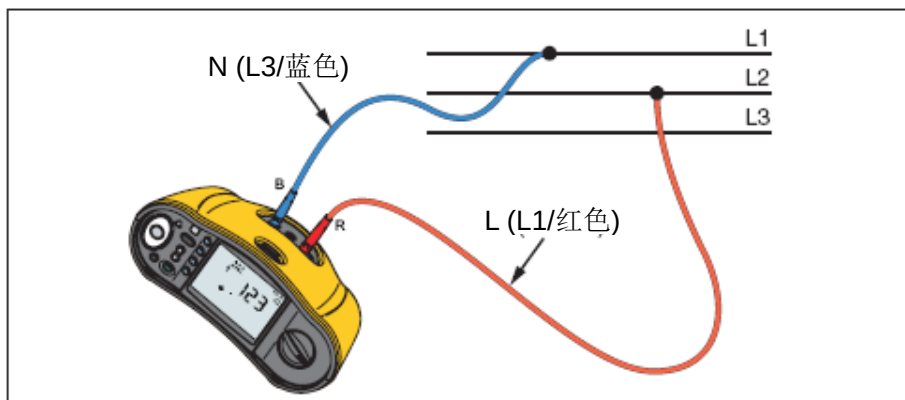


图 7. 3 相系统测量

ima025.eps

RCD 跳闸时间测量

该项测试中，对电路感应一个经校准的故障电流，引起 RCD 跳闸。仪器测量并显示 RCD 跳闸所需的时间。可采用测试线或电源线进行该项测试。在带电电路上进行该项测试。

也可以使测试仪在自动启动模式下进行 RCD 跳闸时间测试，一个人执行测试时更加容易。如果 RCD 的标称电流设置是标准选项 10 mA、30 mA、100 mA、300 mA 和 500 mA 或 1000 mA 之外的其它特殊值，可采用 Var 模式下的自定义设置。

注

在测量任何类型 RCD 的跳闸时间时，测试仪首先确定实际测试是否会引起超过限值(25 V 或 50 V)的故障电流。如果是，在显示屏上显示 Err4。

为避免测得的 S 型(延迟型) RCD 的跳闸时间不准确，在预测和实际测试之间保留 30 秒延迟。由于这类 RCD 含有 RC 电路，需要在稳定后才能进行完全测试，所以这类 RCD 需要一个延迟。

RCD type B, B+ ()或 S-type B, B+ ()实际上是两个 RCD，一个为 A/AC 型，一个为 B 型。B 型 RCD 只有使用跳闸电流(极限)测试才能正确测量。对于跳闸时间测量，由于测试电流的初始配置，RCD 的交流部分可能会造成跳闸。福禄克建议利用 B 型进行跳闸电流测试，并用 A/AC 波形进行测试。



警告

为防止电击、火灾或人员伤害：

- 请在开始测试之前测试 N 线和接地之间的连接。N 线和接地之间的电压会影响测试。
- 电路中流过残余电流保护装置的漏电流会影响测量。
- 显示的故障电压与 RCD 的额定残余电流有关。
- 其他接地装置的电势场会影响测量。
- 连接在 RCD 下游的设备(马达、电容器)会明显延长跳闸时间。

注

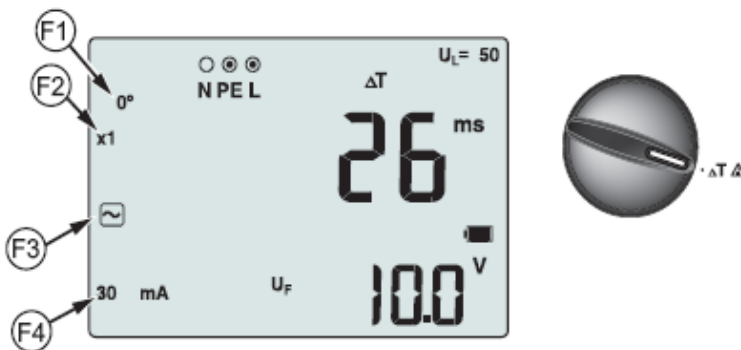
如果“L”和“N”端子颠倒，测试仪将在内部自动将其交换，并继续测试。若测试仪被配置为英国的工作模式，将停止测试，用户必须确定“L”和“N”反接的原因。测试仪用端子指示符号  上方的箭头表示这一状态。

A 型 RCD 无 1000 mA 选项可用。B 型 RCD 无 Var 选项可用。如果本应触发 RCD、但并未触发(例如读数大于 310)，请检查连接、测试线和保险丝。

测量 RCD 跳闸时间的步骤如下：

1. 将拨盘开关切换至“ ΔT ”位置。见表 16。

表 16. RCD 跳闸时间显示/开关和端子设置

				
按键	动作	1664 FC	1663	1662
F1	选择 RCD 测试极性: 0°或 180°	•	•	•
F2	RCD 电流倍乘系数: 1/2、1、5 或自动	•	•	•
F3	选择 RCD	•	•	
F4	RCD 电流设置 10 mA、30 mA、100 mA、300 mA、500 mA 或 Var	•	•	•
TEST	启动所选测试	•	•	•

2. 按 F4 键选择 RCD 电流设置(10、30、100、300、500 或 1000 mA)。
3. 按 F2 键选择测试电流倍乘系数(½、1、5 或自动)。该项测试中通常使用 1。
4. 按 F3 键选择 RCD 测试电流波形：

-  ——交流电流，测试 AC 型(标准交流 AC RCD)和 A 型(脉宽直流敏感 RCD)
-  ——半波电流，测试 A 型(脉宽直流敏感 RCD)
-   ——延时响应，测试 S 式 AC 型(延时型 AC RCD) RCD
-   ——延迟响应型，测试 S 式 A 型(延时型脉冲直流敏感 RCD)

1664 FC/1663

-  ——平稳直流电流，测试 B 型 RCD
-   ——延迟响应，测试 S 式 B 型(延时平稳直流电流 RCD)

注

对于 F、G、K 或 R 型 RCD，选择 A 型(半波电流)。对于 G、G 和 R 型 RCD，如果延时短于 10 ms，将不触发符号 RCD ✓。这些类型要求至少 10 ms 的触发时间。

对于 B+ 型 RCD，使用 B 型平稳直流电流进行测试。

5. 按  键选择测试电流相位：0°或 180°。由于 RCD 的响应时间在不同相位时可能会有明显差别，因此需要在两种相位下对 RCD 进行测量。

注

对于 B 型()或 S 式 B 型( ) RCD，必须在两种相位设置下进行测试。

6. 最低程度下，将测试线连接到被测系统的 L 和 PE，或者将电源测试线插入到被测插座。

注

对于 B 型()或 S 式 B 型( ) RCD，需要全部 3 根测试线。

7. 按下并随后放开  键。

如果自动启动(上电选项:  + up )已打开, 将在检测到电源电压且必需的测试线已连接之后自动开始测试。

8. 等待测试完成。

- 主显示屏显示跳闸时间。
- 副显示屏显示与额定残余电流相关的故障电压(PE 线上的电压差)。
- 如果跳闸时间满足相应的 RCD 标准, 则显示 **RCD**  符号。更多信息请参见本手册“技术指标”部分的“RCD 跳闸时间”表。

自定义 RCD 设置——Var 模式

测量自定义 RCD 设置的 RCD 跳闸时间——Var 模式:

1. 将拨盘开关切换至“**ΔT**”(对于跳闸电流测量, 则切换至 $I_{\Delta N}$)位置。
2. 按  键选择 **Var** 电流额定值。电流自定义设置将显示在副屏上。使用  调节参数值。
3. 按  键选择测试电流倍乘系数。该项测试一般采用 $\times 1/2$ 或 $\times 1$ 。
4. 重复 RCD 跳闸时间测量步骤中的第 4 步至第 7 步。
5. 若需查看测试使用的标称设置, 按  键。

注

A 型 RCD 的最大设置为 700 mA。Var 模式不适用于 B 型 RCD。

利用自动(Auto)模式测量 RCD 跳闸时间

采用自动模式测量 RCD 跳闸时间的步骤如下:

1. 将测试仪插入到插座。
2. 将拨盘开关切换至“**ΔT**”位置。

3. 按  键选择 RCD 电流额定值(10 mA、30 mA 或 100 mA)。
4. 按  键选择自动(Auto)模式。
5. 按  键选择 RCD 测试电流波形。
6. 最低程度下，将测试线连接到被测系统的 L 和 PE，或者将电源测试线插入到被测插座。

注

对于 B 型()或 S 式 B 型(插入图标) RCD，需要全部 3 根测试线。

7. 按下并随后放开  键。如果自动启动(上电选项:  + up ) 已打开，将在检测到电源电压且必需的测试线已连接之后自动开始测试。

测试仪提供 $\frac{1}{2}$ 倍的 RCD 额定电流，持续 310 ms 或 510 ms (在英国为 2000 ms)。若 RCD 跳闸，测试则终止。若 RCD 未跳闸，测试仪则反相，重复测试。若 RCD 跳闸，测试则终止。

若 RCD 未跳闸，测试仪则恢复初始的相位设置，并提供 1 倍的 RCD 额定电流。RCD 应跳闸，并在主屏上显示测试结果。

8. 复位 RCD。
9. 测试仪反相，重复 1 倍电流测试。RCD 应跳闸，并在主屏上显示测试结果。
10. 复位 RCD。
11. 测试仪恢复初始相位设置，并提供 5 倍的 RCD 额定电流，持续最长 达 50 ms。RCD 应跳闸，并在主屏上显示测试结果。
12. 复位 RCD。
13. 测试仪反相，重复 5 倍电流测试。RCD 应跳闸，并在主屏上显示测试结果。
14. 复位 RCD。

- 可利用箭头键  查看测试结果。显示的第一个结果是最后的测量，即 5 倍电流测试。按下箭头键  则又返回到 $\frac{1}{2}$ 倍额定电流下的第一次测量结果。
 - 如果跳闸时间满足相应的 RCD 标准，则显示 RCD  符号。更多信息请参见“技术指标”部分的“RCD 跳闸时间”表。
15. 测试结果保存在临时存储器中。如果想保存测试结果，按  键，并按照本手册中“存储器模式”模式部分所述继续。

RCD 跳闸电流测量

该项测试通过施加一个测试电流，并逐级递增电流，直到 RCD 跳闸，从而测量 RCD 跳闸电流。测试时可使用测试线或电源线。

注

对于 B 型  或 S 式 B 型  RCD，需要全部 3 根测试线。

 警告

为防止电击、火灾或人员伤害：

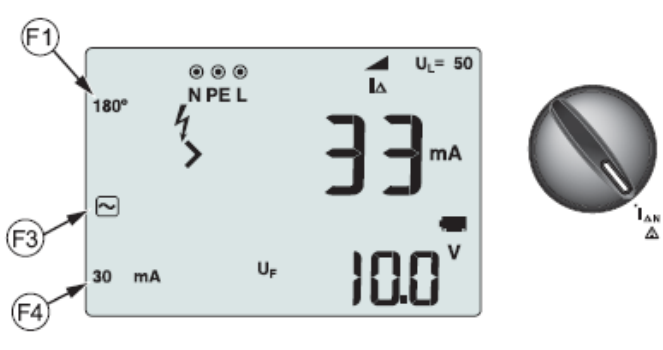
- 请在开始测试之前测试 N 线和接地之间的连接。N 线和接地之间的电压会影响测试。
- 电路中流过残余电流保护装置的漏电流会影响测量。
- 显示的故障电压与 RCD 的额定残余电流有关。
- 其他接地装置的电势场会影响测量。

如果“L”和“N”端子颠倒，测试仪将在内部自动将其交换，并继续测试。若测试仪被配置为英国的工作模式，将停止测试，用户必须确定“L”和“N”反接的原因。测试仪用端子指示符号  上方的箭头表示这一状态。

测量 RCD 跳闸电流的步骤如下：

1. 将拨盘开关切换至“ΔT”位置。见表 17。

表 17. RCD 跳闸电流/开关和端子设置

 hw1009.eps				
按键	动作	1664 FC	1663	1662
	选择 RCD 测试极性: 0°或 180°	•	•	•
	选择 RCD	•	•	•
	RCD 电流设置 10 mA、30 mA、100 mA、300 mA、500 mA、1000 mA 或 Var	•	•	•
	启动所选测试	•	•	•

2. 按  键选择 RCD 电流额定值(10、30、100、300、500、1000 mA)。如果 RCD 的标称电流设置不是标准选项，可采用 Var 模式下的自定义设置。
3. 按  键选择 RCD 测试电流波形：
 -  —— 交流电流，测试 AC 型(标准交流 AC RCD)和 A 型(脉宽

直流敏感 RCD)

-  ——半波电流，测试 A 型(脉宽直流敏感 RCD)
-   ——延时响应，测试 S 式 AC 型(延时型 AC RCD) RCD
-   ——延迟响应型，测试 S 式 A 型(延时型脉冲直流敏感 RCD)

1664 FC/1663:

-  ——平稳直流电流，测试 B 型 RCD
-   ——延迟响应，测试 S 式 B 型(延时平稳直流电流 RCD)

注

对于 F、G、K 或 R 型 RCD，选择 A 型(半波电流)。对于 G、G 和 R 型 RCD，如果延时短于 10 ms，将不触发符号 RCD ✓。这些类型要求至少 10 ms 的触发时间。

4. 按  键选择测试电流相位：0°或 180°。由于 RCD 的响应时间在不同相位时可能会有明显差别，因此需要在两种相位下对 RCD 进行测量。

注

对于 B 型()或 S 式 B 型( ) RCD，必须在两种相位设置下进行测试。

5. 最低程度下，将测试线连接到被测系统的 L 和 PE，或者将电源测试线插入到被测插座。

注

对于 B 型()或 S 式 B 型( ) RCD，需要全部 3 根测试线。

6. 按下并随后放开  键。如果自动启动(上电选项 ‘Up’)已打开，将在检测到电源电压且必需的测试线已连接之后自动开始测试。

等待测试完成。

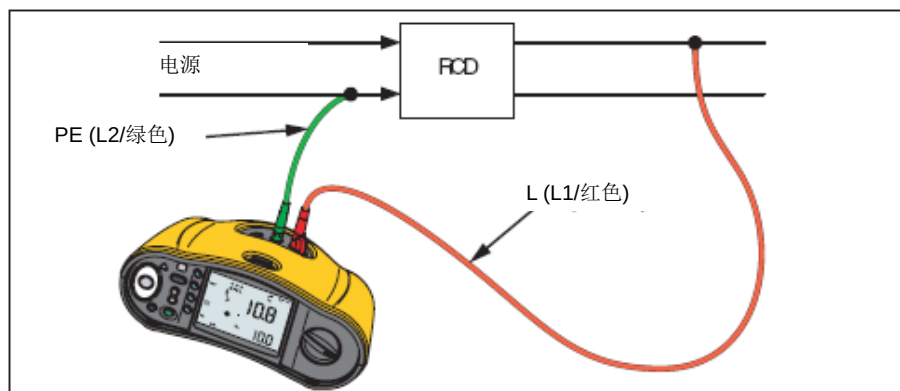
- 主显示屏显示 RCD 跳闸电流。
- 副显示屏显示与额定残余电流相关的故障电压(PE 线上的电压差)。
- 对于 A 型和 AC 型波形，按  键显示跳闸时间。
- 如果跳闸电流和跳闸时间(仅限 A/AC 型 RCD)满足相应的 RCD 标准，屏幕上将显示 **RCD** ✓。更多信息请参见“技术指标”部分的“RCD 跳闸时间”表。

为了测量自定义 RCD 设置的 RCD 跳闸电流——Var 模式，请参见第 46 页。

IT 系统中的 RCD 测试

在 IT 系统中，由于保护地连接是在本地接地的，而不是直接连接到电力系统，因此需要特殊的测试程序。

在配电盘上利用探头进行测试。关于该项测试的连接请参见图 8。



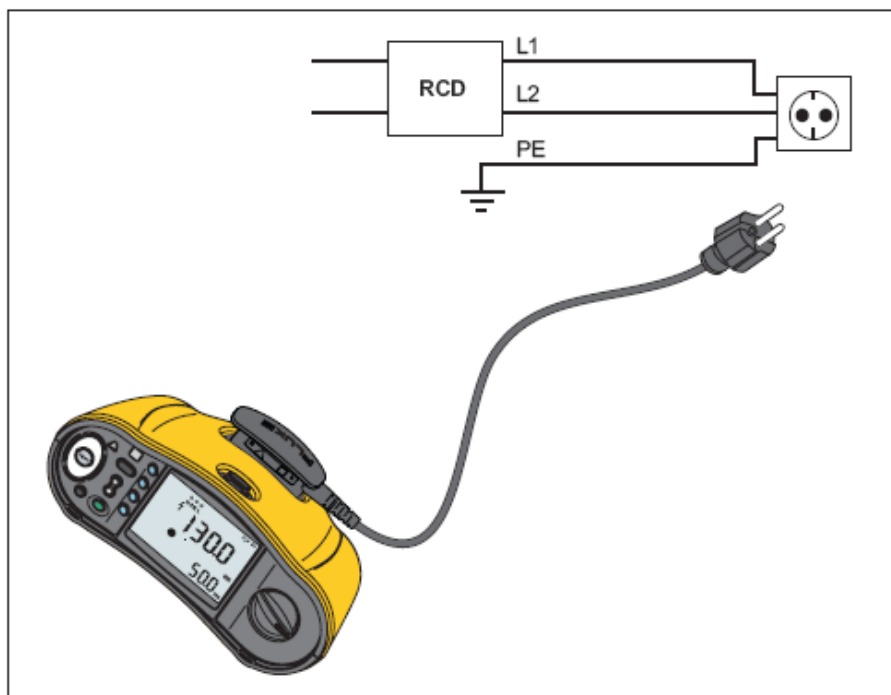
hw1023.eps

图 8. IT 电气系统上进行 RCD 测试的连接

测试电流经 RCD 的上侧，流入至 L 端子，然后再返回到 PE 端子。

为了在电源插座处测试 RCD，将测试仪置于 IT 模式(上电选项：① + ②)。该模式下，测试仪支持 N 和 PE 之间的任意电压。测量跳闸时间和跳闸电流的前提条件是接地系统的电阻足够低，电流能够流通。

如果 RCD 未跳闸，请使用单根测试线配置。参见图 9。



hw053.eps

图 9. 单根测试线配置

相序测试

在进行相序测试时采用如图 10 所示的连接。

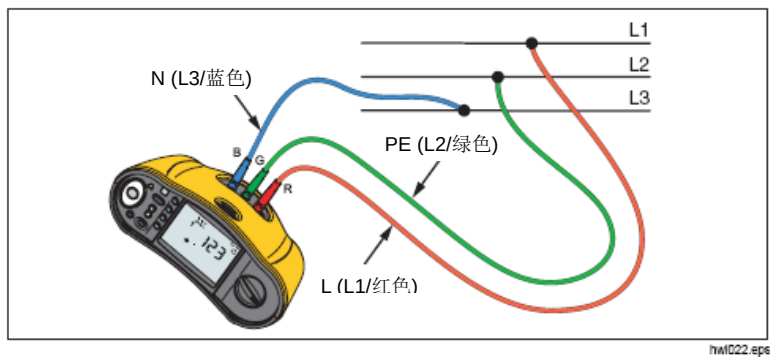


图 10. 相序测试连接

相序测试的步骤如下：

1. 将拨盘开关切换至  位置。参见图 11。



图 11. 相序显示

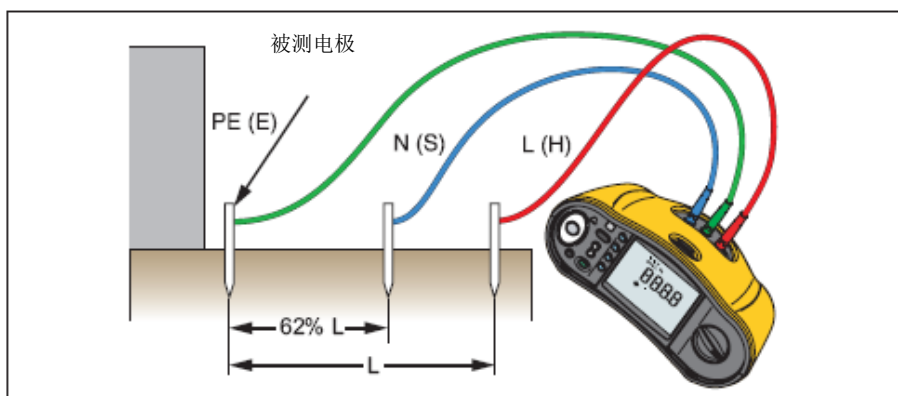
2. 主显示屏显示：

- 相序正确时显示 123。
- 逆相序时显示 321。
- 如果检测到电压不足，则显示虚线(---)。

接地电阻测量(1663 型和 1664 FC 型)

接地电阻测试为一项 3 线测试，包括 2 个测试电机和被测电极。该项测试需要电极附件套件。连接如图 12 所示。

- 当中间的电极位于最远端电极的 62% 处时，能获得最佳准确度。电极应位于一条直线上，并且接线应该隔离开来，以防相互耦合。
- 在进行测试时，应该将接地极从电气系统上断开。不可在带电的系统上进行接地电阻测试。



hw014.eps

图 12. 接地电阻测试连接

应用

本章介绍几种可用于快速、高效测试的几种实际配置。

如何测试电源插座和电路环安装

电源插座测试检查是否有电压、频率是否为 50 Hz/60 Hz，以及电源插座的接线是否正确。

为了进行有效的电源插座：

- 将所有测试线(相线、中性线和保护地)连接到电源插座；
- 电源线可快速连接到插座；
- 务必触摸测试按钮周围的触摸板。

如果在两根线之间测得高电压，显示屏上将显示 ：

- 如果 PE 线带电，接触触摸板时，就会在触摸板上显示 ，显示屏上显示 PE 指示，并发出蜂鸣声。
- 如果“L”和“N”端子颠倒，测试仪将在端子指示符号上方显示箭头。测试仪将在内部自动将其交换，允许进行测试。如果测试仪配置为英国的工作模式，将禁止测试。
- 如果“L”和“PE”端子颠倒，测试仪将在端子指示符号下方显示箭头，并禁止测试。
- 如果“N”、“PE”或安装线开路或断裂，测试仪上显示的端子则为带十字的圆。如果该项测试不需要该测试线，则可开始测试。
- 如果跳闸时间满足相应的 RCD 标准，则显示 **RCD**  符号。更多信息请参见本手册“技术指标”部分的“RCD 跳闸时间”表。

用环路方法测试接地电阻

还可以利用测试仪测量总环路电阻中的接地电阻分量。请查阅当地规范，确认所在地区是否接受这种方法。可利用三根测试线或电源线进行测试。在利用 3 线连接测试接地电阻环路时，请参见图 13 所示的连接。测试之前对测试线进行调零(见第 22 页)。

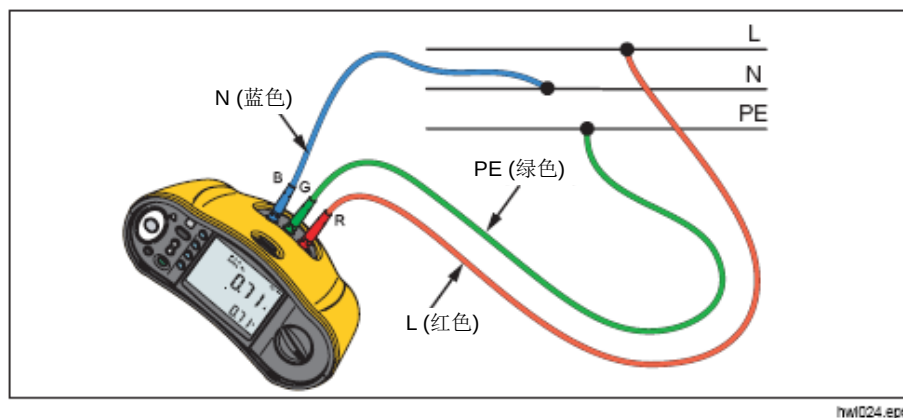


图 13. 接地电阻环路测试的 3 线连接(不跳闸模式)

如果必须满足当地规范，可利用高电流跳闸模式测量接地电阻。关于利用高电流跳闸模式测量环路阻抗的信息，请参见第 37 页。测试期间，所有 RCD 都将跳闸。测试结果将包括相线的电阻，但与较高的 RE 电阻相比可忽略不计。在利用 2 线连接测试接地电阻环路时，请参见图 14 所示的连接。

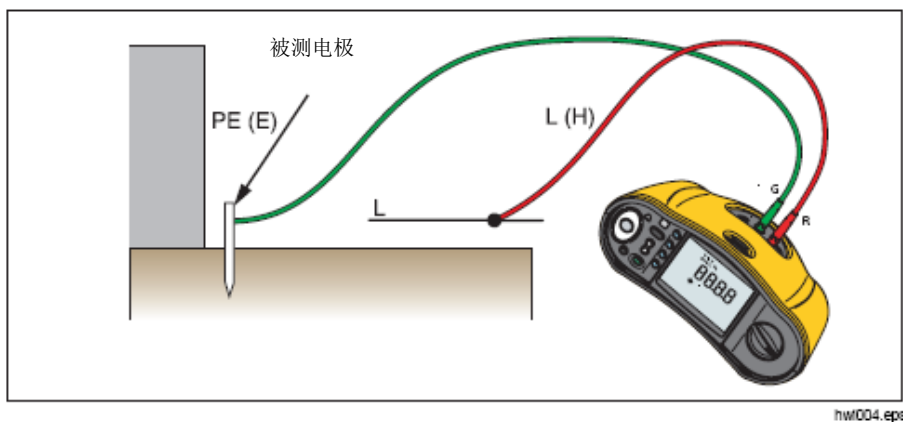


图 14. 接地电阻环路测试的 2 线连接(高电流跳闸模式)

Z_{max}

Z_{max} 比较多个线路/环路阻抗，并保留最大阻抗值。可对电路上的插座进行连续测试，保留最大阻抗值并保存至存储器。

有两种类型的 Z_{max} 值：Z_{max} (L-PE)和 Z_i Z_{max} (L-N)。输入选项决定使用的是哪个 Z_{max} 值：

- Z_L No Trip
 - L-N: 使用 Z_i Z_{max}
 - L-PE: 使用 Z_i Z_{max} 和 Z_{max} 两者
- Z_L Hi Current
 - L-N: 使用 Z_i Z_{max}
 - L-PE: 使用 Z_{max}

在 Z_L No Trip 和 Z_L Hi Current 之间切换时，保留 Z_{max} 值。Z_{max} 值随测试结果保存在存储器中。如果保存之前更改位置字段 a、b 或 c，实际测试结果为新 Z_{max}。

自动启动

自动启动支持更快速地测试，是一个上电选项。在环路/线路或 RCD 测试中，当测试仪检测到电源电压时，无需按  键，测试仪将自动开始测试。

带有 10 mA RCD 的环路阻抗测试

对于 10 mA RCD 电路的环路阻抗测量，建议执行 RCD 跳闸时间测试。测试时采用标称 10 mA 测试电流和 $\frac{1}{2}$ 因子。

若故障电压低于 25 V 或 50 V (取决于当地要求)，则说明回路良好。将故障电压除以 10 mA (回路阻抗 = 故障电压 $\times$ 100)，计算得到回路阻抗。

自动测试序列(1664 FC 型)

1664 FC 型具有自动测试功能。利用自动测试功能，只需按一次键，即可启动多项测试。



- 相线测试(L-N)
- 不跳闸环路测试(L-PE)
- RCD 测试：
 - 极限测试(A 型或 AC 型，30 mA、100 mA、300 mA)
 - 或-
 - 自动 RCD 测试(A 型或 AC 型，30 mA、100 mA)
- 绝缘测试：
 - L-PE，50 V 至 1000 V
 - L-N，50 V 至 1000 V
 - N-PE，50 V 至 1000 V

测试先从线路/环路测试开始，然后测试 RCD。RCD 跳闸之后，继续执行绝缘测试。绝缘安全预测试和 Zmax 始终有效。

该测试序列最好在电源插座处执行，电源测试线所在的电路具有 RCD 保护，标称故障电流不小于 30 mA。

注

自动测试序列将触发 RCD。由于绝缘测试是序列的一部分，请确保被测电路上无电器连接。

如果“L”和“N”端子颠倒，测试仪将在内部自动将其交换过来，并继续测试。如果测试仪配置为 L-n 模式(不自动交换测试线)，则停止测试。测试仪用端子指示符号()上方的箭头表示这一状态。

按以下步骤启动自动测试：

1. 将拨盘开关切换至“**AUTO TEST**”(自动测试)位置。见表 19。

2. 将电源测试线连接到测试仪。
3. 进行环路阻抗测试之前，利用 **F2** 键对测试线进行调零。关于如何调零测试线的更多信息，请参见第 22 页。
4. 将电源测试线插入到被测插座。
5. 按 **F3** 键选择 **RCD** 类型及测试类型。
6. 利用 **F4** 键选择标称 **RCD** 故障电流。

表 19. 自动测试设置

按钮	动作	1664 FC	1663	1662
F2	调零测试线电阻偏移	•		
F3	AUTO (自动)设置: AC (Ramp)、A (Ramp)、AC Auto 或 AAuto	•		
F4	RCD 电流设置 30 mA、100 mA 或 300 mA* *300 mA 仅适用于极限测试	•		
⬆ ⬇ ⬆	选择相应的绝缘测试电压: 50 V、100 V、250 V、500 V 和 1000 V	•		

	启动自动测试序列	.		
---	----------	---	--	--

7. 利用  键选择绝缘测试电压。
8. 按下并随后放开  键。
主显示屏显示环路阻抗 Z_L 或线路阻抗 Z_L 。副显示屏显示 PEFC 或 PFC (I_k)。RCD 将跳闸，测试仪显示跳闸电流，然后显示跳闸时间。绝缘测试启动，每项测试完成后将看到测试结果。每次完成测试时，发出蜂鸣声。

注

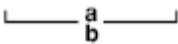
由于绝缘安全预测试处于有效状态，所以不能忽略安全与测试警告。如果绝缘安全预测试检测到有电器连接，测试序列将停止。

9. 完成测试之后，复位 RCD。
10. 利用  键查看测试结果。显示的第一个结果是最后的测量，即绝缘 N-PE 测试。按下箭头键  ,则又返回到第一项测试，线路阻抗测试。
测试结果保存在临时存储器中。如果需要储存测试结果，按  键。更多信息请参见“存储器模式”部分。

存储器模式

测试仪中可储存多达 3000 组测量值。每组测量结果保存的信息包括测试功能和全部用户可选的测试条件。

每个存储位置标识符包括一个数据组编号(a)、数据子集编号(b)和数据 ID 编号(c)。同一存储位置(a、b、c)可储存多个测量值，供随后使用测试仪或 Fluke DMS 等软件程序查看。利用 DMS，可为这些存储位置分配自定义标签。更多信息请参见 DMS 软件用户手册。



利用数据组域(a)表示位置，例如房间或配电盘编号。

利用数据组子集域(b)表示线路编号。



利用数据 ID 域(c)表示插座或地点编号。

进入存储器模式的步骤如下：

1. 按  键进入存储器模式。参见图 15。

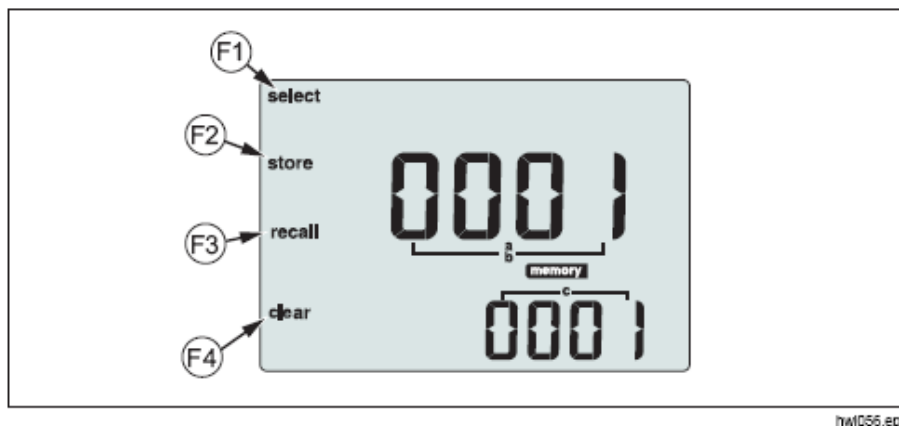


图 15. 存储器模式

显示屏即变为存储器模式显示。在存储器模式下，显示屏上显示 **memory** 图标。首次进入存储器模式时，主数字显示屏显示数据组编号(a)和一位闪烁的数字。数据组编号每次改变一位。利用  键更改闪烁的数字。按  键激活下一位数字。

2. 如需更改数据组子集编号，按  键，直到屏幕上显示出数据组子集编号(b)。可利用  键可独立更改每一位。数据组子集编号开始闪烁。如需激活更改数据组集编号，按  键。数据组编号开始闪烁。按几次  键，更改数据 ID 编号。
3. 按下箭头键()递减编号，或按上箭头键()递增编号。为了加快递增或递减速度，可保持按下上或下箭头键()。

注

保存结果时，编号可以为任意值。调用数据时，编号只能是已有的值。

存储测量

存储测量值的步骤如下：

1. 按  键进入存储器模式。
2. 按  键并使用箭头键()设置数据标识。
3. 按  键保存测试结果。
 - 测试结果将被保存，测试仪将自动退出存储器模式，并且显示屏将返回到之前的测试模式。
 - 若存储器已满，则会在主显示屏上显示“FULL”。按  键退出存储器模式。

注

主显示屏上的“**ERR9**”表示数据存在问题。更多信息请参见表 9。

调用测量

调用测量值的步骤如下：

1. 按  键进入存储器模式。
2. 按  键进入调用模式。
3. 利用  键和  键设置数据标识。屏幕上只显示已存有数据的数据标识。如果尚未保存数据，所有域将为虚线。
4. 按  键调用测试结果。测试仪显示屏将返回到使用被调用测试结果的测试模式。但显示屏上仍显示 **memory** 和 **recall** 图标，标识测试仪仍处于存储器模式。
5. 按  键逐一浏览在所选数据标识下保存的多组测试。仅显示每项测试的主要结果，例如，环路测试仪显示 Z_L ，而不显示 Z_{max} 。
6. 如果单项测试中保存有多个结果，按  键逐一浏览结果。
7. 按  键清除测试结果。主显示屏显示“Clr?”。再次按  键则

清除调用的数据。

- 按 **F3** 键在数据 ID 屏幕和调用的测试结果屏幕之间切换，检查调用数据的 ID 或选择调用更多的测试结果。
- 随时可按 **MEMORY** 键 推出存储器模式。

清除存储器

清除存储器的步骤如下：

- 按 **MEMORY** 键进入存储器模式。
- 按 **F4** 键。主显示屏显示“**Clr**”，副显示屏显示“**LAST**”。
- 按 **F3** 键清除全部存储器。显示屏显示“**Clr All?**”。
- 按 **F4** 键确认清除全部存储器。全部存储器都将被清除，测试仪返回到测量模式。

删除(清除)最后一次的有效存储结果：

- 按 **MEMORY** 键进入存储器模式。
- 按 **F4** 键。主显示屏显示“**Clr**”，副显示屏显示“**LAST**”。
- 按 **F4** 键删除最后保存的结果。测试仪返回到测量模式。

存储器报错消息

为确保数据安全，每条数据记录都具有 CRC 校验。如果校验码错误，在启动或在进入存储器模式时，屏幕上将显示“**ERR9**”(数据不一致)。

继续之前：

- 下载测试仪存储器中的全部数据。
- 清除测试仪存储器(可能需要长达 2 分钟)。
- 如果“**ERR9**”错误仍然存在，将测试仪送到 Fluke 服务中心进行维修。

下载测试结果

下载测试结果的步骤如下：

1. 将红外(IR)串行电缆连接的 PC 的串口以及测试仪的 IR 端口。参见图 16。



nwl031.eps

图 16. IR 串行电缆连接

2. 启动 Fluke PC 软件。
3. 按  键打开测试仪。
4. 关于如何设置日期/时间标签以及从测试仪下载数据的完整说明，请参阅软件的文档。

注

1664 FC 型支持以无线方式将数据上传到安装有 Fluke Connect™ app 的智能手机、与其他人分享数据，以及通过电子邮件将数据发送到办公室。更多信息请参考“Fluke Connect 无线系统”部分。

Fluke Connect 无线系统

1664 FC 支持 Fluke Connect™ 无线系统(部分地区可能不可用)。Fluke Connect™ 是一套无线系统，以无线方式将福禄克测试工具与智能手机连接在一起。系统支持用户通过智能手机屏幕查看测试仪中的测试结果，并与团队成员分享测试结果。

也可将保存的测试结果下载到智能手机，并通过电子邮件发送数据包。

Fluke Connect app 支持 iPhone 和 Android 手机。该 app 可通过 Apple App Store 和 Google Play 下载。

如何访问 Fluke Connect:

1. 按测试仪上的  键。显示屏显示 。
2. 打开智能手机上的蓝牙功能。
3. 打开 Fluke Connect app，并从列表中选择 1664 FC。
4. 您将在智能手机上看到测试仪的屏幕。测试仪连接到 app 时， 图标将每 5 秒钟闪烁一次。
5. 如需关闭测试仪上的无线系统，按  键 1 秒钟以上。 图标消失。

关于如何使用 app 的更多信息，请访问 www.flukeconnect.com。

维护



警告

为防止电击、火灾或人员伤害：

- 请确保电池极性正确，以防电池泄露。
- 如果发生电池泄露，请将产品送修。
- 只有经过认证的技术人员才能维修产品。
- 务必使用规定的备件。
- 更换保险丝时，使用能够防止电弧的规定配件。
- 上盖拆下或外壳打开时，不使用产品。可能出现危险电压。
- 清洁产品之前，请先断开输入信号。

用软布和中性洗涤剂定期擦拭外壳。请勿使用研磨剂或溶剂。

接线端子内的污垢或潮湿会影响读数。

清洁接线端子的步骤如下：

1. 关闭测试仪，断开所有的测试线。
2. 晃动倒出接线端子内可能存在的任何灰尘。
3. 用清洁棉签蘸酒精，擦拭每个端子内部。

表 20 所列为测试仪的可替换零部件。

表 20. 替换零部件

说明	部件号
 保险丝，11 A，1000 V，10.3 x 25.4 mm，适用于带保险丝的探头	803293
 保险丝，3.15 A，500 V，6.35 x 32 mm，适用于 166X 测试仪	2030852

如何测试保险丝

手动检查保险丝的步骤如下：

1. 将拨盘开关切换至 **R_{Lo}** 位置。
2. 选择输入 L-PE。
3. 将 L-PE 测试线端接在一起。
4. 保持按下  键。
5. 若保险丝损坏，显示屏上将显示“FUSE”，表示测试仪损坏，需要维修。请联系 Fluke 维修部门进行维修(参见“福禄克联系方式”部分)。

如何测试电池

测试仪持续不断监测电池电压，并以 25 %为步长显示当前的电量。如果电压降至 6.0 V (1.0 V/单电池)以下，电池图标显示 0 %，表示电池仅剩最短使用寿命。

测试步骤如下：

1. 将拨盘开关切换至“V”位置。
2. 保持按下  键。

副显示屏显示电池电压。



警告

为防止读数错误引起电击或人员伤害：

- 当出现电池电量低图标  时，尽快更换电池。
- 请确保电池极性正确。电池极性错误会造成漏泄。

更换电池

用 6 节 AA 型电池更换电池。随测试仪提供的是碱性电池。也可以使用 1.2 V 镍氢(NiMH)电池。由于镍氢(NiMH)电池的性质，即使电池为满电量，测试仪屏幕上的电池图标也可能指示电池电量较低。

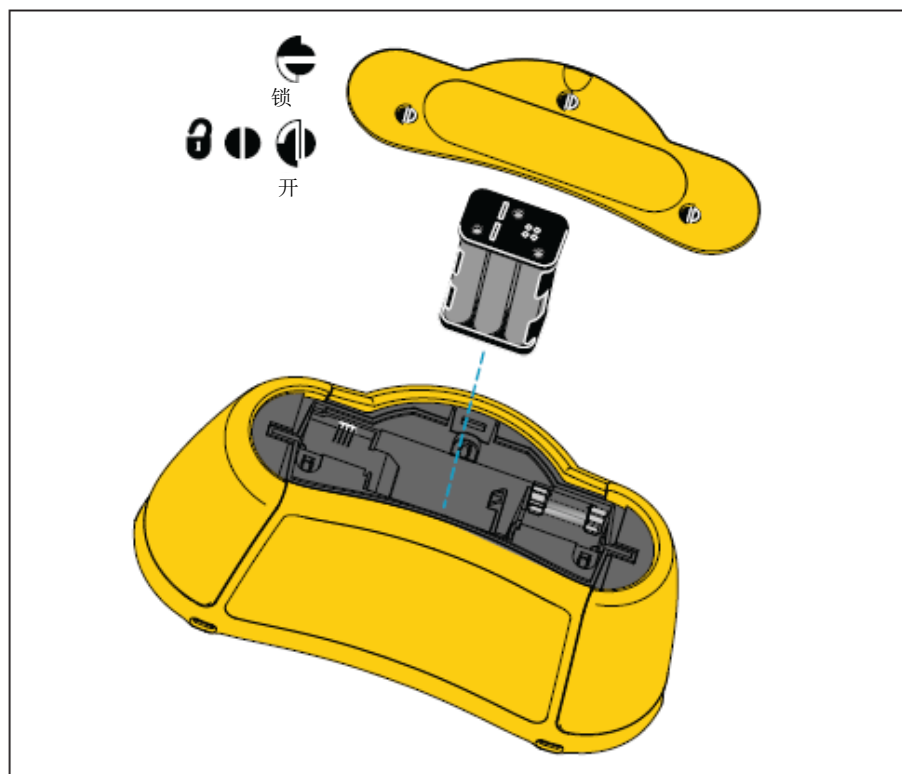


为防止电击、火灾或人员伤害：

- 更换电池之前，务必拆下所有测试线及输入信号线。
- 务必使用本手册“*技术指标*”部分规定的额定电流、电压和速度的替代保险丝。

更换电池的步骤如下(参见图 17)：

1. 按  键关闭测试仪。
2. 从接线端子上断开测试线。
3. 用标准的扁平螺丝刀将电池舱门上的螺钉(3 个)沿逆时针方向拧四分之一圈，打开电池舱门。
4. 按下锁销，然后将电池支架从测试仪中取出。
5. 更换电池。
6. 重新安装电池及电池舱门。
7. 将电池舱门的螺钉顺时针拧四分之一圈，固定舱门。



hw1028.eps

图 17. 更换电池

技术指标

通用技术指标

尺寸	10.0 cm (长) x 25.0 cm (宽) x 12.5 cm (高)
重量(含电池).....	1.3 kg
电池	6 节，AA 型碱性电池，IEC LR6 可使用 1.2 V 镍氢(NiMH)电池(未提供)
电池寿命(典型值)	200 小时待机
保险丝	T3.15 A，500 V，IR：1500 A
工作温度	-10 °C 至+40 °C
储存温度	-10 °C 至+60 °C (受限于电池技术指标) -40 °C 下可达 100 小时
相对湿度	80 % @ 10 °C 至 35 °C 70 % @ 35 °C 至 40 °C
海拔	
工作	2 000 m
储存	12 000 m
振动	MIL-PRF-28800F：2 级
进入防护：	IEC 60529：IP 40
安全	
IEC 61010-1.....	污染等级 2
IEC 61010-2-030	300 V CAT IV、500 V CAT III
任意单字与接地之间的最大电压	500 V
IEC 61010-031 (附件)	

TP165X 远端探头，带保护帽	CAT IV 600 V、CAT III 1000 V，10 A
TP165X 远端探头，无保护帽	CAT II 1000 V，10 A
TL-L1、TL-L2、TL-L3 测试线	CAT IV 600 V、CAT III 1000 V，10 A
测试探头，带保护帽	CAT IV 600 V、CAT III 1000 V，10 A
测试探头，无保护帽	CAT II 1000 V，10 A
AC285 鳄鱼夹	CAT IV 600 V、CAT III 1000 V，10 A
与目的国相匹配的电源线	CAT II 250 V，1000 V dc

电磁兼容(EMC)

国际标准	IEC 61326-1: 便携式; CISPR 11: 1 组, A 类
------	---

1 组: 工科医设备: 为发挥其自身功能的需要而有意产生和（或）使用传导耦合射频能量的所有工科医设备。

A 类: 适用于除使用在家用设施内和直接连接到住宅低压供电网络外的设施内使用的设备。由于传导性和辐射性扰动的原因，在其他环境下可能难以确保电磁兼容性。

无线连接，带适配器

频率范围	2402 MHz 至 2480 MHz
输出功率	<10 mW

性能	EN61557-1、EN61557-2、EN61557-3、 EN61557-4、EN61557-5、 EN61557-6、EN61557-7、EN61557-10
----	--

最大示值

可利用下表按照 EN61557-1 标准的 5.2.4 部分确定考虑仪器最大工作不确定度时的最大或最小示值。

绝缘电阻(R_{iso})

50 V		100 V		250 V		500 V		1000 V	
限值	最大示值	限值	最大示值	限值	最大示值	限值	最大示值	限值	最大示值
1	1.12	1	1.12	1	1.3	1	1.3	1	1.3
2	2.22	2	2.22	2	2.4	2	2.4	2	2.4
3	3.32	3	3.32	3	3.5	3	3.5	3	3.5
4	4.42	4	4.42	4	4.6	4	4.6	4	4.6
5	5.52	5	5.52	5	5.7	5	5.7	5	5.7
6	6.62	6	6.62	6	6.8	6	6.8	6	6.8
7	7.72	7	7.72	7	7.9	7	7.9	7	7.9
8	8.82	8	8.82	8	9.0	8	9.0	8	9.0
9	9.92	9	9.92	9	10.1	9	10.1	9	10.1
10	11.02	10	11.02	10	11.2	10	11.2	10	11.2
20	22.02	20	22.02	20	22.2	20	22.2	20	22.2
30	33.02	30	33.2	30	33.2	30	33.2	30	33.2
40	44.02	40	44.2	40	44.2	40	44.2	40	44.2
50	55.02	50	55.2	50	55.2	50	55.2	50	55.2
-	-	60	66.2	60	66.2	60	66.2	60	66.2
-	-	70	77.2	70	77.2	70	77.2	70	77.2
-	-	80	88.2	80	88.2	80	88.2	80	88.2
-	-	90	99.2	90	99.2	90	99.2	90	99.2
-	-	100	110.2	100	110.2	100	110.2	100	110.2
-	-	-	-	200	220.2	200	220.2	200	220.2
-	-	-	-	-	-	300	347	300	345
-	-	-	-	-	-	400	462	400	460
-	-	-	-	-	-	500	577	500	575
-	-	-	-	-	-	-	-	600	690
-	-	-	-	-	-	-	-	700	805
-	-	-	-	-	-	-	-	800	920
-	-	-	-	-	-	-	-	900	1035
-	-	-	-	-	-	-	-	1000	1150

通断性(RLO)

限值	最大示值	限值	最大示值
0.2	0.16	3	2.68
0.3	0.25	4	3.58
0.4	0.34	5	4.48
0.5	0.43	6	5.38
0.6	0.52	7	6.28
0.7	0.61	8	7.18
0.8	0.7	9	8.08
0.9	0.79	10	8.98
1	0.88	20	17.98
2	1.78	30	26.8

环路测试(Z_L)

环路 Z _L , 高电流		环路 Z _L , 不触发		环路 Z _L		环路 R _e	
限值	最大示值	限值	最大示值	限值	最大示值	限值	最大示值
0.20	0.14	-	-	3	2.53	3	2.72
0.30	0.23	-	-	4	3.38	4	3.62
0.40	0.32	0.40	0.28	5	4.23	5	4.52
0.50	0.41	0.50	0.37	6	5.08	6	5.42
0.60	0.50	0.60	0.45	7	5.93	7	6.32
0.70	0.59	0.70	0.54	8	6.78	8	7.22
0.80	0.68	0.80	0.62	9	7.63	9	8.12
0.90	0.77	0.90	0.71	10	8.48	10	9.02
1.00	0.86	1.00	0.79	20	16.98	20	18.02
1.10	0.95	1.10	0.88	30	25.3	30	27.2
1.20	1.04	1.20	0.96	40	33.8	40	36.2
1.30	1.13	1.30	1.05	50	42.3	50	45.2
1.40	1.22	1.40	1.13	60	50.8	60	54.2
1.50	1.31	1.50	1.22	70	59.3	70	63.2
1.60	1.40	1.60	1.30	80	67.8	80	72.2
1.70	1.49	1.70	1.39	90	76.3	90	81.2
1.80	1.58	1.80	1.47	100	84.8	100	90.2
1.90	1.67	1.90	1.56	200	169.8	200	180.2
2.00	1.76	2.00	1.64	300	253	300	272
-	-	-	-	400	338	400	362
-	-	-	-	500	423	500	452
-	-	-	-	600	508	600	542
-	-	-	-	700	593	700	632
-	-	-	-	800	678	800	722
-	-	-	-	900	763	900	812
-	-	-	-	1000	848	1000	902

RCD/FI 测试(ΔT 、 $I_{\Delta N}$)

RCD/FI 时间		RCD/FI 电流	
限值	最大示值	限值	最大示值
20	18.1	0.5	0.43
30	27.1	0.6	0.52
40	36.1	0.7	0.61
50	45.1	0.8	0.7
60	54.1	0.9	0.79
70	63.1	1	0.88
80	72.1	2	1.78
90	81.1	3	2.68
100	90.1	4	3.58
200	180.1	5	4.48
300	271	6	5.38
400	361	7	6.28
500	451	8	7.18
600	541	9	8.08
700	631	10	8.98
800	721	20	17.98
900	811	30	26.8
1000	901	40	35.8
2000	1801	50	44.8
-	-	60	53.8
-	-	70	62.8
-	-	80	71.8
-	-	90	80.8
-	-	100	89.8
-	-	200	179.8
-	-	300	268
-	-	400	358
-	-	500	448

接地测试(R_E)

限值	最大示值	限值	最大示值
10	8.8	200	179.8
20	17.8	300	268.0
30	26.8	400	358.0
40	35.8	500	448.0
50	44.8	600	538.0
60	53.8	700	628.0
70	62.8	800	718.0
80	71.8	900	808.0
90	80.8	1000	898.0
100	89.8	2000	1798.0

电气测量技术指标

准确度指标定义为 $\pm(\% \text{读数} + \text{字数})$ ，在 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $\leq 80\text{ }\%$ RH 时。在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 及 $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间，准确度指标每摄氏度降低 ($0.1 \times$ 技术度指标)。校准周期为 1 年。

交流电压测量(V)

量程	分辨率	准确度 45 Hz 至 66 Hz	输入阻抗	过载保护
500 V	0.1 V	$0.8\text{ }\% + 3$	320 k Ω	550 V rms

绝缘电阻测量(Riso)

测试电压		测试电压准确度 (额定测试电流时)
1662 型	1663 型 1664 型	
100-250-500-1000 V	50-100-250-500-1000 V	$\pm 10\text{ }\%$ 、 $-0\text{ }\%$

测试电压	绝缘电阻量程	分辨率	测试电流	准确度
50 V	10 kΩ~50 MΩ	0.01 MΩ	1 mA @ 50 kΩ	±(3 % + 3 个字)
100 V	100 kΩ~20 MΩ	0.01 MΩ	1 mA @ 100 kΩ	±(3 % + 3 个字)
	20 MΩ 至 100 MΩ	0.1 MΩ		±(3 % + 3 个字)
250 V	10 kΩ~20 MΩ	0.01 MΩ	1 mA @ 250 kΩ	±(1.5 % + 3 个字)
	20 MΩ 至 200 MΩ	0.1 MΩ		±(1.5 % + 3 个字)
500 V	10 kΩ~20 MΩ	0.01 MΩ	1 mA @ 500 kΩ	±(1.5 % + 3 个字)
	20 MΩ 至 200 MΩ	0.1 MΩ		±(1.5 % + 3 个字)
	200 MΩ 至 500 MΩ	1 MΩ		±10 %
1000 V	100 kΩ~200 MΩ	0.1 MΩ	1 mA @ 1 kΩ	±(1.5 % + 3 个字)
	200 MΩ 至 1000 MΩ	1 MΩ		±10 %
注：使用新电池组进行绝缘测试的次数大于 2000 次。				

自动放电。	放电时间常数小于 0.5，当 C = 1 μ F 或更小时。
带电电路检测	在启动测试之前，若检测到端电压大于 30 V 交流，则禁止测试。
最大容性负载	最大 5 μ F 负载时可工作。

绝缘安全预测试	需要从测试仪到 L、N 和 PE 的连接。
---------	-----------------------

通断性测试(R_{Lo})

量程(自动量程)	分辨率	开路电压	准确度
20 Ω	0.01 Ω	>4 V	$\pm(1.5 \% + 3 \text{ 个字})^{\text{[1]}}$
200 Ω	0.1 Ω	>4 V	$\pm(1.5 \% + 3 \text{ 个字})$
2000 Ω	1 Ω	>4 V	$\pm(1.5 \% + 3 \text{ 个字})$

[1] 对于 10 mA，增加 3 个字。
注：一组新电池可进行 250 mA @ 1 Ω 通断性测试的次数大于 1500 次。

量程设置	显示范围	测试电流 ^[1]
250 mA	0.2 Ω 至 2.0 Ω	250 mA
	2 Ω 至 160 Ω	250 mA 至 50 mA:
	160 Ω 至 800 Ω	10 mA
	800 Ω 至 2000 Ω	2 mA
10 mA	0 Ω 至 800 Ω	10 mA
	800 Ω 至 2000 Ω	2 mA

[1] 所有测试电流 $\pm$ 10 %。

测试探头调零	按  键调零测试探头。 可减去最多 3 Ω 线阻。 当>3 Ω 时，显示错误消息。
带电电路检测	在启动测试之前，若检测到端电压>10 V 交流，则禁止测试。

电源连接指示

图标(、、)表示 L-PE 或 L-N 端子是否接反。如果输入电压超出 100 V 至 500 V 范围，则会禁止环路和 RCD 测试，并产生一个错误代码。如果 L-PE 或 L-N 端子接反，将禁止 UK 环路和 RCD 测试。

环路和线路阻抗(Z, 不跳闸和高电流)

电源输入电压范围	100 - 500 V ac (45/66 Hz)
输入连接(软键选择)	回路阻抗：相对地
	线路阻抗：相对零
连续测试限制	内部元件过热时自动关断。
400 V 时的最大测试电流	20 A 正弦波，持续 10 ms。
230 V 时的最大测试电流	12 A 正弦波，持续 10 ms。

量程	分辨率	准确度 ^[1]
10 Ω ^[3]	0.001 Ω	高电流 mΩ 模式：±(2 % + 15 个字)
20 Ω	0.01 Ω	不跳闸模式：±(3 % + 6 个字)
		不跳闸模式：±(2 % + 4 个字)
200 Ω	0.1 Ω	不跳闸模式：±(3 %)
		不跳闸模式：±(2 %)
2000 Ω	1 Ω	±6 % ^[2]
注释		
[1] 当中性线电路电阻<20 Ω 及系统相位角最大为 30 °时有效。测试之前必须对测试线进行调零。		
[2] 当电源电压>200 V 时有效。		
[3] 仅限 1664 FC 型。		

预期接地故障电流(PEFC)

预期短路电流(PSC)

计算	将实测电压分别除以实测回路(L-PE)电阻和线路(L-N)电阻，计算得到预期接地故障电流(PEFC/ I_k)或预期短路电流(PSC/ I_k)。	
量程	0 kA 至 50 kA	
分辨率和单位	分辨率	单位
	$I_k < 1000\text{ A}$	1 A
	$I_k > 1000\text{ A}$	0.1 kA
准确度	取决于回路电阻和电源电压测量的准确度。	

RCD 测试

RCD 类型测试

连续测试限制：执行 RCD 测试时，如果内部元件过热，则自动关断。

RCD 类型 ^[6]		1662 型	1663 型	1664 型
AC ^[1]	G ^[2]	•	•	•
AC	S ^[3]	•	•	•
A ^[4]	G	•	•	•
A	S	•	•	•
B ^[5]	G		•	•
B	S		•	•
[1] AC – 响应交流信号 [2] G – 常规，无延迟 [3] S – 延时 [4] A – 响应脉冲信号 [5] B – 响应平稳直流 [6] V >265 ac 时，禁止 RCD 测试； 只有当所选电流与接地电阻的乘积<50 V 时才允许进行 RCD 测试。				

测试信号

RCD 类型	测试信号说明
AC (正弦)	波形为从过零点开始的正弦波，极性由所选的相位角决定(0 °相位从低至高过零点开始，180 °从高至低过零点开始)。所有测试时的测试电流幅值为 $I_{\Delta n} \times$ 倍乘系数。
A (半波)	波形为从零点开始的半波整流正弦波，极性由所选的相位决定(0 °相位从低至高过零点开始，180 °从高至低过零点开始)。对于 $I_{\Delta n} = 0.01A$ 的所有测试，测试电流的幅值为 $2.0 \times I_{\Delta n} \text{ (rms)}$ $\times$ 倍乘系数。对于 $I_{\Delta n}$ 额定值为其他值的所有测试，测试电流的幅值为 $1.4 \times I_{\Delta n} \text{ (rms)}$ $\times$ 倍乘系数。
B (DC)	EN61557-6 标准附录 A 规定的平稳直流电流。

RCD 跳闸指示

在测试 RCD 跳闸时间或 RCD 跳闸电流时，如果跳闸时间满足以下条件，则点亮 RCD ✓ 符号，表示“良好”：

RCD 类型	$I_{\Delta N}$	跳闸时间限值
G	x 1	小于 300 ms
S	x 1	130 ms 至 500 ms 之间
G	x 5	小于 40 ms
S	x 5	50 ms 至 150 ms 之间

RCD 跳闸时间(ΔT)

测试功能	RCD 电流选择						
	10 mA	30 mA	100 mA ^[1]	300 mA ^[1]	500 mA ^[1]	1000 mA ^[2]	Var ^[3]
x ½、1	•	•	•	•	•	•	•
x 5	•	•	•				
极限	•	•	•	•	•	•	•
自动	•	•	•				
电源电压 100 V 至 265 V ac, 45/66 Hz							
[1] B 型 RCD 要求电源的电压范围为 195 V 至 265 V。							
[2] 仅限 AC 型 RCD。							
[3] A 型 RCD 限制到 700 mA，不适用于 B 型 RCD。							

电流倍乘系数	RCD 类型 ^[1]	量程		跳闸时间准确度
		欧洲	英国	
x ½	G	310 ms	2000 ms	±(1 %读数+ 1 ms)
x ½	S	510 ms	2000 ms	±(1 %读数+ 1 ms)
x 1	G	310 ms	310 ms	±(1 %读数+ 1 ms)
x 1	S	510 ms	510 ms	±(1 %读数+ 1 ms)
x 5	G	50 ms	50 ms	±(1 %读数+ 1 ms)
x 5	S	160 ms	160 ms	±(1 %读数+ 1 ms)
[1] G – 常规，无延时/ S – 延时				

RCD 跳闸电流(I_{ΔN})测量/极限测试

电流范围		步长	保压时间		测量准确度
			G 型	S 型	
30 %至 110 %RCD 额定电流 ^[1]		10 % I _{ΔN} ^[2]	300 ms/步	500 ms/步	±5 %
[1]	30 %至 150 %, A 型, I _{ΔN} >10 mA 时 30 %至 210 %, A 型, I _{ΔN} = 10 mA 时 20 %至 210 %, B 型 规定的跳闸电流范围(EN 61008-1): 50 %至 100 %, AC 型 35 %至 140 %, A 型(>10 mA) 35 %至 200 %, A 型 (≤10 mA) 50 %至 200 %, B 型				
[2]	5 %, B 型				

相序测试

图标	 图标。相序指示被激活。
相序显示	相序正确时，在数字屏中显示“1-2-3”。线序错误时，显示“3-2-1”。用虚线代替数字时表示测量无效。
电源输入电压范围(相-相)	185 V 至 500 V

接地电阻测试(R_E)

仅限 1663 和 1664 型。

量程	分辨率	准确度
200 Ω	0.1 Ω	$\pm(2 \% + 5 \text{ 个字})$
2000 Ω	1 Ω	$\pm(3.5 \% + 10 \text{ 个字})$

量程: $R_E + R_{PROBE}^{[1]}$	测试电流
2200 Ω	3.5 mA
16000 Ω	500 μA
52000 Ω	150 μA
[1]	无外部电压

频率	输出电压
128 Hz	25 V

带电电路检测	在启动测试之前，若检测到端电压>10 V 交流，则禁止测试。
--------	--------------------------------

自动测试序列

仅限 1664 FC 型。

满足各项测试的指标。

工作量程和不确定度，遵循 EN 61557 标准

功能	显示范围	EN 61557 量程操作 不确定度	标称值
V EN 61557-1	0.0 V ac~500 V ac	50 V ac~500 V ac ±(2 % + 2 个字)	U _N = 230/400 V ac f = 50/60 Hz
R _{LO} EN 61557-4	0.00 Ω - 2000 Ω	0.2 Ω - 2000 Ω ±(10 % + 2 个字)	4.0 V dc <U _Q <24 V dc R _{LO} ≤2.00 Ω I _N ≥200 mA
R _{ISO} EN 61557-2	0.00 kΩ~1000 MΩ	1 MΩ - 200 MΩ ±(10 % + 2 个字) 200 MΩ - 1000 MΩ ±(15 % + 2 个字)	U _N = 50 / 100 / 250 / 500 / 1000 V dc I _N = 1.0 mA
Z _I EN 61557-3	Z _I (不跳闸) 0.00 Ω - 2000 Ω	0.4 Ω - 2000 Ω ±(15 % + 6 个字)	U _N = 230/400 V ac f = 50/60 Hz I _k = 0 A – 10.0 kA
	Z _I (高电流) 0.00 Ω - 2000 Ω	0.2 Ω - 200 Ω ±(10 % + 4 个字)	
	Z _I (高电流、高分辨率) 0 mΩ - 9999 mΩ	100 mΩ - 9999 mΩ ±(8 % + 20 个字)	
	R _E 0.00 Ω - 2000 Ω	10 Ω - 1000 Ω ±(10 % + 2 个字)	
Δ ^T , I _{ΔN} EN 61557-6	Δ ^T 0.0 ms~2000 ms	25 ms~2000 ms ±(10 % + 1 个字)	Δ ^T @ 10 / 30 / 100 / 300 / 500 / 1000 / Var mA
	I _{ΔN} 3 mA – 550 mA (VAR 3 mA~700 mA)	3 mA – 550 mA ±(10 % + 1 个字)	I _{ΔN} = 10 / 30 / 100 / 300 / 500 / Var mA
R _E EN 61557-5	0.0 Ω - 2000 Ω	10 Ω - 2000 Ω ±(10 % + 2 个字)	f = 128 Hz
相位 EN 61557-7			1: 2: 3
注: dgt = 字数			

工作不确定度，遵循 EN 61557

工作不确定度给出的是考虑影响量 E1-E10 时的最大可能不确定度。

	电压	R_{Lo} EN 61557-4	R_{So} EN 61557-2	Z_L EN 61557-3	Δ^T EN 61557-6	I_{AN} EN 61557-6	R_E EN 61557-5
固有不确定度 A	0.80 %	1.50 %	10.00 %	6.00 %	1.00 %	5.00 %	3.50 %

影响量	电压	R_{Lo} EN 61557-4	R_{ISO} EN 61557-2	Z_L EN 61557-3	Δ^T EN 61557-6	I_{AN} EN 61557-6	R_E EN 61557-5
E1 - 位置	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
E2 - 电源电压	0.50 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	2.75 %	2.00 %
E3 - 温度	0.50 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	2.25 %	1.50 %
E4 - 串联 干扰电压	-	-	-	-	-	-	2.00 %
E5 - 探头和辅助 接地电击的 电阻	-	-	-	-	-	-	4.60 %
E6.2 - 系统相 位角	-	-	-	1.00 %	-	-	-
E7 - 系统频率	0.50 %	-	-	2.50 %	-	-	0.00 %
E8 - 系统电压	-	-	-	2.50 %	2.50 %	2.50 %	0.00 %
E9 - 谐波	-	-	-	2.00 %	-	-	-
E10 - D.C.量	-	-	-	2.50 %	-	-	-