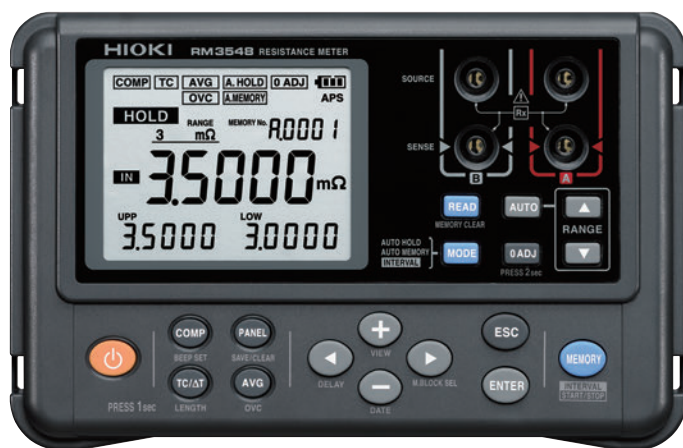


RM3548

使用说明书

电阻计

RESISTANCE METER



保留备用

CN

Oct. 2020 Revised edition 3
RM3548A982-03 (A980-03) 20-10H



使用说明书（本版）的查看方法

下述情况时

请参照下述内容

请务必阅读	▶ “关于安全”（4 页） ▶ “使用注意事项”（7 页）
想要立即使用	▶ “概要”（15 页）
想要了解各功能的详细内容	▶ “目录”（i 页）、“索引”（索 1 页）中查找相应的功能
想要了解产品规格	▶ “规格”（91 页）
未进行预期动作	▶ “有问题时”（106 页）
想要了解有关电阻测量的详细内容	▶ “附录”（附 1 页）

目 录

前言	1
装箱内容确认	2
关于安全	4
使用注意事项	7

1 概要 15

1.1 概要和特点	15
1.2 各部分的名称与操作概要	16
■ 接通电源时的设置清单	20
1.3 测量流程	21
1.4 画面构成	22
1.5 确认被测对象	25

2 测量前的准备 27

2.1 安装吊带	28
2.2 安装与更换电池	29
2.3 连接测试线	30
2.4 连接 Z2002 温度探头（使用 TC 、 ΔT 时）	31
2.5 接通 / 关闭电源	32
■ 将电源设为 ON	32
■ 将电源设为 OFF	32
■ 利用自动节电（ APS ）自动关闭电源	33
■ 解除自动节电模式（ APS ）	33
2.6 测量前的检查	34

3 基本测量 35

3.1 设置量程	36
3.2 将测试线连接到被测对象上	38

3.3	确认测量值	39
■	切换显示	39
■	确认测试异常	40
■	保持测量值	42
■	存储测量值	42
4	测量条件的定制	43
4.1	进行调零	44
4.2	稳定测量值（平均值功能）	48
4.3	补偿温度的影响（温度补偿功能（TC））	49
4.4	补偿电动势产生的偏置（偏置电压补偿功能：OVC 功能）	50
4.5	设置测量达到稳定状态的时间（延迟功能）	52
4.6	切换测量电流（300mΩ 量程）	54
5	判定与换算功能	57
5.1	判定测量值（比较器功能）	58
■	利用上下限值进行判定（ABS 模式）	61
■	利用基准值与允许范围进行判定（REF% 模式）	62
■	通过声音确认判定（判定音设置功能）	63
■	在手边确认判定（L2105 比较器判断灯：选件）	64
5.2	进行温度上升测试（温度换算功能能（ΔT））	65
5.3	测量导体长度（长度换算功能）	67
6	面板保存与读取（测量条件的保存与读入）	69
6.1	保存测量条件（面板保存功能）	70
6.2	读入测量条件（面板读取功能）	71
6.3	删除面板的内容	72
7	存储功能（保存测量数据并读入计算机）	73
7.1	按任意时序进行保存（手动存储）	75
7.2	测量值稳定之后自动进行保存（自动存储）	76

7.3	按一定间隔进行保存（间隔存储功能）.....	77
7.4	显示已保存的测量数据（存储显示功能）.....	79
7.5	删除已保存的测量数据（清除存储）.....	80
7.6	将已保存的测量数据读入计算机（USB 大容量存储模式）.....	84

8 系统设置 87

8.1	显示日期与时间确认画面	87
8.2	校准时钟	88
8.3	进行初始化（复位）.....	89
■	初始设置清单.....	90

9 规格 91

9.1	一般规格	91
■	测量范围	91
■	测量方式	91
■	测量规格	91
■	关于精度	94
■	功能	95
■	接口	102
■	环境和安全规格	103
■	附件	103
■	选件	103

10 维护和服务 105

10.1	有问题时	106
■	Q&A（常见问题）.....	106
■	错误显示与处理方法	110
10.2	修理和检查	111
10.3	更换测量电路保护用保险丝	112
10.4	关于本仪器的废弃	113

3

4

5

6

7

8

9

10

附录

索引

附录

附 1

附录 1	框图	附 1
附录 2	4 端子测试法（电压下降法）	附 2
附录 3	关于直流方式与交流方式	附 3
附录 4	关于温度补偿功能（TC）	附 4
附录 5	关于温度换算功能（ ΔT ）	附 7
附录 6	关于电动势的影响	附 8
附录 7	关于调零	附 10
附录 8	测量值不稳定时	附 16
附录 9	印刷电路板的短路位置检测	附 26
附录 10	关于测试线（选件）	附 27
附录 11	关于校正	附 28
附录 12	关于调整	附 31

索引

索 1

前言

感谢您选择 **HIOKI RM3548** 电阻计。为了您能充分而持久地使用本产品，请妥善保管使用说明书，以便随时使用。

以下将 **RM3548** 记为“本仪器”。

关于注册商标

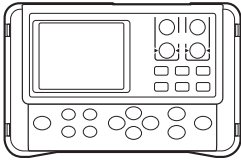
Windows、Excel 是美国 Microsoft 公司的注册商标。

装箱内容确认

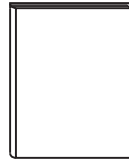
- 本仪器送到您手上时，请检查在运输途中是否发生异常或损坏后再使用。尤其请注意附件、面板表面的开关及端子类等物件。万一有损坏或不能按照参数规定工作时，请与销售店（代理店）或距您最近的营业据点联系。
- 运输本仪器时，请使用送货时的包装材料。

请确认装箱内容是否正确。

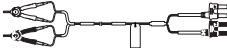
☐ **RM3548 电阻计**



☐ 使用说明书



☐ **L2107 夹型测试线 (p.30)**



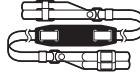
☐ **USB 连接线 (A-mini B 型)**



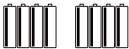
☐ **Z2002 温度探头 (p.31)**



☐ 吊带



☐ **5 号碱性电池 (LR6) ×8**



☐ **备用保险丝 (F2AH/250 V)**



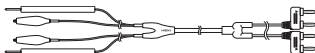
选件

本仪器包括下述选件。需要购买时，请与销售店（代理店）或最近的 HIOKI 营业据点联系。选件可能会随时变更。请通过本公司网站确认最新信息。（p.附 27）

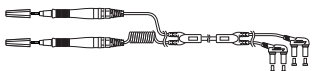
- ☐ L2107 夹型测试线



- ☐ 9453 4 端子测试线



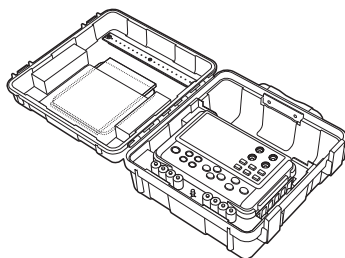
- ☐ 9465-10 针型测试线



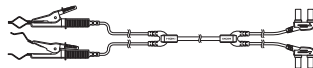
- ☐ Z2002 温度探头



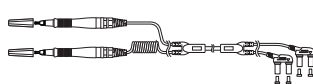
- ☐ C1006 携带箱



- ☐ 9467 大夹型测试线



- ☐ 9772 针型测试线



- ☐ 9454 调零板



- ☐ L2105 比较器判断灯



关于安全

本仪器是按照 IEC61010 安全规格进行设计和测试,并在安全的状态下出厂的。另外,如果不遵守本使用说明书记载的事项,则可能会损坏本仪器所配备的用于确保安全的功能。

在使用本仪器前请认真阅读下述与安全有关的事项。

危险



如果使用方法有误,有可能导致人身事故和仪器的故障。请熟读使用说明书,在充分理解内容后进行操作。

警告



包括触电、发热、火灾以及因短路而导致的电弧放电等电气危险。初次使用电气测量仪器的人员请在资深电气测量人员的监督下进行使用。

本使用说明书中记载了安全操作本仪器,保持仪器的安全状态所需要的信息和注意事项。在使用本仪器前请认真阅读下述与安全有关的事项。

关于标记

本手册将风险的严重性与危险性等级进行了如下分类与标记。

 危险	记述了极有可能会导致作业人员死亡或重伤的危险性情况。
 警告	记述了极可能会导致作业人员死亡或重伤的情况。
 注意	记述了可能会导致作业人员轻伤或预计引起仪器等损害或故障的情况。
重要事项	存在必须事先了解的操作与维护作业方面的信息或内容时进行记述。
	表示禁止的行为。
	表示必须执行的“强制”事项。
*	表示说明记载于底部位置。
P.	表示参阅内容。
[]	键的名称以 [] 进行标记。
未特别注明时, Windows XP、Windows Vista、Windows 7、Windows 8 均记为“Windows”。	

仪器上的符号

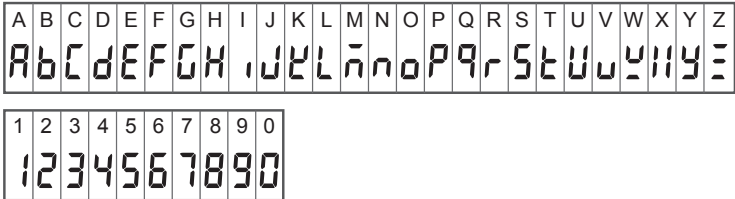
	表示注意或危险。仪器上显示该符号时，请参照使用说明书的相应位置。
	表示保险丝。
	表示直流电（DC）。

与标准有关的符号

	欧盟各国有关电子电气设备废弃的法规（WEEE 指令）的标记。
	表示符合 EU 指令所示的安全限制。

关于画面显示

本仪器按如下所示标记画面显示。



关于精度

本公司将测量值的极限误差，作为如下所示的 f.s.（满量程）、rdg.（读取）、dgt.（数位分辨率）的值来加以定义。

f.s.	（最大显示值） 一般来说，表示最大显示值。在本仪器中，表示当前所使用的量程。
rdg.	（读取值、显示值、指示值） 表示当前正在测量的值、测量仪器当前的指示值。
dgt.	（分辨率） 表示数字式测量仪器的最小显示单位，即最小位的“1”。

参照：“精度计算举例”（94 页）

使用注意事项

为了您能安全地使用本仪器，并充分运用其功能，请遵守以下注意事项。
请在本仪器、使用的附件、选件、电池等的规格范围内使用本仪器。

使用前的确认

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。
确认为有故障时，请与销售店（代理店）或距您最近的营业据点联系。

危险



请在使用前确认导线、电缆的外皮有无破损或金属露出。由于这些损伤会造成触电事故，所以请换上本公司指定的型号。

关于本仪器的放置

放置环境

使用温湿度范围	0°C ~ 40°C	80%RH 以下（没有结露）
保存温湿度范围	-10°C ~ 50°C	80%RH 以下（没有结露）

请不要把本仪器放置在以下场所，否则会造成本仪器的故障或事故。

注意



- 日光直射的场所或高温场所
- 产生腐蚀性气体、爆炸性气体的场所
- 受水、油、化学剂与溶剂等影响的场所
- 潮湿、结露的场所
- 产生 电磁波的场所或带电物件附近
- 灰尘多的场所
- 感应加热装置附近（高频感应加热装置、IH 电磁炉等）
- 机械震动频繁的场所

重要事项

在变压器或大电流电路等强磁场区域以及无线电设备等强电场区域附近，可能无法正确测量。

关于本仪器的使用

警告



- 请不要淋湿本仪器，或者用湿手进行测量。否则会导致触电事故。
- 请勿进行改造、拆卸或修理。否则会引起火灾、触电事故或人员受伤。

注意



- 请勿放置在不稳定的台座上或倾斜的地方。否则可能会因掉落或翻倒而导致受伤或主机故障。
- 为了防止本仪器损坏，在搬运及使用时请避免震动、碰撞。尤其要注意因掉落而造成的碰撞。
- 为避免损坏本仪器，请勿向测量端子、TEMP.SENSOR 端子、COMP. OUT 端子输入电压或电流。

运输注意事项

运输本仪器时，请注意下述事项。

另外，对于运输所造成的破损我们不加以保证，敬请谅解。

注意



- 运输本仪器时，请小心搬运，以免因震动或碰撞而导致损坏。
- 为避免损坏本仪器，运输时，请从本仪器上拔出附件或选件类。

长时间不使用时

重要事项

为了防止因电池泄漏液体产生腐蚀与本仪器损坏，长时间不用时，请取出电池后进行保管。

关于导线类的使用

⚠危险



为了防止发生触电事故，请勿将测试线顶端和有电压的线路发生短路。

⚠注意



- 为了不损坏导线类的外皮，请不要踩踏或夹住导线。
- 为防止因断线引起的故障，请不要弯折或拽拉电缆或导线的连接部。
- 为防止断线，拔出连接器时，请握住插入部分（电缆以外）拔出。



- 针型测试线顶端为尖顶形状，非常危险。使用时请充分注意，以免受伤。
- 如果导线类熔化，金属部分则会露出，这非常危险。请勿触摸发热部分等。
- **Z2002** 温度探头经过精密加工。如果施加过高电压脉冲或静电，则可能会导致损坏。
- 请勿使端 **Z2002** 温度探头顶端承受过大的碰撞，也不要强行弯曲导线。否则可能会导致故障或断线。

重要事项

- 使用本仪器时，请务必使用本公司指定的测试线、温度探头。如果使用指定以外的型号，则可能会因接触不良等而导致无法进行正确的测量。
- 测试线、温度探头的插孔脏污时，请进行擦拭。有污物时，会因接触电阻的增加而对温度测量值产生影响。
- 请注意勿使温度探头的连接器脱落。（如果脱落，则无法使用温度补偿或温度换算功能）

安装吊带之前

⚠注意



请将吊带可靠地安装到本仪器的 4 处安装位置上。如果安装不牢靠，携带时则可能会导致本仪器掉落，从而造成损坏。

关于电池

警告

- 请勿将电池进行短路、充电、拆开或投入火中。否则可能会导致破裂，非常危险。
- 为了避免触电事故，请在拆下测试线之后更换电池。
- 更换之后，请务必合上电池盖后使用。

注意

由于可能会导致性能降低或电池液体泄漏，因此请遵守下述事项。

- 请勿新旧不分或混用不同类型的电池。
- 请注意 +、- 极性，请勿反向插入。否则可能会导致性能降低或液体泄漏。
- 请勿使用已经超过使用推荐期限的电池。
- 请勿将电量耗尽的电池放在本仪器中置之不理。
- 为了防止因电池泄漏液体产生腐蚀与本仪器损坏，长时间不用时，请取出电池后进行保管。

重要事项

-  点亮时，表明电池电量即将耗尽，请尽早更换。 闪烁时，表明电池电量即将耗尽，无法进行测量，请更换为新电池。
- 使用后请务必切断电源。
- 本书中的“电池”表示本仪器的驱动电池。
- 请勿使用指定电池（5号碱性电池）以外的电池。Ni-MH 电池可能会因充电状态或老化状态而产生液体泄漏。
- 请按各地区规定处理电池。

电池余量显示

显示	
	有电池余量。
	余量减少时，刻度从左面开始消失。
	由于电池即将耗尽，请尽早更换。
	（闪烁）没有电池余量。请更换为新电池。

连接测试线之前

⚠危险



为了避免触电与短路事故，连接测试线之前，请切断被测对象的电源。

连接 L2105 比较器判断灯之前

⚠注意



- 为防止 L2105 比较器判断灯发生故障，请在切断本仪器的电源之后再行连接。
- COMP.OUT 端子为 L2105 专用端子。请勿连接到 L2105 以外的设备上。
- 如果连接器连接不牢固，则可能无法满足规格要求。
- 使用扎带时，请勿过度紧固测试线。否则可能会导致测试线损坏。
- 由于可能会损坏电缆的芯线或外皮，因此请勿进行下述行为。
扭转或拉拽电缆。
以较小的弯度连接指示灯附近的电缆。

连接 Z2002 温度探头之前

⚠警告



如果连接器连接不牢固，就无法满足规格要求，并可能会导致故障。

⚠注意



- 为防止仪器或 Z2002 温度探头发生故障，请在切断本仪器的电源之后再行连接。
- 请将 Z2002 温度探头可靠地插入到 TEMP.SENSOR 端子底部。如果连接不充分，则可能会导致测量值产生较大误差。

重要事项

Z2002 温度探头的插孔脏污时，请进行擦拭。脏污会导致温度测量值出现误差。

测量之前

⚠危险

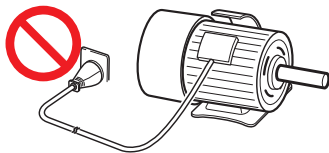


为了防止发生触电事故，请勿将测试线顶端和有电压的线路发生短路。

⚠警告



- 为了避免触电事故和本仪器损坏，请勿向测量端子部分输入电压。另外，为防止发生电气事故，请在切断被测对象的电源之后再进行测量。



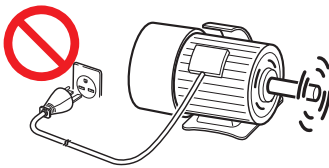
将被测对象连接到电源上

- 连接到被测对象或从被测对象拆下的瞬间，可能会产生火花。请勿在产生爆炸性气体的场所中使用。

⚠注意



- 请勿对施加有电压的部分进行测量。即使切断马达电源，在马达进行惯性旋转的状态下，端子上仍会产生较大的电动势。如果在耐压测试结束之后立即测量变压器或马达，则会因感应电压或残留电荷而导致本仪器损坏。



惯性旋转期间

- 测量电感为 5H 以上且电阻为 1Ω 以下的变压器或线圈时，请勿使用测量电流为 1A 的 $3\text{m}\Omega$ 量程以及 $30\text{m}\Omega$ 量程。否则可能会导致本仪器损坏。
- 不能进行电池内阻的测量。否则会导致本仪器损坏。测量电池内阻时，请使用 HIOKI 3554、3555、BT3562、BT3563、3561 电池测试仪等。

重要事项

- **SOURCE** 端子由保险丝进行保护。保险丝熔断时，会显示“FUSE”，此时不能测量电阻值。保险丝熔断时，请更换保险丝。（p.111）
- 由于本仪器使用直流电流进行测量，因此可能会因电动势的影响而产生测量误差。在这种情况下，请使用偏置电压补偿功能。
“4.4 补偿电动势产生的偏置（偏置电压补偿功能：OVC 功能）”（50 页）
“附录 6 关于电动势的影响”（附 8 页）
- 测量电感较大的电源变压器或开放型螺线管线圈等情况下，测量值可能会不稳定。在这种情况下，请在 **SOURCE A-B** 之间连接 $1\mu\text{F}$ 左右的薄膜电容器。
- 请分别对 **SOURCE-A**、**SENSE-A**、**SENSE-B**、**SOURCE-B** 配线进行可靠地绝缘。如果芯线与屏蔽线相互接触，则无法维持正确的 4 端子测量，导致产生误差。

使用 Z2002 温度探头时**⚠注意**

Z2002 温度探头不是防水结构。请勿让水等液体进入。

重要事项

- 请在要进行温度补偿的被测对象与 **Z2002** 温度探头充分适应环境温度之后，再进行测量。如果在未充分适应的状态下进行测量，则会产生较大的误差。
- 如果裸手握持着 **Z2002** 温度探头，则会拾取感应噪音，可能会导致测量值不稳定。
- **Z2002** 温度探头适合于测量环境温度的用途。即使将 **Z2002** 温度探头安装在被测对象的表面等上面，也不能正确地测量被测对象自身的温度。
- 请将 **Z2002** 温度探头可靠地插入到 **TEMP.SENSOR** 端子底部。如果连接不充分，则可能会导致测量值产生较大误差。

1 概要

1.1 概要和特点

1

HIOKI RM3548 可使用 4 端子测试法，高精度地测量马达与变压器等的绕线电阻、焊接电阻、印刷电路板的图案电阻、保险丝、电阻器与传导性橡胶等各种材料的直流电阻。由于本仪器配备有温度补偿功能，因此最适合于测量电阻值因温度而发生变化的被测对象。

即使机身小巧轻量也具有可靠的规格

- 35,000 dgt. 的高分辨率
- 测量电流 1 A 时具有 $0.1\mu\Omega$ 的分辨率

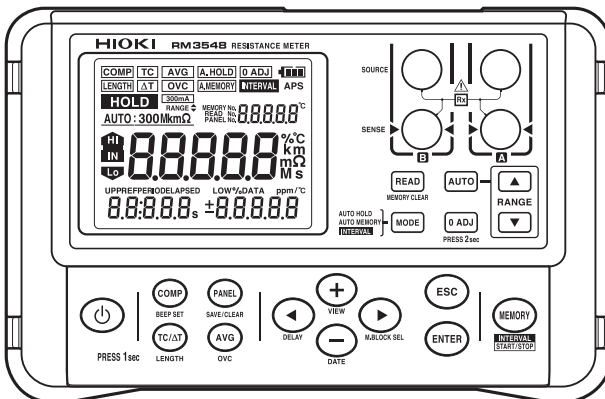
无需测量前的预热或调零

温度上升测试（通电停止时的温度推测）简单

- 温度换算功能与间隔功能
- 将已存储的测量数据以文件形式复制到计算机

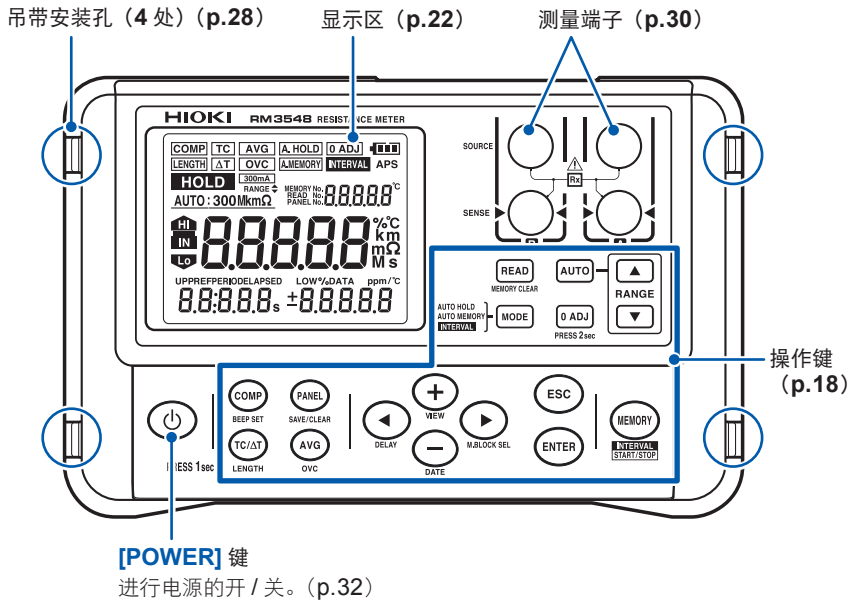
其形状最适合于维护、大型部件的检查，可在手与眼睛不离开被测对象的范围内进行测量

- 可安装吊带的便携式设备
- 自动存储功能、自动保持功能、L2105 比较器判断灯（选件）

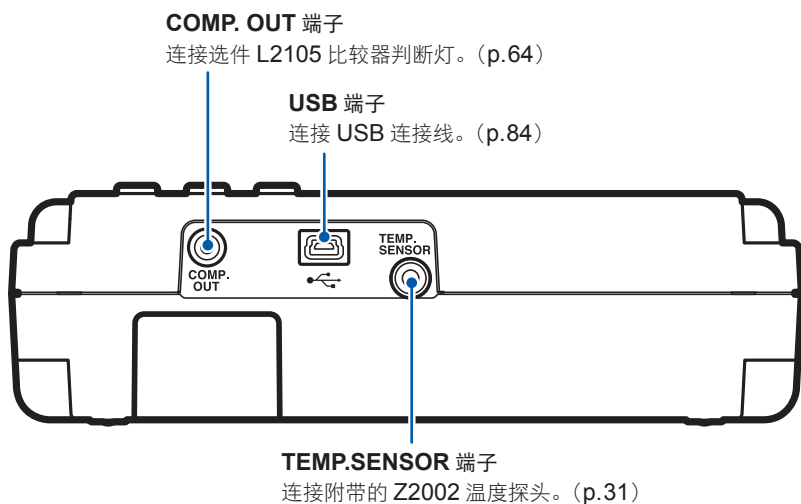


1.2 各部分的名称与操作概要

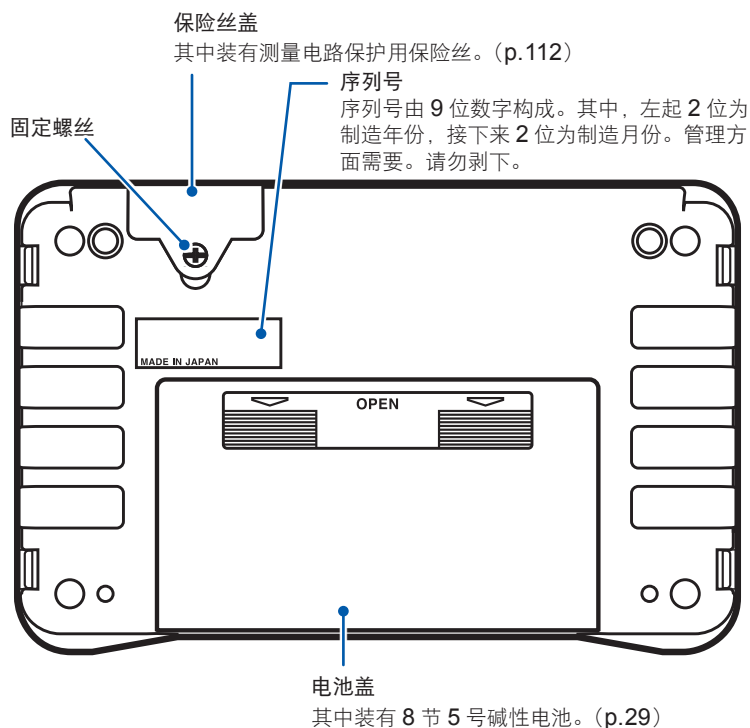
正面



俯视图



后视图

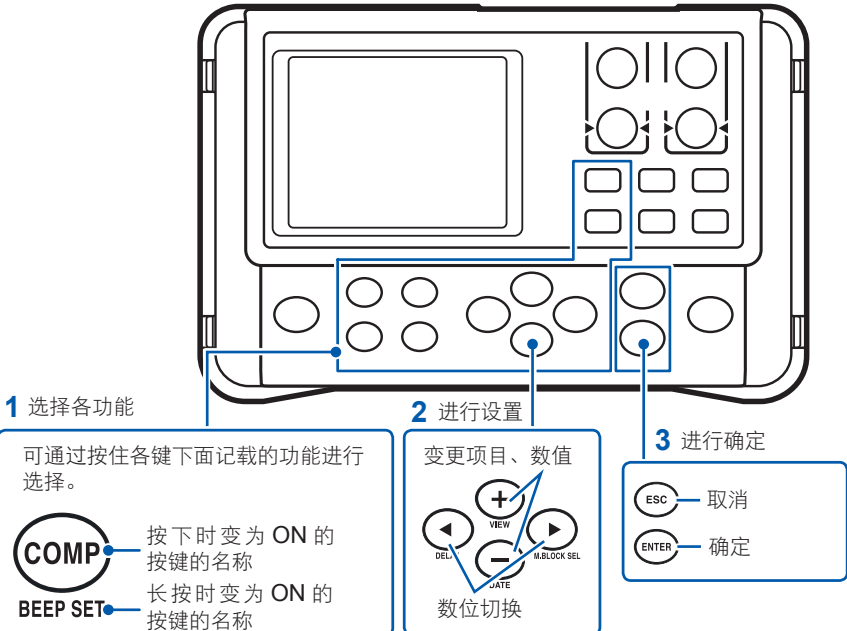


操作键

按键	说明
 COMP BEEP SET	[COMP] 键 (p.60) - 比较器功能：oFF→ON (ABS 模式) →ON (REF% 模式) [BEEPSET] 键 (长按) (p.63) - 判定音：oFF→Hi→in→Lo→Hi-Lo→ALL1→ALL2
 TC/ΔT LENGTH	[TC/ΔT] 键 (p.49) (p.65) - 温度补偿与温度换算功能：oFF→TC→ΔT [LENGTH] 键 (长按) (p.67) - 长度换算功能：oFF→ON
 PANEL SAVE/CLEAR	[PANEL] 键 (p.71) - 面板读取：变更面板编号、PrSEt 为测量条件初始化 [SAVE/CLEAR] 键 (长按) (p.70、p.72) - 面板保存、清除：SAvE→CLr
 AVG OVC	[AVG] 键 (p.48) - 平均值功能：oFF→2 次 →5 次 →10 次 →20 次 [OVC] 键 (长按) (p.50) - 偏置补偿功能 (OVC)：oFF→on
 DELAY	[←] 键 - 切换设置数位 [DELAY] 键 (长按) (p.52) - 延迟功能：PrSEt (内部固定值) →10 ms→30 ms→50 ms→100 ms →300 ms→500 ms→1000 ms
 M.BLOCK SEL	[→] 键 - 切换设置数位 [M.BLOCK SEL] 键 (长按) (p.74) - 变更存储程序段：A→b→C→d→E→F→G→H→J→L
 + VIEW	[+] 键 - 变更数值、项目 [VIEW] 键 (长按) (p.39) - 切换显示：温度 → 不显示 → 存储编号 (MEMORY No)
 - DATE	[-] 键 - 变更数值、项目 [DATE] 键 (长按) (p.87) - 显示日期与时间确认画面
 ESC	[ESC] 键 - 取消设置 (设置画面时) - 解除 HOLD 状态 (HOLD 期间时)
 ENTER	[ENTER] 键 确定设置

按键	说明
	[MEMORY] 键 (p.75) • 保存测量值 (手动存储) [START/STOP] 键 (长按) (p.78) • 开始 / 停止间隔测量 (仅间隔模式期间)
	[READ] 键 (p.79) • 显示保存的测量数据 [MEMORY CLEAR] 键 (长按) (p.80) • 清除存储: LAST (选中程序段的最新数据) → bLoC (选中程序段) → ALL (所有数据)
	[MODE] 键 (p.42、p.76、p.77) 切换保持存储模式: oFF → A.HOLD (自动保持) → A.HOLD, A.MEMORY (自动存储) → INTERVAL (间隔功能)
	[AUTO] 键 (p.37) 切换自动量程: AUTO 点亮 → 熄灭
	[0 ADJ] 键 (长按) (p.44) 调零
	[RANGE] 键 (p.36) 量程: $3\text{m}\Omega \leftrightarrow 30\text{m}\Omega \leftrightarrow 300\text{m}\Omega \leftrightarrow 3\Omega \leftrightarrow 30\Omega \leftrightarrow 300\Omega \leftrightarrow 3\text{k}\Omega \leftrightarrow 30\text{k}\Omega \leftrightarrow 300\text{k}\Omega \leftrightarrow 3\text{M}\Omega$

操作概要



接通电源时的设置清单

要进行下述设置时，需要从本仪器的电源为 **OFF** 的状态开始按住特定键，同时将电源设为 **ON**。

详情请参照各功能的相应页码。

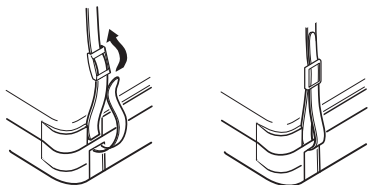
解除调零 (p.47)	 + 
切换测量电流 (p.54)	 + 
解除自动节电模式 (APS) (p.33)	 + 
变更 CSV 文件的小数点或分隔位置的字符串 (p.86)	 + 
进行时间设置 (p.88)	 + 
删除所有已保存的测量数据 (p.83)	 + 
对当前测量条件进行复位 (p.89)	 +  + 
进行系统复位 (p.89)	 +  +  + 

1.3 测量流程

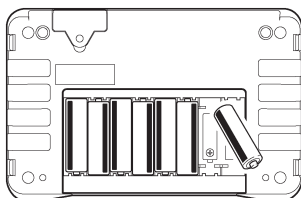
使用之前，请务必参照“使用注意事项”（p.7）。

测量前的准备

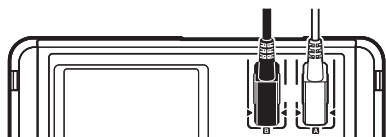
1 安装吊带（p.28）



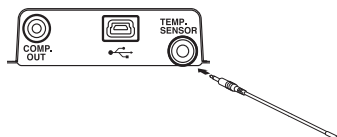
2 安装与更换电池（p.29）



3 连接测试线（p.30）

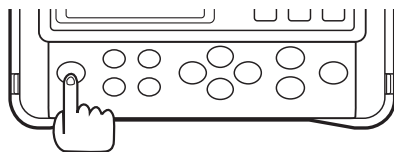


4 连接 Z2002 温度探头（p.31）

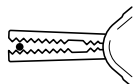
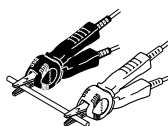


测量

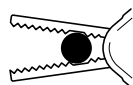
1 将电源设为 ON 并进行本仪器的设置*（p.32）



2 在被测对象上连接测试线（p.38）



夹住细线（请用顶端部分夹住）



夹住粗线（请用无齿的根部夹住）

3 确认测量值（p.39）

4 将测试线从被测对象上移开并将电源设为 OFF（p.32）

* 下述情况下请进行调零

因电动势等的影响而出现残留显示内容时 → 显示变为零

（不论是否调零，精度都不变）

也可通过 OVC 取消电动势。（p.50）

难以进行 4 端子配线（开尔文连接）时

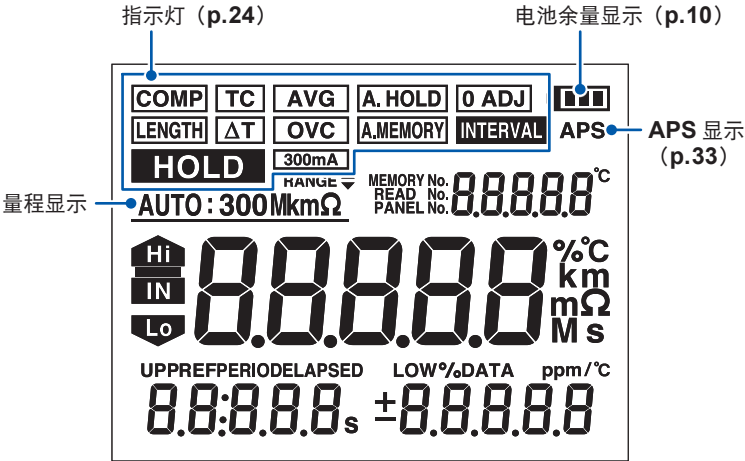
→ 取消 2 端子配线的剩余电阻。

有关正确的调零方法，请参照（p.附 10）。

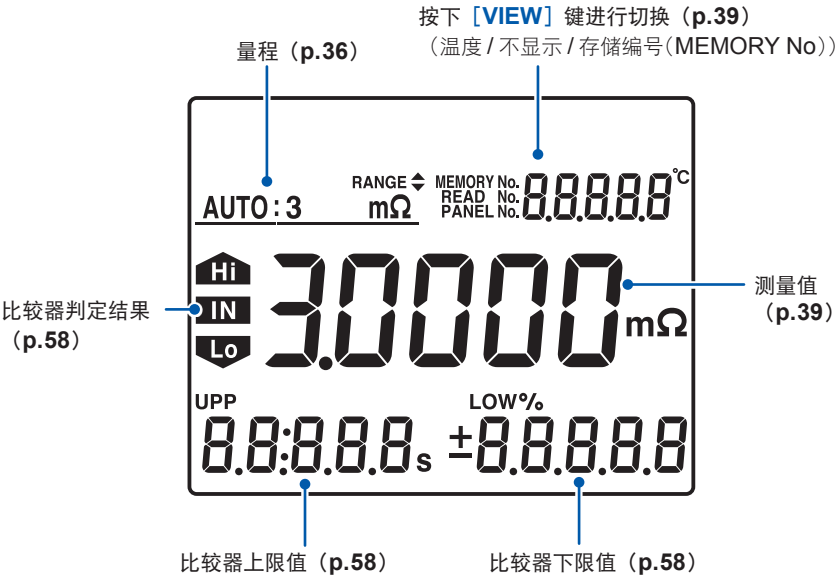
1.4 画面构成

显示区（全部点亮时）

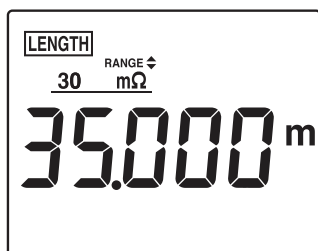
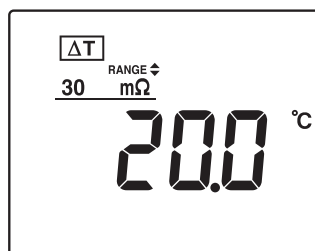
显示测量条件、设置状态、测量值、存储编号（MEMORY No）、面板编号、比较器设置值与判定结果等。有关错误显示，请参照“错误显示与处理方法（p.110）”。



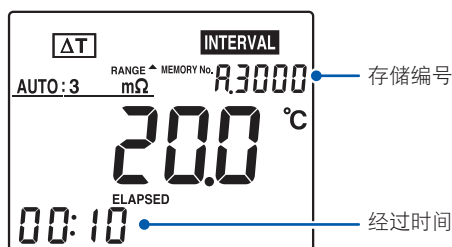
电阻测量画面



长度换算测量画面 (p.67)

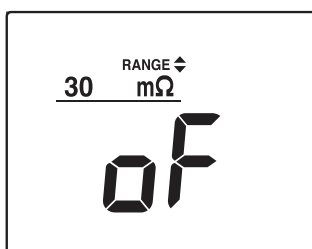
温度换算 (ΔT) 测量画面 (p.65)

间隔测量画面 (p.77)

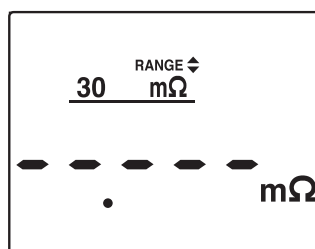
(画面中的 ΔT 为 ON 时)

测量值以外的显示 (详情请参照“确认测试异常”(40 页))

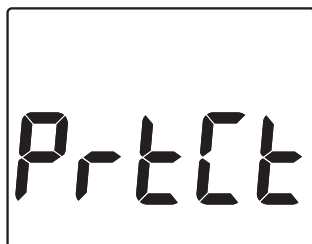
超量程



电流异常



保护功能启动



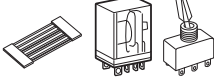
保险丝熔断



指示灯	说明	参照
COMP	点亮：比较器功能有效 闪烁：比较器功能无效，不能执行针对按下的键的处理	(p.60)
LENGTH	点亮：长度换算功能有效 闪烁：长度换算功能无效，不能执行针对按下的键的处理	(p.67)
TC	温度补偿功能有效	(p.49)
ΔT	点亮：温度换算功能有效 闪烁：温度换算功能无效，不能执行针对按下的键的处理	(p.65)
AVG	测量值的平均化功能有效	(p.48)
OVC	OVC 功能有效	(p.50)
A. HOLD	自动保持功能有效	(p.42)
A.MEMORY	自动存储功能有效	(p.76)
0 ADJ	点亮：调零功能有效 闪烁：正在进行调零	(p.44)
INTERVAL	点亮：间隔测量功能有效 闪烁：正在进行间隔测量或间隔测量功能无效，不能执行针对按下的键的处理	(p.77)
300mA	在 300mΩ 量程下将测量电流设为 Hi (300 mA)	(p.54)
HOLD	测量值被保持	(p.42)
Hi	比较器判定结果为测量值 > 上限值	(p.58)
IN	比较器判定结果为下限值 ≤ 测量值 ≤ 上限值	
Lo	比较器判定结果为测量值 < 下限值	
RANGE ⇄	可变更量程	(p.36)
AUTO	自动量程功能有效	
UPP	比较器上限值	(p.58)
LOW	比较器下限值	
REF	比较器基准值	
%	比较器允许范围	
PERIOD	可保存时间（间隔模式时）	(p.77)
ELAPSED	测量经过时间（间隔模式时）	
DATA	可保存数据数	(p.74)
ppm/°C	温度补偿用温度系数（温度补偿设置时）	(p.49)

1.5 确认被测对象

需根据被测对象适当地变更测量条件，以便确实地测量电阻。请参考下表所示的推荐举例，在设置本仪器之后开始测量。

被测对象	推荐设置 (粗体字为从初始设置做过变更的)		
	温度补偿 (p.49) / 温度换算 (p.65)	OVC (p.50)	300mΩ 量程的测量 电流 (p.54)
马达、螺线管、扼流圈、变压器、 线束 	TC	OFF	Lo
功率用 接点、线束、连接器、 继电器接点、开关 	*1	ON	Lo
导电性涂料、导电性橡胶 	—	OFF	Lo
一般的电阻测量保险丝、 电阻器、加热器、电线、 焊接部分 	*1	ON	Lo
温度上升测试 (马达、扼流圈、变压器) 	ΔT^{*2}	OFF	Lo
汽车的地线 信号用 接点、线束、连接器、继电器接点、 开关 	*1	ON	Hi (300mA)
	本仪器的开路电压与测量电流均比较大，因此，如果测量信号 用接点电阻，则会改变接点的状态。 测量信号用接点时，请使用 RM3545。		

*1 被测对象的温度依赖性较大时，请使用温度补偿。

*2 通过使用间隔测量功能，可按一定间隔保存测量值。(p.77)

重要事项

在延迟设置 PrSEt (预设) 下无法测量时，请将延迟设置得足够长。(p.52)

确认被测对象

2

测量前的准备

使用之前，请务必参照“使用注意事项”（7 页）。

2

安装吊带（p.28）



安装与更换电池（p.29）



连接测试线（p.30）



连接 Z2002 温度探头（p.31）



进行检查（p.34）



接通电源（p.32）



测量

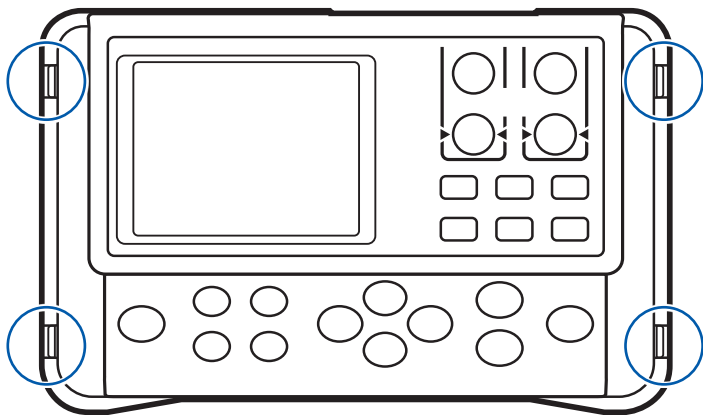
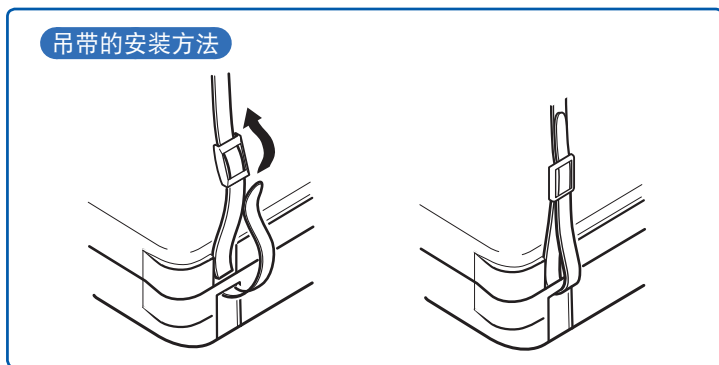


关闭电源（p.32）

* 如果一定时间内未进行操作，则自动关闭电源（APS 功能）（p.33）

2.1 安装吊带

如果安装吊带，使用时则可将本仪器挂在脖子上。请按下述方法进行安装。



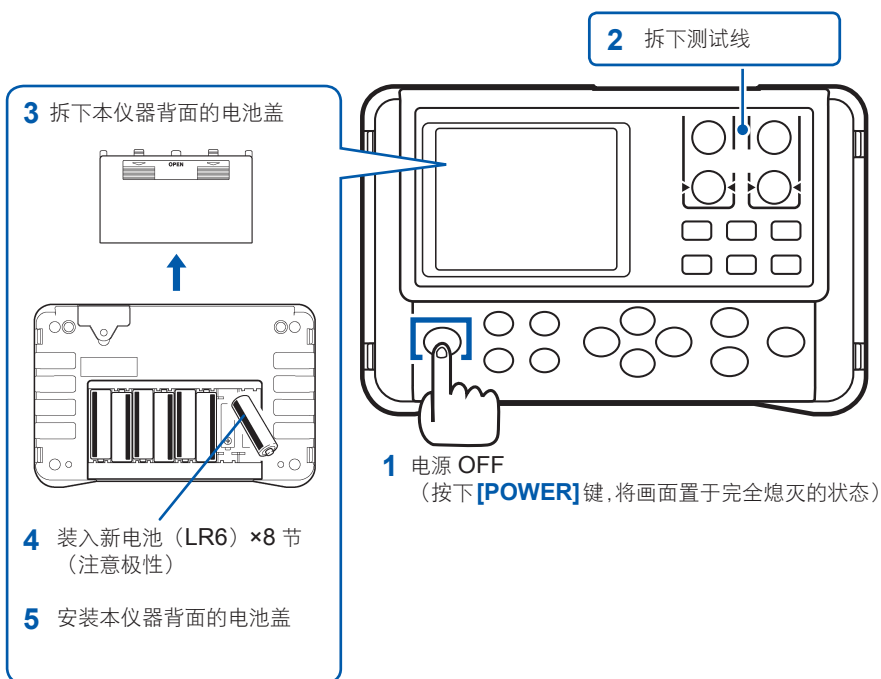
2.2 安装与更换电池

最初使用本仪器时，请安装 8 节 5 号碱电池（LR6）。另外，测量之前请确认电池余量是否足够。如果电池余量少，请更换电池。可通过电池标记确认电池余量。（p.10）

准备物件

- 5 号碱性电池（LR6）×8 节

2

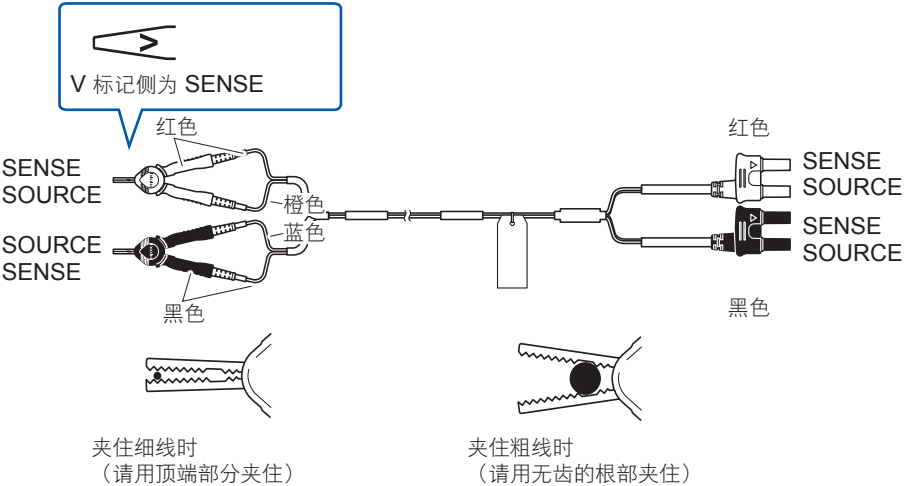


2.3 连接测试线

请使用附带的 L2107 夹型测试线或其它多种本公司选件测试线类。有关选件，请参照“选件”（3 页）。

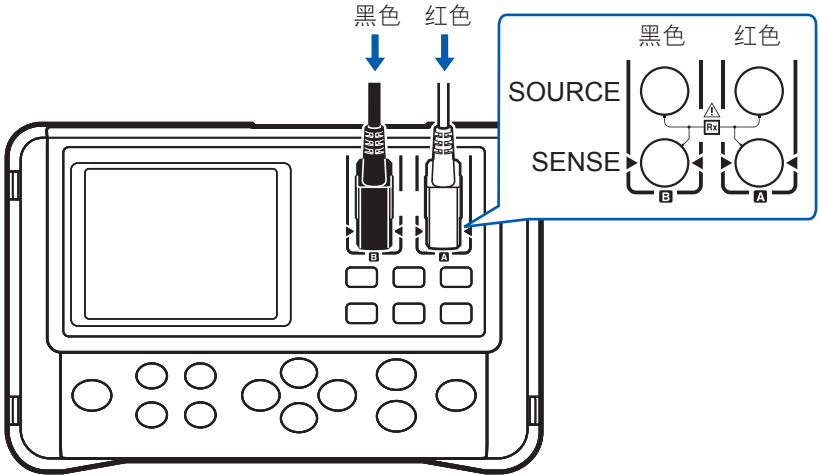
关于测试线

（例：为 L2107 夹型测试线时）



把测试线连接到本仪器上。

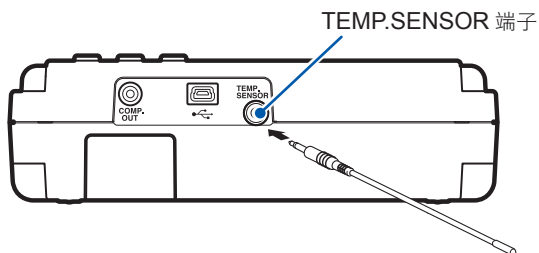
请连接 SOURCE（A、B）、SENSE（A、B）全部 4 个端子。



2.4 连接 Z2002 温度探头（使用 TC、 ΔT 时）

将 Z2002 温度探头连接到 TEMP.SENSOR 端子上。

连接方法



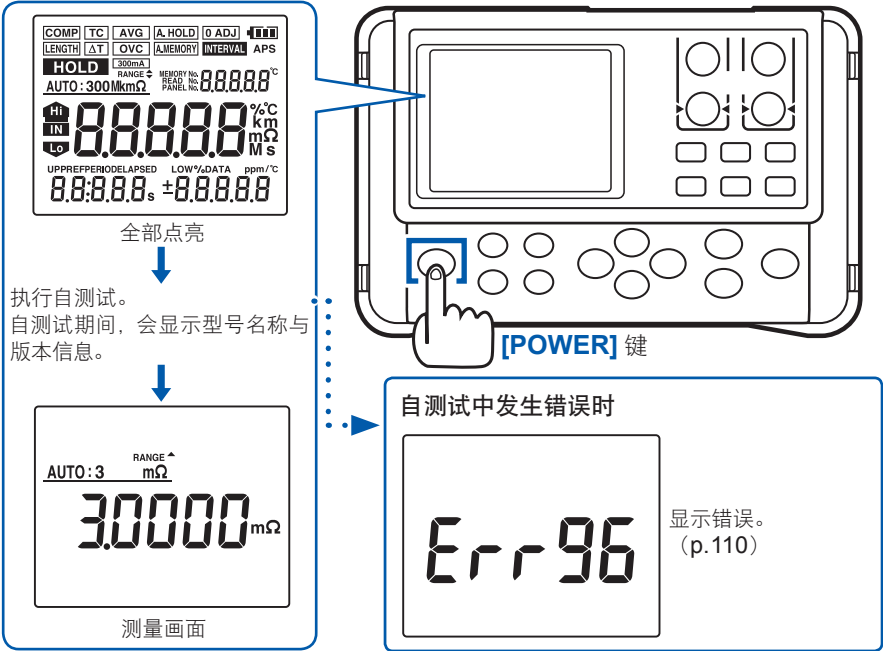
2

请可靠地插到底。

2.5 接通 / 关闭电源

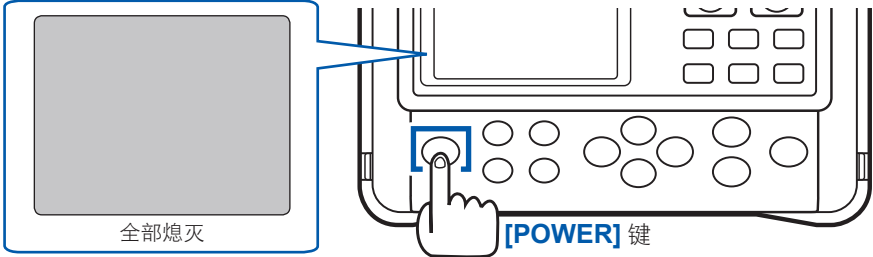
将电源设为 ON

利用 **[POWER]** 键将电源设为 ON。按住该键，直至画面全部点亮。



将电源设为 OFF

利用 **[POWER]** 键将电源设为 OFF。按住该键，直至画面全部熄灭。

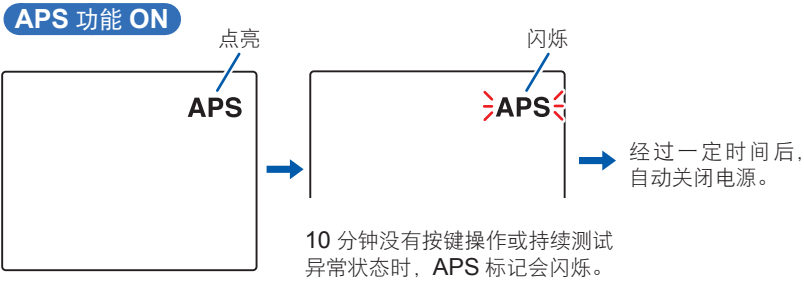


重要事项

如果再次将电源设为 ON，则在将电源设为 OFF 之前的状态下启动。

利用自动节电（APS）自动关闭电源

不使用时，利用 APS 功能自动关闭电源以降低电池消耗。

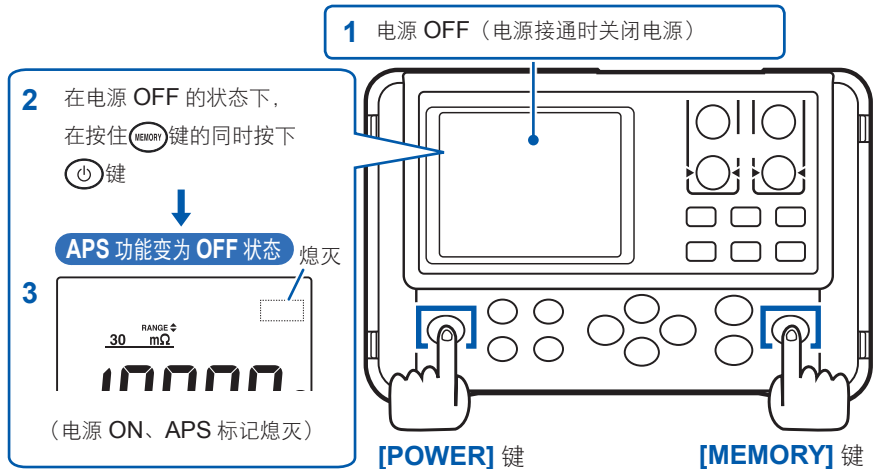


重要事项

- 间隔测量期间，APS 功能自动变为 OFF 状态，间隔测量结束之后，APS 功能自动变为 ON 状态。
- 连接 USB 时，APS 功能自动变为 OFF 状态；解除 USB 连接之后，APS 功能自动变为 ON 状态。

解除自动节电模式（APS）

在电源 OFF 的状态下，按住 **[MEMORY]** 键，同时按下 **[POWER]** 键，则可解除 APS 功能。不对 APS 功能的设置进行备份。再次将电源设为 ON 时，APS 功能恢复为 ON 状态。



2.6 测量前的检查

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。
确认为有故障时，请与销售店（代理店）或距您最近的营业据点联系。

本仪器与外围设备的确认

检查项目	处理方法
本仪器是否损坏或有无龟裂之处？内部电路是否露出？	有损伤时不要使用，请送修。
端子上是否附着金属片等垃圾？	附着时，请用棉签等擦净。
测试线的外皮有无破损或金属露出？	有损坏时，可能会导致测量值不稳定或产生误差。 建议更换为没有损坏的电线。

电源接通时的确认

检查项目	处理方法
电池余量是否足够？	显示区右上角的  表示当前的状态。显示  时，表明电池电量即将耗尽，请尽早更换。  显示闪烁时，表明电池电量已经耗尽，无法进行测量。请更换电池
显示项目有无欠缺？	请通过接通电源时的全部点亮显示来进行确认（p.22）欠缺时请送修。
接通电源时是否按全部点亮 → 型号名称 → 测量画面的顺序进行显示？	显示不同时，可能是本仪器内部发生了故障。请送修。 参照：“10.1 有问题时”（106 页） “错误显示与处理方法”（110 页）

3 基本测量

测量之前，请务必参照“测量之前”（12 页）。

本章对使用本仪器的基本操作方法进行说明。

- “3.1 设置量程”（36 页）
- “3.2 将测试线连接到被测对象上”（38 页）
- “3.3 确认测量值”（39 页）

有关测量条件的定制，请参照“测量条件的定制”（43 页）。

3.1 设置量程

选择量程。另外，也可以进行自动选择（自动量程）。

重要事项

由于自动量程时或设为 **30 mΩ** 量程以下时，会稳定地向被测对象流入最大 **1 A** 的电流，因此，可能会施加最大 **2 W** 左右的功率*。因测量电流而担心下述问题时，请选择更小的测量电流量程。

- 被测对象熔断（保险丝、充气泵）
- 被测对象发热，电阻值发生变化
- 被测对象磁化，电感发生变化

如果被测对象的功率处在各量程的测量范围内，功率则为电阻值 $\times$ （测量电流）²。超出测量范围时，最大可能达到开路电压 $\times$ 测量电流。

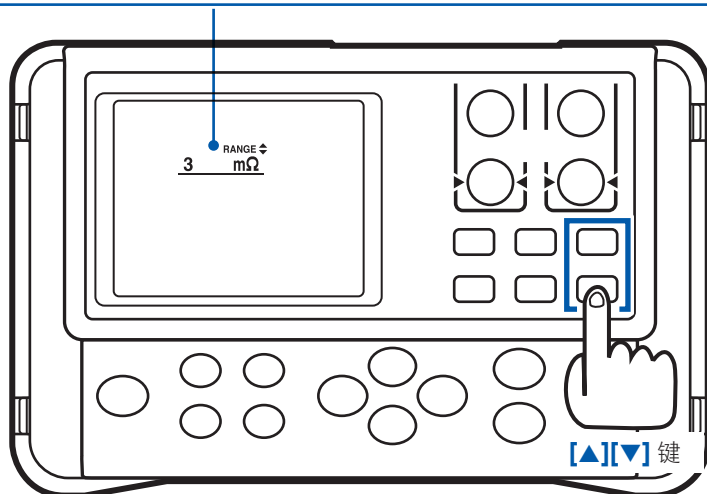
请在确认量程之后，再连接被测对象。

* 连接到被测对象的瞬间，会流过最大 **5 A** 的冲击电流。

（收敛时间：纯电阻时，约 **1 ms**）

设为手动量程

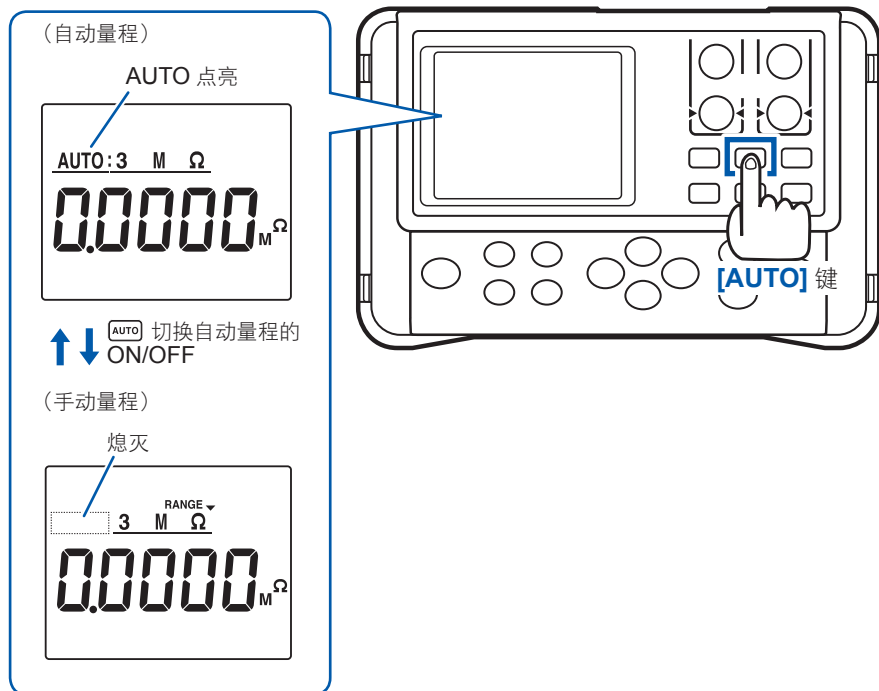
3mΩ ↔ 30mΩ ↔ 300mΩ ↔ 3Ω ↔ 30Ω ↔ 300Ω ↔ 3kΩ ↔ 30kΩ ↔ 300kΩ ↔ 3MΩ



设为自动量程

利用 **[AUTO]** 键切换自动量程。(初始设置为 AUTO)

设为自动量程时，**AUTO** 点亮。



重要事项

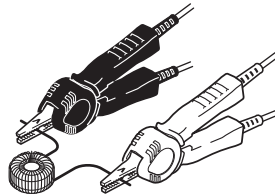
- 如果在自动量程为 **ON** 的状态下变更量程，则自动解除自动量程，变为手动量程。
- 如果将比较器功能设为 **ON**，量程则被固定，不能变更。要变更量程时，请将比较器功能设为 **OFF**，或在比较器设置中变更量程。
- 自动量程可能会因被测对象而变得不稳定。此时，请以手动方式指定量程或延长延迟时间。(p.52)

有关各量程的测试精度，请参照“(1) 电阻测量精度”(91 页)。

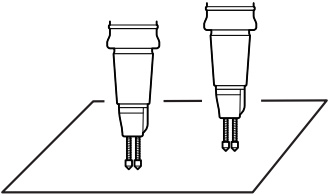
将测试线连接到被测对象上

3.2 将测试线连接到被测对象上

例：L2107 时



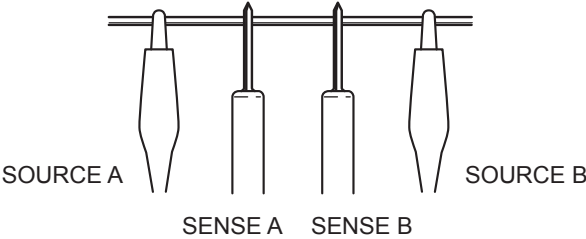
例：9772 时



(压紧)

例：9453 时

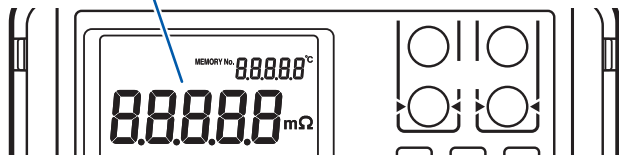
将 SENSE 端子配置在 SOURCE 端子的内侧



3.3 确认测量值

显示电阻值。

显示测量值以外的值时，请参照“确认测试异常”（40 页）。



要换算为电阻以外的测量值时，请参照下述内容。

- “5.2 进行温度上升测试（温度换算功能（ ΔT ））”（65 页）
- “5.3 测量导体长度（长度换算功能）”（67 页）

重要事项

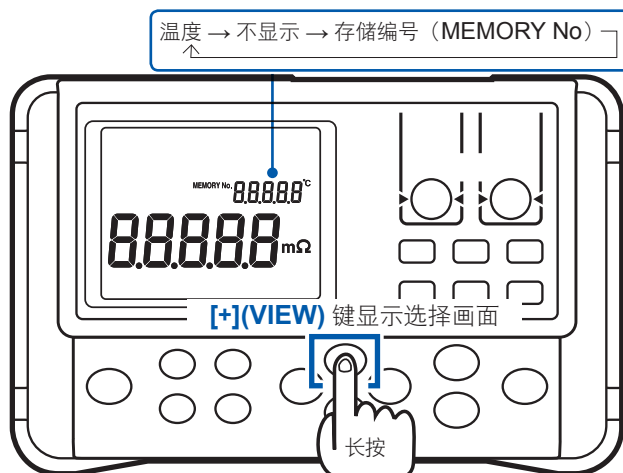
测量值带有负号（-）时，请确认下述事项。

- SOURCE 或 SENSE 的接线相反。
→ 请正确进行配线。
- 2 端子测量时，进行调零，接触电阻随后会减小。
→ 请重新进行调零。

切换显示

可通过按住 **[+](VIEW)** 键，变更右上角的显示。（温度 / 不显示 / 存储编号（MEMORY No.））

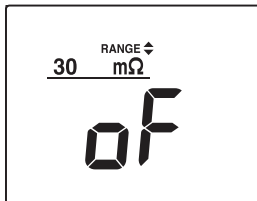
可选择要在测量期间显示的项目。



确认测试异常

未正确进行测量时，画面上显示测试异常。

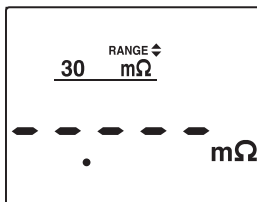
超量程 *1



超出测量范围或显示范围时显示。

显示 **oF** 时的比较器判定为“Hi”，显示 **-oF** 时的比较器判定为“Lo”。温度测量也同样如此，超出测量范围时，显示 **oF**。

电流异常或未测量



下述 2 种情况时显示。

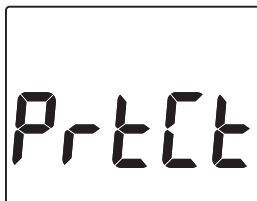
显示 “----” 时，不进行比较器判定。

1. 电流异常 *2

处于电流未流向 **SOURCE A**、**SOURCE B** 端子的状态。

2. 变更测量条件之后一次也没有进行测量。

保护功能启动



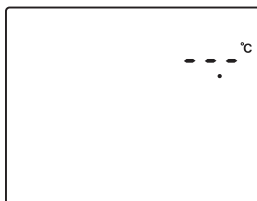
如果在测量端子上输入过电压，本仪器的内部电路保护功能则会启动。如果错误地输入过电压，请立即将测试线从被测对象上移开。保护功能动作期间不能进行测量。要解除保护功能时，请使测试线的 **A 侧**（红色）与 **B 侧**（黑色）接触或重新接通电源。

保险丝熔断



本仪器的测量端子上连接有保险丝，用于进行过电压输入保护。如果错误地输入过电压并且保险丝熔断，请更换保险丝。（p.112）

Z2002 温度探头未连接



未连接 **Z2002** 温度探头，不能进行温度测量。未使用 **TC** 或 **ΔT** 时，无需连接 **Z2002** 温度探头。不想显示温度时，请利用 **[+](VIEW)** 键切换显示。

温度运算错误

LErr

将 TC 或 ΔT 设为 ON 时，表明 Z2002 温度探头未连接或温度显示为 oF。请确认 Z2002 温度探头的连接。

重要事项

在被测对象上连接 SOURCE 端子侧并且 SENSE 端子侧发生接触不良时，可能会显示不稳定的测量值。

3

*1 溢出检测功能

检测为溢出的举例

溢出检测	测量举例
超出测量范围时	在 30mΩ 量程下测量 40mΩ
测量值的相对显示（% 显示）超出显示范围（999.99%）时	以基准值 20Ω 测量 500Ω（+2400%）
测量期间 A/D 转换器的输入超出范围时	在外来噪音较大的环境中进行高电阻测量等
不能显示运算结果时	长度换算功能的运算结果超出 999.99 km

*2 电流异常检测功能

电流异常的举例

- 将 SOURCE A、SOURCE B 探头置于开路状态
- 被测对象断线（开路元件）
- SOURCE A、SOURCE B 配线断线、连接不良

重要事项

如果配线电阻超出下述值，则会发生电流异常，导致无法进行测量。在 1 A 的测量电流量程下，请将配线电阻与被测对象以及测试线之间的接触电阻控制在较低的水平。

量程 [Ω]	3m	30m	300m	3	30	300	3k	30k~3M
配线电阻与接触电阻 (SOURCE B-SOURCE A 的电阻值：测量对象除外) [Ω]	0.5		10		100	2k	800	2k

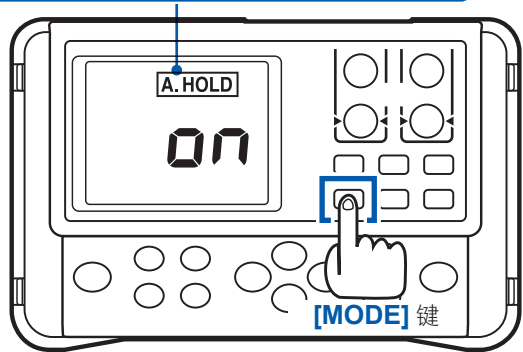
(参考值)

保持测量值

要确认测量值时，使用保持功能是非常便利的。测量值稳定之后，则会自动进行保持。

- 1 oFF → 自动保持 (A.HOLD) → 自动存储 (A.HOLD, A.MEMORY)
→ 间隔 (INTERVAL) → oFF

- 2
- ESC — 取消
 - ENTER — 确定

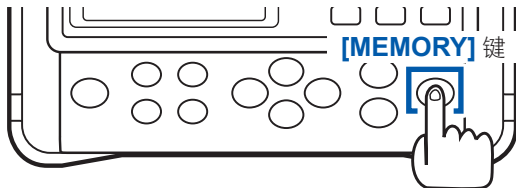


- 3
- | 测量期间 (HOLD 解除期间) | HOLD 期间 |
|---|--|
| <p>熄灭</p> <p>A.HOLD
RANGE ^
AUTO:3
mΩ</p> | <p>点亮</p> <p>HOLD
A.HOLD
RANGE ^
AUTO:3
mΩ</p> |

将测试线从被测对象上移开，并再次使其接触被测对象，则会解除HOLD。另外，切换量程或按下[ESC]键也可解除。

存储测量值

要在以后确认测量值时，使用存储功能是非常便利的。保存显示的测量值。



有关存储功能的详细说明，请参照“7.1 按任意时序进行保存（手动存储）”（75 页）。

测量之前，请务必参照“使用注意事项”（7 页）。

本章对用于进行更高级测量、正确测量的功能进行说明。

- “4.1 进行调零”（44 页）
- “4.2 稳定测量值（平均值功能）”（48 页）
- “4.3 补偿温度的影响（温度补偿功能（TC））”（49 页）
- “4.4 补偿电动势产生的偏置（偏置电压补偿功能：OVC 功能）”（50 页）
- “4.5 设置测量达到稳定状态的时间（延迟功能）”（52 页）
- “4.6 切换测量电流（300mΩ 量程）”（54 页）

4.1 进行调零

下述情况下请进行调零。（可取消各量程 $\pm 3\% \text{f.s.}$ 以下的电阻）

- 因电动势等的影响而出现残留显示内容时
→ 显示变为零。
不论是否调零，精度规格不变。
也可通过 **OVC** 取消电动势。（p.50）
- 难以进行 **4** 端子配线（开尔文连接）时
→ 取消 **2** 端子配线的剩余电阻。（p.附 22）

有关正确的调零方法，请参照“附录 7 关于调零”（附 10 页）。

调零之前

重要事项

- 已进行调零之后，如果环境温度发生变化或变更测试线，则请再次进行调零。但如果是 **9465-10**、**9772** 针型测试线等难以进行调零时，请利用标配的 **L2107** 夹型测试线等进行调零，再替代为针型测试线之后进行测量。
- 请在使用的所有量程内执行调零。手动量程时，仅在当前量程下进行调零；自动量程时，在所有的量程下进行调零。
- 即使切断电源，也在内部保存调零值，但不会保存到面板中。
- 将偏置电压补偿功能 (**OVC**) 从 **ON** 切换为 **OFF**，或从 **OFF** 切换为 **ON** 时，调零被解除。请再次进行调零。
- 将测量电流从 **Lo** 切换为 **Hi**，或从 **Hi** 切换为 **Lo** 时，调零被解除。请再次执行调零。
- 如果测量比调零时的电阻值还小的电阻，测量值则为负值。
例：在 **300mΩ** 量程下连接 **2mΩ** 进行调零 → 如果测量 **1mΩ**，则显示 **-1mΩ**

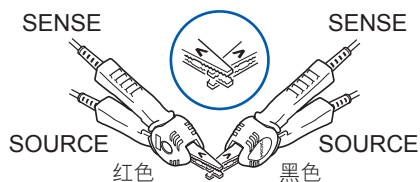
执行调零

1 短接测试线。

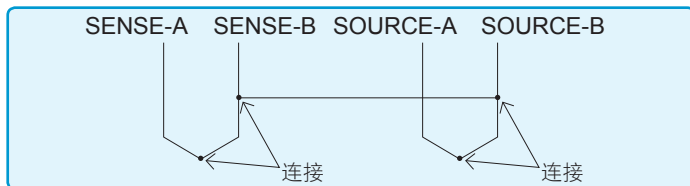
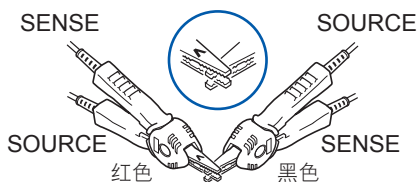
L2107

正确

对准夹钳的 V 标记。

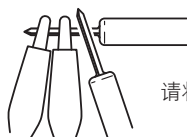


错误



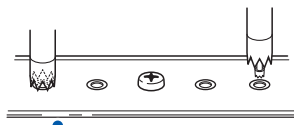
4

9453 (选件)



请将鳄鱼夹放在外侧，将导线棒放在内侧进行调零。

9465 (选件)



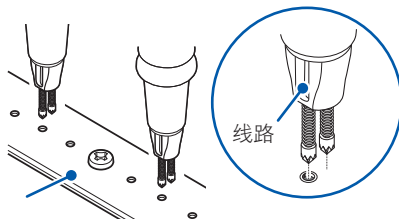
9454 调零板 (选件)



9772 (选件)



9454 调零板 (选件)



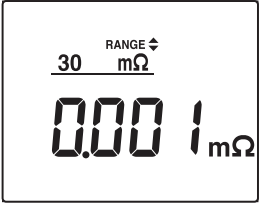
SENSE 侧的针底座部分上带有线路。进行调零时，请将该线路对准相同的方向。

进行调零

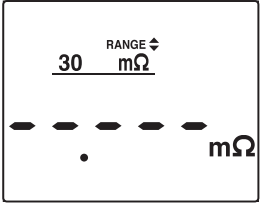
2 确认测量值处在 $\pm 3\%f.s.$ 以内。

未显示测量值时，请确认测试线的接线是否正确。

接线正确时

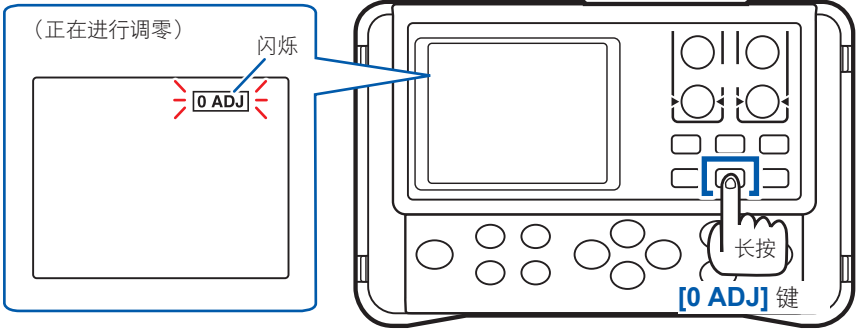


接线错误时



3 按住 [0ADJ] 键执行调零。

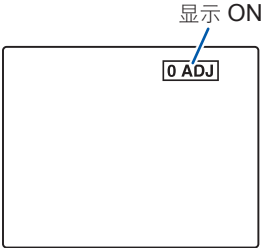
在使用调零板等情况下难以按下键时，请在短接测试线之前按下 [0ADJ] 键。在测量值稳定之后自动执行调零。



4 调零执行後

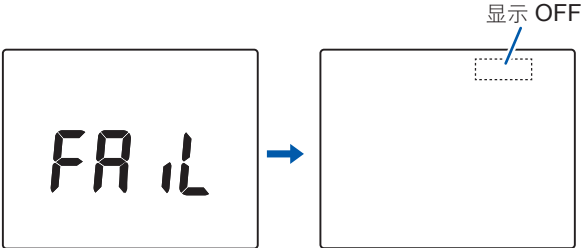
调零成功

蜂鸣器鸣响并显示测量画面。



调零失败

蜂鸣器鸣响并显示“FAIL”。随后显示测量画面。



调零失败

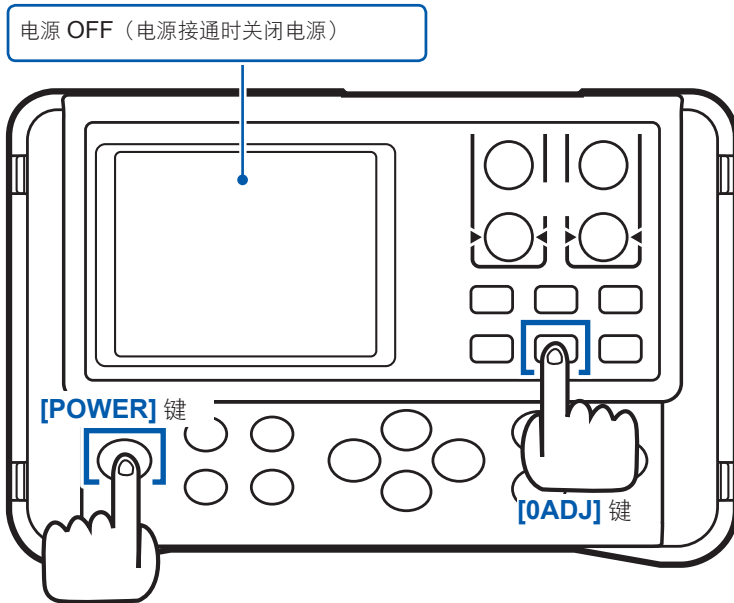
不能进行调零时，可能是进行调零之前的测量值超出各量程的满量程的 $\pm 3\%$ ，或处于测试异常状态。请再次进行正确的接线，重新进行调零。自制电缆等电阻值较高时，由于不能调零，因此请降低配线电阻。(p.41)

重要事项

- 在自动量程下调零失败时，所有量程的调零则会被解除。
- 在手动量程下调零失败时，当前量程的调零则会被解除。

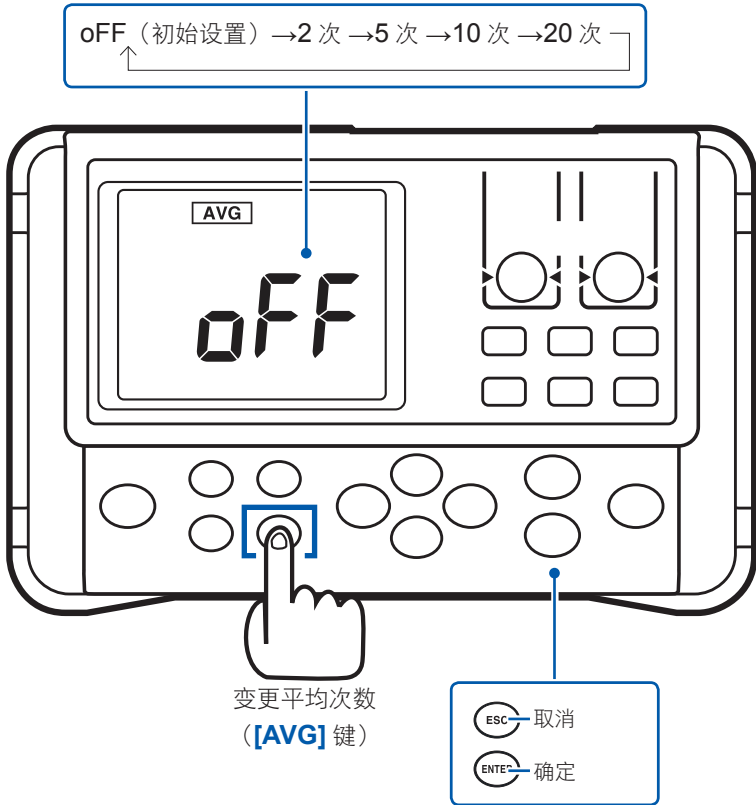
解除调零

在电源 OFF 的状态下,按住 **[0ADJ]** 键,同时按下 **[POWER]** 键,则解除所有量程的调零。



4.2 稳定测量值（平均值功能）

对多个测量值进行移动平均处理并显示。通过使用该功能，可缩小测量值的偏差。

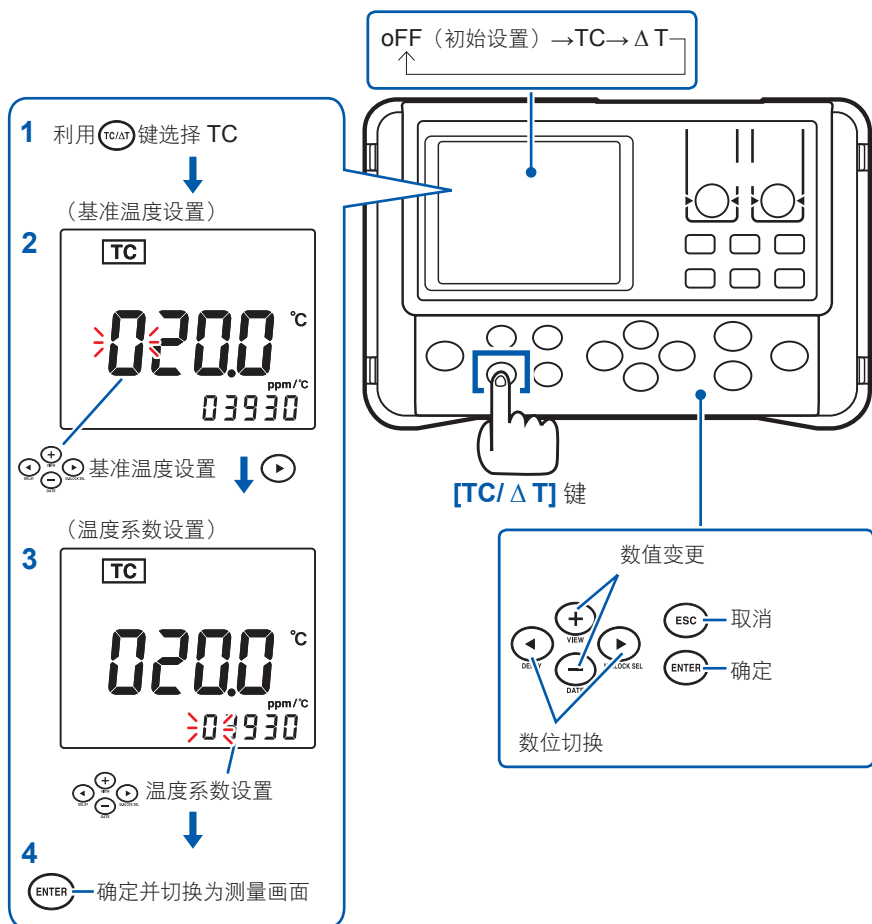


也可利用 (+) (-) 变更平均次数。

4.3 补偿温度的影响（温度补偿功能（TC））

将电阻值换算为基准温度进行显示。有关温度补偿的原理，请参照“附录 4 关于温度补偿功能（TC）”（附 4 页）。

进行温度补偿时，请将 Z2002 温度探头连接到主机侧面的 TEMP.SENSOR 端子上。另外，连接时，请务必阅读“2.4 连接 Z2002 温度探头（使用 TC、 ΔT 时）”（31 页）。



4

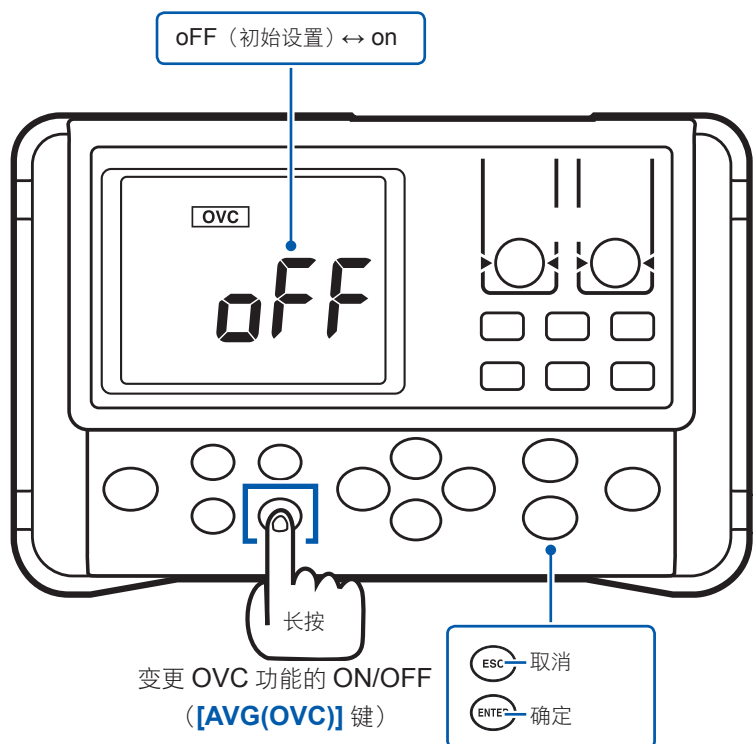
重要事项

显示“t.Err”时，表明 Z2002 温度探头未连接或温度显示为 oF。请确认 Z2002 温度探头的连接。

4.4 补偿电动势产生的偏置（偏置电压补偿功能：OVC 功能）

自动补偿电动势或本仪器内部的偏置电压等。(OVC:Offset Voltage Compensation)
参照：“附录 6 关于电动势的影响”（附 8 页）

根据流过测量电流时的测量值 R_P 与未流过测量电流时的测量值 R_Z ，将 $R_P - R_Z$ 显示为真电阻值。



也可利用 $\oplus$ $\ominus$ 变更 OVC 功能的 ON/OFF。

重要事项

- 偏置电压补偿功能为 **ON** 时（**OVC** 指示灯点亮），测量值的显示更新会变慢。
- **3k Ω** 量程以上时，不能使用 **OVC** 功能。自动变为 **OFF** 状态。
- 已变更偏置电压补偿功能时，调零功能则会被解除。
- 被测对象的电感较大时，需要调整延迟时间。（p.52 最初请将延迟时间设置得长一些，然后在观察测量值的同时逐渐缩短。
- 被测对象的热容量较小时，可能看不到偏置电压补偿功能的效果。

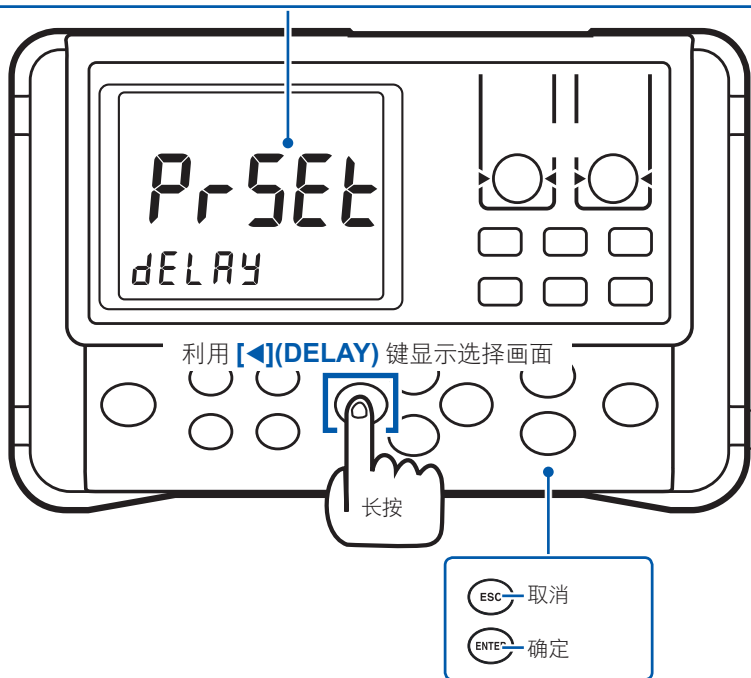
4.5 设置测量达到稳定状态的时间（延迟功能）

在 OVC 与自动量程下变更测量电流之后设置等待时间，调整测量稳定的时间。通过使用该功能，即使被测对象的电抗成分较大，也可以在内部电路稳定之后开始测量。PrSEt（预设设置）因量程或偏置电压补偿功能而异。

Preset 设置的 OVC 延迟值（内部固定）（单位：ms）

测量电流	量程	延迟时间
Lo	3mΩ ~ 30mΩ	200
	300mΩ ~ 3Ω	50
	30Ω ~ 300Ω	30
Hi	300mΩ	200

PrSEt（复位）→10 ms→30 ms→50 ms→100 ms→300 ms→500 ms→1000 ms
↑



也可利用 $\oplus$ $\ominus$ 选择延迟时间。

延迟时间的大致标准

- 对感应器等施加测量电流后需要一定时间稳定，而无法在初始状态（预设）下进行测量时，请调整延迟。请以下述计算值的 **10 倍** 为大致标准设置延迟时间，确保电抗成分（电感、电容）不会对测量值产生影响。

$$t = -\frac{L}{R} \ln \left(1 - \frac{IR}{V_0} \right)$$

L : 被测对象的电感
 R : 被测对象的电阻 + 导线电阻 + 接触电阻
 I : 测量电流（参照：“精度”（p.92））
 V_0 : 开路电压（参照：“精度”（p.92））

- 最初请将延迟时间设置得长一些，然后在观察测量值的同时逐渐缩短延迟时间。
- 如果延长延迟时间，测量值的显示更新则会变慢。

4.6 切换测量电流（300mΩ 量程）

本仪器可将 300mΩ 量程的测量电流变更为 300 mA（出厂时为 100 mA）。除了可在接近实际使用状态的条件下测量大电流配线之外，也有助于在外来噪音较大的环境下进行测量。*¹

重要事项

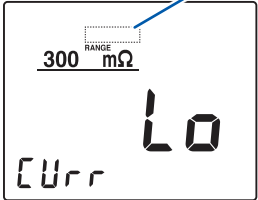
- 将测量电流设为 300mA 时，被测对象的功耗会增大。
- 需要高精度测量时，请使用 100 mA 测量电流。
- 如果变更测量电流，调零则会被清除。

量程 (Ω)	3m	30m	300m	3	30	300	3k	30k	300k	3M
测量电流 [A]	1	300 m	100 m	10 m	1 m	100 μ	5 μ	500 n		

1 电源 OFF（电源接通时关闭电源）

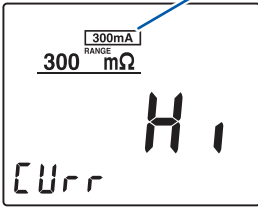
2 在电源 OFF 的状态下，
在按住  键的同时按下  键

3 选择 Lo 时（100 mA） 熄灭

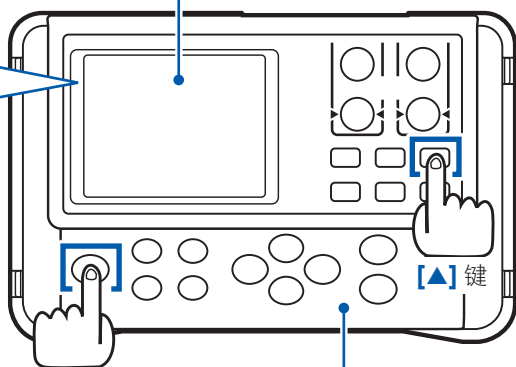


↑↓ 利用  或  键进行变更

选择 Hi 时（300 mA） 闪烁



4  确定并切换为测量画面



[POWER] 键

 取消并切换为测量画面

 确定并切换为测量画面

在 300 mA 测量电流下进行测量时，300 mA 指示灯点亮。

*1 测量电流配线或地线等流过大电流的连接部分（连接器接点、焊接部分、铆接部分、螺钉固定部分等）的电阻时，最好在尽可能接近可流过的最大电流的条件下进行测量。理由如下所示。

- 即使没有异常的连接部分，较小的测量电流也可能显示出较高的电阻值。这可能会导致在未使用时接点产生氧化膜。
- 即使较小的电流时判断为没有异常，流过大电流时也可能导致连接部分产生熔融。这是在局部存在高电阻部位时发生的现象，大电流产生的焦耳热是熔融的原因。

切换测量电流（300mA 量程）

5 判定与换算功能

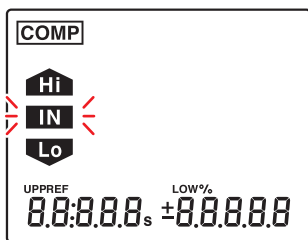
本章对测量值的判定与换算功能进行说明。

- “5.1 判定测量值（比较器功能）”（58 页）
- “5.2 进行温度上升测试（温度换算功能能（ ΔT ））”（65 页）
- “5.3 测量导体长度（长度换算功能）”（67 页）

5.1 判定测量值（比较器功能）

相对于事先设置的基准值或上下限值，判定测量值为 **Hi**（测量值 > 上限值）、**IN**（上限值 $\geq$ 测量值 $\geq$ 下限值）还是 **Lo**（下限值 > 测量值）。

- 可通过画面、蜂鸣器（初始设置时，蜂鸣器 **OFF**）、**L2105** 比较器判断灯（选件）确认判定结果。



- 判定方法包括 **ABS** 模式与 **REF%** 模式 2 种类型。

重要事项

- 如果将 ΔT 或长度换算功能设为 **ON**，比较器功能则会自动变为 **OFF** 状态。
- 如果将比较器功能设为 **ON**，则不能操作量程切换（包括自动量程）。要使用自动量程或要变更量程时，请在将比较器功能设为 **OFF** 之后，利用 **[AUTO]** 键或 **[▲]** **[▼]** 键进行变更。
- 如果将比较器功能设为 **ON**，则不能使用间隔存储功能。

使用比较器功能之前

- 未显示测量值时，比较器的判定显示如下所示。测试异常时不进行判定。（p.40）

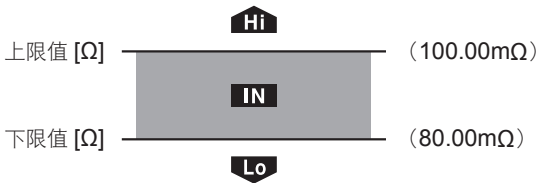
显示	比较器判定显示（COMP 指示灯）
oF	Hi
-oF	Lo
----	未判定

- 如果在设置期间切断电源，正在设置的值则变为无效，变为以前的设置值。要确定设置时，请按下 **[ENTER]** 键。

什么是 **ABS**（绝对值判定）模式？

设置上下限值并进行判定。

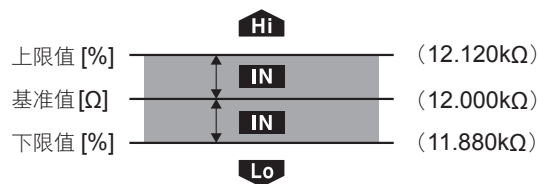
例： 上限值 100.00mΩ
 下限值 80.00mΩ



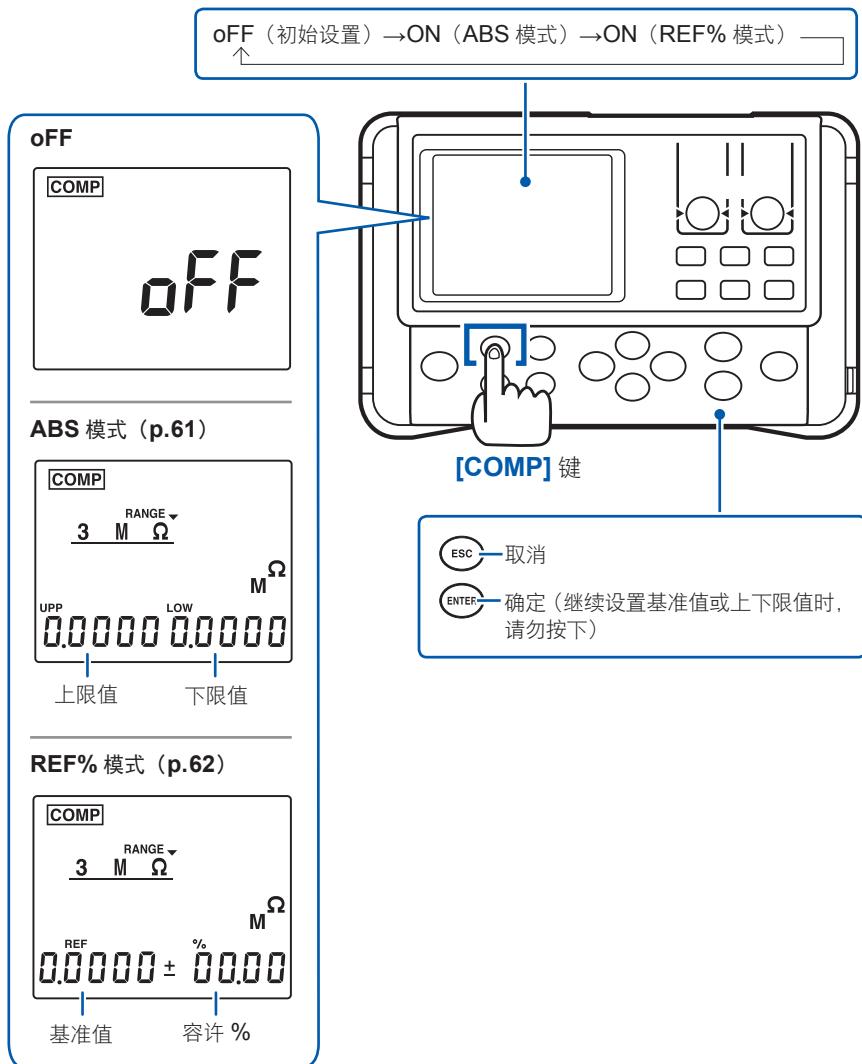
什么是 **REF%**（相对值判定）模式？

以相对于基准值的容许 % 设置上下限值并进行判定。在 **REF%** 模式下，不能分别设置上限值与下限值。

例： 基准值 12.000kΩ
 上下限值 ±1.00%



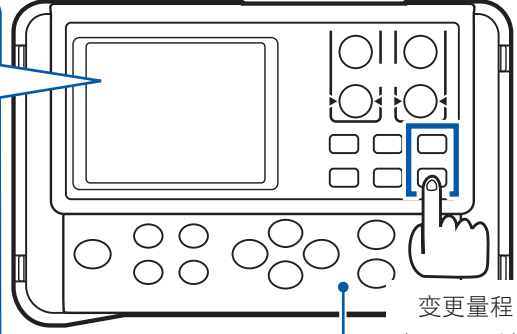
比较器功能的 ON/OFF



利用上下限值进行判定（ABS 模式）

上下限值设置

- 1 利用 **COMP** 键将比较器设为 ABS 模式（p.60）
- 2 变更量程
上下限值的单位
- 3 上下限值设置
- 4 **ENTER** 确定并切换为测量画面



变更量程
（**[▲]****[▼]** 键）

数值变更

变更设置项目、数位

ESC — 取消
ENTER — 确定

重要事项

不能在上限值 < 下限值的设置状态下确定设置。

利用基准值与允许范围进行判定（REF% 模式）

如果设为 REF% 模式，测量值则变为相对值显示。不能分别设置上限值与下限值。

$$\text{相对值} = \left(\frac{\text{测量值}}{\text{基准值}} - 1 \right) \times 100[\%]$$

基准值、容许 % 设置

1 利用 **COMP** 键将比较器设为 REF% 模式 (p.60)

2 **RANGE** 变更量程 基准值的单位

3 **COMP** 3 M Ω M Ω

REF 00000 ± 00.00

基准值 上下限值 %

4 **ENTER** 确定并切换为测量画面

数值变更

ESC 取消

ENTER 确定

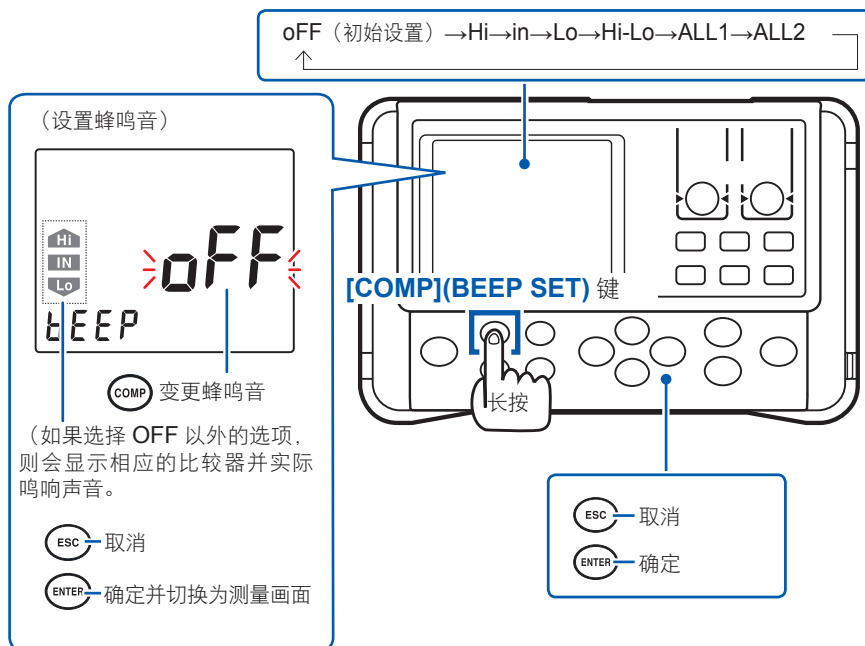
变更设置项目、数位

重要事项

不能在基准值为 0 的设置状态下确定设置。

通过声音确认判定（判定音设置功能）

根据比较器判定结果鸣响蜂鸣器。



5

也可利用 $\oplus$ $\ominus$ 选择判定音。

在手边确认判定（L2105 比较器判断灯：选件）

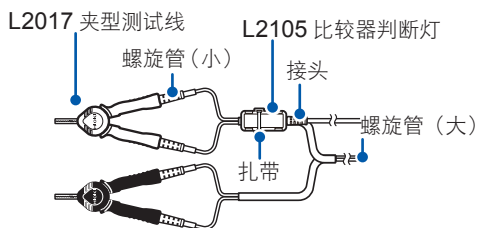
可通过在 COMP.OUT 端子上连接 L2105 比较器判断灯，就近获知判定结果。IN 判定时，发出绿色光；Hi 或 Lo 判定时，发出红色光。

连接 L2105 比较器判断灯之前、请务必参照“使用注意事项”（7 页）。

安装 L2105 比较器判断灯

请将 L2105 比较器判断灯设置在你喜欢的位置上。

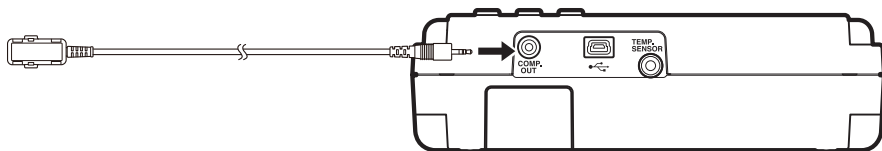
例：使用 L2105 比较器判断灯附带的扎带或螺旋管，将 L2105 比较器判断灯安装到测试线上



将 L2105 比较器判断灯连接到本仪器上

将 L2105 比较器判断灯连接到 COMP.OUT 端子上。

请可靠地插到底。



5.2 进行温度上升测试（温度换算功能（ ΔT ））

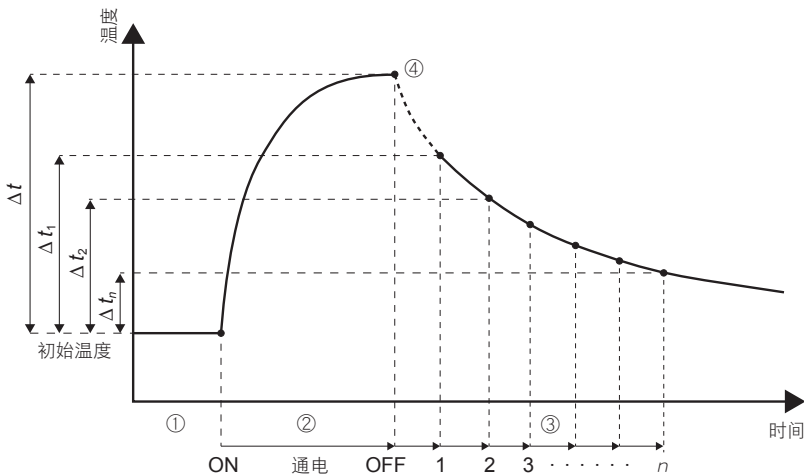
根据温度换算的原理（p.附 7），将绕线电阻的变化值换算为温度上升值。如果使用该功能，则可根据绕组的电阻值变化推测通电停止时的马达或线圈内部的温度等。

重要事项

- 进行温度补偿时，请将 Z2002 温度探头连接到主机侧面的 TEMP.SENSOR 端子上。另外，连接时，请务必阅读下述内容。参照：“2.4 连接 Z2002 温度探头（使用 TC、 ΔT 时）”（31 页）
- ΔT 为 ON 时，不能将比较器功能、TC 设为 ON。如果将长度换算功能设为 ON， ΔT 则自动变为 OFF 状态。
- 显示“t.Err”时，表明 Z2002 温度探头未连接或温度显示为 oF。请确认 Z2002 温度探头的连接。

5

- ① 使马达、线圈充分适应室温，测量通电前的电阻值（ R_1 ）与环境温度（ t_1 ），并将这些值输入到本仪器中。（p.66）
- ② 请从被测对象上拆下测试线。
- ③ 通电 OFF 之后，再次将测试线连接到被测对象上，并按一定的时间间隔测量温度上升值（ $\Delta t_1 \sim \Delta t_n$ ）。（如果使用间隔存储功能，则可简单地测量。（p.77））
- ④ 请结合收集的溫度数据（ $\Delta t_1 \sim \Delta t_n$ ）推测最大温度上升值（ Δt ）。



1 利用 $\text{TC}/\Delta T$ 键选择 ΔT

2 （初始温度 t_1 设置）
设置温度的正负 +
（显示 0） / -
点亮 ΔT 00.30°C
设置初始温度

3 （初期电阻 R_1 设置）
变更小数点位置、单位
 $10000\ \Omega$ 2230°C
设置初始电阻值的数值

4 设置温度系数的倒数（ k ）
 0235.0
设置温度系数的倒数（ k ）

5 ENTER 确定并切换为测量画面
测量画面（ ΔT 为 ON）
 23.0°C
 $3\ \text{M}\ \Omega$
 $^\circ\text{C}$ 显示

oFF（初始设置） $\rightarrow$ TC $\rightarrow$ ΔT

$\text{[TC}/\Delta T]$ 键

数值变更
+ VIEW
- DATA
ESC 取消
ENTER 确定
切换设置项目、数位

k 的参考值
根据 IEC 60034，建议使用下述参考值。
• 铜： $k=235$
• 铝： $k=225$
参考：“附录 5 关于温度换算功能（ ΔT ）”（附 7 页）

如果在设置期间按下 [MEMORY] 键， t_1 与 R_1 则变为设置之前测量的值。

5.3 测量导体长度（长度换算功能）

将电阻值换算为长度并显示被测物（导线等）的长度。

如果按住 **[TC/ΔT](LENGTH)** 键，则会显示长度换算功能的 ON/OFF 设置画面。

$$\text{长度 [m]} = \frac{\text{电阻测量 } [\Omega]}{1\text{m 的电阻值 } [\Omega/\text{m}]}$$

例 电阻测量值为 15Ω、1m 的电阻值为 200mΩ/m，

$$\text{长度 [m]} = \frac{15[\Omega]}{0.2[\Omega/\text{m}]} = 75[\text{m}]$$

重要事项

长度换算功能为 ON 时，不能将比较器功能设为 ON。如果将 ΔT 设为 ON，长度换算功能则自动变为 OFF 状态。

oFF ↔ ON（设置 1 m 的电阻值）

1 按住 (TC/AT) 键，选择 LENGTH

2 （设置 1 m 的电阻值）

利用 [TC/ΔT] (LENGTH) 键显示选择画面

长按

变更小数点位置、单位

切换为数值设置

3

数值设置

4 ENTER 确定并切换为测量画面

测量画面（长度换算功能为 ON）

米显示

- 变更小数点位置、单位
- 数值变更

数位切换

ESC 取消

ENTER 确定

重要事项

根据量程与设置值自动转换显示方式（小数点位置、单位）。详情请参照产品规格（p.99）。

有些量程可能会因设置超出显示范围而始终显示为 oF。

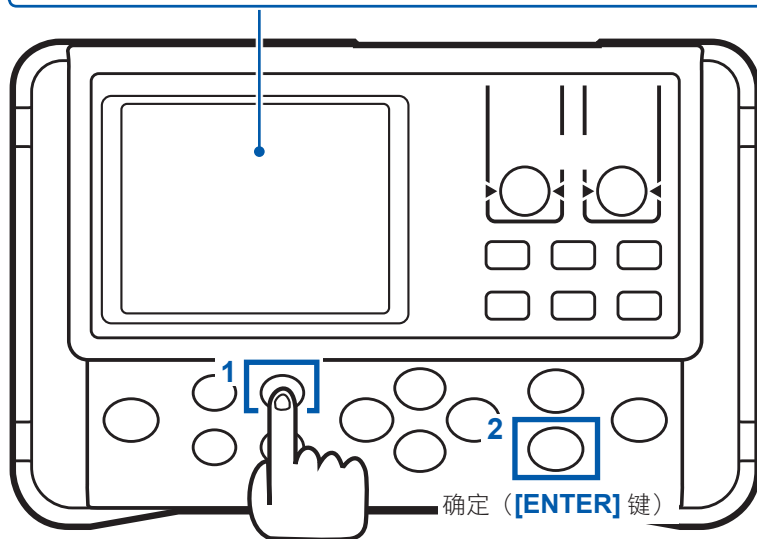
面板保存与读取（测量条件的保存与读入）

保存最多 9 组执行面板保存时的测量条件，可随时通过面板读取进行读出。即使切断电源，也保存面板数据。

- 如果按下 **[PANEL]** 键，则会显示面板读取画面。（p.71）
- 如果按住 **[PANEL](SAVE/CLEAR)** 键，则会显示面板保存 / 清除功能的设置画面。p.70、p.72）

可利用面板保存功能保存的项目：

电阻量程、平均、延迟、比较器、判定音、温度换算（ ΔT ）、测量电流切换、长度换算、温度补偿（TC）、OVC、存储模式



设置面板读取 (**[PANEL]** 键)

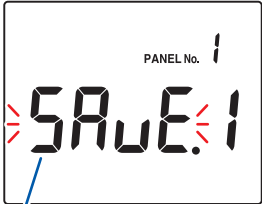
设置面板保存 (按住 **[PANEL](SAVE/CLEAR)** 键)

6.1 保存测量条件（面板保存功能）

保存当前设置的测量条件。

1 按住 **[PANEL]**（SAVE/CLEAR）键

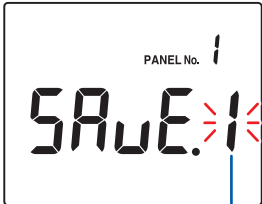
2 选择 SAVE



[PANEL] 或  **SAVE↔CLEAR** 的变更

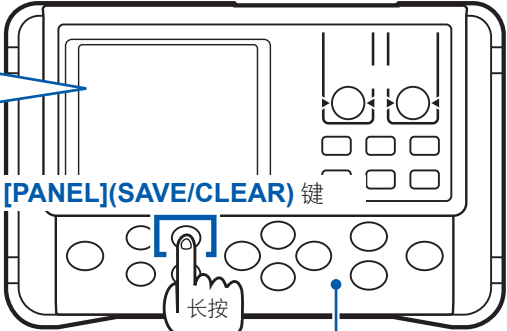
↓   项目切换

3 面板编号选择



[PANEL] 或  变更面板编号 (1 ~ 9)

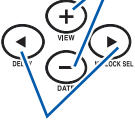
4  保存并切换为测量画面



[PANEL](SAVE/CLEAR) 键

长按

- 选择 **SAVE**
- 面板编号选择



ESC — 取消

ENTER — 执行

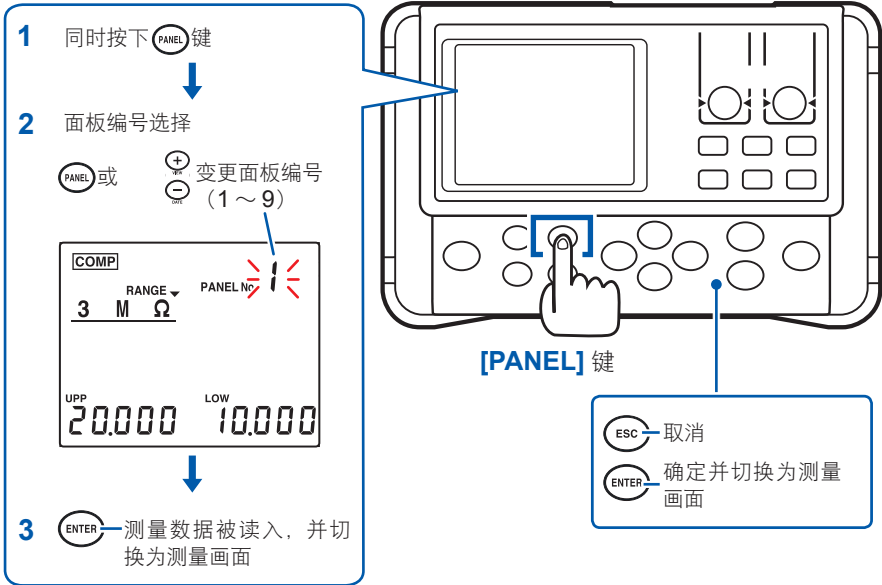
项目切换

重要事项

- 如果选择已保存的面板编号并按下 **[ENTER]** 键，保存内容则会被改写。
- 不保存调零值。

6.2 读入测量条件（面板读取功能）

将当前的测量状态变更为保存的测量状态。



重要事项

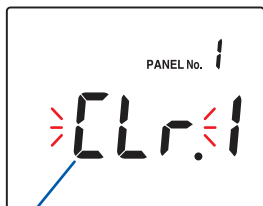
- 如果选择未保存的面板显示编号并按下 **[ENTER]** 键，则鸣响警告音。
- 不读入调零值。即使在面板读取之前或之后进行调零，调零也有效。
- 如果选择 **PANEL No.PrSet**，则进行测量条件初始化。有关（预设读取）初始化，还请参照“8.3 进行初始化（复位）”（89 页）。
- 测量画面中不显示面板编号。

6.3 删除面板的内容

- 1 按住  (SAVE/CLEAR) 键



- 2 选择 CLEAR



SAVE↔CLEAR 的变更



项目切换

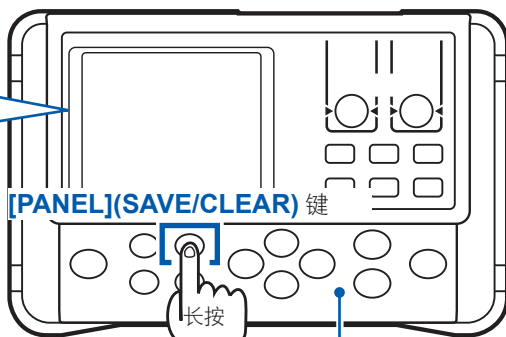
- 3 面板编号选择



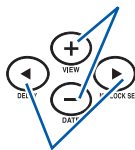
变更面板编号 (1 ~ 9)



- 4  删除面板, 进行确定并切换为测量画面



- 选择 CLEAR
- 面板编号选择



项目切换

ESC — 取消

ENTER — 执行

重要事项

已删除的面板内容无法再复原。

存储功能（保存测量数据并读入计算机）

什么是存储功能？

可保存当前测量的测量值。即使切断电源，也保持所保存的数据。保存方法包括 3 种类型。

- 手动存储（保存数最多为 1000 个）（p.75）
- 自动存储（保存数最多为 1000 个）（p.76）
- 间隔存储（保存数最多为 6000 个）（p.77）
- 存储器中保存的内容（也包括在本仪器上不能显示的项目）

自动存储、手动存储模式时	日期、测量值、温度、电阻量程、平均、比较器、测量电流切换、温度补偿（TC）、OVC
间隔存储	开始日期、测量值、温度、电阻量程、平均、温度补偿（TC）、温度换算（ ΔT ）、间隔

可按下述 2 种方法确认已保存的数据。

- 在本仪器上进行显示（存储显示功能）（p.79）
- 读入到计算机中（USB 大容量存储模式）（p.84）

存储器的构成

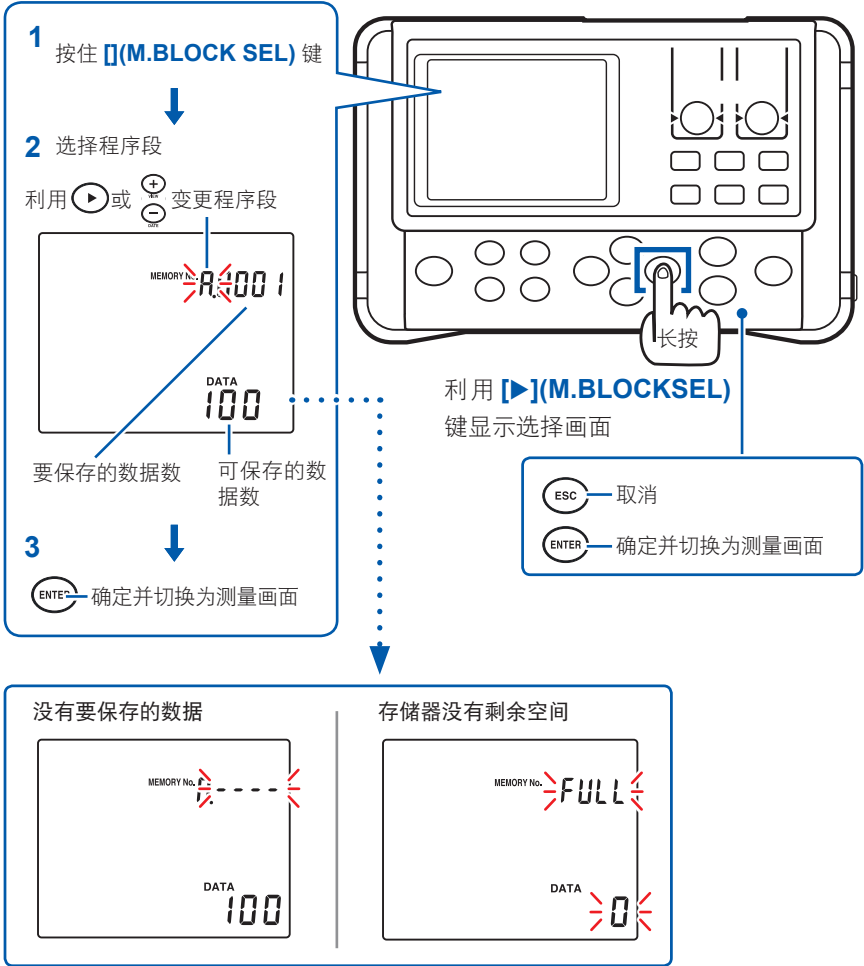
存储程序段（10 个程序段）									
A.	b.	C.	d.	E.	F.	G.	H.	I.	L.
（最大保存数） 手动、自动存储时：各 100 个程序段，程序段总和为 1000 个 间隔存储时：程序段总和为 6000 个（各程序段的存储数并不固定）									

* 存储器的最大数是指通过手动 / 自动存储功能使用所有程序段时的数量，或通过间隔存储功能使用所有程序段时的数量。如果手动 / 自动存储功能与间隔存储功能的程序段同时存在，则不能保存到最大数。

存储程序段

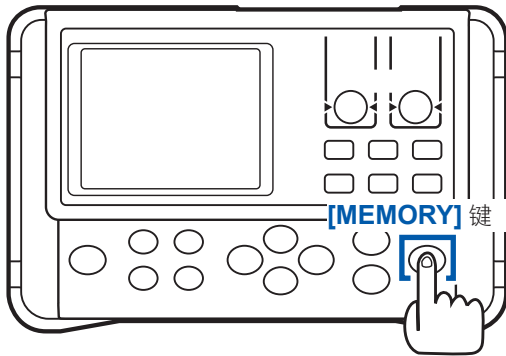
手动存储、自动存储时，可选择要保存的程序段。间隔存储时，如果开始间隔测量，则自动保存到空白程序段中。不能在间隔模式下指定存储程序段进行保存。

要变更存储程序段时



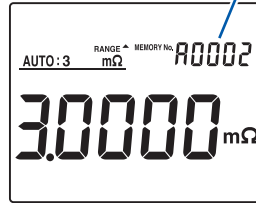
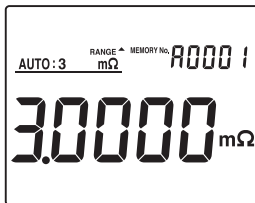
7.1 按任意时序进行保存（手动存储）

按下 **[MEMORY]** 键，保存显示的测量值。



测量期间

闪烁（保存时）之后，显示下一存储编号



重要事项

- 如果在保持期间保存测量值，则会显示保存处的存储编号。如果解除保持，则变为下一存储编号。
- 每次保存，存储编号都会逐一增加。不能保存为任意编号。保存了错误的数时，请清除最后保存的数据（最新数据）。参照：“7.5 删除已保存的测量数据（清除存储）”（80 页）

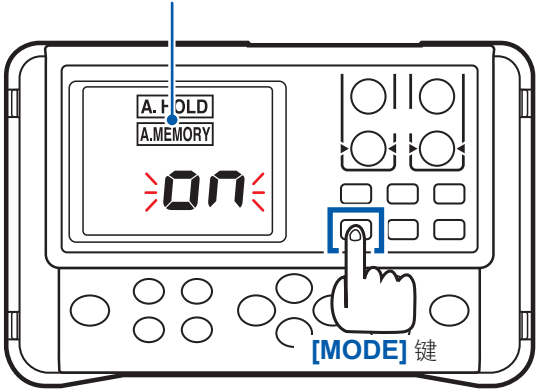
测量值稳定之后自动进行保存（自动存储）

7.2 测量值稳定之后自动进行保存（自动存储）

测量值稳定之后，自动保持值并保存测量值。

- 1 oFF → 自动保持期间（A.HOLD）→ 自动存储（A.HOLD,A.MEMORY）
→ 间隔（INTERVAL）→ oFF

- 2 (ESC) — 取消
(ENTER) — 确定



3

测量期间

自动保持期间

解除保持



重要事项

每次保存，存储编号都会逐一增加。不能保存为任意编号。保存了错误的数时，请清除最后保存的数据（最新数据）。参照：“7.5 删除已保存的测量数据（清除存储）”（80 页）

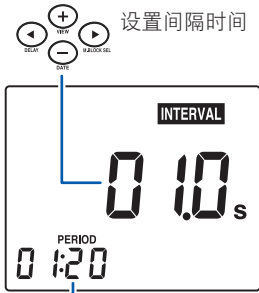
7.3 按一定间隔进行保存（间隔存储功能）

设置任意时间并按一定间隔保存测量值。通过与 ΔT 同时使用，可简单进行温度上升测试（通电停止时的温度推测）。

设置间隔存储

- 1 oFF → 自动保持期间（A.HOLD）→ 自动存储（A.HOLD,A.MEMORY）
→ 间隔（INTERVAL）→ oFF

- 2 （间隔时间设置）

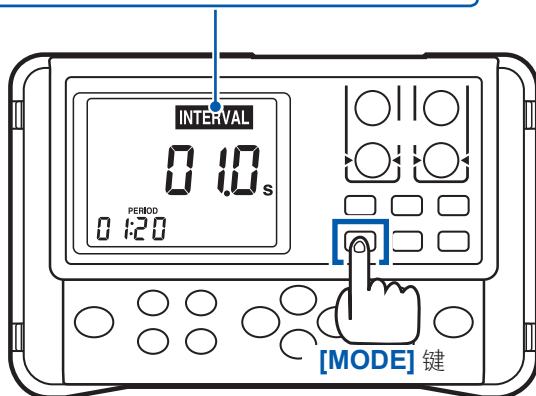


设置间隔时间

显示可保存的时间
（例 01:20表示1小时20分）

ESC — 取消

ENTER — 确定

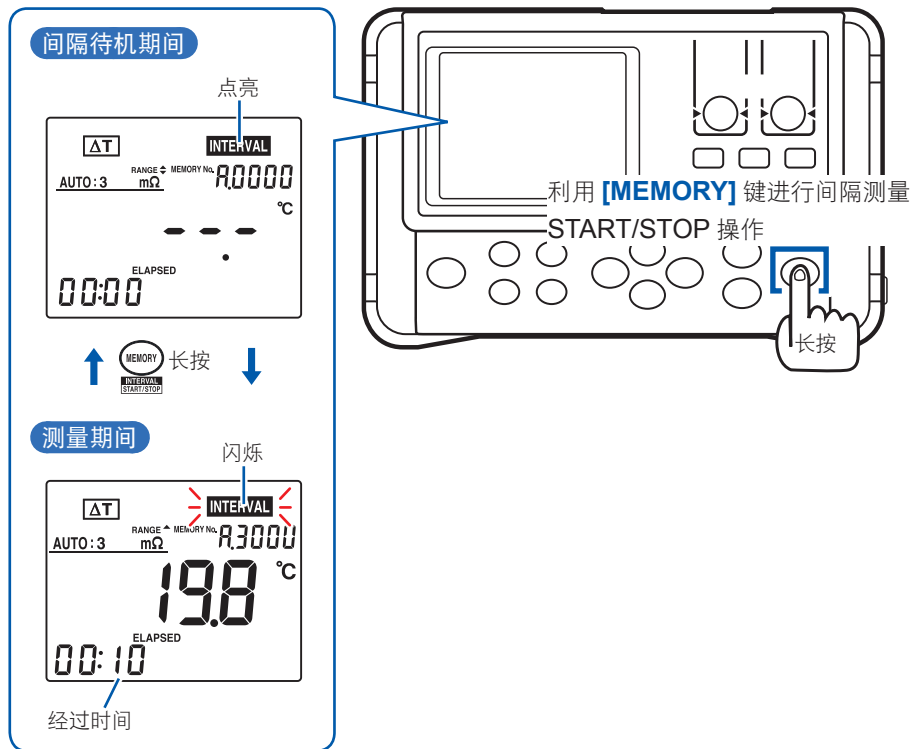


重要事项

可保存的时间因已保存的存储数或间隔设置时间而异。

按一定间隔进行保存（间隔存储功能）

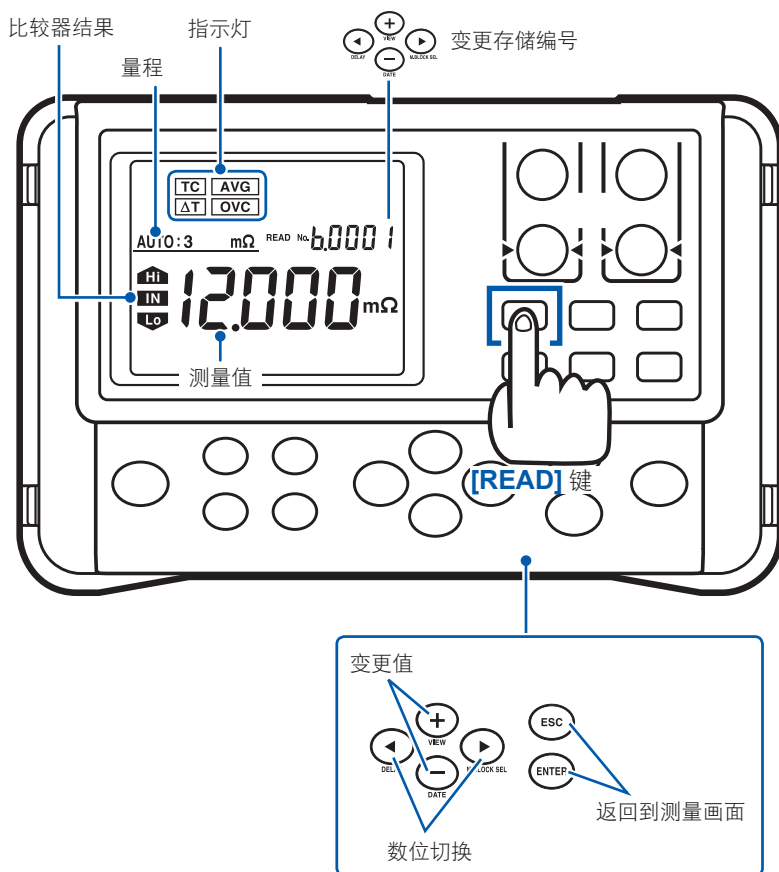
测量间隔存储



重要事项

- 如果存储器变满，则自动停止间隔测量。重新开始间隔测量时，请删除存储。
- 如果开始间隔测量，则自动保存到空白程序段中。不能变更存储程序段。如果停止间隔测量，已使用的程序段则会显示为 **FULL**。
- 间隔存储功能为 **ON** 时，不能使用比较器功能。另外，比较器功能为 **ON** 时，不能使用间隔功能。
- 按下 **[START]** 键之后显示“-----”等情况下（测量值异常），不会开始保存。显示测量值之后开始保存。

7.4 显示已保存的测量数据（存储显示功能）



7.5 删除已保存的测量数据（清除存储）

可按下述 3 种方法删除已保存的测量数据。

- 仅删除在各程序段最后保存的数据（最新数据）
- 按程序段删除
- 全部删除

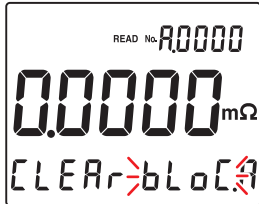
删除 1 个各程序段的最新数据
（可选择程序段）。

参照：(p.81)



按程序段删除已保存的数据。

参照：(p.82)

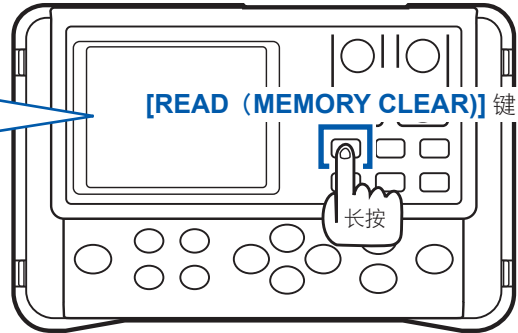


删除已保存的所有存储。

参照：(p.83)

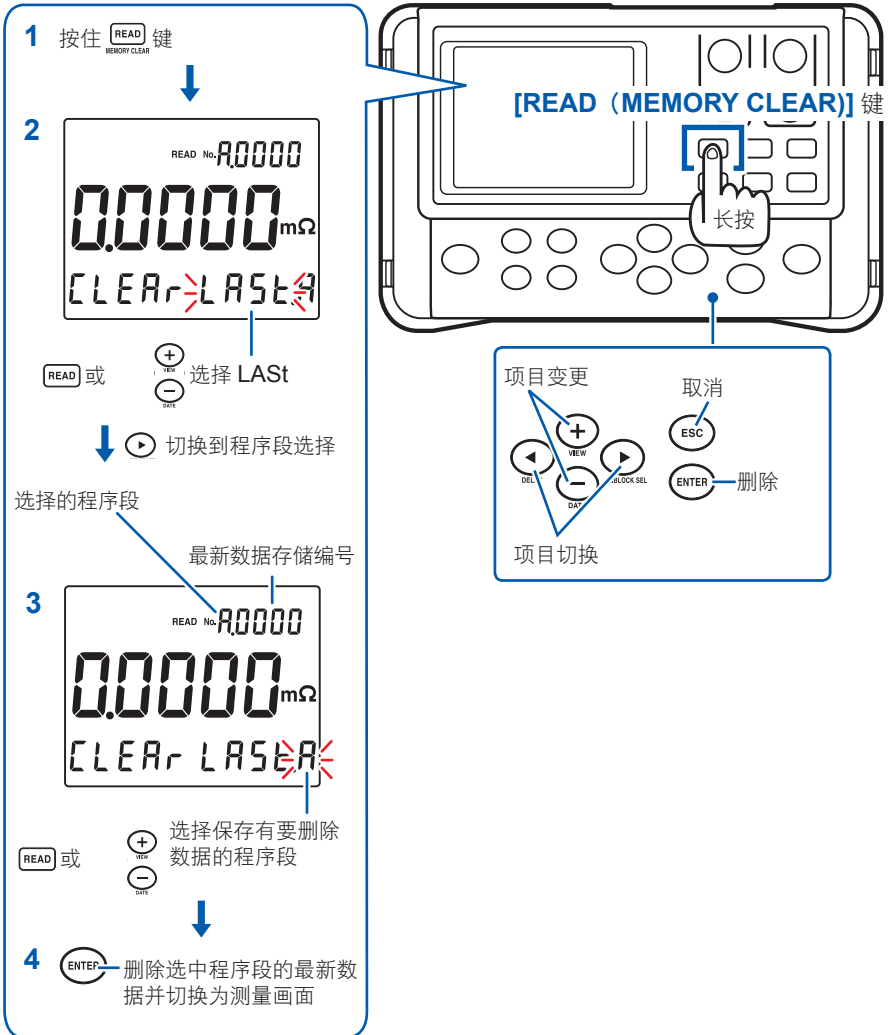


（在电源 OFF 的状态下，按住 [READ] 键，同时接通电源，也同样可以删除所有数据。）



删除各程序段的最新数据（可选择程序段）

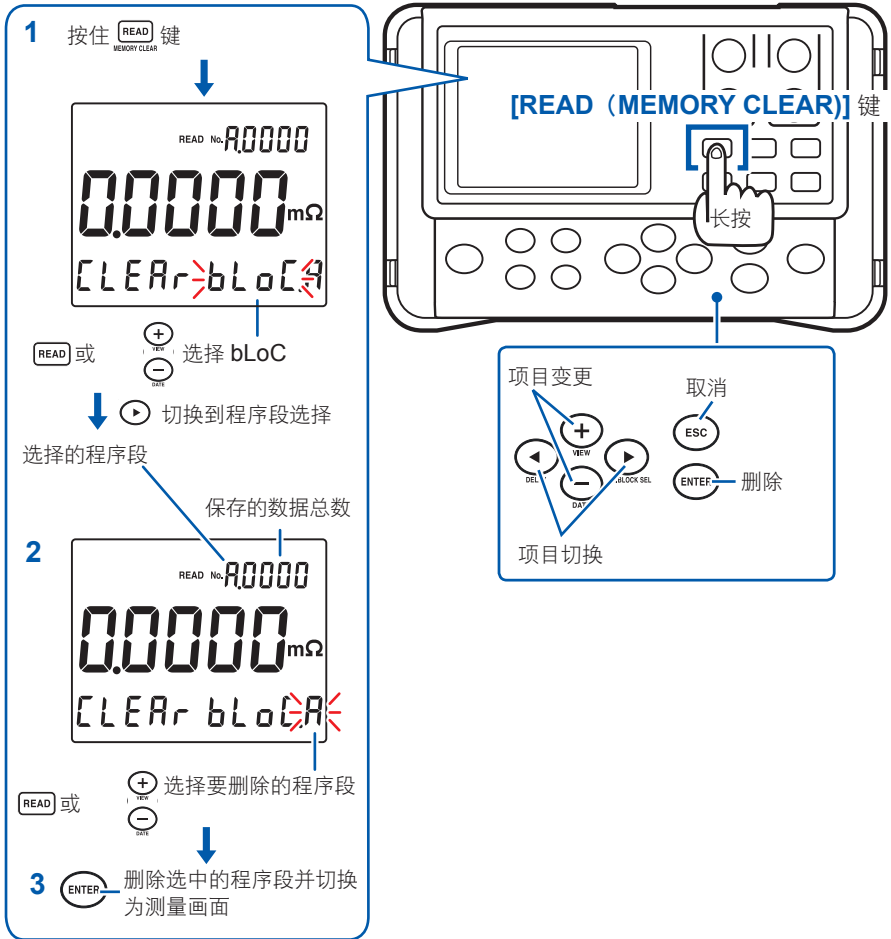
从最新数据中逐一删除各程序段中保存的数据。请在要删除在手动存储或自动存储中错误保存的数据等情况下使用。



删除已保存的测量数据（清除存储）

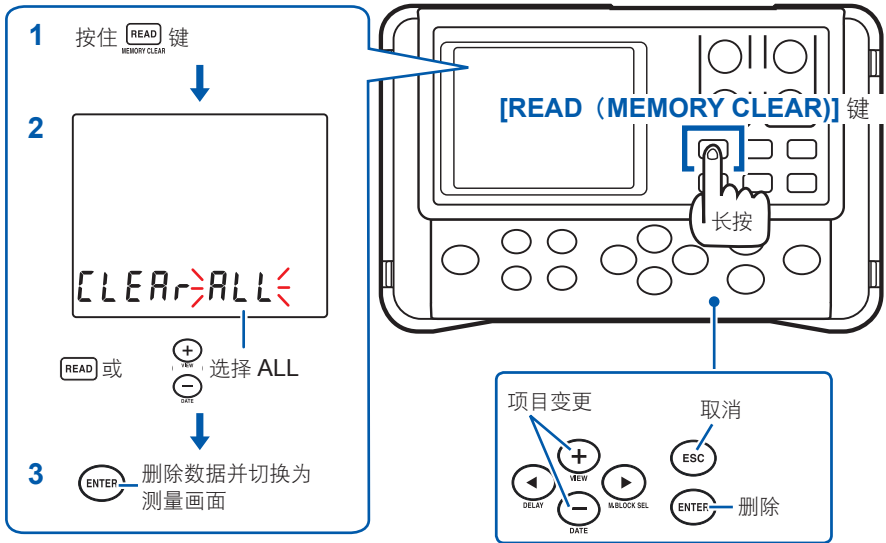
按程序段删除已保存的数据

按程序段删除各程序段中保存的数据。



删除已保存的所有数据

删除本仪器中保存的所有数据。



在电源 OFF 的状态下，按住 **[READ]** 键，同时按下 **[POWER]** 键，也可以按照与上述方法相同的方式删除所有数据。

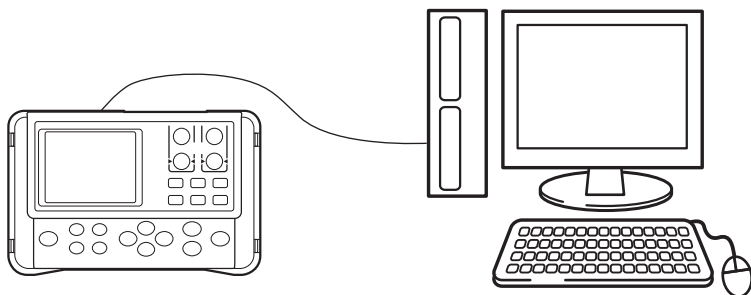
7.6 将已保存的测量数据读入计算机（USB 大容量存储模式）

测量值存储为 CSV 格式文件。

可通过 USB 大容量存储模式将存储在本仪器内部的数据读入到计算机。

连接 USB 连接线

注意端子的方向，然后将 USB 连接线的插头插入到本仪器与计算机上。



USB 的拔除方法

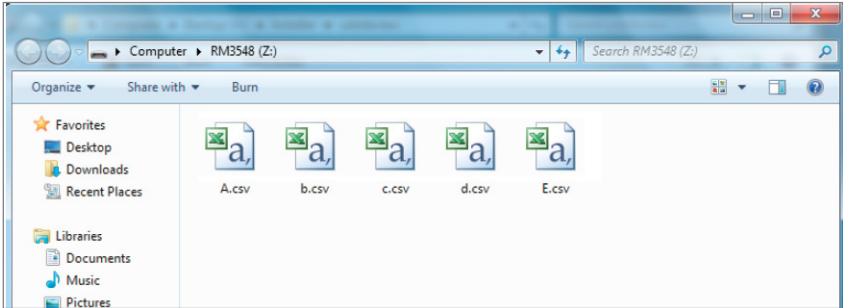
从起动的计算机中拔出与本仪器连接的 USB 连接线时，请根据计算机的“安全拆卸硬件”图标进行拔除操作。

将文件复制到计算机

1 请打开 [开始]→[我的电脑]→“RM3548”。

存储程序段名为文件名。

（例）识别为 RM3548（Z:）时



2 请将文件复制到计算机中，然后利用文本编辑器（记事本等）或表格计算软件（Excel）等打开。

间隔测量中途中断时，在文件末尾会记载下述结束状态。

- 存储器没有剩余空间，不能继续保存时：MemoryFull
- 电池余量用尽，电源 OFF 时：BatteryLow

（例）利用 Excel 打开文件时

	A	B	C	D
1	Model	HIOKI RM3548 RESISTANCE METER		
2	Serial No.	999999999		
3	DATE/TIME-M-D	2013/1/1		
4	TIME	1000.00		
5	RANGE[Ohm]	AUTO		
6	AVG	OFF		
7	DELTA T	ON		
8	Rt [Ohm]	69.62		
9	T1 [C]	25.4		
10	k	235		
11	INTERVAL[sec]	0.2		
12				
13	DATA[C]			
14	3.07E+01			
15	3.07E+01			
16	3.07E+01			
17	3.07E+01			
18	3.07E+01			
19	3.07E+01			
20	3.07E+01			
21	3.07E+01			
22	3.07E+01			
23	3.07E+01			

间隔存储模式时

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Model	HIOKI RM3548 RESISTANCE METER												
2	Serial No.	1E+09												
3	DATE/TIME-M-D	TIME	DATA	UNIT	TEMP[C]	COMP	UPP/REF	LOW/k	JUDGE	RANGE[Ohm]	TC	OVF	AVE	300mA
4	2013/1/1	9:50:41	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	-	-	-	-	300 ON	OFF	2	-
5	2013/1/1	9:50:42	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	-	-	-	-	300 ON	OFF	2	-
6	2013/1/1	9:50:43	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	-	-	-	-	300 ON	OFF	2	-
7	2013/1/1	9:50:44	7.51E+01	Ohm	25.4	OFF	-	-	-	-	300 ON	OFF	2	-
8	2013/1/1	9:50:47	3.49E+01	Ohm	25.4	OFF	-	-	-	-	300 ON	OFF	2	-
9	2013/1/1	9:50:51	9.40E+01	Ohm	25.4	OFF	-	-	-	-	300 ON	OFF	2	-
10	2013/1/1	9:50:58	1.72E+01	Ohm	25.4	OFF	-	-	-	-	30 ON	OFF	2	-
11	2013/1/1	9:51:01	1.72E+01	Ohm	25.4	OFF	-	-	-	-	30 ON	OFF	2	-
12	2013/1/1	9:51:32	4.89E+00	Ohm	25.4	OFF	-	-	-	-	30 ON	OFF	2	-
13	2013/1/1	9:51:54	4.89E+00	Ohm	25.4	OFF	-	-	-	-	30 ON	OFF	2	-
14	2013/1/1	9:52:13	9.81E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00 IN	-	-	30 ON	OFF	2	-
15	2013/1/1	9:52:14	9.81E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00 IN	-	-	30 ON	OFF	2	-
16	2013/1/1	9:52:15	9.81E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00 IN	-	-	30 ON	OFF	2	-
17	2013/1/1	9:52:16	9.81E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00 IN	-	-	30 ON	OFF	2	-
18	2013/1/1	9:52:17	9.81E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00 IN	-	-	30 ON	OFF	2	-
19	2013/1/1	9:52:18	9.81E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00 IN	-	-	30 ON	OFF	2	-
20	2013/1/1	9:52:19	9.81E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	1.00E+01	8.00E+00 IN	-	-	30 ON	OFF	2	-
21	2013/1/1	9:52:25	9.81E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	9.00E+00	8.00E+00 HI	-	-	30 ON	OFF	2	-
22	2013/1/1	9:52:26	9.81E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	9.00E+00	8.00E+00 HI	-	-	30 ON	OFF	2	-
23	2013/1/1	9:52:29	9.81E+00	Ohm	25.4	UPFLOW	9.00E+00	8.00E+00 HI	-	-	30 ON	OFF	2	-

自动存储、手动存储模式时

重要事项

- 连接 USB 期间，不能进行测量或设置。也不能通过计算机进行设置。
- 存储数据为读入专用。也不能通过计算机变更或删除文件。要删除文件时，请拔出 USB 连接线，在本仪器中进行清除。（p.80）

将已保存的测量数据读入计算机（USB 大容量存储模式）

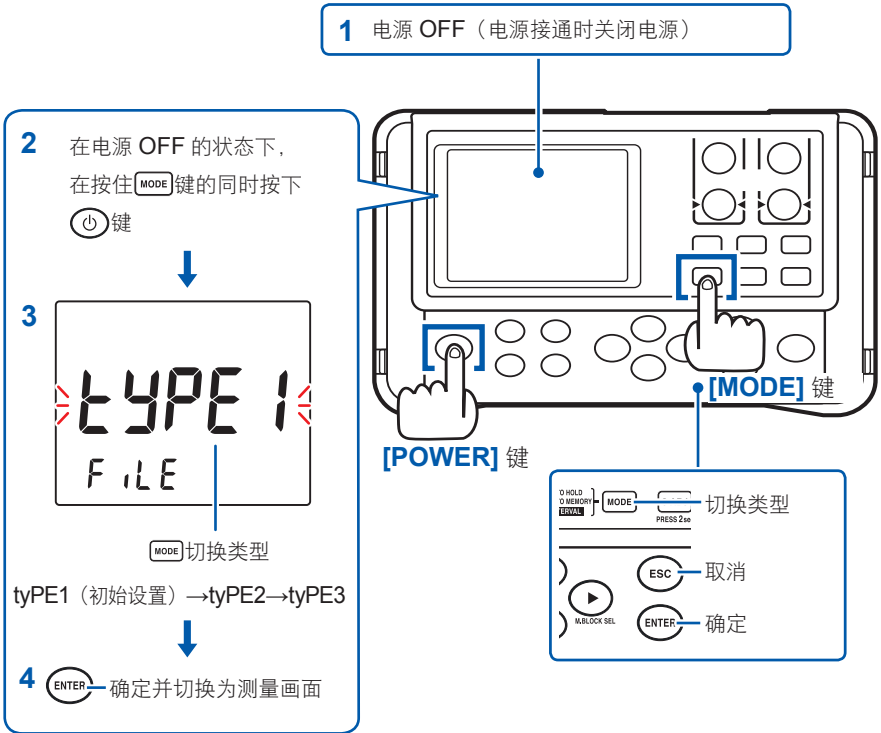
要变更 CSV 文件的小数点或分隔位置的字符串时

可从 3 种类型中选择 CSV 文件的小数点与分隔字符。

在电源 OFF 的状态下，在按住 **[MODE]** 键的同时按下 **[POWER]** 键。

CSV 文件的小数点与分隔字符的类型

Type	小数点	分隔	扩展名
Type1	.（句号）	,（逗号）	.csv
Type2	,（逗号）	（制表符）	.txt
Type3	.（句号）	（空格）	.txt

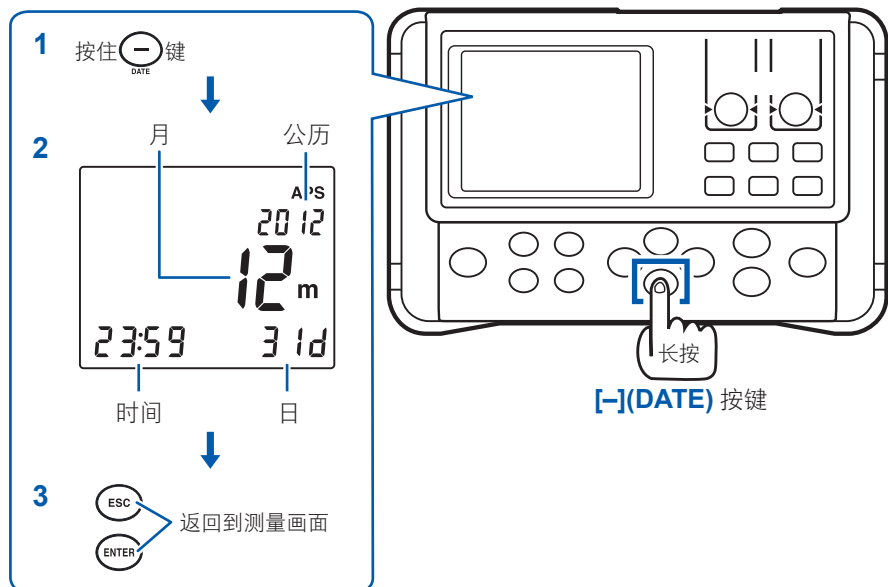


也可利用 **[+]** **[-]** 变更类型切换。

8 系统设置

8.1 显示日期与时间确认画面

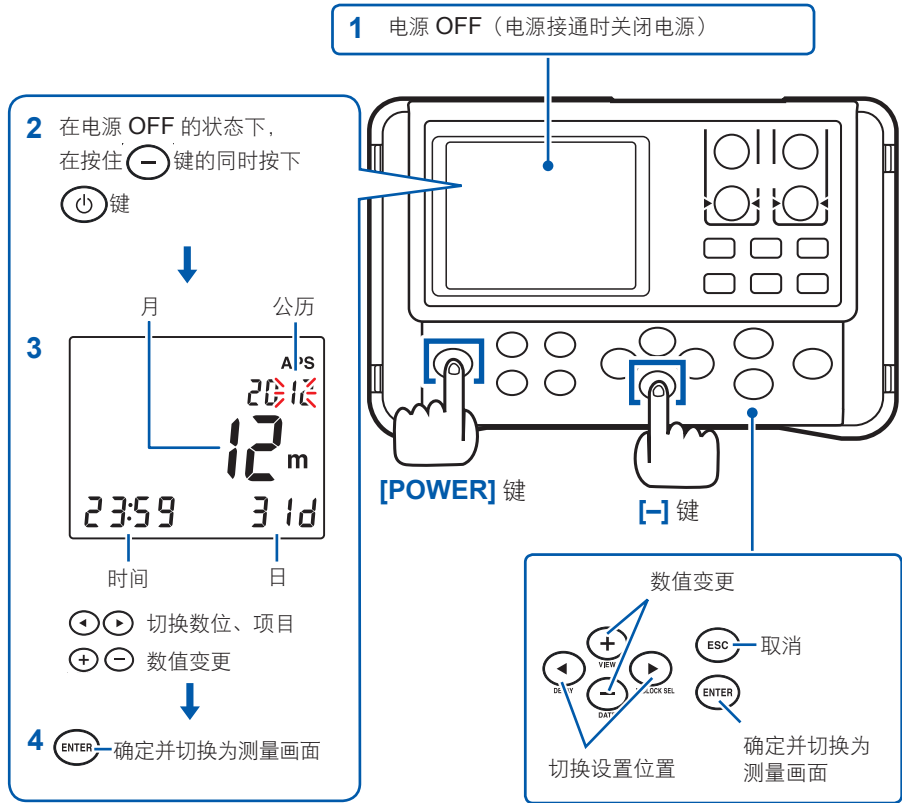
按住 **[-](DATE)** 键可确认日期与时间。



8.2 校准时钟

校准日期与时钟。

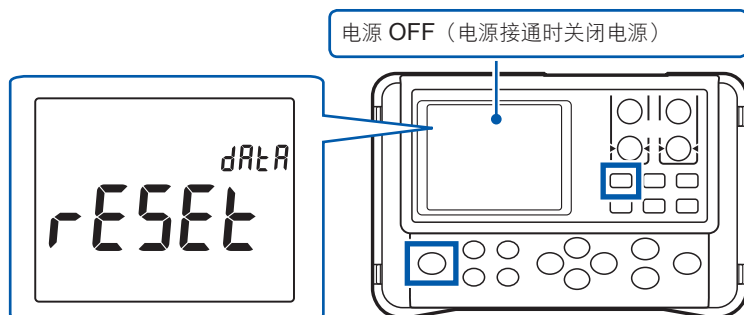
在电源 OFF 的状态下，在按住 **[-]** 键的同时按下 **[POWER]** 键，显示时钟设置画面。



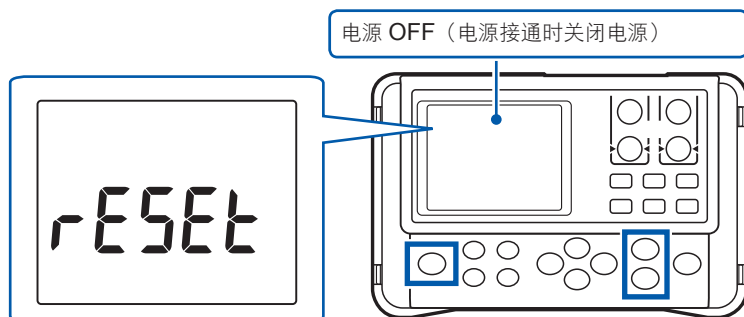
8.3 进行初始化（复位）

复位功能包括下述 3 种复位。

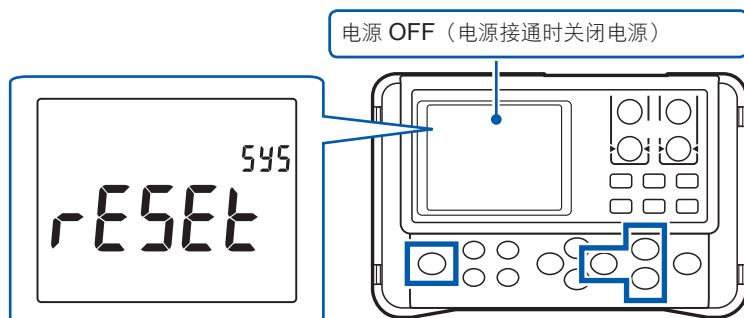
- 清除存储：对已保存的测量数据进行初始化。
（也可在电源接通的状态下进行初始化。（p.80））



- 复位（对当前测量条件进行复位）：将面板数据、已保存的测量数据以及时钟以外的设置恢复为出厂状态。
（也可在电源接通的状态下进行初始化。（p.71））



- 系统复位：将时钟以外（包括面板数据、已保存的测量数据在内）的所有设置恢复为出厂状态。



初始设置清单

功能	设置值	初始设置	参照
量程切换功能	AUTO/MANUAL	AUTO	(p.36)
量程	3mΩ/30mΩ/300mΩ/3Ω/30Ω/300Ω/3kΩ/ 30kΩ/300kΩ/3MΩ	3MΩ	(p.36)
切换显示	无 /MEMORY No/ 温度	温度	(p.39)
调零	OFF/ON	OFF	(p.44)
平均值功能	oFF/2 次 /5 次 /10 次 /20 次	oFF	(p.48)
温度补偿与温度换算功能 (ΔT)	oFF/TC/ΔT	oFF	(p.49) (p.65)
偏置电压补偿功能(OVC)	oFF/on	oFF	(p.50)
延迟功能	PrSEt (内部固定值) /10ms/30ms/ 50ms/100ms/300ms/500ms/1000ms	PrSEt	(p.52)
300mΩ 量程测量电流切 换功能	Hi (300mA) / Lo (100mA)	Lo	(p.54)
比较器功能	oFF/ON (ABS 模式) /ON (REF% 模式)	oFF	(p.60)
判定音设置功能	oFF/Hi/in/Lo/Hi-Lo/ALL1/ALL2	oFF	(p.63)
长度换算功能	oFF/ON	oFF	(p.67)
保持存储模式	oFF/A.HOLD (自动保持) / A.HOLD、A.MEMORY (自动存储) / INTERVAL (间隔功能)	oFF	(p.42) (p.73)
存储程序段	A/b/C/d/E/F/G/H/J/L	A	(p.74)

9.1 一般规格

测量范围

0.000 0m Ω (3m Ω 量程) $\sim$ 3.500 0M Ω (3M Ω 量程) (10 量程构成)

测量方式

测量信号	恒电流		
测量方式	直流 4 端子测试法		
测量端子	香蕉端子		
	SOURCE A 端子	电流检测端子	
	SOURCE B 端子	电流发生端子	
	SENSE A 端子	电压检测端子	
	SENSE B 端子	电压检测端子	

测量规格

(1) 电阻测量精度

精度保证条件	
精度保证温湿度范围	23°C $\pm$ 5°C、80%RH 以下
精度保证期间	1 年
温度系数	0 $\sim$ 18°C、28 $\sim$ 40°C 下, 加上 $\pm$ (测试精度的 1/10) /°C

精度 ± (%rdg.+%f.s.) (按 f.s.=30,000dgt. 计算 0.010%f.s.=3dgt.)

量程	最大测量范围 *1,2	测量精度 *3	测量电流 *4	开路电压
3mΩ	3.5000mΩ	0.100 + 0.200 (0.100 + 0.020)	1 A	5.5 V _{MAX}
30mΩ	35.000mΩ	0.100 + 0.020 (0.100 + 0.010)		
300mΩ	350.00mΩ	0.100 + 0.010 (0.100 + 0.010)	300 mA	
		0.020 + 0.020 (0.020 + 0.010)	100 mA	
3Ω	3.5000Ω	0.020 + 0.007 (0.020 + 0.007)		
30Ω	35.000Ω	0.020 + 0.007 (0.020 + 0.007)	10 mA	
300Ω	350.00Ω	0.020 + 0.007 (0.020 + 0.007)	1 mA	
3kΩ	3.5000kΩ	0.020 + 0.007		
30kΩ	35.000kΩ	0.020 + 0.007	100 μA	
300kΩ	350.00kΩ	0.040 + 0.007	5 μA	
3MΩ	3.5000MΩ	0.200 + 0.007	500 nA	

*1 负侧到 -10%f.s. 为止

*2 最大显示范围与最大测量范围相同

*3 下段的 () 表示偏置电压补偿为 ON 时

*4 测量电流精度为 ±5%

(温度补偿时, 在电阻测试精度上将下述值加到 rdg. 误差上)

$$\frac{-\alpha_{t_0}\Delta t}{1+\alpha_{t_0}\times(t+\Delta t-t_0)}\times100[\%]$$

t₀ : 基准温度 [°C]

t : 当前测量温度 [°C]

Δ t : 温度测试精度

α_{t₀} : t₀ 时的温度系数 [1/°C]

(2) 温度测试精度（热敏电阻传感器）

精度保证范围	-10.0 ~ 99.9°C
显示范围	-10.0 ~ 99.9°C
测量周期（速度）	200 ms±20 ms
显示更新速率	约 2 s
精度保证期间	1 年

与 Z2002 温度探头的组合精度

精度	温度范围
$\pm (0.55+0.009 \times t-10) \text{ }^{\circ}\text{C}$	-10.0°C ~ 9.9°C
$\pm 0.50^{\circ}\text{C}$	10.0°C ~ 30.0°C
$\pm (0.55+0.012 \times t-30) \text{ }^{\circ}\text{C}$	30.1°C ~ 59.9°C
$\pm (0.92+0.021 \times t-60) \text{ }^{\circ}\text{C}$	60.0°C ~ 99.9°C

t：测量温度（°C）
仅主机的精度为 ±0.2°C

(3) 运算顺序

1. 调零
2. 温度补偿
3. 长度换算

关于精度

本公司将测量值的极限误差，作为如下所示的 **f.s.**（满量程）、**rdg.**（读取）、**dgt.**（数位分辨率）的值来加以定义。

f.s.	（最大显示） 一般来说，表示最大显示值。在本仪器中，表示当前所使用的量程。
rdg.	（读取值、显示值、指示值） 表示当前正在测量的值、测量仪器当前的指示值。
dgt.	（分辨率） 表示数字式测量仪器的最小显示单位、即最小位的“1”。

精度计算举例

（显示位以下舍去）

1 电阻测量精度

测量条件 300mΩ 量程、电流 Lo（100mA）、OVC OFF、被测对象 100mΩ
电阻测量精度：±（0.020%rdg. + 0.020%f.s.）

$$\pm (0.020\% \times 100\text{m}\Omega + 0.020\% \times 300\text{m}\Omega) = \pm 0.08\text{m}\Omega$$

2 温度测量精度

测量条件 热敏电阻温度探头、测量温度 35°C
温度测量精度：±（0.55 + 0.012 × |t-30|）

$$\pm (0.55 + 0.012 \times |35-30|) = \pm 0.61^\circ\text{C}$$

3 温度补偿追加精度

测量条件 温度系数 3930 ppm/°C、基准温度 20°C、测量温度 35°C

$$\text{追加误差} = \frac{-\alpha_{t0}\Delta t}{1 + \alpha_{t0} \times (t + \Delta t - t_0)} \times 100[\%]$$

$$\frac{-0.393\% \times (\pm 0.6)}{1 + 0.393\% \times (35 \pm 0.6 - 20)} = +0.222\%\text{rdg.}, -0.223\%\text{rdg.}$$

功能

(1) 量程切换功能

模式	AUTO/MANUAL（比较器功能为 ON 时，固定为 MANUAL）
初始设置	AUTO

(2) 测量电流切换功能

动作内容	切换 300mΩ 量程的测量电流
测量电流	Hi : 300 mA/ Lo : 100 mA
初始设置	Lo

(3) 显示更新速率

OVC	测量值显示更新速率
OFF	约 100 ms
ON	约 230 ms

（OVC:ON 时，加上延迟 ×2）
积分时间（检测电压的数据读取时间）参考值：100 ms

(4) 调零功能

动作内容	测量之前取消内部的偏置电压与剩余电阻
设置	ON/OFF（清除）：按量程
调零范围	各量程 $\pm 3\% \text{f.s.}$ 以内（ $\text{f.s.}=30,000\text{dgt.}$ ）
初始设置	OFF

(5) 平均值功能

动作内容	移动平均
设置	OFF/2 次 /5 次 /10 次 /20 次
初始设置	OFF

(6) 延迟设置功能

动作内容	在 OVC 与自动量程下变更测量电流之后设置等待时间，调整测量稳定的时间 Preset：过了内部固定的时间之后开始积分（各量程的值不同） Preset 以外的设置值：过了设置的时间之后开始积分（所有量程通用）
设置	Preset（内部固定）/10 ms/30 ms/50 ms/100 ms/300 ms/500 ms/1000 ms 在 3mΩ、30mΩ、300mΩ（测量电流 Hi）量程下设置的 OVC 延迟 100 ms 以下时， 固定为 200 ms
初始设置	Preset

Preset 时的 OVC 延迟值（内部固定）（单位：ms）

测量电流	量程	延迟时间
Lo	3mΩ ~ 30mΩ	200
	300mΩ ~ 3Ω	50
	30Ω ~ 300Ω	30
Hi	300mΩ	200

(7) 温度补偿功能（TC）

动作内容	可将任意温度系数的电阻值换算为任意温度的电阻值进行显示		
运算公式	$R_{t_0} = \frac{R_t}{1 + \alpha_{t_0}(t - t_0)}$		
	R_t ：	实测电阻值（Ω）	
	R_{t_0} ：	补偿电阻值（Ω）	
	t_0 ：	基准温度（℃）	设置范围：-10.0 ~ 99.9℃
	t ：	当前测量温度（℃）	
	α_{t_0} ：	t_0 时的温度系数（1/℃）	设置范围：-9,999 ~ 9,999 ppm/℃
温度补偿功能	ON/OFF（TC ON 时，固定为 ΔT OFF）		
初始设置	OFF、 t_0 ：20℃、 α_{t_0} ：3,930 ppm/℃		

(8) 偏置电压功能（OVC：Offset Voltage Compensation）

动作内容	消除偏置电压的影响 OVC=ON 时，变更电流，进行除次测量
有效量程	3mΩ 量程 ~ 300Ω 量程
设置	ON/OFF
初始设置	OFF

(9) 测试异常检测功能

超量程检测功能

动作内容	在下述条件下进行超量程显示
	• 超出测量范围 • 测量期间 A/D 转换器的输入超出范围 • 运算结果超出显示位数

电流异常检测功能

动作内容	检测到不能施加规定测量电流的异常。无解除功能
------	------------------------

电路保护检测功能

动作内容	检测过电压施加并在关闭电源之前停止测量。进行保护，以确保处在 AC 42.4 V peak、DC 60 V 以下
------	--

(10) 比较器功能

动作内容	设定值与测量值之间的比较判定
设置	ON/OFF（比较器功能为 ON 时，量程固定；ΔT 与长度换算功能为 ON 时，比较器功能自动变为 OFF）
判定方法	REF% 模式 /ABS 模式
初始状态	OFF、ABS 模式
判定	Hi 测量值 > 上限值 IN 上限值 ≥ 测量值 ≥ 下限值 Lo 下限值 > 测量值

ABS 模式

上下限值范围	0.0000mΩ ~ 9.9999MΩ
初始设置	0.0000mΩ

REF% 模式

显示	相对值显示 $\text{相对值} = \left(\frac{\text{测量值}}{\text{基准值}} - 1 \right) \times 100[\%]$
相对值显示范围	-999.99% ~ 999.99%
基准值范围	0.0001mΩ ~ 9.9999MΩ
上下限值范围	0.00% ~ ±99.99%
初始设置	基准值：0.0001mΩ、上下限值范围：0.00%

(11) 判定音设置功能

动作内容	根据比较器判定结果鸣响蜂鸣器
设置	OFF / Hi / IN / Lo / Hi 或 Lo / ALL1 / ALL2 (ALL1、ALL2 在 Hi、Lo 与 IN 时发出不同的声音)
初始设置	OFF

(12) 温度换算功能 (Δ T)

动作内容	利用电阻值依赖于温度的原理，将测量的电阻值换算为温度并显示温度上升值
运算公式	$\Delta t = \frac{R_2}{R_1}(k + t_1) - (k + t_2)$
Δ t :	温度上升 (°C)
t ₁ :	测量初始电阻 R ₁ 时的绕线 (冷状态) 温度 (°C)
设置范围 :	-10.0 ~ 99.9°C
t ₂ :	温度上升测试结束时的制冷剂温度 (°C)
R ₁ :	温度 t ₁ (冷状态) 下的绕线电阻 (Ω)
设置范围 :	0.0001mΩ ~ 3.5000MΩ
R ₂ :	温度上升测试结束时的绕线电阻 (Ω)
k :	导线材料 0°C 时的温度系数的倒数 (°C) 设置 : -999.9 ~ 999.9°C
Δ T 显示范围	-999.9 ~ 999.9°C
温度换算功能	ON/OFF (ΔT ON 时, TC 与比较器功能固定为 OFF; 长度换算功能为 ON 时, ΔT 自动变为 OFF)
初始设置	OFF、t ₁ : 23.0°C、R ₁ : 1.0000Ω、k : 235.0

(13) 长度换算功能

动作内容	将测量值转换为长度进行显示
长度显示范围	0.0000 mm ~ 999.99 km (电阻值为负值时, 也显示负值)
设置	ON/OFF (长度换算功能为 ON 时, 比较器功能固定为 OFF; ΔT ON 时, 长度换算功能自动变为 OFF)
1m 的电阻值	0.0001m Ω ~ 350.00 Ω
初始设置	OFF、1 Ω
显示格式	依据下表

量程	1 m 的电阻值			
	0.0001 ~ 0.0034m Ω	0.0035 ~ 0.0350m Ω	0.0351 ~ 0.3500m Ω	0.3501 ~ 3.5000m Ω
3m Ω	0.0000 km	000.00 m	00.000 m	0.0000 m
30m Ω	00.000 km	0.0000 km	000.00 m	00.000 m
300m Ω	000.00 km	00.000 km	0.0000 km	000.00 m
3 Ω	*1	000.00 km	00.000 km	0.0000 km
30 Ω	*1	*1	000.00 km	00.000 km
300 Ω	*1	*1	*1	000.00 km
3k Ω	*1	*1	*1	*1
30k Ω	*1	*1	*1	*1
300k Ω	*1	*1	*1	*1
3M Ω	*1	*1	*1	*1

*1 超量程显示

量程	1 m 的电阻值				
	3.5001 ~ 35.000m Ω	35.001 ~ 350.00m Ω	350.01m Ω ~ 3.5000 Ω	3.5001 ~ 35.000 Ω	35.001 ~ 350.00 Ω
3m Ω	000.00 mm	00.000 mm	0.0000 mm	*1	*1
30m Ω	0.0000 m	000.00 mm	00.000 mm	0.0000 mm	*1
300m Ω	00.000 m	0.0000 m	000.00 mm	00.000 mm	0.0000 mm
3 Ω	000.00 m	00.000 m	0.0000 m	000.00 mm	00.000 mm
30 Ω	0.0000 km	000.00 m	00.000 m	0.0000 m	000.00 mm
300 Ω	00.000 km	0.0000 km	000.00 m	00.000 m	0.0000 m
3k Ω	000.00 km	00.000 km	0.0000 km	000.00 m	00.000 m
30k Ω	*1	000.00 km	00.000 km	0.0000 km	000.00 m
300k Ω	*1	*1	000.00 km	00.000 km	0.0000 km
3M Ω	*1	*1	*1	000.00 km	00.000 km

*1 超量程显示

(14) 自动保持功能

动作内容	自动保持测量值。在下述条件下被解除 将测试线置于开路状态进行测量时、变更量程时或已按下 [ESC] 键时
设置	ON/OFF
初始设置	OFF

(15) 存储功能

手动存储	动作内容：利用 MEMORY 键保存测量值 保存内容：日期、测量值、温度、电阻量程、平均、比较器、测量电流切换、温度补偿 (TC)、OVC
自动存储	动作内容：自动保持之后，保存测量值 保存内容：日期、测量值、温度、电阻量程、平均、比较器、测量电流切换、温度补偿 (TC)、OVC 设置：ON/OFF
间隔存储	动作内容：按间隔时间记录测量值 保存内容：开始日期、测量值、温度、电阻量程、平均、温度补偿 (TC)、温度换算 (ΔT)、间隔 设置：ON/OFF 间隔：0.2 ~ 10.0s (0.2s 步幅)
存储数量	程序段数：10 手动、自动：最多 1,000 个 间隔：最多 6,000 个
获取存储数据	显示、USB 大容量存储器 (CSV、TXT 文件)
初始设置	自动存储：OFF 间隔存储：OFF 间隔：0.2 s
清除存储	程序段末尾 / 1 个程序段 / 所有的存储

(16) 面板保存与面板读取

动作内容	指定面板编号保存、读入测量条件
面板数	9
保存内容	电阻量程、平均、延迟、比较器、判定音、温度换算 (ΔT)、测量电流切换、长度换算、温度补偿 (TC)、OVC、存储模式
清除面板	清除各面板

(17)时钟功能

日期显示	自动日历、自动判断闰年
时间显示	24 小时
时钟精度	±4 分 / 月
初始状态	2013 年 1 月 1 日、0 时 0 分 0 秒
备份电池使用寿命	约 10 年 (23°C 参考值)

(18)复位功能

复位

动作内容	将面板数据、已保存的测量数据以及时钟以外的设置恢复为出厂状态
------	--------------------------------

系统复位

动作内容	将时钟以外（包括面板数据、已保存的测量数据在内）的所有设置恢复为出厂状态
------	--------------------------------------

(19)自动节电功能（APS）

动作内容	没有按键操作的状态、测试异常状态持续约 10 分钟之后，自动关闭电源间隔测量期间、USB 连接期间自动将功能设为无效可手动解除
------	---

(20)电池余量检测功能

动作内容	按 3 档显示电池余量
	 10.0 V±0.2 V 以上
	 8.5 V±0.2 V ~ 10.0 V±0.2 V
	 8.0 V±0.2 V ~ 8.5 V±0.2 V
	 8.0 V±0.2 V 以下（关闭电源）

(21)自测试功能

电源接通时	ROM/RAM 检查、测量电路保护用保险丝的断线检查
-------	----------------------------

接口

(1) 显示

LCD 型	LCD（单色、212 段）
-------	---------------

(2) 按键

COMP、PANEL、TC/ΔT、AVG、+、-、◀、▶、ESC、ENTER、MEMORY、READ、MODE、0ADJ、AUTO、▼、▲（量程）、⏻（电源）

(3) USB 接口

连接器	系列小型 B 插口
电气规格	USB2.0（Full Speed）
等级	USB 大容量存储器级（读取专用）

(4) L2105 比较器判断灯用输出

输出内容	比较器结果输出（Hi、Lo/ IN 两个输出）
输出端子	3 极耳机插孔（φ2.5 mm）
输出电压	DC5 V ±0.2 V 20 mA

环境和安全规格

使用场所	室内使用，污染度 2，海拔高度 2000 m 以下
保存温湿度范围	-10°C ~ 50°C、80%RH 以下（没有结露）
使用温湿度范围	0°C ~ 40°C、80%RH 以下（没有结露）
适用标准	安全性 EN61010
	EMC EN61326
电源	5 号碱性电池（LR6）×8 节
额定电源电压	DC1.5 V × 8
最大额定电压	5 VA
连续使用时间	约 10 小时（使用新碱性电池时） 根据下述使用条件：在 3mΩ 量程下，按 10 秒钟时间进行 1 秒钟测量
外形尺寸	约 192W × 121H × 55D mm
重量	约 770 g
产品保修期	3 年

附件

L2107	夹型测试线	1
Z2002	温度探头	1
	5 号碱性电池（LR6）	8
	使用说明书	1
	USB 连接线（A-mini B 型）	1
	吊带	1
	备用保险丝（F2AH/250V）	1

选件

L2107	夹型测试线
9453	4 端子测试线
9454	调零板
9465-10	针型测试线
9465-90	针头（对于 9465-10）
9772-90	针头（对于 9772）
9467	大夹型测试线
9772	针型测试线
L2105	比较器判断灯
Z2002	温度探头
C1006	携带箱

10 维护和服务

关于校正

重要事项

为了确保测量仪器在规定的精度范围内获得正确的测量结果，需要定期进行校正。

校正周期因客户的使用状况或环境等而异。建议根据客户的使用状况或环境确定校正周期，定期进行校正。

清洁

去除本仪器与选件的脏污时，请用柔软的布蘸少量的水或中性洗涤剂之后，轻轻擦拭。请用干燥的软布轻轻擦拭显示区。

重要事项

请绝对不要使用汽油、酒精、丙酮、乙醚、甲酮、稀释剂以及含汽油类的洗涤剂。否则可能会产生变形和变色。

10.1 有问题时

认为有故障时，请确认以下“Q&A（常见问题）”后，与购买店（代理店）或最近的营业据点联系。

Q&A（常见问题）

没有相符的项目时，请垂询销售店（代理店）或距您最近的营业据点。

一般项目

No	问题	请进行确认		可能原因 → 措施	参照
1-1	电源未接通（什么也不显示）			没有电池余量 → 请更换电池	(p.29)
1-2	电源立即断开	使用电池	非碱性电池	禁止使用非碱性电池 → 请使用碱性电池	—
		显示	电池余量标记减少	没有电池余量 → 请更换电池	(p.29)
			APS 点亮	APS（自动节电功能）启动 → 如果一定时间内未进行操作，则自动关闭电源。也可解除功能。	(p.33)
1-3	不能进行按键操作	显示	设置画面	确定或等待取消 → 请按下 ESC 键或 ENTER 键	(p.19)
			USB	正在连接 USB，按键不可使用 → 请拔出 USB 连接线	(p.84)
			INTERVAL 显示闪烁	间隔测量期间，STOP 以外的按键不可使用 → 请按住 STOP 键（MEMORY 键），停止间隔测量	(p.78)
			其它显示	存在不能同时使用的功能 → 请参照功能限制清单	(p.107)
1-4	比较器判定结果不点亮	测量值	显示	比较器功能为 OFF → 请将功能设为 ON	(p.58)
			不显示（数值或 OF 以外的显示）	未显示测量值时，不进行判定，指示灯也不点亮	
1-5	L2105 比较器判断灯不点亮	本仪器的比较器判定结果	点亮	连接不正确 → 请将 L2105 比较器判断灯正确地连接到 COMP.OUT 上	(p.64)
			断线	→ 请更换 L2105 比较器判断灯	—
			请参照熄灭	→ 请参照 Q&A 的“ No.1-4 比较器判定结果不点亮”	(p.106)
1-6	听不到蜂鸣音	判定音设置	OFF	功能为 OFF → 请将功能设为 ON	(p.63)

功能限制清单（○：可同时使用、－：不可同时使用）

	COMP	TC	ΔT	LENGTH	变更 RANGE
COMP		○	－	－	－
TC	○		－	○	○
ΔT	－	－		－	○
LENGTH	－	○	－		○
变更 RANGE	－	○	○	○	

有关与计算机连接的项目

No	问题	请进行确认		可能原因 → 措施	参照
2-1	计算机中不显示 RM3548	本仪器的显示中	不显示“USB”	连接不正确 → 请确认连接器的插入 → 请将其它 U 盘插入到计算机中，确认是否识别	(p.84)
			什么也不显示	→ 请接通 RM3548 的电源	(p.32)
2-2	找不到保存数据			看到了不同的驱动器 → 请参照 RM3548 的驱动器	(p.84)
				1 个也未保存 → 请拔除 USB 连接线，确认本仪器中保存的数据。如果没有数据，则表示没保存数据。请再次保存数据	(p.73)
2-3	不能进行文件操作 • 不能变更文件名 • 不能变更文件的内容 • 不能写入文件 • 不能删除数据 • 不能剪切数据			保存数据文件为读取专用 → 请将文件复制到计算机之后进行编辑 → 删除保存数据时，请拔出 USB 连接线，在本仪器中执行删除	(p.84)

有关测量的项目

No	问题	请进行确认		可能原因 → 措施	参照
3-1	测量值不稳定	可能是受到了噪音	的影响	→ 请参照附录 8 (1) (p.附 16)	
		测试线	夹型测试线	→ 请参照附录 8 (2) (p.附 19)	
			从中途开始 2 端子配线	→ 请参照附录 8 (8) (p.附 22)	
		被测对象	有一定宽度或厚度	→ 请参照附录 8 (3) (p.附 20)	
			温度不稳定 (新制、刚开箱、手握等)	→ 请参照附录 8 (4) (p.附 22)	
			热容量小	→ 请参照附录 8 (5) (p.附 22)	
			变压器	在测量电流稳定之前进行测量 → 请延长延迟时间并将 OVC 设为 OFF	(p.50) (p.52)
			马达、扼流圈、螺线管	在测量电流稳定之前进行测量 → 请延长延迟时间	(p.52)
		TC	ON	Z2002 温度探头的配置不适当 → 请将 Z2002 温度探头靠近被测对象 → 请勿使风吹在 Z2002 温度探头上	(p.13)
			OFF	室温不稳定等, 被测对象的电阻值因温度而发生变化 → 请将温度补偿 (TC) 设为 ON	(p.49)
		OVC	OFF	受电动势影响 → 请将 OVC 设为 ON	(p.50)
		其它	测试线未连接 → 请将测试线插到底 → 请更换电池		(p.30)
			(自制测试线时) 接触电阻过大 → 请提高接触压力 → 请清洁或更换探头顶端		—
			(自制测试线时) 配线电阻过大 → 请加粗并缩短配线		—
3-2	测量值偏离预测值	调零	ON	调零不正确 → 请再次进行调零	(p.44)
			OFF	• 受 2 端子测量的配线电阻的影响 → 请进行调零。 • 受电动势影响 → 请使用 OVC 功能	(p.44) (p.50)
		也请确认 Q&A “No.3-1 测量值不稳定” (p.108)			

No	问题	请进行确认		可能原因 → 措施	参照
3-3	测量值不显示 (有关测量值异常的显示, 还请参照 p.40)	测量值		测试线断线 → 请更换测试线	(p.30)
			----	(自制测试线时) 接触电阻过大 → 请提高接触压力 → 请清洁或更换探头顶端	—
				(自制测试线时) 配线电阻过大 → 请加粗并缩短配线	—
			oF	量程低 → 请设为高电阻量程或自动量程	(p.36)
			什么也不显示	自动量程不确定 → 请参照 Q&A 的“ No.3-4 自动量程不确定”	(p.109)
			即使短接测试线, 也不显示	可能是保险丝熔断 → 请重新接通电源并进行自测试, 确认保险丝是否熔断	(p.32)
3-4	自动量程不确定	被测对象	变压器、马达	在测量电流稳定之前进行测量 → 请固定量程进行测量 → 请延长延迟时间 → 请将 OVC 设为 OFF	(p.36) (p.50) (p.52)
		可能是受到了噪音	的影响	→ 请参照附录 8 (1) (p.附 16)	
3-5	不能进行调零	调零前的测量值	超出各量程满量程的 $\pm 3\%$ 或发生测试异常	接线有问题 → 请再次进行正确的接线, 重新进行调零。 自制电缆等电阻值较高时, 由于不能调零, 因此请降低配线电阻。	(p.44)
3-6	未进行自动保持 (未解除保持)	测量值	不稳定	请确认 Q&A “ No.3-1 测量值不稳定”	(p.108)
			不变化	量程不适当 → 请设为适当的量程或自动量程	(p.36)

错误显示与处理方法

本仪器或测量状态不正常等情况下，画面上会显示以下信息。确认为有故障时，请与销售店（代理店）或距您最近的营业据点联系。

- 认为有故障时，请确认“Q&A（常见问题）”（106 页）后，与购买店（代理店）或最近的营业据点联系。
- LCD 显示部分显示错误时，需要修理。请与销售店（代理店）或距您最近的营业据点联系。

显示	含义	处理方法
FAiL	执行错误	因执行的内容而异。 （例）如果在执行调零时显示，则表明超出调零范围。
Err90	程序 ROM 校验和错误	仪器故障。请送修。
Err91	CPU RAM 错误	仪器故障。请送修。
Err92	SRAM 读 / 写测试错误	仪器故障。请送修。
Err93	FRAM 读 / 写测试错误	仪器故障。请送修。
Err95	调整数据错误	仪器故障。请送修。
Err96	设置备份错误	请执行系统复位。(p.89) 这样仍不能恢复时，表明仪器发生故障。请送修。
Err99	由于未设置时钟，因此按下 [ENTER] 键时，被初始化为 12-01-01 00:00:0000	已到备份电池更换时期。请与距您最近的营业据点联系。
FUSE	保险丝熔断	请更换保险丝。
PrtCt	保护功能启动	如果错误地输入过电压，请立即将测试线从被测对象上移开。保护功能动作期间不能进行测量。要解除保护功能时，请使测试线的 A 侧（红色）与 B 侧（黑色）接触或重新接通电源。
t.Err	TC 或 ΔT 为 ON 时，表明 Z2002 温度探头未连接或温度显示为 oF。	请确认 Z2002 温度探头的连接。

10.2 修理和检查

关于更换部件和寿命

- 使用寿命会因使用环境和使用频度而异。不对下述期间的操作作任何保证。更换时，请与销售店（代理店）或距您最近的营业据点联系。
- 运输本仪器时，还请参照“运输注意事项”（8 页）

部件	寿命
电解电容器	约 10 年
锂电池	约 10 年 本仪器使用锂电池进行时钟备份。接通电源时，如果日期和时间出现较大偏差，则表明电池已达到使用寿命。请与销售店（代理店）或距您最近的营业据点联系。

10.3 更换测量电路保护用保险丝

测量电路保护用保险丝熔断时，按下述步骤进行更换。

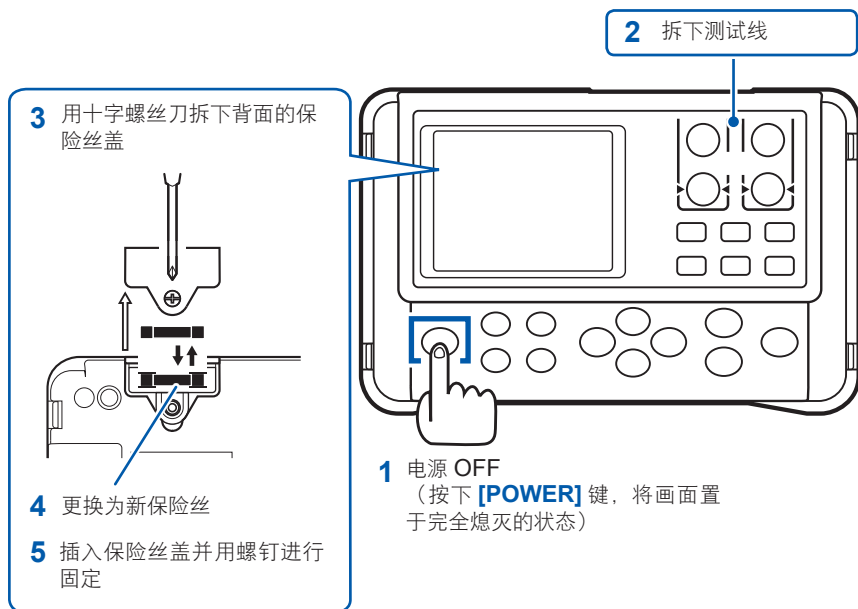
警告

为了避免触电事故，请关闭电源，在拆下测试线之后更换保险丝。



请使用指定形状、特性、额定电流和电压的保险丝。请勿使用指定以外的保险丝（尤其是额定电流较大的保险丝），或在保险丝盒短路的状态下继续使用。否则可能会导致本仪器损坏，造成人身伤害事故。

指定保险丝：**F2AH/250 V**（含消弧剂） $\phi 5 \times 20$ mm



10.4 关于本仪器的废弃

- 本仪器使用锂电池进行存储备份。备份电池的使用寿命约为 **10** 年。接通电源时，如果日期和时间出现较大偏差，则表明电池已达到使用寿命。请与销售店（代理店）或距您最近的营业据点联系。
- 废弃本仪器时请取出锂电池，并按当地规定的规则进行处理。

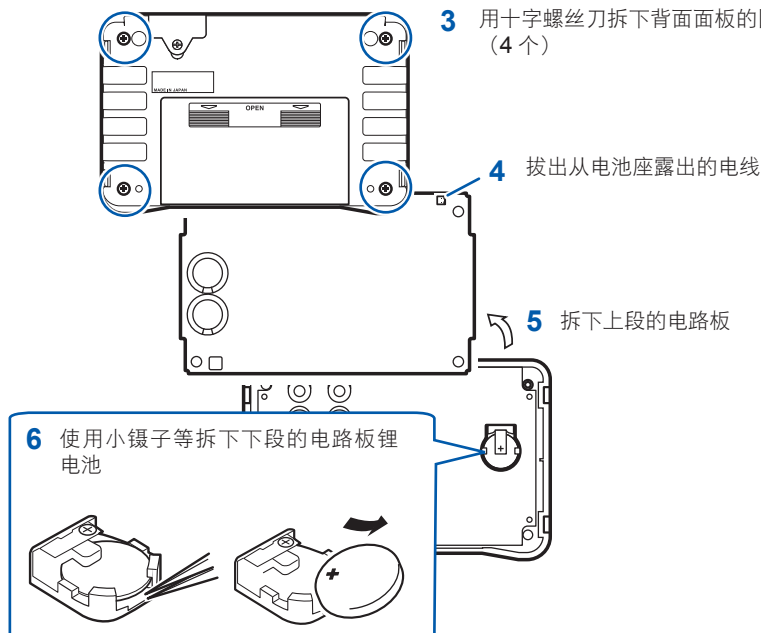
备份电池的拆卸方法

警告



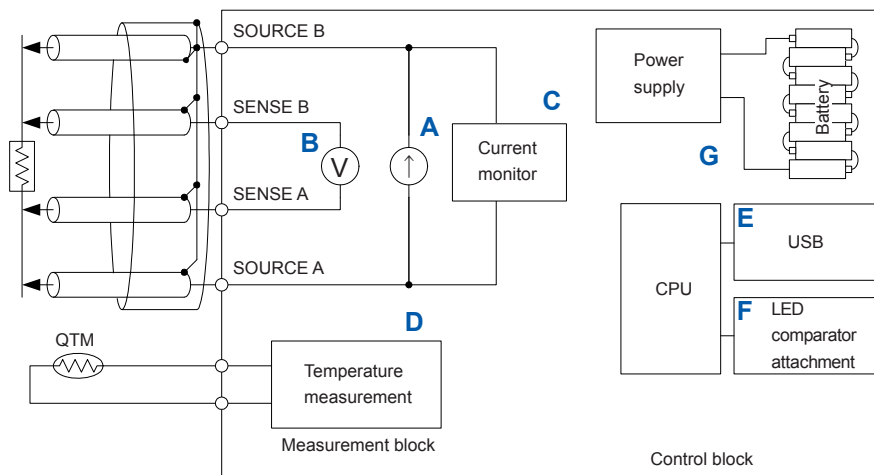
为了避免触电事故，请在拆下电池与测试线之后拆下锂电池。

- 1 电源 OFF
(按下 **[POWER]** 键，将画面置于完全熄灭的状态)
- 2 拆下测试线
- 3 用十字螺丝刀拆下背面面板的固定螺钉 (4 个)
- 4 拔出从电池座露出的电线
- 5 拆下上段的电路板
- 6 使用小镊子等拆下下段的电路板锂电池



附录

附录 1 框图



- 使适合量程的恒电流从 **SOURCE B** 端子流入 **SOURCE A** 端子，测量 **SENSE B** 端子与 **SENSE A** 端子之间的电压。用得到的电压值 (V) 除以流过的恒电流值 (I)，求出电阻值 ($R=V/I$)。(A、B)
- 恒电流源与电压计采用不易受接触电阻影响的电路构成。
- 测量期间监视恒电流是否正常地流入被测对象。(C)
- 在电阻测量的同时,利用热敏电阻温度探头 (Z2002 温度探头) 测量温度。本仪器可利用测量的温度来补偿电阻值。(D)
- **USB** 作为 **Mass storage device** 进行动作。可通过简单的操作将数据读入计算机。(E)
- 通过安装 **L2105** 比较器判断灯, 无需观看主机上的显示即可获知判定结果。
- 本仪器的电源为 8 节 5 号碱性电池。小型紧凑, 可利用 1 A 的大电流进行测量, 分辨率等级达到 $0.1\mu\Omega$ 。(A、G)

附录 2 4 端子测试法（电压下降法）

要高精度地测量低电阻时，连接测量仪器与探头的配线电阻、探头与被测对象之间产生的接触电阻成为最大的障碍。

配线电阻会因粗细或长度而有很大差异。比如，用于电阻测量的电缆，AWG24(0.2 sq) 约为 90mΩ/m、AWG18 (0.75 sq) 约为 24mΩ/m。

接触电阻在很大程度上受探头磨损状态、接触压力或测量电流的影响。即使在接触良好的状态下也有数 mΩ，有时也会达到数 Ω。

因此，为了可靠地测量较小电阻，采用 4 端子测试法。

采用 2 端子测量时（图 1），测试线自身的导体电阻会被加算到被测对象电阻上，从而造成误差。

4 端子测量（图 2）采用的是供给恒电流的电流源端子（SOURCE A、SOURCE B）与检测电压下降的电压检测端子（SENSE A、SENSE B）的结构。

由于电压计的输入阻抗较高，因此与被测对象连接的电压检测端子侧导线几乎不会流过电流，这样就可进行准确的测量，而不会受到测试线电阻或接触电阻的影响。

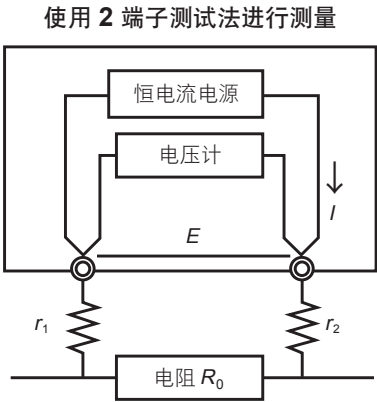


图 1

电流 I 流入被测电阻 R_0 、配线电阻 r_1 、 r_2 中。因此，测量电压可使用 $E=I(r_1+R_0+r_2)$ 关系式求出，结果值中含有配线电阻 r_1 和 r_2 。

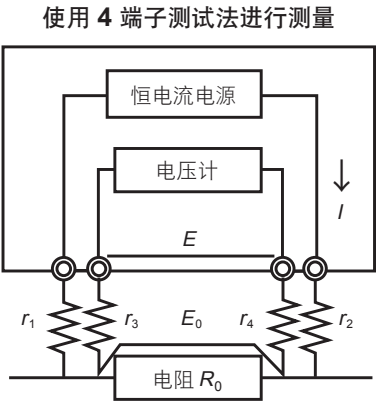


图 2

电流 I 从 r_2 经被测电阻 R_0 流入 r_1 中。由于电压计的输入电阻较大，因此电流不流入 r_3 、 r_4 中。这样的话， r_3 和 r_4 的电压下降为 0，测量电压 E 与被测电阻 R_0 两端的电压下降 E_0 相等，因此，测量电阻时就不会受到 $r_1 \sim r_4$ 的影响。

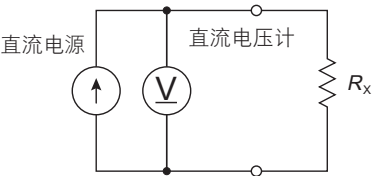
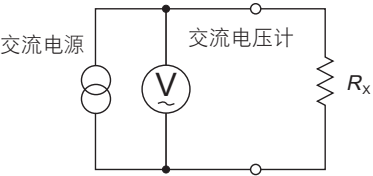
附录 3 关于直流方式与交流方式

电阻测量（阻抗测量）包括直流方式与交流方式。

- 直流方式
 - 电阻计 RM3542、RM3543、RM3544、RM3545、RM3548
 - 一般数字万用表
 - 一般绝缘电阻计
- 交流方式
 - 电池测试仪 3561、BT3562、BT3563、3554
 - 一般 LCR 表

直流方式的电阻计广泛用于通用电阻器、绕线电阻、接触电阻与绝缘电阻的测量等。直流方式按直流电源与直流电压计的方式构成，由于电路构成简单，因此有助于提高精度，但在测量通路存在电动势时，会产生误差。

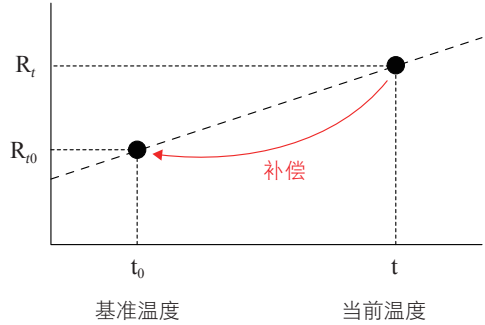
交流方式用于感应器、电容或电池的阻抗测量等“按直流方式不能测量”的情况。由于交流方式的电阻计由交流电源与交流电压计构成，因此从本质上不受直流电动势的影响。另一方面，线圈的串联等效电阻含有铁耗时，可能会与直流测量值不同，需要注意。

	直流电阻计	交流阻抗
测量信号检测电压	直流 	交流 
优点	可进行高精度测量	测量电抗时可不受电动势的影响
缺点	不能进行直流重叠测量，易受电动势影响（如果有电动势影响，可利用 OVC 功能进行补偿）	难以提高精度
用途	变压器、马达等绕线的直流电阻、接触电阻、绝缘电阻、PCB 的配线电阻	电池的阻抗、感应器、电容电化学测量
测量范围	$10^{-8} \sim 10^{16}$	$10^{-3} \sim 10^8$
本公司测量仪器	电阻计：RM3542 ~ RM3548 DMM: 3237 ~ 3238 绝缘电阻计：IR4000 系列、DSM 系列	电池测试仪：3561、BT3562、BT3563 LCR 表：IM3570、IM3533、IM3523 等

附录 4 关于温度补偿功能（TC）

温度补偿可将具有温度依赖性的铜线类的电阻值转换为特定温度的电阻值进行显示。
将电阻值 R_t 、 R_{t_0} 设为 $t^{\circ}\text{C}$ 与 $t_0^{\circ}\text{C}$ 下的被测对象 ($t_0^{\circ}\text{C}$ 下的电阻温度系数: α_{t_0}) 电阻值, 则按如下所述进行表达。

$R_t = R_{t_0} \times \{1 + \alpha_{t_0} \times (t - t_0)\}$	
R_t	实测电阻值 (Ω)
R_{t_0}	补偿电阻值 (Ω)
t_0	基准温度 ($^{\circ}\text{C}$)
t	当前环境温度 ($^{\circ}\text{C}$)
α_{t_0}	t_0 时的温度系数 ($1/^{\circ}\text{C}$)



例

当前温度 = 30°C 、此刻的电阻值 = 100Ω 的铜线 (20°C 下的电阻温度系数 = 3930 ppm) 时, 可按下述方式求出 20°C 时的电阻值。

$$\begin{aligned} R_{t_0} &= \frac{R_t}{1 + \alpha_{t_0} \times (t - t_0)} \\ &= \frac{100}{1 + (3930 \times 10^{-6}) \times (30 - 20)} \\ &= 96.22 \end{aligned}$$

有关温度补偿设置、执行方法, 请参照“4.3 补偿温度的影响 (温度补偿功能 (TC))” (49 页))。

重要事项

- 温度探头毕竟只是用于检测环境温度, 不能测量表面温度。
- 测量之前, 请将温度探头配置在被测对象附近, 在温度探头与被测对象充分适应环境温度之后再使用。

参考

金属与合金导电材料的性质

类型	成分 [%]	密度 ($\times 10^3$) [kg/m ³]	导电率	温度系数 (20°C) [ppm]
软铜线	Cu>99.9	8.89	1.00 ~ 1.02	3810 ~ 3970
硬铜线	Cu>99.9	8.89	0.96 ~ 0.98	3770 ~ 3850
镉铜线	Cd 0.7 ~ 1.2	8.94	0.85 ~ 0.88	3340 ~ 460
银铜	Ag 0.03 ~ 0.1	8.89	0.96 ~ 0.98	3930
铬铜	Cr 0.4 ~ 0.8	8.89	0.40 ~ 0.50	2000
			0.80 ~ 0.85	3000
铜镍硅合金线	Ni 2.5 ~ 4.0 Si 0.5 ~ 1.0		0.25 ~ 0.45	980 ~ 1770
软铝线	Al>99.5	2.7	0.63 ~ 0.64	4200
硬铝线	Al>99.5	2.7	0.60 ~ 0.62	4000
铝合金线	Si 0.4 ~ 0.6 Mg 0.4 ~ 0.5 Al 余留		0.50 ~ 0.55	3600

铜线的导电率

直径 [mm]	软铜线	镀锡软铜线	硬铜线
0.01 ～ 0.26 以下	0.98	0.93	
0.26 ～ 0.29 以下	0.98	0.94	
0.29 ～ 0.50 以下	0.993	0.94	
0.50 ～ 2.00 以下	1.00	0.96	0.96
2.00 ～ 8.00 以下	1.00	0.97	0.97

温度系数因温度与导电率而异。如果将 20°C 时的温度系数设为 α_{20} ，导电率 C 的 $t^{\circ}\text{C}$ 温度系数设为 α_{Ct} ，在常温情况下， α_{Ct} 可按下述方式表示。

$$\alpha_{Ct} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{20} \times C} + (t - 20)}$$

比如，国际标准软铜的温度系数在 20°C 条件下为 3930 ppm/°C。镀锡软铜线（直径为 0.10 ～ 0.26 以下）20°C 的温度系数 α_{20} 可按下述方式求出。

$$\alpha_{20} = \frac{1}{\frac{1}{0.00393 \times 0.93} + (20 - 20)} \approx 3650 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$$

附录 5 关于温度换算功能（ ΔT ）

温度换算功能使用电阻值依赖于温度的原理，将测量的电阻值换算为温度并进行显示。

下面说明有关温度换算功能的方法。

依据 IEC 标准 60034，根据电阻法，温度上升值可按下述方式表示。

$\Delta t = \frac{R_2}{R_1}(k + t_1) - (k + t_2)$	
Δt	温度上升 [°C]
t_1	测量初始电阻 R_1 时的绕线（冷状态）温度 [°C]
t_2	温度上升测试结束时的制冷剂温度 [°C]
R_1	温度 t_1 （冷状态）下的绕线电阻 [Ω]
R_2	温度上升测试结束时的绕线电阻 [Ω]
k	导线材料 0°C 时的温度系数的倒数 [°C]

例

对于初始温度 t_1 为 20°C 时的电阻值 R_1 为 200mΩ 的铜线，当前环境温度 t_2 为 25°C、电阻测量值 R_2 为 210mΩ 时，温度上升值如下所示。

$$\begin{aligned}
 \Delta t &= \frac{R_2}{R_1}(k + t_1) - (k + t_2) \\
 &= \frac{210 \times 10^{-3}}{200 \times 10^{-3}}(235 + 20) - (235 + 25) \\
 &= 7.75 \text{ °C}
 \end{aligned}$$

因此，当前的电阻体温度 t_R 可按下述方式求出。

$$t_R = t_2 + \Delta t = 25 + 7.75 = 32.75$$

在这里，可使用温度补偿功能中所示的公式以及上述公式求出被测对象不是铜或铝时的常数 k ，设温度系数设为 α_{t_0} 时，可使用以下方式求出。

$$k = \frac{1}{\alpha_{t_0}} - t_0$$

比如，由于铜在 20°C 时的温度系数为 3930 ppm/°C，此时的常数 k 如下所示，与 JIS 规定的铜的常数 235 基本相同。

$$k = \frac{1}{3930 \times 10^{-6}} - 20 = 234.5$$

附录 6 关于电动势的影响

所谓电动势，是指探头与被测对象的导线之间等不同类型金属的连接部分所产生的电位差，如果电动势较大，则会产生测量误差（图 1）。另外，电动势的大小也会因测量环境的温度而异，一般来说温度差越高，电动势越大。

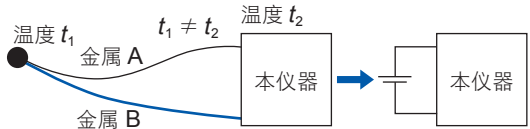


图 1 电动势的产生

电动势增大的举例

- 被测对象为保险丝、温度保险丝、热敏电阻、双金属器件、恒温器
- 电压检测线使用单稳态继电器的接点
- 电压输出端子使用鳄鱼夹
- 用手握住电压检测端子
- 被测对象与本仪器的温度存在较大差异
- A 端子侧的配线材料与 B 端子侧的配线材料不同

电阻测量时，向被测对象 R_x 流入测量电流 I_M ，以检测被测对象的电压下降 $R_x I_M$ 。低电阻测量时，由于 R_x 较小，因此检测电压 $R_x I_M$ 必然减小。检测电压较小时，被测对象与探头之间或电缆与测量仪器之间产生的电动势，以及电压计的偏置电压 V_{EMF} 都会对测量产生影响（图 2）。

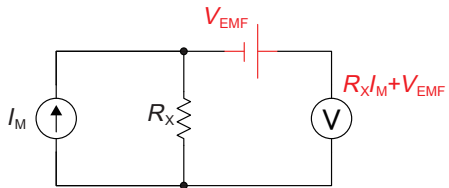


图 2 电动势的产生

用手握住被测对象会导致被测对象升温，而探头也可能会因手握而升温。即使注意，由于受这样的影响，也很难将电动势控制在 $1 \mu V$ 以下。

比如，在电动势为 $10 \mu V$ 的状况下，以 100 mA 的测量电流测量真电阻值为 $1 \text{ m}\Omega$ 的被测对象时，测量仪器显示

$$\frac{1 \text{ m}\Omega \times 100 \text{ mA} + 10 \mu V}{100 \text{ mA}} = 1.1 \text{ m}\Omega$$

相对于真测量值，也包括 10% 的误差。另外，电压计的偏置电压也达到 $1 \mu V \sim 10 \text{ mV}$ ，非常大，这会导致低电阻测量产生较大的误差。

减轻电动势影响的方法包括下述几种：

1. 以较大的测量电流提高检测电压
2. 对电动势进行调零
3. 将检测信号设为交流

1 以较大的测量电流提高检测电压

在上面的电动势举例中，如果将测量电流从 100 mA 设为 1 A，则可将误差减少 1%。

$$\frac{1\text{m}\Omega \times 1\text{A} + 10\text{ }\mu\text{V}}{1\text{A}} = 1.01\text{m}\Omega$$

但由于会向被测对象施加 $R I^2$ 的功率，因此需要注意。

2 对电动势进行调零

通过形成不使电流流入被测对象 R_x 的状态，以便仅向电压计输入电动势 V_{EMF} 。但如果使 SOURCE 端子开路，本仪器则会检测到电流异常，并且不显示测量值。

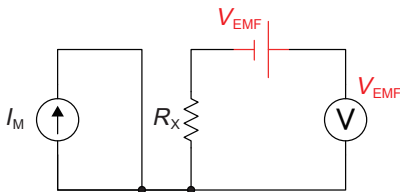


图 3 不使电流流入 R_x 的调零

因此，通过将 SOURCE 线形成短路并执行调零，使电流不流入 R_x ，从而取消了电动势（图 3）。

“3.3 确认测量值”（39 页）

“附录 7 关于调零”（附 10 页）

3 将检测信号设为交流

将检测信号设为交流是根本的解决方法。除了电动势、电压计的偏置电压之外，在以秒为单位的短时间内也可形成稳定的直流，通过将检测信号设为交流，可在频率范围内进行分离。本仪器的 OVC 功能（OVC: Offset Voltage Compensation）可将测量电流作为脉冲波形以排除电动势（图 4）。具体而言，从流过测量电流时的检测电压减去停止电流时的检测电压，可得到不受电动势影响的电阻值。

$$\frac{(R_x I_M + V_{\text{EMF}}) - (R_x I_0 + V_{\text{EMF}})}{I_M} = R_x \quad (I_0 = 0 : \text{电流停止})$$

被测对象具有感性时，从流过电流～开始测量之间，需要设置延迟时间（DELAY）（p.52）。

请设置延迟时间，确保电感不会对测量值产生影响。最初请将延迟时间设置得长一些，然后在观察测量值的同时逐渐缩短延迟时间。

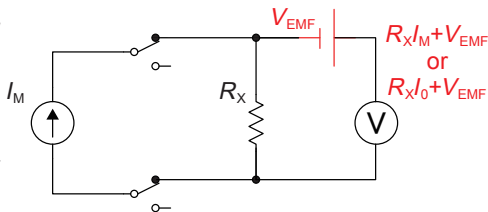


图 4 利用电流反转法取消电动势

附录 7 关于调零

调零是指减去测量 0Ω 时残留的值以调节零点的功能。因此，需在连接 0Ω 的状态下进行调零。但是，要连接根本没有电阻值的被测对象是困难的，也是不现实的。因此，实际调零时，通过建立相近的连接 0Ω 的状态调节零点。

要建立连接 0Ω 的状态

连接理想的 0Ω 时，根据欧姆法则 $E=I \times R$ 的关系，SENSE A 与 SENSE B 之间的电压为 0 V 。也就是说，如果将 SENSE A 与 SENSE B 之间的电压设为 0 V ，则可形成与连接 0Ω 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各测量端子之间的连接状态。

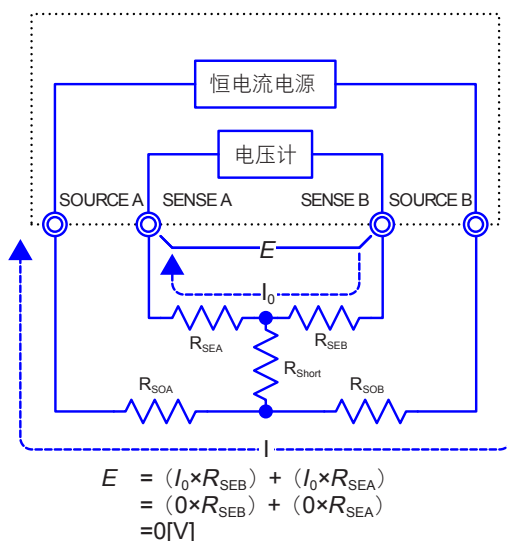
因此，进行调零时，需要适当地连接各端子（图 1）。

首先，为了将 SENSE A 与 SENSE B 之间的电压设为 0 V ，使 SENSE A 与 SENSE B 之间形成短路。如果使用电缆的配线电阻 $R_{\text{SEA}}+R_{\text{SEB}}$ 为数 Ω 以下，则无问题。这是因为 SENSE 端子为电压测量端子，几乎不会流过电流 I_0 ，因此在 $E=I_0 \times (R_{\text{SEA}}+R_{\text{SEB}})$ 的关系式中， $I_0 \approx 0$ ，如果配线电阻 $R_{\text{SEA}}+R_{\text{SEB}}$ 为数 Ω ，SENSE A 与 SENSE B 之间的电压几乎为零。

然后连接 SOURCE A 与 SOURCE B 之间。这是为了避免不流过测量电流时显示的错误。使用电缆的配线电阻 $R_{\text{SOA}}+R_{\text{SOB}}$ 需低于可流过测量电流的电阻。

此外，要监视 SENSE 与 SOURCE 之间的连接状态时，也需连接 SENSE 与 SOURCE 之间。如果使用电缆的配线电阻 R_{Short} 为数 Ω 左右，则无问题。

通过按上述方式配线，从 SOURCE B 流出的测量电流 I 则会流入 SOURCE A，而不会流入到 SENSE A 或 SENSE B 的配线中。这样可将 SENSE A 与 SENSE B 之间的电压正确地保持为 0 V ，因此能够切实地进行调零。

图 1 相近地连接 0Ω 的状态

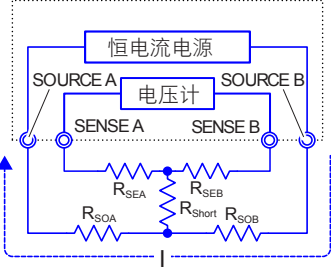
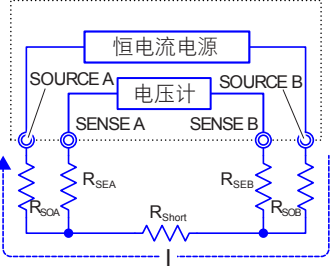
为了切实地进行调零

表 1 所示为正确的连接方法与错误的连接方法。图中的电阻表示配线电阻，如果分别为数 Ω 以下，则无问题。

如 (a) 所示，分别连接 SENSE A 与 SENSE B 以及 SOURCE A 与 SOURCE B，将 SENSE 与 SOURCE 之间连成 1 个通路时，SENSE A 与 SENSE B 之间则会产生电位差，因此输入 0 V。这样可正确地进行调零。

另外，如 (b) 所示，分别连接 SENSE A 与 SOURCE A 以及 SENSE B 与 SOURCE B，将 A 与 B 之间连成 1 个通路时，SENSE A 与 SENSE B 之间则会产生 $I \times R_{Short}$ 的电压。因此，如果没有建立相近的连接 0Ω 的状态，则不能正确地进行调零。

表 1：连接方法

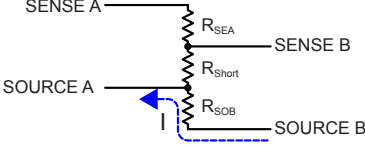
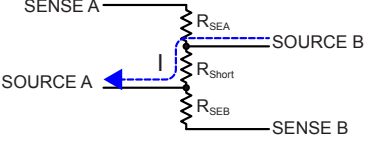
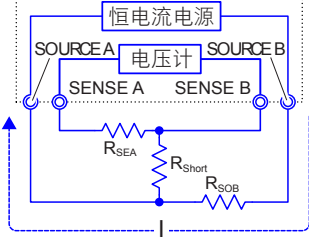
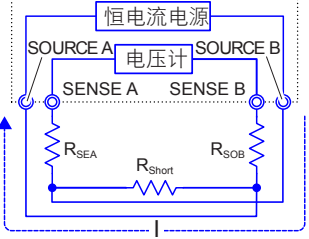
连接方法		
	(a) 分别将 SENSE-SOURCE 之间连成一点	(b) 分别将 A-B 之间连成一点
SENSE A 与 SENSE B 之间的电阻	$R_{SEA}+R_{SEB}$	$R_{SEA}+R_{Short}+R_{SEB}$
测量电流 I 的流经通路	$R_{SOB} \rightarrow R_{SOA}$	$R_{SOB} \rightarrow R_{Short} \rightarrow R_{SOA}$
SENSE A 与 SENSE B 之间产生的电压	0	$I \times R_{Short}$
作为调零时的连接方法	正确	错误

使用测试线进行调零时

在实际使用测试线的状态下进行调零时，也可能意外地进行表 1(b) 所示的连接。进行调零时，需要充分注意各端子的连接状态。

以 L2107 夹型测试线的连接方法为例进行说明。表 2 所示为正误两种连接方法时的导线顶端部分的连接状态及其等效电路。这样，正确的连接方法为表 1(a) 所示的连接，SENSE A 与 SENSE B 之间为 0 V，错误的连接方法为表 1(b) 所示的连接，SENSE A 与 SENSE B 之间不是 0 V。

表 2：调零时夹型测试线的连接方法

连接方法	正确	错误
导线顶端部分		
等效电路		
变形的等效电路		
作为调零时的连接方法	正确	错误

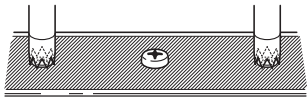
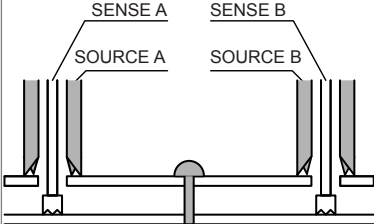
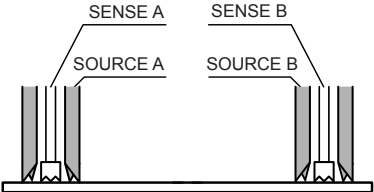
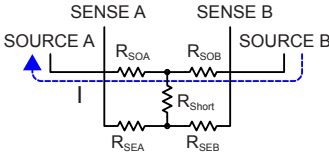
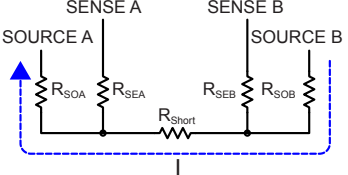
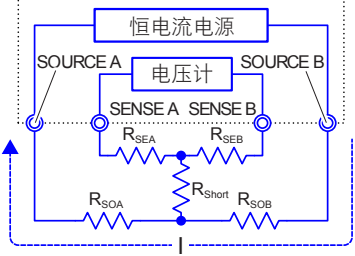
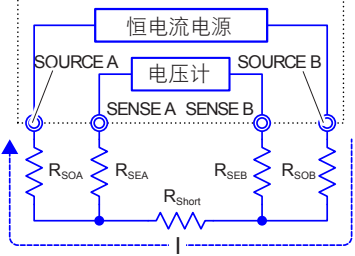
使用 9454 调零板进行调零时

进行调零时，不能用金属板等替代 9454 调零板。

9454 调零板不是单纯的金属板，而是采用通过螺钉将 2 层金属板固定为 1 点的结构。在进行 9465-10 针型测试线调零时，使用调零板。

表 3 所示为将针型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，则为表 1(a) (p.附 12) 所示的连接，SENSE A 与 SENSE B 之间为 0 V。但利用金属板等进行连接时，则为表 1(b) (p.附 12) 所示的连接，SENSE A 与 SENSE B 之间不是 0 V。

表 3：调零时针型测试线的连接方法

连接方法	 利用 9454 调零板进行连接时	 利用金属板等进行连接时
导线顶端部分		
等效电路		
变形的等效电路		
作为调零时的连接方法	正确	错误

在使用自制测试线的测量中难以进行调零时

在使用自制测试线的测量系统中进行调零时，按表 1(a) (p.附 12) 所示连接自制测试线的顶端。但在难以进行表 1(a) (p.附 12) 所示的连接时，列举以下方法。

为直流电阻测量仪器时

进行调零的主要目的是消除测量仪器主机的偏置。这样，调零减掉的值几乎不依赖于测试线。因此，使用标准测试线并按表 1(a) (p.附 12) 所示进行连接，进行调零之后，则可更换为自制测试线，在消除测量仪器主机偏置的状态下进行测量。

交流电阻测量仪器时 (HIOKI 3561、BT3562、BT3563 时等)

进行调零的主要目的是除了消除测量仪器主机的偏置之外，也能消除测试线形状产生的影响。

这样，进行调零时，需要将自制测试线尽可能设置为接近测量状态的形状，然后按表 1(a) (p.附 12) 所示连接，进行调零。

使用本公司产品时，即使测量交流电阻，但如果分辨率为 $100\mu\Omega$ 以上，按照与直流电阻测量仪器相同的调零方法有时也能达到调零目的。

附录 8 测量值不稳定时

测量值不稳定时，请确认下述事项。

1 感应噪音的影响

电源线、荧光灯、电磁阀、计算机显示器等会产生较大的噪音。作为对电阻测量产生影响的噪音源，包括

1. 与高电压线路的静电耦合
2. 与大电流线路的电磁耦合

将屏蔽线或电缆缠绕在一起，可有效降低各种噪音。

与高电压线路的静电耦合

流入高电压线路的电流受制于耦合的静电容量。比如，将 100 V 的工频电源线与电阻测量配线以 1 pF 进行静电耦合时，则会诱发约 38 nA 的电流。

$$I = \frac{V}{Z} = 2\pi \cdot 60 \cdot 1\text{pF} \cdot 100\text{V}_{\text{RMS}} = 38\text{nA}_{\text{RMS}}$$

以 100 mA 测量 1Ω 电阻器时，该影响只有 0.4 ppm，可以忽略不计。

另一方面，以 0.5 μA 测量 1MΩ 时，会产生 8% 的影响。因此，进行高电阻测量时，应注意这种与高电压线路的静电耦合，而对配线与被测对象进行静电屏蔽是有效的措施（图 1）。

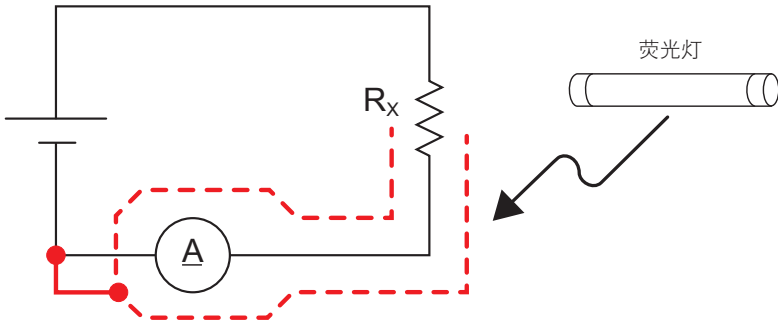


图 1. 在高电压配线附近进行静电屏蔽

与大电流线路的电磁耦合

大电流线路会产生磁场。匝数较多的变压器或扼流圈会产生更大的磁场。磁场诱发的电压受距离或面积的影响。距离 1 A 工频电源线 10 cm、面积为 10 cm² 的环路中会产生约 0.75 μV 的电压。

$$\begin{aligned} v &= \frac{d\phi}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\mu_0 I S}{2\pi r} \right) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} f I}{r} \\ &= \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 60\text{Hz} \cdot 0.001\text{m}^2 \cdot 1\text{A}_{\text{RMS}}}{0.1\text{m}} = 0.75 \mu\text{V}_{\text{RMS}} \end{aligned}$$

以 1 A 测量 1mΩ 电阻器时,该影响为 0.07%。高电阻测量时,由于容易增大检测电压,因此不会发生这样的问题。

将产生噪音的线路与电阻测量的电压检测配线分开,并分别进行缠绕,可有效降低电磁耦合的影响(图 2)。

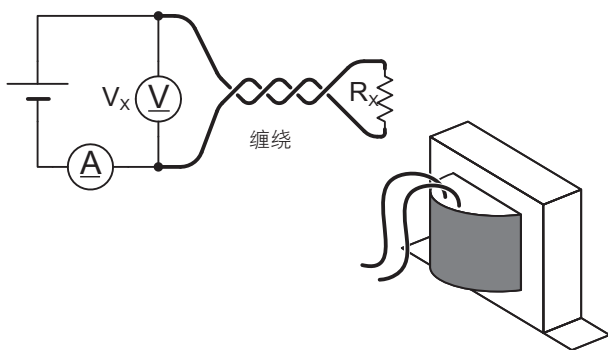


图 2. 在大电流配线附近进行缠绕

本仪器的降感应噪声对策

总体来说，如图 3 所示，请缠绕已进行屏蔽的 4 根配线，然后将被测对象与屏蔽线连接到 SOURCE B 端子上。图 3 所示的配线结构与本仪器附带的 L2107 夹型测试线不同，但对测量没有影响。

除了对本仪器采取措施之外，也必须对噪音源采取同样的措施。将周围易成为噪音源的大电流配线缠绕在一起，或对高电压配线进行屏蔽都是有效的措施。

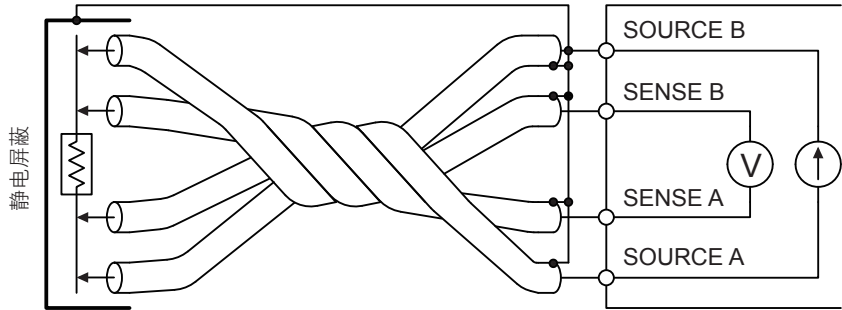


图 3. 本仪器的降噪措施

感应噪声起因于工频电源时

不仅工频电源线 and 电源插座会产生感应噪声，荧光灯和家电产品也会产生感应噪声。起因于工频电源的噪音取决于使用工频电源的频率，是以 50 Hz 或 60 Hz 的频率发生的。

由于本仪器的积分时间为 50Hz（20ms）/60Hz（16.6ms）的整数倍，因此不易受噪音的影响（图 4）。在除此之外的频率成分的噪音叠加的状况下，请采取充分的降噪措施并利用平均值功能。

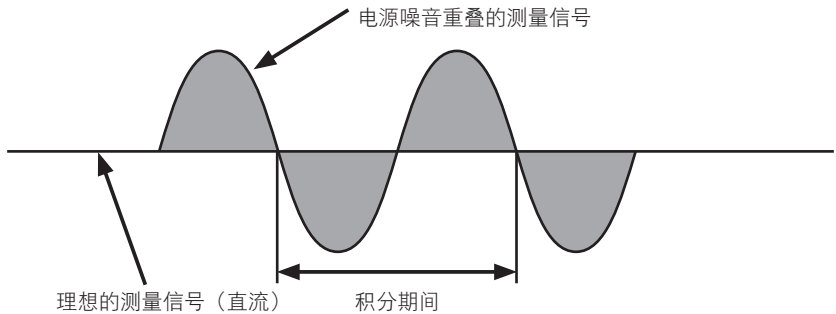


图 4. 起因于工频电源的噪音

2 使用夹型测试线接触多个位置

采用 4 端子测试法时，最好如图 5 所示，从远端流入测量电流，在电流分布一致的内侧检测电压。

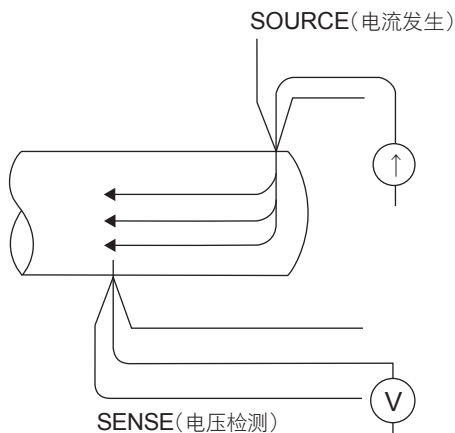


图 5. 理想的 4 端子测试法

为了便于测量，可将 HIOKI L2107 夹型测试线 4 端子探头的顶端加工成锯齿状。如果扩大夹紧位置，则如图 6 所示，测量电流从多个位置流出，也可以从多个位置检测电压。此时，测量值会因接触宽度而产生不确定性。

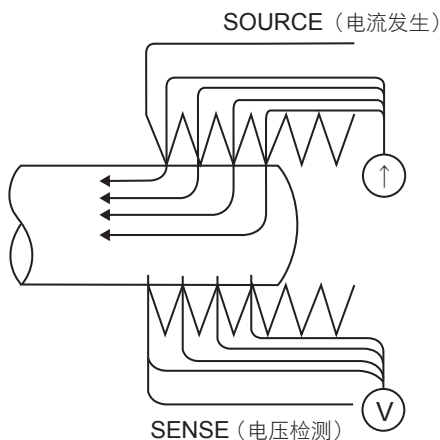


图 6. L2107 夹型测试线的测量

另外，如图 7 所示，测量约 100 mm 的导线电阻时，夹钳内侧长度为 100 mm，夹钳外侧长度为 110 mm，测量值具有 10 mm（10%）的不确定性。因这些原因导致测量值不稳定时，如果通过点接触方式进行测量，则可提高稳定性。

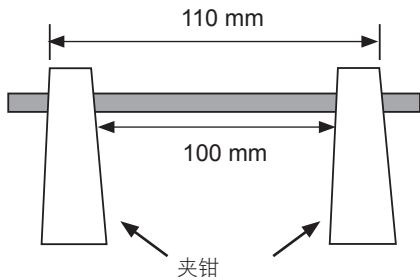


图 7. 测量约 100 mm 的导线电阻时

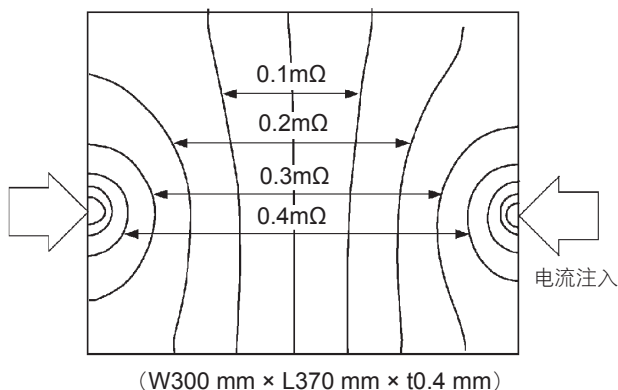
3 被测对象有一定宽度或厚度时

被测对象为板状或块状等有一定宽度或厚度时，使用夹型测试线或针型测试线很难进行准确的测量。使用夹型测试线或针型测试线时，测量值可能会因接触压力或接触角度而产生几 % ~ 几十 % 的波动。

比如，测量 W300 × L370 × t0.4 的金属板时，即使测量同一位置，测量值也会出现很大差异：

0.2 mm 节距的针型测试线	1.1mΩ
0.5 mm 节距的针型测试线	0.92 ~ 0.97mΩ
L2107 夹型测试线	0.85 ~ 0.95mΩ

其原因不在于探头与被测对象的接触电阻等，而在于被测对象的电流分布。



* 在端点注入 1 A 的电流，每隔 50 μV 绘制等电位线

图 8. 金属板的等电位线

图 8 所示为金属板的等电位线绘制举例。正如天气预报的气压配置图与风的关系一样，等电位面间隔较密位置的电流密度较高，较疏位置的电流密度则比较低。从该图可以看出，电流流入点附近的电位斜率增大。这是因为电流正扩散到金属板中、电流密度增大的缘故。因此，如果将电压检测端子配置在电流流入点附近，很小的接触位置差异就会导致测量值发生较大变化。

为了避免这种影响，最好在电流注入点的内侧检测电压。总而言之，在超出被测对象宽度 (W) 或厚度 (t) 的内侧，电流分布应该是一样的。如图 9 所示，SENSE 端子最好配置在距离 SOURCE 端子 $3W$ 或 $3t$ 的内侧。

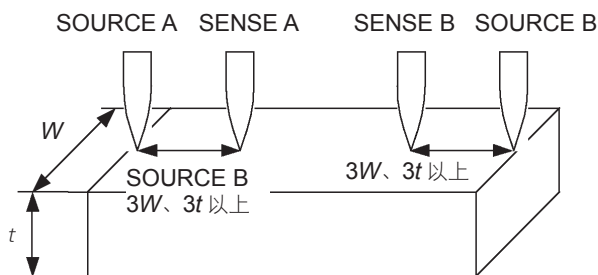


图 9. 被测对象有一定宽度或厚度时的探测位置

4 被测对象的温度不稳定

铜线电阻约有 **0.4%/°C** 的温度系数。只需用手握住铜线，被测对象的温度就会上升，电阻值也随之上升。松开手时，温度下降，电阻值也随之下降。绕线经过绝缘漆处理之后，绕线温度明显上升，在这种情况下，电阻值也会增高。如果被测对象的温度与探头不同，则会产生电动势，从而导致误差。请尽可能在被测对象的温度适应室温之后再行测量。

5 被测对象升温

如下所示为对本仪器被测对象的最大施加功率。
热容量较小的被测对象会发热，导致电阻值发生变化。

量程 (Ω)	3m	30m	300m		3	30	300	3k	30k	300k	3M
测量电流 [A]	1		300 m		100 m		10 m	1 m		100 μ	500 n
最大功率 [W]	3.5 m	35 m	31.5 m	3.5 m	35 m	3.5 m	0.35 m	3.5 m	350 μ	8.75 μ	875 n

6 测量变压器或马达

如果变压器的空端子混入噪音或者马达轴发生移动，正在测量的绕线上则会产生感应电压，测量值可能会产生偏差。请注意变压器空端子的处理或马达的振动。

7 测量变压器或马达

测量大型变压器或马达等带有较大电感成分（Q 较高）的被测对象时，测量值可能会出现偏差。本仪器可通过向被测对象流过恒电流的方式进行测量，但一般对于无限大的电感来说，无法形成稳定的恒电流源。即使对于较大的电感来说，稳定的恒电流源也会以牺牲响应时间为代价。测量大型变压器或马达，测量值出现偏差时，请与本公司联系。

8 不是 4 端子测量

使用 4 端子测试法进行测量时，需有 4 个探头接触被测对象。按照图 10 的方式进行测量时，包含测量探头与被测对象的接触电阻。
镀金的接触电阻约为数 mΩ，镀镍的接触电阻为数十 mΩ。

数 $k\Omega$ 的电阻测量似乎没有问题，但如果探头顶端烧焦（氧化）或脏污，接触电阻也会达到 $k\Omega$ 级。

为了进行正确的测量，请可靠地按图 11 的 4 端子法接触被测对象。

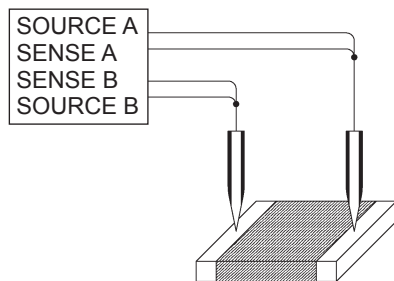


图 10. 2 端子测量

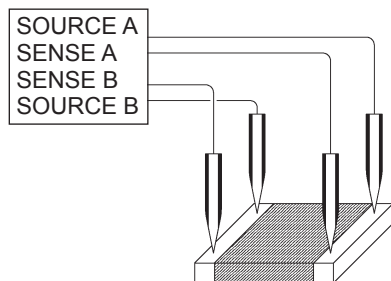


图 11. 4 端子测量

9 电流检测电阻器（分路电阻器）的测量

将 2 端子结构的电流检测电阻器贴装到印刷电路板上进行使用时，为了避免配线电阻的影响，按图 12 所示，分离电流配线与电压检测配线。为了使电流一样流入到检测电阻器中，需确保电流配线与电极具有相同的宽度并设法保证配线在电极附近不产生弯曲（图 13）。

另一方面，通常利用探针检查电流检测电阻器（图 14）。在这种情况下，将测量电流从注入点（SOURCE B）缓慢地扩大到电流检测电阻器内，然后再返回到探针的一点（SOURCE A）位置（图 15）。电流注入点（SOURCE A、SOURCE B）的电流密度较大，如果在其附近配置电压端子（SENSE A、SENSE B），则会出现高于贴装状态电阻值的趋势（图 16）。

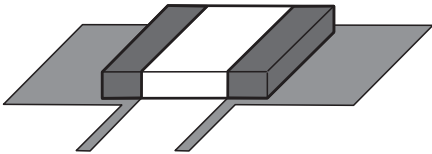


图 12. 贴装到印刷电路板上的电流检测电阻器

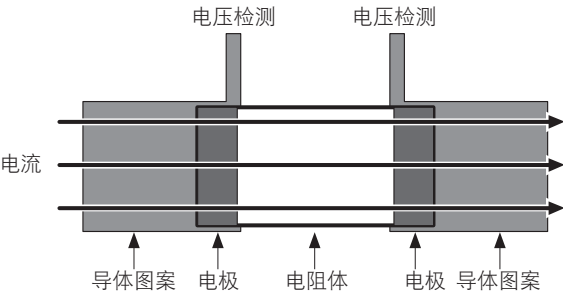


图 13. 贴装状态下的电流流向

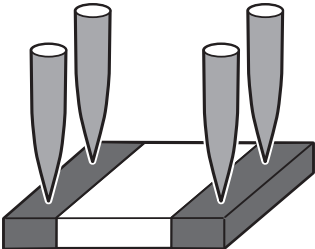


图 14. 检查状态的探测

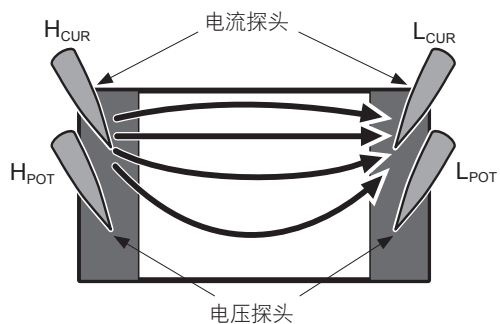


图 15. 检查状态下的电流流向

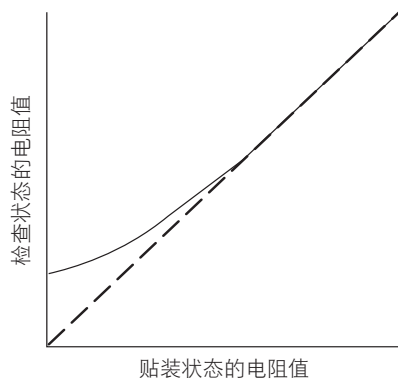


图 16. 贴装状态与检查状态的差异

附录 9 印刷电路板的短路位置检测

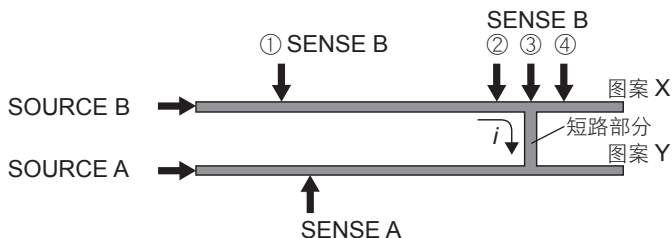
通过比较多个位置的电阻值，以便于推测印刷电路板的短路位置。（未贴装部件时）
如下所示，使图案 X 与图案 Y 形成短路。

- 1** 然后将 **SOURCE A** 与 **SOURCE B** 连接到各图案上。
- 2** 将 **SENSE A** 连接到 **SOURCE A** 的附近，将 **SENSE B** 连接到①的位置。
- 3** 按照①、②、③、④移动 **SENSE B**，同时读取测量值。电阻值较高的部分表示距离短路位置远。请在移动 **SOURCE B** 端子、**SENSE B** 端子的同时，类推短路位置。

例

- ① 20mΩ
- ② 11mΩ
- ③ 10mΩ
- ④ 11mΩ

根据上述测量值，可推测在③附近发生短路。



附录 10 关于测试线（选件）

本仪器包括下述选件。需要购买时，请与销售店（代理店）或最近的 HIOKI 营业据点联系。选件可能会随时变更。请通过本公司网站确认最新信息。

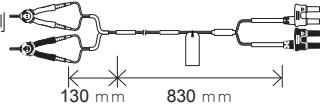
□ L2107 夹型测试线

是顶端为夹型的测试线。只需夹上，就可以进行 4 端子测量。

2 股 - 探头之间：约 130 mm

连接器 - 2 股：约 830 mm

可夹紧直径：约 $\phi 0.3 \sim 5.0$ mm



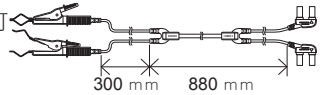
□ 9467 大夹型测试线

可夹紧被测对象的较粗棒状接触部分。只需夹上，就可以进行 4 端子测量。

2 股 - 探头之间：约 300 mm

连接器 - 2 股：约 880 mm

最大夹钳直径：约 $\phi 28$ mm

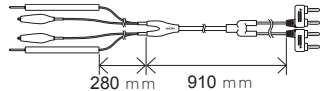


□ 9453 4 端子测试线

SOURCE 端子为虫形夹钳，SENSE 端子为测试导线棒的 4 端子测试线。请在测量印刷电路板的图案电阻或隔开 SOURCE 端子和 SENSE 端子测量时使用。

2 股 - 探头之间：约 280 mm

连接器 - 2 股之间：约 910 mm



□ 9772 针型测试线

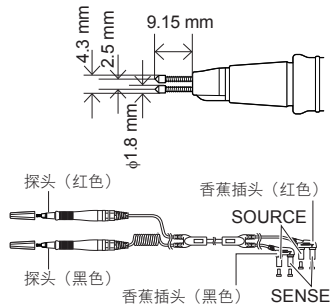
也可抵在被测对象上进行测量。形成针平行排列的形状。由于针间隔比 9465-10 宽，因此不易受电流分布的影响。请参照“3 被测对象有一定宽度或厚度时”（附 20 页）。

2 股 - 探头之间：约 100 mm（红色）、最大 550 mm（黑色）

连接器 - 2 股之间：约 1660 mm

初始接触压力：约 60 g

总压缩压力：约 230 g（行程 3 mm）



□ 9465-10 针型测试线

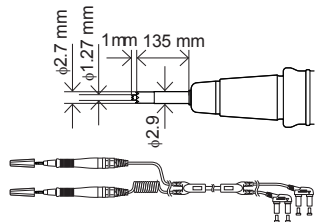
也可抵在被测对象上进行测量。采用同轴结构，中心为 SENSE 端子，外圈为 SOURCE 端子。

2 股 - 探头之间：约 100 mm（红色）、最大 550 mm（黑色）

连接器 - 2 股之间：约 1660 mm

初始接触压力：约 190 g

总压缩压力：约 250 g（行程 1 mm）



附录 11 关于校正

校正条件

- 环境温湿度：23°C ±5°C、80%RH 以下
- 外部磁场：接近地磁的环境
- 通过复位进行设置初始化

校正设备

请准备下述校正设备。

电阻测量

设备	校正点	制造商	标准型号
标准电阻器	1mΩ	Alpha Electronics 公司生产	CSR-1N0 同等产品
标准电阻器	10mΩ	Alpha Electronics 公司生产	CSR-10N 同等产品
标准电阻器	100mΩ	Alpha Electronics 公司生产	CSR-R10 同等产品
多产品校正器	3Ω	FLUKE 公司生产	5520A 同等产品
多产品校正器	30Ω	FLUKE 公司生产	5520A 同等产品
多产品校正器	300Ω	FLUKE 公司生产	5520A 同等产品
多产品校正器	3kΩ	FLUKE 公司生产	5520A 同等产品
多产品校正器	30kΩ	FLUKE 公司生产	5520A 同等产品
多产品校正器	300kΩ	FLUKE 公司生产	5520A 同等产品
多产品校正器	3MΩ	FLUKE 公司生产	5520A 同等产品
电阻测试线		HIOKI	9453 4 端子测试线

没有 FLUKE 公司生产的 5520A 时，请准备下述设备。

设备	校正点	制造商	标准型号
标准电阻器	1Ω	Alpha Electronics 公司生产	CSR-1R0 同等产品
标准电阻器	10Ω	Alpha Electronics 公司生产	CSR-100 同等产品
标准电阻器	100Ω	Alpha Electronics 公司生产	CSR-101 同等产品
标准电阻器	1kΩ	Alpha Electronics 公司生产	CSR-102 同等产品
标准电阻器	10kΩ	Alpha Electronics 公司生产	CSR-103 同等产品
标准电阻器	100kΩ	Alpha Electronics 公司生产	CSR-104 同等产品
标准电阻器	1MΩ	Alpha Electronics 公司生产	CSR-105 同等产品

设备	校正点	制造商	标准型号
度盘式电阻器	30Ω ~ 300kΩ	Alpha Electronics 公司生产	ADR-6105M 同等产品
度盘式电阻器	3MΩ	Alpha Electronics 公司生产	ADR-6106M 同等产品

温度测量（热敏电阻）

设备	校正点	制造商	标准型号
多产品校正器	25°C、2186.0Ω	FLUKE 公司生产	5520A 同等产品

没有 FLUKE 公司生产的 5520A 时，请准备下述设备。

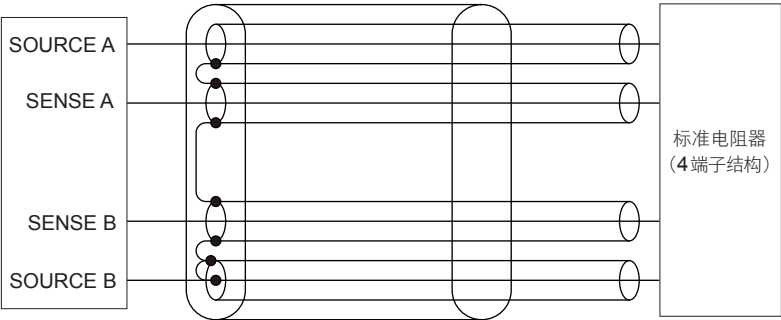
设备	校正点	制造商	标准型号
度盘式电阻器	25°C、2186.0Ω	Alpha Electronics 公司生产	ADR-6105M 同等产品

校正点

	量程	校正点	OVC
电阻测量	3mΩ	0Ω、1mΩ	ON、OFF
	30mΩ	0Ω、10mΩ	ON、OFF
	300mΩ (300 mA)	0Ω、100mΩ	ON、OFF
	300mΩ (100 mA)	0Ω、100mΩ	ON、OFF
	3Ω	0Ω、1Ω 或 3Ω	ON、OFF
	30Ω	0Ω、10Ω 或 30Ω	ON、OFF
	300Ω	0Ω、100Ω 或 300Ω	ON、OFF
	3kΩ	0Ω、1kΩ 或 3kΩ	OFF
	30kΩ	0Ω、10kΩ 或 30kΩ	OFF
	300kΩ	0Ω、100kΩ 或 300kΩ	OFF
	3MΩ	0Ω、1MΩ 或 3MΩ	OFF
温度测量（热敏电阻）		25°C、2186.0Ω 输入	

连接方法

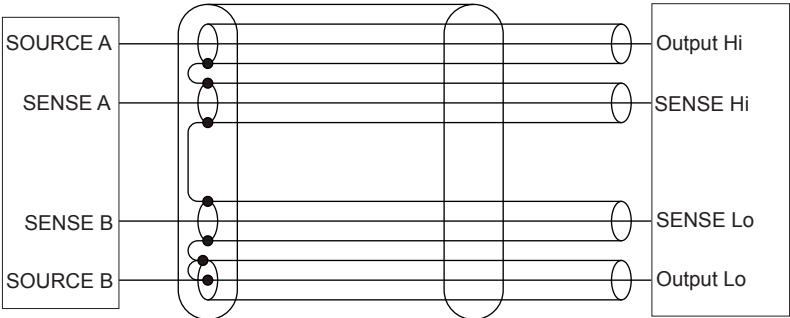
HIOKI RM3548
(3 mΩ ~ 300 mΩ 量程)



HIOKI 9453 4 端子测试线

HIOKI RM3548
(3Ω ~ 3MΩ 量程)

FLUKE 公司生产
5520A



HIOKI 9453 4 端子测试线

HIOKI
RM3548

FLUKE 公司生产
5520A



(没有极性)

重要事项

- 有关 0Ω 校正的接线，请参照“附录 7 关于调零”（附 10 页）。
- 校正时，需采取充分的降噪措施。在噪音较大的状况下，测量值会出现偏差或偏移，测试异常检测功能作出反应，不显示测量值。参照：“测量值不稳定时”（附 16 页）
- 电压输出端子请勿使用鳄鱼夹。否则可能会因电动势的影响而导致测量值出现偏差。

使用 YOKOGAWA 公司生产的 2792 进行校正时

请使用本公司另售的 9453 4 端子测试线等。

不能连接 L2107 夹型测试线，请注意。

**附录 12 关于调整**

要调整时，请准备高于本仪器测试精度的稳定的标准电阻器，并需要具备充分的专业知识与培训。调整之前，请与销售店（代理店）或距您最近的营业据点联系。

索引

符号

+	18
-	18
ΔT	24, 65, 附 7

数字

0ADJ	19, 24, 46
300 m A	24
4 端子测量	附 22
4 端子测试法	附 2

字母

A.HOLD	24
A.MEMORY	24
APS	22
AUTO	19, 24
AVG	18, 24
BEEPSET	18
COMP	18, 24
DATA	24
DATE	18
DELAY	18
ELAPSED	24
ENTER	18
ESC	18
Hi	24, 54, 58
HOLD	24
IN	24, 58
INTERVAL	24
LENGTH	18, 24
Lo	24, 54, 58
M.BLOCK SEL	18
MEMORY	19
MEMORY CLEAR	19
MODE	19
OVC	18, 24, 25, 50
PANEL	18
PERIOD	24
Q&A	106
RANGE	19, 24
READ	19
REF	24
SAVE/CLEAR	18
START/STOP	19
TC	24, 附 4
TC/ ΔT	18

UPP	24
VIEW	18, 22

A

ABS 模式	59, 61
--------	--------

B

保持	42
保护功能	23
保险丝	17, 23, 25, 112
备份电池	113
被测对象	25, 附 20
升温	附 22
温度不稳定	附 22
比较器	58
不点亮	106
变压器	25, 附 22
不能进行按键操作	106

C

操作键	18
测量电流	25, 54
测量范围	91
测量画面	22
测量数据	
删除	80
测量条件	43, 69
保存	70
读入	71
测量值	
保持	42
保存	76
不稳定	108, 附 16
不显示	109
存储	42
判定	58
确认	39
稳定	48
测试线	9, 11, 30, 38, 附 27
连接	30, 38
测试异常	40
查询	106
长度换算	23, 67
超量程	23, 40
初始化	89
初始设置	90
COMP.OUT 端子	17

CSV 文件	86
存储程序段	74
存储器	73
存储显示	79

D

导电性涂料	25
导电性橡胶	25
导体长度	67
道路运输车辆的保安基准	57
电池	17, 29
电池余量	22
电磁耦合	附 17
电动势	50, 附 8
电流检测电阻	附 23
电流异常	23
电流异常检测功能	41, 97
电路保护检测功能	97
电线	25
电压下降	附 2
电源	32
电阻量程	36
电阻器	25
吊带	28
调零	44, 附 10
解除	47
执行	45
调整	附 31
断线	40

E

扼流圈	25
-----------	----

F

废弃	113
分流器	附 23
复位	89

G

功率用接点	25
-------------	----

H

焊接部分	25
画面构成	22

J

基准值	62
计算机	84
继电器接点	25
加热器	25
夹型测试线	附 19
间隔	
间隔测量	23, 25
间隔存储	77
检查	34
交流方式	附 3
精度	94
电阻测量	91
温度测量	93
静电耦合	附 16
绝对值判定	59

K

开关	25
框图	附 1

L

L2107 夹型测试线	
2, 3, 30, 38, 附 12, 附 18, 附 19, 附 27, 附 31	
连接器	25
量程	36
螺线管	25

M

马达	25, 附 22
面板	
删除内容	72
面板保存	70
面板读取	71

P

判定	58
判定方法	58
判定音	63
偏置电压补偿功能	50
平均	48

Q

汽车的地线	25
清除存储	80, 89
清洁	105

R

REF% 模式	59, 62
日期与时间	87

S

上下限值	61
上限值	22
时钟	
校准	88
手动存储	75
手动量程	36

T

TEMP.SENSOR 端子	17
----------------------	----

U

USB 大容量存储器	84
USB 端子	17

W

温度补偿	25, 49, 附 4
温度补偿用温度系数	24
温度换算	23, 25, 65, 附 7
温度上升测试	25, 65

X

系统	87
下限值	22
线束	25
相对值判定	59
校正	105, 附 28
信号用接点	25

Y

延迟	52
延迟时间的大致标准	53
一般的电阻测量	25
溢出检测功能	41, 97

印刷电路板	附 26
允许范围	62

Z

噪音	附 16, 附 18
直流方式	附 3
自测试	32
自动存储	76
自动节电模式 (APS)	33
自动量程	37

保修证书

HIOKI

型号名称	序列号	保修期 自购买之日 年 月起 3 年
------	-----	---------------------------------

客户地址: _____

姓名: _____

要求

- 保修证书不补发，请注意妥善保管。
- 请填写“型号名称、序列号、购买日期”以及“地址与姓名”。
- ※ 填写的个人信息仅用于提供修理服务以及介绍产品。

本产品为已按照我司的标准通过检查程序证明合格的产品。本产品发生故障时，请与经销商联系。会根据下述保修内容修理本产品或更换为新品。联系时，请提示本保修证书。

保修内容

1. 在保修期内，保证本产品正常动作。保修期为自购买之日起 3 年。如果无法确定购买日期，则此保修将视为自本产品生产日期（序列号的左 4 位）起 3 年有效。
2. 本产品附带 AC 适配器时，该 AC 适配器的保修期为自购买日期起 1 年。
3. 在产品规格中另行规定测量值等精度的保修期。
4. 在各保修期内本产品或 AC 适配器发生故障时，我司判断故障责任属于我司时，将免费修理本产品 /AC 适配器或更换为新品。
5. 下述故障、损坏等不属于免费修理或更换为新品的保修对象。
 - 1. 耗材、有一定使用寿命的部件等的故障或损坏
 - 2. 连接器、电缆等的故障或损坏
 - 3. 由于产品购买后的运输、摔落、移设等所导致的故障或损坏
 - 4. 因没有遵守使用说明、主机注意标签 / 刻印等中记载的内容所进行的不当操作而引起的故障或损坏
 - 5. 因疏于进行法律法规、使用说明等要求的维护与检查而引起的故障或损坏
 - 6. 由于火灾、风暴或洪水破坏、地震、雷击、电源异常（电压、频率等）、战争或暴动、辐射污染或其他不可抗力导致的故障或损坏
 - 7. 产品外观发生变化（外壳划痕、变形、褪色等）
 - 8. 不属于我司责任范围的其它故障或损坏
6. 如果出现下述情况，本产品将被视为非保修对象。我司可能会拒绝进行维修或校正等服务。
 - 1. 由我司以外的企业、组织或个人对本产品进行修理或改造时
 - 2. 用于特殊的嵌入式应用（航天设备、航空设备、核能设备、生命攸关的医疗设备或车辆控制设备等），但未能提前通知我司时
7. 针对因使用产品而导致的损失，我司判断其责任属于我司时，我司最多补偿产品的采购金额。不补偿下述损失。
 - 1. 因使用本产品而导致的被测物损失引起的二次损坏
 - 2. 因本产品的测量结果而导致的损坏
 - 3. 因连接（包括经由网络的连接）本产品而对本产品以外的设备造成的损坏
8. 因距产品生产日期的时间过长、零部件停产或不可预见情况发生等原因，我司可能会拒绝维修、校正等服务。

HIOKI E. E. CORPORATION

<http://www.hioki.com>

20-08 CN-3

HIOKI

日置電機株式会社



联系我们

<http://www.hioki.cn/>

邮编: 386-1192 日本长野县上田市小泉81

日置(上海)商贸有限公司

邮编: 200001 上海市黄浦区西藏中路268号 来福士广场4705室

电话: 021-63910090/63910092 传真: 021-63910360

电子邮件: info@hioki.com.cn

1808CN

日置电机株式会社编辑出版

日本印刷

- 可从本公司主页下载CE认证证书。
- 本书的记载内容如有更改,恕不另行通知。
- 本书含有受著作权保护的内容。
- 严禁擅自转载、复制、篡改本书的内容。
- 本书所记载的公司名称、产品名称等,均为各公司的商标或注册商标。