

# HIOKI

日置

电池阻抗测试仪 BT4560-50  
BT4560-60

BATTERY IMPEDANCE METER BT4560-50  
BT4560-60

NEW

Laboratory  
&  
Production line



## EIS测试和等效电路分析平台

针对电动汽车和储能系统的大容量电池

为研发和生产线提供测量解决方案



400-920-6010  
www.hioki.cn



3 year  
3年质保



日置官方微信



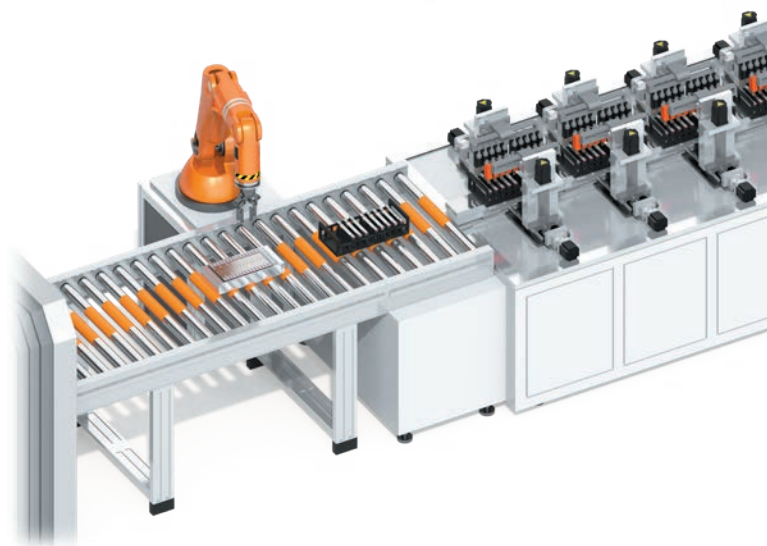
日置资料中心

# BATTERY IMPEDANCE METER BT4560 series

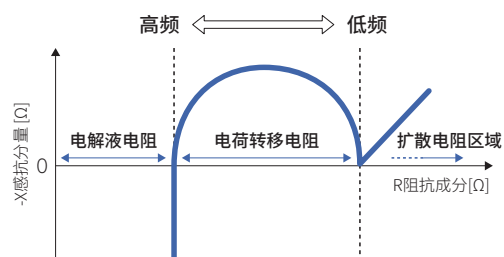
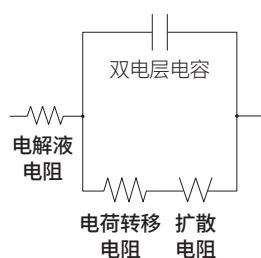
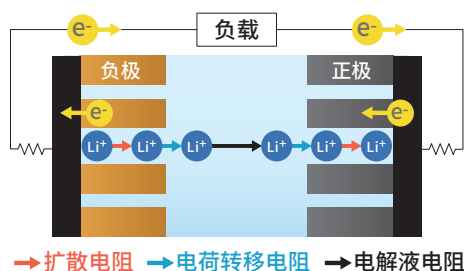


## 从研发到生产线均可使用 可靠的EIS测量仪器

从研发到生产线，电池阻抗测试仪BT4560系列都能快速、轻松地进行EIS测试。此外，若增设扫描模块机架SW1001/SW1002，便可轻松扩展至多通道评估系统，从而实现多个电池的高精度EIS测量自动化与效率提升。同时，由于配备了LAN接口，搭建检查系统将更加便捷。



### 电池的EIS测试是什么？



EIS(Electrochemical Impedance Spectroscopy: 电化学阻抗谱)是一种使用小交流信号在宽频率范围内测量电池阻抗的方法。通过这种方法可以详细了解电池的内阻和反应性，了解电池的特性和性能，对电池的研发和质量管理非常有用。



# 选择HIOKI日置测量仪器进行 电动汽车和储能系统大容量电池EIS测试的理由

## 台式EIS测试仪



电池阻抗测试仪 BT4560系列

- 从研发到产线皆可使用的可靠EIS测量仪器
- 同时测量阻抗、电压和温度
- 搭配了便于研发使用的软件
- 数据与第三方等效电路分析软件兼容

### BT4560-50、BT4560-60基本性能

|         |                                                                |
|---------|----------------------------------------------------------------|
| 阻抗      | 最高分辨率0.1 $\mu\Omega$                                           |
| 电压测量    | $\pm 5$ V, 分辨率10 $\mu$ V                                       |
| 测量电流    | 最大1.5 A rms                                                    |
| EIS测量频率 | BT4560-50: 0.01 Hz ~ 1050 Hz<br>BT4560-60: 0.01 Hz ~ 10.00 kHz |

## 专用扫描仪 选件



SW1001

扫描模块机架 SW1002

- 多路切换设备的设计考虑到了阻抗测量的精度和稳定性
- 11 ms即可切换通道
- 是缩短检测时间和建立可靠检测系统的理想选择

### SW1001基本性能

|      |                |
|------|----------------|
| 插槽数量 | 3个             |
| 通道   | 最多18通道(4端子对测量) |

### SW1002基本性能

|      |                |
|------|----------------|
| 插槽数量 | 12个            |
| 通道   | 最多72通道(4端子对测量) |

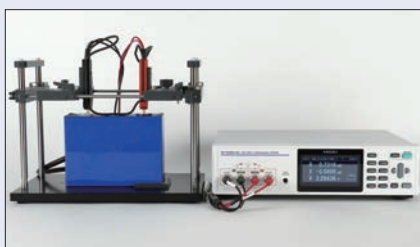
## 测量安装

### 灵活支持各种EIS测量场景

为了创建一个可以立即开始评估和分析的环境，不仅提供测量硬件和软件，还提供适合各种电池形状的固定治具\*。

\*有关固定治具的更多信息，请另外咨询。

#### 单通道



BT4560-60单独使用的示例(1通道)

#### 多通道

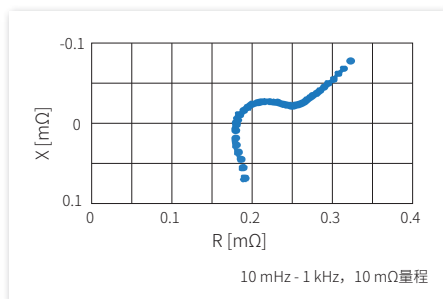


BT4560-60 + SW1001的使用示例(6通道)

# 高精度和高稳定的测量性能

## 适用于电动汽车和储能系统的大容量电池

### 分辨率为0.1 $\mu\Omega$ 的阻抗测量

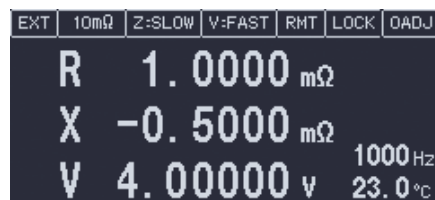


BT4560系列可以精确测量内部阻抗低于1 mΩ的大容量电池。可提供具备再现性的数据，提高分析和评估的可靠性。

### 高精度DC电压测量

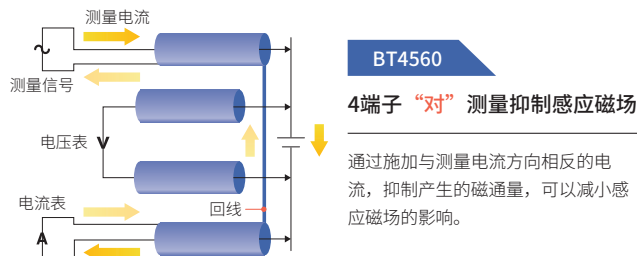
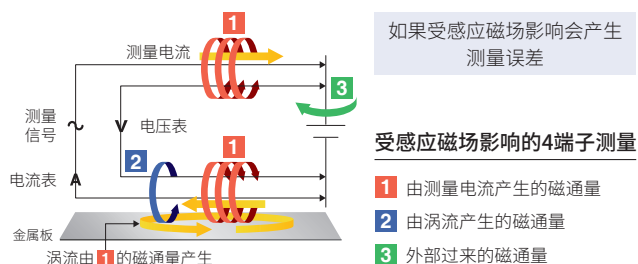
精度： $\pm 0.0035\% \text{rdg.} \pm 5 \text{dgt.}$

能以190  $\mu\text{V}$ 的精度测量4 V的Li-ion电芯



精度可与6位半高精度电压表媲美。1台仪器可同时测量电池电压和阻抗。

### 4端子对测量，提高高频测量的稳定性



4端子对测量是一种使用回线抵消测量电流产生的磁通量的测量方法。由于它不受周围金属产生的涡流影响，能实现稳定的测量，因此可以大大减少测量过程中布线移动时测量值的波动。与一般的4端子测量相比，这种方法在高频率(约200 Hz及以上)下尤其有效。

### 4端子对测试探头

### 根据电池形状可选择两种类型

#### 夹型探头L2002

用于测量层压型的电池



#### 针型探头L2003

用于测量各种类型的电池，可集成到产线上



考虑自动化设备集成的客户

根据工作环境的不同，作为选件的测量探头最长可延长至4米。如果您有任何关于系统结构的问题，例如如何自制探头和布线，HIOKI日置可以提供快速有效的解决方案。

# 用于研发的便利数据采集软件



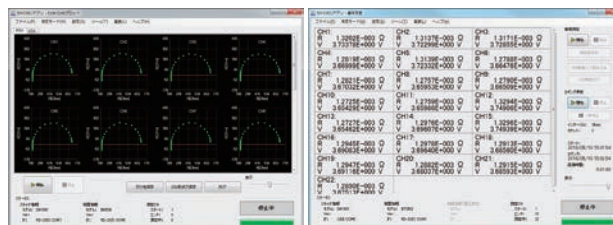
## PC应用软件

### 轻松获取EIS测量数据



使用标配的PC应用软件可轻松获取EIS测量数据。该软件还支持定期间隔测量，可用于评估温度变化与内部阻抗之间的相关性。

### 可测量多个电池



该软件可控制专用扫描仪SW1001和SW1002，对多个电池进行EIS测量。可进行多达72个通道的EIS测量和奈奎斯特图的实时显示，以及以单一测量频率记录测量结果。



## 一款简易的网页版分析工具——【Circuit Fitting】

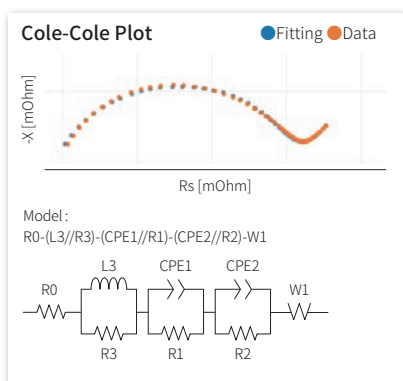
查看应用请点击这里▼

<https://www.circuitfitting.cn/multiplot>



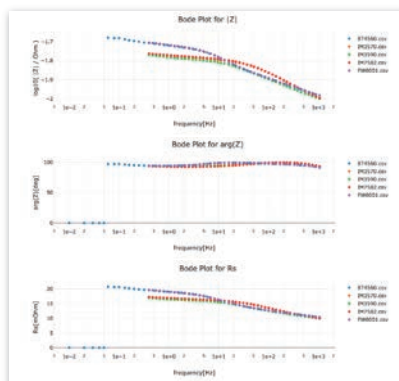
这是一款免费的网页版软件，可进行等效电路分析，并创建奈奎斯特图(科尔-科尔图)的二维和三维比较图。

### 自动显示等效电路分析结果。



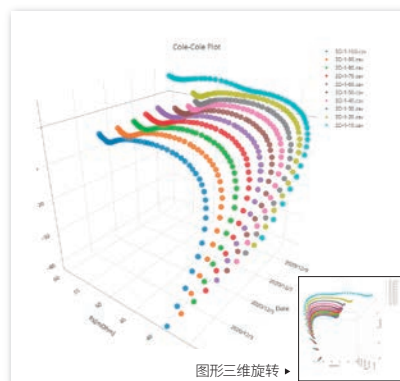
使用既定模型分析电池的阻抗。只需下载文件，分析结果即可自动显示。

### 绘制伯德图



可同时绘制奈奎斯特图与伯德图。通过伯德图可以把握相位特性。

### 通过三维图形解析特性



时间和日期用作创建奈奎斯特图和伯德图的第三轴。可以将“时间”和“日期”作为第三轴创建奈奎斯特图和伯德图。任意旋转3D图表，可进行检查并导出图像。



## 与第三方软件合作

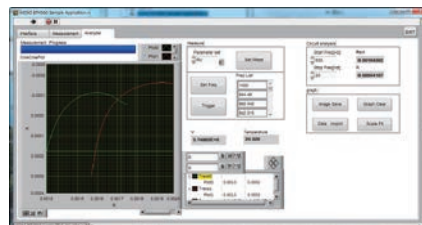
### 数据传输至等效电路分析软件ZView®



使用BT4560的标配应用软件获取的数据可导入第三方等效电路分析软件 ZView®\*进行详细分析。

\*ZView®是Scribner Associates Inc.的商标。

### LabVIEW驱动器 for BT4560



我司提供用于构建评估系统(包括恒温箱和充放电测试仪)的LabVIEW驱动器。附带应用软件示例，提供重叠图形和简单的等效回路分析功能。

# 质量管理 和 在线检测

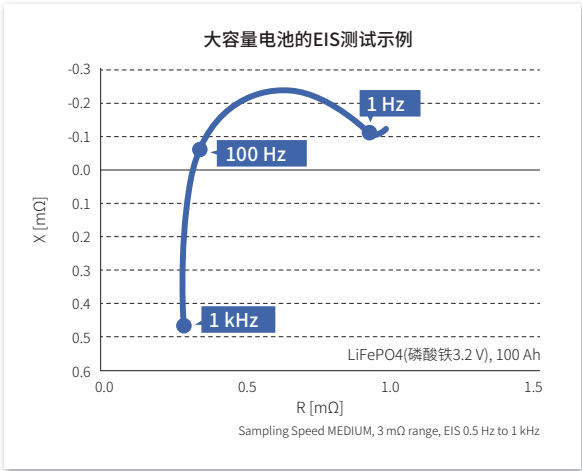
适应大容量电池的特性，  
可进行低频阻抗测试。



## 低频阻抗测试的目的和优点

- 在零交叉点<sup>\*1</sup>进行电芯筛选
- 为老化诊断积累数据
- 电芯、电池模组故障原因的分析
- 提高检查的再现性(低频测量可减轻涡流的影响)

\*1: 奈奎斯特图，频率点位于X = 0 Ω。对于大容量电池，有向低于 1 kHz 的低频转移的趋势。



## 使用扫描仪的自动检查系统配置示例

可建立高效测量多个电池的自动检查系统。多路扫描主机SW1001/SW1002与其6通道扫描模块SW9002可自由搭配，根据检测系统的需求扩展通道。



## 扫描测量时间(参考值)

| 通道数 | 测量频率   | 测量速度   | 总时间(所有通道)           | 条件                                                  |
|-----|--------|--------|---------------------|-----------------------------------------------------|
| 6   | 1 kHz  | FAST   | 0.75 s 约123 ms/ch   | SW1001+SW9002<br>RX测量功能<br>采样延迟: 0ms(wave)<br>LAN通讯 |
| 6   | 1 kHz  | MEDIUM | 0.95 s 约158 ms/ch   |                                                     |
| 6   | 100 Hz | FAST   | 0.84 s 约140 ms/ch   |                                                     |
| 6   | 100 Hz | MEDIUM | 1.25 s 约208 ms/ch   |                                                     |
| 6   | 1 Hz   | FAST   | 7.50 s 约1250 ms/ch  |                                                     |
| 6   | 1 Hz   | MEDIUM | 13.54 s 约2257 ms/ch |                                                     |

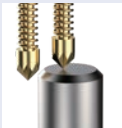
## 各种功能与接口

## 兼容自动化检测系统的功能

提供LAN、RS-232C和USB作为通讯接口，具有自动检测所需的各种判断和数据输出功能。

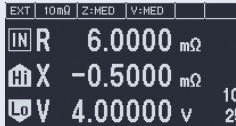
## 接触检查功能

通过监视测量前后探头的接触电阻，来预防在被测物未与探头测量电极接触状态下进行测量。



## 比较器功能

- 阻抗和电压同时判定
- 综合比较结果输出
- 通过2音色蜂鸣音进行判定确认

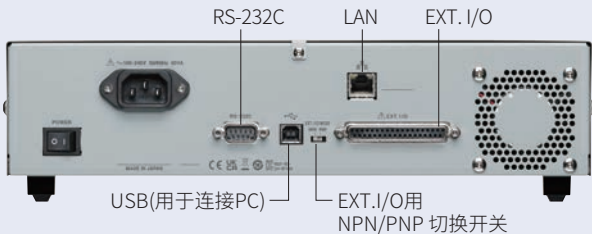
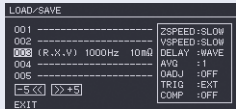


## NPN/PNP切换开关

EXT.I/O的输入输出回路可切换对应电流漏型输出(NPN)或电流源型输出(PNP)。

## 面板保存・读取功能

主机最多可保存126组测量条件，通过EXT.I/O调用进行测量。





## BT4560-50, BT4560-60产品规格

## 精度参数

## ■ 阻抗测量精度(α为下表所述)

■ 量程: 3 mΩ(0.01 Hz~100 Hz)、10 mΩ、100 mΩ  
 $R\text{精度} = \pm(0.004 | R | + 0.0017 | X |) [m\Omega] \pm \alpha$   
 $X\text{精度} = \pm(0.004 | X | + 0.0017 | R |) [m\Omega] \pm \alpha$   
 (R、X的单位为[mΩ]、α为下表所述)  
 $Z\text{精度} = \pm 0.4\% \text{ rdg.} \pm \alpha (|\sin\theta| + |\cos\theta|)$   
 $\theta\text{精度} = \pm 0.1^\circ \pm 57.3 \frac{\alpha}{2} (|\sin\theta| + |\cos\theta|)$

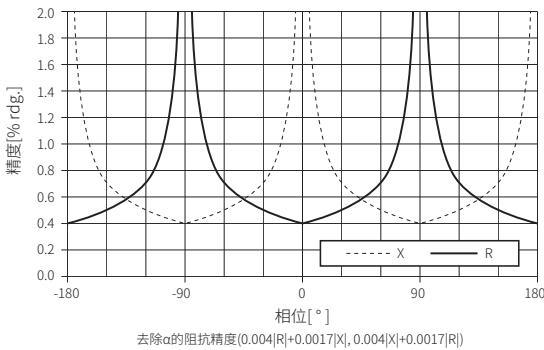
■ 量程: 3 mΩ(110 Hz~1050 Hz)  
 $R\text{精度} = \pm(0.004 | R | + 0.0052 | X |) [m\Omega] \pm \alpha$   
 $X\text{精度} = \pm(0.004 | X | + 0.0052 | R |) [m\Omega] \pm \alpha$   
 (R、X的单位为[mΩ]、α为下表所述)  
 $Z\text{精度} = \pm 0.4\% \text{ rdg.} \pm \alpha (|\sin\theta| + |\cos\theta|)$   
 $\theta\text{精度} = \pm 0.3^\circ \pm 57.3 \frac{\alpha}{2} (|\sin\theta| + |\cos\theta|)$

|      | 采样速度 | 3 mΩ量程                                                                                                                                                                                                                             | 10 mΩ量程 | 100 mΩ量程 |
|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|
| α    | FAST | 25 dgt.                                                                                                                                                                                                                            | 60 dgt. | 60 dgt.  |
|      | MED  | 15 dgt.                                                                                                                                                                                                                            | 30 dgt. | 30 dgt.  |
|      | SLOW | 8 dgt.                                                                                                                                                                                                                             | 15 dgt. | 15 dgt.  |
| 温度系数 |      | R: $\pm R\text{精度} \times 0.1/^\circ\text{C}$ , X: $\pm X\text{精度} \times 0.1/^\circ\text{C}$ , Z: $\pm Z\text{精度} \times 0.1/^\circ\text{C}$ , $\theta$ : $\pm \theta\text{精度} \times 0.1/^\circ\text{C}$ (适用于0°C~18°C、28°C~40°C) |         |          |

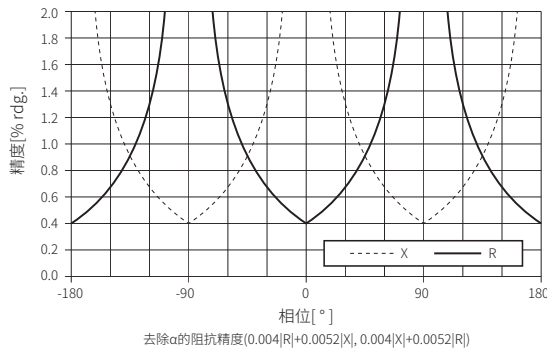
※ 在 1.06 kHz ~ 10 kHz 的情况下, 3 mΩ 量程和 10 mΩ 量程下不满 1 mΩ, 100 mΩ 量程下不满 10 mΩ 不在精度保证范围内。详情请参阅使用说明书。

## ■ 精度图

■ 量程: 3 mΩ(0.01 Hz~100 Hz)、10 mΩ、100 mΩ



■ 量程: 3 mΩ(110 Hz~1050 Hz)



## ■ 电压测量精度(执行自校准时)

|      |               |                                                                                          |
|------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| V    | 显示范围          | -5.10000 V~5.10000 V                                                                     |
|      | 分辨率           | 10 μV                                                                                    |
| 电压精度 | FAST/MED/SLOW | $\pm 0.0035\% \text{ rdg.} \pm 5 \text{ dgt.}$                                           |
| 温度系数 |               | $\pm 0.0005\% \text{ rdg.} \pm 1 \text{ dgt.} / ^\circ\text{C}$ (适用于0°C~18°C, 28°C~40°C) |

## ■ 温度测量精度(BT4560系列+温度传感器Z2005)

|      |                                                                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 精度   | $\pm 0.5^\circ\text{C}$ (测量温度: 10.0°C~40.0°C)<br>$\pm 1.0^\circ\text{C}$ (测量温度: -10.0°C~9.9°C, 40.1°C~60.0°C) |
| 温度系数 | 温度系数: $\pm 0.01^\circ\text{C} / ^\circ\text{C}$ (仪器温度: 适用于0°C~18°C, 28°C~40°C)                                |

## 基本参数(精度保证时间: 1年)

| 测量项目    | 阻抗, 电压, 温度                                                                                                                                                  |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 阻抗测量    |                                                                                                                                                             |
| 测量参数    | R电阻、X感抗、Z阻抗、θ相位角                                                                                                                                            |
| 测量频率    | 0.01 Hz~1050 Hz (BT4560-50), 0.01 Hz~10.00 kHz (BT4560-60)                                                                                                  |
| 频率设置分辨率 | 0.01 Hz~0.99 Hz 0.1 Hz 步进<br>1.0 Hz~9.9 Hz 0.1 Hz 步进<br>10 Hz~99 Hz 1 Hz 步进<br>100 Hz~1050 Hz 10 Hz 步进 (BT4560-60)<br>100 Hz~10.00 kHz 10 Hz 步进 (BT4560-60) |
| 测量量程    | 3.0000 mΩ, 10.0000 mΩ, 100.000 mΩ                                                                                                                           |
| 可输入电压   | 最大5 V                                                                                                                                                       |

测量电流/直流负载(直流负载: 测量阻抗时施加在测量对象上的偏移电流)

|        | 3 mΩ量程        | 10 mΩ量程        | 100 mΩ量程      |
|--------|---------------|----------------|---------------|
| 测量电流   | 1.5 Arms ±10% | 500 mArms ±10% | 50 mArms ±10% |
| 直流负载电流 | 1 mA以下        | 0.35 mA以下      | 0.035 mA以下    |

## 测量波数

|                      | FAST   | MED    | SLOW   | 備考                         |
|----------------------|--------|--------|--------|----------------------------|
| 0.01 Hz ~ 66 Hz      | 1 波    | 2 波    | 8 波    | BT4560-50,<br>BT4560-60 通用 |
| 67 Hz ~ 250 Hz       | 2 波    | 8 波    | 32 波   |                            |
| 260 Hz ~ 1050 Hz     | 8 波    | 32 波   | 128 波  | 仅限 BT4560-50               |
| 260 Hz ~ 1.00 kHz    | 8 波    | 32 波   | 128 波  |                            |
| 1.01 kHz ~ 2.00 kHz  | 128 波  | 128 波  | 128 波  |                            |
| 2.01 kHz ~ 4.00 kHz  | 256 波  | 256 波  | 256 波  |                            |
| 4.01 kHz ~ 8.00 kHz  | 512 波  | 512 波  | 512 波  |                            |
| 8.01 kHz ~ 10.00 kHz | 1024 波 | 1024 波 | 1024 波 | 仅限 BT4560-60               |

## 电压测量

|      |                                                       |
|------|-------------------------------------------------------|
| 测量量程 | 5.00000 V(单量程)                                        |
| 分辨率  | 10 μV                                                 |
| 测量时间 | FAST: 0.1 s, MED: 0.4 s, SLOW: 1.0 s<br>执行自校准时加算0.21s |

## 温度测量

|         |                                                                                                |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 显示范围    | -10.0°C~60.0°C                                                                                 |
| 分辨率     | 0.1°C                                                                                          |
| 测量时间    | 2.3 s                                                                                          |
| 测量功能    | (R,X,V,T)/(Z,θ,V,T)/(R,X,T)/(Z,θ,T)/(V,T)                                                      |
| 功能      | 比较器, 自校准, 采样延迟, 平均值, 电压限制, 测量阻抗时电位梯度补偿, 施加交流时防止充放电, 按键锁定, 系统测试, 面板保存·读取(最大126组)                |
| 测量异常检测  | 接触检查, 测量电流异常, 被测物的电压漂移, 过电压输入, 电压限制                                                            |
| 接口      | LAN(TCP/IP, 10BASE-T/100BASE-TX)<br>RS-232C(传送速度: 9,600bps/19,200bps/38,400bps)<br>USB(虚拟COM口) |
| EXT.I/O | TRIG, LOAD, Hi, IN, Lo 等(可切换NPN/PNP)                                                           |
| 使用温湿度范围 | 0°C~40°C, 80% rh 以下(无结露)                                                                       |
| 保存温湿度范围 | -10°C~50°C, 80% rh 以下(无结露)                                                                     |
| 使用场所    | 室内使用, 污染度2, 高度到2,000 m                                                                         |
| 电源      | 额定电源电压: AC 100 V~240 V<br>额定电源频率: 50 Hz/60 Hz                                                  |
| 额定功率    | 80 VA                                                                                          |
| 绝缘耐压    | AC1.62 kV, 1 min, 偏置电流10 mA<br>([所有电源端口] - [保护接地] 之间)                                          |
| 适用标准    | 安全性: EN61010<br>EMC EN61326 Class A                                                            |
| 体积及重量   | 约330W × 80H × 293D mm(不含突起部分)<br>约3.8 kg                                                       |
| 附件      | 电源线×1, 使用说明书×1, 调零板×1, USB连接线(A-B型)×1                                                          |

扫描仪规格

扫描模块机架SW1001, SW1002

|            |                                                |
|------------|------------------------------------------------|
| 插槽数        | 3个(SW1001)<br>12个(SW1002)                      |
| BT4560对应模块 | 多路扫描模块SW9002<br>(4端子对构造的仪器, 2线式)               |
| 最大输入电压     | DC 60 V, AC 30 V rms, 42.4 V peak              |
| 通讯接口       | LAN, USB, RS-232C (用于主机)<br>RS-232C (用于指令转换功能) |
| EXT. I/O   | SCAN输入, SCAN_RESET输入,<br>CLOSE输出 (用于扫描控制)      |

多路扫描模块SW9002

|        |                                                                                           |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 接线方式   | 4端子对(6线式)或2线式                                                                             |
| 通道数    | 6通道(4端子对, 2线式)                                                                            |
| 接点方式   | 电枢式继电器                                                                                    |
| 通道切换时间 | 11 ms(不包含测量时间)                                                                            |
| 最大允许电压 | DC 60 V, AC 30 V rms, 42.4 V peak                                                         |
| 最大允许电流 | SOURCE: HIGH - LOW 之间<br>DC 2 A, AC 2 A rms<br>SENSE: HIGH - LOW 之间<br>DC 1 A, AC 1 A rms |
| 使用连接器  | D-sub37针连接器                                                                               |

SW9002与测试仪的组合测量精度影响量\*1

| BT4560-50, BT4560-60(用L2004连接) |   |                                   |                        |                           |                                     |
|--------------------------------|---|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 量程                             |   | 影响量                               |                        |                           | 条件・备注                               |
|                                |   | 频率范围<br>0.1 Hz～100 Hz             | 频率范围<br>110 Hz～1050 Hz | 频率范围<br>1060 Hz～10.00 kHz |                                     |
| 3 mΩ                           | R | ±0.05% f.s.                       | ±0.1% f.s.             | (主机的测量精度)<br>×1           | 1060 Hz～10.00 kHz:<br>适用于 BT4560-60 |
|                                | X | ±0.1% f.s.                        | ±1.0% f.s.             |                           |                                     |
| 10 mΩ                          | R | ±0.015% f.s.                      | ±0.03% f.s.            |                           |                                     |
|                                | X | ±0.03% f.s.                       | ±0.3% f.s.             |                           |                                     |
| 100 mΩ                         | R | ±0.01% f.s.                       | ±0.01% f.s.            |                           |                                     |
|                                | X | ±0.015% f.s.                      | ±0.03% f.s.            |                           |                                     |
| V全量程                           |   | ±5 μV<br>(在使用环境温度稳定后接点闭合后 1 分钟以内) |                        |                           |                                     |

\*1: 实施调零前的影响量。



SW1001



SW1002



SW9002



连接线L2004  
BNC, 0.91 m

产品



图片为BT4560-60

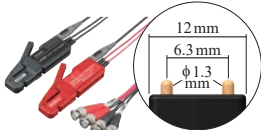
产品名称: 电池阻抗测试仪

订购型号 BT4560-50  
BT4560-60

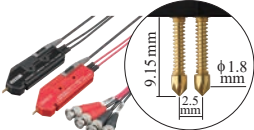
不附带测量探头。  
请根据测量用途购买选件探头。

选件

探头·传感器



夹型探头 L2002  
线长1.5 m



针型探头 L2003  
线长1.5 m



前端探针 9772-90  
用于更换针型探头L2003  
的前端(1根)



温度传感器 Z2005  
线长1m



4端子探头 L2000  
适用于夹在螺丝端子上, 线长为 1 m、与  
BT4560连接时不可使用 3 mΩ量程、未指定组  
合精度

PC连接



LAN电缆 9642  
直连型, 5m,  
附带交叉型转换器



RS-232C电缆 9637  
9pin-9pin  
交叉型、1.8m长



欢迎拨打全国咨询热线: 400-920-6010 或发送邮件至: info@hioki.com.cn

**HIOKI**

日置(上海)测量技术有限公司

日置(上海)测量仪器有限公司  
上海市黄浦区西藏中路268号来福士广场4705室  
邮编: 200001  
电话: 021-63910090

客户服务  
维修服务中心  
电话: 400-920-6010  
E-mail: weixiu@hioki.com.cn

现地研发中心  
日置(上海)科技发展有限公司  
上海市闵行区闵北路1441号  
华谊万创新所9号楼204室  
邮编: 201109

苏州联络事务所  
苏州市虎丘区金山东路79号13幢  
苏州龙湖中心1901室  
邮编: 215011

南京联络事务所  
南京市江宁区江南路9号  
招商高铁网谷A座3层313室  
邮编: 210012

北京分公司  
北京市朝阳区东三环北路5号  
北京发展大厦11层1118室  
邮编: 100004

沈阳联络事务所  
沈阳市沈河区青年大街167号  
北方国际传媒中心903室  
邮编: 110000

济南联络事务所  
济南市历下区工业南路68号  
华润置地广场一区6号楼1902室  
邮编: 250000

成都分公司  
成都市锦江区琉璃路8号  
华润广场B座1607室  
邮编: 610021

西安联络事务所  
西安市雁塔区锦业路与  
丈八路交汇处  
绿地中心A座22层2208A室  
邮编: 710065

经销商:

广州分公司  
广州市天河区体育西路103号  
维多利广场A塔3206室  
邮编: 510620

深圳分公司  
深圳市福田区深南中路3031号  
汉国城市商业中心3202室  
邮编: 518000