

# RM2610

使用说明书

## 电极电阻测试系统

## ELECTRODE RESISTANCE MEASUREMENT SYSTEM

视频通过此处观看

扫描此码可观看讲解视频。  
流量费用由客户自己负担。



 <b>使用前请务必阅读</b>	▶ p.6
 <b>初次使用时</b>	
各部分的名称与功能	▶ p.9
测量前的准备	▶ p.19
基本测量	▶ p.35
 <b>有问题时</b>	
<b>FAQ</b>	▶ p.91
维护和服务	▶ p.107
错误信息清单	▶ p.114

保留备用

Nov. 2021 Revised edition 2  
RM2612A962-02 (A960-03) 21-11H

CN



600539432



# 目 录

测量流程 .....	1
前言 .....	2
关于标记 .....	3
产品构成 .....	5
使用注意事项 .....	6

## 1 概要 9

1.1 产品概要和特点 .....	9
1.2 各部分的名称与功能 .....	9
RM2610 电极电阻测试系统 .....	9
RM2611 电极电阻计 .....	10
RM9003 测试用台架 .....	12
RM9004 测试针单元 .....	14
1.3 关于 USB 许可证密钥与画面 (RM2612 电极电阻测试软件) .....	16
USB 许可证密钥 .....	16
主画面 .....	16
设置画面 .....	17

## 2 测量前的准备 19

2.1 安装 RM2612 电极电阻测试软件 .....	19
有关安装的确证与注意事项 .....	19
安装步骤 .....	20
2.2 将 RM9004 测试针单元安装到 RM9003 测试用台架上 .....	24
2.3 连接 RM9005 连接线 .....	25
2.4 连接 RM2611 电极电阻计的电源线 .....	26
2.5 利用 USB 连接线, 连接 RM2611 电极电阻计与 PC .....	27
2.6 连接 Z2001 温度探头 .....	28
将 Z2001 温度探头连接到 RM2611 电 极电阻计上 .....	28
将 Z2001 温度探头连接到 RM9003 测 试用台架上 .....	28
2.7 将 RM2611 电极电阻计的电源设 为 ON、设为 OFF .....	29
将主电源开关设为 ON 或 OFF .....	29
将待机状态设为 ON 或 OFF .....	29
2.8 启动 RM2612 电极电阻测试软件 .....	30
确认 RM2611 电极电阻计与 PC 的连接 ..	31
2.9 进行操作前的检查 .....	32
SHORT 检查方法 .....	33
OPEN 检查方法 .....	34

## 3 基本测量 35

3.1 设置运作模式 .....	35
3.2 设置电阻量程 .....	37
3.3 设置接触检查功能 .....	38
3.4 保存接触检查的结果 .....	40
3.5 输入电极片的信息 .....	41
3.6 保存测量值 .....	43
保存当前的测量结果 .....	44
3.7 将电极片安装到 RM9003 测试用 台架中 .....	45
仅利用升降手柄进行操作 (将解除锁定 手柄设为无效) .....	46
3.8 开始测量 .....	47
3.9 确认测量结果 .....	48

## 4 测量条件的定制 51

4.1 选择测量速度 .....	51
4.2 自动开始功能 .....	52
4.3 排除错误数据进行测量 (错误数据 忽略功能) .....	53
4.4 选择敷料层电阻的单位 .....	55
4.5 设置反复上限次数 .....	56
4.6 设置缩小因数 .....	57
4.7 输入反复计算初始值 .....	58
4.8 选择模型面积 .....	59
4.9 选择要素的大小 .....	60
4.10 切换显示语言 .....	61
4.11 确认软件的版本 .....	62
4.12 输出二维电位分布文件 .....	63
4.13 选择 CSV 的保存格式 .....	64
4.14 设置测量结束时的蜂鸣音 .....	65
4.15 进行管理员模式的设置 .....	66

## 5 运算 69

5.1 相对于 1 个电位测量, 在不同的条 件下进行运算 .....	69
--	----

## 6 测量条件的保存与读入 (保存与载入) 73

- 6.1 保存测量条件 (保存)..... 73
- 6.2 读入 (载入) 测量条件 ..... 74

## 7 规格 75

- 7.1 RM2611 电极电阻计 ..... 75
- 7.2 RM2612 电极电阻测试软件 ..... 78
- 7.3 输出文件格式..... 85
  - 接触检查的位模式..... 87
- 7.4 接触检查结果的文件输出格式..... 88
- 7.5 检查结果文件格式..... 89

## 8 FAQ 91

- 8.1 关于缩小因数..... 94
- 8.2 如何求出界面电阻? ..... 95
- 8.3 什么是有限体积模型? ..... 97
- 8.4 可否测量两面涂装的电极片? ..... 98
- 8.5 什么是体积电阻率? ..... 99
- 8.6 什么是面积电阻率?  
(敷料层体积电阻率与敷料层面积  
电阻率的差异) ..... 100
- 8.7 集流体带有底涂层时, 应如何进  
行设置? ..... 101
- 8.8 什么是运算结果? ..... 102
- 8.9 什么是测量可靠度? ..... 103
- 8.10 弄错敷料层的厚度输入值时, 会  
对运算结果产生多大影响? ..... 104
- 8.11 在什么情况下会发生接触错误? ... 105

## 9 维护和服务 107

- 9.1 有问题时 ..... 109
  - 送去修理前 ..... 109
- 9.2 软件的版本升级 ..... 110
- 9.3 进行初始化 ..... 111
  - 出厂时的初始值..... 112
- 9.4 错误信息清单..... 114
  - RM2611 电极电阻计..... 114

- 9.5 RM2612 电极电阻测试软件 ..... 115
  - 清洁 ..... 116
  - RM2611 电极电阻计 ..... 116
  - RM9003 测试用台架..... 116
  - RM9004 测试针单元..... 117
- 9.6 关于校正 ..... 118
- 9.7 废弃 RM2611 电极电阻计..... 118
  - 锂电池的取出方法..... 118

## 10 附录 121

- 10.1 支架安装 ..... 121
- 10.2 外观图..... 124

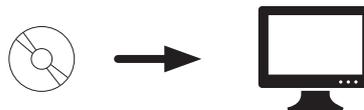
## 索引 127

## 使用许可书

# 测量流程

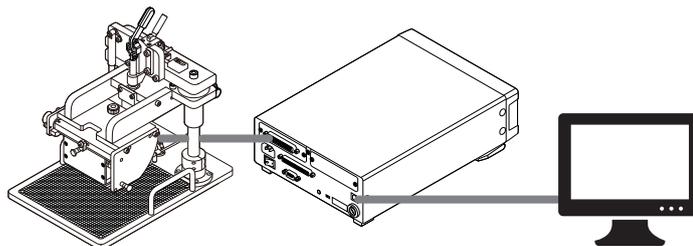
## 软件的安装 (第 19 页)

将 RM2612 电极电阻测试软件安装到 PC 中。

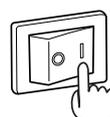


## 仪器的连接 (第 24 页)

- 利用 RM9005 连接线，连接 RM2611 电极电阻计与 RM9004 测试针单元。
- 利用 USB 连接线，连接 RM2611 电极电阻计与 PC。



- 打开 RM2611 电极电阻计的电源。



## 操作前的检查 (第 32 页)

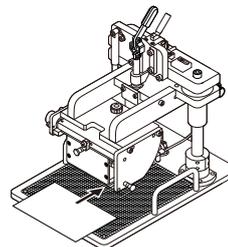
确认 RM2610 电极电阻测试系统与选件是否发生故障。

## 设置

- “基本测量” (第 35 页)
- “测量条件的定制” (第 51 页)

## 被测对象的放置 (第 45 页)

- 将电极片装到 RM9003 测试用台架中。



## 测量

- “3.9 确认测量结果” (第 48 页)

## 保存

- “3.9 确认测量结果” (第 48 页)
- “6.1 保存测量条件 (保存)” (第 73 页)

## 退出

结束测量并关闭电源。

## 前言

感谢您选择 HIOKI RM2610 电极电阻测试系统。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。在使用本仪器前请认真阅读另附的“使用注意事项”。

请根据用途阅读下述使用说明书。

名称	记载内容	提供形态
<b>RM2610</b> 探头维护指南*	获得正确测量结果所需的探头维护方法说明资料	下载
使用注意事项	安全使用本仪器的信息	打印 (0990A905)
<b>RM2611</b> 电极电阻计 使用说明书	关于 RM2611 电极电阻计	打印 (RM2611A962)
<b>RM2610</b> 电极电阻测试系统 使用说明书 (本手册)	RM2611 电极电阻计、RM2612 电极电阻测试软件的功能、设置与规格等	打印 (RM2612A962)
<b>RM9003</b> 测试用台架 使用说明书	关于 RM9003 测试用台架	打印 (RM9003A962)
<b>RM9004</b> 测试针单元 使用说明书	关于 RM9004 测试针单元	打印 (RM9004A962)
<b>RM9005</b> 连接线 使用说明书	关于 RM9005 连接线	打印 (RM9005A961)

\*：使用本机之前请阅读。详情请垂询本公司或代理店。(第 19 页)

### 使用说明书的最新版本

使用说明书内容可能会因修订・规格变更等而发生变化。

可从本公司网站下载最新版本。

<https://www.hioki.com/global/support/download>



### 使用说明书的对象读者

本使用说明书以使用产品以及指导产品使用方法的人员为对象。

以具有电气方面知识(工业专科学校电气专业毕业的水平)为前提,说明产品的使用方法。

### 商标

- Windows、Microsoft Excel 是美国 Microsoft Corporation 在美国、日本与其它国家的注册商标或商标。
- Intel 是 Intel Corporation 或其子公司在美国和/或其它国家的商标。
- 其它产品名称、公司名称通常是各公司的商号、注册商标或商标。

### 使用许可协议

本仪器附带有软件“RM2612 电极电阻测试软件”。本软件需要使用许可协议,因此,请在确认手册最后的使用许可协议的基础上进行运用。

## 关于标记

### 安全相关标记

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。

 <b>危险</b>	记述了极有可能会导致作业人员死亡或重伤的危险情况。
 <b>警告</b>	记述了极可能会导致作业人员死亡或重伤的情况。
 <b>注意</b>	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。
<b>重要事项</b>	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。
 (Tips)	表示产品性能及操作上的建议。
	表示存在高电压危险。 对疏于安全确认或错误使用时可能会因触电而导致的休克、烫伤甚至死亡的危险进行警告。
	表示禁止的行为。
	表示必须执行的“强制”事项。

### 仪器上的符号

	表示注意或危险。仪器上显示该符号时，请参照使用说明书中的“使用注意事项”（第6页）以及各使用说明开头标示的警告消息以及RM2611电极电阻计附带的“使用注意事项”。
---	--

### 其它标记

*	表示说明记载于底部位置。
☑	表示设置项目的初期设置值。初始化之后，恢复为该值。
(第 页)	表示参阅内容。
<b>START</b> (粗体)	画面上的用户接口名称以 <b>粗体字</b> 或方括号 ([ ]) 进行标记。
[ ]	
Windows	未特别注明时，Windows 7、Windows 8、Windows 10 均记为“Windows”。

## 精度标记

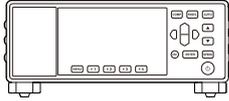
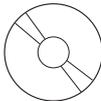
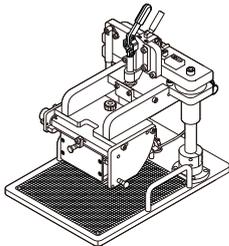
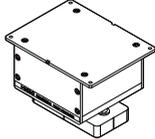
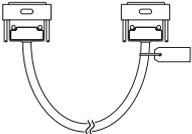
本公司将测量值的极限误差，作为如下所示的f.s. (满量程)、rdg. (读数)、dgt. (数位分辨率)、setting (设置) 的值来加以定义。

f.s.	(最大显示值) 表示最大显示值。一般来说是表示当前所使用的量程。
rdg.	(读数值、显示值、指示值) 表示当前正在测量的值、测量仪器当前指示的值。
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”。
setting	(设置值) 表示要输出的电压值、电流值等设置的值。

## 产品构成

如下所述为RM2610 电极电阻测试系统 (本仪器) 的产品构成。

需要购买选件\*1时, 请与销售店(代理店)或最近的HIOKI 营业据点联系。

产品名称	内容	附件
<input type="checkbox"/> RM2611 电极电阻计 	电位测量 (通过电阻值换算)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用说明书*2</li> <li>• 使用注意事项 (0990A905)</li> <li>• 电源线</li> <li>• USB 连接线</li> <li>• Z2001 温度探头</li> </ul>
<input type="checkbox"/> RM2612 电极电阻测试软件*1 	计算与控制软件	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用说明书 (本手册)*2</li> <li>• PC 应用程序 CD*3</li> <li>• USB 许可证密钥</li> </ul>
<input type="checkbox"/> RM9003 测试用台架*1 	测量 (RM9003 测试用台架是用于安装 RM9004 测试针单元)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用说明书*2</li> <li>• 快速启动手册</li> </ul>
<input type="checkbox"/> RM9004 测试针单元*1 	测量 (通过将 RM9004 测试针单元连接到 RM2611 电极电阻计上, 可测量锂离子电池电极片的敷料层电阻率与界面电阻)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用说明书*2</li> <li>• 测试针单元外壳</li> <li>• 安装螺钉 × 4</li> <li>• 探头检查板</li> </ul>
<input type="checkbox"/> RM9005 连接线*1 	连接	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用说明书*2</li> </ul>

\*1 选件可能会随时变更。请通过本公司网站确认最新信息。

\*2 可从本公司主页下载使用说明书的最新版本。

\*3 可将 PC 应用软件升级为最新版本 (第 110 页)。

## 使用注意事项

在使用本仪器前请认真阅读另附的“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。除了本仪器的规格之外，还请在附件、选件等的规格范围内使用本仪器。

### 本仪器的放置

#### 注意



请勿将本仪器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人员受伤或本仪器故障。

本仪器属于 EN61326 Class A 产品。

如果在住宅区等家庭环境中使用，则可能会干扰收音机与电视播放信号的接收。

在这种情况下，请作业人员采取适当的防护措施。

### 运输注意事项

运输本仪器时，需要使用送货时的包装材料。即使开箱之后，也请保管包装材料。

#### 注意



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。

### PC 应用程序 CD 使用注意事项

- 请勿使光盘的刻录面脏污或受损。另外，在标签表面上写字等时，请使用笔尖柔软的笔记用具。
- 请将光盘放入保护壳中，避开阳光直射或高温潮湿的环境。
- 本公司对因本光盘使用而导致的 PC 系统故障不承担任何责任。

## RM9004 测试针单元 (选件)

### 注意



- 请勿触摸探头顶端。如果非被测对象接触探头，则可能会导致探头损坏。
- 为避免探头损坏，请务必与 RM9003 测试用台架组合使用。与 RM9003 测试用台架以外的装置组合使用时，将不再视为产品保修对象。

### 重要事项

- 保管/运输时，请务必使用测试针单元外壳。
- 测量之后，电极片上会产生探头压痕，因此，不能将通过本仪器测量的电极片用于电池产品。本公司对因使用测量后的电极片而导致的损失不承担任何责任。



## 1.1 产品概要和特点

本仪器是用于测量锂离子电池电极片敷料层体积电阻率与界面电阻的电极电阻测试系统。主要用途为研究开发或质量管理。

### LIB 电极片采用新指标 (对敷料层电阻率与界面 (接触) 电阻进行数值化)

将 LIB 电极片的敷料层电阻率与界面电阻分离开来并进行数值化。这些可用作电池研究开发与质量管理的评价指标，也可缩短开发时间。

### 易于理解的说明显示与简单的测量方法

如果将光标对准项目，则会显示项目说明、输入范围等导航内容。另外，只需将探头抵在电极片表面上进行测量，就可以将敷料层电阻率与界面电阻分离开来进行导出。

### 作业效率提高 (自动开始功能)

即使未单击 **[开始]**，也会检测到探头接触测试物的状态并开始测量。  
(初始值：OFF)

### 安全性较高

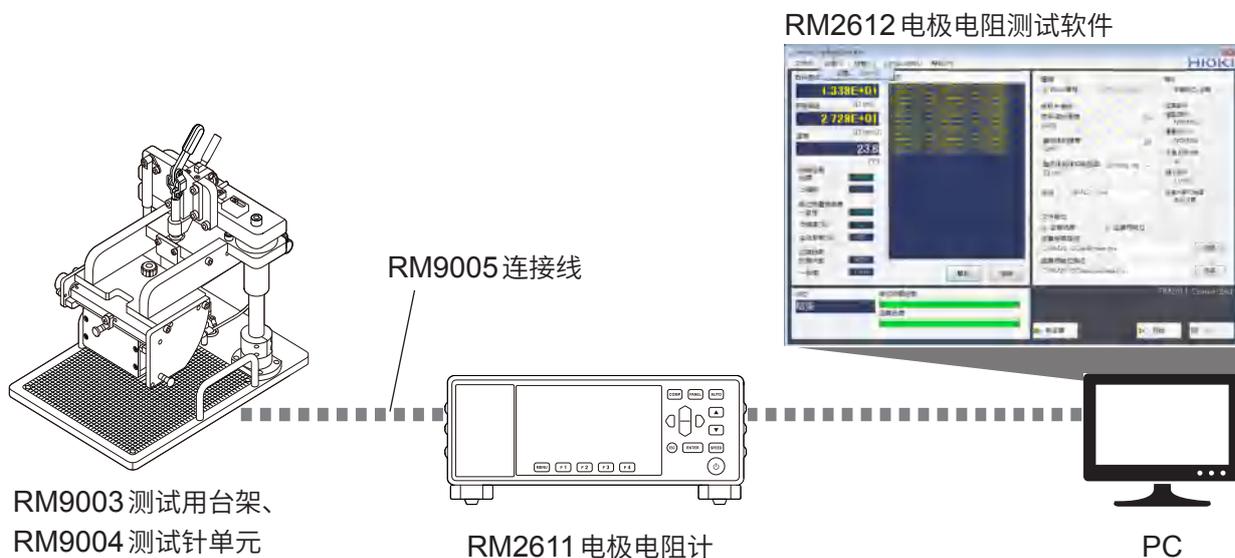
为了防止因意外操作而导致误动作，RM9003 测试用台架带有锁定手柄。向前放倒锁定手柄即可进行探头升降操作。

### 维护简单

无需从 RM9003 测试用台架上拆下 RM9004 测试针单元即可使探头顶端部分朝前，因此，易于进行探头的检查与清洁作业。

## 1.2 各部分的名称与功能

### RM2610 电极电阻测试系统

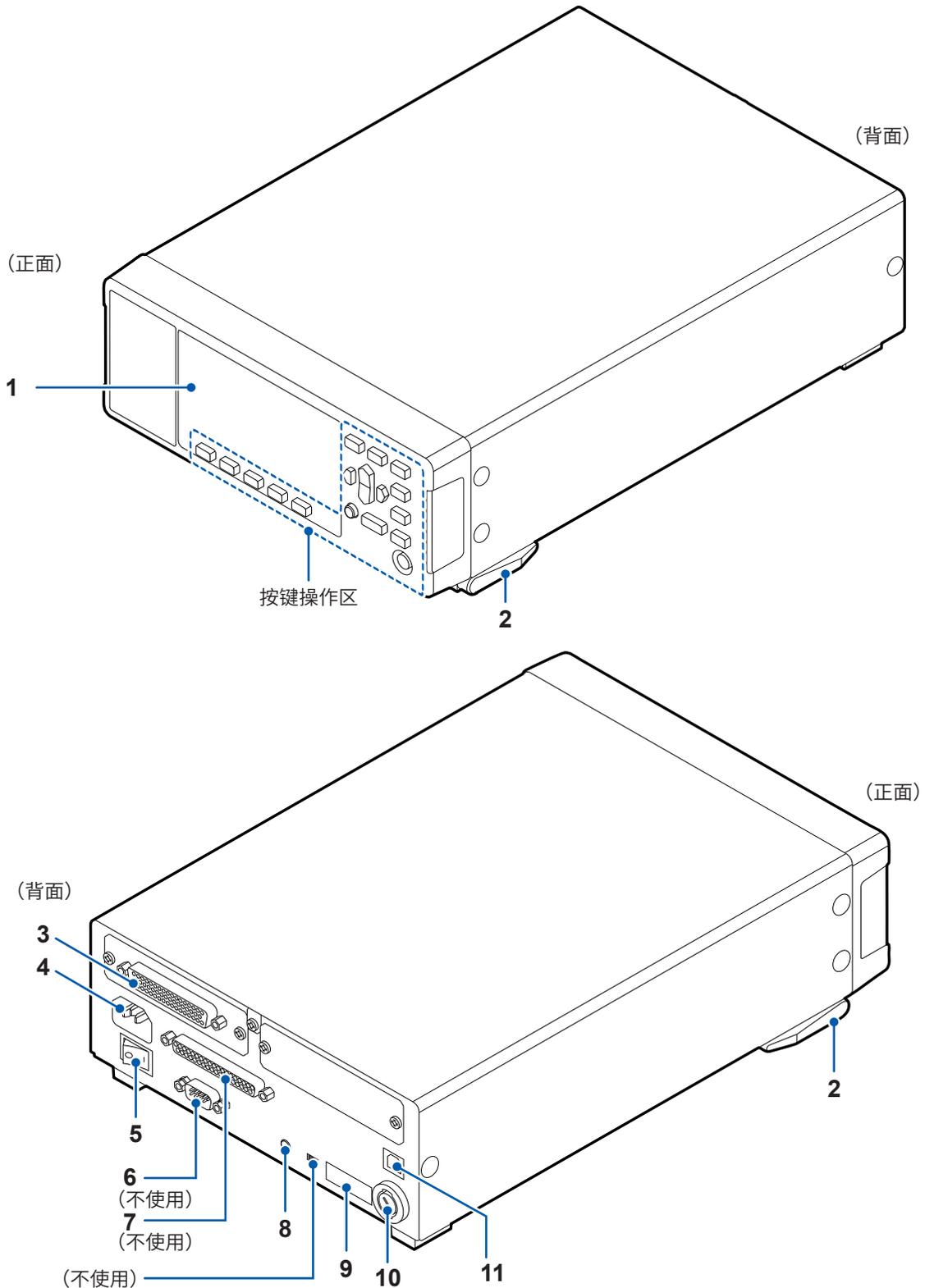


## RM2611 电极电阻计

### ⚠ 注意



请勿在维护端口(图6与7)上进行任何连接。如果在维护端口上连接电缆,则可能会导致本仪器误动作或故障。

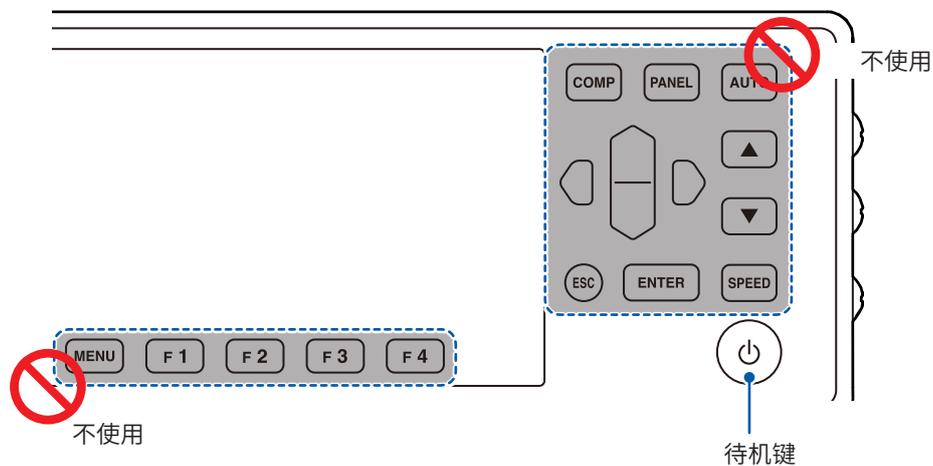


No.	名称	说明	参照
1	显示区	用于显示错误编号。	第 114 页
2	支架	用于倾斜 RM2611 电极电阻计，以便于查看画面。	-
3	测试针单元连接器	用于连接 RM9005 连接线。	第 25 页
4	电源输入口	用于连接附带的电源线。	第 26 页
5	主电源开关	将电源设为 ON 或 OFF。	第 29 页
6	维护端口	不使用。	-
7	维护端口	不使用。	-
8	TEMP.SENSOR 端子	用于连接附带的 Z2001 温度探头。	第 28 页
9	制造编号	制造编号由 9 位数字构成。其中，左起 2 位为制造年份，接下来 2 位为制造月份。 管理方面需要。请勿剥下。	-
10	保险丝盒	用于装入测量电路保护用保险丝。 客户不能自行更换，请与销售店（代理店）或最近的 HIOKI 营业据点联系。	-
11	USB 端子	用于连接 RM2611 电极电阻计与 PC。	第 27 页

## 按键操作区

### 重要事项

请勿操作 RM2611 电极电阻计的按键（待机键除外）。



名称	说明	参照
待机键	用于将 RM2611 电极电阻计设为待机状态或解除待机状态。 • 熄灭：电源 OFF（未供电） • 点亮为红色：待机状态（未供电） • 点亮为绿色：电源 ON	第 29 页

## RM9003 测试用台架

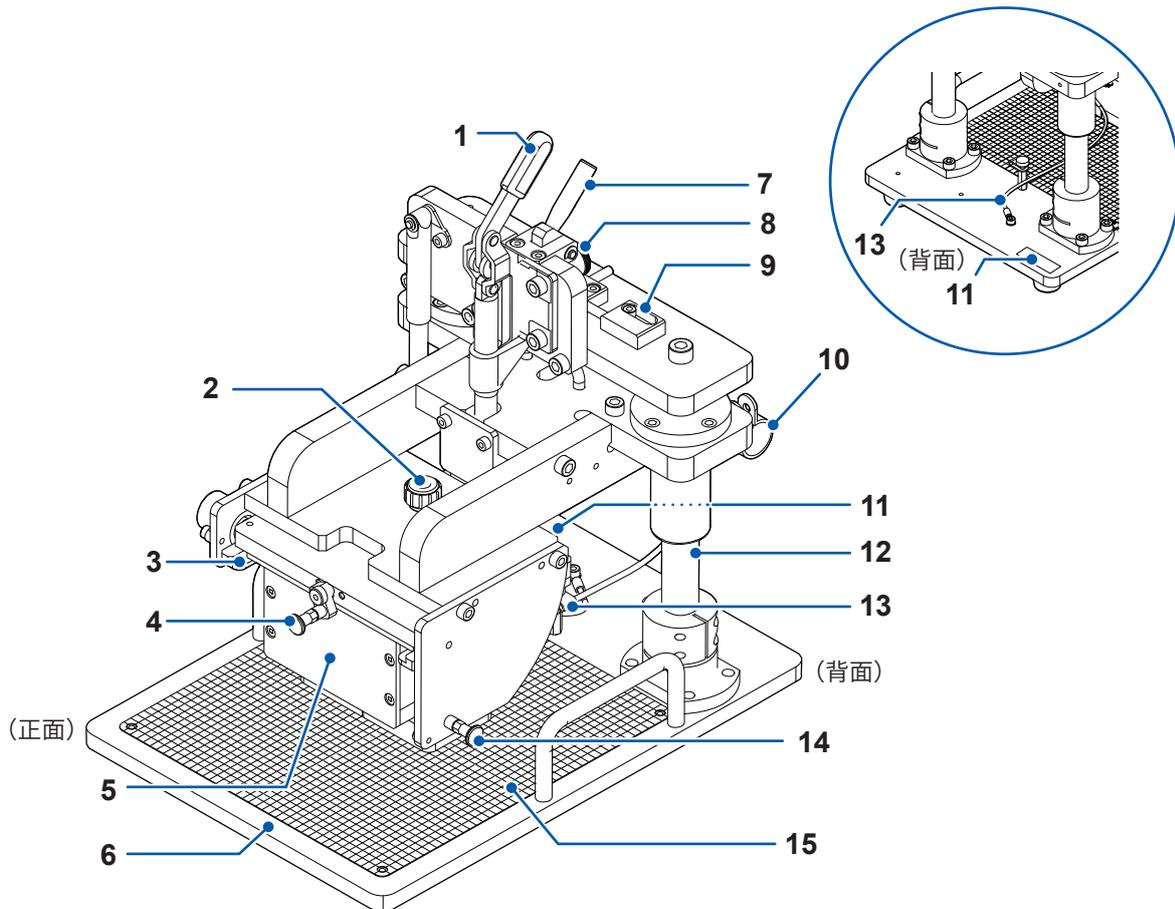
### ⚠ 注意



为了避免仪器故障，请在切断RM2611 电极电阻计的电源之后装卸RM9005 连接线。

#### 重要事项

- 安装RM9005 连接线时，请可靠地插入到连接器中，然后紧固螺钉。如果螺钉松动，则可能会因接触不良而导致测量错误。
- 在出厂状态下，升降手柄被解除锁定手柄的固定旋钮锁定。最初使用时，请松动解除锁定手柄的固定旋钮。



No.	名称	说明	参照
1	升降手柄	用于抬起或降下 RM9004 测试针单元。	-
2	TF 固定旋钮	用于将 RM9004 测试针单元的探头朝向正面 (在清洁 RM9004 测试针单元时使用)。	第 117 页
3	TF 插入导轨	用于插入 RM9004 测试针单元。	第 24 页
4	TF 锁定手柄	用于固定 RM9004 测试针单元。	第 24 页 第 117 页
5	RM9004 测试针单元	用于将探头抵在电极片上进行测量。	第 14 页 第 45 页
6	测量载物台	用于放置电极片。	第 45 页
7	解除锁定手柄	用于解除 RM9003 测试用台架升降手柄的锁定状态。 要降下 RM9004 测试针单元时, 请在抬起解除锁定手柄的同时拉出升降手柄。 如果抬起升降手柄, 则会自动进行锁定。	第 45 页
8	解除锁定手柄固定旋钮	如果紧固解除锁定手柄的固定旋钮, 手柄则会被锁定, 无法再进行操作 (运输时, 请抬起升降手柄, 然后紧固解除手柄的固定旋钮)。	第 107 页
9	锁定无效销	如果设为无效, 则可仅利用升降手柄对 RM9004 测试针单元进行升降操作。	第 46 页
10	固定用夹钳	用于固定 RM9005 连接线。	第 25 页
11	制造编号	制造编号由 9 位数字构成。其中, 左起 2 位为制造年份, 接下来 2 位为制造月份。管理方面需要。请勿剥下。	-
12	轴	是用于支撑 RM9004 测试针单元升降机构的轴杆。涂抹有润滑油, 因此请勿触摸。	-
13	接地电缆	用于连接到 RM9004 测试针单元的接地端子上。 建议将接地电缆连接到接地端子上, 以便进行稳定的测量。	第 24 页
14	维护用柱塞	用于固定 RM9004 测试针单元 (在清洁 RM9004 测试针单元时使用)。	第 117 页
15	刻度板	是放置电极片时的大致标准。 将探头抵在粗体标尺的交点。	第 45 页

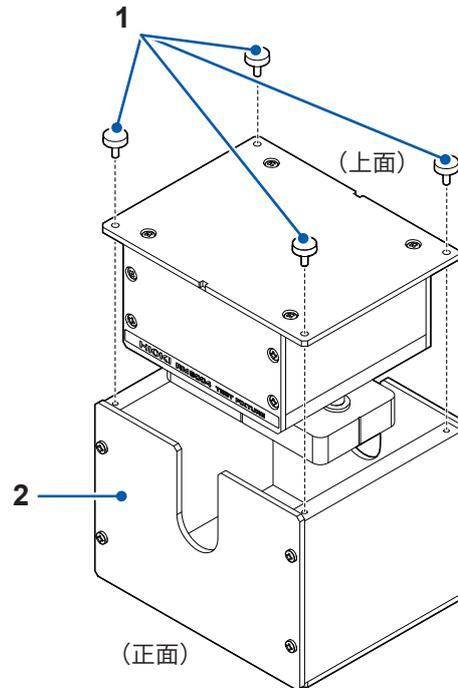
## RM9004 测试针单元

### 重要事项

探头属于耗材。需要定期更换，但客户不能自行更换。更换属于收费服务。需要时，请垂询销售店（代理店）或最近的HIOKI营业据点。

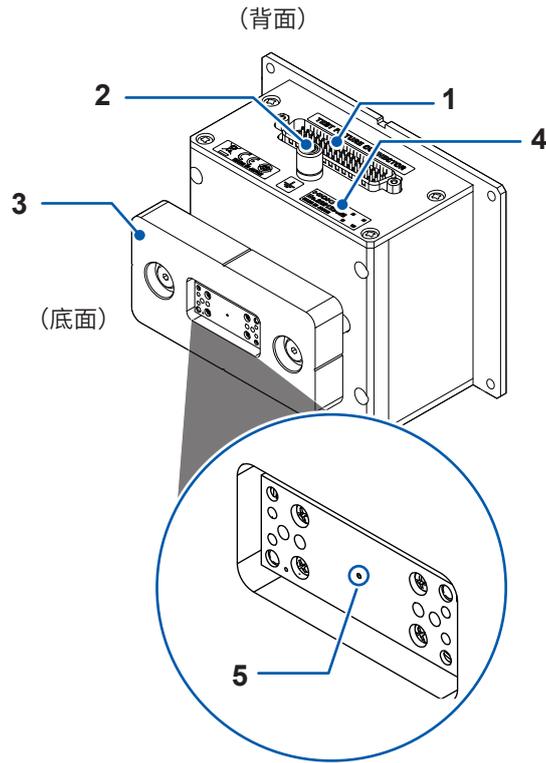
探头更换需要时间，因此，建议追加购买备用的RM9004测试针单元。

### RM9004 测试针单元的正面与上面



No.	名称	说明
1	安装螺钉 × 4	用于固定RM9004测试针单元与测试针单元外壳。 使用RM9004测试针单元时，请拆下装在上面四角的安装螺钉，然后，从外壳拆下RM9004测试针单元。
2	测试针单元外壳	用于保管、运输RM9004测试针单元。

RM9004 测试针单元的底面与背面



No.	名称	说明	参照
1	连接器	用于连接 RM9005 连接线。	第 25 页
2	接地端子	用于连接 RM9003 测试用台架的接地电缆。 建议将接地电缆连接到接地端子上，以便进行稳定的测量。	第 24 页
3	探头护件	用于保护探头，以防损坏。	-
4	制造编号	制造编号由 9 位数字构成。其中，左起 2 位为制造年份，接下来 2 位为制造月份。管理方面需要。请勿剥下。	-
5	探头	用于抵在被测对象上进行测量。 如下所述为探头构成。	-

TP46 TP45 TP44 TP43 TP42  
TP41 TP40 TP39 TP38 TP37 TP36 TP35  
TP34 TP33 TP32 TP31 TP30 TP29 TP28  
TP27 TP26 TP25 TP24 TP23 TP22 TP21  
TP20 TP19 TP18 TP17 TP16 TP15 TP14  
TP13 TP12 TP11 TP10 TP9 TP8 TP7  
TP5 TP4 TP3 TP2 TP1

TP6

## 1.3 关于USB许可证密钥与画面 (RM2612 电极电阻测试软件)

### USB 许可证密钥

#### 注意

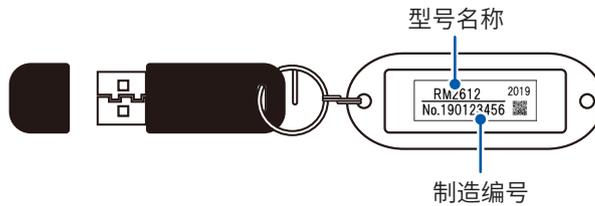


由于静电可能会导致 USB 许可证密钥故障或本仪器误动作，因此请小心使用。

#### 重要事项

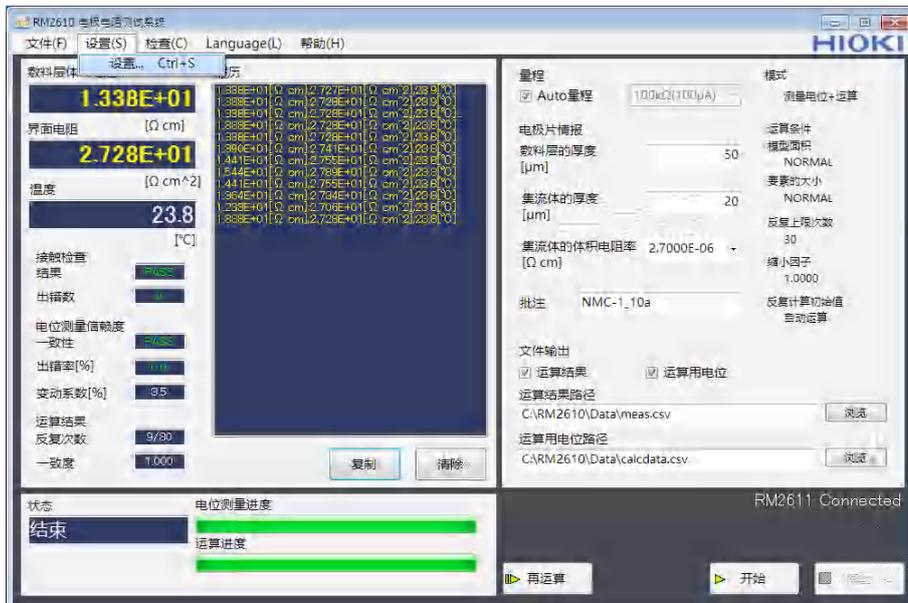
启动 RM2612 电极电阻测试软件以及开始测量时，会对许可证进行认证。  
请勿在应用程序启动期间拔出 USB 许可证密钥。

USB 许可证密钥用于插入到 PC 的 USB 端口中。



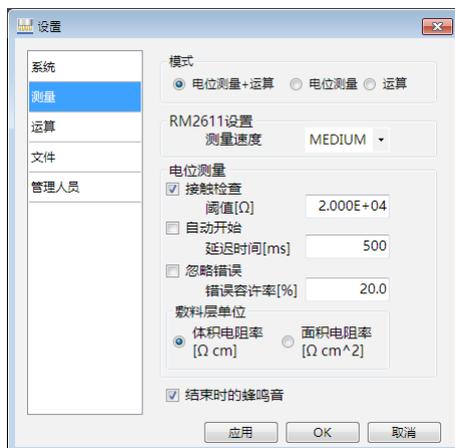
### 主画面

用于进行测量条件或运算条件的输入、开始/停止测量、运算结果显示。



## 设置画面

用于进行运作模式或测量条件的详细设置。



1

概要



使用本机之前，请阅读“RM2610 探头维护指南”。  
详情请垂询本公司或代理店。

## 2.1 安装RM2612电极电阻测试软件

### 重要事项

- 利用USB连接线连接RM2612电极电阻计与PC之前，请务必安装电极电阻测试软件。已使用USB连接线进行连接时，请在拔出USB连接线之后进行安装。
- 处于因特网连接环境并且可下载文件时，可升级RM2612电极电阻测试软件的PC应用程序的版本。详情请参照“9.2 软件的版本升级”（第110页）。

### 有关安装的确认与注意事项

#### RM2612电极电阻测试软件包含的内容

- 本公司专用的USB驱动程序
- RM2612电极电阻测试软件：setup\_RM2612App\_v (版本编号) \*.exe  
\* (版本编号) 中显示软件的版本。

#### 所需系统构成(推荐)

操作系统	Windows 7 pro (32位/64位) Windows 8 pro (32位/64位) Windows 10 pro (32位/64位)
CPU	4线程以上
内存	建议使用8 GB以上(需要4 GB剩余空间)
显示器	1024 × 768以上
HDD	2 GB以上剩余空间
接口	配备USB2.0以上规格

测量时间会因被测对象或PC的处理能力而异。

参考：在安装Intel core i5-7200U的PC中，运算时间约为35秒(也会因被测对象而异)。

## 安装步骤

---

请安装下述所有软件。

- Microsoft .NET Framework 4.8 以后版本
- USB 驱动程序
- RM2612 电极电阻测试软件

### 安装 Microsoft .NET Framework 4.8

从 Microsoft® 公司的主页 (下述 URL) 下载并安装 Microsoft .NET Framework (请下载 Runtime)。在手头的 PC 中装有 Microsoft.NET Framework 4.8 时, 请进入“安装 USB 驱动程序”的步骤。

<https://dotnet.microsoft.com/download/dotnet-framework/net48>

有关 Microsoft.NET Framework 4.8 的安装步骤, 请浏览 Microsoft® 公司的主页。

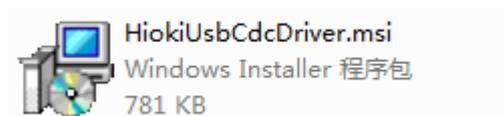
## 安装 USB 驱动程序

第一次将 RM2611 电极电阻计连接到 PC 时，需要安装专用的 USB 驱动程序。

手头的 PC 已安装专用的 USB 驱动程序时，不需要下述步骤。

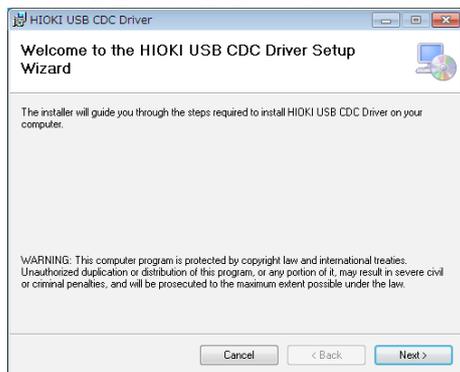
可从 RM2612 电极电阻测试软件的 PC 应用程序 CD 盘或本公司主页 (<https://www.hioki.cn/>) 下载 USB 驱动程序。完成 USB 驱动程序安装之前，请勿连接 RM2611 电极电阻计与 PC。

- 1 利用“administrator”等管理员权限登录 PC
- 2 退出在 PC 上启动的所有应用程序
- 3 双击执行 RM2612 电极电阻测试软件安装光盘中的 X:\driver\HiokiUsbCdcDriver.msi (X: 为 CD-ROM 的驱动器) 或从本公司主页下载的 [HiokiUsbCdcDriver.msi]



- 4 执行之后，安装程序会启动，届时请根据画面提示进行安装

出现对话框的时间会因环境而异，请稍等。



- 5 利用 USB 连接线，连接 RM2611 电极电阻计与 PC

会自动识别 RM2611 电极电阻计。

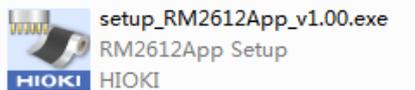
## 卸载 USB 驱动程序

不需要驱动程序时，进行卸载。

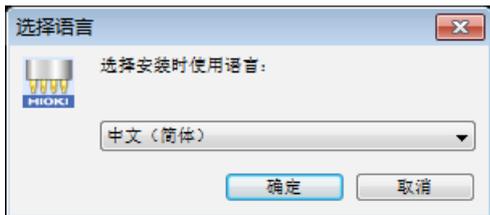
- 1 选择 [开始] 按钮 - [控制面板] - [卸载程序]
- 2 右键单击 [HIOKI USB CDC Driver]
- 3 单击快捷菜单中的 [卸载]

## 安装 RM2612 电极电阻测试软件

- 1 利用“administrator”等管理员权限登录 PC
- 2 退出在 PC 上启动的所有应用程序
- 3 双击执行 RM2612 电极电阻测试软件的 PC 应用程序 CD 中的 [setup\_RM2612App\_v (版本号) .exe]



- 4 选择语言，然后单击 [确定]



- 5 单击 [下一步] 开始设置向导。



- 6 指定要安装的文件夹，然后单击 [下一步]



- 7 指定要创建程序图标的位置，然后单击 [下一步]





8 选择[创建桌面快捷方式]，然后单击[下一步]



9 确认设置内容之后，单击[安装]继续进行安装。



10 单击[结束]

图标被创建到桌面上。



安装至此结束

**重要事项**  
如果没有 USB 许可证密钥，则无法启动 RM2612 电极电阻测试软件 (第 30 页)。

### 卸载 RM2612 电极电阻测试软件

不需要 RM2612 电极电阻测试软件时，进行卸载。

- 1 选择[开始]按钮-[控制面板]-[卸载程序]
- 2 右键单击[RM2612App 版本 X.XX.XX]
- 3 单击快捷菜单中的[卸载]

## 2.2 将RM9004 测试针单元安装到RM9003 测试用台架上

### 重要事项

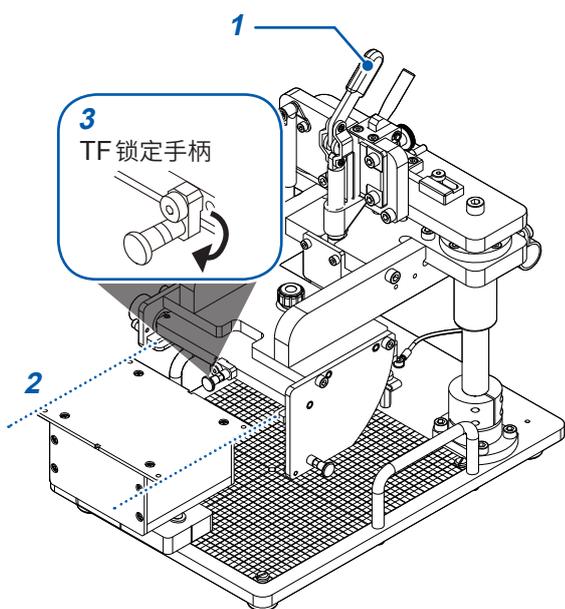
请注意不要丢失测试针单元外壳的安装螺钉。运输时存放 RM9004 测试针单元的情况下需要使用。

### 准备

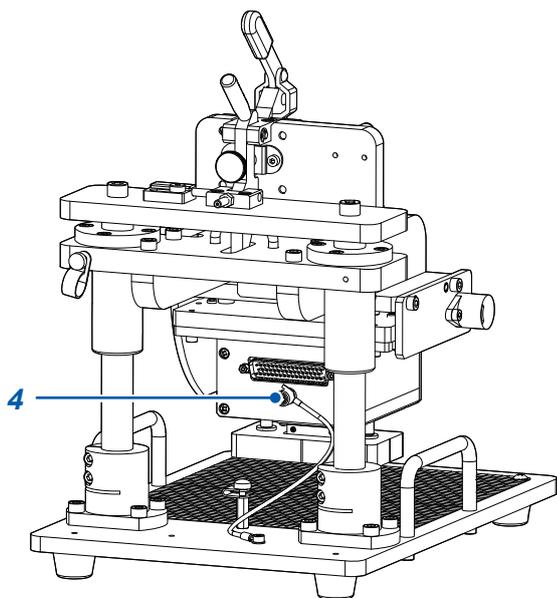
拆下 RM9004 测试针单元上面的 4 个安装螺钉，然后将其从测试针单元外壳拆下。

### 组装

- 1 抬起 RM9003 测试用台架的升降手柄
- 2 将 RM9004 测试针单元的连接器侧朝向背面，然后沿着 RM9003 测试用台架的 TF 插入导轨进行插入  
请插到底，直至接触。
- 3 向外拉动 TF 锁定手柄，然后向下转动并松开 RM9004 测试针单元则被锁定。



- 4 将 RM9003 测试用台架背面的接地电缆连接到 RM9004 测试针单元的接地端子上



## 2.3 连接 RM9005 连接线

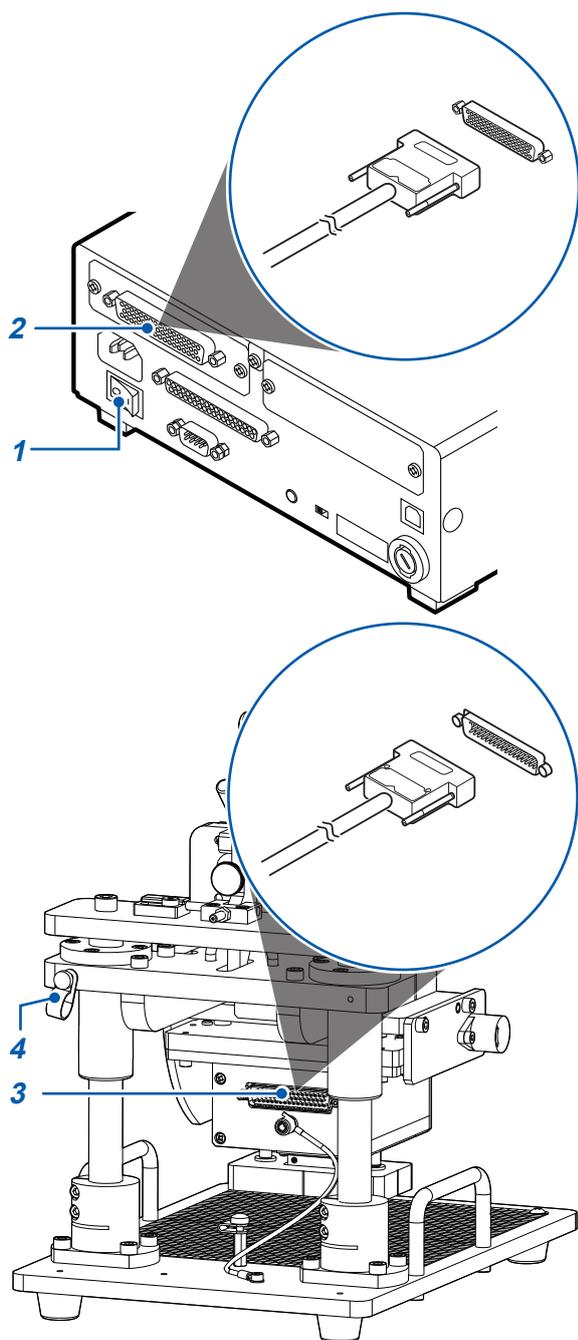
### ⚠ 注意



为了避免仪器故障，请在切断 RM2611 电极电阻计的电源之后装卸 RM9005 连接线。

#### 重要事项

安装 RM9005 连接线时，请可靠地插入到连接器中，然后紧固螺钉。如果螺钉松动，则可能会因接触不良而导致测量错误。



**1** 请确认 RM2611 电极电阻计的主电源开关 (背面) 处于 OFF (○) 状态

**2** 将 RM9005 连接线的公头侧连接到 RM2611 电极电阻计的测试针单元连接器上，并用螺钉进行固定

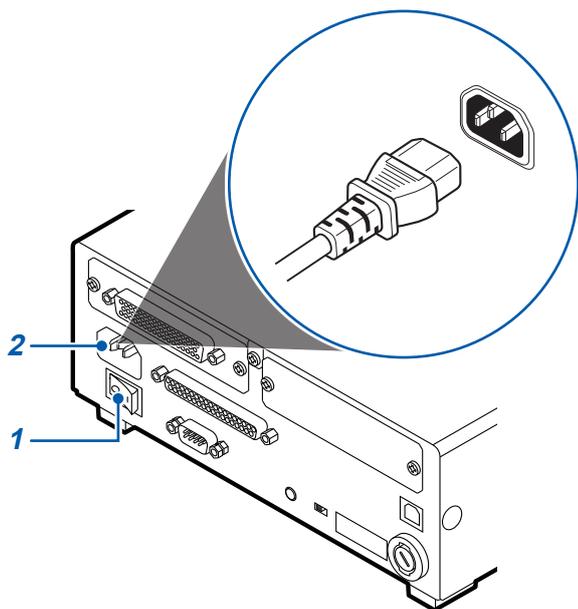
**3** 将 RM9005 连接线的母头侧连接到 RM9004 测试针单元连接器上，然后用螺钉进行固定

**4** 利用固定用夹钳固定 RM9005 连接线  
固定用夹钳的固定螺纹孔位于 RM9003 测试用台架的左右两侧。可根据仪器的配置选择其中一侧。

2

测量前的准备

## 2.4 连接 RM2611 电极电阻计的电源线



- 1** 请确认 RM2611 电极电阻计的主电源开关 (背面) 处于 OFF (○) 状态
- 2** 确认电源电压和本仪器的相一致, 并把电源线连接到电源输入口
- 3** 将电源线的插头插进插座。

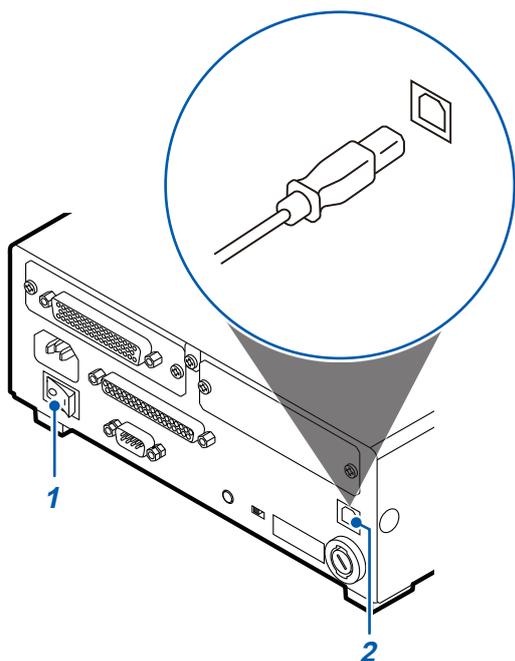
在电源接通的状态下供电被切断 (断路器 OFF 等), 而后再供电时, 即使不按下待机键也可以起动。

## 2.5 利用USB连接线，连接RM2611 电极电阻计与PC

### ⚠ 注意



- 将USB连接线连接PC之前，请务必安装RM2612 电极电阻测试软件。如果在连接PC与USB 连接线之后安装RM2612 电极电阻测试软件，则可能会导致误动作或故障。
- 为了避免发生故障，通讯期间请勿拔掉USB 连接线。
- 请将RM2611 电极电阻计与PC的地线设为共用。如果不采用同一地线，则RM2611 电极电阻计的GND与PC的GND之间会产生电位差。如果在有电位差的状态下连接USB 连接线，则可能会导致误动作或故障。



- 1** 请确认RM2611 电极电阻计的主电源开关(背面)处于OFF (○) 状态
- 2** 将USB 连接线连接到RM2611 电极电阻计背面的USB 端子上
- 3** 将USB 连接线连接到PC的USB 端子上

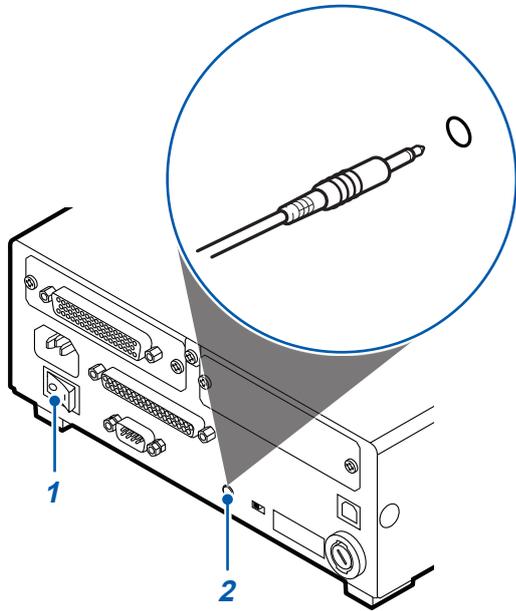
2

测量前的准备

## 2.6 连接 Z2001 温度探头

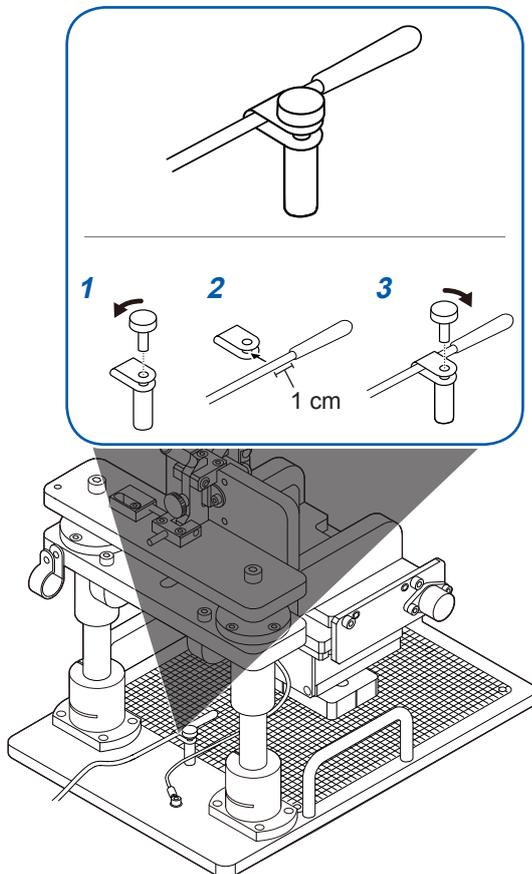
### 将 Z2001 温度探头连接到 RM2611 电极电阻计上

将 Z2001 温度探头连接到 RM2611 电极电阻计时，请可靠地插到底。



- 1** 请确认 RM2611 电极电阻计的主电源开关（背面）处于 OFF (○) 状态
- 2** 将 Z2001 温度探头连接到 RM2611 电极电阻计背面的 TEMP.SENSOR 端子上

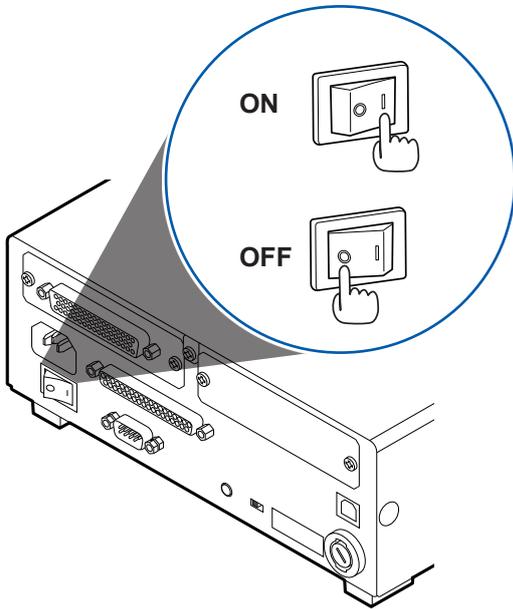
### 将 Z2001 温度探头连接到 RM9003 测试用台架上



- 1** 拆下 RM9003 测试用台架温度探头安装夹钳的螺钉
- 2** 将 Z2001 温度探头插入到 RM9003 测试用台架的温度探头安装夹钳中（插入到距离传感器部分的连接部 1 cm 左右的位置）
- 3** 用螺钉固定 RM9003 测试用台架的温度探头安装夹钳

## 2.7 将 RM2611 电极电阻计的电源设为 ON、设为 OFF

### 将主电源开关设为 ON 或 OFF



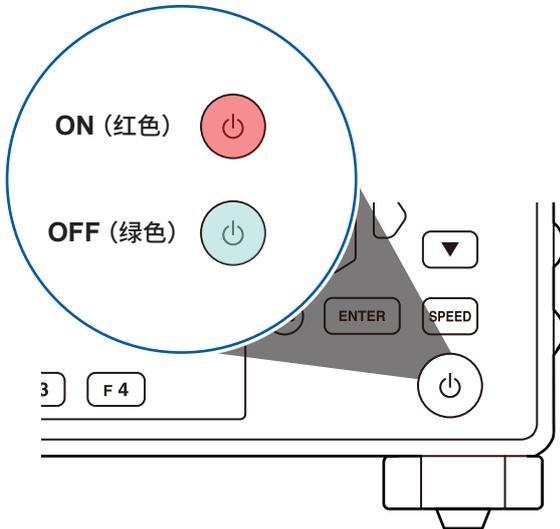
将 RM2611 电极电阻计的主电源开关 (背面) 设为 ON (|) 或 OFF (○)。

接通主电源开关时，待机状态设置与上次关闭主电源开关时相同。

2

测量前的准备

### 将待机状态设为 ON 或 OFF



按下待机键。

(开始测量时，请将待机状态设为 OFF)

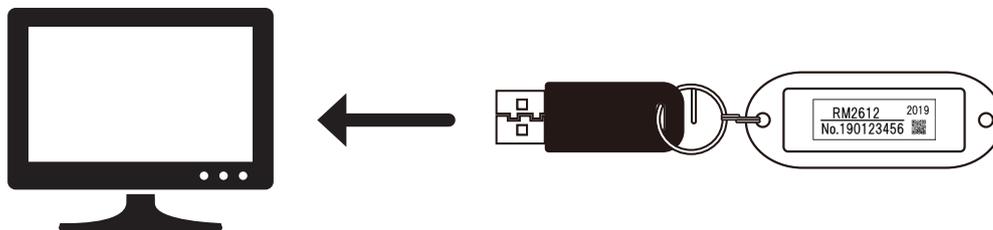
如果将待机状态设为 ON，待机键则会点亮为红色。  
如果将待机状态设为 OFF，待机键则会点亮为绿色。

## 2.8 启动RM2612 电极电阻测试软件

### 重要事项

如果没有USB许可证密钥，则无法启动RM2612 电极电阻测试软件。

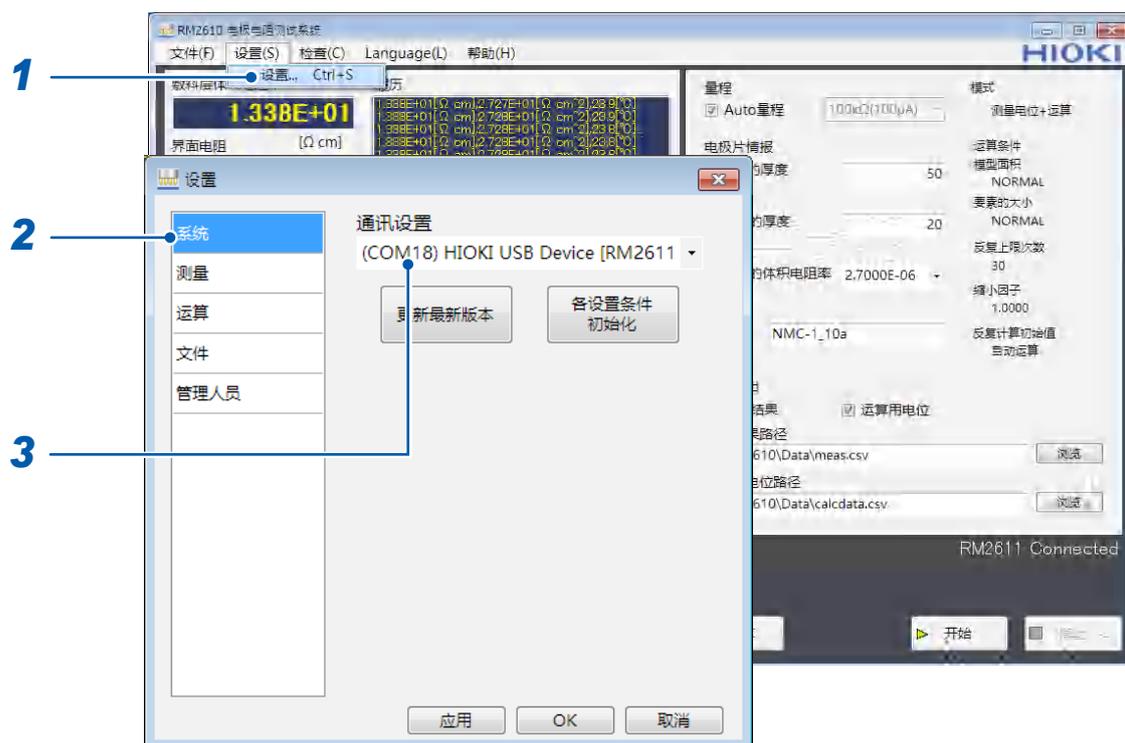
- 1 将USB许可证密钥插入到进行RM2612 电极电阻测试软件运作的PC的USB端口中



- 2 双击启动通过“安装RM2612 电极电阻测试软件”（第22页）安装的图标



## 确认RM2611 电极电阻计与 PC 的连接



1 选择 [设置]

2 选择 [系统]

3 确认 [通讯设置] 中是否显示 [(COMxx)HIOKI USB Device [RM2611]]

[通讯设置] 为空白时，表明未正确连接 RM2611 电极电阻计。

请确认下述项目。

### **Tips** 连接不良时

- RM2611 电极电阻计的电源是否为 ON？（第 29 页）  
如果 RM2611 电极电阻计的电源未处于 ON 状态，[通讯设置] 中则不显示任何内容。
- 是否利用 USB 连接线连接 RM2611 电极电阻计？（第 27 页）  
如果未连接 USB 连接线，[通讯设置] 中则不显示任何内容。
- 是否安装本公司专用的 USB 驱动程序？（第 19 页）  
如果未安装 USB 驱动程序，[通讯设置] 中则不显示任何内容。

要更新通讯设置显示时，请关闭 [设置] 对话框，然后再次打开 [设置] 对话框，确认通讯设置。

2

测量前的准备

## 2.9 进行操作前的检查

为了正确地使用系统，请先确认没有因保存和运输造成的故障，并在检查和确认运作之后再使用。  
(OPEN/SHORT 检查使用 RM9004 测试针单元附带的探头检查板)

### ⚠ 注意



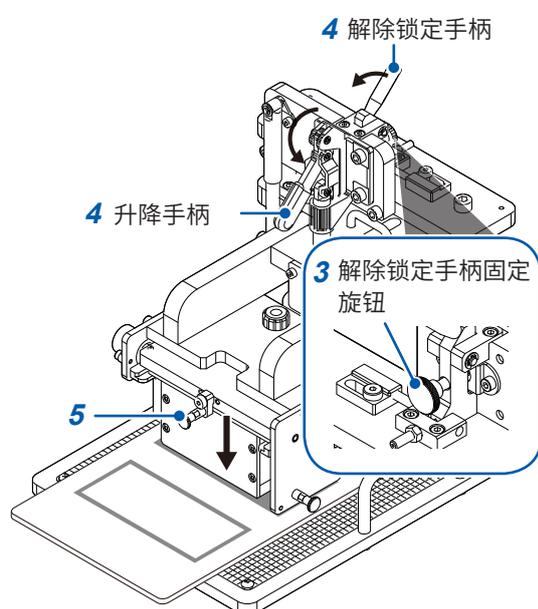
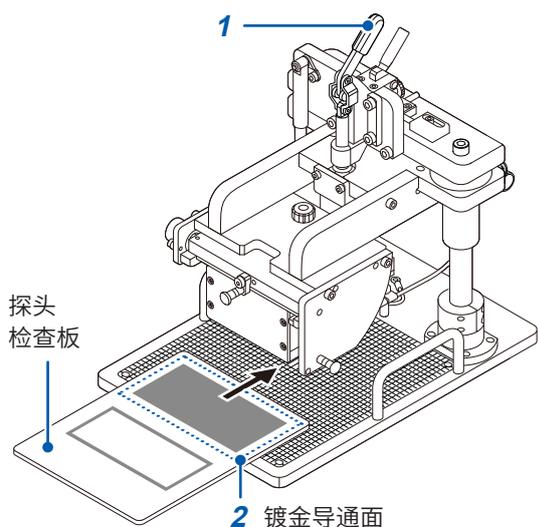
请用柔软的布蘸少量的酒精之后，轻轻擦拭探头检查板上的镀金导通面。



检查期间，请勿移动探头检查板。否则会损坏探头。

设备是否损坏?	▶ 有损坏时请送修。
电源线或连接的电线类的外皮有无破损或金属露出?	▶ 有损坏时，会造成触电事故，因此请勿使用并更换为没有损伤的电线。
接通 RM2611 电极电阻计的电源时，画面中是否显示 HIOKI 标识?	▶ 画面中未显示 HIOKI 标识时，可能是电源线断线或 RM2611 电极电阻计内部发生了故障。请送修。
设备的连接是否正确?	▶ 请确认各设备的连接是否正确。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• “将 RM9004 测试针单元安装到 RM9003 测试用台架上” (第 24 页)</li> <li>• “连接 RM9005 连接线” (第 25 页)</li> <li>• “连接 RM2611 电极电阻计的电源线” (第 26 页)</li> <li>• “利用 USB 连接线，连接 RM2611 电极电阻计与 PC” (第 27 页)</li> <li>• “连接 Z2001 温度探头” (第 28 页)</li> </ul>
是否进行了 SHORT 检查?	▶ 对探头、RM2611 电极电阻计、被测对象之间的导通状况进行确认 (第 33 页)。 如果确认所有探头的导通，则会显示 <b>[正常]</b> 对话框。 如果导通不良，则显示 <b>[接触电阻发生异常]</b> 或 <b>[电位分布发生异常]</b> 的对话框。即使变更测量位置进行导通确认，错误仍频繁发生时，可能是探头接触不良。 请采取下述处理。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用忽略错误功能 (第 53 页)</li> <li>• 利用喷射空气清扫探头顶端 (第 117 页)</li> <li>• 更换探头</li> </ul>
是否进行了 OPEN 检查?	▶ 对探头之间的绝缘状况进行确认 (第 34 页)。 如果确认所有探头 OPEN，则会显示 <b>[正常]</b> 对话框。 显示 <b>[绝缘电阻发生异常]</b> 对话框时，可能是探头之间发生绝缘不良 (导通)。请利用喷射空气清扫探头顶端 (第 117 页)，然后再次进行 OPEN 检查。

## SHORT 检查方法



准备物件：探头检查板

- 1 请确认升降手柄上升
- 2 将探头检查板 (RM9004 测试针单元附带) 的镀金导通面放在测量载物台上

探头接触的位置为刻度板上的粗体标尺的交点。放置探头检查板时，请确认探头检查板的镀金导通面中心接触探头。

- 3 请确认解除锁定手柄的固定旋钮松动
- 4 在外拉解除锁定手柄的同时落升降手柄
- 5 确认 RM9004 测试针单元降到底

- 6 选择 RM2612 电极电阻测试软件画面中的 [检查]
- 7 选择 [RM9004]
- 8 如果选择 [SHORT]，则会执行 SHORT 检查 (如果确认所有探头的导通，则会显示 [正常] 对话框)

如果导通不良，则显示 [接触电阻异常] 或 [电位分布异常] 的对话框。即使变更测量位置进行导通确认，错误仍频繁发生时，可能是探头接触不良，届时请采取下述措施。

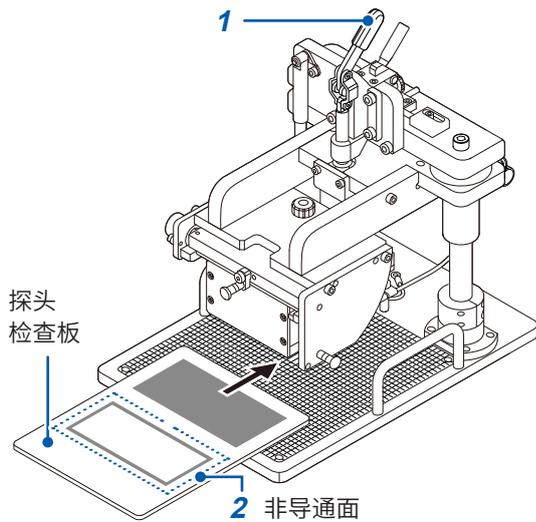
- 使用忽略错误功能 (第 53 页)
- 利用喷射空气清扫探头顶端 (第 117 页)
- 更换探头

- 9 检查结束之后，抬起升降手柄
- 10 确认 RM9004 测试针单元升到顶之后，从测量载物台上取下探头检查板

2

测量前的准备

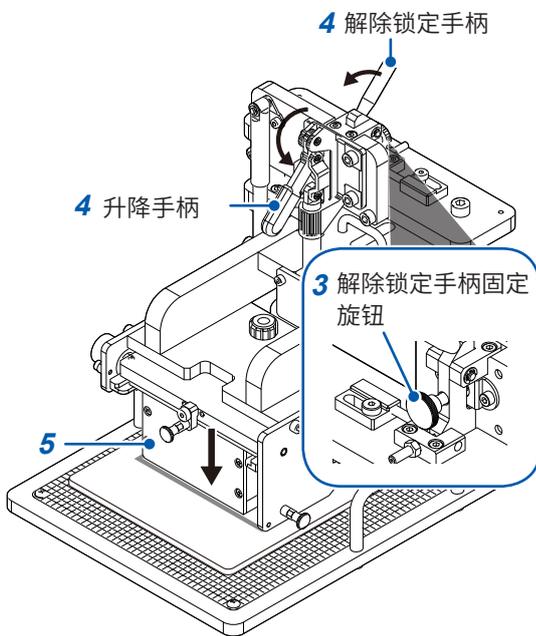
## OPEN 检查方法



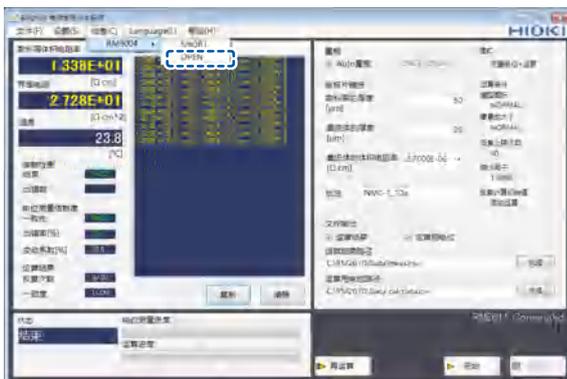
准备物件：探头检查板

- 1 请确认升降手柄上升
- 2 将探头检查板 (RM9004 测试针单元附带) 的非导通面放在测量载物台上

探头接触的位置为刻度板上的粗体标尺的交点。放置探头检查板时，请确认探头检查板的非导通面中心接触探头。



- 3 请确认解除锁定手柄的固定旋钮松动
- 4 在外拉解除锁定手柄的同时落下升降手柄  
RM9004 测试针单元会因自重而下降。
- 5 确认 RM9004 测试针单元降到底



- 6 选择 RM2612 电极电阻测试软件画面中的 [检查]
- 7 选择 [RM9004]
- 8 如果选择 [OPEN]，则会执行 OPEN 检查 (如果确认所有探头 OPEN，则会显示 [正常] 对话框)

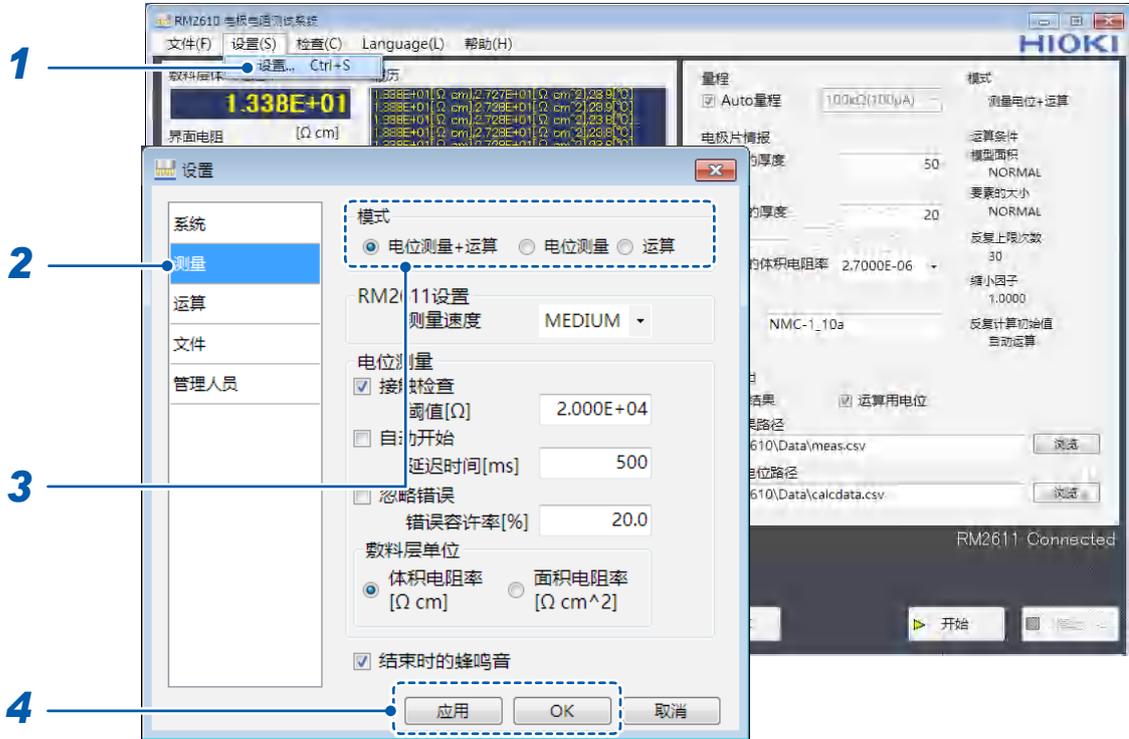
显示 [绝缘电阻异常] 对话框时，可能是探头之间发生绝缘不良 (导通)。请利用喷射空气清扫探头顶端 (第 117 页)，然后再次进行 OPEN 检查。

- 9 检查结束之后，抬起升降手柄
- 10 确认 RM9004 测试针单元升到顶之后，从测量载物台上取下探头检查板

# 3

# 基本测量

## 3.1 设置运作模式



1 选择[设置]

2 选择[测量]

3 从下述项目中选择[模式]

电位测量 + 运算 <input checked="" type="checkbox"/>	进行电位测量与运算，并将结果保存为文件。
电位测量	进行电位测量，并保存为文件。 1次测量保存为1个文件。
运算	读入电位测量文件并进行运算，然后将结果保存为文件。可集中指定多个电位分布文件。

4 选择[应用]或[OK]进行确定(如果选择[OK]，则会返回到主画面)

# 3

基本测量

**Tips** 关于运作模式

测量开始

测量结束

电位测量	运算
<b>电位测量</b>	<b>运算</b>
<b>电位测量 + 运算</b>	

运作模式的选择是用于高效进行测量作业的功能。

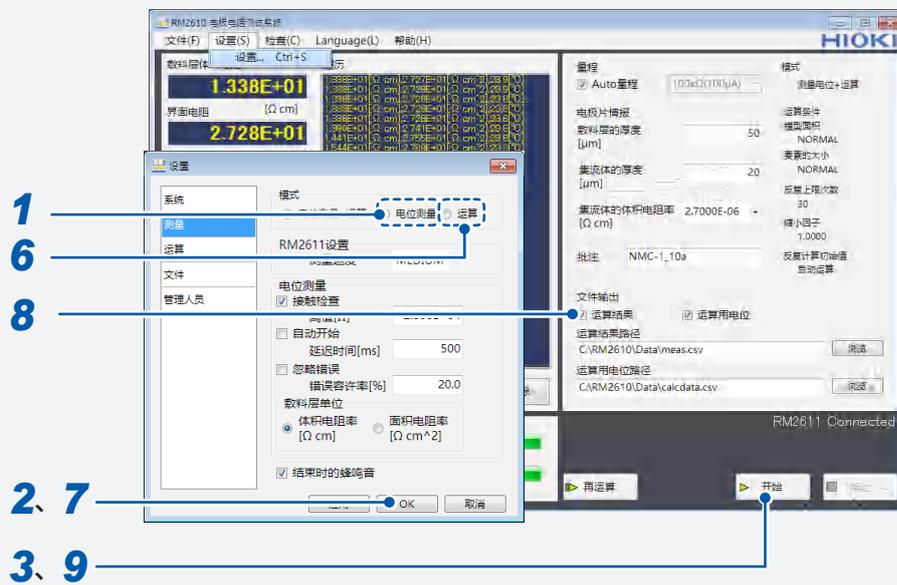
测量数量较少的电极片时，建议将运作模式设为 **[电位测量 + 运算]**，逐块进行电位测量与运算。

测量多个电极片时，**[电位测量 + 运算]**的运算时间为等待时间，效率会降低。因此，通过在运作模式下分别选择 **[电位测量]** 与 **[运算]** 并集中进行多个运算，可有效利用得出运算结果之前的时间，以提高作业效率。

如下所述为测量多块电极片时的作业步骤。

**重要事项**

**[文件输出]** 设置因运作模式而异。请在 **[开始]** 之前确认 **[文件输出]** 项目。



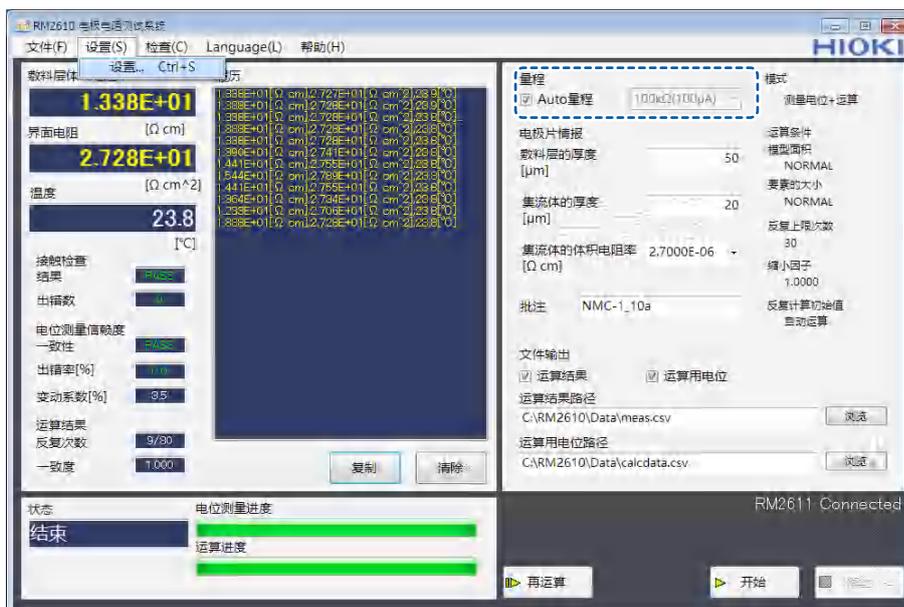
电位测量

- 1 选择 **[模式]** 中的 **[电位测量]**
- 2 选择 **[OK]** 进行确定
- 3 将电极片安装到 **RM9003** 测试用台架中，然后选择 **[开始]**，进行电位测量 (第 45 页)
- 4 输出 **[运算用电位路径]** 的文件名中带有时间戳的运算用电位文件 (1 次测量输出 1 个文件)
- 5 重复进行所需电极片数量的测量 (步骤 3.)

运算

- 6 选择 **[模式]** 中的 **[运算]**
- 7 选择 **[OK]** 进行确定
- 8 选择 **[文件输出]** 中的 **[运算结果]**
- 9 如果选择 **[开始]**，则会打开文件选择对话框，届时，可在 **[电位测量]** 中选择多个已输出的文件，然后选择 **[打开]** (按每 1 文件依次开始运算，并将运算结果添加到运算结果文件中)

## 3.2 设置电阻量程



表示 10 MΩ 量程下的电位测量值为参考值，因此，敷料层电阻率、界面电阻的数值颜色会变为灰色。

<b>Auto 量程</b> <input checked="" type="checkbox"/>	自动选择最适合的电阻量程 (推荐)。
电阻量程	已将 <b>[Auto 量程]</b> 设为 OFF 时，选择要使用的电阻量程。电阻量程旁边会显示测量电流 (输出电流)。 <b>1000 mΩ、10 Ω、100 Ω、1000 Ω、10 kΩ、100 kΩ、1000 kΩ、10 MΩ*</b> * : 10 MΩ 量程下的电位测量值是参考值。

**Tips** 什么是量程的选择方法?

**[Auto 量程]** 时自动选择最适合的电阻量程，但与选择电阻量程时相比，需要更多的测量时间。要测量多个相同电阻值的电极片时，可通过在 **[Auto 量程]** 下进行最初的测量，在第 2 次以后测量时，选择在 **[Auto 量程]** 下使用的电阻量程进行测量，以缩短测量时间。请根据状况变更设置。

- 选择 **[Auto 量程]**  
 测量开始 测量结束  

电位测量			运算		
接触检查	Auto 量程	测量			
- 选择电阻量程  
 测量开始 测量结束  

电位测量			运算		
接触检查	测量				

在 10 MΩ 量程下，由于电位测量中需要加入延迟的时间，因此电位测量的时间会变长。

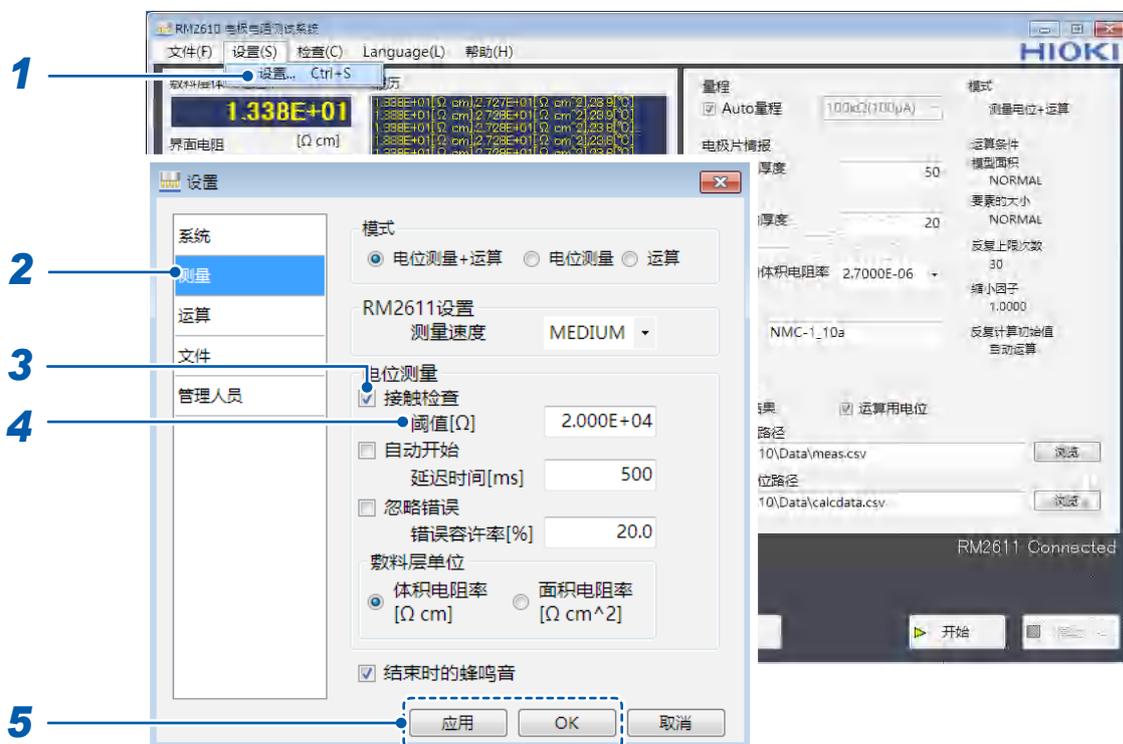
3

基本测量

### 3.3 设置接触检查功能

接触检查功能的作用在于，在测量之前测量被测对象与探头之间的接触电阻，并检测探头的接触错误。可防止因探头接触不良而导致的测量值可靠性降低。

可利用该功能确定接触不良的探针，因此，对于防止发生测量错误十分有效。



1 选择 [设置]

2 选择 [测量]

3 从下述项目中选择 [接触检查]

ON <input checked="" type="checkbox"/>	进行接触检查。
OFF	不进行接触检查 (无需步骤 4)。

4 在 [阈值] 中输入停止测量的错误数据的阈值

初始值	输入范围
2.000E+04	1 Ω ~ 10 MΩ

5 选择 [应用] 或 [OK] 进行确定 (如果选择 [OK]，则会返回到主画面)

**Tips** 什么是接触检查功能的使用方法?

可通过使用接触检查功能，检测探头的接触不良，以提高电位测量的准确性。使用时，通常将接触检查功能设为 **[ON]**。  
 如果将接触检查功能设为 **[OFF]**，则可缩短测量时间。  
 请根据状况变更设置。

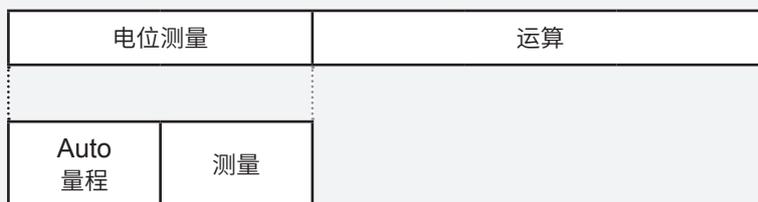
• 选择接触检查功能

测量开始 测量结束



• 不选择接触检查功能

测量开始 测量结束

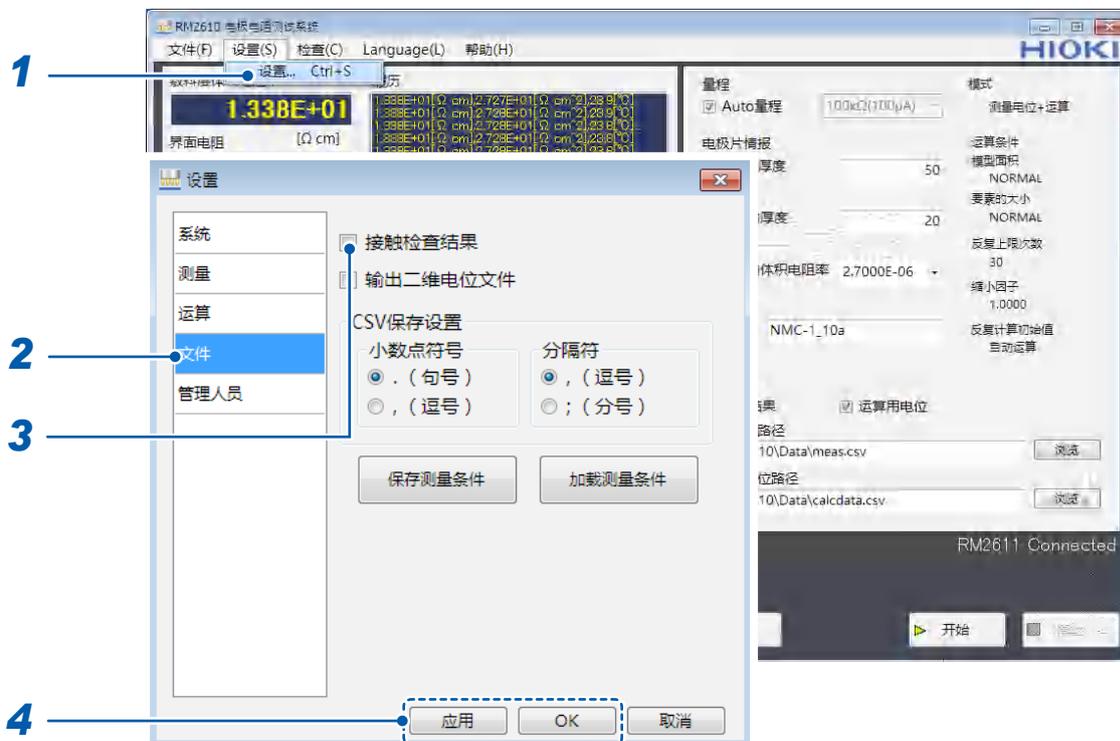


## 3.4 保存接触检查的结果

可将接触检查的结果输出到文件中。

以写入到运算结果路径中的文件名的开头带有“CC\_”的文件名进行输出。如果在运算结果路径中输入相同的文件名，则会将结果添加到文件中。

有关输出文件格式，请参照“7.3 输出文件格式”（第85页）。



1 选择 [设置]

2 选择 [文件]

3 从下述项目中选择 [接触检查结果]

ON	保存接触检查的结果。
OFF <input checked="" type="checkbox"/>	不保存接触检查的结果。

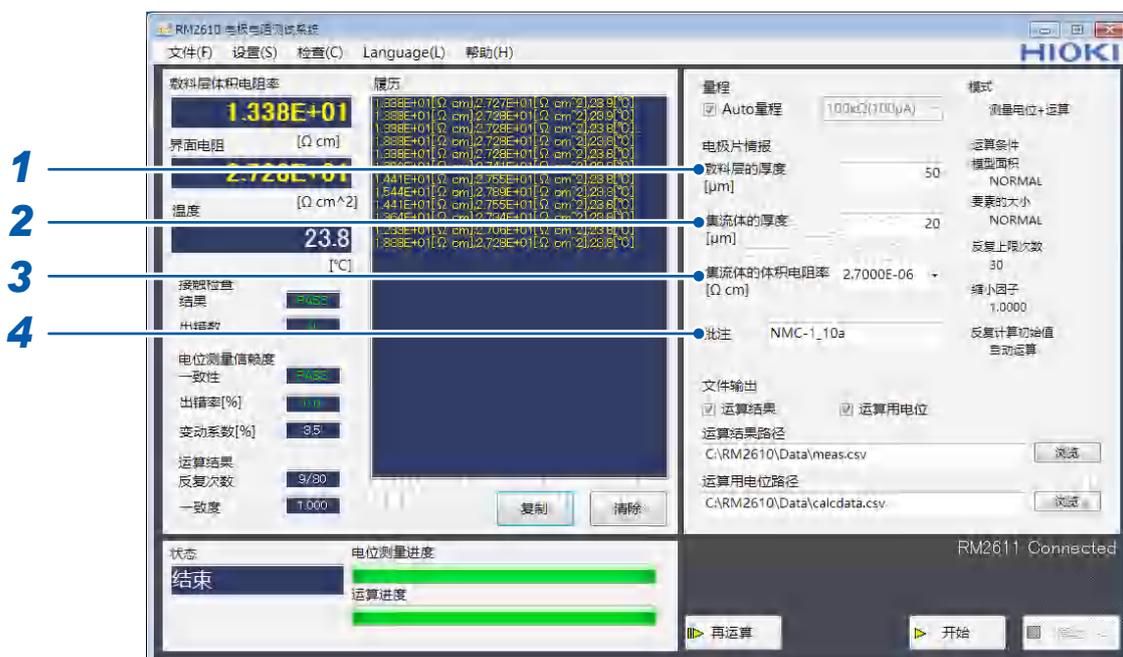
4 选择 [应用] 或 [OK] 进行确定 (如果选择 [OK]，则会返回到主画面)

## 3.5 输入电极片的信息

对电极电阻进行运算时，需要输入作为被测对象的电极片的信息。  
如果未输入被测对象的信息，则不能进行运算。

### 重要事项

运作模式为 **[运算]** 时，会采用指定的运算用电位文件中保存的电极片信息（而非画面上的电极片信息）进行运算。



3

基本测量

### 1 输入 [数料层的厚度 [μm]]

输入范围	初始值	输入格式
0.0001 μm ~ 1000 μm	50	小数形式或指数形式，有效数字为 5 位

### 2 输入 [集流体的厚度 [μm]]

输入范围	初始值	输入格式
0.0001 μm ~ 1000 μm	20	小数形式或指数形式，有效数字为 5 位

### 3 输入 [集流体的体积电阻率 [Ωcm]]

输入范围	初始值	输入格式
1.0000E-10 ~ 1.0000E+5	2.7000E-06*	小数形式或指数形式，有效数字为 5 位

\* 铝的体积电阻率

**(Tips) 体积电阻率 (参考值)**

可从下拉式菜单中选择铝与铜。

铝	<b>2.7000E-06</b>
铜	<b>1.7000E-06</b>

输入电极片的信息

**4** 输入[注释] (可输入**30**个以下的字符)

文件输出时，会输出此处输入的注释。不能输入逗号(,)、分号(;)。

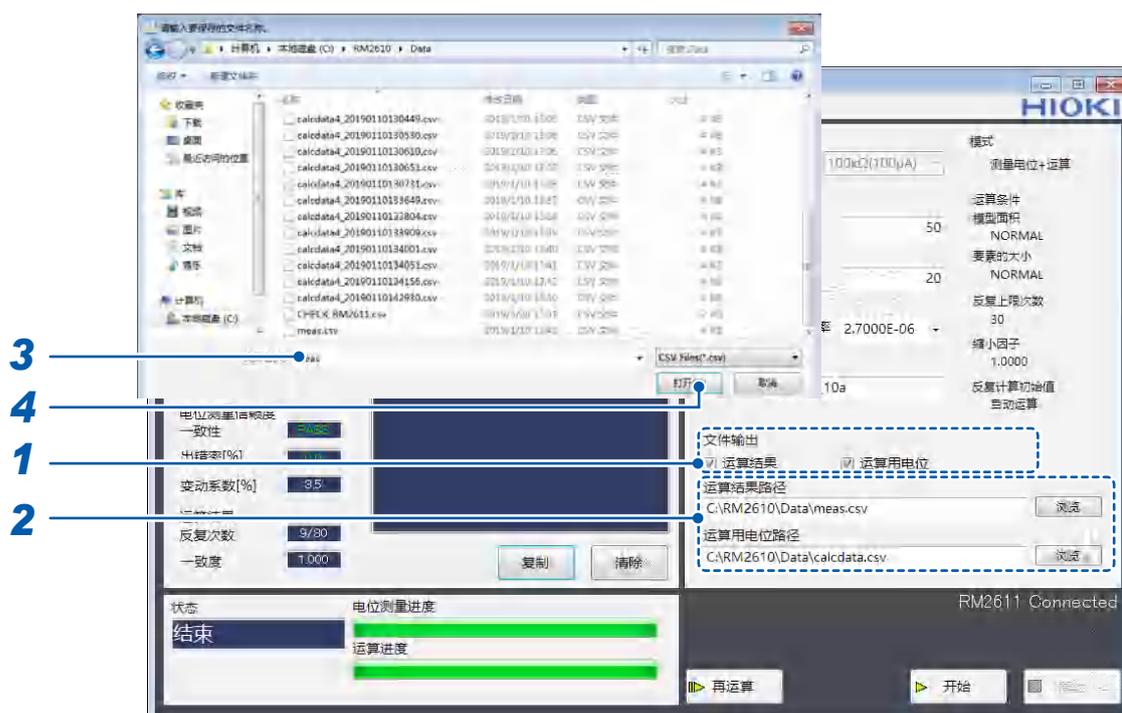
## 3.6 保存测量值

可按 CSV 文件格式保存测量结果与运算用电位分布。

如果在测量之前选择要保存的项目，则会在测量结束时生成 CSV 文件。

### 重要事项

如果未选择要进行文件输出的项目，则不会保存测量结果。由于 **[文件输出]** 设置因运作模式而异，因此，请在 **[开始]** 之前确认 **[文件输出]** 项目。



### 1 选择 **[文件输出]** (选择要进行文件输出的项目)

选择要保存的项目 (可多选)。

<b>运算结果</b>	保存敷料层体积电阻率、界面电阻的测量结果与测量条件。 有关各输出文件的格式，请参照“7.3 输出文件格式” (第 85 页)。
<b>运算用电位</b>	保存电位测量结果。 用于运作模式 (第 35 页) 的 <b>[运算]</b> 。

### 2 指定保存测量结果的文件名，然后选择 **[浏览]**

按要保存的项目，指定保存文件夹与文件名。请指定文件夹和文件名。

有关各输出文件的格式，请参照“7.3 输出文件格式” (第 85 页)。

<b>运算结果路径</b>	如果指定同名文件，则会添加测量结果。 如果指定新的文件名，则会生成新文件。
<b>运算用电位路径</b>	1 次电位测量生成 1 个文件。为便于区分，会在文件名中附加时间戳。

### 3 输入要保存的文件名

### 4 选择 **[打开]**，进行保存

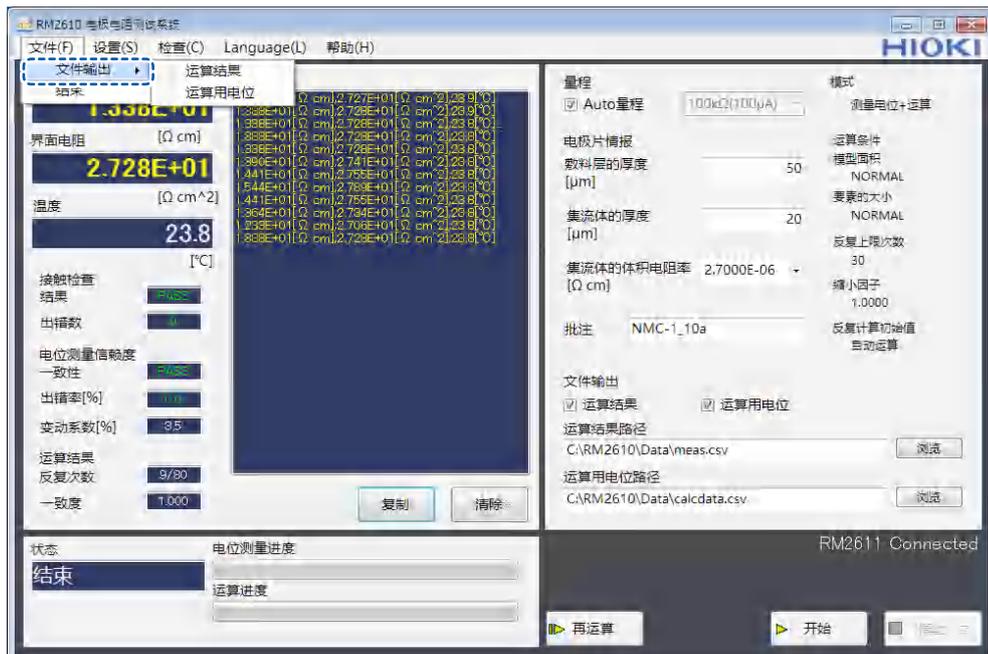
## 保存当前的测量结果

测量之前，即使未在【文件输出】中选择保存项目，也可以通过从【文件】-【文件输出】选择【运算结果】或【运算用电位】，以CSV文件格式保存此前的运算结果与运算用电位分布。

保存处为【运算结果路径】。

### 重要事项

要使用该功能保存运算结果或运算用电位时，请在变更设置或电极片信息之前选择【文件输出】。



## 3.7 将电极片安装到 RM9003 测试用台架中

**⚠ 注意**



RM9004 测试针单元接触电极片时，请勿移动电极片。否则会损坏探头。



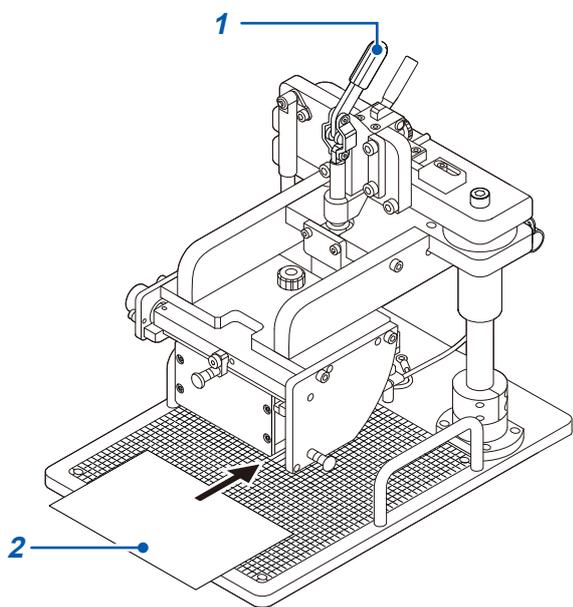
请确认 RM9004 测试针单元可靠地接触电极片，然后再开始测量。如果 RM9004 测试针单元未可靠地接触电极片，则不能进行测量。

### 重要事项

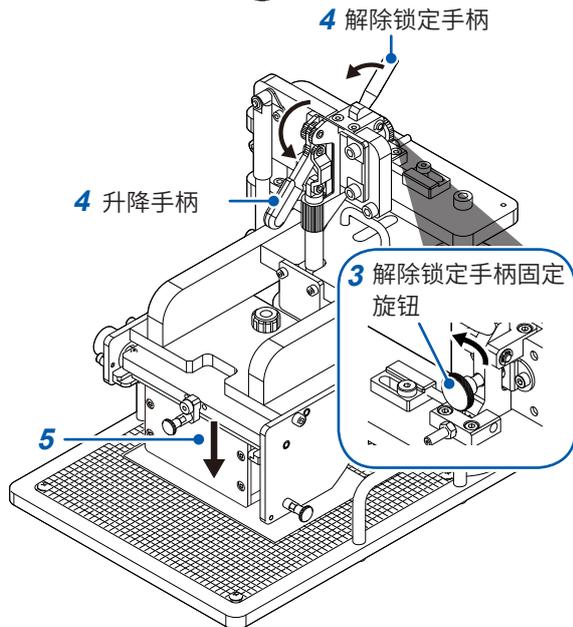
降低 RM9004 测试针单元时，请注意不要夹住手等。

3

基本测量



- 1** 请确认升降手柄上升
- 2** 将电极片放在测量载物台上  
探头接触的位置为刻度板上的粗体标尺的交点。

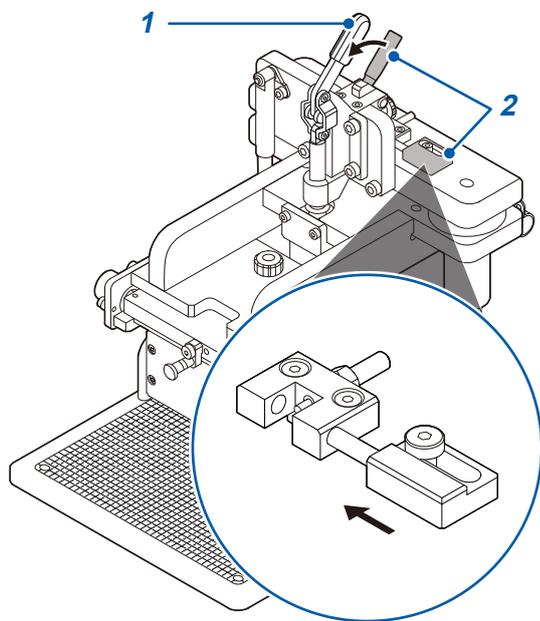


- 3** 请确认解除锁定手柄的固定旋钮松动
- 4** 在外拉解除锁定手柄的同时落下升降手柄  
RM9004 测试针单元会因自重而下降。
- 5** RM9004 测试针单元降到底之后，开始测量 (第 47 页)
- 6** 测量结束之后，抬起升降手柄
- 7** 确认 RM9004 测试针单元升到顶之后，从测量载物台上取下电极片

## 仅利用升降手柄进行操作 (将解除锁定手柄设为无效)

### 重要事项

如果将解除锁定手柄设为无效，则仅利用升降手柄对 RM9004 测试针单元进行升降操作。请注意勿使 RM9004 测试针单元意外降低并夹住手等。



**1** 请确认升降手柄上升

**2** 在外拉解除锁定手柄的同时，将锁定无效销移向内侧

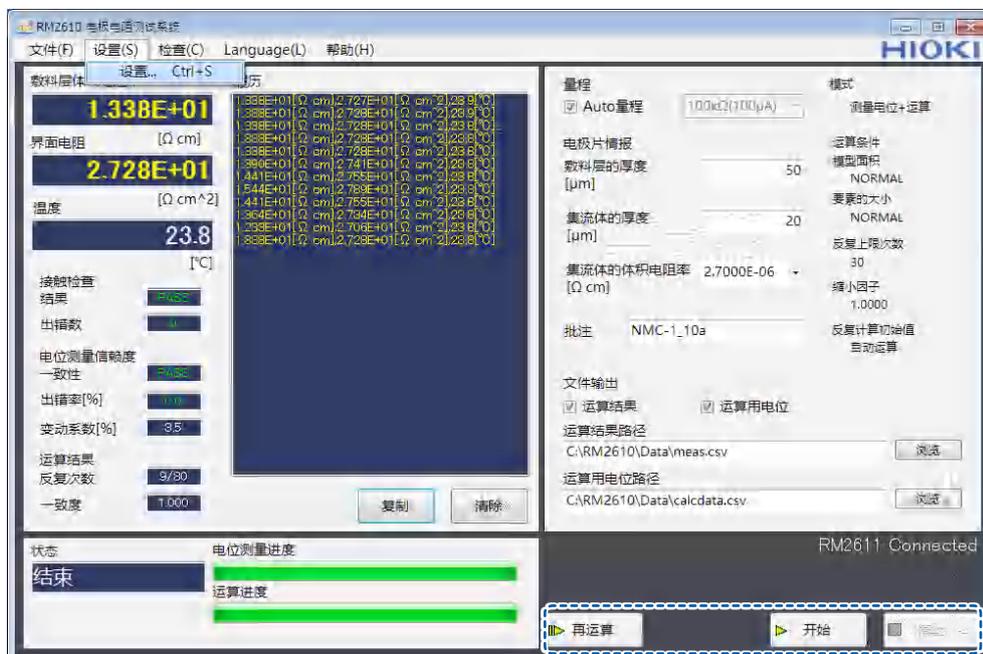
解除锁定手柄变为无效状态，届时，可仅利用升降手柄对 RM9004 测试针单元进行升降操作。

要将解除锁定手柄设为有效时，请按相反的步骤恢复原状。

## 3.8 开始测量

### 重要事项

- 为达到测试精度，请进行60分钟以上的预热。
- 测量期间请勿触摸电极片和RM9004测试针单元等。



3

基本测量

开始	用于开始测量。
停止	用于中断测量。
再运算	使用此前测量的电位测量结果重新进行运算。 该功能的作用在于，在输入错误的敷料层厚度值或发生运算错误时，用于增大反复上限次数或减小缩小因数，以便仅重新进行运算。

### Tips 关于计数器功能

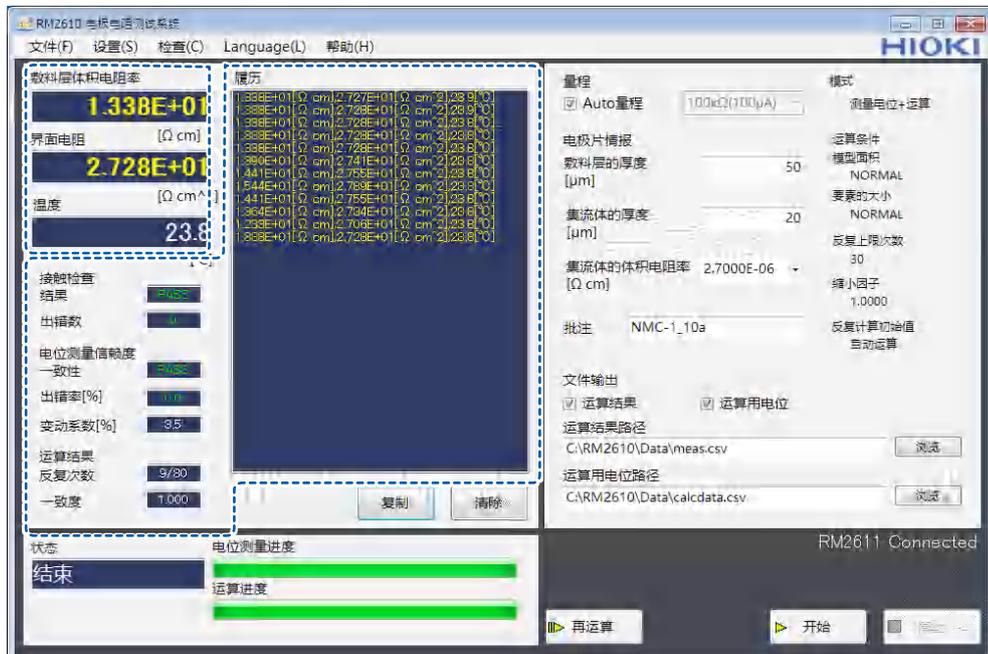
RM2612 电极电阻测试软件具有对测量次数进行递增计数的功能。作为 RM9004 测试针单元测量次数的大致标准，会输出到运算结果文件与运算用电位文件中。“7.3 输出文件格式”（第 85 页）

## 3.9 确认测量结果

如果电位测量与运算正常结束，则会显示测量结果。

### 重要事项

忽略错误功能 ON 时，如果错误数据被清除，测量值颜色则会变为红色。



<p><b>数料层体积电阻率</b></p>	<p>用于显示运算的数料层体积电阻率。可在设置中选择体积电阻率或面积电阻率。</p>
<p><b>界面电阻</b></p>	<p>用于显示运算的界面电阻。</p>
<p><b>温度</b></p>	<p>表示利用 RM2611 电极电阻计测量的 RM9004 测试针单元附近的温度。用于显示电位测量结束时的温度。</p>

<b>接触检查</b>	
<b>结果</b>	发生接触错误时，变为 FAIL 状态。 没有接触错误时，变为 PASS 状态。
<b>出错数</b>	用于显示接触错误的探头数。
<b>电位测量信赖度</b>	
<b>一致性</b>	进行电位测量之后，如果中央附近的电位斜率显示出正确的大小关系，则变为 PASS 状态。如果大小关系不正确，则变为 FAIL 状态，并且不会进入运算状态。
<b>出错率[%]</b>	是所有电位数据数中发生测量错误的数据的比例。 (不是接触错误的探头数)
<b>变动系数[%]</b>	已进行多次电位测量时，会以 % 表示电位的偏差 (波动系数)。
<b>运算结果</b>	
<b>反复次数</b>	以 (反复次数) / (反复上限次数) 的形式表示反复运算的次数。
<b>一致度</b>	表示已测量的电位分布与计算求出的电位分布的一致性。 如果一致，则变为 1.000，并且会因一致的状况而减小。 (一致性也可能会变为负值)
<b>履历</b>	用于显示测量结果的履历并添加履历。 进行运算时，会显示敷料层电阻率、界面电阻与温度。在运作模式下选择“电位测量”时，会仅显示温度 [°C]。

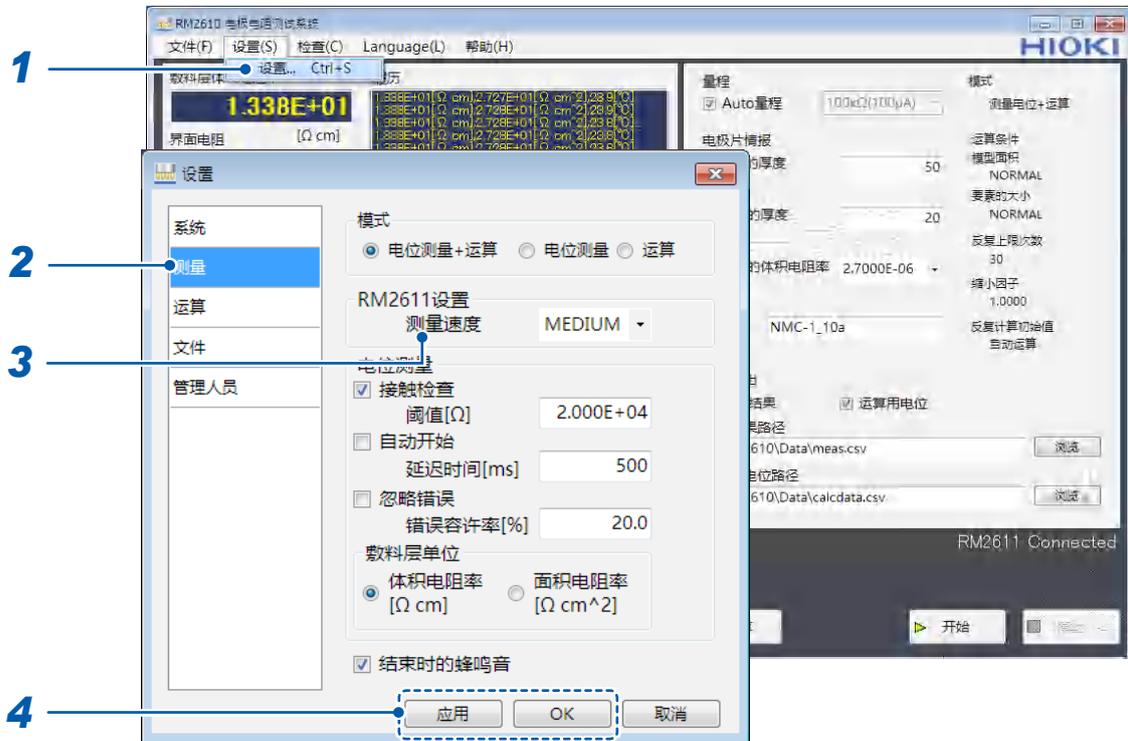
确认测量结果

# 4

## 测量条件的定制

### 4.1 选择测量速度

可将测量速度变更为 FAST、MEDIUM、SLOW1、SLOW2 四个档次。



1 选择[设置]

2 选择[测量]

3 从下述项目中选择[测量速度]

FAST	可将测量速度变更为 <b>FAST</b> 、 <b>MEDIUM</b> 、 <b>SLOW1</b> 、 <b>SLOW2</b> 四个档次。从 <b>FAST</b> 变更到 <b>MEDIUM</b> 、 <b>SLOW1</b> 、 <b>SLOW2</b> 过程中，测试精度逐渐提高，并且不易受外部环境的影响。但在从 <b>FAST</b> 到 <b>MEDIUM</b> 、 <b>SLOW1</b> 、 <b>SLOW2</b> 的变更过程中，测量时间会被逐渐延长。
MEDIUM <input checked="" type="checkbox"/>	
SLOW1	
SLOW2	

4 选择[应用]或[OK]进行确定(如果选择[OK]，则会返回到主画面)

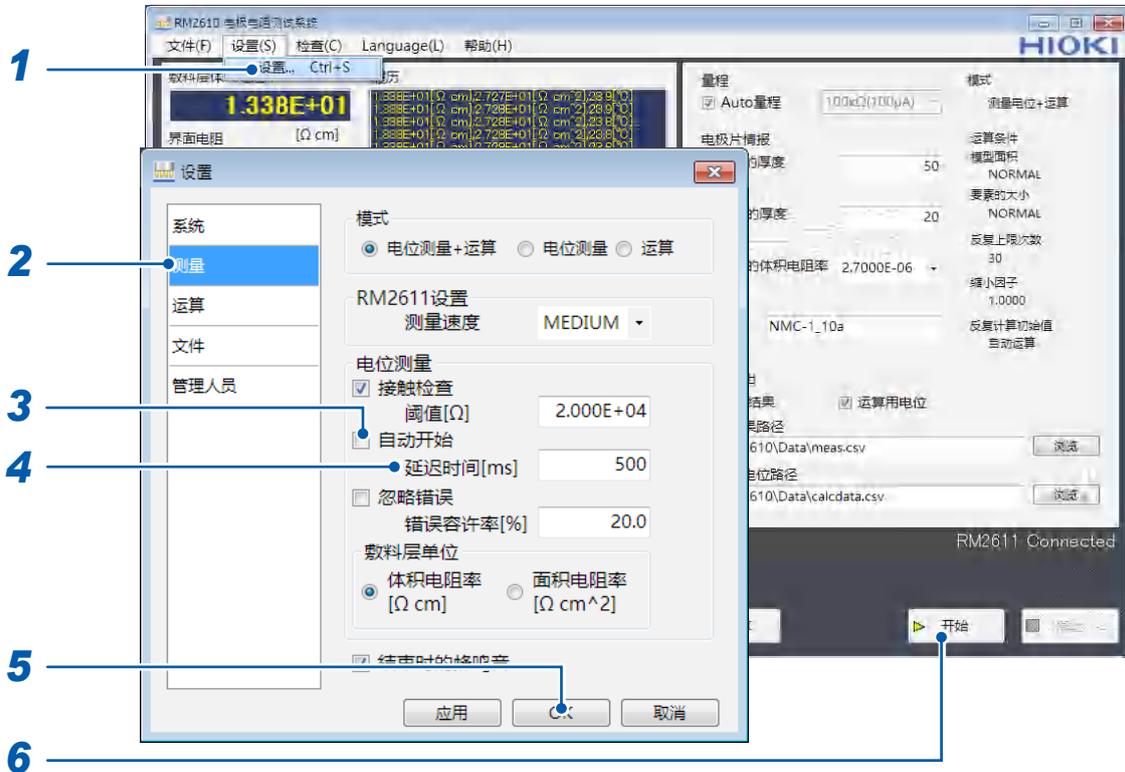
# 4

测量条件的定制

## 4.2 自动开始功能

自动开始功能用于在探头接触电极片时自动开始测量。

即使未按下 **[开始]** 也可以开始测量，因此，在连续测量多块电极片时使用该功能的话，会非常便利。可设置探头接触电极片～开始测量之间的时间（延迟时间）。



1 选择 **[设置]**

2 选择 **[测量]**

3 从下述项目中选择 **[自动开始]**

ON	如果选择 <b>[开始]</b> ，从探头接触被测对象开始，经过在 <b>[延迟时间 [ms]]</b> 中输入的时间，则开始测量（接触错误多发时，请增加延迟时间）。
OFF <input checked="" type="checkbox"/>	通过用户操作开始测量（无需步骤4）。

4 在 **[延迟时间 [ms]]** 中输入测量开始之前的时间（0 ms ~ 2000 ms）

5 选择 **[OK]** 进行确定（如果选择 **[OK]**，则会返回到主画面）

6 在主画面中选择 **[开始]**

进入探头的接触确认状态。如果探头接触电极片，则会在经过 **[延迟时间 [ms]]** 之后开始测量。测量结束之后，确认探头开路状态，然后再次进入接触确认状态。

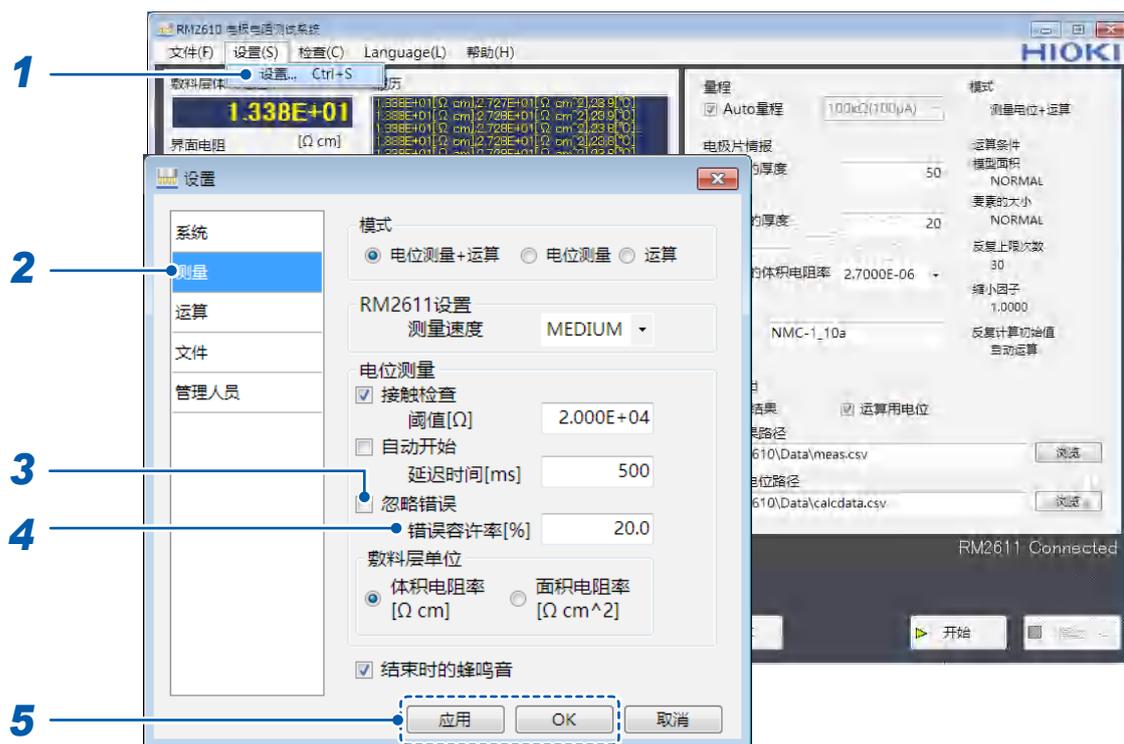
## 4.3 排除错误数据进行测量 (错误数据忽略功能)

可排除错误数据进行测量。

即使发生电流异常、超出量程或接触错误，也会在超出设置的阈值之前一直进行测量。

被忽略的错误数据：

- 发生电流异常的数据
- 匹配性为 FAIL 的电流通道的数据
- 发生接触错误的探头的电位



1 选择 [设置]

2 选择 [测量]

3 从下述项目中选择 [忽略错误]

ON	忽略错误数据。
OFF <input checked="" type="checkbox"/>	不忽略错误数据 (无需步骤 4)。 即使有 1 个探头发生接触不良，或即使有 1 个电位测量发生错误，也会停止电位测量。

4

测量条件的定制

#### 4 在 [错误容许率 [%]] 中输入停止测量的错误数据的阈值

输入范围	初始值	输入格式
0.1 ~ 100.0	20.0	1 位小数点“0.0”

##### **Tips** 阈值 (参考)

如果在电位测量期间发生超出错误容许率的错误，则停止测量。  
按 [%] 设置错误容许率，初始值为 20%。建议设为 10% ~ 20%。  
如果增大该错误容许率，对错误的容许度则随之而增大，结果导致增大对测量结果的不确定影响。

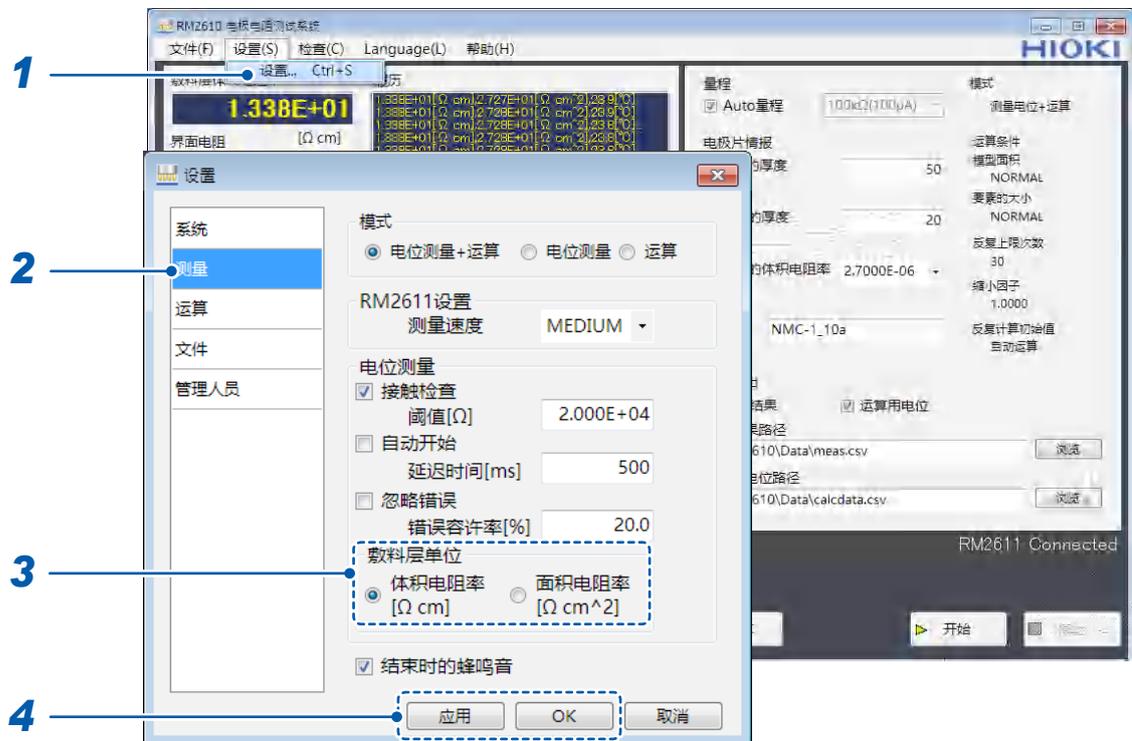
##### **错误容许率 [%] :**

电位测量使用较多的探头并进行多次测量。用错误率 [%] 表示接触错误或测量错误等无法测量电位的次数与所有测量次数之比；用错误容许率 [%] 设置容许具体的错误率 [%]。  
所有的测量都正常时，错误率 [%] 为 0%；无法进行全部测量时，错误率为 100%。  
请根据被测对象电极片确定错误容许率。

#### 5 选择 [应用] 或 [OK] 进行确定 (如果选择 [OK]，则会返回到主画面)

## 4.4 选择敷料层电阻的单位

可将敷料层电阻的单位设为**体积电阻率 [ $\Omega\text{cm}$ ]**或**面积电阻率 [ $\Omega\text{cm}^2$ ]**。



1 选择 [设置]

2 选择 [测量]

3 从下述项目中选择 [敷料层单位]

<b>体积电阻率 [<math>\Omega\text{cm}</math>]</b> <input checked="" type="checkbox"/>	按体积电阻率 [ $\Omega\text{cm}$ ] 输出敷料层电阻率。 要求出物性值时进行设置。
<b>面积电阻率 [<math>\Omega\text{cm}^2</math>]</b>	按面积电阻率 [ $\Omega\text{cm}^2$ ] 输出敷料层电阻率。 要比较界面电阻 [ $\Omega\text{cm}^2$ ] 与电阻时进行设置。

**Tips** 比较界面电阻 [ $\Omega\text{cm}^2$ ] 与电阻 (第 99 页、第 100 页)

计算公式：  
敷料层体积电阻率 [ $\Omega\text{cm}$ ]  $\times$  敷料层厚度 [ $\text{cm}$ ]

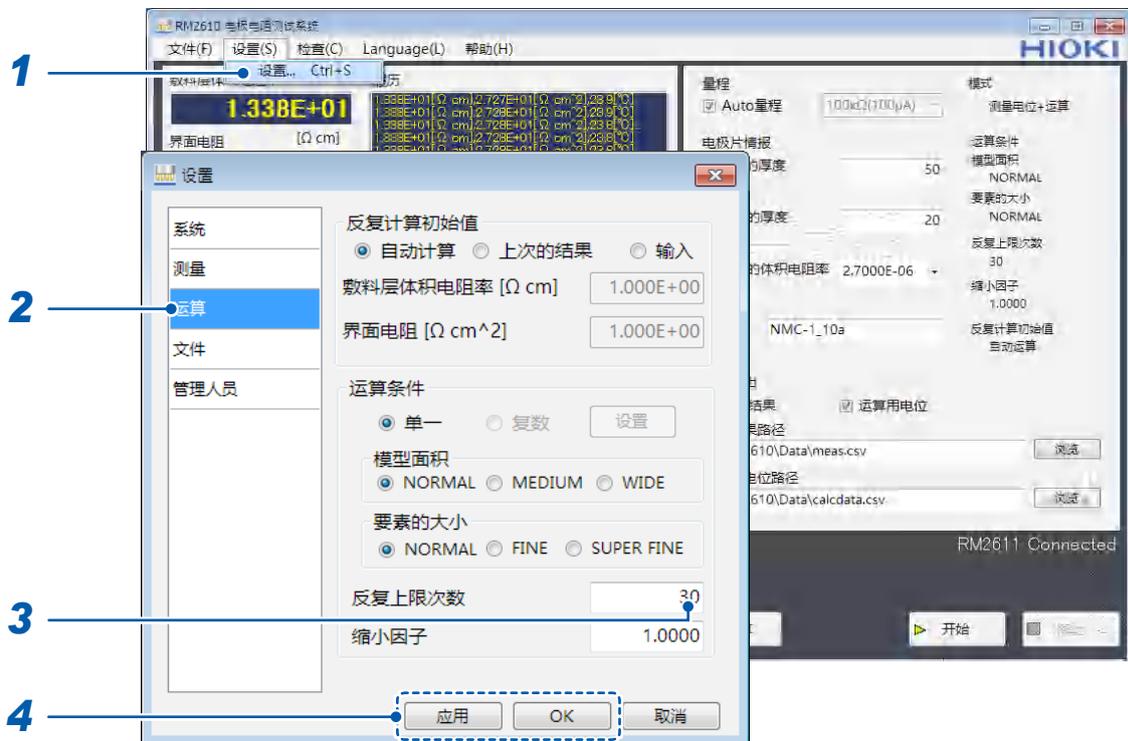
4 选择 [应用] 或 [OK] 进行确定 (如果选择 [OK]，则会返回到主画面)  
将敷料层的体积电阻率 [ $\Omega\text{cm}$ ] 与面积电阻率 [ $\Omega\text{cm}^2$ ] 输出到运算结果文件中。

4

测量条件的定制

## 4.5 设置反复上限次数

设置运算的反复计算上限次数。



1 选择 [设置]

2 选择 [运算]

3 输入 [反复上限次数] 的反复计算上限次数

输入范围	初始值	输入格式
1 ~ 999	30	3位整数“000”

4 选择 [应用] 或 [OK] 进行确定 (如果选择 [OK]，则会返回到主画面)

**(Tips)** 什么是反复上限次数?

在 [反复上限次数] 中设置结束运算之前的运算上限次数。

本仪器会多次进行运算，直至数据收敛到一定范围内。如果达到收敛值，则结束测量并显示测量值。通常请使用初始值设置，根据状况变更设置。

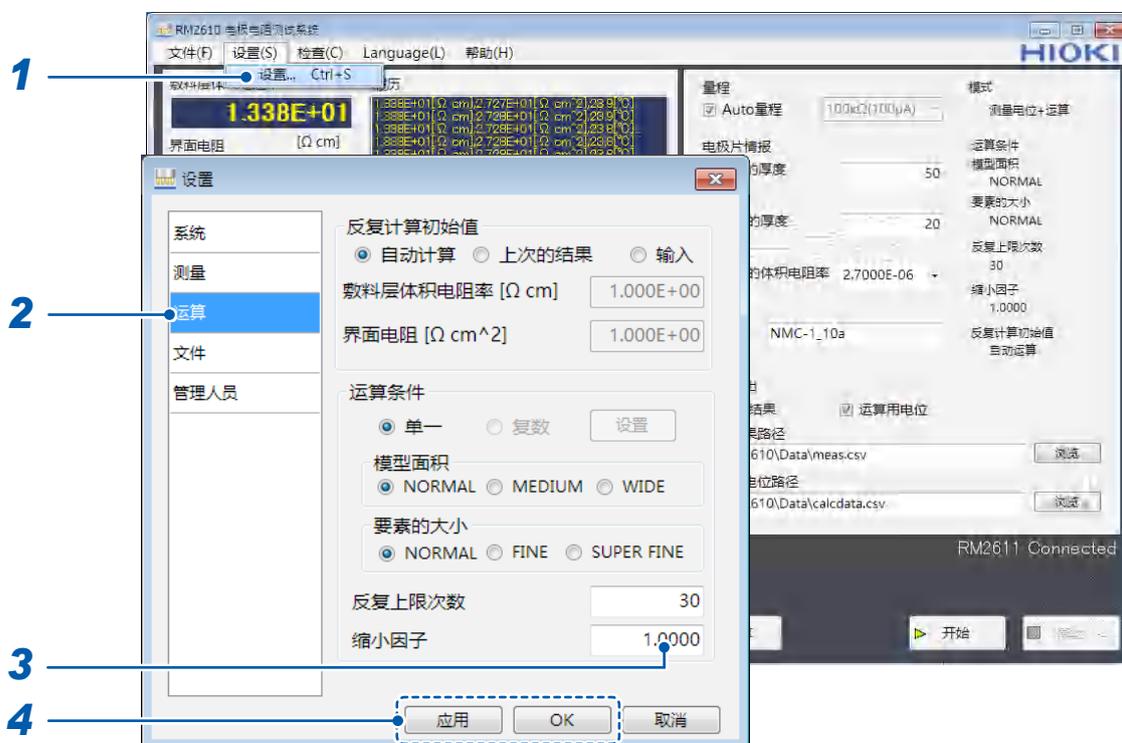
测量开始

测量结束



## 4.6 设置缩小因数

可在大于等于“0.0001”、小于等于“1.0000”的范围内，设置用于计算界面电阻的反复计算修正值的大小(缩小因数)。



1 选择[设置]

2 选择[运算]

3 输入[缩小因子]的值

输入范围	初始值	输入格式
0.0001 ~ 1.0000	1.0000	小数形式、小数点以下4位“0.0000”

4 选择[应用]或[OK]进行确定(如果选择[OK]，则会返回到主画面)

### **(Tips)** 什么是缩小因数?

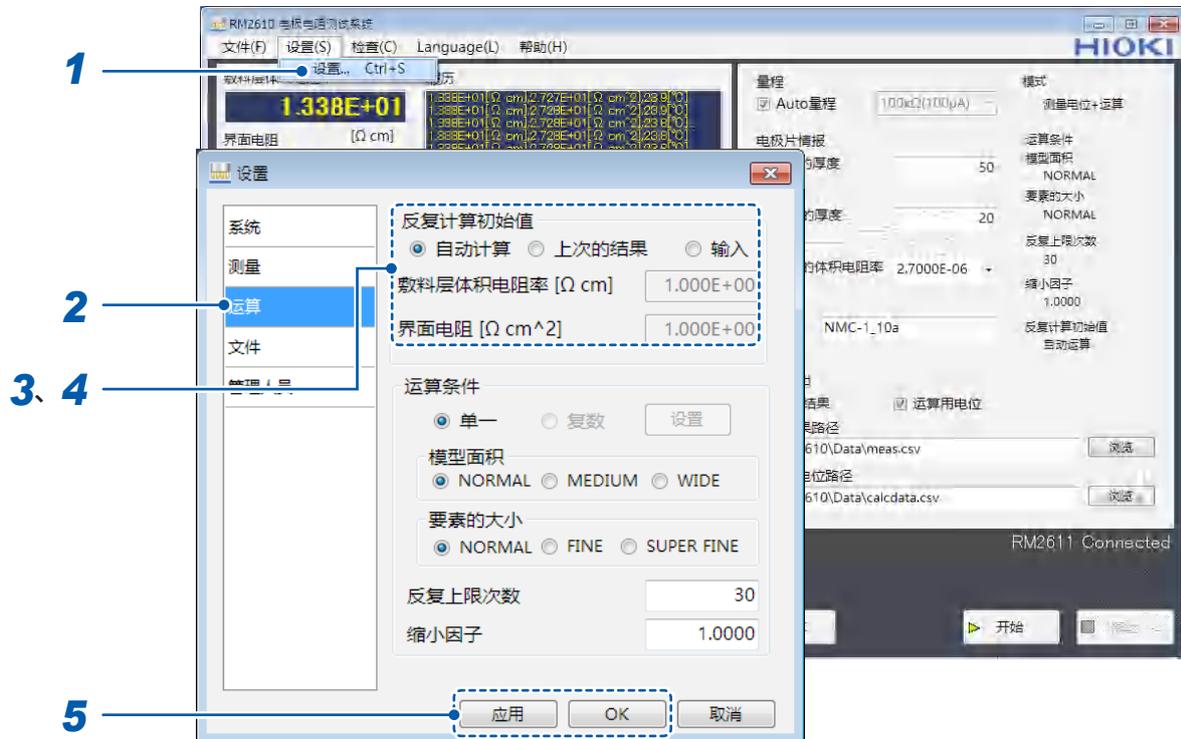
缩小因数是用于调节用于计算界面电阻的反复计算修正值大小的参数。  
如果设为较小的数值，收敛则易于稳定，但运算时间会延长。  
收敛稳定时，建议将初始值设为“1.0000”。  
请根据状况变更设置(第94页)。

4

测量条件的定制

## 4.7 输入反复计算初始值

输入用于进行反复计算的初始值。



1 选择 [设置]

2 选择 [运算]

3 从下述项目中选择 [反复计算初始值] 的电阻初始值

自动计算 <input checked="" type="checkbox"/>	(无需步骤 4)
上次的结果	(无需步骤 4) 选择 [上次的结果] 时，如果上次的运算结果为 FAIL，电阻初始值则会变为 [自动计算] 的值。
输入	输入 [敷料层体积电阻率] 与 [界面电阻] 的值 (步骤 4)。

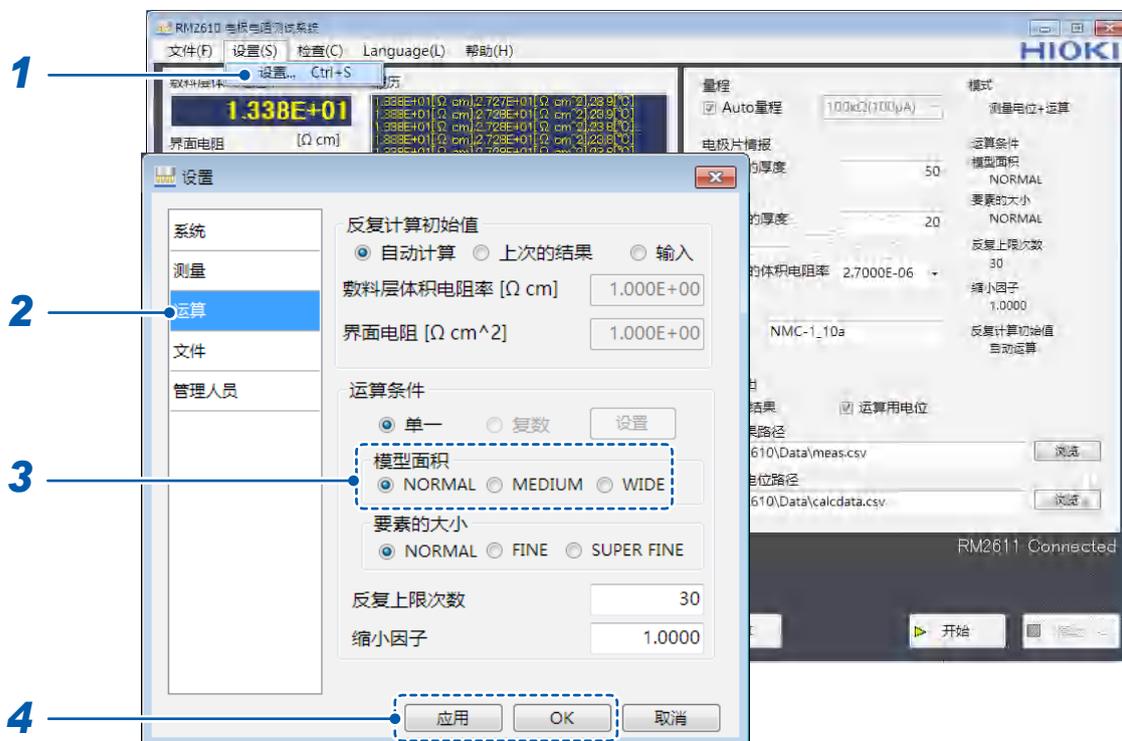
4 输入 [敷料层体积电阻率 [Ωcm]] 与 [界面电阻 [Ωcm<sup>2</sup>]] 的值

输入范围	初始值	输入格式
1.0E-10 ~ 1.0E+5	1.000E+00	小数形式、指数形式

5 选择 [应用] 或 [OK] 进行确定 (如果选择 [OK]，则会返回到主画面)

## 4.8 选择模型面积

选择适合测试精度的模型面积。  
模型面积越大，测试精度越高，但测量时间会延长。



- 1 选择[设置]
- 2 选择[运算]
- 3 从下述项目中选择[模型面积]

<b>NORMAL</b> <input checked="" type="checkbox"/>	按标准尺寸的模型面积进行运算。
<b>MEDIUM</b>	按标准 (NORMAL) 约 2.5 倍的模型面积进行运算。
<b>WIDE</b>	按标准 (NORMAL) 约 4 倍的模型面积进行运算。

- 4 选择[应用]或[OK]进行确定(如果选择[OK]，则会返回到主画面)

### **Tips** 什么是模型面积？(第97页)

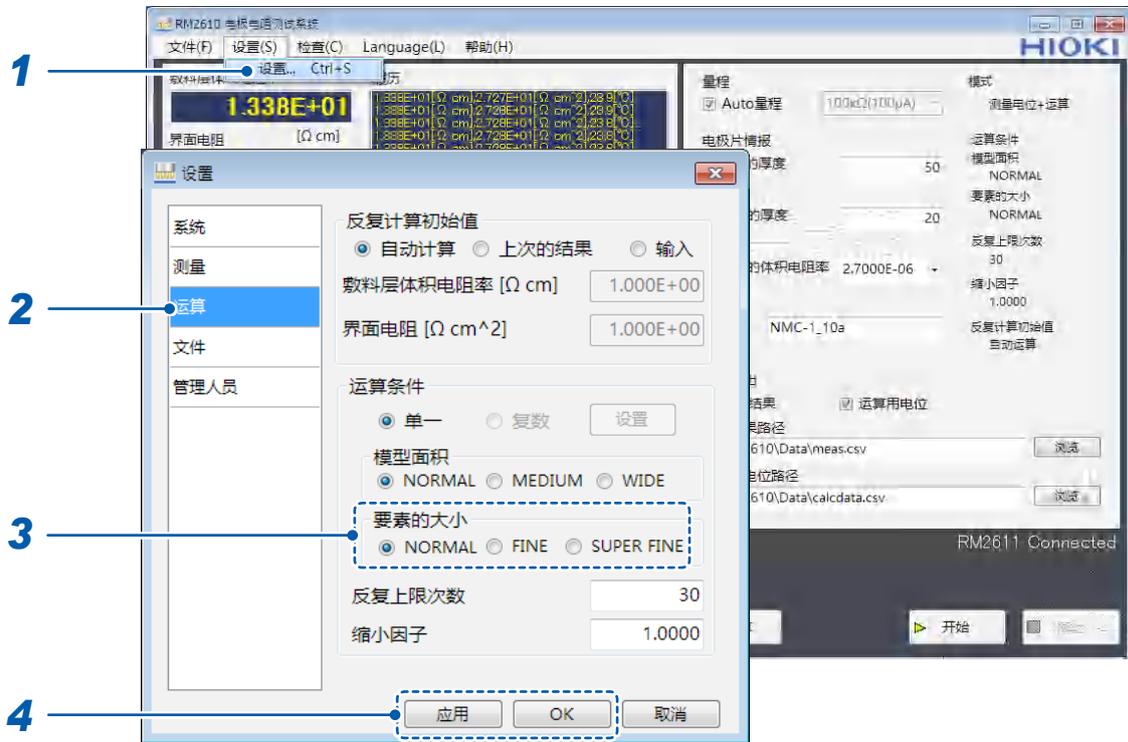
模型面积设置得越大，测量就越接近实际的物理现象，但测量时间会延长。  
请根据求出的测试精度变更设置。

4

测量条件的定制

## 4.9 选择要素的大小

选择要素的大小。



1 选择 [设置]

2 选择 [运算]

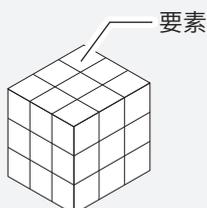
3 从下述项目中选择 [要素的大小]

<b>NORMAL</b> <input checked="" type="checkbox"/>	按标准要素大小进行测量。
<b>FINE</b>	按标准 (NORMAL) 的 4 分之 1 要素大小进行测量。
<b>SUPER FINE</b>	按标准 (NORMAL) 的 9 分之 1 要素大小进行测量。

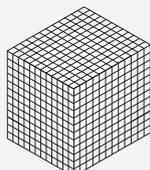
4 选择 [应用] 或 [OK] 进行确定 (如果选择 [OK], 则会返回到主画面)

**Tips** 什么是要素的大小?

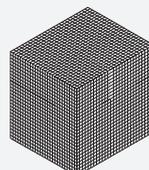
要素的大小设置得越细致, 测量就越接近实际的物理现象, 但测量时间会延长。  
请根据求出的测试精度变更设置。



NORMAL



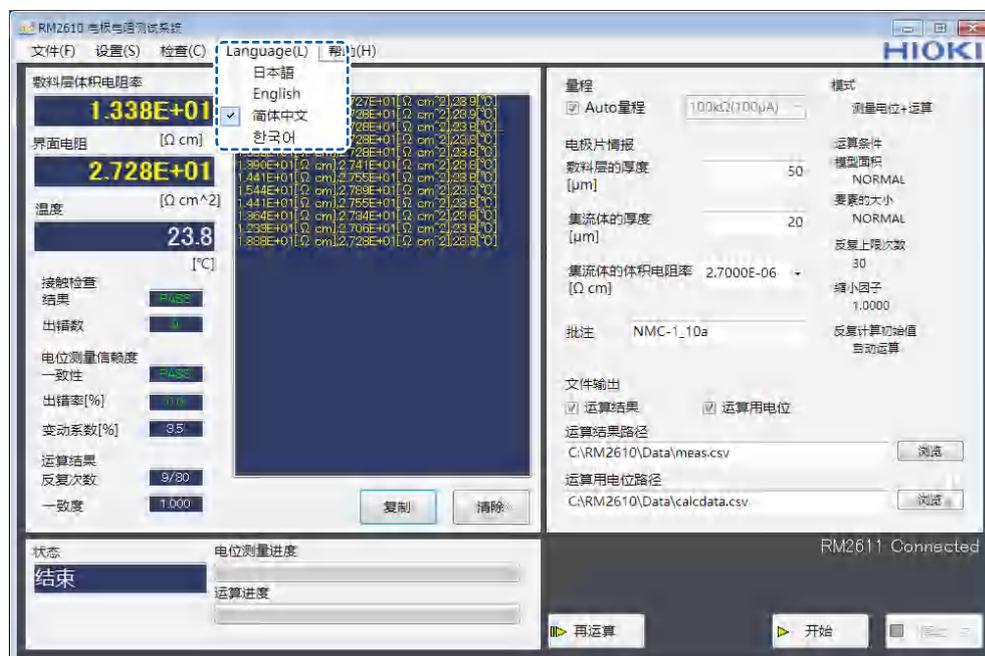
FINE



SUPER FINE

## 4.10 切换显示语言

选择要在RM2612电极电阻测试软件中显示的语言。  
可选择日文、英文、简体中文或韩文。



4

测量条件的定制

### 语言

日本語	显示日文。
English	显示英文。
简体中文	显示简体中文。
한국어	显示韩文。

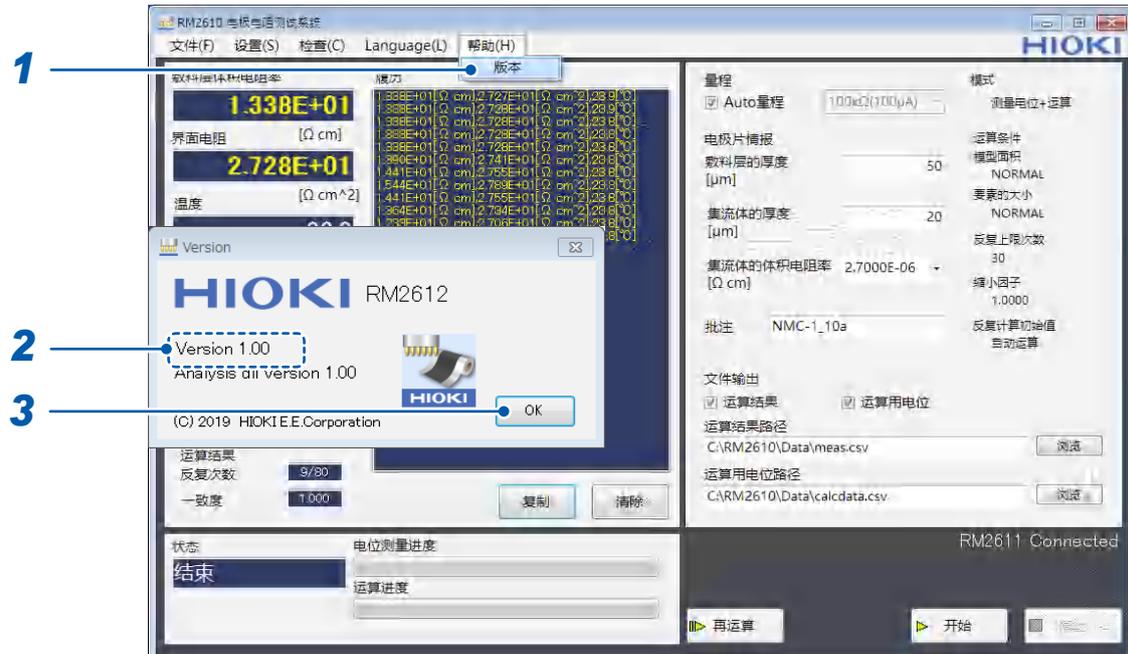
显示语言的初始设置为安装时选择的语言。

## 4.11 确认软件的版本

确认 PC 应用程序的软件版本。

### 重要事项

处于因特网连接环境并且可下载文件时，可升级 RM2612 电极电阻测试软件的 PC 应用程序的版本。详情请参照“9.2 软件的版本升级”（第 110 页）。



1 选择 [版本]

2 确认软件的版本

届时会显示 PC 应用程序的版本与内部使用的运算用 dll 的版本。

3 选择 [OK]

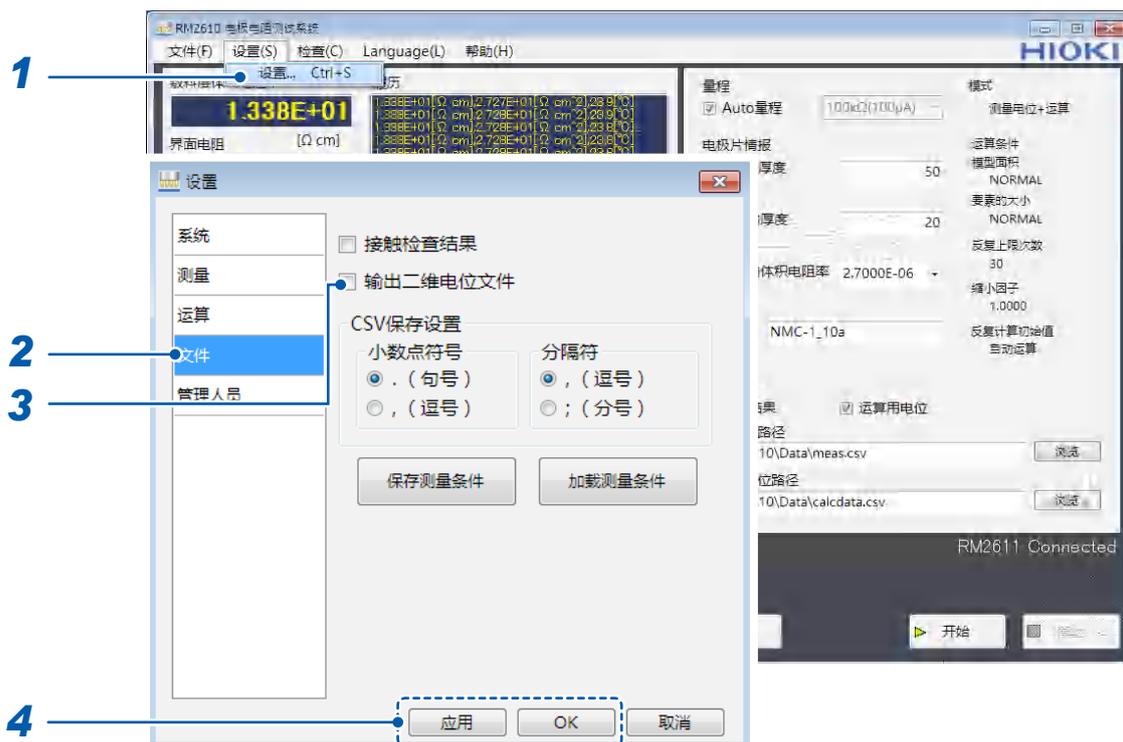
## 4.12 输出二维电位分布文件

如果将 **[输出二维电位分布文件]** 设为 ON，则可将已测量的  $5 \times 5$  电位输出到二维电位分布文件中。对数据进行平均化处理。

可在二维电位分布文件中看到电流流入电极片时的电位斜率。用于要按 RM2610 电极电阻测试系统以外的方法尝试进行运算之时。

以写入到运算结果路径中的文件名的开头带有“vpot”的文件名进行输出。如果在运算结果路径中输入相同的文件名，则会将结果添加到文件中。

有关文件格式，请参照“二维电位分布文件的格式”（第 86 页）。



1 选择 **[设置]**

2 选择 **[文件]**

3 从下述项目中选择 **[输出二维电位文件]**

ON	保存二维电位文件的输出结果。
OFF <input checked="" type="checkbox"/>	不保存二维电位文件的输出结果。

4 选择 **[应用]** 或 **[OK]** 进行确定（如果选择 **[OK]**，则会返回到主画面）

4

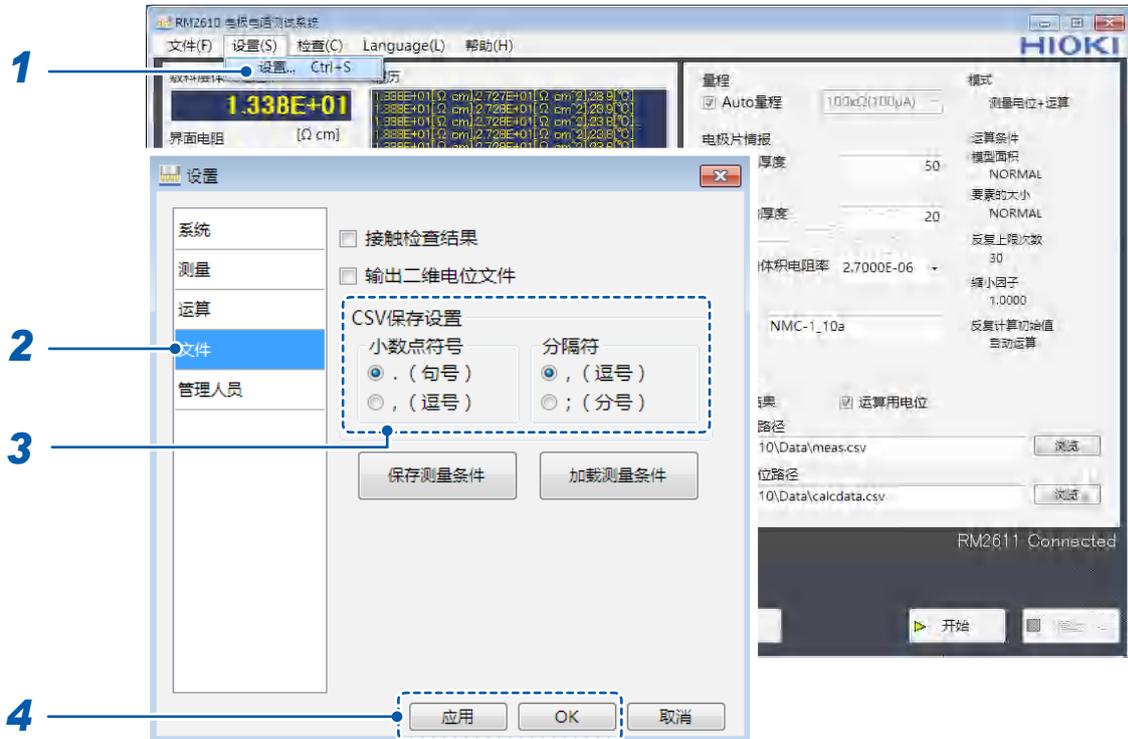
测量条件的定制

## 4.13 选择CSV的保存格式

保存运算结果文件、二维电位分布文件时，可选择数值的小数点与数据分隔符。

### 重要事项

不能同时将小数点符号与分隔符号都设为“,(逗号)”。



1 选择[设置]

2 选择[文件]

3 从下述项目中选择[CSV保存设置]

#### 小数点符号

. (句号)	将数值的小数点设为“.(句号)”。
, (逗号)	将数值的小数点设为“,(逗号)”。

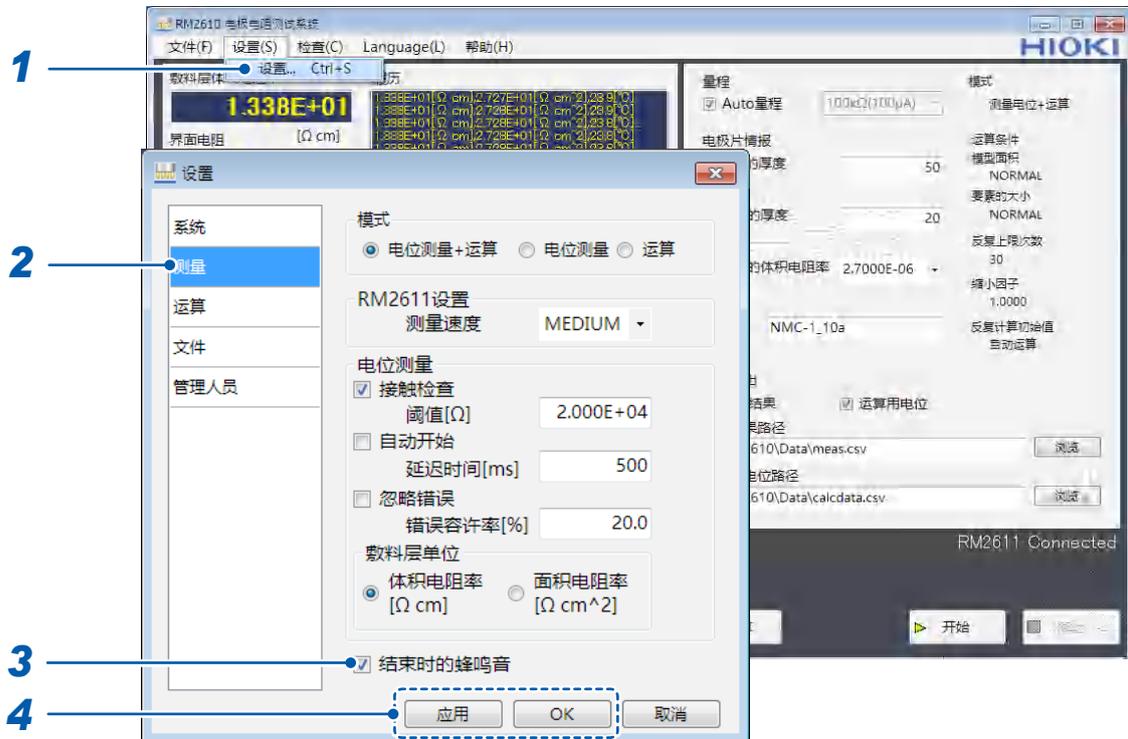
#### 分隔符号

, (逗号)	用“,(逗号)”分隔数据。
; (分号)	用“;(分号)”分隔数据。

4 选择[应用]或[OK]进行确定(如果选择[OK]，则会返回到主画面)

## 4.14 设置测量结束时的蜂鸣音

用于设置测量结束时的蜂鸣音。



1 选择[设置]

2 选择[测量]

3 从下述项目中选择[结束时的蜂鸣音]

ON	测量结束时鸣响蜂鸣音。
OFF <input checked="" type="checkbox"/>	测量结束时不鸣响蜂鸣音。

4 选择[应用]或[OK]进行确定(如果选择[OK],则会返回到主画面)

4

测量条件的定制

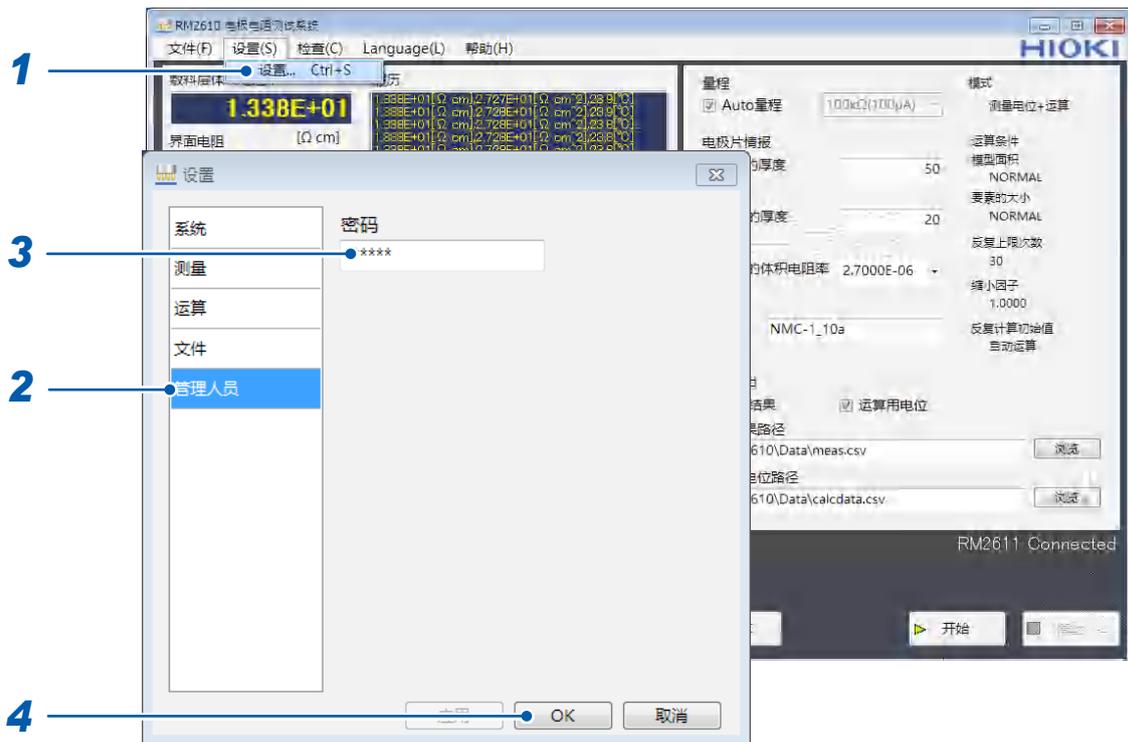
## 4.15 进行管理员模式的设置

通常不使用。

请仅在需要确认特别的操作或系统时设置项目。

### 重要事项

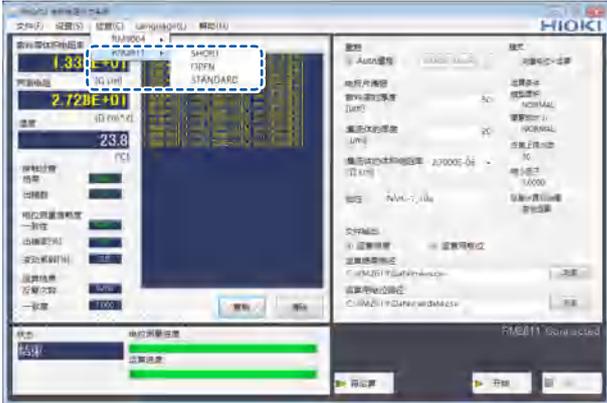
请根据本公司的指示，检查RM2611 电极电阻计。



- 1 选择[设置]
- 2 选择[管理人员]
- 3 输入[密码] (密码初始值：rm2612)
- 4 选择[OK]



## 5 设置下述项目

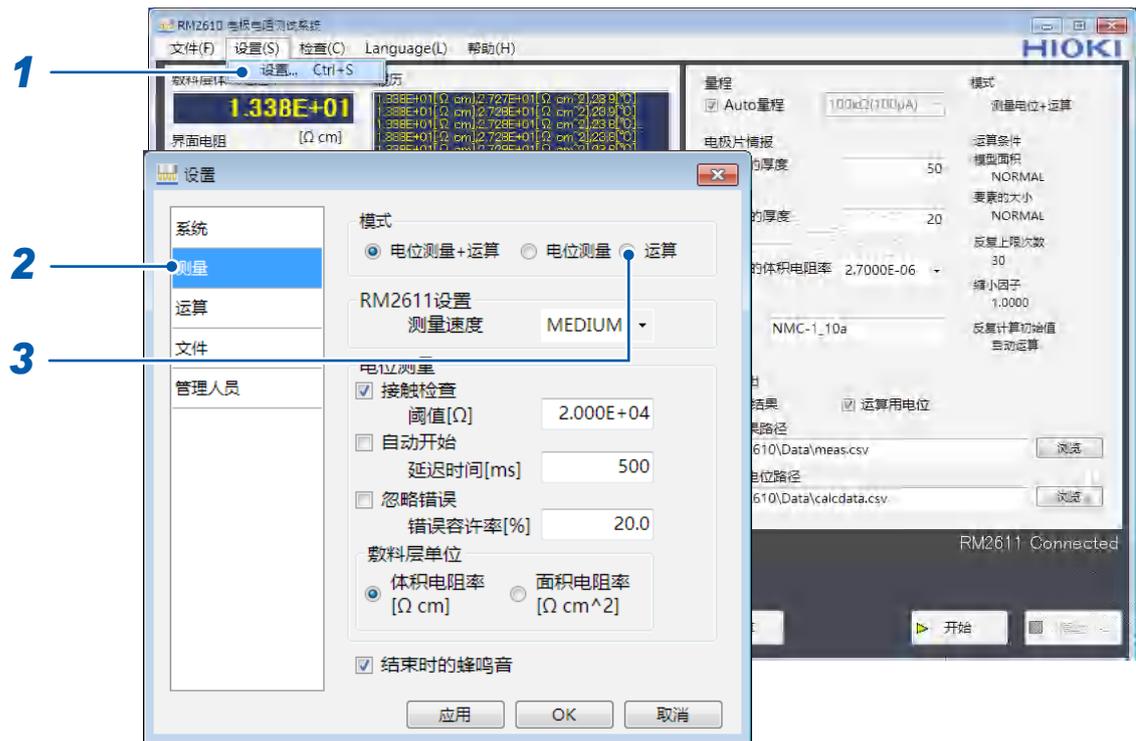
<p><b>补丁文件</b></p>	<p>如果将设置为 ON，则可对反向分析运算的中间结果进行文件输出（调试用）（初始值：OFF）。 即使调整缩小因数或初始值设置也无法顺利进行运算时，可能会要把输出的文件发送到本公司（文件格式不公开）。</p>
<p><b>允许检查 RM2611</b></p>	<p>如果将设置为 ON，则检查 RM2611 电极电阻计。 （初始值：OFF） 发生不良时，可能会用作查找原因的线索（通常无需检查 RM2611 电极电阻计）。</p> <p>如果在管理员模式下将 <b>[允许检查 RM2611]</b> 设为 ON，则会将 <b>[RM2611]</b> 添加到主画面的 <b>[检查]</b> 中，届时可诊断 RM2611。会将检查结果输出到文件中，因此，必要时可能会要发送到本公司（检查 RM2611 电极电阻计需要专用夹具）。</p> 
<p><b>密码</b></p>	<p>设置进入管理员模式时的密码。请根据需要进行变更。 初始值：rm2612</p>
<p><b>测量计数</b></p>	<p>如果按下 <b>[复位]</b>，测量计数器值则会变为 0。 测量计数器在每进行 1 次电位测量时都会进行递增计数，因此，可用作 RM9004 测试针单元测量次数的大致标准。运算结果输出文件中包括数值。 更换 RM9004 测试针单元的探头时，请进行复位。</p>

进行管理员模式的设置

## 5.1 相对于1个电位测量，在不同的条件下进行运算

相对于1个电位测量数据指定多个运算条件，通过一次操作执行连续运算。确定运算条件时，无需多次进行手动操作。

最多可保存100个条件。



1 选择[设置]

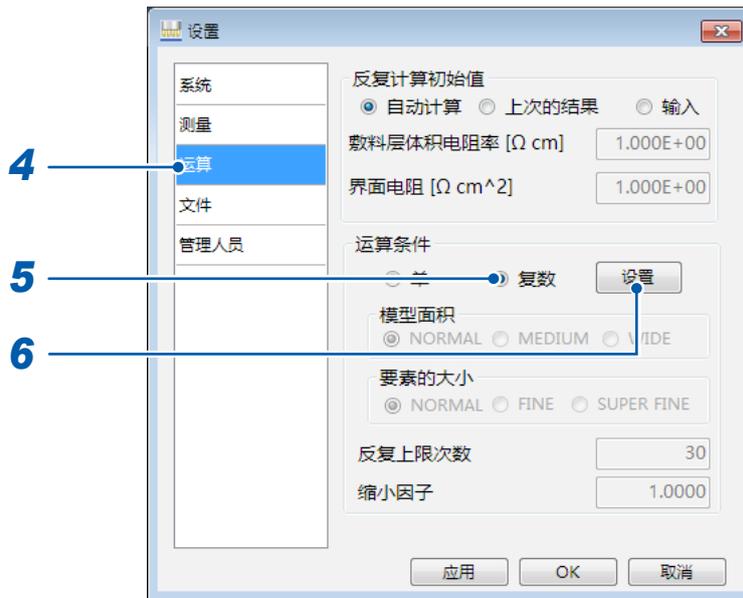
2 选择[测量]

3 选择[模式]中的[运算]

指定多个运算条件时，作为运算用电位输出的文件为对象。

请事先将运算用电位保存为文件。

相对于1个电位测量，在不同的条件下进行运算



4 选择[运算]

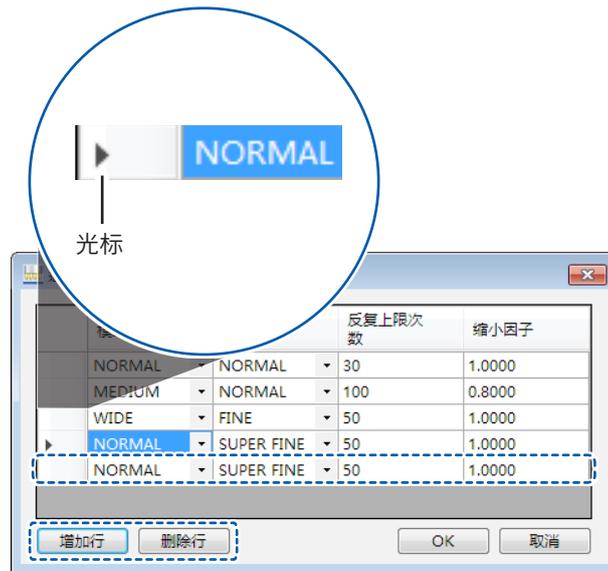
5 选择[复数]

6 选择[设置]



7 变更设置。可变更的条件为下述4种。

模型面积	NORMAL、MEDIUM、WIDE
要素的大小	NORMAL、FINE、SUPER FINE
反复上限次数	1 ~ 999 (输入范围)
缩小因子	0.0001 ~ 1.0000 (输入范围)



- 添加行

如果选择 **[增加行]**，则会将行添加到列表的最下面。

- 删除行

如果将 ► (光标) 移到要删除行的位置并选择 **[删除行]**，选中的行则会被删除。通过 PC 的 Shift 键 + 鼠标指针、Ctrl 键 + 鼠标指针或鼠标拖动，选择要删除的列，也可以进行删除。

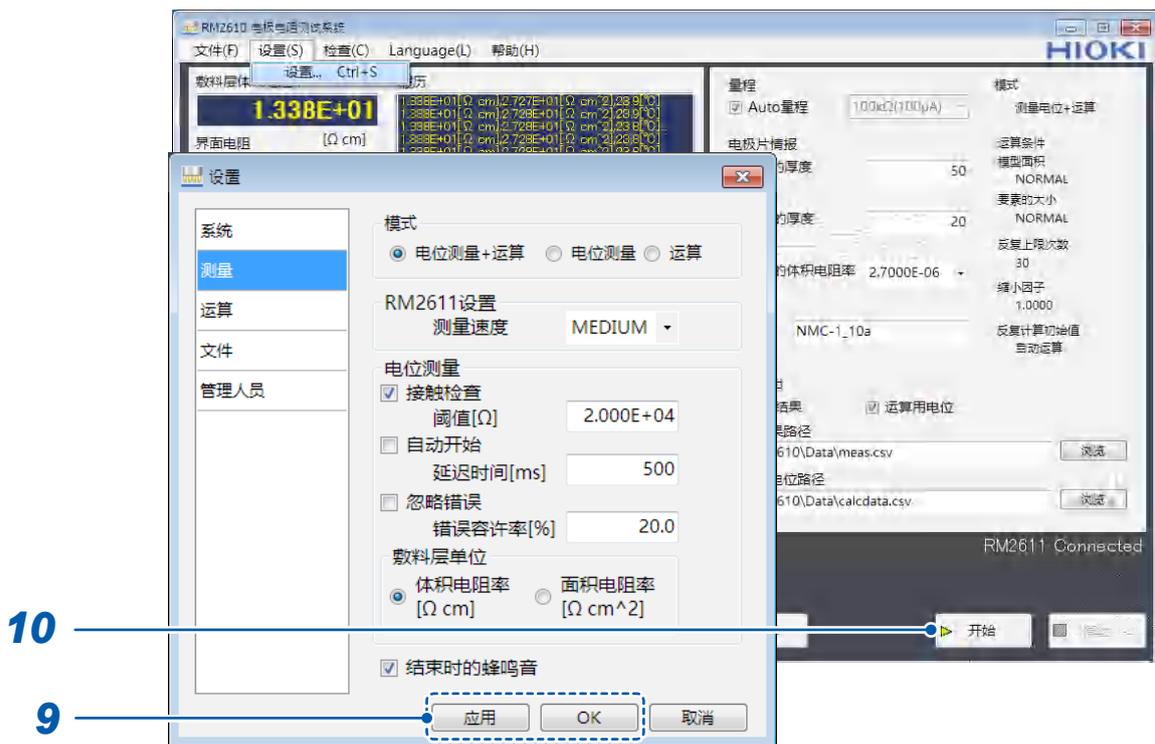


8

**8** 选择 **[OK]** 进行确定

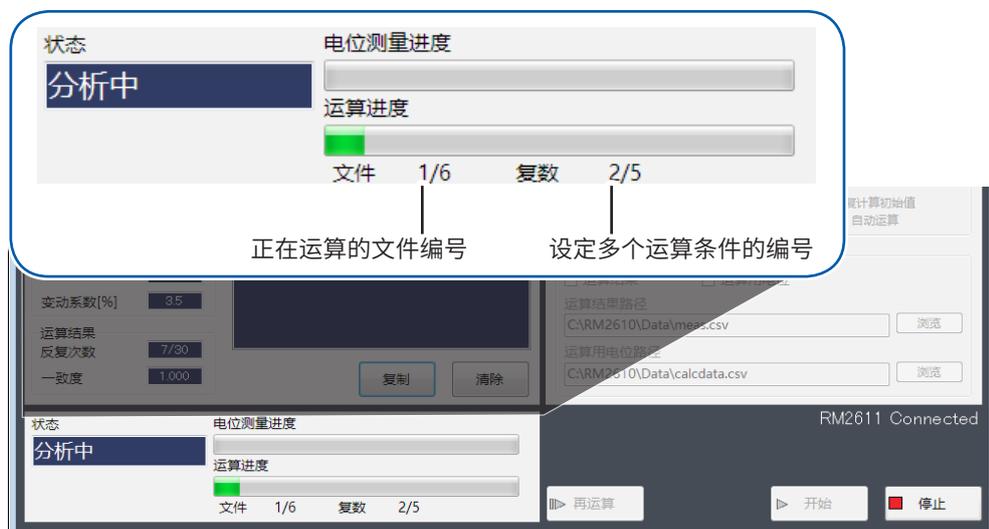
要中止设置时，选择 **[取消]**。

相对于1个电位测量，在不同的条件下进行运算



**9** 选择[应用]或[OK]进行确定(如果选择[OK],则会返回到主画面)

**10** 如果选择[开始],窗口则会打开,届时可选择文件开始运算



运算期间会显示进度状况。

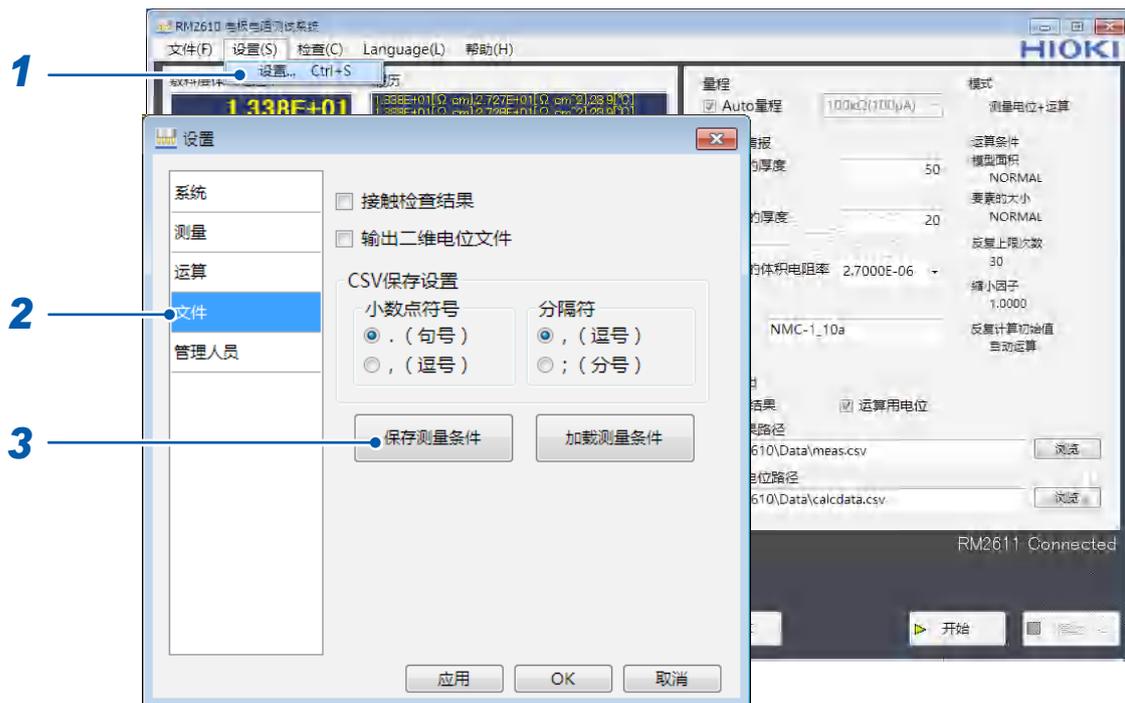
## 6

# 测量条件的保存与读入（保存与载入）

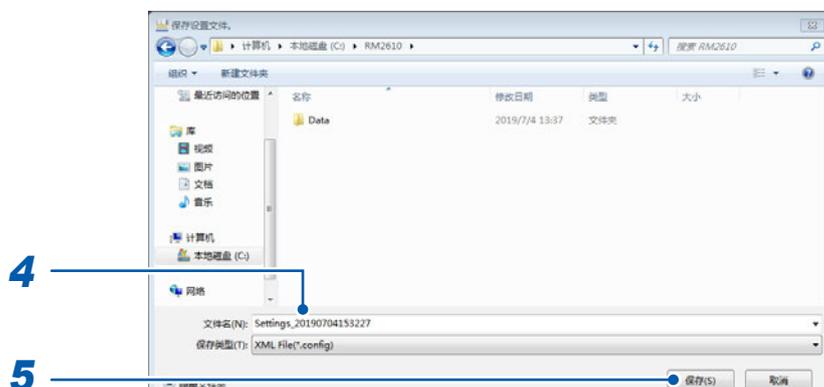
## 6.1 保存测量条件（保存）

保存当前的测量条件。

可将测量条件保存到PC的任意文件夹中。



- 1 选择[设置]
- 2 选择[文件]
- 3 如果选择[保存测量条件]，则会打开[保存设置文件]窗口



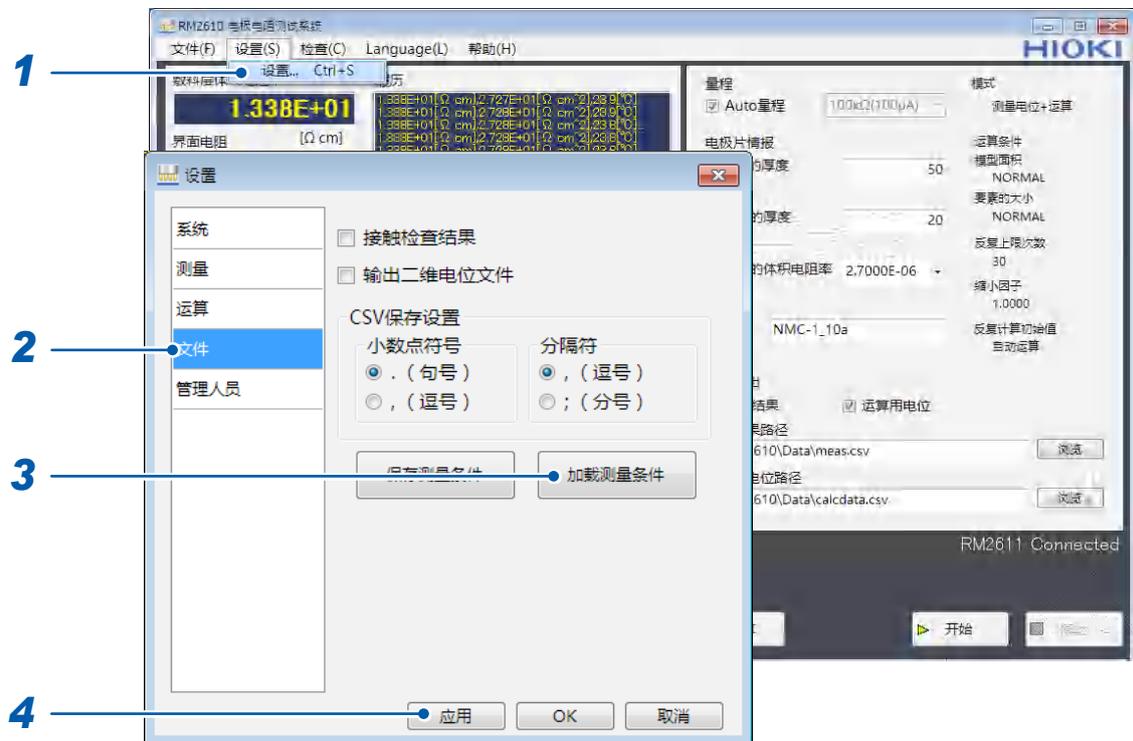
- 4 进行文件命名并选择要保存的位置
- 5 选择[保存]，进行保存

## 6

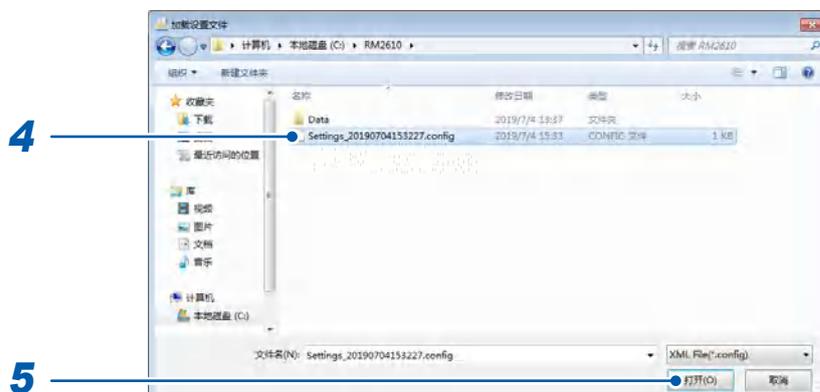
测量条件的保存与读入（保存与载入）

## 6.2 读入(载入)测量条件

利用载入功能读入保存的测量条件。



- 1 选择[设置]
- 2 选择[文件]
- 3 如果选择[加载测量条件]，则会打开[加载设置文件]窗口



- 4 选择读入文件
- 5 选择[打开]

产品构成：请参照第5页

有关RM9003测试用台架、RM9004测试针单元、RM9005连接线的规格，请参照各使用说明书。

## 7.1 RM2611 电极电阻计

### 一般规格

使用场所	室内使用，污染度2，海拔高度2000 m以下
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	0°C ~ 50°C、80% RH以下(没有结露)
适用标准	安全性 EN61010 EMC EN61326 Class A
电源	工频电源 额定电源电压：AC 100 V ~ 240 V (已考虑额定电源电压±10%的电压波动) 额定电源频率：50 Hz、60 Hz 预计过渡电压：2500 V 最大额定功率：40 VA (不包括PC的功率)
接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>• USB端子(PC连接专用)</li> <li>• 测试针单元连接器</li> <li>• TEMP.SENSOR端子(连接Z2001温度探头)</li> </ul>
外形尺寸	约215W × 80H × 306.5D mm
重量	约3.4 kg
产品保修期	3年
保险丝	F1.6AH 250 V 1个
附件	参照：第5页
选件	参照：第5页

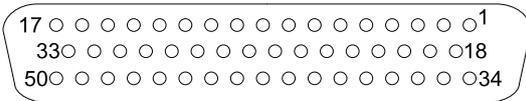
### 输入规格/输出规格/测量规格

#### 基本规格

测量项目	直流电阻、温度。利用RM2612电极电阻测试软件进行自动测量。 不可仅使用RM2611电极电阻计进行测量。
电阻测量信号	恒电流
电阻测量方式	直流4端子测试法
电阻测量端子	测试针单元连接器
电阻测量范围	量程构成：1000 mΩ、10 Ω、100 Ω、1000 Ω、10 kΩ、100 kΩ、1000 kΩ、10 MΩ* 有关与量程的对应关系，请参照“表1. RM2611 电极电阻计测量范围”（第76页） *：10 MΩ量程下的电位测量值是参考值。
恒电流发生范围	1 μA (最小) ~ 10 mA (最大) 有关与量程的对应关系，请参照“表1. RM2611 电极电阻计测量范围”（第76页）
测试针单元连接器	D-Sub 50针 插口

温度测量端子                      TEMP.SENSOR 端子 (Z2001 温度探头连接用)

测试针单元连接器的针配置



No.	端子名称	No.	端子名称	No.	端子名称
1	TP6	18	TP16	34	N.C.
2	TP12	19	TP23	35	TP3
3	TP19	20	TP30	36	TP44
4	TP26	21	TP37	37	TP2
5	TP33	22	TP8	38	TP43
6	TP40	23	TP15	39	TP1
7	TP11	24	TP22	40	TP42
8	TP18	25	TP29	41	TP13
9	TP25	26	TP36	42	TP7
10	TP32	27	N.C.	43	TP20
11	TP39	28	N.C.	44	TP14
12	TP10	29	TP5	45	TP27
13	TP17	30	TP46	46	TP21
14	TP24	31	TP4	47	TP34
15	TP31	32	TP45	48	TP28
16	TP38	33	N.C.	49	TP41
17	TP9			50	TP35

表 1. RM2611 电极电阻计测量范围

f.s.= 1,000,000 dgt.

量程	最大测量范围*1	测量范围	测量电流	最大开路电压
1000 mΩ	1200.000 mΩ	0.000 mΩ ~ 1200.000 mΩ	10 mA	5.5 V
10 Ω	12.00000 Ω	0.00000 Ω ~ 12.00000 Ω	10 mA	5.5 V
100 Ω	120.0000 Ω	0.0000 Ω ~ 120.0000 Ω	10 mA	5.5 V
1000 Ω	1200.000 Ω	0.000 Ω ~ 1200.000 Ω	1 mA	5.5 V
10 kΩ	12.00000 kΩ	0.00000 kΩ ~ 12.00000 kΩ	1 mA	20 V
100 kΩ	120.0000 kΩ	0.0000 kΩ ~ 120.0000 kΩ	100 μA	20 V
1000 kΩ	1200.000 kΩ	0.000 kΩ ~ 1200.000 kΩ	10 μA	20 V
10 MΩ*2	12.00000 MΩ	0.00000 MΩ ~ 12.00000 MΩ	1 μA	20 V

\*1 : 负侧为 -10% f.s. 以下

\*2 : 10 MΩ 量程下的电位测量值为参考值

## 精度规格

精度保证条件	规定测试针单元连接器的电阻测试精度 精度保证期间：1年 调整后精度保证期间：1年 精度保证温湿度范围：23°C±5°C、80% RH 以下 预热时间：60分钟以上 电源频率范围：50 Hz±2 Hz、60 Hz±2 Hz
电阻测试精度	请参照表 2 (第 77 页)
温度测量精度	请参照表 3 (第 77 页)

表 2. RM2611 电极电阻计电阻测试精度 (测试针单元连接器的电阻测试精度)

量程	最大测量范围	电阻测试精度 (FAST) % rdg. + % f.s.	电阻测试精度 (MEDIUM、SLOW1、SLOW2) % rdg. + % f.s.
1000 mΩ	1200.000 mΩ	0.5 + 1.0	0.3 + 0.7
10 Ω	12.00000 Ω	0.2 + 0.2	0.1 + 0.1
100 Ω	120.0000 Ω	0.2 + 0.2	0.1 + 0.1
1000 Ω	1200.000 Ω	0.2 + 0.2	0.1 + 0.1
10 kΩ	12.00000 kΩ	0.2 + 0.2	0.1 + 0.1
100 kΩ	120.0000 kΩ	0.2 + 0.2	0.1 + 0.1
1000 kΩ	1200.000 kΩ	1.0 + 1.0	0.5 + 0.5
10 MΩ*	12.00000 MΩ	3.0 + 3.0	3.0 + 1.0

\* : 10 MΩ 量程下的电位测量值为参考值

表 3. 温度测试精度 (Z2001 温度探头)

测量范围 -10.0°C ~ 99.9°C  
测量周期 (速度) 2 ± 0.2 s  
精度保证期间 1年  
与 Z2001 温度探头的组合精度

温度范围	精度
-10.0°C ~ 9.9°C	± (0.55 + 0.009 ×  t - 10 )°C
10.0°C ~ 30.0°C	± 0.50 °C
30.1°C ~ 59.9°C	± (0.55 + 0.012 ×  t - 30 )°C
60.0°C ~ 99.9°C	± (0.92 + 0.021 ×  t - 60 )°C

t : 测量温度 (°C) 仅 RM2611 电极电阻计的精度为 ±0.2°C

## 接口规格

USB	USB 2.0 (Full Speed) 连接器：系列 B 插口 RM2611 电极电阻计 - PC 连接专用
-----	--

## 7.2 RM2612 电极电阻测试软件

### 一般规格

操作环境 (PC)	CPU : 内存 : 硬盘 : 显示器 : 接口 : OS :	建议使用 Intel® Core™ i7、2.4 GHz、4 线程以上 建议使用 8 GB 以上 (需要 4 GB 剩余空间) 2 GB 以上剩余空间 1024 × 768 点以上、65536 色以上 配备 USB2.0 以上规格 Windows 7 (32 位/64 位) Windows 8 (32 位/64 位) Windows 10 (32 位/64 位) Microsoft.NET Framework 4.8	(2020/10/15 当时)
附件	参照：第 5 页		
产品保修期	1 年		

### 功能规格 (PC 应用程序的功能)

运算项目	<ul style="list-style-type: none"> <li>敷料层体积电阻率 [<math>\Omega\text{cm}</math>]、敷料层面积电阻率 [<math>\Omega\text{cm}^2</math>] (通过切换)</li> <li>界面电阻 [<math>\Omega\text{cm}^2</math>]</li> </ul>										
运算方式	基于有限体积法的电位分布的逆问题分析										
显示与输出格式	<ul style="list-style-type: none"> <li>敷料层体积电阻率与界面电阻 指数形式：有效数字为 4 位、“0.000E+00”、“<math>\Omega\text{cm}/\Omega\text{cm}^2</math>”</li> <li>温度 小数形式、“00.0° C”</li> </ul>										
测量时间 (典型值)	<table> <tr> <td>• 接触检查</td> <td>4 s</td> </tr> <tr> <td>• Auto 量程</td> <td>8 s</td> </tr> <tr> <td>• 电位测量</td> <td>18 s (MEDIUM 时)</td> </tr> <tr> <td>• 运算</td> <td>30 s (按标准反复次数结束时)</td> </tr> <tr> <td>合计</td> <td>约 60 s</td> </tr> </table> <p>条件：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 测量标准正极电极片时的实测值 (参考)</li> <li>• 有限体积模型面积：“NORMAL”、要素的大小：“NORMAL” 时</li> <li>• 运算时间为 Intel® Core™ i7 4 内核 2.4 GHz 时的参考值</li> <li>• 运算时间取决于 PC 的处理能力</li> <li>• 可通过软件版本升级进行变更</li> </ul>	• 接触检查	4 s	• Auto 量程	8 s	• 电位测量	18 s (MEDIUM 时)	• 运算	30 s (按标准反复次数结束时)	合计	约 60 s
• 接触检查	4 s										
• Auto 量程	8 s										
• 电位测量	18 s (MEDIUM 时)										
• 运算	30 s (按标准反复次数结束时)										
合计	约 60 s										
电阻量程切换功能	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto 量程：ON/OFF (取决于复选框) 自动选择最适合于电位测量的电阻量程 (初始值：ON)</li> <li>• 电阻量程选择 (Auto 量程 OFF 时) 1000 m<math>\Omega</math>、10 <math>\Omega</math>、100 <math>\Omega</math>、1000 <math>\Omega</math>、10 k<math>\Omega</math>、100 k<math>\Omega</math>、1000 k<math>\Omega</math>、10 M<math>\Omega</math>* *：10 M<math>\Omega</math> 量程下的电位测量值是参考值。</li> </ul>										
电位测量速度	FAST、MEDIUM、SLOW1、SLOW2 (初始值：MEDIUM)										
运作模式选择	<p>运作模式选择 (初始值：电位测量 + 运算)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 电位测量 + 运算</li> <li>• 电位测量</li> <li>• 运算</li> </ul> <p>运作说明</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 电位测量 + 运算：连续进行电位测量与运算</li> <li>• 电位测量：将已测量的电位保存为文件 (1 次测量为 1 个文件)</li> <li>• 运算：读入电位测量时保存的文件并进行运算，然后将结果保存为文件。可选择多个文件连续进行运算。</li> </ul>										

电流异常检测	检测到电流异常时，中断测量并提醒变更量程。 显示为“ERROR”
超出电阻量程检测	检测到超出量程时，会提醒变更量程。 显示为“ERROR”
接触检查功能	接触检查 ON/OFF 电阻阈值：1 Ω ~ 10 MΩ (初始值：ON、20 kΩ (2.000E + 04)) 输入格式：小数形式、指数形式、小数点以下 3 位“0.000E+0”  <ul style="list-style-type: none"> <li>• 显示为“CONTACT ERROR”</li> <li>• 通过 2 端子测量法简易地测量探头与被测对象之间的接触电阻，超出某一阈值时，判断为接触错误。</li> <li>• 接触错误探头的确定 (推算) 功能 组合基于 2 端子法的探头间电阻测量，确定接触错误探头。</li> </ul>
测量可靠度显示功能	已测量电位的 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 匹配性 (中央 5 点大小关系的正当性)：PASS/FAIL</li> <li>• 各电流通道的偏差：电位波动系数 [%]</li> <li>• 利用错误数据清除功能清除的数据的比例 (错误率)：[%] (匹配性为 FAIL 时，停止测量)</li> </ul>
错误数据清除功能	清除功能 ON/OFF (初始值：OFF) 错误数据的清除 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 排除发生电流异常的数据</li> <li>• 排除匹配性为 FAIL 的电流通道的数据</li> <li>• 计算时，排除发生接触错误的探头的电位</li> </ul>
计数器功能	从应用程序启动时对进行的测量次数进行计数的功能 (用户可进行复位)。 作为 RM9004 测试针单元测量次数的大致标准，会输出到运算结果文件与运算用电位文件中。
注释输入功能	使输出到注释栏中的语句与被测对象关联并输出到文件中。1 次测量为 1 个注释 (30 字符以内)。
运算条件输入	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 反复计算的上限次数：1 次 ~ 999 次 初始值：30 [次] 输入格式：3 位整数“000”</li> <li>• 缩小因数：1.0E-4 ~ 1 初始值：1.0 输入格式：小数形式、小数点以下 4 位“0.0000”</li> <li>• 电阻初始值：请参照自动计算 / 输入值 / 运算结果 敷料层体积电阻率、界面电阻的输入范围：1.0E-10 ~ 1.0E+5 输入格式：小数形式、指数形式</li> <li>• 有限体积模型面积：NORMAL、MEDIUM、WIDE 初始值：NORMAL</li> <li>• 要素的大小：NORMAL、FINE、SUPER FINE 初始值：NORMAL</li> </ul>

被测对象的信息输入	<p>运算所需信息</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 敷料层厚度 [<math>\mu\text{m}</math>] 输入范围：1.0E-4 <math>\mu\text{m}</math> ~ 1000 <math>\mu\text{m}</math> 输入格式：小数形式或指数形式，有效数字为5位</li> <li>• 集流体的厚度 [<math>\mu\text{m}</math>] 输入范围：1.0E-4 <math>\mu\text{m}</math> ~ 1000 <math>\mu\text{m}</math> 输入格式：小数形式或指数形式，有效数字为5位</li> <li>• 集流体的体积电阻率 [<math>\Omega\text{cm}</math>] 输入范围：1.0E-10 ~ 1.0E+5 输入格式：小数形式或指数形式，有效数字为5位 初始值：铝的体积电阻率</li> <li>• 集流体体积电阻率的候选显示 (铝 2.7000E-6 <math>\Omega\text{cm}</math>/铜 1.7000E-6 <math>\Omega\text{cm}</math>)</li> </ul>
运算可靠度显示功能	<p>显示运算结果的可靠度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 反复次数 [次]</li> <li>• 实测电位与计算电位的一致性 (确定系数)</li> </ul>
温度测量功能	<p>测试针单元周边的环境温度测量 (使用 Z2001 温度探头) 可与测量值关联并进行画面显示与文件输出。</p>
进度状况显示	<p>利用 Progress 条显示进度状况 分别在 Progress 条中显示电位测量与运算。</p>
条件保存功能	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 按上次结束时的条件启动。</li> <li>• 可将测量条件与运算条件保存为文件并任意读入。</li> </ul>
文件保存功能	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 运算结果文件</li> <li>• 运算用电位文件 (用于重新运算)</li> <li>• 二维电位分布文件 可任意指定保存文件夹。</li> </ul>
测试针单元导通测试功能	<p>利用探头检查板对探头进行检查 (RM9004 测试针单元检查)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• OPEN 检查</li> <li>• SHORT 检查</li> </ul> <p>确定导通不良的探头</p>
测量的开始/中止	<p>测量的开始方法：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 单击应用程序的 <b>[开始]</b></li> <li>• 按下“F5”</li> </ul> <p>测量的中止方法：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 单击应用程序的 <b>[停止]</b></li> </ul>
重新运算功能	<p>可变更运算条件与被测对象的信息，重新进行运算 使用此前测量的电位重新进行运算。可变更运算条件与被测对象的信息，重新进行运算。</p>
自动开始功能	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 探头接触电极片时进行1次测量：ON/OFF</li> <li>• 开始 Delay：可在 0 ms ~ 2000 ms 之间设置 初始值 OFF、Delay 500 ms</li> </ul>
安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过 USB 许可证密钥限制启动</li> <li>• 自动更新为最新版本的功能 (仅网络连接环境)</li> </ul>
语言	<p>日文、英文、简体中文、韩文</p>

## 对运算结果的影响量 (参考值)

将组合 RM2611 电极电阻计、RM9004 测试针单元时的影响量记为参考值。

### 探头位置精度对计算结果的影响量 (参考值)

将探头坐标的偏移设为 $\Delta x$ 、 $\Delta y$ ， $\Delta x$ 、 $\Delta y$ 的标准偏差 $\sigma=5 \mu\text{m}$ 时的一般电极片的探头位置精度对电阻计算结果的影响量			作为模型的电极片的参数
负极	敷料层体积电阻率的波动系数 界面电阻的波动系数	2.3% 3.6%	敷料层厚度： 33 $\mu\text{m}$ 敷料层电阻率： 0.13 $\Omega\text{cm}$ 界面电阻： 0.06 $\Omega\text{cm}^2$
正极	敷料层体积电阻率的波动系数 界面电阻的波动系数	2.7% 2.5%	敷料层厚度： 70 $\mu\text{m}$ 敷料层电阻率： 10 $\Omega\text{cm}$ 界面电阻： 1 $\Omega\text{cm}^2$

波动系数 [%] = (标准偏差) / (平均值)  $\times$  100

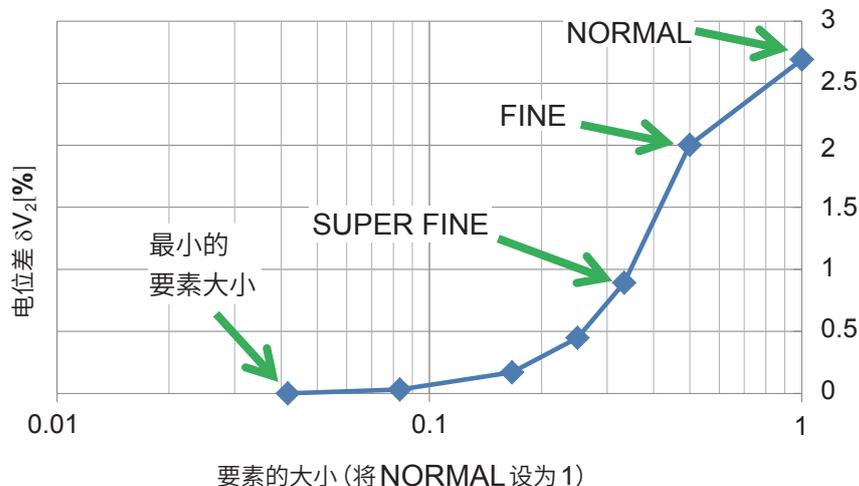
### 模型化的影响量

有限体积模型中的要素大小对电位计算值的影响量 (参考值)

			作为模型的电极片的参数
负极	NORMAL : FINE : SUPER FINE :	2.7% 2.0% 0.9%	敷料层厚度： 33 $\mu\text{m}$ 敷料层电阻率： 0.13 $\Omega\text{cm}$ 界面电阻： 0.06 $\Omega\text{cm}^2$
正极	NORMAL : FINE : SUPER FINE :	3.3% 2.9% 1.4%	敷料层厚度： 70 $\mu\text{m}$ 敷料层电阻率： 10 $\Omega\text{cm}$ 界面电阻： 1 $\Omega\text{cm}^2$

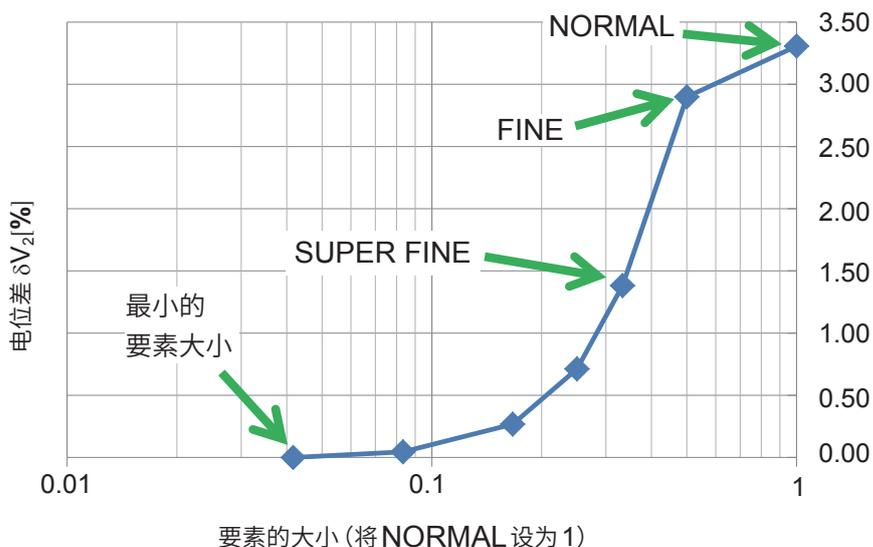
### 负极典型值的计算结果

电位计算值的要素大小导致的变化  
(关于距离电流施加探头 120 μm 的点的电位)



### 正极典型值的计算结果

电位计算值的要素大小导致的变化  
(关于距离电流施加探头 120 μm 的点的电位)



最小的要素大小由本公司独自进行设置

如下所述为电位差  $\delta V_2$  的定义。

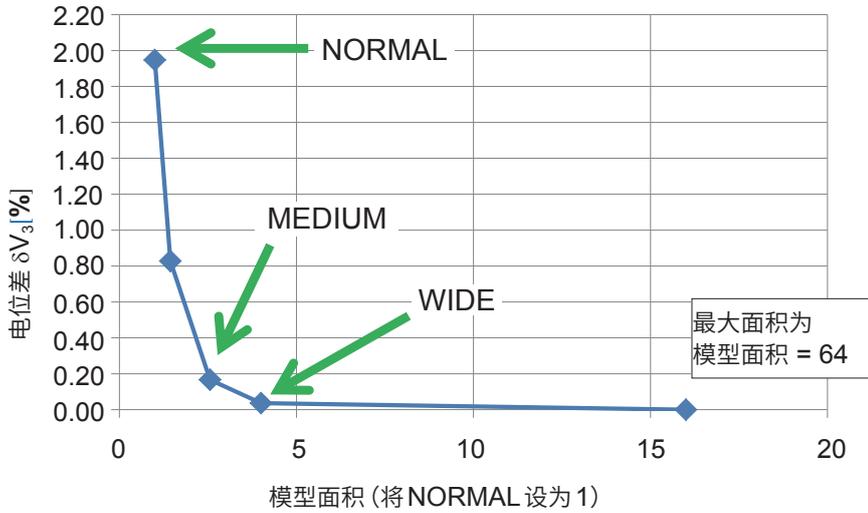
$$\delta V_2 = \left| \frac{v(\text{最小的要素大小}) - v(\text{要素的大小})}{v(\text{最小的要素大小})} \right| \times 100 [\%]$$

有限体积模型面积对电位计算值的影响量(参考值)

		作为模型的电极片的参数
负极	NORMAL :	2.0%
	MEDIUM :	0.17 %
	WIDE :	0.04 %
正极	NORMAL :	0.61 %
	MEDIUM :	0.023 %
	WIDE :	0.003 %
		敷料层厚度 : 33 μm
		敷料层电阻率 : 0.13 Ωcm
		界面电阻 : 0.06 Ωcm <sup>2</sup>
		敷料层厚度 : 70 μm
		敷料层电阻率 : 10 Ωcm
		界面电阻 : 1 Ωcm <sup>2</sup>

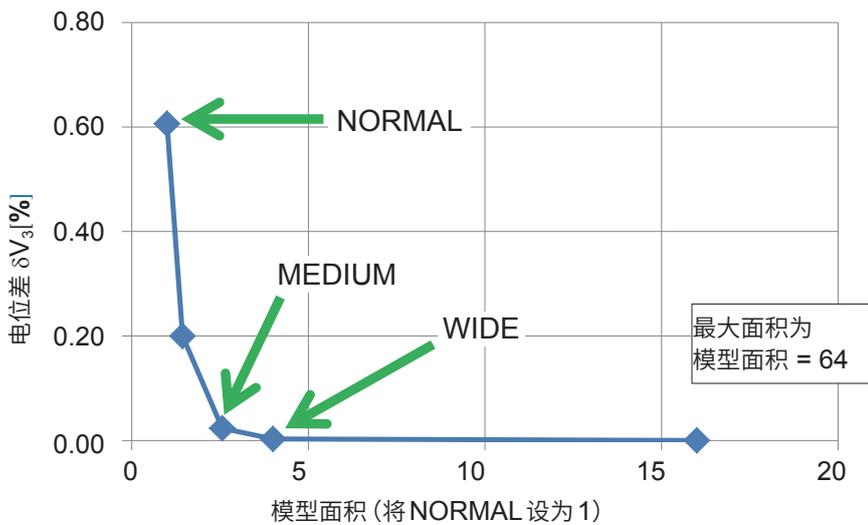
### 负极典型值的计算结果

模型面积导致的变化  
(关于距离电流施加探头 120 μm 的电位)



### 正极典型值的计算结果

模型面积导致的变化  
(关于距离电流施加探头 120 μm 的电位)



最大面积由本公司独自进行设置

如下所述为电位差  $\delta V_3$  的定义。

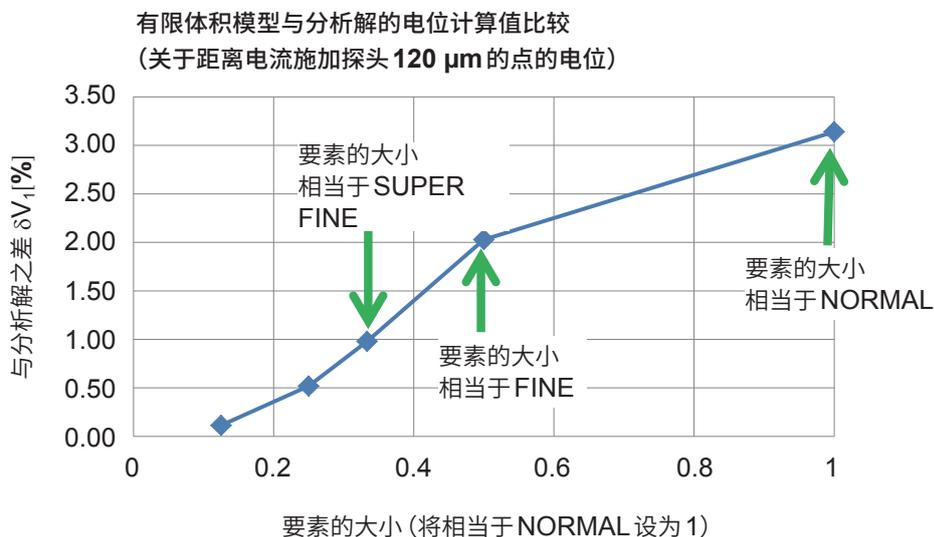
$$\delta V_3 = \left| \frac{v(\text{最大面积}) - v(\text{面积})}{v(\text{最大面积})} \right| \times 100[\%]$$

## 有限体积模型与分析解的电位比较

比较单层物质的分析解电位计算值与有限体积模型电位计算值。

单层物质	NORMAL :	3.1 %	作为模型的电极片的参数 体积电阻率：0.1 Ωcm 厚度：100 μm
	FINE :	2.0 %	
	SUPER FINE :	1.0 %	

分析解：对有关电位的泊松方程式进行代数求解得到的解



如下所述为与分析解之差 δV<sub>1</sub> 的定义。

$$\delta V_1 = \left| \frac{v(\text{分析解}) - v(\text{有限体积模型解})}{v(\text{分析解})} \right| \times 100 [\%]$$

基于要素大小与有限体积模型面积的运算时间(参考值) [typ.分]

		要素的大小		
		NORMAL	FINE	SUPER FINE
有限体积模型面积	NORMAL	0.3	3	6
	MEDIUM	0.8	11	18
	WIDE	2	12	33

- 表中所示为参考值，其因电极片的电阻值或电位状况而异。
- 除了运算时间之外，还需要接触检查时间与电位测量时间。

## 7.3 输出文件格式

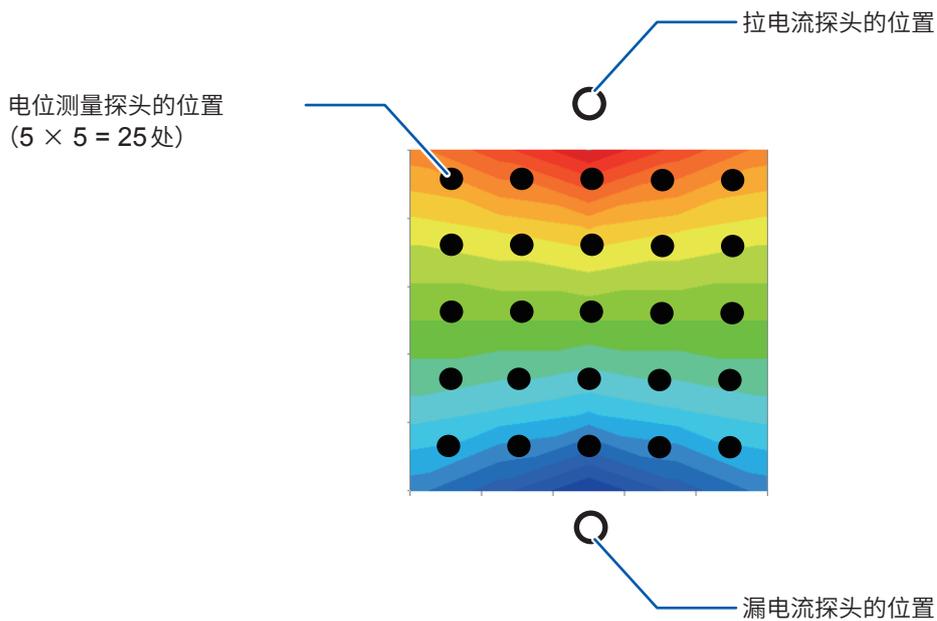
### 运算结果文件的格式

标头	内容
Counter	计数器[次]
Date	测量开始时年月日
Time	测量开始时间
Comment	注释。30 字符以内
Composite volume resistivity [ohm cm]	敷料层体积电阻率 [ $\Omega\text{cm}$ ]
Interface resistance [ohm cm <sup>2</sup> ]	界面电阻 [ $\Omega\text{cm}^2$ ]
Composite surface resistivity [ohm cm <sup>2</sup> ]	敷料层面积电阻率 [ $\Omega\text{cm}^2$ ]
Range [ohm]	电阻量程
Speed	电位测量速度
TF-Type	固定为“1”
Composite layer thickness [um]	敷料层厚度 [ $\mu\text{m}$ ]
Collector layer thickness [um]	集流体厚度 [ $\mu\text{m}$ ]
Collector resistivity [ohm cm]	集流体体积电阻率 [ $\Omega\text{cm}$ ]
Model area	模型面积 { NORMAL   MEDIUM   WIDE }
Element size	要素的大小 { NORMAL   FINE   SUPER FINE }
Limit iteration number	反复上限次数[次]
Reduction factor	缩小因数
Initial composite resistivity [ohm cm]	敷料层体积电阻率初始值的设置值 [ $\Omega\text{cm}$ ]
Initial Interface resistance [ohm cm <sup>2</sup> ]	界面电阻初始值的设置值 [ $\Omega\text{cm}^2$ ]
Contact check-V	接触检查结果。32 位 16 进制数 (第 87 页)
Contact check-I	接触检查结果。32 位 16 进制数 (第 87 页)
Potential consistency	电位分布的匹配性
Variation-V	电位偏差 [%]
Error data	错误数据清除数[个]
Measurement Time [s]	电位测量时间 [s]
Temperature [deg C]	温度 [ $^{\circ}\text{C}$ ]
Calculation	运算结果 { PASS   FAIL }
Iteration number	反复次数[次]
Coincidence	一致性
Calculation Time [s]	运算时间 [s]
RM2611 SN	RM2611 电极电阻计的制造编号
RM2611 Version	RM2611 电极电阻计的固件版本
RM2612 Version	PC 应用程序版本
RM2612 Analysis version	运算部分版本

### 二维电位分布文件的格式

标头	内容
Counter	计数器[次]
Date	测量开始时年月日
Time	测量开始时间
Comment	注释。30字符以内
Range [ohm]	电阻量程
Speed	电位测量速度
TF-Type	固定为“1”
Composite layer thickness [um]	敷料层厚度[μm]
Collector layer thickness [um]	集流体厚度[μm]
Collector resistivity [ohm cm]	集流体体积电阻率[Ωcm]
Contact check-V	接触检查结果。32位16进制数(第87页)
Contact check-I	接触检查结果。32位16进制数(第87页)
Potential consistency	电位分布的匹配性
Variation-V	电位偏差[%]
Error data	错误数据清除数[个]
Measurement Time [s]	电位测量时间[s]
Temperature [deg C]	温度[°C]
RM2611 S/N	RM2611 电极电阻计的制造编号
RM2611 Version	RM2611 电极电阻计的固件版本
RM2612 Version	PC 应用程序版本
RM2612 Analysis version	运算部分版本
V-Data	5 × 5 的电位数据

### V-Data (5 × 5 的电位数据)





## 7.4 接触检查结果的文件输出格式

将日期时间与各探头的简易测量接触电阻 [ $\Omega$ ] 输出到文件中。  
如果运算结果文件名相同，则添加文件。

### 重要事项

输出的电阻值为简易测量值。与原本的探头接触电阻不同。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Date	Time	TP12	TP19	TP26	TP33	TP40	TP11	TP18	TP25
2	2019/4/23	10:19:11	825.7	577.1	589.6	558.9	614.2	809.5	595.2	607
3	2019/4/23	10:20:09	535.2	534.2	578.7	705.6	817.5	625	718.9	652
4	2019/4/23	10:21:09	501.4	744	470.1	489.9	628.1	672.1	625	525
5	2019/4/23	10:21:55	528.3	592.9	618.8	424.8	626.2	729.3	591.8	583
6	2019/4/23	10:23:05	538.9	468.3	539	460.9	682.4	497.3	722.9	57
7	2019/4/23	10:25:41	570.4	672.6	449.8	560.3	657.2	567	584	771
8	2019/4/23	10:26:24	575.4	558.8	452.1	563.2	687.9	496.7	571.6	75
9										
10										
11										
12										
13										

## 7.5 检查结果文件格式

如果进行RM9004 测试针单元的 SHORT 检查 (第 33 页) 与 OPEN 检查 (第 34 页), 则会将结果输出到文件中。输出目标为与运算结果文件相同的文件夹。

### RM9004 SHORT 检查结果文件的格式

(文件名: CHECK\_RM9004\_SHORT.csv)

#### 接触电阻的检查

No.	标头	内容
1	Date	检查开始时年月日
2	Time	检查开始时间
3	Threshold	Rm9004 接触电阻 判定阈值 [Ω]
4	Result	Rm9004 接触电阻 检查结果
5	TP**	各探头接触电阻值 [Ω]

#### 电阻测量值的检查

No.	标头	内容
6	Date	检查开始时年月日
7	Time	检查开始时间
8	% rdg.	电阻测量 判定宽度 (% rdg.)
9	% f.s.	电阻测量 判定宽度 (% f.s.)
10	Result	电阻测量 检查结果
11	R-250Data	电阻测量值 [Ω] (250 种模式)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Date	Time	Threshold	Result	TP12	TP19	TP26	TP33	TP40	TP11	TP18	TP25	TP32
2	2019/3/28	13:24:41	10	PASS	9.6	103	101	103	103	101	105	11.7	
3	Date	Time	%rdg.	%f.s.	Result								
4	2019/3/28	13:24:45	2	0.02	PASS								
	R-250Data												
6	0.000722	0.000506	0.000353	0.000194	-4.00E-06	0.000652	0.000489	0.000348	0.000216	6.20E-05	0.000552	0.000459	0.000372
7	0.000672	0.000516	0.000381	0.00023	8.70E-05	0.000744	0.000534	0.000375	0.000214	1.00E-06	0.000664	0.000511	0.000362
8	0.000564	0.000468	0.000368	0.00026	0.000186	0.000658	0.000506	0.000362	0.00023	7.60E-05	0.000723	0.000526	0.000372
9	0.000508	0.000445	0.000373	0.000294	0.000226	0.000567	0.000468	0.000369	0.000268	0.000176	0.000656	0.000508	0.000362
10	0.000462	0.000407	0.000359	0.000305	0.000262	0.000497	0.000435	0.000361	0.000285	0.000219	0.000554	0.000465	0.000362
11	0.000726	0.000654	0.000566	0.0005	0.000461	0.000516	0.000496	0.000466	0.000434	0.000414	0.000359	0.00036	0.000362
12	0.000651	0.000742	0.000661	0.00056	0.000507	0.000508	0.000523	0.000502	0.000467	0.000437	0.000362	0.000362	0.000362
13	0.000564	0.000662	0.000737	0.000655	0.000562	0.000471	0.000501	0.000526	0.000501	0.000471	0.000364	0.000357	0.000362
14	0.000503	0.000559	0.000648	0.000721	0.000653	0.000435	0.000468	0.000497	0.00052	0.000509	0.000361	0.000366	0.000362
15	0.000466	0.000499	0.000568	0.000659	0.000721	0.000421	0.000446	0.000472	0.000503	0.000536	0.00037	0.00037	0.00037
16													

### RM9004 OPEN 检查结果文件的格式

(文件名：CHECK\_RM9004\_OPEN.csv)

No.	标头	内容
1	Date	检查开始时年月日
2	Time	检查开始时间
3	Threshold	RM9004 OPEN 判定阈值 [Ω]
4	Result	RM9004 OPEN 检查结果
5	TP**	各探头绝缘电阻值 [Ω]*

\* 测量值“1.00E+30”表示绝缘电阻非常高。

	1	2	3	4	5
1	Date	Time	Threshold	Result	TP12
2	2019/3/28	13:25:35	1E+08	PASS	1.00E+30
3					1.00E+30
4					1.00E+30

**Q. “关于缩小因数”（第94页）**

**A.** 缩小因数是用于调节用于计算界面电阻的反复计算修正值大小的参数。如果设为较小的数值，运算结果则易于收敛，但运算时间会延长。

**Q. “如何求出界面电阻？”（第95页）**

**A.** 通过组合多点电位测量（电阻测量）与反向分析运算，可分离并求出锂离子电池电极片敷料层体积电阻率与界面电阻。

**Q. “什么是有限体积模型？”（第97页）**

**A.** 有限体积模型是指，为根据有限体积法（finite volume method、FVM）进行数值计算而分割为有限个要素（网格）的计算区域。

**Q. “可测量什么样的电极片？”**

**A. 电极片的条件\***

\* 取决于敷料层的厚度、复合材料电阻、界面电阻的平衡状况，因此，不保证可测量所有的电极片。

- 敷料层为导体
- 电极片表面（测量探头的接触面）没有绝缘涂层
- 敷料层坚固（如果过于柔软，测量探头则会刺入敷料层，导致电位不稳定）
- 敷料层不薄（大致标准：敷料层的厚度为20 μm以上）
- 敷料层不厚（大致标准：敷料层的厚度为200 μm以下）
- 界面电阻不过高
- 界面电阻不过低
- 复合层的电阻不过高
- 复合层的电阻不过低

**Q. “可否测量两面涂装的电极片？”（第98页）**

**A.** 要测量的电极片可为双面或单面涂层。

**Q. “什么是体积电阻率？”（第99页）**

**A.** 体积电阻率是指用于比较材料通电难易程度的物性值。也称为电阻率、比电阻或电气电阻率。单位为[Ωm]。

**Q. “什么是面积电阻率？  
（敷料层体积电阻率与敷料层面积电阻率的差异）”（第100页）**

**A.** 面积电阻率是用于表示薄面（没有厚度或可忽略厚度）的在表面垂直方向流过电流的流动难易程度的指标。如果按面积单位换算，单位则为[Ωm<sup>2</sup>]。为固有值，不取决于板的面积。

**Q. “探头顶端维护时的注意事项是什么？”**

**A.** 有关探头的维护事项，请参照“RM9004 测试针单元”（第117页）。如果在探头顶端附着脏污的状态下进行测量，则可能会导致探头磨损或测量误差增大，因此，请定期利用喷射空气进行清洁。

**Q. “可否确定每天都进行相同的测量？”**

**A.** 可确定。请使用探头检查板进行操作前的检查 (第 32 页)。检查项目为 SHORT 检查 (对探头、RM2611 电极电阻计、被测对象之间的导通状况进行确认) 与 OPEN 检查 (对探头之间的绝缘状况进行确认)。

**Q. “集流体带有底涂层时, 应如何进行设置?” (第 101 页)**

**A.** 可忽略底涂层厚度输入条件进行测量和评价。将“集流体与底涂层之间的界面电阻”、“底涂层自身的电阻”以及“底涂层与复合材料之间的界面电阻”的合计电阻值作为“界面电阻”进行输出。

**Q. “可否测量渗入电解液的电极片?  
另外, 可否测量已拆卸电池的电极片?”**

**A.** 如果电极片处于干燥状态, 则可进行测量。  
但如果残留电解液, 则可能会导致探头腐蚀或损坏, 敬请注意。

**Q. “什么是运算结果?” (第 102 页)**

**A.** 运算可靠度是表示是否正确求解逆问题的指标。  
并不保证界面电阻、敷料层体积电阻率的绝对值或精度, 但可确认运算状况。

**Q. “什么是测量可靠度?” (第 103 页)**

**A.** 测量可靠度是表示是否正确进行电位测量的指标。可确认电位测量的状况。由匹配性、错误率与偏差 (波动系数) 3 种类型来表示测量可靠度。

**Q. “弄错敷料层的厚度输入值时, 会对运算结果产生多大影响?” (第 104 页)**

**A.** 输入值错误对运算结果的影响因电极片的电阻、复合材料的厚度、集流体的厚度等各种参数而异。请尽可能输入正确的厚度进行测量。另外, 本仪器配备有用于对此前的测量重新进行运算的“再运算” (第 47 页)。

**Q. “为什么会频繁出现接触错误或测量可靠度错误?”**

**A.** 可能没有获取正确的电位分布。  
可能是存在导电助剂较少的部位、有导电助剂的部位以及没有导电助剂的部位, 导致在检查区域内无法顺利形成测量电流的通路。  
请将忽略错误功能设为 **[ON]**, 然后重新进行测量。如果以相同方式测量多个位置并进行统计处理 (平均值、偏差等), 则会更接近正确的值。

**Q. “可否测量未压制的电极?”**

**A.** 根据敷料层的柔软性, 存在可测量的可能性。  
如果未压制的敷料层有某种程度的坚固性, 则可进行测量。  
反之, 如果敷料层过于柔软, 探头则会刺入复合材料中, 这可能会导致测量可靠度错误或运算可靠度错误。

**Q. “在什么情况下会发生接触错误？”（第 105 页）**

**A.** 探头与被测对象之间的接触电阻对测量的影响越大，就越会发出接触错误的通知。其具体的运作是，通过 2 端子电阻测量法进行探头与被测对象的电阻测量，超出阈值时，则判断为接触错误。

**Q. “使用所需系统构成 (推荐) 以外的 PC 时，运作状态会怎么样？”**

**A.** 使用非推荐 (Intel® Core™ i7、2.4 GHz、4 线程以上) 的 CPU 时，多半可进行运作，但 CPU 内核数量较少时，PC 应用程序的运行处理会变慢。

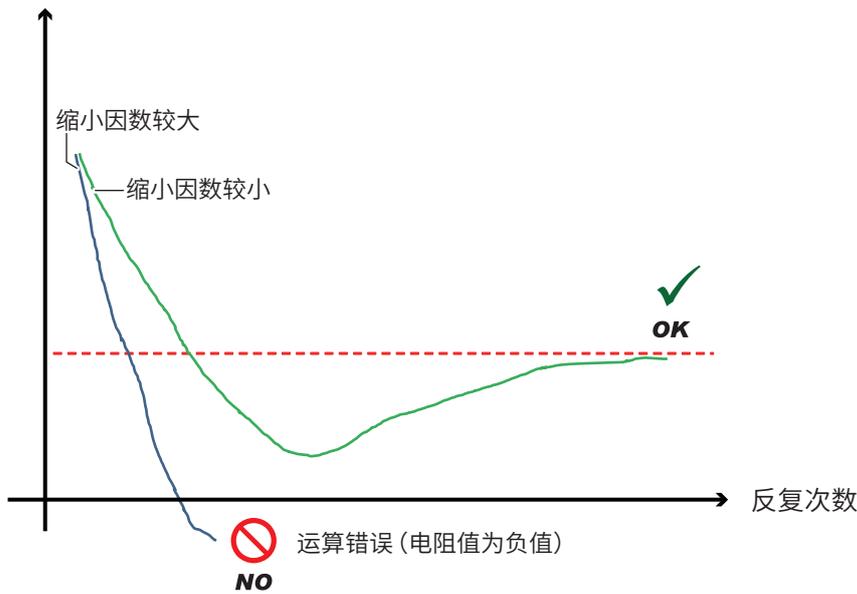
## 8.1 关于缩小因数

进行逆问题分析的反复计算时，如果初始值明显偏离解，收敛则会变得不稳定。

如图中“缩小因数较大”的线所示，如果反复计算的修正发生过大的作用，则可能会导致电阻值为负值。缩小因数是用于调节反复计算修正值大小的参数。初始值为 1.0。是反复时的修正为最大程度的状态。如果减小该数值（不过是大于 0 的值），则可减小修正值的大小，如图中的“缩小因数较小”的线所示，可缓和反复修正发生过大的现象。

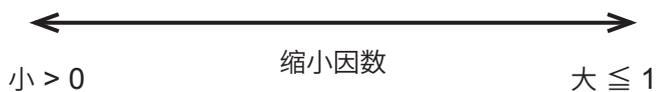
如果减小缩小因数，运算收敛之前所需的反复次数则会增加，导致运算时间延长，因此，收敛稳定时，建议将缩小因数设为初始值 1.0。

界面电阻（敷料层体积电阻率）



运算时间 : 较长  
运算稳定性 : 较高

运算时间 : 较短  
运算稳定性 : 较低



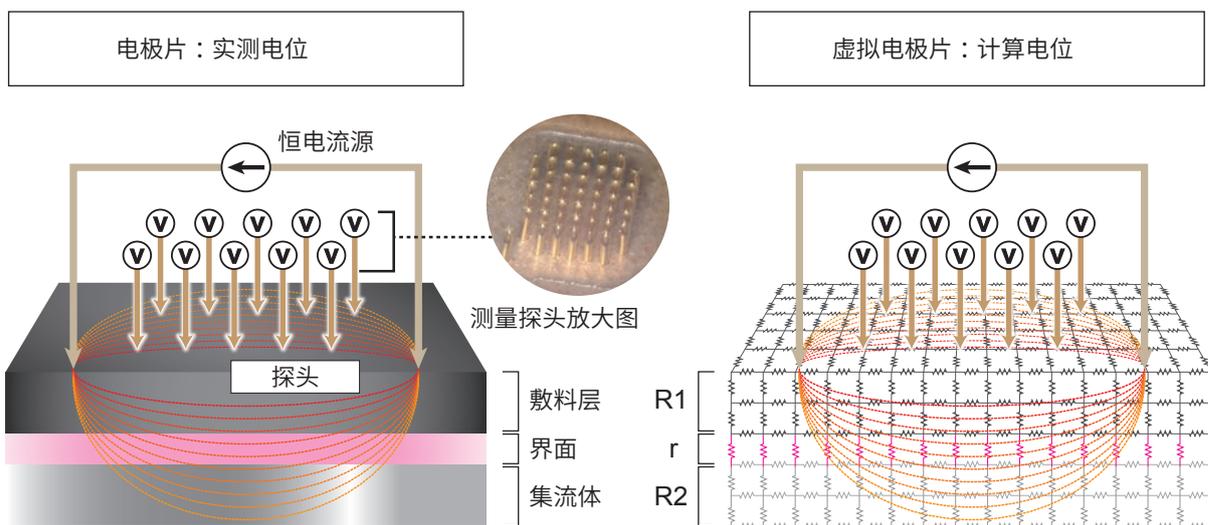
## 8.2 如何求出界面电阻？

通过组合多点电位测量（电阻测量）与反向分析运算，可分离并求出锂离子电池电极片敷料层体积电阻率与界面电阻。

只需进行设置几个输入项目、将探头抵在电极片的表面、开始测量这样的简单操作，即可求出界面电阻。

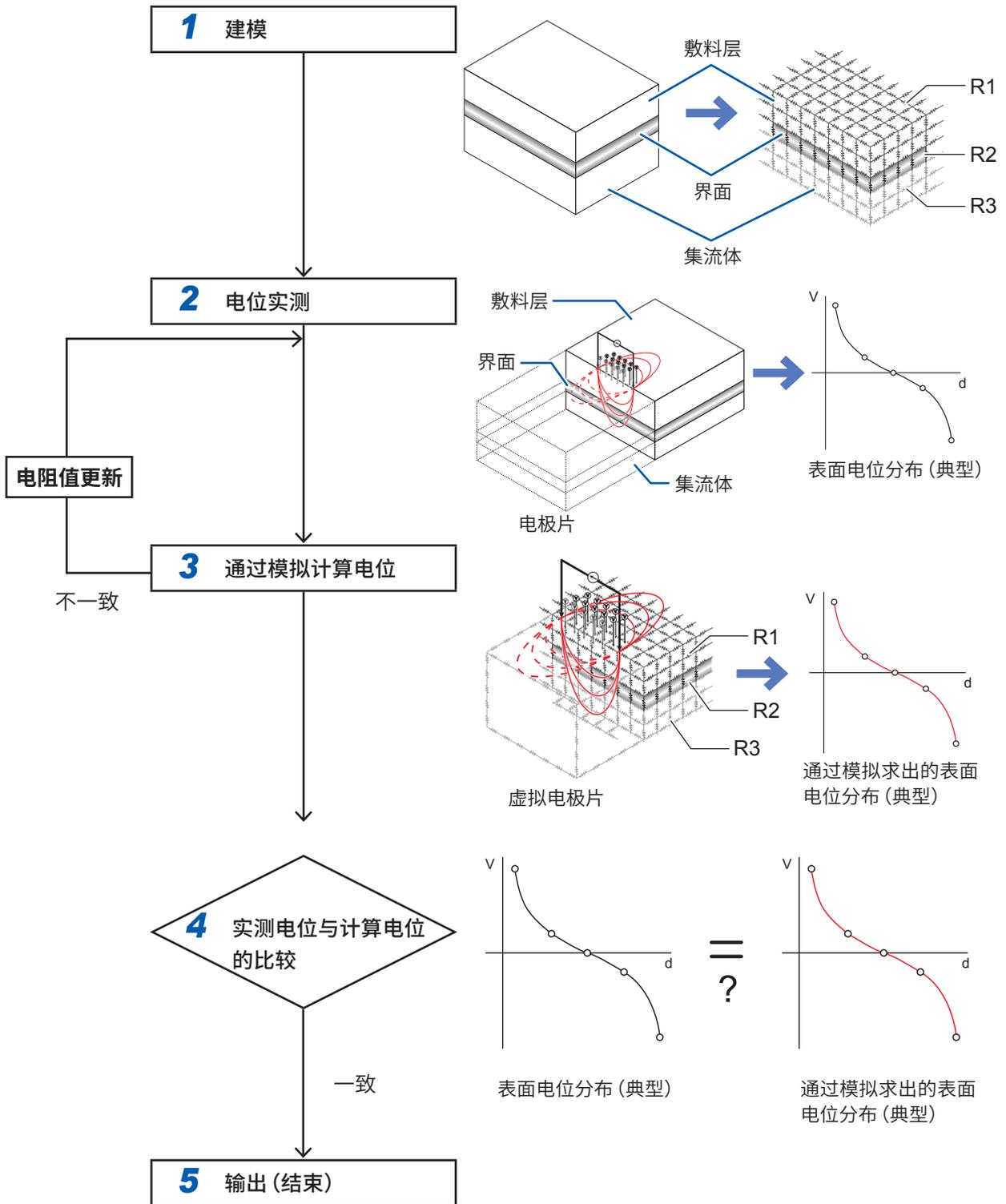
如果选择 **[开始]**，则会自动执行下述步骤。

- 1** 电极片使用的是 **2层 + 界面1层** 的虚拟电极片，并将各层的电阻设为 **R1、R2、r**（建模）
- 2** 向电极片表面送入恒电流，对表面发生的电位分布进行多点测量（获取“实测电位”）
- 3** 将 **R1、r** 设为变量，通过反复计算（曲线回归）求出与“实测电位”一致的“计算电位”
- 4** 如果“实测电位”与“计算电位”一致，则会将 **R1、r** 作为敷料层体积电阻率与界面电阻进行输出



（要测量的电极片可为双面或单面涂层。输出探测面的敷料层电阻率与界面电阻）

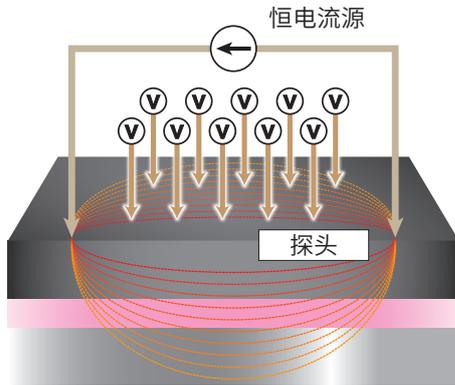
（R1、R2厚度[ $\mu\text{m}$ ]、R2体积电阻率为输入信息）



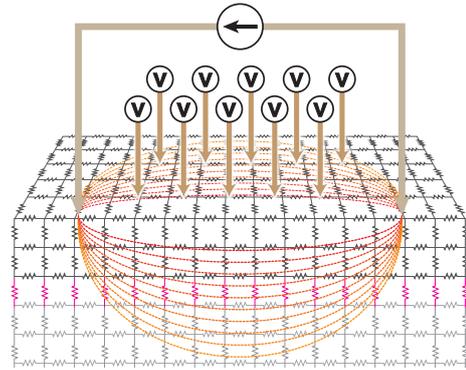
## 8.3 什么是有限体积模型？

有限体积模型是指，为根据有限体积法 (finite volume method、FVM) 进行数值计算而分割为有限个要素 (网格) 的计算区域。

RM2612 电极电阻测试软件通过 FVM 进行电位分布计算，以求出界面电阻与敷料层体积电阻率。有限体积模型与下述三维电阻组合 (电阻矩阵) 电路具有相同的效果。



电极片模式图



有效体积模型与等效电阻矩阵示意图

## 8.4 可否测量两面涂装的电极片？

本仪器在单面涂装与双面涂装时的测量上几乎没有差别。

但请注意下述事项。

- 可测量的是表面（探头接触面）的界面电阻与敷料层体积电阻率。
- 要测量背面（探头未接触的面）的电阻时，请将电极片反过来，再次进行测量。
- 背面的影响几乎不会出现在表面上。

这是基于这样的物理现象，即在一般的锂离子电池电极片中，敷料层与界面的电阻率远大于集流体的电阻，因此，从表面施加并流向集流体的测量电流不会流到背面的敷料层，导致背面的存在几乎不会对表面的电位产生影响。

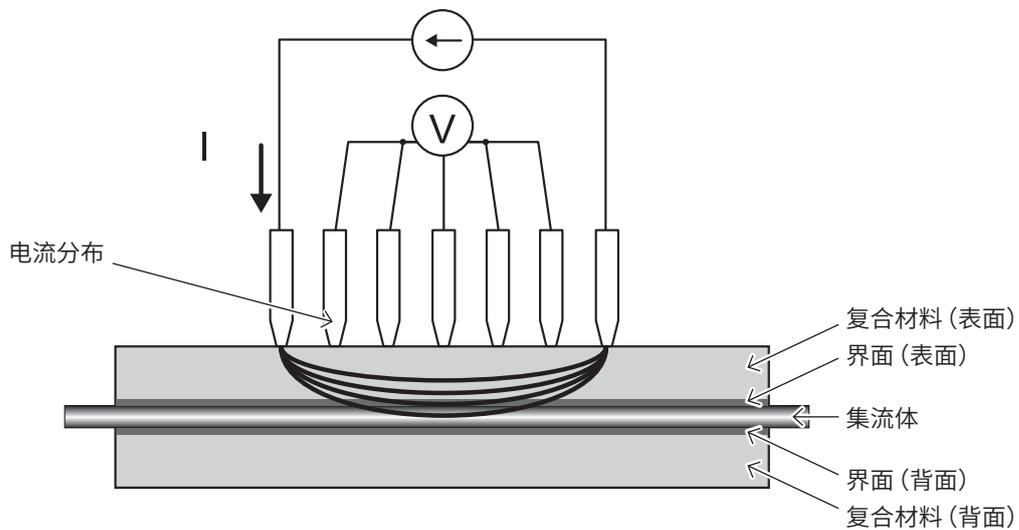


图. 双面涂装电极测量的截面模式图

## 8.5 什么是体积电阻率？

体积电阻率是指用于比较材料通电难易程度的物性值。也称为电阻率、比电阻或电气电阻率。单位为 $[\Omega\text{m}]$ 。

体积电阻率为物质固有的属性值，不依赖于形状或大小，因此，这有助于比较材料自身的导电性质。如下所述为体积电阻率 $\rho$ 与电阻 $R = (V: \text{电压下降}) / (I: \text{电流})$ 之间的关系。体积电阻率与电阻存在下述关系。

$$\rho = R \times RCF \dots (\text{公式1})$$

其中， $RCF$  是对材料的形状/大小、测量位置造成的影响进行补偿的补偿系数。 $R$ 与 $RCF$  会材料的形状/大小、测量位置而异。

比如，在长度为 $L$ 、截面积为 $S$ 的柱状物体中，电阻与长度 $L$ 成正比，与截面积 $S$ 成反比。

$$R = \rho \times \frac{L}{S} \dots (\text{公式2})$$

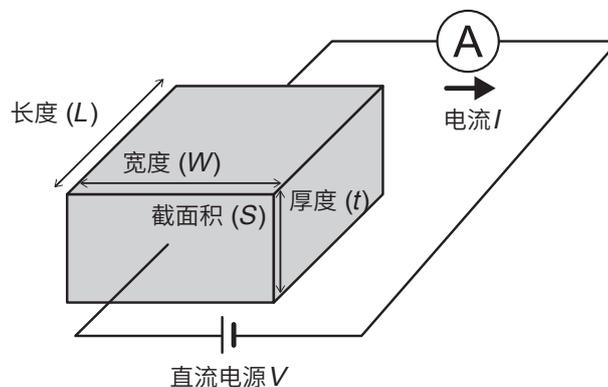
该比例系数为体积电阻率。如果变形为与(公式1)进行比较的形式，则可用下述公式表述。

$$\rho = R \times \frac{S}{L} \dots (\text{公式3})$$

据此，可用下述公式表述该物体的 $RCF$ 。

$$RCF = \frac{S}{L} \dots (\text{公式4})$$

导电体的体积电阻率测量方法包括“基于JIS K 7194导电性塑料4探针法的电阻率测试方法”等。



电阻  $R$

$$R = \rho v \frac{L}{S} \quad \rightarrow \quad \rho v \frac{L}{tW} = \frac{\rho v}{t} \frac{L}{W} = \rho s \frac{L}{W}$$

体积电阻率  $\rho v$

$$\rho v = \text{电阻 } R \times \underbrace{\frac{\text{截面积 } S}{\text{长度 } L}}_{RCF}$$

表面电阻率  $\rho s$

$$\rho s = \text{电阻 } R \times \underbrace{\frac{\text{宽度 } W}{\text{长度 } L}}_{RCF}$$

## 8.6 什么是面积电阻率？ （敷料层体积电阻率与敷料层面积电阻率的差异）

面积电阻率是用于表示薄面（没有厚度或可忽略厚度）的在表面垂直方向流过电流的流动难易程度的指标。按单位面积进行换算。单位为 $[\Omega\text{m}^2]$ ，是固有值，不取决于板的面积。

本仪器将复合材料与集流体接触面的电阻定义为“界面电阻”，并用面积电阻率的单位来进行表述。“界面电阻”为面之间的接触电阻；在面之间不存在物质，因此，没有厚度概念（也可以认为是实际上非常薄的导电膜）。在这种情况下，用面积电阻率表示电气流动难易程度的指标是适当的。

通过单位换算，使敷料层体积电阻率与敷料层面积电阻率发生关联。下图所示为面积电阻率的定义模式图。通过敷料层体积电阻率乘以敷料层厚度，求出敷料层面积电阻率。

可用下述公式表达。

敷料层面积电阻率 = 敷料层体积电阻率 × 敷料层厚度

从体积电阻率中排除厚度的概念，即为面积电阻率。实际上，电极复合材料都具有一定的厚度，因此，电极复合材料的面积电阻率多少会存在一些差异，敬请注意。

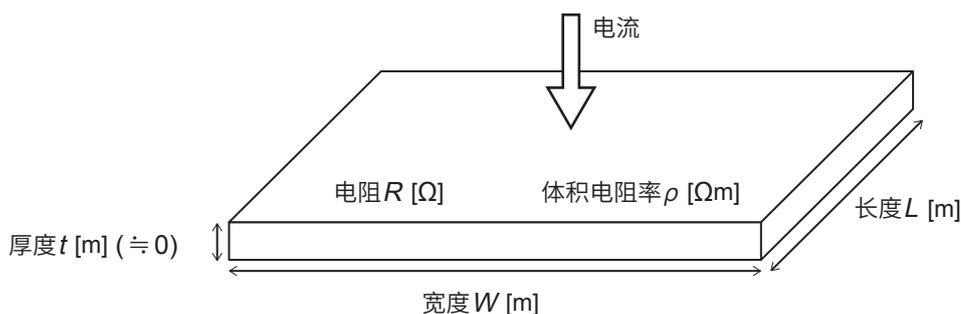


图. 面积电阻率的定义

$$R = \rho \frac{t}{W \times L} = \frac{\rho t}{W \times L} = \frac{R_l}{W \times L}$$

$$R_l \equiv \rho \times t \quad [\Omega\text{m}^2] \text{ 面积电阻率}$$

## 8.7 集流体带有底涂层时，应如何进行设置？

集流体带有底涂层时，建议忽略底涂层厚度输入条件并进行测量。

与敷料层或集流体层相比，底涂层的厚度非常薄，由于可忽略流向底涂层面方向的电流的影响，因此，将集流体与底涂层之间的界面电阻、底涂层自身的电阻、底涂层与复合材料之间的界面电阻作为合成电阻，进行界面电阻输出。

底涂层较薄，故此，本仪器难以评价仅由底涂层与集流体构成的2层板的底涂层与集流体之间的界面电阻。

请在对敷料层进行涂装的基础上，依据上述解释，通过界面电阻进行评价。

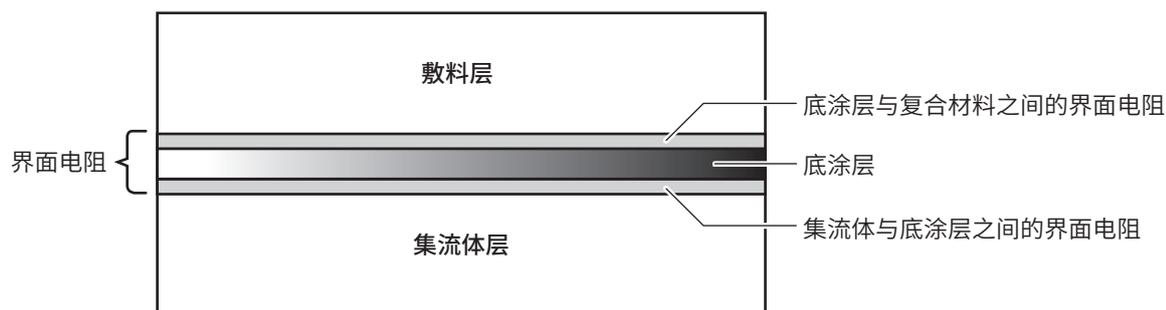


图. 使用带有底涂层的集流体的电极截面模式图

## 8.8 什么是运算结果？

运算可靠度是表示是否正确求解逆问题的指标。

并不保证界面电阻、敷料层体积电阻率的绝对值或精度，但可确认运算状况。

显示的运算结果包括下述2种类型。

### 反复次数

用于显示反向分析的反复次数。

通常，运算结束之前的反复次数与运算结果的正确性没有关联，但反复次数会因初始值的设置方法与缩小因数的设置值而异。请用作运算时间的大致标准。

### 实测电位与计算电位的一致性

是表示实测电位分布与计算电位分布接近程度的数值。

越接近1，测量电位与计算电位的相对残差越小（一致性相对较高）。按如下所述对一致性 $[R^2]$ 进行定义（一致性也可能为负值）。

$$R^2 = 1 - \frac{6 \sum_i (V_{meas,i} - V_{calc,i})^2}{\sum_i (V_{meas,i} - \bar{V})^2}$$

其中， $V_{meas,i}$ 表示测量电位， $V_{calc,i}$ 表示计算电位， $\bar{V}$ 表示测量电位分布的平均值。  
一致性为表示运算状况的数值，并非表示电极板质量的数值。

## 8.9 什么是测量可靠度？

测量可靠度是表示是否正确进行电位测量的指标。  
请用于电位测量的状况确认。测量可靠度包括下述3种类型。

### 匹配性[PASS/FAIL]

是电位分布斜率的大小关系是否符合理论的判定结果。越接近拉电流探头，电位越高；越接近漏电流探头，电位越低。其用于确认是否符合这种理论的大小关系，并用PASS/FAIL显示其结果。

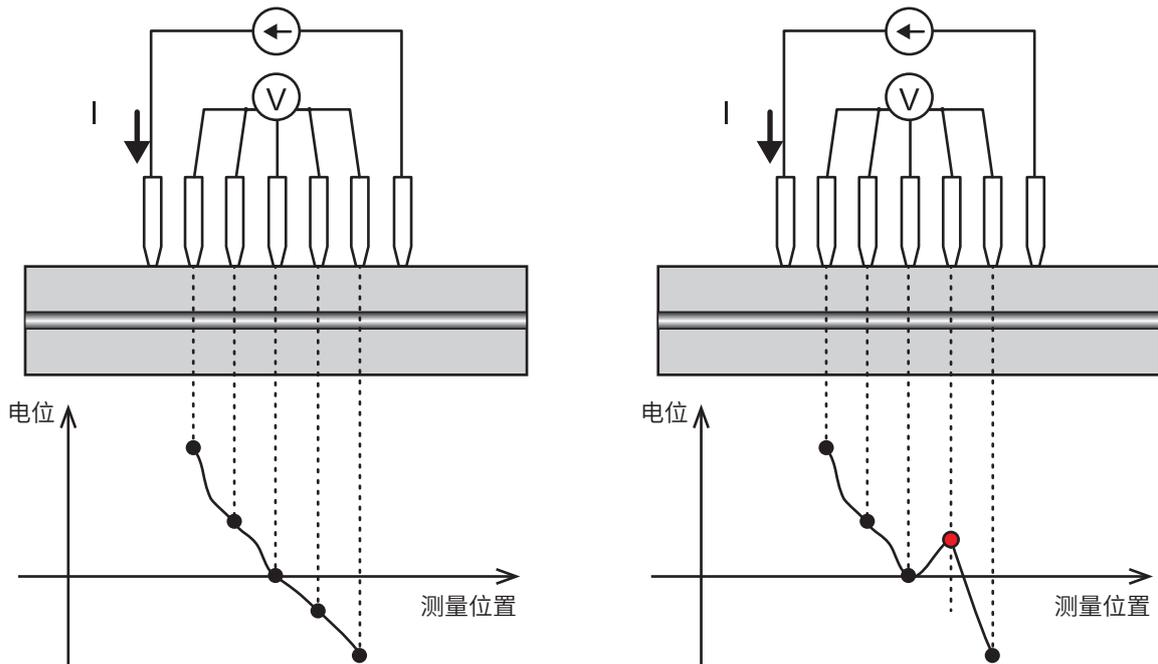


图. 匹配性示意图 (左图：匹配性 PASS、右图：匹配性 FAIL)

### 错误率[%]

对电位分布进行多点测量时，如果存在接触不良的测量，则会用百分比显示接触不良次数与测量次数的比例。错误率为阈值以下时，利用错误清除功能忽略错误数据，并仅使用正常的测量数据进行运算。

### 波动系数[%]

波动系数定义为测量电位的标准偏差除以平均值。

波形系数越小，表示实测电位的差异越小。

将实测电位分为几个组，并对其中包括被测对象信息最多的组进行计算。

## 8.10 弄错敷料层的厚度输入值时，会对运算结果产生多大影响？

输入值错误对运算结果的影响因电极片的电阻、复合材料的厚度、集流体的厚度等各种参数而异。请尽可能输入正确的厚度进行测量。

本仪器配备有用于对此前的测量重新进行运算的“再运算”（第47页）。弄错输入时，请修正敷料层厚度，重新进行运算。

作为参考，评价了弄错一般正极板（复合材料厚度77  $\mu\text{m}$ ）的厚度输入进行测量时的影响量。按照与厚度输入错误相同的比例，获得产生运算结果误差的结果。

（并非对所有电极片都成立）

（该结果不可用于厚度影响的补偿等）

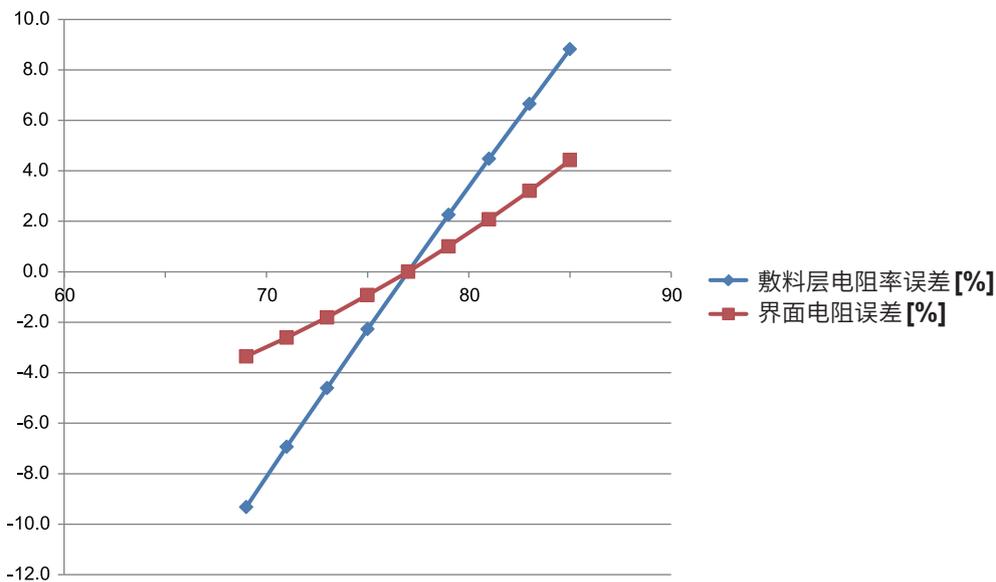


图. 厚度输入错误的影响 (正极, 典型示例)

## 8.11 在什么情况下会发生接触错误?

探头与被测对象之间的接触电阻对测量的影响越大，就越会发出接触错误的通知。

其具体的运作是，通过2端子电阻测量法进行探头与被测对象的电阻测量，超出阈值时，则判断为接触错误。

- RM2612 电极电阻测试软件可选择接触检查功能的 ON/OFF。为 ON 时，进行上述判定。初始值为 ON。
- 可在  $1\ \Omega \sim 10\ \text{M}\Omega$  之间任意指定阈值。初始值为  $20\ \text{k}\Omega$ 。
- 配备有组合各探头之间的接触检测以确定接触错误探头，并忽略显示错误的功能 (第 53 页)。

在什么情况下会发生接触错误?

### 运输注意事项

运输本仪器时，请务必遵守下述事项。

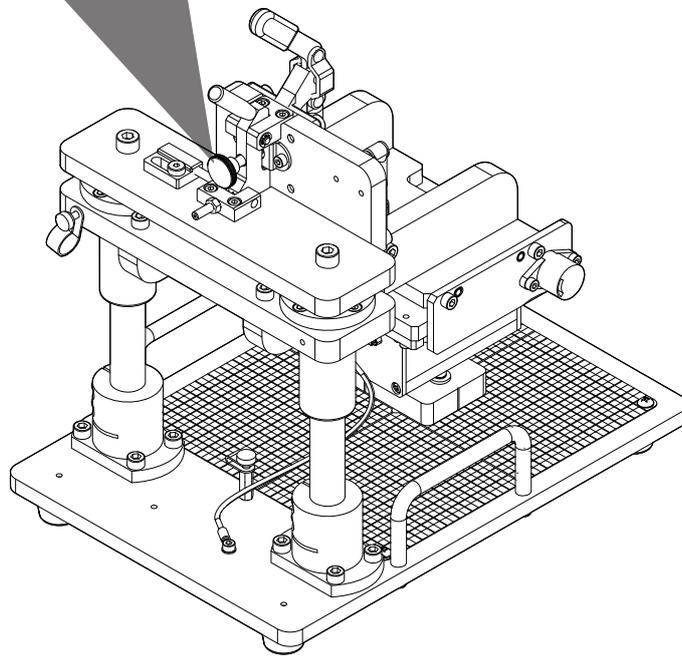
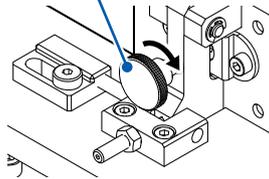
- 为避免本仪器损坏，请从本仪器上拔出附件或选件类。另外，请使用最初交货时使用的包装材料并务必进行双重包装。对于运输所造成的破损我们不加以保证。
- 送修时，请同时写明故障内容。

### RM9003 测试用台架

#### 重要事项

- 运输时，请抬起升降手柄以固定升降部分，然后紧固解除锁定手柄的固定旋钮。
- 如果锁定无效销有效，则即使紧固解除锁定手柄旋钮，升降手柄也会移动。请务必在锁定无效销处于无效的状态下紧固解除锁定手柄的固定旋钮。

紧固解除锁定手柄固定  
旋钮



## 关于更换部件与使用寿命

产品使用的部件可能会因长年使用而导致性能下降。

建议进行定期更换，以便长期使用本仪器。

更换时，请与销售店（代理店）或最近的HIOKI营业据点联系。

部件的使用寿命会因使用环境和使用频度而异。不对推荐更换周期的期间作任何保证。

部件名	推荐更换周期	备注与条件
<b>RM2611 电极电阻计</b>		
电解电容器	约 10 年	需更换装有相应部件的电路板。
液晶背光灯（亮度半衰期）	约 50,000 小时	
备份电池	约 10 年	RM2611 电极电阻计的显示区中出现错误代码 <b>[ERR:096 Backup data error.]</b> 时，表明已到更换时期。
继电器	约 5,000 万次	
<b>RM9004 测试针单元</b>		
探头	探头的推荐更换周期因客户的测量次数或测试物而异。如果在 RM9004 测试针单元的 SHORT/OPEN 检查中经常发生错误，请委托更换探头。	

## 9.1 有问题时

认为有故障时，请确认“送去修理前”后，垂询销售店(代理店)或最近的HIOKI营业据点。  
原因不明时，请对RM2612电极电阻测试软件进行初始化操作。全部设置变为出厂时的初始设置状态(第111页)。

### 送去修理前

#### 电源异常时

症状	检查项目或原因		处理方法	参照
RM2611 电极电阻计的电源未接通 (什么也不显示)	待机键的颜色	红色	进入待机状态。请按下待机键。	第29页
		没有颜色	未供电。请确认电源线正确连接。	第26页

#### 显示/运作异常时

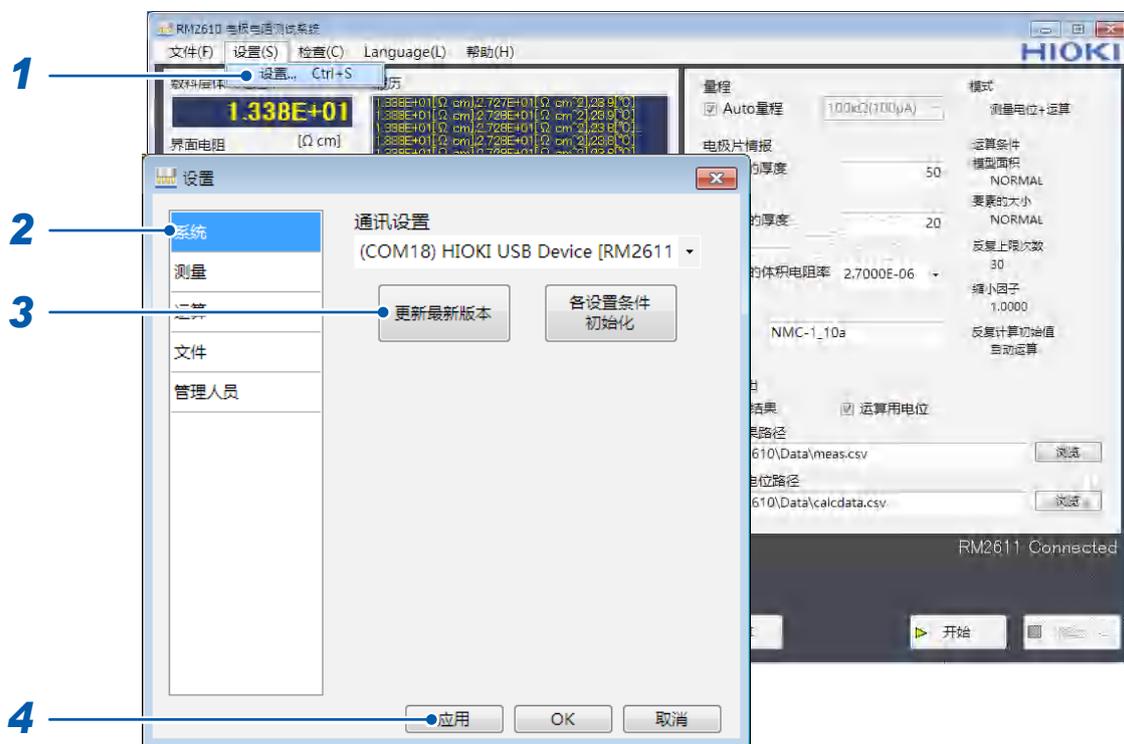
症状	检查项目或原因	处理方法	参照
不能操作RM9003测试用台架的解除锁定手柄	解除锁定手柄的固定旋钮处于紧固状态	请松动解除锁定手柄的固定旋钮。	第45页

#### 检查期间发生错误时

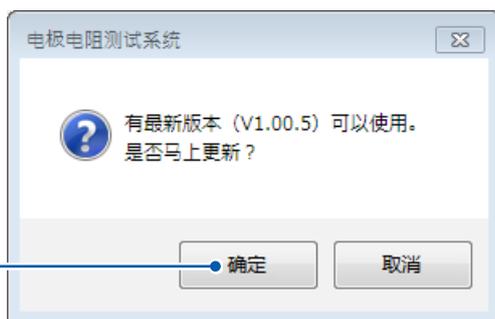
症状	检查项目或原因	处理方法	参照
在RM9004测试针单元的SHORT检查中发生错误	探头未接触探头检查板上的镀金导通面	请抬起升降手柄，调整探头检查板的位置，使探头接触镀金导通面。	第33页
	探头接触探头检查板上的镀金导通面	请抬起升降手柄，在镀金导通面内改变探头的接触位置，然后再次进行检查。即使这样仍发生错误时，可能是探头顶端接触不良。请采取下述措施。 • 利用喷射空气清扫探头顶端 • 使用忽略错误功能 • 更换探头	第117页 第53页
在RM9004测试针单元的OPEN检查中发生错误	探头接触探头检查板上的镀金导通面	请勿使探头接触镀金导通面	第34页
	探头接触探头检查板上的非导通面	可能是探头之间夹入导电性物质等。请利用喷射空气清扫探头顶端。即使这样仍发生错误时，请委托更换探头。	第117页

## 9.2 软件的版本升级

处于因特网连接环境并且可下载文件时，可升级 RM2612 电极电阻测试软件的 PC 应用程序的版本。



- 1 选择 [设置]
- 2 选择 [系统]
- 3 选择 [更新最新版本]



- 4 如果有新版本，[电极电阻测试系统] 窗口则会打开
- 5 要更新为最新版本时，选择 [确定]。  
选择 [确定] 之后的步骤与安装步骤 (第 22 页) 相同。如果版本升级完成，则自动启动新版本的应用程序。

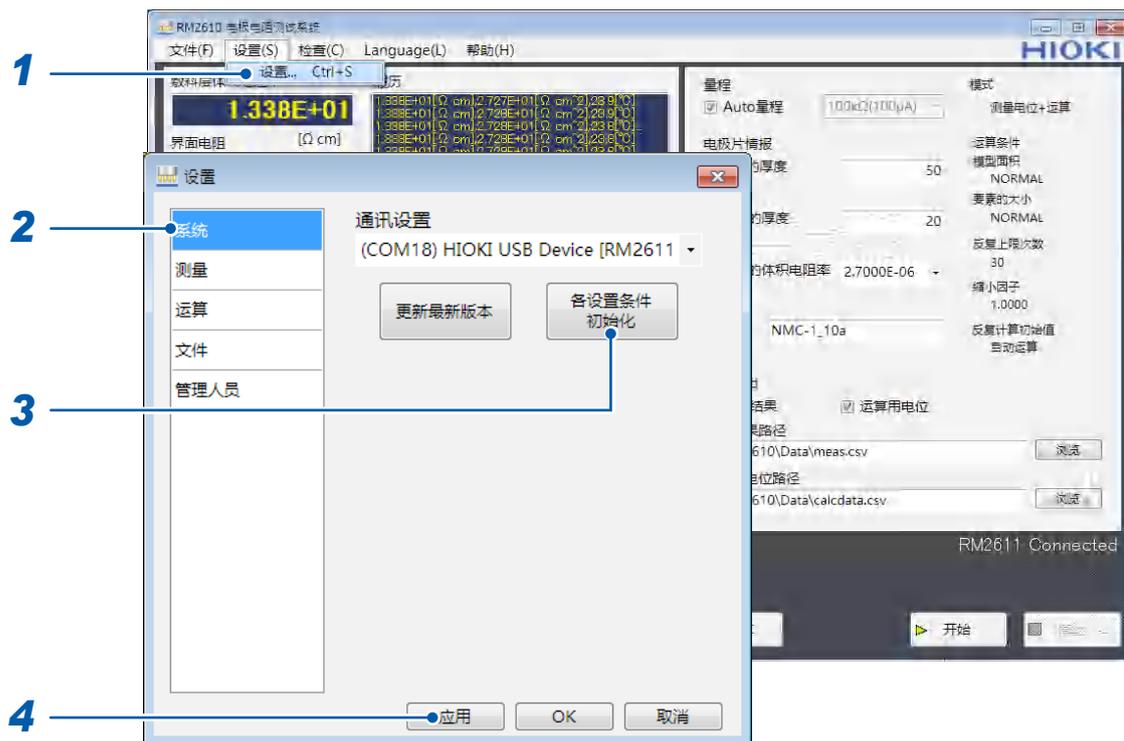
## 9.3 进行初始化

RM2612 电极电阻测试软件的所有设置将恢复为出厂时的初始状态。

### 重要事项

如果选择 **[各种设置条件初始化]**，除下述项目之外的所有项目都会恢复为出厂状态。需要时，请在初始化之前进行“6.1 保存测量条件(保存)”(第 73 页)。

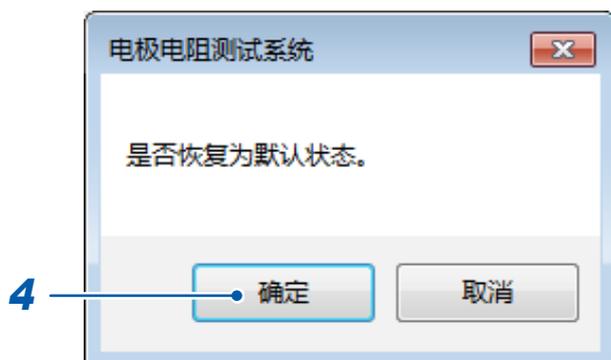
不会被初始化的项目：通讯设置、计数器、密码



1 选择 **[设置]**

2 选择 **[系统]**

3 选择 **[各设置条件初始化]**



4 选择 **[确定]**

届时会进行初始化。

## 出厂时的初始值

设置项目	初始值
------	-----

### 测量条件

Auto 量程	ON
电阻量程	10 MΩ (1 μA)
电极片信息	
敷料层厚度 [um]	50
集流体的厚度 [um]	20
集流体的体积电阻率 [Ωcm]	2.7000E-06
注释	(空白)

### 文件输出

运算结果	OFF
运算用电位	OFF
运算结果路径	(用户桌面)
运算用电位路径	(用户桌面)

### 系统

通讯设置	(如果连接, 则为设备)
------	--------------

### 测量

模式	电位测量 + 运算
测量速度	MEDIUM
接触检查	ON
阈值 [Ω]	2.000E+04
自动开始	OFF
延迟时间 [ms]	500
忽略错误	OFF
错误容许率 [%]	20.0
敷料层单位	体积电阻率 [Ωcm]
测量结束时的蜂鸣音	ON

**运算**

初始值	自动计算
敷料层体积电阻率 [ $\Omega\text{cm}$ ]	1.000E+00
界面电阻 [ $\Omega\text{cm}^2$ ]	1.000E+00
条件	单一
复数 - 设置	模型面积：     NORMAL 要素的大小：    NORMAL 反复上限次数：  30 缩小因数：      1.0000
模型面积	NORMAL
要素的大小	NORMAL
反复上限次数	30
缩小因数	1.0000

**文件**

接触检查结果	OFF
二维电位分布文件的输出	OFF

**CSV保存设置**

小数点符号	句号
分隔符号	逗号

**管理员**

调试用文件	OFF
RM2611 许可	OFF
密码	rm2612

## 9.4 错误信息清单

本仪器或测量状态不正常等情况下，画面上会显示下述信息。

确认为有故障时，请与销售店（代理店）或最近的HIOKI营业据点联系。

### RM2611 电极电阻计

显示		含义	处理方法
NO UNIT		未插入MUX单元	请正确插入MUX单元。 即使这样仍发生错误时，表明仪器发生故障。请送修。
ERR:090	ROM check sum error.	程序ROM校验和错误	仪器故障。 请送修。
ERR:091	RAM error.	CPU RAM错误	仪器故障。 请送修。
ERR:092	Memory access failed.Main power off, restart after 10s.	与存储器之间发生通讯错误	请在切断主电源10秒钟之后，再次接通电源。
ERR:093	Memory read/write error.	存储器读/写测试错误	仪器故障。 请送修。
ERR:095	Adjustment data error.	调整数据错误	仪器故障。 请送修。
ERR:096	Backup data error.	设置备份错误	设置已被初始化。 请重新设置测量条件等。
ERR:097	Power line detection error. Select power line cycle.	电源频率检测错误	无法确认供给电源的频率。 可能是电源中含有较强的噪音。请远离噪音源，或在电源线上安装抗干扰芯线等。
ERR:098	Blown FUSE or measurement lead is broken.	保险丝熔断。	请更换保险丝。 客户不能自行更换，请与销售店（代理店）或最近的HIOKI营业据点联系。
ERR:100	MUX unit error.	MUX单元发生错误	仪器故障。 请送修。

## RM2612 电极电阻测试软件

对话框的显示	处理方法
请确认电阻计的连接状态。	RM2611 电极电阻计与 PC 未处于连接状态。 • 请通过 <b>[设置]-[系统]</b> 确认通讯设置 (第 31 页)。请确认已通过 USB 连接线连接 RM2611 电极电阻计与 PC。 • 请确认 RM2611 电极电阻计的电源是否为 ON (第 29 页)。
接触电阻异常。	探头发生接触不良。请试着改变探头检查板的测量位置并进行数次测量 (第 32 页)。
保存路径不存在。 请重新设置文件的保存路径。	请确认保存文件路径。
文件正在被编辑。 请让文件恢复可操作的状态。	可能是要添加到 PC 应用程序的文件被其它应用程序打开, 因此, 请关闭其它应用程序。即使这样仍发生错误时, 请通过文件的属性确认 PC 应用程序的写入权限。
文件为只读文件, 无法保存。 请让文件恢复可操作的状态。	可能是要添加到 PC 应用程序的文件被其它应用程序打开, 因此, 请关闭其它应用程序。即使这样仍发生错误时, 请通过文件的属性确认 PC 应用程序的写入权限。
文件输出时发生了错误。	PC 应用程序无法输出文件。请确认下述项目。 • 输出目标路径 (文件夹) 是否有写入权限? • 硬盘空间是否足够? • 是否在其它应用程序中打开输出文件?
请插入认证密钥。	PC 应用程序会在启动或测量开始时等情况下对 USB 许可证密钥进行确认。请插入 USB 许可证密钥 (第 30 页)。
未连接 MUX 单元。	请正确插入 MUX 单元。即使这样仍发生错误时, 表明仪器发生故障。请送修。
无法追加	多运算条件的最大设置行数为 100 行。要全新添加行时, 请删除现有的行。
密码错误。	请输入正确的管理员密码。
设置范围外。	请输入设置范围内的数值。
下载最新版本失败。	请确认是否处于因特网连接环境, 是否可下载文件 (请与使用网络的管理员协商)。
无法连接到网络。	请连接因特网。
电位分布异常。	探头发生接触不良。请试着改变探头检查板的测量位置并进行数次测量。
绝缘电阻异常。	请确认探头是否接触探头检查板的金属图案 (请使探头接触非导通面)。
RM2612 应用程序需要 Microsoft .NET Framework 4.8。 请使用 Windows Update 安装此版本。 然后重新执行 RM2612 应用程序的设置。	请下载 Microsoft .NET Framework 4.8 并进行安装 (第 20 页)。
文件格式有误。	运算用电位数据的文件格式发生错误。请读入正确格式的文件。

## 9.5 清洁

### 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。否则会引起仪器变形变色等。

### RM2611 电极电阻计

去除RM2611 电极电阻计的脏污时，请用柔软的布蘸少量的水或中性洗涤剂之后，轻轻擦拭。

### RM9003 测试用台架

去除RM9003 测试用台架的脏污时，请用柔软的布轻轻擦拭。  
轴或升降手柄等移动部分带有油分时，请勿擦拭。

## RM9004 测试针单元

### ⚠ 注意



- 清洁期间，请勿操作升降手柄。如果在清洁期间 RM9004 测试针单元下降，则可能会导致受伤或本仪器故障。
- 如果清洁时软布、棉签接触探头，则会导致针变形，这会造成测量结果误差增大，从而无法正常地进行测量。



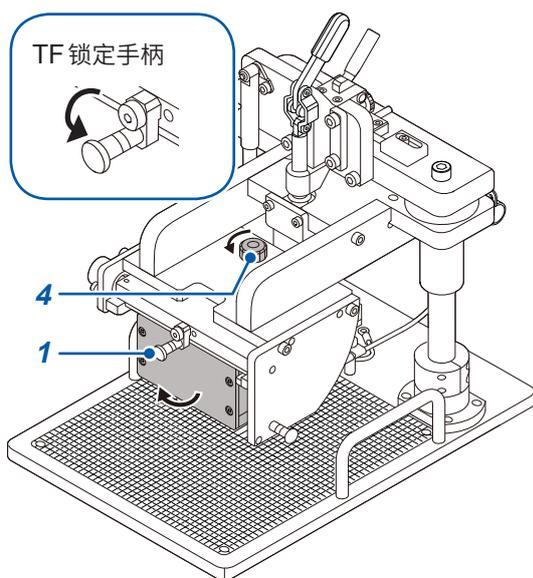
- 请将空气（压缩空气）的压力控制在 207 kPa (2.1 kgf/cm<sup>2</sup>、30 psi) 以下。
- 清洁时，请佩戴防尘面具与防尘眼镜。

### 重要事项

- 探头非常细，只能使用喷射空气进行清洁。
- 探头属于耗材。需要定期更换，但客户不能自行更换。请垂询销售店（代理店）或最近的 HIOKI 营业据点。
- 还请参照探头维护指南（第 19 页）

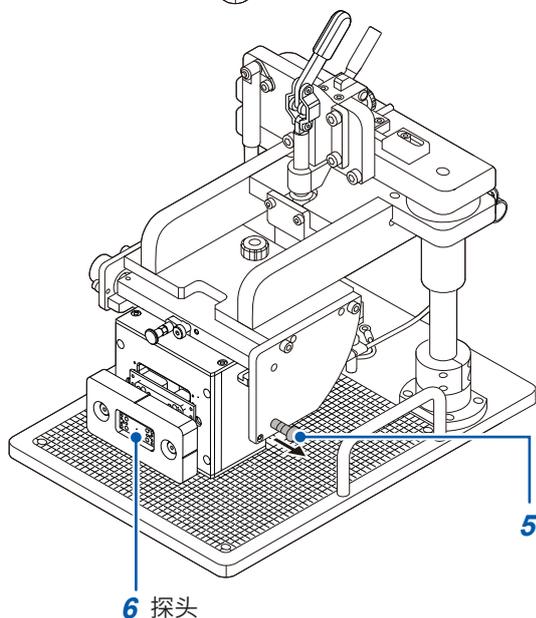
### 准备物件：

气枪或摄像头用送风机



- 1 确认 TF 锁定手柄下降
- 2 从 RM9004 测试针单元上拆下 RM9005 连接线
- 3 从 RM9004 测试针单元的接地端子上拆下接地电缆
- 4 向左转动 TF 锁定旋钮，解除锁定

届时，请在按住 RM9004 测试针单元的同时向 UNLOCK 侧转动 TF 锁定旋钮，直至螺钉完全脱落。慢慢地将 RM9004 测试针单元的底面朝向正面。



- 5 测试针单元的底面完全朝向正面之后，将维护用柱塞拉到外侧，固定 RM9004 测试针单元
- 6 利用摄像头用送风机或气枪，清除探头上的灰尘
- 7 清洁之后，按相反的步骤进行复原

## 9.6 关于校正

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，并委托本公司定期进行校正。

## 9.7 废弃RM2611 电极电阻计

RM2611 电极电阻计使用锂电池进行时钟备份。

废弃RM2611 电极电阻计时请取出锂电池，并按当地规定的规则进行处理。

### 锂电池的取出方法

#### 危险



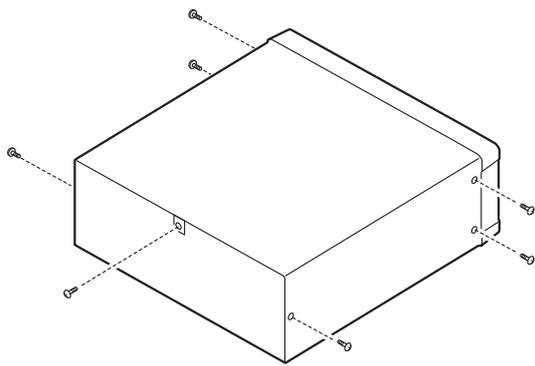
为了避免触电事故，请关闭**RM2611** 电极电阻计的主电源开关，在从**RM2611** 电极电阻计拔下电源线和连接线之后，取出锂电池。

#### 注意

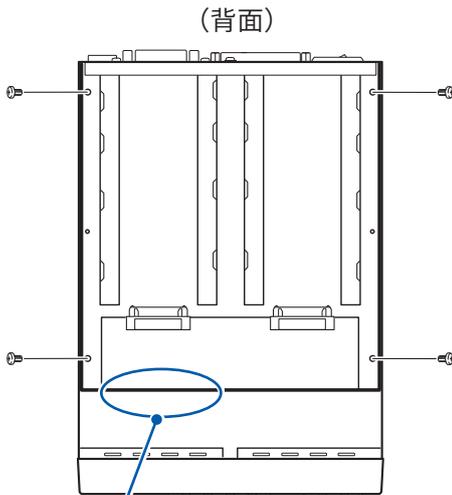


请注意勿使+与-形成短路。如果短路，则可能会产生火花。

所需工具：十字螺丝刀 (No.1) 1把、小镊子1把 (用于取出锂电池)



(俯视图)

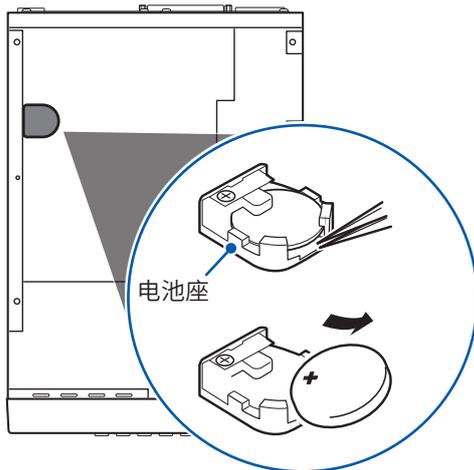


(背面)

连接器

(正面)

(俯视图)



电池座

**1** 请确认RM2611 电极电阻计的主电源开关 (背面) 处于OFF (○) 状态, 然后拔出电线类

**2** 拆下侧面6个及背面1个螺钉

**3** 拆下盖子

**4** 拆下4个螺钉, 然后, 抬起MUX单元用机架 (请勿拆下连接MUX单元用机架与RM2611 电极电阻计的连接器)

**5** 如图所示, 将小镊子插入电池与电池座之间, 向上抬起电池并将其取出

CALIFORNIA, USA ONLY  
Perchlorate Material - special handling may apply.  
See [www.dtsc.ca.gov/hazardouswaste/perchlorate](http://www.dtsc.ca.gov/hazardouswaste/perchlorate)



# 10 附录

## 10.1 支架安装

拆下RM2611 电极电阻计侧面的螺钉即可安装支架安装件。

### 警告

为防止 **RM2611** 电极电阻计的损坏和触电事故，使用螺钉请注意以下事项。  
在侧面安装支架安装件时，请勿使螺钉进入到 **RM2611** 电极电阻计内部 **3.5 mm** 以上。  
拆下支架安装件恢复原样时，请使用与最初安装时相同的螺钉。

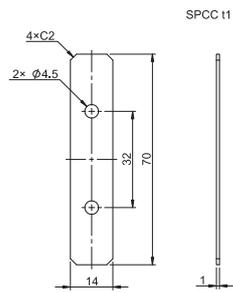


(支撑脚：**M3 × 6 mm**、侧面：**M4 × 6 mm**)

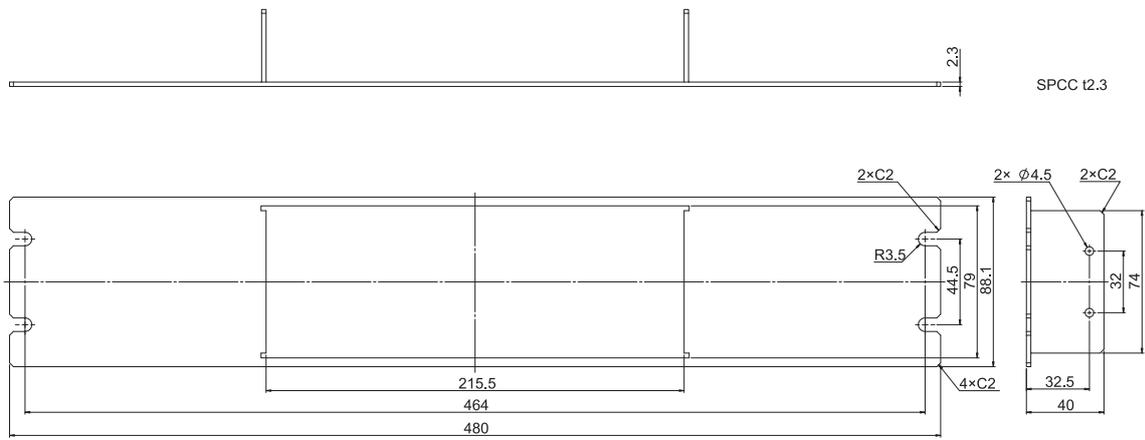
螺钉丢失或损坏时，请垂询销售店（代理店）或最近的 **HIOKI** 营业据点。

## 支架安装件的参考图与安装方法

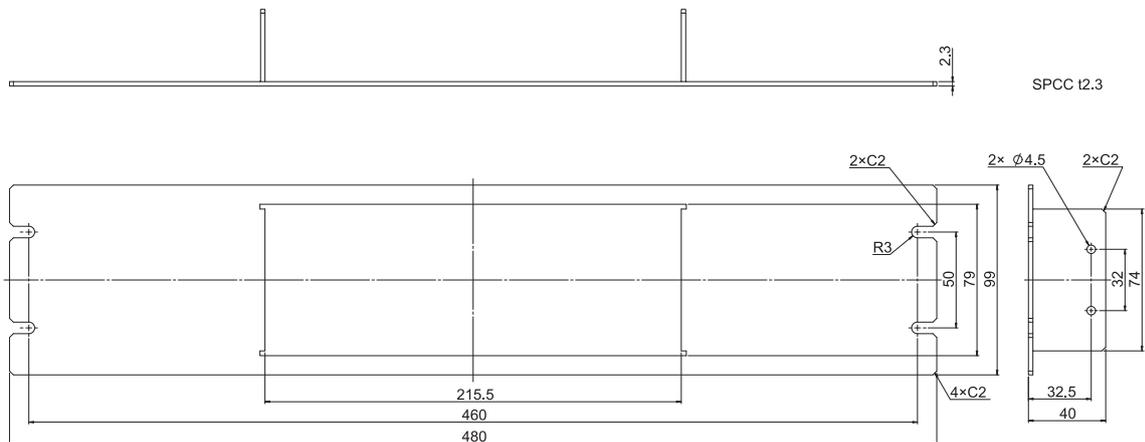
### 垫片 (使用2片)

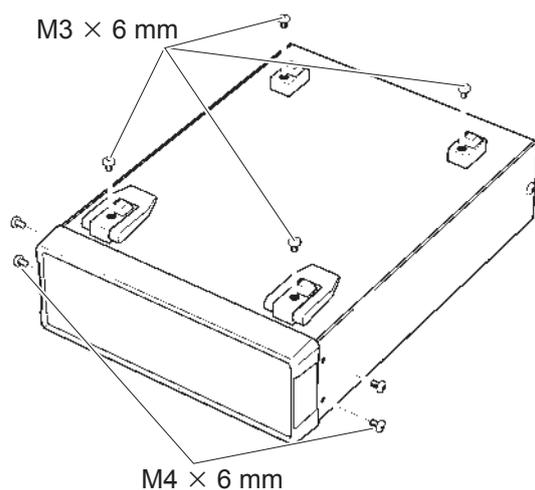


### 支架安装件 (EIA)



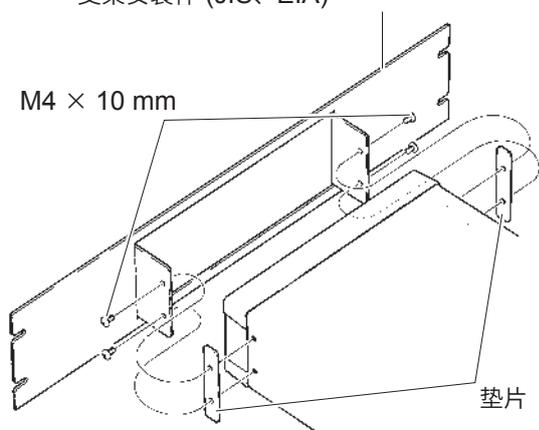
### 支架安装件 (JIS)





- 1 拆下RM2611电极电阻计底面的支撑脚和侧面盖子的螺钉(正面两侧4个)。

支架安装件 (JIS、EIA)



- 2 将垫片放入RM2611电极电阻计侧面两侧，然后用M4 x 10螺钉安装支架安装件。

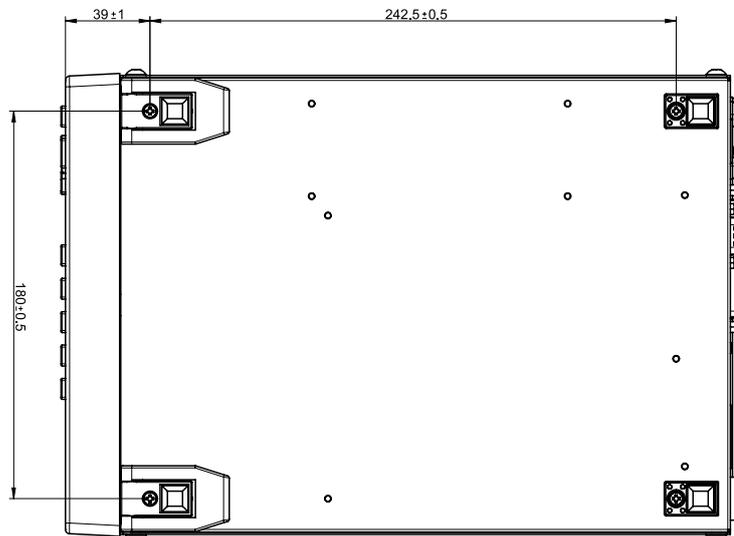
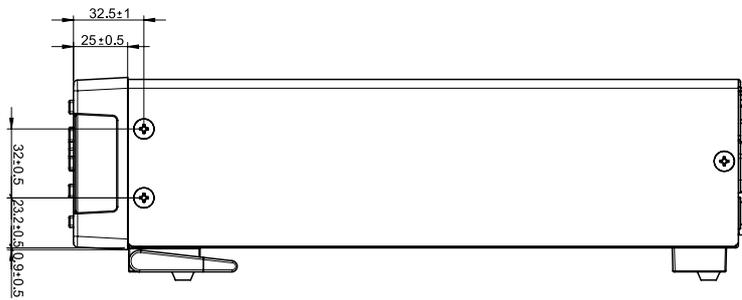
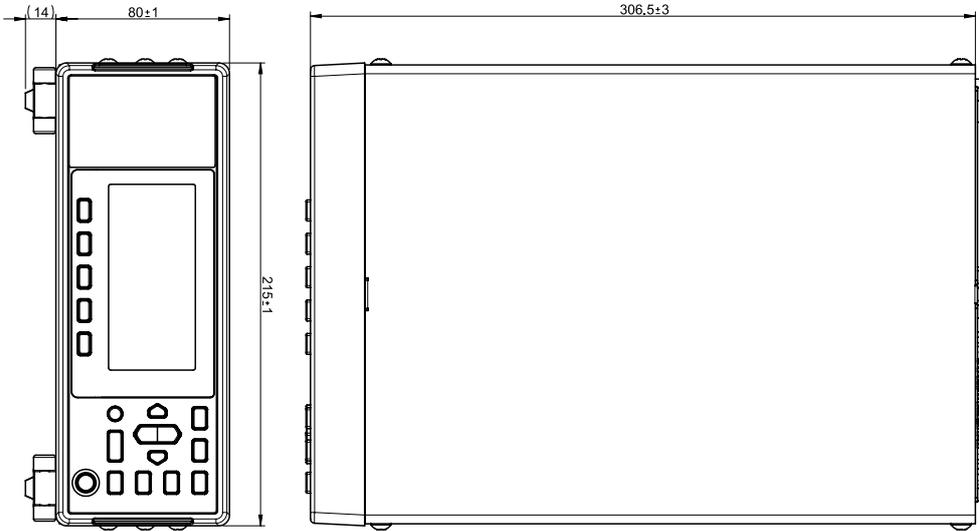
**重要事项**

在支架上安装时，请使用市售的底座进行增固。

## 10.2 外观图

RM2611 电极电阻计

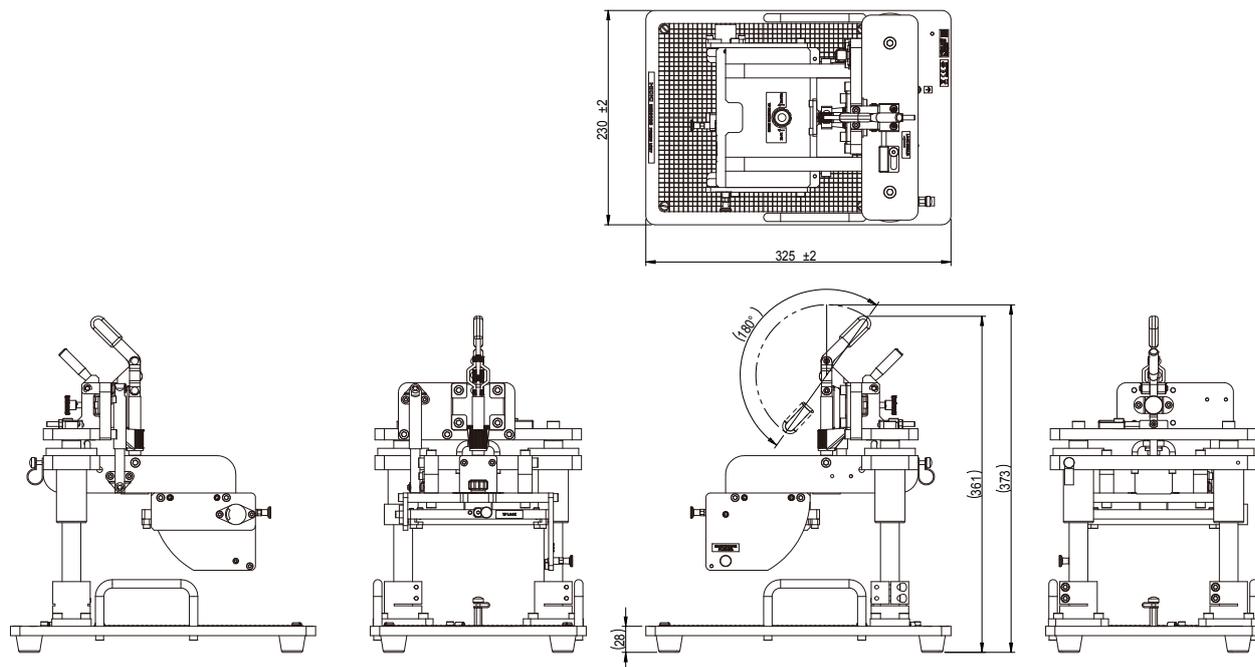
单位：mm



重量：约 3.4 kg

### RM9003 测试用台架

单位：mm

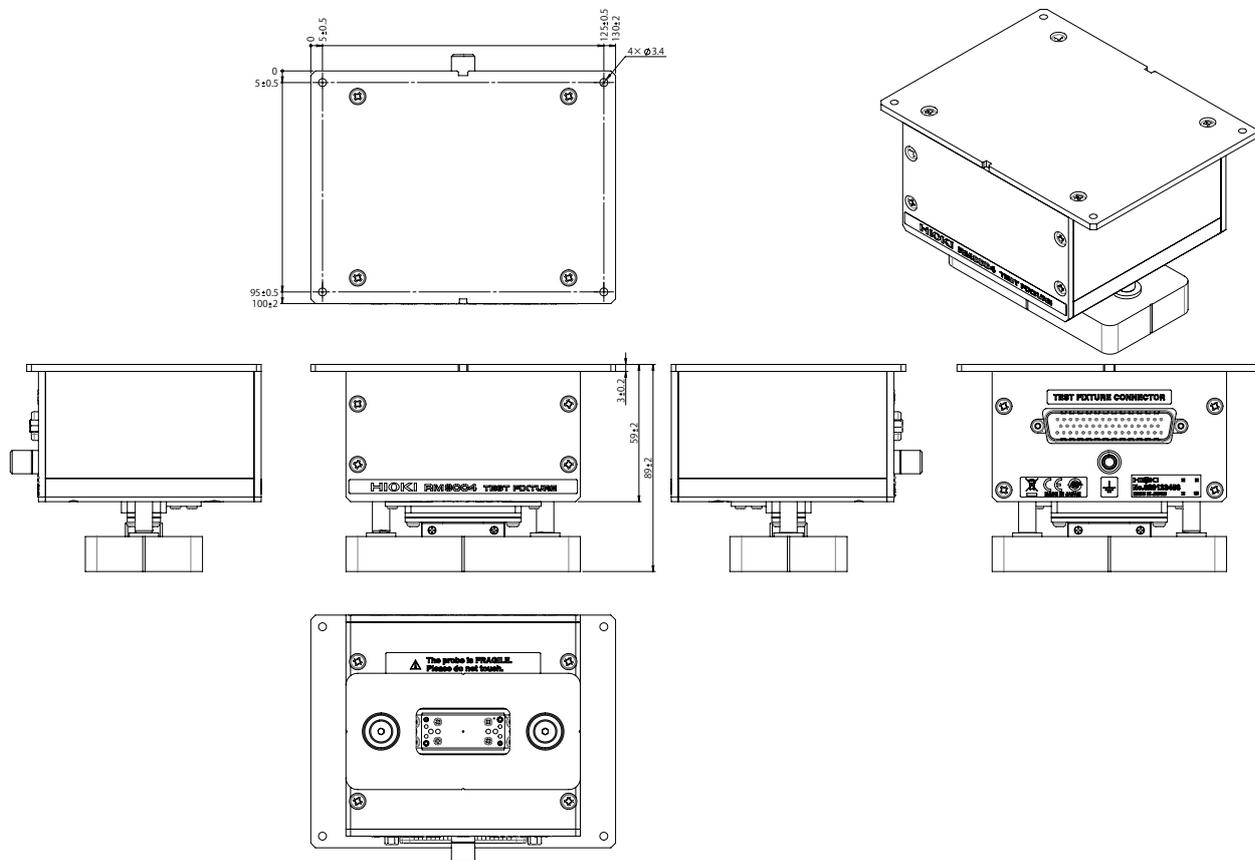


重量：约 8.5 kg

### RM9004 测试针单元

探头载荷 (参考值)：0.044 N/根

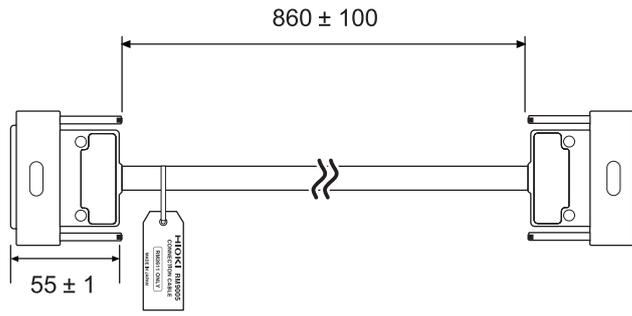
单位：mm



重量：约 770 g

RM9005连接线

单位：mm



重量：约 450 g

# 索引

## A

安装	
Microsoft .NET Framework 4.8.....	20
RM2612 电极电阻计算软件 .....	19
RM9004 测试夹具 .....	24
USB 驱动程序.....	21

## B

版本	
RM2612 电极电阻测试软件 .....	62
版本升级	
RM2612 电极电阻测试软件 .....	110
保存	
测量条件 .....	73
测量值.....	43
当前的测量结果.....	44
接触检查 .....	40
保险丝.....	11, 114
不同的条件 .....	69

## C

测量	
开始.....	47
测量结果	
确认 .....	48
测量可靠度 .....	103
测量流程 .....	1
测量前的准备 .....	19
测量速度	
选择 .....	51
测量条件	
保存 .....	73
读入 (载入) .....	74
测量值	
保存 .....	43
产品构成 .....	5
初始化.....	111
初始值	
出厂时.....	112
CSV	
保存格式 .....	64
文件格式 .....	43
错误数据清除功能 .....	53
错误信息清单	
RM2611 电极电阻计 .....	114
RM2612 电极电阻测试软件 .....	115

## D

待机状态 .....	29
当前的测量结果	
保存 .....	44
底涂层	
集流体.....	101

电极片	
安装到 RM9003 测试用台架中.....	45
两面涂装 .....	98
输入信息 .....	41
电源	
设为 OFF .....	29
设为 ON .....	29
电源线	
连接 .....	26
电阻量程	
设置 .....	37
读入	
测量条件 .....	74

## E

二维电位分布文件	
格式化.....	86
输出.....	63

## F

反复计算初始值	
输入 .....	58
反复上限次数 .....	56
FAQ .....	91
蜂鸣音 .....	65
敷料层	
厚度 .....	104
敷料层电阻	
选择单位 .....	55
敷料层面积电阻率 .....	100
敷料层体积电阻率 .....	100

## G

概要 .....	9
更换部件 .....	108
规格 .....	75
RM2611 电极电阻计 .....	75
RM2612 电极电阻测试软件 .....	78
输出文件格式.....	85

## J

集流体	
底涂层.....	101
计数器功能 .....	47
接触错误 .....	105
接触检查	
保存 .....	40
结果 .....	88
设置.....	38
位模式.....	87
结果	
接触检查 .....	88

解除锁定手柄	
设为无效 .....	46
界面电阻 .....	48, 95

## L

锂电池 .....	118
连接	
电源线 .....	26
RM2611 电极电阻计 .....	31
RM9005 连接线 .....	25
USB 连接线 .....	27
Z2001 温度探头 .....	28
两面涂装 .....	98

## M

面积电阻率 .....	100
Microsoft .NET Framework 4.8 .....	20
模型面积	
选择 .....	59

## Q

切换	
显示语言 .....	61
清洁	
RM2611 电极电阻计 .....	116
RM9003 测试用台架 .....	116
RM9004 测试针单元 .....	117
确认	
测量结果 .....	48
连接 .....	31

## R

RM2610 电极电阻测试系统 .....	9
RM2611 电极电阻计 .....	10
按键操作区 .....	11
规格 .....	75
清洁 .....	116
确认 PC 的连接 .....	31
外观图 .....	124
RM2612 电极电阻测试软件	
安装 .....	19, 22
版本 .....	62
版本升级 .....	110
规格 .....	78
启动 .....	30
卸载 .....	23
RM9003 测试用台架 .....	12
清洁 .....	116
外观图 .....	125
RM9004 测试针单元 .....	14
安装到 RM9003 测试用台架中 .....	24
OPEN 检查结果文件的格式 .....	90

清洁 .....	117
SHORT 检查结果文件的格式 .....	89
外观图 .....	125
RM9005 连接线	
连接 .....	25

## S

删除	
行 .....	71
设为无效	
解除锁定手柄 .....	46
设置	
电极片 .....	45
电阻量程 .....	37
反复上限次数 .....	56
接触检查功能 .....	38
缩小因数 .....	57
运作模式 .....	35
设置画面 .....	17
升降手柄 .....	46
使用注意事项 .....	6
输出	
二维电位分布文件 .....	63
输出文件格式 .....	85
二维电位分布文件 .....	86
运算结果文件 .....	85
输入	
电极片信息 .....	41
反复计算初始值 .....	58
缩小因数 .....	94
设置 .....	57

## T

体积电阻率 .....	41, 48, 55, 99
添加	
行 .....	71

## U

USB 连接线	
连接 .....	27
USB 驱动程序	
安装 .....	21
卸载 .....	21
USB 许可证密钥 .....	16

## W

外观图 .....	124
RM2611 电极电阻计 .....	124
RM9003 测试用台架 .....	125
RM9004 测试针单元 .....	125

**X**

显示语言	
切换 .....	61
校正 .....	118
卸载	
RM2612 电极电阻测试软件 .....	23
USB 驱动程序 .....	21
行	
删除 .....	71
添加 .....	71
修理 .....	109
选择	
测量速度 .....	51
敷料层电阻的单位 .....	55
模型面积 .....	59
要素的大小 (分辨率) .....	60

**Y**

要素的大小 (分辨率)	
选择 .....	60
有问题时 .....	109
有限体积模型 .....	97
运输时 .....	107
运算	
不同的条件 .....	69
运算结果 .....	43, 49, 102
运算结果文件	
格式化 .....	85
运作模式	
设置 .....	35

**Z**

Z2001 温度探头	
连接 .....	28
支架安装 .....	121
主电源开关 .....	29
主画面 .....	16
自动开始功能 .....	52
作业前的检查 .....	32



---

# 使用许可协议书

**重要事项** 请仔细阅读下述协议书。本使用许可协议书（以下简称本协议）是客户（个人或法人）与 HIOKI E.E. CORPORATION（以下简称本公司）之间签订的有关本软件产品的法律协议书。本软件产品包括计算机软件及其相关媒介与印刷品（使用说明书等文件），某些产品还包括电子文件。  
安装、复制或使用本软件产品即被视为客户承诺接受本协议条款的约束。

---

本软件产品受著作权法、国际著作权条约等以及其它无形财产权相关法律与条款的保护。本软件产品属于授权产品，并非销售品。

**1. 许可证的承诺** 本协议许诺客户具有下述权利。

客户可在特定的 1 台计算机上安装使用本软件产品的 1 份复制品。

**2. 其它权利与限制的说明**

-1. 逆向工程、反向编译、反向汇编的限制

客户不得对本软件产品进行逆向工程、反向编译或反向汇编。

-2. 构成部分的拆解

本软件产品被授权为完整的 1 个产品。不得在多台计算机上拆解使用其构成部分。

-3. 出借

客户不得出借/出租本软件产品。

-4. 软件的转让

客户可根据本协议永久转让客户的所有权利。

但在这种情况下，应满足下述条件：不得保有复制品，转让软件产品的所有内容（所有的构成部分、媒介、使用说明书等文件以及本协议），并且接收方同意本协议的条款。

-5. 解除

客户违反本协议的条款与条件时，本公司可在不损害其它权利的基础上解除本协议。在这种情况下，客户必须废弃所有本软件产品的复制品及其构成部分。

**3. 著作权**

本软件产品、附带使用说明书等文件以及本软件产品复制品的权利/著作权归本公司或其供应商所有。本软件产品受著作权法与国际条约规定等的保护。因此，客户必须按照与其它著作物相同的方式处置本软件产品。在仅限于客户严格遵守不用于保存原件以外的目的的情况下，可执行下述（1）或（2）。

（1）仅创建 1 个本软件产品的复制品。

（2）将本软件产品安装到 1 台计算机上。

客户不得复制本软件产品附带的使用说明书等文件。

---

---

#### 4. 双媒介软件

客户可能会因使用多种类型的媒介而接收本软件产品。不论接收媒介的类型或大小，客户只能在特定的 1 台计算机上使用 1 个适合的媒介，不得在其它计算机上使用或安装剩余的媒介。另外，除了上面规定的本软件产品的永久转让情况之外，也不得将剩余的媒介出借、出租或转让给其他用户。

#### 5. 保修范围

- 1. 本公司可能会随时变更本软件产品的规格，恕不事先通告。
  - 2. 本软件产品未按照附带的使用说明书所述进行实际操作时，或本软件产品的媒介或使用说明书出现物理性瑕疵时，仅限于购买后 1 年之内，根据本公司的判断进行更换或维修。
  - 3. 因火灾/地震/第三方行为等其它事故、客户故意/过失/误用以及其它异常条件下使用等发生不属于本公司责任的上述-2. 项的事态时，本公司不承担保修责任。另外，处于下述指定情况时，也不属于保修范围。
    - (1) 因客户购买后的运输、移动、摔落、其它冲击所引起的故障
    - (2) 因改造、不当修理、其它不适当的处置使用所引起的故障
  - 4. 更换或维修之后的产品保修期即为：原来保修期的剩余期间的期满之日，或更换/维修产品返还之后 6 个月的结束之日（后到为准）。
  - 5. 不论法律诉求的原因类型如何，在任何情况下，本公司及其供应商对因本产品的使用或不能使用而导致的本保修规定中未规定的任何其它损害（包括事业利润损失、事业中断、事业信息损失或其它金钱损失，但不局限于此）不承担任何责任。即使是本公司已被告知有受到损害的可能性的情况下，也是一样的。在任何情况下，本公司的责任以更换为没有缺陷的软件产品为保修限度。
-



# HIOKI

[www.hioki.cn/](http://www.hioki.cn/)



更多资讯，关注我们。

总公司 邮编: 386-1192 日本长野县上田市小泉81

## 日置(上海)测量技术有限公司

公司地址: 上海市黄浦区西藏中路268号 来福士广场4705室 邮编: 200001

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

电子邮件: [info@hioki.com.cn](mailto:info@hioki.com.cn)

2107 CN

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。