



## SR-4000混凝土电阻率测试仪



中国建筑科学研究院

北京斯创尔建筑测试技术开发有限公司

网站: [www.bjsichuanger.com](http://www.bjsichuanger.com)

1. 介绍 .....	2+
2. 测试方法及原理 .....	3+
3. SR-4000 仪器清单 .....	5+
4. SR-4000 使用基本信息 .....	7+
5. 使用仪器前的准备工作 .....	9+
6. SR-4000 仪器维护 .....	11+
7. SR-4000 仪器操作 .....	12+
8. 用 SR-4000 进行检测 .....	13+
9. 结果分析 .....	14+
10. 维护保养 .....	15+
11. 技术参数 .....	15+
12. 保修卡及合格证 .....	17+

## 1. 介绍

感谢您购买北京斯创尔建筑测试技术开发有限公司的SR-4000混凝土电阻率测试仪。请在使用仪器前认真阅读此操作手册。

该仪器符合《建筑结构检测技术标准》GB/T50344-2004; 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2002。

该仪器是通过测试混凝土表面的电阻率来探测钢筋锈蚀情况的非常有用的一款仪器。本仪器主要包括：主机和Wenner array探头、硫酸铜溶液。当Wenner array 探头和钢筋混凝土表面接触时，仪器获取测试结果。

仪器面板上有LED显示灯，“HLOD”键用来保持仪器的当前测试值。

另外，当按下HOLD键时，LED灯变亮。

**注意：除了混凝土和标准块外，不要把Wenner探头和带静电或高电导材料（如：金属）接触，否则SR-4000中的电路将会由于电流过载而烧坏。**

## 2. 测试方法及原理

由于混凝土质量较差或保护层厚度不足，混凝土保护层受二氧化碳侵蚀碳化至钢筋表面，使钢筋周围混凝土碱度降低，或由于氯化物介入，钢筋周围氯离子含量较高，均可引起钢筋表面氧化膜破坏，钢筋中铁离子与侵入到混凝土中的氧气和水分发生锈蚀反应，其锈蚀物氢氧化铁体积比原来增长约2~4倍，从而对周围混凝土产生膨胀应力，导致保护层混凝土开裂、剥离，沿钢筋纵向断面面积减小，钢筋与混凝土握裹力削弱，结构承载力下降，并将诱发其它形式的裂缝，加剧钢筋锈蚀，导致结构破坏。

要防止钢筋锈蚀，设计时应根据规范要求控制裂缝宽度、采用足够的保护层厚度（当然保护层亦不能太厚，否则构件有效高度减小，受力时将加大裂缝宽度），施工时应控制混凝土的水灰比，加强振捣，保证混凝土的密实性，防止氧气侵入，同时严格控制含氯盐的外加剂用量，沿海地区或其它存在腐蚀性强的空气、地下水地区尤其应慎重。

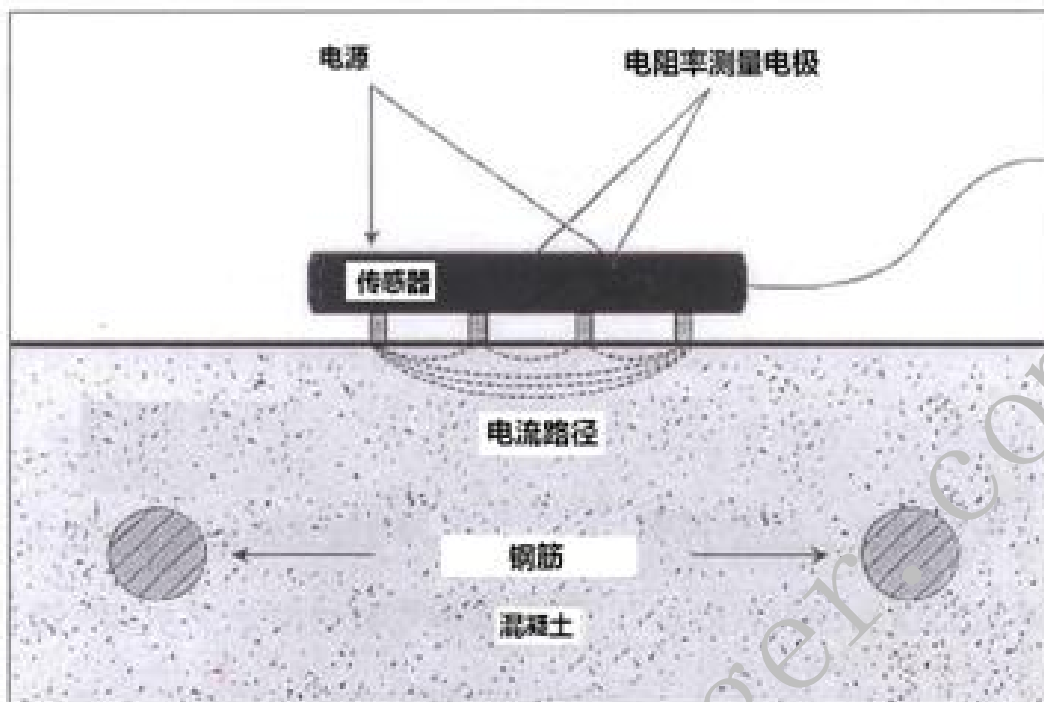
在各种混凝土结构中我们都可以预见钢筋锈蚀问

题。锈蚀会造成混凝土开裂和钢筋截面积的减少，因此在钢筋锈蚀发展的初期发现问题就显得尤为重要。仪器能够在不用打开混凝土的情况下找出正在锈蚀的钢筋。

而SR-4000有Wenner探头，探头和混凝土表面接触后，很快就可以测试出钢筋的锈蚀状态。混凝土电阻率在锈蚀预警时起着很重要的作用。当混凝土的电阻率越小，说明混凝土中钢筋的锈蚀可能性或速度越大。

在计算电阻率时所用公式为： $R=v/I$ ， $\rho=2\pi\alpha R$ 。其中： $R$ —电极电阻； $v$ —电极电压； $I$ —电极电流； $\rho$ —电阻率； $\alpha$ —电极间距。

例如，在高速公路桥上，要用一些防冰盐用作冬季的防护，当这些防冰盐渗进混凝土和钢筋接触时就会造成锈蚀。锈蚀最终将会造成钢筋截面积损失和混凝土开裂剥落。能在钢筋锈蚀的早期就检测出来非常重要。另外，在修补钢筋混凝土结构时，找出正在锈蚀的部位并进行修补也非常重要。同时这也非常必要，用来确认修补后钢筋混凝土构件的耐久性和可靠性，并使修补的费用最小化。



外面2个电极产生电流，通过里面2个电极测试所产生的电压。SR-4000就是用来评价结果，在仪器上显示的结果为电阻率 ( $k\Omega/cm$ )。

### 3. SR-4000 仪器清单

SR-4000包括以下部分：

- SR-4000主机
- 传感器——Wenner探头
- 海绵塞（4个）
- 连接电缆（连接主机和Wenner探头）

- 标准块↵
- 铝合金携带箱↵
- 操作手册↵
- 充电器↵
- 导电溶液↵

仪器配件如下图所示：↵



## 4. SR-4000 使用基本信息

很久以前，人们用一种带4个电极的仪器来测试和评估土层。当把带4个电极的Wenner探头用于测试混凝土锈蚀时，人们发现一些问题。为了解决这些问题，在八十年代初期发表了一些文献。英国Colebrand公司根据S.G.Millard, J.A.Harrison A.J.Edwards所著《Measurement of the Electrical Resistivity Reinforced Concrete Structures for the Assesment of Corrosion Risk》一文研制了电阻率记录仪，英国CNS公司根据A.J.Ewins所著《Resisitvity Measurements in Concrete》一文也研制了电阻率记录仪，近来瑞士的PROCEQ公司也研制了此仪器。

SR-4000通过解决现有这些仪器存在的问题和使用上的不方便，使得它能够通过简易的操作而获得更准确的测试。

- 虽然使用SR-4000进行混凝土锈蚀测试非常有效，但是为了获得准确可靠的结果，仍然有些问题需要克服，这主要是由于混凝土的特性造成的。



混凝土这种材料的电导性具有不均一性，它可以被外界温度和混凝土的含水率所影响。✚

在同一点测试时，SR-4000的准确度应该在1%以内。然而，我们要记住混凝土的电阻率会随着含水率的变化而改变。当混凝土从水饱和状态变为烤干状态，那么混凝土的电阻率可以由水饱和时的不到 $1\text{k}\Omega\cdot\text{cm}$ 升高到 $100\text{k}\Omega\cdot\text{cm}$ 。✚

因此，测试时必须明白混凝土的电阻率会受到外界温度和混凝土含水率变化而变化。同时测试电阻电流也会被混凝土中钢筋影响。所以，如果在测试区有钢筋时，用钢筋扫描仪准确定出混凝土中钢筋的位置，然后在用Wenner探头测试时尽量离这些钢筋远些。✚

- 当混凝土表面过于狭窄，小于Wenner探头的长度（ $150\text{mm}$ ）或混凝土表面很不平整以至于探头上4个电极无法同时接触混凝土表面，在这种情况下，测试就无法进行。SR-4000的探头上有4个电极，每个电极的间距是 $50\text{mm}$ 。如果间距太小，会由于粗骨料的存在而造成测试结果的离散性变大。如果间距太大，测试结果的准确性会下降，主要是混凝土中钢筋对电流影响增大。如果测试表面弯曲或挖空，测试也

无法进行，因为Wenner探头上的电极是平行的，测试时4个电极必须都和混凝土表面接触。✚

测试结果可能会受电极和混凝土表面的接触条件影响，因此在测试时，要注意接触条件。✚

## 5. 使用仪器前的准备工作✚

### a. 如何将海绵塞塞入Wenner探头✚

为了获取准确的测试结果，应该经常保持海绵的清洗。在每次测试前后，应当用清水对海绵塞进行清洗。把海绵塞吸完水后塞入电极中。使用后，将海绵塞取出在水中清洗。✚

### b. Wenner探头和主机的连接✚

先把探头和电缆连接，然后将电缆连接到主机的插槽上。如果在连接电缆到主机上之前就将主机开机，则在之后连接电缆时主机有可能被损坏，因此强烈建议在连接好之后再开机。✚

### c. 混凝土表面✚

如果混凝土表面太干或太湿，会造成测试结果不准确。另外当混凝土表面被污染时，测试无法进行，

因为这将造成严重错误。如果可能，建议保持混凝土表面处于最好测试状态。万一混凝土表面覆盖油性涂料，那么测试将无法进行。此外如果混凝土表面覆盖水性涂料，测试结果将不准确。此时要在混凝土上钻2~3mm的孔，为的是取得最好的测试结果。

#### d. 主机

SR-4000耗电量较大，因此您最好在使用前将仪器充满电。在去现场测试之前，开机用标准块检查仪器是否工作正常。

如果没有硬性规定混凝土表面的两个测点之间的最小间距，在同一个点进行多次测量是没有实际意义的，相反如果二个测点间距很大可能会导致无法探测出存在的锈蚀情况，也会使之后的评估锈蚀数据缺乏。因此，测点间距要考虑待测构件情况和测试的最终目的而定。通常来说，50cm的间距比较合适，但是如果锈蚀的可能性比较高时，建议缩小测试间距。当在某个区域内进行测试时应尽量避开钢筋。

## 6 . SR-4000 仪器维护

### a. 如何保养 SR-4000

如果可能,建议不使用时要将 SR-4000 保存在铝合金携带箱中。这样可以防水汽和灰尘。另外如果仪器不小心跌落,也可以使仪器遭到的损坏减到最小。SR-4000 耗电量比较大,在测量当中如暂时不测,请随时关机。在使用之前要经常对仪器进行充电。

### b. 如何保养 Wenner 探头

迄今为止,在各种测试情况下都是采用 4 个电极的 Wenner 探头。测试结果的准确性受海绵和混凝土表面的接触好否的影响,因此海绵的保养也很重要。当测试结束后,将海绵塞清洗并挤干后保存。Wenner 探头上有金属部件,因此要擦干后保存,以免生锈。如果海绵塞用坏了,应当更换新的。

## 7. SR-4000 仪器操作



开关与插头在仪表前侧位置。↵

**HOLD**：这个键用来保持当前的仪器测试值，当按下此键时，红色的 LED 指示灯亮起。再按一次，重新回到测试模式，同时红色 LED 灯灭。↵

**电池**：使用前请充电。↵

**RANGE**：这个键用来选择量程。开机时量程默认为 1999 模式，如果测试结果低于 199.9，为了获得更准确的测试结果，建议选择量程为 199.9 模式，如果测试结果低于 19.9，为了获得更准确的测试结果，建议选择量程为 19.9 模式。↵

**OVER**：测试结果在 19.9 量程模式下超过 19.9，那么“OVER”灯将闪烁。此时应当将量程选为 199.9 模式，如果“OVER”灯仍然闪烁，应当将量程改选为 1999 模式。如果“OVER”灯仍然闪烁，这说明探头的接触不好或者测试结果超出测试极限。↵

**CHARGE**：用来指示电池处于充电状态。↵

**如何给电池充电**：在连接完主机和适配器后，将适配器插到 220V 的交流电源上。一般电池充电 6~8 小时。↵

**特别注意**：使用 220v 交流电源进行充电，充电时请勿开机，否则将对仪器产生损害。↵

## · 8. 用 SR-4000 进行检测。↵

### 1. 将海绵塞塞入 Wenner 探头上的电极。↵

首先用水清洗海绵塞，然后将吸完水（或硫酸铜溶液）的海绵塞分别塞进探头上的 4 个电极中。在测试过程中，如果海绵塞干了，则需要让海绵塞吸水（或硫酸铜溶液），再继续进行测试。↵

### 2. 连接主机和 Wenner 探头。↵

在连接完电缆和 Wenner 探头后，将电缆连接到主机。↵

### 3. 开机。↵

开机后，此时仪器应显示 0 或 1。↵

### 4. 用标准块检查 SR-4000。↵

本仪器为精密仪器，受温度及湿度影响，在温度

为25°C及相对湿度不大于70%RH环境下，当 Wenner 探头和标准块接触后，该仪器显示 60.0~63.0kΩ·cm。

注：（仪器后有一电位器可调整标准值）

## 9.结果分析

在测试混凝土中钢筋锈蚀时，上面已经提到电阻率会受到外界温度和混凝土含水率的影响。这也就是为什么某一测试点很难给出固定测试结果的原因。现场通常用下表来进行判断和分析。

电阻率	锈蚀可能性
≤5kΩ	非常高
5~10 kΩ	高
10~20 kΩ	中等
20~199.9 kΩ	好/锈蚀可能性小
200 kΩ	好/锈蚀可能性很小

## 10.维护保养

### 常见故障

\*开机后，屏幕不显示；

电池没电，需要充电。

\*测试时一直显示“0000”；

检查探头和混凝土的接触是否有问题，确认连线接触良好。

\*海绵塞无法塞入电极；

吸完水后再将其塞入电极。

\*同一点的测试结果不稳定；

探头与混凝土接触不良。

## 11.技术参数

量程：0~19.9 K $\Omega$ /；0~199.9 K $\Omega$ /；0~1999 K $\Omega$

显示分辨率：0.1 K $\Omega$ /1 K $\Omega$

准确度： $\pm 1$  K $\Omega$

最大测试范围：1999 K $\Omega$



液晶显示屏：3<sup>1/2</sup>字

尺寸：185mm×85mm×45mm

重量：550克（主机）

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

www.bjsichuanger.com

## · 12. 保修卡及合格证

### 保修卡

用户单位	
用户电话	
用户地址 邮编	
仪器名称	
仪器型号	
购买日期	
购买地点	
销售人	
备注	

1. 从您购买本仪器之日起，在正常使用及保修卡记载的有效期内，将享受一年免费保修。
2. 在免费保修期内，由于用户使用及保管不当或其他非产品质量造成的故障，适当收取维修费。
3. 自行拆动的产品不属于保修范围。
4. 该产品终身维修，收取合理的人工费及器件费。承蒙您购买北京斯创尔建筑测试技术开发有限公司生产的仪器产品，深表铭谢。

**保修记录：**

日期	维修内容	维修者签字	用户签字

生产单位：北京斯创尔建筑测试技术开发有限公司

监制单位：中国建筑科学研究院

地 址：北京北三环东路 30 号

电 话：010-84275460、13910407085

# 合格证

型 号 SR-4000

编 号

检 验 员

出 厂 日 期

中国建筑科学研究院

北京斯创尔建筑测试技术开发有限公司