



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113834860 A

(43) 申请公布日 2021. 12. 24

(21) 申请号 202111039057.9

(22) 申请日 2021.09.06

(71) 申请人 广州天韵达新材料科技有限公司
地址 511455 广东省广州市南沙区翠樱街1号彩汇中心31栋(B栋)第4层403室自编012房

(72) 发明人 程学群 李晓刚

(74) 专利代理机构 北京市广友专利事务所有限责任公司 11237
代理人 张仲波 邓琳

(51) Int. Cl.
G01N 27/04 (2006.01)
G01R 27/02 (2006.01)
G01B 7/06 (2006.01)

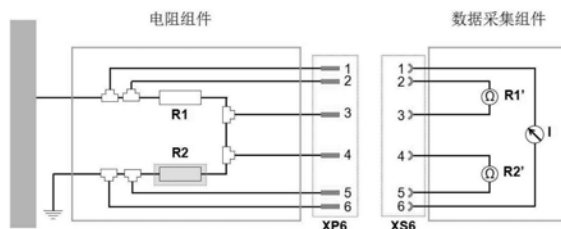
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种原位实时接地极失效预警装置及预警方法

(57) 摘要

本发明公开了一种原位实时接地极失效预警装置及预警方法,所述预警装置包括电阻组件和数据采集组件;所述电阻组件包括采样电阻和温度补偿电阻,所述采样电阻和所述温度补偿电阻的材料与接地极外层材料相同,所述采样电阻暴露在与所述接地极相同的腐蚀环境中,所述温度补偿电阻密封以避免腐蚀;所述数据采集组件与所述电阻组件连接,用于采集所述采样电阻和所述温度补偿电阻的实时电阻值。本发明通过测量采样电阻以及温度补偿电阻的阻值变化,计算得出接地极的厚度损失,从而对接地极失效进行精准预警。与现有技术相比,本发明克服了土壤环境和腐蚀情况的复杂性,具有装载方便,使用简单,能耗低,精度高等优点。



1. 一种原位实时接地极失效预警装置,其特征在于,所述预警装置包括电阻组件和数据采集组件;所述电阻组件包括采样电阻和温度补偿电阻,所述采样电阻和所述温度补偿电阻的材料与接地极外层材料相同,所述采样电阻暴露在与所述接地极相同的腐蚀环境中,所述温度补偿电阻密封以避免腐蚀;所述数据采集组件与所述电阻组件连接,用于采集所述采样电阻和所述温度补偿电阻的实时电阻值。

2. 根据权利要求1所述的原位实时接地极失效预警装置,其特征在于,所述电阻组件中的引线整合为六芯插头XP6,并与所述数据采集组件中引线整合的六芯插座XS6连接。

3. 根据权利要求1所述的原位实时接地极失效预警装置,其特征在于,所述采样电阻和所述温度补偿电阻的材料与所述接地极外层材料为同种材料,均为纯锌材料。

4. 根据权利要求1所述的原位实时接地极失效预警装置,其特征在于,所述温度补偿电阻使用树脂或可固化胶进行封装。

5. 根据权利要求1所述的原位实时接地极失效预警装置,其特征在于,所述电阻组件内部连接使用带绝缘胶皮铜导线,所述电阻组件的一端与所述接地极直接相连,所述电阻组件的另一端接地。

6. 一种基于权利要求1-5中任一项所述的原位实时接地极失效预警装置的预警方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、将所述电阻组件与接地极埋入相同深度的相同土壤环境中,所述数据采集组件根据需求进行放置,无需埋入土壤;

S2、当有电流通过所述装置时,所述数据采集组件实时获取所述采样电阻和所述温度补偿电阻的阻值;

S3、将所述采样电阻和所述温度补偿电阻的阻值变化进行对比,计算所述采样电阻的腐蚀量;

S4、根据所述采样电阻的腐蚀量推断所述接地极的腐蚀量,从而判定所述接地极是否失效。

7. 根据权利要求6所述的预警方法,其特征在于,所述步骤S3具体包括:

假设室温时电阻率为 ρ ,电阻在未损耗前,所述采样电阻长度为 L_1 ,截面为边长 d_1 的正方形;所述温度补偿电阻长度为 L_2 ,截面为边长 d_2 的正方形,此时所述采样电阻的阻值为 R_1 ,所述温度补偿电阻的阻值为 R_2 ;此时有:

$$R_1 = 1000\rho L_1 / d_1^2$$

$$R_2 = 1000\rho L_2 / d_2^2$$

设定一个误差参数 k_0 ,为测试前测量的所述温度补偿电阻的阻值与所述采样电阻的阻值之比:

$$k_0 = R_2 / R_1 = \frac{L_2 d_1^2}{L_1 d_2^2}$$

装置投放使用后,温度补偿电阻被封装,其阻值仅根据温度变化而变化,采样电阻的阻值因腐蚀损耗而升高;

假设装置使用 t 天后,此时温度为 T ,电阻率为 ρ' ,所述采样电阻长度认为不变,仍为 L_1 ,截面变为边长为 d_1' 的正方形;所述温度补偿电阻长度和截面认为不变,仍为 L_2 和边长 d_2 的

正方形;此时所述数据采集组件采集到的所述采样电阻的阻值为 R_1' ,所述温度补偿电阻的阻值为 R_2' ,则此时有:

$$R_1' = 1000\rho'L_1/d_1'^2$$

$$R_2' = 1000\rho'L_2/d_2^2$$

设定一个值 k ,为测量得到的所述温度补偿电阻的阻值与所述采样电阻的阻值之比;

$$k = R_2'/R_1'$$

$$= [L_2/d_2^2]/[L_1/d_1'^2]$$

代入误差参数 k_0 有:

$$k = k_0 \frac{d_1'^2}{d_1^2}$$

得到所述采样电阻腐蚀损耗后的截面尺寸:

$$d_1' = d_1\sqrt{k/k_0}$$

则所述采样电阻因为腐蚀损耗引起的截面损失 Δd 为:

$$\begin{aligned} \Delta d &= d_1 - d_1' \\ &= d_1(1 - \sqrt{k/k_0}) \end{aligned}$$

8. 根据权利要求7所述的预警方法,其特征在于,所述步骤S4具体包括:

当所述接地极厚度损失超过预设阈值时,认为所述接地极已经失效;

假设所述接地极厚度损失的预设阈值为 D ,则当所述采样电阻的截面损失大于等于 D 时,认为所述接地极失效,即:

$$\Delta d/2 \geq D$$

$$k \leq k_0(1 - 2D/d_1)^2$$

此时,所述接地极失效。

一种原位实时接地极失效预警装置及预警方法

技术领域

[0001] 本发明涉及输变电设备运行与监测技术领域,特别涉及一种原位实时接地极失效预警装置及预警方法。

背景技术

[0002] 随着社会的不断发展与进步,国家对于能源的需求越来越大,特高压电网的数量以及输电线路和发(变)电站容量也随之增多,国家“西电东送”工程更是建造了史无前例数量的输电网、发(变)电站。为了维持电网正常运行,满足防雷以及工作和安全的需要,这些站点均会安装接地装置。接地装置中接地极是最为关键的部分,承担着将大电流引入大地的作用,如果接地极损伤泄流功能失效,与之相连的电气设备将随时面临过载的危险,一旦引发起火、爆炸等安全事故将会产生巨大的损失。

[0003] 接地极一般为使用镀锌钢或铜包钢为材料制成的金属网或金属棒,埋入地下后使用。泄流时电流的作用会引起接地极的腐蚀,同时因为土壤中含有一定水分和盐(特殊的地质环境中含量极高)、微生物,电站附近的土壤中存在杂散电流等也会引起接地极的腐蚀。腐蚀是导致接地极失效的最主要原因,被腐蚀的接地极不仅电阻会升高导致保护作用降低,同时接地极外层的铜或锌一旦被腐蚀穿孔,内部钢与外层金属强烈的电偶效应会急速加快腐蚀,最终导致整个接地极溶解消失。

[0004] 因为接地极深埋地下,其腐蚀失效具有复杂性、隐蔽性,难以简单地预测和观察。现阶段对接地极失效普遍使用的检测手段为开挖法,是一种依据当地土壤腐蚀速率以及经验对接地极的腐蚀程度进行预估,之后随机取点挖开进行观察的方法,这种方法不仅盲目且精度极差,耗费较大人力,开挖时发(变)电站需要断电停止工作,在实际应用上不仅困难而且造成的损失较大。其他的检测方法例如使用X射线或超声检测,不仅耗能大,而且无法实时监测,并且测试结果受埋入深度和土壤土质等影响。测量接地电阻(土壤电阻)来分析接地极损耗情况的方法会明显受到土质、季节变化甚至是测量方位的影响,不仅技术上存在难度,精度也无法保证,有时在接地极已经完全损耗完时接地电阻也无明显变化。

发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明的目的在于提供一种原位实时接地极失效预警装置及预警方法,能够克服土壤环境和腐蚀情况的复杂性,并且装载方便,使用简单,能耗低,能够很好地为发(变)电站等野外电气设备提供预警作用。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明的实施例提供如下方案:

[0007] 一方面,提供了一种原位实时接地极失效预警装置,所述预警装置包括电阻组件和数据采集组件;所述电阻组件包括采样电阻和温度补偿电阻,所述采样电阻和所述温度补偿电阻的材料与接地极外层材料相同,所述采样电阻暴露在与所述接地极相同的腐蚀环境中,所述温度补偿电阻密封以避免腐蚀;所述数据采集组件与所述电阻组件连接,用于采集所述采样电阻和所述温度补偿电阻的实时电阻值。

[0008] 优选地,所述电阻组件中的引线整合为六芯插头XP6,并与所述数据采集组件中引线整合的六芯插座XS6连接。

[0009] 优选地,所述采样电阻和所述温度补偿电阻的材料与所述接地极外层材料为同种材料,均为纯锌材料。

[0010] 优选地,所述温度补偿电阻使用树脂或可固化胶进行封装。

[0011] 优选地,所述电阻组件内部连接使用带绝缘胶皮铜导线,所述电阻组件的一端与所述接地极直接相连,所述电阻组件的另一端接地。

[0012] 一方面,提供了一种基于上述原位实时接地极失效预警装置的预警方法,包括以下步骤:

[0013] S1、将所述电阻组件与接地极埋入相同深度的相同土壤环境中,所述数据采集组件根据需求进行放置,无需埋入土壤;

[0014] S2、当有电流通过所述装置时,所述数据采集组件实时获取所述采样电阻和所述温度补偿电阻的阻值;

[0015] S3、将所述采样电阻和所述温度补偿电阻的阻值变化进行对比,计算所述采样电阻的腐蚀量;

[0016] S4、根据所述采样电阻的腐蚀量推断所述接地极的腐蚀量,从而判定所述接地极是否失效。

[0017] 优选地,所述步骤S3具体包括:

[0018] 假设室温时电阻率为 ρ ,电阻在未损耗前,所述采样电阻长度为 L_1 ,截面为边长 d_1 的正方形;所述温度补偿电阻长度为 L_2 ,截面为边长 d_2 的正方形,此时所述采样电阻的阻值为 R_1 ,所述温度补偿电阻的阻值为 R_2 ;此时有:

$$[0019] \quad R_1 = 1000\rho L_1 / d_1^2$$

$$[0020] \quad R_2 = 1000\rho L_2 / d_2^2$$

[0021] 设定一个误差参数 k_0 ,为测试前测量的所述温度补偿电阻的阻值与所述采样电阻的阻值之比:

$$[0022] \quad k_0 = R_2 / R_1 = \frac{L_2 d_1^2}{L_1 d_2^2}$$

[0023] 装置投入使用后,温度补偿电阻被封装,其阻值仅根据温度变化而变化,采样电阻的阻值因腐蚀损耗而升高;

[0024] 假设装置使用 t 天后,此时温度为 T ,电阻率为 ρ' ,所述采样电阻长度认为不变,仍为 L_1 ,截面变为边长为 d_1' 的正方形;所述温度补偿电阻长度和截面认为不变,仍为 L_2 和边长 d_2 的正方形;此时所述数据采集组件采集到的所述采样电阻的阻值为 R_1' ,所述温度补偿电阻的阻值为 R_2' ,则此时有:

$$[0025] \quad R_1' = 1000\rho' L_1 / d_1'^2$$

$$[0026] \quad R_2' = 1000\rho' L_2 / d_2^2$$

[0027] 设定一个值 k ,为测量得到的所述温度补偿电阻的阻值与所述采样电阻的阻值之比;

$$[0028] \quad k = R_2' / R_1'$$

$$[0029] \quad = [L_2 / d_0^2] / [L_1 / d_1'^2]$$

[0030] 代入误差参数 k_0 有：

$$[0031] \quad k = k_0 \frac{d_1'^2}{d_1^2}$$

[0032] 得到所述采样电阻腐蚀损耗后的截面尺寸：

$$[0033] \quad d_1' = d_1 \sqrt{k/k_0}$$

[0034] 则所述采样电阻因为腐蚀损耗引起的截面损失 Δd 为：

$$[0035] \quad \begin{aligned} \Delta d &= d_1 - d_1' \\ &= d_1(1 - \sqrt{k/k_0}) \end{aligned}$$

[0036] 优选地，所述步骤S4具体包括：

[0037] 当所述接地极厚度损失超过预设阈值时，认为所述接地极已经失效；

[0038] 假设所述接地极厚度损失的预设阈值为D，则当所述采样电阻的截面损失大于等于D时，认为所述接地极失效，即：

$$[0039] \quad \Delta d/2 \geq D$$

$$[0040] \quad k \leq k_0 (1 - 2D/d_1)^2$$

[0041] 此时，所述接地极失效。

[0042] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果至少包括：

[0043] 本发明提供了一种精确的原位实时接地极失效预警装置及预警方法，所述装置包括电阻组件和数据采集组件；电阻组件包括采样电阻和温度补偿电阻，采样电阻和温度补偿电阻的材料与接地极外层材料相同，采样电阻暴露在与接地极相同的腐蚀环境中，温度补偿电阻密封以避免腐蚀；数据采集组件用于实时采集采样电阻和温度补偿电阻的电阻值。本发明通过测量采样电阻以及温度补偿电阻的阻值变化，计算得出接地极的厚度损失，从而对接地极失效进行精准预警。与现有技术相比，本发明克服了土壤环境和腐蚀情况的复杂性，具有装载方便，使用简单，能耗低，精度高等优点。

附图说明

[0044] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0045] 图1是本发明实施例提供的原位实时接地极失效预警装置的结构示意图；

[0046] 图2是本发明实施例提供的在大气环境中采集到的采样电阻以及温度补偿电阻的阻值随时间以及温度变化的曲线图；

[0047] 图3是本发明实施例提供的实验室模拟测试获得的结果曲线图。

具体实施方式

[0048] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0049] 本发明的实施例首先提供了一种原位实时接地极失效预警装置，如图1所示，该装

置包括电阻组件和数据采集组件；电阻组件包括采样电阻R1和温度补偿电阻R2，采样电阻R1和温度补偿电阻R2的材料与接地极外层材料相同，例如，都采用纯锌材料制作；采样电阻R1暴露在与接地极相同的腐蚀环境中，温度补偿电阻R2密封以避免腐蚀；数据采集组件与电阻组件连接，用于采集采样电阻R1和温度补偿电阻R2的实时电阻值。

[0050] 当有电流流经该装置时，数据采集组件实时获取采样电阻R1和温度补偿电阻R2的阻值，通过对比采样电阻R1和温度补偿电阻R2的阻值变化来计算采样电阻R1在腐蚀环境中的腐蚀量，进而获取接地极的腐蚀量，并判定接地极是否失效。

[0051] 进一步地，如图1所示，电阻组件中的引线整合为六芯插头XP6，并与数据采集组件中引线整合的六芯插座XS6连接。使用时，整个电阻组件与接地极埋入相同深度的相同土壤环境中，整个数据采集组件不埋入土壤中，可以根据需求选择合适的位置放置。

[0052] 作为本发明的一种优选实施方式，温度补偿电阻R2使用树脂或可固化胶进行封装。例如，可以采用环氧树脂、邻苯二甲酸丁酯、乙二胺按照质量比100:12:7.8配置的封装液进行封装。

[0053] 电阻组件内部连接使用带绝缘胶皮铜导线，电阻组件的一端与接地极直接相连，电阻组件的另一端接地。具体地，电阻组件内部连接使用线径1.5mm的带绝缘胶皮铜导线，电阻组件一端的引线去掉胶皮后直接与接地极紧密缠接，另一端去掉胶皮后接地。

[0054] 相应地，本发明的实施例还提供了一种基于上述原位实时接地极失效预警装置的预警方法，包括以下步骤：

[0055] S1、将电阻组件与接地极埋入相同深度的相同土壤环境中，数据采集组件根据需求进行放置，无需埋入土壤；

[0056] S2、当有电流通过所述装置时，数据采集组件实时获取采样电阻和温度补偿电阻的阻值；

[0057] S3、将采样电阻和温度补偿电阻的阻值变化进行对比，计算采样电阻的腐蚀量；

[0058] S4、根据采样电阻的腐蚀量推断接地极的腐蚀量，从而判定接地极是否失效。

[0059] 其中，所述步骤S3具体包括：

[0060] 因为在实际应用中存在加工误差，为了避免这些误差影响最终数值计算，假设室温时电阻率为 ρ (单位 Ω/m)，电阻在未损耗前，采样电阻长度为 L_1 (单位mm)，截面为边长 d_1 (单位mm)的正方形；温度补偿电阻长度为 L_2 (单位mm)，截面为边长 d_2 (单位mm)的正方形，此时采样电阻的阻值为 R_1 (单位 Ω)，温度补偿电阻的阻值为 R_2 (单位 Ω)。此时有：

$$[0061] \quad R_1 = 1000\rho L_1 / d_1^2$$

$$[0062] \quad R_2 = 1000\rho L_2 / d_2^2$$

[0063] 设定一个误差参数 k_0 ，为测试前测量的温度补偿电阻的阻值与采样电阻的阻值之比：

$$[0064] \quad k_0 = R_2 / R_1 = \frac{L_2 d_1^2}{L_1 d_2^2}$$

[0065] 装置投放使用后，温度补偿电阻被封装，其阻值仅根据温度变化而变化，采样电阻的阻值因腐蚀损耗而升高；

[0066] 假设装置使用 t 天后，此时温度为 T (单位 $^{\circ}\text{C}$)，电阻率为 ρ' (单位 Ω/m)，采样电阻长度认为不变，仍为 L_1 (单位mm)，截面变为边长为 d_1' (单位mm)的正方形；温度补偿电阻长度和

截面认为不变,仍为 L_2 (单位mm)和边长 d_2 (单位mm)的正方形。此时数据采集组件采集到的采样电阻的阻值为 R_1' (单位 Ω),温度补偿电阻的阻值为 R_2' (单位 Ω),则此时有:

$$[0067] \quad R_1' = 1000\rho' L_1/d_1'^2$$

$$[0068] \quad R_2' = 1000\rho' L_2/d_2^2$$

[0069] 设定一个值 k ,为测量得到的温度补偿电阻的阻值与采样电阻的阻值之比;

$$[0070] \quad k = R_2'/R_1'$$

$$[0071] \quad = [L_2/d_2^2]/[L_1/d_1'^2]$$

[0072] 代入误差参数 k_0 有:

$$[0073] \quad k = k_0 \frac{d_1'^2}{d_1^2}$$

[0074] 得到采样电阻腐蚀损耗后的截面尺寸:

$$[0075] \quad d_1' = d_1 \sqrt{k/k_0}$$

[0076] 则采样电阻因为腐蚀损耗引起的截面损失 Δd (单位mm)为:

$$[0077] \quad \begin{aligned} \Delta d &= d_1 - d_1' \\ &= d_1(1 - \sqrt{k/k_0}) \end{aligned}$$

[0078] 进一步地,所述步骤S4具体包括:

[0079] 当接地极厚度损失超过预设阈值时,认为接地极已经失效;

[0080] 假设接地极厚度损失的预设阈值为 D (单位mm),则当采样电阻的截面损失大于等于 D 时,认为接地极失效,即:

$$[0081] \quad \Delta d/2 \geq D$$

$$[0082] \quad k \leq k_0(1 - 2D/d_1)^2$$

[0083] 此时,接地极失效。

[0084] 下面结合实验室测试实例,对本发明的技术方案进行更详细的阐述。

[0085] 本实施例中,使用的接地极为镀锌钢圆钢接地极,直径2cm,外层金属锌的厚度约为0.15mm,内部为普碳钢。

[0086] 设计采样电阻和温度补偿电阻的金属丝的长度为50cm,截面为 $0.8 \times 0.8\text{mm}^2$ 的正方形,使用材料为纯锌。图2为在大气环境中采集到的采样电阻以及温度补偿电阻的阻值随时间以及温度变化的曲线图。电阻组件内部连接使用线径1.5mm的带绝缘胶皮铜导线,两端引线一端去掉胶皮后与接地极紧密缠接,另外一端去掉胶皮后接地。

[0087] 开始试验前,测量接地极的重量,之后将连接好电阻组件的接地极以及电阻组件一并置于试验箱中,试验箱中加入氯化钠溶液,浸没接地极和电阻组件,之后打开电阻数据采集设备采集数据,开始试验。本实验测试周期为30天,30天后取出接地极并除锈、称重,计算损失,并与电阻测试数据进行对照。

[0088] 下面对实验数据进行分析与计算。

[0089] 接地极的直径为20mm,长度为90mm,接地极与溶液接触面积为:

$$[0090] \quad S = 90\pi d \approx 56.52(\text{cm}^2)$$

[0091] 经浸泡30天后,接地极重量损失为4.5mg。纯锌的密度为 $7.14\text{g}/\text{cm}^3$,换算成失厚为 $0.11\mu\text{m}$ 。

[0092] 已知接地极锌镀层厚度D为0.15mm,认定采样电阻两侧同时减薄0.15mm,即 $d_0=0.8\text{mm}$ 变为 $d'=0.5\text{mm}$ 时,定义接地极失效,则接地极临界失效的k值为:

$$[0093] \quad k = (1 - 2D/d_0)^2 = 0.05$$

[0094] 图3为实验室中30天的模拟实验中温度补偿电阻以及采样电阻的测试结果,采样电阻阻值为 $R_1'=36000\mu\Omega$,温度补偿电阻为 $R_2'=27000\mu\Omega$,30天后接地极k值为0.75。该数值远大于接地极临界失效值0.05。同时30天接地极失厚为 $0.11\mu\text{m}$,远低于接地极纯锌镀层的厚度0.15mm,失厚数据与计算吻合。表明接地极在氯化钠溶液中浸泡30天并未失效。根据获取的结果显示,所述装置能够很好地检测接地极的损伤,能够精准地预警接地极是否失效。

[0095] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

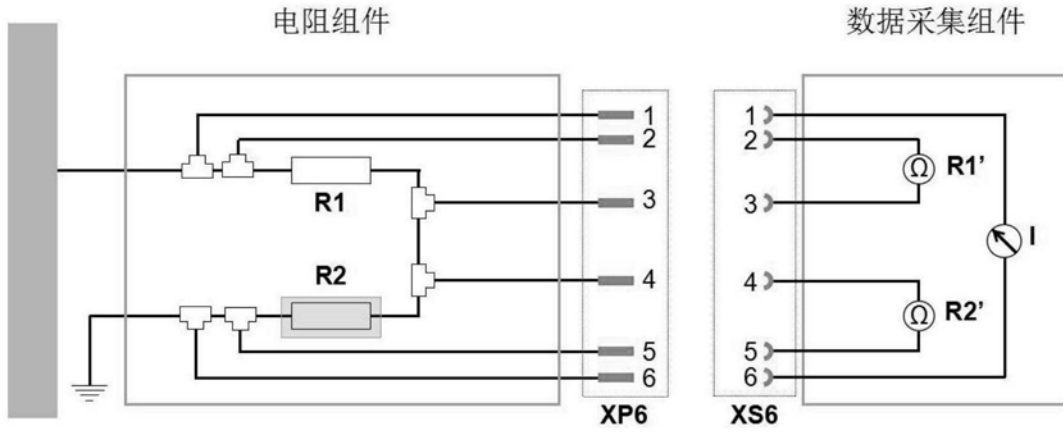


图1

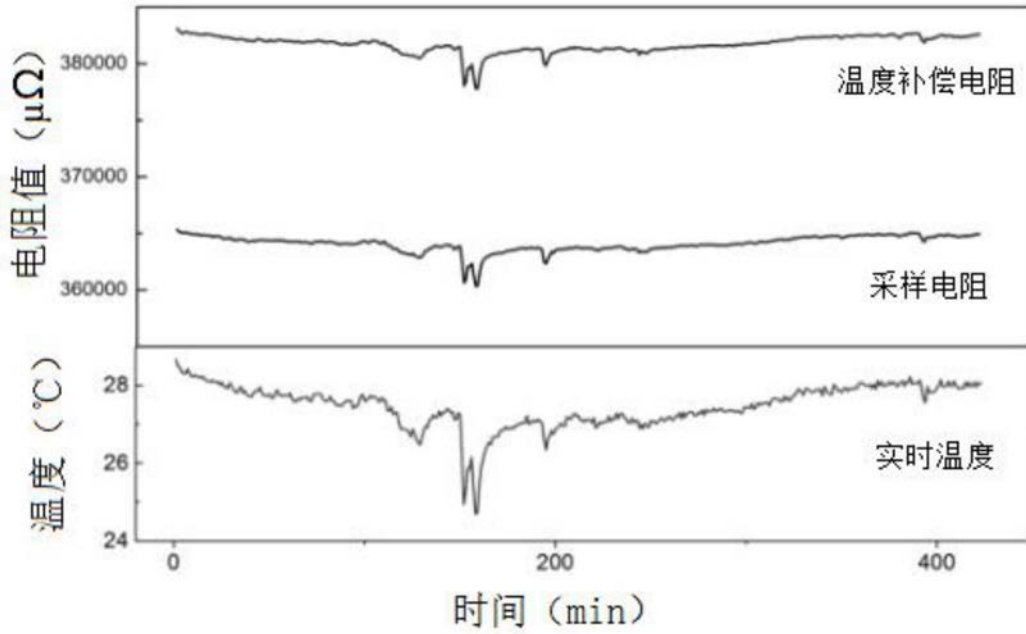


图2

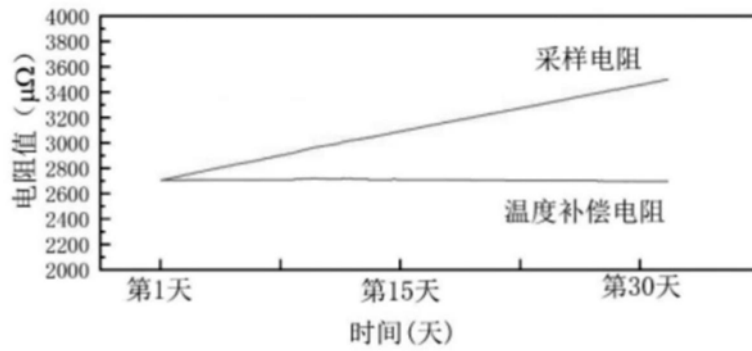


图3