(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104021269 B
(45)授权公告日 2017.07.07

(21)申请号 201410143097.1

(22)申请日 2014.04.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104021269 A

(43)申请公布日 2014.09.03

(73)专利权人 中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司
地址 610021 四川省成都市成华区东风路18号

(72)发明人 李龙才 余波 邹家勇 吴怡敏 曹尹 伍晓伦 葛明 蔡德江 冯小明 张映桢 周德才 朱大鹏 尹大千 邢毅 丁晓飞 樊艳 杨伦 张晔 余露月

(74)专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司 51214
代理人 钱成岑

(51)Int.Cl.
G06F 19/00(2011.01)

(56)对比文件
CN 101477159 A,2009.07.08,
CN 101552446 A,2009.10.07,
CN 103346514 A,2013.10.09,
US 2013/0240485 A1,2013.09.19,
孟刚 等.高海拔地区500kV变电站设备相间操作冲击放电特性.《高电压技术》.2013,第39卷(第4期),第1018-1024页.
孟刚 等.高海拔地区500kV变电站典型电极的外绝缘特性.《高电压技术》.2013,第39卷(第1期),第67-74页.

审查员 李宝

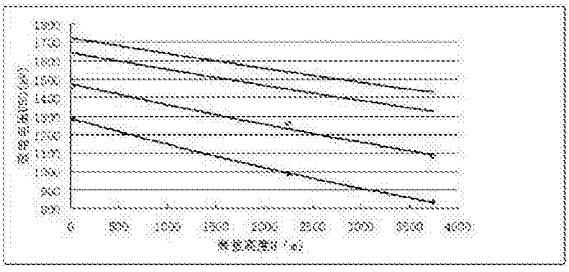
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

2km-4km海拔500kV电气设备相对地雷电及操作冲击海拔修正值的获取方法

(57)摘要

本发明公开了2km-4km海拔500kV电气设备相对地雷电及操作冲击海拔修正值的获取方法，涉及高海拔超高压输变电工程领域。本发明技术要点：步骤1：根据公式Ka=(1.633-1.278)/(4000-2000)×(H-2000)+1.278计算海拔高度为2000m-4000m之间某一区域的软母线对地雷电冲击绝缘水平修正系数；H为海拔高度，取值范围为2000米到4000米之间；步骤2：查询0海拔地区软母线对地雷电冲击绝缘水平值；步骤3：利用修正系数Ka乘以步骤2查询到的0海拔地区软母线对地雷电冲击绝缘水平值便得到海拔高度为H的软母线对地雷电冲击绝缘水平海拔修正值。



CN 104021269 B

1.2000m-4000m海拔500kV软母线相对地雷电冲击绝缘水平海拔修正值的获取方法，其特征在于，包括：

步骤1：根据公式Ka＝(1.633-1.278)/(4000-2000)×(H-2000)+1.278计算海拔高度为2000m-4000m之间某一区域的软母线对地雷电冲击绝缘水平修正系数；其中H为海拔高度，取值范围为2000米到4000米之间；

步骤2：查询0海拔地区软母线对地雷电冲击绝缘水平值；

步骤3：利用修正系数Ka乘以步骤2查询到的0海拔地区软母线对地雷电冲击绝缘水平值便得到海拔高度为H的软母线对地雷电冲击绝缘水平海拔修正值。

2.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，还包括以下步骤：

步骤a1：设计了用于高海拔地区相对地雷电冲击电压绝缘试验模型，该模型与常规500kV变电站电气设备比例为1：1；

步骤a2：在高海拔地区的所述试验模型中进行模拟真型试验，获得了软母线与人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线以及软母线对横担间隙标准雷电冲击放电特性曲线；其中包括以下数据：

表1

海拔 2254 米处，软母线与人字管架间隙	2 米	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	0.80 兆伏	1.30 兆伏	1.70 兆伏	2.10 兆伏

表2

海拔 2254 米处，软母线对横担间隙	2 米	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	0.90 兆伏	1.30 兆伏	1.70 兆伏	2.10 兆伏

表3

海拔 3742 米处，软母线与人字管架间隙	2 米	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	0.70 兆伏	1.15 兆伏	1.50 兆伏	1.85 兆伏

表4

海拔 4000 米处，软母线对人字管架	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	1.10 兆伏	1.45 兆伏	1.80 兆伏

。

3.2000m-4000m海拔500kV均压环相对地雷电冲击绝缘水平海拔修正值的获取方法，其特征在于，包括：

步骤1：根据公式Ka＝(1.640-1.283)/(4000-2000)×(H-2000)+1.283计算海拔高度为2000m-4000m之间某一区域的均压环对地雷电冲击绝缘水平修正系数；其中H为海拔高度，取值范围为2000米到4000米之间；

步骤2：查询0海拔地区均压环对地雷电冲击绝缘水平值；

步骤3：利用修正系数Ka乘以步骤2查询到的0海拔地区均压环对地雷电冲击绝缘水平值便得到海拔高度为H的均压环对地雷电冲击绝缘水平海拔修正值。

4.根据权利要求3所述的方法，其特征在于，还包括以下步骤：

步骤b1：设计了用于高海拔地区相对地雷电冲击电压绝缘试验模型，该模型与常规500kV变电站电气设备比例为1:1；

步骤b2：在高海拔地区的所述试验模型中进行模拟真型试验，获得了水平布置均压环对人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线以及垂直布置均压环对人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线；其中包括以下数据：

表5

海拔 2254 米处，水平布置均压环对人字管架间隙	2 米	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	1.00 兆伏	1.40 兆伏	1.80 兆伏	2.15 兆伏

表6

海拔 2254 米处，垂直布置均压环对人字管架间隙	2 米	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	0.90 兆伏	1.30 兆伏	1.75 兆伏	2.10 兆伏

表7

海拔 3742 米处，水平布置均压环对人字管架间隙	2 米	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	0.85 兆伏	1.10 兆伏	1.50 兆伏	1.80 兆伏

表8

海拔 4000 米处，均压环对人字管架间隙	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	1.05 兆伏	1.45 兆伏	1.75 兆伏

。

2km-4km海拔500kV电气设备相对地雷电及操作冲击海拔修正值的获取方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高海拔超高压输变电工程领域。

背景技术

[0002] 我国海拔高度1000米以上的地区约占国土面积的三分之二，四大高原的平均海拔都在1000m以上，西电东输变电站不可避免要经过高海拔地带。高海拔地区空气稀薄，气压较低，空气绝缘性能降低，需对设备的外绝缘进行修正。目前，在海拔2000m以下，国内外针对空气间隙放电特性及设备污秽外绝缘做过大量试验研究，得到了较为成熟的高海拔设备外绝缘修正方法，并形成了修正标准及规范，但对于2000m及以上地区，尤其是对于我国西部海拔2000m－4000m地区，国内外均缺乏对于变电站电气设备空气间隙雷电冲击放电特性的系统研究，不清楚应该如何选择合适的电气设备外绝缘水平及安全净距。设计过程中往往根据以往工程经验进行判断。

发明内容

[0003] 考虑到电气设备外绝缘水平及空气净距由工频过电压、雷电冲击过电压及操作冲击过电压水平确定，本发明旨在提供一种针对海拔2000m－4000m的500kV电气设备相对地操作冲击耐受电压水平及电气设备对地操作冲击电压绝缘水平的获取方法，给高海拔地区电力工程设计中电气设备操作冲击绝缘水平选择提供一种简便、可行的方法。

[0004] 本发明提供的电气设备对地雷电冲击电压绝缘水平海拔修正值的获取方法包括以下步骤：

[0005] 步骤1：根据公式Ka＝(1.633-1.278)/(4000-2000)×(H-2000)+1.278计算海拔高度为2000m-4000m之间某一区域的软母线对地雷电冲击绝缘水平修正系数；其中H为海拔高度，取值范围为2000米到4000米之间；

[0006] 步骤2：查询0海拔地区软母线对地雷电冲击绝缘水平值；

[0007] 步骤3：利用修正系数Ka乘以步骤2查询到的0海拔地区软母线对地雷电冲击绝缘水平值便得到海拔高度为H的软母线对地雷电冲击绝缘水平海拔修正值。

[0008] 进一步还包括以下步骤：

[0009] 步骤a1：设计了用于高海拔地区相对地雷电冲击电压绝缘试验模型，该模型与常规500kV变电站电气设备比例为1:1；

[0010] 步骤a2：在高海拔地区的所述试验模型中进行模拟真型试验，获得了软母线与人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线以及软母线对横担间隙标准雷电冲击放电特性曲线。

[0011] 本发明提供的2000m-4000m海拔500kV均压环相对地雷电冲击绝缘水平海拔修正值的获取方法，包括：

[0012] 步骤1：根据公式Ka＝(1.640-1.283)/(4000-2000)×(H-2000)+1.283计算海拔高

度为2000m-4000m之间某一区域的均压环对地雷电冲击绝缘水平修正系数；其中H为海拔高度，取值范围为2000米到4000米之间；

[0013] 步骤2：查询0海拔地区均压环对地雷电冲击绝缘水平值；

[0014] 步骤3：利用修正系数Ka乘以步骤2查询到的0海拔地区均压环对地雷电冲击绝缘水平值便得到海拔高度为H的均压环对地雷电冲击绝缘水平海拔修正值。

[0015] 进一步，还包括以下步骤：

[0016] 步骤b1：设计了用于高海拔地区相对地雷电冲击电压绝缘试验模型，该模型与常规500kV变电站电气设备比例为1：1；

[0017] 步骤b2：在高海拔地区的所述试验模型中进行模拟真型试验，获得了水平布置均压环对人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线、垂直布置均压环对人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线以及均压环对人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线。

[0018] 本发明提供的2000m-4000m海拔500kV电气设备相对地操作冲击绝缘水平选择方法海拔修正值的获取方法，包括：

[0019] 步骤a1：设计了用于高海拔地区相对地操作冲击电压绝缘试验模型，该模型与常规500kV变电站电气设备比例为1：1；

[0020] 步骤a2：在高海拔地区的所述试验模型中进行模拟真型试验，获得了软母线对人字管架间隙标准操作冲击放电特性曲线、水平布置均压环对人字管架间隙标准操作冲击放电特性曲线以及垂直布置均压环对人字管架间隙标准操作冲击放电特性曲线。

[0021] 综上所述，由于采用了上述技术方案，本发明的有益效果是：

[0022] 1.本发明的实验数据均为在与常规500kV变电站电气设备比例为1：1的仿真模型中实验，得到的实验数据非常准确，能真实反映高海拔地区的电气设备相对地雷电冲击电压放电特性及电气设备相对地空气间隙操作冲击放电特性。

[0023] 2.提供了位于海拔2000m-4000m海拔处软母线及均压环对地雷电冲击电压绝缘水平的海拔修正值获取方法，给高海拔地区电力工程设计中电气设备雷电冲击绝缘水平选择提供一种简便、可行的方法。

[0024] 3.本发明还提供了2000m-4000m海拔处电气设备对地空气间隙操作冲击放电特性对比曲线，通过查表可以得到高海拔地区电气设备对地操作冲击电压绝缘水平的修正值，，给高海拔地区电力工程设计中电气设备操作冲击绝缘水平选择提供一种简便、可行的方法。

附图说明

[0025] 本发明将通过例子并参照附图的方式说明，其中：

[0026] 图1为2254m海拔处两分裂软母线对人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线。

[0027] 图2为2254m海拔处两分裂软母线对横担间隙标准雷电冲击放电特性曲线。

[0028] 图3为2254m海拔处水平布置均压环对人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线。

[0029] 图4为2254m海拔处垂直布置均压环对人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线。

[0030] 图5为3742海拔处两分裂软母线对人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线。

[0031] 图6为3742海拔处垂直布置均压环对人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线。

[0032] 图7为海拔2000m-4000m情况下两分裂软母线对人字管架间隙标准雷电冲击放电

特性对比曲线图。其中，从下往上的曲线分别对应海拔2254m、3742m、4000m。

[0033] 图8为海拔2000m-4000m情况下均压环对人字管架间隙标准雷电冲击放电特性对比曲线图。其中，从下往上的曲线分别对应海拔2254m、3742m、4000m。

[0034] 图9为海拔2254m处两分裂软母线对人字管架间隙标准操作冲击放电特性曲线。

[0035] 图10为海拔2254m处水平布置均压环对人字管架间隙标准操作冲击放电特性曲线。

[0036] 图11为海拔2254m处垂直布置均压环对人字管架间隙标准操作冲击放电特性曲线。

[0037] 图12为海拔3742m处两分裂软母线对人字管架间隙标准操作冲击放电特性曲线。

[0038] 图13为海拔3742m处水平布置均压环对人字管架间隙标准操作冲击放电特性曲线。

[0039] 图14为海拔2000m-4000m地区电气设备相对地空气间隙操作冲击放电特性对比曲线。其中，从下往上的曲线分别为间隙为5.54m、5m、4m、3m。

具体实施方式

[0040] 本说明书中公开的所有特征，或公开的所有方法或过程中的步骤，除了互相排斥的特征和/或步骤以外，均可以以任何方式组合。

[0041] 本说明书中公开的任一特征，除非特别叙述，均可被其他等效或具有类似目的的替代特征加以替换。即，除非特别叙述，每个特征只是一系列等效或类似特征中的一个例子而已。

[0042] 本发明提供的2000m-4000m海拔500kV软母线相对地雷电冲击绝缘水平海拔修正值的获取方法，设计了用于高海拔地区相对地雷电冲击电压绝缘试验模型，该模型与常规500kV变电站电气设备比例为1:1，也就是说该模型中各电气设备的布置与常规500kV变电站是一样的。将该模型修建在高海拔地区，实验数据能真实反映高海拔地区电气设备间隙对雷电冲击电压的放电特性。

[0043] 步骤在高海拔地区的所述试验模型中进行模拟真型试验，获得了软母线与人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线以及软母线对横担间隙标准雷电冲击放电特性曲线；如图1、2、5、7。其中包括以下数据：

[0044] 表1-1

[0045]

海拔 2254 米处，软母线与人字管架间隙	2 米	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	0.80 兆伏	1.30 兆伏	1.70 兆伏	2.10 兆伏

[0046] 表1-2

[0047]

海拔 2254 米处，软母线对横担间隙	2 米	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	0.90 兆伏	1.30 兆伏	1.70 兆伏	2.10 兆伏

[0048] 表1-3

[0049]

海拔 3742 米处，软母线与人字管架间隙	2 米	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	0.70 兆伏	1.15 兆伏	1.50 兆伏	1.85 兆伏

[0050] 表1-4

[0051]

海拔 4000 米处，软母线对人字管架间隙	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	1.10 兆伏	1.45 兆伏	1.80 兆伏

[0052] 根据上述图线及数据表，获得了海拔2000m-4000m地区软母线空气间隙雷电冲击放电绝缘水平海拔修正系数变化范围如下：对于海拔2000m-4000m海拔区域内，空气间隙在3.0m－5.0m的范围内变化时，两分裂软母线对构架塔腿雷电冲击电压海拔校正系数则在1.278－1.633之间变化。

[0053] 从而得到公式Ka＝(1.633-1.278)/(4000-2000)×(H-2000)+1.278，用于计算海拔高度为2000m-4000m之间某一区域的软母线对地雷电冲击绝缘水平修正系数；其中H为海拔高度，取值范围为2000米到4000米之间。

[0054] 以海拔3000m处软母线为例进行说明：

[0055] 1.利用公式计算3000m时的雷电冲击海拔修正系数Ka为(1.640-1.278)/(4000－2000)×(3000－2000)+1.278＝1.449；

[0056] 2.查询软母线在海拔0m要求的雷电冲击绝缘水平；

[0057] 3.利用0m的软母线雷电冲击绝缘水平乘以步骤1所得海拔修正系数，即可得到3000m海拔软母线雷电冲击电压绝缘水平。

[0058] 对于均压环也如此，在所述模型中进行雷电冲击过电压试验，得到水平布置均压环对人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线、垂直布置均压环对人字管架间隙标准雷电

冲击放电特性曲线以及均压环对人字管架间隙标准雷电冲击放电特性曲线，如图3、4、6、8。其中包括以下数据：

[0059] 表1-5

[0060]

海拔 2254 米处，水平布置均压环对人字管架间隙	2 米	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	1.00 兆伏	1.40 兆伏	1.80 兆伏	2.15 兆伏

[0061] 表1-6

[0062]

海拔 2254 米处，垂直布置均压环对人字管架间隙	2 米	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	0.90 兆伏	1.30 兆伏	1.75 兆伏	2.10 兆伏

[0063]

[0064] 表1-7

[0065]

海拔 3742 米处，水平布置均压环对人字管架间隙	2 米	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	0.85 兆伏	1.10 兆伏	1.50 兆伏	1.80 兆伏

[0066] 表1-8

[0067]

海拔 4000 米处，均压环对人字管架间隙	3 米	4 米	5 米
雷电冲击放电电压	1.05 兆伏	1.45 兆伏	1.75 兆伏

。

[0068] 根据上述图线及数据，获得了海拔2000m-4000m地区均压环空气间隙雷电冲击放电绝缘水平海拔修正系数变化范围如下：空气间隙在3.0m－5.0m的范围内变化时，均压环对塔腿雷电冲击海拔修正系数在1.283－1.640之间变化。

[0069] 从而得到公式Ka＝(1.640-1.283)/(4000-2000)×(H-2000)+1.283，用于计算海拔高度为2000m-4000m之间某一区域的均压环对地雷电冲击绝缘水平修正系数；其中H为海拔高度，取值范围为2000米到4000米之间。

[0070] 以海拔3000m处均压环为例进行说明：

[0071] 1.根据公式Ka＝(1.640-1.283)/(4000-2000)×(3000-2000)+1.283＝1.462计算得到3000m海拔处均压环对地雷电冲击绝缘水平修正系数；

[0072] 2.查询0海拔地区均压环对地雷电冲击绝缘水平值；

[0073] 3.利用修正系数Ka乘以步骤2查询到的0海拔地区均压环对地雷电冲击绝缘水平值便得到海拔高度为3000m的均压环对地雷电冲击绝缘水平海拔修正值。

[0074] 在所述模型中分别进行软母线、均压环对地操作冲击电压放电实验，得到软母线对人字管架间隙标准操作冲击放电特性曲线、水平布置均压环对人字管架间隙标准操作冲击放电特性曲线、垂直布置均压环对人字管架间隙标准操作冲击放电特性曲线以及海拔2000m-4000m地区电气设备相对地空气间隙操作冲击放电特性对比曲线，如图9～14。

[0075] 其中包括以下数据：

[0076] 表2-1

[0077]

海拔 2254 米处，软母线与人字管架间隙	2 米	3 米	4 米	5 米	5.6 米
操作冲击放电电压	0.65 兆伏	0.98 兆伏	1.25 兆伏	1.45 兆伏	1.55 兆伏

[0078] 表2-2

[0079]

海拔 2254 米处，水平布置均压环对人字管架间隙	2.5 米	3.5 米	4.5 米	5.5 米
操作冲击放电电压	0.92 兆伏	1.10 兆伏	1.25 兆伏	1.35 兆伏

[0080] 表2-3

[0081]

海拔 2254 米处，垂直布置均压环对人字管架间隙	2.8 米	3.8 米	4.8 米	5.6 米
操作冲击放电电压	0.90 兆伏	1.10 兆伏	1.28 兆伏	1.41 兆伏

[0082] 表2-4

[0083]

海拔 3742 米处，软母线对人字管架间隙	3 米	4 米	5 米	6 米
操作冲击放电电压	0.81 兆伏	1.10 兆伏	1.30 兆伏	1.51 兆伏

[0084] 表2-5

[0085]

海拔 3742 米处，水平布置均压环对人字管架间隙	3.5 米	4.5 米	5.6 米
操作冲击放电电压	0.90 兆伏	1.15 兆伏	1.30 兆伏

。

[0086] 根据上述操作冲击曲线及数据表，采用查图方式可以直接对2000m－4000m地区500kV变电站500kV电气设备操作冲击绝缘水平进行选择。查表方式如下：以海拔3000m为例，根据图14。

[0087] 对于500kV电气设备，选取4m间隙曲线作为查阅依据(对于220kV，可选取3m间隙作为依据)，选择横坐标为3000，得到其放电电压为1150kV，选择横坐标为1000m，得到其放电电压为1360kV，可得修正系数为：1360/1150＝1.18。

[0088] 由于常规海拔1000m设备操作冲击绝缘水平为已知，则海拔3000m设备操作绝缘水平为海拔1000m处设备操作冲击绝缘水平与修正系数1.18的乘积。

[0089] 本说明书附图中的各图中的放电电压U50或放电电压50％均表示，使得全部实验样品中50％发生放电时的冲击电压。

[0090] 本发明并不局限于前述的具体实施方式。本发明扩展到任何在本说明书中披露的新特征或任何新的组合，以及披露的任一新的方法或过程的步骤或任何新的组合。

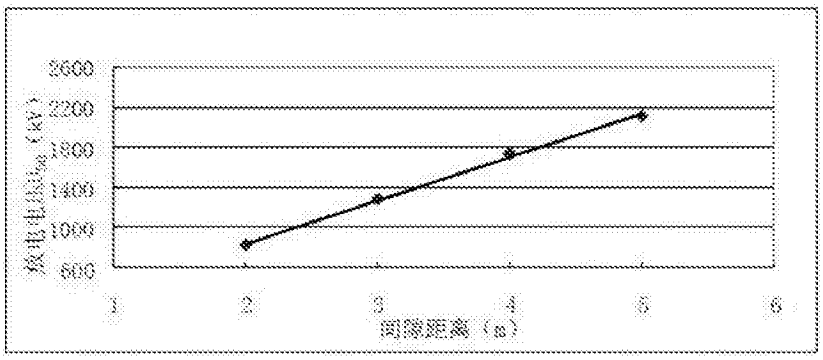

2600
2200
1800
1400
1000
600
1
2
3
4
5
6

图1

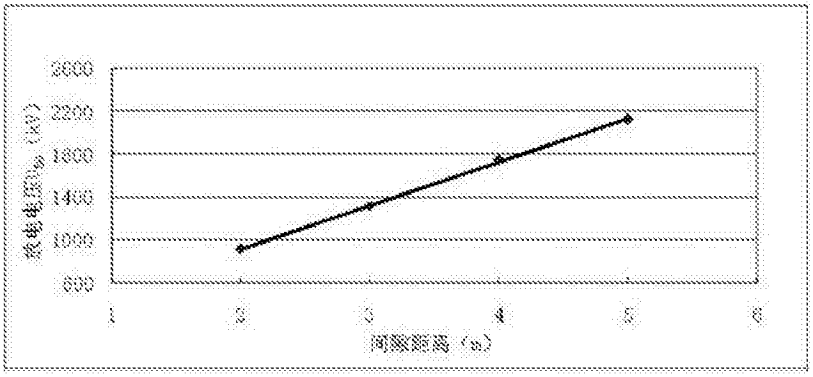

2600
2200
1800
1400
1000
600
1
2
3
4
5
6

图2

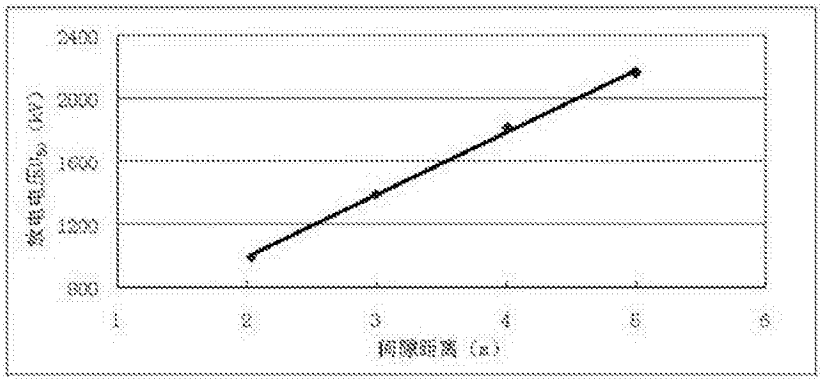

2400
2000
1600
1200
800
1
2
3
4
5
6

图3

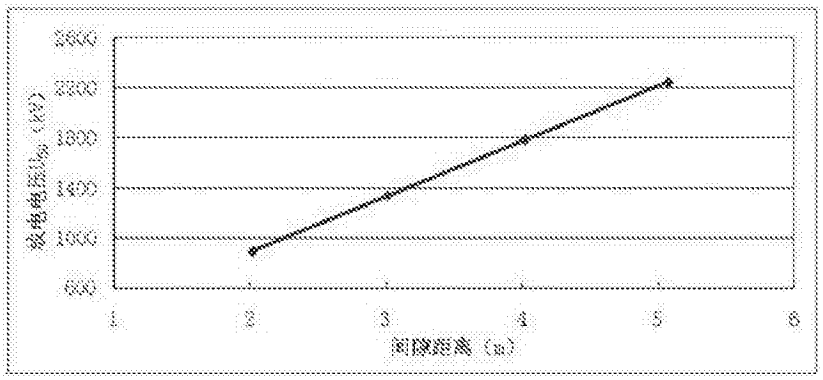

2600
2200
1800
1400
1000
600
1
2
3
4
5
6

图4

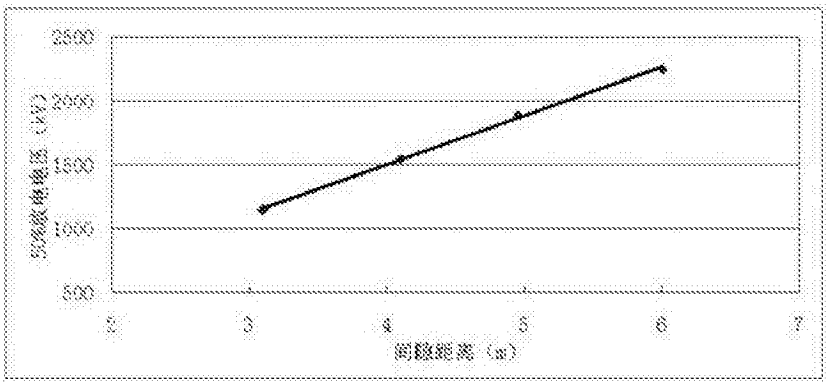

2500
2000
1500
1000
500
2
3
4
5
6
7

图5

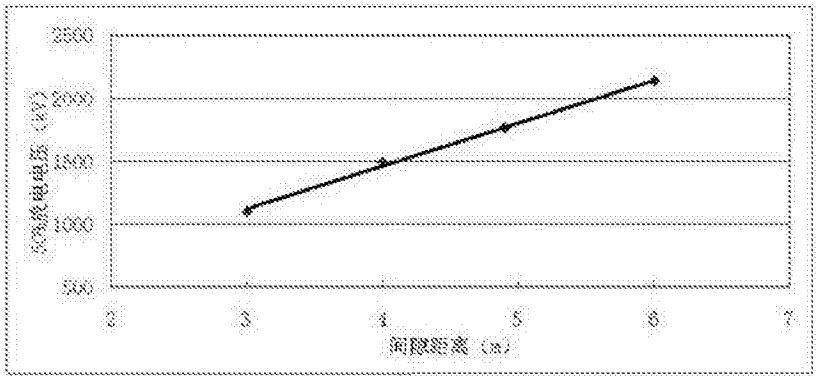

2500
2000
1500
1000
500
2
3
4
5
6
7

图6

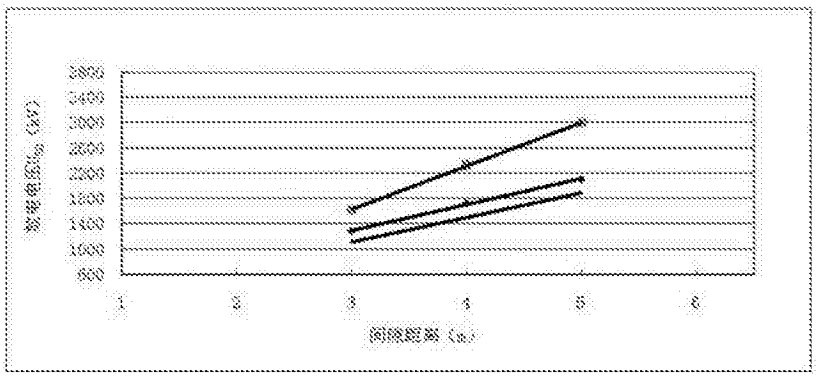


图7

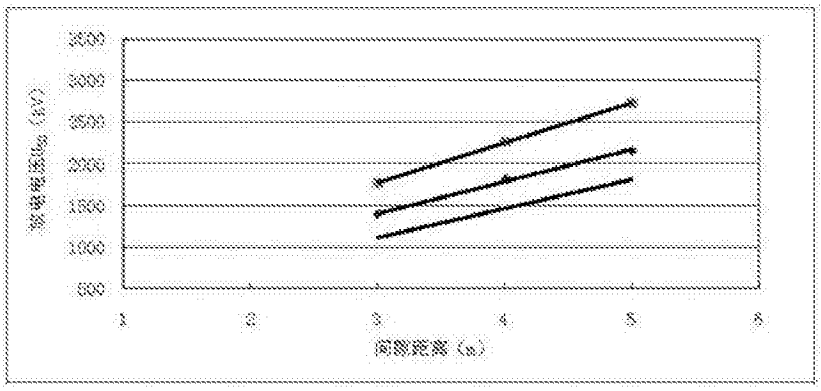


图8

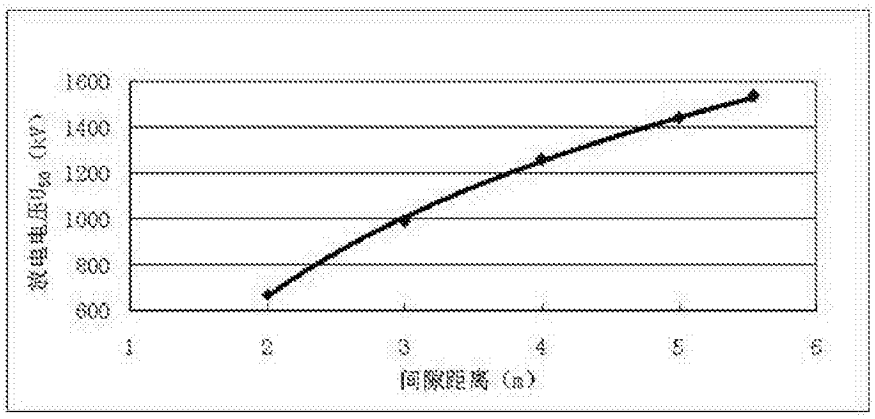


图9

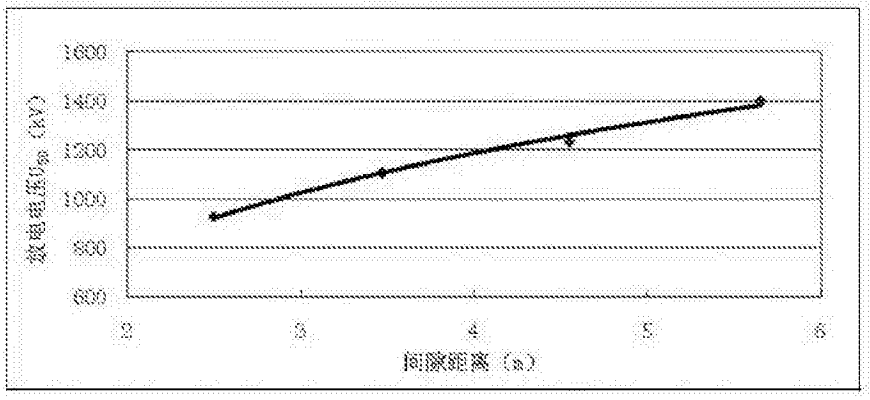

1600
1400
1200
1000
800
600
2
3
4
5
6

图10

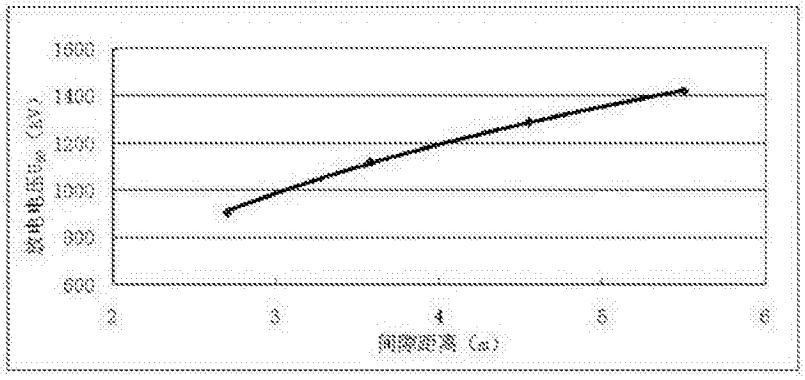

1600
1400
1200
1000
800
600
2
3
4
5
6

图11

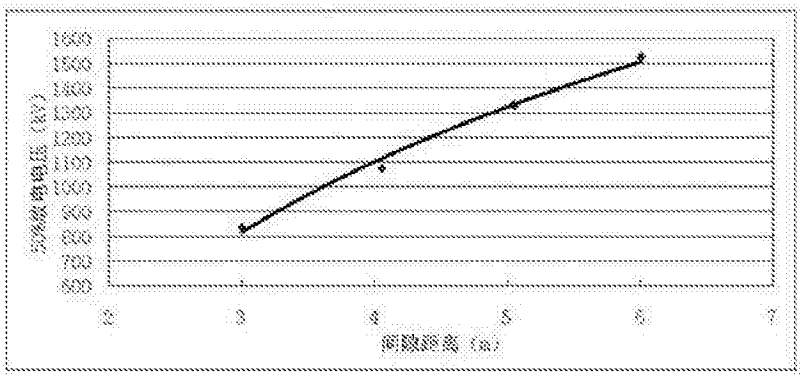

1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
2
3
4
5
6
7

图12

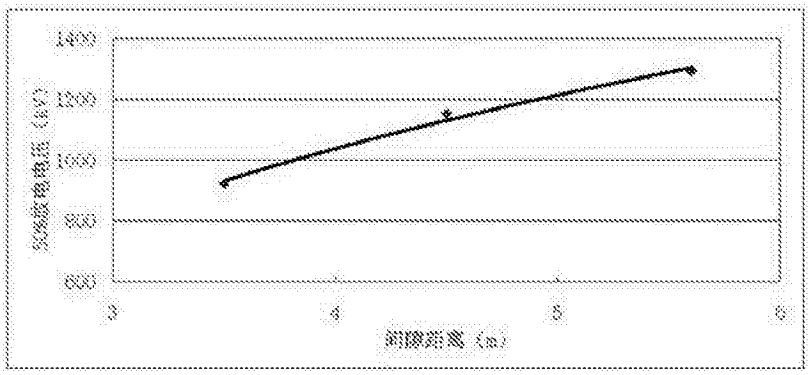

1400
1200
1000
800
600
3
4
5
6

图13

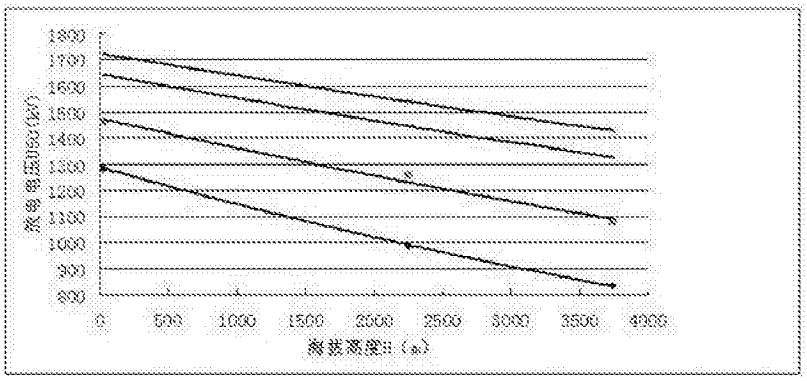

1800
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000

图14