



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105822907 A

(43)申请公布日 2016.08.03

(21)申请号 201610326771.9

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.05.17

F17D 5/06(2006.01)

G01R 19/00(2006.01)

(71)申请人 南方电网科学研究院有限责任公司

地址 510080 广东省广州市越秀区东风东路水均岗8号粤电大厦西塔

申请人 中国南方电网有限责任公司电网技术研究中心
清华大学

(72)发明人 廖永力 张波 孟晓波 曾嵘
邹林 李锐海 何金良 曹方圆
陈晓 张巍 吴新桥 张贵峰
张曦 龚博 朱烨

(74)专利代理机构 北京中博世达专利商标代理有限公司 11274

代理人 申健

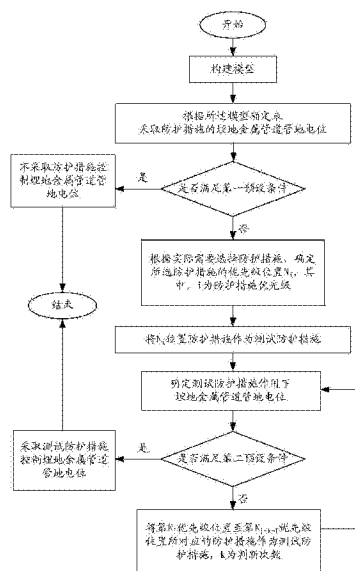
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种埋地金属管道管地电位的控制方法

(57)摘要

本发明公开一种埋地金属管道管地电位的控制方法,涉及埋地金属管道防护技术领域,以解决方便快速的均衡埋地金属管道管地电位的问题。该埋地金属管道管地电位的控制方法包括:构建模型,确定判断未采取防护措施的埋地金属管道管地电位是否满足第一预设条件;如果不满足,则根据实际需要选择防护措施;确定所选防护措施的优先级位置 N_i ,第一次判断测试防护措施防护下埋地金属管道管地电位是否满足第一预设条件;如果不满足,判断下次测试防护措施防护下埋地金属管道管地电位是否满足第一预设条件。本发明提供的埋地金属管道管地电位的控制方法用于埋地金属管道防护。



1. 一种埋地金属管道管地电位的控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤101,构建模型,所述模型包括土壤模型、接地极模型和埋地金属管道模型;

步骤102,根据所述土壤模型、接地极模型和埋地金属管道模型确定未采取防护措施的埋地金属管道管地电位;

步骤103,判断未采取防护措施的所述埋地金属管道管地电位是否满足第一预设条件;

如果满足,则不采用防护措施控制埋地金属管道管地电位;

如果不满足,则根据实际需要选择防护措施;

步骤104,确定选择的防护措施在防护措施优先级序列中的优先级位置 N_i ;将所述第 N_i 优先级位置所对应的防护措施作为测试防护措施;其中, N 为防护措施优先级序列, i 为防护措施优先级位置序号,且 i 为大于等于1的整数;

步骤105:确定在测试防护措施的防护下埋地金属管道管地电位,第一次判断在所述测试防护措施的防护下埋地金属管道管地电位是否满足所述第一预设条件;

如果满足,则将所述测试防护措施作为实际防护措施控制埋地金属管道管地电位;

如果不满足,则转入步骤106;

步骤106:判断在下次测试防护措施的防护下埋地金属管道管地电位是否满足所述第一预设条件;其中,所述下次测试防护措施为第 N_i 优先级位置至第 N_{i-k+1} 优先级位置所对应的防护措施; k 为判断次数, $i-k+1$ 对应防护措施优先级位置序号。

2. 根据权利要求1所述的埋地金属管道管地电位的控制方法,其特征在于,

如果在 k 次判断中,第 r 次判断的测试防护措施包含最低优先级位置 N_1 对应的防护措施,则所述下次测试防护措施为第 N_1 优先级位置至第 N_1 优先级位置所对应的防护措施,以及第 N_2 优先级位置至第 N_{k-r+1} 优先级位置所对应的防护措施;其中, $1 \leq r < k$, $k-r+1$ 对应防护措施优先级位置序号。

3. 根据权利要求1所述的埋地金属管道管地电位的控制方法,其特征在于,所述第一预设条件为埋地金属管道管地电位小于等于埋地金属管道所在区域允许的最大管地电位值。

4. 根据权利要求1所述的埋地金属管道管地电位的控制方法,其特征在于,所述步骤105中,在测试防护措施的防护下确定埋地金属管道管地电位时,所使用的防护装置为 M 个,且 M 为大于等于2的整数;

如果在所述测试防护措施的防护下确定的埋地金属管道管地电位满足所述第一预设条件,则判断在所述测试防护措施的防护下埋地金属管道管地电位是否满足第二预设条件,以确定实际防护所使用的防护装置的数量;

如果满足,则实际防护所使用的防护装置的数量为 M 个,将所述测试防护措施作为实际防护措施控制埋地金属管道管地电位;

如果不满足,则在所述测试防护措施的防护下确定埋地金属管道管地电位时,减少所使用的防护装置,直至在所述测试防护措施的防护下埋地金属管道管地电位满足所述第二预设条件,得到实际防护措施中所使用的防护装置的最优选数量;将所述测试防护措施作为实际防护措施控制埋地金属管道管地电位。

5. 根据权利要求4所述的埋地金属管道管地电位的控制方法,其特征在于,所述第二预设条件为埋地金属管道管地电位与埋地金属管道所在区域允许的最大管地电位值之差小于等于偏差许可值。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的埋地金属管道管地电位的控制方法,其特征在于,所述步骤101中,

根据埋地金属管道所在地区的土壤特性参数,和接地极所在地区的土壤特性参数构建所述土壤模型;

根据接地极参数和所述接地极的位置构建所述接地极模型;

根据所述埋地金属管道参数和所述埋地金属管道的位置构建所述埋地管道模型。

7. 根据权利要求1所述的埋地金属管道管地电位的控制方法,其特征在于,所述防护措施优先级序列中,从最高优先级位置到最低优先级位置所对应的防护措施,对埋地金属管道管地电位降低的贡献率由高到低。

8. 根据权利要求1所述的埋地金属管道管地电位的控制方法,其特征在于,从最高优先级位置到最低优先级位置所对应的防护措施依次为:阴极保护措施,分段绝缘措施,以及局部接地措施;其中,所述阴极保护措施包括牺牲阳极措施或强制阴极排流措施。

一种埋地金属管道管地电位的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及埋地金属管道防护技术领域,尤其涉及一种埋地金属管道管地电位的控制方法。

背景技术

[0002] 随着能源需求的快速增长,直流输电系统和能源输送系统的建设在迅速增加,直流输电系统的接地极与能源输送系统的埋地金属管道相互接近的情况时有发生。当直流输电系统的接地极与能源输送系统的埋地金属管道较为接近时,大地中流过的直流电流就会使埋地金属管道的管地电位分布不均衡,即埋地金属管道出现部分区域管地电位过高的现象,而这种现象会导致埋地金属管道发生电化学腐蚀反应,很容易给埋地金属管道带来腐蚀穿孔等问题;同时,埋地金属管道部分区域的管地电位较高会损坏附近的阴极保护设备和监控阀室处的绝缘卡套,给工作人员和能源输送带来安全隐患。

[0003] 目前,针对上述埋地金属管道出现的管地电位分布不均衡的问题,工程师在对埋地金属管道进行防护时,通常是依据经验选取某种防护措施,然后根据相关的防护参数进行仿真计算以得到埋地金属管道管地电位分布,如果仿真计算得到的埋地金属管道管地电位分布显示:该防护措施对埋地金属管道的防护结果为过保护或欠保护,则需修改防护参数重新进行仿真计算,直到仿真计算的输出结果符合要求;其中,防护参数一般是指防护措施中防护装置的数量、设置位置等。

[0004] 虽然上述仿真计算方法最终可以实现埋地金属管道的防护,但是由于进行仿真计算所使用的防护措施以及防护参数均是根据经验选取的,人为因素较大,使得每次仿真计算结果准确性较低,因此,需要反复调整防护参数,才能得到符合要求的输出结果,过程复杂且花费时间较多。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种埋地金属管道管地电位的控制方法,用于方便快速的均衡埋地金属管道管地电位。

[0006] 为了实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0007] 一种埋地金属管道管地电位的控制方法,包括以下步骤:

[0008] 步骤101,构建模型,所述模型包括土壤模型、接地极模型和埋地金属管道模型;

[0009] 步骤102,根据土壤模型、接地极模型和埋地金属管道模型确定未采取防护措施的埋地金属管道管地电位;

[0010] 步骤103,判断未采取防护措施的埋地金属管道管地电位是否满足第一预设条件;

[0011] 如果满足,则不采用防护措施控制埋地金属管道管地电位;

[0012] 如果不满足,则根据实际需要选择防护措施;

[0013] 步骤104,确定选择的防护措施在防护措施优先级序列中的优先级位置 N_i ;将第 N_i 优先级位置所对应的防护措施作为测试防护措施;其中, N 为防护措施优先级序列, i 为防护

措施优先级位置序号,且 i 为大于等于1的整数;

[0014] 步骤105:确定测试防护措施防护下埋地金属管道管地电位,第一次判断测试防护措施防护下埋地金属管道管地电位是否满足第一预设条件;

[0015] 如果满足,则将测试防护措施作为实际防护措施控制埋地金属管道管地电位;

[0016] 如果不满足,则转入步骤106;

[0017] 步骤106:判断下次测试防护措施防护下埋地金属管道管地电位是否满足第一预设条件;其中,下次测试防护措施为第 N_i 优先级位置至第 N_{i-k+1} 优先级位置所对应的防护措施; k 为判断次数, $i-k+1$ 对应防护措施优先级位置序号。

[0018] 与现有技术相比,本发明提供的埋地金属管道管地电位的控制方法具有以下有益效果:

[0019] 本发明提供的埋地金属管道管地电位的控制方法,通过构建模型,对未采取防护措施时的埋地金属管道管地电位的初始判断,合理选择不使用或使用防护措施控制埋地金属管道管地电位,而如果使用防护措施制埋地金属管道管地电位,则按照实际需要选取作为测试防护措施的防护措施,并通过第一预设条件区分该测试防护措施是否为最佳防护措施;如果不是,则依据防护措施优先级序列,在原有防护措施下增加级别较低的防护措施,以确定最佳的防护措施方案,可见,本发明提供的埋地金属管道管地电位的控制方法能够选择不使用或使用防护措施控制埋地金属管道管地电位,并依据防护措施优先级序列校正以实际需要为基础选择的测试保护措施所产生的计算偏差,缩短对防护措施进行人为评估而反复调整的时间,而且也只是在最开始时根据实际需要选择防护措施作为测试防护措施,减小了人为主观对埋地金属管道管地电位控制方式的影响,因此,本发明提供的埋地金属管道管地电位的控制方法可以提高埋地金属管道管地电位计算确定的准确性,进而可以方便快速的选取防护措施均衡埋地金属管道管地电位,完成对埋地金属管道的防护。

附图说明

[0020] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0021] 图1为本发明实施例提供的方法流程图一;

[0022] 图2为本发明实施例提供的方法流程图二。

具体实施方式

[0023] 为便于理解,下面结合说明书附图,对本发明实施例提供的埋地金属管道管地电位的控制方法进行详细描述。

[0024] 参阅图1,本发明实施例提供的埋地金属管道管地电位的控制方法包括以下步骤:

[0025] 步骤101,构建模型,该模型包括土壤模型、接地极模型和埋地金属管道模型;

[0026] 步骤102,根据土壤模型、接地极模型和埋地金属管道模型确定未采取防护措施的埋地金属管道管地电位;

[0027] 步骤103,判断未采取防护措施的埋地金属管道管地电位是否满足第一预设条件;如果满足,则不采用防护措施控制埋地金属管道管地电位;如果不满足,则根据实际需要选择防护措施;

[0028] 步骤104,确定选择的防护措施在防护措施优先级序列中的优先级位置 N_i ;将第 N_i 优先级位置所对应的防护措施作为测试防护措施;其中, N 为防护措施优先级序列, i 为防护措施优先级位置序号,且 i 为大于等于1的整数;

[0029] 步骤105:确定测试防护措施防护下埋地金属管道管地电位,第一次判断测试防护措施防护下埋地金属管道管地电位是否满足所述第一预设条件;如果满足,则将测试防护措施作为实际防护措施控制埋地金属管道管地电位;如果不满足,则转入步骤106;

[0030] 步骤106:判断下次测试防护措施防护下埋地金属管道管地电位是否满足第一预设条件;其中,下次测试防护措施为第 N_i 优先级位置至第 N_{i-k+1} 优先级位置所对应的防护措施; k 为判断次数, $i-k+1$ 对应防护措施优先级位置序号。

[0031] 通过上述实施例提供的埋地金属管道管地电位的控制方法,通过构建模型,对未采取防护措施时的埋地金属管道管地电位的初始判断,合理选择不使用或使用防护措施控制埋地金属管道管地电位,而如果使用防护措施制埋地金属管道管地电位,则按照实际需要选取作为测试防护措施的防护措施,并通过第一预设条件区分该测试防护措施是否为最佳防护措施;如果不是,则依据防护措施优先级序列,在原有防护措施下增加级别较低的防护措施,以确定最佳的防护措施方案,可见,本发明提供的埋地金属管道管地电位的控制方法能够选择不使用或使用防护措施控制埋地金属管道管地电位,并依据防护措施优先级序列校正以实际需要为基础选择的测试保护措施所产生的计算偏差,缩短对防护措施进行人为评估而反复调整的时间,而且也只是在最开始时根据实际需要选择防护措施作为测试防护措施,减小了人为主观对埋地金属管道管地电位控制方式的影响,因此,本发明提供的埋地金属管道管地电位的控制方法可以提高埋地金属管道管地电位计算确定的准确性,进而可以方便快速的选取防护措施均衡埋地金属管道管地电位,完成对埋地金属管道的防护。

[0032] 需要补充的是,如果在 k 次判断中,如果第 r 次判断的测试防护措施包含最低优先级位置 N_1 对应的防护措施,则所述下次测试防护措施为第 N_i 优先级位置至第 N_1 优先级位置所对应的防护措施,以及第 N_2 优先级位置至第 N_{k-r+1} 优先级位置所对应的防护措施;其中, $1 \leq r < k$, $k-r+1$ 对应防护措施优先级位置序号。

[0033] 为了更清楚的说明上述判断测试防护措施的方法,以下给出具体示例。

[0034] 如果第一次确定选择的防护措施在防护措施优先级序列中的优先级位置为 N_4 ,当第一次判断在测试防护措施的防护下埋地金属管道管地电位不满足第一预设条件时,则第 N_4 优先级位置至第 N_{4-2+1} 优先级位置即 N_3 所对应的防护措施作为第二次测试防护措施;

[0035] 当第二次判断在测试防护措施的防护下埋地金属管道管地电位不满足第一预设条件时,则第 N_4 优先级位置至第 N_{4-3+1} 优先级位置即 N_2 所对应的防护措施作为第三次测试防护措施;

[0036] 当第三次判断在测试防护措施的防护下埋地金属管道管地电位不满足第一预设条件时,则第 N_4 优先级位置至第 N_{4-4+1} 优先级位置即 N_1 所对应的防护措施作为第四次测试防护措施;

[0037] 第四次测试防护措施包含最低优先级位置 N_1 对应的防护措施,则 $r=4$,当第四次判断在测试防护措施的防护下埋地金属管道管地电位不满足第一预设条件时,则第五次测试防护措施为第 N_4 优先级位置至第 N_1 优先级位置所对应的防护措施,以及第 N_{5-4+1} 优先级位置即 N_2 所对应的防护措施;

[0038] 当第五次判断在测试防护措施的防护下埋地金属管道管地电位不满足第一预设条件时,则第六次测试防护措施为第 N_4 优先级位置至第 N_1 优先级位置所对应的防护措施,以及第 N_2 优先级位置至第 N_{6-4+1} 优先级位置即 N_3 所对应的防护措施;

[0039] 依次类推,直到第 k 次判断,所选用的测试防护措施使埋地金属管道管地电位满足第一预设条件。

[0040] 上述示例说明的实施方式,其测试防护措施中包含了最低优先级位置 N_1 所对应的防护措施,当通过第一预设条件区分该测试防护措施并不是最佳防护措施时,则依据防护措施优先级序列,在原有防护措施下再增加级别较高的防护措施,以确定最佳的防护方案。

[0041] 需要说明的是,上述实施例的步骤101中土壤模型、接地极模型和埋地金属管道模型的构建方式比较多,例如:土壤模型是根据埋地金属管道所在地区的土壤特性参数,和接地极所在地区的土壤特性参数构建的;接地极模型是根据接地极参数和接地极的位置构建的;埋地金属管道模型是根据埋地金属管道参数和埋地金属管道的位置构建的。

[0042] 另外,土壤特性参数一般包括表层土壤和深层土壤的电阻率分布,且能够通过电磁探测法获得;接地极参数一般包括接地极的尺寸和入地电流;埋地金属管道参数一般包括埋地金属管道的防腐层的厚度、埋地金属管道的尺寸、埋地金属管道的材质以及埋地金属管道相对于接地极的距离。

[0043] 基于上述给出的模型构建方法,上述实施例的步骤102中,根据土壤模型、接地极模型和埋地金属管道模型确定未采取防护措施的埋地金属管道管地电位的方法为:通过土壤模型、接地极模型和埋地金属管道模型所提供的各种相关参数确定未采取防护措施的埋地金属管道管地电位输出。

[0044] 而上述实施例的步骤103中,当未采取防护措施的所述埋地金属管道管地电位不满足第一预设条件时,选择防护措施所基于的实际需要一般要综合考虑多个因素选择防护措施,这些因素可以是未采取防护措施的埋地金属管道管地电位与埋地金属管道所在区域允许的最大管地电位值的差值大小、埋地金属管道所在区域的现场环境、各种防护措施在防护措施优先级序列的优先级顺序等;而综合考虑这些因素之后就可以确定所要选择的防护措施;下面举例说明防护措施所适用因素;另外,下述各防护措施给出的适用因素仅仅是其在该方面比较突出,并不是说不考虑其他因素。

[0045] 如果未采取防护措施的埋地金属管道管地电位与埋地金属管道所在区域允许的最大管地电位值的差值为该最大管地电位值的2倍及以上,则可能优先选用牺牲阳极措施,或再加分段绝缘措施,以有效降低埋地金属管道管地电位。

[0046] 如果埋地金属管道所在区域为站场和阀室的附近,则可能优先选用强制阴极排流措施,或再加分段绝缘措施,以有效降低埋地金属管道管地电位。

[0047] 如果埋地金属管道所在区域远离站场和阀室,则不适合选用强制阴极排流措施。

[0048] 如果埋地金属管道管地电位大于埋地金属管道所在区域允许的最大管地电位值的区域为较小范围,则优先选用局部接地措施。

[0049] 如果埋地金属管道管地电位大于埋地金属管道所在区域允许的最大管地电位值的区域为较大范围,则优先选用长距离的牺牲阳极措施。

[0050] 需要说明的是,上述根据各种适用因素判断出的防护措施可以是一种防护措施或

多种防护措施并存。如果判断得出的是一种防护措施,则该防护措施直接作为第一次测试防护措施遵循本实施例提供的控制方法进行后续判断;如果判断得出的是多种防护措施,则将该多种防护措施按照其对应的优先级位置排列,并将其全部作为第一次测试防护措施后遵循本实施例提供的控制方法进行后续判断。

[0051] 而上述实施例的步骤103中,参阅图2,当未采取防护措施的埋地金属管道管地电位不满足第一预设条件时,根据实际需要选择防护措施不仅要考虑防护措施的类型,还可以考虑每种防护措施所采用的防护装置的数量。但考虑到成本问题,应当在实际防护中使用最少的防护装置,以达到控制埋地金属管道管地电位的目的;换句话说,当上述实施例的步骤105中,在测试防护措施的防护下确定埋地金属管道管地电位,所使用的防护装置为M个时(M为大于等于2的整数),可以通过如下方法确定实际防护所使用的防护装置的数量:

[0052] 如果在测试防护措施的防护下确定埋地金属管道管地电位满足第一预设条件,则判断在测试防护措施的防护下埋地金属管道管地电位是否满足第二预设条件,以确定实际防护所使用的防护装置的数量;

[0053] 如果满足,则实际防护所使用的防护装置的数量为M个,将测试防护措施作为实际防护措施控制埋地金属管道管地电位;

[0054] 如果不满足,则在测试防护措施的防护下确定埋地金属管道管地电位时,减少所使用的防护装置,直至所述测试防护措施防护下埋地金属管道管地电位满足第二预设条件,得到实际防护措施中所使用的防护装置的最优选数量;将测试防护措施作为实际防护措施控制埋地金属管道管地电位。

[0055] 通过上述实施例中确定实际防护所使用的防护装置数量的方法可知,如果实际防护所使用的防护装置数量不是最优选数量时,则在原有数量的基础上逐个减少所使用的防护装置,得到实际防护所使用的防护装置的最优选数量,以在最大限度保证埋地金属管道管地电位满足要求的前提下,从而降低埋地金属管道防护措施的经济成本。

[0056] 为了便于工程人员了解采用实际防护措施后的经济成本的具体值,在确定实际防护措施以及在实际防护所使用的防护装置数量的基础上,还可以确定实际防护措施的经济成本,比如根据现有防护措施所需使用的防护装置的单价和数量,可以确定防护装置所需的花费。

[0057] 需要说明的是,上述实施例中的第一预设条件和第二预设条件可以由本领域工程人员根据实际情况自行设定,例如:第一预设条件为埋地金属管道管地电位小于等于埋地金属管道所在区域允许的最大管地电位值;第二预设条件为埋地金属管道管地电位与埋地金属管道所在区域允许的最大管地电位值之差小于等于偏差许可值,其中,偏差许可值是指埋地金属管道所在区域允许的最大管地电位值可以存在的最大偏差值。

[0058] 另外,第一预设条件中埋地金属管道所在区域允许的最大管地电位值和第二预设条件中偏差许可值可以是现有相同技术领域埋地金属管道相关防护标准中设定的标准值,也可以是本领域工程人员综合考虑安全等因素人为设定的目标值。

[0059] 值得一提的是,上述实施例中提到的防护措施可以为现有技术中本领域用于对埋地金属管道防护的各种防护措施。在本发明提供的实施例中,优选的,从最高优先级位置到最低优先级位置所对应的防护措施依次为:阴极保护措施,分段绝缘措施,以及局部接地措施;其中,阴极保护措施包括牺牲阳极措施或强制阴极排流措施。

[0060] 需要说明的是,在上述实施例提到的防护措施优先级序列中,从最高优先级位置到最低优先级位置所对应的防护措施,对埋地金属管道管地电位降低的贡献率由高到低。防护措施对埋地金属管道管地电位降低的贡献率可以由本领域工程人员根据实际情况自行设定,比如该贡献率可以为防护措施对埋地金属管道管地电位降低的效果与该防护措施所需花费经济成本的比值,或者可以为防护措施对埋地金属管道管地电位降低的效果与该防护措施所需花费时间成本的比值等。

[0061] 阴极保护措施的技术相对成熟,应用广泛,对于埋地金属管道管地电位的降低效果明显,但经济成本较高,在上述三种防护措施中位于最高优先级位置。阴极保护措施具体有两种实施方式,分别为牺牲阳极措施和强制阴极排流措施,这两种实施方式处于同一优先级位置,在对埋地金属管道的防护中通常不会同时使用,因而在上述实施例中,则只根据实际需要选择其中的一种防护措施实施控制。

[0062] 牺牲阳极措施在使用后无需工程人员再度管理,对周边环境产生的干扰影响特别小甚至没有,而且牺牲阳极措施可以使保护电流很好的均匀分布,利用率高,但是不能适用于高电阻率的土壤环境中,其投产调试复杂,有色金属消耗较大,成本相对较高。

[0063] 强制阴极排流措施在使用后维护工作量大,对周边环境产生的干扰影响较大,用于降低较小范围内埋地金属管道管地电位效果较好,使用寿命较长,但经济成本较高。

[0064] 分段绝缘措施能够降低埋地金属管道管地电位的效果比较明显,经济成本较低,但安装位置受限,只能依托于已有的站场或监控阀室进行,在上述三种防护措施中位于中间优先级位置。

[0065] 局部接地措施用于降低较小范围内埋地金属管道管地电位效果较好,经济成本中等,在上述三种防护措施中位于最低优先级位置。

[0066] 在上述实施方式的描述中,具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0067] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

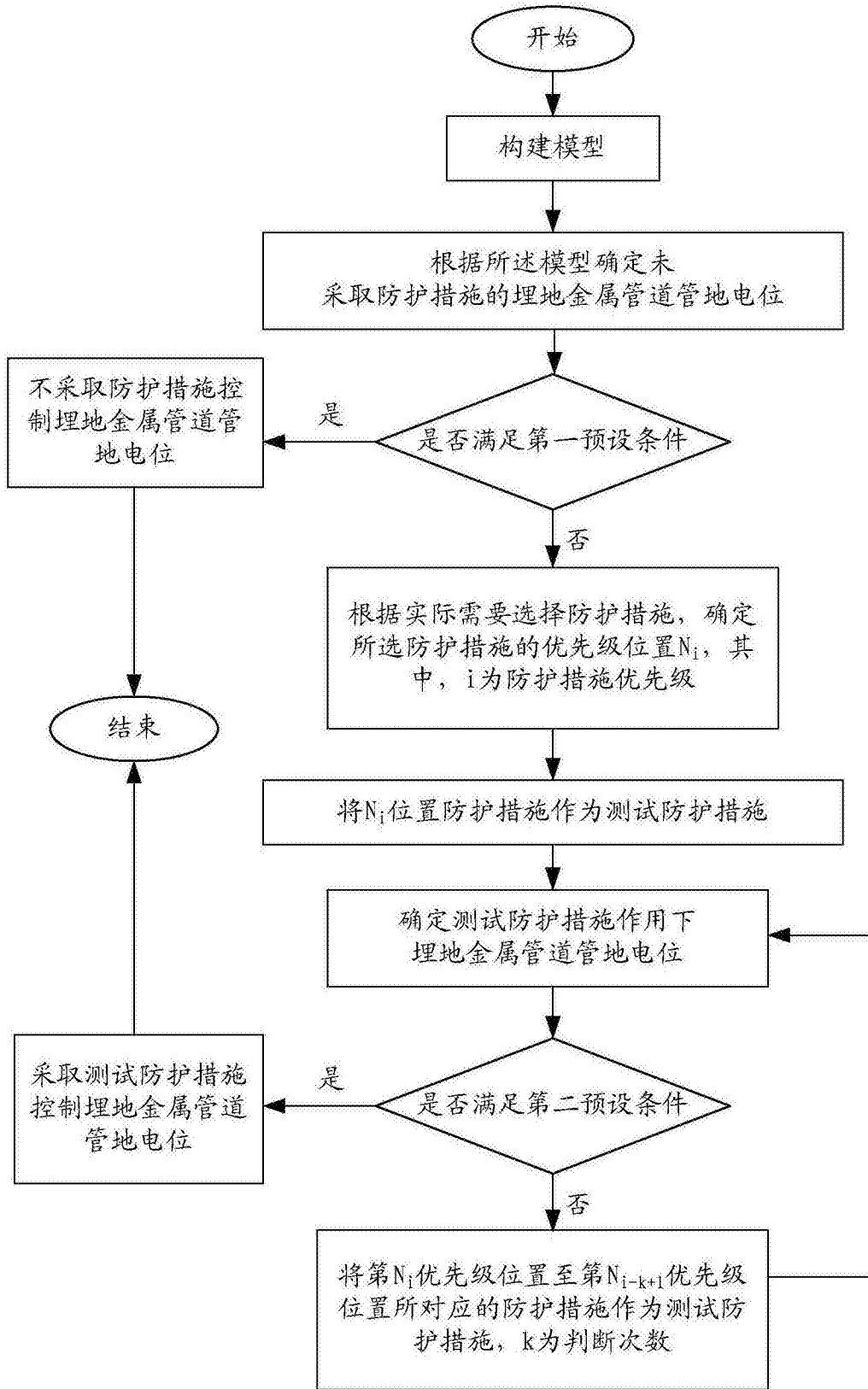


图1

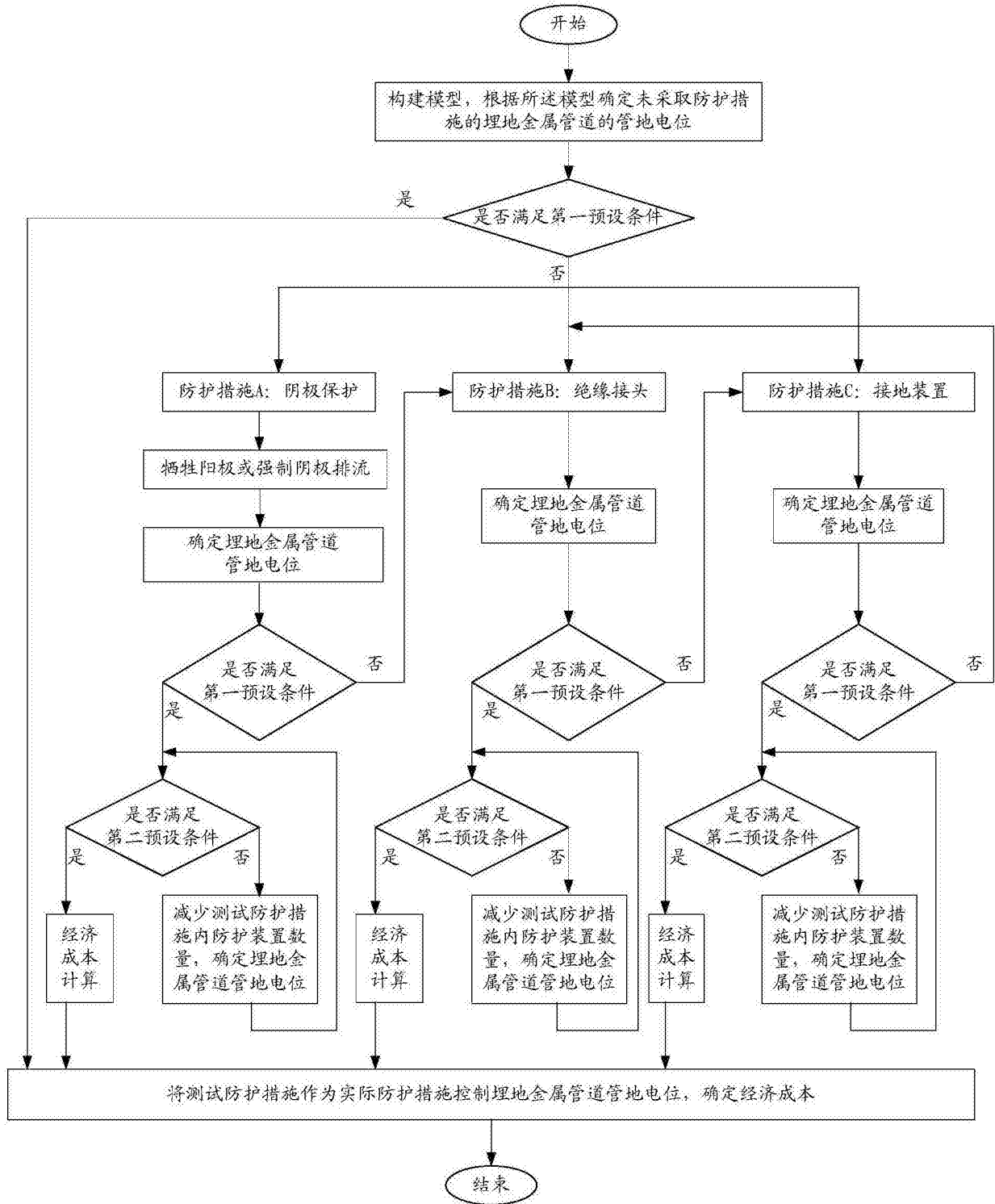


图2