



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104599087 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 06

(21) 申请号 201510078154. 7

(22) 申请日 2015. 02. 13

(71) 申请人 中国南方电网有限责任公司超高压
输电公司南宁局

地址 530028 广西壮族自治区南宁市汇春路
3号

申请人 广西南宁慧图信息技术有限公司

(72) 发明人 李洁珊 侯俊 杨新 朱永虎
黄炜 李捷

(74) 专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限
公司 44001

代理人 孔德超 黄培智

(51) Int. Cl.

G06Q 10/06(2012. 01)

G06Q 50/06(2012. 01)

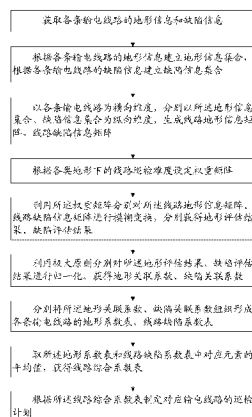
权利要求书1页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

一种输电线路巡检判定方法

(57) 摘要

本发明提供了一种输电线路巡检判定方法,包括:获取各条输电线路的地形信息和缺陷信息,建立线路地形信息矩阵、线路缺陷信息矩阵,再根据各类地形下的线路巡检难度设定权重矩阵,然后利用所述权重矩阵分别对所述线路地形信息矩阵、线路缺陷信息矩阵进行模糊变换,形成地形系数表和线路缺陷系数表,由此制定对应输电线路的巡检计划。本发明在全面反映输电线路实地状况的基础上,为巡检计划的制定和安排提供科学且实用的依据,从而提升巡检工作的合理性和有效性。



1. 一种输电线路巡检判定方法,其特征在于,包括以下步骤:

获取各条输电线路的地形信息和缺陷信息;

根据各条输电线路的地形信息建立地形信息集合,根据各条输电线路的缺陷信息建立缺陷信息集合;

以各条输电线路为横向维度,分别以所述地形信息集合、缺陷信息集合为纵向维度,生成线路地形信息矩阵、线路缺陷信息矩阵;

根据各类地形下的线路巡检难度设定权重矩阵;

利用所述权重矩阵分别对所述线路地形信息矩阵、线路缺陷信息矩阵进行模糊变换,分别获得地形评估结果、缺陷评估结果;

利用极大原则分别对所述地形评估结果、缺陷评估结果进行归一化,获得地形关联系数、缺陷关联系数;

分别将所述地形关联系数、缺陷关联系数组织形成各条输电线路的地形系数表、线路缺陷系数表;

取所述地形系数表和线路缺陷系数表中对应元素的平均值,获得线路综合系数表;

根据所述线路综合系数表制定对应输电线路的巡检计划。

2. 根据权利要求 1 所述的输电线路巡检判定方法,其特征在于,所述利用权重矩阵分别对所述线路地形信息矩阵、线路缺陷信息矩阵进行模糊变换的公式为:

$$\tilde{B} = \tilde{A} \circ \tilde{R}$$

式中, \tilde{B} 为模糊变换得到的地形评估结果或缺陷评估结果, \tilde{A} 表示权重矩阵, \tilde{R} 表示线路地形信息矩阵或线路缺陷信息矩阵。

3. 根据权利要求 2 所述的输电线路巡检判定方法,其特征在于,所述利用极大原则分别对所述地形评估结果、缺陷评估结果进行归一化的公式为:

$$\beta_i = \frac{\text{Max}(b_i \in \tilde{B})}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

式中, β_i 表示归一化得到的地形关联系数或缺陷关联系数, b_i 表示 \tilde{B} 矩阵中的元素, m 表示 \tilde{B} 矩阵的行数, i 为自然数。

4. 根据权利要求 1-3 所述的输电线路巡检判定方法,其特征在于,所述根据线路综合系数表制定对应输电线路的巡检计划的步骤中,还包括以下子步骤:

计算线路综合系数表的线性回归值,并以该线性回归值为截距进行聚类划分,确定输电线路的关注度级别。

一种输电线路巡检判定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及输电线路的技术领域,特别是涉及一种输电线路巡检判定方法。

背景技术

[0002] 输电线路是电网连接的重要设备,其在电力输送中的重要性不言而喻。目前,输电线路跨度较大,走廊地形类别众多,地理信息繁复,各段线路出现的维护数据也彼此不同,是而输电线路运行维护中的巡检计划难以做到科学合理,并具有针对性。

[0003] 然而,现在对输电线路制定巡检计划时,主要是靠经验,缺乏科学、合理、可靠的依据,往往造成部分线路巡检过于频繁,而对其它线路巡检频次过低,盲目性较强,浪费了大量的人力物力,巡检效果也不好。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提出一种输电线路巡检判定方法,用于在全面反映输电线路实地状况的基础上,为巡检计划的制定和安排提供科学且实用的依据,从而提升巡检工作的合理性和有效性。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明的技术方案如下:

[0006] 一种输电线路巡检判定方法,包括以下步骤:

[0007] 获取各条输电线路的地形信息和缺陷信息;

[0008] 根据各条输电线路的地形信息建立地形信息集合,根据各条输电线路的缺陷信息建立缺陷信息集合;

[0009] 以各条输电线路为横向维度,分别以所述地形信息集合、缺陷信息集合为纵向维度,生成线路地形信息矩阵、线路缺陷信息矩阵;

[0010] 根据各类地形下的线路巡检难度设定权重矩阵;

[0011] 利用所述权重矩阵分别对所述线路地形信息矩阵、线路缺陷信息矩阵进行模糊变换,分别获得地形评估结果、缺陷评估结果;

[0012] 利用极大原则分别对所述地形评估结果、缺陷评估结果进行归一化,获得地形关联系数、缺陷关联系数;

[0013] 分别将所述地形关联系数、缺陷关联系数组织形成各条输电线路的地形系数表、线路缺陷系数表;

[0014] 取所述地形系数表和线路缺陷系数表中对应元素的平均值,获得线路综合系数表;

[0015] 根据所述线路综合系数表制定对应输电线路的巡检计划。

[0016] 所述利用权重矩阵分别对所述线路地形信息矩阵、线路缺陷信息矩阵进行模糊变换的公式为:

[0017] $\tilde{B} = \tilde{A}_0 \tilde{R}$

[0018] 式中, \tilde{B} 为模糊变换得到的地形评估结果或缺陷评估结果, \tilde{A} 表示权重矩阵, \tilde{R} 表示线路地形信息矩阵或线路缺陷信息矩阵。

[0019] 所述利用极大原则分别对所述地形评估结果、缺陷评估结果进行归一化的公式为:

$$[0020] \quad \beta_i = \frac{\text{Max}(b_i \in \tilde{B})}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

[0021] 式中, β_i 表示归一化得到的地形关联系数或缺陷关联系数, b_i 表示 \tilde{B} 矩阵中的元素, m 表示 \tilde{B} 矩阵的行数, i 为自然数。

[0022] 所述根据线路综合系数表制定对应输电线路的巡检计划的步骤中, 还包括子步骤: 计算线路综合系数表的线性回归值, 并以该线性回归值为截距进行聚类划分, 确定输电线路的关注度级别。

[0023] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

[0024] 1、本发明采用了基于模糊数学的模糊聚类方法, 是事务评价从定性向定量分析有效方法之一, 能综合输电线路的各种信息, 为线路巡检提供可考量的参考系数, 增强了巡检计划制定的科学性;

[0025] 2、本发明输电线路的数据采集过程中, 便于规定统一的数据格式, 能一定程度实现数据的降噪处理, 保证了后续建模数据源的准确性;

[0026] 3、覆盖全部输电线路的信息, 避免了数据缺失;

[0027] 4、构建权重矩阵时, 可对难度比值进行归一化处理, 降低了数据的波动性, 提高数据处理的效率;

[0028] 5、模糊变换中, 采用极大原则, 可更准确的反应采集到的数据原来的分布形态;

[0029] 6、以线性回归值为截距进行聚类划分后得出输电线路的关注度级别, 数据更为客观性, 避免人为干扰。

附图说明

[0030] 图 1 是本发明的步骤流程图;

具体实施方式

[0031] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂, 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0032] 实施例

[0033] 如图 1 所示, 一种输电线路巡检判定方法, 包括以下步骤:

[0034] A、获取各条输电线路的地形信息和缺陷信息

[0035] B、根据各条输电线路的地形信息建立地形信息集合, 根据各条输电线路的缺陷信息建立缺陷信息集合

[0036] C、以各条输电线路为横向维度, 分别以所述地形信息集合、缺陷信息集合为纵向维度, 生成线路地形信息矩阵、线路缺陷信息矩阵

[0037] D、根据各类地形下的线路巡检难度设定权重矩阵

[0038] E、利用所述权重矩阵分别对所述线路地形信息矩阵、线路缺陷信息矩阵进行模糊变换,分别获得地形评估结果、缺陷评估结果

[0039] 其中模糊变换的公式为:

$$[0040] \quad \tilde{B} = \tilde{A} \circ \tilde{R}$$

[0041] 式中, \tilde{B} 为模糊变换得到的地形评估结果或缺陷评估结果, \tilde{A} 表示权重矩阵, \tilde{R} 表示线路地形信息矩阵或线路缺陷信息矩阵。

[0042] F、利用极大原则分别对所述地形评估结果、缺陷评估结果进行归一化,获得地形关联系数、缺陷关联系数;

[0043] 归一化的其公式为:

$$[0044] \quad \beta_i = \frac{\text{Max}(b_i \in \tilde{B})}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

[0045] 式中, β_i 表示归一化得到的地形关联系数或缺陷关联系数, b_i 表示 \tilde{B} 矩阵中的元素, m 表示 \tilde{B} 矩阵的行数, i 为自然数。

[0046] G、分别将所述地形关联系数、缺陷关联系数组织形成各条输电线路的地形系数表、线路缺陷系数表

[0047] H、取所述地形系数表和线路缺陷系数表中对应元素的平均值,获得线路综合系数表;

[0048] I、根据所述线路综合系数表制定对应输电线路的巡检计划

[0049] 该步骤包括以下子步骤:

[0050] 计算线路综合系数表的线性回归值;

[0051] 以该线性回归值为截距进行聚类划分,确定输电线路的关注度级别;

[0052] 依据关注度级别,制定各条输电线路的巡检计划。

[0053] 具体实例

[0054] 下面以一个具体实例进行说明:

[0055] 为实现全面反映输电线路运行状态,为巡检计划的制定和安排提供科学且实用的依据,本发明首先通过输电精益化管理信息系统,如:生产管理信息系统,对所需数据进行统一收集。

[0056] 鉴于输电线路巡检过程中线路名称、特殊区段、所辖线路长度和杆塔编号为基础数据,故收集到的各厂家生产的输电线路数据主要包括:线路名称、特殊区段、所辖长度、杆塔编号这四项。如表一所示:

[0057]

线路	特殊区段	所辖长度(km)	杆塔
A 线 (节选)	冰区	1.499	35#~37#,
	防火区	7.806	1#, 53#~57#, 62#~63#, 218#, 223#, 226#, 234#, 243#~244#, 274#,
	雷击区	20.183	2#~10#, 18#~22#, 35#~38#, 53#~54#, 56#~66#, 76#, 217#~218#, 222#~226#,

[0058]

树木速长区	58.315	1#~2#, 10#, 12#~23#, 25#~26#, 32#, 35#~36#, 39#~43#, 47#, 55#~61#, 63#, 67#~68#, 70#~71#, 73#~74#, 77#, 79#~80#, 92#, 96#, 98#, 117#, 119#, 122#, 131#, 138#, 142#~143#, 146#~149#, 152#, 155#~157#, 166#~168#, 180#~186#, 191#, 195#, 197#, 206#~209#, 216#, 223#~227#, 229#~236#, 243#~246#, 248#~276#,
污秽区	43.816	1#~23#, 35#~37#, 47#~52#, 96#~102#, 113#~118#, 163#~170#, 173#~195#, 218#~224#, 262#~276#,
一般区段	30.057	31#, 33#~34#, 81#~90#, 93#~95#, 103#, 105#~107#, 110#, 112#, 124#~130#, 132#~137#, 139#~141#, 144#~145#, 150#~151#, 153#~154#, 158#~160#, 171#, 196#, 198#~200#, 202#~205#, 210#~214#, 228#, 237#~242#, 247#,
外力破坏区	29.332	1#~8#, 12#, 18#~25#, 36#~45#, 52#, 55#~62#, 72#~79#, 91#, 104#, 138#, 148#, 152#, 167#~170#, 201#, 221#~222#, 230#, 273#~274#,

[0059] 表一

[0060] λ 矩阵基于模糊数学的模糊聚类方法,是事务评价从定性向定量分析有效方法之一,根据 λ 矩阵特性及输电线路相关数据,可构造两个有限论域,集合 U 和集合 V。其中,集合 U 代表各输电线路信息,即:

$$[0061] \quad U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, \dots\} \quad (1)$$

[0062] 由于线路原始区段较为繁杂,通过对线路区段类型进行归类,增设灾害重叠区将树木速长区和一般区段等归为一类后,可得代表地形信息集合 V,即:

$$[0063] \quad V = \{\text{冰区、山火区、雷击区、灾害重叠区、污秽区、外力破坏区}\}$$

[0064] 这样,以集合 U 为横向维度,以集合 V 为纵向维度,并增加 B 线和 C 线的数据,即刻

构成了如表二所示例的矩阵 \tilde{R} 。

[0065]

	A 线			B 线			C 线		
	高山	丘陵	平地	高山	丘陵	平地	高山	丘陵	平地
冰区	0	0	1.499	0	0	0	0	0	0
山火区	6.99	0	0.816	4.129	0.458	0	4.098	0	0
雷击区	11.868	0	8.315	22.035	16.548	4.379	36.234	0	2.608

[0066]

灾害重叠区	37.294	0	51.078	10.455	20.801	16.431	35.285	1.621	25.56
污秽区	9.649	0	34.167	0.801	1.297	2.033	5.919	1.829	1.361
外力破坏区	12.424	0	16.908	0	1.991	22.9	12.362	1.621	32.1

[0067] 表二

[0068] 由于不同地形中输电线路的巡检难度有所不同,所有,还要确定不同地形下各线路的不同巡检难度,这些巡检难度权重值共同构成了另一个矩阵。例如,平原、丘陵和山地的巡视周期平均为:10.5基/天,6.5基/天,2.5基/天,将10.5、6.5、2.5取2.5进行等比例压缩,得:1、2.6、4.2,由于塔基数与巡视的难度成反比,即巡得越多说明难度越小,故:1/1 = 1,1/2.6 = 0.38,1/4.2 = 0.23,将高原的巡检难度系数定义1,可得丘陵、平地的巡检难度系数分别为0.38和0.23,这三个巡检难度系数构成了巡检难度权重值矩阵,即:

[0069] $\tilde{A}=\{1, 0.38, 0.23\}$

[0070] 根据矩阵 \tilde{R} 及矩阵 \tilde{A} ,可进行模糊变换(Fuzzy变换):

[0071] $\tilde{B}=\tilde{A}o\tilde{R}$ (2)

[0072] \tilde{B} 为Fuzzy变换后得到的V上的模糊子集,即评估结果的集合。

[0073] 具体的变换过程,如下列公式所示:

[0074] $b_{ij}=a_{i1}r_{1j}+a_{i2}r_{2j}+\dots+a_{ip}r_{pj}$

[0075] 其中

[0076] $a_{ip}r_{pj}=\sum_{k=1}^p a_{ik}r_{kj},(i=1,2,3\dots m;j=1,2,3\dots n)$

[0077] 以上公式中, b_{ij} 表示Fuzzy变换后的矩阵 \tilde{B} 的元素, a_{ik} 表示矩阵 \tilde{A} 的元素, r_{ik} 表示矩阵 \tilde{R} 的元素。

[0078] 在Fuzzy变换过程中,为了兼顾各元素影响,突出集合中数值最大的元素对线路状态的影响,利用“极大原则”可将线路巡检时涉及到的地形因素压缩在[0,1]的区间上,

并通过 λ 截距对关注度等级进行划分。

[0079] 上述模糊变换中根据“极大原则”得出的各条输电线路在不同区段地形因素的关联度系数记为 β_i ：

$$[0080] \quad \beta_i = \frac{\text{Max}(b_i \in \tilde{B})}{\sum_{i=1}^m b_i} \quad (3)$$

[0081] 式中, b_i 表示矩阵 \tilde{B} 中的元素, m 表示矩阵 \tilde{B} 的行数。

[0082] 按照上述方法, 可得如下各线路的地形系数表

[0083]

	A 线	B 线	C 线	D 线	E 线	F 线	G 线	H 线	I 线	J 线	K 线	L 线
冰区	0.0016	0.0000	0.0000	0.0208	0.0000	0.0000	0.0569	0.0410	0.0352	0.1243	0.3649	0.3554
灾害重叠区	0.2014	0.0310	0.0480	0.0970	0.0878	0.0339	0.0312	0.0829	0.1001	0.1288	0.1283	0.0297
山火区	0.0285	0.0175	0.0163	0.1099	0.0399	0.0140	0.0808	0.2487	0.2661	0.0639	0.1132	0.0012
雷击区	0.0403	0.0970	0.1073	0.0524	0.0582	0.0886	0.0369	0.0788	0.0522	0.0000	0.3528	0.0355
污秽区	0.1848	0.0217	0.0766	0.1738	0.0576	0.0589	0.0781	0.0423	0.0884	0.0556	0.1516	0.0105
外力破坏区	0.1343	0.0555	0.1270	0.1238	0.0507	0.0537	0.0290	0.0643	0.0437	0.0720	0.2274	0.0187

[0084] 表三

[0085] 通过上述演算, 可根据各条输电线路的地形信息得到各线路的地形系数。

[0086] 考虑到实际生产中, 输电线路巡检判定时对地形因素和缺陷因素的双重考虑, 在得到表三的基础上, 还应以同样的方法对缺陷因素进行 Fuzzy 变换, 以便实现输电线路巡检判定方法的多因素平衡。其步骤如下：

[0087] 收集各条输电线路的缺陷数据后, 可同样进行论域构建, 横向维度为各输电线路信息, 纵向维度为缺陷信息。

[0088] 而后, 根据不同地形的巡检难度权重矩阵 $\tilde{A}=\{1, 0.38, 0.23\}$, 按照“极大原则”, 即可得各输电线路的缺陷系数表, 如下所示。

[0089]

	A 线	B 线	C 线	D 线	E 线	F 线	G 线	H 线	I 线	J 线	K 线	L 线
冰区	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
灾害重叠区	0.0635	0.0841	0.0773	0.0916	0.0929	0.0565	0.1129	0.1074	0.0937	0.0571	0.0989	0.0640
山火区	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000	0.0000	0.1667	0.0000	0.0000	0.0000
雷击区	0.0065	0.0839	0.1032	0.0452	0.1226	0.0645	0.0710	0.1097	0.1032	0.0000	0.1677	0.1226
污秽区	0.0182	0.0182	0.0545	0.4727	0.2000	0.0182	0.0364	0.0000	0.0727	0.0182	0.0545	0.0364
外力破坏区	0.0847	0.0847	0.1144	0.1229	0.0636	0.0847	0.1441	0.1059	0.0975	0.0127	0.0466	0.0381

[0090] 表四

[0091] 将表三、表四对应元素融合，即取地形系数表和线路缺陷系数表中对应元素的平均值作为线路综合系数表的元素。例如，将表三中冰区 A 线的 0.0016 和表四冰区 A 线的

0.0000 相加,然后除以 2,得到 0.0008,即表五中冰区 A 线的数值;以此类推,得到下表结果:

[0092]

	A 线	B 线	C 线	D 线	E 线	F 线	G 线	H 线	I 线	J 线	K 线	L 线
冰区	0.0008	0.0000	0.0000	0.0104	0.0000	0.0000	0.0284	0.0205	0.0176	0.0621	0.1824	0.1777
灾害重叠区	0.1324	0.0575	0.0626	0.0943	0.0903	0.0452	0.0720	0.0951	0.0969	0.0929	0.1136	0.0468
山火区	0.1809	0.0087	0.0081	0.05495	0.0199	0.007	0.2904	0.1243	0.2164	0.0319	0.0566	0.0006
雷击区	0.0234	0.0904	0.1052	0.0488	0.0904	0.0765	0.0539	0.0942	0.0777	0.0000	0.2602	0.0790
污秽区	0.1015	0.0199	0.0655	0.32325	0.1288	0.0385	0.0572	0.0211	0.0805	0.0369	0.1030	0.0234
外力破坏区	0.1095	0.0701	0.1207	0.12335	0.0571	0.0692	0.0865	0.0851	0.0706	0.0423	0.137	0.0284

[0093] 表五

[0094] 根据上表,以公式 (3) 计算而得线性回归值为 λ 截距进行聚类划分,根据公式

[0095]
$$\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

[0096] 可得表五的平均值“0.07639”。上式中, x_i 表示每个特殊区域类型中的各个数值, n 表示十二条线路。以此平均值为临界值,可得如下各线路特殊区段的关注级别,如下表六所示。

[0097]

	A 线	B 线	C 线	D 线	E 线	F 线	G 线	H 线	I 线	J 线	K 线	L 线
冰区	I 级	I 级	I 级	I 级	I 级	I 级	I 级	I 级	I 级	I 级	II 级	II 级
灾害重叠区	II 级	I 级	I 级	II 级	II 级	I 级	I 级	II 级	II 级	II 级	II 级	I 级
山火区	II 级	I 级	I 级	I 级	I 级	I 级	II 级	II 级	II 级	I 级	I 级	I 级
雷击区	I 级	II 级	II 级	I 级	II 级	II 级	I 级	II 级	II 级	I 级	II 级	II 级
污秽区	II 级	II 级	I 级	II 级	II 级	I 级	I 级	I 级	II 级	I 级	II 级	I 级
外力破坏区	II 级	I 级	II 级	II 级	I 级	I 级	II 级	II 级	I 级	I 级	II 级	I 级

[0098] 表六

[0099] 其中 I 级为较低级别, II 级为较高级别,以此为依据,可对巡检中的人员、任务进行调整,适当加强 II 级线路的巡视工作,以便及时发现各线路存在的问题。

[0100] 随着智能电网的建设,输电线路的运行维护数据逐步在统一的信息平台上的集成共享,这部分数据的积累和沉淀,为输电线路综合状态评估提供了重要的数据基础。因此以输电线路运行维护数据为基础,采用现代数学方法和模型,推动输电线路巡检向基于全景状态描述的数据处理和故障分析方向发展,有效地通过数据分析算法及模型对不同线路情况进行综合分析,将是推进输电线路巡检计划科学合理安排的重要支撑。

[0101] 本发明采用了基于模糊数学的模糊聚类方法,是事务评价从定性向定量分析有效方法之一,能综合输电线路的各种信息,为线路巡检提供可考量的参考系数,增强了巡检计划制定的科学性;输电线路的数据采集过程中,便于规定统一的数据格式,能一定程度实现数据的降噪处理,保证了后续建模数据源的准确性;覆盖全部输电线路的信息,避免了数据缺失;构建权重矩阵时,可对难度比值进行归一化处理,降低了数据的波动性,提高数据处理的效率;模糊变换中,采用极大原则,可更准确的反应采集到的数据原来的分布形态;以线性回归值为截距进行聚类划分后得出输电线路的关注度级别,数据更为客观性,避免人为干扰。

[0102] 上列详细说明是针对本发明可行实施例的具体说明,该实施例并非用以限制本发明的专利范围,凡未脱离本发明所为的等效实施或变更,均应包含于本案的专利范围内。

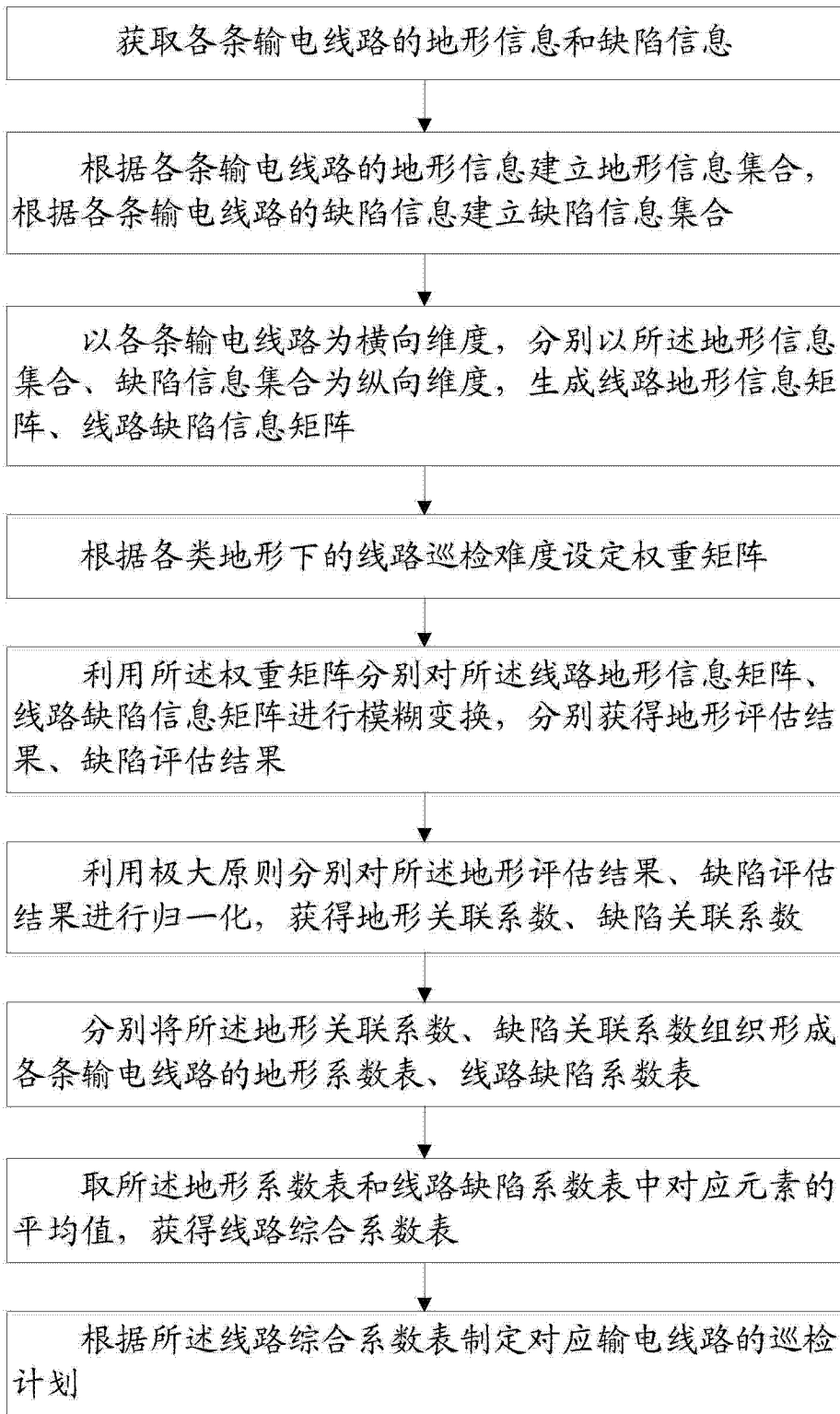


图 1