



(21) 申请号 202210352085.4

(22) 申请日 2022.04.02

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114861981 A

(43) 申请公布日 2022.08.05

(73) 专利权人 国网湖北省电力有限公司电力科学研究院

地址 430077 湖北省武汉市洪山区徐东大街227号

(72) 发明人 黄俊杰 周学明 付剑津 高正旭
冯志强 史天如 李籽剑 张耀东
任想 毛晓坡

(74) 专利代理机构 武汉楚天专利事务所 42113
专利代理师 孔敏

(51) Int.Cl.

G06F 18/2431 (2023.01)

G06Q 10/063 (2023.01)

G06Q 50/06 (2024.01)

(56) 对比文件

CN 105808819 A, 2016.07.27

审查员 张亨

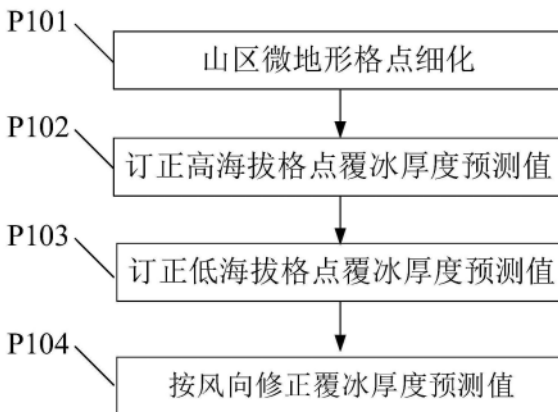
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种山区微地形输电线路覆冰厚度精细化预测方法

(57) 摘要

本发明提供一种山区微地形输电线路覆冰厚度精细化预测方法,包括:(1)将山区微地形 $3\text{km}\times 3\text{km}$ 覆冰厚度预测格点细化为 $300\text{m}\times 300\text{m}$ 格点,确定每个细化格点类别;细化格点按照类别分为高海拔格点、山脊格点、迎风格点和背风格点4类;(2)订正高海拔格点覆冰厚度预测值;(3)订正低海拔格点覆冰厚度预测值;(4)按风向修正步骤(3)订正的迎风格点和山脊格点覆冰厚度预测值。本发明实现了档段级的覆冰厚度预测,提高了微地形区域线路覆冰厚度预测准确性,具有适用性广、计算速度快的优点。



1. 一种山区微地形输电线路覆冰厚度精细化预测方法,其特征在于包括如下步骤:

(1) 将山区微地形3km×3km覆冰厚度预测格点细化为300m×300m格点,确定每个细化格点类别:细化格点按照类别分为高海拔格点、山脊格点、迎风格点和背风格点4类;

(2) 订正高海拔格点覆冰厚度预测值;

(3) 订正背风格点、迎风格点和山脊格点覆冰厚度预测值;

(4) 按风向修正步骤(3)订正的迎风格点和山脊格点覆冰厚度预测值;

所述步骤(2)订正高海拔格点覆冰厚度预测值步骤具体为:采用下式求某一个高海拔格点冰厚,其中 $D_{\text{预报冰厚}}$ 为3km×3km大格点的覆冰厚预测值,A为大格点的平均海拔高度; $ICE_{\text{高海拔}}$ 为该高海拔格点的订正覆冰厚度预测值,B该高海拔格点的海拔高度:

$$ICE_{\text{高海拔}} = D_{\text{预报冰厚}} \left(\frac{0.1494 \ln(B) - 0.3119}{0.1494 \ln(A) - 0.3119} \right);$$

所述步骤(3)订正背风格点、迎风格点和山脊格点覆冰厚度预测值步骤具体为:在3km×3km格点细划为100个300m×300m格点中,设背风格点数量为a,迎风格点数量为b,山脊格点数量为c,采用下式求细分格点覆冰厚度订正值:

$$\begin{cases} ICE_{\text{山脊}} = \frac{(a+b+c)D_{\text{预报冰厚}}}{0.299a + 0.802b + c} \\ ICE_{\text{背风}} = 0.299ICE_{\text{山脊}} \\ ICE_{\text{迎风}} = 0.802ICE_{\text{山脊}} \end{cases}$$

其中 $ICE_{\text{背风}}$ 、 $ICE_{\text{迎风}}$ 、 $ICE_{\text{山脊}}$ 分别为背风格点、迎风格点和山脊格点覆冰厚度订正值, $D_{\text{预报冰厚}}$ 为3km×3km大格点的覆冰厚预测值;

所述步骤(4)按风向修正迎风格点和山脊格点覆冰厚度预测值步骤具体为:对于迎风格点和山脊格点,采用下式修正覆冰厚度预测值,即迎风格点和山脊格点修正后的覆冰厚度预测值 $ICE_{\text{迎风修正}}$ 和 $ICE_{\text{山脊修正}}$ 分别为:

$$\begin{cases} ICE_{\text{迎风修正}} = k \times ICE_{\text{迎风}} \\ ICE_{\text{山脊修正}} = k \times ICE_{\text{山脊}} \end{cases}$$

其中 $ICE_{\text{迎风}}$ 、 $ICE_{\text{山脊}}$ 分别为迎风格点和山脊格点覆冰厚度订正值,k为修正系数,其计算公式为:

$$k = 0.013\alpha + 0.5862$$

其中 $\alpha \in [0^\circ, 90^\circ]$,为导线与风向夹角。

2. 如权利要求1所述的山区微地形输电线路覆冰厚度精细化预测方法,其特征在于:所述步骤(1)山区微地形3km×3km覆冰厚度预测格点细化为300m×300m格点,确定每个细化格点类别步骤具体为:1)按照细化格点海拔高度是否大于2000m,划分为高海拔格点和低海拔格点;2)对低海拔格点,按是否位于迎风坡划分为迎风坡格点和背风坡格点;3)对迎风坡格点,按是否位于山脊线划分为山脊格点和迎风格点。

3. 如权利要求2所述的山区微地形输电线路覆冰厚度精细化预测方法,其特征在于:所述步骤(1)中,对低海拔格点,按是否位于迎风坡划分为迎风坡格点和背风坡格点,具体为:通过DEM数据计算某一细化格点的坡向,如该格点坡向位于气象数值模式中的风向 $\pm 90^\circ$ 范

围内,判定该细化格点为迎风坡格点;否则判定该细化格点为背风坡格点。

4.如权利要求2所述的山区微地形输电线路覆冰厚度精细化预测方法,其特征在于:所述步骤(1)中,对迎风坡格点,按是否位于山脊线划分为山脊格点和迎风格点,具体为:1)通过DEM邻域分析得到正地形;2)对DEM进行填洼,分析求出流向流量;3)提取出流量累积为零的值与正地形求交,即得到山脊线,将迎风坡格点按是否位于山脊线划分为山脊格点和迎风格点。

一种山区微地形输电线路覆冰厚度精细化预测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及输电线路运维防灾预警技术领域,具体是一种山区微地形输电线路覆冰厚度精细化预测方法。

背景技术

[0002] 架空输电线路覆冰,一直都是威胁电网安全稳定运行的重要自然因素。位于山区覆冰微地形区的架空输电线路,往往覆冰情况更加严重,引起线路过载、不同期或不均匀脱冰、冰闪等一系列现象,造成了大量因覆冰导致的断线、倒塔等电网事故。利用气象预报信息,结合输电线路等值覆冰厚度计算模型,可实现对输电线路覆冰厚度预测,为制定应急预案,开展防灾应急处置争取时间。

[0003] 但是输电线路段处于垭口、高山分水岭、峡谷风道等山区微地形时,小气候特点突出,基于大空间分辨率的气象预报结果,无法准确反映微地形区气象实际情况,给山区微地形区输电线路覆冰厚度预测带来较大误差。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种山区微地形输电线路覆冰厚度精细化预测方法,提高微地形区域线路覆冰厚度预测准确性,具有适用性广、计算速度快的优点。

[0005] 为了达到上述目的,本发明提供一种微地形区输电线路覆冰厚度精细化预测方法,包括下列步骤:

[0006] (1) 将山区微地形 $3\text{km} \times 3\text{km}$ 覆冰厚度预测格点细化为 $300\text{m} \times 300\text{m}$ 格点,确定每个细化格点类别:细化格点按照类别分为高海拔格点、山脊格点、迎风格点和背风格点4类;

[0007] (2) 订正高海拔格点覆冰厚度预测值;

[0008] (3) 订正背风格点、迎风格点和山脊格点覆冰厚度预测值;

[0009] (4) 按风向修正步骤(3)订正的迎风格点和山脊格点覆冰厚度预测值。

[0010] 进一步的,所述步骤(1)山区微地形 $3\text{km} \times 3\text{km}$ 覆冰厚度预测格点细化为 $300\text{m} \times 300\text{m}$ 格点,确定每个细化格点类别步骤具体为:1)按照细化格点海拔高度是否大于 2000m ,划分为高海拔格点和低海拔格点;2)对低海拔格点,按是否位于迎风坡划分为迎风坡格点和背风坡格点;3)对迎风坡格点,按是否位于山脊线划分为山脊格点和迎风格点。

[0011] 进一步的,所述步骤(1)中,对低海拔格点,按是否位于迎风坡划分为迎风坡格点和背风坡格点,具体为:通过DEM数据计算某一细化格点的坡向,如该格点坡向位于气象数值模式中的风向 $\pm 90^\circ$ 范围内,判定该细化格点为迎风坡格点;否则判定该细化格点为背风坡格点。

[0012] 进一步的,所述步骤(1)中,对迎风坡格点,按是否位于山脊线划分为山脊格点和迎风格点,具体为:1)通过DEM邻域分析得到正地形;2)对DEM进行填洼,分析求出流向流量;3)提取出流量累积为零的值与正地形求交,即得到山脊线,将迎风坡格点按是否位于山脊线划分为山脊格点和迎风格点。

[0013] 进一步的,所述步骤(2)订正高海拔格点覆冰厚度预测值步骤具体为:采用下式求某一个高海拔格点冰厚,其中 $D_{\text{预报冰厚}}$ 为 $3\text{km} \times 3\text{km}$ 大格点的覆冰厚预测值, A 为大格点的平均海拔高度; $ICE_{\text{高海拔}}$ 为该高海拔格点的订正覆冰厚度预测值, B 为该高海拔格点的海拔高度:

$$[0014] \quad ICE_{\text{高海拔}} = D_{\text{预报冰厚}} \left(\frac{0.1494 \ln(B) - 0.3119}{0.1494 \ln(A) - 0.3119} \right).$$

[0015] 进一步的,所述步骤(3)订正背风格点、迎风格点和山脊格点覆冰厚度预测值步骤具体为:在 $3\text{km} \times 3\text{km}$ 格点细划为100个 $300\text{m} \times 300\text{m}$ 格点中,设背风格点数量为 a ,迎风格点数量为 b ,山脊格点数量为 c ,采用下式求细分格点覆冰厚度订正值:

$$[0016] \quad \begin{cases} ICE_{\text{山脊}} = \frac{(a+b+c)D_{\text{预报冰厚}}}{0.299a + 0.802b + c} \\ ICE_{\text{背风}} = 0.299ICE_{\text{山脊}} \\ ICE_{\text{迎风}} = 0.802ICE_{\text{山脊}} \end{cases}$$

[0017] 其中 $ICE_{\text{背风}}$ 、 $ICE_{\text{迎风}}$ 、 $ICE_{\text{山脊}}$ 分别为背风格点、迎风格点和山脊格点覆冰厚度订正值, $D_{\text{预报冰厚}}$ 为 $3\text{km} \times 3\text{km}$ 大格点的覆冰厚预测值。

[0018] 进一步的,所述步骤(4)按风向修正迎风格点和山脊格点覆冰厚度预测值步骤具体为:对于迎风格点和山脊格点,采用下式修正覆冰厚度预测值,即迎风格点和山脊格点修正后的覆冰厚度预测值 $ICE_{\text{迎风修正}}$ 和 $ICE_{\text{山脊修正}}$ 分别为:

$$[0019] \quad \begin{cases} ICE_{\text{迎风修正}} = k \times ICE_{\text{迎风}} \\ ICE_{\text{山脊修正}} = k \times ICE_{\text{山脊}} \end{cases}$$

[0020] 其中 $ICE_{\text{迎风}}$ 、 $ICE_{\text{山脊}}$ 分别为迎风格点和山脊格点覆冰厚度订正值, k 为修正系数,其计算公式为:

$$[0021] \quad k = 0.013\alpha + 0.5862$$

[0022] 其中 $\alpha \in [0^\circ, 90^\circ]$,为导线与风向夹角。

[0023] 本发明的优点在于:

[0024] 1、本发明将 $3\text{km} \times 3\text{km}$ 格点均分为100个 $300\text{m} \times 300\text{m}$ 细化格点,在不提高气象要素预测精度的情况下,解决了目前覆冰厚度预测值无法准确反映山区微地形输电线路覆冰厚度的问题;

[0025] 2、本发明将山区微地形格点分为高海拔格点、山脊格点、迎风格点和背风格点4类,分类进行覆冰厚度预测值订正,计算工作量小,结果准确,满足现场工作需要。

附图说明

[0026] 图1为本发明中山区微地形细化格点分类示意图;

[0027] 图2为本发明中山脊格点判定示意图;

[0028] 图3为本发明中应用案例覆冰厚度预报图;

[0029] 图4为本发明中应用案例卫星影像图;

[0030] 图5为本发明一种山区微地形输电线路覆冰厚度精细化预测方法的流程示意图。

具体实施方式

[0031] 下面将结合本发明中的附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0032] 如图5所示,本发明实施例提供一种山区微地形输电线路覆冰厚度精细化预测方法,包括如下步骤:

[0033] 步骤P101:将山区微地形3km×3km覆冰厚度预测格点细化为300m×300m格点,确定每个细化格点类别。

[0034] 具体的,按照细化格点海拔高度是否大于2000m,划分为高海拔格点和低海拔格点;对低海拔格点,按是否位于迎风坡划分为迎风坡格点和背风坡格点;对迎风坡格点,按是否位于山脊线划分为山脊格点和迎风格点。综上,细化格点分为高海拔格点、山脊格点、迎风格点和背风格点4类,分类流程如图1所示。

[0035] 其中,对低海拔格点,按是否位于迎风坡划分为迎风坡格点和背风坡格点,具体为:

[0036] 通过DEM数据计算某一细化格点的坡向,如该格点坡向位于气象数值模式中的风向±90°范围内,判定该细化格点为迎风坡格点;否则判定该细化格点为背风坡格点。

[0037] 其中,对迎风坡格点,按是否位于山脊线划分为山脊格点和迎风格点,具体为:

[0038] 由于山脊线属于正地形,通过DEM邻域分析得到正地形;山脊线相当于分水线,是水流的起源点,这些格点的水流方向只存在流出方向而不存在流入方向,所以汇流累积量为零,故对DEM进行填洼,分析求出流向流量;提取出流量累积量为零的值与正地形求交,即得到山脊线,将迎风坡格点按是否位于山脊线划分为山脊格点和迎风格点,具体判断流程如图2所示。

[0039] 步骤P102:订正高海拔格点覆冰厚度预测值。

[0040] 具体的,采用下式求某一个高海拔格点冰厚,其中 $D_{\text{预报冰厚}}$ 为3km×3km大格点的覆冰厚度预测值,A为大格点的平均海拔高度; $ICE_{\text{高海拔}}$ 为该高海拔格点的订正覆冰厚度预测值,B该高海拔格点的海拔高度。

$$[0041] \quad ICE_{\text{高海拔}} = D_{\text{预报冰厚}} \left(\frac{0.1494 \ln(B) - 0.3119}{0.1494 \ln(A) - 0.3119} \right)$$

[0042] 例如某一3km×3km区域的格点覆冰厚度预测值为20mm,该区域的平均海拔为A(1500m),针对该区域内的100个300m×300m的细分格点,假设某一格点海拔为B(2600m),则经计算后该高海拔格点的订正覆冰厚度预测值为22.1mm。

[0043] 步骤P103:订正背风格点、迎风格点和山脊格点覆冰厚度预测值。

[0044] 具体的,在3km×3km格点细划为100个300m×300m格点中,设背风格点数量为a,迎风格点数量为b,山脊格点数量为c,采用下式求细分格点覆冰厚度订正值,其中 $ICE_{\text{背风}}$ 、 $ICE_{\text{迎风}}$ 、 $ICE_{\text{山脊}}$ 分别为背风格点、迎风格点和山脊格点覆冰厚度订正值:

$$[0045] \quad \begin{cases} ICE_{\text{山脊}} = \frac{(a+b+c)D_{\text{预报冰厚}}}{0.299a + 0.802b + c} \\ ICE_{\text{背风}} = 0.299ICE_{\text{山脊}} \\ ICE_{\text{迎风}} = 0.802ICE_{\text{山脊}} \end{cases}$$

[0046] 例如某3km×3km区域的格点预报冰厚为20mm,细划为300m×300m的100个格点中,

背风坡格点数量a为70个,迎风格点数量b为20个,山脊格点数量c为10个,则按上式可求得山脊格点的覆冰厚度预测值为42.6mm,背风格点的覆冰厚度预测值为12.7mm,迎风格点覆冰厚度预测值为34.2mm。

[0047] 步骤P104:按风向修正迎风格点和山脊格点覆冰厚度预测值。

[0048] 具体的,对于迎风格点和山脊格点,采用修正系数k修正覆冰厚度预测值:

$$[0049] \quad \begin{cases} ICE_{\text{迎风修正}} = k \times ICE_{\text{迎风}} \\ ICE_{\text{山脊修正}} = k \times ICE_{\text{山脊}} \end{cases}$$

[0050] $k = 0.013\alpha + 0.5862$

[0051] 其中k为修正系数, $\alpha \in [0^\circ, 90^\circ]$,为导线与风向夹角。

[0052] 例如上述某迎风格点导线与风向夹角为 45° ,则 $k = 0.013 \times 45 + 0.5862 = 1.17$,修正后该格点覆冰厚度预测值为 $34.2 \times 1.17 = 40.1\text{mm}$ 。

[0053] 应用实例:在某220kV线路因冰害跳闸分析中,调取覆冰预报模型对应时次的预报数据,如图3所示。故障点区域位置3km×3km网格的预报冰厚为12.4mm,该预报是基于3km×3km网格的覆冰预报得出的,该线路#1-#10号杆塔均为12.4mm的冰厚。

[0054] 图4为该线路#1-#10号塔卫星影像图,#6-#7两基杆塔属于明显山区微地形,按本发明技术方案订正覆冰厚度预测值。

[0055] 在细化的100个格点中,无高海拔格点,背风格点59个,迎风格点36个,山脊格点5个,订正后杆塔覆冰厚度预测值如下表1所示。

[0056] 表1

[0057]

杆塔编号	迎风格点	背风格点	山脊格点	修正冰厚(mm)
1		√		7.2
2		√		7.2
3		√		7.2
4		√		7.2
5		√		7.2
6			√	24.1
7	√			19.3
8		√		7.2
9		√		7.2
10	√			19.3

[0058] 运维人员调查现场导线覆冰情况反馈,#6、#7和#10塔附近导线覆冰明显较其它部分严重,估算#6-#7导线覆冰厚度约为20mm,与预测覆冰厚度吻合。

[0059] 本发明将山区微地形分为高海拔山区和低海拔山区两类。对每类微地形区域,基于海拔高度、坡向、山脊线和鞍部点等要素建立覆冰厚度量化修正模型。基于微地形区3km×3km空间分辨率的输电线路覆冰厚度模式预报产品,将3km×3km格点均分为100个300m×300m细化格点,对每个细化格点计算覆冰厚度,实现微地形区域300m×300m的高精度输电线路覆冰厚度预测。考虑到山区220kV、500kV输电线路平均档距约为300m,本发明可实现档段级的覆冰厚度预测,提高了微地形区域线路覆冰厚度预测准确性,具有适用性广、计算速

度快的优点。

[0060] 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,任何属于本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

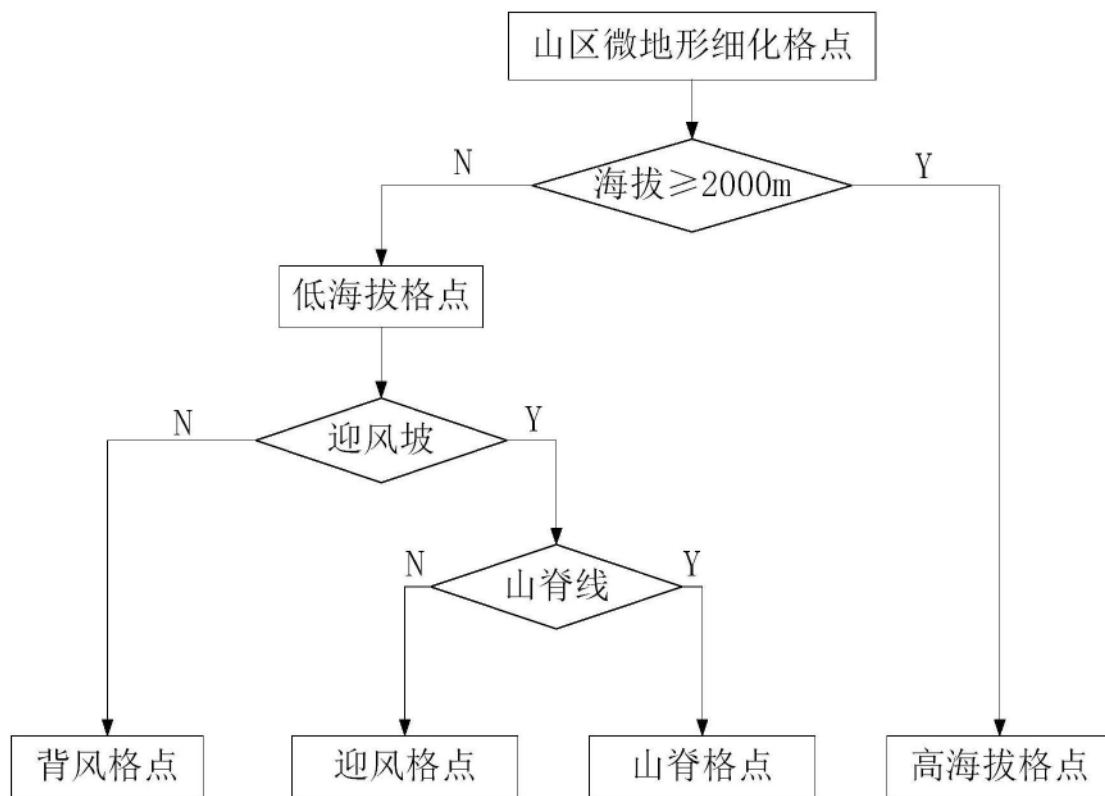


图1

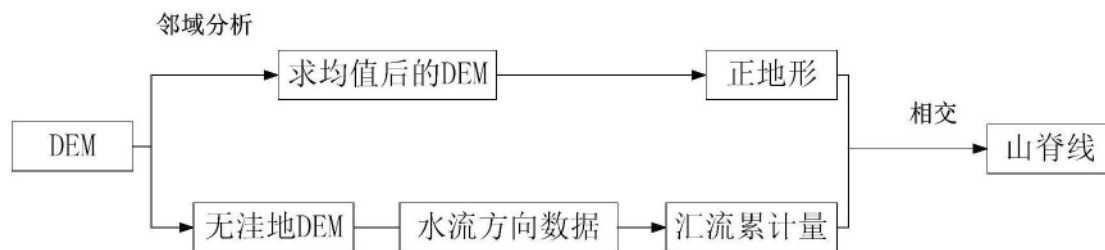


图2

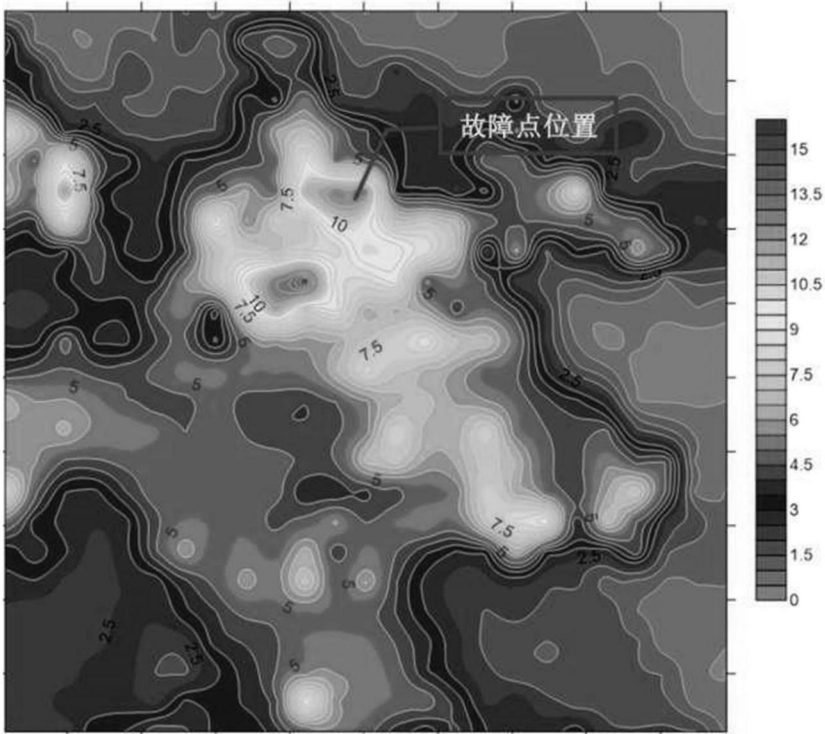


图3



图4

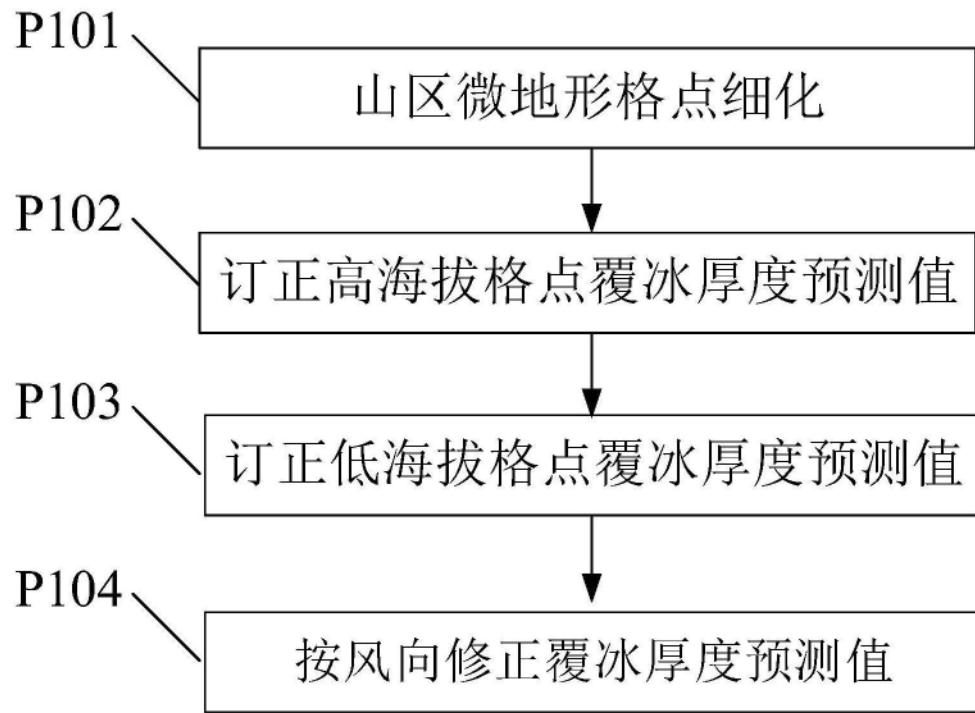


图5