



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108052734 A

(43)申请公布日 2018.05.18

(21)申请号 201711318102.8

G06N 3/08(2006.01)

(22)申请日 2017.12.12

G06N 3/04(2006.01)

G01W 1/10(2006.01)

(71)申请人 中国电力科学研究院有限公司

地址 100192 北京市海淀区清河小营东路
15号

申请人 国家电网公司

(72)发明人 卢甜甜 时卫东 殷禹 沈海滨
陈秀娟 张刘春 张搏宇 贺子鸣
雷挺 张兆华 赵霞 康鹏
吕雪斌

(74)专利代理机构 北京工信联合知识产权代理
有限公司 11266

代理人 郭一斐

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

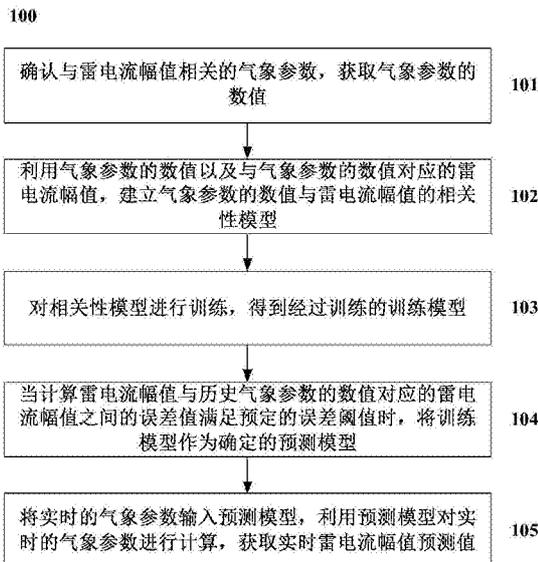
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种基于气象参数对雷电流幅值进行预测的方法及系统

(57)摘要

本发明公开了基于气象参数对雷电流幅值进行预测的方法:确认与雷电流幅值相关的气象参数,获取气象参数的数值;利用气象参数的数值以及与气象参数的数值对应的雷电流幅值,建立气象参数的数值与雷电流幅值的相关性模型;选取多次输电线路遭受雷击跳闸时气象参数的数值作为相关性模型的输入参数,选取对应的输电线路跳闸时的雷电流幅值为输出参数,对相关性模型进行训练;选取历史气象参数的数值,利用训练模型对历史气象参数的数值进行计算,获取计算雷电流幅值;当计算雷电流幅值与历史气象参数的数值对应的雷电流幅值之间的误差值满足预定的误差阈值时,将训练模型作为确定的预测模型;将实时气象参数输入预测模型,获取实时雷电流幅值预测值。



1. 一种基于气象参数对雷电流幅值进行预测的方法，
确认与雷电流幅值相关的气象参数，获取所述气象参数的数值；
利用所述气象参数的数值以及与所述气象参数的数值对应的雷电流幅值，建立所述气象参数的数值与所述雷电流幅值的相关性模型；
选取多次输电线路遭受雷击跳闸时气象参数的数值作为所述相关性模型的输入参数，选取与所述气象参数的数值对应的输电线路跳闸时的雷电流幅值为输出参数，对所述相关性模型进行训练，得到经过训练的训练模型；
选取历史气象参数的数值，利用所述训练模型对所述历史气象参数的数值进行计算，获取计算雷电流幅值；当所述计算雷电流幅值与历史气象参数的数值对应的雷电流幅值之间的误差值满足预定的误差阈值时，将所述训练模型作为确定的预测模型，用于对雷电流幅值进行预测；
将实时的气象参数输入所述预测模型，利用所述预测模型对所述实时的气象参数进行计算，获取实时雷电流幅值预测值。
2. 根据权利要求1所述的方法，所述气象参数包括：回波强度，回波顶高，垂直积累液态水含量，组合反射率因子。
3. 根据权利要求1所述的方法，利用神经网络算法对所述相关性模型进行训练，得到经过训练的训练模型。
4. 根据权利要求3所述的方法，包括：利用神经网络算法建立神经网络，设置所述神经网络中各个连接链的权值和阈值。
5. 根据权利要求3所述的方法，当所述计算雷电流幅值与历史气象参数的数值对应的雷电流幅值之间的误差值满足预定的误差阈值时，对所述神经网络中各个连接链的权值和阈值进行调整。
6. 一种基于气象参数对雷电流幅值进行预测的系统，
初始单元，用于确认与雷电流幅值相关的气象参数，获取所述气象参数的数值；
建立单元，利用所述气象参数的数值以及与所述气象参数的数值对应的雷电流幅值，建立所述气象参数的数值与所述雷电流幅值的相关性模型；
训练单元，用于选取多次输电线路遭受雷击跳闸时气象参数的数值作为所述相关性模型的输入参数，选取与所述气象参数的数值对应的输电线路跳闸时的雷电流幅值为输出参数，对所述相关性模型进行训练，得到经过训练的训练模型；
确认单元，用于选取历史气象参数的数值，利用所述训练模型对所述历史气象参数的数值进行计算，获取计算雷电流幅值；当所述计算雷电流幅值与历史气象参数的数值对应的雷电流幅值之间的误差值满足预定的误差阈值时，将所述训练模型作为确定的预测模型，用于对雷电流幅值进行预测；
预测单元，用于将实时的气象参数输入所述预测模型，利用所述预测模型对所述实时的气象参数进行计算，获取所述实时雷电流幅值预测值。
7. 根据权利要求6所述的系统，所述气象参数包括：回波强度，回波顶高，垂直积累液态水含量，组合反射率因子。
8. 根据权利要求6所述的系统，所述训练单元还用于：利用神经网络算法对所述相关性模型进行训练，得到经过训练的训练模型。

9. 根据权利要求8所述的系统,所述训练单元还用于:利用神经网络算法建立神经网络,设置所述神经网络中各个连接链的权值和阈值。

10. 根据权利要求8所述的方法,所述确认单元还用于:当所述计算雷电流幅值与历史气象参数的数值对应的雷电流幅值之间的误差值满足预定的误差阈值时,对所述神经网络中各个连接链的权值和阈值进行调整。

一种基于气象参数对雷电流幅值进行预测的方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及输电线路安全技术领域,更具体地,涉及一种基于气象参数对雷电流幅值进行预测的方法及系统。

背景技术

[0002] 电力系统的安全稳定运行是经济健康发展的前提条件之一,然而雷击事故是威胁电力系统正常运行的重要因素。雷击产生的过电压和大电流不仅可以引发绝缘子闪络、断路器击穿、架空线断线等事故,破坏电力设备,更为严重的是,雷击对关键电力设备的破坏会引起区域性停电,导致巨大的直接与间接经济损失。统计数据表明,雷击是造成电力系统线路跳闸的主要原因,以往的研究主要侧重于加强线路绝缘设计与架设雷电防护设施,在针对输电线路的雷电预警方面研究较少,而雷电预测可以协助电力运行部门及时评估输电线路雷击风险,以便采取必要措施减少甚至避免线路跳闸造成的损失,具有重要意义。

[0003] 近年来气象部门通过天气雷达和闪电定位仪等开展了雷电监测预报方法研究,并将其成功应用于实践。然而输电线路雷电预警和气象雷电预警存在较大区别,气象部分主要是针对某一区域内的雷电进行预报,而电力部门需要在区域雷电预报的基础上进一步根据输电线路基本信息、线路结构特征及绝缘配置、线路地形地貌特征等,针对某一条线路或者某一基杆塔给出精细化雷害风险等级或者雷击闪络跳闸概率。由于受气象条件和电场条件等因素影响,不同地区雷电活动特征存在明显差异,即使同一地区,不同季节其电荷结构也可能不同。现有技术没有将特定气象特征参数转化为用于线路雷击跳闸概率计算的关键参数,不能将气象参数作为电力部门对雷击灾害风险评估和防范的条件。

[0004] 输电线路的防雷性能在工程计算中用耐雷水平和雷击跳闸率来衡量。根据规程,雷击杆塔顶部发生闪络并建立电弧,或者雷绕过避雷线击于导线发生闪络并建立电弧,线路将发生跳闸。输电线路雷击跳闸的前提是雷电流幅值超过线路的反击或绕击耐雷水平,因此,输电线路雷击跳闸概率的计算首先需要获取雷电流幅值。而雷电流与气象条件、地理环境等因素有关,是一个随机变量,雷电探测设备得不到雷电流的预报幅值。

[0005] 因此,需要一种技术,以实现基于气象参数对雷电流幅值进行预测。

发明内容

[0006] 本发明提供了一种基于气象参数对雷电流幅值进行预测的方法及系统,以实现如何基于气象参数对雷电流幅值进行预测的技术。

[0007] 为了解决上述问题,本发明提供了一种基于气象参数对雷电流幅值进行预测的方法,

[0008] 确认与雷电流幅值相关的气象参数,获取所述气象参数的数值;

[0009] 利用所述气象参数的数值以及与所述气象参数的数值对应的雷电流幅值,建立所述气象参数的数值与所述雷电流幅值的相关性模型;

[0010] 选取多次输电线路遭受雷击跳闸时气象参数的数值作为所述相关性模型的输入

参数,选取与所述气象参数的数值对应的输电线路跳闸时的雷电流幅值为输出参数,对所述相关性模型进行训练,得到经过训练的训练模型;

[0011] 选取历史气象参数的数值,利用所述训练模型对所述历史气象参数的数值进行计算,获取计算雷电流幅值;当所述计算雷电流幅值与历史气象参数的数值对应的雷电流幅值之间的误差值满足预定的误差阈值时,将所述训练模型作为确定的预测模型,用于对雷电流幅值进行预测;

[0012] 将实时的气象参数输入所述预测模型,利用所述预测模型对所述实时的气象参数进行计算,获取实时雷电流幅值预测值。

[0013] 优选地,所述气象参数包括:回波强度,回波顶高,垂直积累液态水含量,组合反射率因子。

[0014] 优选地,利用神经网络算法对所述相关性模型进行训练,得到经过训练的训练模型。

[0015] 优选地,包括:利用神经网络算法建立神经网络,设置所述神经网络中各个连接链的权值和阈值。

[0016] 优选地,当所述计算雷电流幅值与历史气象参数的数值对应的雷电流幅值之间的误差值满足预定的误差阈值时,对所述神经网络中各个连接链的权值和阈值进行调整。

[0017] 基于本发明的另一方面,提供一种基于气象参数对雷电流幅值进行预测的系统,

[0018] 初始单元,用于确认与雷电流幅值相关的气象参数,获取所述气象参数的数值;

[0019] 建立单元,利用所述气象参数的数值以及与所述气象参数的数值对应的雷电流幅值,建立所述气象参数的数值与所述雷电流幅值的相关性模型;

[0020] 训练单元,用于选取多次输电线路遭受雷击跳闸时气象参数的数值作为所述相关性模型的输入参数,选取与所述气象参数的数值对应的输电线路跳闸时的雷电流幅值为输出参数,对所述相关性模型进行训练,得到经过训练的训练模型;

[0021] 确认单元,用于选取历史气象参数的数值,利用所述训练模型对所述历史气象参数的数值进行计算,获取计算雷电流幅值;当所述计算雷电流幅值与历史气象参数的数值对应的雷电流幅值之间的误差值满足预定的误差阈值时,将所述训练模型作为确定的预测模型,用于对雷电流幅值进行预测;

[0022] 预测单元,用于将实时的气象参数输入所述预测模型,利用所述预测模型对所述实时的气象参数进行计算,获取实时雷电流幅值预测值。

[0023] 优选地,所述气象参数包括:回波强度,回波顶高,垂直积累液态水含量,组合反射率因子。

[0024] 优选地,所述训练单元还用于:利用神经网络算法对所述相关性模型进行训练,得到经过训练的训练模型。

[0025] 优选地,所述训练单元还用于:利用神经网络算法建立神经网络,设置所述神经网络中各个连接链的权值和阈值。

[0026] 优选地,所述确认单元还用于:当所述计算雷电流幅值与历史气象参数的数值对应的雷电流幅值之间的误差值满足预定的误差阈值时,对所述神经网络中各个连接链的权值和阈值进行调整。

[0027] 本发明技术方案提供了一种基于气象参数对雷电流幅值进行预测的方法及系统,

本发明基于输电线路历史雷击事件获取雷电流幅值与雷电相关的气象特征参数,利用神经网络算法,建立雷电流幅值计算模型,再基于数值天气预报平台获取的实时气象特征参数得到雷电流幅值的预测值。利用本发明的技术方案,可以分析输电线路雷电性能,计算雷击跳闸的预测概率,进行线路雷害风险实时预警。本发明的技术方案为输电线路雷电预警提供了新的思路,提高了线路雷电防护管理水平,从而提升电网安全性,减少经济损失。

附图说明

[0028] 通过参考下面的附图,可以更为完整地理解本发明的示例性实施方式:

[0029] 图1为根据本发明实施方式的基于气象参数对雷电流幅值进行预测的方法流程图;以及

[0030] 图2为根据本发明实施方式的基于气象参数对雷电流幅值进行预测的系统结构图。

具体实施方式

[0031] 现在参考附图介绍本发明的示例性实施方式,然而,本发明可以用许多不同的形式来实施,并且不局限于此处描述的实施例,提供这些实施例是为了详尽地且完全地公开本发明,并且向所属技术领域的技术人员充分传达本发明的范围。对于表示在附图中的示例性实施方式中的术语并不是对本发明的限定。在附图中,相同的单元/元件使用相同的附图标记。

[0032] 除非另有说明,此处使用的术语(包括科技术语)对所属技术领域的技术人员具有通常的理解含义。另外,可以理解的是,以通常使用的词典限定的术语,应当被理解为与其相关领域的语境具有一致的含义,而不应该被理解为理想化的或过于正式的意义。

[0033] 图1为根据本发明实施方式的基于气象参数对雷电流幅值进行预测的方法流程图。本发明实施方式提供了一种基于气象参数对雷电流幅值进行预测的方法,本申请基于输电线路历史雷击事件和事故雷电定位系统获取雷电流幅值与雷电相关的气象特征参数,建立雷电流幅值计算模型,利用神经网络算法对模型进行测算,获取确定的雷电流幅值预测模型。本申请基于数值天气预报平台获取的实时气象特征参数得到雷电流幅值的预测值。本申请提供了一种基于气象参数对雷电流幅值进行预测的方法,为气象数据与输电线路的雷电性能之间提供了数据接口,通过提取气象数据中与雷电流幅值相关的气象参数,利用雷电活动的预测信息,获取雷电流幅值的预测值,进而对输电线路雷电绕击和反击跳闸概率的计算进行预测提供了可行性。如图1所示,一种基于气象参数对雷电流幅值进行预测的方法100:

[0034] 优选地,在步骤101:确认与雷电流幅值相关的气象参数,获取气象参数的数值。

[0035] 优选地,气象参数包括:回波强度,回波顶高,垂直积累液态水含量,组合反射率因子。本申请基于数值天气预报,获取回波强度、回波顶高、垂直积累液态水含量、组合反射率因子等雷电相关的气象特征参数。

[0036] 优选地,在步骤102:利用气象参数的数值以及与气象参数的数值对应的雷电流幅值,建立气象参数的数值与雷电流幅值的相关性模型。

[0037] 本申请通过历史输电线路雷击跳闸事件和雷电定位系统,获取气象参数的数值作

为相关性模型的输入参数,建立雷电流幅值和气象参数之间的相关性模型,如(1)式所示:

$$[0038] \quad I_m = f(x_1, x_2, x_3, x_4) \quad (1)$$

[0039] (1)式中: I_m 为雷电流幅值; x_1 为回波强度; x_2 为回波顶高; x_3 为垂直积累液态水含量; x_4 为组合反射率因子。

[0040] 优选地,在步骤103:选取多次输电线路遭受雷击跳闸时气象参数的数值作为相关性模型的输入参数,选取与气象参数的数值对应的输电线路跳闸时的雷电流幅值为输出参数,对相关性模型进行训练,得到经过训练的训练模型。

[0041] 优选地,利用神经网络算法对相关性模型进行训练,得到经过训练的训练模型。

[0042] 优选地,利用神经网络算法建立神经网络,设置神经网络中各个连接链的权值和阈值。

[0043] 优选地,在步骤104:选取历史气象参数的数值,利用训练模型对历史气象参数的数值进行计算,获取计算雷电流幅值;当计算雷电流幅值与历史气象参数的数值对应的雷电流幅值之间的误差值满足预定的误差阈值时,将训练模型作为确定的预测模型,用于对雷电流幅值进行预测。

[0044] 优选地,当计算雷电流幅值与历史气象参数的数值对应的雷电流幅值之间的误差值满足预定的误差阈值时,对神经网络中各个连接链的权值和阈值进行调整。

[0045] 本申请中,选取历史N次输电线路雷击事件作为样本,结合事故雷电定位系统的雷电流幅值、雷电流波形以及雷电相关的气象参数等进行分析研究,输入变量为输电线路跳闸时数值天气预报平台记录的回波强度、回波顶高、垂直积累液态水含量、组合反射率因子四个气象参数值,输出为输电线路跳闸时雷电流幅值。本发明选用反向传播(BP)神经网络算法对雷电流幅值与回波强度、回波顶高、垂直积累液态水含量、组合反射率因子之间的关系进行辨识,具体步骤如下:

[0046] a) 获取N次输电线路雷击事件发生时的气象参数信息和雷电流幅值作为计算样本数据;

[0047] b) 应用神经网络函数建立BP神经网络,并初始化神经网络各个连接链的权值和阈值。

[0048] c) 利用BP神经网络算法对神经网络进行计算,输入计算样本数据,正向计算神经网络隐含层和输出层的输出值,反向计算各层神经元的等效误差值,然后调整各层的连接权值和阈值,直至误差满足要求,最后保存计算结果。

[0049] d) 比较计算结果和历史数据,验证所计算神经网络的正确性。

[0050] 优选地,在步骤105:将实时的气象参数输入预测模型,利用预测模型对实时的气象参数进行计算,获取实时雷电流幅值预测值。本申请通过数值天气预报平台获取实时雷电相关的气象特征参数,利用步骤102中雷电流幅值计算模型,得到雷电流幅值的预测值。

[0051] 本发明实施方式公开了一种基于气象参数对雷电流幅值进行预测的方法,基于输电线路历史雷击事件和事故雷电定位系统获取雷电流幅值与雷电特征参数,利用神经网络算法,建立并确定雷电流幅值计算模型。本发明实施方式实现了基于数值天气预报平台获取的实时气象特征参数得到雷电流幅值的预测值。由此可以分析输电线路雷电性能,计算雷击跳闸的预测概率,进行线路雷害风险实时预警。本发明实施方式充分利用了数值天气预报的气象参数数据,并且将气象雷电预测与电网雷电预测相结合,为输电线路雷电预警

提供计算依据,进一步提高了电网运行的安全性。

[0052] 图2为根据本发明实施方式的基于气象参数对雷电流幅值进行预测的系统结构图。如图2所示,一种基于气象参数对雷电流幅值进行预测的系统200,包括:

[0053] 初始单元201,用于确认与雷电流幅值相关的气象参数,获取气象参数的数值。

[0054] 优选地,气象参数包括:回波强度,回波顶高,垂直积累液态水含量,组合反射率因子。

[0055] 建立单元202,利用气象参数的数值以及与气象参数的数值对应的雷电流幅值,建立气象参数的数值与雷电流幅值的相关性模型。

[0056] 本申请通过历史输电线路雷击跳闸事件和雷电定位系统,获取气象参数的数值作为相关性模型的输入参数,建立雷电流幅值和气象参数之间的相关性模型,如(1)式所示:

[0057]
$$I_m = f(x_1, x_2, x_3, x_4) \quad (1)$$

[0058] (1)式中: I_m 为雷电流幅值; x_1 为回波强度; x_2 为回波顶高; x_3 为垂直积累液态水含量; x_4 为组合反射率因子。

[0059] 训练单元203,用于选取多次输电线路遭受雷击跳闸时气象参数的数值作为相关性模型的输入参数,选取与气象参数的数值对应的输电线路跳闸时的雷电流幅值为输出参数,对相关性模型进行训练,得到经过训练的训练模型;

[0060] 优选地,训练单元还用于:利用神经网络算法对相关性模型进行训练,得到经过训练的训练模型。

[0061] 优选地,训练单元还用于:利用神经网络算法建立神经网络,设置神经网络中各个连接链的权值和阈值。

[0062] 确认单元204,用于选取历史气象参数的数值,利用训练模型对历史气象参数的数值进行计算,获取计算雷电流幅值;当计算雷电流幅值与历史气象参数的数值对应的雷电流幅值之间的误差值满足预定的误差阈值时,将训练模型作为确定的预测模型,用于对雷电流幅值进行预测。

[0063] 优选地,确认单元还用于:当计算雷电流幅值与历史气象参数的数值对应的雷电流幅值之间的误差值满足预定的误差阈值时,对神经网络中各个连接链的权值和阈值进行调整。

[0064] 本申请中,选取历史N次输电线路雷击事件作为样本,结合事故雷电定位系统的雷电流幅值、雷电流波形以及雷电相关的气象参数等进行分析研究,输入变量为输电线路跳闸时数值天气预报平台记录的回波强度、回波顶高、垂直积累液态水含量、组合反射率因子四个气象参数值,输出为输电线路跳闸时雷电流幅值。本发明选用反向传播(BP)神经网络算法对雷电流幅值与回波强度、回波顶高、垂直积累液态水含量、组合反射率因子之间的关系进行辨识,具体步骤如下:

[0065] a) 获取N次输电线路雷击事件发生时的气象参数信息和雷电流幅值作为计算样本数据;

[0066] b) 应用神经网络函数建立BP神经网络,并初始化神经网络各个连接链的权值和阈值。

[0067] c) 利用BP神经网络算法对神经网络进行计算,输入计算样本数据,正向计算神经网络隐含层和输出层的输出值,反向计算各层神经元的等效误差值,然后调整各层的连接

权值和阈值,直至误差满足要求,最后保存计算结果。

[0068] d) 比较计算结果和历史数据,验证所计算神经网络的正确性。

[0069] 预测单元205,用于将实时气象参数输入预测模型,利用预测模型对实时气象参数进行计算,获取实时雷电流幅值预测值。

[0070] 本申请通过数值天气预报平台获取实时雷电相关的气象特征参数,利用步骤建立单元202中雷电流幅值计算模型,得到雷电流幅值的预测值。

[0071] 已经通过参考少量实施方式描述了本发明。然而,本领域技术人员所公知的,正如附带的专利权利要求所限定的,除了本发明以上公开的其他实施例等同地落在本发明的范围内。

[0072] 通常地,在权利要求中使用的所有术语都根据他们在技术领域的通常含义被解释,除非在其中被另外明确地定义。所有的参考“一个/所述/该[装置、组件等]”都被开放地解释为所述装置、组件等中的至少一个实例,除非另外明确地说明。这里公开的任何方法的步骤都没必要以公开的准确的顺序运行,除非明确地说明。

100

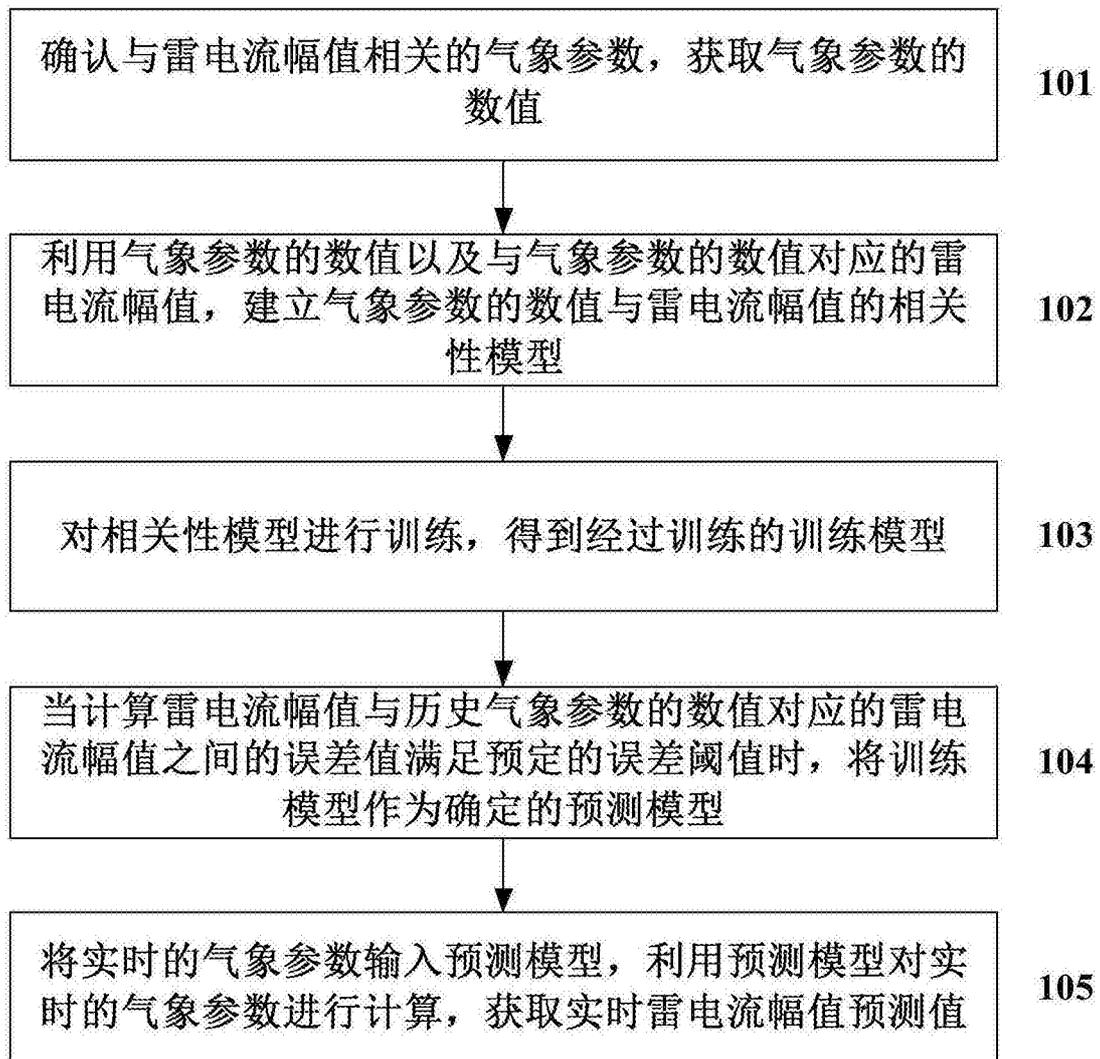


图1



图2