

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023 年 8 月 24 日 (24.08.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/155178 A1

(51) 国际专利分类号:
G01W 1/10 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/076975

(22) 国际申请日: 2022 年 2 月 19 日 (19.02.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 李晴岚 (LI, Qinglan); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong

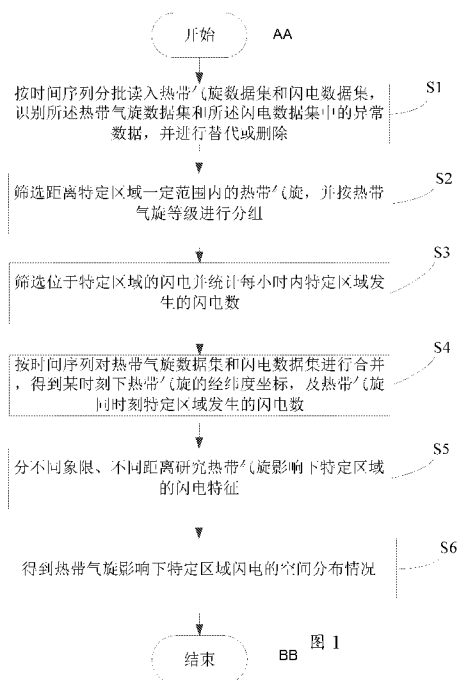
518055 (CN)。 马超怡 (MA, Chaoyi); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 李广鑫 (LI, Guangxin); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市科进知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHENZHEN KEJIN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国广东省深圳市南山区粤兴三道二号虚拟大学园产业化基地 A701 室, Guangdong 518055 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT,

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR RESEARCHING LIGHTNING CHARACTERISTICS IN SPECIFIC AREA UNDER INFLUENCE OF TROPICAL CYCLONE

(54) 发明名称: 热带气旋影响下特定区域闪电特征研究方法及系统



- S1 Read a tropical cyclone data set and a lightning data set in batch according to a time series, recognize abnormal data in the tropical cyclone data set and the lightning data set, and replace or delete same
- S2 Screen for tropical cyclones within a certain range from a specific area, and group same according to the tropical cyclone level
- S3 Screen for lightning located in the specific area and count the number of lightning occurrences in the specific area within each hour
- S4 Merge the tropical cyclone data set with the lightning data set according to the time series to obtain longitude and latitude coordinates of the tropical cyclones at a certain moment, and the number of lightning occurrences in the specific area at the same moment as the tropical cyclones
- S5 Research lightning characteristics in the specific area under the influence of the tropical cyclones in terms of different quadrants and different distances
- S6 Obtain the spatial distribution condition of lightning in the specific area under the influence of the tropical cyclones
- AA Start
- BB End

(57) Abstract: A system and method for researching lightning characteristics in a specific area under the influence of a tropical cyclone. The research method comprises: reading a tropical cyclone data set and a lightning data set, recognizing abnormal data, and replacing or deleting same (S1); screening for tropical cyclones within a certain range from a specific area, and grouping same according to the tropical cyclone level (S2); screening for lightning located in the specific area and counting the number of lightning occurrences

JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

in the specific area within each hour (S3); merging the tropical cyclone data set with the lightning data set to obtain longitude and latitude coordinates of the tropical cyclones at a certain moment, and the number of lightning occurrences in the specific area at the same moment as the tropical cyclones (S4); researching lightning characteristics in the specific area under the influence of the tropical cyclones in terms of different quadrants and different distances (S5); and obtaining the spatial distribution condition of lightning in the specific area under the influence of the tropical cyclones (S6). According to the research method, lightning activity characteristics in a specific area when the tropical cyclones are at different locations can be obtained visually, and the research method is universal.

(57) 摘要: 一种热带气旋影响下特定区域闪电特征研究系统及其研究方法, 所述研究方法包括: 读入热带气旋数据集和闪电数据集, 识别异常数据, 并进行替代或删除 (S1); 筛选距离特定区域一定范围内的热带气旋, 并按热带气旋等级进行分组 (S2); 筛选位于特定区域的闪电并统计每小时内特定区域发生的闪电数 (S3); 对热带气旋数据集和闪电数据集进行合并, 得到某时刻下热带气旋的经纬度坐标, 及热带气旋同时刻特定区域发生的闪电数 (S4); 分不同象限、不同距离研究热带气旋影响下特定区域的闪电特征 (S5); 得到热带气旋影响下特定区域闪电的空间分布情况 (S6)。所述研究方法能够很直观地得到热带气旋在不同位置时, 特定区域的闪电活动特征, 具有通用性。

热带气旋影响下特定区域闪电特征研究方法及系统

技术领域

本发明涉及一种热带气旋影响下特定区域闪电特征研究方法及系统。

背景技术

闪电是发生在云与云或云与地之间的强放电过程,也是一种严重的自然灾害,曾被评为十大最严重的自然灾害之一。闪电引发的森林和建筑火灾不仅对经济造成巨大的损失,更是危害人民生命安全。

据相关资料统计,全球每年因闪电造成的经济损失高达数十亿美元以上,每年因闪电造成的伤亡人数达万人之巨。许多观测和研究证明,热带气旋系统常常发生闪电活动。因此,研究热带气旋影响下的区域闪电特征对经济发展具有重要现实意义。

然而,现有技术要么只研究某个区域的闪电活动特征,要么只研究一个热带气旋发生过程中所在位置的闪电活动特征,尚未出现一种涉及热带气旋影响下的区域闪电特征研究方法或系统。

发明内容

有鉴于此,有必要提供一种热带气旋影响下特定区域闪电特征研究方法及系统。

本发明提供一种热带气旋影响下特定区域闪电特征研究方法,该方法包括如下步骤: a.按时间序列分批读入热带气旋数据集和闪电数据集,识别所述热带气旋数据集和所述闪电数据集中的异常数据,并进行替代或删除; b.筛选距离特定区域一定范围内的热带气旋,并按热带气旋等级进行分组; c.筛选位于特定区域的闪电并统计每小时内特定区域发生的闪电数; d.按时间序列对热带气旋数据集和闪电数据集进行合并,得到某时刻下热带气旋的经纬度坐标,及热带气旋同时刻特定区域发生的闪电数; e.分不同象限、不同距离研究热带气旋影响下特定区域的闪电特征; f.根据热带气旋等级、热带气旋经纬度坐标、

该热带气旋发生一小时内特定区域发生的闪电数,利用反距离权重法进行插值,得到热带气旋影响下特定区域闪电的空间分布情况。

优选地,所述的步骤 a 包括:

按时间序列读取所述热带气旋数据集和所述闪电数据集后对存在空值的数据进行删除,并将所述热带气旋数据集和所述闪电数据集的时间格式统一为:时-分-秒。

优选地,所述的步骤 b 包括:

根据所述特定区域的经纬度坐标和热带气旋的经纬度坐标,计算所述特定区域与热带气旋之间的地理空间距离;

根据热带气旋等级,即热带低压、热带风暴、强热带风暴、台风、强台风、超强台风进行分组;

由于超强台风和强台风样本数相对于其他强度类别的热带气旋要少一些,故将超强台风和强台风合并为一类,将其命名为 SSTY,最终得到五类不同等级的热带气旋数据集。

优选地,其特征在于:

所述地理空间距离通过如下计算公式得到:

$$S = R \times \frac{\pi}{180} \times \arccos [\sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos(L_1 - L_2)]$$

其中, S 是地球上两点间距离 (km); R 是地球的半径 (km); L_1 和 φ_1 是 A 点的经度和纬度, L_2 和 φ_2 是 B 点的经度和纬度。

优选地,所述的步骤 c 具体包括:

根据闪电发生时的经纬度坐标来逐一判断该闪电是否位于所述特定区域;

对筛选后的数据集做逐时统计,即分为: 0:00-1:00, 1:00-2:00...23:00-24:00 二十四个时次,统计每小时内所述特定区域的闪电总数。

优选地,所述的步骤 d 具体包括如下步骤:

将处理后的热带气旋数据集和闪电数据集根据时间序列进行合并,得到该时刻下热带气旋的等级、经纬度坐标及一小时内所述特定区域发生的闪电总数。

优选地，所述的步骤 e 具体包括：

以所述特定区域内气象站的位置为坐标原点，气象站以东为 x 轴正方向，气象站以北为 y 轴正方向建立坐标系，分别按照等级统计第一象限、第二象限、第三象限、第四象限的热带气旋点数和同时刻所述特定区域有闪电发生的热带气旋点数，从而得到不同等级的热带气旋位于不同象限时对所述特定区域闪电的影响。

优选地，所述的步骤 e 具体包括：

分别统计距离所述特定区域内气象站 1000km 范围内每 100km 内不同等级的热带气旋点数和热带气旋影响下所述特定区域的闪电数，得到不同距离范围内热带气旋对所述特定区域闪电的影响。

优选地，所述的步骤 f 具体包括：

在估计预测点数值时，假设距离估计预测点最近的 N 个已知点对该预测点有作用，则所述 N 个已知点对预测点的作用和它们之间的距离成反比，距离预测点更近的已知点的权重更大，所有已知点的权重和为 1；

根据已得到的数据，即热带气旋等级、热带气旋经纬度坐标、该热带气旋发生一小时内所述特定区域的闪电总数，利用反距离权重法进行插值得到热带气旋在未知点坐标时所述特定区域的闪电总数。

本发明提供一种热带气旋影响下特定区域闪电特征研究系统，该系统包括识别模块、分组模块、统计模块、合并模块、处理模块以及空间分布模块，其中：所述识别模块用于按时间序列分批读入热带气旋数据集和闪电数据集，识别所述热带气旋数据集和所述闪电数据集中的异常数据，并进行替代或删除；所述分组模块用于筛选距离特定区域一定范围内的热带气旋，并按热带气旋等级进行分组；所述统计模块用于筛选位于特定区域的闪电并统计每小时内特定区域发生的闪电数；所述合并模块用于按时间序列对热带气旋数据集和闪电数据集进行合并，得到某时刻下热带气旋的经纬度坐标，及热带气旋同时刻特定区域发生的闪电数；所述处理模块用于分不同象限、不同距离研究热带气旋影

响下特定区域的闪电特征；所述空间分布模块用于根据热带气旋等级、热带气旋经纬度坐标、该热带气旋发生一小时内特定区域发生的闪电数，利用反距离权重法进行插值，得到热带气旋影响下特定区域闪电的空间分布情况。

本发明针对热带气旋发生时某一特定区域的闪电情况进行研究，具有通用性。且本发明将热带气旋分为不同等级、不同象限、不同距离，并采取反距离权重法插值得到热带气旋影响下特定区域的闪电空间分布情况。能够很直观地得到热带气旋在不同位置时，特定区域的闪电活动特征。本发明对热带气旋影响下特定区域闪电活动的预报有重要参考价值。

附图说明

图 1 为本发明热带气旋影响下特定区域闪电特征研究方法的流程图；

图 2 为本发明实施例提供的不同象限不同等级的所有热带气旋点数和同时刻有闪电发生的热带气旋点数的示意图：其中，黑色为热带气旋点数，灰色为同时刻有闪电发生的热带气旋点数，(a)第一象限；(b)第二象限；(c)第三象限；(d)第四象限；

图 3a 为本发明实施例提供的不同范围内各等级热带气旋数的示意图；图 3b 为本发明实施例提供的不同范围热带气旋影响下深圳闪电数的示意图；

图 4 为本发明实施例提供的不同等级热带气旋影响下深圳闪电空间分布示意图：其中，(a)TD；(b)TS；(c)STS；(d)TY；(e)SSTY；

图 5 为本发明热带气旋影响下特定区域闪电特征研究系统的硬件架构图。

具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

参阅图 1 所示，是本发明热带气旋影响下特定区域闪电特征研究方法较佳

实施例的作业流程图。

本实施例以深圳地区为例，研究深圳地区在热带气旋影响下的闪电特征。值得说明的是，该方法具有通用性，不仅适合对深圳地区的闪电情况进行研究，也适合于其他地区。

步骤 S1，按时间序列分批读入热带气旋数据集和闪电数据集，识别所述热带气旋数据集和所述闪电数据集中的异常数据，并进行替代或删除。具体而言：

由于热带气旋数据集和闪电数据集中的原始数据可能存在数据缺失或数据异常，本实施例按时间序列读取所述热带气旋数据集和所述闪电数据集后对存在空值的数据进行删除，并将所述热带气旋数据集和所述闪电数据集的时间格式统一为：时-分-秒。

步骤 S2，筛选距离深圳气象站 1000km 范围内的热带气旋并按热带气旋等级进行分组。具体而言：

由于距离太远的热带气旋对深圳地区影响较弱，所以本实施例选取距离深圳气象站1000km范围内的热带气旋。根据深圳气象站的经纬度坐标和热带气旋的经纬度坐标计算两者的地理空间距离。根据热带气旋生命史的不同强度，即热带低压（tropical depression, TD）、热带风暴(tropical storm, TS)、强热带风暴(severe tropical storm, STS)、台风(typhoon, TY)、强台风(severe typhoon, STY)、超强台风(super typhoon, Super TY)进行分组。由于超强台风和强台风样本数相对于其他强度类别的热带气旋要少一些，所以本实施例将超强台风和强台风合并为一类，将其命名为SSTY。最终得到五类不同等级的热带气旋数据集。

地理空间距离计算公式如下：

$$S = R \times \frac{\pi}{180} \times \arccos [\sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos(L_1 - L_2)] \quad (1)$$

其中, S 是地球上两点间距离 (km); R 是地球的半径 (km); L_1 和 φ_1 是 A 点的经度和纬度, L_2 和 φ_2 是 B 点的经度和纬度。

步骤 S3, 筛选位于深圳地区的闪电并统计每小时内深圳地区发生的闪电数。具体而言:

由于所述闪电数据集不只是位于深圳的闪电, 故需要筛选出只位于深圳地区的闪电。根据闪电发生时的经纬度坐标来逐一判断该闪电是否位于深圳地区。对筛选后的数据集做逐时统计, 即分为: 0:00-1:00, 1:00-2:00...23:00-24:00 等 24 个时次(北京时), 统计每小时内深圳地区的闪电总数。

步骤 S4, 按时间序列对热带气旋数据集和闪电数据集进行合并, 得到热带气旋同时刻深圳地区发生的闪电数。具体而言:

将处理后的热带气旋数据集和闪电数据集根据时间序列进行合并, 得到该时刻下热带气旋的等级、经纬度坐标及一小时内深圳地区发生的闪电总数。

步骤 S5, 分不同象限、不同距离研究热带气旋影响下深圳地区闪电特征。

以深圳气象站的位置为坐标原点, 气象站以东为x轴正方向, 气象站以北为y轴正方向建立坐标系。请参阅图2, 分别按照等级统计第一象限(东北方向)、第二象限(西北方向)、第三象限(西南方向)、第四象限(东南方向)的热带气旋点数和同时刻深圳地区有闪电发生的热带气旋点数。从而得到不同等级的热带气旋位于不同象限时对深圳地区闪电的影响(请参阅图3a)。

分别统计距离深圳气象站1000km范围内每100km内不同等级的热带气旋点数和热带气旋影响下深圳地区的闪电数, 得到不同距离范围内热带气旋对深圳地区闪电的影响(请参阅图3b)。

步骤 S6, 根据已有数据用反距离权重法进行插值, 得到热带气旋影响下深圳地区闪电的空间分布情况。

反距离权重法假设所有的已知点对于预测点的值都会有一定作用,任意一个已知点的值对预测点值的作用与距离有关。已知点距离预测点越近作用越大,距离越远作用越小。

在估计预测点数值时,假设距离估计预测点最近的N个已知点对该预测点有作用,则所述N个已知点对预测点的作用和它们之间的距离成反比。距离预测点更近的已知点的权重更大,所有已知点的权重和为1。

根据已得到的数据,即热带气旋等级、热带气旋经纬度坐标、该热带气旋发生一小时内深圳地区的闪电总数,用反距离权重法进行插值得到热带气旋在未知点坐标时深圳地区的闪电总数(请参阅图4)。

参阅图5所示,是本发明热带气旋影响下特定区域闪电特征研究系统10的硬件架构图。该系统包括:识别模块101、分组模块102、统计模块103、合并模块104、处理模块105以及空间分布模块106。其中:

所述识别模块101用于按时间序列分批读入热带气旋数据集和闪电数据集,识别所述热带气旋数据集和所述闪电数据集中的异常数据,并进行替代或删除;

所述分组模块102用于筛选距离特定区域一定范围内的热带气旋,并按热带气旋等级进行分组;

所述统计模块103用于筛选位于特定区域的闪电并统计每小时内特定区域发生的闪电数;

所述合并模块104用于按时间序列对热带气旋数据集和闪电数据集进行合并,得到某时刻下热带气旋的经纬度坐标,及热带气旋同时刻特定区域发生的闪电数;

所述处理模块105用于分不同象限、不同距离研究热带气旋影响下特定区域的闪电特征;

所述空间分布模块106用于根据热带气旋等级、热带气旋经纬度坐标、该

热带气旋发生一小时内特定区域发生的闪电数，利用反距离权重法进行插值，得到热带气旋影响下特定区域闪电的空间分布情况。

对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本发明中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本发明所示的这些实施例，而是要符合与本发明所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权 利 要 求

1.一种热带气旋影响下特定区域闪电特征研究方法，其特征在于，该方法包括如下步骤：

a.按时间序列分批读入热带气旋数据集和闪电数据集，识别所述热带气旋数据集和所述闪电数据集中的异常数据，并进行替代或删除；

b.筛选距离特定区域一定范围内的热带气旋，并按热带气旋等级进行分组；

c.筛选位于特定区域的闪电并统计每小时内特定区域发生的闪电数；

d.按时间序列对热带气旋数据集和闪电数据集进行合并，得到某时刻下热带气旋的经纬度坐标，及热带气旋同时刻特定区域发生的闪电数；

e.分不同象限、不同距离研究热带气旋影响下特定区域的闪电特征；

f.根据热带气旋等级、热带气旋经纬度坐标、该热带气旋发生一小时内特定区域发生的闪电数，利用反距离权重法进行插值，得到热带气旋影响下特定区域闪电的空间分布情况。

2.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述的步骤a包括：

按时间序列读取所述热带气旋数据集和所述闪电数据集后对存在空值的数据进行删除，并将所述热带气旋数据集和所述闪电数据集的时间格式统一为：时-分-秒。

3.如权利要求2所述的方法，其特征在于，所述的步骤b包括：

根据所述特定区域的经纬度坐标和热带气旋的经纬度坐标，计算所述特定区域与热带气旋之间的地理空间距离；

根据热带气旋等级，即热带低压、热带风暴、强热带风暴、台风、强台风、超强台风进行分组；

由于超强台风和强台风样本数相对于其他强度类别的热带气旋要少一些，故将超强台风和强台风合并为一类，将其命名为 SSTY，最终得到五类不同等级的热带气旋数据集。

4.如权利要求3所述的方法，其特征在于：

所述地理空间距离通过如下计算公式得到：

$$S = R \times \frac{\pi}{180} \times \arccos [\sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos(L_1 - L_2)]$$

其中，S 是地球上两点间距离；R 是地球的半径； L_1 和 φ_1 是 A 点的经度和纬度， L_2 和 φ_2 是 B 点的经度和纬度。

5.如权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述的步骤 c 具体包括：

根据闪电发生时的经纬度坐标来逐一判断该闪电是否位于所述特定区域；

对筛选后的数据集做逐时统计，即分为：0:00-1:00，1:00-2:00...23:00-24:00 二十四个时次，统计每小时内所述特定区域的闪电总数。

6.如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述的步骤 d 具体包括如下步骤：

将处理后的热带气旋数据集和闪电数据集根据时间序列进行合并，得到该时刻下热带气旋的等级、经纬度坐标及一小时内所述特定区域发生的闪电总数。

7.如权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述的步骤 e 具体包括：

以所述特定区域内气象站的位置为坐标原点，气象站以东为 x 轴正方向，气象站以北为 y 轴正方向建立坐标系，分别按照等级统计第一象限、第二象限、第三象限、第四象限的热带气旋点数和同时刻所述特定区域有闪电发生的热带气旋点数，从而得到不同等级的热带气旋位于不同象限时对所述特定区域闪电的影响。

8.如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述的步骤 e 具体包括：

分别统计距离所述特定区域内气象站 1000km 范围内每 100km 内不同等级的热带气旋点数和热带气旋影响下所述特定区域的闪电数，得到不同距离范围内热带气旋对所述特定区域闪电的影响。

9.如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述的步骤 f 具体包括：

在估计预测点数值时，假设距离估计预测点最近的 N 个已知点对该预测点有作用，则所述 N 个已知点对预测点的作用和它们之间的距离成反比，距离预测点更近的已知点的权重更大，所有已知点的权重和为 1；

根据已得到的数据，即热带气旋等级、热带气旋经纬度坐标、该热带气旋

发生一小时内所述特定区域的闪电总数，利用反距离权重法进行插值得到热带气旋在未知点坐标时所述特定区域的闪电总数。

10.一种热带气旋影响下特定区域闪电特征研究系统，其特征在于，该系统包括识别模块、分组模块、统计模块、合并模块、处理模块以及空间分布模块，其中：

所述识别模块用于按时间序列分批读入热带气旋数据集和闪电数据集，识别所述热带气旋数据集和所述闪电数据集中的异常数据，并进行替代或删除；

所述分组模块用于筛选距离特定区域一定范围内的热带气旋，并按热带气旋等级进行分组；

所述统计模块用于筛选位于特定区域的闪电并统计每小时内特定区域发生的闪电数；

所述合并模块用于按时间序列对热带气旋数据集和闪电数据集进行合并，得到某时刻下热带气旋的经纬度坐标，及热带气旋同时刻特定区域发生的闪电数；

所述处理模块用于分不同象限、不同距离研究热带气旋影响下特定区域的闪电特征；

所述空间分布模块用于根据热带气旋等级、热带气旋经纬度坐标、该热带气旋发生一小时内特定区域发生的闪电数，利用反距离权重法进行插值，得到热带气旋影响下特定区域闪电的空间分布情况。

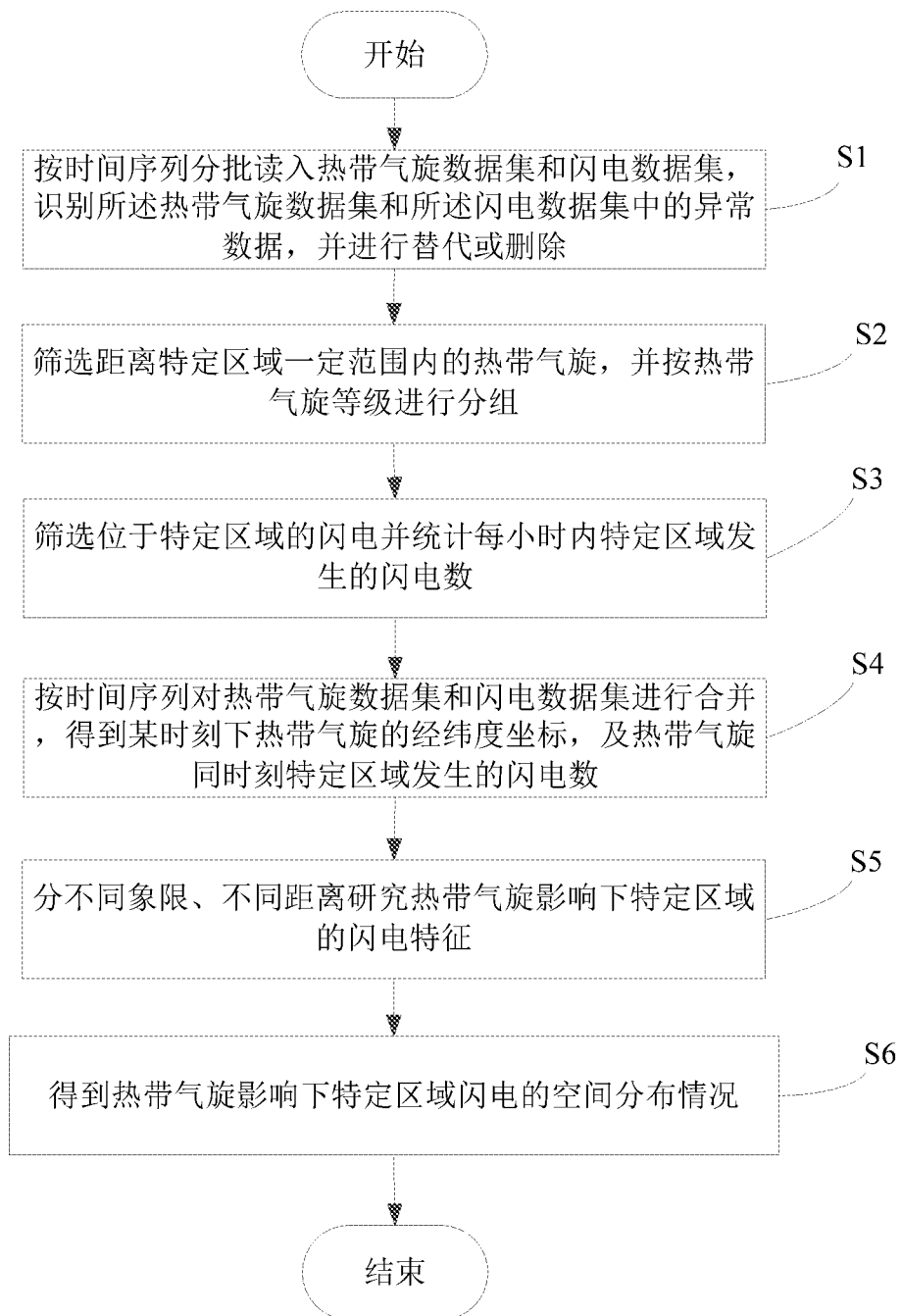


图 1

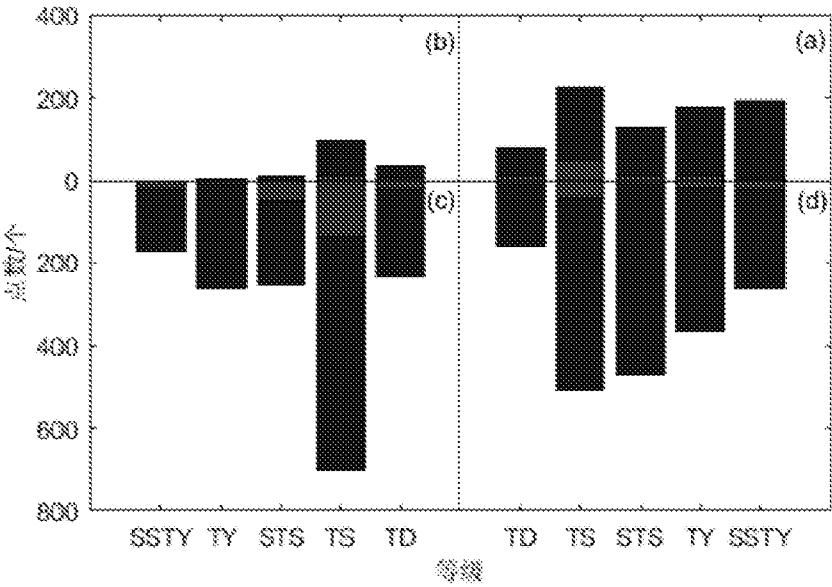


图 2

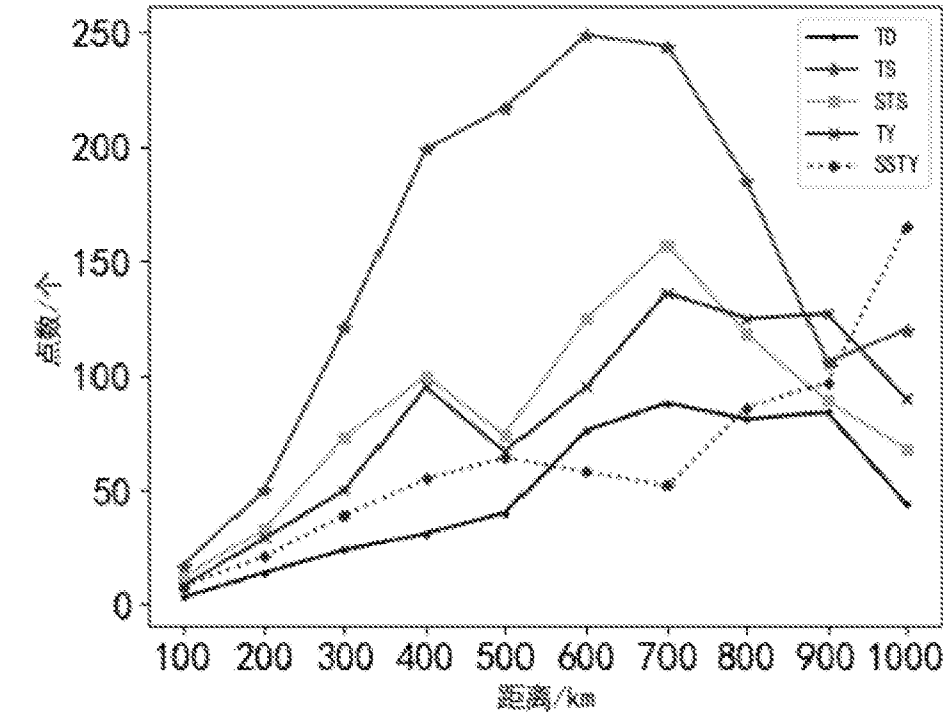


图 3a

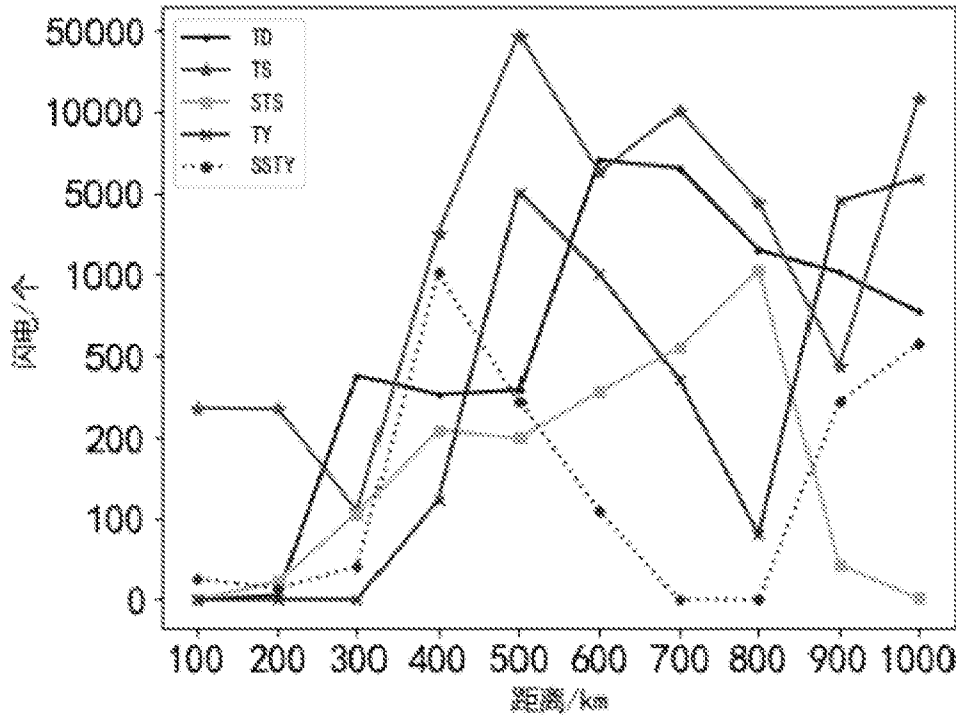


图 3b

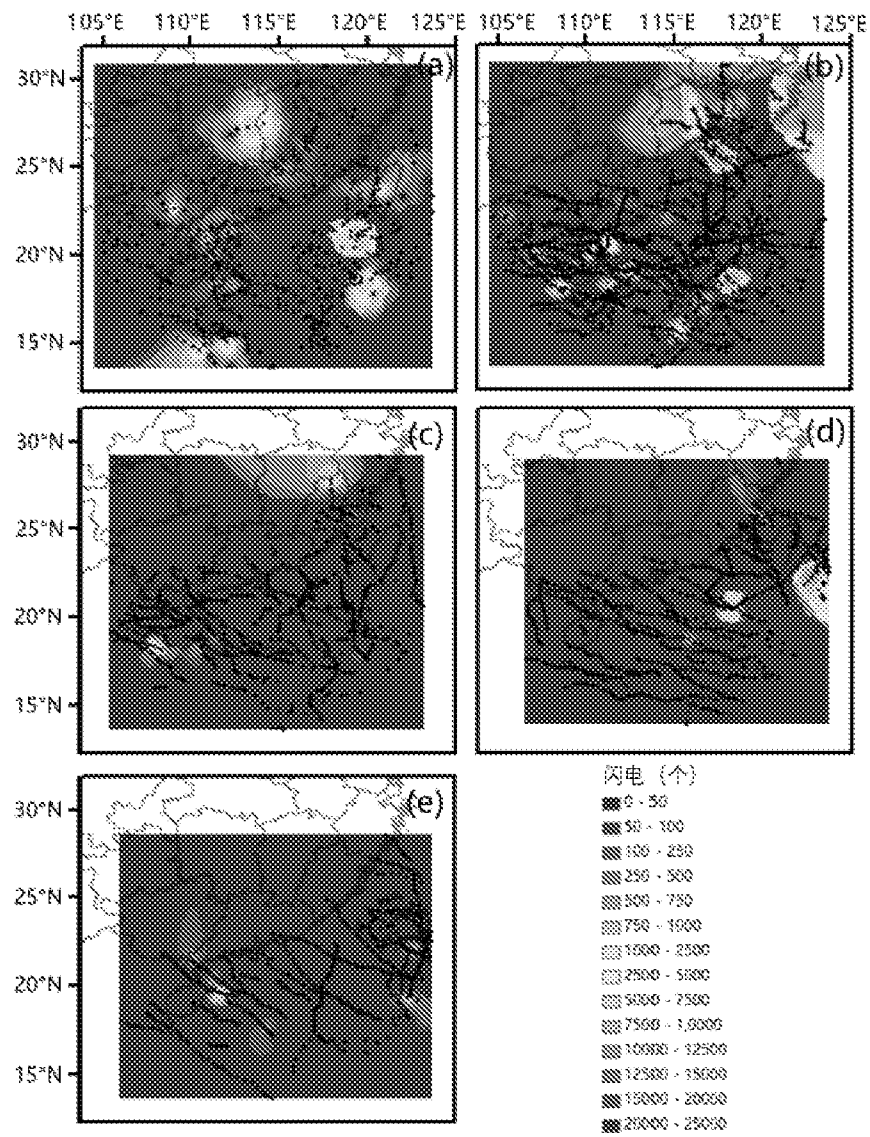


图 4

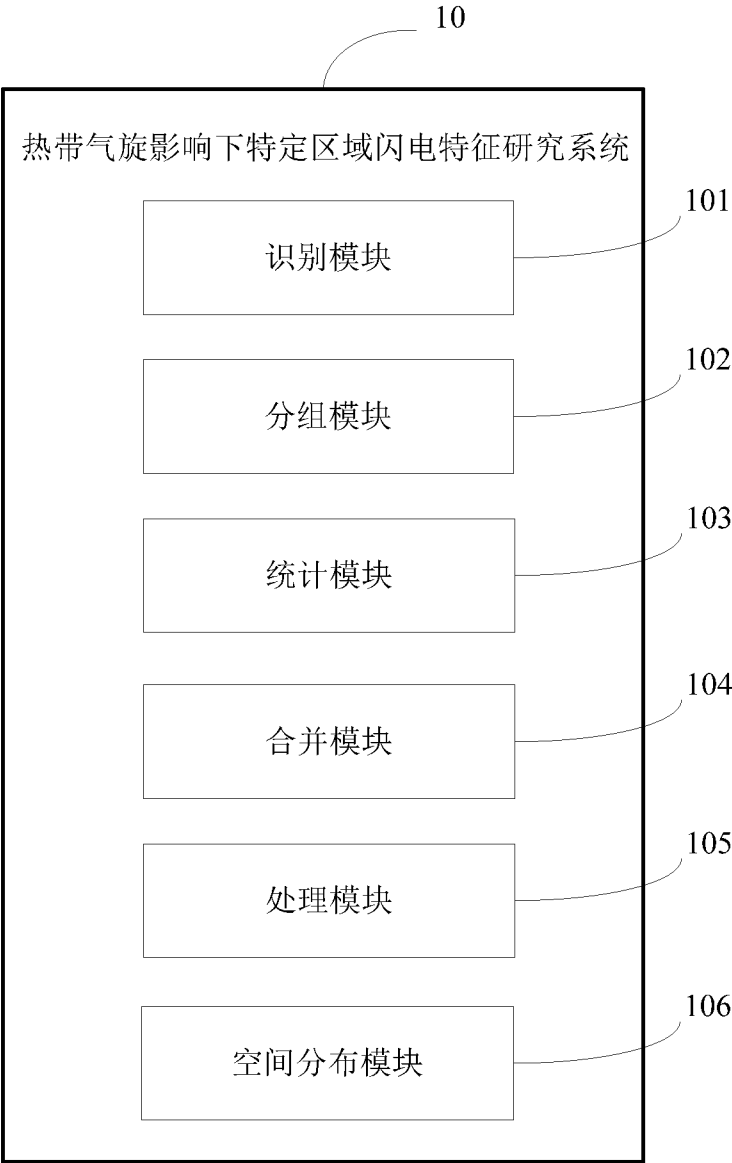


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/076975

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01W 1/10(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01W

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, WPI, CNPAT, CNKI, IEEE, GOOGLE: 热带气旋, 区域, 闪电, 特征, 时间序列, 经纬度, 坐标, 空间分布, 插值, tropical cyclones, regions, lightning, features, time series, latitude and longitude, coordinates, spatial distribution, interpolation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	王芳等 (WANG, Fang et al.). "西北太平洋地区热带气旋闪电活动的气候学特征及其与气旋强度变化的关系 (Climatological Characteristics of Lightning Activity within Tropical Cyclones and Its Relationship to Cyclone Intensity Change over the Northwest Pacific)" 大气科学 (Chinese Journal of Atmospheric Sciences), Vol. 41, No. 6, 15 November 2017 (2017-11-15), ISSN: 1006-9895, pages 1168-1171	1-10
A	CN 105425320 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES et al.) 23 March 2016 (2016-03-23) entire document	1-10
A	CN 106570215 A (BEIHANG UNIVERSITY) 19 April 2017 (2017-04-19) entire document	1-10
A	CN 106707371 A (SHENZHEN METEOROLOGICAL SERVICE CENTER) 24 May 2017 (2017-05-24) entire document	1-10
A	US 2018292573 A1 (WEATHER ANALYTICS, LLC.) 11 October 2018 (2018-10-11) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 August 2022

Date of mailing of the international search report

31 August 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/076975

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	105425320	A	23 March 2016	None	
CN	106570215	A	19 April 2017	None	
CN	106707371	A	24 May 2017	None	
US	2018292573	A1	11 October 2018	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/076975

A. 主题的分类 G01W 1/10 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G01W 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) EP0DOC, WPI, CNPAT, CNKI, IEEE, GOOGLE: 热带气旋, 区域, 闪电, 特征, 时间序列, 经纬度, 坐标, 空间分布, 插值, tropical cyclones, regions, lightning, features, time series, latitude and longitude, coordinates, spatial distribution, interpolation		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	王芳 等. “西北太平洋地区热带气旋闪电活动的气候学特征及其与气旋强度变化的关系” 大气科学, 第41卷, 第6期, 2017年11月15日 (2017 - 11 - 15), ISSN: 1006-9895, 第1168-1171页	1-10
A	CN 105425320 A (中国科学院深圳先进技术研究院 等) 2016年3月23日 (2016 - 03 - 23) 全文	1-10
A	CN 106570215 A (北京航空航天大学) 2017年4月19日 (2017 - 04 - 19) 全文	1-10
A	CN 106707371 A (深圳市气象服务中心) 2017年5月24日 (2017 - 05 - 24) 全文	1-10
A	US 2018292573 A1 (WEATHER ANALYTICS LLC) 2018年10月11日 (2018 - 10 - 11) 全文	1-10
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2022年8月18日		国际检索报告邮寄日期 2022年8月31日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 吴卿 电话号码 86-(10)-53961436

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/076975

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	105425320	A	2016年3月23日	无	
CN	106570215	A	2017年4月19日	无	
CN	106707371	A	2017年5月24日	无	
US	2018292573	A1	2018年10月11日	无	