《雷电活动等级》

呼和浩特市地方标准编制说明

一、工作简况

**（一）任务来源**

根据呼和浩特市推进标准化工作小组领导小组2023年7月12日下发的《关于下达2023年度呼和浩特市地方标准制修订项目计划的通知》（呼推标办发〔2023〕8号）文件要求，文件名称为《雷电活动等级》。

**（二）起草单位和起草人**

本文件由呼和浩特市气象局提出并归口。

本文件起草单位 ：呼和浩特市气象灾害防御中心、呼和浩特市气象局。

本文件主要起草人：金师、阿木尔萨那、李轩、王海平、王丹萍、朝鲁、孙尚瑜、耿奇峰、周茂东、张岚晶、李佳燕、张克文、贺雪峰、刘雨。

详见表1.

**表1 起草人信息情况**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 职称 | 现从事专业 | 联系方式 | 在本标准中起作用 |
| 金师 | 高级工程师 | 雷电防御 | 15904889789 | 负责文件框架制定，技术把关、数据模型建立、任务分配及进度安排等 |
| 阿木尔萨那 | 工程师 | 雷电防御 | 15904891335 | 负责地闪密度计算及数据拟合工作 |
| 王海平 | 工程师 | 雷电防御 | 13947179335 | 负责清水河县人工观测数据及地闪数据的整理、订正工作 |
| 王丹萍 | 工程师 | 雷电防御 | 15248180667 | 负责武川县人工观测数据及地闪数据的整理、订正工作 |
| 李轩 | 助理工程师 | 雷电防御 | 15248139955 | 负责托克托县人工观测数据及地闪数据的整理、订正工作 |
| 朝鲁 | 工程师 | 雷电防御 | 18686001028 | 负责土默特左旗人工观测数据及地闪数据的整理、订正工作 |
| 孙尚瑜 | 工程师 | 气象服务 | 18647888790 | 负责数据验证、资料收集等工作 |
| 周茂东 | 工程师 | 雷电防御 | 13948108581 | 负责和林格尔县人工观测数据及地闪数据的整理、订正工作 |
| 耿奇峰 | 助理工程师 | 雷电防御 | 18804719557 | 负责新城区人工观测数据及地闪数据的整理、订正工作 |
| 张岚晶 | 工程师 | 雷电防御 | 15124792965 | 负责回民区人工观测数据及地闪数据的整理、订正工作 |
| 李佳燕 | 助理工程师 | 雷电防御 | 18647502559 | 负责玉泉区人工观测数据及地闪数据的整理、订正工作 |
| 张克文 | 助理工程师 | 雷电防御 | 15326710664 | 负责赛罕区人工观测数据及地闪数据的整理、订正工作 |
| 贺雪峰 | 助理工程师 | 雷电防御 | 18647125377 | 负责数据验证、资料收集等工作 |
| 刘雨 | 工程师 | 雷电防御 | 15124796919 | 负责数据验证、资料收集等工作 |

二、制定本文件的必要性和意义

**（一）做好高质量发展和高水平安全良性互动的重要气象技术支撑**

雷暴现象是一种产生于强烈发展的积雨云中、云间或云地之间的可产生闪电及雷声的对流性天气现象，是我国主要的气象灾害之一。雷暴，尤其是云对地间的放电，对国民经济建设带来巨大危害，经常给农林、交通、通讯、航空航天以及地面建筑物等设施带来不同程度的经济损失，甚至导致人员伤亡。这一灾害不仅被联合国列为“最严重的十种自然灾害之一”，而且被国际电工委员会称为“电子时代的一大公害”。

根据国务院办公厅《国务院办公厅关于开展第一次全国自然灾害综合风险普查的通知》的要求，2021年，内蒙古自治区气象部门启动了气象灾害风险普查工作，其中雷电灾害风险普查是其中的重要组成部分。在这一普查中，雷暴日和地闪数据排名雷电风险普查数据的前两位。巧合的是，同年，内蒙古自治区政府发布了《内蒙古自治区人民政府关于推进气象事业高质量发展的意见》，大力推动了重大规划、重点工程项目等气候可行性论证工作。雷电作为气候可行性论证的关键组成部分，在高影响天气和关键气象参数分析中占据了重要地位。

**（二）为呼和浩特市气象高质量发展提供科学依据**

目前，气象科普和科学研究领域依然将雷暴日作为唯一表征本地雷电活动情况的气象参数。雷暴日的定义是某个地区在本地日历天数内听见一次雷声的天数。然而，这种记录方法存在较大的局限性，其实际监测范围通常只有约25km左右。

根据国家标准《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010第3章）要求，建筑物的年预计雷击次数是作为建筑物防雷分类的依据之一。建筑物年预计雷击次数以雷击大地的年平均密度作为的计算因子，并对计算地闪密度的雷暴日提出了明确要求，即“应按当地气象台、站资料确定”。然而，各类技术规范和标准对于呼和浩特市雷暴日的描述目前仅有中国气象局雷电防护管理办公室于2005年发布的资料，其中指出“呼和浩特年平均雷暴日数为34.3天”。由于这一数据的年代较为久远，且其覆盖范围过大，不能精确到县级行政区，与现行规范要求以平方公里计算雷击大地密度相差甚远，因此“34.3天”这一数据已经无法准确描述呼和浩特市雷电活动的规律。

同时，对于地闪密度的计算，仅有《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010第A.0.2条）提出了对地闪密度的计算公式，该公式对呼和浩特地区地闪密度的计算结果对比监测地闪密度偏差较大，不能准确体现出呼和浩特市地区实际的地闪密度。

为此，本文件依托全国第一次自然灾害综合风险普查结果（呼和浩特部分），按照规范要求（GB 50057-2010第A.0.2条），采取人工观测与自动观测数据相结合的方式。以呼和浩特市各旗县区气象台、站为基础，重新确定当地年平均雷暴日或雷击大地年平均密度，以表征呼和浩特市新城区、赛罕区、回民区、玉泉区、土默特左旗、武川县、和林格尔县、托克托县、清水河县的雷电活动规律。通过量化雷电活动等级，不仅可以为我市气象科普和科学研究提供准确的数据参考，同时也为我市各旗县区的气候论证、区域规划等工作提供科学、准确的理论依据。

三、主要起草过程

**（一）收集资料、调查研究、提出标准初稿**

本文件收集了内蒙古自治区119个气象站1961年至2013年的人工观测雷暴日数据及2013年至2022年ADTD闪电定位仪观测记录的地闪数据，利用聚类算法进行计算后分区，将呼和浩特市9个旗（县、区）按照雷电雷暴日与地闪相关性划分为4类区域。同时参考了《基于雷电定位系统（LLS）的地闪密度 总则》（GB/T 37047—2022）、《地闪密度分布图绘制方法》（GB/T 40621—2021）、《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB/T 50343—2012）等标准制订形成讨论稿。

**（二）成立标准起草工作组**

按照《关于下达2023年度呼和浩特市地方标准制修订项目计划的通知》文件要求，2023年1月成立了标准起草工作组，工作组成员均为长期从事雷电防御、气象服务相关工作人员，具有较丰富的专业知识及实践经验，熟悉观测业务，并了解标准化工作的相关规定，具有较强的文字表达能力。工作组成立后，制定了工作方案，明确了内部分工及进度要求，责任落实到人。

**（三）工作组讨论稿**

2023年7月-2023年11月，编写组根据立项论证审查会上专家提出的意见和建议，在初稿的基础上进一步进行了修改，形成了本文件的工作组讨论稿。

**（四）召开地方标准立项会**

2023年6月28日呼市气象局组织召开了呼市地方标准项目的立项论证审查会，会议邀请了内蒙古自治区质量和标准化研究院、内蒙古自治区气象局、呼和浩特市市场监督管理局和呼和浩特市气象局的专家参加，会上项目负责人汇报了本文件的编制思路、初稿编写内容和前期准备工作等情况。会议对该标准进行立项，确定了标准的框架及主要内容，并提出修改补充意见。

**（五）发函征求专家意见**

暂无

**（六）形成送审稿**

暂无

（**七）召开地方标准审查会，形成报批稿**

暂无

四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

（一）标准编制原则

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定要求起草。遵循科学、准确、客观、定量、适用的原则。文本的编制力求表述规范，用语准确、简练，结构合理。

1、连续性原则

目前对于地闪密度的计算方法普遍参考标准：《基于雷电定位系统（LLS）的地闪密度 总则》（GB/T 37047—2022），它是由国家机场监督管理总局和国家标准化管理委员会于2022年共同发布，2023年2月1日实施，是行业内对确定地闪密度方法的权威性文件，本文件在地闪密度、地闪归集、观测年限、观测区域、网格单元大小及边界效应修正中与《基于雷电定位系统（LLS）的地闪密度 总则》（GB/T 37047—2022）保持一致，以保证今后工作的连续性，。

2、广泛适用性原则

本文件是在呼和浩特市气象局在自然灾害综合风险普查工作中获取的资料基础上利用大数据分析方法，并结合市场上工程计算、论证以及评估工作的需求编制而成的，确保编制的文件具有广泛适用性原则。

3、可操作性原则

编制《雷电活动等级》，完成后要普遍应用于呼和浩特市气象科普、气象科学研究、各旗县区气候论证、区域规划、工程计算等多领域中。本文件在给出呼和浩特市各旗县地闪密度计算方法外，为方便全社会各领域，特别是无法查询闪电定位系统数据的地区，本文件给出了呼和浩特市各地区年均雷暴日数据和2013年至2022年地闪数据，为各行业获取相关数据提供了切实有效的可操作性。

4、统一性原则

本文件制定后，目的为确定呼和浩特市各地区雷电活动等级方法提供依据。在行业内对雷暴日数的规定年代较为久远，且没有按县级行政区提供雷暴日的数据；同时，对于地闪密度的确定方法，没有较为适用于呼和浩特市各地区的计算公式。本文件力求通过标准化的计算方法，结合人工观测雷暴日数据和ADTD闪电定位仪观测记录的地闪数据，同时为消除呼和浩特地区在空间尺度上数据量的局限性，对全区地闪数据进行分析，给出在呼和浩特市各地区统一适用的雷电活动等级指标。

（二）标准编制依据

本文件以人工观测雷暴日和闪电定位数据为基础，根据雷电活动在空间上有很强的聚集性这一特点，从市场上对雷电活动数据的实际需求情况以及提高雷电活动表征参数两个方面考虑，给出了我市雷电活动分级方法、雷电活动等级（县域）情况。

本文件主要条款的依据如下：

1) “5.1雷暴日等级”——在现行规范中，只有国标GB 50343—2012中附录F统计的呼和浩特雷暴日34.3天，呼和浩特市面积约17200平方公里，用一个值来代表全市雷电活动情况显然并不科学，所以本文件按县域重新统计计算并给出了我市年均雷暴日。

2) “5.2.1.3 Ng值计算” ——我区目前采用的地闪数据为归闪后的数据，考虑到后续闪电系统升级改造或数据变化，特加入此条。

3) “5.2.2.1 单位面积地闪密度”——根据《建筑物防雷设计规范》中附录F要求，此处单位时间为年，考虑到实际应用，单位面积为计算者自行设定面积。

4) “5.2.2.2地闪密度计算方法”——根据《建筑物防雷设计规范》给出的地闪密度计算方法：

*Ng*=0.1*Td*

经计算该公式在呼和浩特市匹配误差较大，本文件利用聚类算法将各区域分类，结果如图1所示：

图表, 散点图

描述已自动生成

**图1 站点聚类结果**

新计算各区域（县域）公式后，各县平均误差从524.5%下降至25.2%，详细情况如表1所示：

**表1 拟合公式误差对比表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **旗（县、区）** | **监测地闪**  **密度** | **本文件关系式**  **地闪密度** | **GB50057估算**  **地闪密度** | **相对误差（%）** | |
| **本文件** | **GB50057** |
| **回民区** | 0.511 | 0.29 | 3.41 | 42.78% | 566.88% |
| **新城区** | 0.63 | 0.29 | 3.41 | 53.57% | 441.18% |
| **玉泉区** | 0.321 | 0.3 | 3.5 | 5.94% | 991.90% |
| **赛罕区** | 0.527 | 0.3 | 3.5 | 42.81% | 563.86% |
| **武川县** | 0.69 | 0.63 | 4.09 | 8.14% | 492.66% |
| **土默特左旗** | 0.808 | 0.59 | 3.89 | 26.77% | 381.19% |
| **托克托县** | 0.661 | 0.57 | 3 | 14.26% | 353.68% |
| **和林格尔县** | 0.521 | 0.49 | 3.41 | 5.07% | 554.46% |
| **清水河县** | 0.81 | 1.03 | 3.84 | 27.02% | 374.34% |

（三）与现行法律、法规、标准的关系

本标准依据《气象灾害防御条例》等文件精神，按GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》要求进行编写，并主要参考了以下国家和行业标准：

GB/T 37047—2018 基于雷电定位系统（LLS）的地闪密度 总则

GB/T 40621—2021 地闪密度分布图绘制方法

GB/T 50343—2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、试验验证的论述

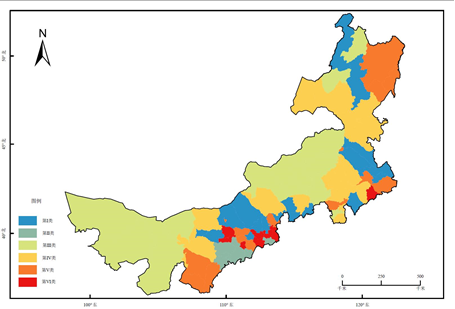
（一）主要条款的说明

本文件规定了雷电活动等级划分的原则和等级。

本文件适用于雷电的监测、服务、防灾减灾等业务和工程计算、科学研究工作，以及其他行业与雷电相关的领域。

（二）主要技术指标、参数、试验验证的论述

呼和浩特市总面积1.72万平方公里，设有7个气象观测站以及1部ADTD闪电定位设备，自然环境多样，包含草地、山地、林地等多种地形地貌，各地区雷电活动差别较大。不同的地形地貌周边区域的雷电活动规律有明显的区别，特别是在其交界处往往雷电活动会更加频繁，直接对*Ng*、*Td*的关系进行分析会很难找出较为准确的统一表达式。如果按照地形或行政区域进行分类后研究，由于气象站点分布不均匀，则会在某个区域出现分析数据缺失、*Ng*和*Td*相关性不强的情况。鉴于以上原因，将现有气象站数据进行聚类分析，打破地理区域限制，是分析空间跨度大、地形多变地区雷电活动的必要前提之一。基于雷电活动在空间上有很强的聚集性这一特点，本文件借助内蒙古行政区域内的119个气象站的雷电活动数据，利用聚类算法对呼和浩特市9个旗县区区域进行了分类，并对每个子类单独进行回归分析，从而拟合出每一类站点*Ng*与*Td*的关系式。



**图2 县级行政区域分类情况**

对于地区分类，在利用聚类算法之前，编写组尝试了多种分类方法，如行政区域划分、纬度划分、海拔高度划分等，效果均不理想，其中结果较好的海拔高度、地形落差区域分类其*Ng*、*Td*相关系数为0.02-0.23，相关性较弱。采用聚类算法之后，其相关系数为0.73-0.93，均值为0.84，相关性极强。

本文件以人工观测雷暴日数据和闪电定位数据为基础，利用数据聚类算法，给出了呼和浩特市各地区人工观测雷暴日与地闪密度关系式，实际误差较GB50057给出的估算公式大幅降低。文件第4章给出了雷暴日等级划分、地闪密度等级划分的方法；第5章给出了呼和浩特市各旗县区年均雷暴日资料以及各地区雷暴日和地闪数据关系式。

六、重大意见分歧的处理依据和结果

无

七、采用国际标准或国外先进标准的，说明采标程度，以及国内外同类标准水平的对比情况

无。

八、推广实施（包括实施措施，实施方向，如以标准为依据开展的产业推进、行业管理等有关活动，预期的经济效益、社会效益和生态效益等）

（一）实施措施

1、为科学研究工作提供数据支撑

本文件给出了呼和浩特市各地区人工观测雷暴日数据和地闪数据，同时为确定呼和浩特市各地区地闪密度，给出了目前行业内更适用于本地区的方法，为雷电相关领域的科研工作提供了技术支撑。

2、为工程计算提供精准依据

在《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010）第3章中规定，建筑物的年预计雷击次数是确定建筑物防雷分类的重要依据。本文件给出更适用于呼和浩特市的地闪密度计算关系式，使得在工程计算中能够更加准确、客观的得出建筑物的年预计雷击次数，以便于建筑物雷电防护装置的设计等相关工作的开展。

3、为气候可行性论证、区域规划等工作提供技术支持

在进行气候可行性论证和区域规划等相关工作中，雷电灾害风险评估是重要的组成部分，准确的雷暴日数和地闪密度计算方法是做好雷电灾害风险评估的关键所在。

4、为雷电防护装置检测提供规范支持

在雷电防护装置的检测中，对于建筑物的防雷分类是检测工作中重要的组成部分。第二类、第三类建筑物的区分需要对年预计雷击次数进行计算，本文件给出的雷暴日数据和地闪密度计算方法可以更准确对建筑物进行防雷分类。

（二）预期效益

本文件的实施是呼和浩特市各地区内最为准确的能够反映雷电活动等级的规范性文件，为呼和浩特市内科研、工程计算、气候可行性论证、区域规划及雷电防护装置检测提供科学依据。为提高呼和浩特市雷电灾害风险防御工作水平具有重要意义。

九、其他应说明的事项

无