

区域雷电灾害特征及气象防灾减灾应用研究

巫圣灿 叶长禄 石晓球 张永健

福建华茂防雷减灾服务有限公司三明分公司 福建 三明 365000

【摘要】：明确区域雷电灾害特征是提升气象防灾减灾实效的关键，本文以区域雷电灾害为研究核心，结合区域气象观测数据与雷电灾害实例，系统分析区域雷电灾害的时空分布规律、强度特征及影响因素，探究雷电灾害与区域地形、气候条件的关联，明确不同区域雷电灾害的致灾差异。在此基础上，立足气象防灾减灾实际需求，提炼贴合区域特征的防雷减灾技术路径与应用方法，为区域雷电灾害的精准监测、及时预警及科学防控提供理论支撑与实践指导，助力降低雷电灾害造成的人员伤亡与财产损失，推动区域气象防灾减灾体系的完善与优化。

【关键词】：区域雷电灾害；灾害特征；气象防灾减灾；应用研究

DOI:10.12417/2811-0722.26.05.013

引言

雷电作为极具破坏力的自然气象灾害，其发生具有突发性、强破坏性特点，不仅会直接造成人员伤亡，还会损毁电力、通信等基础设施，引发火灾等次生灾害，严重威胁区域经济发展与群众生命财产安全。不同区域因地形地貌、气候条件存在差异，雷电灾害的发生规律、强度及致灾程度也呈现显著不同，给气象防灾减灾工作带来针对性挑战。当前区域雷电灾害防控仍存在特征掌握不精准、防灾措施适配性不足等问题，亟需通过系统研究明确区域雷电灾害特征。本文聚焦区域雷电灾害特征分析，结合气象防灾减灾实际应用需求展开研究，为后续正文深入探讨技术方法与实践路径奠定基础。

1 区域雷电灾害现状及致灾基础分析

区域雷电灾害的发生呈现出明显的区域性和季节性特征，不同区域的雷电灾害现状与当地的环境、产业分布密切相关。雷电灾害主要表现为直接雷击和感应雷击两种形式，直接雷击易对建筑物、构筑物造成损毁，引发火灾，而感应雷击则常导致电气和电子系统失效，给生产生活带来不便。部分区域由于防雷意识薄弱，一些农村住宅、小型种养殖基地未安装或未完善雷电防护装置，成为雷电灾害的高发区域，同时住房建筑、交通等行业因设备密集、人员活动频繁，受雷电灾害影响更为突出，这也构成了区域雷电灾害现状的重要组成部分。

区域雷电灾害的致灾基础与当地的气象条件、地形地貌密切相关，是多种因素共同作用的结果^[1]。从气象条件来看，区域内大气活跃度、冷暖气流交汇情况直接影响雷电活动的频次，春夏季节冷暖气流交替频繁，强对流天气多发，极易诱发雷电灾害。地形地貌方面，山地、丘陵与平原、沿海区域的雷电活动差异明显，高大建筑物会增大地面对气流的摩擦力，阻碍雷暴云的水平运动，使雷电在局部区域停留时间延长，提升雷电灾害发生的概率，而土壤电导率、海拔高度等因素也会影响雷电的传导，进一步加剧致灾风险。

区域雷电灾害的致灾基础不仅包含自然条件，还受多重人

为因素叠加影响，不合理的人类活动在一定程度上显著强化了雷电灾害的致灾效应。当前部分地区防雷安全监管体系不够完善，重点场所雷电防护装置隐患排查不彻底、整改不到位，未形成隐患自查、上报、整改、复核的闭环管理机制，致使防雷设施难以充分发挥实效。同时，雷电灾害风险评估工作落实不到位，未能结合区域地理环境、人口分布和产业特点制定差异化、针对性的防护方案。加之部分群众和企业防雷安全意识薄弱、科普知识匮乏，雷雨天气仍存在户外作业、靠近高危设施等危险行为，进一步放大了雷电灾害的风险与危害。

2 区域雷电灾害时空分布及核心特征研究

区域雷电灾害的空间分布与该区域的气候条件、地形地貌及下垫面性质密切相关，呈现出显著的地域差异性特征。雷暴活动的形成依赖于旺盛的对流运动和充足的水汽条件，因此平原与山区、沿海与内陆的雷电灾害分布存在明显区别，山区因地形抬升作用易形成雷暴迎风坡，局部雷电密度显著高于平原地区，而沿海区域受海洋暖湿气流影响，雷电活动频次也相对较高^[2]。不同区域的承灾体分布差异，也使得雷电灾害的影响程度有所不同，城市区域因高层建筑密集、电力通信设施集中，雷电引发的设备损坏和次生灾害更为突出，农村区域则因防雷设施相对薄弱，人员伤亡风险更高，这种空间分布特征为气象防灾减灾的精准施策提供了基础依据。

区域雷电灾害的时间分布具有强烈的季节性和日变化特征，这一规律与大气环流的季节调整和日热力变化密切相关。受季风活动和太阳辐射变化影响，雷电灾害主要集中在夏半年，此时大气对流旺盛，积雨云发育成熟，极易引发闪电放电现象，而冬半年由于气温较低、水汽不足，雷电活动极为稀少。在日变化方面，雷电活动多集中在午后至傍晚时段，此时地面受热强烈，大气垂直不稳定性达到峰值，积雨云内电荷分离速度加快，容易形成云地闪，这种时间分布特征能够为雷电灾害的精准预警提供明确的时间指向，提升气象防灾减灾的时效性。

区域雷电灾害的核心特征除时空分布差异显著外，还集中

体现在致灾机制复杂与影响形式特殊等方面。雷电灾害主要通过直接雷击与感应雷击两种方式致灾，直接雷击破坏力极强，可直接造成建筑物损毁、关键设备失灵及人员伤亡；感应雷击则借助电磁感应、静电感应等途径，导致电力、通信、工控等系统出现故障或烧毁，进而引发停电、信息中断等次生灾害。不同区域因地形、下垫面与大气环境不同，雷电强度、放电频率及放电类型存在明显差异，灾害影响范围与破坏程度也呈现显著区别。雷电灾害多与局地强对流天气相伴发生，常叠加短时强降雨、雷暴大风、冰雹等天气，形成复合型气象灾害，致灾风险更高。

3 区域气象防灾减灾针对雷电灾害的现存短板

区域气象防灾减灾工作在应对雷电灾害时，首要的现存短板体现在监测预警体系的不完善上。雷电灾害具有突发性强、影响范围分散且局地性明显的特点，当前部分区域的监测网络布局不合理，山区、偏远乡村等区域存在明显的监测盲区，无法全面捕捉雷电活动的实时动态^[3]。现有监测设备多集中在城镇及主要交通沿线，对乡村、山区等雷电灾害易发区域的覆盖不足，导致雷电生成、发展及移动轨迹的监测不够全面，难以精准捕捉雷电活动的时空分布特征，进而影响预警信息的针对性和时效性，无法为区域内不同区域提供精准的雷电预警支撑。

防雷减灾的监管与防控体系仍存在明显薄弱环节，部门协同不足、基层力量薄弱，难以形成全方位防灾减灾合力。基层气象部门监管力量不足、手段有限，部分地区未建立健全防雷安全跨部门协调机制，行业主管间沟通不畅、联动不足，存在监管盲区与缺位现象。部分生产经营单位和个人安全意识淡薄，未按标准规范安装、检测及维护防雷装置，部分检测流于形式、维护不到位，导致设施无法正常发挥防护效能。农村地区问题尤为突出，大量简易民居、农业大棚、养殖棚舍等缺少必要防雷设计与装置，抵御雷击能力极低。

预警信息传播与应急处置能力不足，难以实现雷电灾害的有效防控和损失降低。雷电预警信息的传播渠道不够全面，针对农村、山区等偏远区域的传播覆盖不足，部分群众未能及时接收预警信息，无法提前采取防护措施。同时，基层应急处置队伍建设滞后，应急物资储备不足，应对雷电灾害的应急响应流程不够顺畅，缺乏常态化的应急演练，当雷电灾害发生时，无法快速开展人员疏散、隐患排查和灾害处置工作，导致灾害损失进一步扩大，难以充分发挥气象防灾减灾在应对雷电灾害中的核心作用。

4 适配区域雷电特征的气象防灾减灾技术应用

适配区域雷电特征的气象防灾减灾技术应用，需紧密结合区域雷电的时空分布特点与灾害影响规律，立足实际场景构建针对性防护体系^[4]。结合区域雷电多集中在特定季节、特定时

段且易在地形复杂区域聚集的特征，重点推进外部防雷系统的规范化布设，合理安装接闪器、引下线及接地装置，通过优化接地装置的布设方式，降低接地电阻，确保雷电流能快速安全泄放入大地，减少直击雷对建筑物及周边设施的破坏。

气象防灾减灾技术的应用需兼顾监测预警与隐患防控，依托雷电监测系统实现区域雷电活动的实时感知，捕捉雷电发生的强度、移动路径等关键信息，结合区域雷电的活动规律，及时发布分级预警信息，联动相关部门开展前置防控。在雷电高发区域的电力设施、通信基站等关键场所，加装电涌保护器，实施三级防护措施，从总配电箱到终端设备层层防护，快速导通分流雷电产生的浪涌电流，防止雷电电磁脉冲损坏电子设备。同时，加强防雷设施的日常巡检与维护，定期检查接地装置的导通性、电涌保护器的工作状态，及时更换失效元件，确保防护设施始终处于有效运行状态，切实提升区域雷电灾害的主动防御能力。

结合区域雷电灾害的实际影响，将防灾减灾技术与日常管理、公众防护相结合，形成全方位的防护格局。针对农村、山区等雷电防护薄弱区域，普及简易防雷设施，开展防雷知识宣传，引导公众在雷电天气远离金属物体、避免户外作业，提升公众自我防护意识。在易燃易爆等高危场景，采用防爆电气设备，将金属管道、设备外壳与防雷装置进行等电位连接，消除电位差，防止雷电引发爆炸、火灾等次生灾害。通过整合监测预警、防护处置、日常管理等技术手段，让防灾减灾技术深度适配区域雷电特征，实现从被动防御向主动防控的转变，最大限度降低雷电灾害对人民生命财产安全和社会生产生活的影响。

5 区域雷电灾害防灾减灾应用优化及实践路径

区域雷电灾害防灾减灾应用优化及实践需立足区域雷电灾害的实际特征，结合不同区域的孕灾环境和承灾体特点，针对性完善雷电防护体系。实践中应重点优化雷电防护装置的布局与运维，确保接闪器、引下线和接地装置的协同作用得到充分发挥，避免因防护设施老化、布局不合理导致的灾害防护漏洞^[5]。需结合区域雷电易发区分布特点，对油气基地、景区、农村薄弱场所等重点区域强化防护措施，推动雷电防护装置的规范化安装与定期检测，从源头降低雷电灾害引发的人员伤亡和财产损失，让防灾减灾措施贴合区域实际需求，提升防护的针对性和实效性。

以福建省三明市为例，该区域雷电活动特征显著，是福建省雷电密度较高的地区之一。根据三明市气象观测站1981—2013年雷电观测资料统计分析，三明市年平均雷暴日数达60天以上，属多雷区，雷电活动主要集中在3—9月，其中8月为雷电频发高峰，午后至傍晚时段（15—20时）为雷电活动最集中时段。从空间分布看，三明市各县（市）雷电密度分布不均，市区及南部县份雷电活动较北部更为频繁，雷击大地密度

呈现出明显的地域差异性。在雷电灾害损失方面,2003—2012年三明市雷电灾害统计数据显示,雷电灾害频度、经济损失模数与生命受损模数在不同县域间存在显著差异,部分山区县因地形抬升作用,雷电灾害易损度风险值较高,亟需针对性加强防护。基于GIS图层叠置法的精细化雷电灾害易损度区划研究进一步表明,三明市雷电灾害易损性风险在1Km×1Km栅格尺度上呈现显著的空间异质性,为精准识别雷电灾害高风险区域、科学布设防雷设施提供了重要依据。

区域雷电灾害防灾减灾的实践路径需构建全链条防控模式,贯穿灾前预防、灾中防御和灾后恢复的各个环节。灾前应依托气象部门的雷电监测预警系统,完善预警信息传播机制,通过广播、电视、新媒体等多渠道,将雷电预警信号及时传递至公众和重点单位,同时开展常态化雷电防灾科普宣传,提升公众的避雷意识和自救互救能力,普及户外避险、室内防护等基础常识。灾中需强化应急联动,明确各部门职责,推动气象、应急管理、电力等部门协同配合,针对雷电灾害引发的各类隐患及时采取处置措施,减少灾害蔓延。

区域雷电灾害防灾减灾应用优化需强化协同治理与实践完善,积极借鉴区域协同立法经验,推动相邻地区建立雷电灾

害联防联控机制,实现监测数据、预警信息、防护经验与应急资源的互通共享。在实际工作中,应常态化开展雷电灾害隐患排查整治,重点整改跨步电压、接触电压、老旧防雷设施等潜在风险,不断优化应急处置流程,定期开展多场景应急演练,提升快速响应和协同处置能力。同时结合区域雷电活动规律与致灾特点动态调整防护策略,推动防灾减灾由被动应对向主动防控、精准防御转变,充分发挥气象防灾减灾支撑作用,切实保障区域公共安全和人民群众生命财产安全。

6 结语

区域雷电灾害的发生受气象、地形及人为因素共同影响,呈现出显著的时空分布差异与独特致灾特征,精准掌握这些特征是提升气象防灾减灾实效的前提。本文通过系统分析区域雷电灾害现状、致灾基础及核心特征,明确当前防灾减灾工作中的监测预警、监管防控等短板,提出适配区域特征的技术应用与实践路径。后续需立足区域实际,持续优化防雷防护体系与协同治理机制,强化技术落地与科普宣传,推动防灾减灾工作向精准化、常态化转变,切实降低雷电灾害损失,完善区域气象防灾减灾体系,为区域公共安全与经济社会稳定发展提供保障。

参考文献:

- [1] 李京校,霍沛东,陈绍东,等.气象观测场雷电灾害事故特征分析[J].建筑电气,2025,44(10):17-22.
- [2] 杨俊鹏.青海地区雷电灾害的时空分布与灾害特征研究[J].农业灾害研究,2024,14(12):284-286.
- [3] 田春生.农村雷电灾害特征及防护技术研究[J].农业灾害研究,2023,13(08):317-319.
- [4] 陈青娇,石祥南,蔡河章,等.旅游景区雷电灾害分布特征分析[J].海峡科学,2021,(09):42-45.
- [5] 侯林松,曹广成,李志明,等.广元市雷电易发区的特征分析[J].科技创新与应用,2021,11(28):75-77.