

防雷技术标准应用与监管效能的多维度评估

——基于黔东南防雷安全重点单位的调查分析

邓学军^{1*}, 丁 旻^{2#}, 宋小红¹, 姚元海³, 张文杰⁴, 范传华¹

¹贵州省黔东南州气象局, 贵州 凯里

²贵州省气象服务中心, 贵州 贵阳

³贵州省锦屏县气象局, 贵州 锦屏

⁴贵州省施秉县气象局, 贵州 施秉

收稿日期: 2026年4月15日; 录用日期: 2026年5月7日; 发布日期: 2026年5月18日

摘要

为掌握黔东南州防雷安全重点单位履行防雷安全主体责任的实际能力与薄弱环节, 研究采用问卷调查法, 对辖区内515家涵盖八大类别的防雷重点单位开展系统性调查, 共回收有效问卷433份。调查发现, 受访企业普遍存在防雷法律法规认知模糊(如仅30%知晓雷电防护装置需经气象部门验收)、技术标准应用不深(如仅59.4%能依据规范落实管理)、自主管理能力薄弱(如仅18.5%能全面掌握本单位防雷重点区域)以及信息化平台使用率低(如仅70%熟悉全国防雷减灾综合服务平台)等问题。同时, 94.2%的受访者支持制定分类防雷安全管理规范, 并提出了加快标准编制、强化技术培训、推动信息化与智能化监管等具体需求。基于调查结果, 文章提出分类编制《防雷安全重点单位防雷管理规范》、优化全国防雷减灾综合服务平台功能、推动监管模式从“执法监管”向“服务监管”转型、加强防雷安全宣传与培训等对策建议, 以期为提升民族地区与高雷暴风险区防雷安全重点单位自主管理能力提供实证依据与路径参考。

关键词

防雷自主管理, 现状调查, 黔东南, 雷电灾害防御

Multi-Dimensional Assessment of the Application of Lightning Protection Technical Standards and Regulatory Effectiveness

—An Investigation and Analysis Based on Key Lightning Safety Units in Qiandongnan

Xuejun Deng^{1*}, Min Ding^{2#}, Xiaohong Song¹, Yuanhai Yao³, Wenjie Zhang⁴, Chuanhua Fan¹

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 邓学军, 丁旻, 宋小红, 姚元海, 张文杰, 范传华. 防雷技术标准应用与监管效能的多维度评估[J]. 管理科学与工程, 2026, 15(3): 533-540. DOI: 10.12677/mse.2026.153053

¹Qiandongnan Prefecture Meteorological Bureau, Kaili Guizhou

²Guizhou Meteorological Service Center, Guiyang Guizhou

³Jinping County Meteorological Bureau, Jinping Guizhou

⁴Shibing County Meteorological Bureau, Shibing Guizhou

Received: April 15, 2026; accepted: May 7, 2026; published: May 18, 2026

Abstract

To grasp the actual capabilities and weaknesses of key lightning protection units in Qiandongnan Prefecture in fulfilling their primary responsibility for lightning safety, this study conducted a systematic survey using questionnaires among 515 key units across eight categories within the jurisdiction. A total of 433 valid questionnaires were collected. The survey revealed that respondent enterprises generally suffer from vague awareness of lightning protection laws and regulations (e.g., only 30% are aware that lightning protection devices require acceptance by meteorological departments), shallow application of technical standards (e.g., only 59.4% can implement management based on specifications), weak autonomous management capabilities (e.g., only 18.5% can fully master the key lightning protection areas of their own units), and low utilization rates of information platforms (e.g., only 70% are familiar with the National Comprehensive Service Platform for Lightning Disaster Prevention and Mitigation). Meanwhile, 94.2% of respondents support the formulation of classified lightning safety management specifications and have put forward specific demands such as accelerating standard compilation, strengthening technical training, and promoting intelligent and informatized regulation. Based on the survey results, this paper proposes countermeasures and suggestions, including compiling classified “Lightning Safety Management Specifications for Key Lightning Protection Units”, optimizing the functions of the National Comprehensive Service System for Lightning Disaster Prevention and Mitigation, promoting the transformation of the regulatory model from “law enforcement-based regulation” to “service-oriented regulation”, and strengthening lightning safety publicity and training. These measures aim to provide empirical evidence and path references for enhancing the autonomous management capabilities of key lightning protection units in ethnic minority areas and regions with high thunderstorm risks.

Keywords

Autonomous Lightning Protection Management, Status Survey, Qiandongnan, Lightning Disaster Prevention

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

雷电灾害是贵州省主要的自然灾害之一，雷电活动频繁，对油库、加油站、危化企业、旅游景区等重点单位的安全生产构成严重威胁。随着“放管服”改革持续推进，防雷安全监管重心逐渐从政府全面监督向“企业主体责任落实”转变，因此，提升防雷重点单位的自主管理能力成为防雷减灾工作的关键环节[1]-[3]。然而，在实际监管中发现，部分单位仍存在“法律责任意识不强、标准制度执行不严、自主

管理能力不足”等问题[4]-[9]，影响了防雷安全治理效能的整体提升。国内外对防雷安全管理的研究早期多集中于雷电物理特性、防护技术标准及工程应用。随着风险管理理念的深入，研究重点逐渐转向安全管理体系。国外发达国家(如美国、德国)普遍建立了基于风险评估的、业主责任明确的防雷安全规范体系，强调业主的主动性[10]-[14]。国内研究在法规政策(如《气象法》《防雷减灾管理办法》)、技术标准方面成果丰硕，但对具体区域，特别是像黔东南这样的民族地区、欠发达山区的防雷安全重点单位自主管理“落地”情况的微观实证研究相对不足。

为系统了解黔东南州防雷安全重点单位自主管理现状，明确其在标准化建设、技术应用、培训需求等方面的真实意向，本研究采用调查研究法，于 2025 年面向全州 515 家防雷安全重点单位开展问卷调查，旨在摸清底数、诊断问题，为后续制定针对性管理规范、创新监管服务模式提供数据支撑，也为同类地区防雷安全管理提供参考。

2. 调查设计

2.1. 调查对象

调查覆盖黔东南州纳入气象部门监管的 515 家防雷安全重点单位，涵盖石油(液化气)库、加油(气)站、烟花爆竹仓储与生产企业、民爆仓库、旅游景区、危化企业、煤矿与非煤矿山、燃气输送设施等八大类别。

2.2. 调查内容

调查围绕防雷安全重点单位的 10 个核心维度展开，具体包括：经营性质、被调查人基本信息、防雷管理法律法规责任落实、防雷技术标准应用、企业人员权责清单建立、采取的雷电防护措施、雷电天气信息来源及雷电灾害天气应急措施能力、对防雷减灾综合服务平台的熟悉程度与使用、防雷安全管理信息与建档、推行防雷安全管理标准化的必要性需求等内容。

2.3. 调查方式

本次调查采用问卷调查法。调查人员通过防雷监管微信群、电子邮件送达及上门现场调查三种方式，向辖区内 515 家防雷重点单位发送《调查问卷》电子版。被调查对象可直接在电子版问卷中勾选意向选项，或打印问卷勾选后，将问卷电子文档转换为 PDF 格式，或扫描打印填写后的问卷反馈，以确保问卷内容的真实性及被调查对象意愿的不可改动性。

2.4. 问卷反馈及调查覆盖面

辖区内目前纳入监管的防雷安全重点单位共 515 家，涵盖油库、气库，加油(气)站，烟花爆竹仓储库、生产厂，弹药库(民爆仓库)，旅游景区(景点)，危险化学品仓储、生产企业，煤矿与非煤矿山，燃气输送等八类企业。本次调查共收到 323 家企业的反馈，覆盖面达 62.7%，累计回收反馈问卷 433 份。具体覆盖情况为：石油(液化气)库：36 家企业，68 份问卷；加油(气)站：215 家企业，259 份问卷；烟花爆竹仓储：26 家企业，37 份问卷；烟花爆竹生产厂：4 家企业，6 份问卷；弹药(民爆仓储)库：12 家企业，13 份问卷；旅游景区(景点)：17 家企业，26 份问卷；化工仓储和生产企业：12 家企业，23 份问卷；煤矿与非煤矿山：1 家企业，1 份问卷。

从反馈人员身份来看，企业法人或实际负责人反馈 101 份，企业安全总监或分管安全负责人反馈 105 份，班组长(站长、车间主任)反馈 92 份，安全员反馈 85 份，其他工作人员反馈 50 份，具体占比情况见表 1：

Table 1. Survey feedback summary table
表 1. 调查反馈情况表

序号	调查对象	总家数	反馈数	覆盖率 (%)	法人	占比 (%)	分管人	占比 (%)	班组长	占比 (%)	安全员	占比 (%)	其他	占比 (%)
1	油库、气库	42	36	85.71	14	20.59	17	25	13	19.12	15	22.06	9	13.24
2	烟花爆竹仓库	35	26	74.29	18	48.65	8	21.62	0	0	6	16.22	5	13.51
3	烟花爆竹生产	4	4	100	3	50	1	16.67	0	0	1	16.67	1	16.67
4	危险化学品企业	15	12	80	3	13.04	4	17.39	2	8.7	8	34.78	6	26.09
5	加油加气站	348	215	61.78	49	18.92	65	25.1	74	28.57	51	19.69	20	7.72
6	弹药库	17	12	70.59	4	30.77	6	46.15	0	0	2	15.38	1	7.69
7	旅游景区	41	17	41.46	10	38.46	4	15.38	3	11.54	2	7.69	7	26.92
8	矿山	10	1	10									1	100
9	燃气输送	3	0	0										
10	合计	515	323	62.72	101	23.33	105	24.25	92	21.25	85	19.63	50	11.55

3. 调查结果

采用电子问卷方式，通过防雷监管微信群、电子邮件及上门现场调查三种途径发放。问卷支持在线填写或打印后扫描反馈，确保数据真实性。共回收问卷 433 份，覆盖 323 家企业，总体覆盖率为 62.7%。受访者中，企业法人或实际负责人占 23.3%，安全总监或分管安全负责人占 24.2%，班组长(站长、车间主任)占 21.2%，安全员占 19.6%，其他工作人员占 11.5%。

3.1. 法律法规认知水平

被调查对象约 85% 人员反馈，熟悉本单位雷电防护措施应服从当地气象部门的管理。仅约 30% 的受访者知晓“企业新改扩建雷电防护装置应经当地气象部门竣工验收后方可投入使用”，多数受访者认为“取得检测合格报告即可投入使用”，反映出企业对防雷行政许可程序的法律认知存在明显偏差。

3.2. 技术标准应用能力

59.4% 的受访者表示能对照技术标准落实防雷安全管理，但其依据集中于《建筑物防雷设计规范》(占比 80%)，对《建筑物防雷装置检测技术规范》等配套标准了解不足。仅 18.5% 的受访者能全面掌握本单位防雷重点区域，仅 6.5% 能全面掌握所采取的雷电防护措施。

3.3. 内部管理执行情况

调查反馈，所有被调查对象反馈，本企业均建立了防雷安全管理制度。但在日常履行企业管理职责中，能正常规范在企业内部开展防雷安全检查、巡查工作的有 333 人，占被调查人数 76.9%；检查中认为需开展包括法律、法规、政策文件执行情况的 171 人，占反馈人数的 39.5%；需要检查学习培训、应急演练、应急启动情况的 176 人，占反馈人数的 40.6%；需检查雷电防护装置检测报告与结论的 370 人，占被调查人数的 85.5%；需检查雷电灾害天气应急响应情况的 148 人，占反馈人数的 34.2%；需检查落实各部门单位检查、检测发现问题隐患整改情况的 367 人，占反馈人数的 84.8%；需检查全国防雷监管平台日常信息填报的 141 人，占反馈人数的 32.6%；需检查防雷管理资料归档情况的 338 人，约占反馈人数的 78.1%；需现场巡查、检查雷电防护装置运行情况的 366 人，约占反馈人数的 84.5%。

3.4. 采取的雷电防护措施

所有被调查对象均反馈本单位已安装雷电防护措施。其中，90%的反馈人员表示知晓防雷设施包含避雷针、避雷带、引下线 and 接地体，但对重点雷电防护区域，以及雷电浪涌保护、等电位连接、电磁屏蔽、综合布线、雷电绝缘安全保护等措施不熟悉、不了解；此外，约95%以上的被调查对象反馈，不清楚需利用智能雷电监测、预报、预警系统支撑并提升企业防雷安全管理能力，这一需求与后续企业提出的信息化建设建议高度契合。从雷电天气信息来源判定和雷电灾害天气应急处置能力来分析，能全面准确判定获取气象信息来源的246人，占反馈人数56.8%；在雷电灾害天气出现时能正确应对和处置的为394人，占被调查人数91%。

3.5. 监管平台的使用

反馈熟悉全国防雷减灾综合服务管理平台运行网址、用户名和登录密码的303人，约占反馈人数的70%；其中完全熟悉需上传信息资料内容的人员数42人，占反馈人数的9.7%；部分了解需上传信息的人员数为367人，占反馈人数的84.8%；完全不掌握需要上传信息资料的人员数24人，占反馈人数的5.5%。

3.6. 防雷安全管理信息与建档

超过90%的被调查对象反馈，认为应规范推进防雷安全资料归档建档工作，但实际调查中，仅约80%的反馈人员表示会检查防雷管理资料归档建档情况；此外，约15%的被调查对象表示，不清楚需对本企业落实检查、检测发现问题隐患及整改责任清单台账的检查。

3.7. 防雷安全重点单位对推进防雷安全管理标准化建设的需求

经调查反馈，对是否支持通过标准建立，明确各级管理层防雷管理职责。有408人反馈明确表示支持，占反馈人数的94.2%；同时，反馈明确支持有必要通过标准制定，明晰雷电防护技术参数要求的420人，占反馈人数的97%。问卷反馈中，明确勾选或说明没有必要编制《防雷安全管理规范》的有10人，约占被调查人数的2.3%，其中有2人既支持规范编制，又提出《规范》编制实施后会增加企业人员负担。

3.8. 集中反馈支持《规范》编制意见建议

根据对109份《防雷安全重点单位防雷管理规范》编制意见建议的梳理，反馈集中在八个关键维度，共同构成规范编制的系统性框架。在进程层面，建议加快标准编制与推广应用，以填补管理标准化空白。在内容设计上，强调分类施策与风险导向，需统筹考虑企业类型、地理环境、设备状况、存储介质特性及成本承受能力，避免“一刀切”式管理。

具体管理细则应包含统一的应急预案模板及定期演练机制，明确灾害响应时的职责分工与设备操作规程。需建立强制性的年度检查维护制度，完善事故报告标准化格式与文件版本控制流程。能力建设方面，应推进物联网、大数据技术在防雷监管平台的应用，实现装置实时监测与远程管理。科普宣传需针对学校、社区等不同场景开展差异化教育。技术推广应鼓励智能防雷系统等创新产品研发应用。专业培训体系应覆盖标准规范、检测技术、应急处置等核心内容，提升从业人员实操能力。

监管机制建设方面，气象部门需完善监督检查制度，强化对雷电防护装置检查维护的常态化监管，确保安全隐患及时排查整改。这些建议体现了从标准制定、技术支撑到监管保障的完整逻辑链条，为构建科学有效的防雷安全管理体系提供了实践导向的解决方案。

4. 问卷反馈信息分析

通过问卷调查，首先调查对象能真实反映企业对规范防雷安全管理，提升企业自主管理能力的需求

是积极的, 90%以上的受访者对推进企业防雷安全管理标准化表示支持和认可。其次, 通过调查与意见反馈, 也反映出当前各级气象部门、防雷检测机构以及企业在履行防雷安全管理、服务和自主管理方面, 还存在诸多问题。

4.1. 法律法规和规章制度宣传普及欠缺

调查显示, 不足 70%的企业管理人员熟悉防雷行政许可申办要求, 多数被调查对象反馈“雷电防护装置建设后, 只要有专业技术检测机构出具‘合格’检测报告即可投入使用”。这表明监管部门在防雷相关法律、法规、规章及规范性文件的宣传培训上存在不足, 直接导致企业在落实法律法规与规章制度时存在差距, 自主管理的法律依据认知不清晰。

4.2. 技术标准推广应用不足

调查显示, 当前防雷技术标准在企业安全管理中的应用存在明显短板。一方面, 企业依据规范标准实施自主管理的程度有限——仅有 60%的受访者能够对照防雷技术规范开展管理, 而其中 80%的人员仅知悉《建筑物防雷设计规范》, 对其他相关标准缺乏了解; 更有约 40%的受访对象明确表示“不知道需要依据标准支撑企业防雷安全管理”。另一方面, 企业员工对标准的学习和应用自觉性严重不足, 仅 18.5%能够准确判定本单位重点防雷区域, 完全掌握本单位雷电防护措施的比例低至 6.5%。同时, 防雷检测技术服务机构在执行《建筑物防雷装置检测技术规范》中存在明显疏漏。调查表明, 仅有 3.5%的被调查者能正确判定在火灾爆炸危险场所开展防雷检测所需的技术人员资质要求, 反映出检测机构在派遣合格技术人员方面未能严格执行规范要求。此外, 全国防雷减灾监管平台的应用亦存在显著差距。尽管平台已投入使用, 但宣传普及不足, 仅 70%的用户熟悉系统登录信息; 更关键的是, 平台信息填报缺乏统一标准——仅 9.7%的用户完全清楚需上传的信息内容, 而 5.5%的用户完全不了解信息上报要求, 导致平台数据质量与管理效能受到制约。这些问题的存在, 共同制约了防雷安全管理的规范化和有效性。

4.3. 雷电灾害天气信息发布渠道宣传不够

信息反馈中 90%以上受访者, 在雷电灾害天气来临时能正确采取应对措施, 但能完全判定准确及时获取雷电灾害天气信息渠道的仅有 56.8%, 特别是对来自 12379 国家灾害预警信息发布平台的预警信息, 受访者知晓率明显偏低。

5. 对策建议

5.1. 分类编制《防雷安全重点单位防雷管理规范》

联合应急管理、住建等相关部门、防雷技术服务机构及部分代表性防雷安全重点单位, 根据油库气库、加油加气站、危化企业等不同类别企业的特性, 分类编制《防雷安全重点单位防雷管理规范》。规范需明确企业各层级安全管理人员的防雷管理职责、针对性的防雷管理基本技术要求, 以及全国防雷监管平台的统一信息填报标准, 为企业提供“一类一策”的自主管理操作指南, 直接回应 94.2%与 97%受访者对“明确职责”、“明晰技术参数要求”的需求。

5.2. 优化全国防雷减灾综合服务系统功能

建议上级气象主管部门结合监管职责需求, 优化完善“全国防雷减灾综合服务系统”功能: 将“政策与法规”功能栏, 设置在系统主页面, 突出展示防雷相关法律、法规及规范性文件, 解决 4.1 中“法律法规宣传不足”的问题; 建立“一企一档案”功能, 自动关联企业基本信息、防雷检测报告、检查信息及隐患整改记录等数据, 实现企业自主管理轨迹的可视化; 增加“信息漏缺报警”功能, 对平台信息填报

不完整、不及时的企业进行自动提醒，提升平台信息填报的规范性与完整性。

5.3. 推动监管模式从“执法监管”向“服务监管”转型

充分发挥气象部门在灾害性天气监测、预报、预警方面的优势，组建防雷专家创新团队，引进并开发符合企业需求的“雷电监测-预报-预警”一体化服务系统。优先为有条件或雷电灾害可能造成重大社会影响的企业(如危化企业、大型旅游景区)提供实时、精准的雷电灾害天气信息服务，指导企业提前采取防御措施，在“防”字上主动发力，减少雷电灾害事故发生；同时，通过技术服务下沉，帮助企业解决“技术标准应用不足”的问题，将监管转化为企业自主管理的能力支撑。

5.4. 加强宣传培训与科普教育

针对当前防雷技术标准实施中暴露出的系统性问题，调查显示关键环节均存在明显不足。在企业自主管理层面，仅 60% 受访者能够依据技术规范开展管理工作，其中 80% 的人员认知局限于《建筑物防雷设计规范》这一基础标准，约 40% 的管理者甚至未能认识到标准体系对企业防雷安全管理的支撑作用。更深层次的问题体现在企业对自身风险点的认知模糊——仅 18.5% 能够准确识别重点防雷区域，完全掌握本单位完整防护措施的比例低至 6.5%。建议定期开展“防雷知识进企业、进社区、进学校”活动，制作双语(汉语与少数民族语言)科普材料；将防雷法律法规与标准培训纳入企业安全管理人员继续教育体系，提升一线人员实操能力。

5.5. 强化平台应用法制化保障

防雷检测技术服务的规范性亟待加强。特别是在火灾爆炸危险场所等高危场景中，仅有 3.5% 的受访者能够准确认知参与防雷检测技术人员应满足的规范要求，反映出检测机构在开展服务时未能严格执行《建筑物防雷装置检测技术规范》中关于人员配置的规定。与此同时，全国防雷减灾监管平台的应用效果尚不理想。调查显示，仅 70% 的用户熟悉平台登录等基础操作，反映出培训与宣传不足。更为突出的是，平台信息填报缺乏明确统一的标准指引——仅 9.7% 的用户全面掌握应填报内容，另有 5.5% 的用户对填报要求缺乏基本了解，直接影响监管数据的完整性与决策有效性。上述问题共同暴露出现行防雷安全管理在标准执行与监管闭环中存在的系统性短板。为此，建议通过制定专项管理办法或地方规范性文件，进一步明确气象主管部门、技术服务机构及企业三方在平台应用中的责任。文件应具体规定信息填报的主体责任、内容标准、时限要求及相应后果，并将平台使用情况纳入企业信用评价与安全检查体系，从而推动平台信息实现完整、真实、及时的良性运转，切实解决当前平台应用中责任不清、执行不力的问题。

6. 结语

本次调查表明，黔东南州防雷安全重点单位在自主管理方面仍处于“有制度、难落实，有装置、弱管理”的初级阶段，亟需通过标准化建设、信息化赋能、服务化监管与系统化培训等多重手段提升其内生管理能力。未来应坚持“企业主体责任、政府监管服务、社会协同参与”的治理思路，以标准化为抓手，以信息化为支撑，以服务化为路径，逐步构建符合民族地区与山区特点的防雷安全自主管理体系，切实提升雷电灾害综合防御能力。

参考文献

- [1] 张明禄. 加强雷电灾害防御 规范雷电灾害管理[N]. 中国气象报, 2025-04-29(002).
- [2] 刘波, 张建军, 邵莉丽. 贵州省防雷安全监管体系构建思考与实践[J]. 中国标准化, 2026(2): 124-128.

-
- [3] 马丁. 兴安盟农村地区防雷减灾现状与对策[J]. 安徽农学通报, 2026, 32(1): 111-113.
- [4] 田竞慧, 张邯, 潘娅莹, 等. 县级防雷监管过程中存在的问题及执法程序探究[J]. 农业灾害研究, 2025, 15(5): 299-301.
- [5] 胥晓津, 陈兆平, 赵廷斌, 等. 江山市防雷安全跨部门监管机制建设实践探索[J]. 海峡科学, 2025(2): 44-47.
- [6] 刘凤, 郑君亮, 卢莹. 新形势下福建省防雷安全监管现状、问题及对策[J]. 海峡科学, 2024(12): 30-36.
- [7] 侯林松, 曹广成, 项朝军, 等. 防雷安全工作存在问题及对策[J]. 大众标准化, 2023(21): 125-127.
- [8] 秦健, 覃彬全, 林巧. 防雷安全监管标准面临的问题及对策研究[J]. 品牌与标准化, 2023(6): 1-3.
- [9] 范传华, 兰世怀, 胡贵黄, 杨胜海, 邓学军. 黔东南农村雷电灾害现状及防御措施[J]. 数字农业与智能农机, 2024(4): 44-47.
- [10] Abulaban, H.E.H. and Siow, C.L. (2021) Recent Progress on Lightning Risk Assessment and Its Applications in Malaysia. *International Review of Electrical Engineering (IREE)*, **16**, Article 41. <https://doi.org/10.15866/iree.v16i1.18426>
- [11] Rudyk, Y., Nazarovets, O. and Golovatchuk, I. (2018) Current Approaches in the System Lightning Protection Arrangement of Buildings in View of Fire Hazard and Personal Risk. *Fire Safety*, No. 33, 88-94. <https://doi.org/10.32447/20786662.33.2018.12>
- [12] Santoro, F., Anifantis, A.S., Ruggiero, G., Zavadskiy, V. and Pascuzzi, S. (2019) Lightning Protection Systems Suitable for Stables: A Case Study. *Agriculture*, **9**, Article 72. <https://doi.org/10.3390/agriculture9040072>
- [13] Kasza, Z. (2020) Sensitivity Analysis of Condominium Lightning Protection Risk Analysis. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, **18**, 375-381. <https://doi.org/10.7906/indecs.18.3.7>
- [14] Sing, K. (2025) Conceptual Framework for Lightning Risk Management in Substations Based on Multi-Layered Protection. *Journal of Electrical Engineering*, **3**, 40-46. <https://doi.org/10.54209/elimensi.v3i02.401>