

中国林学会团体标准

《森林雷击火监测预警系统规范》

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本标准编制依托“十四五”国家重点研发计划“森林雷击火风险预报和探测预警技术与系统”项目开展。项目聚焦森林雷击火监测预警难题，设五个课题开展技术攻关，将标准研制列为预期成果之一，支撑一体化雷击火预报预警处置系统研发与林区示范应用，据此编制《森林雷击火监测预警系统规范》。

（二）修订背景

近年来，随着全球气候变暖，极端天气频发，由雷电引发的森林火灾威胁日益加剧。作为森林草原火灾的主要自然火源，雷击火具有突发性强、隐蔽性高且多发生在偏远无人区的特点，传统瞭望和卫星监测手段在时效性与精准度上难以满足“早发现、早处置”的现代化防控需求。一旦遭遇干雷暴等恶劣天气，极易迅速蔓延成灾，对生态安全、人民生命财产及国家森林资源构成严重威胁。“十四五”以来，国家高度重视森林草原防火工作的科技赋能，明确要求强化火灾风险研判、推动监测预警信息化建设，建设先进的雷击火监测预警系统已成为提升综合防控能力的关键环节。

制定森林雷击火监测预警系统规范，旨在统一系统的技术要求与功能架构，确保跨区域、跨层级间的互联互通与数据共

享。此举不仅能为系统建设、设备选型及运行维护提供标准依据，提升监测预警的精准度与协同效率，也为深入研究雷击火发生机理、推动相关领域技术创新奠定了坚实基础，对于提升我国雷击火防控的标准化、智能化水平具有重要的战略意义。

（三）起草过程

1、标准立项阶段

2024年6月，中国林学会组织相关领域专家召开立项启动会，明确了标准的适用范围、总体框架和关键技术指标。会上成立了标准编制组，中国消防救援学院作为牵头单位，制定了详细的工作方案和时间节点，并通过论证确定了与现行法律法规及标准体系的协调性。2025年10月，编制组完成了项目任务书和合同书的填报，正式启动标准研制工作。

2、标准起草阶段

2025年10月，成立《森林雷击火监测预警系统规范》标准编制组，讨论明确本标准编制的主要内容，标准技术路线，制定标准大纲，完成任务分工。2025年10月至2025年11月，标准编制组进行国内外有关森林雷击火监测预警系统规范编制资料的收集，主要包括：《信息系统雷电防护术语》《森林火险气象等级》《基于雷电定位系统（LLS）的地闪密度总则》《雷击森林火灾调查与鉴定规范》等森林草原防火领域及相关领域现行标准，正在同步制定的森林草原防火领域标准，以及《森林火灾扑救》（2022）、《森林草原防灭火》（2026）等森林雷击火监测预警相关的教材等。

2025 年 11 月至 2026 年 3 月,标准编制组根据收集整理的资料和调研成果,进一步修改完善编制大纲,依据《标准化工作导则 第 1 部分:标准化文件的结构和起草规则》(GB/T 1.1-2020)要求,形成了《森林雷击火监测预警系统规范(征求意见稿)》。

3、征求意见阶段

2026 年 3 月-7 月,向全国各省森林草原防火行业主管部门、科研机构、行业协会等 10 个单位征求意见,其中回函单位数 10 个,回函并没有建议和意见的单位数 2 个,没有回函的单位 0 个。共收到反馈意见 44 条,其中采纳意见 44 条,部分采纳意见 0 条,不采纳意见 0 条。

4、标准审定会

2026 年 8 月 7 日,全国森林草原防火标准化技术委员会秘书处组织召开了标准审查会,会议邀请七位行业专家对标准内容进行逐条审定。专家委员会听取了标准编制情况汇报,经充分质询与讨论,一致同意通过该标准,并建议按照专家提出的 35 条意见,进一步修改后按程序报批。标准编制组根据专家意见进一步修改完善,形成了标准报批稿。

5、标准主要起草单位和主要起草人

本文件起草单位:中国消防救援学院、北京林业大学、中国科学院电工研究所、北京市园林绿化局、中国林业科学研究院森林生态环境与自然保护研究所、北京市西山试验林场管理处。

本文件主要起草人:武英达、程朋乐、苑尚博、徐梓洋、

赵凤君、周荣伍、王平玺、金闪烁、杜秋洋、金佩娴、马启明、
 刘晓东、陈锋、高敏、吴天冬、娄黎明、刘辉、何华、索奥丽、
 龚俊伟。

本文件主要起草人及其贡献如下表所示：

姓名	单位	职称	标准编制内容及贡献
武英达	中国消防救援学院	副教授	项目负责人，主持标准整体框架设计，负责核心章节的编写与定稿。
程朋乐	北京林业大学	教授	负责“系统防护流程”章节的编写，主导现场探查和风险判定流程的优化设计。
苑尚博	中国科学院电工研究所	研究员	负责森林雷击火系统规范内容梳理，协助完成标准实操性内容的校核完善。
徐梓洋	北京林业大学	博士研究生	参与“系统组成”中前端系统部分的技术调研与编写，负责相关图表绘制。
赵凤君	中国林业科学研究院森林生态环境与自然保护研究所	研究员	负责森林雷击火相关技术内容编制，支撑预警指标体系完善。
周荣伍	北京市园林绿化局	高级工程师	参与规范性引用文件核对，核查林业、气象行业标准与本标准条文协调性。
王平玺	北京市西山试验林场管理处	高级工程师	负责系统组成编写，梳理雷电定位、双光谱探测设备布设与验收指标。
金闪烁	北京市西山试验林场管理处	高级工程师	整理地形定位精度实测数据，校验监测模型各项技术阈值。
杜秋洋	中国消防救援学院	讲师	负责标准全文规范性校对，逐条核查技术指标与现行国标/行标的协调性。
金佩娴	北京林业大学	硕士研究生	协助进行国内外标准资料检索与对比分析，参与试验验证数据的整理。
马启明	中国科学院电工研究所	研究员	负责雷电监测设备技术指标及电磁辐射波形数据相关内容的确定。
刘晓东	北京林业大学	教授	负责“术语和定义”部分的梳理与审定，组织林火生态学理论支撑资料的收集与验证。
陈锋	北京林业大学	副教授	参与“监测预警模型”中预报模型的参数设定，完成模型验证的数据统计分析。
高敏	中国消防救援学院	讲师	负责逻辑的梳理及流程图的绘制。
吴天冬	中国消防救援学院	讲师	负责搭建配套数据验证数据库以支撑模型迭代优化。
娄黎明	北京林业大学	博士研究生	参与国内外森林雷击火监测预警相关标准、文献及技术资料的系统检索与对比分析。
刘辉	北京林业大学	博士研究生	整理专家审查会修改意见的落实情况，协助完善报批稿说明。

姓名	单位	职称	标准编制内容及贡献
何华	北京林业大学	硕士研究生	协助标准的符合性审查，参与征求意见阶段的回函整理工作。
索奥丽	北京林业大学	博士研究生	负责标准编制说明的起草与修订，汇总各阶段专家意见并形成处理表。
龚俊伟	北京林业大学	博士研究生	负责雷电定位精度试验方案设计及实测数据的图表化呈现。

二、标准编制原则和确定标准主要内容

（一）标准编写原则

（1）统一性原则：本标准按照 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》的规定起草，在标准的结构、文体和术语方面保持统一，文字表达力求准确简明，内容严谨合理。

（2）目的导向原则：本标准规定了森林雷击火监测预警系统的组成、预警模型和 workflows，建立一套全面完整的森林雷击火监测预警系统规范。

（3）适用性原则：本标准界定了森林雷击火监测预警系统规范，适用于雷击森林火灾预警监测及相关工作。

（二）标准主要内容及其确定依据

本标准根据《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）的规定起草。

本标准遵照《森林草原防灭火条例》、《国家森林草原火灾应急预案》和《关于全面加强新形势下森林草原防灭火工作的意见》（中办发〔2022〕60号）等政策法规依据，参考国家和地方森林雷击火监测预警实践需要，结合林火生态学理论内容，综合文献资料和专家论证情况，本标准包含术语和定义、

系统组成、监测预警模型、系统防护工作流程、试验方法 5 大部分，内容主要来源为森林雷击火和相关领域现行标准，具体内容如下：

术语和定义主要包括雷击、雷击点、森林雷击火、森林雷击火监测预警系统等内容，共包括术语 4 条；

系统组成主要包括监测设备、成像模块、前端模块、传输模块、预警模块等内容，共包括系统组成 7 部分；

预警模型主要包括监测模型、探查模型和预警模型，共包括监测预警模型 3 部分；

工作流程主要包括流程概述、风险判定、监测启动、现场探查等内容，共包括系统工作流程 5 部分；

试验方法主要包括系统组成试验、预警模型试验、工作流程试验，共包括试验方法 3 部分。

三、试验验证分析、技术论证和预期效益

（一）试验验证分析、技术论证

本标准的内容，主要包括术语和定义、系统组成、监测预警模型和系统防护流程等方面，标准内容遵照《森林草原防灭火条例》、《国家森林草原火灾应急预案》和《关于全面加强新形势下森林草原防灭火工作的意见》（中办发〔2022〕60号）等政策法规依据，参考国外森林雷击火监测预警资料，结合国家和地方森林草原防火管理实践需要，结合林火生态学理论内容，综合文献资料和专家论证情况。关键术语的定义、技术、模型和防护流程等与现行法规、行业实践一致，覆盖实际需求。

（1）雷电监测定位设备试验验证

国内已在大、小兴安岭等重点林区建成三维闪电定位监测网络，布设全波形三维闪电定位仪、雷击火险监测站和大气电场仪等设备。实测验证表明：水平定位精度 250~500 m（优于 QX/T 79-2007 标准规定的 500 m），垂直定位精度约 1000 m，云地闪监测效率>95%（优于标准规定的 90%），云闪监测效率>45%。雷击木定位平均精度<260 m，小班级定位准确率>85%。闪电强度测量相对误差<10%（10kA~250kA 范围内），测时同步精度<100ns。大气电场仪可提前 30~60 min 发出预警信号，单站响应时间 0.1s。各项关键技术指标试验验证情况如表 1 所示。

表 1 雷电监测定位设备关键技术指标试验验证

技术指标	标准依据值	试验验证值
水平定位精度	≤ 500m	250-500m
垂直定位精度	≤ 1000m	1000m
云地闪监测效率	≥ 90%	>95%
云闪监测效率	≥ 40%	>45%
雷击木定位精度	—	<260m
预警提前时间	—	30-60min

（2）监测预警模型试验验证

基于大兴安岭三维闪电定位数据，结合气象、地形等多元特征，对逻辑回归、随机森林、XGBoost 等多种预测模型进行了训练和验证。模型性能对比结果如表 2 所示，随机森林模型准确率达 83.91%（AUC=0.8667），逻辑回归模型准确率为 68.66%（AUC=0.7045），随机森林模型表现最优。预警风险分级（高/中/低三级）可有效筛选 80%以上的低风险区域和低

风险闪电，闪电数据对野火匹配率达 91.8%~99.6%。

表 2 雷击火预测模型性能对比

模型类型	准确率	AUC 值	说明
逻辑回归	68.66%	0.7045	基准模型
随机森林	83.91%	0.8667	最优模型
XGBoost	82.40%	0.8500+	集成学习模型

雷击火时空分布特征分析表明：大兴安岭地区 99.6%的雷击火发生在 5-7 月，其中 6 月和 7 月占总数 82.37%；空间分布上东北部地闪频率较高，但雷击火主要集中在西北部；大兴安岭雷击火占全国总数 87.4%，2013-2024 年共发生 403 起。分布特征统计如表 3 所示。

表 3 大兴安岭雷击火时空分布特征

分布特征	统计数据
年度集中月份	5-7 月，占 99.6%
月际峰值	6 月和 7 月，占总数 82.37%
空间分布	东北部地闪频率高；雷击火集中在西北部
全国占比	大兴安岭占全国总数 87.4%
历史总量	2013-2024 年共 403 起

（3）系统工作流程运行验证

依托监测预警系统，大兴安岭林区实现了雷击火的快速发现与精准处置。2020 年雷雨季实现 56 起雷击火全部当日扑灭，首次实现“雷击火不过夜”目标。2022 年以来，林区雷击火全部精准监测，平均灭火时间从约 3 小时缩短至 1 小时 41 分钟（缩短约 44%）。2024 年 87 起雷击火中 86 起（98.9%）在 24 小时内扑灭，最短灭火时间仅 36 分钟。系统实现闪电监测到推送秒级响应，风险等级自动判定≤5 分钟，24 小时扑灭率达 98.9%。历年防控成效如表 4 所示。

表 4 大兴安岭雷击火防控成效对比

年份	雷击火数	24h 扑灭率	平均灭火时间
2020	56 起	100%当日扑灭	3 小时

2022	35 起	100%精准监测	1 小时 41 分钟
2024	87 起	86/87 起(98.9%)	最短 36 分钟

(4) 技术论证

关键术语的定义、技术、模型和 workflows 等与现行法规、行业实践一致，覆盖实际需求，在模型选用上，鼓励用更先进的模型算法迭代，保持标准前瞻性。本标准参考现行森林草原防火领域标准 5 项，其中术语参照 GB/T 19663-2022 和 LY/T 2576-2016，风险系数计算参照 LY/T 3448-2025。

(二) 预期效益

本标准的制定为森林雷击火监测预警系统的规划、建设与管理提供统一的技术依据，通过规范雷电监测、模型探查及预警发布等核心环节，有效解决当前系统建设标准不一、数据共享不畅等问题，提升监测精准度与跨区域协同响应能力。该标准将为雷击火的科学研究、精准防控及应急处置提供重要支撑，推动多部门数据融合与业务联动，对我国雷击火防控工作的规范化、智能化发展及深化国际合作具有重要应用价值。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

国际、国外暂无同类标准。

五、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本文件的内容遵守相关法律、法规及强制性标准的要求。

行标 LY/T 3448-2025《雷击火监测预警系统通用技术要求》规定了系统的构成、总体要求、性能要求及设备选址安装等通用技术条件。

T/CSF 0152-2026《森林雷击火火险预报和探测预警系统多源数据格式规范》专注于多源数据的分类、类型与格式等数

据层面的规范化要求。

本标准侧重于系统的组成架构、预警模型和全流程防护规范，内容偏向业务应用流程，不存在冲突与重复。

本文件参考了现行森林草原防火领域标准 5 项，具体关系见下表：

序号	内容	参考标准名称
3.1	雷击	信息系统雷电防护术语 GB/T 19663-2022, 3.3.1
3.2	雷击点	雷击森林火灾调查与鉴定规范 LY/T 2576-2016, 2.25
3.3	森林雷击火	雷击森林火灾调查与鉴定规范 LY/T 2576-2016, 2.2
6.2	风险判定	雷击火监测预警系统通用技术要求 LY/T 3448-2025
7.1.2	监测设备模块试验	VLF-LF 三维闪电定位网技术规范 GB/T 33678-2017
7.1.3	成像模块试验	森林草原防火无人机巡查技术规范 GB/T 47054-2026

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本文件无重大分歧意见。

七、涉及专利的有关说明

无。

八、标准实施建议

建议本标准作为各级林业和草原防火业务主管部门及有关单位开展森林雷击火监测预警工作的推荐性文件。

九、其他应当说明的事项

无。

《森林雷击火监测预警系统规范》编制组
2026 年 8 月 15 日