

森林

雷电

防护研究

李良福 胡怀林 主编



S761.5

4

气象出版社

China Meteorological Press



森林



防护研究



森林
防护研究

森林
防护研究

森林雷电防护研究

李良福 胡怀林 主编

李良福 胡怀林 李家启 著
覃彬全 李建平 陈 宏

气象出版社

内 容 简 介

本书是作者根据重庆市科技攻关项目“重庆市森林雷电防护研究”课题的研究成果,结合森林雷电防护的实践经验,并参考国内外有关森林雷电防护技术资料编著而成。全书共分六章和三个附录,分别介绍国内外森林雷电防护现状,森林雷电防护方法,雷击引起森林火灾机理,林区区域性雷电防护理论,林区大气雷电环境影响评价,林区雷电防护对策。

本书可供气象部门从事防雷减灾工作管理人员和科研人员参考,同时也是林业部门、公安消防部门、安全生产监督管理部门从事森林防火工作管理人员和科研人员的重要参考书。

图书在版编目(CIP)数据

森林雷电防护研究/李良福,胡怀林主编. —北京:气象出版社,2004. 12
ISBN 7-5029-3885-0

I. 森… II. ①李…②胡… III. 森林-防雷-研究 IV. S761.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 124915 号

出版者：气象出版社 地 址：北京市海淀区中关村南大街46号

网 址: <http://cmp.cma.gov.cn/> 邮政编码: 100081

电子邮箱: qxcbs@263.net 电 话: 总编室:010-68407112

发行部:010-62175925

责任编辑: 陶国庆 丁问微 终 审: 纪乃晋

封面设计：世纪白马 版式设计：谷 清

责任校对: 王丽梅

印刷者：北京奥鑫印刷厂

装订者: 北京奥鑫印刷厂

发 行 者：气象出版社发行 全国各地新华书店经销

开 本: 850mm×168mm 1/32 印 张: 8.00 字 数: 208 千字

版次: 2004年12月第1版 2004年12月第1次印刷

书 号: ISBN 7-5029-3885-0/P · 1374

印 数: 1~2000 册

定 价：16.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

全民努力,共同作好雷电灾害防御工作*

(代序)

雷电灾害是我市较为严重的气象灾害之一,它不仅造成重大的经济损失,而且还直接威胁到人民群众的生命安全。随着社会经济的发展,雷电灾害破坏性有日益加重的趋势,越来越引起人们的关注。

重庆市委、市政府历来都十分重视雷电灾害的防御工作,从多方努力,采取有效措施,力争将雷电灾害的损失降到最低。首先,设立了机构,明确了职责。不论是市级或区县(自治县、市)都设立了专门的防雷机构,从事防雷工作的管理和指导。同时,各级建设行政主管部门、公安消防、技术监督等部门,已将其与防雷有关的工作职能进行了移交;第二,制定和完善了相关的政策法规。根据《气象法》和重庆的实际,我市在《重庆市气象条例》和《重庆市气象灾害防御条例》中,对防雷设施的设计审核、施工监审、竣工验收和防雷装置检测都作了规定,明确了相应的法律责任。市政府还于2000年颁布了《重庆市防御雷电灾害管理办法》,使重庆市的防雷减灾工作步入制度化、规范化管理轨道;第三,各部门相互配合,共同构筑起防御雷电灾害的坚盾。气象部门与规划、建设、安全等部门在工作中相互协调、相互配合,使防雷减灾工作规范、科学,为有效地减轻雷电灾害造成的损失起到了积极的作用。

雷电灾害直接关系到人民群众的生命财产安全,必须引起各级政府、各个部门、全市人民的高度重视。只有通过大家的共同努力,才有可能形成强大的防护网。

一、各级政府在防雷减灾中要充分发挥领导和协调作用。人民之事无小事,何况雷电灾害事关安全大局,来不得半点疏忽大意,

* 本文系作者于2003年9月4日在中国气象报发表的文章,现做了适当修改。

各级政府要站在“三个代表”的高度,以科学发展观为指导,积极领导和协调雷电灾害的防御工作,要具体体现执政为民的方略。雷电灾害的防御工作是一项复杂的社会系统工程,要做好这项工作,只有在政府的领导下,建立起目标明确、责任落实、任务清楚、分工合作的高效防灾体系,并且综合运用行政手段、经济手段、法律手段才可能真正实现。

二、大力宣传,提高全社会的防雷减灾意识。防御气象灾害是气象主管部门的主要职责,气象部门有责任和义务向全社会宣传防御雷电灾害知识,通过各种媒体和手段大力宣传,使人民增加防雷常识,提高防雷意识。同时,还要大力宣传防雷的政策法规,使人们知法、守法,提高全社会的防雷减灾意识,将防雷减灾变成人们的自觉行为。

三、增加防雷减灾的科技含量。科学技术是第一生产力,要提高防御雷电灾害的能力,就必须不断加强防雷设施的现代化建设,加强防御雷电的科学研究,提升防雷技术的科技含量,从监测、预警、防御等方面着手,全面推动防雷技术的进步,以避免或减轻雷电灾害的损失。

重 庆 市 市 委 常 委
重 庆 市 人 民 政 府 副 市 长
重 庆 市 防 雷 安 全 工 作 委 员 会 主 任

陈光国
2004年8月23日

防雷减灾责任重于泰山

(导言)

雷电灾害是一种严重的气象灾害,是联合国国际减灾十年公布的最严重自然灾害之一,全球每年因雷击导致火灾、爆炸、通信系统瘫痪的事故频繁发生,给卫星、导航、计算机通信乃至家用电器都带来严重威胁,财产损失不计其数。为减少雷电灾害给经济建设和人民生命财产造成损失,广大气象工作者艰苦努力,认真履行防雷行政管理职能,积极应用、开发防雷先进技术及产品,不断提高防雷减灾技术水平和综合服务能力。经过各方的不懈努力,重庆市防雷减灾工作逐步走向科学化、制度化、法制化。

一、提高认识,扩大宣传

颁布实施的《气象法》以法律的形式赋予气象部门依法行政的管理职能,它是新形势下气象事业的重要拓展与延伸,已远远超出气象科技服务与产业的范畴;履行好政府赋予的职能,实行行业管理、总体规划、全面部署,使防雷减灾工作与整体气象工作同步发展;要花力气纠正重视经济效益、忽视社会效益、忽视安全的思想,切实解决好经济环境与思想认识误区。积极做好雷电灾害调查、情报收集、防雷减灾等服务,充分发挥各种宣传媒体的作用,扩大对防雷科普、雷灾案例以及防雷减灾的巨大社会、经济效益的宣传,不断增强全社会的防雷减灾意识,最大限度地争取政府支持与其他部门配合。

二、依法行政,履行职责

防雷减灾工作的整体和全部内涵,是气象事业长远发展的重要组成部分,防雷工作的有效管理涵盖防雷技术与服务的方方面面

面,新建项目的防雷工程设计审核、施工监审、竣工验收,雷电灾情调查、鉴定和评估,重点项目大气雷电环境评价,防雷产品质量监督管理,防雷装置如建筑物、易燃易爆场所、计算机场地、电子电气设备等的年度安全检测,对从事防雷工程专业设计和施工单位的资质认证、从业人员的资格认定以及对从事防雷设施安全自检的工程技术人员资格认定等都使防雷减灾工作的格局更加科学化、合理化、规范化。

要继续加强与《气象法》配套的地方性法规、规范性文件的制定、修改与完善,并建立与之相应的执法体制,加大执法检查力度,通过防雷安全工作的行政执法,如对大型企业的重点建设项目防雷设施安全性能抽查,从而发现防雷安全隐患,监督其限期整改,确保防雷装置可靠、有效;同时解决防雷减灾工作的突出问题,重点查处违法事件,不断强化防雷减灾工作的管理。

三、政务公开,服务社会

通过防雷安全工作的政务公开,如收费标准的公开、收费计算方法的公开、办事程序的公开以及防雷安全技术标准的公开和科学、客观、公正的雷电灾害调查、鉴定、评估以及防雷中心工作人员的优质服务和防御雷电灾害科普宣传工作,使各单位认识到了防雷安全工作的重要意义和防雷减灾——责任重于泰山,从而形成了由过去的依照法规被动接受防雷安全工作的有关要求转变为积极主动配合防雷安全工作,做好本单位防雷减灾预案的良好局面。

重庆市直辖7年以来,重庆市的经济建设和社会发展都取得了举世瞩目的成就,重庆市防雷中心作为防雷减灾工作的主力军,在重庆的社会经济发展中起到了举足轻重的作用。重庆市防雷中心认真贯彻“三个代表”的重要思想,在局党组的领导下,以科学发展观为指导,坚持走防雷高新技术与为民服务有机结合的发展道路;同时紧密结合单位的实际,因地制宜、因时制宜,解放思想,抓住机遇,依法开展职能拓展。为我市防灾减灾工作做出了巨大的贡

献,取得了显著的社会效益和经济效益。目前重庆市防御雷电灾害工作已成为建设长江上游经济中心和重庆知识经济发展的重要安全保障之一,成为确保重庆市气象事业可持续发展的重要支撑,成为重庆市气象事业防灾减灾的新拓展领域。

四、打好基础,提升科技

要有效地防御雷电灾害,不仅需要良好的法制环境,还需要防雷先进设备和高新技术的保障。只有防雷减灾的行政管理职能与防雷高新技术的应用和执政为民理念的有机结合,才能使防雷减灾工作健康发展。

雷电检测与预警是防御雷电工作的重要基础。当务之急是要加强防雷减灾服务系统的建设,加强雷电灾害的预测和预警业务系统的现代化建设,并致力于防雷新技术的开发研究与应用,不断提升科技含量,提高防雷减灾的服务能力。做好防雷减灾工作是广大气象工作者的光荣职责,它事关社会、经济发展和人民生命财产安全。责任之重,重于泰山。

五、加强研究,减少灾害

林业是经济和社会可持续发展的重要基础,是生态建设最根本、最长期的措施,雷击火是林业的最主要灾害之一。因此开展森林雷电防护科学研究,做好森林防雷减灾工作是《中华人民共和国气象法》、中华人民共和国国务院第 412 号文件《国务院对确需保留的行政审批项目设定行政许可的决定》、《重庆市气象条例》和《重庆市气象灾害防御条例》、重庆市人民政府令第 78 号《重庆市防御雷电灾害管理办法》赋予气象部门的历史使命和责任。这也体现了气象事业对国家安全、社会进步具有重要的基础性作用。气象事业对经济发展具有很强的现实性作用,气象事业对可持续发展具有深远的前瞻性作用。这些工作也体现了气象事业充分应用气象科学技术,促使人、社会、自然相互协调的科学防灾、减灾、抗灾的安全

气象特征。

全市气象工作者必须认真实践“三个代表”，贯彻落实党的十六大精神，以科学发展观为指导，坚持公共气象发展方向，紧紧围绕中国气象事业发展战略目标和战略任务，开拓进取、决不懈怠、履行职责，做出不懈的努力，为全市防灾减灾做出新贡献。

重庆市防雷安全工作委员会副主任
重 庆 市 气 象 局 局 长

He u/z x

2004 年 8 月 17 日

前 言

党的十六大确立了本世纪头 20 年全面建设小康社会的宏伟目标,指明了走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路。十六届三中全会进一步明确提出了坚持以人为本,树立全面、协调、可持续的科学发展观,强调不仅要关注经济指标,而且要关注社会发展指标、人文指标、资源指标和环境指标。然而林业是经济和社会可持续发展的重要基础,是生态建设的最根本、最长期的措施,森林生态效益是林木自身价值的 13.3 倍,但雷击火是林业的最主要灾害之一,全球每天发生云地闪 800 万次左右,若按雷电均匀分布估算,世界上 410 万公顷森林就有 50 万次雷击。据美国西部林区森林雷击火灾统计分析表明,每 9 次雷击就会产生 1 次雷击森林火灾,全球每天应有 5.5 万次雷击森林火灾,但由于雷电分布的不均匀性,以及雷击火源仅是引起森林火灾的必要条件,而不是充分条件,因此全球各地雷击引起森林火灾约占森林火灾总次数的 10%左右,每年约有 2 万次。

雷击火是天然火源,其发生的时间和地点受大气中雷电分布、可燃物状况、气象条件所支配,常规的防火措施是无法减少雷击森林火灾发生的次数。雷击引起的森林火灾通常发生在人迹罕至的地区,一旦酿成火灾后很难及时发现,往往会形成大面积的森林火灾,造成无法弥补的损失,世界各地均有雷击引起的森林火灾。例如在美国,每年约有 7560 次森林和野地起火是闪电造成的,美国西部针叶林地区的森林火灾中 68%是雷击引起;在加拿大的不列颠哥伦比亚、阿尔伯塔和安大略三省,由于雷击引起森林火灾次数占森林火灾总数的百分率分别为 41%、60%和 31%;在前苏联,雷击引起的森林火灾次数占森林火灾总数的百分率为 7%~38%;

在澳大利亚,1974年~1975年期间,因雷击引起的多处火场的多处森林火灾连续烧了7个月,过火面积达1.17亿公顷,占澳大利亚土地的15%;在中国大兴安岭由于雷击引起森林火灾占森林火灾总数的24%,小兴安岭的伊春林区由于雷击引起森林火灾占森林火灾总数的7%;在中国重庆市直辖以来的6年时间里,共发生27次雷击引起的森林火灾。而雷电是雷暴天气的产物,是一种天气现象,是雷雨云中正负电荷中心之间或云中电荷中心与地之间的放电。

雷电是气象部门重点研究的灾害性天气,是大气物理科学的专门学科,气象部门有一支专门从事雷电物理研究、雷电监测技术研究、雷电防护技术研究、雷电灾情调查鉴定技术研究的科技工作者,肩负着我国雷电物理、监测、防护技术与国际接轨的重任。因此,国家根据雷电这一气象灾害的特征,在中编发[1995]13号《中央机构编制委员会关于印发〈全国各地气象部门机构编制方案〉的通知》(1995年10月26日)文件和国办发[1998]137号《国务院办公厅关于印发中国气象局职能配置内设机构和人员编制规定的通知》(1998年10月19日)文件中明文规定气象部门负责组织指导全国防御雷电减灾防灾工作,尤其是《中华人民共和国气象法》(2000年1月1日施行)的31条和36条以法规形式明确了各级气象主管机构应当加强对雷电灾害防御工作的组织管理并会同有关部门指导对可能遭受雷击的建筑物、构筑物和其他设施安装的雷电灾害防护装置的检测工作。安装的雷电灾害防护装置应当符合国务院气象主管机构规定的使用要求,并且安装不符合使用要求的雷电灾害防护装置的,由有关气象主管机构责令改正,给予警告。以及中华人民共和国国务院令412号《国务院对确需保留的行政审批项目设定行政许可的决定》(2004年7月1日施行)的377条和378条以法规形式明确了各级气象主管机构负责防雷装置检测、防雷工程专业设计、施工单位资质认定以及防雷装置设计审核和竣工验收的行政审批。同时中国气象局还出台了气象

局令第3号《防雷减灾管理办法》(2000年6月26日施行)。

这些法律法规和规范性文件明确了做好森林防雷减灾工作是气象部门历史使命和责任,体现了气象事业对国家安全、社会进步具有重要的基础性作用,气象事业对经济发展具有很强的现实性作用,气象事业对可持续发展具有深远的前瞻性作用;体现了气象事业充分应用气象科学技术促使人、社会、自然相互协调的科学防灾、减灾、抗灾的安全气象特征。为此,作者根据重庆市森林雷电防护的具体实践经验和重庆市科技攻关项目“重庆市森林雷电防护研究”课题的研究成果,并参考国内外有关森林雷电防护技术资料,比较系统地论述了国内外森林雷电防护现状、森林雷电防护方法、雷击引起森林火灾机理、林区区域性雷电防护理论、林区大气雷电环境影响评价、重庆市圣灯山森林公园防雷野外试验等理论与实践,提出了林区雷电防护对策,并给出了重庆市森林雷击火灾资料库及雷电大气环境评价系统操作手册。供气象部门从事防雷减灾工作管理人员和科研人员参考,同时也可供林业部门、公安消防部门、安全生产监督管理部门从事森林防火工作管理人员和科研人员参考。

本书在编写过程中得到重庆市防雷安全工作委员会、重庆市气象局、重庆市公安消防局、重庆市森林防火指挥部办公室、重庆市设计院、重庆市消防协会等单位的大力支持,重庆市防雷安全工作委员会办公室、重庆市防雷中心、重庆市巴南区林业局、重庆市舍特气象应用研究所、重庆维宇电子高科技开发有限公司、重庆科雷电子科技开发有限责任公司等单位提供了大量的重庆市森林雷电防护的具体实践资料。叶月珍、张路、何天成、汤英英、参加了本书的资料收集与整理工作。重庆市气象局杜顺义局长、南京气象学院李子华教授、中国气象科学研究院张义军研究员、河南省气象局赵国强教授级高工、上海市气象局蔡振新教授级高工、中国科学院寒区旱区环境与工程研究所董万胜研究员、重庆市设计院周爱农教授级高工、重庆大学廖瑞金教授、司马文霞教授、清华大学陈水

明博士、西南农业大学张洪博士等同志审阅了本书,并提出了许多宝贵意见,在此一并致谢。

本书由李良福执笔撰写,胡怀林参与本书第一章、第六章的编写工作,李家启参与本书第一章的编写工作,覃彬全参与本书第二章编写工作,李建平参与本书第五章编写工作,陈宏参与本书附录1编写工作。

由于作者水平有限、时间仓促,本书难免有不足之处,敬请读者批评指正。

重庆市防雷安全工作委员会委员
重庆市气象局副局长


2004年8月17日

目 录

全民努力,共同作好雷电灾害防御工作(代序)

防雷减灾责任重于泰山(导言)

前言

- 1 国内外森林雷电防护现状研究..... (1)
 - 1.1 概述 (1)
 - 1.2 森林雷击火灾的预测预报方法 (4)
 - 1.3 森林雷击火灾的实时监测方法 (14)
 - 1.4 人工影响雷电的森林雷电防护方法 (19)
 - 1.5 安装预防性防雷装置的森林雷电防护方法 (20)
 - 1.6 快速扑救森林雷击火灾的森林雷电防护方法 (21)
- 2 森林雷电防护方法..... (23)
 - 2.1 森林雷击区安装预防性防雷装置雷电防护方法 (24)
 - 2.2 森林雷击区人工影响闪电的雷电防护方法 (47)
 - 2.3 人工降雨森林雷电防护方法 (73)
- 3 雷击引起森林火灾机理研究..... (81)
 - 3.1 重庆市森林雷击火灾概况 (81)
 - 3.2 雷击引起森林火灾过程 (83)
 - 3.3 雷击引起森林火灾的条件..... (101)
 - 3.4 雷击火监测技术研究..... (110)
 - 3.5 雷击森林火灾防治技术..... (114)
- 4 林区区域性雷电防护理论研究 (119)
 - 4.1 林区传统避雷针“电气-几何”模型雷电防护理论的局限性..... (120)
 - 4.2 区域性雷电防护“驱雷-引雷”模型理论研究 (120)

4.3	林区区域性雷电防护机理研究·····	(133)
4.4	林区区域性雷电防护设计原则·····	(146)
5	林区大气雷电环境影响评价研究·····	(149)
5.1	重庆市森林资源·····	(149)
5.2	重庆市森林火发生规律及气象条件·····	(152)
5.3	重庆市森林火环境气候特点·····	(154)
5.4	重庆市森林雷击火灾雷达回波特征·····	(158)
5.5	重庆市森林雷电活动的气候特征分析·····	(159)
5.6	重庆市森林土壤电阻率·····	(166)
5.7	林区大气雷电环境评价技术研究·····	(171)
6	重庆林区雷电防护对策研究·····	(177)
6.1	预测预报森林火险天气预防雷击森林火灾的防护 对策·····	(179)
6.2	实时监测雷击森林火灾预防火灾损失扩大的防护 对策·····	(191)
6.3	安装提前引雷装置预防雷击森林火灾的防护对策·····	(196)
6.4	人工降雨森林雷电防护对策·····	(202)
附录1	重庆市森林雷击火灾资料库及雷电大气环境评价 系统操作手册·····	(205)
附录2	重庆市森林雷电防护研究课题总结报告·····	(213)
附录3	重庆圣灯山森林公园防雷野外试验分析报告·····	(227)
	参考文献	
	后记	

1 国内外森林雷电防护现状研究

1.1 概述

雷击火是林业的最主要灾害之一,全球每天发生云地闪 800 万次左右,若按雷电均匀分布估算,世界上 $4.1 \times 10^6 \text{hm}^2$ 森林就有 50 万次雷击。据美国西部林区森林雷击火灾统计分析表明,每 9 次雷击就会产生 1 次雷击森林火灾,全球每天约有 5.5 万次雷击森林火灾,但由于雷电分布的不均匀性,以及雷击火源仅是引起森林火灾的必要条件,而不是充分条件,因此全球各地雷击引起森林火灾约占森林火灾总次数的 10% 左右,每年约有 2 万次。

雷击火是天然火源,其发生的时间和地点受大气中雷电分布、可燃物状况、气象条件所支配,常规的防火措施是无法减少雷击森林火灾发生的次数。雷击引起的森林火灾通常发生在人迹罕至的地区,一旦酿成火灾后很难及时发现,往往会形成大面积的森林火灾,造成无法弥补的损失,世界各地均有雷击引起的森林火灾。

在美国,每年约有 7560 次森林和野地起火是闪电造成的。美国西部针叶林地区的森林火灾中 68% 是雷击引起的。例如:1984 年 8 月,一次雷击使美国爱达荷州一片约 $1.33 \times 10^4 \text{hm}^2$ 的森林发生火灾;1986 年 8 月 11 日,美国西部牧区和森林,因雷击发生 370 多起火灾,烧毁了 $7.0 \times 10^4 \text{hm}^2$ 牧场;1998 年 6 月 14 日,美国中西部黄石公园因雷击起火并蔓延扩展,投入了专业救火人员万人以上,动用了飞机和重型水弹以及大量化学灭火剂,直到 9 月 11 日降了一场大雪,灾难才告结束。这场大火是美国独立 200 多年来的最大森林火灾,共烧毁森林 $4.2 \times 10^6 \text{hm}^2$,救火费高达 3.5 亿美元;1992 年 8 月,美国西部因雷击起火烧毁了约 $11.2 \times 10^4 \text{hm}^2$ 的