

# 县级人工影响天气作业的安全管理与风险防控策略研究

石磊璨

贵州省台江县气象局, 贵州 台江

收稿日期: 2025年8月19日; 录用日期: 2025年9月9日; 发布日期: 2025年9月24日

## 摘要

县级人工影响天气(简称“人影”)作业是基层防灾减灾、农业增产、生态修复的重要抓手, 但因其涉及爆炸物品、空域管制、野外作业等高风险环节, 安全管理与风险防控成为底线工程。本文深入分析县级人工影响天气作业安全管理现状, 识别潜在风险, 从制度完善、人员培训、装备管理、监督检查、应急处置等多方面提出风险防控策略, 旨在提升县级人工影响天气作业安全水平, 保障作业高效、有序开展, 为地方经济社会发展提供有力支撑, 为县域人工影响天气工作高质量发展提供决策参考。

## 关键词

县级, 人工影响天气作业, 安全管理, 风险防控

# A Study on Safety Management and Risk Prevention Strategies for County-Level Artificial Weather Modification Operations

Leican Shi

Taijiang County Meteorological Bureau, Guizhou Province, Taijiang Guizhou

Received: Aug. 19<sup>th</sup>, 2025; accepted: Sep. 9<sup>th</sup>, 2025; published: Sep. 24<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

County-level artificial weather modification (AWM) operations play a vital role in disaster prevention and mitigation, agricultural yield enhancement, and ecological restoration at the grassroots level. However, due to the involvement of high-risk elements such as explosives, airspace control, and field operations, safety management and risk prevention have become fundamental requirements. This

paper conducts an in-depth analysis of the current safety management practices in county-level AWM operations, identifies potential risks, and proposes comprehensive prevention strategies from the perspectives of institutional improvement, personnel training, equipment management, supervision and inspection, and emergency response. The aim is to enhance the safety level of county-level AWM operations, ensure efficient and orderly implementation, provide strong support for local economic and social development, and offer decision-making references for the high-quality development of weather modification at the county level.

## Keywords

County-Level, Artificial Weather Modification, Safety Management, Risk Prevention

Copyright © 2025 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

人工影响天气作业指在合适条件下, 利用科技手段对局部大气的物理与化学过程进行人为干涉, 从而达到增雨雪、防雹、消雨、消雾、防霜等目标, 以满足农业、防灾减灾、生态保护等方面的需求, 县级人工影响天气作业直接面对基层, 对当地农业丰收、降低自然灾害损失、改善生态状况有着重要意义, 但作业过程存在爆炸物品、空域使用、复杂气象条件等诸多危险源, 一旦出现安全事故, 会造成人员伤亡和财产损失, 并损害人工影响天气工作社会公信力, 所以加强对县级人工影响天气作业的安全管理和风险防范很有必要。

## 2. 县级人工影响天气作业安全管理现状

### 2.1. 人影作业安全管理现状

当前, 多数县级人工影响天气作业由当地气象部门负责管理并组织实施作业[1], 作业队伍通常由兼职人员组成, 他们在完成本职工作的同时参与人工影响天气作业。作业前需向空管部门申请空域, 获批后方可按照预定方案开展作业。作业装备主要包括火箭发射装置、高射炮等。

### 2.2. 安全管理制度与建设

县级气象部门建立人影安全管理制度, 明确作业人员职责, 加强对作业装备的维护管理, 制定应急预案, 签订安全目标责任书, 加强作业人员培训, 严格弹药管理, 落实人工影响天气作业安全责任。

作业队伍多采用“气象 + 临时聘用”模式, 人员流动性较大。

### 2.3. 安全保障措施

在安全保障方面, 管理部门为作业人员配备了必要的防护装备, 如安全帽、防护服等。部分地区还为作业点安装了防雷设施, 以降低雷电对作业的影响。同时, 建立了与公安、应急等部门的联动机制, 以便在发生安全事故时能够迅速响应、协同处置。

## 3. 县级人影作业面临挑战及存在风险

### 3.1. 作业人员风险

县级人工影响天气作业人员多为基层气象工作者, 部分人员缺乏系统的专业培训, 实践经验不足,

在操作作业装备时可能出现误操作，如火箭发射操作不当、高射炮装填和发射错误等。此外，作业人员安全意识淡薄，不严格遵守安全操作规程，在作业现场随意走动、违规使用明火等行为也增加了安全风险。

### 3.2. 装备与弹药管理存在风险

人工影响天气作业装备长期处在自然环境中，风雨、雷电、温度变化这些因素会致使装备出现故障。若火箭发射装置的发射控制系统失灵，就可能造成火箭错发或者发射后偏轨；高射炮的炮管磨损、瞄准系统故障等情况也会影响射击精度和安全，而且有些老旧装备老化厉害，养护难，故障率高。作业弹药属于爆炸物，在存储、运输、使用时均存在风险[2]。如存储环节中仓库安全设施不到位，防火、防爆、防盗措施不完善等会造成弹药爆炸事故；运输环节中车辆不符合安全要求、运输路线选择不当、发生交通事故等会造成弹药泄漏、爆炸；使用环节中弹药过期未及时处理，装填、发射过程不符合操作规程等也会存在风险。

### 3.3. 气候条件因素存在风险

人工影响天气作业依靠特定气候条件，但复杂多变的气候条件存在风险。作业期间遭遇强雷电、大风、暴雨等恶劣气候，这既影响作业效果，又危及作业人员和装备的安全，强雷电也许引发火箭发射装置或者弹药爆炸，大风也许致使火箭发射后偏离原定轨道，给周围地区带来危害。

人工影响天气作业点多分布在偏远山区或农村，周边环境复杂，可能存在通信不畅、交通不便等问题，影响作业的及时性和安全性。

### 3.4. 空域协作及机制不完善存在风险

人工影响天气作业需要使用空域，与民航、军事飞行等存在空域冲突的可能。若空域申请审批流程不畅、协调沟通不到位，可能导致作业与其他飞行活动同时进行，引发空中交通安全事故。此外，作业时间和空域范围的临时变更，也可能因信息传递不及时而带来安全风险。

县级人影管理部门虽然都制定了相关人影作业安全应急预案，但在实际操作中，部分县级单位的风险防控机制仍不够完善，缺乏有效的风险评估和预警机制。

为了提高县级人工影响天气作业安全防控的科学性、系统性，可以借鉴高危行业已有的成熟风险评估工具，比如“故障模式与影响分析(FMEA)”、“危险与可操作性分析(HAZOP)”，FMEA可以针对火箭发射、弹药装填、空域审批等重要环节逐个进行故障可能性分析，并用计算风险优先级数(RPN)的方式对隐患进行排序。而HAZOP则更适合整个人影作业流程，通过对偏离的识别(如“多发射”、“延迟发射”等)来进行反向推理。

在此基础上，可以建立基于“发生可能性”、“影响严重性”和“可控性”的风险矩阵模型，开展半定量风险评级。将所有的风险源划分成“高”、“中”、“低”三个等级，明确各种风险的优先级顺序，以促进差异化的、分级分类的防控措施制定，使整体防控策略更具有科学性和可操作性。

## 4. 县级人工影响天气作业安全管理与风险防控策略

### 4.1. 完善安全管理制度

#### 4.1.1. 细化制度内容

结合当地实际，进一步细化人工影响天气作业安全管理制度，明确作业人员的岗位职责、操作流程及安全规范，把安全责任落实到人头上，建立安全目标考核机制，定期对作业单位和个人开展安全考核，

让每一个环节都有规可依。

#### 4.1.2. 加强制度执行监督

健全制度执行监督机制，定期对作业安全管理制度的执行情况进行监督检查，对于违反制度规定的行为严肃处理，追究相关人员的责任，确保制度具有权威性。

#### 4.1.3. 动态更新制度

随着人工影响天气作业技术发展和作业环境变化，及时对安全管理制度进行修订完善，把新的安全管理要求、风险防控措施纳入进来，使制度保持新鲜感[3]。

### 4.2. 强化人员培训

#### 4.2.1. 专业技能培训

定期安排作业人员参加专业技能培训，提升作业设备的操作熟练度与故障排除技能，培训包含作业原理、装备操作、故障排除、安全防范等内容，改善作业人员的实际操作水平和应对突发状况的能力。

#### 4.2.2. 安全意识教育

定期举行安全意识教育培训活动，通过分析案例、安全知识讲座等形式，提升作业人员的安全意识及其责任感，让作业人员领悟到安全作业十分关键，会自发地遵守安全操作流程。

#### 4.2.3. 考核与资质管理

创建严格的作业人员考核机制，定时考核作业人员的专业技术和安全保障知识，考核合格的员工才可以持续开展人工影响气象操作，而且还要检验作业人员资质证书，保证该证书处在有效期间。

### 4.3. 加强人影各项管理

#### 4.3.1. 定期维护保养

制定详细的作业装备维护保养计划，建立台账定期开展对火箭发射装置、高射炮等的全面维护保养，定期检查火箭发射装置、高射炮等装备，及时更换损耗、老化零件，确保装备正常运转。

#### 4.3.2. 装备更新换代

加大对作业装备更新换代投入，逐步淘汰老旧、落后的装备，引进技术先进、安全性能高的新型装备，提高作业装备自动化、智能化水平，减少人为操作风险。

#### 4.3.3. 装备质量检测建立相关档案

加强对作业装备在采购环节的质量控制，选用质量可靠的产品，并且要定期开展装备质量检测，保证装备安全标准和质量，对每一件作业装备和每一发弹药都做档案，包含购买时间、作业情况以及维护记录等详细信息，借助档案，可以做到全程追溯。

### 4.4. 强化气象监测与预警，提升人影作业质量

#### 4.4.1. 完善监测网络

县级气象监测网络要加强并增加气象监测点，加大监测的密度与准确度，要拥有先进的气象监测设备，如天气雷达、自动气象站等等。气象监测设备配备完整，这样就能够对气象条件的变化进行及时的实时监测，从而能够给予准确的气象监测数据。

#### 4.4.2. 精准预警服务

建立气象灾害预警服务机制，对强雷电、大风、暴雨等恶劣天气进行预警预报，提前向作业人员发

出警报信息，提示做好安全预防措施，并根据气象状况的变化随时调整作业计划，尽量不要在恶劣天气状况下从事作业。

#### 4.4.3. 应急响应机制

编制人工影响天气作业应对恶劣天气的应急响应预案，明晰应急处理流程和责任划分，在遭受恶劣天气之时，及时着手执行应急预案，采取举措维持作业人员及设备安全。

### 4.5. 加强监督检查与应急管理

#### 4.5.1. 监督检查机制

建立常态化的监督检查机制，对人工影响天气作业安全管理工作进行常态化监督检查，检查人工影响天气作业安全管理各项制度的落实情况、人工影响天气作业安全管理工作人员的培训情况、装备使用管理情况、弹药使用管理情况等，及时排查并消除安全隐患。

#### 4.5.2. 隐患排查治理

加强作业现场、装备设施、弹药存储等重点部位安全隐患排查治理，对发现的安全隐患要登记建档，制定整改措施，明确整改责任人和整改期限，做到隐患及时消除。

#### 4.5.3. 应急管理体系建设

完善人工影响天气作业安全事故的应急管理体系，制定应急预案并定期开展应急演练，提高应对事故的快速反应能力与处置能力，在发生安全事故时可以做到快速救援、及时处置，最大限度降低人员伤亡及财产损失的风险。

### 4.6. 构建适用于人影作业的风险管理理论框架

借鉴国内外高危行业(化工、矿山、航空)安全管理经验，可以从这些行业中提炼出一套适用于县级人影作业的风险治理模型，化工行业突出“双重预防机制”，矿山行业注重行为安全与本质安全，航空业推崇系统安全工程与“冗余容错”理念，气象业务领域在气象预报失误容错及等级预警机制上也存有经验。

基于此，本文提出“制度-技术-人员-应急”四维度的风险管理框架，在制度上，加强顶层设计与规章执行力，在技术上，推进装备智能化与监测数字化，在人员上，重视培训资质与激励稳定性，在应急上，关注联动响应与反馈纠偏。

相较已有研究，边际贡献有二：首次把 FMEA、HAZOP 融入基层人影作业风险辨识体系，塑造起“评估-回应-修正”的循环流程；给出适应于县级层面、资源约束条件下的本土化理论框架，给实务部门给予可行的风险控制途径。

### 4.7. 机制创新建议：提升县级人影作业的系统韧性

除传统风险防控手段外，应积极探索更具前瞻性和制度弹性的风险缓释机制。

#### 4.7.1. 引入商业保险机制

建议地方政府与保险机构合作开发“人影作业责任险”、“弹药运输专项险”等定制化产品，将作业风险社会化分摊，为突发事件提供经济补偿，减轻政府兜底负担。

#### 4.7.2. 优化用人机制与激励措施

构建“专职+兼职”的复合型人员架构，对兼职人员实行分层资质管理并开展差异化的任务派遣，附加岗位补贴与实绩积分考核，优化人影队伍的职业认同感与稳定性。

### 4.7.3. 建设数字化协同平台

推动开发集空域申请、作业备案、安全预警、实时监控于一体的人影作业 App，实现业务流转自动化、风险提示可视化，提升管理效能和信息透明度。

## 5. 结论

县级人工影响天气作业安全管理与风险防控属于一项系统工程，同人民群众生命财产安全以及地方经济社会稳定发展紧密相关。通过完善安全管理制度、提升作业人员培训力度、加强对作业装备及弹药的管理、改善气象监测和空域协调机制、增强监督检查与应急管理举措，可有效减少作业风险，改进作业安全水平。在实际工作当中，各个县级人工影响天气作业部门务必重视安全管理工作，联系本地实际情况，持续探寻并革新安全管理与风险防控策略，保证人工影响天气作业安全、高效展开，从而为地方经济社会发展作出更大贡献。同时，随着科技进步以及人工影响天气作业业务的不断发展，要关注新的安全风险和管理需求，及时调整和完善安全管理及风险防控措施，保障人工影响天气事业健康可持续发展。

## 致 谢

在本次研究与写作过程中，我得到了许多老师、相关部门的支持与帮助。在此，谨向所有给予我指导与协助的单位和个人表示衷心的感谢。

如有疏漏之处，敬请批评指正。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国国务院. 人工影响天气管理条例[Z]. 2002-03-19.
- [2] 中华人民共和国国务院. 民用爆炸物品安全管理条例[Z]. 2006-05-10.
- [3] 刘召彬, 杜春丽, 莫小沛. 以高质量法治服务人工影响天气高质量发展[J]. 人大建设, 2024(12): 55-57.