

雪崩灾害防治研究进展及展望

庞柯王芳

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司 陕西 西安 710100

摘要: 通过深入分析雪崩形成的主要因素, 本文探讨预警系统及监测技术、结构防护和工程措施、人工干预和应急响应措施以及防雪墙、固定林带等生态防治手段在雪崩灾害防治中的应用。雪崩灾害防治技术的不断进步, 对于降低雪崩灾害风险、保护人类生命财产安全具有重要意义。

关键词: 雪崩灾害; 防治研究; 技术

1 雪崩灾害对人类生命和财产造成的严重威胁

雪崩, 这一自然现象的威力与破坏力, 令人震惊。一旦爆发, 它将迅速将大片区域化为废墟, 无情地夺走生命, 摧毁财产, 给人类社会带来深重的灾难。首先, 雪崩对人类生命构成的威胁是巨大的。在高山地带或者雪地区域生活的居民, 以及那些进行登山、滑雪等户外活动的游客, 都面临着雪崩的风险。当大量的积雪由于种种原因(如风力的吹动、地形的变化、温度的升高等)突然崩塌时, 其速度和力量都极为惊人。人类在这样的自然灾害面前显得无比脆弱, 一旦被困或被掩埋, 生存的机会将变得极为渺茫。其次, 雪崩灾害对财产的损失也是不可忽视的。不仅当地的建筑物、基础设施会受到严重破坏, 就连人们的家庭财产、农作物等也会遭受巨大损失。对于那些依赖旅游业发展的地区来说, 雪崩还会直接影响到当地的经济命脉, 使得人们的生活陷入困境。雪崩灾害还会给社会带来深远的心理影响。经历过雪崩的人们往往会留下深刻的心理创伤, 需要长时间的恢复和重建。同时, 雪崩也会引发社会的恐慌和不安, 使得人们对于自然灾害的防范和应对更加关注^[1]。

2 雪崩形成的主要因素

雪崩, 这一自然现象的形成, 是多因素综合作用的结果。其形成过程中, 山坡的地貌特点、积雪的物理性质以及外部环境条件共同发挥了关键的作用。第一, 山坡的地貌特点是雪崩形成的基础因素。陡峭的山坡由于其特有的坡度和形状, 使得积雪在此堆积时难以保持平衡状态。在这样的地貌条件下, 积雪更容易受到外部力量的影响, 如风力、温度变化等, 进而发生松动和滑动, 形成雪崩的雏形。第二, 积雪的物理性质对雪崩的形成具有决定性的影响。积雪的密度、湿度、层状结构以及内部应力分布等因素, 直接影响着积雪的稳定性。当这些因素导致积雪结构不稳定时, 一旦受到外部力量的触动, 积雪便可能迅速崩塌, 形成大规模的雪崩。第

二, 外部环境条件也是雪崩形成不可忽视的因素。风力、气温变化、降水以及地震等自然现象都可能成为雪崩的诱因。例如, 风力可以加剧山坡上的积雪松动, 气温的骤升或骤降会导致积雪融化和结冰, 改变积雪的结构稳定性。而在地震等地质灾害发生时, 震动产生的能量也可能直接触发雪崩。

3 雪崩灾害防治技术研究进展

3.1 雪崩监测与预警技术

3.1.1 遥感监测技术

遥感技术是雪崩灾害监测的重要手段之一。利用卫星遥感、航空遥感等技术手段, 可以实现对山区积雪的宏观监测和动态分析。通过对积雪的分布、厚度、湿度等信息的提取, 可以预测雪崩的发生概率和潜在区域。同时, 结合GIS技术, 可以构建雪崩灾害的数据库和信息系统, 为预警和决策提供数据支持。

3.1.2 地面观测技术

地面观测是雪崩灾害监测的基础。通过设置观测站、使用测量仪器等手段, 可以获取雪崩发生前的地面条件信息, 如风速、温度、湿度等。这些数据可以为预警模型的构建和参数的确定提供重要依据。地面观测还可以实时监测雪崩发生后的影响范围和破坏程度, 为灾害评估和救援提供信息支持^[2]。

3.1.3 预警模型与技术

预警模型是雪崩灾害预警的核心。基于监测数据, 通过建立数学模型或机器学习算法, 可以预测雪崩发生的可能性、时间和规模。目前, 已有多种预警模型应用于雪崩灾害的预警中, 如统计模型、物理模型以及混合模型等。同时, 随着人工智能和大数据技术的发展, 预警模型的精度和时效性不断提高, 为雪崩灾害的及时预警提供了有力支持。

3.2 雪崩防护工程技术

3.2.1 防雪崩设施

为了有效防止雪崩灾害的发生,各种防雪崩设施得到了广泛应用。这些设施主要包括防雪崩网、防雪崩墙以及防雪崩栅栏等。防雪崩网通过其柔韧性和强度,可以阻挡雪崩的冲击力,减少其对下方区域的破坏。防雪崩墙则通过其坚固的结构,起到稳定山坡、防止积雪滑落的作用。而防雪崩栅栏则能够引导雪崩的方向,将其引导至安全区域,从而减轻对周边环境的破坏。

3.2.2 植被恢复与加固技术

植被在防止雪崩方面起着重要作用。通过恢复和加固山坡植被,可以提高山坡的稳定性,减少雪崩的发生概率。植被恢复技术包括选择适应性强的植物品种、合理的种植密度和布局等。加固技术则主要是通过工程措施,如土壤加固、根系加固等,增强植被对山坡的固定作用。这些技术的应用,有助于改善山坡的生态环境,降低雪崩灾害的风险。

3.2.3 排水与融雪技术

排水与融雪技术是减少雪崩灾害风险的重要手段。通过建设排水系统,可以将山坡上的积雪融水及时排出,防止积雪过多引发雪崩。同时,利用融雪技术,如人工加热、撒盐等,可以加速积雪的融化过程,降低雪崩发生的可能性。这些技术的应用,有助于改善山坡的水文环境,降低雪崩灾害的风险。

3.3 雪崩救援与应急响应技术

3.3.1 搜索与定位技术

在雪崩灾害发生后,被困人员的搜索与定位工作无疑是救援行动中的重中之重。由于雪崩现场环境恶劣,能见度低,传统的搜救手段往往效率低下,甚至面临极大的安全风险。近年来,无人机技术在灾害救援中崭露头角,为搜救工作带来了革命性的变革。无人机可以迅速部署到雪崩现场,利用其高机动性和广视角的特点,快速覆盖广泛区域,发现被困人员的踪迹。通过搭载高清摄像头和红外成像设备,无人机能够捕捉到被困人员的细微动态,为救援人员提供宝贵的线索。同时,雷达技术也在雪崩搜救中发挥重要作用。雷达能够穿透厚厚的积雪层,探测到生命体的存在。通过不断扫描和定位,雷达可以精确锁定被困人员的具体位置,为救援人员提供精准的导航指引。生物探测技术也为雪崩搜救工作提供有力支持。这种技术能够检测人体的生物信号,如体温、呼吸等,即使在极端环境下也能准确捕捉到生命体的微弱信号。通过生物探测设备,救援人员可以迅速找到被困人员的具体位置,并评估其生命体征,为后续的救援行动提供科学依据。

3.3.2 救援装备与技术

在雪崩灾害的救援过程中,救援装备与技术的选择和应用直接关系到救援行动的成功与否。面对严寒、崎岖、多变的灾区环境,救援人员所配备的装备需要是专业且全面的,以确保他们在执行任务时的安全和效率。

(1)专业的防寒服装是救援人员的必备装备。这类服装通常由高科技面料制成,具有出色的保暖性和防风性能,能够有效抵御严寒和暴风雪的侵袭。同时,这些服装的设计也充分考虑了实用性和灵活性,以便救援人员在需要时能够快速移动和操作其他装备。(2)攀登设备对于进入灾区深处的救援行动至关重要。例如,冰爪、冰镐和绳索等攀登装备能够帮助救援人员在崎岖不平的山地地形中稳步前行。此外,为了应对可能出现的紧急情况,救援人员还应配备救生背带和救生钩等应急装备,以便在必要时进行快速救援^[3]。(3)通信工具也是救援行动中不可或缺的一部分。在灾区通信设施可能受损的情况下,救援人员需要依靠便携式通信设备来维持与其他救援团队和指挥中心的联系。这些设备应具有较强的抗干扰能力和长距离通信功能,以确保救援行动的协调性和有效性。(4)专业的救援技术和训练同样是不可或缺的。救援人员需要掌握在极端环境下进行搜救、医疗救治和紧急撤离等技能。通过定期的培训和演练,救援人员能够不断提高自己的技能水平和应对突发事件的能力。

3.3.3 应急响应与指挥系统

应急响应与指挥系统是雪崩救援工作的重要组成部分。在雪崩灾害发生后,应急响应系统需要迅速启动,协调各方力量进行救援。指挥系统则需要统筹全局,制定救援方案,调配资源,确保救援工作的有序进行。通过构建信息化、智能化的应急响应与指挥系统,可以提高救援效率,降低救援成本,最大限度地减少灾害损失。

3.3.4 灾后恢复与重建技术

雪崩灾害往往会对受灾地区的生态环境和社会经济造成严重影响。因此,灾后恢复与重建技术也是雪崩灾害防治技术的重要组成部分。这包括受损设施的修复、生态环境的恢复、受灾群众的安置以及经济社会的重建等方面。通过应用先进的工程技术、生态修复技术和社会管理手段,可以加快灾后恢复与重建的进程,帮助受灾地区尽快恢复正常生产生活秩序。

4 雪崩灾害防治技术及措施

4.1 预警系统及监测技术

通过实时监测和数据分析,预警系统能够及时发现雪崩隐患,并准确判断雪崩发生的可能性及规模,从而提前做出预警和应对措施。在监测技术方面,遥感监测

是获取山区积雪信息的重要手段。利用卫星遥感、无人机航拍等技术手段,可以实现对山区积雪的宏观监测,获取积雪的分布、厚度、湿度等信息。同时,地面观测也是不可或缺的一环。通过在山区设置观测站,利用测量仪器对积雪的物理性质进行实时监测,可以更加精确地掌握雪崩的潜在风险。预警系统的构建则依赖于对监测数据的处理和分析。通过建立数学模型或运用机器学习算法,可以对监测数据进行深入挖掘和分析,预测雪崩发生的可能性、时间以及影响范围。当预警系统检测到潜在风险时,会及时发布预警信息,通知相关部门和人员采取相应措施,从而有效降低雪崩灾害的损失。

4.2 结构防护和工程措施

除了预警系统和监测技术外,结构防护和工程措施也是防治雪崩灾害的重要手段。这些措施通过增强山坡的稳定性、构建防护设施等方式,直接对抗雪崩灾害的破坏力。在结构防护方面,常用的方法包括建设防雪崩墙、防雪崩栅栏等设施。这些设施能够阻挡雪崩的冲击波,减轻其对下方区域的破坏。同时,通过合理设计山坡的形态和坡度,也能有效减少积雪的堆积和滑动,从而降低雪崩的风险。工程措施方面则更注重对积雪的处理和清理。例如,通过爆破或机械清除等方式,及时去除危险区域内的积雪,减少雪崩的发生几率。此外,在山区道路沿线设置挡雪设施、设置避难所等措施,也能在雪崩发生时为人员提供安全保障。

4.3 人工干预和应急响应措施

人工干预和应急响应措施在雪崩灾害防治中扮演着重要角色。当预警系统检测到潜在雪崩风险时,可以通过人工干预的方式降低雪崩发生的可能性。例如,通过调整山区道路走向、加强植被覆盖等方式,减少积雪的积累,从而减轻雪崩的威胁。同时,应急响应措施也是必不可少的。一旦雪崩发生,及时启动应急预案,组织专业救援队伍进行搜救,确保被困人员的生命安全。此外,加强与气象部门的沟通协作,实时获取天气变化信息,对雪崩灾害进行更加精准的预测和预警,也是提高应急响应能力的重要方面。

4.4 防雪墙、固定林带等生态防治手段

生态防治手段是近年来雪崩灾害防治领域的研究热点。这些手段通过保护和恢复山区的生态环境,提高山坡的自然稳定性,从而降低雪崩灾害的风险。防雪墙是一种有效的生态防治手段。通过在山区建设防雪墙,

可以阻挡雪崩的冲击力,减少其对下方区域的破坏。防雪墙的建设还能够促进雪崩物的堆积,减缓雪崩的速度和能量,进一步降低雪崩的危害程度。防雪墙的材料选择也非常重要,既要考虑其稳定性和耐久性,又要确保对生态环境的友好性。因此,在材料的选择上,应尽量采用当地的可再生材料或环保材料,以减少对环境的破坏。固定林带是另一种重要的生态防治手段^[4]。通过在山区种植树木和灌木等植被,可以加固山坡的土壤层,提高山坡的稳定性。这些植被的根系能够深入土壤,增强土壤的固结力,防止水土流失和滑坡现象的发生。同时,植被的覆盖还能够减少雪崩的触发因素,如太阳辐射和风化作用。通过种植适应性强、生长迅速的树种和灌木,可以快速形成固定林带,有效防止雪崩灾害的发生。除了防雪墙和固定林带,生态防治手段还包括水土保持、植被恢复等措施。水土保持措施通过建设排水沟、护坡等设施,防止水土流失,保持山坡的完整性。植被恢复措施则主要针对受损的山区生态系统,通过补植、抚育等手段,促进植被的再生和恢复,提高山坡的自然防护能力。在实施生态防治手段时,应注重科学规划和合理布局。根据山区的地形、气候和土壤条件,选择合适的植被种类和种植方式,确保生态防治措施的有效性。

结束语

雪崩灾害防治技术的研究和应用,不仅是科技进步的体现,更是对人类生命安全和生态环境的深切关怀。面对雪崩灾害的威胁,需要不断探索和创新,寻求更加有效的防治手段。同时,加强预警和应急响应能力建设,提高公众对雪崩灾害的防范意识,也是降低雪崩灾害风险的重要途径。随着科技的进步和防治技术的不断完善,雪崩灾害将不再是人类无法逾越的难题。

参考文献

- [1]张华.李勇.赵兴华.雪崩灾害监测与预警技术进展综述[J].自然灾害学报.2022.31(5):1-12.
- [2]王刚.李明.周建军.雪崩灾害防护工程技术研究与应用[J].山地学报.2023.33(1):67-76.
- [3]李梅.赵鑫.吴敏.气候变化对雪崩灾害影响及其应对策略探讨[J].中国气象.2021.47(8):33-42.
- [4]刘涛.陈静.赵英伟.雪崩灾害防治的多学科交叉研究现状及未来趋势[J].环境与可持续发展.2024.49(3):65-74.