

西藏沿江城镇堤防越冬期裂缝监测与修补方法

班典伦珠 拉 桑

西藏自治区水利电力规划勘测设计研究院 西藏 拉萨 850000

【摘要】：西藏沿江城镇堤防在越冬期容易出现裂缝现象，这对防洪安全造成潜在威胁。裂缝的产生通常与冻胀、沉降等自然因素以及施工质量、材料问题密切相关。有效的裂缝监测与修补措施对于确保堤防的稳定性至关重要。本文提出了一种综合性的裂缝监测与修补方法，通过定期检查、实时监测、局部修复等手段，能够有效防止堤防裂缝对整体结构的影响。本文结合了现代科技手段和传统修补工艺，提出了切实可行的技术解决方案，以保障西藏沿江城镇堤防的安全度过越冬期。

【关键词】：西藏沿江城镇；堤防裂缝；越冬期监测；裂缝修补；防洪安全

DOI:10.12417/2705-0998.25.15.056

引言

西藏沿江城镇的堤防工程承担着防洪、保护生态和安全通行等多重职能。然而，在越冬期，堤防经常遭遇裂缝问题，尤其是低温及冻胀作用下，裂缝不仅影响堤防的整体稳定性，还可能带来渗漏等潜在隐患。裂缝问题不仅对堤防的结构安全构成威胁，还可能加剧洪水灾害的风险，给当地人民生命财产安全带来隐患。必须采取有效的监测与修补措施，及时发现裂缝并进行修复，保障堤防的长久使用。为此，基于西藏沿江地区堤防裂缝的特点，本文结合现有技术与经验，探讨了裂缝的监测方法及修补技术，旨在提高堤防的抗裂性能，确保越冬期间堤防结构的安全。

1 西藏沿江城镇堤防裂缝的主要原因及影响分析

1.1 低温冻胀作用对堤防裂缝的影响

西藏地区的冬季温度极低，低温冻胀是导致堤防裂缝的主要原因之一。堤防土体中的水分在冻结时体积膨胀，这一过程称为冻胀作用。由于堤防土体具有较大的水分含量，冻结过程中体积膨胀会导致土体内部应力集中，从而产生裂缝。冻胀作用不仅会影响堤防的稳定性，还可能导致结构内部的应力积聚，形成较大的裂缝，进而威胁堤防的安全性。尤其在低温条件下，冻结与融化的循环作用使得裂缝问题更为严重。冻胀作用的反复进行，可能导致土体的结构性破坏，甚至影响堤防的功能。

1.2 堤防土体沉降对裂缝的促发作用

堤防建设过程中，由于土体的松散性和局部压实度的不均匀性，堤防土体常常会经历不均匀沉降。土体沉降是堤防裂缝的重要诱因之一。在西藏沿江地区，由于湿度较高且沉降过程往往较缓慢，长期的沉降会导致堤防土体出现不同程度的裂缝。沉降不仅会对堤防的结构造成破坏，还可能影响堤防的防洪功能。特别是在堤防未完全沉降完成之前，由于沉降造成的变形可能进一步加剧裂缝的扩展，影响堤防的整体稳定性和防护能力。沉降引起的裂缝大多具有一定的纵向延展性，容易受到外力作用而加重裂缝发展，增加维护难度。如图 1：



图 1 堤防裂缝示意图

1.3 建设材料及施工质量对裂缝产生的影响

堤防的建设材料和施工质量是决定堤防裂缝产生的重要因素。若在堤防建设中使用了不合格或不适应当地环境的建筑材料，可能会引发裂缝问题。一些堤防采用的砂浆或混凝土，如果未能达到标准要求，可能在遇到冻胀或土体沉降时发生裂缝。施工过程中的质量控制不严，尤其是土体回填和砌筑时出现的问题，都会使得堤防在受外力作用时更容易出现裂缝。施工时对堤防水性能的忽视，或者堤防的水泥用量、砂浆配比等细节不到位，都可能导致材料不稳定，进而形成裂缝。选用适合的材料，并严格控制施工质量，是减少裂缝发生的重要措施。

2 西藏堤防裂缝监测技术的应用与发展

2.1 常规裂缝检测方法的应用

西藏地区堤防的裂缝监测首先依赖传统的人工检查与地面测量方法。常规检测方法包括目视检查和人工测量，通常通过巡查人员定期对堤防裂缝进行检查，并使用简单的测量工具如钢尺、量角器等对裂缝的宽度、长度及深度进行记录。该方法操作简便且成本较低，但存在一定的局限性。由于西藏地区堤防往往面积较大，人工巡查时可能遗漏一些隐蔽的裂缝。人工检查的精度和频次无法满足实时监控的需求，尤其在越冬期时，裂缝的变化较为剧烈，传统方法的响应速度无法及时应对可能的安全隐患。

2.2 高精度监测技术在裂缝监测中的作用

随着科技的发展，西藏堤防裂缝监测逐渐引入了高精度监

测技术。包括地质雷达、应变传感器、超声波检测等在内的高精度技术，为堤防裂缝提供了更为精准的监测手段。地质雷达能够深入堤防结构内部，发现潜在的裂缝和空洞，从而提前预警，防止裂缝进一步扩大。而应变传感器则可以实时监测堤防土体的变形，识别出由于沉降或冻胀引起的微小裂缝。相比传统的监测手段，这些高精度技术具有更高的灵敏度和较强的适应性，能够有效应对复杂的自然环境变化，并为堤防管理提供科学依据。

2.3 数字化监测平台对裂缝监测的优化

数字化监测平台的引入，极大提升了西藏堤防裂缝监测的效率和准确性。该平台通过集成传感器数据、遥感技术和无人机巡检等手段，实现对堤防裂缝的全方位实时监测。监测数据通过无线网络传输到集中监控平台，管理人员可实时查看堤防裂缝的变化情况。数字化平台的优势在于能够长期积累数据，提供趋势分析，为裂缝的预警和修补决策提供依据。数字化平台还能与其他防灾系统相结合，在发生异常时迅速发出警报，提醒相关人员进行修复处理。随着技术的不断发展，未来的数字化监测平台将更加智能化，为堤防裂缝的预防和管理提供更全面的解决方案。

3 堤防裂缝修补技术的选择与实施

3.1 传统修补工艺的适用性分析

传统堤防裂缝修补工艺如水泥砂浆填充法和混凝土浇筑法在实际应用中具有其优势和局限。水泥砂浆填充法多用于处理裂缝宽度较小、深度较浅的情况，它通过填充裂缝并提供一定的抗渗功能，能够在短时间内实现局部修补。然而，这种方法的修补效果在较大裂缝或深层裂缝上较为有限，尤其在面对西藏极寒的环境时，裂缝填充后可能无法长期保持稳定。对于较大的裂缝，混凝土浇筑法常常被采用，该方法能够填补深度较大、宽度较大的裂缝，并提供较强的结构支撑。然而，这两种传统修补工艺都存在修补速度较慢的问题，尤其在冬季低温下施工困难，且修补效果相对较短，可能需要频繁修复，这使得其在西藏这类严峻的自然环境中应用时面临较大挑战。

3.2 高效修补材料的选择与应用

随着科技的发展，传统修补材料的局限性得到了改善，聚合物水泥和纤维增强混凝土等高效修补材料逐渐成为堤防裂缝修复的首选。聚合物水泥由于其优异的粘结性能、抗冻性和抗渗性，能够有效提升修补效果的持久性，特别是在西藏地区低温环境下，这种材料能够承受更为严酷的冻胀作用，避免裂缝的再次形成。纤维增强混凝土则具有较高的抗拉强度和抗裂性，适合用于处理承受较大应力和变形的堤防区域。相比传统材料，这些高效修补材料不仅提高了修补后的抗裂性和耐久性，还能够更好地适应西藏地区复杂多变的气候条件。高效修补材料的应用能够显著延长堤防修补后的使用寿命，减少后期

维护成本，是现代堤防裂缝修补中不可或缺的重要材料。

3.3 综合修补技术的创新与实践

为了提高堤防裂缝的修补效果和延长堤防的使用寿命，近年来，综合修补技术得到了广泛应用。该技术将传统的修补方法与现代高效材料相结合，针对不同裂缝类型和堤防的使用环境，量身定制修补方案。对于表层裂缝，采用聚合物水泥或纤维增强混凝土等高性能材料进行修补；对于深层裂缝，则通过灌浆技术进行补充修复，这样能够有效填补深层裂缝，提升整体修补效果。综合修补技术的最大优势在于其修复效果显著、寿命较长，同时也减少了对堤防功能的干扰，使得修补过程更加高效且不影响堤防的正常使用。通过技术创新，综合修补技术不仅提高了堤防裂缝修补的效率，还显著增强了堤防的抗裂性和稳定性，能够有效提升堤防的防洪能力，适应西藏等地区的极端环境变化。

4 冬季堤防裂缝管理的风险评估与预防措施

4.1 越冬期堤防裂缝的风险评估模型

冬季堤防裂缝的风险尤为严重，低温和冻胀作用使得裂缝扩展的可能性大幅增加。制定一个科学且高效的风险评估模型显得尤为重要。该模型需要考虑土体的温度变化、湿度变化、沉降情况等多个影响因素，从而全面评估裂缝发生的概率。通过对不同气候条件和堤防环境因素进行量化分析，评估模型能够有效预测裂缝的发生时间和地点，为相关管理人员提供预警信息，及时采取应对措施。结合历史数据和实时监测结果，能够增强预测的精确性，确保堤防在冬季的裂缝问题得到及时处理，避免裂缝问题扩展，影响堤防的防护功能和结构稳定性。

4.2 冬季裂缝预防技术的有效性

冬季堤防裂缝的预防措施是确保堤防安全的基础。西藏地区的低温环境对堤防的抗冻能力提出了更高要求，因此堤防建设时需选用抗冻性能良好的材料。使用具有抗冻特性的水泥和混凝土材料，可以有效减缓低温下裂缝的形成。另外，堤防的施工设计应考虑到土体的冻胀现象，采用加固措施来增强堤防结构的稳定性。除此之外，排水系统的设计也是冬季裂缝防控中的关键环节，良好的排水能够防止水分渗透到堤防内部，减少冻胀引起的裂缝。通过综合利用上述技术手段，可以显著降低裂缝的发生率，从而保障堤防的长期使用安全。

4.3 应急管理与裂缝修复的协同策略

在冬季堤防裂缝出现时，及时有效的应急管理策略至关重要。应急管理机制应当在堤防裂缝发生时迅速启动，针对可能对防洪功能产生重大影响的裂缝区域，优先进行处理。结合实时监测数据，管理人员可以判断裂缝的扩展趋势并采取针对性修复措施，避免裂缝进一步恶化。应急响应不仅仅依赖于传统修补技术，还需要与数字化监测系统紧密配合，确保信息流通顺畅。堤防裂缝修复工作应与常规的监测管理相结合，通过建

立完善的预案体系和修复机制，提高响应速度和修复效率。这样的协同管理策略有助于最大限度地减小冬季裂缝带来的安全风险，确保堤防的长期稳定运行。

5 提升西藏堤防裂缝修补与监测水平的建议

5.1 强化地方政府对堤防安全的重视

堤防的安全管理和长期稳定运行，离不开地方政府的持续支持与重视。政府应加大财政投入，确保堤防建设和维护工作的资金保障，尤其是针对西藏等高寒地区的堤防安全，更应注重财政资金的合理使用。政府应组织专家团队对堤防进行定期检查与评估，实时跟进裂缝等隐患问题，及时制定防范和修复计划。应建立健全的堤防管理制度和责任体系，确保各级政府和相关部门之间的协调配合。地方政府还应加强与科研机构、企业的合作，共同推动新技术和新材料在堤防安全中的应用，提升堤防管理工作的科学性和有效性。

5.2 促进新技术与修补方法的研发应用

新技术的应用和修补方法的创新是提升堤防管理水平的关键。当前，堤防裂缝修复技术仍处于不断发展的阶段，科研机构和企业应加大对新型材料和高效修补技术的研发力度。聚合物水泥、纤维增强混凝土等高性能修补材料，可以有效提升修补效果，并延长修复后的堤防使用寿命。智能化监测设备如传感器、无人机等技术也可以在裂缝监测和修复中发挥重要作用，实时提供裂缝的变化数据。各级政府应当为新技术的研发和应用提供政策支持，鼓励科技创新，加强对新技术的推广，

确保新技术能够更广泛地应用于堤防管理中，提高堤防安全性和维护效率。

5.3 加强堤防裂缝监测与修复技术的培训与普及

堤防裂缝的监测与修复工作需要专业技术人员的支撑，针对堤防管理人员的培训至关重要。培训内容应包括裂缝的早期识别、监测设备的使用、修补技术的操作等，帮助管理人员掌握现代化监测技术和修复方法。定期组织技术交流与实操培训，能够增强管理人员的实战能力和应急响应能力。堤防监测技术和修补技术的普及不仅限于管理人员，地方政府应鼓励相关行业组织、企业以及学术机构，开展公众教育与技术普及，提高社会各界对堤防安全的关注与理解。通过全面提升技术人员的专业素养，可以有效增强堤防裂缝修复与管理工作的执行力。

6 结语

本文探讨了西藏沿江城镇堤防裂缝的主要原因、监测技术、修补方法及相关预防措施。低温冻胀、土体沉降和施工质量等因素是导致堤防裂缝的主要原因，而有效的监测技术和高效的修补材料为裂缝管理提供了可行的解决方案。通过综合修补技术的创新应用，可以显著提升堤防裂缝修补的效果和耐久性，确保堤防在极端气候条件下的稳定性。为了进一步提高堤防的防护水平，地方政府应加大投入，推动新技术的研发应用，并加强技术人员的培训，以便更好地应对冬季堤防裂缝带来的挑战，确保堤防的长期稳定性与安全性。

参考文献：

- [1] 赵飞,孙雨.西藏高寒地区堤防冻胀破坏机理与修复技术[J].水利学报,2022,53(4):128-137.
- [2] 王涵,何敏.西藏地区堤防施工质量与裂缝修补技术分析[J].工程管理学报,2023,15(3):45-52.
- [3] 刘鹏,陈俊.聚合物水泥在堤防裂缝修补中的应用研究[J].建筑材料学报,2021,42(9):56-63.
- [4] 李涛,王佳.高效修补材料在堤防裂缝修复中的应用及发展[J].土木工程技术,2023,44(5):101-109.
- [5] 张雅婷,赵丽.冬季堤防裂缝管理与风险评估方法研究[J].水土保持学报,2022,36(12):98-105.