

# 高寒地区农村饮水工程防冻技术应用与管理对策分析

次旺普赤

西藏日喀则市白朗县农业农村和科技水利局 西藏 日喀则 857300

**【摘要】**：高寒地区的气候条件对农村饮水工程的稳定性和长期运行带来了极大的挑战。冬季低温引发的管道冻裂、结冰问题，已成为影响水供应的重要因素。针对这一问题，研究了现有防冻技术在高寒地区的应用效果，并结合区域特点提出了适宜的技术方案和管理措施。通过优化管网布局、选择适合的防冻材料及加强日常维护管理，可以有效减轻低温带来的负面影响，提升饮水工程的可靠性和效率。政策引导与技术推广在防冻管理中的重要性也被提及。为提升高寒地区农村饮水系统的抗冻能力，提供了切实可行的防冻技术应用和管理对策。

**【关键词】**：高寒地区；农村饮水工程；防冻技术；管网管理；低温影响

DOI:10.12417/2811-0536.26.07.086

## 引言

高寒地区的冬季气温极低，给农村饮水工程的运行带来了严峻挑战。随着气候变化的加剧，传统的饮水工程常常面临管道结冰、冻裂等问题，这不仅影响水的供应，还威胁到村民的日常生活。在此背景下，如何通过有效的防冻技术保证水源供应的稳定性，成为亟待解决的问题。面对高寒地区独特的地理和气候特征，传统的防冻方法显得力不从心，因此，探索与实际相符的技术手段及管理对策，不仅是当前饮水工程建设重点，也是推动农村基础设施现代化的关键。

## 1 高寒地区饮水工程面临的防冻难题

高寒地区的气候条件使得饮水工程的正常运行面临严峻挑战。在这些地区，寒冷的冬季和长期的低温环境，导致水管冻裂、结冰等问题，影响着水的供应和居民的生活用水。尤其是在低温极端天气下，饮水管道往往因为温度过低导致冻裂，造成大量水源浪费以及维修成本的增加<sup>[1]</sup>。由于土地封冻和积雪等因素，管道无法得到充分的保温，导致设备运行不稳定，甚至出现断水现象。这些问题不仅直接影响到农村居民的水源保障，也影响到当地的社会经济发展，尤其是那些依赖饮水工程维持生活的偏远地区。

在高寒地区，饮水工程面临的防冻难题不仅仅是管道本身的设计问题，更多的是与环境适应性的矛盾。由于当地气候的极端性，常规的防冻措施往往无法在低温下保持有效。对于大部分农村地区来说，水源分布较为分散，供水管道的铺设普遍较长，且很多地区没有足够的经济条件进行大型的基础设施投资与维护。传统的加热、防冻管道设备虽然在理论上可行，但在实际操作中往往由于高能耗和高成本的原因难以得到普及应用。更重要的是，随着气候变化的影响，

寒冷天气的持续时间和强度呈现增加趋势，这给现有的供水系统带来更大的压力和挑战。水管冻裂、设备损坏、修复周期长等问题不断加剧，导致原本设计的防冻技术难以应对越来越复杂的气候环境。

为了解决这一问题，现有防冻技术的应用面临一定的困难。传统的热力防冻技术在一些特殊地理条件下并不适用，例如冰冻深度较大的地区，常规管道防冻装置无法达到预期效果。而且，由于农村地区的管道大多埋设较浅，防冻效果差，这使得防冻设施的构建和维护变得更加复杂与困难。不同地区的气候差异使得单一的防冻技术无法广泛适用，因此如何根据当地的具体情况选取合适的防冻技术，成为解决问题的关键之一。在应对这一系列问题的过程中，不仅需要技术层面的不断创新，还要注重管理层面的调整与优化，通过有效的资源整合和政策支持，才能确保在极寒气候下的供水系统能够稳定运行。

## 2 防冻技术在饮水工程中的应用现状

在高寒地区，防冻技术已经逐渐成为饮水工程建设和管理的重要组成部分。目前，常用的防冻技术包括管道保温、加热设备、防冻材料以及埋深设计等多种方法。管道保温材料通常选用聚氨酯泡沫、岩棉等高效绝热材料，这些材料能够有效地减少热量的流失，防止低温对管道的影响<sup>[2]</sup>。由于高寒地区的气候特征复杂，单一的保温材料往往无法满足所有环境条件，尤其在长期严寒天气下，保温效果会逐渐下降。为了提高防冻效果，越来越多的工程开始结合加热技术，如电热带或热风装置等，安装在管道系统中，通过加热来避免水管结冰。尽管这些技术在某些情况下能够提供短期的解决方案，但高能耗和设备维护成本使得其在长期使用中面临一定挑战，尤其是在缺乏足够资金的农村地区，实施难度较大。

在不同的区域，防冻技术的具体应用效果各有不同。对于北方高寒地区而言，采用深埋管道的设计方案有一定的效果，尤其是在冰冻深度较大的地方，管道深埋可以有效减少冻害的发生。深埋设计需要大量的土建工程和人工成本，这对于偏远农村地区来说并不现实，尤其是一些山区或交通不便的地方，施工成本过高，难以推广。在一些地区，管道的埋设深度有限，导致防冻效果有限，管道常常因为表面温度过低导致冻裂。一些地方的饮水工程采用了模块化的供水管道系统，这种系统在高寒地区的应用较为广泛，能够根据需要进行灵活的防冻设计，同时方便维修和更换。虽然模块化系统在初期投资方面较高，但其便捷性和可维护性在面对恶劣气候条件时展现出一定的优势。

随着防冻技术的不断发展，综合防冻技术的应用逐渐成为趋势。现代化的防冻技术不仅限于单一的管道保温和加热措施，还包括了智能监控系统的引入，通过传感器实时监测管道的温度和水流状态，及时调整供热系统的工作状态。这种高科技手段能够有效预防管道因温度波动而发生冻裂，特别适用于一些气温变化较大的地区。一些地方还通过提升供水管网的压力来防止水管冻裂，这种方法通过增加管道内水流的速度来减少结冰的可能性。应用这些高端技术的成本相对较高，且需要相应的技术支持和运营维护人员，这在一些经济条件较为薄弱的农村地区同样面临实施难度。如何在技术与经济之间找到平衡，成为当前防冻技术应用中亟需解决的问题。

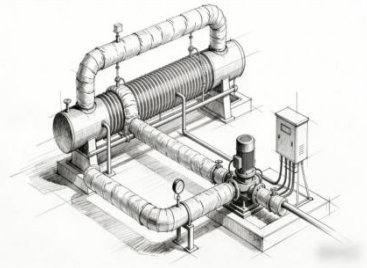


图1 高寒饮水管道防冻设施示意图

### 3 适应性防冻技术的选择与优化

在高寒地区，适应性防冻技术的选择和优化是确保农村饮水工程稳定运行的关键。针对不同的地理和气候条件，防冻技术的选择不仅要考虑成本、效果，还要兼顾环境适应性。对于长期低温的地区，使用常规的保温材料往往无法充分解决管道冻裂问题。采用更加智能化、灵活的防冻措施显得尤为重要<sup>[3]</sup>。电加热系统的优化使用逐渐成为一个重要方向，通过将加热设备与智能温控系统相结合，能够根据温度变化自

动调节加热强度，从而减少能源浪费并提高防冻效果。这类技术尤其适合寒冷天气波动较大的地区，其能够实时感知环境温度的变化，自动启动或关闭加热设备，保证管道在低温环境下依然能够顺利供水。

防冻技术的优化离不开管道布局的合理性。在选择管道的埋设深度时，应根据当地的冰冻深度和土壤特性来确定。通常，较深的管道埋设能够有效避开地表的极端温度，减少冻害的发生。然而，深埋管道的施工费用较高，特别是在交通不便和地形复杂的地区，施工难度较大。因此，针对这些地区，可以选择合理的浅埋管道设计，并配合高效的保温措施，如采用新型保温材料或是局部加热带，确保在不增加过多成本的情况下达到防冻效果。与传统材料相比，这些新型保温材料具有更好的热稳定性和耐久性，能够适应不同的气候变化，减少维护成本。

在优化防冻技术时，还应重视与当地气候条件相结合的技术调整。极寒地区的冬季温度剧烈波动，单一的技术方案往往无法应对这种复杂变化的气候。为了提高适应性，防冻技术的设计不仅要具备多功能性，还要具备可扩展性。例如，结合智能化监控系统 and 物联网技术，实现对管道系统的实时监测与远程控制，使得技术手段能够快速适应环境的变化。在气温骤降时，系统能够自动启用防冻模式，当气温回升时，设备可以自动关闭，加大节能效果。通过优化管道的水流设计，保持水流在管道中的稳定流动，能够有效减少因水流停滞导致的结冰现象。这些技术的集成和优化，不仅有助于提升防冻能力，还能够在降低能源消耗的同时延长设施使用寿命。

### 4 加强管网管理与维护的关键措施

在高寒地区，管网管理与维护的有效性直接关系到饮水工程的稳定性与持续运行。随着低温环境对供水系统的挑战加剧，加强管网的管理和维护变得尤为重要。对管网的定期检查与维护能够及时发现问题并进行修复，防止因管道冻裂等问题引发的突发性停水事件<sup>[4]</sup>。通过建立完善的管网监测系统，能够实时掌握管道的运行状态，及时发现管道内水压、水流量和温度等异常情况。结合现代化的传感器技术，能够自动监测管道温度并通过预警系统通知相关维护人员，避免因温度过低而导致管道冻裂，从而减少水资源浪费和工程修复成本。

管网的有效管理还包括了对管道的定期检查与清理工作。在高寒地区，由于环境温度低，水管中的水流往往不如温暖地区那样流畅，容易出现积水结冰现

象,增加管道破裂的风险。因此,定期的管道清理工作至关重要。这不仅能有效去除管道内的沉积物,还能保持水流的通畅,防止水流停滞或结冰。在一些复杂地形或人迹罕至的地方,管道的检查和清理工作尤为困难,但加强这一环节的管理,依然是避免突发冻害的关键。此外,确保管道周围土壤的松动性和排水性也有助于减缓冻害的发生,尤其是对浅埋管道,需要特别关注土壤的透气性和排水设计,避免积水现象导致管道过度受冻。

加强管网管理的另一个关键措施是通过提升应急维修能力,确保在管道出现问题时能够迅速恢复供水。为此,建立一支具备专业技能的应急维修队伍,并定期进行防冻技术培训,是必要的管理手段。在出现管道冻裂、破损等紧急情况时,能够迅速采取有效措施进行修复,减少水损失与停水时间。同时,应急物资的储备也必须到位,尤其是一些防冻材料、临时加热装置等,能够确保在紧急情况下迅速投入使用。结合精确的应急预案和快速反应机制,可以大大提高管网的应急响应能力,避免因管网故障造成的长期影响,保障饮水工程的稳定运行。在寒冷天气频繁发生的地区,这种应急能力尤为重要,不仅是对管网的保护,更是对居民生活的保障。

## 5 提升防冻能力的综合对策与实践

在高寒地区,提升防冻能力的综合对策需要从技术、管理和应急响应等多个方面着手,以确保饮水工程的长期稳定运行。技术层面,采用集成化防冻技术已经成为提升防冻能力的核心。例如,使用智能化控制系统实时监测管道温度变化,自动调节加热设备的启停,能够有效避免因气温骤降而导致的管道冻裂<sup>[5]</sup>。采用新型保温材料和更为精细的管道布局设计也有助于减少冻害的发生。这些新型材料在长期低温下的稳定性较好,能够持续有效地提供保温效果,降低外界环境对供水管道的影响。在具体应用时,针对不同地区的气候特征进行个性化设计,结合气候预测数据,

动态调整防冻措施,是提高防冻能力的另一关键因素。

除了技术手段,管网的管理和维护工作在防冻能力的提升中也起到了重要作用。通过定期检查和维修,能够及时发现管道的潜在风险,并在问题发生前进行修复。尤其在寒冷的冬季,防冻技术的管理需要更加细致。加强管道的清理工作,避免沉积物和冰块堵塞水流,确保水管畅通无阻,防止水流停滞导致结冰。加强对管网设备的巡视与监控,利用传感器实时获取管道状态,能够精准掌握水温、水流及管道状态,做到早发现、早预防,及时采取加热或保温等措施,有效避免冻裂现象的发生。

应急响应能力的建设同样不可忽视。在高寒地区,极端天气下,供水管道经常出现冻裂等问题,建立快速响应机制和应急维修体系是提升防冻能力的又一有效举措。要保证应急物资的及时供应和维修人员的快速反应,针对不同情况制定详细的应急预案。培训专业的维修队伍,确保其熟练掌握防冻及修复技术,能够迅速处理突发问题。提高应急处理能力,不仅能够减少供水中断的时间,还能最大限度地减少因冻裂带来的损失。通过完善应急管理体系,提升管网在寒冷天气下的抗冻能力,为高寒地区的居民提供更为稳定的水源保障。

## 6 结语

高寒地区农村饮水工程的防冻问题需要综合技术手段与精细化管理的共同努力。适应性防冻技术的选择和应用必须根据不同地区的实际气候条件进行调整,确保技术能够在极端环境下发挥最大效能。管网的管理和维护同样至关重要,定期检查与清理可以有效预防管道冻裂等故障,保障供水系统的稳定性。此外,完善的应急响应机制和维修体系,能够在突发情况发生时迅速恢复供水,减少对居民生活的影响。随着科技的进步和管理模式的优化,高寒地区饮水工程的防冻能力将得到显著提升,为广大农村地区的水资源保障提供更加坚实的基础。

## 参考文献:

- [1] 曲洪飞.高寒地区地下室混凝土抗裂防渗施工关键技术研究[J].新城建科技,2025,34(12):100-103.
- [2] 王军,王振华,王忠勇,等.高寒地区道路水稳层固化土的低温性能研究[J].中国建材科技,2025,34(06):88-91+100.
- [3] 张文舟.农村安全饮水工程长效运行管理机制建设初探[J].新农民,2025,(35):56-58.
- [4] 赵曰浩,孙允,王悦,等.高寒地区综合能源系统示范工程现状与展望[J].山东电力技术,2025,52(11):1-12.
- [5] 晋东梅.高寒山区农村饮水工程的科技赋能路径研究[J].科技资讯,2025,23(22):193-195.