

西藏高海拔地区村镇供水管网防冻保温技术应用

拉 桑 班典伦珠

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】：西藏高海拔地区的低温环境对供水管网的正常运行构成了极大挑战。管道防冻保温技术对于确保供水稳定至关重要。针对高海拔地区的特点，本文提出了一系列适应性的技术措施，如管道埋土保温、入村入户管网保温、闸阀井节点处的保温方案以及露天管道的保温方式。水龙头等暴露部位的保温也不可忽视。通过优化这些保温措施，可以有效提高供水管网的抗冻能力，保障冬季供水的稳定性，为高海拔地区的居民提供持续的生活保障。

【关键词】：西藏；高海拔；供水管网；防冻保温；技术应用

DOI:10.12417/2705-0998.25.15.084

引言

高海拔地区由于其特殊的气候条件，供水管网常面临低温严寒的挑战，尤其是在冬季，水管冻结现象屡见不鲜。西藏等高海拔地区的特殊地理环境，使得供水管网的防冻保温成为工程设计和施工中的重要难题。传统的保温措施常常难以适应这些地区低温环境下的严苛要求，尤其是在管道暴露部分、入户管网和闸阀井等关键节点上，往往容易发生冻裂现象。针对这些问题，采用科学有效的防冻保温技术显得尤为重要。通过对管道布局、保温材料选择、系统优化等方面的综合考虑，建立一套行之有效的防冻保温方案，将为这些地区提供可靠的供水保障。

1 高海拔地区供水管网的环境特点与防冻需求分析

1.1 地理气候条件对供水管网的影响

高海拔地区的地理环境和气候条件极为特殊，尤其是西藏地区的高山、雪地、干燥气候，温差大、风速高等因素，使得供水管网面临着严峻的挑战。在这些区域，低温天气往往长时间持续，冬季的气温可降至零下数十度，给供水管网的稳定运行带来极大影响。尤其是在夜间，温度快速下降，地下水管道及暴露部分极易发生冻裂现象。尤其是海拔较高、风力较强的区域，风寒效应加剧了管道的冷冻风险。频繁的雪灾和积雪也给管道的安装与维护工作带来困难。由于受高海拔影响，这些地区的供水系统往往缺乏足够的防冻保温措施，导致冬季供水中断的现象时有发生，因此亟需有针对性的技术手段保障供水稳定。

1.2 低温对供水管网运行的挑战

高海拔地区的低温对供水管网的影响主要体现在对管道材质、管道连接处、接口以及阀门等易损部位的损害。极低的气温使得管道内的水分冻结，造成管道膨胀甚至爆裂。暴露在外部的管道易受到风雪侵袭，产生结冰现象，不仅增加了能耗，而且在极寒天气下，冻结的管道无法有效输送水源，影响日常生活供水。寒冷的气候还会影响管道的安装与维护施工周期，长期处于低温环境下的管道会加速老化、腐蚀和断裂，使得供

水管网的使用寿命大大缩短。在这些地区，供水管网的抗冻保温技术显得尤为重要。如图1：



图1 雪景中的高海拔区域供水管网运行环境

1.3 高海拔地区供水系统的特殊性分析

高海拔地区的供水系统通常面临施工难度大、维护困难以及防冻要求高的挑战。在高原地区，气候的不确定性、地质条件的复杂性以及地形的多变性都对供水系统的建设提出了更高要求。地形较为崎岖、山地和峡谷的特殊地理环境要求供水管网设计考虑到更多的保护措施。部分偏远地区交通不便，运输物资困难，施工团队难以迅速到达，造成了维修维护时效性差的问题。更重要的是，这些地区的供水系统往往承载着较大区域的生活用水需求，供水系统一旦发生问题，将会影响到居民的日常生活，高海拔地区的供水管网不仅要考虑基本的功能需求，还要考虑严寒环境下的耐久性和抗冻能力。

2 管道埋土保温技术在高海拔地区的应用

2.1 管道埋设深度与保温效果的关系

在高海拔地区，为了防止管道冻结，合理的管道埋设深度是保温措施中非常关键的一环。埋设深度直接影响管道的保温效果及其防冻能力。在低温条件下，地表温度会快速变化，若管道埋设过浅，容易受到地表气温波动的影响，导致管道冻裂。通常情况下，管道需要埋设在比冻土深度更深的地下，以保证管道内水流在冬季时不易冻结。不同的土壤和环境条件要求调整埋设深度，土质松软的地方需要加深埋设深度，尤其是风速

较大的地方，保温效果更为关键。通过合理计算并结合实际情况，在深度上做到科学设计，是确保管道在极寒条件下不冻裂的关键措施。

2.2 常用保温材料的选择与施工要点

管道埋土保温所使用的材料直接影响其保温效果和施工难度。常见的保温材料有聚氨酯泡沫、岩棉、聚乙烯保温管等，这些材料不仅具有优异的保温性能，还具备较强的耐压性和抗腐蚀性。选择合适的保温材料时，需综合考虑其热导率、抗老化性能以及施工的便捷性。比如，聚氨酯泡沫材料热阻性能优越，能有效减少热量流失，且重量轻，便于施工和维护。而岩棉则具有较好的防火性能，适合长时间高温环境下使用。在施工时，除了材料的选型，还要特别注意材料的完整性，避免保温层出现漏洞，影响保温效果。埋土时要确保管道周围的土壤密实，防止土层的松散导致保温效果降低。

2.3 埋土保温技术的实际应用案例分析

在西藏的某些高海拔地区，成功应用了埋土保温技术来保证供水管网的稳定性。在某项目中，供水管道的埋设深度被设计在1.5米以下，远远高于冻土层的深度。采用了聚氨酯泡沫保温层覆盖管道，在管道外层施加一层保温材料，有效防止了冬季气温骤降时管道内部的水结冰现象。施工过程中，工作人员不仅对管道的保温层进行了严格的质量检查，还对周围土壤的密实性和保温层的附着力进行了全面验证。经过多年的运行，这一技术有效地降低了供水中断的频率，并且保障了水质的稳定。该技术的成功应用为其他类似地区提供了重要的借鉴经验，显示了埋土保温技术在高海拔地区供水管网中的巨大潜力。

3 入村入户管网保温措施的设计与实施

3.1 入户管网的设计与保温要求

在高海拔地区，特别是在偏远山区，入户管网的保温设计尤为重要。由于这些地方多为低温环境，入户管网暴露在外界冷空气中，容易造成结冰现象。设计时应当根据当地的气候条件合理规划管道的埋设和保温方案。对于接入每户的水管，可以采取沿建筑外墙隐蔽铺设，避免管道暴露在外。入户管道的设计应考虑管道的大小、走向、深度以及是否有防冻材料包裹，确保在寒冷季节不发生冻裂。为了保证水管内水流的稳定性，应在入户管道设计中考虑到水流的自然流动性，避免低温环境下水流停滞结冰。

3.2 入户管网保温的材料与技术选型

入户管网的保温材料选用十分重要，合理的材料能够有效防止水管结冰，确保居民用水的稳定性。常用的保温材料有泡沫聚氨酯、岩棉、橡塑保温管等。泡沫聚氨酯材料不仅具有较好的保温效果，而且在施工过程中易于操作，能够精确覆盖管道，避免热量流失。而岩棉具有良好的防火性能，适用于部分

建筑内的入户管道保温。橡塑保温管则具有柔韧性，适合一些难以弯曲的管道应用。在技术方面，应结合具体的施工环境，采用定制的保温层厚度，确保保温效果最大化，并且考虑到施工中的工艺可行性，以保证技术措施能够实现并有效应用。

3.3 典型节点保温的具体措施与效果

在入户管网的具体节点，如管道接口、分水阀及管道连接处，保温措施尤为关键。这些位置是管道系统最容易出现问题的地方，也是热量流失最严重的部分。通常在这些节点上，采用更加专业的保温设备，如保温夹套或管道加热带。管道加热带通过电加热方式为管道提供温度补偿，避免因极端低温引发管道冻结问题。而对于阀门等暴露部分，可以通过安装保温罩、加热设备等措施，确保其在低温下不受冻，保持管道正常运行。在实际应用中，这些保温措施可以显著提高管网的抗冻能力，避免冬季用水中断，提高供水系统的稳定性。

4 暴露管道与节点处的保温技术

4.1 露天管道的保温技术要求

在高海拔地区，暴露的管道需要采取特殊的保温措施来避免结冰。露天管道往往暴露在恶劣的气候条件下，尤其是在冬季，当气温骤降时，管道表面容易结冰，影响水流。对于这些管道，首先需要选择具备良好热稳定性的保温材料，如保温管壳或外包裹的保温层，常见的有泡沫聚氨酯、橡塑材料等。这些材料不仅具备较高的热阻性能，还具有较强的耐候性，能承受寒冷天气对管道的压力。露天管道的铺设应避免靠近风口等寒冷气流直吹的地方，可以考虑在管道周围设置隔热屏障或者覆盖保温层，进一步增强保温效果。

4.2 闸阀井与特殊节点的保温方案

闸阀井和其他管道特殊节点往往由于其暴露在外环境中，容易受到寒冷气流的侵袭，发生冻结问题。为了确保这些重要设施的正常运行，可以采取多种保温措施。常见的保温方案包括使用专用的保温夹层，将暴露部分包裹并加热。对于闸阀井及阀门等部分，还可以采用加热带或者电加热装置，以确保其在极端低温下能够顺畅操作。特别是在高海拔地区，考虑到风雪较大，保温夹层要采用耐腐蚀材料，以确保其长期稳定运行。

4.3 水龙头等暴露部位的防冻保护措施

水龙头作为居民日常用水的重要设施，长期暴露在外，容易受到气温波动的影响，尤其是在高海拔地区，气候极端寒冷，水龙头更容易发生结冰现象，导致供水中断或水管损坏。为了有效防止这种情况发生，通常采取加装保温罩的方式，保温罩能够有效隔绝外界的寒冷空气，减少管道内水流的热量流失，从而保持水龙头和管道的温度。在特别寒冷的区域，为确保水龙头正常工作，还可以在水龙头处安装电加热装置，通过自动调节温度，防止水管冻结。电加热装置能够实时监测水龙头的

温度,确保其在低温环境下不受冻害。定期检查水龙头和管道连接处的保温情况也至关重要,及时发现并处理保温层破损或老化的现象,确保供水管网的稳定运行,减少因保温措施不足导致的冻管问题。

5 高海拔地区供水管网的长期维护与管理

5.1 保温措施的检查与维修机制

在高海拔地区,供水管网的保温措施一旦失效,造成冻裂现象,修复工作量大且耗时长。建立完善的检查与维修机制尤为重要,尤其在寒冷季节之前。定期检查应包括对管道的保温层、连接处、接口等部位的检查,确认是否有破损、松动或老化的迹象。对于已经出现老化的保温层,要及时进行更换或修复,防止冬季来临时出现冻管现象。检查工作应注重细节,对保温材料的质量、施工工艺以及施工过程中可能出现的瑕疵进行全面排查。建立完善的管理体系,使得检查和维护工作能够有计划地进行,并在出现隐患时及时处理,从而减少供水中断的风险,确保管网系统的长期稳定性。

5.2 技术改进与设备更新

在科技的不断进步下,新的保温技术和设备不断投入到高海拔地区的供水管网系统中,提升了系统的运行效率和稳定性。采用更加高效且耐久的保温材料,如新型复合保温材料和高强度隔热管,能够有效提高管道的耐冻性和抗老化能力。智能加热装置和远程监控技术的引入,使得供水管网能够实时监测管道内水流状态及温度变化,自动调节加热系统,防止因温度过低引发的冻结问题。远程监测系统可以大幅度提高维修响应速度,及时发现潜在问题并进行处理,从而减少人工巡检的

工作量,提高效率。技术的创新不仅提升了供水管网的抗冻能力,也优化了资源的使用,为管网的长期稳定运行提供了强有力的保障。

5.3 长期运维中的常见问题与解决策略

高海拔地区供水管网在长期运维过程中,面临着极端气候变化、设备老化、保温材料性能下降等一系列挑战。极端天气带来的低温以及严寒环境常常导致管网设施受损,尤其是暴露部分和接头等易损部位。为了应对这些问题,需要建立完善的应急响应机制,对管道进行定期巡检,及时发现潜在的冻管隐患。增加保温措施的维护频次,对管网设备进行周期性检测与更新也是关键。通过建立科学的维修管理机制,确保设备运行状态良好,防止因设备老化而导致的突发问题。加大对设施的保护力度,提高管道的耐寒性和抗冻性,确保即使在极端低温环境下,供水管网仍能稳定运行,避免出现因管道冻裂而造成的供水中断问题。

6 结语

本文对西藏高海拔地区供水管网防冻保温技术进行了详细探讨,针对该地区特殊的地理气候条件,提出了管道埋土保温、入村入户管网及暴露管道节点保温等技术措施。通过合理设计和技术实施,可以显著提高供水管网在严寒天气下的稳定性与耐用性,减少冻管事故的发生,确保冬季供水的正常进行。随着技术的不断进步,新型保温材料与智能监控系统的引入,为供水系统提供了更多保障。在未来的发展中,应继续加强对保温技术的研究与应用,推动高海拔地区供水设施的长期健康运行。

参考文献:

- [1] 王建国,赵晨.高海拔地区供水管网防冻保温技术研究[J].西藏科技,2023,29(2):45-50.
- [2] 刘鹏,田华.高原供水管网的保温技术与实践探索[J].建筑与水利,2022,41(8):122-126.
- [3] 陈晨,罗琳.低温环境下供水管网保温策略的优化与实施[J].水务技术,2024,42(6):78-82.
- [4] 李月,徐峰.高海拔地区供水管网冻害防治措施探讨[J].城市水利,2022,28(4):90-94.
- [5] 孙伟,邓文.高原地区供水管网维护与管理的创新技术[J].水资源与环境,2023,36(3):112-117.