

高寒地区灌区输水渠道保温措施对灌溉效率的影响分析

米 玛

西藏日喀则市桑珠孜区水利局 西藏 日喀则 857000

【摘要】：高寒地区的灌溉管理面临着低温环境对水资源利用效率的挑战。输水渠道因水体冻结、热量损失等原因，严重影响了灌溉水量的稳定供应和灌溉效率。通过对不同保温措施的评估，本文分析了常见保温技术在高寒地区输水渠道中的应用效果，包括保温材料的选择、保温层的厚度及其对水流温度的调节作用。科学合理的保温设计可以有效防止水体冻结，减少输水过程中水流温度的波动，从而提升灌溉系统的运行效率，降低能耗和水资源浪费。保温技术的合理应用不仅能够提高灌溉效率，还有助于提升水资源的整体利用率。

【关键词】：高寒地区；灌区；输水渠道；保温措施；灌溉效率

DOI:10.12417/2811-0528.26.10.082

引言

高寒地区的气候条件决定了灌溉管理的特殊性。严寒的冬季和低温气候常常导致水源冻结，进而影响灌溉渠道的输水效率和水资源的稳定供应。在这些地区，传统的灌溉方式往往无法适应极端气候的挑战，如何优化输水渠道的设计，提高灌溉系统的效率成为了亟待解决的问题。保温技术，作为一种有效的应对手段，已逐渐受到关注和应用。通过合理的保温措施，可以有效减缓水体热量的流失，降低冻结风险，从而保证灌溉水量的持续供应。不同的保温方法对灌溉效率的影响各不相同，如何选择合适技术，针对高寒地区的具体需求进行改进，成为水利工程中不可忽视的课题。

1 高寒地区输水渠道面临的挑战

高寒地区的灌溉管理面临着复杂的自然条件和严苛的气候挑战。低温环境直接影响到输水渠道的正常运行，水源的冻结和温度波动是造成灌溉效率低下的主要因素。在极端寒冷的季节，水流一旦被冻结，灌溉水量便会大幅度减少，无法满足农业生产的需求^[1]。高寒地区的地形多样且复杂，部分地区的气温极低，造成输水管道和渠道中的水体面临严重的热损失，尤其是在露天渠道中，热量的散失远大于地下管道，直接影响水流的稳定性。这些现象导致灌溉系统的维护和管理成本大幅增加，且低温下的水流失常现象使得供水系统的持续性和稳定性受到挑战。

输水渠道的热损失问题尤为突出，尤其是在冬季，由于低温导致水流表面迅速降温，渠道内的水流速率减缓甚至完全停滞。这不仅影响了水量的输送，也增加了灌溉的能耗，降低了灌溉系统的效率。冬季气温过低时，部分水体可能在渠道内完全冻结，造成水源的浪费和灌溉系统的瘫痪。为了确保灌溉系统的正常运行，必须采取有效的措施来抵抗低温对水流造成的影响。输水渠道中水流的热损失及冻结问题，是影响高寒地

区灌溉效率的关键因素。因此，如何科学设计输水渠道，减少水体热量的流失，成为了提高灌溉效率的首要任务。

气候的极端性和周期性变化也是高寒地区灌溉管理中亟待解决的问题。高寒地区不仅冬季气温低，且春季和秋季的温差也较大，导致输水渠道的温度变化剧烈，水流温度的不稳定性加剧了灌溉系统的不确定性。为此，解决输水渠道热损失及冻结问题需要综合考虑不同季节的气候变化。对渠道进行适当的保温处理，有助于减少冬季的热损失，提高春秋季节的水温稳定性，从而保障灌溉系统在不同气候条件下的稳定运行。合理的保温措施不仅能防止水体冻结，还能够有效地提升灌溉水量的稳定供应，这对保障高寒地区农业生产至关重要。

2 输水渠道保温措施的主要类型

在高寒地区，输水渠道的保温技术主要通过采取不同类型的保温措施，减少低温环境下水流的热量损失，并防止水源冻结。最常见的保温措施之一是使用保温材料覆盖输水渠道。这类材料通常具有良好的隔热性能，如聚氨酯泡沫、聚苯乙烯、岩棉等。它们被广泛应用于水管和渠道的外层，形成一道有效的隔热屏障，减少外界寒冷空气与水流之间的热交换。这种方法不仅能够有效延缓水流的温度下降，还能在一定程度上避免水体表面结冰，保证灌溉水源的持续供应^[2]。在选择保温材料时，除了其热隔离性能外，还需要考虑材料的耐寒性、耐用性以及成本效益等因素。对于一些特殊环境下的输水系统，可能会采用不同的保温材料组合，进一步增强保温效果。

对于局部易冻堵节点、节制闸、渡槽、进出水口等关键部位，可辅助采用伴热装置进行防冻。考虑到灌区渠道线长、流量大、整体加热能耗过高且经济性较差，一般不在线渠道布设电加热或热水循环系统，仅在易结冰堵水的关键构筑物处设置伴热带、局部伴热装置等，防止局部结构冻结影响渠道通水。电伴热系统可对局部水体或构筑物进行小幅补热，避免冰凌堵

卡,保障输水通畅。该方式需严格控制使用范围与功率,避免能耗过高。为提升绿色节能效益,部分工程结合太阳能集热系统进行辅助补热,减少对常规能源的依赖,提高工程运行经济性。

地下输水系统的应用也成为高寒地区保温措施的有效手段之一。地下输水管道通过埋设在地下,利用土壤的自然保温作用,使水流在冬季保持较为稳定的温度。地下水管道的建设虽然初期投资较大,但由于土壤的热传导性相对较低,这种方式在长期运行中具有较强的稳定性和经济性。地下输水不仅能够有效避免地面水管受冻和水体蒸发,还能降低外界天气变化对输水系统的影响。地下水管道的布设也较为隐蔽,有助于减少外界因素对灌溉水源的干扰。在一些特殊情况下,地下输水系统还可以与保温材料结合使用,通过对地下管道外部进行保温处理,进一步提高其保温性能和抗冻能力。尽管地下管道需要较高的前期建设成本,但其在长期运营中的优势却不容忽视,尤其是对于大规模的灌溉项目,地下输水提供了更加稳定和可靠的解决方案。

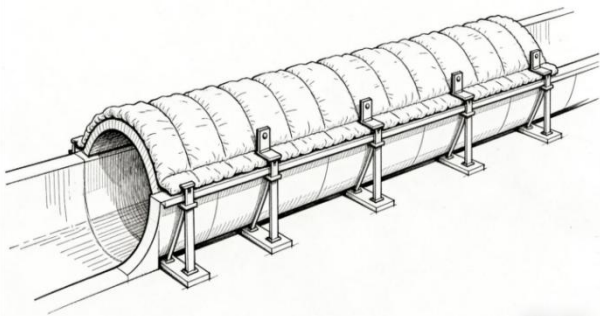


图1 输水渠道保温覆盖示意图

3 保温技术对灌溉效率的影响

保温技术的应用对高寒地区灌溉效率的提升具有显著影响。低温条件下,水流的冻结和热量损失是造成灌溉效率低下的主要原因。通过引入有效的保温技术,能够在很大程度上解决这些问题,提高灌溉水量的稳定性。保温措施通过减少输水渠道中的水流温度波动,确保水源的持续供应,避免了由于低温引发的冻结现象^[3]。在经过适当保温处理的渠道中,水流的温度能够保持在适宜的范围内,减少了水源的浪费和能耗,确保了灌溉系统在寒冷季节中的稳定运行。尤其是在冬季,保温技术能够显著降低水体的结冰速度,确保灌溉过程中不会因水流冻结而影响农田的水源需求,从而大幅度提高了灌溉的效率。

除了确保水流温度的稳定,保温技术还通过优化水流的热效率,减少了能源消耗。在传统的输水系统中,由于温度过低,水流通常需要消耗大量的能源进行加热,以保持温度的稳定,这无形中增加了灌溉系统的运行成本。然而,通过合理的保温措施,能够减少加热所需的能量,从而降低了运行成本。保温材料和加热设备的合理使用使得水流的温度能够在不增加过多能耗的情况下得到保持,这对于大规模的灌溉系统尤其重要。保温技术的应用不仅有助于提高灌溉效率,还能在节能和减排方面发挥重要作用。

保温技术的引入还带来了灌溉管理的灵活性提升。随着保温技术的发展,灌溉系统能够更加精准地控制水流的流量和温度,使得灌溉作业更加高效和智能化。在不同的气候条件下,灌溉系统能够自动调整水流温度和水量,保证农田的水资源需求得到充分满足。通过智能化的管理,保温措施可以根据不同季节和环境变化,灵活调整,以应对不同的灌溉需求和气候挑战。这种高效的水资源调度,使得灌溉效率得到了显著提高,也为农业生产提供了更加可靠的保障,尤其是在高寒地区,保温技术的运用有效解决了低温带来的不利影响,优化了灌溉水量的供应,提高了作物的产量和质量。

4 保温措施的优化设计与应用

在高寒地区的灌溉系统中,保温措施的优化设计至关重要,它不仅直接影响水流的稳定性,也决定了灌溉效率的提升。为了实现这一目标,优化设计需从保温材料、结构形式和技术方案等多个方面入手,综合考虑环境特点、施工成本和长期运营的可持续性。选择合适的保温材料是优化设计的核心环节。材料的导热性和抗冻性直接决定了保温效果。高效的保温材料如聚氨酯、泡沫玻璃、岩棉等,其优异的热隔离性和耐久性使得水流在严寒的环境中保持较为稳定的温度^[4]。与传统材料相比,这些现代保温材料能显著减少热量损失,避免水源的冻结,从而提高灌溉系统的效率。保温材料的厚度和层数也会影响保温效果,在设计时需根据具体的气候条件和水流温度变化情况进行调整,以确保保温层能够有效应对外界低温带来的挑战。

保温措施的设计不仅仅局限于材料的选择,还涉及到输水渠道的结构形式和加热设备的应用。优化设计时,必须考虑水流的流速、输水渠道的长度及地形因素。这些因素会影响保温效果,因此需要对不同类型的渠道进行差异化设计。在一些地区,保温材料的直接覆盖可能无法充分解决热损失问题,此时可通过结合外部加热设备来加强保温效果。例如,在极端寒冷的地区,通过安装电加热管道或热水循环系统,在水流温度较低的情况下及时补充热量,确保水流在输送过程中不会因温度骤降而冻结。加热设备的设计应结合输水渠道的具体条件,合理选择加热功率和加热方式,以避免不必要的能耗和费用。

优化设计还需要结合智能控制系统的应用,使保温措施更加灵活和高效。通过智能化控制系统,对水流温度和流速进行实时监测和调节,可以大大提高灌溉系统的自动化水平。在实际应用中,智能系统能够根据不同季节的气温变化自动调节加热设备的工作强度,避免过度加热或保温不足的情况发生。这种智能化的控制方式,能够根据不同地区、不同天气条件的需求,灵活调节保温措施的强度,确保水流在各个季节和环境条件下保持最佳温度,从而有效提升灌溉效率。此外,智能控制系统还能够对保温措施的效果进行实时反馈,根据数据分析结果进行适当的调整,进一步优化保温设计,确保灌溉系统在高寒地区能够持续、高效地运行。

5 高寒地区灌溉系统效率提升策略

在高寒地区,提高灌溉系统的效率不仅需要克服低温引发的问题,还需在水资源的高效利用和管理方面进行优化。为了提升系统的整体效率,必须综合运用多种技术手段,确保水流的稳定性和水量的充分利用。对于输水渠道来说,除了传统的保温措施外,提升灌溉效率的一个重要策略是采用节水技术。在高寒地区水资源总量相对丰沛,但年内分配不均、调蓄能力不足,灌溉水利用效率偏低与水量损耗问题突出,直接影响农业生产的可持续性^[5]。通过合理设计水流量的控制系统和精准的水量调配,能够减少不必要的水资源浪费。通过现代化的灌溉设备,如滴灌、微喷灌等高效灌溉技术,可以大幅度提高水分的利用效率,同时降低过度灌溉带来的负面影响。这些节水措施能够确保水分精准输送到作物根部,避免水分在输送过程中的流失,进而提高灌溉系统的效率。

另一个提升灌溉系统效率的重要策略是优化输水渠道的布局 and 结构。在高寒地区,输水管道和渠道的设计应考虑地形、气候和水流特性等因素,以确保水流能够顺畅、持续地输送到

需要灌溉的区域。对于地势较高或者曲折复杂的地区,采用地下管道系统可以减少水流受寒冷影响的程度,并提高水流的稳定性。合理布置输水渠道的长度和坡度也至关重要。过长或过陡的渠道容易造成水流速度的不稳定,增加水源的蒸发和热量损失。通过优化渠道的布局,可以最大程度地减少水流的浪费,确保水资源的高效传输。对于大型灌溉系统,采用分段输水和分区管理的方式,不仅可以提高水源的利用效率,还能便于对每个灌溉区域进行精准调控。

在提升高寒地区灌溉系统效率的过程中,智能化和自动化技术的引入同样起到了关键作用。智能控制系统可以实时监测水流的温度、压力和流量等参数,通过数据分析对灌溉系统进行精细化管理。自动化灌溉系统能够根据天气变化、土壤湿度和作物需求自动调整水量,从而实现精准灌溉。这种智能化的调度方式,能够显著提高灌溉系统的反应速度和调节能力,减少人工干预,降低操作失误的风险。结合物联网技术,灌溉系统可以与气象数据、土壤传感器等设备相连接,实时获取外界环境变化的信息,从而进行更科学、合理的水资源调配。在高寒地区,智能灌溉技术的应用能够有效应对环境的不确定性,确保灌溉系统在任何条件下都能够稳定、高效运行。

6 结语

高寒地区灌溉系统的效率提升需要综合多种技术手段的协同作用。保温措施、节水技术、优化渠道设计及智能化管理是提升灌溉效率的关键所在。这些技术不仅解决了低温环境对水源和水流的影响,还通过精确的水资源调配和高效的输送方式,最大化了水的利用效率。随着技术不断进步,灌溉系统的智能化与自动化将进一步优化高寒地区农业生产,为未来农业的可持续发展奠定基础。

参考文献:

- [1] 王海燕.灌区节水方法及其优化措施[J].江西农业,2025,(23):136-138.
- [2] 路豪杰.灌区规划中水资源优化配置研究[J].水利科技与经济,2025,31(11):87-90.
- [3] 崔朋博.输水渠道混凝土碳化危害分析与防止处理工艺[J].广东建材,2025,41(11):150-153.
- [4] 周晓,胡自劼.灌区渠道输水效率提升措施与节水改造技术实践分析[J].农业开发与装备,2025,(11):203-205.
- [5] 王晓黎.高寒地区面板堆石坝坝体填筑施工质量控制[J].建筑监督检测与造价,2025,18(03):46-50.