

水利水电工程长距离输水管道的设计与维护

韩振海

乌鲁木齐市水利勘测设计院有限责任公司二分院 新疆 石河子 832061

摘要: 本文聚焦于水利水电工程中长距离输水管道的设计与维护。阐述了长距离输水管道设计要点,包括线路选择、管材选取、水锤防护等;分析了维护工作的关键内容,如运行监控、故障排除、定期检查等。通过合理设计与有效维护,保障输水管道安全稳定运行,提高水资源输送效率,为水利水电工程提供有力支持。

关键词: 水利水电工程;长距离输水管道;设计;维护

引言

水利水电工程是国家基础设施建设的重要组成部分,对于水资源的合理调配、防洪抗旱以及农业灌溉等方面起着关键作用。长距离输水管道作为水利水电工程中实现水资源远距离输送的关键设施,其设计与维护的质量直接关系到整个工程的运行效率和安全性。合理的设计能够确保输水管道在各种复杂条件下稳定运行,而有效的维护则可以延长管道的使用寿命,及时发现并解决潜在问题,保障水资源的顺利输送。因此,深入研究长距离输水管道的设计与维护具有重要的现实意义。

1 长距离输水管道设计要点

1.1 线路选择

输水管道选线作为长距离输水工程的核心环节,其走向与沿线地质状况紧密相连,对输水安全、工程投资、后期运行和管理等诸多方面均产生深远影响。因此,选线工作必须秉持工程安全为首要原则,全面综合考量工程投资情况以及项目区域规划状况。(1)地形与地质考量。在选线过程中,应尽可能避免地面起伏过大的地段,此类地段不仅会增加施工难度和成本,还可能因地形变化导致管道受力不均,影响输水安全。同时,不良地质地段如滑坡、泥石流易发区、软土地基等,也应坚决避开,以防止地质灾害对管道造成破坏。例如,在某山区输水管道选线时,通过详细的地质勘探,发现一处潜在滑坡区域,及时调整线路,避免了可能发生的管道损毁风险。(2)土地与规划协调。少占农田是选线的重要原则之一,这不仅符合国家保护耕地的政策要求,也能减少因征地补偿带来的工程投资增加。此外,应尽量避免绿化带和河道,避免对生态环境和水利设施造成破坏。同时,要避免无规则穿越规划建设地块,确保管道线路与区域规划相协调,为未来的城市发展和土地利用预留空间。比如,在一些城市新区规划中,提前规划好输水管道线路,使其与道路、建筑等基础设施

同步建设,避免了后期管道改造带来的不便和浪费^[1]。

(3)工程实例启示。以某长距离输水管道工程为例,项目团队通过深入细致的现场勘探,并结合当地详细的规划方案,最终确定了线路方案。该方案总体路线布置与道路等基础设施紧密结合,实现了同步实施。这种选线方式不仅避免了沿线大量的拆迁工作,大大降低了工程投资,而且可操作性强,施工进度顺利。同时,该工程为周边乡镇带来了诸多便利,如改善了当地的供水条件,促进了经济发展,社会效益显著。

1.2 管材选取

管材的选择对供水质量、工程造价和供水安全影响重大。常用的输配水管道主要有钢管(SP)、球墨铸铁管(DIP)、玻璃钢管(RPMP)、预应力钢砼管(PCP)、预应力钢筒混凝土管(PCCP)等。不同管材具有不同的特点性能,如离心球墨铸铁管尽管价格稍高,但耐腐、耐压性能好,强度高,安装方便,供水安全性好,现在市域输配水管材大都采用球墨铸铁管,已有了成熟的管理经验,推荐采用离心球墨铸铁管;而在山丘区压力很大的高扬程区,道路、河流穿越段及伸缩、变径等部位,须采用钢管。在管线穿越河道及上埋管道地段,防止管道不均匀沉降,保证管道整体连续性,建议输水管道采用钢管,钢管防腐做法严格按照《室外给水排水管道施工及验收规范》GB50268—2008之要求执行。

1.3 水锤防护

长距离输水管线中由于地形变化,引起管线高低起伏。当水泵发生事故停泵、机组启动或管线中发生用户阀门关闭、流量调节等需要终止供水时,水泵出口的缓闭止回阀关闭,引起管道振荡,如果关闭时间不合适容易引起停泵水锤,或者管道中积存过量气体,易发生断流弥合水锤,巨大的水击压力很可能发生,可能导致输水管渠发生爆管事故。为了减少或避免发生水锤时造成

危害,输水管道水锤设计尤为重要。在目前的输水系统中我们经常用到调压井(双向、单向)、气压罐、阀门组合来减少或消除水锤。根据工程实例与运行经验,阀门组合系统解决水锤问题相对简单,作用明显。

2 长距离输水管道维护要点

2.1 运行监控

管线建设完成后,运行管理工作便成为保障输水系统稳定运行的关键环节,其中运行监控更是重中之重。为实现对管道运行状态的全方位、实时掌控,需在管道沿线合理安装一系列先进的监测设备。这些设备如同管道的“健康卫士”,能够对管道的压力、流量、温度等核心参数进行精准且连续的监测。在压力监测方面,通过高精度的压力传感器,能实时获取管道内的压力数据。一旦管道压力出现异常波动,例如压力突然升高或降低,这可能是管道存在泄漏、阀门故障或其他潜在问题的信号。监测系统会迅速捕捉到这一异常,并立即发出警报。工作人员在接到警报后,能够依据监测数据迅速定位故障大致区域,及时采取措施进行处理,如关闭相关阀门、组织抢险队伍等,从而避免故障进一步扩大,减少水资源的浪费和对周边环境的影响。流量监测同样至关重要,它能够反映管道的输水能力和运行效率。通过流量计对管道内的水流进行实时计量,可以及时发现流量异常情况。例如,当流量明显小于正常值时,可能意味着管道存在堵塞或泄漏;当流量异常增大时,则可能是阀门故障或管道破裂等原因导致。通过对流量数据的长期监测和分析,还可以评估管道的使用寿命和性能变化趋势,为管道的维护和更新提供科学依据^[2]。温度监测则有助于了解管道内水的温度变化情况,这对于防止管道因温度变化而产生热应力、保证水质安全等方面具有重要意义。在寒冷地区,温度过低可能导致管道内的水结冰,从而造成管道破裂;而在高温环境下,水温过高可能会影响水质,甚至引发管道腐蚀。通过实时监测管道温度,可以及时采取相应的保温或降温措施,确保管道的安全运行。运行监控不仅能够对异常情况进行及时预警,还能对管道的整体运行状态进行全面、科学的评估。通过对大量监测数据的分析和处理,可以建立管道的运行模型,预测管道的性能变化趋势,为维护决策提供有力的数据支持。例如,根据压力、流量和温度等参数的综合分析,可以确定管道的最佳运行工况,合理安排管道的清洗和维修周期,提高管道的运行效率和可靠性。

2.2 故障排除

在输水管道的运行过程中,由于各种因素的影响,

如管道老化、腐蚀、地质变化、人为破坏等,管道可能会出现各种故障,如泄漏、堵塞等。这些故障不仅会影响输水系统的正常运行,还可能造成水资源的浪费、环境污染和经济损失。因此,当发现故障时,必须及时进行排除。对于泄漏故障,迅速确定泄漏点是关键。目前,有多种方法可用于泄漏点的定位,如声波检测法、红外热成像法、气体示踪法等。声波检测法是利用泄漏点产生的声波信号进行定位,通过在管道沿线布置多个声波传感器,接收泄漏声波信号,并根据信号的到达时间和强度差异,确定泄漏点的位置。红外热成像法则是利用泄漏点处水温与周围环境温度的差异,通过红外热成像仪进行检测。气体示踪法是在管道内注入示踪气体,然后使用气体检测仪在管道沿线进行检测,根据示踪气体的浓度变化确定泄漏点。确定泄漏点后,要根据泄漏情况采取相应的修复措施。对于较小的泄漏点,可采用卡箍、密封胶等方法进行临时修复;对于较大的泄漏或破损严重的管道,则需要进行焊接修复或更换管道段。在焊接修复过程中,要严格按照焊接工艺规程进行操作,确保焊接质量,防止出现二次泄漏。同时,要注意施工现场的安全管理,设置明显的警示标志,防止人员和车辆误入。堵塞故障也是输水管道常见的问题之一。堵塞的原因多种多样,可能是管道内壁结垢、杂物堵塞、水生物滋生等。针对不同的堵塞原因,需要采取相应的疏通方法。对于轻微的堵塞,可采用高压水冲洗的方法,利用高压水流将堵塞物冲走。高压水冲洗具有操作简单、成本低、效果显著等优点,但对于结垢严重的管道,可能效果不佳。对于结垢严重的管道,可采用化学清洗的方法,使用专门的清洗剂溶解结垢物。化学清洗时,要根据管道的材质和结垢物的性质选择合适的清洗剂,并严格控制清洗剂的浓度和清洗时间,避免对管道造成腐蚀。此外,还可以采用机械疏通的方法,如使用管道疏通机、钻杆等工具清除堵塞物。在疏通过程中,要注意对管道的保护,避免对管道内壁造成损伤。

2.3 定期检查

维护工作还包括定期检查,这是预防管道故障、保障输水系统安全运行的重要措施。定期检查包括对管道的外观检查、内部检查等,通过全面、细致的检查,及时发现管道的潜在问题,并采取相应的预防措施。外观检查主要是检查管道表面是否有腐蚀、变形、裂纹等情况。在检查过程中,要使用专业的检测工具,如涂层测厚仪、超声波探伤仪等。涂层测厚仪可以测量管道防腐涂层的厚度,判断防腐层的完好程度。当防腐涂层厚度低于规定值时,说明防腐层可能已经破损,需要及时进

行修复。超声波探伤仪则可以检测管道壁厚的变化,发现管道内部是否存在腐蚀、裂纹等缺陷。对于发现的管道表面腐蚀迹象,要及时进行防腐处理,如涂覆防腐涂料、粘贴防腐胶带等,防止腐蚀进一步发展。对于管道的变形和裂纹,要根据变形和裂纹的程度进行评估,采取相应的加固或更换措施。内部检查可采用内窥镜、机器人等先进设备。内窥镜可以直观地观察到管道内部的情况,并拍摄照片和视频进行记录。通过内窥镜检查,可以发现管道内壁的结垢、腐蚀、裂纹、异物等情况。机器人则可以在管道内自动行走,对管道进行全方位的检查^[1]。机器人配备了高清摄像头、传感器等设备,能够实时传输管道内部的图像和数据,大大提高了检查的效率和准确性。对于内部检查中发现的问题,要及时进行分析和处理,制定相应的维修方案。定期检查的周期应根据管道的使用年限、运行工况、水质情况等因素确定。一般来说,新建管道在运行初期可适当增加检查次数,随着运行时间的增加,可适当延长检查周期,但最长不应超过规定的检查间隔时间。同时,要制定详细的检查标准和规范,明确检查的内容、方法和要求,确保检查工作的科学性和规范性。

2.4 清洗和维修

定期对管道进行清洗可以去除管道内壁的结垢和杂物,提高管道的输水效率。清洗方法可根据管道的实际情况选择,如化学清洗、高压水冲洗等。化学清洗是利用化学药剂与管道内壁的结垢物发生化学反应,将结垢物溶解或剥离,从而达到清洗的目的。化学清洗具有清洗效果好、适用范围广等优点,但对于管道的材质有一定的要求,且清洗后的废液需要进行妥善处理,避免对环境造成污染。在选择化学清洗药剂时,要考虑药剂的腐蚀性、稳定性、环保性等因素,并根据管道的材质和结垢物的性质进行合理配比。在清洗过程中,要严格控制清洗温度、压力、时间等参数,确保清洗效果和管道安全。高压水冲洗是利用高压水流对管道内壁进行冲击,将结垢物和杂物冲走。高压水冲洗具有操作简单、成本低、无污染等优点,但对于结垢严重的管道,可能需要多次冲洗才能达到理想的清洗效果。在进行高压水冲洗时,要根据管道的直径、长度和结垢情况选择合适

的高压水枪和喷嘴,并控制好冲洗压力和流量,避免对管道内壁造成损伤。除了清洗工作,对于管道的维修工作也要及时进行。管道在长期运行过程中,会出现管件损坏、防腐层破损等问题,这些问题如果不及时处理,会逐渐恶化,影响管道的使用寿命和安全性能。对于损坏的管件,如阀门、法兰、弯头等,要及时进行更换。在更换管件时,要选择与原管件型号、规格相匹配的新管件,并进行严格的密封性测试,确保管件不泄漏。对于防腐层破损的管道,要进行修复。防腐层修复可采用涂覆防腐涂料、粘贴防腐胶带、热喷涂等方法。在修复过程中,要确保防腐层的质量,严格按照相关标准进行施工,提高管道的防腐性能。在维修过程中,要确保维修质量,严格按照相关标准进行施工。维修人员要具备专业的技能和资质,熟悉管道的结构和性能,掌握维修工艺和操作规程。同时,要加强对维修过程的质量监督和检验,对维修后的管道进行严格的验收,确保管道能够正常运行。

结束语

长距离输水管道的设计与维护是水利水电工程中的重要环节。合理的设计能够确保输水管道在各种复杂条件下稳定运行,提高水资源的输送效率;有效的维护则可以延长管道的使用寿命,及时发现并解决潜在问题,保障水资源的顺利输送。在实际工程中,应充分考虑线路选择、管材选取、水锤防护等设计要点,同时加强运行监控、故障排除、定期检查等维护工作。通过不断总结经验,提高设计和维护水平,为水利水电工程的长距离输水管道提供更加可靠的技术支持,促进水利水电工程的可持续发展。

参考文献

- [1]崔洪涛,李伟亭,张龙.南水北调长距离输水管道末端调流调压阀运行问题及对策[J].河南水利与南水北调,2021,50(11):29-30.
- [2]折发显.水利水电工程中长距离输水管道减压路径分析[J].农业科技与信息,2021(20):126-128.
- [3]刘芳.长距离输水管道设计中的若干问题探讨[J].城市道桥与防洪,2021(02):214-216+21.