

# 水利水电工程中长距离输水管道减压路径分析

王小亚

新疆塔建三五九建工有限责任公司 新疆阿拉尔 843300

**摘要:** 跨流域调水工程中长距离输水工程数量越来越多,在农田水利工程的实施过程中可能会出现输水管道压力过大问题。本文从长距离输水管道压力特点、减压路径及相关注意事项等方面展开研究,以期为相关研究人员解决这一问题提供相应参考依据,促进我国水利水电工程的发展。

**关键词:** 水利水电;长距离;减压路径;输水管道

## 一、长距离输水管道中压力特点

长距离输水管道中的压力特点主要受到输水系统、地形、流体性质等因素的影响。长距离输水管道中,水流经管道时会受到管道内壁的摩擦力和管道弯曲、变径等处的阻力,这导致流体的阻力损失。随着管道长度的增加,摩擦损失也会增加,从而影响压力。地形的高程变化是长距离输水管道中的一个重要因素。水流在上升或下降的过程中,会产生重力势能变化,从而引起压力的变化。管道的高程变化可能导致水压的增加或减小。管道的材质和直径会影响水流的阻力特性。管道材质的光滑度和管道直径的大小都直接关系到流体的摩擦损失。合理选择管道材质和直径是确保输水系统高效运行的重要因素。在长距离输水系统中,通常需要设置水泵站来提供足够的压力将水送往目的地。水泵的性能参数,如扬程和流量,对压力特点有着直接的影响。水的温度和质量也会对流体的性质产生影响,进而影响压力特点。例如,高温水流通常会导致水膨胀,增加系统的压力。管道的弯曲和支持布置会影响水流的流体力学特性,包括流速和压力。管道系统的设计需要考虑这些因素,以确保压力的平稳传递。长距离输水管道需要具备足够的耐压性,以承受系统内的压力。管道的设计和材料选择必须符合系统运行的压力要求。综合考虑这些因素,长距离输水管道中的压力特点需要通过合理的系统设计和管道选材,以及对水流动力学的深入分析来保障系统的安全、高效运行。

## 二、水利水电工程长距离输水管道减压路径

长距离输水管道中的减压路径是为了降低水流的压力,防止由于高速水流突然停止或改变方向而引起的水锤效应,确保管道系统的安全和稳定运行。

### (一) 设置减压池

减压池是通过扩大管道截面积,减缓水流速度,从而减小水流的动能,实现减压的目的。减压池通常设置在管道的高程变化处或水流速度较大的地方。这些位置包括管道的高低点、斜坡上的水平段以及管道的转弯处等。减压池的容积和尺寸应根据管道系统的流量、水流速度和压力等参数进行设计。减压池的容积应足够大,以便充分减缓水流的速度和动能。减压池的进出口设计应合理,以确保水流顺畅地进入和离开减压池,避免二次涡流和降低流体能量。减压池的材料选择应考虑其耐腐蚀性、结构强度和密封性等特性,以满足管道系统的要求,并确保长期稳定运行。减压池需要定期进行清洁和维护,以保持其正常的功能和性能。清除积聚的沙石、杂物和沉淀物等可以保证减压池的有效运行。通过合理设置和使用减压池,可以有效地减少管道系统中的水压变化,降低水锤效应的影响,确保管道系统的安全稳定运行。

### (二) 减压阀

减压阀工作的基本原理是通过阀门的开度来调整管道中的水流速度。当需要降低管道压力时,减压阀打开,允许更多的水通过;当需要提高管道压力时,减压阀关闭,限制水流的速度。减压阀通常设置在管道系统中的关键位置,如高程变化较大、管道直径变化较大或水流速度较高的地方。这有助于在这些敏感点控制压力,防止水锤效应。减压阀需要定期检查、校准和维护,以确保其正常的工作状态。调节减压阀的开度是关键,以适应管道系统压力的变化,确保系统在安全范围内运行。减压阀应具有足够的过流能力,以应对系统中可能出现的高流量情况。这确保了在需要时,减压阀能够有效地降低管道中的水压。为防止减压阀被过度调节而导致系

统压力不稳定，可以设置锁定装置或采用特殊设计，以限制阀门的最大开度。通过合理设置和使用减压阀，可以有效地控制管道系统中的水压，确保系统在设计范围内运行，防止水锤效应和其他压力相关的问题。

### （三）分段减压消能

在长距离管道系统中，特别是在复杂地形和高程变化的情况下，水流的速度和压力会发生较大变化，容易引起水锤效应。为了减轻这种效应，可以采取分段减压消能的措施，在管道系统中的不同位置设置多级减压阀，逐段调节水流速度，减小压力差，从而降低水锤的影响。在管道系统的关键位置设置减压池，通过扩大管道截面积，减缓水流速度，将水流的动能转化为静水压，实现减压消能的目的。在管道系统的坡度较大的地方，采用缓坡设计，逐渐减小坡度，降低水流速度，减缓水流的压力变化。在管道系统中设置消能装置，如消能阀、缓冲罐等，用于吸收水流的冲击能量，减小水锤效应。将长距离管道系统分成多个段落，逐段减缓水流速度，分散水锤的影响，提高系统的稳定性和安全性。这种分段减压消能的设计常用于大型水利水电工程中，以确保管道系统的正常运行。

### （四）减少水锤影响

水锤是由于水流速度突然变化引起的，因此通过合理的管道设计和防护措施，可以减少水锤的影响。在管道系统中，通过采用缓坡设计，逐渐减小坡度，可以降低水流速度的急剧变化，减少水锤的发生。弯曲处水流速度容易发生变化，采用缓弯设计可以减缓水流的速度变化，降低水锤的风险。在管道系统中设置缓急变段，通过逐渐变化管道截面形状或直径，减缓水流速度的变化，有助于减小水锤的影响。设置消能装置，如减压池、消能阀等，用于吸收水流的冲击能量，降低水压的突变，从而减小水锤的影响。在需要控制水流的位置，合理设置阀门，通过调节阀门的开度，逐渐调整水流速度，减少水锤的产生。在设计阶段，通过水力计算和模拟工具，对管道系统进行详细分析，预测水流的速度和压力变化，以识别潜在的水锤风险并采取相应的防护措施。通过综合运用这些设计手段，可以在管道系统设计中有效地减缓水流速度的变化，降低水锤的影响，确保长距离输水管道系统的安全、稳定运行。

## 三、长距离输水管道减压及管道减压时的注意事项

### （一）长距离输水管道减压注意事项

#### 1. 控制闸阀关闭时间

关闭闸阀时，水流速度会迅速减小，可能引起水锤效应。控制闸阀关闭时间，避免突然关闭闸阀造成水锤。可以采用缓慢关闭的方式，或者设置消能设施。

#### 2. 注重设计输水管道

输水管道的设计直接影响水流的速度和压力变化，进而影响水锤效应。在设计输水管道时，应考虑合适的管道直径、坡度、弯头半径等参数，以减小水流速度的变化，降低水锤效应。

### （二）长距离输水管道减压注意事项

#### 1. 跨越沟渠

输水管道在跨越沟渠时，管道高程会发生变化，容易产生水锤效应。在跨越沟渠处采取适当的减压措施，如设置减压池或减压阀，以降低水锤效应。

#### 2. 基坑排水

在基坑排水时，可能需要在管道中突然关闭或打开阀门，容易引起水锤效应。在基坑排水时，应谨慎操作阀门，可以采用缓慢打开或关闭的方式，避免水锤效应的发生。

在进行长距离输水管道减压时，以及农田水利中的长距离输水管道减压时，都应注意合理设计管道系统、控制闸阀操作，以及采取减压措施，确保管道系统的安全稳定运行。

### （三）水利水电工程中长距离输水管道减压的要点

#### 1. 管道设计

合理的管道设计是减压的首要要点。包括确定管道的直径、壁厚、材质等，以及考虑管道的坡度、弯曲半径等参数。设计应该遵循流体力学原理，以减缓水流速度的变化，降低水压。

#### 2. 分段减压

针对长距离管道，采用分段减压的策略是十分有效的。在关键位置设置减压装置，如减压阀、减压池等，将管道分成多个段落，逐段减缓水流速度，减少水压的突变。在管道系统中设置消能装置是减压的重要手段之一。这些装置可以吸收水流的冲击能量，减小水压的突变，降低水锤的影响。

#### 3. 合理的阀门控制

合理的阀门控制是水利水电工程中管道系统管理的重要环节之一。通过合理设置阀门，并根据需要调节其开度，可以有效地控制水流速度，从而达到控制水压的目的。阀门应该设置在管道系统中需要进行流量调节或水压控制的关键位置，例如在管道分岔处、管道转弯处

或者管道进出口处等。根据具体的需求和工程特点，选择合适类型的阀门，常用的阀门类型包括球阀、闸阀、蝶阀等，以及调节阀、截止阀等。通过调节阀门的开度，可以实现对水流量的精确控制。当需要降低水压时，可以逐渐关闭阀门，减少水流量；反之，当需要增加水压时，可以逐渐打开阀门，增加水流量。对于大型管道系统或者需要进行连续控制的情况，可以考虑采用自动控制系统，利用传感器、执行器和控制器等设备，实现对阀门的自动调节，以保持系统水压的稳定性。在设置阀门时，需要考虑系统的安全性，避免在紧急情况下无法及时关闭或打开阀门导致事故发生。因此，在关键位置应当设置紧急关闭装置，并确保阀门的可靠性和稳定性。阀门作为管道系统中的重要设备，需要定期进行检查和维护，确保其正常运行。及时清理阀门周围的杂物，检查阀门密封情况，并定期润滑阀门运动部件，以延长阀门的使用寿命。通过合理设置和控制阀门，可以有效地管理管道系统的水流量和水压，保证系统的安全稳定运行，提高水资源利用效率，降低管道运行成本。

#### 4. 缓坡、缓弯设计

缓坡、缓弯设计是水利水电工程中常用的措施，用于减缓水流速度的变化，降低水压，从而减少水压波动和水锤效应的发生。在管道系统中采用缓坡设计，即逐渐减小管道的坡度，可以降低水流速度的急剧变化，从而降低水压波动的程度。缓坡设计通常应用于长距离输水管道或者管道系统中的关键位置，如进出口处或者管道转弯处。在管道系统中设置缓弯，即采用大半径的曲线来代替直角转弯或者小半径的曲线，可以减缓水流速度的变化，降低水压。缓弯设计常常应用于需要改变管道流向的位置，如管道转弯处或者分支处。对于缓弯设计，曲线的半径大小直接影响着水流速度的变化程度。因此，在设计阶段应尽量选择大半径的曲线，以减缓水流速度的变化，降低水压波动的幅度。在缓坡、缓弯的设计中，需要确保曲线的过渡平滑，避免出现急剧的变化，从而导致水流速度的突然变化和水压的波动。平滑过渡的设计有助于保持水流的稳定性。在设计阶段，可以利用水力模拟软件对缓坡、缓弯设计进行模拟和优化，以评估不同设计方案的效果，并选择最优方案来降低水压波动和水锤效应的风险。通过合理应用缓坡、缓弯设计，可以有效地减缓水流速度的变化，降低水压，从而保证管道系统的安全稳定运行，减少管道损坏和事故发

生的可能性。

#### 5. 定期检查和维护

对减压装置和管道系统进行定期的检查和维护是保证减压效果的关键。确保减压装置正常运行，及时发现并解决问题。在设计阶段，进行水力计算和模拟，对管道系统的水流速度和压力进行详细分析，以识别潜在的水压问题，并采取相应的预防措施。在管道系统中设置安全措施，如压力释放装置或自动停水装置，以应对突发情况，确保系统安全运行。

#### 结语

综上所述，在水利水电工程中，长距离输水管道通常会受到一定的水压，特别是当水流速度较大或管道高程变化较大时，可能会产生较高的水压。这种高水压可能会导致管道系统出现水锤效应，从而对管道及其附属设施造成损坏，甚至威胁到系统的安全稳定运行。为了降低这种水压带来的风险，减压作用在长距离输水管道中显得尤为重要。在管道系统中设置减压阀，通过调节阀门的开度，控制管道中的水流速度，从而降低水压。在管道系统的关键位置设置减压池，利用减压池的容积来吸收水流的动能，将水流的动能转化为静水压，从而降低水压。在长距离管道中采用分段减压消能的设计，通过设置多级减压阀、减压池等设施，逐段减缓水流速度，分散水锤的影响，从而降低整个管道系统的水压。在设计管道系统时，考虑管道的坡度、弯曲半径等参数，采取缓坡、缓弯等设计手段，减缓水流速度的变化，降低水压。设置消能装置，如消能阀、缓冲罐等，用于吸收水流的冲击能量，减小水压的突变，降低水锤的影响。

通过减压作用的措施，可以有效地降低长距离输水管道系统中的水压，减少水锤效应的发生，确保管道系统的安全稳定运行。这对于水利水电工程的可靠性和持续性具有重要意义。

#### 参考文献

- [1] 王慧琼, 李亚维. 敷设长距离输水管道应注意的问题[J]. 科协论坛(下半月), 2011.
- [2] 张海龙. 长距离输水管路停泵水锤的数值模拟[J]. 黑龙江水专学报, 2002.
- [3] 刘运波. 山区长距离输水管道设计和施工方案分析[J]. 低碳世界, 2016.