

# 多种防护措施联合应用的长距离输水管道水锤消除研究

## Research on the Elimination of Water Hammer in Long-Distance Water Transmission Pipeline by Multiple Measures

王泽业

Zeye Wang

新疆昌源水务准东供水有限公司  
中国·新疆 昌吉 831700  
Xinjiang Changyuan Water Affairs Zhundong  
Water Supply Co.,Ltd.,  
Changji, Xinjiang, 831700, China

**【摘要】**论文以水利水电工程管管理为切入点,分析了长距离输水管道中易发生的水锤危害问题。首先,阐述长距离输水管道中水锤问题的概念;其次,以新疆昌吉地区某水利工程为例,对输水管道中的水锤成因进行了分析与计算,并且提出相应的多种措施联合消除方案,以此来保证长距离输水管道的应用质量;最后,针对水利水电工程运营管理提出相应的优化策略,旨在促进水利管路系统的安全性与可靠程度。

**【Abstract】**Based on thesis of hydroelectric project management, a joint strategy is proposed in this study dealling with the water hammer in long-distance pipelines. Firstly, it is analysed that the concept of water hammer in long-distance pipelines. Secondly, taking the pipelines of a hydroelectric project in Changji Xinjiang as an example, the cause and effect of water hammer are analysed, and joint measures are put forward to ensure the safety of water transportation. Finally, improvements on operation and management are also proposed in this manuscript to make the transportation system safer and more reliable.

**【关键词】**长距离;输水管道;水锤消除;运营管理

**【Keywords】**long distance; water pipeline; water hammer elimination; operation management

**【DOI】**10.36012/etr.v2i4.1672

### 1 长距离输水管道中水锤概述

水锤指的是输水管道中由于压力导致水流速度激增的变化情况,在压力作用下,管道内部水流状态会发生改变,并且伴随交替变化的水力撞击。当水锤现象发生时,液体会显示出其自身的可压缩性与惯性,进而转变为水锤波,这种水锤波可以在没有波动传播方向中持续流动前行。此外,设备的整体流量与扬程都会对水锤起到决定性的作用,同时管线的纵向高度也会在一定程度上决定水锤波的强度与性质。因此,在水利工程运营管理工作中,要针对整体输水系统与水泵体系的构成进行深入分析,并且重点针对水锤形成的原因与强度进行分析。此外,由于长距离输水管道需要穿越各类不同的地势区域,产生的各类水锤问题也会存在差异,因此可以采取多种措施的协同模式,以此来合理解决输水管路中的各类水锤问题<sup>[1]</sup>。

### 2 工程概况

为验证长距离输水管道水锤消除方案的可行性,本研究以新疆昌吉地区某供水项目为例,该工程管路全长为6888.2m,属于长距离供水工程,采用一级加压泵站加压方式,其首端为高位水池,具体高度为1455m,管路末端的出水高度

为1503m,输水管道采用DN300与DN250两种规格的复合管与钢管组成,整体采取单管输水的运营模式,其纵断面情况如图1所示。

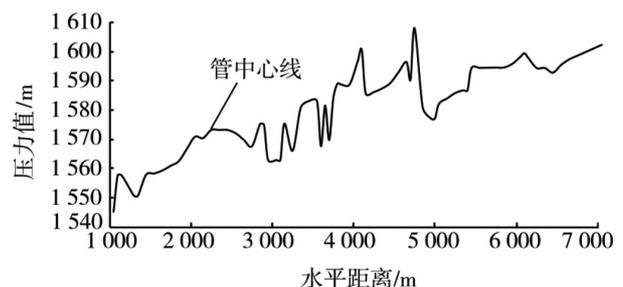


图1 供水工程管段纵断面

该长距离水利工程存在严重的水锤危害,会对水利工程的正常运行造成严重阻碍。因此,在针对长距离输水管路进行综合分析时,应该根据管路现状选择科学合理的防治措施。

### 3 多种防护措施联合应用的长距离输水管道水锤消除方案

#### 3.1 单种水锤防治措施

在针对该水利工程开展水锤消除计划时,首先可以采用单独防治模式,即在水泵出口安装缓闭止水阀,同时在长距离

输水管路的沿线中安装超压泄压阀,根据实际运行情况选择安装调压塔。通过对这种单独防治策略进行分析与计算,能够看出当管路阀门进行调整时,未能对管路内部水压造成明显的直接影响。例如,仅以快关角度为 $30^\circ$ 、快关 $5s$ 、总关闭 $30s$ 的方案为例,此时输水管路中的水锤包络线情况如图2所示。

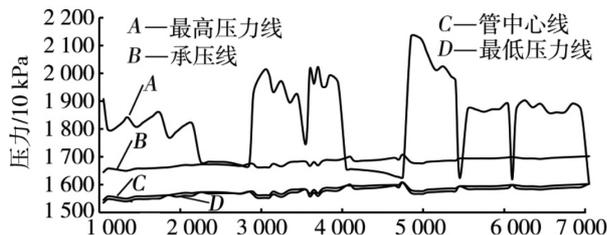


图2 安装缓闭阀水锤包络线情况

通过对该方案分析得出,水泵出口安装缓闭止回阀,虽然能够保证出口区域的水锤现象明显下降,然而在输水管道中间区域会造成较大的水流波动,也就是未能将管路内部压力合理排出,而且最高值还会达到 $2100m$ 以上,当管路水锤升压数值超出管道承受范围值时,将会爆发严重的水锤危害。而且整个输水管路系统仅以 $4000\sim 5000m$ 区段承压值在规定范围内,这样也会构成断流弥合水锤现象。

采用超压泄压阀与调压塔相结合,也是长距离输水管路中常用的水锤消除措施,需要对管路实际作业情况进行分析,并且在相应的桩号位置予以加置。在采取这种防治措施时,改变超压泄压阀与调压塔位置与数量都会对管路中的水流速率造成影响。这里以桩号位置为 $4000m$ 为例,在安装超压泄压阀与调压塔后,管路中间区域的水锤现象能够得以缓解,但是由于未能在管路始端与终端进行压力协调,这样会导致输水系统前端管路水锤升压有明显的下降趋势。然而,在桩号位置为 $2500\sim 3000m$ 的区域中,安装防护措施后的水锤效应不降反升,系统最低压力线始终处于合理范围之上,这样也会产生相应的断流弥合水锤问题。

### 3.2 多模式水锤防护措施

通过对上述调整结果进行研究分析,能够看出单纯采用某种水锤防治措施无法取得有效的应用成果,因此在设计环节可以将多种水锤消除措施相结合,即采用多模式协同的水锤防治策略,通过将缓冲排气阀、缓闭止水阀、调压塔及超压泄压阀等设备结合,达到长距离输水管路稳定运行的状态<sup>[9]</sup>。

具体采用止水阀快关 $20s$ 、总关闭 $120s$ 、快关 $30^\circ$ 的方案,分别在输水项目中 $1800m$ 、 $2800m$ 、 $3200m$ 、 $3800m$ 、 $4200m$ 、 $4750m$ 、 $5200m$ 及 $5500m$ 等区域安装缓冲式排气阀,将缓冲闭合流速调整为 $0.3m/s$ ,这样可以有效结合缓闭止回阀与超压泄压阀等多种防护措施,不仅能够保证输水线路中途最高压

力值处于管道承压范围以内,同时还能够保证最低压力线也低于管路中心线,这样可以起到良好的降级水锤升压与防护管路断流的效果。这种多种措施协同防治模式在与单独模式进行比较时,前者能够有效改善水路环境,避免各类断流弥合效果,对水利工程而言,能够对运营管理工作的顺利开展做出保证。

当采用缓闭止回阀、调压塔及缓冲排气阀协同使用模式时,将缓闭止回阀的快关模式设定为 $20s$ ,总关闭为 $120s$ ,分别在长距离输水管路中添加缓冲排气阀,将缓冲闭合流速设定为 $0.3m/s$ ,此时的水锤包络线情况具体如图3所示。

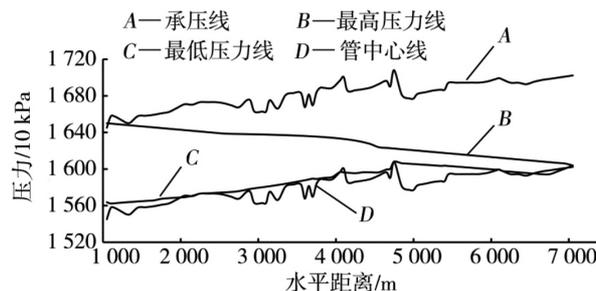


图3 水泵出口安装调压塔时水锤包络线

根据图3应用效果能够看出,当采用缓闭止回阀、调压塔及缓冲排气阀等多种水锤防治措施时,可以保证长距离输水管路的最高压力值在管道承压范围以内,具体为 $1600\sim 1680m$ ,而且最低压力线也会低于输水管路的中心线,具体为 $1560\sim 1620m$ ,通过综合对比分析可知,采用多措施水锤防治结合模式,具有良好的应用优势。在与采用超压泄压阀等多种措施相比较时,调压塔不仅在管路内部升压中起到明显效果,而且整体更加柔和平缓,这样可以避免调压过程中水流对输水管路造成的冲击现象,以此来强化长距离水利工程的稳定性与可靠程度<sup>[9]</sup>。

## 4 水利水电工程运营管理优化策略

### 4.1 优化革新水利水电运营制度

在当前供水企业中,想要顺利开展水利水电工程的运营管理工作,一方面要针对供水技术进行优化革新,针对供水问题采取高效的防治措施;另一方面则要从内部管控环节入手,如水利工程团队要在管理制度与创新方面做出成绩。具体措施如下:①水利工程管理团队要对经营管理制度进行综合分析,找出现行制度中的不足之处,这样可以为后续调整工作提供参考依据。②水利水电工程还要对经营管理制度进行深入分析,积极将创新发展模式与传统体系相结合,这样才能不断提升水利水电工程的运营管理水平。③针对水利工程管理制度进行细致分化,如质量管理体系、安全管理制度及风险管理

制度等,只有将水利工程管理理念落到实处,才能保证水利水电工程的高效开展。

#### 4.2 控制水利水电运营管理成本

在水利水电工程中,尤其是在长距离输水管路的管控工作中,为有效防治水锤问题与水压骤增现象,需要大量调控设备,如调压塔、泄压阀及止水阀等,以上设备在应用过程中势必会造成相应的成本损耗。因此,水利水电运营管理工作还要重点对运营成本进行控制。此外,由于水利水电工程的施工材料复杂且多样,在价格方面存在很大的差异,同时还会投入大量的人力资源。所以,工程管理团队需要重视施工人员的管理,这样才能对水利工程的施工质量与效率提供保障。

#### 4.3 强化水利水电施工安全管理

在长距离输水管路工程中,除了质量与成本控制,水利项目运营管理工作还要将安全管理作为核心重点。由于水利水电工程中会涉及大量的电气设备,如果在操作过程中未能按照规范执行作业,将会造成各类安全隐患,对施工人员的生命安全构成威胁。而且,在开展水利水电工程时还要考虑天气环境等因素的影响,只有从多方面入手制定科学合理的防治措施,这样才能促进水利水电工程的运营管理效果。

(上接第 45 页)

现故障,且主要是由于光板、交叉板、主控板及电源模板的故障造成的。在这其中,单盘故障属于光学板及主控制与交叉板故障的一种总称,主要体现在设备的损坏或温度及湿度对电路板的一种具体影响;电气模板的故障体现设备直流电源故障、交流电源故障及保险丝故障,以及电缆故障等。中国电力通信网络扩展器设备使用的时间非常长,因此在电力通信网络的具体建设中,SDH 光传输设备出现故障的可能性就会非常大。

### 4 解决方案

#### 4.1 实现双重聚合结构

为了更好地使地级电力调度实现备用功能,建立一个覆盖调度及变电站通信网络是非常必要的,这样可以在运行比较合适的网络第二汇聚点的基础上实现相应的地级电力双重通信网络。这样,如果地调及主调出现故障时,就可以使用第二个汇聚点来完成关键业务信息的传输。当第二汇聚点出现故障时,第二汇聚点可以直接收集各个调度对象的相关可靠信息。第二个汇聚点对资源的考虑是非常全面的,可以连接到其他一些通信节点的站点,以及可以与第一汇聚点保持一定距离的过程中连接到高级通信网络的具体站点。关于某些具备单层星形结构的一些县级网络,一定要在县中构建一个比

### 5 结语

综上所述,为有效解决行业与人们的用水需求,供水企业需要针对长距离管道与运输策略进行调整优化,以此来消除长距离输水管道中的隐患问题,使水利工程的运营管理工作得以顺利开展。论文以新疆昌吉地区某水利工程为例,在针对长距离输水管道水锤进行分析计算时,采用多种水锤防护措施结合的方式,这样不仅能够降低管道的水锤升压效果,同时在负压断流方面均能够取得良好的应用效果,以此对管路系统的稳定运行提供保障。此外,供水企业也要从内部管控方面入手,只有不断对水利工程运营制度进行革新、合理控制水利工程运营成本、强化水利工程的安全程度,才能为供水企业的可持续发展提供稳定助力。

#### 参考文献

- [1]陈立志,张庆坤,王一乔,等.在长距离高扬程输水管道工程中喷嘴式止回阀水锤防护效果研究[J].珠江水运,2015(1):122-124.
- [2]张继昌,林碧花,涂郑鹏.长距离输水管线水锤防护案例分析[J].市政技术,2018,36(4):139-142.
- [3]邓晓宇.长距离输水管道水锤防治措施的研究与运用[J].建筑技术与设计,2016(32):688.

较小型的环形网络,并为其设置第二个汇聚点。

#### 4.2 做好 SDH 光传输设备的具体预防

要做好电力通信网管系统的具体监控,控制光纤通信设备的良好水平及正常运行,强化备件管理,以保障备件充足及准确。需要注意在环形网络运行的过程中对串行分支链路的具体方式进行更改,更改为大型环形网络中访问小型环形网络的具体方式,并设置环网自我修复的功能。这样,当任一站点的 SDH 光传输设备出现故障时,紧接着站点的业务出现中断的情况,光环网被转换为一种单向的工作状态,其他站点的业务不会被再次的中断。设置环网操作模式,最终可以形成主通道及备用通道,这两点是相互通用及可共同备份的一种模式。也可以这样说,如果某站点的 A 网络设备出现一定的故障,那么该站点可以传输到 B 网络设置通道上升以进行相应的传输。

### 5 结语

电力行业与中国的经济息息相关,只有电力行业得到很好的发展才能确保中国经济的稳定发展。但是,电力行业的发展需要确保电力通信工程建设的顺利,只有将现在存在的问题进行解决才能使人民生活更上一个台阶,推动科技的发展。

#### 参考文献

- [1]王金华.光纤有线通讯技术在现代通信工程中的应用[J].电子技术与软件工程,2019(22):31-32.