

DOI:10.3969/j.issn.1004-4701.2018.04.09

减压箱在太湖水库输水管线设计中的应用

郭增涛, 廖冬芽

(江西省水利规划设计研究院; 江西省水工结构工程技术研究中心, 江西 南昌 330029)

摘要:太湖水库输水管线位于寻乌县, 管线主要沿现状山沟、206国道及高速连接线边沟布置。沿线地形复杂, 起伏较大, 在不设减压箱的条件下, 管线运行局部压力过高, 最大静水压力高达162.00 m, 压力变幅大。由于输水管线运行条件恶劣, 一旦发生爆管对沿线交通及周边群众生命财产安全造成严重威胁。为降低管线运行压力, 减少爆管危险, 本次设计提出在管线进口段及沿线最高点处设置两个减压箱的运行方案。通过限定减压箱内的运行水位及超水位溢流时调整减压箱前调流阀开度控制溢流流量, 从而有效降低管线的运行压力, 减小压力变幅, 使管线运行更加平稳。

关键词:供水管线; 运行压力; 减压箱; 调流阀

中图分类号: TU991.34⁺²

文献标识码: B

文章编号: 1004-4701(2018)04-0280-05

1 概述

太湖水库输水管线工程位于江西省寻乌县, 水源乡段管线主要沿现状山沟布置, 澄江镇段主要沿206国道边沟布置, 城区段沿高速连接线边山沟布置。输水管为重力流输水, 管线设计总长度31.80 km, 日最大输水流量为 $0.83 \text{ m}^3/\text{s}$ ^[1]。其中水源水厂分水口位于桩号5+000, 日最大输水流量为 $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$; 澄江镇分水口位于桩号14+700, 日最大输水流量为 $0.061 \text{ m}^3/\text{s}$; 吉潭镇分水口位于输水管线桩号25+500, 日最大输水流量为 $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

太湖水库正常蓄水位443.00 m, 设计洪水位($P =$

2%)445.01 m, 校核洪水位($P = 0.1\%$)446.53 m, 死水位410.00 m^[2]。灌溉引水隧洞进口底高程为406.00 m。输水管线设计工作水位为410.00~446.53 m, 水厂进水管中心高程330.00 m, 要求新建水厂进口测压管水头为340.00~345.00 m, 管道静压承压标准为100.00 m。

太湖水库供水工程为重力流供水, 且沿线地形复杂, 地形高点处地面高程410.00 m左右, 低点处地面高程290.00 m左右, 输水管线的结构布置见图1、2, 管线起伏较大, 供水距离长、任务艰巨, 输水工况的转换、管线阀门的启闭等都会导致输水系统产生水力瞬变现象, 轻则导致管路出现非正常供水, 重则导致爆管, 破坏整个输水系统的运行^[3]。

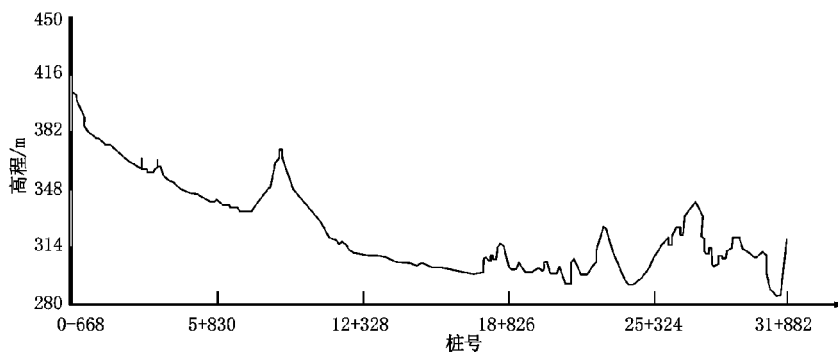


图1 输水系统纵断面布置图

收稿日期:2018-04-20

作者简介:郭增涛(1980-),男,大学本科,工程师。

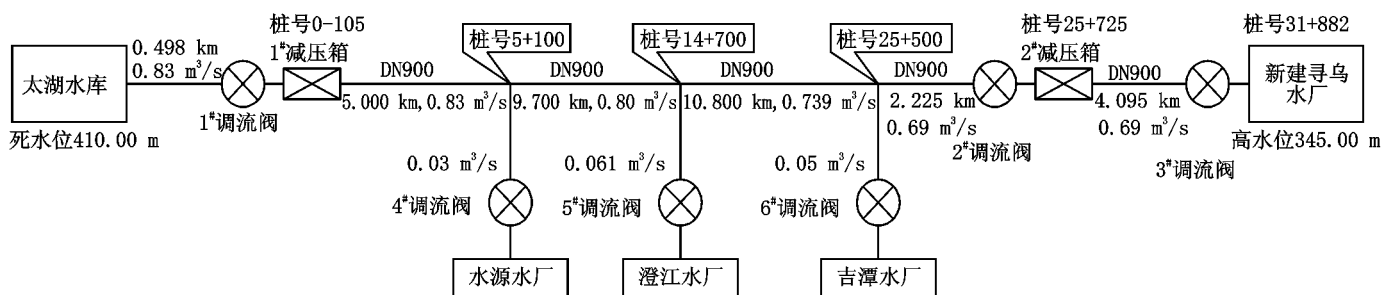


图 2 太湖水库输水工程系统布置图

2 不设减压箱方案管线压力状况

根据太湖水库输水管线的运行状况,首先考虑不设减压设施情况下计算的管线工作压力状况,根据计算结果确定是否增设管道减压设施。

在沿线不设减压设施条件下,太湖水库校核洪水水位、寻乌县水厂最小控制内压时总压力水头最大,而主管流量为 0% 设计流量时,管道过流无水头损失,此时管道沿线的测压管水头最高,该工况为管道沿线最大内压的控制工况。

工况一:太湖水库水位为死水位 410.00 m,寻乌县水厂最大测压管水头 345.00 m,主管流量为 100% 设计流量 0.83 m³/s。

工况二:太湖水库水位为校核洪水水位 446.53 m,寻乌县水厂最小测压管水头 340.00 m,主管流量为 0% 设计流量 0 m³/s。

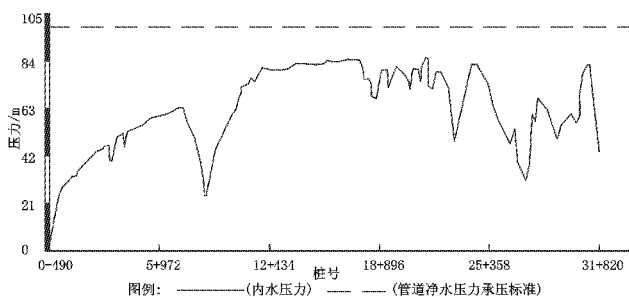


图 3 工况一输水管道计算内水压力线

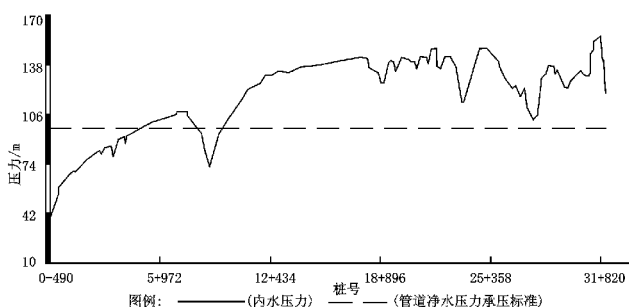


图 4 工况二输水管道计算内水压力线

表 1 管道沿线最大最小测压管水头、内水压力统计表

	最大测压管水头	最小测压管水头	最大内水压力	最小内水压力
工况一	409.93 桩号:0+000	368.09 桩号:31+811	87.40 桩号:17+250	19.06 桩号:0+000
工况二	446.53 桩号:0+000~31+811	340.00 桩号:31+820	162.19 桩号:31+500	55.66 桩号:0+000

由图 3~4 和表 1 可知:(1)在工况一时,管道沿线的测压管水头最低,其管道沿线的最小内水压力为 19.06 m(位于管道首端,该处管道中心线高程最高),未出现负压,故本工程的过流能力能够满足要求。(2)在工况二时,管道沿线没有水头损失,故管道沿线的测压管水头最高为 446.53 m,管道沿线最大内水压力为 162.19 m(位于桩号 31+500,该处管道中心线高程最低),超过 100.00 m 管道静水压力承压标准。为了削

减过大的水流余能,本工程考虑采用减压箱作为消能防护措施。

3 设减压箱方案

3.1 减压箱布置

由于寻乌太湖水库供水工程为重力流供水,沿线地形复杂,管线起伏较大,消能方案应兼顾系统过流能力

的要求,而过流能力的控制点为管道中心线起伏的高点。由图1输水系统纵断面设计图可知,过流能力的控制点存在于桩号0-178.95、8+700、27+675和31+811四个沿线地形高点中,该四点正常运行时内水压力相对较低,富余水头最小。经计算,过流能力的控制点为27+675,由于首端处设置消能设施影响的管段最长,且考虑管道静水压力承压标准,故在管道首端(桩号0-104.95)后设置1#减压箱,为满足任意工况下管道的过流能力,含支线的管道核算减压箱水位,计算出1#减压箱应取水头为390.50m。

考虑管道过水能力,在桩号27+725处布置2#减压箱。此时2#减压箱的过流能力控制点显然为管道末端寻乌县新建水厂进口最高水位情况。为满足任意工况下管道过流能力,计算出2#减压箱运行水位350.50m。2#减压箱主要起降低管道沿线最大静水压力的作用,故2#减压箱不起消能作用,只起减压作用。

本工程由1#减压箱削减过大的水流余能。当供水流量不变时,阀后的箱体消能设施消能效果是固定的,故采用上游低水位,主管流量为100%设计流量工况下

计算减压箱的消能效果,经过计算,100%流量下,1#减压箱削减15.00m压力水头。

1#减压箱采用常规减压箱,即调流阀+箱体消能设施的结构形式,兼具有水力摩阻元件和调压室的共同功用。消能依靠调流阀与箱体的共同作用。调流阀与箱体消能设施均可在不同程度上起消能作用。当减压箱结构形式确定后,其消能效果仅与供水流量有关,摩阻系数不会再发生变化,如需要进一步削减水流能量,则需调整调流阀开度。

结构上主要由折式消力板、消能隔墙(一个接地式,另一个为悬式)、消能底坎和后部的海漫几部分构成(见图5)。减压箱的消能段体积较小,但却消耗了大部分的水流裕能,具有水力摩阻的消能性质,水流主要以掺混、紊动、破碎的方式消能,表现的形式是水与水的质点之间,水与气泡之间,水、气泡与固体边界之间,通过摩擦进行质量、能量和动量的交换,从而达到了能量的消散;而其稳流调蓄段占有消能箱的大部分体积,主要用于调整水流流态和平稳水流流速,具有调压室的性质。

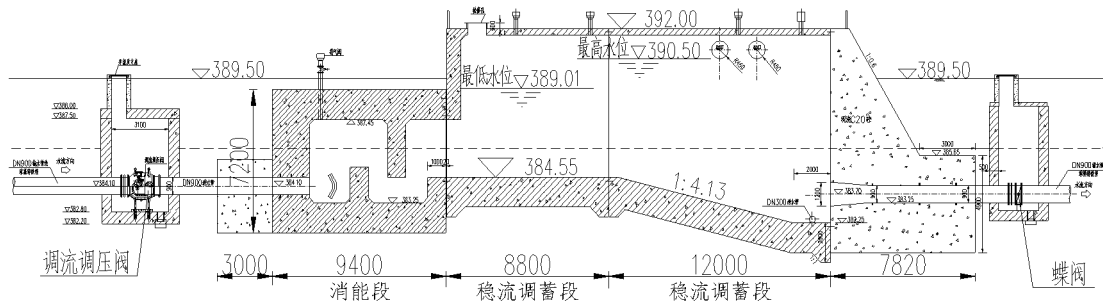


图5 1#减压箱结构布置图

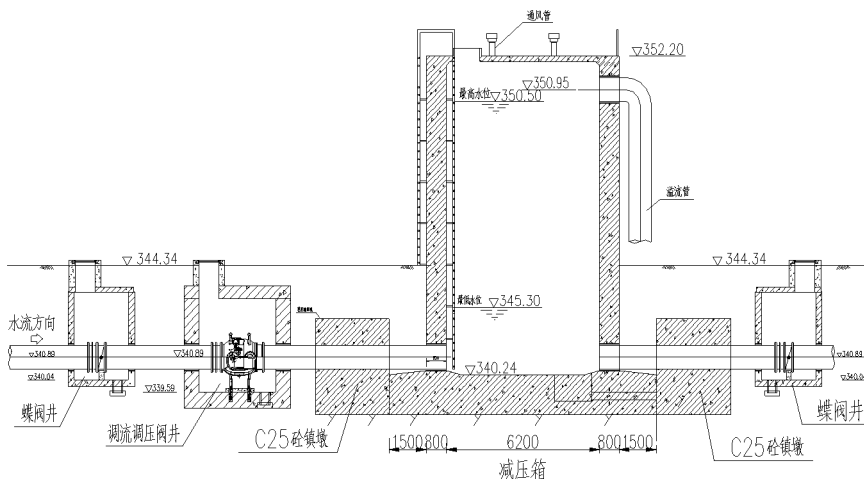


图6 2#减压箱结构布置图

2#减压箱采用调流阀+常规调压室形式(见图6),设置目的主要削减系统静水压力与水锤压力,在运行时箱体不起消能作用,调流阀处于大开度状态,箱体与电站中的调压室功能一致,起减缓系统水锤作用。考虑到本工程在运行初期,水量未达到设计水量,减压箱也要削减部分水头来维持系统无负压正常运行,届时主要通过调流阀消能。2#减压箱与1#减压箱最大的差别在于1#减压箱的消能依靠阀体与箱体的共同作用,而2#减压箱主要依靠阀体消能。

表2 减压箱布置参数

节点属性及桩号	减压箱运行水位/m	减压箱面积/m ²	减压箱底高程/m	减压箱顶高程/m
1#减压箱 0-104.95	390.50	60	384.55	392.00
2#减压箱 27+725.00	350.50	30	340.24	352.20

3.2 设减压箱后输水管线压力状况

对太湖水库供水工程双消能箱布置方案进行流量为0%、30%、50%、100%情况下进行工况一和工况二的恒定流计算,不同流量不同工况下管段的最大压力统计如表3。太湖输水管线双消能箱布置示意图见图2。

工况一:太湖水库死水位、寻乌县水厂最大测压管水头,主管线流量为100%流量0.830 m³/s,50%流量0.487 m³/s,30%流量0.348 m³/s,0流量0 m³/s;

工况二:太湖水库校核洪水位、寻乌县水厂最小测压管水头,主管线流量为100%流量0.830 m³/s,50%流量0.487 m³/s,30%流量0.348 m³/s,0流量0 m³/s。

由表3可知,由于太湖水库供水工程管线较长,高程落差大,不同流量的管线内水压力有较大的区别,零流量时管道无摩阻损失,内水压力最大,达到了98.78 m,低于管道设计承压能力100.00 m;各流量各工况下

管道沿程无负压,故过流能力能够满足,减压箱水位的设置较为合理。

表3 各工况不同流量下管段最大压力统计

所在管段 (桩号起止)	不同工况最大内水压力统计			
	工况一 桩号:进水口~ 31+811.00		工况二 桩号:进水口~ 31+811.00	
供水流量 (m ³ /s)	最大压力 /m	所在位置 (桩号)	最大压力 /m	所在位置 (桩号)
0.830	67.77	17+250.00	67.77	17+250.00
0.487	88.33	21+775.00	88.33	21+775.00
0.348	93.71	24+600.00	93.71	24+600.00
0	98.78	24+600.00	98.78	24+600.00
设计承压能力	100	进水口~ 31+811.00	100	进水口~ 31+811.00

4 结 论

通过对太湖水库输水管线进行水力过渡过程计算,模拟工程设计和运行中可能出现的水力过渡过程,校核了供水系统的过流能力;并运用输水管道双减压箱方案有效降低了管道静内压,起到了削减过高水流余能的作用,使管线运行更加平稳,减小水力过渡过程对系统供水造成的影响,并通过经济合理的工程措施,确保该供水工程的安全。

参考文献:

- [1] 江西省水利规划设计研究院. 江西省寻乌县太湖水库工程输水管线设计变更报告[R]. 2016.
- [2] 江西省水利规划设计研究院. 江西省寻乌县太湖水库初步设计报告[R]. 2016.
- [3] 郑源,屈波,张健,等. 有压输水管道系统含气水锤防护研究[J]. 水动力学研究与进展(A辑),2005(04).

编辑:张绍付

Application of decompression box in design of water transmission line of Taihu Reservoir

GUO Zengtao, LIAO Dongya

(Jiangxi Provincial Water Conservancy Planning Design & Research Institute;

Jiangxi Provincial Hydraulic Structure Engineering Technology Research Center, Nanchang 330029, China)

Abstract: The water transmission line of Taihu Reservoir is located in Xunwu County, and the pipelines are mainly arranged along the current situation of the national gully, the 206 State Road and the high-speed connecting line side ditch. Along the line, the terrain is complicated and the undulations are large. Under the condition of no decompression box, the local pressure of the pipeline operation is too high, the maximum hydrostatic pressure is as high as 162m, and the pressure changes greatly. Due to the poor operating conditions of the water pipelines, the squid will pose a serious threat to the traffic along the line and surrounding people's lives and property. In order to reduce the pressure in the pipeline and reduce the risk of pipe explosion, this design proposes the installation of two decompression boxes at the inlet of the pipeline and the highest point along the pipeline. By limiting the operating water level in the decompression box and adjusting the opening of the regulating valve before the decompression box to control the overflow flow when the operating water level in the decompression box overflows, the operating pressure of the pipeline is effectively reduced, the pressure variation is reduced, and the pipeline operation is more stable.

Key words: Water pipelines; Operating pressure; Decompression box; Flow regulating valves

翻译: 郭增涛

水利部专家组现场考察评价 江西申报国家水利风景区工作

7月4日至8日,以水利部水保司原巡视员张学俭为组长的国家水利风景区现场考察评价专家组一行7人在江西开展国家水利风景区评价工作。专家组先后对申报第十八批国家水利风景区的宜春市万载县恒晖大农业水利风景区、峡江水利枢纽水利风景区、抚州市资溪县大觉山水利风景区等三家景区进行了现场考察,并召开了现场评价工作座谈会。省水利厅副厅长蔡勇,厅景区办主要负责人,相关市、县政府领导及水利(水务)局负责人陪同考察并参加座谈会。

专家组分别听取了申报单位筹备及建设与管理工作情况汇报和规划编制单位的规划情况的介绍,观看了景区申报影像资料。专家组认为,申报的三家景区紧紧围绕“维护水工程、保护水资源、改善水环境、修复水生态、弘扬水文化”的建设思路,以水资源和工程景观为重点、以地文景观及生物景观为衬托、以历史故事传说及区域文化为灵魂,将“水”作为贯穿整体风景区的主题与特色,彰显了江南水乡魅力、突出了灵动的水韵。同时分别就景区的建设管理、规划编制、水文化、水科普建设等方面提出了宝贵的意见和建议。

蔡勇副厅长表示,将以此次考察评价为契机,景区建设要更进一步抓完善、促提升,争取将三家水利景区打造成高品位、高标准、高质量的国家级水利风景区。

(江西省水利厅后勤服务中心 万云江)