

长距离输配水工程检修调度方案研究

宋 放

(辽宁润中供水有限责任公司, 辽宁 沈阳 110166)

【摘要】 大伙房水库输水(二期)工程,是国内全线无调蓄设施的长距离输配水工程,在运行调度中检修调度预案非常重要。本文以二期工程管线中一段管线渗漏检修为例,阐述了调度预案的编制以及执行效果,该预案的顺利实施证明通过预案中的理论计算,处理复杂供水系统的特殊工况是完全可行的。

【关键词】 长距离输水工程;检修调度预案;研究

中图分类号: TV67

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2017)07-0060-03

Research on overhaul scheduling plan of long-distance water conveyance and water distribution

SONG Fang

(Liaoning Runzhong Water Supply Co., Ltd., Shenyang 110166, China)

Abstract: Dahuofang Reservoir Water Conveyance (Stage II) Project is the domestic long-distance water conveyance and water distribution project without storage facilities in the whole line. Overhaul scheduling plan is very important in operation scheduling. In the paper, pipeline seepage overhaul of one section in the stage II project pipeline is adopted as an example for discussing preparation and implementation effect of the scheduling plans. Smooth implementation of the plan proves that it is completely feasible to handle special working condition of the complex water supply system through theoretical calculation in the plan.

Key words: long distance water conveyance project; overhaul scheduling plan; study

辽宁省大伙房水库输水(二期)工程属多目标、大流量、全线无调节水池的长距离输配水工程,设计日供水量 327 万 t/d,目前已正式运行 5 年,供水目标多达 14 个净水厂用户,实际日供水量 220 万 t。通过 5 年来的运行数据及经验,检修调度预案也随着供水量的增多逐步完善,使之更理论化、系统化,更具备可操作性。

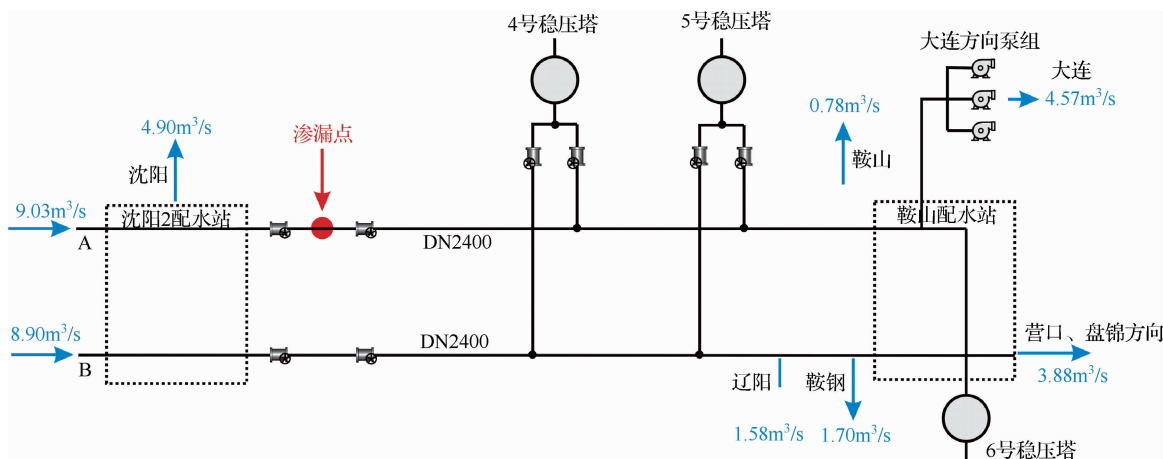
检修调度预案,将全线输水系统分为 21 个水力区间,针对每一区间编制了相应的检修调度方案、步骤。2015 年 8 月 24 日,有段管线发生微量渗漏情况,需立

即组织人员进行该管段的停水检修,总调度员根据检修调度预案在 20min 内及时截断水流,检修人员迅速投入抢修,未对管段下游的供水造成任何影响。本文以此为例简要介绍预案的计算、编制以及执行情况。

1 供水系统

供水系统如下页图所示。

图中水力区间为沈阳 2 配水站至鞍山配水站,全长 81.40km,供水管线为两根直径 2.40mPCCP 管道,



供水系统布置图

即预应力钢套筒混凝土管,上方为A线,下方为B线。上述两配水站间输水建筑物有4号、5号、6号双向稳压塔及辽阳、鞍钢两座配水站,红色圆点为渗漏点,位于A线管道,在沈阳2配水站下游大约5km处。图1中的三座稳压塔均为双向稳压塔,在工程中起到平抑管线压力、管线负压时快速补水的作用(运行参数见表1)。水历经鞍山配水站后,通过3台变频泵组向大连方向供水,同时压力流继续向营口、盘锦方向供水。

2 局部管段截断工况的分析与计算

关闭A线漏点所在的管段后,沈阳2配水站至4号稳压塔区间变为单线供水,水头损失大幅增加,根据实际液体能量方程中的水头损失公式,有

$$h_w = \sum h_f + \sum h_j \quad (1)$$

$$h_f = \frac{lv^2}{C^2 R} \quad (2)$$

式中 h_f ——沿程水头损失, m;

h_j ——局部水头损失, m;

l ——管线长度, m;

R ——水力半径, m;

v ——流速, m/s;

C ——流速系数, $m^{0.5}/s$ 。

根据巴甫洛夫斯基公式有

$$C = \frac{1}{n} R^y \quad (3)$$

式中 n ——粗糙系数。

当 $R > 1.0\text{m}$ 时, $y = 1.3\sqrt{n}$ 。对于圆管, $R = d/4$,

$A = 4\pi R^2$, 并由 $v = Q/A$ 可得

$$h_f = f(Q) = \frac{lQ^2 n^2}{16\pi^2 R^{5+2y}} \quad (4)$$

故障管段切除后,局部管段双线变为单线,因受到过流能力的限制以及水头损失大幅增加,上游压力上升,稳压塔出现溢流,下游管线压力下降,影响到部分支线的供水,特别是鞍钢支线的供水。为保证系统运行和管线设备的安全,下游压降以6号稳压塔水位作为控制节点,保证不低于30m。故障管段上游稳压塔的溢流水位决定了下游最大的供水能力。沿线主要受影响稳压塔参数见表1。

表1 稳压塔运行水位控制参数

编号	类型	运行控制水位/m	溢流水位/m
3号	双向	98.25	98.75
4号	双向	79.50	80.
5号	双向	67.50	68.
6号	双向	65.50	66.13

按照单管设计流量和检修调度原则,单线应保证检修管段下游水厂70%以上的原设计水量。沈阳2配水站以下设计水量为126万t/d,目前达到108万t/d。70%的原设计水量为 $126 \times 70\% = 88.20$ 万t/d,沈阳2配水站至4号塔A线切除后,B线不能承担108万t/d的供水量,所以必须考虑核减下游部分水厂水量。因大连支线供水首先进入碧流河水库,经调节后再进入净水厂,鉴于大连支线具备便利的调度优势,预案以集中核减大连支线水量,确保全线压力及其他受水目标

水量不变的基础上进行。沿线各水力节点(稳压塔)水位计算结果见表2。

表2 故障管段切除后不同工况下各稳压塔水位计算

H_3 号塔/m	H_4 号塔/m	H_5 号塔/m	H_6 号塔/m	大连支线水量情况
100.40	53.02	42.96	30.00	不减量
98.75	51.37	41.31	28.35	不减量
98.75	53.43	44.26	32.65	减量5万 m^3/d
98.75	58.85	50.53	40.19	减量10万 m^3/d
98.75	62.34	54.83	45.68	减量15万 m^3/d
98.75	65.6	58.85	50.82	减量20万 m^3/d

3 检修调度预案的形成

根据以上理论计算,可编制沈阳2配水站—沈大铁路上游A线管段停运检修的预案,该管段下游供水将由B线单独承担,针对沈阳2配水站A线出口漏点的处理即适用此方案。具体的操作步骤为:

a. 通知大连支线做好由加压供水方式改为重力

流供水的准备。

b. 执行大连一级泵站及鞍山加压泵站泵组停机,大连支线、鞍山支线、鞍山一步下游均改为重力流供水调度。

c. 关闭沈阳2配水站A线出口故障管段下游的检修蝶阀,将故障管段切除。

d. 调整鞍山加压站下游营口、盘锦支线的流量。

e. 调整干线调流阀核减多余水量,满足干线水量目标。

f. 调整除大连支线外其他各支线水量,保证满足计划水量。

4 故障管段切除前、后系统参数

故障管段切除前后,管线系统参数见表3。沈阳2配水站至4号塔A线停运后,大连支线核减水量20万 t/d 。

表3 沈阳二至4号塔A线停运前、后系统参数

A线停运前				A线停运后			
高程/m		流量/(m^3/s)		高程/m		流量/(m^3/s)	
3号稳压塔	98.61	抚顺站—抚顺西	21.43	3号稳压塔	98.46	抚顺站—抚顺西	18.94
沈阳二A线进口	94.64	抚顺西—沈阳一	21.43	沈阳二A线进口	95.35	抚顺西—沈阳一	18.86
沈阳二A线出口	85.74	沈阳一—沈阳二	17.96	沈阳二A线出口	92.16	沈阳一—沈阳二	15.34
4号稳压塔	76.25	沈阳二—4号塔	12.54	4号稳压塔	67.96	沈阳二—4号塔	10.12
5号稳压塔	67.16	4号塔—5号塔	12.54	5号稳压塔	61.74	4号塔—5号塔	10.12
辽阳A线进口	60.97	5号塔—辽阳站	12.54	辽阳A线进口	57.68	5号塔—辽阳站	10.12
辽阳A线出口	60.76	辽阳站—鞍山站	9.60	辽阳A线出口	57.39	辽阳站—鞍山站	7.04
6号稳压塔	52.72	大连支线	4.57	6号稳压塔	52.56	大连支线	2.24

从计算结果看出,当沈阳2配水站至4号稳压塔区间改为单线后,若大连支线不减量且保证6号稳压塔不低于30m,3号稳压塔水位将达到100.40m,超出了溢流水位,故不可行;若大连支线不减量,3号稳压塔达到溢流水位,则6号塔水位为28.38m,低于30.00m的限制水位,影响鞍钢支线的供水,故也不可行。4号、5号、6号稳压塔均位于故障管线下游,因此,不会出现溢流,3号稳压塔溢流水位为控制节点。实际事故处理中,采用大连支线减量20万 m^3/d 方案进行,从表3中可知,切除后下游稳压塔水位比理论计算值大1.60m左右。这是因为计算中主要考虑了沿程

水头损失,而局部水头只做了粗略估算。

5 结论

作为辽宁省内“十五”“十一五”期间重点工程,大伙房水库输水(二期)工程下步供水目标多达19个,管线全程没有任何调蓄水库,一个供水目标流量的改变将影响上下游10多个水厂的进厂流量,调度方案的科学性合理性至关重要,尤其面对管线检修以及突发事件的处理,必须事先做好充分完备的调度预案,才能使调度员操作阀门时做到心中有数、目的明确。该次检修调度预案的使用,基本实现了预想的调度目标,为工程今后的检修调度操作积累了经验。◆