

长距离输水管线压力监测数据处理研究

黄伟军

(辽宁润中供水有限责任公司, 辽宁 沈阳 110166)

【摘要】 为了解长距离输水管线上输水设施的运行状态,使工程运行安全有保障,需要对压力监测数据进行分析。本文以稳压塔为例,对其高程数据进行拟合。结果表明:①高程随时间变化的过程曲线,若是采集间隔为1s时则能够呈现一定的波动规律;②高程数据采用正弦波公式进行拟合,可得到可决系数较高的参数,为分析长距离输水管线的水力特性提供有力的理论基础。

【关键词】 长距离输水管线;运行安全;稳压塔;监测数据分析

中图分类号:TV672+.2

文献标志码:A

文章编号:1005-4774(2017)03-0081-04

Research on pressure monitoring data processing of long-distance water conveyance pipeline

HUANG Weijun

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

Abstract: The pressure monitoring data should be analyzed in order to understand the operation state of water transmission facilities on long-distance water conveyance pipelines and guarantee the operation safety of the project. In the paper, the voltage stabilizing tower is adopted as an example for fitting elevation data thereof. The results show that: ① the elevation process curve changing with time can display certain fluctuation rule when the collection interval is 1s; ② elevation data is fit with sine wave formula, obtaining parameters with higher coefficient of determination, thereby providing forcible theoretical foundation for analyzing the hydraulic characteristics of long-distance water conveyance pipelines.

Key words: long-distance water conveyance pipeline; operation security; voltage stabilizing tower; monitoring data analysis

辽宁省大伙房水库输水(二期)工程管线长度约为154.4km,承担辽宁中部六大城市抚顺、沈阳、辽阳、鞍山、营口、盘锦的供水任务,供水保证率95%,具有输水距离长、供水目标多、供水量大的特点。全线布设多个压力传感器,自动化采集传输到控制中心。这些压力检测设施在工程中具有重大意义:监视全线压力稳定;在调整各城市的供水量时,及时监视压力波动情况,确保整个过程系统的安全;在出现爆管等情况威胁

管线安全时,压力传感器能够迅速反映。另外,在平稳状态下,压力监测数据并不是一条直线,而是存在微小波动的,这是由于自动化系统带来的效应以及管线安装有排气进气阀等共同作用的结果。若是管线中存在微小的泄漏,在压力监测数据的轻微波动中也有所反映。因此分析压力监测数据的微小波动,有助于分析输水系统中排气进气阀的工作规律或微小泄漏的变化。已有许多方法能够针对检测数据进行处理分析从

而判断泄漏,例如:小波变换法^[1]、时域-频域分析法^[2]。然而这些方法运用过程中容易将压力监测数据中能够反映输水系统的某些组件工作状态(如:进气阀、出气阀工作状态发生变化^[3])的信息丢失,这对于进一步分析输水系统的性质是不利的。

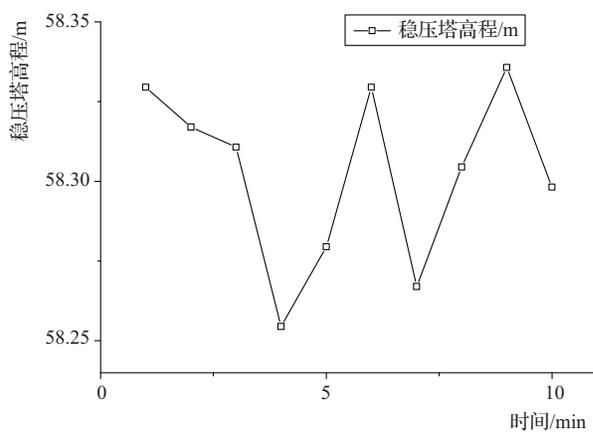
本文将对压力监测数据进行分析,采用数学拟合方法,拟合其波动形式,并对其周期参数进行分析,从而得到最优的压力监测数据拟合方案,为分析长距离输水管道的水力特性提供理论基础。

1 压力监测数据数学处理方法的提出

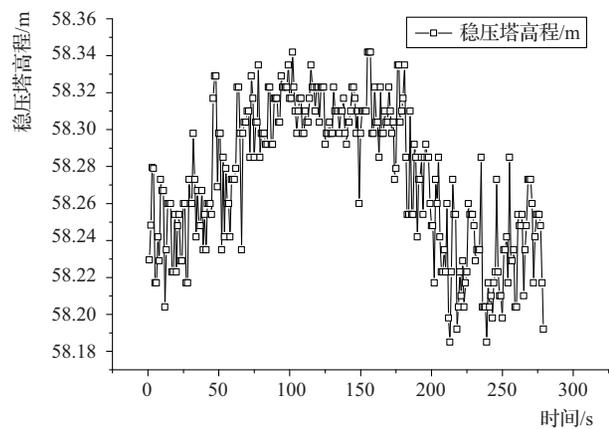
长距离输水工程中往往设有稳压塔,用以降低静水压线,保证管线压力在工作压力之内,并将密闭长输

水管道分割成若干个水力控制单元。稳压塔的压力变化较其他水利设施较为平稳。本文以稳压塔的压力监测数据(以高程显示)为分析对象进行研究。

同一时间段,压力监测数据采集的间隔时间不同,所呈现的波形不一样。压力监测数据若是以1min为采集间隔,所采集的波形表现为无规律的上下浮动^[4],图1(a)为稳压塔的高程变化数据,以1min为采集间隔,比较杂乱;若是以1s为采集间隔,所采集的波形比较有规律,见图1(b),同样的起始时间段中,以1s为采集间隔。为充分利用数据间的波动形式,本文将以1s为间隔的高程数据为对象进行研究。



(a) 以1min为采集间隔的变化



(b) 以1s为采集间隔的变化

图1 稳压塔高程变化中不同间隔时间的比较

高程波动形式,本文采用数学拟合的方法进行分析。图1(b)所示波动接近正弦波动,给出正弦波动拟合方程:

$$h_{(t)} = A + B\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + C\right) \quad (1)$$

式中 $h_{(t)}$ —— t 时刻所对应的高程,m;

A 、 B 、 C ——拟合参数, A 、 B 单位为m, C 为角度参数;

T ——该波动的周期,s。

采用数学拟合的方法将参数 A 、 B 、 C 量化,以便为分析长距离输水管道的水力特性提供理论基础。

图1(b)中,在高程随时间变化过程中,正弦波存在微小的浮动,这些微小的浮动形成噪音,它们是由自动化系统电气特性造成的。

2 工程实例

以大伙房水库输水(二期)工程中一稳压塔的压力监测数据为例,图1的波动过程为该稳压塔高程数据随时间变化过程,时间间隔为1s,下文将对该段波动进行拟合。利用式(1)对图1的波动进行拟合, $T = 261s$ 。拟合得到的参数中 $A = 58.276m$, $B = -0.045m$, $C = 1.866$ 。图2给出拟合情况,拟合可决系数为0.674。

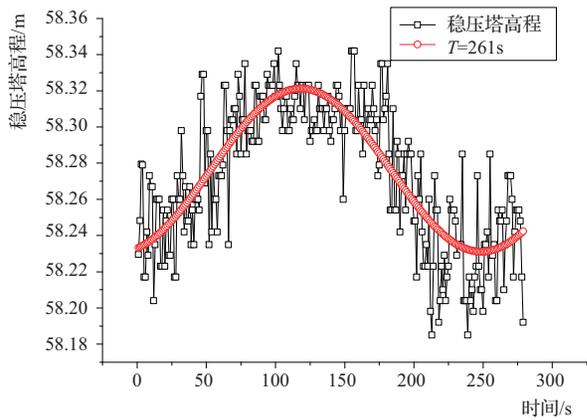


图2 该稳压塔的高程波形的拟合过程 ($T=261s$)

其残差见图3,最大在0.07m以内,即偏差最大不过0.1%,是可以接受的。从图3中可以看出,残差出现较大的地方(如:当时间 $t=47s$ 时,残差 $-0.0593m$;当 $t=213s$ 时,残差 $-0.0618m$),都为图1中高程偏离较大的地方,可见这些偏差并非由于本文计算方法带来的,而是自动化系统采集时因电气效应引起的,若将其删除则有失监测数据的准确性,并不合理。

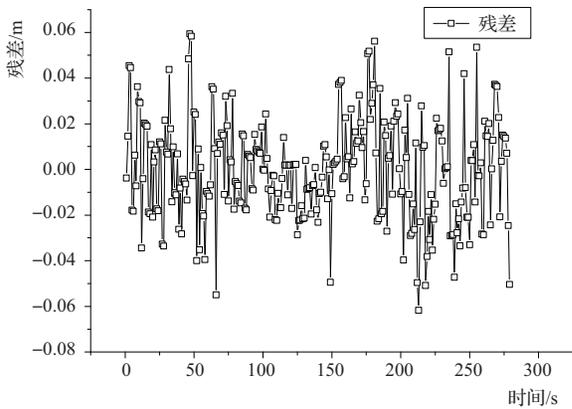


图3 $T=261s$ 情况下的残差

3 分析

利用式(1)进行拟合时,周期 T 的确定是个难点。图4~图7给出周期分别为240s、250s、260s、265s时的拟合情况。下页表给出不同周期 T 的情况下详细拟合参数。图8给出不同周期 T 的情况下可决系数变化情况,从图中可看出周期 T 越接近261s,拟合过程的可决系数越大。结合下页表和图8分析表明当 $T=261s$ 时,拟合可决系数最高,该组参数最能适应该稳压塔在此时段中监测数据的波动。

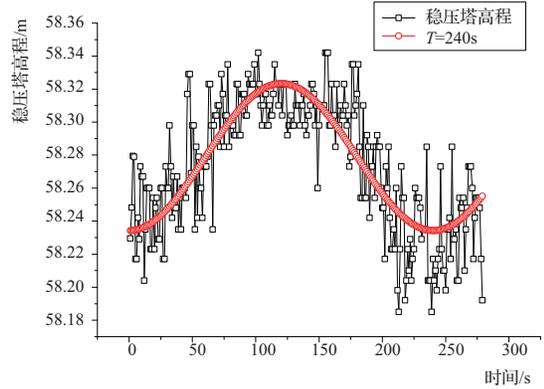


图4 当 $T=240s$ 时该稳压塔的高程波形的拟合过程

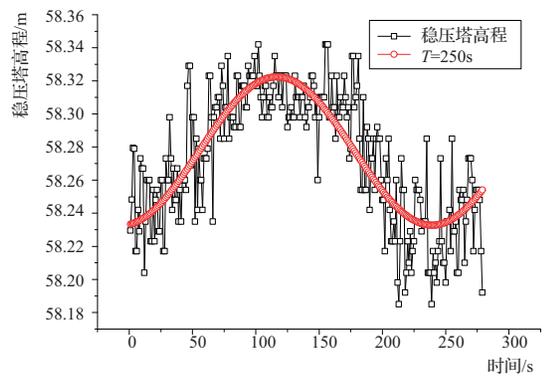


图5 当 $T=250s$ 时该稳压塔的高程波形的拟合过程

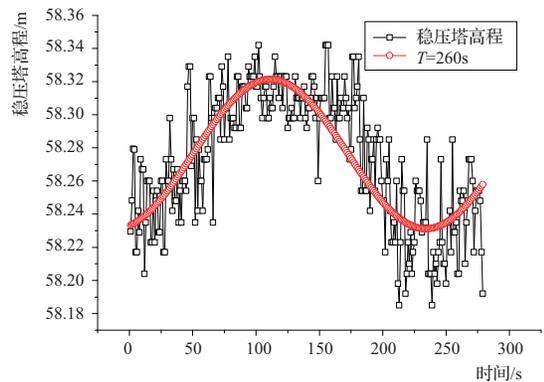


图6 当 $T=260s$ 时该稳压塔的高程波形的拟合过程

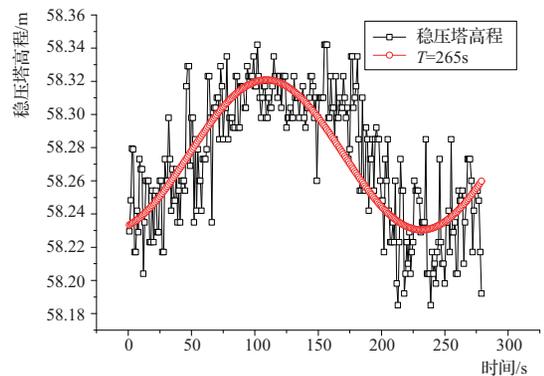


图7 当 $T=265s$ 时该稳压塔的高程波形的拟合过程

不同周期 T 的情况下的详细拟合参数表

周期 T/s	拟合参数			可决系数	最大残差 (绝对值)/m
	A/m	B/m	C		
240	58.2788	-0.0445	1.566	0.66200	0.0653
245	58.2781	-0.0447	1.646	0.66707	0.0636
250	58.2776	-0.0448	1.720	0.67059	0.0620
260	58.2762	-0.0451	1.854	0.67380	0.0682
261	58.2761	-0.0451	1.866	0.67388	0.0618
262	58.2760	-0.0451	1.879	0.67393	0.0695
265	58.2756	-0.0452	1.914	0.67388	0.0715
270	58.2749	-0.0453	1.971	0.67319	0.0747

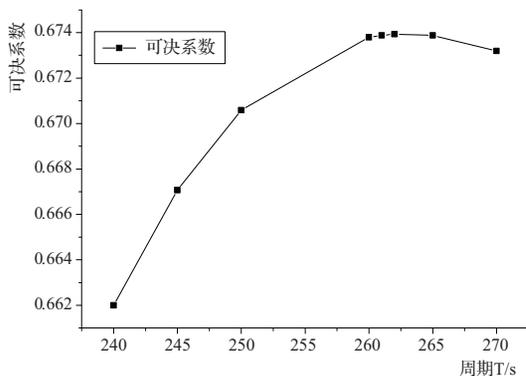


图8 不同周期下的可决系数比较

4 结 语

为探索长距离输水管线水利设施压力监测数据在稳定状态下的变化规律,本文以大伙房水库输水(二

期)工程中一稳压塔为例,采用数学拟合方法分析其高程的波动形态,得出以下结论:

a. 高程随时间变化的过程曲线,若以 1s 为采集间隔则能呈现一定的波动规律,而非毫无波动规律。

b. 该稳压塔的高程数据采用正弦波公式拟合,可得到可决系数较高的参数,其残差较大的地方均为数据本身偏离较大的地方,系为自动化采集时,因电气效应引起的。

c. 该稳压塔的高程变化采用正弦波公式拟合时,周期 T 的确定是个难点,本文针对不同周期 T 情况下比较拟合效果,结果表明当周期 T 为 261s 时的拟合参数能得到最合适的正弦波形,为分析长距离输水管线的水力特性提供有力的理论基础。◆

参考文献

- [1] 李剑平,赵喜萍.小波分析在输水管道渗漏检测系统中的应用[J].水利水电技术,2006,8(37):101-103.
- [2] 郭新蕾,杨开林.管道渗漏检测的水力瞬变全频域数学模型[J].水利学报,2008,39(10):1264-1271.
- [3] 范建强.有压密闭输水工程排气性能研究与分析[J].水利建设与管理,2016,36(1):20-22.
- [4] 李凤滨.长距离输水管道渗漏监测数据处理研究[J].水利建设与管理,2015(12):58-62.

吉林省大安牛心套保水利风景区



景区位于吉林省大安市,依托牛心套保水库和吉林西部河湖连通工程而建,景区规划面积 42 平方公里,其中水域面积 33.2 平方公里,属湿地型水利风景区。

景区是由芦苇、水域、森林、山丘、草原、稻田和田野组成一个自然生态系统,拥有丰富的生物物种,珍稀野生动物众多。景区已建成湿地宣教馆、文化长廊、亲苇栈道、采摘园、垂钓园、植物园等观光和游憩项目。景区积极推进生态经济示范区建设,实施了“苇-蟹(鱼)-稻”复合生态农业模式,推动芦苇、种植、水产、旅游和养殖全面发展,综合效益显著。