

水闸底板测压管水位“异常”变化 影响因素研究

张友明

(江苏省洪泽湖水利工程管理处, 江苏 淮安 223100)

摘要:水闸底板测压管水位观测值与理论值存在一定的偏差,呈现“异常”现象。调研江苏省三河闸、嶂山闸等6座水闸,基于已有水闸渗流研究成果和实测数据,对比分析影响测压管观测数据准确性以及水位变化的闸基土质、温度场、工程运行等因素,分析扬压力与水闸沉降变化的相关性。较壤土、砂土地基,黏性土基水闸测压管水位变化影响因素更为复杂,受上下游水头差、底板轮廓线、闸基土质、温度场、工程运行等综合因素影响。水闸底板测压管水位与沉降关系密切,测压管水位偏高引起的水闸底板上浮问题应引起注意,相关研究对分析水闸底板测压管水位变化规律具有参考作用。

关键词:测压管; 闸基土质; 温度场; 工程运行; 垂直位移; 水闸

中图分类号:TV698.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2019)11-0062-05

Study on influencing factors of "abnormal" values of piezometer tube in sluice floor

ZHANG Youming

(1. The Hongze Lake Water Conservancy Project Management Office of Jiangsu Province, Huai'an 223100, Jiangsu)

Abstract: There is a certain deviation between the measured and theoretical values of the water head in sluice floor, which presents an "abnormal" phenomenon. This paper investigated six sluices such as Sanhe sluice, Zhangshan sluice etc. in Jiangsu province. Based on the research results and measured data, factors such as, types of foundation soil, temperature field and operation condition that can affect the accuracy of the piezometer tube and values of the water head at the sluice floor were compared and analyzed. Correlation between the uplift pressure and sluice settlement was analyzed. Results showed that, compared to loam and sand foundation, the influence factors of the cohesive foundation are more complicated, which are affected by the comprehensive factors such as, water head difference between upstream and downstream, shape and size of the floor, properties of the soil, temperature field and operation condition etc. The water head at the sluice floor is closely related to the settlement, uplift displacement of the sluice floor that caused by uplift water pressure should be paid attention to. Reference in analyzing the variation of water head of piezometer tube at the sluice floor is provided.

Key words: piezometer; soil properties of sluice foundation; temperature field; operation condition; vertical displacement; sluice

收稿日期:2019-09-24

基金项目:江苏省水利科技项目(2017028)

作者简介:张友明(1974—),男,硕士,高级工程师,主要从事水利工程管理及相关研究工作。

0 引言

扬压力是影响水闸建筑物抗滑稳定的重要因素。测压管是水闸常用的扬压力观测设备,如三河闸、嶂山闸、高良涧闸等。定期开展测压管水位观测和成果整编分析,验证工程设计的准确性,是水闸管理单位承担的技术管理任务之一。相关研究^[1-5]表明,部分大型水闸观测的测压管水位数据出现了“异常”变化现象,表现为观测数据与采用改进阻力系数法计算的理论值存在较大的偏差;靠近上游侧测压管水位有时高于同期的上游水位,靠近下游侧测压管水位有时低于同期的下游水位等。

针对测压管水位“异常”变化问题,科研院所、水管单位从测压管布置、有效性、地基土承压水、温度等方面开展专项研究,如三河闸于 1963 年、1992 年、2008 年、2016 年专题研究。基于已有研究成果,调研江苏省 6 座大型水闸测压管水位观测情况,从闸基土质、温度场、工程运行等方面进一步分析影响测压管水位变化的主要因素,进而分析其与水闸沉降的关系。对研究水闸扬压力变化规律,具有一定的参考作用。

1 工程概况

调研的 6 座水闸(基本情况见表 1),分别位于江苏省宿迁市、淮安市、盐城市,为淮河下游流域性骨干水利工程,建成于 1952~1961 年间,承担泄洪、灌溉、蓄水等功能,累计平均运行 62.5 年。各水闸管理单位分别为国家级、省级水管单位,长年开展测压管水位观测及资料整编分析,确保工程安全运行,发挥了巨大的社会效益。

2 观测数据准确性影响因素分析

(1)测压管布置合理性。测压管设计(包括管口埋深、滤层等)、施工过程(管外封闭、底板混凝土保护等)、材质(镀锌、PVC 等)等满足规范要求,不存在管道漏水、混凝土破损等问题。有的水闸的测压管底板以上采用 L 型布置,将管口集中在一起,便于观测,但易堵塞。

(2)测压管保护情况。管口可采用管帽、观测井、盖板、锁等防护设施保护,避免人为破坏,如将石子、杂物等扔入管内导致堵塞;避免雨水流入测压管,抬高管中水位。

(3)灵敏度试验合格情况。黏性土、壤土、砂性土等不同土基,试验时间不同。对于黏性土基,规范^[6]提出,管中水位 5 d 内恢复到接近原水位的,可认为合格。但是对于老黏土闸基,如三河闸,渗透系数在 10~8 cm/s 数量级上,超过 5 d 恢复到接近原水位的测压管,可认为其未堵塞。

(4)观测方法正确性。采用人工电测法,人工观测 2 次,两次差值小于 1 cm 时取平均值;精度为 1 cm,满足资料整编要求。实行自动观测的,定期(每月至少 1 次)进行比测,及时修正漂移的数据。观测频次,黏性土基水闸测压管一般每月至少 2 次。目前,大型水闸测压管自动观测数据,多为安全监测资料进行分析。资料整编分析仍依据人工观测数据。

(5)其他。水闸底板、上游铺盖各分缝处止水可靠,钢筋混凝土内部无渗漏通道。管口高程准确,每年复测 1 次,或根据需要开展淤积深度观测。对淤积深度大的,及时进行冲淤。嶂山闸、三河闸

表 1 水闸基本情况统计表

名 称	建成年份	设计流量 (m ³ /s)	孔数	闸门类型	闸基土质	底板高程 (m)	测压管组数
高良涧闸	1952	800	16	平板门	壤土	7.5	2
三河闸	1953	12000	63	弧形门	黏性土	7.5	7
射阳河闸	1956	4630	35	中孔弧形门,边孔平板	砂土	-3.5	13
二河闸	1958	9000	35	弧形门	壤土	8.0	9
淮阴闸	1959	3000	30	弧形门	黏性土	6.1	9
嶂山闸	1961	8000	36	弧形门	黏性土	15.5	8

注:废黄河高程系。

等曾进行测压管冲洗,有一定效果。

经分析能够提供准确数据的测压管(主要依据 2015 年试验成果),可选取 1~2 组作为典型观测断面,进行下阶段分析研究,具体见表 2。

表 2 水闸典型断面测压管统计表

水闸名称	高良涧闸	三河闸	射阳河闸	二河闸	淮阴闸	嶂山闸
测压管组号	3	16、11	8	9	6	3

注:1. 测压管组号为底板编号;2. 射阳河闸测压管已全部堵塞,8#测压管使用 1997 年未堵塞时数据分析。

3 闸基土质因素影响分析

3.1 黏性土基

以三河闸、嶂山闸、淮阴闸为例,渗透系数小,透水性差,再加之水闸底板前、后齿墙的影响,闸底板下土基在上下游水头渗透压力和其他因素的共同作用下,出现本文引言部分阐述的测压管水位变化“异常”现象。嶂山闸 2017 年 5#底板测压管水位过程线如图 1 所示,2017 年 1 月~3 月,11 月~12 月,嶂山闸底板 5-2(下游侧)测压管水位低于水闸下游水位。

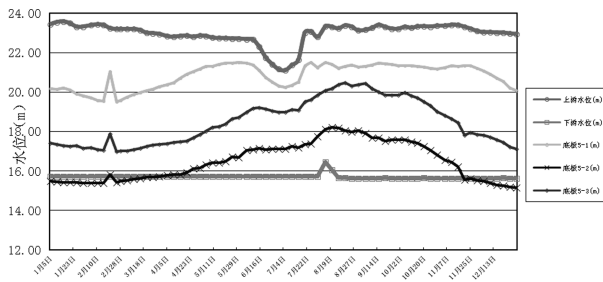


图 1 嶂山闸 2017 年 5#底板测压管水位过程线

3.2 壤土地基

以二河闸、高良涧闸为代表,壤土地基,渗透系数大于黏性土基,实测测压管水位与理论计算值、下游水位相关性总体较好。以 1987 年二河闸第 1 组测压管水位^[6]为例,11#、12#、13#管观测值与理论计算值的相关系数分别为 0.907、0.968、0.913,反映了闸底扬压力的变化情况。二河闸 2018 年 9#底板测压管水位过程线见图 2,从图 2 可看出,9#底板测压管,2018 年水文变化总体在上下游水位区间内,仅 6 月 15 日行洪期间,测压管水位低于同期下游水位,水位变化滞后。

3.3 砂性土基

以射阳河闸为例,渗透系数大,透水性强。水闸底板前齿墙下设置防渗板桩,延长渗径。观测时间以小时计,底板下测压管水位变幅大,同黏性土、

壤土地基测压管变化不同,如 1997 年 8#底板测压管^[7],射阳河闸 1997 年 10 月 30 日 8#底板测压管水位过程线见图 3。砂性土基水闸测压管易堵,如射阳河闸测压管全部堵塞,2002 年以后,经主管部

门批准停止测压管水位观测。

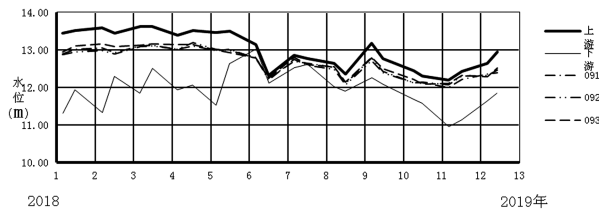


图 2 二河闸 2018 年 9#底板测压管水位过程线

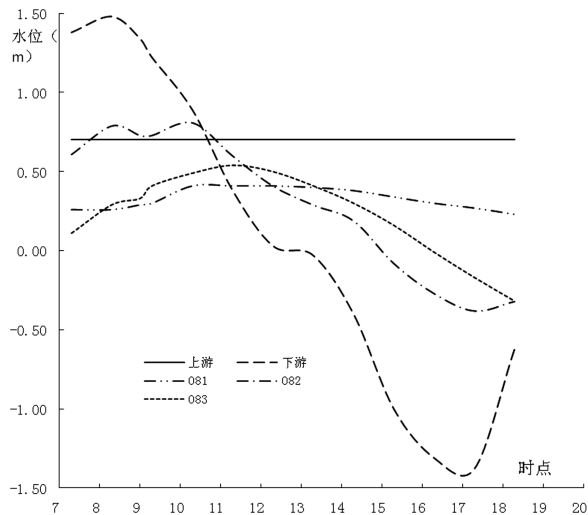


图 3 射阳河闸 1997 年 10 月 30 日 8#底板测压管水位过程线

4 温度场因素影响分析

以黏性土基水闸为例,考虑温度场在其他因素不变的情况下,分析水闸测压管水位与温度场变化规律。

4.1 三河闸

2013 年全年未开闸,下游水位保持在 7.7 m 左右,高于闸底板高程约 0.2 m,上游水位变幅在 2.0 m 左右,理论上测压管应保持平稳,实际上测压管水位仍然呈现周期性自变化,夏天水位高,冬春天水位低(见图 4)。

三河闸 2015~2016 年曾开展过自动观测试验,埋设渗压计,对闸基土温度变化进行监测,16#底板

3 根测压管变化值在 9~17℃ 之间,与此对应的环境温度约为 -5~35℃。与人工观测数据进行比测,尽管数值有差别,但是总体周期性的变化规律相同。

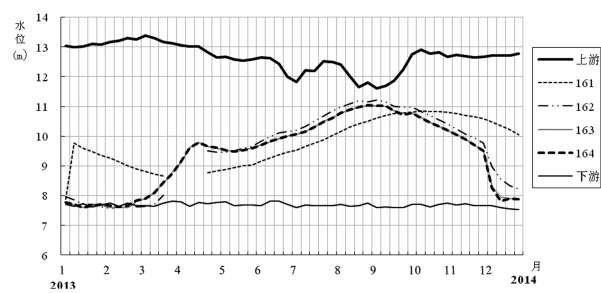


图 4 2013 年三河闸 16#底板测压管过程线

4.2 漳山闸

2015 年全年未开闸,下游水位保持在 15.7 m 左右,高于闸底板约 0.2 m,上游水位变幅在 3.0 m 左右,测压管水位类似于三河闸呈现周期性变化,夏天明显高于冬春天水位^[8]。与三河闸区别的是,漳山闸黏性土基渗透系数大于三河闸老黏土地基。

4.3 淮阴闸

以 2018 年 6#底板测压管为例,3 根测压管水位接近,且与下游水位相关性强^[9]。同三河闸、漳山闸区别是,该闸下游水位正常高于底板约 2.0 m 左右(有水垫),闸底板下土基温度相对变化小。

5 工程运行因素影响分析

以三河闸为例,水闸大流量行洪时,有时测压管水位呈现高于上游水位的现象。主要原因为:底板因过闸水体荷重增大而下沉,引起底板下地基中孔隙水压力上升,从而使测压管中水位抬高。

为验证这种分析,1960 年汛期,三河闸管理单位在泄量逐步增大时,对底板测压管中水位及沉降标点同时进行了观测。施测结果表明,当闸下泄流量增加时,三河闸底板即下沉,测压管中水位随即

上升。1963 年 6 月,利用三河闸闸门提出水面的机会继续了上述观测,且再现了测压管水位高于上游水位的现象。2017 年 7 月,再次重现了上述现象。

6 扬压力与水闸底板垂直位移的关系分析

6.1 三河闸

根据历年观测成果资料,三河闸闸底板垂直位移标点高程变化规律为:上半年大部分测点呈下沉趋势,下半年呈抬升趋势(见表 3)。与此对应的测压管变化规律为:冬春季节测压管水位低(扬压力小),底板下沉;夏季测压管水位高(扬压力大),底板上浮。

6.2 淮阴闸

以 2017 年 6#底板为例,汛后间隔垂直位移量明显小于汛前间隔位移量,与汛期测压管水位高(扬压力大)有密切关系。

6.3 二河闸

以 2017 年 9#底板为例,垂直位移标点间隔位移量 2017 年汛前均值 0.45 mm(下沉),汛后均值 -0.73 mm(上浮),与 2017 年 6~9 月下游水位高、测压管水位高(扬压力大)有关。

7 结语

水闸管理单位应按照规程^[6]进行测压管养护、管口保护、定期试验、冲洗维修,甚至重新埋设,提高观测设施的完好率,保障观测数据的准确性。

较砂土、壤土地基,黏性土基水闸底板测压管水位变化影响因素较为复杂,不仅受到上下水头、底板轮廓线等因素影响,还受到地基土质、温度场、工程运行等因素综合影响,且测压管水位变化与水闸垂直位移呈现相关性。

对测压管水位偏高引起的水闸底板上浮问题,

表 3 三河闸 11#底板垂直位移观测成果表

垂直位移 标点编号	2012 年间隔沉降量(mm)		2015 年间隔沉降量(mm)		备注
	汛前(3 月)	汛后(10 月)	汛前(3 月)	汛后(10 月)	
11-1	3.3	-4.8	1.3	-1.4	上游侧
11-2	2.6	-3.2	0.9	-0.5	上游侧
11-3	1.2	-3.5	1.3	-2.1	下游侧
11-4	3.7	-5.1	0.9	-1.6	下游侧

应引起水闸管理单位的重视,须跟踪监测研究。

本文提出的黏性土基温度场对水闸测压管水位变化的周期影响问题,须开展专项试验研究,查清机理,以期完善黏性土基水闸渗流计算公式。

参考文献:

- [1] 江苏省水利厅工程管理处, 河海大学农水系. 江苏省水闸测压管状况调研报告[R]. 1989.
- [2] 严文群. 论温度变化对渗透压力的影响[J]. 水利学报, 1992(3):13-22.
- [3] 吴明祥. 三河闸闸基渗流规律的探索[J]. 中国水利, 2003(2B):119-120.
- [4] 唐劲松, 刘观标. 漳山闸扬压力异常原因分析[J].

水电自动化与大坝监测, 2004, 28(6):49-52.

- [5] 朱岳明, 陈建余, 匡峰, 等. 漳山闸闸基渗流异常现象的反分析研究[R]. 河海大学水利水电工程学院, 2002.
- [6] 江苏省质量技术监督局. DB32/T 1713—2011 水利工程观测规程[S]. 2011.
- [7] 盐城市射阳河闸管理所. 射阳河闸工程现状调查分析报告[R]. 2002.
- [8] 漳山闸管理局. 漳山闸工程观测资料汇编(2015年度)[R]. 2016.
- [9] 江苏省淮阴闸管理所. 淮阴闸工程观测资料汇编(2018年度)[R]. 2019.

