

# 胥口水利枢纽节制闸不均匀沉降的特性分析

朱德龙<sup>1</sup>, 周子江<sup>2</sup>

(1. 江苏省太湖地区水利工程项目管理处, 江苏 苏州 215128;  
2. 江苏省水文水资源勘测局苏州分局, 江苏 苏州 215129)

**摘要:** 由于节制闸的自重及其地基基础和闸室上、下游水位的变化, 胥口水利枢纽节制闸存在垂直位移现象。根据节制闸沉降观测的特点, 提出节制闸垂直位移观测的设计方案, 通过垂直位移观测数据分析节制闸不均匀沉降的特性。

**关键词:** 垂直位移; 不均匀沉降; 节制闸; 基准点

**中图分类号:** TV663      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1007-7839 (2016) 03-0049-03

## Characteristics analysis of control gate uneven settlement of Xukou hydro project

ZHU Delong<sup>1</sup>, ZHOU Zijiang<sup>2</sup>

( 1. Taihu Lake Region Hydraulic Project Management Division of Jiangsu Province, Suzhou 215128, Jiangsu; 2. Suzhou Hydrology and Water Resources Investigation Bureau of Jiangsu Province, Suzhou 215129, Jiangsu )

**Abstract:** Due to the weight of the control gate and water level changes among foundation base upstream and downstream, vertical displacement exists in control gate of Xukou hydro project. According to the characteristics of the settlement observation, design scheme of the vertical displacement observation is put forward. Characteristics of control gate uneven settlement are analyzed by vertical displacement data.

**Key words:** vertical displacement; uneven settlement; control gate; reference point

## 0 引言

苏州古称“平江”, 境内河港交织、水网纵横、湖荡众多, 为了减少自然灾害带来的损失, 先后建设了许多不同类型的水工建筑物, 其中节制闸是平原水网地区重要的水工建筑物, 具有泄洪、排涝、挡潮和蓄水等多项功能, 以满足上下游用水或通航的需要。由于地面沉降、节制闸的自重及其地基基础和闸室上、下游水位的变化, 有些闸体存在不均匀沉降现象, 造成闸体水位和过水能力发生变化, 从而影响防洪抗灾能力。本文以胥口水利枢纽节制闸的沉降观测为例, 对节制闸不均匀沉降的特性进行探讨, 为工程管理、维护提供技术

支撑。

## 1 胥口水利枢纽工程概况

苏州市胥口水利枢纽工程是国家太湖治理重点工程之一, 位于胥江入太湖的交汇口, 南与环太湖路堤相连接, 北与国家太湖旅游度假区专线公路和苏州绕城高速公路西山站相贯通, 距古城苏州约 20 km, 是太湖洪水经胥江通往苏州主城区和阳澄淀泖地区的主要控制口门, 同时也是阻挡城区污水倒流太湖造成水源地污染的有效屏障。胥口水利枢纽于 1997 年 6 月建成并投入运行, 主要包括船闸 1 座、单孔 16 m 节制闸 1 座、太湖堤 1380 m、汽 -20 公路桥 1 座以及管理区等配套设施, 是

收稿日期: 2016-01-15

作者简介: 朱德龙 (1987-), 男, 硕士, 助理工程师, 主要从事水利工程建设管理工作。

融防洪、排涝、引水、通航、环保和旅游等功能为一体的综合性工程。

随着太湖水资源合理调度、水源水质保护等工作力度不断加大,原有的工程规模、通航口门已难以满足要求,针对此状况,太湖管理处自2005年底至2007年实施了新建复线船闸项目,闸室规模为:18×230×2.5 m,工程概算为5560万元。复线船闸投入运行后,整个工程科技含量和抗风险能力得到了极大提高,通航能力扩大了一倍,较好地缓解了工程在发挥社会效益和保障经济效益之间的矛盾,促使工程各项功能更有效地发挥。

## 2 绝对垂直位移和相对垂直位移

在对建筑物进行变形观测时,一般将建筑物下沉或上升称为垂直位移,其下沉或上升值称为沉降量。通过多年对胥口水利枢纽的观测,已测出节制闸有不均匀的垂直位移。节制闸垂直位移较复杂,长三角地区属于冲积平原,水文工程地质学者认为地面沉降是引起水闸沉降的主要原因,而地面沉降的主要原因则是大量开采地下水资源引起松散沉积地层的压缩,区域性地质构造运动也是大地垂直变形的原因之一。此外,节制闸产生垂直位移的原因还有节制闸建成后,由于闸的上、下游形成一定的水位差,闸室承受巨大的水平推力,使闸室向下受力甚至滑动,加上地基压缩性大、承载力低,在闸室自重以及外荷的作用下,地基有可能产生升降和不均匀沉降。根据上述理论,节制闸不均匀垂直位移,一方面受大地垂直形变影响,另一方面受节制闸自身结构和受力的影响,既有绝对变形值,也有相对变形值。为此,对胥口水利枢纽垂直位移观测也要分为绝对位移观测和相对位移观测。绝对位移观测是以不动区的基准点为依据,观测节制闸及其基础在节制闸自重、上下游静水压力作用下所产生的绝对位移,按照《建筑变形测量规程》,采用大地测量方法进行水闸沉降观测。胥口水利枢纽大院内的水准点苏Ⅲ-18-6-2是国家二等水准点,以此水准点的观测成果作为节制闸区的工作基点和水闸各观测点,即可得出水闸各观测点的绝对高程值,以2012年的高程值减去初始值即为沉降值(垂直位移值),相对位移观测,是观测相邻接缝间的相对位移。当闸体各部位有不均匀下沉时,可以测出各观测点相对位移值。

## 3 节制闸沉降观测点的特点

(1) 观测点布点密集。由于节制闸产生各种不均匀沉降,所以沉降观测点的布设密度要大些,一般混凝土板块接缝的棱角处均布设距离较近的2个测点。

(2) 观测点之间高差大。闸墩、翼墙与闸底板各观测点之间高差很大,从而使水准测量工作量增加。

(3) 水准测量的不等距性。由于沉降观测点的数目以及周围附属建筑物众多,水准测量不可能在每两个观测点之间安设仪器,所以一般要在某个测站上观测若干点。观测工作必须在不影响精度的情况下,限制间视距、前视距和后视距不等差的限差。

## 4 胥口水利枢纽观测设计方案

基准点是变形观测的基础,必须保证其坚固和稳定,故选用国家二等水准点——苏Ⅲ-18-6-2作为水准基点,采用DINI001电子数字水准仪进行引测,各个接缝板块设立观测点,在基准点和沉降观测点之间建立固定的观测路线,并在架设仪器站点与转点处做好标记,保证各次观测均沿统一路线。

节制闸沉降观测,主要采用水准测量方法。根据胥口水利工程管理处的测量要求,采用二等水准测量的精度,每年进行2次沉降观测,汛前、汛后各1次。

节制闸沉降观测点的布设是根据节制闸结构进行的,不能随意更改。沉降观测点的测量一般自起测工作基点开始,组成1条长条形的闭合环线,为了提高精度可进行往返观测或变换仪器高度观测。如果水闸很长,板块接缝的2个观测点靠得很近,则观测时选择一点当作转点,另一个作为间视点,这种观测方法,可保证前、后视距相等的条件。水闸垂直位移观测,应按照以下基本要求进行:

(1) 为确保沉降观测点高程中误差小于 $\pm 1.0$  mm,必须采用国家二等水准进行观测。

(2) 根据《国家一、二等水准测量规范》,一、二级水准观测的仪器, $i$ 角不得大于 $15''$ ,二等水准观测前后视距差 $\leq 2.0$  m,前后视距差累积 $\leq 3.0$  m,即可满足要求。

(3)首次(初始值)观测时,沉降观测依据的基准点、工作基点和水闸的沉降观测点,要确保点位稳定,所用仪器、设备要稳定,观测人员要稳定,观测时的环境条件应基本一致,观测路线、镜位、程序和方法要固定,以后的各期观测争取做到上述“五定”。

以上措施在客观上尽量减少了观测误差的不定性,使所测的结果具有统一的趋向性,保证各次复测结果与首次观测的结果可比性一致,使所观测的沉降量更真实。

## 5 水闸不均匀沉降的观测结果

由于船闸受到过船碰撞等影响,个别沉降观测点的沉降变化幅度较大,不具备代表性。因此,选择节制闸的沉降数据进行分析。

胥口水利枢纽节制闸每块底板布设4个沉降观测点,两岸翼墙接缝处共布设40个沉降观测点,其中上游布设28个,下游布设12个,共有沉降点44个(图1)。

从1997年到2013年10月份的垂直位移量过程线可知,底板各沉降点总沉降量为44 mm,平均

11.00 mm/个,其中上游总沉降变化量为23 mm,平均11.50 mm/个,下游总沉降变化量为21 mm,平均10.50 mm/个。两岸上、下游翼墙总沉降量为456 mm,平均11.40 mm/个,其中上游翼墙总沉降变化量为329 mm,平均11.75 mm/个,下游翼墙总沉降变化量为127 mm,平均10.58 mm/个。

## 6 结语

根据历年胥口水利枢纽沉降观测资料,分析得出节制闸不均匀下沉有如下特点:

(1)闸墩的沉降量比翼墙的小,主要是因为节制闸闸室设计标准高,地基基础好。

(2)节制闸上游的沉降量比下游的大,这和水位的变化有关,通常节制闸上游水位高于下游水位。

(3)由于闸底板沉降不均匀,闸室容易产生纵向倾斜(垂直河流方向)。

(4)各沉降观测点汛后沉降量大于汛前沉降量,汛后高程低于汛前高程,通常是因为汛后水位比汛前水位要高,水体的自重汛后要比汛前大,产生的影响也相应要大。

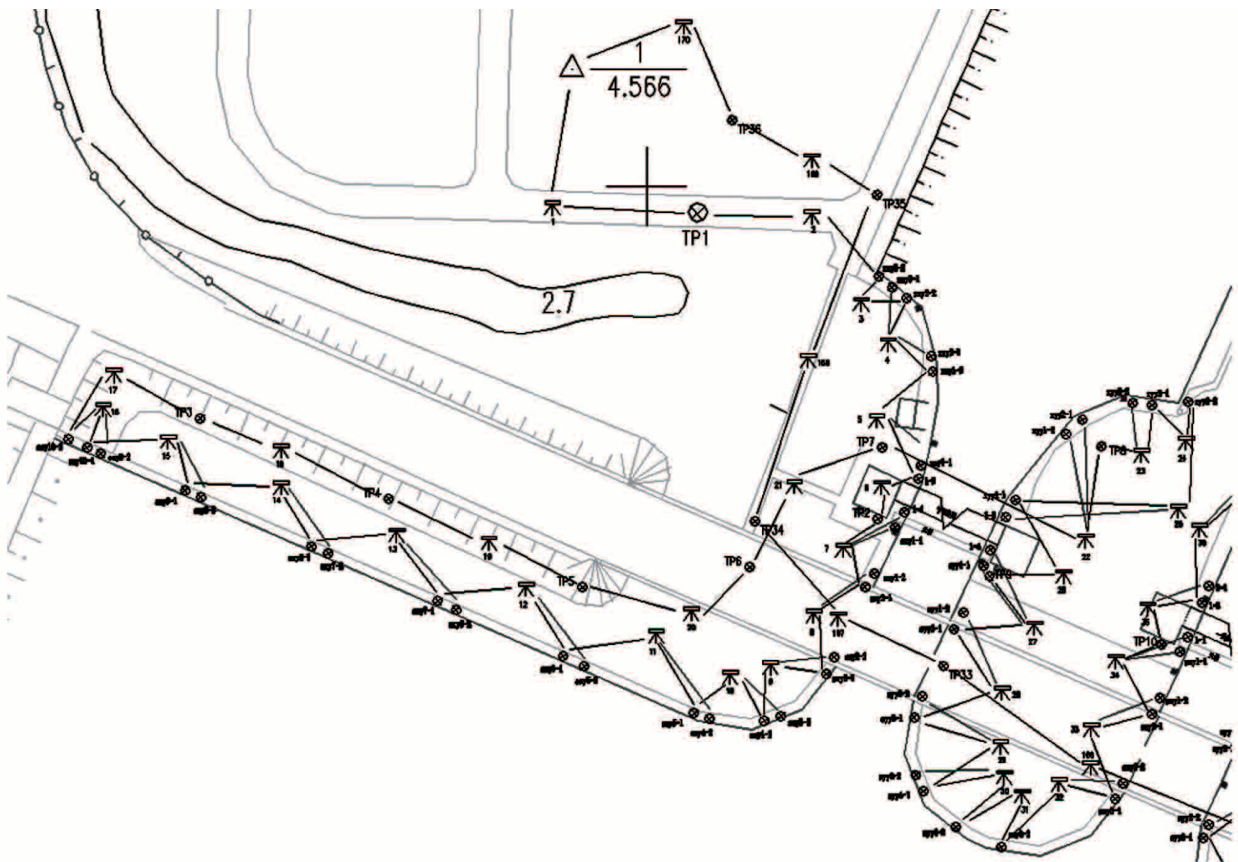


图1 胥口水利枢纽节制闸沉降观测点位置示意图

(责任编辑:徐丽娜)