

围堰变形监测实施研究

张建民

中交华南勘察测绘科技有限公司, 广东 广州 510220

[摘要]文中聚焦崖门出海航道二期工程(YMEQ3 合同段)的航道疏浚项目,以其中的围堰工程作为研究实例,系统性测试多种位移监测方法。通过对不同方法的比对分析,优化监测流程,大幅提升监测精度与效率。希望这些探索与实践成果,能够为后续类似围堰工程的监测工作,提供详实的监测数据支撑以及可借鉴的方法范式。

[关键词]变形监测;竖向位移;水平位移;深层水平位移

DOI: 10.33142/hst.v8i4.16059

中图分类号: TV551

文献标识码: A

Research on the Implementation of Cofferdam Deformation Monitoring

ZHANG Jianmin

CCCC Southern China Surveying and Mapping Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510220, China

Abstract: This article focuses on the channel dredging project of the Yamen Sea Going Channel Phase II Project (YMEQ3 contract section), using the cofferdam project as a research example to systematically test various displacement monitoring methods. By comparing and analyzing different methods, optimizing the monitoring process, and significantly improving monitoring accuracy and efficiency. I hope that these exploration and practical achievements can provide detailed monitoring data support and reference methods for monitoring work similar to cofferdam projects in the future.

Keywords: deformation monitoring; vertical displacement; horizontal displacement; deep horizontal displacement

引言

在水利建设领域蓬勃发展的当下,围堰作为临时性水工建筑的核心组成部分,在设计、施工及运行阶段,监测技术的重要性愈发突出。近年来,大型、超大型水利项目不断涌现,工程规模持续扩大,这对观测精度提出了极为严苛的要求。

精确的变形监测,不仅是判断围堰工作性能、预警潜在风险的核心环节,更是守护水利工程安全的重要防线。一旦监测环节出现疏漏,微小的变形未被察觉,都可能在复杂的水流、压力作用下,演变成严重的安全事故,造成不可估量的损失。

因此,对围堰变形监测技术进行深入探究,既能够帮助我们掌握围堰的运行规律,及时发现隐患,还能带动整个行业的技术革新,为今后围堰工程的建设提供更科学、更精准的技术支撑,助力水利建设事业迈向新的高度。

1 工程概述

本次监测区域处于崖门出海航道二期工程航道疏浚工程(YMEQ3 合同段)项目新洲围纳泥区周边。新洲围纳泥区的西侧、南侧和北侧,借助已有的海堤或土堤当作挡水围堰;西堤北侧的两座水闸,作为纳泥区的水门排水通道,为防止水闸受到施工影响,在水闸内侧口门边缘修筑了339m长的保护围堰,并对其余水闸进行封堵,封堵总长度达76m。东侧则依托现状塘埂,向内修筑长度为4383m的围堰。整个纳泥区的纳泥面积为527.2万 m^2 。

依据《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497—2019

的相关规定,该工程基坑被划分为一级安全等级。结合设计文件规划的17个监测断面,以及考虑到现场实际需求增设的7个监测断面,总计在4383m长的围堰上,合理设置了24个监测断面。这些监测断面之间的间距在100m至300m范围内,以便更全面、准确地监测围堰的状况。

2 监测内容

根据设计要求,对围堰表面水平位移、竖向位移、深层水平位移开展监测。施工期间监测频次为1d1次。依据设计文件竖向位移应小于15mm/d、水平位移应小于5mm/d、深层水平位移应小于5mm/d。

3 监测方法

为确保同一监测项目数据的准确性与连贯性,在开展监测作业时,应遵循以下规定:

(1) 统一观测方法与路线:每次监测均需采用一致的观测方法,并严格按照既定观测路线进行,杜绝因方法和路线差异导致的误差。

(2) 固定监测仪器设备:使用同一台监测仪器及配套设备开展监测。仪器的一致性,能减少不同设备间的系统误差,确保监测数据的稳定性。

(3) 稳定观测人员团队:安排固定的观测人员负责监测任务。因为固定的人员对仪器操作更熟悉,对观测流程更了解,可降低人为因素造成的误差。

(4) 维持环境条件一致:尽量在基本相同的环境和条件下进行监测工作,将外界环境对监测结果的影响降到最低限度^[1]。

3.1 表面水平位移监测方法

在水平位移监测领域,常用方法包含前方交会法、自由设站法、导线测量法、极坐标法、视准线法以及小角法。这些方法在不同场景下各有优劣,需依据实际监测环境合理选择。本次测区毗邻大面积水域,这种特殊的地理环境严重限制了工作基点的布设。视准线法和小角法,虽然理论上能提供较高的监测精度,但在长视准线条件下,弊端显著。随着视线距离的增加,照准误差会被放大,甚至可能导致照准困难,极大影响数据采集的准确性。

不仅如此,这两种方法自动化观测实现难度较大,外界环境因素对测量结果的干扰明显。此外,当位移标点的位移量超出系统最大偏距值时,便无法进行正常观测。因此,在大面积水域这类复杂测区,视准线法和小角法的使用存在较大的局限性,难以充分满足实际监测需求。^[2]综合考虑后决定采用极坐标法来测定位移量。具体测量方法如下:

在施工区域周边合理布设基准点与工作基点。为获取这些点的精确坐标,采用导线测量法进行实地观测,并通过内业数据处理与平差计算,确定每个点的坐标。同时,为确保工作基点的可靠性,需周期性开展稳定性检验工作。测量前,为降低仪器误差,需将全站仪提前拿出晾置一段时间,使仪器温度与外界环境温度充分平衡。此外,在每一个测站测量之前,操作人员需准确输入实时的温度、气压数据。正式测量时,先将全站仪架设在选定的基准点上,严格做好对中及整平工作。随后,以工作基点作为后视进行定向操作,通过全站仪测定监测点与工作基点之间的角度、距离数据,从而计算出各监测点的坐标。为提高数据准确性,每个监测点需测量三次,并取平均值作为初始值。在后续的监测周期中,采用同样的测量方法,将各期测量数据与初始值进行对比,进而精确计算出监测点的水平位移变形量。

3.2 表面竖向位移监测方法

3.2.1 竖向位移监测方法确定

在竖向位移监测作业中,水准仪、连通管、全站仪等都是常用的测量仪器。本次监测的表面竖向位移监测点均位于围堰顶部,而工作基点则设置在施工区外的稳固区域。受围堰阻隔,使用普通水准测量方法难以实现监测点与工作基点的联测。综合考量测量精度和作业效率,最终确定采用附合水准路线与全站仪三角高程测量相结合的方案。

3.2.2 测量准备与实施

在测量工作开展前,需将测量仪器提前拿出晾置,让仪器温度与外界环境温度达到平衡。对于水准仪,还要进行*i*角校验,校验合格后,按照国家三等水准测量规范施测。测量时,在工作基点和距离它最近的相邻监测点之间架设全站仪。当水准路线经过相应点位时,借助全站仪的三角高程测量功能测定这些点位的高程,并将测定的高程值当作已知数据,用于后续内业数据平差处理。每个监测点需重复测量三次,取平均值作为初始值。在后续各期监测中,沿用相同的测量方法。通过将各期测量所得数据与

初始值进行对比,精确计算出监测点的竖向位移变化量,以此实现对监测点竖向位移的有效监测。

3.3 深层水平位移监测方法

本次测斜监测中,测斜孔间距在100~300m之间,测斜管平均深度达24m。加之围堰下方车辆通行极为不便,为提升监测效率,决定使用两台测斜仪同步作业,分别从测区两端向中间推进,每台测斜仪负责固定的测斜孔,避免仪器间误差相互干扰。测量前,先将测斜仪探头的A+面朝向围堰外侧,平稳放入测斜管。放置一段时间,让测斜仪与测斜管温度达到平衡,待仪器读数稳定后,开始正式测量。测量时,利用测斜仪从测斜管底部自下而上进行数据采集,以0.5m为间距设置测点,测定不同深度的土体水平位移量。为消除仪器自身误差,每个测点都要按180°正反向各测量一次。对采集到的测斜数据,在进行数据计算时,取同一测点正反向测量结果的平均值,以此作为该测点土体水平位移的最终数据,确保测量数据的准确性。

4 监测成果分析

在围堰监测工作中,共布设24条监测断面。每个监测断面均设有1个竖向位移监测点,该监测点同时用于水平位移监测,此外还配置一条测斜管。经研究,本文选定整体最大变形断面XH3+000展开深入分析。此断面处于吹填管周边,且位于围堰长直边位置,独特的地理位置,使其在变形方面极具代表性,值得重点关注。

4.1 围堰表面水平位移

根据数据统计,该断面表面水平位移监测点累计变化量为109.2mm,是累计位移最大点,相对变化量最大值为1.9mm/d,表面水平位移整体呈现逐步向纳泥区外侧偏移的趋势,主要变化量发生在吹填施工期间。



图1 WY13水平位移变化量累计曲线

4.2 围堰表面竖向位移

数据统计结果显示,XH3+000断面表面竖向位移监测点累计变化量达-376mm,相对变化量最大值为-6mm,且在出现相对变化最大值的次日,该点相对变化值依旧较大。经分析,这一现象是由围堰施工造成的。当该区域围堰停

止施工后,相对位移变化量逐渐恢复至常规波动速率。整体来看,表面竖向位移观测点呈现出逐步下沉的趋势,且主要变化集中在吹填施工阶段。由此表明,吹填与围堰施工活动,对该断面竖向位移产生了显著影响。

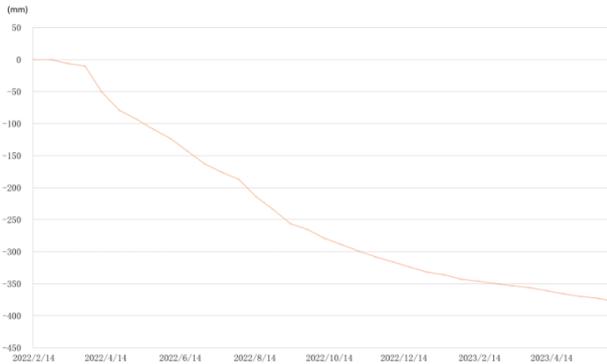


图2 CZ13 竖向位移变化量累计曲线

4.3 深层水平位移

数据统计表明, XH3+000 断面的累计变化量处于 [100.07, 108.97]mm 区间。就深层水平位移而言,最大变化值出现在测斜管管口附近。值得注意的是,尽管管口附近变化值相对突出,但整个断面深层水平位移变化态势平稳,所有数据均未超出控制值。

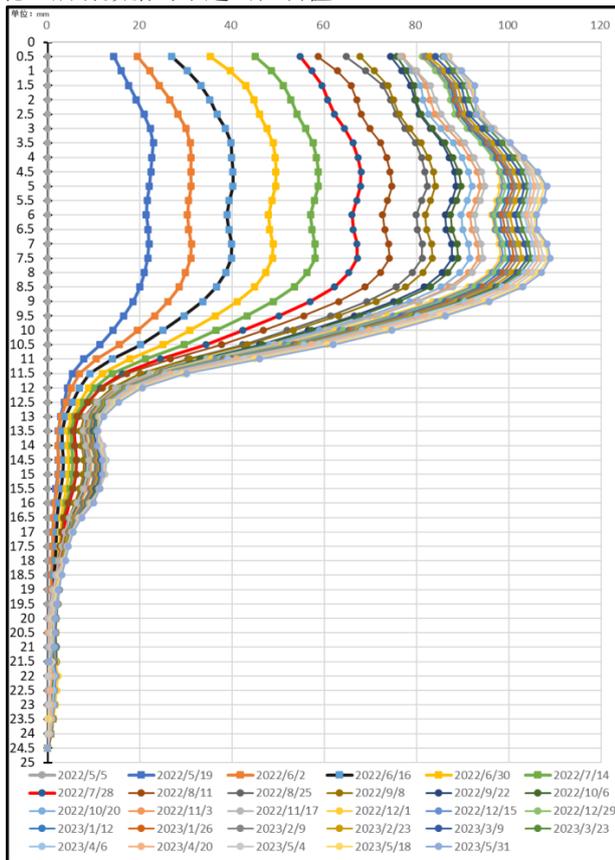


图3 CX13 深层水平位移变化量累计曲线

进一步分析发现,相对变化量最大值集中出现在吹填施工阶段。这主要是因为该测斜孔靠近吹填管头,受吹填作业的影响显著。不仅如此,相邻测斜孔的深层水平位移同样相对较大,进一步印证吹填作业对该区域土体深层水平位移具有广泛影响。

4.5 监测成果综合分析

通过对围堰各项位移监测数据的梳理分析可知,在水平位移方面,围堰表面监测点均表现出向纳泥区外侧位移的趋势,且所有监测点的位移变化值均在控制值范围之内。竖向位移上,围堰表面监测点无一例外呈现下沉趋势,各项变化值同样低于控制值。

深层水平位移监测结果显示,深层土体主要朝着纳泥区外侧倾斜。值得关注的是,深层水平位移的变化趋势与地表沉降基本吻合,在时间和空间维度上,二者存在紧密的关联性。鉴于此,在进行数据分析时,可将这两类数据综合考量,通过相互验证的方式,提高数据解读的准确性与可靠性,从而更全面地掌握围堰的变形特征^[3]。从总体来看监测断面 XH3+000 整体位移量最大,其次为临近的其他监测断面。

5 结语

(1) 施工与位移的关系及监测点保护

围堰位移变化和施工过程联系紧密。在围堰施工期间,施工区域周边的监测点,位移普遍较为明显。鉴于此,必须对监测数据展开细致分析,深入了解围堰的实际变形情况。另外,围堰施工期间作业环境复杂,监测点极易遭到损坏。因此,要强化对监测点的保护工作,一旦发现监测点损坏,需及时补充埋设,确保监测工作的连续性与完整性。

(2) 吹填施工对围堰稳定性的影响

吹填施工期间,围堰所承受的压力较大,整体位移量偏大。不过,随着吹填方量逐步减少,围堰所受外力减弱,其稳定性也随之增强,逐渐趋于稳定状态。

(3) 监测数据对施工的指导价值

在整个监测过程中,监测数据为施工决策提供了有力支持,对施工进度把控、工艺调整等方面起到了良好的指导作用,为围堰安全施工和顺利建设提供了重要保障。

[参考文献]

- [1]GB 50497-2019,建筑基坑工程监测技术标准[S].
- [2]王志明.几种水平位移监测方法的分析和比较[J].上海建设科技,2008(5):75-77.
- [3]方金文.基坑深层水平位移监测数据分析[J].城市勘测,2024(1):200-204.

作者简介:张建民(1992.8—),性别:男,学历:本科,毕业院校:华北水利水电大学,所学专业:测绘工程,目前职称:工程师。