

文章编号: 0494-0911(2011)05-0067-03

中图分类号: TU196

文献标识码: B

大型反应沉淀池沉降变形规律研究

荣延祥¹, 卢小平², 程 钢²(1. 深圳市地质局, 广东 深圳 518023; 2. 河南理工大学 矿山空间信息技术
国家测绘局重点实验室, 河南 焦作 454003)

On Deformation Law of the Large Reaction Sedimentation Pool

RONG Yanxiang, LU Xiaoping, CHENG Gang

摘要:深圳龙华茜坑水厂扩建工程——大型反应沉淀池在满荷载运行约1年后,由于池壁出现明显沉降不均、扭转,局部伸缩缝胶带拉裂、池底渗漏等现象,导致池顶刮泥机轨道变形,使得刮泥机不能正常运行。因此,必须对此进行二次加固处理。在对加固工程长达4年的连续跟踪监测过程中,详细记录了大型反应沉淀池变形的全部数据,据此分析,研究加固处理后的变形规律,并验证池体基础施工设计、结构设计的合理性,为今后类似工程设计、施工提供参考,还可为茜坑水厂反应沉淀池安全、高效地运行提供技术支持。

关键词:反应沉淀池;加固处理;变形;沉降

一、工程及地质概况

龙华茜坑水厂大型反应沉淀池坐落于深圳市大浪工业区北侧山间谷地,其平面尺寸设计为:东西向长131.7 m,南北向宽65.6 m,分为相对独立的南、北两池,每个池宽29.9 m,两池间隔为5.8 m。池高5.8 m,正常运行水深4.6 m,沿池体东、西向每隔约27 m布置了4条南、北方向的伸缩缝。

受地形条件的限制,池体东西两端基础坐落于山体基岩上,中间部分的基础坐落于山谷间回填土上。岩土的工程特性为:①填土层层位分布不稳定,厚度变化大、层底面坡度大,因土中混杂碎、块石,空洞大,仍呈松散状,属本场地极不稳定土体,

承载力较低;②含砂黏性土层层位分布较不稳定,属本场地不稳定土体,承载力较低;③砾质黏土层层位分布不稳定,属本场地较稳定土体,承载力随深度的加大而增加;④强风化粗粒花岗岩层层位分布较稳定,风化程度高,属本场地稳定土体,承载力高。

二、监测测量方法

本项目采用了固定参考系对反应沉淀池进行系统监测。为保证对水池的沉降及位移的全面观测,将基准点布设于周边山体基岩上,在水池顶、底部以及伸缩缝的两侧以矩形网格的形式均匀布设了90个沉降及位移监测点(如图1所示)。

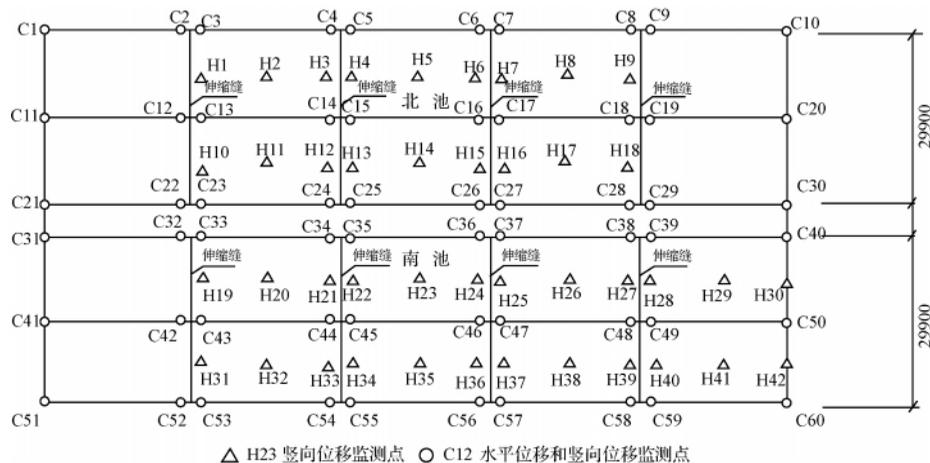


图1 沉降监测点布置图

收稿日期: 2011-04-06

基金项目: 国家基础测绘科技项目(测科函[2009]44号); 矿山空间信息技术国家测绘局重点实验室开放基金资助课题

作者简介: 荣延祥(1966—),男,湖北仙桃人,高级工程师,主要研究方向为城市测绘与精密工程测量。

沉降及位移观测使用的是 TOPCON GTS332 全站仪和 NI005 水准仪。加固处理施工期间(4 个月)每 1~2 d 观测一次;施工完成后两年内每 3 个月观测一次;第 3~6 年每 6 个月观测一次,并记录详细的跟踪监测数据。

三、监测成果分析研究

在反应沉淀池加固处理前期和加固施工期间,由于注入地下的水泥浆沿素填土层缝隙大量流失,使得局部填土层遇水湿陷、固结沉降以及局部地基处理深度不到位,导致伸缩缝沉降开裂、底板隆起,从而产生了严重渗漏。对此,后期采用较为先进可靠的袖阀管注浆技术进行了加固处理,根据监测得到的沉降数据进行了建模分析,并对后续沉降进行了预计。图 2 是部分点的沉降监测曲线图。

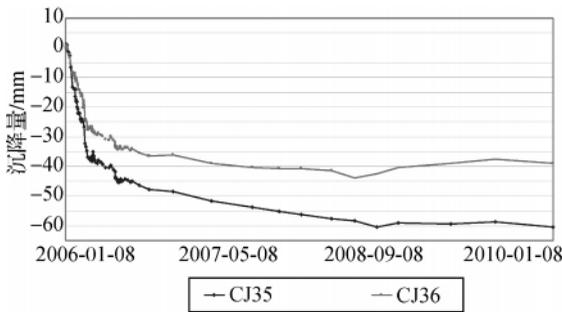


图 2 沉淀池变形监测沉降曲线

通过对沉降曲线的分析,发现沉降随时间的发展过程呈双曲线关系,其数学模型为

$$S = S_0 + \frac{T - T_0}{A_0 + B_0(T - T_0)} \quad (1)$$

式中 T 、 T_0 为预测时刻及起始时刻; S 、 S_0 分别为 T 、 T_0 时刻对应的沉降量; A_0 、 B_0 为模型参数。

对式(1)进行数学变换,可表示为

$$\frac{T - T_0}{S - S_0} = A_0 + B_0(T - T_0) \quad (2)$$

式(2)表明: $\frac{T - T_0}{S - S_0}$ 与 $T - T_0$ 为线性关系,而 A_0 、 B_0 分别表示截距和斜率。若将待定参数 A_0 、 B_0 视为固定常数,则可根据实测数据通过线性最小二乘法拟合得到待定参数 A_0 、 B_0 。利用实测的 S_0 和 T_0 值,根据式(1)可求出任意时刻 T 时的沉降量 S ,据此预测最终的沉降量为

$$S_\infty = S_0 + \frac{1}{B_0} \quad (3)$$

根据 CJ35 点的沉降数据,利用最小二乘原理计算得出: $A_0 = -1.54594$, $B_0 = -0.01609$ 。图 3 即为沉降量变化曲线与双曲线拟合函数的对比图,由

式(3)可计算出最终的沉降量为 -63.5659 mm。通过对图 3 的分析,可以得出在第 1693 d(2010-09-17)时沉降量约为 -60.54 mm,基本达到了稳定状态。

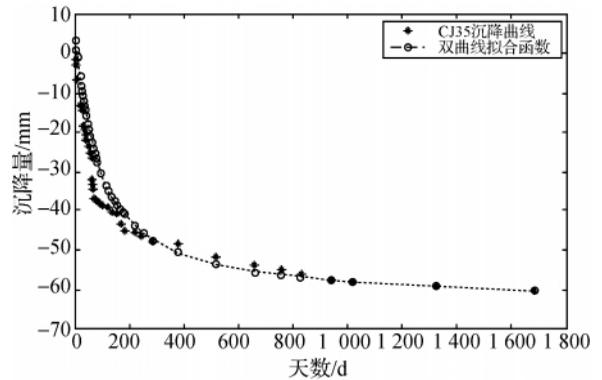


图 3 沉降量曲线和双曲线拟合函数对比图

1. 反应沉淀池加固处理前期的变形

参照水池满负荷运转时的水面水平线位置,然后测量池中部分沉降最大点位的瓷砖缝隙,得出前期池体中部沉降约为 25 cm。造成如此大的沉降的原因是前期地基处理过程中,注入地下的复合性水泥浆沿尚没完全密实的素填土层缝隙大量流失,导致局部填土层遇水湿陷、自重固结沉降或局部地基处理深度不到位,其特征主要表现为:伸缩缝开裂、池体错位(表明有位移)、底板隆起,严重渗漏(如图 4 所示)。因此,必须进行加固处理才能投入运营。

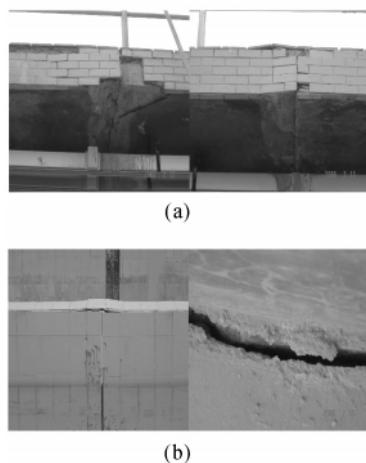


图 4 沉淀池加固处理前的变形情况

2. 反应沉淀池加固处理施工期间的变形监测

本项目采用袖阀管注浆技术进行加固处理。设计加固处理深度为上入原搅拌桩 1 m、下入残积黏性土层(含砂黏性土层或砾质黏土层) 1 m。按设计套壳料的配合比配置套壳料,注入钻孔后养护 5 d,最长不超过 7 d 进行开环。开环采用慢速法,一般开环压力 0.6~1.0 MPa,少数孔要多次开环并配

合跳开法方可打开套壳料,压力达到 2 ~ 2.5 MPa。沉淀池变形曲线如图 5 ~ 图 7 所示。

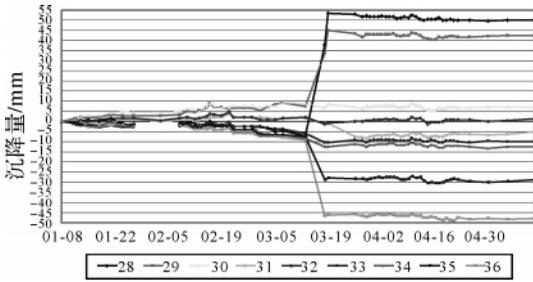


图 5 沉淀池底板沉降曲线

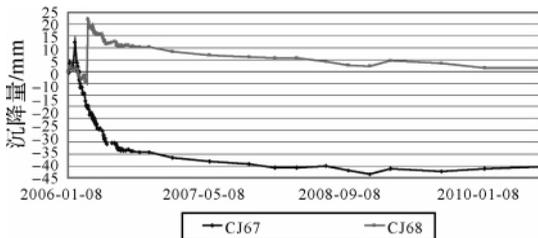


图 6 沉淀池沉降曲线

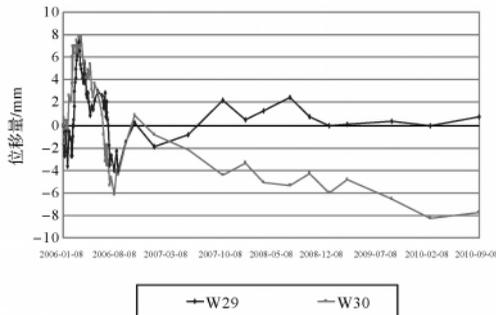


图 7 沉淀池位移曲线

从反应沉淀池加固处理变形监测曲线图中可以看出,池体在下沉过程中局部有反弹(如 2006-03-19 前后),反弹时间约 10 d,具体为底板局部上升约 60 mm,池壁上升约 30 mm,池壁反向位移约 10 mm,局部伸缩缝胶带再次拉裂,池底隆起并产生纵向裂缝。产生的原因是施工过程中急于赶工期,慢速注浆压力超过了 0.5 MPa,某些伸缩缝两侧池体回升过度及不均匀上升,导致池体加固处理纠正过度。但池体变形幅度仍在可修复范围之内,经调整施工方法后池体恢复正常下沉趋势。

3. 反应沉淀池加固处理后的变形

2006-07-01—2007-01-20 为反应池的试水期。在此期间,池壁南北向位移约为 1 ~ 6 mm,沉降约 1 ~ 5 mm,并发生池顶刮泥机轨道变形导致刮泥机不能正常运行。但池壁位移量并不大,原因是水池

在盛满水后池壁南北两侧发生对向位移,导致其上固定轨道局部位置轨距超限(允许误差为 ±5 mm),卡住导轮致池顶刮泥机无法运行。对轨道轨距调整之后,此现象消除。

2007-01-20—2010-09-17 为反应池的运营期,历经 3 年 8 个月。在 2007-01-20—2009-05-08 期间,池体累计沉降量在 1 ~ 10 mm 范围,累计位移量为 1 ~ 4 mm;2009-05-08—2010-09-17 期间,池体累计沉降量在 1 ~ 3 mm 之间,累计位移量在 1 ~ 2 mm 范围。运营期间,反应沉淀池经历了数次台风暴雨考验,其最近一年半的变化平均速率为:池体沉降为 0 ~ 0.006 mm/d,位移量为 0 ~ 0.004 mm/d,符合式(2)对反应池沉降的预测结果。

4. 反应沉淀池不同时期变形规律

对反应沉淀池在前期、二次处理期间、试水期、运营期等不同阶段的变形量进行统计分析后,可以看出,池体前期阶段呈现出明显的沉降不均、扭转,在二次处理加固、试水期以及运营期阶段,池体变形呈逐渐减小趋势;二次处理期间变形量比处理前锐减,试水期间变形趋于稳定,到了运营期间变形基本稳定,其变化规律如图 8、图 9 所示。

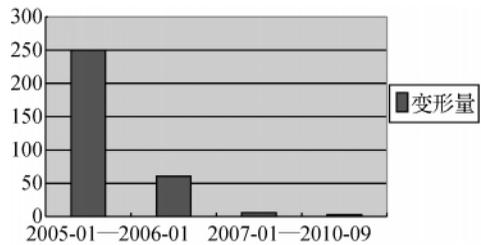


图 8 沉淀池在不同时间的变形规律

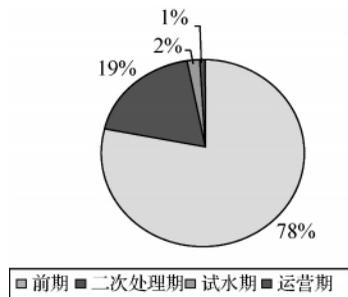


图 9 沉淀池体在不同阶段的变形规律

四、结束语

本文在对大型反应沉淀池加固工程的长期变形监测中,通过对大量数据的系统分析和研究,建立了相应的变形预测模型,对反应池 4 年多的跟踪

(下转第 75 页)

1) 外业室根据生产业务需求确定数据更新区域,并提交给数据中心。

2) 数据中心管理员根据外业室提供的区域范围提取测绘文件,并转换为外业测绘平台可使用格式,然后反馈给外业室。

3) 外业室根据相关更新规范进行数据采集,并经内业处理和自检、组检后提交给数据中心,其测绘与原流程保持一致。

4) 数据中心首先对外业室提交数据进行初步检查,确保入库数据格式、范围正确,内容完整,以保证入库过程顺利;然后对提交数据进行内容检查和冲突检测,包括程序检查(全部)和人工抽检,主要有数据标准检查、属性项检查、空间拓扑关系检查、等高线检查、注记类检查、图廓层检查和人工抽查7个方面。如果全部合格,则入库更新完成;如不合格,则将问题反馈给外业室,回到步骤3)。

六、结束语

城市空间信息具有内容广泛、分辨率及几何精度高、老化快等特点,而目前数字城市建设过程中,基础测绘保障服务存在层次低、效果有待改善、模式单一等问题,亟待进一步提高解决^[7]。信息化测绘特征下的生产组织体系调整建议注意以下几点问题:

1) 多方配合,注重产学研相结合。测绘数据生产单位归根结底是一个生产企业单位,仅依靠自我力量进行信息化建设显然力量不足,而学校和科研院所对企业需求又不甚了解,需要多方配合并结合实际情况设计方案共同推进信息化测绘体系建设。

2) 落实责任,专门部门负责生产组织和整合。信息化测绘体系具有较强的开放性,它并非建成后就一成不变,而是随着先进的测绘技术手段发展而变化,另外,信息化测绘体系运行过程中需耗费大量人力物力。因此,需落实具体部门专门负责框架整合和日常运作,以保证方向性和实用性。

3) 加强服务理念,积极市场推广。借助政府和网络平台,与运营商等大型商企共同搭建物联网、位置服务等平台,推广民众应用,增大空间信息数据服务层次的广度与宽度,使数据资源优势发挥其最大功效。

参考文献:

- [1] 李德仁,邵振峰. 信息化测绘的本质是服务[J]. 测绘通报, 2008(5): 1-4.
- [2] 张继贤,唐新明,瞿亮. 关于我国信息化测绘技术体系建设的思考[J]. 测绘通报, 2008(5): 11-16.
- [3] 肖建华,罗名海,王厚之. 城市测绘的发展历程: 从模拟测绘、数字测绘到信息测绘[M]. 北京: 测绘出版社, 2009: 80-81.
- [4] 杨凯. 信息化测绘: 一个新的战略方向[N]. 中国测绘报, 2006-05-16(1).
- [5] 李德仁,苗签发,邵振峰. 信息化测绘体系定位和框架[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2007, 32(3): 189-195.
- [6] 马妮,李维功,马建良. 空间信息服务组织的应用软件体系规划[J]. 测绘通报, 2008(7): 19-22.
- [7] 王丹. 从数字城市空间信息应用看信息化测绘的服务特征[J]. 测绘通报, 2008(5): 17-21.

(上接第69页)

变形监测表明,本文所建立的沉降预测模型达到了预期目标。

参考文献:

- [1] 龚晓南. 高等土力学[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1996.
- [2] 金锡斐,江维文. 双曲线法在软土地基沉降预测中的适用性研究[J]. 浙江水利学报, 2008(5): 47-50.
- [3] 张仪萍,张士乔,龚晓南. 沉降的灰色预测[J]. 工业建

筑, 1999, 29(3): 45-48, 57.

- [4] 刘兴发,高玉森. 沉降预测模型概述与分析[J]. 科技信息, 2008(20): 380-410.
- [5] 袁定伟,郑加柱. 建筑基坑变形监测方法分析[J]. 山西建筑, 2007, 33(8): 138-139.
- [6] 涂许杭,王志亮,梁振森,等. 修正的威布尔模型在沉降预测中的应用研究[J]. 岩石力学, 2005, 26(4): 621-623.