

# 水闸工程中钢板桩围堰施工技术的应用研究

赵雅智

(安徽省淮河河道管理局, 安徽 蚌埠 233000)

**摘要** 为研究围岩施工过程中对钢板桩的变形影响, 本文以某围堰实例, 采用有限元法, 对不同施工次序的钢板桩围堰进行了比较研究。研究结果显示, 改良后的钢板桩围堰变形比常规工艺小 4.2%, 说明采用钢板桩围堰施工次序后, 钢板桩围堰的稳定性能得到了显著改善; 通过对施工工艺的改进, 可以极大地增强围堰内部支护之间的协同工作, 使围堰支护体系具有更好的整体性和优越性; 通过对改造工艺的监测值、计算值以及常规工艺的计算值进行比较, 可以看出, 在钢板桩围堰的位移的变化规律上, 不同工序的监控值与计算值相差不大, 在常规工序中, 通过对钢板桩围堰的施工程序的改进, 可以减少板桩的变形, 增强其整体的稳定与安全。

**关键词** 水利工程; 围堰施工; 钢板桩围堰

中图分类号: TV66

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)04-0121-03

随着沿海经济的迅速发展, 各种大型水库的修建也随之增多。在滨海地区, 水利水电工程的基础往往是深厚软弱层, 以淤泥或者淤泥质粉质粘土为主。目前, 采用混凝土围堰、砌筑围堰等施工方法, 因其处理工艺复杂, 造价较高, 已不能适应现代水利工程建设对闸门的要求。而钢管桩框格填土围堰技术是一种适用于地基变形能力强、断面小、造价低、施工简便的新型结构形式, 是一种适合我国国情的新型水工建筑物。

## 1 工程概况

某水闸工程设计为 1 级通航, 船闸宽度为 80.5m, 闸室长度为 30m, 主要建筑物为 3, 附属建筑物为 4 级。该船闸闸室长 100m, 净宽 12m, 上、下游引水通道 50m, 引水墙 20m。船闸主体结构为一块式, 闸室及上、下闸门首部采用 100cm 直径的钻孔灌注桩, 底端为强风化地层。图 1 显示了该工程中使用的钢板桩的平面布局, 其平面大小为 20.5m×12.76m。围堰、角撑、对撑均采用同一种工字钢。表 1 显示了水闸的地质参数。

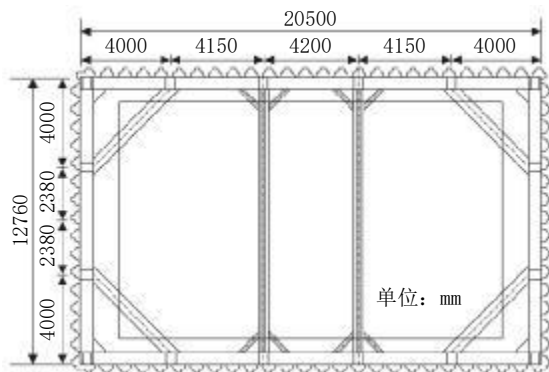


图 1 围堰布置平面图

表 1 地质参数

岩土类型	底层标高 /m	厚度 /m	黏聚力 c/kPa	内摩擦角 / (°)	重度 $\gamma$ / (kN·m <sup>-3</sup> )	变形模量 E/MPa	泊松比 $\mu$
粉砂	-5.2	2.5	3	12	18.5	12	0.3
淤泥	-13	7.8	5	4	16.5	0.8	0.4
粉质黏土	-16.7	2.4	16	13	18.5	24	0.3

## 2 钢板围堰工序的改进以及建立三维模型

### 2.1 工序的改进

经过勘察, 确定本工程中钢板桩围堰的支护深度为 13.5m, 超出了一般工程的 10m, 因此, 传统的围堰施工次序不能很好地适应工程需要, 因此选择了改良的施工顺序。

通常采用钢板桩围堰的施工程序是先将围堰中的一部分抽走, 如果先做好下面的支撑, 那么就会先安装支架, 这样就会累积变形, 形成较大的弯矩, 危及围堰的安全<sup>[1]</sup>。由于钢板桩是在水里施工的, 所以必须要有一个支架, 然后将所有的水都放进去, 这样就不会发生变形。该施工工序是首先将角撑、对撑和围模焊接起来, 然后将支撑结构移至适当的位置, 调节水平度, 再在浇筑钢板桩和混凝土封底, 最后将所有的水一次排干。由于事先设置了支护, 因此泵送时对围堰的变形影响不大, 同时大幅度地减小了混凝土的弯矩, 使结构的安全度得到了很大的提高。

### 2.2 建立三维模型

在此基础上, 采用的有限元分析软件能对项目进行排序, 分别构建了两个工艺改善前后的有限元模型,

这样就可以计算和分析围堰在施工期间的变形规律,对比分析两种不同工艺条件下的钢板桩的变形变化,探讨不同施工工艺对钢板桩变形的影响<sup>[2]</sup>。

一般采用常规工艺进行钢板桩围堰,钢板桩的刚度一般只有理想刚度的二分之一,经过工艺改进后,钢板桩受内部支撑的限制,它的刚度达不到设计值的50%,所以就按理想值的30%来计算。在建立数学模型时,对围堰原来开挖面以下及周围进行扩深,使围堰长、宽、高分别为101.5m、93.76m、54m,并按围堰深3倍进行扩大<sup>[3]</sup>。对内撑、檩、钢板桩等采用线性弹性力学模型;选择MC弹性模型作为土的本构模型;采用有限元分析软件的自定义函数,实现了模型的网格自动剖分。

在一般的过程中,模型将其划分为五个步骤:

第一道工序是首先铺设一层圈梁及支护,浇筑钢板桩,并将水位降至二道撑下0.5m处。

第二道工序是进行第二道圈梁及支护,浇筑钢板桩,并将积水排至第3层0.5m处。

第三道工序是进行第3道圈梁及支护,浇筑钢板桩,并向第4道楼板下0.5m处抽水。

第四道工序是进行第4道圈梁及支护,浇筑钢板桩,并将水位降至5层以下0.5m。

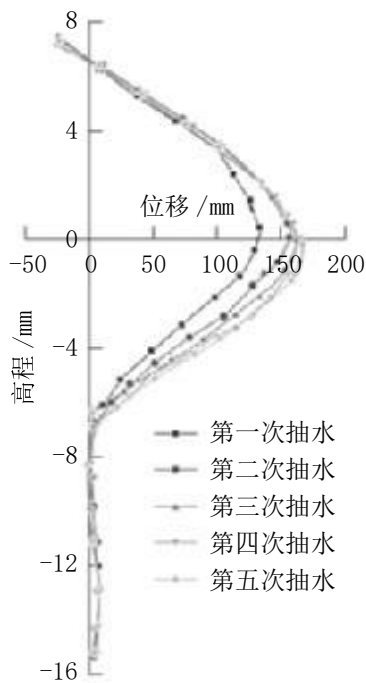
第五道工序是进行第5道圈梁及支护,排水后,将淤泥全部开挖,直到最上层的混凝土封底。改造过程是先设定支架,再排水。

### 3 工序改进前后的位移分析

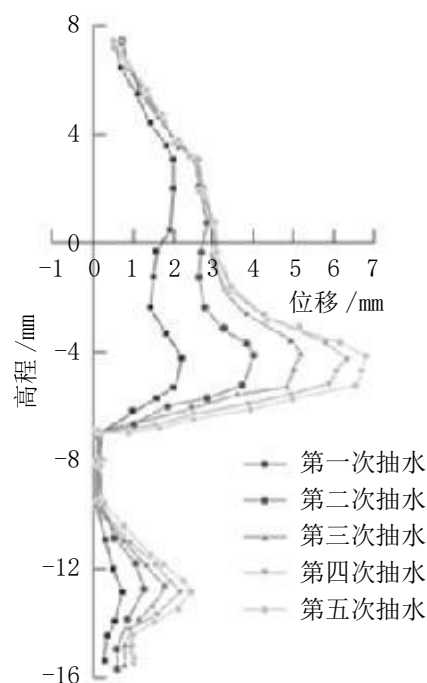
#### 3.1 位移分析

对围堰进行了有限元法计算,得到了围堰内最大边中点各个标高上的位移,并将其绘制成图2,显示了施工变更前后、不同抽运次数下的位移变化情况。

由图2中的有限元法计算得到的钢板桩桩位移云图可以看到,经过工艺改造后,钢板桩的位移相对于常规过程有很大的减小,而且工艺的变化也引起了位移峰值的位置及幅值的变化。如图2所示,在常规过程中(初期泵送阶段),在正常过程中,钢板桩的变形量很小。如图2(a)所示,就通常的正常工作程序来说,当泵送次数(水深)越大,围堰内的水越少,外界压力对围堰造成压力,使其变形,板桩产生位移,位移都是先增加后减少的,位移量逐渐积累,最终在中上部达到最大值,而后逐渐降低。最大位移量达到164.7mm。由于一般的工序都是先抽水,然后设置内支撑,因此,在安装支架之前,板桩就已经有了一定的变形,特别是在第一次抽水的时候,由于没有任何支撑,导致了很大的变形,并且在持续的抽水过程中,板桩的变形逐渐累积,并且对上层的支承造成了一定的压力,因此,在位移峰值的地方,会有轻微的沉降。在施工过程中,底板与底板之间的间距不断减小,因此,靠近底板混凝土时,底板对底板的约束作用较强,



(a) 正常工序



(b) 改进后工序

图2 工序改进前后位移变化规律

地板的变形量较小。与此相对,在图 2 (b) 中,即使在末泵时,变更工作次序后的最大位移也只有 6.97mm,只有普通工序最大位移量的 4.2%,而且钢板桩的变形比较均匀,没有在抽水初期产生大而集中的变形。图 2 (b) 表明,在每一次泵送时,钢板桩的变形增量几乎相等,而且在同一位置上的位移峰值也差不多,没有像常规施工那样产生沉降<sup>[4]</sup>。

改造过程的优点是,每一次泵送时,围堰上已经布置了 5 层内撑,以协同抗变形。而在常规工艺中,最大支座与支座之间(首次设支座)之间的距离要比改良后的支座与支座之间的距离大得多。在泵送之前,将整个内部支架安装到位,使支架和泵送同步进行。这也说明,改进后的工艺可以解决常规工艺中,某个支撑部位仅能对该支撑位置下方的板桩进行约束的缺陷,它的支撑既能作用于支撑点之下的板桩,也能作用于支撑点之上的板桩,它能极大地增强围堰内部各支撑之间的协作,使其整体性能更加强大,具有更大的优越性。另外,在施工过程中,局部支护的刚度、标高等参数的选取,也会对钢板桩及其它支护结构的变形产生影响,应予以特别关注;在此基础上,提出了在设计、监测及施工过程中应特别注意的问题<sup>[5]</sup>。

### 3.2 比较改进后的监测结果与计算结果

通过在正常施工条件下,不同抽汲(深度)数下钢板桩的变形及修正后的变形量,并与实测值作了比较,如图 3 所示。

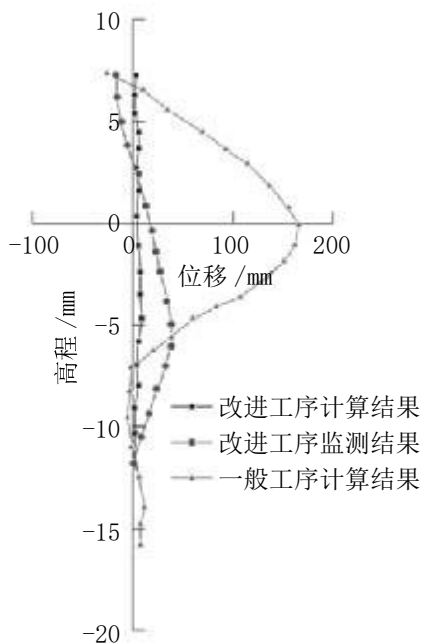


图 3 抽水完成后监测值与计算值的对比

从图 3 的分析中可以看出,在工作序列被改变之后,就位移的变化情况而言,实测结果和理论计算结果相差不多,尽管两种最大位移并不完全相同,但相差很小,远比普通过程中的最大位移与实测值之差要小得多。这也表明,相对于常规工艺,钢板桩围堰施工程序的改进,可以减少板桩的变形,改善结构的整体稳定与安全,具有广阔的应用前景。

## 4 结论

在某些大型工程中,采用常规的钢板桩围堰法已无法满足实际需要,所以在设计中对其进行了调整。但是,在我国,有关施工工艺变化对钢板桩的变形影响方面的研究还不多见,结合一具体工程实例,采用有限元方法,对不同施工次序的钢板桩围堰进行了比较,得出以下结论:

1. 改造后的沉放变形比常规工艺小 4.2%,说明采用钢板桩围堰施工程序后,其稳定性能得到了显著改善。
2. 通过对施工工艺的改进,可以极大地增强围堰内部支护之间的协同工作,使围堰支护体系具有更好的整体性和优越性。
3. 通过对改造工艺的监测值、计算值以及常规工艺的计算值进行比较,可以看出,在钢板桩围堰的位移的变化规律上,不同工艺的监控值与计算值相差不多,相对于常规工序,通过对钢板桩围堰的施工程序的改进,可以减少板桩的变形,增强其整体的稳定与安全。

## 参考文献:

- [1] 陈刚,陶凯,冷怀磊,等.水闸工程中钢板桩围堰施工技术的应用研究[J].珠江水运,2023(05):3-5.
- [2] 刘志祥,何磊成,陈华丽,等.试分析水闸工程中钢板桩围堰施工技术的应用[J].建筑工程技术与设计,2021(01):1258.
- [3] 董长青,刘华,王洋.沿海浅水区域换水闸临时围堰施工关键技术[J].中国水运(上半月),2022(04):92-94.
- [4] 谢龙.瓯飞一期围垦工程海上超长钢板桩插打施工质量控制[J].广东水利水电,2019(03):73-75,88.
- [5] 曹金波.浅谈水利枢纽工程中钢板桩围堰施工方法[J].中国科技投资,2019(26):27,116.