

高喷截渗墙在砂基拦河堰坝中的应用与优化

叶克军

太湖县水利工程建设管理中心

DOI: 10.12238/jpm.v5i1.6429

[摘要] 本文介绍了太湖县弥陀堰对砂性土层基础进行高喷截渗处理的设计以及施工优化过程，分析了在砂性土层中高喷作业不同施工参数对施工效果所形成不同影响，可为类似工程的设计和施工作业提供借鉴。

[关键词] 高喷截渗墙；旋喷；砂性土层；工艺参数

Application and Optimization of High Spray Seepage Cutting Wall in Sand Foundation Dam

Ye Kejun

Taihu County Water Conservancy Project Construction and Management Center

[Abstract] This paper introduces the design and construction optimization process of high pressure jet grouting for seepage interception treatment of sandy soil foundation in Mituo Weir of the Taihu Lake County, analyzes the different effects of different construction parameters of high pressure jet grouting on the construction effect in sandy soil, which can provide reference for the design and construction of similar projects.

[Key words] High spray cutoff wall rotary sandblasting soil layer process parameters

1 工程概况

弥陀堰位于太湖县田家滩河弥陀镇水厂取水口下游，是为保持弥陀镇水厂取水安全、改善上游河道水环境质量及满足景观需求而新建的拦河堰坝。其主要特点为堰坝基础整体坐落于砂性土层上，需对此相应进行基础处理。

弥陀堰为宽顶堰，设计堰顶高程 90.9m，堰底高程 89.5m。共分为 11 个坝块，每块宽 20m，总宽度 220m，建筑物级别为 4 级。为满足蓄水需求并减少堰坝底板扬压力，避免底板以下砂层在水头作用下发生渗透破坏，设计沿堰体上游护

底侧布置高压旋喷截渗墙。

2 堰址工程地质条件

堰址区揭露的地层中，②₂层为河道两岸表层土，厚度小，土质较松散，强度一般，抗冲性能差，抗渗性能较差；③₁层中粗砂夹砾石为河道新近淤积层，土体结构较松散，强度尚可，抗冲、抗渗性能差；③₂层强度较高，抗冲、抗渗性能差，揭露较薄；⑨层强~弱风化黑云斜长片麻岩强度高，抗冲、抗渗性能较好。

弥陀堰堰址处揭露地层自上而下为：

③₁层中粗砂夹砾石 (Qal+p1 4)，灰黄色，松散~稍密，局部夹少量卵石，下部卵石含量渐多。层底高程 80.7~82.1m，渗透系数建议值 $K=6.0E-03\text{cm/s}$ 。

③₂层卵砾石 (Qal+p1 4)，灰黄色，稍密~中密，卵石约占 30%，砾石约占 50%，砂约占 20%。层底高程 80.7~81.5m，渗透系数建议值 $K=1.0E-02\text{cm/s}$ 。

⑨层黑云斜长片麻岩 (Ar21)，全风化岩石呈砂状，灰黄色，强风化岩石一般为灰黄色，岩芯较破碎，裂隙发育，弱风化以下岩石一般为灰黑色、深灰色或肉红色，岩芯较完整，裂隙较发育~不发育，渗透系数建议值 $K=2.0E-05\text{cm/s}$ (强风化)。

3 弥陀堰砂基高压旋喷截渗墙设计

拦河堰底板以下为③₁层中粗砂夹砾石层、③₂层卵砾石层，透水性强，为减小底板扬压力，避免基础渗透破坏，在堰坝上游护底下，距离堰体上游边线 2m 处设一道垂直截渗墙，以截断渗流通道。垂直水流方向截渗墙总宽 272m。为解决侧向绕渗问题，截渗墙两端顺水向设侧向截渗墙，两岸侧向截渗墙各长 15m，与上游垂直截渗墙连接。截渗墙总长 302m。截渗墙底高程为进入⑨层黑云斜长片麻岩层不小于 1.0m。墙顶高程为 88.60m，成墙厚度不小于 0.6m。

截渗墙选用高压旋喷桩截渗墙。其为采用高压水或高压浆液形成高速喷射流束，冲击、切割、破坏地层土体，并以水泥浆液充填掺混其中形成的截渗墙。

高压旋喷截渗墙设计指标：设计旋喷桩孔距 1.0m，喷射半径不小于 0.6m，有效搭接厚度不小于 60cm；旋喷桩钻孔孔

位与设计孔位偏差不大于 5cm，成孔倾斜度小于 0.5%。要求墙体 28d 抗压强度不低于 1.5MPa，渗透系数不大于 $1 \times 10^{-6}\text{cm/s}$ 。高喷灌浆浆液所用水泥采用 P.0.42.5 水泥，截渗墙顶部与建筑物底板之间通过回填水泥土柔性连接。

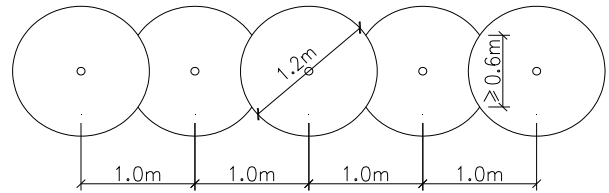


图1 高压旋喷截渗墙结构平面布置图

4 高压旋喷的施工参数确定及优化

在砂基高喷截渗墙的实施中，计划采用三管法钻喷一体化连续施工。为满足设计要求，施工前进行了围井试验。试验中水泥采用 P.0.42.5 水泥，设备选用 MGJ-50A 高喷钻机进行灌浆施工。

4.1 通过围井试验确定的施工参数

围井试验共布设 6 孔高压旋喷桩，每孔按编号将提升速 (15~10cm/min)、旋转速度 (15~10r/min) 由高到低设置，其他水、气、浆压等参数亦相应进行设置，以确定合理的施工参数。试验完成后，进行开挖检查发现，1#~3#孔成桩效果不理想，开挖显示砂层下部成桩半径有所减小；4#~5#孔成桩尚可，但搭接不理想；5#~6#孔的桩径、桩距满足设计要求，桩间搭接情况也较为理想。

根据围井试验钻孔取芯检测的结果，确定高压旋喷的施工参数，见下表 1：

表1 围井试验采用的高压旋喷施工参数

序号	项目	技术指标	序号	项目	技术指标
1	浆压	0.8MPa	5	提升速度	10cm/min
2	气压	0.7MPa	6	旋转速度	10r/min
3	水压	38MPa	7	进浆密度	1.5g/cm ³
4	喷射半径	0.6m	8	回浆密度	1.2g/cm ³

4.2 高压旋喷的施工参数优化

依据围井试验确定的施工工艺参数展开施工后，在施工

过程中发现相邻灌浆孔串孔冒浆现象严重，且回浆密度不易达标、吃浆量大，进而导致制浆所用水泥量过大。经分析认为，由于砂层土体较为松散，在高压高速喷射水流的冲击、切割作用下土体容易被破坏，在水压较高或孔距较近的情况下容易导致相邻灌浆孔之间容易互相扰动，进而产生串孔、漏浆等现象。

因工程进度要求及减少对工程投资的影响，后继施工中

将施工工艺参数针对高喷作业在砂层中的特性进行了改进与优化：将高喷作业由连续作业优化为分两序施工，灌浆方法由三管法调整为二管法，同时适当降低提升速度与喷射压力。施工工艺及参数优化后，较好地解决了串孔、漏浆等问题，为整体工程按时保质保量完成提供了有力的支撑。

调整为两管法分两序施工后所优化采用的施工参数见表

2：

表2 优化后施工采用的高压旋喷施工参数

序号	项目	技术指标	序号	项目	技术指标
1	浆压	36~38MPa	5	提升速度	7~10cm/min
2	气压	0.7MPa	6	旋转速度	7~10r/min
3	水压	/	7	进浆密度	1.5g/cm ³
4	喷射半径	0.6m	8	回浆密度	1.2g/cm ³

5 结语

弥陀堰现已完工并投入使用，目前运行正常。其高压旋喷截渗墙在施工结束后经质量检测单位检测合格，成墙均匀且连续，墙体搭接良好，现场测得墙体渗透系数及抗压强度等指标均满足设计要求。

高喷截渗墙是常规使用的基础处理技术，在各类工程中有着大量应用。通过本次在弥陀堰砂性土层的基础处理应用，对高喷施工工艺及参数的确定可总结出以下几点经验：

(1) 砂层土体较为松散，在高压水流或浆液作用下土体更容易被破坏，相邻灌浆孔之间容易互相扰动，因此即使高喷

作业中采用钻喷一体化施工，一般情况下也需分序施工。

(2) 对于高喷作业，相对而言二管法更适合在砂性土层中施工，在确定其施工参数时水压或浆压不宜设置过高。在优化施工参数时，宜以调整提升、旋转等参数为主，调整压力各参数为辅。

(3) 由于高喷属地下隐蔽工程，地层不同会导致处理效果存在不确定性，因此在高喷作业正式开始前进行现场施工工艺参数试验不可或缺。

作者简介：叶克军（1989-）男，安徽安庆人，工程师，本科，研究方向：水利建设管理。