 DOI: https://doi.org/10.26789/jzjg.v7i6.1570

Application of "Drilling and Grasping Method" in the Design and Construction of Anti-seepage Walls

Junliang Su

Xinjiang Qiuci Mining Co., Ltd., Changji, Xinjiang, 831100, China

Abstract

The anti-seepage wall has been widely used in many fields, and the construction technology is also various, such as high-pressure jet impervious wall, continuous grooving technology of hydraulic slotting machine, mechanical grab and hydraulic grab construction technology of impervious wall. Different technologies are applicable to different geological conditions, and it is often necessary to combine or even innovate different technologies in order to continuously improve the technical level and complete the construction tasks quickly, well and economically. Based on practical experience, the paper studies the construction of impervious wall by adding impact drill on the basis of traditional grab construction under the complex geological conditions of pebble gravel layer, pebble mixed soil, sandstone strongly weathered layer and weakly weathered layer, and expounds the "drilling and grasping method" adopted in the implementation process in detail, aiming to provide reference for future designers and constructors.

Keywords

anti-seepage wall; two drills and one grasp; impact drill; boulder; slot construction

"钻抓法"在防渗墙设计和施工中的应用

苏俊亮

新疆龟兹矿业有限公司，中国·新疆 昌吉 831100

摘　要

防渗墙在很多领域得到广泛应用，施工技术也多种多样，如高喷防渗墙、液压开槽机连续成槽技术、机械抓斗、液压抓斗建造防渗墙技术等。不同技术适用于不同的地质条件，而且往往需要对不同的技术进行组合甚至是创新，以不断提升技术水平，快、好、省地完成建设任务。论文结合实际经验针对卵砾石层、卵石混合土、砂岩强风化层及弱风化层的复杂地质条件下，研究采用在传统抓斗施工的基础上增加冲击钻施工防渗墙，对实施过程中采用的"钻抓法"进行详细阐述，旨在为今后的设计和施工者提供参考。

关键词

防渗墙；两钻一抓；冲击钻；孤石；槽孔施工

1 引言

地下防渗墙是在软基中凿孔或挖槽，灌注混凝土建成的地下连续式防渗墙体。其对保证松散透水地基的渗透稳定和周边建筑安全起着重要作用，不仅仅应用于水利水电工程的大坝、围堰、水闸和堤防，而且广泛应用于地铁、市政等。地下防渗墙在 1950 年首次得到应用，目前，国外施工深度达 151m，中国施工深度可达 49.5m。防渗挡墙的施工技术也是多种多样，如高喷防渗墙、液压开槽机连续成槽技术、机械抓斗、液压抓斗建造防渗墙技术等。

2 实施背景

新疆龟兹矿业有限公司西井煤场地处库车河畔，属于环境敏感地区，为有效防止煤场淋溶液通过渗漏进入库车河水体，并且减少库车河水向井下的渗漏，龟兹矿业通过修建防渗挡墙工程，确保切断西井煤场与库车河之间的水利联系，本工程防渗措施采用槽孔混凝土防渗墙技术。但是在设计过程中发现，该施工区域地质条件复杂，有大量的杂填土、漂卵石以及少量大块孤石，如何解决施工中遇到的孤石及塌孔问题成为设计的关键。据此，龟兹矿业参考中国地质条件复杂的水利工程设计，创新了龟兹矿业防渗挡墙设计方案并实施。

3 工程实施详述

3.1 工程概况

库车县龟兹矿业西井防渗挡墙工程位于中国库车县以北约 100km 的阿格乡北山库如力（217 国道 992 里程碑处）。项目拟建 476.8m 长的西井截渗墙，主要为确保切断矿区与库车河之间的水利联系，建设单位需建设人工地下水阻隔设施，

【作者简介】苏俊亮（1986–），中国山西稷山人，本科，经济师、助理工程师，从事工程管理研究。

本工程防渗措施采用槽孔混凝土防渗墙技术。

建设内容：工程拟建截渗墙长度 476.8m，起点自厂区最北侧 217 国道过洪涵处围墙向南侧偏移 84.5m 处，在西井矿区的储煤平台临河侧新建截渗墙。截渗墙深度 9.13~32.02m 不等，本项目有效防渗面积共计 10717.45m^2。

工程总投资：1860.81 万元，工程部分投资：1650.81 万元（其中，建筑工程投资 1566.10 万元，施工临时工程 69.35 万元，独立费用 161.46 万元，基本预备费 53.91 万元），环境保护工程投资 5 万元，水土保持工程投资 5 万元。

3.2 常用施工方案对比

本次施工着重考虑对比高喷防渗墙与液压抓斗建造防渗墙技术。

3.2.1 工程适用的地质条件

对高喷防渗墙施工，根据 HG/T20691—2006《高压喷射注浆施工操作技术规程》的 1.0.5 条规定，高压喷射注浆，主要适用于黏性土、砂类土、黄土、淤泥和人工填土等第四系土层内喷射，加固效果较好。但对于砾石直径大于 60mm 以上，砾石含量过多及含有大量纤维质的腐殖土，喷射质量差，一般不宜采用。

本次工程项目区主要地层岩形由工程地质勘查报告可知，表层 3.7m 以上为卵砾石层，3.7~29.3m 厚度内主要为卵石混合土，最下层为砂岩强风化层及弱风化层。根据新疆现有工程实践经验，其采用高喷砼防渗墙工程的地质条件，基本为黏性土、黏性砂土层及粉细砂层，所以对比考虑采用槽孔成墙施工工艺。

3.2.2 施工质量的控制

对于高压喷射的防渗墙体，其主要直接冲击破坏土体、浆液与土体以半置换或全置换凝固为固结体的形式；采用钻机钻孔后，采用高压喷射砼对基础进行换填，并与现有基础进行结合后，形成一道防渗墙体；但其仍存在构成的截渗墙体连续性及密实性差，墙体质量缺陷较多。对于液压抓斗成墙的施工工艺 [1]，其对基础部分的地层进行完全置换，充填低标号的现浇砼，成为地下的连续墙体，其施工质量较高喷砼防渗墙高。

3.2.3 工程造价方面

根据工程造价分析，其槽孔砼防渗墙建安费造价约为 740 万元 /km，高喷混凝土防渗墙建安费造价约为 450 万元 /km，在工程造价上，槽孔砼的工程投资稍高。

通过以上分析，该项目采用高喷砼防渗墙施工工艺，存在一定的风险性，不确定因素较多，其前期需做大量实验以确保工程的施工质量能达到预期的防渗效果，对于地层孔隙率大，这两种方案均存在护壁浆液严重渗漏现象的不确定性，无法避免。但从工程质量方面，仍考虑采用槽孔成墙的施工工艺。

3.3 一般工艺流程

修筑导墙、挖槽、泥浆护壁、清底、吊装钢筋笼和灌注混凝土。

3.4 施工工艺难点及解决方案

抓铲法的施工工艺在目前地质条件简单的建筑地下连续墙、地铁地下连续墙及水利工程防渗墙施工中得到了广泛应用，但抓铲法易受地下较大孤石及松软地质的限制，由于槽孔规格相对固定，一般为 50cm 左右，一旦遇到大块孤石，抓斗机便无法进行施工。

两钻一抓法主要为了确保槽段混凝土接头质量而采用的方法，施工优缺点跟抓铲法基本类似。

根据龟兹矿业西井复杂的地质条件，在传统的“两钻一抓”施工槽孔的基础上，利用冲击钻先行施工主孔，挤密两个主孔之间的土层，有效防止抓斗机施工时造成的副孔塌孔现象，更重要的是抓槽时遇见漂石、孤石影响成槽施工时，随时切换冲击钻机或重凿冲砸，排除地下漂石、孤石，避免了常规的小钻孔爆破去除漂石、孤石的方法 [2]。成槽时用抓斗上的自制切削板对临近已浇筑混凝土进行切削，有效保证了接头质量。

3.5 防渗墙施工

3.5.1 施工平台及导向槽

①根据工程施工现场情况及规范对施工平台的要求，需对截渗墙沿线 0+092.9-0+194.3 段导向槽施工平台进行填筑，填筑材料采用砂砾石，碾压相对密度大于 0.8，填筑施工平台宽度需沿现有截渗墙轴线左右侧各 10m 范围内；0+194.3-0+265.5 段临库车河一侧宽度不能满足施工要求，需填筑 10m。

②本次导向槽两侧的导墙设计采用“L”型断面，导墙设计高度 1.5m，导墙厚度 0.3m，底部导墙宽度 1.5m。导墙采用现浇 C20W6 钢筋砼。导墙之间宽度设计为 0.7m，底部槽孔砼厚度为 0.5m。导墙施工后，须做好相应支撑。导墙内墙面中心与截渗墙轴线重合，施工中需对导墙的沉降、位移进行观测。

3.5.2 防渗墙施工

①土方开挖。

采用 1.0m^3 反铲挖掘机，沿设计轴线开挖导向槽，导向槽基础按照设计导向槽砼底线高程进行开挖，开挖边坡 1 ∶ 1，弃料堆于施工平台两侧。基础开挖后，需采用大功率振动碾压，相对密度大于 0.8 后，方可进行导墙的施工。

②导墙施工。

立模放钢筋网，砼采强制式搅拌机现场搅拌，人工推车上料浇筑，用插入式振捣器机械振捣密实，人工洒水养护。导墙外侧回填沙砾料至导墙高度，然后平整场地并用 2.8kW 蛙式打夯机夯实导墙两侧填土，形成施工平台。

③槽孔施工。

采用冲击钻机配合液压抓斗机抓取成槽法，薄墙的槽段长度 4.0~8m，冲击钻机打主孔，出渣，液压抓斗抓副孔成槽。槽孔挖成后采用泥浆护壁 [3]，使槽壁保持稳定，然后再用泵

送塑性混凝土浇筑截渗墙体。终孔后进行清孔验收，并浇筑墙体。

④浇筑砼。

槽孔验收合格后，立即下设导管，将导管提离孔底约 10~15cm，把导管固定在槽孔口，将隔离球放入导管内，装上漏斗，相继灌入砼。墙体材料采用 C15W6 混凝土。

3.6 材料指标

混凝土指标如表 1、表 2 所示。

表 1 42.5MPa 普通硅酸盐水泥强度指标要求

	抗压强度 MPa		抗折强度 MPa		初凝时间	终凝时间
42.5MPa 水泥	3d	28d	3d	28d	min	h
	≥ 16	≥ 42.5	≥ 3.5	≥ 6.5	≥ 45	≤ 10

表 2 未处理膨润土技术指标

项目		指标要求
泥浆	动塑比（Pa/MPa·s）	≤ 0.75
	塑性黏度（MPa·s）	≥ 5.0
	滤失量（mL）	≤ 17.5

3.7 施工现场

施工现场如图 1、图 2 所示。

图 1 施工现场

图 2 施工现场

3.8 质量控制要点

由于防渗挡墙为地下隐蔽工程，施工单位极容易偷工减料不按规范施工，必须加强监督和监理工作。尤其关键工序、关键部位必须坚持旁站监理制度 [4]。在挖到设计深度后必须对挖出的土方进行查验，确保挖到基岩层以下 50cm。混凝土浇筑时要确保混凝土导管插入基槽底部，并按照施工组织措施要求的速度进行提升。

4 结语

该方法的实施有效地解决了在防渗挡墙施工当中遇到的各类复杂的地质问题，实施简单、速度快，较原定计划方案提前 40 天完工，并能够确保该工程完工后发挥应有的防渗作用，既有效地防止西井煤场淋溶液进入库车河水体，保障了库车河环境安全，又杜绝了库车河水大量深入井内，造成水患。

5 结语

通过采用钻抓法施工工艺，解决了单一设备在施工存在不足的问题，增加冲击钻很好地弥补了这种不足，不同设备相互配合，大大提高了施工速度，并且提高了施工质量。本工程为类似环境的施工工艺提供参考，通过实践说明此施工方案切实可行，为以后有效推广提供了借鉴。也期待工程建设者，不断地探索不同的施工技术以更好地开展防渗墙建设活动。

参考文献

[1] 阿拉坦吐力古尔.水库大坝混凝土防渗墙施工质量控制及实施效果[J].水科学与工程技术,2020(4):4.

[2] 廖强.防渗墙结合帷幕灌浆在水库防渗中的应用[J].东北水利水电,2015,33(11):4.

[3] SL 174—2014 水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范[S].

[4] SL 677—2014 水工混凝土施工规范[S].