

Application of Mud Performance Parameters in the Construction of Slurry Balance Shield

Gaofeng Wang¹, Qingfeng Zhan², Zhan Zhang², Qixian Guo², Shukai Zhang²

¹Public Utilities Administration of Chizhou City, Anhui Province, Chizhou Anhui

²No.4 Branch Company of China Petroleum Pipeline Engineering Co. Ltd., Langfang Hebei

Email: 107537352@qq.com

Received: Nov. 25th, 2017; accepted: Jan. 13th, 2018; published: Apr. 15th, 2018

Abstract

The mud had an important influence on the tunneling effect of the slurry balance shield. The quality of the mud application technology directly affected the project progress, cost, safety and quality. The mud performance parameters and its variation were systematically studied; by taking common pebbles, clay and sand layer in the project as an example, the mud application cases in different environments were systematically expounded.

Keywords

Slurry Balance Shield, Mud Performance, Variation Law

泥浆的性能参数在泥水平衡盾构施工中的应用

汪高峰¹, 詹清枫², 张展², 郭启先², 张树凯²

¹安徽省池州市公用事业管理局, 安徽 池州

²中国石油管道局工程有限公司第四分公司, 河北 廊坊

作者简介: 汪高峰(1978-), 男, 工程师, 主要从事市政公共管理、城市油气储运管理工作。

Email: 107537352@qq.com

收稿日期: 2017年11月25日; 录用日期: 2018年1月13日; 发布日期: 2018年4月15日

摘要

泥浆对泥水平衡盾构的掘进效果影响巨大, 泥浆应用技术的好坏直接影响工程进度、成本、安全、质量。系统研究了泥浆性能参数及其变化规律, 以工程中常见的卵石、黏土、砂层为例, 深入剖析了泥浆在不同环境下的应用实例。

关键词

泥水平衡盾构, 泥浆性能, 变化规律

Copyright © 2018 by authors, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

泥浆在泥水平衡盾构中具有稳定开挖面、排渣、保护刀具等作用。施工中, 泥浆应用不当, 将造成刀具磨损速度加快, 缩短刀具使用寿命, 管路堵塞, 泥浆循环系统不流畅等不良影响, 延缓工程进度[1]。有时甚至会造成开挖面坍塌, 地表出现沉降、建筑物塌陷, 造成安全事故和国家财产的损失, 影响工程的顺利贯通[2]。对泥浆性能参数及其变化规律进行研究, 有利于快速、准确地在不同地层中对泥浆进行调整, 使泥浆能满足施工的需要, 保证工程顺利进行。

2. 泥浆性能参数及其变化规律

以膨润土、CMC、纯碱、正电胶、自来水为原料来配制掘进循环的泥浆并测试其关键性能, 分析泥浆性能参数及其变化规律。

2.1. 膨润土对泥浆性能的影响

配制密度 1.12 t/m^3 的泥浆, 在其他成分质量分数不变的情况下, 改变膨润土的质量分数, 得出膨润土质量分数对泥浆黏度、屈服值的影响曲线, 如图 1 所示。由图 1 可知, 膨润土质量分数与泥浆黏度、屈服值呈近似抛物线关系, 当膨润土质量分数增大至 10.5% 后, 泥浆屈服值将急剧增长。

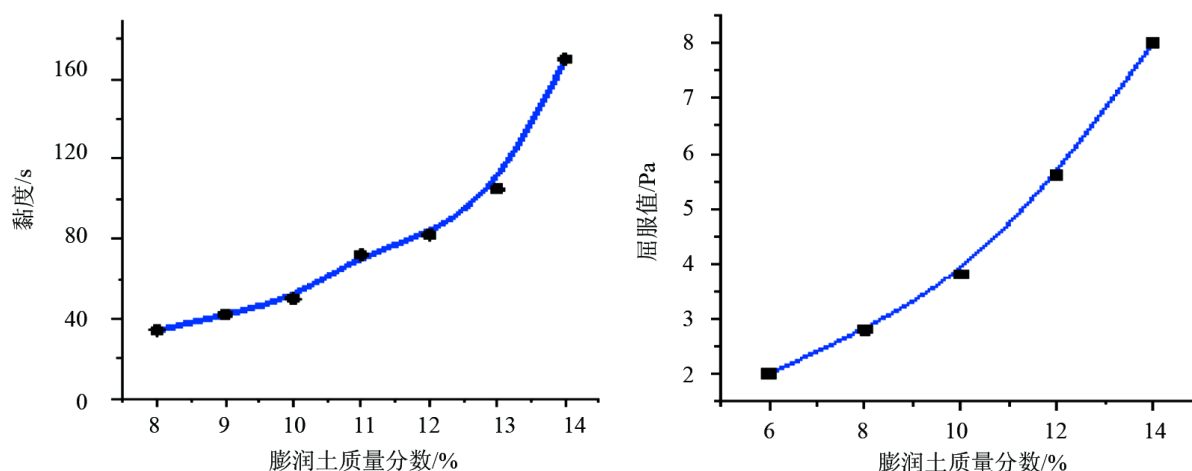


Figure 1. The effect of bentonite mass fraction on mud viscosity and yield value

图 1. 膨润土质量分数对泥浆黏度、屈服值的影响

2.2. 纯碱对泥浆黏度的影响

配制密度 1.12 t/m^3 的泥浆，在其他成分含量不变的情况下，改变纯碱的质量分数，可以得出纯碱质量分数对泥浆黏度的影响曲线，如图 2 所示。由图 2 可知，纯碱质量分数 $< 0.5\%$ 时，泥浆黏度上升幅度小；纯碱质量分数在 $0.5\% \sim 0.6\%$ 时，泥浆黏度急剧上升。因此，在黏土掘进中，若要增大泥浆 pH 值，建议加入的纯碱质量分数小于 0.5% 。

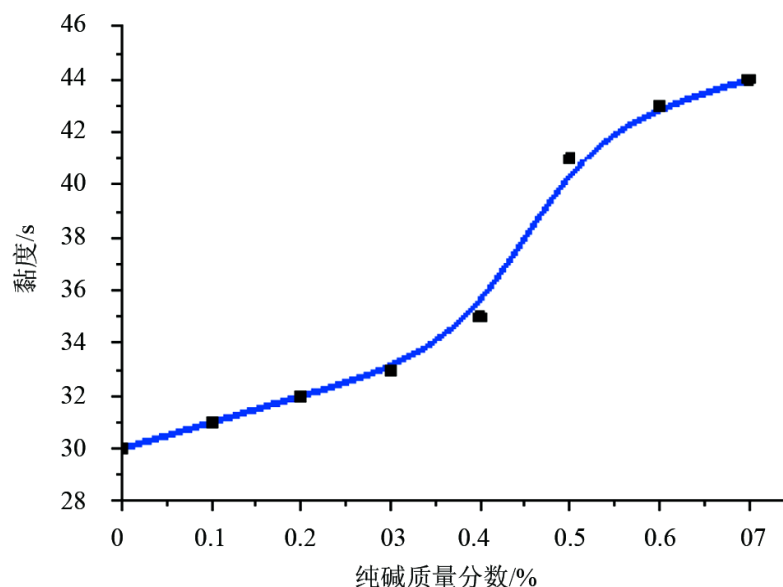


Figure 2. The effect of pure alkali mass fraction on mud viscosity

图 2. 纯碱质量分数对泥浆黏度的影响

2.3. CMC 对泥浆黏度、屈服值的影响

配制密度 1.12 t/m^3 的泥浆，在膨润土及纯碱质量分数不变的情况下，改变 CMC 的质量分数，可以得出 CMC 质量分数对泥浆黏度、屈服值的影响曲线，如图 3 所示。

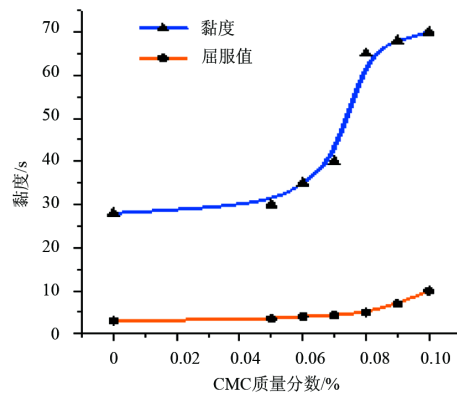


Figure 3. The effect of CMC mass fraction on mud viscosity and yield value
图 3. CMC 质量分数对泥浆黏度、屈服值的影响

2.4. 正电胶对泥浆黏度、滤失水量、屈服值的影响

配制密度为 1.12 t/m^3 的泥浆，测出黏度与滤失水量，做正电胶与泥浆黏度、屈服值、滤失水量的曲线关系图，如图 4、图 5 所示。由图 4 可知，在正电胶质量分数在 0.5%~0.7% 的范围内，泥浆的黏度、屈服值波动较大。由图 5 可知，膨润土质量分数在 6% 时，泥浆滤失水量的减小幅度最大，说明膨润土质量分数影响正电胶对滤失水量的作用。

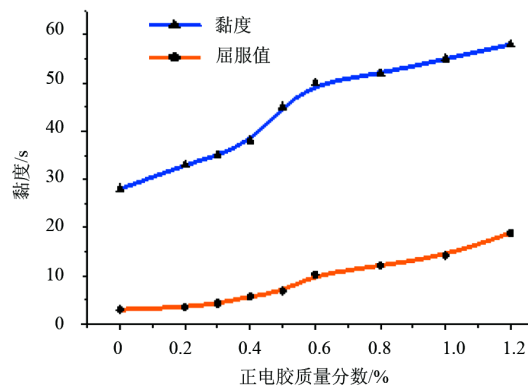


Figure 4. The effect of positive adhesive mass fraction on mud viscosity and yield value
图 4. 正电胶质量分数对泥浆黏度、屈服值的影响

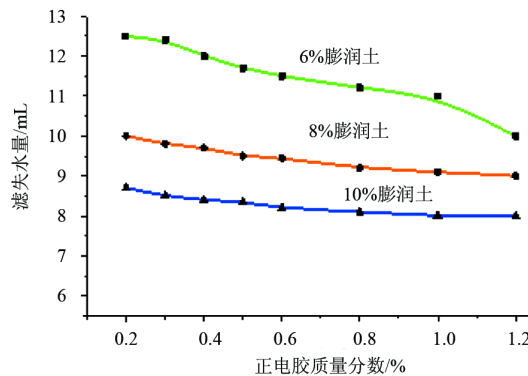


Figure 5. The effect of positive adhesive mass fraction on filtration loss of mud
图 5. 正电胶质量分数对泥浆滤失水量的影响

对比图 3 与图 4 可以得出, 如泥浆加入物质的质量分数相同, 则加入 CMC 的泥浆黏度上升幅度较大, 屈服值上升幅度较小; 加入正电胶的泥浆黏度上升幅度较缓, 但屈服值上升幅度比加入 CMC 的明显, 表现为“低黏度高屈服值”的泥浆体系, 有利于提高泥浆净化设备的分离效率。因此, 工程中应优先使用正电胶干粉作增黏剂。

3. 泥浆应用实例

3.1. 卵石地层中泥浆应用

卵石地层天然含水量 25%, 天然密度为 2 g/cm^3 , 土粒密度为 27 g/cm^3 , 饱和度为 100%, 压缩模量为 60 MPa, 内聚力为 0 kPa, 内摩擦角为 46° , 承载力特征值 550 kPa。根据上述泥浆性能参数, 配制 5 种不同的浆液进行测试、试验, 由于卵石中掘进滤失水量较大, 可加入适量降滤失水剂, 得出卵石地层中最佳泥浆配制方案为: 水 + 10%膨润土(一级) + 5%纯碱 + 0.5%正电胶干粉 + 0.2%降滤失水剂(以上配方均为质量分数, 下同)。

3.2. 砂层中泥浆应用

砂层地层天然含水量 23%, 天然密度为 1.9 g/cm^3 , 土粒密度为 2.65 g/cm^3 , 饱和度为 100%, 压缩模量为 12 MPa, 内聚力为 3 kPa, 内摩擦角为 34° , 承载力特征值 160 kPa。根据上述泥浆性能参数, 配制 5 种不同的浆液进行测试、试验, 得出砂层地层中最佳泥浆配制方案为: 水 + 9%膨润土(一级) + 5%纯碱 + 0.5%正电胶干粉 + 0.2%降滤失水剂。

3.3. 黏土地层泥浆应用

黏土地层天然含水量 30%, 天然密度为 1.85 g/cm^3 , 土粒密度为 2.71 g/cm^3 , 饱和度为 95%, 压缩模量为 16 MPa, 内聚力为 30 kPa, 内摩擦角为 17° 。承载力特征值 150 kPa。由于黏土具有黏性, 其成分与天然膨润土有一定共性, 与清水结合后的混合物具有一定屈服值与黏度, 同时滤失水量较小。因此, 试验中仅使用清水作为浆液, 并加入适量扩散剂, 以解决渣土将刀具包裹, 黏泥结成泥块, 影响循环系统通畅的问题。黏土地层泥浆配制方案为: 水 + 0.2%扩散剂。

4. 结语

根据泥浆的性能参数及其变化规律以及各地层试验结果, 得出卵石、砂层、黏土地层中泥水平衡盾构掘进的最佳泥浆配比。卵石层中泥浆配比: 水 + 膨润土(一级) 10% + 5%纯碱 + 0.5%正电胶干粉 + 0.2%降滤失水剂。砂层中泥浆配比: 水 + 9%膨润土(一级) + 5%纯碱 + 0.5%正电胶干粉 + 0.2%降滤失水剂。黏土层中泥浆配比: 水 + 0.2%扩散剂。

参考文献

- [1] 张凤祥, 朱合华, 傅德明. 盾构隧道[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004: 120-122.
- [2] 袁大军, 李兴高, 李建华, 等. 卵石地层泥水盾构泥浆渗透试验分析[J]. 都市快轨交通, 2009, 22(3): 32-35.

[编辑] 邓磊

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2471-7185, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: jogt@hanspub.org