

浅谈卵石地层泥水固控系统的设计及优化

顾益丹

上海隧道工程有限公司盾构工程分公司 上海 200120

摘要：本文主要对杭州秦望项目的泥水处理系统进行了适应性分析。从工程概况、掘进断面地层性质多方面进行了分析，并提出了适合该工程的泥水处理方案。主要介绍了该泥水处理系统的固控系统、过程中优化措施和项目总结，为后续同地层的项目实施提供参考。

关键词：卵石地层；泥水处理固控系统；项目总结

1 工程概况

秦望通道工程北起秦望路~金桥南路交叉口，南至秦望南路（学院路）以北。本期实施工程全长3070.0m，隧道全长2872.0m，其中盾构段长1254m，盾构管片外径15.2米。盾构段起点位于秦望浦，穿越江滨西大道及江北大堤后下穿富春江，向南穿越江南大堤及江滨南大道，终点位于规划的秦望南路。起止里程为YK2+706~YK3+961。

2 掘进断面地层性质

盾构断面主要涉及地层包括：④2粉质粘土、④3粉细砂、⑤1圆砾土、⑤2卵石土、⑤2-1粉质粘土、⑤2-2细砂，其中⑤2卵石土占比达77%。

⑤2层：卵石土（ Q_3^{2al+pl} ）灰色、灰黄色，中密，饱和，粒径一般30~80mm，大者300mm以上，其中20~40mm占30~40%，40~60mm占20~30%，亚圆形，原岩为花岗岩类，以中风化为主，余为砾砂及黏性土，土质不均，局部漂石含量。

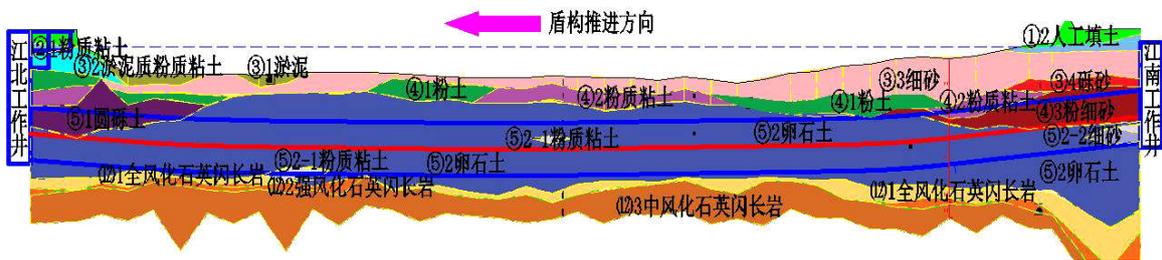


图1 杭州秦望项目盾构推进竖向地层图

3 固控设备选型方案分析

3.1 盾构机施工基本参数

- ◎盾构机：1×TBM；
- ◎开挖直径： $D = 15.76 \text{ m}$ ；
- ◎横断面： $S_e = 195.075 \text{ m}^2$ ；
- ◎平均推进速度： $V = 2 \text{ cm/min} = 1.2 \text{ m/h}$ ；
- ◎最大推进速度： $V = 3 \text{ cm/min} = 1.8 \text{ m/h}$ ；
- ◎最大日进尺：16 m；
- ◎排浆流量： $Q_2 = 3056.817 \text{ m}^3/\text{R}$ ；
- ◎原状土比重： $\gamma_0 = 2.063 \text{ g/cm}^3$ ；
- ◎进浆比重： $\gamma_1 = 1.20 \sim 1.25 \text{ g/cm}^3$ ；
- ◎排浆比重： $\gamma_2 = 1.30 \sim 1.35 \text{ g/cm}^3$ ；
- ◎送排泥管通径： $d = \text{DN}600/500$ ；
- ◎隧道总长： $L_1 = 1254 \text{ m}$ ；
- ◎到泥水场地距离： $L_2 = 165 \text{ m}$ ；

- ◎工作井垂直管长： $L_3 = 42 \text{ m}$ ；

- ◎排泥管至排放口垂直长： $L_4 = 52 \text{ m}$ ；

- ◎盾构环长： $l = 2000 \text{ mm}$

3.2 固控泥水处理总体方案

综合工程地质资料及盾构掘进施工需求，配置1套泥浆处理能力 $3000 \text{ m}^3/\text{h}$ 的泥水固控系统，三维图如图所示，泥水处理设备包括2台滚动筛、3套振动筛、4组一级旋流器、2套脱水筛、4台旋流器泵及配套框架、管路、阀门等。^[2]

(1) 滚动筛

针对卵石土地层，设置2台滚动筛，进一步增加卵石块的分离，减轻振动筛的压力；由盾构机输送出来的排泥泥浆，首先经过滚动筛分离大于7mm的颗粒和大结团，被分离出来的7mm以上颗粒收集到集土坑中；

(2) 振动筛（预筛）

在一次储浆罐中，在脱水筛集液罐和一次贮浆罐中均设有液面传感器，在一次贮浆罐中液面过低的情况下，可以将脱水筛集液罐中的浆液抽到一次贮浆罐中，从而避免了一次储浆罐中浆的抽空现象。^[3]

4.2 增加辅助设备单元

为了更好的服务固控设备，增加了辅助设备

(1) 场地冲洗水泵：流量155m³/h，1台套，用于场地冲洗。

(2) 轴封水泵：流量4m³/h，2台套，主要用于冷却各类泥浆泵，以改善泵的轴封性能，降低泵的故障率。

(3) 清水泵：流量130m³/h，主要用于稀释废浆池浆液。

(4) 泵坑排污泵：流量20m³/h，2台套，将泵坑内收集的雨水输送至就近浆池，防止泵坑雨水淹没泵坑内各种设备设施。

5 项目总结

2023年3月，盾构机顺利进洞，区间推进时间约8个月，区间长1254米，日平均推进5.2米。该项目地层主要以卵石土为主，局部为粉细砂及圆砾土。

(1) 预处理情况（滚动筛+振动筛）

滚动筛及振动筛顶住了泥沙的冲刷，很好的分离了较大颗粒的卵石，并直接排放至渣土场。



图5 分离大颗粒卵石照片

(2) 旋流器处理情况

旋流器溢流泥浆比重1.2-1.3g/cm³，底流泥浆比重1.6-1.7g/cm³，处理效果较好，能有效降低泥浆含沙量。

(3) 脱水筛处理情况

脱水筛有效减少了废浆量，筛分出的渣土含水率较低，满足直接外运条件。



图6 脱水筛处理的渣土

结语

卵石土层配置滚动筛、振动筛、一级旋流器、脱水筛的泥水固控处理设备是合理的，能满足盾构推进。但同时也要清醒的认识到，面对地层中石块偏大，泥水管路和泥浆输送泵磨损也较为严重。考虑对管路弯头进行加厚和内衬处理，提高弯头的耐磨度；滚动筛、振动筛和脱水筛考虑增加防冲挡板，提高筛网的使用寿命；旋流器泵考虑采用胶衬泵，减少磨损；旋流器组考虑采用内衬橡胶来提高耐磨度。后续我们将针对存在的问题加以解决，为卵石地层盾构机推进提供保障。

参考文献

[1]李勇,缪兵权,邹宇林,李敏,陈莎,祁海燕.小型盾构泥水处理系统应用分析[J].中国设备工程,2022(18):102-104

[2]钟铎炜.泥水处理场地布置及钢筒仓应用的研究[J].中国市政工程,2021(06):84-87+130-131