

# 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。

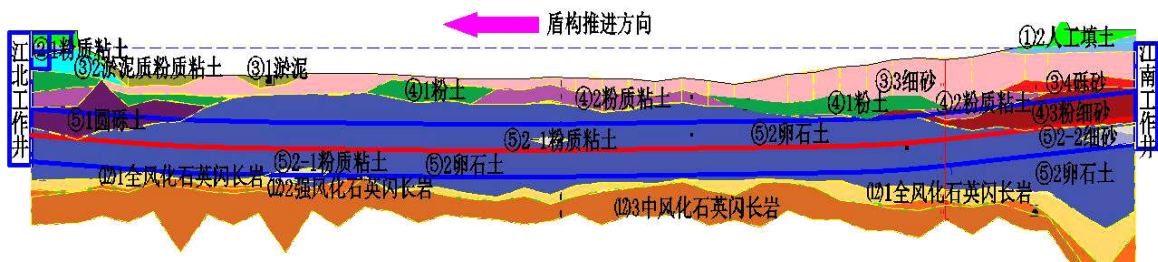


图1 杭州秦望项目盾构推进竖向地层图

## 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。<sup>[2]</sup>

#### (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)

配备3台振动筛该设备可以充分可靠的工作。单套预筛最大可处理泥浆流量1300m<sup>3</sup>/h，为确保粗颗粒或大块土的分选效果，选择一个带下坡角可调的双层振动筛，配置变频。振动筛将盾构机泥水中的粒径大于3mm的颗粒从筛面筛出，透筛后浆液进入一级池，渣土落至集土坑堆置。<sup>[1]</sup>



图2 泥水处理固控系统现场安装图

### (3) 旋流器

配置四组旋流器，每组旋流器由10个DN300/DN250型旋流器组成。旋流器安装于旋流器泵上部，溢流进入调整池，底流泥浆进入脱水筛。其中旋流器组拟采用钢制内衬耐磨衬套的旋流器，分离粒度为40-50um。

一级旋流器设有真空控制的底流排出口，便于对底流密度进行合理调整，为下游脱水筛提供合适的浆液，加速脱水筛筛面垫层的形成。

### (4) 脱水筛

为确保粗砂的分离效果，使用一个上坡角的可变频双层振动筛。一级旋流器底流进入脱水筛，振动筛将一级旋流器底流脱水后从筛面筛出，渣土落至集土坑堆置。

### 3.3 固控系统处理流程

处理流程：滚动筛→振动筛→旋流器→调整池；

一级储浆槽内浆液泵送至一级旋流器，经一级旋流器处理后的溢流浆液进入调整池，底流浆液进入脱水筛，筛上物进入渣场，透筛浆液回至脱水筛储浆槽。调整池多余浆液进入废浆池，废浆池内泥浆通过泵组送至干化设备进行处理；

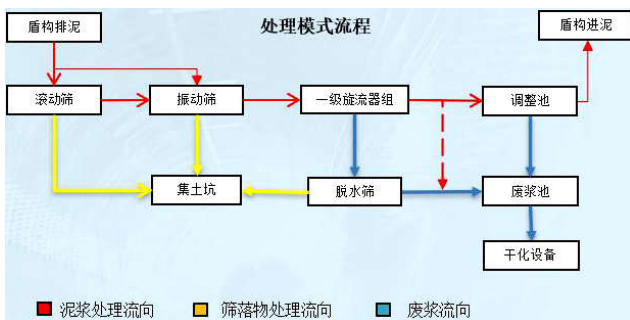


图3 泥水处理模式②流程图

### 3.4 场地平面布置

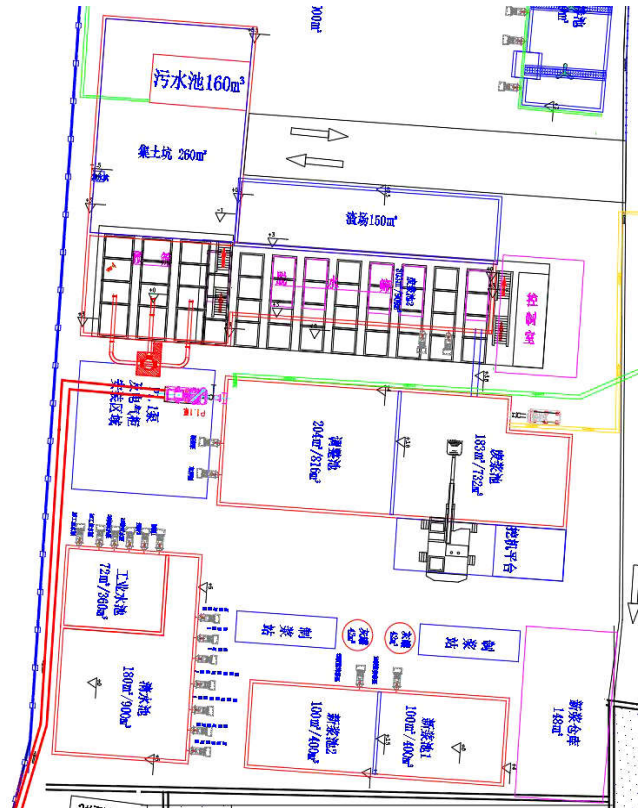


图4 泥水场地平面布置图

泥水固控设备占地380m<sup>2</sup>，高约12m；其中还包括调整池，容积816m<sup>3</sup>，储存并调节分离后泥浆；废浆池，盾构每环需排除的最大弃浆量约为795m<sup>3</sup>，此次配置废浆池容量为732m<sup>3</sup>，存储容积为0.9环；集土坑及渣场，滚动筛上物进入集土坑，振动筛及脱水筛上物进入渣场，盾构每环需排除最大弃土量约为247m<sup>3</sup>，集土坑面积260m<sup>2</sup>，渣场面积150m<sup>2</sup>。

### 4 优化措施

#### 4.1 设置一级储浆槽功能

(1) 槽体容量：单个槽体容量为40m<sup>3</sup>；

(2) 防淤：

①一级储浆槽四面成斜面，对浆液有冲抵作用，可有效防淤积；

②每个槽体设置独立的检修盖板；

(3) 防溢

①一级储浆槽与脱水筛下方集液槽均设置溢流管路，一级储浆槽高液位时，浆液通过溢流管路进入调整池或者废浆池中；

②脱水筛集液槽高液位时浆液通过溢流管路流至废浆池中；

(4) 防吸空

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。<sup>[3]</sup>

#### 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155m<sup>3</sup>/h，1台套，用于场地冲洗。

(2) 轴封水泵：流量4m<sup>3</sup>/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130m<sup>3</sup>/h，主要用于稀释废浆池浆液。

(4) 泵坑排污泵：流量20m<sup>3</sup>/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/cm<sup>3</sup>，底流泥浆比重1.6-1.7g/cm<sup>3</sup>，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