

土方管道泵送在水运工程中的应用

张垚, 陈砾颖

(长江南京航道工程局, 江苏 南京 210011)

摘 要: 为了解决土方运送采用常规工程车运输低效、环境污染、安全隐患、费用高等缺点。在京杭运河浙江段三级航道整治工程杭州段(新开挖航道段)第 HDSG-9 标段中, 应用并实施用于土方运送的管道水力输送装置, 利用开挖深度内土质为粉土这一特点, 通过水枪喷射, 远距离排泥管泵送, 实现土方环保、高效外运。

关键词: 粉土; 管道; 水力; 泵送; 环保; 高效

中图分类号: U617 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 06—0078—03

1 引言

京杭运河浙江段三级航道整治工程杭州段(新开挖航道段)HDSG-9 标段始于前进服务区南侧(K28+374), 终于老 01 省道桥北侧(K31+500), 航道里程 3.126km, 穿越杭浦高速, 邻近 101 省道, 工程平面图如下。建设内容包括护岸工程约 5.98 公里、土方工程约 190 万方、桥梁 4 座、水闸 5 座。

其中土方运送一直是公路、水运等工程施工中比较难处理的问题。土方运送常规采用工程车辆运输的方式, 这样的运输方式有很多不足之处, 主要体现在四个方面:

(1) 低效: 车辆运输受道路交通条件的限制, 效率低下, 在实行车辆限行制度的城市施工时, 这一点尤为明显, 而土方运送不及时会严重影响工程总体进度。

(2) 污染环境: 车辆运输土方容易造成扬尘, 污染周边环境, 影响居民生活, 易引起居民不满, 也不利于工程施工形象。

(3) 安全隐患: 每年全国发生的交通事故中工程车事故占了很大比例, 工程车运输带来的交通安全隐患不容忽视^[1]。

(4) 费用高: 土方运送工程量大, 需要投入大量工程车辆、管理人员, 所需费用高昂。

因此, 急需发明一种高效环保、安全经济的土方运送方法来解决当前情况下土方运送的难题。

2 土方管道泵送方案的总体设计

2.1 土方管道泵送简介

2.1.1 管道泵送简介

利用所有开挖深度内土质为粉土这一特点, 通过水枪喷射, 超远距离排泥管泵送, 实现土方外运无扬尘产生^[2]。除了抑制扬尘, 现场抽浆管道及清水管道在道路位置均采用预埋形式。外运管道泵管安装由施工现场沿河道铺设至卸土点, 铺设完成沉至河底, 不影响航道通行及市政绿化^[3]。非作业时, 管道将保持满蓄水状态, 通过管道自重使其沉入水中; 作业输送泥浆时, 依靠泥砂自重使其沉入水中, 全程管道不露出水面以保护沿线美观^[4]。

表 1 传统运输与泵送方案对比表

项目	技术特点	
	优点	缺点
传统土方机械开挖配合自卸汽车运输	工艺成熟, 简单	1、运输距离远, 需要大量的运输车辆 2、扬尘不受控制, 不绿色, 污染环境 3、受天气、周边交通影响大, 雨季, 早晚高峰及管制实际无法运输
水力机械开挖&超远距离泵送	1、不受天气及周边交通影响, 可 24 小时连续施工 2、绿色环保节能	需要加强现场协调管理

2.2 施工工艺介绍

通过铺设排泥管, 引入外部清水, 用加压水枪喷射待挖区土方, 制配成泥浆后, 通过排泥管排出场区。具体而言, 即取水排泥管从外部引入清水至项目现场内—泵体加压用水枪将高压水流射入现场待挖区土方—土体遇水制配成泥浆—待挖区泥浆坑放置抽浆泵, 对泥浆进行增压—外铺设泥浆管至消纳区—泥浆通过铺设排泥管输送至消纳区, 完成场内土方外运工作。

采取“一线到端、以线带面、分层开挖”的土方机械配合水力机械“汇流式”开挖施工方法。

“一线到端”是指在基坑开挖的过程中以最大开挖深度沿着一条直线开挖槽从基坑的一端直接开挖到另一端, 而不是传统的分块开挖。

“汇流式”开挖是指基坑开挖的过程中，以若干条直线开挖槽为主干，直线开挖槽周边土以土方车短驳的形式汇入直线主干槽中，形成“以线带面”的总体开挖布局。

2.3 施工总体部署

2.3.1 施工总平面布置

根据现场踏勘施工区内管线布置以不影响施工的原则，沿施工区内的围挡布置，穿越临时道路等以埋管处理方式。两条排泥管与1#增加泵接口处采用密闭管连接，确保超远距离排泥管道输送效率。土方开挖区用一台130kw高压泵进行水力开挖稀释土方，采用2台220kw泥浆泵进行收集泥浆连接输送管道，管道通过450kw加压大泵输送至堆土区，每隔4公里设置一座接力泵站（一条生产线）。见图1、图2。

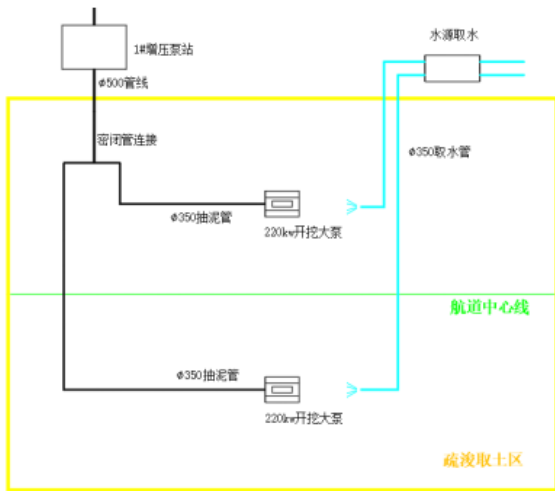


图1 疏浚区平面布置图

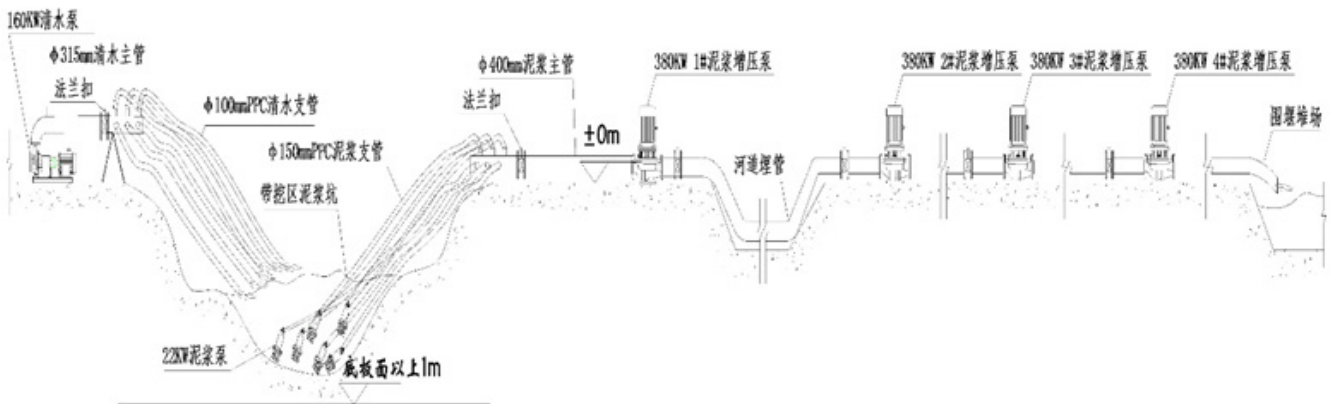


图2 泥浆泵送施工示意图

2.3.2 临近河道取水布置

施工现场布置两套取水设备组，每套设备组由一台130KW取水泵一端连接现场的 $\phi 350\text{mm}$ 的水管及高压水枪进行现场冲水施工，另一端连接 $\phi 350\text{mm}$ 的水管至临近河道幸福河进行取水，红线内沿施工便道铺设，红线外管道沿河道铺设，总长度约2000米。

2.3.3 清水泵安装

泥浆配置采用蓄水池中水，通过清水泵加压后，分支管注入待挖区坑中配制泥浆。清水泵采用160KW水泵（见图3），位置设置于基坑外附近合适位置，清水泵搭设泵房，泵房由专人看管，泵房外设置蓄水池，蓄水池暂定尺寸 $10 \times 10 \times 2.5\text{m}$ ，蓄水池平时由现场DN350水管蓄水，清水泵管采用 $\phi 315\text{mmPPC}$ 冲水管道与蓄水池及泵体连接，出水管同样采用 $\phi 315\text{mmPPC}$ 水管，铺设至现场待挖区，端部连接转换头，转换头由12路支管接头，支管采用水管连接，最终清水由支管人工控制涌出至泥浆池，清水泵由专用电箱控制。

2.3.4 待挖区泥浆池设置及制浆

按照挖土施工顺序，在开挖区域设置2台220KW的泥浆泵，泥浆泵位置为待出土区域的中心并随着出土区域的变化而移动，由6-10名工人用清水出水管从四周向中心冲土形成1:3（水：泥）泥浆。配制而成的泥浆再由220KW泥浆泵通过管道输送至坑外 $\phi 500\text{mmPPC}$ 主管，主管连接380KW泥浆增压泵进行增压后开始远距离输送（见图4）。

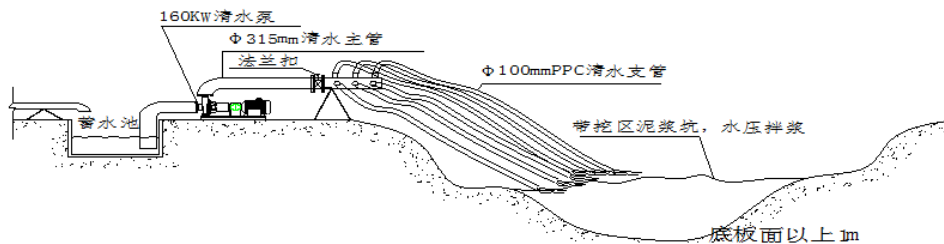


图3 清水泵接入点示意图

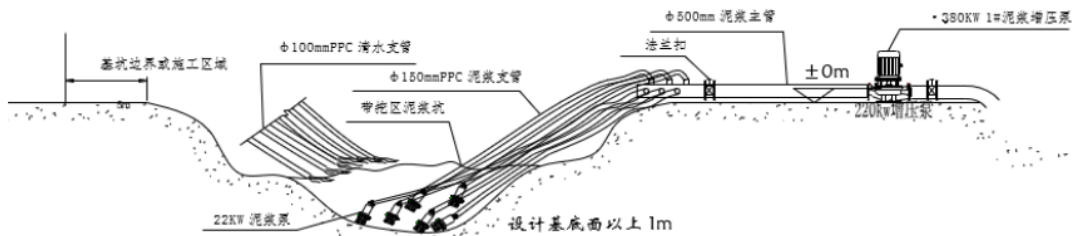


图4 待挖区泥浆坑示意图

2.3.5 消纳点围堰布置方案

围堰采用挖掘机筑土堤施工方案，土料就近取土，考虑沉降、暴雨等不确定因素，施工高度比弃土区吹填高程高出 0.5m 以上，合理位置布置泄口水口若干。

消纳吹填采用 $\phi 500$ 管道通过分流至 $\phi 350$ 的管内进行吹填，吹填区放置标高控制点，按控制点进行接管吹填，达到控制整平的目的（见图 5）。

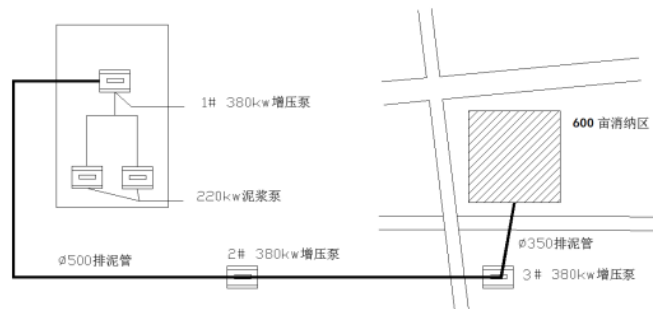


图5 管道总平面布置图

沉淀池堆高采用冲泥管，占地面积 600 亩。围堰顶高程 6m，围堰底高程 4m，围堰顶宽 2.0m，围堰垦区坡比为 1:1.2，吹填侧坡比为 1:1.8，围堰总长约 400m，吹填高程为 5.5m，围堰采用土工膜防渗（见图 6）。该区域能容纳土方量约为 $300 \times 666 \times 2 = 40$ 万方，能满足土方消纳的要求。

3 结果与讨论

本方案主要用于大面积土方需要清理的情况下使

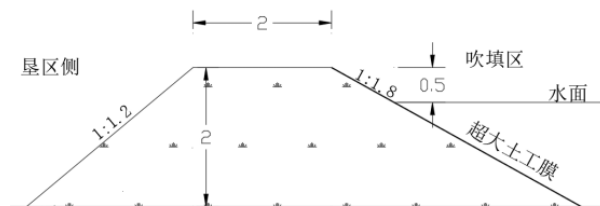


图6 吹填区围堰断面示意图

用，特别是在弃土区域位于大面积农田周围时，交通不方便，利用土方车效率低下，而且，可能会严重损害农田。只需要在弃土区域与待挖区域架设管道，管道即使部分位于农田当中，对于农田损害很小。采用本发明的装置，运输效率高，不会污染环境，安装及拆卸也简单，大大提高了工作效率，产生的费用也大大降低。

参考文献：

- [1] 本刊编辑部. 严密管控防事故 狠抓落实保安全 [J]. 道路交通管理, 2020, (07): 13-19.
- [2] 危鼎, 周建民, 周海贵, 等. 深大基坑冲土泵送开挖的施工组织设计要点 [J]. 建筑施工, 2021, 43(03): 341-343.
- [3] 丁应章, 徐强, 王飞, 等. 大型泥浆泵远距离土方泵送技术 [J]. 建筑施工, 2021, 43(08): 1448-1450.
- [4] 王伟锋. 大型泥浆泵远距离土方吹填造地技术的应用 [J]. 水利建设与管理, 2014, 34(03): 21-24.