

工程渣土水运消纳卸船与填筑工艺探讨

卢满红¹, 张政生²

(1. 上海中北航务勘察设计有限公司, 上海 201114;
2. 中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 上海 200120)

摘要: 本文结合上海市城市建设产生的工程渣土水运消纳需求, 对卸船和填筑工艺进行探讨, 为城市建设工程渣土水运消纳提供参考。

关键词: 渣土; 消纳区; 卸船; 吹填; 回填; 水平运输; 工艺

中图分类号: U693+.32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 04—0024—04

近年来, 随着城市建设的高速发展, 深基坑、地铁等地下工程建设使得大批量的工程渣土不断产生, 工程渣土的处置需要占用大量的土地, 是城市建设必须妥善解决的问题之一。利用工程渣土回填低洼地, 辅助滩涂整治, 资源化利用工程渣土^[1]、变废为宝, 是城市渣土处置和城市可持续发展的方向。

工程渣土传统运输方式一般采用渣土车陆上运输, 该运输方式运量小, 且目前社会上渣土车普遍存在超载、扰民等不良现象。对于渣土消纳区位于临河或临海的地点, 充分发挥水路运输运量大、运价相对较低的优势, 尽量减少渣土车的陆上运输, 改用水运方式, 是值得推广的运输模式。在此背景下, 探讨工程渣土这一特殊物料水运消纳的卸船和填筑工艺, 具有现实意义。

1 工程渣土分类及物料特性

本文以笔者所在的上海市工程渣土为例, 目前上海市城市建设产生的工程渣土, 根据来源不同, 主要为地铁隧道施工的盾构土及深基坑开挖的土方。

隧道盾构法施工, 分水压平衡法和土压平衡法两种, 水压平衡法盾构施工废弃物为工程泥浆, 不在本文讨论范围; 土压平衡法盾构施工, 工程渣土的出土流程一般为:



根据调研情况, 目前上海市各区地铁施工的渣土土质基本一致, 主要为③层灰色淤泥质粉质粘土、④层灰色淤泥质粘土、⑤1层灰色粘土、⑤2层灰色砂质粉土、⑤3层灰色粘性土等, 因盾构施工过程需添加膨润土, 工程渣土含水率较高、粘度大。根据抽样检测, 渣土物理特性如下:

湿密度: 16.7 ~ 20.3kN/m³

含水率: 26.0% ~ 58.2%

液性指数: 0.2 ~ 2.2

深基坑开挖产生的工程渣土, 则因施工过程中破除基坑支护材料等原因, 经常混有大块状砼块、块石等建筑垃圾。

参考文献:

- [1] 胡琮, 刁峰. IMO 船舶温室气体减排初步战略解读 [J]. 中国造船, 2019, 60(01): 195-201.
- [2] 吴兆麟. 船舶避碰与值班. 大连: 大连海事大学出版社, 2014.
- [3] 涂敏, 胡远程. 船舶海上碰撞事故影响因素分析 [J]. 物流技术, 2018, 37(02): 53-56+72.
- [4] 杨善利. 全国水上交通安全形势分析与政策探讨 [R]. 中国国际船舶安全与技术论坛, 2019.

- [5] 孔祥生. “桑吉”轮与“长峰水晶”轮碰撞事故原因与责任分析 [J]. 世界海运, 2018(6): 1-8.

- [6] 刘雅奇, 郭兴华. 桑吉轮事故与情景意识培养 [J]. 世界海运, 2018, 41(7): 18-21.

- [7] 孙燕辉. 浅谈船舶碰撞前后所采取的应急措施 [J]. 中国水运, 2018, 18(09): 7-8.

2 工程渣土卸船与填筑工艺特点与难点分析

2.1 卸船与填筑工艺特点

工程渣土具有散货特性，采用水运方式运输工程渣土至回填区卸船消纳，与传统散货进口码头物料卸船后水平运输至散货堆场不同，作业特点有其特殊性：

(1) 物料卸船后，根据消纳区回填需要，渣土消纳区面积一般较散货堆场大，区域形状也不规则，物料需填筑至消纳区各个部位；

(2) 物料卸船后去向的终点位置为一次性，也无逆向取料的过程；

(3) 消纳区场内的交通条件需要根据填筑进展边填筑边推进；

(4) 工程渣土物料的特殊性，上海市工程渣土含水量高、粘性强，且物料均匀性差，渣土中经常混有大块体建筑垃圾；

(5) 作业以处置渣土、回填场地为目的，物料附加值很低，在对环境不造成较大影响且得到相关管理部门许可的前提下，物料允许部分损耗，作业过程允许水冲作业改变物料特性。

2.2 难点分析

根据工程渣土特性及卸船填筑作业的特殊性，工程渣土卸船与填筑需要根据物料特性和填筑场地采取针对性的工艺方案，难点在于：

(1) 根据物料特性，区别于传统散货卸船工艺，要求适应不同渣土，尤其是含水量高、粘性大及混杂块体建筑垃圾渣土；

(2) 因工程渣土附加值低，要求整个作业流程卸船和填筑效率高、单位作业费用低。

3 工程渣土卸船填筑工艺探讨

常规散货卸船可采用门机或桥式卸船机，采用抓斗作业；对于填筑作业，常规有陆上回填和吹填工艺。

根据上述关于工程渣土水运消纳卸船填筑作业特点的分析，按照填筑工艺的不同，整个作业流程可采用回填和吹填两种类型的工艺方案。

3.1 回填工艺

消纳区附近合适水域设置临时卸船码头，工程渣土经船舶水运至消纳区临时码头，卸船渣土并水平运输至消纳区用于回填。该工艺具有一般散货进口码头装卸工艺的特点，同时也有其作业的特殊性。

3.1.1 码头卸船方案^[2]

工程渣土卸船方案，需要与临时码头总平面布置方案、水平运输方案之间相互协调。结合渣土运输、回填作业的特点，可考虑固定吊、移动式门机、桥式抓斗卸船机、浮吊等卸船设备进行作业，对于干舷较低的内河船，也可采用挖掘机等简易卸船设备。几种卸船工艺方案在港口装卸工艺中应用十分成熟，本文不做进一步论述。

3.1.2 水平运输方案

工程渣土卸船后用于消纳区回填，根据其作业特点，水平运输工艺可考虑以下方案：

(1) 自卸汽车运输。自卸汽车水平运输方案灵活，能够适应大块体或是高黏性等不同类型的渣土；在消纳区根据场内临时道路情况，可边回填边推进到达每一个区域。该方案工艺流程如下：



该方案码头上车流量较大，对码头水工结构、码头的运营与管理要求均较高；总体上水平运输与带式输送机相比效率略低。

(2) 带式输送机运输。工程渣土卸船后采用带式输送机水平运输至消纳区，该工艺具体流程如下：



该方案码头上无需车辆作业，可以减少临时码头工程造价；但由于场内回填需要逐步向前推进，需要根据回填进展在场内采用移动式皮带机搭接，且搭接的皮带机长度随着回填进展而逐步加大，因此，该水平运输方式在实际应用存在较大的局限性。

(3) 带式输送机 + 自卸汽车运输。工程渣土卸船后通过带式输送机水平运输至消纳区装车点，采用自卸汽车装车后运至场内回填。该方式既可以避免码头上出现较大的车流量，减小水工码头投资，同时也能保证在场内回填的灵活性。该工艺具体流程如下：



3.2 吹填工艺

采用吹填工艺的实质，是改变工程渣土的物理特性，将渣土转变成泥水混合物通过压力管道输送至渣土

消纳区。吹填工艺可采用储泥坑+绞吸船吹填方案、吹砂船直吹填方案。

3.2.1 储泥坑+绞吸船吹填方案

在工程渣土消纳区附近水域设置储泥坑，渣土经船舶水运至储泥坑位置，卸载渣土至储泥坑；储泥坑的设置，对海洋环境存在一定的不利影响，需要取得海洋与渔业部门的许可，同时，为保证通航安全，还应取得海事部门的许可。

采用绞吸挖泥船将储泥坑内的渣土通过疏浚、吹填的方式输送至消纳区，疏浚与吹填工艺^[3]应用已经十分成熟，在此不再赘述。

根据工程渣土运输船型及卸载工艺不同，存在两种方式可供选择：

(1) 采用开底驳船运输，工程渣土通过开底驳直接卸载。该卸载方式具有效率高、成本低的优点，且卸载过程泥土流失率相对较小；其缺点是采用开底驳运输，可能存在沿途偷倒等不合规现象，导致监管困难，也正是此缘故，部分地区已经明确禁止采用开底驳运输工程渣土。随着信息技术的发展，为解决渣土运输船的监管难题，可采取在运输船舶安装实时定位、实时吃水监测等技术手段，加以远程监控。该工艺具体流程如下：



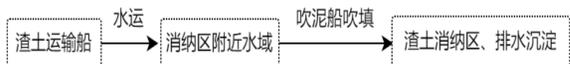
(2) 采用非开底普通敞口驳船运输，工程渣土通过浮吊卸船。该运输方式能够避免渣土运输沿途的偷倒现象；其缺点是采用浮吊将渣土卸载至储泥坑，增加了工艺的中间环节及成本，卸载效率低，且卸载过程泥土流失率相对较大，对水域环境影响也较大。该工艺具体流程如下：



3.2.2 吹泥船吹填方案

吹泥船属于挖泥船范围，但它不具备对水下土层挖掘的能力，一般用于对疏浚泥浆进行吸入和吹出，是一种简单的吹扬式船舶。根据吹泥船的特性，通过简单改造冲水设施后，可利用其用于工程渣土的吹填。

工程渣土经船舶水运至消纳区附近水域，采用吹泥船直接将渣土运输船舱内的渣土吹填至消纳区。该工艺具体流程如下：



3.3 两种工艺方案优缺点对比分析

工程渣土水运消纳卸船与填筑两种类型工艺方案优缺点对比分析及适用情形见下表：

表1 卸船与填筑工艺方案对比表

| 方案类别 | 回填方案 | 吹填方案 |
|------|--|---|
| 优点 | 不改变工程渣土的物理特性，回填形成场地无需排水固结的过程，后期地基处理的成本也相对于吹填工艺要小。 | 总体施工工艺简单、成熟；吹填施工效率高；无需渣土卸船靠泊的码头建筑物，配套工程投资较省。 |
| 缺点 | 该方案需要建设临时码头用于渣土卸船作业，配套工程投资较大；相对于吹填工艺效率要低。 | 吹填至消纳区形成泥水混合物，消纳区需要考虑排水问题；如采用储泥坑方式，对海洋环境将造成一定不利影响，且存在一定的泥土流失；对于粘性较大的渣土，消纳区泥水混合物水体难以排除，成陆区地基处理难度大、费用高。 |
| 适用情形 | 适应性强，既能够适用砂性土、粘性土等各种类型工程渣土，也能适应大块体建筑垃圾的运输、消纳；考虑到临时码头工程建设费用的摊销，该工艺应用于渣土消纳容量很大的场所较为合适。 | 对砂性渣土的适用性较好；如为粘性渣土，适用于成陆区对地基承载力要求不高的情形等。该工艺不适用于块体及颗粒较大的工程渣土。 |

4 工程案例应用

为防止工程渣土运输过程中出现违规倾倒等不良行为，为满足市重大工程渣土消纳需要，上海市在南汇东滩进行应急圈围，形成N1库区用于消纳工程渣土，N1库区可容纳渣土约为3900万m³；库区内按照间距约200m设置临时道路，用于回填作业；相邻的N2、N3规划库区作为远期备用渣土消纳区。根据渣土消纳需求及道路通行能力，传统的渣土车陆上运输能力为2万吨/天；为满足工程渣土消纳需要，分摊陆路交通压力，尚需水路运输2万吨/天。

4.1 渣土填筑工艺的选择

为避免工程渣土水运途中偷倒等违规行为，上海市对于渣土运输船舶禁止采用开底驳船；另外，考虑到设置储泥坑对海洋环境造成一定影响，经征求相关部门意见，不考虑设置储泥坑，因此，储泥坑+绞吸船吹填方案不适用本案例。

根据调研，上海市工程渣土以淤泥质黏土、粉质黏土为主，粘性土含量大，吹填形成的泥水混合物水体排出较为困难，经综合考虑，渣土水运消纳采用回填方案。

4.2 临时码头工程

为满足渣土卸船需要，回填方案需要建设临时码头。根据水深条件、运量需求，结合兼顾远期N2、N3库区，在N1库区对应岸线建设3个3000吨级卸船泊位，卸船采用16t通用门机（配抓斗）。

4.3 物料水平运输方案

考虑到N1库区面积较大，且远期需兼顾周边库区，如采用带式输送机水平运输方案，则需要大量的移动皮带机搭接，工艺灵活性差，且设备投入较大、运营管理繁琐，因此，经综合比选，确定采用灵活性较强的自卸汽车水平运输方案。

预制件在港口码头设计中的应用研究

何林丹, 钱春寿, 袁泽军

(河海大学设计研究院有限公司广东分公司, 广东 广州 510000)

摘要: 本文以江门某码头改造项目为例, 介绍了一种使用大量预制构件的新型工艺进行码头设计的方法, 通过提高预制件数量、降低现浇量从而缩短施工工期, 满足码头建设要求的同时极大地减少了对公司的运营影响, 对相关需求的码头升级改造工程具有参考意义。

关键词: 高桩梁板; 预制件; 吊机墩台预制

中图分类号: U655 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 04—0027—03

港口码头是水运行业的重要基石之一, 许多码头建于早年, 经多年使用, 其构件耐久性已大幅度降低, 运营能力开始跟不上逐渐增加的船舶货载能力, 无法满足现阶段的经营需求^[1]。因此需要对老旧码头进行安全加固与性能升级, 传统的升级改造或新建方法耗时较长、成本较高, 对码头运营的影响很大, 为了降低码头升级对公司运营的影响, 提高码头升级的效率, 需要使用更简单、操作更快捷的工艺。为了达到这一目的, 逐渐有码头建设或升级改造项目使用预制件开展施工, 研究和实践证明, 预制工艺的使用可以降低现浇量从而缩短工期, 且安全性能得到保障, 虽然预制构件的安装施工难度比现浇施工难度要大, 但节约了时间成本, 两者成本相互抵消, 总体成本能够得到控制。

本文以江门市某饲料公司码头改造项目为例, 介绍码头采用预制件的新型结构工艺在设计和建造中的应用情况。通过实地考察、检测评估原码头结构安全性、耐久性情况, 基于检测结果与项目需求, 对原码头进行拆

除重建, 提出使用超 90% 预制构件以缩短施工工期的方法。同时, 为消除安装吊机墩台时可能产生的与预制件的结构碰撞, 对吊机墩台形体进行定制设计, 最终配置 2 个 GQ1020 吊机墩台, 顺利将原钢结构码头改造为高桩梁板型钢筋砼结构的 1000 吨级干货船泊位码头。该码头的设计施工案例对相关需求的码头升级改造工程具有参考意义。

1 工程概况

1.1 原码头概况

江门市某饲料公司原码头建设于 90 年代, 用于饲料原料的卸船作业, 作为使用多年的钢结构码头, 设施设备老旧、结构件磨损严重, 存在较大的安全隐患。码头结构长度 50m, 由钢结构人行平台、2 座钢管靠船簇桩、钢筋砼吊机墩台组成, 布置一台 GQ0518 型号固定吊, 水平运输为刮板机。由于原码头经过长期使用, 其平台构件变形严重, 存在较大的安全隐患, 需要升级改造后

5 结语

工程渣土水运消纳卸船与填筑工艺的确定, 需要根据具体情况, 综合考虑外部条件、配套工程建设成本、运营成本等多方面因素, 综合分析比选; 每个工艺环节的设计参数选择, 也需要根据物料特性、消纳场位置、大小、形状等具体情况, 分析确定。

本文对工程渣土水运消纳吹填、回填等不同工艺进行探讨, 并结合上海市南汇东滩 N1 圈围库区消纳工程

渣土案例分析工艺方案, 希望能够为城市建设工程渣土水运消纳提供参考。

参考文献:

- [1] 陈家琬等. 对我国建筑垃圾资源化利用现状的思考 [J]. 中国资源综合利用, 2012 年第 6 期: 47-49.
- [2] 宗蓓华 真虹. 港口装卸工艺 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2005:140-165.
- [3] JTS 181-5-2012 疏浚与吹填工程设计规范 [S].