

大型卸船机跨越地面皮带机廊道 整机滚装上岸技术

宗翠荣, 钱豪佳

(上海振华重工(集团)股份有限公司, 上海 200125)

摘要: 卸船机与地面皮带机、堆取料机等组成散货卸船的装备作业系统, 任何设备的因故停摆, 都将引起码头生产作业的中止、压船压货, 造成直接或间接经济损失。因此, 新购的卸船机到货后需要快速完成整机上岸, 最大限度减小对码头生产的影响。常规方法需要把皮带机结构拆除, 留出设备上岸空间, 本文介绍了一种不拆除皮带机的整机滚装技术, 通过高低变轨、荷载接续的方式, 直接跨越地面皮带机, 完成整机滚装, 并在荷兰某散货码头成功实施。

关键词: 卸船机; 地面皮带机; 整机滚装

中图分类号: U653.928.+1

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2021) 09—0118—03

1 引言

卸船机是一种大型港口机械设备, 用于装卸散装固体物料, 如矿石、煤炭、化肥、谷物等到运输船或驳船, 以方便散装材料的进出口。随着港口的升级扩建以及设备的更新叠代, 散货船埠通常都会面临在已经投产的码头增添新设备的难题。因为不同于集装箱装卸码头, 散货码头通常借助地面皮带机来运输物料, 而这些皮带机在每次新购卸船机上岸的同时, 总要面临繁琐、复杂的拆除以及恢复工作, 同时造成码头停工、停产。如何破解这个痛点? 是散货码头卸船机整机上岸技术改革研究的一大主要方向。

本次作为新技术试点的是一台 2600t/h 卸船机, 在中国上海完成总装制造, 再经过远洋整机运输至荷兰某港口, 然后整机卸移上岸。由于码头生产十分繁忙, 业主要求卸船机卸移上岸期间, 不能拆除地面三条皮带机, 以保证不影响码头几乎 24 小时不间断的生产作业, 同时提出承包商需要提供包括上岸方案设计、工装设备以及施工组织设计的整套解决方案, 用于日后现有三台旧机的淘汰和再购新机的上岸操作。经过合同阶段的多轮探讨协商, 在排除了借助大型浮吊吊卸等方案后, 最终采用了本文所述的不拆皮带机的整机滚装上岸方案(图 1)。

2 工程基本情况

卸船机自重约 2600t, 轨距 21.5m, 每轨两列车轮, 在制造完成后, 用特种重型运输船, 经过两个月航行,

整机运抵位于荷兰鹿特丹的大型散货码头, 该码头主要经营矿石、煤炭等散货装卸和储存, 生产运营超过 30 年, 设施老旧, 安装有三条皮带机廊道, 廊道高出地面约 4.1m, 总宽度超 11.4m, 码头上已有的三台卸船设备均已步入生命周期的末期, 急需更替淘汰。除此之外, 海、陆侧之间的码头地面承载能力最薄弱处只有 $1\text{t}/\text{m}^2$, 卸船机滚装时的荷载, 只能按工作轮压要求均匀分布到码头海、陆侧承轨梁上。



图 1 项目实施现场

由于整机滚装上岸时还不能拆除三条地面皮带机, 此类卸船工法在国际上未见报道先例, 业主曾在欧洲寻求合意承接方, 但都因没有满意的设计方案而最终放弃。公司在受到邀请招标后, 决定自主技术革新, 探索研究出了一套独特的卸船方案, 经过多次比选和优化, 研发了一套高低变轨的轨道系统, 采用荷载转移、接续的方式, 辅以液压千斤顶顶升技术, 当整机滚装上岸, 陆侧

门腿接近地面皮带机时，由低轨向高轨变换卸船轨道，此时陆侧部分的荷载由低轨转移到高轨，同时高轨经分载梁把荷载传递到码头强结构处，在完成荷载转移，接续传递的同时，也使陆侧门腿沿着高轨跨越三条地面皮带机，最终到达陆侧轨道位置，再采用液压顶升方法，安装陆侧台车，最后，卸船机降落在斜坡轨道后，牵引侧滑入码头轨道，实现整机上岸。

3 滚装卸船的水文环境分析和作业窗口选择

大型设备整机滚装、滚卸作业，需要保证船舶甲板面与码头面的高差在允许的范围内波动，由于卸船中设备位移以及潮水的动态变化，要求船舶具有一定的调压载能力，以抵消卸船过程中荷载以及潮水的变化带来的影响，其中前者可以通过控制卸船速度来降低影响，而后者受客观环境制约，不仅如此，还限制前者的主观操作。因此，卸船作业对于窗口期的选择变得非常重要。一是选择潮差相对较小的日期，二是潮位变化平缓时段，一般要求在0.1~0.2米/小时。本项目根据当地潮汐情况，选择目标日的8点至12点低平潮卸船，如图所示（图2），此时段潮差变化平缓，4小时内潮位变化0.4米，是一个较为合适的窗口期。

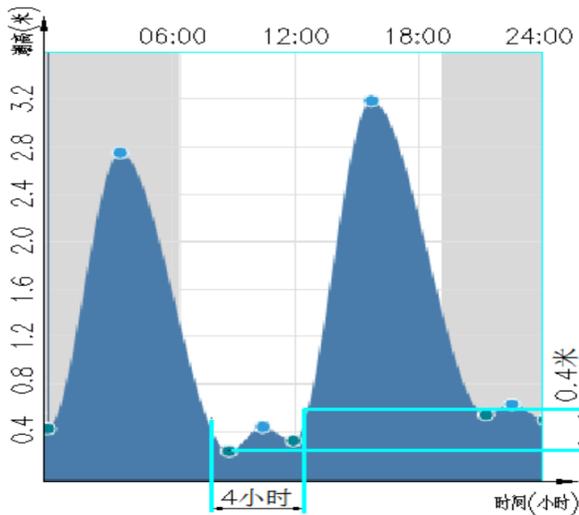


图2 潮汐变化与作业时间选择

作业窗口的选择除了潮汐因素，还要考虑气象因素，尤其是风速。根据计算，本项目整个滚装过程，大约需要三个小时。作业环境风力要求小于蒲氏5级风速，约为10m/s（图3），从码头附近一个Geulhaven气象监测站点的风玫瑰图的显示数据来看，该地区盛行风向区间为南风 and 西南风（扇区9、10、11、12），其中9扇

区和11扇区各占10%以上。根据风速威布尔分布的柱状图（图4）的分析统计，平均风速和风能密度分别为5.71m/s和196W/m²。这对该项目的顺利实施，提供了良好的环境基础。确准了上述环境条件后，在施工作业前，提前关注气象预报，规避极端天气，确定最后作业窗口。

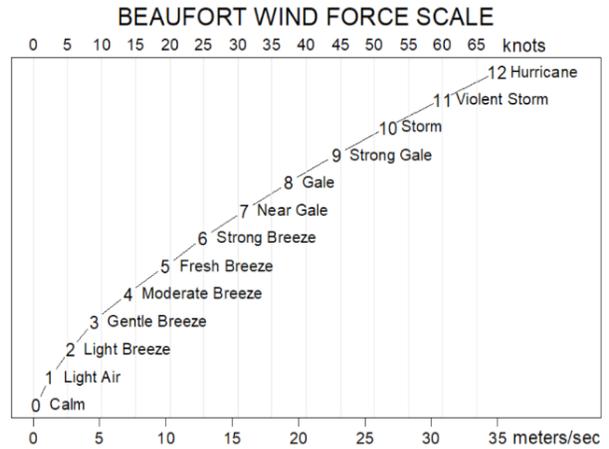


图3 蒲氏风力等级

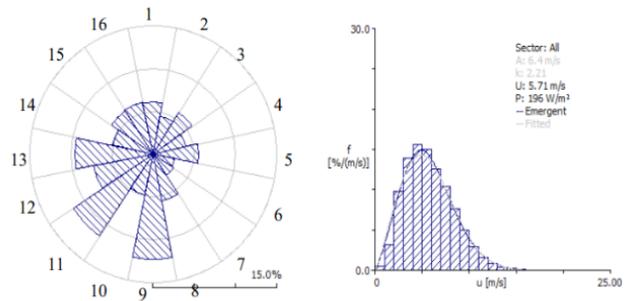


图4 码头附近监测站的气象数据统计

4 工程实施技术难点

4.1 整机卸船时跨越三条地面皮带机，需要设计专用轨道系统予以解决

如下图所示，此铺轨方式不同于常规平面直铺，而采用立体方式架设，把卸船轨道设计成高、低两层（图5）。卸船时，陆侧台车先在低轨运行，到达地面皮带机处时，在低轨运行的台车完成前半程的滚装作业，此时作业台车切换至皮带机上层的高轨上，高轨运行的台车接续完成后半程的滚装作业，从而使得整机滚装避开地面皮带机系统，这个切换点需提前计算好高低轨道的精确高程，并借助台车自带的顶升能力做到荷载的平顺转移。

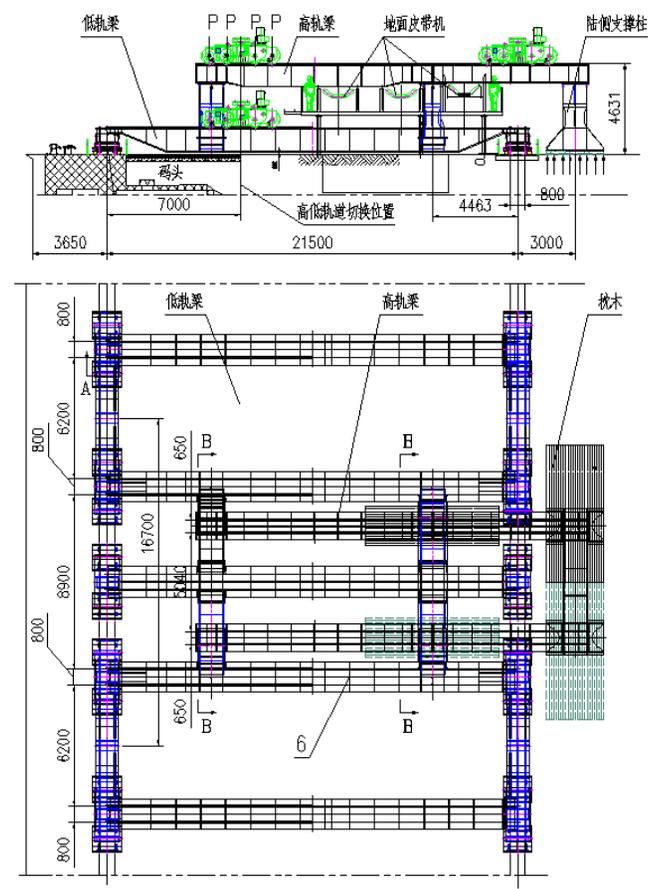


图5 卸船轨道系统

4.2 海陆侧轨道间的码头面承载最薄弱处小于 $1t/m^2$ ，卸船时的荷载不允许直接作用在码头面上

由于码头面承载能力限制，卸船全过程的荷载，需一直作用于海、陆侧两端的承轨梁上，这其中包括后半程由高轨传递到低轨时的荷载，再经分载梁作二次传递到码头承轨梁。此过程需要对卸船轨道进行非线性仿真分析，按码头许可的承载能力，做到精确分载，均匀分布，同时通过位移矢量的迭代，校核梁截面的最大挠度，保证卸船轨道的底面在滚装全过程中不触及码头面，解决码头面不能直接承受卸船荷载的问题。

4.3 陆侧卸船大车装置的特殊设计

由于地面皮带机的阻碍因素，陆侧大车需要进行拆装。因此从项目设计上考虑把原陆侧大车结构直接拆除至所需高度，同时在陆侧下横梁设置临时安装点，用于安装临时卸船大车装置。设备到位后，再将原陆侧大车结构复原，最后通过侧滑平移的方式入轨。为此，卸船机在整体设计上，需要根据障碍物的高度，把下横梁和大车机构设计成分段可拆形式（图6）。



图6 陆侧结构设计成分段可拆形式

5 结语

上述这种新型卸船方式，打破平面轨道铺设的思维，采用空间立体架设，结合工程实际，通过高、低轨道梁的切换，完成整个滚装过程。同时利用分载形式，把荷载精准传递到码头强结构处，既不拆除地面皮带机廊道，也不使用大型浮吊的情况下，达到整机卸船的目的。其明显的优点是：保证了码头皮带机设备的完整性，确保港口生产作业的连贯衔接，最大限度保障了用户的利益。该方法的成功应用，为卸船机整机上岸，提供了一种新的解决思路，对于类似工程项目的实施具有一定的借鉴意义。

参考文献：

- [1] 宗翠荣, 褚伟波. 用于移动卸船机的轨道系统: 中国, ZL200920211533.9[P]. 2010.09.22.
- [2] Fikirte M. Yemer B.Sc. Urban Wind Map for Delft, Rotterdam and Zoetermeer [D]. Delft University of Technology Faculty of Applied Science Department of Sustainable Energy Technology, 2010:45.

