

江阴港某通用泊位工艺系统专业化改造

周 倩

(中交第二航务工程勘察设计院有限公司, 湖北 武汉 430060)

摘要: 针对江阴港某通用泊位作业能耗高、污染大的问题, 进行工艺系统专业化改造研究。根据码头实际作业情况, 合理确定改造设计原则, 从卸船、装船和堆场作业等方面入手, 提出专业化改造方案。卸船采用增设接料皮带机和固定漏斗实现门机连续作业, 同时改造门机行走机构, 满足水工结构安全要求。装船采用移动式装船机作业, 并将尾车后置, 减少尾车长度, 增加作业范围。堆场采用斗轮堆取料机作业, 通过分析进口、出口作业线利用率, 优化作业线数, 并设置电动三通, 实现进出场流程覆盖所有泊位。结果表明, 改造后码头通过能力显著提高, 粉尘污染减少, 运营能耗降低。

关键词: 工艺系统; 门机改造; 漏斗; 斗轮堆取料机; 移动式装船机

中图分类号: U 651

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2023)03-0079-06

Professional transformation of a general berth process system in Jiangyin Port

ZHOU Kan

(CCCC Second Harbor Consultants Co., Ltd., Wuhan 430060, China)

Abstract: This study focuses on the professional transformation of the process system of a general berth in Jiangyin Port to tackle the problems of high energy consumption and pollution. According to the actual operation of the wharf, it reasonably determines the transformation design principles and proposes a professional transformation scheme from the aspects of ship unloading, ship loading, and yard operation. In terms of ship unloading, the research adds a receiving belt conveyor and a fixed hopper for continuous operation of the gantry crane and modifies the traveling mechanism of the gantry crane to satisfy the safety requirements of hydraulic structures. In terms of ship loading, it uses the mobile ship loader and places the tail truck behind to reduce the length of the tail truck and increase the scope of operation. In addition, it adopts a bucket wheel stacker reclaimer for yard operation. By analyzing the utilization rate of import and export operation lines, it optimizes the number of operation lines and sets an electric three-way valve to ensure that the entry and exit process covers all berths. The results show that after the transformation, the wharf enjoys a significantly improved carrying capacity, reduced dust pollution, and lower energy consumption of operation.

Keywords: process system; gantry crane transformation; hopper; bucket wheel stacker reclaimer; mobile ship loader

1 工程概况

无锡(江阴)港申夏港区港口集团5#码头(简称“5#码头”)位于江阴港申夏港区, 自投产以来, 运营良好。随着长江南京以下12.5 m深水航道的

开通, 大型船舶可以常年乘潮抵达江阴港, 减少了货物的中转次数, 大幅降低企业运输成本^[1]。为充分发挥长江黄金水道及宝贵的深水码头资源优势, 践行长江经济带“生态优先、绿色发展”

收稿日期: 2022-06-14

作者简介: 周倩 (1986—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事装卸工艺设计及研究。

的理念，满足港区大型散货船靠泊和大批量散货装卸和水水中转的要求，须对已建码头和堆场进行专业化改造。

2 5#码头现状

5#码头长江码头外档建设有2个4万吨级泊位(水工结构按靠泊10万吨级散货船设计)和1个2万吨级泊位(水工结构按靠泊15万吨级散货船设计)，内档建设有3个2 000吨级泊位，码头总长度724 m，内港池建设有4个5 000吨级泊位，码头总长度536 m，后方陆域建设有生产和生产辅助设施，码头设计年通过能力1 209万t^[2]。

5#码头原设计为件杂货泊位，码头前方均配备门座式起重机进行作业。散货作业采用门座起重机+漏斗+自卸车+单斗装载机的通用作业模式，主要货种为铁矿石和煤炭以及少量件杂货。

由于自卸车进出漏斗存在时间间歇，门机无法连续作业，影响作业效率，自卸车将物料送入堆场后需要单斗装载机配合挖掘机进行堆垛作业，而流动机械作业普遍存在能耗高、运营成本高、污染大的通病，另外也会造成港区交通压力较大，整体作业环境恶劣。

根据规划，5#码头功能定位为大宗干散货作业区。随着国家对港口绿色、节能和环保等方面的要求愈加严格，对通用作业模式进行专业化改造，打造碧水蓝天、建设绿色港口势在必行。

改造内容主要包括：建设专业化码头和散货堆场工艺系统，全过程采用带式输送机进行封闭运输，同时建设防风网等配套设施，进一步释放码头和堆场通过能力，提升经济和社会效益。改造后工艺平面布置见图1。

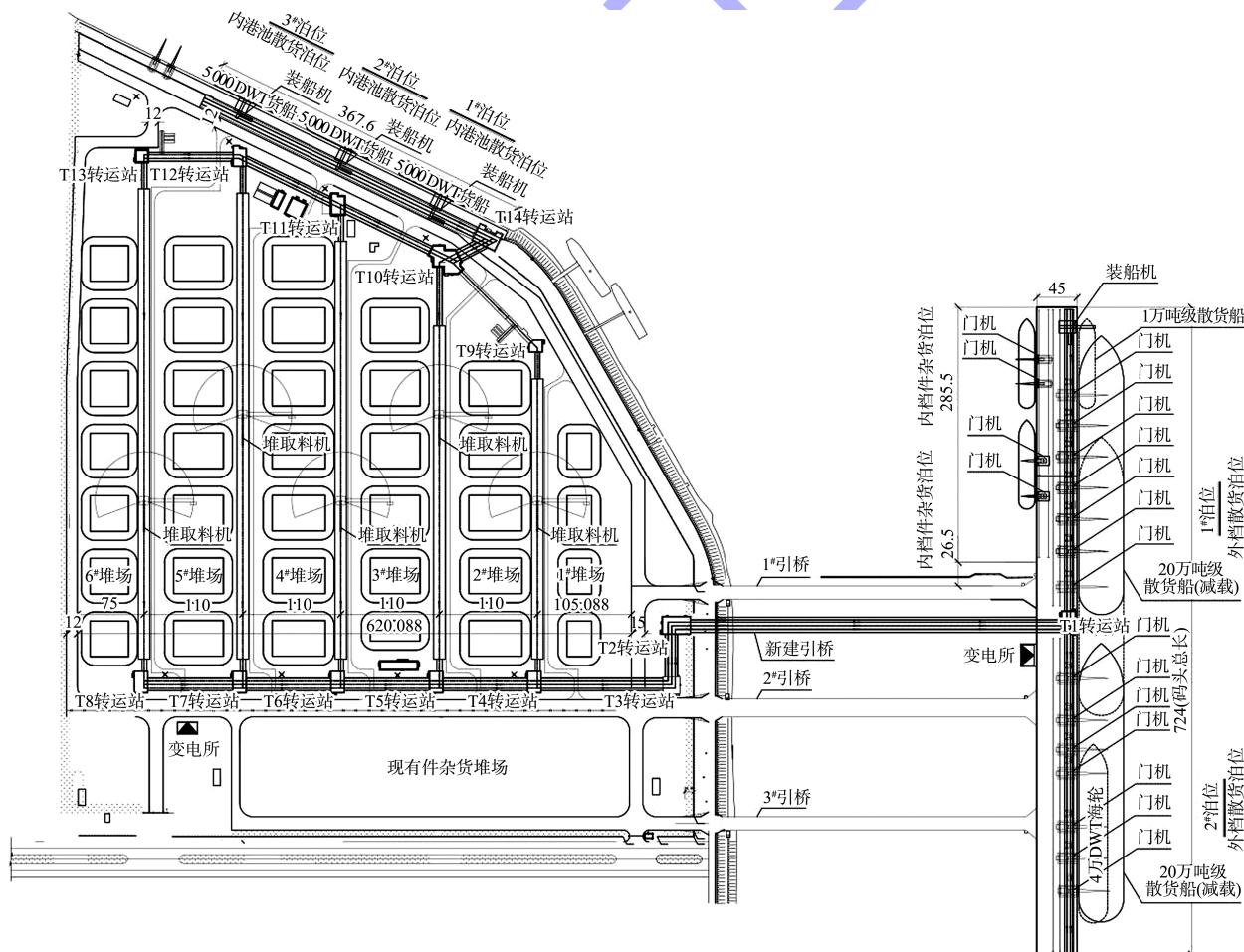


图1 工艺平面布置 (单位: m)

3 卸船码头改造

传统通用码头主要采用门座式起重机进行作业。本长江泊位码头前沿共配备 19 台门机，其中外档 15 台、内档 4 台，起重质量规格包括 16、25、40 和 45 t。

考虑到原码头按件杂货码头设计，荷载较小，若采用专业化卸船设备，自身质量较大，码头结构无法满足要求。因此，改造考虑在不更换码头装卸设备的前提下，新增带式输送机系统。工艺平面布置见图 1。

3.1 接料系统布置

根据总平面布置，考虑到航道条件改善，20 万吨级开普型船可减载靠泊，长江泊位外档按同时停靠 2 艘 20 万吨级开普型船设计。改造共布置 2 套卸船接料带式输送机系统。

20 万吨级开普型船设有 9 个舱口，在开舱时，8 台门机同时卸船效率最高可达 5 600 t/h，若布置 1 条接料带式输送机，则全系统均需要采用带宽 2 m 的带式输送机，考虑水水中转功能，相应堆场作业设备及装船设备效率均需按 5 600 t/h 设计，整体工艺系统投资较高。改造在轨道内设 2 条接料带式输送机，带宽 1.8 m，额定效率 4 200 t/h。在开舱时，2 条带式输送机同时接料，当效率降低或清仓时，仅运行 1 条带式输送机即可满足要求，可有效降低工艺系统整体投资，且 2 条输送机互为备用，系统可靠性更高。

2 个进口泊位码头平台共布置 4 条作业线，但其中 2 条作业线仅开仓时作业，利用率较低，为减少投资，码头至后方堆场共设 3 条作业线。除码头平台带式输送机外，其余均采用廊道封闭，以减少粉尘污染。

3.2 接料漏斗布置

在保留门座起重机的前提下进行专业化改造一般是在码头平台布置带式输送机系统及接料漏斗，内档码头须保留内档件杂货装卸功能，码头平台后沿有车辆通行要求，因此考虑将带式输送机布置在轨道内。

目前，漏斗常见的布置形式有移动漏斗和固

定漏斗两种形式，对应带式输送机分别布置在高架栈桥和地面。对于大型码头，常采用移动漏斗方案，每台门机配备 1 台漏斗，随机移动，但设备质量较大，费用较高。固定漏斗常用于小型码头，门机通过臂架回转，可覆盖船舱和漏斗，设备轻，投资低。

本工程单个泊位门机配备数量达 8 台，基本每舱配 1 台门机，作业范围内门机间距较小，若采用移动漏斗方案，由于门机和漏斗共轨，压缩了门座起重机的走行范围，影响门座起重机同时作业的数量^[3]。若门机或漏斗发生故障，需要调用相邻设备作业时，门机调配和漏斗移动不便。设计采用固定漏斗方案，并将漏斗高度限制在门机门架净空以内，门机的行走不受漏斗影响，增加作业灵活性。

对于接料漏斗，考虑给 2 条带式输送机喂料，卸船机上常采用电动三通+分叉溜管的形式，但对于本工程，受门机门架净空限制，漏斗整机高度在 8 m 以内。若采用电动三通+分叉溜管方式，无法满足要求。改造采用可移动斗体形式的固定漏斗，分别对应跨内 2 条带式输送机，满足分别给料的作业要求，布置方案见图 2。

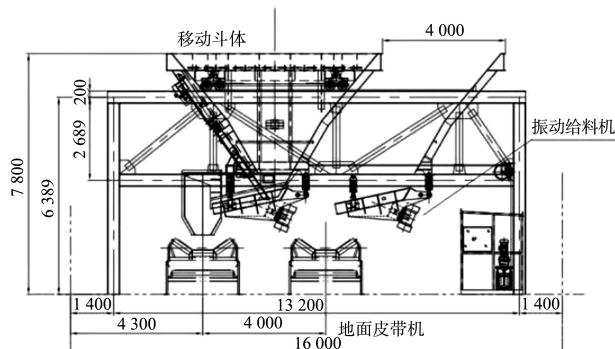


图 2 固定漏斗布置方案 (单位: mm)

3.3 门机行走结构改造

改造码头新增带式输送机栈桥和漏斗等。根据《码头结构设计规范》^[4]，经对水工平台结构进行复核，受新增设施设备影响，无法满足要求。因此，还需要对起重质量 40 t 及以上门机的行走机构进行改造，增加轮数，加大轮距。考虑将平

衡梁加长 1 m, 1 组两轮从动台车改为三轮台车, 1 个四轮平衡梁改为五轮平衡梁。门机行走机构改造前、后布置见图 3。按此方案进行门机改造后, 水工结构仅通过贴钢板等措施即可满足现行规范要求。

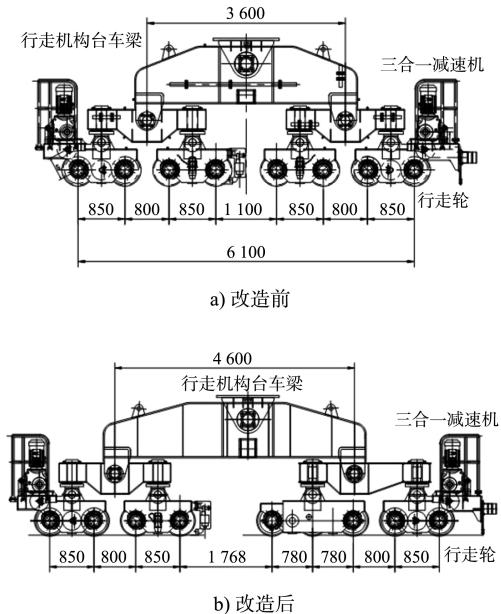


图 3 门机行走机构布置 (单位: mm)

4 装船码头改造

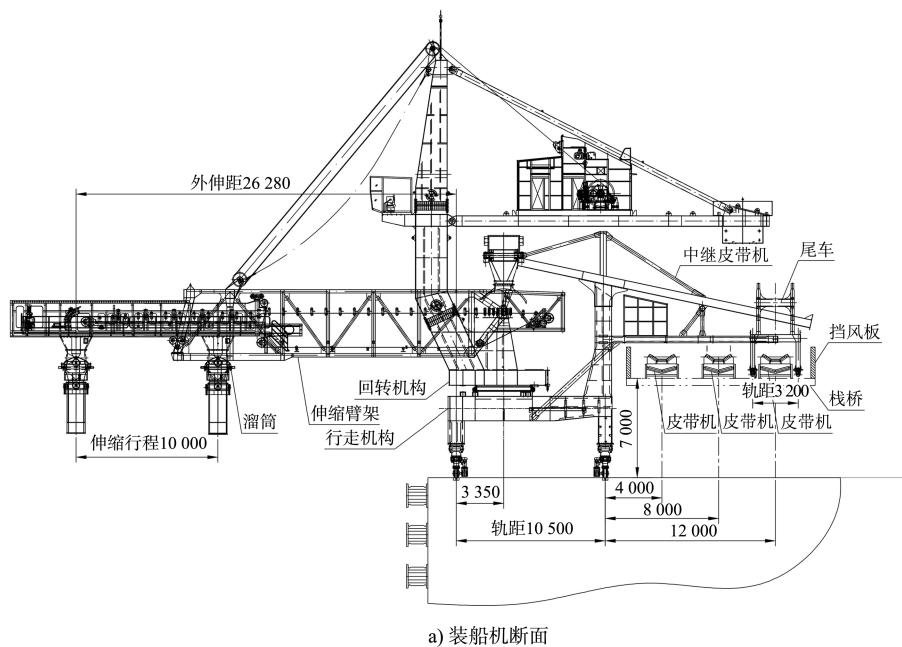
5#码头出口泊位布置在内港池, 目前采用自卸车+固定皮带机的模式。所有作业均需要流动机械辅助, 效率低、污染大且需要船舶移船才可覆盖船舱装卸范围。内港池原设计为件杂货泊位, 码头平台布置有轨道, 轨距 10.5 m。

对于大宗固体散货专业化装船码头, 普遍采用连续式装船机进行装船作业。为实现高效的装船作业, 改造码头采用移动式装船机进行装船作业。

移动式装船机具有大车行走机架、装船臂架、落料溜筒、尾车等机构。物料由码头皮带机经过尾车爬升, 转接至臂架皮带机, 再由臂架皮带机输送至落料溜筒, 装入船舱。利用码头平台现有 10.5 m 轨道, 大车行走机构使装船机整体沿船长方向移动。装船臂架的俯仰功能用于避免臂架与甲板上设施的碰撞和溜筒位置调节^[5]。由于本工程作业船型范围较大, 从 1 000~1 万 DWT, 为提高作业灵活性, 所采用的装船机还具有臂架伸缩机构和回转机构, 伸缩功能由嵌套的伸缩臂架实现, 回转功能由门架上的大型轴承完成。

在长江泊位外档布置 1 台移动式装船机, 轨距 16 m, 在内港池布置 3 台移动式装船机, 轨距均为 10.5 m, 回转半径 26.28 m, 伸缩行程 10 m, 额定装船能力 4 200 t/h。长江泊位外档的装船机主要用于卸船后直取装船作业, 内港池装船机主要用于散货进堆场后装船出口作业。

由于内港池泊位长度有限, 船头距离转运站仅 7 m, 为保证装船机作业可覆盖舱口位置, 须尽量减少装船设备占用岸线长度。因此, 考虑将装船机尾车布置在岸侧轨道后沿, 其比尾车布置在轨道内方案的尾车长度减少 15 m。内港池装船机及尾车断面布置见图 4。



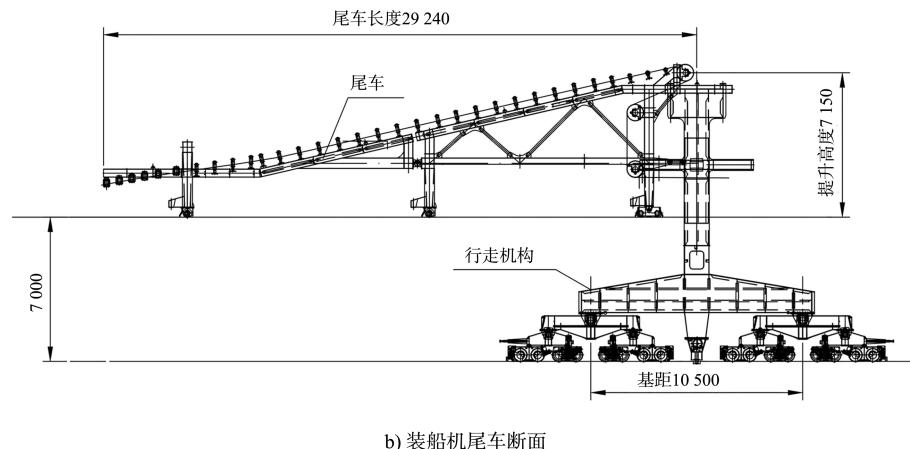


图4 内港池装船机断面布置 (单位: mm)

5 堆场改造

原堆场采用流动机械作业，堆场四周布置有沉淀池和变电所等设施。为与码头效率相匹配，堆场须采用专业化布置方案，同时还要兼顾利用现有设备，以降低投资。

5.1 堆场设备选择

目前，散货堆场专业化布置一般有“堆取合一”模式和“堆取分开”模式。“堆取合一”的布置形式，堆场内布置堆取料作业线，采用堆取料机进行装卸作业，设备类型较少，生产组织较为简单，便于管理，同时堆取料机可堆料和取料，作业灵活，作业系统冗余度高。“堆取分开”的布置形式，堆场内布置堆料作业线及取料作业线，采用堆料机、取料机进行装卸作业，堆料作业及取料作业互不干扰，但一线一机，系统无任何冗余度，即某台设备出现故障或检修时，会造成对应堆场无法进行堆料或取料作业。

通过对比分析，考虑到本工程堆场面积有限，为提高堆存容量，并结合业主对工艺系统冗余度高的要求，最终选择“堆取合一”的作业模式。

本工程进口和出口各设3条作业线，按常规设计应布置6条堆取作业线。但由于陆域纵深有限，按6条作业线布置，堆取料机回转臂幅将小于40 m，设备经济性较差，且降低了堆场利用率，增加了轨道基础土建投资。且出口作业线中，由于

装船效率较高，实际作业时间在1~3 h，3条进口作业线中，有1条属于辅助作业线，利用率相对较低，因此堆场共配备5条堆取作业线即可满足生产需求。堆场设计为5条轨道基础，每条轨道基础上布置1台堆取料机，轨距10 m，额定堆料能力4 200 t/h，额定取料能力4 200 t/h，回转半径50 m。

为实现水水中转功能，利用堆取料机臂架带式输送机正反转功能，通过尾车皮带机将物料运至臂架皮带机，臂架皮带机反转，将物料落至地面带式输送机，即可实现水水中转功能。

5.2 工艺流程设计

由于20万吨级开普船均为乘潮靠泊，可作业时间较短，为了减少在港时间，在保证作业效率的同时，须提高生产系统的可靠性。设计之初，除了对设备效率提出要求外，还要求提高工艺流程的冗余度，即要保证各作业流程中均有“备份”，且进出场流程能覆盖所有泊位。装卸工艺系统流程见图5。

设计中，在多个转运站皮带机头部设置电动三通，实现切换流程，保证实现进口泊位、堆场和出口泊位作业线之间的全部互连。另外，由于陆域堆场不规则，部分区域堆取料机无法覆盖，在出场装船流程中，将现有的2台地表给料机接入系统。通过汽车转场时，可直接实现装船作业，既充分利用现有设备，又减少物料落地后二次取料能耗。

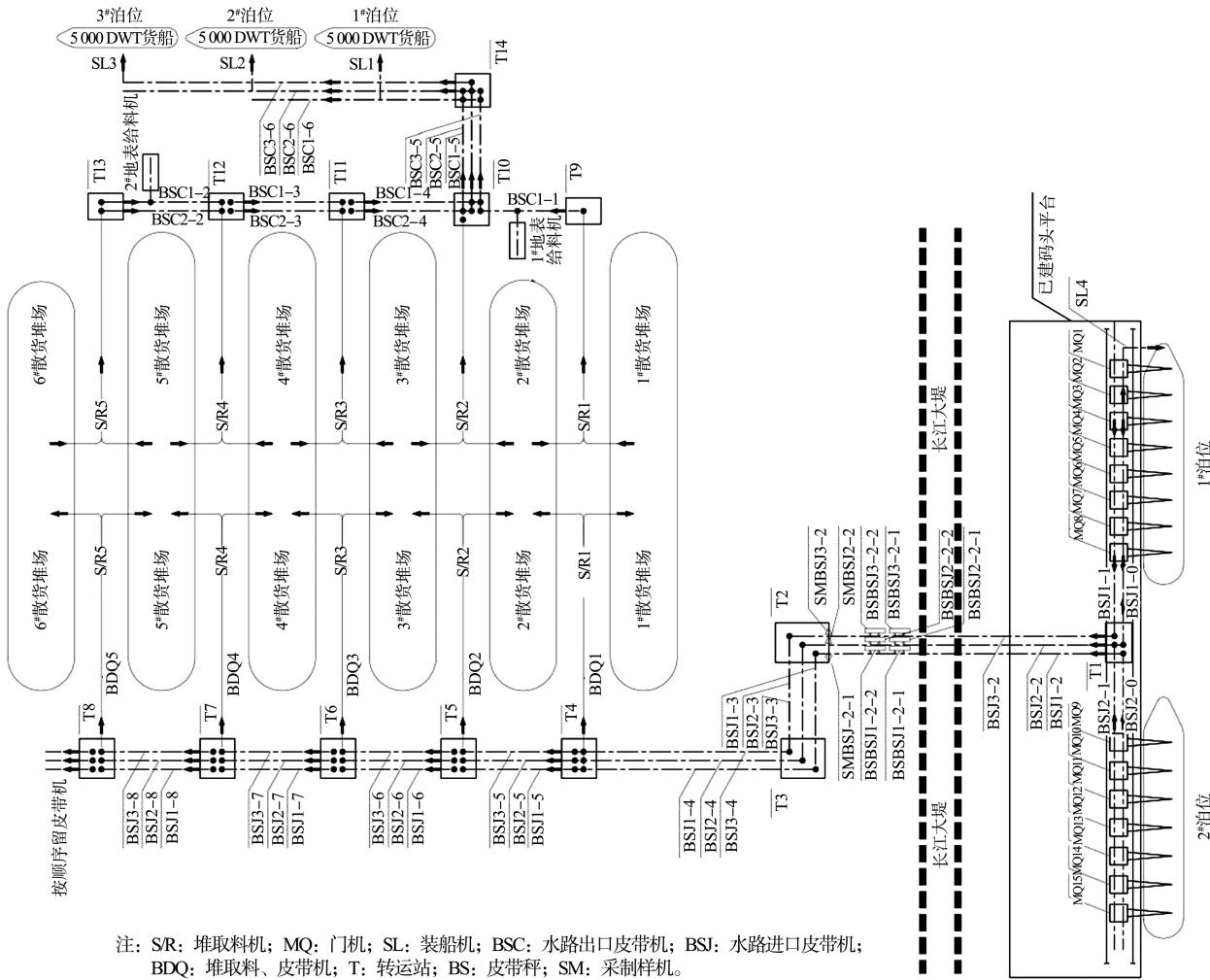


图 5 装卸工艺流程

6 结语

1) 通过本次改造,港区装卸工艺实现由粗放的作业模式向高效专业化的转变,码头装卸船能力得到显著提高,设计通过能力由 1 209 万 t 提升至 3 903 万 t,增加 2 694 万 t,并实现散货全过程封闭运输,有效降低粉尘污染。

2) 通过对现有门机进行改造,加长行走机构平衡梁,增加台车轮数,有效控制因新增栈桥和漏斗引起的荷载增加,码头平台水工结构仅做少量加固即可满足现行规范要求。

3) 选择固定漏斗配合码头现有门机作业,并采用斗体移动形式,既能保证对应跨内 2 条作业

线,又能有效控制漏斗高度,门机移动灵活方便。

4) 堆场装卸作业采用堆取料机,效率高,通用性强,并考虑将现有的地表给料机接入输送系统,实现不规则堆场的全覆盖。

5) 装船作业采用直线轨道装船机,具备大车行走,臂架回转、俯仰、伸缩等功能,并采用尾车后置形式,降低尾车长度,在码头长度有限的条件下最大程度覆盖作业范围。

6) 通过在转运站内设置电动三通,各作业流程实现均有备份,进、出口泊位和各堆场之间均可连通,有效保证工艺系统可靠性,减少船舶在港作业时间。

(下转第 104 页)