



创新工艺在日照港散粮三期工程中的应用

周家海

(交通运输部水运科学研究院, 北京 100088)

摘要: 概要介绍日照港石白港区散粮三期工程的平面布置、主要系统设计参数、设备配置和生产效率。基于工程实际, 详细介绍火车专用智能装车线和群组式独立出仓作业的系统组成、作业流程、生产性能和工艺创新点, 并通过与传统作业方式的对比, 分析上述创新系统在生产效率、作业能耗和作业成本方面的优势。结合工程设计、建设和实际运行中存在的问题及解决措施, 在设备选型、工程设计和工艺创新方面提出合理化建议。

关键词: 散粮; 智能装车; 独立出仓; 工艺创新

中图分类号: U 656.1 *39

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2016)03-0079-04

Application of innovative technology in the bulk grain phase III engineering of Rizhao port

ZHOU Jia-hai

(China Waterborne Transport Research Institute, Beijing 100088, China)

Abstract: This paper outlines the layout, main system design parameters, equipment configuration and production efficiency of the bulk grain phase III engineering of Rizhao port's Shijiu harbor area. Based on the practical engineering, it introduces in detail the system, process, production performance and technology innovations of the special intelligent train loading line and the material out of every warehouse by group. Comparing with traditional operation mode, it analyzes the advantage of the above-mentioned innovation system about production efficiency, operation energy consumption and operation cost. Meanwhile, combining with the problems encountered and solutions for the problems in the engineering design, construction and actual operation, it puts forward suggestions on equipment selection, engineering design and technology innovations.

Keywords: bulk grain; intelligent train loading; material out of every warehouse; technology innovation

1 工程概况

散粮筒仓生产系统是我国沿海各大港口普遍采用的一种粮食装卸、储运生产系统。相比于机械化房仓, 散粮筒仓生产系统一次性投入造价较高, 但具有系统自动化程度高、作业流程简化、运行及维护费用低、占地面积小等优点, 日照港石白港区散粮一、二、三期工程均采用此类生产系统。日照港石白港区一、二期散粮生产系统共建设有仓容22.4万t的散粮筒仓群, 一期为12座钢板仓, 仓容12万t; 二期为混凝土立筒仓, 仓容10.4万t。日照港石白港区散粮三期工程(简称

“散粮三期工程”)2011年起规划研究, 2012年开工建设, 2013年建成试运行, 2015年竣工验收, 该工程新增仓容24万t。

散粮三期工程建有卸船进仓输送线、筒仓储存、汽车散发、火车装车作业等生产系统(表1)。卸船进仓输送线双线布置, 物料通过多次转接输送至筒仓储存区。筒仓储存区由24座直径27.43m的平底钢板仓组成筒仓群, 新建筒仓群纵向轴线东西向布置, 分2排, 每排12座, 共计24座, 仓容24万t(图1)。筒仓群被位于中间的进出仓工作楼分隔成2组, 每组包括12座筒仓, 每个筒

收稿日期: 2015-08-05

作者简介: 周家海(1980—), 男, 副研究员, 从事水运行业工艺与装备研发工作。

仓配置有独立出仓作业系统。汽车散发采用群组式独立出仓作业模式，实现每个筒仓即能够单独进行汽车散发或灌包作业，又可以集中散发装车。火车装车作业系统位于筒仓储存区西南角，采用流程化设计，在港口首次实现袋装物料火车装车无人化堆码作业，能够实现散粮散装、袋装物料通过铁路的快速疏运。

表1 系统主要设计参数

项目类别	参数指标	备注
卸船系统生产效率	2 × 1 500 t/h	2 条线
进仓系统生产效率	2 × 1 500 t/h	2 条线
集中散发系统生产效率 (装火车)	2 × 800 t/h	2 条线, 1 条预留
群组式独立出仓生产效率	24 × 200 t/h	24 条线

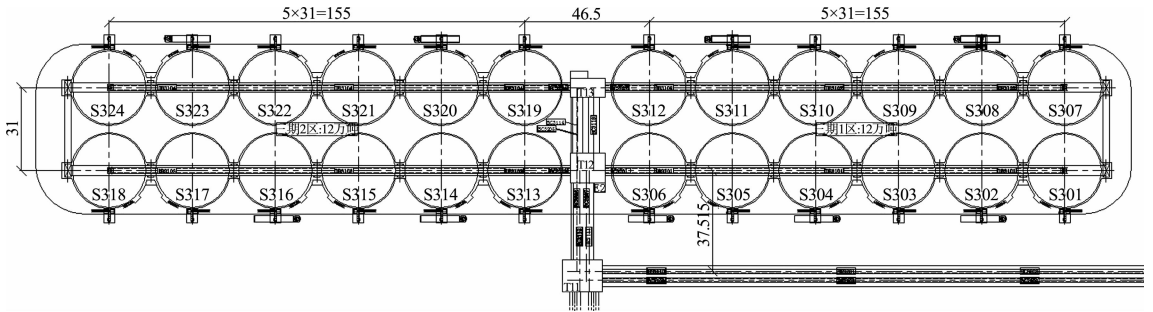


图1 筒仓区平面布置 (单位: m)

2 工艺创新

2.1 火车专用智能装车线

码包装车(汽车、火车)作为散粮生产系统出仓流程的重要作业方式之一，其效率、能耗和经济性是影响出仓系统综合性能的关键因素。我国港口大宗粮食铁路运输车型多为通用敞车。目前，通用敞车装车模式一般采用散装和袋装混装，即车厢底层散装、上层码垛，码垛作业以人

力作业为主，人员劳动强度高、用工需求量大^[1]。港口现有的人机结合码包装车的作业模式生产效率上很难有效突破，制约了生产系统出仓效率的提升。散粮三期工程全球首次采用机器人搭建火车专用智能装车线。该装车线集调车、计量、散装、自动平车、灌包、自动码包、发运功能于一体，具备全天候、现代化、流程作业能力(图2)。

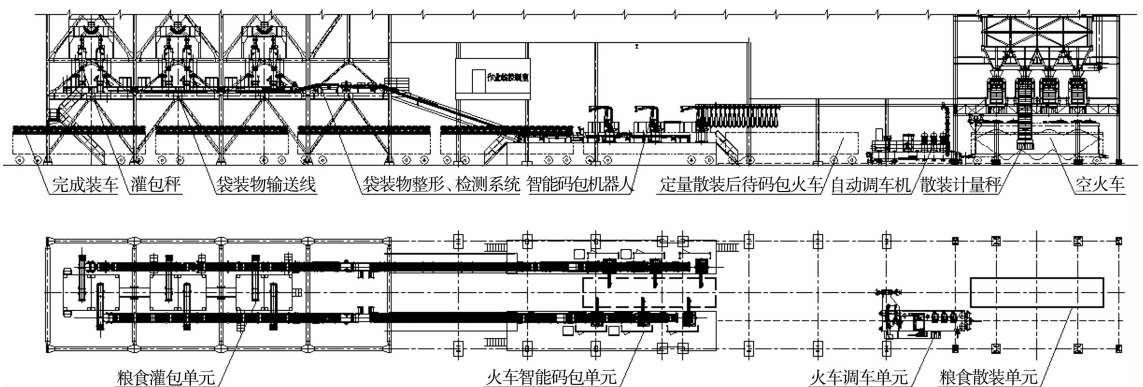


图2 智能装火车系统组成

火车专用智能装车线由粮食散装单元、粮食灌包单元、火车智能码包单元、火车调车单元4个子系统组成。粮食散装单元负责车厢底层散装物料的称量和物料上表面的平整，由散装计量秤、

伸缩溜管和平车器等设备组成。粮食灌包单元负责将散装粮食按照标准质量打包成袋装物料，之后通过袋装物料输送线、袋装物料整形、检测作业线将袋装物料输送至火车智能码包单元。粮食

灌包单元主要由定量灌包、缝包、输送、倒包、汇流、破袋检测剔除、整形、分流等设备组成。火车智能码包单元负责将袋装物料按照堆码作业工艺要求，将袋装物料堆码在平整后的散装粮食上方，该单元主要由6台同型号智能机器人组成。火车调车单元负责空车、定量散装后待码包火车、完成装车的火车的拖动作业，主要为1台负载能力为3 000 t的轨道式自动调车机。

根据各生产单元的功能，待装火车首先由自动调车机拖带到粮食散装单元，待完成散装和平车后，再由自动调车机拖带到火车智能码包单元，同时，火车调车单元发送指令给粮食灌包单元进行散装物料的灌包、输送作业，最后由智能码包单元实现上层堆码作业，完成装车后对车辆进行苫盖、整固。生产流程依次为：调车机拖带空火车→底层粮食散装→散装粮食表面平整→调车机拖带至待码包车位→铺设内网（用于分割散装物料和袋装物料）→粮食灌包单元接受指令开始灌包、整形、平整、输送→智能码包机器人进行堆码作业→调车机在返程拖带空车的同时分别将前序流程的作业完车辆向前推送→完成一节车厢作业循环，重复上述作业流程→粮食灌包单元下方进行完成装车后车辆的苫盖、整固。

火车专用智能装车线各单元根据生产要求配置系统效率，火车散装单元生产效率为800 t/h，计量精度为静态Ⅲ级；粮食灌包单元配置6套散粮灌包秤，包装速度800包/h；火车智能码包单元包括6台专用码垛机器人，手臂外伸达3.15 m，

袋装物料最大搬运能力为180 kg，设计码包效率为混装C60车型5 min/节，袋装30 min/节。在生产作业效率方面，火车专用智能装车线码垛效率大幅提升，散、袋混装作业效率对C60车型为7 min/节，对C70车型为9 min/节；完全袋装的情况下，C60车型平均31 min/节，C70车型平均37 min/节，散、袋混装效率提升约5倍，全袋装效率提升3倍。在生产作业成本方面，人机结合码包作业生产成本18.24元/t，火车智能码包单元生产成本4.12元/t，相比节约14.12元/t^[1]。

2.2 群组式独立出仓工艺

筒仓散装储存根据仓底形状，可以分为梯形底仓、锥底仓和平底仓3种^[2]，对应不同的仓底形式，采用的出仓设备差别较大，出仓能力也存在着明显差异。筒仓出仓效率的高低直接影响着生产系统周转能力和整体生产效率。现阶段港口常见的出仓方式有2种：一种是集中散发方式，通过在仓底设置集中出仓输送线，经过水平输送、垂直提升后通过专用装车楼进行出仓作业；一种是集中散发+仓壁散发方式，配以辅助设备实现出仓作业。仓壁散发利用设置在筒仓壁的溜管通过物料自流实现出仓作业，这种方式一般应用在混凝土筒仓上，普通承台式钢板仓采用这种方式时需要仓壁进行特殊设计和加固。通过对前2种出仓方式的优化和创新，散粮三期工程采用了一种全新的出仓方式——群组式独立出仓作业工艺，该出仓方式适用于所有形式的散粮筒仓（图3）。

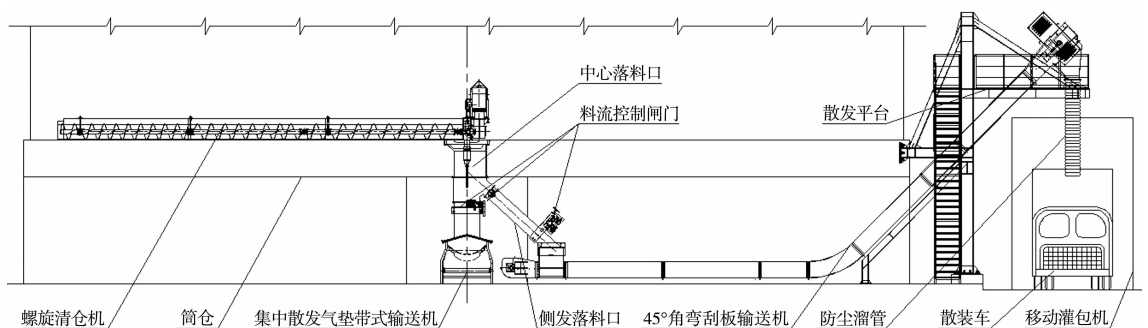


图3 群组式独立出仓装置

群组式独立出仓工艺能够实现筒仓内80%物料自流出仓，剩余20%的物料则需要利用筒仓内

的螺旋清仓机强制出仓，其作业流程为：物料自流（螺旋清仓机清仓作业，用于20%无法自流出

仓的物料)→料流控制闸门分料→侧发落料口(中心落料口进行集中散发)→45°角弯刮板输送机→防尘溜管→汽车散装(或→移动灌包机→灌包)。

散粮三期工程采用的筒仓为承台式平底钢板仓,配置有群组式独立出仓装置,每套装置装备有螺旋清仓机、料流控制闸门、45°角弯刮板输送机及辅助设备。当进行灌包作业时,需要在防尘溜管下方增加1台移动灌包机。考虑到系统散发作业需求、设备输送能力,散粮三期工程独立出仓散发作业单线生产能力设计为200 t/h,总效率为4 800 t/h。在单机设备生产效率配置方面,螺旋清仓机采用变频方式,设计为300 t/h和200 t/h 2种出仓能力,满足集中散发和群组式单仓独立散发需要。45°角弯刮板输送机采用进口设备,该机型最大生产能力为250 t/h,本工程综合系统生产要求和作业可靠性,选用生产效率为200 t/h。集中散发气垫带式输送机设备生产能力为800 t/h。其它设备如料流控制闸门、溜管、移动灌包机等则根据生产效率针对性设计。群组式独立出仓装置,单线设备装机功率约30 kW(不含螺旋清仓机),出仓作业能耗约为集中散发的1/3,系统整体效率则是集中散发的3倍。

3 对散粮筒仓工程建设的建议

散粮三期工程作为国内首套生产效率为1 500 t/h散粮输送系统,在设备选型、系统设计和工艺创新方面,为国内同类工程的建设提供了良好的借鉴经验。结合散粮三期工程,提出以下几点建议,供建设单位、设计单位和生产厂家参考:

1) 在生产设备方面,设备的选用和设计应注重整体性、系统性和平衡性,否则将会产生“木桶效应”。考虑到斗式提升机超过1 200 t/h的生产效率设备能耗及稳定性大幅降低,因此系统效率在1 200 t/h以上时不建议选用。同时,考虑到1 500 t/h生产效率的设备很多都是首次应用港口,因此在设备的功率计算、物料断面选取、设备轻量化和转接点防溢料等方面应进一步优化。

2) 在工程设计方面,筒仓群的工艺系统设计

是整个工程的核心环节,进出仓的平衡设计和能力匹配往往决定了筒仓的周转和整个系统的生产能力。因此,要进一步提升散粮系统的生产效率,应进一步加强在无动力出仓、单独出仓、仓底尾料控制和清仓等环节的设计、优化与技术突破,加强在仓底结构创新和出仓工艺创新领域的研究。

3) 在工艺创新方面,与工程建设相结合的工艺创新,应进行充分的科学论证和调研,优先选用成熟的产品和设备,做好细节设计,避免利用工程进行实验性验证,确保系统建成后运行的可靠性、稳定性和合理性。

4 结论

1) 火车专用智能装车线的首次成功应用,将散发、计量、堆码和调度有效融合,为解决通用敞车散、袋混装疏运难题提供了有效的方法。随着研究的不断深入,该系统将能够全面促进港口通用敞车散装运输工艺及技术水平的发展,提升粮食储运系统的自动化水平。

2) 群组式独立出仓作业充分利用筒仓群的平面布局、物料特性和生产设备的特点,创新了生产工艺,实现全仓独立散发,既精简了作业环节,缩短了作业流程,又大幅提高了散发效率和作业灵活性,作业能耗也得以显著降低,具有较好的推广价值和应用前景。

3) 散粮三期工程在火车专用智能装车线和群组式独立出仓作业系统方面进行的创新,有利于散粮码头提升系统效率、降低系统能耗、优化作业环境、提高港口调度能力。该工程的创新技术,对港口实现“三低三高”(低消耗、低排放、低污染,高效能、高效率、高效益)可持续发展具有实质的促进作用。

参考文献:

- [1] 刘乃峰,申鹏,田秀德.工业码垛机器人在日照港火车装车系统中的应用[J].港口科技,2014(9):17-20.
- [2] 周家海,宋光友,费海波.木薯干储存仓型的分析与选择[J].水运科学研究,2006(3):48-51.