

枢纽港—物流港联动的罗泾港区规划设计创新

吴 澎

(中交水运规划设计院有限公司,北京 100007)

[摘要] 新近建成的上海港罗泾港区是集矿石、煤炭、钢铁等散杂货为一体的综合性港区,是世界上第一座公共港区为大型钢铁企业提供分拨配送等增值服务的物流港区。罗泾港区规划设计开发了全新的“枢纽港—物流港”联动的平行结构平面布置模式。在传统的公用港口布置方法基础上,运用准时制(JIT)的精益生产(LP)物流理念,优化装卸工艺和港口平面布置,提升服务水平,延伸港口服务链条;实现了物流流程的高度一体化、同步化;节约了极为宝贵的深水岸线和土地资源、降低了能耗。

[关键词] 港口规划设计;枢纽港;物流港;延伸港口服务链条

[中图分类号] U651 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2012)03-0092-08

1 前言

上海港是我国沿海最大的综合性枢纽港。伴随着上海市产业结构的调整,为适应长江流域工矿企业的运输需求,强化枢纽港功能,同时为满足新近搬迁的宝钢罗泾钢厂的物流需求,延伸现代港口服务功能,提高综合竞争能力,规划建设了全新的现代化大宗散杂货集散基地——罗泾港区。

罗泾港区位于长江口南支河段南岸(见图1),于2005年6月开工建设,2008年分期投产,是一个集矿石、煤炭、钢铁等散杂货为一体的综合性港区。工程建设11个大型海轮泊位、30个中小型中转泊位,陆域面积195万 m^2 ,生产生活辅助建筑物113 878.8 m^2 ,工程总投资约47亿元。

罗泾港区是连接江、海运输的重要换装节点,同时又是世界上第一座公共港区为大型钢铁企业提供分拨配送等增值服务的物流港区。

综合分析国内外现有大型散杂货码头的实例,尚没有公共港区对后方钢厂实现直接物流配送的规划设计先例。因此全面总结提升上海港罗泾港区的规划设计成就,对于我国大型散杂货码头建设具有重要的指导意义。

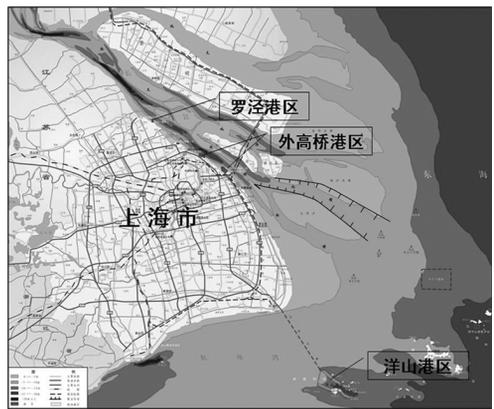


图1 罗泾港区地理位置图

Fig. 1 Location of Luojing port area

2 枢纽港和物流港

枢纽港是货物集散、暂存并转换运输方式的中心^[1,2],是海上运输与其他运输方式(公路、铁路、内河航运等)之间的换装界面。枢纽港拥有良好的水上、陆上交通条件和便于物资集散的空間条件;同时,枢纽港是所在城市社会经济活动的重要组成部分,在发展经济、促进社会进步的进程中起着重要作用。

[收稿日期] 2011-06-20

[作者简介] 吴 澎(1956—),男,上海市人,教授级高级工程师,全国勘察设计大师,主要从事港口及航道规划、设计、管理工作;

E-mail: wupeng@pdiwt.com.cn

枢纽港在平面布置上以港口的运输服务功能为主题,通过合理规划布置港区内的水域设施、码头岸线和陆域设施,完善相关的基础配套设施,形成以水陆联运枢纽功能为主体、兼有工业和商贸功能的国际贸易综合运输中心。枢纽港的主体和常规功能是水陆联运的枢纽,是人、货物、船舶、车辆等的集散地。港口的存在既是商品交流和内外贸易存在的前提,又促进了它们的发展。

目前,我国的港口发展以枢纽港的平面布置模式为依托,建设高新技术产业区、经济开发区,发展临港工业,其特点是港区的生产管理与临港工业相互协调运作,但各自独立运行。港口作为国际贸易的重要组成部分,其核心功能仍然是国际和国内运输链上的换装界面。

物流港以港口所依托的城市及腹地产业服务功能为目标,以港口内先进的软硬件环境为依托,提高港口对周边物流活动的辐射能力,充分发挥港口集货、存货、配货的特长。通常以临港产业为基础,以信息技术为支撑,以优化港口资源整合为目标,发展具有物流服务和衍生的增值服务特点的港口综合服务体系。

港口在发展现代物流中历经了运输、转运、储存为传统的传统运输枢纽阶段;增加拆装箱、仓储管理、加工的港口运输与配送服务阶段;综合信息流、资金流、人才流的现代物流发展阶段^[2]。国际经济一体化趋势对国际生产分工协作的推动使港口作为海运转为其他运输方式(陆运、空运或内河航运)的必要过渡点的作用逐渐减弱,而逐步发展成为区域经济和产业发展的支柱乃至国家贸易的后勤总站。

随着多式联运与全球综合物流服务的发展,现代港口以其强大的区位优势,成为生产要素的最佳结合点。

港口功能经历了3个发展阶段。

1)20世纪50年代以前,港口的功能主要是装卸和储存,完成货物海上运输与公路、铁路、航空或内河等运输方式之间的换装。

2)20世纪50年代至80年代,伴随着集装箱运输的快速发展,港口在提高码头装卸效率和扩大规模等方面不断发展^[3],同时港口功能进一步拓展到加工增值,形成港口与城市、装卸与加工紧密结合的模式。

3)20世纪80年代以后,港口服务进一步多样化,尤其是跨国公司的加入,提出了基于准时制(JIT)服务、零库存等要求的精益生产(LP)模式,围绕着运输链的起始点,港口活动的范围已大大超出了传统的港口界限。

其中,准时制(just in time, JIT),是建立在力求消除一切浪费和不断提高生产率基础上的一种生产理念;精益生产(lean production, LP)以尽善尽美为原则,追求以最小的投入获得最大的产值,以最快的速度进行生产,不断追求降低成本和提高质量,追求零库存和全面、高效、灵活、优质的服务。

3 枢纽港·物流港联动的布置模式

罗泾港区是黄浦江散、杂货老港区的搬迁地,港区首要功能是为长江流域工矿企业原料运输提供中转服务。同时由于2010年上海世博会建设需要,南浦大桥附近的上钢三厂亦搬迁到港区后方。本港区的建设需同时为后方紧邻的新建宝钢集团浦钢公司(上钢三厂搬迁后改建而成)运输矿石和成品钢。为适应上海钢铁三厂搬迁改造的需要,充分发挥罗泾港区公用码头的作用,在罗泾港区的规划中,首次开发了“枢纽港—物流港联动的平行结构平面布置模式”(见图2)。

港区分为煤炭作业区、矿石作业区和通用钢杂作业区,可装卸二十多种铁矿石和炼钢辅料及件杂货。各作业区装卸工艺系统相互独立自成体系。宝钢集团浦钢公司位于本工程后方,全部原料、成品均需通过港区装卸,原料需在港区堆场堆存,并要求港区堆场输送系统与浦钢公司主要物料运输系统紧密衔接。其中煤炭、矿石、熔剂等散货输送系统与港内带式输送机系统形成一体。

该平面布置模式把港口功能拓展到国际供应链管理中,把罗泾港区的枢纽港功能与物流港功能有机地结合在一起,通过平面布局设计,实现了枢纽港与物流港的协调与统一。

根据货物的流量和流向,港区规划以港口转运物流4条通道、港口配送与分拨物流3条通道为引领,对9个物流节点单元的港口主要基础设施采用平行结构的平面布置模式(见图2),在传统公用港口布置方法基础上,运用准时制(JIT)的精益生产(LP)物流理念,拓展港口功能,优化装卸工艺和平面布置,延伸港口服务链条。

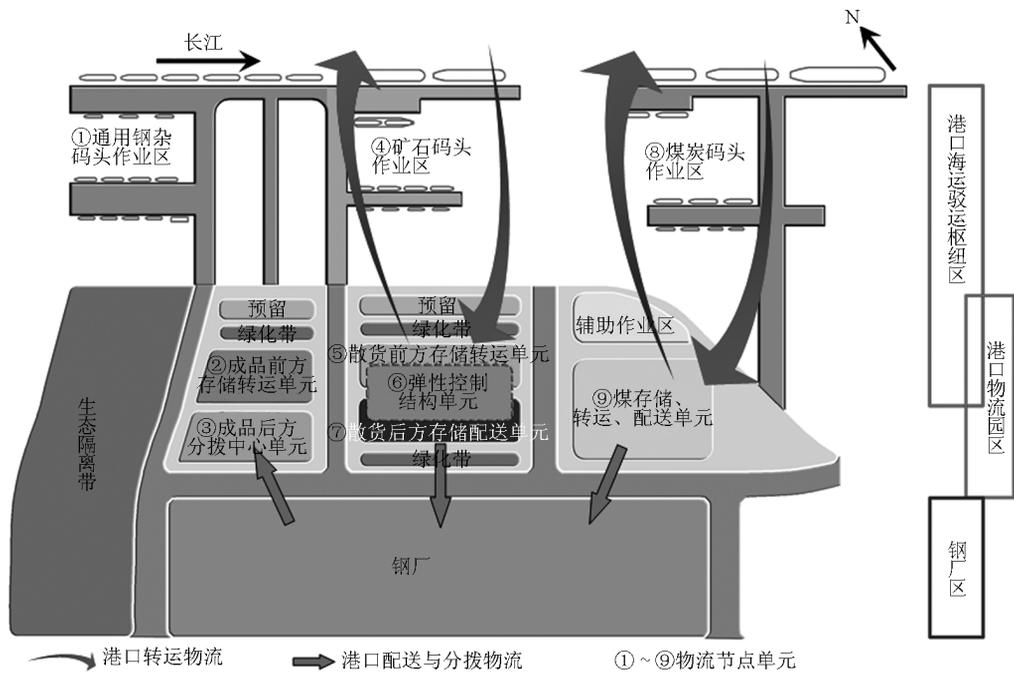


图2 “枢纽港—物流港”联动的平行结构平面布置模式图

Fig. 2 Parallel layout mode for combined port of transshipment hub and logistics

转运物流通道实现港区的枢纽港功能。分拨物流通道以对上海浦钢公司供矿石、煤炭等原料配送为目标,实现罗泾港区的物流港功能。罗泾港区的物流港功能不但节省了通常所必须的钢厂原料堆场,而且通过码头装卸的物料可直接输送至炼钢高炉的混料仓,利用现代控制技术、信息技术、通信技术,实现了物流港所衍生的增值服务。物流港功能的发挥,使罗泾港区与上海浦钢公司在物料装卸和配送上实现了物流链和生产链的一体化。

在杂货港区规划设计中,充分考虑浦钢公司对钢铁产成品配送的需求,设计了以钢材产成品的配送为目标的杂货加工及配送区,形成大宗散杂货物流供应链的全过程服务的港口节点运营模式。

平行结构布置避免了彼此的功能冲突,使国际运输网络与国际供应链及生产链共生于同一港区,并相互依存,功能互补。该布置模式在功能结构上的突出特点是,以浦钢公司的生产供应链为核心组织罗泾港区码头的生产,并可同时完成枢纽港的功能。

矿石堆场布置9条堆取料机作业线、9条料场。其中1#~5#料场为公用料场(见图3),主要用于水水中转矿石的堆存,采用堆取合一方式完成堆场作业;6#~9#料场为专用料场(见图3),主要用于钢厂原料堆存,采用堆取分开方式完成堆场作业。在专

用矿石堆场右侧设置供料接口,以满足后方钢厂需求。为了能够适应发展需要,在堆场前方(未来外移江堤内形成的新陆域上)布置2条预留堆场以扩大堆场容量。

配合浦钢公司的生产供应链,罗泾港区在港口物流园区散货(矿石、辅料)物流通道上,配置20个供料点与进入钢厂输送带接口衔接,取得向炼炉供料点(喂料筒仓)直接对接的功能效果,优化了生产要素,整合了布局元素,实现物流流程高度一体化、同步化。

通常,钢厂为了保证生产的连续运行,需要有45天左右的原料库存容量。用地成本的急剧增加,使我国钢厂普遍存在着原料堆场不足的问题。在罗泾港区的平面布置中,采用“枢纽港—物流港”联动的布置模式,使浦钢公司在优化生产供应链的同时,钢厂可不设作为储存矿石等原材料并进行选矿的占地很大的二次料场,节约了土地资源和投资。罗泾港区利用弹性空间(见下节)应对原料运输的不均衡性,最大限度地发挥了土地资源的使用效率。生产供应链结构下的港口生产模式更深入地从根本上改变钢铁生产企业的生产运行模式,为节约土地资源和资金,提升甚至改变整个钢铁生产供应链的基本方式提供了示范案例。

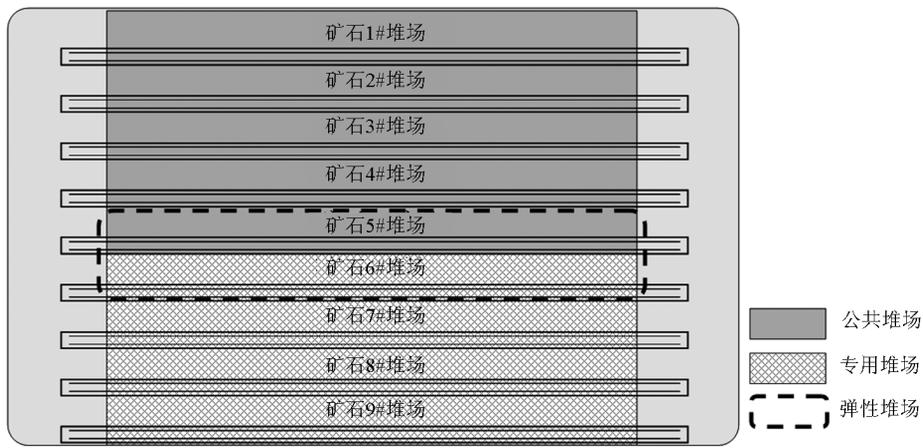


图3 弹性控制堆场位置图

Fig. 3 Flexible ore stackyard between in the transshipment yard and special yard for steel plant

罗泾港区的布置模式在战略定位和业务模式上拓展了港口的功能,并在平面布局上,规划设计了以浦钢公司为主服务对象的物流中心,除原料配送功能外,在钢厂产品分拨出口物流通道上,规划配置3个钢厂加工、分拨物流中心,并在码头配置相应装卸设备,为第三方物流企业进入港区创造基础性条件。

罗泾港区物流中心在规划布局上创立了对浦钢公司全方位物流服务功能的格局(见图4);港口的

物流服务功能从浦钢公司原材料采购和运输环节的进向物流,到原材料向浦钢公司进行配料及混料的生产物流,以及浦钢公司产品配送的出向物流。由罗泾港区提供浦钢公司生产及配送全过程的物流服务,通过港区提供的专业物流技术服务,给予浦钢公司最安全的保障和最大的便利。这种模式相对于公用港区优化了供应链,减少了物流节点,大幅度地降低浦钢公司的物流成本;相对于专用港区,则极大节省了宝贵的深水岸线资源和土地^[4]。

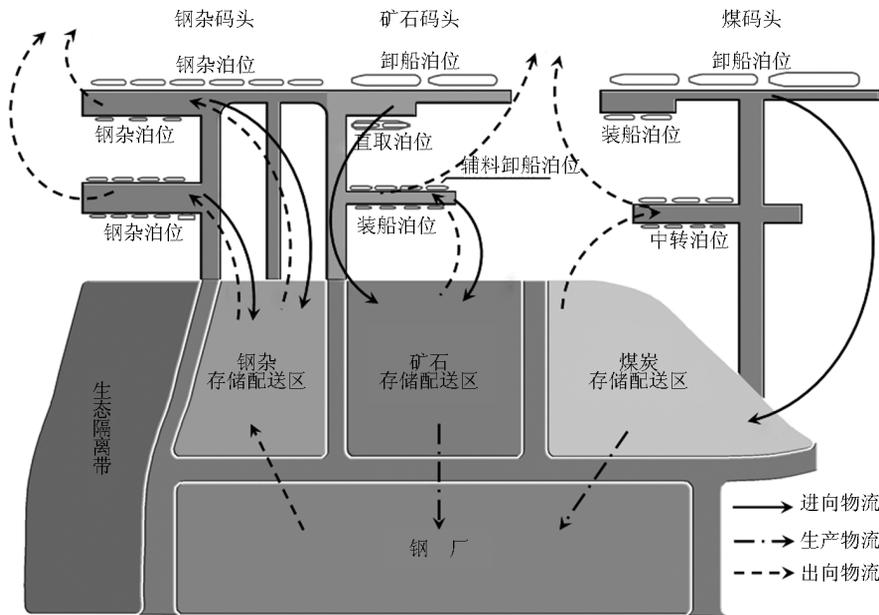


图4 罗泾港区进向物流、生产物流和出向物流流程图

Fig. 4 Cargo flows of Luoqing port area

4 中转物流、配送物流与生产物流联动的堆场模式

传统的港区平面布置模式下的堆场设计主要是以实现单一品种的大批量运输为目标,优点是生产效率、设备利用率高、单位装卸成本低。随着港口功能的不断拓展,客户需要具有特色的多种物流服务。港口散杂货运输的竞争以及岸线资源的枯竭迫使传统的单一大规模散杂货运输服务发生改变,要求对传统的散杂货港区生产工艺加以改进。港口生产系统的弹性化对系统的生存越来越重要。

浦钢公司的生产经营活动和市场环境都是动态发展的。罗泾港区的矿石中转量与对浦钢公司矿石配送量也是动态变化的。根据矿石中转及矿石配送的空间需求特征,罗泾港区规划设计中创新性地规划设计了弹性控制堆场。所谓“弹性控制”是指打破常规的矿石中转堆场和矿石配送堆场之间的刚性用途,采取伸缩性用途指派,堆场设计按功能配置矿石中转堆场和矿石(含辅料)配送堆场,在两堆场之间配置具有转换功能的弹性控制堆场,以适应堆场功能需求不平衡运营的生产需要,最大限度满足钢厂堆存品种多、分料堆存、批货间不混堆和配送运行小批量、多批次、实效性强的物流配送要求(见图3)。

弹性控制堆场的能力可通过以下两方面的需求确定:a. 堆场生产服务系统对中转和配送需求变化的适应能力;b. 适应堆场内部变化的能力,可用意外事件(如设备故障)发生条件下堆场的生产率与正常使用状态下生产率之比来衡量。弹性控制堆场的使用根据物料到泊和堆存计划而确定。

罗泾港区散货堆场的物料配送以浦钢公司的生产需求为目标,实行具有时间上连续特征的过程控制,提供无缝衔接的工业物流配送。堆场参与物流配送生产过程参量为被控制量,使之满足浦钢公司提出的需求量。

以过程控制的物料配送为目标,罗泾港区的配送堆场设计,采用3台取料机、11条皮带机(包括预留)、3台移动小车,连接浦钢公司的3条原料输送线。可同时向钢厂的20个供料接口点供料,满足钢厂物流过程的“平行性要求”、“比例性要求”、“连续性要求”和“节奏性要求”。由于配送原料的品种较多,配送堆场物流流转过程控制设计,选用准时制生产(JIT)的精益生产(LP)物流控制原理,通过“看

板系统”(实时控制系统)与钢厂生产物流过程同步,即堆场物料配送是根据钢厂生产物流流转所需要的矿石(或辅料)品种、数量和到达时间,到达指令的钢厂供料接口点并流畅地与钢厂喂料筒仓对接。准时制生产以逆向拉动方式控制着整个生产过程,精益生产的堆场物流配送推行与浦钢公司生产均衡化同步化,实现钢厂的零库存与柔性生产。

在高效的工艺流程设计上,以数字化的生产系统提高港口的营运效率,堆场至浦钢的取料作业,由浦钢公司控制系统根据浦钢的原料计划进行操作,罗泾港区控制系统可直接接受浦钢控制系统的操作指令启动相关流程进行取料作业。实现了实时生产流程控制、流程优化、堆场智能化管理、实时数据统计和分析等。

5 矿石码头全变频皮带机输送系统

矿石码头工艺系统由卸船、装船、直取、中转、工业配送等流程组成,卸船码头、装船码头、堆场上的带式输送机的负载输运特性差异明显,同时必须按钢厂生产要求不定时、多种类、小批量、准确无误给高炉生产进行原料配送。

散货码头装卸工艺系统基本为刚性系统,要实现系统柔性可调,关键技术是带式输送机应具有重载频繁启停、可调速运行的功能。在带式输送机驱动系统中采用交流变频控制技术可实现上述功能。

罗泾二期工程矿石码头42条带式输送机采用58台交流变频电机驱动,电机功率范围30~480kW,电机总功率14600kW,变频器装机总容量16500kVA,驱动端分布在约2km²的卸船码头、装船码头和矿石堆场两端。这是大型散货码头带式输送机第一次大规模、多种类、系统化使用变频驱动技术,通过对带式输送机单电机变频驱动运行监测数据、单端双电机变频驱动运行监测数据、双端双向驱动带式输送机变频驱动运行监测数据的分析,散货码头带式输送机全变频驱动控制系统取得了以下应用效果:

1)采用先进的交流变频传动控制技术,全面提高了散货码头主要工艺设备的电力电子自动化控制水平,提高了散货码头生产效益,降低生产运行成本。

2)应用先进的电气传动控制理论,建立变频传动控制模型,满足复杂工艺生产流程对长距离输送机恒转矩负载的高性能调速传动要求,有效控制带

式输送机频繁、柔性软起动/软停车动态过程,实现了各带式输送机传动点之间的动态速度同步,延长了输送机使用寿命,增加了输送机系统的安全性和可靠性。

3)科学利用变频传动控制设备自身具有的先进、完整电力电子控制功能,应用专用控制器和光纤链路,实现变频控制设备远、近距离双机主—从控制,满足电动机传动轴的动态和静态速度完全同步和功率平衡分配的高难度电气传动控制要求,有效抑制多台电机传动带式输送机动态张力波对皮带和机械设备造成的危害,避免散料和叠带。

4)以计算机实时监控系统为操作中心,根据不同物料、不同流程的最佳运输要求,安全、灵活、方便控制带式输送机高效率运行,降低生产工作人员劳动强度,提高设备运行效率,节约电能。

5)通过供配电系统设备的合理配置,抑制大规模使用变频器产生的谐波对电网的污染,成功解决了供配电专业的一大技术难题。

理论计算和现场实际测量得到的结论是:带式输送机在空载运行时,驱动电机的输出功率约为额定功率的30%。这表明,在带式输送机上没有物料需要传送时,如果不及时停止相关流程驱动电动机的运行,其驱动电动机最少30%的功率能量将被浪费,反之这部分能量将被节约。充分利用变频控制系统优异的重载起动和停机控制功能,按最合理方法组织生产操作,可最大限度地减少皮带机空载和轻载运行时间,节能效果非常明显。

6 散货码头数字化生产管理系统

新的港口功能定位必须采用新的港口营运模式。罗泾港区散货码头设计以柔性化港口理念为指导^[5],集成应用现代物流系统设计与优化技术、物流信息平台相关技术、现代物流过程监控与分析决策技术,建立了生产与服务并重的一体化数字生产系统,实现了运输、储存、保管、搬运、装卸、货物处理、配送、结算、信息处理等活动的全程监控与管理。港口物流组织以生产协同运作、节能环保、有效降低生产成本为服务目标,为各类客户提供全程、全方位和多层次的服务,提升了港口服务水平。

把握建设需求,创建一套贴近市场、融合客户需求的一体化、标准化和精准化的运作规程体系及其流程管理,去掉无效活动、增强协同能力、降低能耗,达到一体化、精细和精准化的管控效应,满足客户的

个性化需求,是罗泾散货码头信息化建设的焦点。

罗泾散货码头信息系统采用五级系统的技术架构,这五级系统分别为:一级设备控制系统(单机智能设备系统)、二级过程控制系统(PCS)、三级港区生产操作系统(TOS)、四级企业资源计划系统(ERP)和五级企业间管理系统(EDI与客户服务)。

在五级系统架构中,第三级港区生产操作系统(TOS),主要解决生产作业的动态优化调度和作业指令生成、物流装卸和质量信息的在线跟踪以及对突发事件的处理、设备状态的监视及故障诊断等功能,在企业信息化管理系统中起到承上启下的关键作用,可对生产过程实现全过程高效协调的控制与管理,而且可以对生产过程信息和经营管理信息进行转换、加工和传递,是面向过程的生产活动与经营活动的桥梁和纽带。

罗泾散货码头TOS强调控制和协调,使散货码头信息系统不仅有很好的计划系统,而且是能够将计划落到实处的执行系统。为此可以将TOS作为一种生产模式,把散货物流系统的计划和进度安排、合同追踪、监视和控制、物料流动、质量管理、设备的控制等一体化去考虑。

五级系统架构相互集成、相互协调。四级企业综合管理系统根据市场需求形成罗泾矿石码头综合的生产和管理计划,三级生产操作系统根据这些计划产生详细的装卸流程作业指令和最优调度安排,最后通过二级流程控制系统起动各装卸设备以完成全部的装卸过程;同时,装卸过程的实际信息,汇总到三级系统,反馈到四级,形成信息的交互;而基于四级系统的五级客户服务系统,将使罗泾矿石码头对客户尤其浦钢客户的反应速度大大提高,并能同物流链上、下游的伙伴协同工作,从而提高整个物流链的效率,实现真正的协同电子商务。

散货码头数字化生产管理系统以柔性化港口理论优化业务流程与港口组织,结合现代信息技术,将全部业务数字化,实现了生产过程的准时化、精准化与透明化。

7 客户服务系统

总体设计为罗泾港区建立了具有以下功能的客户服务系统,进一步提升了港区的营运效率和服务水平^[6]。

1)公共信息服务。客户只要通过Internet链接到信息平台Web站点上,就可以获取站点上提供的

物流信息。此项功能基于 B/S 模式组建应用,采用公告板方式及时发布、搜集、下载有关信息。

2) 客户定制化(浦钢)信息服务。为浦钢定制了个性化在线服务功能,主要包括船舶计划、生产作业指令、生产作业流程记录、堆场库存查询等。这些功能的构建实现了罗泾矿石码头与浦钢在管理与控制上的一体化,极大地提高了作业效率。利用物流信息平台对整个供应链进行整合,并对库存实施监控,使库存量在满足客户服务的条件下达到最低。综合考虑客户服务水平、库存成本、运输成本等因素,使总成本达到最小。

3) 会员服务。为注册会员提供个性化服务。主要包括会员单证管理、会员的货物状态和位置跟踪、交易跟踪、交易软件、会员资信评估等内容。在此功能模块中要建立接口系统,接入合作伙伴信息、客户信息系统及业务管理系统,实行订单管理、物流服务查询及物流信息反馈。

4) 在线交易。为供方和需方提供一个虚拟交易市场,双方可发布和查询供需信息。通过这一平台,客户可以及时了解港区散杂货的状态,以便于安排车辆运输、提货等作业计划。

8 结语

罗泾港区总体设计的目标是建设国际先进的散杂货枢纽、物流港区。在规划设计中实现了以下关键技术创新:

1) 开发了全新的“枢纽港—物流港”联动的平行结构平面布置模式。在传统的公用港口布置方法基础上,运用准时制(JIT)的精益生产(LP)物流理念,进行功能拓展,优化装卸工艺和港口平面布置,提升服务水平,延伸港口服务链条^[7]。实现了物流流程的高度一体化、同步化。节约了土地资源、降低了能耗。这种布置模式,在国内乃至国际上的港口中是独一无二的,创造了公用码头港区有效地保证

大型临港产业物流配送需求的成功范例。

2) 创建了适应“枢纽港—物流港”中转物流链和配送物流链与钢厂生产物流链联动的“储、转、配”堆场新模式。

3) 从可持续发展的视角,提出了集约型、环保型散杂货港区总体规划布局的新理念。节约岸线资源,提高岸线使用效率;提高土地利用效率;以绿色港区为建设目标,提高港区环保措施的有效性。

4) 用“管控一体化”与实时数据库技术建立了散货码头设备控制、过程控制、生产操作管理、营运管理及客户服务系统一体化的“五级应用”体系架构,实现了散货码头生产过程中从计划、调度、装卸生产、堆场库存、货运、合同结算的全自动化管理,全面提高了劳动生产率与码头效益。

5) 应用交流全变频技术,建立了散货码头全智能可视化输送系统,实现了输送机最优化控制。零速满转矩重载启动的优越性能,使安全、稳定、节能的生产组织运营模式成为现实。开创了大型散货码头生产系统全变频技术重大创新应用的先例。

罗泾港区的规划设计推动了港口功能的拓展和延伸,是新型大型散杂货码头建设的成功范例。

参考文献

- [1] Patrick M. Alderton, Port Management and Operations [M]. London: Informa, 2008.
- [2] Tsinker Gregory P. Port Engineering, planning, construction, maintenance, and security [R]. John Wiley & Sons, Inc. 2004.
- [3] 宋海良,吴 澎. 现代集装箱港区规划设计与研究 [M]. 北京:人民交通出版社,2006.
- [4] UNCTAD. Port Development: A Handbook for Planners in Developing Countries [G]. United Nations, New York. 1985.
- [5] 真 虹,刘桂云,柔性化港口的发展模式 [M]. 上海:上海交通大学出版社,2008.
- [6] 包起帆,吴 澎. 上海外高桥港区现代集装箱码头建设集成新技术 [J]. 中国工程科学,2006,8(2):7-17.
- [7] 洪承礼. 港口规划与布置 [M]. 北京:人民交通出版社,1999.

Innovations in planning and design of Luojing Port area

Wu Peng

(China Communications Planning and Design Institute for
Water Transportation, Beijing 100007, China)

[**Abstract**] The new-built Luojing Port area in Shanghai port is an integrative port which is a combination of iron ore, coal, steel and other bulk cargo, and it is the world's first port which provides distribution and other value-added services for the large steel companies. The brand new parallel layout mode for combined port of transshipment hub and logistics has been developed in the plan and design of Luojing port area. Based on the traditional arrangement methods of public port, using the logistic concepts of just in time (JIT) and lean production (LP), the cargo-handling technology and plane arrangement of port have been optimized, and the service level has been elevated, and the port service chain has been prolonged. The highly integration and synchronization of the logistics process has been achieved. The deep coast and land resources have been saved and energy consumption has been reduced.

[**Key words**] port planning and design; transshipment port; logistic port; prolonged port service chain