

# 基于集装箱码头岸桥整机滚装上岸的工程管理研究

杨浩

山东建筑大学 管理工程学院

DOI:10.32629/btr.v8i6.4816

**[摘要]** 结合某新建集装箱码头工程吊具下起重量61T的岸边式集装箱装卸桥整机滚装上岸工程实例,从岸桥设计、制造、港机滚装上岸、安全技术控制措施等方面,研究总结了一套适用于港机岸桥设备船运滚装上岸的工程管理方法及施工技术要点。大型港机设备异地加工后经过海运,采用整机滚装上岸工艺,大大减少了现场工序,加快了施工进度,对以后类似大型港机岸桥设备整体滚装上岸工程管理有较高的指导意义。

**[关键词]** 集装箱码头; 岸桥设计; 整体海运; 滚装上岸

中图分类号: U653.921 文献标识码: A

## Engineering Management Research on the RORO Shipment of Complete Container Terminal Quay Cranes to Shore

Hao Yang

School of Management Engineering, Shandong Jianzhu University

**[Abstract]** Based on the engineering case of a complete RORO (Roll-on/Roll-off) shipment to shore of a quayside container crane (with a spreader capacity of 61T) for a new container terminal project, this study researches and summarizes a set of engineering management methods and key construction technical points suitable for the maritime RORO shipment of port crane equipment to shore. The research covers aspects such as quay crane design, manufacturing, RORO shipment to shore, and safety technical control measures. The practice of shipping large port machinery manufactured offsite via sea and utilizing the complete-unit RORO method significantly reduces on-site assembly work and accelerates construction progress. It holds high guiding significance for the engineering management of future similar complete-unit RORO shipments of large port quay crane equipment.

**[Key words]** Container Terminal; Quay Crane Design; Complete Sea Transportation; RORO to Shore

### 引言

本文以某新建集装箱码头工程集装箱岸边装卸桥(以下简称岸桥)滚装上岸为例,展开全过程管理研究,剖析岸桥从设计、采购、制造、运输、整机滚装上岸、安装调试等流程管理关键环节,旨在为相关领域的研究与实践提供参考依据。

### 1 设备设计采购阶段

1.1 工程概况。某集装箱码头工程位于山东省东营市东营港经济开发区一突堤南岸。项目的建设规模为5万吨级集装箱泊位1个(水工结构按靠泊10万吨级船舶设计),高桩梁板式结构,岸线长度420米,设计年运量30万标准箱。码头港机设备主要有2台轨道式岸边集装箱装卸桥、6台轮胎式集装箱门式起重机。

1.2 设备技术规格书设计。根据集装箱码头主体结构尺寸、承载能力及轨道轨距,由设计单位以技术规格书形式提出岸桥和场桥技术参数。实例中要求采购2台吊具下额定起重量61T、外伸距55m、轨距30m的岸桥。

岸桥整机设计技术规格参数具体包括以下内容:主体钢结构(含门框、主梁、拉杆系统、大梁绞点系统和小车轨道等),主要驱动机构(含大车走行机构、小车驱动机构、俯仰机构、起升机构、应急驱动装置、多功能液压油缸装置、大梁固定装置等),设备上的房建单体(含机器房、电气室、司机室和理货室),机上控制系统,润滑系统,机上供电照明系统,防雷系统,机上空调系统,机上消防系统,卷筒电缆,机上电梯,吊具,定位板以上部分的基础预埋件。

1.3 设备采购及深化设计。根据岸桥技术规格书要求,采购人进行港机设备招标采购,实行总承包的可由总承包单位采购。因设备配套件选取品牌的不同对岸桥性能、成本影响较大,招标采购前采购人可对主要配套件各品牌供应商进行实地考察,了解配件商的生产能力和技术水平,并在招标文件中明确减速机、电控系统、轴承、制动器等主要配套件具体参数及性能要求,选取综合实力较强、报价合理的港机设备总装厂进行设备制造。

由中标设备总装厂对岸桥技术规格书进行二次深化设计, 深化设计方案经项目设计单位、采购人和相关专家审查后, 确定最终施工图方案, 开始岸桥设备制造。

### 2 设备制造发运阶段

2.1设备制造参数。实例中为AJ型岸桥, 吊具下额定起重量61T, 外伸距55m, 轨距30m, 高度75.8m, 轨面上起升高度40m, 设计共4腿, 每腿8轮, 轮距1m, 单台岸桥总重1300吨。起升速度80m/min(吊具下61T, 额定载荷), 160m/min(空载), 正常使用寿命不低于30年。

2.2制造周期。岸桥设计及生产制造周期约10至12个月, 若采用进口配套件, 生产采购周期可能会延长。岸桥场内制造完成, 由总装厂进行设备调试及使用测试, 经采购人验收确定后, 方可安排下一步海上运输工作。

2.3岸桥装船发运。以第一台岸桥装船为例, 总装厂装船发运码头当日10:00潮高1280mm, 码头标高6000mm, 运输船调载吃水4480mm, 干舷4720mm, 运输船提前半小时达到调载状态开始滚装工作。若采用其他相邻日期作业, 可根据潮汐表做适时调整。

岸桥采用旋转行走机构平衡梁的方式进行装卸船作业, 装船时采用4条轨道从码头正面装船, 卸船时同样采用4条轨道卸船。设备滚装到位后顶升锚定行走台车架结构, 再旋转行走机构平衡梁, 再通过斜轨滑移落位至码头产品轨道上。

滚装前按《滚装作业安全检查表》进行检查。检查合格后待潮水到滚装范围后, 船舶与码头高低差不超过300mm时, 进行设备牵引滚装上岸。装船前船舶甲板高于码头面150mm左右。2台牵引卷扬机驱动岸桥缓慢往船上移动, 2台保固卷扬机控制保固钢丝绳稍张紧。每组大车都要安排专人进行监管, 防止滚装时脱轨。岸桥车轮移动到过桥梁上后, 观察过桥梁底部与船甲板及码头的距离, 避免过桥梁搁置后脱开铰点。直至岸桥完全跨度过桥梁滚装到船上, 并继续牵引到位。岸桥装船整个过程大约用时40分钟。

机上捆扎及散件捆扎按海绑方案进行捆扎。焊接车轮到位置止挡板(海侧4组大车外侧各焊接1件)。机上影响滚装及海绑的部件提前拆除, 包括夹轮器等。

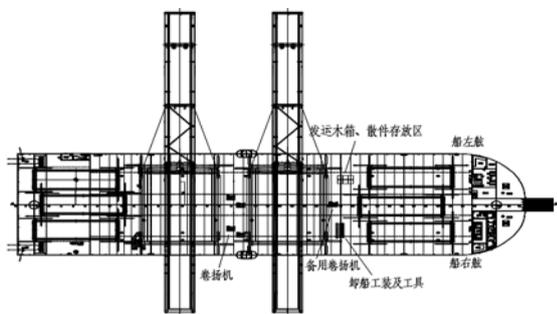


图1 岸桥装船平面图

### 3 滚装上岸准备工作

3.1码头上岸条件。集装箱码头前沿长度420m, 前桩台宽度36m。码头标高+5m, 设计高水位+1.54m, 设计低水位-0.1m。海侧

轨道中心线至码头前沿线距离3.5m, 轨距30m, 轨道型号QU120。

3.2上岸位置选择。在设计阶段需考虑岸桥滚装上岸的荷载分布, 码头结构设计单位需根据总装厂提供的岸桥设备自重、锚定牵引等参数进行受力验算, 对码头整机上岸段桩基结构进行加强设计, 出具设计方案并向施工单位交底。设备总装厂根据施工图设计编制整机上岸方案, 报送监理工程师审查后执行。

滚装轨道设置在轨道梁上方, 荷载通过横梁传递至桩帽、桩基, 减少码头上部结构受力。滚装作业区域护轮坎、系船柱暂不施工, 保持作业区域平整无高差。另外, 结合运输船舶型尺寸, 船舶停靠方向, 确定上岸位置。实例项目滚装上岸位置位于码头中间区域, 岸桥滚装上岸后, 可向两侧牵引, 轮胎式起重机可通过引桥自行行走至后方堆场。

3.3锚点设置。滚装位置选定后, 在码头中桩台设置锚点用于设备滚装上岸牵引。锚点采用预埋螺栓+栓接耳板的形式, 在滚装结束后拆除, 再浇筑码头面层混凝土覆盖。预埋螺栓设置在中桩台梁的现浇节点内, 锚固深度需满足抗拔要求, 本案例滚装锚点设计承载能力50T, 每个锚点设计M36预埋螺栓10根, 螺栓锚固深度1.3m。

3.4上岸时机选择。根据天气预报及潮汐情况选择岸桥上岸日期及时间段。整机上岸时, 风力要求不大于6级(含6级, 风速13.8m/s), 浪涌不大于0级, 能见度大于100m, 滚装时无大型船舶在附近海域航行和施工作业。

根据滚装当天的潮汐数据及时间段, 在低平潮落潮期间进行滚装, 选择每小时潮差变化在300mm内的时间段进行滚装。提前1小时完成船舶调载, 提前半小时悬挂过桥梁, 做好滚装准备, 留足应对风险的时间。

以第一台岸桥整机上岸为例, 当日10:00潮高520mm, 码头标高5000mm, 运输船调载吃水4720mm, 干舷4480mm, 提前半小时达到调载状态开始滚装工作。

### 4 滚装施工技术

4.1工艺流程。该工艺简便、可靠, 每台岸桥卸船过程控制在8小时之内。如图2:

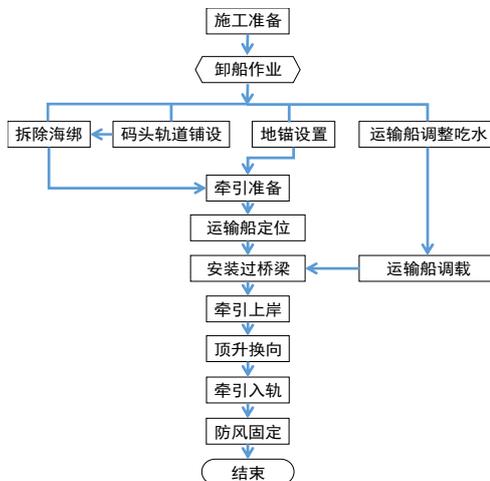


图2 滚装工艺流程

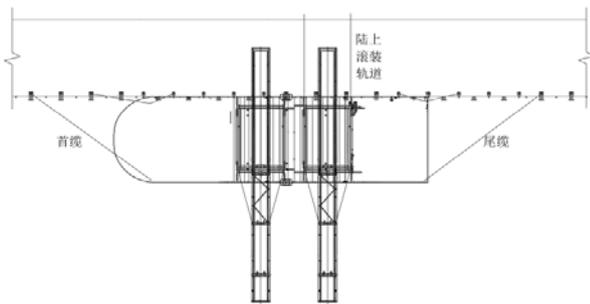


图3 运输船定位示意图

4.2 牵引系统布置。牵引系统主要由卷扬机、钢丝绳、滑车、陆上锚点及走行轨道组成,卷扬机为动力源,设置4台并焊接在运输船甲板上,其中2台卷扬机用于牵引,通过岸上锚点及转向滑车进行转向,并使用卸扣卡在岸桥的陆侧,锚固位置利用4门滑车提升卷扬机牵引力倍率;另2台卷扬机用于保护,通过滑车组合后,卡在岸桥海侧,避免滚装过程滑移超速、失控。

4.3 运输船定位。运输船利用码头已经施工完成的系船柱系缆定位。单个系船柱设计系缆力1500KN,运输船靠岸侧设置四根锚缆(首横缆、首倒缆、尾横缆、尾倒缆),海侧设置2根锚缆(首缆、尾缆)向两侧拉紧(与码头前沿线呈 $45^\circ$ ),并通过绞缆使船上岸桥下轨道与岸上轨道对正,如图3。

4.4 安装过桥梁。根据规划上岸时间,运输船调载完成后,在船上轨道与陆上轨道之间安装过桥梁,两侧采用绞点连接,既能释放约束,又能保证轨道连接。

4.5 牵引上岸。岸桥滚装上岸,牵引最不利工况为克服启动阻力及坡道附加阻力,本案例中摩阻力经计算约为42.94T,采用两台10T牵引卷扬机,经过4门滑车倍率提升后,可提供牵引力80T,满足岸桥上岸牵引力需求。

4.6 顶升换向。转向前将运行机构上的连接螺栓、连接管道等拆除或断开,使运行机构转动不受影响,岸桥横移,车轮换向采用顶升方式,大车车轮垂直于轨道方向,换向后使其与轨道方向平行。千斤顶缓慢顶升岸桥离开轨道50mm,利用人力缓慢推动运行机构转向 $90^\circ$ ,缓慢落顶使车轮落入与滚装轨道等高的斜坡道平直段,安装铁鞋并夹紧夹轮器,锁紧车轮,依次完成全部车轮换向。四支腿逐点进行,案例中支点位置采用两台500T液压千斤顶进行顶升,单点可提供1000T顶升力,大于 $1/2G$ ,满足自重1300T的岸桥顶升需求。

4.7 牵引入轨。岸桥大车车轮换向后,若码头具备接电条件,岸桥可利用斜坡道自驱入轨,或使用两台牵引机械将其牵引入轨,并利用码头上已经施工完成的防风拉索支座作为后锚,控制大车行进速度,避免失控。

4.8 防风固定。滚装入轨结束后,将铁靴安装到位,并使用防风拉索、锚碇对岸桥进行固定,大车制动器锁死,提高抗风能力,对其调试、验收通过后交付使用单位。

## 5 安全技术措施

5.1 安全技术要点。(1)滚装前重新核实码头泊位长度、码头面高程、区域水深、潮位变化及系泊能力是否满足整机卸船安装条件。运输船靠泊时不带动力,借助拖轮驳船,避免对码头桩基、梁板产生碰撞。(2)整机上岸时风力不大于6级(含6级,风速 $13.8\text{m/s}$ ),浪涌不大于0级,能见度大于 $100\text{m}$ 。(3)铺轨前需预先按设计位置在码头上划线,误差在 $\pm 15\text{mm}$ 以内。(4)滚装过程中根据潮水调载船舶吃水,确保过桥梁吊装后基本处于水平状态,坡度不大于 $2^\circ$ ,船舶横倾不大于 $0.5^\circ$ 。(5)机械设备上活动物件应系牢固或垫实牢靠,避免整机上岸时转动、窜动、倾转及坠落。(6)整机上岸前,对上岸段桩基结构受力、预埋件安装位置、锚定坑位置、轨道位置进行详细复核确认,确保符合安装预留精度要求后再进行作业。(7)卸船过程中,船舶与码头之间的高度差尽量控制在 $3^\circ$ 之内,如船舶比码头高出过多,则容易造成船上吊耳受力过大,如船舶低于码头,则对于岸上地锚点会产生较大的牵引力,甚至将地锚损坏。(8)设置专人现场监护作业,一旦出现相关问题或者不利情形,需立即停止作业,采取相应措施,避免重大事故发生。

## 6 结束语

案例中2台岸桥滚装上岸历时2天全部完成,单台岸桥滚装时间为8小时,符合预期。本文结合集装箱码头工程实际情况及自然条件,从岸桥设备设计、招采、制造发运、施工技术、安全管理要点等方面展开全过程探讨,总结了岸桥整机滚装上岸工程管理方法,整机滚装工艺在一定程度上降低了成本,大幅缩短了码头上拼装、调试时间,加快了码头整体投产的进程,也为今后类似项目提供了宝贵的经验。

## [参考文献]

- [1] 王志刚,翟永革,王艺博.MQS型门座起重机整机滚装上岸技术[J].港口科技,2023.
- [2] 张涛,严俊,高义超.大型卸船机整机滚装上岸施工技术[J].中国港湾建设,2014,(11):51-54.
- [3] 韩露,汤轶青.大型港机的整机滚装上岸工艺设计[J].珠江水运,2020,(03):27-28.
- [4] 王鑫.黄骅港三期工程8000t/h大型装船机整机上岸工艺[J].中国港湾建设,2013,(S1):51-54.
- [5] 夏永雄,杨静.浅谈大型门座起重机整机运输及滚装上岸的安全管理[J].港工技术,2015,52(03):63-65.