



## 改造成为集装箱码头的探索与实践

上海港龙吴港务公司 项目组

一、件杂货码头改造的必要性和可能性。

至1999年,上海港龙吴港务公司关港作业区建成投产已近1年。港区共有1.5万吨级海轮泊位8座,主要装卸货种为散、杂货。关港港区原设计年吞吐能力为400万吨,但前些年由于市场散、杂货货源不足,码头未能达到设计吞吐量。这几年来,随着市场经济的发展,上海港的货种结构发生了深刻的变化,其中最显著的特点是:普通件杂货货源逐渐萎缩,集装箱运输的优越性越来越被人们所接受,集装箱运量持续增加。龙吴公司审时度势、抓住机遇,积极开拓内贸集装箱业务,取得了可喜的成绩,1997年为3.8万TEU,1998年为10万TEU,1999年约为20万TEU。七、八泊位已转化为专业集装箱码头,但因采用一台多用途40吨门机(轨距16米)和一台集装箱装卸桥作业,装卸能力受到限制。而1~6泊位因件杂货货源等原因导致泊位吞能力闲置。1999年7月龙吴公司又订购了一台集装箱装卸桥,如果不对装卸设备作适当调整,将使大型装卸机械集中拥挤,不利于充分发挥作用。

5、6泊位与7泊位相连布置,原有两根10.5米轨距的轨道,假如通过在陆侧增加一根16米轨道,海侧利用原有轨道,将原7泊位的多用途40吨门机及桥吊移至5、6泊位,这样既有利于装卸设备的合理布置,又可提高港区的装卸能力,使我公司有4个泊位可装卸集装箱。从公司内贸集装箱的长远发展来看,对5~6泊位进行结构改造,使之成为集装箱码头很有必要。

经过计算,5、6泊位原有码头结构承载能力能够满足集装箱水平运输机械的使用要求;泊位前平台部分改造后可以铺设一根轨道梁满足集装箱装卸机械的使用要求;已有变电所对装卸设备的供电可以满足使用要求;近期原码头堆场可以直接利用,远期仅需少量拆建工作可以达到使用要求。

### 二、复核计算结果及工程改造方案

上海港龙吴港务公司关港5、6泊位码头原结构形式为高桩梁板式结构,排架间距6米。桩基规格均为 $500 \times 500 \times 36\ 000$ 毫米预应力混凝土方桩。

码头部分采用预制轨道梁、预制横梁(轨道梁与横梁等改连接)、叠合板的结构型式,平台部分均采用预制横梁(无纵梁)、叠合板的结构型式。本改造工程是在前平台增设一根16米轨道,其技术关键在于:

1. 码头前轨道梁及面板的承载能否满足40T门机的使用要求?

2. 码头前平台利用原有的桩基,不另外补桩,桩基的承载能否满足40T门机的使用要求?

3. 由于6~7泊位间有 $-6'12''$ 的转角,门机通过该转角的可行性验证,是否需对支腿改造?

#### ①原码头面板复核

原码头面板厚度为450毫米,其中预制面板350毫米,现浇面板100毫米,根据集装箱拖挂车的轮压,复核计算原码头的边板和中板,结果表明板内的最大内力均未超过原设计计算值。因此原码头面板能够满足使用要求。

#### ②原码头前轨道梁复核

码头前轨道梁原设计断面为800毫米(宽) $\times$ 1500毫米(高),设计计算中使用期的控制荷载为16T门机、最大轮压25T。现按照40T多用途门机荷载(最大轮压28T)进行负荷验算,采用弹性支承连续梁计算模式,计算结果表明梁内最大负弯矩和剪力与原计算值持平;最大正弯矩超过原计算值,但幅度不大;裂缝开展宽度较规范允许值略大。

由于本工程属于老码头改造项目,工期较紧,投资有限,所以在限制一定的使用条件下,前轨道梁可以满足多用途门机的使用要求。

#### ③前平台结构改造方案

5、6泊位码头宽度为15.5米,前平台宽度为9米,而多用途门机的轨距为16米,前轨距码头前沿2.5米,因此,在距前平台前沿3米处增设一根轨道梁。

原设计前平台每幅排架2根桩,上部为梁架结构。设计认为首先须拆除上部梁架,保留原有的2根桩,再采用现浇横梁(下横梁断面 $1\ 200 \times 800$ 毫米,上横梁断面 $700 \times 1\ 500$ 毫米)、预制轨道梁(断面 $800 \times 1\ 500$ 毫米)、叠合板(预制350毫米,现浇100毫米)的结构型式。

使用要求是方案成型的桩,因此用荷载作用下所产生桩力与190T,其中结构自重产生桩力115T。根据地质资料及原设计结论,本工程范围内土质主要为淤泥质亚粘土及亚粘土,夹粉细砂层,桩基持力层作用在粉细砂夹亚粘土层,原设计桩型的桩基极限承载力为300T。因此,以上改造方案的桩力安全系数偏小。(规范允许最小安全系数为1.7)但本工程桩基是于十年前施工的,随着码头建成时间的延长,桩基的承载力应有提高,而有关本工程的试桩资料表明桩基极限承载力要大于该设计计算值。

由于桩基承载力是该工程改造方案的基础,所以决定由同济大学进行桩基高应变动测试。测试方法采用CAPWAP程序分析法。该方法是利用实测力和速度信号计算土阻力及其分布的一种程序分析法。它从一条实测曲线(如速度曲线)出发,对桩身各层阻力和其它参数进行假定,然后进行波动方程拟合计算,即可求得另一曲线(如力曲线)的计算结果,把计算结果和实测曲线相比较,并不断调整参数,直至获得满意的结果为止,即可获得桩端阻力、桩周摩阻力分布及类似静载试验的桩顶荷载—沉降曲线,是目前最好的高应变测试方法。

在局、公司领导现场指挥下,对桩基进行了高应变动测试:

1. 选用38KN的重锤离桩顶约1.0米处自由落下,使试桩发生塑性变形。
2. 检测时,桩顶平整且在桩顶铺设砂垫层。
3. 每次检测时在桩身两侧对称安装两只加速度传感器和两只应变传感器,它们在与桩顶之间的距离不小于0.5米。
4. 检测中不断比较桩身材料实测阻抗与关系。经过检测:18'桩的竖向极限承载力为440T;56'桩的竖向极限承载力为454T。

均满足要求。

### 三、施工过程

#### 1. 施工进度

本工程由三航设计院设计,上海港务工程公司施工,远东工程监理公司监理。从1999年2月1日至3月11日,经过38天奋战,拆除了2200立方米混凝土结构,并于3月19日召开了拆除工程验收会。

工程轨道梁的预制和下横梁现浇几乎是同时进行的,在施工中施工单位克服了潮汐对工程的影响,不分昼夜,涨潮时做好准备工作,落潮时抓紧施工,

保证了工程工期。施工过程中严格控制施工质量,现场长龄、密排、蜂窝和漏浆现象,得到好评。面板由混凝土制品厂加工预制,施工单位会同监理、质监和建设单位二次到现场检查,改进了施工工艺(取消钢模板内衬的纤维板),从而使面板四周平整,整个工程的吊装(卸)由龙吴公司机械租赁公司承接,使用了28吨门机,经项目协调,做到了满足施工需要,又不影响龙吴公司现场装卸生产。

1999年4月10日开始面层现浇,为了达到轨道和面层的质量要求,港务工程公司多次召开专题研讨会,确定了保证质量的施工方案。至4月20日现浇面层圆满结束。5月4日,五、六泊码头改造工程全部完工,并达到验收的要求。

#### 2. 工程施工质量控制

①对原材料的质量控制,我们严格执行现场取样、送样、复试检测制度。该工程所用的钢筋、水泥、砂石骨料等均按规定进行现场取样送检,经港务工程试验室测试合格后准予使用。

②监理单位坚持跟班“旁站”制度,在整个施工过程中,做到始终坚守现场,采用抽检、旁站等方式对施工质量进行监督;对检查中发现问题及时提出并督促整改,从而保证了工程的质量。

③该工程现场用砼均按上海港务工程公司试验室配制的砼配合表进行拌制,并按规定制备砼试块;砼试块按时经港务工程公司试验室试压,报告结果全部达到设计强度。

#### 3. 工程质量评估

①拆除工程:拆除工程是改建工程的前期工程,工作量大,难度高。该工程共拆除原有前平台面板162块(共3024m<sup>2</sup>),横梁60根、桩帽120只(共计拆除2342.24m<sup>3</sup>)。拆除工程历时30天。由于施工单位精心组织,拆除工作顺利,未出任何工伤和机械损坏事故,并较好地保护了需利用的原桩基和水电管线,质量和工期均达到要求。

②上部结构:该工程的上部结构有:横梁60根、轨道梁54根、预制面板162根、现浇面层砼3024m<sup>2</sup>。砼标号:现浇横梁、预制门机梁和预制板均为C28,现浇门机梁和现浇面层为C23。在整个结构施工中,所用的钢材、水泥、砂石骨料等均经复试合格,钢筋绑扎、砼浇捣和试块制备能严格按照规定执行,砼试块强度达到设计要求。经检查,砼振捣密实,构件尺寸、轴线位置、面层标高均控制在规范内,面层表面平整、光洁,总体质量达到优良。上部结构建造历时49天。

(下转第44页)



## 代 40 吨多用途门机投产

中国港口协会 王克实

最近一台新型 40 吨门式起用起重机在上海港军工路港务公司正式投入生产,它在 24m、27m 和 33m 幅度时的负荷能力分别为 40t、33t 和 25t,可用以接卸 3.5 万吨级 2000TEU 左右的集装箱船,也是重大件作业的好装备。这台由上海信达港机公司制造的 MQ4033 型多用途门机由武汉理工大学设计,电器部分由武汉港迪自动化公司承包,上海江海港口开发咨询公司承担从设计、制造、调试到验收的全过程监理。该机于 2001 年 9 月 27 日通过上海市技术监督局的安全质量检验,取得安全检测合格证,经试生产后已于 10 月 12 日通过正式验收交付使用,迄今使用情况良好。

MQ4033 门机整体采用薄壁箱型结构,四联杆式变幅系统和三滚柱大轴承式回转支承,外型明快,整体稳定性好。电气部分四大机构全部采用 PLC 全数字控制交流变频调速,操纵简便,运转平稳。它安全装置齐全,特别是触摸显示屏能随时准确显示作业参数、故障情况及故障点,对操作和检修都很有利。该机试用投产后获得使用者好评。不少行家亦认为,现在这台 MQ4033 门机在外观和性能上均不比某些大厂和进口产品逊色。当然,对其质量的真

正考验尚需时日,而厂方对使用单位的售后服务将是非常重要的

信达港机公司员工不足百名,在港机行业中还仅是一家“排不上号”的小型合资企业。这次从确定设计方案,设计图纸、备料施工、安装调试到竣工验收全过程时间不到半年,其中实际的施工时间仅三个多月,就造出这台受到用户欢迎的新一代大吨位门机,主要的就是它充分发挥了机制灵活,协作面广的优势。在技术上它依靠高校港机专业教师队伍,他们给产品注入了一流的新技术;而各种加工配套业务则大量依托社会各方力量,这样不仅省去了传统造机工厂必要的设备,又使产品质量得到保证。就连一些施工和检测工作,也通过合同让这些专业工程队和专业人员发挥作用。在整个设计制造过程中又注意随时吸纳使用单位、操作者和监理工程师的有益意见,并及时作出改进。这样既有利于提高总体产品质量,又使许多细微处也都令使用者觉得称心、顺手。正是这些行之有效的措施和经验,使信达公司创出一条小厂高速度造大机造好机的路子,这对发展我国的港机工业亦颇有值得借鉴之处。

收稿日期 2001-10-30

(上接第 20 页)

③轨道安装:龙吴港务公司 5~6 泊位增设轨道直线段长度 325.476M,圆弧段长度 9.68M(R=89.5M),轨道总长 335.156M,钢轨规格 QU80。轨道下填 1cm 厚橡胶垫片,橡胶垫片下为 1cm 厚 25 号砂浆,锚固螺栓直径 22mm,预留孔内螺栓用硫磺砂浆锚固,轨道槽内用沥青砂回填。在整个轨道施工中均按设计图纸要求和规范进行。硫磺砂浆握裹力符合设计要求,轨底接触紧密,轴线、轨顶标高等误差均在规范以内,由于左侧原轨道不直,轨距部分超标,但总体质量较好。钢轨及配件出厂合格证及质保资料基本齐全、正确。轨道安装自 1999 年 4 月 20 日始至同年 4 月 29 日止,历时十天。

其它防风地锚、防风锚锭等附属设施也按设计和规范要求施工,质量合格。

#### 四、码头通过能力估算:(一期工程)

7 泊位的设计年通过能力

$$P_{7\text{泊位}} = 8760 \cdot K_1 \cdot P \times N \times \gamma = 10.5 \text{ 万 TEU/年}$$

式中:8760—年日历年时

$$K_1 \text{—集装箱装卸桥利用率}$$

$$P \text{—集装箱装卸桥台时效率}$$

$$N \text{—集装箱装卸桥数量 } \gamma \text{—标准箱因素}$$

5、6 泊位的设计年通过能力

$$P_{5,6\text{泊位}} = 8760 \cdot K_1 \cdot P \times N \times \gamma = 9.8 \text{ 万 TEU/年}$$

式中:8760—年日历年时

$$K_1 \text{—多用途门机利用率}$$

$$P \text{—多用途门机台时效率}$$

$$N \text{—多用途门机数量 } \gamma \text{—标准箱因素}$$

5、6 泊位每年做 8 万 TEU 外还能完成 15 万吨杂货装卸。