

码头后桩台梁板双流水安装工艺可行性分析

朱志明

(中交一航局第一工程有限公司)

摘 要:为解决码头宽桩台陆推施工难度大、施工效率低及可能造成施工成本增加的问题,结合天津港北疆港区 C 段智能化集装箱码头工程实际情况,提出了码头后桩台梁板双流水安装工艺,工程中采用履带吊上码头面作业的方法,使码头宽桩台陆推施工顺利进行、效率提高、施工成本有效降低,为项目履约起到关键性作用。该方法适用于岸坡地质条件良好、码头承载力较高的情况,对于降本增效、项目履约有一定的借鉴和指导意义。

关键词:岸坡稳定性;码头主体结构安全性;工程进度;成本控制;降本增效

0 引言

码头宽桩台陆推施工可行性低的原因在于无法快速形成作业面,履带吊上码头作业无法形成流水作业,机械设备需要往返调动,降低施工效率且不利于码头已建平台的保护。根据以往的履带吊上码头作业案例,其存在的主要问题包括:机械设备选型既要满足作业要求,又要符合码头主体结构安全稳定性的要求;机械设备在码头面上移动时对其结构的损坏;机械设备在码头面上作业时吊距受限。

天津港北疆港区 C 段智能化集装箱码头工程制约工期的关键因素是梁板安装工程,主要难点在于安装工程量、施工工期紧、施工强度大及施工方式选择的合理性。本工程施工跨了 2 个冬季施工期,可作业时间少。工程前期岸坡挖泥施工因地质条件施工进度缓慢,导致后续工序施工严重滞后。

基于以上情况,本文提出了码头后桩台梁板双流水安装工艺,研究了码头宽桩台陆推施工的可行性,验证了履带吊上码头作业的可行性以及注意事项,为后续类似问题提供了解决方案和实践指南。

1 工程概况

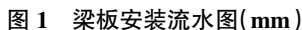
本工程码头为高桩梁板式结构,全长 1 100 m,总宽度为 73 m,其中前桩台宽为 41 m,后桩台宽为 32 m,码头前沿水深 18.0 m,码头顶标高+6.0 m。码头前桩台排架间距为 7.0 m,每个排架共设有 4 根直桩,2 对 4:1 的叉桩,其中位于前、后轨道梁下的基桩采用 $\phi 1\ 200$ mm 钢管桩,

其它位置的基桩均采用 $\phi 1\ 000$ mm 的钢管桩;码头后桩台基桩采用 700 mm $\times$ 700 mm 的预应力混凝土空心方桩,排架间距为 7.0 m,每个排架均由 6 根直桩组成。

2 工艺原理

由于挖泥及桩基施工进度严重滞后,后桩台梁板安装施工不具备多个作业面同时开展施工的条件,并且在有限的可作业区域内需加快施工,快速形成码头后方作业平台,为前桩台的施工创造条件。通过岸坡挖泥施工发现岸坡地质条件比较好,块石比较多,岸坡承载力比较高,适合大型机械设备在岸坡平台上进行梁板安装施工。根据灌注桩施工工艺要求,需预留部分岸坡进行二次开挖施工,提高了机械设备的作业范围,为后桩台梁板双流水安装工艺的实施提供了有利条件。

基于此,本文提出了码头后桩台梁板双流水安装工艺(如图 1 所示),其原理如下:利用码头岸坡地质条件良好及灌注桩施工工艺特点,制定岸坡二次开挖施工方案,履带吊坐落在岸坡上进行梁板一流水安装施工并形成梁板二流水安装施工的码头面作业平台,考虑吊重、吊距及机械设备坐落位置,选择 150 t 履带吊,经设计核算,陆上安装施工方式满足岸坡结构安全。梁板二流水安装施工采用履带吊上码头面的作业方式^[1],面板下梁节点全部施工完成,面板板缝施工全部完成,梁板安装过程中上部铺设钢垫板以满足安装作业需求,考虑吊重、吊距及施工流水组织,选择 100 t 履带吊,经设计单位核算,在此施工条件下,后桩台结构荷载安全性满足要求。



首先进行岸坡挖泥施工,水上岸坡挖泥采用抓斗船,陆上岸坡挖泥采用挖掘机,根据灌注桩施工要求进行岸坡开挖,先挖到+3.0 m,回填碎石形成 150 t 履带吊作业平台(如图 2 所示)。履带吊按照流水方向进行移动和驻位安装时与边坡的距离至少为 2 m,由于抓斗船挖泥作业时对岸坡结构有扰动,所以安装作业时与其保持至少 50 m 的安全距离,避免距离过近导致边坡失稳发生安全事故,施工过程中加强岸坡沉降位移观测,

发现问题及时解决。并采用靠尺铺浆的方法铺设水泥砂浆找平，确保砂浆铺设厚度一致，否则容易导致面板安装后出现板底缝隙、翘角、座浆不密实等缺陷^[3]。

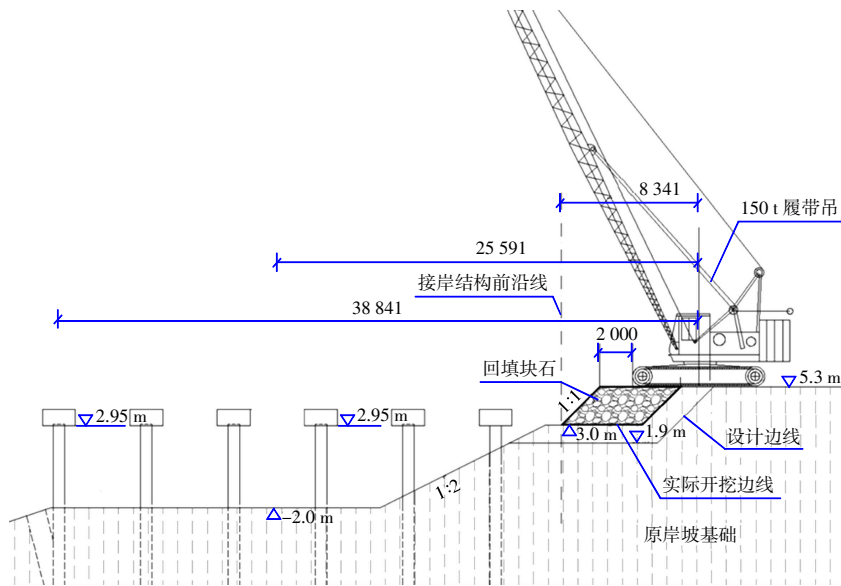


图 2 150 t 履带吊作业平台(mm)

梁板构件采用平板车进行陆上运输，由预制场运输至码头施工区域，构件运输根据安装计划合理安排，避免构件的二次倒运，一流水的构件按照安装顺序临时堆存在码头后方(履带吊作业范围内)，二流水的构件采用 150 t 履带吊直接由运输车上吊运至码头作业面上堆存，堆存位置位于横纵梁结构轴线上方且满足 100 t 履带吊驻位安装作业范围内。

一流水板安装完成一个结构段后及时进行板缝浇筑，形成可作业平台后上 100 t 履带吊进行二流水梁板安装作业，履带吊的行驶轴线对应码头的横纵梁，横向行走沿着横梁方向，纵向行走沿着纵梁方向，避免履带进入板跨中及边梁悬臂端区域，使履带靠近梁布置优化结构受力。考虑到吊车履带与码头面接触面积少，铺设 2 cm 厚钢板作为移动和驻位安装作业的通道，以使其对码头作用力为整体均布荷载。

根据节点板缝施工效率及施工组织实施要求，2 个流水作业中梁和板安装作业间隔 1 个结构段为宜。一流水和二流水的间距布置以不影响各自流水作业顺利开展为目标，一般为 2 个结构段。

3.3.2 成品保护

运输过程中成品保护：采用定制的 L 形橡胶垫，放置于构件顶面两侧边角，在构件起吊、运输过程中与相邻构件接触时起到缓冲作用，有效

地降低构件磕碰掉角现象的发生，提高构件的成品保护质量。

构件存放区成品保护：梁板构件预制完成后堆存于预制场堆存场地，待可安装后陆运至码头后方临时堆存，要求梁单层存放，板不超过 3 层。构件存放区利用原地面进行整平碾压，设置排水通道，确保地面不会长时间被水浸泡导致不均匀沉降，对构件造成破坏。构件与构件、构件与地面之间采用 20 cm×20 cm 木方或直径 20 cm 圆木支垫。木方或圆木被破坏后及时更换，保证存放构件平整度。

3.3.3 预制梁安装

桩帽混凝土强度(经同条件养护试块试验确定)达到设计强度的 75%后在桩帽上放设预制梁的安装边线，并测量桩帽搭接面的顶面标高误差，供施工人员根据误差值铺放砂浆。采用小型砂浆拌合机搅拌，随拌随用。水泥砂浆找平厚度宜取 10~20 mm，当砂浆厚度超过 20 mm 时，采用砂浆中放入 5 mm 厚钢垫片，保证标高控制。铺设砂浆应饱满，以安装后略有余浆挤出缝口为准，缝口处不得有空隙，并在接缝处采用砂浆嵌塞密实和勾缝。

后桩台预应力梁板采用履带吊进行安装，预制构件安装前核对构件信息，准确无误后方可安装，安装时履带吊从运输车起吊预应力梁构件，

调整起重臂将构件吊至指定位置上方,缓缓落钩,将构件降低至距安装顶面 45 cm 处停止落钩,人工进行构件纵横向平面位置和梁倾斜度调整,使构件达到精确定位后落钩,直至构件平稳地落于支撑面上,实测构件安装偏差满足要求后,方可解除索具。起重人员按照安装边线控制预制梁的安装,预制构件安装完成后对其进行标高和位置的测量。安装后及时用砂浆勾缝,压抹成八字角,防止海水渗入缝中锈蚀钢筋,并用钢筋将构件连成整体,以防止梁类构件受风浪冲击移位,构件安装过程中加强对桩帽的保护。

3.3.4 预制面板安装

梁节点混凝土浇筑后在梁上放设面板安装线,用水准仪实测梁顶标高并标明铺垫砂浆厚度,并采用靠尺铺浆的方式铺设水泥砂浆找平,确保砂浆铺设厚度一致,否则容易导致面板安装后出现板底缝隙、翘角、砂浆不密实等缺陷^[9]。面板安装时调整外伸钢筋解决互相干扰问题,未经设计与现场监理的认可不得随意弯折或切断钢筋。安装位置严格按照安装线安放,安装搁置长度符合设计要求。面板安装后,及时测量板的标高,保证面层厚度与设计一致。

3.4 保证措施

1) 基于码头后桩台梁板双流水安装工艺的特点,结合现场实际情况,考虑起重机吊重、吊距及坐落位置,选择满足要求的机械设备。

2) 机械设备选型完成后,将陆上安装及桩台上安装工况提供给设计单位,针对码头岸坡稳定性、码头主体结构安全性进行核算,满足设计要求是后桩台梁板双流水安装工艺实施的前提。

3) 梁板安装过程中需加强对岸坡沉降位移的观测,发现问题及时上报,并复核岸坡稳定情况。

4) 陆上安装过程中起重机坐落位置的后方不得堆存梁板构件,构件的运输控制是施工过程中的重点,以随运随安的原则进行实施。

5) 履带吊在桩台上安装施工过程中应平行于码头前沿线移动,尽量避免横向吊重行走。履带吊在桩台上行走应铺设 20 mm 厚钢板,注意码头面板的保护。

4 效益分析

原计划部署 4 个作业面开展施工,需投入 4

台履带吊进行施工,根据各工序的施工安排,每台履带吊后桩台梁板安装施工效率为 9 件/d 台,机械利用率不高。通过梁板双流水安装施工工艺的应用,投入了 2 台履带吊进行梁板安装施工,每台履带吊施工效率为 18 件/d,避免了各工序衔接问题导致的停工以及机械设备的调动时间。

此工艺大大节约了项目的成本,后桩台梁板安装快速形成码头后方作业平台,为前桩台施工提供了有利条件,经过不断优化施工流程,提高施工效率,项目第 1 年完成了所有需要大型船机的工作内容,避免了第 1 年大型船舶的二次进场及退场费用,达到了降本增效的目的,且为项目履约奠定了基础,最终圆满完成了 1 号泊位的重大节点工期任务。

5 结语

由于本工程受到施工环境影响,工期紧张,按照原计划进行施工组织部署无法满足工期要求,故而深入开展码头后桩台梁板双流水安装工艺的実施。根据工程现场实际情况,从岸坡挖泥施工难度考虑,由于岸坡地质条件较好,为大型起重设备进行陆上安装梁板提供了条件;结合灌注桩施工工艺要求,需预留部分岸坡进行二次开挖施工,增加了起重设备的作业范围;码头后桩台为连续板设计形式,面板下为横纵梁结构,较简支板结构形式更加安全,承载能力较高,为起重设备上码头作业提供了有利条件。

码头后桩台梁板双流水安装工艺的成功应用,有效解决了码头宽桩台陆推施工难度大的问题,充分利用了现场条件,保证了该工艺的顺利实施,节约了工期,为项目履约提供了有力保障,并且大大降低了施工成本。实践证明,该工艺的成功应用为工程组织实施起到了良好的指导作用,利用现场的有利因素解决实际问题,并在施工过程中得到了进一步检验,更加证明了通过优化施工工艺应对工程所处环境变化的重要性。

参考文献:

- [1] 吴江. 高桩码头上部结构的陆上安装[J]. 水运工程, 1999(5): 36-37.
- [2] 张志强. 高桩码头预制构件全陆上安装施工技术探究及应用[J]. 珠江水运, 2023(20): 103-106.
- [3] 徐鑫哲, 宁亚瑜. 码头预制梁板安装施工及质量控制措施[J]. 河南建材, 2021(3): 130-131, 132.