



滨海型绞吸挖泥船施工工法比较分析

薛水海

(中交天津航道局有限公司 华东工程分公司, 上海 200135)

摘要: 对天津航道局自主设计建造的滨海型绞吸挖泥船的5种施工工法、开工展布流程等分别进行阐述, 对每种施工工法优缺点进行对比分析, 结合实例得出正确选择适当工法提高生产效益的结论。

关键词: 绞吸挖泥船; 施工工法; 比较分析

中图分类号: U 615.35

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2013)09-0182-04

Comparative analysis of construction methods for coastal cutter suction dredger

XUE Shui-hai

(East China Branch, CCCC Tianjin Dredging Co., Ltd., Shanghai 200135, China)

Abstract: This paper describes the five construction methods and spreading process for the coastal cutter suction dredger designed and built by CCCC Tianjin Dredging Co., Ltd., compares the advantages and disadvantages of each method, and draws the conclusion that “the construction efficiency can be improved by proper construction method”.

Key words: cutter suction dredger; construction method; comparative analysis

滨海型绞吸挖泥船是由天津航道局自主设计建造的一种建造成本低、适用范围广、生产能力强的大型绞吸挖泥船。公称生产率为 $3\ 500 \sim 3\ 800\ \text{m}^3/\text{h}$, 最大挖深25 m。该型船在挖泥作业过程中, 采用国际首创的“单钢桩台车与三缆组合”定位系统。通过该系统可以形成5种施工工法——单桩双锚四缆施工法、单桩双锚双缆施工法、单桩三锚三缆施工法、三锚五缆施工法、五锚五缆施工法。这5种施工工艺有利于该型船舶应对多种工况条件及水域情况等。

1 施工工法

1.1 单桩双锚四缆施工法

单桩双锚四缆施工法是该型船常用的一种施工方法, 其中“单桩”指1根钢桩, “双锚”指左右横移锚, “四缆”指左右边缆和左右横移缆(图1)。

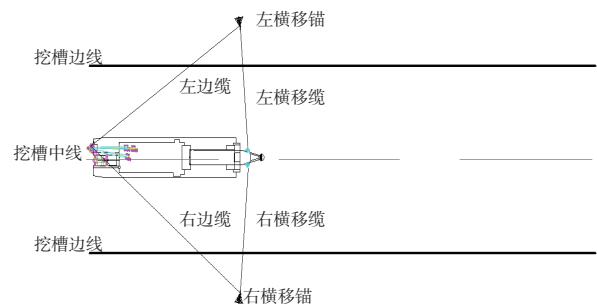


图1 单桩双锚四缆施工定位

单桩双锚四缆施工法中船舶通过单钢桩实现船体的定位, 以钢桩为中心通过收放左右横移缆实现左右横摆挖泥, 通过台车的进步和倒车实现船体的前移挖泥, 船舶在倒台车过程中, 依靠两侧边缆、横移锚和绞刀定位。

1.2 单桩双锚双缆施工法

单桩双锚双缆施工法的“双锚”指左右横移锚, “双缆”指左右横移缆(图2)。

收稿日期: 2013-03-10

作者简介: 薛水海(1967—), 男, 工程师, 从事航道疏浚行业。

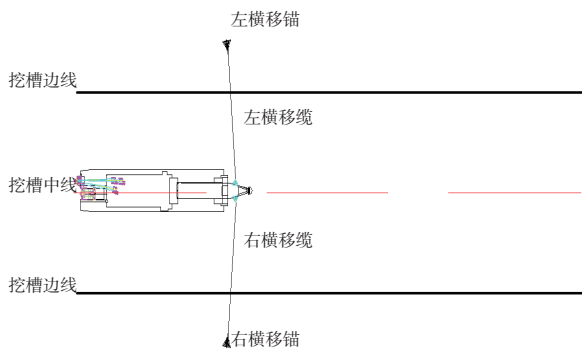


图2 单桩双锚双缆施工定位

单桩双锚双缆施工法中船舶通过钢桩实现船体的定位，以钢桩为中心通过收放左右横移缆实现左右横摆挖泥，通过台车的进步和倒车实现船体的前移挖泥。该施工法在有风有流的工况下倒台车时，船易偏离中线，若有偏移，借助防风锚或锚铤纠偏，也可在下次倒台车时，改变船舶方向进行调整。

1.3 单桩三锚三缆施工法

单桩三锚三缆施工法的“三锚”指左右横移锚、尾锚，“三缆”指左右横移缆、艏缆（图3）。

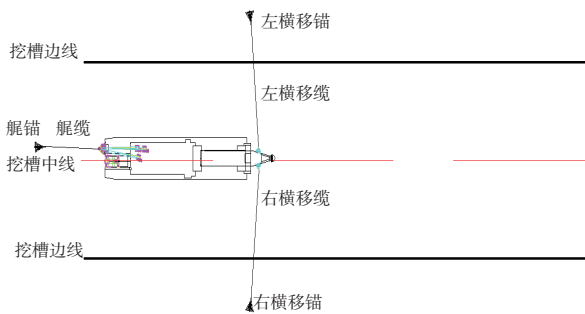


图3 单桩三锚三缆施工定位

单桩三锚三缆施工法中船舶通过钢桩、艏缆和艏锚实现船体的定位，以钢桩为中心通过收放左右横移缆实现左右横摆挖泥，通过台车的进步和倒车实现船体的前移挖泥。

1.4 三锚五缆施工法

三锚五缆施工法的“三锚”指左右横移锚、艏锚，“五缆”指左右横移缆、艏缆、左右前进边缆（图4）。

三锚五缆施工法中船舶以两根边缆和一根艏缆固定船舶平面位置，实现船体的定位，通过收放左右横移缆实现左右横摆挖泥，通过放尾缆同

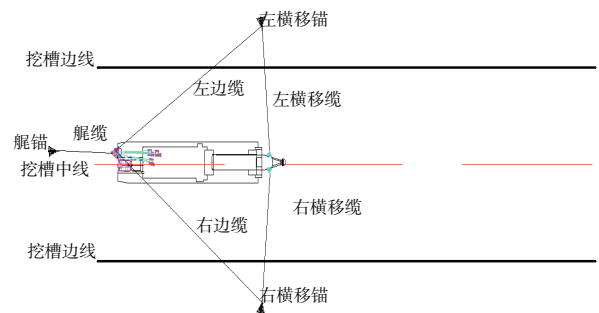


图4 三锚五缆施工定位

时收两侧前进边缆实现船体的前移挖泥。

1.5 五锚五缆施工法

五锚五缆施工法的“五锚”指左右横移锚、左右边锚和艏锚，“五缆”指左右横移缆、左右前进边缆和艏缆。该施工方法分为使用锚杆与不使用锚杆两种。使用锚杆的施工法中，边锚和边缆应抛设在横移锚和横移缆的外侧，边锚要抛设远一些，以减少起移锚次数；不使用锚杆的施工法中，移锚时边缆一定要布设在横移缆上方（图5，6）。

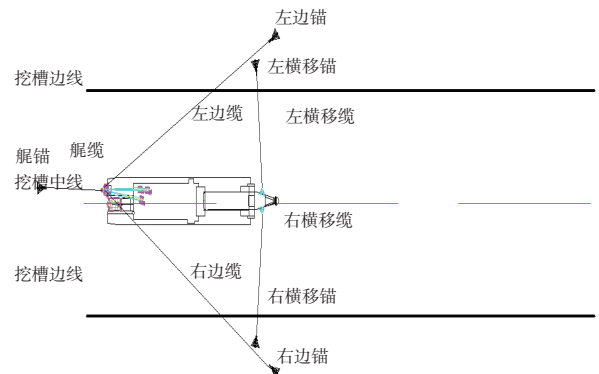


图5 使用锚杆的五锚五缆施工定位

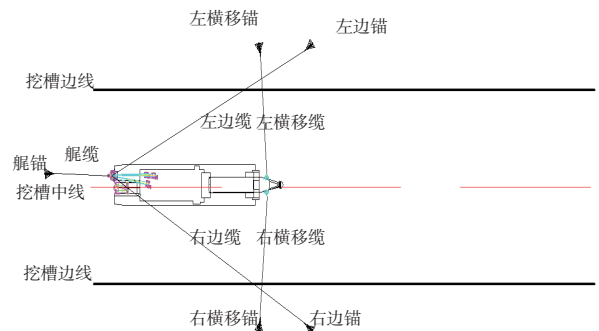


图6 不使用锚杆的五锚五缆施工定位

五锚五缆施工法中船舶以2根边缆和1根艏缆固定船舶平面位置，实现船体的定位，通过收放

左右横移缆实现左右横摆挖泥，通过放艉缆同时收前进边缆实现船体的前移挖泥。

在实际操作过程中，可以根据钢桩及缆绳情况，结合工况条件选择性进行施工操作。通常使用单桩双锚四缆施工法进行定位施工，在钢桩受限的条件下，可选择三锚五缆或五锚五缆进行施工操作。

2 开工展布流程比较

2.1 使用钢桩定位船舶

1) 船舶到施工区域，借助GPS到达预定施工位置；

2) 下放钢桩将船定位在中心线上（选择单桩三锚三缆时还需抛设艉锚至挖泥中心线上）；

3) 借助锚艇将船头拖至上风上流方向一侧的挖槽边线；

4) 下放桥架，使绞刀点地定住船位；

5) 收紧该侧横移缆，使锚杆与船体中心线前夹角约呈 45° ，随即抛下该侧横移锚；

6) 将绞刀提离泥面，借助风流、水流或锚艇将船头推摆至另一侧挖槽边线，按同一方法抛设另一侧横移锚。

2.2 使用锚缆定位船舶（三锚五缆或五锚五缆）

1) 船舶到施工区域，借助GPS到达预定施工位置，绞刀点地将船头定在中心线上；

2) 指挥锚艇先下放艉锚或防风锚（五锚五缆工法时还需抛设两侧前进边锚，三缆柱系统暂定船位）；

3) 提起绞刀，再根据风流、水流情况，借助锚艇将船头拖至上风上流方向一侧的挖槽边线；

4) 下放桥架，使绞刀点地定住船头，收紧横移缆，调整锚杆使其与船体中心线前夹角约呈 45° ，随后抛该侧横移锚（选择五锚五缆工法时，上述工作完成后松放边缆，根据锚杆位置以锚杆及锚头缆为标记调整该侧边锚）；

6) 提升绞刀，借助风流、水流或锚艇将船推移到另一侧边线，重复4、5步骤抛设另一侧横移锚（五锚五缆工法时调整另一侧边锚）；

7) 所有锚缆布设完毕，需要再次使用锚缆找

正船位。

此处应注意：五锚五缆的船舶又分为有锚杆和没有锚杆两种，上述步骤为使用锚杆的步骤，船舶没有锚杆时，船舶要依靠绞刀定位在中线附近。在布设横移锚或边锚时均需要锚艇予以辅助，在五锚五缆工法中，布设横移锚时要注意借助锚艇与船体中心线后夹角约呈 $80^\circ\sim 90^\circ$ 的方位进行布设，两侧前进边锚应按照与后艉锚呈约 120° 夹角的方位进行布设，锚缆释放长度 $250\sim 350\text{ m}$ ，艉锚布设时锚缆释放长度约 $100\sim 150\text{ m}$ ，锚缆布设完毕后，如艉锚偏离中心线，则必须重新将艉锚布设在中心线上。

3 5种工法的优缺点比较

3.1 单桩双锚四缆施工工法

1) 使用条件：此施工工法是滨海型系列船舶最常用的施工工法，适用工作环境与常用的绞吸船双桩、双锚环境相当。

2) 优点：节省副钢桩制造费用，在换台车时减少副钢桩一次起升和下降时间约 30 s 。

3) 缺点：与双钢桩双锚相比增加每次关闭绞刀、下放桥梁、收紧左右边缆时间约 15 s 。

3.2 单桩双锚双缆施工工法

1) 适用条件：与单桩双锚四缆适用条件相似，但对水流流速、风向、风力要求更高，要求在风力较小，水流速度较小工况下施工，如水流速度较大、风力较大需要锚艇在船尾协助，防止钢桩偏离中心线。

2) 优点：在换台车过程中减少了收放两边缆的时间约 10 s ，减少了起落副钢桩的时间约 30 s 。

3) 缺点：在水流流速较大或风速较大施工区需要锚艇的配合，增加了成本。

3.3 单桩三锚三缆工法

1) 适用工况条件：适用工况在于1、2工法之间，但要求施工水域比1、2工法更开阔。

2) 优点：减少一次起落副钢桩时间约 30 s ，较工法一，减少收放两边缆时间约 20 s ，节省了副钢桩设施成本。

3) 缺点：较双桩双锚双缆施工工法增加了收

放艏锚时间约10 s, 定位效果相对较差, 风流较大施工时易发生船尾偏离中心线。

3.4 三锚五缆施工工法

1) 使用条件: 适用于施工水域较开阔情况。

2) 优点: 减少了整个的换台车时间约6 min 可开挖较浅水域刚满足船舶吃水条件的施工区域施工。

3) 缺点: 定位精度较差, 对于开挖边坡、基槽等工程控制挖深挖宽精度较差, 开挖硬泥效果较差。在进行横移锚的移锚作业时船尾容易偏离中心线, 在船前进到一定角度时增加了利用锚艇移动艏锚的时间约30 min。

3.5 五锚五缆施工工法

1) 适用条件: 施工水域要求更加开阔。

2) 优点: 减少整个倒台车的过程约6 min, 减少移动横移锚的频次, 1~4工法横移锚在18~30 m 需要移锚一次, 每次移动双锚时间为20 min左右, 此工法70~120 m移锚1次, 每次需要1 h左右。可开挖较浅水域刚满足船舶吃水条件的施工区域施工。

3) 缺点: 要求施工区水域较大, 每次移锚时间较长, 定位精度较差, 对于开挖边坡、基槽等工程对于控制挖深挖宽精度较差, 开挖硬泥效果较差。

4 工法实际应用案例

天航局某滨海型绞吸式挖泥船在辽宁盘锦某工程施工, 该工程性质为吹填造陆项目, 取土区距吹填区吹距达5 000 m, 取土厚度平均2~3 m, 土质为细粉砂, 绞吸船施工水域开阔, 没有遮挡。施工时先采用单桩双锚四缆施工工法, 进入冬季后, 受季风影响该施工水域涌浪较大, 对船舶定位钢桩产生较大冲击, 进而严重影响船舶正常

施工作业。为保证船舶安全, 避免大涌浪对钢桩定位系统产生不利影响, 遂采用抗涌浪效果好的五锚五缆工法, 但施工过程中发现, 受工程挖泥厚度较小影响, 采用此方法船舶需要耗费大量的时间进行移锚移船工作, 大大增加了非生产性停歇时间, 造成船舶有效挖泥时间的减少, 产能偏低。后经过分析研究比对后, 采用三锚五缆施工工法, 将船舶时间利用率由五锚五缆时的65%提高至75%, 有效提高了船舶挖泥时间, 兼顾了船舶安全与产能效益。

5 结论

传统的绞吸挖泥船为双钢桩定位船舶, 通过锚杆常采用双锚双缆施工法。由天航局自主设计建造的滨海型单钢桩与三缆组合定位系统绞吸挖泥船能够很好地适应我国沿海各港口不同工况环境。本文所述滨海型船舶的5种不同工法各有优缺点, 在具体的应用中不能单纯地评判哪一工法最好, 而是需要在选择时根据工程的性质、挖深、施工水域的自然环境、土质及天然水深等诸多因素综合进行比对分析, 从而选取最适合施工水域工况的工法进行施工, 以保证船舶的时间利用率, 充分发挥船舶应有的产能, 创造效益。

参考文献:

- [1] 马长宏. 青岛前湾三期1[#]~2[#]泊位疏浚工程施工工艺分析与探讨[D]. 南京: 河海大学, 2005.
- [2] 唐建中. 绞吸式挖泥船疏浚作业优化与控制研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2007.
- [3] 我国首创“单桩双锚四缆”技术[J]. 军民两用技术与产品, 2010 (4): 23.
- [4] 李青云. 疏浚工程[M]. 北京: 人民交通出版社, 2000.

(本文编辑 郭雪珍)