



# 硬底质深水航道绞吸船抛锚固锚工艺优化

刘斌<sup>1</sup>, 李勇<sup>2</sup>, 曹永港<sup>3</sup>

(1. 中交天航南方交通建设有限公司, 广东深圳 518040;

2. 深圳海勤工程管理有限公司, 广东深圳 518040; 3. 国家海洋局南海工程勘察中心, 广东广州 510300)

**摘要:** 大型绞吸船挖掘、输送能力强, 可开挖硬底质深水航道, 且工艺已日渐成熟, 如绞吸船直接装驳工艺以及艉吹装驳工艺等。然而绞吸船如何在硬底质深水航道中抛锚、固锚, 则成为装驳工艺成败的关键因素。绞吸船施工方法是以前艉钢桩为轴心, 利用左右横移锚杆拉力横摆开挖, 也称扇形横挖法(含钢桩台车的绞吸船)。以硬底质深水航道绞吸船抛锚、固锚工艺为分析研究对象, 并从实践中总结优化了各固锚工艺, 可供类似工程施工借鉴。

**关键词:** 硬底质航道; 绞吸船; 固锚

中图分类号: U 61

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)09-0191-03

## Optimization of anchoring process for cutter suction dredger in hard-ground deepwater channel

LIU Bin<sup>1</sup>, LI Yong<sup>2</sup>, CAO Yong-gang<sup>3</sup>

(1. CCCC Tianjin Dredging Co., Ltd., Southern China Communications Construction Co., Ltd., Shenzhen 518040; China;

2. Shenzhen Haiqing Engineering Administrative Co., Ltd., Shenzhen 518040, China;

3. State Ocean Bureau, South Sea Engineering Survey Centre, Guangzhou 510300, China)

**Abstract:** The large cutter suction dredger has a strong capability of dredging and transporting, and can excavate the hard-ground deep water channel, the process of which has become increasingly mature, such as the cutter suction dredger's direct barging technology and stern-blowing barging technology. However, the anchoring of cutter suction dredger in the hard-ground deepwater channel becomes the key factors of barging technology. The cutter suction dredger method is to take the stern's steel pile as the axis, and excavate through sliding transversely the anchor's pull yaw, and it is also known as the fan-shaped transverse dredging method (including the steel pile trolley). Taking the anchoring technology of the cutter suction dredger for the hard-ground deepwater channel as the study case, this paper summarizes the optimization of the anchoring technology to serve as reference for similar constructions.

**Key words:** hard-ground channel; cutter suction dredger; anchor

### 1 工程概况

防城港20万吨级进港航道工程, 是在原有防城港15万吨级进港航道的基础上加深并向东单侧拓宽35 m。航道的设计底高程由原来的-16 m, 加深至-17.9 m; 设计底宽由160 m拓宽至195 m, 航道全长约17.3 km。航道疏浚总工程量1 262.77万m<sup>3</sup>, 其中, 风化岩373.5万m<sup>3</sup>, 占总工程量的29.6%。

本工程采用大型绞吸船开挖约63万m<sup>3</sup>风化岩, 岩质为中风化粉砂岩及砂岩, 施工区域岩石天然最大单轴极限抗压强度27.5 MPa<sup>[1-2]</sup>(表1, 2)。

### 2 抛锚固锚方式和锚具种类

#### 2.1 抛锚固锚方式

绞吸船疏浚或吹填作业时抛锚固锚有如下

收稿日期: 2013-02-01

作者简介: 刘斌(1983—), 男, 工程师, 从事港口与航道工程施工管理工作。

表1 强风化岩石室内试验成果

指标	强风化泥质粉砂岩			强风化砂岩		
	天然密度/ (g·cm <sup>-3</sup> )	单轴极限抗压强度/MPa		天然密度/ (g·cm <sup>-3</sup> )	单轴极限抗压强度/MPa	
		天然	风干		天然	风干
有效样本个数	2	2	1	3	4	2
最小值	2.19	0.163		2.30	0.58	0.742
最大值	2.23	0.262	0.612 (单个值)	2.62	3.08	0.879
平均值	2.21	0.213		2.39	1.28	0.810

表2 中风化岩石室内试验成果

指标	中风化泥质粉砂岩				中风化砂岩		
	天然密度/ (g·cm <sup>-3</sup> )	单轴极限抗压强度/MPa			软化系数	天然密度/ (g·cm <sup>-3</sup> )	单轴极限抗压强度/MPa 天然
		饱和	天然	风干			
有效样本个数	5	5	3	4	4	2	2
最小值	2.69	18.8	22.2	24.0	0.79	2.37	7.04
最大值	2.80	26.6	27.5	42.6	0.91	2.48	15.3
平均值	2.76	23.2	25.2	32.9	0.84	2.43	11.2

方式:

1) 岸上锚碇。

当挖槽离岸边很近时,可作岸上锚碇,具体的固锚物品有树木、钢管、地龙等。

2) 锚杆抛锚。

现行绞吸船均装有锚杆,可以将移锚时间缩减到最小程度,锚杆抛锚固锚的优点有:①横移锚缆可缩短,钢缆寿命增加;②不受潮水或挖槽附近浅滩等不利影响;③锚能快速向前移动,且每次定位准确。

3) 抛开锚。

锚被抛在距船一定距离的地点,以增加锚抓力。同时可减少搬锚次数,增加一次锚位开挖时间。

2.2 常用锚具种类

1) 宽鳍三角锚。

如图1所示,穿透距离短而速度快,甚至在软质土上,拖走1 m左右锚爪就会转到穿透位置,抓力同其自重的比率当以0°角拖入沙中时达25:1,在软质土上拉力角较大时的比率低于25:1。

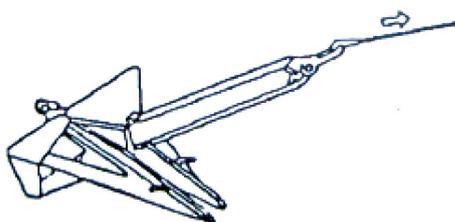


图1 宽鳍三角锚

2) 三角锚。

如图2所示,外形简单,结构轻而有效,有强大的穿透力,可用于硬质土。

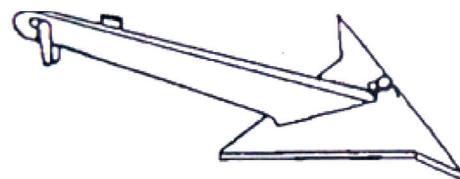


图2 三角锚

3) 史蒂芬锚。

如图3所示,锚爪是中空的,很尖,但很平坦,这种外形对抓入和穿透有利。适用于硬底质及砂土地基。

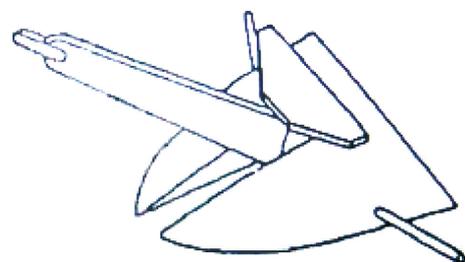


图3 史蒂芬锚

4) 斯蒂夫普利斯锚。

如图4所示,具有强大的抓力,但锚爪角度较固定,不能自动改变,须人为改变锚爪角度。

3 工艺优化及成效

在硬底质深水航道中施工,以防城港20万t航

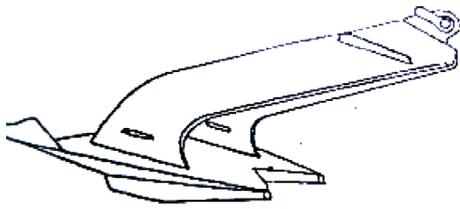


图4 斯蒂夫普利斯锚

道投入的大型绞吸船为例,该船设计锚抓力可达130 t,横移速度22 m/min,出厂配置了2个12 t的斯蒂夫普利斯锚,配备2个7 t的宽鳍三角锚。

刚开工时,使用原配置的12 t的斯蒂夫普利斯锚,采用锚杆下抛固锚的工艺。当抛锚在航道未开挖一侧时,锚的抓力可达30~60 t,此时对应的工艺为前移距1 m,切岩厚度1.8 m,横移速度仅为6~8 m/min,难以满足施工要求<sup>[3]</sup>。

当抛锚在航道已开挖一侧(绞吸船已开挖至设计高程要求时),12 t的斯蒂夫普利斯锚拉力仅能达到10 t,船舶空摆速度约为10 m/min,无法施工。故此,对其进行优化。

### 3.1 将12 t的斯蒂夫普利斯锚锚爪角度由小角度调至大角度

抛锚在航道未开挖一侧时,锚的抓力可达

50~80 t,此时对应的工艺为前移距1 m,切岩厚度1.8 m,横移速度约为10~15 m/min,基本满足施工要求。

抛锚在航道已开挖一侧时,锚拉力由10 t提高到30 t,船舶空摆速度可达最高速度,可实施正刀空摆,反刀挖岩工艺。

### 3.2 航道外侧采用12 t锚抛开锚

锚可抛离距船舶120~150 m的航道边坡上,对应的土质主要为淤泥与黏土,锚的抓力可达到120 t及以上。但造成起锚困难,起升力达75 t的锚艇无法完成起锚工作,需主船移至锚位,使横移滑柄处于锚的上方,固定桥梁,利用横移拉力使锚起离泥面,耗时达3 h以上。

更换成7 t的宽鳍三角锚,锚的抓力可达80 t及以上,横移速度可达到15 m/min及以上。

### 3.3 航道内侧采用12 t锚抛开锚

锚抛离在航道边线附近,锚的抓力可达到85 t及以上,同时锚艇可实现起锚,横移速度可达到15 m/min及以上<sup>[4]</sup>。

采用优化后的抛锚固锚工艺,其锚抓力相对于岩石的硬度关系见表3。

表3 锚抓力与岩石硬度关系

下锚方式	最大锚抓力/kN	岩石硬度	操作参数
扒杆下12 t锚	6.0	中风化岩	反刀进尺1 m,切岩厚度2 m,横移速度6~8 m/min
下开锚(12 t锚下在航道边坡)	13.8	强风化岩	反刀进尺1 m,切岩厚度2 m,横移速度20~22 m/min
下开锚(12 t锚下在航道内)	8.5	强风化岩	正刀进尺1 m,切岩厚度2 m,横移速度15 m/min及以上
下开锚(7 t锚下在航道边坡上)	13.2	中风化岩	反刀进尺1 m,切岩厚度2 m,横移速度15~22 m/min
下开锚(7 t锚下在航道内)	5.5	强风化岩	正刀进尺1 m,切岩厚度2 m,横移速度6~8 m/min

## 4 结语

1) 对于硬底质深水航道绞吸船抛锚固锚方式,航道外侧可采用重锚(12 t斯蒂夫普利斯锚)下开锚于边坡软质土上,航道内侧可采用较小锚(7 t宽鳍三角锚)下开锚于航道另一侧底边线外10 m处,此工艺锚抓力可达船舶设计最大抓力130 t。

2) 若航道内侧不具备下开锚条件,可取重锚(12 t斯蒂夫普利斯锚)改大角度后采用锚杆抛锚工艺;通过改变开挖方式,配合实施正刀空摆,反刀挖岩的施工工艺。

## 参考文献:

- [1] 中交天津港航勘察设计院有限公司. 防城港20万吨级进港航道工程岩土工程勘察报告[R]. 天津: 中交天津港航勘察设计院有限公司, 2010.
- [2] 防城港精欣建筑实验有限公司. 石料单轴抗压强度报告[R]. 防城: 防城港精欣建筑实验有限公司, 2010.
- [3] 高伟. 绞吸船施工要点及措施[J]. 中国港湾建设, 2011(1): 66-69.
- [4] 姚建伟. 基于岩石切削理论的超大型绞吸挖泥船绞刀动载荷分析[J]. 中国港湾建设, 2011(1): 5-10.

( 本文编辑 郭雪珍 )