



连云港港30万吨级航道一期工程疏浚工程 水下排泥管线铺设和控制

沈徐兵, 葛卫东, 张国辉, 钱勇强

(中交上海航道局有限公司 东方疏浚工程分公司, 上海 200136)

摘要: 针对连云港港30万吨级航道一期工程疏浚工程H1.1标段工程特点, 论述水下排泥管线铺设方法以及铺设过程中管路破损或堵管后的处理措施, 对绞吸船水下排泥管铺设具有指导意义, 可减少因管线问题造成的绞吸船停产, 加快工程进度。

关键词: 水下排泥管线; 铺设; 控制

中图分类号: U 617

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2013)05-0184-05

Underwater pipeline laying in phase I project of Lianyungang 300 000-ton channel dredging

SHEN Xu-bing, GE Wei-dong, ZHANG Guo-hui, QIAN Yong-qiang

(Orient Dredging Engineering Branch of CCCC Shanghai Dredging Co., Ltd., Shanghai 200136, China)

Abstract: This article deals with the underwater pipeline laying methods and measures for pipe damaging and blocking with case study of phase I project of Lianyungang 300 000-ton channel dredging, for the purpose of minimizing the suspension of pipeline-failure-related work and speeding up the project progress.

Key words: underwater pipeline; laying ; controlling

1 工程概况

连云港港30万吨级航道呈“人”字形布置, 由外航道、徐圩航道和推荐航线组成。H1.1标段施工区域位于外航道内段, 施工范围从A(东西连岛最东段与旗台嘴连线)到W12+300合计13.68 km, 见图1。

1.1 施工区自然条件

连云港冬季盛行偏北风, 夏季盛行东南风。台风多出现在7—9月, 最大风速30 m/s。寒潮影响的时间在每年的11月到次年3月, 伴有7级以上的大风, 风向为NNW-NE占93.7%。连云港潮型属于非正规浅海半日潮性质, 潮差较大, 平均潮差3.64 m。外航道水域潮流运动以旋转流为主, 逆时针方向旋转, 近岸具往复流性质, 基本垂直于航道。常浪向为偏NE向, E向次之。累年平均波高为0.5 m。

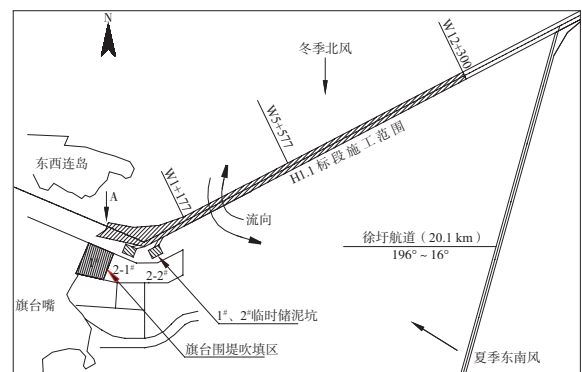


图1 连云港港30万吨级航道外部条件

1.2 施工区域附近水深条件

除疏浚施工及围堤施工区域外, 水深一般在-5.0 ~ -8.0 m。

1.3 其他情况及工艺要求

1) 施工区域南侧围堤仅形成1#, 2-1#围堤正

收稿日期: 2012-10-18

作者简介: 沈徐兵(1982—), 男, 工程师, 从事港口航道疏浚吹填施工管理。

在施工,南北均未遮挡。

A0+000~W5+577段航道南侧采用绞吸船施工,直接吹填1#吹填区。

3) W0+000~W5+577与吹填区之间有储泥坑阻隔,吹填至1#吹填区排泥管线必须绕过储泥坑,铺设于储泥坑与吹填区北侧围堤之间。

4) 由于绞吸施工区域狭长,绞吸船自西向东进行施工,进度较快,平均1—2月向东加接500~1 000 m沉管,以满足进度要求。

从图1可知,沿岸潮水流向基本为南北往复流,而管线布设的方向基本平行于航道,正好与流向垂直,对沉管铺设十分不利。左右两侧无遮挡,若风向与潮流同向,更加大了管线铺设难度。

1.4 其他工程难点

连云港港口工况复杂,疏浚施工难度相当大,有些困难直接关系到整个工程的成败,对工程起着决定性的影响。主要体现在以下几个方面:

1) 连云港港30万吨级航道是对原有15万吨级航道的增深和拓宽。原15万吨航道不封航,保持使用状态,来往船舶密集,导致航道内通航船舶与施工船舶之间的相互干扰,安全形势严峻。业主要求我方采取主动避让措施,确保港口生产不受影响,确保安全通航。

2) 施工中发现疏浚土质中含有大量招标文件中未提及的硬质结石,且数量巨大,基本覆盖所有施工区域。大量的块石造成绞吸船疏浚设备及排泥管线重大磨损,且极易造成堵管,绞吸船新海豚轮在施工摸索阶段发生多次堵管现象,而且绞刀齿和输送管线超速磨损,速度是常规土质的2~3倍;处理堵管或维修更换导致绞吸船平均时间利用率不到40%。

3) 该工程中所有疏浚土均需吹填上岸,处理方式是耙吸船航道疏浚装舱,临时储泥坑抛泥,绞吸船储泥坑二次抛吹进入吹填区的耙绞联合施工工艺。难点是需要控制耙吸船航道疏浚效率和绞吸船储泥坑抛吹效率,以平衡耙绞生产能力,确保工程协调推进。

以上难点均对绞吸船施工产生重大影响,水下排泥管的铺设必须在有利于控制或解决以上难点的前提下实施,提前规避或设置预控措施,避

免过程中调整,造成停工,影响生产。

2 管线布置及具体措施

提供布局科学、结构合理的排泥管线是保证绞吸船稳定高效施工的前提。在铺设之初就必须考虑到施工过程中管线维修的可能,减少不必要停工时间。

2.1 结构形式

该工程水下排泥管组成模式为12.0 m钢质管与2.0 m橡胶管1+1组合方式^[1],可兼顾管线的柔韧度及摩擦阻力。

2.2 总体布局

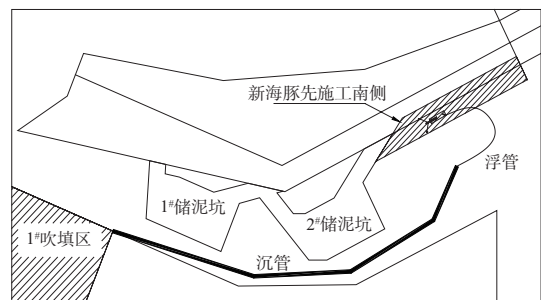
排泥管线布设的基本要求是满足绞吸船在特定的土质条件下、有效施工排距内,安全、连续、稳定和高效施工的要求,要尽量减少管线的增减、移动和维修所造成的停工^[1]。管线总体布局应在绞吸船进点之前进行,综合施工工艺、土质、气象、水流、施工干扰、管线质量等多项因素确定。

该工程因需频繁延伸管线,又因管线快速磨损,需及时维修等原因,过程中可以随时根据情况对管线的布局进行优化。1#吹填区前期施工,沉管必须穿过围堤与储泥坑之间的狭长地带布置,避过南侧的围堤延伸线和北侧的临时储泥坑至施工区域,走向弯折,铺设难度大。在2-1#吹填区北侧围堤形成后,及时调整管线方案,以岸管代替沉管,不仅铺设难度小,而且破损后便于维修,对于提高绞吸船时间利用率有利(图2)。

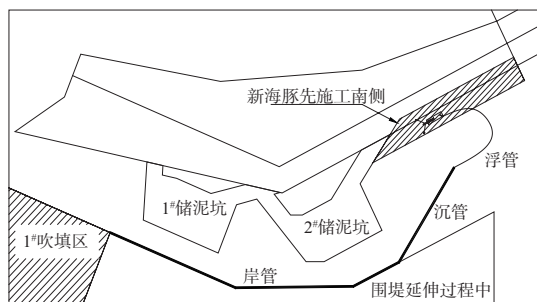
3 过程控制

1) 水下排泥管线方向控制。

水下排泥管走向确定之后铺设,位置控制是关键。该工程中,要控制与南侧围堤的及北侧储



a) 前期



b) 后期

图2 1#吹填区前后排泥管线布置方案

泥坑的距离，避免被围堤抛石覆盖或滚落储泥坑中。借助拖轮进行沉管的方向控制，经实践证明能取得预期的效果。如图3所示，拉直前后的水下排泥管线走向对比。



图3 拉直前后的水下排泥管线走向对比

沉管一端进水，另一端由拖轮控制走向，要点是控制好拉力和航向，过大的拉力会使排泥管线受损，后期施工中如果管道内部压力较大，在法兰处形成的细小空隙将被逐渐冲刷放大，造成管线破损。

2) 水下排泥管线转向点控制。

水下排泥管线的转向点在设计阶段确定，在图纸上确定管线的转向点坐标，然后定位，抛定位浮作为管线下沉的指示点（图4）。

在管线沉降的过程中，根据水下排泥管线的沉降速度预判提前量，通知拖轮转向，以保证转向点圆顺。



图4 水下排泥管线转向控制点示意

3) 下沉方法和时间的选择。

水下排泥管线的下沉一般采用2种方式，一端开阀自然进水或绞吸船水下泵打水。2种方式各有优劣，自然进水下沉速度慢，易受涨落潮水位影响，不适合较长沉管铺设使用，较长的水下排泥管线可分段下沉。该方法优点是铺设好的水下排泥管线走向顺直、平稳。适用于潮差较小，水流缓慢，长度控制在2.0 km以内的水下排泥管线的下沉。

绞吸船水下泵泵送清水下沉，在两端都连接好，且沉管走向固定以后，通知绞吸船合泵打水沉管。该方法下沉速度快，效率高，受水流、涨落潮影响小。缺点是下沉速度不易控制，局部易出现大角度弯曲，易折拗，折拗处易出现在水陆管架头处。绞吸船直接合泵沉管适用于自然环境恶劣，缓慢沉放不利的工程。沉降过程最好选择在平潮时段。

4) 下沉速度控制。

不管采用哪种方式进行沉管铺设，都不是下沉速度越快越好。自然进水方式下沉，如果沉降速度快则进水速度快，则管道内的水流前进惯性大。若期间旁通阀进水速度受限，进水量小于管道内水流的前进量，将会阶段性带入空气。空气随水流进入管道，在已下沉部分汇集，产生足够浮力将已沉管线浮起。会影响后续沉管中水流前进动力，管道内没有足够的推力将已浮起的管线再次压入水底，则无法进行后续管线下沉。解决办法是在排泥管线的另一端设置排气阀，根据进水口进水量情况，随时控制排气速度来人为调节进水速度，避免进入过多的空气导致部分水下排泥管线浮起（图5）。

绞吸船直接合泵沉管，也是流速越低越好，所以仅水下泵打水即可。受限于设备性能，水下

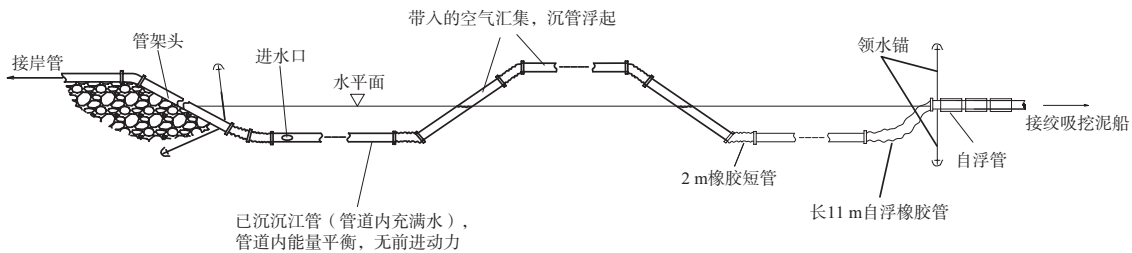


图5 空气进入后导致水下排泥管线浮起现象

泵不能低于一定转速, 所以管道内流速一般会保持在2 m/s以上, 这个流速对于控制沉管走向较为有利。在管线下沉过程中需要一艘辅助船舶跟随管线下沉方向航行, 跟踪观察沉降动态, 并与绞吸船保持联系, 遇到意外指挥绞吸船随时调整转速

或暂时脱泵, 正常后再继续下沉。下沉至管架头附近时最好通知绞吸船暂时脱泵, 辅助锚艇将下沉过程中堆积在管架头附近的沉管拉顺, 形成弯弧或裁短, 并固定管架头走向后方再通知绞吸船合泵沉管, 完成所有水下排泥管下沉工作 (图6)。

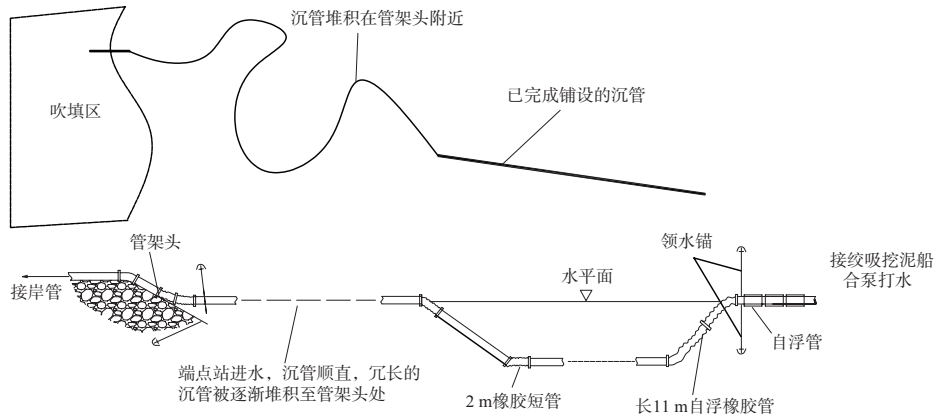


图6 管架头处出现管线过度折拗现象

总之, 水下排泥管线的铺设过程需要针对不同的施工现场, 不同的水流、潮汐和风向等自然条件随机应变。

4 施工过程中意外情况的处理

这里讨论的意外情况是指管线破损和意外堵管2种情况。

破损和堵管若发生在浮管或岸管部位可以通过更换或裁撤迅速地恢复生产。若这2种情况发生在沉管段将会对施工造成很大影响, 长时间的停工不可避免, 同时为恢复生产需要付出高额代价。总体来说, 主要的停工时间用于寻找破损或堵管部位并将之提升出水面, 而进行维修更换所需的时间反而较少。因此在水下排泥管线的铺设阶段就需要为后续施工中可能即将发生的意外事

件考虑周到, 并提供必要的准备和应对措施。

H1.1标段工程中, 在浅滩上进行长距离水下排泥管线铺设之前, 先根据以往经验在易发生破损、堵管部位, 或每隔500 m左右设置一根直径至少36 mm以上、长度15~30 m的钢缆, 另一端采用锚浮固定。在施工中若发生破损或堵管, 可较为迅速地利用机械起吊破损或堵管部位附近的水下沉管, 较之采用常规方法从管线一端用空气压缩机打气逐条将所有水下排泥管线都起浮然后再维修可以节约大量时间。具体做法如下。

4.1 先根据经验判断发生位置

1) 堵管。水下排泥管线的堵管位置相对难以判断, 在管线顺直的情况下, 在水下排泥管线的转弯处, 向上攀爬处及管线口径变化位置处是容易发生堵管的位置。

2) 破损。水下排泥管线破损部位,一般可通过低潮时沿线巡查找到。

4.2 就近维修和更换

水下排泥管线发生破损可用锚艇将破损部位附近的预设起吊钢缆收起,机械起吊将沉管拎出水面,然后采用空气压缩机向管内打气,将管内水从破损处挤出,则起吊点与破损处之间的沉管会自然起浮,方便进行维修或更换(图7)。



图7 沉管破损预设钢缆起吊打气维修

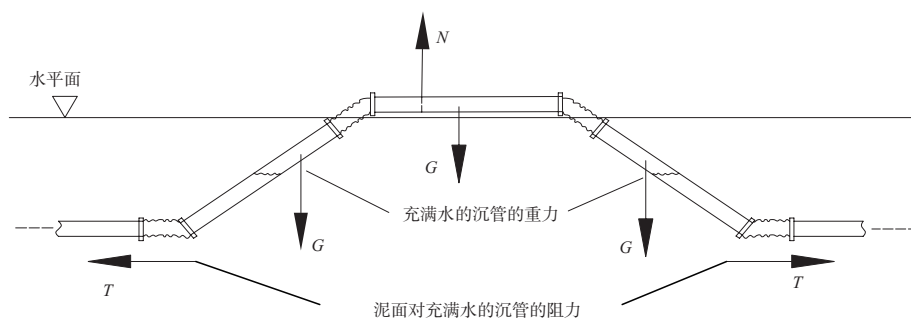


图8 机械起吊沉管必须克服的阻力示意

还需要注意的是,即使同样长度和组成的管线,在起浮维修、恢复施工后会发现,相对维修前各施工参数会发生改变。主要表现于施工流速降低、柴油机负载降低等现象^[2-3]。分析原因,如能排除沉管折拗,则可判定是因为前期施工中沉管自身重力、管道内泥浆重力、水流影响和管道内流速产生的曲张力等因素共同作用下,达到平衡状态,管道顺直,摩阻较小。而重新沉管后,不可避免地会发生沉管水下翻滚、局部折拗等现象,都会增大管道摩阻,造成参数变化。但是施工一段时间后各影响因素会达到新的平衡,又恢复到原来的正常状态。

5 结语

在连云港港30万吨级航道一期工程疏浚工程H1.1标段施工中,通过不断的摸索和积累,获

得上述的水下排泥管线铺设和意外情况处理的经验,经实践证明取得了很好的效果,可以有效减少管线的局部磨损,降低破损和堵管概率,即使发生破损或堵管,通过采取措施也可以比较快速地修复,对于提高绞吸船时间利用率、确保工程进度具有积极作用。但其中某些措施还有待进一步细化和完善,形成通用性更强的系列资料,为绞吸船水下排泥管铺设起到更大的指导作用。

实现以上措施需注意的是锚艇的起吊能力必须足够大,且预设的钢缆强度必须大于充满水的沉管重力及起吊时邻近沉管纵向移动泥面阻力的共同作用(图8)。

得上述的水下排泥管线铺设和意外情况处理的经验,经实践证明取得了很好的效果,可以有效减少管线的局部磨损,降低破损和堵管概率,即使发生破损或堵管,通过采取措施也可以比较快速地修复,对于提高绞吸船时间利用率、确保工程进度具有积极作用。但其中某些措施还有待进一步细化和完善,形成通用性更强的系列资料,为绞吸船水下排泥管铺设起到更大的指导作用。

参考文献:

- [1] 中交上海航道局有限公司. 排泥管线施工工艺[M]. 上海: 中交上海航道局有限公司, 2009.
- [2] JTJ 319—1999 疏浚工程技术规范[S].
- [3] 中交上海航道局有限公司. 疏浚技术培训教材(上)[M]. 上海: 中交上海航道局有限公司, 2005: 44-47.