

绞吸式挖泥船生产效率及应用工况分析

朱安定

(湖南省水利水电第一工程公司,湖南 长沙 410007)

摘 要:本文从提高挖泥船的流量、泥浆浓度两个方面论述如何提高绞吸式挖泥船的生产效率;对绞吸式挖泥船远、近两种排距施工进行工况分析。

关键词:挖泥船;生产效率;流量;流速;泥浆浓度;排距

绞吸式挖泥船是工程船舶中一种常见的吸扬式挖泥船,由于其产量高、成本低、施工质量优良、可长时间连续作业,在港口建设、航道疏浚、环保清淤和河湖治理中,广泛使用。近几年来因柴油价格持续走高,对如何降低挖泥船的生产成本,提高生产效率,越来越成为各施工单位关注的焦点。本文就如何提高绞吸式挖泥船的生产效率、对远近排距施工需注意的问题进行初步探讨。

一、生产效率分析

我们从挖泥船的生产量表达式 $M = QP$ (Q : 输送流量, P : 泥浆浓度)可知,流量和泥浆浓度是影响挖泥船生产效率的两个重要参数。为提高生产效率,一是提高泥泵的输送流量,二是提高泥浆浓度,或同时提高流量和泥浆浓度。

(一)提高输送流量

输送流量是指单位时间内泥泵排出泥浆的体积。由泥泵特性曲线可知,流量与功率、扬程有关,由流量计算式 $Q = WV$ (W : 排泥管截面积; V : 排泥管内泥浆流速)可知,流量还与流速有关。因此,要提高泥泵的输送流量,一是要增加绞吸式挖泥船主机的输出功率,二是要降低挖泥的扬程,三是要提高排泥管道内的泥浆流速。

绞吸式挖泥船自定型建造开始,就先确定清水流量,选择发动机,因此挖泥船主机的输出功率是固定的,我们只有从改进泥泵的内部结构、减少泥泵内部的水力损失、机械摩擦损失等方面入手,提高有效功率,即泥泵的效率。当承建的施工项目确定以后,相应的工况条件也就基本确定,如开挖的土质、所需的排距及相应的排高,因而所需的扬程也就基本确定。

由上述分析可知,提高泥泵的输送流量,其关键就是要提高排泥管道内的泥浆流速,保证泥泵有较大的输送流量。下面就如何提高排泥管道内的泥浆流速进行分析。

提高流速的方法有: 缩短排距。在工程开工前架设管线时,要对现场进行认真的踏勘,力求将排距控制在最短;管线的架设力求顺直,尽量减小爬坡、转弯的次数,减少泥浆在管内的阻力; 降低排高。在条件允许的情况下,降低排高,可以降低水头损失,提高流速; 减小挖深。在相同土质的情况下,挖深越大,流速越小。因此,在吹填工程中,可适当减小挖深; 减小浮、潜管的使用。1m浮管相当于1.67m岸管,1m潜管相当于1.14m岸管,因此减小浮、潜管的使用,可减小泥浆在排泥管内的阻力,提高流速; 在泥泵柴油机允许的情况下,提高泥泵的转速,可有效增加泥浆的初始能,提高

流速; 定期检查,减少泵壳分泥咀的间隙,减小叶轮与衬板之间的间隙,提高泥泵的效率; 及时清障。吸泥口、泥泵、管头有障碍物时,流速会受到很大的影响,严重时会导致堵管,因此需及时清障,保证排泥管的畅通; 在泥泵柴油机允许的情况下,适当增大管头直径; 不断研究新材料,采用摩擦阻力小的材料制作排泥管。

在实际生产过程中,泥泵输送流量减少的情况时有发生,这是因为:

泥泵吸泥口及泥泵内堵塞石块等异物时,泥泵的吸入能力受阻,使得排出流量下降; 因泥泵使用时间较长,泵内运动件磨损严重后间隙加大,产生了由泵内高压区向低压区的回水,导致泥泵内部泄漏量增加,效率降低。因此,在实际施工过程中应根据泥泵的维修保养规程和土质条件及时对泥泵内部衬板、衬圈等易损易耗件进行维修、更换。因驱动泥泵发动机的问题使泥泵轴转速下降。当排泥管路出现堵塞、排泥高度增加时导致排出阻力增大,迫使泥泵的排出压力增加,使得泥泵内压能与动能进行转换、流速降低后流量下降。

作为挖泥船的管理人员和操作人员,在施工过程中要时刻视生产工况条件和机械设备情况的变化作调整或保养,防止排泥流量下降,并尽可能降低扬程、提高泥浆流速,达到提高输送流量的目的。

(二)提高泥浆浓度

土质是影响泥浆浓度的主要因素,在土质一定的情况下,可以采用如下方法提高泥浆浓度: 选择适当的绞刀入泥厚度。土质不同,绞刀最佳入泥厚度也不同,入泥太薄,浓度无法上去,入泥太厚,横移困难,浓度也无法上去。只有选取最适当的入泥厚度,才能达到最佳的横移速度、最好的浓度。适当的绞刀前移距。一般来讲,较硬的土质,绞刀每次的前移距离较小,较软的土质,绞刀每次的前移距离较大。而对于相同的土质,如果绞刀每次前移距离过大,开挖起来相对困难,浓度难以提高,而如果过小,绞刀空转,难以挖到泥,浓度也难以提高; 不同的土质采用不同的绞刀,淤泥、淤泥质土、泥炭、松散到中密的砂等松软土质,应选用前端直径较大的冠形平刃绞刀,对于粘土、亚粘土宜选用方形齿的绞刀,对于坚硬土质,宜选用直径较小的尖齿绞刀,对岩石宜采用可换齿的岩石绞刀; 采用水下泵。水下泵距吸泥口越近,将泥砂从海底提升到水下泵所需的真空度越低,所能获得的浓度越大; 在

收稿日期: 2009 - 03 - 30

作者简介: 朱安定 (1975 -),男,湖南双峰人,工程师,一级建造师。

近海施工时,充分利用低潮位施工,这样绞刀桥架的倾角较小,将泥砂提升到泥泵所需的真空度较小,浓度也会更好。

我们知道,对于无水下泥泵的绞吸式挖泥船开挖常见的粘性土时,开挖淤泥泥浆最大浓度可达 30%,平均浓度为 20%~24%;开挖粘土泥浆最大浓度可达 25%,平均浓度为 15%~18%。在施工过程中,使泥浆浓度处在平均浓度以上、接近最高浓度,并保持稳定的工作状态,具有非常重要的现实意义。但当泥浆浓度超高(如超过 30%),泥泵的排泥压力也必须增加,这只有靠泥泵内部的动能转换而来,造成泥泵的输出流量降低,总的输出土方量会出现不增反降的情况。此外,高浓度极易发生堵管现象,这需要一段时间抽清水以冲洗排泥管路。同时,当真空度增高至允许上限时,泥泵也容易发生气蚀现象。由此可见,维持较高的泥浆浓度并不是要追求过高的真空度。

维持泥浆浓度还必须兼顾土质的类别。一般而言,对于土质颗粒较大的砂类土,为防止泥沙沉淀,宜使泥浆浓度降低;对于粉砂、粘性土、壤土,悬浮质成分较高而推移质成分较少,可适当提高其泥浆浓度。

具体船型在特定工况下泥浆浓度、真空度的适合值及最高控制值,可通过现场试验来确定。正常施工状态时,按照 20%~25%的泥浆浓度测定值来确定挖泥船操作的真空度值。

二、绞吸式挖泥船应用工况分析

在施工过程中,挖泥船的生产效率还和排距有很大的关系,下面就挖泥船在远、近排距两种工况条件下施工,如何提高生产效率略作探讨。

(一)远排距施工分析

远排距是指扬程一定时,排距达到或超过挖泥船设计排距的情况。远排距施工出现的问题是由于输送阻力增加而使泥泵排出压力增大,所需的压能只能由动能转化而来,相应地会出现流速降低以及流量下降的现象。当流速低于开挖土质的临界流速时,将导致泥浆沉淀、甚至堵管子的现象。远排距施工还容易出现“水锤”现象,产生的原因大多是因为远排距施工时绞刀吸泥口由断面土层塌落而产生局部“真空”,管路两侧水流同时向真空处加速流动而产生碰撞,其后果是在碰撞部位产生较大的能量,对排泥管路造成损坏。如“水锤”发生在水上管连接胶管处,可使水上管拔脱;如“水锤”发生在岸管连接处,将使连接法兰以及密封圈损坏,甚至使排泥管破裂。

远排距施工时,一般通过下述方法进行改善:选用外径较大,片数较多的叶轮。这样泥泵产生的输出压力较大,满足远排距的要求。挖泥施工操作中,控制好吸泥口进入泥水比例,防止出现吸入高真空现象。在吸泥管上船体吃水线以下安装“真空释放阀”装置。当吸泥管内出现吸入真空时,吸泥管内负压增大,真空释放阀自动开启进行调节。吸泥口吸泥恢复正常后,真空释放阀自动关闭。在挖泥船尾部排泥管上安装“卸载阀”。一旦排泥管内出现负压区,卸载阀自动开启使外部空气进入排泥管;当排泥管泥浆正常流动时,卸

载阀自动关闭。

(二)近排距施工分析

近排距是指施工中的排距远少于挖泥船设计排距的情况。在挖泥施工中,发生“拔管子”的情况和橡胶管破损时,造成大量泥浆中途外泄的情况,也可以视为近排距施工。

近排距施工时,由于泥浆在排泥系统的沿程损失减少,所需的压能减少,转化为动能增加,泥泵排出的泥浆就以很高的流速排出,使得泥泵的排出流量远远大于设计流量。这样泥泵及主机的输出功率增加,造成主机超负荷运行。因此,主机的负荷不因排距的减少而成正比例降低。近排距施工的另一个后果是:在排出流量增加的同时,其吸入流量也相应增加,使得真空表值偏高,泥浆浓度稍微增加,就可使真空度值超过上限,使泥泵及主机处于超负荷状态。

近排距施工时,一般通过下述方法进行改善:在排泥管末端加装锥形短管,俗称“喷头”。其目的是增加喷头处的局部扬程损失,增加泥泵的排出阻力,使得排泥管所需压力值依然与设计排距大致相同,不使减少的压能转化为动能。喷头的直径按照水力学伯努力方程进行计算,或简单选取排泥管原直径的 60%左右,这是最简单易行的方法,因而也最常用。

降低挖泥船主机的转速。当主机的转速降低以后,其主机对泥泵的输出功率,通过降低泥泵轴转速的形式,也相应降低。即减少了泥泵的总扬程值,没有富余的能量转换为动能来增加流速,其流量依然维持在设计流量。但是,主机转速的降低不是无限制的,长期低速运行将损坏柴油机原设计的工况,一般宜在额定转速的 90%~100%范围内进行调节。换用外径较小、叶片数较少的泥泵叶轮。当泥泵的外缘直径较小时,泥浆在叶轮中圆周运动的速度减小,泥泵的排出压力降低,也可以适应近排距施工的工况。

三、结语

绞吸式挖泥船的生产效率与人的因素也有很大关系,只要强化施工管理、严守操作规程、提高操作技术,在施工过程中准确判断施工工况条件,以熟练的操作技术、先进的施工工艺,那么在同一设备、工况条件下提高生产效率获取理想的经济效益是完全可能的。

总之,绞吸式挖泥船的生产效率与很多因素有关,而这些因素往往是互相制约的,故要合理选择有关参数并正确使用,切不可顾此失彼。

参考文献:

- [1] 刘守金. 绞吸式挖泥船施工与管理 [M]. 北京:中国水利水电出版社, 2005.
- [2] 谢长宁. 绞吸式挖泥船施工 [M]. 机械疏浚专业委员会编, 1997.
- [3] 交通部疏浚工程定额 [Z]. 交基发 [1997] 246号.
- [4] 王望金. 提高绞吸式挖泥船产量之我见 [J]. 商品储运与养护, 2007(5).
- [5] 包元平. 提高绞吸式挖泥船生产效率的探讨 [J]. 水运工程, 2000(6).