

试论软式扫浅在港池疏浚工程的应用

陶德惠

(长江南京航道工程局, 江苏南京 210000)

摘要: 疏浚工程是港池建设的一种方法, 是一种水下挖掘的土石方工程。其中, 扫浅是疏浚工程中的收尾工作。扫浅包括多种方法, 软式扫浅是一种简单、易用的扫浅方法, 这种方法需要用到软式扫床来测量水下浅点的情况。本文结合实际的工程案例, 通过对软式扫浅的扫浅方法和施工情况的分析, 对软式扫浅的应用进行研究, 从而讨论其在港池疏浚工程中的应用情况。

关键词: 软式扫浅; 疏浚工程; 浅点

中图分类号: U655 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 03—0084—03

在港池的建设过程中, 为保证港池疏浚工程的工程质量和港口使用的安全情况, 必须在工程竣工之后对工程质量进行检验。扫浅也即探测水下的浅滩等, 水下的浅滩对航行和停泊的船只产生威胁, 尤其在人工建设的港池中, 更需要对水下浅点进行扫测, 清理水下工程残留的浅点和其他障碍物, 保障工程投入使用后的安全情况。

1 软式扫浅

扫浅工程是指通过扫海测量(以下简称扫测)发现浅点的工程, 浅点的处理和解决对港池和航道的使用安全都有着重要的意义, 其在很大程度上能减少因浅点带来的安全隐患, 提高港池、航道等工程的安全性。2012年我局在江苏南通 12.5 米深水航道一期整治工程中, 按业主与设计对质量控制的要求, 首次采用了软扫测量作业, 并采集到了令人信服的测量数据。软扫浅测量作业是一种最原始简易方式, 但是对河床地形复杂, 测区信号受干扰时, 软扫测量作业所采集的测量数据是最可靠可信的。扫浅的方法有很多种, 比如“S”型曲线扫浅法、进倒车扫浅法和海床整平器扫浅法等。软式扫浅是一种使用软式扫床进行扫浅的方法, 其优点主要有两方面, 一是扫浅范围大, 甚至可以覆盖没有进行扫测的区域, 二是在定位模糊的情况下也能确定浅点的位置, 并且相对更容易发现位置更不明显的浅点和障碍物。软式扫浅所使用的设备是软式扫床, 软式扫床的构架图如图 1 所示。

从图中可以看出, 软式扫床的使用方式是将扫具(一条锁链)固定在两只船上, 并使两船始终保持相同的距离, 在船行的过程中一旦固定在船上的扫具触到水

下的障碍物, 两只船就会被扫具牵拉自动靠近, 依次可以确定水下障碍物的位置, 如图 2 所示。

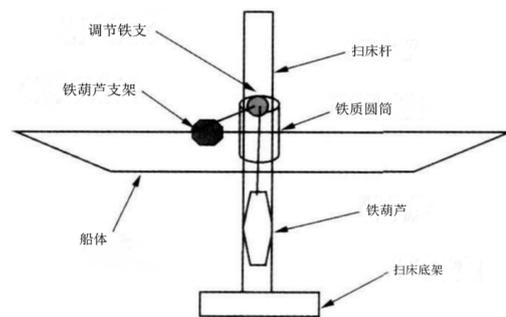


图 1 软式扫床架构图

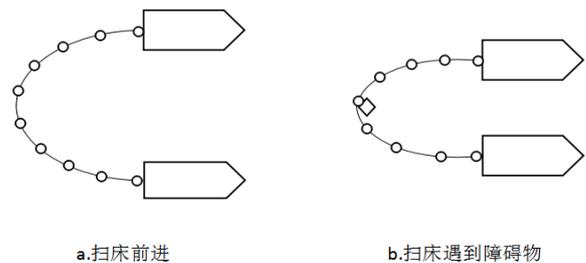


图 2 软式扫床工作图

2 工程案例

2.1 工程概况

以某工程为例, 该工程施工区中共有 5 块区域需要进行扫浅, 整体浅点分布较为分散, 且浅点的类型不尽相同, 主要出现的浅点类型有成片连续浅点、孤立浅点以及所处水下位置较深的浅点。在此次扫浅工作中, 需要导航船 ($A_{导}$) 一艘, 测量船 ($A_{测}$) 一艘, 同时设船宽测绳为 $C_{绳}$, 深度为 D , 扫海宽度为 S , 同时设两个重锤 T_1 、 T_2 , 锤的重量为 100kg。扫浅架构图如图 3 所示。

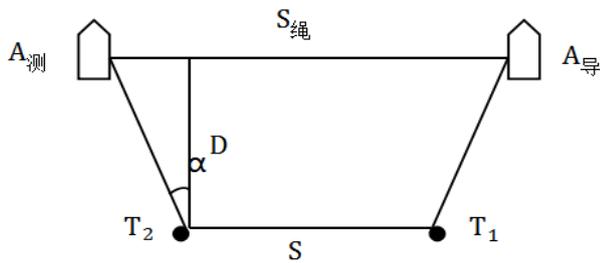


图3 工程扫浅架构图

2.2 施工方法

扫浅中所使用到的设备还包括双频测深仪器、信标接收机等。根据有关测量规范，首先结合工程具体情况拟定测量工作计划，包括所使用的测量方法、工作时间、注意事项、工作流程等。由于目前工程施工区中有5块需要扫浅的区域，在扫浅工作中，将五块区域依次进行扫浅。测量首日组织相关测量技术人员进入施工地进行水深测量，此时初步确定部分较为分散的浅点，在确定这部分浅点的大致位置之后，组织调入抓斗船开挖浅点。但在此部分浅点开挖之后，通过再次水下测量发现，当前水下浅点仍然较多，并且在原有浅点的基础上，又新增了部分浅点。结合于此，技术人员开会研究确定，这种情况产生的主要原因是、船舶定位设备等之间的误差问题，为了保证水下浅点问题的完全解决，最终决定使用软式扫床进行大面积的扫床，软式扫床的工作原理和结果可以托平水下的软质低质，从而有效的解决水下的浅点和障碍物等问题。同时，这种方法还可以很好的解决因定位问题出现的“旧浅点没有减少，但新浅点仍在增加”的问题。

根据工程扫浅的架构图，可以安设本次扫浅所有的设备和人员，首先将船只、设备等安置妥善，在扫浅工作施工过程中结合天气状况等开始施工。由于天气和季节等影响，在扫浅过程中必须结合涨潮落潮的情况，落潮时水位较低，如果某些浅点本身深度不高，会对港池停泊的船只产生影响；并且，为了保证施工安全和施工的合格率，当风浪过大时，也需要暂停扫浅工作。由于不同区域的水下地形等不同，在扫浅工作中，需要根据5块分布有浅点的区域的具体情况，结合实际对扫海深度进行调整，计算公式为：

$$\text{下放铁链长度} = 70 + 2 \times \text{设定深度} / \sin \alpha \quad (1)$$

$$\alpha = \arctan[(90 - 70) / 2] / \text{设定深度} \quad (2)$$

在扫浅工作中，除了水下地形的影响，铁链下放的长度还与水流情况与船的实际航行速度有关，为了保

证下放的铁链长度足够使用，在实际的扫浅工作在，在原有计算结果的基础上，两侧铁链各多下放2m。结合港池的实际情况，扫海宽度设定为70m，导航船和测量船间距设为90m，并且使用长度为150m的铁链。根据对港池天气状况和海况的调查和分析，本次扫浅工程的施工地整体情况较好，风力一般小于3级，因此，测量船的船速可以确定为4节至5节左右，在此船速范围能够更好的完成扫浅测量工作。

通过软式扫床进行扫测的扫浅方法如下，在扫具连接装配完毕后，进行拖底扫测，工作人员需随时观察扫床底架的情况，一旦碰到水下的障碍物或者浅点，必须马上停止绞锚，并且需要随时检查拖底锁链的提高量，同时注意船行的速度，在进行扫浅工作时船速不宜过高，一般不大于3Kn。在水流相对平缓时，可以顺水流扫测，同时注意扫测过程中的重叠带宽度，保证扫测范围的覆盖情况。

在对浅点的扫测工作中，需要对浅点位置进行定位，在定位时采用卡尔曼滤波实现，卡尔曼滤波可以精准的对数据进行滤波内插和外推，并以此保证定位数据的精度。水深数据采用同步声呐波束测量获得，由于水下地形复杂，常有暗礁碎石等，因此反射回的波束通常较为混乱且方向不一，在绘制水下地形图的过程中，一方面需要结合波束回传的水下数据，一方面需要根据情况剔除异常数据，保证整体的数据相对准确，之后根据相关的制图规范绘制水下图。由于测深数据与潮位有关，因此在确定定位数据之后，需要根据工程地的实际涨潮落潮情况对测深数据进行调整。经过对潮位的观测和记录，使用POWER HYDRO软件通过线性内插和多项式潮位曲线拟合内插法进行潮位改正。扫测精度表如表1所示。

表1 扫测精度表

项目	预估	实测
导航船	Trimble RTK GPS	Trimble RTK GPS
测量船	Trimble DSM 2 信标机	Trimble DSM 2 信标机
大浮	Trimble DSM 2 信标机	Trimble DSM 2 信标机
导航船定位中误差	± 0.35m	±0.40m
测量船定位中误差	± 0.35m	±0.40m
大浮定位中误差	± 0.15m	±0.13m
大浮旋转误差	9.5m	9.6m
总误差	9.5m	9.6m

2.3 施工重难点

在扫浅工作的施工过程中,主要有以下几点注意事项,一是浅点的范围和定位,二是船速,三是潮位变化。其中,浅点的范围和定位的确定影响浅点是否能有效解决,船速和潮位影响障碍物的查找。在查找浅点的过程中,首先是确定浅点的大概位置,在扫浅工作中,一般会事先准备扫海航迹图,但由于当前港池需扫测浅点的有5处,每处的大致情况也不尽相同,因此在扫浅工作中对浅点的精准定位尤为重要,本次扫浅使用了信标GPS接收机,该仪器的定位精度较高,可以满足在扫描测量浅点工作中精度要求。在确定浅点大概位置之后,需要确定浅点范围的大小,一般确定其范围大小需要通过声波回传确定,但在实际的扫浅工作中,由于期间使用的仪器设备较多,获取到的波束和测线一般会出现相互重叠的现象,也即在多个波束和测线上都可能出现同一浅点,在最终绘图时,图上显示的浅点范围就很可能要比原本的浅点范围要大,这在一定程度上影响扫浅工作的顺利进行和有效开展。因此在分析波束和测线数据时,必须根据实际情况对数据进行分析 and 整理,尽量避免误判导致的浅点放大情况,根据不同波束判断水深数据,结合船速、潮位等方面因素确定浅点的范围。

船速是扫测的工作船在工作中的航行速度,为了更准确的确定水下浅点的位置,在实际的扫浅工作中,船速一般不宜过高,否则如果船速过快,就非常可能遗漏水下的浅点和其他障碍物,从而影响最终的扫测结果。因此,测量船的船速必须严格控制,保证在扫测过程中能确定水下所有的浅点,同时不会遗漏较小的浅点或障碍物。并且,船速在整个扫测过程中并不完全固定,视天气状况、海况、水深等需要进行相应的调整,在浅水区就需要适当降低船速,以免过快船速导致的铁链飘张对扫测结果产生的影响。

潮位变化也即每日海水的涨潮、落潮产生的水位差,海水的潮位差相对要较大,对扫浅工作有很大影响。在扫浅工作中,一般出海扫测一次需要12小时左右,根据对潮位的测量,在一次扫测工作中,就存在着6的潮位差值,这种差值在一定程度上会对扫测的精准度产生影响。基于此,在进行扫浅工作时,需要有专门的工作人员实时观测当前的潮位数据,测量船的工作人员需要根据潮位数据调整下放铁链的长度,从而保证整个扫测的精准度。

3 总结

在港池的航道的使用中,水下浅点对船舶的安全航行和停靠有很大的影响,在港池的施工中,必须在工程竣工之前对水下的浅点进行扫海测量,提前解决安全隐患。综上所述,根据实际的工程案例分析,软式扫浅对港池疏浚工程中的浅点测量和其他障碍物位置确定有着重要的作用,这种扫浅方法不仅可以减少工作人员的整体工作量,还能在一定程度上降低在扫浅施工方面的人力财力消耗,同时其扫测较为精准,是一种经济适用的扫浅方法。

参考文献:

- [1] 汪志明,王新洲,赵建虎.软式扫浅在大唐煤码头疏浚工程中的应用[J].测绘信息与工程,2007(05):42-43.
- [2] 孙建.软式扫床在疏浚工程中扫浅的应用[J].水运工程,2003(08):13-14+19.
- [3] 陈建平.软式扫浅在港池疏浚工程的应用[J].地理空间信息,2012,10(04):155-156+184.
- [4] 唐东伟.码头与港池疏浚工程施工要点及质量控制[J].中国科技信息,2011(13):52+55.
- [5] 姜辉武,童光宏.港池疏浚施工[J].智慧城市,2018,4(12):113-114.
- [6] 潘庆杰.航道疏浚工程扫浅施工方法与重难点应对[J].科技创新与应用,2019(13):138-139.
- [7] 郑晓坤,杨斌.耙吸式挖泥船-长航道扫浅施工质量控制[J].绿色科技,2020(12):200-201.

