

港口航道疏浚工程施工技术研究

王红军

中国电建集团港航建设有限公司

摘要：伴随着社会和经济的不断发展，现代航运对航道的要求也在不断地提高，为了更好地保证航运对航道的品质要求，必须要做好港口航道的疏浚工作，并对相应的施工工艺进行合理的运用，以提升其施工质量。港口航道疏浚项目不仅需要大量的资金，而且还需要大量的人员投入，这对于工作人员的技能要求也是非常高的。在港口航道疏浚工程的施工过程中，有关的施工人员应该严格遵守有关的工程技术标准，对工程的施工过程进行合理的规划，制定出一套科学合理的航道疏浚方案，以保证航道疏浚施工的质量，提高项目的经济效益，并对环境进行保护。

关键词：港口航道；疏浚工作；施工人员；施工过程；保护

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.03.062

引言：港口航道疏浚工程的建设规模很大，建设过程也比较复杂，比如京杭大运河、平陆运河、南阳白河复航项目等，目前的建设形势呈现出良好的发展态势，因此，要抓住新时代带来的机会，提高港口航道疏浚工程的综合性能，利用信息化和智能化技术的不断普及和科学技术的便利，加强港口航道疏浚工程的建设，推动其向规范化、标准化、体系化、科学化的方向发展，让港口航道疏浚工程的优越性在航运领域得到充分的体现，保证航运工作的顺利开展，主动解决在使用过程中遇到的各种问题，提高港口运营质量，推动航运的长期发展。因此，探讨港口航道整治工程的建设技术，将对我国的港口建设起到积极的作用。

一、港口航道疏浚工程施工难点

（一）疏挖过程扩散污染物

泥沙是水体中营养物质与污染物的蓄积载体，受污水排放、地表径流、水体生物残存等多种因素的作用，沉积物中营养物质与污染物的蓄积与累积，形成了一个巨大的内力负荷。在洪涝、高温等环境条件下，沉积物中的污染物很容易持续地从沉积物中释放出来，大量的污染物，使得水体很难自发地演化，从而产生了富营养化问题，对水生生物构成了严重的威胁。如果没有及时有效地治理受污染的沉积物，而是直接在航道上进行疏浚，很容易引起沉积物的扩散，进而导致水体的严重退化。在港口航道整治过程中，不能直接用吹填法和弃土法，而要对其进行合理的处理，以免造成对地下水环境的严重影响。

（二）进出船舶对施工干扰大

为了将施工安全风险问题控制好，应该选择有经验的安全管理人员，到现场展开安全管理，将安全管理职责落实到位，遵循相关的安全检查流程，强化安全检查工作，及时将安全隐患排除，对施工安全进行全面保

证。在进行施工的时候，要注意严格遵守水上交通安全法规和作业规程，将施工船舶的安全风险降到最低，同时，还可以利用VTS、了望等手段，提前做好船舶的避让工作，以保证航行的安全。此外，要将施工计划及时上报到海事部门，并按照相关的反馈信息，对相关的计划进行调整，从而充分保证施工的效率。最后，还要与现场的施工状况，与港口的运营安排紧密合作，对施工船只进行合理的调配，以确保施工的顺利进行。

（三）开挖转存

在疏浚施工过程中，由于其所处的地质条件，使得工程自身存在着许多不可控因素。比如，在挖掘和转移过程中，如果碰到坚硬的岩石，或岩石的直径比较大，都会造成设备损坏。根据实际情况，不同地基条件下，所需疏浚船舶类型和数量也不相同；水体含沙量越大，泥沙密度越大，河道堵塞越严重；排泥管道的长短，直接影响到抽水机泵的效率，也直接影响到挖泥船的工作性能。比如绞吸船，由于排泥管道的长度限制，在坚硬地层中的作业将导致挖掘效率下降，同时也加剧了吸泥船的磨损。在粉质黏土地层中，可以有效地提高挖泥船的工作效率。

（四）开挖尺寸

在挖泥过程中，必须精确地控制挖泥深度、挖泥平面，并将其贯穿整个施工过程。在铲斗和吸附式挖泥船上装有DGPS装置，可保证准确的位置，并帮助控制船舶的位置。通过将疏浚软件或SCADA系统安装到船舶操作系统中，能够清楚地了解疏浚位置、施工效率，并生成实际的施工轨迹。对挖深进行控制，先在该地区选择潮汐站，遥报仪和其他仪器，结合人工监控，达到实时追踪和更新数据的目的。其中，超位遥报器的工作频率通常设置在每10分钟左右，通过对数据的处理，通过对数据的处理和处，如耙吸船可以判断出耙头的挖掘深度。通过定位装置与疏浚软件的协同工作，实现了对开挖深度、疏浚范围的控制。

（五）潮汐作用

在开挖过程中，由于潮汐的存在，使得开挖过程中所处的环境变得更为复杂。在常规的施工方案中，由于受潮汐的影响，会造成施工船舶的位置发生偏差；同时，还会对河道产生冲刷，产生回淤，影响工程进度，从而导致工程工期的延长。在潮流问题上，一方面，为了降低潮流对潮流的影响，修建一条防波堤；同时，在设计上也要尽可能地与潮流保持一致。

二、港口航道疏浚工程施工技术

（一）泥土处理施工技术

1. 吹填法

吹填方法主要是将挖出的土质通过泥浆泵送入填土区内，并对其进行相应的综合治理。它的作用是防止和

阻止淤泥向河道内的倒灌，避免河道的淤堵和污染。在使用吹填方法进行土壤处理时，要选择适当的土壤场地进行有关作业，在没有接力泵的条件下，要根据挖泥船对应的排距和排高与生产能力的匹配度，来决定最适合的土壤施工场地，如荒地、废坑等。在相应地点的周边修建沟渠，以保证有关工作的顺利进行，并为后续排水提供方便，从而完成吹填施工。

2. 水下抛泥法

水下抛填的设备有开体驳船抛泥或者耙吸船艏吹等。开槽时，不宜选在含泥沙的地方，而应选在流速快，体积较小的地方。而在抛泥点的选取上，为了保证抛泥场内和水面上不受海风和波浪的影响，可以将抛泥点附近的海风和波浪对抛泥作业的影响大大减小。确定了所选择的抛泥区的深度及范围，保证了抛泥船作业的顺利进行。

3. 边抛法

采用边抛方法，则要用到长悬臂和挖泥船（比如耙吸船）来清除对应的淤泥，要确保这两种方法的相互配合，在正式施工时，可将淤泥置于河道的一部分，对其中心体积较大的沙质土进行回收。在泥泵抽吸泥浆后，输送到泥舱，泥舱的两端都设有对应的溢流口，通过溢流口，可以对水中进行高效的排泥，这种方法可以将淤泥聚集并进行处理，极大地节约了处理时间，提高了工作效率。同时，通过这种方法，也能有效地阻止泥沙中的大颗粒物进入泥沙中。

（二）港口及航道护岸施工技术

1. 混凝土浇筑施工

第一步就是要配制混凝土，按照设计图中的要求，选择合适的材料，并进行相应的试验。在混凝土制作之前，要对工程材料、配料进行严格的设计，同时要对搅拌时间进行有效的控制，以保证搅拌均匀，使混凝土达到强度塌落度的要求。对人工开挖的基础进行验收，并由监理工程师进行验收，验收合格后方可立模。立模时，要对模板的刚度和强度进行认真的检验，只有在模板满足施工要求后，才能保证后续的施工。在模板安装完毕后，应保证模板的接缝处紧密，并应涂上隔离剂（脱模剂）。在进行混凝土浇筑时，应对沟槽进行清理，以保证沟槽内无水无杂物。

2. 压顶混凝土浇筑

在港口与水道的护岸工程中，最高层的结构是顶板。压顶施工是一个很重要的环节，它的质量和整个护岸工程质量有很大的关系，还会影响到护岸工程的外观。因此，在压顶施工过程中，要对护岸工程的平整度、线型以及质量问题进行综合分析，旨在保证护岸工程结构更加牢固和稳定，对维持港口和航道护岸工程质量具有重要意义。在进行立模时，应选择满足强度和刚度要求的钢模，为确保模板的稳定性，可采用三角钢夹具和支架。在脱模过程中，为确保墙面的品质，需要用到分离油等作为离型剂。

（三）挖槽施工

首先，在港口河道整治工程建设中，要严格控制相应的沟槽尺寸，确保其与工程设计规范相一致；在挖槽

的时候，为了避免漏挖，在挖槽的时候，要做到槽间的交叠。在工程实践中，为了降低水槽堵塞的影响，必须在开挖时采取同步观测，以保证有关资料的准确性，从而保证有关水槽断面图的设计质量。根据对应的剖面图，对疏浚设备进行定位，当出现漏挖现象时，可依据剖面图对水域欠挖部分进行扫浅。其次，在进行航道疏浚工程开挖前，先进行试开挖，确定土质、排距、扬程等等，如此才能保证实际开挖工作符合工程设计要求和施工规范。在试掘阶段，很难确定回淤（开挖区计量时）或流失量、沉降量（吹填计量时）问题，所以，施工人员在开挖时，必须充分考虑各种情况，根据不同的计量需求，做好回淤观测和流失观测。要对相关的测绘图进行认真的研究和分析，在进行了详细的分析后，才能决定能否采用深挖的方法。同时，邀请监理单位、业主单位共同观测并确认过程数据，为合同计量做好基础工作。

（四）环保施工技术

越来越多的港口航道疏浚工程采用了绿色建筑技术，这种技术可以最大限度地减少对环境的影响。在应用环保施工技术时，要注意避开水体敏感区，同时要严格控制悬浮物扩散，并辅以实时监测、施工进度控制和施工技术调整，这样才能成功地达到环保施工的目的。具体来说，可以通过对排泥管的合理设置和对吹填区进行吹填和过水的施工来实现。在港口航道施工区域中，对水上排泥管线的布置要充分考虑到风向和水流的影响，从而设置水上浮管和胶管，并做好锚固固定工作。此外，还必须对水下管线（潜管）与陆地管线（岸管）的连接处理进行仔细研究，水道可以采用三向管道锚与双向管道锚的配合来进行固定。在进行水上管线的施工时，需要安装夜灯和子锚锚漂，需要对水上排泥管线过长会造成的断裂问题给予足够的关注，因为水流流速较大，水上风浪较大，所以需要在300-500m的范围内对排泥管线的长度进行控制。除此之外，还要注意输泥管道的连接紧密性，防止因输送的泥浆泄漏而引起的环境问题，对从界面上喷射出来的泥浆，要有针对性地进行日常保养，从而进一步减少输泥管道的断裂和泄漏的可能性。在吹填区，由于吹填溢流的施工会对周围的环境造成很大的影响，所以，在吹填施工过程中，必须对溢流淤泥进行有效的控制，以防止淤泥从水里涌入而造成的污染，同时，还必须对溢流淤泥进行浓度控制，例如，延长吹填点溢流淤泥的距离，设置隔离围堰，降低淤泥流速，提升淤泥流程，这样，就可以更好地控制淤泥的实际浓度。

三、港口航道疏浚工程施工控制措施

（一）施工准备

在港口航道建设中，疏浚是非常重要的一项工作，为了达到航道的设计要求，必须对施工场地进行深、宽的处理，以及对水中的石方、泥沙等进行不同的处理。在正式进行挖泥作业之前，必须做好各项准备工作。在进行施工之前，需要科学地制定出施工方案，使各个施工环节流畅地进行衔接。根据河床流态特征，采取适当措施，降低疏浚工程的冗余步骤，确保工程按时完工。

通过对河道特征的分析,可以更好地保证施工的顺利进行和安全进行。要与地质勘察相结合,确保周围的环境等因素不会对疏浚工作的正常进行造成影响,还要根据工程的具体情况,有针对性地选择相应的配套设备。

(二) 明确开挖尺寸

在开挖过程中,主要有两个技术关键:一是根据实际工程中的设计要求及标准来确定开挖的尺寸。为了防止欠挖,分条分段施工,分条施工并设置重叠开挖宽度,以减少槽梗的发生。在开挖的时候,要及时地进行测量,以保证河道施工断面的合理进度,并且要根据断面的实际情况来调整挖泥船的走线,如果有欠挖,要根据断面图来进行沟槽的施工操作。二是要明确沟道的深度。首先,要进行试挖,确定开挖深度,并对可能出现的回淤、欠挖和超挖等问题进行分析;在此基础上,通过对测画图纸的分析,选取适当的施工方法。

(三) 提高施工人员的综合素养

施工人员的综合素养对工程质量有很大的影响,如果施工人员的专业技能不够,综合素养差,在工作中往往会缺少责任意识,从而导致施工人员因为操作不规范,导致疏浚工程对生态环境产生了破坏。因此,目前,必须要强化对施工人员的培训,培训的内容以港口航道疏浚工程环保施工理念、建设策略、注意事项等知识为主要内容。在培训完毕之后,应当制定出一套与之相适应的考核制度,只有在考核合格后,才可安排施工人员上岗,而考核不合格的人,则要进行再培训,保证达到最佳的培训效果。

(四) 完善港口航道基础设施

健全的水运系统是水运系统建设和运营的前提。如果缺乏完善的基础设施,势必会使港口的工程功能不完善,影响其正常的航行能力,并可能引起重大的安全事故,给港口带来巨大的经济损失。在港口航道工程建设中,港口管理部门须与港口航道的实际通航要求相结合,全方位地配置各类基础设施,持续提高港口航道工程的服务水平,充分发挥其多元化的服务功能,确保其服务效能,进而促进港口航道工程的平稳运行,促进商贸经济的发展。

(五) 加大疏浚工程污染物处理力度

在港口航道疏浚施工中,利用耙吸船、抓斗船、链斗船、绞吸船等机械设备,会将河道底部的污泥搅开,导致河道污泥的扩散,如有环保要求,可采用环保施工船舶,比如环保绞吸船、耙吸船。并科学地处理疏浚工程处产生的污染物,避免污染物继续扩散,增加施工区域生态环境破坏程度。比如,在施工过程中,无机悬浮物会造成水生态系统失衡,若不及时对疏浚弃土进行处理,严重时,还会对施工区域处的地下水水质造成影响,因此,目前应重点对已清理出的污染物进行处理,并采用先进的污染物清理技术(比如底泥处理装置),提高工作效率,进而提高污染物处理效率。

(六) 陆上吹泥管线(岸管)的设置

吹泥管路的平面布置,是根据挖泥船的总扬程、吹淤距离、吹填标高和潮流变化来决定的,并在此基础

上,进行最后的布置。在铺设全部陆上管道的时候,要利用装载机、挖掘机等的辅助设备,将设计的水陆界面与水下管道展开人工连接,在陆地管道开口位置设置三通接头,并进行分流安排,其中一个向前延伸,另一个进入充填区域。在管道的敷设上可以增加胶管,用于小角度转弯、攀爬等作业。连接到回填区的管线开始时,用角铁架或木架制作管架,将管线架设至设计高度。预先安装岸管及喷头,将吹填管线支管与吹填范围内的喷头连接起来。为了降低风浪对浮管、管支架组合及管架头自身及周边水工建筑物的不利影响,在浮管及管架头附近及管架头周边布置浮管锚固件或脊状缆绳,以降低风浪对浮管及管架头的不利影响。在吹泥管道的连接部位,应确保其连接部位牢固,并在两个管道段间加设密封垫圈,防止泥浆外溢。填料为牛脂编织物,橡胶垫片等。管线底部的砖石及垫片要稳定,不能出现晃动及变形的状况,否则会损坏喷砂管线的接合处。吹浆管道的主管道及支线可以用T型或Y型三通来连接。在吹塑施工过程中,管壁的磨损是均匀的,在铺塑过程中,管道可以周期性地围绕着轴心转动,单个转动的角度可以控制为周长的1/3,从而极大地提高了管道的使用寿命。在铺设陆地管道时,应尽量选择距离较近、较直的线路,避免与施工路段、建筑物交叉。管线穿越公路时,路漫可采用全埋式或半埋式两种方式,采用填土方式对管线的顶面及两边进行防护。两岸堤坡斜率不应大于1:10,并在跨越堤坝及地下管线的两边进行加压,使其成为一个较缓的坡度,便于行人、汽车通行。

结束语

总的来说,港口航道整治是一项具有很强系统性的项目,因此,在进行前期的前期工作时,必须做好相关的前期工作,对周边水域进行监测,并根据相关的施工要求,制定出一套科学合理的施工方案。在正式施工的时候,要加大对有关人员、设备的调整与配置力度,保证有关的施工程序能够顺利地进行,从而完全保证航道疏浚的施工质量。在港口航道整治工程的建设过程中,还应重视环保问题,防止工程对港口航道的影 响。通过对港口航道疏浚工程施工工艺的 科学运用,根据不同的工况、土质以及工程要求,选择不同的疏浚船舶类型,并根据施工过程中出现的问题,适时地调整工艺,可以有效地提高港口航道疏浚工程的施工质量。

参考文献

- [1]唐志明.港口航道疏浚工程的施工技术探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(2):4.
- [2]伍文豪.疏浚施工中港口与航道通航安全保障措施研究[J].工程技术:引文版,2016(12):00132-00132.
- [3]姚斌,袁波.疏浚施工中港口与航道通航安全保障措施研究[J].建筑工程技术与设计,2016,000(009):1988-1988.
- [4]王宝永.港口航道疏浚工程施工的技术难点研究[J].冶金丛刊,2020,005(009):124-125.