

大堤围堰施工中水上抛填石块技术的应用分析

秦国成

中交烟台环保疏浚有限公司

摘要：基于当前海路运输行业的不断发展，港口工程项目得到了较快的发展。港口海堤的修建施工是港口工程中非常重要的内容，直接关系到港口的质量安全。本文以大堤围堰施工为主要研究对象，在结合工程建设经验探讨围堰施工相关内容的基础上，着重对大堤围堰施工中应用的水上抛填石块技术进行了分析和研究，并基于实际的工程来分析该技术的应用效果。

关键词：大堤围堰施工；水上抛填石块技术；围堰施工

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.15.024

前言：水上抛填石块技术的应用，主要是为了应对港口工程修建和后续使用中，强劲风力以及湍急水流对港口造成的影响。随着港口工程项目施工建设要求的不断提高，大堤围堰施工的方式在港口工程建设中有着越来越广泛的应用。对大堤围堰施工中应用水上抛填石块技术的情况进行分析，希望能够为当前港口工程和围堰施工建设提供一定的经验借鉴，促进港口工程的建设发展。

一、围堰施工

（一）围堰施工的基本内涵

围堰施工是港口工程建设的主要内容之一，在港口浅水域开展钻探工作的过程中，通常需要通过构筑堤坝的方式，在钻孔位置周围围需要降低水上施工的作业难度，降低风浪、水位变化等因素对实际施工作业产生的

影响。基于现阶段港口工程的建设要求，在进行大堤围堰施工的过程中，由于过水断面的面积范围逐渐缩小，水流越来越急，部分围堰施工中已经填好的子堤膜袋很容易被水冲走^[1]。在实际施工中，通常应用水上抛填石块技术的方式来达到围堰施工的目的。

（二）围堰施工的重难点问题

结合以往进行围堰施工的实际经验来看，影响围堰施工的因素主要包括以下几个方面：首先，不同的土壤和地质条件，会影响到围堰施工的实际效果。对于部分土质软弱、流塑形强的土质环境而言，进行临时围堰填筑施工的难度更大。其次，由于围堰施工通常不会在底部设置桩基，在围堰长期浸泡在水中的情况下，如果围堰本身的压实度未能够达到标准，再加上受到侧向存在水压力的影响，很容易出现沉降位移的情况^[2]。第三，在风浪较大、水流湍急的情况下，水和泥浆吹入围堰，在沉淀时间尚未达到标准的情况下，很容易影响出水口的水质情况。如果在实际的施工中出现排入外侧河道的情况，很容易导致水体污染，也会通过对于岸坡的冲刷而导致土壤流失。除此之外，由于施工中围堰泥浆的浓度较大，对于相关工作人员而言，存在一定的安全隐患。

二、大堤围堰施工中应用水上抛填石块技术的情况分析

相较于一般的围堰施工而言，大堤围堰施工对于围堰质量的要求更高。在明确围堰施工需要关注的重点问题之后，结合围堰施工的实际经验，重点探讨在大堤围堰施工情况下，水上抛填石块技术的应用情况，主要可以从以下几个方面入手：

（一）应用水上抛填石块技术的分析过程

基于大堤围堰施工的更高施工要求和标准，在应用水上抛填石块技术之前，需要结合工程项目的实际情况，对技术应用的具体方案进行设计。在围堰施工中，更多需要基于保护港口、航道以及环境、降低海洋污染为基本原则，通过水上抛填石块技术的应用来达到让大堤快速沉降稳定的目的。当前许多大堤工程在进行围堰施工时，主要应用堤身自重预压法来对大堤基础进行处理。

在此基础上，基于围堰施工的相关要求，对于技术方案的设计需要重点考虑在海堤围堰形成后，风浪大小和湍急水流是否会对围堰的质量造成影响。在实际的施工中，由于围堰施工部分的过流面会逐渐减小，相应



图一 围堰施工

的水流速会逐渐增加，如果应用堤身自重预压法，以堤身牛皮砂的方式来吹填，水流很容易将其带走。因而在工程施工前，需要针对这一问题提出几种不同的解决方案^[3]。

例如，考虑到海浪涨退潮阶段湍急的水流态势，首先可以设计应用预埋水管的方式来实现围堰内外侧的过水分流。由于预埋水管的尺寸大小和过水量存在限制，在水流量较大的情况下，管中水流很容易破坏海床的基础，进而对大堤以及周边的航道安全产生影响，因而通常用于水流量较小或规模较小的围堰施工当中。

其次，对于围堰施工技术方案的設計，还可以选择平潮的过程，避开水流情况对实际施工造成的影响。结合实际施工情况来看，由于平潮期的时间较短，难以保证在规定的工期内完工，因而通常需要增加人员和设备，且在围堰施工的情况下，堤身砂沉淀会产生一定的损失。

第三，应用木桩和竹夹板来达到挡住水流的目的，虽然同样会增加人力和材料，但能够通过延长堤身砂吹填时间的方式，降低在实际施工中的堤身砂损失。

在工程施工建设中将后两种施工方案结合起来，在平潮期通过设施挡水措施的方式来进行吹填堤身砂带施工，提高堤身砂施工的速度，降低水流对实际围堰施工造成的影响。但在实际工程建设中发现，由于应用化工编织材料制作的子堤膜袋在有水情况下的摩擦力较小，在已经应用挡水措施的情况下，子堤膜袋依然会被冲走^[4]。基于这一情况，选择应用水上抛填石块技术来进行围堰施工，以此来达到进行港口工程施工建设的目的。



图二 水上抛填石块

（二）大堤围岩施工成效

基于丰富的围堰施工经验和专业技术水平，中交烟台环保疏浚有限公司在承接部分大堤围堰施工工程中取

得了积极的成效。例如，在秦皇岛开发区围海造地工程中，由于围堰施工区的地质环境不稳，使得围堰施工中的实际沉降量远远超过设计沉降量。相关负责人员在进行水上抛填时，选择应用分层进行的方式，并在实际施工中随时进行厚度检查，使抛填轮廓线接近断面线，尽最大可能保证堤身的稳定，有效保证了围堰施工的质量安全。而在该工程中，考虑到工厂整体还会受到过冬环境以及东北风肆虐的影响，通过建立一套完整的“以东堤保西堤”的围堤安全过冬施工方案，防止东北风对大堤的破坏，有效保障了围堰安全过冬。

又例如，在青岛董家口港区的40万吨级航道疏浚工程中，通过对工程现场实际情况的勘察和管线布设位置的选取分析，发现如果应用绞吸船加接力泵施工方案，在大风天气频发、外海施工无遮掩、施工管线近9000米、周边施工船舶来往频繁的情况下，绞吸船的安全和效率难以保证。通过对工程建设要求和现场实际情况的分析，该工程最终选用耙吸船加舢舨的施工方案来达到围堰施工的目的，最大程度克服恶劣天气影响、提高施工效率。在后续的施工过程中，又发现施工区存在岩盘的情况，选择专业的炸礁团队配合其他多方面的施工来达到保障航道顺利通航的要求。

除此之外，青岛工程、潍坊3.5万吨级航道工程、寿光工程以及秦皇岛工程等工程中也应用了水上抛填石块技术。这些技术应用经验的积累，为单位工程的施工建设质量和效果提供了坚实的保障。

（三）抛填石块施工内容

基于工程施工建设的经验，应用水上抛填石块技术进行大堤围堰施工，首先需要让运石船从装料码头在高潮水位的情况下达到指定作业位置，依据设计图纸的相关内容来进行抛石。考虑到实际工程项目施工环境的差异，需要在选择合适的抛石工艺后，确定围堰施工的方向和顺序。对于水上抛石平面位置的选择和确定，租号依靠GPS定位技术来实现，在运石船达到指定位置后进行抛石作业，需要在抛石石块露出海面一定高度之后，再应用水准仪放置设计标高作为标识，以便为后续的抛石作业提供指导。在整个抛石作业中需要注意控制好围堰顶的高程。为保证抛石作业结果的准确性，需要在进行沉降监测的基础上，将施工作业偏差控制在合理的标准范围内，并对船位、抛石设备应用的速度等内容加强控制，确保施工作业人员的安全。

基于基本的抛填石块流程，在实际作业中需要做好抛填的平面控制，以此来达到规范抛填范围的目的。以纵向立标的平面控制方法为例，这种平面控制的方法通常被应用到距离海岸较远、控制时间较长的大堤围堰施工情况中，因为这种情况下的堤断面延长较长，在同一标高的前提下，通过树立定位标志的方法来对纵向平

面的位置进行控制。考虑到风浪变化条件可能对标位造成的影响,需要在实际作业中对水标的位置进行检查,避免因受到风浪、船舶等方面影响而导致水标倾覆,影响后续的抛填作业。

(四) 抛填石块施工控制

1. 范围及厚度控制

在大堤围堰施工中应用水上抛填石块技术,最主要的就是做好抛填石块的施工控制。具体而言,在实际施工中,首先需要对围堰施工所在区域的地质环境条件进行分析。例如,某围堰施工工程主要应用堤身自重预压法来对大堤基础进行处理,由于该工程所在区域的地质条件较差,在进行抛石施工前对外侧底层膜袋进行检查,发现膜袋淤泥较多。淤泥层厚度和流塑性淤泥质土层厚度均超过10m,流塑性淤泥质土层厚度甚至达到将近20m。基于这一前提条件,在实际施工中需要对抛填的厚度进行严格控制。依据相关标准和工程的建设要求,按照每层抛填厚度不超过80cm的标准,在派遣专人进行现场指挥的基础上,应用白色浮标将抛填的位置围起来,为抛填石块做好准备。需要注意的是,在这个过程中,如果沉降没有达到稳定的部位,就不能进行抛填石块的作业。基于实际的施工经验,发现退潮情况下水流的冲刷程度比涨潮更高,堤头处水流方向与大堤本身夹角在 20° ~ 45° 的范围之间,因而抛填石块作业通常需要从陆地一侧与该角度对应的海侧范围进行。在大堤沉降稳定后,才能够对围堰进行分层加高和后续施工。

2. 设备选用

在应用水上抛填石块技术的过程中,还需要注重选用设备的合理性。对于土质环境较复杂,淤泥堆积较严重的环境而言,在抛填设备的选型方面,需要重点考虑以下几个方面的要求:抛填设备是否能够对抛石厚度和抛石高度进行控制;是否会受到潮水水位的影响;是否具有较高的运行效率;是否能够抛填不同粒径大小的石料。基于这一方面的要求,在设备选用方面主要包括皮带船抛石、船上挖机抛石、渡船装载机抛石等类型。其中,皮带船抛石设备的抛石高度较高,会对围堰的基础产生影响,因而更多应用到碎石的抛填作业中;船上挖机抛石设备能够满足抛石高度以及厚度的控制要求,实际应用过程中的效率更高,能够满足抛填较大石块的要求;渡船装载机抛石设备虽然能够满足抛石高度的要求,但在实际应用中的效率较低,也会因围堰升高而降低抛石高度。在实际应用水上抛填石块技术时,需要结合实际情况来选择合适的设备类型。

3. 沉降监测与控制标准

考虑到围堰沉降会对工程的施工质量产生影响,在应用水上抛填石块技术进行围堰施工时,也需要注重对

围堰沉降情况进行监测和控制。基于大堤围堰施工的要求,在沉降监测方面,需要在子堤内坡脚距离100m的位置设置表面沉降观测板,为提升监测结果的准确性,还可以在原有沉降板的中间位置,距离子堤外坡脚5m远的位置增设临时监测板,以此来实现对于抛填石块过程中底层膜袋沉降情况的监测。当前我国对于大堤围堰施工沉降标准的设置,以垂直沉降不超过10mm/d,水平位移不超过5mm/d,一周的垂直沉降不超过60mm为主。在观测时间和频率的设置上,需要结合具体的工期要求,基于抛石每层间隔天数的多少来确定需要进行连续观测的天数。在监测到的沉降结果并无明显异常的情况下,就认为可以进行下一层石块的抛填。

(五) 应用水上抛填石块技术的启示

水上抛填石块技术能够有效满足大堤围堰施工对于沉降变化以及围堰质量的影响。考虑到在大堤围堰施工中,风浪以及水流量大小等不确定因素会对围堰的施工质量产生影响,需要在综合考虑施工现场地质环境、应用的施工方案和设备类型、石料类型和粒径大小、工程施工建设要求之后,判断是否需要应用水上抛填石块技术。在确定应用水上抛填石块技术之后,还需要基于工程情况来选择合适的抛填石块设备类型,并对抛填作业的频率进行控制,确保能够达到提升围堰施工质量的目的,从而更好地促进工程项目的施工建设。从技术研发的角度,也需要加强对于水上抛填石块技术的进一步优化和提升。

结论

综上所述,在大堤围堰施工中应用水上抛填石块技术,能够有效降低海上不确定因素对于围堰质量的影响。结合大堤围堰施工情况的差异,在应用水上抛填石块技术时,需要在选择合适技术应用方案的基础上,通过加强抛填石块施工控制的方式,将实际的施工内容控制在合理的标准范围之内,以此来保证提升围堰的质量安全,更好地发挥其在维护港口工程建设和使用安全中的作用。

参考文献

- [1]朱秀涛. 鳊鱼洲长江大桥南汊航道桥施工方案[J]. 桥梁建设, 2022, 52(02): 1-10.
- [2]黄茂兴. 溶洞发育区超深地下连续墙施工处理技术[J]. 广东水利水电, 2021, (06): 75-80.
- [3]连居. 鳊鱼洲长江大桥5号桥塔墩钢围堰施工关键技术[J]. 世界桥梁, 2021, 49(03): 34-39.
- [4]樊甘露,唐世娇. 临汛大堤市政桥梁承台深基坑设计与施工技术[J]. 建筑技术开发, 2020, 47(21): 43-45.