

新型码头结构在我国港口工程中的运用实践

钟晓峰

中海（广州）工程勘察设计有限公司 广东 广州 510000

【摘要】：为了更好地满足现代化航运和货物流动的需要，提高港口运输水平，弥补传统的码头结构型式的不足，有必要对新型码头结构的结构型式以及实例应用进行科学探究，并且开展针对性的解析工作。新型码头的使用在一定程度上能够应对国内深水泊位建设的困难，还能提高港口结构的安全性和经济性。

【关键词】：新型码头；结构；港口工程；运用

Application of New Terminal Structure in China

Xiaofeng Zhong

Zhonghai (Guangzhou) Engineering Survey and Design Co., LTD., Guangdong Guangzhou 510000

Abstract: In order to better meet the needs of modern shipping and cargo flow, improve the level of port and transportation, make up for the deficiency of the traditional wharf structure type, it is necessary to study on the structure type and example application of the new wharf structure, and carry out targeted analysis work. To some extent, the use of the new wharf can cope with the difficulties of domestic deep water berth construction and improve the safety and economy of the port structure.

Keywords: new wharf; structure; port engineering; application

对于港口工程而言，前期的设计以及施工过程中牵涉很多学科和专业，比如对港口位置的选址，项目规划和设计等各方面内容，港口工程是一项非常复杂并且全面的项目。近几年国内港口建设的规模逐渐加大，尤其是沿海城市快速发展，目前我国港口工程行业得到快速发展，同时对码头结构也提出新的需求，所以港口工程单位需要对码头结构设计工作提高重视。根据前期施工以及经验，对新型码头的结构有效性进行探究，并且将其运用到港口工程施工和建设中，其直接会对港口工程的整体安全稳定性造成影响。设计过程中，不仅要考虑到选择的结构形式是否达到城市发展需求，还要结合自然条件方面的地质条件进行考虑。码头结构形式一定要跟地质条件相符，不然就会加大工程的造价，还会产生很多位移或者下降情况，从而影响到码头的高效运转。所以对新型码头结构进行选择时需要结合本地实际情况。

1 剖析新型码头形式

当今港口码头建设已经发展很多年，并且逐渐成为一项成熟的学科，对于码头结构而言，其最初使用的就是重力式以及桩基等，一直到目前，大部分依然维持原有的结构型式。随着当今社会经济的高速发展，交通基础设施不断完善，港口的现代化以及船舶的规模越来越大，随着新型码头的研究不断探索，各种新型码头结构形式也在实际工程中得到了应用，例如：桶式结构、沉入式大圆筒结构、新型双排大管桩码头以及架空直立式码头。

2 类型

从港口经济发展情况来说，港口工程的质量很重要，对港口进行施工时，施工操作会受到各项因素影响。从现阶段港口

货运运输实际情况进行解析可以得知，原来的码头形式在一些方面都无法满足目前港口需求。对比来说，传统的码头形式运输能力比较差，安全性能低，对港口经济会造成阻碍。目前不管是我国还是国外区域对港口码头所开展的相关探究工作非常值得借鉴和参考。在现代化码头实际应用期间，有很多先进技术方法和设计理念得到运用。

2.1 桶式结构

桶式结构属于箱筒型基础结构的其中一种结构型式，主要由沉入地基土的基础桶和上部挡浪、挡土的上部桶组成。

对比其他结构型式来说，桶式结构有非常多的优势。这种结构非常适用于淤泥质海岸水深较深、波浪较大的水域，通过将基础桶埋置于淤泥以下有较大承载能力的土层中，可以更好地利用和基础土众多的接触面以获取更好的支撑作用。上部桶可以根据具体的使用功能要求确定，尺度相对基础桶较小且型式多样。桶式结构的基础桶顶板起着承上启下的作用，对整体结构具有刚度及强度的重要作用。

桶式码头的主体结构能够在陆上预制场开展工厂化生产，主体结构质量容易得到保证，而且制作的周期非常短，具备非常高的重复使用率。此外，跟其他结构的码头进行对比，桶式码头的施工工艺非常简单，不会牵涉到比较复杂的下沉工艺。采用半潜驳或者气浮拖运工艺进行海上运输，当运输到达工程位置后，通过对基础桶的排气、排水、抽负压等完成结构的自重下沉、负压下沉以及结构纠偏工作，结构的定位和下沉不需要大型海上施工设备。结构安装就位后封堵基础桶顶板孔洞以更好地发挥下卧基础土对结构的稳定作用。

严格意义上来说,这种码头是一种软基处理码头,通过运用软基处理技术,可以对淤泥进行有关处理之后可以更好地将地基的强度提高。因此在淤泥非常多的海岸港口能够看到桶式码头。

2.2 沉入式大圆筒结构

沉入式大圆筒结构从材质上分有钢筋混凝土和钢圆筒两种;从沉入深度有坐床、浅插和深沉三种。其中坐床式大圆筒结构应用较为广泛,浅插式大圆筒的应用实例较少。

钢筋混凝土大圆筒跟钢圆筒各有特点,钢筋混凝土大圆筒由于自身的刚度较大,其获得基础土嵌固作用的效果比较差,故更多采用结合腔对接的连接方式。钢圆筒由于自身刚度较小,相应的更容易获得底部基础土的嵌固作用,但上部结构的变位相对较大,因此钢制大圆筒适宜用副格的连接型式,以减小每个钢圆筒的相对位移差。

2.3 架空直立式码头

架空直立式码头是根据西部内河水位落差大、流速急的特点,在传统的高桩码头的基础上进行改进的结构型式。相比于斜坡码头,具有较先进的装卸工艺、装卸效率高的特点。跟直立式码头进行对比,架空直立式码头具有高度大,水位差大,比较适合用在大水位差很强的地区;这个码头结构通过运用透空式,河流对码头所造成影响很少,因此对货物进行卸载运输过程中稳定性非常强的优势。这种码头跟传统的高桩码头进行对比,其不足有:①架空直立式码头比较适合对集装箱货物大件的杂物进行装卸,而一些杂货并不适合用这个码头;②码头结构具有复杂性,生产成本非常高,因为架空直立式码头生产成本很高,需要达到一定规模才能将其效益充分发挥出来。

3 探究新型码头在我国港口工程中的实际运用

3.1 桶式结构码头

为了明确桶式结构使用情况,此次专门针对某地区港口作为案例目标,对桶式码头在这个区域港口的实际运用解析。结合有关资料可以看出,某地区地形是一种淤泥质的地形,表层普遍存在厚度 8m 左右的淤泥,其下是承载能力有较大提高的淤泥质黏土或粉质黏土,是比较典型的淤泥海岸,港口的环境具有复杂性,而且自然条件多变,为了更好保证施工工作能够顺利开展。对此港口进行建设时,需要选择运用适合淤泥质地条件的桶式结构,将这项结构的优势充分发挥出来。

3.1.1 桶式结构及其功能

桶式结构,主要由沉入地基土的基础桶和上部挡浪、挡土的上部桶组成。将基础桶底置于淤泥下物理力学性能更好的土层中,基础桶结构的受力方向上拥有更大的尺度,可以更好地利用和基础土众多的接触面,以获取更好的支撑作用。桶式结构的基础桶入土部分为椭圆形桶体,内设纵横隔墙,拥有多个

隔舱,通过外墙体把软土封锁在桶体内部,参见图 1 所示。

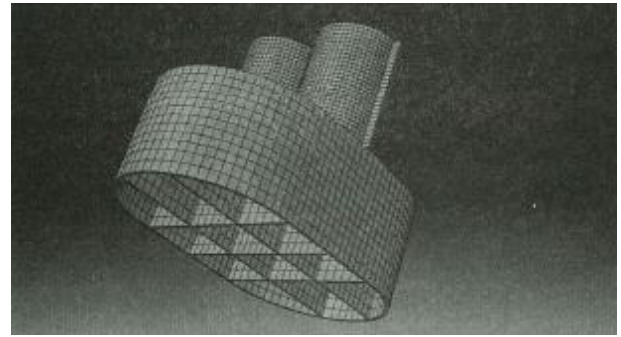


图 1 某港防波堤工程采用的桶式结构

基础桶顶板对上下桶结构进行连接操作,起着承上启下的作用,对于结构的刚度及强度都起着重要的作用。基础桶的顶板需设置充气孔和排水孔,以便完成基础桶的下沉安装就位。基础桶安装就位后需封堵顶板孔洞以更好地保证下卧基础土对结构稳定作用的发挥。上部桶主要依据功能要求确定,多用于挡浪或挡土,因此尺度相对基础较小,型式也多样。通过基础桶顶板的作用,能把外界施加的荷载力逐渐由上部桶向码头结构基础桶传递下去。由于桶式结构主要是依赖基础桶与周边土的相互作用获得稳定支撑,且主要用于淤泥质土的基础土,需要采用十字板抗剪强度回归抗剪强度指标计算方法对工程周边土的十字板强度指标进行回归分析,以充分考虑周边淤泥质土的承载能力。

跟沉入式大圆筒结构进行对比,桶式结构具有一定差异性。桶式结构的基础桶由于尺度较大,且有多隔舱和较大的顶板,因而沉入基础土的深度并不需要很深,在达到极限状态时,失稳模式为绕基础桶底面以下某一点发生转动失稳。而沉入式大圆筒结构为了让周边土形成较好嵌固作用满足稳定要求,需要的沉入深度远远大于桶式结构,沉入式大圆筒结构一般被认为绕着泥面以下,筒底以上某点发生转动。

针对桶式结构功能开展探究工作,能够将其分为岸壁式和防波堤结构。根据条件不同、使用需求不同的情况下可以适当进行调整选择结构型式。在实际的使用中,如需要考虑较大波浪,则使用桶式防波堤结构,防波堤结构可以把下部结构深入到淤泥中,但是并不用进入到土层内。采用岸壁结构时,随着后方的加载的数值及时间的不同,结构基础桶顶板上有较大的水平土压力及垂直荷重,基础筒后方也有着较大的水平土压力作用,因此基础桶需要进入到较深土层内,一般情况下,要跟实际位移、结构不均匀沉降情况结合起来考虑。

3.1.2 实例

我国某地区的长 20km 的东、西防波堤已成功地应用新型桶式基础结构。结合地质勘察可以获得本区域地质信息,地下水深度为 7.88m,淤泥厚度是 9.2m,把防波堤安置在-4~-8m 的水深区域中。

实际开展建设,如果选择运用斜坡式防波堤除了会造成项目造价增加以外,港口使用寿命也会随之受到影响,还会将港口的服务使用年限降低,对港口的长远稳定发展造成不利影响,所以此次选择运用的是桶式防波堤结构,在降低施工成本的过程中,还能将其质量提高。根据工程预算分析可以得知,对比于斜坡式防波堤来说,桶式的防波堤可以节省施工成本 3.1 亿元,缩短施工工期甚至达到了 16 个月,使用这种方法所产生的社会价值和经济效益是斜坡式防波堤没有办法比拟。

这项港口工程内部使用了长达 33.6km 的环抱防波堤作为码头岸线的掩护,岸线使用的是桶式岸壁结构,这样的结构施工和运用可以为项目总造价节省成本大概有 12 亿元。由此可见,新型的结构港口除了在适应能力方面有很大优势以外。桶式结构还能将施工成本造价减少,是一种高效率且经济性好的港口结构。

3.2 沉入式大圆筒结构

坐床式圆筒或沉入深度较浅、持力层良好的圆筒结构在国内外的应用较多。该结构型式的施工较为复杂,施工中比较常用的是充气浮运工艺技术。该施工工艺中,大圆筒结构的预制下水、海上运输和下沉安装的施工费用占工程总造价的比例较高。首先对大圆筒进行封顶处理,此后向大圆筒中进行充气,使大圆筒浮起,再采取适当的船吊扶正和附加浮筒等措施,完成大圆筒的水上浮运;到达工程地点后,通过准确定位将大圆筒打入或负压沉入基础土适当的深度,之后再进行两侧的回填及护底施工。

根据某工程应用实例工程数据以及开展的相关大圆筒的一些室内试验表明,对于穿过软基的沉入式钢筋混凝土圆筒结构而言,当下卧基础土物理力学指标较好时,结构顶部的位移比较大是其主要特点,而当其下卧基础土承载能力较差时,结构的稳定可能会成为其设计控制条件。因此当基础土较差时如采用沉入式钢筋混凝土大圆筒结构需要对地基土进行适当处理,此时结构的抗倾稳定与顶部变位是结构设计控制条件;当结构的基础土较好时,结构顶部的位移是结构设计的控制条件,需要通过结构必要的反压及合理的施工组织设计来减小沉入式钢筋混凝土大圆筒的顶部位移。

参考文献:

- [1] 孙立刚.新型码头结构在我国港口工程中的运用实践[J].绿色环保建材,2019(1):1.
- [2] 周应征.新型码头结构在我国港口工程中的运用实践[J].科技经济导刊,2018(21):1.
- [3] 孔庆宇.新型码头结构在我国港口工程中的运用[J].建筑技术开发,2018,45(13):2.

3.3 新型双排大管桩码头

我国某港属于淤泥质海岸,以往采用的高桩梁板式码头结构,但是存在腐蚀损坏严重,使用寿命较短,上部构件类型较多,施工周期长等不足。为改善高桩梁板式码头结构的不足,我国某港采用了适应于沿海软土地区的新型双排大管桩码头。

新型双排大管桩码头沿着轨道长度方向,每隔一段距离就用相邻的两边大管桩进行连接,同时还能使用深层次搅拌加固技术对中间填土进行加固。提高码头的抗压强度和土体的凝聚力,降低中间土体对前排大管桩的侧向负荷。对于新型双排大管桩码头而言,其除了具备双排板桩复合能力强的优势以外,还具有生产成本低、施工速度快、耐腐蚀性好等优势。

3.4 架空直立式码头

正是因为我国在发展过程中所提出来的西部大开发政策,随着西部地区内河港口集装箱运输量越来越多,码头规模越来越大,使这个区域内河港口快速发展起来。西部区域内的河港口在前期建设码头中,很多都会运用大水位差建设的斜坡式的集装箱码头。而这种码头生产工序非常多,效率低,安全性等差问题越来越显著,而架空直立式码头在开展大规模集装箱操作过程中,能够减少装卸环节,将装卸的效率提高。而架空直立式的码头逐渐成为内河集装箱码头中很重要的结构形式,目前,长江上游区域已大量使用这种架空直立式结构型式。国内这种码头设计水平依然处于世界前列,在部分山区河流领域当中,因为水流速度非常快,水位涨幅过高,码头范围内很多持力层都具有覆盖层薄弱的特征,为了更好处理这个技术问题,这种码头通常都会运用钻孔嵌岩灌注桩技术,这样能够有效承受上阶段结构传递出来的横向或水平荷载。这项设计码头具有很强抗压力,而且还有一定的抗拔力,架空直立式码头有非常强的整体稳定性。

4 结语

目前由于水运行业的高速发展,新型码头的研究力度和应用范围也在不断增加,新型码头结构型式也取得良好经济效益。随着科学和工艺方面的进步和创新,新型码头能够更好应对越来越复杂的施工条件,这对国内水运行业的发展具有一定的积极作用。