

地锚结构在浮码头固定中的应用

孙晓鸿

(广州港工程设计院有限公司, 广东 广州 510700)

摘要 浮码头在海上交通体系中起着举足轻重的作用, 因此, 浮码头的设计必须因地制宜, 考虑周边环境因素。文章以全面提升浮码头结构稳定性和安全性为目的, 结合具体的案例分析了地锚结构的具体应用细节和方法, 通过地锚与锚链相结合的方式固定浮码头, 利用钢撑杆作为撞击力传递的载体, 旨在为提升浮码头的安装稳定性, 降低投入成本, 最大化水域资源的利用价值提供参考。

关键词 地锚结构; 浮码头; 固定方法

中图分类号: TV3

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)10-0031-03

随着我国社会发展水平的逐步提升, 海上交通体系的发展已经逐步成熟, 而一部分地区的码头在设计的过程中, 考虑周边环境因素以及前期投入因素, 利用浮码头打造浮码头成了较为常见的现象, 而浮码头的设计必然要考虑安全性和稳定性, 其中地锚结构是进行浮码头固定的常规结构, 结合不同的应用场景以及需求进行地锚结构的分析, 有助于提升浮码头结构的施工质量, 也可以为我国水运交通体系的高质量发展提供参考。

1 基础理论分析

1.1 浮码头工程的基本概况

浮码头工艺相对新颖, 在我国西南地区较为常见, 正是由于应用场景较少, 相关工艺体系正处于升级和发展的阶段。从浮码头的结构上来看, 主要包含了浮桥、活动引桥、主/支浮桥以及锚定结构, 其中锚定结构能够为浮码头的正常运行提供稳定的支撑, 但是在实际施工过程中需要了解其重点的固定方法以及施工细节, 才可以提升整体结构的稳定性^[1-2]。

1.2 浮码头的常见形式

结合目前较为常见的应用结构来看, 综合锚固的方法, 可以将浮码头划分为拉抱桩式和拉簧式两种。前者的连接结构是抱桩器和钢管桩, 能够维持浮码头的稳定性, 而后者则是利用浮箱、拉簧、锚块保持浮码头的稳定性^[3]。不同结构的浮码头主要服务于不同的地质状况以及水文环境, 部分地区的淤泥状态以及水底基层质量也会影响浮码头结构的细节。

1.3 地锚结构

从我国基础设施建设的角度来讲, 地锚结构是较为常见的固定结构, 其可以分为锚点、锚桩、锚锭、拖拉坑等结构。通过地锚结构来固定拖拉绳, 实现稳

固基础的作用。大部分的地锚结构都会利用钢丝绳、钢筋混凝土预制件或者原木等材料组成, 将其埋入地下。结合目前的基础设施现状来看, 地锚结构主要分为桩基式、平衡重法以及坑式地锚, 而在浮码头施工领域, 由于是水下施工, 大部分的地锚结构都会选择坑式结构, 这对于地锚结构自身的质量以及施工期间的细节控制有较高要求^[4]。

2 浮码头工程概况以及地锚结构的应用背景

2.1 工程概述

某项目结合后续的经营和发展需求, 需要针对当前的码头进行结构改造, 为了提升船舶停靠的面积, 提高码头的客流输送效率, 重新划定水域设置浮码头。在浮码头的后方设置了地锚、锚链、钢引桥以及钢撑杆等系留设施, 原有的码头墩台负责作为船舶撞击力的承受结构。码头的纵向长度约为 55 米, 详细的设计参数如下。

2.1.1 设计水位

结合该区域的年降水情况以及潮汐情况确定设计高水位控制在 4.2 米, 设计低水位为 0.9 米, 极端高水位达到了 5.86 米, 极端低水位为 0.205 米。

2.1.2 水流速度

该码头位于潮流明显的区域, 涨潮流持续时间为 4 个小时, 落潮流持续时间为 8 个小时, 常规流速约为 2~3 千米, 最大的涨潮流速可以提升至 3.5 千米。

2.1.3 设计荷载

浮码头结构中的钢平台、钢引桥、浮码头均布荷载达到了 3KPa, 船舶荷载需要结合该区域日常行船的实际型号以及规格进行调整。该码头负责作为疏散游客的节点, 结合日常停船的类型划分为游船码头和游览码头。游船码头的停泊船只长度为 55 米, 船宽 9 米

左右,型深为1.8米,满载吃水能够达到0.9米,而游览船只的船长为57米,船宽达到了17米,型深为4.1米,现在时的吃水深度为3.2米。

2.1.4 浮码头的平面设置

为了提升船舶停靠的安全性和稳定性,码头前沿线需要和上游的其他码头前沿线齐平,并且结合当前的墩台位置确定浮码头的设置位置,浮码头全长55米。

针对码头前沿线进行挖泥疏浚,确保最低水位时浮码头以及停泊船只不会搁浅。

2.2 工程整体构思

本工程的核心特点在于工程量较小,但是工程项目较多,动用的施工设备较多,因此进行施工现场的精细化管理至关重要,需要结合实际的施工需求,打造完善的施工总体方案。

本工程的核心目标在于实现浮码头的安装和固定,因此需要尽早完成地牛、锚块等基础设施的施工。等待混凝土结构,强度满足标准之后才可以进行安装。其中浮码头安装之前必须安装好地锚等相关结构,通过锚链与浮码头连接之后才可以安装搭板以及引桥。在上述工程施工期间,还需要同步完成干砌护岸的作业,能够为浮码头的施工提供基础保障^[5]。

在工程开始之前,还需要结合具体的施工方案进行施工,放样便于施工测量以及细节控制。综合前期原油码头的结构和特点,在获取既有施工文件和相关信息的基础上,设置可视化模型,通过工程测量微网、平面控制网等信息化手段,明确施工重点,确定地锚设置的点位、确保稳定性较强,且不容易产生位移和沉降,便于后续的日常保护和运维。

2.3 水工结构的设计

由于本工程作为码头改造工程,需要将一艘55米长的浮码头迁移至此,在设置的过程中,需要坚持按照以下原则展开结构设计分析。首先,建立在因地制宜原则的基础上进行浮码头细节上的改造。着重针对钢撑杆以及钢引桥位置进行优化,在浮码头的后援位置设置了搁斗;浮码头后方以及侧面设置了多个锚环,与搁斗相互利用。浮码头内壁增加了肋板,进行内地加强。全部替换周边栏杆,以提升稳定性和质量。

2.3.1 地锚结构的设计

地锚结构是本工程中的重点结构,为了提升浮码头的安全性和稳定性,通过地锚结构进行固定,综合整体工程的设计需求,锚定结构分为混凝土地毛以及地牛两种,结合不同的区域进行施工。

2.3.2 地牛的施工

本次工程设置了两个地牛,分别位于浮码头中轴

线两侧的岸上,形成轴对称结构,每个地牛设置了两个锚环,其一与浮码头中轴线相距5米,材质为 $\phi 37$ 圆钢,另一个距离浮码头中轴线8.48米,材质为 $\phi 72$ 圆钢,在地牛的下方设置了地瓜石垫层,来提升结构的稳定性。地牛的整体高度为2米,所选择的混凝土强度为C20,在其中参加了20%的粗石块,快时的强度需要控制在50MPa以上,单个重量在10~50千克左右,在满足工程强度和刚度需求的同时,也可以合理控制成本。

地牛施工选择现浇混凝土施工技术。施工之前需要由测量人员结合整体工程的区域规划出施工位置,通过反铲开发的方式进行基坑开挖,基坑开挖结束之后在底部铺设地瓜石,厚度控制在30毫米左右。

接下来进行模板施工。本次锚块模板采用定型组合钢模板,坡面区域的模板则选择木模板,以便在其中安装锚环。模板围檩采用10#槽钢,相邻两片铭板之间需要利用紧张器进行固定,避免出现松动和缝隙,模板交接位置利用胶条进行堵漏。

在混凝土搅拌时,需要按照既定的配合比施工,落实全过程精细化管理,所有的计量偏差要符合既定的施工规范。混凝土浇筑之前需要检查模板和支架的稳定性以及强度,避免模板内部出现杂物;混凝土浇筑之后,利用插入式振捣棒进行振捣,遵循先外后内的顺序,移动间距需要控制在25厘米左右,避免碰撞周边模板。混凝土浇筑采取分层浇筑的方法,每一层振捣合格之后才可以进行下一层的施工。混凝土中所加入的块石要求没有水锈、裂缝和杂物,冲洗干净,并且保持表层湿润,放置在新疆混凝土层之上,直到被充分包裹。

混凝土浇筑结束之后进行覆盖和养护,确保强度满足标准强度的95%以上时,才可以撤去模板;模板拆卸时避免对混凝土表层造成影响和破坏。

2.3.3 地锚结构的施工

本工程在浮码头后方设置了两个地锚,均为混凝土锚块,平面尺寸为3.6×3米,高度为2米,混凝土强度为C25。总方量达到了34立方米,单个重量约为41吨。在锚块上设置 $\phi 25$ 吊环一个,前脚内预埋“ \angle ”形护脚,材质为 $\delta 8$ 钢板,断面尺寸结合整体锚块的尺寸进行规划,为4×4×2.5米,分布于浮码头后方两侧。

利用锚链将锚块连接之后,通过起重船将其放置在锚坑内部。搭配两个边长均为1.1米的混凝土悬垂,悬挂在靠近浮码头的一侧,和锚和链之间保持6.32米的距离。

所有的混凝土结构养护标准,均以14天为主,养护结束之后需要按规程进行强度的检测。

锚块预制工艺流程按照底胎清理放线、铺油毡原纸、支立模板、预埋件固定、模板及预埋件验收、混凝土浇筑、振捣、拆模、养护这一流程为主。其中值得注意的是底胎膜主要选择混泥土地坪,其他的模板结构和地牛浇筑所用模板一致。由于模板自重较大,在拆卸的过程中利用吊机辅助完成拆卸。锚块的预埋件包含了锚环,材质为 $\phi 72$ 圆钢,吊环,材质为 $\phi 25$ 吊环,以及 \angle 形护脚。

吊环利用烘焙加工的工艺制作而成,固定方法则选择在专用支架上固定;护脚钢板后需要焊接螺纹钢筋最大化锚固效果。所有的钢材选择以及施工方法都需要符合工程规范。

混凝土施工以及各项细节的落实与地牛施工方案相符,但其中的混凝土浇筑环节采取了阶梯式分层浇筑方式,在顶部利用二次振捣以及抹面的方法进行施工,最后还需要利用木抹子打造粗糙面,能够进一步提升锚块的密实度。锚块的养护方法为“围堰”蓄水法,和后续使用期间周边环境条件一致,能够提升使用寿命。

施工好的锚块需要运送到施工场地进行安装,本工程采用 200 吨起重船执行安装任务。安装之前需要利用挖泥船开挖锚坑,尺寸为 $4 \times 4 \times 2.5$ 米,分别位于浮码头中轴线两侧后方。锚块、悬锤的强度达到要求之后,将锚链的一端连接于锚块上,运送到锚坑,在潜水员和专业人员的指挥下安装就位,锚链的另一端需要和浮码头连接。施工需要选择风浪较小且天气晴朗的时间,避免周边环境对施工造成影响。

2.3.4 锚链结构的设计

本工程共设计了 8 根锚链,其中斜链两根、倒链两根、横链四根,直径均为 $\phi 60$,投入使用之前,需要利用水泊油实现防腐防锈处理。

2.3.5 钢撑杆、钢引桥设计

为了提升浮码头结构的安全性和稳定性,本工程设计了一座钢撑杆以及两座钢引桥。

钢撑杆的长度为 22.5 米,断面尺寸为 0.6×0.6 米,结构为箱型结构;钢引桥 1 的长度为 20 米,宽度为 2 米,采取下沉式结构,主梁的高度达到了 1 米,钢引桥 2 的长度为 21.5 米,宽度为 3.5 米,同样采取下沉式结构,主梁高度为 1.1 米。这两座钢引桥的目的在于提供日常人员通行,同时也可以发挥一部分撑杆作用。

2.4 墩台结构的改造

由于本工程涉及原有码头结构的改造,为了确保码头结构符合当前浮码头的应用需求,考虑原有防汛墙稳定性,将原有一部分墩台和防汛墙之间的砖块清除掉,通过填充混凝土的方式使其形成一个整体,

来提升结构的稳定性,也可以避免新的浮码头结构对原有地下设施造成影响。

本工程中共涉及三座墩台的改造和优化,由于在墩台之间搭设了引桥,分别和浮码头进行连接,在水面下降时,浮码头也会一同下降;当另一座独立的墩台所在的区域为水域时,也会利用撑杆和浮码头连接。在这个过程中需要注意的是,假如其中的独立墩台所处的区域为陆地,为了提升结构的稳定性,合理利用剩余的空间,在墩台的上方以及两侧搭建了平台,两侧的陆地区域,通过平台连接,这样可以结合该码头的实际情况开发出更多的区域,比如观光区、娱乐区、休息区、等候区,能够最大化空间利用价值。

与此同时,由于本码头的水下结构较为复杂,为了避免地面平台建设对地下结构以及水下结构造成影响,利用新型的混凝土锚块作为地锚来提升浮码头的稳定性。两个地锚结构分别位于浮码头中轴线两侧后方、码头落地前方的水域之下,并且和浮码头平行,在这个过程中需要合理调整浮码头和引桥之间的距离。结合实际情况进行测算,两个地锚所形成的垂直线与浮码头平行,其距离和引桥的长度比例为 115:215,可以满足日常的固定需求,也可以提升结构的稳定性;另外在夹角设计方面也需要进行优化。引桥和地锚之间的锚链夹角度数为 62° ,可以起到传递冲击力的作用。而新型的混泥土地锚也有着较强的抓地力,能够解决浮码头使用以及防汛墙结构维护等方面的矛盾,同时避免打桩带来的大量不确定因素,也可以实现成本和控制。

3 结语

本文建立在理论以及案例分析的基础上,利用地锚、锚链相结合的方式对浮码头进行固定,配合钢撑杆、引桥,能够提升稳定性和强度,适合现有水域资源以及老码头结构的改造,改造成本较低,灵活性较强,值得进行推广,也具备创新空间。

参考文献:

- [1] 郑专,魏华,于远志,等.基于土体强度理论的重力式地锚滑动稳定性研究[J].公路,2023,68(03):210-218.
- [2] 罗文文,陈刚,赵帅,等.可更换式反力地锚设计方法及力学性能试验研究[J].建筑结构,2022,52(S1):456-462.
- [3] 陆红,张校强,胡金芝,等.大型港机防风锚固系统设计[J].起重运输机械,2019(06):78-82.
- [4] 欧德彪.分析地锚在码头 PHC 管桩中的应用[J].科技与企业,2015(06):205-206,208.
- [5] 孙资舜.某货运码头水工结构设计方案比选[J].交通科技与管理,2023,04(02):53-55.