

一种适配大间隙场景的双向绑扎集装箱桥锁及桥锁组设计

黄仁富¹ 常雨润¹ 梁健帮²

1. 广州中远海运船舶技术工程有限公司 广东广州 510700; 2. 广州文船重工有限公司 广东广州 510727

DOI: 10.32629/ems.v8i4.19743

[摘要] 针对现有集装箱桥锁仅提供单一拉力、难以适配相邻集装箱大间隙工况, 进而导致运输过程中集装箱易发生晃动与移位的技术瓶颈, 本文设计了一种新型双向绑扎集装箱桥锁及配套桥锁组。该桥锁由锁杆、锁钩、顶杆及紧固件构成, 锁钩通过套环与锁杆螺纹连接以施加绑扎拉力, 顶杆通过套筒与紧固件螺纹配合以提供支撑反力, 结合反向螺纹设计实现部件间距的快速同步调节, 形成“外拉内顶”的双向绑扎结构。桥锁组通过锁钩钩扣集装箱角件、套筒紧贴角件的装配方式完成固定, 钩件与角件孔洞的适配设计保障了连接可靠性。该设计可有效适配集装箱大间隙连接需求, 显著提升集装箱运输过程中的连接稳定性与整体运输安全性。本文详细阐述了该桥锁及桥锁组的结构设计、工作原理与核心性能特性, 为集装箱运输绑扎设备的优化升级提供了可靠技术参考。

[关键词] 集装箱; 桥锁; 双向绑扎; 大间隙适配; 运输安全

一、引言

在集装箱远洋运输及船舶装载作业中, 相邻集装箱的可靠固定是保障运输安全的核心环节。桥锁作为集装箱堆码绑扎的关键核心设备, 其结构合理性与性能稳定性直接决定集装箱堆码体系的整体稳定性及货物运输安全。目前, 常规集装箱桥锁普遍采用单一拉力式结构设计, 依靠锁钩钩扣集装箱角件并施加轴向拉力实现绑扎固定。然而, 在实际装载作业中, 受装载误差、堆码精度偏差及集装箱自身尺寸公差等多重因素影响, 相邻集装箱之间常存在较大间隙, 此时传统单一拉力式桥锁因无法形成双向限位约束, 难以有效抵消船舶航行过程中产生的横向与纵向冲击力, 易引发集装箱晃动、移位甚至堆码坍塌等安全隐患, 严重威胁远洋运输作业安全与货物完好性。

为解决现有桥锁在大间隙场景下的应用缺陷, 本文提出一种新型集装箱桥锁及配套桥锁组设计方案, 通过结构优化实现拉力与支撑力的协同作用, 构建双向绑扎机制以适配大间隙集装箱连接需求, 同时简化现场调节操作流程, 提升设备的实用性与工况适应性, 为集装箱运输绑扎系统的技术升级提供可行且可靠的工程方案。

二、结构设计

2.1 集装箱桥锁整体结构

本设计的集装箱桥锁核心组成包括锁杆、两个对称布置的锁钩、顶杆及两个紧固件, 各部件协同配合构成完整的双向绑扎结构。其中, 锁杆与顶杆呈平行布置, 锁杆位于上部区域, 主要承担绑扎拉力的传递功能; 顶杆位于下部区域, 核心作用为提供反向支撑反力; 锁钩与紧固件分别对应装配于锁杆两端, 形成对称式布局, 确保桥锁工作时受力均衡, 避免局部应力集中导致部件疲劳损坏, 延长设备使用寿命。

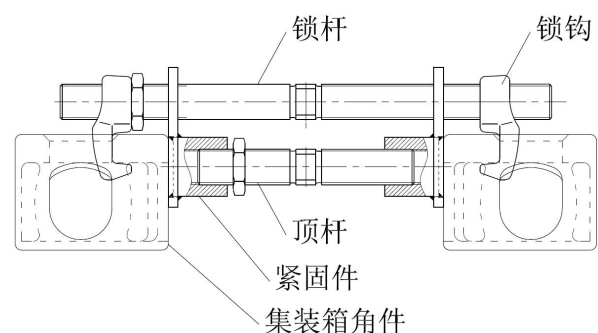


图1 整体结构图

2.2 核心部件结构设计

锁钩由套环与钩件组成, 二者采用焊接或铸造等固定连接工艺一体化成型, 可有效避免使用过程中部件间产生相对位移, 保障拉力传递的稳定性与可靠性。套环内壁加工有内螺纹, 与锁杆两端的外螺纹精准适配, 实现锁钩与锁杆的可

拆卸螺纹连接;尤为关键的是,两个套环与锁杆连接的螺合部采用反向螺纹设计,操作人员仅需旋转锁杆,即可驱动两个锁钩沿锁杆轴向同步靠近或远离,快速调整锁钩间距以适应不同工况下的集装箱间距需求。钩件采用向内弯曲的弧形结构,其外形轮廓与集装箱角件的预留孔洞精准匹配,可确保钩件紧密卡入角件孔洞内,有效防止运输过程中因振动冲击导致钩件脱出,进一步保障绑扎连接的可靠性。

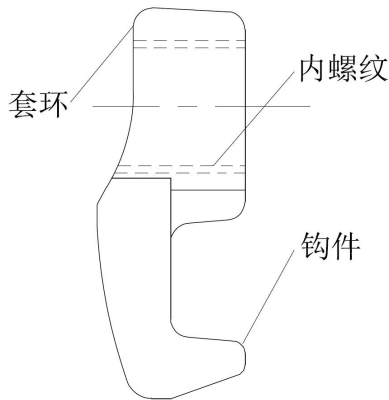


图2 锁钩结构图

紧固件由挂环与套筒构成,二者同样采用焊接工艺实现固定连接,形成一体化结构,确保支撑反力能够稳定传递至集装箱角件。挂环设计为闭合环形结构,锁杆两端分别穿设于两个挂环上部圆孔内部,使紧固件可相对锁杆进行小幅角度转动,能够灵活适配集装箱角件的安装姿态,降低现场装配精度要求,提升装配灵活性与工况适配性。套筒内壁加工有内螺纹,与顶杆两端的外螺纹精准配合,实现紧固件与顶杆的可拆卸螺纹连接;同理,两个套筒与顶杆连接的螺合部亦采用反向螺纹设计,旋转顶杆即可驱动两个套筒沿顶杆轴向同步靠近或远离,快速调节顶杆的有效支撑长度,精准适配不同尺寸的集装箱间隙,确保支撑反力有效传递。

从空间布局来看,两个锁钩的间距大于两个紧固件的间距,锁钩处于桥锁外侧位置,核心功能为钩扣集装箱角件并施加绑扎拉力;紧固件处于桥锁内侧区域,通过挂环外表面紧贴集装箱角件表面并提供支撑反力,形成“外拉内顶”的合理受力布局,实现对集装箱的双向限位约束,杜绝运输过程中的相对位移。

2.3 集装箱桥锁组结构

集装箱桥锁组以本文设计的集装箱桥锁为核心功能部

件,通过标准化装配方式形成完整的绑扎系统。装配完成后,两个锁钩的钩件分别对应钩扣于相邻两个集装箱的角件上,两个紧固件的挂环外表面分别紧密贴合于对应集装箱的角件表面,使桥锁横跨于两个集装箱之间,通过拉力与支撑力的协同作用,构建稳定的双向限位绑扎机制,实现对集装箱的可靠固定,保障堆码体系稳定。

三、工作原理

3.1 桥锁组装流程

桥锁的现场组装需遵循标准化流程,依次完成以下操作步骤:首先,将两个锁钩的套环分别旋合于锁杆两端,根据现场工况初步需求调整锁钩的初始位置;随后,将锁杆两端分别穿入两个紧固件的挂环内,使紧固件活动装配于锁杆上,保证其可灵活转动以适应角件姿态;最后,将两个紧固件的套筒分别旋合于顶杆两端,完成桥锁整体组装。组装后的桥锁各部件可灵活调节,能够适配不同尺寸的集装箱间隙场景,满足多样化装载需求。

3.2 安装与调节原理

现场安装阶段,首先将组装完成的桥锁横跨放置于相邻两个集装箱之间,使锁钩的钩件对准集装箱角件的预留孔洞;通过旋转锁杆,借助套环与锁杆的反向螺纹结构,同步调整两个锁钩的间距,使钩件紧密卡入角件孔洞内并施加预紧力,此时锁钩通过锁杆向集装箱传递绑扎拉力,实现集装箱的初步绑扎固定。

针对相邻集装箱存在较大间隙的工况,通过旋转顶杆,利用套筒与顶杆的反向螺纹结构,同步调整两个套筒的间距,使顶杆两端的套筒分别紧密贴合于相邻集装箱的角件表面并施加预紧支撑力;此时顶杆通过紧固件向集装箱传递均匀的支撑反力,与锁钩提供的绑扎拉力形成协同作用,完成对集装箱的双向绑扎固定,实现无间隙限位约束,杜绝相对晃动。

3.3 受力协同机制

运输作业过程中,本设计的桥锁可形成稳定的双向受力体系:锁钩施加的绑扎拉力能够有效限制两个集装箱相互远离的位移,可针对性抵消船舶航行过程中产生的反向冲击力;顶杆施加的支撑反力能够有效限制两个集装箱相互靠近的位移,抵消相向冲击力。同时,钩件与角件孔洞的精准适配设计、各部件的一体化固定连接结构,可确保拉力与支撑力的

稳定传递,避免受力过程中出现部件松动、脱离等问题,实现对集装箱的全方位限位约束,保障整个堆码体系的稳定性。

四、性能特性分析

4.1 大间隙适配性

与传统单一拉力式桥锁相比,本设计通过绑扎拉力与支撑反力的双向协同作用,从根本上解决了大间隙场景下集装箱无法有效固定的技术难题。锁钩间距可通过锁杆的反向螺纹结构灵活调节,顶杆的有效支撑长度可通过顶杆自身的反向螺纹结构精准调控,二者配合可适配不同尺寸的集装箱间隙,无需额外辅助固定部件,工况适用范围显著拓宽,尤其适用于间隙偏差较大的复杂装载场景,实用性更强。

4.2 操作便捷性

锁杆与顶杆的反向螺纹设计,大幅简化了现场操作流程:操作人员仅需旋转锁杆或顶杆,即可同步调节两端对应部件的位置,无需分别对单个锁钩或套筒进行逐一调节,有效降低了现场作业强度与操作难度,缩短了绑扎作业时间,显著提升了集装箱装载的绑扎效率,能够适配远洋运输大规模、高效率的装载作业需求。

4.3 连接稳定性

锁钩与紧固件的一体化固定结构,可避免部件间相对位移导致的受力不稳定问题,保障力的均匀传递;钩件与角件孔洞的精准适配设计,可确保钩扣连接的可靠性,防止振动冲击导致脱扣失效。“外拉内顶”的受力布局使集装箱整体受力均衡,有效降低了局部应力集中现象,显著减小了集装箱运输过程中的晃动、移位风险,大幅提升了连接稳定性与整体运输安全性,为货物运输提供有力保障。

4.4 通用性

紧固件的挂环与锁杆采用活动穿设配合方式,使紧固件可进行小幅角度调节,能够灵活适配不同安装姿态的集装箱角件,降低了现场装配的精度要求与作业难度;同时,锁钩间距与顶杆支撑长度的灵活调节功能,可适配不同规格集装箱的连接需求,设备通用性较强,可广泛应用于各类集装箱货轮的远洋运输绑扎作业场景,具有较好的工程应用价值。

五、结论

本文设计的新型集装箱桥锁及配套桥锁组,通过结构优化构建了拉力与支撑力协同作用的双向绑扎机制,有效解决了现有桥锁在大间隙场景下的应用缺陷。该设计采用反向螺纹结构实现部件间距的同步快速调节,操作便捷高效,大幅提升了现场作业效率;一体化固定部件与精准适配结构保障了连接牢固性与受力稳定性,避免了运输过程中的部件松动问题;“外拉内顶”的布局设计增强了设备的工况适配性,可广泛应用于各类集装箱运输场景,工程实用性突出。

该桥锁及桥锁组通过双向绑扎机制,显著提升了集装箱在大间隙场景下的连接稳定性与运输安全性,为集装箱运输绑扎设备的优化升级提供了切实可行的技术方案。后续研究可结合实际应用场景,进一步优化部件材质选型与结构尺寸参数,提升设备的耐磨损性、抗疲劳性与承载能力,拓展其在高温、高湿、强振动等极端运输环境下的应用范围,为集装箱远洋运输安全提供更全面的技术保障,推动集装箱绑扎设备向高效化、可靠化方向发展。

[参考文献]

- [1]张宏,李建明,王浩. 集装箱船舶绑扎设备优化设计与性能分析. 中国航海, 2022, 45 (2): 78-84.
- [2]刘军,陈勇. 新型双向受力集装箱桥锁的研发与试验. 机械设计与制造工程, 2023, 52 (3): 45-49.
- [3]王明强,赵丽. 集装箱运输中大间隙绑扎问题的解决方案探讨. 水运工程, 2021, (8): 132-137.
- [4]黄志华. 螺纹传动在集装箱锁紧装置中的应用研究. 机械科学与技术, 2022, 41 (5): 721-726.
- [5]中国船级社. 集装箱船舶安全配载与绑扎规范. 北京: 人民交通出版社, 2020.

作者简介: 第一作者, 黄仁富, 广州中远海运船舶技术工程有限公司 工程师、技术主管, 电子邮箱: huang.renfu@coscoshipping.com;

第二作者, 常雨润, 广州中远海运船舶技术工程有限公司 工程师、技术经理, 电子邮箱: chang.yurun@coscoshipping.com。