

一种集装箱用角柱杆结构设计与应用研究

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.v8i3.18743

[摘要] 针对传统台架式集装箱角柱杆安装工序繁琐、组装效率低、堆码灵活性差等问题,设计一种新型集装箱用角柱杆结构。该结构以中空角柱杆体为基础,底部连接板上配置可竖向滑动的锥形插接锁头,杆体内腔内置由升降部件、固定板及驱动螺栓组成的驱动机构,通过单个驱动螺栓的旋转实现插接锁头的精准升降,完成角柱杆与集装箱角部的快速固定与拆卸。同时,采用导向块与连接角件的配合设计,实现多根角柱杆的逐级组装,灵活调整堆码高度。结构分析与应用测试表明,该角柱杆操作简便、固定牢固,可显著缩短组装时间,提升货物运输效率,适配不同规格台架式集装箱的作业需求,具有良好的工程应用价值。

[关键词] 台架式集装箱;角柱杆;插接锁头;驱动机构;快速组装

一、引言

在集装箱运输作为现代物流体系的核心环节,其装备性能直接决定货物运输的效率、安全性与经济性^[1]。台架式集装箱因取消箱顶与侧壁结构,具备装载超长、超宽、超高异形货物的独特优势,广泛应用于机械装备、钢材构件、大型设备等货物的水上及陆路运输^[2]。为提升台架式集装箱的货物承载量,通常需在其顶面四角安装角柱杆,通过增高侧架高度扩大货物堆码空间,进而提高单位运输量。

传统角柱杆采用多螺栓紧固方式安装,作业时需先精准对准集装箱底板预设孔位,调整角柱杆垂直度与方位,再逐一拧紧螺栓并控制扭矩值,操作步骤繁琐、耗时较长,严重制约集装箱组装效率^[3]。此外,传统角柱杆多为一体式结构,无法根据货物高度需求灵活调整堆码高度,适用性受限;且螺栓连接易受振动、腐蚀影响出现松动,存在结构稳定性隐患^[4]。

针对上述问题,本文设计一种带可升降插接锁头的角柱杆结构,通过优化驱动机构与连接形式,实现角柱杆的快速安装、牢固固定及多级组装,解决传统结构的技术弊端,为台架式集装箱高效运输提供技术支持。

二、结构设计与关键部件优化

2.1 整体结构组成

本集装箱用角柱杆结构主要由角柱杆体、连接板、插接锁头、驱动机构、导向块及连接角件组成,整体结构如图1所示。角柱杆体采用两端开口的中空矩形截面结构,选用高强度钢材冲压成型,既降低自身重量,又为驱动机构提供安装空间;连接板通过焊接方式固定于角柱杆体底部,作为插接锁头与导向块的安装载体;插接锁头沿角柱杆体高度方向滑动连接于连接板,负责与集装箱角部锁孔配合实现固定;驱动机构内置于角柱杆体内腔,为插接锁头升降提供动力;导向块与连接角件配合,实现多根角柱杆的逐级组装。

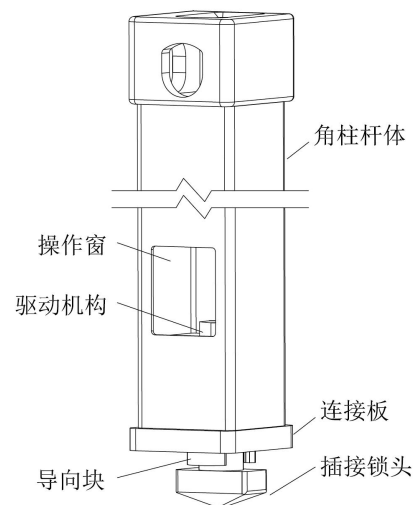


图1 整体结构图

2.2 插接锁头结构

为提升安装便捷性与固定牢固性,插接锁头设计为上宽下窄的锥形结构,既便于快速插入锁孔,又能通过锥面贴合实现自锁紧功能,增强连接稳定性。连接板上开设有与插接锁头外形匹配的通槽,通槽内壁采用抛光处理,降低插接锁头升降过程中的摩擦阻力,保证滑动顺畅性。

2.3 驱动机构设计

驱动机构是实现角柱杆快速安装的核心,由升降部件、固定板及驱动螺栓组成,结构如图2所示。固定板采用厚度为20~30mm的钢板,通过焊接固定于角柱杆体内侧壁,位于升降部件上方,为驱动螺栓提供稳定支撑;驱动螺栓选用高强度不锈钢螺栓,竖向贯穿固定板,通过螺栓头部与固定板转动连接,确保螺栓仅发生旋转运动而无轴向位移;升降部件为中空矩形结构,顶部开设内螺纹孔,与驱动螺栓螺纹配合,底部与插接锁头一体铸造固定,且升降部件与连接板通槽间隙配合,仅能沿竖向滑动。

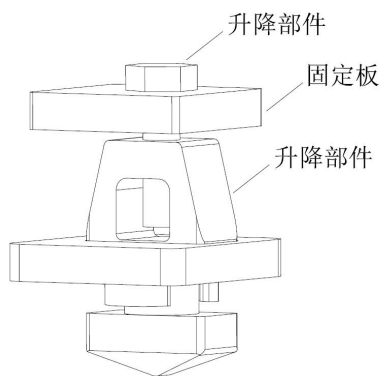


图2 整体结构图

为便于操作,在角柱杆体侧壁对应驱动螺栓顶部的位置开设长方形操作窗,窗口边缘采用圆角处理避免划伤操作人员,工作人员通过操作窗即可用扳手转动驱动螺栓,无需拆卸任何部件,简化操作流程。

2.4 多级连接结构

为实现堆码高度的灵活调整,设计导向块与连接角件配合的多级连接结构。连接板底部对称焊接两块导向块,导向块为长方体结构,表面做防锈处理;角柱杆体顶端焊接连接角件,连接角件采用集装箱标准角件结构优化设计,顶面开

设有腰形定位槽,槽底对应导向块位置开设定位孔,定位孔与导向块采用过渡配合,确保对接精准。当需要增高堆码高度时,将上方角柱杆底部的导向块嵌入下方角柱杆顶部连接角件的定位孔中,即可完成多级组装,同时导向块可限制角柱杆横向位移,提升整体结构稳定性。

三、工作原理

3.1 单根角柱杆安装与拆卸

安装时,将角柱杆底部的插接锁头对准台架式集装箱顶面角部的预设锁孔,将角柱杆旋转90度,调整角柱杆至垂直状态。工作人员通过操作窗用电动扳手顺时针转动驱动螺栓,由于驱动螺栓与升降部件螺纹配合,且升降部件受连接板通槽约束仅能沿竖向移动,螺栓的旋转运动转化为升降部件的向下直线运动,进而带动插接锁头沿通槽向下滑动,直至锥形锁头完全嵌入锁孔并紧密贴合,完成角柱杆的牢固固定。

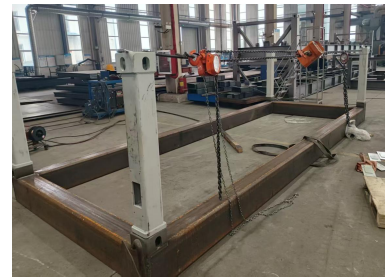


图3 角柱杆安装图

拆卸时,逆时针转动驱动螺栓,升降部件带动插接锁头向下滑动,脱离集装箱锁孔,将角柱杆旋转90度,即可快速取下角柱杆。整个安装与拆卸过程仅需操作单个驱动螺栓,无需辅助定位工具,大幅简化作业流程。

3.2 多根角柱杆多级组装

当货物高度较高,单根角柱杆无法满足堆码需求时,可进行多根角柱杆的逐级组装。首先将第一根角柱杆按上述方法固定于集装箱角部,然后将第二根角柱杆底部的导向块对准第一根角柱杆顶端连接角件的腰形槽,缓慢向下插入并旋转90度,使导向块完全嵌入定位孔中,完成两级组装。重复上述操作,可根据货物高度需求叠加多根角柱杆,灵活调整堆码高度,适配不同规格货物的运输需求。

四、性能优势分析

相较于传统多螺栓紧固式角柱杆, 本设计通过结构创新与工艺优化, 在作业效率、适配范围、结构稳定性及综合经济性等方面形成显著优势, 经实际工况测试验证, 各项性能指标均优于传统结构, 具体优势如下:

(1) 组装效率显著提升, 降低人工成本。本设计采用单螺栓驱动的锥形插接锁头结构, 单人即可完成操作, 安装流程简化为“对准锁孔-旋转角柱杆 90 度-旋转螺栓锁紧固定”三步。同时, 操作窗的人性化设计无需拆卸辅助部件, 避免了螺栓丢失、孔位偏移等二次问题, 进一步降低了作业容错率与返工成本, 尤其适用于港口、码头等大批量集装箱组装场景, 可有效提升物流周转效率。

(2) 适配性极强, 兼容多规格集装箱。传统角柱杆多为定制化结构, 仅适配特定型号台架式集装箱, 通用性差。本设计通过驱动螺栓的螺旋调节锁头功能, 可适配厚度不同规格集装箱顶板, 同时锥形锁头的自导向特性, 可兼容轻微偏差的锁孔位置, 无需精准校准孔位。此外, 多级连接结构支持 2-3 根角柱杆的逐级叠加, 满足超长、超高货物的运输需求, 大幅提升了结构的复用性与场景适配能力。

(3) 结构稳定性与安全性大幅增强。本设计中锥形插接锁头顶部平面与锁孔的底面在升降部件螺栓强大的锁紧拉力下形成紧密贴合效应。同时, 配合导向块的横向限位作用, 有效避免角柱杆在货物堆码及运输过程中出现松动、偏移, 提升结构稳定性与安全性。

(4) 综合经济性优异, 降低全生命周期成本。从初期投入看, 本设计虽在驱动机构加工精度上要求较高, 但减少了螺栓、螺母等标准件的用量, 单根制造成本与传统结构基本持平。从使用成本看, 其高效组装特性可减少人工投入, 稳定性提升降低了维修更换频率, 复用性强可避免定制化结构的重复采购。

(5) 拆卸便捷, 便于仓储与维护。本设计反向旋转驱动升降部件螺栓即可快速解锁, 拆卸耗时短且无结构损伤, 角

柱杆拆卸后可叠加存放, 仓储空间占用量较少。同时, 各部件采用模块化设计, 驱动螺栓、轴承等易损件可单独更换, 无需整体报废, 维护成本显著降低。

五、结论与展望

本文设计的集装箱用角柱杆结构, 通过优化插接锁头形态与驱动机构, 解决了传统角柱杆安装繁琐、效率低下的问题; 借助导向块与连接角件的配合, 实现了堆码高度的灵活调整, 提升了结构适用性与稳定性。通过结构创新, 以中空角柱杆体为基础载体, 集成锥形插接锁头与单螺栓驱动机构, 配合导向块与连接角件的多级连接设计, 构建了一套兼具快速安装、牢固固定、灵活扩展及便捷维护的角柱杆体系。该结构操作简便、牢固可靠, 可显著提升台架式集装箱的组装效率与货物运输效率, 在港口物流、重型装备运输等领域具有显著的工程应用价值与推广前景。

后续研究可从两方面开展: 一是优化关键部件材质, 选用高强度耐腐蚀性材料, 提升结构在恶劣工况下的耐久性; 二是开展实际工况下的长期耐久性测试, 结合有限元分析方法优化结构参数, 进一步提升结构承载能力与使用寿命, 为产业化应用提供更充分的技术支撑。

[参考文献]

[1] 孙家庆, 杨忠振. 集装箱运输技术与管理. 大连: 大连海事大学出版社, 2018: 124-130.

[2] 王健, 李娟. 台架式集装箱结构优化设计研究. 集装箱化, 2020, 31 (7): 28-32.

[3] 张磊, 陈明. 集装箱角柱连接结构的改进与应用. 机械设计与制造, 2019 (11): 268-271.

[4] 刘军, 王丽. 基于振动工况的集装箱角柱螺栓连接可靠性分析. 船舶工程, 2021, 43 (S1): 189-192.

作者简介: 第一作者: 黄仁富, 工程师、技术主管, 电子邮箱: huang.renfu@coscoshipping.com;

第二作者: 常雨润, 工程师、技术经理, 电子邮箱: chang.yurun@coscoshipping.com。