

# 集装箱起重机修复工艺分析

吕鑫

四平市特种设备检验中心

**摘要:** 本文首先概述集装箱起重机, 接下来详细阐述了某集装箱起重机的修复背景, 最后对其修复工艺技术方案做具体论述, 希望给行业内人士以借鉴和启发。

**关键词:** 集装箱起重机; 修复; 工艺

## 引言

在世界经济贸易全球化发展的背景下, 集装箱海运量大幅攀升, 推动集装箱船舶和集装箱码头向大型化发展, 码头装卸设备升级换代的步伐也随之加快。作为集装箱码头的主要装卸设备, 集装箱起重机的作业能力在很大程度上决定着集装箱码头的作业能力。我国集装箱起重机制造业经历从无到有、从小到大的发展阶段后, 当前面临着如何通过转型升级实现从大到强的难题。

## 一、集装箱起重机概述

随着现代科学技术的快速发展, 计算机自动化控制、设备故障自检、激光扫描、模糊逻辑等新技术广泛应用于集装箱起重机制造业。集装箱起重机已不再是单纯的钢结构与电气控制系统相结合的工业设备, 而是自动化和智能化程度较高的港机设备, 从而使集装箱码头装卸作业告别传统的机械时代, 进入人工智能时代。(1) 设备自动控制和管理。传统的集装箱起重机单纯执行人工作业指令, 与码头操作系统没有信息交互和传递, 完全依靠现场人员检查和反馈设备状态和故障等, 存在信息确认延迟、错误率较高等问题。第五代集装箱起重机采用先进的设备控制管理系统, 实现集装箱起重机与码头操作系统的信息交互和传递, 即: 码头操作系统向设备控制管理系统下达作业指令; 设备控制管理系统分解作业指令, 并将相应的作业指令发送给集装箱起重机管理系统; 集装箱起重机管理系统控制集装箱起重机执行作业指令, 并通过设备控制管理系统向码头操作系统反馈指令执行情况和集装箱起重机状态。(2) 远程操控辅助作业。传统的集装箱起重机作业完全依靠司机手动操控, 而第五代集装箱起重机的自动化程度较高, 其中门架小车作业完全实现自动化, 主小车作业大部分实现自动化。以主小车卸船作业为例, 主小车按照码头操作系统的指令, 自动运行至相应的集装箱上方安全高度处悬停; 码头操作系统发出人工辅助作业信号, 司机远程操控主小车完成抓箱、关锁、起升等动作; 码头操作系统发出自动作业信号, 主小车自动吊箱至中转平台并完成放箱、开锁、起升等动作。

## 二、某集装箱起重机修复背景

ZP15-L50628澳大利亚项目采用笔者公司生产的集装箱起重机, 在用户码头与一艘挖泥船相撞, 挤压海右侧大车机构。事故发生时, 集装箱起重机处于防风系统固定状态, 大车锚定装置、防风缆都与码头固定, 导致集装箱起重机结构受到破损变形。根据检测报告, 集装箱起重机需要进行的主要修复工作如下:

(1) 拆卸后上横梁及立柱下口高低差控制; (2) 返修后横梁与立柱对筋控制; (3) 下横梁角尺及直线度调整; (4) 吊臂优化。调整修复后的数据是否合格, 将直接影响后续前后大梁的对中要求以及小车轨道直线度的调整, 并最终影响集装箱起重机功能是否满足标准要求。考虑到初步修复方案中的未知因素, 并且有延误生产节点计划、提高修复成本的风险, 最终确定采用将集装箱起重机结构拆解, 放置在地面胎架上进行返修调整的方案, 具体措施为将前后大梁组件、门框结构、下横梁构件逐步拆解, 放置在地面胎架上进行低空返修操作。

## 三、修复工艺技术方案

### (一) 拆卸后上横梁及立柱下口高低差控制

为保证四处海陆侧上横梁下口修割后处于同一水平面, 以及四处海陆侧立柱下口修割后也处于同一水平面, 分别以立柱上口法兰面和下横梁法兰面为基准, 以高度尺寸为20mm划出上横梁下口、立柱下口的等高线, 并做好相应的定位标记。

### (二) 返修后横梁与立柱对筋控制

拆除前后大梁组件之前, 海陆侧上横梁下口及立柱下口需安装工艺支座与加强筋, 分别与对应的法兰面上的工艺孔进行匹配定位。为便于上横梁及立柱的修割工作, 工艺支座需高于等高线约10mm。工艺支座安装的目的是前后大梁组件返修完成重新装配后, 确保上下横梁与立柱对筋符合要求, 并且能有效控制上横梁下口以及立柱下口结构变形, 同时相应控制前后大梁组件轨道直线度变化情况。

### (三) 下横梁角尺及直线度调整

拆卸海陆侧下横梁时, 为防止大车机构倾覆, 在大平衡梁位置布置支撑胎架, 采用下横梁上的工艺吊耳拆除并吊装下横梁, 放置胎架上。将下横梁构件翻转90°, 吊至胎架上, 调整好箱梁水平, 检测下横梁构件对角线尺寸及直线度, 检测与立柱连接的法兰板和与小车连接的法兰板垂直度、扭曲度, 若超差则进行调整。下横梁返修合格后, 将大车连接支架按图纸要求安装到位, 采用工艺螺栓固定牢固, 保证法兰贴合面贴紧, 再复测下横梁水平。重新测量检验下横梁初始的各相关中心线, 保证连接支架中心与下横梁基距中心及宽度方向中心对齐, 并且测量孔的同轴度、垂直度以及左右两支座轴孔之间的平行度、轴孔与下横梁水平中心线之间的距离是否符合图纸要求, 若不符合, 则通过划线找正调整。

### (四) 吊臂优化

集装箱起重机在作业过程中会受吊臂摇摆的影响, 所以在优化设计起重机过程中, 研究专家重视吊臂减摇技术设计, 利用降低摇摆, 使运行过程中的安全性得到提高。利用系统分析表示, 电动机驱动会对起重机造成影响, 从而构成对钢丝绳的斜拉力, 利用斜拉力的优化, 使集装箱在作业过程中的摇摆得到缓解, 并且提高快速精准码放频率。所以, 在设计过程中, 根据小车在运行过程中的平行位移及垂直平面摆角, 使其设置成为广义坐标, 之后根据拉格朗日方程创建方程式。对集装箱吊重来说, 吊重越高, 摆角就会越大。利用力学方程实现显性化的处理, 通过方程对摇摆的情况, 能够得到减摇绳、摇摆绳构成的斜拉角度和吊重质量参数, 综合分析多种数据, 能够得到吊重冲击力关联方程式, 使吊重方式得到优化, 从而使其能够平稳运行。

## 结语

综上所述, 对集装箱起重机进行修复, 使其在动力使用、作业环境等方面都更加安全, 此次集装箱起重机修复工作对于后续双箱式起重机修复具有借鉴作用, 为相关工作提供了技术参考。

## 参考文献

- [1] 秦仙蓉, 张晓辉, 吴琼, 等. 基于移动载荷法和移动质量法的起重机主梁动态响应研究[J]. 机械制造, 2018, 56(12): 73-76.
- [2] 周贤德, 邱惠清. 基于位移同步的岸桥模型卷扬提升控制[J]. 机械制造, 2013, 51(6): 24-27.
- [3] 陈玮璋. 起重机械金属结构[M]. 北京: 人民交通出版社, 1986.