

关于舱内 AGV 清障车的研究与设计

王 梅, 杨学功, 李晓磊

(天津港滚装码头有限公司, 天津 300450)

摘要: 当前物流网络已经相当发达, 船方靠泊港口的选择性增多, 如果不及时解决在作业中遇到的各种问题, 很可能导致天津港整车物流的竞争力下降, 造成客户及货源流失。因此, 在滚装货类装卸过程中, 研究设计适应舱内环境的清障设备, 解决由于商品车辆自锁等自身故障造成车辆不能正常行驶装卸的问题非常重要。本文针对港口作业环境条件, 结合 AGV 现有成熟技术进行个性化设计, 通过规划系统构成, 提出了清障设备的研究与设计思路, 分析可能产生的技术难题并给予解决方案, 为港口的自动化、智能化发展做出积极贡献。

关键词: 港口; 滚装码头; 舱内; AGV; 清障设备; 故障车辆

中图分类号: TP24

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.26.039

在日常作业过程中, 由于商品车辆自锁等故障而造成车辆无法自舱内卸货等一些常见问题, 会造成作业效率下降, 影响船舶动态^[1-2]。当前物流网络已经相当发达, 船方靠泊港口的选择性增多, 在日益激烈的竞争下, 如果不及时解决作业中的各种问题, 不仅会影响船舶的靠港选择、卸货码头等计划, 甚至会造成客户和货源流失, 以及竞争优势的下降。

因此, 研究和制造适用于舱内作业环境的清障车辆迫在眉睫, 这不仅可以提高接卸能力, 保障船舶航线的稳定发展, 还可以提升企业专业化作业的综合实力和行业影响力, 满足不断发展的客户需求, 为企业可持续高质量发展奠定基础^[3]。

1 当前货运滚装船舱内清障工作存在的问题

1.1 效率问题

货运滚装船舱内的高度一般在 1900mm, 舱内地面有固定孔或 5mm 高度地铃, 舱内上下坡的坡度为 12° 以下。除了复杂的地面环境, 舱内车与车之间的距离狭小, 车辆型号复杂多样^[4]。

设计 AGV 时, 不宜把车抬高过多, 否则会影响车顶的通行。舱内上坡、下坡的拐弯半径需控制在 7m 以内, 半径过大则无法通过舱内层之间的过渡。AGV 清障车在舱内要适应地铃的阻碍, 轮子不能陷入地洞和地铃障碍, 影响通行^[5-6]。

1.2 安全问题

目前, 货运滚装船舱内的清洁工作普遍使用挪车神器, 即把汽车 4 个轮子抬起来, 然后推动牵引故障车。使用此种清障方法的缺点很多, 车辆在挪车神器的顶升下, 故障车的 4 个轮子处于自由状态, 不受控, 特别容易产生自由滑动, 出现侧滑和跑偏等故障, 造成极大的安全隐患^[8]。同时, 占用人工较多, 如操作人员评估失误, 会出现诸多不可控的危险源。全程使用人工, 无法

实现专业化的操作, 操作的不专业也会造成重复性劳动。

2 货运滚装船舱内清障工作的优化

2.1 提高智能化水平

目前, 我国智能化高速发展, 制作 AGV 的机械材料、动力系统、能源容量都达到一个崭新的高度。可以将 AGV 清障车的开发看作一个集成自动化的过程, 电控系统采用目前比较成熟的 plc 及电推杆, 能够达到顶升 3T 车辆的能力。

2.2 节能降耗

本项目的开发充分考虑了绿色能源的环保要求, 整个动力系统采用纯电的驱动方式, 不会对舱内外的环境造成任何影响, 而且电池系统采用车载可回收电池组件, 也为将来的维护和维修提供了便利^[9]。

2.3 重视后期维护

在设计中充分考虑易维护性, 在软件设计中增加了日志系统。通过完善的日志, 可查看整个系统的工作状况和使用状态。

3 货运滚装船舱内清障工作的优化设计方案

综合分析后确认研发方向, 同时为了使设备更加自动化、安全和稳定, 规划系统的构成包括 AGV 顶升车、托盘车及牵引车三个部分。

3.1 AGV 顶升车的智能优化方案

(1) AGV 顶升车作用

故障车首先要顶升到一定高度, 顶升过程中不能造成轮胎滑动, 只能让顶升工具相对轮胎滚动。在整个顶升过程中, 故障车的车轮保持相对静止, 满足顶升移动时车辆不受损伤的要求。

(2) AGV 顶升车作业原理及选型要求

设计子母抬高 AGV，自动钻到故障车下，把故障车定位抬升、移载。在 AGV 运行参数中，故障车的抬高高度为 4cm。为了满足高度限制要求，采用分布式设计理念，即通过升高 AGV 将车抬高，再利用 AGV 通行能力，把车装载到托盘上，装载完成与母车实现分离的模式。为了满足通过性的要求，母车采用实心轮胎驱动方式。

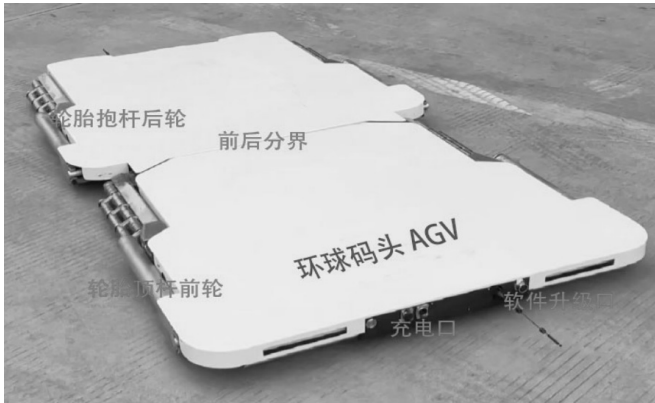


图 1 AGV 顶升车示意图

3.2 托盘车的性能优化设计方案

(1) 托盘车作用

舱内复杂的地面环境不允许 AGV 顶升车顺利工作，为此，专门设计托盘车来承载故障车及 AGV 小车的移动工作。托盘车的作用就是托运故障车。

(2) 托盘车作业原理

托盘车绑定顶升好的故障车，让牵引车拖动托盘车。AGV 连同故障车，由托盘车承运，避免了 AGV 直接与复杂环境对应，从舱内到陆地的运输移动工作完全由托盘车完成。托盘车必须有良好的通过性和对轮胎的无损绑扎功能。

托盘车整体采用高强度钢板与方管结构设计，运动轮胎采用成熟的实心叉车轮胎，轮胎的升降采用大力液压动力源。轮胎的升降带动托盘上升和下降，实现了托盘车尾部下沉，接驳顶升 AGV 小升车上下车。

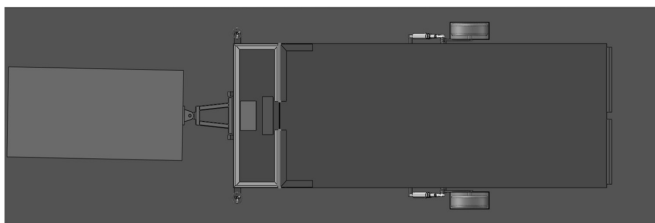


图 2 托盘车示意图

在研究的过程中考虑到，如果托盘车经过优化，可以在没有顶升车的情况下实现故障车的上车。托盘车的两侧装有被动滚筒线，滚筒线的尺寸刚好兼容常规最大车型和最小车型的轮胎宽度。滚筒的特点就是，在自行滚动的同时具备相当的承

重能力，在不方便使用顶升车的情况下，可以将托盘车放平，用托盘车的绞盘拖动故障车沿着滚筒线上车。在故障车牵引的过程中，因为滚筒的辅助作用，能够让轮胎不受损伤。这样的设计弥补了 AGV 顶升车的不足，实现安全人工辅助挪车。捆绑网兜牢牢抱住轮胎，捆绑带子用拉紧器牢牢固定在托盘车上，可以实现故障车的牢固绑扎。

3.3 牵引车的优化设计方案

(1) 牵引车作用

为了把托盘车和故障车挪动到指定位置，牵引车采用防滑实心轮胎的形式，动力采用磷酸铁锂电池，车辆可以满足人员驾驶的要求。

(2) 牵引车作业原理及设计要点

牵引车部分是清障系统的整个动力部分，车辆动力要足够牵引 4T 的载重爬 12° 的坡，牵引中不能出现甩尾和侧移现象，牵引车的挂点要有脱钩保护措施。在设计过程中重点考虑牵引力及车头配重问题，为此，牵引车设计牵引力 15T。另外，在车头部位增加至少 2T 的配重，为了适应舱内的高度限制，牵引车驾驶员驾驶高度应低于 1700mm^[11]。

顶升 AGV 在船舱内活动时，为适应复杂的通过性，降低设计难度，顶升 AGV 的通过性采用人工辅助的形式，对清障工作进行合理的分工，以人工辅助创造条件，让顶升 AGV 车去适应复杂的通过性。牵引车在下坡时有漂移的可能性，采用降低行驶速度、托盘车轮胎加宽增大摩擦力的方式，可以防止漂移的发生。

托盘车不仅承担将 AGV 移载进船舱顶升故障车移走的工作，还承担了 AGV 小车的移载及运输工作。在设计过程中，充分考虑托盘车与子车 AGV 的对接和绑定功能，方便 AGV 子车本身的对接与脱离^[12]。牵引车采用人工驾驶控制的方式，方便快速移载，而托盘车本身具备牵引和捆绑轮胎的机构，方便人员操作。

3.4 人工辅助设计方案

顶升 AGV 在船舱内活动时由于舱内环境复杂，可以通过车底部铺设跑道的办法适应舱内复杂环境。在极特殊的复杂环境中，还可以通过人工辅助形式，使用手工辅助工具把故障车顶升起来，利用安装在托盘车上的电动绞盘，把顶升好的故障车牵引到托盘车上绑扎后再移动，以便在复杂环境下达成工作目标。

4 清障设备检验标准

由于研制的清障车属于非标设备，制定检验标准非常必要，这是确保可安全投入使用的基础条件。

表1 AGV顶升车详细参数

参数名称	技术参数	备注
AGV长*宽*高	2200mm*1100mm*115mm	空载的尺寸
AGV自重量	500kg	
AGV小车运行通道宽度	23000mm	直线宽度
负载能力	3T	不含有设备自己重量
搬运最大车宽度	2000mm	被搬运的车辆宽度不能超过2m, 过宽则不适合通道运输和顶升
AGV搬运最大车长	5.5m	适合宝马7系列
搬运大车高度	2500mm	要根据实际的车舱高度来确定
搬运最大的轴距	3000mm	宝马汽车7系列
搬运最小轴距	1800mm	适合smart系列
最小离地间隙	110mm左右	搬运车最小离地间隙
车辆定位精度	正负15mm	定位自汽车停放地
AGV最高行驶速度	1.0m/s	
举升高度	30mm	抬举车辆离开地面
爬坡能力	14.13%	满载爬坡能力
AGV续航能力	30min	室温20℃情况下(容量有所扩充)
电池类型	48V磷酸铁锂电池	磷酸铁锂电池

性能功能检验:(1) 打开设备, 并对信号灯、压力表、控制面板位置等基本信息进行核检;(2) 测试运动部分, 即气动部分、电动部分工作是否正常;(3) 检查并测试工作位置装夹合理性。

其他检验:(1) 设备是否满足技术参数要求;(2) 设备结构是否合理, 包括但不局限于运动控制时是否互相干涉、伺服电机输出是否匹配、结构是否存在刚性风险等;(3) 安全性考核, 如在突然断电的情况下, 设备所有运动模块能否立即停止运动, 避免伤害操作人员; 设备工作时, 操作人员进入危险区域, 有无对应的安全措施。

5 结语

综上所述, 本项目研制完成后, 利用顶升AGV的形式清理故障车, 能满足所有不带地铃的舱内故障车。对于带地铃的舱内环境, 采用拖动故障车加托盘辊道辅助的手段可以满足大部分的需求。运用本项目研发的清障设备, 将提高码头的装卸效率, 减少船舶在港时间, 更大程度地满足客户需求, 为客户提供更加优质的服务, 突破行业的技术瓶颈, 提升企业在行业中的竞争力, 为港口的自动化、智能化发展做出积极贡献。为了适应滚装运输领域的新形势新要求, 我们将不断深化滚装码头作业系统智能化建设水平, 适应当前的信息和智能技术并加强对其的应用, 努力实现码头整体智能技术改革, 推动智慧港口建设向着成为行业领导者的目标大步迈进。

参考文献:

- [1] 陈兵, 郭永恒, 刘昌, 等. 基于实例和规则的清障救援车配置方法研究[J]. 计算机仿真, 2021, 38(11): 94-101.
- [2] 邓广, 廖琼章, 莫寿生. 基于多AGV联合搬运系统的应用与研究[J]. 装备制造技术, 2020, (12): 45-47.
- [3] 钟敏. 清障车底盘结构设计与分析[D]. 湖南: 湘潭大学, 2012.
- [4] 魏玉宏, 刘小艳, 林园园, 等. 一种用于纯电动车辆应急救援的专用车设计[J]. 专用汽车, 2020, (07): 84-88.
- [5] 韩健睿, 时光, 吕世霞, 等. 一种智能AGV小车工装系统设计研究[J]. 科技创新与应用, 2021, (07): 105-106.
- [6] 何新. 乘用车制造企业停车场导入AGV的可行性分析[J]. 物流技术与应用, 2021, (01): 104-107.
- [7] 唐先军, 李国臣, 陈俊超. 试析智能化的物流搬运AGV机器人[J]. 科技创新导报, 2020, (04): 94, 96.
- [8] 张继华. 智能化物流搬运机器人(AGV)的探讨[J]. 科学与技术, 2021, (05): 25-26.
- [9] 刘加勇, 李辉. 破障清理车的设计[J]. 新技术新工艺, 2018, (08): 22-25.
- [10] 魏敏, 魏来. 新型电动叉车整车性能检测方法研究[J]. 新技术新工艺, 2020, (03): 72-76.

作者简介: 王梅(1982-), 女, 天津人, 中级经济师, 硕士研究生, 主要从事工程科技研究。