

涂装车间滑橇堆垛机可靠性研究

裴一庆, 黄锐, 许能才, 王兵, 刘立飞, 陈睿
(合众新能源汽车股份有限公司, 浙江桐乡 314500)

摘要: 涂装车间滑橇承担着车身和零部件在生产过程中的转运功能, 一条年产 10 万辆产能的涂装生产线滑橇数量将近 300 台, 转接后的空滑橇如果铺展开来, 将占用很大的车间建筑面积, 对车间建设造价和空间利用率造成巨大浪费。为了提高车间空间利用率, 减少空滑橇占用面积, 使生产高效有序运转, 将空滑橇堆叠存放转运就显得尤为重要。本文主要对滑橇堆拆垛机的结构、工作原理及日常维护进行研究。

关键词: 涂装; 滑橇; 利用率; 堆垛; 拆垛

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2024)03-0056-03

Reliability Research on Skid Stacker in Painting Shop

PEI Yi-qing, HUANG Rui, XU Neng-cai, WANG Bing, LIU Li-fei, CHEN Rui
(Hozon New Energy Vehicles Co., Ltd., Tongxiang 314500, Zhejiang, China)

Abstract: The skid in the painting shop undertakes the transfer function of body and parts in the production process. A painting shop with a capacity of 100 000 has nearly 300 skids, if the transferred empty skid is spread out, it will occupy a large area of the workshop building, which will cause a huge waste of the construction cost and space utilization rate of the workshop. In order to improve the space and area utilization of the workshop, reduce the area occupied by the empty skid, and make the production run efficiently and orderly, it is particularly important to stack and transport the empty skids. This article mainly studies the structure, working principle and daily maintenance of the skid stacking and destacking machine.

Key words: painting; skid; utilization; stacking; destacking

0 引言

目前, 国内涂装车间的地面机械化转运通常采用辊床滑橇输送形式, 辊床滑橇输送相较于积放式 IMC 输送具有产线布置简洁、运行稳定、柔性化高、故障率低、噪音小、便于维护等诸多优点。为了减少车间建筑面积, 降低厂房建筑投资成本, 提高车间空间利用率, 滑橇的存储采用堆拆垛的型式则显得尤为重要。拆堆垛机指的是两种设备(堆垛机和拆垛机), 堆垛机负责将单层滑橇堆积存放, 拆垛机负责将多层滑橇分离释放。其结构和动作均相同, 只是功能和控制逻辑

相反, 因此, 以下内容只针对堆垛机的结构及可靠性进行分析。

1 堆垛机主要构成

滑橇堆垛机是生产过程中的一种重要辅助设备, 实现滑橇的堆拆垛, 单靠堆拆垛机是无法完成需求功能的, 整个系统是由堆垛机、升降系统、辊床输送系统、滑橇定位系统、电气检测系统等配合使用, 具体结构如图 1 所示。

1.1 堆垛机构

堆垛机构主要由机架、支撑叉驱动电机、支撑叉驱动曲柄连杆机构、支撑叉以及到位监测开关(接近开关)等主要部分组成, 详见图 2。机架主要由型钢焊接完成, 通过连接板和地脚螺栓固定在地面上, 为了保证机架的结构强度和稳定性, 在机架两根立柱间连接一

收稿日期: 2023-01-10

作者简介: 裴一庆(1985—), 男, 本科, 工程师, 主要从事汽车涂装工艺设备规划建设。E-mail: 18731920565@163.com。

根型钢横梁来增加其结构强度和稳定性。支撑叉驱动电机采用工频电机,固定在机架横梁上,通过接触器和继电器控制电机的正反转,通过固定在电机转子上的

曲柄连杆机构,带动支撑叉 0°~90°的转动,实现支撑托举和释放归零的动作切换。支撑叉支撑托举和释放归零到位情况通过到位接近开关精确控制反馈。

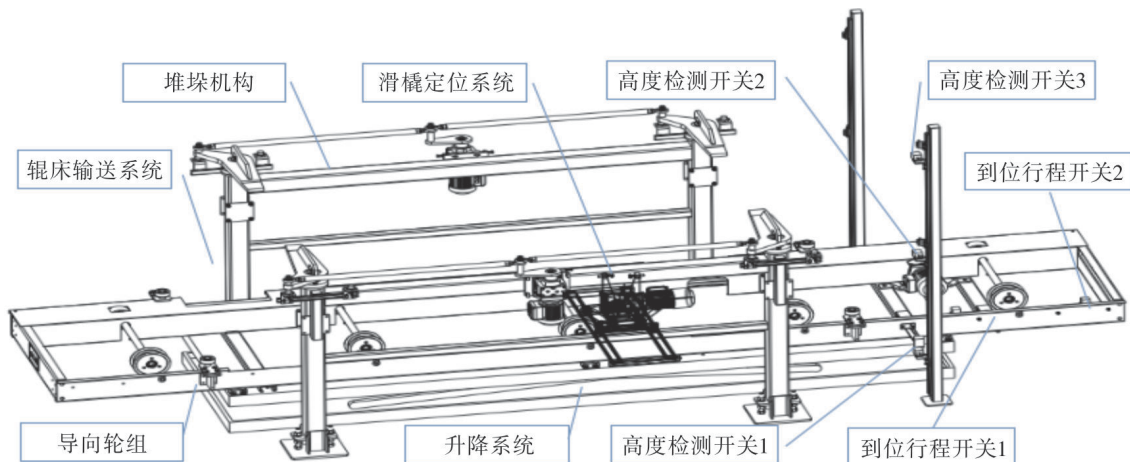


图1 堆垛系统结构

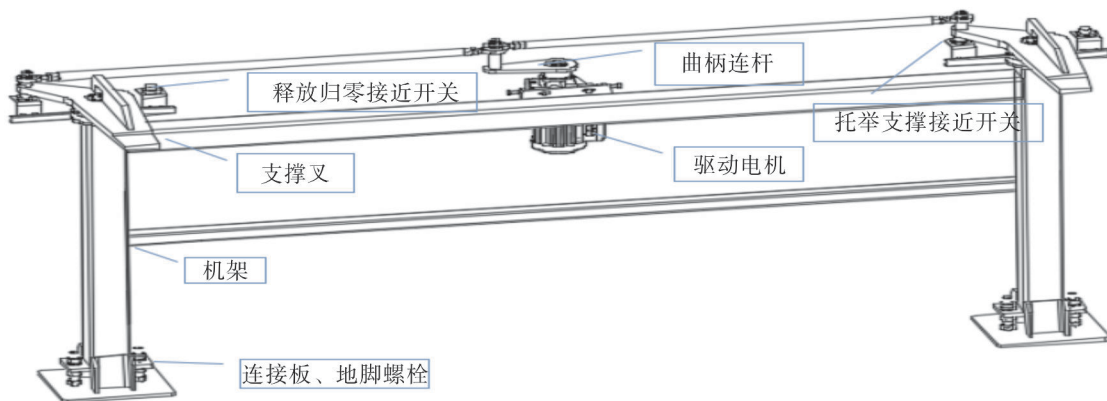


图2 堆垛机构

1.2 堆垛机构辅助系统

辊床输送系统、滑橇定位系统以及升降系统起着堆垛功能实现的重要辅助作用,承担着将来件滑橇输送到位、精确定位和高度举升的功能。辊床输送系统由标准辊床、导向轮组和橇体到位检测组成,标准辊床负责滑橇的转接输送,导向轮组负责滑橇的导入及平行运行,到位检测负责检测滑橇输送位置、反馈控制程序、调节辊床输送速度、停止以及滑橇定位系统的执行;滑橇定位系统由夹紧装置、驱动气缸或电机、夹紧及释放检测开关组成,夹紧机构由金属臂和聚氨酯块组成,起到滑橇定位位置一致的作用;驱动电机为夹紧臂的驱动机构,在驱动机构的作用下,主从动夹紧臂在齿轮啮合作用下绕齿轮中心轴旋转执行夹紧和释放动作,夹紧和释放可行性由检测开关进行反馈防错;辊床输送系统和滑橇定位系统固定在升降系统平台结构

上,升降系统由剪式升降机、高度检测开关组成,升降机负责将滑橇举升到托臂可托举高度然后下降释放,堆垛高度方向设置高度检测开关,对升降机举升高度进行信号反馈,保证堆垛安全性和合理性。

2 系统工作原理

滑橇来件后通过输送到位行程开关1后,驱动输送电机进行变频调速控制,降低输送;滑橇通过输送到位行程开关2后,驱动输送电机停止运转,电气控制程序传递给滑橇定位夹紧机构执行信号,夹紧驱动执行机构通过联轴器带动主动齿轮转动,主动齿轮通过啮合带动从动齿轮同步转动,保证主/从动两侧夹紧臂转动角度一致,夹紧臂转动角度通过接近开关进行反馈提供安全防护,防止控制程序失控导致夹紧臂过度加紧折断或电机扭矩阻力过大烧毁夹紧电机线圈。

高度检测开关1监测到滑橇后,通过程序控制支

撑叉驱动电机转动,带动支撑叉转动至滑橇平行方向。支撑叉转动至平行后,剪式升降机带动夹紧后的橇体执行上升动作,待滑橇升至高度检测开关 2 时,升降机停止上升动作,支撑叉转动 90°摆至与橇体垂直状态后,夹紧臂通过啮合齿轮的转动打开,夹紧臂打开后升降机下降,使第一层滑橇落至支撑叉上保持托举状态。

高度检测开关 2 的优先级高于高度检测开关 1,当高度检测开关 2 检测到有滑橇存在处于托举状态时,即使高度检测开关 1 检测到有滑橇到位,支撑叉也不会执行从垂直滑橇状态转至平行于滑橇状态的命令。当第二层滑橇与第一层堆叠后继续顶升第一层滑橇至离开高度检测开关 2 的检测范围后,支撑叉摆至与滑橇平行状态,释放归零接近开关反馈到位安全信号,防止未完全释放归零导致滑橇上升过程中与支撑叉干涉;当第二层滑橇上升至高度检测开关 2 检测范围后,支撑叉重新回到与滑橇垂直状态,托举支撑接近开关反馈到位安全信号,防止支撑叉未完全到位托举导致滑橇掉落;夹紧臂通过啮合齿轮的转动打开,夹紧臂打开后升降机下降,使第二层滑橇落至支撑叉上保持托举状态,完成 2 层堆垛任务。

第三层滑橇堆垛原理与第二层类似,主要依靠高度检测开关 3 进行执行动作的优先级控制,当第三层滑橇与第二层、第一层滑橇堆叠后继续顶升至第一层滑橇至离开检测开关 3 的检测范围后,支撑叉摆至与滑橇平行状态,完成 3 层堆垛任务;此时剪式升降机执行下降动作,回落至转接辊床高度,滑橇夹紧机构打开,将三层堆垛后的滑橇转运输出,完成堆垛的一个完整循环。

3 结构强度、刚度分析

支撑叉作为堆垛机构的主要受力构件,其所承受的压力主要来自堆垛后滑橇重量的均布载荷,支撑叉结构件和加强筋板板厚规格选取对堆垛机构的强度和刚度起着至关重要的作用,支撑叉选取厚度为 30 mm 碳钢材料、加强筋板选取厚度为 20 mm 碳钢材料。设定堆垛后滑橇总重量为 G ,则每个支撑臂上均匀分摊 1/4 重量,静载压力为 $F=G/4$ 。

堆垛后的滑橇在支撑叉上处于静止状态,但升降过程中存在加速运行的工况,因此仅对结构进行静态载荷受力分析时需考虑一定的安全系数,通过三维设计软件 SolidWorks 中的 simulation 模块对堆垛机构的支撑叉和机架立柱单独进行受力分析,通过不同颜色状态来显示结构件强度和刚度是否够满足使用要求。单只滑橇的重量一般约为 300 kgf,三层堆垛后的总重量 $G=900$ kgf,堆垛后的总装量静态均匀分布于前后 4 只支撑叉上,因此 $F=G/4=225$ kgf,取安全系数 1.2,压

力 F 按照 270 kgf 约 2 700 N 计算。

应力为每个计算节点在外力载荷下内部所承受的力,一旦应力达到屈服强度极限,材料便会在外力的作用下发生断裂;应变为应力的等量变化量,是指每个计算点在外力的载荷下相对邻节点的偏移量,是变形量和原尺寸数据的比值,分析结果见图 3。

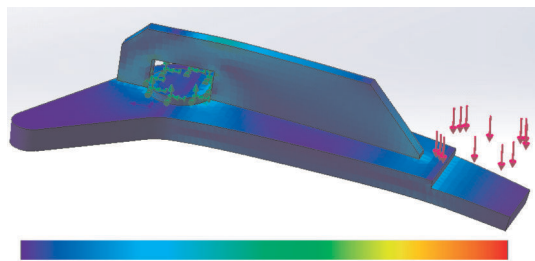


图 3 应力/应变分析图谱

应力/应变图谱根据颜色定义不同的变化情况,从蓝色到红色的变化趋势表示应力/应变的变化加剧,变化区间数据见表 1。

表 1 应力应变变化趋势

区域颜色	应力区间/(N·m ⁻²) ^①	应变 ϵ	备注
蓝色	2.504×10 ⁷ ~3.327×10 ⁷	1.690×10 ⁻⁹ ~1.005×10 ⁻⁴	合格
绿色	3.327×10 ⁷ ~7.485×10 ⁷	1.005×10 ⁻⁴ ~2.262×10 ⁻⁴	合格
黄色	7.485×10 ⁷ ~8.317×10 ⁷	2.262×10 ⁻⁴ ~2.513×10 ⁻⁴	合格
红色	8.317×10 ⁷ ~9.980×10 ⁷	2.513×10 ⁻⁴ ~3.016×10 ⁻⁴	不合格

注:①屈服力为 2.206 × 10⁸ N/m²。

从图 3 和表 1 可以看出,支撑叉和加强筋的材料、厚度选取完全可以满足安全使用要求,应力、应变的变化趋势基本一致,主要集中在支撑叉材料厚度变化切面、加强筋板连接处以及固定约束位置,蓝色、绿色和黄色变化区域为设计合格状态,红色区域为应力和应变达到设计警戒值,如果分析图谱中出现红色区域,则需要对材料或规格进行补强优化。

4 结语

滑橇堆垛机的形式多种多样,有堆垛机构附带升降功能的,也有堆垛机构通过其他升降功能的设备辅助实现堆垛功能的,不论哪种形式的堆垛机,在实现堆垛过程的安全性和可靠性是至关重要的。而实现堆垛功能的安全性主要体现在两大方面,一是设计安全考虑,二是平时的安全维护。

设计安全主要考虑结构的稳定性和承载性以及动作实现的可靠性,稳定性和承载性主要采用机构的受力分析,通过应力/应变图谱来实际反(下转第 62 页)