

桥式抓斗卸船机拖绳小车系统优化改造

张京

(沧州黄骅港矿石港务有限公司 河北 沧州 061113)

摘要: 桥式抓斗卸船机主要应用于散货码头卸船作业, 由于其具有较高的作业效率, 目前已成为国内外各大型散货码头的主要接卸设备, 桥式抓斗卸船机的生产能力主要取决于抓斗的运行效率, 而拖绳小车作为确保抓斗运行的重要机构, 其主要部件的使用寿命、安全可靠性的直接影响整机的性能。

关键词: 桥式抓斗卸船机; 优化改造; 安全问题; 节约成本

1 概述

沧州黄骅港矿石码头一期2个泊位6台桥式抓斗卸船机由大连华锐重工集团有限公司设计制造。该机额定起升质量为65t, 单机额定效率为2750t/h。桥式抓斗卸船机主要由大车机构、料水机构、起升机构、开闭机构、小车机构、俯仰机构组成。小车机构具有很重要的作用, 其主要功能是完成抓斗从船舱位置到料斗位置的运动, 包括防止钢丝绳过渡下垂, 其是高速运转的机构, 配合起升开闭机构动作。

小车系统是由主小车、前拖绳小车、中拖绳小车、后拖绳小车以及钢丝绳张紧装置组成, 中拖绳小车的行程是主小车行程的2/3, 其作用是减小起升和开闭绳的垂度, 确保主小车定位准确和抓斗的正常打开。张紧装置使拖绳小车正常运行, 当臂架俯仰时可对拖绳小车钢丝绳的变化量进行补偿。

三个拖绳小车分别为前拖绳小车、中拖绳小车、后拖绳小车。前拖绳小车位于主小车的前面, 中拖绳小车和后拖绳小车位于主小车的后面(海侧为前)。拖绳小车系统的动力主要来源于主小车, 通过钢丝绳牵引来实现小车的运动。

由于小车系统在作业过程中, 一直高速运转, 滑轮与牵引钢丝绳在钢丝绳张力的作用下转动摩擦, 滑轮和钢丝绳均为耗损部件。不过, 在实际作业过程中发现, 滑轮和钢丝绳损坏过快, 在排除滑轮和钢丝绳质量问题后, 损坏频次依旧很高。由于小车机构牵扯部件过多、布置范围较广, 滑轮轮槽磨损程度日常检测不易检查, 近年来时常出现滑轮过度磨损导致轮槽磨漏和轮缘断裂的情况, 且由于小车系统维修空间狭小、维修不易、损坏后故障停机时间较长, 情况严重时, 滑轮轮缘断裂导致牵引钢丝绳跳槽卡断, 车体自由不受约束, 造成严重设备损伤和安全隐患。再者, 牵引钢丝绳在正常作业过程中, 存在意外钩挂断丝或绳头脱开的风险, 出现这种

情况后, 同样会出现小车车体失去约束的情况, 并且正常作业过程中, 司机注意力在在船舱舱内, 断绳后司机不易察觉, 继续高速动车极易造成小车间碰撞, 造成严重机损和安全事故。由于小车系统故障和维修状态下不能俯仰大臂, 影响船舶走靠, 制约公司生产进度, 所以拖绳小车系统的稳定性直接决定了抓斗的运行稳定, 进而直接影响卸船机整机的作业效率和设备安全。小车拖绳系统的安全、高效、稳定严重影响大机工作效率和设备安全, 因此对小车拖绳系统的改造优化势在必行。

2 主要存在问题

(1) 小车运行时, 主小车在铰点(轨道接头)附近减速, 中拖绳小车往返运动过铰点时存在跳动, 长期周期往复运动以及钢丝绳弹跳冲击造成中拖绳小车的车轮轴肩处出现裂纹, 存在车轮轴断裂造成拖绳小车车轮掉落或小车脱轨。

(2) 中拖绳小车在跑偏过程中以及滑轮倾斜布置, 造成牵引绳与滑轮牵引绳滑轮轮缘磨损以及小车牵引钢丝绳磨损严重。

(3) 高速运转过程中钢丝绳如果损坏断裂, 小车失去控制, 容易发生碰撞, 并且断绳司机察觉较为滞后, 存在很大安全隐患。

3 优化改造方案

3.1 对车轮轴的改造

中拖绳小车在主小车轨道铰点处跳动, 车轮轴存在断裂隐患问题做如下改造。

第一, 轨道铰点橡胶垫板更换为钢垫板。原有轨道铰点下部垫板为胶垫板, 主小车、中拖绳小车经过铰点时小车对轨道造成冲击, 由于下部是橡胶垫板, 造成拖绳小车跳动, 长此以往冲击造成中拖绳小车车轮轴断裂; 更换为钢垫板, 小车运行过铰点更加平稳, 有效减少小车跳动问题。

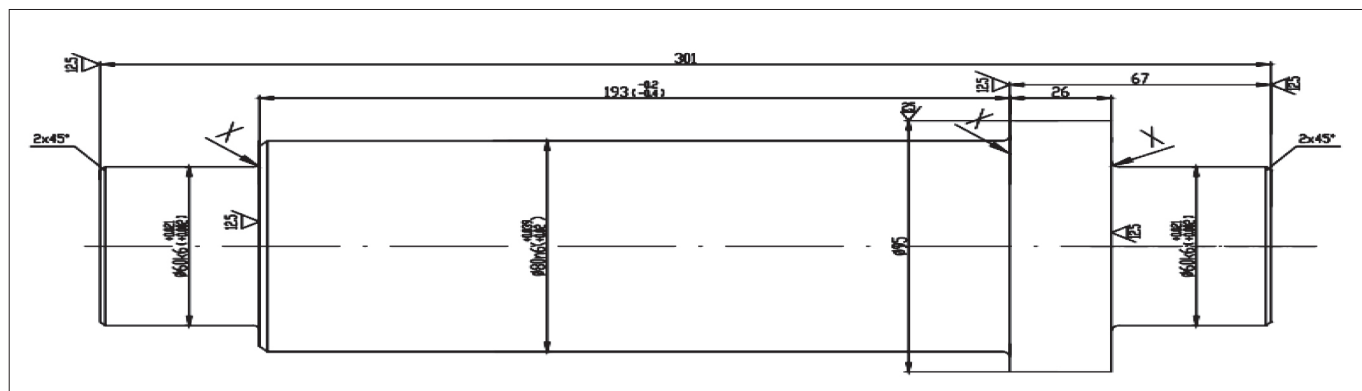


图4 改造后的车轮轴

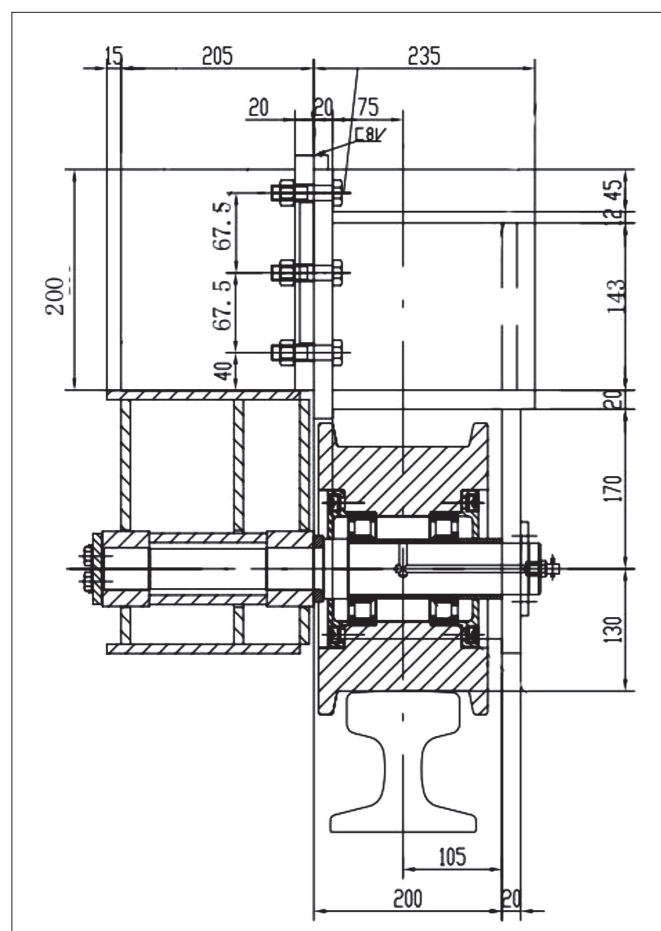


图5 改造后前后拖绳小车轮结构

现对小车系统牵引绳滑轮进行改造,改牵引绳滑轮倾斜与小车车轮轴垂直,同时增大滑轮直径滑轮直径由原来的 $D=355\text{mm}$ 改为 $D=500\text{mm}$,防止钢丝绳因垂度过大以及钢丝绳弹跳缠绕打结,造成运行过程中钢丝绳拉断。采用垂直的滑轮布置相对滑轮不垂直布置如图6所示,有效减小小车跑偏时造成的牵引绳与滑轮的夹角,减少钢丝绳的磨损。

增大牵引绳滑轮绳槽直径,滑轮的绳槽直径由 $R8.5$ 改为 $R10$,增加钢丝绳直径,钢丝绳型号由 $6 \times 19\text{W}+\text{FC}-14-1770$ 更改为 $6 \times 36\text{WS}+\text{IWRC}-18-1770$ 增,原有钢丝

绳由为麻芯导致钢丝绳容易疲劳断丝断股,现更改为钢芯增加了钢丝绳的强度,延长钢丝绳的使用寿命,降低故障率,进一步提高严卸船机的实际作业效率。

3.2.2 为牵引绳安装安全绳

为四根拖绳小车牵引绳分别安装安全绳,为了防止牵引钢丝绳突然断裂,造成拖绳小车运动状态无法控制、小车间距变化引起的车体碰撞。根据拖绳小车钢丝绳缠绕和滑轮的布局,海侧 200m 牵引钢丝绳、 220m 牵引钢丝绳以及 370m 张紧钢丝绳选定在大臂头部改向滑轮位置安装安全绳,陆侧 200m 牵引钢丝绳选定在大梁尾部改向滑轮位置安装安全绳。由于该处臂架两侧改向滑轮之间的钢丝绳在小车运行过程中保持不动,所以在两侧滑轮底座上安装楔型绳套、穿安全绳,分别将各自安全绳与牵引绳用钢丝绳夹在大臂中线位置连接固定。由于牵引绳在各小车的钢丝绳缠绕以及滑轮布置均是以大臂中线为轴对称布置,如果发生牵引钢丝绳某处断绳,该侧钢丝绳卸劲松弛,对侧钢丝绳通过小车牵引绷直安全绳,固定小车,避免了断绳后车体两侧均失去约束,车体自由导致的碰撞情况。

3.2.3 安装断绳检测限位

小车牵引系统安装安全绳后,断绳后小车能够保证随车继续运行,但若作业过程中断绳未被及时发现,小车仍长时间高速运行,断绳的小车车体单侧受力运动,小车姿态无法保证,严重时车体倾斜可能导致反滚轮或防翻钩卡滞在大梁内侧,车体卡死,再次造成设备损伤,存在安全隐患。考虑到安全绳安装时与牵引绳均存在一定夹角,且安全绳不是完全绷直,留有一定余量,当断绳后安全绳绷直时绳子有一定行程,可利用这段安全绳的行程触发限位做故障停机,从而起到断绳检测停机的作用。选用胶套式接近传感器作为检测限位,在大臂头部和大梁尾部两侧滑轮底座上分别各安装一个检测限位,选用 $\phi 4\text{mm}$ 的细钢丝绳分别在各个牵引绳与安全绳中间绳夹加紧位置连接卡死,向两侧分别引出绳头与对应侧的胶套感应器的钢丝连接并绷直卡死。当任何一根任意一侧断绳后,安全绳作用绷直,中间绳夹向未断侧移动,此时紧固在此位置的细

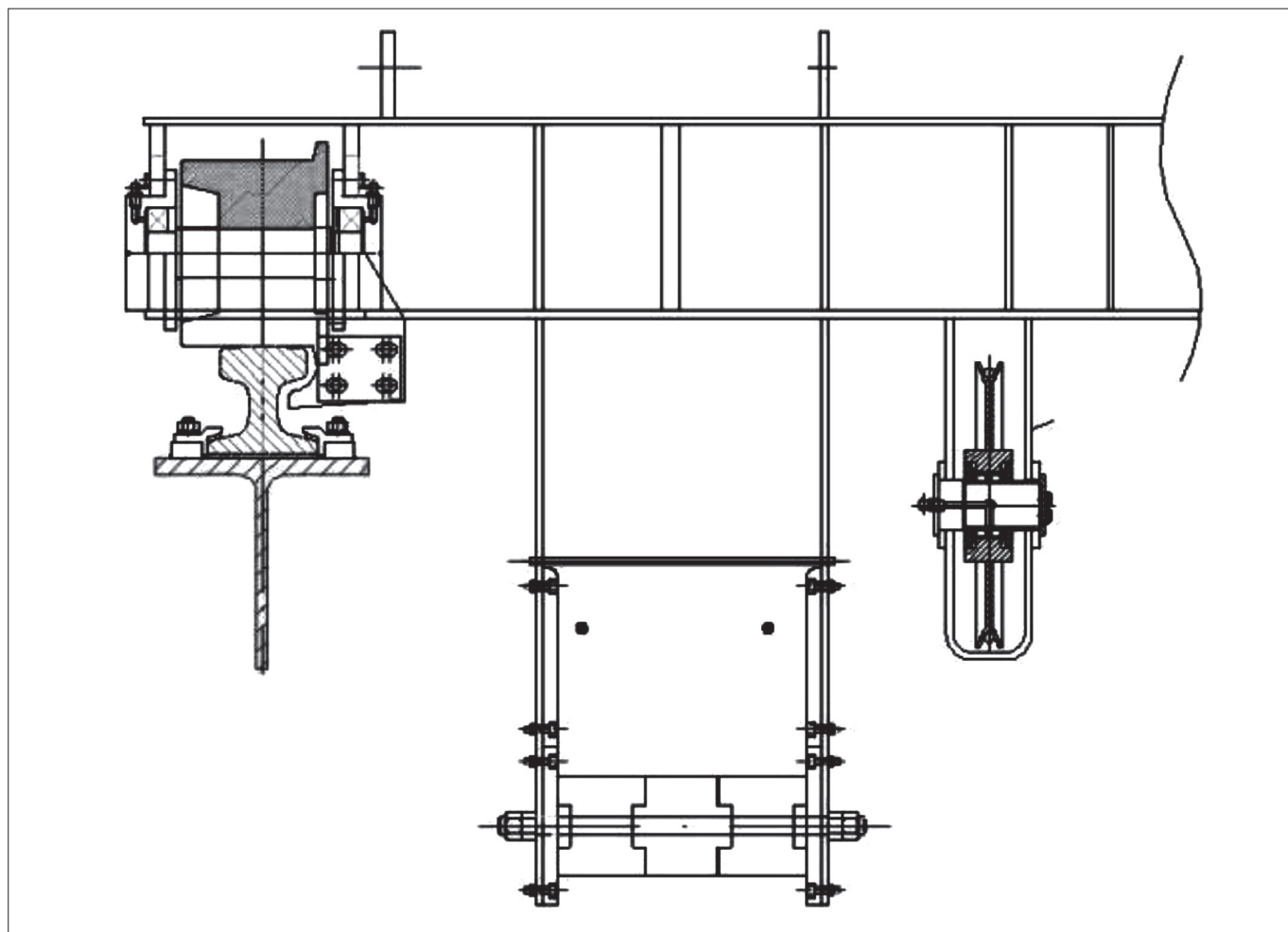


图 6 改造后牵引绳滑轮示意图

绳拽动感应胶套，胶套与限位本体脱离，限位触发，传递信号进入 PLC 做停机故障停机报警。具体的控制方式是将臂架前部断绳检测限位 1/2 和大梁后部断绳检测限位 1/2 的反馈点与小车机构连锁，当四个限位中有任何一个触发时，小车机构停止动作。

4 应用效果

拖绳小车系统优化改造以后，设备整体运行平稳，中拖绳小车改为简支梁结构及车轮轴改进以后，未再出现车轮轴断裂问题，有效降低了设备运行风险。牵引绳滑轮的改造及钢丝绳重新选型以后，滑轮损耗数量由 8 个 / 年降低到 2 个 / 年，钢丝绳损耗量从半年 1 条降低到 2 年 1 条。

此优化改造有效提高了设备的安全性能，保证了设备的安全平稳运行，避免了高空物体坠落的情况，保证了设备及船上工作人员的人身安全，创造了安全的

工作环境。中拖绳小车维修难度大，吊装和安装时都有一定的危险性，而且耗费大量的维修时间，优化后给维修工人减少了维修难度，同时较少备件消耗，节约了成本。

5 结语

由于小车系统的维修和检查需要降大臂，进行高频次、长时间的放大臂维修，影响公司正常走靠船计划，不利于走靠泊安全。应用本文的改造方法后，这种情况大大减少，降低了走靠泊压力。设备平稳运行，减少长时间停时，提高了公司的接卸效率，提升了港口服务质量，为公司赢得客户的良好口碑。

参考文献：

[1] 石来德. 工程机械手册 [M]. 北京：清华大学出版社，2017:195-241.