

上料小车运行控制的安全改造

蒋培进¹, 许红兵², 彭辉³

(1. 铜陵有色金属集团股份有限公司, 安徽 铜陵 244000; 2. 铜陵金威铜业有限公司, 安徽 铜陵 244000);

3. 中南大学 自动化学院, 湖南 长沙 410083)

[摘要] 上料小车在上料过程中, 当带卷轴心线与卷轴轴心线不重合时, 容易发生翻卷, 导致重大人身和设备安全事故。为了小车的运行的本质安全, 本文通过演绎推理的分析法, 利用胶辊将平移运动转换成圆周运动的原理, 研发设计了一种小车安全装置, 对小车进行了改造和应用, 克服了人为疏忽和仪表测量累计误差的影响, 确保小行车安全, 具有广阔的应用前景, 同时也为类似生产线小车的运行提供了一个有益借鉴。

[关键词] 切换; 本质安全; 分析法; 轴心线重合

[中图分类号] TP273

[文献标志码] B

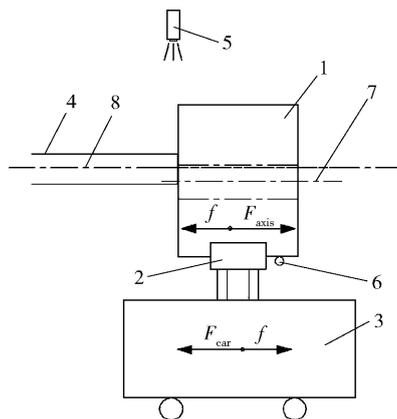
[文章编号] 1003-8884(2022)03-0062-04

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2022.03.015

0 引言

在钢铁、冶金加工等行业的企业中, 轧制、退火、清洗、剪切等是生产的重要环节, 而带卷快速和安全的上料和卸料有助于安全和高效生产。在小车上料过程中, 各种原因导致的翻卷事故屡见不鲜, 有的是带卷举升过程中液压管路爆裂引发的^[1], 有的是大径宽比带卷运行中晃动引发的^[2], 有的是带卷小车启动和刹车引发的^[3], 有的是带卷轴心线和卷轴轴心线不重合引发的, 翻卷会砸坏小车和护栏, 甚至危及人身安全, 引起重大安全事故。本文所研究的是带卷轴心线和卷轴轴心线不重合引发的翻卷原因和解决办法, 当操作工人疏忽或因光线昏暗未能及时发现带卷轴心线是否重合, 或者自动上料带卷直径的测量装置的累积误差或者干扰^[4], 都会产生翻卷事故。

上料小车承载带卷重量可达 20 t, 卷径达 2 m, 一般通过轨道运输, 根据负载和运行要求来选择电机控制和液压马达^[5], 如图 1 所示, 小车通过液压机构举升带卷, 使带卷轴心线和卷轴轴心线这两个轴心线重合即垂直方向重合^[6], 小车完成上料。



1. 带卷 2. V型鞍座 3. 小车 4. 卷轴 5. 激光传感器 6. 胶辊(安全装置) 7. 带卷轴心线 8. 卷轴轴心线

图 1 小车带卷和卷轴轴心线重合以及受力分析示意图

生产中除了通过加强安全教育来规避操作失误, 还可通过设计研发安全装置避免人为疏忽和测量仪器累加误差, 是更为可靠和安全的方法^[7]。

1 设计原理和部件选型

研发思路是采用演绎推理中的分析法, 从所需要的功能倒推需要哪些元件和原理能够实现, 安全装置所需的功能要求一是要能检测到带卷移动, 二是要控制小车运行。现场中排除了采用超声波传感器进行距离测量和计算的方法, 由于小车上料和带卷滑动二者叠加, 难以实现带卷位置测量。另外一

[收稿日期] 2022-01-10

[作者简介] 蒋培进(1970—), 男, 安徽铜陵人, 硕士, 电气工程师, 主要从事能源管理和企业管理工作。

[引用格式] 蒋培进, 许红兵, 彭辉. 上料小车运行控制的安全改造[J]. 有色设备, 2022, 36(3): 62-65.

种方法是直接在V型鞍座设置光电开关,由于难以检测到不同宽度带卷的端部,难以检测带卷落在V型鞍座任意位置而被排除。

带卷的轴心线不重合时受力分析如图1所示,当电机拖动小车水平向左推力 F_{car} 大于带卷对小车施加的摩擦力 f ,带卷被卷轴抵住不动,小车若继续前进会发生带卷落下鞍座危险,小车翻卷受力计算如公式(1)所示。

$$F_{\text{car}} - f = \frac{i \times P}{dN} \times 9550 - \mu mg \quad (1)$$

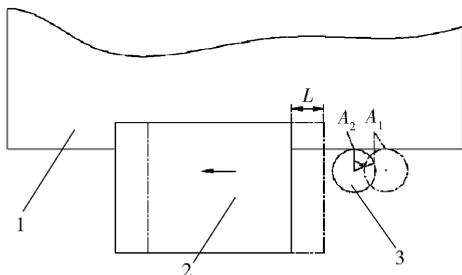
式中 i —电机减速比;
 d —小车轮半径;
 P —电机功率;
 N —电机转速;
 μ —摩擦系数;
 mg —带卷重力。

在公式(1)合力作用下,通过胶辊可以将带卷在小车鞍座上的平移变换成圆周运动,具体原理如图2所示,平移-角度公式如(2)所示。

$$L = A_1 - A_2 = \frac{2\pi r\theta}{360^\circ} = vt \quad (2)$$

式中 L —带卷在V型鞍座上平移距离,mm;
 A_1 —带卷在V型鞍座上平移距离起点,mm;
 A_2 —带卷在V型鞍座上平移距离终点,mm;
 θ —胶辊转动角度, $^\circ$;
 r —胶辊半径,mm;
 v —小车速度,m/s;
 t —从被抵住到开始触发信号时间,s。

由公式(2)可知,平移距离和角度一一对应,可以通过胶辊上安装的光电开关来检测平移距离,将此信号纳入小车控制程序中,控制小车。



1. 带卷 2. V型鞍座 3. 胶辊

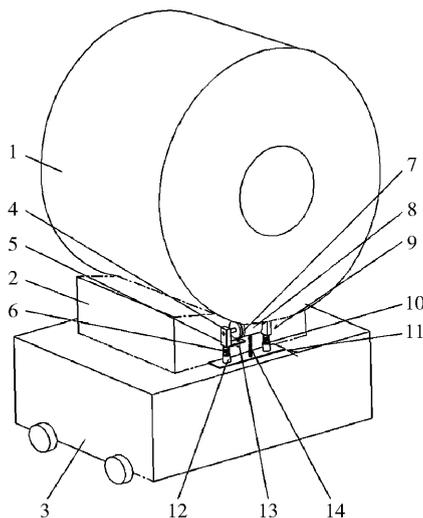
图2 小车安全装置设计原理

辊存在容易打滑的问题^[7],胶辊的直径大小是复位弹簧和胶辊铰支点由初始位转动后到最高处与带卷至少留出10 mm距离,和复位弹簧的最小工作行程^[8]公式(3)式之和:

$$f_1 = \frac{F_1 - F_0}{F'} \quad (3)$$

式中 f_1 —最小拉力工作行程,mm;
 F_1 —最小拉力,N,根据测试,选择至少3 N;
 F_0 —初始拉力,N,1.5 N;
 F' —弹簧刚度,N/mm,0.195。

通过计算,实际选择外径25 mm、长30 mm胶辊。由此,输送小车的安全装置设计结构图如图3所示,通过使用压力弹簧,可以实现带卷和胶辊的柔性 and 紧密弹性接触。



1. 带卷 2. V型鞍座 3. 小车 4. 穿心螺杆 5. 轴座 6. 导杆
7. 金属片 8. 胶辊 9. 活动支架 10. 接触弹簧 11. 固定支架
12. 导管 13. 接近开关 14. 复位弹簧

图3 安全装置结构图

胶辊上的复位弹簧,采用拉伸弹簧,根据弹簧最小回位拉力,弹簧工作行程,装置胶辊和支架空间等因素,选择LIA0.8×8×33.2GB/T2088 弹簧^[8],固定在胶辊和支架上。

接近开关的选型主要考虑安装位置和方式,考虑微型化选择器身直径8 mm、长30 mm,与测量位置之间的距离即感应距离,考虑带卷落下震动和滑移速度选择感应距离大的为6 mm,参考选型手册,因此选择电感式IE5367接近开关。胶辊附置的金属片,它与接近开关之间的角度等同于带卷在V型鞍座上移动的距离^[9]。

选择带有内置轴承的胶辊而放弃钢辊主要是钢

2 安装调试和控制流程设计

现场测试时,胶辊安装高度要求比小车V型鞍座的底端超出15~20 mm,根据现场情况适当调整。现场模拟带卷被抵住滑移,触发操作台上闪光报警,小车立即停车。

进一步,在开卷机卷轴入口前安装了激光传感器图1所示,目的是做停车检查,并根据轴心线情况,完成上料。该装置改造流程如图4所示,目前正在生产中应用,它消除了机组操作工上料的恐惧心理,提高了小车上料的安全性。

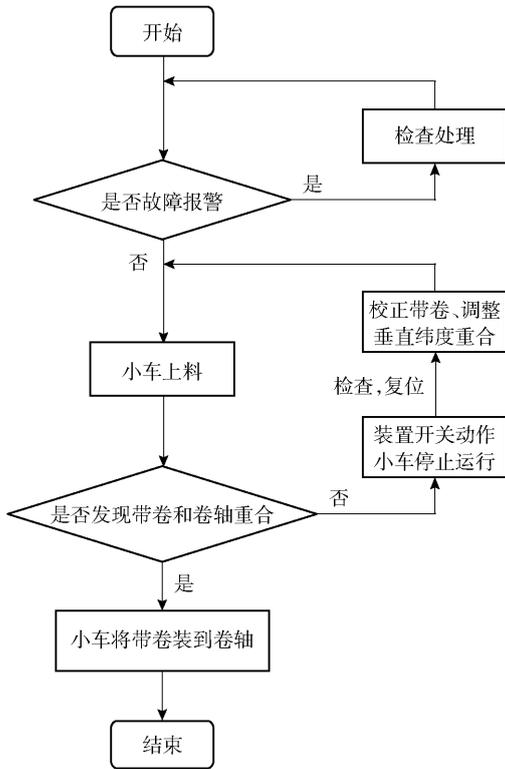


图4 安全装置改造流程图

3 其他防止上料小车翻卷的方法

在冶金、钢铁等企业中,涌现出多种防止小车上料翻卷方法和装置,有的是小车承载带卷质量大,在液压缸设计回路中要设置防爆保护^[1],当油路爆裂流量阀防爆阀会关闭,维持油压,防止带卷急速下落造成翻卷,有的是带卷径宽比过大,在小车上安装防倾翻装置,在带卷两侧通过保护臂将其牢固

定^[2],有的是电机突然启动或刹车产生的惯性,通过采用H型钢改制而成的半封闭轨道限制小车车轮^[3],防止倾翻,其它还包括优化控制程序等,提高小行车安全已经成为企业安全生产的重要一环。

4 结束语

小车安全装置可广泛应用在钢铁、冶金、造纸等领域,据统计,国内类似生产线上料小车数量合计约为14万个,本文设计的小车安全装置已获得专利,不足之处是非标制作,如何开展专利成果转化是推动经济发展关键一环^[10],让技术研发和市场推广相结合,符合国家创新发展的战略。

小车安全装置的研发和应用,解决了带卷和卷轴轴心线不重合引发翻卷事故的问题,提高了小车本质安全,是对人为疏忽和仪表测量误差的第二道防线。结合其他几种防止小车翻卷的方法,推动上料小车安全运行,可以化解安全风险,具有广阔的应用前景。

[参考文献]

- [1] 闫冬冰,李冰.带钢处理线钢卷小车提升缸的优化设计[J].中国金属通报,2021(9):128-129.
- [2] 谢磊,计江,闫成琨,等.超大卷径高精铜带轧机新技术研发与应用[J].有色金属加工,2021,50(2):49-52+63.
- [3] 南江鹏.上卷小车自动上卷过程浅析[J].有色金属加工,2020,49(4):67-69+60.
- [4] 闫淑梅,杨占山.邯钢冷轧厂镀锌线出口段程序优化[J].轧钢,2009,26(5):65-67.
- [5] 贾成洲,张锐华.盐酸酸洗机组上料小车传动方式的改进[J].鞍钢技术,1995(2):31-32.
- [6] 许红兵,胡铜生,叶叶,等.输送小车的安全装置[P].中国专利:ZL201821764064.9,2019-6-4.
- [7] 陈鑫实.浇注型聚氨酯弹性体胶辊的加工工艺和设备[J].化学推进剂与高分子材料,2005(2):46-50.
- [8] GB/T 2088—2009,普通圆柱螺旋拉伸弹簧尺寸及参数[S].
- [9] 李会荣.1450分卷机上料小车结构设计[J].机械工程与自动化,2011(1):90-91.
- [10] 雷朝滋.提升高校专利质量 加强产学研合作 促进成果转化[J].中国科技产业,2020(1):23-24.

Safety Reformation of Feeding Trolley Operation Control

JIANG Pei-jin, XU Hong-bing, PENG Hui

Abstract: During the loading process of the loading trolley, when the center line of the belt reel does not coincide with the axis line of the reel, it is easy to roll over, resulting in major personal and equipment safety accidents. In order to ensure the intrinsic safety of the trolley, this paper develops and designs a trolley safety device by using the analysis method of deductive reasoning and the principle that the rubber roller converts the translational motion into circular motion. The trolley is transformed and applied, which overcomes the influence of human negligence and the cumulative error of instrument measurement, and ensures the safety of the trolley. It has broad application prospects, At the same time, it also provides a useful reference for the safe operation of trolleys in similar production lines.

Key words: switching; Intrinsic safety; analytical method; coincidence of axis lines

▲

(上接第 54 页)

Characteristics and Application of Graphite Ore Beneficiation Technology

WU Yao, DENG Chao-an, CHANG Liang-liang

Abstract: This paper summarizes the characteristics of graphite beneficiation technology, and analyzes the differences among graphite ore as well as other common non-ferrous metal minerals and ferrous metal minerals. Based on the characteristics of graphite ore beneficiation technology, the development of the graphite ore in one Chinese plant and specific application have been discussed.

Key words: graphite ore; beneficiation technology; flake protection; specific application

▲