

# 输送皮带自动更换机的设计应用研究

范永明, 许建雄, 李志辉, 李晓莉, 庞瑜

(包钢集团冶金渣综合利用开发有限责任公司, 内蒙古包头 014010)

**摘要:**为了解决加工线输送皮带整体更换存在的效率低、耗时长、人力投入多、存在安全隐患等问题,安全高效地完成输送皮带整体更换工作,结合实践经验并通过理论分析和计算,研究设计了一套输送皮带自动更换设备。此设备分为旧皮带驱动系统、新皮带支撑系统和控制系统。将旧皮带断开后,一端固定在驱动装置上,启动驱动系统将旧皮带导出并卷起,同时利用旧皮带将新皮带导入,完成后,硫化粘结新皮带。实践证明,此设备可实现自动更换皮带,全过程安全高效,具有广阔的应用前景。

**关键词:**皮带输送机;皮带更换;自动化;安全高效

中图分类号:TH222

文献标识码:B

文章编号:1009-5438(2023)01-0078-03

## Study on Design Application of Machine for Automatically Changing Conveying Belt

Fan Yong-ming, Xu Jian-xiong, Li Zhi-hui, Li Xiao-li, Pang Yu

(Baotou Steel Group Comprehensive Utilization of Metallurgical Slag Co., Ltd., Baotou 014010,  
Inner Mongolia Autonomous Region, China)

**Abstract:** In order to solve such problems as low efficiency, long time-consuming, large human input and potential safety hazards for the overall replacement of conveying belt in processing line as well as complete the overall replacement of conveying belt safely and efficiently, a set of equipment for automatically changing conveying belt is studied and designed through theoretical analysis and calculations combining with practical experiences. The equipment includes the drive system of old belt, support system of new belt and control system. After the old belt is disconnected, one end is fixed onto drive unit as well as drive system is started to export and roll up old belt, while the old belt is to import new belt. After that, vulcanize and bond the new belt. The practices prove that the automatic replacement of belt could be realized with the equipment as well as the whole process is safe and efficient, which is with wide application prospect.

**Key words:** belt conveyor; belt replacement; automatic; safe and efficient

包钢冶金渣公司主要负责包钢(集团)公司新、老体系炼钢排渣保产任务,针对尾渣建有两条磁选加工线进行提纯分选,主要采用输送皮带运输工艺实现物料分类运输,每年更换多条长度100 m以上的皮带,每次更换皮带时间控制在24~48 h。长度

为200 m以上的皮带更换需要48 h,不仅占用了正常生产时间,在安装新皮带和拆卸旧皮带时需投入大量人力,劳动强度较大,而且更换过程中,始终有一台装载机或吊车配合吊装,造成了工程机具的长时间占用。磁选加工线长时间检修,造成排渣保产

场地紧张,影响排渣保产工作。

经过现场分析研究和精确的数据计算,研究出了一整套更换皮带的新技术,本技术适用于皮带较多、更换次数较频繁的工矿企业。

## 1 设计方案

### 1.1 设备参数

皮带头轮采用 10 ~ 35 kW 电机驱动整条皮带,尾部受料;运输能力为 100 ~ 150 t/h;运输倾角 25° ~ 30°;皮带长度为 100 ~ 320 m;线速度为 1.25 m/s;提升高度为 5 ~ 10 m。胶带选用尼龙 200 型三层线输送皮带,皮带宽度为 650 ~ 800 mm,皮带厚度为 12 mm,单条皮带重量为 0.8 ~ 2.4 t。

### 1.2 皮带导出、导入设计

为实现旧皮带牵引新皮带,完成整个更换过程,先设计旧皮带导出和新皮带导入路线图<sup>[1]</sup>,如图 1 所示。

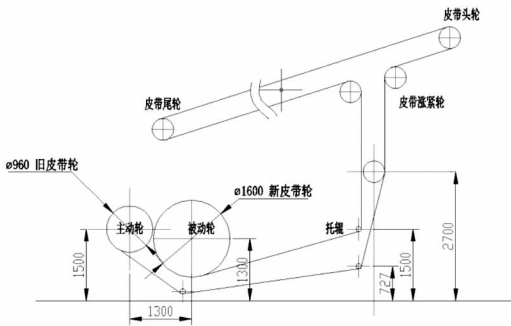


图 1 皮带导出、导入示意图

为了实现拆除旧皮带和安装新皮带同步进行,且两条皮带不能相互发生摩擦,将主动轴(驱动旧皮带)和被动轴(支撑新皮带)并列设计,涨紧轮下端安装两个导向托辊。在涨紧轮处将旧皮带断开,一端与被动轴上新皮带连接,另一端与主动轴上皮带连接,实现拆除与安装同步进行。

### 1.3 荷载计算

为了保证施工过程安全可靠,必须针对设备布置及部件特点进行计算分析。

旧皮带与新皮带驱动力计算公式:<sup>[2]</sup>

$$F = C \times f \times L \times g(q_{RO} + q_{RU} + 4q_B) + F_S \quad (1)$$

式中: $C$ 为装料系数,取 1.04; $f$ 为模拟摩擦系数,取 0.03; $L$ 为输送机长度,取 160 m; $g$ 为重力加速度,9.8 m/s<sup>2</sup>; $q_{RO}$ 为承载分支托辊每米长旋转质量,3.5 kg/m; $q_{RU}$ 为回程分支托辊每米长旋转质量,

2.5 kg/m; $q_B$ 为输送带每米质量,3.2 kg/m; $F_S$ 为各种附加阻力,150 N。

所以:

$$\begin{aligned} F &= C \times f \times L \times g(q_{RO} + q_{RU} + 4q_B) + F_S \\ &= 1.04 \times 0.03 \times 160 \times 9.8 \times (3.5 + 2.5 + 4 \times 3.2) + 150 = 1\,070 \text{ N} \end{aligned}$$

按照 0.5 m/s 的速度驱动皮带,相应消耗功率为:

$$P = Fv = 0.535 \text{ kW}$$

式中: $F$ 为驱动力,N; $v$ 为皮带驱动速度,m/s。

因此,选择功率为 1.5 kW 的电动机(型号:LM-90L-4)作为驱动电机,配套涡轮蜗杆减速机,输出转速为 10 r/min,最大扭矩为 1 450 N·m,完全满足驱动新、旧两条皮带的需求。

## 2 设计制作皮带自动更换机

结合皮带导入、导出示意图(图 1),设计皮带自动更换机。整个结构均采用 400 mm × 140 mm 工字钢焊接而成,也可以采用主动、被动分体螺栓连接,方便拆装移动。主动轴采用 Φ76 mm × 8 mm 厚壁无缝钢管制作而成<sup>[3]</sup>,使用钢卡子固定,方便拆装。电机减速机根据计算选用一台型号为 LM-90L-4 (1.5 kW)的涡轮蜗杆电机减速一体机。该设计可以满足宽度为 1 200 mm 以下矿用输送皮带更换需求。

## 3 施工步骤

主要采用“旧皮带牵引新皮带”的方法敷设新皮带和“新皮带带动旧皮带”的方法回收旧皮带。更换皮带时,需在涨紧轮或皮带更换出口处加装两个平托辊,起到皮带导向作用(如图 2 所示);将该设备吊装至更换位置处,将新皮带放置于被动轴上,接头与涨紧轮处断开的旧皮带一端固定;旧皮带穿过平托辊与主动轴连接,按下启动按钮,开始皮带自动更换。



图 2 皮带输送机安装图

### 3.1 施工工艺流程

施工工艺流程图如图 3 所示。

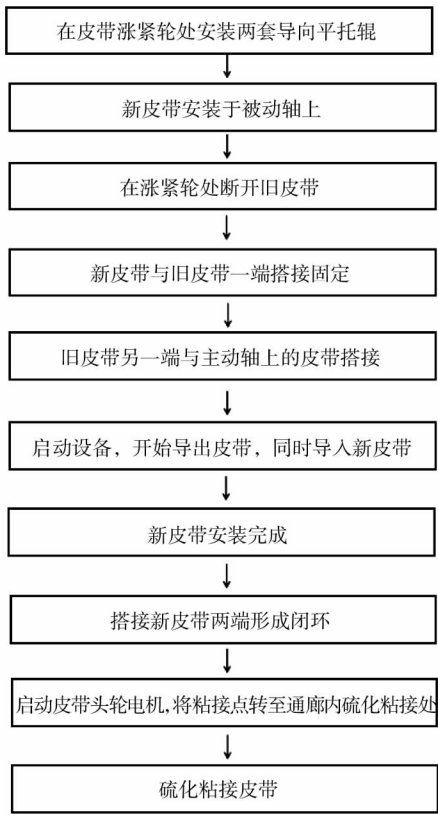


图 3 施工工艺流程图

### 3.2 硫化粘接皮带

硫化粘接皮带采用标准工艺规范,包括皮带截取、粗剥、打磨、刷胶浆、铺底层胶、排布、铺上层胶和装配硫化器、打压升温、恒温恒压和自然冷却等工序<sup>[4]</sup>。接头总长为 1 200 mm,接头角度为 16.7°,采用搭接法。首先沿接头过渡区将胶带上、下层覆盖胶剥离出宽度为 20 cm 的区域;用直向磨光机打磨,注意不得磨伤线层;之后给打磨面刷专用胶浆,并铺底层胶。搭接皮带、安装硫化器要注意安装硫化梁的穿杠。在打压和冷却等关键工艺中,加热温度应达到 145 ~ 155 ℃,压力控制在 1.2 ~ 1.5 MPa。当温度达到 150 ℃时,自动保温,并持续 100 ~ 110 min,且保持压力恒定。恒温恒压结束后,待接头温度自然冷却至 70 ℃以下,拆除硫化器。

### 3.3 拆除旧皮带并回收

将自动皮带更换机的主动轴上的旧皮带卷两侧的卡子松开,吊运至皮带回收区,抽出空心轴,并将空心轴安装于自动更换皮带机主轴上,以备下次使用。

### 3.4 施工注意事项

(1)将新皮带开端与旧皮带搭接,搭接处一定要避开旧皮带硫化粘接接头。搭接长度控制在 200 mm 左右,用 4 个 M10 × 45 平头螺栓固定牢固,对搭接头进行倒角。

(2)固定在驱动轴上的皮带与断开的旧皮带搭接,搭接长度控制在 200 mm 左右,且用 4 个 M10 × 45 平头螺栓固定牢固,对搭接头进行倒角。

(3)皮带通廊内部检查完毕,启动设备驱动系统,以不大于 0.5 m/s 的线速度运行,卷动旧皮带,同时带动新皮带上线。此过程新旧胶带搭接处须设专人跟踪检查,以防在运行中搭接头刮到机架或发生开裂事故。当搭接头分别转动至涨紧轮、头轮和尾轮处,跟踪人员需重点检查。

(4)待旧皮带全部导出成卷,新皮带全部导入,接头运转至涨紧轮处,断开旧皮带,与新皮带搭接后,将新皮带两端搭接,启动皮带头轮电机将搭接头运转至皮带通廊内硫化粘接处,开始硫化粘接。

## 4 效益分析

### 4.1 社会效益

应用此设备可实现整体更换输送皮带自动化,机械设备代替人工,旧皮带拆除和新皮带安装同步完成,全过程安全可靠,不仅解决了整体更换输送皮带过程中存在的效率低、耗时长、人力投入多等问题,还消除了施工过程存在安全隐患。

### 4.2 经济效益

改进前,我公司钢渣磁选加工线皮带拆装过程的平均时间为 12 h,硫化粘接平均时间为 12 h,共计 24 h。应用此设备后,拆装皮带的平均时间为 40 min,硫化粘接的平均时间为 7 h,共计 7.67 h,新皮带安装和旧皮带拆除一次性完成,效率提高约 70%,且新皮带的长度计算更加精确,每次节约皮带约 10 m。

以每年更换 3 次皮带计算,外委加工费 15 元/t,皮带 150 元/m,装载机台班费 3 000 元,节约机具、人工、加工、材料费用:3 000 元/台班 × 2 个台班 + 16.4 h × 3 × 100 t/h × 15 元/t + 10 m × 150 元/m × 3 = 84 300 元。

## 5 结束语

我公司多次应用此设备顺利完成钢渣磁选加工

(下转第 88 页)

架、吹扫装置、液晶控制面板及 PLC 控制系统等部分组成。接料仓用于承接、存储带滤机输送的物料,在接料仓中设计安装称重传感器,并将重量信号实时发送给 PLC 控制系统,用以检测带滤机是否输送物料给接料仓。提升皮带用于将物料提升至 4 m 高度,并将物料送入储料仓。PLC 系统控制包装机的运行,并且与外部设备通讯。

镧、铈稀土氧化物有 500 kg、1 000 kg 两种吨袋的装料量,以 1 000 kg 包装吨袋为例说明装料机工作流程。包装前通过液晶控制面板预先设定装料重量为 1 000 kg,稀土氧化物通过带滤机送入接料仓。PLC 检测到接料仓中称重传感器所称物料重量超过 100 kg 时,打开接料仓料门,并启动提升皮带并将物料提升到 4 m 以上高度,送入储料仓,储料仓将物料送入筛网筛分,按料块大小分别传送至三个垂直螺旋给料器。螺旋给料器将物料送入各自下料仓,通过下料口装入吨袋。当 PLC 检测到称重地中衡所称吨袋的重量超过 850 kg 时,停止两个大螺旋给料器运行,并关闭大螺旋给料器下料仓料门。小螺旋给料器继续下料,PLC 根据称重地中衡所称吨袋重量,逐步关闭小螺旋给料器料门,直至吨袋重量达到 1 000 kg。PLC 通过网络发送满包信号给 AGV 调度系统,同时启动吹扫装置,清理螺旋给料机。AGV 调度系统接到满包信号后,指挥无人叉车取走满包吨筐,并传送一个空包吨筐至装料机下料口,开始新吨袋装料。

在自动装料机装料过程中,采用吨筐套吨袋的方式,由 AGV 无人叉车将套好吨袋的吨筐送至包装机下料口,不需要人工挂吨袋。包装料过程中装料

重量由称重地中衡与 PLC 控制,不需要工人观察装料状态。自动装料机装料误差小于 0.05%,能够满足装料精度,不需要再次称重补料。搬运吨袋过程中,叉车利用吨筐挂耳插取吨袋,不需要工人在插齿上挂吨袋吊耳。自动包装机运行过程实现了吨袋装料作业自动化、无人化。

### 3 结束语

随着人力成本的日益增长以及稀土产品的规模化生产的发展需求,稀土产业对于投入成本、生产效率、人均产出的要求将会越来越高。生产过程的无人化、自动化升级必然会成为稀土产业生产方式变革的重要途径。本文采用先进的自动化、高精度计量称重技术,研制了误差小于 0.05% 的高精度自动装料机及配套设备。在稀土氧化物产品装料过程中,减少了 4 至 5 名操作工人,缩短了装料过程,实现了稀土氧化物产品装料过程自动化、无人化,提高了生产作业效率,降低了人工成本,满足了稀土氧化物装料生产自动化要求,取得了较好的应用效果。

### 参 考 文 献

- [1] 李旭东. 面粉自动包装机 PLC 控制系统设计[J]. 山东工业技术, 2015(13): 26-27.
- [2] 郭凯雯, 刘硕, 杨洪苏, 等. 智能包装的现状与未来展望[J]. 轻纺工业与技术, 2021, 50(7): 98-99.
- [3] 黄婉舟, 张涛. 基于实时称重的化工原料自动灌装单元设计[J]. 计量与测试技术, 2019, 46(7): 15-17.

(上接第 80 页)

线输送皮带整体更换工作。实践证明,此设备具有安全程度高、施工工期短、投入费用低、投入人力少及场地适应性好等优点,可以将皮带整体更换作业效率提高约 70%。该设备已获国家实用新型专利,所采用的相关工艺技术在国内矿用设备尚属首次投入使用,具有非常好的推广应用前景。

### 参 考 文 献

- [1] 彭文生, 李志明, 黄华梁. 机械设计[M]. 北

京: 高等教育出版社, 2002.

- [2] 闻邦春. 机械设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [3] 王东升. 煤矿井下输送机输送带的高效铺装技术[J]. 煤矿机械. 2005(8): 129-130.
- [4] 杨宏涛. 钢丝绳芯皮带接头硫化工艺应用[J]. 山东煤炭科技. 2014(8): 129-130, 132.