

## 基于数字孪生的带式输送机运维技术在应用中的优势

王子新 郑智超 蒋进步

中冶宝钢技术服务有限公司, 上海 201900

[摘要] 带式输送机作为运料输送的重要运输工具, 具有较强的实用性。其由电机、减速机、联轴器、滚筒、托辊以及输送带等几大部件组成。通过分析传统的带式输送机运维方式, 与使用传感器来监测的方式之间形成对比来阐述基于数字智能化的带式输送机运维技术的实际中的优势。

[关键词] 带式输送机; 传统运维; 智能运维

DOI: 10.33142/sca.v6i3.8813

中图分类号: U284.92

文献标识码: A

### Advantages of Digital Twin Based Belt Conveyor Operation and Maintenance Technology in Application

WANG Zixin, ZHENG Zhichao, JIANG Jinbu

MCC Baosteel Technology Service Co., Ltd., Shanghai, 201900, China

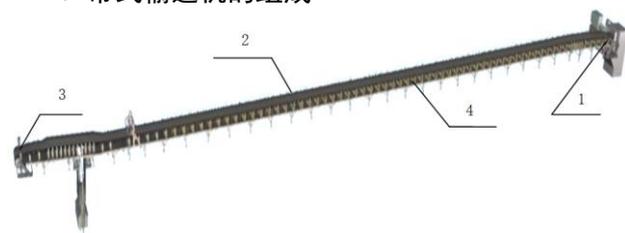
**Abstract:** As an important transportation tool for material transportation, belt conveyors have strong practicality. They are composed of several major components such as motors, reducers, couplings, drums, rollers, and conveyor belts. By analyzing the traditional operation and maintenance methods of belt conveyors and comparing them with the use of sensors for monitoring, this paper elaborates on the practical advantages of digital intelligent belt conveyor operation and maintenance technology.

**Keywords:** belt conveyor; traditional operation and maintenance; intelligent operation and maintenance

#### 引言

带式输送机常见于冶金、工业等行业, 主要用来输送物料至指定的料位点, 其结构简单, 具有远距离输送、输送效率高等优势, 总体来说, 带式输送机具有很强的操作性。但从现有的带式输送机的运维角度来分析, 投入人力多, 与输送机结构简单, 运维简单等基本情况的投入比例不对称, 造成了简单设备运维管理, 却投入了大量的人力。因此, 带式输送机的智能化运维对提升设备的运行时长能力, 减少人员投入, 会有一定的正向促进作用。本文从带式输送机常见的故障及成因角度分析存在的运维现象, 来阐述带式输送机智能化运维在实际中所具有的优势。

#### 1 带式输送机的组成



1-驱动部件 2-输送带 3-滚筒 4-托辊

图1 带式输送机的组成简图

带式输送机主要由驱动部件(电机、减速机、联轴器)、输送带、滚筒、托辊等组成。驱动部件作为动力源, 并将动力传递到驱动滚筒, 依靠滚筒与输送带之间的摩擦力, 来使得输送带的运转。托辊作为输送机系统中的传动部分,

不仅可以很好地支撑输送带, 也能减少输送带在运转中所有的阻力。如图1所示带式输送机的组成简图。

#### 2 带式输送机常见故障与成因

带式输送机的故障一般是通过点、巡检的方式发现, 采用的是五感的方法, 分别为目视、手摸、听音、敲打、嗅觉, 对应不同的部件, 不同的故障类型, 采用的五感方法也不一样。

##### 2.1 电机及其常见故障与成因

高压电机主要用于远距离、高负荷的物料运输线路上, 通过联轴器将动力传递至减速机。高压电机常见的故障表现为传动轴轴承损坏造成的异音及振动、箱体地脚螺栓松动或者联轴器中心偏差超差造成的振动以及温升异常, 偶尔会因过载使内部元器件烧坏造成的异味及烟气。常见的点检办法则是通过听音棒、手感、测温枪、目测等进行故障的检查判断。

##### 2.2 减速机及其常见故障与成因

减速机可以实现降低转速、增大运转的扭矩。根据输送线路的长短以及下游设备的储存能力等综合因素, 合理选用传动比大小的减速机。减速机常见的故障主要表现在传动轴轴承损坏造成的异音及振动、箱体地脚螺栓松动或者联轴器中心偏差超差造成的振动、箱体端盖密封失效造成的漏油以及箱体排气阀堵塞造成的温升异常。常见的点检办法则是通过听音棒、手感、测温枪进行故障的检查判断。如图2所示通过手感方式检查减速机温度。



图2 减速机温度检查

### 2.3 滚筒及其常见故障与成因

滚筒作为传动部件，能够接收减速机传递过来的转速与扭矩，从而依靠与输送带的摩擦力，带动输送带的运转。滚筒不仅实现了输送带的运转，还实现了输送带的转向，使得输送带呈环形运转。滚筒常见的故障主要表现在由于其表面盖胶层脱胶造成异音、两侧轴承损坏以及缺少润滑脂造成整体的异音、振动、温升异常以及烟气。常见的点检办法则是通过听音棒、手感、测温枪、目测进行故障的检查判断。如图3所示通过听音棒方式检查滚筒轴承异音。



图3 滚筒轴承异音检查

### 2.4 托辊及其常见故障与成因

带式输送机上的托辊一般是每隔 1.2 米就布置一组托辊架，一组上托辊架一般由 3 个托辊组成，下托辊架一般由 2 个托辊组成。托辊是直接和输送带接触，其主要作用是实现传动，减少输送带运行过程中的阻力。托辊常见的故障表现在其轴承损坏或者托辊本体损坏造成的异音、运转卡阻造成的温升异常。常见的点检办法则是通过目测、听觉进行故障的检查判断。如图4所示通过目测方式检查托辊在运转中的情况。



图4 托辊运转情况检查

### 2.5 输送带及其常见异常与成因

输送带表面为橡胶材质，内衬可分为钢丝芯或者尼龙芯。钢丝芯内衬输送带主要用在长距离、高负荷的物料输送上，具有较强的抗拉能力。相比尼龙芯输送带，钢丝芯输送带的管理要求更为严苛，不管是单价还是更换输送带的时间，都要高于尼龙芯输送带。输送带常见的异常表现在其表面的划伤、切边、磨损，而钢丝芯输送带需要注意的事项还包括钢丝的露丝、断股的情况。常见的点检办法则是通过目测进行故障的检查判断。如图5所示通过目测方式检查输送带表面是否有磨损等情况。



图5 输送带表面磨损检查

## 3 带式输送机的运维模式及分析

### 3.1 两种运维模式综述

带式输送机结构简单，最为常见的运维模式为人工现场点巡检的，但其面临的困扰就是：其一，带式输送机的使用面积很广，运行负荷量大，每次运行时间长，某个小故障就可能导导致整条输送线的停机；其二，带式输送机的长距离输送，人员的现场点、巡检劳动强度大。另一种是通过安装传感器的方式来监测输送机的运行健康状态，但该类方式比较少见。以下主要简述两种运维模式。

#### 3.1.1 基于人工的运维模式

带式输送机的人工运维模式表现在人工对输送机的

点检、巡检，是基于点检员或巡检员到现场逐个检查带式输送机各个部件的运行状态，其主要的检查手段是采用目视、听音棒、测温枪或者点检仪等方式方法，并对所读取到的数值或者现象进行记录。对于异常现象很明显的部位，采取停机维修或加强故障的跟踪等措施；对于故障特征比较浅显的，一般很难被发现。该类运维模式比较繁琐，人员投入量大，作业效率不高。如图6所示通过点检仪对设备进行温度、振动监测



图6 减速机温度、振动监测

### 3.1.2 基于智能监测的运维模式

带式输送机的智能运维模式表现在通过传感器对数据采集的方式，通过与设定的阈值进行比较，自动识别所监测部件的状态情况，通过对采集的数据进行处理，可以在终端得到所需要的最终数据。同时，还可以对某一周期内采集到的数据加以分析，并从这些分析中，计算出数据的变化趋势，从而自动判断出所监测的部件是否有异常。该类方式是依靠传感器的来自动监测目标部件的运行健康状态。如图7所示通过对传感器采集到的数据进行分析后得到的最终目标值。



图7 采集到的部件温度值展示

## 3.2 两种运维模式的分析对比

### 3.2.1 传统运维模式的优劣性

劣势：

- (1) 当带式输送机面积广泛时，需要投入大量的人力、财力和物力，投入成本高；
- (2) 不能实时跟踪设备的运行健康状态，且受限制于人工点、巡检的技能水平高低；
- (3) 故障的初始阶段不易被人员察觉，大部分是故障扩大后进行故障的处理。

### 3.2.2 智能运维模式的优劣性

优势：

- (1) 可以远程、实时监测设备的运行健康状态，不受制于人工点、巡检的技能水平高低影响；
- (2) 能够代替人员对设备的点、巡检功能，只需要在监测到设备异常后去现场确认故障；
- (3) 可以通过对设备部件一周内的数据进行分析，根据所采集到的部件的数据变化率，从而判定该部件是否存在隐形的微小故障，可以减少故障的扩大化；

劣势：

- (1) 采用传感器监测方式成本高，且需要加强环境因素对传感器精准影响的检查；
- (2) 无法判断所采集到的故障是否是设备的真实故障，或者是传感器自身出现的故障。

### 3.2.3 带式输送机运维模式的选用

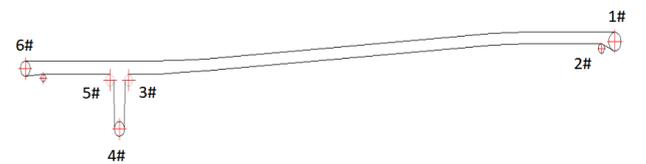
综上所述，智能运维模式的优劣性与传统运维模式的优劣性对比，可以得出智能运维模式不仅可以减少点、巡检人员的投入，还能够实时监测设备的运行健康状态，更能对设备进行诊断，提前预知故障，并在事前进行控制。对于智能运维模式下的劣势，环境因素可以周期性地通过人员对传感器进行清扫维护，再者，随着设备长久的运行，都会出现某些故障，这些都是可控的。因此，选用智能化的运维模式，有助于更好地对带式输送机的运行健康状态进行监测。

## 4 数字孪生技术在带式输送机运维中的应用

### 4.1 数字孪生技术的应用优势

带式输送机的数字孪生技术是基于输送机的真实场景，按照实际大小，采用计算机三维建模软件所绘制出来的一种高度仿真的模拟画面。其主要的优势体现在：

- (1) 通过计算机三维建模，可以高度还原带式输送机及其周围环境，模拟人员现场点、巡检的情况，避免点、巡检过程中的遗漏；
- (2) 不仅可以直观展示现场的事物，还能通过点击所需要查看的部件，能自动展示部件的所有监测指标参数。如图8所示效果。



(a) A805BC 带式输送机二维简图



(b) A805BC 带式输送机的三维简图

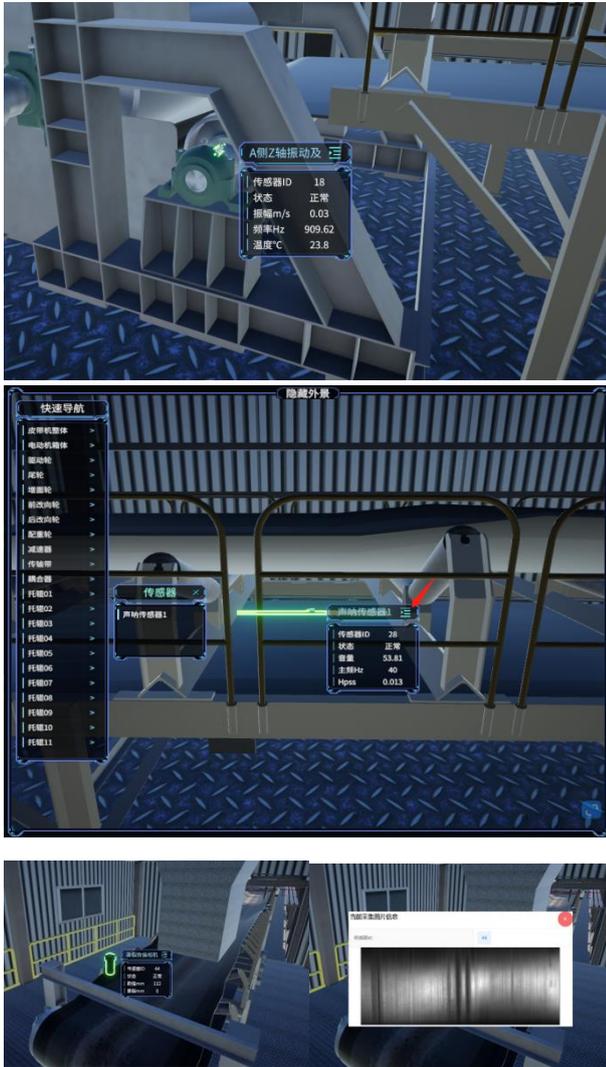


图8 数字孪生技术在使用中的效果展示

#### 4.2 全景监控在数字孪生技术中的作用

数字孪生技术可以实现对实体设备的虚拟化,但是全景监控可以看到实体设备,通过虚实接合,使智能化的方式不仅能够采集设备的运行参数指标,更能通过观看摄像

头所记录下的实况,从而进一步强化对整条输送机的点、巡检工作。如图9所示全景摄像头监控与数字孪生技术的结合。



图9 全景摄像头监控与数字孪生结合

综上所述,基于数字孪生的带式输送机运维技术在实际中的应用,不仅可以解决劳动力、成本问题,还能对设备进行更加全面的监测,有十分好的推广作用。

#### [参考文献]

- [1]朱震耀.基于数字孪生的带锯床状态实时监控与故障诊断方法研究[D].浙江:浙江科技学院,2022.
- [2]杨春雨,卜令超,陈斌.数字孪生驱动的长距离带式输送机运行优化方法[J].自动化学报,2023,5(4):1-15.
- [3]卜令超.长距离带式输送机运行过程建模与优化控制[D].江苏:中国矿业大学,2022.

作者简介:王子新,男,吉林省延边大学,机械设计制造及其自动化专业,中冶宝钢技术服务有限公司,业务主管,高级工程师;郑智超(1993.8-),男,哈尔滨工业大学,工程管理,中冶宝钢技术服务有限公司,业务员,工程师;蒋进步(1967.1-),男,上海第二工业大学,机电一体化,中冶宝钢技术服务有限公司,业务主管,工程师。