

# 一种无尘转载系统

姜正起

大连港口设计研究院有限公司

**【摘要】**带式输送机主要应用在矿山、码头、钢厂等高污染企业，设备在生产过程中会产生大量的粉尘，传统转载除尘设备主要存在如下问题：（1）占用空间大。（2）低效率—堵料、跑偏。（3）高能耗—电、水、撒料。（4）高维护—大量清理维护。（5）高噪音。国外公司根据空气动力学原理新开发了无尘落煤系统技术，无需动力、无耗能，目前国内在无尘转载系统自主研发领域还是一片空白。国家推行节能环保，绿色循环发展的工业道路；无尘转载系统符合“绿色”、“低碳”的客观要求，顺应市场需求的势在必行的发展方向，对企业发展将有积极的作用和深远的影响。

**【关键词】**无尘；转载；带式输送机；环保

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.08.479

## 1 前言

带式输送机在传送物料过程中，由于转运点的落差会引起大量粉尘，污染周围环境，影响职工身体健康，同时造成资源浪费。带式输送机无尘转载系统是一个综合性除尘设备，它综合了沉降除尘、惯性除尘、喷淋除尘、及筛滤除尘等所有除尘器的除尘功能于一身。具有设计新颖，结构完善合理，技术含量高，消尘效果明显。

## 2 现场调研

为了更好地完善我们的设计，我们对现在已经正常运行的河北黄骅港（煤炭港区）四期工程无尘转载系统进行了现场调研。

### 2.1 转载设备情况

项目所用的转载系统主要由马丁、凯瑞、华盛三家公司设计制造。此次技术调研目的是考察几家公司产品实际使用效果，分析其优缺点，为我们今后的设计提供参考。为了更好地进行分析，我们将现场的17条胶带机转载系统分为以下几类：（1）漏斗体+短溜管+导料槽。（2）漏斗体+长溜管+导料槽。（3）漏斗体+分叉溜管+导料槽。

### 2.2 转载系统特点

（1）马丁转载系统。①漏斗体内有导流挡板，挡板角度可调节。②溜管采用弧形设计，弧形一侧安装衬板。弧段处采取几块板拼接形式。每节溜管连接处采用橡胶密封。③头部滚筒落料通过溜管导入导料槽。部分导料槽设置了缓冲给料器。槽体为拼接形式且内有衬板。

（2）凯瑞转载系统。①漏斗体内有导流挡板角度不可调节。镶有衬板，衬板错落排列。②溜管采用弧形设计，内部三面安装衬板。头部滚筒落料通过溜管导入下方溜管。管连接处有橡胶密封。③部分导料槽设置了缓冲给料器。槽体为整板焊接且内有衬板。

（3）华盛转载系统。①漏斗体按照抛料轨迹设计为弧形。无导流挡板。②溜管没有采用弧形设计，短溜管内部安装衬板。长溜管采取分段拼接形式。每节溜管连接处无橡胶密封。③无收集落料的溜管，部分导料槽设置了缓冲给料器。导料槽下部设有可调节高度的胶带支撑装置。

### 2.3 市场前景分析

使用无尘转载系统后有效地减少了对环境的污染，适应了国家推行节能环保、绿色循环发展的工业道路。无尘转载系统符合“绿色”、“低碳”的客观要求，顺应市场需求的

势在必行的发展方向，对企业发展将有积极的作用和深远的影响。

## 3 设计方向

### 3.1 关键技术

带式输送机无尘转载系统主体框架的构想，结构形式的确定，各种主要设计参数的计算以及设计软件的开发，确定设备关键部件的技术方案、部件选型及配置。（1）物料性能检测，颗粒的破碎、压实，物料间以及物料和系统各个部分碰撞与接触模拟实验。（2）物料运动轨迹，所有物料包括细散料的速度和方向的预测。（3）转载结构系统，设计及计算使物料“被控制”并以能量损失最小的方式转运到下级输送机。（4）粉尘控制系统，模拟预测诱导风正负气流产生位置并通过内循环机理控制粉尘。（5）设备加工工艺，研制特殊结构的加工制造、工艺流程。（6）设计软件开发，联合东北大学开发无尘转载系统设计软件。

### 3.2 研究重点

（1）胶带机无尘转载系统控制各种带速料流轨迹的实现。（2）胶带机无尘转载系统控制诱导风正负气流产生内循环的实现。

### 3.3 物料分析

采用EDEM模拟软件对物料进行以下分析：（1）散体物料的整体流动。（2）质量流量分析。（3）转载系统内部速度分析。（4）设备磨损分析。（5）接收输送带物料载入速度分析。（6）接收输送带载入物料总质量沿胶带宽度的分布。

### 3.4 堆积密度的校准

为了生成现场物料的EDEM物料模型，依据现场提供的物料参数进行了基本的校正。

尺寸 (mm)	70	50	40	30	25	20	15	12	10	5	3
百分比	43.78	8.72	0.5	13.05	19.5	6.58	2.53	2.43	1.17	8.42	4.05

注：DEM模拟的高度准确性来源于对现场物料在动态条件下的测试。这个项目中提供的物料信息足够建立一个基本的物料模型，但这仅仅是半静态的物理测试。

### 3.5 进行EDEM仿真

完成基本的EDEM物料模型校准之后，下一个任务是对转载系统进行一次EDEM仿真。仿真模型包含以下几项：（1）给料胶带机：部分胶带、头部滚筒；（2）漏斗布置：头部漏斗、导流挡板、溜管；（3）接料胶带机：尾部滚筒、部分胶带、导料槽；

审核模型，并在将模型导入EDEM之前做出了以下修改：

- (1) 移除一些内部细小单元，这些单元不影响颗粒流动但会在软件中生成更多的网格，这增加了一些不必要的模拟时间。
- (2) 延长了给料皮带和接料皮带，增加了衬板，确保物料能够稳定地载入。
- (3) 移除接料皮带上方的导料槽。
- (4) 移除设备的厚度。

### 3.6 仿真设置

在审核了模型文件之后，下一步在EDEM软件中对转载系统进行设置。这一步包括：导入修正的模型，对所有的条件进行设置。为了满足仿真的目的，进入转载系统的物料流量被设置为目前的运行参数：2500t/h。

### 3.7 质量流量分析

为了判定转载系统是否容易堵塞，第一个测量手段就是对流入和流出转载系统的物料质量流量进行评估。物料进入并最终排出转载系统时有一个初始的滞后，在6s滞后接料胶带机上的质量流量被观测到达到了稳定状态并与给料胶带机的物料质量流量基本相等。在这个时间点之后流入和流出转载系统的物料质量流量基本相等。接料胶带机观察的“波动”时由于物料在内部突出部分堆积和堆满之后一口气排出形成的“小震”造成的。也有可能大尺寸颗粒直接通过落料管而没有堆积在落料管。

## 4 主体设计

### 4.1 除尘原理

本产品根据空气动力学原理，利用空气在流动时所产生势能转换成动能，使含尘空气进入尘气分离装置与可调阻尘装置后进行惯性、重力沉降、过滤等自动分离除尘，脱尘空气通过大气连通孔排出到空间，彻底解决封闭环内的空气压力问题，除尘效率可达99%以上，粉尘回落到带式输送机上被带走。打破了传统的单一除尘设计理念，是传统除尘器的升级换代产品，是节能与除尘相结合全新设计。

### 4.2 结构组成

无动力除尘器结构主要由：①防尘帘、②可调阻尘装置、③自动潮解装置、④阻尘软帘、⑤导料槽、⑥尘气分离装置、⑦可调阻尼装置、⑧尾封板等构成。

4.2.1 除尘主体（尘气分离装置）。除尘主体主要由叶片分离装置、检视门分离装置、回旋分离装置、大气连通分离装置等构成，主要作用是把粉尘按粒径的大小逐级分离，并释放导料槽内部的压力，最后把洁净空气排放到大气空间中，粉尘回落到带式输送机上随带式输送机运走。

4.2.2 可调阻尘装置。可调阻尼装置主要由箱体、升降吸附软帘、涡轮副、过滤泄压装置等构成，它的主要作用是处理细微粉尘，并进一步减压，同时将导料槽区段密封，分级除尘，吸附粉尘，使集聚粉尘回落到皮带上随皮带运走。

4.2.3 导料槽。导料槽是由：①导料槽支架，②侧板，③防溢裙板，④盖板，⑤防溢裙板锁紧装置组成。

4.2.4 防尘帘。防尘帘的作用：主要是区段密封。外观和断面形状与厚度主要由导料槽的断面形状及使用要求来决定（有多种结构形式）。

## 5 产品特点

- (1) 除尘效果好，完全满足GB16248-1996《作业场所空气中呼吸性粉尘卫生标准》，小于 $6\text{mg}/\text{m}^3$ 。
- (2) 设计新颖合理，技术含量高，操作简便，节水节电。
- (3) 投资少、运行可靠、后期维护费用低、无占地、无二次污染，降低物料的流失，节流增效。
- (4) 自动化程度高，与运输机同步运行。
- (5) 绿色、环保、安全、高效、使用周期长。

## 6 设计指标

- (1) 适用于任何转速、带宽的输料带式输送机。
- (2) 适用于平均直径在100mm以下的任何物料。
- (3) 除尘器设计排风量 $Q=4000-15000\text{m}^3/\text{h}$ 。
- (4) 除尘器设计压力 $P=50-1500\text{Pa}$ 。
- (5) 设计进口粉尘浓度 $\rho=3000\text{mg}/\text{m}^3$ 。
- (6) 设计出口粉尘浓度 $<4\text{mg}/\text{m}^3$ 。
- (7) 最小捕集粒径 $<0.1\mu\text{m}$ 。

## 7 安装和使用

(1) 安装人员要将安装除尘系统的现场机架清理干净，把所有除尘系统部件运到现场，做好安装前的准备工作，特别是安全工作否则不能进行施工。(2) 准备就绪后，先把导料槽支架固定在输送机两侧的机架之上（用螺栓或焊接方法），然后将导料槽侧板用螺栓联接到两侧的支架上。(3) 由落料口处起由后向前，在侧板上方位位置排放可调阻尼装置，尾封板，除尘主体，可调阻尼装置，微循环，隔尘帘等部件。(4) 把导料槽上弧形盖板放在支架侧板上，加放密封垫把盖板及上面的除尘主体等部件固定在机架之上，检查密封情况是否完全。

(5) 上部所有部件安装完后，将防溢裙板放在侧板和输送带之间，联接固定用锁紧器锁紧，检查裙板与输送带的接触面，接触不当处及时调整保证足够的接触面。(6) 开机前系统检查；检查螺栓联接，联接密封，防溢裙板接触面是否达到要求。(7) 开机调试；启动设备运行处于负荷状态，检测除尘系统是否有泄漏现象及其他部分的工作情况如果不当进行调整。(8) 使用和维护；本除尘系统的最大特点就是使用和维护极其简单，现场操作人员只要定期清理除尘过滤网保证气流畅通即可满足使用，粉尘浓度高的物料三天清理一次，浓度低的七天清理一次，阻尘胶帘磨损要定期检查及时调整。

## 8 结语

在国家倡导节能减排、低碳、绿色、循环发展的大背景下，无尘转载系统符合“绿色”、“环保”的客观要求，对企业和社会的发展将会产生积极的作用和深远的影响。鉴于国内、国际市场的激烈竞争形势，尽快拥有自己的技术优势，对于确保我公司在带式输送机领域进一步占领国内市场、不断开拓国际市场都具有极其重要的战略意义。

## 参考文献

[1] 金丰民. 带式输送机实用技术. 北京: 冶金工业出版社, 2012.

[2] 机械工业部北京起重机运输机械研究所, DT II型固定带式输送机设计选用手册[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1994. 作者简介:

姜正起(1989, 4-), 男, 工程师, 大连港口设计研究院有限公司, 从事工艺设计工作。