

# Application of EDEM Technology in the Design of Chute at Transfer Station in Coal Preparation Plant

Honggang Ji

Beijing Huayu Engineering Co. Ltd. Xi'an Branch, China Coal Technology and Engineering Group, Xi'an Shaanxi  
Email: jihonggang@sina.com

Received: Mar. 30<sup>th</sup>, 2020; accepted: Apr. 21<sup>st</sup>, 2020; published: Apr. 28<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

The design of chute in the traditional coal preparation plant mainly depends on the experience of the designers. The improper design of chute will lead to the problems of dust pollution, the blockage of chute, the deviation of the belt, the serious scattering of materials and the serious wear and tear of the equipment. The EDEM technology can be used to simulate and analyze the movement track, speed and wear of chute, and then optimize the design of chute, slow down the falling speed of materials, ensure material point alignment and avoid material blocking, material scattering and so on. In this paper, the traditional design of chute at transfer station in a coal preparation plant is compared with the curved chute designed by using EDEM technology. The simulation results show that the chute designed by EDEM can avoid the problems of chute blocking, belt deflection, dust suppression and so on.

## Keywords

EDEM, Chute Design, Coal Preparation Plant, Transfer Station

---

# EDEM技术在选煤厂转载点溜槽设计中的应用

姬红刚

中煤科工集团北京华宇工程有限公司西安分公司, 陕西 西安  
Email: jihonggang@sina.com

收稿日期: 2020年3月30日; 录用日期: 2020年4月21日; 发布日期: 2020年4月28日

## 摘要

传统选煤厂溜槽设计主要依赖设计人员的经验水平，溜槽设计不合理会导致粉尘污染、溜槽堵塞、皮带偏载跑偏、撒料严重、设备磨损严重等问题。采用EDEM技术可以模拟分析物料在溜槽中的运动轨迹、速度、对溜槽的磨损情况，进而可以优化溜槽断面设计，减缓物料下落速度、保证料点对中、避免堵料、撒料等现象。本文对某洗煤厂转载点溜槽采用传统设计和采用EDEM技术设计的曲线溜槽进行了对比及仿真分析，仿真分析表明采用EDEM技术设计的溜槽可以很好地避免溜槽堵塞、皮带偏载跑偏、抑制扬尘等问题。

## 关键词

EDEM, 选煤厂, 溜槽, 转载点

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

选煤厂溜槽种类众多，转载点溜槽从结构上看似选煤厂中最简单的非标设备，不太重要的环节，溜槽设计是否合理很大程度上可以影响到带式输送机的运行乃至洗煤厂的正常安全生产，目前大多煤矿设计院溜槽设计主要还是采用传统设计手段，溜槽设计是否合理主要是依靠设计人员的经验。利用 EDEM 软件设计溜槽可以分析模拟物料在溜槽中的轨迹、速度等情况，将设计经验与模拟分析软件相结合，可以避免溜槽堵塞、皮带偏载跑偏、抑制扬尘。

## 2. 项目介绍

某厂外来煤经汽车受煤坑卸煤后由带式输送机运至 1 号转载点，在该转载点外来煤由分叉溜槽即可进入储煤场也可以进入储煤场至筛分车间的带式输送机上。该储煤场储量大，采用高架栈桥落煤，1 号转载点高度约 23 m，溜槽落差约 19 m，带式输送机运量  $Q = 600 \text{ t/h}$ ，煤炭粒度 0~200 mm，煤含水量较高，带式输送机带速 2.5 m/s。

### 3. 1 号转载点溜槽常规设计

#### 1) 溜槽断面及角度的选择

根据《煤矿专用设备设计计算》[1]中溜槽断面积与输送量由下述公式确定：

$$A = \frac{Q}{3600\varphi\gamma\nu} \quad (1)$$

式中， $A$ —溜槽断面积， $\text{m}^2$ ； $Q$ —输送量， $\text{t/h}$ ； $\varphi$ —装满系数，煤取 0.3~0.4； $\nu$ —物料在底板上运动速度， $\text{m/s}$ ； $\gamma$ —物料松散容重， $\text{t/m}^3$ 。

按粒度决定溜槽断面，断面宽： $b \geq 2 d_{\max} + 100$ ；断面高： $h \geq 1.5 d_{\max}$ ； $d_{\max}$ —煤炭最大粒度， $\text{mm}$ 。

根据上述条件确定溜槽断面尺寸为  $700 \times 600 \text{ mm}$ 。溜槽角度： $52^\circ$ 。溜槽设计为矩形断面，主要考虑到洗煤厂溜槽一般均为安装公司现场加工，下料、拼焊容易，如果设计的不合理，现场调整、修改也较

容易[2] [3]。

#### 2) 溜槽其它设计考虑因素

本溜槽最大特点就是落差高度大, 约 19 m, 因此降速、防冲击、防砸是溜槽设计考虑的主要因素。降速、防砸一般可以采用两种方式解决: 其一, 在直线段溜槽内合适位置设置防砸板(但需增大溜槽断面); 其二, 采用“S”形布置, 同时设置集煤堆[4]。

溜槽耐磨材料采用 12 mm 厚 Q345 钢。

为便于安装和检修更换, 溜槽节段一般按外形尺寸不大于 2 m 设计。

#### 3) 溜槽设计及布置图

传统溜槽设计及布置图下图 1。

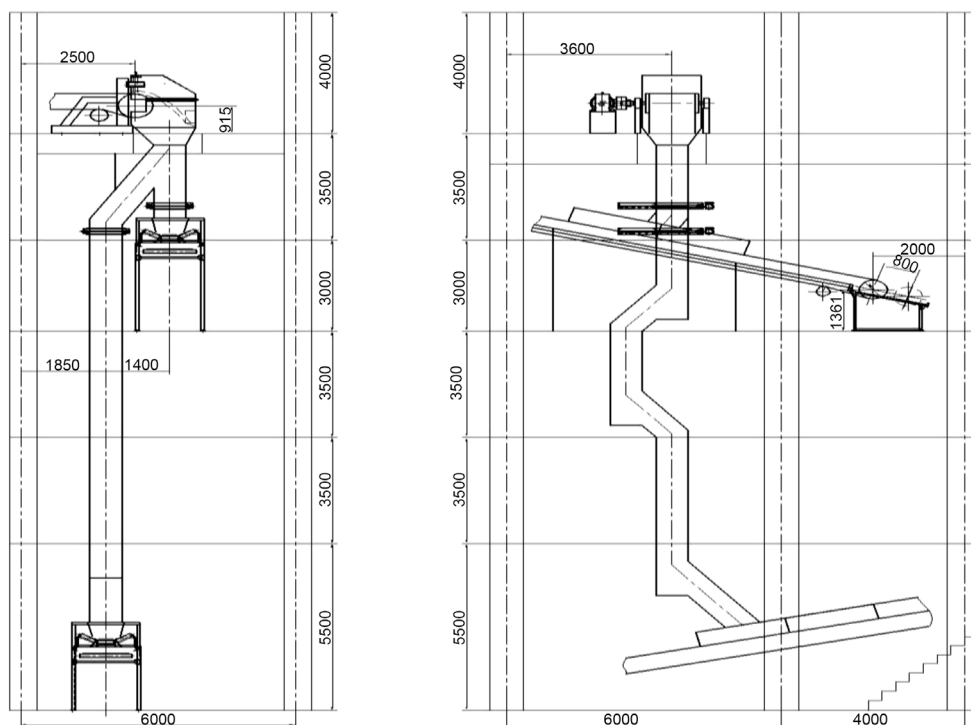


Figure 1. Traditional chute design  
图 1. 传统溜槽设计方案

#### 4) 传统溜槽设计的优缺点

传统设计方法设计溜槽简单易实现, 易于现场操作, 但溜槽设计是否合理很大程度上依赖于设计人员的经验水平, 对物料在溜槽中运动状态不能实现很好地控制, 在实际复杂工况作业下, 传统设计很有可能会造成物料堵塞、落料点不正引起的偏载跑偏、对胶带冲击大、粉尘浓度高、溜槽磨损严重等一系列问题, 因此有必要依据科学的手段进行仿真、模拟, 判断传统设计的溜槽不足之处, 调整设计使得溜槽更能接近实际工况。

### 4. 采用 EDEM 技术优化设计

#### 1) EDEM 技术简介

EDEM 系列软件是全球领先的散料机械仿真软件, 颗粒力学仿真专家 EDEM 是由英国 DEM Solutions 公司开发, 它可以高效、准确地仿真煤炭、矿石等散装颗粒的流动行为。EDEM 系列软件的原理是通过

牛顿运动定律和材质间的接触模型来计算每一个颗粒的运动与碰撞，通过大量迭代运算，最后得到整体物料流动结果。EDEM 软件主要由前处理器(EDEM Creator)、求解器(EDEM Simulator)和后处理工具(EDEM Analyst)三大功能模块组成。

### 2) 三维建模

本工程根据工艺布置及实践证明的曲线落煤管的一些设计经验(头部根据物料抛料轨迹设计安装弧形头部集流导流装置，以避免漏斗的堵料现象，同时抑制诱导风，降低粉尘；曲线溜槽结构，过渡平滑，保证物料汇集避免溜槽积料现象)，利用 Solidworks 软件进行三维建模，见下图 2 [5] [6]。

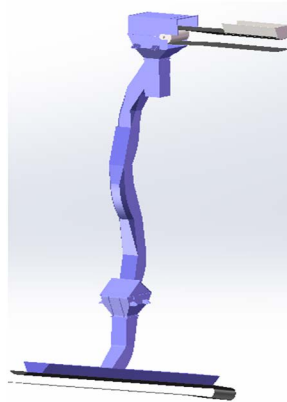


Figure 2. Traditional chute design  
图 2. 传统溜槽设计方案

### 3) EDEM 仿真分析

对 1 号转载点溜槽采用曲线溜槽设计方案，并通过 EDEM 软件采用含水率较高的煤种进行仿真分析(图 3)。

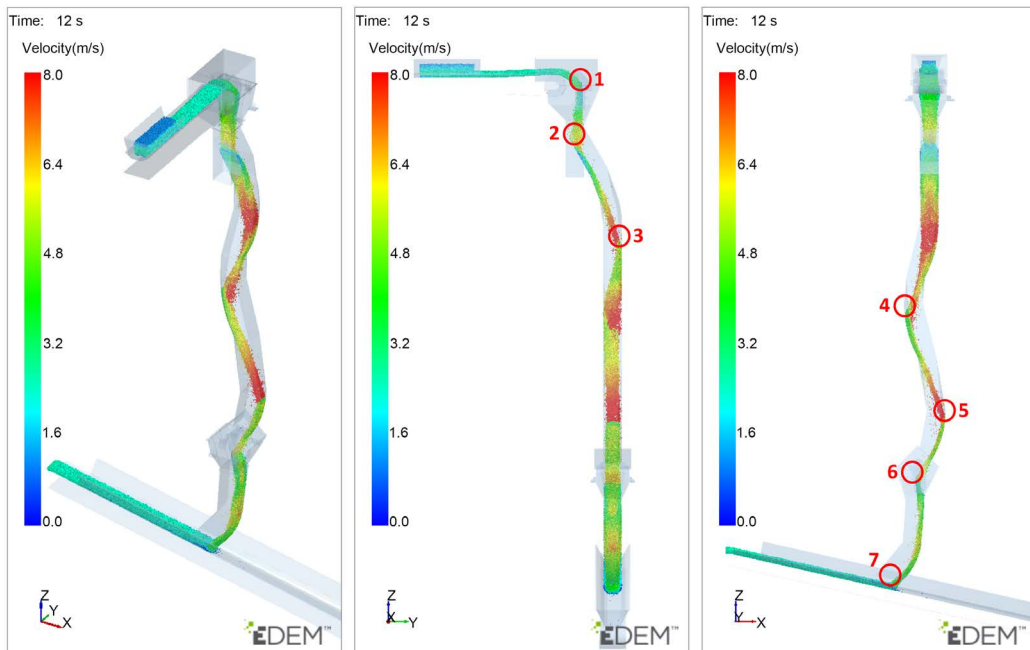


Figure 3. Design scheme of curved chute  
图 3. 曲线溜槽设计方案

两种设计方案相比,主要有二个方面优化:溜槽在头部漏斗处增加曲线导料板,起到引流、汇聚的作用,可以避免物料对漏斗大角度冲击和减小物料对三通挡板的冲击角度;传统溜槽更改成曲线溜槽,通过多级缓冲方式,有效地控制物料流动速度,且保证物料在溜槽里不堆积。

#### A) 冲击点分析

通过 EDEM 离散元仿真软件对曲线溜槽设计方案进行仿真模拟,结合以上图片分析情况,可以得到以下结果。冲击角:一共 7 处比较明显的冲击点出料口的冲击角度为最大,约为  $42^\circ$  左右,其次为第 2 个和第 6 个,其余冲击点的角度有效控制在  $25^\circ$ ;速度:物料在第 4 个冲击点时速度最大值,为 8.5 米/秒左右,物料在冲击导料槽导料板时,速度最小 2.8 米/秒左右。

#### B) 堵塞分析

堵塞主要是针对含水率较高且粘性较大的粉末状物料。由于冲击角度过大,容易造成物料过于分散,部分物料飞溅到非冲刷区,冲击后速度较小。然而,当非冲刷区物料动能无法摆脱衬板的表面摩擦力时,该区域就容易出现挂料、板结,随着时间增长,溜槽断面逐步缩小,当出现输送物料截面大于可通过溜槽断面时,还会出现堵塞的现象。

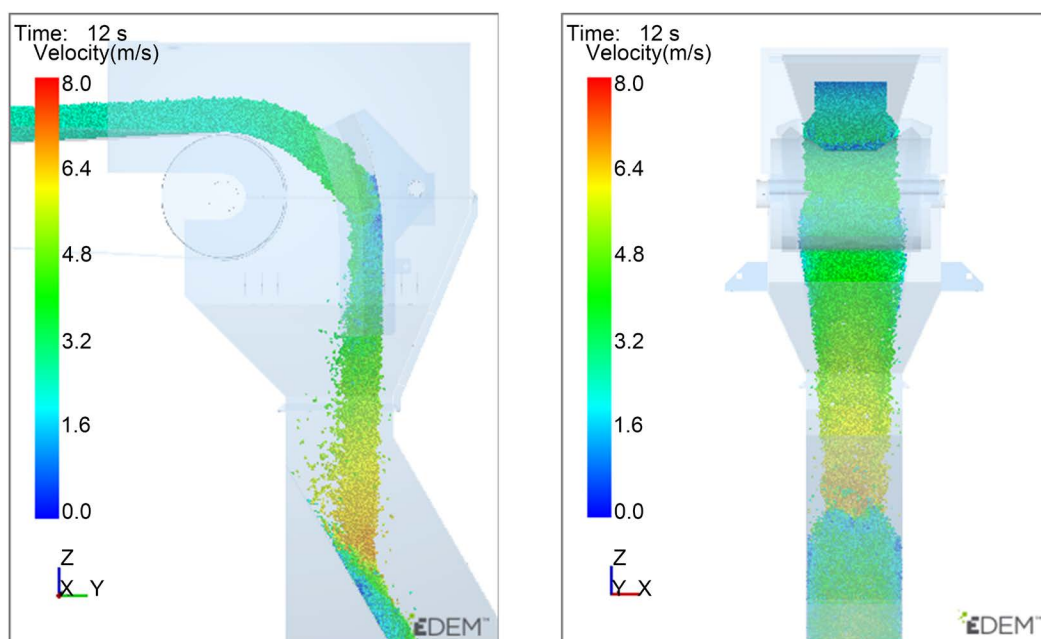


Figure 4. Partial enlarged view

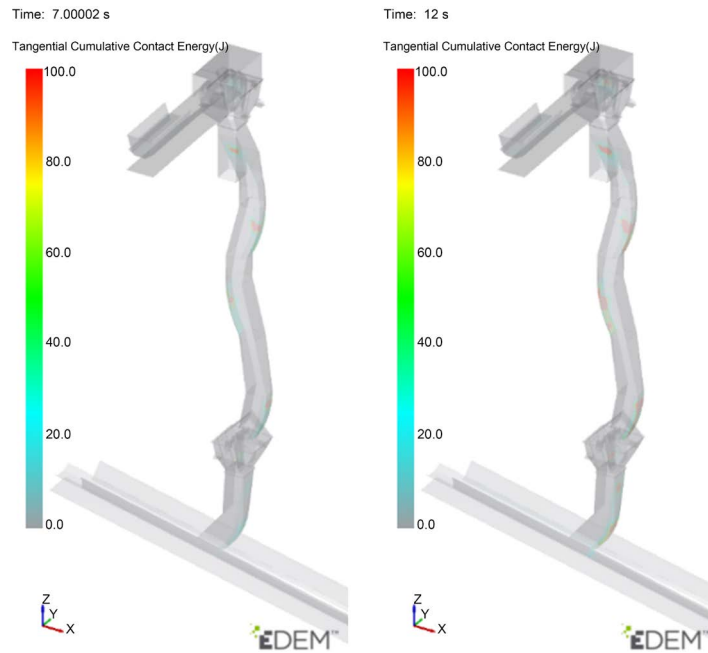
图 4. 局部放大图

通过仿真分析,见上图 4,物料冲击漏斗和三通挡板的局部放大图。通过采用曲线导料板的结构设计,避免了物料对漏斗的冲击,减少了物料的能量损耗,所以物料冲击三通挡板的速度比传统设计方案要大得多,同时还减小了物料对三通挡板的冲击角度,可以有效地解决传统方案中堵塞的问题。

#### C) 磨损分析[6] [7]

磨损问题主要是针对密度大、体积大的块状物料。由于冲击速度过快,即冲击动能越大,如果冲击角度越大,导致衬板的磨损量大,进而缩短了衬板使用寿命。在 EDEM 软件提供了 Relative Wear 相对磨损、Archard Wear 艾查德磨损的两种磨损的接触模型。以 EDEM 软件中的相对磨损为例,该分析模块分为了 4 种不同的磨损类型,分别为法向累积接触能量、法向累积力、切向累积接触能量和切向累积力。如下图 5 所示,曲线溜槽的仿真 7 秒和 12 秒时的切向累积接触能量。通过对前后两个时间节点的磨损着

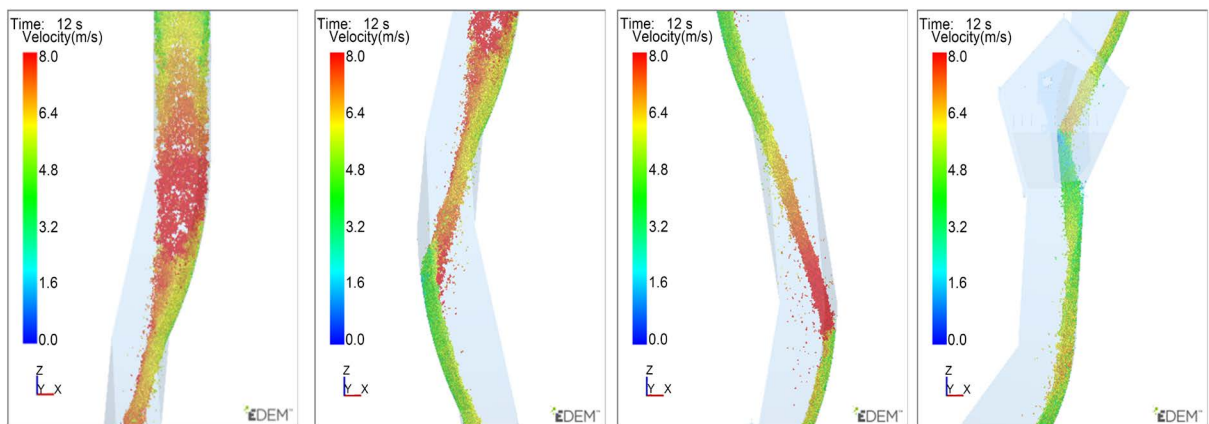
色方式，可以快速地识别出磨损最为严重的区域。曲线溜槽在头部中添加了导流板，可以有效地改善了头部漏斗的磨损情况，同时也减小了物料对三通挡板的冲击角度，但导流板使得物料流动更顺畅，速度更快，所以也会适当地增加了物料对电动三通磨损。通过仿真，可以方便的在磨损严重的区域采取加厚耐磨材料的办法进行补强或该部位设计考虑容易更换耐磨衬板。



**Figure 5.** The cumulative tangential contact energy of the curved chute  
**图 5.** 曲线溜槽切向累积接触能量

D) 扬尘分析

扬尘问题主要是针对含水率低的粉末状物料。由于物料在运动过程中互相碰撞，还有物料和溜槽的碰撞引起粉尘；加上物料在溜槽中由于结构的设计问题，不能产生稳定、均匀的料流。物料之间的空隙较大，气流在物料的冲击下，迅速进入物料之间，形成了有效的诱导风，使粉尘从料流中脱离出来。若溜槽密封性不好时，导致粉尘外溢，影响了设备周围的工作环境。



**Figure 6.** Middle section of curved chute  
**图 6.** 曲线溜槽中段

如上图 6 所示, 曲线溜槽将传统设计的直段或拐弯段变成曲线段。可以清晰地看出, 曲线溜槽采用了对落料管进行倒角设计, 起到了汇聚的作用, 避免物料分散的现象, 另外还使用了多级缓冲方式来控制料流速度, 并在出口处运用了曲线给料匙的设计, 大大地减少了物料对带式输送机的冲击角度。所以可以有效解决扬尘的问题[8]。

#### E) 跑偏分析

跑偏问题主要是设计结构的问题。最为直接原因是物料落在皮带上时不居中, 同时引起皮带两侧的应力不对称, 久而久之造成皮带跑偏。如下图 7 所示, 为曲线溜槽设计方案的出口部分。通过曲线溜槽 + 给料匙结构, 有效地将物料均匀地分布在带式输送机上, 有效地解决跑偏问题, 也解决了物料滞留的问题。

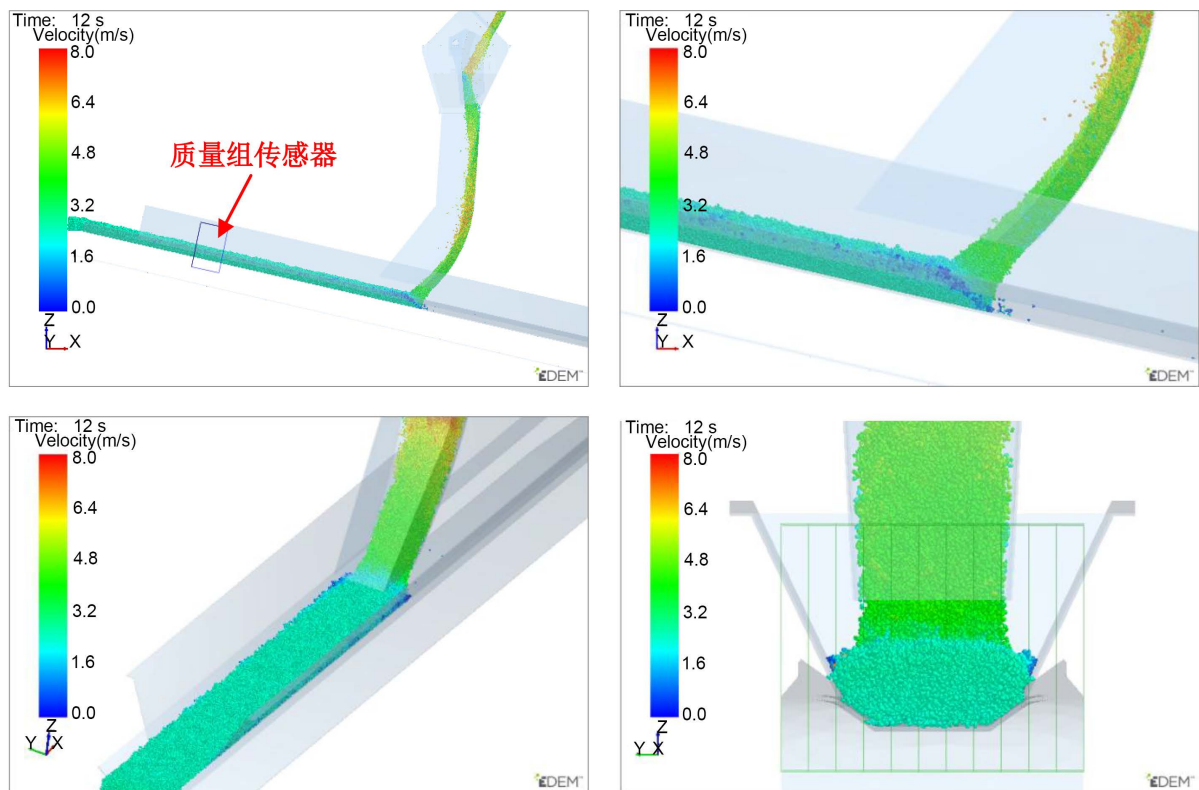


Figure 7. Curved chute exit

图 7. 曲线溜槽出口

## 5. 总结

较复杂的溜槽设计采用 EDEM 离散元仿真软件对其进行仿真模拟, 从物料在溜槽中的常见问题的可视化分析和数据化处理分析, 可以快速且准确地分析出溜槽设计的是否合理, 为结构优化提供了有力的设计依据。

## 参考文献

- [1] 陈然. 选煤厂常用溜槽设计综述[J]. 煤炭工程, 2016, 48(3): 33-39.
- [2] 孙国敏, 迟运海, 杨建珍. 溜槽几何形状的合理选择[J]. 煤矿设计, 1993(5): 21-26.
- [3] 乔青山. 煤矿溜槽的设计[J]. 煤矿机械, 2015, 36(5): 165-167.
- [4] 李俊峰, 崔昭霞, 齐向东, 等. 带式输送机机头漏斗下大落差溜槽优化设计[J]. 煤炭工程, 2016, 48(10): 15-17.

- [5] 孟宪振. 基于 EDEM 的带式输送机转接溜槽结构优化[J]. 起重运输机械, 2016(7): 98-101.
- [6] 宋伟刚, 王天夫. 散装物料转载系统设计 DEM 仿真方法的研究[J]. 工程设计学报, 2011, 18(6): 428-436.
- [7] 胡斌, 陈长健. 基于 EDEM 仿真技术分析物料特性对落料管结构的影响[J]. 煤质技术, 2019(5): 56-60.
- [8] 宗强. 广西贵港电厂输煤系统粉尘综合治理研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学, 2015.