

# The Liquid Analysis of Deduster Dehydration by ANSYS/FLOTRAN

Yueyue Ma, Ying Wang

Sany Heavy Equipment Co., Ltd., Shenyang  
Email: mayeye@sany.com.cn, sany-mayueyue@163.com

Received: Sep. 11<sup>th</sup>, 2013; revised: Oct. 6<sup>th</sup>, 2013; accepted: Oct. 14<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Yueyue Ma, Ying Wang. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. In accordance of the Creative Commons Attribution License all Copyrights © 2013 are reserved for Hans and the owner of the intellectual property Yueyue Ma, Ying Wang. All Copyright © 2013 are guarded by law and by Hans as a guardian.

**Abstract:** In this paper, we adopt ANSYS/FLOTRAN to simulate two-dimensional fluid of deduster dehydration, obtain the gas distribution and pressure value between the inlet and outlet of deduster dehydration, and get the optimal structure with low air resistance by comparison with the structure of foreign products.

**Keywords:** The Deduster Dehydration of Roadheader; ANSYS/FLOTRAN; Optimal Design

## 基于 ANSYS/FLOTRAN 的除尘器脱水板的流体分析

马月月, 王 颖

三一重型装备有限公司, 沈阳  
Email: mayeye@sany.com.cn, sany-mayueyue@163.com

收稿日期: 2013 年 9 月 11 日; 修回日期: 2013 年 10 月 6 日; 录用日期: 2013 年 10 月 14 日

**摘 要:** 本文采用 ANSYS/FLOTRAN 对除尘器脱水板的空气流体进行二维模拟, 得出除尘器脱水板空气的分布和进出风口的压差, 并通过和国外产品除尘器脱水板结构的流体分析的比较, 得出空气阻力小的优化结构。

**关键词:** 掘进机除尘器脱水板; ANSYS/FLOTRAN; 优化设计

### 1. 引言

由于井下巷道掘进过程中存在大量的粉尘, 为保障操作人员的健康, 掘进机使用过程中需要配备除尘设备。

除尘器脱水板是掘进机除尘器的重要部件, 脱水板间的流场分布直接影响除尘效果。传统的模拟试验法劳动强度大、试验周期长、投入成本高, 所以采用有限元模拟成为了设计趋势。

除尘器脱水板计算有一定局限性, 其各部分的几何形状复杂且有凹槽凸起部分, 加之除尘器脱水板中的风道很短, 各风道之间相互有一定影响, 常规的有

限元计算难以真实的模拟现实中的空气流动状态。

为此, 本文采用 ANSYS/FLOTRAN 对除尘器脱水板的空气流体进行二维模拟, 得出气流流经除尘器脱水板的压力分布图和速度矢量图, 除尘器脱水板空气的分布状态和进出风口的压差, 为除尘器脱水板设计提供可靠依据, 并通过和标杆除尘器脱水板结构的流体分析的比较, 得出空气阻力小的优化结构<sup>[1]</sup>。

### 2. 分析模型

本分析主要就两种型号的脱水板进行分析分别是: 1) A 型除尘器脱水板; 2) B 型除尘器脱水板。其

中 A 型除尘器为我司产品, B 型除尘器为德国标杆产品。两种除尘器脱水板的截面示意图如图 1 所示。

### 3. 流体初始条件

#### 3.1. 除尘器脱水板的初始条件

- 流体的介质: 空气;
- 流体的密度:  $1.2 \text{ Kg/mm}^3$ ;
- 流体的粘度:  $1.57 \text{ e}^3 \text{ m}^2/\text{s}$ ;
- 入口速度:  $25 \text{ m/s}$ ;
- 出口压力:  $-3000 \text{ Pa}$ 。

#### 3.2. 除尘器脱水板流体状态的确定

流体的状态按不同的区分方式, 可分可压流和不可压流、层流和紊流、亚声速流和超声速等, 在 ANSYS/FLOTRAN 中均有相应公式作为判断准则。

可压流与不可压流用马赫数来进行判别。

$$M = V / \sqrt{\gamma RT} \quad (1)$$

其中,  $V$  为速度;  $\gamma$  为绝热系数;  $R$  为气体常数;  $T$  为热力学温度。

当马赫数小于 0.3 时, 当不可压缩处理, 大于 0.3 时为可压缩; 当马赫数大于 1 时, 流体为超音速, 马

赫数小于 1 为亚音速。所选模型马赫数小于 0.3, 为不可压缩、亚音速流体。

层流和紊流用雷诺数来判别。

$$R_e = \rho V D / \mu \quad (2)$$

其中,  $\rho$  为密度;  $V$  为速度,  $D$  为水力直径,  $\mu$  为动力粘度。

当  $R_e > 2300$  时为紊流,  $R_e < 2300$  为层流。所选模型  $R_e = 1.44 \times 10^5 > 2300$  为紊流。所以除尘器脱水板的流体状态为不可压紊流<sup>[2]</sup>。

### 4. 分析过程

#### 4.1. 有限元模型的建立

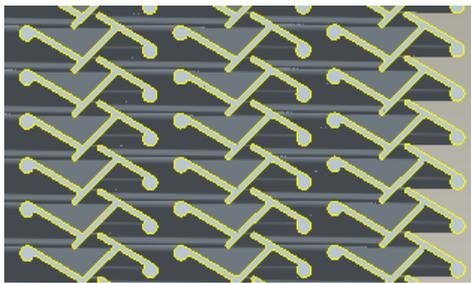
分析中假设除尘器脱水板的流道是密闭的, 为了减少计算量, 在 Auto/CAD 中建立除尘器脱水板的二维模型对其进行模拟, 并且只建立单层的流道进行分析。两种型号的脱水板的 2D 模型如图 2 所示。

#### 4.2. 网格划分

选取 ANSYS 中用于 FLOTRAN CFD 分析的 2D 单元 FLUID 141 来模拟流体的分析。对网格进行 0.5 mm 的四面体网格的划分。

#### 4.3. 边界条件设定

在流体模型的进口处施加 X 方向速度为 25 m/s、其它方向速度为零的进口速度条件, 设置其他壁面为无滑移边界条件。在出口的壁面上施加  $-0.003 \text{ MPa}$  的出口压力, 除尘器脱水板的整体边界条件施加情况如图 3 所示。



(a)



(b)

Figure 1. Deduster dehydration diagrammatic sketch, (a) A type deduster dehydration; (b) B type deduster dehydration  
图1. 除尘器脱水板示意图, (a) A型除尘器脱水板; (b) B型除尘器脱水板

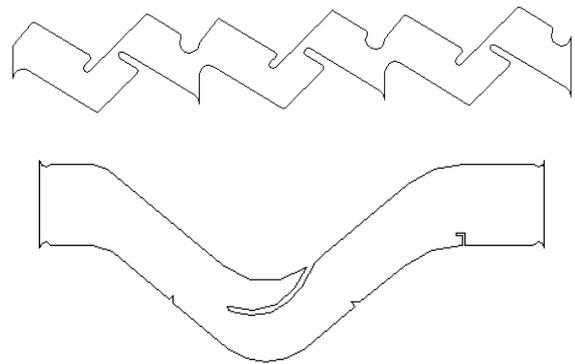


Figure 2. 2D model of two types of dehydration  
图2. 两种型号的脱水板的 2D 模型

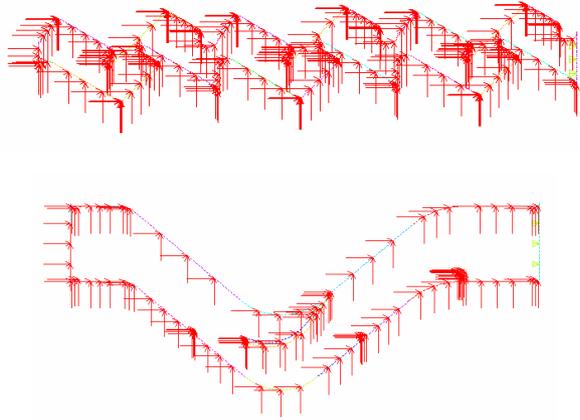


Figure 3. Two types of deduster dehydration whole boundary condition load  
图 3. 两种型号除尘脱水板的整体边界条件施加

#### 4.4. 流体特性的设置<sup>[3]</sup>

根据之前的计算, 设置流体特性为紊流并且不可压缩, 建立流体性质, 设置流体介质为空气, 并且为了保持单位的一致性, 选择 mm 作为计算的单位, 设置流体计算的迭代步骤为 40。

#### 4.5. 求解及后处理<sup>[4,5]</sup>

由于两种结构的除尘器脱水板的初始条件、流体特性和边界条件一致, 故分别设置后进行求解并经过后处理后得到以下结果。

##### 1) A 型除尘器脱水板

通过观察进风口风速矢量图(如图 4(a))、等压

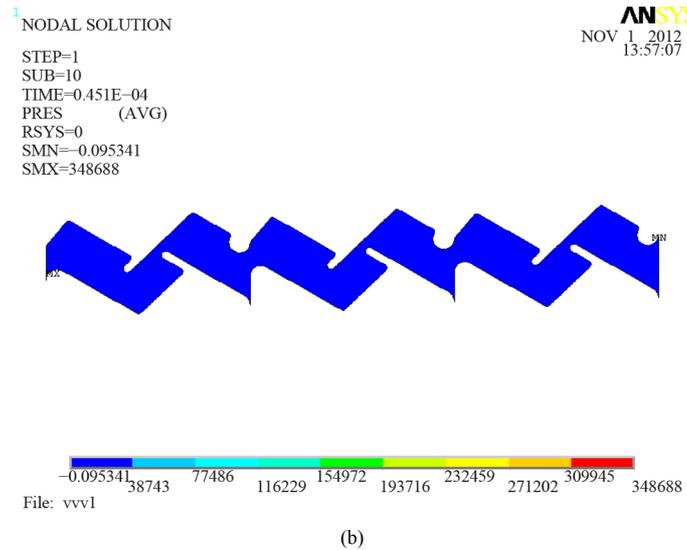
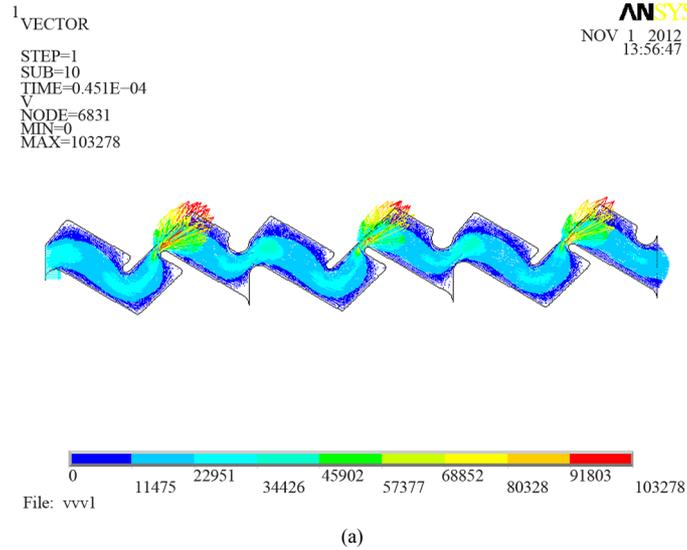


Figure 4. A type deduster dehydration result contour  
图 4. A 型除尘器脱水板的结果云图

力云图(如图 4(b)), 出风口最大风速 25 m/s 左右、靠近倒第二个折弯处的风速较大, 为 103.27 m/s。进风口压差 0.349 MPa, 最大压力出现在入风口处。

从图 4(a)可以看出, 倒第二个折弯处存在着一定量的小漩涡及回流区。由于脉动量的存在, 这些漩涡及回流造成了较大的局部能量损失。从图 4(b)中可以看出, 在喷头流道的压力场中, 流体压力值在入口处变化显著。脱水板管道中压力变化平缓。

## 2) B 型除尘器脱水板

通过观察进出风口风速矢量图(如图 5(a))、等压力云图(如图 5(b)), 出风口最大风速 25 m/s 左右、靠近第一个折弯处的风速较大, 为 95.84 m/s。进风口压差 0.176 MPa, 最大压力出现在入口圆角处。

从图 5(a)可以看出, 第一个折弯处存在着一定量的小漩涡及回流区。由于脉动量的存在, 这些漩涡及回流造成了一定的局部能量损失。从图 5(b)中可以看出, 在喷头流道的压力场中, 流体压力值在入口处变化显著。脱水板管道中压力变化平缓, 压降较小。

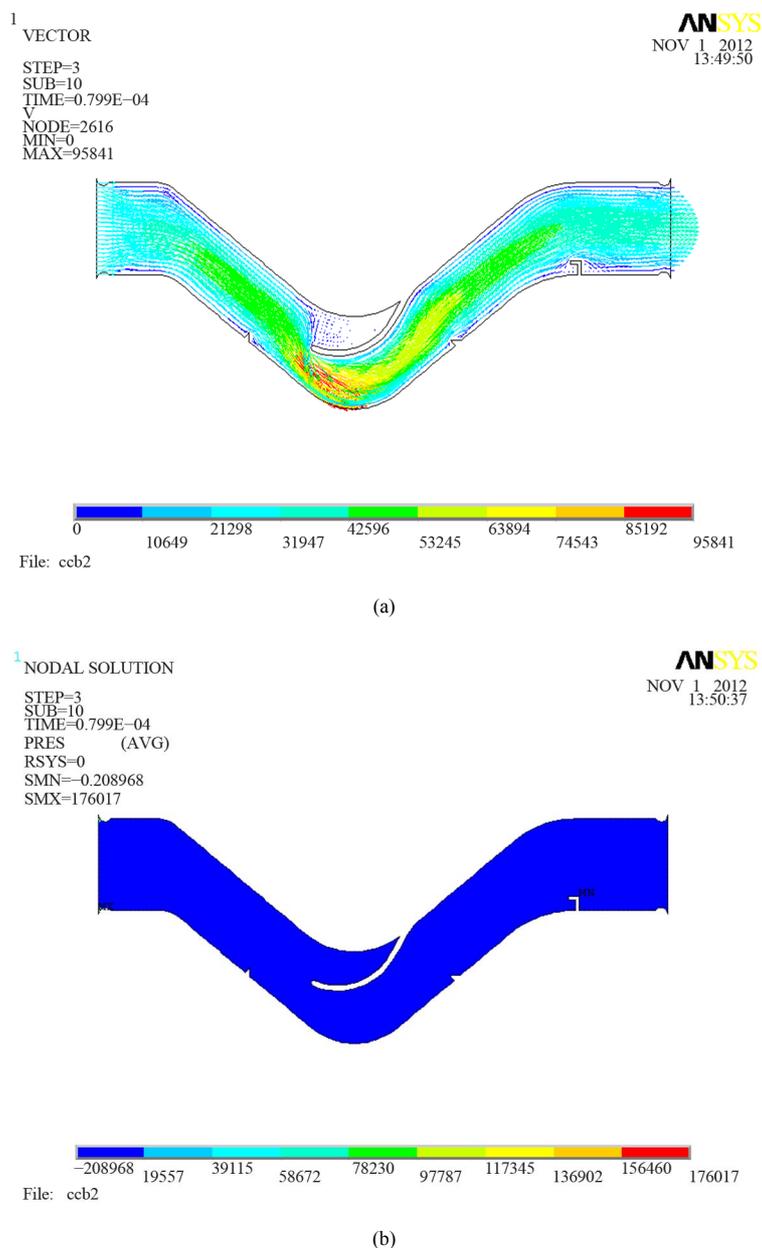


Figure 5. B type deduster dehydration result contour  
图 5. B 型除尘器脱水板的结果云图

## 5. 结论

通过整个除尘器脱水板的两种工况的有限元分析, 可以得出除尘器脱水板的速度矢量图、总体应力图, 为设计提供参考依据, 并得出以下结论。

1) 经过分析比较, A 型除尘器脱水板的管道的进出口速度比较平稳, 减少了局部能量损失;

2) 虽然 B 型除尘器脱水板的管道的最大速度值较 A 型除尘器脱水板的最大速度小, 但是由于 A 型除尘器脱水板是由三层脱水板组成, 整个流道内的流速较 B 型除尘器脱水板相对平稳;

3) A 型除尘器脱水板的入口压强比较大, 应对入口结构进行优化, 避免入口压强过大对于脱水板的损害;

4) B 型除尘器脱水板作为标杆产品, 较 A 型除尘

器脱水板有流道短, 压力损失小的优点;

5) 综合比较, A 型除尘器脱水板的结构优于 B 型除尘器脱水板的结构。

## 参考文献 (References)

- [1] 姚世东, 王永强, 陈海炎 (2008) ANSYS/FLOTRAN 在对喷流除尘系统优化中的应用. *金属矿山*, **10**, 81-83.
- [2] 赵凤芹, 李和孝, 周立瑶 (2010) 基于 ANSYS/FLOTRAN 秸秆挤压机流场的数值模拟. *东华大学学报(自然科学版)*, **4**, 363-365.
- [3] ANSYS Inc. (1998) CFD FLOTRAN analysis guide. ANSYS Inc. Publishers, Pittsburgh.
- [4] 陶平凯 (2012) 基于 ANSYS FLOTRAN 的管道输送参数化. *金属矿山*, **11**, 43-45.
- [5] 李建伟 (2011) 基于 ANSYS 的汽车用废气涡轮增压进气管路优化设计与分析. *农业装备与车辆工程*, **1**, 4-7.