

基于SOLIDWORKS Flow Simulation 工业除尘设备导流板设计

撰文 / 陕西美德资讯有限公司 李鹏

DS SOLIDWORKS 彭军

一、问题的提出

燃煤锅炉、冶金行业、化工行业等工业设备在工作过程中产生的尾气中含有大量的颗粒污染物（硫化合物如二氧化硫；氮化合物如 NO 和 NO_2 ；碳的氧化物 CO 和 CO_2 ；碳氢化合物和卤素的化合物等），这些有害的粉尘及气体如果直接排到大气中就会形成雾霾。所以工业尾气在排放到大气之前就需要进行化学处理，也就是在会产生有害气体及粉尘的工业设备上增加除尘设备（图 1）。

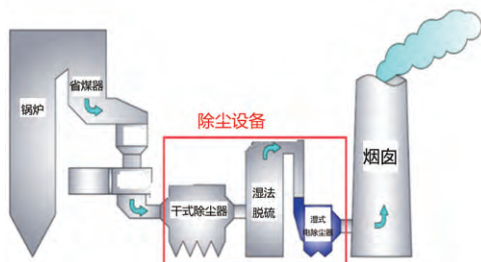


图 1

除尘设备的除尘效果是工业设备需要考虑的重中之中。一般工业除尘主要是减少尾气中的固体颗粒物和有害气体，有害气体通过化学反应减少，固体颗粒物通过电场、水雾等方法排出设备。

有害气体能够最大化地进行化学反应直接影响除尘效果，在工业上一般采用使有害气体通过蜂窝状载体催化剂（图 2 和图 3），在有害气体通过催化剂的瞬间进行化学反应以达到除尘的效果。如何能使有害气体充分地跟催化剂发生化学反应将是除尘的核心，如果有有害气体与催化剂接触不均匀，除尘效果不好，工业设备排出的烟气一般都是

高温、大流量，含有粉尘的气体。如果烟气流场不均匀将会使催化剂不能完全反应，流速快的地方发生化学反应快，流速慢的地方发生化学反应慢，烟气中的粉尘也会由于流场不均匀或发生紊流造成对蜂窝催化剂的磨损或粉尘堆积，造成催化剂的浪费及除尘效率低下（图 4 和图 5）。

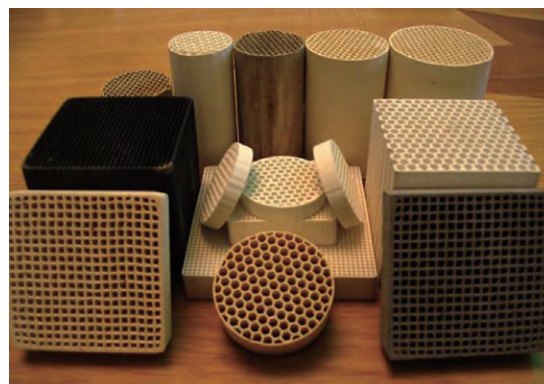


图 2

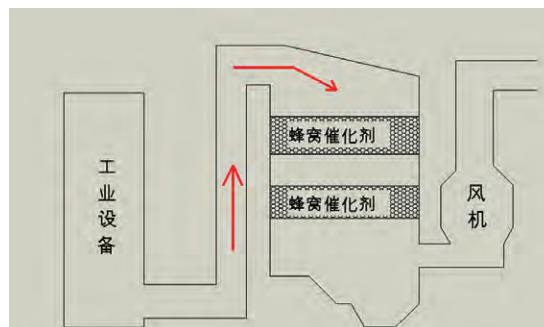


图 3

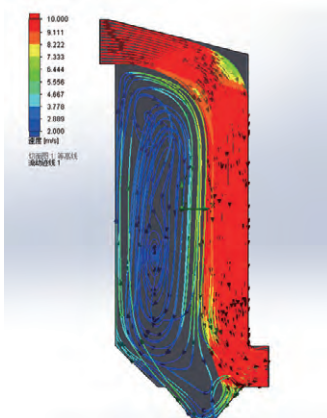


图 4

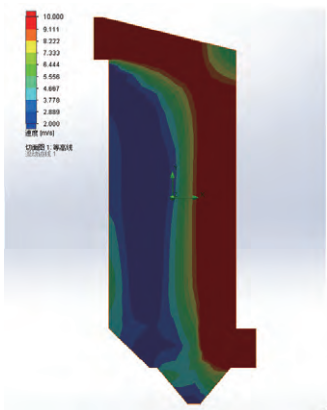


图 5

二、流场优化及导流板设计

烟气在进入除尘设备时，由于流速较快、烟道曲直，烟气必然会产生流畅不均匀和紊流等现象（图 4、图 5）。为了使烟气均匀地流入除尘设备，就需要在除尘设备进气口加上导流板。导流板的设计手工计算难度较大，凭经验结果不准确，需要多次样机试制才能完成，设计周期较长，成本增加。如果使用 SOLIDWORKS Flow Simulation CFD 软件可以非常容易解决此问题。

使用 SOLIDWORKS Flow Simulation 设计导流板步骤如下。

第一步：使用 SOLIDWORKS 建立除尘设备主要结构（图 6）。

第二步：使用 SOLIDWORKS Flow Simulation 建立流场仿真模型。

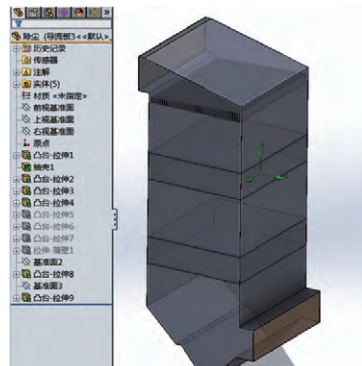


图 6

（1）通过没有导流板时的流场分布图（图 4、图 5）可以看到流场分布极不均匀，需要设计导流板；导流板的设计可在 SOLIDWORKS 中初步设计（图 7）。

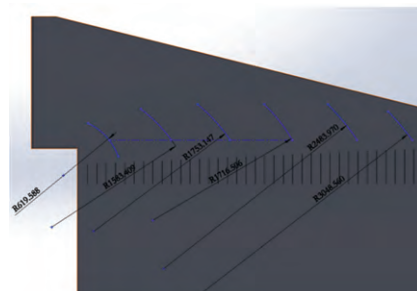


图 7

（2）建立 CFD 工程算例。通过 SOLIDWORKS Flow Simulation 向导可以完成工程算例的 75% 的设置：定义工程名称、使用的 3D 模型、工程算例所使用的单位系统、工程算例的类型（内流还是外流）、流体的介质（空气）和默认网格类型（图 8 ~ 图 12）。

（3）定义边界条件。

◎定义入口体积流：模拟烟气从入口进入，烟气温度 350℃，速度 75m²/s。

◎定义出口压力：3000Pa 负压，模拟风机的作用（图 13）。

◎定义蜂窝载体催化剂模型：使用多孔介质模拟蜂窝载体催化剂，SOLIDWORKS Flow Simulation 工程数据库中包含了风扇、多孔板和多孔介质等材料数据库（图 14）。

（4）定义工程目标：工程主要仿真的结果是流场的分布及流速，在此定义流速为计算目标。

（5）运行计算，如图 15 所示。

（6）查看结果：通过流畅迹线和流速云图可以看到，

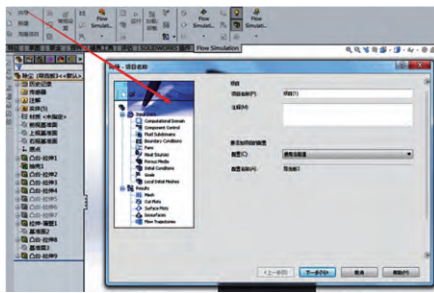


图 8



图 9

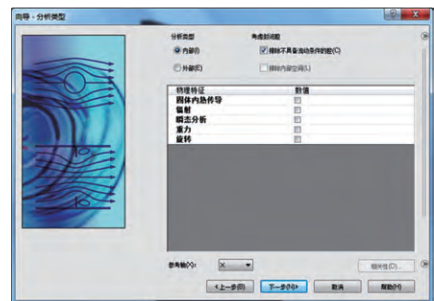


图 10

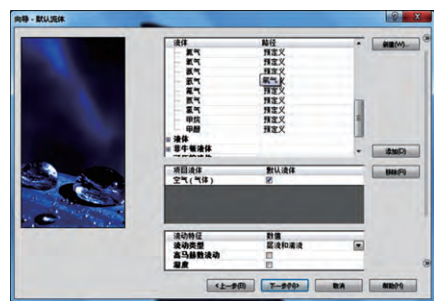


图 11

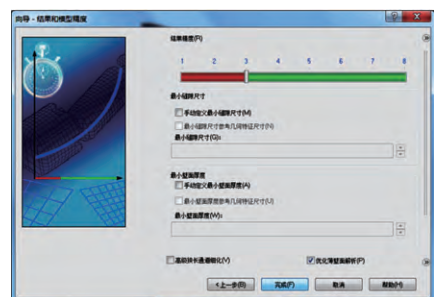


图 12

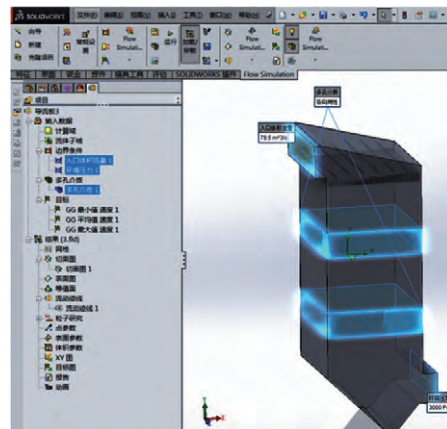


图 13

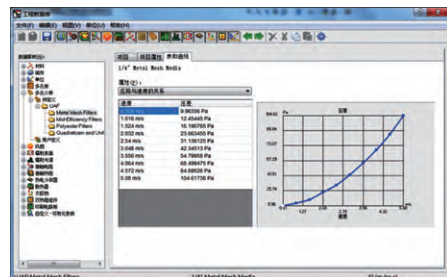


图 14

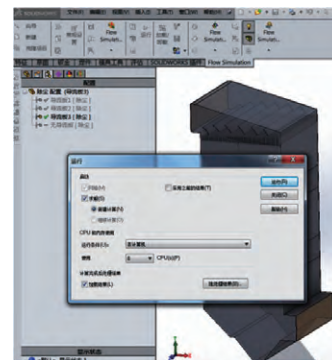


图 15

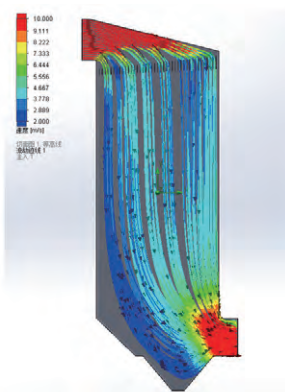


图 16

加上设计的导流板后流场流速与无导流板时有明显的改善，没有出现紊流（图 16、图 17）。但是此结果由于流场不均匀，流速有差异，所以还需进行进一步的设计改进才能满足要求。

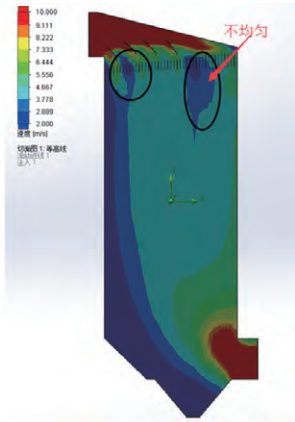


图 17

第三步：优化导流板的设计。在 SOLIDWORKS 中重新更改导流板草图，以更改导流板的形状与位置（图 18 和图 19）。

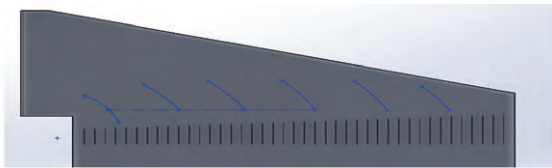


图 18

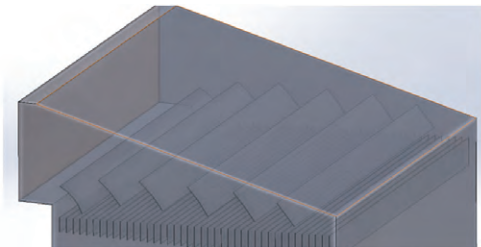


图 19

第四步：重新运行计算，查看结果（图 20 和图 21）。通过再次重新优化导流板的形状及位置后，重新计算，结果流迹线和云图的结果可以看到整个流场无紊流且流速均匀并保持在 5m/s。即此导流板满足设计要求。

第五步：形成导流板零件模型及工程图（图 22 和图 23）。

三、结语

(1) 使用 SOLIDWORKS Flow Simulation 软件进

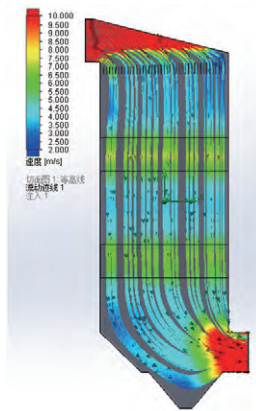


图 20

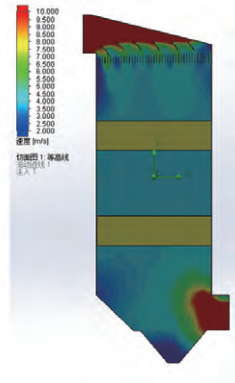


图 21

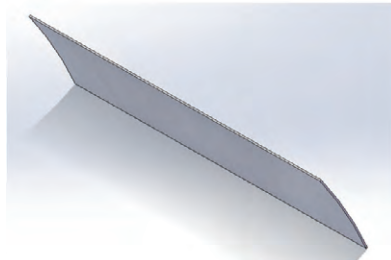


图 22

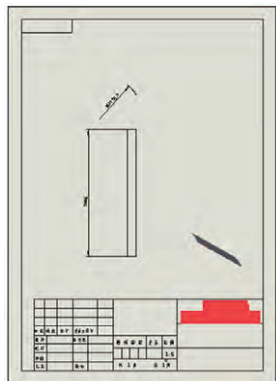


图 23

行除尘设备内部复杂流场的仿真，可以清晰地看到设备内部的烟气的流速分布及紊流，为导流板设计提供了直观的数据。

(2) SOLIDWORKS 与 SOLIDWORKS Flow Simulation 在同一个界面下，真正达到了设计仿真一体化，仿真数据直接指导设计。

(3) 使用 SOLIDWORKS 中的分析模型，直接拆分导流板零件模型并出导流板工程图，指导生产。设计数据直接指导生产，保证了产品的质量。