

DOI:10.3969/j.issn.1674-1951.2019.12.004

流场模拟在 SCR 蜂窝脱硝催化剂模具设计中的应用

Application of flow field simulation in SCR honeycomb denitrification catalyst mold design

秦一鸣, 韩同江, 王冠宇, 王建国, 陈华
QIN Yiming, HAN Tongjiang, WANG Guanyu, WANG Jianguo, CHEN Hua

(华电青岛环保技术有限公司, 山东 青岛 266000)
(Huadian Qingdao Environmental Protection Technology Company Limited, Qingdao 266000, China)

摘 要:选择性催化还原(SCR)蜂窝脱硝催化剂挤出时受到的影响因素较多,为探索催化剂模具关键参数对挤出过程的影响,应用 ANSYS Fluent 软件模拟催化剂挤出过程中的流场,重点分析了模具凸台、进料孔、缝宽等主要参数的影响,可为催化剂挤出模具的设计提供一种思路。

关键词:选择性催化还原脱硝;蜂窝催化剂;模具;挤出;Fluent 软件;流场模拟

中图分类号:X 701 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-1951(2019)12-0020-05

Abstract:Selective catalytic reduction(SCR)honeycomb denitrification catalyst is subject to many factors while extrusion. In order to explore the key parameters affecting the extrusion of catalyst mold, flow field simulation during the extrusion process of catalyst is made by ANSYS Fluent. The influence of main parameters such as mold boss, feed hole and slit width are analyzed, which provide an idea for the design of catalyst extrusion mold.

Keywords:selective catalytic reduction denitrification; honeycomb catalyst; mold; extrusion; Fluent software; flow field simulation

0 引言

大气中的 NO_x 是导致酸雨、雾霾、光化学烟雾等严重环境问题的主要原因之一。人为排放的 NO_x 主要来源于固定污染源(发电厂、化工厂等)和移动污染源(各种带燃油发动机的交通工具)。2015 年我国燃煤电厂 NO_x 排放量达 1310 万 t,对燃煤电厂进行烟气脱硝刻不容缓^[1]。选择性催化还原(SCR)脱硝技术具有占地面积小、脱硝效率高、技术成熟等优点,是目前应用最广、最为有效的烟气脱硝技术之一。

蜂窝式催化剂作为 SCR 脱硝反应的核心,其质量和性能直接影响脱硝效率,所以,在火电厂脱硝工程中,除了反应器及烟道的设计不容忽视外,催化剂的质量及性能同样至关重要。在催化剂的生产工艺中,挤出成型工序是最为关键的一环,直接影响催化剂的质量^[2],而挤出成型工序的关键在于挤出模具

的设计选择。

催化剂挤出时受到的影响因素较多,除了模具设计参数外,挤出机流场、原材料成分、混炼过程等因素都会对挤出成型造成影响。对于常规孔型的催化剂,生产过程中通过观察可以分析模具对挤出的影响,但在进行新产品研发时,通过实际修改模具某参数来验证模具设计是否合理就显得不切实际。因此,为了能更加便捷、直观、经济地分析改变模具参数对挤出成型的影响,本文引入流场模拟软件,理想化无关变量,采用简化模具模型,应用 ANSYS Fluent 软件进行模具内部挤出流场的模拟,研究影响模具挤出情况的设计参数,为新模具的开发提供理论支持。

1 蜂窝式 SCR 脱硝催化剂模具概述

蜂窝式 SCR 脱硝催化剂模具由模具本体(图 1 中①部分)与模具外框(图 1 中②部分)构成。模具本体承担主要挤出工作,物料由进料孔进入,挤出成型催化剂内缝;模具外框配合模具本体挤出,约束催

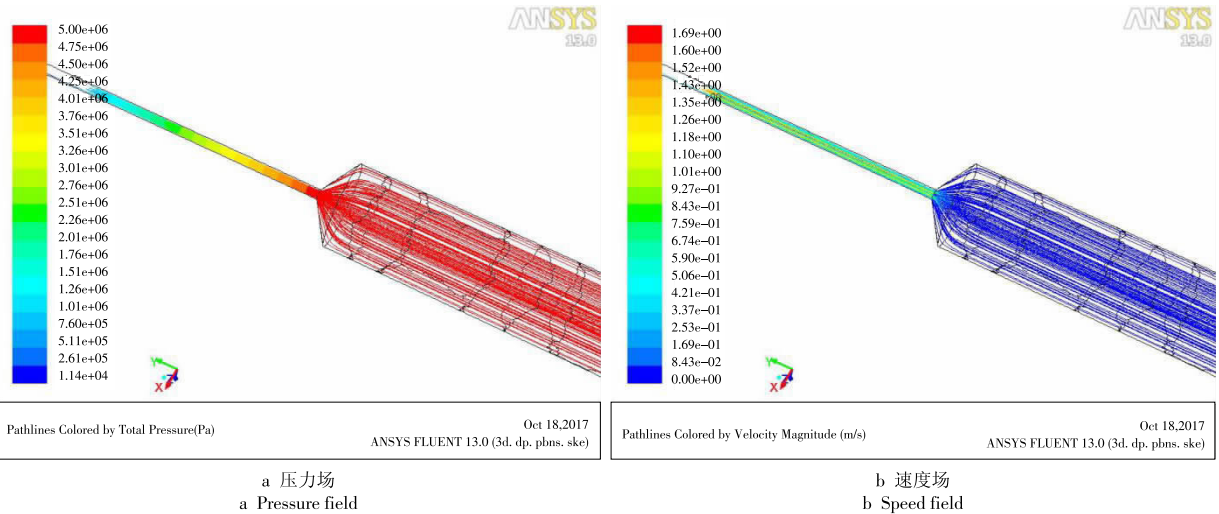


图 3 模型 1 流场模拟结果

Fig.3 Simulation results of model 1 flow field

表 1 模型出口端压力、速度对比

Tab.1 Comparison of pressure and speed at the exit of the model

项目	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
模型描述	正常 18 孔 模具	凸台加厚 1 倍	进料孔加装 孔板	进料孔厚度 增加 1 倍	进料孔直径增 加 1.0 mm	出料缝宽增 加 0.1 mm
出口端压力/Pa	11 400	1 020	6 220	6 430	4 060	6 440
出口端速度/(m·s ⁻¹)	1.690	0.884	1.720	7.720	1.680	2.160

以采用加装孔板的方式来调节前端出料状态。该模型速度场较常规模型相差不大,说明孔板并不影响出料量与产品质量。

而进料台厚度对出口压力的影响远不如凸台厚度的增加,其影响程度与加装直径为 6.5 mm 的孔板基本一致。从速度场看,进料台厚度的增加会大幅增加出料速度,如果模具表面粗糙度不均匀,会导致出料端面偏差较大,极易出现质量缺陷。

出料缝宽增大会导致出料速度提高,出口端挤

出压力也会略有降低,出口压力与加装直径为 6.5 mm 的孔板基本一致,速度场也可反映出模具出口出料量有所增加。因此,可以表象为出料缝宽增加即为出料量增加,出料速度相应上升,出料压力相应下降,此时应提高挤出机转速,增加挤出压力以匹配出料量的增加。

从压力场可以看出,当进料孔直径增大时,出口端压力变小,但出口端压力降到一定程度就会造成挤出困难。因此,适当缩小进料孔直径可以保证顺利出料。

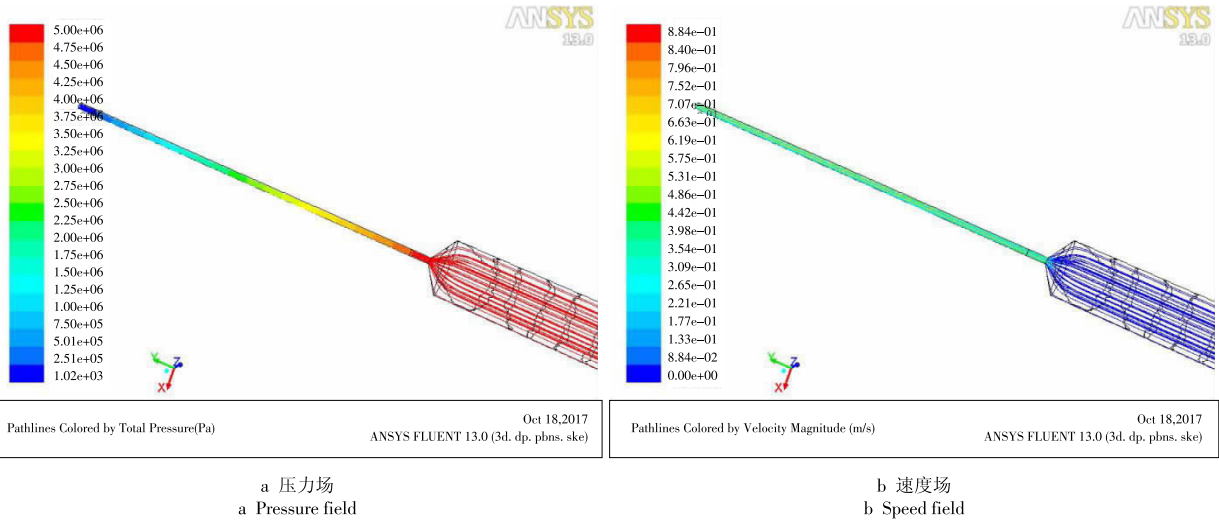


图 4 模型 2 流场模拟结果

Fig.4 Simulation results of model 2 flow field

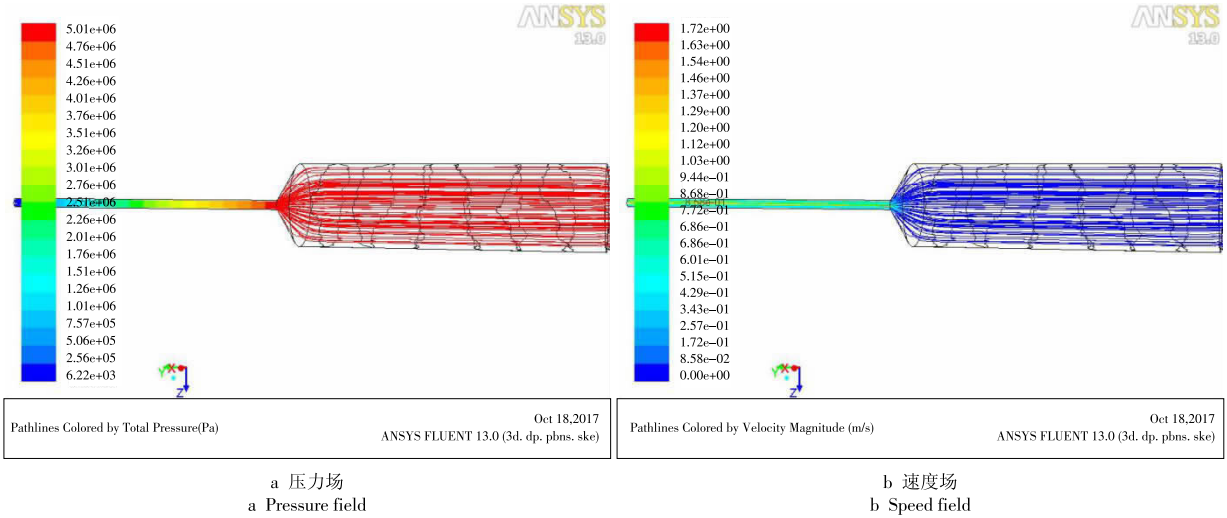


图 5 模型 3 流场模拟结果
Fig.5 Simulation results of model 3 flow field

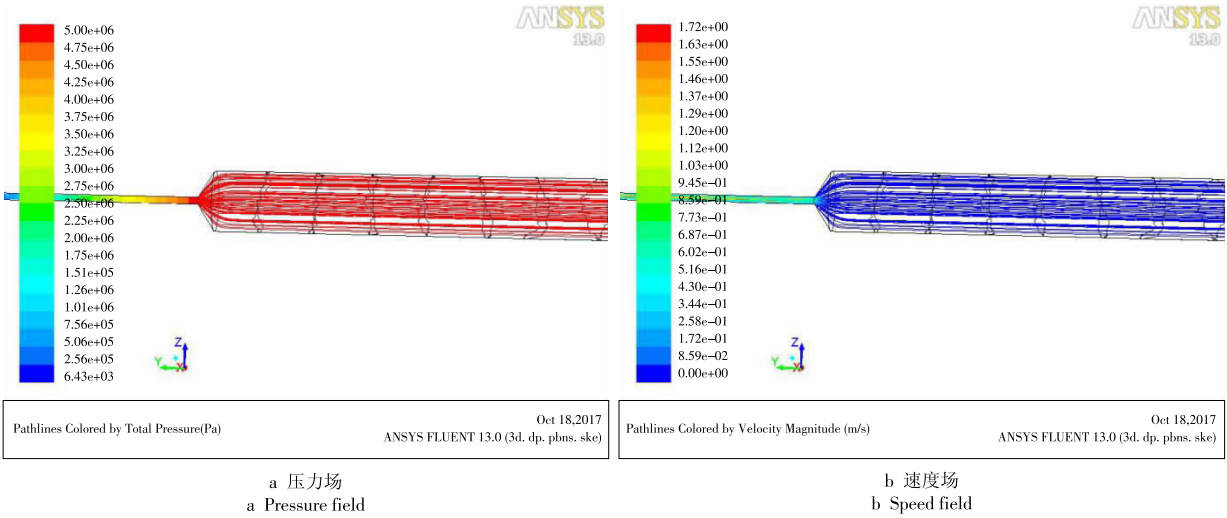


图 6 模型 4 流场模拟结果
Fig.6 Simulation results of model 4 flow field

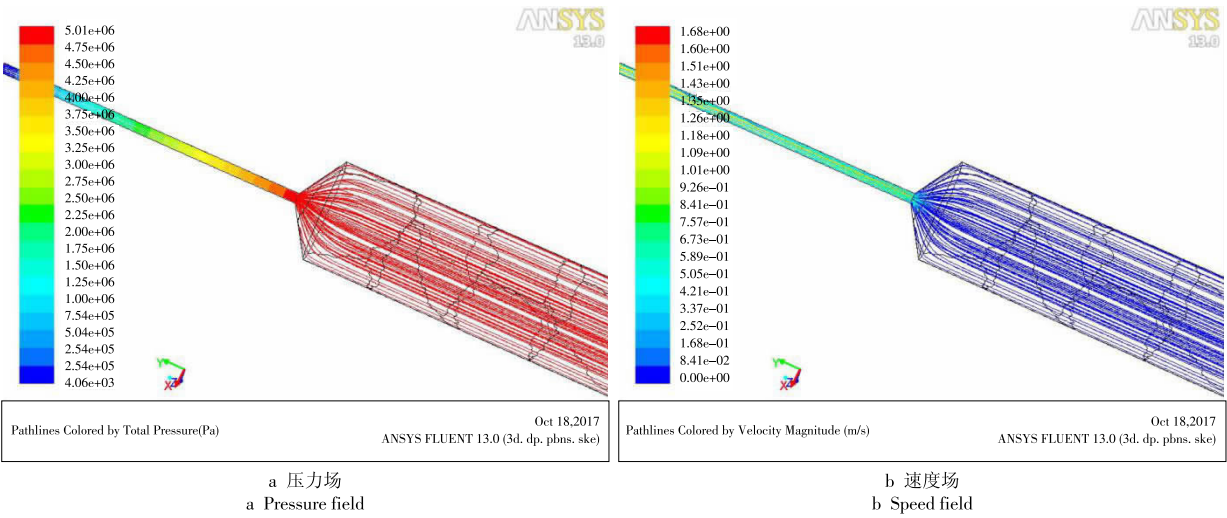


图 7 模型 5 流场模拟结果
Fig.7 Simulation results of model 5 flow field

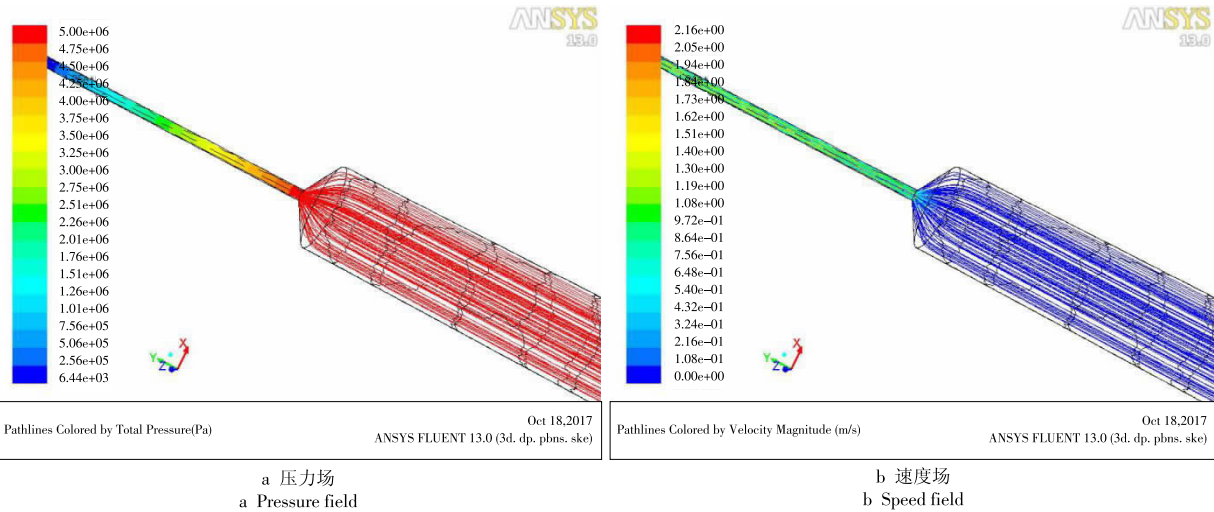


图 8 模型 6 流场模拟结果

Fig. 8 Simulation results of model 6 flow field

4 结束语

本文为 SCR 蜂窝催化剂模具重要参数的设计提供了一种参考方法。将催化剂挤出过程中复杂的挤出环境简化为单一的模型,利用 ANSYS Fluent 软件进行模具内部挤出流场的模拟,主要分析了模具凸台、进料孔、缝宽等主要参数的变化对挤出的影响。

通过以上计算分析,可以得出模具部分设计参数对挤出存在以下影响:模具凸台增厚,有助于降低挤出速度,会使物料结合更加紧密,产品不容易出现裂纹等质量缺陷;模具进料孔直径增大也会降低出口端压力,破坏挤出过程的稳定;模具进料台厚度对出口压力的影响远不如凸台厚度,并且增加进料台厚度容易导致出料端面偏差增大,出现质量缺陷;随着模具的磨损,出料缝宽增加,模具出料量也相应增加,出料速度上升,出料压力相应下降,此时应提高挤出机转速,增加挤出压力以匹配出料量的增加。

本文设计的模型仅可以用于模拟单一变量对挤

出的影响,真实的挤出环境远比模型复杂。在研发阶段,使用流场模拟对挤出模具主要参数的设计提供数据支持是十分有效且高效的。针对更为复杂的设计,通过提高模型精度,引入更复杂的流向,同样可以起到参考设计的作用。

参考文献:

[1] 火电厂大气污染物排放标准:GB 13223—2011[S].

[2] 熊春林,汤中华,李松林. 粉体材料成形设备与模具设计[M]. 北京:化学工业出版社,2006.

[3] 江培秋. 影响多孔陶瓷挤出成型工艺因素探讨[J]. 现代技术陶瓷,2004,25(1):6-9.

[4] 何明腾,李国富,黄晓珍,等. 陶瓷泥料挤出成型过程挤出参数优化研究[J]. 硅酸盐,2014(3):526-530.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

秦一鸣(1990—),男,山东潍坊人,工程师,从事火电厂烟气脱硝催化剂生产工作(E-mail:qinym@chec.com.cn)。

改造[J]. 华电技术,2016,38(1):54-58.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

张建通(1966—),男,山东招远人,高级工程师,工程硕士,从事火力发电厂生产管理、基建管理和信息管理工作(E-mail:13863870777@sina.com)。

王佃昌(1988—),男,山东邹城人,工程师,从事火力发电厂生产基建管理工作。

王继伦(1974—),男,山东东平人,工程师,从事火力发电厂生产基建管理工作。

(上接第 19 页)

[15] 刘定平,陆培宇. 旋流雾化技术在 464 000 m³/h 烟气湿法脱硫中的应用[J]. 中国电力,2015,48(8):130-134,140.

[16] 谭学谦. 超大型机组湿法脱硫吸收塔喷淋系统设计优化[J]. 南方能源建设,2015,2(S1):98-100,104.

[17] 杜振,魏宏鸽,张杨,等. 高效脱硫协同除尘关键技术分析[J]. 中国电力,2018,51(6):37-41.

[18] 方宝龙. 燃煤电厂烟气近“零”排放技术方案浅析[J]. 科技与创新,2014(10):146,150.

[19] 尹鹏飞. 国产 600 MW 超临界燃煤发电机组“近零排放”