

[制造·使用·改进]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.06.026

烟熏炉换热器进口主流道流动性改进

陈斐奇¹, 祝高永², 刘红¹, 陈嘉宏², 杨哲人¹

(1. 浙江工业大学机械工程学院, 浙江 杭州 310014; 2. 浙江瑞邦机械有限公司, 浙江 嘉兴 314006)

摘要:针对某一类型烟熏炉换热器进口主流道出口产生局部负压的问题,借助 CFD 仿真分析手段找出进口主流道结构缺陷,提出了岔口几何形状的改变结构。分别对这 2 种不同结构的进口主流道管在 Fluent 平台上进行内流场分析,对比两者之间的差异,表明改进后的进口管流速更加均匀,克服了原进口主流道管存在的问题,使得进入各组 U 型管的蒸气相对均匀,换热效率得到提高。

关键词:换热器;数值分析;烟熏炉;流场

中图分类号:TQ051.6 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2014)06-0101-03

Fluidity Improvement for Inlet Main Pipe of Heat Exchanger in Fumigation Oven

CHEN Feiqi¹, ZHU Gaoyong², LIU Hong¹, CHEN Jiahong², YANG Zheren¹

(1. College of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China;

2. Zhejiang Ribon Machine Co., Ltd., Jiaxing, Zhejiang 314006, China)

Abstract: The paper studied structure problem of inlet main pipe of heat exchanger for a certain fumigation oven, i. e., its outlet generated local negative pressure, found out its defect by use of CFD simulation way, and put forwards the improved structure which changed the shape of the branch. Based on Fluent the paper analyzed the internal flow fields of the pipes for these two different structures, and the results were compared. The results show that flow pressure velocity inlet pipe is more reasonable and the problem disappears. So the vapor in the different set of U pipes is relatively uniform, the efficiency of heat exchanger is also improved.

Key words: heat exchanger; numerical analysis; fumigation oven; flow field

换热器是一种将高温物料的热量传递给低温物料的设备,其用处是使物料达到工艺设计要求的温度。汪波等^[1]介绍了换热器广泛应用于食品、制药、石油化工、空调等诸多领域。闪建平等^[2]通过工艺结构尺寸的计算、热流量的核算、壁温的核算、换热器内流体流动阻力的计算、零件的计算及换热器的检验和验收等步骤完成了换热器的设计。高宏宇等^[3-4]提出一种新型折流板—曲面弓形折流板,构造了曲面弓形折流板换热器,并基于数值模拟与实验方法分析了壳程传热和流动阻力。张勇等^[5]应用 CFD 技术,对工程用油—水列管式换热器进行了流场计算,分析了其换热

性能。针对其热流场的缺陷,提出采用折流板技术对其结构进行改进设计,并对比分析了两种结构的折流板换热流场情况。顾荣利等^[6]基于 CFD 软件,提出了多管式热交换器的数值计算方法,并对不同流速介质下的多管式换热器过程进行了数值计算。焦凤等^[7-8]通过改变圆形翅片管换热器管束排列及管间距的传热性能实验,得到影响圆形翅片管换热器传热性能 3 个主要因素,并利用数值模拟方法分析了影响机理。

本文针对某一类型烟熏炉换热器入口主流道存在的问题进行分析,通过 Fluent 流体仿真软件^[9]对换热器的内流场进行模拟仿真,对比在不同结构下的流场

收稿日期:2014-04-27;修回日期:2014-06-19

基金项目:浙江省嘉兴市科技计划项目(2013BY12002)

作者简介:陈斐奇(1991),男,浙江温州人,硕士研究生,主要研究方向为工程分析与建模仿真、模具 CAE。E-mail:437525201@qq.com

变化,提出改进方案。

1 烟熏炉换热器的基本特征

1.1 换热器的结构特征

该类型烟熏炉换热器的外部结构如图 1 所示。具有一定压力的水蒸气作为加热源通过进口管进入进口主流道,再从主流道进入换热器的各组 U 型管。经过 U 型管的出口进入出口主流道,最后由出口管流出。这一流动过程加热了 U 型管组。U 型管结构与分布如图 2~3 所示,对应主流道的每一个出口是一组多层的 U 型管,需要热交换的气流流动方向与 U 型管的长度方向垂直。本换热器由 17 组 U 型管组成,每组 U 型管有 6 层。从烟熏炉中流出的气体经过 U 型管组成的换热区间,与 U 型管的管壁接触发生热交换。为了使气流的热交换充分且均匀,不仅要求 U 型管均匀分布,而且要求各组 U 型管的温度尽量一致,这就要求合理设计主流道,使得进入每组 U 型管的水蒸气温度接近。

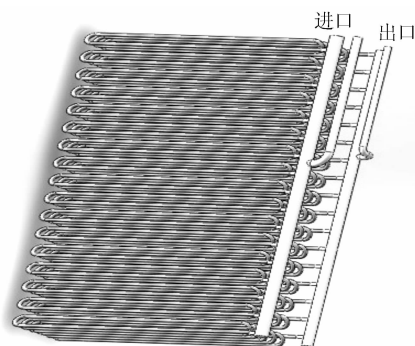


图 1 换热器结构示意图

Figure 1 Structure diagram of heat exchanger

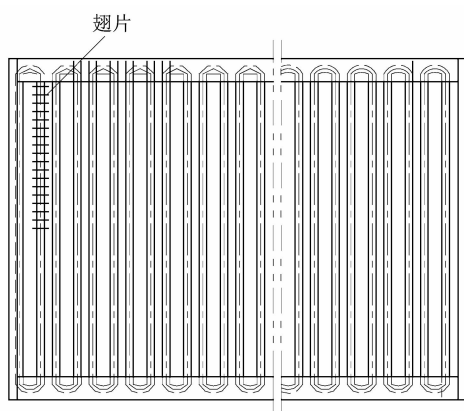


图 2 U 型管分布图

Figure 2 Distributing diagram of U pipe

1.2 换热器的基本参数

根据换热器的工作环境特点,卫生是先决条件,因

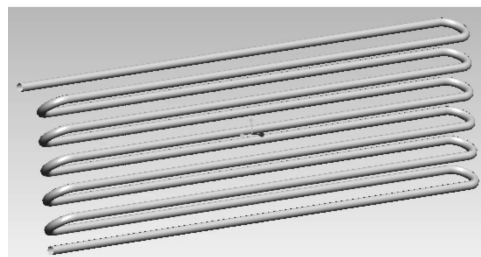


图 3 U 型管示意图

Figure 3 Model of U pipe

此该烟熏炉换热器选用 SUS304 型不锈钢,即 0Cr18Ni9。进口管的内径和外径分别是 $\varnothing 32$ mm 和 $\varnothing 42$ mm,进口主流道的内径和外径分别是 $\varnothing 50$ mm 和 $\varnothing 60$ mm。出口管的内径和外径分别是 $\varnothing 25$ mm 和 $\varnothing 34$ mm,出口主流道的内径和外径分别是 $\varnothing 40$ mm 和 $\varnothing 48$ mm。U 型管的内径和外径分别是 $\varnothing 15$ mm 和 $\varnothing 18$ mm,长度为 930 mm。进口管的水蒸气温度和压力分别为 165 $^{\circ}\text{C}$ 和 60 MPa。

2 进口主流道的仿真与分析

根据 1.1 节可知对进口主流道的分析目的是保证 17 个出口的压力等基本接近。为此对进口主流道进行建模,如图 4 所示。

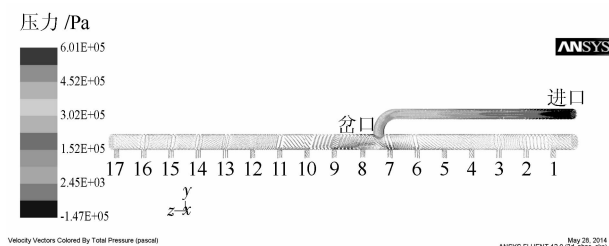


图 4 蒸气进管压力矢量图

Figure 4 Pressure velocity vector of vapor in inlet main pipe

在 Fluent 平台上计算后,可以通过压力矢量图查看蒸气进管后在管内的流动情况。对 17 个出口进行局部放大,发现个别出口中出现了真空倒吸现象:8 号出口的压力方向是相反的,如图 5 所示,水蒸气无法从该出口流出,反而从该出口吸进空气。同时还发现在 7 和 9 号出口中也有小部分压力方向是相反的,但总体上影响不大。由伯努利原理可知,该现象直接原因是由于 8 号出口附近水蒸气流速过大,使得压强小于出口的压强。

为此提出改进方案,将岔口横截面由矩形改成等腰梯形,保证水蒸气从主流道进入每组 U 型管的压力接近,使水蒸气能够按设计的流向运动,岔口位置如图 6 所示。

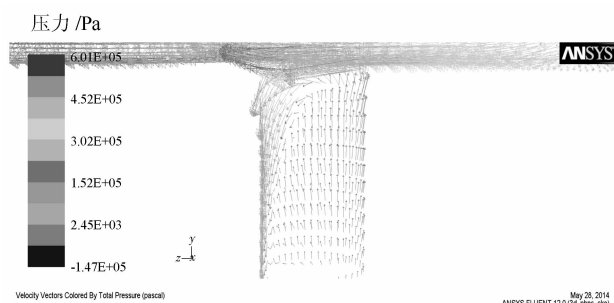


图5 8号出口压力矢量图

Figure 5 Pressure velocity vector of vapor in outlet 8

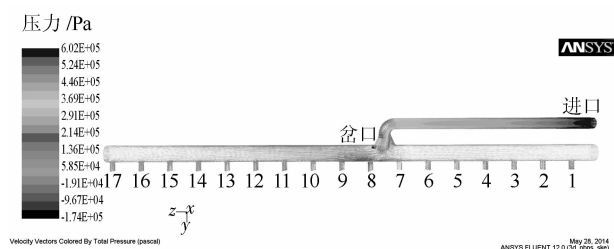


图6 改进后蒸气进管压力矢量图

Figure 6 Pressure velocity vector of vapor for improvement structure

对此方案进行流动分析,依次局部放大查看各个出口压力方向,每个出口压力都是按照设计的流向运动。原结构模型是在8号出口有压力方向相反的现象,改进后的方案在8号出口的压力矢量图见图7。可以清晰的看到原出现倒吸的8号出口现水蒸气都能从8号出口流出。

3 结语

我国烟熏炉的设计水平比较低,尤其是烟熏炉的核心换热系统设计一般以经验设计为主。本文应用CFD仿真方法分析了某烟熏炉换热器的进口主流道管存在问题,提出了解决方案,有效地解决了进口主流道管某一出口真空负压引起的倒吸现象。应用CAE技术,如计算流体动力学(CFD)的手段是提高烟熏炉

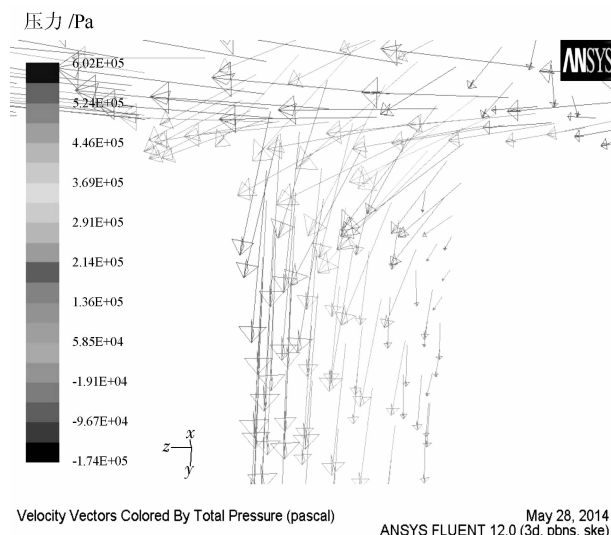


图7 改进后8号出口压力矢量图

Figure 7 Pressure velocity vector of vapor in outlet 8 for improvement structure

设计水平的有效途径,本文的工作仅仅是作了一个有益的尝试。

参考文献:

- [1] 汪波,茅新丰,耿世彬,等. 国内换热器的研究现状与展望[J]. 制冷与空调,2010,24(5):61-65.
- [2] 闪建平,张雷,陈雪静. U型管式换热器的设计与校核[J]. 河北化工,2010,33(6):55-57.
- [3] 钱才富,高宏宇,孙海阳. 曲面弓形折流板换热器壳程流体流动与传热[J]. 化工学报,2011,62(5):1233-1238.
- [4] 高宏宇. 曲面弓形折流板换热器的研究[D]. 北京:北京化工大学,2010.
- [5] 张勇,胡京明,李航,等. 基于CFD技术的某管式换热器结构改进[J]. 湖南工业大学学报,2012,26(4):97-100.
- [6] 顾荣利,陈海云. 多管式热交换器换热过程数值模拟[J]. 化工装备技术,2010,31(5):20-21.
- [7] 焦凤,邓先和,孙大力,等. 管束排列及管间距对换热器传热性能的影响[J]. 石油学报,2013,29(5):836-843.
- [8] 焦凤. 换热器复杂流道中的强化传热研究[D]. 广州:华南理工大学,2013.
- [9] 江帆,黄鹏. Fluent高级应用与实例分析[M]. 北京:清华大学出版社,2008.

[信息·简讯]

· 行业简讯 ·

宇电自动化参与工业自动化4项国家标准评审

2014年10月22-24日,第五届全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会(SAC/TC124)2014年年在宁夏银川隆重召开。宇电自动化与200多位行业领导、业界专家委员、企业精英齐聚一堂,共同出席了会议。

会上,宇电与会代表参加了《现场设备工具(FDT)接口规范第515部分:通用对象模型的通信实现 MODBUS 现场总线规范》、《现场设备工具(FDT)接口规范第61部分:通用对象模型的设备类型管理器样式指南》、《工业过程测量和控制在过程设备目录中的数据结构和元素第10部分:用于工业过程测量和控制电子数据交换基础的属性列表(LOPs)基本原则》、《工业控制计算机系统功能模块第7部分:视频采集模块通过技术条件及评定办法》共四项国家标准的评审。

业界流行一种说法:一流企业做标准,二流企业做技术,三流企业做产品。可见,在今天以制造、信息、服务为主流的全球化的时代,标准扮演着重要的作用与角色。此次参加国家标准的评审,充分体现了宇电公司在自主创新和标准化设计方面的能力,及其在温控器领域的企业竞争力。

(厦门宇电自动化科技有限公司)

[制造·使用·改进]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.06.027

旋风磨研磨效率优化设计

张大伟

(苏州大学机电工程学院, 江苏 苏州 215021)

摘要:为了解决旋风磨研磨效率低的问题,通过数值计算和 Fluent 模型分析,研究其研磨机理,发现旋风磨的风道结构设计不合理,从而导致旋风磨研磨的样品容易在风道堆积甚至发生阻塞。重新设计了风道,风道进气口段与研磨腔体的圆心共线,在风道中间位置设计 1 个 135° 的拐角,此结构使腔体内气流速度从 88.7 m/s 提升到 107.0 m/s ,而且消除了风道内不良湍流,显著地提高了旋风磨的研磨效率。

关键词:旋风磨;研磨效率;风道;优化;Fluent 模型

中图分类号: TG74

文献标志码: A

文章编号: 1005-2895(2014)06-0104-04

Grinding Efficiency Optimization Design for Cyclone Mill

ZHANG Dawei

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215021, China)

Abstract: Research on grinding mechanism through numerical analysis and Fluent analysis, the unreasonable structure of air duct is the reason for cyclone mill lower grinding efficiency. This structure can make sample easily accumulate in the air duct and even occurs obstruction. This paper redesigned the structure of air duct. Air duct inlet section and the center of the circle of grinding chamber were the same line, and in the middle of air duct there was a 135° corner. This structure made the air flow velocity increase from 88.7 m/s to 107.0 m/s , and eliminated undesirable turbulent wind in the air duct, significantly improved the grinding efficiency of cyclone mill.

Key words: cyclone mill; mill efficiency; air duct; optimization; Fluent

近红外光谱技术在农副产品分析中有着广泛应用。对于种子、谷物、饲料等纤维类样品的检测,近红外检测设备的检测精确度很大程度上取决于样品颗粒的匀一性^[1]。为了获得精确的测定结果,待测样品的预处理颗粒度要与定标样品的预处理颗粒度保持一致。旋风磨作为近红外光谱设备检测的前处理设备^[2],对其性能的研究尤为重要^[3]。而现有旋风磨最大的缺陷是效率低下,加样品速度需要有一定的控制,如果加样速度过快,一方面样品容易在研磨室与出料口之间的风道堆积,最终导致阻塞;另一方面,由于旋风磨转盘形成的气流不能快速而有效的将样品从研磨室排出,从而导致样品不断地在研磨室堆积,最终导致研磨室出口处的筛网阻塞。本文基于旋风磨,利用 Fluent 软件对粉碎样品气流流场进行数值模拟,从而

优化旋风磨结构,提高研磨效率。

1 旋风磨的结构和工作原理

旋风磨的结构见图 1。旋风磨由加样系统、机体、叶轮、研磨环、筛网和收料装置组成。研磨室腔体内边缘为一圈研磨环,研磨环材质为镀钼不锈钢。研磨室出料口处有一个开有一定规格筛孔的筛网。进料口位于叶轮正上方。

旋风磨在工作时,样品从进料孔落下,受到高速旋转的叶轮撞击而破裂,并且以非常高的速度飞向研磨环,样品到达研磨环上后,与研磨环高速摩擦进一步粉碎。当样品颗粒大小研磨到比筛网的网孔还要小的时候,样品就被叶轮高速旋转产生的气流从研磨室通过筛网吹出送到样品收集瓶中。分析整个研磨过程,可以看出旋风磨粉碎样品主要有两个方面构成:一是样

收稿日期:2014-04-24;修回日期:2014-06-23

作者简介:张大伟(1985),男,江苏苏州人,硕士研究生,主要研究方向为食品检测设备、分析仪器。E-mail:butterflydw@163.com