

文章编号: 1002-5855(2016) 01-0020-03

三角口旋塞调节阀流量特性曲线数值模拟

于洪涛, 王宏光

(上海理工大学 能源与动力工程学院, 上海 200090)

摘要 采用 Fluent 软件, 模拟了三角口旋塞调节阀不同开度时的稳态流场, 得到了不同开度的阀门流量和相应的 K_V 值及流量特性曲线, 分析了调节阀内流场的参数分布与阀门特性相对应的关系。

关键词 调节阀; 旋塞; 流量系数; Fluent; K_V 值; 流量特性曲线

中图分类号: TH134

文献标志码: A

Numerical Simulation of the Triangular Valve Flow Characteristic Curve

YU Hong-tao, WANG Hong-guang

(University of Shanghai for Science and Technology Department of Energy and Power Engineering, Shanghai 200090)

Abstract: By using Fluent software, simulating the steady flow field with different opening angle of the triangular valve, getting the flow of valve in different opening angle and the corresponding K_V value as well as flow characteristic curve. The paper analyzes the corresponding relationship between the parameter distribution of flow field and the characteristics of the valve.

Key words: regulating valve; plug; flow coefficient; Fluent; K_V - value; flow characteristic curve

DOI:10.16630/j.cnki.1002-5855.2016.01.008

1 概述

调节阀的流量特性曲线是阀门设计和选型的重要依据, 通常需要用试验的方法获取。随着现代计算流体力学的(CFD)的发展, 通过 CFD 数值模拟, 不仅可以获得流量特性曲线, 而且能够获得流场的局部特征, 为调节阀的设计和结构优化提供参考。本文对三角口旋塞调节阀进行 CFD 模拟计算, 得到其流量特性曲线, 并对其流场特征进行分析。

2 建模与计算

2.1 模型

计算模型为带衬套的 2 in. (50 mm) 调节阀(图 1), 塞子通道孔为三角形(图 2), 其 $K_V = 30.0$ 。

利用 UG NX8.0 生成该阀门的流道, 阀门入口法兰延伸 2 倍直径长度, 阀门出口法兰延伸 10 倍直径长度(图 3)。用 FLUENT 前处理软件 ICEM 画非结构网格, 全开流道网格总数为 843 558, 节点数为 143 958, 网格质量在 0.3 以上。

2.2 计算

用 Fluent 软件计算, 选取稳态求解, 一阶精度 k

-epsilon 两方程模型, 并采用三组数据取平均值的办法得到 K_V 值(表 1)。阀门内介质为水, 密度为 998.2 kg/m^3 , 粘性系数为 $0.001\ 003 \text{ kg/(m} \cdot \text{s)}$ 。

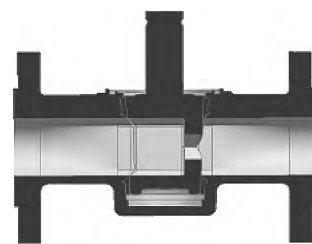


图 1 阀门

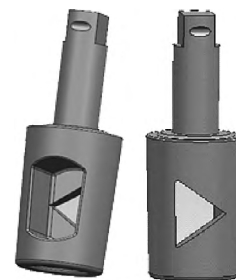


图 2 塞子

作者简介: 于洪涛(1990 -), 男, 河南周口市人, 硕士研究生, 方向为动力机械及工程。

表 1 出入口条件 kPa

	入口总压	出口静压
第一组	550	500
第二组	550	450
第三组	550	400

3 分析

3.1 流量特性

选定阀门的 8 个开度 ,分别进行 3 组稳态模拟计算 ,得到每个开度的平均 K_V 值(表 2)及阀门的流量特性曲线(图 4)。

从阀门开度分析 ,随着开度的减小 ,流量减小 ,流通能力变小 K_V 值减小 ,静压损失变大 ,阀门节流后产生的漩涡加剧 ,甚至产生回流。通过和阀门实际使用过程对比 ,流量特性曲线满足阀门的可控制区间 ,即阀门开启 17° 时开始有流体通过 , 85° 时全部流通。

表 2 流量特性

参数	开度($^\circ$)							
	90	85	80	70	60	50	40	30
相对开度%	100	94.4	88.9	77.8	66.7	55.6	44.4	33.3
K_V 值	32.214	29.762	25.271	16.241	9.6	5.0	2.144	0.753
相对 K_V 值%	100	92.389	78.447	50.416	29.8	15.521	6.657	2.337

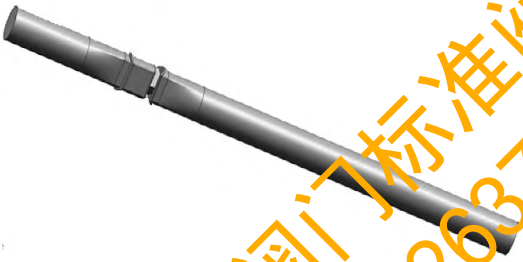


图 3 阀门全开流道

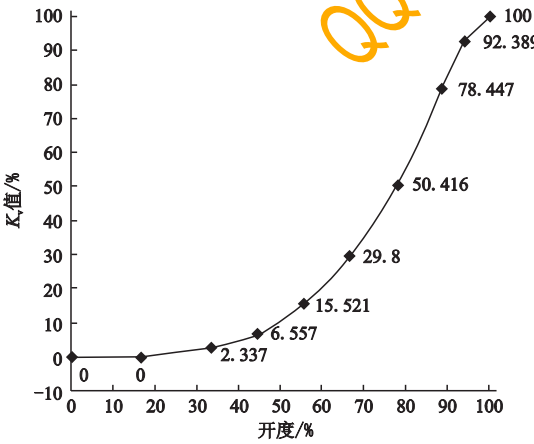


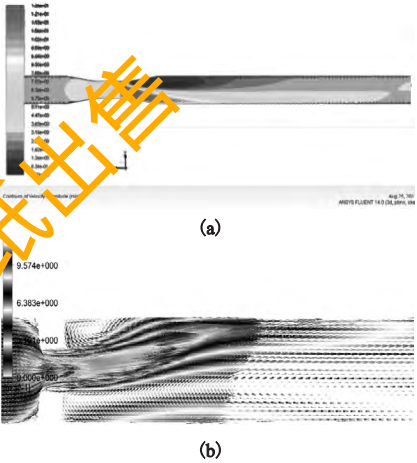
图 4 流量特性

3.2 流场特性

以阀门的入口总压力为 550kPa ,出口压力为

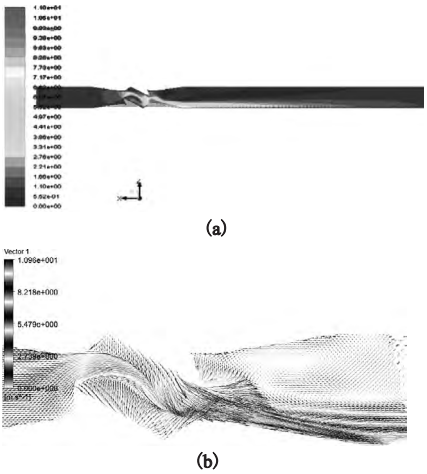
500kPa 为例 ,分别得到阀门 90° 、 60° 和 30° 开度的对称面上的速度分布云图和速度等值线。

阀门开启 90° 时(图 5) ,由于塞子的流通孔为三角形 ,流体流过阀门时所受阻滞作用较大 ,入口静压很大 ,而阀门逆流侧压力较低 ,在塞子出口形成高速射流 ,在塞子右下侧和右上侧均形成漩涡。漩涡是由于高速射流与阀体逆流侧低速流体剪切作用形成 ,漩涡一直影响到出口。因为流道足够长 ,流场得到充分的发展 ,在入口部分的流速和出口部分的流速大致相同 ,此时阀门流量系数最大 ,流通能力最强 ,并对应流量特性曲线的全开位置。



(a) 对称面上的速度云图 (b) $Y=0$ 截面上的速度矢量图

图 5 阀门开启 90° 流场特性



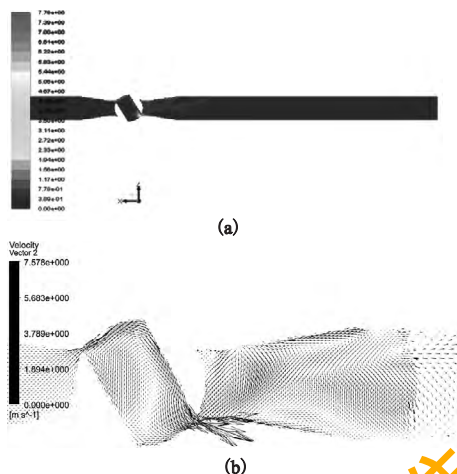
(a) 对称面上的速度云图 (b) 对称面上的速度矢量图

图 6 阀门开启 60° 流场特性

阀门开启 60° 时(图 6) ,由于流通面的缩小 ,流体所受的阻滞作用加大 ,静压差变得更大 ,射流速度变大 ,在阀门的右侧产生漩涡 ,漩涡一直影响到出口部分。同时 ,由于流体流过不规则的流道 ,在阀门内

部以及阀门入口前侧产生角涡。此时阀门流量系数变小,流通能力减弱。对应流量特性曲线斜率变化较大的地方,此时旋开阀门,流量变化量较大。

阀门开启 30° 时(图7),流通面很小,流体所受阻滞作用非常大,阀门前后的静压损失也很大,在流通处速度剧烈变化,入口的流速 0.4 m/s ,在节流面时的速度达到了 7 m/s 。由于流动状态非常复杂,在阀门内部和阀门前后均产生较大的漩涡。此时有很少的流体流过阀门,流通能力很弱,流量系数变小。对应流量特性曲线斜率变化较缓的地方,此时旋开阀门,流量变化量较小。



(a) 对称面上的速度云图 (b) 对称面上的速度矢量图

图7 阀门开启 30° 流场特性

分析阀门模拟数据,随着阀门开度的减小,从全开到完全关闭状态,流通能力变弱,流量系数变小。在阀门从开启到关闭过程中,也伴随着漩涡的产生和消退。

4 结语

(1) 由流量特性曲线可知,旋塞阀是等百分比调节特性。阀门开度较小时,随着开度的增加,流量的变化量较小。阀门开度较大时,随着开度的增加,流量的变化量较大。阀门在开度为 17° 时开始有流体通过, 85° 时已经接近全开。

(2) 通过阀门开启 90° 、 60° 和 30° 状态的模拟分析可以看出,随着阀门开度的减小,阀门流通的截面变小,使得静压损失变大,湍流度变大,影响场内的涡系变得复杂,最终导致阀门的流通能力减弱。

(3) Fluent 稳态模拟过程中,随着开度的减小,由于旋塞出口处的流道面积越来越小,因而计算越来越难收敛,开度为 20° 时计算已经发散。

参考文献

- [1] 彭龔, 赫刘峰. 阀门内流场数值模拟分析研究[J]. 四川理工学院学报(自然科学版) 2010 23(5).
- [2] 梁石, 张文平. 阀门流场的数值模拟及流噪声的实验研究[J]. 阀门 2005 (1).
- [3] 刘华坪, 陈浮, 马波. 基于动网格与UDF技术的阀门流场数值模拟[J]. 汽轮机技术 2008 50(2): 106-108.
- [4] 李军业. 阀门的流量试验与分析[J]. 阀门 2010 (2).

(收稿日期: 2015. 04. 24)

(上接第3页)

W ——浮球杠杆质量在球心的等效力, N

F_2 ——阻力, N

$$F_2 = \frac{\pi}{4} d^2 p \quad (4)$$

D ——浮球直径, mm

ρ ——工作温度下的凝结水密度, kg/m^3

g ——重力加速度, m/s^2

L_1 ——动力臂, mm

L_2 ——阻力臂, mm

d ——阀瓣密封面平均直径, mm

P ——介质压力, MPa

4 结语

通过对现有技术疏水阀的阀盖、阀体、过滤和排汽装置的改进,优化设计了一种杠杆蒸汽疏水阀,解决了该类疏水阀的气堵、汽锁及制造安装方面问题,强化了疏水性能,降低了制造成本,提高了安全性和

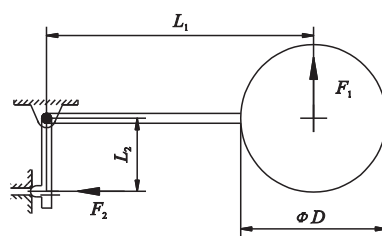


图5 杠杆的力学模型

可靠性,更加适用于核电、火电、石化、医药、食品等行业的锅炉和蒸汽管路系统的需求。

参考文献

- [1] GB/T 22654 蒸汽疏水阀 技术条件[S].
- [2] GB/T 12251 蒸汽疏水阀 试验方法[S].
- [3] ANSI B16.34 法兰端、螺纹端和焊接端阀门[S].
- [4] 陆培文. 实用阀门设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.

(收稿日期: 2015. 05. 05)