

湿汽在孔板和文丘里管内流动压降特性分析

柴川

山东电力工程咨询院有限公司

DOI:10.18282/hwr.v2i5.1287

摘要:本文针对湿汽在孔板和文丘里管内流动压降特性分析,结合理论实践,采用 CFD 两相流模型软件对湿汽在孔板和文丘里管内流动压降特性进行分析,提出不同压力、流量、干度等参数对孔板和文丘里管内流动压降特性的具体影响,比通过对比分析法,深入探讨了不同喉径的孔板和文丘里管对湿汽测量虚高系数的影响,希望对相关单位有一定帮助。

关键词:湿汽;孔板;文丘里管;流动压降;特性分析

1 CFD 数值分析

为充分掌握湿汽在孔板和文丘里管内流动压降特性,需要对汽液两相蒸汽流动的 CFD 数值进行深入分析。目前最常用的 CFD 软件包括:FLUENT 软件、CFX 软件等,和其他 CFD 软件相比这两个软件最大的优势是在软件内部集成了大量的双相流模型,可以对复杂多变的几何结构进行全方位的数值仿真模拟。同时还还可以对湿汽在孔板和文丘里管内的流动过程进行综合分析,随着我国软件技术和算法是不断发展 CFD 软件愈发先进,被广泛应用到航天航空、精密仪器设备制造设计中。

就石油湿汽而言,气相为连续相,而液相则为弥散且具有稳定性的流动结构。但气相和液相相互混合存在时,湿汽从孔板和文丘里管中流动时非常复杂。研究表明,通过对孔板中湿汽流动情况进行综合动态分析,就可以获得影响湿汽测量虚高的主要因素,同时也是建立湿汽测量虚高模型的主要数据。

通常情况下,汽液相蒸汽总流量在 5t/h~10t/h 之间,干度在 0.5~0.8 之间,压力在 10MPa~16.5MPa 之间。通过这三个参数就可以计算出该工况参数条件下,汽相的总体积分数在 0.80~0.96 之间,而滴液的体积分数则在 0.05~0.20 之间,此时汽液两相蒸汽呈现出雾状流的流动形态。

1.1 DPM 模型建立方法

DPM 模型也被称之为离散相模型,主要采用了欧拉-拉格朗日方法来进行建立,在 DPM 模型建立时,体积分数比较大的主流体相被处理为连续相,通过 N-S 方程来进行表

述。和连续相相比,离散相主要通过计算流场中气泡或者液滴来得到。大量应用实例表明,DPM 模型可以准确计算出离子浓度在 20%以下的两相流动。

通过上文的计算,该 DMP 模型对孔板中湿汽的流动进行数值模拟、压力分析、流量分析、干度等参数对虚高系数的影响,可以通过以下两个控制方程来进行深入分析。

1.2 几何模型和边界条件

文丘里管的几何结构如图 1 所示:



图 1 文丘里管的几何结构

通过情况下,文丘里管的内径为 60mm,喉部前端的渐缩角度为 21°,后端的渐扩角为 12°,喉径比为 0.4;孔板的结合结构如图 2 所示:



图 2 孔板的结合结构

孔板的内径同样为 60mm,喉径比为 0.7,在具体计算过程中,主要采用了四边形结构网格进行计算,网格的总数量高达 4.3 万,其进口位置为速度进口边界的条件,出口位置设定为压力出口的边界条件,而中心位置则采用轴对称为边界条件,两相流模型分别采用 DPM 模型,就可以有效计算出工况压力在 7~10MPa 之间;流量在 5~10t/h;干度在 0.5~0.8 之间。

1.3 湿汽在孔板和文丘里管内流动特性分析

术,是实现远程监控以及监视管理的有效途径,并已经被广泛应用于各领域中,因此对其应用及其控制进行分析具有重要意义。

参考文献:

[1]贺代德.电气工程及其自动化技术的应用及发展分析[J].科技风,2015,(07):56.
[2]唐辉.关于电气工程及其自动化控制技术的实践[J].低碳世界,2017,(19):94-95.
[3]彭辉,刘连帅.电气工程及自动化的建设与发展探究

[J].科技创新与应用,2016,(08):126.
[4]富阳.电气工程及其自动化技术的应用[J].建材与装饰,2017,(15):223-224.
[5]岳威.关于电气自动化控制方式研究[J].建材与装饰,2018,(12):216.
[6]杨玮琰.电气自动化工程控制系统的现状及其发展趋势[J].新疆有色金属,2015,38(02):101-102.
[7]林鹤,朱俊龙.浅析我国电气自动化技术发展现状及趋势[J].黑龙江科技信息,2016,(33):7.

湿气在文丘里管内流动的工况参数压力为 8MPa,湿气的总量为 10t/h,干度为 0.5。通过一系列分析计算可知,文丘里管入口段的速度场的分布比较均匀,而且喉部段速度增加,在渐扩段的湿气流动速度明显降低,在喉部前后位置湿气流动速度的变化比较大,一直到渐扩段的后部分才逐渐趋于稳定。研究表明,湿气在孔板口前端流动的速度比较小,而在后端的流动速度则明显增加。导致湿气在流动过程发生此种变化的主要原因是孔板和文丘里的结构特征存在较大,当喉径比相同时,文丘里管和孔板对湿气的测量压力差也比较大。

在计算工况范围中,当喉径比为 0.4 时,湿气在孔板中流动时压降在 80KPa~1940KPa 之间变,当喉径比提升到 0.7 时,湿气在孔板中流动时压降在 4.8KPa~244KPa 之间变化。当文丘里管的喉径比为 0.4 时,湿气在文丘里中流动时压降在 32KPa~1257KPa 之间变化。而当喉径比达 0.7 时,湿气在文丘里中流动时压降在 2.3KPa~10KPa 之间变化。从上述几组数据中可以看出,在不同压力、干度、流量下湿气在孔板中流动的压降,远远大于湿气在文丘里管理中流动的压降,孔板的压降大约文丘里管压降的 2.4 倍左右。

通过上述分析可知,在不同压力的工况下,湿气在把不同喉径的孔板和文丘里管中的压降和干度具有线性关系。而在相同的流量下,干度越大,压降的线性关系也跟着增加。在湿气干度相同的情况下,湿气的流量越大,压降线性关系也就越大,但当干度、流量均相同时,随着压力的提升,压降线也就越小。

2 湿气的理论计算分析

2.1 虚高系统分析

在专门针对文丘里管建立的湿天然气测量虚高模型中,DeLeeuw 模型中除了主要充分考虑压力和液相含量之间的影响之外,还要充分充分考虑气相弗劳德数对测量虚高的影响。而对于流速和流型中有非常明显的修正作用,大大提高了测量的精度,本文在静压分布特性研究的基础上,主要对 DeLeeuw 模型进行改进,使其具有更高的测量精度。其中孔板流量计在测量湿气时,由于液相的存在就会产生读书虚高的问题,导致湿气流量的测量值略大于真实值。虚高系数为:

$$OR = \frac{W_{g,apparent}}{W_g}$$

其中 OR 表示虚高的系数, W_g 表示实际气相质量流量, $W_{g,apparent}$ 表示测量的气象质量流量。

2.2 L-M 参数

根据分相模型就可以确定文丘里管中湿气流动中摩擦压降的经验关系式,也就可以确定 L-M 的具体参数,并作为衡量液相含量的主要指标,具体表达式为:

$$X = \sqrt{\frac{\Delta P_l}{\Delta P_g}} = \frac{W_l}{W_g} \sqrt{\frac{\rho_g}{\rho_l}} = \frac{1-x}{x} \sqrt{\frac{\rho_g}{\rho_l}}$$

从表达式中 X 表示 L-M 的参数, ΔP_l 表示等量液相单独流过同一管段中的压差, ΔP_g 表示等量气象单独流过同一管段时产生的压差,这两个数值可以气相和液相流量结合湿气流量计特点计算出来; W_l 表示液相的质量流量, W_g 表示气相的质量流量; ρ_l 表示液相密度, ρ_g 表示气相密度; x 表示湿气的干度。

在不同工况的条件下,可以计算出 OR 和 X 之间的关系,计算结果显示,OR 和 X 之间同样呈线性关系。L-M 中参数 X 数值越高,则 OR 也就越高。系统压力越小,OR 的数值也就越大。导致此类问题发生的主要原因是当湿气压力降低时,气相的密度也会跟着减少,而液相密度对压力的变化也不敏感,因此,其下降的数值也比较小。而气相速度上升较快,但液相速度上升比较小,由于二者速度上升不同,在气相和液相之间就会产生一定的滑动速度。湿气在孔板和文丘里管中流动时的压力越大滑动速度就越小,压力越小滑动速度也就越大。当孔径相同时,文丘里管中的虚高系数要略小于孔板中的虚高系数,随着压力的增加,此种差异也更加明显。根据差压式湿气测量的原理可知,当差压式流量计通过串联的方法进行测量时,L-M 参数值越大,虚高系数也就越大,测量的数值也就更加准确。

3 结束语

综上所述,本文结合理论实践,深入分析了湿气在孔板和文丘里管内流动压降特性,分析结果表明,采用 CFD 两相流模拟软件对孔板和文丘里湿气流动过程进行研究,通过 DPM 模型可以真实准确的分析出湿气孔板和文丘里管内流动压降特性,而在不同压力下湿气不同喉径孔板和文丘里管的压降主要呈线性关系,在双孔板串联时对湿气进行测量时,测量的精度更高,符合湿气在孔板和文丘里管内流动压降特性研究的需求,值得大范围推广应用。

参考文献:

- [1]王永杰,晋日亚,孔维甸,张天舒.文丘里管与孔板组合降解苯酚废水研究[J].现代化工,2017,37(04):160-163.
- [2]杨万虎.径距取压孔板流量计存在问题及解决办法[J].仪器仪表用户,2017,24(11):30-32.
- [3]朱小丽,袁德文.湿气在孔板和文丘里管内流动压降特性分析[J].科技创新导报,2015,12(22):56-58.