

火炬管网系统的压力降计算分析

王树红 (天保中天科技(天津)股份有限公司, 天津 300308)

摘要: 对于火炬管网系统而言, 其压力降计算过程具有一定的繁琐性和复杂性, 本文从等温方法、绝热方法、Dukler 方法、Lockhart Martinelli 方法等方面入手, 介绍了压力降计算方法, 然后在 Aspen Flare System Analyzer 软件的应用背景下, 通过综合运用这些计算方法, 对工程实例进行模拟计算, 并对最终计算结果进行全面分析和研究。结果表明: 本文所提出的计算方法, 在计算特点和适用范围方面也存在一定的差异, 相关人员要根据自身的实际使用需求, 对其进行有针对性地选择。希望通过这次研究, 为相关从业人员提供有效的借鉴和参考。

关键词: 火炬管网系统; 压力降; 计算分析

石油化工以及炼油装置在排放可燃性气体期间, 由于相关气体安全泄放压力值较低, 而火炬管网系统内部管道路线往往较长, 这就对火炬管网系统的压力降计算工作提出了更高的要求, 以确保火炬管网系统能够可靠、稳定、安全地运行。因此, 为了最大限度地提高火炬管网系统的运行性能, 如何对火炬管网系统压力降进行科学计算分析是技术人员必须思考和解决的问题。

1 管网系统压力降的计算方法

1.1 单相流模型计算方法

对于火炬气而言, 在实际的排放期间, 如果不会形成大量的凝液, 或者会凝结成含有液体成分的物质, 那么, 可以采用单相流模型计算方法, 对火炬管网系统压力降进行计算, 其计算结果与实际情况更接近, 单相流模型计算方法主要包含以下两种计算方法。

1.1.1 等温方法

火炬管网系统所排放的气体具有密度大、速度快等特点, 气体沿着该系统内部管道进行流动期间, 一旦出现速度过快, 很容易造成压力降不断增加现象, 此时气体所对应的密度值会呈现出快速变化状态^[1]。当该系统内部管道压力远远低于始端压力的 90% 时, 技术人员严格按照压缩流体计算相关标准和要求, 选用合适计算压力降方法, 以保证最终计算结果的精确性和真实性。

1.1.2 绝热方法

当理想气体在该软件内部管道内进行流动交换期间, 要将其设置为“绝热流动”状态进行处理, 假如理想气体沿着该系统内部管道进行绝热流动, 并产生相应的热膨胀现象, 为了保证工程计算操作的规范性和合理性, 技术人员要以“理想气体”的标准进行计算, 此外, 当该系统内部管道的直径远远超过不隔热管道直径时, 可以采用绝热方法, 对气体的流动情况进行计算和分析^[2]。当该系统内部管道相同时, 不同气体计算方法不同, 所对应的压力降也存在一定的差异。与等温方法相比, 绝热方法所对应的压力降比较低, 但是, 等温方法所对应的计算流程比较简化、高效。另外, 在当等温流动计算结果值远远高于绝热流动计算结果时, 说明, 该计算

结果具体一定的可靠性和安全性。

1.2 气液两相流模型计算方法

对于火炬气而言, 在实际的排放期间, 如果会形成大量的凝液, 那么需要借助气液两相流模型, 对其进行科学计算, 这是由于该计算方法完全符合实际计算需求。尽管火炬气内的凝液通常会被分液罐进行回收处理, 但是, 当火炬气在实际的排放中, 仍然会含有大量的凝液, 使得火炬气呈现出气液两相流状态^[3]。气液两相流模型计算方法主要包含以下两种。

1.2.1 Dukler 方法

当气液两种物质所对应的两相流均呈现出比较均匀状态时, 说明气液两种物质所对应的流速始终保持一致, 此时该系统内部管道内的压力降会自动被分解为以下三个组成部分, 分别是摩擦、倾角和加速度。此时, 技术人员需要借助 Dukler 方法, 完成对各个分量的精确计算, 在此基础上, 还要采用代数方法叠加的方式, 科学确定出该系统所对应的总压力降值。

1.2.2 Lockhart Martinelli 方法

该方法在具体的运用中, 需要借助单相流模型, 采用修正因子的方式, 对火炬管网系统内部的压力降进行计算, 在此基础上, 完成相应建模工作, 为后期两相压力降的精确计算打下坚实的基础。

2 计算实例及分析

通过利用 Aspen Flare System Analyzer 软件的图形化处理功能, 对火炬管网系统网络进行直观、清晰地表示。此外, 该系统内部模型主要由若干个不同类型的元件组成, 这些元件之间相互关联, 如安全阀、管道、控制阀、水封罐、火炬头等^[4]。通过借助 Aspen Flare System Analyzer 软件, 可以实现对模型开发流程的优化, 从而提高模型开发效率和效果。为了更好地验证以上四种计算方法的可靠性, 现以“某工程实例”为例, 对其计算结果进行分析和比较。

2.1 计算参数

该工程实例主要用到了某石油化工火炬管网系统, 该装置内火炬气排放参数如表 1 所示。

高压火炬气各排放点的气体组成如表 2 所示。

2.2 计算模型

技术人员要向 Aspen Flare System Analyzer 软件输入以上火炬气排放参数,同时,还要在充分结合该系统内管道长度和管件个数,利用该软件,完成计算模型的构建。物性方法采用 Peng Robinson 计算方法。此外,还要将压缩液体设置为常用的流体,然后,选用该软件所推荐的计算方法,对摩擦系数进行科学计算。

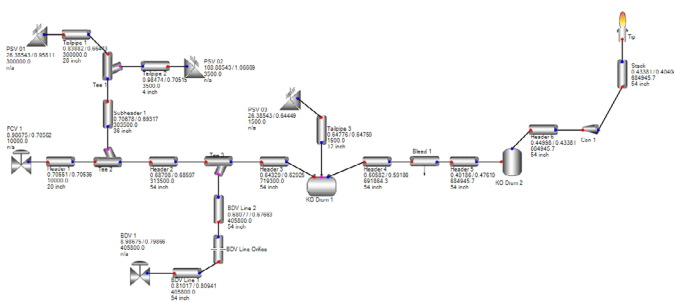


图 1 火炬气管网模型示意

2.3 计算结果分析

当高压火炬气体呈现出单相流状态时,通过利用等温方法、绝热方法,对火炬管网系统内部排放背压进行科学计算,计算结果如表 3 所示。从表 3 中的数据可以看出,通过运用以上两种计算方法,所计算的最远点背压值相差不大,与等温方法相比,绝热方法所获得的计算结果更加保守、准确和可靠。

当甲醇火炬气呈现出气液两相流状态时,通过借助等温方法、Dukler 方法、Lockhart Martinelli 方法三种计算方法,分别对火炬管网系统所需的背压进行科学计算,

计算结果如表 4 所示。从表 4 中的数据可以看出,甲醇火炬气很容易出现凝液现象,Lockhart Martinelli 方法与等温方法所对应的计算结果比较接近,但是,Dukler 方法所对应的计算结果相差较大,这是由于 Dukler 方法充分考虑了气液两种物质在火炬管网系统内部管道内的流速,导致其对应的计算结果比较大,因此,在计算气液两相流的压力降期间,要优先选用 Dukler 方法。

3 结束语

综上所述,为了进一步提高火炬管网系统压力降计算结果的精确性和真实性,技术人员要以“气液两相流模型”和“单相流模型”为依据,提出相应的计算方法,并以“某一计算实例”为例,对不同计算方法的计算特点和适用范围进行探讨。结果表明:本文所提出的计算方法具有较高的可靠性和可行性,有效地简化了火炬管网系统压力降计算流程,同时,还有效地提升了计算结果的精确度,完全符合压力降计算相关标准和要求。因此,这些计算方法值得被进一步推广和应用。

参考文献:

- [1] 殷乾.枝状火炬管网压降计算的建模与仿真[D].杭州:浙江工业大学,2015.
- [2] 魏升龙.天然气处理厂放空火炬系统的强度计算与稳定性分析[D].青岛:中国石油大学(华东),2013.
- [3] 殷乾,李顺荣,盛水平,等.枝状火炬管网系统背压计算模型的研究[J].压力容器,2015,32(005):29-35.
- [4] 陆海.拱顶罐设计压力对低压火炬管网系统的影响[J].油气田地面工程,2016,35(010):44-47.

表 1 高压火炬气排放参数

排放气名称	排放温度℃	排放管内径 mm	排放量 kg/h	排放气成分
高压火炬气	27.50	1395	684799	见表 2
甲醇火炬气	76	499	51339	C ₂ H ₆ : 0.26%, C ₃ H ₈ : 83%, C ₃ H ₆ : 8%, 甲醇: 99%

表 2 高压火炬气排放点气体组成

Name	Mol. Wt.	Methane	Ethane	Propane	i-Butane	n-Butane	i-Pentane	n-Pentane	n-Hexane	C7+
BDV1	41.29	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
FCV1	16.04	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PSV01	45.30	0.31	0.17	0.11	0.09	0.09	0.07	0.07	0.06	0.03
PSV02	18.85	0.85	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PSV03	20.00	0.72	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Stack	36.12	0.36	0.19	0.16	0.13	0.13	0.01	0.01	0.01	0.00

表 3 等温方法与绝热方法计算结果

计算方法	排放背压 bagr	马赫数
等温方法	0.79742	0.226
绝热方法	0.79866	0.226

表 4 等温方法、Dukler 方法、Lockhart Martinelli 方法计算结果

计算方法	排放背压 bagr	马赫数
等温方法	0.07832	0.075
Dukler 方法	0.68078	0.073
Lockhart Martinelli 方法	0.07434	0.075