

$\frac{\delta P_1}{P_1}$: 设压力变化范围为1: 3, 根据GB/T21446-2008

$$\frac{\delta P_1}{P_1} = \frac{2}{3} \zeta_p \frac{P_k}{P_1} \approx \frac{2}{3} \times 0.075 \times \frac{3}{1} = 0.15 (\%)$$

$$\begin{aligned} \frac{\delta \rho}{\rho} &= \left[\left(\frac{\delta C}{C} \right)^2 + \left(\frac{\delta Z}{Z} \right)^2 + \left(\frac{\delta T}{T} \right)^2 + \left(\frac{\delta P_1}{P_1} \right)^2 \right]^{0.5} \\ &= (0.3^2 + 0.1^2 + 0.158^2 + 0.15^2)^{0.5} = 0.384 (\%) \end{aligned}$$

在差压测量范围为1: 36条件下, 天然气流量测量不确定度为

$$\begin{aligned} \frac{\delta q_m}{q_m} = \frac{\delta q_v}{q_v} &= \left[\left(\frac{\delta C}{C} \right)^2 + \left(\frac{\delta \varepsilon}{\varepsilon} \right)^2 + \left(\frac{2\beta^2}{1-\beta^4} \right)^2 \left(\frac{\delta D}{D} \right)^2 + \right. \\ &\quad \left. \left(\frac{2}{1-\beta^4} \right)^2 \left(\frac{\delta d}{d} \right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{\delta \Delta P}{\Delta P} \right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{\delta \rho}{\rho} \right)^2 \right]^{1/2} \\ &= \left[0.8^2 + 0.1^2 + \frac{1}{4} (1.8^2 + 0.384^2) \right]^{0.5} = 1.21 (\%) \end{aligned}$$

就是说: 用一台差压变送器, 量程范围1: 36, 则流量量程范围为1: 6时, 流量系统不确定度等级达到1.5级。若用两台差压变送器, 则可使流量量程范围达1: 36。

方案2:

在水标准装置上标定出喷嘴的流出系数, 而可膨胀系数按GB/T2624-2006计算。

现逐项分析误差的大小

(1) $\frac{\delta C}{C}$: 若水系统不确定度等级为0.1级, 则该项的不确定应为0.3%。

(2) 其余各项不确定度与方案1相同

在差压测量范围为1: 36条件下, 天然气流量测量不确定度为

$$\begin{aligned} \frac{\delta q_m}{q_m} = \frac{\delta q_v}{q_v} &= \left[\left(\frac{\delta C}{C} \right)^2 + \left(\frac{\delta \varepsilon}{\varepsilon} \right)^2 + \left(\frac{2\beta^2}{1-\beta^4} \right)^2 \left(\frac{\delta D}{D} \right)^2 + \right. \\ &\quad \left. \left(\frac{2}{1-\beta^4} \right)^2 \left(\frac{\delta d}{d} \right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{\delta \Delta P}{\Delta P} \right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{\delta \rho}{\rho} \right)^2 \right]^{1/2} \\ &= \left[0.3^2 + 0.1^2 + \frac{1}{4} (1.8^2 + 0.384^2) \right]^{0.5} = 0.97 (\%) \end{aligned}$$

就是说, 用水系统标定出流出系数, 则流量测量范围为1: 6时, 流量不确定度等级为1级, 若用两台差压变送器, 流量测量范围为1: 36。

4 结论

从以上分析可得出结论, 在严格按照标准加工、安装、使用的基础上, 引入定值节流件和必要的技术(宽测量范围运算, 变送器数字通讯等)手段, 喷嘴流量计完全可以满足天然气流量计量包括准确度在内各项技术要求, 由于这种仪表的结构牢固、检定周期长, 在减少维护量的同时, 大大减少运行成本; 具有较好的技术经济指标, 有理由认为它可以作为计量天然气流量的重点选型仪表之一。这不仅已是专业人员的共识, 也将成为广大用户的共识。

参考文献

- 1 GB/T 21446-2008用标准孔板流量计测量天然气流量
- 2 GB/T 2624-2006用安装在充满流体的圆形截面管道中的差压装置测量流量
- 3 GB/T 17747-1999天然气压缩因子的计算
- 4 GB/T 18603-2001天然气计量系统技术要求

工程信息

邢台天然气门站球罐“体检”

为了做好城市安全基础管理工作, 作为城市燃气企业, 邢台燃气有限责任公司从2013年5月23日起, 对该市天然气第一门站天然气球罐进行开罐“体检”, 该市门站自2002年投运以来, 已实

现连续10年安全运行无事故, 此次是第二次大规模罐体安全“体检”, 质量技术监督部门也参与了“体检”工作。

(赵军峰)