

# V 锥流量计在城市燃气测量中的应用

山东省计量科学研究院(250014) 纪建英 张务铎 翟恒涛

**摘要** 本文对应用于城市燃气测量中的 V 锥流量计进行调查、研究、分析和总结,并举出具体应用实例,对这种新兴流量计在城市节能降耗、减量减排的作用进行展望。

**关键词** V 锥流量计 城市燃气 测量

## 1 概述

随着全球经济的快速发展,能源消耗大幅增加,城市燃气计量是能源计量的重要组成部分,正确的计量能够促进企业对资源的节能降耗、减量减排,有利于发展循环经济、建设节约型社会,为整个社会的经济发展打好基础,实现全社会经济的可持续发展。燃气计量准确与否是售气方与客户的贸易结算关键,因此,在城市燃气测量中对计量仪表的准确性要求越来越高。

V 锥流量计源于美国 McCROMETER 公司,是一种新型差压式流量仪表。V 锥流量计以其独特的边壁逐步收缩节流方式,改变了传统节流装置的缺点。为此,我们对应用于城市燃气测量领域的 V 锥流量计进行分析和总结。

## 2 V 锥流量计工作原理

其工作原理是经典的密闭管道中能量守恒原理和流动连续性原理。V 锥流量计具有自整流、自清洗、自保护功能;直管段要求短,无积污、无堵塞;锥体后端高频低幅的小噪声使测量下限相对很低,从而使量程比较宽;压损低。

流体流经一个收缩(节流)件时将被加速,这种流体的加速使它的动能增加,而同时按照能量守恒定律,在流体被加速处它的静压力一定会降低一个相对应的值。在一个封闭的系统中,流体的总能量是一个常数,如图 1。

根据伯努利方程(能量守恒定律)和流体流动连续性方程,得出 V 锥流量计实际流量公式:

$$q_v = \frac{C \cdot \epsilon}{\sqrt{1-\beta^4}} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_1}}$$

式中:

$\epsilon$ ——被测介质的可膨胀性系数,气体、蒸气等可压缩流体  $\epsilon < 1$ ;

$q_v$ ——流体的体积流量, [m<sup>3</sup>/h];

$d$ ——工作状况下 V 锥流量计的等效开孔直径, [m];

$\Delta P$ ——差压,  $\Delta P = P_1 - P_2$ , [Pa];

$\rho_1$ ——工作状况下, V 锥上游处流体的密度, [kg/m<sup>3</sup>];

$C$ ——流出系数,  $C$  的典型数值是 0.75~0.85, 无量纲;

$\beta$ ——直径比, 无量纲,  $\beta = d/D$ 。

流出系数通常是在制造厂的标准装置上或在可溯源至国家基准的独立实验室中进行校准。当雷诺数  $Re$  等于或大于 8 000 时, V 锥流量计的重复性一般为 0.1%。一台 V 锥流量计由 V 锥节流装置、差压信号管线、三阀组组件、差压变送器及流量计算及显示仪组成,其整机示意图如图 2 所示。

## 3 具体应用

### 3.1 焦炉煤气的流量测量

焦炉煤气是被用来作为轧钢厂中窑炉的主要燃

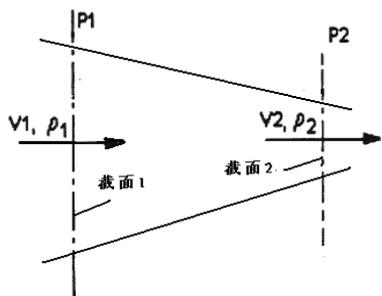


图1 V锥流量计工作原理

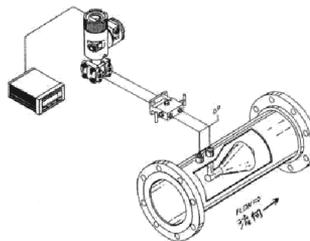


图2 V锥流量计整机示意图

料。由于生产工艺等各种原因,焦炉煤气中含有水分、焦油、工业萘等脏污,极易在管道及常用流量检测元件的内表面上有固体物质积结,造成管路直径比 $\beta$ 值的改变,取压孔也会被堵塞,使得对焦炉煤气的流量测量变得困难。而V锥流量计由于其独特的内部结构,在锥体上游产生一个压力区间,锥体自身周围及其下游产生一个受控制的紊流区,从而阻止污物的形成与积结,使得高压和低压测量孔始终保持清洁而不被污物堵塞。我们选用一台DN150的V锥流量计,连续使用3个月之后发现以上两个问题得以解决:①固体物质的积结和由此造成的 $\beta$ 比值的改变;②差压测量取压孔的堵塞。V锥流量计持续正常工作,不受气体中脏污物的影响,从而能提供焦炉煤气的准确流量数据。以下是某天对钢厂焦炉煤气流量测量的数据。

流体温度: $t_{\min}=35^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{工况}}=45^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\max}=60^{\circ}\text{C}$ ;  
 管道中压力: $P_{\min}=101\ 333\text{Pa}$ ,  
 $P_{\text{工况}}=101\ 335\text{Pa}$ ,  $P_{\max}=101\ 336\text{Pa}$ ;  
 V锥流量计显示气体流量: $Q_{\min}=80\text{Nm}^3/\text{h}$ ,  
 $Q_{\text{工况}}=300\text{Nm}^3/\text{h}$ ,  $Q_{\max}=743\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

### 3.2 天然气的流量测量

大量的实践证明,流量仪表的准确度不仅取决于仪表本身,还取决于其当时的使用条件。在直管段长度不足的情况下,V锥流量计由于环形通道的整流作用,准确度优于经典式节流装置及其它速度式流量计。

在济南市天然气南外环1#管线上,原使用孔板流量计对天然气流量进行计量,但时有客户与售气方的计量纠纷。后选取1台经过第三方(法定计量授权单位山东省计量院)检定过的DN150口径、0.5级V锥流量计,对孔板流量计进行更换,经过3个月的

运行,该V锥流量计运行稳定,售气方与客户贸易结算无异议。其后在我市天然气南外环三条管道及北外环三条管道上同时进行更换,将涡街流量计更换为V锥流量计,经过近一年的运行,无信号不稳定现象,对温度、压力进行补偿后,仪表的示值与工艺计算的理论值基本吻合。

### 3.3 节能实例

高炉燃气,管道内径:702.4mm;工作压力:12kPa;温度:70 $^{\circ}\text{C}$ ;气压:98.39kPa;工作密度:1.0326kg/m<sup>3</sup>;常用流量25 000m<sup>3</sup>/h;孔板和V锥流量计取相同的 $\beta=0.6955$ ,计算结果如下:

在常用流量下孔板的压力损失为:1.894kPa,V锥流量计的压力损失为:0.479kPa,孔板比V锥流量计的永久压力损失大1.415kPa,在输送同样的流量条件下每小时多耗能12.283kw/h。按照工业电能费0.8元/(kw.h),每年按工作330天计算,仅一套孔板流量计将比V锥流量计每年多支出电费:

$$0.8(\text{元}) \times 12.283(\text{kw/h}) \times 24(\text{h}) \times 330(\text{d}) = 7.78 \text{ 万元}$$

通过以上计算可以看出,不同类型的仪表会有很大的区别,V锥流量计的节能效果是明显的,使用节能的流量仪表不但为企业本身创造了利润,也符合国家倡导的节能减排的产业政策。

## 4 前景展望

V锥流量计由于其自整流、自清洁、对直管段要求低等特点,使得其在流体计量中得以应用。V锥流量计适用范围广阔,可测高温高压介质,也可以在低静压、低流速的流体中实现有效的流量测量,适合于测量各种流体,气体、蒸汽、液体和各种混合流体等。

# 预付费型 IC 卡燃气表利弊之我见

郑州燃气股份有限公司天然气销售分公司第五营业所(450000) 桂 宾

**摘要** 本文对燃气用 IC 卡燃气表的发展过程进行了介绍,分析了 IC 卡燃气表技术缺陷及市场应用风险,并且对 IC 卡燃气表的发展进行了展望。

**关键词** IC 卡 智能燃气表 技术发展

## Advantages and Disadvantages of Prepayment Gas Meter with Smart Card

No. 5 Business Office, Gas Sales Branch, Zhengzhou Gas Co.,Ltd. Gui Bin

**Abstract** This paper provides a brief introduction to the development of prepayment gas meter with smart card, of which the defects and the market risks have been analyzed. The outlook for such a system is also involved.

**Keywords** Smart Card Intelligent Gas Meter Technical Development

### 1 预付费型 IC 卡燃气表的发展

#### 1.1 预付费技术的提出历程

随着城市燃气事业的发展以及人民生活水平的提高,燃气居民用户迅猛增加,燃气公司入户抄表收费的矛盾日益突出,传统户内挂表的抄表收费模式弊端日益成为燃气公司改善经营效益、提高管理水平的障碍;对燃气公司抄表收费来说存在有“三难”:入户难、抄表难、催费难。抄表人员的不断增加带来了经营成本的提高;催费难,经常发生与用户的纠纷等成为经营管理上的难题。对燃气用户而言:需要按

预约时间在家等候,还要遭受抄表人员的打扰;用气量的透明度与自由性不够,缴费方式繁琐等问题也日益突出。由于上述的种种因素,供气和用气双方都在寻求一种新的收费方式,能同时兼顾用户与燃气管理部门的利益,做到既能简化操作程序,方便用户,提高人民群众的生活质量,也能减轻企业负担,降低企业的经济成本。在这种共同的期待下,IC 卡预付费燃气表技术由于满足了两方面的共同需求,因而一出现,就受到了燃气公司与用户的欢迎。

#### 1.2 IC 卡燃气表的技术发展和有利方面

在上世纪 80 年代,随着微电子技术的发展,新

V 锥流量计在美国已应用于石油、化工、油田、天然气、热力管网、环保、食品、航空航天等行业,但我国目前尚无 V 锥流量计的国家标准或行业标准,因此,需要将国外技术、标准转化为我国技术和标准,并制定相应的国家计量检定规程。

“十五”期间我国四大世纪工程实施和启动,大力改善环境,是我国社会发展的重要任务之一,其中

西气东输工程、环保系统工程都需要配套大量的仪器仪表。可以预计,随着人们对 V 锥流量计不断深入的了解,国内用户大量使用这种流量计将成为现实。随着它的推广使用,对城市燃气可以进行更准确、更有效的测量,同时也将会有更多的流量测量难题逐步被解决。