

气体超声流量计在瓦斯气计量中的研究与应用

李江松（山西铭石煤层气利用股份有限公司，山西 晋城 048006）

摘要：针对于当前在煤矿瓦斯气计量现场施工环境条件复杂恶劣，在煤矿瓦斯气中的混合气体，具有杂质多、湿度大、现场条件恶劣的特点，对计量设备的要求较高。本文通过对超声流量计的测量原理和影响超声测量精准的因素进行分析，提出了解决测量精度的方法。最后，主要针对超声流量计在气体中的运用做出浅析。望能给相关工作者提高帮助。

关键词：气体超声流量计；瓦斯气体管道；流量计量

瓦斯抽放是为了减少和解除矿井瓦斯对煤矿安全生产的威胁，利用机械设备和专用管道造成的负压，将煤层中存在或释放出的瓦斯抽出来，输送到地面或其他安全地点的处理方式。抽放瓦斯的目的是为了减少和消除瓦斯威胁，保证煤矿生产安全。瓦斯的主要成分为甲烷，30% 甲烷浓度以上的抽放瓦斯可以压缩输送，用于工业用户、民用户等作为燃料燃烧使用。

但抽放瓦斯由于浓度低、含水含尘量大，输送管道管径大，目前常用的气体流量计都不能满足要求，而流量是煤层气生产集输过程中的一个重要参数，流量计量的精准度直接影响到系统是否能够稳定运行以及交接双方的直接利益。当前，我国气体计量基于各种原理的流量计种类很多，比如容积式流量计、差压流量计等等。而有一种流量计是随着集成电路技术的发展之后才得到应用的一种仪表——超声流量计，它具有测量不受气体密度、温度、压力等影响、测量量程宽、测量下限流速低、无压力损失等优点，有效的解决了在瓦斯气计量中其他种类的流量计无法解决的一些问题。

1 常见的几类流量计的对比

由于煤矿瓦斯气含粉尘杂质多、含水，且具有压力低、流速变化大等特点，这些因素导致气体中的密度等物理因素有较大的影响。这就对测量流量的器具要具有：无可转动部件、不易堵塞磨损、特性压损小、测量下限低等特征。

当前应用较为广泛的有孔板流量计、V 锥流量计、巴类流量计等差压式流量计，这种流量计当测量介质中含水较多时，游离态水会造成额外的分压，影响被测介质气体密度。同时，差压式流量计的量程很小，难以适应较大范围的瓦斯抽放管道的流量检测，并且，差压式流量计在测量含粉尘等杂质较多的介质时，长时间运行之后会造成压孔的堵塞，影响造成测量。

其次，在测量管道瓦斯中热式流量计也有应用，但是当被测介质中含水量较大时，水分会额外吸收热量，导致测量值的不准确，并且，当被测介质中的粉尘等附着在发热杆表面时，也会影响造成的测量。而热式流量计更多时候针对于气体介质的质量流量测量，对于非单一或是密度变化的气体介质测量较为困难。另外，由于热式流量计的工作原理是利用产生的热量进行测量，瓦

斯等属于爆炸性气体介质，所以在测量时存在安全隐患。

旋进旋涡流量计属于流体震动式流量计，这种流量计的工作原理为：当流体进入流量传感器时，导流叶片会随着流体的流动进而产生旋涡流，当流体再次进入流量传感器的扩散段时，旋涡流受到回流的作用，经二次旋转后形成陀螺式的涡流进动现象。旋进旋涡流量计由于流量传感器内部的结构，导致极易被粉尘等杂志堵塞，且不能当做大口径的流量计。

涡街流量计的结构较为简单，流量测量范围较大，但是对安装直管段要求较高，其测量流量下限值较高，一般要求被测流体流速不得低于 3-5m/s。涡街流量计对环境振动极为敏感，现场长期运行稳定性较差。同时，由于采用的插入式点测量的方式，当插入的深浅度不一致时，其测量的流量的结果也会不一致，导致现场所测流量与实验室策略精度不一致。

因此，基于时差法超声测流技术的气体流量计，为瓦斯气体流量测量提供了一种全新的方法。这种全新的流量计测量流速时与介质密度无关，也不会受介质中的杂志等影响，无需开取压孔。且流量下限流速低，量程比大。

2 气体超声流量计简介

①大管径、低流速、流速变化范围宽的工况测量：LJS100/850Q 型矿用超声气体流量计最大测量管道口径达 3000mm，在工况流速低达 0.5m/s 时也能准确测量，测量流速范围 0.5-30m/s，量程比为 1:60；②适应于被测气体介质含大量水分、粉尘等脏污杂质的条件：LJS100/850Q 型矿用超声气体流量计测量无需去压孔，当测量介质中含有粉尘等杂质时，也不会存在由于取压孔堵塞而影响测量的问题出现。同时，被测介质中即使含有较多的水分、粉尘等杂质，对测量几乎也没有影响，测量与气体介质密度、黏度等物理特性无关；③日常维护方便，可在线维护：LJS100/850Q 型矿用超声气体流量计采用的是插入式探头，通过螺纹与球阀相接，球阀与底座通过螺纹连接，底座焊接在管道上。不停产情况下，随时可以拔出探头、关闭球阀，进行维护，维护完成后打开球阀插入探头，完数分钟完成维护。

3 超声流量计的测量原理

超声流量计是一种针对检测流体对超声波脉冲的作

用以测量流量的仪表，根据其对信号检测的不同可以将其分为以下几种：传播速度差法、多普勒法、空间滤波法以及噪声法等。超声流量计在解决大口径的流量测量时表现的特别突出，因此，近些年超声流量计的发展十分迅速。由于对不同压强、流量等参数的要求不同，所以我国目前更多采用的是传播速度法中的时差式。时差式超声流量计是通过将超声波在流体中的顺流和逆流的时间差和流体流速成正比的这个原理来进行测量的。将流量计测量原件在管道直径的两端进行安装，测得的是管道中直径的平均流速。这种方法的测量精度相对较高，安装维护较为简单，所以得到了行业的广泛运用。

4 影响超声流量计计量准确的因素

4.1 流量计的选型

传播速度差法测得的流量是在超声波传播途径中的平均流速，但是平均流速是否准确是对测量的准确性存在影响的。因此，在设计时要尽量选择使用双声道或是多声道的流量计，尽可能避免由于平均流速的不准确导致的测量的不准确性。实际上，单声道流量计的精度保持在 $\pm 1.0\%$ 就可以满足过程控制的要求。

气体超声流量计有两种形式的测量体，一种是插入式和管段式。两者各自有各自的优劣，首先插入式的流量计在使用时方便，适合用于改造工程中，但是实际上现场情况更为复杂，常常会因为安装距离、流通面积测量等导致误差下降。而使用管段式的超声流量计，能够有效降低迎流流速分布所带来的影响，消除现场安装转换器位置带来的因素。因此，实际上需要进行现场测量时最好使用自带测量管的测量方式。

4.2 安装质量的影响

由于安装地点必须能够保证转换器前的流体沿管轴平行流动，所以要在转换器前需要保持有一定长度的直管。在使用带测量管的超声流量计时，要安装密封垫圈，且内径比流量计的内径大 4-5mm，减小流体面积，防止影响精度。在使用插入式的超声流量计时，可以在管道安装支撑架，减少震动所带来的对精度测量的影响。同时，还要避免电磁带来的干扰，因此，电缆的屏蔽层要可靠接地。

4.3 超声流量计的调整和校验

调整和校验的准确对于流量计的测量也有着重要的意义，包括对流量显示的二次仪表的电子线路进行调整，对转换器的安装进行调整等。对自带测量管的超声流量计，由于其转换器的位置先对固定，所以其调整和校验较为简单。

5 气体超声流量计的应用和维护

5.1 超声流量计的安装

超声流量计的安装方式多种，可以根据其特定进行水平安装、垂直安装以及倾斜安装，同时，还可以在安装过程中沿着管道的轴线进行任意的旋转，在实际的安装过程中吗，我们需要注意以下三个方面的安装事项，

首先，是要保证安装之后的超声流量计在今后的检测和维修时的便利性；其次，是在安装时要避免超声流量计会受到气流和积液的影响；最后，是安装完成后的流量计要便于今后的维修包养。

5.2 超声流量计的维护检查

5.2.1 定期检测

定期检测是加强流量计的使用时间和流量计管理的重要方法之一，主要是定期进行检测来预防和排除流量计的诸多故障问题。根据国家的有关规定，要设定合理的检测周期，按时将流量计拆下之后送到有关到位进行检验，或是邀请有资质的单位进行现场检测，需要注意的是，无论是送往有资质的单位检测还是邀请其到现场检测，都需要检测单位出具相关的检测鉴定证书。

5.2.2 定期检查

要根据输送介质的清洁程度以及人员配置情况，定期对超声流量计进行检查，主要对以下几方面进行检查：探头的连接是否出现松动现象；是否存在漏气现象；要对流量计的处理单元的接线处进行检查，保证无松动现象；要对流量计的外表进行检查，做到及时清理，防治被侵蚀。当然，除此之外还要根据实际情况对流量计的其他部分进行定期检查。

5.2.3 定期诊断

定期诊断可以结合各个企业的实际情况，每月或是在规定时间对超声流量计的增益值、信号质量、声速等几个方面的参数进行诊断，保证每项参数稳定在合理的范围内，当出现超出规定范围的数值，要及时对故障做出判断，对原器件进行维修或更换，以保证计量结果的准确。

5.2.4 小流量测试和切除

在关闭阀门之后，管道中仍会有气体分子在运动，即使此时管道内无气体在流动，流量为零，但是超声流量计依然能够测得较小的流量值，在流量误差允许的范围内，可以采取小流量切除的功能，将小流量值手动设置为零。在正常情况便，出现的小流量值是在流量的误差允许的范围值内，一旦流量计出现异常时，这个值就会超出流量计的误差，此时，就需要将流量计拆送至有资质的单位进行检测维护。

6 总结

气体超声流量计具有理论上无需进行流量标定，与检测介质无关等其他测量流量计无可比拟的优点，近年来已经逐渐在煤层计量中崭露头角，随着煤层气在我国能源体系地位的日趋重要，必定会获得更加广泛的应用。

参考文献：

- [1] 陈胜男, 单葵. 气体超声流量计的分析与应用 [J]. 河南化工, 2010, 27(8): 60-60.
- [2] 杨爽月, 槐维军, 徐红娟. 超声波流量计在煤层气流量计量中的应用 [J]. 自动化应用, 2010(5): 46-47.