

SICK AG

白皮书

FLOWSIC600 / FLOWSIC600-XT

电转气 - 将可再生能源中的氢气掺入天然气网,
以及 SICK 气体超声流量计的相关适用性

作者

Daniel Heinig
战略产品经理

SICK Engineering GmbH in Ottendorf-Okrilla / 德国
2019 年 11 月

总结

FLOWSIC600 和 FLOWSIC600-XT 产品系列的气体流量计已经适用于在合法校准传输范围内测量含氢的天然气。测量结果的可靠性和质量不受密度、流速和音速变化的影响。

目录

1. 引言	3
2. 技术准则 G19(TR G 19)	3
3. 掺入氢气对测量能力的影响	4
4. 掺入氢气对材料相容性的影响.....	4
5. 掺入氢气对防爆的影响.....	5
6. 结论	6

1. 引言

除了对安全、可靠和能够负担得起的能源供应的要求外,可持续性的理念成为了能源转型过程中的焦点。可再生能源,如风能、水能或太阳能,在这种能源组合中发挥着重要作用。

由于不断增加但高度波动的能源所产生的电流无法以电网平衡的方式运输或消耗,因此必须对其进行储存。一种可能性是将能量以气体的形式储存在现有的天然气网中。为此,多年来一直在开发将电能转化为可储存的气体,如氢气(H₂)或合成天然气。通过电解将电流转化为气体的过程称为电转气(也称 PtG 或 P2G)。所生产的氢气可以输入现有的天然气网,储存在那里,根据需要进行运输和消耗。

欧盟许多国家自 2010 年左右开始进行研究项目,以确定现有天然气网络能够吸收的氢气的量,而不对天然气消费点产生负面影响。

目前,业内提供的 H₂ 掺入天然气的限值截然不同。典型的数值从体积百分比 5% 至 25% 不等。然而,似乎很明显的是,在未来几年内,该比例将稳步增加。其速度当然要看投资速度和电转气技术的开发进展。

天然气中掺入氢气会对目前已安装的基础设施产生什么影响,这个问题越来越多地为业界所关注。

2. 技术准则 G19(TR G 19)

2014 年 12 月,德国联邦物理技术研究院(PTB)发布了技术指南 TR G 19¹,在“向天然气网馈送氢气”中对“燃气测量仪器”进行了规范。

该准则宣布只要天然气中的氢气含量低于体积含量的 5%,使用“任何技术”的气体检测设备都是安全的。氢气体积含量在 5% 到 10% 之间时,如果制造商明确允许,则可使用流量计计量。当天然气中氢气的体积含量大于 10% 时,流量计的使用除需要提供制造商的声明以外,还必须提供 PTB 的安全声明。

目前安装的 FLOW SIC600 和 FLOW SIC600-XT 气体流量计,能够在天然气中氢气体积含量高达 10% 的应用中进行测量;而且在校准误差范围内,无需重新进行计量检测。SICK 根据 TR G 19 发布了相应的制造商声明。²

由于天然气中氢气体积含量超过 10% 的工况需要对单独的应用进行评估,因此,SICK 将在进一步调查之后(委托),准备相应的制造商声明,并根据 TR G 19 的要求获得 PTB 安全证明。

¹ PTB: TR G 19,布伦瑞克市,2014 年 12 月

² SICK: FLOW SIC600 和 FLOW SIC600-XT,根据 TR G 19“向天然气管网输入氢气”的制造商声明,Ottendorf-Okrilla,2019 年 11 月。

3. 掺入氢气对测量能力的影响

掺入氢气对特性曲线状态有影响,从而对设备的测量不确定性亦有影响。测量能力与不变的测量准确度是不同的。

用天然气校准过的气体超声流量计的测试结果,分别展示了掺入体积含量为 10% 和 25% 的氢气时对测量结果造成的相对误差(测量偏差)(图 1 和图 2)。

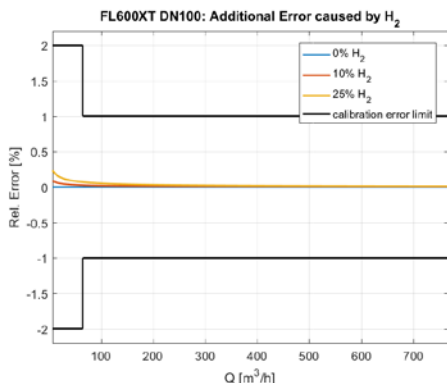


图 1: 基于纯天然气数据应用线性校正后, H₂ 含量对一台 DN100 口径 FLOW SIC600-XT 测量误差的影响。

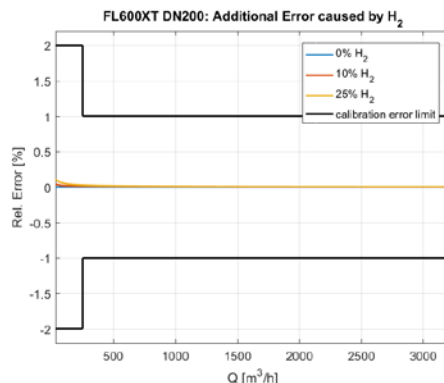


图 2: 基于纯天然气数据应用线性校正后, H₂ 含量对一台 DN200 口径 FLOW SIC600-XT 测量误差的影响。

在较低流量范围 (Q_{min}) 的天然气中氢气体积含量为 10% 时, 相对误差最大约为 0.1%。这个误差远低于按照校准法进行的天然气测量的传输误差范围, 因此可以忽略不计。

2013 年 5 月, gwf-Gas 公司的一份技术报告中也公布了类似的数据。他们在调查研究时使用的是 一台 DN80 口径的 FLOW SIC600。报告总结到: “如果氢气与天然气充分混合, 当 H₂ 体积含量高达 10% 时, 对气体超声流量计的影响是无法检测到的”³。

SICK 气体超声流量计能够测量含氢气的天然气。注入体积含量不超过 10% 的氢气时不需要重新校准。

此外, 对于氢气体积含量为 25% 的混合物进行评估, 就目前现场安装的技术装置(传感器和电子装置), 尤其是在小流量的时候会对测量准确度有较大影响, 偏差值为 0.2%。

经过天然气校准后的设备, 通过修正气体流量计中的气体成分, 可以减少这种影响。SICK 正在研究相应的措施, 以便运营商能自行进行修正。

4. 掺入氢气对材料相容性的影响

联邦材料研究和检测研究所(BAM)在 2015 年 1 月的报告《金属容器材料和聚合物密封涂层以及衬里材料的耐抗性评价》⁴ 中, 对某些用于含氢天然气的材料的耐抗性进行了研究。从中可以看出, 用常规的材料合金(钢)制成的气体流量计, 以及其他所有与介质接触的部件, 如超声探头和密封圈等, 都能耐抗含氢气的天然气。

³ Steiner, K., Wolf, D., Mozgovoy, A. and Vieth, D.: 氢气对天然气流量计高压误差曲线的影响, gwf-Gas | 天然气, 第 344-347 页, 03/201

⁴ BAM: 金属容器材料和聚合物密封涂层以及衬里材料的耐抗性评价, 柏林, 2015 年 1 月

5. 掺入氢气对防爆的影响

氢气的引燃能力与天然气不同。如果考虑纯氢气流量测量,防爆规定气体组别为 IIC。这就决定了对设备在点火间隙尺寸和能量输入方面的要求比天然气更高。在测量天然气时,气体组别为 IIA 即可。

2016 年 9 月,联邦材料研究与测试研究所(BAM)在其《天然气-氢气混合物的安全技术属性》报告中,公布了在天然气中掺入氢气对爆炸行为的影响以及对气体组别的要求。⁵

该报告显示,当 H₂ 体积含量达到 25% 时,爆炸压力才会发生轻微变化。同样,掺入 10% 体积含量的氢气对气体组 IIA 的标准间隙宽度没有明显影响(图 3)。其结果可以得出这样的结论:掺入 25% 体积含量的氢气很可能不会不可接受地减小气体组 IIA 的标准间隙宽度。

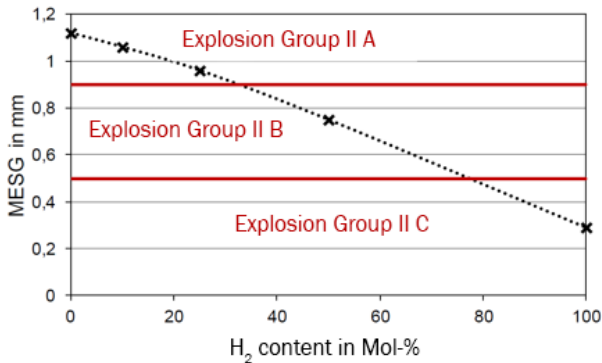


图 3: 模型天然气 2 和氢气混合物的测量标准间隙宽度(测量值与趋势线相连)⁶

据 DVGW(德国天然气和水技术科学协会)称,有关将氢气掺入天然气管网的规则的进一步制定工作正在进行中。⁷

如今,根据现行规则,在考虑到具体应用或限制的情况下,可以掺入体积含量 10% 的 H₂。新规的目的是将掺入量扩大到体积含量的 20%。根据目前的了解,这一比例被认为在技术上是可行的。

根据目前的出版物,可以得出以下结论:对于已安装的 SICK 气体超声流量计 FLOW SIC600 和 FLOW SIC600-XT,对于氢气体积含量为 10% 的天然气混合物,从防爆角度来看,不需要调整电子装置或超声传感器。

⁵ BAM: 天然气-氢气混合物的安全技术性能, 2015 年 6 月

⁶ BAM: 天然气-氢气混合物的安全技术性能, 2015 年 6 月

⁷ <https://www.chemietechnik.de/dvgw-will-das-erdgasnetz-fuer-wasserstoff-einspeisung-fit-machen>, 2019 年 4 月

6. 结论

正如德国联邦议院科学局在 2019 年 6 月的报告《天然气基础设施中氢气(H₂)的极限值》中得出结论,“从一些运营商的化学和技术角度来看向[.....]对天然气基础设施的影响尚未在各个方面得到最终澄清,仍然需要进行开发活动和监管调整。这些观点还取决于氢气的工艺链,如电解工艺或甲烷化工艺,取决于最终用户和经济环境”⁸。

由于采用了超声技术,SICK 的 FLOWSIC600 和 FLOWSIC600-XT 产品系列的气体流量计,现在已经适用于测量含氢气体积含量高达 10% 的天然气,且符合校准法规。测量结果的可靠性和质量不受密度、流速和音速变化的影响。

SICK 将继续研究气体超声流量计对含氢天然气的测量能力,特别是氢气体积含量为 25%(及以上)的天然气的测量能力,并在必要时对测量装置进行调整,以满足市场对可精确校准天然气体积流量测量的要求。

⁸ 德国联邦议院。科学服务局。天然气基础设施中氢气(H₂)的极限值,2019 年 6 月。

