

科里奥利仪表提高制氢工艺效率

引言

成本效率高的制氢已成为炼油行业关注的重点。对加深氢化处理和加工更重以及更高的硫原油板岩的需要，推动了对可靠的制氢和蒸汽可用性的需求。

制氢工艺中对蒸汽和碳的摩尔比 (S/C) 的精确控制可对设备的效率产生重大影响。使 S/C 比接近目标值，并使设备始终运行，可以大幅降低操作成本，其潜在的回收期小于一周。用高准替换现有的碳氢化合物测量技术可能带来以下结果：

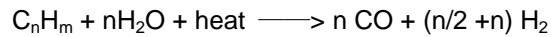
- 减少对新装置的资本投入
- 减少维护成本
- 减少能源成本
- 增强安全
- 提高产量

背景

甲烷蒸汽重整 (SMR) 技术是高纯度制氢的初步过程。该过程包括引导预先加热的天然气（或另一种碳氢化合物流，如炼厂干气）和蒸汽通过催化剂，生成主要成分为氢和一氧化碳、浓度为 75-80% 的氢流，然后用一个 MEA 涤气器或 PSA 装置净化流出物，产生浓度 99% 以上的氢。参见图 1。

SMR 中发生了两个反映：

- 首先，烃原料转变为氧化碳和氢的重整反应



- 第二，发生转换反应，将重整反应中生成的一氧化碳转变为二氧化碳和额外的氢

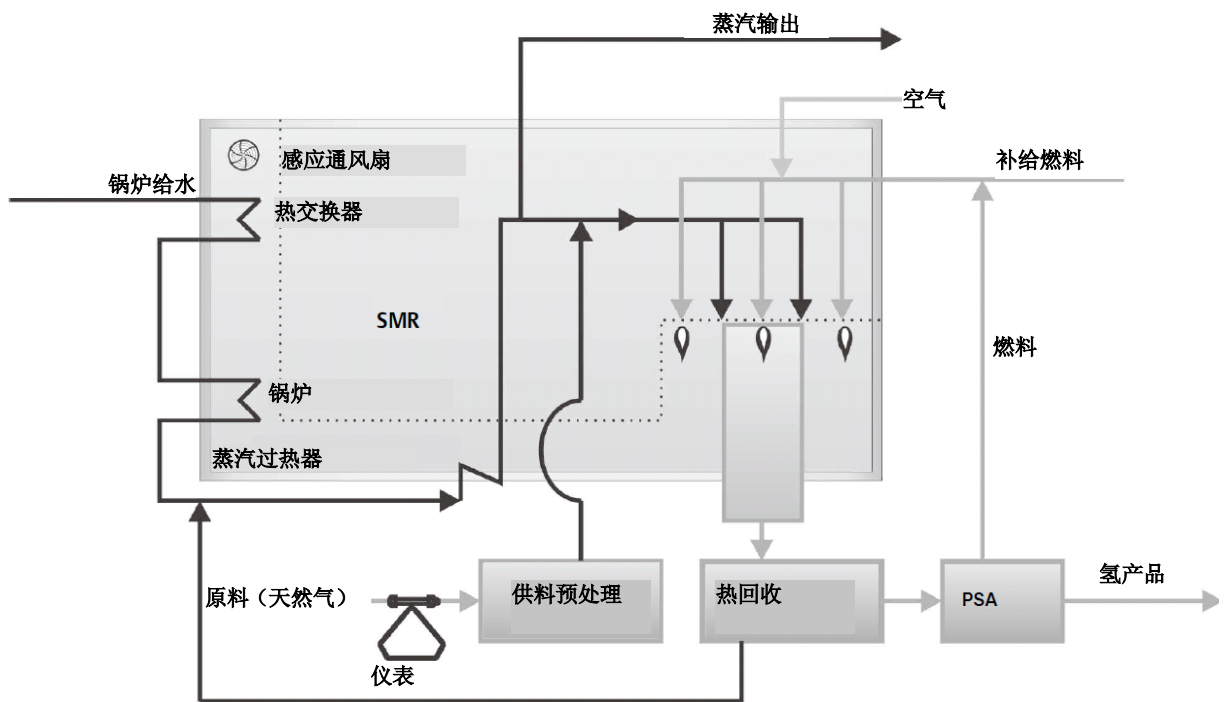
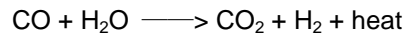


图 1 SMR 装置中发热制氢

对于 SMR 而言，S/C 比是最重要的过程评估领域之一。最小的 S/C 取决于反馈的情况，但通常必须高于 3:1 以防碳在催化剂上形成沉积物。为保险起见，大多数氢制造商将 S/C 控制在 3.2:1 与 3.7:1 之间。原料成分的所有变化都要求蒸汽量有相应的变化，这就是困难所在。

在大多数 SMR 装置中，使用差压测量器控制 S/C 比，校正温度和压力，加上一台分析器（通常是一个气体色谱仪或一个质量分光计）计算分子量 (MW) 并决定进料流的碳含量。这种方法非常昂贵，不仅体现在在仪表和分析器的的初始资本成本上，也体现在分析装置的操作和维护上。

这项技术还有其他的缺点：

- 因为差压仪表的标定高度取决于流体属性，所以进料流的成分变化是主要的误差来源。
- 如果进料流成分快速变化，则可能发生反应时间问题。

因此，许多操作员运行 SMR 装置时，使 S/C 比大大高于目标值，保证补偿成分变化时的安全。

一个可替换体积流量计和分析装置的选择是使用高准科里奥利流量计直接测量质量流量并表示相应的蒸汽比率。

孔板/差压技术的精度

孔板差压技术众所周知，通常在贸易交接应用中，如果测量补偿温度和压力，其预期误差为 1-2%（孔板本身有起点为 0.5% 的固有误差）。通常，如果安装孔板用于过程质量测量，则会产生更大的误差，因为这些系统一般不会补偿温度或压力。因为标定强烈依赖于流体属性，所以测量的流体成分发生变化会引起进一步的误差。

如果烃流的 MW 相当稳定，则质量流量可以估算，此时需假定 MV 或密度固定，并对孔板/差压变送器装置补偿温度和压力。

如果烃流的 MW 不稳定，则需使用分析器决定烃流成分和 MV。在过程流体成分变化的情况下，体积仪表的最小误差为 2%。需要的 S/C 比必须由分析器中提取的碳摩尔的权值计算得出。质量分光计也许能够每秒就更新一下这个值，而气相色谱仪可要求最长每 15 分钟更新一次。

科里奥利技术的精度

该领域中的新技术是高准的科里奥利质量流量仪表，该项技术已获得在此应用中的专利，美国专利号为：US 6,758,101 B2，标题“碳氢化合物蒸汽重整中对蒸汽和碳的摩尔比的控制”。

科里奥利仪表直接测量质量：其测量结果不受密度或成分变化影响，并且标定在整个过程流体中保持一致——液体或气体。高准 ELITE 科里奥利仪表在气体应用中额定流量精度为 0.35%。因为通常烃串是每 2 个氢、1 个碳一起变化，所以 ELITE 仪表的质量测量可以为任何烃流非常精确地估算碳量。

ELITE 仪表的精度已在现场经过检测，在检测期间天然气流成分变化巨大：

- 甲烷范围：77.5% 至 89%
- 乙烷范围：6.8% 至 15.23%
- 惰性气体：
 - 氮气在 +/- 0.185% 范围内波动
 - 二氧化碳在 +/- 0.567% 范围内波动

ELITE 仪表有一个气相色谱仪，假定该色谱仪可提供最精确的数据，因此该技术被用作两个检测技术的参照：一个带有气相色谱仪的孔板，和一个有固定 MW 值的 ELITE 仪表。设置气相色谱仪寻找最多的烃，从甲烷到 C₆₊，加上 CO₂ 和 N₂。目的是为了将 S/C 比控制在 +/- 0.1 以内。

在两个月的检测期内：

- 与参照的技术相比，MW 值固定的 ELITE 仪表的最大误差是 0.02。
- 与参照技术相比，孔板/差压系统的最大误差是 0.2 — 是有固定 MW 值的 ELITE 仪表的 10 倍。

在这些检测中，没有尝试补偿惰性气体的变化。在生产装置中，必须执行建议的用检测决定是否补偿惰性气体。例如，研究中进行的计算表明，如果氮浓度变化 3%，相应的甲烷浓度也会变化，过程的 S/C 比会变化 0.1 个点，并且可能建议一个氮分析器。

优势

加强控制 S/C 比的经济效益是巨大的，不仅体现在降低燃料消耗上，也体现在提高输出蒸汽声誉上。降低 0.2 个点的 S/C 比变化可以提高工厂效率，生产出多达 8 BTU/SCF 的氢。当每 MMBTU 天然气价格为 \$5.50 时，一个产量为 80 MMSCFD 的氢工厂每年可实现减少成本近 \$1,300,000。

用高准仪表替换传统的测量技术额外的经济效益包括了降低新装置设计的资本成本：

- 气相色谱分析仪和孔板技术：\$50,000
- 质量分光仪和孔板技术：\$130,000
- 科里奥利仪表：低于 \$20,000

可以很清楚地看出维护气相色谱仪和质量分光仪耗费昂贵。另外，当分析器在维护时，装置必须以保守、低效的模式运行。

结论

在甲烷蒸汽重整装置中加强对蒸汽和碳的摩尔比的控制，可以导致装置效率大幅提高。科里奥利直接测量质量流量技术运行使用者更精确地控制该比值，尤其是在烃进料流发生变化的条件下。这大大降低了燃料成本、设备成本和维护成本。

总结

科里奥利是一种“不为人知的流体分析器”。科里奥利的全系统在线实时设计具有世界一流的性能（达 ± 0.0005 g/cc），通过提高产品质量和工艺生产率，和以多种方式降低资金成本和操作成本，最终提高收益。根据高准的记录，在化工和制药应用中安装科里奥利仪表后，每年节约的成本包括从 100,000 美元至 1,000,000 美元以上不等。

 www.micromotion.com



高准支持 PlantWeb 的现场结构，一种使用具备互通性的开放式装置和系统建立未来过程管理方案的可升级途径。

艾默生过程控制有限公司
上海市浦东新区新金桥路1277号
邮编：201206
电话：86-21-2892 9000
传真：86-21-2892 9001
服务热线：400-820-1996（免费）

北京办事处
北京市朝阳区雅宝路10号
凯威大厦十三层
邮编：100020
电话：86-10-5821 1188
传真：86-10-5821 1100

广州办事处
广州市东风中路410-412号
健力宝大厦2107室
邮编：510030
电话：86-20-8348 6098
传真：86-20-8348 6137

艾默生过程控制流量技术有限公司
江苏南京江宁区兴民南路111号
邮编：211100
电话：86-25-5117 7888
传真：86-25-5117 7999



尽管我们尽力确保内容准确，但本出版物也只作信息之用。对于此处介绍的产品或服务或其适用性不作为公开或暗含的保证或担保。我们保留对产品设计或规格随时更改或改进的权利。如有更改，恕不另行通知。