



赛默飞世尔科技

上海  
上海市浦东新区新金桥路27号3,6,7号楼  
邮编 201206  
电话 021-68654588

生命科学产品和服务业务  
上海市长宁区仙霞路99号21-22楼  
邮编 200051  
电话 021- 61453628 / 021-61453637

成都  
成都市临江西路1号锦江国际大厦1406室  
邮编 610041  
电话 028-65545388

南京  
南京市中央路201号南京国际广场南楼1103室  
邮编 210000  
电话 021-68654588

北京  
北京市东城区北三环东路36号环球贸易中心C座7/8层  
邮编 100013  
电话 010-87946888

生命科学产品和服务业务  
北京市朝阳区东三环北路2号南银大厦1711室  
邮编 100027  
电话 010-84461802

沈阳  
沈阳市沈河区惠工街10号卓越大厦3109室  
邮编 110013  
电话 024-31096388

武汉  
武汉市东湖高新技术开发区高新大道生物园路  
生物医药园C8栋5楼  
邮编 430075  
电话 027-59744988

广州  
广州国际生物岛寰宇三路36、38号合景星辉广  
场北塔204-206单元  
邮编 510000  
电话 020-82401600

西安  
西安市高新区科技路38号林凯国际大厦  
1006-08单元  
邮编 710075  
电话 029-84500588

昆明  
云南省昆明市五华区三市街6号柏联广场写字  
楼908单元  
邮编 650021  
电话 0871-63118338

欲了解更多信息, 请扫描二维码关注我们的微信公众账号

赛默飞世尔科技在全国有共21个办事处。本资料中的信息, 说明和技术指标如有变更, 恕不另行通知。



赛默飞  
官方微信

热线: 800 810 5118  
电话: 400 650 5118  
[www.thermofisher.com](http://www.thermofisher.com)

**ThermoFisher**  
SCIENTIFIC

**ThermoFisher**  
SCIENTIFIC

# Thermo Scientific

## Prima BT 测量燃料气热值的解决方案

# Prima BT 工业燃料气热值测量

## 炼油厂、石化厂燃料气热值测量

在实际使用领域，炼油厂或石化厂的燃料气可能来源于附近的气田或其他加工过程（如炼油厂的尾气），以及油田收集的伴生气。因此，气体处理工厂燃料气体积和成份会有很大的差别。通常天然气含有85%的甲烷和数量不定的天然气凝液（NGL），包括液化乙烷（C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>）、丙烷（C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>）、正丁烷（n-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>）、异丁烷（i-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>）、戊烷和更重烃（C<sub>5</sub>+）、惰性气体（典型的是氮和氩），和硫化氢（H<sub>2</sub>S）、二氧化碳（CO<sub>2</sub>）等酸性气体。

组份不断变化的加热炉或电厂燃料气对工艺工程师提出了特别的挑战，这些工艺工程师需要达到最佳的运行效率和产品的产量。由于燃料气成份的变化，它的加热（发热）值的变化，所以燃烧器的温度因此而改变。燃烧所需的空气量也同样如此。除非这些特性得到监控和补偿，否则炉子或发电厂将无法控制，造成显著的效率低下，能源浪费甚至燃烧器损坏。

表 1: 典型的天然气性能指标

气体成份	摩尔浓度%	绝对精度%
CO <sub>2</sub>	6.000	0.005
CH <sub>4</sub>	84.849	0.010
N <sub>2</sub>	0.100	0.005
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	5.500	0.003
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1.000	0.001
n- C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.500	0.001
i- C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.500	0.001
n- C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0.200	0.001
i- C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0.200	0.001
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0.100	0.001
H <sub>2</sub> S	0.001	0.00005

注：精度是超过 24 小时标准偏差，基于 15 秒/流路的分析时间。

通常加热炉运行在恒温状态；为实现这一理想，需要保持燃气炉燃料气组份和燃烧时燃料气供给量不变；并使用恒定的空气，以确保燃料气在正确的比率下完全燃烧。在实践中，所供应的燃料气的组份是不同的，特别是在工艺复杂的石化厂或综合钢铁厂，-他们从各种各样的生产过程中获取燃料气。因此，为了保持恒定的温度，无论是燃料气的供给速率需要改变，或者，在混合站要确保混合后的热值稳定，需要改变各种气体的混合流量。此外，空气供应量也需要变化。因为，如果空气太少或使用太多的空气都会有能源浪费。如果空气量太少，一些燃气将未燃尽，将会产生浪费。如果添加太多的空气，那么一些热量就会被浪费掉。在冶金过程中，过量的空气也会引起金属表面由于氧化而产生的表面缺陷，而温度控制不佳也会对产品质量产生不利影响。利用对燃气组份进行分析可以准确预测前馈控制的热特性。CV（热值）的计算是根据已知的所有纯组份摩尔分数测量的的CV值（热值）得到。但实际上，燃气流会受到限制，比如管口或阀门。实际流量大小与气体比重（SG）的平方根成反比，这就使得在实际操作中，WI（沃泊指数）值比CV值（热值）更加实用。WI（沃泊指数）定义如下：

$$WI = \frac{CV}{\sqrt{SG}}$$

## 钢厂燃料气热值测量

一般而言，炉子工作在恒温状态（理论上以恒定速率，向燃气炉加入份固定的气体并按充分燃烧条件以正确速率连续通气可保证温度恒定）。但实际上，钢铁厂提供的气体成分变化的，并且保持温度恒定需要变化通气速率。通入空气的速率也必须是变化着的以在过少或使用空气时最大限度减少能量浪费。此外，过量的空气会导致金属表面氧化带来缺陷。在一个典型的钢铁联合企业，

表2: 典型热值

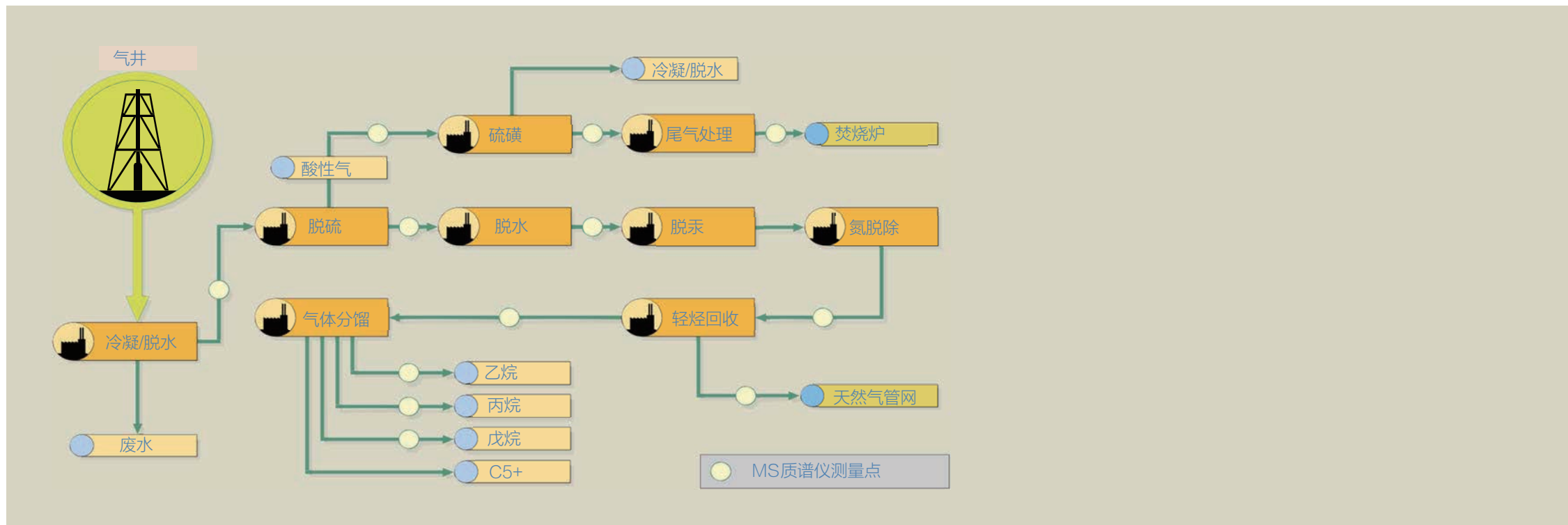
	CV (热值, kcal/m <sup>3</sup> )	SAR (燃烧空气需要量)
焦炉煤气	4000	4
高炉煤气	750	0.6
转炉煤气	2000	1.6
天然气	9000	10

表2 所列出的气体既可单独作为燃料也可混合作为燃料。表格列出了燃烧优化的CV（热值）及相应的SAR（燃烧空气需要量）值。

$$CARI = \frac{SAR}{\sqrt{SG}}$$

理想的分析仪能够快速在线检测WI（沃泊指数）和CARI（燃烧空气指数）值，可进行前馈控制。Prima 系列质谱仪是这些参数测量的首选技术，因为磁扇质谱技术提供了全面、精确、快速和稳定的燃气分析性能。使用Prima BT，可在不到30秒时间内对燃气里的所有组份进行分析，包括H<sub>2</sub>，CH<sub>4</sub>，CO，N<sub>2</sub>，O<sub>2</sub>，C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>，CO<sub>2</sub>，C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>，C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>和C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>，并且其相对精度高于0.1%或者绝对精度为0.01mol%。

多流路的Prima BT 可测量高炉煤气（BFG），焦炉煤气（COG），转炉煤气（LDG）和天然气（NG）。它还可提供准确地气体成分并记录较低/较高位的精确热值、较低/较高位的WI，密度和CARI值。这些数据通过某个数据通路直接传输用于气体混合与空气供应的前馈控制。改变。燃烧所需的空气量也同样如此。除非这些特性得到监控和补偿，否则炉子或发电厂将无法控制，造成显著的效率低下，能源浪费甚至燃烧器损坏。







## 与其他技术的比较

理论上，有更简单、更低成本的仪器可用于测量一些燃气特性。但相比之下，PrimaBT的测量方法更加充分、精确、快速。用于测量燃气燃烧热效率的热量计可用于测量CV或WI，但无法对两者同时测量。将热量计与密度计结合可提供计算其他特性值的数据。Prima系列质谱仪精度是提高了10倍（热量计相对精度的1%，而PrimaBT相对精度为0.1%）。Prima BT的响应时间也同样提高了10倍（PrimaPRO响应时间为15秒，热量计为2.5分钟）。热量计无法测量多种组份燃气的CV值，也无法计算SAR值（燃烧空气需要量,对于高效燃烧很重要）。SAR（燃烧空气需要量）有时可通过离散氧气分析仪测量炉内过量的氧气得到。但是，该方法使复杂度增加并且当炉内空气泄漏时容易出错。与使用在线质谱仪测量燃气相比，且由于热量计测量多流路多类型样本时的不适用性，唯一的解决办法便是使用多台热量计和密度计外加一台离散氧气分析仪。同老式多分析仪系统相比，单台Prima BT的成本、复杂度和维护需要使之成为极为有利的解决方案。测量不同组份时，调整Prima BT分析方法很简单，可忽略气体随时间改变而产生的一切问题。例如，对于供来源的变化而言，天然气的分析方法很容易便可更改为用于分析含CO<sub>2</sub>，C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>，C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>的气体。

## Prima BT：快速、准确的气体成分分析

利用PrimaBT，可对燃料气的成份进行快速、高精度的在线分析，包括全面和精确的成份分析以及热值（粗热值和净热值）、密度、比重、华比指数、燃烧空气需要量（SAR）和燃烧需气量指数（CARI）的计算。燃烧需气量用于工厂燃烧气体时对燃烧的控制。Prima BT还能控制气体加工阶段的物料平衡方程提供精确的气体组成数据。

### Prima BT还有下列应用优势：

- 减少能源消耗（燃气和电能）
- 提高产品的回收
- 精确测量产品的能值
- 减少炉管结垢/结焦
- 减少环境排放

