

2011 年 9 月

对话 ACFA

对话对象：曹祖斌先生(辽宁石油化工大学石油化工系教授)

去年，中国汽车工业协会发布了环保部《关于国家机动车排放标准第四阶段限值实施日期的复函》。该函称，由于国IV车用燃油标准尚未出台，还无法确保在全国范围内供应相应车用燃油，给全面实施机动车国IV标准带来一定困难，国家环保部对机动车国IV标准实施日期进行调整——重型柴油车推迟一年，轻型柴油车推迟两年。

不难看出，油品仍然是现阶段制约机动车排放标准的升级的重要因素。中国的车用汽油有什么特点？我国汽油质量升级的技术难点有哪些？如何解决？

带着这些问题，我们专访了多年从事车用清洁燃料研究的专家、辽宁石油化工大学石油化工系曹祖斌教授。

(这篇文章初次刊登在《中国化工信息周刊》第 10 期)

使用 MTBE 是基于我国油品特点的现实考量

—访辽宁石油化工大学石油化工系教授曹祖斌

(《中国化工信息周刊》记者 任云峰)

亚洲清洁燃料协会: 曹教授，您好！我们了解到您曾对我国部分炼油厂催化裂化汽油、催化重整汽油的窄馏分、PONA 组成等进行过专门的分析研究，您能否给我们介绍一下，通过您的研究，您得出什么结论？中国的车用汽油有什么特点？

曹教授: 我们课题组曾经专门就抚顺石油一厂催化裂化汽油、大庆催化裂化汽油、锦州重油催化裂化汽油、大庆催化重整汽油等的窄馏分及 PONA 组成与 Geristen L A 报道的美国催化裂化汽油进行过比较。基于我们对我国催化裂化汽油及催化重整汽油的组成及分析，可归纳我国汽油质量特点为：催化裂化汽油比例高，但催化裂化汽油烯烃含量高；重整汽油烯烃含量几乎为零，但重整汽油比例低；作为衡量汽油在汽缸内抗爆震燃烧能力的指标辛烷值越高表示其抗爆性越好，但国内生产的高辛烷值汽油比例较低。

这些质量特点主要是由中国汽油组成特点决定的。在我国，催化裂化汽油占很大的比例，约占车用汽油的 70%，催化裂化汽油的组成十分复杂，烯烃、芳烃含量比较多。此外，由于乙烯、对二甲苯和重整汽油均以石脑油组分为原料，乙烯、对二甲苯的快速发展用去大量石脑油组分，使重整汽油扩大生产规模受到原料短缺的制约，重整汽油比例难提高。重整汽油、烷基化油等其它调和组分较少，存在明显的不合理性。而欧美等国家的 FCC 汽油只占商品汽油的 30% 左右，重整汽油、烷基化汽油占到 50% 左右，汽油组成较为均衡合理。

亚洲清洁燃料协会: 中国车用汽油的特点似乎是决定了我国汽油质量升级存在不少技术难点。您能否给我们详细解释一下？

曹教授: 的确，我国车用汽油的以上特点给汽油质量升级时提出了更高的技术要求，即高标准汽油要求在降低催化裂化汽油硫含量和烯烃含量的同时，还要

提高辛烷值。但在我国的炼油装置中，烷基化和异构化装置少，汽油高辛烷值组分产量难提高。并且，国内现有炼油厂装置结构不能满足高辛烷值汽油的生产，即催化裂化汽油在各类汽油中占 70% 左右，高辛烷值汽油主要生产装置——催化重整装置所占比例明显偏低，重整汽油比例难提高，造成国内大部分炼油厂高辛烷值组分不足。

因此，我认为调和型汽油是我国汽油升级达到车用汽油规格标准的重要手段。目前采用添加 MTBE 提高催化裂化汽油辛烷值是比较经济、有效的方法。

亚洲清洁燃料协会: 加入 MTBE 后对国内汽油有哪些影响？品质有什么实际的提升？

曹教授: 首先，加入 MTBE 对汽油理化性质的影响很大：（1）MTBE 加入将改变汽油馏程，能使汽油 10%（v）和 50%（v）馏出温度降低，有利于改善汽油的启动性，对密度的影响与其在汽油中的浓度呈线性关系而且不会使轻汽油饱和蒸汽压及蒸发损失增加；（2）具有良好的化学安定性，远优于催化汽油；（3）MTBE 的掺入，使汽油中水的溶解性有所增加。但为非线性增加，一般不会出现分层，MTBE 的水浸失量较小。即使调入多达 20% 的 MTBE，汽油理化性质各项指标均能符合车用汽油规格要求。

其次，加入 MTBE 对汽油抗爆性的影响很大：（1）MTBE 有良好的抗爆性，对直馏汽油和烷基化汽油有十分显著的正调合效应，MTBE 在催化裂化和催化重整汽油中的调合辛烷值也高于其净辛烷值。MTBE 在直馏汽油和烷基化汽油中研究法调合辛烷值分别高达 136 和 130，在催化裂化和催化重整汽油中，MTBE 的调合抗爆指数分别为 112 和 113，高于 MTBE 的净抗爆指数值；（2）组分汽油性质的差异、组分汽油烃和非烃组成的差异、调合基础油构成和比例的差异，都会影响调合效应。当然，MTBE 的掺入与各种组分汽油的最佳配伍及比例的寻求，需要充分掌握不同组分汽油的性质和调合规律。

亚洲清洁燃料协会: 按照您的研究结论，加入 MTBE 将是很有必要的。前面您提到了添加 MTBE 是提高催化裂化汽油辛烷值比较经济、有效的方法。其有效性已经在研究中得到了证实，那其经济性如何？

曹教授: MTBE 含氧量约为 18.1%wt, 能与各种汽油调合, 并显示出非常高的掺合辛烷值, 又便于管道输送。蒸汽压适中, 约 55kPa。国内外使用 MTBE 20 年的实践表明, 它不仅能降低汽车尾气的排放污染为空气净化带来了很大的益处, 而且可补偿炼厂禁铅出现的辛烷值短缺, 或在保持汽油所需辛烷值的前提下降低重整的苛刻度以节约能源。MTBE 加入汽油的稀释作用, 还能降低汽油中的烯烃、芳烃、苯及硫的含量。MTBE 沸点较低, 掺入汽油会有效降低 T50 和 T90, 从而改进汽车的驱动性能。MTBE 等含氧化合物的使用为空气净化带来了很大的益处。就氧含量的指标而言, 国内现行的汽油标准 GB17930—1999 虽无强制性要求, 但规定了 $\leq 2.7\%wt$, 这与世界无铅汽油新规格的规定是一致的。

我们曾经以某两个炼油厂的基础油作为测试对象, 对 MTBE 和 MMT (甲基环戊二烯三羰基锰) 的技术和经济上进行了比较。测定每种单独组分和调和组分的研究法辛烷值 (RON) 和马达法辛烷值 (MON)。通过实验我们发现, MTBE 和 MMT 对汽油感受性良好, 在提高辛烷值的同时, MTBE 可降低油品中的硫含量和馏程, 其它性能指标未有大的变化。MMT 降低油品的诱导期, 其它性能指标未有大的变化。从经济效益来分析, 加入 MMT 比加入 MTBE 略为经济。但 MTBE 对汽油使用性能和环保效益更加明显, 而且, 在限定氧含量的要求下, MTBE 的加入可以替代 MMT, 在经济上、技术上都是可行的。

亚洲清洁燃料协会: 您能否给我们介绍一下国内汽油 MTBE 的使用情况?

曹教授: 随着汽车性能的改善和新车型的不断涌现, 高标号汽油在汽油消费中所占比例明显增加。高标号汽油是指研究法辛烷值为 93# 及以上的汽油。由于目前世界原油资源重质化, 影响高标号汽油的生产。随着汽车行业的持续发展, 国内汽油消费量随之快速增长。可以给你一份 2007~2010 年的数据 (见表 1, 表 2)

表 1 2007~2010 年中国 MTBE 供需统计 万 t/a

年份	产量	进口量	出口量	表观消费量	产量/表观消费量
2007	234.70	1.18	6.10	230.00	102.13%
2008	247.60	0.53	10.79	237.34	104.30%
2009	310.20	40.36	5.85	344.71	90.00%
2010	398.00	73.88	5.23	466.65	85.30%

表 2 2007~2010 年 MTBE 和汽油表观消费量的对比 万 t

	MTBE	汽油	MTBE 占汽油比例
2007	230.00	5558	4.14%
2008	237.34	6343	3.73%
2009	344.71	6705	5.13%
2010	466.65	6907	6.74%

通过对比 MTBE 和汽油的表观消费量我们可以看到，2007~2009 年 MTBE 占汽油的比例平均为 4%~5%，呈现逐年递增但增幅相对保持平稳的态势。而 2010 年，预计 MTBE 表观消费量将占汽油的比例猛增至 6.74%。由此可见，MTBE 添加至汽油的比例越来越多，且中国国内汽油调和需求明显放大。

据统计 93# 以上的汽油消费比例将由 2006 年的 57% 上涨至 2010 年的 75%，其中 93# 汽油的增幅最大，将由 2006 年的 39.2% 上涨至 2010 年的 61%。在高标号汽油需求的强劲带动下，作为增加汽油辛烷值的 MTBE 需求亦保持高速增长。MTBE 作为调油原料之一，随着汽油需求的增加而同步增长。

亚洲清洁燃料协会: 这样看来，MTBE 未来在国内的需求空间还是很大的。那据您所知，目前国内汽油 MTBE 生产情况如何？

曹教授: 根据我获得的数据，截至 2010 年 6 月，全国的 MTBE 装置共有 128 套，总产能达 601 万 t/a。其中，中石油、中石化和中海油共有 56 家炼厂拥有 60 套装置，总产能约为 334.7 万 t/a，约占全国总产能的 55%。地方炼厂共有 54 家拥有 68 套装置，总产能约为 267.15 万 t/a，约占全国总产的 45%。

2010 年全年预计有 18 家炼厂合计约 141 万 t/a 的新产能增加，其中上半年已有 10 家炼厂成功投产 67.5 万 t/a 的 MTBE 装置，而下半年以后预计有 100 万 t/a 的新装置仍在新建和扩建中。预计 2010 年底产能将达到 650 万 t/a 左右。与 2007 年相比，目前国内 MTBE 的产能几乎翻番。2007~2010 年，年增长率分别为 12%、29% 和 41%。

国内的主营炼厂绝大部分 MTBE 属于内供，不对外销售；对外自由销售的有 53 家炼厂 66 套装置，总产能约为 294.45 万 t/a。按地区分布统计可见，国内可外销的 MTBE 大量集中在山东地方炼厂，产能共达 116 万 t/a，占全国可外销总产能的 39%。其次则为东北、华东、华北和华中地区。然而，华南地区作为 MTBE 的一个消费地，目前可外销的 MTBE 装置总产能仅 10 万 t/a，因此对于华南而言，MTBE 仍需要大量资源的流入来补充。

2009 年后随着国内高标号汽油的使用增多，加之 2010 年国家规定要全国范围内推行汽油国 III 标准，使得 2010 年国内 MTBE 产能迅速增长，预测随着今后国家继续加大推行汽油国 IV 甚至国 V 标准，MTBE 的装置仍将以 10% 以上的速度增长，MTBE 的市场前景依然广阔。

Copyright ©2011 Asian Clean Fuels Association. All rights reserved.