

## 国外清洁车和燃料展望及城市环保治理

汽车尾气造成的城市大气污染问题日趋严重。目前全球污染最严重的十大城市的主要污染源都是汽车尾气，从源头上解决汽车尾气污染，必须改进汽车的动力装置和生产清洁燃料同时并举，这样才能从根本上改善环境污染状况。

### 1、先进技术的汽车

为改善环境、平衡利用各种形式的能源，各国政府、著名汽车厂商十分重视电动汽车开发和应用。由于受蓄电池技术及高性能电池成本等因素的影响，纯电动汽车的开发进展缓慢。近来，混合动力汽车(HEVS)和燃料电池汽车(FCVS)在技术上取得了重要突破，已显示出产业化和市场化发展的良好前景。HEVS 和 FCVS 的低排放水平和所用燃料的高效性、灵活性，对于解决空气污染和能源紧张问题提供了技术上的可行性。

HEVS 和 FCVS 的燃料经济性和排放水平如表 1。采用 HEVS 和 FCVS 后可以减少的污染物比例如表 2。

表 1 HEVS 和 FCVS 的燃料经济性和排放水平

汽车动力	燃料经济性	排放水平			
		CO	CO <sub>2</sub>	HC	NOx
以汽油机为基准	100%	100%	100%	100%	100%
FCVS	200%-300%	0	0	0	0
HEVS	200%	10%	50%	10%	10%

表 2 采用 HEVS 和 FCVS 后可减少的污染物比例

年日平均值	TSP	CO	NOx	SO <sub>2</sub>
1999年日平均值(毫克/立方米)	364	29	140	80
FCVS 下降百分比	100%	100%	100%	100%
HEVS 下降百分比	50%	90%	90%	50%

### 1.1 混合动力汽车已趋成熟

混合动力电动汽车是在同一辆汽车中同时采用了电动机和发动机(内燃机或汽轮机)作为动力装置,通过先进的控制系统使两种动力装置有机协调配合,实现最佳能量分配,达到低能耗、低污染和高度自动化的新型汽车。

20世纪90年代,美国政府加强了与企业间的技术合作,以混合动力汽车为重点目标。1993年美国总统克林顿与美国通用、福特和克莱斯勒三大汽车公司总裁共同提出美国“新一代汽车使用计划”(PNGV)。为了加强该计划的实施,总统提出1999年度PNGV计划预算为2.77亿美元。

美国通用汽车公司于1998年北美国际汽车展上推出了EVI四座混合动力车。预计于2001年推出串联型混合动力汽车和混合动力跑车。福特公司已开发出FordP2000型5座并联混合动力车。克莱斯勒公司预计2003年将ESX2并联型混合动力车投放市场。

日本丰田和本田汽车公司于1997年和1999年分别上市了Prius和insight混合动力汽车,已向美国和欧洲市场销售,到目前为止Prius已售出5万多辆。本田的insight混合动力汽车的技术特征基本代表了当今的最高水平。

欧洲在混合动力电动汽车的开发、研制和推广方面也做了大量工作。目前,德国已有20辆混合动力大客车在斯图加特和威塞尔市运行。奥迪公司生产的混合动力电动汽车Duo已开始出租,预计四年内出租约400辆。德国汽车工业将实施新的排放标准和节能指标,不允许百公里油耗超过5升的轿车上路。除各大汽车公司对混合动力汽车表示极大的热情外,一些汽车另配件厂商也对此很有兴趣。

## 1.2 燃料电池汽车开发取得突破

燃料电池汽车是利用燃料电池储存在燃料和氧化剂中的化学能,通过电极反应直接转化为电能,作为汽车的动力,它没有燃烧这一中间过程。其原理是以氢气和空气中的氧为燃料,在特定温度下进行电化学反应,将化学能转变成电能。

日本的本田公司今年研制出的FCX—V3是由两个座位增加到四个座位,仅用10秒钟可使汽车发动,最高行驶速度已达到每小时130公里。争取在2004年在市场上推出燃料电池车。克莱斯勒公司预计明年小批量生产直接使用氢气的燃料电池小汽车,2004年生产使用甲醇的反应器燃料电池轿车;通用公司也准备在2004年推出甲醇燃料电池系列轿车。1997年,巴纳德公司交付给芝加哥交通运输部门3辆以氢气为燃料电池的公共汽车做示范。对燃料电池的要求是:燃料效率45%—60%,功率275马力,工作电流315安培,工作电压650伏,电池重量2500磅,体积与现有的柴油发动机相近。经过两年运行,示范成功,证明燃料电池可以在炎热夏季、寒冷冬季,燃料电池汽车均运转正常。

综合考虑混合动力汽车和燃料电池汽车的发展现状,二者的技术成熟程度,以及目前达到的成本等因素,先进技术汽车的产业化发展近期以开发和应用混合动力汽车为主。燃料电池汽车能量转换效率高,又

无污染，已被认为是未来汽车工业发展的主流，得到很多企业和科研机构的高度重视，已投巨资攻关。由于技术的限制，燃料电池汽车还主要作为汽车制造商的远期战略目标。

## 2. 清洁、可替换燃料

为了解决汽车尾气污染，各国纷纷制订严格的排放法规和燃料规格。除 2000—2005 年全球实现汽油无铅化外，各国都在努力降低硫、苯、芳烃、烯烃含量和蒸汽压。日本在低硫汽油方面世界领先，市场上汽油硫含量 100ppm，2000 年欧洲汽油硫含量要降到 150ppm，2005 年降至 50ppm。美国已达 150ppm。柴油方面，美国 1993 年 10 月开始强制执行低硫(小于 500ppm)和限制芳烃(体积分数小于 36%)的柴油新规格。欧洲 2000 年要求硫降到小于 350ppm，2005 年降到小于 50ppm。2000—2005 年全球 50%的柴油硫含量将降低到 50ppm。

2000 年后，全球炼油厂加工的原油平均相对密度将从 0.8514 上升到 0.8633；硫含量从 0.9%上升到 1.6%。原油中重金属铁、钒和镍含量也有上升趋势。为此，加氢技术是炼厂加工技术的核心，从催化裂化原料预处理、汽油选择性加氢到柴油深度加氢发展较快。

美孚公司的 OCTGain 工艺于 1991 年工业化，采用低压简单固定床选择加氢脱硫工艺，第三代催化剂 OCT220 脱硫活性和异构化活性高，烯烃饱和活性低，加工催化裂化汽油可使硫降到 100ppm，甚至可达到 10ppm，辛烷值 / 桶有明显提高。

法国石油研究院的 Prime—G 技术操作条件缓和，空速较高，为双活性催化剂系列，烯烃饱和极少，硫含量可降至 100—150ppm，现已有多套工业化装置。

在柴油深度脱硫脱芳加氢技术方面，美国联合催化剂公司新开发的 ASAT 脱硫 / 脱氮 / 脱芳三功能催化剂，用于柴油深度脱硫脱芳装置的第二反应器，可使总芳烃脱至 10%以下，硫脱至 10ppm 以下。其操作条件是：温度 316℃，压力  $6.18 \times 10^6 \text{Pa}$ ，液时空速小于 2，氢油比 712。

柴油生物脱硫与加氢脱硫相比的最大优点是在加工能力相同的情况下，投资节省 50%，操作费用节省 20%，且不消耗氢气。第一套工业化装置是 Petro Star 炼油公司建设 25 万吨 / 年生物脱硫装置，生产硫含量低于 50ppm 清洁柴油，预计 2001 年第三季度投产。

由于世界油气资源结构和消费结构的变化，炼油厂加工的原油质量越来越差，炼油厂更难承受严格的环保法规和高质量油品的要求。于是促使以天然气为原料合成液体烃(GTL)技术的快速发展。GTL 将成为炼油厂生产低硫、低芳烃柴油和其他燃料方式的典型转变。GTL 装置生产的柴油几乎不含硫( $S < 5 \text{ppm}$ )、不含芳烃( $< 4\%$ )、而且十六烷值高达 70 以上。埃克森公司开发 3 种新型催化剂合成油技术，天然气通过流化床反应器，催化转为合成气，合成气通过悬浮床反应器催化转化为正构烷烃，最后经固定床加氢异构化为合成油。这种合成油能与 20 美元 / 桶的 WTI 的原油竞争。埃克森公司与卡塔尔石油公司决定利用 1420—2830 万  $\text{M}^3$  天然气，建设一套 250—500 万吨 / 年中馏分油和其它油品的 GTL 装置。

### 3. 墨西哥城、曼谷市的环保治理

#### 3.1 墨西哥城的空气污染警报系统

墨西哥大城区由墨西哥特别行政区(首都)和墨西哥州的18个区县组成,人口约2000万。位于海拔2240米的大谷地里,平均气温12—18℃,每日相对湿度50%—67%。

墨西哥城环保局由六个处组成,即环境监测处、水土处、排放统计处、生态处、空气质量管理处和法律处。墨西哥城区所使用的空气质量评定标准和空气质量指数(IMECA)体系是参照美国环保局污染标准指数(PSI)制订的。与北京市所使用的空气质量指数(API)体系相似。墨西哥城区的空气质量评定状态和空气质量指数体系见表3和表4

表 3 IMECA 和平定状况表

空气质量指数	评定的空气状况
0—100	标准界限内
101-200	未达标
201-300	差
301-500	极差

表 4 IMECA 和污染浓度对照表

IMECA	O <sub>3</sub> 10 <sup>-6</sup>	CO10 <sup>-6</sup>	SO <sub>2</sub> 10 <sup>-6</sup>	NO <sub>2</sub> 10 <sup>-6</sup>	PST	PM <sub>10</sub>	pbμg/m <sup>3</sup>
50		5.5	0.06	0.10		50	0.5
100	0.11	11.0	0.13	0.21	260	150	1.0
200	0.23	15.9	0.23	0.43	457	350	2.0
300	0.35	20.7	0.34	0.65	638	420	>2.0
500	>0.4	>20	>0.3	>0.6	>638	>500	

空气质量自动监测中心由32个空气质量自动监测子站等组织组成,32个自动监测子站的数据通过专线与中心机房相连,每分钟都向中心机房传送监测数据,数据处理计算机通过局域网将数据库中的数据进行处理,每小时给出一个有关空气质量指数的报告。自动监测站的点位主要选择人口密度大的地区;尽量在污染源附近,以便监测污染排放情况。一般选择在下风向、平坦开阔地区。

空气质量自动监测中心的计算机与国家气象中心连网，能及时得到天气图和数据。由于墨西哥城的主要污染来自臭氧，排放统计处对监测中心的数据进行统计分析，结合气象数据建立 O<sub>3</sub> 统计预报方程，每天上午和下午各预报一次 O<sub>3</sub> 的 IMECA。

大气污染紧急状态的实施依据墨西哥特别行政区颁布的《环境紧急状态法》。“状态法”对大气污染紧急状态的发布机构、发布条件、采取的措施和执行监督机构都做了明确详细规定(见表 5)。各级警报所应采取的措施方案都有具体措施。

表 5 大气污染紧急状态标准

警报级别	污染项目	IMECA	解除条件
预警报	O <sub>3</sub>	200-240	IMECA 小于 180
	PM <sub>10</sub>	160-175	IMECA 小于 150
一级警报	O <sub>3</sub> PM <sub>10</sub> O <sub>3</sub> 和 PM <sub>10</sub>	大于 240 大于 175 O <sub>3</sub> 大于 225 且 PM <sub>10</sub> 大于 125	IMECA 小于 180 IMECA 小于 150 O <sub>3</sub> 小于 180
二级警报	O <sub>3</sub>	大于 300	IMECA 小于 180
	PM <sub>10</sub>	大于 250	IMECA 小于 150

据资料显示，1991 年发过 200 多次污染警报，1997、1998 年发过 5—6 次，而 1999 年至今未发过污染警报，说明墨西哥城的大气治理取得了显著成效。

### 3.2 曼谷市的机动车排放控制

曼谷是泰国的首都，世界上著名旅游城市，车多人多，空气污染主要来自机动车排放。由于修建了城市高架桥路、轻轨道路、加强交通管理，使曼谷未遭受到地区规模的空气污染。

据泰国国家环境质量保护法律要求，在科技环境部下设立了环境政策与规划司、污染控制司、环境质量促进司等。对控制大气污染和改善空气质量所采取的政策是：首先是缓解不达标地区的空气污染；二是保持达标地区空气质量，使空气污染物浓度不超过空气质量标准。改善空气质量的目的是：TSP 的 24 小时平均浓度 1999 年要小于 0.5mg / m<sup>3</sup>，2001 年要小于 0.3mg / m<sup>3</sup>。CO 要满足长期达标的标准。其它污染物水平保持在标准以下。

对机动车污染控制主要措施是改善燃油质量、制定新车排放标准，以控制新车污染、制定在用车排放

标推以控制在用车污染、执行在用车检查和维修计划、加强路险管理，减少市机动车行驶里程、控制汽油挥发物排放等。

泰国政府 1991 年开始推广无铅汽油，1996 年 1 月全国已取消含铅汽油。为减少未安装三元净化器的在用车 CO 的排放，1993 年起在优质汽油中加入 MTBE 和 5.5%—10% 的乙醇，可降低车辆 CO 和未燃 HC 的排放。为减少尾气中的有毒物质，泰国规定汽油中苯含量 1992 年 1 月不得超过 3.5%；芳香烃 2000 年 1 月 1 日起不超过 35%。

在改进车用柴油质量方面，曼谷主要减少颗粒物(SPM)和黑烟排放，采取降低柴油 90%蒸馏体积的温度和减少柴油含硫量的措施。1992 年政府首先要求将 90%点的温度由 370℃降到 357℃，第二步根据资金情况将 90%点温度降到 338℃。1996 年 1 月柴油的含硫量低于 0.25%，1999 年 1 月起低于 0.05%。为减少汽油蒸发排放造成的 HC 污染，对于新建的油库、加油站及运油车要求安装汽油蒸汽回收系统。对曼谷等大城市现有的加油站也要求安装蒸汽回收系统。油罐通风口的汽油有机挥发气体排放浓度不得超过  $17\text{mg} / \text{m}^3$ 。

国内环境空气质量标准比泰国国家环境质量标准高，特别是 TSP 和  $\text{PM}_{10}$ ，但其中  $\text{O}_3$  标准泰国高于我国。国外对  $\text{O}_3$  控制严格。虽然国内标准高，但从机动车排放控制措施上看，泰国的车用燃油管理比我国抓得早，成效大；执行新车排放标准比我国步伐快。