

# 国外交通运输节油经验和启示

胡晓春, 汪燮卿

(石油化工科学研究院, 北京 100083)

**[摘要]** 介绍了国外交通运输用油情况, 分析了欧美日等国在交通运输节油方面所采取的技术和政策措施及取得的效果和存在的问题。针对我国目前交通运输用油现状, 提出了节油方面的建议。

**[关键词]** 运输节油; 技术; 政策

**[中图分类号]** TE08 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2005)03-0001-05

## 1 前言

目前全世界汽车保有量约为  $7.5 \times 10^8$  辆, 并以每年  $3\,000 \times 10^4$  辆的速度递增, 预计到 2010 年, 全球汽车量将增到  $10 \times 10^8$  辆以上。国际能源机构(IEA)的研究报告<sup>[1]</sup>中指出: 2000 年全球约 50% 的石油消耗在运输部门, 到 2020 年全球运输用油将占石油总消耗的 60% 以上。运输用油将是未来全球石油需求增长的主要驱动力。因此, 许多国家增加了对能源和石油供应安全的关注。计划通过开发新型交通工具和技术, 提高运输的能源效率, 以减少对石油的依赖程度及温室气体排放。

2002 年我国汽车保有量为  $2\,053 \times 10^4$  辆, 共消耗汽、柴油  $4\,713 \times 10^4$  t, 约占全国汽、柴油消费总量的 41%, 2003 年我国汽车保有量达到  $2\,421 \times 10^4$  辆, 消耗汽、柴油  $5\,409 \times 10^4$  t, 占汽、柴油总耗量的 43%。随着我国汽车工业的发展, 预计到 2020 年, 我国汽车保有量将达到近  $1 \times 10^8$  辆, 届时公路交通运输将是我国石油消耗量最大的行业, 并将成为促使石油进口不断增加的最主要因素。因此, 学习国外先进的运输节油经验, 制定相关的节油政策和措施, 开发先进的汽车节油技术和交通管理手段, 优化运输结构, 将不合理用油减少到最低限度, 以节省我国宝贵的石油资源是至关重要的。

## 2 国外交通运输用油情况

在全球的  $7 \times 10^8$  多辆汽车中, 美国拥有  $2 \times 10^8$  多辆, 日本  $7\,000 \times 10^4$  辆, 欧洲  $2 \times 10^8$  多辆<sup>[2]</sup>。美国、加拿大、日本和西欧地区生产的汽油还不到全球供应量的 1/4, 但其每年消费的汽油却远远超过世界汽油产量的一半。并且随着全球汽车工业的发展, 汽车用油增长迅速, 这对能源和环境都是十分严峻的考验。历年全球石油总耗量及运输用油量(均以油当量计)见图 1<sup>[3]</sup>。

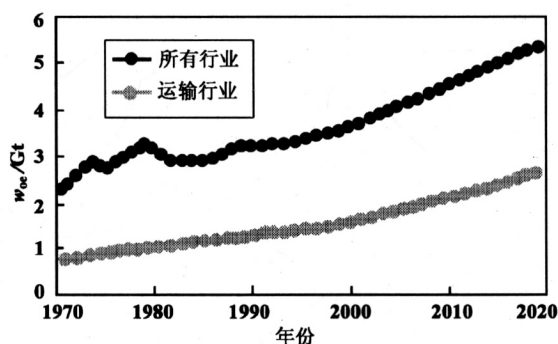


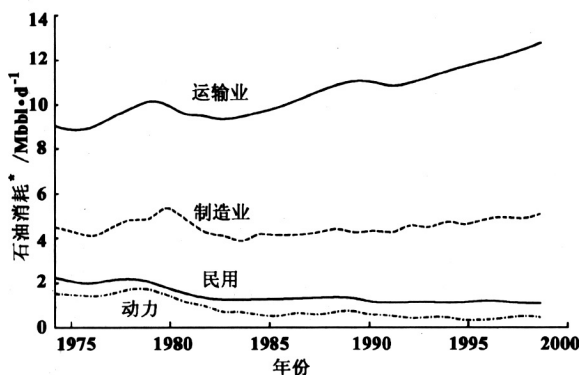
图 1 全球石油消耗和运输用油趋势

Fig. 1 Trends in total and transport oil consumption in the world

**[收稿日期]** 2004-08-23; **修回日期** 2004-09-27

**[作者简介]** 胡晓春(1967-), 女, 河北承德市人, 石油化工科学研究院高级工程师

美国某些主要行业石油消耗量见图2<sup>[4]</sup>。从图2可以看出：制造业、动力和民用石油消耗量都在减少或持平，而交通运输部门耗油比例却在增长。2001年美国汽车保有量 $2 \times 10^8$ 多辆，共消耗 $10 \times 10^8$  t石油，其中轿车、SUVs和其他轻型卡车年耗油 $4 \times 10^8$  t，占总用油的40%。



\* 石油消耗量以百万桶 (Mbbbl) 计, 1 bbl = 0.159 m<sup>3</sup>

图2 美国各部门石油消耗情况图

Fig.2 petroleum consumption by sector in USA

日本在1973年以后，民用和交通运输用石油的消费迅速增长，到2000年工业、民用、交通运输的石油消费比例由1973年的4:1:1变为2:1:1。2000年运输用石油消费量较1990年增长22%。2000年日本石油消耗为 $2.87 \times 10^8$  t，各行业耗油所占份额如图3所示<sup>[5]</sup>。

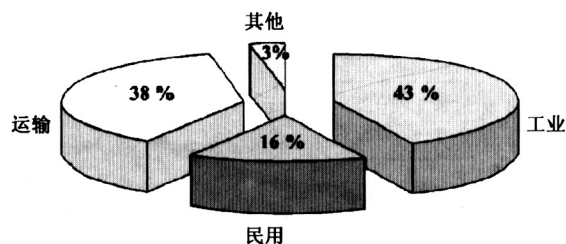


图3 2000年日本石油消耗分布图

Fig.3 Petroleum consumption by sector in Japan

### 3 国外运输节油技术措施及效果

为节约交通运输用油，各国颁布和采取了一系列的法律、政策和技术措施以提高石油利用效率。其法律政策主要有以下几个方面：制定燃料经济性标准，提高车辆燃料效率；通过采用已有的和正在兴起的汽车制造技术，如：涡轮增压柴油发动机、

可调自动变速器、减小车胎滚动阻力以及混合动力等，以减少燃料的消耗；制定适当的经济和税收政策鼓励节油；采用智能运输系统、优化城市交通结构，减排降耗；重视发展替代燃料等。

#### 3.1 基于提高燃料经济性的政策措施

汽车燃料经济性是指车辆行驶单位里程所消耗的油量，即汽车的燃料效率。各国规定汽车燃效标准的程序或法规不同，美国是通过立法的形式颁布“CAFE”法规；日本是通过汽车型式认证（法规）的形式规定燃效要求；欧盟是通过指令的形式提出对车用油品的性能要求<sup>[6]</sup>。

美国在1978~1985年成功实施的CAFE (Corporate Average Fuel Economy) 法规，其出发点是降低社会总油耗，考核的是企业平均燃料经济性。目前，美国油耗法规的限值为：轿车27.5 mile/gal (每100 km耗油8.55 L)；轻型货车24.7 mile/gal (每100 km耗油9.52 L)，如果汽车制造企业不能满足油耗法规的要求，将被处以罚款。该法规的实施产生了明显的效果：在1978—1985年的7年间，轿车燃效提高52%；在1980—1990年的10年间，卡车燃料提高28%。燃料经济性标准成功的减少了美国对石油的依赖。如果不实行CAFE，每年要多消耗 $1.4 \times 10^8$  t汽油，约占总用油量的14%。美国计划到2012年轿车和轻型卡车的单车油耗达到40 mile/gal (每100 km耗油5.9 L)，届时将节油 $1 \times 10^8$  t/a，累计节油 $4.1 \times 10^8$  t；2020年上述车型的单车油耗将达55 mile/gal (每100 km耗油4.3 L)，将节油 $2 \times 10^8$  t/a，累计节油 $16.5 \times 10^8$  t。

欧洲汽车联合会的自愿协议 (The Voluntary Agreement of European) 所规定的指标，是欧洲汽车生产联合会 (ACEA) 的集体目标，即欧洲汽车制造商自愿承诺到2008年新型轿车的燃料经济性提高33%，CO<sub>2</sub>排放量减少25% (相当从每100 km耗油7.6 L降到5.7 L)，现已初见成效。主要措施是采用直喷式发动机或混合动力车，但后者成本较高。

日本在1979年的节能法中按汽车质量分类确定燃料效率。强制汽车制造企业达到如下指标：质量小于827.5 kg的汽车，燃料效率定为每100 km耗油5.3 L；质量在827.5~1515.5 kg之间的汽车，燃料效率定为每100 km耗油7.7 L；质量超过1515.5 kg的汽车，燃料效率定为每100 km耗

油 11 L (注：我国同类车的油耗是其 2 倍多)。通过这些措施，1990 年汽车的油耗比 1975 年降低了 15.8%，2000 年比 1990 年又降低了 8%。目前，日本实行“领跑者 (Top Runner)”计划，即确定不同类型车辆的最佳燃料效率，通过鼓励改进 (或消除) 最差车辆和不断完善最佳车辆来提高汽车的平均燃料效率。计划到 2010 年，汽油客车燃效达每 100 km 油耗 6.6 L，比 1995 年提高 22.8%；到 2005 年，柴油客车燃效达每 100 km 耗油 8.6 L，比 1995 年提高 16%。日本汽车业在环保和节能方面确定了到 2025 年要达到的四大目标：a. 开发并推广每 100 km 油耗为 2 L 的汽车，以缓解全球气候变暖的趋势；b. 降低空气污染程度至 2000 年的 1/10；c. 争取报废车的回收利用率达到 100%；d. 汽车噪声污染程度减少到 2000 年的 1/2。

### 3.2 通过技术进步提高燃料效率

国外在汽车节油技术方面的发展主要有以下几个方面：

1) 改进发动机的设计提高燃烧效率、改进外型设计降低空气阻力以及采用新型材料减轻汽车质量等以降低油耗。研究表明：采用贫油发动机，把空气与燃油的混合比从 15:1 提高到 24:1，可节能 20%；车体质量每减重 10%，能耗降低 6%~8%；减少 10% 的滚动阻力，油耗减少 3%；车轴、变速器等传动效率提高 10%，油耗降 7%。为提高汽车的燃料效率减少 CO<sub>2</sub> 排放，欧洲汽车工业提出如下技术措施：采用直喷汽油机、直喷柴油机；开发新概念汽车，包括电动车、混合动力车、燃料电池车和生物燃料车等；改进传统汽车技术，如改善燃油喷嘴、自动变速器及发动机低负荷时的压缩比，减少机械摩擦、空气阻力和轮胎滚动阻力，采用发动机计算机控制技术。此外，混合动力汽车正得到稳步发展，通过把汽车发动机在不同路况条件下产生的过剩动能与电动马达相结合，节省燃料油消耗，同时减少了二氧化碳的排放。

2) 用柴油发动机替代汽油发动机以降低油耗。柴油机的燃烧效率比汽油机的燃烧效率高，功率大，节能性好。先进的涡轮直喷柴油发动机 (TDI) 比汽油机 (非直喷) 节省 25%~35% 的燃料，减排 20%~25% 的 CO<sub>2</sub>，比传统柴油机少用 10%~15% 的燃料，其节油优势十分明显，车用动力“柴油化”已成趋势。世界汽车工业发达国家对柴油发动机给予高度重视，从税收、燃料供应等方

面采取措施促进柴油机的普及和发展。目前在美国、日本以及欧洲，100% 的重型汽车使用柴油机作动力。在欧洲，90% 的商用车及 33% 的轿车为柴油车。在日本，38% 的商用车及 9.2% 的轿车为柴油车。有专家预测，未来柴油车在欧洲市场的占有率将会很快突破 40%。10 年内将可能达到 50% 左右。另据日本矢野经济研究所预测：2010 年全球柴油车将达  $1\,000 \times 10^4$  台 (见表 1)。因此，在今后较长的时间内，柴油机将成为世界车用动力的主流。

表 1 部分国家和地区柴油车销量预测\*

Table 1 Forecasting of the sales amount of diesel vehicle in some countries and areas

市场	2002 年		2005 年		2010 年	
	实际销量 /10 <sup>4</sup> 辆	占总销量 份额/%	销量预测 /10 <sup>4</sup> 辆	占总销量 份额/%	销量预测 /10 <sup>4</sup> 辆	占总销量 份额/%
日本	0.4	0.13	0.3	0.09	35.0	10
北美	25.2	1.5	535.0	3.2	100.0	5.7
欧洲	579.9	40.3	700.0	45	850.0	50

\* 数据源自：日本矢野经济研究所

3) 提高润滑油的质量和性能也是汽车节油不可忽视的一个重要方面。国外有的高档柴油机油在一定的车型上换油期可达  $80 \times 10^4$  km，汽油机油的换油期也可达  $5 \times 10^4 \sim 10 \times 10^4$  km，从而节约了大量的润滑油。高档润滑油的使用还能改善发动机的磨损和机油消耗，提高燃油经济性。据报导，用高质量的内燃机润滑油可使摩擦损失降低 30%。另外，国外十分重视润滑油的升级换代，注重开发和推广应用长寿命、低阻力的高性能润滑油和多级油。20 世纪 90 年代以来，车用内燃机油每 2~4 年升级换代一次。

### 3.3 制定适当的经济和税收政策鼓励节油

1) 燃油税 国际上在促进石油节约方面通常采用的政策措施是征收燃油税。由于各国的情况不一，政策的目标也不尽相同，有的目标侧重于节能，有的更侧重于环保，但从世界各国的实践看，征收燃油税是一个有效易行的手段。如欧洲的高额石油税率使欧洲对石油的需求下降，如果欧洲不征收高额燃料税，石油就会供不应求，油价将会更高。

2) 基于机动车燃料水平的收费、退费制度和环保型车辆实行减免税 这可促使人们更倾向于使用高效汽车，鼓励以最快速度采用节约燃料的新技术，并且保证节省的燃料不会被更大、更重、马力更强的车辆消耗掉。美国对燃料水平高于每 100

km 耗油 10.5 L 的汽车, 根据超过量的多少要交纳一定的额外费用。欧盟各国为鼓励汽车节油减排, 除对新购混合动力汽车和以使用不足 10 年的旧车更换新车时给予经济补助外, 对油耗低的车辆给予降低售车税率的优惠, 节油效果显著。日本对节油的微型汽车实行税收优惠政策, 一般售车税最低 7 500 日元, 最高 11.1 万日元, 而微型车税只有 3 000~7 200 日元。另外日本还对一些环保型的车辆实施减免税, 如为每辆混合动力汽车提供 3 500 美元的优惠。日本十分重视混合动力汽车的发展, 是世界上第一个大量制造并销售混合动力汽车的国家, 1998 年到 2000 年, 销售了大约  $5 \times 10^4$  辆混合动力汽车。

3) 通行费 许多国家都支持道路收费以减少私人车辆的出行, 从而有效地缓解交通拥堵, 减少燃料的使用。这些费用包括环路通行费和高占用/车道通行费 (HOT)。环路通行费收费站设置在环绕城市外围的公路上, 收取城市中心使用费。如英国伦敦就对车辆收取进城费; HOT 是收取汽车在不同区域行驶的费用以及对独自一人驾驶车辆进行收费。HOT 制度在美国的一些地方已经很普遍, 设置特殊车道, 限定车辆至少要有 2 到 3 名乘客才能使用该车道。研究发现: 用于雅典和里昂的 HOT 收费制度能够使轿车的年行驶里程下降 14%, 并减少 8%~10% 的  $\text{CO}_2$  排放。

### 3.4 采用智能运输系统、优化城市交通结构

国外注重开发并采用智能运输系统 (ITS), 以有效地管理货车运输和行驶, 合理安排行程, 减少空车 (回程) 行驶。研究表明: 提高 10% 的城市货运装载量, 能节省 2%~3% 的燃料。

在可持续发展的背景下, 世界各国十分注重调整交通政策, 大力发展轨道交通和公共交通, 以有效的增加道路容量或提高交通流量。目前世界许多大城市都建有高度发达的市内公共交通系统; 城间交通采用高速铁路和民航相结合的网络; 短程城间采用轨道交通, 以减轻民航和高速公路的拥挤。如美国的快速公共汽车交通系统 (BRT), 通过传感器为公共汽车提供信号优先, 不仅能为市民提供快捷、便利、舒适的服务, 而且成本仅为轨道交通的 10%, 运量却与轨道交通相当。纽约拥有 28 条地铁, 490 个地铁站, 线路总长 1 140 多 km, 四通八达; 其公共汽车线路 244 条, 总长 3 000 多 km。许多地铁、公交线路全年 365 天、每天 24 小时运转;

其周围地区还有通勤火车。在曼哈顿中央商业区工作的人中有 80% 的人选择公交作为主要出行手段。欧洲大中城市有 60% 的市民利用公共交通工具出行, 日本则高达 80%。便捷高效的公共交通极大地减少了私人汽车的出行、缓解了交通的拥堵, 同时减少了燃料的消耗和  $\text{CO}_2$  的排放。

### 3.5 车用替代燃料的发展

国际上多数国家对替代燃料 (如: CNG、LNG、LPG、乙醇汽油、生物柴油等) 的发展采取了税收、政策等方面的优惠, 使全球替代燃料汽车已经形成了相当规模。据不完全统计, 全世界已经有超过  $400 \times 10^4$  辆的液化石油气汽车、 $100 \times 10^4$  辆天然气汽车和  $4 \times 10^4$  辆正在使用的混合动力汽车。但由于替代燃料的开发和应用成本较高, 短期内不能明显改善能源效率。专家估计, 5 年内替代燃料不会超过传统燃料的 10%。长远来看虽然 LPG、CNG、氢、二甲醚, 以及来自粮食、富糖作物生产的乙醇, 纤维质生产的甲醇和乙醇等燃料不可能大部分代替石油燃料, 但到 2020 年可望代替 10% 的石油燃料, 并减少近 10% 的  $\text{CO}_2$  排放。

### 3.6 存在的问题

虽然通过上述一系列政策措施, 使多数国家汽车燃料效率持续增长, 然而, 这些因燃效增长所节省的燃料已被由于车重、车辆尺寸及汽车马力的增加所多耗的燃料所抵消, 而且燃料经济性提高, 运行成本降低和运行水平、运力或运输流量的增长也会反过来使汽车的年行驶里程增加, 从而增加燃料消耗, 其幅度则高于由改善油料效率而减少的燃料。所以各国汽车燃料的消耗仍然呈增长的态势, 这是对 2010 年节油目标和东京协议的最大挑战。这方面最明显的例子是美国: 如果 CAFE 能够持续实行至今的话, 目前美国轿车的燃料经济性应能达到 40 mile/gal (16.8 km/L), 轻型卡车达 29 mile/gal (12.2 km/L), 可节油  $5 000 \times 10^4$  t/a。但实际情况是 20 世纪 90 年代以后 CAFE 政策没有继续实行, 而且由于轻型载客车 (包括小型卡车和运动用车) 的普及和增长 (1975 年包括 SUVs 在内的轻型卡车占车市的比重只有 20%, 2001 年的比重已接近 50%, 且主要用于载客), 使 2001 年汽车的燃料经济性为 21 年来最低, 石油的进口也在逐年增加。因此, IEA 认为减排增效的关键还在于制造商减小车重, 车辆尺寸和马力, 否则难以达到减排增效的目的, 且其中政府的作用也非常重要。

#### 4 我国交通运输节油前景及建议

据中国汽车工程学会提供的数据,目前我国公路运输所需汽油约占全国汽油产量的80%~90%,所需柴油占全国柴油产量的30%,所需润滑油占全国润滑油产量的50%。随着汽车工业的快速发展和人们生活水平的提高,我国私人汽车拥有量将大大增加。未来20年我国交通通用油增长将明显加快,其耗油量占石油总消耗的比例将达到50%以上。而届时我国石油产量仅能满足国内需求的40%左右,一半以上需要进口。加之国际石油能源的短缺、战争与价格等不稳定因素的影响,我国未来车用油料供需矛盾将显现出来。因此,提高石油利用效率,降低运输行业油耗变得十分迫切。另一方面,目前我国汽车平均单车年耗油量较高(2.23 t/a),比日本高1倍以上,比美国高15%,燃料效率比国外先进水平低10%~20%。而IEA分析认为大多数国家采用现有的技术(如先进发动机技术、轻小流线型车型、减少轮胎摩擦阻力等)到2010年平均可以减少汽车燃料消耗25%~30%。如果积极采用先进的汽车技术以及有效适用的政策措施,可以减少40%以上的燃料消耗。基于此,按保守估计,如果2020年我国汽车燃料消耗比2002年平均减少20%,届时可减少汽柴油消耗约 $5\,000 \times 10^4$  t/a,相当于节约原油近 $1 \times 10^8$  t。因此我国运输节油的潜力巨大。

为实现运输节油的目标,开发节油型汽车和降低燃料消耗是关键。今后我国应重点提高汽车的燃油经济性,加快淘汰油耗较高的老车型;提高柴油发动机比例;轿车以发展经济实用型为主,限制高档豪华车的生产;提高汽、柴油和润滑油的质量等,并有计划、有重点地发展适合我国国情的替代燃料和混合动力等节油型汽车。在政策方面应借鉴

欧、美、日等国的经验,通过政策法规和经济激励进行宏观调控,征收燃油税;采用双管齐下的方式,一方面对汽车厂家制订汽车最低燃效标准,并以税收优惠政策鼓励、促进汽车厂家生产高燃效汽车,实现燃料经济性水平的提高,另一方面采用经济手段指导消费者购买节油型汽车。同时,应进一步优化城市交通运输结构,建设智能交通系统,大力发展便捷高效的公共和轨道交通,减少私车出行,以缓解我国大中城市交通紧张的压力,减少交通用油。从而达到降低油耗、减少污染,实现我国油气资源可持续发展的目标。

#### 参考文献

- [1] Priddle R. Saving Oil and Reducing CO<sub>2</sub> Emissions in Transport [M]. France: International Energy Agency, 2001
- [2] Priddle R. Current CO<sub>2</sub> and Transport Policies in the IEA [M], France: International Energy Agency, 2000
- [3] Alliance to Save Energy, American Council for an Energy-Efficient Economy, Union of Concerned Scientists, et al. Increasing America's Fuel Economy [M]. Washington DC: National Academy of Science, 2002
- [4] Energy Information Administration. Annual energy review 2001 energy perspective: trends and milestones 1949-2001 [EB/OL].  
<http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/ep/petro.cons.html>, 2003-05-30
- [5] Energy Information Administration. International energy outlook 2002 [EB/OL].  
<http://www.worldenergyoutlook.org/pubs/weo2002/EnergyPoverty.pdf>, 2003-03-31
- [6] 中国工程院,美国国家工程院,美国国家研究理事会. 私人轿车与中国 [M]. 北京:机械工业出版社, 2003

## Experience and Revelation in Saving Oil in Transport Abroad

Hu Xiaochun, Wang Xieqing

(Research Institute of Petroleum Processing, SINOPEC, Beijing 100083, China)

[Abstract] Transport has become the dominant oil-consuming sector in the world. Oil use in the sector has increased steadily over the past 30 years and now represents nearly two-thirds of total IEA oil consumption. This article examines a variety of options and strategies in transport of the developed countries to reduce oil consumption. Some suggestions are proposed for saving oil in transport of China.

[Key words] transport; oil-saving; measure