

天然气汽车的市场发展前景

阎光灿, 毛云龙, 罗 勤

(中国石油工程设计有限公司西南分公司, 四川 成都 610017)

摘 要: 各国政府和人民认识到了生态环境污染的严重性, 提出了可持续发展的经济发展战略。天然气汽车是一种环保型汽车。对几种汽车燃料进行了比较, 论述了天然气汽车的发展前景。

关键词: 天然气; 汽车; 环境保护; 燃料; 污染

文章编号: 1006-5539(2005)05-0036-05

文献标识码: A

1 严峻的挑战^[1, 2]

汽车是城市最重要的交通工具之一, 它与城市的各种经济活动和居民生活密切相关。长期以来汽车采用的传统燃料是汽油, 汽车的排放尾气中含有大量的污染物, 特别是未燃烧完全的烃类物和粒子, 对大气环境和人类健康具有很大的危害性。而且由于城市环境结构复杂, 靠风很难使有害尾气迅速消散。日日夜夜穿行于大街小巷的成千上万辆的各种汽车, 每辆就是一个污染源, 如果让这种状况任其下

去, 不加治理, 对人类而言无异于慢性自杀。别无退路, 人们只有迎接挑战, 寻求各种措施加以应对。

从法规上对汽车尾气有害物含量加以限制, 是人们对这一问题采取的措施之一。各国在这方面的限制越来越严, 从表 1 可看出欧洲环保标准对汽车废气排放中有害物含量规定的日益苛刻性。

车用传统燃料——汽油是由石油炼制而成。当今石油资源争夺战越演越烈, 汽油价格日见高涨, 迫使汽车业对车用燃料走多元化的道路, 以减少对传统燃料的依赖性。迫于日益严格的环保要求, 寻求价格低廉的环保型汽车替代燃料。

收稿日期: 2004-09-09; 修回日期: 2004-10-20

作者简介: 阎光灿(1940-), 男, 重庆人, 副译审, 1965 年毕业于四川外语学院, 长期从事翻译和科技情报工作。电话: (028)86014475。

表 1 欧洲废气排有害物含量标准

标准名称	生效年份	有害物含量/ $\text{g}^\circ(\text{kW}^\circ\text{h})^{-1}$			
		NO_x	CO	C_xH_y	固体颗粒
欧-0	1988	14.4	11.2	2.5	
欧-1	1993	8.0	4.5	1.1	0.36
欧-2	1996	7.0	4.0	1.1	0.15
欧-3	1999	5.0	2.0	0.6	0.10
欧-4	2002	3.5	1.5		0.02
欧-5	2008	2.0	1.5		0.02

2 历史上的发展机遇^[1,3]

天然气是一种高品质的环保型能源和燃料,这已为人类所共识。通过试验和检测,人们发现天然气是目前最为理想的汽车替用燃料。天然气汽车(NGV)(包括CNGV,LNGV和LPGV)已成为传统燃料汽车强有力的竞争者。

天然气是一种环保型汽车燃料。车用燃料采用天然气,其尾气排放指标得到了大大改善(见表2),可以大大改善城市的大气环境。采用天然气作燃料的汽车,无疑是当今的环保型汽车。

表 2 几种燃料汽车排放尾气中有害物含量比较

燃料类型	CO	C_xH_y	NO_x	碳黑	氧化铝	苯并芘
汽油	100	100	100	无	100	100
汽油(发动机带催化器)	25~30	10	25	无	无	50
柴油	10	10	50~80	100	无	50
柴油+气体	8~10	8~10	50~70	20~40	无	30~40
LPG(丙烷)	10~20	50~70	30~80	无	无	3~10
天然气	5~10	1~10	25~50	无	无	3~10

天然气是一种经济型的汽车燃料。国外专家们对汽车采用不同燃料的经济性进行了多种比较,见表3~5。

表 3 生产费用和里程费用比较

燃料类型	生产费用/(%)	汽车行车里程单位价格/(%)
汽油	100	100
LNG	50~60	70~75
CNG	70~80	75~85
LPG	60~70	80~90
电能	65	90~130
甲醇	110	120
乙醇	120	170
合成汽油	160	120

表 4 运行经济性比较

燃料类型	汽车重量 / kg	续行距离 / km	行驶速度 / $\text{km}^\circ\text{h}^{-1}$	能耗 / $\text{kW}^\circ\text{h}^\circ(\text{km})^{-1}$	加油、加气、充电时间
汽油	1 600/6 人	550	90	1.07	5/ min
LNG	1 600/6 人	550	90	0.89	5/ min
CNG	1 700/6 人	170	90	0.91	5~10/ min
LPG	1 600/6 人	550	90	0.91	5/ min
电能	1 800/4 人	70	40~50	0.47	8~12/ h

表 5 价格比较

燃料类型	平常价格 / $\text{\$ U. S}^\circ\text{km}^{-1}$	实际价格 / $\text{\$ U. S}^\circ\text{km}^{-1}$
天然气	0.017	0.039
汽油	0.030	0.059
LPG	0.022	0.047
甲醇	0.029	0.052
乙醇	0.047	0.069

注: 1. 实际价格中考虑了环境污染损失费;
2. 计算里程数为 483 km, 发动机功率 75 kW。

除进行上述一些比较外,国外专家用几种燃料对公共汽车的发动机进行试验,不同燃料发动机的平均检修行驶距离为:汽油—— 16×10^4 km,柴油—— 24×10^4 km,天然气—— 32×10^4 km;公共汽车更换润滑油后的行驶里程为:汽油——9 600 km,天然气——38 400 km。

俄罗斯对传统燃料汽车改装为天然气汽车的综合经济效益进行了评价,评价结果见表6。

表 6 几种燃料汽车的综合经济评价

参 数	汽油	柴油	天然气	LPG
发动机容量/L	2.0	2.0	2.0	2.0
有害物排放量/ $\text{g}^\circ\text{km}^{-1}$	2.4	2.7	1.3	1.8
100 km 行程燃料消耗量/(%)	100	90	110	115~120
燃料费用/卢布 $\cdot\text{L}^{-1}$	9.2	7.1	3.6	4.3
100 km 行程燃料总费用/卢布	92	63.9	39.6	49.4
与汽油比较 100 km 行程的经济效益/卢布	0.0	28.1	52.4	42.6

NGV 的各项经济技术指标都远远优于传统燃料汽车,是性价比最高的汽车。

近年来,世界许多国家大力开发 NGV,从政策上支持 NGV 的发展。如加拿大、新西兰、阿根廷、意大利、荷兰、法国等国家正在积极执行汽车燃料向天然气转化的国家计划,并在价格、税收、收费标准、信贷方面制订了标准和法规。效果十分明显。在荷兰,整个汽车运输业的 50%已采用天然气燃料,意大利超过 20%;维也纳 95%和丹麦 87%的公共汽车为 NGV。西欧许多国家为了鼓励发展 NGV,在

税收上给以优惠,平均减税差额达到 50%~100%;德国达到 50%,荷兰达到 70%。除此之外,对改装为 NGV 的车主,从改装之日起可免税 3 年。

技术经济上的优势和政策上的支持,使 NGV 遇到了历史上最好的发展机遇。

3 CNG, LNG 和 LPG 三种汽车燃料的比较^[1]

LPG 是丙丁烷的混合物,它已广泛用于居民生活中。LPG 是由原油和原油伴生气生产出的优质产品,它在标准温度和 1.6 MPa 压力条件下会呈液体状。LPG 是一种优质清洁的汽车燃料,它的生产成本要比传统的汽车燃料——汽油要低得多。LPG 汽车是目前拥有量最多的 NGV, LPG 作车用燃料在技术上已十分成熟。但由于伴生气的生产费用比天然气要高(如在俄罗斯要高 6~8 倍),使 LPG 的生产费用很高,1 000 m³ 的价格接近 40 美元,专家估计,在今后 10~15 年里,用 LPG 做汽车燃料的前景并不乐观。

CNG 是比 LPG 更清洁的能源,已在城市中用作公共汽车燃料多年。但是,CNG 作汽车燃料有许多本质上的缺陷。CNG 气站的建设成本相对较大,一座 CNG 气站成本是 LPG 气站的 5 倍;同时,运行过程中也相对存在较大的安全隐患。CNG 汽车气瓶较重,增加了燃料系统的重量,既导致一次加气的行驶里程大大缩短,又给 CNG 汽车改装造成很大困难,还需要定期对高压气瓶进行检测;将燃油汽车改装成 CNG 汽车,发动机的功率需要加大 20%~25%。

与 LPG 相比, LNG 作汽车燃料的优越性已在前面所列各表中进行了数据对比。在常压下, LNG 的体积是气态天然气的 1/600,与 CNG 相比,这将使汽车上天然气储气系统的重量降低 3~4 倍,使燃料系统的体积缩小 1.5~3 倍。从技术经济效果考虑,用 LNG 作汽车燃料要有利得多;在规模生产 LNG 条件下,与相同规模 CNG 装置比较,单位生产投资低 25%~30%; LNG 的生产成本低 40%;《生产—运输—分配》的总折合费用低 10%~30%。俄罗斯开发的 3MJI-138A 型 LNG 载重汽车,其低温罐容量为 300 L 的 LPG,与 CNG 汽车比较,一次加气的行驶距离提高了 1.8 倍,汽车加燃料的总重量减少了 600 kg。表 7 列出了俄罗斯 3MJI 型汽车采

用 CNG 与 LNG 的一组比较参数。

表 7 CNG 与 LNG 作汽车燃料的特性比较

指标	CNG	LNG	CNG:LNG
储气量/kg	75	75	1
加气量/L	400	175	2.3
工作压力/MPa	20	0.15	130
气瓶数/个	8	1	8
布置空间需用容积/m ³	1.4	0.6	2.3
重量/kg	740	85	9
单位金属耗量/kg·(kg°气) ⁻¹	10	1.15	9

根据上述对比,俄罗斯专家认为,可以把采用 CNG 作汽车燃料看作是汽车从传统液体燃料向天然气燃料过渡的一个不得已的临时阶段。这个阶段的时间长短取决于 LNG 生产设施的建设。俄罗斯专家通过评估认为, LNG 用作汽车燃料具有比其他燃料大得多的发展前景,是今后发展 NGV 的主要方向。

4 NGV 发展现状与趋势^[3~6]

近年来,天然气汽车在全球发展很快,在推广应用方面均取得了长足的进步。据有关资料不完全统计,目前全世界已有 50 多个国家总计拥有 NGV 约 700 万辆,约占汽车总保有量的 1% 左右。其中 LPG 汽车 400 多万辆, CNG 汽车约 300 万辆, LNG 汽车近万辆。其中意大利、美国、日本、俄罗斯、澳大利亚、加拿大、韩国、荷兰等国家发展较快。澳大利亚、荷兰、日本、韩国等国的 LPG 汽车占有绝大多数。美国、意大利、俄罗斯等国则 LPG 汽车和 CNG 汽车两种类型并重。

根据国际燃料汽车联合会 (IANGV) 资料,至 2003 年 6 月,世界各国和地区共有 CNG 汽车约 298 万辆,使用中的加气站 6 300 多座,在建加气站 1 360 座,加气装置 8 000 多套(见表 8)。

为了改善城市大气环境,至 2004 年上半年,我国广州市公交和出租车企业投资 3 亿元,新增 LPG 公交车 495 台、LPG 出租车 1 420 辆,全市 LPG 公交车总数达到 603 辆、出租车 1 900 辆, 20 条市中心区线路投入使用 LPG 公交车,整体运行状况良好。

目前,世界上 NGV 领域的领先者为阿根廷、意大利、美国和俄罗斯。在 NGV 制造方面,如果说在 1992 年以前,除美国外,其他国家生产 CNG 汽车的制造厂家很少的话,但到了 2000 年全世界就有 50

表 8 世界 CNG 汽车和加气设施数量				
国家和地区	CNG 汽车 数/ 辆	使用中的加 气站数/ 座	在建加气 站数/ 座	加气装置 数/ 套
阿根廷	976 410	1 075	98	
巴西	543 744	578	195	
意大利	400 800	423	66	
巴基斯坦	360 000	360	200	
印度	159 159	166		
美国	130 000	1 300		3 271
中国	69 300	270		
埃及	46 220	77	25	
委内瑞拉	44 146	147		
乌克兰	42 000	130	20	
俄罗斯	36 000	218	2	2
中国台湾	24 000	12		
加拿大	20 505	222		3 208
日本	17 214	224		606
孟加拉	15 015	16	126	
玻利维亚	15 000	30	6	46
德国	14 420	322	50	450
新西兰	12 000	109		
哥伦比亚	9 126	32	12	
法国	6 500	105		100
白俄罗斯	5 500	24		
特立尼达和多巴哥	4 000	12	4	
马来西亚	3 700	18		
瑞典	3 300	32	3	
智利	3 000	12	5	
印度尼西亚	3 000	12		
韩国	2 612	33	7	
澳大利亚	2 104	127		55
墨西哥	2 000	4	2	
泰国	1 182	5		
伊朗	1 000	3	500	
英国	875	34	20	40
摩尔多瓦	800	4		
瑞士	761	27	10	50
西班牙	403	21		12
土耳其	400	2	1	
捷克	385	15		
拉托维亚	350	4		5
荷兰	310	8	1	40
比利时	300	5		60
奥地利	250	44		25
葡萄牙	243	5	2	
缅甸	200			
保加利亚	140	3	4	
霍尔瓦提	100	1		
波兰	98	21		17
挪威	88	4		
爱尔兰	81	2		6
南斯拉夫	81	1	1	
芬兰	75	3		2
古巴	45	1		
冰岛	42	1		
尼日利亚	28	2		
卢森堡	25	5		
南非共和国	22	1		4
乌拉圭	20			
丹麦	5	1		3
新加坡	4	1		
波斯尼亚-塞黑哥维那	1			
总计	2 979 089	6 314	1 360	8 003

多个大型汽车制造公司(如 BMW、宏达、通用汽车公司、沃尔沃等)生产 NGV,它们既生产天然气载重汽车,也生产天然气轻型汽车。欧洲有 11 家汽车厂生产 22 种不同型号的 CNG 汽车,另外有 6 家发动机主机工厂生产 CNG 发动机。在日本,所有轿车生产厂都有不同系列的 NGV 产品,同时用于大客车和非道路车辆的燃气发动机也已在主机厂生产。俄罗斯正在研究和准备系列生产新型固定式加气站和模块化移动式加气站。

美国是世界上发展 NGV 最早和最快的国家之一。从 1992~1998 年 NGV 发展很快,CNG 汽车由 13 191 辆发展到 85 122 辆,有 28 万辆 LPG 汽车,1 100 多辆 LNG 汽车。在公共汽车领域有 7%(大约有 4 000 辆)为 NGV。美国的能源政策法规(EPACT)对美国代用燃料汽车的发展提出了要求,目标是到 2010 年代用燃料汽车将达到 30%。各种燃料汽车的预计发展速度见表 9。美国 LNG 汽车发展较快,NGV 日消耗 LNG 量约为 19×10^4 L。

表 9 美国汽车替用燃料发展预测		
替用汽车燃料	1994 年	2010 年
1. 替用燃料汽车的构成比例/(%)		
电动汽车	0	2
甲烷-乙烷汽车	8	10
天然气汽车	13	57
丙烷汽车	79	31
2. 汽车燃料加气站/(%)		
甲烷加气站	2	4
乙烷加气站	0	1
天然气加气站	32	59
丙烷加气站	66	36

目前在德国,NGV 已有 1 万辆。根据预测,到 2010 年,德国境内的 NGV 数量将会达到 10 万辆以上。为了促进 CNG 汽车发展,德国有关部门及企业准备加强加气站网络建设。在未来两年里,德国汽车用天然气加气站将由目前的 180 座增加到至少 300 座,即每年至少新增 60 座加气站。在德国市场上,车用天然气的单位价格比车用超级汽油(相当于我国的 95 号汽油)便宜近 50%,比车用柴油便宜近 35%。

日本 NGV 发展速度非常快。1990 年,全日本只有 21 辆 NGV,快速加气站 4 座,以后 NGV 迅猛增加:1993 年:243 辆,1995 年:759 辆,1997 年:2 093 辆,到 1999 年已拥有 8 315 辆 NGV,快速加气站达到 116 座。NGV 的种类有公交车、垃圾清运

车、货车及其它类型车; NGV 品种是所有清洁能源汽车中最多的, 共 90 多种, 几乎所有的日本汽车厂都有产品。在已投入使用的 NGV 中, 主要是城市中的出租汽车、公共汽车及送货上门服务的车辆。

有关 LNG 作汽车燃料的问题, 福特, MAH, Saviem, Toyo Menka 等公司近年来的研究, 指出了大力采用 LNG 作汽车燃料在技术上的可能性和在经济上的合理性。美国在这一领域的发展势头十分强劲。世界知名的 Mack 公司与 Waste Management Inc. 公司合作, 已成功生产 LNG 发动机 20 年。他们生产的 Mack CH/LNG 型牵引车, 是目前最清洁、续航能力大的载重汽车, 在美国公路上的续航能力超过 1 000 km。Kaiser Brencar 汽车公司拥有 1 500 多辆 LNG 汽车。该公司能生产低温罐, 其容量为 70~500 L, 压力为 0.15 MPa 左右, LNG 供应系统可保证汽车不加气的行驶里程达 150 km。在欧洲, 生产 LNG 汽车的公司有: Mercedes-Benz, MAN, Messer, BMW 等。德国的 Mercedes-Benz 和 Messer 公司可生产 LNG 垃圾车。仅在法兰克福市就有 80 多辆这样的 LNG 垃圾车。加拿大首次在连接多伦多到温莎(安大略省)的 401 号高速公路上进行了 LNG 重型卡车的车队运营试验, 以期积累第一手的数据, 为以后在加拿大推广天然气卡车作前期准备。目前, 全球有近万辆的 LNG 汽车在投入运行。随着 LNG 技术的发展, LNG 在汽车上的应用将进入快速发展阶段。

现在, 天然气作为最有发展前途、生态上最清洁的汽车燃料, 世界上许多国家都鼓励发展 NGV。加拿大、新西兰、阿根廷、意大利、荷兰、法国等国家正在积极执行汽车燃料向天然气转化的国家计划, 并在价格、税收、收费标准、信贷方面制订了标准和法规, 效果十分明显。在荷兰, 整个汽车运输业的 50% 已采用天然气燃料, 意大利超过 20%, 维也纳 95% 和丹麦 87% 的公共汽车为 NGV。西欧许多国家在税收上对 NGV 的发展给以优惠, 平均减税差

额达到 50%~100%; 德国达到 50%, 荷兰达到 70%。除此之外, 对原有汽车改装为 NGV 的车主, 从改装之日起可免税 3 年。

5 结束语

在各种运输用(包括航空、海运、河运、铁路、公路等运输用)燃料中, 石油的地位特别重要, 全球石油产量中有 50% 以上用于运输需求。但是在长期开采之后, 石油资源日趋枯竭。西方有些专家认为, 到 2010 年, 世界石油产量会迅速缩减, 有可能导致石油危机。而汽车和车用燃料的需求量将迅速增加。譬如亚洲和太平洋地区, 1993 年轻型汽车拥有量为 9 100 万辆, 预计到 2020 年将超过 5 亿辆, 其中中国私人汽车量将为日本的 3 倍。汽车数量增加和石油产量递减的矛盾必将越来越突出。相对而言, 天然气资源较为丰富, 汽车采用天然气作燃料, 资源有保障, 能满足生态环境要求, 运输经济效益最理想。毫无疑问天然气汽车必将成为汽车发展的重要方向

参考文献:

- [1] Кириллов Н. Г. Природный газ и альтернативные моторные топлива [J]. Обзорная информация, природный газ как моторное топливо и экология автомобильного транспорта России, 2003.
- [2] 徐文渊, 蒋长安. 天然气利用手册[M]. 北京: 中国石化出版社, 2002, 1.
- [3] Пронин Е. Н. Актуальные вопросы использования природного газа в качестве моторного топлива [J]. Научно-технический сборник, 2003, 5-6, 49-62.
- [4] 陈洁娜, 陈瑾. 使用液化气排放更清洁目标延至 06 年 [N]. 南方日报, 2004-07-07.
- [5] Roberto Filido. CNG Refueling Station for Intercity Buses [J]. Nuovo Pignone, 1989, 9.
- [6] 世界燃气汽车进入快速发展阶段[EB/OL]. www.oauto.com, 2004-08.