

城市公共交通系统节能降耗对策研究

Strategies for Energy Saving & Reduction for Urban Transit Systems

陈 莎, 杨少辉

(中国城市规划设计研究院城市交通研究所, 北京 100037)

CHEN Sha, YANG Shao-hui

(Urban Transport Institute, China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100037, China)

摘要: 为落实我国“节能减排”基本战略,构建可持续发展的城市交通系统,基于政策体系中对公共交通节能的要求和目标,从技术应用和运行环境两方面,对公共交通系统能耗影响因素进行了分析。重点研究了非燃油车辆在我国公共交通领域的应用状况,并从技术应用、系统效率、管理保障三个层面,提出了公共交通系统节能降耗对策建议。

Abstract: In order to be in line with Chinese policy: energy saving & emission reduction, while developing a sustainable urban transportation system, and considering the requirements and targets to save energy in public transportation, this paper analyzes the impact factors on transit energy consumption in terms of technology application and operation conditions. Emphasis is placed on application of non-fueled vehicles in public transportation, with suggestions recommended to reduce transit consumption in various angles, such as technology application, system efficiency, and management.

关键词: 交通政策; 公共交通; 节能减排; 新能源

Keywords: transportation policy; transit; energy saving; new sources of energy

中图分类号: U491.1⁷ 文献标识码: A

收稿日期: 2008-08-06

资助项目: “十一五”国家科技支撑计划课题(2006BAJ18B01); 中国城市科学研究会资助课题“城市交通系统的节能降耗技术政策研究”

作者简介: 陈莎(1982—), 湖南益阳人, 女, 硕士, 助理工程师, 主要研究方向: 交通规划。

E-mail: chensha_2000@163.com

1 背景分析

1.1 我国“节能减排”宏观战略

《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》指出,我国将以“建设资源节约型和环境友好型社会”为战略重点,“节约发展、清洁发展、安全发展”,并首次提出了明确的“节能减排”目标——“万元GDP能耗降低20%和主要污染物排放减少10%”,国家在解决能源和环境问题上积极负责的态度表明,“节能减排”已经成为“十一五”期间各级政府面临的迫切任务。

1.2 公共交通节能政策和目标

城市交通是我国能源消耗的大户,从《节约能源法》到行业主管部门的节能政策,都将城市交通列为节能减排的重要领域。2006年,城市交通的燃油消耗占到全国燃油消耗总量的19.2%,其中常规公交和出租汽车的燃油消耗约占31.5%^[1]。

为实现城市交通的可持续发展,达到节能减排目标,现有的节能政策体系对城市交通的发展做出了有目标、有要求、有层次、有重点的战略部署。在这些政策中,城市交通领域的节能主要以结构调整为基本方向,大力提高公共交通出行比例;以优先发展城市公共交通为基本战略,从规划、财政、用地、路权等各方面加大扶持力度;以发展大容量公共交通方式为重点,鼓励发展城市轨道交通;以新能源应用为技术支撑,开发推广代用燃料和清洁燃料汽车;以减少小

汽车出行和降低公共交通油耗为主要途径,提高能源利用效率。

住房和城乡建设部是城市交通的主管部委,在“建设部关于贯彻《国务院关于加强节能工作的决定》的实施意见(建科[2006]231号)”中,对城市交通领域的节能工作提出了具体目标:①出行结构优化目标。到“十一五”期末,城市公共交通出行在城市交通出行中的比重,特大城市达到20%以上,其他城市在现有基础上增加50%。②公共交通运行目标。特大城市中心区公共汽(电)车平均运营速度达到 $20\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上,其他城市达到 $25\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上,出租汽车空驶率控制在30%以下。③节能约束目标。提高节能环保型汽车的使用率;城市公共交通比“十五”期末节油15%以上。

2 技术应用分析

2.1 新能源车辆应用状况

由于国内清洁能源车辆的生产技术和配套设施建设仍处于起步阶段,尚未形成完善的产业链和稳定的消费市场,因此,以政府为主导的公交、出租汽车行业成为新能源清洁车辆推广应用的主要领域。国内公共交通领域应用的新能源车辆主要有液化石油气车辆(Liquefied Petroleum Gas Vehicle, LPGV)、压缩天然气车辆(Compressed Natural Gas Vehicle, CNGV)、液化天然气车辆(Liquefied Natural Gas Vehicle, LNGV)、纯电动车辆、燃料电池车辆、混合动力车辆等,技术相对成熟的主要是下列三种。

1) LPGV。

20世纪初,多数城市推行了公共汽车、出租汽车“油改气”工程,即加装车载液化石油气瓶。LPGV与汽油、柴油动力车辆相比,有低硫化物排放、高热量的特点,且装置技术比较成熟。但整体而言,LPGV的应用效果不太明显。北京、广州等城市的应用实践表明,在目前技术水平和市场环境下,LPGV的经济性、环保性和安全性都不具备优势。

2005年北京市拥有改造的液化石油气(LPG)

公共汽车2300多辆、出租汽车600多辆。由于LPG供应不足、汽车动力性下降等原因,改造的双燃料公共汽车后已全部恢复为单一燃油车辆。2007年广州市有6400辆公共汽车、1.6万辆出租汽车完成LPG的推广使用,分别占公共汽车和出租汽车总数的80%和100%,然而,广州市公交企业的经营效益却随之大幅下降。

从实际应用角度看,阻碍LPG推广和有效利用的主要问题有:①现有法律、法规对油改气的认可比较模糊,缺乏清晰界定。②油改气的技术标准不统一,车辆改装技术比较混乱,导致改装车辆存在安全隐患,并对车辆性能有一定影响。③初始改装、购置资金来源对运营企业造成极大负担,行驶成本偏高;有研究表明,LPG价格低于 $2.5\text{元}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,相对燃油车辆才有运行成本优势,而目前有些地区LPG价格攀升至 $4\text{元}\cdot\text{L}^{-1}$ 左右。④加气站等配套设施不完善,导致站点少、加气不便、加气时间过长及加气站排队现象严重等,影响运营效率。⑤保险公司的保险合同条款对改装车辆有一定限制。

2) CNGV。

压缩天然气(CNG)是我国城市交通领域应用较成熟、推广较成功的新能源。CNGV整车价格相对较高,汽、柴油车辆改造为CNGV主要是通过更新发动机来实现的。各个城市推广CNGV的实施方案和进程有较大差异,主要有三种方式:①全改造双燃料。该方案优势在于可使公共汽车的尾气排放达标,有利于车辆统一改造,有利于配套设施同步建设;但受资源限制,在天然气短缺时期,易导致公共交通系统部分瘫痪。典型城市如重庆。②部分改造,新购置车辆以环保型车辆和单一天然气车辆为主。这一方案适合于资金有限、配套加气站相对滞后的城市。典型城市如长沙、银川。③不改造,加快淘汰,购置单一天然气车辆。典型城市如北京。北京市是目前世界上CNGV拥有量最多的城市,达到4000多辆,体现了良好的节能和环保效应,但对城市财政投入要求很高。

CNGV的应用实践证明了其良好的经济性和环保性,但还没有在全国各大城市大规模推广。影响CNGV发展的一个重要因素在于加气站建设

滞后，从资金投入、土地划拨、规划布局到安全管制，都不同程度地存在障碍。因此，如果缺乏政府在资金和政策方面的支持，天然气车辆的发展将举步维艰。

图1是我国2001—2007年CNGV和LPGV加气站数量，从中可以看出两种类型加气站逐年变化情况，同时反映出CNGV和LPGV在我国的发展现状。

3) LNGV。

液化天然气(LNG)与CNG相比，环保性能一样，但存储和输送条件不同。LNG可用于天然气管网不能到达的地区，且其密度只有CNG的1/3，有利于整车布置和延长续驶里程；LNG加注站在占地面积和造价上也有一定优势。LNG作为柴油的替代燃料，一般用于重型汽车，在客运车辆中的应用比例较低。从规模经济角度，LNG在推广上不及CNG，但其在公交企业的示范应用结果表明，LNGV的经济效益明显，见表1^[2]。

2.2 电车推广应用状况

电车由可再生的电力驱动，完全没有尾气排放造成的污染，噪声仅为常规公共汽车的一半，在节能环保方面的优势毋庸置疑。电车在我国有近百年的发展历史，曾经是城市交通中最重要的

机动化客运方式。1914年，我国第一条无轨电车线路在上海市开通运营；现在，大连、天津等城市仍然保留或新建了有轨电车，北京、上海、济南等10余个城市的无轨电车更是承担着重要的客运功能。

不同城市及技术的发展分化对电车的定位有不同观点。兰州、鞍山等城市以故障多、耗电量 大、影响景观为由，将无轨电车彻底取缔。全国拥有无轨电车的城市从最多时的26个缩减到目前的13个，电车的运营空间不断萎缩。上海、烟台等城市引进了超级电容车，不但大力发展了这一

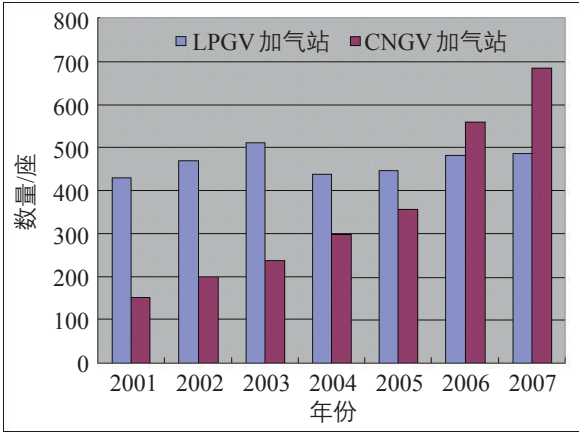


图1 我国CNGV和LPGV加气站数量
Fig.1 The number of gas stations for CNG and LPG fueled motor vehicles

表1 长沙市LNG车辆运营经济效益估算
Tab.1 Economic benefits estimation for Changsha LNG fueled motor vehicles

指标	汽油机 前置式公共汽车(9~10 m)		柴油机 后置式公共汽车(10~11 m)	
	LNG	汽油(90#)	LNG	汽油(90#)
燃料种类	LNG	汽油(90#)	LNG	汽油(90#)
价格	3.3元·m ⁻³	4.69元·L ⁻¹	3.3元·m ⁻³	4.76元·L ⁻¹
百公里油耗	31 m ³	31 L	32 m ³	30 L
百公里燃料费/元	102.3	145.4	105.6	142.8
发动机排量/L		5.6		6
百公里效益/元		43.1		37.2
日效益 ^① /元		107.75		93
全年(330 d)效益/万元		3.556		3.069
效益/万元(使用年限/a)		21.28(6)		18.41(6)
燃气设备增加费/万元		3.0		2.5
使用期总效益/万元		19.28		15.9

① 按单车日均行驶里程250 km计算。

节能环保的出行方式,而且甩掉了电车的2条触线,使无轨电车的运行更加便捷,还比普通无轨电车节省50%的能量^[3]。但在实际运营中,超级电客车也暴露出技术不够成熟、充电时间长等问题,同时,其购置成本高,推广过程中存在很大的资金投入障碍。

2.3 新能源应用前景

有研究表明,如果暂不考虑总碳氢(THC)排放增加带来的负面影响,CNGV和混合动力车是常规公共汽车领域首选的替代燃料车型^[4]。纯电动车和燃料电池车由于现阶段技术水平和规模化生产相对滞后,其高额成本也不适应于以公益性为主要特征的常规公交领域,但可以进行一定范围内的示范性应用。

美国在1993年开始推行“新一代汽车合作伙伴计划(PNGV)”,是美国政府与克莱斯勒、福特、通用汽车三巨头在新能源汽车领域开展合作的计划,其重点研究领域就集中在混合电动驱动器、直喷发动机、燃料电池和轻质材料。应该说,混合动力车未来将率先在公共交通领域得到大规模推广应用。

3 运行环境分析

道路坡度、平整度、线形、交叉口信号控制模式、交叉口间距、交通拥堵状况、机非分流状况等机动车运行环境,均会影响车辆的运行状态。车辆在实际行驶过程中,受上述因素影响,会出现等速、加速、减速、怠速和停车等多种行驶工况。由于发动机和传动系统的工作状态不断变化,车辆的燃油消耗量也随之变化。

对于同一车辆,研究和试验结果表明^[5-6]:1)道路坡度增加,汽车单位里程油耗增加;2)车辆行驶速度越低,单位油耗越高;3)当车速为某一中间定值时,百公里油耗最低,此车速为汽车的经济车速;4)车辆载重量越大,油耗越高;5)在拥堵状况下,车辆速度下降,经常处于加减速和怠速状态,增加额外油耗;6)交叉口间距越长,车辆加减速和怠速的次数越少,油耗相对越低。

4 公共交通节能降耗对策建议

4.1 技术应用对策

1) 保持常规能源公共汽车数量的稳定增长,提高运输能力,以满足逐步增长的公共交通出行需求,创造舒适的乘车环境;对于各项指标尚能达到国家标准的老、旧在用车辆,鼓励用户进行更新,或通过税费调节机制,加速旧机动车淘汰。

2) 大力加强在用车辆检查/维护制度,增加检测次数,促进维护保养。通过对在用车辆的排放进行定期检测和随机抽查,促进车辆维修、保养,使车辆保持正常的技术状态,努力达到出厂时的排放水平。

3) 加快引入新能源公共汽车。公共交通企业在更新和购置新车时,应以节能环保型车辆为主,积极购置LNG、CNG等技术成熟的天然气车辆。LPGV应适度引入、适量发展,并且在应用过程中注意两点:①鼓励公共交通企业购买LPG整车,不提倡用改造的方式使车辆成为双燃料车;②在气源充足、气质良好且有配套设施保障的地区,可进行一定规模改造,但是建议部分改用LPGV,不赞成全部改用,因为该方案在能源安全和供应渠道方面灵活度太低,易陷入被动局面。把在用车辆改造为压缩天然气或液化石油气的双燃料车,是一种过渡技术,最终应向单燃料并匹配专用催化净化技术的燃气新车方向发展。

4) 有序发展节能环保的无轨电车。无轨电车是符合节能环保要求的出行方式,城市应编制无轨电车发展规划,根据城市交通系统的特征和需求,在道路设施建设过程中同步进行电车供电线网建设;有条件的城市可在电车线路中引入超级电客车。

4.2 系统效率对策

1) 加强公共交通一体化建设,整合不同公共交通方式资源,实现不同公共交通方式之间、公共交通与其他出行方式之间的设施和管理的有效衔接。

2) 逐步建立票制票价一体化体系,简化购票环节、实行换乘优惠,实现公共交通系统运营的一体化服务,以提高整个公共交通系统的运行效

率;建立合理的比价关系,通过价格杠杆调节不同公共交通方式间的客流分配。

3) 加快公共交通换乘枢纽一体化建设,在枢纽内部实现多种公共交通方式以及公共交通与其他出行方式的零距离换乘,提高公共交通系统运行效率。

4) 全面整合信息资源,实现信息资源一体化服务;推动智能公共交通系统建设,实现公共交通网络跨区、跨线综合调度,提高公共交通线路整体运输效率和应急能力;充分运用信息技术,为乘客提供全方位的出行信息服务,减少乘客在选择公共交通方式时的盲目性。

4.3 管理保障对策

1) 加强天然气车辆应用的配套设施建设。对于加注站、加气(子)站的建设,政府应给予技术、用地、财税、管理等多方面的扶持。加强配套场站的规划设计工作,结合公共交通场站的布局和建设,同步开展加气站的规划布局。

2) 在道路时空资源分配方面向公共交通倾斜。加快推广公共交通优先车道、专用车道、信号控制交叉口公交专用进口道、专用道路、单向优先专用线的布设;推广信号控制交叉口公共交通信号优先措施;采取公共交通优先通行和限制小汽车通行相结合的需求管理措施。

3) 以提高城市交通信息服务和城市道路通行效率为主线,加快推进城市智能交通技术应用,减少城市交通拥堵,改善公交车辆运行环境,降低燃油消耗。

4) 政府应给予公共交通企业新能源汽车购置补贴,或者有计划的为公共交通企业提供节能环保公共汽车,避免增加企业运营负担,提高企业节能环保积极性,以经济手段鼓励节能战略在实际中落实;同时,政府应合理规划并投资建设新能源公共汽车所需的补给站和维修设施,降低新能源汽车的运营成本。

5) 公共交通企业应在内部管理中贯彻节能降耗理念,尽快出台节能降耗管理方案。设定行车规范、标准和目标,开展燃油消耗监督工作,在考核机制中加入对燃油节约的考核指标,培养公共交通企业及其员工兼顾社会效益和经济效益的

责任感。

5 结语

公共交通行业的特点是“政府主导,公益属性”。要加强公共交通的“节能降耗”,需要政府在资金、技术、政策各个方面予以引导和扶持;而政府对公共交通强大的调控能力,也必将使公共交通领域成为城市交通“节能减排”的突破口。

参考文献:

References:

- [1] 陈莎,马林.城市交通系统的节能降耗技术政策研究[R].北京:中国城市科学研究会,2006.
- [2] 李竹林.LNG汽车加气站及车辆技术应用[R].银川:长沙市清洁汽车协调领导小组专家组,2007.
- [3] 科技部长体验无辫电车 11路超级电容公交车比普通电车节能 50% [EB/OL]. [2006-11-03]. <http://www.shanghai.gov.cn/shanghai/node2314/node12959/node12962/userobject21ai179300.html>.
- [4] 北京市可持续发展科技促进中心.北京市替代燃料车发展战略研究[R].北京:清华大学环境科学与工程院,2004.
Beijing Municipal Science & Technology Commission. The Strategic Studies of Development of Alternative Fuel Vehicles in Beijing[R]. Beijing: Tsinghua University Institute of Environmental Science and Engineering, 2004.
- [5] 王炜,项乔君,常玉林,等.城市交通系统能源消耗与环境影响分析方法[M].北京:科学出版社,2002.
WANG Wei, XIANG Qiao-jun, CHANG Yu-lin, et al. Urban Transport System Energy Consumption and Environmental Impact Analysis Method[M]. Beijing: Science Press, 2002.
- [6] 陈礼璠,杜爱民,陈明.汽车节能技术[M].北京:人民交通出版社,2005.
CHEN Li-pan, DU Ai-min, CHEN Ming. Automobile Energy-saving Technologies[M]. Beijing: China Communications Press, 2005.