

开创我国天然气汽车新兴产业

石宝珩*

(中国石油天然气总公司新技术推广中心)

摘 要 目前,人们正在探寻包括甲醇、液化石油气(LPG),氢以及天然气等来作汽车的替代燃料。世界各国许多专家认为,压缩天然气(CNG)和液化石油气是当前最适宜的汽车替代燃料。所以近十年来,天然气汽车(NGV)正在世界各地迅速发展,这既是环保的要求,又是应用新能源的要求。当前我国的天然气汽车事业正在四川等地崛起,新疆、黑龙江、吉林、陕西、北京、上海等省市也相继开始发展。这是我国汽车燃料结构上的一次重大变革。可以预断,天然气汽车将在我国蓬勃发展起来。

主题词 天然气 汽车 车用燃料 发展趋势

天然气汽车的发展

1. 国外天然气汽车发展概况

天然气用做汽车燃料始于第一次世界大战期间,那时是使用常压胶囊装载天然气做为汽车燃料,解决战时汽车油料短缺问题。用压缩天然气作为汽车燃料始于30年代的意大利。

近几年来,由于环境保护条例、国家法规及各国资源条件等诸多方面的原因,天然气汽车在许多国家逐步得到使用,其中意大利、荷兰、美国、日本、韩国、新西兰、澳大利亚、加拿大、墨西哥、阿根廷等国家发展较快。据资料统计,目前,全世界有近440万辆天然气汽车,其中液化石油气汽车(LPGV)约360万辆,压缩天然气汽车(CNGV)近80万辆,液化天

然气汽车(LNGV)及低压天然气汽车仅占极少数。

国外天然气汽车近期发展较快的原因如下。

(1)环境保护的要求。在美国,为了达到1990年“清洁空气条例修正案”(CAAA)中提出的要求,天然气成为被最广泛选择使用的汽车替代燃料。由于天然气的环保功效及价格都占优势,天然气汽车发展很快。美国有31个州制订了强制使用天然气汽车的办法。加利福尼亚州要求政府部门配备的新车必须有1/4以上具备使用清洁燃料能力;纽约州制订了一个6年的清洁燃料车应用计划,为了不使纽约城的大气受损害,在1995年应有60%的车辆使用天然气,1996年应有80%;得克萨斯州则规定在1994年9月前,50%的学校汽车,15%的城市公共汽车和政府机构汽车都必须具有两用燃料能力。

$150 \times 10^8 \text{ m}^3$ (20℃, 101.325 kPa),始采井口压力为50 MPa,靠自喷开采后,井口压力已降到5.5 MPa,不能自输进脱硫厂,这时地层储量还有 $16.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。在压力为3.5~5.5 MPa这段期间,可采气量为 $10.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。假如先节流后增压,每天输气量为 $20 \times 10^4 \text{ m}^3$,则压缩机需运行14.5 a,累计消耗动力燃料气约 $1300 \times 10^4 \text{ m}^3$,其中,由于节流降压后又升压造成多消耗的燃料气约占总量的一半,因此需要研制一种不节流就直接增压的压缩机。资中机械厂独立研制出小压比的单级离心式透平压缩机,该压缩机的进气压力3.5~5.5 MPa,排气压力6~6.5 MPa,原动机为电动机,就近脱硫厂安装,可满足这

类场合的需要。

四川气田自1982年以来,已将天然气压缩机作为排水采气和增压输气的工艺设备。随着气田压力和气量的衰减,现在使用的机型和数量越来越多,压缩机采输工艺已成为四川气田稳产、增产不可缺少的重要措施。压缩机在衰减气田上的应用,其运行工况是不稳的,为满足复杂的变工况要求,必须重视并解决好压缩机选型和正确使用的问题。为此应作好活塞式、螺杆式、滑片式和透平式压缩机的应用课题研究,以适应气田的需要。

审稿人 高级工程师 王协琴
(收稿日期 1995-10-05 编辑 王瑞兰)

* 石宝珩,1938年生,教授级高级工程师;1963年毕业于北京大学地质地理系,现任中国石油天然气总公司新技术推广中心主任,中国石油学会常任理事等。曾发表论文100多篇。近年,在天然气利用,特别是组织发展我国天然气汽车产业进行了开创性工作,并发表了有关文章多篇。地址(100724)北京六铺炕。电话(010)2094131。

据美国天然气工业杂志报导,截至1994年8月,美国有928座压缩天然气加气站,并且以每周4个的速度增加。1994年11月的世界天然气汽车大会统计,美国1993年在新能源法规影响下共建加气站300座。在这些加气站前,常出现排队加气的状况,表明经营这些加气站的公司获得了极大的利润。目前,美国天然气汽车正在逐步走入家庭。

(2)天然气汽车安全、经济、操作费用低。①在许多国家,压缩天然气比汽油、柴油或是液化石油气都便宜。一般来说,天然气价格是汽油的50%左右。②天然气是一种高燃点的低密度气体,其危险性比汽油小得多。③天然气辛烷值高,不需添加抗爆剂。④天然气汽车排气对环境造成的危害小。⑤汽车发动机以天然气为燃料冷启动性能好,运行平稳,维修费用低,发动机寿命长,比燃油车节约50%以上的维修费用。⑥任何汽车都可以安装一套两用燃料系统,一个简单的切换开关可以从汽油变为天然气,反之亦然,而且是任何时候都可以进行转换,操作非常方便。⑦注入压缩天然气和液化石油气同普通汽车加油一样简单,快速充气仅需2~5分钟。

(3)天然气汽车技术日趋成熟。目前由于先进的电子技术和机械制造技术,保证了天然气汽车的安全性和控制性能,使天然气汽车的气瓶重量、加气站的体积都大为减小。

(4)天然气汽车基础设施逐渐完备。随着天然气汽车的发展,天然气汽车加气站也与汽油加油站一样逐步形成网络,使用户加气十分方便。

(5)各国政府不断出台各项优惠政策及措施鼓励发展天然气汽车。各国政府从国家的利益出发,为了保护环境,减少污染,从车用天然气价格、天然气汽车税收、强制使用措施、部门协调等诸多方面鼓励和促进天然气汽车的发展。

2. 我国天然气汽车发展现状

我国的天然气汽车事业始于50年代,当时是在汽车顶放置大橡胶袋存储低压天然气,曾多次发生事故。从80年代中后期开始,中国石油天然气总公司从国外引进技术和装备,首先在四川进行压缩天然气汽车的试运行。经过七年多的工作,特别是1994年的发展,据统计,我国已建设加气站31座,改装成汽油/天然气两用燃料车近2000辆,建立了一定基础。

(1)压缩天然气汽车。1988年四川石油管理局从新西兰、澳大利亚引进了压缩天然气加气站的全套设施,改装汽车部件及高压气瓶。加气站建在南充,于1989年正式投入运行,并于1993年11月通

过了验收。大庆油田在引进加拿大压缩天然气加气站技术的基础上,积极进行压缩天然气汽车的推广。目前,已有两座压缩天然气加气站投入使用,170多辆天然气汽车投入运行。新疆石油管理局1993年从新西兰引进1套压缩天然气加气装置和80多套汽车改装部件。新疆维吾尔自治区政府从新西兰引进了5套压缩天然气加气装置(分别安装在乌鲁木齐和鄯善)和300辆汽车的改装件。

目前,在普通汽车改装成两用燃料汽车的改装部件以及压缩天然气加气站中,除售气机的质量流量计外均已具备国产化的条件。

(2)液化石油气汽车。国内液化石油气汽车已在新疆开发应用。新疆石油管理局和塔西南勘探开发公司从俄罗斯进口液化石油气汽车改装部件,1993年以来已改装汽车360辆,并进行行车试验。上海、哈尔滨也有液化石油气汽车在进行行车试验,均取得良好效果。

(3)液化天然气汽车。中国科学院低温中心与吉林油田及四川绵阳科阳燃气公司合作研制了2套小型液化装置,生产液化天然气供液化天然气汽车使用,目前正在进行科学实验和行车试验。

发展我国天然气 汽车事业是大势所趋

在我国,主要基于以下4方面的原因,天然气汽车在近年必将有大的发展并形成产业化。

1. 天然气汽车能有效减轻大气污染

我国目前的环境状况不容乐观。据1993年统计,我国冬季重度污染城市已达到14个,其中北京、沈阳、西安、上海、广州市已列为世界污染最严重的城市。我国大、中城市,汽车排放的废气已普遍成为主要的大气污染源,占污染源总量的比例超过50%。

1994年,北京已有机动车84万辆,而且每年还以净增10万辆的速度发展。汽车排放的尾气是北京大气污染的最大污染源。每天向天空排放一氧化碳2200吨、碳氢化合物300吨、氮氧化合物110吨。由于发动机燃烧形式、车型、车况和燃料等诸多方面的原因,北京市的大气污染相当于国外拥有300万辆到400万辆机动车的大城市的大气污染程度。北京的氮氧化合物已连续5年超过国家的二级标准,交通干线附近超标更为严重。

汽车尾气造成的大气污染,已经对人们的生活造成了严重的灾害。上海市曾出现了较大范围的光化学烟雾。在广州,空气污染程度超过了国家规定的

1.6倍,并已出现光化学烟雾污染的先兆。

天然气汽车的排气污染大大低于以汽油为燃料的汽车,尾气中不含铅和基本不含硫化物,压缩天然气汽车尾气中的一氧化碳降低99%,碳氢化合物降低52%,氮氧化物降低36%。许多国家已将发展天然气汽车作为一种减轻大气污染的重要手段。

2. 天然气发展将成为调整能源结构的一大因素

未来的世纪,油气仍将是重要的能源,然而石油的增长速度将会减小,天然气则会有大幅度的增长。目前,在世界能源结构中,天然气已占22.7%。有人预计21世纪将是天然气迅速发展的世纪。据统计,目前已有30多个国家在实施以气代油的战略计划。

我国油气资源的发展也和世界趋势一样。预计未来10年石油产量增长幅度不大,而汽车工业在今后几年将会有更大发展。据我国的汽车工业产业政策,到本世纪末,我国汽车年产量将达到300万辆,2010年将达到600万辆。这样油品缺口将越来越大。但是天然气产量将会成倍增长,预计到2000年将突破300亿立方米,较1990年产量翻了一番。为利用天然气替代汽油开汽车,已具备了条件。

3. 天然气汽车技术逐渐为人们所掌握,国产化有了一定基础

天然气汽车技术包括加气站设计建设;汽车改装成两用燃料(天然气/汽油)的部件制造技术;高压储气瓶的制造技术;以及天然气深度净化技术等。在借鉴国外经验的基础上经过多年的科研攻关,已经取得重大进展。许多主要装备、机械部件等基本都能自己设计制造,目前正在朝提高质量,改进性能,简化操作,降低成本等方面加强技术开发和试验工作。

4. 天然气汽车有显著的社会和经济效益

发展天然气汽车的效益表现在以下3个方面:

(1)降低汽车运行成本。在四川地区改装东风牌中型卡车。将1辆汽车改装为天然气—汽油两用燃料汽车费用为1万元,1台车1年可节约燃料费1.3万元;如果发展10万辆车,一年可节约13亿元。

(2)可替代大量汽油。按1辆中型车年行驶5万公里计算,可替代10.5吨汽油,如发展10万辆可替代105万吨汽油。

(3)减少油品长途运输费。按发展10万辆替代105万吨油品计算,可节约出700列火车次的运输;按每节油罐车租用费5000元;每列火车30节油罐车计算,可节约运费1.05亿元。

天然气汽车的发展还将带动相关产业,特别是机械制造行业的发展,如压缩机、汽车改装用减压阀以及储气瓶的生产,为开创新兴产业提供了机遇。

发展天然气汽车的几个问题

借鉴国外天然气汽车的发展经验,根据我们数年的工作实践,发展天然气汽车产业,当前必须抓好以下关键。

1. 明确发展天然气汽车的技术路线

一是要充分利用我国现有资源,以发展压缩天然气汽车为主,在有条件的地区发展液化石油气,做好液化天然气汽车的技术准备和经济评价工作。

根据我国天然气工业的发展,到本世纪末及下世纪初,发展压缩天然气汽车从总体上有足够的和较长期的资源保障。

液化石油气既是重要的化工原料又是优质的民用燃料,在我国大部分地区都属于紧俏商品,不可能大量用作汽车燃料,只有在液化石油气资源特别丰富的地方,如西部地区以及部分炼油厂催化裂化产物适合于天然气汽车的地方,才有条件成规模地发展液化石油气汽车。

我国液化天然气生产量很小,目前尚无大规模液化天然气的装置,液化天然气用于汽车燃料只能作为一项技术储备,加强科技开发和经济评价工作。

各地区发展天然气汽车,要首先分析本地区天然气资源情况和特点,依具体气源确定技术路线。其次是在技术上以引进国外成熟先进技术为主,逐步走国产化的道路。国外的天然气汽车技术发展已有较长历史。因此,对加气站设备、汽车改装部件系统的生产以及天然气汽车的制造等都比较成熟、实用。在发展初期应引进一些先进技术和设备,以加快速度。同时,要对国外技术加以消化、吸收和创新,并逐步实现国产化。

2. 确定天然气汽车的发展布局

天然气汽车要形成规模经济,应优先选择既有充足和长期气源保障,又有较大车辆改装需求量的区域。

目前,四川地区已建有20余座压缩天然气加气站,改装汽车近千辆,并且已有2500公里的输气管网,是发展的重点地区;陕北天然气的开发将会为京、津地区和西安地区等提供丰富的天然气,具有发展天然气汽车的资源条件;新疆塔里木、准噶尔、吐哈等盆地天然气资源是十分丰富的,也是发展天然气汽车的有利地区。以上4个地区可以作为近期发展天然气汽车的重点地区,其它地区依具体情况也应有相应的发展规划。

3. 作好技术装备的准备

为保证我国天然气汽车的大规模持续发展,需

要解决配套技术装备的生产问题。当前对压缩天然气汽车而言,主要是压缩天然气汽车加气站的压缩机、售气机等以及汽车改装部件和高压储气瓶。

压缩天然气加气站的主要设备是高压低排量的天然气压缩机。目前这类压缩机在国内只有极少数压缩机厂能生产,年产只有50~60台远远满足不了发展的需要,并且产品质量不稳定。为此,在发展初期宜引进加气站成套设备或与外国公司合资建厂生产压缩机,并逐步实现国产化。

我国的高压储气瓶目前以钢瓶为主。全国能生产此类钢瓶的厂有几家,年产数十万个。钢瓶市场总体上供大于求。但是用钢瓶作为压缩天然气储气瓶存在汽车附加荷载重等缺点,可考虑从国外引进技术或组织国内厂家生产轻型材料储气瓶技术。目前国内已研制出玻璃钢复合材料储气瓶,但价格太贵。

国内现在已有多家企业在生产压缩天然气汽车改装部件,这些厂家规模都较小。四川石油管理局南充石油机械厂经过技术改造配套生产能力,每年不超过2000套,远远满足不了需要。同时,由于国内还没有关于改装部件生产技术的国家标准,因而产品质量不稳定。为此,在对现有生产厂家扩大生产,加强技术监督和检验的同时,应考虑引进国外先进技术,再建立几个改装件生产厂。

4. 建立质量和安全保障体系

由于天然气,特别是压缩天然气属高压易燃气体,必须确保行车的绝对安全。从加气站的建设到储气瓶以及汽车改装等各种技术装备一定要确保质量,安全第一,为此,要建立一套技术标准与规范。目前,国家有关部门应组织天然气汽车有关技术标准的制定工作,同时,筹组天然气汽车技术检测中心。

纳入计划,协调工作, 促进天然气汽车的发展

1. 天然气汽车要大规模发展应作为一项产业纳入国家计划

发展天然气汽车并形成一项产业,不仅涉及石油天然气、汽车、机械制造等行业,还牵涉到工商、安全、交通、土地管理、税收、环保等国家职能部门,因而需要有政府的统一规划和统一部署,任何一个行业、部门都很难单独推动这项事业的发展。国外天然气汽车技术已有较长的历史,其近几年发展速度突然加快的原因,与各国开始把发展天然气汽车纳入政府的产业发展计划分不开。由于我国的天然气汽车刚刚起步,有些地方政府部门对这项技术还不够了解。在过去几年的发展过程中,如车辆上路,天然

气汽车年检,土地征用等都有困难。

天然气汽车作为环保、节能项目,有较好经济效益和显著的社会效益,同时能带动我国机械制造等行业的同步发展。建议国家能尽早把这项新兴产业纳入国家产业计划,制定相应的办法和规定,中央有关部门和地方政府应共同促进天然气汽车的发展。

2. 发展天然气是一项政府行为,希望国家尽快制定相关政策

当前,我国天然气汽车发展过程中存在着启动困难、资金缺乏等诸多问题,在一定程度上与我国没有相应的扶持政策有关。从世界上发展天然气汽车的情况看,各国都是从一开始就对这项事业给予相当优越的配套扶持政策,这是天然气汽车能快速发展的重要保障之一。建议我国政府能借鉴国外发展天然气汽车的经验,逐步制定3方面的扶持政策。

(1)制定财政补贴、低息贷款、减免税、控制油气价差、支持技术开发等方面的优惠政策。对车辆改装、加气站建设给予适当补贴性低息贷款;对使用天然气汽车的单位或个人适当减少养路费、车船税;天然气汽车用气纳入国家计划,并制定用作汽车燃料的天然气价格,控制油气之间的价格差,使得使用天然气汽车和经营加气站有一定效益;对于建设天然气汽车加气站所需办的工商注册、土地征用等手续给予优先办理。

(2)制定强制性政策法规。污染严重的大中城市采用经济手段的同时,可考虑采用行政、法律手段控制汽车尾气排放造成的污染。制定更严格的大气质量标准 and 各类汽车尾气排放标准,提倡汽车改装为天然气汽车,对于政府部门用车,应有计划地逐年安排一定比例天然气汽车。

(3)将发展天然气汽车列入政府“绿色工程计划”、“火炬计划”、“新技术推广计划”等国家重点工程,使发展天然气汽车能享受到技术开发、企业技术改造以及有关技术设备引进等方面的优惠政策。

3. 多方筹措资金

发展天然气汽车工作量大,除加气站建设和汽车改装需要大量资金投入外,配套的技术开发、标准制订、检测中心的建立等工作都需一定的投资。目前车辆改装和加气站建设普遍缺乏资金来源,仅靠个别企业自筹资金来发展是有限的。

以四川省的压缩天然气汽车为例,按目前四川省油气差价估算,如果压缩天然气加气站能达到满负荷运营,建站投资可在3~4年内收回,车辆改装,不到1年收回投资。可见只要能控制油气价差,发展天然气汽车的经济效益是较好的。需多方筹措资金,

以气代油势在必行

王协琴*

(华油天然气股份有限公司)

摘 要 天然气资源丰富, 终极储量巨大。已探明的世界天然气储量为 1 409 419 亿 m^3 , 我国的天然气储量为 16 697 亿 m^3 。在世界石油资源日趋枯竭的情况下, 以天然气替代石油是新的能源战略, 随之, 天然气汽车也正在世界各地迅速发展。四川省有丰富的天然气资源, 已具备了以气代油的基本条件。用压缩天然气 (CNG) 代替汽油作车用燃料在技术上已成熟, 是我国发展压缩天然气汽车最有条件的地区。

主题词 天然气 汽车 车用燃料 四川 技术 经济评价

以天然气替代石油的新能源战略

石油资源的日趋枯竭, 正迫使工业化国家实施新的能源战略。天然气以其清洁、使用方便、价格具有竞争性等优势, 越来越受到人们青睐。

天然气资源丰富, 终极储量巨大。据美国壳牌公司最近的统计表明, 本世纪 60 年代以来, 世界天然气储量几乎每 10 年就翻一番。预计这个势头还会继续发展下去。据美国油气杂志 1994 年 12 月 26 日公布的资料, 世界天然气已探明的储量为 1 409 419 亿 m^3 。按目前采气速度, 已探明的储量至少可使用 60 年, 因此在新的能源战略中, 首先考虑的就是以天然气替代石油。尽管这项战略措施的实施涉及面广, 投资巨大, 但许多工业化国家仍然在这方面采取了重要步骤。

据国际天然气联合会的调查, 迄今全世界至少

有 30 个国家正在计划实施以天然气替代石油的计划。在汽车工业界, 以天然气取代石油的呼声也不断高涨。美国通用汽车公司在 1993 年推出了 3 种使用天然气燃料的载重汽车; 美国巴士工业公司已计划在 90 年代中期批量生产使用天然气燃料的大型客车。美国汽车工业专家正在研制一种既可使用压缩天然气 (CNG), 又能使用液化石油气 (LPG) 的汽车, 使汽车有更广泛的应用范围和灵活性。我国天然气储量丰富, 已探明的储量为 16 697 亿 m^3 , 这仅占资源量的极小部分, 可见其终极储量很大, 以气代油资源有充分保障。

四川地区以气代油的重要意义

四川地区原油产量和炼油能力都很小, 其所耗大量车用燃料油几乎都由省外运进。四川省对外交通不便, 运力紧张, 大量车用燃料油的运输给本已不

包括国内企业、事业单位的投入, 国外环保基金部门的支持, 同时也需要国家对有关建设项目能给予低息贷款。另外, 目前这项工作刚刚起步, 也希望国家能投入一定量的启动资金。

4. 发展天然气汽车是一个大系统工程, 必须统筹安排, 加强领导

发展天然气汽车是一项跨行业、跨部门的大系统工程, 涉及技术、经济、社会等领域诸多方面。目前不少地方和单位都在开展这项工作, 这是很可喜的,

但缺乏统一领导和协调, 因而产生了不少问题。建议国家计委成立全国天然气汽车规划发展领导小组, 在有关省市建立相应的机构, 归口组织领导全国及各省市的天然气汽车事业发展工作, 协调各行业、各部门、各地方之间的关系, 组织制定和宣传落实天然气汽车技术标准和法规, 组织天然气汽车的技术开发, 组织国内外的技术交流。

(收稿日期 1995—09—15 编辑 王瑞兰)

*王协琴, 高级工程师, 1942 年生; 1965 年毕业于西安石油学院石油及天然气工程专业; 一直从事天然气处理工程工艺设计工作, 1994 年从四川石油管理局勘探设计研究院调至华油天然气股份有限公司从事 CNG/NGV 技术工作。曾发表论文 20 余篇。地址: (610051) 四川省成都市府青路一段 3 号。电话: (028) 3324911 转 217433。

and late period of gas field development. As the change of working conditions in gas fields will affect the performance of compressor, it's necessary to adjust the rotary speed or stand off; adopt single-acting operation; change the cylinder or the mode of compressor to accommodate the non-rated working conditions.

SUBJECT HEADINGS: Sichuan gas field, Compressor, Gas lift, Supercharging, Application.

Zheng Yuquan, Senior engineer, graduated from Xi'an Communication University in 1964; He is long engaged in the research of compressor, diesel engine and expander; He has published several papers. Add: (641202) Zizhong, Sichuan. Tel: (08418) 522189-217.

Shi Baohang (*New Technique Popularization Center of China National Petroleum Corporation*): **INITIATE THE NEW INDUSTRY OF NATURAL GAS VEHICLES IN OUR COUNTRY**, NGI 16(2), 1996: 55~59

ABSTRACT: Using methanol, LPG, hydrogen or natural gas as substitute fuels for automobiles is now a new technique in the world. Many experts regard CNG and LPG as the most suitable substitute fuels. In the recent 10 years, natural gas vehicles (NGV) develop quickly around the world, this is not only the requirement of environmental protection, but also the requirement of application of new energy. At present, the natural gas vehicles industry of our country is starting in Sichuan, Xinjiang, Helongjiang, Jilin, Shanxi, Beijing and Shanghai, this is an important reform of fuel structure for automobiles. It's predictable that natural gas vehicles will be developed vigorously in our country.

SUBJECT HEADINGS: Natural gas, Automobile, Fuel, Developing trend.

Shi Baohang, senior engineer, graduated from geology department of Beijing University in 1963; Now he is the director of New Technique Popularization Center of China National Petroleum Corporation and the permanent director of Chinese Petroleum Society; He has published over 100 papers. Add: (100724) Beijing. Tel: (010) 2094131.

Wang Xieqing (*Huayou Natural Gas Ltd.*): **SUBSTITUTE GAS FOR OIL IS IMPERATIVE**, NGI 16(2), 1996: 59~60

ABSTRACT: The proved natural gas reserves is $1409419 \times 10^8 \text{ m}^3$, and the proved natural gas reserves in our country is $16697 \times 10^8 \text{ m}^3$. As the petroleum resources become exhaust, and natural gas vehicles are developing quickly around the world, substitute gas for oil is a new energy strategy. The natural gas resources in Sichuan is abundant, this provides the basic conditions for replacing oil by gas. Substituting compressed natural gas (CNG) for gasoline as the automobile fuel has become mature in technique, and Sichuan is the most favorable place for developing compressed natural gas vehicles.

SUBJECT HEADINGS: Natural gas, Automobile, Fuel, Sichuan, Technique, Economic evaluation.

Wang Xieqing, senior engineer, graduated from Xian Petroleum Institute in 1965; She is long engaged in the design of natural gas processing scheme; She has published over 20 papers. Add: (610051) Fuqing Rd., Chengdu, Sichuan. Tel: (028) 3324911-217433.

Shi Jiansheng (*Huayou Natural Gas Ltd.*), **Wang Xieqing**: **NATURAL GAS AUTOMOBILE FUELS AND THEIR QUALITY SPECIFICATIONS**, NGI 16(2), 1996: 61~65

ABSTRACT: Natural gas automobile fuels mainly include CNG, LPG and LNG. This paper introduces the composition, critical condition and burning performance of them. In addition, the quality of compressed natural gas required by National Fire Protection Association (NFPA); specifications of liquefied petroleum gas required by American Society for Testing Materials (ASTM), Gas Processors Association (GPA) and Japanese Industrial Standards (JIS); the quality standards of commercial natural gas and liquefied petroleum gas in our country are also indicated. At the end of the paper, the author gives some advices on the technical