

天然气汽车燃料及质量指标

史鉴生* 王协琴

(华油天然气股份有限公司)

摘 要 天然气汽车燃料主要是车用化石燃料中的压缩天然气(CNG)、液化石油气(LPG)和液化天然气(LNG)。文章介绍了天然气汽车燃料的组成、临界条件、燃烧性能;美国消防协会(NFPA)关于压缩天然气汽车燃料系统规定的压缩天然气气质要求;美国材料试验协会(ASTM)和美国气体加工协会(GPA)的液化石油气规格;日本工业标准(JIS)液化石油气规格。列出了我国有关商品天然气质量标准,油田气液化石油气标准和液化石油气标准,并对当前我国天然气汽车燃料的技术要求提出了建议。

主题词 天然气 汽车 车用燃料 质量 标准

天然气作为车用燃料,具有减少环境污染、降低能耗、提高经济效益和社会效益等优点,因此,近年来一些经济发达国家,如美国、意大利、澳大利亚、新西兰、加拿大等竞相发展天然气汽车。随着我国经济不断发展和人们的环保意识不断增强,经过几年的试验和起步,从1994年开始,全国以条件最好的四川省为基地,进入了大规模推广天然气汽车的阶段,现已建成压缩天然气充气站20余座,改汽车近千辆,发展形势很好。但要把推广压缩天然气汽车当作一件大事业办好,还需要花大力气和改变旧的传统观念。本文就车用化石燃料分类与天然气汽车燃料特性提出看法,意在大力提倡和推广天然气汽车。为了今后在全国顺利推广天然气汽车,特根据国外的一些技术标准和我国实际情况,就天然气汽车燃料的技术要求提出一些看法和意见,供有关部门在制定标准时参考。

车用化石燃料分类

迄今为止,世界各国绝大多数的汽车都使用化石燃料,并还得继续下去,直至化石燃料枯竭。车用化石燃料系远古时代地壳变迁而埋入地下的动植物群体,在地层温度和压力下分解而生成的石油、天然气等天生有机化合物。它们不同于无机燃料(如氢燃料)、合成燃料及其它类型的燃料。车用化石燃料通常可根据其在使用条件下的形态分为以下几类:

1. 液体燃料

液体燃料主要指各种牌号的汽油和柴油,它们是石油炼制工厂生产的多碳烷烃、环烷烃和芳香烃的混合物,具有分子量大, H/C 比小, 常温常压下为液体等特点。其常温常压下为液体的特性,给运输、储存、分配、携带和使用都带来了方便;储存和分散、包装系统,包括汽车载油箱均可按常压设计,设备的壁厚往往取决于设备的稳定性计算,因此,设备壁薄而重量轻。

由于液体燃料分子量大, H/C 比小, 导致燃烧不可能完全,使汽车排气中的有害成份含量高,对大气造成严重污染。

2. 气体燃料

气体燃料主要指达到车用质量要求的天然气,其主要成分为甲烷。

车用天然气按其压力可分为低压气和高压气。

低压气即橡胶袋气包车用天然气,因其体积庞大,车辆行驶不便,不安全等因素已基本被淘汰。

高压气就是压缩天然气(CNG),即通过压缩后的高压天然气。当前已具备的一整套工艺及配套技术,是发展和推广天然气汽车的基本条件。

3. 液化气体燃料

液化气体燃料主要指符合车用要求的液石油气(LPG)和液化天然气(LNG)。

液化石油气系来自油气田天然气处理厂分馏出来的以丙烷和丁烷为主的液态烃类混合物,以及

* 史鉴生,教授级高级工程师,1933生;1954年毕业于西安石油学校,长期从事石油钻井工程技术工作,对平衡钻井、打深井、扑灭油气井失控失火事故方面作出了贡献;现任华油天然气股份有限公司总经理。地址:(610051)四川省成都市府青路一段3号。电话:(028)3324911 转。

来自石油炼制工厂生产的丙烷、丙烯和丁烷、丁烯为主的液态烃类混合物。

液化天然气系通过深度冷冻法制取的液体天然气,其成分几乎全部为甲烷。

液化石油气和液化天然气都是根据其组分特性,通过一定方式液化了的气体。

天然气汽车燃料及其特性

天然气汽车燃料主要指上述化石燃料中的压缩天然气、液化石油气和液化天然气。

1. 压缩天然气

由于压缩天然气的组成绝大部分为甲烷,因而其特性可用甲烷特性来表示:

甲烷临界温度(T_c)为 -82.5°C ,因而在高于 -82.5°C 的温度条件下,无论加多大压力,甲烷都不会液化。为了在大气温度条件下多储气或减小储气容器尺寸,只能进行压缩。当前车用储气瓶的压力一般都为 20 MPa,因而机械设计的壁厚较大,导致储气瓶重量较大。如水容积为 50 L 的 30 CrMo 或 35 CrMo 的金属储气瓶,每只重约 60 kg。需要强调说明的是,气瓶压力虽高,但由于严格按高压容器设计、制造和检验,并进行了火烧、爆炸(冲击载荷)和枪击(集中冲击载荷)等 3 项特种试验以及疲劳试验,试验结果均符合要求,因而是绝对安全、可靠的。压缩天然气汽车和汽油汽车的碰撞试验表明,碰撞中汽油汽车油箱着火燃烧,而压缩天然气汽车则安然无恙。

甲烷研究法辛烷值高达 107.5,抗爆震性很好;甲烷分子量小,H/C 高达 4,燃烧性能很好。因而,用压缩天然气作燃料的汽车震动小、噪音小,排气中有害物质含量很少,汽车引擎寿命则自然延长,所以,压缩天然气是一种优质汽车燃料。

2. 液化石油气

由于液化石油气是丙烷和丁烷或丙烷、丙烯和丁烷、丁烯为主的烃类混合物。因而其特性可用这些组分的特性来表示。现将它们的临界性质和辛烷值列于表 1。

从表 1 所列的液化石油气各组分临界性质可以看出,在大气温度条件下,只要稍加压力便可以液化,加压的大小取决于组分含量。虽然不同厂家生产的液化石油气组成有差异,但在大气温度条件下,都能在低于 1.6 MPa 的压力下液化,因而装储容器的压力等级低,重量轻,便于各种方式的储运。使用时降压便气化,十分方便。

从表 1 中还可看出,液化石油气的辛烷值比较

表 1 有关烃类的临界性质和辛烷值

Table 1. Critical properties and octanenumber of relative hydrocarbons

组分	临界性质		辛烷值	
	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	压力 (MPa)	研究法	马达法
丙烷	96.76	4.15	105.7	97.1
丙烯	91.60	4.50		84.9
正丁烷	152.01	3.70	101.1	97.6
异丁烷	134.98	3.55	93.6	90.1
丁烯-1	146.40	3.92	97.4	81.7
异丁烯	144.75	3.90	101.5	88.1

注:丁烯的其它形态,顺丁烯-2,反丁烯-2 和丁二烯,表中不再列出。

高,因而抗爆震性也很好。

所有液化石油气的分子量虽比甲烷大,但比汽、柴油小得多,有利于燃烧。

但是影响燃烧的另一重要因素 H/C 就不一样了。如丙烷的 H/C 为 2.67,丁烷的 H/C 为 2.5,丙烯和丁烯的 H/C 为 2.0,丁二烯的 H/C 为 1.5。油气田天然气处理厂生产的不含烯烃的液化石油气,其 H/C 虽比甲烷小,却比汽油、柴油大,因此,燃烧性能介于甲烷和汽油、柴油之间,仍属较好。而石油炼制工厂生产的含烯烃液化石油气的 H/C 就要小些,其燃烧性能也相应差些。因此,烯烃(尤其是丁二烯)含量太高的液化石油气并不是理想的车用燃料。

3. 液化天然气

液化天然气是液体甲烷,由于甲烷临界温度为 -82.5°C ,这就决定了液化天然气是低温液体,因而,其储存和分散系统也就处于低温条件下。其设备和管道只能用不锈钢、铜或铝合金等低温材料制作。同时,为防止热量传入引起液化天然气气化,严格要求设计必须从传热的 3 种基本形式(传导、对流和辐射)出发,采取有效措施将外界传入的热量降到最低限度,为此,只能选择低压(比常压略高)和低温(-160°C 左右)储存条件,以利于液化天然气储存设备设计和低温系统设计。

液化天然气的分子量和 H/C 均与压缩天然气相同,只是液化天然气通过深冷前的预处理,几乎除尽了天然气中的全部杂质,使液化天然气成为天然气汽车燃料中质量最好的燃料。由于液化天然气必须通过深冷法制取,因而生产成本很高。储存、分散系统采用低温材质,使设备、管道投资大大增加,同

时,液化天然气还需要加热气化才能使用。因而,尽管液化天然气在生产、储存、运输、分散和使用方面的技术问题均可得到解决,但终因其设备要求严、投资大、成本高,迄今为止仍未广泛采用。据了解,现在只有美国休斯敦市有 40 辆液化天然气公共汽车在试运行,其目的是解决城市环境保护问题,其运行经费由休斯敦市政府补贴。该市有现成的液化天然气调峰站。

天然气汽车燃料技术标准

我国还没有专门的天然气汽车燃料技术规范,只有原石油部关于商品天然气质量标准(SY 7514—88)和液化石油气标准(GB 11174)以及油气田液化石油气标准(GB 9052.1—88)。迄今为止还没有用作汽车燃料的液化天然气技术规范,故国外有关压缩天然气和液化石油气的气质标准,对我国为推广天然气汽车制定相应的气质标准很有参考价值。

1. 压缩天然气

美国消防协会(NFPA)关于压缩天然气汽车燃料系统(1992 年版)规定的压缩天然气气质要求(以储气瓶内条件为准)如下:

H₂S 和可溶性硫化物分压 最大 0.000 35 MPa
水蒸汽 最大 16 mg/m³
CO₂ 分压 最大 0.048 MPa
O₂ 最大 0.5%(体积百分比)

当进入储气瓶的气体的水露点低于最高储存压力下的最低储存温度时,上述条件不适用。

上述条件只能准确和完整地反映压缩天然气储气瓶在最高储气压力下,其最低储存温度低于气体水露点时的使用技术条件。很显然,这是因为当储存温度低于气体水露点时,储气瓶中就要出现游离水。即便在水化物生成线以上,不至于生成水化物。由于有游离水生成,因此应按美国腐蚀工程师协会(NACE)的规定,对气体中的硫化物分压进行限制,以防止储气瓶发生硫化物应力腐蚀开裂。

由于四川地区目前所建的压缩天然气站已经将天然气当中的含水量脱到其水露点低于 25 MPa 压力下冬季最低的储存温度。因此,在四川建站地区的最低储存温度下,不会出现游离水,所以不受上述条件限制。

原石油工业部商品天然气质量标准(SY 7514—88)规定的 H₂S 含量小于或等于 20 mg/m³(m³系指在 20℃,101.325 kPa 状态下的体积),CO₂ 含量小于或等于 3%(体积百分比),在压缩天然气水露点低于 25 MPa 压力下的最低储存温度时,完

全适用天然气汽车的气质标准。

2. 液化石油气

以美国材料试验协会(ASTM)液化石油气规格,见表 2;美国气体加工协会(GPA)液化石油气规格,见表 3;日本工业标准(JIS)液化石油气规格,见表 4 作参考标准。

表 2 美国材料试验协会(ASTM)液化石油气规格
Table 2. Specifications of liquefied petroleum gas(LPG) provided by ASTM

项目	丙烷—丁烷 产品	试验方法 (ASTM)
37.8℃ 蒸气压(kPa)	1380	D1267 或 D2598
95%蒸发温度(℃)	<2.2	D1837
戊烷以上重烃(%)	<2.0	D2163
100 mL 蒸发残留分(mL)	<0.05	D1258
油渍测定值(mL)	0.3	
铜片腐蚀试验	一级以下	D1838
硫含量(mg/m ³)	343	D2784
水含量	无游离水	肉眼观察
相对密度 (15.56/15.56℃)	未作规定, 但必须提出 测定数据	D1657 或 D2598

表 3 美国气体加工协会(GPA)液化石油气规格
Table 3. Specifications of liquefied petroleum gas(LPG) provided by GPA

项目	商品丙丁烷 混合品	试验方法
组分	丙烷、丙烯 和丁烷、丁 烯为主的 混合烃	ASTMD—2163—70
37.8℃ 蒸气压(kPa)	1430	ASTMD—2167—67
95%馏出点最高温度(℃)	2.2	ASTMD—1837—64
戊烷以上组分最大体积(%)		ASTMD—2163—70
100 mL 蒸馏最大残留量(mL)		ASTMD—2158—65
油渍观察		
铜片腐蚀试验	一级	ASTMD—1838—64
挥发硫最大含量(mg/m ³)	343	ASTMD—2784—70D
水含量	无游离水	目测

注:这种液化石油气显然是石油炼制工厂生产的产品,对该产品
中的烯烃含量未作限制。

从表 2、表 3、表 4 可以看出,无论用作民用燃料还是车用燃料,均未对其中烯烃含量作出限制。另外,表 2、表 3、表 4 中均未列出含水量限制指标,应

视为不含游离水。

表4 日本工业标准(JIS)液化石油气规格
Table 4. Specifications of liquefied petroleum
gas (LPG) provided by JIS

种类	组成(mol%)				硫含量 (重量百 分比)	蒸气压 (40℃) (kPa)	相对 密度 15/4℃	主要 用途
	乙烷+ 乙烯	丙烷+ 丙烯	丁烷+ 丁烯	丁二烯				
1类	1号	>80	<20					民用燃料 (包括家庭用)
	2号	<5	60~80	<40	<0.015	<1 530	0.50 ~0.63	
	3号		<60	>30				
2类	1号	>90	<10			<1 550	0.50	工业用 燃料、 原料及 汽车用 燃料
	2号	—	50~90	<50			~	
	3号		<50	50~90	<0.020	<1 245	0.63	
	4号		<10	>90		<520		

注：1. 液化石油气除用于制造气溶胶和燃气点火器及其它工业原料外，必须加添添加剂；2. 用于汽车燃料、工业原料和燃料时，丁二烯不应影响使用；3. 丁烷+丁烯系指正丁烷、异丁烷、丁烯-1、异丁烯、反丁烯-2、顺丁烯-2的混合物，丁二烯系指1,3-丁二烯。

几点意见

随着压缩天然气充气站的不断建成投产和天然气汽车的迅速增多，急需一套相关的技术标准用以指导和规范天然气汽车行业的工作。这些标准包括充气站建站标准、汽车用天然气质量标准、天然气高压管线标准、天然气储气瓶标准、压缩机标准、天然气售气标准、天然气汽车配件标准、天然气汽车改装标准等10项标准。当务之急是要确定汽车用天然气质量标准。

现就制定车用天然气气质标准提出如下意见：

1. 压缩天然气

通过实践，我们认为在充气站将压缩天然气中的水含量脱至其水露点低于25 MPa压力下的最低储气温度时，原石油工业部颁布的关于商品天然气质量标准(SY 7514-88)A组Ⅱ类，已能满足压缩天然气汽车用天然气的质量要求。

SY 7514-88 A组Ⅱ类的各项控制指标如下：

高位发热值 31.4 MJ/m³
(>7 500 kcal/m³)

总硫(以硫计) ≤270 mg/m³

硫化氢 ≤20 mg/m³

二氧化碳 ≤3%(体积百分比)

(m³系指在20℃, 101.325 kPa状态下的体积。)

需要说明的是，如果压缩天然气中的水含量脱不到其水露点低于25 MPa压力下的最低储气温度，就应严格按照美国消防协会(NFPA)对压缩天

然气气质的要求进行控制，以确保安全。

2. 液化石油气

我国颁布的油气田液化石油气质量指标(GB 9052.1-88)与美国材料试验协会(ASTM)液化石油气规格相一致。而液化石油气质量指标(GB 11174-89)又与美国气体加工协会(GPA)液化石油气规格相同，与日本工业标准(JIS)液化石油气规格2类2号和3号相类似，所以，我们认为符合我国国家标准的油气田液化石油气和液化石油气均能满足车用要求，见表5、表6。

表5 油气田液化石油气标准(GB 9052.1-88)
Table 5. Standards of liquefied petroleum gas
(GB 9052.1-88) of oil-gas fields

组分(mol%)	, 商品丙丁烷混合物			试验方法
	通用	冬用	夏用	
C ₂ 及C ₂		<5.0	<3.0	SY 2081
C ₃ 及C ₃	<0.2	<3.0	<5.0	SY 2081
37.8℃蒸气压(kPa)	<1430	<1360	<1360	GB 6602
铜片腐蚀等级	<1	<1	<1	SY 2083
硫含量(mg/m ³)	<340	<340	<340	SY 7508
游离水	无	无	无	目测 ¹⁾

1) 应用耐压透明器皿观察。

表6 液化石油气标准(GB 11174-89)
Table 6. Standards of liquefied petroleum gas(GB 11174-89)

项目	质量指标	试验方法
密度(15℃ kg/m ³)	报告	ZBE 46001
蒸气压(37.8℃ kPa)	<1 380	GB 6602
C ₅ 及C ₅ 以上组分含量 (体积百分比)	3.0	SY 2081
残留物		SY 7509
蒸发残留物(mL/100 mL)	报告	
油渍观察值(mL)	报告	
铜片腐蚀(级)	<1	SY 2083
总硫含量(mg/m ³)	<343	ZBE 46002
游离水	无	目测 ¹⁾

1) 可在测定密度的同时用目测法测定试样是否存在游离水。

3. 液化天然气

液化天然气是通过深冷法获得的。由于在进入深冷区之前，必须对原料气进行十分严格的预处理，以保证深冷区不发生任何堵塞，因此，液化天然气中的杂质包括乙烷以上的重烃，通过预处理几乎已被

用作汽车燃料的天然气 低压吸附贮存系统的开发和研究

肖锦堂*

(四川石油管理局天然气信息研究所)

摘 要 用作汽车燃料的天然气低压吸附贮存系统是当前正在加紧开发中的一门新兴工艺。其正在研究之中的两大技术课题是：开发一种性能优良，能提高 CH_4 贮存的吸附剂；设计出一种汽车上使用，重量较轻的新型吸附天然气贮存容器。同时，还必须解决吸附—解吸过程特征相关的热效应；原料天然气中重烃对吸附剂吸附贮存容量和解吸释放容量的影响等问题。目前，活性炭作为吸附剂是最有前途的，新型活性炭吸附剂的开发研制工作正在英国、日本、加拿大等国的许多家公司进行。

主题词 车用燃料 天然气 低压 吸附 吸附剂 贮存装置 试验 研究

用作汽车燃料的天然气低压吸附贮存系统是80年代末到90年代初正在加紧开发中的一门新兴工艺。由于它具有压力低(通常在3.5 MPa下吸附贮存)，贮存容器自重轻，形状选择余地大，可充分利用汽车上一些无法利用的有限空间等优点，在天然气汽车行业受到足够重视。

目前，该工艺的开发研究工作仍在继续进行中，主要是针对工艺实用化所面临的两大技术课题，即开发出一种性能优良，能提高 CH_4 贮存密度的吸附剂和设计出一种适合汽车上使用，重量较轻的新型贮存容器。同时，还必须解决与吸附—解吸过程特征相关的热效应，原料天然气中重烃对吸附剂的吸附贮存容量和解吸释放容量的影响等问题。

1. 吸附剂的开发

通过对众多高表面、多孔固体吸附剂，包括沸石、活性 Al_2O_3 、分子筛、硅胶和活性炭的筛选，业已

得出了活性炭用作吸附剂是最有前途的结论。目前从事的开发工作均以活性炭为基础进行。

在装有活性炭吸附剂的钢瓶贮存容器中 CH_4 的总密度 ρ 可用下式来计算：

$$\rho = \frac{P_g V_g + \Gamma m_a}{V}$$

式中： ρ_g 为气相(CH_4)密度；

V_g 为钢瓶中空隙体积；

Γ 为单位质量活性炭吸附的 CH_4 量；

m_a 为活性炭的质量；

V 为钢瓶容积。

当钢瓶中活性炭装填紧密或贮存压力较低的情况下，上式实际上可近似为：

$$\rho = \Gamma \frac{m_a}{V}$$

即吸附贮存 CH_4 的总密度主要取决于活性炭的吸附性能 Γ 和装填密度 m_a/V 。

脱除干净，因而液化天然气是一种比压缩天然气质量还要好的燃料。

深冷法制取液化天然气要求将天然气的含水量脱到0.1 mg/L以下，或保证水露点为 -170°C ，同时还要求将 CO_2 含量脱至50 mg/L以下，在脱碳过程中硫化物已被全部脱除干净。通过预冷或逐阶致冷，已将冷凝下来的重烃排除掉，所以液化天然气实际上是纯度极高的液化甲烷。

因此，液化天然气是天然气汽车最清洁的燃料，没有必要再制定车用液化天然气的气质标准。

参 考 文 献

- 1 美国气体加工和供应者联合会编，潘光坦译. 气体加工工程数据手册. 北京：石油工业出版社，1984

(收稿日期 1995—02—14 编辑 王瑞兰)

* 肖锦堂，作者简介见本刊1994年第6期。

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

requirements of natural gas automobile fuels of our country.

SUBJECT HEADINGS: Natural gas, Automobile, Fuel, Quality, Standard.

Shi Jiansheng, senior engineer, graduated from Xi'an Petroleum Institute in 1954; He is long engaged in technical work, and has contribution to balanced drilling, deep drilling and fire extinction of gas well; now he is the general manager of Huayou Natural Gas Ltd. Add: (610051) Fuqing Rd., Chengdu, Sichuan. Tel: (028) 3324911—217433.

Xiao Jingtang (*Natural Gas Information Research Institute of Sichuan Petroleum Administration*):
THE DEVELOPMENT AND RESEARCH OF LOW PRESSURE ADSORPTION STORAGE SYSTEM FOR NATURAL GAS AUTOMOBILE FUELS, NGI 16(2), 1996: 65~69

ABSTRACT: The low pressure adsorption storage system for natural gas automobile fuels is a new technology under development. There are two themes under research, one is developing a kind of adsorbent that can improve the storage of CH_4 ; the other is designing a new, light storage container for natural gas adsorption, and can be used in automobiles. In addition, the heat effects related to adsorption-desorption process, and the affection of heavy hydrocarbon in raw natural gas on adsorption/desorption capacity. At present, active carbon is the most prospective adsorbent and the development of advanced active carbon is to start in England, Japan and Canada.

SUBJECT HEADINGS: Fuel, Natural gas, Low pressure, Adsorption, Adsorbent, Storage facility, Testing, Research.

Chen Changqing (*Xi'an Communication University*), Wu Jianghong, Yan Zhengui, Wang Shuhua:
ANALYSIS OF PHASE CHANGE MULTI-FLOW HEAT EXCHANGER USED IN HYDROCARBON PROCESSING, NGI 16(2), 1996: 70~71

ABSTRACT: In the engineering of hydrocarbon processing and gas liquefaction separation, phase change heat exchange and non-phase change heat exchange are always mixed together. These two kinds of heat exchange have different heat exchange pattern, to design phase change heat exchanger, it's necessary to distinguish the limit between them. Further more, in the high effects, compact heat exchange surface, the determination of phase change coefficient is still unresolved, and the author discussed the problem.

SUBJECT HEADINGS: Light hydrocarbon, Processing, Phase change, Heat exchanger, Dew point, Bubble point.

Tang Xiaodong (*Southwest Petroleum Institute*), Yi Daiyi, Jing Mingxue: **APPLICATION OF TRANSFORM ADSORPTION TECHNIQUE IN OIL-GAS INDUSTRY**, NGI 16(2), 1996: 72~76

ABSTRACT: Transform adsorption technique is a kind of gas separation method started in 1960's. It is suitable to various gas sources and has many other advantages, such as high purity, no pollution and no corrosion of its products, simple process, high automatization and energy-saving. It is proved the application of this technique in air drilling, production of condensate natural gas and crude oil, purification of natural gas and oil-field associated gas, Claus process, light ends recovery and helium extraction is feasible and has economic benefits. Transform adsorption technique has wide applied prospects in China's oil-gas industry.

SUBJECT HEADINGS: Gas drilling, Oil and gas production, Gas purification, Condensate recovery, Helium recovery, Sulfur recovery, Transform adsorption.

Tang Xiaodong, Lecturer, graduated from Southwest Petroleum Institute in 1985; Now he is engaged in teaching and research work of petroleum refining and natural gas processing; He has published several papers. Add: (637001) Nanchong, Sichuan. Tel (0817) 2234412-3079.