

天然气压缩机在中晚期气田上的应用

郑 娱 泉*

(四川石油管理局资中机械厂)

摘 要 利用天然气压缩机气举采气和增压输气,是解决四川中晚期气田因井压下降造成采输困难的办法。由于气田工况变化对压缩机性能有所影响,因此必须通过对压缩机进行转速调节,余隙调节,单作用运行,换缸,更换机种等方式来适应压缩机的非额定工况。并指出,为了满足气田变工况的要求,必须解决好压缩机选型和正确使用问题。

主题词 四川气田 压缩机 气举 增压 应用

四川气田从60年代规模开采以来,已历经30多年,其中川西南矿区和川南矿区的气田已进入晚期开采阶段,压力和气量呈大幅度衰减态,而且有水气藏占了很大比例,如川西南矿区的有水气藏占探明储量的88%。由于井压下降,气已无力托水,不能自喷,影响天然气开采;有的井口压力已降到0.08~0.5 MPa,使天然气不能靠自身压力进入输气管网,也影响天然气开采。川东气田虽然尚在青壮年时期,但仍有26.2%的气田进入中晚期。可见如何科学地开采和集输中晚期气田的天然气,已是目前必须考虑的问题。在各种排水采气工艺中,最重要、最有效的工艺手段是天然气压缩机气举,而用压缩机增压则又几乎是解决低压气集输的唯一方法,因此,天然气压缩机的研制和使用对四川地区中晚期气田的采输具有举足轻重的战略意义。

四川地区凡是经过数十年开采的气田,其压力和产量都呈递减态。川西南矿区从1988年到1995年底,自然递减率为15.83%,其中河包场自然递减率为15%,威远地区自然递减率为20%。川南矿区自然递减率15%~18%,川东嘉陵江气田(卧龙河南区、北区)在保产条件下的井压平均递减率为20%,其递减规律与地质构造、地层压力、井水量、气储量、采输工艺和采输量等诸因素有关。

天然气压缩机在气田上的应用

天然气压缩机气举是气田排水采气的最主要工艺措施,天然气压缩机增压又是目前衰减气田集输的最有效手段,因此,天然气压缩机是四川地区中晚

期气田稳产增产的主要装备。随着气田的进一步衰减,压缩机新机的装备量和服役量势必增加。目前气举压缩机和增压集输压缩机的应用情况如下:

1. 气举采气

排水采气有多种工艺手段,如机抽、泡沫法、电潜泵、喷射泵、压缩机气举等,而使用最多最广泛的是压缩机气举。

气举开采就是往气井中压送必要数量的压缩天然气,使被水淹了的套管和油管之间建立足够的压力差,产生强排作用和鼓泡作用,使产层裂缝中的积水和气井中的积水排出井口,以改善裂缝渗流状态,使不能自喷的井(包括水淹井),重新实现产气能力,甚至达到自喷状态。

气举效果与地层能量、气量和水量有关。气举方法分为正举和反举。正举包括开式油管举升,半闭式油管举升;反举包括开式套管举升和半闭式套管举升。正举用于地层能量大,水量少的井;反举用于地层能量小,水量大的井。气举的工作气主要靠压缩机提供,利用其它高压气井气作工作气的情况很少。

气举的注气压力和注气量与地层压力、水量、气量等有关。产水量越高,要求注气压力越高;地层压力越高,注气量越少,越容易气举;气量、水量一定时,井越深,气举压力越高,气量越多,注气量越少,越容易气举。气举压力通常为12~15 MPa,也有8 MPa左右较低注气压力下排水的,但注气压力必须小于地层压力,否则没有经济效益。由此看出,气举压缩机的注气条件随井的不同而异,各井的注气压力不等,大约在8~15 MPa范围内,应该根据所给

* 郑娱泉,高级工程师,1941年生;1964年毕业于西安交通大学动力机械系,长期从事压缩机、柴油机及膨胀机研究工作,现任四川石油管理局资中机械厂总工程师。地址:(641202)四川省资中县。电话:(08418)522189 转 217。

定的注气压力作为一个条件去决定机型。当某口井安装的机型确定后,气举压缩机运转时,将是变工况的。因为气举压缩机进口压力恒定,一般在0.5~1.5 MPa 范围内变动;有的井一旦举通后,压缩机排气压力将大幅度下降。如果井不能自喷,压缩机就必须长时间在大大低于额定排压下运转,此时的工况不同于气举时的工况。对移动式气举压缩机而言,如车装 JG 型分体式天然气压缩机,从一口井搬到另一口井去气举时,运行工况也会因注气压力、进气压力不同,以及进气温度的差异(有的常温,有的高达60℃)而变化。对于这种井位不同所带来的工况变化,应作到心中有数,以便准确地确定机型。

5. 增压输气

当井口天然气压力降低到不能靠自身压力输出时,就需增压输送。天然气增压输送几乎都采用压缩机,尽管增压喉也可用于增压,但因其效率太低,使用条件苛刻,因而气田极少使用。有3种类型压缩机可用于天然气增压输送:离心式压缩机一般用于大排量和工况稳定的长距离输气管线;活塞式压缩机用于排气量与压比等工况变化较大的场合,很适合压力不断递减,产量相应递减的气田;滑片式、螺杆式压缩机用于低压力、小压比的场合,特别适合于极度衰减,有气无力的老气田。其中螺杆式压缩机可代替部分变工况活塞式天然气压缩机使用。

四川气田增压输气可分为以下3种情况:

(1)不含硫或低含硫天然气输送。直接输到近地用户或进大管线,如川西南部分气田和川南气田就属这种情况。压缩机进气压力一般为0.4~1 MPa,而两矿区对排气压力则要求不同。川西南气田往宜宾、成都输气,压缩机排压2 MPa 即可。而川南气田距成都输距较长,则要求排压达到2.5~3 MPa。对边远气田,因输距长,管路压损大,要求压缩机具有中高排气压力。

(2)含硫天然气输送。川西南部分气田和川东卧龙河气田是含硫气田,不能直接供用户使用,需输往脱硫厂净化,进厂压力要求为5.6~6 MPa,因而要求压缩机排压高,除满足进厂压力外,还要考虑管路压力损失。例如,川东张家场气田、福成寨气田远离脱硫厂30 km,管路压损高达2 MPa,所以要求压缩机排气压力为8 MPa。

作为增压输气的压缩机,其背压比较恒定,但是进气压力随着气田压力的递减而不断降低,压缩机压比就不断增加。排气温度随压比的增加而升高,功耗则呈减少趋势,这个工况的变化是不可避免客观现实。所以在选机时,对机器运行的经济性和可靠

性都要充分考虑工况变化情况。

(3)极低压气田的天然气输送。衰减气田继续开采下去,井压将会持续下降,直到接近大气压力,甚至出现一抽气便成负压的情况。无论哪个气田,最终都要到这一步。到那时,原来集中配备使用的 DPC 型整体式压缩机就很难适应这种极低进气压力的工况了,也应付不了这种大面积、多数量、又分散的极低压气井的局面。如果就此封井停采,地下资源又势必遭到很大浪费。为了解决极低压天然气采输问题,经反复研究认为,应在单井上安装低压力、小压比的小型压缩机,把各气井的天然气增压输往集气站,再由站上的 DPC 型压缩机集中增压输至用户。

小型天然气压缩机可用市面上的活塞式空气压缩机替代,但由于工质改变,进排气参数改变,须先进行性能核算,以决定选用空压机的型号。另外,也可选用资中机械厂专门研制的适合低压力、小压比的天然气滑片式压缩机和螺杆式压缩机。

天然气压缩机变工况运行

在实际运转时,压缩机不一定就始终稳定在设计工况点运行,往往因进气参数(压力、温度)或用户用气条件(用气量、用气压力),即压缩机排气参数的改变,使机器实际运行点偏离设计工况,从而改变了压缩机的性能。这种偏离压缩机设计工况,使性能发生变化的运行称为压缩机的变工况运行。

1. 工况变化对压缩机性能的影响

(1)进气压力改变。天然气压缩机进气压力随着井压的递减而逐渐下降,活塞完成一个循环所吸入的气体体积折算到标准状况下的流量就随着减少。此外,当进气压力降低而排气压力不变时(例如增压输气压缩机),压比升高,使容积系数下降,排气量降低。对于单级压缩机,这种影响较大。由于多级压缩机压比的升高要分摊到各级去,因而,主要体现在末级压比升高上,容积系数下降,末级吸气压力也相应回升,依次影响到前面几级压比回升,致使一级容积系数也有所下降,使机器排气量下降。如果进气压力降至设计值以下,而排气压力不变,压比的增加将导致活塞杆负荷增加,这时应该校核活塞杆负荷,以免断裂。另外,压比的增加,还要导致排气温度升高,应核算排气温度是否超过了许可值。

当进气压力改变时,功率也发生变化。当压缩机设计压比大于 $1.1(K+1)$, (K 为绝热指数)时,由于进气压力和进气量降低所减少的功率超过压比上升所增加的功率,所以功率减少。当设计压比小于 $1.1(K+1)$ 时,则进气压力下降,功耗上升;天然气

的绝热指数 $K=1.26$, 则 $1.1(K+1)=2.486$ 。

(2) 进气温度增加。有个别的天然气压缩机进气温度高达 60°C , 超过了设计值, 应核算因进气温度升高而导致排气温度升高的程度, 看是否超过了允许值。进气温度高, 功耗变大, 标况排气量减少。

(3) 排气压力改变。如果进气压力不变, 而排气压力增加, 则压比上升, 容积系数减少, 排气量减少。反之, 若排气压力下降, 则容积系数增加, 排气量增加。对于单级压缩机, 影响较明显。对于多级压缩机, 升高或降低排气压力, 主要影响末级压比, 末级压比升高, 排气压力增加, 功耗增加, 排温升高, 反之亦然。

(4) 压缩介质改变。绝热指数高的气体, 功耗也大。例如, 压缩空气 ($K=1.4$) 就比压缩天然气 ($K=1.26$) 功耗大。另外, 在相同气缸余隙容积下, 绝热指数大, 压缩机容积系数也大, 排气量将增加。

(5) 用户用气量改变。通常, 人们总是根据用户最大耗气量来选用压缩机的。然而在使用过程中, 由于种种原因, 用户的耗气量是变化的, 当耗气量小于压缩机的排气量时, 则压缩机的排气压力会超过允许值, 使压缩机超负荷, 危及安全。因此, 应有手段对排气量进行调节, 排气量调节属最典型的非额定工况。

2. 非额定工况时的调节

进排气参数的变化直接影响压缩机的性能。对于天然气压缩机, 进气压力不断降低, 排气温度逐渐上升, 排气量不断下降, 无论是安全性和输气需要, 都要求进行相应的调节。

活塞式压缩机调节的方法很多, 气田天然气压缩机常遇到的或可以实现的方法有以下几种:

(1) 转速调节。由于压缩机排气量正比于转速, 功率变化也基本上正比于转速。可利用这个特点对天然气压缩机进行排气量和功率调节。而整体式或分体式天然气压缩机的发动机是二冲程或四冲程的燃气发动机, 都具有一定的调速范围, 均可以实现压缩机转速的调节, 例如, DPC 型整体式压缩机, 如果在 360 r/min 转速下将气水井举通后, 排气压力就从 15 MPa 下降到 8 MPa , 压缩机功耗也减少下来, 此时便可增加转速至 400 r/min 以增加功率, 使之与发动机额定功率不致于偏差太大。

(2) 余隙调节。天然气压缩机在一级缸头往往配置有余隙缸, 通过改变余隙活塞的位置来改变余隙容积。设计工况的余隙是最小余隙, 也叫标准余隙。新安装的压缩机, 由于井口压力尚处在较高值, 往往余隙调在较大值, 当井口压力随着时间递减时, 余隙

应调至小值, 以平衡进口压力减少所引起的功率下降, 使压缩机不至于在低功率的负荷下运转, 同时达到保持较大排气量的目的。

在现场运行中, 进气压力高时, 操作者把余隙调得过大以避免超负荷现象。但是, 操作者并未注意到过大的余隙已使容积效率变得非常低甚至为负, 此时缸头端排不出气, 导致气体在缸内不停地反复压缩、膨胀, 产生大量热, 使缸内温度变得很高又不易察觉, 那就应采取单作用运行。

(3) 单作用运行。当所要求的排量使气缸的容积效率降至 50% 以下时, 最好是单作用运行, 让气缸一端无负荷, 这可通过拆除无载端的吸入阀来实现。压缩机气缸只在载荷端工作, 例如, 川东 6 台 DPC-230 压缩机作增压输气用, 进气压力为 $2.45\sim 3.43\text{ MPa}$, 排气压力为 6.37 MPa , 缸径定为 9.5 吋 ($\varnothing 244.5\text{ mm}$) 和 6 吋 ($\varnothing 152.4\text{ mm}$), 这样不甚合理。两缸并联单级压缩, 严重超载, 加大余隙也调节不过来。经计算应把 9.5 吋 缸已改成 6 吋 缸, 即两个 6 吋 缸并联, 且单作用压缩, 方能达到满负荷理想运行。

(4) 换缸。若选缸不当就需换缸。对于压力递减气田, 其增压输气压缩机应以大缸换小缸。因为进气压力低, 压缩机压比大于 $1.1(K+1)$, 功率随进气压力降低而减少, 允许放大缸径, 增加排气量, 使压缩机在接近额定功率的条件下运转, 以便充分发挥其生产能力。换缸前必须清楚井口压力和产气量的衰减情况, 并根据递减曲线准确预计今后的递减率, 以供压缩机变工况计算用, 根据变工况计算确定所换缸径大小。对于双缸并联压缩的压缩机, 可先换一个缸, 运行数年再换一个缸, 两缸同换也可以。换一个缸或换两个缸, 应根据变工况计算和机器运行的经济性全面考虑而定。换缸再加余隙调节便可使压缩机运行几十年的时间。

(5) 更换机种。当井口压力衰减到 0.2 MPa 以下, 甚至一抽就成负压时, 用 DPC 型压缩机就不适合。就需安置适合低压力小流量、小压比的滑片式或螺杆式压缩机来适应极度衰减气田的末期开采。

在向脱硫厂增压输气方面, 常遇到管路压力略低于 6 MPa 的进厂压力, 例如管路压力为 $3.5\sim 5.5\text{ MPa}$ 。这时, 整体式压缩机进气分离器和稳压罐均处在超压状态, 无法使用。如果将其压力等级提高, 压缩机就要超功率, 而且机器在低压比下运转, 效率很低。此时, 往往通过节流阀把进气压力节流到 3.5 MPa 以下, 然后再进压缩机增压到 6 MPa 。这种先减压后增压的作法浪费大量能量, 是极不经济的, 尤其对大储量气田更不合理。例如, 气田可采储量为

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。

(2), 1996: 43~45

ABSTRACT: The electrochemical corrosion of brine and the corrosion by H_2S , CO_2 are serious in Moxi gas field of middle Sichuan. Since used are ordinary Japanese sulfate resistant tubings without using packer in well completion, the corrosion and packing often occurs, and cause the drop of pressure and production rate. The workover shows the main reason is the cracking of tubing. In this condition, using packer and corrosion resisting tubing in well completion is an emergency measure in the development of Moxi gas field. The string design and well completion process with packer are introduced in detail through the first well completion by packer in I_2i_1 reservoir.

SUBJECT HEADINGS: Sichuan, Middle, Moxi gas field, Sour gas, Packer, Acidizing, Well completion, Technique.

Yu Changhai, senior engineer, graduated from Chongqing Petroleum School in 1964. Add: (629001) Xuning, Sichuan.

Hu Yanglin (*Southwest Sichuan Mineral District of Sichuan Petroleum Administration*), Zhou Chongzhi; **THE FACTORS THAT INFLUENCE THE ACIDIZE OF J_2s RESERVOIR IN DATACHANG**, NGI 16(2), 1996: 46~48

ABSTRACT: The productivity decrease of natural gas and inadequate of stand-by resources are the disadvantageous situations that the old gas fields face. To change this situation, mud acid is used in acidizing to stimulate the Jurassic J_2s sandstone, reservoir in Datachang structure. By analysing the acidizing data of well Ta 1 and well Ta 3, we found the prospects and economic benefits of old wells rehabilitation are impressive. If acid is not fit with the reservoir; or the energy of shallow gas formation is low, the entering of exotic fluid will cause "water lock effect", and this is the main reason that affect the stimulation results. In order to protect reservoir, the capillary force of fluid used should be low.

SUBJECT HEADINGS: Gas field, Shallow gas formation, Sandstone, Acidizing, Influence, Prediction.

Hu Yanglin, engineer, graduated from Chongqing Petroleum School in 1981; He is long engaged in the administration of gas fields; He has published 10 papers in periodicals at home and abroad. Add: (643000) Zhigong, Sichuan. Tel: (0813) 225211-411664.

Lin Yaogang (*Exploration and Development Research Institute of Changqing Petroleum Administration*), Wang Xiaodong; **BUILDING PRODUCTIVITY EQUATION OF GAS WELL BASED ON SINGLE-POINT TEST DATA**, NGI 16(2), 1996: 49~51

ABSTRACT: Using the flow-after-flow test data of gas wells in central Shanganning basin, based on the relation between productivity equation coefficient (B) and absolute open flow potential of gas wells, a new method of building productivity equation and determining the absolute open flow potential by single-point test data is proposed. This method has several advantages, for instance, it doesn't depend on the statistic values of $\alpha^{(1)}$ (average value) and has no limits on single-point test conditions^[2].

SUBJECT HEADINGS: Ererduosi Basin, Gas field, Gas well, Test, Productivity, Open flow capacity.

Li Yaogang, engineer, graduated from Daqing petroleum Institute in 1984; He is long engaged in the research of reservoir engineering. Add: (745101) Qingyang, Gansu.

Zheng Yuquan (*Zizhong Machinery Factory of Sichuan Petroleum Administration*); **THE APPLICATION OF NATURAL GAS COMPRESSOR IN THE MIDDLE AND LATE PERIOD OF GAS FIELDS DEVELOPMENT**, NGI 16(2), 1996: 52~55

ABSTRACT: The application of natural gas compressor in gas lift production and gas transmission by booster is a way to resolve the difficulties due to pressure drop, which is caused by depletion in the middle

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 accomodate 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, Xingjiang, 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