

加强综合防腐技术研究 提高磨溪气田开采效益

陈 平¹ 王裕康²

(1. 西南油气田分公司川中油气矿开发事业部 2. CPE 西南分公司)

陈平等. 加强综合防腐技术研究, 提高磨溪气田开采效益. 天然气工业, 2003; 23(1): 104 ~ 107

摘 要 中国石油西南油气田分公司川中油气矿磨溪气田位于四川省遂宁市以南 25 km 处, 是一整装含硫气田。该气田从上世纪九十年代初投入开采以来, 井下的油套管以及地面的集输气管线、阀门、分离器、排污管线都遇到了大量的腐蚀问题, 是我国腐蚀最严重、腐蚀因素最复杂的含硫气田之一。通过大量的技术攻关和现场实践, 运用以下技术和措施: 对井下油管采用了玻璃钢油管、集输气管线加注高效缓蚀剂、节流阀采用陶瓷油嘴节流降压技术、分离器结构进行了改进、排污管线采用了钢骨架复合管等, 逐步形成了一整套适合该气田实际的综合防腐配套工艺技术, 从整体上提高了该气田的开采效益。

主题词 磨溪气田 采气 硫化氢腐蚀 二氧化碳腐蚀 水腐蚀 防腐 开发效果

气田投产腐蚀概况

磨溪气田雷一¹ 亚段气藏位于四川省遂宁市以南 25 km, 在其 120 km² 构造范围内, 主体含气面积探明地质储量 253.87 × 10⁸ m³。气藏埋深 2 700 m, 原始地层压力 32.66 MPa, 气藏原始温度 87℃。气藏产出流体含 H₂S 为 1.6% ~ 2.4%、含 CO₂ 为 0.1% ~ 1.24%, 同时产出地层水矿化度为 153 ~ 280 g/L, 一般为 250 g/L, 氯化钙水型。

气藏于 1991 年 2 月投入试生产, 至 2002 年 6 月末, 累计采出天然气 37.14 × 10⁸ m³、产地层水 3.46 × 10⁴ m³, 综合水气比为 9.32 m³/10⁶ m³。

由于雷一¹ 亚段气藏产出流体中含 H₂S、CO₂ 和高矿化度地层水, 这些酸性介质对钢质油套管和地面集输设施腐蚀性极强。腐蚀产生的垢物堵塞井筒, 造成井口压力、产量大幅下降。1991 年 10 月测压发现, 75% 的气井下压力计遇阻, 位置多在 2 000 ~ 2 500 m。修井中发现油管普遍穿孔, 被腐蚀垢物堵塞, 管壁减薄、断落, 断口呈不规则薄片网状、井下落鱼(包括封隔器和水力锚), 增加了打捞的难度; 油管表面严重坑蚀, 蜂窝状蚀孔密布, 井下腐蚀垢物使油套管粘连成一体, 彻底堵死下部环空, 增大了修井的难度; 同时在磨 53 洗井中带出大量水泥块、在磨 63、磨 70 井对套管测井径曲线, 发现 2 300 ~ 2 600 m 处

套管内壁凹凸不平, 表明套管同样受到严重腐蚀。这种由腐蚀造成的堵塞使气井丧失了生产能力, 被迫开窗侧钻。

地面设施的腐蚀更为严重。气田投产初期采用水套炉两级针阀节流降压。由于井下腐蚀残渣随高速气流带出, 频频冲刷、刺坏阀芯与阀座密封面, 导致产量和压力失控。据不完全统计, 气田试采仅半年, 刺坏针阀 68 支。这种角式针阀使用寿命最短的仅数小时, 一般使用时间也只有 1 ~ 3 月。因此, 组织抢换针阀, 确保安全正常输气一度成为日常生产组织的中心工作, 耗费了大量的人力物力。

在频繁更换针阀的同时, 地面排污管、污水罐、集气管线也频频穿孔、分离器腐蚀减薄, 腐蚀产物堵塞管线造成频繁超压、致使气井生产随时面临关井、停产整改, 这给气田开采带来极大困难。

腐蚀因素分析

从 1992 年开始, 川中油气矿投入了大量人力、物力针对磨溪气田的主要腐蚀因素和防腐治理方案进行攻关。

通过室内和现场试验研究表明, 气井井下腐蚀属于多种腐蚀介质共同作用形成电化学腐蚀, 腐蚀速率为 1.4 ~ 1.6 mm/a。这样的腐蚀速度对气井危害极大, 抗硫油管平均 2 ~ 3 年、短则 1 年即被腐蚀

作者简介: 陈平, 1966 生, 工程师; 1988 年毕业于西南石油学院采油工程专业。地址: (629000) 四川省遂宁市凯旋路 162 号。电话: (0825) 2516169。

穿孔或断落。

研究发现,气田在不同时期具有以下不同的主要腐蚀因素。

1. 钻试、完井时期的主要腐蚀因素

气田开发初期,井下采用集射孔管、酸化和生产于一体的一次性完井管柱。由于管柱生产孔眼处于射孔段上部20~50 m,造成测试排液不彻底,残酸液滞留井筒,加速了井下电化学腐蚀。

气井产能建设距投产时间长。早期完成井,试获产能后,须关井2~3年才能投产,致使管柱在非流动状态下长期处于腐蚀介质浸泡,导致投产后大量腐蚀产物刺坏针阀、堵塞管线。

2. 气井生产中的腐蚀因素

由于磨溪气田单井产量低,采用的生产管柱偏大,根据气井连续最小卸载流速和卸载量,无法将井下积液全部带出井口,井下积液在2 000~2 500 m处上下浮动,产生电化学腐蚀。

3. 地面集输设施的腐蚀因素

气田产出流体中 H_2S 、 CO_2 和高矿化度水的存在是导致集输设施电化学腐蚀的主要原因,井下腐蚀产物滞留于集输设施沿途以及部分材质存在不均质问题,加剧了集气管线、分离器、污水罐等设施的电化学坑蚀。

综合防腐技术

针对气田主要腐蚀因素和存在问题,川中油气矿立足于生产实际,提出了井下、地面综合防腐治理的方针,不断加强技术引进和创新,进行了大量的室内和现场试验,逐步形成了一套较完整的适合磨溪气田开采特征的以解除堵塞、恢复产能为目的的开窗侧钻技术;以抗硫节流器、陶瓷油嘴为主体的节流降压技术;以清洁支线、减少腐蚀源为目的的小管线清管技术;以玻璃管、钢骨架复合管及内涂、内衬工艺相结合的井下、地面综合防腐配套工艺技术。

1. 井下综合防腐技术

(1) 利用挂片研究对磨溪气田井下钢质油管寿命进行评价。采用井下挂片技术将试片放入井深2 400 m左右的位置,试片入井时间最长455 d,采用钢丝投放然后定期打捞(共打捞8次),通过对试片分析,磨溪气田井下油管的腐蚀情况:井口腐蚀远小于井下腐蚀。腐蚀界面在2 200 m左右;坑蚀速率大于失重平均腐蚀速率;失重平均腐蚀速率随时间变化;坑蚀速率随时间的延长而增大。根据坑蚀曲线,分析计算出磨溪气田井下油管寿命一般

在1 000~1 350 d。

(2) 通过金属油管、内涂油管及玻璃钢油管的现场对比试验,逐步确定选择2 8/玻璃钢油管取代原2 2/金属油管作为磨溪气田井下生产管柱,这不仅解决了油管的材质防腐,而且由于管径的减小,增强了气流携液能力,避免了井下积液对套管的腐蚀。目前在磨溪气田30口井上使用玻璃钢油管,入井时间最长已达6年,采用玻璃钢油管可大大延长气井的大修周期,根据国外应用资料,预测玻璃钢油管的使用寿命为10~15年,它与钢管相比寿命延长一倍以上。

(3) 高效缓蚀剂的筛选。为了筛选出适合磨溪气田腐蚀环境,抑制井下电化学腐蚀速度的高效缓蚀剂,对国内外有关厂商提供的29种缓蚀剂,进行了常压和高压条件下单一品种和复合品种共84套次的室内试验,经现场试验和效果评价,现定型为CZ3-1E。缓蚀剂的加注工艺、加注量及加注周期。根据磨溪气田实际情况及美国AMOCO计算公式推荐缓蚀剂的成膜厚度取20 μm 。缓蚀剂在油管壁上形成的保护膜在气流运动下处于动平衡状态,膜的维持由残余浓度测定为15 d左右,由此计算出每口井的缓蚀剂加注量。加注工艺上采用井口滴注和泵注相结合,并在生产实践中严格执行,确保缓蚀剂的保护效果。

(4) 完井过程中的防腐工艺。

改进钻井完井方法:采用7套管完井,便于今后开窗侧钻施工;采用封隔器完井,在封隔器以上的环形空间加注缓蚀剂,在产层区域采用玻璃钢套管,达到保护套管的目的;选择小直径油管,将2 2/油管改为2 8/和1 2/玻璃钢组合油管,提高排水能力。

改进试油完井工艺:通过对井下腐蚀的分析研究,改一次性完井生产管柱为先下金属油管完成射孔、酸化等作业,再压井起出工作管柱,下入内径为 $\varnothing 49$ mm的玻璃钢油管于气层中部。该管柱既有利于排除井下积液、消除腐蚀源,又有良好的抗腐蚀性,经6年实践,管柱畅通,气产量稳定,预测玻璃钢油管柱寿命在15年左右。

开窗侧钻工艺技术:对于腐蚀停产井开窗侧钻,是磨溪气田目前主要的修井技术。侧钻的井段长度一般在200~500 m,开窗后采用低密度、低固相的泥浆,有利于快速钻进,泥浆中使用适当的酸溶性矿物以保证获得良好流变性和造塑性;保护气层。在进入气层前的聚合物钻井液中加入油气层保护剂

CXB5-1 或屏蔽堵剂 LF-U,可减少钻井液对气层的损害,达到保护气层的目的;侧钻周期短,一般的完井周期为半个月。因钻井液密度小,完井液浸泡气层时间短,井底较干净,使侧钻后的产能得以大幅提高,试修后的生产有效期较长。

2. 地面综合防腐技术

(1) 抗硫节硫器、陶瓷油嘴节流降压技术

针对井下腐蚀产物频繁刺环节流针阀的难题,先后改、研制了三代抗硫油嘴套,经选材、结构、热处理工艺的不断改进和实际运行考核,最后定型为川中抗硫节流器(专利号 ZL92227426.6),关键节流部件采用陶瓷油嘴,既满足抗硫防腐,又兼有高硬度、耐磨抗冲刷性能,彻底攻克了这一难关。如需调整产量,只需更换不同大小的陶瓷油嘴即可完成。以三四十元的陶瓷油嘴调节气产量较之于频频损坏的三四千元的针阀,其效益是显著的。

如今,抗硫节流器陶瓷油嘴节流降压技术已广泛应用于川中油气矿高压油气田。例如王家一井投产时井口压力高达 68 MPa,经陶瓷油嘴两级节流降压至 2.5 MPa 以下仍能保持长期安全平稳生产,足见其可靠实用性。

(2) 排污系统防腐工艺

磨溪气田的钢质污水罐及排污管始终处在高矿化度含硫污水浸泡腐蚀中。投产仅两个月便接连发生腐蚀穿孔,严重影响正常生产。

针对排污管的严重腐蚀性,先后试验了工程塑料管和内涂管,均告失败。1998 年引进钢骨架复合塑料管,既满足防腐又能承压抗振动,经试验完全满足实际工况要求,至今无一损坏,已推广应用到磨溪全气田。

针对污水罐的严重腐蚀性,采用玻璃钢内衬工艺,使污水罐频繁穿孔的势头得到极大缓解。但因罐体边角及进出口管接口处容易形成缺陷,造成边角接合部渗漏,腐蚀金属罐体,正逐步换为玻璃钢罐,从根本上解决罐的腐蚀。

(3) 集输管线防腐

1) 集气支线防腐

磨溪气田投入开采 11 年来,集气支线的腐蚀穿孔从未间断。可以说,支线的腐蚀穿孔、停产补漏始终伴随气田开发全过程。由于单井至集气站支线采取气水混输工艺,井下腐蚀物滞留其中,支线长期处于有水腐蚀环境,腐蚀穿孔多集中在管线低洼积水段。因此,频繁补漏、换管、赔产给日常生产组织和管理造成极大困难。

小管线清管工艺:气田建设初期,对 $\Phi 108$ mm 以下支线及支干线均未设清管装置。然而,随着生产中地层水、残酸液、腐蚀脏物的排出,逐渐在管线内形成积液、结垢及垢下腐蚀穿孔,堵塞管道,运行中屡屡超压,危及安全。针对这一实际情况,开发研制了 $\Phi 76$ 、76、89、108 mm 系列管径的简易清管装置,该装置安装和操作方便、成本低廉,较好地解决了小管线的清管问题,已推广应用于其他油气田,为清洁管内环境、减少腐蚀和压损发挥了积极作用。

支线内涂工艺:磨 52 井于 1994 年 3 月投产,因管线材质质量差,投产后屡屡穿孔,月均补漏 4~5 次,频繁的开关井放空严重影响了该井的正常生产。采用内涂工艺对该管线进行改造,对焊缝采取逐一伸入工具内喷涂,改造后维持了正常生产。但随着使用时间的延长,涂层的某些缺陷开始显现,这需要今后进一步改进。

玻璃钢管内涂输气试验:为从材质上根本解决支线的防腐,要求所用管材既防腐又承压。目前玻璃钢管可同时满足这一要求,但它抗外力振动、击打性能较弱。为探索一条彻底解决支线腐蚀的根本途径,2002 年 2 月选择地势有利的磨 63 井支线进行改玻璃钢管试验,通过严格执行有关设计规范、加强埋深和安装质量监督以及站场妥善处理来克服其性能上的不足,确保安全。经近半年试验,目前运行正常,但仍需时间的检验。

2) 集输干线防腐

自 2000 年起,气田重要的集输干线 $\Phi 19$ 、 $\Phi 73$ mm 管线相继频繁穿孔(主要为内腐蚀),给生产组织和集输安全带来极大被动。2001 年更换较集中的穿孔段约 3 km,至今运行正常。根据现有技术手段,对于干线的内防腐,目前主要从管理上加强分离器定期排液、增加进口高效分离器增强分离效果、加密清管周期以保证内壁处于一个相对干燥的输气环境;同时在 $\Phi 73$ 、 $\Phi 25$ mm 干线新增缓蚀剂加注气动泵试验,定期向干线加注缓蚀剂进行保护,此工艺现已获得成功。

对于干线外防腐,已增建阴保站 5 座、改造有关绝缘法兰,待修复绝缘层、沿线检测装置后实施外加电流阴极保护。

为了对磨溪气田集输支、干线在运行 11 年后的腐蚀、安全状况和剩余寿命作出较准确、全面的评价,以便及时消除隐患、确保管线运行安全,在西南油气田分公司的大力支持下由长输管道检测评价中心自 2001 年 8 月至 2002 年 5 月对磨溪气田 55 条集

气支线、13 条集输气干线共 260 km 管线的外防腐层进行了 PCM 检测,对部分有代表性焊缝进行了 X 射线检测,并截取 41 段管样进行了金属材料分析和内外壁腐蚀检测评价。检测结果表明,现役管道剩余寿命在 3 年以内的仅 9 条,部分管道防腐层、检测桩损坏,将按轻重缓急原则分年度实施修复整改工作。

(4) 腐蚀监测

从 1996 年开始,在磨 133 井开展了对井口装置、集气管线、分离器排污管线的腐蚀监测技术研究。由于磨溪气田产气中含硫化氢和含高浓度氯离子的地层水,电化学腐蚀问题较为突出,其腐蚀程度较其他气田严重得多。从监测数据的数据分析,集气管道中的腐蚀速率在未加注缓蚀剂情况下一般为 0.6 mm/a 左右,最高腐蚀速率曾出现大于 1.0 mm/a 的情况;井口装置腐蚀速率一般低于 0.01 mm/a。

同时,用监测方法对缓蚀剂进行评价,评价出了适合于磨溪气田的复合型缓蚀剂,通过试验也证明了加注缓蚀剂可达到很好的抑制电化学腐蚀效果。

(5) 集输设施防腐措施

分离器腐蚀减薄严重,尤其是封头下部和积液包长期处于腐蚀介质浸泡、沉积,减薄、穿孔最严重。对此,一方面试验陶瓷内涂防腐,另一方面联系设计和生产单位从结构上将两侧封头改为一侧带人孔式法兰盲板,便于掏挖脏物;增加积液包清洗手孔,便于定期检查、清洗腐蚀物。经定期检测,腐蚀速率明显下降,更换台数逐年减少。根据这一经验,目前正逐步将使用 11 年、积满脏物的双封头汇管更换为一侧带偏心法兰式结构,便于随时掏洗。

(6) 消除腐蚀对集输安全形成的威胁

磨溪气田的腐蚀因素较为复杂,腐蚀速率亦为国内含硫气田所罕见,而随腐蚀引发的对地面集输安全的威胁也极具特殊性。川中油气矿对此耗费了大量的投入进行研究和部署。

1) 定期对大小管线清管,及时消除管内脏物堵塞和积液,清除腐蚀源和管线及站场超压的源头。

2) 根据各井站在整个集输系统所处位置远近和正常输气压损资料,结合井站、管线压力等级和目前实际,对各井站逐一定出输压极限,超压即自行关井并汇报,待查明原因、排除故障后再恢复生产。为确保井站员工能及时处置意外情况,在工艺设置作了如下部署: 在各井站均增安电接点压力报警器,设置压力上下限。当处于下限压力报警时,表明可能发生管线断裂;上限报警压力设置略低于规定输压,

使员工有时间提前处理; 配齐井站流程上的安全阀和紧急防空系统,定期检校,确保超压时及时开启泄压。

3) 加强场站管线、分离器、汇管等设施的腐蚀检测,采取定期自检和专业检测相结合,及时发现和更换安全状况不能满足现有运行条件的设备。如近年根据南充压力容器检测中心报告,自 1998 年以来更换腐蚀减薄分离器 22 台,保障了集输设施的安全。

4) 着眼实战,强化井站防腐、防爆、防超压、防中毒事故应急预案编制和演练,使员工具备遇变不惊、沉着应对突发事件的能力。

通过以上工艺和管理的多层次互补措施,保障了磨溪气田投产 11 年来从未发生重大事故,惟一起在磨 66 井发生的突然爆管情况也被井站员工正确、果断地处理,及时化解了风险。

总之,通过实施综合防腐技术,因势制宜大量推广应用防腐新工艺新技术,使磨溪气田的腐蚀得到有效控制和缓解,从而实现了地面集输的安全和生产任务的完成,保持了磨溪气田的高效开发。

不断完善和发展综合防腐技术 提高磨溪气田开采效益

(1) 提高腐蚀检测和监测技术手段,加强腐蚀检测、监测工作,以便及时准确发现腐蚀薄弱环节,为制订防腐改造措施和资金投入提供准确依据。

(2) 根据开发方案动态预测,随着气藏开采时间增长,气藏出水量将大幅增加。因此,应加强化学排水采气配套工艺研究和试验,减少井下积液对套管的腐蚀。当前在部分井进行的化学排水,由于未加消泡剂,液体进入集气干线,增加腐蚀和输气阻力。现正加以完善。

(3) 随着地层和井口压力的降低,增压集输开采应提上日程。宜及早开展增压开采配套防腐工艺尤其是防硫、防腐增压设备的调研和矿藏试验,保证气田中后期的正常开采。

(4) 在提高磨溪气田开采效益方面,用钻机侧钻修井及试油 14 口,平均单井费用 350 万元,合计费用 4 900 万元;9 年用于地面改造费用 2 300 万元,累计用于防腐大修及改造费用 8 650 万元,截至 2000 年底,试修后气井产量比试修前累计增加 $4.6 \times 10^8 \text{ m}^3$,天然气按 0.57 元/ m^3 计算,实际效益 2.622 亿元,投入和产出比为 1.3。

(收稿日期 2002 - 08 - 13 编辑 居维清)

dong (510070) ,China Tel : (020) 87305777

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF STORAGE CAPACITY OF NATURAL GAS HYDRATE

Zheng Xin ,Sun Zhigao ,Fan Shuanshi ,Zhang Chun-sun ,Guo Yankun and Guo Kaihua (Guangzhou Research Institute of Energy Resources , Academia Sinica) . *NATUR. GAS IND.* v. 23 ,no. 1 ,pp. 95 ~ 97 ,1/ 25/ 2003. (ISSN1000-0976 ;**In Chinese**)

ABSTRACT:150 ~ 180 m³ of natural gas may be contained in 1 m³ of hydrate at standard conditions ,which opens up a vast range of prospects for storing and transporting natural gas because of the large storage capacity and gentle storage condition of hydrate. On the basis of designing the experimental rig of storing natural gas in hydrate ,a primal experimental investigation on the synthetic natural gas (being composed of 91.4 percent methane ,4.94 percent ethane and 3.09 percent propane) hydrate forming process was carried out ,thus determining the relation between the gas-consumption speed and storage capacity in hydrate forming process and the hydrate formation conditions (pressure and temperature) . At the conditions of 7.79 MPa pressure and 273.95 K temperature ,about 145 volumes of natural gas (at standard conditions) may be stored in 1 volume of hydrate and the filling rate of hydrate may be up to 81 % . This result investigated is advantageous to the popularization and application of the technique of natural gas ' being stored in hydrate .

SUBJECT HEADINGS:Natural gas ,Gas hydrate ,Gas storage ,Experiment

Zheng Xin (female) ,born in 1976 ,is a postgraduate studying for her Master 's degree in natural gas hydrate in the research institute . Add :Guangzhou ,Guangdong (510070) ,China Tel : (020) 87305777

COMPREHENSIVE UTILIZATION OF THE CONDENSED LIQUID RECOVERED FROM NATURAL GAS

Guo Kuichang (Shanghai Oil and Gas Corporation) . *NATUR. GAS IND.* v. 23 ,no. 1 ,pp. 98 ~ 103 ,1/ 25/ 2003. (ISSN1000-0976 ;**In Chinese**)

ABSTRACT:Natural gas is a hydrocarbon gas mixture being

mainly composed of methane ,in which ,besides methane ,a certain amount of low carbon (C₂ - C₈) paraffine hydrocarbons and some non-hydrocarbon gases as carbon dioxide ,nitrogen and sulfide ,etc. , are commonly found. Natural gas is not only a clean energy source but also a high-quality chemical raw material. In order to raise the comprehensive utilization rate of natural gas resources and the economic returns ,it is necessary to open up the comprehensive utilization of the other low carbon paraffine hydrocarbons in natural gas , besides paying more attention to making rational use of methane , which can not only increase enterprise 's economic returns but also produce obvious social effect. Pinghu oil and gas field is the first field of formally putting into development in the East China Sea. For the sake of comprehensively utilizing the condensed liquid recovered from the natural gas produced from this field ,a research on the composition behavior ,utilization plan and product development of the condensed liquid was carried out ,the market demands at Shanghai region were investigated and an utilization plan of fuel-solvent type was drawn out by the author. A primal result has been achieved through mainly producing environment-protecting aerosol propellant , plastic foamer and special solvents ,etc.

SUBJECT HEADINGS:Natural gas ,Low carbon alkane , Comprehensive utilization ,Pinghu gas field

Guo Kuichang (professorial senior engineer) ,born in 1942 , graduated in development engineering from the former Beijing College of Petroleum. He has been engaged in oil and gas engineering design and construction for a long time. As the technically leading cadre of Pinghu gas field ,he has been engaged in offshore oil and gas field development and construction from 1992 to this day. He was the member of the Fifth Editorial Board of 《NGI》 and published more than 30 articles . Add :No. 336 ,Jiangning Road ,Shanghai (200041) ,China Tel : (021) 62555078

STRENGTHENING THE RESEARCH ON COMPREHENSIVE CORROSION PREVENTION TECHNIQUES TO RAISE THE DEVELOPMENT EFFECTIVENESS OF MOXI GAS FIELD

Chen Ping and Wang Yukang (Development Utility Department of Central Sichuan Oil and Gas Field ,Southwest Oil and Gas Field Branch ,PCL) . *NATUR. GAS IND.* v. 23 ,no. 1 ,pp. 104 ~ 107 ,1/ 25/ 2003. (ISSN1000-0976 ;**In Chinese**)

ABSTRACT:Moxi gas field belonging to the Central Sichuan

Oil and Gas Field of the Southwest Oil and Gas Field Branch, PCL, is located at the place being 25 km to the south of Suining, Sichuan, and it is an integral sulfur-bearing gas field. A large number of problems related to the installations' being corroded have been found since its being put into production in the early 1990's. These installations include the downhole tubing and casing and the gathering and transferring pipeline, valves, separators and drain pipe on the surface. Therefore the field is one of the sulfur-bearing gas fields with most serious corroding and most complicated corrosion factors in our country. Through research and practice, the following techniques and measures have been adopted. i. e. applying GRP tubing, filling high-efficiency corrosion inhibitor into the gathering and transferring pipeline, utilizing ceramic choke pressure drop technique, improving separator's structure and using steel frame compound drain pipe, etc., thus gradually forming a set of comprehensive corrosion prevention techniques suitable for the gas field. The development effectiveness of the field has been raised on the whole owing to adopting these techniques.

SUBJECT HEADINGS: Moxi gas field, Gas recovery, Hydrogen sulfide corrosion, Carbon dioxide corrosion, Aqueous corrosion, Corrosion control, Development effectiveness

Chen Ping (engineer), born in 1966, graduated in oil production engineering at the Southwest Petroleum Institute in 1988. Add: NO. 162, Kaixuan Road, Suining, Sichuan (629000), China Tel: (0825) 2516169

CONSTITUTION OF VEHICLE CNG PRICE SYSTEM

Chen Shaogang¹, Rao Chuan² and Zhao Shurong¹ (1. University of Electronic Science and Technology; and 2. Sichuan Petroleum Administration). *NATUR. GAS IND.* v. 23, no. 1, pp. 108 ~ 110, 1/ 25/ 2003. (ISSN1000-0976; **In Chinese**)

ABSTRACT: 31 filling stations of compressed natural gas (CNG) have been now built up in Chengdu proper, Sichuan, China. It has been basically realized that CNG is taken as the vehicle substitute fuel in the buses and taxis running in Chengdu proper and good economic returns and social effect have been achieved. In about one year, the economic returns of gas-filling trade have been greatly decreasing, thus restricting the expansion of the rising market of taking CNG as the vehicle substitute fuel. Besides the increase in non-

operating expense, there is also more important factor causing the circumstances. The present situation of vehicle CNG market in Chengdu is introduced and the existent problems are analyzed in the paper. Through studying the constitution of vehicle CNG price system, it is concluded that only reasonable price system and rational governmental interference can promote vehicle CNG market's healthy and sustaining expansion, thus attaining the ultimate goal of realizing environmental protection, cleaning, and energy conservation.

SUBJECT HEADINGS: Compressed natural gas, Automobile, Fuel, Market, Price, Gas-filling station

Chen Shaogang's introduction: See v. 22, no. 5, 2002. Add: Chengdu, Sichuan (610054), China Tel: (028) 88100669

DEVELOPING STRATEGY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF NATURAL GAS INDUSTRY IN CHINA

Tu Bin, Ge Jiali and Li Jie (University of Petroleum, Beijing). *NATUR. GAS IND.* v. 23, no. 1, pp. 110 ~ 113, 1/ 25/ 2003. (ISSN1000-0976; **In Chinese**)

ABSTRACT: Our country is rich in natural gas resources, but proved gas reserves are small, scattered, far from consumer areas and difficult to be developed, thus forming an outstanding supply-demand contradiction. It is necessary for solving these problems to rely on high-level natural gas science and technology. As compared with the foreign countries, however, the scientific and technological level in natural gas industry in China at present is behind on a whole, its expansion is slow and non-systematic and it is lacking in key research project. For this reason, through analyzing the trend of expanding natural gas industry and natural gas science and technology, the developing strategy of science and technology of natural gas industry in China is proposed in the paper by use of correlation matrix analysis method and influence diagram recognition model. In other words, it is imperative to perfect the integration research system of natural gas industry and to raise exploration, reservoir stimulation and comprehensive development techniques, thus realizing the "High-effective Exploration and Economic Development" of natural gas.

SUBJECT HEADINGS: Natural gas, Exploration, Gas field development, Science and technology, Developing strategy

Tu Bin's introduction: See v. 22, no. 3, 2002. Add: Changping, Beijing (102200), China Tel: (010) 89733157

翻译 刘方槐
编辑 申红涛