

世界液化天然气工业发展综述

程劲松* 白兰君

(中国石油西南油气田分公司天然气经济研究所)

程劲松等. 世界液化天然气工业发展综述. 天然气工业, 2000; 20(3): 101 ~ 105

摘 要 液化天然气(LNG) 以其清洁性、经济性在 21 世纪的世界能源平衡中将会取得更为重要的地位, 特别是在中国这样的发展中国家。文章在简要介绍世界 LNG 工业发展历程的基础上, 对当前世界 LNG 工业的基础建设等技术、经济现状作了较为详细的介绍, 通过对大量数据的整理, 结合权威机构的预测, 论述了世界 LNG 工业的发展趋势和前景。同时还对该工业涉及的经济问题作了基本描述。结合最新资料, 提供了中国发展 LNG 工业的前景规划。对中国参与世界 LNG 贸易、发展自身 LNG 工业有重要的利用价值。

主题词 液化天然气 贸易 发展趋势 价格

1964 年英国与阿尔及利亚实现首次 LNG 贸易以来, LNG 工业适应了市场需求, 得到高速发展, 并在亚洲取得了特权地位。从 1975 年 LNG 贸易量占世界天然气贸易总量的 10 % 起, 1995 年达 $90 \times 10^9 \text{m}^3$, 已占总量的 25 % 左右。1995 年后年增长率保持稳定。

因运输费用限制, LNG 贸易集中在两大独立地区: 大西洋市场(非洲到欧洲和美国)和太平洋市场(美国、中东、亚洲到日本、韩国和中国台湾)。太平

洋市场已占总量的 75 %, 世界 LNG 贸易的增长基本由该地区实现。

太平洋市场的核心是于 1969 年开始进口 LNG 的日本, 它现在占太平洋贸易的 77 % 和世界贸易的 58 %。韩国于 1986 年, 中国台湾于 1990 年分别开始进口 LNG。印度尼西亚是该地区最大的出口商, 其次是马来西亚、澳大利亚、文莱、阿联酋和卡塔尔。大西洋地区阿尔及利亚作为世界第二大出口商, 92 % 向欧洲出口, 少量出口到美国(8 %)。利比亚出

4. 现场应用

为了验证 CZ3—1E 现场使用效果, 1998 年 4 月和 11 月分别在磨 57、磨 105、磨 62、磨 111 及磨 112 井实施了现场井口挂片试验, 经分析、整理平均, 结果见表 4。

表 4 现场挂片试验

井号	平均周期 (d)	腐蚀速率 (mm/a)	平均坑速 (mm/a)	表面状况
M57	114	0.015 85	无	均匀腐蚀表面光洁
M105	114	0.043 54	无	均匀腐蚀表面微暗
M111	110	0.052 85	无	均匀腐蚀表面微暗
M112	112	0.045 78	无	均匀腐蚀表面微暗
M62	110	0.006 38	无	均匀腐蚀表面光洁

结 论

1) CZ3—1E 缓蚀剂是原复合使用型缓蚀剂的改进型, 对气/液双相具有十分显著的缓蚀效果。用量少, 可有效地抑制 H_2S 、 CO_2 、 Cl^- 及高矿化度引起的电化学腐蚀和硫化物应力腐蚀。

2) CZ3—1E 缓蚀剂克服了原复合使用型缓蚀剂存在的异味和复配不便等缺点, 便于推广使用。

3) CZ3—1E 可广泛用于油气田开采和集输系统工艺流程中的井下油套管、地面设施、集输管网等防腐。

4) CZ3—1E 成本较复合使用型缓蚀剂大幅度下降, 综合性能良好, 具有显著的推广应用价值。

(收稿日期 1999 - 11 - 08 编辑 王瑞兰)

*程劲松, 1970 年生, 工程师; 1995 年毕业于重庆大学信息工程学院, 获工学硕士学位; 主要从事石油天然气工业信息情报收集及计算机网络规划建设作。地址: (610051) 成都建设北路 1 段 60 号。电话: (028) 6012423。E-mail: cjs263 @263. net

口到西班牙的天然气占欧洲 LNG 总进口量的 3 %。法国是欧洲的主要买主,接下来是西班牙、比利时、土耳其、意大利。

目前,许多交易都按长期合同(20~25年)来实施,然而由于现有过剩产量和进口国家的偶然需求,近几年还签订了许多短期合同(1~3年)。还有少量的现货贸易在进行,考虑到经济因素,将来这种贸易不可能扩大。

LNG 工业发展现状

1. 基础建设

(1) 液化厂

1996~1998年期间,卡塔尔的三套 LNG 装置(每套年产能 $3 \times 10^9 \text{ m}^3$)分期投产,印度尼西亚的 Bontang 厂扩建了一套能力为 $2.7 \times 10^6 \text{ t/a}$ 的装置,从而成为世界第一大天然气液化厂($18 \times 10^6 \text{ t/a}$),阿尔及利亚的液化厂恢复工程进展顺利。总之,液化能力近来增加了 $25 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。1998年底世界共有 60 套液化装置,总生产能力达到 $133 \times 10^9 \text{ m}^3$,分散在 9 个国家的 14 个工厂。其中大部分采用了 APIC 工艺。目前,亚洲的总能力为 $81 \times 10^9 \text{ m}^3$,北非估计总能力是 $33 \times 10^9 \text{ m}^3$,中东总能力是 $16.5 \times 10^9 \text{ m}^3$,北美总能力为 $1.8 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。在亚洲、中东和北美地区的 LNG 厂共拥有 $100 \times 10^9 \text{ m}^3$ 的生产能力,占全世界的 76 %。这三个地区供应着亚洲三个长期买主(日本、韩国和中国台湾)。北非的 LNG 供应欧洲和北美市场。

(2) LNG 船

目前日本是第一大 LNG 船建造国,芬兰、法国、意大利及韩国也参与建造。至 1998 年,全世界共有 108 艘 LNG 船,总容积达 $11.8 \times 10^6 \text{ m}^3$,包括 15 艘小型船($2 \sim 5 \times 10^4 \text{ m}^3$),15 艘中型船(小于 $10 \times 10^4 \text{ m}^3$)和 78 艘大型船。58 艘装备了 Moss 系统,包括 53 艘大型船;44 艘采用了法国公司 GTT 的膜罐系统(其中有 25 艘大型船);2 艘采用了由 IHI(日本)倡导的新自给技术;4 艘采用了陈旧的老系统。由于运输距离较长,所以 LNG 船的平均容量已由 10 年前的 $10 \times 10^4 \text{ m}^3$ 增长为现在的 $10.9 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。亚洲贸易需要 76 艘 LNG 船,总容积达 $906 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。欧洲和美国贸易需要 24 艘,总容积为 $207 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。在亚洲服役的平均船龄为 11,而为欧洲和美国服役的平均船龄为 22。

(3) 再气化站

1996 年来,亚洲有 7 个再气化站投入使用。而

欧洲在 1994 年后就没有新站投入使用,只有西班牙和意大利的 3 个站进行了扩建。亚洲的新站,6 个在日本,1 个在韩国。最新的站于 1998 年在日本建成,拥有世界上最大的地下储罐($20 \times 10^4 \text{ m}^3$)。韩国在 1996 年建成了 3 个新罐(各 $10 \times 10^4 \text{ m}^3$),其后还扩建了 3 个罐。中国台湾云安站 $7.8 \times 10^6 \text{ t}$ 扩建工程将于 1999 年完成。总之,现有 36 个(1995 年 29 个)再气化站的总能力是 $16.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。亚洲 26 个站的总能力为 $14.0 \times 10^6 \text{ m}^3$,西欧 6 个站为 $1.6 \times 10^6 \text{ m}^3$,美国 2 个现役站为 $0.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。

(4) LNG 贸易流向

由于 LNG 项目需要 50 亿美元以上的巨额投资,所以目前参与者较少。如今,只有九个国家(四个在亚洲、非洲和中东各有两个、一个在北美)参与 LNG 出口,九个国家或地区(三个在亚洲、五个在欧洲、一个在北美)参与进口。世界 LNG 贸易集中在 19 条路线上,且这些流向都基于 20~25 年的长期合同。同时,在大西洋地区还有不定期的现货贸易。

(5) LNG 长期合同

世界长期合同总额为 $118 \times 10^9 \text{ m}^3$,包括从 1999 或 2000 年开始的期货合同。日本买主签订的合同总额为 $71 \times 10^9 \text{ m}^3$,加上韩国的 $11 \times 10^9 \text{ m}^3$ 和中国台湾的 $7.5 \times 10^9 \text{ m}^3$,亚洲的合同总额为 $90 \times 10^9 \text{ m}^3$,是世界 LNG 合同额的 76 %。其它有欧洲与阿尔及利亚($25 \times 10^9 \text{ m}^3$)和利比亚($1.5 \times 10^9 \text{ m}^3$)的交易以及美洲与阿尔及利亚($2 \times 10^9 \text{ m}^3$)的交易。

(6) LNG 中短期合同

在中期合同市场中,韩国签订了总额约 $4 \times 10^9 \text{ m}^3$ 的合同。因为金融危机的影响,韩国取消了与阿联酋的 $2 \times 10^6 \text{ t}$ LNG 中期交易合同。除去中期合同和临时交易,短期合同额 1997 年为 $2.8 \times 10^9 \text{ m}^3$,1998 年为 $3 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。

2. 需求现状

到 2010 年为止,主要欧洲买主的长期合同总量接近其需求量,其潜在 LNG 发展有限。但西班牙和土耳其由于几年前天然气消费水平很低,而近年来得到了迅猛发展,1990 年以来消费年增长率十分高,所以权威机构预测其发展潜力相当大。由于加拿大天然气销售量的稳步增长以及天然气价格低迷,美洲 LNG 进口可能会受到限制,而南美的巴西对天然气的需求肯定会快速增长。

1998 年原油及石油产品价格巨幅下跌,天然气价尾随下滑,即使目前这种低价情况有所改善,但这样大幅度的价格波动仍然很大程度改变了 LNG 项

目的经济前景。欧盟国家天然气市场放松管制的改革也是潜在影响因素,其市场竞争更为激烈,这很可能妨碍该地区 LNG 的发展。而且欧洲大陆的输气管网(Interconnector)正逐渐为现货交易打开局面,这种新行为模式会使出口 LNG 到欧洲大陆面临更多困难。

1998 年的亚洲金融危机,使三个 LNG 买主(日本、韩国及中国台湾)中的前两个受到了强烈的冲击,但 LNG 购买情况却有所不同。当年日本 LNG 进口增长率高于上年,达 3.9%。韩国则在 1997 年增长了 21%后,1998 年购买量下降了 9%。中国台湾 1998 年 LNG 进口有很高的增长率,达 6.7%。

目前,印度 LNG 市场的开放已经走上了轨道,下个大市场就是中国。中国将进口 LNG,准备在广东省修建再气化站,启动时间拟定为 2005 年。

LNG 工业发展趋势

1. 基本建设发展趋势

(1) 液化厂

印度尼西亚在 1999~2001 年间将扩展 Bontang 厂的液化能力。同时,特立尼达和多巴哥的大西洋 LNG 公司、卡塔尔的莱凡角液化天然气公司、尼日利亚 LNG 公司及阿曼 LNG 公司的新液化厂将投产。除了最有可能的澳大利亚和马来西亚的扩建工程以外,还有许多国家地区也有扩建可能:阿拉斯加、加拿大、埃及、伊朗、印度尼西亚、挪威、巴布亚新几内亚、俄罗斯、委内瑞拉和也门。总体上看,1999~2001 年的新厂总能力达到 $30 \times 10^9 \text{ m}^3$,2001 年世界总能力因此会达 $166 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。如果包括计划的扩建项目,则增加的潜在能力约为 $44 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。但由于实际需求低于预计水平,扩建计划有停滞的可能。从各地区来看,增长的中东地区值得注意。其生产能力将从 1998 年的 $16 \times 10^9 \text{ m}^3$,升到 2000 年的 $34 \times 10^9 \text{ m}^3$,届时,这一地区占世界增长量的比重将达到 50%。

(2) LNG 船

在 1999~2000 年间,船队将会从 108 艘增加至 127 艘。2000/2005 年,将可能制造 10 艘新 LNG 船。根据权威机构评估,增长的 LNG 贸易需要在 2005 前建造 3~48 艘新船。在 2010 年前,还需要另加入 8~62 艘 LNG 船。因此,2000 年 LNG 船会升至 127~137 艘,2005 年达 140~185 艘,2010 年至 148~247 艘。

(3) 再气化站

欧洲的希腊、西班牙、土耳其、意大利、葡萄牙和亚洲的日本、韩国、中国台湾、印度、中国以及南美洲的波多黎各、巴西都有发展自己 LNG 再气化站的计划。

2. 需求趋势

由于印度和中国将进口 LNG,刺激了潜在出口商的胃口。而且,亚洲传统买主可能会在短期内转向需求增长的态势。LNG 贸易因此能在未来几年中逐渐增长到每年上涨约 5%~6%的水平。因此预计 2000 年世界 LNG 贸易可达 $(125 \sim 135) \times 10^9 \text{ m}^3$,2005 年达 $(150 \sim 205) \times 10^9 \text{ m}^3$,2010 年为 $(180 \sim 260) \times 10^9 \text{ m}^3$ 。同时据估计,世界总需求量应由 1998 年的 $113 \times 10^9 \text{ m}^3$ 升至 1999 年的 $118 \times 10^9 \text{ m}^3$,2000 年达到 $132 \times 10^9 \text{ m}^3$,2001 年为 $140 \times 10^9 \text{ m}^3$,并在 2002 年达到 $144 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。其中大西洋地区增长 $11 \times 10^9 \text{ m}^3$,太平洋地区增长 $20 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。增加供给的 $30 \times 10^9 \text{ m}^3$ 将来自于尼日利亚($7 \times 10^9 \text{ m}^3$)、特立尼达($4 \times 10^9 \text{ m}^3$)以及中东地区($18 \times 10^9 \text{ m}^3$)。考虑到亚洲金融危机的影响,大西洋以及太平洋地区在近年内将出现过高的可供能力,这将引起出口商们更为激烈的竞争。大西洋地区拥有主要过剩能力的是阿尔及利亚,太平洋地区过剩能力集中在印度尼西亚、卡塔尔、阿曼和阿联酋。

由于亚洲买主发电业发展以及印度和中国发展 LNG 不确定性的影响,无法精确预测太平洋地区的需求发展。目前只有依据现有合同估计,亚洲三大买主的供需平衡表显示出 2005 年将出现 $(3 \sim 18) \times 10^9 \text{ m}^3$ 的供应缺口,2010 年增至 $(13 \sim 40) \times 10^9 \text{ m}^3$ 。如果将印度、中国的潜在需求计算在内,2005 年供应缺口的高限将达到 $27 \times 10^9 \text{ m}^3$,2010 年为 $64 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。

大西洋地区与亚洲市场相反,该区域 LNG 的进口更多是依靠价格而非需求。即欧洲或美国的天然气供需平衡本来不需要增加 LNG 供应就可实现。只是在积极的预测方案中,大西洋地区 2010 年有 $75 \times 10^9 \text{ m}^3$ 的需求,供应缺口在 $16 \times 10^9 \text{ m}^3$ 以内。

LNG 工业经济因素

1. 地区价格形成原因

世界天然气贸易由独立的三个主要贸易地区组成,即:由俄罗斯和非洲供应的东欧、实际为自给自足的北美洲以及依靠区间贸易和从中东进口的亚洲/大洋洲。部分由天然气运输费用形成的这种情形,已经导致亚洲、欧洲和美国特有进口价格的出现,从

而逐渐形成了亚洲 LNG 价格在 3 ~ 3.9 美元/ Mbtu * 之间,欧洲为 2.2 ~ 2.9 美元/ Mbtu,美国为 2 ~ 2.7 美元/ Mbtu 的区域价格格局。

2.LNG 定价机制

由于缺乏垄断市场,天然气主要用途和竞争能源是决定天然气价格的主要因素。亚洲天然气价格最初以发电原油为参考指标。欧洲天然气主要的销路在工业和家庭领域,天然气价格普遍以石油产品(重油和汽油)为指标。在美国,市场放松管制导致了现货市场的出现,该国 LNG 进口价格现由民用市场的天然气销售价格决定。因此在亚洲和欧洲,LNG 定价准则是在签订合约时确定一个与市场情况相关的基准价格,同时保证它能与其它竞争能源谋求类似发展。因此可从原油价、石油产品价、煤价或天然气的起始价中挑选出一种作为指标,以某段时间内该价格指标的变动情况为参考,按月计算价格。其结果是:平滑了石油市场的波动,对天然气市场的影响有轻微滞后。但石油和天然气市场波动的强烈关联性也已逐渐显示出来了。

美国已形成在井口、中转站和配气门站等环节定价的现货市场。这些价格对供/需平衡反应迅速,并能在数月间大范围变动。加拿大进口价格则大致与井口价格趋势保持一致。

3. 削减成本

由于观念改变,竞争力现在比考虑政治更为重要,所以首先在北美,如今在西欧和亚洲的市场管制正加速放松,这是促使削减 LNG 成本的首要因素。另外,新 LNG 生产商的出现和原有生产商的扩建,使得该市场变为买方市场,进口商有很大的选择余地。其次,因亚洲金融危机,日本和韩国在短期内的需求会减少,同时交易价格也出现了低迷现象。

众多因素促使经营者努力削减 LNG 成本。首选办法是规模经营:现在 LNG 装置能力达 3 ×10⁶t; LNG 船容积扩大到 13.8 ×10⁴m³,最终目标是(16 ~ 20) ×10⁴m³;再气化站存储能力升至 14 ×10⁴m³,20 ×10⁴m³ 的储罐也已安装。结合新工艺和更具竞争的投标系统的发展使得降低 LNG 成本成为可能。另外还有其他的方法:如采用新财政运作制度,通过资本市场发行债券,利用旧 LNG 船降低运输成本等。最后,液化或再气化浮动系统等新概念正在研究之中,由于其优势明显(不需要土地、较短的建造

时间、灵活的操作),使得研究浮动或海上站构成了新的领域。总之,通过技术、资金或战略手段来削减 LNG 成本是可行的。

中国的 LNG 工业

对于中国来讲,可利用的 LNG 资源是可观的。亚太和中东地区天然气资源丰富,其中,印度尼西亚、马来西亚、卡塔尔等国可作为我国引进液化天然气的资源地。2001 年 ~ 2005 年期间,具备气田储量开发条件、可供选择的亚太和中东 LNG 项目共有 11 个,尚未承诺的长期合同气量高达 56.6 ×10⁶t/a,是我国引进 LNG 的大好时机。

目前,中国 LNG 基础设施的前景规划是:东南沿海和长江三角洲地区 LNG 基础设施的建设都分三步实施:2005 年完成珠江三角洲 LNG 项目一期工程;2010 年完成珠江三角洲 LNG 二期工程和闽东南地区 LNG 项目一期工程;2015 年完成长江三角洲 LNG 项目一期工程(见表 1)。

表 1 中国 LNG 基础设施的前景规划

项 目	珠江三角洲 一期工程	珠江三角洲 二期工程	闽东南 一期工程	长江三角洲 一期工程
站 址	秤头角	秤头角	厦门嵩屿	大榭岛或 里钓岛
建设规模 (10 ⁶ t/a)	3	5	2	3
储存能力 (10 ⁶ m ³)	0.27	0.37	0.24	0.27
码头接卸量 (10 ⁶ t/a)	3	5	2	3

为配合 LNG 接收再气化站的建设,同期铺设接收站至用户的输气管线,形成以 LNG 接收站为中心的区域性供气网络:从秤头角—珠海的输气干线,总长 397km;从长江三角洲接收站到上海、宁波、杭州和苏州的输气干线,总长 472km;闽东南地区接收站—厦门—漳州—泉州的输气干线,全长 153km。

参 考 文 献

1 World LNG Outlook: a new market. CEDIGAZ,1996
2 Conference Proceedings. International conference on liquefied natural gas. LNG,1998(12)
3 World Energy Outlook. International energy agency(IEA) ,

* Mbtu——百万英热单位,等于 10.55 ×10⁸J,约相当于 27.8 m³ 天然气。

俄罗斯天然气工业股份公司介绍

吉林油田地调处
四川石油管理局勘探开发研究院

乔 敏 译
王鸣华 校

公 司 概 况

俄罗斯天然气工业股份公司(以下简称公司)现有员工 398 600 人。无论从人员数量,以及生产能力上看,目前,它是世界上最大的天然气公司。

公司天然气开采量占世界天然气开采量的 25 %;天然气储量为 $33.4 \times 10^{12} \text{ m}^3$;市场投资额为 83.7 亿美元;占俄罗斯能源供给量的 50 %;占世界天然气贸易额的 38.7 %。该公司 1995 年和 1996 年经营情况见表 1。

公司纳税额占国家税收总额的 25 %。该公司不同于俄罗斯其它公司。它不仅要保证公司资源潜力的增长,而且要最大限度地保证俄罗斯在复杂过渡时期国民经济的增长。

1996 年公司通过不懈努力,确定了国内和国际合作伙伴。公司的生产活动处于稳定状态,保障了俄罗斯和国外一些国家对天然气的需求。同 1995 年相比,天然气开采量增加了 $52 \times 10^8 \text{ m}^3$,已有 245 口钻井和 2 889 km 长的天然气管线投入使用(见表 1)。铺设了世界最长的欧洲—雅玛尔天然气管线。目前,公司天然气日开采量达 $17.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

的,控制在 $(4.5 \sim 5.5) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 范围是最佳的。

但中 35 井从 1999 年 6 月 17 日恢复正常气举排水至 8 月 12 日期间,该井井口产出气量扣除中 37 井的气举气量后,基本为零,甚至为负。对中 35 井究竟是否有自喷气、有多少,没有明确的答案。后对中 35 井孔板进行清洗并校流量计,于 1999 年 8 月 13 日将中 37 井的孔板更换到最适合气举气量的量程上。更换孔板后,发现中 35 井的实际自喷气量在 $(0.73 \sim 1.32) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 之间波动,除去 1999 年 8 月 13 日因更换孔板对气量的影响,中 35 井 1999 年 8 月的实际日平均气量为 $0.92 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

1999 年 9 月份气举排水共历时 711.5 h,共排水 $4\,261.6 \text{ m}^3$ 。井口套压波动范围 5.56 ~ 8.64 MPa;油压波动范围 1.93 ~ 2.97 MPa,日排水波动范围 94.08 ~ 164.0 m^3 。出现较大波动是因中途两次停电无法及时将污水输走,只得短暂停止气举所造成。中 37 井气举工作制度与上月相似,故中 35 井除去两次停电影响其月平均套、油压及日排水量无太大变化。

第一次停电影响中 35 井因中 3 井站打水泵电闸烧坏,无法将污水排走,当日无配件更换。同时,中 4 井站的污水池容积有限,故被迫将中 37 井的气倒入液化厂生产,于当日停止气举。一停止气举,中 35 井的气量、水量明显下降,几小时后已无水无气。第二日更换闸刀后,对其恢复气举,停止排水共 1 d。气举过程顺利,中 35 井很快恢复正常排水采

表 1 1995 年和 1996 年公司生产经营情况

	1995 年	1996 年
天然气开采(10^9 m^3)	559.5	564.7
石油和凝析油开采(10^6 t)	8.7	8.6
开采井和探井进尺(km)	467.3	460.3
天然气加工(10^9 m^3)	36.2	33.9
硫(kt)	2 431.0	2 239.7
氦(10^6 m^3)	4.22	4.27
液化天然气(kt)	639.0	579.24
车用汽油(kt)	537.1	541.5
柴油燃料(10^6 t)	1.1	1.1

对公司来说最重要的是外部市场的发展前景。1995 年天然气数量增长部分的 51 %已按出口合同预售。1995 年完成全部原料的供应任务,成为值得信赖的国际性合作伙伴。

从 1996 年开始公司实行了股份合作制,在一年内公司的市场投资额有所增长,目前公司已进入国际股票市场。公司 1.15 %的股份投入美洲股市,由于现阶段生产下降导致纳

气。第二次也因停电停止气举历时 8.5 h,与第一次相似,后很快恢复正常气举。

中 35 井从 1999 年 9 月 18 日起自喷气量突然下降,从正常排水时产气约 $0.8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 降至 $0.25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。此后报表数据显示自喷气量几乎降至零,甚至气量为负。经过调查发现,中 35 井气量发生异常变化的时间正好是该井校验计量仪表后,同时判定中 37 井的计量是准确的。而且,中 35 井的井口套、油压及日排水量并无异常,因此怀疑是在中 35 井的出口气计量有误。后经井站人员证实,中 35 井仪表校验有误,1999 年 9 月 28 日对其查零位,差压到负值,导致计量偏低。经纠正后,当日即有自喷气量 $0.73 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。同样,于 1999 年 9 月 29 日因停电停止气举,当日仅排水 94.08 m^3 ,后恢复正常排水采气。

中 35 井自 1999 年 6 月恢复连续气举排水采气以来,到 9 月底共排水 $14\,993.16 \text{ m}^3$,采气 $32.87 \times 10^4 \text{ m}^3$,获得了相当可观的自喷气。更为重要的是,中 35 井恢复高强度排水采气减轻了须二气藏北部水区边水对气藏内部推进的压力,使同区域的气水同产井的排水压力得到缓解,对保持须二气藏按 $60.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 方案高效稳产,提高整个气藏的采收率有非常重要的作用。

(编辑 王中必 钟水清)

ture, 1 m³ of hydrate can envelop 150 ~ 200 m³ of natural gas. The new method for natural gas storage and transportation in hydrate form has the advantages of safety, reliability and low cost and can replace the conventional methods for natural gas storage and transportation—the method by pipeline and that by liquefaction, and especially it is suitable for developing offshore gas fields and the small gas fields in remote area, giving rise to scientists' attention. In this paper, the feasibility for the gas storage and transportation in hydrate form, the progress in the research on this technique in Norway and USA and two typical technological processes are introduced, which have a very good reference value in the research on the hydrate in China.

SUBJECT HEADINGS: Natural gas, Hydrate, Natural gas storage, Natural gas transportation, Technique, Developing trend

Zhang Wenling (lecturer), born in 1970, is a teacher at Xi'an Jiaotong University and is studying for Doctor's degree in Chemical separation. Add: Department of Chemical Engineering, Xi'an Jiaotong University (710049), China Tel: (029) 2668569

.....

DEVELOPMENT OF CZ3 - 1E GAS-LIQUID DOUBLE-EFFECT CORROSION INHIBITOR

Yang Xiaoping, Mei Chunhua and Li Zaidong (Chemical Engineering Company Ltd. of Central Sichuan Oil Field). *NATURAL GAS IND.* v. 20, no. 3, pp. 98 ~ 101, 5/25/2000. (ISSN 1000 - 0976; In Chinese)

ABSTRACT: On the basis of the original CZ3 - 1 and CZ3 - 3 composite corrosion inhibitors, the CZ3 - 1E gas-liquid double-effect corrosion inhibitor substitutor has been developed. The inhibitor not only has the advantages of high corrosion-inhibitor efficiency and small consumption, but also overcomes such shortcomings as strange smell, inconvenient filling and high cost. Through the lab evaluation, it is shown that for the untreated CZ3 - 1E corrosion inhibitor, under the conditions of Moxi gas field's formation water (deoxygenized), $p_{H_2S} = 1.2$ MPa, $p_{CO_2} = 2.8$ MPa, temperature = 80 ± 2 , static behavior and test time = 72 h, the gas phase corrosion rate is 0.049 5 mm/a and the corrosion-inhibitor efficiency is 91.2%; the liquid phase corrosion rate is 0.064 3 mm/a and the corrosion-inhibitor efficiency is 90.5%. The surface of the tested piece is smooth and there is no corroded vestige. The CZ3 - 1E corrosion inhibitor can meet the requirements of gas-liquid two-phase corrosion prevention. Through an overall comparison among the several corrosion inhibitors used in Moxi gas field, the performance of the new CZ3 - 1E corrosion inhibitor is good.

SUBJECT HEADINGS: Corrosion inhibitor, Liquid phase,

Gas phase, Test, Research, Application

Yang Xiaoping (engineer), born in 1966, graduated in Chemistry at Northwest University in 1991. The CZ3 - 1 and CZ3 - 3 corrosion inhibitor mainly developed by him won the second award of achievements in scientific research by Sichuan Petroleum Administration. He has published 15 papers in state-level and provincial (ministerial) level periodicals. Now he is an assistant manager of Chemical Engineering Company Ltd. of Central Sichuan Oil Field. Add: No. 162, the third section of Kaixuan Road, Suining, Sichuan. (629000), China Tel: (0825) 2238743

.....

A SURVEY OF DEVELOPMENT OF LIQUEFIED NATURAL GAS INDUSTRY IN THE WORLD

Cheng Jinsong (Natural Gas Economic Research Institute of the Southwest Oil and Gas Field Branch of CNPC National). *NATURAL GAS IND.* v. 20, no. 3, pp. 101 ~ 105, 5/25/2000. (ISSN 1000 - 0976; In Chinese)

ABSTRACT: The liquefied natural gas (LNG) will occupy a more important position in global energy balance of 21st century due to its cleanness and economy, especially in such those developing countries like China. Based on brief introduction to the LNG industry development course, technico-economical status quo of present LNG industry infrastructure etc is shown in detail, development trend and prospect of the LNG industry in the world is discussed through researching mass data and combining with forecast from authoritative department. Economic problems concerning to this industry are basically described at the same time. Future plan of developing LNG industry in China is given according to recent information. This paper is of important utilizable value both to the participation of China in global LNG trade and to the development of domestic LNG industry.

SUBJECT HEADINGS: Liquefied nature gas, Trade, Development trend, Price

Cheng Jinsong (engineer), born in 1970, was graduated from information engineering college of Chongqing University with MS degree in engineering in 1995; he is engaged in information collection and computer network planning construction work of petroleum and natural gas industry. Add: No. 60, the first section of Jianshebeilu Rd., Chengdu (610051), China Tel: (028) 6012423 E-mail: cjs 263 @ 263. net

（ 翻译 刘方槐
文楚雄
编辑 蒋静萍