

# 大庆油田天然气放空治理措施

艾云超

中国石油大庆油田有限责任公司采气分公司

艾云超.大庆油田天然气放空治理措施.天然气工业,2011,31(2):85-87.

**摘要** 原油生产过程中伴生的天然气及气田试采阶段的天然气往往不能得到合理利用,很多被放空燃烧掉了,导致资源浪费及安全隐患,世界各国已开始重视天然气放空问题。为此,结合国内外天然气放空及治理情况,对大庆油田伴生气和气田气放空的原因进行了分析,提出了大庆油田天然气放空的治理措施:①增加伴生气处理装置总体规模;②完善湿气调配系统;③完善集气返输系统;④扩建储气库;⑤应用CNG橇装化技术。实施上述措施将有助于节能减排目标的实现。

**关键词** 大庆油田 天然气放空 油田伴生气 气田气 湿气 集气返输系统 储气库 CNG橇装

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2011.02.021

## 1 国内外天然气放空及治理情况

为实现减排目标,世界各国开始逐渐重视天然气放空问题。国外采取的降低天然气放空的主要措施包括:将天然气重新注入地层;将天然气液化以便长途运输;通过建设管道向外输送;利用天然气发电;加工生产液化石油气、石油化学产品;加工生产甲醇或合成油(GTL)。

对于国内伴生气量小而分散或远离城市及工业的油气田,尤其是对不能或暂时不能输入管网的零散气源,伴生气利用率较低,为了保证原油生产,经常将伴生气放空。另外,国内油气田一直处于滚动开发中,试采的天然气由于没有配套设施只能长期放空。据不完全统计,国内油气田每年放空天然气量达 $10 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,其中尤以新疆等西北地区放空最为严重。随着国家对能源开采造成的环境污染及能源浪费治理整顿力度的加大,合理回收利用放空天然气资源已成为当务之急。中国石油天然气集团公司目前已经在塔里木、新疆、吐哈、大庆、长庆、华北等油气田重点实施了伴生气回收工程,逐步形成了按放空形式和回收利用难度进行分类,针对不同类型放空天然气采用不同方案和技术进行回收利用的模式。塔里木油田还将放空天然气回收项目开发为CDM(清洁发展机制)项目,并在联合国注

册,这是国内首例针对放空天然气回收开发的CDM项目,可获得可观的碳减排收益。

概括起来,国内油气田针对放空天然气所采用的主要回收方案和技术如下:

1)针对无处处理装置或者装置能力不足造成的放空,主要采用建设天然气处理和增压装置、敷设输气管道等措施,收集处理放空天然气,并进入输气管道<sup>[1-2]</sup>。

2)充分利用无法进系统的天然气发电,实现以气换电。利用天然气发电是国内外油田普遍采用的回收利用剩余伴生气资源的有效途径<sup>[3]</sup>,其供电形式灵活,可并网发电,也可单独供电,可根据负荷大小选择不同容量的机组,保证油区的用电需要,不但可消除天然气放空,而且还降低了油气田运营成本。

3)对边远井站及试采井放空天然气,通过CNG装置进行收集。以压缩天然气(CNG)汽车运输替代管道输送的技术,在国内推广较快<sup>[4-5]</sup>。

4)对于管道长输不经济的气源,通过建设小型LNG液化装置,实现不能管输的天然气的运输。以城市调峰为目的的小型LNG装置,不仅对管道输送能力不足且缺乏储备的地区起到了重要保供和补充作用,对位置偏远、生产规模小的油田伴生气回收利用,也是一种有效的手段<sup>[6]</sup>。

5)应用天然气回注技术,将不能利用的天然气回

**作者简介:**艾云超,1967年生,高级工程师,硕士;主要从事天然气及气田地面工程技术管理工作。地址:(163453)黑龙江省大庆市大庆油田有限责任公司采气分公司。电话:(0459)5996476,13304898111。E-mail:aiyunchao@petrochina.com.cn

注地层。天然气回注地层技术是消除天然气放空和提高油田采收率的一种重要手段,中海油在海上油田的开采上进行了富余伴生天然气回注的有益尝试<sup>[7-9]</sup>,成功投产了渤海油田 LD10-1 平台和涠洲 12-1 油田注气项目,有效解决了海上采油平台剩余天然气处理问题,同时提高了采收率,实现了天然气的储存,延长了平台发电机以天然气作燃料的使用年限。

## 2 大庆油田天然气放空问题分析

大庆油田的天然气处理系统由油田伴生气集输处理和气田气集输处理 2 部分组成。受气油比变化、冬夏季用气不平衡等主要因素的影响,伴生气放空问题一直存在,而近几年深层气田的放空试采气量也在增加,所以有必要对天然气放空原因进行综合分析。

### 2.1 油田伴生气放空

随着油田的进一步开发,大庆喇嘛甸、萨尔图和杏树岗油田(以下简称喇萨杏油田,为大庆的主力油田)的伴生气集输、处理系统已日渐完善,共建成天然气处理装置 14 套。但受气油比升高、装置检修、部分装置老化和冬夏季用气不平衡等因素影响,油田的天然气放空问题依然存在,分析其原因主要有湿气放空和净化干气放空两方面原因。

#### 2.1.1 湿气放空

湿气放空主要原因为:①装置处理能力不足;②装置事故停机;③调气管网不完善。其中因夏季装置检修而导致的天然气处理装置处理能力不足和可靠性差是造成天然气放空的主要原因。

通过近几年喇萨杏油田气油比的跟踪调查发现,该油田的气油比呈上升趋势,油田开发初期的原始气油比为  $45 \text{ m}^3/\text{t}$ ，“十一五”规划预测的气油比为  $51.1 \text{ m}^3/\text{t}$ ,2008 年调查的平均气油比已增加到  $70 \text{ m}^3/\text{t}$ ,气油比的变化直接影响到预测产气量的准确性。以 2010 年为例按“十一五”规划气油比和 2008 年调查气油比预测,日产气量差为  $237 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。产气量预测的准确性直接影响到伴生气处理装置的改扩建规模,导致现有处理装置的总体规模不足。

夏季装置检修也是造成在运装置处理量减少的主要原因。为提高处理装置的运行的可靠性,提高装置的运行时间,每年对处理装置进行停产检修是必要的。目前已建的处理装置每套都正常运行可以处理所有湿气,但当有一套装置检修或事故停机时则会造成湿气放空。已建装置的单套规模在  $(30 \sim 80) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  之间,任一套装置检修或事故停机都会造成在运装置处理量不足。近几年虽然已采取了压缩检修周期、错

开检修时间等措施,但由于装置的总处理能力有限,夏季湿气放空问题依然严重。

另外,湿气调气系统的不完善也是湿气放空的原因之一。整个喇萨杏油田呈长条形分布,共有 6 个采油厂,除采油一厂和二厂的部分地区为增压集气外,其余均为自压集气。由于受部分区块自压集气工艺和调气管网不完善的限制,无法实现装置停机时湿气的有效调动。而且,完善湿气调气系统的前提是提高装置的处理能力。因此,要从根本上解决喇萨杏油田湿气放空问题必须先解决处理装置能力不足的问题。

#### 2.1.2 净化干气放空

大庆油田的商品气主要用于工业、民用和发电,目前下游用户用气量的不均衡系数在  $0.58 \sim 1.27$  之间,日最大和最小用气量差达到  $300 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,受下游用户用气不均匀性的影响,喇萨杏油田净化干气也存在放空现象。尽管近些年通过储气库调峰、喇萨杏油田及外围油田的调配(夏季伴生气调往外围油田的采油八厂和九厂,减少采气分公司气田气产量)和鼓励季节性应用(季节性发电)等措施,干气放空现象得到有效控制,但随下游用户用气规模的扩大,冬夏季用气不平衡现象会更加严重,净化干气放空现象还会存在。另外,下游大用户检修也是造成干气放空的主要原因之一。

### 2.2 气田气放空

气田气的放空主要集中在气田气试采阶段。大庆的深层气田目前还处在开发初期,对火山岩气藏的认识还需进一步加深,所以气田的试采是必不可少的。目前试采采用 2 种方式:①直接放空试采,是目前国内外普遍采用的方式;②建设简易地面设施,这种方式在经济上存在一定的风险。对于井区内的气井,当地面建设工程未完成前,都是采用放空试气,试气时间不少于 10 d,放空量为  $(5 \sim 30) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

## 3 天然气放空治理措施

天然气放空是在所难免的,但应该对一些有规律可循、可控制的天然气放空进行治理,如伴生气因装置检修造成的放空和气田试采阶段的放空等,可以尝试一些简捷有效的手段来减少天然气放空。

### 3.1 油田伴生气放空治理

通过上述对伴生气放空原因分析可知,大庆喇萨杏油田伴生气湿气放空的主要原因是现有装置处理能力不足和现有调气系统不灵活,净化干气放空的主要原因是现有系统的调峰能力达不到大用户检修气量调配的需要。针对喇萨杏油田存在天然气放空的根本原因可以采取以下措施减少天然气放空量。

### 3.1.1 增加伴生气处理装置总体规模

重新认识伴生气的气油比,通过大量的现场调查和对油田近几年气油比变化情况进行分析,重新确定喇萨杏油田的气油比,为伴生气处理装置规模的调整打下良好的基础。

根据喇萨杏油田的形状分布和伴生气主力产气区块分布,在北部地区(包括采油一厂、三厂和六厂)和南部地区(采油二厂、四厂和五厂)各建 1 套规模为  $90 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  的深冷处理装置,在彻底解决检修期装置处理能力不足问题的同时,还提高了该地区的天然气处理深度,增加了轻烃产量,为原油持续稳产  $4\,000 \times 10^4 \text{ t/a}$  作出了贡献。

### 3.1.2 完善湿气调配系统

增加处理装置的总体规模后,配套完善湿气调配系统。采用相邻装置间独立建设湿气调气管道的方式,将湿气调气和湿气集气管道分离开,确保装置间的连通性。同时建设区域增压站,以实现装置检修期间的湿气灵活调配,当 1 套处理装置处于检修期时,可将该装置处理的湿气通过调气管道调往邻近装置处理。

### 3.1.3 配套完善返输气系统

喇萨杏油田伴生气的生产流程是采油厂先集气,再输气到天然气分公司处理,然后返输干气给采油厂的联合站和转油站的循环流程,如果油田集输生产系统没有足够的返输干气,则会采用湿气作为燃料,所以完善返输干气系统是确保天然气处理装置稳定生产和减少放空的必要条件。为提高能源的利用效率,本着“湿气全集、干气返输”的原则,配套完善干气返输系统,可以提高湿气的集气率,增加装置运行的平稳性,减少事故放空。

### 3.1.4 扩建喇二储气库,提高调峰能力

储气调峰是国内外天然气供应链中不可缺少的手段。近几年,随着气田气产量的增加,下游用户的用气量也在扩大,引发季节性用气不平衡的矛盾加剧,现有储气库的调峰能力已无法满足要求。因此增加储气库的注采能力,确保下游用户尤其是大用户停机时的净化干气调配。

通过上述措施,可以从根本上解决喇萨杏油田因夏季装置检修和下游大用户检修造成的天然气放空问题,同时提高伴生气的轻烃收率。

## 3.2 气田气放空治理

气田的试采放空具有试采周期短、产量不确定和缺少基础参数等特点,一般试采井属新开发区块,周围基本上没有可依托的地面设施。如果能将 CNG 技术加以改造应用,回收利用放空天然气,会产生可观的经济效益和社会效益。

CNG 技术是一种天然气高压储运、中低压输配的非管道输送技术,具有见效快、投资省、操作管理方便的特点,用于回收气井试采放空天然气,要求 CNG 设备具有模块橇装、移动灵活的特点。

CNG 橇装化技术分为处理装置橇装化和运输设备橇装化 2 个部分。处理装置橇装化是将天然气变工况压缩机、天然气发动机、发电机、天然气干燥装置、风冷式气体冷却器、分离器及电控系统集成成为一个橇块,形成一个放空回收工作站;运输设备橇装化是将高压大容量气瓶组橇装集中在一个挂车上,并配备独立的拖车进行牵引。CNG 橇装化技术工艺流程如图 1 所示。

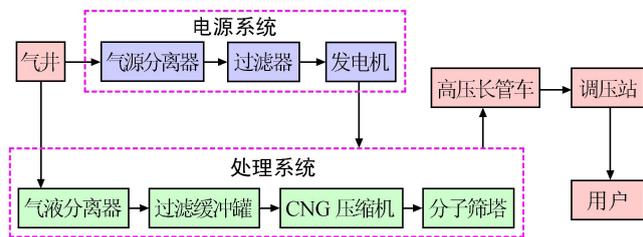


图 1 CNG 橇装化技术工艺流程示意图

大庆深层气田气井放空试气时的压力一般都在  $20 \sim 30 \text{ MPa}$ ,针对这一压力特点,可以采用高压分离器与分子筛脱水塔组合的方式制成简化橇装设备,对放空天然气进行处理后利用高压长管车外运。

## 4 结论及建议

针对大庆油田伴生气及气田气的特点,可采取以下措施来减少天然气放空:

1)完善集气返输和处理系统。重点要调整处理装置的总体规模,使其能适应夏季检修期间伴生气处理的要求。针对伴生气集气、处理和返输流程顺序,分离湿气的集气和调气系统,保证返输干气的供应,确保处理装置的平稳运行。

2)扩建储气库。现有储气库的调峰能力已远远满足不了调峰需要,扩大储气库规模,使之与外供气量相配套势在必行。

3)CNG 橇装化技术应用。随大庆市及周边市区民用气的发展,尤其是 CNG 站的建设,采用 CNG 橇装化技术回收放空气的时机已经成熟。

4)近些年在天然气的季节性应用方面也进行了一些尝试,如燃气发电、燃气直托注水等,均取得了良好的效果。

对大庆油田天然气放空问题的治理,应采取综合措施,才能使天然气放空得到有效控制。

## 参 考 文 献

- [1] 罗东晓.燃气管网检修作业过程中放散燃气的回收技术[J].天然气工业,2010,30(5):102-103.
- [2] 宋彦海,杨银山,蓝春连,等.南八仙油气田中浅层天然气处理技术[J].天然气工业,2009,29(7):109-111.
- [3] 冯海.燃气发电技术在大庆油田的应用[J].国外油田工程,2005,21(2):38-40.
- [4] 梁向程.压缩天然气输配技术作为燃气长输系统有效补充手段的可行性研究[J].中国新技术新产品,2009,14:54.
- [5] 张沛.CNG汽车是天然气利用的重要发展途径[J].石油与天然气化工,2008,37(1):23-26.
- [6] 张维江,石玉美,汪荣顺.小型天然气液化装置在我国天然气工业中的应用前景分析[J].低温与超导,2008,36(3):15-18.
- [7] 金涛,刘全恩,崔矿庆,等.LD10-1油田天然气回注工程实践[J].中国海上油气,2009,21(1):55-56,60.
- [8] 王寿喜,CARROLL J J,汤林.酸气回注的井筒流动模型和相态分布[J].天然气工业,2010,30(3):95-100.
- [9] CARROLL J J, WANG Shouxi,汤林.酸气回注——酸气处理的另一途径[J].天然气工业,2009,29(10):96-100.

(修改回稿日期 2010-12-10 编辑 何 明)