

页岩气地面集输工艺及配套技术探讨

张立强^{1*}, 周强², 金福龙², 高晓雷², 方海波¹, 孟广伟¹

(1. 中国石油管道局工程有限公司天津分公司, 天津 300457;

2. 中国石油管道局工程有限公司, 河北廊坊 065000)

摘要:结合我国页岩气气田的现状,对开发地面集输工艺及配套技术进行了简要探讨,并对未来技术发展方向提出一些建议。

关键词:页岩气;地面集输工艺;配套技术;技术开发

中图分类号:TE866

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2017)01-0206-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2017.01.050

Discussion on the technologies of surface gathering and transportation for shale gas

ZHANG Li-qiang^{1*}, ZHOU Qiang², JIN Fu-long², GAO Xiao-lei²,
FANG Hai-bo¹, MENG Guang-wei¹

(1. China Petroleum Pipeline Engineering Corporation, Tianjin Branch, Tianjin 300457, China;

2. China Petroleum Pipeline Engineering Corporation, Langfang 065000, China)

Abstract: The current situation of shale gas field in China is introduced. The development of surface gathering and transportation technologies, and the related technologies is reviewed. Some suggestions about the research directions of shale gas in the future are proposed.

Key words: shale gas; surface gathering process; related technology; technology development

目前,中国是仅次于美国的世界第二大能源进口和消费大国,随着环保压力的增大,对天然气等清洁能源的需求持续增加,但受国际政治经济影响和国内天然气资源及产能的限制,供需矛盾突出,预计到2017年,我国天然气消费量将达2 610亿 m^3 ,其中约696亿 m^3 天然气需要依靠进口,因此迫切需要大力开发页岩气、煤层气等非常规天然气资源以满足国民经济的快速发展需求,其中尤以页岩气开采潜力巨大。根据国土资源部发布的《全国页岩气资源潜力调查评价及有利区优选》显示,中国页岩气可采资源潜力约为25万亿 m^3 ,且主要分布在南方等能源消费和经济发达省区,战略地位十分重要^[1]。但直到现在,中国尚无页岩气的商业开采,关键性开采技术主要掌握在壳牌、BP等国外石油公司手里。目前仅在川南、贵州北、渝东南、渝东北等地开展了页岩气先导试验。由于对页岩气地面集输及配套工艺技术的研究严重滞后,将严重制约页岩气的开发,无法有力保证国家能源局关于页岩气开发的“十二五”规划,即2015年页岩气产量达65亿 m^3 的要求^[2]。因此及时开展对页岩气地面集输及配套工艺技术的研究具有重要的战略意义和现实意义。

1 页岩气地面开发面临的主要问题

(1)页岩气具有资源丰度低、低压、低渗、低产、递减快等特征,同时具有资源量大、单井生产寿命长等特点^[3-4]。目前国际上仅在美国和加拿大实现了商业化应用,因此开发出一套安全可靠、低成本、符合中国国情的页岩气地面集输及配套技术对于打破国外技术壁垒,实现页岩气自主开发具有重要的现实意义和经济利益。

(2)根据美国能源部统计,每一个页岩气钻井平均用水量甚至高达1.5万 m^3 ^[5],如何处理钻采废水及采出水,实现水资源的循环利用,避免污染环境是目前页岩气开采亟需解决的技术难题之一。

(3)页岩气开发存在气井分布广、单井产量低,集输管线规格多,开采及集输处理设备种类多、现场管理困难、信息传输困难、传输成本高等特点,同时中国页岩气地质背景复杂,尚处于技术攻坚阶段,前期投入高,开采成本居高不下^[6],在此背景下如何降低页岩气地面集输等后续生产成本,实现页岩气开采标准化、模块化、可移动化等“三化”标准,同时实现现场无人可视化管理,降低数据采集及传输成本是目前亟需解决的问题之一。

2 页岩气地面集输工艺及配套技术探讨

2.1 页岩气地面集输及处理工艺

页岩气是指赋存于富有机质泥页岩及其夹层中,以吸附或游离状态为主要存在方式的非常规天然气,其主要成分为甲烷,同时含有一定量的乙烷、丙烷,具有湿气的特征。表1为国内较早开发的页岩气井开采数据^[7]。其组分及开发开采特点与我国的煤层气开采特点有较多的相似点,如气井日产量低、低压、低渗、气井分布广泛,井口数量众多,井场地表地形复杂,自然灾害较多等,因此在页岩气地面集输工艺及配套技术开发中可以大力借鉴国内煤层气开发的经验教训,降低开发成本,提高经济效益。

表1 丁山1井页岩气组分摩尔分数 %

层位	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	饱和烃	H ₂
九老洞组	86.5	0.16	0.04	0.2	0.36
层位	N ₂	H ₂ S + CO ₂	空气含量	平衡差	
九老洞组	7.64	4.86	2.15	0.24	

注:1966年8月10日放喷管口取样。

(1)借鉴国家科技重大专项“大型油气田与煤层气开发”中具有自主知识产权的“多点接入、柔性集输”煤层气气田低压集输工艺技术^[8],采用一级布站方式,集中布置工艺设备,可以适应页岩气开采中的多井、低压、低产的特点,降低工程投资和运行维护成本。在该项煤层气开采技术中,集输管道采用钢管和PE管道相结合的优化方案,既满足了煤层气集输系统的低压环境,又降低了管道部分投资;同时针对煤层气甲烷含量高和地形对集输压力影响较大的特点,优化集输布线方案,有效增大集输半径。因此在页岩气地面集输工艺开发过程中要充分结合页岩气自身的特点,并借鉴煤层气开发过程中的先进经验,努力开发出一套适宜页岩气开发的地面集输工艺。

(2)根据页岩气自身的特点及国家对外输天然气的性能要求^[9],合理优化页岩气处理工艺,对脱水、脱烃以及可能的脱硫脱碳工艺合理优化,选择满足页岩气低成本开发要求的专业设备,在满足国家标准规范、法律法规及安全环保要求的前提下,尽可能降低成本,提高经济效益。同时为适应未来页岩气大规模开采的要求,对相关设备、建构物、井场及处理场布置方案尽可能采用标准化、模块化、可移动化设计,降低成本及维修费用。

(3)针对页岩气自身的特点及参考煤层气、天然气的开发特点,与各科研单位、企业及高校进行强强联合,对页岩气集中处理中的关键性设备进行技术研发,开发出适宜于页岩气处理的小型设备,并尽可能实现橇装化、可移动化设计,以满足页岩气开发区块中不便于大规模集输管网建设的山地丘陵地区。

2.2 页岩气开采开发废水处理工艺开发

页岩气的开发如果技术不过关首先破坏的是环境,对环境保护的要求很高。因此,实现页岩气安全环保地开采是科学发展的硬要求,也是产业化发展的必然要求。页岩压裂需要大量的水资源,而水力压裂回收水的处理等环节都必须科学地解决,否则将会造成水资源的浪费和破坏,影响施工区的环境和水资源安全。例如,正在四川盆地南部开展的页岩气先导试验工程项目,所在地区地形地貌复杂,交通条件比较差,人口比较稠密,耕地和水资源十分宝贵,发展页岩气产业,不但要尽可能少占用耕地,而且还要最大限度地节约用水,更要把环境保护工作放在首位^[10]。近年来,由于开发页岩气用地过多、用水过多,大量钻井液、压裂液需要无害化处理,作业过程中烃类气体逸散等问题,已导致美国等部分国家叫停了一些页岩气项目。因此,大力开发页岩气开采中废水处理技术具有重要的战略意义,甚至是关系到页岩气这一重要的非常规天然气能否在我国大规模开采的关键性因素。

(1)大力开展可移动式页岩气钻采废水处理工艺及橇装设备的研究,满足页岩气钻采现场污水处理的要求,使处理后的废水达到再利用或者直接排放的标准,目前美国的威立雅水务已为美国宾夕法尼亚州 Marcellus 页岩气开采的采出水处理开发出高效可移动式水处理系统,应用了威立雅水务专有技术——MULTIFLO 软化技术,去除水中结垢物质,达到压裂作业用水所需的回用标准。页岩气开采公司可以根据需要方便快捷地将该模块化设备从一个场地移动到另一个场地。我国如能开发出一套拥有自主知识产权,适合中国国情的可移动式污水处理设备,对页岩气开采开发将具有巨大的现实意义。

(2)根据页岩气开采开发特点,根据页岩气钻采废水及采出物的特点,开发一套适应处理不同种类页岩气开采污水的集中处理工艺,处理后的污水满足达标排放或回注地层的要求,进一步减少环保压力,实现规模化污水处理,降低页岩气开采成本,

以适应我国页岩气地蔵大部分分布在西北、华北等干旱少雨地区的现实情况^[11]。

2.3 页岩气田地面集输生产监测和网络化管理技术开发

页岩气田与煤层气田一样,多位于山地丘陵地区,井场分布分散,设备密集,管理烦琐,路况较差,恶劣天气巡井困难。建设生产数据自动化采集与监测系统,如 SCADA (supervisory control and data acquisition),可以大幅度降低设备巡检工作量,减少排采人员数量,提高系统安全性,但是常规油气田的自动化监测技术成本高,难以推广到页岩气地面集输系统。因此亟需开发一套适应页岩气开发的地面集输生产数据采集与监测技术体系,建立多元化传输方式的数据采集及监控系统。

目前国家科技重大专项“大型油气田与煤层气开发”中的子课题“无线节点网络技术研究”,提出了一套适合于煤层气开采的地面集输生产数据采集与监测技术体系,建立了多元化传输方式的数据采集及监控系统。该系统关键技术优势是考虑集输管网误差优选仪表,采用阀组轮询计量方式节省仪表数量,建立多元化传输路径适应复杂野外通信环境,从而有力地克服了煤层气井地处偏僻、工程建设环境恶劣等不利因素,降低数据采集及监控系统的投资,提高系统的适应性。煤层气田地面集输地理信息系统结构如图 8 所示^[8]。

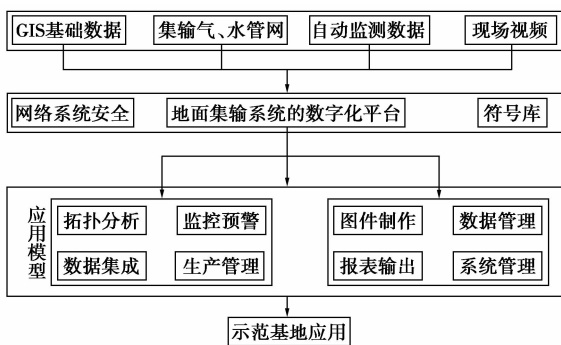


图 1 煤层气田地面集输地理信息系统结构图

因此,充分借鉴已有煤层气地面集输生产监测和网络化管理技术优势,结合页岩气自身的特点,开发出一套适应于页岩气开发的技术具有重要的现实意义。

3 建议

结合我国页岩气开发的特点,充分借鉴国外成熟的开发经验,并参照国内煤层气等非常规天然气

的地面工艺技术,建议着重对以下页岩气地面集输工艺及配套技术进行大力研究,加快我国页岩气的开发,满足国民经济发展对能源的迫切需求。

- (1)页岩气集输管网适应性。
- (2)页岩气油气水混输地面工艺技术。
- (3)页岩气集输管线及设备材质选型技术。
- (4)页岩气井场钻采废液处理及回注技术。
- (5)页岩气井场采出水处理技术。
- (6)橇装化废水处理设备技术。
- (7)关键性设备标准化、模块化及配套技术。
- (8)适宜页岩气开采特点的现场数据采集及传输技术。

4 结语

我国页岩气资源丰富,较快勘探开发页岩气资源是减缓我国能源短缺的最有效途径之一。针对我国页岩气田地质条件复杂、开采难度大以及地形复杂等特点,开发出一套适应我国页岩气开发特点的地面集输工艺及配套技术可从根本上提升我国页岩气开发速度和水平,实现国家能源局对页岩气开发的“十二五”规划要求。

参考文献

- [1] 张大伟,李玉喜,张金川,等.全国页岩气资源潜力调查评价及有利区优选报告[R].国土资源部油气资源战略研究中心,2011.
- [2] 国家能源局.页岩气发展规划(2011—2015年)[R].2012.
- [3] 李世臻,曲英杰.美国煤层气和页岩气勘探开发现状及对我国的启示[J].中国矿业,2012,19(12):3-4.
- [4] 李政.东营凹陷页岩气勘探潜力初步评价[D].成都:成都理工大学,2011.
- [5] Office of Fossil Energy and National Energy Technology Laboratory, US Department of Energy. Modern shale gas development in the United States: A primer [R]. Oklahoma; Gound Water Protection Council, 2009.
- [6] 王兰生,廖仕孟,陈更生,等.中国页岩气勘探开发面临的问题与对策[J].天然气工业,2011,31(12):119-122.
- [7] 蒲泊伶.四川盆地页岩气成藏条件分析[D].青岛:中国石油大学(华东),2008.
- [8] 吴建光,据宜文,裴红,等.我国煤层气田地面集输工艺及监测技术研究进展[J].中国工程科学,2012,14(2):30-37.
- [9] GB 17820—1999.天然气[S].
- [10] 翟光明,何文渊,王世洪.中国页岩气实现产业化发展需重视的几个问题[J].天然气工业,2012,32(2):1-4.
- [11] 陈莉,任玉.页岩气开采的环境影响分析[J].环境与可持续发展,2012,(3):52-55. ■