

天然气产业一体化发展模式研究与实践

马新华¹, 胡 勇¹, 何润民²

(1. 中国石油西南油气田公司, 成都 610051; 2. 中国石油西南油气田公司天然气经济研究所, 成都 610051)

摘 要:中国天然气发展已经进入“黄金时代”,对于保障国家能源安全和实现美丽中国目标具有重要战略作用。天然气产业链涉及上游勘探开发、中游运输储存、下游销售利用,协调一致是产业发展的内生需求。基于此,构建基于产业链上中下游协同、技术创新支撑与管理创新保障的天然气产业一体化发展模式,以资源、管网、市场高度集中的川渝地区为例分析模式实践应用,在推动产业协调发展、实现安全保供、优化区域能源结构和实现经济社会和谐稳定发展方面成效显著。从而提出天然气产业发展战略思考:发挥央企职能,在坚持市场化改革基本方向前提下,资源与市场重合区域实行一体化运营是最佳选择,有助于降低全产业链供应成本、对加快页岩气发展也有重要意义。

关键词:天然气产业;一体化;动因;发展模式;实践;战略思考

中图分类号:F532.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-980X(2019)09-0065-08

天然气作为优质清洁高效的绿色低碳能源,增加供应、扩大利用、提高天然气利用水平是加快转变经济发展方式、促进节能减排和绿色发展最现实的选择。随着天然气在一次能源中的消费比重不断增长,中国天然气发展已经进入“黄金时代”。《能源发展“十三五”规划》明确提出,2020年天然气在一次能源中的消费比重力争达到10%;《能源生产和消费革命战略(2016—2020)》要求,到2030年,一次能源消费结构中天然气占比将达到15%左右;伴随天然气消费量快速增长,天然气对外依存度不断增加,2018年对外依存度达到45.3%,跃升为全球第二大天然气进口国^[1]。国家能源安全和行业发展需求,催生了中国天然气产业发展不断优化和提升的强大需要。

作为世界上最早开发利用天然气的地区,四川盆地是中国现代天然气工业的摇篮,长期引领全国天然气产业发展,远早于全国形成了成熟完整的天然气产业链,具备了天然气资源、管网及市场在物理实体上的一体性。经过60余年的发展探索,总结完善,创新形成了上游勘探开发、中游输送储存、下游销售利用之间“牵一发而动全身”的一体化运营模式,并经实践证明成效显著、意义重大。本文以此为基础,对天然气产业一体化发展模式创新与实证进行研究,提出天然气产业发展的战略思考,在深化油气体制改革的下,为中国天然气产业发展提供一

条可供复制与推广的新路子和一个可供参考的成熟范式与模板。

1 天然气产业一体化发展内涵与动因

1.1 天然气产业一体化发展内涵与现状

天然气产业属于采掘行业和基础产业,由其产业链、相关企业及生产经营管理核心业务活动构成。根据“木桶理论”原理,产业链的协调发展并不是由某一子链决定,只有各环节都实现了协调发展,才能推动整条产业链的产生、完善与成熟。天然气作为一种特殊的能源,其生产和消费几乎同时进行,使得产运销具有了物理实体上的系统性^[2],决定了天然气产业上、中、下游各环节必须紧密衔接、协调一致^[3],也是天然气合同以“照付不议”形式存在的根本依据^[4]。根据产业组织、产业管理和产业布局相关理论,天然气产业作为一个技术密集型的高风险、高投入产业,规模经济和范围经济效应十分明显、产业关联度也非常高、关联效应突出^[5]。因此,天然气产业一体化发展是适应天然气产业发展特征与发展环境的独特的一种产业经济发展方式,遵循产业经济相关理论,以提高天然气在一次能源中的比重为主线,是在充分适应产业特征和发展环境基础上,通过上游勘探与开发、中游输送与储存、下游销售与利用的互动和优化,推动天然气全产业链一体化整体发展,最终实现产业价值最大化、资源配置最优化、

收稿日期:2019-07-11

作者简介:马新华(1962—),男,湖北黄冈人,博士,中国石油西南油气田公司总经理,教授级高级工程师,研究方向:石油天然气地质综合研究及油气勘探开发管理;胡勇(1963—),男,四川成都人,教授,高级工程师,研究方向:气田开发理论和应用;何润民(1969—),男,四川成都人,博士,高级经济师,研究方向:天然气经济与管理。

产业协调可持续发展和社会福利最大化目标。

基于产业经济视角的一体化是指企业根据资源流动的方向,利用自身在技术、产品、劳动力、市场等方面优势,不断向深度广度发展,形成统一的经济组织的战略。在全球能源需求从高碳向低碳发展成为全社会共识的前提下,国际大石油公司积极构造上下游一体化的天然气产业链,在全球范围内加快天然气业务发展;埃克森美孚积极推进天然气业务的纵向一体化,在扩大资源基础、特别是页岩气等非常规油气资源开发的同时,积极推进天然气下游产业链的发展;能源巨头英国石油公司(BP)、壳牌集团(Shell)等全球性运作的石油公司,着眼于全球范围的效益实现,分区域独立开展一体化运营,SHELL在生产全业务链分别独立使用优化软件(PIMS-Process Information Management System、DPO-Distribution Planning Optimization等),其中炼化业务领域的PIMS模型成熟度在业内处于领先地位;BP在物流优化中利用IMOS(inventory management and operations scheduling)模型与DPO模型互动应用,提升了一体化运营整体水平。国内而言,中国石油化工集团公司以炼化生产PIMS优化软件为主,兼顾了海外原油选择数据库和下游DPO优化软件的开发和应用,以实现上下游的衔接;中国石油天然气股份有限公司使用的炼化物料优化与排产系统(advanced planning and scheduling, APS)和基于CDM和DPO的成品油一次物流系统,为实现上中下游业务协调提供了重要支撑^[6]。

1.2 天然气产业一体化发展的动因

1.2.1 天然气产业的自然属性与生产经营的内在需求

天然气产业属于资源采掘业,生产经营的核心是根据市场需求不断探索地下天然气资源,把投入资本转化为储量,采用先进的开采工艺技术,将气藏中的可采储量开采出来,成为可利用的商品气,并通过管道输送到用户。天然气是优质高效的清洁能源,其发展有着不同于其他化石能源的特殊性和区别于一般能源产业的特殊性,主要体现在勘探生产环节的高风险性、输配环节的自然垄断性、利用环节的不均衡性、物理实体上的系统性以及技术与装备的专有性等方面。作为一种带有自然垄断属性的不可再生的稀缺资源,天然气还具有不易储存的内生属性,这一属性从根本上制约了天然气资源的运输方式,必须严重依赖于管道运输^[7]。然而,天然气管道铺设规模大、风险高、用途单一、投资数额巨大、建设周期长、技术要求高,并且严重受制于天然气资源的生成客观规律和分布位置的自然性、资源分布的

广度、气藏分布的隐蔽性等客观条件制约。因此,天然气产业的显著特点是上游的勘探开发、中游管输和下游的天然气销售利用之间形成紧密联结的产业链体系,产业链一体化经营才能从根本上保证天然气产业的健康可持续与高质量发展。

1.2.2 天然气资源安全保供的必然要求

2018年9月5日,国务院印发《关于促进天然气协调稳定发展的若干意见》(以下简称《意见》)中,“产供储销,协调发展;有序施策,保障民生”两条基本原则核心均为保障天然气安全供应。我国天然气供应的三大来源为:国内自产、管道天然气进口和LNG进口。虽然我国“西气东输、北气南下、海气登陆、就近供应”的天然气供应四大格局已经初步形成,但供需缺口依然巨大,供应安全不容乐观。由于资源短缺,供气安全问题历来是天然气发展史上的重大和焦点问题,为政府、社会和企业各界高度关注。

天然气资源供应安全保障是一项系统工程,需要相应的组织体系、制度创新、管理创新和市场开拓,其核心内容是要素资源在资源、输配、市场之间的循环流转及其应用。天然气产、运、销、用联动性本质上要求各个环节必须紧密配合协调一致,任何一个环节出问题都可能造成经济和社会损失巨大,任何一个环节又都不可能单独承担起天然气供应安全。因此,天然气产输销一体化管理是保障供气安全和应对突发事件的最佳模式。一方面,凭借一体化管理优势,在天然气资源的组织、管网的调度以及对市场的及时反馈方面具有强大高效的协调能力,能够形成强有力的天然气供应安全保障机制;另一方面,遇到停气检维修、事故中断供气等特殊状况时,高效的上中下游协调能够保证应急条件下快速处理问题,历次冬季保供和应对气荒的实践也反复证明,一体化管理在保障供气安全方面发挥了难以替代的重要作用。

1.2.3 实现信息对称降低交易费用的有效途径

天然气产业上游主要存在行政垄断,其他企业进入将受到技术壁垒、法律法规和矿权冲突等的限制,但现有资料无法论证行政垄断将使得在市场内的天然气企业失去提升效益、降低成本的外在压力和内在动力;天然气产业中游存在着庞大的基础设施如天然气管网、储气库、净化厂等因其巨大的建设成本而形成的自然垄断;天然气产业下游存在着城市燃气等利用上的高度自然垄断。历史和实践表明,一体化绝不是整体的无序扩张,而是主营业务的做大做强,产业链存在的三种垄断虽然因信息不对称会造成一定程度的非经济性,但是总体而言是利大于弊的。天然气产业的一体化是囊括天然气上中

下游的庞大而又复杂的工程,一方面这是以一种昂贵的具体的行动来进行的信号传递,同时也可以利用统一的体制机制更有效的来进行信息甄别,减少市场出现逆向选择的问题,从而提升市场效率,降低不必要的市场摩擦。最为重要的是,降低供气成本是实现天然气产业快速发展的重大命题,天然气产业上中下游一体化管理能够缩短各环节之间的交易进程,显著降低中间交易与结算管理成本;且高效协调上中下游生产运行,产输销各环节无缝衔接,无论是“以销定产”还是“以产定销”,都能快速反应、降低生产运行成本,实现整体效益最大化。

2 天然气产业一体化发展模式创新

天然气产业一体化发展是一个复杂系统,受政策变化、产业的发展与转移、技术与社会进步、区域

发展环境、天然气资源条件、市场竞争等多重因素的综合影响,天然气产业一体化发展必然存在一个随着外部环境变化不断发展演变的过程,这一过程的演进与天然气工业发展的阶段性、天然气资源供给、国民经济的周期变化与天然气用户结构息息相关。以产业组织、产业关联、产业布局、交易费用等一系列产业经济发展相关理论为基础和指导,天然气产业一体化发展模式创新,必须以尊重产业发展的系统性和协调性、适应产业特殊的地理根植性、坚持企地协调与政府引导为前提,促进天然气产业链勘探开发、输送储存、销售利用各环节及其间技术、管理等多要素协同作用提升产业整体功能价值。基于此,立足产业经济发展相关理论以及天然气产业一体化发展动因,集成创新构建天然气产业一体化发展模式架构^[8],见图1。

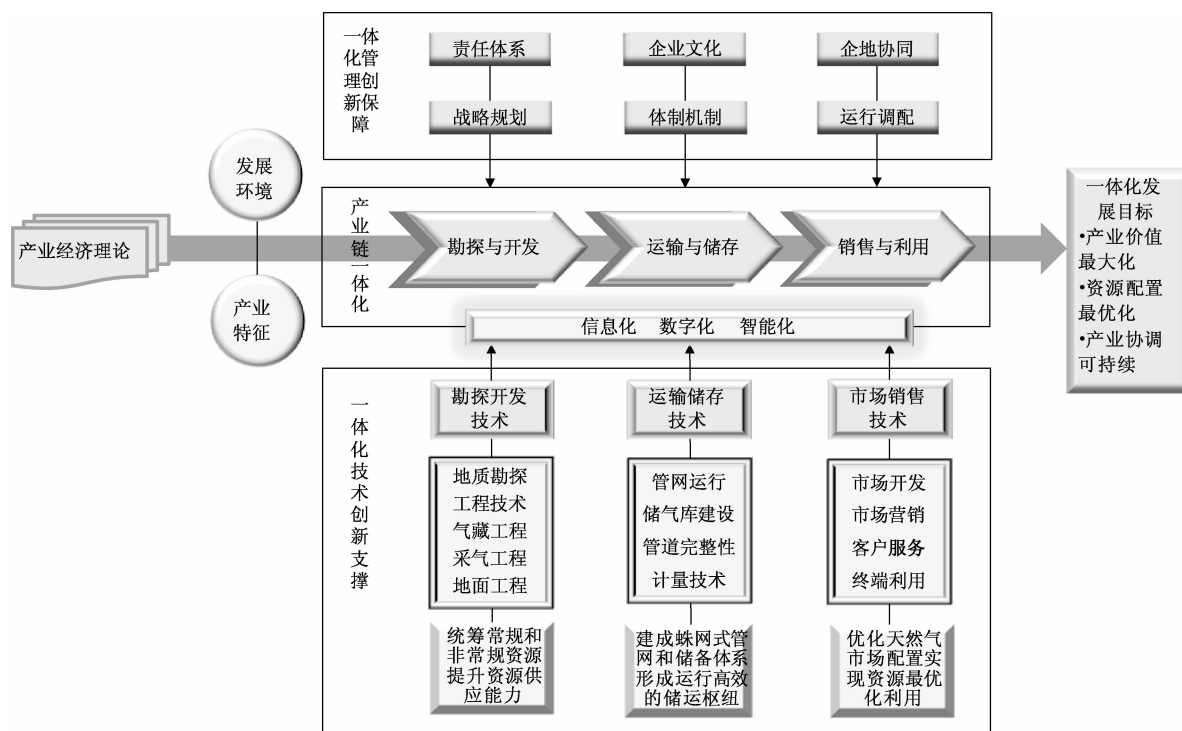


图1 天然气产业一体化发展模式结构

天然气产业链一体化协同、一体化技术创新支撑与一体化管理保障是天然气产业一体化发展模式的三大重要组成部分,其中,产业链一体化协同是模式的核心与主线,是模式结构中最主要的组成部分;为保证核心主线有条不紊的推进和实现,必须要依靠技术创新和管理创新两大辅助功能的发挥。三大部分紧密联系、牢不可分,完整地反映了天然气产业一体化发展的深刻内涵与广泛外延,共同促进天然气产业一体化发展模式模式整体价值和目标实现。

2.1 天然气产业链一体化协同

天然气产业链一体化协同是将天然气产业链视为一个复杂的自适应系统,以产业链上勘探开发、输送储存、销售利用等产输销主要环节为系统的组成要素,进行多环节间多要素的组合与优化,协同实现产业链整体价值最大化和功能最优化。因此,充分考虑上游气源供气能力、中游管道输气以及储气库注采气能力、下游用户用气量波动等因素的限制和影响,统筹天然气生产、资源配置、管网布局、市场营销、竞争应对,合理安排产能、管网投资以及分配天

然气流量,将天然气合理的输配给用户,确保产运销各环节无缝衔接、协调发展以实现最大的经济和社会效益,是产业链一体化协同需要解决的根本问题。

在天然气产业一体化发展模式框架下,为了更好地描述产业链一体化协同这条主线功能价值的发挥,采用数学工具进行产业链一体化协同实现过程建模,寻求解决问题的理性方案。基于供应链管理和系统优化理论、产业经济与技术经济相关理论、需求预测与市场营销相关理论,将天然气产业一体化协同系统抽象为一个由上游天然气生产气田、中游外部气源下载节点、调峰储备库、输气管道交叉、以及下游用气市场等多节点集 V 和其构成的边集 E 组成的有向图 $G=(V, E)$;以最大化利润和社会福利综合绩效为目标,分别考虑销售收入、生产成本、运输成本、储气库注气成本、采气成本、固定投资成本等,建立天然气产业链一体化协同的数学模型^[9]:

$$\begin{aligned} \max z = & \sum_{i \in T} \sum_{j \in D} \alpha_{jt} d_{jt} p_{jt} - \sum_{i \in S} c_{it}^s \sum_{t \in T} \sum_{j \in J} q_{ijt} - \\ & \sum_{i \in T} \sum_{j \in S \cup C \cup J / \{j\}} \sum_{j \in J \cup C \cup D} c_{ij} q_{ijt} - \\ & \sum_{i \in T} \sum_{i \in C} f_i^M m_{it} - \sum_{i \in T} \sum_{i \in C} f_i^R r_{it} - \\ & \sum_i \sum_j \sum_{\varphi \in \Phi} \frac{F_{ij\varphi} |Y|}{|T|} \sum_{t \in T} s_{ij\varphi}^t. \end{aligned} \quad (1)$$

其中: S 表示天然气上游供应点集合, D 表示下游天然气需求点集合, J 表示天然气中游管道连接或交叉点集合, C 表示储气库集合, T 表示时间段集合, Y 表示每年计划周期集合, P 表示投资管道可选集合, Φ 表示投资管道类型集合。该公式需要满足以下几个约束。

注气约束:表示储气库注气量与管径流量之间的守恒关系,即储气库注入天然气的量等于与之连接的管道流向其的总气量。

$$m_{jt} = \sum_{i \in J} q_{ijt}, \forall j \in C, \forall t \in T. \quad (2)$$

采气约束:表示储气库采气量与管径流量之间的守恒关系,即储气库采出天然气的量等于其流向与之连接的管道的总气量。

$$r_{jt} = \sum_{i \in J} q_{jit}, \forall j \in C, \forall t \in T. \quad (3)$$

生产能力约束:表示气源供应量不能超过其能力约束,即气源流向与之连接的管道的总气量不能超出产能。

$$\sum_{j \in J} q_{ijt} \leq Q_i^s, \forall i \in S, \forall t \in T. \quad (4)$$

需求满足情况:表示各需求点需求被满足的情况,即与需求点连接的管道流向该需求点的天然气总量等于当期需求与被满足率的乘积。

$$\sum_{i \in J} q_{ijt} = \alpha_{jt} d_{jt}, \forall j \in D, \forall t \in T. \quad (5)$$

流量守恒约束:表示在各个管网交叉节点,天然气进出流量必须守恒,即与节点连接的管道流向该点的天然气总量等于该点流向与之连接管道天然气总量。

$$\sum_{i \in S \cup J \cup C} q_{ijt} = \sum_{i \in D \cup J \cup C} q_{jit}, \forall j \in J, \forall t \in T. \quad (6)$$

累积净注气量约束:表示任何时间点储气库累积注气量与采气量之差加上初始气量要小于储备库储备能力。

$$Q_i^0 + \sum_{t=0}^k (m_{it} - r_{it}) \leq Q_i^C, \forall i \in C, \forall k \in T. \quad (7)$$

注采气量约束:表示任何时间点储气库累积注气量与初始气量之和大于累积采气量。

$$Q_i^0 + \sum_{t=0}^k (m_{it} - r_{it}) \geq 0, \forall i \in C, \forall k \in T. \quad (8)$$

期末安全库存约束:计划期末储气库累积注气量与初始气量之和大于安全库存水平。

$$Q_i^0 + \sum_{t=0}^{|T|} (m_{it} - r_{it}) \geq Q_i^{|T|}, \forall i \in C. \quad (9)$$

满足率下限约束:表示每个时期各需求点的需求满足率必须达到最低保供要求。

$$\alpha_{jt} \geq l_j, \forall j \in D, \forall t \in T. \quad (10)$$

满足率范围:

$$\alpha_{jt} \in [0, 1], \forall j \in D, \forall t \in T. \quad (11)$$

采气能力约束及范围:

$$0 \leq m_{it} \leq M_i, \forall i \in C, \forall t \in T. \quad (12)$$

注气能力约束及范围:

$$0 \leq r_{it} \leq R_i, \forall i \in C, \forall t \in T. \quad (13)$$

管道输送能力约束:节点 (i, j) 之间的天然气输送量不能超过现有管道与被选中建设管道在当前的状态条件下的总输送能力。

$$q_{ijt} \leq \frac{Q_{ij}}{|Y|} + s_{ij\varphi}^t \cdot \frac{Q_{ij\varphi}^p}{|Y|} + s_{ji\varphi}^t \cdot \frac{Q_{ji\varphi}^p}{|Y|}, \forall i, j \in J, i \neq j, \forall \varphi \in \Phi, t \in T. \quad (14)$$

管径方案状态转化:投资决策的决策量与状态量之间的状态转移,即当期某管道投资状态是上期状态与决策量 $x_{ij\varphi t}$ 共同决定的。

$$s_{ij\varphi}^t = s_{ij\varphi}^{t-1} + x_{ij\varphi t}, \forall i, j \in J, i \neq j, \forall \varphi \in \Phi, t \in T. \quad (15)$$

管径方案约束:整个计划期投资两节点间投资方案只能选择一种。当计划期内同一对节点间允许重复投资多条管道时,该约束可以松弛掉。

$$\sum_{t \in T} \sum_{\varphi \in \Phi} x_{ij\varphi t} \leq 1, \forall i, j \in J, i \neq j. \quad (16)$$

管径方案选择定义式:

$$x_{ij\varphi t}, s_{ij\varphi}^t \in \{0, 1\}, \forall i, j \in J, i \neq j, \forall \varphi \in \Phi, t \in T. \quad (17)$$

利用 Benders 分解算法,基于天然气管网投资、生产供需调度及管网流量分配动态数据,对模型进行求解,可快速得到上游气源和下游市场动态变化条件下满足产业链一体化协同发展需求的生产方案、储气库调峰方案、需求满足方案,从而实现对模式主线的优化。

天然气事关民生福祉和社会稳定,使得产业发展不仅仅受到经济指标的影响,更成为关于全民社会福利的重要资源分配利用的重大决策事项。上述数学模型最大化目标函数中全面考虑了经济效益和社会福利综合绩效体系的天然气上中下游共同利益,能够为做好供需衔接、明确保供次序、及时协调解决影响平稳供气的矛盾和问题从而优化实现天然气全产业链一体化发展目标提供了可操作的实现程序。

2.2 天然气产业一体化技术与管理创新

天然气产业一体化技术创新是在创新驱动发展的战略指引下,强调科技创新驱动的巨大价值,通过天然气勘探开发技术系列、天然气输送储存技术系列、天然气市场销售技术系列的创新和天然气信息化技术系列的发展与技术进步,实现科技创新驱动产业发展的第一生产力作用,为天然气产业链一体化协同的实现提供重要动力。基于产业链的视角,天然气勘探开发技术系列需要综合考虑地质勘探、工程技术、气藏工程、采气工程、地面工程(包括集输与净化)等技术子系列,天然气输送储存技术系列则涵盖管网运行、储气库建设、管道完整性、计量技术等,天然气市场销售技术系列则包括了市场开发、市场英雄、客户服务、终端利用等方面,天然气信息化技术系列是充分利用大数据、网络平台、信息技术手段等统筹全产业链的一体化技术服务^[10]。

天然气产业一体化管理创新是在深化改革创新促高质量发展的宏观背景下,通过战略规划、体制机制、生产运行、责任体系、企业文化、企地协同等,为天然气产业链一体化协同提供重要的组织和制度保障。战略规划一体化布局从战略、规划、计划等层面将天然气资源、管网与市场紧密联系在一起,形成统筹协调发展的总框架;体制机制一体化构建通过上市、未上市业务一体化管理、业务链管理一体化、专业管理一体化和区域管理一体化,形成产业链融合深度发展格局;生产运行一体化调配按照“按效排产、以效定销、产销联动、安全保供”进行资源配置、管网管控、市场保供;责任体系一体化主要落实可持续发展的天然气勘探开发责任、以安全环保为主线的生产运营责任、以人为本的员工发展责任、服务国计民

生的社会责任的全面履行;企业文化一体化建立要充分构建天然气精神文化、天然气制度文化、天然气行为文化、天然气物质文化;企地协同一体化推动是充分利用一体化优势,构建和谐企地关系,助推区域经济健康稳定发展。

3 天然气产业一体化发展实践——以川渝地区为例

天然气产业一体化发展模式是在川渝地区六十余年的艰苦探索和不断完善中丰富发展起来的,既是产业经济发展相关理论在天然气产业发展中的理论应用,又经历了川渝地区 60 余年天然气产业发展实践检验,因此,它既是来源于实践的创新理论,又是指导实践的创新产物。过去六十余载,川渝地区推进天然气产业一体化协同发展,就取得了一系列重要成效^[11],取得成效的主要实践包括:

3.1 充分利用管网和资源优势,推动上中下游协调发展

3.1.1 充分利用管网优势,完善产销价值提升通道

将天然气资源转化为经济效益,管网在天然气产销规划与整体布局优化中起到关键性作用。川渝地区立足天然气资源、供气管网优势,建设大型环形输气管网和与之配套的支线管道和气田集配气管网,已建成的“三横、三纵、三环、一库”的骨干管网,综合输配能力达到每年 $300 \times 10^8 \text{ m}^3$ 以上,建成了全国甚至世界上独特的蛛网式环形管网系统,有效协调上下游的原省功效,有利于造就完整发达的区域天然气一体化产业链。蛛网式管网系统的核心价值在于通过环状化、网状化及压力分布式布局,提高管网覆盖密度和市场适应能力,进而促进市场高效发展;对产业发展的作用是确保安全稳定供气,高效培育市场,形成完整产业链并协调发展、联通区域内外市场,成就产业一体化特色。

3.1.2 充分发挥资源优势,协同政府实现市场发展

利用产运销一体化中天然气勘探开发和市场销售紧密结合的优势,与地方政府共同规划、开发、布局天然气市场,把天然气市场发展和促进地方社会经济发展结合起来,引导地方政府出台有利于天然气业务发展的政策,进行科学的资源配置和市场供需平衡。同时,以转变发展方式、调整产业结构、优化资源配置、提升经济增长质量为目的,引导政府规划、优化产业布局,从而提升天然气在区域能源结构中的地位和作用,发展了管网周边潜在的产业集群,积极拓展了新的天然气利用方式,如 LNG 的利用项目等。

3.2 供储销联动实现资源调度,有效应对市场变动

20 世纪末以来,天然气市场供需先后经历了供

大于求、供需不断紧张、供需宽松和供需紧张的阶段性波浪式发展行情。在天然气产业一体化发展模式下,针对不同的天然气市场供需形势,采用适应的资源调度方式。

3.2.1 当天然气供大于求时,采用“以销定产”

销量是运作机制的主要输入条件,不受输配业务环节制约,而其他决策均受制于销量。在这种方式下,天然气生产组织采取“以销定产、以销促产”和“按效排产”的策略,严格按照气田开发效益排序,优先安排高效气田生产,降低天然气单位操作成本和安全成本。天然气销售则采取“以效定销”和灵活的天然气价格,在用气淡季实行优惠价格或对大工业用户实行按用气量递减的阶梯价格,努力提高天然气销售量。

3.2.2 当天然气供不应求时,采用“以产定销”

产量是输配业务各环节生产决策的主要依据,是运作机制的主要输入条件,不受输配业务环节制约,而其他决策均受制于产量。在该方式下,天然气生产组织和销售采取“以产定销,有保有压”的策略,严格执行国家《天然气利用政策》的用气保障顺序,确保市场供需平衡和稳步发展;通过输配气管网与天然气生产和销售无缝对接对市场需求的有力保障和有效管控,确保供应安全。近年来,即使在用气最紧张的时期和季节,川渝地区再未出现城镇居民生活用气“有气无力”现象和CNG出租车加气排大队的情形。

3.3 强化安全保供,提升应急调峰能力

3.3.1 加大上游勘探开发,保障天然气资源可持续供应

实施上游勘探开发一体化,把彼此分散独立的勘探与开发紧密结合为一个有机的整体,相互协调,相互配合,高效完成油气资源向油气产量的转化。在勘探取得突破,对含油气区有一个整体认识的基础上,将高产富集区块优先投入开发,同时,在重点区块突破的同时,在开发中继续深化新层系和新区块的勘探工作,为勘探的扩边连片探明提供指向,表

现出“勘探中有开发,开发中有勘探”,全面挖掘生产潜力,实现快速上产。

3.3.2 多元化储气系统建设,提高战略储备与调峰能力

我国的天然气资源分布不均匀,供给侧与需求侧局部失衡,近年来在部分地区出现了“气荒”现象,其中民用天然气消费极不均衡,因此,多元化储气系统建设对于确保安全平稳供气意义重大。川渝地区充分利用地下储气库储备与调峰、气田储备与调峰、管道储备与调峰、建设事故备用气源储气站储备与调峰等多种储气方式并举,通过储气库采气,解决了季节调峰,保障民用和工业用户平稳用气。例如,2016年末,中亚天然气供应国因极端天气和装置故障等原因减少供应量,相国寺储气库立即启动应急采气方案,确保了北方地区的天然气供应需求;2017年11月,罗家寨高含硫净化厂故障全停、页岩气停气碰口期间,储气库立即提升采气量,保障了市场供应。

3.4 优化区域能源结构,促经济社会和谐稳定发展

3.4.1 提升天然气消费比重,推进供给侧结构性改革

川渝地区推进能源供给侧结构性改革,能源转型速度加快,天然气占清洁能源消费比重持续提升(图2)。川渝地区天然气的消费利用,不但提高了工业产品质量和人民生活质量,更重要的是,减轻了企业和社会能源消费对煤炭和成品油的依赖程度,优化了能源消费结构。多年来,川渝地区能源消费结构中天然气所占份额一直全国最高,而煤炭则比全国平均水平约低5个百分点以上。2017年,天然气在全国一次能源消费结构中的比例为7.2%,而川渝地区的天然气在一次能源消费结构中的比例高达15%,超过了挪威、芬兰、希腊、瑞士、新加坡等经济发达国家和亚太地区平均水平(10.6%),接近日本(16.6%)和韩国(14.9%);川渝地区城镇气化率达气化率达到87%,名列全国前茅。

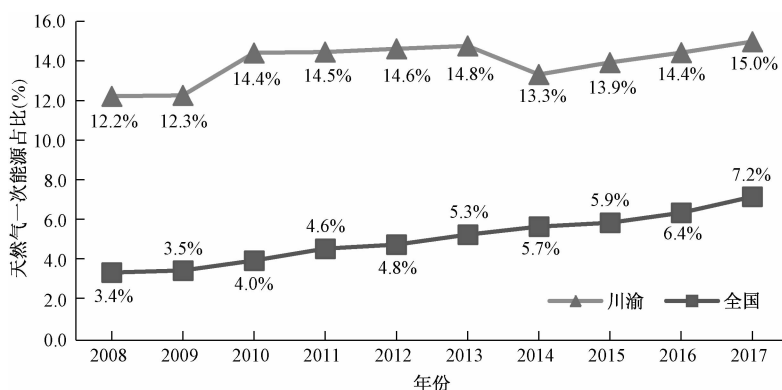


图2 川渝地区天然气占一次能源消费比重走势图

3.4.2 助力生态文明建设,保障区域经济社会发展

与煤炭相比,天然气燃烧利用的最大优势之一是在于其环境效益。川渝地区天然气产业的发展,对节能减排、生态环境改善和生态文明建设起到重要作用,成为绿色经济增长新引擎。2008—2017年生产的天然气可替代煤 2.06×10^8 t标煤,综合减排 3.67×10^8 t,给四川盆地乃至全国带来了更多的“天然气蓝”。同时,天然气产业一体化发展还推动形成和发展了以天然气为原料或燃料的产业集群,对区域社会经济发展做出了重要贡献。2008—2017年,四川省和

重庆市的GDP分别保持了7.7%~15.1%和9.3%~17.1%较高年度增速,天然气的贡献功不可没。实证分析认为,2008—2017年期间中国石油在四川盆地共生产天然气 1546×10^8 m³,可带动地区GDP增长1.22万亿元^[12]。通过天然气消费利用带动相关产业的发展,每年新增了数万个的就业机会,促进了社会的和谐稳定^[13]。2008—2017年期间中国石油为四川盆地年均创造了55.5万个就业岗位,对四川盆地就业贡献率为1.49%,即四川盆地每1万名员工中,有天然气产业的职工149个(见表1)。

表1 2008—2017年天然气生产对地区社会经济发展贡献

年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
天然气产量(10^8 m ³)	148.33	150.32	153.62	142.06	131.52	127.79	137.3	154.8	190.1	210.2
对地区GDP的贡献值(亿元)	994	1007	1030	952	1132	1100	1182	1333	1637	1810
对地区GDP的贡献率(%)	1.90	2.20	3.33	4.63	5.61	5.63	5.69	5.27	5.38	6.03
对地区财税的贡献率(%)	4.56	7.06	10.38	10.35	10.45	10.69	11.27	11.79	11.65	11.97
对地区就业的贡献率(%)	1.40	1.44	1.49	1.30	1.54	1.55	1.54	1.54	1.54	1.55

4 天然气产业发展的战略思考

天然气产业高质量发展是适应能源革命要求、构建安全高效现代能源体系、实现美丽中国目标的内生需要^[14],也是我国深入推进可持续发展战略的重要选择。天然气产业一体化发展是一项考虑产业链上中下游多环节多要素耦合问题的复杂系统工程,自勘探开发、储集管输到销售利用各个环节的一体化发展都具有积极重要的意义和作用^[15]。作为一项具有低碳性、民生性和价值性的战略工程,需要用辩证思维综合看待,既要放眼全球市场化改革浪潮、贯彻和践行我国油气改革精神,又要充分考虑区域实际情况、多路并举^[16]、差异化发展,进行综合的战略性考量。

(1)中央企业是保障国家能源安全的可靠力量。立足我国当前天然气工业结构,无论自产还是进口,中国石油、中国石化、中国海油三家中央企业,在保障国家能源安全中扮演非常重要的作用;同时,要实现天然气产业长期稳健发展,必须处理好企地关系,兼顾企地利益,为天然气产业稳健发展创造良好的外部环境。

(2)坚持天然气产业市场化改革基本方向。天然气产业市场化改革是国家的大政方针,也是行业发展的必然趋势,必须严格执行。但在产输销分离格局下,如何实现全产业链的协调发展,则是需要考虑的新问题。2017年冬季保供实践证明,在产输销分离格局下,保持全产业链的协调发展仍然非常重要,对于产地与消费地完全重合的局部地区,保持一体化运营与管理格局仍是最合理、最经济有效的运

作模式。

(3)资源与市场重合区域实行一体化运营是最佳选择。在全国总体实施产输销分离改革的背景下,针对部分资源与市场重合区域,由于存在与地方协调发展的特殊性,形成了唇齿相依的紧密关系,采用一体化模式更有利于产业链协调与地方经济发展。

(4)天然气产业一体化对加快页岩气发展具有重要意义。页岩气发展在中国天然气行业具有重大的战略意义,通过页岩气发展可以实现资源战略接替、保障国家能源安全。与常规气不同,页岩气开发具有需要专用的技术与设备,开采难度大,成本高,递减快等特殊特性。从已有经验看,采取纵向一体化战略发展是页岩气非常现实的选择,通过实施一体化战略,与地方政府共同发展页岩气产业,实现多方共赢,更有利于页岩气产业的未来发展。

(5)一体化有助于降低全产业链供应成本。从最近几年的国家和地方相关政策看,降低用气企业成本是国家政策导向,采用天然气产业一体化运营模式,采取直供等方式,可以减少中间环节,不仅能够降低天然气上游开发与供应成本,对于天然气“黄金终端”的形成与发展也具有强大的推动作用,可以降低与用户的沟通与协调成本,从总体上降低全产业链交易成本。

60多年的实践证明,在四川盆地等生产区域与消费区域高度重叠的特殊区域,采取天然气产业一体化运营模式,对于和谐企地关系、推动上中下游产业链的协调发展、有效响应市场需求、降低交易成本、促进供需平衡、推进区域国民经济社会发展都发

挥了重要作用。因此,在坚持市场化改革的原则下,在外部环境没有根本改变的情况下,在川渝地区等产输销高度重合的特殊区域继续实施天然气产业一体化运营模式,是合理的也是必要的。

参考文献

- [1] 刘朝全,姜学峰. 2018 年国内外油气行业发展报告[M]. 北京:石油工业出版社,2019.
- [2] 白兰君. 天然气经济学[M]. 北京:石油工业出版社,2001.
- [3] 李士伦,汤勇,王希勇. 建立上、中、下游一体化天然气工业体系问题的思考[J]. 石油工业技术监督,2005(5): 13-16.
- [4] 李海涛. 浅谈天然气照付不议合同的有关条款[J]. 国际石油经济,2000(5): 51-52.
- [5] 郑红玲,刘肇民,刘柳. 产业关联乘数效应、反馈效应和溢出效应研究[J]. 价格理论与实践,2018(4): 122-125.
- [6] 西南油气田天然气上中下游一体化运营体制机制研究[R]. 北京:国家发改委综合运输研究所,2019.
- [7] 李志刚,张吉军,苟建林. 天然气开发企业产运销一体化协调发展评价指标体系设计[J]. 生态经济,2012(1): 113-116.
- [8] 马新华. 天然气产业一体化发展模式[M]. 北京:石油工业出版社,2019.
- [9] 川渝地区天然气产运储销协同优化模型与应用研究[R]. 成都:中国石油西南油气田公司天然气经济研究所,2018.
- [10] 胡勇,姜子昂,何春蕾,段勇等. 天然气产业科技创新体系研究与实践[M]. 北京:科学出版社,2016.
- [11] 马新华,胡勇,王富平. 四川盆地天然气产业一体化发展创新与成效[J]. 天然气工业,2019(7): 1-6.
- [12] 姜子昂,周建,付斌,等. 天然气产业生态文明建设重大问题研究——以西南战略大气区建设为例[M]. 北京:科学出版社,2017.
- [13] 何润民,熊伟,杨雅雯,等. 中国天然气市场发展分析与研究[J]. 天然气技术与经济,2018,12(6): 21-24.
- [14] 潘继平,杨丽丽,王陆新,等. 新形势下中国天然气资源发展战略思考[J]. 国际石油经济,2017,(25)6: 12-18.
- [15] 邹才能,赵群,陈建军,等. 中国天然气发展态势及战略预判[J]. 天然气工业,2018,(38)4: 1-11.
- [16] 郭焦峰,薛子文. 多路并进推动石油天然气体制改革[N]. 中国石油报,2015-04-21.

Study and Practice on Natural Gas Industrial Integration Development Model

Ma Xinhua¹, Hu Yong¹, He Runmin²

(1. Petro China Southwest Oil & Gas Company, Chengdu 610051, China;

2. Natural Gas Economic Research Institute of Petro China Southwest Oil & Gas Company Chengdu 610051, China)

Abstract: The development of Chinese natural gas has entered "golden age" and plays an important strategic role in ensuring national energy security and achieving the goal of beautiful China. The natural gas industry chain involves upstream exploration and development, mid-stream transportation and storage, downstream sales and utilization. Coordination and consistency is the inherent needs of industrial development. Thus, we establish a natural gas industrial integration development model, which is including cooperation between the upper and lower reaches of the industrial chain, technological and management innovation support. Take Sichuan and Chongqing as practice example, where resources, pipe networks and markets are highly concentrated. The model has achieved remarkable results in promoting the coordinated development of industries, ensuring safe and secure supplies, optimizing the regional energy structure, and achieving harmonious and stable economic and social development. Then, put forward the strategy thinking of natural gas industry development, such as playing central enterprises functions, taking integrated operation as the best choice for resources and market overlapping areas under market-oriented reform direction. It will be helpful to reduce the supply cost of the entire industrial chain, and have great significance to accelerate the development of shale gas.

Keywords: natural gas industry, integration, motivation, development model, practice, strategic thinking