

# 天然气互联互通管道工程的经济效益评价

公维龙<sup>1</sup> 张佳鸿<sup>2</sup> 闫瑞光<sup>2</sup> 王立献<sup>2</sup> 李哲伟<sup>2</sup> 张志方<sup>2</sup> 郭文浩<sup>1</sup>

1. 中国石油天然气管道工程有限公司 2. 中国石油管道有限责任公司西气东输分公司

**摘要** 作为国家重点推进的工程项目, 互联互通工程在强化资源交换、有效缓解我国北方用气紧张局面等方面发挥了重要的作用, 但目前对这类工程项目尚欠缺具体可行的经济效益评价方法。为此, 根据当前互联互通工程建设项目的特点, 将互联互通管道功能分为供气、转供和安保等3种功能, 基于长输管道项目经济评价方法、地下储气库调峰输气经济效益评价方法和安全经济效益量化评价方法, 分别建立了3种功能下互联互通工程项目的经济评价模型, 并以中国石油天然气集团有限公司承建的闽粤支干线互联互通工程为例, 进行了经济效益指标测算。测算结果表明: ①该互联互通管道工程在供气、转供和安保3种功能下的财务内部收益率分别为10.57%、11.83%和1.67%; ②工程整体功能的项目财务内部收益率为6.49%, 高于6%的基准收益率, 项目整体从财务角度具有可行性。结论认为, 在对互联互通管道工程进行经济效益分析时, 应分别测算上述3种功能下的经济效益, 再进行整合, 测算并评价工程的总体经济效益。

**关键词** 中国 天然气互联互通 管道工程 经济效益评价 储气功能 转供功能 安保功能 管道体制改革

DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2019.11.018

## Economic benefit evaluation on the natural gas interconnection pipeline project

Gong Weilong<sup>1</sup>, Zhang Jiahong<sup>2</sup>, Yan Ruiguang<sup>2</sup>, Wang Lixian<sup>2</sup>, Li Zhewei<sup>2</sup>, Zhang Zhifang<sup>2</sup> & Guo Wenhao<sup>1</sup>

(1. *China Petroleum Pipeline Engineering Corporation, Langfang, Hebei 065000, China*; 2. *West-East Gas Pipeline Company, PetroChina Pipeline Co., Ltd., Shanghai 200120, China*)

NATUR. GAS IND. VOLUME 39, ISSUE 11, pp.132-138, 11/25/2019. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

**Abstract:** As a key state engineering project, the interconnection pipeline project plays an important role in strengthening resource exchange and effectively alleviating the gas shortage in North China. At present, however, there is no feasible economic evaluation method for such an engineering project. In this paper, the functions of gas pipeline interconnection were divided into three parts, i.e., gas supply, gas transfer, and gas security, according to the characteristics of the interconnection construction project. Then, corresponding to these three functions, three economic evaluation models of the interconnection engineering project were established based on the economic evaluation method of long-distance pipeline projects, the economic benefit evaluation method of UGS peak shaving and gas transmission and the quantitative evaluation method of safety economic benefit. Finally, these models were applied to the interconnection project of the Fujian-Guangdong branch and trunk pipelines contracted by PetroChina for the economic benefit evaluation. And the following evaluation results were obtained. First, the financial internal rate of return of this gas interconnection project is 10.57%, 11.83% and 1.67% corresponding to the function of gas supply, gas transfer and gas security, respectively. Second, the financial internal rate of return of the whole project is 6.49%, which is higher than the reference rate of return of 6%, indicating that on the whole, this project is financially feasible. In conclusion, when the economic benefit of the natural gas interconnection pipeline project is analyzed, the economic benefit of gas supply, gas transfer and gas security shall be firstly evaluated respectively and then integrated to evaluate the overall economic benefit of the whole engineering.

**Keywords:** China; Gas pipeline interconnection; Pipeline engineering; Economic benefit evaluation; Gas storage function; Transfer function; Security function; Pipeline system reform

**基金项目:** 中国石油西气东输管道公司科研项目“互联互通管道经济效益评价方法研究”(编号: XQSGPI170)。

**作者简介:** 公维龙, 1985年生, 经济师, 硕士; 主要从事油气管道经济效益评价研究工作。地址: (200120) 上海市浦东新区峨山路91弄200号新鹏大厦7楼。ORCID: 0000-0001-9945-8350。E-mail: cppewlong@cnpc.com.cn

## 0 引言

2017年入冬以来,我国部分地区特别是北方出现天然气供应紧张局面,根据《国家发展改革委关于加快推进2018年天然气基础设施互联互通重点工程有关事项的通知》(发改能源〔2018〕257号)和《国家发展改革委办公厅关于加快推进2019年天然气基础设施互联互通重点工程有关事项的通知》(发改办能源〔2018〕1103号)要求,中国石油天然气集团有限公司(以下简称中石油)承办了西三线闽粤支干线(广州—潮州段)、新疆煤制气外输管道干线与西二线干线韶关联通工程、福州联络线等34项天然气基础设施互联互通重点工程。互联互通管道工程的实施,在缓解北方用气紧张、增加天然气有效供应过程中发挥了重要的作用,其加快了国家重点管网和LNG接收站的建设,打通了“最后一公里”,消除了供应保障的设施瓶颈,强化了资源串换和互联互通能力<sup>[1]</sup>。

根据《中国石油天然气集团有限公司投资管理办法》,中石油投资建设的互联互通管道工程需开展前期可行性研究工作,但目前对这类工程项目尚缺乏具体可行的经济效益评价方法。为此,笔者根据当前互联互通工程建设项目的特点,将管道功能分为供气、转供和安保3种类型,根据长输管道项目经济评价方法、地下储气库调峰输气经济效益评价方法和安全经济效益量化评价方法,分别建立了3种功能下互联互通工程项目的经济评价模型,并利用该模型对某互联互通管道工程进行了经济效益指标测算。

## 1 互联互通管道功能定位

互联互通管道在天然气管道类别中区别于管道干线和支线,通常以承上启下、上下连接的状态出现在天然气管网系统中。因此互联互通管道的首站必然与上游管道共用或者相邻,其气源由上游管道转供;而末站则与下游管道共用或者相邻,其末端市场即下游管道所建分输站天然气市场。同时互联互通管道实现首末站互换,管道的天然气流向可根据实际需求调整。根据互联互通管道工程的建设性质,可将管道功能分为供气、转供和安保3种类型。

### 1.1 供气功能

供气功能是指互联互通管道具有通过分输站场或分输阀室向管道沿线市场供气的能力。

互联互通管道一般连接上下游管道,通过设置

沿线分输站场或分输阀室,可途径干线或支干线管道无法延伸到的天然气市场,增加油气公司天然气销售市场份额。因此,互联互通管道首先是一条具备常规分输功能的输气管道,可以通过在沿线市场卸载气量实现管道的部分正常运营功能,实现管道的部分经济效益。

### 1.2 转供功能

转供功能是指互联互通管道具有向上、下游干线管道不定期正、反向转供输气的功能。

鉴于互联互通管道上下连接的特点,其位置布局均用于连贯大中型干线、支干线管道,作为2条或3条大型管道的连接线使得管道呈网状布局。由于上下游管道气源的不同,互联互通管道起着上下补充、相互平衡的作用。管道输送气源既可能来自上游管道,也可能来自下游管道。联络线管道的首末站角色相互转换,天然气流向相互更替,使得该类管道在工艺设计上在常规输气功能之外还具备转供输气的功能。

同时对于一条输送介质为天然气的长输管道,在一定时期内其管道输气量是恒定的,而对下游用户的供气量随时间而不断变化。在用户需求高峰时,用户用气量高于管道输气量,反之亦然。为平衡供气量与用气量间的矛盾,需要采用合适的调峰方式,以保证上下游气量的均衡。在地下储气库、LNG或CNG接收站建设不具备条件或者配备输量不足时,互联互通管道的天然气容量为非常时段的天然气需求提供了充足的天然气储备保障<sup>[2]</sup>。因此,互联互通管道针对上下游干线管道的转供功能又具备一定的调峰性质。

### 1.3 安保功能

安保功能是指互联互通管道具有保障上下游干线管道在意外中断状态下稳定供气的功能。

互联互通管道建设大部分出于保障安全、平稳供气的目的。在冬季采暖、夏季制冷等用气集中的月份和时段,以及天然气发电、城市居民用气等无法中断用气或者中断用气将带来严重后果的用气需求,设计富裕的天然气储备或管输容量,避免供应中断带来的严重经济损失和社会影响。在保障供气的安全性和可靠性上,互联互通管道在常规输气、转供输气功能以外的安保功能得以充分体现。

## 2 投资及成本分配

根据互联互通管道上述3种功能定位,将管道

设计输量对应拆分为3个部分。其中供气功能针对的是沿线天然气市场,其设计输气量考虑沿线天然气市场的经济发展水平、现有天然气用户规模、未来天然气用户的潜在用户需求等,结合各地区的天然气业务发展规划,确定供气功能下的设计输气量。转供功能针对上下游干线管道,其设计输气量考虑上下游干线管道的输气能力和增输能力、上游天然气田的增产能力和地下储气库的输气规模、上下游干线管道的峰谷气量差等,确定转供功能下的设计输气量。安保功能针对上下游干线意外断供情况下的不可中断用户,其设计输气量考虑管道不能以过低负荷率长期运营、不可中断用户的数量及中断情况下引起的严重程度等,确定安保功能下的设计输气量。

### 2.1 投资分配

管道项目建设投资通常由工程费用、其他费用与预备费构成,其中工程费用包括线路工程、站场工程、阀室工程、大中型穿跨越工程、通信工程和其他工程费用<sup>[3-4]</sup>。把互联互通管道建设投资相应分为供气、转供和安保3种功能建设投资,各功能投资按照供气输量、转供输气量和安保输气量占互联互通管道设计输气量的权重确定,即:

$$T_{\text{gq}} = T \frac{Q_{\text{gq}}}{Q} \quad (1)$$

式中  $T_{\text{gq}}$  表示供气功能建设投资额,万元;  $T$  表示互联互通管道工程总建设投资额,万元;  $Q_{\text{gq}}$  表示供气输量,  $10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ;  $Q$  表示设计输气量,  $10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

$$T_{\text{zg}} = T \frac{Q_{\text{zg}}}{Q} \quad (2)$$

式中  $T_{\text{zg}}$  表示转供功能建设投资额,万元;  $Q_{\text{zg}}$  表示转供输气量,  $10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

$$T_{\text{ab}} = T \frac{Q_{\text{ab}}}{Q} \quad (3)$$

式中  $T_{\text{ab}}$  表示安保功能建设投资额,万元;  $Q_{\text{ab}}$  表示安保输气量,  $10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

### 2.2 成本分配

互联互通管道运行成本按照常规管道分析,按照《中石油天然气集团公司油气管道及LNG投资项目经济评价方法》<sup>[5]</sup>(中油计(2017)22号,以下简称《经济评价方法》),总成本费用含运行成本和期间费用,运行成本包括燃料费、辅助材料费、动力费、人员费用、输送损耗、安全生产费用、折旧费、修理费用及其他运营费用,期间费用包括财务费用、管理费用和营业费用。

把互联互通管道运行成本分为供气功能运行成本、转供功能运行成本和安保功能运行成本,各功能运行成本按照供气输量、转供输气量和安保输气量占互联互通管道设计输气量的权重确定,即:

$$C_{\text{gq}} = C \frac{Q_{\text{gq}}}{Q} \quad (4)$$

式中  $C_{\text{gq}}$  表示供气功能运行成本,万元/a;  $C$  表示总运行成本,万元/a。

$$C_{\text{zg}} = C \frac{Q_{\text{zg}}}{Q} \quad (5)$$

式中  $C_{\text{zg}}$  表示转供功能运行成本,万元/a。

$$C_{\text{ab}} = C \frac{Q_{\text{ab}}}{Q} \quad (6)$$

式中  $C_{\text{ab}}$  表示安保功能运行成本,万元/a。

## 3 经济效益评价方法

根据以上公式,将建设和运行成本各分为3个部分,分别对应供气功能、转供功能和安保功能,寻求不同的经济效益评价方法。

### 3.1 供气功能经济效益评价方法

供气功能的互联互通管道工程经济评价方法与常规输气管道支线工程相当,可以根据《经济评价方法》,采用正算法进行经济效益评价。其中管道运输价格根据《关于调整天然气跨省管道运输价格的通知》<sup>[6]</sup>(发改价格(2019)561号)进行计取。

$$S_{\text{gq}} = 10PLQ_{\text{gq}} \quad (7)$$

式中  $S_{\text{gq}}$  表示供气功能管输收入,万元/a;  $P$  表示管道运输价格,元/( $10^3 \text{ m}^3 \cdot \text{km}$ );  $L$  表示天然气转运距离,km。

根据《中国石油天然气集团公司投资项目经济评价参数(2019版)》<sup>[7]</sup>(以下简称《评价参数》)关于经济评价参数计取的规定,材料费按4000元/km计取;燃料费按照工艺消耗量和互联互通管道气源气价计取;动力费按照管道沿线站场用电量和电价水平计取;人员费用按16万元/(人·年)计取;修理费按固定资产原值(扣除建设期利息)的2.5%计取;折旧费按直线折旧法计取,折旧年限取30年;其他运营费按1.8万元/(人·年)计取;安全生产费用,按营业收入的1.5%计取;其他管理费用按2.5万元/(人·年)计取;财务费用主要为长期借款利息和流动资金利息,由于互联互通管道工程项目施工工期基本都在1年以内,暂不考虑财务费用;营业费用按营业收入的1%计取。经过整理得到以下公式:

$$C = 0.4L_{gx} + Q_q P_q + Q_d P_d + 20.3R + 0.058T + 2.7\%S_{gq} \quad (8)$$

式中  $L_{gx}$  表示互联互通管道长度, km;  $Q_q$  表示耗气量,  $10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ;  $P_q$  表示耗气单价, 元/ $\text{m}^3$ ;  $Q_d$  表示耗电量,  $10^4 (\text{kW} \cdot \text{h})/\text{a}$ ;  $P_d$  表示耗电单价, 元/ $(\text{kW} \cdot \text{h})$ ;  $R$  表示新增定员, 人。

### 3.2 转运功能经济效益评价

互联互通管道工程向上下游干线管道进行转供供气具有一定的特性, 如转供时间具有一定的不定期性、转供气量具有一定的不稳定性, 因而互联互通管道的转运功能在某些特性上具有调峰输气的特点, 该部分转供功能的经济效益评价方法可以借鉴地下储气库调峰供气的费用名目和测算方法<sup>[8-9]</sup>, 又因上下游干线管道转供用户的可中断用气特点, 采用可中断用户转供输气费名目回收转供功能建设投资, 获取该部分投资的效益。由于管道转供调峰的特殊性, 其无法为用户提供固定的储气服务, 仅可向用户提供可中断的转供调峰储气服务。因此可中断用户服务的收费价格由 2 个部分构成, 即固定转供费和变动转供费。可中断用户要为其每月在互联互通管道中预留的转供调峰容量支付固定转供费, 即使这部分转供容量在有些月份不发生, 但因互联互通管道设施建设和运行的成本需要相应的用户承担。

$$S_{zg} = S_{gd} + S_{bd} \quad (9)$$

式中  $S_{zg}$  表示转供功能管输收入, 万元/a;  $S_{gd}$  表示转供功能固定转供费, 万元/a;  $S_{bd}$  表示转供功能变动转供费, 万元/a。

$$S_{gd} = Q_{zg} P_{gd} \quad (10)$$

式中  $P_{gd}$  表示固定转供费单价, 元/ $\text{m}^3$ 。

$$S_{bd} = Q_{sj} P_{bd} \quad (11)$$

式中  $Q_{sj}$  表示实际转供气量,  $10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ;  $P_{bd}$  表示变动转供费单价, 元/ $\text{m}^3$ 。

### 3.3 安保功能经济效益评价方法

在互联互通管道的功能定位中, 为了保证上下游干线管道的供气安全, 避免干线管道意外供气终止状态下影响不可中断用户的天然气供应, 互联互通管道的安保功能得以体现。从定量科学的角度, 安保功能定量分析最基本的方式是对系统安全性的确定<sup>[10-11]</sup>。安全投资项目同时具有一般投资项目的属性, 所以技术经济常用的财务分析指标也适用于安全投资项目。因此, 衡量一个安全投资项目的经济效益也需计算其财务内部收益率、财务净现值和投资回

收期, 当各项指标均满足或超过基准设定值时, 该方案从财务角度才可行。

在安全经济评价体系中, 安保收入指由于采取安全措施而避免的经济损失额或由于安全声誉好而获得的超额收入, 安保成本指在安保方面所投入的全部费用。根据安保功能可以量化并计入建设项目整体经济效益的安全评估理论, 以及安保收入构成的计算方法, 互联互通管道安保功能经济效益评价方法为正算安保功能下的安保收入, 形成安保功能管道的经济效益。在该方法下, 安保收入由避免停工损失额和避免企业安全声誉损失额构成。

$$S_{ab} = S_{tg} + S_{sy} \quad (12)$$

式中  $S_{ab}$  表示安保功能管输收入, 万元/a;  $S_{tg}$  表示避免停工年损失额, 万元/a;  $S_{sy}$  表示避免企业安全声誉年损失额, 万元/a。

避免停工损失额的计算以互联互通管道上下游干线管道不可中断用户经济产值为参数, 在估算的事故损失比系数和事故发生系数下, 测算事故天数下造成的产值损失, 依次作为安保功能形成的安全收入。

声誉是指在未来期间为企业经营带来超额利润的潜在经济价值, 或一家企业预期的获利能力超过可辨认资产正常获利能力的资本化价值<sup>[12]</sup>。互联互通管道安全收入中避免企业安全声誉损失额测算选择以企业声誉评估值为基数, 根据安全事故引起的企业声誉损失系数测算避免企业安全声誉损失额的大小。

$$S_{tg} = (1 + A)BS_{cz}T / 360 \quad (13)$$

式中  $A$  表示事故损失比系数;  $B$  表示事故发生系数;  $S_{cz}$  表示安保供气空间对应的上下游可以保障的不可中断用户企业的年产值;  $T$  表示事故发生天数。

$$S_{sy} = Z_{sy}D \quad (14)$$

式中  $Z_{sy}$  表示西气东输商誉的评估值;  $D$  表示事故引起的商誉损失系数。

## 4 经济效益评价测算

以中石油西气东输管道公司承建的闽粤支干线互联互通管道工程为案例, 根据上述供气功能、转供功能和安保功能经济效益评价方法, 分别测算其经济效益, 再对该工程进行总体经济效益评价。

### 4.1 基础数据

1) 中石油承建的闽粤支干线工程的实际情况如下: 建设投资 8 亿元、设计分输量  $10 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 、转

运距离 500 km、供气分输量为  $2 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 、转供分输量为  $3 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 、安保分输量为  $5 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 、站场定员 1 人、年耗电量  $2 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 、电价 0.44 元 / ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ )、年耗气量  $1 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

2) 单位固定转供费的测算依据: 盐穴地下储气库投资及储气费分析研究报告<sup>[13]</sup>, 测得单位固定转供费为 0.12 元 /  $\text{m}^3$ 。

3) 单位变动转供费的测算依据: 2016 年 7 月 20 日中国石油化工集团有限公司 (以下简称中石化) 川气东送管道湖北省恩施土家族苗族自治州恩施市崔家坝镇段发生断裂爆燃事故, 中石化通过忠武线向中石化转供天然气, 测算得到单位变动转供费为 0.05

元 /  $\text{m}^3$ 。

4) 避免停工年损失额: 事故损失比系数为 50、事故发生系数为 0.1%。年产值: 安保供气空间对应的上下游可以保障的不可中断用户企业年产值按 25 亿元估算、事故天数为 6 天, 计算得到避免停工年损失额为 213 万元。

5) 避免企业安全声誉损失额: 中石油 2018 年商誉评估值 82.03 亿元, 天然气与管道板块西气东输利润贡献率约为 10%; 事故引起的商誉损失系数 3%, 测算得到避免企业安全声誉损失额为 2 461 万元。

根据上述评价参数分析, 对经济效益评价的各项参数进行赋值 (表 1)。

表 1 闽粤支干线互联互通管道工程经济效益评价参数赋值表

建设投资 / 万元	设计分输气量 / ( $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$ )	转运距离 / km	管道运输价格 / [元 · ( $10^3 \text{ m}^3 \cdot \text{km}$ ) <sup>-1</sup> ]	供气分输量比例	单位固定转供费 / (元 · $\text{m}^{-3}$ )	实际转供气量 / ( $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$ )	单位变动转供费 / (元 · $\text{m}^{-3}$ )	转供分输量比例
80 000	100 000	500	0.216 9	20%	0.12	5 000	0.05	30%
安保分输量比例	避免停工损失额 / 万元	避免企业声誉损失额 / 万元	评价年限 / a	增值税率	基准收益率	输气损耗率	站场定员 / 人	修理费率
50%	213	2 461	30	9%	6%	0.2%	1	2.5%
年耗电 / ( $10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ )	电价 / [元 · ( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ) <sup>-1</sup> ]	人员费用 / [万元 · (人 · 年) <sup>-1</sup> ]	年耗气量 / $10^4 \text{ m}^3$	其他运营费 / [万元 · (人 · 年) <sup>-1</sup> ]	其他管理费 / [万元 · (人 · 年) <sup>-1</sup> ]	安全生产费 / (万元 · $\text{a}^{-1}$ )	其他营业费 / (万元 · $\text{a}^{-1}$ )	天然气价格 / (元 · $\text{m}^{-3}$ )
2	0.44	16	1	1.8	2.5	1.5	1	1.218

## 4.2 经济效益评价结果

根据技术经济学的相关原理<sup>[14]</sup>, 考虑互联互通管道工程项目特殊性的基础上, 依据税后利润等于零, 即总投资 = 总收入 - 总成本 - 税金, 计算得到供气功能、转供功能、安保功能和总体功能下的互联互通工程经济评价指标 (表 2)。

## 4.3 经济效益评价分析

1) 根据表 2 绘制 3 种功能下财务内部收益率与基准收益率对比分析图 (图 1)。根据《评价参数》, 天然气管道工程项目的税后基准收益率为 6%。供气功能下的闽粤支干线互联互通工程税后内部收益率为 10.57%, 高于 6%, 说明供气功能从财务角度具有可行性; 转供功能下的闽粤支干线互联互通工程税后内部收益率为 11.83%, 高于 6%, 说明转供功能从财务角度具有可行性; 安保功能下的闽粤支干线互联互通工程税后内部收益率为 1.67%, 低于 6%, 说明安保功能从财务角度不具有可行性; 闽粤支干线互联互通工程整体项目税后内部收益率为 6.49%, 高

于 6%, 说明该互联互通工程项目从财务角度整体上具有可行性。

2) 虽然安保功能下的闽粤支干线互联互通管道工程从财务角度不具有可行性, 但是闽粤支干线是西三线的配套工程, 其作为西二线和西三线在东南沿海地区的联络管道, 提高了管网调气灵活性, 填补了粤东地区管道空白。闽粤支干线工程的实施顺应国家和广东省对当地产业发展的要求, 为该地区源源不断地调入清洁的天然气能源, 促进地方产业结构升级和能源结构优化, 大大改善用气城市大气质量, 提高人民生活水平, 环境效益极为可观<sup>[15-17]</sup>。同时也可作为“节能减排”作出重大贡献, 还能推动粤东地区社会经济与环境的良性循环与可持续性发展, 进一步繁荣地区经济。

## 5 结论

1) 互联互通管道因其上下连接、承上启下的特殊作用, 在天然气管网系统中负责连接上下游干线

表 2 闽粤支干线互联互通管道工程经济效益评价指标表

类别	项目名称	供气功能	转供功能	安保功能	合并效益
基础数据	总投资 / 万元	16 364	24 471	40 673	81 508
	建设投资 / 万元	16 000	24 000	40 000	80 000
	建设期利息 / 万元	205	308	513	1 026
	流动资金 / 万元	159	163	160	482
	平均年收入 / 万元	2 169	3 850	2 673	8 692
	平均年总成本 / 万元	908	1 363	2 271	4 542
	平均年经营成本 / 万元	422	632	1054	2108
	平均年所得税 / 万元	0	313	0	313
经济评价指标	税后财务内部收益率	10.57%	11.83%	1.67%	6.49%
	税后财务净现值 / 万元	7 904	15 334	-15 488	3 940
	静态投资回收期 / 年	10	9	24	14

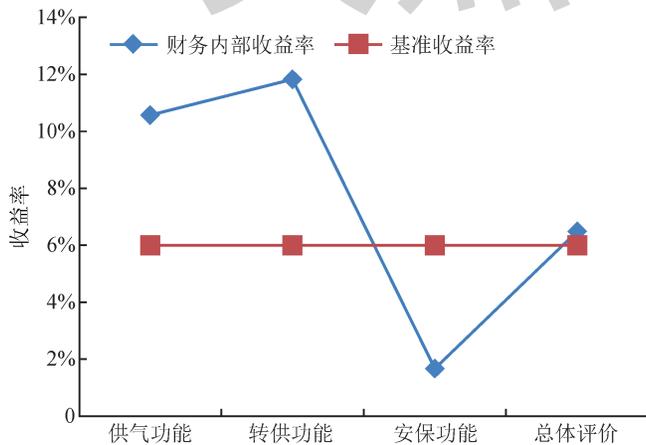


图 1 闽粤支干线互联互通管道工程经济效益评价结果对比分析图

管道，起到贯穿干线管网的连接作用，以保证不同天然气气区、天然气管网、天然气市场的气流畅通。这种特殊的功能性使得该类管道不同于常规的天然气输气管道，并非单纯的从气源到市场的连接线，因此在对互联互通管道工程进行经济效益分析时，应将互联互通管道功能分为供气、转供和安保 3 种功能，分别测算 3 种功能下的经济效益，再进行整合，测算总体经济效益。

2) 针对互联互通的不同功能定位，分别依据中石油经济评价方法、储气库调峰输气经济效益评价方法和安全经济效益量化评价方法制定了其经济效益评价方法。以中石油西气东输管道公司承建的闽粤支干线互联互通工程为案例，分别按供气、转供和安保功能测算了该互联互通管道工程项目的经济效益指标，汇总测算整体经济效益，同时与《评价参数》

规定的基准收益指标进行横向和纵向对比分析。分析结果表明：供气功能的财务内部收益率为 10.57%、转供功能的财务内部收益率为 11.83%、安保功能的财务内收益率为 1.67%，整体功能的项目财务内部收益率为 6.49%，高于 6% 的基准收益率，项目整体从财务角度具有可行性。

3) 互联互通管道工程经济效益评价研究结果，为国家管网天然气基础设施互联互通管道工程项目立项和决策提供了经济参考和必要的理论支撑。

参 考 文 献

[ 1 ] 姚安林, 周立国, 汪龙, 王棠昱, 李又绿. 天然气长输管道地区等级升级管理与风险评价 [J]. 天然气工业, 2017, 37(1): 124-130.  
Yao Anlin, Zhou Ligu, Wang Long, Wang Tangyu & Li Youlü. Management of and risk evaluation on long-distance gas pipelines related to regional level upgrading[J]. Natural Gas Industry, 2017, 37(1): 124-130.

[ 2 ] Shi Xilin, Liu Wei, Chen Jie, Jiang Deyi, Wu Fei, Zhang Junwei & Fan Jinyang. Softening model for failure analysis of insoluble interlayers during salt cavern leaching for natural gas storage[J]. Acta Geotechnica, 2018, 13(4): 801-816.

[ 3 ] 公维龙, 张志方, 成渊朝, 师书勤, 罗天宝, 相璟瑞. 西气东输改扩建工程经济输量界限的影响因素 [J]. 油气储运, 2018, 37(8): 878-884.  
Gong Weilong, Zhang Zhifang, Cheng Yuanchao, Shi Shuqin, Luo Tianbao & Xiang Jingrui. Influencing factors for the economic output limits of West-East Gas Pipeline upgrading and expansion projects[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2018, 37(8): 878-884.

[ 4 ] 公维龙, 姜宏. 西气东输改扩建工程经济输量界限研究 [J]. 西

- 南石油大学学报(社会科学版), 2016, 18(4): 8-13.
- Gong Weilong & Jiang Hong. A study on economic output limits of the reconstruction and expansion of West-East Gas Pipeline Projects[J]. Journal of Southwest Petroleum University (Social Sciences Edition), 2016, 18(4): 8-13.
- [5] 中国石油天然气集团公司规划计划部, 中国石油天然气股份有限公司规划总院. 中国石油天然气集团公司油气管道及LNG投资项目经济评价方法[M]. 北京: 石油工业出版社, 2017.
- Planning Department of CNPC & PetroChina Planning and Engineering Institute. Methodology of economic evaluation on China National Petroleum Corporation pipeline and LNG projects[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2017.
- [6] 国家发展和改革委员会. 国家发展改革委关于调整天然气跨省管道运输价格的通知[EB/OL]. (2019-03-27)[2019-08-29]. [http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201903/t20190329\\_931902.html?from=timeline&isappinstalled=0](http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201903/t20190329_931902.html?from=timeline&isappinstalled=0).
- National Development and Reform Commission. Notice of the State Development and Reform Commission on *Adjusting the price of natural gas transportation across provinces*[EB/OL]. (2019-03-27)[2019-08-29]. [http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201903/t20190329\\_931902.html?from=timeline&isappinstalled=0](http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201903/t20190329_931902.html?from=timeline&isappinstalled=0).
- [7] 中国石油天然气股份有限公司规划总院. 中国石油天然气集团公司投资项目经济评价参数(2019)[M]. 北京: 石油工业出版社, 2019.
- PetroChina Planning and Engineering Institute. Economic evaluation parameters on China National Petroleum Corporation investment projects (2019)[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2019.
- [8] Barron TF. Regulatory, technical pressures prompt more US salt-cavern gas storage[J]. Oil & Gas Journal, 1994, 92(37): 55-67.
- [9] 王元刚, 李淑平, 齐德山, 李建君. 考虑垫底气回收价值及资金时间价值的盐穴型地下储气库储气费计算方法[J]. 天然气工业, 2018, 38(11): 122-127.
- Wang Yuangang, Li Shuping, Qi Deshan & Li Jianjun. A methodology for calculating the gas storing price of salt cavern UGSS considering the recycle value of cushion gas and the time value of capital[J]. Natural Gas Industry, 2018, 38(11): 122-127.
- [10] 何春蕾, 周国栋, 姜子昂, 胡奥林, 陈玉龙. 全球环境下的中国天然气供应安全[J]. 天然气工业, 2010, 30(1): 123-126.
- He Chunlei, Zhou Guodong, Jiang Zi'ang, Hu Aolin & Chen Yulong. Safe supply of natural gas in China under global environment[J]. Natural Gas Industry, 2010, 30(1): 123-126.
- [11] 李祥, 汪莉, 贺耀荣, 宋存义. 安全投资经济分析与效益评价[J]. 中国安全科学学报, 2005, 15(3): 26-29.
- Li Xiang, Wang Li, He Yaorong & Song Cunyi. Economical analysis on safety investment and its benefits evaluation[J]. China Safety Science Journal, 2005, 15(3): 26-29.
- [12] 肖满满. 层次分析法在商誉价值评估中的应用研究[D]. 石家庄: 河北经贸大学, 2005.
- Xiao Manman. Application of analytic hierarchy process in goodwill access[J]. Shijiazhuang: Hebei University of Economics and Business, 2005.
- [13] 丁国生, 冉莉娜, 垢艳侠. 盐穴储气库投资及储气费分析研究报告[R]. 廊坊: 中国石油勘探开发研究院廊坊分院, 2015.
- Ding Guosheng, Ran Lina & Gou Yanxia. Analysis report on investment and gas storage fee of salt cavern gas storage[R]. Langfang: Langfang Branch of PetroChina Research Institute of Petroleum Exploration & Development, 2015.
- [14] 国家发展和改革委员会. 建设项目经济评价方法与参数[M]. 北京: 中国计划出版社, 2006.
- National Development and Reform Commission. Economic evaluation method and parameters of construction project[M]. Beijing: China Planning Press, 2006.
- [15] Arsco L. Progress and challenges for health, safety, and the environment in exploration and production[J]. Journal of Petroleum Technology, 2006, 58(2): 45-49.
- [16] 张珺, 黄艳. 中国天然气供应安全指数构建与建议[J]. 天然气工业, 2015, 35(3): 125-128.
- Zhang Jun & Huang Yan. Some suggestions on the construction of an integrated gas supply security index in China[J]. Natural Gas Industry, 2015, 35(3): 125-128.
- [17] 郑洪龙, 黄维和. 油气管道及储运设施安全保障技术发展现状及展望[J]. 油气储运, 2017, 36(1): 1-7.
- Zheng Honglong & Huang Weihe. Development status and prospect of safety insurance technologies for oil & gas pipelines and storage and transportation facilities[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2017, 36(1): 1-7.

(修改回稿日期 2019-09-12 编辑 罗冬梅)