

渤海油田伴生气液化回收利用方案运行经济性分析

荣 蓉¹ 张海兵¹ 王素粉² 周 毅¹ 何金平¹

(1. 中海油能源发展股份有限公司采油服务分公司, 天津 300452)

(2. 天津市中海油招标代理有限公司, 天津 300452)

摘 要: 油田伴生气回收利用是建立在可靠的经济产出支撑的基础上的, 因此对回收利用方案运行的经济性进行分析是方案应用决策的重要基础, 为此, 以渤海油田伴生气液化回收利用方案为例, 提出油田伴生气回收利用方案运行经济性分析方法研究。采用加权平均资金成本法计算改造方案名义综合资金成本, 对回收利用运行经济性进行评价分析, 得出结论垦利 3-2CEPA 平台加装日处理伴生气 2 万方海上加注方案具有更高的经济效益和执行价值。

关键词: 油田伴生气液化回收; 运行经济性; 加权平均资金成本法; 财务内部收益率; 财务净现值; 投资回收期; 产出收益

0 引言

化石能源作为人类生产生活的必需品, 已经成为重要的经济能源^[1]。因此提高对燃料的利用率和清洁能源的开发是极为重要的环节之一^[2]。油田伴生气是在石油的开采过程中出现的一种以甲烷为主要成分的气体, 其每立方米完全燃烧产生的二氧化碳总量可以达到 2.1622kg^[3]。因此, 从环境发展角度分析, 对其进行回收处理是十分必要的。现阶段, 处理伴生气的方法主要分为两种, 一种是直接将其作为供给海上生产装置运行的燃料气体^[4], 另外一种就是借助海底管线将其输送到陆地终端, 经过加工销售产生二次价值^[5]。在此基础上, 渤海油田也针对伴生气的回收和处理设计了可执行的方案。

本文提出渤海油田伴生气液化回收利用方案运行经济性分析, 对具体开展的油田伴生气回收价值进行研究。通过本文的研究, 以为相关油田伴生气液化回收利用工作的开展提供有价值的参考, 为提升能源利用效率, 切实践行低碳经济带去借鉴意义。

1 伴生气液化回收利用改造方案名义综合资金成本分析

针对伴生气液化回收利用, 渤海油田设计 2 个针对渤海垦利 3-2CEPA 平台的改造方案, 其中包括为垦利 3-2CEP 平台加装 9 个 LNG 储罐和 17 个 NGL 罐 (合计 1 万方) 提高运输效率和加装 4 个 LNG 储罐和 20 个 NGL 罐 (合计 2 万方) 存提高海上存储能力。在此基础上, 本文对名义综合资金

成本进行确定。在具体的分析过程中, 本文采用 WACC (Weighted Average Cost of Capital, 加权平均资金成本法) 对其进行计算^[6], 计算方式为:

$$WACC = a \frac{Q}{Q+Z} + b \frac{Z}{Q+Z} (1-S) \quad (1)$$

其中, WACC 为利用加权平均资金成本法得到的伴生气液化回收利用改造方案的综合资金成本投入总额, a 和 b 分别为名义权益和债务资金成本总额, Q 为股东的权益资金总额, Z 为企业负债资金总额, S 为按照企业实际运行情况执行缴纳的所得税率。

考虑到渤海油田所属的中国海洋石油有限公司为上市公司, 因此本文对其名义权益资金成本的确定采用了 CAPM (Capital Asset Pricing Model, 价模型法)^[7], 计算方式为:

$$a = a_f + k_{am} (E(a_m) - a_f) \quad (2)$$

其中, $E(a_m)$ 为以资产 a 为投入成本的预期回报率, a_f 为在无风险的理想条件下, 资产投入为 a 对应的回报率, k_{am} 为成本资产 a 的系统性风险值。市场风险溢价是指预期市场回报率与无风险条件下的回报率差异, 当投入资产成本为 a 时, 通过式 (2) 可以看出, 其为 $E(a_m) - a_f$ 。除了以实际市场环境为导向的预期市场回报率与无风险条件下的回报率被动差异外, 影响风险溢价的主要因素为 k_{am} , k_{am} 值越高, 方案的风险也就越高, 对应的补偿也越高。

本文以基础性贷款参考利率 LPR 和期望公司资本结构确定名义债务资金成本、股东权益资金和企

业负债资金，得到 2 个改造方案基础成本投入，如表 1 和表 2 所示。

表 1 垦利 3-2CEP 加装液化
运输装置名义综合资金成本 / 万元

费用类型	费用名称	费率	不含税投资估算	增值税	含税投资估算
工程直接费	平台改造费		283.02	16.98	300.00
	LNG 液化装置		1620.00	210.60	1830.60
	罐箱购置费		668.00	86.84	754.84
	LNG 储罐		156.00	20.28	176.28
	海上安装、调试		195.28	11.72	207.00
	合计		2922.30	346.42	3268.72
工程间接费	方案管理费	5.00%	146.12	0.00	146.12
	保险费	3.00%	87.67	5.26	92.93
	第三方检验费	0.60%	17.53	1.05	18.59
	设计费	3.00%	87.67	5.26	92.93
	生产准备费		100.00	0.00	100.00
	合计		438.99	11.57	450.56
基本预备费		5.00%	168.06		168.06
建设投资			3529.35	357.99	3887.35

表 2 垦利 3-2CEP 加装液化
存储装置名义综合资金成本 / 万元

费用类型	费用名称	费率	不含税投资金额	增值税额	含税投资金额
工程直接费	平台改造费		500.00	30.00	530.00
	LNG 液化装置		2123.89	276.11	2400.00
	购置费		247.79	32.21	280.00
	NGL 罐		265.49	34.51	300.00
	加注装置		442.48	57.52	500.00
	海上运输、安装、调试		195.28	11.72	207.00
	3774.93	442.07	4217.00	3774.93	442.07
工程间接费	方案管理费	5.00%	210.85	0.00	210.85
	保险费	3.00%	113.25	6.79	120.04
	第三方检验费	0.60%	22.65	1.36	24.01
	设计费	3.00%	113.25	6.79	120.04
	生产准备费		100.00	0.00	100.00
	合计		560.00	14.95	574.94
基本预备费		5.00%	216.75		216.75
建设投资			4551.67	457.02	5008.69

从表 1 和表 2 可以看出，两个改造方案的方案名

义综合资金成本分别为 3887.35 万元和 5008.69 万元，对应可抵扣进项税额分别为 357.99 万元和 457.02 万元。

2 回收利用运行经济性分析

2.1 经济评价指标计算

方案的 FIRR (Financial Internal Rate of Return, 财务内部的收益率)，其作用是将方案计算周期累积的净现金流量现值与零时的折现率进行一致化处理，可以简单地将其理解为资金的折现率，以此为基础，则有：

$$\sum_{i=1}^T (C_r - C_c)_i (1 + FIRR)^{-i} = 0 \quad (3)$$

其中， C_r 为方案执行期间流入现金总额， C_c 为方案执行期间流入现金总额， $(C_r - C_c)_i$ 为第 i 年的现金流净值， T 为方案的计算周期。

当财务内部的收益率大于或等于基准收益率时，本文则认为从财务角度出发，该方案具有执行价值。

对 FNPV (Financial Net Present Value, 财务净现值) 的计算，以基准的收益率为基础设定折现率参数值，此时方案计算期内的净现金流现值总和为：

$$FNPV = \sum_{i=1}^T (C_r - C_c)_i (1 + e)^{-i} \quad (4)$$

其中， e 为设定的折现率参数值，也就是当前阶段的基准收益率。当财务净现值总额大于或等于零时，本文认为从财务角度出发，该方案具有执行价值。

对投资回收期的计算，利用该参数对回收利用方案的获得净收益时间进行分析，计算方式为：

$$\sum_{i=1}^{T_0} (C_r - C_c)_i = 0 \quad (5)$$

其中， T_0 为回收方案获得净收益的时间。结合式 (4) 计算结果， T_0 越小，表明回收期越短，对应投资回收的速度越快，方案的抗风险能力越强。

按照上述计算方式，设置方案相关参数，其中建设期为 12 个月，计算周期为 15 年，具体的年运营天数为 330 天，采用直线折旧法按照 15 年的标准进行折旧，对应的残值为 0，企业缴纳的所得税税率标准为 25%，基准收益率为 9% (税后)。计算得到 2 种方案的抗风险能力相同，但是垦利 3-2CEP 加装液化运输装置方案，全投资税后内部收益率 9.04%，净现值为 8.62 万元。垦利 3-2CEP 加装液化存储装置方案，全投资税后内部收益率 9.02%，净现值为 4.94 万元。相比之下，垦利 3-2CEP 加

装液化运输装置方案的盈利能力更高。

2.2 回收利用方案产出物收入分析

影响方案经济性的另一个重要指标就是回收利用方案产出物价格的发展趋势。假设税后利用与 m 个部门之间存在经济技术关联,对应的产品产出收益也是按照产出量进行分配,则回收改造方案的合理收益率为:

$$I_e = \sum_{i=1}^T \frac{P_i}{w(1+\lambda)} \quad (6)$$

其中, I_e 为回收改造方案的合理收益率, w 为项目产出物目前的价格, P_i 为项目第 i 年产出量, λ 为产出物实际的市场价格波动系数。结合近 2 年 LNG (Liquefied Natural Gas, 液化天然气) 和 LPG (Liquefied Petroleum Gas, 液化石油气) 价格信息,对方案生产的产品的海上交易价格进行预估。其中, LNG 的预估价格为 2430 元/t, NGL 的预估价格为 2720 元/t。考虑到实际运输带来的成本, LNG 的出厂均价约为 3230 元/t, NGL 的出厂均价约为 3520 元/t, 得到 2 种方案的产品收入预估结果如表 3 所示。

表 3 不同回收利用方案产品收入预估结果

方案	LNG 增收	NGL 增收
垦利 3-2CEP 加装液化运输装置方案	2.4 万元 / 天	——
垦利 3-2CEP 加装液化存储装置方案	3950 元 / t	1.14 万元 / 天

相比之下, 垦利 3-2CEP 加装液化存储装置方案的增收能力更高。

3 经济性综合评价分析

针对垦利 3-2CEP 平台加装液化运输装置对伴生气进行回收处理利用的方案, 其总投资 3887.35 万元, 建设期间增值税额 357.99 万元。在为期 8.97 年的静态投资回收期 (含建设期 1 年) 内, 投资金额部分含税收入总额, 全投资税后内部收益率以及净现值分别为 8421.44 万元, 9.04% 和 8.62 万元, 预估产品收入为 2.4 万元 / 天, 在运营期内能够回收投资。

针对垦利 3-2CEP 平台进行加装液化存储装置对伴生气进行回收处理利用的方案, 其总投资 5008.69 万元, 建设期间增值税额 457.02 万元。在为期 8.97 年的静态投资回收期 (含建设期 1 年) 内, 投资金额部分含税收入总额, 全投资税后内部收益率以及净现值分别为 10861.29 万元, 9.02% 和 4.94 万元, 预估产品收入为 3950 元/t, 另外 NGL 增收约为 1.14 万元 / 天, 能够在运营期内回收投资并创造有效经

济价值。

受 LNG 和 LPG 整体价格发展趋势影响, 在方案计算期内的价格将以上升趋势发展, 垦利 3-2CEP 平台进行加装液化存储装置可以有效降低一体化服务的成本投入, 在稳定产出的基础上, 其具有更高的经济效益增值空间。相比之下, 垦利 3-2CEP 平台进行加装液化存储装置对伴生气进行回收处理利用方案具有更高的执行价值。

4 结束语

海上油田伴生气回收工程项目是关系到企业发展和环保的重要经济项目, 作为一项与生态密切相关的内容, 其运行的基础是能够实现自主经济支撑。本文提出渤海油田伴生气液化回收利用方案运行经济性分析, 分别从成本投入, 经济性指标以及产出物价格几个角度综合分析了其经济性, 并得出了相应的数据结论。通过本文的研究, 以期渤海油田伴生气液化回收利用方案的决策提供有价值的参考, 同时也为相关海上油田伴生气回收工程项目的规划设计提供帮助。

参考文献:

- [1] 焦晓明, 何国珍, 李沛东, 等. 南翼山油田区块放空天然气回收技术应用 [J]. 石油石化节能, 2022,12(01):44-46+10-11.
- [2] 林毓军, 苗世洪, 尹斌鑫, 等. 基于改进协同演化算法的综合能源系统经济性与可靠性优化规划 [J]. 电力自动化设备, 2021,41(09):173-181.
- [3] 杨学利, 朱进全, 严明, 等. 渤海油田伴生气液化回收政策法规适用性分析 [J]. 天津科技, 2021,48(08):27-29+32.
- [4] 薛瑾艳, 丁长健, 黎闻文, 等. 油田伴生气回收项目基准收益率的确定办法研究 [J]. 船舶物资与市场, 2021,29(06):100-102.
- [5] 李宇芊, 方泽兴, 赵汎舟. 基于运输经济性的浙江省成品油内河运输路径方案选择研究 [J]. 中国水运 (下半月), 2021,21(02):13-15.
- [6] 林圣沅. 公司资本结构与公司价值的关系——基于 CAPM 模型和 WACC 分析 [J]. 中国集体经济, 2022(12):108-110.
- [7] 杨麒麟, 杨婧, 吕龙超. Fama-French 多因子模型与 CAPM 模型比较——来自中国市场的证据 [J]. 中小企业管理与科技 (中旬刊), 2020(06):86-87.

作者简介:

荣蓉 (1984-), 女, 汉族, 湖北黄冈人, 本科, 中级经济师, 研究方向: 装备管理。