

Prediction Model Research of Drilling Cost Based on Positive Analysis

Rong Chen, Guohui Zhang, Caizhen Luo

Petro-China Research Institute of Petroleum Exploration & Development, Beijing
Email: chen4905@sina.com

Received: Apr. 4th, 2019; accepted: Apr. 19th, 2019; published: Apr. 26th, 2019

Abstract

Drilling investment is an important part of investment of oil and gas field development. Accurate and reasonable estimation and forecast of drilling cost have an important influence on the economic, reasonable and effective acquisition of the project. Drilling cost is the embodiment of a combination of cost. It is affected by micro factors such as management and technological innovation, also closely related to macro factors such as international oil prices and the economic situation of world, and macro factors directly affect micro factors and are the key factors that affect the cost of drilling. Therefore, from the macro point of view, based on the theory of econometrics, this paper makes a positive analysis on the quantitative relationship between international crude oil price, globe GDP and cost of drilling in this resource country, and among the three, in order to establish a forecast model for drilling costs. Research results show that: 1) Global GDP has a long-term one-way impact on the cost of oil drilling rice; 2) International crude oil prices have a long-term one-way impact on the cost of oil drilling rice; 3) There is an integration relationship among global GDP and international oil prices and drilling costs. VAR model was established with global GDP and international oil prices. Based on the above research, a forecast model of the cost of drilling rice in resource countries based on empirical research was established, and carried out Johansen co-integration test and Granger causality test. The historical drilling cost data of resource countries were further fitted and verified, and the error of forecast data is mainly about 10% - 20%, which proves that the forecast model can be applied in the evaluation of new overseas oil and gas projects.

Keywords

International Crude Oil Prices, Global GDP, Cost of Drilling, Positive Studies, Predictive Model

基于实证分析的钻井米成本预测模型研究

陈 荣, 张国辉, 罗彩珍

中国石油勘探开发研究院, 北京

Email: chen4905@sina.com

收稿日期: 2019年4月4日; 录用日期: 2019年4月19日; 发布日期: 2019年4月26日

摘要

钻井投资是油气田开发工程投资的重要组成部分, 钻井成本的准确合理估算和预测对海外油气项目经济、合理有效获取有重要影响。钻井成本是一种综合成本, 不仅受管理、技术创新等微观因素影响, 也与国际油价、资源国经济形势等宏观因素密切相关, 且宏观因素直接影响着微观因素, 是影响钻井成本的关键因素。本文从宏观角度, 以计量经济学的协整理论为基础, 对全球GDP、国际油价与某资源国钻井米成本两两之间以及三者之间的定量关系进行了实证研究, 建立钻井成本预测模型。研究表明: 1) 全球GDP对石油钻井米成本有长期单向影响; 2) 国际原油价格对石油钻井米成本有长期单向影响; 3) 全球GDP和国际油价与钻井成本之间存在协整关系, 可用全球GDP和国际油价建立VAR模型。基于以上研究建立了以实证研究为基础的资源国钻井米成本预测模型, 进行了Johansen协整检验、Granger因果关系检验。并用某资源国历史钻井成本数据进一步拟合验证, 预测数据误差主要在10%~20%左右, 证明预测模型能够在海外油气新项目评价中应用。

关键词

国际原油价格, 全球GDP, 钻井米成本, 实证研究, 预测模型

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Open Access

1. 引言

在海外油气项目评价过程中, 需要对油气开发合同期内工程投资进行预测和估算, 其中钻井工程投资占比较大(一般占40%~60%, 有时高达70%)。因此钻井成本的准确合理估算和预测对海外油气项目经济、合理有效获取有重要影响。

钻井工程成本变化受地质条件、地面环境、资源国政治安全形势、合同条款等各种微观因素和油价和国际经济形势等因素影响。钻井成本可基本分为设备材料费(包括燃料费)、劳务费(包括人工费、设计费、管理费等与人有关的费用)、及其它杂费(包括风险费、税费等)三大类[1]。其中占比最大的是材料设备费, 约占65%, 其次是劳务费, 约占25%, 其它杂费约占10%。钻井成本主要构成要素是设备材料费和劳务费, 受控因素或环节繁多, 分析各影响因素难度较大, 且难以量化。而从宏观角度看钻井成本究其根本是受油气能源需求影响, 而能源供需是由经济形势和油价宏观因素影响的, 因此可研究其与钻井成本的影响关系, 建立资源国钻井米成本预测模型, 预测钻井投资, 对海外油气新项目评价做出科学合理的投资决策具有十分重要的现实意义。

2. 数据时间平稳性检验

2.1. 研究对象的数据选取

全球经济形势变化量化值选择全球GDP, 国际油价选择WTI年均价。选取1974年至2016年的全

全球 GDP 增长率、WTI 年均价、某资源国平均钻井米成本数据，其中全球 GDP 增长率数据来自联合国统计司网站[2]，资源国平均钻井米成本来自相关报告。

全球 GDP、WTI 年均价、钻井米成本是随着时间变化的，是时间序列参数，需要检验其平稳性，即单位根检验，即检验全球 GDP、WTI 年均价、钻井米成本数据序列中是否存在单位根，如存在单位根就是非平稳时间序列，会使全球 GDP、WTI 年均价、钻井米成本回归分析存在伪回归。如不存在单位根，说明是平稳的时间序列参数，可进行回归分析，建立相互之间的回归方程。

2.2. 单位根 ADF 检验[3] [4]

用 LNG、LNP 和 LND 表示全球 GDP、国际油价、资源国平均钻井米成本。采用 ADF 检验法对 LNG、LNP 和 LND 进行单位根检验，结果如表 1 所示，根据表 1 数据可得出结论，在 1% 的显著性水平下，LNG、LNP 和 LND 都是非平稳的，一阶差分都是平稳的，均为 I(1) 序列。

Table 1. Unit root test results

表 1. 单位根检验结果

序列	ADF 检验值	1%显著性	5%显著性	10%显著性	P 值		
LNG	原序列	2.523969	-2.61859	-1.948495	-1.612135	0.9966	不平稳
	I(1)序列	-2.534929	-2.61857	-1.948495	-1.612135	0.0124	平稳
LNP	原序列	-3.2606	-4.0487	-3.4536	-3.1524	0.1342	不平稳
	I(1)序列	-6.9494	-4.0478	-3.4532	-3.1522	0.0010	平稳
LND	原序列	-0.628261	-3.58474	-2.928142	-2.60225	0.8539	不平稳
	I(1)序列	-5.173863	-3.67932	-2.967767	-2.622989	0.0002	平稳

3. 全球 GDP、国际油价对钻井成本影响实证研究

据计量经济学检验原理和单位根检验结果，进行 Johansen 协整检验以确定全球 GDP、WTI 年均价、钻井米成本这间的关系。

3.1. 全球 GDP 与钻井成本 Johansen 协整关系

结果见表 2，全球 GDP 与钻井成本在 5% 的显著性水平下有协整关系，存在一个协整方程，由标准化系数可知，全球 GDP 与钻井成本之间存在长期稳定关系，是正相关关系，即当全球经济形势趋好时，能源需求增加，油气开发投资增加，钻井成本增加。

Table 2. Global GDP and drilling costs Johansen co-examination results

表 2. 全球 GDP 与钻井成本 Johansen 协整检验结果

协整方程个数	特征值	最大特征值	5%临界值	Prob.**	标准化系数
None	0.54437	18.34475	14.2646	0.0107	LNDC(1)
At most 1	0.075953	1.895814	3.841466	0.1685	LN GDP (-0.012035)

3.2. 国际油价与钻井成本 Johansen 协整检验

类似地，也通过 Johansen 协整检验，寻找国际油价和钻井成本之间的协整关系，结果见表 3。同样可知，国际油价与钻井成本之间存在正相关关系，即油价上升时，油价上升刺激燃料等成本增加，导致

钻井成本增加。

Table 3. International oil price and drilling costs Johansen co-examination results
表 3. 国际油价与钻井成本 Johansen 协整检验结果

协整方程个数	特征值	最大特征值	5%临界值	Prob.**	标准化系数
None	0.437698	13.81721	14.2646	0.0587	LNDC(1)
At most 1	0.081175	2.031831	3.841466	0.154	LN OP (-2.687618)

3.3. 全球 GDP、国际油价有关的钻井成本 Johansen 协整检验

前面考查了全球 GDP、国际油价分别与钻井成本之间的双因素协整关系，由于全球 GDP、国际油价关联性很强，将三者结合起来，进行三因素协整分析，通过类似方法的建模发现，LND、LNG 和 LNP 间也存在一个长期均衡关系，如表 4 所示。

Table 4. Global GDP, international oil price related drilling costs Johansen co-test results
表 4. 全球 GDP、国际油价有关的钻井成本 Johansen 协整检验结果

协整方程个数	特征值	最大特征值	5%临界值	Prob.**
None	0.663247	26.12171	21.13162	0.0091
At most 1	0.44678	14.208	14.2624	0.051
At most 2	0.219109	5.935674	3.841466	0.0148

3.4. 全球 GDP、国际油价与钻井成本 Granger 因果关系检验

由以上检验结果分析可知，全球 GDP、国际油价与钻井成本之间有协整关系，说明其有内在的经济关系。需要进一步检验全球 GDP、国际油价历史数据是否能对钻井成本具有预测能力。为此，对三对变量 LNG-LND、LNP-LND 和 LNG-LNP 进行 Granger 因果关系检验，检验结果见表 5。

Table 5. Granger causality test results for variables
表 5. 变量的 Granger 因果关系检验结果

原假设	滞后阶							
	1	2	3	4	5	6	7	8
LNG 不是 LND 的格兰杰原因	1	1	1	1	1	1	1	0
LND 不是 LNG 的格兰杰原因	0	0	0	0	0	1	0	0
LNP 不是 LND 的格兰杰原因	0	1	0	0	0	0	0	0
LND 不是 LNP 的格兰杰原因	1	1	1	1	1	1	1	1
LNP 不是 LNG 的格兰杰原因	0	0	0	0	0	0	0	1
LNG 不是 LNP 的格兰杰原因	1	1	1	1	1	1	1	1

注：1 代表 5%显著性水平下拒绝原假设；0 代表 5%显著性水平下接受原假设。

从表 5 可以看出：全球 GDP 与钻井成本之间、油价与钻井成本之间、全球 GDP 和油价存在单向因果关系。此结果与实际情况是相符合的，全球经济形势向好，能源需求增加，油价上涨，钻井成本上涨。说明可用全球 GDP 和国际油价可以影响钻井成本的变化。

4. 与全球 GDP、国际油价有关的钻井成本预测模型

4.1. 钻井成本向量自回归(VAR)模型的建立

用 VAR 模型来量化全球 GDP、国际油价对钻井成本影响,用 eviews 软件建立 VAR 模型,并用 AR 视图检验模型有效性,结果见图 1, 所得结果均在单位圆内,说明模型基本稳定有效的,钻井成本可用 GDP 和国际油价进行预测。

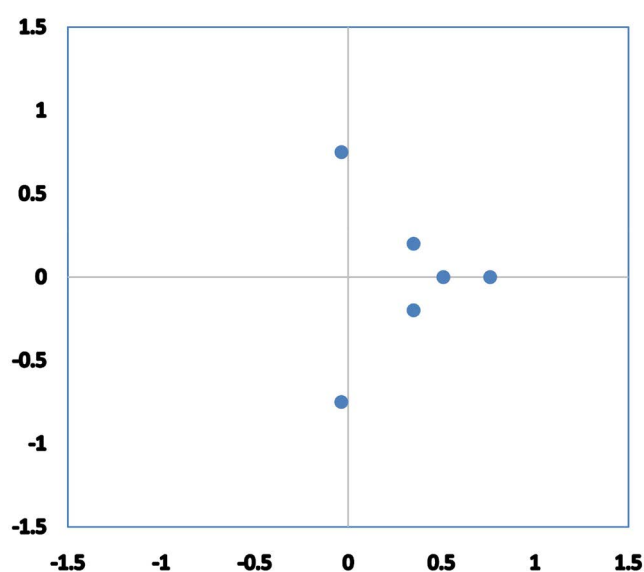


Figure 1. AR view inspection
图 1. AR 视图检验

4.2. 钻井成本 VAR 模型预测建立及验证

$$\text{LND}_t = 0.7316\text{LND}_{t-1} - 0.0299\text{LND}_{t-2} - 0.296864\text{LNG}_{t-1} - 0.1384\text{LNG}_{t-2} + 0.3754\text{LNP}_{t-1} - 0.1406\text{LNP}_{t-2} - 3.8376 \quad (1)$$

$$\text{LNG}_t = 0.031\text{LND}_{t-1} + 0.0263\text{LND}_{t-2} + 1.2526\text{LNG}_{t-1} - 0.28571\text{LNG}_{t-2} + 0.0159\text{LNP}_{t-1} - 0.0765\text{LNP}_{t-2} + 0.9187 \quad (2)$$

$$\text{LNP}_t = 0.4742\text{LND}_{t-1} + 0.1572\text{LND}_{t-2} + 0.4493\text{LNG}_{t-1} - 0.5612\text{LNG}_{t-2} + 0.5285\text{LNP}_{t-1} - 0.2875\text{LNP}_{t-2} + 2.1812 \quad (3)$$

解上述联立方程得钻井成本预测方程:

$$\text{LND} = 0.555967\text{LNG} + 0.711242\text{LNP} - 13.53861$$

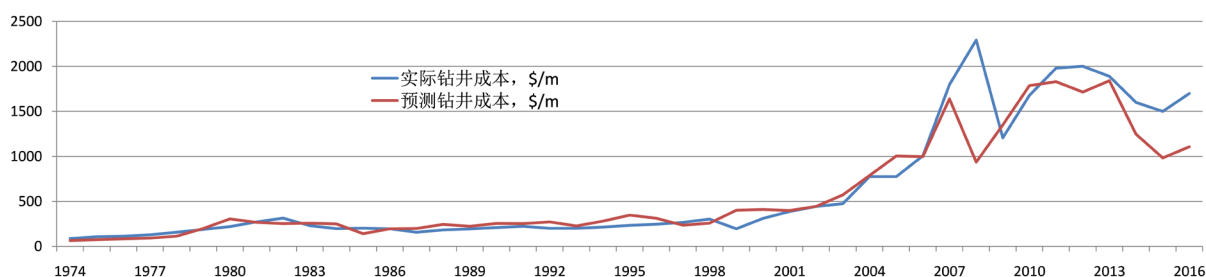


Figure 2. Comparison of model forecast data with actual data
图 2. 模型预测数据与实际数据对比

从而可算出钻井成本。模型预测数据与实际数据对比见图 2，误差主要在 10%~20% 这间，拟合度大于 85%，符合海外油气资产新项目评价估算精度 $\pm 35\%$ 要求。证明该方法建立的钻井成本预测模型可用于新项目评价。

5. 结论

全球 GDP、国际原油价格对石油钻井米成本均有长期单向影响，全球 GDP 和国际油价与钻井成本之间存在协整关系，可用全球 GDP 和国际油价建立资源国钻井米成本预测 VAR 模型。并用资源国历史钻井成本数据进一步拟合验证，预测数据误差主要在 10%~20% 左右，证明预测模型能够在海外油气资产新项目评价中应用。该模型的建立为海外油气新项目投资估算和预测探索了一种新方法。

参考文献

- [1] 司光, 魏伶华, 黄伟和, 等. 影响钻井成本的主要因素与控制措施[J]. 天然气工业, 2009, 29(9): 106-111.
- [2] 联合国统计司. National Accounts-Analysis of Main Aggregates (AMA) [EB/OL]. <https://unstats.un.org/unsd/snaama/selbasicFast.asp>, 2019-01-22.
- [3] 李子奈. 计量经济学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2013.
- [4] Wooldridge, J. (2012) Introductory Econometrics: A Modern Approach. Cengage Learning, Boston.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2325-2251, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: sa@hanspub.org