

Design and Research of Oil and Gas Field Engineering Materials Management Technology Based on Full Life Cycle Theory

Jing Li

Material Purchase Station of the Fourth Gas Production Plant of CNPC Changqing Oilfield Company, Xi'an Shaanxi
Email: aoxiang1666@sina.com

Received: Jun. 12th, 2020; accepted: Jul. 14th, 2020; published: Sep. 15th, 2020

Abstract

Aiming at the characteristics of oil and gas field engineering material management technology, this paper combines the analytic hierarchy process to establish an oil and gas field full life cycle planning index system, and analyzes the weight of the system index. The main conclusions are as follows: comparative analysis of different influencing factors in oil and gas fields based on the analytic hierarchy process can determine the coefficients of each layer target, and then solve for the weight coefficients in the same layer, and perform a consistency test on the matrix to effectively judge the matrix characteristics. The analysis of the indicators of the construction, operation and end stages of oil and gas field development projects can be found: the indicators of material management planning for oil and gas field projects based on the full life cycle theory proposed in this paper can well reflect the performance of oil and gas field development projects. The enterprise's full life cycle planning indicators have passed the consistency test.

Keywords

Full Life Cycle, Analytic Hierarchy Process, Engineering Material Management, Consistency Check

*通信作者。

基于全生命周期理论的油气田工程物资管理技术设计研究

李 晶

中石油长庆油田公司第四采气厂物资采办站, 陕西 西安
Email: aoxiang1666@sina.com

收稿日期: 2020年6月12日; 录用日期: 2020年7月14日; 发布日期: 2020年9月15日

摘 要

针对油气田工程物资管理技术的特点, 本文结合层次分析法建立了油气田全生命周期规划指标体系, 并对体系指标的权重进行了分析。主要的结论如下: 基于层次分析法对油气田不同的影响因素进行对比分析可以确定每一层目标的系数, 然后求解同层上的权系数, 并对矩阵进行一致性检验, 可以有效地判断矩阵特征的一致性; 对油气田开发项目建设、运营和结束阶段的指标进行分析可以发现: 本文提出的基于全生命周期理论的油气田工程物资管理规划指标能够很好的反应油气田开发项目的各项性能, 油气田企业的全生命周期规划指标通过了一致性的检验。

关键词

全生命周期, 层次分析法, 工程物资管理, 一致性检验

Copyright © 2020 by author(s), Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

随着我国各项工程建设的全面展开, 石油在国家安全中有着重要的战略地位[1] [2]。油气田的开发是一项复杂且综合性较高的项目, 其中涉及到传统的钻井工艺、采油工艺和现代的实时监控系統[3]。为了能够保证油气田开采过程的经济和安全性能, 需要对油气田的开采全生命周期进行有效的分析, 包含油气田项目的立项评估、科技的应用、项目实施阶段的安全风险管控等[4] [5]。

国内外学者针对油气田开发项目工程物资管理技术的相关理论都有研究[6] [7] [8]。贾韶辉等[9]从数据模型、数字化移交接口、数据整合等多个方面分析了油气田管道全生命周期数据管理的现状, 并结合中俄东线天然气管道的全生命周期数据管理提出了未来油气田全生命周期数据需要解决的问题。陈朋超等[10]结合现有的国内油气管道现状情况, 制定了覆盖管道建设、运营和遗弃等全生命周期的管理流程。郭福军[11]在火驱开采油田的生命周期内建立了火驱开发稠油全生命周期的经济界限模型, 为火驱开采油田的推广提供了理论支撑。本文主要从油气田工程物资管理技术角度出发, 对油气田工程物资管理的全生命周期规划指标进行分析, 探索油气田工程物资管理技术的应用现状。

2. 油气田工程物资管理的全生命周期规划指标

2.1. 企业管理指标

油气田开发企业的管理指标主要有：就业增长率、顾客满意度和管理水平[12]。

1) 就业增长率

油气田项目实施后需要对当地的地方就业产生一定的带动作用，一般其就业增长率用单位投资就业人数来表示，具体表达式如下：

$$\text{单位投资就业人数} = \frac{\text{新增就业人数}}{\text{项目总投资}} \quad (1)$$

该指标的大小能直接反应油气田开发企业对当地就业的效果。

2) 顾客满意度

油气田企业在开发的过程中会涉及到很多相关的企业和政府部门机构，顾客的满意度是指其油气田开发的过程中对这些相关的群里产生的影响，其主要反应了企业的整体服务和管理能力。顾客满意度表达函数如下：

$$\square \text{客} \square \text{意} = f \{ \text{事前预期, 可感知的效果} \} \quad (2)$$

3) 管理水平

油气田开发企业的管理水平体现在工程的各个环节，包含项目的立项、设计管理、现场管理、施工验收等环节。

2.2. 经济效益指标

1) 累计的油气可采储量

油气田企业的累计可开采油气总量[13]是指其能从储油层中开采出来的油气量：

$$Q_{\text{采}} = (Q' - P)(1 - n)K \quad (3)$$

上式中： Q' 、 P 分别为储油层的工业储备量和油气储备量； n 、 K 分别为地层的损失系数和油气的回采率。

2) 油气产能

油气产能[14]是指油气田企业能够产出的最大油气产量。其主要的指标如下：

$$\text{日产油(气)水平} = \frac{\text{月实际产油(气)量}}{\text{当月天数}} \quad (4)$$

$$\text{平均单井日产油(气)水平} = \frac{\text{油气田开发区日产油(气)水平}}{\text{油(气)开井数}} \quad (5)$$

3) 财务净现值(FNPV)

油气田企业的财务净现值是指其不同年限内发生的净现金流量，是评价企业技术方案是否盈利的指标，其计算式如下：

$$\text{FNPV} = \sum_{t=0}^n (C_t - C_0)_t (1 + i_c)^{-t} \quad (6)$$

上式中： C_t 、 C_0 分别为企业的现金流入和流出现值； $(C_t - C_0)_t$ 、 i_c 分别为企业在第 t 年的净现金流量和基准收益率。

4) 净现值率(NPVR)

油气田企业的净现值率用来表示其净现值与其原始的投资之比，可以考察企业的单位投资效率。其表达式如下：

$$NPVR = \frac{NPV}{I_p} \tag{7}$$

上式中：NPV、 I_p 分别为油气田企业的财务净现值和总投资额，该指标越大表明企业的单位投资效率越好。

3. 层次分析法概述

层次分析法可以根据问题自身的性质和特点进行分析，将问题分解为不同的因素，按照因素之间的影响关系进行排列组合，从而形成一个层次分明的结构模型。其具体的操作流程如下：

- 1) 问题明确；
- 2) 建立层次分解结构；
- 3) 求解同层上的权系数，并对矩阵进行一致性检验。具体的判断矩阵如下表 1 所示。

Table 1. Judgment matrix

表 1. 判断矩阵

	A_1	A_2	...	A_j	...	A_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2j}	...	a_{2n}
...
A_i	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}	...	a_{in}
...
A_n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nj}	...	a_{nn}

上述矩阵中： $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ 分别为层次上的不同因素；对所有的因素进行两两对比可得数值 a_{ij} 。假定判断矩阵的最大特征值为 λ_{\max} ，特征向量为 $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n)$ ，则 $\omega_1, \dots, \omega_n$ 为 A_1, A_2, \dots, A_n 在本层次的权重向量。

一致性检验：

- 1) 若 n 阶矩阵的最大特征值为 λ_{\max} ，且 $\lambda_{\max} = n$ ，则无需进行一致性检验；
- 2) 若 $\lambda_{\max} > n$ ，则其检验的指标为 $CR = CI/RI$ ，其中： $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ 。 RI 可查表 2，若 CI 为正，且 $CI < 0.1$ ，则矩阵满足一致性检验要求。

Table 2. Average random consistency checklist

表 2. 平均随机一致性检查表

		平均随机一致性							
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.56	0.88	1.10	1.22	1.30	1.39	1.42

4. 油气田工程物资管理的全生命周期规划指标分析

油气田开发项目的全生命周期主要分为四个阶段：规划、建设、运营和结束阶段。本文主要结合层

次分析法分析油气田开发项目全生命周期规划指标体系的构建。

4.1. 建设阶段指标分析

油气田建设阶段的指标如下表 3 所示。

Table 3. Oil and gas field development project construction stage indicators

表 3. 油气田开发项目建设阶段指标

序号	一级评价指标	二级评价指标
A1	建设指标	工期 原油的生产能力
A2	工程质量指标	质量事故概率
A3	生产指标	地面建设工程的完成率
A4	成本指标	单位成本 地面工程成本

油气田开发企业在建设阶段其主要的指标有质量、生产和成本指标，而通过事故发生的概率、建设工程的效率、单位成本等可以间接的反应油气田开发企业在建设阶段质量和成本控制的效果。油气田建设阶段的指标权重如下表 4 所示。

Table 4. Index weights during construction of oil and gas field enterprises

表 4. 油气田企业建设期间的指标权重

指标	建设指标	工程质量指标	生产指标	成本指标
权重	0.5616	0.2594	0.0894	0.0896

从表 4 中可以看出：油气田企业在建设期间，其主要的关注点在工期和原油的生产能力上，为了能够更好的保证油气田企业能够有较好的效率，其建设期间建设指标权重超过了整体权重的 50%。经过计算可以判断矩阵的一致性检验指标都小于 0.1，证明油气田企业的全生命周期规划指标通过了一致性的检验。

4.2. 运营阶段指标分析

按照层次分析法对油气田开发企业的全生命周期内的规划指标进行统计，统计结果如下表 5 所示。

Table 5. Life-cycle assessment indicators of oil and gas field development projects

表 5. 油气田开发项目运营阶段指标

序号	一级评价指标	二级评价指标
B1	生产指标	原油产量 产量递减率
B2	安全环保指标	HSE 指标
B3	成本指标	油气单位操作成本 桶油利润
B4	效益指标	投资回报率

油气田开发企业在运营阶段其主要的指标有生产、成本、环保和效益指标，而通过原油产量、HSE 指标、投资回报率等可以间接的反应油气田开发企业在运营阶段成本和投资收益的效果。油气田企业运营期间的指标权重如下表 6 所示。

Table 6. Index weights of oil and gas field enterprises during operation
表 6. 油气田企业运营期间的指标权重

指标	生产指标	安全环保指标	成本指标	效益指标
权重	0.2095	0.0758	0.1459	0.5688

从表 7 中可以看出：油气田企业在运营期间，其主要的关注点在原油企业的投资效益上，为了能够更好地保证油气田企业能够有较好的效率，其运营期间效益指标权重超过了整体权重的 55%。经过计算可以判断矩阵的一致性检验指标都小于 0.1，证明油气田企业的全生命周期规划指标通过了一致性的检验。

Table 7. Index layer weights of oil and gas field enterprises during operation
表 7. 油气田企业运营期的指标层权重

	生产指标	安全环保指标	成本指标	效益指标	指标层权重
	0.2035	0.0548	0.1254	0.5687	
原油产量	0.78	-	-	-	0.1536
产量递减率	0.26	-	-	-	0.0512
HSE 指标	-	1	-	-	0.0568
油气单位操作成本	-	-	1	-	0.1521
桶油利润	-	-	-	0.29	0.1526
投资回报率	-	-	-	0.4256	0.2654

4.3. 结束阶段指标分析

结束阶段的指标如下表 8 所示。

Table 8. Indicators for the end stage of oil and gas field development projects
表 8. 油气田开发项目结束阶段指标

序号	一级评价指标	二级评价指标
C1	档案管理指标	资料的完整性
		档案归档的准确率
C2	员工管理指标	员工满意度
C3	环保指标	作业环境的满意度
C4	资产管理指标	资产清单的准确率
		资产清单的完备性

油气田开发企业在结束阶段其主要的指标有档案管理、员工管理和资产管理等指标，而通过资料的完整性、员工的满意度、资产清单的准确率等可以间接的反应油气田开发企业在结束阶段档案管理、资产管理的效果。与油气田开发企业在建设期的指标权重相比，其结束阶段的权重指标如下表 9 所示。

Table 9. Index weights for oil and gas field companies during the end
表 9. 油气田企业结束期间的指标权重

指标	档案管理指标	员工管理指标	环保指标	资产管理指标
权重	0.3524	0.0065	0.2905	0.2958

5. 结论

本文基于层次分析法对油气田开发项目全生命周期规划指标进行了分析, 主要的研究内容如下:

1) 针对油气田开发企业全生命周期的规划指标从管理和效益两方面进行了分析, 阐述了油气田企业全生命周期指标控制的重要性。

2) 本文将层次分析法引入到油气田开发企业全生命周期规划指标分析中, 采用问卷调查的方式, 结合层次分析的特点, 建立了基于层次分析法的油气田工程物资管理全生命周期规划指标体系。

3) 对油气田开发项目建设、运营和结束阶段的指标进行了分析, 利用层次分析法分析了本文提到的企业管理、经济效益指标等在油气田开发项目中的应用。

参考文献

- [1] 任静思, 张苏, 任晓翠, 徐雯琦, 黎萌, 李禹呈. 油气田开发生产管理平台建设模式[J]. 石油工业计算机应用, 2018, 26(1): 49-54.
- [2] 汪泳吉, 王钧, 陈欣毅, 林鹏. 苏里格气井全生命周期管理研究与应用[J]. 石化技术, 2018, 25(1): 210.
- [3] 周国栋, 郭永清. 成本企画与生命周期管理在油气田企业的结合应用——以西南油气田为例[J]. 会计之友, 2019(20): 26-31.
- [4] 姚莉, 舒兵, 蒋雪梅, 敬代骄, 王俊. 油气开发项目全生命周期评价理论与实践[J]. 天然气技术与经济, 2017, 11(6): 59-62+84.
- [5] 尹祥继, 徐俊. 浅析油气田企业的资产全生命周期管理[J]. 江汉石油职工大学学报, 2019, 32(3): 92-93.
- [6] 郭放, 段梦兰, 张龙. 基于全生命周期的海洋油气项目集风险管理[J]. 中国安全生产科学技术, 2019, 15(3): 148-153.
- [7] 汤林, 付勇, 徐英俊, 张维智. 油气田管道完整性管理工作进展及展望[J]. 石油规划设计, 2019, 30(2): 1-4+48.
- [8] 陆大卫, 刘兴斌, 谢进庄. 大庆油田全周期动态监测技术施策研究[J]. 测井技术, 2019, 43(1): 1-9.
- [9] 贾韶辉, 张新建, 徐杰. 油气管道全生命周期数据管理及其在中俄东线的应用[J]. 油气储运, 2020, 4(26): 1-11.
- [10] 陈朋超, 冯文兴, 燕冰川. 油气管道全生命周期完整性管理体系的构建[J]. 油气储运, 2020, 39(1): 40-47.
- [11] 郭福军. 火驱开采油田全生命周期经济界限探讨[J]. 中外能源, 2019, 24(9): 55-58.
- [12] 钟斐艳, 胡德芬, 任玉清, 徐建新, 胡璐瑶. 生产信息化在油气田中的应用及效果评价[J]. 天然气工业, 2017, 37(11): 131-139.
- [13] 赵海英. 海上油气田建设项目全生命周期后评价模式方法的探究[J]. 中小企业管理与科技(中旬刊), 2015(12): 51.
- [14] 田彦瑞. 基于信息化的油气田资产管理系统研究[J]. 机电信息, 2015(21): 163+165.