

文章编号: 1000 0747(2007) 01 0118 06

勘探开发项目优化管理方法和管理系统

张广杰¹, 常毓文², 曲德斌², 董伟宏¹

(1. 中国石油勘探与生产分公司; 2. 中国石油勘探开发研究院)

基金项目: 中国石油“十五”期间重点攻关课题资助项目和“973”计划项目(2003CB211708)

摘要: 从中国石油天然气股份有限公司(中国石油)勘探开发项目的管理需求出发, 在系统、全面地考察中国石油所属的勘探开发项目的管理流程和涉及的业务范围基础上, 重点研究了勘探开发项目优化管理的思路和方法。从项目的独立层面和前后关联层面分析入手, 勘探开发项目优化管理方法涉及6个方面: 圈闭评价和管理, 预探项目评价和管理, 油藏评价项目管理, 产能建设项目管理, 油气田投资项目后评估管理, 油气田投资项目决策管理。设计并初步研制了一套可操作性强并可供油田公司和股份公司各层面灵活应用的中国石油勘探与生产项目信息管理系统软件, 促进勘探开发项目全过程优化管理、勘探开发一体化、效益最大化等经营管理机制和理念的进一步落实和实施。图6参10

关键词: 勘探开发项目; 优化管理; 信息系统

中图分类号: TE322

文献标识码: A

A solution and information system of E&D project management

ZHANG Guang jie¹, CHANG Yu wen², QU De bin², DONG Wei hong¹

(1. PetroChina Exploration & Production Company, Beijing 100011, China; 2. Research Institute of Petroleum Exploration & Development, PetroChina, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to meet the requirements of the management of exploration and development (E&D) projects of PetroChina, strategies and solutions for managing production projects were studied to pursue the optimal management of E&D projects in the whole process for minimal cost and maximal profits. In terms of the independence and connections of projects, the optimal management involves 6 aspects, i. e. assessment and management of traps, evaluation and management of pilot exploration, reservoir evaluation management, productivity construction project management, post evaluation management of field investment projects, and decision making management of field investment projects. Based on the study, an information system of E&D production project management (PIMS) was developed, which could be used for the optimal management in PetroChina level and the oilfield level. Recently PIMS was used for the E&D production project management of PetroChina with satisfactory results.

Key words: E&D project; optimal management; information system

0 引言

随着中国市场经济的发展和石油企业管理体制的改革, 中国石油天然气股份有限公司(简称中国石油)的各专业公司都在贯彻和深化石油经营以及优化运行的思想和策略, 中国石油勘探与生产分公司所属的业务项目(勘探开发项目)的计划和组织、管理和运作也在随之调整、深化和理顺。勘探开发项目是勘探与生产操作的基本单元, 勘探开发项目管理涉及面广, 不同专业内容交叉, 信息涵盖量大, 因而需要提高勘探开发项目管理的科学性、系统性、准确性和高效性, 并需做到优化投资效益, 确保完成生产目标和提高项目运行的总体经济效益^[1-3]。本文从中国石油勘探开发项目的管理需求出发, 在系统、全面地考察中国石油所属的勘探开发项目的管理流程和涉及的业务范围基础上,

重点研究了勘探开发项目优化管理的思路和方法, 同时设计并初步研制了一套可操作性强并可供油田公司和股份公司各层面灵活应用的中国石油勘探与生产项目信息管理系统软件, 力争实现项目计划、实施管理和效果评估的规范化、自动化和信息化, 提高项目立项、运行、考核和效果评估管理的科学性和工作效率, 促进项目全过程优化管理, 提高项目运行的总体效益。

1 勘探开发项目管理的总体思路和目标

1.1 总体思路

中国石油勘探与生产项目信息管理, 主要面向中国石油勘探与生产分公司的业务项目, 旨在将股份公司效益传递链的根部率先实现信息化管理, 为实现企业战略目标和全面的信息化创造有利条件。考虑到勘探开发项目的管理需求和实施的可操作性, 确定了如

下总体研究思路: 以储量为中心, 建立各级项目储备库, 为年度计划进行项目优选; 以预探、油藏评价、产能建设为主线, 进行各类项目全过程系统管理; 以规划计划、方案编制审查、方案实施、后评估为管理过程, 进行单个项目全过程优化管理。

1.2 总体目标

勘探开发项目管理的总体目标如下: ①系统、全面地考察中国石油勘探与生产分公司所属的业务项目的管理流程和涉及的业务范围, 实现项目数据管理、项目流程管理、项目评估管理、项目决策管理, 具体涉及到项目储备、年度计划管理决策、方案和流程管理、实施情况分析、经济评价和后评估管理等各个层面的管理和决策问题。②研制一套可操作性强并可供油田公司和股份公司各层面灵活应用的中国石油勘探与生产勘探开发项目管理系统软件。

1.3 具体目标

根据上述总体目标, 确定了勘探开发项目管理的具体目标和内容:

①项目数据管理。包括预探、评价、产能建设、老油气田改造和重点工程配套项目的数据录入、修改、生成和业务计划管理流程的电子档案管理, 同时还包括

信息查询功能, 建立项目信息管理数据库。
②项目流程管理。根据中国石油勘探与生产分公司项目管理的流程, 对项目立项、运行、考核和评估过程实现计算机信息流程管理, 特别是按有关管理规程, 计划和方案审查等管理过程由所研制的系统进行反馈和调控。

③项目评估管理。在建立不同类型项目的评估体系和标准的基础上, 对投资项目的经济效益进行快速评估、对方案编制水平和实施效果进行评估, 在此基础上, 对投资项目进行后评估管理。

④项目决策管理。在建立数据库基础上, 实现年度计划细则报表管理、项目数据汇总与辅助决策管理、项目综合评价排队、项目目标优化、储量、产量、投资、成本和效益优化配置和调节、框架方案指标计算和项目统计分析等。

2 勘探开发项目优化管理方法

勘探开发项目优化管理方法的核心是按业务范围和流程, 将不同类型(阶段)的项目进行有机关联、系统管理。总体技术路线和关联流程见图 1, 由图可见勘探开发项目优化管理方法的理念和总体思路^[39]。

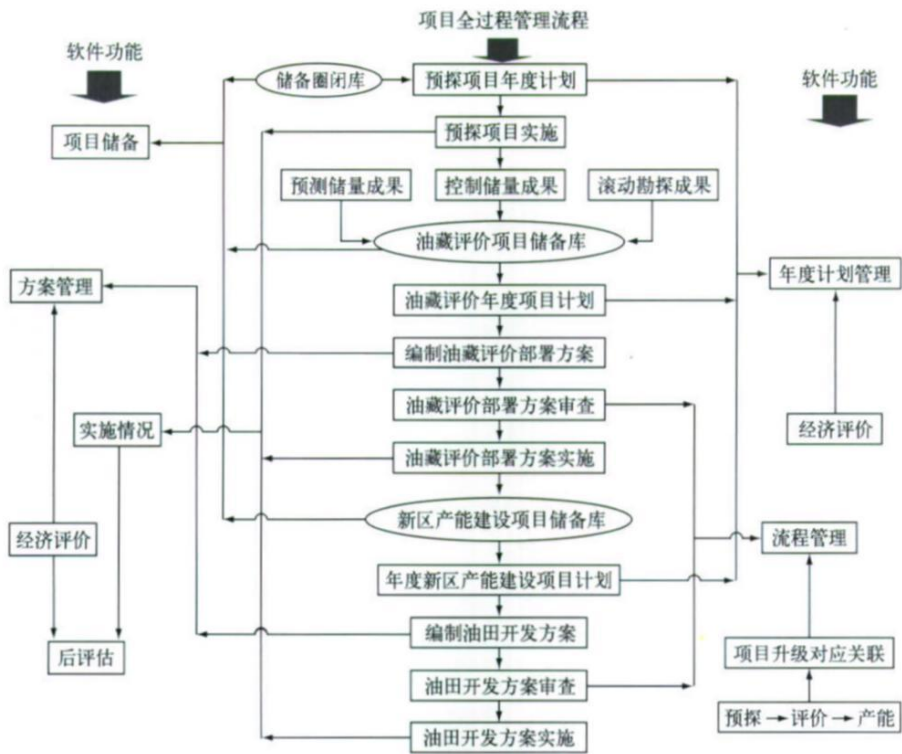


图 1 勘探开发项目优化管理技术路线和流程关联图

勘探开发项目优化管理方法总体上分两个层面, 一个是项目管理中的单个阶段的层面(或者说一类项目范畴内的独立层面), 另一个是系统过程管理中不同类别项目的前后关联层面, 前者涉及一类项目内部管

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

理的技术内容,后者涉及不同类别(或阶段)的关联关系和项目升级管理机制。从上述两个层面分析入手,勘探开发项目优化管理方法涉及如下6个方面。

2.1 圈闭评价和管理

圈闭评价是对初选出的圈闭进行圈闭条件、烃源条件、储集层条件、保存条件和匹配条件等5个方面的分析,计算圈闭含油气概率及石油地质条件的优劣。在进行圈闭含油气性综合分析、资源量计算、经济评价基础上,对圈闭进行综合排队优选并对可钻圈闭进行精细描述,进而提出预探井部署意见。圈闭管理是根据圈闭成果管理细则,将各油田公司提交的储备圈闭进行数据管理和流程管理。圈闭评价和成果管理的目的是为预探提供目标,图2是圈闭评价和管理及升级预探项目的流程和关联图。

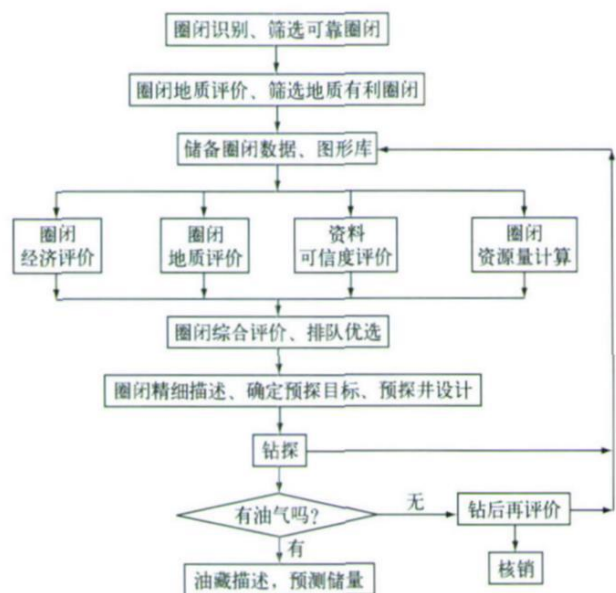


图2 圈闭评价和管理及升级预探项目流程图

2.2 预探项目评价和管理

预探项目评价是以预探区带和圈闭为基本单元,在油气田公司优选、排队基础上,按照统一的评价方法、标准和参数体系优选、排队。预探项目管理是根据石油预探与天然气勘探业务发展计划编制细则,将各油田公司提交的预探项目进行数据管理和流程管理,主要包括年度预探区带、圈闭优选数据、年度预探计划汇总数据、预探方案部署汇总数据。

2.3 油藏评价项目管理

油藏评价项目的划分和实施是促进勘探开发一体化的关键和重要环节,因而油藏评价项目管理是勘探开发项目优化管理的重要组成部分和关键。油藏评价项目管理的关键是如何在勘探开发一体化的大背景下,将预探、评价部署和新区产能建设项目有

机地联系、衔接,图3表述了预探、油藏评价和新区产能建设项目的进程关联,其中重点涉及到如下3个方面。

2.3.1 评价项目储备库的形成

根据勘探开发一体化的设想和工作思路,油藏评价项目管理流程应该从预探项目入手,根据预探项目储备和预探项目年度计划资料,考察各油田公司的所有剩余控制储量成果,形成预探项目储备库,每个油区的预探项目可以列出控制储量成果表,在储量成果表中,需要筛选出一些较好或有潜力的项目,作为评价项目的储备库,有两种筛选方法可供选择:根据经验和对相关参数的直接认识,直接选出一些预探项目形成评价项目的储备库;由自动优选评价选出,此时需要选择加权平均或模糊综合评判等评价方法,在筛选时,用到的参数包括控制储量、含油面积、厚度、平均孔隙度、平均空气渗透率、密度、储量丰度、千米井深日产量等,在模糊综合评判方法中要人为定义参数等级和分类标准,同时参数权重需要定义,在实际应用中,上述8项参数可以根据情况取舍。

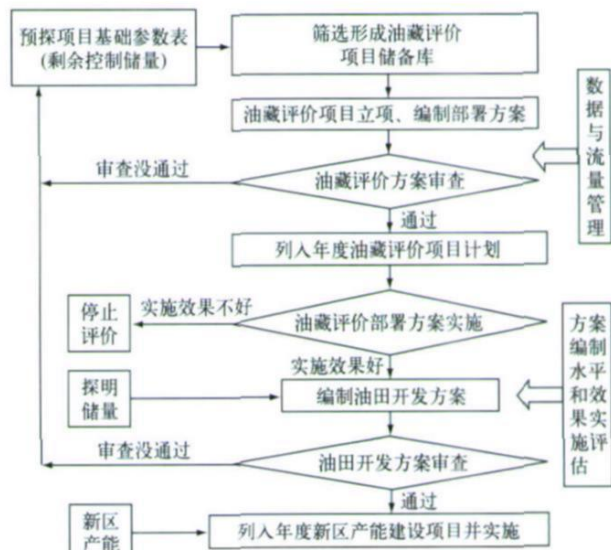


图3 预探、油藏评价和新区产能建设项目进程关联图

2.3.2 评价项目流程管理

在确定了评价项目储备库基础上,可以进行油藏评价项目立项,然后,按一般项目油藏评价部署方案的编制细则的要求,编制油藏评价部署方案,然后股份分公司进行重点部署方案审查,审查通过后,列入年度油藏评价项目计划。如果油藏评价项目实施效果好,列入年度新区产能建设项目、编制油田开发方案,然后油田开发方案开始实施。在上述管理过程中,需要进行方案编制水平和效果实施评估,以配合评价项目信息管理工作(见图3)。

2.3.3 油藏评价项目的方案编制水平和实施效果评估

按有关细则的内容与形式、油藏评价部署、油田开发概念方案和经济评价及风险分析等五大方面, 评价部署方案设计水平评估指标体系分解成 17 项因素, 由专家填写。根据得分分为优秀、良好、合格和不合格, 其中的储量估算和产能预测如果明显不合理, 该设计将视为不合格。分投资完成情况、进度执行情况、评价

成本误差、产能到位情况、评价井成功率、成功评价井利用率等评估实施效果。投资完成情况与部署方案相比, 投资越低, 得分越高。进度执行情况与部署方案相比, 完成时间越早得分越高。油藏评价项目单个阶段层面的项目管理涉及到油藏评价项目的探明储量来源情况、油藏评价项目论证、评审、下达、备案、计划调整、实施及评估等环节(见图 4)。

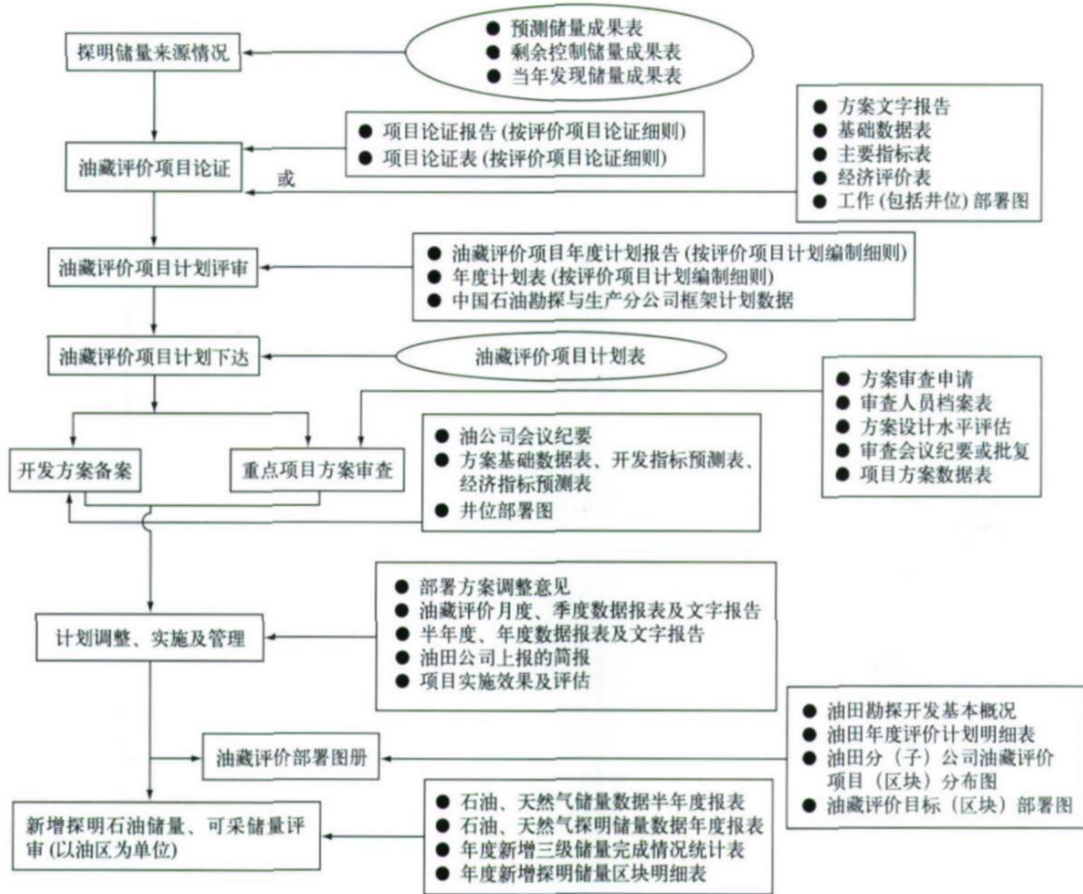


图 4 油藏评价项目管理业务流程图

2.4 产能建设项目管理

产能建设项目管理包括新区产能建设项目和老区产能建设项目, 新区产能建设项目信息管理是勘探开发一体化的关键和重要组成部分^[4], 这涉及到跟踪分析评价部署项目的方案实施效果以及从探明储量落实到产能建设的到位等环节, 因而需要评价部署项目和新区产能建设项目的信息密切结合和共享。老区产能建设项目信息管理是和新区平行进行的。

按油藏评价项目管理流程(见图 3), 如果油藏评价项目方案实施效果好, 便考虑将其列入年度新区产能建设项目, 新区产能建设项目业务管理涉及到新区产能建设项目论证、项目评审、计划下达、重点项目方案审查备案、计划调整、实施及评估等环节(见图 5)

2.5 油气田投资项目后评估管理

油(气)田投资项目后评估是指股份公司各年年度计划确定的油(气)田投资项目在完成投资计划、竣工投产、并经过一段时间生产运行后, 对项目的前期评价、产能建设、投产运营全过程或某一阶段的投资活动和成果进行客观、系统的综合分析和评价, 并对项目未来的经营环境、经济效益进行预测论证^[3]。在后评估管理中, 特别注重当年项目的实施状况分析(包括计划投资和完成情况)和项目实施 3 年后(特别是产能建设项目实施 3 年后)的后评估。项目后评估管理主要包括后评估报告管理、评审管理和汇总分析管理等。

2.6 油气田投资项目决策管理

油气田投资项目决策管理是在勘探开发项目数据

管理和流程管理、项目方案管理的基础上,进行油气田投资项目辅助决策分析,为勘探开发规划计划提供科学的依据,包括年度计划细则报表管理、项目数据汇总

与辅助决策管理、项目综合评价排队、项目目标优化、框架方案指标计算、项目统计分析以及储量、产量、投资、成本和效益的优化配置和调节。

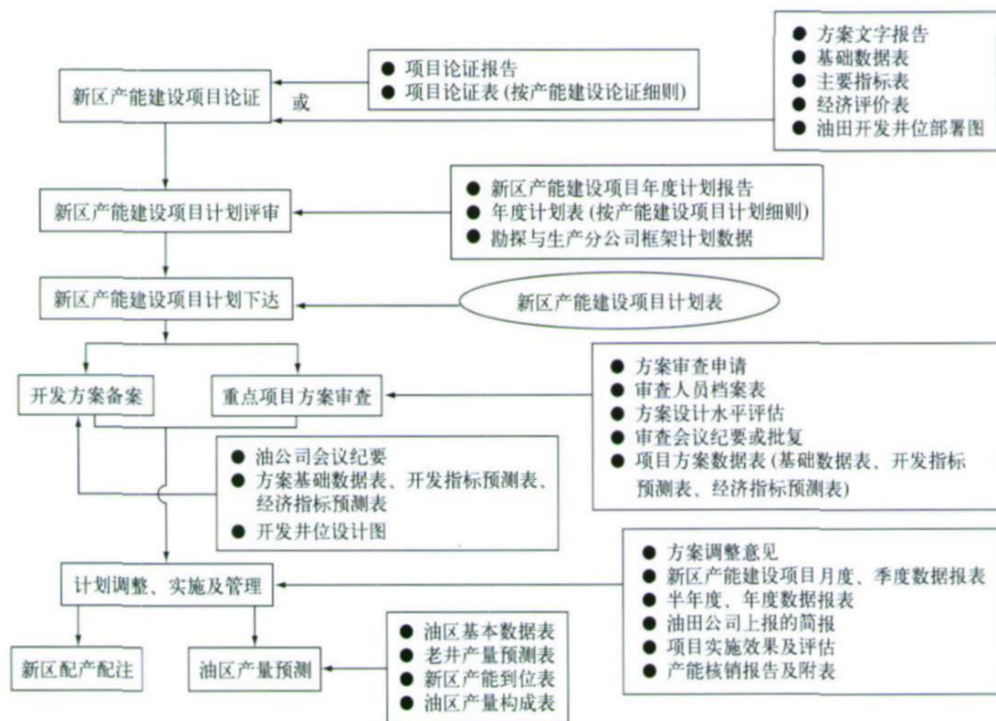


图5 新区产能建设项目管理业务流程图

3 勘探开发项目管理系统研制

在考察了业务计划、各项目方案编制、实施的工作流程以及各业务项目之间的逻辑关系后,结合软件的可操作性和实用性原则,在上述勘探开发项目优化管理方法基础上研制了勘探开发项目信息管理系统(PIMS),软件主要功能如下(见图6):

①数据管理。建立包括预探、评价、产能建设、老油气田改造和重点工程配套项目在内的各油田分公司项目管理数据库,具有项目各类数据录入、修改、生成和存档等功能。

②预探储备项目、油藏评价储备项目的建立和筛选。在储备评价基础上,根据储备圈闭评价结果和剩余控制储量成果,建立和生成预探项目储备库、油藏评价项目储备库,同时根据控制储量、含油面积等参数用加权平均和模糊综合评判方法进行油藏评价储备项目排队筛选,然后确定油藏评价部署项目。

③流程管理系统。对于预探项目、油藏评价项目和油气新老区产能建设项目,按规范的流程进行流程管理和档案管理,包括各种项目方案的编制、审查、实施全过程管理以及不同类型资料的电子档案管理。

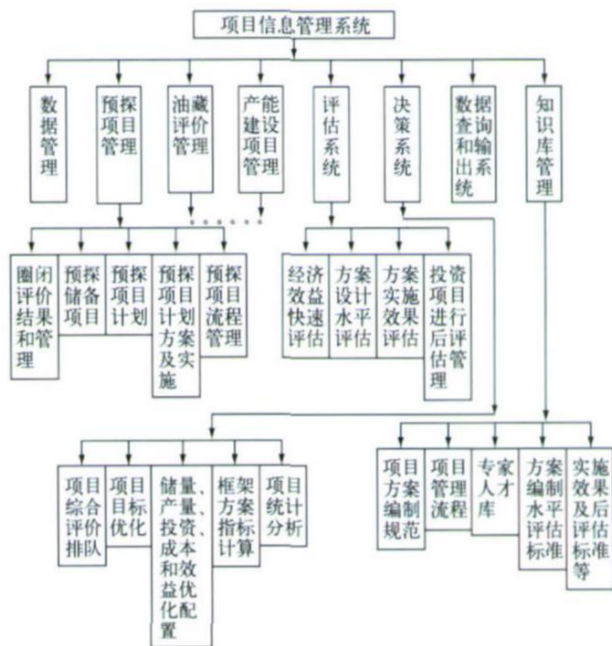


图6 项目信息管理系统平台功能汇总图

④数据查询系统。进行相关数据检索、查询和网上传输,包括项目查询、方案查询和条件组合查询,特别是可以进程查询、反馈和调控查询,了解按标准流程的下一

步应该开展的工作和可能遗漏的工作。同时按各种查询条件提取数据和制作报表, 进行简单的统计分析。

⑤评估系统。在建立不同类型项目的评估体系和标准的基础上, 对投资项目的经济效益进行快速评估、对方案编制水平和实施效果进行评估, 在此基础上, 对投资项目进行后评估管理。

⑥投资项目后评估管理。包括后评估报告管理、评审管理和汇总分析管理, 在后评估管理中, 特别注重当年项目的实施状况分析(包括计划投资和完成情况)和项目实施3年后, 特别是产能建设项目实施3年后的后评估。

⑦决策系统。决策系统包括年度计划细则报表管理、项目数据汇总与辅助决策管理、项目综合评价排队、项目目标优化、储量、产量、投资、成本和效益优化配置和调节、框架方案指标计算、项目统计分析成图。

⑧知识库。为上述功能模块提供服务 and 数据支持, 包括项目方案编制要求、方案数据规范报表、方案管理流程、专家人才库、方案编制水平评估标准库、实施效果评估标准库、后评估细则等。

4 应用情况

勘探开发项目管理信息系统已经在华北油田进行了测试和应用, 并将各油田公司2003年、2004年和2005年的油藏评价项目数据、部分文档以及2003年和2004年新老区产能项目的部分数据进行了入库管理, 相应的数据和软件系统已安装到中国石油勘探与生产分公司的各主要业务处室(计划处、评价处、油藏处和天然气处)。

在2003年7月和2004年6月连续两年的中国石油勘探与生产分公司规划计划培训班上, 将方法和相应的软件向13家油田公司等单位百余人进行了介绍和培训, 并将投资项目方案管理信息系统下发到了各油田公司, 软件系统下发应用后, 华北油田计划处和辽河油田研究院分别尝试建立了各油田的方案管理信息库。

5 结论与认识

在系统、全面地考察中国石油所属的勘探开发项目的管理流程和涉及的业务范围基础上, 确定了勘探开发项目管理的总体思路和目标, 重点研究了勘探开发项目优化管理方法, 为勘探开发项目管理的应用实践确定了技术路线, 使勘探开发项目管理工作向科学化、系统化逐步迈进。

在勘探开发项目流程管理研究过程中, 提出了各类项目的业务流程管理图和关联图, 这些流程能够完

全覆盖各类项目在时间上和业务流程上的管理, 可以指导和规范项目信息管理工作, 按此流程管理可及时、准确地了解和掌握项目基础资料和进展情况。

在勘探开发项目优化管理方法研究基础上, 作为勘探开发项目管理的工具和载体, 初步研制了一套可操作性强的中国石油勘探与生产项目信息管理系统软件, 该软件系统为实现勘探开发项目管理目标和理念, 提供了有利的工具软件。作为一个软件平台, 通过系统建设、运行和实施, 促进勘探开发项目全过程优化管理、勘探开发一体化、效益最大化等经营管理机制和理念的进一步落实和实施。

勘探开发项目管理由于涉及专业内容广泛, 信息数据量大, 各功能模块数据交叉频繁, 在软件设计和研制过程中, 需要体现出一定的前瞻性, 并需要有效、科学的数据管理。由于最终形成的系统庞大, 如何提高系统的应用效率和灵活性, 也是总体设计和研发过程中需要着重考虑的关键。软件研制要在总体框架内, 从简到繁、循序渐进, 按软件工程的规范, 注重软件开发集成化、一体化和资源共享。

在勘探开发项目数据库开发与建设过程中, 需要充分利用原有各类数据库的数据资源, 保持各类数据的继承性和一致性, 并依据最新制定的各类管理规范 and 细则, 既要有准确可靠的静态数据, 又要有实时动态数据, 实现静态动态结合的数据管理。数据入库工作要保证各类数据的匹配、闭合关系, 维护数据的权威性, 保证数据的时效性和动态性。

为了将勘探开发投资项目信息管理系统应用到位, 做好勘探开发投资项目信息管理工作, 需要由中国石油勘探与生产分公司计划处和各油田公司计划部门牵头和负责协调管理, 由各专业部(处)提供相应的技术和数据支持, 并由专人负责具体管理和实施。各油田公司要对投资项目, 按项目流程管理的要求提供相应数据和文档, 包括各类项目方案的编制、审查、实施的数据和文档资料, 并定期上报。如何科学、合理、有效地实施勘探开发项目管理, 提高宏观决策水平, 对于实现资金与资源合理配置和可持续发展至关重要, 需要结合勘探开发项目业务管理特点和规律以及中国石油内部控制管理体系和机制, 进行长期的研究和探索, 包括项目管理方法、业务流程细节制定、经营和管理机制的建设和完善、复杂系统的组织和协调、项目管理的有效实施和适时调节等^[7-19]。

本文的研究工作是在阎存章教授和刘圣志教授的
(下转第127页)

较好的油气发现,成为下一步勘探的主要有利区。两条控制转换带的断层长期发育,是油气运移的有利通道。完钻的 FNE 1 井在 Bentiu 组发现近 50m 厚的油层,经油源对比认为原油来自西部的福拉南部次凹。

4 结论

构造转换带在中非裂谷系盆地中非常发育。福拉凹陷中部转换带位于中部构造带,为聚敛接近型转换带。该转换带开始形成于早白垩世第一裂谷期,定型于晚白垩世第二裂谷期,是重要的含油气构造带。

福拉凹陷中部转换带对油气成藏的控制作用主要表现在构造、沉积和油气运移与聚集等方面。研究转换带的形成及构造特征,以及对油气聚集的控制作用,有利于寻找油气富集区,提高勘探效率。

参考文献:

- [1] Dahlstrom C D A. Structural geology in the eastern margin of the Canadian Rocky Mountains[J]. Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 1970, 18: 332 406.
- [2] Morley C K, Nelson R A, Patton T L, et al. Transfer zones in the East African Rift System and their relevance to hydrocarbon exploration in rifts[J]. AAPG Bulletin, 1990, 74(8): 1234 1253.
- [3] Scott D L, Rosendahl B R. North Viking graben: an East African prospect[J]. AAPG Bulletin, 1989, 73(2): 155 165.
- [4] Faulds J E, Varga R J. The role of accommodation zone and transfer zone in regional segmentation of extended terranes[A]. Faulds J E, Stewart J H. Accommodation zone and transfer zone: the regional segmentation of the basin and range provinces[C]. Boulder: Colorado: Geology Society of American, 1998, 323: 1 45.
- [5] 陈发景,贾庆素,张洪年. 传递带及其在砂体发育中的作用[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(2): 144 148.

- [6] 陈发景,汪新文,陈昭年,等. 伸展断陷盆地分析[M]. 北京:地质出版社, 2004.
- [7] 王秀林,汪望泉,李素珍,等. M 盆地的构造特征及与油气的关系[J]. 石油与天然气地质, 2000, 21(1): 76 79.
- [8] 童晓光,窦立荣,田作基,等. 苏丹穆格莱特盆地的地质模式和成藏模式[J]. 石油学报, 2004, 25(1): 19 24.
- [9] 马明福,李薇,刘亚村. 苏丹 Melut 盆地北部油田储集层孔隙结构特征分析[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(6): 121 124.
- [10] 赵国良,穆龙新,计智锋,等. 苏丹 M 盆地 P 油田退积型辫状三角洲沉积体系储集层综合预测[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(6): 125 128.
- [11] 罗小平,沈忠民,黄飞,等. 苏丹 M 盆地储集层流体地球化学特征与油藏注入史[J]. 石油勘探与开发, 2006, 33(1): 119 126.
- [12] 魏永佩,刘池阳. 位于巨型走滑断裂端部盆地演化的地质模型——以苏丹穆格莱德盆地为例[J]. 石油实验地质, 2003, 25(2): 129 142.
- [13] 窦立荣,潘校华,田作基,等. 苏丹裂谷盆地油气藏的形成与分布——兼与中国东部裂谷盆地对比分析[J]. 石油勘探与开发, 2006, 33(3): 255 261.
- [14] 聂昌谋,陈发景,白洋,等. 苏丹 Fula 油田油藏地质特征[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(6): 671 676.
- [15] 赵红格,刘池阳,杨明慧,等. 调节带和传递带及其在伸展区的分段作用[J]. 世界地质, 2000, 19(2): 105 110.
- [16] 冯建辉,张亚敏,王婧. FL 走滑型断陷油气富集特征[J]. 石油勘探与开发, 2001, 28(6): 101 103.

第一作者简介:汪望泉(1969),男,河南杞县人,中国石油天然气勘探开发公司高级工程师,现为中国地质大学(北京)能源学院博士研究生,主要从事海外石油地质评价工作。地址:北京市海淀区学院路 20 号,中国石油勘探开发研究院海外研究中心,邮政编码:100083。E-mail: wwgq@cnpc.com.cn; wwgq1228@yahoo.com.cn

收稿日期: 2006 03 27 修回日期: 2006 10 25

(编辑、绘图 梁大新)

(上接第 123 页)

倡导和指导下完成的,同时特别得到了王元基教授、何江川高级工程师、胡永乐教授、田昌炳高级工程师的热心帮助和具体指导,在此一并表示衷心的感谢!

参考文献:

- [1] 葛家理,申炼. 系统协调论[M]. 北京:石油工业出版社, 1997.
- [2] 周总瑛,张抗. 中国油田开发现状与前景分析[J]. 石油勘探与开发, 2004, 31(1): 84 87.
- [3] 曲德斌,武若霞. 油田开发规划科学决策的理论和实践[J]. 石油学报, 2002, 46(3): 76 81.
- [4] 别爱芳,王立荣,夏静,等. “九五”期间 PetroChina 老区原油产能建设成效分析[J]. 石油勘探与开发, 2004, 31(3): 97 100.
- [5] Satter A, Thakur G. Integrated petroleum reservoir management[M]. Tulsa: Pennwell Publishing Company, 1998.
- [6] 程伟,张广杰,董伟宏,等. 油气田开发规划模型的建立及求解

- [J]. 大庆石油学院学报, 2006, 123(2): 112 115.
- [7] 曹瑞成,王永卓,田芳,等. 试论油藏评价规范化管理[J]. 中国石油勘探, 2004, 20(5): 42 46.
- [8] 常毓文,袁士义,曲德斌. 注水开发油田高含水期开发技术经济政策研究[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(3): 97 100.
- [9] 郭秋麟,胡素云,倪何艳,等. 油气勘探目标经济评价与决策系统 EDSys1.0[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(6): 116 120.
- [10] 罗东坤,丁治国. 石油工程项目管理机制[J]. 石油勘探与开发, 2006, 33(2): 242 245.

第一作者简介:张广杰(1966),男,河北邢台人,博士,中国石油勘探与生产分公司高级工程师,从事石油生产规划管理和研究工作。地址:北京市东城区洲际大厦 909 室,中国石油勘探与生产分公司计划处,邮政编码:100011。E-mail: zhanggj@petrochina.com.cn

收稿日期: 2006 02 28 修回日期: 2006 12 17

(编辑 宋立臣 绘图 李秀贤)