

基于大数据的油公司生产经营模拟系统研制与应用

曲海旭¹, 张虎俊², 崔海清¹

1. 东北石油大学石油工程学院, 大庆 163318
2. 中国石油勘探开发研究院, 北京 100083

摘要 分析了中国石油大数据时代的需求和特点。结合中国石油信息化建设, 研发了油公司生产经营模拟系统, 介绍了上游业务生产经营模拟系统的总体思路和技术路线, 依托大数据平台的数据和内涵及生产经营模拟系统的功能与应用前景等, 探讨了油公司在大数据时代下的业务信息化平台建设。

关键词 大数据; 油公司; 信息化建设; 上游业务; 生产经营

2011年5月, 全球知名咨询公司Mckinsey Company发布了大数据是创新、竞争和生产力的下一个前沿领域的报告^[1], 标志着“大数据”时代的到来。在人类发展历史上, 信息科技的发展始终伴随着人类文明的进步。人类社会的发展史是一部信息发展史, 同时也是一部数据发展史^[2]。第一台电子计算机成功发明, 使计算机代替大脑进行大量数学运算变为现实; 离散数学的发展奠定了现代计算机二进制计算的抽象理论模型; 摩尔定律让计算机操作系统和计算能力成倍增长; 第一条光纤通信系统的使用提高了信息的传输能力。总之, 信息科技进步为大数据的到来奠定了坚实的基础。

大数据时代是在互联网诞生和云计算技术发展的基础上, 面向更高、更宽和更复杂的复杂系统问题解决方案应运而生。海量数据的出现催生了一种新的科研模式, 即面对海量数据, 科研人员只需从数据中直接查找或挖掘所需要的信息、知识和智慧, 甚至无需直接接触需研究的对象^[3]。其中, 互联网的出现提高了数据的流动性和可提取性, 使数据信息的获取、数据共享变为现实, 在互联网上获取数据进行分析有助于理解“大数据”的价值; 云计算的出现再一次改变了数据的存储和访问方式, 云计算把所有的数据集存储到“数据中心”, 也即所谓的“云端”, 用户通过浏览器或者专用应用程序实现访问。而智能终端的普及给大数据带来了丰富、鲜活的数据舞台。实际上, 日常生活中使用手机拍照发微信、微博等方式都是智能终端的体现。智能终端不仅仅局限于个人应用, 许多行业都已经开始大规模地部署终端产品^[4]。

大数据是指无法在可容忍的时间内用传统IT技术和硬件工具对其进行感知、获取、管理、处理和服务的数据集

合。大数据的特点比较有代表性的是3V定义^[5], 即认为大数据需满足3个特点: 规模性(volume)、多样性(variety)和高速性(velocity)。除此之外, 还有提出4V定义的, 即尝试在3V的基础上增加一个新的特性。关于第4个V的说法并不统一, 国际数据公司(International Data Corporation, IDC)认为大数据还应当具有价值性(Value)^[6], 大数据的价值往往呈现出稀疏性的特点。而IBM认为大数据必然具有真实性(Veracity)^[7]。截止目前, 大数据在各个领域都开始了广泛的应用, 如金融系统、航空业、医疗业、IT业、电商等。大数据的到来改变了数据的来源方式, 是对传统数据搜集方式的补充, 并极大地提升了数据的广度、宽度、深度, 为各行业领域的发展起到深远的影响^[8,9]。

1 油公司大数据时代的需求和特点

石油行业大数据的开发应用还处于起步阶段。很多国际石油公司在信息化建设中, 已形成了大数据的初期模型, 比如石油公司自主研发的油井信息采集系统、实时生产监控系统等都是大数据的雏形在石油行业中的基本体现。目前的普遍做法是利用现场采集数据进行分析, 建立相关预测模型, 查看油气生产遇到的问题, 根据分析结果对生产实施进行及时调整和完善。目前油公司起步阶段的大数据现状与真正意义上大数据时代还有一定差别和距离, 油公司大数据时代具有自身鲜明的需求和特点。

1.1 大数据必须依托现有信息化建设资源, 并需要进一步提升

以中国石油为例, 截止目前, 公司在信息化建设中已经

收稿日期: 2015-09-30; 修回日期: 2015-10-31

作者简介: 曲海旭, 博士研究生, 研究方向为油气井工程, 电子邮箱: haixu0825@163.com; 张虎俊(通信作者), 教授级高级工程师, 研究方向为油气田开发, 电子邮箱: ymzhanghj@petrochina.com.cn

引用格式: 曲海旭, 张虎俊, 崔海清. 基于大数据的油公司生产经营模拟系统研制与应用[J]. 科技导报, 2016, 34(2): 178-183; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2016.2.029

取得了长足的进步,在勘探开发与管道、炼油化工与销售、服务与支持、ERP项目、综合管理等7个部分都有自己的信息系统,这些系统也在日常油气生产和科研管理中起到关键作用。

但是,由于系统间没有建立相关数据关系,因此在系统关联性和数据使用性上存在很大问题。基于中国石油大数据的现状,充分利用现有系统进行大数据建设有着先天的优势条件,需要从如下几点开始逐步实施。

1) 梳理现有信息系统,建立关联关系。从图1中可以看出,中国石油已经实现了信息化建设从分散向集中的阶段性跨越。这些系统的建设层次清晰、使用群体明确、应用效果显著,为大数据建设奠定了良好的基础。鉴于大数据的特殊性,建议围绕勘探、开发、冶炼、销售层级数据递进关系进行数据资源的系统整合。

2) 优化系统管理流程,设计大数据管理主线。现有信息化建设中,生产性系统与管理性系统混合在一起,且相互间没有必然的联系。对于大数据的建设,建议以生产系统为管理主线,在生产过程中配合相应的管理系统。这样可以利用生产中产生的规律性数据及时对生产管理进行调整,通过管理系统促进生产。

3) 建设覆盖所有信息系统的数据库提取平台。大数据提取平台的建设就是在现有系统的基础上,依据大数据建设需求,建设覆盖全系统的数据库提取平台,其特点在于实现信息充分共享。提高数据的准确性、完整性、及时性和生产经营信息的展现能力,加强业务联动,减少不同技术部门或系统对数据的重复录入、实现跨部门的信息充分共享和高效利用。

A	B	C	D		E	F		G
勘探开发与管道项目	炼油化工与销售项目	服务与支持项目	ERP项目		综合管理项目	基础设施项目		组织与保障项目
A1.勘探与生产技术数据管理系统	B1.炼油与化工运行系统	C1.电子采购系统(物资采购管理信息系统)	D1.ERP业务分析与实施计划	D7.工程技术ERP系统	E1.健康安全环保系统	F1.广域网改进	F8.信息安全体系建设	G1.信息部门职能建设
A2.油气水井生产数据管理系统	B2.炼化物料优化与排产系统	C2.电子销售系统	D2.勘探与生产ERP系统	D8.装备制造ERP系统	E2.应急平台	F2.局域网改进	F9.灾难恢复系统建设	G2.信息技术标准制定
A3.管道生产管理信息系统	B3.客户关系管理系统	C3.贸易管理系统	D3.天然气与管道ERP系统	D9.海外勘探开发ERP系统	E3.企业信息门户网站	F3.因特网接入改进	F10.软硬件标准化	G3.信息技术培训
A4.地理信息管理系统	B4.加油站管理系统	C4.矿区服务系统	D4.炼油与化工ERP系统	D10.油田服务ERP系统	E4.数据仓库系统	F4.物联网建设	F11.应用系统集成平台建设	G4.帮助热线建设
A5.采油与地面工程运行管理系统		C5.物流管理系统	D5.销售ERP系统	D11.工程建设ERP系统	E5.办公管理系统	F5.企业信息系统管理	F12.即时通信系统	G5.信息技术支持中心建设
A6.数字盆地系统		C6.发电供电信息系统	D6.总部ERP系统	D12.人力资源管理信息系统	E6.档案管理系统	F6.电子邮件服务改进		G6.信息技术专家中心建设
A7.工程技术生产运行管理系统		C7.工程项目管理系统				F7.视频会议系统改进		
A8.勘探与生产生产调度指挥系统		C8.设备制造与生产管理信息系统						
A9.管道完整性管理系统		C9.在用系统推广						

■ 完成实施项目 ■ 正在实施项目

图1 中国石油现有的信息化建设系统

Fig. 1 Current information system in CNPC

1.2 大数据时代对数据可信合理性等要求更高

在大数据时代,通过各种渠道获取数据的途径很多,效率也非常高,但是由于石油行业的特殊性决定了对数据的要求区别于其他行业,因此大数据时代石油行业对数据可靠性、合理性要求更高:

1) 数据来源一致性。在实际数据分析过程中,由于生产过程的复杂性及项目管理等客观因素造成同一数据有多种来源,使同一数据间存在一定差异性,给数据的应用提取带来一定困难,需要相关人员在大数据建设期对现有数据进行数据甄别。

2) 数据准确性。在油田生产过程中,大量数据的产生都依托机器记录与人工记录结合的方式获取,这其中由于机器故障或者人为因素的干扰,必然会导致部分数据的准确性出现问题,因此,需要建立数据校验机制,以确保数据准确性。

3) 数据完整性。在油公司目前现有数据库系统中,很多历史数据存在空缺,这是由于某些历史数据在保存过程中使用纸质材料,这部分材料需要进行电子化,并与现有数据进行对比,完成数据填缺补充,以完善数据库建设的数据完整性。

4) 数据及时性。一线油田生产过程中产生的数据是对

数据分析最直接、最有效的数据来源,因此必须保证数据来源及时上报,系统通过数据校验确保数据准确性^[10]。

1.3 大数据平台建设是在数据提取应用基础上的功能性开发

大数据时代在数据提取的基础上,重要特征是其解决问题的综合能力更强。例如,可以提高公司上游业务管理和一体化优化水平,在各专业领域内实现经营管理与生产运行、办公管理有效集成;在专业领域之间实现跨专业领域业务衔接,促进全业务价值链协同运行。同时,可以提供多维度分析功能,促进统计业务从统计型向分析型转变,满足各级管理者对生产经营信息的需求,辅助管理决策。

基于大数据时代的生产经营模拟系统就是功能性开发的典型案例,第2节将重点阐述分析。

2 基于大数据的生产经营模拟系统研发

2.1 总体思路和技术路线

近年来,中国石油从肩负的责任使命出发,以全球视野、战略思维,认真研判分析面临的机遇和挑战,遵循经济规律

和企业发展规律,不断丰富完善建设世界水平综合性国际能源公司战略体系,明确提出“有质量、有效益、可持续”的发展方针,以效益为中心的理念进一步增强^[11]。中国石油上游业务生产经营模拟系统就是体现以效益为中心的理念,追求上游资源、产量、投资和效益的最佳优化配置。在研究并规范上游业务资源优化流程和方法基础上,通过上游业务资源优化软件平台的研制、推广和应用,实现上游业务的生产优化,从目前的以技术优化为主发展到向经济效益优化和一体化优化的转变,提高上游业务总体经营效益。总体思路是围绕上游业务生产与管理两大核心环节开展,按勘探开发一体化、油气一体化,体现总体经济效益的思路,模拟储量资源建产、新井产能建设评价优选、老井生产优化、新老井一体化生产运营和跟踪评价等上游经营全过程,涉及技术优化、经济优化和一体化优化3个环节,分层次进行递进优化,最终确定不同目标条件下的储量、产量、投资、成本和效益一体化优化方案,同时方案实施和跟踪评价结合,最终达到上游业务资源一体化优化目的(图2)^[12]。

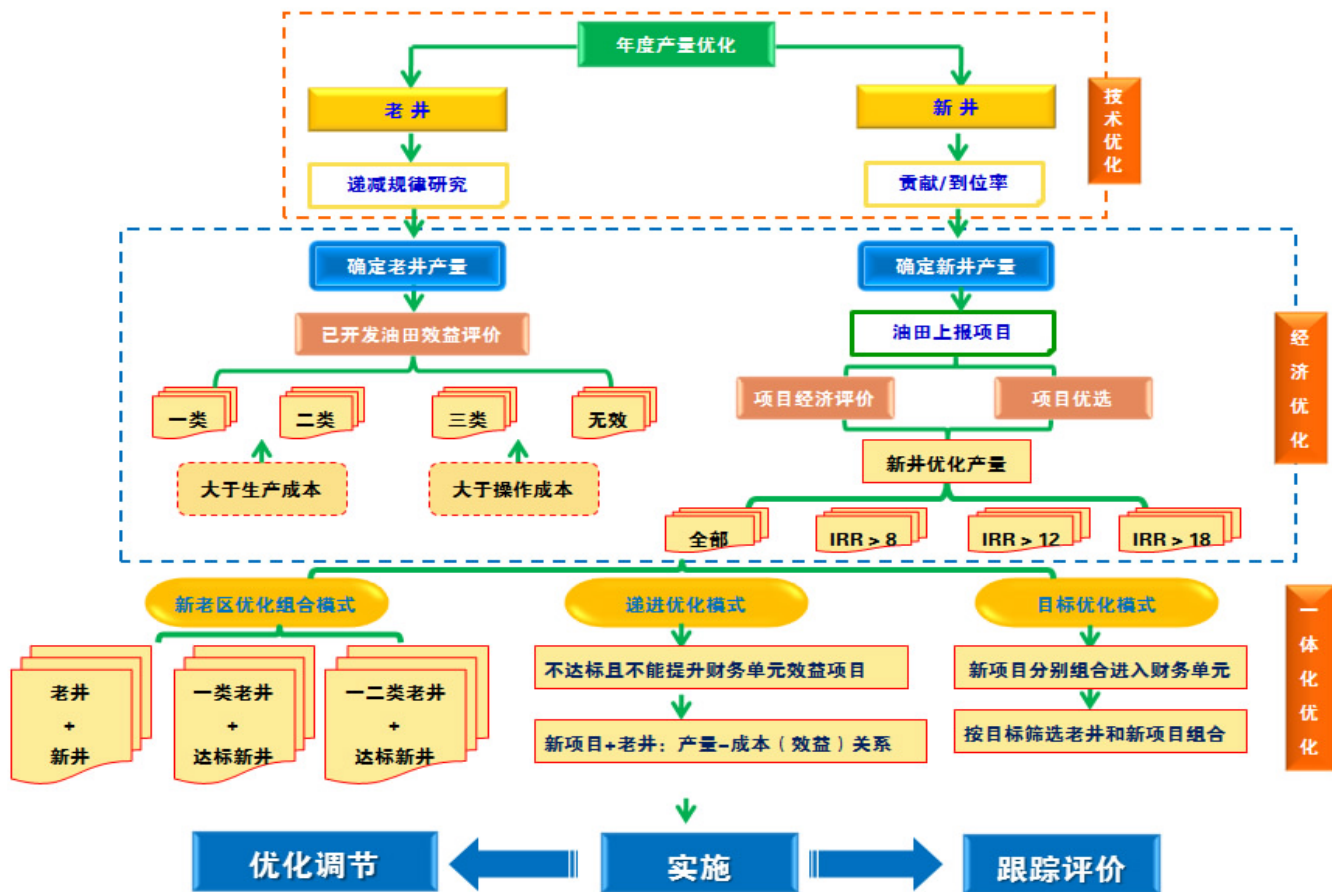


图2 生产经营模拟系统的技术路线

Fig. 2 Technology roadmap of production and operation simulation system

2.2 系统平台设计原则

为了使系统平台高起点和适用可行,在系统平台设计时,考虑了如下原则。

- 1) 统一性原则:平台建设将采用统一的技术架构、统一的规范及标准,保证系统实施和应用效果。
- 2) 安全性原则:充分考虑系统的整体安全性,保证应用安全和数据安全;遵循可靠性的原则,尽可能减少因技术故障而造成业务无法正常进行现象的发生。
- 3) 成熟性原则:选用成熟度高的开发技术和接口技术,充分利用中石油信息建设的现有资源,回避因技术缺陷造成的风险因素。
- 4) 适应性原则:平台在设计开发上需充分考虑到对企业业务变化的适应能力,尽可能将业务变化对平台的影响降到最低,通过平台的简单调整实现对业务变化的快速支撑。
- 5) 先进性原则:充分利用最新的信息技术成果^[13],借鉴国内外信息集成项目的成功经验,采用国际领先技术,充分考虑未来信息化建设发展趋势,从整体上体现平台的先进性。

2.3 生产经营模拟系统依托的大数据(库)建设

由于油公司上游业务涉及生产环节众多,涉及海量数据,上游业务生产经营模拟系统需要通过大数据工程建设才能实现经营模拟目标。在研发生产经营模拟系统依托的大数据中,涉及历史参数、方案参数、控制参数和公共参数4类,需要利用现有的系统资源并进行整合,以及自行提取创建再整合等两大环节过程,最后形成生产经营模拟系统依托的完整大数据库。

在上述的两大环节过程中,第一个环节是可以利用的已

有信息系统,包括勘探与生产技术数据管理系统(A1)、油气水井生产数据管理系统(A2)、勘探与生产ERP系统(ERP系统)、财务预算系统等(图3),通过这些系统进一步整合提升,可以获得如下各类数据:1) 各地质单元的资源量、储量数据,主要包括预测储量、控制储量、探明储量以及动用储量等(A1);2) 各油区开发单元构成以及各开发单元的油井产量等开发指标(A2);3) 各油区及不同油藏类型开发生产数据及关键参数(A2);4) 各油区财务单元构成以及效益等财务指标(财务预算系统);5) 年度产能项目的实施结果(区块、油井)和跟踪评价数据(ERP平台);6) 各油区完成的产能、投资、工作量等数据(ERP系统);7) 各油区损益表和资产负债表(财务预算系统)。另一个环节是对目前没有成型的系统资源中的有需求、可利用的数据,需要自行从不同部门提取,并整合到大数据中,这些数据包括:1) 已开发油田效益产量评价数据(油田每年上报);2) 各油区、油田和区块单元的对应关系(油田提供);3) 各油田产能项目数据和评价结果(油田每年上报);4) 经济评价公共数据和相关规范(自行收集和创建)等。

2.4 生产经营模拟系统主要功能和特点

上游业务优化系统平台覆盖了从储量建产评价、产能评价优选、开发单元产量预测、财务单元成本预测到优化方案以及跟踪评价的生产经营全过程,所有功能数据共享、统一联动,实现了投资成本一体化的系统优化管理(图3)。主要包括以下具体功能。

- 1) 勘探目标优化:根据资源潜力,通过勘探优化方法,确定勘探目标、预估探明储量等各级储量规模。
- 2) 储量建产评价:根据储量潜力确定产能部署,通过油

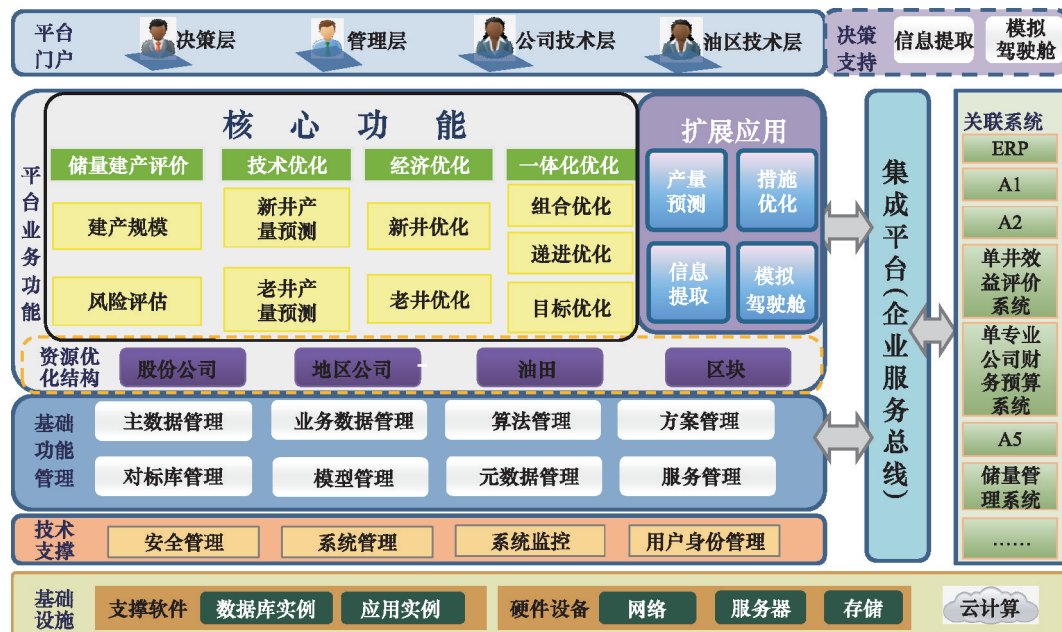


图3 生产经营模拟系统业务框架及依托的数据库

Fig. 3 Business frame and database of production and operation simulation system

田上报确定储量级别与落实程度。

3) 技术优化:通过两推一线等方法进行年度产量预测与中长期产量预测。

4) 经济优化:对新井进行经济评价、综合优化、项目优选;对老井进行效益分类、成本预测。

5) 一体化优化:通过组合优化、递进优化和目标优化形成多个一体化优化方案,在价值评估基础上为领导层提供决策依据。

6) 实施评价:通过方案实施与跟踪评价对方案持续优化调节,并为未来项目优化实施提供类比依据^[4]。

由于有大数据作为支撑,加之前瞻性的蓝图设计以及瞄准目标需求,使生产经营模拟系统特点鲜明,主要体现在:

1) 自由延展伸缩的优化结构,为资源优化提供了灵活多

变的基础优化对象,根据数据基础以及目标需求,通过可扩展的优化基础结构及扩展结构,能够使资源优化平台进行多个维度的资源优化,为决策层、管理层、技术层提供不同的优化空间(图4)。

2) 科学合理的优化流程与优化方法,充分利用已成熟的优化模型和技术,可以实现上游业务全过程生产经营模拟,以及局部环节的优化模拟。

3) 多维度多层次的实时灵活对标,资源优化在不断的迭代过程中进行,可进行整体方案或局部方案等进行多维度的对标,验证或确保方案的合理性,降低实施风险。

4) 众多扩展应用可以满足深层次的优化需求,模拟系统预设了多个扩展应用模块,例如产量预测、措施优化、统计分析 and 模拟驾驶舱等,可以使系统更具可操作性和实用性。

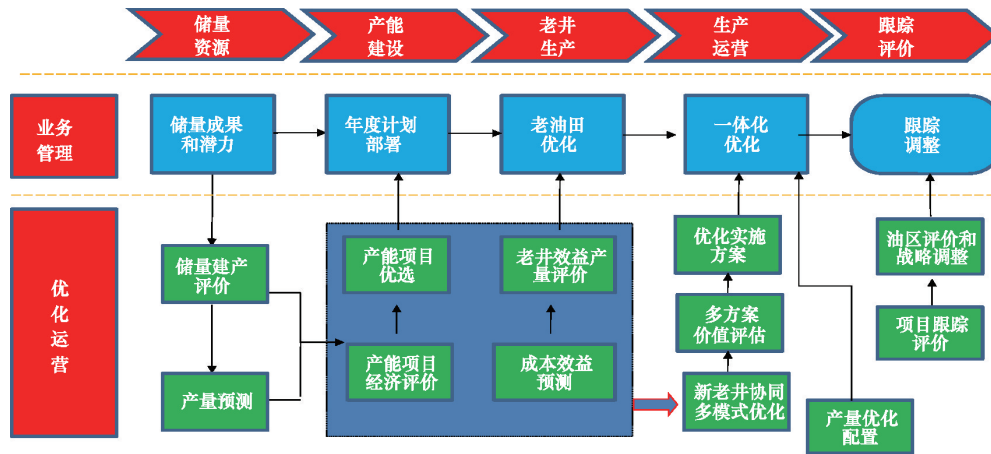


图4 生产经营模拟系统的框架和功能

Fig. 4 Frame and function of production and operation simulation system

3 生产经营模拟系统的应用和前景

生产经营模拟系统的用户范围很广,包括(地区)公司级规划计划编制部门(研究院)、(地区)公司级财务预算编制部门(财务处)、(地区)公司级管理部门(计划、油藏、评价、生产等不同业务部门)。可以解决的问题涵盖了年度计划部署优化、中长期规划方案优化、上游业务生产经营模拟、上游业务一体化优化业务管理和上游业务财务指标预算等。

通过华北油田和大港油田试点,考证了方法的可行性、系统性和先进性。以华北油田试点为例,建立了华北油田开发单元和财务单元的对应关系,预测了62个开发单元的产量以及56个财务单元的成本和效益(2014-2019年),分析了华北油田的原油生产能力建设潜力和关键指标,完成了2014年33个原油生产能力建设项目进行经济评价优选和老井效益产量评价与优化。在新、老井优化基础上,考虑年度和多年实施效果,提出了华北油田2014年多个资源优化方案。

生产经营模拟系统可以用于编制公司国内上游年度计划和五年规划,可优化年度投资和生产能力建设部署,将提升公司科学化决策水平和编制效率。进而促进上游业务储

量、产量、投资、成本和效益一体化优化运营,对提升公司上游业务总体效益必将产生重要的推动作用。

4 结论

中国石油上游业务生产经营模拟系统涵盖储量、产量、投资、成本、价格和效益等生产经营大数据,涉及勘探、开发、生产、计划、财务、经济评价等相关部门。通过把原油开发单元及各类技术经济数据资源,统一到财务单元上,增加数据的权威性、可比性和透明度,在一体化优化平台有形化成果的基础上,搭建集油气开发、生产经营于一体的大数据资源平台,实现储量、产量、成本和效益的优化管理和优化配置,以及投资成本的一体化优化管理。由于优化平台实现了4个覆盖(油气开发单元全覆盖、产能项目全覆盖、财务单元全覆盖、油田公司全覆盖),用户可以通过参数设置,进行模拟舱驾驶,达到生产经营模拟的效果,为分析评价、考核油田公司生产经营状况和效益提供决策基础。与此同时,上游业务资源优化工作可以带动和促进上游业务全局优化工作,探索出上游业务资源优化的科学模式,形成中国石油上游业务生产

和经营管理的标准和规范,最终实现上游业务规划计划优化从目前以技术优化为主,进一步发展到技术优化基础上经济优化的转变。

上游业务资源优化系统平台是充分利用中国石油信息化建设成果,在大数据背景下研发使用的大数据应用平台,既符合大数据时代的需要,也是公司强化上游业务优化运营的必然选择。由于上游业务系统的复杂性,需要进一步随着大数据平台建设的推进,完善功能设置,加大推广应用力度,确保中国石油天然气集团公司“有质量有效益可持续”发展方针的落实和实施^[15]。

参考文献(References)

- [1] Big data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity [EB/OL]. [2013-01-24]. http://www.mckinsey.com/insights/mgi/research/technology_and_innovation/big_data_the_next_frontier_for_innovation
- [2] 林昆勇. 大数据时代——未来人类社会发展的变革[J]. 科技导报, 2014, 32(24): 83-84.
Lin Kunyong. Age of Big Data: the big change of human society development in the future [J]. Science & Technology Review, 2014, 32(24): 83-84.
- [3] 李国杰, 程学旗. 大数据研究:未来科技及经济社会发展的重大战略领域——大数据的研究现状与科学思考[J]. 中国科学院院刊, 2012, 27(6): 649-650.
Li Guojie, Cheng Xueqi. The big data research: Important strategy field of future technology and economic society development—Research status and scientific thinking of big data[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2012, 27(6): 649-650.
- [4] 段鸿杰, 马承杰, 刘焕宗. 油田信息化关键技术研究及其应用[J]. 石油科技论坛, 2015, 34(3): 39-43.
Duan Hongjie, Ma Chengjie, Liu Huanzong. Study and application of key technology for oilfield information[J]. Oil Forum, 2015, 34(3): 39-43.
- [5] Grobelnik M. Big-data computing: Creating revolutionary breakthroughs in commerce, science and society [R/OL]. [2012-10-02]. http://videolectures.net/eswc2012_grobelnik_big_data/.
- [6] Barwick H. The “four Vs” of Big Data. Implementing Information Infrastructure Symposium [EB/OL]. [2012-10-02]. http://www.computerworld.com.au/article/396198/iis_four_vs_big_data/.
- [7] IBM. What is big data? [EB/OL]. [2012-10-02]. <http://www-01.ibm.com/software/data/bigdata/>.
- [8] 陈潇洋. 电商如何拥抱大数据——以京东、阿里为例[J]. 当代经济, 2015, 51(18): 64-65.
Chen Xiaoyang. How does Electronic Commerce embrace big data: Take JD and Alibaba for instance [J]. Contemporary Economics, 2015, 51(18): 64-65.
- [9] 李瑞琴, 郑建国. 大数据研究:现状、问题及趋势[J]. 现代商业, 2013, 26(36): 107-108.
Li Ruiqin, Zheng Jianguo. The big data research: current situation, problems and tendency [J]. Modern Business, 2013, 26(36): 107-108.
- [10] 李建中, 刘显敏. 大数据的一个重要方面:数据可用性[J]. 计算机研究与发展, 2013, 50(6): 1148-1162.
Li Jianzhong, Liu Xianmin. One important aspect of big data: the availability of data [J]. Journal of Computer Research and Development, 2013, 50(6): 1148-1162.
- [11] 许坤, 胡文广, 王世洪, 等. 低油价下我国石油企业发展策略探讨[J]. 石油科技论坛, 2015, 34(4): 3-4.
Xu Kun, Hu Wenguang, Wang Shihong, et al. Development strategy of China's petroleum enterprises under background of low oil price [J]. Oil Forum, 2015, 34(4): 3-4.
- [12] 曲德斌, 李丰, 陈新彬, 等. 油气开发规划优化方法及应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 2013.
Qu Debin, Li Feng, Chen Xinbin, et al. Oil and gas development plan optimization method and its application [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2013.
- [13] 曲德斌, 武若霞. 油田开发规划科学预测的理论和实践[J]. 石油学报, 2002, 23(2): 38-42.
Qu Debin, Wu Ruoxia. Optimum study and practice of oilfield development planning [J]. Acta Petrolei Sinica, 2002, 23(2): 38-42.
- [14] 刘志斌, 丁辉, 高珉, 等. 油田开发规划产量构成优化模型及应用[J]. 石油学报, 2004, 25(1): 62-65.
Liu Zhibin, Ding Hui, Gao Min. Optimal model for oil production composition of oilfield development programming and its application [J]. Acta Petrolei Sinica, 2004, 25(1): 62-65.
- [15] 任家军. 高油价下原油资源及生产方案优化的探讨[J]. 石油炼制与化工, 2007, 38(2): 51-53.
Ren Jiajun. The discussion of oil resource and production project optimization under high oil price [J]. Petroleum Processing and Petrochemicals, 2007, 38(2): 51-53.

A new production operation simulation system and its application to oil companies based on the big data theory

QU Haixu¹, ZHANG Hujun², CUI Haiqing¹

1. School of Petroleum Engineering, Northeast Petroleum University, Daqing 163318, China
2. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing 100083, China

Abstract This paper analyzes the demand and the characteristics of oil companies in the big data era on basis of summarizing the background of the big data era. Combining with the information system of the CNPC, the production and operation simulation system of oil companies is developed. The overall framework, the technology roadmap, the data connotation, the function and the application prospect of the upstream business production and operation simulation system on the big data platform are demonstrated. The system will play a demonstrative and instructive role for the business information platform construction of oil companies in the big data era.

Keywords big data; oil company; information construction; upstream business; production operation

(责任编辑 刘志远)