# 第一章 绪论

十六大报告中强调：“信息化是我国加快实现工业化和现代化的必然选择。坚持以信息化带动工业化，以工业化促进信息化，走出一条科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的新型工业化路子。”信息化建设的重要性已经被提升到前所未有的高度。在全球范围内，各国的政府、企业和其它几乎所有的组织机构都对信息化建设给予越来越多的关注。信息化水平已经成为衡量一个国家、一个地区、一个企业甚至一个最小的组织单元整体实力的重要指标。在某些时候，信息化几乎成了发展的代名词。

对于一个企业而言，信息化已经被普遍认为是提高竞争力、获得更大收益的最有效的手段之一。近年来在企业界引起强烈反响的电子商务（E-Commerce 或E-Business）、企业资源计划（ERP, Enterprise Resource Planning）、业务流程再造（BPR, Business Process Re-engineering）、知识管理（KM, Knowledge Management）等一系列新思想、新技术都是以信息化为基础的。信息和知识已成为企业发展的战略资源，企业采集、处理、利用信息和将信息转化为知识的能力已经被有远见的企业家视为保持和增强企业竞争优势的关键要素。因此，全面提升企业信息技术应用水平已势在必行。尤其是，随着中国进入WTO，企业面临着更大的挑战和机遇，企业的信息化建设任务更显得迫在眉睫。这一点已经成为企业界、政界乃至社会各界的共识。

大庆油田有限责任公司（简称大庆油田公司或油田公司）作为中国最大的超大规模国有企业，不仅要为提高自身的整体竞争力而搞好信息化，同时还有责任、有必要为中国石油行业和整个国家的信息化建设做出应有的贡献。因此，我们必须认真贯彻落实党的十六大精神，站在时代发展的前沿，统一思想，提高认识，与时俱进，开拓创新，扎实工作，不失时机地抓住和利用信息化所带来的发展机遇和技术成果，大力推进企业信息化工程，努力提高企业的整体能力，切实增强企业的国际竞争力，发挥好在中国石油行业和国有大型企业中的信息化建设表率作用。

但是，信息化建设并不是一劳永逸的。信息技术在飞速发展，企业的需求也不断出新，信息化建设已经发展到了新的阶段。大庆油田有限责任公司和其它国内外的石油企业一样，正面临着信息化建设的新课题。而且，由于历史等方面的原因，大庆油田有限责任公司信息化建设的形势变得更严峻、更复杂、更具特殊意义。为了实现大庆油田有限责任公司“高水平、高效益、可持续发展”的总体战略目标，公司决策层对信息化建设寄予重望，确立了长远的信息化建设目标——数字油田（Digital Oilfield），并将数字油田纳入到公司的总体战略目标之中。然而，数字油田到底是什么？怎样建设？需要多大的投入？会产生多大的效益？所有这些问题都有待于深入研究，并要结合实际的信息化建设工作逐步探索，逐步回答。因此，针对数字油田的发展战略进行认真研究是必要的，也是适时的。作为支持大庆油田有限责任公司总体战略的一项职能战略，数字油田的发展战略研究是十分重要的。

## 大庆油田有限责任公司信息化建设概述

### 大庆油田有限责任公司概况

大庆油田有限责任公司是中国石油天然气股份有限公司（简称中国石油或PetroChina）的全资控股子公司，于2000年1月1日经重组改制正式注册成立，是以油气勘探开发为主营业务的特大型企业。它的经营范围包括石油天然气勘探开发、石油天然气储运销售和石油天然气勘探开发技术服务。它由石油天然气勘探开发、科研设计、技术服务、产品销售等21家所属企业组成，分布在5000多平方公里的地域。大庆油田有限责任公司开展油气勘探开发的范围是中国东北部松辽盆地的嫩江、松花江一线以北地区。

公司共有员工约9万人，注册资本475亿元，资产总额约850亿元。2002年，生产原油5013万吨，生产天然气20亿立方米，实现第27年年产原油5000万吨以上高产稳产。大庆油田开发建设43年来，已累计生产原油17.26亿吨，上缴各种资金并承担原油价差8000多亿元。2001年，实现销售收入789.8亿元，利润总额（国内准则）484.4亿元，实际上缴税费136.44亿元（不含所得税）。从总体上来看，油田公司保持了良好的经营态势。

2000年4月，大庆油田有限责任公司随中国石油天然气股份有限公司在境外上市，成为国际化石油公司。

面对国际市场巨大的竞争和挑战，以及中国石油部署的加快主营业务发展、削减成本、科技创新、持续重组四大战略，大庆油田有限责任公司提出了“高水平、高效益、可持续发展”的总体战略目标。

“十五”期间，油田公司的总体发展思路是：大力发展主营业务，积极开拓外部市场，努力提高经济效益，实现企业持续发展。围绕这一思路，采取的四个战略举措是：一是加强勘探力度，增加后备储量。依靠勘探观念、方法、技术、管理的不断创新，加强战略勘探、精细勘探和综合勘探。二是发展油田开发技术，提高采收率。解放思想，挑战极限，进军世界油田开发禁区，不断创新，提高开发技术水平。三是发展天然气产业，培育新的经济增长点。立足21世纪的能源需求，搞好天然气的综合开发利用，加快天然气产业化进程，逐步实现“以气补油”，提高开发总体经济效益。四是，加快外部市场开发，拓展企业生存空间。大力推进企业扩张战略，积极进入国际市场，充分利用国外资源缓解自身紧张的状况，实现企业持续发展。经过几年的努力，力争把大庆油田有限责任公司建设成为按现代企业制度进行规范运作，在综合实力上能够与国外大石油公司相抗衡的高科技石油企业，最终发展成为外向型、能够在国际资源与资本市场上广泛参与国际性竞争与合作，具有相当资产与资本规模的石油公司。

大庆油田有限责任公司的近期业务目标是围绕大庆油田公司“高水平、高效益、可持续发展”的发展战略，按照现代企业制度和国际规范的要求，坚持继承与创新相结合，建立新体制，树立新形象，谋求新发展，确保油田公司总体经济效益持续稳定增长。

在大庆油田有限责任公司的总体战略中，数字油田战略是重要的组成部分。数字油田不仅是实现总体战略的支持技术和环境，同时也是一个主要的战略目标。

### 大庆油田有限责任公司信息化建设基本情况

在大庆油田多年油气资源勘探开发的历程中,信息化建设工作得到了越来越多的重视，并取得了长足的发展。大庆油田有限责任公司一直重视信息资源的建设与利用，引进和自行开发了大量的信息应用系统，积累了大量的生产经营数据和应用成果，解决了大量的实际问题，取得了良好的经济效益和社会效益。近年来，油田企业网基本建成，信息系统应用初见成效，许多方面一直保持着国内同行业的先进水平。信息化建设为大庆油田的高产、稳产做出了重要贡献，并将继续为大庆油田的可持续发展提供有力的保障。可以说，大庆油田以往的信息化建设成绩是巨大的，效果是明显的。

然而，随着大庆油田有限责任公司可持续发展和国际化发展战略的实施，以及信息技术的迅猛发展，油田生产经营对信息化建设的需求不断变化并日益增多，要求也越来越高。另外，同国外大型油公司相比，大庆油田的信息化基础设施建设相差不大，但要实现大庆油田有限责任公司勘探开发、储运销售和生产经营管理活动的全面整合与集成，并推动企业业务流程再造，就必须进一步大幅度提高信息技术综合应用水平，转变思想观念，变革信息化工程管理和运行机制。

近年来，电子商务和ERP等技术和思想在大庆油田公司得到了一定的研究和试验，但进展不大。这主要是由大庆油田的历史和现实条件所决定的。这些方面的技术已被纳入到数字油田中考虑。

总而言之，大庆油田有限责任公司的信息化建设尚处于初级阶段，与数字油田的目标还有相当大的距离，还需要做大量的、艰苦的工作。

#### 信息化组织及人员现状

目前，大庆油田有限责任公司已经建立了比较健全的信息化建设组织机构（见图1-1）。

大庆油田公司现有信息专业技术人员共941人，平均年龄39岁，其中高级工程师69人，工程师403人；本科及以上学历405人，占总人数的43%。由于公司规模大，信息化建设工作繁重，致使信息技术人员短缺现象普遍。另外，年龄老化也是一个突出的问题。

#### 网络建设现状

大庆油田企业网基本建成。油田计算机网络(包括油田公司和管理局广域网)通过155M或100M带宽连接到绝大部分二级单位和公司机关，各二级单位和公司机关都组建了自己的园区网。全公司建网结点共约20000个，常用节点约15000个。随着网络应用的扩展，每年都要新增一定量的节点。当前需要着重考虑的是重要链路的速度问题。为了满足今后信息共享的需求，部分主干网络需要升级到千兆。

#### 计算机设备现状

信息化建设领导小组

油田公司信息中心

矿、大队级单位计算机室

小队、室信息维护岗

油田公司机关2个信息科，22个信息岗

19个二级单位信息中心

图1-1 大庆油田有限责任公司信息化组织机构图

截止2002年底，大庆油田公司

在用各类微机12075台，其中98年之前采购的4806台，486以下机器近500台；在用工作站、服务器610台，其中98年之前采购的331台，低档次微机服务器比例比较大；并行机2套；微机机群8套。随着应用的深入，很多设备需要更新，尤其是服务器。另外，还需要配备一定规模的存储设施。

#### 数据库建设现状

大庆油田公司数据库以中国石油天然气集团公司（简称集团公司或CNPC）勘探、开发等数据库标准为基础，经过十几年特别是中国石油上市以来的不懈努力，数据库建设取得了重大进展，已经建立了勘探、开发、地面工程三大综合数据库，经营管理、储运销售等数据库也正在逐步完善。截止到2002年11月，各类数据库共建数据表1945个，数据总量约515GB，年增数据量已达106GB。

#### 应用系统建设现状

大庆油田在其多年的油气资源勘探开发历史进程中，引进和开发了大量的应用系统。这些应用系统解决了生产、科研和经营管理中的大量问题，并获得了良好的经济效益和社会效益，在油田的生产经营中发挥着重要的作用。目前，大庆油田公司在用应用软件系统共计396个（种），其中专业生产科研类软件341个，管理类软件55个；自行研制开发222个，合作开发及外部采购174个。

#### 信息化建设管理现状

大庆油田公司的信息化建设实行“一把手”原则，由公司总裁担任信息化建设领导小组组长，领导小组的常务办公室设在公司信息中心。几年来，已经建立了一系列的规章制度和管理办法。在网络施工、计算机采购、软件引进与开发以及网络安全管理等方面进行了严格管理，保证了信息化建设工作有序开展。

2001年，进一步完善了招标管理工作，克服了许多新困难，解决了许多新矛盾，节约资金约占总采购额的15%，有力地支持了信息化建设；加强了信息标准化和数据库建设规范等基础工作。2002年，结合公司105次岗检，制定和完善了油田公司信息工作管理流程，进一步明确了信息中心的管理职能，确定了岗位规范，实现了信息工作的规范化和文本化管理。2003年初，通过了《大庆油田有限责任公司2003-2005年信息化建设总体规划》，明确了数字油田的建设目标，并为未来几年的信息化建设做出了合理的安排。

## 数字油田的基本含义

关于数字油田的定义，目前存在着较大的争论。但是，有一点是被普遍认可的，即数字油田与数字地球（Digital Earth）有着密切的联系。虽然数字地球的确切定义也存在分歧，但由于关于数字地球的研究较为深入，所以我们可以从数字地球的含义出发对数字油田的概念加以探索和推断。如果说数字地球是数字化的地球，那么也可以说数字油田是数字化的油田。

从油田业务的视点出发，一般意义上的数字油田是油田企业的信息基础设施和企业生产管理的基础信息平台。它以油田为研究对象，以石油的整个生产流程为线索，建立勘探、开发、地面建设、储运销售以及企业管理等多专业的综合数据体系，并将各专业的数据和应用系统进行高度融合。在建立油田生产和管理流程优化应用模型的基础上，利用可视化技术和模拟仿真以及虚拟现实等技术对数据实现可视化和多维表达，并且通过智能化分析模型，为企业经营管理提供辅助决策信息，进一步挖掘生产和管理环节的潜力，使信息化建设更好地服务于企业生产和管理，为油田企业的发展创造良好的信息支撑环境。

然而，大庆油田有限责任公司对数字油田的理解更为广泛，也更为具体。在大庆油田有限责任公司2000年制定的2001年信息化规划中对数字油田的描述基本可以概括为：“数字油田是信息技术在大庆油田应用的高级阶段，是油田生产经营业务与计算机网络、数据、应用系统的高度融合；数字油田包括数字石油业务、数字企业文化、数字员工。”可见，大庆油田有限责任公司不仅仅把数字油田看作油田的虚拟表示，而且更加强调数字油田的实际应用效果，更加重视数字油田建设过程对公司业务流程和资源配置的改造作用。大庆油田有限责任公司的数字油田已经将ERP、BPR等先进的企业管理技术与思想纳入其中，比一般意义上的数字油田具有更大的外延，数字油田已经成为大庆油田公司战略目标的重要组成部分。如果把一般意义的数字油田视为狭义的数字油田，那么大庆油田有限责任公司提出的数字油田就是一个广义的数字油田。

## 数字油田战略与总体战略的关系

企业战略是有层次的。一般情况下，一个企业的战略体系包括三个层次：企业总体战略、经营领域战略和职能战略。而且，各个战略层次不是孤立的，而是互动的，并形成完整的企业战略体系。它们之间的关系可以用图1-2表示。企业总体战略对经营领域战略和职能战略具有指导意义，而经营领域战略和职能战略对企业总体战略具有支持作用。

在图1-2中，信息化战略是整个企业战略体系中的一项职能战略。但是，大庆油田有限责任公司的数字油田战略不仅是作为职能战略的信息化战略，同时也是公司总体战略的一部分。可以说大庆油田公司数字油田战略是总体战略与职能战略的混合体，与其它的职能战略相比，数字油田战略具有较高的地位。见图1-3所示。因此，大庆油田有限责任公司的数字油田发展战略既需要作为企业总体战略的组成部分进行宏观分析，同时还需要作为职能战略进行具体的规划和计划，并使之成为企业总体战略实施与控制的关键内容之一。这也正是大庆油田有限责任公司数字油田发展战略与一般意义的信息化战略的区别所在。

数字油田建设是大庆油田有限责任公司战略目标和油田生产经营实际的需求，有其深刻的应用和技术背景，可见明确的现实意义。

企业总体战略

财务战略

营销战略

供应战略

人力资源战略

科研开发战略

信息化战略

…

A分公司

(事业部)

战略

B分公司

(事业部)

战略

N分公司

(事业部)

战略

…

…………… 总体战略

………职能战略

………经营领域战略

图1-2 企业战略体系示意图

大庆油田有限责任公司总体战略

财务战略

供应战略

勘探开发战略

人力资源战略

信息化战略

…

大庆油田有限责任公司数字油田

发展战略

图1-3 大庆油田有限责任公司数字油田发展战略与公司总体战略和各职能战略的关系

## 本文的研究目的与意义

数字油田对大庆油田有限责任公司乃至全球的石油行业而言都是一个全新的课题。针对数字油田的研究正在逐步展开，但是不论在技术上还是在建设策略上，还有大量的问题没有得到解决。本文的重点放在数字油田的基本模式和发展战略上，而不讨论技术细节。

本文的研究目的是为大庆油田有限责任公司数字油田的基本模式和发展战略进行初步的探讨。本文结合大庆油田的实际情况，提出大庆油田有限责任公司数字油田的基本模式，并对数字油田战略加以较全面的分析，制定切实可行的战略规划和可选实施方案，最后对方案进行甄选和评价。本文的提出的观点和策略可能存在一定的偏差，但仍不失为正确制定大庆油田有限责任公司的数字油田发展战略提供一些思路和方法。

本文可能会在下列几方面对大庆油田有限责任公司以及其它石油企业的数字油田建设有所帮助：

首先，回答一些问题。例如：数字油田是什么？数字油田怎么建设？数字油田建设风险有多大？

第二，明确一些关键因素。明确数字油田建设的机会和威胁，发现大庆油田公司建设数字油田的优势和劣势，确定数字油田建设的主要障碍，找出成功与失败的关键因素。

第三，提供一些思路和方法。以往对数字油田战略的研究很少，本文的尝试可以为后续者开阔思路，并为他们选择适当的分析工具和方法提供一定的参考。

第四，给出决策参考依据。对于尚未确立或正在论证数字油田建设项目的企业领导和信息化建设人员提供决策信息和参考依据。

# 第二章 数字油田战略研究的主要理论和方法

为了做好大庆油田有限责任公司的数字油田发展战略研究，必须利用有效的理论、方法、技术和工具，从战略分析入手，首先解决环境分析、资源分析等问题，找出数字油田建设面临的机会与威胁以及自身的优势与劣势，进而选择合适的发展战略，并为战略的实施制定合理的具体方案。最后还要对选定的战略和方案做出恰当的风险评估。

本文使用了斯沃特分析法（SWOT）、层次分析法（AHP）、蒙特卡罗方法（Monte Carlo Method）、德尔菲法（Delphi）、定量战略计划矩阵（QSPM）等多种技术和方法。限于篇幅，在此只对几种主要的技术方法加以阐述。

## 斯沃特分析法（SWOT）

### SWOT分析法简介

SWOT是Strength-Weakness-Opportunity-Threats四个英文单词的缩写，即优势-劣势-机会-威胁。由于SWOT具有清晰、简明、具体的特性，可以减少时间和精力的浪费而深得企业界的喜爱，成为竞争与经营战略决策中常用的工具。

SWOT的基本思想最早见诸于企业战略管理理论设计学派的代表人物塞兹尼克（Selznick）与钱德勒（Alfred Chandler）的战略管理学说。但是，对SWOT分析法贡献最大的当属哈佛大学商学院的安德鲁斯（Andrews）。他在《企业战略概念》一书中提出了成熟的战略理论及其分析框架——道斯矩阵(TOWS)。国际著名学术刊物《哈佛商业评论》（1995年7～8月号）在回顾企业战略理论发展史时指出：“企业竞争战略的理论框架在很大程度上是由安德鲁斯所构想的。”

SWOT提供了一种分析相互缠绕的各个因素的系统方法，虽然比较简单，但是很有效。这一点已被实践所证明。SWOT分析的目标在于找出企业现行战略、企业具体优势和劣势的关键因素，进而分析建议的新战略能否响应和处理环境变化。SWOT分析法不仅能够确认内部资源和外部环境的关键要素，还能够进行结构性分析。

### SWOT分析法的主要特点

SWOT具有如下主要特点：

* 简便、易行；
* 分析范围全面，方法有效；
* 目标具体，重点突出；
* 能够提出新战略；
* 经验要求较高。

### SWOT分析的过程

在进行SWOT分析时，要组成一个小组。该小组主要由管理人员组成，同时也要吸纳部分技术人员。

SWOT的分析过程如下：

第一步是现行战略识别。要把现行战略如实地表达出来，不管是否存在问题。还要对现行战略加以详细的讨论。

第二步是环境变化分析。首先由个人进行独立分析，然后再综合起来形成小组的一致结论。最终形成机会和威胁的若干个要点。

第三步是内部资源分析。首先进行个人独立分析，然后再经综合形成总体结论，并确定优势与劣势的若干个要点。

第四步是作图（表）。将机会/威胁、优势/劣势分别列于横纵坐标上。

第五步是关系分析。将纵横坐标上的机会/威胁和优势/劣势每个交叉点逐一分析，并标出各点的分析结果。有利标+，不利标-，不存在关系标0或空。在特别有利或不利的情况下可标++或--。有利的含义：环境对发挥优势有利，或优势能够削弱环境问题，或环境能够补偿弱势，或弱势能够利用环境；不利的含义：环境对发挥优势不利，或优势加重环境问题，或环境使弱势更弱，或弱势加重环境问题。

第六步是统计总结。把第五步得到的关系图进行统计，并做出结论。

## 层次分析法（AHP）

### AHP分析法简介

20世纪70年代，美国著名的运筹学家匹兹堡大学T. L. Saaty教授提出了层次分析法（AHP，Analytic Hierarchy Process）。其目的是用数学方法进行系统分析和决策分析。自从该方法发明以来，已经成功地运用于政治、社会、经济、技术、军事等许多领域，并取得了很多成果。AHP是在1982年引入中国的。从那时起，AHP在中国得到了深入的应用研究和迅速普及。目前AHP已经应用到我国的企业经营管理、科技管理、计划规划、医疗诊断、冲突分析、武器系统评价等各个方面。AHP具有良好的发展和应用前景。

### AHP分析法的主要特点

AHP的特点是：

* 决策数据化；
* 目标层次清晰明了；
* 简便、易行；
* 适用面广。

### AHP分析法的基本原理及计算过程

AHP的基本思路：首先，找出问题的主要因素，并将各因素逐步细化和按照它们的支配关系分组，最后形成一个递阶层次模型；然后，对递阶层次模型上的各个因素在同层次上进行两两对比，逐层进行，得到一个个判断矩阵；再在判断矩阵的基础上进行数学运算，最后得到量化的分析结果——各决策方案的优先顺序权重，管理者可据此决策。

层次分析法能将人们的思维过程数学化，便于人们接受，所需定量信息较少，但要求评价者对评价本质、包含的要素及其相互之间的逻辑关系掌握得十分透彻。这种方法尤其可用于对无结构特性的系统评价以及多目标、多准则、多时期等系统的评价。在实际操作过程中，因计算繁琐，工作量很大，往往借助于计算机等手段使决策过程科学和高效。

利用层次分析法求解多目标决策问题的步骤如下：

第一步，建立递阶层次结构。对问题的有关因素进行分类，形成一个各因素之间相互联结的递阶层次结构模型。从上自下分别为目标层、准则层（可有多层）、方案层。

第二步，构造两两比较判断矩阵。两两比较判断矩阵是以上一层元素作准则将下一层受支配元素两两比较，并将其相对重要程度赋予一定数值（一般为1-9，可采用专家打分法）。

第三步，计算单一准则下的相对权重。根据判断矩阵计算对于上一层某元素而言本层次与之有联系的各元素的相对重要性次序的权值。即，对于各判断矩阵*A*，把其视为单层次子模型求解特征根问题：

*AW = λmaxW* (2-1)

所得特征向量*W*经过归一化后作为本层元素*A1，A2，…，An*对于上一层次元素的排序权值。*λmax*和*W*的计算方法不再赘述。

第四步，检验判断矩阵的一致性。在得到*λmax*和所对应的特征向量*W =* (*w1,w2,…,wn*)*T*后，还需要检验各判断矩阵的一致性。

第五步，计算各层次上元素的组合权重。从上至下逐层进行层次总排序。

第六步，评价层次总排序计算结果的一致性。判断

C.R. = C.I. / R.I. ≤ 0.1 (2-2)

当式2-2成立时，认为层次总排序的结果具有满意的一致性。若不满足式2-2的条件，则需要对判断矩阵进行调整，直至式2-2成立为止。

## 蒙特卡罗方法（Monte Carlo Method）

### 蒙特卡罗方法简介

蒙特卡罗法（Monte Carlo Method）也称随机模拟法或统计模拟法。它是以概率论为基础的风险预测方法。

蒙特卡罗法的分析结果是建立在大量的随机试验的基础上的，因此受试验手段和计算量的限制。直到20世纪40年代电子计算机出现，大量的随机抽样试验能够利用计算机快速模拟，使得蒙特卡罗方法具有了实现的可能。二战期间，冯·诺伊曼（Von Neumann）等人利用计算机进行中子行为随机抽样模拟，通过大量的随机抽样模拟分析有关参数。这一方法收到了相当好的效果。因为战时保密的原因，这个方法被称为蒙特卡罗。近几十年来，蒙特卡罗法得到了广泛的应用，其中的一项应用就是风险分析。

蒙特卡罗法的实质就是利用服从某种分布的随机数来模拟现实系统中的随机现象，因此只有模拟次数足够大才能得到有意义的结论。

### 蒙特卡罗方法的主要特点

蒙特卡罗法具有如下特点：

* 定量分析；
* 适应性较强；
* 运算方法清晰、简单，但计算量大；
* 数据需求量较大；
* 不能较好地突出关键因素。

### 蒙特卡罗方法的基本原理及计算过程

蒙特卡罗法利用各种不同分布的随机变量的抽样序列模拟给定问题的概率模型，给出问题的数值解的统计估计值。假设有下述模型：

Y = f(X) (2-3)

式(2-3)中，X为服从某种概率分布的随机变量（可设多个变量，为方便起见，此模型中只设定了一个变量）。f(X)是未知的或是一个复杂的函数式，不能用解析法求得Y的概率分布。

但是，利用计算机模拟方法，可以让计算机产生均匀分布的随机数，再经过适当的转换得到与自变量累积概率分布相对应的随机变量Xi，并代入模型式2-3，求得函数值Yi。经过n次独立的模拟计算，便可得到n个Y值：Y1,Y2,…,Yn。当n足够大时，就可以得出模型Y的概率分布特征（包括函数的数学期望、方差、均方差等），还可以对期望值进行区间估计，对自变量X进行敏感性分析，进而根据模拟结果进行评估决策。

蒙特卡罗方法的运算过程如下：

第一步，构造数学模型。分析要研究的问题，确定性能指标，选择模型的随机变量（参数）若干。

第二步，确定各参数的状态概率分布。由参数的概率密度分布函数求出累计概率分布。参数的状态概率分布可以用适当的理论分布代替，也可以用历史数据或主观概率法求得参数的一个概率经验分布。

第三步，数字模拟。把累计概率分布映射到一个实数区间(0,99)上。然后，在这一区间内产生一个随机数，若该随机数落下的区间与某一事件发生概率所对应的区间相同，则认为这个事件发生了，即得到了一个随即变量值Xi。把Xi带入模型得到Yi。反复n次得到Y1,Y2,…,Yn。

第四步，统计分析。经过大量次数的模拟试验后，对各次试验结果进行统计，做平均化计算，根据期望结果做出决策。

# 第三章 数字油田建设需求分析

为了确定大庆油田有限责任公司数字油田的模式和发展战略，必须进行认真的需求分析。受篇幅所限，本文只阐述需求分析的要点，详细的需求分析可在参考文献[10]中找到。

## 总体需求

### 主要生产经营活动分析

大庆油田公司的主要生产经营活动包括：油气勘探、勘探开发一体化、油气开发、储运销售，以及贯穿这四个环节的经营管理。

油气勘探就是通过采用不同的技术手段采集各种野外原始地质资料，并经处理、解释形成成果资料，进而采用各种科学方法进行盆地评价、圈闭评价和油气藏评价，开展勘探规划部署、井位设计和地质综合研究工作，完成勘探科研和生产任务。

勘探开发一体化就是在勘探重大发现和控制储量基础上整合开发前期评价和探明储量评价工作，开展油藏评价，组织、编制和实施开发方案，提交探明储量，同时完成产能和储量两个目标，优化投资结构，实现勘探开发整体效益最大化。

油气田开发的主要活动包括油藏管理、采油工程、地面工程、油田监测、油田开发生产管理。油藏管理就是制定开发规划，编制产能方案，然后进行新区建设、老区改造、三次采油，最后由采油厂组织综合调整。其它几项活动围绕着油藏管理进行。

储运销售负责油田公司12个采油厂的原油收油与计量，并负责向中国石油管道公司及直供炼厂外输外运原油的管理、储运销售安全生产与辅助决策、油田内部成品油收发存管理、原油成品油市场价格预测及分析等工作，全方位、高效地提供国际、国内石油市场价格及市场供需状况等相关信息，确保油田公司油气资源产品储、运、销工作的紧密衔接。

图3-1为大庆油田公司主要生产经营活动示意图。

### 综合信息流程分析

大庆油田公司是一个以上游为主的特大型油气公司。勘探开发的综合研究和生产管理，以及油气的储运销所涉及的信息和所应用的软件非常繁杂。从专业用户需求的角度，概括起来，油田公司包括勘探、开发、地面、储运销售共四大类信息和专业应用。每一类信息的数量都非常大，内容非常复杂，既有产生于油田公司内部的，也有来自于油田公司外部的。图3-2为大庆油田公司信息综合流程图。另外，综合管理业务涉及到公司所有专业领域。

### 总体需求分析

从企业信息化建设的整体来分析，大庆油田公司的数字油田建设需求主要包括通信传输网络、信息技术应用和支持平台以及数字油田经营策略等几个部分（详见图3-3）。从油田的专业应用出发，大庆油田有限公司数字油田建设的需求主要包括勘探系统、勘探开发一体化系统、开发系统、地面工程系统、储运销售系统和经营管理系统等几个方面。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 数字油田经营策略 | | | | | | |
| 系  统  集  成 | 安  全  管  理 | 应用层 | 决 策 支 持 分 析 | | | |
| 办公自动化 | 业务应用 | | 信息服务 |
| 系统支持平台 | E-Mail | WWW平台 | | 数据库平台 |
| 操作系统 | | | |
| 网络支撑平台 | 主机、设备 | 广域网 | VPN | Internet |
| 局 域 网 | | | |
| 通 信 传 输 网 络  图3-3 大庆油田有限责任公司数字油田总体需求分类 | | | | | | |

## 应用系统总体需求

油田公司是一个包含勘探、开发、储运销售在内的大型石油开发公司，在生产的各个环节都有信息化建设的应用需求，因此要开发大量的应用软件系统，完成不同的功能，构建各系统、各专业的信息系统来完成各自不同的工作任务。大体上可以把这些软件分为两类：大型专业应用软件和信息处理分析软件。

### 大型专业应用软件

包括勘探地震资料解释与反演软件、油藏数值模拟软件（水驱、聚驱）、油藏三维地质建模软件等。

### 信息处理分析软件

包括四个方面。

分析、方案、辅助决策、决策软件：包括开发动态分析及综合调整方案优选、油田开发规划方案制定、剩余油分析、地质绘图、开发指标预测及经济评价、工作流程的模拟、仿真等软件。

信息汇总、基础信息处理、报表制作软件，包括：信息查询提取、报表汇总计算、基础资料处理等软件。

信息的采集、维护、发布软件，包括：数据库维护、网络信息发布等软件。

综合经营管理软件，包括：人、财、物、产、供、销、辅助决策等各类信息系统。

### 对应用系统的总体要求

对各类软件系统有如下总体要求：

首先，软件的系统性要求。所有软件应统一规划，成系统地开发，以便构筑大型的、完整的信息系统。各类软件在运行过程中，相互之间存在着一定的协同要求。

其次，软件的统一性需求。软件应以统一的标准数据库为中心，完成各自的功能。大型专业软件也要依托数据库运转。基础信息处理软件既要具有建设和维护数据库的功能，又能使用数据库，同时要满足各自的业务功能需求。

第三，软件的通用性和可扩展性需求。同专业的软件应避免重复开发和引进，开发完的软件应能推广应用。要达到这个要求，必须进行统一的规划和部署，统一数据库标准，统一软件配置，并在开发过程中注意到不同业务的特殊性要求。

## 信息总体需求

根据油田公司的整体生产运作模式，油田生产信息的采集、处理及使用，大体可分为5大类：勘探信息、油田开发信息、地面建设信息、储运销售信息和经营管理信息。

### 勘探信息

包括非震物化探数据、地震资料、测井数据、钻井资料、录井资料、试油试采数据、分析化验资料、综合研究成果资料等。

### 油田开发信息

包括油藏工程、采油工程、油田监测、生产管理四个方面的信息。其中油藏工程信息包括油田开发动态数据、静态数据、方案规划数据等；采油工程信息包括采油工程生产管理数据、规划方案数据等；油田监测信息包括油水井测井数据、试井数据、动态监测数据等；生产管理信息包括油水井生产管理数据、作业施工管理数据、油田监测管理数据、地面集输管理数据、开发生产管理数据、油藏工程管理数据、采油工程管理数据等。

### 地面建设信息

包括地面工程基础资料、工程勘察数据、地面工程静态数据、地面工程动态数据、投资控制及经济评价数据等。

### 储运销售信息

包括站库地理信息、站库生产运行及工艺流程信息、安全生产辅助决策信息、加油站基础数据、成品油收发存信息、自用油信息、客户信息、原油成品油市场价格分析预测信息等。

### 经营管理信息

包括财务信息、资产信息、人力资源信息、物资管理信息、计划规划信息、质量控制信息、安全信息、环保信息、企业管理信息、法规信息、公共关系信息、公文信息、市场开发信息、科技信息等。

### 对信息的总体要求

上述各类数据在采集、存储、处理、传输和使用过程中，有如下特点及要求：

第一，信息的表现形式多种多样。包括：数据表格、矢量化数据、图形图幅、曲线等各种信息。因此，信息的采集、处理、存储方式也是多种多样的，有手工录入的、有仪器测得的、有扫描进机的。所以，在采用信息化技术实现时，要有针对性。软硬件技术要求先进、可靠；数据库技术和应用软件平台的选择要能够适合各类信息处理、存储的要求。

第二，信息源来自各个方面。总体上是自下而上，逐级汇总、处理和传递，但在各级都有新的源数据的加入。因此，对于信息源的建设要求有统一合理的布局和分工，同类信息源要统一规范。存储地点也应有统一规划，即在各级应用单位存储哪些数据应统一规划。

第三，各类信息的共享要求高。在部门之间、专业之间、系统之间都有数据的交叉使用要求，尤其是在勘探开发一体化的生产运作模式下，这种要求更加强烈。因此，对于数据的获取途径、数据的准确性、数据的标准化、数据的唯一性、数据的及时性，都有很高的要求，达不到这些要求，就不能满足信息共享应用的需求。所以，在信息化建设过程中，信息必须在统一的规划下实现网络化共享。集中合理的存储、维护与管理信息，是信息化建设中十分重要的工作。零散的、不规范的数据存储与管理模式不适合各专业、各系统对于信息的需求。

第四，信息需求多样。对于信息的使用，各专业、各部门有不同的要求、不同的格式、不同的组合。因此，在数据库的建设过程中，数据库表的设计应是科学合理的，在面向不同应用时，能够产生不同的映射或视图。

第五，信息维护要求及时准确。动态信息随着时间的变化定期快速增加，静态信息虽然不是定期变化的，但也要不断的录入新产生的数据，信息量随之不断增多。因此，在信息的维护、备份方面要有强有力的机制，同时在数据库容量不断增大的情况下，对于数据库的访问速度也提出了更高的要求。

## 基础设施总体需求

### 网络基础设施需求

为了保证网络的稳定性和勘探开发大块数据体的传输需求，在2003年年底前，广域主干网需要根据10 GB网络技术标准，进行逐步升级、改造和完善。各单位局域网根据实际需求，也要进行核心千兆升级。

### 网络安全需求

主要的网络安全需求包括身份认证和数字签名、虚拟私有网络（VPN）、病毒防治以及网络管理、监控和安全评估等几方面。

具体的安全需求包括防火墙、用户名/口令认证、摘要算法认证、基于PKI的认证、数字签名、隧道(Tunneling)、加解密(Encryption & Decryption)、密钥管理(Key Management)、使用者与设备身份认证(Authentication)、病毒查杀与控制、安全的网络操作系统、网络管理工具套件、Web Cache 、负载均衡，等等。

### 容灾和备份需求

网络大容量存储技术已经成熟，大庆油田计算机应用系统的大型数据存储和备份需要采用SAN方式和NAS系统，利用光纤通道交换机实现远距离异地数据备份。

### 基础应用需求

主要需求包括电子邮件、Web服务、公共信息库、公共应用系统、全文检索数据库、网上论坛服务、公司门户系统等。

### 对基础设施的总体要求

基础设施是数字油田的支持部分，要达到下述要求：

第一，基础设施运行可靠。基础设施要保证时时刻刻能够为应用系统提供支持作用。如果出现问题要以最快的速度恢复。

第二，基础设施的设备型号要尽量一致。这主要是为了降低维护成本，同一型号的或相同厂家生产的设备容易实现统一管理和集成。

第三，具备可靠的安全措施。必须保证重要信息、系统和网络的安全。要达到防范到位、及时补位。

第四，具备足够的计算性能、传输性能和存储性能。要保证应用系统所需的计算机配置，保持传输链路畅通，提供相应的存储空间。

## 数字油田的背景

大庆油田有限责任公司数字油田的构想不是凭空产生的，既有信息技术高速发展促使应用水平升级这方面的原因，更是因为油田的实际情况需要数字油田。数字油田能够在前所未有的水平上将信息技术与石油地质理论和油田工程技术全方位、高强度地结合起来，从而增强油田企业的综合竞争力。这是建设数字油田的真正意义所在。

### 数字油田的需求背景

数字油田构想的提出有着深刻的应用需求背景。

数字油田是油田企业信息应用的需要。油田的生产涉及到勘探、开发和管理等多个相关的环节，每个环节都产生大量的数据，为了提高油田的数据管理水平和应用效率，必需建立一种统一的数据管理体系；同时，由于石油数据是一种在时间、空间上数据跨度大，结构复杂的庞大信息体，通常的数据查询手段在应用这些数据时显得非常困难，某种程度上制约了专业数据应用水平。数字油田将运用可视化等技术实现信息的直观快速展示，为石油数据应用提供一条崭新的途径。

数字油田是油田各项业务的需要。油田各个生产经营领域需要信息技术工具的帮助。在目前的油田生产、科研、经营管理工作中，信息工具已经是不可或缺的，离开信息技术的支持，许多活动难以进行。并且，这种需求越来越迫切，越来越复杂，越来越严格。只有数字油田才是最终的解决方案。

数字油田是企业全面升级与再造的需要。ERP、BPR、CRM、电子商务等等一系列的增强企业竞争优势的思想和技术都离不开信息技术的支持。然而，传统的独立运行的信息管理系统、油田专业软件系统等已经难以在总体上为企业的持续发展发挥更大的作用。数字油田（广义的数字油田）既是企业再造所需的技术手段，也是主要目标。

数字油田是竞争压力的结果。中国的石油企业所面的国际竞争压力随着入世而加大。竞争对手同样也选择数字油田作为增强竞争力的重要手段，大庆油田有限责任公司也必须采取同一策略。

总而言之，大庆油田有限责任公司对数字油田的需求是明确的，而且这种需求是不可替代的。

### 数字油田的技术背景

需求是建设数字油田的内因，而信息技术的发展为数字油田的发展创造了条件。

石油工程技术的创新与进展为数字油田能够广泛地采用信息技术做好了基础的理论准备。地震勘探、油藏模拟、地质建模、井筒模拟等专业技术、理论和算法的发展使得计算机系统的应用成为可能。这一点在地震勘探资料采集、处理、解释以及油藏数值模拟领域表现得尤为突出。

近年来，地理信息系统平台发展十分迅速，在石油界得到了较为广泛的应用。它突破了传统应用框架，利用丰富的图形和自然的查询界面作为信息展示方式，这种运行环境和效果得到了人们的广泛认同。同时，自从1998年数字地球概念首次提出以来，数字地球的应用研究成果和示范系统纷纷推出，并且在多个领域的应用中取得很大的成功，这也激励着油田企业在数字地球技术的指导下应用和推广自身要求的信息技术。

计算机网络技术迅速发展也是数字油田产生的重要原因。网络技术不仅促进了油田的信息化，也培养了油田对信息技术的进一步需求。网络为信息流的流动、工作流的改造、电子商务的开辟、ERP技术的应用等提供了基础条件。

软件工程技术应用大大提高了油田业务的运行速度，改善了工作质量，使油田的生产经营环境发生了巨大的变化。这些都大幅度地增强了企业的综合能力，让企业上直接尝到了信息技术的甜头。面向对象的软件工程方法使各类油田专业软件系统和通用软件系统的开发、推广更加迅速和有效。

另外，油田管理技术的进步也是数字油田提出的背景因素之一。信息管理技术、知识管理技术、协同工作技术、业务流程再造技术的研究与发展等为数字油田建设创造了条件。

## 数字油田发展现状

### 国外数字油田研究与建设现状

人类已经步入了21世纪，知识经济革命正在蓬勃兴起，企业信息化的发展更为迅猛，信息和知识已经成为企业的战略资源，企业采集、共享、利用和传播信息的能力已经成为企业竞争优势的重要部分。国际上各大石油公司已经充分认识和体验到信息技术全面应用的作用。为了提高工作效率、降低生产和管理成本、面向全球及时做出生产经营决策，提高精细和综合地质研究的水平和能力，进而提高企业经济效益和增强企业竞争力，他们非常重视信息系统和数据库建设，不断地提升企业信息化建设的水平，实现企业流程再造，变革企业运作方式，向数字油田（或数字化油气公司）迈进。

首先，国际各大石油公司，如Shell、Schlumberger、BP-AMOCO等，建立了与公司相适应的高速计算机网络传输平台，信息化基础设施已经比较完善，内部的勘探开发研究和生产、销售、技术服务等生产经营管理活动都运行在统一、稳定的网络上。不仅日常生产和管理信息通过网络传输，大块的地震数据也已经在网络上接收和处理，从而提高工作效率，降低运营成本。

其次，利用数据银行等数据管理与应用技术，国际大部分油气公司实现了以集中的方式对勘探开发的原始数据和成果数据类信息进行统一的管理，为专业技术人员决策分析、科学研究（包括地震资料处理解释、地质综合解释、油藏描述、测井处理解释等）和生产管理人员的决策提供全面的信息支持。

另外，在信息管理方面，各油气公司均实现了规范化、系统化和网络化，能够为各层次的管理人员提供及时、全面的信息服务。但管理的方式各据特色，有的公司以成本为核心管理生产信息，有的以产量为核心管理生产信息；有的建立了基于数据库的生产信息管理系统，有的采用EXCEL等简单表格的方式管理、使用和共享生产信息。

#### 国外石油数据银行的应用情况

通过建立石油数据银行，基本解决了由于石油勘探采集的数据量快速增长而产生的数据存储、管理、数据检索与使用的难题。具体地讲，解决了这些问题：数据分散，不宜检索；数据格式不统一，存取困难；数据存储介质老化；数据不完整，可靠性差等。实现了跨部门、跨系统和跨专业的数据共享，从根本上消灭了信息和应用“孤岛”，大大提高了数据的利用率以及科学研究和综合分析的水平，降低了软件购买费用和维护费用。

石油数据银行在许多方面是目前数据库管理系统无法比拟的。特别是，传统的数据库系统是针对每个具体学科应用系统的需要建立的，而数据银行则是针对多学科应用软件间数据共享要求建立的。数据银行按照统一的数据模型存放多学科数据。进入数据银行的数据均经过严格的质量控制、审查，确保所有数据的完整性、正确性、唯一性、标准化。数据银行采用高密度大容量存储介质和可靠的备份机制，并具备可视化的数据查询和检索系统，与应用系统的项目数据库（或数据仓库）之间有接口部件。

数据的集中统一管理，开创了数字价值创新的新时代。据国外资料统计，各大油气公司的研究和管理人员，在1996年，仅花费20%的时间在核心业务方面，其余的时间都在寻找数据、访问数据、准备数据、处理文档和归档。通过一体化数据管理，在2001年，研究和管理人员可以把50%的时间用在核心业务方面。很多国际油气公司将在2005年前后实现建立一个初步的数字化空间（见图3-4）的目标，这样就可以保证研究和管理人员85%的时间花费到核心业务上。

数字化空间

市场

门户方案

应用软件

工作流程环境

数据管理基础

图3-4 数字化空间示意图

据有关资料显示，500强中一些重要的石油天然气公司认为数据管理是增强企业竞争优势的重要因素，并明确提出了油气企业只有具备了六项数据管理能力，才能建立并维持竞争优势。一是更快、更有效地组织传递信息的能力；二是整个公司内的信息一体化管理能力；三是实现数据输入/输出格式的标准化，保证信息在全公司内畅通无阻的能力；四是实现全公司范围内分布存储数据的集中管理，确保为综合研究提供准确数据的能力；五是建立完善的、能够充分体现数据价值的、可靠支持业务决策工作流程的能力；六是合理调整应用软件，尽量做到应用与数据管理无缝连接的能力。采用石油数据银行的方式是实现上述六项数据管理能力的有效途径。

#### 国际公司勘探与开发一体化情况

勘探与开发、科研和生产信息一体化的建设，促进了国际各大油气公司勘探开发研究和管理决策应用的集成，实现了各系统、各部门间数据共享，加快了企业生产经营管理活动的全面整合。

目前，许多国际大油气公司的价值链的完成主要是在计算机集成应用平台上实现的，而且，随着电子商务、供应链管理和客户关系管理的开展，企业资源的整合正不断地扩展，企业运营模式、员工的工作和思维方式也在不断地发生着变革，企业的经济效益也会获得巨大的提高。

随着石油工业的发展和剩余油气藏开采难度的加大，勘探开发的融合越来越紧密，对于油藏地质的研究和开发动态分析的要求越来越深刻。为发现复杂油气藏，深入分析开采过程中不断变化的地下形势，制定调整方案，提高采收率，国外油公司多采用地震勘探、油藏工程、生产测井等多学科方法和技术的综合运用，即项目协同工作方式，来提高油田勘探开发的水平。在地震解释、油藏数值模拟、油藏三维地质描述等方面应用了大型的软件系统，并不断推进集成化程度。使得从寻找油藏、认识油藏到开采动态形势分析、方案预测的工作效率和质量大大提高。不少石油软件公司，如GeoQuest（Schlumberger），Landmark近几年都努力使自己的软件集成化起来，形成所谓的石油勘探开发“一体化”解决方案。

#### 国际公司知识管理情况

国外许多大型企业已经系统地开展了知识管理工作。借助信息网络技术，以加快企业知识、经验、专长的传输和交流以及知识创新为目标，实现企业知识共享和企业员工的洲际合作。共享的用户范围正在不断地延伸，不仅包括企业员工，还有供应方、客户，甚至竞争对手。通过知识管理，不仅保护了企业的知识资产，而且加快和拓展了企业智慧的发展。目前，他们正在通过互连企业内有技术专长的员工，建立知识库建设机制，实现企业知识、经验和专长的实时共享。他们的长远目标是依托数据库、知识库和组织学习，致力于构建企业知识共享文化，建立新型人际关系，实现个人应用集体知识，实时地做出生产和管理决策。

#### 国际公司数字油田模式研究与实现情况

国际上各个大型石油公司都在加紧进行数字油田的模式研究和建设工作。但各公司对数字油田的理解和解释都有所不同。有的公司在数字油田的研究与建设上投入了大量的资源，有的并不使用数字油田这一概念，有的甚至没有把公司的数字化作为重点考虑的内容。但是，这并不是说他们不重视数字油田，而恰恰是他们认为自身情况已经距离数字油田的目标不远了。

各大油气公司对自己的数字油田的内涵定义也存在很大的区别，但基本可以划入本文将在4.1节所划分的各个流派当中。值得注意的事，他们大多接受狭义数字油田的内涵，这是因为我国油公司和国外油公司的运作机制不同所致。

总的来讲，国外大油气公司的信息化建设水平较高，在勘探开发等数据一体化管理、专业应用、企业管理、信息化建设管理以及信息技术基础设施维护管理等各方面都存在着明显的优势。

### 国内数字油田研究与建设现状

国内数字油田的研究与建设情况较为简单，都处于研究和试验阶段。目前大庆油田有限责任公司仍处于领先地位。

#### 国内各油田数字油田立项情况

国内各大油田都在大庆油田提出数字油田的构想之后，相继提出了数字油田的设想或目标，许多油田已经立项。其中胜利油田的数字油田架构与大庆油田有限责任公司最为相近，也基本属于广义的数字油田。其它许多油田（如新疆油田）把数字油田的目标都基本定义在技术层面上，属于狭义的数字油田。

2001年，数字油田被列为“十五”国家科技攻关计划重大项目，塔里木油田承担了这个项目。塔里木油田明确提出了“数字塔里木油田”目标。塔里木油田公司的运作模式在国内是最新的，最接近于国际通行模式，数字油田在那里最容易实现，这国家科技部在塔里木油田立项的主要原因。

#### 国内数字油田的研究与建设情况

国内各油田都在着手研究数字油田。中国石油天然气股份有限公司（PetroChina，大庆油田有限责任公司的母公司）和中国石油化工股份有限公司（Sinopec，胜利油田的母公司）等都在进行模式研究和方案论证。

中国石油天然气股份有限公司已经于2000年制定颁发了IT总体规划方案，其下属的勘探与生产分公司正在制定数据中心的技术方案。

中国石油化工股份有限公司近年来组织了大批人员、投入了大量资金搞ERP，目前尚未见到明显效果。

## 大庆油田有限责任公司数字油田研究与建设现状

大庆油田有限责任公司已经完成了2003-2005年的信息化建设总体规划，并着重制定了数据资产管理中心（相当于数字油田的数据层和专题层）的总体技术方案，即将完成数据资产管理中心的详细设计方案。

大庆油田有限责任公司已经启动了数据资产管理中心框架设计与建立、多学科油藏数字化研究、勘探开发信息一体化研究、WebGIS油藏研究、人力资源管理系统等数字油田的部分重点工作，但尚需三年左右的时间才能够基本完成。企业信息门户技术已经在大庆油田公司普遍推广，但与应用系统连接工作还未进行。财务资产等管理系统已经运行多年，效果良好。

大庆油田公司在数字油田思想的指导下于2002年又提出了数字油藏的目标，并将其作为数字油田的重要组成部分。数字油藏是狭义数字油田的核心部分。企业模型研究、ERP应用研究正在进行。

### 数字油田研究与建设的主要成果

近年来，在公司各级领导的高度重视下，在各部门、各单位的积极配合下，在信息系统全体员工的共同努力下，大庆油田的信息化工程取得了一些可喜的成绩，为油田的发展做出了应有的贡献。

#### 企业网基本建成

大庆油田有限责任公司企业网（Intranet）基础平台已于2000年基本搭建完成。近几年大庆油田公司企业网的建设进展较快，网络基础设施建设成效明显，已经建成了遍布大庆油田公司、厂、矿、小队的三级高速计算机网络、统一管理的电子邮件系统、域名服务器、文件传输服务器等。同时，作为大庆油田有限责任公司外联网（Extranet）的大庆石油管理局企业网、国内各油田企业网、中国石油天然气股份有限公司企业网等也都达到了相当的规模。大庆油田有限责任公司的企业网通过防火墙接入外联网和因特网（Internet）。网络基础设施的完善为今后信息化建设的深入开展提供了保障。

#### 信息开发与应用初见成效

近来，大庆油田公司的信息应用开发步伐进一步加快，效果越来越好。勘探、开发、地面工程、计划、办公自动化等应用取得了较大进展。

##### 油田主营专业信息系统建设效果显著。

勘探系统完成了两千余口探井的基础数据进机，实现了网上共享，并在充分调查、研究的基础上初步完成了勘探数据管理系统（勘探数据银行）的总体框架设计。

开发系统进一步完善了开发数据库建设。全面推广了PDPMIS，建立了公司、厂、矿、队四级油田开发生产管理系统；开展了油田开发精细地质描述和研究工作，深化了基于油田开发数据库的专业技术应用；进一步推广了采油工程信息管理系统；开发了油田开发(调整)方案编制综合应用系统，为油田开发规划基础资料网上共享提供了必要条件。

2002年，根据油田公司多学科油藏研究工作部署，信息技术人员充分利用微机计算能力快速提高和价格下降的优势，依靠自身力量，先后在研究院和采油一至七厂组装了8套微机机群系统。单套系统计算能力超过百万节点，价格仅相当于SGI ORIGIN 2000并行机的二十分之一，但处理能力却提高了一倍。同时开发了与微机机群配套的并行黑油模拟软件，在一定程度上摆脱了并行油藏模拟领域中对引进技术的依赖。这套系统在七个区块2540口井上推广应用，建模面积达66.04km2，网格节点数达387万个，应用效果良好。

地面工程信息系统建设取得显著进展。在原有工作的基础上，组织设计院及各采油厂制定了部分数据库结构标准和填写规范，已实现部分信息网上发布。进一步完善了地面信息系统基础软件、投资管理和经济评价软件。

##### 经营管理信息系统逐步完善。

财务资产管理系统运行良好，实现了集中管理。人力资源管理系统建设已经启动，预计年底初步实现基础信息统一管理与共享。办公自动化系统应用取得突破性进展。在全公司范围内，取消了大庆油田开发已来一直印发的纸面红头文件，实现了无纸化网络文件收发。公司经理办与二级单位厂办(党办)之间的文件下发系统运行良好，完全满足了文件下发要求，下发文件10类447份，签收达19682次。在机关部室层面全部实现了通知网上发布，同时生产运行部和计划规划部等与二级单位相关科室之间也实现了通知网上发布，下发通知189份，签收4071次。公文和通知系统在研究院、设计院和采油四厂正式运行，在测试技术服务公司、采油五厂等十个单位试运行。网上审批与公文流转模块已经开发完毕，计划近期投入试运行。油田生产公报系统、物资价格信息监测系统、油气田开发论坛、油气销售信息网站等得到了成功应用。

##### 数据资产管理中心建设启动。

按照《大庆油田有限责任公司2003-2005年信息化建设总体规划》的安排，已经启动了油田公司数据资产管理中心建设工作。数据资产管理中心是数字油田的基础信息平台。

##### 企业信息门户框架建设基本完成。

完成了大庆油田公司企业信息门户建设试点工作。到2002年底，已分别在生产、科研、经营管理和技术服务四个领域建立了门户示范网站，2003年底在全公司推广。

#### 信息化建设组织机构基本确立

近年来，大庆油田公司建立健全了信息化建设的组织机构，形成了公司、厂（分公司）、矿（大队）、小队（组）四级信息化管理体系。2003年初，大庆油田公司调整了信息化建设领导小组，公司所属各二级单位也调整或组建了本单位的信息化建设领导小组。该小组具有对大庆油田公司信息化建设的全面领导职能。信息中心在领导小组的部署下实行信息化建设的统一规划、统一管理、统一组织和统一实施工作。

#### 人员培训效果显著

大庆油田公司从1997年开始，经过三年多的努力基本完成了普及培训任务。2000年培训工作开始向纵深发展。先后开展了“一带十”工程和“信息挖宝”工程活动，举办了企业网应用大赛，组织了数据建设研讨会，将培训和解决实际问题结合起来，使广大业务人员在专业人员的指导下，通过解决本职工作中的具体问题，进一步巩固基础培训效果，提高自身应用水平。2002年，油田公司在正常进行各项信息技术培训的同时，还重点针对领导干部进行了较大规模的信息技术应用培训。全年共组织领导干部培训班5期，200多名副处级以上干部得到培训。信息中心还组织了多次计算机专业人员集中学习培训，数十人次获得了微软等公司的认证工程师资格，为油田公司信息化建设工作的长期稳定发展起到了推动和支持作用。

#### 信息化建设管理水平大幅度提高

信息中心的职能逐渐由单纯的IT技术支持向技术服务与信息化建设管理并重转变。通过建立一系列的规章制度和管理办法，对全公司的信息化建设统筹规划、统一安排。信息化建设项目的招标管理工作成效十分显著，节约了大量的资金。目前正在逐步推行项目经理制度。同时，还加强了信息化标准建设工作。2002年，制定和完善了信息化工作管理流程，将信息中心的管理职能和岗位规范进行了规范化和文本化。

#### 信息化建设规划编制完成

1997年，编制完成了《大庆油田有限责任公司（大庆石油管理局）企业网总体设计》。2002年制定了《大庆油田有限责任公司2003-2005年信息化建设总体规划》，2003年初该规划在公司决策层获得通过，数字油田建设目标得到进一步明确。

### 数字油田研究与建设的主要差距

目前，大庆油田有限责任公司的信息化建设虽已具备了相当的规模，在基础设施建设、信息技术应用等方面处于国内同行业的领先地位，但同国外大型油公司相比，在很多方面还存在着较大差距。总体而言，主要差距如下：

第一，在思想观念上存在差距。

国外油公司大多已将信息和知识视为关乎企业生存发展的战略性资源，其竞争优势在很大程度上体现在信息的采集、处理、应用、共享与更新的能力上。然而，大部分国内石油企业对此认识不足，观念尚未转变，没有把信息作为资产来管理，也没有意识到信息化建设是全面提升企业核心竞争力的关键因素。大庆油田有限责任公司在近年的发展过程中，已经逐渐对信息化建设的重要意义有了较为深刻的认识，但大部分员工的观念基本上还是停留在“信息技术是工具”的水平上，有待于进一步转变。

另外，实施信息技术辅助的知识管理已被国外先进油公司视为企业可持续发展的基本战略，他们重视将生产经营活动产生的信息转换为知识并积淀下来，进而指导企业的经营发展。信息管理部门在这个过程中发挥着转换器的作用。相比之下，国内的石油企业只是把信息作为生产经营活动的简单记录，没有把信息转换为生产力，未充分挖掘信息的潜在价值进而达到大幅度提高经济效益的目的。

第二，在信息技术总体应用水平上存在差距。

国外先进油公司经过长期的信息化建设，信息技术在整个企业的生产经营活动中发挥着重要的支撑作用，实现了勘探、开发等全部生产活动的一体化，并面向供应链管理、价值链管理和客户关系管理，采用ERP和电子商务等先进的管理思想与信息技术对企业的生产经营进行了全面的整合与集成。部分公司已经在近年开始借助信息技术的支持实施业务流程再造(BPR)，并收到了明显成效，为其将来的发展打下了坚实的基础。虽然大庆油田在信息化建设方面已经达到了一定的水平和规模，但要实现企业生产经营活动的全面整合与集成，并支持企业业务流程再造，还有很长的路要走。

第三，在信息化建设运行机制上存在差距。

很多国外油公司采用高效合理的信息化建设管理模式，突出经济效益观念，专门设立了独立核算的数据管理机构，实现了数据资产的集中管理与信息资源的统一调配和高度共享，使信息资源得以充分利用，降低了经营成本，提高了投资回报率。虽然这也是大庆油田信息化建设的发展方向，但从现有的经营管理运作流程、各系统应用状况等方面考虑，目前时机尚未成熟，实施难度大。

总之，必须清醒地认识到，大庆油田的信息化建设尚处于初级阶段，具有不可跨越性，一蹴而就的奢望是不现实的，必须脚踏实地地做好基础工作，解决在数据资源开发、应用系统建设和信息化管理等方面的具体问题。

#### 数据资源开发的差距

大庆油田自将信息技术应用于油田生产经营活动中以来，一直重视数据资源的开发与建设，并积累了大量的生产经营原始数据和成果数据。这些数据是大庆油田经过多年信息化建设取得的宝贵财富，曾为大庆油田稳产、高产做出了重大贡献，是大庆油田可持续发展的重要资本之一。但是，在数据质量、数据共享以及数据管理等方面仍然存在问题。

第一，数据内容不齐全。主要表现为：某些重要数据尚未建库；部分已建数据库字段定义不全（或空项）和记录缺失；大部分非结构化数据尚未加载进机。造成这种现象的主要原因是：历史数据缺失较为严重；某些数据进机工作量巨大，技术难度高，难以在短期内完成；建库单位和使用单位协调不力。

第二，数据质量不高。主要表现为：部分数据不准确、不一致、不完整；某些数据重复记录。造成这种现象的主要原因是：建库责任心不强，致使数据录入把关不严；缺乏数据检测手段和工作考核办法；数据维护不及时、不细致。这既是技术问题，更是管理问题。

第三，数据共享程度不高。少数单位没有大局观念，对数据共享的重要意义认识不足，本位主义严重，存在明显的“割据”心态，造成大量数据重复建设，数据管理过于分散；管理机制不健全，在总体上缺乏统筹规划、统一设计，致使标准不统一，信息资源不能全面共享，造成油田数据资产的巨大浪费；共享技术体系不完善，软件系统不配套，信息一体化程度不高，严重影响油田生产运行效率；外部信息（包括大庆石油管理局、中油公司及其他国内外相关单位、部门和公司的信息）共享难度大，没有建立有效的共享体制。总之，数据共享问题已成为困扰大庆油田专业应用发展的瓶颈。相比较而言，国外大型油公司大都建立了完善的以企业数据资产管理为中心的数据共享机制和管理体系，并充分挖掘数据资产的价值，促进企业知识的形成、积累和应用，最终提升了企业的核心竞争力。因此，大庆油田有限责任公司数据全面共享是大势所趋，已成信息化建设迫在眉睫的关键任务。

第四，数据管理力度不够。主要表现为：制度不健全，考核不严格，缺乏切实可行的奖惩机制；人力配置不合理，分工不明确，岗位不落实，执行不到位；数据标准不统一，更新不及时，实施不严格；数据建设与应用缺乏统一规划。上述问题的主要原因是对数据管理的重视程度不够。

#### 系统应用的差距

大庆油田在其多年的油气资源勘探开发历史进程中，引进和自行开发了大量的应用系统。这些应用系统在油田的生产经营中发挥着重要的作用，解决了大量的实际问题，并获得了良好的经济效益和社会效益。应用系统建设是大庆油田信息化成就的重要体现。目前，应用体系已初具规模，总体应用水平在不断提高。但是，随着油田公司发展战略的调整和信息技术的迅猛发展，油田生产经营对应用系统的需求不断变化并日益增多，要求也越来越高。

第一，应用系统重复建设现象仍然严重。主要表现为公司内部同类应用软件通用性差。由于缺乏相应的机制，各单位从各自的角度重复引进或开发具有类似功能的应用系统，浪费了大量的人力、物力和财力。虽然油田公司近年来为此加大了管理力度，做了许多有益的工作，但仍然存在问题。个别单位没有兼顾到全局的利益，未能严格遵守统一规划、统一建设的原则，有损于已经取得的管理成果。今后必须继续加强应用系统建设的统一协调工作，彻底规范应用系统的引进、开发与管理。

第二，应用系统不成规模，集成化程度低。主要表现为：引进的系统配置不成体系，功能利用不彻底，模块闲置现象严重；应用系统建设思想陈旧，小农意识浓厚，无整体经济效益观念；自主软件开发工作缺乏有效组织，小作坊式的软件开发现象普遍，难以见到规模效益；不同应用系统的设计开发方案存在冲突，部分单位的集成积极性不高，未考虑一体化的接口要求；在解决问题方面，只顾眼前不顾长远，只顾局部不顾整体，只重开发不重应用，导致引进和自行开发的应用系统都存在可重用性差、难以升级改造和集成的结果，不利于形成规模优势；对自主软件的开发与应用激励不足，缺乏升级完善的动力。上述所有问题的根本原因在于，以经济效益为中心的应用系统建设原则未得到清醒的认识和足够的重视。

第三，应用系统总体开发能力不强。主要表现为：软件开发的组织技术落后，项目管理机制不健全；整体工程观念差，协同工作程度低，计算机技术人员、专业技术人员及管理人员的相互结合不够紧密，未做到取长补短，有效沟通；培训滞后，针对性不强，对技术人员缺乏引导，造成开发水平参差不齐；计算机技术人员分工不明确，未形成合理、强大的技术梯队；开发标准不统一，不重视历史成果，代码可重用性差，缺乏基础构件库；开发环境落后，代码与文档管理水平低，没有主流开发工具，学习成本高；开发技术不平衡，过多依赖微软的产品和平台，忽略了以Unix和Java为主的技术路线。造成这些问题的主要原因是缺乏对人力资源和技术资源的统一调配和管理。

#### 信息化管理的差距

近年来，大庆油田在信息化管理方面做了大量的基础工作，引进了一些先进的管理理念，进行了许多有益的研究和探索，收到了一定的成效。特别是项目制管理、软硬件招投标等措施，在一定程度上规范了管理流程，增加了管理透明度，节省了大量资金，提升了油田信息化建设的管理水平。这些为大庆油田信息化建设的深入开展奠定了基础，是今后实施油田信息化建设科学管理的良好开端。

但是，从总体上看，大庆油田信息化管理水平与国外油公司相比差距较大。由于企业运行机制不同、信息化建设起点和发展历程不同，照搬照抄国外现成的信息化管理模式是不现实的，必须根据大庆油田的实际，探索有大庆油田特色的信息化管理之路。展望大庆油田发展的未来，对比信息化管理的现状，许多问题较为严重，管理水平亟待进一步提高。

第一，运作机制不科学。主要表现为：现有的信息管理模式不适应信息化发展的要求，无法实现信息资源的高效配置和科学利用，严重阻碍信息化建设的进程；制度不健全，执行不彻底，有令不行，有禁不止，上有政策，下有对策，致使信息化建设无政府主义现象有所抬头；项目运作不畅，缺乏切实可行的运作模式和有效的管理手段；数据资产意识淡漠，重复建设和疏于维护的现象较为普遍，导致严重的资源浪费。

第二，统一管理力度不够、策略不当。主要表现为：信息中心在信息管理方面的主导地位体现不充分，没有有效发挥其统一规划、统一协调和统一实施的关键作用；不同专业、不同系统间协调沟通不够，体现不出资源优化组合的优势；管理工作重点不突出，缺乏对重大项目和重点工作的全面监控；管理目的不明确，没有完全坚持“以效益为中心”的基本原则，盲目引进和开发现象严重。

第三，管理技术落后。主要表现为：缺乏对现代先进管理思想的理解和认识，已被证明为科学、实用的项目经理制和矩阵式组织模式等先进的管理技术在大庆油田的信息化建设管理工作中未得到适当应用；信息化建设管理流程不完善、不清晰、不稳定，有待于进一步补充、调整和优化；基于软件工程的管理技术应用程度较低，对文档、代码等成果的管理意识差，缺乏高效的管理工具，造成应用系统开发质量不高，升级维护成本增加；没有用工程经济学、价值工程理论等技术方法对项目的可行性、实施过程和最终成果进行精细评价，导致信息化建设决策缺乏有力的依据。

第四，未形成结构合理的技术人才梯队。主要表现为：信息技术专业人员不足，缺少系统规划、分析和设计人员，尤其缺乏知识面广的复合型人才和高层次专家；人力资源配置不合理，技术梯队层次不清晰，造成严重的人才浪费；内部人才流动机制不健全，在系统内没有营造出人尽其才的环境；培训滞后，针对性不强，交流不够，知识结构老化，不利于技术的积累、传授、共享和更新；对技术人员分化促动不足，不重视技术方向的引导。

第五，规划力度不够。主要表现为：缺乏总体规划观念，部分单位各自为政，盲目建设，造成了资源的巨大浪费；编制规划时草率敷衍，导致规划质量不高；对既成规划实施不严格，使规划成为一纸空文；未采用滚动规划策略，不重视动态调整，使得长期规划可操作性不强；规划不成体系。

第六，激励机制不完善。主要表现为缺乏责、权、利相对等的激励机制，导致信息化建设人员积极性不高，责任感不强，人才流失严重。

上述问题正是大庆油田在信息化建设方面与国外油公司之间的主要差距。总体看来，虽然大庆油田以往的信息化建设成绩是巨大的，但差距也是明显的。充分认识到这些差距，有利于今后工作的开展。

# 

# 第四章 数字油田模式研究与设计

## 数字油田概念的演变

数字油田的概念源于数字地球。1998年美国前副总统戈尔提出了数字地球（Digital Earth）的概念，这引起了全球范围内的震动。数字地球从此成为世界科学技术界的发展热点之一。数字油田就是在数字地球这一概念的基础上产生的。

1999年，在美国马里兰大学数字地球研讨会上，大多数学者同意把数字地球定义为：“数字地球是地球的虚拟表示，能够汇集地球的自然和人文信息，人们可以对该虚拟体进行探查和互动。”类似地，数字油田可以定义为：“数字油田是某油田的虚拟表示，能够汇集该油田的自然和人文信息，人们可以对该虚拟体进行探查和互动。”按照这个定义，数字油田应当被视为一个空间性、数字性和集成性三者融合的系统，汇集了油田的各类信息、网络系统、软件系统和知识。简单地说，数字地球是由信息技术和地球科学支持的虚拟的地球模型，而数字油田是数字地球的在油气勘探开发信息化和油田管理决策范畴的应用。

1997年，大庆油田有限责任公司（2000年从大庆石油管理局分立）制定并开始实施了《大庆油田有限责任公司（大庆石油管理局）企业网总体方案》。该方案的主要目标是建成大庆油田企业网，并在企业网的基础上构建基本的应用系统。到1999年，这一目标基本实现。按照油田“十五”规划和1997年制定的企业网总体方案的要求，结合当时油田发展对信息化建设的需要和油田信息化建设的实际情况，大庆油田开始考虑未来信息化建设的方向。

1999年末，大庆油田有限责任公司信息中心（原大庆石油管理局信息中心）首次在全球范围内提出了数字油田的概念。此时，数字油田还是一个较为模糊的新概念，尚处于构想阶段，但其基本思想立即得到了公司决策层的肯定。2000年6月，在《大庆油田有限责任公司2001年信息化规划》中，数字油田的概念和建设目标被正式确认。此后，数字油田的概念迅速在大庆油田得到各方面的普遍认可，并引发了热烈的讨论。从2000年下半年开始，在国内外的石油和IT领域的众多企业家、技术专家、学者、工程师以及管理人员中间，数字油田的概念得到进一步的研讨和发展。2001年，数字油田被列为“十五”国家科技攻关计划重大项目。2002年，大庆油田有限责任公司制订了《大庆油田有限责任公司2003-2005年信息化建设总体规划》，将数字油田确定为公司信息化建设的长远目标，并制定了具体的实施方案。

时至今日，数字油田已经成为全球石油行业关注的热门话题。截至目前为止，大庆油田有限责任公司对数字油田的研究仍处于世界领先的位置，数字油田的建设步伐处于国内领先位置。

## 数字油田的模式

数字油田的概念自从1999年在大庆油田诞生以来已经具有了很大的发展。在大庆油田做出数字油田的构想之初，它的概念还比较模糊。目前，各方面的专家和学者已经给数字油田做出了很多定义。虽然这些定义出发点不同，表述不一，内容亦有所差别，但是都对数字油田的概念进行了细化和扩展。总体来说，大部分专家和学者都侧重于数字油田的技术含义。例如，上文所述仿照在美国马里兰大学数字地球研讨会上定义的数字地球而定义的数字油田。

大庆油田有限责任公司从构想数字油田的时候就同时兼顾了数字油田在管理方面的内涵。我们认为，数字油田不仅是技术目标，更是管理目标——大庆油田有限责任公司总体发展战略的一部分。为了显示区别，本文将一般的数字油田的概念称为狭义的数字油田，而将大庆油田有限责任公司提出的数字油田称为广义的数字油田。

在大庆油田有限责任公司数字油田的内涵中同时包括了以下几方面的含义：

* 数字油田是数字地球模型在油田的具体应用
* 数字油田是油田自然状态的数字化信息虚拟体
* 数字油田是油田应用系统的集成体
* 数字油田是企业的数字化模型
* 数字油田是数字化的企业实体
* 数字油田的能动者是数字化的人

为了对比不同专家与学者对数字油田的观点，笔者粗略地把各种观点划分了若干派别，并用图4-1和图4-2加以表述。不同流派学者主张不同的数字油田模式。这种划分方法不一定准确，只为了更清晰地显示各种数字油田内涵的差别。

**数字地球流派**

数字油田是数字地球的分支，与数字城市、数字农业等同类。

强调数字地球的指导作用和GIS的作用。

**地质模型流派**

数字油田是油田地质的数字化模型。

强调对地质实体的模拟功能、模型的互动性和地质属性的精细度。

**工程应用流派**

数字油田是油田专业应用系统的集成体。

强调应用系统的整合、数据共享和整体实用性。

**信息管理流派**

数字油田是企业的神经系统。

强调信息流、业务流、知识管理、协同工作环境和决策支持。

**企业再造流派**

数字油田是数字化的油田企业。

强调信息技术在油田的全面的、深层次的应用，兼顾各流派数字油田的技术功能和对企业实体的改造作用。

重视资源的重整与优化，突出数字油田的战略意义。

狭义的

数字油田

广义的

数字油田

图4-1 各流派学者对数字油田的不同主张对比图

数字地球模式

企业再造模式

地质模型模式

信息管理模式

工程应用模式

理论性强

现实实用性强

信息管理模式

工程应用模式

地质模型模式

数字地球模式

实施难度大、投入大

企业再造模式

图4-2 各种模式数字油田理论性、实用性、实施难度、资金投入的对比

从图4-1和图4-2可以看出，大庆油田有限责任公司的数字油田属于企业再造模式，数字油田建设具有较大的难度，需要较多的资金，因此必须对数字油田的发展战略进行深入的研究。

我们认为各个流派的出发点和侧重点虽然不同，但随着研究与应用的深入，数字油田的内涵将逐步走向统一。

## 数字油田的主要研究内容

关于数字油田的研究内容，不同的专家学者可能会根据自己对数字油田的理解而开列出不同的清单。这种差别估计会相当的大，因为目前不同流派的专家学者为数字油田设定的内涵虽有所重叠，但仍存在较大的分歧。参见图4-3。该图中把数字油田的主要研究内容分为信息技术、地学/石油工程和管理学三个方面。从图4-3中可以看出，各流派数字油田的内涵互相重叠，但是企业再造流派的内涵覆盖了其它所有流派的内涵。实际上，所谓企业再造流派就是“全能”流派。

本文根据大庆油田有限责任公司数字油田的内涵列出主要的研究内容。因为大庆的数字油田概念基本属于企业再造流派，是广义的数字油田，所以其研究内容也涵盖了所有其它流派。具体的主要研究内容包括：

* 数字油田的总体技术框架
* 地理信息系统（GIS）在油田的应用
* 多学科地质模型研究
* 勘探开发业务与信息一体化模式
* 应用系统、数据和网络基础设施体系
* 企业信息门户（Portal）
* 海量数据存储方案
* 虚拟现实技术的应用
* 数据与应用系统的标准体系
* 企业的数字化概要模型
* 信息流、业务流、物流、知识管理、协同环境、决策支持等业务模型
* 人力资源的数字化、知识化
* 数字油田的发展战略

## 数字油田的基本架构

数字油田的框架结构与数字油田的内涵是密切相关的，所以不同流派的专家学者画出的数字油田架构图也会差别很大。大庆油田有限责任公司数字油田的基本架构如图4-4所示。

大庆油田有限责任公司数字油田是广义的数字油田，属于企业再造流派的阵营。本文将广义数字油田的结构划分为环境层、数据层、专题库层、模型层、应用层、集成层和战略层七个层次，其中数据层包含源数据子层、专业主库子层和数据仓库子层三个分层次。

##### 环境层

环境层是数字油田的最底层，主要是指信息化基础设施，包括计算机系统、网络、电子邮件等公共系统。它为数字油田提供全方位的信息技术支持。

##### 数据层

数据层处于数字油田结构的底部，为数字油田提供数据支持。数据层的主要内容是各类数据库和非结构化数据体以及组织、管理这些数据的基础平台（数据仓库等）。这些数据是构建油田模型的基础信息，主要包括基础地理信息数据和油田研究、生产、经营管理数据。

数据层被分成三个子层，各个子层的数据由下至上逐渐集中。源数据分布在整个油田的各级单位和岗位，但以基层为主。源数据库系统是数字油田的前端信息采集器和存储器。专业主库是以油田工程和管理单元划分的若干类源数据的汇总，可供一定范围内的单位使用，并由他们进行日常管理。数据仓库的作用是完成油田各类数据的整合与调度，它的一个重要部分是元数据库。

##### 专题层

专题层主要包括各类专题数据库。专题数据库是指面向不同应用或研究主题的项目数据库或专题数据库。实际上，专题库中的内容在数据层已经存储，设置专题库是为了应用方便和保证数据层的稳定性以及相对独立性。这种双层的数据结构已经被有经验的用户群普遍认可和被实践所证明。

企业再造

企业信息门户

专业应用系统

经营管理信息系统

地质模型

企业模型

地理信息库

GIS

油田

基础

数据库

勘探

开发

数据库

地面

工程

数据库

储运

销售

数据库

经营

管理

数据库

数据仓库

源数据库

集成层

战略层

应用层

模型层

专题层

数据仓库子层

专业主库子层

源数据子层

数据层

图4-4 大庆油田有限责任公司数字油田总体结构框架

…

\*阴影部分为狭义数字油田

专题数据库

数字地球模型

IT基础设施

环境层

知识管理系统

##### 模型层

该层定义油田的地质模型和企业模型。这些模型是在丰富的信息基础（数据层和专题库层）上建立的。通过模型实现数字油田的仿真和互动功能。地质模型以数字地球模型为参考和基础。

##### 应用层

应用层由油田的石油专业和经营管理两方面的各个应用系统组成，解决油田科研、生产、经营管理的实际问题。应用层以软件系统为主，是最复杂的一层。

##### 集成层

在集成层，利用企业信息门户等技术把整个应用层及以下各层的应用系统整合起来，实现完整的数字油田的统一入口，并建设知识管理系统。

##### 战略层

战略层是数字油田结构的最高层，是整个数字油田的方向主导者。在战略层，要依靠数字油田建设达到企业再造的目的。战略层制定数字油田的整体性方案与建设策略。

在图4-4中，阴影部分表示狭义数字油田的覆盖范围，其核心是数字油藏（Digital Reservoir）。数字油藏是狭义数字油田的主要组成部分，主要是指数字化的石油地下储存地质构造。这些地质构造的模型从属于地质模型。因为油藏数字模拟要应用大型的软件系统，所以一部分专业应系统被包括进来。数字油藏是地质模型流派数字油田的核心内容，被大批的地质学家和油藏工程师所推崇，在油田中具有广泛的影响力。要想实现数字油田，首先必须实现数字油藏。但是，数字油藏是数字油田的一部分，尤其是与广义数字油田的概念相比，它所占的份量更小一些。

阴影以外的大部分可归属到信息管理系统和ERP、BPR等技术与思想的研究与建设范畴。其中，企业模型是实现企业再造的前提条件。具备企业模型的数字油田才是完整的。

## 数字油田的关键技术

数字油田的研究需要地学、石油工程学、信息学和管理学等多个学科的支持，因此其关键技术也是从属于这些学科的。

在地学方面，数字油田需要下列理论和技术的支持：

* 石油天然气地质理论
* 沉积学理论
* 地球物理与化学理论
* 地质建模技术
* 地理学应用技术
* 空间定位技术
* 制图理论

在石油工程方面，数字油田需要下列技术支持：

* 地震与非震勘探技术
* 油田开发与采油工艺技术
* 钻井、测井、录井、试油技术
* 油气集输技术
* 地面建设技术
* 设施监控、自动化技术

在信息学领域，数字油田需要下列技术支持：

* 计算机网络技术
* 信息采集、处理、解释、应用技术
* OpenGIS和WebGIS技术
* 软件工程技术
* 数据库管理技术、数据仓库技术及数据银行技术
* 虚拟现实技术
* 海量存储技术
* 并行计算、移动计算技术
* 信息流分析技术
* 协同工作技术
* 企业信息门户技术

在管理学领域，数字油田需要下列技术支持：

* 企业战略管理技术
* 系统工程理论
* 组织管理技术
* 风险分析技术
* ERP技术
* BPR技术
* 电子商务技术
* 信息管理技术
* 知识管理技术
* 项目管理技术

数字油田的关键技术也是与它的模式相关的，不同内涵的数字油田，其关键技术也不会完全相同。上文所列的关键理论与技术是大庆油田有限责任公司数字油田所需要的，但并非全部。数字油田建设是一个极其庞大的工程，涉及的技术、理论、思想是十分广泛的，难以逐项列出。

## 数字油田应用效果预测

### 总体应用效果描述

数字油田是油田企业生产、科研、管理和决策的综合基础信息平台。它将对大庆油田公司的各级信息化建设起着统领和导向的作用。数字油田已经表现出广阔的应用前景：

第一，可实现跨地域协同工作，紧密连接生产经营的各个环节。油田一般远离城市，资源和设施分散于边远的戈壁、沙漠、草原或海上，许多油田或探区是在人迹罕至的地区。决策和管理层难以感性地了解油田的自然环境、地质、工程、建设、交通的真实情况。数字油田可以将油田的复杂性整体客观地展示给管理者，有利于及时掌握情况、客观分析问题和正确决策。在“数字油田”的支持下还可以在勘探、施工、建设的各个阶段提前对工程进行合理的规划，使许多部署方案、开发方案在选址、选线、运行环节上更合理，降低风险，提高经济效益。

第二，可快速获得企业外部环境信息的支持。借助数字地球技术还可以获得油田信息以外的基础信息，如地籍、气象、水文、天然地震、植被和其他矿产等与空间系统有关的信息，有助于油田区域内的的管理、建设、环境保护和自然灾难的预防。

第三，可实现油田业务与技术的整合。数字油田以地理空间信息为基本平台，油田的各种空间实体被自然地组织在一起，将彻底打破油田各专业信息平台横向分割的局面。久久不能实施一体化大平台，一直是油田信息建设的老大难问题。数字油田的建设将可能迅速地形成集勘探—开发—工程—集输为一体的油田信息系统。

第四，可实现数据集成，改善用户界面。获取信息并编制井筒柱状图和地质—地震剖面图是油田地质的基础工作。数字油田可以迅速地集合占地质数据库资源量80%有深度属性的信息：地质、试油、地球物理、地球化学、钻井工程和生产测井等数据，并以柱状图和剖面图的方式灵活地组合展现。地质数据库的基础应用平台将摆脱菜单窗体的束缚，在数字油田系统中充分展示它丰富的资源，成为油田地质人员辅助研究和制图工具。

第五，可建立虚拟的数字地质模型，实现油藏描述的可视化和互动性。数字油田为石油地质的研究提供了科学计算的强大工具，为解决时间和空间大跨度的地质过程实验问题提供了可能性。在油藏描述软件中，能直观地显示油藏的几何形态和油藏属性参数分布特征的油藏三维可视化技术，可能会成为数字油田的基本功能。地学领域的数字模型技术将在数字油田中得到充分的运用和发展。

第六，可实现油田状态自动监测。在数字油田支持下的油田自动监控系统，可以将油井生产信息与地质信息叠加在三维空间模型上，为油田开发的优化决策提供直观、动态的信息，实现控制注水、稳定产量、均衡生产、提高采收率的目标。

第七，可实现地面建设全面信息化。在数字油田系统上可以方便地集合设备管网密集的矿区信息、几万公里的油气长输管线和配套的几万座原油储罐信息，建立起“数字矿区”、“数字油气储运”等系统，形成数字规划、管理、安全监测、设计制图的能力。在城市化程度很高的油田居民区，数字油田可以包含“数字城市”的内容：房地产、物业、地籍、交通、电子商务等。

第八，可带动信息化建设本身发展，并形成良性循环。数字油田系统具有对油气勘探、开发区范围内的任何一个地方进行研究的能力，也包括对信息资源建设的指导和监督。数字油田通过不同专业信息的叠加，可以直观地了解到信息的完善区、缺陷区和空白区，据此制定和实施信息建设的完善工作，使油田企业的信息逐步集合为统一、完整、透明、可用的资源平台。

第九，可促进资源整合，大大增强企业竞争力。数字油田技术将改造现有的公司模式，使之更趋合理、更加高效。数字油田将帮助大庆油田公司有效地调度各类资源，形成最佳配置。数字油田还将大幅度提高公司人力资源的整体素质，使人和企业达到高度融合，最大限度地发挥人的主动性和创造性，并为公司创造更大的利润。

数字油田的发展前景十分广阔，可描述的内容很多，难以全部阐明。这里只能挑选容易理解、效果肯定的几个方面列举出来。总之，数字油田的应用前景是光明的。

### 典型应用描述

由于大庆油田公司的数字油田是一个开放式的全方位应用平台，可以根据油田的生产和管理的需要灵活方便地设计具体的专题应用。如油藏动态模拟、油田虚拟开采、三维地质建模、油水井可视化动态监测、输油管道动态监测与诊断、可视化生产动态管理以及辅助决策分析等等，以下是几个典型应用的简要介绍。

##### 油藏动态模拟

油藏模拟是用模拟的手段确定油藏的储量和分布情况。数字油田的油藏动态模拟是根据油藏当前数据和历史数据，建立相应的空间数据仓库，形成对油藏状况的连续模拟，从而可以找出油藏演化的规律，为油藏的开发提供动态的依据。

##### 油田虚拟开采

油田的虚拟开采是根据某一区块地质构造、油藏储量与分布的特点，在实际开采前，运用三维仿真和虚拟现实的手段，对各种开发方案进行可视化的虚拟实现，如井位的布置，工艺流程等，从而可以比较各种开发方案的效果，为实际开发方案的选定提供辅助决策。

##### 油水井可视化动态监测与诊断

油水井的可视化动态监测与诊断是一种在线对油水状况的实时描述，根据油水井的动态监测数据和测试信息，运用三维可视化技术，可以实现对任一油水井在地下的状况进行模拟，并根据智能化的故障诊断手段，实时地对油水井故障情况作出判断，并能指导工作人员进行维修，从而大大节省工作时间，提高工作效率。

##### 公司运营模拟

在公司数字模型的基础上，可以由计算机系统模拟公司在不同的经济环境、社会环境中的运行情况，使决策者在决策之前对决策实施后的效果有较为准确的估计。公司数字模型还可以提供准确的业务流程情况，找出问题所在，提出改造建议。它还可以监视公司运行的各项指标，在危险时给出警告。

### 数字油田发展的阶段性

数字油田或数字化油气公司是国内外油气公司信息化建设共同追求的远景目标，但它的实现不可能是一蹴而就的。国外大油气公司的信息化建设也是在教训中成长着，经历了从拒绝到接受、从无序到有序、从局部到整体、从战术到战略的过程，是一个阶段、一个阶段地走过来的，而且也走过很多弯路，也有很多教训。同时，信息技术的应用伴随着企业管理的变革是不断地变化的。

一个企业要最大限度发挥信息技术的作用，顺利地实现企业业务流程的再造，至少要经历四个过程：一是重组企业的生产经营管理活动，为企业引进信息技术搭建良好的管理环境；二是构建信息技术体系结构，为信息技术应用建立良好的框架；三是将信息系统的功能与整个企业组织的生产经营管理活动整合起来；四是信息技术促进企业自身的进步，完成企业再造。

因此，企业的信息化是一个渐进的、学习的过程，我们只有尊重自然规律，客观地评价和认识我们企业信息化建设的水平和阶段，采取切实可行的具有前瞻性的策略，积极稳妥地推进信息技术在企业中的应用，决不能贪大求洋，更不能停滞不前。今天，我们已经进入了信息化建设的一个新阶段，即将完成数字油田的初步建设任务，但很多新的问题已经摆在我们的面前，需要我们逐个解决好。因此，我们必须做好充分的准备，把基础工作做扎实。数字油田的战略研究就是其中的一项重要任务。

# 第五章 数字油田发展战略分析

本文前面四章对大庆油田有限责任公司的总体情况、数字油田的研究与建设情况、大庆油田公司数字油田建设的需求、数字油田的模式设计等做了详细的阐述。这为接下来的数字油田发展战略分析奠定了基础。

和一般的企业战略分析一样，数字油田的发展战略分析要从两个方面进行。首先，要进行数字油田发展的环境分析，识别出大庆油田有限责任公司数字油田建设面临的机会和威胁的要点。然后，要进行数字油田建设的资源分析，理清大庆油田公司在数字油田建设方面的优势与劣势。

在此基础上，寻找大庆油田有限责任公司数字油田发展的关键因素，使数字油田发展战略的制定工作能够把握明确的方向，具有针对性。这样才能准确地发现问题，有的放矢，提出彻底解决问题的方法；同时还可以确认自身的实力，并制定下一步方案使之发挥更大的作用。最终，制定出合理、有效、准确、全面的数字油田发展战略。

## 数字油田建设环境分析

大庆油田有限责任公司的外部经营环境包括政治环境、经济环境、技术环境和社会环境四个方面。数字油田建设作为大庆油田公司内部的一项全局性工作领域，它还面临着大庆油田有限责任公司内部的环境。这些环境同样也可以分为上述四个方面。在分析大庆油田有限责任公司数字油田发展的环境因素时，本文将大庆油田公司的内、外部环境一起考虑。

### 政治环境分析

政治环境是指对企业的生产经营活动具有现存的或潜在的作用与影响的政治力，包括国家政局的稳定程度、政治经济体制、政治方针与政策、法律法规以及国际政治形势等等。

国内政局和政治经济体制对本国的经济发展具有重大影响。国家制定的各项相关法律和政府制定的各种政策法规对企业产生指导、限制和推动的作用。在中国进入WTO之后，国际政治形势比以前任何时候更加能够影响到企业的发展。

#### 政治环境总体分析

近20多年来，中国已经长期地保持着政治稳定、经济快速增长、综合国力稳步加强的喜人局面。中对世界的影响力得到了全世界的广泛承认。这些为大庆油田公司参与国际竞争提供了有利的支持。

大庆油田是中国目前最大的油田，是中国工业的一面旗帜，对整个国家的发展产生过并将继续产生重大的影响。大庆油田的“高水平、高效益、可持续发展”具有重要的政治意义。大庆油田长期保持高产、稳产，为保证国家稳定和繁荣发展做出了巨大的贡献。因此，国家一直对大庆油田的开发与建设给予高度的重视。这对大庆油田有限责任公司数字油田的建设是有利的。但是这种政治性极强的高产对企业的可持续发展也具有很大的影响。

十六大再一次把信息化建设的作用和意义提升到了更高的层次，指出“信息化是我国加快实现工业化和现代化的必然选择。坚持以信息化带动工业化，以工业化促进信息化，走出一条科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的新型工业化路子。”十六大的精神为大庆油田公司建设数字油田提供了最有力的政治理论依据。

近一两年来，随着企业的重组改制，大庆油田有限责任公司逐步向现代企业模式发展，取得了巨大的成绩，但是也不可避免地带来了一些问题。为了国家的政治稳定，大庆油田从大局出发做出了一定的牺牲。虽然这是必要的、有长远的政治意义的，但对大庆油田的发展而言确实存有一定的不利因素，可能会在一定程度上影响大庆油田公司数字油田战略目标的实现。

另外，在国际方面，因石油而引发的世界政治局势动荡也加大了大庆油田公司自身发展的风险。伊拉克战争虽已结束，但其对世界政治的影响程度还是一个未知数。石油作为国家的战略性资源，关系到国家的安全。数字油田的发展跟未来的国际形势具有一定联系。

#### 政治环境要点因素

通过分析政治环境，得出了大庆油田有限责任公司数字油田发展在政治方面面临的主要机会与威胁。

机会要点：

* 信息化政治形势好
* 政府高度重视大庆

威胁要点：

* 强制性高产不利油田可持续发展
* 世界石油政治动荡
* 稳定对数字油田发展有影响

上述机会与威胁要点已列入表5-1。

### 社会环境分析

社会环境是指人们的价值观、道德观、生活态度与方式等的总和，包括社会文化、社会习俗、社会传统、宗教信仰、教育水平、公众价值观、道德观以及人口统计特征等等。社会环境的变化影响社会对企业产品和服务的需要，能够改变企业的战略选择。

对大庆油田公司数字油田的发展而言，不仅要分析公司所面对的社会环境，还要着重考虑公司内部的各项社会因素。

#### 社会环境总体分析

大庆油田是一个著名的品牌，在全国乃至世界范围内被普遍认可。大庆油田有限责任公司作为大庆油田勘探开发主体业务的经营者，扮演着大庆油田在新时期的代表的角色。大庆精神和铁人精神不仅在大庆油田的创业阶段发挥了巨大的主观能动作用，在今天仍然具有重要的现实意义。

大庆油田的未来发展在全国的石油行业具有明显的示范作用。大庆油田有限责任公司首次在全球范围内提出数字油田的构想并引起国内外石油企业的对数字油田的广泛讨论和研究就是一个示范作用的例子。

大庆油田处于经济发展较慢的东北老工业区，尤其是处在我国重要的资源基地——黑龙江省，其周边的社会环境对油田的发展具有一定的影响。在这个地区，人们对激烈的市场竞争反应较为迟钝，思想观念比较保守。大庆油田有限责任公司近年来虽然在认清形势、转变观念这方面做了大量的工作，但仍然存在明显的障碍。

信息化建设的重要性已经得到了全世界的承认。越来越多的人投入到信息化建设的洪流中来。数字油田建设在大庆油田和其它石油公司内部的战略作用正在被逐渐认识，但是，很多人还不知道数字油田是什么，还看不到数字油田的前景。这些人中不仅仅包括基层的工作人员，甚至还包括相当多的管理人员。幸运的是，很多石油公司的决策者高瞻远瞩，对数字油田寄予重望。大庆油田有限责任公司由于提出数字油田的构想时间最长，对数字油田的讨论和研究也最多，因此在大庆油田公司，决策层、中层管理人员以及基层的技术人员大部分对数字油田持支持态度。少部分人因考虑到投入较大持谨慎态度。

近年来大庆油田公司信息化建设的成绩在公司内部、中国石油天然气股份有限公司（大庆油田有限责任公司的母公司）、中国石油天然气集团公司（中国石油天然气股份有限公司的持股人）以及全国的石油行业内得到了肯定。各方观点都趋向于加紧建设数字油田。这对大庆油田公司数字油田的发展具有大力的促动作用。

#### 社会环境要点因素

通过上述社会分析环境，可以得出大庆油田公司数字油田发展在社会背景方面面临的主要机会与威胁。

机会要点：

* 大庆油田公司数字油田具有示范作用
* 数字油田建设的意义被认可

威胁要点：

* 周边社会环境不利
* 少数人持谨慎态度

上述机会与威胁要点已列入表5-1。

### 经济环境分析

经济环境是指企业经营过程中所面临的各种经济条件、经济特征等因素。主要内容包括国家经济形势、经济总量、国民收入、物价水平、经济基础设施以及国际经济因素等。

对大庆油田公司数字油田建设而言，还要考虑企业的规模、盈利能力、信息化建设投入的历史情况和国内外石油企业的经济状况。

#### 经济环境总体分析

在大庆油田公司所面临的国内外经济环境方面，主要存在如下几个因素：

##### 国家宏观经济形势对大庆油田有限责任公司的发展具有重大影响。

我国GDP增长长期持续保持7%以上。2003年，受伊拉克战争和非典型肺炎影响，GDP增长率可能会有明显下滑，但这是暂时性的。近5年来，中国政府采取了积极的货币政策和财政政策，扩大了内需，保持了国民经济持续、稳定、快速增长。相信我国GDP的增长将持续下去。国内汽车需求量的快速增长对石油产业将产生较大的拉动作用。

2003年初，我国经济继续强劲增长，主要工业产品生产情况良好，能源生产稳定增长，重要原材料产品也保持较快增长，而汽车及部分电子通信等热点产品生产更是增势迅猛。

大庆油田有限责任公司作为我国最大的石油企业，其发展形势与国家宏观经济形势密不可分。

总体来说，中国持续的国民经济增长对大庆油田公司的发展是有利的。

##### 相关产业政策及措施对大庆油田公司的运营具有保护和约束作用。

我国政府先后颁布了《中华人民共和国矿产资源法》和《石油及天然气勘查开采登记管理暂行办法》等许多相关的法律法规。这些法律法规是石油企业经营的法律依据，既有约束作用，也有保护作用。

其它相关的法律法规还包括：《中华人民共和国对外合作开采海洋石油资源条例》、《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》、《石油、天然气管道保护条例》、《中华人民共和国对外合作开采陆上石油资源条例》、《中华人民共和国矿产资源法》、《矿产资源勘查登记管理暂行办法》、《中华人民共和国矿产资源法实施细则》、《关于煤成气勘查开采登记管理有关问题的通知》、《关于限期停止生产销售使用车用含铅汽油的通知》等等。

我国石油天然气市场结构和监管体制还存在一定的问题。石油天然气行业要走市场化道路，引入有序的竞争机制。按照WTO规则及我国政府的对外承诺，石油天然气勘探开发及下游市场的准入限制将逐步取消。政企分离的趋势会变得越来越明显，国家石油公司的行政职能将在不远的将来取消，油田公司将逐步实行商业化经营。

目前中国还处于社会主义市场经济的初级阶段，与之相配套的法律体系还不完善。中国国有石油公司与国际上的跨国石油公司相比，在资金和技术上都有相当的差距。因此，在进一步引进外资开放市场的同时，国有石油公司可能会受到较大的冲击。

大庆油田有限责任公司必须遵守国家颁布的相关法律政策，同时作为国际石油公司还必须遵守WTO的有关规定。对中国石油工业来说，WTO的挑战是严峻的，但是问题主要存在于内部。根据WTO文件规定，在关税方面，原油将从1% 降到0%，汽油从9%降到5%；其它石油石化产品的关税也要大幅度降低，非关税壁垒将被拆除。包括大庆油田公司在内的上游公司可能将承担较小的压力，但下游公司比国外高出50%的成本将是个大问题。

总体来说，相关产业政策正在向着有利于大庆油田公司发展的方向前进。

##### 国际石油经济情况变幻莫测，对大庆油田公司发展是否有利难以判断。

当今世界经济正走向全球化、一体化。石油经济又是影响和制约国际经济发展的重要因素，而国际石油合作则是石油经济交往的一个主要内容。世界各国对国际石油合作都表现出极大的热情。他们正在认真研究策略，积极培训队伍，加快实施进程，努力开辟国际石油合作市场，使国际石油合作出现了激烈竞争的局面。

围绕石油资源的争夺，世界各国都给予了强烈的关注。伊拉克战争的冲击、国际局势的动荡和国际油价的波动，对我国石油经济产生了一定的影响。但是，目前我国在国际石油贸易中的被动处境与本行业的改革进程有关。目前，伊拉克战争的结果已成定局，但石油价格是否会保持稳定仍和从前一样永远都是一个解不开的谜。大多数专家的预测基本认为战后一段时间内石油价格降低。这对中国的整体发展上可能是有利的，但是对于处于石油产业上游的大庆油田有限责任公司而言石油价格下降无疑是不利的。然而，石油价格的预测却总是难以捉摸。

另一方面，世界石油工业的垄断程度很高，70年代和80年代的两次石油危机都与垄断相关。近年来的在石油行业的几起重大并购案对世界石油形势也具有深远的影响。1998年，BP并购阿莫科，并购后资产达1300亿美元；同年，埃克森石油公司(市值1770亿美元)对位居其次的美孚石油公司(市值600亿美元)进行了兼并，新的埃克森-美孚石油公司超过了壳牌石油公司成为全球最大的石油公司。这两家原同属于洛克菲勒家族的公司经历了近一个世纪的拆分又重新走到了一起。此后，在全球石油工业范围内掀起了并购与重组的浪潮。中国石油和大庆油田公司就是经过重组而在2000年成立的。大庆油田有限责任公司已经随中国石油在海外上市。

大庆油田有限责任公司未来发展的重点空间之一就是海外市场，国际形势对实施海外战略具有极其重要的影响。总体看来，世界石油经济的局势对大庆油田公司来说既是挑战，也是机遇。

##### 近期市场形势可能不利于大庆油田公司。

2003年第一季度，受国际油价持续上涨因素的影响，国内油品价格一直较高。2003年1月份，原油价格环比上升7.6%，同比上升42.7%。天然气价格环比上涨0.6%，同比上升0.7%。然而，此间我国原油进口增长了77%，造成了原油进口净增额带来全部贸易赤字的89%的份额。

我国参与国际石油市场交易的现有方式是采用现货贸易方式按计划指标组织进出口，带有强烈的计划经济色彩。这种做法造成了在国际市场波动中被动应付的局面。另外，我国石油的市场体系还不健全。三大石油公司（中石油、中石化、中海油）仍然垄断着中国的石油市场。计划经济的残余影响对大庆油田公司显然是不利的；垄断对于大庆油田公司是有利的，但能够维持多久是不易确定的。

我国的石油行业虽然已经过重组，但目前仍沿用着计划经济的体制。大庆油田有限责任公司仍然不能直接面对市场。石油期货市场还没有建立，这不仅在一定程度上阻碍了国内企业生产交易的需求，而且不利于我国石油企业参与世界石油市场上的竞争。

有关专家预计，伊拉克战后的世界石油价格可能会由战前的居高不下而大幅度回落。这将有利于我国的石油储备，但对大庆油田公司而言却不是好消息。还有专家人为，伊拉克战后，美国和欧洲的各大石油公司将把投资重心转向伊拉克。这将为我国的石油企业在海外投资多元化让出一定的市场空间。

当前世界石油供应已出现供大于求的局面。战后伊拉克将大量增加石油出口，而石油输出国组织(OPEC)的态度和策略还不得而知，但是未来世界石油市场的中低油价时期可能会到来。

可以肯定地说，世界石油价格的回落对大庆油田有限责任公司不利。

大庆油田公司数字油田建设不仅受到公司所面临的国内外经济因素的影响，也将受到公司内部经济因素的制约。因此必须分析大庆油田公司内部的微观经济形势。以下(5)-(8)讨论大庆油田公司内部经济因素对数字油田的影响。

##### 公司规模是数字油田发展的重要因素。

大庆油田有限责任公司是一个大型企业，公司经济规模大，原油产量高，具有雄厚的经济实力。公司注册资本475亿元，资产总额约850亿元。2002年，生产原油5013万吨，生产天然气20亿立方米，实现第27年年产原油5000万吨以上高产稳产。大庆油田开发建设43年来，已累计生产原油17.26亿吨。2001年，大庆油田公司原油产量开始下调，但这是出于经济效益的考虑，不表示公司实力的下降。相反，逐步下调原油产量对保持大庆油田“高水平、高效益、可持续发展”是十分有利的。因此，这项措施得到了广泛的赞同。

大庆油田公司的强大经济规模对实施数字油田战略是极其有利的。可以说，这是实现数字油田最有力的保障。

##### 公司的经营状况有利于数字油田。

目前，大庆油田有限责任公司的经营状况良好。大庆油田已经累计上缴各种资金并承担原油价差8000多亿元（相当于利润）。2001年，实现销售收入789.8亿元，利润总额（国内准则）484.4亿元，实际上缴税费136.44亿元（不含所得税）。从总体上来看，油田公司保持着相当优秀的经营态势。

大庆油田公司良好的经营状况是数字油田建设的强大经济保障。

##### 公司经营机制的转变有利于数字油田。

自重组以来，大庆油田公司的经营机制一直在向着更加合理的方向转变。公司把现代企业模式作为自身发展的目标。2002年公司开始实行制度文本化管理。虽然目前在公司经营机制上尚存在一些问题，但发展方向是有利于数字油田建设的。

##### 信息化建设投入逐年增加。

据有关资料显示，目前国外的油气行业每年在信息化建设方面的总投资额超过100亿美元，占总收入的2%左右。按此比例计算，大庆油田有限责任公司每年应在信息化建设上投资10亿元人民币以上。但实际上，在过去的几年中，大庆油田公司每年的信息化建设投入是应投入的十分之一，不足总收入的0.2%，与国外油气公司相比差别很大。

从2002年开始，这种情况开始好转。据悉，在十五期间，我国石油行业（主要包括中石油、中海油、中石化）在信息化建设的投资将达到100亿元人民币。这个数字同历史相比增加了许多。大庆油田公司也将加大信息化建设资金投入力度。

但是，在大庆油田有限责任公司内部，信息化建设资金还不能以独立的专项资金列为财务账目。这部分资金还必须以勘探、开发等成本项目列支。这种局面已经得到决策层的重视，相信近期这个问题将得到解决。

#### 经济环境要点因素

总结经济环境对大庆油田公司数字油田建设的要点因素如下：

机会要点：

* 宏观经济形势有利
* 公司规模有利数字油田
* 公司经营状况有利数字油田
* 公司经营机制的变化有利数字油田
* 信息化投入增加

威胁要点：

* 石油降价不利大庆
* 国家控制过严不利大庆
* 国际石油经济动荡
* 信息化资金渠道不畅

这些因素已列入表5-1。

### 技术环境分析

技术环境是指一个国家或地区的科技发展水平、科技政策、技术向新产品转化的能力以及科技发展动向等各方面因素的总和。

大庆油田有限责任公司数字油田需要信息技术、石油工程技术、地质科学、管理学等方方面面的支持。详细技术需求请参见本文4.5节。

对大庆油田有限责任公司的数字油田建设而言，应该从信息技术环境和其它技术（石油工程技术、地质科学技术和管理技术等）环境两个方面进行技术环境分析。

#### 技术环境总体分析

大庆油田公司数字油田所面临的内外技术环境主要存在如下几个因素：

##### 信息技术发展迅速。

信息技术的迅猛发展有目共睹。信息技术是实现数字油田的关键技术。没有信息技术的发展，就不会有数字油田构想的产生。因此，信息技术对数字油田建设的重要意义是不言自喻的。但是只依靠信息技术是不可能实现数字油田的目标的。即使实现了，也没有实际意义。也就是说，信息技术是手段，而不是目的。

##### 地质科学与石油工程技术有新进展。

大庆油田有限责任公司在石油地质与工程技术方面处于国内领先地位，部分技术（如三次采油技术、聚合物驱油技术等）在全球范围内领先。多学科油藏研究技术、高分辨地震勘探技术、地质建模技术等都为数字油田提供了技术环境基础。

##### 现代管理技术发展迅速。

许多新兴管理技术对大庆油田公司的数字油田建设提供了可参考的模式，并为其发展策略提供了思想、理论、技术和分析工具。ERP等管理思想对数字油田的建设具有指导作用。项目管理技术可以为数字油田各个项目的组织、实施、监控提供有力的工具。

##### 外部技术支持广泛。

数字油田所需的各项技术不仅可以由大庆油田公司自行开发，还可以借助外部科研力量。国内科研机构、大专院校、IT公司、咨询公司可以为大庆油田公司提供各类技术支持。

#### 技术环境要点因素

技术环境对大庆油田公司数字油田建设的影响基本上都是有利的，都可视为机会。

主要的机会要点：

* 信息技术发展态势好
* 石油工程技术有进展
* 管理技术发展较快
* 外部技术支援充分

上述要点已列入表5-1。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | |
| 表5-1 大庆油田有限责任公司数字油田环境分析要点因素汇总表 | | |
|  | 机会 | 威胁 |
| 政治  因素 | 1. 信息化政治形势好 2. 政府高度重视大庆 | 1. 强制性高产不利油田可持续发展 2. 世界石油政治动荡 3. 稳定对数字油田发展有影响 |
| 社会  因素 | 1. 大庆数字油田具有示范作用 2. 数字油田建设的意义被认可 | 1. 周边社会环境不利 2. 少数人持谨慎态度 |
| 经济  因素 | 1. 宏观经济形势有利 2. 公司规模有利数字油田 3. 公司经营状况有利数字油田 4. 经营机制变化有利数字油田 5. 信息化投入增加 | 1. 石油降价不利大庆 2. 国家控制过严不利大庆 3. 国际石油经济动荡 4. 信息化资金渠道不畅 |
| 技术  因素 | 1. 信息技术发展态势好 2. 石油工程技术有进展 3. 管理技术发展较快 4. 外部技术支援充分 |  |
|  | | |

## 数字油田建设环境因素评价

上述环境分析中，识别了一些对大庆油田有限责任公司数字油田建设具有影响的外部因素。为了了解外部环境对数字油田建设的影响程度，并找出关键的环境因素，可以使用外部因素评价（EFE, External Factor Evaluation）矩阵进行综合评价。

EFE矩阵一般用于评价一个企业的各个外部因素对企业自身的影响，但是，经过适当的处理，这个方法也可以评价企业内部某个领域所面临的机会与威胁。大庆油田有限责任公司数字油田战略既是企业总体战略的一部分，也是企业的一项职能战略（见本文1.3节）。因此本文也借助EFE矩阵来评价大庆油田公司数字油田建设所面临的机会与威胁。实践证明，这种方法是有效的，可以得到较为合理的评价结果。

关于EFE矩阵的使用方法，因为比较简单，本文不加以介绍，可在本文列出的参考文献中找到。但是，在实际操作中，我们发现有必要对EFE矩阵法做一点改进。因为，从EFE矩阵中，可以把加权得分最高的几项机会环境因素视为关键的机会，但却不能从加权得分判断出关键的威胁。为此，本文对EFE矩阵法的评分值做了改进，即将原来的1到4分改为-2到+2分。1表示企业对机会反应一般，2表示企业对机会反应明显，-1表示企业对威胁反应一般，-2表示企业对威胁明显。这样就可以通过各项环境因素的加权得分来识别关键机会和威胁。加权得分最高的几个环境因素可视为关键机会，加权得分最低的几个环境因素可视为关键威胁。根据原来的EFE矩阵法，可以经过简单的推算得到衡量标准：加权后的总得分最低为-2，最高为+2，平均分为0。

还要需要说明的是，因为数字油田发展战略面临的环境因素具有两个层面，即公司外部环境因素和公司内部环境因素，因此，本文在处理这两个层次的环境因素时采取分别对待的办法。这是因为，公司内部的环境因素一般对于数字油田建设具有直接作用，公司外部环境因素要通过影响公司的发展而间接地作用于数字油田建设。本文把前者视为直接因素，把后者视为间接因素。在确定重要性权重和打分时对直接因素和间接因素加以区别。另外，在列出环境因素要点时，对相近的要素进行了合并。

EFE矩阵见表5-2。

通过EFE矩阵对大庆油田公司数字油田建设环境因素的综合评价，得到的结论是：大庆油田有限责任公司数字油田建设的环境较好，高于平均水平，机会较多，但也存在许多威胁。

分析还可得到大庆油田有限责任公司数字油田建设所面临的主要机会和威胁如下：

主要机会依次是：

* 公司规模大
* 公司经营状况好
* 数字油田需求明显
* 政府与社会重视大庆
* 公司管理水平提高

主要的威胁依次是：

* 信息化建设资金渠道不畅通
* 石油降价
* 强制性高产
* 世界石油经济动荡

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 表5-2 大庆油田有限责任公司数字油田建设环境因素评价矩阵 | | | | |
| 环境因素 | | 权重 | 评分 | 加权分数 |
| 机会 | 国家宏观经济形势好 | 0.03 | +1 | +0.03 |
| 政府与社会重视大庆 | 0.05 | +2 | +0.10 |
| 信息化总体形势好 | 0.04 | +2 | +0.08 |
| 数字油田需求明显 | 0.10 | +2 | +0.20 |
| 公司规模大 | 0.15 | +2 | +0.30 |
| 公司经营状况好 | 0.15 | +2 | +0.30 |
| 石油工程技术水平高 | 0.04 | +1 | +0.04 |
| 公司管理水平在提高 | 0.05 | +2 | +0.10 |
| 外部技术支援充分 | 0.03 | +1 | +0.03 |
| 威胁 | 强制性高产 | 0.04 | -1 | -0.04 |
| 世界石油经济动荡 | 0.04 | -1 | -0.04 |
| 维护社会局势稳定 | 0.01 | -1 | -0.01 |
| 周边社会观念落后 | 0.01 | -1 | -0.01 |
| 石油降价 | 0.08 | -2 | -0.16 |
| 现有经营模式不科学 | 0.03 | -1 | -0.03 |
| 信息化资金渠道不畅 | 0.15 | -2 | -0.30 |
| 总计 | | 1 |  | +0.59 |

## 数字油田建设资源与能力分析

### 数字油田建设的优势

#### 资金雄厚

大庆油田公司年销售收入一般在800亿元人民币以上，利润一般在500亿元人民币左右，拥有雄厚的资金，可用于数字油田的资金投入量很大。如果按照国际油公司在信息化建设的平均比例（2%）来算，大庆油田公司每年应投入约10亿元人民币用于信息化建设。虽然在过去的几年中并没有投入如此规模的资金，但仍近1亿元人民币。今后若干年对数字油田的投入将会逐步增加。

#### 规模优势明显

大庆油田的原油产量近年来一直保持在5000万吨以上，占据中国石油原油产量的半壁江山。大庆油田公司的生产规模一直是全国首位，在世界石油领域，大庆油田也是一个石油巨人。大规模的生产对信息化的需求更加强烈，这对发展数字油田是十分有利的。

#### 人力资源丰富

大庆油田有限责任公司拥有约9万员工，其中包括大量从事石油工程、IT、管理等方面的大批专家、学者、经理、工程师、技师。坚实的人力资源基础是实现数字油田的重要保障之一。近年来，大庆油田公司着力培养了各方面的高级人才，这些人才为大庆油田的“高水平、高效益、可持续发展”做出了巨大的贡献，并将继续为实现数字油田的战略目标贡献力量。

#### 技术能力强

大庆油田在油田勘探开发、地面工程、信息化建设、经营管理等各个方面具有强大的研究、开发和应用能力。广大的技术人员能够为数字油田建设提供强有力的技术支持。大庆油田公司能够依靠自身的技术力量，通过适量的合作完成数字油田的建设。

#### 信息化基础牢固

近年来，大庆油田公司进行了大规模的信息化建设。截至目前为止，信息化的基础已经基本打好，完全具备了向数字油田迈进的条件。企业网基本建成、应用系统初见规模、数据基础逐步整合等等一系列基础性工作的良好展开使得数字油田建设的成功希望大大增加。大庆油田有限责任公司在2000年基本建成了企业网，并配置了相当数量的计算机系统及其它硬件设备。这为数字油田的建设提供了基础，但配备了基础设施并不等于实现了数字油田。大庆油田公司数字油田建设的目的之一就是要充分发挥基础设施的支持作用。另外，基础设施建设并不是一劳永逸的，还需要不断完善和维护。

#### 开发成本低

大庆油田有限责任公司一直在降低成本上进行努力，成果显著。信息化开发成本也相对较低。低成本因素使得数字油田的建设更加容易见到效益。

#### 领导重视

大庆油田公司的信息化建设历来是“一把手”工程。公司的历任领导都对信息化建设十分重视。这是大庆油田信息化建设之所以能够取得今天的成绩的重要因素之一。现在，公司领导对数字油田更加寄予重望。实践表明，在国有大型企业中，领导重视是信息化建设成败的关键因素。

#### 贴近应用需求

大庆油田公司对自身的了解肯定是比其它任何组织或企业更加深刻。数字油田建设就是正确认识自身条件和谋求自身发展的结果。数字油田的提出不是为了追求时髦，而完全是为了满足公司各个领域对信息化建设的需要。数字油田是在极其贴近企业需求的情况下提出的。数字油田既要解决现有的实际问题，还要满足企业自身再造的要求。

#### 培训条件好

大庆油田有限责任公司具备全面的培训设计和优越的培训环境。公司每年都投入资金进行员工的技术培训。培训是数字油田建设的一项基础性工作。尤其对于达到人力资源数字化目标而言，培训是最有效的手段。大庆地区能够为大庆油田公司的培训需求提供优良的场地、设施、环境和教师资源。

#### 建设热情高

数字油田鼓舞着大批的员工。特别是管理人员和技术人员对数字油田怀有巨大的希望。这种力量对建设数字油田是不可忽视的主观能动力，可以加以充分的应用。

#### 具有大客户优势

大庆油田公司的规模决定了其在市场上的优势。近年来大庆油田公司采取公开招标的方式引进各类设备、系统，并凭借大客户的优势节约了大量的资金。在IT系统与设备的购买方面，大庆油田公司的大客户优势比较明显。

#### 抗风险能力强

数字油田建设是一项需要投入大量资金的大型工程，其风险是普通的企业难以承担的。由于大庆油田公司的经营规模、盈利能力、技术实力等各方面的原因，使得大庆油田公司具有较强的抗风险能力。这对于数字油田的建设是十分有利的。

### 数字油田建设的劣势

#### 组织不健全

目前大庆油田有限责任公司设有信息中心。信息中心是公司总部的一个直属部门，但不是一般意义的职能部室。信息中心目前仍主要承担IT技术支持的任务，而管理职能较弱。信息中心在公司信息化建设领导小组的领导下进行信息化建设组织等管理工作。在整个公司范围内的各二级单位（采油厂、分公司、院、所）一般设有二级信息中心，职能与公司及信息中心相同。见图1-1 。这种组织结构虽然初步形成了一个体系，但距离数字油田对管理组织的要求还相差很大。

#### 信息化资金投入少

上文已经阐述过，按照同行业的比例，大庆油田公司每年的信息化投入应在10亿元人民币以上。但过去若干年中，所投资金一般未超过1亿元人民币，还不到应投入的10%。出现这种现象有其内在的原因，但主要是受大庆油田公司所处经营环境决定的。目前大庆油田公司的信息化建设资金还没有专项的渠道，还需要以勘探、开发等名义列支资金。信息化建设需要较大规模的资金支持，否则数字油田无法实现。

#### 管理力度不够

尽管大庆油田公司设有信息中心这样一个机构，但其管理权限很弱。信息中心目前主要从事信息技术支持的工作，对公司信息化的总体规划和实施缺乏统一的管理，造成分散建设、互不兼容、难以集成等问题出现，并容易浪费资金。

#### 数据共享度低

大庆油田公司的信息化基础总体上来说是比较牢固的，但是数据共享问题长期未得到解决。这对数字油田而言是致命的弱点。数据是数字油田的细胞。没有数据，数字油田也就无从谈起。在生产经营过程中积累的大量数据还存在较大的质量问题和共享问题。这些因素都对数字油田的建设，尤其是数字油藏的建设十分不利。另外，数据交割模式亟待改善。

#### 应用系统建设重复

应用系统是数字油田的骨架，是数据的操作者。在大庆油田公司日常生产经营的各个环节中，运行着成百套应用系统。这些应用系统为大庆油田的勘探、开发、科研、经营做出了巨大的贡献。但是，应用系统的重复建设现象比较严重，而且互不兼容的现象普遍。这主要是因管理不力而导致的。

#### 勘探开发一体化程度低

由于中国的经济发展的历史原因，大庆油田的建设开发一直采用与世界通行模式不同的勘探开发方式。按照国际通行的油田公司运作模式，勘探、开发、地面工程、储运等主要的生产环节是一体的，具体的操作方式是以项目为主导。而我国的大部分油田在开发初期就将勘探、开发等阶段整体地分割开来，造成勘探与开发两个环节的数据（主要是石油储量数据）时常发生矛盾，地质模型也不能顺利地从勘探部门转到开发部门，形成了割据状态。这对于数字油田的实现很不利。

#### 缺乏统一规划

信息化建设的统一规划具有突出的战略意义。大庆油田有限责任公司近几年在这方面作了很多工作，但仍然不足。从1997年至今，大庆油田公司共制定了两个信息化建设规划。虽然这些规划对油田公司的信息化建设具有重要的指导意义，但受到管理力度等方面的牵制，规划经常不能严格实施，各自为政的现象屡禁不止。

#### 存在安全问题

随着网络的普及发展，安全问题已经对公司的数据、应用系统等造成威胁。大庆油田公司企业网已经安装了防火墙、漏洞检测与修补、网络监视等安全防范系统，但仍偶尔发生局部网络瘫痪、服务器死机等问题。虽然到目前为止尚未发生严重事故，没有造成较大的损失，但将来要加强信息安全防范与修复工作。

#### 缺乏高级人才

大庆油田有限责任公司拥有丰富的人力资源，但是缺乏高级的信息化建设人才，尤其缺乏能够将信息技术与油田实际结合起来的复合型人才。在现有的信息化专业人才中，大部分技术人员处于中等和初级水平，专家不多，且大部分人存在知识单一、综合能力弱等问题。另一方面，信息技术高级人才外流问题严重。

#### 维护费用少

很多人以为网络建成了、设备安装了就万事大吉了，他们忽略了维护问题。每年大庆油田公司的信息化基础设施都要有所更新和更换，这需要一定量的资金支持。但是，目前的维护费用很少。

#### 开发模式落后

大庆油田公司具有较大的信息系统开发队伍，但开发模式落后，效率不高。另外，对外部技术支持排斥较大。很多不适合自研的系统宁可自行开发，而不愿引进成熟的系统。表面上看这是节省了资金，但实际上效果往往不好。许多自行开发的系统由于缺乏考验，成熟度不高，在应用中经常出问题，结果造成的损失更大。另一方面，有些系统是市场上不提供的，只能自行开发，但有些单位为了省事而转包出去，结果带来系统使用性差等问题。这些问题都是现有的开发模式的问题。该引进的不引进，该自研的不自研。

#### 未得到全局重视

大庆油田公司的信息化建设得到了历任领导的重视，但在整个公司的各个层次和领域，信息化建设尚未得到“真正的”全局性重视。很多人仍然认为信息化不过是锦上添花而已。虽然这种状态在逐渐改善，但仍比较严重。

#### 贡献得不到承认

信息工作者的贡献得不到应有的承认，致使整个信息化建设队伍士气不高，人才外流，影响数字油田的发展。

## 数字油田建设内部因素评价

经过资源与能力分析，识别了一些对大庆油田有限责任公司数字油田建设具有影响的内部因素。接下来需要对这些内部因素进行评价，找出大庆油田有限责任公司在数字油田建设方面所拥有的主要优势与劣势，并估计内部因素对数字油田建设的影响程度。经仔细研究，本文认为可以利用内部因素评价（IFE, Internal Factor Evaluation）矩阵进行综合评价。尝试结果表明，IFE矩阵法在大庆油田公司数字油田建设内部因素评价方面是很有效的工具。

和本文5.2节使用EFE评价环境因素类似，这里对IFE矩阵法也做了一些改进。主要目的是识别关键的优势与劣势。这里不再赘述具体改进作法，只说明评分规则。+1表示优势不明显，+2表示优势明显，-1表示劣势不明显，-2表示劣势明显。

因为数字油田发展战略的资源和能力也具有两个层面，即公司本身的优势和劣势、信息化建设组织的优势和劣势。因此，也需要区别对待，方式与前述评价外部环境因素的方法类似。

IFE矩阵见表5-3。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 表5-3 大庆油田有限责任公司数字油田建设内部因素评价矩阵 | | | | |
| 内部因素 | | 权重 | 评分 | 加权分数 |
| 优势 | 资金雄厚 | 0.05 | +2 | +0.10 |
| 规模优势明显 | 0.01 | +2 | +0.02 |
| 人力资源丰富 | 0.03 | +1 | +0.03 |
| 技术能力强 | 0.02 | +1 | +0.02 |
| 信息化基础牢固 | 0.08 | +2 | +0.16 |
| 开发成本低 | 0.02 | +1 | +0.02 |
| 领导重视 | 0.10 | +2 | +0.20 |
| 贴近应用需求 | 0.02 | +2 | +0.04 |
| 培训条件好 | 0.02 | +1 | +0.02 |
| 建设热情高 | 0.02 | +2 | +0.04 |
| 具有大客户优势 | 0.05 | +2 | +0.10 |
| 抗风险能力强 | 0.03 | +2 | +0.06 |
| 劣势 | 组织不健全 | 0.03 | -1 | -0.03 |
| 信息化资金投入少 | 0.10 | -2 | -0.20 |
| 管理力度不够 | 0.08 | -2 | -0.16 |
| 数据共享度低 | 0.10 | -2 | -0.20 |
| 应用系统建设重复 | 0.05 | -2 | -0.10 |
| 勘探开发一体化程度低 | 0.03 | -2 | -0.06 |
| 缺乏统一规划 | 0.05 | -1 | -0.05 |
| 存在安全问题 | 0.02 | -1 | -0.02 |
| 缺乏高级人才 | 0.02 | -2 | -0.04 |
| 维护费用少 | 0.02 | -2 | -0.04 |
| 开发模式落后 | 0.01 | -1 | -0.01 |
| 未得到全局重视 | 0.02 | -1 | -0.02 |
| 贡献得不到承认 | 0.02 | -1 | -0.02 |
| 总计 | | 1 |  | -0.14 |

通过IFE矩阵对大庆油田数字油田建设内部因素的综合评价，得到的结论是：在大庆油田有限责任公司数字油田建设的内部优势与劣势基本相当，略低于平均水平，劣势稍明显一些，但不足以产生重大影响。

分析还可得到大庆油田有限责任公司数字油田建设主要的优势和劣势如下：

主要优势依次是：

* 领导重视
* 信息化基础牢固
* 资金雄厚
* 具有大客户优势
* 抗风险能力强

主要的劣势依次是：

* 信息化资金投入少
* 数据共享度低
* 管理力度不够
* 应用系统建设重复
* 勘探开发一体化程度低

## 数字油田发展战略SWOT分析

本文上述几节已经对大庆油田有限责任公司数字油田建设的内、外部环境中存在的主要机会、威胁、优势、劣势进行的分析，但是这种分析是独立进行的，没有考虑内、外部因素联合作用的效果。只有将两方面的因素同时进行综合分析才能确定真正的机会、威胁、优势和劣势。为了将环境因素（机会和威胁）与内部因素（优势和劣势）进行综合分析，进而确定数字油田的发展战略，需要进行SWOT分析。

表5-4是大庆油田有限责任公司数字油田建设SWOT分析表。

从表5-4中可以得到关于大庆油田有限责任公司数字油田建设战略的分析结论。

关键机会：

* 数字油田需求明显
* 公司经营状况好
* 政府与社会重视大庆

关键威胁：

* 信息化资金渠道不畅通
* 世界石油经济动荡

关键优势：

* 领导重视
* 资金雄厚
* 信息化基础牢固

关键劣势：

* 信息化资金投入少
* 数据共享度低
* 应用系统重复建设

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表5-4 大庆油田有限责任公司数字油田建设SWOT分析表 | | | | | | | | | | | | |
| **外部**  **因素**  **内部**  **因素** | | **机会** | | | | | **威胁** | | | | **+** | **-** |
| **公司规模大** | **公司经营状况好** | **数字油田需求明显** | **政府与社会重视大庆** | **公司管理水平提高** | **信息化资金渠道不畅通** | **石油降价** | **强制性高产** | **世界石油经济动荡** |
| **优势** | **领导重视** | ++ | ++ | ++ | + | + | 0 | + | +/- | - | 10 | 2 |
| **信息化基础牢固** | + | + | + | + | + | - | - | 0 | +/- | 6 | 3 |
| **资金雄厚** | + | + | + | + | + | +/- | - | + | +/- | 8 | 3 |
| **具有大客户优势** | + | +/- | + | + | 0 | - | 0 | 0 | - | 4 | 3 |
| **抗风险能力强** | + | + | 0 | + | + | - | 0 | 0 | - | 4 | 2 |
| **劣势** | **信息化资金投入少** | -- | - | +/- | - | - | -- | - | +/- | - | 2 | 10 |
| **数据共享度低** | -- | - | +/- | - | - | - | - | - | - | 1 | 10 |
| **管理力度不够** | - | + | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | 1 | 5 |
| **应用系统建设重复** | - | - | +/- | 0 | - | - | - | - | - | 1 | 8 |
| **勘探开发一体化程度低** | -- | - | - | + | + | - | + | + | +/- | 5 | 6 |
| **+** | | 6 | 7 | 8 | 6 | 5 | 1 | 2 | 4 | 3 |  |  |
| **-** | | 8 | 5 | 4 | 2 | 3 | 10 | 6 | 5 | 10 |  |  |

# 第六章 数字油田发展战略制定与评价

## 备选战略制定

第五章通过SWOT分析已经确认了大庆油田有限责任公司数字油田发展的关键机会、关键威胁、关键优势和关键劣势。为了制定出合理的数字油田发展战略，在上述分析结果的基础上，本章运用道斯矩阵（TOWS）制定备选战略，进而最终确定大庆油田公司数字油田发展的可行战略。

运用道斯矩阵可以得到四个方向的备选战略：

* SO战略：优势-机会战略。发挥优势，利用机会。
* WO战略：劣势-机会战略。利用机会，克服劣势。
* ST战略：优势-威胁战略。发挥优势，消除威胁。
* WT战略：劣势-威胁战略。减轻劣势，回避威胁。

关于TOWS矩阵的使用方法因为比较简单，本文不再赘述。

图6-1为大庆油田有限责任公司数字油田发展战略道斯矩阵。通过道斯矩阵分析，得出7条备选战略，详见图6-1。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **S-优势**  1领导重视  2资金雄厚  3信息化基础牢固 | **W-劣势**  1信息化资金投入少  2数据共享度低  3应用系统重复建设 |
| **O-机会**  1数字油田需求明显  2公司经营状况好  3政府与社会重视大庆 | *S****O战略***  1发挥大庆的典范作用  (S1,O3)  2加快数字油田建设进程  (S2,S3,O1,O2) | ***WO战略***  1加大数字油田投资  (W1,O2,O3)  2加强数据基础建设与应用  (W2,W3,O1) |
| **T-威胁**  1信息化资金渠道不畅通  2世界石油经济动荡 | ***ST战略***  1解决信息化资金渠道问题  (S1,S2,T1)  2建设数字油田，增强核心竞争力  (S3,T2) | ***WT战略***  1加强信息化统一管理  (S1,S2,S3,O1,O2) |
| 图6-1 大庆油田有限责任公司数字油田发展战略道斯矩阵 | | |

## 可行发展战略

将经过道斯矩阵分析得出的备选战略加以综合得到了5条大庆油田有限责任公司数字油田发展的可行战略（见6.2.1-6.2.5）。

发挥示范作用，争取外部支持

大庆油田公司数字油田建设在全国石油界引起了强烈反响。2000年中国石油制定了IT发展战略规划，2002年中国石油勘探与生产分公司制定了勘探信息系统规划，并对大庆油田公司的信息化建设提出了指导意见。大庆油田公司要发挥自身在中国石油行业的示范作用，争取政府及中国石油的大力支持。

这种支持可以来自三个方面。一是资金支持，二是技术支持，三是政策支持。

首先，大庆油田公司应该争取从中国石油和政府有关部门（如国家科技部、信息产业部等）获得一定数量的投资，以减轻自身的财政压力。

第二，大庆油田公司要向勘探与生产分公司提出技术支援的要求，弥补自身缺乏高层次IT人才以及相关石油工程技术的弱点，增强自身的技术能力。

第三，大庆油田公司应该要求上级主管部门制定有关数字油田建设的有利政策，包括财政政策、人力资源政策、统一管理政策等。

建设数字油田，加速企业再造，抵御经营风险

世界石油经济的动荡对全球的各个石油公司都是一个严格的考验。在中国加入WTO之后，这种严峻的形势更加逼人。大庆油田公司要通过建设数字油田，增强企业自身的核心竞争力，以抵御各种经营风险。

数字油田的一部分重要功能就是企业再造。数字油田建设能够加速大庆油田公司向“产权清晰、责权明确、政企分开、管理科学”的现代企业制度转变，从而能够较快地完成自身修炼，使企业具有在国际市场参与并赢得竞争的能力。

开辟资金渠道，加大投资额度

大庆油田公司信息化建设资金是保障数字油田实现的关键因素。应该尽快在财务列支表上建立起与勘探、开发等并行的专项资金，摒弃以往统入勘探开发成本的方式下达信息化建设资金的方式。另外，投资规模还要向国际油公司信息化建设的平均规模发展，逐步加大投资力度，保证信息化建设资金的财力支持。这是大庆油田公司信息化建设的关键，是必须解决的问题。虽然目前信息化建设资金逐年增多，但还远远达不到数字油田建设的实际需求。

在这一点上存在较大的难度，主要是公司内部有关部门从其自身利益出发，不愿意让信息化建设资金统筹规划。还有，少数决策层的领导由于缺乏对数字油田建设意义的深刻理解，而单纯从削减成本的角度出发，对信息化建设资金加以限制。信息化建设的主管部门应该加强与各个方面的沟通，宣传信息化建设的作用，阐明信息化建设的回报方式与程度，争取各方面的理解与支持，进而得到财政方面的大力支持。

加强数据基础和应用建设，加快数字油田发展进程

大庆油田公司信息化建设的成绩是显著的，但也存在明显的问题。最突出的一个问题就是数据基础建设问题。数据的准确性还没有达到要求，全面的数据共享还没有实现，应用系统还没有全面集成。

目前大庆油田公司的信息化建设工作重点应该转移到数据建设上来，改变原有策略，重点建设数据中心。只有打好了数据基础，应用系统才能顺利运转，全面整合、全线集成、全程共享的应用目标才能得以实现。

在大庆油田公司，有关各方就基础数据建设已经达成一致意见，即建立数据资产管理中心，以资产的形式来管理数据。但是对建立该中心的某些具体策略还存在争议。最主要的分歧在于：数据资产管理中心应该是集中式的还是分布式的。这两种方式各有优缺点。

集中式的数据资产管理中心有利于统一管理，能够节省一定量的资金，但网络传输负担较大，不利于实际工作中的分散应用与管理，组织难度也较大。分布式的数据资产管理中心实施障碍相对较小，对某些部门冲击较小，已被二级管理部门和用户接受，适合公司目前的形势，较易组织，但是，所需投资较大，人力投入也较大。

本文6.4节将对数据资产管理中心建设战略进行评价。

实施信息化统一管理，提高资源利用效率

目前大庆油田公司信息化建设存在的问题大多与管理力度不够有关。没有强有力的管理，数字油田将难以实施，所投入的资金也得不到有效的利用，甚至会造成混乱。因此必须加强信息化组织建设，改造和完善现有的各项信息化建设规章制度，实行信息化建设的统一规划、统一管理、统一建设，提高资金使用效率和回报率。

目前需要解决的问题主要是强化信息化建设主管部门的管理地位，制定和完善招投标管理制度，加强人员培训工作，建立相关标准（如数据共享规范、应用系统开发标准等）。

## 具体对策

大庆油田的信息化建设是一个宏大的系统工程，数字油田的建设与公司“高水平、高效益、可持续发展”的总体战略密切相关，具有广泛和深远的战略意义。6.2节从几个大的方面阐述了数字油田建设的可行战略，但并不是很具体。本节将根据上述可行战略提出一些具体对策。

大庆油田有限责任公司的数字油田建设必须坚持高标准、严要求，坚持统一领导、统一部署、统一规划、统一建设。为了更好地满足大庆油田各项生产和管理业务发展的需求，必须加紧数字油田各方面的建设工作。具体而言，当前大庆油田信息化建设需要抓住以下几个方面：

##### 进一步解放思想，转变观念。必须对大庆油田信息化建设所处的阶段有清醒的认识，既不可盲目乐观，也不可灰心丧气，要保持正确的工作态度。必须认识到信息和知识是企业生存发展的战略性资源，要努力通过信息化建设提高企业的核心竞争力。以经济效益为中心，形成数据资产意识，保证资金投入，搞好数据源建设，重视应用系统开发。

##### 加大信息化资本投入，打好数据和应用基础，全面加快信息化建设进程，积极促进和参与大庆油田的业务流程再造（BPR）。

##### 加强集中管理，改进现有的信息化建设管理模式，积极稳妥地建立科学的运行机制。在宏观上，要调整管理策略，逐步完善现有的管理组织机构，规范制度流程，并对各类信息资源进行持续的优化组合，最终形成一个运转高效灵活，责、权、利清晰明确的统一的信息化建设管理架构。在微观上，要积极引进国外先进的各类管理技术，并加以合理吸收、改造和利用，使其为大庆油田的信息化建设发挥应有的作用。尤其要抓紧实施主要面向公司内部的项目经理制，初步形成对信息中心系统人力资源的矩阵式管理；继续巩固软硬件招投标管理成果。

##### 建立高效的数据和应用系统等信息资源的共享机制，特别是要加快数据中心的建设速度。在统一领导、统一布置、统一规划、统一标准、统一实施的原则下，减少重复建设，避免资本浪费，最大限度地实现信息化建设的经济效益。

##### 加快人员分化，建立结构合理的人才梯队。从低到高形成由操作人员、维护人员、系统管理员、程序员、分析设计人员、系统规划与项目管理人员、决策支持专家等各层次信息技术专业人员构成的信息化建设队伍，提高大庆油田信息中心系统的整体开发与应用能力。

##### 加快技术更新，强化沟通与交流。大力普及软件工程思想，引进国外先进的软件开发环境，重视代码与文档的管理工作，提高应用系统的开发质量与速度。加紧建设方便可靠的信息系统安全机制，抓紧实施CA认证中心的建设工作。

大庆油田的信息化建设虽然遇到了这样那样的困难，但成绩是巨大的，是必须充分肯定的；同时还要认识到，大庆油田的信息化建设仍处于初级发展阶段，具有不可跨越性。因此，在今后的信息化建设工作中，必须做到面对现实，实事求是，脚踏实地，避免好高骛远，贪大求洋，扎扎实实地做好初级阶段的基础工作，为将来的高水平应用奠定基础，把大庆油田的信息化建设推向一个崭新的阶段，最终实现数字油田的长远目标。

## 可行发展战略的评价

在战略决策阶段一般使用定量战略计划矩阵（QSPM, Quantitative Strategic Planning Matrix）揭示各种备选战略的相对吸引力，进而为战略评价与选择提供客观的基础。本文针对6.2.4节提出的建立集中的数据资产管理中心和分布式的数据资产管理中心进行QSPM分析。

QSPM是目前唯一的定量确定可行战略吸引力的方法。QSPM不仅考虑各因素的重要程度，还将各因素的具体影响的估计值计算出来，最后加以综合考虑再得出决策结果。QSPM使用相对吸引力为评价指标。

关于QSPM的使用方法本文不加详述，可参考有关文献。这里只对用到的几个参数做说明。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表6-1 数据资产管理中心QSPM分析表 | | | | | | |
| 关键因素 | | 权重 | 备选战略 | | | |
| 建立集中式的  数据中心 | | 建立分布式的  数据中心 | |
| AS | TAS | AS | TAS |
| 机会 | 国家宏观经济形势好 | 0.03 | - | - | - | - |
| 政府与社会重视大庆 | 0.05 | 2 | 0.10 | 1 | 0.05 |
| 信息化总体形势好 | 0.04 | 2 | 0.08 | 3 | 0.12 |
| 数字油田需求明显 | 0.10 | 3 | 0.30 | 4 | 0.40 |
| 公司规模大 | 0.15 | 2 | 0.30 | 4 | 0.60 |
| 公司经营状况好 | 0.15 | 1 | 0.15 | 2 | 0.30 |
| 石油工程技术水平高 | 0.04 | 2 | 0.08 | 2 | 0.08 |
| 公司管理水平在提高 | 0.05 | 2 | 0.10 | 3 | 0.15 |
| 外部技术支援充分 | 0.03 | 2 | 0.06 | 3 | 0.09 |
| 威胁 | 强制性高产 | 0.04 | - | - | - | - |
| 世界石油经济动荡 | 0.04 | - | - | - | - |
| 维护社会局势稳定 | 0.01 | 1 | 0.01 | 2 | 0.02 |
| 周边社会观念落后 | 0.01 | - | - | - | - |
| 石油降价 | 0.08 | 2 | 0.16 | 1 | 0.08 |
| 现有经营模式不科学 | 0.03 | 2 | 0.06 | 1 | 0.03 |
| 信息化资金渠道不畅 | 0.15 | 2 | 0.30 | 1 | 0.15 |
| 优势 | 资金雄厚 | 0.05 | 2 | 0.10 | 3 | 0.15 |
| 规模优势明显 | 0.01 | 1 | 0.01 | 4 | 0.04 |
| 人力资源丰富 | 0.03 | 2 | 0.06 | 4 | 0.12 |
| 技术能力强 | 0.02 | 2 | 0.04 | 3 | 0.06 |
| 信息化基础牢固 | 0.08 | 2 | 0.16 | 4 | 0.32 |
| 开发成本低 | 0.02 | 2 | 0.04 | 3 | 0.06 |
| 领导重视 | 0.10 | 4 | 0.40 | 3 | 0.30 |
| 贴近应用需求 | 0.02 | 2 | 0.04 | 4 | 0.08 |
| 培训条件好 | 0.02 | 2 | 0.04 | 3 | 0.06 |
| 建设热情高 | 0.02 | 2 | 0.04 | 3 | 0.06 |
| 具有大客户优势 | 0.05 | 2 | 0.10 | 3 | 0.15 |
| 抗风险能力强 | 0.03 | - | - | - | - |
| 劣势 | 组织不健全 | 0.03 | 3 | 0.09 | 2 | 0.06 |
| 信息化资金投入少 | 0.10 | 4 | 0.40 | 3 | 0.30 |
| 管理力度不够 | 0.08 | 4 | 0.32 | 3 | 0.24 |
| 数据共享度低 | 0.10 | 4 | 0.40 | 3 | 0.30 |
| 应用系统建设重复 | 0.05 | 3 | 0.15 | 2 | 0.10 |
| 勘探开发一体化程度低 | 0.03 | 3 | 0.09 | 2 | 0.06 |
| 缺乏统一规划 | 0.05 | 3 | 0.15 | 2 | 0.10 |
| 存在安全问题 | 0.02 | 2 | 0.04 | 3 | 0.06 |
| 缺乏高级人才 | 0.02 | 2 | 0.04 | 3 | 0.06 |
| 维护费用少 | 0.02 | 4 | 0.08 | 2 | 0.04 |
| 开发模式落后 | 0.01 | 2 | 0.02 | 1 | 0.01 |
| 未得到全局重视 | 0.02 | 1 | 0.02 | 2 | 0.04 |
| 贡献得不到承认 | 0.02 | 2 | 0.04 | 1 | 0.02 |
| 总计 | | 2 |  | 4.57 |  | 4.86 |

权重与EFE矩阵和IFE矩阵中的相同；AS表示吸引力分数，取1到4，分数越高表示吸引力越大；TAS为吸引力加权总分，等于权重与AS的乘积。QSPM最后的总分即为方案的相对吸引力，越大说明吸引力也越大。

表6-1是数据资产管理中心QSPM分析表。从表中看出，建立分布式的数据资产管理中心更具吸引力，但优势不明显。

由于篇幅所限，本文不能对所有备选战略做QSPM分析，但方法和步骤已经给出，可以为其它战略的详细分析提供参考。

# 第七章 数字油田实施方案制定与优选

根据上述各章对大庆油田有限责任公司数字油田发展战略的分析、制定、评价和选择，确定了最终的数字油田总体发展战略。本章将在此基础上制定大庆油田公司数字油田的总体方案框架，并对实施方案进行优选。

## 数字油田建设总体方案

根据已经制定的数字油田建设战略，确定数字油田建设的总体指导思想是“充分发挥现代信息技术的作用，对公司科研、生产和经营管理的业务、应用和信息实行全面整合、全线集成、全程共享，大幅度提升企业的核心竞争力。以信息化带动勘探开发主营业务，以勘探开发业务促进信息化建设。”

### 总体建设原则

大庆油田有限责任公司数字油田建设要遵守以下原则：

##### 经济效益原则：以公司整体经济效益为中心，最大限度地挖掘现有信息资源与基础设施的潜力，以最小的投入产生最大的效益。

##### 业务驱动原则：围绕业务活动开展建设工作，充分论证业务流程中伴生的信息流程，使数字油田满足业务需求。

##### 全面共享原则：解决信息共享问题，以消除信息孤岛，避免重复开发。

##### 统一管理原则：实行统一领导、统一部署、统一规划、统一建设。

##### 分工协作原则：各部门分工明确，各司其职，各取所长，团结协作。

### 总体方案框架

根据选定战略，大庆油田有限责任公司数字油田的总体方案基本框架包括5个主要部分，亦即5个层次，从上至下分别是：管理体系、应用体系、信息体系、支持体系、中国石油IT战略和企业总体战略。详见图7-1。

在大庆油田有限责任公司数字油田的基本框架中，上面4个层次的体系组成了数字油田的技术方案。各个体系之间存在一定界限，但更重要的是，它们是一个有机结合的整体。整个技术方案源于大庆油田公司的总体发展战略和中国石油IT战略。

油田公司数字油田发展战略依托于中国石油IT战略和大庆油田公司总体发展战略。支持体系是大庆油田公司数字油田工程的技术基石，以各类软硬件系统、技术队伍等资源提供基础的互联平台和技术服务。信息体系是未来几年大庆油田有限责任公司数字油田工程的重点，它整合所有数据，运用科学的模型和分析方法，为大庆油田有限责任公司的勘探、开发、储运销售等各个领域的科学研究和生产经营提供准确、快捷和全面的信息支持。应用体系由专业应用系统、专业应用集成、经营管理系统和企业门户4大部分组成。管理体系是全面支持大庆油田有限责任公司数字油田建设顺利进行的保障。

管 理 体 系

应 用 体 系

信 息 体 系

支 持 体 系

发展战略 中石油IT战略

图7-1 大庆油田有限责任公司数字油田总体方案基本框架

#### 支持体系

数字油田支持体系的结构如图7-2所示，主要包括基础设施服务、基础应用、安全认证、技术服务和标准规范5个部分。它是大庆油田有限责任公司数字油田的重要的组成部分，是应用体系和信息体系顺利建设的重要技术支撑。

图7-2 数字油田支持体系总体结构

基 础 设 施 服 务

基 础 应 用

安全认证

标准规范

技术服务

#### 信息体系

信息体系是应用体系的基础，总体结构如图7-3所示。它是从企业总体战略的高度和企业整体的角度出发，充分考虑目前大庆油田有限责任公司数字油田所处的阶段，根据数据存储、管理和应用技术、机构设置及其物理位置的分布而确定的。信息体系结构采用分布存储的方式和集中与分散兼顾的策略建立各类数据库。

**…**

**信息综合应用**

**信息共享**

**数 据 资 产 管 理 中 心**

**勘探开发成果库**

勘探  
项目库

油藏研究项目库

经济评价项目库

采油工程项目库

经营管理项目库

…

**综合应用(项目)库**

开发主库

勘探主库

地面工程

主库

储运销售主库

经营管理主库

图7-3 数字油田信息体系总体结构

**数 据 采 集 系 统**

**信息建设**

物探、测井、录井、综合研究、试油、分析化验专 业 数 据 库

经营管理专业数据库

储运销售专业数据库

采油厂综合、开发综合研究、工技、测试、采油、地面、作业专 业 数 据 库

**管理**

**调度**

大庆油田有限责任公司数字油田信息体系是勘探、开发、储运销售和企业管理等全部生产及经营管理流程中产生和涉及的各类数据、图件、文件等全部信息的收集、处理、应用、共享的总体技术结构。目的是为了全面整合、集成、共享应用与知识化整个企业的信息，进而为各专业的石油专家建成一个适应信息时代的、全新的、数字化的协同工作环境奠定数据基础。

#### 应用体系

应用体系是针对油田勘探、开发、储运销售和企业管理等生产活动的特点构建的，主要是指在整个油田的勘探、开发、储运销售和企业管理等整个生产活动中，各专业、各部门、各单位应用系统的总体框架，是各级管理、专业人员所使用的应用系统的总和。应用体系的建设将采取引进和自主开发并举的策略，走集成化和一体化的技术路线，按应用领域和专业系统分别组织。油气勘探、开发应用体系的建设是在中国石油勘探与生产分公司部署的地球科学与钻井系统和上游生产信息系统的框架之下开展的。

应用体系总体结构如图7-4所示。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **企业信息门户** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **专业应用集成** | | | | | | | | | | | | | | | | **经营管理** | | | | |
| **油气**  **勘探** | | | **油气开发** | | | | | | | **经济评价** | | | | **储运销售** | | 人力资源管理系统 | 财务资产管理系统 | 物资管理系统 | 生产经营管理系统 | 综合管理系统 |
| 资料处理解释系统 | 区块圈闭评价系统 | 项目管理系统 | 油田地质与油藏描述系统 | 油藏工程系统 | 钻探工程系统 | 采油工程系统 | 地面工程系统 | 油田监测系统 | 油田管理系统 | 储量价值管理评价系统 | 产能评价系统 | 产油量评价系统 | 其它石油工程项目评价系统 | 原油储运销管理系统 | 储运辅助决策系统 |
| **勘探开发一体化系统** | | | | | | |

图7-4 数字油田应用体系总体结构

#### 管理体系

大庆油田有限责任公司数字油田所涉及的专业覆盖面非常广，是一个庞大的系统工程。它的建设是一项长期的、艰巨的、复杂的任务，因此，要想实现预期的数字油田战略，必须有一个科学、有效的管理体系作保证。

按照公司领导以及有关文件的指示精神，结合多年来大庆油田有限责任公司信息化建设实际以及未来发展的要求，大庆油田有限责任公司数字油田建设的管理体系总体结构应主要包括数字油田组织、规章制度、项目管理、规划计划、人员培训和知识管理六个部分。见图7-5。

图7-5 数字油田管理体系总体结构

规划计划

项目管理

人员培训

知识管理

规 章 制 度

信 息 化 建 设 组 织

## 实施方案

针对大庆油田有限责任公司数字油田建设总体方案，制定了三个具体的实施方案。这三个实施方案的期限是2003年至2005年。本节的任务是在这三个方案中选优。

### 实施方案一

#### 建设目标

到2005年勘探系统全面实现数据一体化管理；开发系统在技术和软硬件环境建设上满足数字油藏建设要求，要在满足日常生产、科研需要的同时，以两个区块（一个新区、一个老区）为试点建设数字油藏；储运销售系统建成四个系统；经营管理建成五个系统；在整个油田公司范围内建立统一的数据资产中心和完善的数据共享平台，全面实现生产信息的可视化组织；经营管理系统全面实现信息和应用网络化。

#### 建设内容概述

##### 建设地面工程主库、储运销售主库和经营管理主库，配置软硬件，全面建立数据资产管理中心，实现数据的高度集成与共享。通过建立图形库，可以按行政单元或地下的构造单元实现数据的可视化组织。

##### 建设6个勘探项目库，6个勘探专业数据库，全面建成勘探主库，并把数据迁移到数据资产管理中心。

##### 建设20个开发综合应用库和7个开发专业数据库，完善12个采油厂开发综合数据库，建成开发主库，并把数据迁移到数据资产管理中心。

##### 实现两个试点区块油藏的三维可视化，展示油藏的多种属性；油藏管理高度自动化和多学科高度集成，提高开发水平，提高经济效益。

##### 建成储量价值管理评价系统、产能评价系统、产油量评价系统和其它石油工程项目评价系统。

##### 建成智能决策中心和基于WEBGIS的各专业查询系统。

##### 建成原油储运销售管理系统、储运辅助决策系统、市场价格分析预测系统和成品油收发存系统。

##### 建成人力资源系统，基本建成物资管理系统，完善财务资产系统，整合生产经营系统和综合管理系统以及企业信息门户。

#### 效果分析

##### 完善源数据采集和入库机制，规范数据流程，保证数据的唯一性。

##### 全面建立数据资产管理中心，实现数据的高度集成与共享。

##### 通过建立图形库，可以按行政单元或地下构造单元实现数据的可视化组织。

##### 实现试点区块油藏的三维可视化，展示油藏的多种属性：

* + 地理环境属性
  + 油藏地质及物理属性
  + 油藏储量属性
  + 油藏工程属性
  + 油藏生产动态属性
  + 油藏的经济效益属性

##### 实现油藏管理的高度自动化和多学科的高度集成，提高油气开发水平，实现三个飞跃：

* + 从单井管理提升到油藏管理；
  + 从分散的单项管理提升到集约化管理；
  + 从事件的随机管理提升到全程监控管理。

##### 实现人、财、物、产、供、销各业务领域内部信息与应用的全面系统化，基本实现跨业务领域的信息与应用整合。

##### 网络设施运行稳定，具备全面的网络运行监控能力、安全认证能力和强大的容灾能力。

##### 信息化建设的组织与管理制度完善，管理组织运作高效，在整个企业范围内信息资源得到合理配置。

#### 建设投资估算

表7-1为大庆油田有限责任公司数字油田建设近期规划方案一的投资估算。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表7-1 方案一投资估算  单位：万元 | | | | | |
| 序号 | 建设项目内容 | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 合 计 |
| Ⅰ | 应用体系 | 6739 | 4454 | 4451 | 15644 |
| Ⅱ | 信息体系 | 12045 | 8065 | 5045 | 25155 |
| Ⅲ | 支持体系 | 2390 | 1600 | 1310 | 5300 |
| Ⅳ | 管理体系 | 370 | 255 | 260 | 885 |
| 合计 | | 21544 | 14374 | 11066 | 46984 |

### 实施方案二

#### 建设目标

到2005年勘探系统基本实现数据管理一体化；开发系统技术和软硬件环境建设满足数字油藏建设要求；在满足日常生产、科研需要的同时，以两个区块（一个新区、一个老区）为试点建设数字油藏；在数据准备上，对所有专业数据进行备份，对试点区块数据进行迁移，构建数据资产管理中心；在试点区块内建立统一的数据资产中心和完善的数据共享平台，全面实现生产信息的可视化组织；储运销售系统基本实现信息和应用系统化；经营管理系统全面基本实现信息和应用网络化。

#### 建设内容概述

##### 建设地面工程主库、储运销售主库和经营管理主库，配置软硬件，建立数据资产管理中心。通过建立图形库，可以按行政单元或地下的构造单元实现数据的可视化组织。

##### 建设4个勘探项目库，4个勘探专业数据库，基本建成勘探主库，并备份数据到资产管理中心。

##### 建设10个开发综合应用库和4个开发专业数据库，完善6个采油厂开发综合数据库，基本建成开发主库，并备份数据到资产管理中心。

##### 实现两个试点区块油藏的三维可视化，展示油藏的多种属性；油藏管理高度自动化和多学科高度集成，提高开发水平，提高经济效益。

##### 建设储量价值管理评价系统、产能评价系统、产油量评价系统和其它石油工程项目评价系统。

##### 建设智能决策中心和基于WEBGIS的各专业查询系统。

##### 建成原油储运销售管理系统、储运辅助决策系统、市场价格分析预测系统和成品油收发存系统。

##### 建成人力资源系统，基本建成物资管理系统，完善财务资产系统，整合生产经营系统和综合管理系统以及企业信息门户。

#### 效果分析

##### 完善源数据采集和传输机制，规范数据流程，保证数据的唯一性。

##### 完成数据备份和试点区块数据迁移，搭建数据资产中心的基本框架，为数据的总体迁移进行技术准备。

##### 通过建立图形库，可以按行政单元或地下构造单元实现数据的可视化组织。

##### 实现试点区块（或开发单元）油藏的三维可视化，展示油藏的多种属性：

* + 地理环境属性
  + 油藏地质及物理属性
  + 油藏储量属性
  + 油藏工程属性
  + 油藏生产动态属性
  + 油藏的经济效益属性

##### 实现油藏管理的高度自动化和多学科的高度集成，提高开发水平，提高经济效益。实现三个飞跃：

* + 从单井管理提升到油藏管理；
  + 从分散的单项管理提升到集约化管理；
  + 从事件的随机管理提升到全程监控管理。

##### 实现人力资源、财务资产和生产运营等业务领域内部信息与应用的全面系统化，基本实现物资管理、综合经营业务领域内部信息与应用的系统化，实现部分跨业务领域的信息与应用整合。

##### 网络设施运行稳定，具备全面的网络运行监控能力。

##### 信息化建设的组织与管理制度完善，管理组织运作高效。

#### 建设投资估算

表7-2为大庆油田有限责任公司数字油田建设近期规划方案二的投资估算。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表7-2 方案二投资估算  单位：万元 | | | | | |
| 序号 | 建设项目内容 | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 合 计 |
| Ⅰ | 应用体系 | 5838 | 4230 | 4359 | 14427 |
| Ⅱ | 信息体系 | 4465 | 5260 | 3805 | 13530 |
| Ⅲ | 支持体系 | 1936 | 1950 | 1610 | 5496 |
| Ⅳ | 管理体系 | 158 | 250 | 210 | 618 |
| 合计 | | 12397 | 11690 | 9984 | 34071 |

### 实施方案三

#### 建设目标

到2005年勘探系统初步实现数据管理一体化；开发系统以一个老区为试点建设数字油藏，在项目建设上重点解决老区剩余油分布规律的研究与开发；在数据中心建设上，对所有专业数据进行备份，对试点区块数据进行迁移，构建数据资产管理中心，在试点区块内建立统一的数据资产中心和完善的数据共享平台，全面实现生产信息的可视化组织；储运销售系统初步实现信息和应用系统化；经营管理系统初步实现信息和应用网络化。

#### 建设内容概述

##### 建设地面工程主库，配置软硬件，基本建立数据资产管理中心软硬件环境。

##### 建设两个勘探项目库，两个勘探专业数据库，基本建成勘探主库，并备份数据到资产管理中心。

##### 建设5个开发综合应用库和2个开发专业数据库，完善3个采油厂开发综合数据库，初步建成开发主库，并备份数据到资产管理中心。

##### 实现一个老区试点区块油藏的三维可视化，展示油藏的多种属性；油藏管理高度自动化和多学科高度集成，提高开发水平，提高经济效益。

##### 建设储量价值管理评价系统、产能评价系统、产油量评价系统和其它石油工程项目评价系统的重要功能模块。

##### 建设基于WEBGIS的各专业查询系统。

##### 建成原油储运销售管理系统和市场价格分析预测系统。

##### 初步建成人力资源系统，基本建成物资管理系统，完善财务资产系统，整合生产经营系统和综合管理系统以及企业信息门户。

#### 效果分析

##### 完善源数据采集和传输机制，达到一次采集，全局共享。

##### 完成数据备份和试点区块数据迁移，搭建数据资产中心的基本框架，为数据的总体迁移进行技术准备。

##### 通过建立图形库，可以按行政单元或地下构造单元实现数据的可视化组织。

##### 在试点区块（一个老区）基本实现数字油藏目标，重点解决剩余油分布模型。

##### 建立构造模型、储层模型、流体模型、剩余油分布模型，为其它老区数字油藏建设进行技术准备。

##### 实现人力资源和财务资产等业务领域内部信息与应用的全面系统化，基本实现生产运营、综合经营业务领域内部信息与应用的系统化，实现跨人力资源、财务资产等业务领域的信息与应用整合。

##### 网络设施运行稳定，具备全面的网络运行监控能力。

##### 信息化建设管理制度完善，组织运作高效。

#### 建设投资估算

表7-3为大庆油田有限责任公司数字油田建设近期规划方案三的投资估算。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表7-3 方案三投资估算  单位：万元 | | | | | |
| 序号 | 建设项目内容 | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 合 计 |
| Ⅰ | 应用体系 | 4481 | 3148 | 3660 | 11289 |
| Ⅱ | 信息体系 | 9500 | 4390 | 1720 | 15610 |
| Ⅲ | 支持体系 | 2390 | 1600 | 1310 | 5300 |
| Ⅳ | 管理体系 | 370 | 255 | 260 | 885 |
| 合计 | | 16741 | 9393 | 6950 | 33084 |

## 实施方案对比与优选

方案实施效果对比

表7-4为三个方案的对比表。

| 表7-4 方案对比表 | | | |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **方案一** | **方案二** | **方案三** |
| **一、建设成效** | 1、全面建立勘探、开发、地面工程数据主库和数据资产管理中心，实现数据的高度集成与共享。  2、通过建立图形库，可以按行政单元或地下的构造单元实现数据的可视化组织。  3、实现两个试点区块（一个老区、一个新区）油藏的三维可视化，展示油藏的多种属性。  4、实现油藏管理的高度自动化和多学科的高度集成，提高开发水平，提高经济效益。 | 1、完成数据备份和试点区块数据迁移，搭建数据资产中心的基本框架，为数据的总体迁移进行技术准备。  2、通过建立图形库，可以按行政单元或地下的构造单元实现数据的可视化组织。  3、实现试点区块（一个老区、一个新区）油藏的三维可视化，展示油藏的多种属性。  4、实现油藏管理的高度自动化和多学科的高度集成 | 1、完成数据备份和试点区块数据迁移，搭建数据资产中心的基本框架，为数据的总体迁移进行技术准备。  2、通过建立图形库，可以按行政单元或地下的构造单元实现数据的可视化组织。  3、在一个试点区块（老区）基本实现数字油藏。重点解决剩余油描述量化问题。  4、建立构造模型、储层模型、流体模型、剩余油分布模型，为其它老区数字油藏建设进行技术准备。 |
| **二、投资金额** | 46,984.00万元 | 39,350.00万元 | 33,084.00万元 |
| **三、管理投入** | 组织难度大，协调工作难 | 组织管理难度适中 | 易于组织管理 |

实施方案优选

采用AHP（层次分析法）选择最优方案。

图7-6为方案层次分析结构图。

各层的判断矩阵、判断矩阵的特征向量和特征值在下列各表中列出。计算步骤不做详细说明。下列各表不做统一编号。

A选择最优方案

B2资金投入

B3管理投入

B1建设成效

C5软件投资

C4基础投资

C3支持体系成效

C2信息体系成效

C1应用体系成效

C6决策层满意度

C7用户满意度

C8实施难度

C9建设周期

D1方案一

D2方案二

D3方案三

图7-6 方案层次分析结构图

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| A | B1 B2 B3 | W | λmax=3.006  CI=0.003  CR=0.005<0.10 |
| B1  B2  B3 | 1 5 2  1 1/2  1 | 0.595  0.128  0.276 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| B1 | C1 C2 C3 C6 C7 C9 | W | λmax=6.364  CI=0.073  CR=0.059<0.10 |
| C1  C2  C3  C6  C7  C9 | 1 1/2 2 1/5 1/3 2  1 2 1/3 1/2 4  1 1/5 1/3 1  1 1 2  1 2  1 | 0.101  0.166  0.071  0.326  0.257  0.079 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| B2 | C4 C5 C6 C9 | W | λmax=4.004  CI=0.001  CR=0.001<0.10 |
| C4  C5  C6  C9 | 1 1/2 1/5 1  1 1/3 2  1 5  1 | 0.109  0.209  0.572  0.109 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| B3 | C6 C7 C8 C9 | W | λmax=4.025  CI=0.008  CR=0.009<0.10 |
| C6  C7  C8  C9 | 1 2 5 3  1 2 2  1 1  1 | 0.495  0.251  0.119  0.135 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| C1 | D1 D2 D3 | W | λmax=3.009  CI=0.005  CR=0.009<0.10 |
| D1  D2  D3 | 1 2 3  1 2  1 | 0.540  0.297  0.163 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| C2 | D1 D2 D3 | W | λmax=3.004  CI=0.002  CR=0.003<0.10 |
| D1  D2  D3 | 1 2 5  1 3  1 | 0.582  0.309  0.109 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| C3 | D1 D2 D3 | W | λmax=3.009  CI=0.005  CR=0.009<0.10 |
| D1  D2  D3 | 1 2 3  1 2  1 | 0.540  0.297  0.163 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| C4 | D1 D2 D3 | W | λmax=3.000  CI=0.000  CR=0.000<0.10 |
| D1  D2  D3 | 1 2 4  1 2  1 | 0.571  0.286  0.143 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| C5 | D1 D2 D3 | W | λmax=3.003  CI=0.001  CR=0.002<0.10 |
| D1  D2  D3 | 1 3 7  1 2  1 | 0.682  0.216  0.103 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| C6 | D1 D2 D3 | W | λmax=3.009  CI=0.005  CR=0.009<0.10 |
| D1  D2  D3 | 1 1/3 1/2  1 2  1 | 0.163  0.540  0.297 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| C7 | D1 D2 D3 | W | λmax=3.006  CI=0.003  CR=0.005<0.10 |
| D1  D2  D3 | 1 2 5  1 2  1 | 0.595  0.276  0.128 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| C8 | D1 D2 D3 | W | λmax=3.018  CI=0.009  CR=0.016<0.10 |
| D1  D2  D3 | 1 3 2  1 1  1 | 0.550  0.210  0.240 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| C9 | D1 D2 D3 | W | λmax=3.108  CI=0.054  CR=0.093<0.10 |
| D1  D2  D3 | 1 4 3  1 2  1 | 0.630  0.218  0.151 |

通过上述AHP计算，得到总排序结果：

*W*=(0.418,0.379,0.204)

*CI*=0.009

*RI*=0.580

*CR*=0.016<0.10 （层次总排序一致性检验通过）

计算结果表明，应该选择方案一。

上述三个实施方案各自的权重差别不大，尤其是方案一和方案二权重比较接近。方案三权重较方案一和二差别较大，可以排除。在实际决策时可以以其它方法作辅助，并要结合实际情况，不要仅依据计算结果决策。

# 第八章 数字油田建设经济效益与风险分析

大庆油田有限责任公司数字油田是一项超大规模的信息化建设工程，所受的各类影响因素极多，并且极其复杂，致使经济效益和风险分析较为困难。尤其是各因素的不确定性令人望而生畏。类似的问题在大庆油田一直没有得到较好的解决。

大庆油田有限责任公司拥有先进的石油勘探开发项目经济评价和风险分析系统及方法，并配有专业的技术人才。但是由于勘探开发项目的经济分析模式与信息化建设项目差别较大，因此到目前为止，对信息化建设项目，特别是大型信息化建设项目，尚无成熟的方法进行经济评价和风险分析。其中的主要原因是信息化建设项目的直接经济效益往往不明显。

本文利用蒙特卡罗模拟对数字油田建设的经济效益与风险分析进行尝试，可能存在较大的问题，但对信息化建设管理工作者来说仍不失为一种参考。

## 数字油田经济效益构成

数字油田的经济效益可以从三个方面来考虑。

第一，数字油田能够节约多少成本。这方面的数字可以从国内外有关的资料当中直接获取或经过分析而得到。这些数据主要是通过估计的方法产生的。

第二，数字油田能够增加多少收入。这和第一点类似，可以通过直接或间接的方法获得。

第三，数字油田建设要投入多少资金。即数字油田建设的总费用，这个数字较为容易得到，并且较为确切。

在上述三个数据的基础上，我们就可以计算数字油田的总体经济效益*TR*：

*TR = TC + TI – TK* (8-1)

式8-1中， *TR*为总体经济效益，*TC*为节约的总成本，*TI*为增加的总收入，*TK*为总体投资。

## 风险评价指标

大庆油田公司的主要产品是原油和天然气（本文将天然气折合成原油计算），但世界石油市场环境变幻莫测，原油产量不能反映经济效益。评价经济效益的最终指标只能是价值量。

在大庆油田有限责任公司内部，数字油田的最终作用体现在为原油产量做了多大贡献，但是对于公司整体而言，数字油田的作用最终要用货币量来表示。在本文的风险分析中选用净现值(NPV)作为基本评价指标，并在此基础上计算期望净现值(ENPV)和期望净现值率(ENPVR)。

在风险分析中，净现值和期望净现值是有区别的。前者为静态指标，各计算参数是固定的；后者为动态指标，各参数取值服从某种概率分布。

## 风险分析模型

风险模型在式8-1的基础上建立。总体思路是：分别计算节约总成本*TC*、增加总收入*TI*和总投资*TK*，并将它们折成净现值*TCNPV、TINPV、TKNPV*，最后带入式8-1求得总体经济效益TR的净现值*TRNPV*。

### 节约总成本的计算

首先计算各年份的原油产量：

*Qi* = *Q*0*+ Δqi , i =* 1,2,3,*…,n*  (8-2)

式8-2中，*Qi*为第i年的原油产量，*Q*0为当前原油产量（天然气产量已包括），*Δq*为年产量变化，*i* 为年份编号，*n* 为评价年份跨度。

然后计算各年份节约成本：

*Ci =Qi c*0[1-(1*- i*c)i ] *i*s,  *i =* 1,2,3,*…,n*  (8-3)

式8-3中，*Ci*为第*i*年的节约成本，*c*0为现吨油成本，*i*c为成本年均削减率，*i*s为数字油田效用系数。

现吨油成本*c*0为固定值，成本年均削减率*i*c和数字油田效用系数*i*s的概率服从三角形分布。

再将各年节约成本折现：

, *i =* 1,2,3,*…,n*  (8-4)

式8-4中，*CNPV i* 为各年节约成本净现值，i0 为折现率。

那么，节约总成本净现值为：

 , *i =* 1,2,3,*…,n*  (8-5)

式8-5中，*TCNPV* 为节约总成本净现值。

至此数字油田节约总成本计算完毕，得到了节约总成本净现值*TCNPV*。

### 增加总收入的计算

首先计算各年份原油销售收入：

*Si* = rc *pQi* ,  *i =* 1,2,3,*…,n* (8-6)

式8-6中，*Si* 为第*i*年的原油销售收入，rc是油气商品率，为固定值，*p*为原油销售价格，其概率服从三角形分布。

然后计算各年份增加的收入：

*Ii =Si* [(1+ *i*r)i -1] *i*s,  *i =* 1,2,3,*…,n*  (8-7)

式8-7中，*Ii*为第*i*年的增加收入，*i*r为收入年均增长率，概率服从三角形分布。

再将各年增加收入折现：

, *i =* 1,2,3,*…,n*  (8-8)

式8-8中，*INPV i* 为各年增加收入净现值。

那么，增加总收入净现值为：

 , *i =* 1,2,3,*…,n*  (8-9)

式8-9中，*TINPV* 为增加总收入净现值。

至此数字油田增加总收入计算完毕，得到了增加总收入净现值*TINPV*。

### 总投资的计算

首先计算各年份投资：

*Ki* = *K*0(1+ *i*k)i,  *i =* 1,2,3,*…,n* (8-10)

式8-10中，*Ki* 为第*i*年的投资，*K*0为目前投资，*i*k为投资年均增长率，其概率服从三角形分布。

再将各年投资折现：

, *i =* 1,2,3,*…,n*  (8-11)

式8-11中，*KNPV i* 为各年投资净现值。

那么，总投资净现值为：

 , *i =* 1,2,3,*…,n*  (8-12)

式8-12中，*TKNPV* 为总投资净现值。

至此数字油田总投资计算完毕，得到了总投资净现值*TKNPV*。

### 风险评价指标的计算

由节约总成本净现值、增加总收入净现值和总投资净现值可以按式8-1形式得到数字油田建设的总体经济效益净现值：

*TRNPV = TCNPV + TINPV – TKNPV*  (8-13)

式8-13中，*TRNPV* 为总体经济效益净现值，*TCNPV*为节约总成本净现值，*TINPV*为增加总收入净现值，*TKNPV*为总投资净现值。

通过蒙特卡罗模拟计算可以得到期望总体经济效益净现值*ETRNPV*，进而还可得到期望净现值率：

*ETRNPVR = ETRNPV / ETKNPV* (8-14)

式8-14中，*ETRNPVR* 为期望净现值率， *ETKNPV*为期望总投资净现值。

## 参数设定与估计

在进行蒙特卡罗模拟计算之前，必须对有关的参数进行设定和估计。

#### 已知的参数

##### 原油现产量*Q*0 。经过油气当量换算可得到*Q*0= 5213万吨。

##### 原油年产量变化*Δq*。大庆油田有限责任公司今后每年将减产200万吨，即*Δq* = -200万吨。

##### 现吨油成本*c*0。大庆油田现吨油成本约为*c*0 = 970元/吨。

##### 折现率i0。亦即期望收益率，油田勘探与开发项目期望收益率规定为12%，即i0 = 12%。

##### 油气商品率rc。油气商品率rc = 96%。

##### 目前投资*K*0。大约1亿元，即*K*0 = 1亿元。

#### 评价年份跨度n

设定n = 10。即以10年为评价时间跨度。

#### 成本年均削减率*i*c

成本年均削减率可以经类比和推算估计。

首先我们选国际著名石油企业英国BP公司作为参考对象。该公司从1995年到1998年4年间因为信息化使年度单位工作成本从20000便士降低到8000便士，降幅达60%。估计大庆油田有限责任公司经过十年可以达到同样效果。经过简单计算可得到成本年均削减率：

*i*c = 8.76%

*i*c概率服从三角形分布。与有关专家讨论后，采取保守估计：最大值取10%，最小值取1%，最可能值取5%。

#### 收入年均增长率*i*r

收入年均增长率也可以经类比和推算估计。

我们仍选BP公司作为参考对象。该公司从1995年到1998年4年间因为信息化使年度总有效工作量从18000单位提升52000单位，升幅达189%。估计大庆油田有限责任公司经过十年可以达到同样效果。经过简单计算可得到收入年均增长率：

*i*r = 11.19%

*i*r概率服从三角形分布。与有关专家讨论后，采取保守估计：最大值取10%，最小值取2%，最可能值取5%。

#### 投资年均增长率*i*k

投资年均增长率*i*k概率服从三角形分布。经与有关领导和专家咨询，最大值取25%，最小值取0%，最可能值取10%。

#### 原油销售价格*p*

目前国内与国际接轨的原油价格计算较为麻烦，本文不加详述，只给出国际价格和国内基准价。原油价格采用三角形概率分布。

根据有关专家预测，在伊拉克战争之后若干年，石油平均价格应在18美元/桶至22美元/桶之间。经向专家咨询，油价最大值取25美元/桶，对应国内基准价为1508元/吨；最小值取15美元/桶，对应国内基准价为946元/吨；最可能值取20美元/桶，对应国内基准价为1207元/吨。

#### 数字油田效用系数*i*s

数字油田效用系数*i*s概率服从三角形分布。经与有关领导和专家咨询和讨论，最大值取100%，最小值取50%，最可能值取70%。

## 蒙特卡罗模拟计算与结果分析

建好数学模型并设定好参数后，即可进行蒙特卡罗模拟计算。各项参数、中间结果和预测参数（即风险评价指标）等已列入表8-1。

模拟计算的结果见图8-1和图8-2。

从模拟计算结果可知，数字油田建设的期望总体经济效益净现值*ETRNPV*为909亿元，期望总投资净现值*ETKNPV*为10.18亿元，将这两个数字代入式8-14得到期望净现值率*ETRNPVR*为89.3。这些数字看起来是不可思议的，但这是反复认真模拟的结果，是大庆油田有限责任公司的实际情况的反应。大庆油田自开发以来累计创造的价值相当于国家投资的80倍。与此相比，本文模拟计算的结果还是较为可信的。

模拟结果还显示，数字油田建设最少可获得298亿元的净现值收入，最多可获得2051亿元的净现值收入，有50%的概率能够获得887亿元以上的净现值收入，而获得909亿元（期望总体经济效益净现值）以上的可能性为46%。

在模拟计算的结果中，还可以看到一点：本次模拟中敏感度最大的参数是数字油田引起的收入平均增长率。也就是说，这个参数对预测结果影响最大。本次预测中，我们对该参数的取值范围做了比较保守的估计。我们推算出的值为11.19%，但在模拟计算时给定的值是最大值10%、最小值2%、最可能值5%。可见我们设定的范围是比较保守的。如果该参数的值取得更大一些，则得到的期望总体经济效益会更大。

我们还可以对大庆油田公司过去十年和未来十年的经济指标加以简单估计，进而对上述模拟计算结果的准确性进行考察。首先设定过去十年和未来十年每年的总收入为500亿元人民币，那么十年的总收入为5000亿元人民币。回顾过去十年，大庆油田信息化建设大大地增强了油田的总体竞争力，特别是大型的地震勘探采集处理解释软件系统、测井资料采集处理解释软件系统、油藏数字模拟系统、地面工程信息系统、油田生产管理信息系统、财务资产管理信息系统、勘探开发数据库系统以及通用管理信息系统等为公司总体经济效益做出了巨大贡献。如果说过去十年间大庆油田信息化建设带来了20%的总收入（1000亿元人民币），是一点也不为过的，所有的管理和技术人员都会同意这是信息化建设总体经济效益的最低估算值。展望未来十年，信息化建设将产生的经济效益至少会达到以往十年的水平，本文预测的结果（909亿元人民币）是具有较高可信度的。

还需要说明的一点是，大庆油田公司的数字油田建设不能保证公司实际的年度总收入确实持续增长。这是因为，油田生产的总体成本将逐年提高，其增长速度可能会超过信息化建设所带来效益的增长速度。这样，一上一下两方面的综合结果可能是公司实际总收入会有所下降。但是，必须看到数字油田建设对公司总体经济效益的拉动作用。如果不进行数字油田建设，公司的总体经济效益可能会出现较快的下滑。从粗略的估计可以看到，数字油田建设可以带动20%左右的总收入。

上述分析是很粗略的，甚至可能是片面的，但仍然可以说明建设数字油田的意义。可见，大庆油田有限责任公司数字油田建设的经济效益是十分可观的，而且风险很小，应采取积极态度。

|  |  |
| --- | --- |
| Forecast: 总体经济效益TRNPV:亿元  Statistic Value  Trials 5,000  Mean 909  Median 887  Mode ---  Standard Deviation 259  Variance 67217  Skewness 0.54  Kurtosis 3.28  Coeff. of Variability 0.29  Range Minimum 298  Range Maximum 2051  Range Width 1754  Mean Std. Error 3.67 | Forecast: 总体经济效益TRNPV:亿元  Percentile Value  100% 298  90% 595  80% 685  70% 757  60% 821  50% 887  40% 953  30% 1029  20% 1115  10% 1252  0% 2051 |

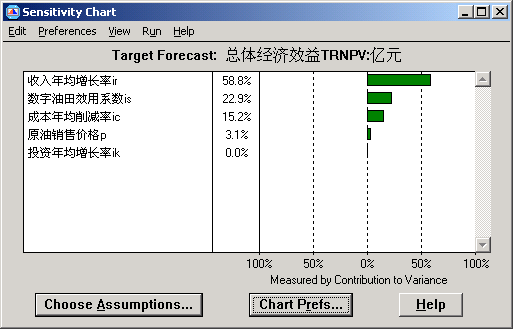
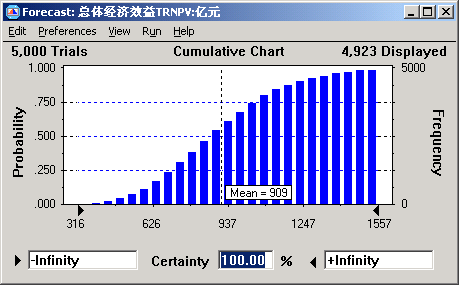
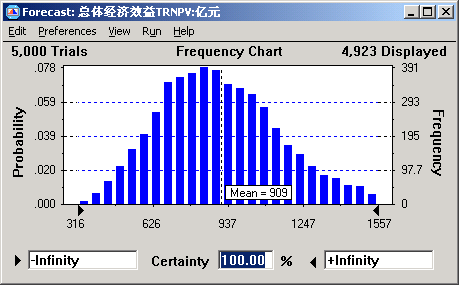


图8-1 总体经济效益统计数据、概率分布和灵敏度图

|  |  |
| --- | --- |
| Forecast: 总投资TKNPV:亿元  Statistic Value  Trials 5,000  Mean 10.18  Median 9.62  Mode ---  Standard Deviation 2.69  Variance 7.22  Skewness 0.80  Kurtosis 3.12  Coeff. of Variability 0.26  Range Minimum 5.68  Range Maximum 19.18  Range Width 13.50  Mean Std. Error 0.04 | Forecast: 总投资TKNPV:亿元  Percentile Value  100% 5.68  90% 7.12  80% 7.86  70% 8.45  60% 9.02  50% 9.62  40% 10.33  30% 11.20  20% 12.38  10% 14.20  0% 19.18 |

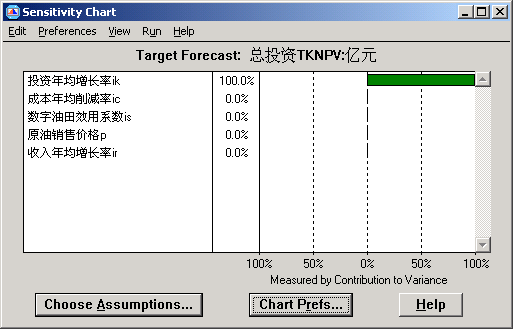
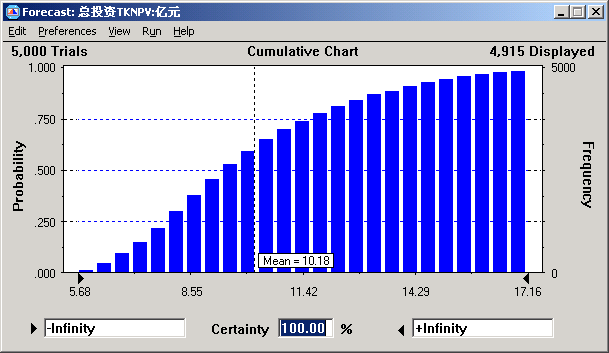
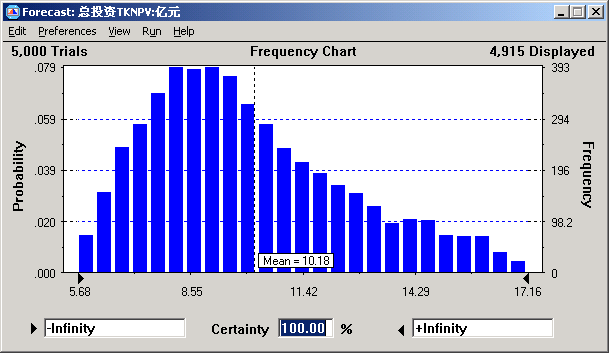


图8-2 总投资统计数据、概率分布和灵敏度图

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表8-1 大庆油田有限责任公司数字油田建设经济效益与风险分析参数表(蒙特卡罗模拟) | | | | | | | | | | |
| **固定参数** | |  | **假设变量** | | | | | | | |
| 原油现产量Q0:吨 | 52130000 |  | 成本年均削减率ic | | 5.00% | \*三角形分布(1%:5%:10%) | | | | |
| 原油年产量变化Δq:吨 | -2000000 |  | 收入年均增长率ir | | 5.00% | \*三角形分布(2%:5%:10%) | | | | |
| 现吨油成本c0:元/吨 | 970 |  | 投资年均增长率ik | | 10% | \*三角形分布(0%:10%:25%) | | | | |
| 折现率i0 | 12% |  | 原油销售价格p | | 1207 | \*三角形分布(946:1207:1508) | | | | |
| 目前投资K0:元 | 100000000 |  | 数字油田效用系数is | | 70% | \*三角形分布(50%:70%:100%) | | | | |
| 评价年份跨度n: 年 | 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 油气商品率rc | 96% |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **2003** | **2004** | **2005** | **2006** | **2007** | **2008** | **2009** | **2010** | **2011** | **2012** |
| **节约成本** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 年原油产量Qi:吨 | 50130000 | 48130000 | 46130000 | 44130000 | 42130000 | 40130000 | 38130000 | 36130000 | 34130000 | 32130000 |
| 年节约成本Ci:元 | 1701913500 | 3186326325 | 4467338759 | 5558184808 | 6471283581 | 7218287689 | 7810128853 | 8257060856 | 8568700012 | 8754063275 |
| 年节约成本CNPVi: 元 | 1519565625 | 2540119838 | 3179763489 | 3532326929 | 3671980095 | 3657009185 | 3532905658 | 3334888392 | 3089959125 | 2818574086 |
| **节约总成本TCNPV:亿元** | **309** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **增加总收入** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 年原油销售收入Si:元 | 58086633600 | 55769193600 | 53451753600 | 51134313600 | 48816873600 | 46499433600 | 44181993600 | 41864553600 | 39547113600 | 37229673600 |
| 年增加收入Ii:元 | 2033032176 | 4001439641 | 5897732863 | 7713834919 | 9441041480 | 11069978261 | 12590555788 | 13991921313 | 15262407712 | 16389479179 |
| 年增加收入INPVi:元 | 1815207300 | 3189923183 | 4197889759 | 4902281545 | 5357100482 | 5608395498 | 5695328031 | 5651102345 | 5503777226 | 5276973657 |
| **增加总收入TINPV:亿元** | **472** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **总投入** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 年投资Ki:元 | 110000000 | 121000000 | 133100000 | 146410000 | 161051000 | 177156100 | 194871710 | 214358881 | 235794769 | 259374246 |
| 年投资KNPVi:元 | 98214286 | 96460459 | 94737951 | 93046202 | 91384663 | 89752794 | 88150065 | 86575957 | 85029958 | 83511565 |
| **总投资TKNPV:亿元** | **9.1** | \*预测变量，待定，9.1为锁定所有假设变量时的结果。 | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **总体经济效益TRNPV:亿元** | **772** | \*预测变量，待定，772为锁定所有假设变量时的结果。 | | | | | | | | |

# 

# 结束语

数字油田是一个全新的课题，还需要大量的研究和实验工作。大庆油田有限责任公司提出的数字油田是企业自身的需求，也是企业追求可持续发展的手段和重要目标之一。

本文继大庆油田有限责任公司于1999年首次在全球范围内提出数字油田概念以来，再度首次将数字油田划分为狭义数字油田和广义数字油田两类，并在这两类的基础上进一步划分了五种模式，而且还给出了七层结构的数字油田基本框架。这些工作都是开创性的，所以可能存在较大的问题，有待于进一步研究和验证。

另外，本文制定了大庆油田有限责任公司数字油田的发展战略，并给出了基本的实施方案。最后，还利用AHP法对方案进行了优选，并在此基础上利用蒙特卡罗模拟技术对数字油田建设的总体经济效益和风险做了分析，效果较好。总的结论是，大庆油田有限责任公司的数字油田建设经济效益好、投资风险低，应尽快开展工作。利用蒙特卡罗方法对大型信息化建设项目进行经济效益和风险分析的例子并不多见。本文的方法是首次提出，所以也可能存在较大的问题，需要在今后的研究工作中解决。

本文的研究还是初步的、尝试性的。在本文的写作过程中，本人查阅了大量的参考文献，但因本人理论和操作水平的限制，致使文中肯定存在许多不当或错误之处，恳请各位学者批评指正。

# 参考文献

1. 和金生，企业战略管理，天津：天津大学出版社，2002，11-104
2. 吴育华、付永进，决策、对策与冲突分析，海口：南方出版社，2001，98-127
3. 蔡树堂，企业战略管理，北京：石油工业出版社，2002，329-415
4. 詹姆斯·R. 埃文斯、戴维·L. 奥尔森，模拟与风险分析（洪锡熙译），上海：上海人民出版社，2001，85-113
5. 何生厚、毛峰，数字油田的理论、设计与实践，北京：科学出版社，2001，15-60
6. 付强、沈川、蒋峰，有效的项目管理，北京：中国纺织出版社，2003，309-380
7. 王小明，蒙特卡罗法及其在油气开发项目风险分析中的应用，硕士，天津大学，2002
8. 王斌，唐山钢铁工业发展战略研究，硕士，天津大学，2002
9. 郝杰，面向决策支持的数据仓库技术与应用，硕士，天津大学，2000
10. 大庆油田有限责任公司，DQYTXX-2003-01，大庆油田有限责任公司2003-2005年信息化建设总体规划，大庆：大庆油田有限责任公司，2003-04-25
11. 大庆油田有限责任公司，DQYTXX-2000-06，大庆油田有限责任公司2001年信息化规划，大庆：大庆油田有限责任公司，2000-06-15
12. 王权，狭义数字油田与广义数字油田，http://www.100free.com/A/ArthurW/szyt.htm
13. 陈强、刘行舟、许文龙等，数字地球应用：中国石油行业二次创业的数字油田战略，http://www.digitalearth.net.cn/Digitalearth/DEnews/2000news/2000-11/
14. 何生厚、韦中亚，数字油田的理论与实践，地理学与国土研究，2002，18(2)：13-15
15. 张继焦、吕江辉，数字化管理，北京：中国物价出版社，2001，443~452
16. Robert A. Burgelman，Modesto A. Maidique，Steven C. Wheelwright，Strategic Management Of Technology And Innovation，New York：McGraw-Hill/Irwin，2001，62~67
17. Michael E. Porter，竞争优势（陈小悦译），北京：华夏出版社，1997，370~388
18. 戴维·E.冈普特，如何制定成功的企业经营计划（葛新权译），沈阳：春风文艺出版社，1997，59~79
19. D. 福克纳、C. 鲍曼，竞争战略（李维刚译），北京：中信出版社，1997，1-90
20. C. 鲍曼，战略管理（郑薇译），北京：中信出版社，1997，33-53
21. 侯炳辉，企业信息化领导手册，北京：北京出版社，1999，16-73
22. 陈军、邬伦，数字中国地理空间基础框架，北京：科学出版社，2003，233-247
23. 郝力，城市地理信息系统及应用，北京：电子工业出版社，2002，157-171
24. 江斌、黄波、陆锋，GIS环境下的空间分析和地学视觉化，北京：高等教育出版社，2002，159-177

# 

# 发表论文和参加科研情况说明

1. 因特网原理对管理思想的启示，现代企业，2003，1，独立完成
2. 数字油田技术研究，大庆油田有限责任公司科研课题，主要参加人
3. 全员信息系统集成技术研究与应用，大庆油田有限责任公司科研课题，项目负责人
4. 数据资产管理中心技术研究，大庆油田有限责任公司科研课题，主要参加人

# 致 谢

本文是在导师刘金兰教授的悉心指导下完成的。在论文的研究与编写过程中，刘教授倾注了大量的心血。从论文的选题、总体结构的设计、研究内容的确定、技术方法的选择，直至得出结论等方方面面，刘教授从始至终都给予了精心的指导和帮助。在此，我向刘金兰教授表示深深的谢意！

另外，我还要感谢吴育华教授和王金祥博士为我提供了计算软件和宝贵的建议，感谢齐二石教授对我的指点和鼓励。

感谢中国石油天然气股份有限公司\*\*\*\*\*\*\*\*先生，他在百忙之中阅读了本文，并给予了热情的鼓励。感谢中国石油天然气股份有限公司中国石油规划总院王海山先生，他对本文提出了重要的修改意见。还要感谢大庆油田有限责任公司的有关同志，他们为我提供了大量的资料和书籍。

感谢所有帮助我完成本论文的老师和同志们。

王 权

二〇〇三年六月

目　　　录

[第一章 绪论 1](#_Toc40598222)

[1.1 大庆油田有限责任公司信息化建设概述 2](#_Toc40598223)

[1.2 数字油田的基本含义 6](#_Toc40598224)

[1.3 数字油田战略与总体战略的关系 7](#_Toc40598225)

[1.4 本文的研究目的与意义 8](#_Toc40598226)

[第二章 数字油田战略研究的主要理论和方法 10](#_Toc40598227)

[2.1 斯沃特分析法（SWOT） 10](#_Toc40598228)

[2.2 层次分析法（AHP） 12](#_Toc40598229)

[2.3 蒙特卡罗方法（Monte Carlo Method） 13](#_Toc40598230)

[第三章 数字油田建设需求分析 16](#_Toc40598231)

[3.1 总体需求 16](#_Toc40598232)

[3.2 应用系统总体需求 19](#_Toc40598233)

[3.3 信息总体需求 20](#_Toc40598234)

[3.4 基础设施总体需求 22](#_Toc40598235)

[3.5 数字油田的背景 23](#_Toc40598236)

[3.6 数字油田发展现状 25](#_Toc40598237)

[3.7 大庆油田有限责任公司数字油田研究与建设现状 29](#_Toc40598238)

[第四章 数字油田模式研究与设计 38](#_Toc40598245)

[4.1 数字油田概念的演变 38](#_Toc40598247)

[4.2 数字油田的模式 39](#_Toc40598248)

[4.3 数字油田的主要研究内容 41](#_Toc40598249)

[4.4 数字油田的基本架构 43](#_Toc40598250)

[4.5 数字油田的关键技术 45](#_Toc40598251)

[4.6 数字油田应用效果预测 47](#_Toc40598255)

[第五章 数字油田发展战略分析 51](#_Toc40598260)

[5.1 数字油田建设环境分析 51](#_Toc40598261)

[5.2 数字油田建设环境因素评价 61](#_Toc40598262)

[5.3 数字油田建设资源与能力分析 63](#_Toc40598263)

[5.4 数字油田建设内部因素评价 68](#_Toc40598264)

[5.5 数字油田发展战略SWOT分析 70](#_Toc40598265)

[第六章 数字油田发展战略制定与评价 72](#_Toc40598266)

[6.1 备选战略制定 72](#_Toc40598267)

[6.2 可行发展战略 73](#_Toc40598268)

[6.3 具体对策 75](#_Toc40598269)

[6.4 可行发展战略的评价 76](#_Toc40598270)

[第七章 数字油田实施方案制定与优选 79](#_Toc40598271)

[7.1 数字油田建设总体方案 79](#_Toc40598272)

[7.2 实施方案 83](#_Toc40598273)

[7.3 实施方案对比与优选 89](#_Toc40598274)

[第八章 数字油田建设经济效益与风险分析 93](#_Toc40598276)

[8.1 数字油田经济效益构成 93](#_Toc40598277)

[8.2 风险评价指标 94](#_Toc40598278)

[8.3 风险分析模型 94](#_Toc40598279)

[8.4 参数设定与估计 96](#_Toc40598280)

[8.5 蒙特卡罗模拟计算与结果分析 98](#_Toc40598281)

[结束语 103](#_Toc40598283)

[参考文献 104](#_Toc40598284)

[发表论文和参加科研情况说明 106](#_Toc40598285)

[致谢 107](#_Toc40598286)

天津大学硕士学位论文

管理科学与工程

**大庆油田有限责任公司数字油田模式与发展战略研究**

**（第2稿）**

**王权**

**电话：**

**单位：大庆油田有限责任公司信息中心**

**2003.5.12**

**大庆油田有限责任公司**

**数字油田模式与发展战略研究**

**The Research on the Modes and the Developing Strategies of Digital Oilfield of**

**Daqing Oilfield Co., Ltd.**

专 业 管理科学与工程

研 究 生 王 权

指导教师 刘金兰

天津大学管理学院

二〇〇三年六月

**中文摘要**

数字油田研究是一个新课题。自从大庆油田有限责任公司首次在全球范围内提出数字油田的概念以来，该课题的研究进展十分迅速。各方面的专家、学者已经对数字油田的内涵、研究内容、技术方法以及总体方案进行了较为深入的研究和讨论，但到目前为止，还有许多重要问题没有得到回答和解决。大庆油田是我国最大的石油生产与加工基地，对国家经济具有强大的支撑作用。大庆油田不仅是我国石油行业的领头羊，也是中国工业的一面旗帜。面对新的形势，加快大庆油田有限责任公司数字油田建设具有突出的政治意义、经济意义和社会意义。因此，对大庆油田有限责任公司数字油田的建设模式和发展策略进行深入研究是十分必要的，也是非常紧迫的。

本文的主要工作是：(1)划分了数字油田的模式，并对各个模式数字油田进行了对比；(2)提出了广义数字油田的概念，并确定了它的基本框架；(3)使用SWOT方法制定了大庆油田有限责任公司数字油田的发展战略，并进行了战略评价与选择；(4)提出了数字油田的总体技术方案，并利用AHP法对实施方案进行了优选；(5)利用蒙特卡罗模拟对数字油田建设的经济效益和风险进行了定量分析。

关键词：数字油田 广义数字油田 战略 蒙特卡罗模拟 经济评价 风险分析 SWOT AHP

**ABSTRACT**

Digital Oilfield is a very new topic. The research on this topic has been developing quickly since the concept of Digital Oilfield was first time given out by Daqing Oilfield Co., Ltd. (DOCL). Scientists and experts in different research areas have studied and discussed deeply about content, technique, method and the general solution of Digital Oilfield, but there are still lots of problems to be answered and solved up to now. Being the biggest base of petroleum producing and processing in China, Daqing Oilfield firmly supports the economy of China. Daqing Oilfield is not only the leader of Chinese petroleum industry but also a banner of the whole industry of China. It obviously includes meaning of polity, economy and society of China that DOCL expedites its Digital Oilfield project. Therefore, seriously studying the mode and the developing strategies of the digital oilfield of DOCL is very important and urgent.

The main jobs of this paper are: (1) to define the modes of Digital Oilfield and to give out the differences among them; (2) to set up the concept of General Digital Oilfield, and to build the basic framework for it; (3) to make, evaluate and select the strategies for building the digital oilfield of DOCL; (4) to propose the general technical solution for the digital oilfield and to optimize the plans with AHP method; (5) to analyze profit and risk of the Digital Oilfield project for DOCL in quantity through the stimulation process of Monte Carlo Method.

Keywords: Digital Oilfield, General Digital Oilfield, Strategy, Monte Carlo Method, Profit Evaluation, Risk Analysis, SWOT, AHP