



# 石油和天然气行业的数字化转型倡议

文/埃森哲

随着其他资本密集型行业纷纷通过全面应用数字技术,彻底改变了自身业务和运营模式,油气行业利用数字化转型影响力的时机已变得愈发成熟。

## 数字化:油气行业的崭新时代

油气行业翻开新的篇章

石油和天然气行业对大数据、技术和数字创新并不陌生。早在上世纪80年代,油气企业便已开始采用数字技术,更准确地了解资源储量和生产潜力、改善健康与安全,并且提高世界各地油田的边际运营效率。上世纪90年代到本世纪初,油田数字化浪潮席卷了行业内的大部分机构。然而,在最近十年的大部分时间里,业界并没有充分把握机遇,以有意义的方式使用数据和技术。例如,油田中的单台钻机每天可以生成数万亿字节的数据,但只有一小部分被用于决策。随着其他资本密集型行业(如航空和汽车)纷纷通过全面应用数字技术,彻底改变了自身业务和运营模式,油气行业利用数字化转型影响力的时机已变得愈发成熟。

如今,该行业已开始警醒。业界日益形成共识——油气行业正身处一个崭新时代的大门。在一系列宏观经济、行业和技术趋势的推动下,第二轮商业和数字技术变革有望引发:

### (一) 商品供应、需求和价格的全面颠覆。

由于供应端的剧烈改变,业界正在目睹有史以来最严重的市场滑坡。就在一些早期复苏迹象出现之时,另一项颠覆因素很可能即将浮出

水面——这次令价格反弹乏力的,是石油需求已然达到了峰值。它将给油气产品价格带来压力,并驱使能源企业更密切地关注投资组合改变,并努力在能源转型中发挥更大作用。

(二) 技术快速进步。平台、移动、监控、互联和存储等技术的日臻完善,再加上快速处理和分析数据的能力,正在增强企业敏捷性、支持实时化的决策与执行。

(三) 改变消费者的需求和期望。无论面对哪一行业,消费者都希望能够提高参与度、以及服务的个性化与速度。不仅如此,他们还更加重视影响自身能源选择的环境问题;设法探究企业各个领域(如排放水平或油气产品来源)的信息透明度;并且通过连接到多个技术和数字平台,不断提升技术成熟度。

尽管出现了这些根本性的转变,但截至目前,石油和天然气行业中的许多数字化行动普遍被视为保守之举,对现有运营或业务模式影响有限。迄今为止的多数努力只能起到改进作用;企业选择地使用了一些业务和数字技术来提高绩效——其中包括基本的前瞻型维护程序、对已完成的操作进行复核检查,以及在油气价值链的所有部分中使用初级数据。

埃森哲

埃森哲(Accenture)是全球知名的管理咨询、信息技术和业务流程外包的跨国公司。

目前,选择采用传统方法——借助某一套技术来系统性地实施数字化,这种设想可能并不现实。

相反,行业可以依托数字技术来积极推进变革议程,由此斩获诸多收益。整体而言,数字化转型有望为本行业和社会创造巨大价值。这样的转型要求企业实施由首席执行官和最高管理团队鼎力支持、目标明确的数字化战略,以及积极采用创新和技术文化。它还需要企业作出投资与承诺,重新审视和修改流程、基础设施和系统;并且有意愿在整个生态系统中开展全面协作。为了实现成功转型,行业必须使所有支持因素都发挥作用,方可充分挖掘数字化的真正潜力。

#### 数字化主题

以下四大主题将成为未来十年石油和天然气行业数字化转型的核心:

(一) 资产生命周期数字化管理。新的数字技术与数字驱动的洞见结合能够转变运营,提高敏捷性和战略决策,并产生新的运营模式。

(二) 循环协作式生态系统。采用整合数字化平台能够提高生态系统参与者之间的协作,帮助加速创新,降低成本,并提高运营透明度。

(三) 开辟新型业务空间。创新的客户参与模式能够提高灵活性和个性化体验,为油气运营商打开全新机遇,为客户交付新型服务。

(四) 助推新能源迅速发展。能源系统的数字化推动了新型能源及其运营商的发展,也支持着能源优化和营销的新模式。为保持贴近客户,石油天然气行业必须充分理解这些变化对整个能源体系的全部影响。

#### 以数字化转型增进价值

这一风险价值分析的目标在于,评估未来

十年(2016—2025年)油气行业数字化为自身、其客户,以及更广泛社会释放价值的潜能。该分析取得的主要发现包括:

(一) 油气行业数字化转型能够为行业、客户和社会释放约1.6万亿美元价值。

(二) 如果现有组织运营制约因素得到缓解,并考虑认知计算等“未来”技术的影响(目前还没有足够证据来进行决定性的价值评估),数字化的总价值预计还将进一步上升至2.5万亿美元。

(三) 数字化有潜力为油气企业创造1万亿美元价值。

(四) 该行业的数字化转型可以为整个社会创造约6400亿美元价值。这包括为客户节约成本约1700亿美元,能效改善带来约100亿美元,减少水资源消耗300亿美元,降低排放约4300亿美元。

(五) 环境利益包括减少约13亿吨的二氧化碳排放,节约8亿加仑水,并避免相当于23万桶的石油泄漏。

#### 变革阻力

目前,抑制变革的因素包括:监管框架仍在奋力适应价值链数据共享的新时代;传感器数据缺乏标准化;无法在整个生态系统中分享信息;以及很难招聘到合适的千禧一代来取代高龄员工。此外,一些年长领导者并未做好必要的思想转变,积极去捕捉数字化的潜在价值。特别是认为数字化与根深蒂固的安全意识相冲突时,这种情况将更为突出——例如会反复讨论对无人操控资产的引入。这种保守方式有可能导致结构性的抑制效果,从而形成数字化转型的另一项关键障碍——由于担心变革的潜在后果,整个行业不愿采用更具实验性的“快速试错”方法。

#### 成功实现数字化转型的建议

图1 各行业股东整体回报率

10年TRS CAGR (2006年9月-2016年9月)		5年TRS CAGR (2011年9月-2016年9月)		3年TRS CAGR (2013年9月-2016年9月)		1年TRS CAGR (2015年9月-2016年9月)		市值 (2016年9月; 十亿美元)	
技术	9.0%	医疗	17.1%	技术	13.6%	矿业	32.0%	银行	5,351
医疗	8.8%	技术	14.4%	医疗	11.1%	技术	19.8%	医疗	4,506
零售	8.2%	机械	11.6%	机械	6.9%	化工	15.5%	技术	4,241
机械	7.1%	零售	11.5%	公用事业	4.8%	石油天然气	14.9%	石油天然气	2,567
化工	6.8%	银行	9.2%	零售	4.3%	机械	11.6%	电信	2,523
电信	6.8%	汽车	8.5%	电信	3.6%	电信	11.0%	零售	2,421
矿业	4.3%	化工	8.0%	化工	2.9%	公用事业	7.4%	公用事业	1,831
汽车	2.7%	电信	7.5%	银行	0.6%	医疗	5.9%	化工	1,608
公用事业	2.3%	公用事业	5.2%	汽车	-1.7%	汽车	4.3%	汽车	910
石油天然气	0.0%	石油天然气	0.2%	石油天然气	-5.3%	零售	0.6%	矿业	823
银行	-0.3%	矿业	-7.8%	矿业	-6.3%	银行	0.4%	机械	557

备注: CAGR=复合平均增长率

数字化转型能够改变人们的工作与生活方式,其规模同以往历次重大工业革命不相上下。虽然这一变革拥有惠及行业和社会的巨大潜力,但我们却很难确保其价值得到充分挖掘。为此,所有主要的利益相关方必须着力加强协作并采取坚定行动——包括通过协调一致的监管努力,最大程度地实现覆盖全社会和跨越行业的数字化价值。数字化的成功有赖于行业领导者、社群和决策者之间的协作。我们已给出了一系列针对行业和其他利益相关方的建议:

#### (一) 对行业的建议

- 1.使数字化成为高级管理层的首要任务。数字化转型和任何其他重大变革一样,需要顶层支持——这包括树立明确的愿景、投入资金和资源,并积极主动推动相关的变化管理。
- 2.培养创新文化和技术应用。虽然不可能所有的资源都在企业内部开发,但他们的确需要开辟新的理念和工作方式。
- 3.投资人力资本和发展项目,培育数字化

新思维。归根结底,精通数字技术的员工团队不仅是转型的基本推动者,更是最大程度捕获价值的关键驱动力。

4.落实行之有效的办法,建立新能力或实现其产业化。这包括作出自建或购买技能的决定,以及通过项目群管理方法拓展技术和数字平台。

5.改革公司数据架构。数据是数字化转型的核心,因此数据平台的协调、整合和互操作性将非常关键。

6.寻找加深协作的机遇并透彻理解共享经济。这将有助于规避由于共享经济崛起、客户偏好改变所形成的潜在陷阱。

#### (二) 对政策制定者、政府和广泛社会的建议

- 1.制定全球数据标准。其中包括与数据共享和安全相关的政策,并积极鼓励透明运作。
- 2.培养创新生态系统。政策制定者、政府及全社会都应当在推动未来繁荣发展的过程中扮演重要角色。政府现在不仅有责任帮助打

造创新生态系统,还要在自身的组织中进行创新、释放价值,满足人们不断变化的多样化需求。

3.打造明确的监管框架。这将助推向低碳经济的转型、支持更加包容的社会。此类框架还能够促成更环保、更具弹性和包容性增长的广泛改革议程。

数据的生成、共享、分析和存储,已成为数字化转型的重要推动因素。例如,工业物联网的使用,以及生态系统内的协作。同时各国政府也应确保,化解当前在数据隐私、使用、安全性和互操作性等方面的担忧。今天,各方普遍期待政府能够积极跟踪数字技术的发展,并就收集、共享和使用数据的最佳实践与业界保持开放式对话。

最终,如果油气行业、政府和民间社会只是各自单独地就上述重要议题展开行动,那么所有各方均无法最大程度地实现数字化带给本行业、广大社会及环境的益处。与之相反,诸多

利益相关方共同推进数字化转型,必将能够收获前所未有的巨大收益。

## 行业背景和数字化趋势

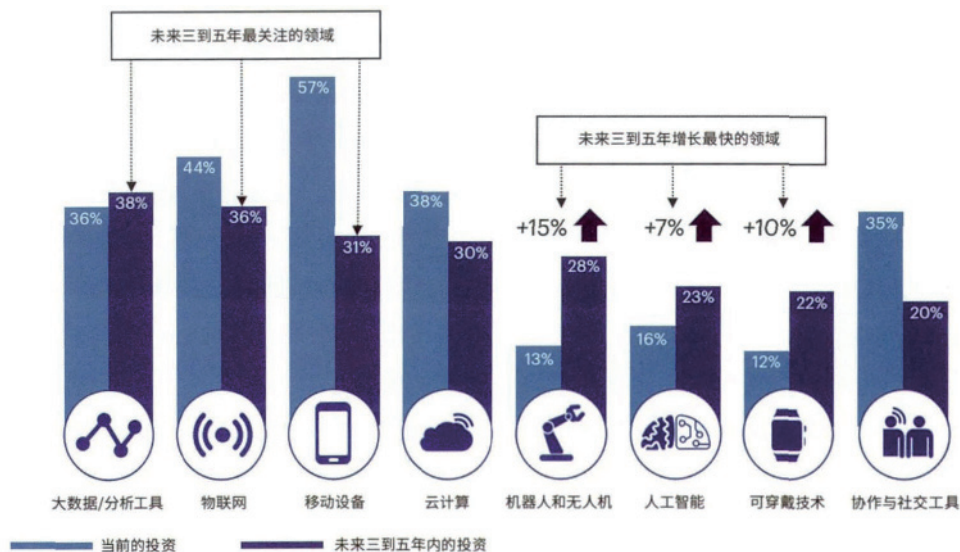
行业力量和数字化创新正在重塑石油与天然气行业。非系统化地应用新技术已无法满足需要;而唯有全面推动数字化,方能创造显著价值。

### (一)行业趋势

若干强劲的供求力量正在塑造石油天然气行业及更广泛的能源价值链。这些力量包括技术进步——例如,水平钻井和水力压裂技术使页岩资源开采成为可能,这是造成过量供应、进而导致原油价格持续走低的重要原因之一。而其他一些因素正在影响需求,如消费者对电动汽车的兴趣不断高涨。这些力量的作用,以及数字化的潜在颠覆,都可以在石油天然气及相关产业中切实感受到。

供给、需求和商品价格的颠覆,加上持续

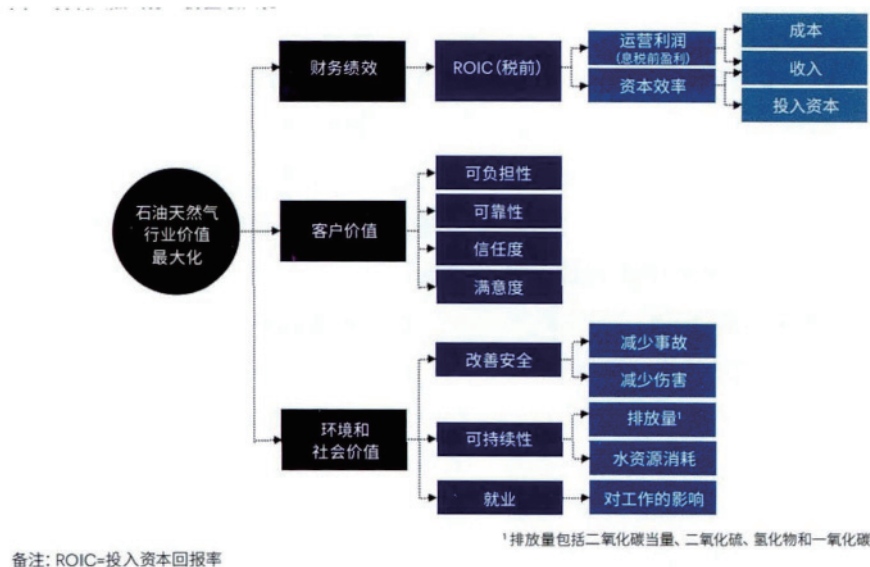
图2 数字技术投资分布情况



\*柱状图显示百分比是参与调查的石油天然气企业的比例



图3 石油天然气行业价值最大化



的市场波动，让投资者对行业产生畏惧，因为石油天然气行业的股东整体回报率（TRS）相比其他行业更低（见图1）。

## （二）数字化趋势

相比其他部门，石油天然气行业的数字化转型方法预计将呈渐进式，而非革命式。但是，云计算、社交媒体、大数据及分析工具等技术的发展，都在推动对油气行业有着巨大潜在影响的趋势。云计算能够打破企业业务职能的孤岛状态，提高企业敏捷性；大数据和分析工具可以帮助公司分析来自多种不同来源的大量结构化和非结构化数据，生成实时洞见，从而促进创新；移动技术能够支持新的业务情境，社交渠道则会改善客户关系，让沟通变得更快、更直接、费用更低。

此外，传感器成本的下降、工业物联网（IIoT）的崛起，都将大大增加企业可以获取的数据量。

以创新方式综合利用这些技术，能够成倍增强其能力，远远超过单独应用的效果。综合

影响在不远的将来为油气业务运营增加新的互联智能层。除了提高效率，数字化还令企业能够更好地接触到客户。埃森哲最近的一项调查（见图2）显示，大数据和分析工具、工业物联网和移动设备正成为油气企业首要的数字化主题。

## 大数据和分析工具

便宜的传感器、持续扩大的互联互通和计算能力的不断提高，都在助推油气企业收集更多的数据。现代海上钻井平台拥有约8万个传感器，预计在资产生命周期内生成的数据达15P字节。大数据和分析工具将帮助企业驾驭如此海量的数据。

约36%的油气企业已在开展大数据和分析工具投资。但是只有13%的企业使用源于技术的洞见来推动进入市场和应对竞争的举措。这一差距突出表明，这些公司仍未将大数据和分析工具完全嵌入其系统中，只是小范围地应用技术。全面部署技术将对生产效率 and 运营产生深远影响。

### 工业物联网

工业物联网系物联网的一种具体应用,是指“相互关联的计算设备、机械和数字化机器、物体或人所组成的系统,他们具备独特识别器,并有能力通过网络传递数据,不依靠人对人或人机之间的交互。”工业物联网脱胎自多种技术的融合,打破了运营技术(OT)和信息技术(IT)的隔阂。这意味着非结构化、机器生成的数据也能被分析,进而产生洞见,推动设计和执行的改善,同时制定更快、更明智的决策。工业物联网还能够实现机器对机器的交流。

信息技术和运营技术整合及趋同的一项潜在挑战在于,公司必须具备应对新问题和风险的能力,例如抵御恶意软件和网络攻击。在上游,工业物联网可以通过分析多样化的作业数据集(如钻井参数)和跨学科数据(如地质模型),提供新的运营洞见来实现优化。就中游企业来看——例如运输机构正在引入管道和存储等设施,以此提高网络完整性并发现更多商机,而构建支持数据功能的基础设施有望使他们显著获益。下游企业(如石油产品精炼商和零售商)则可借助油气产品供应链可见度的提升,并且开展针对数字化消费者新型互联营销,有机会找到新的收入来源。

### 移动设备

油气企业已通过大量投入,将移动设备全面整合到日常运营当中。他们最主要的收益包括利用团队沟通改善工作流程、提高员工效率,以及更出色的现场数据记录。移动技术还可以通过智能手机的专用软件,实现实时数据监控,并对健康、安全 and 环境(HSE)产生积极影响。

企业还利用智能手机全球定位系统追踪身处危险环境中的员工,改善其安全。此外,将移动应用与射频识别标签结合也使资产变得更加

智能,并且其运动更为清晰可见。

### 价值框架

成功的数字化转型能够提高石油天然气企业的利润率,改善员工安全状况,并通过减少碳排放和水消耗,为客户节约成本,进而造福社会。我们制定了详细的模型,可以将数字化对石油天然气行业以及社会整体的影响加以量化。

就推动油气行业摆脱增长乏力局面,交付显著的股东、客户和环境价值而言,数字技术潜力巨大。捕捉该价值并非一定要在企业的优先事项之外单独进行,或是取代其他优先事项,实际上,在帮助企业以整体化举措应对行业转变方面,它可以发挥重要作用。在本白皮书的框架下,行业价值创造属于财务绩效和客户、环境和社会价值的组成部分(见图3)。

### 计算石油天然气行业的数字化转型价值

我们的风险价值方法旨在评估数字化转型行动对行业、客户、社会和环境的影响。它估算了2016年到2025年间处于危险中的全球行业运营利润,以及在此期间,数字化转型可以带给客户、社会和环境的贡献。

行业风险价值包括两方面:第一,附加价值,即数字化行动对行业运营利润产生的潜在影响;第二,价值转移,即不同行业玩家之间转移的运营利润。社会风险价值衡量的是数字化转型对客户、社会和环境的价值影响。

### 展望未来:数字化主题和行动

未来十年,石油天然气行业数字化会为客户、客户和社会带来1.6亿到2.5万亿美元的价值。此处重点介绍最有价值创造潜力的几项数字化创新。

根据大量访谈和深入研究,四大数字化主

题将在2016—2025年的行业数字化转型中扮演关键角色：

1.资产生命周期数字化管理。新的数字技术与数字驱动的洞见结合能够转变运营，提高敏捷性和战略决策，并产生新的运营模式。

2.循环协作式生态系统。采用整合数字化平台能够提高生态系统参与者之间的协作，帮助加速创新，降低成本，并提高运营透明度。

3.开辟新型业务空间。创新的客户参与模式能够提高灵活性和个性化体验，为油气运营商打开全新机遇，为客户交付新型服务。

4.助推新能源迅速发展。能源系统的数字化推动了新型能源及其运营商的发展。为保持贴近客户，石油天然气行业必须充分理解这些变化对整个能源体系的全部影响。

在每个主题下，数字化行动涉及对行业价值链、员工队伍、相邻产业、环境及社会整体产生显著影响的技术。这些行动（见图4）展示了企业在利用数字技术改变业务和运营模式的过程中可以采取的具体步骤。

风险价值概述

风险价值分析旨在评估未来十年（2016—2025年）这些数字化转型行动有望为油气行业、其客户及社会释放价值。主要发现如下：

1.油气行业数字化转型能够为行业、客户和社会释放约1.6万亿美元的价值。

2.如果现有组织运营制约因素得到缓解，并考虑认知计算等“未来”技术的影响（目前还没有足够证据来进行决定性的价值评估），数字化的总价值预计还将进一步上升至2.5万亿美元。

3.数字化有潜力为油气企业创造1万亿美元价值。其中，预计上游企业获得5800亿～6000亿美元，中游企业得到约1000亿美元，另2600亿～2750亿美元归属下游企业。

4.该行业的数字化转型可以为整个社会创造约6400亿美元的价值。这包括为客户节约成本约1700亿美元，能效改善带来约100亿美元，减少水资源消耗300亿美元，降低排放约4300亿美元。

5.环境效益包括减少约13亿吨的二氧化碳排放，节约8亿加仑水，并避免相当于23万桶的

图4 石油天然气行业的数字化行动





表 各主题和行动的风险价值分析

	高度成熟、高确定性、经过量化的数字化行动和技术	尚不成熟、低确定性、未经量化的数字化行动
资产生命周期数字化管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 自动化运营和机器人</li> <li>• 远程作业中心</li> <li>• 预测性维护</li> <li>• 运营优化</li> <li>• 互联员工</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 认知计算</li> </ul>
循环协作式生态系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过3D打印实现实时供求平衡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过区块链技术和智能合约, 实现数字化信息共享和运营透明</li> </ul>
开辟新型业务空间	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 数字化客户服务</li> <li>• 全渠道零售和体验式服务</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 前院即电池(电动汽车充电)</li> </ul>
助推新能源迅速发展	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 消费者能源选择</li> </ul>	
总风险价值	1.6-1.9万亿美元(取决于应用比率)	0.2-0.5万亿美元(估算)

石油泄漏。

6.我们对表所列的主题和行动进行了风险价值分析,同时也列出了未进行量化的行动。

此外,基于本文的宗旨,其中并未包括先进的钻井与完井方法等技术的地下影响。但是这些技术有潜力给油气行业带来巨大价值和影响(见图5)。

1.资产生命周期数字化管理主题中,“运营优化”能够为行业释放最大的价值(约2,750亿美元)。其中,在上游,90%的价值预计主要来自钻井和生产优化,以及充分利用端到端的联网资产生成的数据、以先进分析算法所作的分析。这能降低非生产时间的相关成本,提高资源生产率。

2.自动化水平的提高、机器人和远程操作功能的应用,都将推动基于价值的决策,影响未来的设计考量(如资产组合规划、钻井选址、改善维护、优化人工开采、有关净现值的决策)。

3.“消费者能源选择”对社会带来的价值最为显著。选择可再生能源,加上设备利用率的

提高、电动汽车的崛起,将导致650亿~700亿美元的价值从石油天然气企业向更广泛的能源生态系统转移。上游企业所面临的风险最大,约600亿美元的利润或转移到能源生态系统。但是这一转变将有利于环境,减少二氧化碳排放9亿吨。

4.改善石油天然气生态系统内协作的行动,如“实时供求平衡”,也很可能释放显著价值。但是,如果考虑“通过区块链技术和智能合约实现数字化信息共享和运营透明,”该主题(循环协作式生态系统)的影响预计还将更为显著。

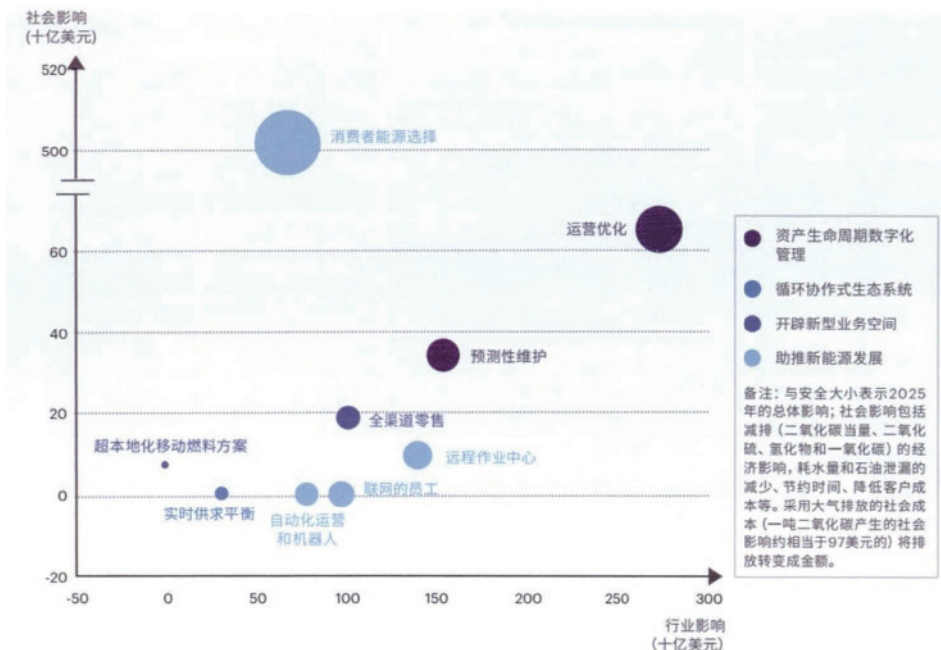
#### (一) 资产生命周期数字化管理

全新数字技术与数据驱动型洞见结合,能够改变运营、提升敏捷性和战略决策。

最近几十年来,为了满足全球能源需求,石油天然气行业投入数万亿美元打造大型基础设施——包括海上工程、陆地开发场地,以及涵盖管道和精炼厂的复杂网络。捕捉和解读数据,并且在采取有效行动的同时尽量化解员工和环境所面临的风险,这种能力已成为行业运



图5 数字化行动和技术对石油天然气行业及社会带来的潜在价值



营的核心。充分利用技术和核心基础设施——例如在上、中、下游环节引入传感器和自动化技术，使这种运营方式成为了可能。

但是迄今为止，企业捕捉和分析数据的主要目的仍是改善健康与安全、释放边际运营效率，如降低设备停工时间或改善既定资产组合在某一时间段内的项目表现。过去数十年中，数字化油田等概念日益成熟，通过零散地应用数字化技术来改善运营绩效的做法已然走到了尽头。

未来，企业应当考虑一套不同以往的管理方式，包括：考虑资产从设计到运营的整个生命周期；在每一步骤中收集和分析数据；理解它如何影响序列里的下一步；以及总结经验教训用于未来的设计。它将从两个重要方面推动油田资产的升级进化：

1.数字化和云计算能力的发展使运营商可以将成本管理从昂贵、未联网且静态化的仪表

监测方法（如传感器）转变为基于分析工具的洞见驱动决策。通过此举，更多资源能够用于改善可靠性、提高灵活性并促进创新。

2.运营模式应当灵活敏捷，支持开展跨资产、跨学科的协作，从而更加迅速而可靠地处理数据。这将有助于实现更快、更有效的决策，同时确保安全。

资产生命周期数字化管理首先依靠专门的传感器来从实物资产中收集实时信息，然后依靠云分析工具处理该数据。这些技术的运算能力正不断提升，而成本却在下降，由此使油气行业能够在油田现场就完成更多工作，并且催生出了新的运营模式。此类理念的实际应用之一，便是在油田引入基于平台的模式——它适用于美国本土48个州的油气上游部门（非常规页岩作业）之类的高储量地点。在这种情况下，油井可以作为客户，而装备了数字化可穿戴设备（如移动应用和智能眼镜）的用户和多技能员工则

被视为平台提供方。依托人工智能的无人控制中心（平台本身）能够实时进行作业协作，平衡供求双方。这样的运营模式能够显著延长油气行业的资产生命周期，同时推动运营效率和健康、安全与环境绩效。

#### 全新自动化时代

由于石油价格走低继续影响利润率，石油天然气行业面临提高运营效率的巨大压力。此外，自2014年以来，用于勘探的资本开支下降了约25%，企业不得不尽力“榨取”现有资产的剩余产能、实现产量的最大化。充分利用数字化技术来精简运营、提高其自动化和优化水平的企业将跻身行业转型的最前沿，确保自身在起伏不定的市场环境中繁荣发展。事故和泄漏也会威胁运营商的利润率和生存发展——预计随着全球监管的增强，这种现状还将持续。

“全新自动化时代”这一数字化行动有两大基础：机器人和无人机等各种技术的应用，以及自动化和远程作业能力的发展。这些技术和能力的结合将大大促进实时、数据驱动的决策过程——从钻井选址、资产组合规划、提高油田完井率，一直到哪种人工举升方法可以最大程度地提高项目净现值。在整个行业层面，充分利用工业物联网可以在油田生命周期中将端到端的作业连接起来，并确保所有系统、设备、传感器和数据能够在整个行业内进行互相沟通和学习。举一个最简单的例子，在上游部门，联网传感器（井场自动化）能够收集多个井场的油箱储量数据，触发自动安全阀，并根据最佳驾驶路线，自动向油罐车司机发出工作通知。目前，机器人还只能完成单项功能并需要监督。无人机是单一功能机器人应用的最佳实例，它越来越广泛地被用于监控和考察现场资产，如海上钻井平台、管道、储油箱和天然气火炬装置。不过其使用仍受到了诸多监管问题影响。

未来，机器人将能够自动进行多项操作并在很大程度上取代现场员工。无人机和自动机器人的配合将帮助缩减上游作业的各种成本，预计他们可以减少大陆架和深水区域20%的钻井和完井成本，所有地点25%的巡查和维护成本、以及20%的员工成本。自动化作业还能帮助减少20%的停工时间。

利用远程作业中心（ROC）实时控制运作并制定决策（基于从不同资产中收集的数据）、尽量减少前往油田现场的次数，是石油天然气行业从数字化转型中获益的另一种重要模式。虽然远程作业中心本身并非数字技术，但它提供了组合其他技术的环境和使用分析工具的机会。身处远程作业中心的工程师能够通过利用先进算法评估各种决策情境的影响，选择最佳方案，从而优化运营并防止失败。

目前，远程作业中心虽然已在大陆架和深水作业中有所应用，但在其他领域的延伸范围和功能有限。不过未来，这些远程作业中心将获得更广泛的利用，其能力也会变得更强。预计这些发展可以降低所需的现场人员数量、提高决策能力，将高技能的人才从现场和平台转移至远程作业中心。

仅从远程作业角度来看，远程作业中心可以节约员工乘飞机往返的相关成本，并缩减约3万份工作。但另一方面，远程作业中心会创造2万个左右的新岗位，部分抵消了其失业影响。远程作业还可帮助企业尽早发现问题，从而提高产量。这些方面的综合效益预计将达1400亿美元左右。

通过减少从事最危险的现场工作所需要的人手，自动化水平的提高还将消除风险，并避免健康、安全和环境事故——特别是在偏远或艰难的运行环境中。因此，自动化可以改善效率和精确性、加强安全，同时在保持产量水平的

情况下大幅降低成本。

当我们分析“人员大规模更迭”的影响时可以看到,随着石油天然气行业全球员工队伍出现人员结构变化,该行业与自动化的关系尤为密切。很多员工正逐步退休,取而代之的下一代员工不但缺乏深厚而广泛的经验,并且也需要制胜数字时代的不同技能。在这种情况下,逐渐自动化的行业流程和决策能够促进经验与技能的标准化。此外,自动化可以帮助涵盖多种技能的员工团队更快发展,并且将此前开展人工或机械任务所需要的时间降至最短。

### 案例分析:机器人钻井系统——利用机器人钻台进行无人作业

机器人钻井系统公司正在开发全部由电子装置和机器人控制的钻井平台,从而迅速、无缝地开展完全无需人工的管道和工具作业。公司与Energid Technologies和Odjell Drilling两家企业合作,开发并部署了这套机器人钻井系统。在设计之初,公司便从三方面进行了重大创新:电子钻井平台机器(如利用电子钻工和电子管道工实现精准作业)、动态机器人控制系统(增加灵活性),以及钻台机器人(替代人工作业)。系统可以用于新建项目或翻新现有井架。早期研究发现,机器人钻井系统有潜力每年每座井架节约40个钻井日。除了减少钻井时间,改善健康、安全和环境条件并降低运营成本,全机器人系统还能带来缩短停工时间、加快安装速度、降低噪音、减少能耗和二氧化碳排放等其他众多益处。

#### 先进分析工具和模型

过去,模型和预测性分析工具(从数据中发现洞见以预估趋势)主要依靠大量结构化、时间序列数据和此前收集的静态数据。随着传感器及整个行业价值链数据捕捉能力的提高和

普及,大数据目前在石油天然气行业中扮演着重要角色。其结果是,基于模型的预测算法虽然善于处理时间序列或静态数据,却无法完全发掘大数据的潜力,因为它们不太适用于结构化或非结构化形式混杂的多样化数据组。

鉴于油气行业的具体情况,企业有可能迅速、自动产生分析模型(如油藏模型、钻井计划和生产资料),分析更庞大、更复杂的数据,快速获取更加准确的结果——即便面对海量数据也可如此。而通过建立精准模型,企业更有机会发现盈利契机和避免未知风险。机器学习技术在本行业的应用方式,包括用于勘探新能源、分析地下油气产品和预测精炼传感器的故障。它们还能帮助企业响应生产故障、优化低产油井的参数、进行储层解释并精减石油配送,以此提高效率、降低成本。先进分析工具还有助于诠释一些新的问题,例如生产商如何将实时井底钻井数据和附近油井的生产数据加以结合,藉此调整钻井策略;如何优化维修战略;以及何时是利用备用品替换部件的最佳时机。部署先进分析工具可以有效支持实时的作业调整和成本削减。分析工具算法还能持续地自动学习,不断改善健康、安全和环境绩效。

预测性维护是石油天然气行业降低成本、提高运营效率的有力工具。虽然石油和天然气公司已经收集大量实时数据,但这些数据并没有被充分用来预测设备问题和故障。对于偏远地区和恶劣环境下的油气勘探,设备检查正变得困难且耗费颇多。不良的检测方式可导致计划外维护、时间浪费,以及健康、安全和环境事故,带来高昂的资金和人力成本。预测性维护利用设备使用和维护的实时或历史数据,发现机器表现和可靠性的规律。最终,它将能够针对每种类型设备打造更为完善的定制型维护计划。



优化运营、提高效率是利用预测性维护保持设备可靠性的另一项成果。工业物联网等技术已帮助油气行业依托覆盖所有资产和流程的数据可见性,利用完善的动态情境模型,实时进行着运营优化。而更先进的最佳运营方式甚至可以支持资产和流程的闭环控制,除了简单的监控外,完全无需人工干预。

### 案例分析:西班牙国家石油公司 (Repsol)——在上游作业中部署认知计算技术

Repsol公司与IBM协作,将认知计算技术用于上游业务。目前,公司海上单井钻探投入达2亿至4亿美元,但只有20%~25%的油井能够开发成功,因为钻井决策所依靠的信息极其有限。认知计算技术可以更加流动性地获取多种数据组,开展目标分析和模拟,从而降低这些作业的风险。Repsol已经投资开发了两种原型应用,以此强化战略决策,优化储油层产量和收购新油田。认知技术帮助公司提升现有油气田的生产效率,同时将寻找新资源的勘探风险降至最低。该项目仍在开发中,预计需要三年时间完成。但公司预计,到第二年未便会有足够的认知能力来改善油田生产效率,而到第三年末,将能据此优化新油田的收购。

### 案例分析:BP集团开发超级专用传感器,最大化提高储油层产量

为帮助优化油藏产量,BP开发了一批特别传感器——它们非常敏感,能够测量地球重力十亿分之一的引力。传感器足够小且可靠,可以置于很深的钻孔中,区分油和水。BP与硅谷微重力公司 (Silicon Microgravity) 结为合作伙伴,制造和配置这些传感器。利用拥有专利的全新钻孔微重力记录技术,传感器帮助油藏工

程师减少水侵入产油井的潜在破坏风险,从而完善油田储藏监测。硅谷微重力公司预计,这些传感器可以最高提升传统储油层产量达2%。

#### 风险价值影响

从根本上,预测性维护和运营优化均是依靠传感器收集的数据,利用先进分析工具来提供更明确的洞见。洞见可以用于更快速地处理和分析数据、提高敏捷性,以及支持实时决策与执行。这些创新释放的价值有望超过其他可量化的数字技术行动,为石油天然气行业、社会和环境创造共赢局面。预测性维护和运营优化涉及多种技术和工具。在上游运营中,它们包括储油层建模、油井设计优化、人工采油优化、井底监控、钻机联网和预测性分析工具。对于降低运营成本和提高产量,上述技术的综合运用能够形成显著影响。这些行动可以为上游节约5%的寻找和开发成本、20%的维护成本,还能降低20%的加班开支、10%的材料成本。预测性分析工具预计能够降低5%的停工时间和20%的零部件库存水平。

### 案例分析:阿帕奇公司——利用预测性维护预判重大设备故障

美国独立油气企业阿帕奇使用预测性分析工具来预见电潜泵等关键油泵设备的故障。公司与某研究实验室衍生机构Ayata公司合作实施了这一解决方案。电潜泵一直是运营挑战之一,其故障曾经给阿帕奇带来每天1万桶的损失。为了解决这些问题,公司成立了协作式行业数据库(电潜泵可靠性信息与故障追踪系统 ESP RIFTS),记录并量化超过10万个油泵的位置和运营状况。阿帕奇通过这些数据,发现了40种可采取行动的变量,来改善电潜泵性能。得益于整体设备运行时间的增加,生产损失得以有效降低,产量实现了提高。

### 案例分析：哥伦比亚管道集团——智能管道技术先驱

哥伦比亚管道集团与埃森哲和通用电气（GE）合作，开发了用于天然气运输的智能管道技术。该解决方案整合了不同来源的数据，包括地理信息、工作管理系统、控制中心、呼叫系统和外部数据来源，如国家海洋和大气管理局、美国地质调查局。智能技术使用户可以用不同方式检查数据，迅速确定关注区域，评估威胁和响应对策。它将帮助管道运营商对资源应用的各个最佳地点作出优先排序，将不可预知事件的可能性降至最低。目前，该工具令该公司可以几乎实时监测整个企业超过1.5万英里的州际管道，监控管道威胁、改善风险管理，并清楚地掌握情况。

该行动预计将减少约3.5亿吨的二氧化碳排放，此外还将分别减少15万吨和20万吨的二氧化硫和氮氧化物。预测性分析工具的环境价值还包括：分别降低生产及运输过程的漏油量约5.4万桶和6.5万桶。此外，这些技术还能够帮助油气行业降低耗水量——特别是在轻质致密油开发领域，预计到2025年共减少水资源消耗8亿加仑。

#### 互联员工

过去几十年间，针对员工何时会暴露在超健康水平的有害物质中，各种无线传感器和个人监测系统已经问世，并且在不断发展和完善。然而，油气行业面临的巨大挑战之一，就是创造和应用这样一种技术，使员工佩戴的设备也有能力尽可能多地处理这些监控系统产生的数据——这种理念被称为“将智能扩展到边缘”。

“互联员工”不仅装备了可穿戴设备、智能手机或联网产品，还能够充分利用这些设备产生的数据，尽可能安全且高效地开展工作。

通过移动应用和可穿戴技术，企业可以实

时按照需求为员工推送和提取信息，从根本上改变本行业的工作方式。互联员工能够在正确的时间获得正确的信息，从而更加主动地作出决策，由此提高效率、降低成本。到2025年，上游作业互联员工将得益于现场安全性的改善和按需获得信息，通过使用可穿戴技术及获得虚拟现实中心提供的加强培训，效率比普通员工提高15%。下游运营商预计也能够提高15%的员工效率。本白皮书的分析表明，该行动预计有潜力为行业下游增加400亿美元的价值，但同时也可能取代4.4万个下游岗位。

石油天然气行业不可避免地会涉及高风险活动，仅2014年，该行业就死亡18人、受伤约1600人。在此背景下，互联员工技术的安全改善潜力非常重要。

### 案例分析：斯伦贝谢——试点利用可穿戴技术改善现场作业安全与效率

斯伦贝谢公司正在试点以谷歌眼镜为基础的可穿戴技术，提高现场员工的安全和效率。该企业与Parsable公司合作，为油田员工打造定制化智能眼镜，给员工提供实时信息。该解决方案将成为一款 workflow 管理工具的组成部分，把员工表现的实时指标传送给管理层。眼镜提供了实时计量读数、检测和安全清单、库存检查和分步操作视频等信息。它们还可以在每一个步骤完成之后立即记录所耗时间，从而优化工作流。此外，眼镜能够帮助员工节约完成现场检查清单等常规任务所耗费的时间。

### 案例分析：壳牌公司——配置工业级移动工具，提高员工安全

为了提高安全，壳牌公司为现场员工提供工业级移动工具。公司打造了互联员工的多个“角色”，用于为每个员工的角色定制工

具。这些工具帮助确保员工得到恰当的训练，能够在正确的时间获得正确的信息，提高现场作业的信心。公司与阿曼国营石油发展公司（Petroleum Development Oman）结成伙伴关系，与整个生态系统协作，打造工业级移动平台，提高现场员工效率高达20%。

## （二）循环协作式生态系统

整合数字化平台能够提高石油天然气生态系统参与者之间的协作，同时加速创新、降低成本，并提高运营透明度。

持续创新一直是石油天然气行业的根本所在，而数字化打开了协作式创新的可能性。数字化平台使石油天然气企业可以更好地联系供应商、客户和整个社会。通过创建覆盖整个行业的顶端信息共享层，生态系统参与者能够以更先进的方式协作。例如，生态系统中的“利益共同体”能够合作改善设计、加速创新——从创意生成一直到互利项目的催生。这类行动为企业实现安全且透明的运作、改善服务伙伴关系、主动参与、优化实时供求平衡及降低成本等目标铺平了道路。

### 案例分析：北海地区的石油天然气企业——通过协作压缩投产准备时间和库存成本

受石油价格暴跌和持续走低的影响，北海地区的石油天然气生产商协作打造了管理工具和备用零部件的在线交易共享平台。各企业共同建立了一个备用部件池——小到螺丝和螺母，大到阀门、压缩机，这些位于苏格兰艾伯丁的仓库共分类登记并存储了超过20万个备用部件，通过 Ampelius Trading 贸易公司开设的通用平台进行管理。这种协作模式已帮助企业降低了投产准备时间和零部件的库存成本。英国石油天然气行业协会于2015年9月成立了由行

业领导的效率工作组，负责该项目的推进。

实时供求平衡（通过3D打印技术），以及数字信息共享和运营透明（使用区块链技术），这两项行动正从根本上改变油气运营商参与更广泛生态系统的方式，从而进一步凸显出建立全行业通用数字平台所创造的效益。

#### 通过3D打印，实现实时供求平衡

增材制造或3D打印指的是通过连续累加多层材料来创造三维物体的电脑辅助流程。通过数字3D模型或其他电子数据来源，可以打印几乎任何形状的物体。从打印人体部位到食物，3D打印的应用多种多样。目前该技术已经发展到临界点，开始进入主流制造业。技术的日趋成熟、设备成本的下降，再加上3D打印材料种类的迅速增加——多种因素的汇合推动了这一趋势。

在不远的将来，3D打印机能够令供应链实现全球联网，同时保持完全的本地化。从根本上来说，3D打印创造了设计、工程、市场和制造之间的密切联系，打开了新的可能性，将部分制造工作从工资水平较低的国家转移到更接近发达国家客户群的地区。这使企业能够更快地响应需求，但也可能给油气运营商带来影响。随着行业运营的技术复杂性及规模的日益扩大，偏远生产地点对替换部件的需求也将持续增加。

供应这些零部件的传统方式是从集中的仓库发运，可能需要耗费数天的时间，并产生大量开支（钻井期间每天高达100万美元，钻井完成后每天亦可达30万美元）。因此，3D打印技术能够为石油天然气行业带来丰厚价值，其中包括：

1. 在上游，3D打印最明显的效益在于优化和压缩供应链：通过实现按需、现场生产机器部件，它能够改变制造地点、降低库存成本、尽



量缩短交付准备时间,并大大缩短代价高昂的停工时间。运营商还可以进一步加深与供应商的协作,双方交换数字化蓝图,由此实现在现场打印替换部件,降低停工成本;而立即打印已经停产的部件则有助于防止缺货的影响,改善上游资产利润率。此外,原型制作能够缩短开发和革新流程,更迅速地创造出更加准确的设计,为资本项目带来重大价值。

2.通过3D打印技术按需打印零部件预计可以降低2%左右的库存,以及3%的部件维修、维护和运输成本。但采用3D打印技术最大的障碍之一,就是企业不希望自己对部件故障负责,而要求部件带有保修服务。另一项阻碍在于,这些部件往往需要特殊材料,难以以3D打印方式生产。

3.在下游,3D打印可以带来新的收入来源并催生全新市场。石油天然气企业处在理想的位置,能够提供化学粉末和塑料供3D打印机作为耗材使用。未来十年,随着技术在消费市场中日趋普及,3D打印的粉末和材料或许可以从加油站购买。尽早进入该领域的机构可以主导该市场。

4.在中游,预计企业可以打印半数零部件,从而降低15%的修理维护成本。

5.根据本白皮书的分析,3D打印对环境的最大贡献之一在于,可以减少往返偏远地区降低运输零部件的需求,从而减少200万吨二氧化碳排放。

应用3D打印技术改变供应链、创造价值的其他途径还包括:

- 1.大大减少研发的投产准备时间(某些情况下可以从几天缩短至几分钟)。
- 2.新产品和设备更快上市。
- 3.更快满足运营商或客户需求。
- 4.通过按需打印零部件,相应调整运输和

物流,可以消除库存。

## 案例分析:壳牌公司——利用3D打印加速原型制作

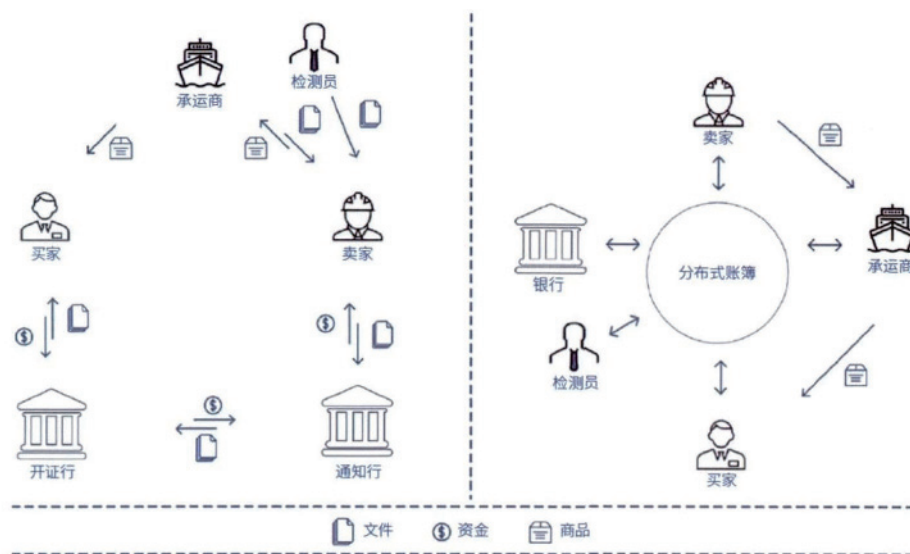
壳牌公司使用3D打印机制作了位于墨西哥湾的斯通油气站原型,这是世界上最深的钻井站。团队仅花费四周时间,就用一台3D打印机制作了包含所有构成部分的塑料微缩模型。这个版本帮助团队在建筑工地实际安装浮台之前明确如何完善各组成部分,甚至有助于找到组装浮台最有效的顺序。公司通过早期发现设计缺陷,节约达4000万美元。3D打印原型还帮助美国有关部门清楚了解到,最终设计将如何适应艰难的海洋环境,从而帮助公司获得政府批准。

通过区块链技术和智能合约实现数字信息共享和运营透明

区块链是一种三方录入的数字化记账技术。它兼备数据库和网络的功能:通过一个分布式系统来运行、记录和比较不同版本的安全加密交易数据,并通过该分布系统传递数据和价值。它可以在多台电脑上几乎实时完成这些工作。没有任何一台设备包含了提取一笔交易信息和价值的所有数据。唯一作弊的方式是控制网络中半数以上的设备。因此运行区块链软件的设备越多,就越发安全。

目前,开发一座油田或平台可能需要从数百家供应商那里采购数千款零部件。程序如此复杂,导致风险和责任难以追踪,从而给交换专属数据带来麻烦。与此同时,合约和供应商的框架如此庞大,很难追踪资金流向,这增加了腐败及非法开采资源的风险。智能合约是以区块链技术为基础,辅助谈判与执行协议的电脑程序。它们可以实时追踪合约义务和责任,以及供应链的资金流动。通过提高石油天然气运营的透明度,智能合约能够在该行业生态系统中

图6 区块链如何掀起贸易金融革命



创建“唯一的真相来源。”

此外, 由于区块链提供了传输信息并自动追踪每笔交易的简易方式, 因此能够实现部分会计、金融和合规任务的自动化, 减少运营开支和交易错误频率。从更广泛的层面来看, 任何机密行政文件都将以更低成本, 得到更有效的处理。区块链交易还可用于跨境交易, 此类交易在高度全球化的油气行业中非常普遍。通过向区块链支付迁移、降低支付交易成本, 商品市场也能从中获益。

### 深度案例分析: ING和Mercuria——将区块链技术应用用于大宗商品交易

区块链技术——或称为分布式账簿技术(DLT), 目前正在吸引众多行业日益高涨的兴趣与投资。

21世纪的大宗商品交易与金融仍然严重依赖纸张。通常银行都会参与该系统, 不仅为其带来信任, 还提供了流动性。尽管为了适应数字时代, 交易实践有了一定程度的调整, 比如高

度信任的各方之间允许使用文件扫描件, 但这取决于法律规定及交易各方(包括融资银行)愿意接受的风险程度。很多交易方都清楚知晓分布式账簿技术对于数字化商品交易和融资活动的潜力, 并且创新速度很快。企业或初创企业面临的挑战之一, 是获得足够领导力和规模来触发良性变革周期。而这将需要建立“意愿联盟”——关键的行业机构必须团结起来共同开发和操作平台。荷兰国际集团作为世界领先的贸易和商品金融银行, 正在采取行动打造这样的联盟, 协调行业努力, 并提供必要的种子投资。其愿景包括主持创建一个分布式账簿平台(见图6), 由参与银行在内部运行节点, 以此提供必要的控制和数据保护。核心功能将由市场参与方共同创建, 包括贸易额巨大、能够帮助转变市场的大型贸易企业——如摩科瑞能源集团。平台必须得到广泛信任, 并具备有监管的治理结构, 从而避免市场滥用, 确保没有哪一方拥有统治地位。第三方解决方案提供商无需深入了解该平台, 但依然受到欢迎来丰富其功

能。

为了验证这一愿景和技术解决方案背后的很多假定,荷兰国际集团与摩科瑞能源集团合作,以初创企业的形式开展行动,其成员包括了银行创新实验室团队,法律专家、行业机构和其他市场参与方。当前的目标是尽快验证分布式账簿技术平台的设计功能,包括:卖家能够更快取得资金,而买家可更快拿到产品;减少欺诈、运输、滞期、绩效、运营和信贷等各种风险;降低员工、文件处理、运输等运营成本;融资变得更加安全。参与各方计划,争取在2017年2月初依托分布式账簿技术管理一些代表性的交易和融资结构。

#### 风险价值

虽然该技术潜力巨大,但本文并未量化该行动的风险价值,因为在石油天然气行业中尚无实际应用案例。

#### (三) 开辟新型业务空间

创新的客户互动模式能够提供个性化体验和灵活性,由此助力石油天然气运营商开辟新的收入来源。

传统加油站正在经受一系列因素的挑战:市场反复不定、燃油价格上下波动、用于燃油交付的移动应用已问世,以及对电动汽车的兴趣持续增长。随着传统燃油零售方式发生变化,零售商需要跟上时代的脚步。

在如今数字化互联的按需经济下,加油站必须比以往更加努力才能吸引客户——因为价格和位置比品牌忠诚度更为重要。互联客户的要求更高,他们可以使用电子设备迅速而便捷地找到最优惠的价格和最方便的位置。

未来,客户可能不再需要加油,而是一边购物一边给汽车充电。仍然需要购买燃油的用户会期待加油站能提供非常规的服务与体验。客户预期的转变为油气企业提供了机遇,开发

“超越常规能源供应”的创新业务模式。这些新模式一改过去的业务常态,转而寻找更加有效的用户参与方式。例如,企业可以分析燃油购买规律,进而发展行为营销和个性化产品服务。在这方面,老牌企业务必加强创新,因为初创企业正在携“按需加油”服务等颠覆性产品进军该市场。

#### 数字化客户服务

超本地化的移动燃料服务等数字化服务,使客户无需再前往加油站,而是将加油站送到客户身边。移动加油站还可以捆绑其他服务,如轮胎打气和维修检查等,由此提高客户安全水平和车辆行驶里程。油气行业的老牌企业尚未接纳这种业务模式,但多家初创企业(如WeFuel、Filld、Mobile Fuel、Yoshi)已开始采用这一运作方法。

#### 案例分析:Booster Fuels——为员工提供移动加油服务

Booster Fuels的移动加油业务模式包含了多种面向企业的方案,支持企业为员工提供Booster移动加油服务。该初创企业表示,这种运营节省了开车前往加油站的必要。用户可以通过Booster Fuels预约加油时间,就会有加油箱前来帮助加油。Booster公司营销举措的重点是吸引企业园区的客户,这样员工就能在上班时间加油。2016年初,这家初创企业获得900万美元融资。

#### 风险价值影响

“优步加油”等超本地化的移动加油方案正在成为现实。一些初创企业已开始通过收取固定费用提供该服务。用户可以选择包月或按次付费。到2025年,超本地化加油渠道预计将最多占据北美B2C燃油市场的3%、中东B2C市场的1.5%,以及北美B2B市场的2%。目前,考虑使用



该服务的机构和个人依然有限,因为大型石油销售企业对这种业务缺乏兴趣,担心可能存在漏油和事故等责任问题。

不过,虽然接纳程度不高,这一新方案仍有望带来约10亿美元的价值,从传统燃料零售商转移至那些尝试通过免费提供胎压检查等辅助服务来吸引用户的初创企业。而这又将进一步减少对辅助服务的需求,影响石油销售机构的利润。风险价值分析表明,由于加油站便利店销售额的下滑,燃料零售商的损失可能高达20亿美元。因为通常公司销售这类产品的利润要大于加油服务。

#### 全渠道零售和体验式服务

全渠道零售的目的在于充分利用客户在加油站的时间,发现创收契机。它帮助燃料零售商增进对客户了解,进而开发个性化的产品与服务。为了把握全渠道商机,加油站可以提供附加服务——如数字银行或帮助客户收取网上购物包裹。此外,忠诚度计划也有助于提高客户保留率。目前在美国,销售汽油的便利店平均约30%的收入和66%的利润来自非燃油产品的销量。

#### 案例分析:Kwik Chek——让全渠道零售取得成功

Kwik Chek是一家总部位于美国德州的便利店和加油站连锁机构。公司与移动商务解决方案提供商P97Networks合作推出了Petrozone——基于微软Azure的云应用。

Petrozone将个性化体验带给客户,通过提高客户参与度和忠诚度来增加利润。该应用帮助客户找到最近的Kwik Chek门店,预约加油,并查看是否可以获得洗车等服务。油泵、便利店销售终端和公司的忠诚度计划都与Petrozone实现了联网,客户可以直接从账户支

付加油费。

Kwik Chek还将现有基础设施与该系统整合起来,以便追踪燃料库存。该应用帮助这家零售商更好地掌握客户习惯与需求,从而提升销售额、提高客户忠诚度。用户也可以选择接收根据移动购买记录发送的定制化折扣信息,即便还身处店内也可以在手机上接收。除了获得客户习惯和期望的更好洞见,该应用还针对以往只使用加油服务的客户,提升了店内销售额,因为客户能够用更便宜的价格顺道购买必需品。

#### 风险价值影响

一系列技术的迅猛发展改变了客户预期,打破了行业和服务类别。这一转变正从根本上改变石油天然气企业与客户互动的方式。传统的燃油零售方式已不再适用,企业需要提供全渠道产品和服务。

油气行业可以从其他行业学习,通过应用数字技术,更好地掌握消费者偏好和购买模式。同样,还可以优化定价结构,相应地管理物流和采购。这类能力预计未来将变得越来越重要,帮助企业提升占客户消费的份额。全渠道方式使零售商可以根据客户的购物历史,捆绑新服务并提供定制产品与服务。个性化产品预计将使950亿美元的价值从传统店铺向全渠道燃油零售商转移。此外,预计这些特别产品和服务会增加店内销售达5%,为燃料零售商带来60亿美元的额外价值。

#### (四) 助推新能源发展

数字化正在推动新的能源和运营商以及能源优化和营销的创新模式。为了保持同客户的紧密相关,石油天然气行业必须理解这些变化对整个能源体系的影响。

一些趋势正在将新能源和交付平台加速引入全球能源体系——特别是,下列四大趋势有

潜力改变全球能源格局:

1.随着日产Leaf、雪佛兰Volt和特斯拉Model 3等廉价车型的问世,电动汽车正加速进入全新时代。电动汽车的成本预计还会进一步下降,从而变得更受欢迎。电动汽车的普及也被视为应对气候变化战略的重要构成。2015年的联合国气候变化巴黎大会(《联合国气候变化框架公约》第21届缔约方大会)上,联合国环境署呼吁采取行动,到2030年使电动汽车占路面交通工具的比例达到至少20%。也就是说,推动上路的电动汽车(包括混合动力汽车)数量从今天的100万辆增加到2030年的1亿辆。这样做可以减少每日石油需求150万桶。

2.公用事业机构在降低可再生能源发电成本方面已取得了进展。例如,全球太阳能发电能力每翻一番,太阳能电池板的成本就会下降26%。过去15年里,太阳能发电能力已经增长了7倍。预计到2049年,可再生能源投资将达到7.8万亿美元,远远超过同一时期预期投资化石燃料项目的2.1万亿美元。未来十年,太阳能光伏发电和路上风能发电这两类可再生能源的平均平准化发电成本,预计将分别下降59%和35%。

3.很多主要经济体的人口构成正在发生变化,千禧世代(1980年代初到2000年代初出生的人口)人数稳步增长。预计到2025年,千禧世代将占全球劳动力的75%。他们对于技术、与同事的协作关系、工作的步调和责任感,都有着独到的预期。他们更愿意接受共享经济——新型数字化商业模式提供的高效交通、住宿及送餐解决方案,而共享汽车等资产也会更加普及。这些趋势都将影响对油气产品的需求。作为能源消费者,千禧世代对能源来源的偏好也不同于其父辈。初创企业正在利用这些趋势,提供多样化的能源选择。

4.能源供应从单一、单向和集中供应(从

能源生产商的大型电站向消费者供应)转变为分散化的双向供应(消费者可以将多余能源回售给电网)。

消费者能源选择

现有能源供应基础设施和平台往往不能充分利用“新能源”。数字化可以帮助这些新能源的发展,通过数字化平台和生态系统向消费者提供能源,重塑客户体验和预期。

未来,不会再只有单一的能源、解决方案或服务。能源消费者将可以从各种平台中作出选择:数据和信息平台、家居管理平台、能源聚合机构、能源市场、能源优化服务商、客户服务平台和数字化交易处理平台,等等。

通过和B2B客户结成伙伴开发这些平台,并和终端消费者在“电力供应以外”的广阔市场中互动,石油天然气企业能够跻身数字化转型的最前沿。他们可以根据不同能源类别的现行市场价格以及B2B客户相关的发电和输电成本,优化所售能源的构成。油气企业可以通过允许那些缺乏商业需求或能力来自行开发平台的同行访问其能源交易平台,不断扩大收入和利润。在创新的数字化消费者平台上提供新能源,可以给石油天然气企业的运营模式带来转型变革。

## 案例分析:特斯拉——用能源墙(Powerwall)蓄电

美国汽车和能源存储公司特斯拉推出了自动化、紧凑且便于安装的家用电池——Powerwall能源墙,能够存储客户家中太阳能板白天产生的电能,供晚间使用。此举弥合了太阳能发电峰值和需求峰值的时间差,使客户能够在需要时有电可用。它还可以作为备用电源,减少停电引发的风险。

此外,特斯拉还发布了更大规模的商用能

源墙Powerpack。

### 案例分析：Stem公司——提高客户能源效率

总部位于硅谷的开发机构Stem推出了基于云技术的能源优化解决方案，帮助企业和电网运营商降低能源成本。公司将存储硬件和智能软件加以结合，不仅提供了需求峰值时的供电能力，而且利用实时的可行性情报，管理供给并削减成本。Stem希望借助大数据和预测性软件解读客户的能源结构，以此显著提升能源效率。软件平台能够管理能源的使用和成本，从而自动为客户节电。例如，设备和厂房管理商ShoEi Foods部署了Stem的软件来调整能源结构，并找到最具成本效益的计费方案，预计每月可节约6000美元。

#### 风险价值影响

千禧世代普遍更关心气候变化和大气污染等全球问题，他们愿意做出果敢的改变，例如选择采用环境友好实践的能源供应商或品牌，助力应对这些挑战。约76%的千禧世代更偏好环保型汽车，50%有计划购买电动汽车。预计到2030年，对电动汽车的偏好将帮助实现《电动汽车和气候变化巴黎宣言》所设立的1亿台电动汽车目标。

对环保能源的偏好也影响了整体的能源局面。埃森哲最近一项调查表明，56%的千禧世代有兴趣投资太阳能板，69%对能源交易市场感兴趣（实现太阳能光伏发电系统等分布式能源的P2P能源交易）。这股趋势正推动初创企业打造平台，让消费者可以自由选择能源来源。

向可再生能源的转变，再加上电动汽车的出现，预计将使650亿~700亿美元的价值从油气企业向整个能源生态系统迁移。上游企业面临的风险最高，约600亿美元的利润可能会流

向整个生态系统。但这种转移有利于环境，或将减少二氧化碳排放达9亿吨。

### 阻力和关键问题

为了充分释放数字化转型的潜力，石油天然气行业需要破除一些历史性和结构性阻力。

#### （一）监管

数据安全监管已不再能够满足需求。知识产权框架尚未适应贯穿供应链的数据共享，而在供应链中的企业必须确信，分享数据不会违背原则。

#### （二）缺乏标准化

传感器获取的很多数据没有被标准化或进行跨平台整合。此外，供应商、运营商和承包商对数据的所有权或使用权往往不够明确。由于欠缺标准化，即使可以获取数据，它们也往往过于复杂或庞大，难以从中获取明晰的洞见。

#### （三）生态系统

数字化要想实现全部价值，就必须进行端到端的全行业整合。对石油天然气行业来说，只有当行业整条价值链上的系统、设备和传感器都能够分享数据和互相学习，才可最大程度地提高效率、生产力，以及健康与安全。目前，信息共享的“顶层”价值尚未完全实现。

#### （四）文化和心态

石油天然气企业非常以人为本。加上有些首席执行官对数字技术仍持怀疑态度，因此企业领导者并未特别看重自动化的机遇。其结果是，企业采用很多零散的小型系统和解决方案来解决本地化问题；而在下游企业中，员工往往采用人工的迂回方式，不信任技术及其拥护者。此外，受行业性质所限，企业无法采用更加实验性的“快速试错”方式——因为其本性保守，担心变化可能引发的后果。○