

中国油气资源勘探开发特点、趋势及生态管理

张文浩, 苗苗青, 姜鲲鹏, 刘卫彬

中国地质调查局 油气资源调查中心, 北京 100083

摘要: 在统计分析我国 2000~2018 年油气生产量、消费量及进口量数据的基础上, 通过研究与总结我国当前油气需求及勘探开发特点, 提出了我国未来油气勘探的趋势, 并认为中国油气资源在未来较长期将处于短缺状态。剖析了自然生态产品的价值及油气勘探开发对生态产品价值的影响, 阐述政府应对油气产业实施并加强生态管理与规划。政府可通过健全法律法规和激励型环境经济政策培养生态产品市场, 分层次对油气产业进行精细管理, 并建立国家能源生态技术实验室, 通过在生态敏感区规划建立油气区生态产品示范项目, 不断提升油气区自然生态产品的价值, 对石油天然气产业实行生态产品管理机制, 为稳步推进自然生态产品价值的实现奠定基础。

关键词: 油气资源; 能源安全; 生态产品; 生态管理

CHARACTERISTICS, TRENDS AND ECOLOGICAL MANAGEMENT OF OIL-GAS RESOURCES EXPLORATION AND DEVELOPMENT IN CHINA

ZHANG Wen-hao, MIAO Miao-qing, JIANG Kun-peng, LIU Wei-bin

Oil and Gas Resources Survey Center, CGS, Beijing 100083, China

Abstract: Based on the statistical analysis of oil-gas production, consumption and import data in China from 2000 to 2018, the future trend of oil-gas exploration is predicted through the study and summary of current demand and exploration and development characteristics. It is believed that China's oil and gas resources will be in short supply for a long time in the future. The paper analyzes the value of natural eco-products and the impact from oil-gas exploration, suggesting the government should implement and strengthen the ecomanagement and planning for oil-gas industry by improving laws and stimulative environmental economy policy to cultivate ecoproduct market, implementing fine management on oil-gas industry for different levels, and establishing national energy and eco-technology laboratory. With demonstration projects of ecoproducts in oil-gas zone by ecologically sensitive area planning, to constantly enhance the value of natural ecoproducts. The ecoproduct management mechanism should be operated for oil-gas industry to fundamentally realize the value of natural ecoproducts.

Key words: oil-gas resources; energy security; ecoproduct; ecomanagement

自然生态产品通常指“能够维系生态安全、保障生态调节功能、提供良好人居环境, 包括清洁的水源、清

新的空气、适宜的气候、茂盛的森林等, 看似与人类劳动没有直接关系的生态要素或自然产品”^[1-3]。生态产

收稿日期: 2019-07-30; 修回日期: 2019-09-04. 编辑: 李兰英.

基金项目: 自然资源部中国地质调查局“松辽外围东部断陷盆地群油气基础地质调查”项目(DD20160165).

作者简介: 张文浩(1987—), 男, 博士, 高级工程师, 从事油气调查和油气资源综合评价及研究工作, 通信地址: 北京市海淀区北四环中路 267 号北京奥运大厦(1308), E-mail: wenhaocugb@163.com

品这一概念的提出,重点在“产品”这两个字上,其充分体现了自然界的生态要素本身均为具有价值的资源,强调了自然生态系统是有巨大价值的,而这些往往是过去我们容易忽视的自然资源。

石油天然气资源是国家的基础能源,油气产业是国民经济的支柱产业,它由于涉及的过程复杂、程序多、范围广而被称为“没有围墙的工厂”^[4]。随着近年来经济的快速发展,我国对油气能源的需求日益增大。但同时,油气资源的勘探与开采对自然生态环境造成的影响及污染也很严重,使自然生态产品(如水、空气、森林及湿地等)的价值受到了损害。从经济学角度看,自然生态环境遭受污染及破坏的原因是生态产品未被界定产权和其价值未得到实现而导致的,其违背了商品经济等价交换的原则^[4]。因此,实施并加强对油气产业的生态管理与规划,不断提升油气勘探与开采区的自然生态产品价值,对我国油气产业的绿色发展及协调统筹自然资源开发和生态环境保护具有重要意义。

1 中国油气资源勘探开发特点及展望

1.1 中国油气资源供需状况及趋势

(1)生产基本稳定,其中石油产量有所下降,天然气生产增长明显

油气资源是一种重要的战略资源,在一个国家的工业生产和国防科技建设中有着巨大的作用,直接影响到国民经济的发展水平。本世纪以来,中国油田开发稳步推进,石油产量由2000年的 1.62×10^8 t增长到2015年的 2.15×10^8 t,年均增长1.9%(图1)^[5-10]。但从2016年开始,中国的石油产量出现连续下跌,2016~2018年石油产量的年降幅分别为7.9%、4.1%、1.3%,目前已止跌回稳(图1)^[5-10]。中国气田开发进展迅速,在一定程度上缓解了石油供应压力。发展天然气对改善中国能源结构,保护大气环境,实现国民经济的可持续发展,应对气候变化等都具有重要的促进和保障作用。我国常规天然气产量由2000年的 277×10^8 m³增长到2018年的 1610.2×10^8 m³,年均增长约9.87%,远高于石油产量的增长率(图1)^[5-10]。

(2)消费持续增长,缺口明显,油气对外依存度逐年升高

随着国民经济的飞速发展,中国油气资源消耗巨

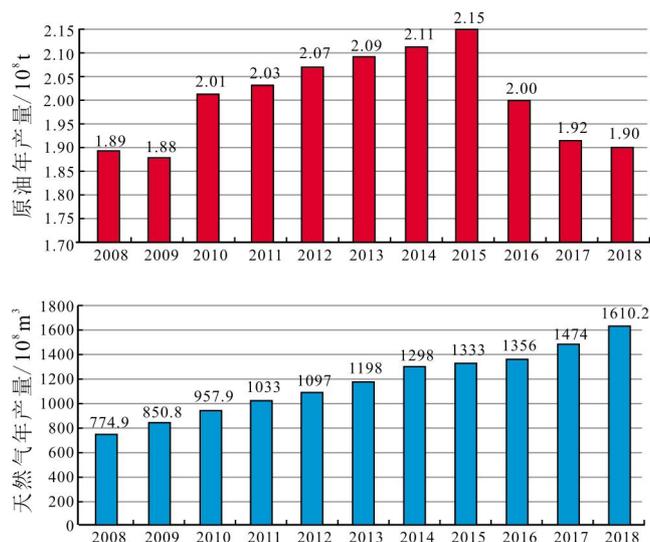


图1 2008~2018年全国原油与天然气产量
(据文献[10])

Fig. 1 Crude oil and natural gas production in China from 2008 to 2018
(From Reference [10])

大,国内油气产量根本无法自给自足,油气资源严重短缺已成事实^[5-10]。1993年,中国的原油进口量首次超过了出口量,成为原油净进口国(图2)。此后,随着经济的增长,中国的原油消费量持续性增长,原油净进口量几乎呈直线上升,对外依存度不断提高(图2)。继2017年超越美国成为世界最大原油进口国之后,我国又在2018年超过日本成为世界最大的天然气进口国,全年石油净进口量 4.4×10^8 t,同比增长11%,石油与天然气的对外依存度分别升至69.8%、45.3%(图3)^[5-10]。

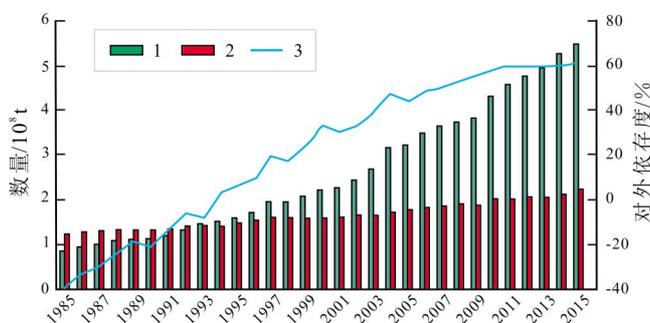


图2 1985~2015年中国石油消费量和对外依存度
(据文献[6])

Fig. 2 Oil consumption and external dependence of China from 1985 to 2015
(From Reference [6])

1—石油消费量(oil consumption); 2—石油产量(oil production); 3—石油对外依存度(external dependence of oil)

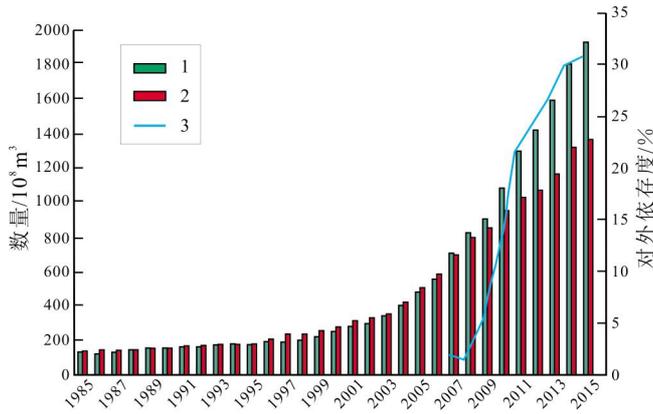


图3 1985~2015年中国天然气消费量和对外依存度
(据文献[6])

Fig. 3 Natural gas consumption and external dependence of China from 1985 to 2015
(From Reference [6])

1—天然气消费量(natural gas consumption); 2—天然气产量(natural gas production); 3—天然气对外依存度(external dependence of natural gas)

(3)油气资源将长期处于短缺状态,油气安全形势严峻

作为油气资源消耗大国,中国油气资源的消费动向和趋势对全球能源供需格局有着重大的影响,国际各大能源机构都非常关注中国的油气供需状况及未来走势.国际上多家权威能源研究机构(如石油输出国组织(OPEC)、国际能源署(IEA)、英国石油公司(BP))和中国工程院均对中国未来石油与天然气需求量进行了预测,如BP预测中国未来石油需求将快速增长,可能于2029年超过美国,到2035年石油需求量将增长到 $8 \times 10^8 \sim 9 \times 10^8$ t;而中国自身的年石油供给维持在 2.2×10^8 t左右,增长空间有限^[6,11].与石油相比,中国的天然气供需增长更快,中国将是天然气需求上升最快的国家,天然气净进口量仍将以年均8.3%的速度快速增加^[6].总体来看,无论是石油还是天然气,中国的需求都将持续快速增长,在国内产能很难获得较大突破的情况下,中国油气资源的供需缺口将不断拉大,油气对外依存度将持续走高,中国的油气安全形势十分严峻,将可能加重中国经济发展的脆弱性.

1.2 中国油气资源勘探开发特点及方向

1.2.1 勘探开发特点

(1)分布高度不均

中国石油资源量的分布相对集中,从不同盆地油气地质资源分布情况来看,分布在渤海湾、松辽、塔里

木、鄂尔多斯、准噶尔等8个盆地,而它们的可采资源量占全国的81.13%;天然气地质资源的分布也相对集中,分布在塔里木、四川、鄂尔多斯等11个含油气盆地(图4).

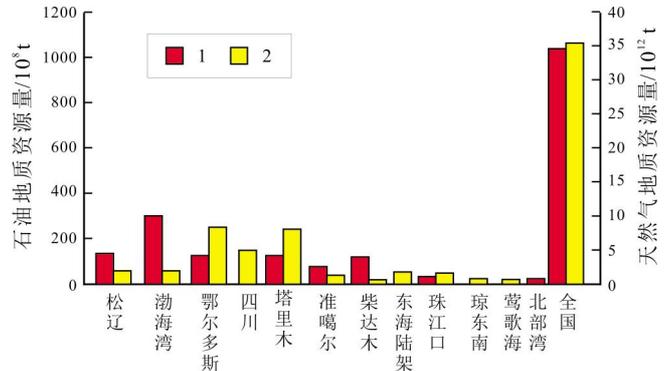


图4 全国及主要盆地石油与天然气地质资源图
(据文献[5])

Fig. 4 Distribution of oil and natural gas resources in China and main basins
(From Reference [5])

1—石油(oil); 2—天然气(natural gas)

(2)非常规油气资源占比高且种类多

随着油气勘探的不断深入和勘探技术的不断进步,常规油气资源勘探已经逐渐转向非常规油气勘探,这种资源在地下油气资源中的比例非常大.常规的构造油气藏和岩性地层油气藏资源品质高,但总量较小,大约只占资源总量的20%,而非常规油气资源总量远大于常规油气,大约占资源总量的80%^[12].我国目前已经发现的非常规油气资源主要类型多,如致密油、致密气、页岩油、页岩气、煤层气、重油沥青和天然气水合物等.

(3)勘探难度大且成本高

中国剩余油气资源的品质总体较差,地表条件恶劣,油气勘探难度大、成本高.从中国目前剩余油气资源的品质来看,低渗透、特低渗透油资源与重油资源等“低品位”资源所占比例已增至64%,低渗透、特低渗透天然气约占52%^[6].除此之外,我国60%以上的油气资源富集在浅海、戈壁、丘陵等复杂地表条件之下.随着勘探开发对象复杂化,资源隐蔽性增强,发现难度加大,施工难度增加,对技术装备水平的要求和勘探开发成本不断提高.

1.2.2 勘探及开发的新趋势及方向

(1)非常规油气资源的高效勘探开发利用

从世界油气勘探的发展趋势看,正在由常规转向非常规.中国的非常规油气资源的发展潜力也大于常规油气资源,二者的比率约为4:1^[6,12-16].在中国的非常规油气构成中,页岩油气、油页岩、致密油气、油砂、天然气水合物和煤层气等都具备较大的资源潜力,其中的页岩气开采已成为世界天然气产量增长的主要推动力^[14-18].

(2)深层(深地、深海)油气资源的安全勘探

深层油气资源的勘探开发越来越受到世界各国的重视,中国深层油气资源丰富,陆上39%的剩余石油资源和57%的剩余天然气资源分布在深层^[19-21].同时,中国深层油气资源的探明率仍较低,分别为12%和6.3%,发展前景广阔^[19].加强深部油气勘探开发的投入力度,对促进中国油气增储上产具有长远的意义.

(3)矿权空白区的油气调查与老油气区的精细勘探

我国目前还存在相当比例的油气矿权空白区可供开展油气资源勘探.以东北地区为例,作为油田主产区松辽盆地的矿权空白区比例约为41%,松辽盆地外围地区矿权空白区比例约为65%,东北地区整体的油气矿权空白区比例达到54%^[22].另外,中国老油气区剩余油气资源潜力较大,中国石油产量的70%仍来自老油田,并且目前已开发油田的采收率一般不到40%,因此其剩余可采储量依然可观^[23].

(4)北极油气资源调查的积极参与及探索

北极地区的含油气盆地蕴含的油气资源非常丰富,已探明石油和天然气总油当量占世界已探明石油储量的25%左右,待发现油气资源占世界总待发现资源量的1/4之上,是未来油气勘探开发最重要的战略接替区,有人已将其称之为“新中东”^[24-26].随着北极东北航道进入商业化运营,一旦北极油气进入大规模开发阶段,未来来自北极圈内北欧、俄罗斯和北美地区的大量油气资源将可以通过海运经此航道源源不断地输入到中国沿海港口,将来有可能为我国能源的多元化提供保障^[24-28].

2 加强政府对油气产业的生态管理,不断提升油气区生态产品价值

随着近年来经济的快速发展,我国对油气能源的

需求日益增大.但油气资源的勘探与开采对生态环境造成的影响及污染也日益严重,加强对油气产业的生态管理对解决工业发展与环境保护的可持续发展具有重要意义.生态管理机制的主要目的是加强对自然生态产品价值的保护、提升及落实,自然生态产品(如空气、水源、气候以及森林等)的产权主体包括政府、企业和公众三大类^[4].生态产品管理机制的推进必然伴随着企业资源成本和环境代价的上升,进而降低企业的经济效益,故现阶段企业推进生态产品管理机制的内部驱动力不足.公众对社会问题认识的局限性以及信息的不对称等原因,对生态产品的损耗及破坏有时会选择观望或被动参与的态度,导致生态市场机制失效.再加上,生态产品所具有的天然性、流动性、外部性等自然特征决定了其难以实现产权的私有化.因此,现阶段,相比企业和公众,政府作为代表更能够公正、公平、有效地行使生态产品的产权,通过制定和实施有效地法律和政策激励企业和公众积极地参与到生态产品的开发、市场交换以及实现生态产品的资本化经营.

2.1 健全政策,完善激励,稳步建立和培养生态产品交易市场

油气资源的勘探开发过程复杂,程序多,按照其业务流程可以分为物探、钻井、采油、作业、集输5个环节,这5个环节又对应着不同的生态产品及可能的污染破坏.虽然油气企业现在都比较重视对环境污染的治理,采取了很多措施,投入了大量的人力、物力和财力,并且取得了一定的成效.但治理费用地不断增长,已成为许多企业难以承受的负担,不但增加了企业的生产成本,降低了企业的经济效益,而且减弱了企业的发展后劲,甚至危及到企业的生存和发展^[29].因此,要想改变以往“排放-治理”的生产模式,保护及提升各个环节中生态产品的价值,就要求贯彻实施对生态系统及产品友好的“清洁生产”的理念^[4,29].所谓清洁生产,其是一种先进的生产方式和环境管理思路,它以节约资源与保护环境作为前提条件,以实现在经济活动中减少污染和提高效率为目标,最大限度保证甚至提升所涉及到的生态产品的价值.政府作为生态产品的产权主体,同时又承担着领导者和组织者的角色,可以通过制定和实施有效地政策来激励企业和公众积极地参与到生态产品的生产、保护、增值及价值的实现机制中来,并妥善处理自身与企业与公众的利益关系,起到

积极地推行与管理作用。

国外推行生态产品价值管理及清洁生产经验告诉我们,政府是开展生态产品价值提升和实现的主导和驱动力量,而法律强制和激励机制是政府推动生态产品市场运行的重要途径。在没有法律法规的强制下,市场及企业就不会积极、主动地去实施生态产品的生产和增值;而在生态产品市场还未成熟的初级阶段,如果只有法律的强制,而没有经济的激励,市场及企业被动地实施生态产品的管理,其效果就会大打折扣了。因此,政府应发挥主导作用,综合运用法律、法规、行政以及经济激励手段,加强引导协调和监督管理,促进社会积极主动地开展生态产品的生产、增值及资本化经营工作。

2.2 立足当前,着眼未来,分层次精细推进油气勘探生态管理

生态系统的产品与服务功能是人类生存与发展基础。但能源作为经济社会发展中重要的物质基础,不管对它的勘探建设工作,还是开发利用都会导致生态系统破坏与生态服务功能退化,成为经济社会可持续发展和人类生存条件的主要威胁。随着现代工业文明的发展,油气资源问题与环境问题积累起来的危险越来越大。按照可持续发展战略,立足我国油气资源现今的勘探特点和未来的发展方向,政府可针对不同的油气资源类型和勘探程度,分层次对油气行业进行生态管理,具体措施如下。

(1)必须将生态环保作为油气勘探与开采硬标准。政府可按照自然生态环保要求将油田矿权区划分为禁止开发区、限制开发区和允许开发区3类。在全面完成禁止开发区内永久封井退出工作的基础上,对于非禁止开发区域的合法油气生产设施,持续强化各项环保措施的落实和清洁生产技术应用,确保不发生安全环保事故。

(2)非常规油气资源的开发总体上处于初级阶段,要制定和完善非常规油气开发环境影响评价的管理体系,制修订相应的环评导则、技术标准、环境准入要求等。目前,全球非常规油气资源仅仅开发了5%,还处于起步阶段,再加上非常规油气种类较多,我们必须借鉴各国经验,探索开发我国的非常规油气环境管理体系,制定配套的政策及监管措施,开启非常规油气的绿色发展之路。

(3)生态理论研究先行,探索深层油气资源开发。在“向地球深部进军”思想的指导下,向深部要资源能源,是提高资源储备、缓解资源能源紧缺,保障国家资源安全和可持续发展的战略选择。因此,在深层油气勘探开采已是势在必行的条件下,需尽快加强进行深部勘探对生态产品影响的理论研究,避免在对深地、深海的探索及勘探中出现“先污染后治理”的勘探开发模式。

(4)在对油气勘探及开采的论证与管理中加强对水资源影响的评估及审查。我国是全球水资源贫乏的主要国家之一,而油气勘探开发过程中对水资源的耗资较大,以目前全球热衷的页岩气为例,一个典型的页岩气井在钻探和水力压裂过程中需使用3400~13600 m³的淡水资源^[30]。同时,海上油气勘探也必将成为未来重要发展趋势。鉴于油气勘探开发与水资源及海洋系统的密切关系,在以后的油气调查及勘探开发中,应加强对其中水资源条件的审查与管理监督,在水资源极其短缺或海洋生态系统较脆弱的区域,实施严格的水资源管理制度。

2.3 生态设计,技术引领,打造油田区生态产品价值示范项目

市场、经济、技术三者的有效结合是推进生态产品价值管理的持续推动力,而技术的提升是保证生态产品价值实现呈长效机制的必由之路。社会只有真正地进行技术的革新升级,才能实现清洁生产,提升生态产品的价值。我们应在生态设计技术工具的开发等方面展开一系列探索性研究,通过加强技术创新和传播,推进可持续技术的开发、清洁生产在石油行业中的应用。在生态产品价值并未得到充分体现的阶段,政府作为领导者理应持续加大对清洁生产等可持续技术的财政支持,通过成立及建设国家能源生态技术实验室或者平台,大力开展科研攻关,达到技术引领,对油气行业的绿色生产提供技术支持及监督。

老油气区内生态产品的价值受到的损害相对严重,而生态敏感区则由于生态产品易受到破坏而对工业生产的的要求较高。政府可在这些老油气区和生态敏感区中挑选代表区域规划建立油气项目,油气项目由政府所属的具专业技术的能源生态技术实验室直接管理,并进行严格的环境限制,最终建立一个良好的生态产品示范项目为油气公司提供借鉴,在稳步提升可持

续生产技术的同时,还可提高社会公众对油气开发的支持度,为油气资源的可持续开发奠定基础。

3 结论与建议

(1)我国的油气生产近年来保持稳定,但是由于消费量的持续增长,油气进口量逐年增大,我国目前已成为世界最大的原油进口国和最大的天然气进口国。根据权威机构的分析预测,我国油气资源在未来展望期内还将长期处于短缺状态,油气资源对外依存度依然会持续升高,能源安全形势严峻。

(2)在分析我国油气勘探特点与全球油气资源勘探趋势的基础上认为,非常规油气资源的高效勘探开发利用、深层(深地、深海)油气资源的安全勘探、矿权空白区的油气调查与老油气区的精细勘探、北极油气资源调查的积极参与可能成为我国油气勘探与探索的新方向。

(3)生态产品一词的重点是后面的“产品”二字,强调了水、气候、土壤、森林等生态产品是有价值的。随着油气资源的大规模勘探与开采,对生态产品的价值产生了影响及破坏。政府作为生态产品的产权主体,可通过健全与完善激励政策来稳步建立和培养生态产品交易市场,立足现状分层次精细推进油气勘探的生态管理,不断提升可持续能源生产技术,为油气资源的可持续开发奠定基础。

参考文献:

- [1]马涛. 依靠市场机制推动生态产品生产[N]. 中国证券报, 2012-11-28(A04).
- [2]曾贤刚, 虞慧怡, 谢芳. 生态产品的概念、分类及其市场化供给机制[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(7): 12-17.
- [3]孙志. 生态价值的实现路径与机制构建[J]. 政策与管理研究, 2017, 32(1): 78-84.
- [4]王备战. 油气田企业清洁生产评价与激励机制研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2011: 1-118.
- [5]刘朝全, 姜学峰. 2017年国内外油气行业发展报告[M]. 北京: 石油工业出版社, 2018: 1-96.
- [6]贾承造, 庞雄奇, 姜福杰. 中国油气资源研究现状与发展方向[J]. 石油科学通报, 2016, 1(1): 2-23.
- [7]王宗礼, 娄钰, 潘继平. 中国油气资源勘探开发现状与发展前景[J]. 国际石油经济, 2017, 25(3): 1-6.
- [8]董立功. 我国石油供需及发展趋势分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2014(5): 237-238.
- [9]吴林强, 李玉龙, 韩九曦, 等. “一带一路”背景下中国油气战略机遇与应对建议[J]. 石油与天然气, 2016, 38(7): 17-24.
- [10]王彧嫣, 景东升, 韩志强. 2017年国内外油气资源形势分析[J]. 中国矿业, 2018, 27(4): 6-10.
- [11]BP. World energy statistical yearbook [EB/OL]. http://www.bp.com/content/dam/bp-country/zh_cn/Publications/2015SR/Statistical%20Review%20of%20World%20Energy%202015%20CN%20Final%2020150617.pdf. 2016-05-08.
- [12]邹才能, 杨智, 何东博, 等. 常规-非常规天然气理论、技术及前景[J]. 石油勘探与开发, 2018, 45(4): 575-587.
- [13]胡文瑞. 重新发现石油——石油将缓慢地失去青睐度[M]. 北京: 石油工业出版社, 2018.
- [14]周总瑛, 唐跃刚. 从油气资源状况论我国未来能源发展战略[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 210-214.
- [15]翟光明. 关于非常规油气资源勘探开发的几点思考[J]. 天然气工业, 2008, 28(12): 1-3.
- [16]张宁宁, 王青, 王建君, 等. 近20年世界油气新发现特征与勘探趋势展望[J]. 中国石油勘探, 2018, 23(1): 44-53.
- [17]张大伟, 李玉喜, 张金川, 等. 全国页岩气资源潜力调查评价[M]. 北京: 地质出版社, 2012.
- [18]邹才能, 董大忠, 王玉满, 等. 中国页岩气特征、挑战及前景[J]. 石油勘探与开发, 2016, 43(2): 166-178.
- [19]杨文采. 深层油气藏地球物理探测理论与技术[J]. 地质论评, 2016, 62(4): 1061-1063.
- [20]张光亚, 马锋, 梁英波, 等. 全球深层油气勘探领域及理论技术进展[J]. 石油学报, 2015, 36(9): 1156-1166.
- [21]白国平, 曹斌风. 全球深层油气藏及其分布规律[J]. 石油与天然气地质, 2014, 35(1): 19-25.
- [22]张文浩, 周新桂, 李世臻, 等. 三江盆地前进拗陷油气地质调查新进展[J]. 地质通报, 2018, 37(6): 1157-1165.
- [23]牛嘉玉, 王玉满, 谯汉生. 中国东部老油区深层油气勘探潜力分析[J]. 中国石油勘探, 2014, 9(1): 33-41.
- [24]赵喆, 梁英波, 胡菁菁. 北极地区含油气潜力及勘探开发趋势分析[J]. 地学前缘, 2014, 21(3): 47-55.
- [25]杨静懿, 李江海, 毛翔. 北极地区盆地群油气地质特征及其资源潜力[J]. 极地研究, 2013, 25(3): 304-314.
- [26]卢景美, 邵滋军, 房殿勇. 北极圈油气资源潜力分析[J]. 资源与产业, 2010, 12(4): 29-33.
- [27]麻伟娇, 陶士振, 韩文学. 北极地区油气成藏条件、资源分布规律与重点含油气盆地分析[J]. 天然气地球科学, 2016, 27(6): 1046-1056.
- [28]黄子愷. 北极地区油气资源地缘政治经济格局研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2010.
- [29]屈宏. 创建生态油气资源产业的基本构想[J]. 中国石油企业, 2019, 7: 26-27.
- [30]U. S. Department of Energy (DOE). Modern shale gas development in the United States: A primer[R]. Washington DC: U. S. Department of Energy, 2009.