

文章编号: 0253-9985(2011)03-0474-07

油气资源量含义和评价思路的探讨

周庆凡, 张亚雄

(中国石化石油勘探开发研究院, 北京 10083)

摘要: 通过分析目前人们对资源量含义的不同理解和认识, 探讨了资源量的不同含义的差别。总结了两种不同资源评价思路, 一是以生烃单元为出发点的成烃思路, 它是根据油气生成、运移、聚集的基本原理, 建立油气生、运、聚地质模型和数学模型, 计算油气生成量, 从而再计算出资源量; 二是以聚集单元为出发点的成藏思路, 它是在油气地质综合分析基础上, 以聚集单元为目标划分出评价单元, 评价出油气藏或油气储存单元规模和数量分布, 然后计算出资源量。讨论了影响资源评价的主要因素。提出了加强我国油气资源评价工作的建议: 1) 加强资源评价方法研究, 完善我国油气资源评价技术方法体系。2) 完善我国油气资源分类体系及分类标准, 推进我国资源分类与国际接轨。3) 建立我国动态资源评价机制, 建立国家层面的资源评价队伍、评价系统和数据库。

关键词: 成烃思路; 成藏思路; 资源量含义; 油气资源分类; 油气资源评价

中图分类号: TE155

文献标识码: A

A discussion on petroleum resource concepts and assessment approaches

Zhou Qingfan and Zhang Yaxiong

(SINOPEC Exploration & Production Research Institute Beijing 100083 China)

Abstract By analyzing different understandings of petroleum resources we discuss the differences in connotations of the various concepts of petroleum resources and put forward two different resource assessment approaches. One is hydrocarbon-generation-based approach which takes hydrocarbon generation units as basic appraisal units. Based on principles of hydrocarbon generation, migration and accumulation, it establishes geological models and mathematical models to calculate hydrocarbon generation amount and eventually total resources. The other is hydrocarbon-accumulation-based approach which takes hydrocarbon accumulation units as basic appraisal units. On the basis of comprehensive analysis of petroleum geology, it figures out the number and size distribution of oil/gas accumulations or cells and then calculates undiscovered resources. We also discuss main factors that influence resource assessment. At last, suggestions are made to improve petroleum resource assessment in China: 1) to strengthen research on resource assessment methods and complete petroleum resource assessment system; 2) to complete classification criteria and system for oil/gas resource in order to bring them in line with international standards; 3) to set up a dynamic resource assessment mechanism and to establish the national team, system and database for petroleum assessment.

Key words hydrocarbon-generation-based assessment approach, hydrocarbon-accumulation-based assessment approach, resource concept, classification of petroleum resources, petroleum resource assessment

从数据方面看, 资源量、储量、产量和消费量构成了油气工业的数据链, 而处在这个链条起点就是资源量, 资源量是这条数据链的源头。可见资源量在油气工业中具有重要地位, 尤其对决策者更是如此, 因为它是制定勘探战略及规划部署决策的主要

依据。尽管自上世纪初就开始了资源评价工作, 就是从 20 世纪 70 年代世界范围内大规模资源评价工作开展以来^[1-2], 也有 40 多年了, 但是资源评价仍然存在不少问题, 如对资源量含义认识不一致、评价方法还不成熟。本文仅就有关问题做一探讨。

1 资源量含义的理解

早在20世纪初油气资源评价工作就开始了,随着地质理论认识的发展、勘探开发技术方法的进步,资源评价方法在不断完善,评价结果可靠程度在不断提高,但是对资源量含义的理解和认识仍然没有统一,这导致了无论是公众还是业内人员对资源评价结果有误读、误解和怀疑的现象。对资源量含义的理解归纳起来有以下几种情形。

1) 把资源量理解为油气在地下的实际蕴藏量^[2],按此理解,资源量应是客观存在的不变量,因为油气早就形成聚集在地下了,所以对评价的资源量发生变化就不理解,认为评价结果有问题,不可信。

2) 把资源量定义为根据所获得地质、地球物理和分析化验等资料,运用具有针对性的方法估算得出的原始油气藏油气总量(包括已发现的和未发现的),这种资源通常称为原地地质资源量(in-place resources)^[3],按此定义,我们看出,资源量是评价者对地下资源的估算值,它不等于地下资源实际蕴藏量,只能逼近地下资源蕴藏量,因此资源量值就会因所获得资料的增加、评价方法的改进而有所变化,资源量值只能代表评价时的认识程度和技术水平。

3) 在第二种认识基础上,考虑资源可采性,即可采资源量,通常是评价技术可采资源量,有的评价也会考虑经济因素,如美国地调局(USGS)2000年开展的美国油气资源评价^[4]。

把资源量理解为油气在地下的实际蕴藏量,似乎很有道理,但是很难做到,因为油气藏究竟有多少资源不到开发结束人们几乎不能确切知道,我们只能做估算。所以必需强调的是资源评价只是估算资源量,而不是确定地下油气的实际蕴藏量。有了这个认识,我们就好理解资源量为什么是个变量了,资源量是在一特定时间,估算的地层中已发现(含采出量)和待发现的油气聚集的总量。根据油气田勘探开发的不同阶段、人们对油气勘探规律的不同认识、科学技术的不断进步、新资料的获得、油气价格的变化以及油气资源量计算方法和计算手段的不断改进,不同时间计算的资源量是动态变化的,不是一成不变的。而这种

变化是随着人们对地质认识的深化,科学技术的进步而发生的,不是人为造成的。因此,油气资源量是一个动态的变量,它是地质认识程度、技术和油气价格的函数,由于地质认识、评价技术和经济条件的改变,资源量也会随之变化。因此,笔者认为把资源量涵义理解为地质资源量和可采资源量较为合适,不应认为是油气在地下的实际蕴藏量。

在具体资源评价中,评价结果有多种形式,代表了不同类型、不同级别资源量,例如我国新一轮资源评价有3种级别资源量^[5]:远景资源量、地质资源量和可采资源量。远景资源量是指油气的可能聚集总量,即有可能找到的最大量,在评价中将5%概率对应的地质资源量作为远景资源量;地质资源量是指在目前的技术条件下最终可以探明的油气总量,包括已探明和尚未探明的^[6];可采资源量是指在未来可预见的技术条件下可以采出的油气总量,包括已经采出的。3种级别资源量含义是不同的,数值也有较大差异,不能混为一谈。美国地调局资源评价中所谓的待发现资源量(undiscovered resources)有特定的含义^[3],是指已发现油气田之外地区的尚待发现的资源量,不包括已发现油气田的待发现资源量,不能简单按字面理解指所有待发现资源量。已发现油气田的未发现资源量是通过估算其储量增长(reserve/field growth)得到,储量增长是已发现油气田在开采和生产过程中储量增长的现象,已发现油气田的储量增长量是用不同与待发现资源量评价方法单独评价的。还有美国地调局1995年开展美国资源评价的资源量是技术可采资源量^[3],而在2000年的国内资源评价的资源量是指未来30年内对储量增加有贡献的资源潜量,比技术可采资源量标准要求高,考虑了经济因素,但还不是真正意义的经济可采资源量。

由此可见,资源量含义是复杂的,不同的含义的资源量评价所用资料、评价方法是不同的,其代表的含义自然不同。所以无论资源评价者还是评价结果的使用者,首先搞清楚资源量的真实含义,明白不同术语的异同点,否则评价者就不知道评价什么,如何评价。使用评价结果的人就不知道评价出的资源量究竟代表什么,就会产生误读、误解,甚至怀疑和不相信资源评价结果。

① 中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院. 油气资源评价方法与技术——第二次全国油气资源评价专题报告. 1994

② 新一轮全国油气资源评价项目办公室. 新一轮全国常规油气资源评价实施方案. 2004

2 两种不同的资源评价思路

尽管油气资源评价方法很多,但综合对比国内外资源评价做法^[7-22]^{①②},我们发现可归纳出两种不同的评价思路:一是以生烃单元为出发点的成烃思路,二是以聚集单元为出发点的成藏思路,我国目前主流资源评价思路以生烃单元为成烃思路,而国外目前主流资源评价思路是成藏思路。这两种评价思路的评价对象、评价流程有明显的差异,适用的勘探阶段也不同,各有优势和不足。

2.1 以生烃单元为出发点的成烃思路

以生烃单元为出发点的成烃思路是根据油气生成、运移、聚集的基本原理,建立油气生、运、聚地质模型和数学模型,计算油气生成量,从而再计算出资源量。以生烃单元为出发点的成烃思路是一个系统的研究思路,它用系统的观点,将油气藏形成的生、储、盖、圈、运、保各要素有机地结合起来,将油气生成看成是一个整体,这个整体就是含油气系统,成烃思路将对油气藏的含油气系统进行分析,而不是孤立地研究,通过静态的研究含油气系统,而来研究估算油气藏的资源量。它可以再现地质历史中盆地的热演化,烃源岩的成熟、油气的生成和排出,油气的运移和聚集等过程。

以生烃单元为出发点的成烃思路,资源评价研究的主要内容是以生烃史研究为基础,通过建立生烃史模型、排烃史模型、运聚史模型,结合研究地层埋藏史模型及盆地热史模型,进而计算出生烃量、排烃量与运聚量。通过运聚系数、聚集系数的选取,综合分析计算出含油气盆地的地质资源量。资源量计算主要以生烃量的模拟结果为基础。成烃思路评价基本单元是烃源岩,它评价出的资源量是相应生烃单元对应的资源总量(包括已发现和未发现的资源量),不能直接评价得出未发现的资源量。评价出的资源量究竟聚集在那里,需要通过油气成藏研究进一步分配到相关聚集单元上。

目前,对于以成烃单元为出发点的成烃思路的资源评价方法国内外研究较多,其中以成因法应用为主,盆地模拟法目前是国内几次资源评价

中应用最广的。类比法及统计法也有应用。以生烃单元为出发点的成烃思路资源评价在我国资源评价中应用较广,这种评价对了解油气资源地质分布特征和聚集规律很有意义,但存在的问题也比较多,主要是我们对于在地质历史时期烃源岩到底多少转化成了油气,生成了多少油气,如何确定有效的烃源岩,以及确定烃源岩的下限;如何确定烃源岩生成的油气有多少排出,有多少聚集成藏,主要靠人为的经验,缺少比较严谨的科学判断和定量方法^[10 14 15 20]。

2.2 以聚集单元为出发点的成藏思路

成藏思路资源评价是在油气地质综合分析的基础上,以聚集单元为目标划分出评价单元,评价出油气藏或油气储存单元规模和数量分布,然后计算出资源量。美国地调局(USGS)开展的世界和美国国内油气资源评价就是采用成藏思路,它也是成藏思路资源评价研究的代表者。

成藏思路资源评价出发点和立足点是聚集单元,油气聚集单元成藏地质特点不同,其资源评价方法和模型就不同。根据油气藏聚集地质特点,把油气藏划分为两大类:常规油气藏(conventional accumulations)和连续型油气藏(continuous accumulations)。常规油气藏是指通过油气在水中的浮力存在于构造或地层圈闭的相互分离的油气藏^[4]。而连续型油气藏是指具有较大分布范围、模糊边界而且其存在几乎与水柱无关的油气藏,如煤层气、页岩气、致密砂岩气、天然气水合物等气藏。划分连续型油气藏仅依据油气藏地质特征,并不考虑技术和经济等其他因素,所以连续型油气藏与非常规油气藏的概念是不同的,非常规油气藏含义更广,连续型油气藏不等于非常规油气藏^[23]。

常规油气藏和连续型油气藏资源评价基本流程大体相似(图 1 图 2),但是评价单元的划分、评价模型、评价参数指标则是明显不同的。目前成藏思路评价的资源量主要是技术可采资源量,基本没有评价地质资源量。对可采资源量还设有时间范围,美国地调局 2000 年完成世界资源评价中明确评价的可采资源量只考虑未来 30 年对储量增加有贡献的资源量^[4 23]。

对于已发现油气田,储量增长(reserve/field

① 中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院. 油气资源评价方法与技术——第二次全国油气资源评价专题报告. 1994

② 新一轮全国油气资源评价项目办公室. 新一轮全国常规油气资源评价实施方案. 2004

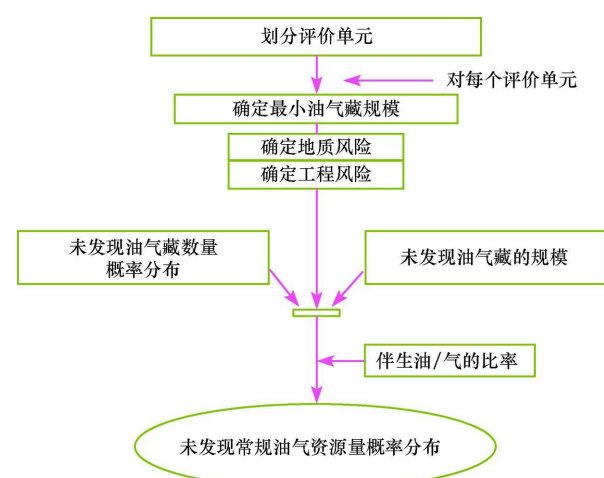


图 1 待发现常规油气藏资源评价流程^[26]
Fig. 1 Flow diagram emphasizing key steps of the assessment procedure for undiscovered conventional resources^[26]

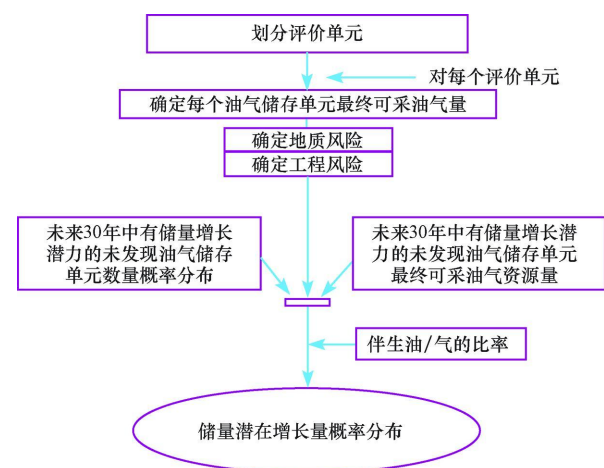


图 2 连续型油气藏资源评价流程^[27]
Fig. 2 Flow diagram emphasizing key steps of the assessment procedure for continuous oil and gas accumulations^[27]

growth) 对未来储量的贡献日益重要, 占有很大比重, 对成熟探区尤其如此。因此, 已发现油气田储量增长的评价越来越得到重视。已发现油气田的储量增长是通过研究已发现油气田储量发现史和增长规律, 建立储量增长模型, 并预测增长趋势, 最后估算储量增长潜力^[26-28]。对于连续型油气藏, 又由于待发现的资源量与已发现油气田储量增长难以界定, 所以不单独评价已发现油气田储量增长, 而是包括在待发现的资源量中一起评价。

由上述可知, 成藏思路资源评价直接结果不是资源量总量, 而是未发现资源量 (包括已发现油田储量增长)。对一个盆地或探区来说, 其资源总量等于累计产量、剩余可采储量、待发现资源量和

已发现油气田储量增长量之和, 成藏思路资源评价结果直接对应到了具体聚集单元, 对勘探生产的指导更直接。

3 影响资源评价的因素

从上述可知, 资源评价获得的资源量是评价者根据获得油气地质理论和信息, 运用评价方法估算出的, 因此它与地质理论的认识程度、所掌握资料信息的完整程度、所用评价方法、技术经济条件的变化密切相关^[3]。为了了解资源评价结果的局限性、提高资源评价可靠性, 必须分析影响资源评价的主要因素, 以进一步改善资源评价工作。

评价资料的完整性和可靠程度是影响资源评价结果的重要因素。加强地质评价是解决这一问题的关键。资源评价的主要内容包括地质评价、资源量计算和经济评价, 其中地质评价是基础。地质评价就是研究油气成藏规律, 弄清油气藏过程, 确定资源评价的有关评价参数。美国地调局的资源评价在地质评价中主要采用含油气系统方法^[29-30]。地质评价不到位, 资源评价就失去了基础, 方法和模型再先进, 结果都不会可信。资源评价的资源量是否可信关键在地质评价, 千万别只关注资源量的计算, 而轻视地质评价。

目前采用的资源评价方法有几十种, 归纳起来主要有 3 大类, 即成因法、统计法和类比法^[5, 8-11, 14, 20], 尽管评价方法在不断完善, 评价结果的可靠性不断提高, 但是任何一种资源评价方法都有局限性, 如成因法是我国前两轮资源评价的主要方法, 尤其是盆地模拟技术, 成为国内油气资源评价的主要技术。其最大的优点是参数与结果的地质意义明确、成藏研究成果直接应用到资源量计算, 但这种技术的生烃史模型存在一个缺陷, 这种缺陷主要表现在生油量的计算是一种纯化学反应的思路, 它脱离了石油地质演化的客观实际。用现今烃源岩中所含有的有机碳都能转化成石油的这种思维方法, 计算石油的生成量来代替我们不知道的实际石油生成量。“排油系数”、“聚集系数”主要是靠所谓的“经验”人为的选取, 因此最终确定的石油资源量也带有很大的为人因素, 缺少科学性^[9, 31-37]。

统计分析法^[7, 8, 33]是通过评价区已发现油气田的规模、发现过程等方面的解剖研究和统计

分析,建立油气田规模的分布模型,进而预测探区内的剩余油气资源的评价方法。统计趋势预测法(饱和勘探法)适用条件是盆地发现高峰已经过去,随着储量发现年(时间)或钻井进尺的累积增长,而呈现曲线为下降趋势中的外推法。目前应用较好的是油藏规模序列法,油藏规模序列法适用于一个完整的、独立的石油体系,而且前提是最大油气藏已发现,评价单元中一定要有油气藏的发现,并且发现的油气藏的个数在 3 个以上,因此该方法适用于中、高勘探程度区域的评价。

影响类比法^[7-8]评价结果的关键性因素是类比地质单元选择的正确与否,类比法对于类比区的要求较高,一般来说类比地质单元的勘探程度较高,研究认识程度较高,并且资源探明率较高。因此选择合适的类比单元在地质类比法中是至关重要的。可见,类比单元的获取和类比参数的选取,是进行成功的地质类比评价方法的关键。从现有文献资料来看,地质类比思路是较为简单的,但类比的方法和过程是相对复杂的。

对于可采资源量,开采技术和经济条件的变化将对资源评价有重要影响。开采技术进步了,可采的资源就会增加,生产成本和油价的变化也直接影响可采资源量多少。

由此可见,影响资源量大小和变化有许多因素,要了解资源评价结果的真正含义还必须了解这些因素。

4 加强我国资源评价的建议

通过国内外对比,提出了加强我国油气资源评价工作的 3 点建议:

1) 加强资源评价方法研究,成烃思路与成藏思路评价方法要相互取长补短,完善我国油气资源评价技术方法体系。

成烃思路资源评价方法要继续完善,不断改进排、聚系数选取缺乏充分依据、人为因素较大的问题,进一步完善成烃理论和烃源岩评价方法,夯实成烃思路资源评价的理论基础。开展成藏思路资源评价方法研究,建立适合我国油气地质特点评价模型和参数指标,尤其是地质资源量评价方法和模型的研究,推广成藏思路资源评价方法,使之发展成为我国油气资源评价的主要方法。

2) 完善我国油气资源分类体系,实现资源与储

量分类的统一,同时推进我国资源分类与国际接轨。

目前我国资源分类规范与实际资源评价工作中的资源分类不统一,如新一轮资源评价的远景资源量、地质资源量和可采资源量 3 类资源量,在目前资源分类规范中不明确。建议取消远景资源量,在资源分类中规范完善地质资源量和可采资源量。

我国资源评价的资源类型与储量分类不配套,不利于资源量与储量直接关联。我国资源评价一般只有石油和天然气两类资源量,而储量分为原油、气层气、凝析油和溶解气 4 类。美国地调局评价的资源量分石油、天然气、天然气液 3 类,与储量分类完全对应,这样有利于建立储量与资源量的关系。建议我国资源量分类与储量分类统一起来,资源评价的资源量类型与储量分类一致。

我国目前的资源分类规范与国际资源分类体系还不接轨,今后我国资源分类既要保持中国特色,又要加强与国际标准接轨,尤其需要加强可采资源分类研究,完善可采资源分类体系。

3) 建立我国动态资源评价机制,健全国家层面的资源评价队伍、评价系统和数据库,实施油气资源动态评价、定期发布。

我国开展过多次资源评价,全国层面的资源评价已开展三轮,但是每轮资源评价之间联系不紧密,中间有间断,评价人员不稳定、评价资料保存不全。原来的资源评价主要由当时的地质矿产部和石油天然气总公司代表国家来完成。由于石油工业体制改革,原地质矿产部油气调查队伍脱离政府成为油公司,石油天然气总公司也改组了,不再有原来政府职能。目前代表国家的资源评价队伍尚未健全。建议健全以国家政府机构为主的国家油气资源评价队伍,代表国家开展全国以及世界油气资源评价,为国家油气发展规划和战略决策提供科学依据。同时建立“动态评价、定期发布”机制,评价工作不能间断,要持续,一个盆地或探区,只要有新认识、新成果,就及时更新评价,全国资源评价成果定期发布,目前可定为 5 年一次。

参 考 文 献

- [1] Gautier D. P. Key analysis—the cornerstone of the national oil and gas assessment[J]. USGS 1993.
- [2] 张抗,周总瑛,周庆凡. 中国石油天然气发展战略[M]. 北京:地质出版社,石油工业出版社,中国石化出版社,2002.
Zhang Kang Zhou Zongying Zhou Qingfan Petroleum develop

- ment strategy in China [M]. Beijing Geological Publishing House, Petroleum Industry Press, China Petrochemical Press 2002
- [3] Committee on Undiscovered Oil and Gas Resources Board on Earth Sciences and Resources Commission on Geosciences, Environment and Resources et al Undiscovered oil and gas resources: an evaluation of the department of the interior's 1989 assessment procedures [M]. Washington D C: National Academy Press 1991
- [4] Schmoker JW, Klett TR. US geological survey assessment concepts for conventional petroleum accumulations [Z]. USGS, 2003
- [5] 国土资源部油气资源战略研究中心. 新一轮全国油气资源评价 [M]. 北京: 中国大地出版社, 2010 17- 25.
Strategic research center of oil and gas resources ministry of land and resource New national oil and gas resources assessment in China [M]. Beijing China Land Press 2010 17- 25
- [6] 周庆凡. 关于油气资源探明程度的探讨 [J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 317- 320.
Zhou Qingfan Discussion on discovery degree of petroleum resources [J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(4): 317- 320
- [7] 金之钧, 张金川. 油气资源评价方法的基本原则 [J]. 石油学报, 2002, 23(1): 19- 23.
Jin Zhijun, Zhang Jinchuan Fundamental principles for petroleum resources assessments [J]. Acta Petrolei Sinica 2002 23(1): 19- 23
- [8] 赵文智, 胡素云, 沈成喜, 等. 油气资源评价方法研究新进展 [J]. 石油学报, 2005, 26(增刊): 25- 29
Zhao Wen zhi Hu Suyun, Shen Chengxi et al New advancements of oil and gas resource assessment method [J]. Acta Petrolei Sinica 2005, 26(Supp): 25- 29
- [9] 关德范. 对我国石油资源评价方法的分析与思考 [J]. 当代石油石化, 2005, 13(7): 12- 16 38
Guan Defan The analysis and speculation on the evaluation technique for petroleum resources of China [J]. Petrochemical Industry Trends 2005 13(7): 12- 16, 38
- [10] 张景廉. 实话实说我国油气资源现状 [J]. 石油科技论坛, 2005(4): 27- 31.
Zhang Jinglian Talk about China's petroleum resources situation [J]. Petroleum Science & Technology Forum, 2005(4): 27- 31
- [11] 张宽, 宫少波, 胡根成. 中国近海第三轮油气资源评价方法述评 [J]. 中国海上油气, 2004 16(4): 217- 221.
Zhang Kuan, Gong Shaoba, Hu Gencheng A methodology review for the third round of petroleum resources assessment in offshore China [J]. China offshore Oil and Gas 2004 16(4): 217- 221.
- [12] 张宽, 胡根成, 吴克强, 等. 中国近海主要含油气盆地. 新一轮油气资源评价 [J]. 中国海上油气, 2007 19(5): 289- 294
Zhang Kuan, Hu Gencheng, Wu Keqiang et al The latest national petroleum resources assessment for the main offshore petroleum basins in China [J]. China Offshore Oil and Gas 2007 19(5): 289- 294.
- [13] 米石云. 油气勘探评价中所存在的主要问题及技术发展方向 [J]. 中国石油勘探, 2008, (1): 48- 52
Mi Shi yun Key problems existed in petroleum exploration and assessment and its developing trend [J]. China Petroleum Exploration, 2007 19(5): 289- 294.
- [14] 甘克文. 我国油气勘探理论和实践历史的思考 [J]. 中国石油勘探, 2002 7(2): 72- 84
Gan Kewen History of China's oil and gas exploration theory and practice [J]. China Petroleum Exploration 2002 7(2): 72- 84
- [15] 肖国林, 周才凡. 油气资源补充评价方法探讨 [J]. 青岛海洋大学学报, 2002 32(3): 434- 440.
Xiao Guolin, Zhou Caifan Approach on the methods of hydrocarbon resource complement assessment [J]. Journal of Ocean University of Qingdao 2002 32(3): 434- 440
- [16] 武守诚. 油气资源评价导论——从“数字地球”到“数字油藏(第二版)” [M]. 北京: 石油工业出版社, 2004.
Wu Shoucheng Introduction to petroleum resources assessment——from digital earth to digital reservoir (2nd Edition) [M]. Beijing Petroleum Industry Press 2004.
- [17] 油气资源评价方法研究与应用编委会. 油气资源评价方法研究与应用 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1988
Editorial committee for study and application of petroleum resources assessment method. Study and application of petroleum resources assessment method [M]. Beijing Petroleum Industry Press 1988.
- [18] 李剑, 刘成林, 谢增业, 等. 天然气资源评价 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2004.
Li Jian, Liu Chenglin, Xie Zengye et al Natural gas resources assessment [M]. Beijing Petroleum Industry Press 2004
- [19] 杨登维, 周庆凡, 郭宝申, 等. 油气资源地质风险分析与管理 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2009: 9- 150
Yang Dengwei, Zhou Qingfan, Guo Baosheng et al Geological risk analysis and management of petroleum resources [M]. Beijing Petroleum Industry Press 2009: 9- 150
- [20] 周庆凡. 美国地质调查所新一轮世界油气资源评价 [J]. 海洋石油, 2001(1): 1- 7
Zhou Qingfan New USGS world oil and gas resources assessment [J]. Marine Oil & Gas 2001(1): 1- 7
- [21] 周总瑛, 唐跃刚. 我国油气资源评价现状与存在问题 [J]. 新疆石油地质, 2004 25(5): 554- 556
Zhou Zongying, Tang Yaogang Current situation and problems in China's oil and gas resources assessment [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2004, 25(5): 554- 556.
- [22] 徐旭辉, 朱建辉, 江兴歌. 区带资源定量评价方法及在苏北盆地溱潼凹陷的应用 [J]. 石油与天然气地质, 2007 28(4): 449- 457
Xu Xuhui, Zhu Jianhui, Jiang Xingge Quantitative resource assessment methodology for play and its application to Zhentong

depressions in Subei basin[J]. Oil& Gas Geology, 2007, 28 (4): 449- 457

[23] Klett T R, R Cha pentier R. For span model users guide[Z]. USGS, 2003.

[24] Schmoker JW, Timothy R. US geological survey assessment model for undiscovered conventional oil gas and NGL resources—the seventh approximation[Z]. USGS, 2003, 2165

[25] Schmoker JW. US geological survey assessment concepts for continuous petroleum accumulations, petroleum systems and geologic assessment of oil and gas in the southwest Wyoming province, Wyoming Colorado and Utah [Z]. USGS, 2005

[26] Verna M K. Modified arrington method for calculating reserve growth—a new model for United States oil and gas fields geologic, engineering and assessment studies of reserve growth [Z]. USGS, 2003.

[27] Tennyson M E. Growth history of oil reserves in major California oil fields during the twentieth century, geologic engineering and assessment studies of reserve growth [Z]. USGS, 2003.

[28] Robert A. Crovelli JW. Probabilistic method for estimating future growth of oil and gas reserves, geologic engineering and assessment studies of reserve growth [Z]. USGS, 2003

[29] Debra K, H ighley, Michael Lew an, et al Petroleum system modeling capabilities for use in oil and gas resource assessments [Z]. USGS, 2006

[30] Magoon L B, Schmoker JW. The total petroleum system—the natural fluid network that constrains the assessment unit[Z]. USGS.

[31] 刘成林, 车长波, 朱杰, 等. 油气资源可采系数研究 [J]. 石油学报, 2009, 30(6): 856- 861
Liu Chenglin, Che Changbo, Zhu Jie, et al Study on recoverable coefficient of oil and gas resources[J]. Acta Petrolei Sinica, 2009, 30(6): 856- 861

[32] 宋国奇. 多因素油气聚集系数的研究方法及其应用 [J]. 石油实验地质, 2002, 24(2): 168- 171

Song Guoqi Study and application of the coefficient of hydrocarbon accumulation determined by multifactors[J]. Petroleum Geology & Experiment 2002, 24(2): 168- 171

[33] 周总瑛, 白森舒, 何宏. 成因法与统计法油气资源评价对比分析 [J]. 石油实验地质, 2005, 27(1): 67- 73
Zhou Zongying, Bai Senshu, He Hong. Comparison of genetic and statistical methods for petroleum resource assessment[J]. Petroleum Geology & Experiment 2005, 27(1): 67- 73

[34] 刘池洋, 马艳萍, 吴柏林, 等. 油气耗散——油气地质研究和资源评价的弱点和难点 [J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(4): 517- 526
Liu Chiyang, Ma Yanping, Wu Bolin, et al Weakness and difficulty of petroleum geology study and resource assessment hydrocarbon dissipation[J]. Oil & Gas Geology, 2008, 29(4): 517- 526

[35] 武守诚. 我国油气资源评价的科学性问题 [J]. 石油科技论坛, 2006 (4): 22- 28
Wu ShouCheng. Scientific problems for China's petroleum resources assessment[J]. Petroleum Science & Technology Forum, 2006 (4): 22- 28

[36] 张大伟. 加速我国页岩气资源调查和勘探开发战略构想 [J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(2): 135- 139, 150.
Zhang Dawei Strategic concepts of accelerating the survey, exploration and exploitation of shale gas resources in China[J]. Oil& Gas Geology, 2010, 31(2): 135- 139, 150.

[37] 庞雄奇. 中国西部叠合盆地深部油气勘探面临的重大挑战及其研究方法 与意义 [J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(5): 517- 534, 541
Pang Xiongqi Key challenges and research methods of petroleum exploration in the deep of superimposed basins in western China [J]. Oil& Gas Geology 2010, 31(5): 517- 534, 541

(编辑 高 岩)

探明储量、控制储量和预测储量的英文翻译

我国油气储量分级包括探明储量、控制储量和预测储量三级, 它们都是指地质储量, 确切地应为探明地质储量、控制地质储量和预测地质储量, 这三级与国外公司和机构常用的 Proved/proven Reserve(证实储量)、Probable Reserve(概算储量)、Possible Reserve(可能储量)不等同, 而 3P 储量代表的是可采储量。许多文章中常把“探明储量”译成 Proved Reserve 显然是不对的, 那么探明储量究竟英译为什么合适呢? 在参考国内外相关文献基础上, 笔者建议“探明储量”可翻译“Measured geological reserve”或“Measured reserve in place”。“控制储量”可译为“Indicated geological reserve”或“Indicated reserve in place”。“预测储量”可译为“Inferred geological reserve”或“Inferred reserve in place”。

供稿人: 周庆凡