

对中国石油可采资源量的讨论*

张 抗

(中国石化股份公司石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 中国的油气资源量的实际含义与国际通用的概念有很大的差别, 这就容易造成混乱和误导。为此, 特把中国的资源量称为地质资源量, 在对其进行经济有效性校正和预测采收率的校正后之所得称为可采资源量, 后者大致可与国际上的资源量相对比。按 2000 年的探明储量和石油地质资源量 $1\,035 \times 10^8$ t, 计算其可采资源量为 116.1×10^8 t, 相应的资源探明程度为 52.2%。将不同专家不同时期的 16 个带有独立性的测算值平均, 其值为 132.5×10^8 t。以当量值相比较, 中国石油可采资源量略高于天然气。无论就资源量还是就待探明的可采资源量计, 东部都占首位, 其次为西北和大陆架。

关键词: 石油; 资源量; 可采资源量; 资源探明程度

作者简介: 张抗, 男, 63 岁, 教授级高级工程师, 石油地质

中图分类号: TE15

文献标识码: A

1 中国石油资源量难与国际接轨

1.1 概念上的差别

在讨论天然气远景和发展规划时, 资源量是各种报刊和论文中最常被引用的数据之一。我国曾在“六五”和“八五”期间分别进行过两次系统的油气资源评价, 后者(简称二次资评)的资料截止于 1993 年, 完成于 1994 年, 它得出的系统数据广泛被引用。目前, 几个大石油公司分别对自己工区进行了第三次资源量测算, 已获得初步成果。但上述这些计算得出的资源量(resources)却与国际通用的概念有重大差别。

按照国际通用的资源量概念, 是指在近、中期(如 30 年)内可能被探明的地下可采资源。这意味着: (1) 它指按预计的科技水平和油价条件下, 这个资源是具有经济价值的; (2) 仅指这个资源中可以被采出到地表的部分。简言之, 它指资源的经济可采数量。

中国的油气资源量是采用了从岩石的生烃量、排烃量、聚集量的传统思路逐步计算而得到的数值。受传统计划经济的影响, 没有重视资源的经济边际, 更缺乏油价、成本等系统的预测, 因而包括了相当大数量的近、中期不具经济价值的资源。进一步说, 即使这个地下资源是可供经济开

发的, 而真正可以被采到地面的只是其中的一部分, 中国的资源量计算中却把不能被采出的那一部分也计算在内了。可以说, 中国所测算的资源量是指资源的地下聚集量, 而不是其可以被商业性地采出到地面的数量。

1.2 资源量对比中所产生的误导

资源量是根据现有资料和认识对可能被探明的资源的估算。用同一种思路和类似的方法测算, 各地区之间有可比性; 但是如果对资源量的概念和计算方法不同, 那么其间的可比性就要大打折扣, 甚至产生误导。世界油气资源量的计算中首推美国 USGS 的评价, 它们组成以 Masters 为首的研究组, 从 20 世纪 80 年代初开始对全球各国油、气资源量的系统测算。从第十一届世界石油大会起, 每次会上都提出新一轮的测算成果, 其 1994 年第十四届世界石油大会上提出的成果广被引用^[1]。我国第二次资评完成的时间与该成果一致, 使用的资料也是截止到 1993 年。按照 Masters 等 1994 年发表的测算值, 全世界石油资源量为 $3\,111.77 \times 10^8$ t, 中国为 113.19×10^8 t, 中国占世界的 3.64%。如果按中国二次资评的数据, 石油资源量为 940×10^8 t, 中国占世界值约为 30.2%, 那么中国的石油资源量就要居世界第一位, 分别为居最前列的沙特阿拉伯和前苏联的 1.8 倍和 2 倍。按此数计算的中国石油储量探明程度(即探明储量与资源量的比, 亦称储资比)仅为 25.7%。换言之

* 本文属“九五”国家重点科技项目 99- 110 部分成果

收稿日期: 2002- 10- 12

之,中国已经系统勘探了50年,只探明了约1/4的资源量。如果按国际上对资源量的理解今后30年左右储量还可增加3倍。以上多方面的数字都使中外石油地质学家感到难以接受。这类数字对不同的人可产生不同的误导。对一般人来说,可能认为中国石油最丰富,因而可以大幅度持续提高产量,可以把石油作为一次性能源的主体;对于国外专家来说,则可能从根本上否认中国石油资源量计算的可信性,在各种论文中不使用中国计算的资源量数据。即使中国自己的石油专家,特别是勘探家对此也难以接受。在一次讨论资源量的专家会议上,来自油田的总工程师们幽默地要求与测算者换个位置,意思是既然你测算了那么多的资源量,那么请你来各油区当总工,去把这么多资源变成储量吧?勘探的要旨是“优选”,总是把当前最有可能发现的目标优选出来,依次探明而获得最大的经济效益。如果在资源量计算中把一些经济边际以下的劣等资源混进了勘探目标,则难以起到有效指导勘探的作用。带有“泡沫”的宏大数字不但不会“鼓舞人心”,反倒容易挫伤人的积极性。

2 资源量测算与国际接轨的思路

中国油气资源量中的这一问题引起了一批中国专家的注意。他们在自己的研究中大多采用了相似的思路:在还没有一套从各勘探区块或盆地的三级、四级单元等基础单元开始,按国际通用概念计算的资源量的数据之前,对大盆地、大区和全国,可以从已有的资源量值(为了与国际通用的资源量相区别,特称其为地质资源量)出发分别不同情况进行校正,以得到大致能与国际上资源量概念相符的数据。在这方面除了笔者以外,中国石油勘探开发研究院的万吉业、康一子作了大量的工作(可惜其20世纪90年代的研究成果多未正式发表)^[2]。贾文瑞按照笔者和万吉业等人的思路也作了自己的测算^[3],中国海洋石油总公司的专家们则对我国海域资源量作了测算。值得提出的是陈元千另辟蹊径,按照储量发展的规律预测了我国潜在的可采资源量^[4]。它们的测算结果反映在下文的表中。需要说明的是其中多数专家没有

专文说明计算的过程和依据,而只有简单的测算结果数据。

笔者在1993年的研究课题中提出了两步校正法在上述的思路中有一定的代表性^[5]。第一步先从地质资源量中求出经济上有效的资源量(可简称为有效地质资源量)。校正系数在中期油价平均值不会大幅度增加,技术进步的成效足以克服勘探难度的增大,石油勘探开发总成本有所降低而使次经济储量可以开发的前提下,按不同的地区不同的探明程度赋值。如研究程度高,地质资源量的可靠性高,经济边际值低的华北区(主要指渤海湾盆地)待探明资源量的校正系数赋以0.37的高值,对以上几方面都较欠缺的西北区校正系数赋值仅为0.27。而对已探明储量都赋值为1,这里把存在一些不能动用储量和因科技发展采收率提高这两个因素相互抵消而使问题简化了。

第二步以有效地质资源量乘以采收率得到可采资源量。显然,这里的关键是采收率的确定。对于已探明储量采用标定采收率,其值以一个盆地、一个地区各油田总的地质储量和可采储量求得。而对待探明资源量的预测采收率则从近年来标定采收率的变化趋势,从对未来探明储量的品质变化趋势等推算而赋值的。如对东北区(以松辽盆地为主体)的待探明资源量采收率赋以0.28的较高值,而对中部区(以鄂尔多斯和四川盆地为主体)则仅以0.15的低值*。

笔者在实际计算中是从几个主要盆地出发,而后测算各大区和全国的可采资源量值。以上思路,应用二次资评的石油地质资源量 $940 \times 10^8 \text{ t}$,在1995~1996年曾计算出可采资源量 $94.13 \times 10^8 \text{ t}$ 的数值^[6]。

万吉业和康一子在测算过程中区分盆地分为三类,并对资源探明程度作了更细致的划分(分为探明、控制、预测储量,潜在和推测资源量等)分别不同情况对校正系数给予不同的赋值并设想高、低两个方案。这些思路和计算方法显然是可取的。按此思路,1997年他们在二次资评结果基础上,得出可采资源量低方案 $129.24 \times 10^8 \text{ t}$,高方案 $146.81 \times 10^8 \text{ t}$ 的计算结果**,建议采用 $130 \times 10^8 \sim 140 \times 10^8 \text{ t}$ 的框算值。但在后人引用这一成果时多仅使用其高方案值。

3 中国的石油可采资源量

近年来,国际资源量测算中把“天然气液”作

* 这时仅简单介绍了计算过程和赋值的影响因素,详细地介绍请参阅参考文献[7]的第三章

** 万吉业,康一子.石油和天然气可持续发展战略研究.1997

为一个与石油、天然气并列的独立品种看待。天然气液的主体是凝析油, 考虑到其在地下以气层气的形式存在, 在资料不充足的条件下, 笔者在计算资源量时将其并入气层气^[7]。因而本文的石油就不包括凝析油或天然气液。

在本次石油资源量数据计算时采用了新的资料, 对地质资源量采用了二次资评以后的新进展(包括“三次资评”中的一些新认识), 全国(大陆和

陆架, 不包括台湾省和南海南部海域) 石油地质资源量取 $1\,035 \times 10^8 \text{ t}$ 。地质储量和可采储量(以及之相关的采收率) 采用 2000 年值。这样, 得出有效地质资源量 $448.1 \times 10^8 \text{ t}$ 、可采资源量 $116.1 \times 10^8 \text{ t}$ 、待探明可采资源量 $55.55 \times 10^8 \text{ t}$, 储资比 0.522(或资源探明程度 52.2%) 等一系列数据(表 1)。

由于资源量与国际接轨上的问题被越来越多的油气地质和勘探专家们所认识, 可采资源量的

表 1 中国及各大区石油地质资源量- 可采资源量测算表

Table 1 Estimating values of oil geological resources - recoverable resources in China and its main areas

地区	类别	地质资源量/ 10^8 t	校正系数	有效地质资源量/ 10^8 t	标定/ 预期采收率	可采资源量/ 10^8 t	储资比
东部	已探明	156.0	1	156.0	0.31	48.4	0.68
	待探明	263.6	0.33	87.6	0.26	22.5	
	小计	419.6	(0.57)	243.6	(0.29)	70.9	
中部	已探明	14.3	1	14.3	0.16	2.4	0.63
	待探明	45.6	0.2	9.1	0.15	1.4	
	小计	59.9	(0.39)	23.4	(0.16)	3.8	
西北	已探明	30.3	1	30.3	0.22	6.6	0.31
	待探明	239.8	0.27	64.5	0.23	14.8	
	小计	270.1	(0.35)	94.8	0.23	21.4	
东南	已探明	0.2	1	0.2	0.15	0.03	0.04
	待探明	24.8	0.15	3.7	0.19	0.7	
	小计	25.0	(0.16)	3.9	(0.18)	0.7	
西藏	待探明	8.4	0.3	2.5	0.2	0.5	
	小计	8.4	(0.3)	2.5	(0.2)	0.5	
陆上	已探明	200.8	1	200.8	0.29	57.4	0.59
	待探明	582.2	0.29	167.4	0.24	39.9	
	小计	783.0	(0.45)	368.2	(0.26)	97.3	
大陆架	已探明	14.1	1	14.1	0.23	3.2	0.17
	待探明	237.9	0.28	65.8	0.23	15.6	
	小计	252.0	(0.32)	79.9	(0.24)	18.8	
全国大陆及陆架	已探明	214.9	1	214.9	0.28	60.6	0.522
	待探明	820.1	0.28	233.2	0.24	55.5	
	小计	1 035.0	(0.43)	448.1	(0.26)	116.1	

1. 东部指东北、华北、江淮三区, 后者包括南襄、江汉、苏北等盆地; 中部指鄂尔多斯、四川、楚雄及周围小盆地; 东南指上两区以南、以东地区; 西藏指西藏高原。2. 校正系数按不同地质情况及估计的经济边际值相对高低赋值, 带括号的为反推值。3. 已探明储量采收率按 2000 年储量表计算, 待探明资源量采收率根据该区近年的变化趋势和对待发现油田的可采性认识赋值, 带括号者为反推值。4. 储资比为累计探明可采储量与可采资源量的比, 无量纲

概念也被较多的人接受并提出了对其数值的预测。笔者收集到不同专家、不同时期带独立性(即不是转引自他人)的 16 个不同的测算(推断)值(表 2), 其算术平均值为 $132.5 \times 10^8 \text{ t}$ 。

笔者 2001 年的可采资源量计算值与 Masters 对中国的测算值($113.2 \times 10^8 \text{ t}$) 基本一致^[11], 与各专家采用值的平均值相差也不大。在第 16 届世界石油大会上美国 USGS 研究组(此时 Masters 已退休)发表了对各国待发现资源量的测算值, 中国

为 $16.5 \times 10^8 \text{ t}$, 它实际上是中国陆上 6 大盆地的计算值。按笔者 2001 年的计算, 陆上 6 大盆地(松辽、渤海湾、鄂尔多斯、四川、塔里木、准噶尔) 待探明资源量为 $54.8 \times 10^8 \text{ t}$, 这与 USGS 的测算值相差很大。其主要原因是国外对经济边际值的要求太高, 而在中国, 特别是东部老盆地, 许多外国人认为无开发价值的次经济储量, 经过我们的努力都可以实现在中等油价水平上有经济效益的开发。

表 2 中国石油可采资源量预测值一览表

Table 2 Predicted values of recoverable oil resources in China

预测者/年	资料来源	预测值/ 10^8 t
张抗/1994	储量和资源量有效性的讨论	168
地质矿产部石油地质研究所/1994	转引自 1996~2010 年中国石油工业发展战略	118~127(122.5)
CNPC 信息研究所/1994	我国石油资源战略研究	150~200(175)
万吉业, 康一子等/1995	全国石油、天然气资源系列及可采资源评价表	119.3
赵俭成/1995(?)	转引自 1996~2010 年中国石油工业发展战略	150~170(160)
万吉兴, 康一子等/1997	石油天然气可持续发展战略研究	93.9~157.1(125.2)
张抗/1997	对我国油气资源与国际接轨的探讨	88.05
万吉业等/1997	石油天然气可持续发展战略研究	130~140(135)
贾文瑞等/1997	1996~2010 年中国石油工业发展战略	146.86(147)
翟光明/1997, 2000	21 世纪中国石油工业将持续发展	160
康一子/2000	我国油气勘探及资源前景分析	140
邱中建, 徐旺/2000	中国油气勘探前景与展望	130
陈元千/2001	对中国石油未来潜在可采资源量的预测	100
陈元千/2001	对我国石油最终可采资源量的预测	120
张抗/2000	油气资源量与国际接轨的再探讨	114.4
张抗/2001	中国石油天然气发展战略	116.1

括号内数字为笔者计算的高低值间平均值, 用于计算专家推算值的均值。

4 几点认识

(1) 中国的油气资源量相近, 气略低于油。按笔者的计算值, 以油当量计, 天然气可采资源量为 114×10^8 t 油当量, 石油可采资源量 116.1×10^8 t。笔者的计算中凝析油是归入天然气的, 如果从产量角度将凝析油归入石油, 则气低于油的趋势会更明显些。按照专家们推算的平均值计, 天然气的可采资源量 96.6×10^8 t 油当量^[7], 为石油可采资源量 132.5×10^8 t 的 72.9%。

(2) 石油区域分布很不均衡。从石油的可采资源量计, 主要集中在东部、西北和大陆架三区, 它们分别占全国的 61.1%, 18.4% 和 16.2%, 共占 95.7%。以待发现资源量计, 以上三大区分别占全国的 40.5%、26.7% 和 28.1%, 大陆架略高于西北, 三区共占全国的 95.3%。显然, 从 21 世纪初期看, 石油发展的战略重点仍然是东部挖潜和西北与海上的大力开拓。

(3) 石油的资源探明程度明显高于天然气。从全国看, 石油的探明程度为 52.2%, 而天然气仅为 18.0%^[7]。在 21 世纪初期(2030 年左右)有使中国的石油探明储量再增加近 1 倍的可能。如果预测的资源量在 30 年内全部被探明, 这意味着年均探明地质储量 7.77×10^8 t, 年均探明可采储量

1.85×10^8 t, 它们分别为“九五”期间年均增加值的 57.8% 和 49.5%。

用校正法取得可采资源量的数据是不得已而为之。笔者和许多专家都企盼着在对油气资源及其经济可采性新认识的指导下, 吸收国外资源评价的经验, 从基础区块或盆地构造单元入手, 进行全国统一的油气资源量再测算, 进而明确国家油气资源的数量和质量, 更好地指导勘探。

参 考 文 献

- 1 Masters C D. World petroleum assessment and analysis(14th World Petroleum Congress, Topic 15 Reserves - 5) [R]. England: Pub. by John Wiley and Sons Ltd, 1994. 1~13
- 2 康一子. 我国油气勘探及资源前景分析[A]. 见: 傅诚德, 李润生, 沈平平, 等. 21 世纪中国石油天然气资源战略(第二辑) [C]. 北京: 石油工业出版社, 2000. 66~70
- 3 贾文瑞, 徐青, 王燕灵, 等. 1996~2010 年石油工业发展战略 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1999. 197~250
- 4 陈元千. 对我国石油最终可采资源量的预测[J]. 石油科技论坛, 2001, (5): 20~23
- 5 张抗, 张涛. 储量和资源量有效性的讨论[J]. 地质科技管理, 1994, (4): 16~20
- 6 张抗. 对我国油气资源量与国际接轨的探讨[J]. 地质科技管理, 1997, (2): 5~11
- 7 张抗, 周总瑛, 周庆凡. 中国石油天然气发展战略(第三章) [M]. 北京: 地质出版社, 石油工业出版社, 中国石化出版社, 2002. 87~135

DISCUSSION ON RECOVERABLE OIL RESOURCES IN CHINA

Zhang Kang

(*Exploration & Production Research Institute, SINOPEC, Beijing*)

Abstract: There is great difference between the petroleum resources used in China and the concept of resources commonly used in the world, which would easily result in confusion and misunderstanding. So, we especially regard the resources used in China as geological resources, which can be called recoverable resources after it has been revised with its economic availability and predicted recovery. It can then be approximately correlated with the resources in the world. Based on the composite volume of proved reserves and geological resources in 2000 to be $1035 \times 10^8 \text{t}$, and the recoverable resources is calculated to be $116.1 \times 10^8 \text{t}$, correspondingly, the degree of resources to be proved is 52.2%. After averaging the 16 values independently estimated by different geological experts in different periods, the recoverable resources is about $132.5 \times 10^8 \text{t}$. Being compared to the equivalent values, the recoverable oil resources in China is slightly higher than that of natural gas. For both resources and undiscovered oil recoverable resources, eastern China ranks first, and the second would be north-western China and the continental shelf.

Key words: oil; resources; recoverable resources; degree of resources to be proved

(Continued from Page 6)

CAUSATION OF PARTLY REVERSED ORDERS OF $\delta^{13}\text{C}$ IN BIOGENIC ALKANE GAS IN CHINA

Dai Jinxing Xia Xinyu Qin Shengfei Zhao Jingzhou

(*Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Beijing*)

Abstract: The $\delta^{13}\text{C}$ values change in a regular manner with the increase of hydrocarbon gas molecular weight, i. e. change in normal order or reverse order. The normal order is $\delta^{13}\text{C}_1 < \delta^{13}\text{C}_2 < \delta^{13}\text{C}_3 < \delta^{13}\text{C}_4$, and the reverse order is $\delta^{13}\text{C}_1 > \delta^{13}\text{C}_2 > \delta^{13}\text{C}_3 > \delta^{13}\text{C}_4$. Partly reversed order is also common in gas samples from different basins in China, such phenomenon can be attributed to one or several of the following reasons: (a) Mixing of biogenic gas and abiogenic gas; (b) Mixing of gases from sapropelic sources and humic sources; (c) Mixing of gases from two source rock intervals of the same type but of different maturity; (d) Mixing of gases from one source rock interval of varying maturity.

Key words: biogenic alkane gas; carbon isotope; reverse; secondary gas; mixing gas; China