

应用翁氏旋回理论预测中国天然气 探明储量的增长趋势

任宏斌 孔志平 李东旭

(石油勘探开发科学研究院廊坊分院, 河北廊坊 102801)

翁氏生命旋回适用于对生命总量有限体系的描述和预测, 其曲线形式与我国天然气累计探明储量的增长曲线一致。石油与天然气为非再生性矿产资源, 能够用“翁氏旋回”模型描述和预测, 预测结果表明我国天然气储量增长高峰期在 2011~2024 年, 最终可探明天然气总资源量为 $11.5 \times 10^{12} \sim 23.0 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。

关键词 翁氏旋回 预测 天然气 探明储量

第一作者简介 任宏斌 女 28岁 硕士 石油地质

1 理论基础

对非再生性矿产资源, 用确定性生命旋回法预测潜在可采储量的数学模型, 称为“翁氏旋回”模型(图 1)^[1,2]。

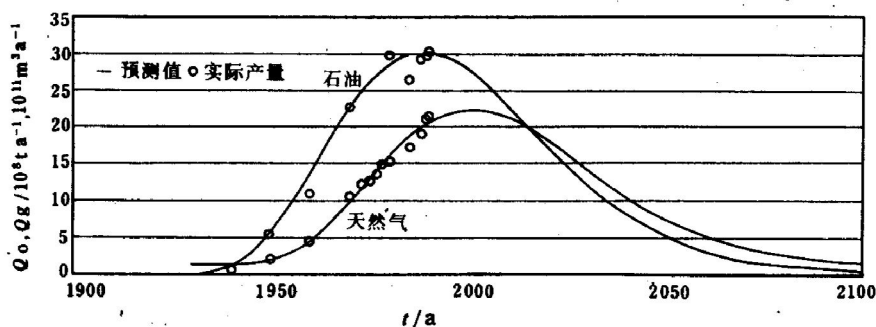


图 1 世界石油、天然气产量基值

翁氏旋回是一收敛模型, 适用于对生命总量有限体系发展、消亡过程的描述和预测。其数学模型为:

$$Q = Ar^x e^{-t} \quad t \geq 0$$

从该式可以看出, 体系 Q 的兴衰正比于一兴一衰(t^x 和 e^{-t})两个因子, 体系 Q 是时间 t 的函数。该函数具有单项泊松分布概率函数的性质, 其兴衰过程可概括为 4 个阶段。

(1) 加速上升阶段: $t=0 \sim (x - \sqrt{x})$

(2)一般上升阶段: $t=(x-\sqrt{x})\sim x$

(3)一般下降阶段: $t=x\sim(x+\sqrt{x})$

(4)缓慢下降阶段: $t=(x+\sqrt{x})\sim\infty$

实际应用的翁氏旋回数学模型为:

$$\begin{cases} Q=At^xe^{-t} & t\geq 0 \\ t=(T-T_0)/C \end{cases}$$

式中 x 为自然数(通常 <10); T_0 为生命起始时刻; T 为生命过程中的某时刻; A, C 为拟合系数。

具体求解是运用最小二乘法和黄金分割法求取拟合参数,使数学模型与实际资料之间误差达到最小。确定模型后,外推预测。求解过程用相应软件由计算机执行。

油气资源是不可再生的能源,其总量是有限的。油气资源的勘探开发也是一个由兴盛到衰亡的生命旋回,如每一个含油气区的勘探、开发都经历了快速增长、一般增长、一般下降、缓慢下降4个阶段,这是不以人的意志为转移的客观规律。

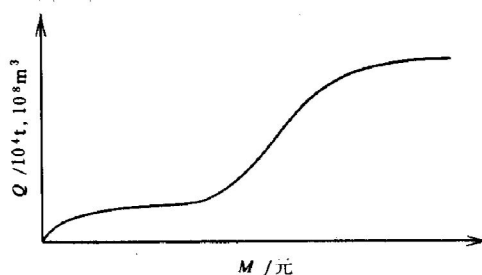


图2 储量随投资增长模式图

根据累计储量(Q)随勘探投入(M)的关系曲线(图2),将盆地勘探阶段分为:(1)开拓阶段;(2)快速增长阶段;(3)开发阶段。我国天然气累计探明储量也符合以上原则,从1956年开始提交探明储量以来,到1982年之前为开拓阶段,即储量缓慢增长阶段;从1982年以后进入快速增长阶段。事实上,勘探投入是随勘探时间的增加而增加的,可以说该曲线正是翁氏生命旋回的累计曲线形式。因此,油气资源的发现过程同样可以用翁氏旋回来描述。

2 中国天然气探明储量增长预测

全国第二次油气资源评价中,对具含油气远景的150个沉积盆地进行了资源量计算(含气盆地和地区68个),天然气资源量为 $38.4\times 10^{12}\text{ m}^3$ 。其中陆上含气盆地和地区62个,面积为 $274\,493\text{ km}^2$,天然气总资源量为 $30.2\times 10^{12}\text{ m}^3$,占全国天然气总资源量的78.75%。与前两次全国性资源评价计算的陆上资源量 $30.9\times 10^{12}\text{ m}^3$ 和 $29.1\times 10^{12}\text{ m}^3$,基本相近,具有一定的可靠性。

我国陆上未探明的天然气资源量占总值的73.8%，“八五”末探明程度仅为6.6%；而独联体各国天然气资源探明程度为17.6%~84.1%，总体达57.3%(表1)^[3]。虽然在资源量评估上,国外采用的是“经济的”，而我国仍然采用“地质的”，难以用绝对量相比,但仍可看出我国勘探程度差异较大,潜力基础较好。

我们以天然气总资源量的可探明量为截点,按历史储量增长趋势预测储量增长高峰期*。国内主要天然气勘探区带的成藏条件差异较大,一般探明程度分别为24.4%和39.7%。暂以此值作为“经济资源量”,并依次分别按总资源量可探明程度30%和40%计;另外考虑到部分地区石油的探明程度已达50%~60%,也选用60%方案进行预测,我国天然气储量增长高峰

* 全国储委油气专委. 全国石油天然气探明储量公报(1984~1994年度)

期在 2011~2024 年(图 3)。

表 1 独联体各国天然气资源状况(截止 1992 年底) 10⁸ m³

国 家	累计产量	剩余探明可采储量	控制储量	潜在资源量	总资源量	探明程度(%)
俄罗斯	70 560	455 280	6 720	444 360	976 920	54.5
哈萨克斯坦	1 680	4 200	19 040	34 720	59 640	41.8
阿塞拜疆	1 680	5 040	280	5 040	12 040	58.1
土库曼斯坦	19 040	45 360	7 560	19 040	91 000	79.1
乌兹别克斯坦	6 440	14 000	10 640	5 880	36 960	84.1
吉尔吉斯斯坦	56	17	263	168	504	42.9
塔吉克斯坦	84	56	224	252	616	66.9
乌克兰	15 400	5 936	2 044	6 160	29 540	79.1
白俄罗斯	很少	28	0	0	28	100.0
格鲁吉亚	1.7	3.9	0	28	34	17.6
总 计	114 942	529 921	46 771	515 648	1 207 282	57.3

按可探明量达 30%计,预测全国天然气储量增长高峰期为 2011 年,年增长量达 $1\,790\times 10^8\text{ m}^3$ 。考虑到资源转化的储备、勘探的投入以及上下游工程(上游勘探、开发与下游利用)配套等因素,按目前的年增约 $1\,500\times 10^8\text{ m}^3$ 计,可持续 32 年,最终可探明量达 $111.5\times 10^{12}\text{ m}^3$ 。

我国天然气勘探正处在快速增长、一般增长阶段。考虑到新领域的开拓,天然气探明储量还可能再上新台阶。年增可达到 $2\,200\times 10^8\text{ m}^3$ 和 $3\,000\times 10^8\text{ m}^3$ 以上(图 3)。这样,我国天然气储量增长高峰预测将在 2016~2024 年之间,最终可探明天然气总资源量的 40%~60%,即探明 $15.4\times 10^{12}\text{ m}^3$ 和 $23.0\times 10^{12}\text{ m}^3$ 。

3 小结

天然气探明储量增长曲线是一条综合性极强的曲线,是地质条件的优劣、国家投资的多少、勘探理论与技术的进步、决策者的智慧与意志以及职工的干劲等因素的综合反映。

应用翁氏旋回理论预测得到的曲线,反映了一个生命的全过程,有利于分析整个天然气资源量的探明过程,以及为制定中长期勘探规划提供科学的依据;但正如翁先生所说:“以拟合信息为基础的预测称为基值预测。对于许多体系,特别是有关人类活动的体系,基

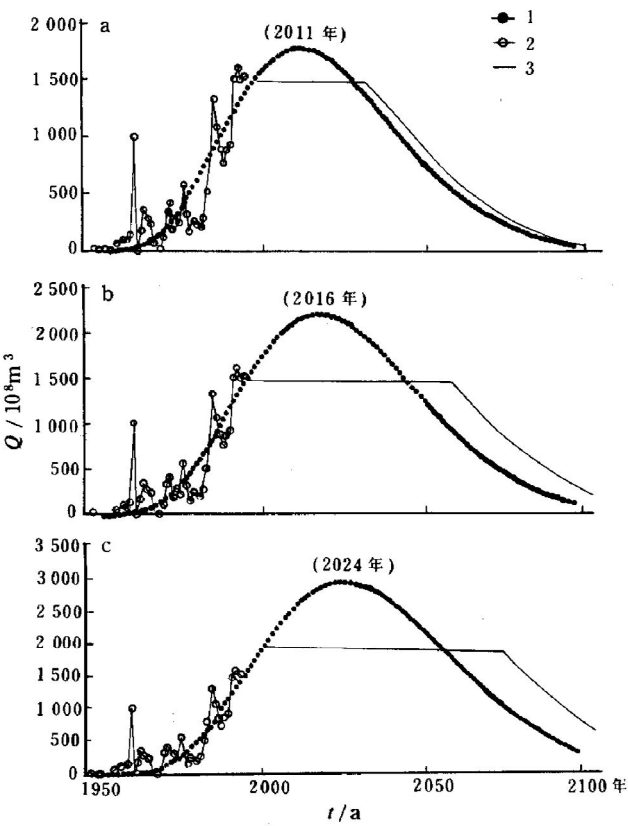


图 3 全国天然气探明储量增长预测曲线

a—探明程度 30%,最终可探明储量 $11.5\times 10^{12}\text{ m}^3$; b—探明程度 40%,最终可探明储量 $15.4\times 10^{12}\text{ m}^3$; c—探明程度 60%,最终可探明储量 $23.0\times 10^{12}\text{ m}^3$; 1—年增长量预测值; 2—实际值; 3—最终探明储量预测值

值预测和未来的实践可以有区别,因为人类永远不会满足于历史,并不断创造出前所未有的事物。所以凡对人类有利的事物体系,基值预测将会落后于实践。”^[2]

参 考 文 献

- 1 赵旭东. 石油数学地质概论. 北京:石油工业出版社,1992. 228~235
- 2 翁文波. 预测论基础. 北京:石油工业出版社,1984. 67~86
- 3 马文水. 独联体各国油气资源分布及发现状况. 石油消息报,1995-11-01,第2版

PREDICTING THE INCREASE OF CHINA'S PROVED GAS RESERVES BY USING "WENG'S CYCLE"

Ren Hongbin Kong Zhiping Li Dongxu

(Langfang Branch, Research Institute of Petroleum Exploration & Development, CNPC, Langfang, Hebei)

Abstract

"Weng's Life Cycle" is suitable for the description and prediction of the finite system of life amount, and its curve coincides to the increase curve of China's proved natural gas reserves. "Weng's Cycle" could be used to describe and predict oil and gas reserves. As oil and gas are non-regenerated resources, the results indicates that the peak period of gas reserve increase will be 2011~2024 A. D., and the final amount of proved gas resources will be $11.5 \times 10^{12} \sim 23.0 \times 10^{12} \text{ m}^3$.