

文章编号: 0253-9985(2003)04-0317-05

# 关于油气资源探明程度的探讨\*

周庆凡

(中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 油气资源探明程度是反映勘探程度的重要指标之一, 由于国内外采用的资源量和储量概念不一样, 因而其资源探明程度的含义就不一致, 如果不加区别简单的对比, 将给人以误导。根据目前国内外油气资源量和储量的不同涵义, 将油气资源探明程度分为地质资源探明程度和可采资源探明程度。地质资源探明程度是指累计探明地质储量与地质资源量的比值, 可采资源探明程度是指累计探明可采储量与可采资源量比值。经计算, 截至2000年, 中国石油和天然气地质资源探明程度分别为20.5%和7.7%, 可采资源探明程度分别为52.5%和17.4%; 而世界石油和天然气可采资源探明程度分别为57.3%和50.3%, 其中, 美国石油和天然气可采资源探明程度分别为56.4%和57.6%。与世界和美国对比, 中国石油资源探明程度与世界或美国平均值相差不大, 而天然气资源探明程度却远低于世界及美国的平均水平。

关键词: 油气资源; 资源量; 探明储量; 探明程度

作者简介: 周庆凡, 男, 41岁, 教授级高级工程师, 石油天然气地质与勘探规划

中图分类号: TE15 文献标识码: A

油气资源探明程度是评价油气资源勘探前景及勘探潜力常用的一个指标, 但是由于国内外采用的资源量和储量概念不一样<sup>[1]</sup>, 因而导致其资源探明程度的含义不一致。不同含义的探明程度之间难以比较, 如果不加区别的直接对比, 将导致错误的认识, 给人以误导。因此, 有必要明确资源探明程度的确切含义, 以便人们正确应用油气探明程度这一指标和进行国内外比较。

## 1 资源探明程度的概念

油气资源探明程度是累计探明储量与资源量之比, 通常用百分比来表示。人们常用油气资源探明程度来反映勘探程度。在我国, 常用的资源探明程度是指累计探明地质储量与地质资源量的比值, 而在计算世界和其他国家的资源探明程度时, 由于难以得到累计地质储量和地质资源量的数据, 往往是用累计可采储量与可采资源量的比值。显然, 国内外这两个比值是不一致的, 它们所对应的资源探明程度所代表的含义是不同的。对于同一评价对象来说, 往往是后者明显大于前者, 而且两者之间没有固定比值关系, 随评价对象不同而不同。由此可见, 不能将两者直接比较, 否则

就会带来错误的认识。例如, 在对比我国与世界资源探明程度时, 如果不加区别地把我国常用的资源探明程度与用累计探明可采储量与可采资源量之比得出的世界资源探明程度直接比较, 就会得出我国石油资源探明程度大大低于世界平均探明程度的结论。这样的对比实际上是错误地夸大了我国与世界资源探明程度的差距。这种对比在许多文献中出现过, 可能给人们带来一些误导, 误认为我国石油探明程度大大低于世界平均值。

为此, 笔者认为在应用资源探明程度时, 尤其在进行国内外资源探明程度对比时, 应明确资源探明程度的真正含义, 不能把含义不同的探明程度直接对比, 只有相同含义的资源探明程度对比才有意义。为了区别起见, 本文把累计探明地质储量与地质资源量的比值定义为地质资源探明程度( $T_d$ ), 累计探明可采储量与可采资源量比值定义为可采资源探明程度( $T_k$ )。用公式分别表示如下

$$T_d = C_d / Z_d$$

式中  $T_d$  为地质资源探明程度;  $C_d$  为累计探明地质储量;  $Z_d$  为地质资源量。

$$T_k = C_k / Z_k$$

式中  $T_k$  为可采资源探明程度;  $C_k$  为累计探明可采储量;  $Z_k$  为可采资源量。

\* 本文属中国石化科技攻关项目“集团公司上游发展与资源接替战略及规划研究”的研究成果。

收稿日期: 2003-08-25

我们知道, 地质资源量是指油气生成后经过运移在地下的聚集量, 并没有考虑其是否可探明

和可采出。探明的地质储量是指在现有技术条件下已发现的地质资源量。随着勘探的深入,地质资源不断地被探明,转化为探明储量,但是即使勘探技术不断提高,要完全探明地质资源量也是非常困难的,总有一部分地质资源量难以被探明。换句话说,地质资源量不能完全转化为探明地质储量,所以地质资源探明程度达不到100%。地质资源探明程度最高能达到多少取决于勘探对象的难易程度,因为不同勘探对象,其资源可探明性是不同的,所以它的最终的资源探明程度就不同,甚至会有较大的差异。由此可见,用地质资源探明程度来反映勘探程度有局限性,不能给人清晰的概念,因为人们难以确切地知道最终地质资源探明程度究竟是多少。

可采资源量是指在一定时期内、在给定条件下可以转化为可采储量的地下油气资源估算值,实际上相当于一定时期内、在给定条件下最终的可采储量。可采储量是指在现有技术条件下已发现的并且可从地下经济采出的储量。随着勘探的不断进行,可采资源量不断地被发现并转为可采储量,最后找到所有的可采储量就等于最终的可采储量,即可采资源量。所以从理论上讲可采资源探明程度最终将达100%。由此可见,用可采资源探明程度来反映勘探程度就更清楚、更直观,人们可以更直接地了解到还有多少剩余资源量待探明。

在我国,以往习惯用地质资源探明程度,但是随着我国对外开放,为了便于与国际对话,我国的资源量概念也在与国际接轨,许多学者对我国的可采资源量进行了估算<sup>[2~4]</sup>。因此,针对可采资源量,建议在我国引入可采资源探明程度这一概念,并且将可采资源探明程度作为反映勘探程度的一个常用指标来应用。

## 2 我国资源探明程度分析

根据上述定义,本文将对我国石油和天然气资源探明程度作一分析,并且对比两种资源探明程度的差异。

对我国油气可采资源量不同学者有不同的估算值,石油可采资源量范围在 $88 \times 10^8 \sim 168 \times 10^8 \text{ t}$ ,天然气可采资源量范围在 $6 \times 10^{12} \sim 13 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,本文引用张抗的测算结果进行讨论。张抗在我国石油地质资源量 $1035 \times 10^8 \text{ t}$ 和天然气地质资源量 $47.32 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 结果的基础上,通过校正测算出我国石油可采资源量为 $116.1 \times 10^8 \text{ t}$ ,天然气可采资源量为 $11.4 \times 10^{12} \text{ m}^3$ <sup>[2]</sup>。

截止2000年底,全国累计探明地质储量 $212.9 \times 10^8 \text{ t}$ ,累计可采储量 $60.95 \times 10^8 \text{ t}$ ,由此得出,我国石油地质资源探明程度为20.5%,可采资源探明程度为52.5%,两者相差30多个百分点(表1)。

表1 中国石油资源探明程度比较

Table 1 Comparison of discovery degree of oil resources in China

| 油气区 | 地质资源量<br>$Z_d/10^8 \text{ t}$ | 累计探明地质<br>储量 $C_d/10^8 \text{ t}$ | 地质资源探明<br>程度 $T_d/\%$ | 可采资源量<br>$Z_k/10^8 \text{ t}$ | 累计可采储量<br>$C_k/10^8 \text{ t}$ | 可采资源探明<br>程度 $T_k/\%$ |
|-----|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 东部  | 419.6                         | 157.99                            | 37.7                  | 70.9                          | 48.79                          | 68.8                  |
| 中部  | 59.9                          | 12.29                             | 20.5                  | 3.8                           | 2.13                           | 56.1                  |
| 西部  | 278.5                         | 28.31                             | 10.2                  | 21.9                          | 6.57                           | 30.8                  |
| 南方  | 25.0                          | 0.20                              | 0.8                   | —                             | —                              | —                     |
| 海域  | 252.0                         | 14.11                             | 5.6                   | 18.8                          | 3.25                           | 17.3                  |
| 全国  | 1035.0                        | 212.90                            | 20.6                  | 116.1                         | 60.95                          | 52.5                  |

注:地质资源量、可采资源量、地质储量和可采储量引自参考文献[2]

截止2000年底,全国累计探明天然气地质储量 $3.63 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,累计可采储量 $1.99 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。由此得到我国天然气地质资源探明程度为7.7%,可采资源探明程度为17.4%,两者相差近10个百分点(表2)。

各地区和主要盆地资源探明程度情况如表

1~4所示。从这些表中,可以看出:(1)各地区及主要盆地资源探明程度有明显差异,反映它们勘探程度的不均衡性。从地区上看,东部探明程度较高,西部、南方和海域相对较低。从盆地来看,松辽、渤海湾、鄂尔多斯和准噶尔盆地石油资源探明程度相对较高,其他盆地较低。松辽、渤海湾盆

表 2 中国天然气资源探明程度比较

Table 2 Comparison of discovery degree of gas resources in China

| 油气区 | 地质资源量<br>$Z_d/10^{12} \text{ m}^3$ | 累计探明地质<br>储量 $C_d/10^{12} \text{ m}^3$ | 地质资源探明<br>程度 $T_d/\%$ | 可采资源量<br>$Z_k/10^{12} \text{ m}^3$ | 累计可采储量<br>$C_k/10^{12} \text{ m}^3$ | 可采资源探明<br>程度 $T_k/\%$ |
|-----|------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 东部  | 4.39                               | 1.02                                   | 23.2                  | 0.799                              | 0.43                                | 53.8                  |
| 中部  | 11.54                              | 1.17                                   | 10.1                  | 3.845                              | 0.72                                | 18.7                  |
| 西部  | 14.24                              | 1.02                                   | 7.2                   | 3.519                              | 0.58                                | 16.5                  |
| 南方  | 3.28                               | 0.002 8                                | 0.085                 | 0.303                              | 0.001 6                             | 5.3                   |
| 海域  | 13.87                              | 0.42                                   | 3.0                   | 2.967                              | 0.27                                | 10.1                  |
| 全国  | 47.32                              | 3.63                                   | 7.7                   | 11.433                             | 1.99                                | 17.4                  |

注: 地质资源量、可采资源量、地质储量和可采储量引自参考文献[2], 天然气储量包括气层气和溶解气。

表 3 中国主要盆地石油资源探明程度比较

Table 3 Comparison of discovery degree of oil resources in chinese major basins

| 盆地   | 地质资源量<br>$Z_d/10^8 \text{ t}$ | 累计探明地质<br>储量 $C_d/10^8 \text{ t}$ | 地质资源探明<br>程度 $T_d/\%$ | 可采资源量<br>$Z_k/10^8 \text{ t}$ | 累计可采储量<br>$C_k/10^8 \text{ t}$ | 可采资源探明<br>程度 $T_k/\%$ |
|------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 松辽   | 174.6                         | 65.0                              | 37.2                  | 36.30                         | 25.48                          | 70.2                  |
| 渤海湾  | 281.9                         | 93.7                              | 33.2                  | 37.48                         | 23.03                          | 61.4                  |
| 鄂尔多斯 | 40.5                          | 11.6                              | 28.6                  | 3.60                          | 2.089                          | 58.0                  |
| 四川   | 11.4                          | 0.69                              | 6.1                   | 0.10                          | 0.038                          | 38.0                  |
| 准噶尔  | 69.4                          | 17.6                              | 25.4                  | 7.70                          | 4.084                          | 53.0                  |
| 塔里木  | 106.1                         | 4.48                              | 4.2                   | 9.60                          | 1.084                          | 11.3                  |
| 东海   | 40.0                          | 0.125                             | 0.3                   | 3.03                          | 0.043 5                        | 1.4                   |
| 莺-琼  | 26.2                          | 0                                 | 0                     | 1.52                          | 0                              | 0                     |

注: 地质资源量、可采资源量、地质储量和可采储量引自参考文献[2]。

表 4 中国主要盆地天然气资源探明程度比较

Table 4 Comparison of discovery degree of gas resources in chinese major basins

| 盆地   | 地质资源量<br>$Z_d/10^{12} \text{ m}^3$ | 累计探明地质<br>储量 $C_d/10^{12} \text{ m}^3$ | 地质资源探明<br>程度 $T_d/\%$ | 可采资源量<br>$Z_k/10^{12} \text{ m}^3$ | 累计可采储量<br>$C_k/10^{12} \text{ m}^3$ | 可采资源探明<br>程度 $T_k/\%$ |
|------|------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 松辽   | 0.88                               | 0.327 9                                | 37.2                  | 0.290                              | 0.141 9                             | 67.9                  |
| 渤海湾  | 3.23                               | 0.736 2                                | 22.8                  | 0.662                              | 0.306 6                             | 46.3                  |
| 鄂尔多斯 | 4.18                               | 0.453 4                                | 10.8                  | 1.361                              | 0.232 7                             | 17.1                  |
| 四川   | 7.36                               | 0.713 7                                | 9.7                   | 2.493                              | 0.481 6                             | 19.3                  |
| 准噶尔  | 1.23                               | 0.104 2                                | 8.5                   | 0.266                              | 0.056 4                             | 21.2                  |
| 塔里木  | 10.18                              | 0.669 9                                | 6.7                   | 2.910                              | 0.401 6                             | 13.8                  |
| 东海   | 2.46                               | 0.085 5                                | 3.5                   | 0.541                              | 0.052 6                             | 9.7                   |
| 莺-琼  | 8.62                               | 0.249 2                                | 2.9                   | 2.015                              | 0.182 3                             | 9.0                   |

注: 地质资源量、可采资源量、地质储量和可采储量引自参考文献[2], 天然气储量包括气层气和溶解气。

地天然气资源探明程度也较高, 其他盆地均较低。  
(2) 各地区和主要盆地两种资源探明程度有明显的差别。一般来说, 地质资源探明程度高的地区或盆地, 其可采资源探明程度也高, 但是两者之间没有固定的比率关系, 不同的地区或盆地两者之比不同。这是由于不同地区或盆地的资源可采性不同而导致的。资源可采性愈差的地区或盆地, 两种探明程度的差异就愈大, 如南方地区的天然气, 两者相差 60 多倍, 四川盆地的石油, 两者相差 6 倍多。

3 与世界和美国的比较

世界石油可采资源平均探明程度为 57.3% (表 5), 我国的可采资源探明程度为 52.5%, 两者仅相差几个百分点, 说明我国石油资源探明程度与世界水平相差不大, 其中勘探程度较高的东部地区以及松辽、渤海湾和鄂尔多斯盆地石油资源的探明程度还高于世界平均值。即使按石油可采资源量  $160 \times 10^8 \text{ t}$  较高的预测值, 我国石油可采资

表 5 世界油气资源探明程度

Table 5 Discovery degree of oil and gas resources in the world

| 资源类型 | 可采资源量                                | 剩余可采储量(2000)                         | 累计产量(2000)                          | 累计可采储量(2000)                         | 可采资源探明程度 |
|------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------|
| 石油   | $458.215 \times 10^9 \text{ t}$      | $140.836 \times 10^9 \text{ t}$      | $121.683 \times 10^9 \text{ t}$     | $262.519 \times 10^9 \text{ t}$      | 57.3%    |
| 天然气  | $435.845 \times 10^{12} \text{ m}^3$ | $149.367 \times 10^{12} \text{ m}^3$ | $69.946 \times 10^{12} \text{ m}^3$ | $219.314 \times 10^{12} \text{ m}^3$ | 50.3%    |

注: 1. 可采资源量来源(1) U. S Geological Survey World Energy Assessment Team. U. S Geological Survey World Petroleum Assessment 2000 ——Description and Result. USGS Digital Data Series DDS —60 Multi Disc Set, Version 1. 0 2000 和 (2) U. S Geological Survey. Donal L. Gautier, Gordon L. Dolton, Kenneth I. Takahashi, and Katharine L. Varnes. 1995 National Assessment of United States Oil and Gas Resources ——Result, Methodology, and Supporting Data, U. S. Geological Survey Digital Data Series DDS— 30 Release 2, 1996.

2. 至 1990 年以前累计产量引自 Petroconsultants, World Production & Reserve Statistics, Oil & Natural Gas, Petroconsultants(UK) Ltd. 1991.

3. 2000 年剩余可采储量和 1991~ 2000 年的产量引自“Oil & Gas Journal”的历年统计数据。

源的探明程度也接近 40%, 与世界的平均值也仅差十几个百分点。如果用我国地质资源探明程度与世界可采资源探明程度比较, 就会得出我国石油资源探明程度远低于世界平均水平的结论, 这一结论显然是不对的。

世界天然气可采资源探明程度为 50.3%(表 5), 比我国天然气可采资源探明程度(17.4%)高出 30 多个百分点, 在我国只有东部地区和松辽盆地天然气资源探明程度超过了世界均值, 其他地区和

盆地均低于世界平均值。从总体上看, 我国天然气资源探明程度大大低于世界水平, 说明我国天然气探明程度低, 天然气勘探有更大的发展空间。

美国是世界上油气资源探明程度较高的地区。据有关资料计算, 美国石油和天然气可采资源探明程度分别为 56.4%和 57.6%(表 6), 两者探明程度接近。我国石油资源探明程度与美国相差不到 4 个百分点, 天然气资源探明程度相差较大, 两者相差 30 多个百分点。

表 6 美国油气资源探明程度

Table 6 Discovery degree of oil and gas resources in the U. S.

| 资源类型 | 可采资源量                               | 剩余可采储量(2000)                       | 累计产量(2000)                          | 累计可采储量(2000)                        | 可采资源探明程度 |
|------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------|
| 石油   | $49.594 \times 10^9 \text{ t}$      | $2.987 \times 10^9 \text{ t}$      | $24.961 \times 10^9 \text{ t}$      | $27.948 \times 10^9 \text{ t}$      | 56.4%    |
| 天然气  | $53.996 \times 10^{12} \text{ m}^3$ | $4.737 \times 10^{12} \text{ m}^3$ | $26.406 \times 10^{12} \text{ m}^3$ | $31.144 \times 10^{12} \text{ m}^3$ | 57.6%    |

数据来源同表 5.

4 结论

(1) 由于资源量和储量的概念不一样, 资源探明程度的含义就不一致, 地质资源探明程度是指累计探明地质储量与地质资源量之比, 可采资源探明程度是指累计可采储量与可采资源量之比。可采资源探明程度能更直接地反映勘探程度, 且便于与国外对比。

(2) 到 2000 年底, 我国石油和天然气地质资源探明程度分别为 20.6%和 7.7%, 可采资源探明程度分别为 52.5%和 17.4%。各地区和主要盆地的资源探明程度具有明显的差异, 反映它们资源可

采性的差别和勘探程度的不均衡性。

(3) 与世界和美国相比, 我国石油资源探明程度相差不大, 我国天然气资源探明程度有较大的差距。这说明我国天然气比石油勘探潜力更大。

参 考 文 献

1 张 抗. 对中国石油可采资源量的讨论[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(1): 7~ 11

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. 87~ 190

3 邱中建, 徐旺. 中国油气勘探前景与展望[J]. 勘探家, 2000, (1): 5~ 8

4 陈元千. 对中国石油未来潜在可采资源量的预测[J]. 新疆石油地质, 2001, 22(1): 45~ 47

## DISCUSSION ON DISCOVERY DEGREE OF PETROLEUM RESOURCES

Zhou Qingfan

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

**Abstract:** A discovery degree of petroleum resources is one of important factors that indicate petroleum exploration maturity. Because of the concepts of resources and reserve used in China and other countries are different, the terms of the discovery degrees used by them have also not same meaning. A misunderstanding might be made when the magnitude of the discovery degrees with different meanings are directly compared. According to the different meanings of resources and reserve concepts used at home and abroad, the discovery degrees of petroleum resources in place and recoverable resources have been introduced in this paper. The discovery degree of petroleum resources in place is the percentage of cumulative proven reserves in place with respect of total resources in place; the discovery degree of recoverable petroleum resources refers to the percentage of cumulative proven recoverable reserves with respect of total recoverable resources. By the end of 2000, the discovery degree of oil and gas resources in place in China is 20.5% and 7.7%, respectively, the discovery degree of recoverable oil and gas resources in China is 52.5% and 17.4% respectively; the discovery degree of recoverable oil and gas resources in the world is 57.3% and 50.3% respectively; the discovery degree of recoverable oil and gas resources in the U. S. is 56.4% and 57.6% respectively. Hence, the difference between the discovery degrees of recoverable oil resources in China and the world (or in the U. S.) is not too large, but the discovery degree of gas recoverable resources in China is much lower than that in the world and the U. S.

**Key words:** oil and gas resources; resources base; proved reserves; discovery degree

(Continued from Page 316)

## PROSPECT OF BURIED HILL RESERVOIRS IN SINOPEC EASTERN EXPLORATION REGION

Zheng Herong Hu Zongquan Zhang Zhongmin Liu Cuirong

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

**Abstract:** The buried hill reservoir is the important type of oil and gas pools in SINOPEC eastern exploration region. Formation of buried hill reservoir is controlled by several factors. In view of the formation of buried hill, the early-formed buried hills were subjected to a stronger dissolution than did late-formed buried hills, with better reservoir condition. In view of the reservoir lithology of buried hill, carbonate reservoir is easier to undergo dissolution than does clastic reservoir, with a relatively better preserving condition of reservoir space. Tectonic stress can reform the buried hill reservoir to some extent, as fault and fold are advantageous to the development of fracture and underground dissolution. The near disposition of source rock, reservoir rock and cap rock is favorable for oil and gas accumulation in buried hill traps. The future exploration of buried hill in SINOPEC eastern exploration region is (1) to conduct the further detailed prospecting in Jiyang sag in order to ensure stable reserve additions; (2) to drill the favorable traps in Dongpu and Subei sags for finding major discoveries in buried hill reservoirs; (3) to evaluate the exploration prospect of buried hill reservoirs in Nanxiang and Jiangnan basins.

**Key words:** buried hill; reservoiring condition; petroleum accumulation; prospecting strategy