

基于类比法的塔里木盆地氦气资源评价

闫博¹⁾, 李强¹⁾, 何衍鑫²⁾, 田伟²⁾, 王磊²⁾, 齐磊³⁾

1) 大庆油田有限责任公司勘探开发研究院, 黑龙江大庆, 163712;

2) 北京大学地球与空间科学学院, 北京, 100871;

3) 中国石油天然气股份有限公司盐穴储气库技术研究中心, 江苏镇江, 212004

关键词: 氦气; 类比法; 资源评价; 塔里木盆地

氦气因其具有独特的物理化学性质在航天工业、导弹武器工业、低温超导研究、半导体生产等领域具有重要的作用。我国氦气资源需求逐年增加却长期依赖进口, 其主要原因之一在于我国氦气资源调查程度低, 家底不清, 发现并开采的氦气资源极少(何衍鑫等, 2022)。

塔里木盆地是发育大火山岩省的大型克拉通盆地, 富 U、Th 岩体和基底, 生氦潜力大(陶成等, 2015), 有利于富氦天然气藏形成(Brown, 2019)。

1 类比资源评价法

类比资源评价法是最大相似条件下的“已知推未知”的一种评价方法, 适用于不同勘探阶段和评选目标。体积丰度类比法的基本假设条件是: 假设某评价区和某一高勘探程度区有类似的油气地质条件, 那么他们将会有大致相同的资源丰度。对其氦气资源评价而言, 在类似地质条件下, 氦气组分含量可以认为是大致相同的。

类比法主要按照以下四个步骤进行实施: ①解剖已知区, 也可称为刻度区, 建立资源定量预测模型; ②选择地质条件与评价区类似的刻度区进行类比评价; ③根据评价区和刻度区成藏条件的定量类比结果, 确定评价区与刻度区的相似程度; ④将建立的刻度区资源定量预测模型应用到评价区, 并根据相似程度研究结果, 确定评估区的资源量。类比法的核心是富集条件的定量类比, 思路简单, 因此应用范围广泛。类比法评价不仅可以提供资源总量, 也可提供资源的空间分布、层系分布等有关决策信息。

基于类比法的原理, 可根据天然气藏的储量、氦气组分等参数进行氦气资源评价, 具体为评价区天然气地质资源量与刻度区气体组分中的氦气体积百分比的乘积为氦气资源量。

2 塔里木盆地氦气资源评估

本次研究系统总结了塔里木盆地氦气资源相关资料, 共计 27 个气田中 236 个氦气含量资料, 并利用类比法对塔里木盆地不同区带、不同层系进行氦气资源评价。

2.1 区带类比法

基于塔里木盆地一级构造单元的平均氦气含量, 结合天然气资源量(黄少英等, 2018), 估算出塔里木盆地不同构造单元的氦气资源量(表 1)。结果表明: 塔里木盆地氦气总地质资源量为 $10199.61 \times 10^8 \text{ m}^3$, 三级储量为 $1885.96 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。从总地质资源量上看, 西南坳陷因较高的天然气地质资源量和氦气含量具有最高的氦气总地质资源量; 库车坳陷则有较高的氦气总地质资源量; 塔北隆起和北部坳陷氦气总地质资源量相对较高; 巴楚隆起天然气总资源量最低, 但氦气平均含量最高; 塔中隆起氦气平均含量较低, 总地质资源量较低。从三级储量上看, 天然气三级储量最高的库车坳陷氦气的三级储量也最高; 其次为三级储量较多的塔北隆起和塔中隆起; 西南坳陷和巴楚隆起虽然氦气平均含量都好于经济开采水平(0.1%), 但天然气三级储量都相对较低; 北部坳陷天然气三级储量最低, 氦气的三级储量也最低。

2.2 层系类比法

基于不同层系的平均氦气含量, 结合天然气资源量(黄少英等, 2018), 对塔里木盆地不同层

注: 本文为国家自然科学基金资助项目(编号: 49801234)的成果。

收稿日期: 2023-04-10; 改回日期: 2023-04-30; 责任编辑: 刘志强。DOI: 10.16509/j.georeview.2023.s1.189

作者简介: 闫博, 男, 1982 年生, 硕士, 高级工程师, 主要从事区带评价及油气成藏研究; Email: yanbo@petrochina.com.cn。

系的氦气资源量进行评价分析(表2)。结果表明:塔里木盆地氦气最富集的为奥陶系,平均氦气含量为0.1140%,氦气总地质资源量最高,三级储量也较高。其次是白垩系,虽然白垩系天然系总资源量和三级储量与奥陶系相比翻了一番,但平均氦气含量较低,仅有0.0455%,所以氦气总资源量为 $2065.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,但三级储量相对较高。再次为古近系,氦气总资源量为 $594.2 \times 10^8 \text{ m}^3$,三级储量为 $114.1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。寒武系氦气总地质资源量较高,氦气平均含量也达到0.1%以上,但由于天然气三级储量较低,氦气三级储量仅有 $8.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

3 氦气资源勘探有利区

从塔里木盆地一级构造单元氦气资源量上,塔里木盆地巴楚隆起和西南坳陷可成为今后氦气勘探的主要场所,库车坳陷、塔北隆起和塔中隆起也具备成为氦气勘探重点区域的潜力。同时从层系氦气储量上看,奥陶系、白垩系和寒武系是氦气勘探的主要层系。因此,今后氦气勘探的主要目标区应集中在巴楚隆起奥陶系发育区,包括和田河气田和罗斯气田,塔北隆起奥陶系、白垩系发育区,主要有雅克拉气田。

参 考 文 献 / References

- 何衍鑫, 田伟, 王磊, 张婷婷, 齐磊, 李朋朋. 2023. 基于自然伽马能谱测井的氦气资源评价方法. 天然气地球科学, 34(4): 1~15.
- 黄少英, 杨文静, 卢玉红, 张科, 赵青, 凡闪. 2018. 塔里木盆地天然气地质条件、资源潜力及勘探方向[J]. 天然气地球科学, 29(10): 1497~1505.
- 陶成, 刘文汇, 腾格尔, 秦建中, 王杰, 杨华敏, 王萍. 2015. 天然气藏 He 的累积模式及定年应用初探. 地质学报, 89(7): 1302~1307.
- Brown A. 2019. Origin of helium and nitrogen in the Panhandle-Hugoton field of Texas, Oklahoma, and Kansas, United States. AAPG Bulletin, 103(2): 369~403.
- Zhang W, Li Y H, Zhao F H, Zhou Z, Han W, Zhou J L, Zhang Q. 2020. Granite is an effective helium source rock: Insights from the helium generation and release characteristics in granites from the North Qinling Orogen, China. Acta Geologica Sinica-English Edition, 94(1): 114~125.

YAN Bo, LI Qiang, HE Yanxin, TIAN Wei, WANG Lei, QI Lei: Helium resources assessment in Tarim Basin based on analogy method

Keywords: helium ; Tarim Basin; analogy method ; resources assessment

表 1 塔里木盆地一级构造单元氦气资源量

一级构造单元	天然气总地质资源量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	天然气三级储量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	平均氦气含量 (%)	氦气总地质资源量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	氦气三级储量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)
库车坳陷	46293.14	16719.99	0.045	2083.19	752.40
塔北隆起	12050.58	4697.67	0.086	1036.35	404.00
北部坳陷	13168.43	98.12	0.097	1277.34	9.52
巴楚隆起	3272.72	622.11	0.264	864.00	164.24
塔中隆起	17320.47	7181.4	0.051	883.34	366.25
塔东隆起	1271.86	/	/	/	/
西南坳陷	20276.96	947.79	0.200	4055.39	189.56
塘古坳陷	2198.75	/	/	/	/
东南坳陷	1546.06	/	/	/	/
总计	117398.97	30267.08	0.0966	10199.61	1885.96

表 2 塔里木盆地不同层系氦气资源量

层系	天然气总地质资源量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	天然气三级储量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	平均氦气含量 %	氦气总地质资源量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	氦气三级储量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)
白垩系	45900	14900	0.0450	2065.5	670.5
奥陶系	25900	9800	0.1140	2955.2	1118.2
古近系	15100	2900	0.0394	594.2	114.1
寒武系	12900	100	0.0842	1086.2	8.4
其他	17599	2567	0.1030	1812.7	264.4