

【发现与进展】

doi: 10.12029/gc20220524

# 华东无为盆地 WWY1 井发现三叠系超高压水溶性氦气

章诚诚<sup>1</sup>, 方朝刚<sup>1,2</sup>, 吴通<sup>1</sup>, 滕龙<sup>1</sup>, 李建青<sup>1</sup>, 周道容<sup>1</sup>, 黄正清<sup>1</sup>, 邵威<sup>1</sup>

(1. 中国地质调查局南京地质调查中心, 江苏南京 210016; 2. 云南大学国际河流与生态安全研究院, 云南昆明 650500)

## Discovery of overpressure water-soluble helium by well WWY1 in the Wuwei Basin, East China

ZHANG Chengcheng<sup>1</sup>, FANG Chaogang<sup>1,2</sup>, WU Tong<sup>1</sup>, TENG Long<sup>1</sup>, LI Jianqing<sup>1</sup>, ZHOU Daorong, HUANG Zhengqing<sup>1</sup>, SHAO Wei<sup>1</sup>

(1. Nanjing Center, China Geological Survey, Nanjing 210016, Jiangsu, China; 2. Institute of International Rivers and Eco-Security, Yunnan University, Kunming 650500, Yunnan, China)

## 1 研究目的(Objective)

氦气是一种重要的战略性稀有气体,广泛应用于高科技行业和军事领域。由于全球氦气供应严重短缺,该资源具有重大的经济价值。目前,在我国西部、中部、东部等不同沉积盆地均发现了不同类型的氦气藏。前人研究发现中国中西部盆地(如塔里木盆地、四川盆地、渭河盆地)的氦气来源多为壳源型,而东部盆地(如松辽盆地、苏北盆地、三水盆地)的氦气来源多为壳幔混合型。然而,华东地区无为盆地 WWY1 井最新发现了中三叠统超高压水溶气中含高含量的壳源型氦气(图 1),这与中国东部其他盆地已发现的氦气成因存在较大差异。因此,该发现对提升中国东部氦源认识及氦气资源的勘探部署具有重要意义。

## 2 研究方法(Methods)

本次研究采集了 2 个氦气样品,均来自无为盆地 WWY1 井中三叠统周冲村组白云岩储层中。该储层被上覆巨厚膏盐岩层封盖,为一套异常高压含气水层,常规射孔后产量达到 65 m<sup>3</sup>/d。样品采用耐

压钢瓶保存,以避免污染和泄漏,并送至中国科学院西北生态环境资源研究院油气研究中心进行测试,使用气相质谱仪获得了氦含量和同位素组成。

氦有两种同位素,即 <sup>3</sup>He 与 <sup>4</sup>He。其中 <sup>3</sup>He 主要来自地幔,极少量来自含锂沉积物中氢元素中子俘获反应。而 <sup>4</sup>He 主要来源于地壳岩石中铀、钍的放射性衰变,如含铀、钍的花岗质基底岩和矿体。由于两种氦同位素的成因差异明显,通过分析氦的同位素组成可以追踪氦气的来源和运移历史。在本研究中,幔源氦的体积比计算公式如下: $a=(R_s - R_c)/(R_m - R_c) \times 100\%$ ,其中,  $R_s$ 、 $R_c$ 、 $R_m$  分别代表来自样品、地壳源和地幔源的 <sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He 比值。

## 3 研究结果(Results)

测试结果表明 2 个样品的氦含量大致相当,分别为 4.56% 和 4.51% (表 1),远高于工业可采标准(0.1%)。如此高的氦气含量可能与储层超高压有关,该储层压力系数达到 1.85。氦同位素计算结果表明,  $R_s$  分别为  $5.5 \times 10^{-8}$  和  $6.4 \times 10^{-8}$ 。由上述公式可知,样品的幔源氦体积小于 1% (表 1),说明绝大多数为壳源氦。这一结果与苏北盆地及中国东部其

表 1 无为盆地 WWY1 井样品气体组分 (%) 与幔源氦占比

Table 1 Gas composition and mantle-derived helium proportion of samples from Well WWY1 in the Wuwei Basin

	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	He	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	<sup>3</sup> He/ <sup>4</sup> He	幔源氦占比/%
样品 #1	49.67	0.01	4.56	43.97	0.61	0.15	0.73	0.30	$5.5 \times 10^{-8}$	0.32
样品 #2	50.61	0.01	4.51	43.15	0.39	0.18	0.74	0.41	$6.4 \times 10^{-8}$	0.4

作者简介:章诚诚,男,1989年生,博士,工程师,主要从事石油地质调查研究;E-mail: zhangcc3614@foxmail.com。

通讯作者:方朝刚,男,1987年生,博士,高级工程师,主要从事含油气盆地沉积学研究;E-mail: fangchaogang206@163.com。

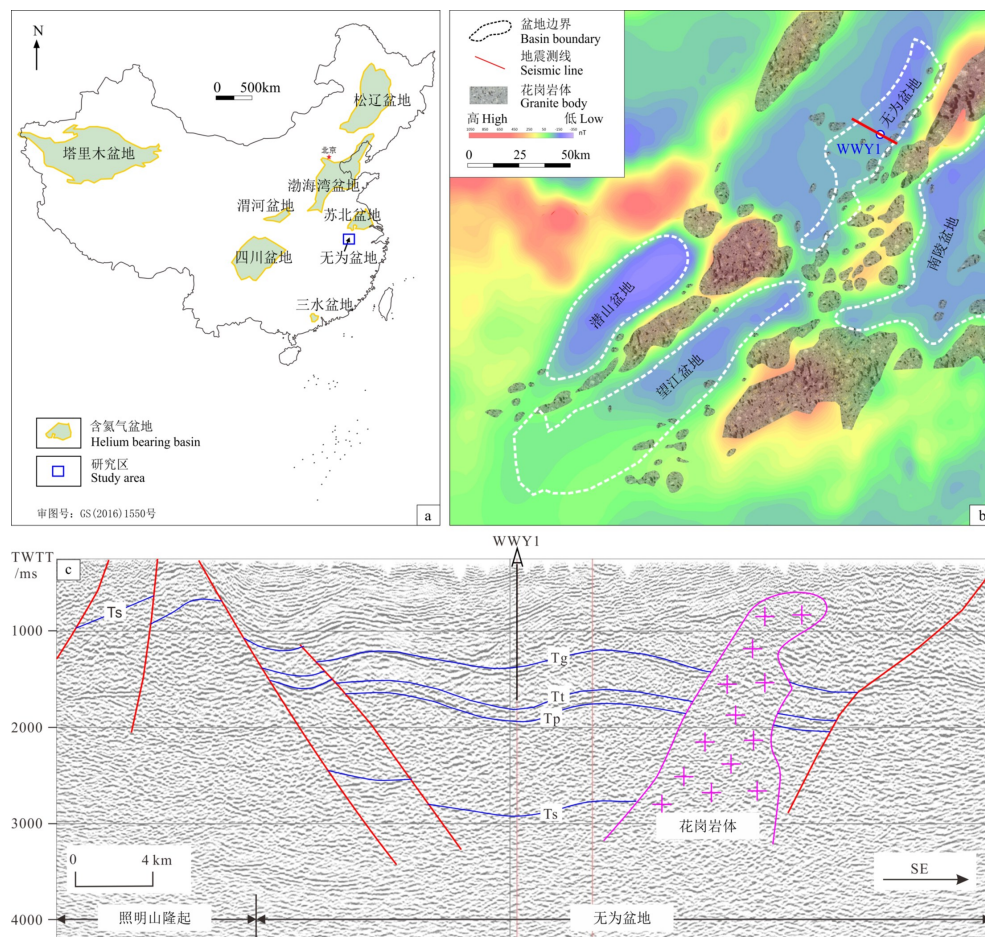


图1 无为盆地地理位置(a)、无为盆地周缘花岗岩体分布图(b,依据区域航磁资料解释)及过WWY1井地震解释剖面(c)  
Fig.1 Location of the Wuwei Basin(a), distribution of granite bodies around the Wuwei Basin (b, interpreted based on regional aeromagnetic data) and seismic section across Well WWY1(c)

他大型盆地发现的氦气来源具有较大差异,这些盆地通常幔源氦气占比较大。

通过区域地质背景分析,并结合地震证据和区域航磁资料,本研究初步认为无为盆地主要氦源岩为盆地周缘的花岗岩体(图1)。这些大的花岗岩体同时也是重要的热源,导致了盆地内二叠系富有机质页岩和含煤烃源岩高成熟度。花岗岩体的这种双重作用使得无为盆地周冲村组不仅具有较高含量的甲烷,同时含有高含量的氮气和氦气(表1)。由于本区氦气发现尚属首次,氦气分布的区域和成藏规模还存在不确定性,氦气总量难以准确估计,这是下一步调查与评价的重点。

#### 4 结论(Conclusions)

无为盆地中三叠统周冲村组的氦气主要来源

于地壳,与中国东部其他盆地氦气来源有很大不同。本研究认为无为盆地周冲村组具有超高压和高含氮的特征,预示着该区氦气勘探潜力巨大。这一发现也表明,除郯庐断裂带的幔源氦外,中国东部地区还应重视与花岗岩体有关的壳源氦的勘探。

#### 5 基金项目(Fund support)

本文为中国地质调查局项目“苏皖赣地区页岩油气战略选区调查”(DD20190565)、“下扬子地区油气页岩气调查评价”(DD20221662)、“古生物与地质环境演化湖北省重点实验室开放基金(PEL-202206)”和江苏省地质学会2022年重点学术研究课题和学术交流方向资助项目(DZXHP2022-05)资助的成果。