

# 南祁连盆地木里坳陷天然气水合物储层特征\*

刘晖<sup>1,2)</sup>, 卢振权<sup>1)</sup>, 庞守吉<sup>1)</sup>

1) 中国地质调查局油气资源调查中心, 北京, 100029;

2) 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京, 100037

天然气水合物广泛发育于海洋以及陆地永冻层之中(Matsumoto et al., 2011), 是一种具有巨大潜力的新能源矿产(刘玉山和吴必豪, 2011)。因此, 世界各国均高度重视天然气水合物的调查研究, 如美国、日本、德国、印度、加拿大等都制定了各自的天然气水合物开发计划, 加紧调查、开发和利用研究(Koh et al., 2012)。2008~2009年中国成功地在南祁连盆地木里坳陷钻获了天然气水合物(祝有海等, 2009)。近年来, 为进一步查明南祁连盆地木里坳陷天然气水合物资源潜力和成藏规律, 依托相关地质调查和国家自然科学基金项目对该区天然气水合物储层特征进行了调查研究, 在水合物储层岩石学和储集空间等方面取得了一些成果和认识。

## 1 地质概况

“祁连山冻土区天然气水合物钻探区”位于南祁连盆地木里坳陷西南部, 地理位置上位于木里煤田的聚乎更矿区(祝有海等, 2009)。聚乎更矿区呈 NWW-SEE 向展布, 东西长约 19km, 南北平均宽约 4km, 面积约 76km<sup>2</sup>(祝有海等, 2009)。由于构造作用及其演化结果, 聚乎更矿区整体为一复式背向斜构造, 由一个背斜和两个向斜组成, 其中部为三叠系地层组成的一个背斜, 南北两侧为侏罗系含煤地层组成的两个向斜(图 1)。天然气水合物钻井钻遇的地层主要为中侏罗统木里组和江仓组, 下部的木里组又可细分为上下两岩性段, 下段为一套中-粗粒碎屑岩, 偶夹薄层炭质泥岩或薄煤层, 上段为主含煤层段, 为深灰色粉砂岩、细粒砂岩及灰色细-中砂岩、粗砂岩, 夹二层主煤层; 江仓组按岩性也可细分为上、下两段, 其中下段为灰色细砂岩、

中砂岩及深灰色泥岩、粉砂岩; 上段为纸片状页岩(含油页岩)段, 为细碎屑泥岩、粉砂岩, 夹灰色粉砂岩(王平康, 2011)。

## 2 储层岩石学特征与储集空间

天然气水合物及其异常现象主要产出在冻土层下 130~400m 之间, 其层位属于中侏罗统江仓组(祝有海等, 2009)。根据岩性和天然气水合物产出状态的不同, 天然气水合物储集层可以分为以裂缝为主要储集空间的泥岩和油页岩储层以及以裂缝和孔隙为储集空间的砂岩储层(表 1)。

泥岩和油页岩储层岩性为深灰色、灰黑色、黑褐色泥岩和油页岩, 局部夹薄层粉砂岩, 页理及裂隙发育, 并充填方解石, 主要矿物组分为层状硅酸盐粘土矿物高岭石、伊利石、蒙脱石等(>50%), 同时含有一些非晶质矿物(>20%)和石英颗粒(>10%), 部分样品还含有少量白云石、方解石、黄铁矿等碎屑矿物。泥岩和油页岩储层基本不发育孔隙, 其储集空间主要为裂缝, 天然气水合物呈白色薄冰状固体赋存其中。

砂岩储层岩性主要为灰色、深灰色粉砂岩、细砂岩和中砂岩, 局部裂隙发育, 甚至整个岩芯发生破碎, 裂缝充填物为方解石。组成岩石的碎屑颗粒主要为石英, 含量一般大于 70%, 其次为岩屑, 含量一般大于 20%, 长石含量较少, 一般小于 10%, 充填物中杂基主要为泥质, 含量一般在 5%左右, 充填大部分粒间孔, 胶结物主要为菱铁矿、铁白云石、黄铁矿, 偶见次生高岭石、次生石英加大。砂岩储层储集空间除了构造控制的宏观裂缝外, 还包括粒间孔、溶蚀孔和微裂缝, 但是由于强烈的压实作用以及泥质杂基的充填, 孔隙和微裂缝对储层储

注: 本文为国家自然科学基金资助项目(编号 41202076)的成果。

收稿日期: 2015-02-03; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 周健。

作者简介: 刘晖, 男, 1981年生。博士, 助理研究员, 矿产普查与勘探专业。Email: liuhui@cags.ac.cn。

集空间的贡献相对较低，在裂缝不发育的砂岩中，孔隙度一般小于 15%，渗透率小于 20 毫达西，按照油气储层划分标准，属于低孔低渗储层。因此，砂岩储层天然气水合物储集空间主要为裂缝，其次为孔隙。

通过对天然气水合物储集层岩石学特征分析，

泥岩和油页岩储层基本不发育孔隙，在砂岩中受矿物组成、泥质杂基的发育以及压实作用的制约，孔隙发育相对较差，因此祁连山冻土区天然气水合物储集层储集空间主要为受区域断裂控制的裂缝系统。

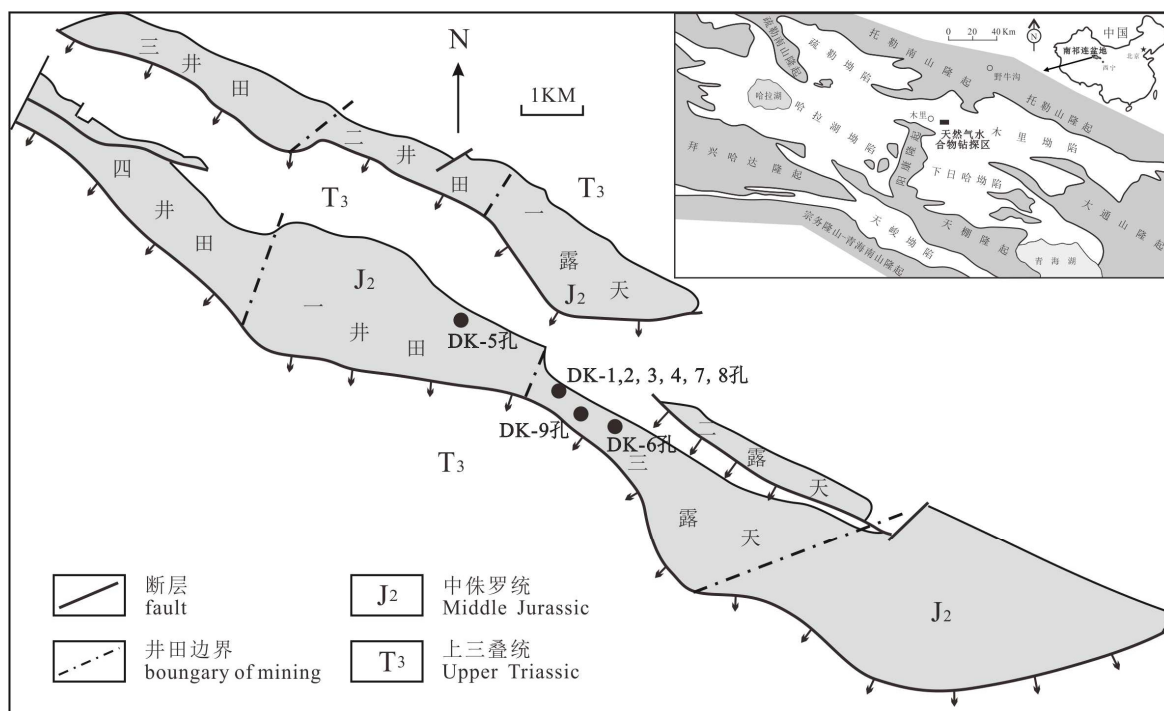


图 1 南祁连盆地木里坳陷天然气水合物钻探区地质简图

表 1 祁连山冻土区天然气水合物储集层类型与储集空间

类型	组成	储集空间
油页岩、泥岩	粘土矿物高岭石、伊利石、蒙脱石等(>50%)，非晶质矿物(>20%)、石英颗粒 (>10%)	裂缝
砂岩	碎屑颗粒：石英 (>70%)，岩屑 (>20%)，长石 (<10%)，重矿物 (2%)； 杂基：泥质； 胶结物：菱铁矿、铁白云石、黄铁矿	裂缝、孔隙

参 考 文 献 / References

刘玉山, 吴必豪. 2011. 大陆天然气水合物的资源开发与环境研究刍议. 矿床地质, 30 (4): 711~724.  
 王平康, 祝有海, 卢振权, 郭星旺, 黄霞. 2011. 祁连山冻土区天然气水合物岩性和分布特征. 地质通报, 30 (12): 1839~1850.  
 祝有海, 张永勤, 文怀军, 等. 2009. 青海祁连山冻土区发现天然气水合物, 地质学报, 83 (11): 1762~1771.

Koh, C A, Sum A K, Sloan E D. 2012. State of the art: natural gas hydrates as a natural resource. Journal of Natural Gas Science and Engineering, 8: 132~138.  
 Matsumoto R, Ryu B J, Lee S R, et al. 2011. Occurrence and exploration of gas hydrate in the marginal seas and continental margin of the Asia and Oceania region. Marine and Petroleum Geology, 28: 1751~1767.