

青海乌丽冻土区水合物合成 T - P - H 模拟实验*

胡承飞, 史建南, 普玉浩, 唐国龙

成都理工大学沉积地质研究院, 成都, 610059

天然气水合物是由水和低分子量气体(如甲烷、乙烷、二氧化碳等)在低温(一般 $< 10^{\circ}\text{C}$)、高压(一般 $> 3\sim 5\text{ MPa}$)、气体浓度大于其溶解度条件下形成的一种结晶状固体物质,是一种水与天然气的非化学计量笼形物(陈多福, 2005)。水合物的形成过程则被看做是在水合物骨架(“疏松”冰)的空穴中“吸附”气体分子,水合物骨架本身是不稳定的,气体分子却稳定在水合物骨架中,吸附过程可用等温林穆尔效应来描述(胡春, 2001)。人们在实验室发现这种物质已有 200 多年的历史,起初由于能源和环境没有对人类生存和发展构成一定的威胁,所以人们对它的存在并没有给予足够的重视和关注。随着人类发展对能源需求的不断增加以及对环境气候的不利影响,科技界开始寻找新的可替代石油或天然气的能源。

笔者基于已获得的青海乌丽地区天然气水合物科研样品,在实验室条件下开展乌丽冻土区天然气水合物合成实验。通过低温高压实验方法,模拟乌丽地区冻土水合物地层流体压力和乌丽地区地温条件来进行模拟合成实验,得出青海乌丽冻土水合物的形成温压区间和相平衡特征,结合乌丽地区水合物钻井资料和现有的地质资料,探究青藏高原水合物可能的赋存深度。

1 区域概况

乌丽地区位于青海省海北藏族自治州与海西蒙古族藏族自治州交界处大通河上游的沱沱河盆地中(图 1)。该地区地势呈现西高东低的态势,北边有风火山,南面为拉卜查日山,中间是较平坦开阔的茶措湖盆地。其地理位置为:东经 $92^{\circ}31'23''\sim 92^{\circ}52'11''$;北纬 $34^{\circ}11'52''\sim 34^{\circ}27'38''$,东西长约 31.67 km,南北宽约 29.03 km,面积约为 922

km^2 。区内从西向东海拔高度变化在 4473 m 到 5200 m,平均海拔 4800 m 左右。年平均气温 -4.4°C ,冬长夏短,日温差大。

研究区内发育多年冻土,沱沱河、通天河流经本区南部、北部,本区东部也遍布河流,如日阿尺曲、达哈曲、咚布里曲等。盆地内主要出露二叠系、三叠系和第四系(刘广才, 1993)。研究区范围内,几口钻孔在揭穿 5~10 m 第四纪沉积物后,直接进入上二叠统那益雄组(P_3n),并且终孔 1000 m 深度均未钻穿那益雄组(龚建明, 2014)。

从沉积环境来看,上二叠统那益雄组(P_3n)为海陆交互相碎屑岩建造。上二叠统拉卜查日组(P_3lb)为浅海-滨浅海相碎屑岩、碳酸盐岩沉积。露头区的上三叠统甲巫拉组(T_3jp)为浅海滨浅海相碎屑岩,见小规模火成岩侵入。上三叠统波里拉组(T_3bl)为浅海相碳酸盐岩沉积。上三叠统巴贡组(T_3bg)为海陆交互相含煤沉积,含可采煤层 4 层(伍新和, 2005)。由此可见,该区的沉积环境主要为滨浅海相到海陆过渡相。

2 样品采集与测试分析

天然气水合物与冰之间、水合物层与冰层之间具有明显的相似性(陈多福 2005)。如:相同的组合状态的变化——流体转化为固体;两者分解皆为吸热过程,并产生很大的热效应; 0°C 融冰时每克水需要 0.335 KJ 热量, $0\sim 20^{\circ}\text{C}$ 分解天然气水合物时每克水合物需要 0.5~0.6 KJ 热量;结冰和形成水合物时体积均增大:前身增大 9%,后者增大 26%~32%;水合物具有比其他冷凝相气(液化气)低十几倍的平衡压力;当温度达到水合物生成临界值时,即使在气体不能液化的条件下,水合物有很高的浓缩气体的能力,1g 水中最多可包含 200 cm^3 (标

注:本文为成都理工大学沉积地质研究院研究生科技立项资助的成果。

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

作者简介: 胡承飞, 男, 1991 年生。在读硕士研究生, 沉积学专业。Email: hoocfly@163.com。

准状态下换算)的甲烷(李艳芝, 2000)。本文以实验模拟得到青海乌丽地区天然气水合物的温度-压力-深度 ($T-P-H$) 相平衡特征。在水合物反应釜中借助各种宏观的实验手段, 观测气-水反应体系, 得到温度、压力数据区间变化值; 用显微拉曼光谱

技术观察反应体系中固态水合物生长过程的光谱特征, 探测人工水合物微观层面上的矿物学性质。利用已有的乌丽地区地层流体压力、水文及地温资料, 结合区域构造/沉积环境, 推测青海乌丽地区的水合物可能的赋存深度。

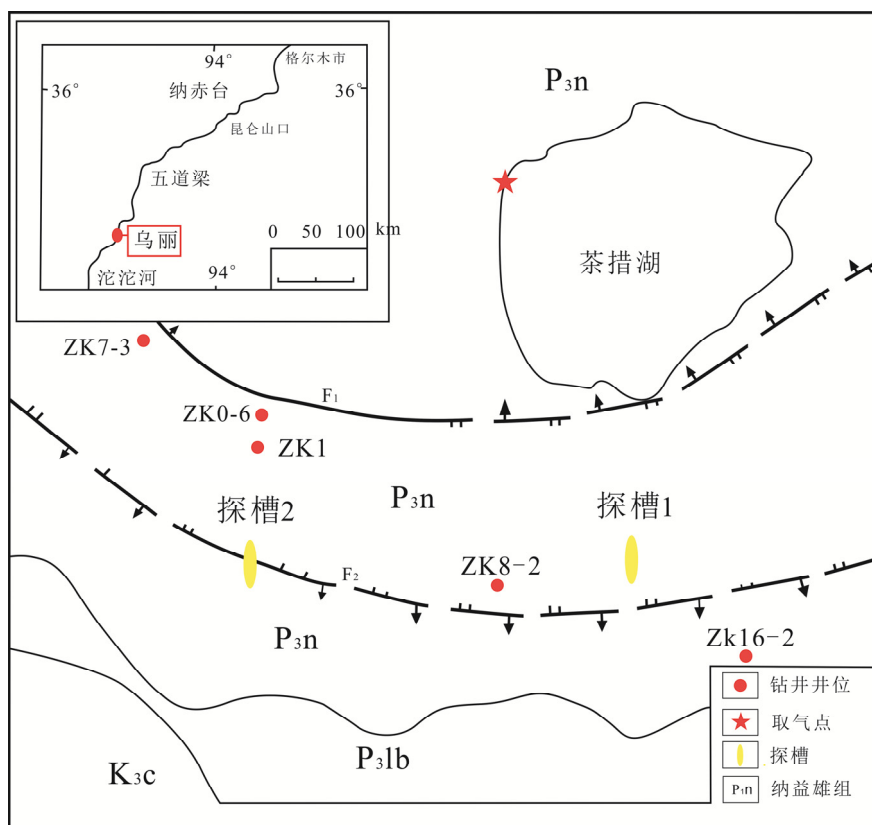


图 1 乌丽冻土区位置

参 考 文 献 / References

陈多福, 王茂春, 夏斌. 2005. 青藏高原冻土带天然气水合物的形成条件与分布预测. 地球物理学报, 48 (1) :165~172.
 龚建明, 张莉, 陈小慧, 史建南, 等. 2014. 青藏高原乌丽冻土区过成熟烃源岩原始有机质类型讨论. 西北地质, 47 (2) :208~215.
 胡春, 裘俊红. 2000. 天然气水合物结构性质及应用. 天然气化工. 25

(4): 48~52.

李艳芝. 2000. 冰中的甲烷稳定技术. 国外油田工程, 2000(01):27~29.
 刘广才, 田琪. 1993. 青海唐古拉山中段地区二叠纪地层新资料. 中国区域地质, 1993, (2) :113~120.
 伍新和, 王成善, 伊海生, 等. 2005. 西藏羌塘盆地中生界烃源岩探讨[J]. 西北地质, 38 (4) :78~85.