

文章编号: 1009-3850(2009)03-0042-05

安棚地区天然碱矿沉积特征及成因研究

陈小军, 罗顺社, 张建坤, 颜新林

(长江大学地球科学学院 油气资源与勘探技术教育部重点实验室, 湖北荆州 434023)

摘要: 本文通过录井、测井、岩心、薄片、孢粉组合等资料, 对安棚地区天然碱矿的沉积特征及成矿条件进行探讨, 重点分析研究了碱矿成因。研究表明, 天然碱是在干旱-半干旱气候条件下蒸发结晶而成, 与泥质白云岩互层分布。少量天然碱发育于早先形成的白云岩孔隙中。天然碱形成过程包括钠盐的形成和碱化反应。碱矿分布的主控因素为白云岩相带。

关键词: 安棚地区; 天然碱矿; 沉积特征; 成因机制; 白云岩

中图分类号: P578.6⁺3

文献标识码: A

天然碱是一种可溶性蒸发盐矿物, 一般指含 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的盐类矿物。1976 年, 河南石油勘探指挥部在泌阳凹陷安棚地区钻探石油时, 在泌 2 井发现天然碱卤水。其后, 有十二口油井相继见到碱层。已探明地质储量为: 工业级固体碱 4849.11×10^4 t、液体碱 136.5×10^4 t。主要注采层埋深 2350 ~ 2700 m^[1]。前人对安棚天然碱矿进行过大量的研究, 但到目前为止, 对其成因还没有定论。因此, 加深对天然碱矿形成环境及成因的研究, 从而分析碱矿的分布规律, 对进一步的研究和勘探都具有重要的指导意义。

1 区域地质概况

泌阳凹陷是南襄盆地的三个次级凹陷之一, 位于河南省唐河县和泌阳县之间, 面积约 1000 km², 是燕山运动末期在秦岭褶皱带上形成的山间断陷盆地。在新生代, 受南部北西向唐河-栗园断裂和东部北东向泌阳-栗园断裂的共同作用, 泌阳凹陷呈现南断北超、南深北浅的特征, 封闭条件良好。凹陷内中新生界沉积岩厚度最大可达 8000 m, 自下而上由古近系玉皇顶组、大仓房组、核桃园组、廖庄组、新近系

上寺组及第四系组成。其中, 核桃园组是湖盆沉积的最稳定时期, 不仅赋存天然碱矿, 也是油气勘探的主要目的层系。安棚碱矿位于泌阳凹陷的东南部, 从目前探明的前姚庄-安棚隐伏背斜渐新世核桃园组碱矿情况分析, 有利于找碱矿的面积约 30 km²。碱矿主要分布于古近系核桃园组第二、三段^[2]。

2 沉积特征

2.1 沉积背景

泌阳凹陷的构造演化及其沉积特征始终受东缘和南缘两组具张扭性质的边界断裂所控制。各时期的沉降和沉积中心基本叠合, 且始终变化在两组断裂交汇的范围内。古地貌和物源控制着沉积相带的变化和分布。凹陷南部主要为扇三角洲相, 凹陷的东北和西北分别为辫状河三角洲相和曲流河三角洲相(图 1), 岩石类型以碎屑岩为主。安棚、安店地区在 E₁ 时期为半深湖、深湖亚相沉积, 以碎屑岩、碳酸盐岩及蒸发岩为主, 是形成油气和天然碱层的有利沉积环境^[3]。

2.2 沉积相特征

根据岩石特征及测井相分析, 安棚地区湖泊相

收稿日期: 2009-06-04 改回日期: 2009-08-16

作者简介: 陈小军(1984-), 男, 硕士生, 主要从事沉积学和油藏描述研究; E-mail: cxj@126.com

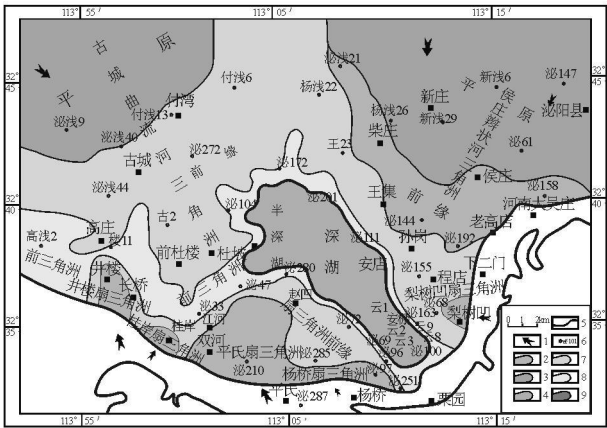


图 1 泌阳凹陷核三段沉积相

1 物源方向; 2 砂砾质三角洲前缘; 3 砾质三角洲平原; 4 半深湖; 5 砂质三角洲前缘; 6 前三角洲; 7. 深湖; 8 断裂边界; 9 井位及井号

Fig 1 Sedimentary facies of the 3rd member of the Hetaoyuan Formation in the Biyang depression

1= sediment source; 2= sandy-gravelly delta front; 3= gravelly delta plain; 4= bathyal lake; 5= sandy delta front; 6= Prodelta; 7= abyssal lake; 8= fault boundary; 9= well site

可分为半深湖及深湖两个亚相。

半深湖位于正常浪基面之下, 风暴浪基面之上, 属于安静、低能的还原环境。岩石以深灰色、灰色泥岩、灰色(泥质)白云岩与及褐色天然碱互层, 夹薄层灰色泥质粉砂岩、细砂岩。水平层理较发育, 局部可见小型波状层理和充刷构造。

深湖位于风暴浪基面之下, 未受湖浪和湖流搅动, 属于低能、缺氧的强还原环境。以深灰色、灰黑色泥岩、(泥质)白云岩沉积为主, 油页岩及灰白色天然碱也较发育, 三者形成泥岩(油页岩)天然碱-白云岩的韵律。发育水平层理(图 2)。

从图 2 可看出, 在安棚地区, 核三上段含碱段剖面中(泥质)白云岩很发育, 两者互层(图版 2)且沉积厚度大。此外, 油页岩在含碱段也较常见, 如泌 69 井在 2080~2095 米井段就有三个油页岩与白云岩组成的互层韵律, 夹有两层天然碱。干旱时期的蒸发岩(天然碱)与湿润时期的有机泥岩(油页岩)互层, 反映了季节性的湖水涨落与湖盆沉积环境咸化-淡化-再咸化的变化过程。

3 天然碱的分布特点

安棚碱矿多呈层状分布, 层厚变化范围大, 最薄为几毫米, 常与白云岩、泥岩互层(图版 1、2)。少量

发育在白云岩孔隙及溶孔中(图版 3、4)。根据部分录井资料(表 1), 本区碱层纵向上可分成两组, 上组集中于 E_h 段, 含碱井段最浅 1477m, 最深 2087m。下组主要分布于 E_h 段上部, 碱层埋深 2040~2522m。各井碱层层数及厚度不一, 有的多达 21 层(如泌 100 井), 累计碱层厚度约 40m。有的仅一、两层。碱层单层厚度一般为 0.5~3m, 最大为 5~8m, 平均单层厚 2m 左右。

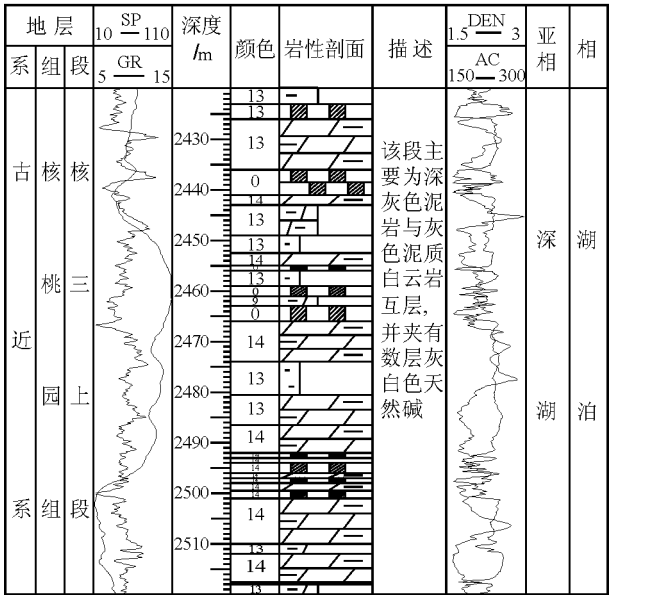


图 2 泌 100 井综合柱状图

a 半深湖亚相; b 深湖亚相

Fig 2 Generalized columns through the Yun9 well in the bathyal lake subfacies (a) and Bi-100 well in the abyssal lake subfacies (b)

表 1 安棚地区天然碱厚度分布

Table 1 Distribution of the trona thickness in the Anpeng region

井名	层位	厚度 /m	层数	平均单层厚度 /m
云 1	Eh ₂	2	1	2.0
云 2	Eh ₂ Eh ₃ [±]	8	5	1.6
云 3	Eh ₂ Eh ₃ [±]	14	5	2.8
云 8	Eh ₂ Eh ₃ [±]	16.1	7	2.3
云 9	Eh ₂ Eh ₃ [±]	34	10	3.4
泌 69	Eh ₃ [±]	1.5	1	1.5
泌 96	Eh ₂	4	1	4.0
泌 97	Eh ₃ [±]	1	1	1.0
泌 100	Eh ₂ Eh ₃ [±]	41.5	21	2.0
泌 101-2	Eh ₂ Eh ₃	33.5	21	1.6
泌 163	Eh ₂ Eh ₃ [±]	3	4	0.8
泌 270	Eh ₂ Eh ₃ [±]	28.85	9	3.2

4 碱矿形成条件

4.1 古地理条件

目前国内外发现的大型天然碱矿(如美国落基山绿河盆地天然碱矿等),均分布在北纬30°~40°之间的台向斜、山前拗陷和山间盆地,成矿物质来源于地表出露的岩石,成矿时代为古近纪至新近纪,与干旱气候相吻合^[4]。由于受南部断裂的控制,造成了泌阳凹陷与南部桐柏山的地形差异,使安棚一带为凹陷的沉积沉降中心。为碱矿的聚集、蒸发、浓缩提供了良好的条件。

4.2 古气候条件

气候在一定程度上决定着碱湖的形成与演化特征^[5]。天然碱是典型的蒸发盐类,由于它易溶于水,故多见于干旱地区,干旱少雨是成矿的必要条件。很多浅层盐(碱)矿及地表盐(碱)湖所处的地区都是干旱少雨,蒸发量大于降雨量几十至上百倍的地区。另外,适当的盐度和酸碱度也是成碱的重要因素。据(Ryder R T 1975)研究,当水体盐度超过0.05 mol/L,PH值达到10.9时,才能大量形成天然碱。

通过古植物化石和孢粉组合分析,安棚地区在成碱时期处于亚热带气候范围内,是干旱-半干旱交替循环的时期。此时植物以帕里宾属和具小型叶的豆科占优势,孢粉中麻黄属含量很高,可达25%。说明在干燥气候环境下,有适应碱滩环境的麻黄生长在碱湖周围。在不含帕里宾属的孢粉中,以被子植物为主,裸子植物次之,蕨类很少,反映出相对潮湿的环境变化。这与地层中天然碱与白云岩、油页岩等成韵律沉积所反映的气候变化相一致。王随继在研究核桃园组古气候特征时^[6],通过微量元素及其比值在剖面上的变化规律,将研究区古近纪的古气候划分成以干旱为特征的6个阶段(图3)。

5 成因分析

5.1 形成机理

天然碱是典型的蒸发盐类,在干旱少雨的环境中形成。黄杏珍等对泌阳凹陷核桃园组巨厚白云岩沉积模式的研究表明,安棚地区白云岩主要形成于湖面扩大、湖水加深、雨量充沛的潮湿气候条件下^[7]。因此,根据安棚地区天然碱的分布特征和沉积特征,再结合白云岩和碱各自形成的气候环境,认为该区天然碱可分主要和次要两种成因。主要成因机理为:潮湿气候沉积白云岩,干旱气候沉积碱矿,

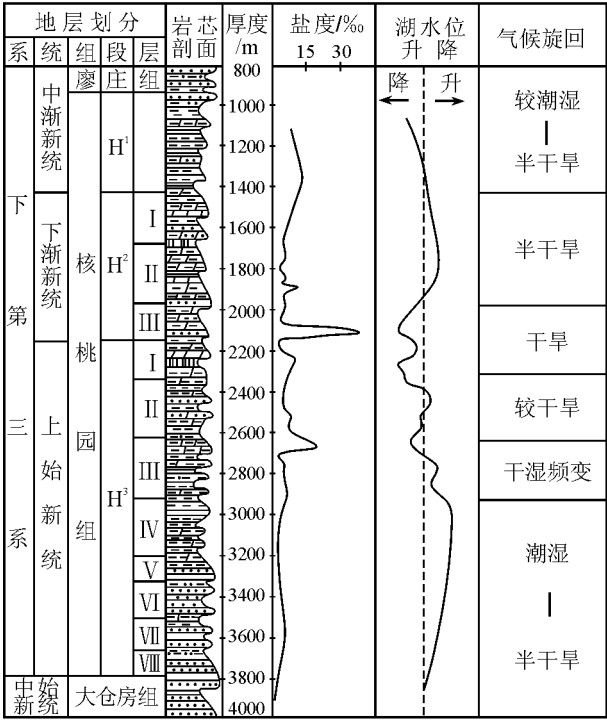


图3 核桃园组沉积时期古气候特征(据王随继, 1997)
Fig.3 Paleoclimatic variations during the deposition of the Hetaoyuan Formation (after Wang Suiji 1997)

干旱-湿润气候交替循环变化,形成了碱矿与(泥质)白云岩互层分布的现象(图版1、2)。次要成因机理为:天然碱以卤水的形式充填于早先湿润气候形成的沉积物(白云岩)的孔隙中,然后在干热气候中经蒸发作用结晶而成(图版3、4)。

5.2 形成过程

天然碱矿的形成过程分为两步:首先是钠盐的聚集及二氧化碳(或CO₂)的存在,它为碳酸钠的形成提供物质来源。第二步是碱化作用,即由钠盐通过不同方式形成碳酸钠或碳酸氢钠。

1. 钠盐的形成

安棚地区既无海相沉积,也无火山活动的产物,因此湖盆周围碎屑岩盐类中的含钠岩石(尤其是富钠岩石)是成矿物质的主要来源。古河道的通过和汇集为成矿物质提供有利条件。富钠岩石经风化剥蚀后被古河流搬运到盆地中,在湖水中分解,通过富钙、富镁成岩过程使卤水中的钠得到富集,而后沉积成富钠沉积岩。通过安棚地区大量薄片鉴定分析,在核三段沉降期,来自凹陷南、东、东北三个方向的河流在该区汇集。

2. 钠盐的碱化

天然碱的进一步形成需进行钠盐的碱化。要满

足碱化的条件,就必须有大量的二氧化碳或碳酸根。在自然界里,地下含有大量的二氧化碳气,甚至有高浓度二氧化碳的存在,因此地下深层钠盐是具备碱化条件的。安棚地区主力生油层段(核二、三段)油气资源丰富,特别是在油页岩生成过程中放出大量二氧化碳,为生成天然碱矿提供了便利条件。油页岩生成过程中所产生的二氧化碳作用于富钠岩石,形成碳酸盐型的卤水,经过强烈的变质和沉积过程,而形成天然碱。

钠盐碱化速率极为缓慢,仅有足够的二氧化碳气是不够的,也就是说钠盐的溶液中必须有其它可溶的碱性物质(如氨)存在才能使碱化过程加快。自然界中铵盐的存在,尤其是天然氯化铵的存在促进了这一反应的进行。除二氧化碳外,气候、水分、温度、压力也是必要条件。此外,微生物作用、天然离子交换剂—沸石都可能是天然碱形成的条件。其它碳酸盐(如碳酸钙、碳酸氢钙),与钠盐在一定条件下发生置换反应也是其的一个成因,已发现的天然碱矿其组成中伴有硫酸钠、氯化钠及其它钙、镁盐类,都可作为依据。

6 白云岩对天然碱的控制

碱矿是在沉降速度大、继承性好的(半)深湖干旱蒸发期形成的盐类。安棚地区的沉积环境、地质构造、古地理、古气候及古盐度等为天然碱矿的富集和沉积提供了十分有利的条件。根据单井相分析(图2)可看出,安棚地区碱层与白云岩互层共生,两

者应是在同一区域沉积的,白云岩发育的区域就含有碱层。白云岩相带有效地控制碱层的分布。

7 结 论

(1)安棚地区天然碱形成机制为:干旱气候条件沉积天然碱,其与湿润气候形成的(泥质)白云岩互层分布。部分天然碱以碱卤水蕴藏于早先形成的沉积物孔隙中,再经蒸发作用结晶而成。其形成过程分两步,即钠盐的形成和碱化反应。

(2)安棚地区天然碱矿受白云岩相控制。

(3)核二、核三时期为凹陷沉积最稳定的时期,今后仍应以安棚湖盆为中心,以El₂和El₃为主要目的层开展勘探工作。

参考文献:

- [1] 孙瑞良,李振杰.系列硫酸钠钻井液在安棚天然碱井中的应用[J].石油地质与工程,2008,22(5):83—85
- [2] 李保华,魏斌.利用测井资料评价泌阳凹陷安棚地区天然碱矿[J].物探与化探,1988,12(1):45—54
- [3] 王觉民.安棚碱矿的沉积特征及成矿条件初探[J].石油勘探与开发,1987,5:93—99.
- [4] 秦伟军,段心建.南襄盆地泌阳凹陷油、碱共生的地质条件[J].地质科学,2004,39(3):339—345
- [5] 李武.中国天然碱工业[M].化学工业出版社,1994
- [6] 王随继,黄杏珍,妥进才,等.泌阳凹陷核桃园组微量元素演化特征及其古气候意义[J].沉积学报,1997,15:65—70
- [7] 黄杏珍,闫存凤,王随继,等.苏打湖型的湖相碳酸盐岩特征及沉积模式[J].沉积学报,1999,17(增刊):728—733

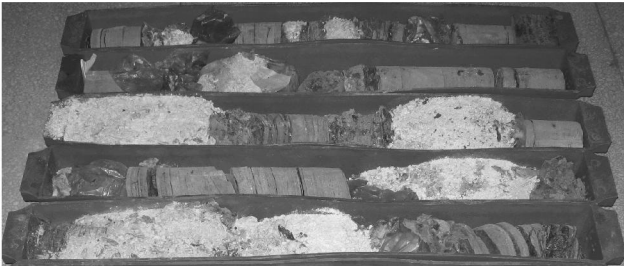
Deposition and genesis of the trona deposits in the Anpeng region, Henan

CHEN Xiao jun, LUO Shun she, ZHANG Jian kun, YAN Xin lin

(Key Laboratory of Oil Resources and Exploration, School of Geosciences, Yangtze University, Jingzhou 434023, Hubei, China)

Abstract: The Anpeng region, Henan abounds in trona resources. The present paper focuses on the deposition and accumulation and genesis and processes of the trona deposits in the light of mud logs, well logs, cores, thin sections and sporopollen assemblages. The results of research show that trona mainly precipitated and crystallized in the arid and semi-arid climatic conditions, and occurs as the interbeds with (muddy) dolostones and/or the fillings in the pre-existing pores of dolostones. Two stages are recognized for the formation of trona: formation of sodium and alkaline reaction. It can be seen that the dolostone facies zone may be the favourable zone for the occurrence of trona deposits.

Key words: Anpeng region, trona, deposition, genesis, dolostone



图版1: 天然碱与白云岩互层分布, 碱层厚度较大, 已风化
(云8井, 2480.5~27845.35m)



图版2: 天然碱与白云岩互层分布, 碱层厚度较薄, 厚约几毫米
(云8井, 2365.4m)



图版3: 天然碱发育在白云岩孔隙中 (云8井, 2308m)



图版4: 天然碱发育在白云岩孔隙中 (云8井, 2366.9m)