

The Study of Characteristic and Genetic Model for the Anhydrite in Asmari Formation in A Oilfield, Iraq

Hongqiang Wang¹, Mingming Qi¹, Futing Sun¹, Huili Xie²

¹CNOOC Research Institute Limited Company, Beijing

²CNNC Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing

Email: gene110@126.com.cn

Received: Jul. 12th, 2018; accepted: Jul. 27th, 2018; published: Aug. 3rd, 2018

Abstract

The sedimentary of Asmari Formation in A oilfield in Iraq is semi restricted and restricted platform, and the lithology is mainly composed of limestone and dolomite, with a small amount of anhydrite. Based on the data of core, thin section, conventional logging and imaging logging, the petrological features, logging response characteristics, distribution and genetic models of anhydrite in the study area are studied. It is found that, compared with limestone and dolomite, the anhydrite in Asmari Formation has low natural gamma, high resistance and high density logging response characteristics. There are two types of anhydrite in the study area. One is interbedded with dolomite, which is formed in the evaporation environment. The other is filled in the dolomite stone locally with lumps and plaques feature, which is caused by the fluid containing calcium sulfate from upper thick salt and anhydrite formation to cement in the dissolution pore in dolomite. The development of anhydrite provides a favorable fluid environment for dolomitization, promoting the formation of dolomite in the study area. What's more, the anhydrite has a certain influence on reservoir properties, water flooding law and distribution of remaining oil.

Keywords

Anhydrite, Distribution Feature, Genetic Model, Asmari Formation, A Oilfield in Iraq

伊拉克A油田Asmari组膏岩特征及成因分析

汪洪强¹, 齐明明¹, 孙福亭¹, 谢惠丽²

¹中海油研究总院有限责任公司, 北京

²核工业北京地质研究院, 北京

Email: gene110@126.com.cn

收稿日期: 2018年7月12日; 录用日期: 2018年7月27日; 发布日期: 2018年8月3日

摘要

伊拉克A油田Asmari组为半局限-局限台地沉积, 岩性以灰岩和白云岩为主, 含少量膏岩。根据岩心、薄片、常规测井及成像测井等资料, 对研究区膏岩的岩石学特征、测井响应特征、分布规律及成因模式进行了研究。研究发现, Asmari组膏岩主要以硬石膏为主, 与灰岩和白云岩相比, 具有低自然伽马、高电阻和高密度的测井响应特征。研究区主要发育两种类型的膏岩, 一种呈薄层状与白云岩互层分布, 平面局部分布, 为蒸发环境下原生沉积形成; 另一种呈团块状夹杂在白云岩中, 为上覆厚层盐膏层卤水下渗充填胶结在白云岩溶蚀孔隙中。膏岩的发育为白云石化作用提供了有利流体环境, 促进了研究区白云岩的形成; 并且对储层物性、油田开发水淹规律、剩余油分布等有一定的影响。

关键词

膏岩, 分布特征, 成因模式, Asmari组, 伊拉克A油田

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

据统计, 全球近 200 个含油气盆地中, 一半以上发现了商业性油气田, 而其中 58% 的油气田与含膏盐岩地层有关[1] [2]。膏盐岩与油气有着非常密切的关系, 其由于本身的塑性强、易流动、致密等特性, 常作为油气藏的盖层而被学者广泛研究和分析[3] [4] [5] [6], 而针对碳酸盐岩储层内部分布的膏岩的研究相对较少。本文通过综合岩心、薄片、常规测井、成像测井等资料, 对伊拉克 A 油田第三系 Asmari 组白云岩储层内部的膏岩开展系统研究, 以期搞清碳酸盐岩储层内局部分布的膏岩的岩石学特征、测井响应特征、分布规律、成因模式及对储层和油田开发的影响。

2. 地质背景

A 油田位于伊拉克东南部, 构造上位于扎格罗斯造山带上的低角度褶皱带[7], 主力产层为第三系 Asmari 组 A 段和 B 段(图 1)。

Asmari 组沉积时期, A 油田主要处于连陆半局限-局限台地的沉积背景, 海平面属于整体逐渐变浅的过程。B 段发育半局限台地, 岩性以灰岩为主, 局部发育白云岩、砂岩和泥岩; A 段发育局限台地, 岩性以白云岩为主, 夹杂少量膏岩。Asmari 组上覆 Lowerfars 组为一套厚约 800 m 的膏盐岩盖层。研究区 Asmari 组膏岩主要以硬石膏(CaSO_4)为主, 主要分布在 A 段白云岩中(图 1)。

3. 膏岩特征

通过对研究区 3 口井的岩心、薄片以及 43 口井常规测井曲线和 5 口井成像资料综合分析, 总结了膏岩的岩石学及测井响应特征。

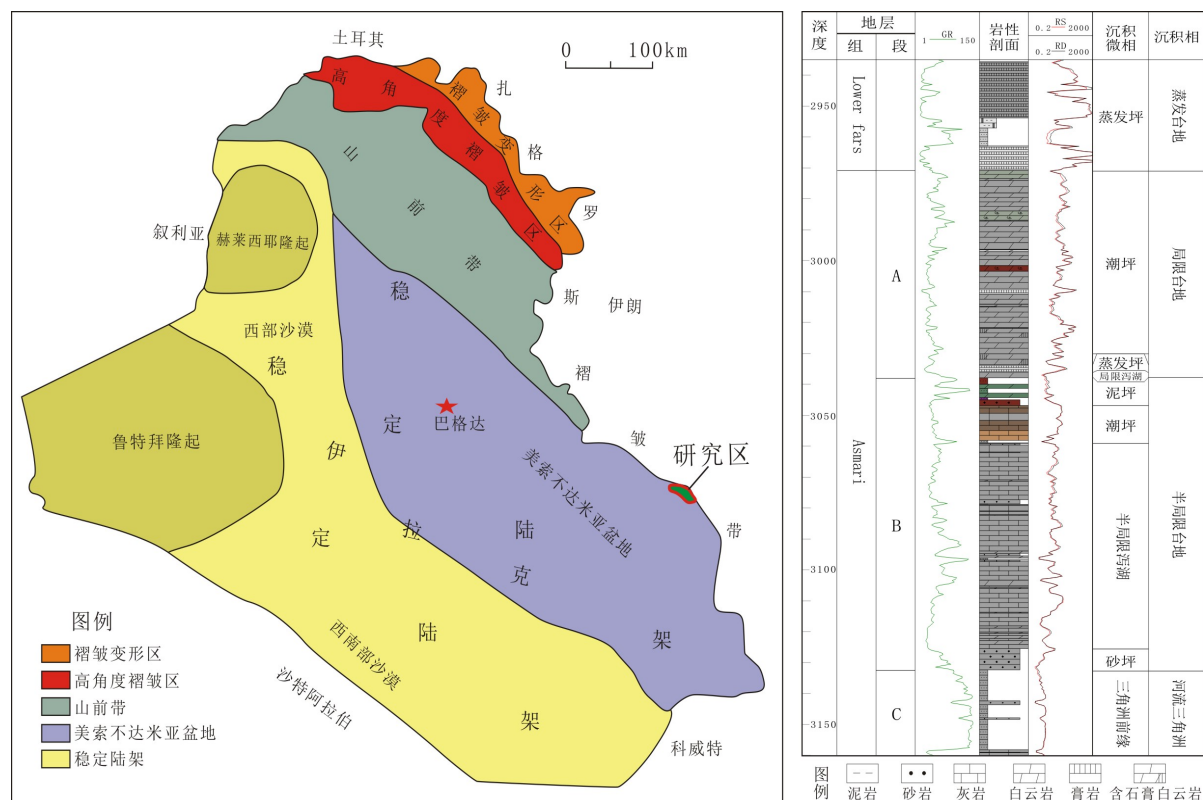


Figure 1. Tectonic location and comprehensive stratigraphic column chart for A oilfield
图 1. A 油田构造位置及地层综合柱状图

3.1. 岩石学特征

研究区膏岩主要为硬石膏，一般呈灰白色，致密(图 2(a)，图 2(b))，镜下呈柱状、纤维状、短条状彼此紧密排列，多数彼此定向分布(图 2(c)，图 2(d))，塑性好。

通过岩心观察和薄片鉴定，识别出两种不同类型的膏岩，一种呈薄层状分布，质纯，厚约 10~50 cm (图 2(a))，与上下部白云岩界线明显，呈平行整合接触。另一种呈斑块状、团块状夹杂分布在白云岩中(图 2(b))，镜下观察发现该类膏岩主要充填在白云岩溶蚀孔隙、生物碎屑体腔孔之中(图 2(e)，图 2(f))。

3.2. 常规测井响应特征

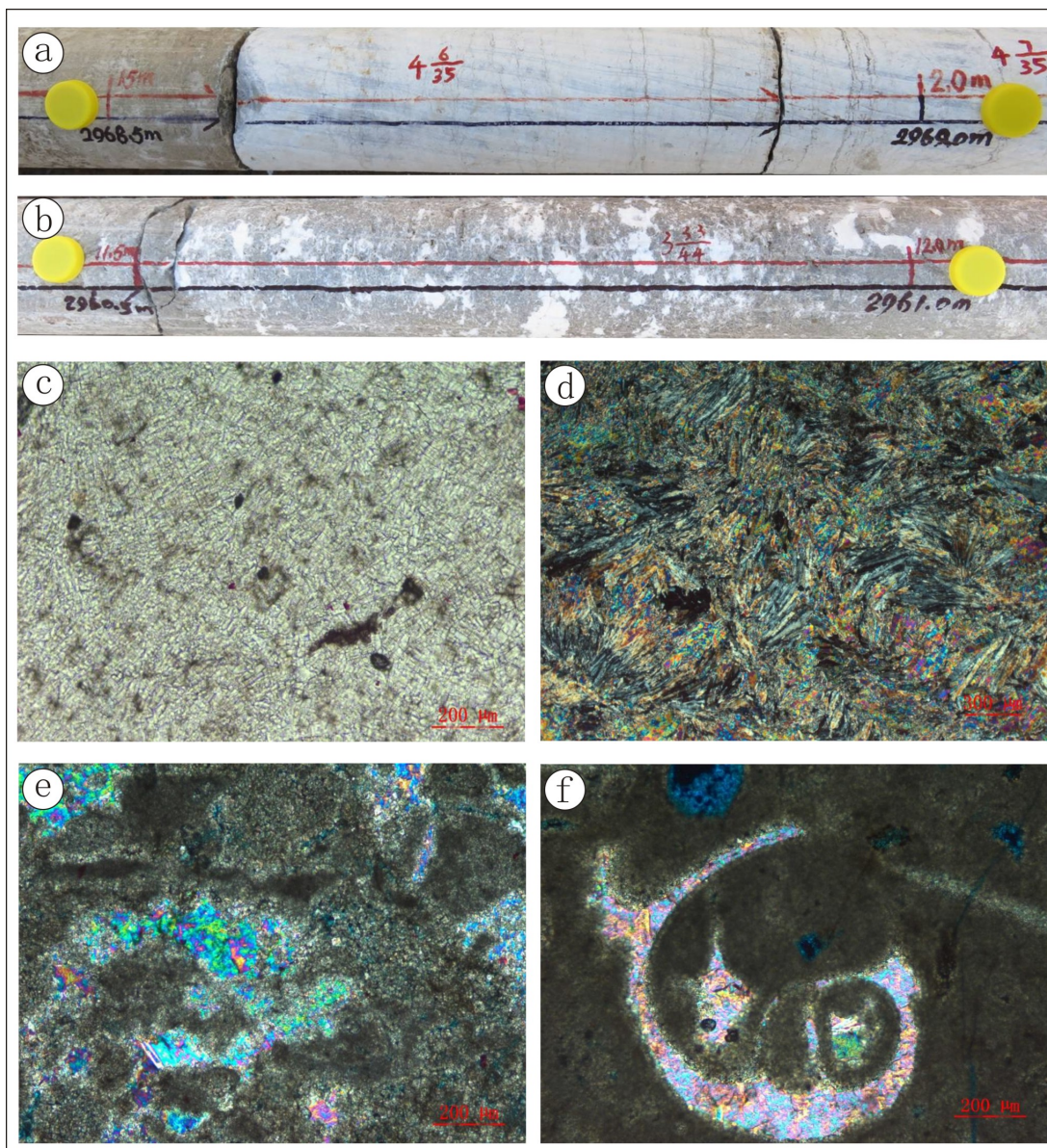
与储层中灰岩、白云岩相比，膏岩的常规测井曲线响应特征比较典型(表 1、图 3)，其为识别膏岩的重要手段之一[8]。

膏岩的自然伽玛值(GR)低，一般在 10~35 API 左右，平均为 26 API，而白云岩和灰岩的自然伽玛值高，平均值分别为 35 API 和 42 API。灰岩和白云岩中由于夹杂膏岩团块，GR 曲线表现为呈锯齿状跳跃。

膏岩的深浅电阻值比灰岩和白云岩高，平均值可达 220 OHMM，而灰岩和白云岩分别为 35 OHMM 和 52 OHMM。

膏岩的密度最大，均值为 2.84 g/cm³；白云岩密度其次，均值为 2.52 g/cm³，灰岩密度最小，均值为 2.52 g/cm³。

石膏、灰岩、白云岩声波时差区别不大。石膏的声波时差曲线值平均值为 56 us/ft，灰岩的声波时差平均值为 62 us/ft，而白云岩相对低一些，平均值为 51 us/ft。



a.灰白色膏岩,层状分布,质纯,与上覆白云岩界线明显,岩心照片;b.含石膏白云岩,石膏呈团块状分布在白云岩中,岩心照片;c.纯的石膏在单偏光下的特征,单偏光;d.纯的石膏呈纤维状结构,定向分布,正交偏光;e.石膏充填在溶蚀孔中,正交偏光;f.石膏充填在生物碎屑体腔孔内,正交偏光

Figure 2. The petrological feature of anhydrite on the core and thin section in Asmari formation in A oilfield
图 2. A 油田 Asmari 组膏岩岩心与岩石薄片镜下特征

Table 1. Comparison of logging feature between different lithologies in A oilfield
表 1. A 油田不同岩性测井响应特征对比

测井曲线	膏岩	灰岩	白云岩
自然伽马(API)	低(平均 26)	高值(平均 42)	中(平均 35)
电阻(OHMM)	高(平均 220)	较高(平均 35)	较高(平均 52)
密度(g/cm ³)	高(平均 2.84)	低(平均 2.52)	中(平均 2.65)
声波时差(us /ft)	较高(平均 56)	高(平均 62)	低(平均 51)

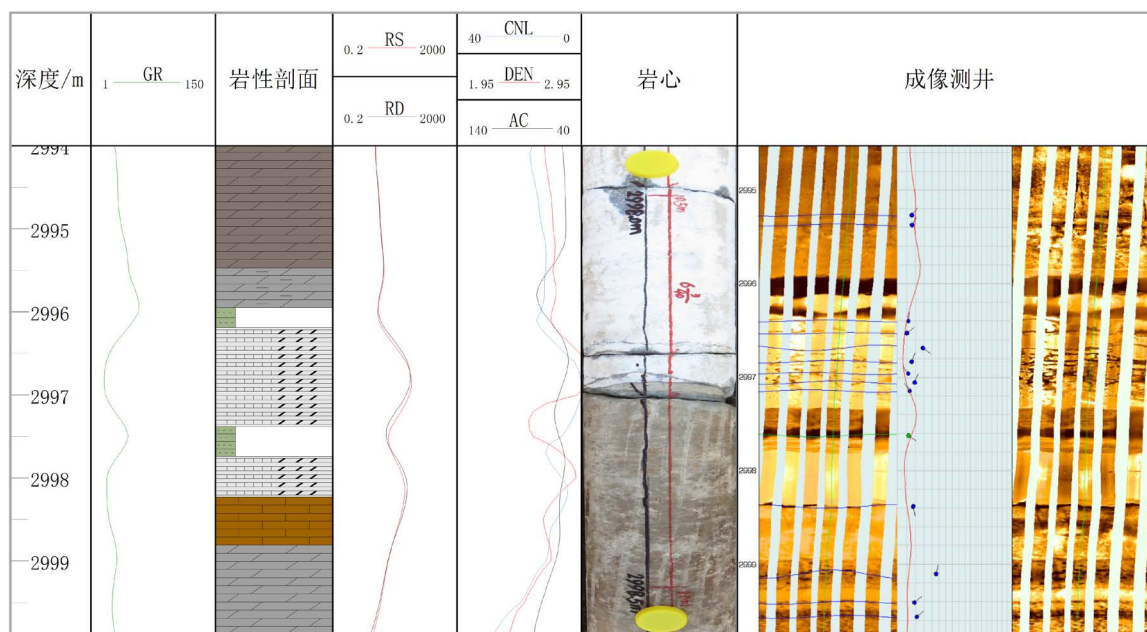


Figure 3. The typical identification criteria and characteristics of anhydrite in Asmari Formation in A oilfield
图 3. A 油田 Asmari 组膏岩典型识别标准与特征

3.3. 成像测井特征

成像测井作为一种比较直观地研究地下储层的资料，常在岩性识别方面发挥重要作用[9]。通过对研究区 5 口井成像测井与岩心、常规测井曲线标定，总结出了膏岩在成像测井的典型响应特征。与灰岩、白云岩相比，膏岩在成像测井响应上常呈亮斑特征，膏岩越纯，亮斑越明显(图 3)。

基于岩心、薄片、常规测井和成像测井资料，建立了研究区膏岩识别标准(图 3)，并基于此识别了研究区每口井的膏岩并开展膏岩分布特征、成因模式及对油田开发影响的研究。

4. 膏岩分布及成因分析

4.1 膏岩分布特征

通过对研究区膏岩进行平面和剖面编图发现，膏岩主要分布在 A 段白云岩中，单井累计厚度分布范围为 0~23.2 m，平均值为 5.05 m，与 A 段近 50 m 厚的白云岩相比，膏岩发育规模较小。

平面上，膏岩主要在局部集中发育，在油田北部和中部存在两个膏岩相对发育区(图 4)。纵向上，膏岩呈薄层状与白云岩互层分布，或者呈团块状夹杂在白云岩中。层状分布的膏岩单层厚度较小，分布范围在 0.2~3 m(图 5)。

4.2. 膏岩成因模式

4.2.1. 蒸发沉积模式

Asmari 组 A 段沉积时期，受扎格斯造山运动影响，A 油田整体处于局限台地沉积环境。在持续的构造上升和干旱炎热的气候条件等因素的影响下，局限台地内部低洼处通过强烈的蒸发作用开始沉淀一定规模的膏岩[10] [11] [12]。同时局限台地聚集盐度较大的卤水池，水体镁钙比率高，局限台地内广泛发生准同生白云石化作用，沉积大规模的白云岩[13]。薄层状膏岩与厚层白云岩在纵向上呈互层状沉积，膏岩在平面上则呈局部、零星分布(图 6)。

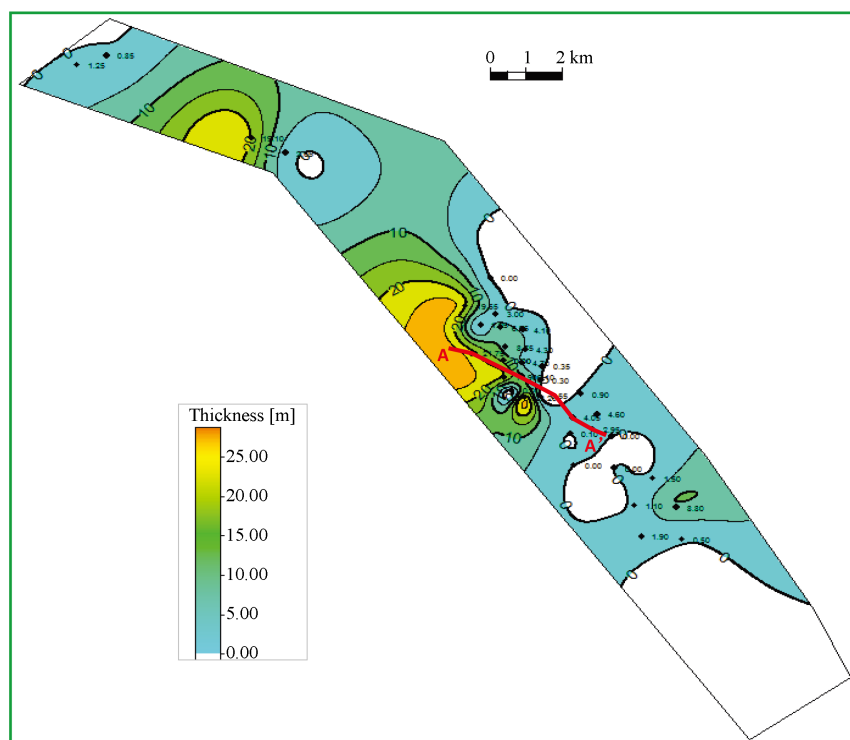


Figure 4. The thickness map of anhydrite in Asmari Formation in A oilfield
图 4. A 油田 Asmari 组膏岩厚度等值线图

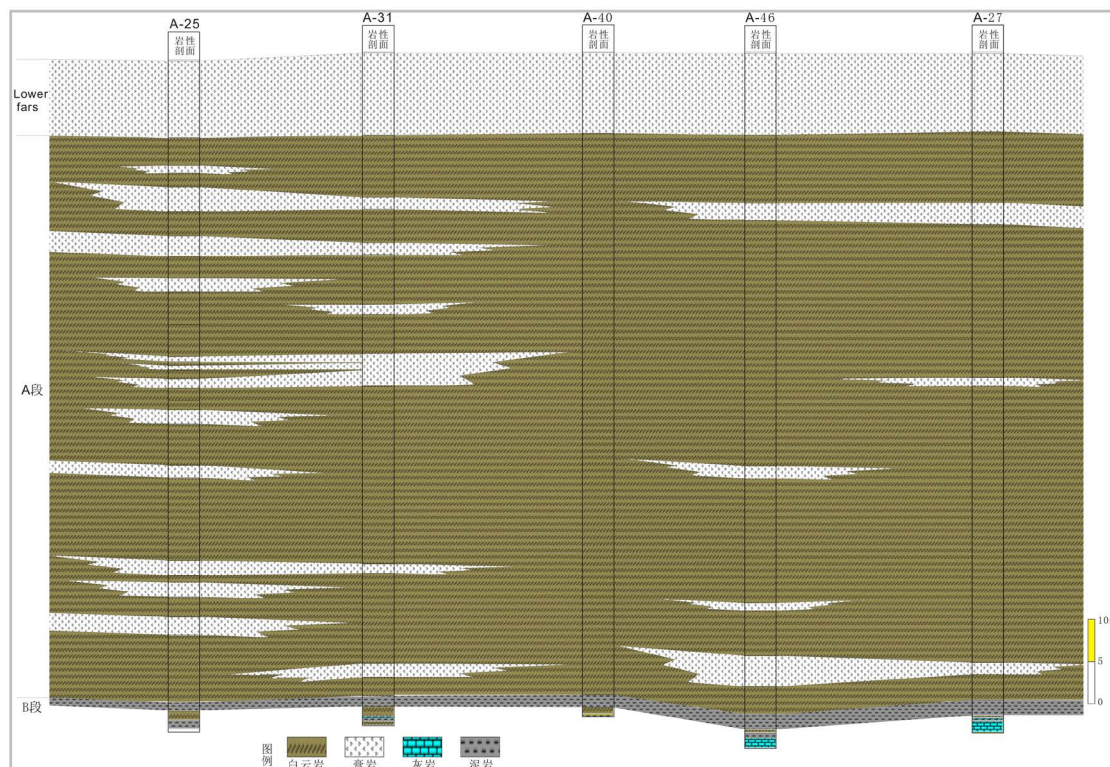


Figure 5. The vertical distribution of anhydrite in Asmari Formation in A oilfield
图 5. A 油田 Asmari 组膏岩纵向分布特征(剖面位置见图 4 中 A-A'剖面)

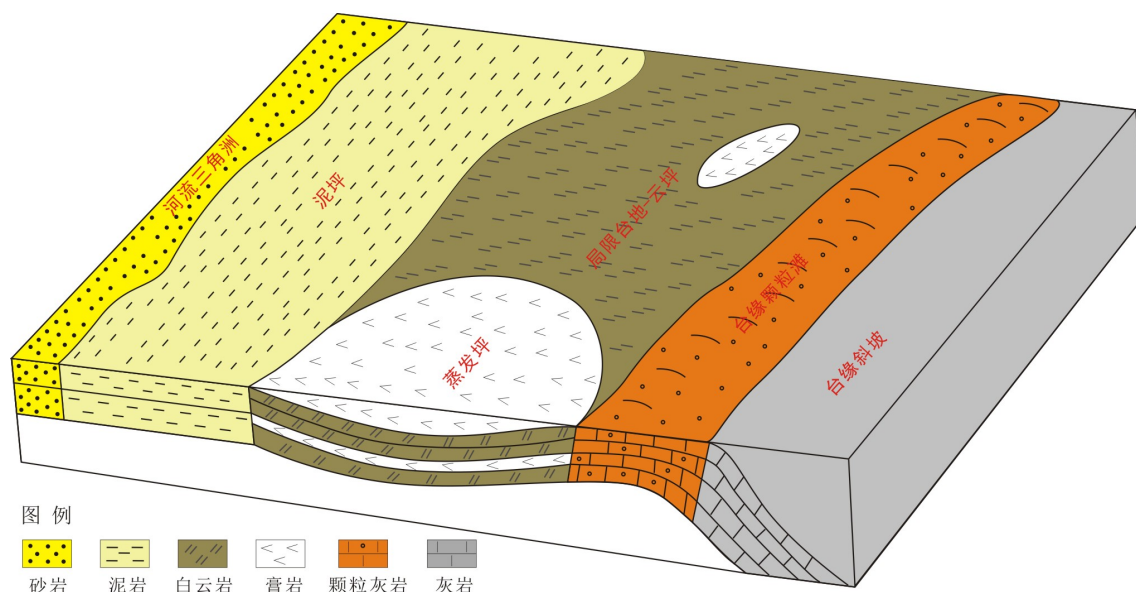


Figure 6. The sedimentary model of lamellar anhydrite in Asmari Formation in A oilfield
图 6. A 油田 Asmari 组薄层状石膏岩沉积模式图

4.2.2. 上部卤水渗入成因

在 Asmari 组 A 段沉积结束后, A 油田整体处于蒸发台地环境, 沉积了厚约 800 m 的 Lowerfars 组盐膏岩。而 A 段白云岩在沉积之后经历了准同生成岩阶段和浅埋藏早成岩阶段, 白云岩中溶蚀作用发育, 形成一定规模的溶蚀孔隙和生物碎屑体腔溶蚀孔。上覆 Lowerfars 组盐膏层受到自然压实和扎格罗斯造山运动挤压, 使富含硫酸钙的卤水持续下渗到 A 段白云岩中, 在白云岩中的溶蚀孔隙内胶结充填形成斑块状、团块状膏岩, 夹杂分布在白云岩中。

5. 对油田开发的影响

1) 促进白云石化作用

局限台地内膏岩的沉淀可以使台地内溶液中的钙离子减少, 导致粒间水或表层积水的 Mg/Ca 比率提高。这种富镁的卤水与表层的碳酸盐沉积物, 如文石颗粒等接触或者下渗到下伏石灰岩中, 会发生蒸发泵或回流渗透白云石化。因此, 膏岩的发育为白云石化作用提供了有利流体环境, 对研究区白云岩的形成起到促进作用。

2) 局部隔夹层

膏岩一般低孔低渗, 属于非储层, 不具有渗透能力。因此研究区局部分布的薄层状膏岩层可以作为一定的隔夹层, 搞清膏岩平面及纵向分布可以为油田开发过程中水淹规律、剩余油分布、动态分析等研究提供指导[14][15][16]。

3) 影响储层物性

上覆盐膏层下渗的卤水胶结充填在白云岩溶蚀孔隙中, 在一定程度上降低了储层物性, 这也是研究区 A 段白云岩物性差, 属于低孔、低-特低渗储层的原因之一[17]。

6. 结论

1) A 油田 Asmari 组主要发育两种不同类型的膏岩, 一种呈薄层状分布, 质纯, 与上下部白云岩界线明显, 呈平行整合接触; 另一种为呈斑块状、团块状夹杂分布在白云岩。

2) 与白云岩和灰岩相比, 膏岩具有低自然伽马、高电阻和高密度的测井响应特征, 在成像测井响应上常呈亮斑特征。

3) A 油田膏岩有两种成因模式, 一种为局限台地内部低洼处由于强烈的蒸发作用而沉积形成, 常呈薄层状与白云岩在纵向上呈互层状分布, 平面上也呈局部、零星分布; 另一种为上覆 Lowerfars 组盐膏层中饱含硫酸钙的卤水下渗到 A 段白云岩中, 在白云岩中的溶蚀孔隙内胶结充填形成斑块状、团块状膏岩, 夹杂分布在白云岩中。

4) 膏岩的发育对 A 油田白云岩的形成具有促进作用, 并且对储层物性、油田开发过程中水淹规律、剩余油分布等有一定的影响。

基金项目

国家重大科技专项“海外重点油气田开发钻采关键技术”(2016ZX05032-004)资助。

参考文献

- [1] 刘景东, 蒋有录, 谈玉明, 慕小水. 渤海湾盆地东濮凹陷膏盐岩与油气的关系[J]. 沉积学报, 2014, 32(1): 126-137.
- [2] 高霞, 谢庆宾. 膏盐岩发育与油气成藏的关系[J]. 石油地质与工程, 2007, 21(1): 9-12.
- [3] 徐磊, 操应长, 王艳忠, 黄龙. 东营凹陷古近系膏盐岩成因模式及其与油气藏的关系[J]. 中国石油大学学报(自然科学版), 2008, 32(3): 31-35.
- [4] 熊金玉, 关平, 韩定坤, 张文涛, 等. 江汉盆地白垩系储集层中硬石膏的成岩作用[J]. 石油勘探与开发, 2007, 34(1): 39-42.
- [5] 徐安娜, 胡素云, 汪泽成, 薄冬梅. 四川盆地寒武系碳酸盐岩-膏盐岩共生体系沉积模式及储层分布[J]. 地质勘探, 2016, 32(6): 11-20.
- [6] 沈均均, 陈波, 王春连, 昌俊杰, 等. 江汉盆地江陵凹陷古近系新沟咀组含膏盐岩系沉积特征及控制因素[J]. 古地理学报, 2015, 17(2): 265-274.
- [7] 曹亮. 伊拉克 A 油田 Asmari 组沉积特征研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南石油大学, 2015.
- [8] 王亚军. 川东北河坝场地区嘉二段膏岩盖层综合评价[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 中国石油大学, 2008.
- [9] 吴煜宇, 张为民, 田昌炳, 宋本彪, 等. 成像测井资料在礁滩型碳酸盐岩储集层岩性和沉积相识别中的应用——以伊拉克鲁迈拉油田为例[J]. 地球物理学进展, 2013, 28(3): 1497-1506.
- [10] 张奇, 徐亮, 金小林, 王坛. 川东地区嘉陵江组四段膏盐岩分布的沉积环境分析[J]. 盐湖研究, 2009, 17(4): 1-5.
- [11] 沈均均, 陈波, 王春连, 昌俊杰, 周晓峰, 关小曲, 赵智鹏. 江汉盆地江陵凹陷古近系新沟咀组含膏盐岩系沉积特征及控制因素[J]. 古地理学报, 2015, 17(2): 265-274.
- [12] 吉双文. 沾车凹陷沙四段膏岩成因分析[J]. 断块油气田, 2003(6): 10-12.
- [13] 张奇, 徐亮, 金小林, 王坛. 川东地区嘉陵江组四段膏盐岩分布的沉积环境分析[J]. 盐湖研究, 2009, 17(4): 1-5.
- [14] 熊金玉, 关平, 韩定坤, 张文涛, 等. 江汉盆地白垩系储集层中硬石膏的成岩作用及其对油气分布的控制[J]. 石油勘探与开发, 2007(1): 39-42.
- [15] 朱童, 王兴志, 沈忠民, 李浩, 等. 川中雷口坡组膏盐岩成因及对储层的影响[J]. 中国地质, 2014, 41(1): 122-134.
- [16] 高霞, 谢庆宾. 浅析膏盐岩发育与油气成藏的关系[J]. 石油地质与工程, 2007, 21(1): 9-12.
- [17] 尹彦龙. 东濮凹陷沙三-沙四段有效性储层发育与盐膏岩分布的关系研究[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 中国石油大学, 2011.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2163-3967，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ag@hanspub.org