

文章编号: 1009-3850(2012)01-0018-06

南阳凹陷西大岗露头区核桃园组 裂离不整合的发现及其地质意义

曹高社¹, 王亚伟¹, 林玉祥², 俎新许¹, 徐光明¹, 邢娜娜¹, 陈俊侠¹

(1. 河南理工大学资源与环境学院, 河南 焦作 454003; 2. 山东科学技术大学地球信息科学与工程学院, 山东 青岛 266510)

摘要: 本文重点解剖南阳凹陷唐河低凸起西大岗露头区核桃园组二段中亚段($E_2 h_2^{2-}$)与上亚段($E_2 h_2^{1-}$)的接触界。通过实测剖面, 结合室内岩石薄片鉴定、粒度分析、X衍射和地球化学分析, 确认该接触界面实为裂离不整合, 不同于前人认识的“古暴露面”, 系由北东向控盆断裂——曲洼断裂强烈的伸展作用所造成, 代表了南阳凹陷以南部控盆断裂为主向以东部控盆断裂为主的转变。

关键词: 核桃园组; 裂离不整合; 南阳凹陷; 西大岗

中图分类号: P534.61

文献标识码: A

1 引言

裂离不整合系由 Dickinson 于 20 世纪 80 年代初提出, 指裂谷环境下沉积岩层的底面与基盘之间存在的不整合^[1]。相似于梁定益等^[2]在研究中国四川西部伴随扬子地块伸展作用的“东吴运动”所造成的剥离不整合或伸展不整合, 以及潘桂棠等^[3]在研究特提斯带晚三叠世之前的多数裂陷不整合。与此相关联的还有罗志立^[4]提出的“地裂运动”的概念。曹高社等^[5]在分析华北陆块东南缘震旦系内部的裂离不整合的基础上, 指出裂离不整合的存在多代表了伸展背景下构造作用和沉积作用的巨大变化, 不整合面上多有黄铁矿薄壳的产生, 上下地层之间常有“跳相”现象。

本文重点解剖南阳凹陷唐河低凸起西大岗露头区核桃园组二段中亚段($E_2 h_2^{2-}$)与上亚段($E_2 h_2^{1-}$)的接触界面及其上下的沉积地层(图1), 通过实测剖面, 结合室内岩石薄片鉴定、粒度分析、

X衍射和地球化学分析, 确认该接触界面实为裂离不整合, 不同于前人认识的“古暴露面”^[6], 这一发现对于研究整个南阳凹陷的沉积环境和构造环境的演变提供了重要的信息, 并为油气勘探提供了新的思路。

2 沉积地层和沉积相

本次研究对唐河大桥植物园附近的核桃园组进行了实测(图2)。曲新国(唐河西大岗下第三系孢粉组合, 1991, 南阳油田内部资料)的早期研究表明, 该套地层主要为核桃园组二段中亚段($E_2 h_2^{2-}$)与上亚段($E_2 h_2^{1-}$), 接触界面在实测剖面的层4与层5之间。

层1岩性为灰黄色中-薄层状粉砂岩与黄色薄层状泥岩互层, 厚3.6m。发育爬升交错层理(图4a)、水平层理。粉砂岩粒度概率累积曲线为“低斜两跳一悬式”, 悬浮总体含量25%左右, 悬浮总体与跳跃总体之间的交接点在4.5Φ左右, 跳跃总体斜率约50°, 不存在滚动总体, 分选中等(图3a), 反映

收稿日期: 2011-01-20; 改回日期: 2011-02-23

作者简介: 曹高社(1965-), 博士, 教授, 从事构造地质学和沉积学的教学及研究工作

资助项目: 河南理工大学第三届研究生学位论文创新基金(批准号: 508037)与河南理工大学博士基金(648511)联合资助

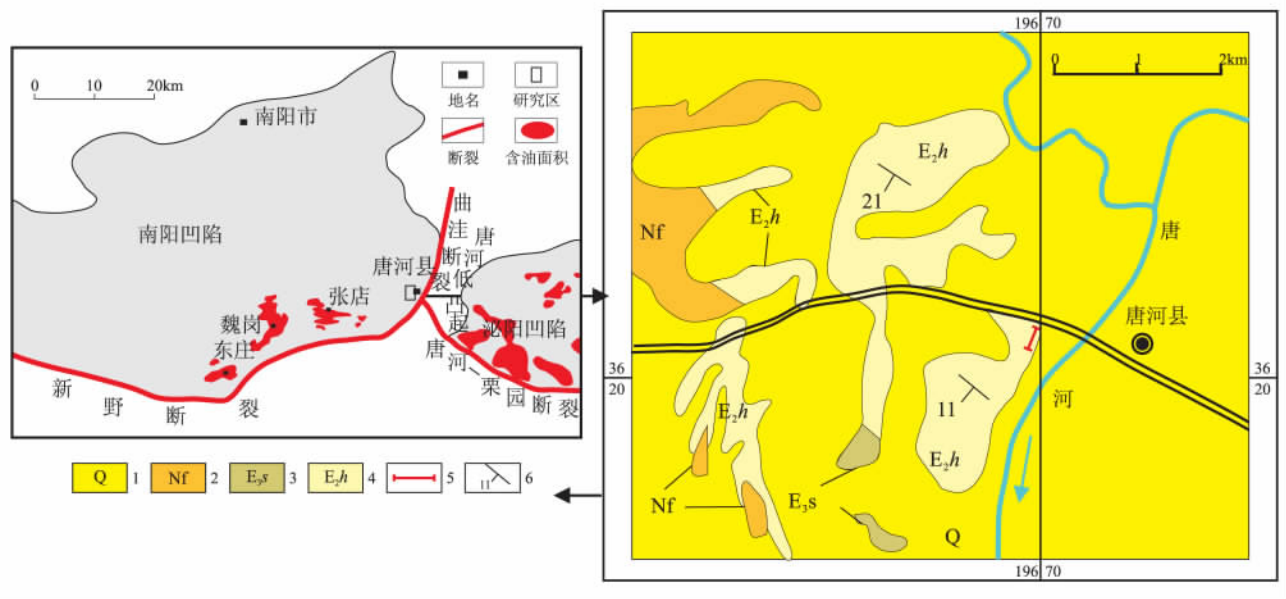


图 1 南阳凹陷西大岗露头区构造位置及地质图

1. 第四系; 2. 新近系凤凰镇组; 3. 渐新统上寺组; 4. 始新统核桃园组; 5. 剖面位置; 6. 地层产状

Fig. 1 Tectonic setting and geological map of the Xidagang outcrop area in the Nanyang depression

1 = Quaternary; 2 = Neogene Fenghuangzhen Formation; 3 = Oligocene Shangsi Formation; 4 = Eocene Hetaoyuan Formation; 5 = studied section; 6 = stratal mode of occurrence

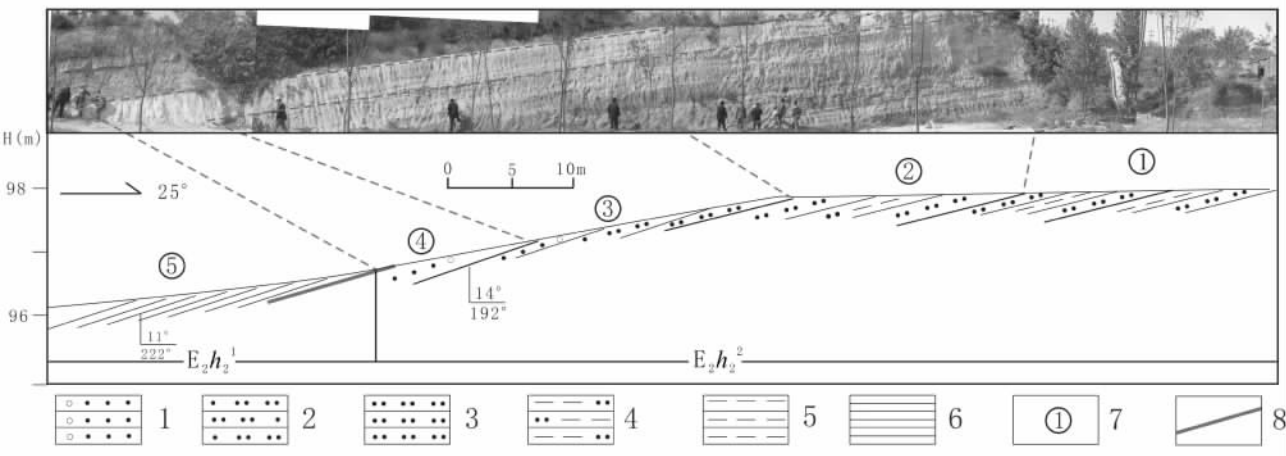


图 2 南阳凹陷西大岗露头区核桃园组实测剖面图

1. 含砾砂岩; 2. 砂质粉砂岩; 3. 粉砂岩; 4. 粉砂质泥岩; 5. 泥岩; 6. 页岩; 7. 地层分层; 8. 裂离不整合面

Fig. 2 Measured section across the Hetaoyuan Formation in the Xidagang outcrop area, Nanyang depression

1 = gravel-bearing sandstone; 2 = sandy siltstone; 3 = siltstone; 4 = silty mudstone; 5 = shale; 6 = stratal layering; 8 = breakup unconformity

水动力复杂、较弱的沉积环境,为三角洲远端沙坝沉积。

层 2 岩性为土黄色中厚层状粉砂质泥岩与粉砂岩互层,厚度为 2.7m。粉砂岩中发育小型交错和波状层理。粉砂岩粒度概率累积曲线为“高斜两跳一悬式”,悬浮总体含量 20% 左右,跳跃总体斜率约 60°,无滚动组分,存在混合带,分选中等-较好(图

3b),反映水动力稍强的沉积环境,为河口坝沉积。

层 3 底部为土黄色中厚层粉砂岩,发育有小型交错层理;向上为土黄色巨厚层粉砂岩与薄层状灰白色砂质粉砂岩不等厚互层,钙质胶结,灰白色砂质粉砂岩中含泥砾,泥砾成分为土黄色粉砂质泥岩,最大砾径 30cm,泥砾中有潜穴化石,发育冲刷构造;顶部为含砾细砂岩,钙质胶结。厚度为 3.2m。

为水下分流河道沉积。

层4岩性为灰白色含泥砾和铁质结核的细砂岩夹薄层粉砂岩,泥砾和铁质结核零星分散在灰白色细砂岩中,厚1.3m。所夹薄层细砂岩中见有强烈的

冲刷破碎现象(图4b)。镜下观察到砂岩成分成熟度较差(石英55%,长石25%,岩屑20%),分选性和磨圆度较差(图4c)。粒度概率累积曲线为“低斜一跳一悬式”,悬浮总体含量较高60%左右,斜率

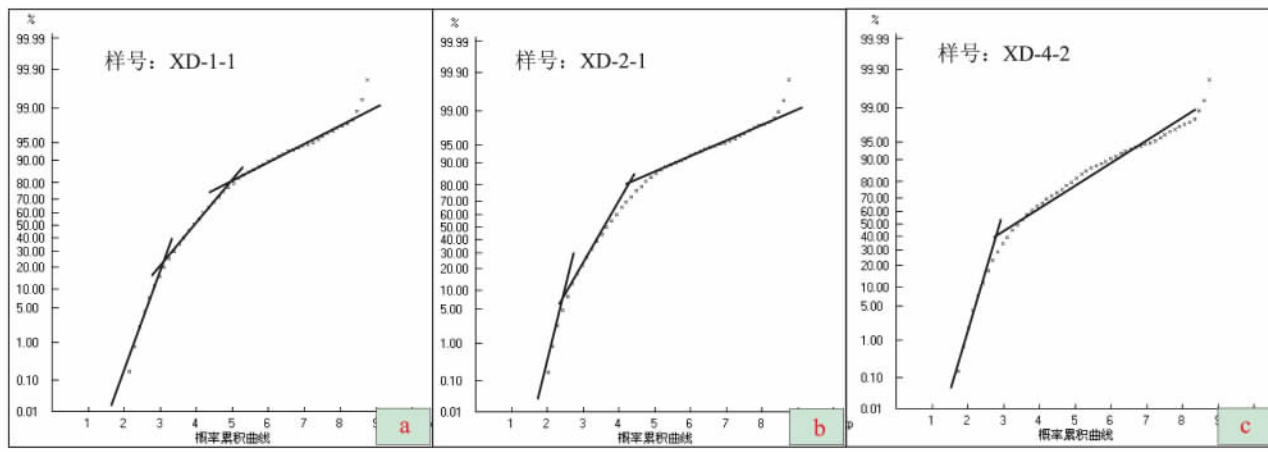


图3 南阳凹陷西大岗露头区核桃园组砂岩粒度概率累积曲线

a. 层1粉砂岩粒度概率累积曲线; c. 层2粉砂岩粒度概率累积曲线; c. 层4砂岩粒度概率累积曲线

Fig. 3 Grain size probability accumulation curves for the Hetaoyuan Formation in the Xidagang outcrop area, Nanyang depression

a. Layer 1; b. Layer 2; c. Layer 4

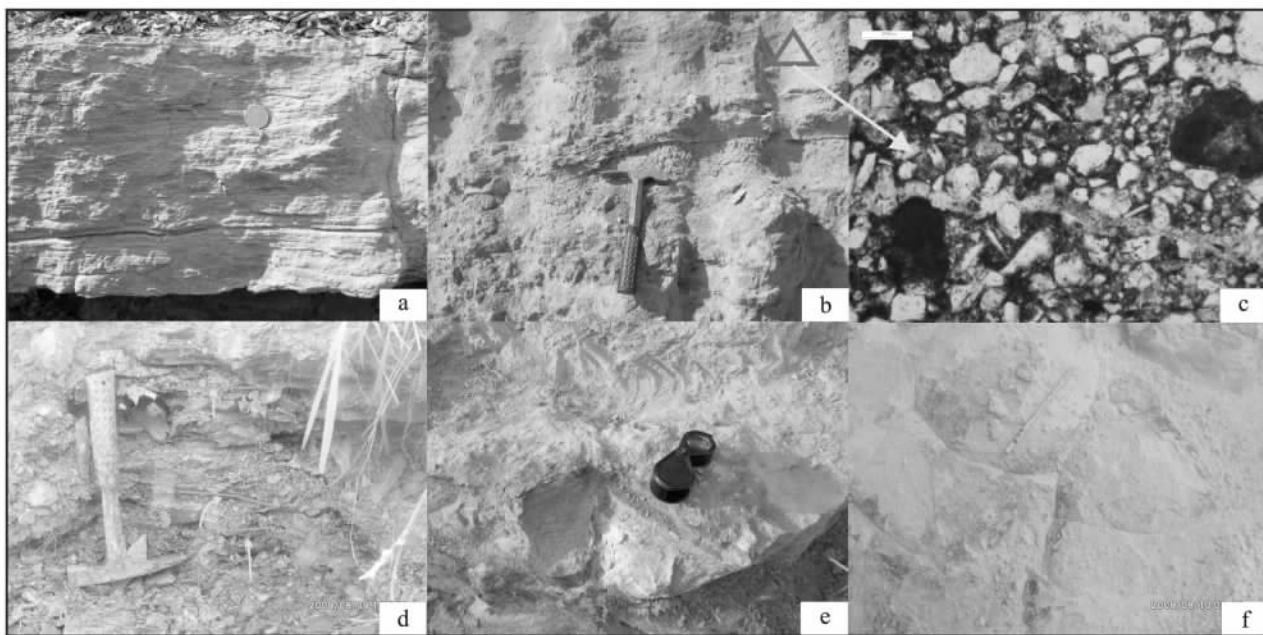


图4 南阳凹陷西大岗露头区核桃园组岩性及沉积构造

a. 层1灰黄色粉砂岩爬升交错层理; b. 层4浅灰色细砂岩中的冲刷构造; c. 层4浅灰色细砂岩薄片特征(单片光, 50X, 石英55%, 长石25%, 岩屑20%, 分选中等, 次棱状, 颗粒支撑, 线-点接触, 样品XD-4-1), Δ -取样位置; d. 层5暗色页岩夹石膏薄层(箭头所指为石膏层), 水平层理发育; e. 铁质薄壳; f. 层4顶部灰白色含泥砾细砂岩水下收缩构造

Fig. 4 Lithology and sedimentary structures in the Hetaoyuan Formation in the Xidagang outcrop area, Nanyang depression

a. Climbing cross-bedding in the greyish yellow siltstones from Layer 1; b. Scour surface structures in the light grey fine-grained sandstones from Layer 4; c. Thin section of the light grey fine-grained sandstones from Layer 4; d. Horizontal bedding in the dark shales intercalated with gypsum from Layer 5; e. Ferricrust; f. Subaqueous contraction structures in the grayish white clay boulder-bearing fine-grained sandstones from the top of Layer 4

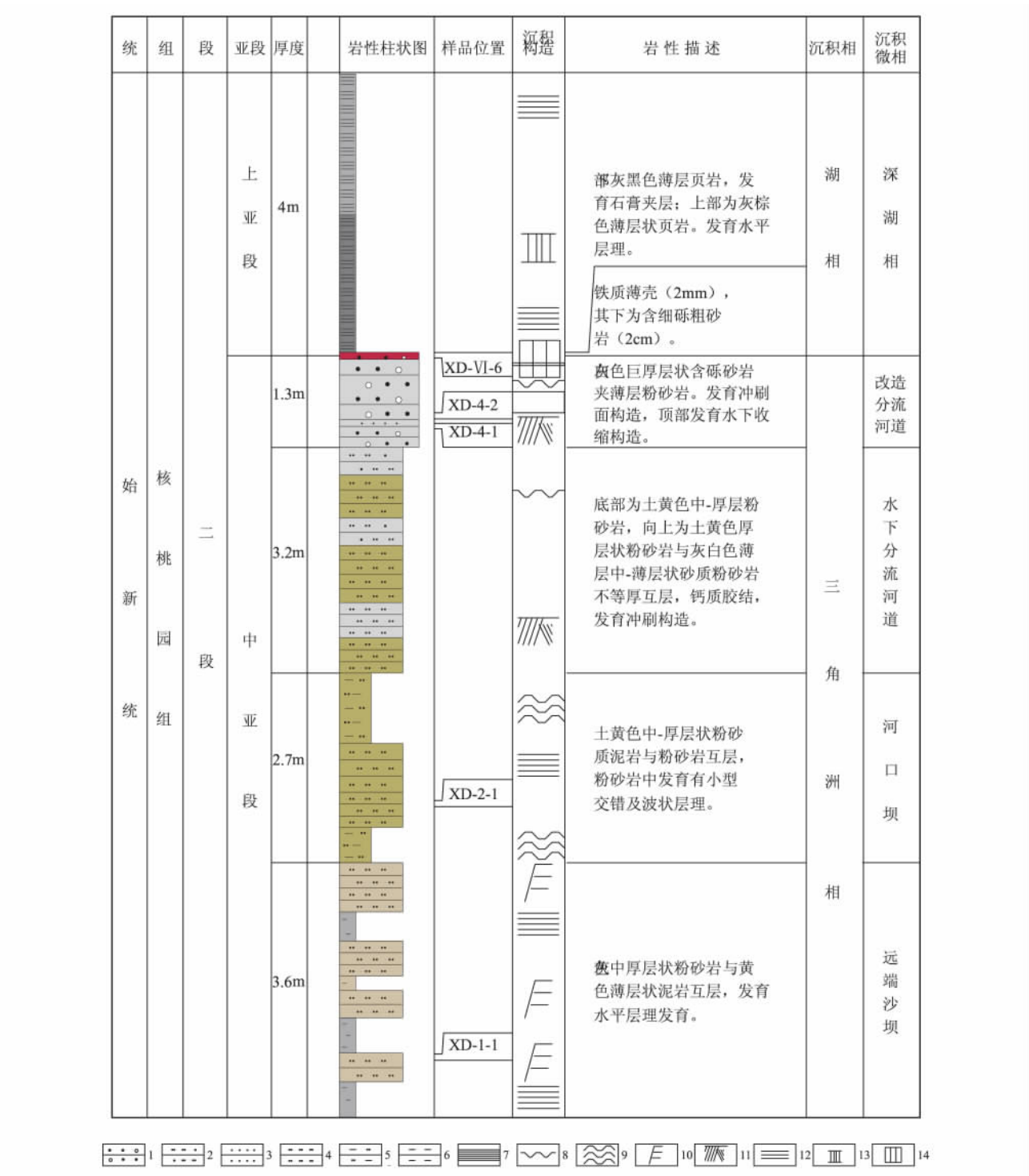


图 5 南阳凹陷西大岗露头区核桃园组沉积相综合柱状图

1. 含砾砂岩; 2. 砂质粉砂岩; 3. 细砂岩; 4. 粉砂岩; 5. 粉砂质泥岩; 6. 泥岩; 7. 页岩; 8. 冲刷面; 9. 波状层理; 10. 爬升交错层理; 11. 小型交错层理; 12. 水平层理; 13. 石膏; 14. 黄铁矿

Fig. 5 Generalized sedimentary facies column through the Hetaoyuan Formation in the Xidagang outcrop area, Nanyang depression

1 = gravel-bearing sandstone; 2 = sandy siltstone; 3 = fine-grained sandstone; 4 = siltstone; 5 = silty mudstone; 6 = mudstone; 7 = shale; 8 = scour surface; 9 = wavy bedding; 10 = climbing cross-bedding; 11 = small-scale cross-bedding; 12 = horizontal bedding; 13 = gypsum; 14 = pyrite

约 30° , 悬浮总体与跳跃总体之间的交接点在 3Φ 左右(图 3c)。显示了再改造的分流河道沉积特征。

层 5 岩性为黑色页岩, 厚 4m。发育大量石膏薄层, 有机碳含量高 ($1.1 \sim 1.9\%$), 具水平层理(图 4d), 代表一种封闭的深湖环境。

层 4 与层 5 接触界面上见有一铁质薄壳(图 4e), 厚约 2mm, 薄壳之下为一薄层含砾粗砂岩, 铁质胶结, 杂基支撑, 厚 2~3cm。

综合上述分析, 层 4 与层 5 接触界面上下沉积环境发生突变, 由界面之下的三角洲沉积突变为深湖相沉积, 不符合瓦尔特定律, 具有明显的“跳相”现象(图 5)。

3 接触界面性质

层 4 与层 5 的接触界面较为平整, 以一层褐红色的铁质薄壳为特征, 其成分主要为褐铁矿, 据此多数学者认为该界面为氧化环境下形成的古暴露面, 系沉积基底抬升至地表所造成。但是, 经过仔细的野外观察和室内 X 衍射分析发现, “古暴露面”铁质薄壳其实为一层稳定分布的裹着褐铁矿表皮黄铁矿, 表皮的褐铁矿系黄铁矿风化所致(图 6), 通过对铁质薄壳微量元素分析(样号 XD-VI-6, 国土资源部武汉矿产资源监督检测中心分析), 其 Co/Ni 比值小于 1, 为沉积型黄铁矿的特征, 可确定该层黄铁矿为沉积原生矿物, 排除了后期再生的可能。黄铁矿薄层之下为一层厚约 2cm 的碎裂岩层(含细砾粗砂岩), 该碎裂岩层颗粒成分由下伏地层(层 4)的砂岩组成, 胶结物为黄铁矿。再向下过渡为层 4 的灰白色含泥砾细砂岩, 且在层 4 顶部砂岩内发育水

下收缩构造^[1](图 4f)。

Sarg 认为^[8], 在水体突然加深, 沉积物供应相对不足的情况之下, 已沉积岩层的顶部可发育硬底, 黄铁矿薄膜披盖可视为硬底存在的标志之一。该界面具有典型的水下硬底性质^[8]。平整光滑的界面系水下侵蚀作用所造成, 黄铁矿薄层及其下部的碎裂岩层的黄铁矿胶结物是在沉积速率非常小的还原环境下所形成, 层 4 的再改造水下分流河道特征和其表面的水下收缩构造, 说明了沉积构造环境的巨变和水下成岩性质, 结合层 5 封闭环境下深湖-半深湖相沉积, 可以认为该界面系由水体突然加深, 沉积物供应不足所造成的。

核桃园组沉积时期, 整个南阳凹陷处于伸展环境, 这一水下硬底可能代表了一次快速的伸展构造事件, 为裂离不整合性质。注意到研究区处于南阳凹陷与泌阳凹陷相交的唐河低凸起上, 东侧仅靠南阳凹陷的北东向控盆断裂——曲洼断裂, 其沉积作用能够较为灵敏地反映该断裂的活动性。所以, 这一裂离不整合可能系由曲洼断裂强烈的伸展作用所造成。

4 地质意义

南阳凹陷位于南襄盆地北部, 为燕山晚期发育于东秦岭褶皱带上的中新生代断拗型陆相沉积凹陷^[14]。前人对该凹陷的构造特征和油气成藏条件进行了卓有成效的研究^[11~14], 充分重视了南部控盆断裂——新野断裂对沉积凹陷和沉积地层的控制作用, 开展了以南部沉积中心为重点的油气勘探, 随着勘探的深入, 在凹陷的东部魏岗和张店地区也有了新的突破, 勘探领域不断拓展。

新领域的拓展需要有新的地质认识的指导, 魏岗和张店地区的突破就是建立在对箕状凹陷坡折带的认识之上, 但是, 坡折带的产生主要是对鼻状构造圈闭具有影响, 油气藏的产生必须要有与之配套的生油系统, 坡折带的认识不能对此解释。

南阳凹陷发育于特殊的构造背景, 古老断裂在燕山晚期以来的强烈活化应该是南阳凹陷产生和发展的主旋律, 这也是前人多重视南部控盆断裂——新野断裂的主要原因。但是古老断裂的活化也是产生在一定的背景之上的, 它仅是构造协同发展过程中的一部分。已经揭示的南襄盆地各凹陷不同时期沉积中心的迁移^[14], 说明了南部控盆断裂对沉积作用的控制并非一成不变的。

从南阳凹陷的形态和沉积分布, 东缘的北东向

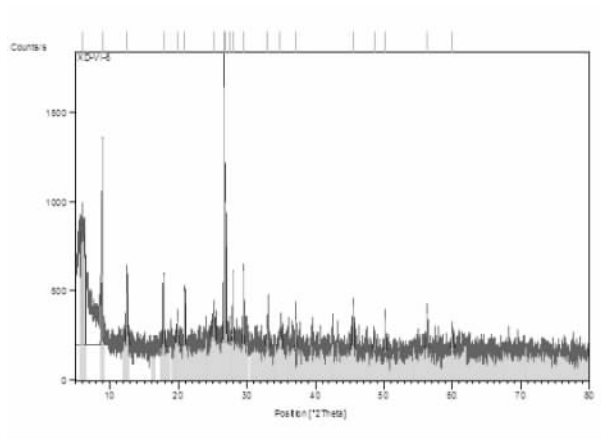


图 6 $E_2 h_2^2$ 与 $E_2 h_2^1$ 的接触界面铁质薄壳的 X 衍射图谱
Fig. 6 X-ray diffraction patterns for the ferricrust from the boundary between the middle submember ($E_2 h_2^1$) and upper submember ($E_2 h_2^1$) of the second member of the Hetaoyuan Formation

曲洼断裂也明显对南阳凹陷的沉积作用具有控制作用。但无论从沉积相的分布,还是从沉积中心的展布和迁移看,曲洼断裂和新野断裂在不同时期对沉积作用的控制是显然不同的,共同地控制着南阳凹陷的沉积作用和油气地质的特点。

付代国等^[7]研究表明,南阳凹陷南部控盆断裂——新野断裂的活动性随时间演化具有时快时慢的“幕”式特征,E2 段至 E2 段活动性逐渐增强,E2 段时期断裂活动性达到最强烈期,沉积中心靠近该断裂分布;从 E2 段时期开始,新野断裂活动性开始减弱,E2 段时期进一步减弱直至不再活动,而此时 NE 向断裂活动性较强,沉积中心向凹陷东部迁移。

研究区层 4 与层 5 的接触界面之下主要为三角洲沉积,其古地理特征应是一个向南部沉积中心倾斜的斜坡,接触界面之上的层 5 突变为较为封闭环境的深湖-半深湖相,说明该时期沉积中心已经靠近东部,两者之间的裂离不整合界面代表了以南部控盆断裂为主向以东部控盆断裂为主的转变。

参考文献:

- [1] Davis G H. 区域和岩石构造地质学 [M]. 张樵英,马曹章,李智陵译. 北京:地质出版社,1984. 181-185.
- [2] 梁定益,聂泽同,万晓樵等. 试论震积岩及震积不整合——以川西-滇西地区为例 [J]. 现代地质,1991,5(2):138-145.
- [3] 潘桂棠,刘增乾,陈智等. 特提斯构造基本特征——兼论源自软基底大陆解体、消减和重组的特提斯造山带 [A]. 成都地质矿产研究所编. 中国西部特提斯构造演化及成矿作用 [C]. 成都:电子科技大学出版社,1991. 30.
- [4] 罗志立. 略论地裂运动与中国油气分布 [A]. 中国地质科学院院报(第10号) [C]. 北京:地质出版社,1984. 93-101.
- [5] 曹高社,张善文,柳忠泉,等. 华北陆块南缘下震旦统顶部裂离不整合的发现及其地质意义 [J]. 沉积学报,2004,22(4):621-627.
- [6] 任建业,邱荣华,陆永潮,等. 南阳凹陷西大岗露头高精度层序地层学研究 [A]. 蔡希源,郑和荣等. 陆相盆地高精度层序地层学——隐蔽油气藏勘探研究基础、方法与实践(应用与实践篇) [C]. 北京:地质出版社,2004. 290-309.
- [7] 冯增昭,王英华. 中国沉积学 [M]. 北京:石油工业出版社,1990. 295-296.
- [8] LOUCKS R G, SARG J F. Carbonate sequence stratigraphy [M]. Tulsa: The American Association of Petroleum Geologists, 1993.
- [9] Erik 著,曾允孚,李汉瑜,等译. 石灰岩沉积微相 [M]. 北京:地质出版社,1989. 1-235.
- [10] 南阳油田石油地质志编写组. 中国石油地质志卷七(下) 南阳油田 [M]. 北京:石油工业出版社,1992. 82-85.
- [11] 林学庆,罗家群,陈萍,等. 南阳凹陷北部斜坡带有利勘探目标分析 [J]. 河南石油,2002,16(6):11-13.
- [12] 王定一,车自成,张树田,等. 南襄盆地构造发育特征及形成机制 [J]. 石油与天然气地质,1987,8(4):22-25.
- [13] 程旭波,刘峰君,杜新勇,等. 南阳凹陷张店油田叠瓦状油藏形成条件探讨 [J]. 断块油气田,2004,11(1):18-19.
- [14] 何祖荣. 南阳凹陷东庄油田成藏特征 [J]. 大庆石油地质与开发,2005,24(3):5-6.
- [15] 陆建林,李思田,邱荣华,等. 南阳凹陷隐蔽油气藏的分类及勘探思路 [J]. 江汉石油学院学报,2004,26(1):27-28.
- [16] 韩涛,彭仕宓,石金华,等. 南阳凹陷东部核二段储层沉积相研究 [J]. 油气地质与采收率,2006,13(6):33-35.
- [17] 付代国,梁文生,罗家群,等. 南阳凹陷核桃园组沉降特征与构造演化关系研究 [J]. 石油地质与工程,2008,22(4):4-6.

Discovery and significance of the breakup unconformity in the Hetaoyuan Formation, Nanyang depression

CAO Gao-she¹, WANG Ya-wei¹, LIN Yu-xiang², Zu Xin-xu¹, XU Guang-ming¹, XING Na-na¹, CHEN Jun-xia¹

(1. School of Resources and Environmental Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454003, Henan, China; 2. College of Geo-Info Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, Shandong, China)

Abstract: The present paper focuses on the boundary and the sedimentary strata between the middle submember ($E_2 h_2^2$) and upper submember ($E_2 h_2^1$) of the second member of the Hetaoyuan Formation in the Xidagang outcrop areas, Nanyang depression. The authors contend on the basis of thin section examination, granulometric analysis, X-ray diffraction patterns and geochemical signatures that the boundary should be a breakup unconformity rather than the formerly “palaeoexposure surface”. This breakup unconformity resulted from the highly extension of the Quwa fault, a NE-trending fault, and represents the transition from the southern faults to the eastern faults in the Nanyang depression.

Key words: Hetaoyuan Formation; breakup unconformity; Nanyang depression; Xidagang