

# 泌阳凹陷南部陡坡带核桃园组二段砂砾岩体发育的控制因素分析

朱俊强<sup>1,2</sup>, 罗军梅<sup>1,2</sup>

(1.长江大学地球科学学院,湖北 荆州 434023;

2.长江大学油气资源与勘探技术教育部重点实验室,湖北 荆州 434023)

**摘要:** 根据古构造地貌特征和现今构造格局,将泌阳凹陷划分为三个带:南部陡坡带、中部深凹带和北部斜坡带。长期以来,泌阳凹陷油气勘探的重点一直集中在核桃园组三段,认为核桃园组二段(下简称核二段)生油能力不足。随着油田勘探程度的提高和相关理论研究的深入,特别是对低熟、未熟油成藏理论和下生上储成藏规模量化研究的突破,奠定了在泌阳凹陷核二段找油的基础。经综合研究认为,在核二段沉积时期南部陡坡带砂砾岩体发育受控于边界断裂、古地貌、物源、水动力及古气候等因素,其中断裂的活动强度及古地貌为主控因素。通过研究砂砾岩体发育及不同规模砂砾岩体分布与主要控制因素间的关系,建立了南部陡坡带核二段的控砂模式图。

**关键词:** 陡坡带;砂砾岩体;控制因素;泌阳凹陷;核二段

**中图分类号:** P588.21

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-4135(2011)02-0108-06

## 1 区域地质概况

泌阳凹陷是我国东部南襄盆地中的一个小型凹陷,其基底属于秦岭褶皱带的褶皱基底,新生代由于受南部北西西向的唐河-栗园断裂和东部北东向的泌阳-栗园断裂的共同作用,形成了南陡北缓的扇形箕状断陷盆地。凹陷总面积1 000 km<sup>2</sup>,有效勘探面积800 km<sup>2</sup>,中、新生界沉积岩厚度达8 000 m,其中油源岩的最大厚度为2 200 m。根据凹陷的古构造地貌特征和现今构造格局,可以将其划分为三个带:南部陡坡带、中部深凹带和北部斜坡带(图1)。南部陡坡带面积约250 km<sup>2</sup>,构造简单,断层稀少,以鼻状构造为主,分布在生油区内或邻近生油区,为油气聚集提供了良好的构造背景<sup>[1]</sup>。

泌阳凹陷所钻遇的地层自上而下依次为第四系平原组、新近系上寺组及古近系廖庄组、核桃园组,是凹陷油气勘探的主要目的层系。根据岩石组合、沉积旋回及岩性特征,自上而下将核桃园组分为三段,即核一段、核二段、核三段。其中核二段厚700~800 m,为灰、深灰色泥岩、泥质白云岩夹灰褐色和浅褐色白云岩、油页岩、砂岩和天然碱,上部

灰-灰绿色泥岩增多。长期以来,泌阳凹陷油气勘探的重点一直集中在核三段,认为核二段生油能力不足。随着油田勘探程度的提高和相关理论研究的深入,特别是对低熟、未熟油成藏理论和下生上储成藏规模量化研究上的突破,奠定了在泌阳凹陷核二段找油的基础<sup>[2]</sup>。

## 2 砂砾岩体发育的控制因素分析

结合南部陡坡带构造背景,经分析研究认为,砂砾岩体发育主要受控于断裂活动强度、转换带位置、古地貌、物源、水动力及古气候等因素。概括起来,砂砾岩体的发育(空间分布及沉积成因)具有“断裂结构控‘型’、构造转换带控‘源’、古地貌控‘砂’、复合基准面控‘层位’”的规律<sup>[3]</sup>。

### 2.1 构造活动

陡坡带断裂活动尤为强烈,对沉积具有很强的控制作用,即陡坡带砂、砾岩扇体的发育、演化主要受控于断裂活动的发育程度<sup>[4]</sup>。陡坡带断裂活动不仅控制了凹陷的形态和规模,而且控制着砂砾岩体的分布特征,主要体现在以下断层的活动强度和断层转换调节带两个方面。

收稿日期: 2010-12-26

基金项目: 中石化河南油田分公司石油勘探开发研究院项目:泌阳凹陷南部陡坡带控砂机制研究(G0503-08-ZS-053)

作者简介: 朱俊强(1975-),男,河南省登封市,2011年6月毕业于长江大学地球科学学院矿物学、岩石学、矿床学专业,研究方向为储层沉积学, Email:gladrabbit@sina.com。

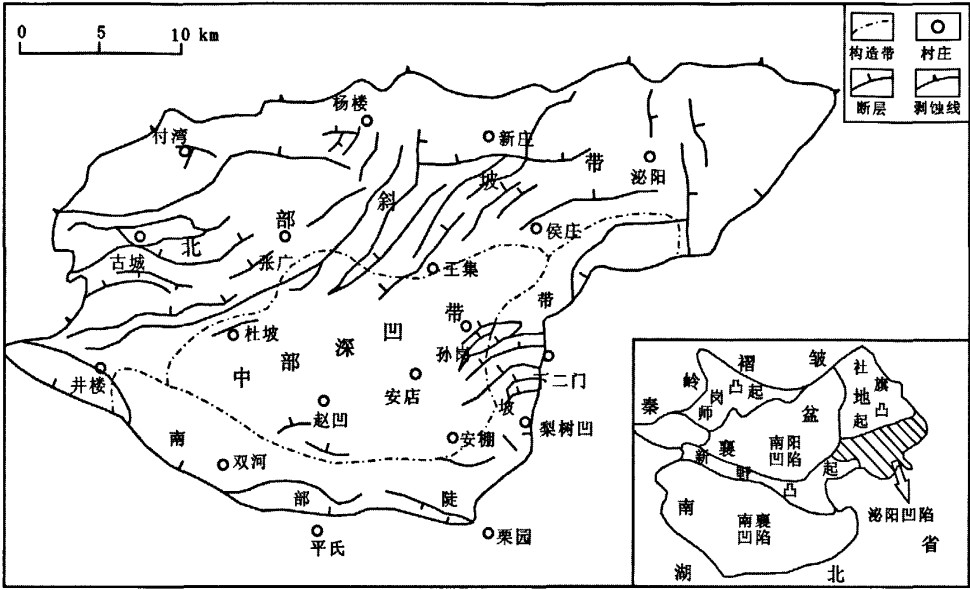


图1 泌阳凹陷的构造格局及地理位置图

Fig.1 Distribution of the tectonic framework and location of Biyang depression

核二段边界断裂活动强度大,山高水深,沉积物补给欠饱和-饱和,凹陷持续强烈下沉,出现半深湖沉积。前人研究表明,核二段沉积时期为湖盆由断陷型向拗陷型过渡的阶段,对应于强烈断陷末期至断陷萎缩早期,为两种应力转化的过渡时期。同时核二段在总体拉张的背景下,有左旋压扭性构造运动间歇发生,形成赵凹、双河等一系列北西向鼻状构造并长期发育。到核二段沉积晚期,边界断层的活动都大大减弱或基本停止,凹陷内沉积格局稳定,沉降中心与沉积中心基本统一,标志着盆地断陷阶段结束。

由于倾向伸展作用逐渐加大,盆地基底沿该断裂的伸展掀斜旋转作用增强,且占主导地位,基底掀斜旋转方向发生了变化,断层转折带发育位置、方向产生了变化,砂体展布方向也随之发生变化,有由西北转向东南方向的趋势。

2.2 古地貌

古地貌形态对沉积体系发育的类型具有一定的控制作用,从而控制了储集砂体的类型,因此正确、精细的古地貌恢复和研究对面上沉积体系配置及储集砂体的展布研究具有很好的指导作用<sup>[5]</sup>。对陡坡带砂砾岩扇体的研究表明,古地貌对砂砾岩扇体的发育起着至关重要的控制作用:古凸起和古断层剥蚀面上的冲沟对应着凹陷内砂砾岩扇体的发育,大沟对大扇,小沟对小扇<sup>[6]</sup>。如核二段古地貌与沉积体

系匹配关系图(图2)所示,在该沉积时期南部的桂岸、杨桥、栗原及东部的梨树凹地区发育隆起-下切沟谷-陡坡断裂坡折带-凹陷组合样式。下切沟谷与下方陡坡断裂坡折带耦合,顺着沟谷的方向在陡坡坡折带上发育扇三角洲沉积。该沉积时期南部的陡坡坡折带扇体的延伸方向发生变化,由核三段整体的北西向东开始过渡。南部平氏地区的古地貌组合样式为隆起-断裂转换带-陡坡断裂坡折带-凹陷,构成该沉积时期最大的物源供给系统,断裂转换带的输送能力明显较其他类型的沟谷强,导致该系统中发育的扇三角洲沉积体系延伸分布较广泛,在陡坡断裂坡折带及凹陷发育扇三角洲前缘亚相。而东北部一带的组合样式为隆起-断槽沟谷-沉积斜坡坡折带-凹陷,断槽沟谷与下方的沉积斜坡坡折带耦合,沿着断槽的方向在斜坡坡折带上发育大规模的辫状河三角洲沉积,延伸较远。

2.3 物源

核二段沉积时期,南部陡坡带主要物源区为古城、井楼-长桥、平氏和侯庄,次要物源区为杨桥、桂岸和梨树凹。各个物源区母岩类型以变质岩为主,岩石类型有混合岩、片岩、板岩、大理岩等,其次为花岗岩,而沉积岩较少。但不同物源区母岩类型不同,南部井楼-长桥以变质岩和花岗岩岩屑为主,南部平氏以花岗岩、混合岩、片岩和碳酸盐岩为主,桂岸以变质岩和花岗岩岩屑为主,梨树凹以花岗岩和变



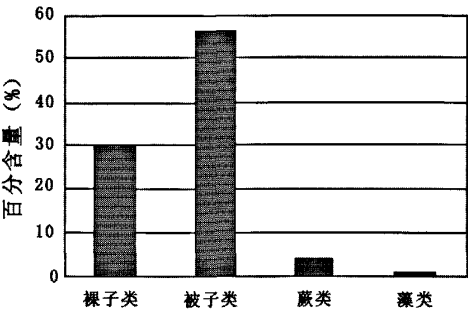


图3 核二段孢粉组合百分含量直方图

Fig.3 The histogram of percentage content of Pollen assemblage in Eh2

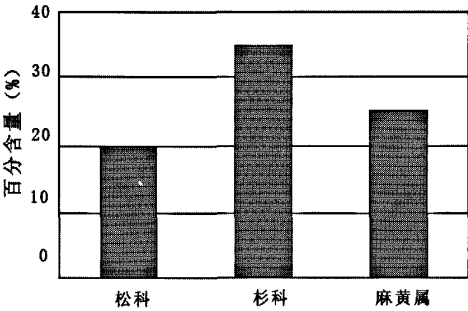


图4 核二段裸子类植物主要科属百分含量直方图

Fig.4 The histogram of percentage content of main families and genera of gymnosperm in Eh2

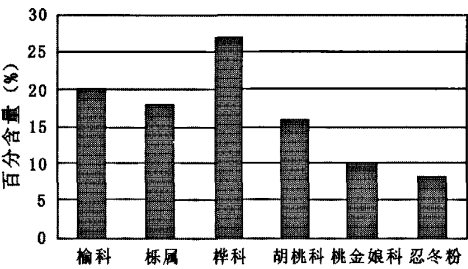


图5 核二段被子类植物花粉主要科属百分含量直方图

Fig.5 The histogram of percentage content of main families and genera of angiosperm pollen in Eh2

类中以桦科为优势种,含量最高。其他指示干旱气候的科属像胡桃科、桃金娘科等含量都大幅上升,而榆科及柞属的含量则有所下降。裸子类中松科含量下降较明显,而反映寒冷干旱气候特征的麻黄属则出现大幅上升。蕨类较丰富,种属较多,以规则三角孢为主。藻类不太丰富,以大刺藻较连续出现。综合分析显示核二段的古气候以干旱气候为主,夹杂少许潮湿气候在里面,即古气候条件为干旱-半干旱,陡坡带边缘水系较活跃,周缘碎屑体系间歇性地向盆内进积。因而在井楼-长桥一带、平氏-杨桥一带形成的扇体沉积规模比核三上段小,下二门、梨

树凹一带也形成小规模扇体。

2.5 古水动力条件

古水动力条件是指沉积时期波浪和水体的运动状况,沉积时期的古水流方向是重建沉积物来源及沉积过程的有效方法。古水流分析可提供沉积盆地演化四个方面的信息:①古斜坡的倾斜方向;②沉积环境;③沉积物的供给方向;④沉积体的走向和几何形态<sup>[10]</sup>。根据砂砾岩体的厚度、单层厚度、结构及成分变化、定向构造、孢粉等资料可对水动力条件进行分析研究。根据对平均单层砂岩厚度及砂地比的分析,作出核二段的水动力条件强弱的区域分布图(图6)。从图中可看出,沿着物源的延伸方向水动力条件依次减弱,而且水动力条件的强弱变化主要分四个区域:西北部高庄-前杜楼区、西南部长桥-桂岸区、南部平氏-杨桥区和东北部孙岗-程店区、安棚-梨树凹区。水动力比较强的是沿南部陡坡带的几个扇三角洲发育的区域及东北部孙岗-程店一带,而西北部一带水动力条件相比较弱。在平氏-杨桥地区水动力条件最强,砂体很发育。总体来看,水动力条件的强弱变化与物源的分布是一致的,核二段时期凹陷南部的古地貌条件控制了河流的流向,从而也控制了水动力条件的形成<sup>[11]</sup>。

3 陡坡带砂砾岩体的控砂模式

在核二段沉积时期,断层的活动强度和沉降活动有所减弱,湖盆由断陷型向拗陷型过渡,断裂的活动造成了地形高差、剥蚀、搬运和沉积。而且物源及水动力条件对砂体的控制作用明显加强,因而该沉积时期控制砂体发育的主要因素为断层的活动强度、断层转换带和古地貌对砂体的影响,物源和水动力对砂体的控制作用次之,古气候因以半干旱为主而对砂体的发育影响相对较弱。通过对砂砾岩体发育控制因素的综合研究,建立了核二段的控砂模式图(图7)。

4 结论

在泌阳凹陷南部陡坡带的核二段沉积时期,影响砂砾岩体发育的主要控制因素有边界断裂、古地貌、物源、水动力及古气候等因素。其中构造因素最为重要,它不仅决定砂砾岩体的规模、纵向层序,而且控制盆地的演化阶段<sup>[12]</sup>。对控砂机制可概括为盆缘断裂控“型”、构造转换带控“源”、古地貌控“砂”和

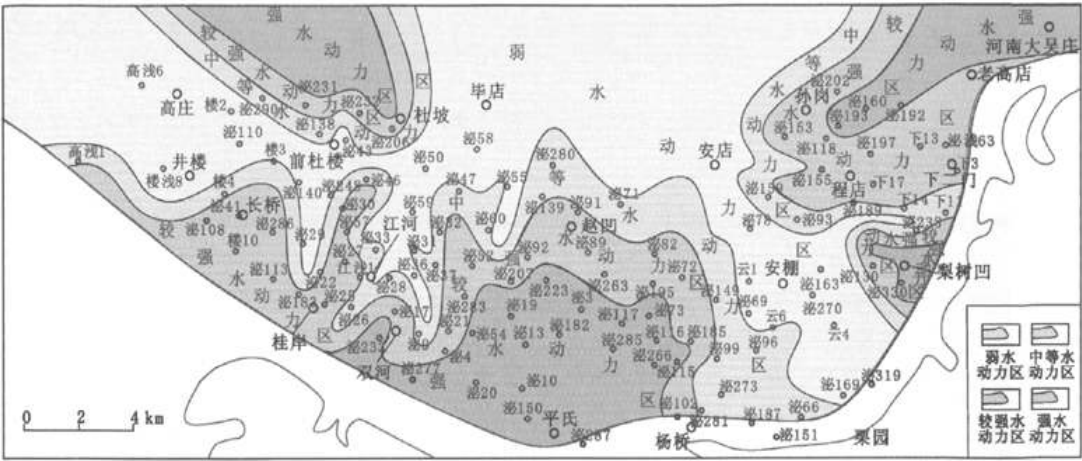


图6 核二段水动力强弱分布图

Fig.6 The distribution of hydrodynamic conditions of Eh2

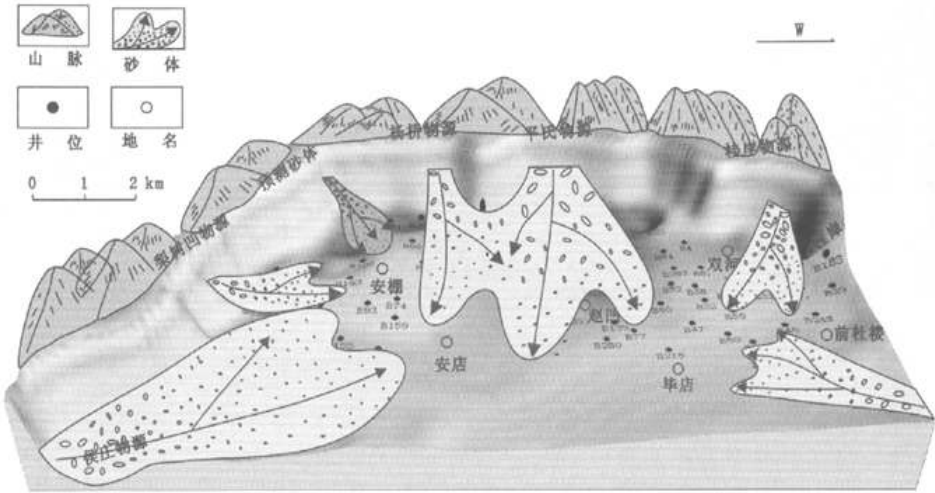


图7 泌阳凹陷南部陡坡带核二段控砂模式图

Fig. 7 The sandbody-controlled model of Eh2 in southern steep slope zone of Biyang depression

复合基准面控“层位”。根据“沟扇对应”理论进行地震地质综合研究,推测在栗园-安棚一带有小规模砂体发育。对控砂机制的深刻认识为核二段沉积体系的研究提供了有效思路,并提高了砂砾岩体储集层预测的精度。

参考文献:

[1] 高保玲,李群德,郭彦丽,等. 泌阳凹陷南部陡坡带砂砾岩储层流体识别方法研究[J]. 石油地质与工程, 2009, 23(5):43-45.  
[2] 鲜本忠,姜在兴,高风珍. 河南泌阳凹陷古近系核桃园组核二段沉积体系[J]. 古地理学报, 2002, 4(2):31-37.  
[3] 鲜本忠,王永诗,周廷全,等. 断陷湖盆陡坡带砂砾岩体分布规律及控制因素—以渤海湾盆地济阳坳陷车镇凹陷为例[J]. 石油勘探与开发, 2007, 34(4):429-436.

[4] 肖焕钦,王宝言,陈宝宁,等. 济阳坳陷陡坡带断裂控砂模式[J]. 油气地质与采收率, 2002, 9(5):20-22.  
[5] 徐长贵,赖维成,薛永安,等. 古地貌分析在渤海古近系储集层预测中的应用[J]. 石油勘探与开发, 2004, 31(5):53-56.  
[6] 陈萍. 泌阳凹陷陡坡带砂砾岩体预测[J]. 石油勘探与开发, 2006, 33(2):198-200.  
[7] 赖维成,宋章强,周心怀,等. “动态物源”控砂模式[J]. 石油勘探与开发, 2010, 37(6):763-768.  
[8] 赵秀兰,赵传本,关学婷,等. 利用孢粉资料定量解释我国第三纪古气候[J]. 石油学报, 1992, 13(2):215-225.  
[9] 王伟铭,张大华. 内蒙古商都—化德盆地第三纪孢粉组合—兼论中国草原植被的形成[J]. 微体古生物学报, 1990, 7(3):239-252.  
[10] 迈尔 A D (加), 孙枢等译. 沉积盆地分析原理[M]. 北京: 石油工业出版社. 1991, 253-254.

[11] 薛云韬,罗顺社,雷传玲,等.泌阳凹陷南部陡坡带核二段物源及古水流研究[J].长江大学学报(自然科学版),2009,6(3):158-160.

[12] 田景春.箕状断陷湖盆陡坡带砂体特征、演化及控制因素-以胜利油区东营凹陷北带沙河街组为例[J].矿物岩石,2001,21(3):56-63.

## Analysis on Controlling Factors of the Glutenite Body Development in Eh2 of Southern Steep Slope of the Biyang Depression

ZHU Jun-qiang<sup>1,2</sup>, LUO Jun-mei<sup>1,2</sup>

(1.College of Geosciences, Yangtze University, Jingzhou 434023,China; 2.Key Laboratory of Exploration Technologies for Oil and Gas Resources of Ministry of Education, Yangtze University, Jingzhou 434023,China)

**Abstract:** According to characteristics of ancient tectonic landform and present tectonic framework, Biyang depression can be divided into three zones, Southern steep slope, Middle deep depression and Northern slope regions. For a long time oil-gas exploration of Biyang depression focuses on Eh3, and oil-producing ability of Eh2 is regarded inadequate. Along with improvement of exploration degree and intensive study of relative theory, especially the breakup of reservoir-forming theory of immature and low mature oil and quantitative investigation of lower generating and upper reservoiring formation scale, foundation of seeking oil and gas in Eh2 were established. Comprehensive study shows that during the sedimentary period of Eh2 glutenite body development in southern steep slope zone was controlled by the boundary fracture, palaeogeomorphology, material sources, hydrodynamic force and paleoclimate and other factors, among which the intensity of fracture activities and palaeogeomorphology were the dominant ones. After research on sandbody development and the relations between the distribution of various scale sandbody and main controlling factors, the sandbody-controlled model of Eh2 in southern steep slope zone was set up.

**Keywords:** steep slope zone; glutenite body; controlling factors; Biyang depression; Eh2

## 《地质调查与研究》征订启事

经国家科委和新闻出版署批准,我刊《前寒武纪研究进展》于2003年起更名为《地质调查与研究》。办刊宗旨:本刊为地质科学领域中的学术性刊物,执行党的基本路线及国家的出版政策法规,坚持“百花齐放,百家争鸣”的双百方针,面向地质调查和研究工作,为地质调查和研究成果提供交流载体,推动我国地质调查和研究工作的开展,为我国的经济建设和发展服务。主要刊登内容:地质调查和研究中的新认识、新成果、新进展,地区性、专业性焦点、难点问题讨论,新理论、新技术、新方法、新工艺的研究和引进。内容涉及基础地质、矿床地质、同位素地质年代、第四纪地质、水资源与环境、灾害地质、城市地质、农业地质、地球物理勘查、地球化学勘查、地质调查信息等领域,以及国民经济和社会发展对地质工作的需求等方面的文章,亦刊登国外相关领域的研究动态和成果。主要开设栏目:基础地质、矿产资源、水文地质、灾害地质、环境地质、技术方法等,非常适合地质工作者、地质院校师生和有关单位的管理者阅读参考。

本刊为80页的季刊,每期约12万字,铜版纸印刷,公开发行,可全年订阅,也可分期订阅。订阅办法:1)单位和个人均可向我刊编辑部订阅;2)邮局汇款地址:天津市河东区大直沽八号路4号编辑部,邮编:300170;3)银行信汇:天津市河东区工商行大直沽分理处,账号:0302040109006621382。

联系电话:022-84112950。

《地质调查与研究》编辑部