

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2018.03.014

关中盆地上新世地层形成时代、层序划分及沉积相特征研究

谢青^{1,2}, 曾忠诚^{1,2}, 张若愚^{1,2}, 王天毅^{1,2}

(1. 陕西省地质调查中心, 西安 710068;

2. 陕西省地质调查院, 西安 710054)

摘要: 关中盆地位于华北板块西南缘,为一新生代断陷盆地,具典型地堑形态,沉积巨厚的新生代地层。针对盆地新近纪上新世地层形成时代有争议、地层层序划分不明确、沉积相界定较笼统等问题,利用钻测井资料及野外调研,结合前人研究成果,对盆地新生代地层进行了重新划分,明确了上新世各地层形成时代及其地层层序划分和沉积相类型。研究表明,上新统可划分为蓝田组(11Ma—7 Ma)、灞河组(7.3 Ma—2.6 Ma)、张家坡组(3.4 Ma—2.6 Ma);新生代层序地层可划分为古近系构造层序、中新统构造层序、上新统构造层序和第四系构造层序等4个一级层序,存在6个构造层序界面。蓝田组以“三趾马红黏土”的风成沉积为特征。灞河组沉积时期,关中盆地的西安凹陷为一套冲(洪)积相、河流、三角洲相沉积,固市凹陷为一套冲(洪)积、河流、三角洲及滨浅湖相沉积;盆地边部开始出现小范围的风成黏土沉积。张家坡组以河湖相沉积为主,沉积中心向南移;盆地南北两侧或边部为冲(洪)积扇相、河流相及三角洲相沉积,边部也有小范围的风成黏土沉积。

关键词: 地层划分;地层层序;沉积相;上新统;关中盆地

中图分类号: TE121.3 **文献标识码:** A

0 引言

关中盆地(渭河盆地)为一新生代断陷盆地,沉积巨厚的新生代地层。由于其特殊的构造-地理位置、产有化石、稀有资源(地热能及干热岩)等,一直是国内外学者^[1-11]所重视并引起争议的对象。前人对盆地内的水气资源(地热水、水溶气、生物气及氦气等)、地球物理特征、构造特征等研究较多^[12-16],但对盆地上新世地层划分及其形成时代研究较笼统,尤其是对盆地沉积相的研究更是较粗略,笼统的概况为河湖相沉积。

本文将通过对关中盆地地区内地层及沉积相的研究,力图重塑研究区古环境、古地理特征,以期能够

为区内油气、煤、地下水等资源的勘探提供参考,同时也希望能够为关中一天水经济区《关中平原城市群发展规划》实施提供帮助。

1 区域地质背景概况

关中盆地北靠鄂尔多斯地块,南依秦岭造山带,构造活动复杂,经历了长期的构造演化史,属于典型的断陷盆地^[17-21](图1a)。此盆地为一南深北浅、东深西浅、不对称的复式地堑盆地,是世界上最大的新生代板内裂谷之一。盆地经历了多期次的构造演化,发育很多纬向深大断裂,以活动断层较发育为特点,表现形式是地裂缝出露较多。盆地可划分为北

收稿日期: 2018-03-29; 改回日期: 2018-05-22; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 陕西省公益地质项目“渭河盆地三维地质结构调查及区域地壳稳定性评价”(编号:公益[2017]01-11)资助。

作者简介: 谢青(1987—),女,工程师,博士,主要从事沉积学、储层地质学、非常规资源研究工作。通信地址:陕西省西安市碑林区友谊西路243号,陕西省地质调查中心;邮政编码:710068;E-mail: xieqingsunny@163.com, 799653989@qq.com

部斜坡带、南部凹陷区及西部隆起区 3 个一级构造单元(图 1b),前两者又有固市凹陷和西安凹陷两个次级构造单元组成^[24]。

2 盆地地层划分

关中盆地主要由很厚的新生代地层沉积而成,缺失古新统。盆地基底主要由前新生代地层及花岗岩构成,并在盆地边缘出露^[16]。

中新生代以来,由于盆地持续处于一种特殊的构造应力场中,导致其不均衡沉降^[25],尤其是新生代以来,盆地周围山体环绕,气候条件温和适宜,河流相为其主要的沉积相,盆地的物源主要来自北面、南面、西面山地。岩性以砂砾卵石和黄土为主,新生代沉积物粒度具有外粗内细、南粗北细、西粗东细的特征。具有风积、湖积、冲洪积、冰水、坡积、滑塌堆积等沉积成因类型,所以造成地层沉积厚度差距较大、南北分宜明显、岩性组分复杂^[25]。

其地层划分由于以往主要依靠野外露头剖面,缺乏盆地深层详细资料,加上人为主观误差,造成地层划分不统一、形成时代有争议。本文结合前人研究成果,依据野外露头剖面+钻测井资料对上新世地层进行重新划分(表 1)。上新统自老到新,划分为灞河组、蓝田组、张家坡组。

表 1 关中盆地新生界划分表

Table 1 Division of the Cenozoic strata in Guangzhong Basin

界	系	统	组	年龄/Ma	曾用名及符号	
新生界	第四系(Q)	全新统		0.01	全新统	Q ₄
		上更新统			中-上更新统	Q ₂₋₃
		中更新统				
		下更新统	三门组	2.6	三门组	Qp _{1s}
	新近系(N)	上新统	张家坡组	2.6~3.4	游河组	永乐店群(Ny) Ny I-III Ny IV
			蓝田组	2.6~7.3		
			灞河组	7~11		
		中新统	寇家村组	23.3	高陵群	N _{2g} /高陵群
	古近系(E)		冷水沟组			
		渐新统	白鹿塬组	32	户县群	甘河组 白鹿塬组
		始新统	红河组	56.5		红河组
		古新统		65		

2.1 灞河组

主要出露于盆地东南部西安、渭南和蓝田之间,其次在华县瓜坡、澄城、眉县等地也有少量出露。岩性下段主要为为浅紫—杂褐色泥岩、黄褐色砂岩;中段主要为紫褐、黄褐色砂质泥岩与砂砾岩互层;上段主要为棕黄、灰绿色泥岩^[16,24-26]。在平原区埋深约 500~900 m 以深,厚度约 294 m。与下伏寇家村组呈平行不整合接触。

灞河组产 Hippari-on weihoensis、Brachy poth-erium vivarra、Shenxispira chowi 等哺乳动物化石,时代被定为早上新世^[24]。依据植被类型 C3 型转变为 C4,推测认为灞河组下端形成年代为新近纪晚中新世早期,上段的年代为晚中新世晚期^[22]。根据古

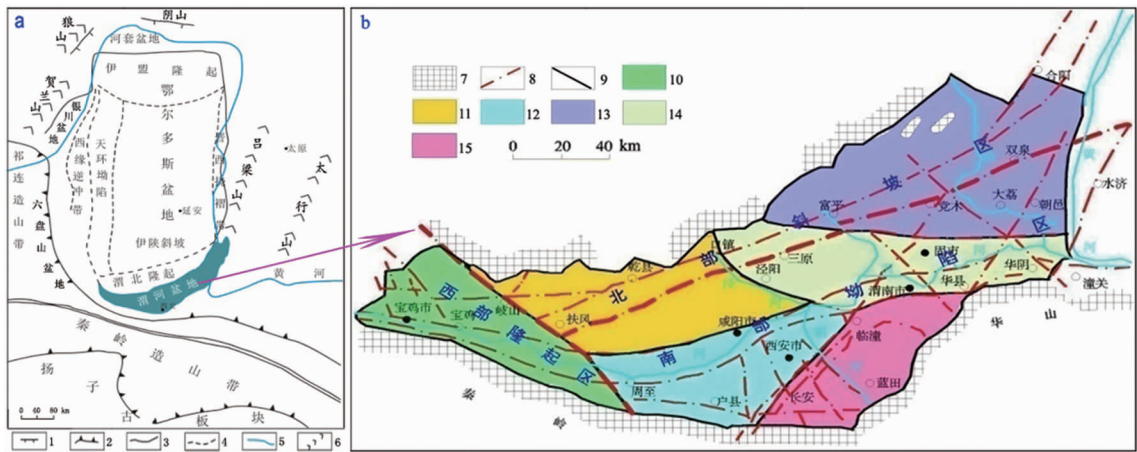


图 1 关中盆地地理位置(a)及其构造单元划分(b)图(据文献[22-23],修编)

Fig. 1 The geographical location map (a) and tectonic unit division map (b) of the Guangzhong Basin

1. 正断层;2. 逆断层;3. 一级构造线;4. 二级构造线;5. 水系;6. 山系;7. 基岩区;
8. 活动断裂;9. 盆地边缘;10. 宝鸡凸起;11. 咸礼断阶;12. 西安凹陷;
13. 蒲城凸起;14. 固市凹陷;15. 临蓝凸起

地磁定年,结合生物地层学表明灞河组时代为 11 Ma—7 Ma,相当于上中新统下保德阶^[27]。

2.2 蓝田组

蓝田组以蓝田县泄湖镇灞河南岸的水家嘴—九老坡剖面命名^[27-28],主要出露于西安、渭南、蓝田、宝鸡、合阳、蒲城等地区,岩性以深红色黏土、红棕、灰白色砾岩为主,与下伏地层为不整合接触,平均厚度约 64 m(图 2)^[16,25]。

蓝田组黏土层中因含有丰富的“三趾马化石”,而被称为“三趾马红土”,并富含灰白色钙质结核,似海绵状。其形成时代存在很大争议:张玉萍等(1987)认定其形成时间为上新世^[29];Sun 等(1987)测出蓝田组底界年龄为 6.8 Ma^[27]⁴¹⁸;Zheng 等(1992)第一次用古地磁方法测定蓝田组的底界年龄 5.0 Ma^[30],并指出蓝田组红黏土可能为风尘堆积;因含三趾马动物群种类:Hipparion plocodus、Chleuastochocerus sp、Gazella gaudryi 等化石,其时代可认定为晚上新世^[24];文献^[27]显示,对段家坡红黏土进行的磁性地层年代学研究推测其年龄约为 7 Ma—2.6 Ma。综合前人研究成果,认为蓝田组年龄应介于 7.3 Ma—2.6 Ma 之间,其形成时代为晚中新世—上新世。

由于灞河组在某些钻孔中与蓝田组岩性、物性相近,比较难以区分,很多研究者将两组合称蓝田—灞河组(图 3)。

2.3 张家坡组

据前人和本次研究,上新统张家坡组主要出露于渭南沈河、赤水河、故城等地。岩性以灰绿色泥岩为主,含砂泥岩,赤水河底部出现红色、花斑泥岩,与下伏蓝田—灞河组为不整合接触^[31]。洛河一带厚约 60 m,渭南一带厚约 220 m,东雷一带厚约 30~40

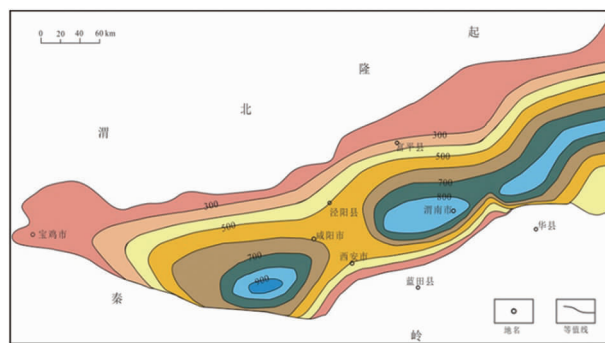


图 3 蓝田—灞河组地层等值线图

Fig. 3 The contour map of the layer thickness of the Lantian-Bahe Formation

m,骊山地区沉积缺失^[16,25]。

张家坡组在西安凹陷钻孔内,岩性粗、颜色杂、厚度大,堆积与沉积速度较快,凹陷中心在长安县渭参 6 井、户县渭深 10 井及渭参 8 井一带,最大厚度大于 1 300 m(图 4)。在固市凹陷,岩性较细,泥质岩以绿色至黑色为主,凹陷中心处于临潼县渭深 16 井、渭南市渭参 5 井及华县渭参 4 井和渭深 12 井一带,最大厚度超过 1 100 m^[25]。

由于完整的张家坡组古地磁年龄待测,结合刘护军等^[6]对游河组(原处于蓝田组与三门组之间的地层,现已取消,认定张家坡组是介于蓝田组和三门组之间的层组)露头进行的古地磁测年为 3.4 Ma—2.5 Ma,再结合下伏蓝田组形成时间,所以在目前情况下可暂定张家坡组形成时间为 3.4 Ma—2.6 Ma,即中上新世至晚上新世。

据岩性及古生物化石等资料可知,当时气候较温暖湿润,具备良好的生、储油气条件。

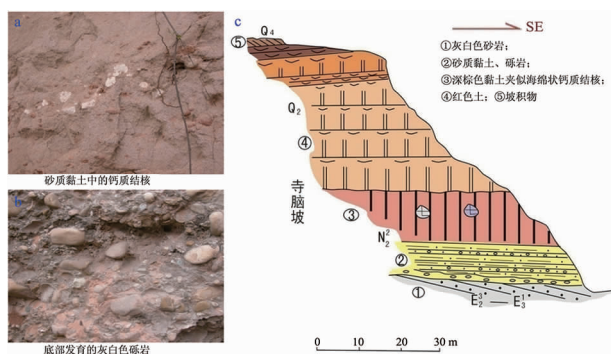


图 2 蓝田组地层剖面及野外岩石照片

Fig. 2 The stratigraphic section and field rock photos of the Lantian Formation

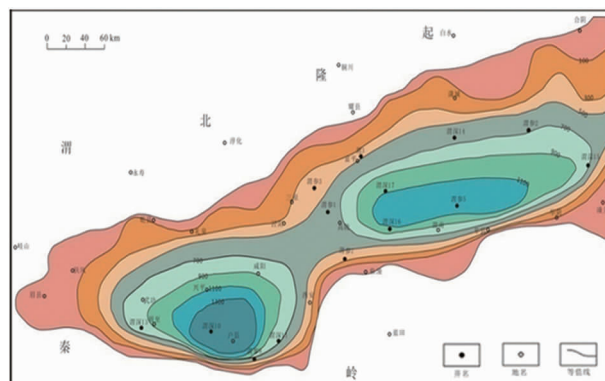


图 4 张家坡组地层厚度等值线图

Fig. 4 The contour map of the layer thickness of the Zhangjiapo Formation

3 盆地地层层序特征及构造反演关系

关中盆地经历了多期次的构造运动和湖面的急剧变化,形成了多期次的地质界面——沉积间断界面、古构造转换面及区域性不整合面^[25]。本次研究在综合野外调研、钻测井及地震资料恢复的新生代构造层序基础上,结合前人的研究成果资料,可将关中盆地的地层充填序列划分为古近系构造层序、中新统构造层序、上新统构造层序和第四系构造层序等4个一级层序,存在T1、T2、T3、T4、T5、Tg等6个构造层序界面(图5)。

构造活动会控制盆地沉积层序的发育演化。在受到以拉张为主的构造应力时,盆地断裂活动较发育,沉降速率较快,主要发育冲(洪)积扇、三角洲及湖泊沉积体系。在伸展(走滑)应力场下,沉积速率较慢,主要发育湖泊、三角洲沉积体系,冲(洪)积扇主要分布在盆地边部,并形成湖泊——“三门湖”。在挤压构造应力场下,盆地构造反转,物源供应多,主要是冲积扇沉积,“三门湖”逐渐消失,除第四纪黄土、古土壤沉积层外,盆地主要是冲(洪)积平原沉积^[6]。

盆地内部及其周边的断裂活动对盆地的发育演化及地层层序的形成有着至关重要的作用。在多次的构造活动影响下,盆地形成很多纬向、北东向及北西向的活动断层,通过对其地层层序的研究,发现盆地的构造层序阶段与构造演化相对应;古近系构造层序反映了盆地的初始裂陷期,中新统构造层序反映了盆地主裂陷期,上新统构造层序显示了盆地走滑—伸展期,第四系构造层序则反映了盆地反转期^[25]。

4 沉积相类型及其特征

4.1 沉积相类型

沉积相是沉积环境及其在该环境中形成的沉积岩或沉积物特征的综合,是沉积环境的物质表现。一个地区的沉积层受到该区物理、化学和生物等方面的综合影响,使其具有独特的特征。由于环境和外营力作用有序地变化,沉积物的综合特征也随之发生变化(德国J. 瓦尔特,1894)。所以对沉积相的研究可以了解一个地区在横向和纵向上沉积环境、

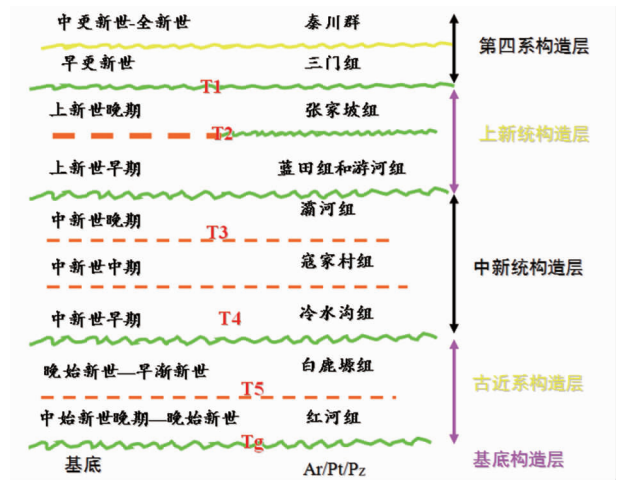


图5 关中盆地新生代构造层序图

Fig. 5 The Cenozoic tectonic sequence map of the Guangzhong Basin

沉积层的变化,为矿产资源勘探和其它沉积矿床研究奠定基础,也能推动古地理学、地貌学和沉积学研究的深入。

依据沉积相划分原则,本次研究对关中盆地上新世地层沉积相类型进行了划分,主要包括冲(洪)积扇相、河流相、三角洲相、滨浅湖相以及风成沉积等^[25]。

(1) 冲(洪)积相

冲(洪)积相主要发育在山谷出口处或明显变化的地形及有大量沉积物供应处,其在研究区主要发育在秦岭山前,主要为一些磨圆度和分选性较差的砾石及碎石,岩性主要为砾岩和砂砾岩,夹砂砾透镜体,底部一般具有冲刷面^[32-33]。沉积物粒度自扇根至扇缘逐渐变小,扇根主要分布一些粗碎屑,以砾石为主,具叠瓦状构造,层理不明显,至扇中及扇缘主要分布砂砾、砂、粉砂岩及泥岩,并发育交错层理、平行层理,局部泥岩具块状构造^[34]。总体上,冲(洪)积相在研究区山前地带变化较大,东部较厚西部较薄^[24]。

(2) 河流相

河流相是关中盆地发育的主要沉积相类型,主要分布在盆地中部及周边,各个时期均有发育,其沉积序列具明显的“二元结构”,在测井曲线上表现为箱形或钟乳形,岩性主要是一些砂岩、粉砂岩、砂质泥岩及泥岩等,成分复杂,结构成熟度和成分成熟度中等—好^[33]。在纵向上具下粗上细的正旋回特征,自盆地西部到东部,边部到中心,颗粒粒度一般由大变,盆地北部岩性较细,主要为泥岩、泥质粉砂岩,

石英含量较高。主要发育板状或槽状交错层理,局部见虫孔现象^[31-32]。

(3) 湖泊相

上新世发育的湖泊相以滨浅湖相环带状或片状分布在盆地中部、斜坡地带,具体分布在盆地固市凹、户县、南部及朝邑断垄以东地区^[25]。该沉积相水动力条件较复杂,水位浅,氧化作用强,沉积物被改造强烈,成分成熟度和结构成熟度较高。岩性以灰褐色、浅灰色黏土岩、泥质粉砂岩和泥岩为主,局部夹砂砾石薄层或中粗砂岩,并见中粗砂、中细砂及粉细砂互层。主要发育水平、波状层理及块状层理等。

(4) 三角洲相

三角洲相也是盆地上新世发育的主要沉积相之一,大面积分布在盆地的西安凹陷和固市凹陷,或以环带状分布在盆地边部。岩性以中、细砂岩、泥岩为主,砂泥互层多发育。在砂岩层中主要发育槽状、板状交错层理和平行层理,底部见冲刷面,局部发育透镜体。在泥岩层中主要发育水平层理。研究区该沉积相中多见动物化石,如哺乳类和鱼类骨骼碎片化石^[32]。

(5) 风成沉积

风成沉积是风力作用下砂、粉砂、黏土等物质被搬运和堆积的过程,是第四系最发育的沉积类型,尤其在黄土高原最明显。关中盆地广泛分布风成沉积物,自上新统蓝田组开始出现风成红黏土和黄土,并含有哺乳动物化石,以“三趾马化石”和钙质结核含量较高为特征^[31]。

4.2 关中盆地上新世各时期沉积相类型及特征

(1) 蓝田-灞河组沉积相演化特征

蓝田组沉积期,哺乳动物化石主要是森林型的环齿三趾马,反映当时关中盆地的自然环境为森林^[6];因其含有较多的“三趾马红土”,所以蓝田组以“三趾马红黏土”的风成沉积为显著特征。

灞河组沉积期,西安凹陷呈东西向卵圆型,形态较明显,向两侧变薄,以户县渭深 10 井为沉积中心,在靠近秦岭山前侧沉积厚度可达 900 多米,厚度最大,说明秦岭山前断裂对其影响较大,这时沉降中心开始偏向造山带一侧。在凹陷内自盆地边部到中心发育的沉积相为冲(洪)积相、河流相、三角洲相(图 6)。固市凹陷也呈东西向,形态不明显,以渭深 16 井为沉积中心,沉积厚度较大,可达 800 多米,由于受周缘构造断裂的影响东段折向东北。凹陷内从东秦岭山前向凹陷中心依次出现冲(洪)积、河流、三角

洲及滨浅湖相沉积,说明固市凹陷的水体深度要比西安凹陷深,且在盆地边部开始出现小范围的风成黏土沉积。在固市凹陷沉积物中普遍见石膏晶体,反映当时的气候环境为干旱炎热的氧化环境^[6,25]。

(2) 张家坡组沉积相特征

张家坡组沉积期,盆地湖域面积变大,沉积中心稍有南移,半深湖、滨浅湖发育较广泛。固市凹陷和西安凹陷沉积特征分异较大,形成两个相对独立的大湖相沉积区。西部的西安凹陷,渭参 6 井、渭参 8 井及渭深 10 井一带为沉积中心,其最大厚度大于 1 300 m,主要为河湖相沉积。东部的固市凹陷,以渭深 16 井、渭参 5 井、渭参 4 井及渭深 12 井一带为沉积中心,最大厚度大于 1 100 m,以湖相(半深湖)沉积为主。

盆地南北两侧或边部为冲(洪)积扇相、河流相及三角洲相沉积,盆地中部主要是湖泊相沉积,盆地边部也出现小范围的风成黏土沉积(图 7)。

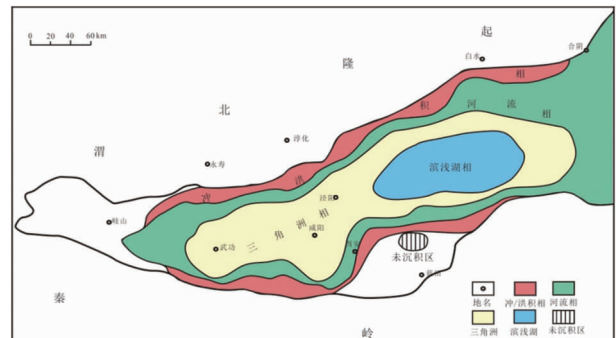


图 6 关中盆地蓝田-灞河组沉积相发育分布图^[35]

Fig. 6 The sedimentary faices map of Lantian-Bahe Formation

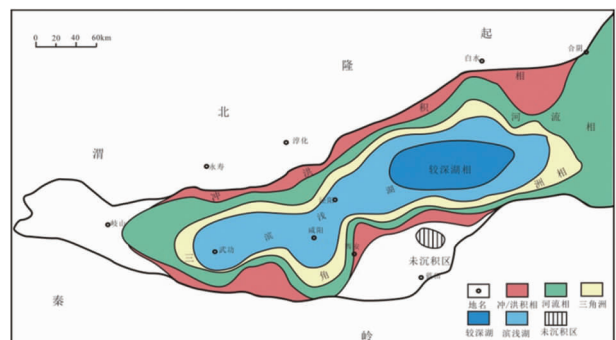


图 7 张家坡组沉积相发育分布图^[15,34]

Fig. 7 The sedimentary faices map of the Zhangjiapo Formation

5 结语

(1) 关中盆地上新统可划分为灞河组、蓝田组及张家坡组。灞河组岩性主要为浅紫、杂褐色、棕黄、灰绿色泥岩,紫褐、黄褐色砂质泥岩及砂砾岩互层,其形成时间为11 Ma—7 Ma,相当于上中新统下保德阶。蓝田组岩性主要为深红色黏土及红棕、灰白色砾岩,并含有丰富的“三趾马化石”,其形成时间为7.3 Ma—2.6 Ma,为晚中新世最晚至上新世。张家坡组岩性主要为灰绿色泥岩、含砂泥岩夹疏松的砂泥岩,其形成时间为3.4 Ma—2.6 Ma,为中上新世至晚上新世。

(2) 关中盆地地层层序可以划分为4个一级层序——古近系构造层序、中新统构造层序、上新统构造层序和第四系构造层序,并存在T1、T2、T3、T4、T5、T_g等六个构造层序界面。

(3) 关中盆地上新世发育多种沉积相类型。蓝田组以“三趾马红黏土”的风成沉积为特色。灞河组沉积时期,关中盆地的西安凹陷为一套冲(洪)积相、河流、三角洲相沉积,固市凹陷为一套冲(洪)积、河流、三角洲及滨浅湖相沉积,盆地边部开始出现小范围的风成黏土沉积。张家坡组沉积时期,以河湖相沉积为主,盆地南北两侧或边部为冲(洪)积扇相、河流相及三角洲相沉积,边部也有小范围的风成黏土沉积。

参考文献:

- [1] 第三普查勘探大队. 汾渭盆地石油普查阶段性地质成果报告[R]. 陕西 咸阳:第三普查勘探大队, 1960.
- [2] 胡孟春. 渭河盆地的地质构造与构造地貌类型[J]. 地理研究, 1989, 8(4): 56-64.
- [3] 彭建兵, 苏生瑞. 渭河盆地活断层与地质灾害的分维特征[J]. 西北大学学报, 1993, 23(6): 555-561.
- [4] 侯建军, 韩慕康. 渭河盆地全新世隐伏构造活动[J]. 地理学报, 1994, 49(3): 258-265.
- [5] 童国榜, 吴锡浩, 陈云, 等. 渭河谷地晚新生代地表环境巨变的孢粉记录[J]. 地质力学学报, 2000, 6(4): 11-18.
- [6] 刘护军. 渭河盆地的形成演化与东秦岭的升降[D]. 西安: 西北大学, 2004: 1-90.
- [7] 刘护军, 薛祥煦. 对渭河盆地新生界及其年代的讨论[J]. 地球科学与环境学报, 2004, 26(4): 1-5.
- [8] 师亚芹, 冯希杰, 截王强, 等. 渭河断裂西安段的展布及其结构特征. 地震学报[J]. 2008, 30(6): 634-647.
- [9] 王红伟, 刘宝宪, 马占荣, 等. 渭河盆地前新生界分布的物探特征及油气成藏条件分析[J]. 地球物理学进展, 2010, 25(4): 1280-287.
- [10] 王斌. 渭河盆地新生代沉积演化: 盆山耦合与风尘沉积[D]. 南京: 南京大学, 2014.
- [11] 刘林, 芮会超, 陈宝赞. 渭河盆地天然气类型、成因特征及找矿远景分析[J]. 地质力学学报, 2016, 22(2): 256-268.
- [12] 王佟, 王莹. 陕西渭河盆地地热资源赋存特征研究[J]. 西安科技学院学报, 2004, 24(1): 82-85.
- [13] 樊小舟, 齐新刚. 陕西三原县地热发育特征及成井条件[J]. 地下水, 2007, 29(2): 96-100.
- [14] 李荣西, 刘建朝, 魏刚峰, 等. 渭河盆地地热水水溶烃类[J]. 天然气地球科学, 2009, 20(5): 774-780.
- [15] 张雪. 渭河盆地地热水溶气资源分布规律研究[D]. 西安: 长安大学, 2012.
- [16] 孙红丽. 关中盆地地热资源赋存特征及成因模式研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2015.
- [17] 周少伟, 江桂, 谷开拓, 等. 大地电磁测深在西安凹陷基底探测中的应用[J]. 地球物理学进展, 2017(5): 2274-2280.
- [18] 杜建军, 马寅生, 黎敦朋. 关中盆地东南缘主要断裂晚更新世以来的活动性及灾害效应[J]. 地球学报, 2017, 38(b11): 55-58.
- [19] 杨晨艺. 关中盆地北缘口镇—关山断裂活动性研究[D]. 西安: 西北大学, 2015: 1-65.
- [20] 任隽. 关中盆地深部地壳结构探测与盆地构造研究[D]. 西安: 长安大学, 2012: 1-70.
- [21] Duan H, Li L, Zhai H. Characteristics of crustal horizontal strain in the Guangzhong Basin of China [J]. Advances in Earth & Environmental Sciences, 2013, 189: 109-116.
- [22] 王建强, 刘池洋, 高飞, 等. 陕西渭河盆地前新生界地质特征及其油气意义[J]. 地质通报, 2015, 34(10): 1981-1991.
- [23] 李玉宏, 卢进才, 李金超, 等. 渭河盆地富氢天然气井分布特征与氢气成因[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2011(s1): 47-53.
- [24] 符卉. 关中盆地古近系沉积特征与古地理特征分析[D]. 西安: 西安石油大学, 2015: 1-52.
- [25] 夏勇. 渭河盆地新生代沉积特征及与构造的关系[D]. 西安: 长安大学, 2007: 1-73.
- [26] 柴先平. 西安地热水伴生富氢天然气成因研究[D]. 西安: 长安大学, 2007: 1-50.
- [27] 王斌, 郑洪波, 何忠, 等. 基于磁性地层的渭河盆地灞河组研究[J]. 高校地质学报, 2014(3): 415-424.
- [28] 刘东生, 丁梦麟, 高福清. 西安蓝田间新生界地层剖面[J]. 地质科学, 1960(4): 199-208.
- [29] 张玉萍. 陕西蓝田地区新世界[M]. 北京: 科学出版社, 1978.
- [30] Zheng H, An Z, Shaw J. New contribution to Chinese Plio-Pleistocene magnetostratigraphy[J]. Physics of the Earth and Planetary Interiors, 1992, 70: 146-153.
- [31] 李智超, 李文厚, 李永项, 等. 关中盆地新生代沉积相研究[J]. 古地理论, 2015, 17(4): 529-540.
- [32] 李钰, 符彩云. 渭河盆地上新统沉积相研究[J]. 地下水, 2015(1): 185-187.

- [33] 郭西锋, 韩斌虎. 关中盆地新近系灞河组—蓝田组沉积相研究[J]. 内蒙古石油化工, 2008, 34(18): 96-98. 708-715.
- [34] 刘志武, 周立发. 渭河盆地新生代构造-沉积格局与油气成藏潜力初探[J]. 福州大学学报(自然科学版), 2015, 43(5):
- [35] 何康宁. 河套盆地呼和坳陷油气成藏地质条件分析[D]. 西安: 西安石油大学, 2015: 1-50.

Study on the formation time, stratigraphic sequence division and sedimentary facies characteristics of the upper Miocene strata in the Guangzhong Basin

XIE Qing^{1,2}, ZENG Zhongcheng^{1,2}, ZHANG Ruoyu^{1,2}, WANG Tianyi^{1,2}

(1. Shaanxi Center of Geological Survey, Xi'an 710068, China;

2. Shaanxi Institute of Geological Survey, Xi'an 710054, China)

Abstract: The Guangzhong basin, located in the southwest margin of the North China plate, is a Cenozoic fault basin characterized by typical graben morphology and thick Cenozoic strata. In view of the controversy over the formation age of the Pliocene strata, the unclear stratigraphic sequence division and the definition of the sedimentary facies in the basin and so on the Cenozoic strata in the basin are redivided and the stratigraphic age, stratigraphic sequence characteristics and sedimentary facies types of Pliocene are identified based on data from drilling and logging, field research and previous research results. The Pliocene series can be divided into Lantian Formation (7 Ma—11 Ma), Bahe Formation (7.3 Ma—2.6 Ma) and Zhangjiapo Formation (3.4 Ma—2.6 Ma); Sequence stratigraphy can be divided into 4 first order sequences, including Paleogene tectonic sequence, Miocene structural sequence, Pliocene structural sequence and Quaternary tectonic sequence. There are 6 tectonic sequence interfaces. Lantian Formation is characteristic of the eolian sedimentary "Hipparion red clay". In the deposition period of Bahe Formation, Xi'an sag is of the alluvia (proluvium), fluvial, delta facies, the Gushi sag alluvia (proluvium), fluvial, delta and shore-shallow lacustrine facies and aeolian clay deposits began to appear small areas at the edge. Zhangjiapo Formation is dominated by fluvial-lacustrine facies with sedimentary center moving to south and are alluvial fan facies, fluvial delta facies deposit, and aeolian clay deposits began to appear small areas at the edge.

Key Words: stratigraphic division; stratigraphic sequence; sedimentary facies; Pliocene series; Guangzhong Basin