

鄂尔多斯盆地中三叠统与上三叠统地层界线讨论

邓秀芹^{1,2)}, 李文厚¹⁾, 刘新社^{1,2)}, 庞锦莲²⁾, 刘鑫²⁾

1) 西北大学地质系, 西安, 710069;

2) 中国石油长庆油田分公司勘探开发研究院, 西安, 710018

内容提要:针对延长组地层划分的争议,开展了延长组孢粉组合、岩石学特征、湖盆演化规律等对比分析,结果显示长8—长10油层组与长1—长7油层组差异显著。其中,长8—长10油层组沉积期,地势平坦,河流、三角洲和滨浅湖广泛发育,岩石成分成熟度低,孢粉组合中蕨类植物孢子占优势,中三叠世的重要分子 *Punctatisporites*、*Verrucosiporites* 含量较高;长7油层组沉积期深湖范围宽广,盆地西南、西部地区长7油层组砂岩中石英含量明显提高,岩石类型发生较大的改变,西缘和西南缘沉积体系也由辫状河、辫状河—三角洲体系演化成冲积扇、扇三角洲沉积体系,该段地层孢子花粉含量相近,以具有晚三叠世色彩的 *Duplexisporites* 大量出现为特征。此外,在盆地西部、西南及湖盆中部地区,长7油层组底部稳定分布的一套凝灰岩薄层,记录了同期的火山、岩浆活动等地质事件,为早印支运动的重要表现形式,因此长7与长8油层组之间地层界线为中三叠统与上三叠统界线。

关键词:延长组时代归属;孢粉组合;沉积演化;凝灰岩;中、上三叠统;地层界线

鄂尔多斯盆地为华北地台重要组成部分,横跨陕、甘、宁、蒙、晋五省区,面积约 $37 \times 10^4 \text{ km}^2$,可划分伊陕斜坡、伊盟隆起、渭北隆起、晋西挠褶带、天环坳陷、西缘逆冲带六大构造单元(图1)。盆地内三叠系发育良好,生物化石丰富,成为中国北方陆相三叠系的标准剖面。其中延长组为石油、天然气、煤炭等资源的重要产层,鄂尔多斯盆地成为我国重要的能源基地之一。几十年来,围绕鄂尔多斯盆地延长组开展了大量工作,研究成果有效指导了延长组的石油勘探开发(刘少峰等,1996;赵文智等,2003;白云来等,2006;陈全红等,2006;段毅等,2006;赵靖舟等,2006;邓秀芹等,2007;曾联波等,2007;刘新社等,2008)。但是目前对延长组的时代归属和地层划分的认识仍存在较大的分歧。

本文通过综合分析延长组孢粉组合、岩石学特征、湖盆演化规律,讨论了中、上三叠统的地层界线,对鄂尔多斯盆地中生界最主要的烃源岩——长7“张家滩页岩”的时代归属提出了新的划分意见。该认识将对进一步分析鄂尔多斯盆地石油地质条件、油藏组合特征及预测油气富集区具有重要的意义。

1 延长组地层划分对比研究现状

延长组发育约1300 m的河流、三角洲及湖泊相沉积建造,对于这套地层的时代归属始终存在争议,一种观点认为延长组为晚三叠世沉积,另一种观点认为“张家滩页岩”及其下部地层时代属于中三叠世,该页岩层之上地层时代属于晚三叠世。潘钟祥(1936,1954)、斯行健(1956)通过研究陕北植物大化石的组合特征将其划归晚三叠世,相当于考依波期至瑞替期,并分别命名为延长层和延长群;陕西省地质局石油普查队(1974)^①根据延长组纵向上岩性组合、沉积旋回的差异由下而上划分了5个岩性带,分别称为长石砂岩带、油页岩带、含油带、黄铁矿结核带和瓦窑堡煤系,后来将这5带相应改为第一段至第五段($T_3y^1—T_3y^5$);中国地质科学院地质研究所(1980)通过研究古植物、孢粉组合认为以蕨类植物孢子占优势的延长组 $T_3y^1—T_3y^2$ 与下伏中三叠统纸坊组的孢粉组合一致,并与西伯利亚及外乌拉尔中三叠统科彼依组的孢粉组合可以对比,因此提出 $T_3y^1—T_3y^2$ 段属于中三叠统,命名为铜川组;陕西省区域地层表编写组(1983)认为延长植物群已经不

注:本文为国家科技重大专项“大型油气田及煤层气开发”(编号2008ZX05044)和国家重点基础研究发展计划“973”项目(编号2003CB214602)资助成果。

收稿日期:2008-08-25;改回日期:2009-06-16;责任编辑:周健。

作者简介:邓秀芹,女,1972年生。西北大学博士研究生,长庆油田公司高级工程师,主要从事沉积相、石油地质综合研究。电话:029-86594327;Email:dxqlcq@petrochina.com.cn。

合面貌显示了较大的差异(图 2)。

长 8—长 10 油层组中孢粉分异度相对较低,蕨类植物孢子含量明显高于裸子植物花粉含量(分别占 71.1% 和 28.9%)。其中,三缝孢类占绝对优势, *Punctatisporites* 含量可达到 50.5%, 其次为 *Verrucosisporites*、*Osmundacidites*, 分别占 6.5%、2.7%,单缝孢类的 *Laevigatosporites* 含量为 2.5%;花粉中没有明显占优势的属种,无肋双气囊花粉 *Piceapollenites*、*Podocarpidites* 和具肋双气囊花粉 *Chordasporites* 含量相对较高,分别为 5.6%、3.3%、4.3%。该段可建立 *Punctatisporites-Verrucosisporites* 孢粉组合。

长 7 油层组及其以上地层孢子、花粉含量相近,分别为 49.7% 和 50.3%,蕨类植物孢子仍以三缝孢为主, *Punctatisporites* 仍为主要的优势分子,但与延

长组下部地层相比含量显著下降,仅占 11.1%, *Duplexisporites*、*Laevigatosporites*、*Osmundacidites* 含量也相对较高(平均 5.4%~6.7%);裸子植物花粉中 *Piceapollenites*、*Caytonipollenites*、*Pitysporites*、*Chordasporites* 为相对优势分子,平均 5.3%~6.7%,单沟粉类 *Monosulcites* 占孢粉总量的 5.9%。长 3—长 6 油层组可建立 *Punctatisporites-Duplexisporites-Piceapollenites* 化石组合,长 2 油层组可建立 *Laevigatosporites-Punctatisporites-Monosulcites* 组合。

剖 2 井 76 块样品孢粉统计结果表明,其孢粉特征与庆 36 井相似。长 8—长 9 油层组孢子占绝对优势,平均 83.8%,孢粉分异度低,其中 *Punctatisporites* 和 *Microsporonites* 含量占 68.2%,*Verrucosisporites* 占 3.79%。花粉无明显优势的属种。长 7 油层组及其以上地层,孢子、花粉

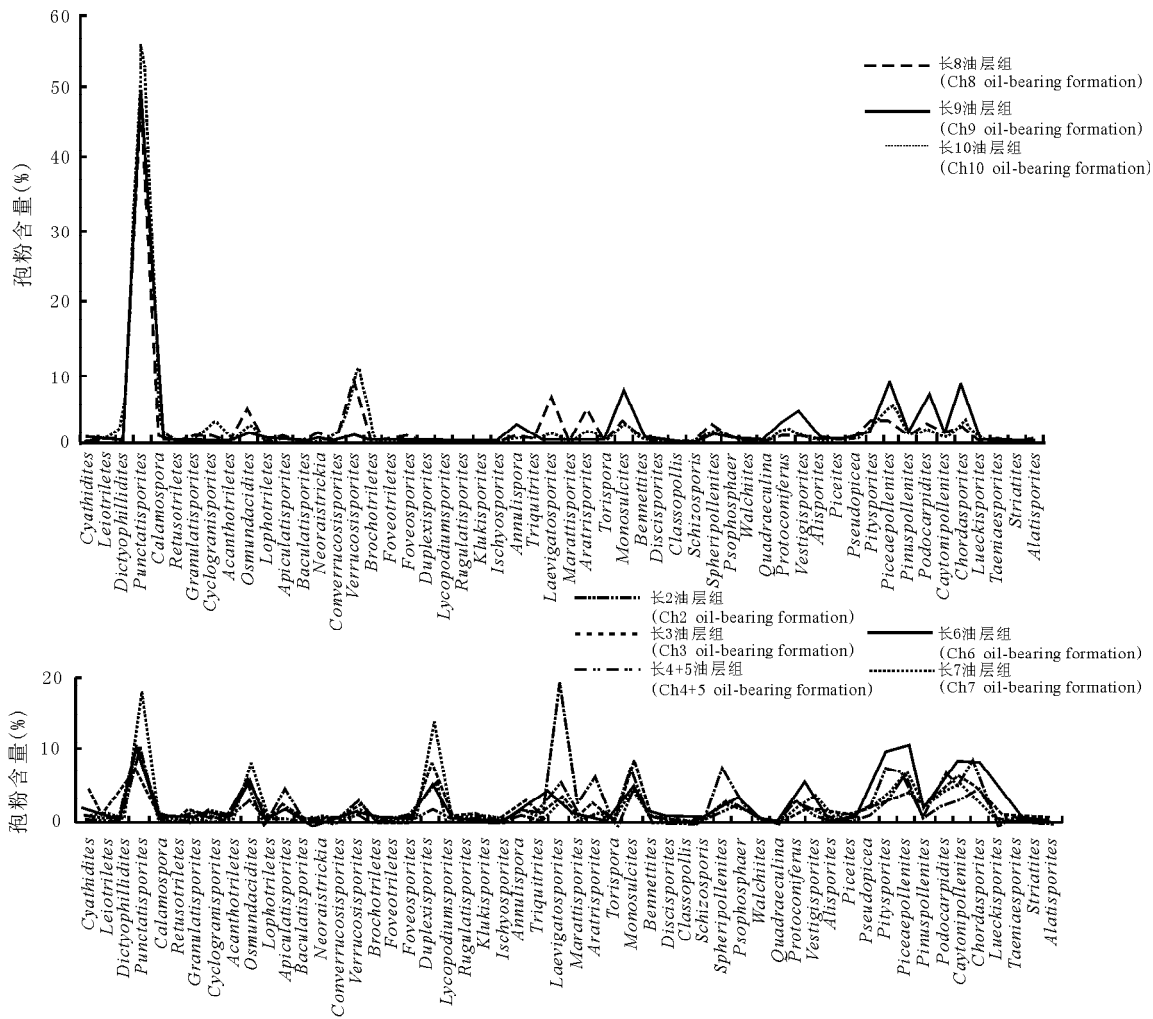


图 2 鄂尔多斯盆地庆 36 井延长组孢粉含量图

Fig. 2 The percentage of spores and pollen identified in the samples collected from Yachang Formation at well Qing36 in Ordos basin

含量分别为 52.9% 和 47.0%。*Punctatisporites*、*Piceites* 含量较高,分别为 11.6% 和 16.9%,*Duplexisporites*、*Osmundacidites*、*Marattisporites*、*Chordasporites*、*Protoconiferus* 等属出现的频率也相对较高,含量 3.6%~7.8%。

吉利明等(2006)在鄂尔多斯盆地陇东地区延长组采集了孢粉样品,分析结果同样显示了长 7、长 8 油层组孢粉化石组合的显著差异性。

2.2 孢粉组合时代对比

延长组下部(长 8—长 10 油层组)*Punctatisporites*-*Verrucosisporites* 孢粉组合与下伏的纸坊组相似(曲立范等,1983):蕨类植物孢子含量高于裸子植物花粉,真蕨纲三缝孢类以 *Punctatisporites* 为主,*Verrucosisporites* 次之,并见少量石松纲单缝孢 *Aratrisporites*,裸子植物花粉以无肋双气囊花粉为主,具有浓厚的我国北方中三叠统孢粉组合的色彩。其中,*Punctatisporites* 在我国北方中三叠世孢粉化石组合中占主要地位,山西洪洞县中三叠世地层中含量比较高(中国地质科学院地质研究所,1980)。*Aratrisporites* 首先发现于瑞士考依波期地层(Leschik, 1955),在我国北方早三叠世晚期少量出现,中三叠世含量增加,是中三叠统孢粉组合的重要分子,在准噶尔盆地克拉玛依组下部含量高达 50%(宋之琛等,2000),但在鄂尔多斯盆地长 8—长 10 油层组孢粉群落中所占比重较小。该组合与中国甘肃靖远王家山丁家窑组、塔里木阿克库勒组等中三叠世孢粉组合亦具有一定的对比性(杜宝安,1985;曲立范等,1990;刘格升等,2007),与欧洲中三叠统孢粉组合在主要属的组成上也存在一定的相似性(Visscher et al., 1968)。此外,晚三叠世一些重要的分子如 *Duplexisporites*、*Ovalipollis*、*Canalizonospora*、*Corollisporites* 等未见于本段地层,说明孢粉产层时代较早。根据上述对比分析,延长组下部地层时代应划归中三叠世。

延长组中上部(长 2—长 7 油层组)孢粉植物群分异度高,花粉含量较下部地层明显提高,具有晚三叠世色彩的分子 *Duplexisporites* 大量出现,在长 7 油层组含量占孢粉总数的 13.68%,双扇蕨科的孢子 *Dictyophyllidites* 也开始出现并逐渐增多。*Dictyophyllidites* 频繁出现于晚三叠世和早侏罗世组合,特别于晚三叠世较为丰富(Leschik, 1955; Playford, 1965; Playford et al., 1965; Schulz et al., 1973)。此外,*Laevigatosporites*、*Piceapollenites*、*Osmundacidites*、*Caytonipollenites*、*Pitysporites*、

Monosulcites、*Marattisporites*、*Chordasporites*、*Protoconiferus* 等均是晚三叠世常见的属种(Klaus, 1960; Clarke, 1965; 曲立范, 1980; 宋之琛等, 2000)。延长组上部孢粉组合与俄罗斯西伯利亚和哈萨克斯坦晚三叠世孢粉植物群面貌相近(Rovnina, 1973; Sakulina, 1973)。由于对延长组中上部孢粉组合时代属于晚三叠世的认识比较统一(曲立范, 1980; 曲立范等, 1983; 王永栋等, 2003; 江德昕等, 2006),此处不再赘述。

3 岩石学特征与地层界线

纸坊组主要为干燥炎热的气候条件下沉积的一套河湖碎屑岩(刘本培, 1986),以红色的中粗砂岩和泥岩为主,上部夹少量灰绿色砂岩,其中长石含量较高。在陕北宜川剖面和盆地腹部一些钻井,纸坊组上部砂岩因含浊沸石而与上覆延长组长 10 油层组很难区分,二者呈整合接触关系。

延长组下部为灰绿色中粗砂岩、细砂岩与灰黑色泥岩夹劣质煤线,局部地区夹黑色油页岩,其中底部长 10 油层组储层以肉红色中粗砂岩为主;延长组中上部岩性为灰绿色细砂岩、中砂岩与灰黑色、黑色泥岩,反映了温暖潮湿气候条件下的弱还原、还原环境。纵向上,延长组岩石类型和成分存在较大的差异(表 2)。延长组下部长 10 至长 8 油层组岩石组分及类型无明显的分区性,主要为灰绿色岩屑长石砂岩和长石砂岩,化学性质不稳定组分含量高,具有盆地形成初期的岩石学特征。其中,长 10 油层组砂岩由于富含钾长石、浊沸石而显肉红色,呈麻斑状结构,长 1—长 7 油层组岩石类型具有显著的东西分带性。西部和西南物源控制区长 1—长 7 油层组碎屑沉积石英含量相对较高(平均 44.9%~49.7%),长石含量较低(平均 16.3%~17.6%),由于老山地质体有早古生代海相碳酸盐岩地层的参与,因此在西部、西南和湖盆中部地区碎屑中含有较多的白云岩岩屑,平均 3.3%,以长石岩屑砂岩为主,岩屑长石砂岩次之;东北物源控制区碎屑岩中石英含量较低(平均 23.0%~28.9%),长石含量相对较高(平均 29.7%~44.8%),基本不含白云岩岩屑,以长石砂岩、岩屑长石砂岩为主。

因此,延长组下部岩石类型与中三叠统纸坊组相似,而与长 7 油层组以上地层差别较大,尤其在盆地西南地区 and 西部地区差异性尤为突出,成为地层划分对比的重要依据之一。

盆地西部、西南向东、东北方向减薄的趋势(图 4),指示了长 8 油层组沉积末期盆地西南和西缘地区处于不稳定的构造环境,构造事件导致长 7、长 8 油层组沉积期沉积面貌的巨大变化,引起沉积中心向西南方向迁移了几十千米。同时造成盆地西部、西南沉积体系发生了重大变革,由早期长 8—长 10 油层组沉积期的辫状河、辫状河三角洲沉积体系演变为长 7 油层组沉积期的冲积扇、扇三角洲沉积体系(邓秀芹等,2008),隆起的古秦岭、古祁连成为植物群互相迁移的障碍,打破了早中三叠世南北植物群较为相似的局面,晚三叠世南北植物群落显示了较强的分区性(中国地质科学院地质研究所,1980;李星学等,1995;尚玉珂,1998)。此外,盆地西南缘 S 型花岗岩、印支期变形等地质记录为该事件的存在提供了有利的证据(姜春发等,2000)。因此,长 7 油层组底部凝灰岩是鄂尔多斯盆地中、晚三叠世构造与沉积演化过程中的关键事件层,为早印支运动的重要表现形式。

5 讨论与结论

以上分析表明,鄂尔多斯盆地腹部长 8、长 9 油

层组沉积期沉积面貌与长 7 油层组沉积期差异显著,但陕北地区例外。原因在于:构造事件发生前(长 8、长 9 油层组沉积期),由于陕北地区位于当时的湖盆中心,沉积物颗粒较细,局部发育油页岩,因此该段地层岩性组合与最大湖泛期形成的长 7 油层组的“张家滩油页岩”较接近。从盆地其他地区同期沉积物中孢粉组合、岩矿组合、事件地层、盆地格局等方面综合分析结果显示,长 7 油层组与长 8、长 9 油层组差异显著,而与上覆地层具有较大的相似性,因此本文将长 7 油层组“张家滩页岩”归入上三叠统,中国区域年代地层表(2002)中三叠统铜川组上部的油页岩段划入上三叠统永坪组。长 7、长 8 油层组之间地层界线可作为中三叠统与上三叠统界线,长 8—长 10 油层组形成时代为中三叠世,长 1—长 7 油层组时代划归晚三叠世。延长组各油层组与铜川组、永坪组和瓦窑堡组的对比关系见表 1。

鄂尔多斯盆地延长组长 8、长 9 油层组与长 7 油层组的差异归纳如下:

(1)长 8—长 10 油层组中孢粉分异度较低,蕨类植物孢子含量明显高于裸子植物花粉,*Punctatisporites* 为主要优势分子,具有中三叠世孢粉组合特征;长 7 油层组以上地层,蕨类植物孢子和裸子植物花粉含量相近,孢粉分异度高,具有晚三叠世色彩的 *Duplexisporites* 大量出现。

(2)长 8—长 10 油层组的岩石类型无明显的区分带性,长石含量较高,基本不含白云岩屑,与中三叠统纸坊组相似,而与白云岩屑稳定发育的、石英含量相对较高的长 7 油层组及其上部地层差异较大。

(3)长 8 与长 7 油层组的沉积相、沉积体系类型截然不同,长 8—长 10 油层组沉积期地形相对平坦,广泛发育河流、三角洲和滨浅湖沉积,长 7 油层组沉积期正负地形落差显著,盆地西缘和西南缘相变快,深湖范围宽广。长 7 油层组沉积期及其以后,沉积中心发生显著的迁移,油页岩或深湖沉积物的厚度分布特征表明,沉积中心由早期的吴起—志丹—甘泉一带向西南方向迁移至华池—正宁一带。

(4)长 7 油层组底部稳定分布了一套凝灰岩薄层,为盆地西缘、西南缘构造活动形成的事件层,以该事件层为代表的早印支运动是导致延长组下部与中、上部生物群面貌、岩矿组合、沉积特征巨大差异的主导因素。

注 释

① 谢秋元,孙国凡,李云龙,等. 1974. 陕甘宁盆地石油地质普查总

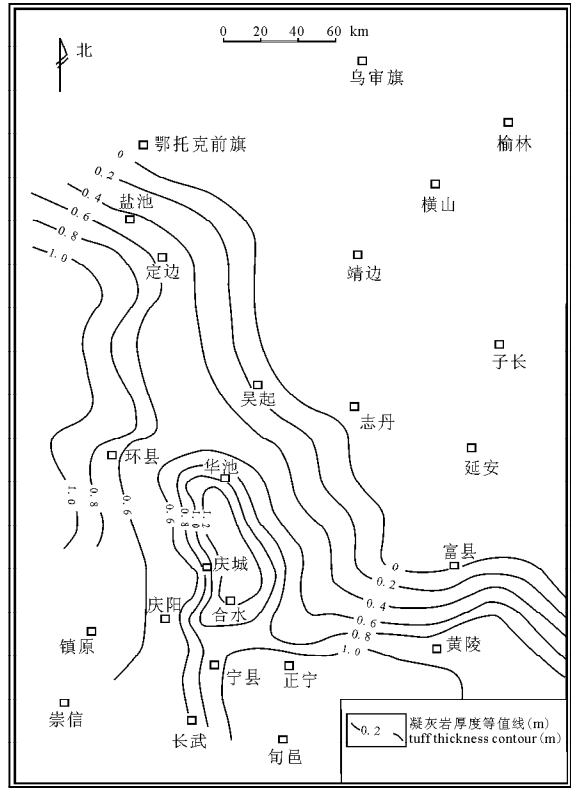


图 4 鄂尔多斯盆地延长组长 7 油层组底部凝灰岩分布特征厚度图

Fig. 4 The tuff thickness at the bottom of Ch7 oil-bearing formation, Yanchang Formation in Ordos basin

结报告(内部报告).

参 考 文 献

白云来,王新民,刘化清,李天顺. 2006. 鄂尔多斯盆地西部边界的确定及其地球动力学背景. 地质学报, 80(6): 792~813.

陈全红,李文厚,郭艳琴,梁积伟,崔军平,张道锋. 2006. 鄂尔多斯盆地南部延长组浊积岩体系及油气勘探意义. 地质学报, 80(5): 656~663.

邓秀芹,刘新社,惠潇,郭正权,黄锦绣. 2007. 岩心磁组构分析古水流方向的原理与应用. 西北大学学报, 37(6): 896~900.

邓秀芹,蒯昉晓,刘显阳,庞锦莲,吕剑文,李士祥,刘鑫. 2008. 鄂尔多斯盆地三叠系延长组沉积演化及其与早印支运动关系的探讨. 古地理学报, 10(2): 159~166.

杜宝安. 1985. 甘肃靖远王家山中三叠世孢粉组合及其地层意义. 植物学报, 27(5): 528~544.

段毅,吴保祥,张辉,郑朝阳,王传远. 2006. 鄂尔多斯盆地西峰油田原油地球化学特征及其成因. 地质学报, 80(2): 301~310.

付金华,郭正权,邓秀芹. 2005. 鄂尔多斯盆地西南地区上三叠统延长组沉积相及石油地质意义. 古地理学报, 7(1): 34~44.

姜春发,王宗起,李锦铁. 2000. 中央造山带开合构造. 北京:地质出版社, 55~119.

吉利明,吴涛,李林涛. 2006. 陇东三叠系延长组主要油源岩发育时期的古气候特征. 沉积学报, 24(3): 426~431.

江德昕,王永栋,魏江. 2006. 陕西铜川晚三叠世孢粉植物群及其环境意义. 古地理学报, 8(1): 23~33.

李星学,周志炎,蔡重阳. 1995. 中国地质时期植物群. 广州:广东科学技术出版社, 229~259.

刘本培. 1986. 地史学教程. 北京:地质出版社, 286~297.

刘格升,魏玲. 2007. 塔里木盆地于奇地区三叠纪孢粉组合. 华南地质与矿产, 4: 56~63.

刘少峰,李思田,庄新国,焦养泉,卢宗盛. 1996. 鄂尔多斯西南缘前陆盆地沉降和沉积过程模拟. 地质学报, 70(1): 12~22.

刘新社,席胜利,黄道军,张清,王欣. 2008. 鄂尔多斯盆地中生界石油二次运移动力条件. 石油勘探与开发, 35(2): 143~147.

潘钟祥. 1936. 陕北古期中生代植物化石. 中国古生物志, 甲种, 4(2): 1~49.

潘钟祥. 1954. 陕北老中生代地层时代的讨论. 地质学报, 34(2): 209~215.

曲立范. 1980. 三叠纪孢子花粉. 见:中国地质科学院地质研究所著. 陕甘宁盆地中生代地层古生物, 上册. 北京:地质出版社, 115~204.

曲立范,杨基端,白云洪,张振来. 1983. 中国三叠纪孢粉组合特征及其分区的初步探讨. 中国地质科学院院报, 5: 81~91.

曲立范,王智. 1990. 新疆北部三叠纪孢粉组合. 见:中国地质科学院地质研究所,新疆石油管理局勘探开发研究院编. 新疆北部二叠纪—三叠纪地层及孢粉组合. 北京:中国环境科学出版社, 37~56.

全国地层委员会. 2002. 中国区域年代地层(地质年代)表说明. 北京:地质出版社, 5~38.

陕西省区域地层表编写组. 1983. 西北地区区域地层表(陕西省分册). 北京:地质出版社, 6~19.

尚玉珂. 1998. 中国晚三叠世孢粉植物群地理分区. 古生物学报, 37

(4): 428~445.

斯行健. 1956. 陕北中生代延长层植物群. 北京:科学出版社, 5: 1~144.

宋之琛,尚玉珂,刘兆生. 2000. 中国孢粉化石(第二卷)中生代孢粉. 北京:科学出版社, 1~710.

王永栋,江德昕,谢小平. 2003. 陕西秃尾河晚三叠世孢粉植物群及其环境意义. 沉积学报, 21(3): 434~440.

杨俊杰. 2002. 鄂尔多斯盆地构造演化与油气分布规律. 北京:石油工业出版社, 104~105.

杨友运. 2005. 鄂尔多斯盆地南部延长组沉积体系和层序特征. 地质通报, 2(44): 369~372.

曾联波,李忠兴,史成恩,王正国,赵继勇,王永康. 2007. 鄂尔多斯盆地上三叠统延长组特低渗透砂岩储层裂缝特征及成因. 地质学报, 81(2): 174~180.

赵靖舟,杨县超,武富礼,时保宏. 2006. 论隆起背景对鄂尔多斯盆地陕北斜坡区三叠系油藏形成和分布的控制作用. 地质学报, 80(5): 648~655.

赵文智,胡素云,汪泽成,董大忠. 2003. 鄂尔多斯盆地基底断裂在上三叠统延长组石油聚集中的控制作用. 石油勘探与开发, 30(5): 1~5.

中国地质科学院地质研究所. 1980. 陕甘宁盆地中生代地层古生物. 北京:地质出版社, 1~212.

Balme B E. 1995. Fossil in situ spores and pollen grains: an annotated catalogue. Rev. Palaeobot. Palynol., 87: 81~323.

Clarke R F A. 1965. Keuper miospores from Worcestershire, England. Palaeontology, 8(2): 294~321.

Klaus W. 1960. Sporen der karnischen Stufe der ostalpinen Trias. J. Geol. Bundesanst (Austria) Sonderber, 5: 107~184.

Leschik G. 1955. Die Keuperflora von Neuwelt bei Basel. Schweiz. Palaeont. Abh., 72: 9~70.

Litwin R J. 1985. Fertile organs and in situ spores of ferns from the Late Triassic Chinle Formation of Arizona and New Mexico, with discussion of the associated dispersed spores. Rev. Palaeobot. Palynol., 44: 101~146.

Playford G. 1965. Plant microfossils from Triassic sediments near Poatina, Tasmania. J. Geol. Soc. Australia, 12(2): 173~210.

Playford G, Dettmann E. 1965. Rhaeto—Liassic plant microfossils from the Leigh Creek Coal measures, South Australia. Senckenberg. Lethaea, 46(2~3): 127~181.

Rovnina L V. 1973. Development of flora during the early Mesozoic in western Siberia and its possible relationships with synchronous floras of some other regions. Palynology of Mesophyte, Moscow, 38~41(in Russian).

Sakulina G V. 1973. Middle and Late Triassic miospores from southeastern Kazakhstan. Palynology of Mesophyte, Moscow, 33~38(in Russian).

Schulz E, Hope R C. 1973. Late Triassic microfossil flora from the Deep River Basin, North Carolina. Palaeont. B, 141(3~6): 63~88.

Traverse A. 1988. Paleopalynology. Boston: Unwin Hyman, 1~600.

Visscher H, Commissaris A L M. 1968. Middle Triassic pollen and

spores from the Lower Muschelkalk of Winterswijk (the Netherlands). Pollen et Spores, 10:161~167.

**Discussion on the Stratigraphic Boundary between
Middle Triassic and Upper Triassic**

DENG Xiuqin^{1,2)}, LI Wenhou¹⁾, LIU Xinshe^{1,2)}, PANG Jinlian²⁾, LIU Xin²⁾

1) *Geology Department of Northwest University, Xi'an, 710069;*

2) *Exploration and Development Research Institution of Changqing Oilfield Company, Xi'an, 710018*

Abstract

Considering the dispute over the Yangchang Formation classification, a comparative analysis and investigation was conducted. Sporo-pollen assemblage, petrologic characteristics and basin evolution all suggest the distinct differences between the Ch8—Ch10 oil-bearing formations and Ch1—Ch7 oil bearing formations. Sedimentary period of Ch8—Ch10 oil-bearing formations is characterized by even landform, well developed rivers, deltas and shallow lakes, and low sandstone maturity. Analysis on the samples from the Ch8—Ch10 strata shows that the sporo-pollen is dominated by pteridophyta spore, with high content of Punctatisporites one of the significant members of sporo-pollen living in middle Triassic up to 50.5%. However, the deep lake widened expeditiously at the beginning of the Ch7 depositional period. The quartz content in the Ch7 sandstone increases significantly, resulting in the corresponding change of rock types in the west and the southwest. Therefore, the sedimentary system in the west and southwest margins of the basin are evolved into alluvial fan and fan delta from braided channel and braided channel/delta system. The biotic community is characterized by the appearance of Duplexisporites-an important member of sporo-pollen assemblage in late Triassic. In addition, a suit of tuffs distributed at the bottom of Ch7 in the western, southwestern and central parts of the basin records geological events such as syn-depositional volcanism and magmatic activities, which are the important features of early Indo-Sinian movement. Consequently, the stratigraphic boundary between Ch7 and Ch8 oil bearing formations can be regarded as the boundary between mid-Triassic and upper Triassic as well as the representative of the first episode of the Indo-Sinian Movement.

Key words: Yangchang Formation; sporo-pollen assemblage; sedimentary evolution; tuff; middle and early Triassic; stratigraphic boundary