

688991

以鄂尔多斯盆地为例

陈庸勋 戴东林 杨昌贵 等著

地质出版社

23
06

岩相古地理研究方法

——以鄂尔多斯盆地为例

陈庸勋 戴东林 杨昌贵 等著

地 质 出 版 社

内 容 简 介

岩相古地理研究工作是一项重要基础地质工作，也是重要的基础理论研究工作。作者通过对鄂尔多斯盆地历年来大量的区测、普查勘探成果的综合分析研究后，恢复了区域内侏罗系时期的沉积环境和古地理景观，编制成侏罗系各组、段的岩相古地理图，并运用丰富的素描和照片直观地展示了各种沉积环境特征。书后详细地叙述了古河流流向资料的统计处理，还创制六幅计算模板，读者可通过模板将原始观测资料进行统计处理，得出古河流流向的优选方向。

岩相古地理研究方法

——以鄂尔多斯盆地为例

陈庸勋 戴东林 杨昌贵 等著

地质部书刊编辑室编辑

责任编辑 张毓松

地质出版社出版
(北京西四)

地质印刷厂印刷
(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：11 字数：259,000

1981年11月北京第一版·1981年11月北京第一次印刷

印数1—2,580册·定价2.90元

统一书号：15038·新619

前 言

鄂尔多斯盆地的近代地质工作始于本世纪初(王竹泉及潘钟祥, 1933), 大规模的地质和找矿工作是解放后开始的。在大量普查勘探工作基础上, 1962年成都地质学院陕北科研队(以下简称陕北队)、地质部第三普查勘探大队(以下简称三普)和地质科学院第三研究室(以下简称三室)协作组队, 开展侏罗纪地层及岩相古地理研究工作。重点详细研究了延安西杏子河剖面; 1963年又继续完成了无定河、大理河、洛河、葫芦河以及沮水等剖面的测量和研究; 1964年, 陕北队为了追索源区及侏罗系沉积在西北方向相变情况, 在贺兰山及桌子山地区观测剖面, 并考察附近古老变质岩系的特点。在室内, 相应地进行了薄片鉴定、重矿物分析、粒度分析、化学分析以及古河流流向资料的统计处理等研究。三室做了化石(古植物与孢粉)的鉴定, 提供了有关时代的研究意见和部分古生态资料。

1969年以后, 三普在盆地的石油普查勘探工作有了突破。在这大好形势下, 于1973—1974年和陕北队继续对全盆地侏罗纪岩相古地理进行总结研究。参加总结工作的有: 陕北队戴东林、陈庸勋、黄仰洲、朱永铭; 三普孙肇才、杨昌贵、郝华、宋德校、赖素蓉、李剑秋、王天泽、徐淑明等; 三普综研队李龙云、谢秋元、赵成章曾参加讨论。此外, 前期先后参加盆地东部野外或实验室工作的还有赵应龙、刘景平、余光明、杨宝星、刘岚、陶庆才等。本书基本以这次总结报告的素材为基础, 由戴东林、陈庸勋、杨昌贵同志重新编写补充修改而成。定稿后, 三普孙肇才、李云龙同志又对第一章提出过一些宝贵意见。

书中综合分析了大量室内外资料, 认为鄂尔多斯盆地侏罗系的岩相古地理基本面貌是清楚的。总的说, 从时间上看, 侏罗系代表了河流相→河、湖相→河流相→湖相的两个旋迴; 从平面上看, 盆地的大面积上是河湖相发育区, 边部则出现湖沼区, 小块煤系沉积凹地散布其间。古河流流向测量及粒度分析表明自西而东的河流相沉积物在侏罗系、特别是延安群和直罗组中占相当的优势。当在温暖潮湿的古气候条件下, 如延安期时, 由于河流在大面积上的巨大作用, 造成了一种特殊的古地理景观, 它的发展颇似我国近代史中的“云梦泽”到今天的江汉平原之演变。虽然, 后者的时间较之前者来说是十分短暂的, 据历史记载它只有二千多年。但是, 从人类亲眼看到的这一地理景观的变化, 大大有助于我们追索地质历史时期中类似的古地理面貌。因而书中依据各种实际资料, 提出了类似现代云梦泽的“古湖洼区”这一古地理概念。此外, 对古河流方位资料的处理方法作了研究, 创制了模板(二维矢量)算法。这一方法的独特优点是可作多种沉积岩研究的统计计算和检验, 不论在室内还是野外, 使用起来既简便而又准确。

关于盆地边缘地区, 特别是西部, 由于地表覆盖而钻井揭露又很少, 因而影响着我们对盆地的边界、当地岩相及源区情况的准确了解。尽管如此, 本书除详细讨论了盆地内部的岩相和古地理外, 对边缘地区也提出看法和依据。由于作者水平不够, 面对如此巨大的盆地, 如此丰富之沉积现象以及它们之间错综复杂的成因关系, 在讨论中一定存在不少缺点和错误, 敬希读者批评指出。

本书古流向资料的数学处理得到成都地质学院数学教研室 **施惠同** 老师大力协助。

341.56

书中图件系由李克光、孙丽汶、罗中流、张崇贤同志精心绘制，对此，作者深表谢意。最后，要特别感谢的是长庆指挥部为我们提供了盆地西部地区大量钻孔资料、岩心薄片和照片，使全盆地的研究工作才得以顺利完成。

本书的出版承成都地质学院及地质部石油地质中心实验室大力支持，作者深表谢意。

作者 1977年4月

目 录

第一章 区域地质	1
第一节 盆地地层岩性概况	1
一、前寒武系	1
二、古生界	1
三、中生界	1
第二节 盆地地质发展史	16
第二章 侏罗纪各时期的岩相古地理	22
第一节 概述	22
第二节 延安群第一段 ($J_{1-2}y_1$) 的岩相古地理	25
一、概述	25
二、各相区的岩性岩相特征	26
三、各环境测井曲线特征	31
四、各种环境中砂岩的粒度分布特征	33
五、成因特点	39
第三节 延安群第二段下部 ($J_{1-2}y_2^1$) 宝塔山砂岩的岩相古地理	44
一、延安至环县间宝塔山砂岩的沉积相	44
二、盆地边缘地区的宝塔山砂岩的沉积相	58
第四节 延安群B标志层至A标志层 ($J_{1-2}y_2^2-J_{1-2}y_3$) 的岩相古地理	59
一、概述	59
二、湖洼区 (I 区) 的沉积相	62
三、湖沼区 (II 区) 的沉积相	73
四、B至A标志层的测井曲线特征	81
五、有关成因问题的探讨	83
第五节 延安群第四段 ($J_{1-2}y_4$) 的岩相古地理	84
一、以湖相为主的亚相区	85
二、以湖沼相为主的亚相区	87
三、以河道亚相为主的亚相区	88
第六节 延安群第五段 ($J_{1-2}y_5$) 的岩相古地理	90
一、一般岩性岩相特征	90
二、粒度分布及测井曲线特点	94
三、问题的探讨	94
第七节 直罗组 (J_2z) 岩相古地理	96
一、概述	96
二、河湖相区的标准剖面	97
三、河流相区标准剖面	98
四、各种环境的测井曲线特征	104

五、成因问题的探讨	105
六、盆地边缘的沉积相	112
第八节 安定组(J_2a)岩相古地理	115
一、较深湖亚相	118
二、浅湖亚相	122
三、滨湖三角洲相	126
四、以河流相为主的冲积平原相组	127
五、各种环境的测井曲线特征	130
第三章 源区	134
第一节 根据沉积岩成分确定源区	136
一、石英	136
二、长石	138
三、黑云母绿泥石	138
四、不稳定的岩屑	138
第二节 根据古流向了解源区的位置	146
一、资料收集	146
二、构造变动的校正	147
三、求矢量均值及离差度	148
四、做图及综合分析	152
五、根据优选方向判断各时期的古流向	152
六、有关离差度的讨论	154
附录	156
模板制作、计算步骤和基本原理	156
主要参考文献	168
图版及图版说明	169
附图 1—8 (袋装)	

第一章 区域地质

鄂尔多斯盆地四周为山系包围，北界阴山西段的大青山、乌拉山、狼山，西邻桌子山、贺兰山及六盘山，南与秦岭相接，东则毗连中条山、吕梁山（附图1）。盆地内部，按地貌大致可以北纬 38° 线左右为界分为南北两部。南部为黄土高原，海拔 800—1300 米（最高达 1823 米）。此高原被黄河水系侵蚀、切割，形成原、梁、峁、沟等复杂地形。北部为鄂尔多斯草原，为沙漠、沼泽、草原地带，河流稀少，地势起伏不大（海拔 1300—1500 米）。盆地边部分布着河套（后套）、银川及汾渭等三个新生代断陷盆地，均为渠道纵横、农业发达的平原区。

第一节 盆地地层岩性概况

一、前寒武系

只出露于盆地外围周边山区，为震旦系浅变质岩系及前震旦系古老变质岩系。现将各区地层岩性列表于下页（表1）。

表中所列地层时代及有关界限尚有争论，但对侏罗系沉积学研究没有影响。因为，研究所需的是能说明源区成分的前侏罗系岩石，故对其地质时代、地层界限不作讨论（包括后面即将谈到的古生代地层），而只录其岩性。

关于盆地内部，由于钻井揭露极少，其分布尚不清楚。

二、古生界

古生界地层，在盆地本部和东北方周边山区基本上与华北广大地区的岩性一致，为地台型沉积，同样缺失中奥陶世晚期至中石炭世下部一段地层沉积。仅盆地西缘贺兰山地区在中奥陶世发育一套类复理石建造。地层岩性见表 2。

三、中生界

中生界因其是盆地的主要沉积物，前人曾进行过较深入的研究。它与古生界地层呈假整合或整合接触关系。根据本研究的需要，下面只简述三叠系的岩性，白垩系岩性从略，而将重点放在侏罗系叙述。

三 叠 系

刘家沟组 (T_1l): 盆地东南部、东部和东北部的岩性，是一套以紫色为主的砂岩夹红色泥岩和不稳定的砾岩，厚 164—408 米。在西南部，岩性为黄绿、浅紫灰色砂岩夹灰黄、蓝、绿色粉砂岩和泥岩，底部并夹泥灰岩条带及砾岩透镜体，含海相瓣鳃类、海蛇尾，腕足类等化石。本组地层在盆地西—北周边贺兰山—桌子山一带，岩性变粗，以紫红色砾岩

表 1
前寒武纪地層性簡表*

[illegible]

*资料来源:中国区域地层表(1976—1977年),由李云龙编制。

为主夹砂岩和泥岩。

和尚沟组 (T_1h): 分布同下伏刘家沟组, 岩性以紫红色泥岩、粉砂岩为主, 与刘家沟组构成一个旋迴。厚约 42—182 米。

孙家沟组、刘家沟组与和尚沟组在过去又合称为“石千峰系”。

纸坊组 (T_2z): 出露于盆地周边地区, 内部经钻探揭露者不多。在盆地东部及东南部, 可划分为两段, 第一段是灰绿、黄绿色块状砂岩夹紫红色泥岩及砾岩透镜体, 厚 80—372 米。第二段以暗紫灰、棕红、灰绿色泥质岩为主夹同色砂岩。富含钙质结核, 厚 40—781 米。经层位追索对比与“二马营组”属同一层位。与下伏地层为假整合接触。

延长组 (T_3y): 是分布范围最广、研究最详的地层之一, 通常从下至上分成五个段:

第一段 (T_{3y_1}): 又称“长石砂岩段”。为灰绿、黄绿、肉红色块状中, 细粒长石砂岩夹紫红、灰绿色泥岩, 厚 100—300 米。

第二段 (T_{3y_2}): 下部为暗色砂泥岩互层, 其顶部出现碳质页岩或油页岩 (习称“李家滩页岩”)。在盆地南半部上部为一套暗灰色泥质岩, 其顶部出现油页岩、黑色页岩及粉砂岩等 (习称“张家滩页岩”), 底部则出现一粘土 (蒙脱石为主) 层, 其中含凝灰岩屑、流纹质熔接凝灰岩屑及玻屑凝灰岩屑层或集中的条带。总厚 50—350 米。“张家滩页岩”为区内主要标志层。

第三段 (T_{3y_3}): 又称“延长段”。为一套灰白、绿灰色细粒长石砂岩与暗色砂质泥岩互层, 厚约 200—500 米。

第四段 (T_{3y_4}): 也称“永坪段”。通常是一套中, 细粒块状砂岩为主的沉积, 中部夹灰、黄绿色砂质泥岩, 厚 50—150 米。

第五段 (T_{3y_5}): 旧称“瓦窑堡煤系”。是一套煤系砂泥岩互层, 厚 40—400 米。

就盆地而言, 延长组分布有以下特征: 1. 南北方向上, 大体以北纬 $37^{\circ}30'$ 为界, 呈现北粗南细及北薄南厚的特点; 2. 东西方向上, 大致以东经 107° 为界, 西部 (贺兰山—华亭) 既粗且厚 (最厚者达 3000 米以上); 3. 盆地西南部第四、五段残缺不全, 甚至第三段也遭受了严重剥蚀。

侏 罗 系

为本书研究的目的层系, 也是盆地内出露最全, 研究最详细的地层单位, 为了便于以后讨论, 现将本系地层划分沿革 (表 3) 及地层岩性详述于后:

1. 下中侏罗统延安群 (J_{1-2y})

本群地层共分五段, 在盆地内分布广泛。除大理河以南, 吴旗以东和葫芦河以北地区缺乏明显煤层外, 其余外围地区均为一套含煤沉积。地层厚度以灵武、盐池、定边地区最厚, 约 285—650 米。盆地北部一般厚约 162—226 米, 盆地南部由于后期剥蚀保存较薄, 约 0—71.5 米。

第一段 (J_{1-2y_1}): 又称富县段: 本段地层的岩性和厚度随地而异, 变化较大^①。盆地中部华池、吴旗、志丹、沟门一带, 主要为灰白色细—中砾岩、含砾砂岩及砂岩, 上部夹灰黑色粉砂质泥岩 (不足半米)。厚度变化 0—156 米之间。此带的南、北两侧则发育一套

^① 正由于此, 故在分层对比以及沉积相未作出解释前, 曾有过诸如“红富县”、“黑富县”、“粗富县”、“细富县”等地区性名称。

侏罗纪地层划分沿革

表 3

1960年 前 的 划 分 状 况				全 盆 地 (1964年)		本 文		
陕北传统命名		盆地北部	盆地南部	白 垩 系		白 垩 系		
白 垩 系		白 垩 系	白 垩 系	白 垩 系		白 垩 系		
上统	安 定 组 (J _{3a})			安 定 组 (J _{3a})	中统	安 定 组 (J _{3a})	泥 灰 岩 段 砂 页 岩 段 页 岩 段	注：沮水以 南缺失
		泥 灰 岩 段						
		砂 岩 段						

紫红、蓝绿等的杂色泥岩或粉砂质泥岩，夹粉砂岩或细粒长石砂岩透镜体。局部地区如富县，本段中上部尚含少量泥灰岩薄层。在本带东部边缘的汾川河金盆湾则表现为灰黄色砂岩含两层块状砾岩，砾径最大可达10厘米以上，砂岩之上为紫杂色泥质岩层。在这些地区内的地层厚度为16—80米。盆地南部庙湾及彬县一带，沉积很薄，为紫杂色泥岩及铝土质泥岩，当地煤田地质工作者常称之为“花斑泥岩”。盆地西部，如环县—华池之间岩性已由紫杂色变为灰绿、灰黑色的砂，泥岩互层，含煤线。盆地东北角府谷、神木一带，除上部仍为紫杂色砂泥岩互层外，下部则是灰色页岩及砂岩，夹油页岩及煤线，厚度变化很大，为0—141米。

本段砂质岩类的矿物成分业经鉴定，现分述如下：

砾岩：金盆湾砾岩的成分，根据野外露头的等间距线上测量200颗砾石的成分统计计算为：

石英岩—43.8%

脉石英—34.4%

中粒花岗岩—5.6%

中—酸性喷出岩—3.7%

浅变质岩—8.9%

砂岩—2.8%

燧石、铁质岩、粉砂岩、碳酸盐岩……—0.8%

其中花岗岩砾石（图版1，I）由石英、条纹长石及斜长石组成，基本上不含暗色矿物，仅见少量绿帘石(?)及褐铁矿，成镶嵌构造。石英为无色透明，它形。条纹长石由钾长石和钠长石相间组成，呈条纹构造。既有条纹长石也有反条纹长石。反条纹长石，它形，颗粒周缘有一钠长石环，内部则由钾长石及钠长石相间构成，其中钾长石较浑浊呈浅褐色，钠长石清洁明亮，见一组清晰的解理与条纹构造直角相交。在条纹长石内可见浑圆状石英包裹体。斜长石，它形，具清晰的聚片双晶，双晶纹细密，折光率小于树胶，最大消光角法测得 $\perp(010)$ 晶带 $NP' \wedge (010)$ 的最大消光角 14° ，属钠长石——更长石。此类花岗岩属白岗岩，颗粒不太粗。

流纹岩砾石（图版1，II）。基质为隐晶霏细状，长条状矿物（长石微晶，长0.1—0.2毫米）平行排列构成流纹构造，流纹随斑晶形状而挠曲。亦有见到由玉髓颗粒组成的条带。另外含石英斑晶，直径1—3毫米，透明浑圆，表面具港湾状溶蚀结构（图版1，III），长石斑晶大部分为碱性长石，低负突起，半自行或它形，浑浊呈浅褐色，偶见卡氏双晶，少量斜长石斑晶发育聚片双晶， $\perp(010)$ 晶带 $NP' \wedge (010)$ 最大消光角 17.9° ，属更长石——中长石。

珍珠岩砾石（图版1，IV），基质为玻璃质，由于去玻璃化作用可结晶成微晶。发育球粒构造，纤维状矿物围绕一核心呈放射状排列，球粒直径1毫米左右。纤维状矿物可进一步结晶成直径为0.1—0.2毫米颗粒的集合体，有的仍保持原来的球粒状。条纹长石及斜长石可呈1—4毫米大小的斑晶存在。

以上喷出岩砾石的手标本呈淡紫及淡绿色，外貌很像凝灰岩，在薄片下因次生变化的关系并未发现明显的凝灰结构，因此暂定为酸—中性熔岩。

清涧河剖面延安群第一段的砾岩为中卵石岩，半圆状，成分以石英岩为主，其次为灰

白色砂岩，棕色细砾岩的砾石。石英岩属变质石英岩，石英呈拉长形颗粒，平行排列，边缘锯齿状，互相镶嵌，具强波状消光（图版1，V）。

富县大申号沟第一段底部有一层横向很不稳定的角砾岩，成分为粉砂岩、泥灰岩、泥岩及石英质的砾石。

吴旗及陇东地区，第一段底部亦常见有厚数十厘米的砾岩层及砾石条带，砾石成分以石英岩、燧石、石英为主，花岗岩砾石也常见。

其它段中的砾岩多系砂岩局部变粗形成的，故碎屑成分基本与砂岩的成分相同。

砂岩①：本段砂岩以长石石英砂岩为主，少数为硬砂质（黑云母）石英砂岩、长石砂岩及石英砂岩。砂岩成分见图2。各地成分变化见表4。

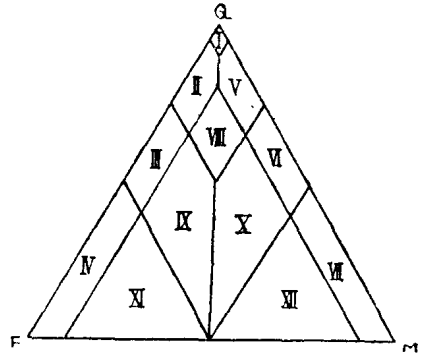


图1 砂岩分类图

I—石英砂岩；II—长石石英砂岩；III—长石砂岩；IV—富长石砂岩；V—硬砂质石英砂岩；VI—次硬砂岩；VII—硬砂岩；VIII—硬砂质长石石英砂岩；IX—硬砂质长石砂岩；X—长石质次硬砂岩；XI—硬砂质富长石砂岩；XII—长石质硬砂岩

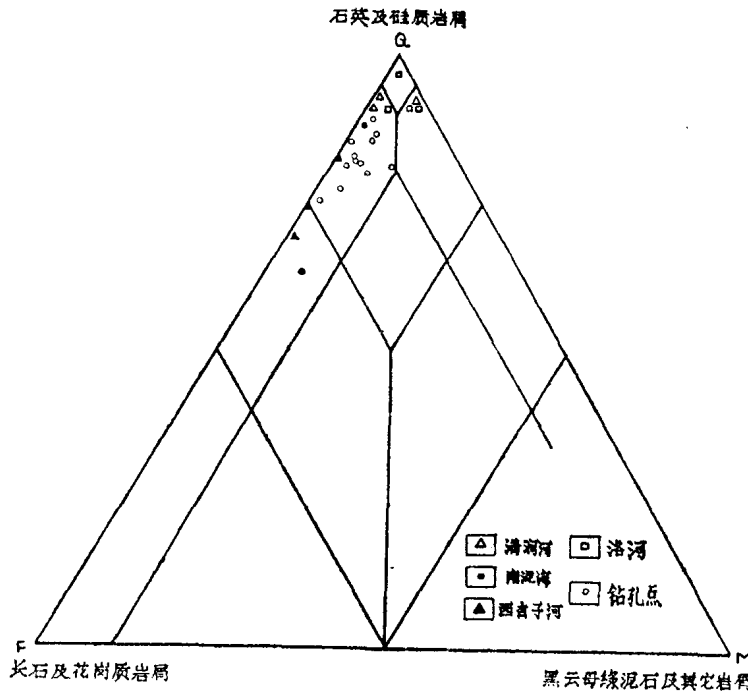


图2 延安群第一段砂岩成分图

① 本书中砂岩类型的划分，是采用（McBride，1963）的砂岩分类并略加修改如图1。Q端代表碎屑中（不包括杂基）各种类型的石英及硅质岩；F端代表各种长石及富长石的花岗岩或花岗片麻岩岩屑；M端代表其他类型的岩屑，包括变质岩、喷出岩等岩屑及黑云母、绿泥石、重矿物、白云母、页岩岩屑、石灰岩岩屑及化石等不算定名碎屑。胶结物作为形容词加在砂岩名称之前，含量占胶结物总量25%以下的加形容词，25—50%者加“含××胶结（的）”，>50%的加“××质胶结（的）”。以下相同不再赘述。

延安群第一段砂岩各地成分变化

表 4

成 分		地						区					
		资 112	资 124	资 103	资 160	资 161	资 159	金盆湾	无定河	清涧河	西杏河	洛河	资 109
石英及硅质岩		85.9	78.1	80.8	81.7	81.9	79.9	75.7	81.4	92.5	64.1	87.2	79.9
长 石		10.7	19.0	12.9	15.7	12.4	17.3	20.2	9.8	4.6	34.6	7.9	15.5
黑云母、绿泥 石及岩屑	岩 屑	3.4	2.7	6.3	2.6	2.7	2.8	4.0	2.5	0.5	0	0.7	4.1
	黑云母及 绿 泥 石	0	0.2	0	0	0	0	0.1	6.3	2.4	1.3	4.2	0.2
	总 量	3.4	2.9	6.3	2.6	2.7	2.8	4.1	8.8	2.9	1.3	4.9	4.6
样 品 数		2	19*	3	1	1	1	2	1	3	1	4	33*
备 注		* 根据生产单位薄片鉴定资料,按本文分类原则归类计算的数据。资××代表资料点号,其位置见附图1。以下表中相同,不再注解。											

粉砂岩^①: 本段粉砂岩的特征是含黑云母较多,故常为含黑云母长石质石英粉砂岩。

本段地层化石贫乏。仅在盆地东中部富县、甘泉和清涧河地区的本段上部以及盆地东北神木、府谷一带本段下部采到少量化石,共计有下列主要种属:

古植物: *Equisetites Lateralis* (phill) Morris, *E. cf. Sarrani* (Zeller) Harris, *Coniopteris hymenophylloides* Brongniart, *Cladophlebis fangtzuensis* Sze, *Cl. cf. shensiensis*, *Baiera guilhaumati* Zeiller, *B. cf. furcata*, *Phoenicopsis angustifolia*, *Czekanowskia rigida*, *Hausmania bilota* sp. nov.

鱼类: *Ceratodus szechuanensis*, *C. shensiensis* sp. nov.

瓣鳃: *Ferganoconcha. cf. anodontoides*, *F. subcentralis*, *Pseudocardinia* ? sp.

叶肢介: *Palaeolimnadiopsis ordosensis* sp. nov., *P. wuziwanensis* sp. nov.。

本段与下伏地层(三叠系不同期地层)呈假整合或不整合接触。

第二段(J₁₋₂y₂): 本段分为上、下两部分,下部即“宝塔山砂岩”,上部称“B标志层”。

宝塔山砂岩(J₁₋₂y₂¹): 过去文献中通称为“延安砂岩”。考虑到砂岩出露的标准地区是在延安宝塔山,为避免与“延安群”名称重复,造成混乱,1962年陕北队将其改名为“宝塔山砂岩”,1974年三普正式使用此名,但含义较前稍有扩大,包括了原“枣园段”底部部分地层,做为宝塔山砂岩的顶变带。本书采用了这种划分。

宝塔山砂岩在盆地中南部的岩性为一套灰黄、灰白色巨厚层一块状,中一粗粒砂岩夹含砾砂岩;底部往往为含砾砂岩或砾状砂岩夹砾岩透镜体;上部常夹灰黑至黑色泥质岩夹层,横向延续不稳定,越近顶部这种夹层越多,并偶见煤线及薄煤层;粒度自下向上变细,顶部已变为灰白,或带绿的细粒砂岩。平面上,志丹以西,无论盆地西南及西北部,一般变为被灰黑—黑色泥岩、砂质泥岩和碳质页岩分割的数层块状砂岩,局部地区含煤层,如环县至庆阳一带、鸳鸯湖以北地区。上述各区宝塔山砂岩上部的一套含泥质岩较多

① 粉砂岩定名是根据粒度和成分,凡粒度区间在0.05—0.01及0.01—0.005毫米者分别称为粗和细粉砂岩,矿物成分含量在5—25%时冠以“含××”,25—50%时冠以“××质”,>50%时则直接称“××”。如含黑云母(5—25%)长石质(25—50%)石英(>50%)粗粉砂岩。而当粉砂岩与页岩成数毫米厚的薄互层时,则称为“粉砂岩-页岩”。以下相同。

的细粒砂岩被称为顶变带。顶变带与其下块状砂岩成互相消长的关系，凡是砂岩厚时，顶变带即薄，二者总厚度在区域上大致稳定。厚度为0—115米。

盆地东北部宝塔山砂岩下部岩性为灰黄、灰白色粗粒砂岩和砾岩，砂砾岩的横向变化大，常在两侧迅速尖灭；中部为灰紫、紫红色粉砂质泥岩，深灰色泥岩、页岩、灰黑色碳质页岩夹深灰、灰黄色中粒砂岩；上部为灰白色细粒砂岩，横向比较稳定。厚4—125.4米。

本层砂岩各地的碎屑成分变化见表5，岩石类型见图3，主要为长石石英砂岩、长石砂岩及石英砂岩。

宝塔山砂岩各地成分变化 表 5

成 份	地 区																
	资 54	资 107	资 112	资 123	资 124	资 210	资 109	资 103	资 160	资 67	资 161	资 195	资 164	资 34	无定 河	西杏 河	洛河
石英及硅质岩	82.7	84.2	86.9	92.3	71.2	64.6	83.0	81.3	82.7	57.3	68.1	72.9	73.1	86.4	97.7	70.6	83.2
长 石	12.8	14.6	12.1	6.8	22.8	19.7	14.3	14.1	14.9	35.4	24.4	24.0	24.4	12.5	2.3	24.3	9.6
黑云母、绿泥 石、及岩屑	4.5	1.2	1.0	0.9	5.8	15.5	2.7	1.3	2.4	4.7	7.5	2.8	2.3	1.1	0.0	0.0	7.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2
	4.5	1.2	1.0	0.9	6.0	15.7	2.7	1.3	2.4	7.3	7.5	3.1	2.5	1.1	0.0	5.1	7.2
标 本 数	2	7*	22*	2	33*	4	84*	2	3	3	1	3	6	3	1	2	1

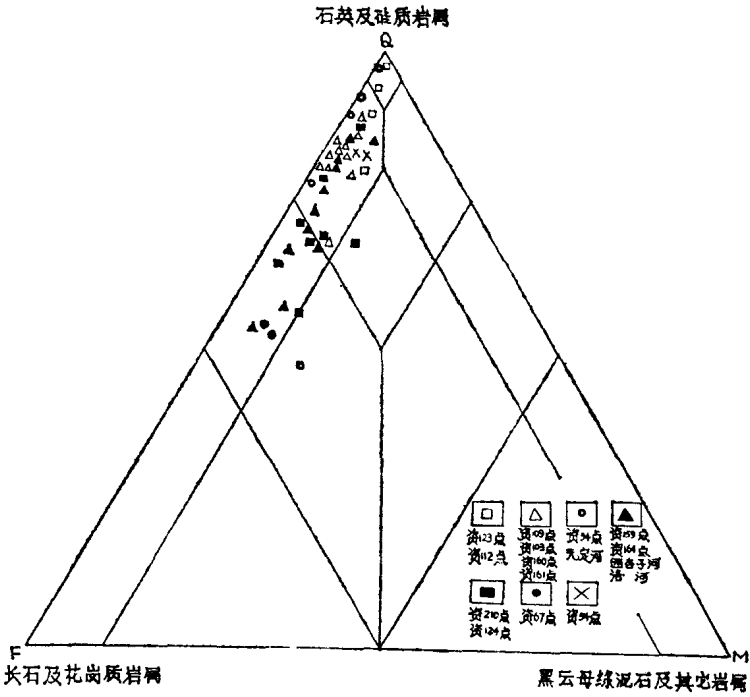


图 3 宝塔山砂岩成分图

宝塔山砂岩与下伏三叠系的不同时代地层成假整合接触，与延安群第一段成假整合或整合接触。

B标志层 ($J_{1-2}y_2^2$)：分布在较宝塔山砂岩更广泛的面积上。岩性在大理河以南、吴

旗以东、葫芦河以北为一套深灰、灰绿色泥岩、粉砂质泥岩、页岩夹灰色粉砂岩及细砂岩透镜体、及少量炭质页岩。此区往西、往南、往北均夹较厚煤层，沮水以南，过去称为“衣食村煤系”的即相当此层位。本层厚度变化不大，8—40米，一般为20米左右。

第二段含下列主要化石：*Coniopteris hymenophylloides*, *C. szeiana*, *C. burejensis*, *C. tatungensis*, *C. quinqueloba*, *Ginkgoites* cf. *digitata*, *G.* cf. *marginatus*, *G.* ? *Crassinervis*, *Solenites* cf. *murrayana*, *Cladophlebis* cf. *fukiensis*, *Czekanowskia rigida*, *C. setacea*, *Baiera guilhausmati*, *B. furcata*, *Phoenicopsis angustifolia*, *Eretomophyllum* (*Ginkgodium*) sp., *Todites williamsoni*, *Raphaelia diamensis*, *Sphenopteris modesta*, *Stenopteris dinosaurensis*, *Ferganoconcha jorekensis*, *Unio* cf. *jenissjensis*。

延安群第三段至第五段 ($J_{1-2}y_3-J_{1-2}y_5$) 此套地层大约相当于昔称之“枣园段”。以灵武、盐池、定边、吴旗至延安一带保存最完整，该带以外南北均遭不同程度的剥蚀，沮水以南几乎完全缺失。此套地层除大理河以南、吴旗以东，沮水以北未见煤层外，其余地区均有煤层沉积，且愈往盆地西、西北和北部煤层数增多，厚度加大，各段岩性如下：

第三段：下部为黄绿、灰白色细一中粒砂岩与灰、灰黑色泥岩、粉砂质泥岩和页岩互层，盆地西部于中上部常发育2—3层煤层，泥质岩中局部含粘土鲕粒菱铁矿岩。厚度较为稳定，厚80—100米。上部，即A标志层，在盆地东部为灰绿、灰黑色泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩和页岩，中夹一层块状细粒砂岩，昔称“裴庄砂岩”，偶夹煤线及菱铁矿泥岩透镜体，局部见炭质页岩；砂岩横向不稳定，成透镜状分布，泥页岩含植物、昆虫、软体、鱼鳞片及鱼化石；葫芦河一带主要为一套以泥质岩为主的细粒沉积；往西至盐池、马岭、庆阳，此层顶发育煤层；厚度稳定，一般20—40米。

第四段：下部为灰白色细砂岩与灰黑色粉砂质泥岩、泥岩及页岩互层，含软体动物化石。上部为灰、灰黑色页岩、炭质页岩夹灰、灰白色粉砂岩，页岩含软体动物化石及植物化石。盆地西北灵武、盐池、定边地区以及盆地北部内蒙地区，上部往往夹2—3层煤层；往盆地西南因受到剥蚀情况不清。厚度基本稳定，约40—50米；灵武、盐池、定边地区厚80—90米。

第五段：盆地东部可分成两个次级旋迴。下旋迴的下部为灰白带黄色细粒砂岩，称“真武洞砂岩”；上部为灰褐、灰绿色，顶部夹咖啡色的粉—细砂岩、泥岩、页岩的互层。上旋迴的下部为黄绿色砂岩，含大小不一的球状钙质结核，称“卫星砂岩”；上部为蓝绿、灰绿色局部夹紫红色的砂、泥岩互层。盆地西北部灵武、盐池、定边地区，本段顶部发育煤层。盆地北部和西南部一般因遭受剥蚀而未保存。厚0—96.5米。

B标志层至第五段的砂岩成分变化统计见表6，岩石类型见图4。主要为长石石英砂岩、长石砂岩、硬砂质长石砂岩、富长石砂岩以及少数硬砂质富长石砂岩和硬砂质长石石英砂岩。需指出的是，在盆地东部的第三段顶及第四段底含喷出岩碎屑的含量较高，个别甚至达27.5%。

历年来在这三段地层中曾采到丰富化石，现将主要化石列出如下：

如：*Coniopteris hymenophylloides*, *C. burejensis*, *C. tatungensis*, *C. szeiana*, *Eboracia lobifolia*, *Sphenopteris diamensis*, *Phoenicopsis speciosa*, *Ph. angustifolia*, *Thinnfeldia* sp., *Ginkgoites sibirica*, *G. lepidus*, *Baiera gracilis*, *B. spectabilis*, *B. pseudogracilis*, *B. munsteriana*, *B. furcata*, *B. ahnerti*, *Czekanowskia rigida*, *Cz. setacea*, *Elatides ov-*