

文章编号: 1000-0550(2011)02-0226-09

鄂尔多斯盆地西南部下白垩统宜君组 砾岩砾组分析及其意义^①

王建强 贾楠 刘池洋 邱欣卫 赵红格 郭真

(大陆动力学国家重点实验室(西北大学) 西北大学地质学系 西安 710069)

摘要 运用砾组分析方法,结合邻区基岩地层,对鄂尔多斯盆地西南部下白垩统宜君组砾岩的砾性、砾度、砾态及砾向进行了研究,阐述了研究区不同区域砾岩的成分来源、成因、形成的水动力条件及古水流方向。表明宜君组砾岩为早白垩世初期干旱环境下山麓洪积扇—河流相沉积产物,具多物源和快速沉积的特点,砾石分选普遍较差,磨圆呈次棱角—次圆状,风化程度低。其中南部麟游—彬县地区的砾石主要来自北秦岭造山带,西南部陇县—千阳地区主要来自陇山古生界;进而认为今渭北隆起南部及渭河地区在早白垩世仍在接受沉积,渭北隆起的发育时限主要是早白垩世末期以来,早白垩世原始盆地沉积南界可在今渭河地区甚或达秦岭北麓。

关键词 鄂尔多斯盆地 早白垩世 宜君砾岩 砾组分析 渭北隆起 原盆边界

第一作者简介 王建强 男 1981年出生 博士研究生 沉积盆地分析 E-mail: jianqiang2@126.com

中图分类号 P585.2 **文献标识码** A

砾组分析方法是揭示砾岩成分、来源、性质、搬运距离、水动力强度及古水流方向的有效手段。该方法主要是通过通过对砾岩层中砾石的砾性、砾度、砾态和砾向进行测量和统计分析,然后依据测量和统计所获得的数据和图表,得出砾组特征与外营力性态的相关性和规律性^[1~7]。目前该方法已成功的运用于西北地区新生代砾岩的研究,在探讨青藏高原隆升、剥蚀方面取得了较好的效果^[1~3]。

研究区位于鄂尔多斯盆地西南部(图1),中晚三叠世,受秦岭洋最终关闭,扬子与华北板块拼接及秦岭褶皱带中生代强烈陆内造山^[8]的影响,该区发生了多期次构造运动,发育了崆峒山砾岩、上侏罗统芬芳河砾岩及下白垩统宜君砾岩等多套粗碎屑类磨拉石建造及其地层间的不整合接触关系^[9];古新世中晚期以来,渭河盆地的发育切断了鄂尔多斯盆地与秦岭褶皱带的直接联系,渭河盆地两侧地层差异翘倾抬升和强烈剥蚀,使盆地西部遭受了明显的改造,原盆面貌全非^[10]。作为秦岭中生代晚期陆内挤压造山在盆地南部的响应^[8,10],下白垩统底部宜君砾岩至今仍有较好的保存,且沿西南边部出露较好,其对探讨盆地西南部原盆边界及盆山演化具有重要的意义和研究价值,但研究程度低。本次笔者主要采用砾组分析

方法对宜君组砾岩进行了研究,基于对野外大量砾石的测量和分析,总结了宜君组砾岩的砾组特征,进而探讨了其物质来源及地质意义。

1 区域地质概况及测点说明

构造位置上研究区主要位于鄂尔多斯盆地与秦祁褶皱带的交汇部位,西邻西缘逆冲褶皱带、南被渭河盆地(地堑)所截,并与紧密邻接的秦岭造山带隔堑相望(图1)。长期以来该区一直处于极度不均匀的构造环境和多期活动过程中,改造强烈。在地貌上其可划分为南部北山区和北部黄土高原区,北山区属构造切割的单面山,呈东西—北东东向延伸,基岩广泛出露,海拔一般在1 000~1 600 m之间,主干断裂集中分布于此,以北东、北西向为主,构造复杂;黄土高原区海拔一般在1 000~1 400 m,沟壑纵横,地形切割极为强烈,以发育褶皱为主,构造相对简单,总体变形表现出由南向北依次减弱的特征。在地层展布上研究区从南向北依次出露蓟县系、寒武系、奥陶系、二叠系、三叠系、侏罗系及下白垩统等。宜君砾岩为下白垩统底部的一套粗碎屑磨拉石建造,出露于黄陵沮水、宜君、旬邑、彬县、麟游、千阳、陇县一带(图1),呈灰紫、紫红、桔红色,砾石支撑,钙质、砂质胶结,砂

^①国家自然科学基金(重大研究计划)重点项目(批准号:90814005);陕西省教育厅基金项目(批准号:06JK181);西北大学大陆动力学国家重点实验室开放课题基金资助。

收稿日期:2009-11-20;收修改稿日期:2010-03-20

岩透镜体发育,一般厚度在 0~203 m 之间 横向厚度变化明显(图 2)。向盆地内部则呈楔形迅速变薄、尖灭或渐变为粗砂岩以至于与其上覆洛河组难于区分,其与下伏不同时代地层呈角度不整合或平行不整合接触^[11~15]。

研究沿盆地南部宜君砾岩出露区近东西向选取了 9 个测点,各测点编号见图 1。为了尽量确保所测砾岩为同时期沉积产物,每个测点均选在砾岩剖面底部。在具体测量方法上,综合了前人在砾组分析方面的研究^[1~4],每个测点选择至少 1m² 的砾岩面,随机

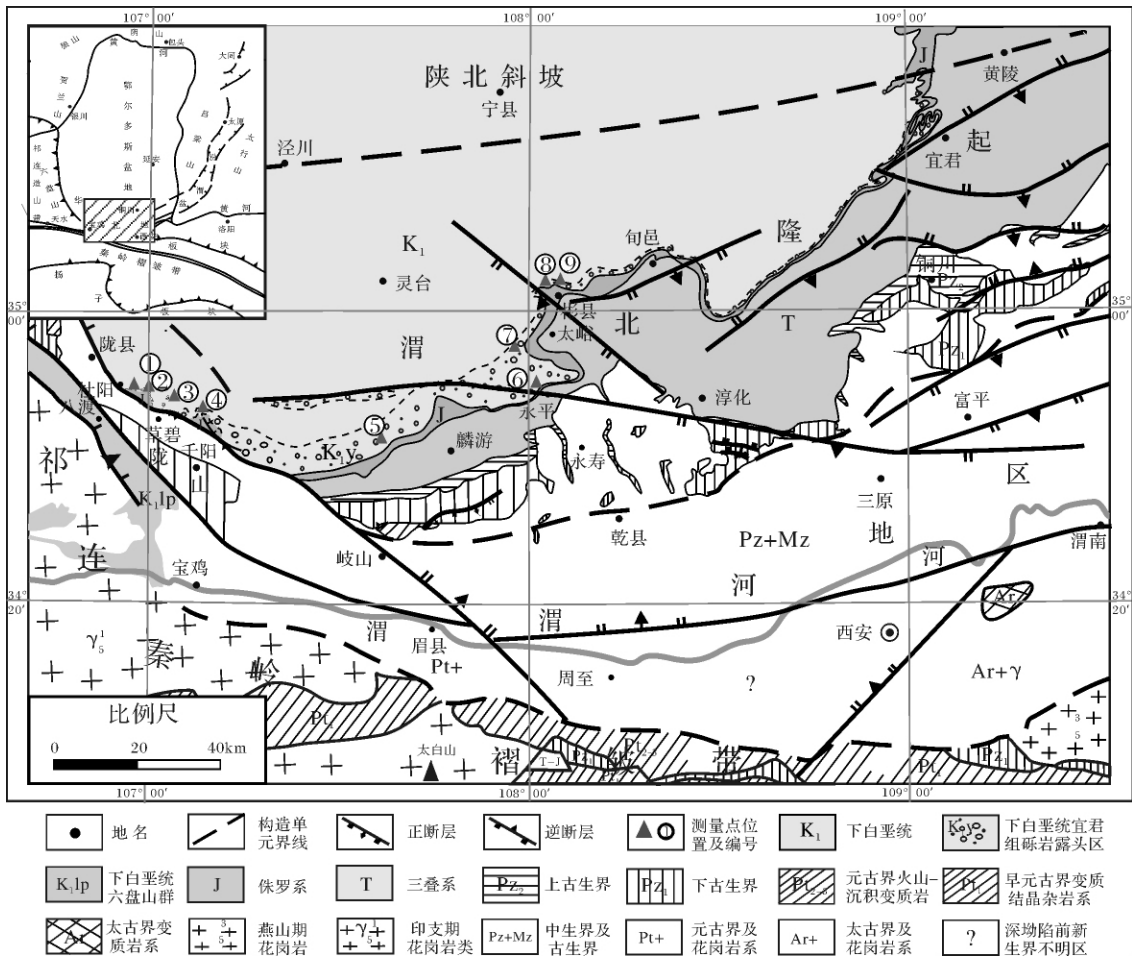


图 1 鄂尔多斯盆地西南部区域地质及砾组测点分布图(据鄂尔多斯盆地地质图,1996,简化修改)

- ①陇县东南东风镇; ②尧场沟普陀里; ③草碧河白村寺; ④芬芳河; ⑤麟游贾家河; ⑥永平西北;
- ⑦永平底角沟北; ⑧彬县虎家湾; ⑨彬县北水沟红石窝

Fig. 1 The regional geology and measuring points of the gravel fabric in the southwestern Ordos Basin

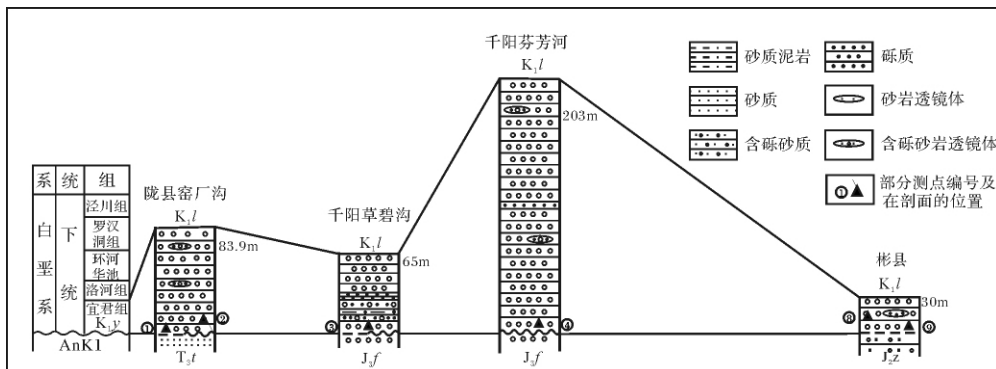


图 2 鄂尔多斯盆地西南部下白垩统宜君组砾岩柱状对比图(引自参考文献 11,修改)

Fig. 2 Gravel columnar comparison chart of Yijun group of Lower Cretaceous in Southwestern Ordos Basin

选择约 150 个砾石,分别鉴定岩性、观察磨圆度和风化程度,测量每颗砾石的长轴(a)、中轴(b)、短轴(c)及倾向和倾角等,其中测点 4 仅对砾性进行了鉴定。

2 基岩地层及砾性分析

除再搬运者外,砾石往往产自基岩地层,它们的岩性与基岩应具有-致性。砾岩层的砾石成分与种类,反映了其源区和搬运时沿程各时代、各种岩性的基岩地层在地表的分布^[1]。

2.1 基岩地层

鄂尔多斯盆地南部区域基岩地层分布具有明显的特点(图 1):沿宜君砾岩边界向南依次出露以陆相碎屑岩为主的侏罗系、三叠系及二叠系,以海相灰岩、白云岩等为主的奥陶系、寒武系等,总体呈东西、北东东向展布,西南部千阳一带呈北西向展布;往南为渭河地区,但由于巨厚的新生界沉积(最厚处可达 7 000 多米)对其前新生代基底至今仍存在疑异。我们通过对渭河盆地边部少量打穿新生界的探井、地热井及地震、CEMP 资料,结合区域重力、航磁资料的分析,认为其前新生代基底大致以渭河断裂为界,其北主要以晚古生代碎屑岩及早古生代碳酸盐岩为主,局部地区仍残存有中生代地层。该断裂以南则为元古代—太古代火山—沉积变质岩系,局部有燕山期花岗岩体^[16,17],深拗陷处可能仍有古生代及中生代地层^①;再往南紧邻北秦岭褶皱带,该处地层复杂,东南部主要出露晚太古代—早元古代变质结晶杂岩系、元古代—古生代碳酸盐岩、燕山期花岗岩等,南部主要为早中元古代火山—沉积浅变质岩系、华力西期火山岩、印支期花岗岩体,局部为中晚元古代碳酸盐岩及中生代碎屑岩等^[12-17]。

2.2 砾石砾性

砾性指砾岩层砾石的岩性成分。根据各测点野外统计(表 1)及砾性变化特征(图 3),可以看出从西往东砾性变化具明显规律性,大致可分为三个区:(1)西部陇县—千阳地区(1~4 号测点):1~2 号测点为以碳酸盐岩为主(含量高达 96%)的单成分砾岩,偶见砂岩、泥岩等砾石;而 3~4 号测点,砾石成分仍以碳酸盐岩为主,含量平均在 60% 左右,但出现了花岗岩类、变质火山岩类、石英岩、砂泥岩等砾石。(2)麟游—永平地区(5~7 号测点):砾岩成分较复杂,以花岗岩类(平均含量 37% 左右)、变质火山岩类(23%)、石英岩(8%)、片岩(12%)、片麻岩类(9%)等为主,其次为少量的碳酸盐岩、砂岩、泥岩等。(3)彬县地区(8~9 号测点):以石英岩(49%)、变质火山岩类(18%)、片岩(12%)为主,此外含少量的花岗岩类、碳酸盐岩、泥岩、砂岩等。总体而言,碳酸盐岩砾石从西往东迅速变少,从陇县地区的 96%,到麟游—彬县一带含量平均不到 5%,而花岗岩类、变质火山岩类、片麻岩、石英岩等在麟游—彬县则广泛分布,尤其是石英岩砾石在彬县一带含量高达 49%。这种砾性变化及组合特征,充分反映了宜君砾岩沉积时期具多物源区及快速堆积的特点,同时也反映出随搬运距离的差异,砾性稳定,砾石含量变化明显。

3 砾石的砾度、砾态、砾向统计分析

3.1 砾度分析

砾度是指砾石颗粒的大小,通过砾度测量分析可以反映出砾石的搬运及沉积等特征。研究区各测点的砾度特征是通过每个测点随机选择约 150 颗砾石分别测量其 a 轴(长轴)、b 轴(中轴)和 c 轴(短

表 1 鄂尔多斯盆地西南部下白垩统宜君组砾岩层的砾性特征

Table 1 The compositional features of Yijun gravels of Lower Cretaceous in the southwestern Ordos basin

测点编号	分区	测点位置	砾性/%							
			碳酸盐岩	砂泥岩	花岗岩类	变质火山岩类	片麻岩类	片岩	石英岩	其它
1	陇县—千阳	陇县东南东风镇	97	2						1
2		陇县尧场沟普陀里	95	3					1	1
3		草碧河白村寺	75	5	7	4			6	3
4		芬芳河	30	4	18	16	6	8	10	8
5	麟游—永平	麟游贾家河	2	4	40	25	15	10	3	1
6		永平西北	7	5	30	20	10	13	12	3
7		永平底角沟北	2	5	41	24	3	12	10	3
8	彬县	彬县虎家湾	4	7	5	15	5	10	50	4
9		彬县北水沟红石窝	4	2	4	20	3	14	48	5

注:其它则主要包括各类变质岩

①刘池阳,等.鄂尔多斯盆地渭北地区构造演化及古生界勘探潜力研究.长庆油田内部报告,2008

轴) 的长度, 然后进行计算处理求得的(表 2)。平均砾径 \bar{d} 是首先计算出各砾轴的平均砾径 \bar{d}_a 、 \bar{d}_b 、 \bar{d}_c , 再计算等体积砾径而得到的。计算公式为 $\bar{d} = \sqrt[3]{\bar{d}_a \bar{d}_b \bar{d}_c}$; 再用同样的方法求 \bar{d}_{50} , 即 $\bar{d}_{50} = \sqrt[3]{\bar{d}_{a50} \bar{d}_{b50} \bar{d}_{c50}}$ 其中的 d_{a50} 、 d_{b50} 、 d_{c50} 是分别在 a 轴、b 轴、c 轴的累积频率曲线(图 4) 上求得的; S_a 、 S_b 、 S_c 为 a 轴、b 轴、c 轴的分选系数, 根据累计频率曲线上的四分位数 (d_{25} 、 d_{75}) 求得, 如 $S_a = \sqrt{d_{75}/d_{25}}$, S_b 、 S_c 的求法相同^[1, 2]。

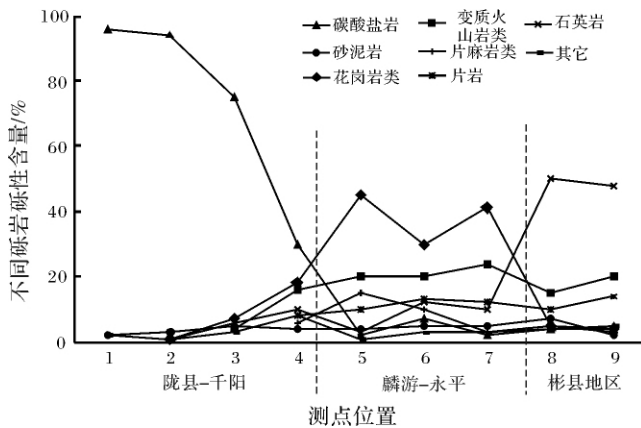


图 3 鄂尔多斯盆地西南部早白垩世宜君组砾岩砾性变化特征曲线图

Fig. 3 The compositional features curve of Yijun gravels of Early Cretaceous in the southwestern Ordos Basin

从 8 个测点的砾石砾度数据(表 2), 可以看到宜君砾岩的平均砾径(\bar{d}) 普遍约在 3~6 cm 之间, a 轴平均砾径在 5~8 cm 左右。各个测点平均砾径均比中值砾径 \bar{d}_{50} 大 1 cm 上下, 这表明众峰值靠近砾径较小的砾石, 即砾径较小的砾石占总砾石的百分比比较大, 而砾径较大的砾石数量相对较少, 且分布较散, 这从各个测点 a 轴频率分布柱状图上也可以明显看到这一点(图 5)。同时各测点的 a 轴、b 轴

和 c 轴的分选系数都较大, 均大于 1.3 左右, 说明分选较差。结合野外基本地质特征, 认为宜君砾岩是以山麓冲洪积扇相沉积为主, 水系发育, 剥蚀、搬运能力强。

同时, 平均砾径也清楚的显示出宜君砾岩从西向东粒度分区明显, 依次出现砾径大一小一大一小的变化特征(表 2), 这与源区的岩性、离源区的距离及水动力条件的差异关系密切。

3.2 砾态分析

砾态分析包括砾石的风化程度、扁度、磨圆度、球度等, 其中砾石的扁度和球度是根据实地测量砾石的 a 轴、b 轴、c 轴的长度计算求得。扁度 F ($F = (a + b) / 2c$) 和球度 B ($B = \sqrt[3]{abc/a}$), 均用平均砾径 \bar{d}_a 、 \bar{d}_b 、 \bar{d}_c 计算而得到; 磨圆度 P 是根据四级分法估计值(0 级—棱角状、1 级—次棱角状、2 级—次圆状、3 级—圆状) 以百分数表示; 砾态参数比值是扁度与球度的比值^[1-4], 为砾石磨圆度的综合指标; 风化程度 W 的划分与磨圆度相同, 但以目估法(0 级—未风化、1 级—弱风化、2 级—中等风化、3 级—强风化) 表示。

从表 3 可以看到, 宜君组砾石的扁度在 1.54~2.42 之间, 球度在 0.62~0.72 之间, 磨圆度在 32%~53%, 砾态参数比值介于 2.2~4 之间, 表明砾石以次棱角状、次圆状居多, 磨圆一般; 但向东部扁度值总体逐渐变小, 而球度及磨圆度则依次加大, 说明宜君砾岩有向东部磨圆度变好的趋势; 砾岩的风化程度总体较弱, 多在 1~2 级之间, 这与白垩纪以来气候较干旱, 以流水的物理风化为主相关。

3.3 砾向分析

砾向是指砾石最大扁平面(ab 面) 的产状要素, 可以通过该产状要素进行砾岩层古水流方向分析^[4]。对单个砾石, 一般用砾石 ab 面的倾向和倾角来表示它的产状, 砾石层则需要用大量砾石产状的

表 2 鄂尔多斯盆地西南部下白垩统宜君组砾岩层砾度特征表

Table 2 The granulometric features of Yijun gravels of Lower Cretaceous in the southwestern Ordos Basin

测点编号	分区	测点位置	砾径/cm							S_a	S_b	S_c	
			\bar{d}	\bar{d}_{50}	\bar{d}_a	\bar{d}_b	\bar{d}_c	\bar{d}_{a50}	\bar{d}_{b50}				\bar{d}_{c50}
1	陇县—千阳	陇县东南东风镇	4.30	3.40	6.60	4.52	2.67	5.60	3.70	1.90	1.55	1.72	1.65
2		尧场沟普陀里	3.60	2.60	5.82	3.97	2.02	4.00	2.75	1.60	1.32	1.35	1.52
3		草碧河白村寺	2.96	2.11	4.62	3.13	1.65	3.60	2.60	1.00	1.37	1.39	1.90
5	麟游—永平	麟游贾家河	4.38	3.46	7.07	4.28	2.78	5.80	3.40	2.10	1.45	1.41	1.45
6		永平西北	5.28	4.37	7.68	5.48	3.49	6.60	4.60	2.75	1.42	1.39	1.33
7		永平底角沟北	5.76	4.76	8.20	6.06	3.84	7.20	5.00	3.00	1.35	1.46	1.48
8	彬县	彬县虎家湾	4.54	3.61	6.34	4.50	3.27	5.40	3.70	2.35	1.36	1.33	1.57
9		彬县北水红石窝	4.78	3.66	6.95	4.31	3.65	5.90	3.40	2.45	1.50	1.61	1.88

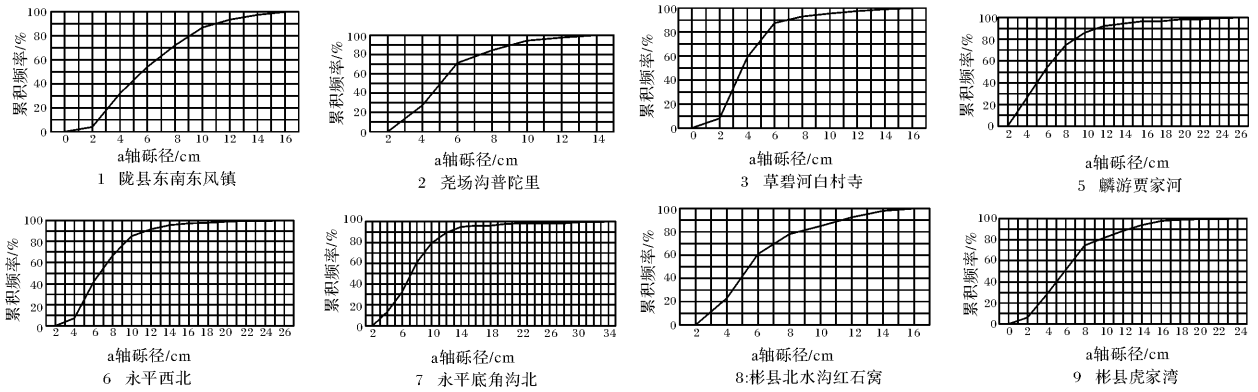


图4 鄂尔多斯盆地西南部下白垩统宜君组砾岩层 a 轴砾径累积频率曲线图

Fig. 4 The curvilinear map of a-axis size-frequency distribution of Yijun gravels of Lower Cretaceous in the southwestern Ordos basin

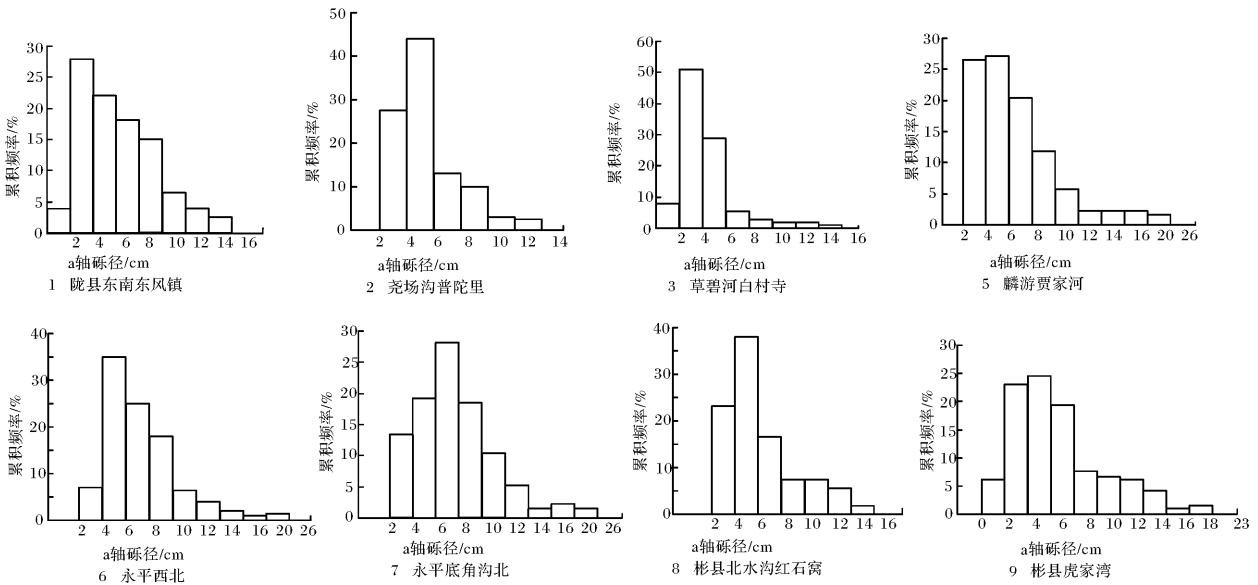


图5 鄂尔多斯盆地西南部下白垩统宜君组砾岩层 a 轴砾径频率分布柱状图

Fig. 5 The histogram map of a-axis size-frequency distribution of Yijun gravels of Lower Cretaceous in the southwestern Ordos basin

表3 鄂尔多斯盆地西南部下白垩统宜君组砾岩层的砾态特征表

Table 3 The psephitic features of Yijun gravels of Lower Cretaceous in the southwestern Ordos basin

序号	分区	测点位置	砾态				
			F(扁度)	B(球度)	P(磨圆度)	F/B(砾态比值)	W(风化度)
1	陇县—千阳	陇县东南东风镇	2.08	0.65	36.04	3.2	1
2		尧场沟普陀里	2.42	0.62	34.28	3.9	1
3		草碧河白村寺	2.35	0.64	31.91	3.67	1
5	麟游—永平	麟游贾家河	2.04	0.62	35.59	3.29	2
6		永平西北	1.89	0.69	39.95	2.74	2
7		永平底角沟北	1.86	0.70	45.53	2.66	2
8	彬县	彬县虎家湾	1.66	0.72	52.82	2.31	1
9		彬县北水沟红石窝	1.54	0.69	49.36	2.23	1

统计数据来揭示其规律性。研究通过对每个测点砾石层多于30颗砾石的最大扁平面产状进行了测量，

重点是选取那些典型且易于测量的叠瓦排列或扁平面出露较好的大砾石为主。

研究区由于后期构造运动的影响宜君砾岩层不同程度的发生了倾斜,所以必须将最大扁平面产状校正到原始沉积时的状态。主要是根据现今砾岩层的产状及测得的砾石最大扁平面的产状用 WinRose R 0.9 软件进行校正(砾岩因其呈块状展布产状不明显,因而采用了夹于其间的砂岩层产状近似代替)。根据以上原则,将盆地西南部不同测点数据绘制了砾石 ab 面产状玫瑰花图(图 6)。图中清楚的显示出该套砾岩沉积时古水流方向主要为北、北东、北北西向。

4 讨 论

通过上述对鄂尔多斯盆地西南部宜君砾岩的砾组分析,以下将结合研究区区域地质特征,对该套砾岩的物源、沉积条件等进行分析,进而探讨其地质意义。

4.1 物源及沉积条件分析

4.1.1 物源分析

基岩地层及宜君组砾岩的砾性、砾向分析表明,鄂尔多斯盆地西南部宜君砾岩层的物质主要来自盆地南侧,且东、西部存在差异,具多源性。

(1) 麟游—永平—彬县一带的砾岩,以花岗岩类、变质火山岩类、石英岩、片麻岩类、片岩及少量的碳酸盐岩、砂泥岩等组合为特征,为复成分砾岩。总

体成分成熟度低,说明该套砾岩离源区相对较近;而彬县地区因更靠北侧分选相对较好,石英岩等稳定砾石含量较高;同时该区砾岩中碳酸盐岩及砂泥岩砾石含量均只占 5% 左右,这无疑可说明在今研究区南侧出露的基岩及渭河地区前新生代地层在早白垩世时期不可能成为大量遭受剥蚀的物源区,而周至—眉县一带的北秦岭地区广泛出露以云母石英片岩、黑云斜长片岩、片麻岩、钙质石英岩、长石石英岩、变质火山岩等为主的元古界宽坪群、秦岭群及印支期二长花岗岩、闪长花岗岩等与其有较好的一致性,因而认为北秦岭为麟游—彬县地区宜君砾岩的主要物源区(图 1)。

(2) 陇县—千阳地区的砾石,主要以碳酸盐岩为主(陇县地区含量高达 96%),由于碳酸盐岩抵抗风化能力较弱,很难进行长距离搬,一般只在山前堆积^[18]。通过实地考察、薄片鉴定、砾向分析等认为其西南部陇山的古生界为该套砾岩的主要物源(图 1)。这也说明了早白垩世陇山古生界褶皱系已经隆起成为物源区。同时在千阳芬芳河地区(4 号测点)除了碳酸盐岩砾石外,也存在较多的花岗岩类、片麻岩类等砾石,推测该区附近可能是西南和南部两大物源的交汇地带。

4.1.2 沉积条件分析

砾度及砾态等特征分析表明,宜君组砾岩总体分

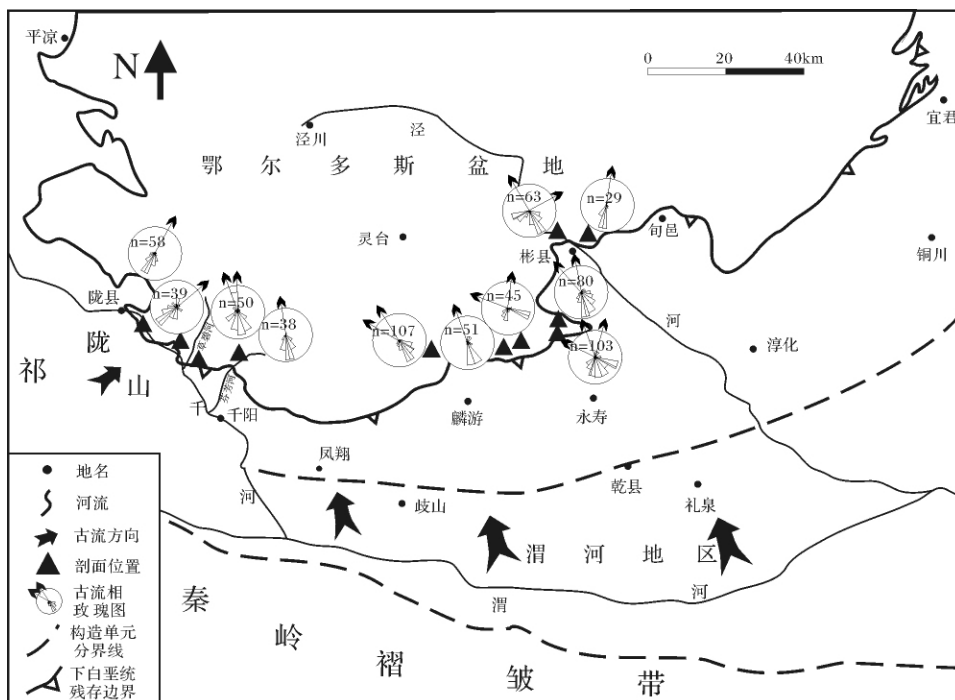


图 6 鄂尔多斯盆地西南部下白垩统宜君组砾岩古流向图

Fig. 6 The palaeocurrent map of Yijun Formation of Lower Cretaceous in the southwestern Ordos Basin

选较差,磨圆为次棱角一次圆状,风化程度低,为干旱环境下山前坳陷处快速堆积的一套山麓洪积扇—河流相沉积砾岩。

麟游—永平—彬县区砾岩呈紫红、桔红、灰紫色,砂质、泥质胶结,砂岩透镜体发育,厚度一般在30~203之间,变化较大;砾石大小混杂,最大砾径可达1 m左右,平均砾径4~6 cm,砾石扁度介于1.54~2.04之间,球度为0.7左右,磨圆度为35.6%~52.8%。而陇县—千阳区砾岩呈灰色,钙质胶结,沉积厚度一般在60~80 m左右,分选相对较好,平均砾径3~4 cm,砾石的扁度均大于2,球度为0.64左右,磨圆度为31.91%~36.04%。以上砾岩参数表明,南部麟游—永平—彬县地区砾石砾径总体较陇县—千阳地区大,分选差,但磨圆度较好。结合沉积区与源区距离、砾石的分布范围(图1)等分析,推测当时北秦岭与鄂尔多斯盆地南部地形高差相对较大,洪积水系发育,水动力条件好,剥蚀能力强,搬运距离远,堆积速度快,而西南部陇县—千阳地区地形高差较小,水动力条件相对较弱,剥蚀搬运能力一般。

4.2 地质意义

4.2.1 对渭北隆起发育时限的约束

渭北隆起为鄂尔多斯盆地南部次级构造单元(图1),海拔一般在1000~1600 m之间,基岩广泛出露。对于其发育时限前人专门论述较少,仅根据其周边老地层的广泛出露而认为其发育时限较早。通过对盆地南部古生代以来沉积—构造演化的分析,认为加里东运动对该区存在一定的影响,导致该区整体隆升及边部发生构造变形,上、下古生界之间局部出现角度不整合接触^[19],但晚古生代—早中侏罗世该区地层发育齐全,均以整合或平行不整合接触为主,且盆地南部沉积边界远在渭北隆起之南^[10]。中侏罗世末—晚侏罗世,区域构造动力学环境发生重要转换,秦祁造山带挤压、逆冲推覆强烈,受其影响盆地南部前白垩纪地层发生强烈的收缩变形,下白垩统与下伏地层角度不整合接触在渭北隆起西部表现明显,中东部则以平行不整合为主。同时宜君砾岩砾组分析表明,该砾岩主要来自渭北隆起之南的北秦岭地区,说明当时渭北隆起及之南并没有大规模的隆起存在而阻隔北秦岭物源的到来。因此可以推断渭北隆起大规模发育时限至少是早白垩世末以来,同时渭北隆起大量磷灰石裂变径迹分析测试^[20],也同样证明了该隆升事件发生在约114~83 Ma之间(早白垩世末—晚白垩世),且西部早于东部。因而早白垩世时

期今渭河地区应为盆山之间的过渡带,局部可能受晚侏罗世秦岭逆冲推覆影响,抬升遭受剥蚀,这也可以解释麟游—彬县等地区砾岩中出现少量的碳酸盐岩及砂岩砾石。

4.2.2 早白垩世原始盆地南界探讨

古新世中晚期渭河地区的断陷,切断了鄂尔多斯盆地与秦岭褶皱带的直接联系,加之渭河地区巨厚的新生代沉积,对其前新生代基底认识不清,这为鄂尔多斯盆地南部中生代原始地面貌研究带来了极大的难度。本文通过对宜君砾岩的砾组分析,指出下白垩统物源并非来自渭北隆起南部老地层或渭河盆地区的前新生代地层,而主要是北秦岭褶皱带,说明下白垩统沉积初期盆地南界远在今残存边界之南。区域构造及热史演化研究也表明,中生代晚期(早白垩世)盆地处于弱拉张的构造环境^[21],结合下白垩统在盆地南部总体表现出以河流相、三角洲相及湖泊相等为主的沉积特点^[22],推测在下白垩统发育鼎盛时期盆地南界可能向南有所扩展,因而我们认为早白垩世时期盆地原始沉积南界至少在今渭河地区甚或达秦岭北麓。

5 结 论

(1) 通过对鄂尔多斯盆地南部下白垩统宜君组砾岩砾组分析,认为宜君砾岩为干旱环境下山麓洪积扇—河流相粗碎屑岩沉积,具多物源及快速沉积的特点,砾石分选普遍较差,扁度介于1.54~2.42,球度在0.62~0.72之间,磨圆一般,呈次棱角一次圆状,风化程度低。

(2) 南部麟游—彬县地区砾岩主要来自北秦岭褶皱带,砾石成分复杂,以花岗岩、石英岩、变质火山岩、片麻岩等为主,水动力条件较强,古水流呈北、北西向;西南部陇县—千阳地区砾岩主要来自陇山古生界,成分单一,主要为碳酸盐岩,水动力条件较弱,古水流呈北、北东向。

(3) 根据砾组特征及沉积—构造演化等分析,认为渭北隆起南部及渭河地区早白垩世仍在接受沉积,其隆起发育时限主要是早白垩世末期以来,进而认为早白垩世原始盆地沉积南界至少在今渭河地区甚或达秦岭北麓。

致谢 在野外工作期间得到了西北大学地质系张复新教授、西安石油大学资源学院杨友运教授的具体指导与热情帮助,还得到了师兄弟、师姐妹在野外和室内工作中的大力协助,在此一并表示衷心的感谢。

谢。

参考文献(References)

- 朱大岗, 赵希涛, 孟宪刚, 等. 念青唐古拉山主峰地区第四纪砾石层砾组分析[J]. 地质力学学报, 2002, 8(4): 323-332 [Zhu Dagang, Zhao Xitao, Meng Xiangang, et al. Fabric analysis of gravel in Quaternary gravel beds on backbone area of Nianqingtanggulashan mountains [J]. Journal of Geomechanics, 2002, 8(4): 323-332]
- 刘训, 王军, 张招崇, 等. 第四纪磨拉石组与青藏高原隆升的关系—对新疆叶城柯克亚剖面第四系砾石成分测量结果的认识[J]. 地质通报, 2002, 21(11): 759-763 [Liu Xun, Wang Jun, Zhang Zhaochong, et al. Relation between the components of Quaternary molasse and uplift of the Qinghai-Tibet Plateau—Preliminary understanding of the results of measurements of the Quaternary pebble composition at the Kokyar section, Yecheng, Xinjiang [J]. Geological Bulletin of China, 2002, 21(11): 759-763]
- 韩建恩, 余佳, 孟庆伟, 等. 西藏阿里地区札达盆地第四纪砾石统计及其意义[J]. 地质通报, 2005, 24(7): 630-636 [Han Jian'en, Yu Jia, Meng Qingwei, et al. Analysis of Quaternary gravels in the Zhanda basin, Ngari area, Tibet, China [J]. Geological Bulletin of China, 2005, 24(7): 630-636]
- 章泽军. 根据砾石统计确定红色盆地中洪积扇的基本原理与方法[J]. 中国区域地质, 1995, 14(2): 181-188 [Zhang Zejun. The fundamental principle and method for defining the proluvial fans in a small red basin according to the statistics of gravels [J]. Regional Geology of China, 1995, 14(2): 181-188]
- 周安朝. 华北地块北缘晚古生代盆地演化及盆山耦合关系[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2002: 33-46 [Zhou Anchao. The Evolution of Late Paleozoic Basins in North Margin of North China Block and the Coupling Relationship between Basin and Range [M]. Beijing: Coal Industry Press, 2002: 33-46]
- 赵红格, 刘池洋. 物源分析方法及研究进展[J]. 沉积学报, 2003, 21(3): 409-415 [Zhao Hongge, Liu Chiyang. Approaches and prospects of provenance analysis [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21(3): 409-415]
- 吴磊伯, 马胜云, 沈淑敏. 砾石排列方位的分析并论述长沙等地白沙井砾石层的沉积构造[J]. 地质学报, 1958, 38(2): 201-229 [Wu Leibo, Ma Shengyun, Shen Shumin. The gravel-directional array analysis and depositional structure of the Baishajing gravel layer discussion in Changsha and other places [J]. Acta Geologica Sinica, 1958, 38(2): 201-229]
- 张国伟, 张本仁, 袁学诚, 等. 秦岭造山带与大陆动力学[M]. 北京: 科学出版社, 2001 [Zhang Guowei, Zhang Benren, Yuan Xuecheng, et al. Qinling Orogeny and Continental Dynamics [M]. Beijing: Science Press, 2001]
- 陈刚, 王志维, 白国娟, 等. 鄂尔多斯盆地中生代峰值年龄事件及其沉积—构造响应[J]. 中国地质, 2007, 34(3): 375-383 [Chen Gang, Wang Zhivui, Bai Guojuan, et al. Meso-Cenozoic peak-age events and their tectonic-sedimentary response in Ordos Basin [J]. Geology in China, 2007, 34(3): 375-383]
- 刘池洋, 赵红格, 桂小军, 等. 鄂尔多斯盆地演化-改造的时空坐标及其成藏(矿)响应[J]. 地质学报, 2006, 80(5): 617-638 [Liu Chiyang, Zhao Hongge, Gui Xiaojun, et al. Space-time coordinate of the evolution and reformation and mineralization response in Ordos Basin [J]. Acta Geologica Sinica, 2006, 80(5): 617-638]
- 陕西省地质局区域地质调查队. 陕西的白垩纪[M]. 1981 [Geological Bureau of the Regional Geological Survey Team of Shaanxi Provincial. Cretaceous of Shaanxi [M]. 1981]
- 陕西省地质矿产局. 陕西省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989 [Bureau of Geology and Mineral Resources of Shaanxi Province. Regional Geology of Shaanxi Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989]
- 甘肃省地质局区域地质调查队. 泾川幅 1:200000 区域地质图及说明书, 1980 [The Regional Geological Survey Team of Geological Bureau of Gansu Province. 1:200000 Regional Geological Maps and Instruction of Jingchuan, 1980]
- 陕西省区域地质测量队. 陇县幅 1:20 万地质图矿产图及说明书. 1967 [Regional Geology Survey Team of Shaanxi Province. 1:200000 Geological Mining Maps and Instruction of Longxian, 1967]
- 陕西省地质调查院. 宝鸡幅 1:25 万地质图及说明书. 2003 [Institute of Geological Survey of Shaanxi Province. 1:250000 Geological mining Maps and Instruction of Baoji, 2003]
- 彭建兵, 张骏, 苏生瑞, 等. 渭河盆地活动断裂与地质灾害[M]. 西安: 西北大学出版社, 1992: 1-101 [Peng Jianbing, Zhang Jun, Su Shengrui, et al. Active Faults and Geological Hazards of Weihe Basin [M]. Xi'an: Northwestern University Press, 1992: 1-101]
- 王兴. 渭河盆地地热资源赋存与开发[M]. 西安: 科学技术出版社, 2005 [Wang Xin. Occurrence and Development of Geothermal Resources in Weihe Basin [M]. Xi'an: Science and Technology Press, 2005]
- 赵澄林, 朱筱敏. 沉积岩石学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001 [Zhao Chenglin, Zhu Xiaomin. Sedimentary Petrology [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2001]
- 袁卫国, 王平. 鄂尔多斯盆地南部地区的加里东运动[J]. 西安地质学院学报, 1996, 18(1): 36-42 [Yuan Weiguo, Wang Ping. On the Caledonian movement in the southern Ordos basin [J]. Journal of Xi'an College of Geology, 1996, 18(1): 36-42]
- 王建强, 刘池洋, 闫建萍, 等. 鄂尔多斯盆地南部渭北隆起发育时限及其演化[J]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2010, 46(4): 22-29 [Wang Jianqiang, Liu Chiyang, Yan Jianping, et al. Development time and evolution characteristics of Weiwei uplift in the south of Ordos basin [J]. Journal of Lanzhou University: Natural Sciences, 2010, 46(4): 22-29]
- 任战利, 张盛, 高胜利, 等. 鄂尔多斯盆地热演化程度异常分布区及形成时期探讨[J]. 地质学报, 2006, 80(5): 674-684 [Ren Zhanli, Zhang Sheng, Gao Shengli, et al. Research on region of maturation anomaly and formation time in Ordos Basin [J]. Acta Geologica Sinica, 2006, 80(5): 674-684]
- 杨友运. 鄂尔多斯盆地白垩系沉积建造[J]. 石油天然气地质, 2006, 27(2): 167-172 [Yang Youyun. Cretaceous sedimentary formation in Ordos Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2006, 27(2): 167-172]

Fabric Analysis of Yijun Gravels of Lower Cretaceous in the Southwestern Ordos Basin

WANG Jian-qiang JIA Nan LIU Chi-yang QIU Xin-wei ZHAO Hong-ge GUO Zhen
(State Key Laboratory of Continental Dynamics , Geology Department of Northwest University , Xi'an , 710069)

Abstract The study area is located in the southwest of the Ordos Basin , with the tectonic position in the intersection of Ordos Basin and Qinling-Qilian orogenic belt , and the area is adjacent to the western thrust fold belt in the west , and looking at Qinling orogenic belt across Weihe graben in the south. Since the Late Triassic , molasse formations were widely developed because of the neighbouring orogenic belts' multi-stage tectonic movements. Among them the Yijun conglomerate at the bottom of the Lower Cretaceous is the typical molasse formation. The study on it has great significance and value to discuss the original basin boundary and basin-mountain evolution in the southwest of the Early Cretaceous basin.

Using fabric analysis method to study the composition , particle size , shape and preferred orientations of nine measuring points from west to east in Yijun conglomerate in the southern Early Cretaceous basin can clarify the composition , source and formation environment of these gravels. The composition analysis shows that the component gravels from the west to the east in the study area can be divided into three regions: Longxian-Qianyang area's gravels are mainly carbonate rocks , Linyou-Yongping area's gravels are dominated by granite and metamorphic rocks , Binxian area's gravels are quartzite and metamorphic rocks. Analysis on particle size , shape and preferred orientations indicate that the gravels size show large-small-large-small rule from west to east , generally with poor sorting , subangular to subrounded and low degree weathering , and the material mainly come from the southern of the basin , which can be seen that the Yijun conglomerate is an alluvial fan-fluvial sedimentary gravels with arid environment and rapid accumulation to deposit in the depression at the foot of mountain.

Combining with analysis of adjacent areas rock formations and regional geology , we consider that the provenance of Lower Cretaceous should not come from the old strata of southern Weibei uplift or the pre-Cenozoic strata of Weihe graben. Linyou-Binxian region's gravels mainly came from the North Qinling orogenic belt , and Longxian-Qianyang's gravels might come from the Paleozoic of Longshan area , which was the extrusion response of Qinling orogenic belt at southwestern basin in Late Mesozoic. It can be further explained by the evidence that the large-scale uplift does not exist at Weibei area or its southern to prevent the source material from Qinling orogenic belt. We can infer that the development time of Weibei large-scale uplift may be in the late Early Cretaceous at least.

While the sedimentary facies of the southern basin in Lower Cretaceous are fluvial , delta and lake , therefore , it is considered that the southern boundary of the heyday sedimentary basin in the Cretaceous may be still extended to the south , which may be at least in Weihe region or even in the northern foot of Qinling mountain.

Key word Ordos Basin; Early Cretaceous; Yijun conglomerate; fabric analysis of gravel; Weibei uplift; original basin boundary