

长——平陆相红色盆地北东段量化沉积学特征及其演化^①

章泽军

(中国地质大学地学院 武汉 430074)

摘要 长—平陆相红色盆地北东段(系指赣西北红层分布区)由三期5个冲积扇体组成。非同期扇体分别由特定界面所分隔。山口位于盆地北侧,古流向由北向南、南东或南西呈扇形撒开;最大砾石平均体积及混杂系数在扇根处为最大值,向扇中、扇缘呈非线性递减;砾石成分严格受物源区的制约。根据量化沉积学特征及成因背景分析,该区大致经历了初始孕育期、分段剥蚀充填期及后期构造改造三大演化阶段。洪积事件始于晚白垩世、止于早第三纪始新世—渐新世。

关键词 长—平盆地 量化沉积学 冲积扇

作者简介 章泽军 男 49岁 副教授 从事地质力学 区域地质调研及教学工作。

长沙—平江盆地(简称长—平盆地)跨越湘赣两省。南起长沙,大致以北东向经平江、木瓜进入江西,终止于修水县以西,为一长近190 km,宽约15 km的带状盆地。或因盆内物质充填的时空关系复杂,其成生时代两省分称不一(湖南境内为白垩纪,江西境内称第三纪),基础地质研究较为薄弱。

近年来,作者在1:5万区域地质调查过程中,从定量提取堆积物中沉积学信息入手,在建立各地质体—冲积扇体量化信息网络的基础上,确定该盆地北东段即曾称之为马坳红盆^[1]的赣西北红层展布区属冲积扇型分段剥蚀单边式断陷盆地。有迹象表明,洪积事件始于晚白垩世(中晚期)末,终止于早第三纪始新世—渐新世。

本文仅就冲积扇量化沉积学特征、时空展布规律及其成生背景与演化进行初步总结。

1 量化沉积学特征

该盆地自大桥向东由北东向逐渐偏转至北东东向延伸,呈西宽东窄之势。其北侧为剥蚀区或物源供给区。由西向东,现依次出露花岗岩、中元古界双桥山群浅变质砂、板岩及震旦系—志留系砂岩、灰岩与页岩等基岩。与盆地之间,由区域性北东东向盆缘断裂所分隔。盆地南、东缘分别不整合于中元古

界双桥山群及震旦系、寒武系之上(图1)。盆内以一套快速多变、采用一般沉积岩区岩组、岩段等岩石地层单位难以描述其时空分布规律的紫红色砂砾岩堆积为主。根据作者提出的有关原理与方法^[1],对近250个点^②砾石成分、砾石体积大小及古流向等信息的系统提取与统计,分别采用最大砾石平均体积(V_d)等值线图、砾石成分百分含量比等值线图、古流向图及混杂系数(即最大砾石平均体积 V_d 与中小砾石平均体积 V_x 之比 $V_d/V_x=f$)等值线图,描述各自随空间位置而变化的函数关系。这些量化图件相互叠置,无疑共同描述了洪积事件发生、发展及消亡过程的主体信息。在此基础上,结合沉积界面分析^[2~4],确定研究区内由五个冲积扇体衔接叠置而成(图1),分属三个不同的时期,非同期扇体之间分别由沉积间断面或超覆面等界面所分隔。

1.1 冲积扇体时空分布规律

早期渣津扇体分布于研究区西部,总体呈宽扇形,其扇中两侧分别被中、晚期扇体叠覆出露不甚完整。该扇体与东邻三都红盆晚期扇体(产恐龙蛋化石 *Oolithos sp eroides*)层位相当,属晚白垩世中晚期。中期扇体主要分布在中部及东端,即梅州扇体与上杭扇体,前者出露相对完整,后者其扇端被晚期扇体所掩盖。

① 本文系江西修水县联测图组1:5万区域地质调查部分成果。

② 大桥、渣津一带原始数据等资料均系赣西北地质队提供。

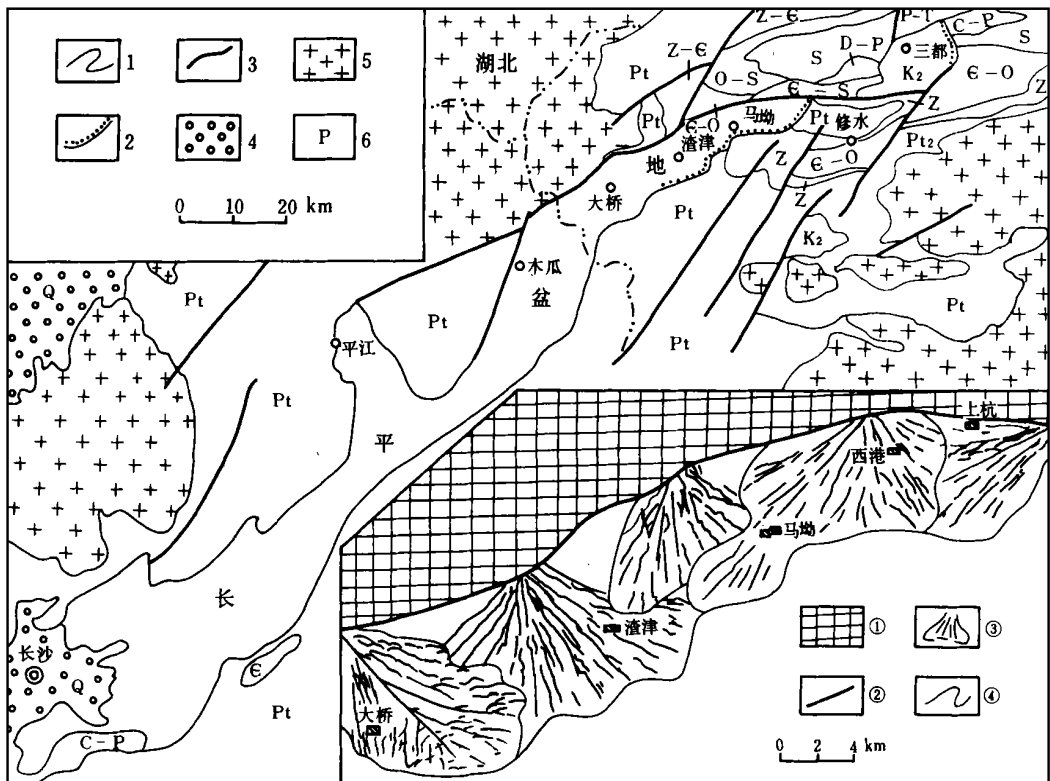


图1 长—平盆地地质略图

1. 地质界线; 2. 不整合界线; 3. 断层; 4. 第四系砂砾堆积物; 5. 花岗岩类; 6. 地质时代代号
 ①剥蚀区; ②断层; ③冲积扇体; ④扇体边界与盆地边界线

Fig. 1 Geology map of the Chang-Ping Basin

晚期马坳扇体、大桥扇体分布于马坳、大桥一带, 超覆于早、中期扇体之上。其中马坳扇体规模相对较大, 根据对扇根至扇中实测剖面研究, 自下而上可分四个岩性段^①, 其底部与中上部所含孢粉化石组合总体显示为早第三纪始新世—渐新世^①。

1.2 冲积扇体量化沉积学特征

各扇体均以紫红色砂、砾岩充填为主体, 呈宽扇形, 山口沿北部盆缘断裂分布, 且多数由小型山口复合而成, 与此对应的量化沉积学规律如下(图2)。

①古流向由北向南、由北东向南西或由北西向南东呈扇形撒开, 同期扇体的衔接部位或非同期扇体的叠置部位, 古流向互相干扰或穿叉。局部出现回流现象。

②最大砾石平均体积 V_d 及混杂系数于扇根处为最大值。其中东端上杭扇体最大砾石平均体积 ($1\ 053\ \text{cm}^3$) 及西部大桥扇体混杂系数(4 000)分别为区内最大值。

从扇根至扇缘 V_d, f 均呈非线性递减变化趋势, 且扇根至扇中呈快速递减, 而扇中至扇缘递减率变小, 等值线由密集型变为稀疏型。

③砾石成分的分布规律是: 扇根附近成分相对单一, 以一种或两种成分为主, 其物源区来自北侧, 与剥蚀区具明显对应关系。其中梅州扇体以西各扇体以花岗岩砾石为主, 源于西北花岗岩体, 据此推算最小剥蚀、搬运距离在 12 km 以上。梅州扇体以东以砂岩、灰岩等成分为主, 上杭扇体与马坳扇体扇根部位灰岩砾占主导。而扇中至扇缘具多成分混杂的特点。

2 盆地构造

盆地北缘北东东向盆缘断裂为盆地主体构造, 控制着盆地的成生与发展。盆内褶皱次之, 系洪积

① 马坳幅(H-50-97-13)1:5万地质图说明书, 1995.

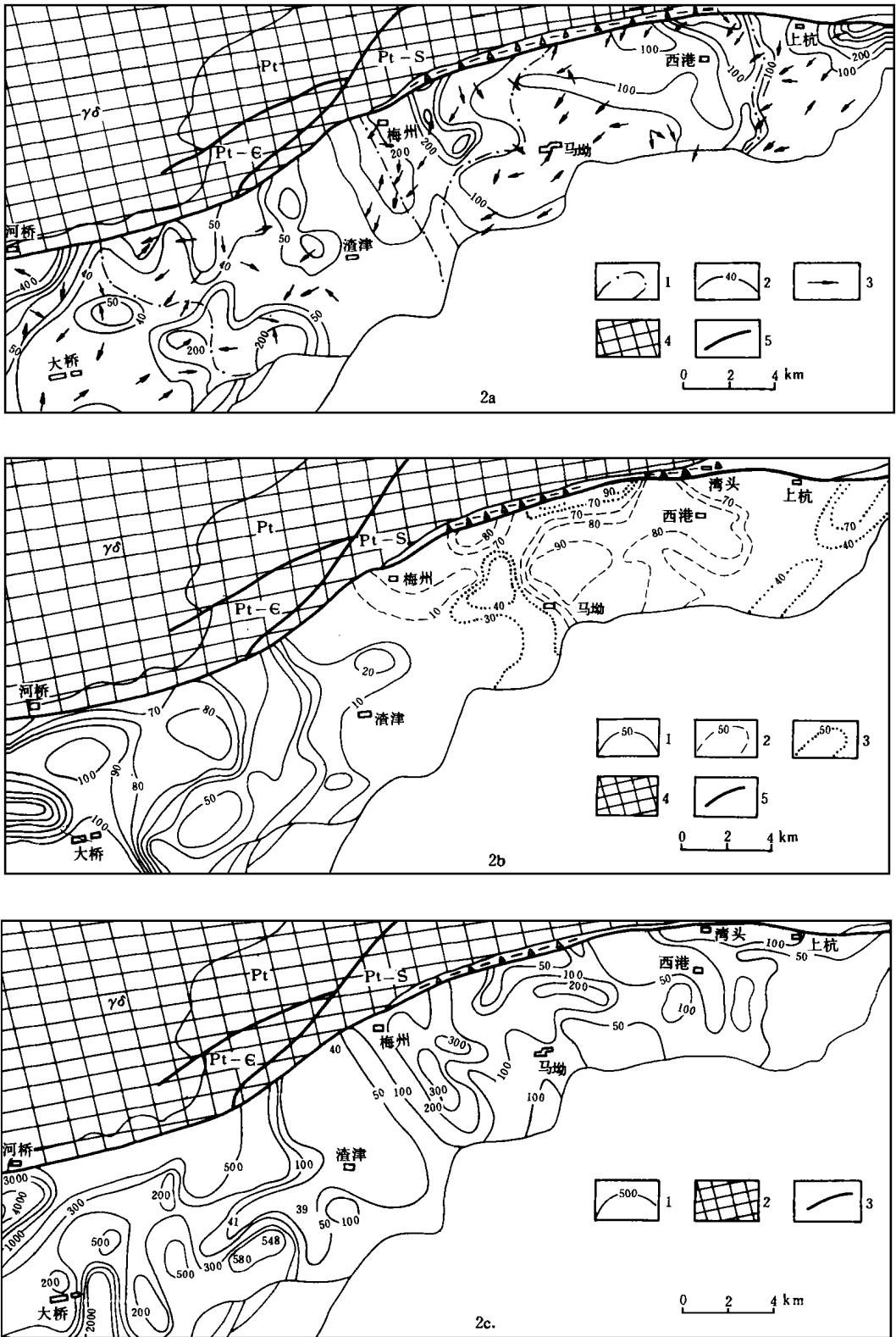


图2 长一平盆地东段量化沉积学特征

2a. 最大砾石平均体积等值线图 1. 扇体边界; 2. 最大砾石平均体积等值线; 3. 古流向; 4. 剥蚀区; 5. 断层。

2b. 砾石成分等值线图(%) 1. 花岗岩砾; 2. 砂岩砾; 3. 灰岩砾; 4. 剥蚀区; 5. 断层 2c. 混杂系数等值线图 1. 等值线; 2. 剥蚀区; 3. 断层

注: 梅州以西各原始资料均引自赣西北地质队。

Fig. 2 The quantification sedimentology features of the East-North segment of the Chang-Ping Basin.

事件终止后构造活动的痕迹。

2.1 盆缘断裂

与冲积扇具密切成因联系的区域性北东东向断裂沿红盆北缘横贯全区。地貌上形成鞍部,宏观断面总体向南陡倾。断裂带由密集劈理、节理、揉皱、构造透镜体、次级断裂及其所夹持的断片、构造岩组成。带宽一般在50—200 m之间,梅州以东局部地段宽达1 km。

次级断裂沿带断续出现,断面平直,偶见擦痕、阶步等运动痕迹。并伴随发育构造透镜体,局部定向排列,扁平面大体与断面平行。透镜体内多残留棱角状的构造角砾。

断裂带另一宏观特征是强烈硅化,使构造岩致密坚硬,呈带状产出,特别是在西港以北,硅化带宽近5 m,地貌上形如“岩墙”,断续延伸达1 km之多。

另一值得注意的是晚期马坳扇体扇根部位红层砾石已卷入断裂破碎带内,并构成宽达10 m的硅化构造岩(图3)。

微观上,多为复构造岩,以碎裂岩、初碎裂岩、脆性碎裂岩为主,偶见糜棱岩。

从宏观及微观综合信息来看,该断裂带无论沿走向或是倾向,变形极不均一,强变形带与弱变形域相间,并以断裂带南、北两则变形强烈为其总体特征,且集先存断裂(红盆形成之前的张性断裂)、同沉

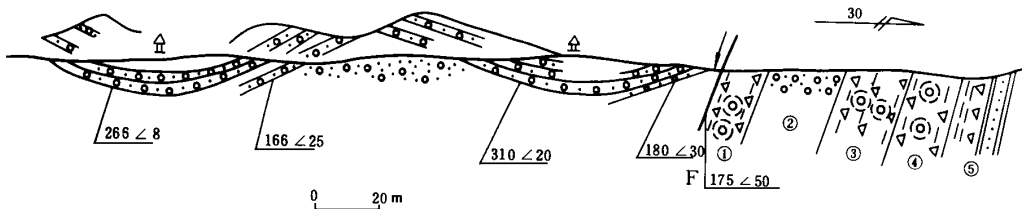


图3 梅州盆缘断裂及盆内褶皱信手剖面

断裂南为红层褶皱,向北依次为:①(红层)硅化破碎带(镜下为脆韧性碎裂岩);②坡积物;③(Pt)硅化破碎带(镜下为碎裂岩化变质中细粒石英砂岩);④(Pt)强硅化破碎带;⑤边缘带,硅化减弱,岩石破碎(镜下局部为糜棱岩)。

Fig. 3 Sketch section map of the basin peripheral faults and red beds flood in Eastern Meizhou

积断裂(以红层砾石卷入为标志)与后期改造(以压性标志为特征)特征于一体,控制着盆地的成生与演化。

2.2 盆内变形特征

盆内变形主要集中在盆地北缘中段,以邻断裂褶皱(向斜)及露头尺度的分割性构造为主。向斜北翼邻近盆缘处地层以 $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 角向南或南东倾斜,南约1 km处则以 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 角反向倾斜,至盆地南缘其倾角具变缓趋势。部分地段紧邻主向斜核部,以极为平缓的产状变化出现宽缓的次级褶皱(图3)。总体显示轴面向南陡倾的复式向斜。

伴随褶皱变形的破裂性构造极不发育,节理零星分布,断层规模甚小,仅在向斜核部局部出露,呈北东 60° 方向延伸长仅50 m,断面平直,其上所依附的铁质薄膜、擦痕及阶步等运动学信息,与盆内褶皱同属同一动力作用方式即南北向挤压的产物。

3 成生背景分析

构造背景、古地形、物源及其动力条件与古气候

等是制约盆地成生与发展的关键因素。现根据量化沉积学信息与盆地构造所示基本属性逆源其成生背景。

构造背景与古地形:至少在晚白垩世末之前,已存在区域性北东东向盆缘断裂作用,这种断裂作用不仅导致具北高南低古地形的单边式断陷盆地雏形,而且在盆地成生过程中,沿断裂带逐渐形成有利冲积扇体发育的、相对陡峻的局部地带。

物源:物源主要来自北侧,根据近源供给的基本特点,其盆缘断裂为主要物源区之一。已有证据表明,断裂带形成于洪积事件之前,且断裂带宽数百米,岩石极为破碎,加之洪积事件后期盆缘断裂的再次活动,无疑为冲积扇体的形成提供了大量的物源。另一物源来自地势陡峻的断裂带以北,构造作用与物理风化作用构成了广泛的物源补给区。其中晚期马坳扇体西缘所出现的花岗岩砾石预示着断裂带以北近12 Km的范围内均系物源供给区。

动力学分析:砂、砾的运移是在主动力作用下克服与运动面之间的摩擦力的结果。主动力主要由

砂、砾自身重力(W)沿运动面方向的分力与洪水推动力(P)两部分组成。前者与初始运动面的坡度角(θ)有关。考虑到砂、砾是在流体介质中运动,则流体对砂、砾有一向上支撑力,据有关实验,这一支撑力约为 $0.8P$ 。根据平衡原理,经简单运算,有下式成立:

$$P \geq \frac{W(f \cos \theta - \sin \theta)}{1 + 0.8f}$$

式中 f 为摩擦系数。当 P 等于右边项时,砂、砾处于就地停积的临界状态;当 P 大于右边项时处于搬运过程中。

式中坡度角 θ 从山口至扇端呈递减趋势,根据野外考察,不同扇体其初始坡度角稍存差异。为取

得定量概念,忽略岩性比重上的差异,分别取山口、扇中、扇缘处 θ 值为 15° 、 5° 、 3° , $f=1.1$ 及比重 2.5 ,求出各扇体不同部位单位面积上的洪积水推动力 F ($=\frac{P}{A}$)如表3-1所示。式中 A 为单位面积。结果表明,扇根至扇中水动力迅速减小,而扇中至扇缘递减幅度明显减小,标志着洪水从山口到达扇中后迅速离散。显然这种水动力不可能长期持续作用,很可能属季节性洪水,因而少见常年流水水道痕迹。

古气候:根据沉积物氧化特征,以及缺乏常年流水水道、植被不发育、无湖泊相沉积,加之水动力分析结果等综合信息,总体为干旱一半干旱炎热,间有突发式洪水作用的古气候环境,然而不排除在这一

表3-1 各扇体不同部位洪水推动力

Table 3-1 Flood water driving force of the different position of the fans.

扇体名称 扇体部位		上杭扇体	马坳扇体	梅州扇体	渣津扇体	大桥扇体
		山口 ($\theta=15^\circ$)	$F/(g \cdot cm^{-2})$ Vd/cm^3	8.98 1050	5.91 300	6.51 400
扇中 ($\theta=5^\circ$)	$F/(g \cdot cm^{-2})$ Vd/cm^3	5.15 100	5.15 100	5.15 100	4.08 50	6.48 200
	扇缘 ($\theta=3^\circ$)	$F/(g \cdot cm^{-2})$ $Vd/(cm^3)$	4.24 50	4.24 50	4.24 50	3.57 30

地史过程中存在干湿、冷暖气候的波动。

4 盆地演化过程

盆地演化大致经历了初始孕育、强烈充填与后期构造改造三大演化过程。

初始孕育阶段:盆地北缘北东东向张性断裂作用不仅形成单边式断陷盆地雏形,同时提供了大量物源、物质充填的空间以及北高南低有利物质运移的古地形,以此为标志孕育着盆地的成生与发展。

强烈充填阶段:在干旱一半干旱古气候环境下,以季节性暴发式洪水为主要推动力,利用先存断裂在渣津以北一带所造成的有利剥蚀而陡峻的古地形,形成早期冲积扇体拉开盆地充填演化的序幕。随着早期扇体的形成及其与之对应山口部位的剥蚀夷平,于梅州、上杭一带地势差相应加大,处于有利剥蚀地段。经短暂间歇后,进入盆地充填鼎盛期,形成中期扇体。在此基础上,以红层砾石卷入为标志的先存断裂再次活动,不仅注入了同沉积断裂的烙

印,同时导致近于夷平的古地形再度抬升,在大桥、马坳一带以北与被充填的盆地之间呈现新的地势差,以大桥扇体、马坳扇体的充填为标志,结束盆地的成生阶段。

后期构造改造阶段:盆缘断裂晚期所示压性痕迹及其盆内褶皱变形与分划性结构面均系同一构造应力场作用下的产物,是洪积事件终止后历经近南北向挤压所留下的痕迹。

综上所述,以冲积扇的形成与叠置为标志的成生过程,实质上是在大致相同的古气候、物源供给与季节性洪水为主动动力等成生背景条件下,沿先存断裂分段剥蚀、充填的结果。整个洪积事件始于晚白垩世末,消亡于早第三纪始新世—渐新世。盆地的成生与演化记载着以构造活动为先导,构造变形为终结的基本过程。

根据长—平盆地北东段量化沉积学特征与分段剥蚀充填的成生演化规律,作者认为,长—平盆地应同属冲积扇型带状盆地,并非一次洪积事件的结果。

因而有可能在晚白垩世中早期首先在湖南境内开始孕育,并由此向北东逐渐迁移,于早第三纪始新世—渐新世,以盆地北东段晚期扇体的形成为标志,盆地完全封闭,洪积事件结束。或许这种迁移与演化是导致湘赣两省成生时代不一之源。

另需强调指出的是:冲积扇体其沉积学、地层学特征是空间坐标的非线性函数,是随空间位置的不同而变化的,具有明显的不稳定性,特别是岩性明显受物源供给区岩性的制约。因此,按一般沉积岩区的基本方法,建立“群、组、段”,进行岩石地层对比时应特别慎重^[5]。

参 考 文 献

1 章泽军. 根据砾石统计确定红色盆地中洪积扇体的基本原理与方

法. 中国区域地质, 1995, (2): 181~188

- 2 Miall A D. Architectural elements and bounding surfaces in fluvial deposits: Anatomy of the Kayenta Formation (Lower Jurassic), Southwest Colorado. *Sedimentary Geology*, 1988, 55: 233~262
- 3 DeCelles P G, Gray M B, Ridgway K D. Controls on Synorogenic alluvialfan architecture. Beartooth Conglomerate (Palaeocene), Wyoming and Montana. *Sedimentology*, 1991, 38: 567~590
- 4 Brierley J B G, Liu K, Groot K a w. Sedimentology of coarse-grained alluvial fans in the Markham valley, Papua, New Guinea. *Sedimentary Geology*, 1993, (86): 297~324.
- 5 章泽军. 中小型陆相红色盆地地区调方法探讨. 中国区域地质, 1997, (4): 432~438.

Quantification Sedimentology Features and Evolution in East-North segment of Chang-Ping Continental Deposit Red Basin

Zhang Zejun

(China University of Geosciences, Wuhan 430074)

Abstract

The Chang-Ping continental deposit red basin consists of five alluvial fans forming different three stages. The different stages fans were separated by special bounding surfaces respectively. The fan-roots were located at the north of the basin. The palaeoflow direction was fan shaped distribution. The average volume of the big gravels and mixing coefficient were biggest in the fan root, and were decreased nonlinear progressively from fan root to fringe. The material source area controlled the composition of gravels.

According to quantification sedimentology features and forming setting, it successively underwent original pregnancy, denude and strong fill, three stages in the course of the Basin evolution. The proluvial events started in late Cretaceous Period and finished in Eocene Period Eocene-Oligocene Epoch.

Key words Chang-Ping Basin quantification sedimentology alluvial fan