

广西百色盆地古近系沉积特征及其古气候意义

袁鹤然^{1,2,3)}, 乜贞^{1,2,3)}, 刘俊英^{1,3,4)}, 王梅^{1,2,3)}

1) 国土资源部盐湖资源与环境重点实验室, 北京, 100037

2) 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京, 100037

3) 中国地质科学院盐湖与热水资源研究发展中心, 北京, 100037

4) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037

内容提要:通过研究广西百色盆地地表斩龙颈剖面、百东河剖面、六咀剖面、那周剖面记录的沉积特征、沉积标志、粘土矿物组合类型及 CaCO_3 指数的古气候信息, 再结合 ESR 测年数据, 确定了古近系古新统晚期六咀组—始新统晚期百岗组 (63.1~33.7 Ma BP) 地层时间序列, 反应该区自晚古新世至始新世晚期气候由半干旱、干旱—潮湿(偏凉)—温暖潮湿—潮湿(偏热)—温暖潮湿向偏干转化的 6 个古气候演变阶段。

关键词:百色盆地; 沉积特征; 粘土矿物组合类型; CaCO_3 指数; 古气候

纵观全世界以往的全球变化研究, 多集中于现代和第四纪, 但是全球已知的许多环境变化事件, 如青藏高原的隆升和东亚季风的形成与演变, 南北极冰盖的形成与发展等, 都与第三纪全球构造、气候事件密切相关。因此, 近年来对第三纪自然环境、气候变化的研究越来越多, 特别是着眼于区域性研究。广西百色盆地是我国古近系含油气盆地之一, 是叠加在中三叠纪基底上的新生代内陆盆地(胡炎坤, 1991, 陈元壮等, 2004)。其分布范围的地理坐标: $\text{E}106^{\circ}34' \sim 107^{\circ}21'$, $\text{N}23^{\circ}28' \sim 23^{\circ}55'$, 沉积总厚度 1572~3787 m, 面积 830 km^2 。

为了探讨我国南方古新统晚期—始新统晚期 (63.1~33.7 Ma BP) 这一地史时期沉积特征及古环境、古气候演化参数指标, 对该盆地重点地表斩龙颈剖面、百东河剖面、六咀剖面、那周剖面进行了地质环境调研, 并系统采集、分析测试样品。本文是在实地调查剖面基础上结合大量分析测试数据后完成的。实地调查剖面位置参见图 1。

调研结果表明, 广西百色盆地古近纪地层分布较为广泛, 代表性剖面自古新统晚期六咀组, 始新统洞均组、那读组、百岗组, 渐新统的伏平组、建都岭组至新近系上新统的长蛇岭组, 地层出露较全。因此, 该盆地是我国乃至世界研究新生代全球古气候变化

的理想地域。本次研究是在前人工作基础上, 通过野外考察收集地表剖面资料, 研究剖面上与古环境、古气候有关的沉积特征、沉积标志, 以及室内粘土矿物组合类型、 CaCO_3 指数等, 再结合取得的电子自旋共振 (ESR) 测定的年龄数据, 对古近系晚期六咀组至始新世晚期百岗组的沉积古环境、古气候演变历史进行探索研究。

1 研究时段年代的确定

再造古环境、古气候的关键是怎样准确测定出研究时段的年龄值, 年代学的精确程度关系到时间标定尺度的准确性和研究成果的可靠性(刘东生等, 1997, 汪品先等, 1999)。迄今, 地质定年仍是一个十分复杂的相关研究中的科学问题, 越来越引起许多学者的关注, 正逐渐成为古环境、古气候研究领域的一个重要分支。目前, 各种测年方法具有不同的测年范围和适用对象, 选择合适的测年方法同样关系到研究成果的可靠性(魏乐军等, 2004)。这次研究选择电子自旋共振 (Electron Spin Resonance) 即 ESR 法定年(姚益民等, 2002)。这种方法的基本原理是利用自然界中的绝缘矿物受本身或周围物质中的放射性性元素的辐照, 矿物内部能产生一些缺陷, 同时产生游离电子捕获在晶体晶格的缺陷中, 形成顺

注: 本文为国家自然科学基金重点项目(编号 4983010)和中国地质调查局地质调查项目(编号 1212010633809)联合资助的成果。

收稿日期: 2007-10-11; 改回日期: 2007-11-08; 责任编辑: 周健。

作者简介: 袁鹤然, 女, 1950 年生。副研究员, 从事盐湖学、矿床学研究。通讯地址: 100037, 北京市百万庄大街 26 号盐湖中心; 电话: 010-68999552。

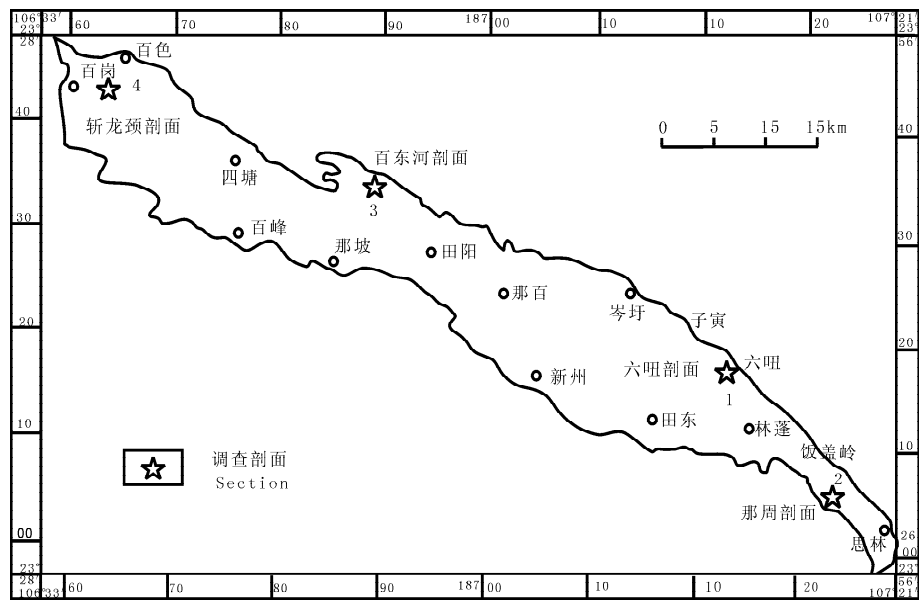


图 1 广西百色盆地实地调查剖面示意图

Fig. 1 Location of the sections for field investigations in the Baise basin, Guangxi

磁中心,中心产生特征的 ESR 讯号谱线。讯号强度与捕获电子的多少有关,而捕获电子的数量取决于:①晶体接受的放射性辐射强度(剂量率);②晶体中陷阱数目(灵敏度);③受辐射的时间长短(年龄)。导出 ESR 的年龄公式:

$$A = p/D$$

p 为样品吸收的古剂量(Gy),在实验室通过附加剂量法求得;*D* 为样品吸收环境辐射剂量率(mGy/a 或 Gy/ka),它是样品本身和环境中的 U、Th、⁴⁰K 及宇宙射线提供的。剂量率大小通过分析测定样品和环境中的 U、Th 和 k 含量求得,或用 α 和 γ 谱仪在取样点测定。ESR 年龄是根据 ESR 讯号强度与晶体吸收电离辐射剂量有一定的函数增长关系求出的。

尽管对这种方法测年的精确程度众说纷纭,但是本次研究能够比较系统、完整地取得了该剖面六咀组一百岗组的 ESR 年龄数据,与地层古生物研究结果、国际地质年代相比具有一致性。因此,可以认为这些数据能够为本次研究提供年代依据。ESR 测年结果见图 2(由成都理工大学梁兴中测定)。

2 粘土矿物的气候标志

粘土矿物是百色盆地地表剖面上分布最广泛的矿物种类之一。一般情况下,它的组合类型及其含量变化在剖面上的分布对气候、环境有灵敏的记录。高岭石是富含硅酸盐的火成岩和变质岩,在酸性介

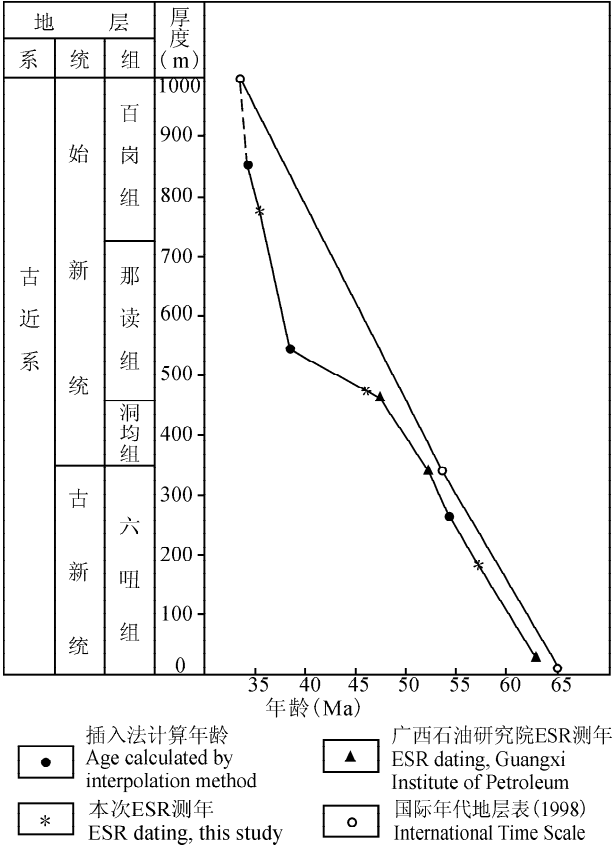


图 2 广西百色盆地年代对比图

Fig. 2 Age correlation in the Baise basin, Guangxi

质环境中,经风化和低温热液交代变化的产物(吴必豪等,1993)。含有碳酸根、腐殖以及各种有机酸的地下水作用的风化壳最有利于高岭石的形成。高

岭石生在潮湿的热带和亚热带,水云母可以生在温带(刘宝珺,1980)。陆源矿物中的粘土多是高岭石,也是盆地发展早期阶段或水体淡化阶段的产物,是湿热气候下的特征矿物。伊利石则是在气温较高的弱碱性环境($\text{pH}=8$)即可形成。当盆地形成封闭体系时,水体温度增高也可导致粘土矿物由高岭石向伊利石转变。而蒙脱石、绿泥石的形成则需要温度较高,较强的碱性环境 $\text{pH}=9\sim 10$,富 Mg^{2+} 的介质条件才可形成。可以认为粘土矿物中绿泥石占一定的比例时,能够反映当时较高的气温和相对干旱的古气候环境。粘土矿物由高岭石—伊利石—蒙皂石、绿泥石的演变过程,可标志盆地中 Mg^{2+} 含量逐渐富集,也可推断气温由低温向高温转变。通过对盆地中不同时间段的泥岩样品提纯分离出小于 $2\ \mu\text{m}$ 的粘土矿物,然后用 X 光衍射做定性、定量分析(X 光射线衍射数据由中国石油勘探开发研究院测定)。分析结果表明研究区粘土矿物主要以伊利石与蒙皂石(I/S)混层矿物的形式出现,含量为 $38\%\sim 66\%$;单独出现的粘土矿物占的比例较小,其中伊利石 $17\%\sim 34\%$;高岭石 $8\%\sim 29\%$;绿泥石 $4\%\sim 11\%$;蒙皂石 $1\%\sim 6\%$ (参见图 3)。

由图 3 还可以发现,该盆地粘土矿物种类较单一。利用粘土矿物作为干湿气候变化标志,还必需考虑矿物种类和共生组合的变化关系。按其沉积特征及沉积环境和含量变化及其代表的环境、气候意义,大致可划分出以下 3 种组合类型:①高岭石-伊利石型(湿润型);②伊利石-高岭石-蒙皂石型(半干旱型);③伊利石-高岭石(极少)-绿泥石型(干旱型)。

3 CaCO_3 指数的标志意义

Ca 为八大造岩元素之一,参与各种地球化学活动,湖盆演化过程中亦为十分主要和活跃的元素。就其物质来源而言,通常情况下,一是周缘碳酸盐受到酸解,带入盆地的外来组分;二是水体中各种物理、化学和生物产生的内生沉淀,即: $\text{Ca} + 2\text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

通常 CaCO_3 从海水中大量沉淀出来,因为该区的海水温度高和咸度大有关。而封闭的内陆湖泊体系中,碱土金属碳酸盐是首先形成的矿物,代表性沉积物有文石、方解石。随着 CaCO_3 的沉淀,Ca 在湖水中的含量保持一定水平。一般情况下, CaCO_3 含量应随着蒸发作用而富集。在地表剖面上,化学元素 Ca 主要以 CaCO_3 的形式存在,它在沉积物中遵

循地球化学规律而进行的分异组合,完全可以反映当时的古气候、古环境演变(方小敏等,1995)。酸溶分析能够溶解出所有化学沉积和大部分粘土矿物中 Ca^{2+} ,以及碎屑矿物中 Ca 的组分。对百色盆地六咀组—一百岗组剖面的化学分析总共 182 件。经化学分析得出其 Ca^{2+} 和 CO_2 重量百分含量,再按照阴阳离子当量换算表查出换算系数,计算出 CaCO_3 含量投在剖面图上(图 3)。

可以看出 CaCO_3 曲线在剖面上变化较大,最低 $<1\%$,最高达 90% 以上。而 CaCO_3 的低峰值往往出现在煤层的上、下岩层中,与煤岩层呈互层关系。众所周知,煤岩的沉积是湿润多雨的沼泽环境,当时应是植被茂盛,气候温暖湿润的淡水湖相沉积环境。在每一个韵律层下部, CaCO_3 含量较低,向上含量相对增加,这种韵律在剖面上频繁出现。指示每个韵律的开始,往往是水体淡化气候相对湿润,然后随着气候趋向干旱,水体逐渐蒸发,湖盆退缩,水质矿化度提高, CaCO_3 在湖泊中以自生沉淀或以被吸附的方式沉淀而相对富集。因此,反映每一个韵律的下部为相对湿润气候的沉积,而韵律的上部为相对干旱气候条件下 CaCO_3 含量较高的沉积环境,也反应古气候的周期性波动变化。

4 主要沉积特征及古气候分析

为了叙述方便,剖面自下而上按组简述,再根据沉积特征、沉积标志、粘土矿物组合和 CaCO_3 指数等的古气候标志一并讨论。

(1) 六咀组:这组沉积分布在田东凹陷东部的盆地边缘。自下而上按岩性特征可分为 3 段:下部砾岩段;中下部砂岩段;中上部泥岩段。①下部砾岩段为河流相紫红色砾岩层。不整合在三叠系的泥岩之上,砾石大小不等,一般在 $5\sim 15\ \text{cm}$ 之间,分选差、呈棱角状,由钙质、泥质、铁质胶结。砾石向上变细,厚度 $40\sim 50\ \text{m}$ 。上部为细砾岩,并见薄层紫红色砂岩夹层。②中下部紫红色砂岩段。自下而上岩性渐变,由含砾粗砂岩渐变为中细砂岩至粉砂岩,并有薄层泥岩夹层。在粉砂岩中含少量岩屑,砂岩中可见虫迹。厚度 $80\sim 90\ \text{m}$ 。③中上部泥岩段厚度一般 $150\sim 180\ \text{m}$,在六咀村和子寅一带最厚。岩性主要为湖泊相紫红色泥岩和粉砂质泥岩,含少量石膏。石膏赋存在钙质胶结的粉砂质泥岩中。镜下可见石膏呈细晶状、板状、菱柱状,一级灰—灰白干涉色,二轴晶正光性(何法明等,1988)。石膏多分布于粉砂或方解石粒间孔隙,含量不足 1% ,应属沉积形

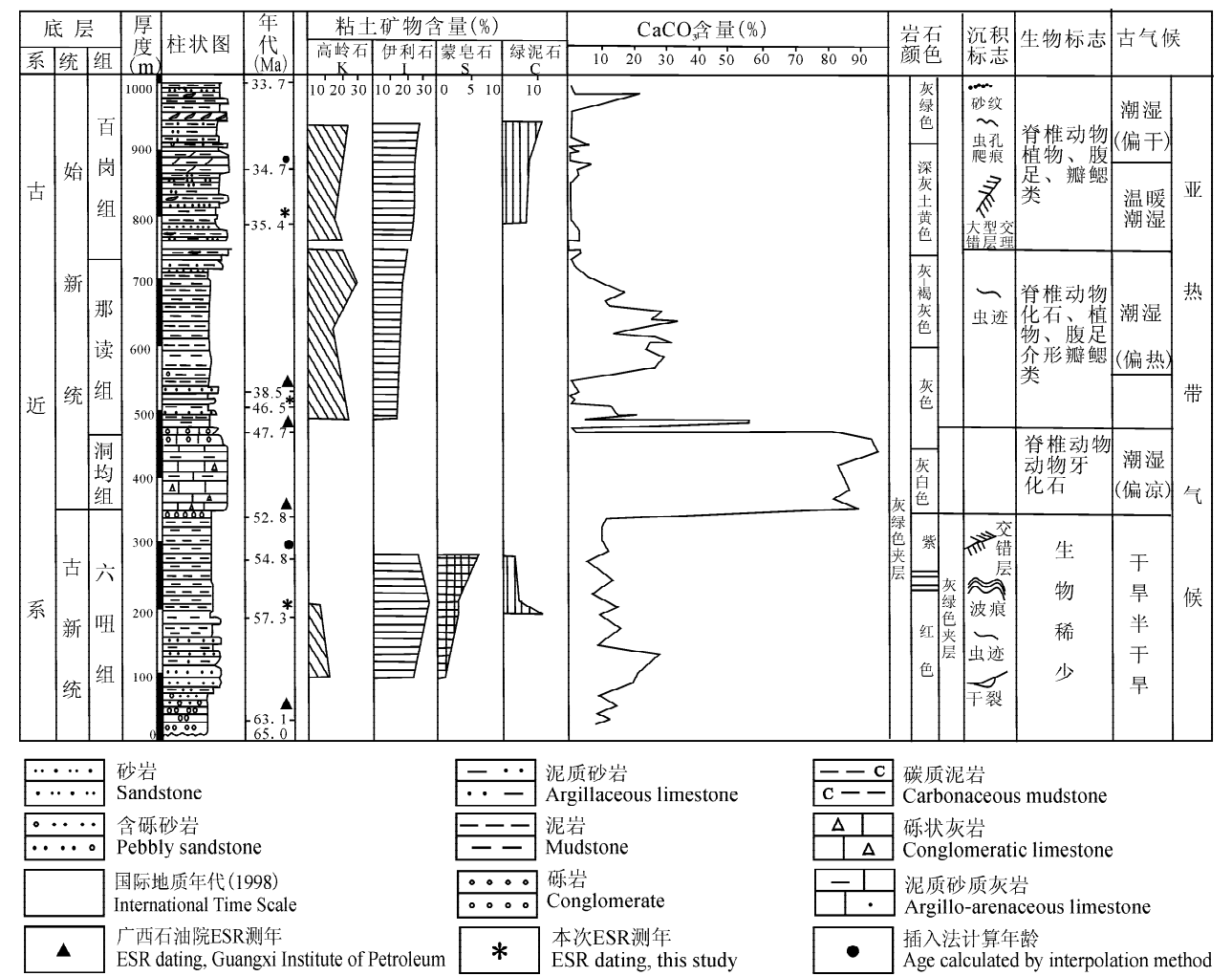


图 3 广西百色盆地古气候剖面图

Fig. 3 Correlation of Paleoclimatic sections in the Baise basin, Guangxi

成。在子寅剖面、六咀剖面的这一层段可见有石膏薄层,靠近下部夹一些灰绿—黄灰色薄层砂岩。岩层面上可见虫迹、爬痕、波痕、干裂和小型交错层理,生物不发育。粘土矿物组合为第 2 类和第 3 类(半干旱—干旱型)。伊利石的含量占绝对优势,含极少的高岭石,个别层段几乎全部为伊利石,下部出现极少量的蒙皂石,一般不足 3%,中上部紫红色泥岩中绿泥石含量明显增高。CaCO₃ 指数变化幅度不大,在灰绿色砂岩夹层中出现较低值,可能是气候短暂的波动。推测六咀组这套紫红色碎屑岩是在干旱、少雨,水体较浅、有时露出地表的沉积,属于气候持续干旱—半干旱的氧化环境下形成。

(2) 洞均组:地表剖面分布在盆地南缘的田东思林—林逢一带。在那周剖面为一套灰白色中厚层状—块状、砾状淡水石灰岩,属陆相淡水灰岩沉积,厚度 118 m,底部为 0.1~0.2 cm 的细砾状灰岩。

局部泥质含量较高,可达 10%~15%。顶部常含脊椎动物化石。因为盆地的 CaCO₃ 物质来源丰富, CaCO₃ 指数在剖面上是最高值。由于气候暖湿,雨量充沛,湖周山区灰岩经过长期淋滤, Ca²⁺ 等大量迁出转入水体。再结合生物分析可显示该时期应是潮湿凉爽适合脊椎生物繁衍的气候条件。

(3) 那读组:不整合覆盖在三叠系之上或假整合于六咀组或洞均组之上,剖面由东向西逐渐变厚,从 20 几米到盆地最西缘的斩龙颈剖面厚度可达 846.5 m。在出露良好的百东河剖面厚度 271.5 m,其岩性自下而上可分 3 段。①下部在砾岩层之上,岩性为灰色泥岩、钙质岩夹黄褐色的菱铁质泥岩,其中夹一层褐煤线及碳质泥岩,总厚 48.5 m。②中部以灰色薄—中层状粉砂岩、泥质粉砂岩为主,次为生物碎屑泥岩,中上部夹一层褐煤厚度 30 cm。本段总厚 33.2 m,含丰富的腹足、瓣鳃类化石。③上部

为灰色、褐灰色泥岩,顶部夹粉砂岩条带和薄层,厚 189.5 m。本段具交错层理及波状层理,产脊椎动物化石。综上所述,在百色盆地部分地区,那读组可出现 2~3 层可采褐煤,并已投入开采。该组也是百色盆地重要成油、成煤期。粘土矿物组合中高岭石的含量明显增加,出现第 1 类型高岭石-伊利石组合,代表潮湿型粘土矿物特征, CaCO_3 指数在煤岩层的上下为较低值或最低值。在那读组下部轮藻化石以 *Obtusochara elliptica-rhabdochara kisgyonensis* 为主体,此轮藻植物群的存在,表明盆地在那读组沉积早期湖水清澈、宁静、气候温暖(刘俊英等,2002)。显示出这一时期是总体上以潮湿为主的气候环境。

(4) 百岗组:在百色盆地该组沉积厚度多在 200~300 m 之间,在六咀剖面上总厚 272.8 m,大体上可分 4 层,自下而上为:①土黄—浅灰色薄—厚层含泥质石英粉砂岩、细砂岩。在露头良好的百东河剖面,可见到与下伏的那读组上部泥岩为渐变关系,整合接触。由下向上可见到 4 组反映三角洲沉积的大型斜层理。②灰、深灰色钙质泥岩夹石英粉、细砂岩,风化地表残留大量钙质结核,部分地区夹煤线、褐煤及炭质泥岩。③土黄、深灰色石英粉砂岩、细砂岩夹钙质泥岩,部分地区夹有煤线及褐煤。④灰、灰绿色块状泥岩,其上部夹有 30 cm 的凝灰岩,在盆地可作为标志层。百岗时期也是盆地主要成煤期,虫孔、波痕相当发育,含腹足类、瓣鳃类、脊椎动物化石。粘土矿物组合伊利石与高岭石互为消长关系,中上部伊利石的含量增加,并出现绿泥石。 CaCO_3 指数下部值低,中上部增高。顶部明显出现峰值。表明气候环境从那读组持续潮湿,成煤期结束后逐渐向偏干转变的特点,但这一期间有短暂的干、湿气候波动。

5 结 论

广西百色盆地是中国南方保存相对较好的下古近系地表剖面。根据其记录的古环境、古气候信息,结合古新统晚期六咀组—始新统晚期百岗组 ESR 提供的年龄数据(63.1~33.7 Ma BP),这一时间序列可识别出半干旱、干旱—潮湿(偏凉)—温暖潮湿—潮湿(偏热)—温暖潮湿—向偏干转化 6 个气候演变阶段。

(1) 63.1~52.8 Ma BP:晚古新世六咀组沉积时期,盆地为干旱气候区。盆地内低洼处聚水形成互不连通的数个小湖盆,半干旱、干旱气候,蒸发作用强,以 30 cm/ka 的平均沉积速率,在盆地边缘形

成紫红色碎屑岩系。尤其 54.8~52.8 Ma BP 期间,气候持续干旱,在连续蒸发作用下,富 SO_4^{2-} 水形成薄层状、团块状石膏。至今在潮湿炎热的季节,还可在地表剖面找到残留石膏,地层中常见虫迹、干裂、波痕等,岩石的矿物组合为半干旱、干旱条件下形成的伊利石-高岭石-绿泥石及 CaCO_3 指数等均佐证六咀组沉积时期气候干旱。

(2) 52.8~47.7 Ma BP:潮湿偏凉气候期,进入始新统洞均组沉积时期。湖盆流域降水增多,周缘山区石灰岩溶解,注入盆地。在盆地南缘那周地区,以 23 cm/ka 的沉积速率,形成一套淡水灰岩。其中有泥灰岩、泥晶灰岩和砾屑灰岩等。剖面可见丰富的脊椎动物化石,及无脊椎动物腹足类、瓣鳃类化石, CaCO_3 指数为剖面的最高值。指示气候暖湿,生态环境好,为脊椎动物、无脊椎动物繁衍生息好场所。

(3) 47.7~38.5 Ma BP:温暖潮湿的气候期,相当于那读组沉积的早期,气候更潮湿,湖盆面积扩大,水体加深,平均沉积速率 30 cm/ka。以灰色—深灰色泥岩、砂岩为主的暗色湖相沉积。自下而上粒度变细、颜色变深,反映水体由浅变深,生物富集出现腹足、瓣鳃类化石。菱铁质泥岩中含大量腹足、瓣鳃类化石。在湖盆的边缘和湖湾演变成沼泽—滨湖的成煤环境。粘土矿物形成高岭石和伊利石半湿润—湿润型组合,属于热带潮湿气候特征。 CaCO_3 指数为最低和较低值,结合孢粉资料分析,属于落叶阔叶—常绿叶混交林的植被景观,无疑反映气候处于温暖潮湿,此时也相当于始新世最佳气候期。

(4) 38.5 Ma BP:那读组沉积晚期,潮湿偏热的气候期。灰色—褐灰色泥岩夹粉砂岩沉积,局部见生物碎屑泥岩,产腹足、瓣鳃类化石。粘土矿物组合仍为偏湿润组合类型, CaCO_3 指数较下部偏高,但有波动起伏。据童国榜等(2001)孢粉资料分析,该段地层中下部为针叶阔叶混交林,往上常绿叶阔叶混交林,顶部为耐旱植物。表明这一时期主要是湿润气候,但是有短暂的干、湿气候波动。

(5) 35.4~34.7 Ma BP:潮湿气候期。相当于百岗组早—中期,剖面上可见沉积物变粗,陆源物质增加。泥岩中普遍含石英粉、细砂。大约在 34.7 Ma BP 时期,局部地区夹煤线、褐煤及碳质泥岩。沉积速率 30 cm/ka,发育大型交错层理,水体相对动荡。据文献资料揭示当时年均气温约在 23℃,年降水量 1500~1800 mm。气温较那读组沉积期有所下降,生物组合相似。粘土矿物组合仍以潮湿型

为主,晚期出现少量绿泥石,CaCO₃ 指数偏低,表明此时气候仍温暖潮湿。

(6) 34.7~33.7 Ma BP:气候由温暖潮湿转向偏干。百岗组沉积的中晚期 34.7 Ma BP 后成煤期结束,此时湖盆退缩,为河湖相砂泥岩互层沉积,生物量减少,组合变化。仅见少量螺、蚌化石。粘土矿物为偏干旱型,绿泥石含量增加。CaCO₃ 指数顶部偏高。百岗组晚期火山活动,沉积了火山凝灰岩层,此时的气候环境已从前期的湿润转向偏干。

综上所述,百色盆地自 63.1~33.7 Ma BP 时期,沉积的地表剖面记录了半干旱、干旱—潮湿偏凉—温暖潮湿—潮湿偏热—潮湿向—偏干转化的古气候波动格局,显示我国南方温暖潮湿的亚热带气候特征。

致谢:工作中郑绵平院士给予指导,野外得到滇黔桂石油指挥部的支持,童国榜教授、沈振枢研究员、胡炎坤高工共同参加野外剖面调查和采样工作,孙秀敏工程师承担样品的整理和基础图件编制工作,在此一并致谢!

参 考 文 献

陈元壮,吴明景,刘洛夫,雷声刚. 2004. 广西百色盆地古近系始新

统沉积相特征及演化. 古地理学报,6(4):419~433.
方小敏,李吉均,朱俊杰. 1995. 临夏盆地 30Ma 以来 CaCO₃ 含量变化与气候替演. 学术论文年刊. 北京:科学出版社,55~65.
何法明,刘世昌,白崇庆,喻显珍,严肃蓉,蒋铭廉,周清文. 1988. 盐类矿物鉴定工作方法手册. 北京:化学工业出版社,1~581.
胡炎坤. 1991. 百色盆地的新认识. 广西地质,4(3):22~23.
刘宝珺. 1980. 沉积岩石学. 北京:地质出版社.
刘东生,郭正堂,韩家懋,丁仲礼. 1997. 当前国际古全球变化研究的主要科学问题和任务——极地—赤道—极地大断面. 地学前缘,4(1~2):63~69.
刘俊英,袁鹤然. 2002. 广西百色盆地那读组轮藻化石组合特征及时代. 地质通报,(10):646.
童国榜,郑绵平,王伟铭,袁鹤然,刘俊英,沈振枢. 2001. 广西百色盆地始新世孢粉组合与环境. 地层学杂志,25(4):273~278.
汪品先,翦知湜. 1999. 寻求高分辨率的古环境记录. 第四纪研究,(1):1~17.
魏乐军,郑绵平,马志邦. 2004. 西藏台错盐湖 TT-1 剖面沉积特征和年代学研究. 地球学报,25(4):397~404.
吴必豪,杨惠宁,李松筠. 1993. 太平洋中部沉积物的矿物组成与沉积作用的研究. 北京:地质出版社,44~45.
姚益民,修申成,魏秀玲,孟松梅,业渝光,刁少波. 2002. 东营凹陷下第三系 ESR 测年研究. 油气地质与采收率,9(2):31~34.

Paleogene Sedimentary Characteristics and
Their Paleoclimatic Implications in the Baise Basin, Guangxi

YUAN Heran^{1, 2,3)}, NIE Zhen^{1, 2,3)}, LIU Junying^{1, 3,4)}, WANG Mei^{1, 2,3)}

- 1) Key Laboratory of saline Lake Resources and Environment, Ministry of Land and Resources, Beijing, 100037
2) Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037
3) R & D Center for Saline Lake and Epithermal Deposit, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037
4) Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037

Abstract

Four exposed sections at Zhanlongjing, Baidonghe, Liuniu and Nazhou were investigated in the Baise basin, Guangxi. Paleoclimatic information was gained based on the sedimentary characteristics and criteria, clay mineral assemblage types and CaCO₃ index recorded by these sections. Then according to the paleoclimatic information, combined with the ESR dating data, the time sequence for the sediments of the late Paleocene Liuniu Formation to late Eocene Baigang Formation (63.1~33.7 Ma BP) was determined, which indicates that in the study area there occurred six paleoclimatic evolution stages, i. e. the semi-arid and arid, humid (slightly cool), warm-humid, humid (slightly hot), warm-humid and slightly arid stages, from late Paleocene to late Eocene.

Key words: Baise basin; sedimentary characteristics; clay mineral assemblage type; CaCO₃ index; paleoclimate