

文章编号:1009-3850(2019)02-0078-06

贵州赤水地区晚白垩世古流向特征及构造意义

曹锐¹, 颜照坤², 王智勇³, 强坤¹, 陈修凤³

(1. 成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059; 2. 东华理工大学核资源与环境国家重点实验室, 江西 南昌 330013; 3. 赤水丹霞国家地质公园管理局, 贵州 赤水 564700)

摘要:贵州赤水地区位于四川盆地西南缘,晚白垩世时期该地区沉积了一套厚达1300m的陆相地层。本文通过地表露头的古流向野外观测和室内分析,详细研究赤水地区晚白垩世沉积充填过程及构造意义。赤水地区晚白垩世早期辫状河的古流向为自北东向南西,表明碎屑物源主要来自盆地北侧和东侧。根据物源、地层分布及区域地质背景推断,赤水地区晚白垩世的陆相沉积盆地属于陆内前陆盆地,陆内造山带位于盆地东侧。晚白垩世陆内前陆盆地的形成,可能受控于此阶段华南的构造挤压事件形成的陆内造山作用。

关键词:贵州赤水;晚白垩世;构造意义;四川盆地;古流向

中图分类号: P542

文献标识码: A

引言

四川盆地白垩系地层分布相对较局限,主要分布在西部的龙门山前缘和南部的宜宾、赤水地区,上白垩统主要分布在四川盆地西南部和南部(图1)。新生代的沉积则更加局限,主要分布在四川盆地西南部的龙泉山以西地区。在四川盆地西南部,白垩系与新生界的沉积呈整合关系^[1,2]。新近系与古近系之间的区域不整合面为喜山运动的产物,发育“大邑砾岩”,砾石中有前寒武系结晶岩,显示龙门山强烈上升及深层次基底杂岩出露^[2-4]。另外也有学者认为,整个四川盆地可能在晚白垩世接受了较为广泛的沉积^[2-5],因为对四川盆地剥蚀历史的研究发现四川盆地的剥蚀较为显著,达1~4km^[6,7]。

前人对四川盆地西部白垩纪古流向开展了较

为详细的研究工作^[8],但是对于盆地西南部地区白垩纪的古流向研究较为薄弱。贵州赤水地区上白垩统地层厚达1300m,说明晚白垩世时期该区经历了较大幅度的沉降和沉积充填过程,那么沉积物来源及其反映的构造意义是什么?目前尚未有较深入的研究。本文将贵州赤水地区上白垩统为研究对象,基于地表露头的古水流野外观测和室内分析,详细研究赤水地区晚白垩世古地理空间分布特征及构造意义。

1 区域地质概况

四川盆地及周缘地区在中生代以来经历了多期次、不同方位的应力作用。根据沉积发育特征,四川盆地在震旦纪—中三叠世处于碳酸盐岩台地发展阶段,并无盆地格架^[2]。晚三叠世,海水逐渐从四川盆地西部退出,之后逐渐演变为海陆过渡沉

收稿日期:2019-03-01; 改回日期:2019-04-12

作者简介:曹锐(1984-),男,博士后,副教授,从事构造地质学等研究。E-mail:rcao2007cug@qq.com

资助项目:本研究受赤水丹霞国家地质公园管理局科研项目《赤水丹霞白垩纪沉积环境及演化序列研究》和国家自然科学基金项目(41703037)共同资助

积和陆相沉积^[9-11]。现今的四川盆地在地貌特征上十分清楚,整体形态为菱形,北为米仓山、大巴山,南为大凉山,西为龙门山,东以七曜山为界(图1)。环绕盆地周边的高山,多由古生代及元古宙地层组成,局部还分布有岩浆岩及变质岩,海拔在1000~3000m之间。

贵州赤水地区位于四川盆地东南缘,因发育美丽壮观的丹霞地貌而闻名于世。构成赤水丹霞地貌的地层为白垩系红层,该套地层在四川盆地西部广泛分布,在四川盆地南部及西南部呈点状分布。赤水地区白垩系红层为夹关组(又称嘉定群),属晚白垩世陆相沉积地层,主要岩性为紫红色、砖红色

紫灰色厚层中细粒长石石英砂岩,夹多层紫红色泥岩,底部为2~3.5m厚砾岩^[12-13]。赤水地区夹关组厚度巨大,可达1300m,是白垩纪时期四川盆地重要的沉降中心之一^[2]。近年来,通过对区域地质、构造变形和地震反射剖面构造解释的研究,认为雪峰山至川东褶皱带发育一系列逆冲构造带,这些构造变形卷入了上三叠统一侏罗统,并被上白垩统地层不整合覆盖,表明其变形时间为中生代晚期,并具有从SE至NW逐渐变新的趋势^[14-15]。也有研究表明川南地区在中生代晚期还经历了来自大凉山的SN向水平推挤作用^[14]。

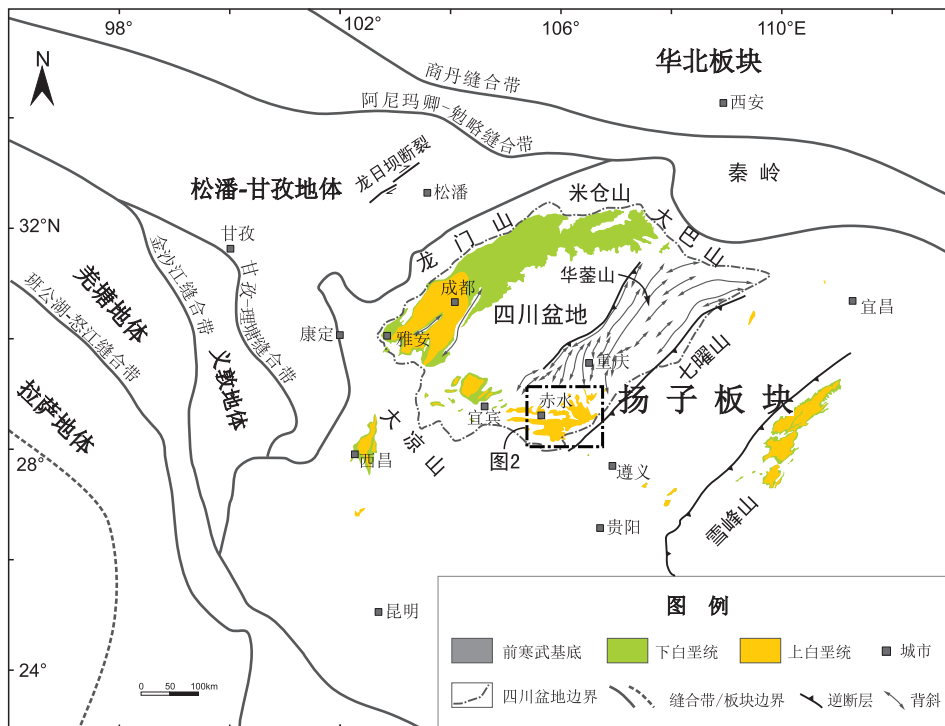


图1 四川盆地及邻区构造简图与白垩系地层分布图(据 Yan et al., 2019 修改;其中白垩系地层分布据 Li et al., 2016;川东至雪峰山的断层分布据 Li et al., 2018)

Fig. 1 Schematic tectonic map and distribution of the Cretaceous strata in the Sichuan Basin and its adjacent areas (modified from Yan et al., 2019; Li et al., 2016 and 2018)

2 古水流方向分析方法

古水流研究的目的是识别、描述和解释过去的水流型式^[18]。古水流资料收集、测量、校正后可以用两种方法(一种是单量方法,包括直方图、玫瑰花图、矢量图等;另外一种综合方法:有描述性、中心圆(放射)、野外资料投点、迁移平均数、解释性

等)表示出来,达到醒目直观、可利用性强的目的^[19]。古水流分析的一般步骤包括5部分:(1)室内学习准备,了解反映古水流沉积组构和构造类型,掌握古水流测量原理、测量方法及校正;(2)野外测量古水流,一般在一个点需要测量10~20组数据,特殊的研究目的则要求测量更多数据;(3)室内校正,可应用计算机程序或人工赤平投影方法进行

古水流数据的校正;(4)图件表示,将校正后的古水流数据录入相关计算机程序,获得古水流直方图、玫瑰花图等图件,并投到平面图或剖面图上;(5)盆

地分析应用,结合背景资料,对沉积体系和盆地进行解释^[19]。

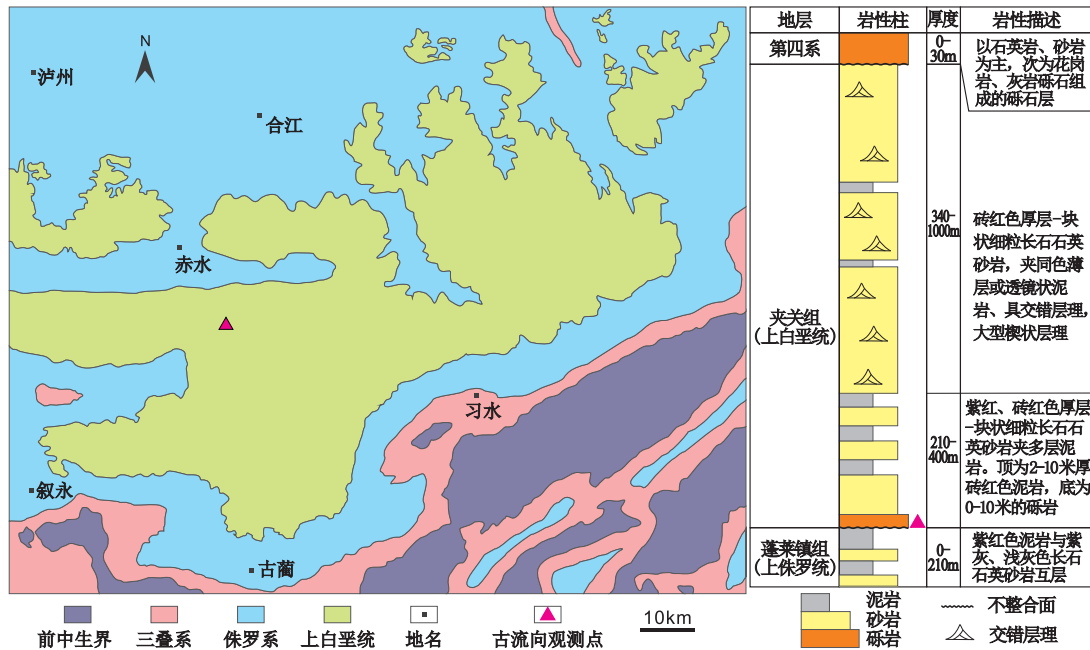


图2 赤水地区地质简图和上白垩统地层柱状图(据1:20万叙永幅、桐梓幅地质图修改)

Fig. 2 Simplified geological map and stratigraphic column through the Upper Cretaceous strata in the Chishui region

3 晚白垩世古流向

本次对赤水地区上白垩统地层开展了古流向测量,测量地点位于赤水南东约20km(图2),测量对象为上白垩统下部的辫状河河道沉积的砾岩。该套砾岩的砾石成分为石英岩、燧石、砂岩、泥岩等,沿走向可相变为含砾长石石英砂岩。本次在8个点上进行了详细的古流向测量,利用砾岩中的扁平砾石最大扁平面的倾向测量获得古水流数据(表1,图3),每个点获得17~19组数据。另外,由于本次测量的上白垩统地层倾角较小,近水平,因此不需要进行室内的校正工作。

根据详细的野外古流向测量和室内编图(图4),表明贵州赤水地区晚白垩世早期的辫状河流向主要可以分为3组,分别为自北东南向西(图4a,c,d)、自北向南(图4f,g,h)和自北西向南东(图4b,e)。综上所述,古水流数据显示贵州赤水地区晚白垩世碎屑沉积物主要来源于盆地的北侧和东侧。

4 晚白垩世古地理及构造意义

根据对晚白垩世早期古流向特征的分析,可以确定晚白垩世早期贵州赤水地区碎屑物源主要来自盆地的北侧和东侧。结合前人对该地区沉积环境的分析,晚白垩世早期贵州赤水地区主要发育河流相沉积,晚期发育风成沙漠相沉积^[16],这种沉积环境的变化反映了晚白垩世四川盆地西南部的古气候具有逐渐向干旱气候演变的趋势。另外,由于贵州赤水地区晚白垩世地层具有明显的东厚西薄的分布特征^[2,16],表明盆地东侧的沉降幅度更大,结合盆地碎屑物质的主要来源(东侧和北侧),推测该时期发育的沉积盆地类型为陆内前陆盆地,其形成主要受东侧雪峰山冲断带的控制。

前人分析认为盆地的北侧为盆地提供了丰富的碎屑物源,表明盆地北侧此时处于遭受剥蚀的状态,本文推测盆地(贵州赤水地区)北侧此时没有发生沉降并形成盆地的主要原因是,贵州赤水地区北侧地区上地壳在东西向的挤压作用下,由于具有良好的中一下三叠统膏盐的浅层滑脱层^[20],导致该地区发育大量的薄皮褶皱,即华蓥山褶皱系(图1)。对于贵州赤水地区,由于中一下三叠统膏盐极不发

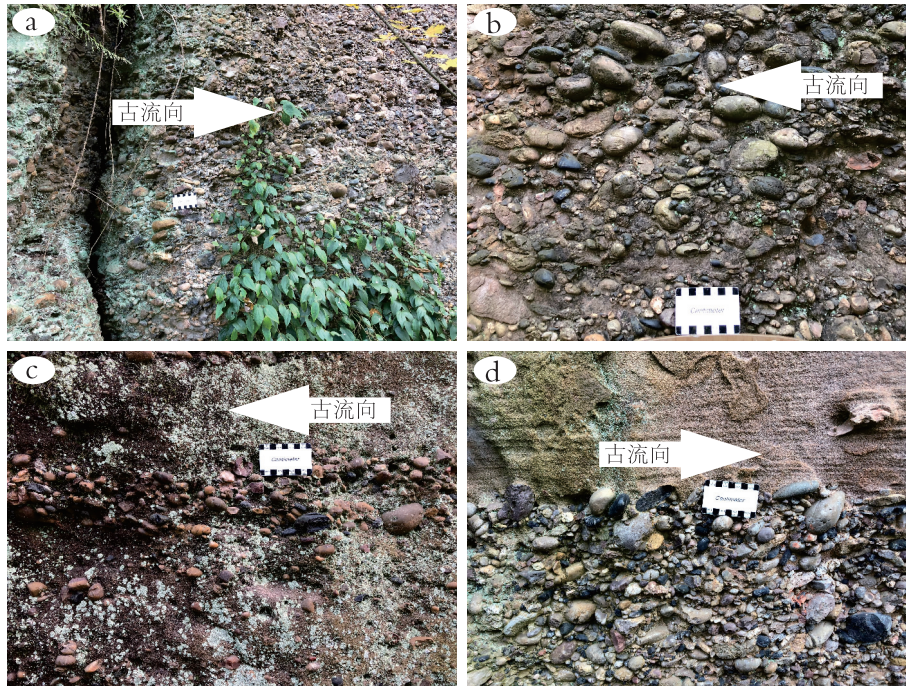


图 3 贵州赤水地区上白垩统底部砾岩指示的古流向

Fig. 3 Palaeocurrents indicated by the conglomerates at the bottom of the Upper Cretaceous strata in the Chishui region

表 1 贵州赤水地区晚白垩世野外古流向测点数据

Table 1 Late Cretaceous palaeocurrent data in the Chishui region

第一组(a)	第二组(b)	第三组(c)	第四组(d)	第五组(e)	第六组(f)	第七组(g)	第八组(h)
237°	120°	230°	200°	135°	160°	195°	200°
221°	85°	237°	204°	138°	162°	198°	198°
214°	95°	233°	206°	142°	165°	200°	196°
235°	96°	245°	212°	154°	171°	197°	196°
233°	100°	241°	225°	162°	178°	208°	187°
185°	115°	250°	218°	148°	182°	218°	171°
240°	117°	255°	237°	136°	160°	199°	172°
245°	113°	228°	241°	139°	158°	194°	175°
251°	118°	226°	195°	128°	153°	196°	203°
244°	124°	218°	193°	118°	156°	184°	204°
269°	125°	210°	180°	135°	148°	165°	212°
240°	130°	227°	178°	124°	138°	194°	218°
243°	138°	208°	165°	110°	162°	201°	221°
238°	142°	224°	160°	130°	161°	191°	224°
254°	189°	225°	158°	240°	248°	194°	237°
78°	250°	95°	325°	21°	76°	308°	210°
14°		74°	45°	253°	210°	234°	56°
					215°	241°	315°
					228°		

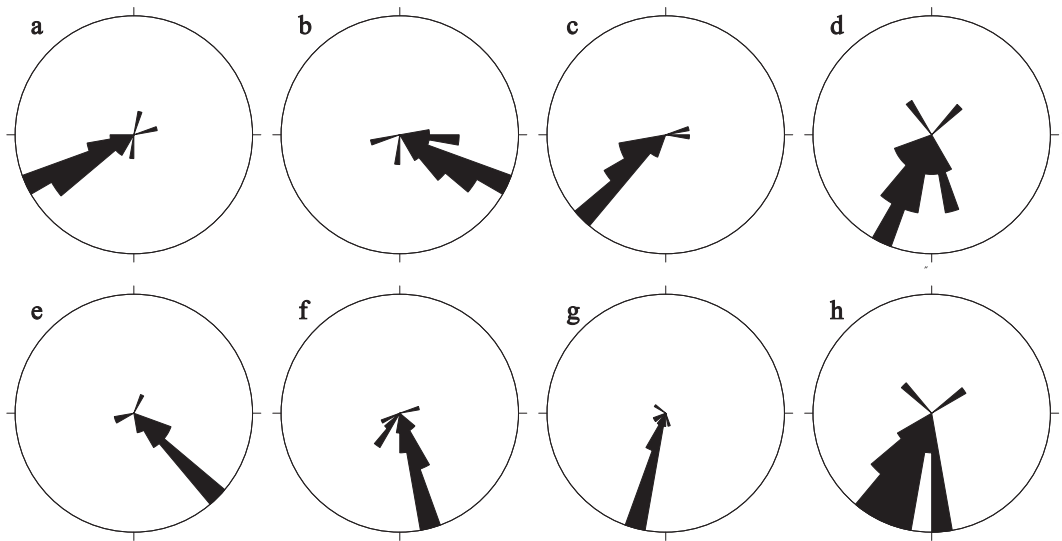


图4 贵州赤水地区晚白垩世古流向玫瑰花图

Fig. 4 Rose diagram of the Late Cretaceous palaeocurrents in the Chishui region

育^[20],导致该地区并未形成薄皮褶皱,而是在其东侧发生应力积累并形成冲断带,发生陆内造山作用。因此,可以推断贵州赤水地区晚白垩世沉积盆地的形成受控于东侧的陆内造山带。根据陆内前陆盆地的特征——盆地发育与陆缘造山作用无关,而与陆内造山带的发展演化密切相关^[21],可以判断贵州赤水地区晚白垩世沉积盆地属于陆内前陆盆地。前人研究表明华南大陆在晚白垩世发生过地壳挤压增厚事件^[22],这一结论也与本文关于贵州赤水地区晚白垩世发育陆内造山和陆内前陆盆地的认识相一致。

另外,四川盆地侏罗纪—早白垩世陆相地层均为淡水沉积,说明其为有泄水口的陆相盆地。上白垩统灌口组和古近系名山组发育的钙芒硝和石膏表明,晚白垩世四川盆地已经演变为封闭的内陆盐盆^[2]。因此,四川盆地由泄水盆地向内陆盐盆地的演变可能与盆地东南侧的陆内造山作用有关。

5 结论

(1)通过详细的古水流野外测量,认为贵州赤水地区晚白垩世早期辫状河为自北东向南西的古流向,碎屑物源主要来自盆地北侧和东侧。

(2)根据古水流特征及区域地质背景,认为贵州赤水地区晚白垩世的陆相沉积盆地可能属于陆内前陆盆地,造山楔位于盆地东侧,是盆地的主要

物源区。

(3)贵州赤水地区晚白垩世陆内前陆盆地的形成可能受控于此阶段华南的构造挤压事件,并导致四川盆地由淡水湖泊演变为咸水湖泊。

参考文献:

- [1] 庄忠海,田端孝,马醒华,等. 四川盆地雅安至天全白垩系—下第三系古地磁研究[J]. 物探与化探, 1988, 12(3): 224—228.
- [2] 郭正吾,邓康龄,韩永辉,等. 四川盆地形成与演化[M]. 北京:地质出版社, 1996.
- [3] 四川省地质矿产局. 四川省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1991.
- [4] Burchfiel B C, Chen Z L, Liu Y P, et al. Tectonics of the Longmen Shan and adjacent regions, central China [J]. International Geology Review, 1995, 37(8): 661—735.
- [5] 王二七,孟庆任. 对龙门山中生代和新生代构造演化的讨论[J]. 中国科学:地球科学, 2008, 38(10): 1221—1233.
- [6] Richardson N J, Densmore A L, Seward D, et al. Extraordinary denudation in the Sichuan Basin: Insights from low-temperature thermochronology adjacent to the eastern margin of the Tibetan Plateau [J]. Journal of Geophysical Research, 2008, 113 (B4) B04409.
- [7] Tian Y, Kohn B P, Zhu C, et al. Post-orogenic evolution of the Mesozoic Micang Shan Foreland Basin system, central China [J]. Basin Research, 2012, 24(1): 70—90.
- [8] 杨国臣,于炳松,陈建强,等. 川西盆地白垩统古流向逆转及沉积地球化学响应[J]. 古地理学报, 2010, 12(1): 116

- 126.
- [9] 曾允孚, 李勇. 龙门山前陆盆地形成与演化[J]. 矿物岩石, 1995, (1): 40-49.
- [10] 陈杨, 赵霞飞, 刘树根, 等. 四川盆地西部海相碎屑岩-陆相碎屑岩的转换过程[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2009, 36(6): 697-705.
- [11] Yan Z, Tian Y, Li R, et al. Late Triassic tectonic inversion in the upper Yangtze Block: Insights from detrital zircon U-Pb geochronology from south-western Sichuan Basin [J]. Basin Research, 2019, 31(1): 92-113.
- [12] 四川省地质矿产局. 全国地层多重划分对比研究四川省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997. 1-417.
- [13] 李霞, 董颖, 李采, 等. 贵州赤水丹霞国家地质公园内地质遗迹特征及资源评价[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2013(1): 118-125.
- [14] 周立夫, 陈孔全, 唐永, 等. 川南綦江-赤水地区晚燕山期以来差异构造变形[J]. 地质科技情报, 2016, 35(4): 66-73.
- [15] 颜丹平, 邱亮, 陈峰, 等. 华南地块雪峰山中生代板内造山带构造样式及其形成机制[J]. 地学前缘, 2018, 25(1): 1-13.
- [16] Li Y, He D, Chen L, et al. Cretaceous sedimentary basins in Sichuan, SW China: Restoration of tectonic and depositional environments [J]. Cretaceous Research, 2016, 57: 50-65.
- [17] Li J, Dong S, Cawood P A, et al. An Andean-type retro-arc foreland system beneath northwest South China revealed by SINOPROBE profiling [J]. Earth and Planetary Science Letters, 2018, 490: 170-179.
- [18] Potter P E, Pettijohn F J. Paleocurrents and basin analysis [M]. Springer-Verlag, 1977.
- [19] 王成善, 李祥辉, 赵锡奎, 等. 沉积盆地分析原理与方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [20] 金之钧, 龙胜祥, 周雁, 等. 中国南方膏盐岩分布特征[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(5): 571-583.
- [21] 金之钧, 汤良杰, 杨明慧, 等. 陆缘和陆内前陆盆地主要特征及含油气性研究[J]. 石油学报, 2004, 25(1): 8-12.
- [22] 崔建军, 张岳桥, 董树文, 等. 华南陆缘晚中生代造山及其地质意义[J]. 中国地质, 2013, 40(1): 86-105.

The Late Cretaceous palaeocurrents in the Chishui region, Guizhou and their tectonic significance

CAO Rui¹, YAN Zhaokun², WANG Zhiyong³, QIANG Kun¹, CHEN Xiufeng³

(1. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. State Key Laboratory of Nuclear Resources and Environments, East China University of Technology, Nanchang 330013, Jiangxi, China; 3. Danxia National Geopark Administration, Chishui 564700, Guizhou, China)

Abstract: A succession of 1300-m thick continental strata was deposited during the Late Cretaceous in the Chishui region, Guizhou on the southwestern margin of the Sichuan Basin. In this paper, the Late Cretaceous sediments filling processes and tectonic significance are explored on the basis of field observation and indoor analysis of the palaeocurrents indicated by the surface outcrops in the Chishui region. The palaeocurrents in the braided streams were directed from northeast to southwest during the Late Cretaceous, indicating that the sediments detritus in the Chishui region may come mainly from the northern and eastern parts of the Basin. Judged from the provenance, stratigraphic distribution and regional geological background, it is inferred that the Late Cretaceous continental sedimentary basin in the Chishui region may belong to the intracontinental foreland basin, and the intracontinental orogenic zones appear in the eastern part of the Basin as a major provenance. The formation of the Late Cretaceous intracontinental foreland basin in the Chishui region may be governed by the intracontinental orogeny caused by the tectonic compression events in South China during the Late Cretaceous, and thus the Sichuan Basin has gone through the evolution from a fresh lake to a saline lake.

Key words: Chishui in Guizhou; Late Cretaceous; tectonic significance; Sichuan Basin; palaeocurrents