

黔北习水地区丹霞地貌成景地层粒度分析与沉积环境讨论

譙常¹,王波¹,朱华利^{1,2},岳龙¹,韩雪¹

(1. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550000; 2. 中国地质大学(武汉), 湖北 武汉 430074)

[摘要]随着地质科普与旅游地学的需要,红层型丹霞地貌正吸引更多人们的关注。黔北习水地区发育有以赤壁丹崖为特色的丹霞地貌景观,成景地层为白垩系嘉定组砖红、鲜红色碎屑岩。本文通过分析该套成景地层粒度特征,并结合其沉积构造,认为黔北习水地区丹霞地貌成景地层白垩系嘉定组为陆相辫状河流沉积环境,为今后旅游开发与保护提供重要的线索,具有重要的研究意义。

[关键词]嘉定组;河流沉积环境;粒度特征;沉积构造;丹霞地貌

[中图分类号]P931 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2021)03-0263-06

20世纪30年代地质学家就开始对丹霞地貌进行研究,丹霞地貌具有顶平(近圆形山顶)、陡坡(陡崖峭壁)、麓缓(倾斜坡积物,常被植被覆盖)的鉴别特征(黄进,1982;刘鑫等,2018)。地貌形态为方山、石墙、石峰、石柱等,具有很高的旅游观赏价值。目前,丹霞地貌被大多数学者认可的定义是“发育以陡崖坡为特征的红层地貌”(彭华等,2013)。在过去的研究中,我国在丹霞地貌研究方面已取得了许多成果(黄进,2010;郭福生,2012;朱诚等,2015;齐德利等,2016)。然而,前人的研究主要集中在对丹霞地貌外观形态及普查方面,很少对成景地层本身沉积环境的研究。在旅游地学科普和丹霞地貌研究国际化的新形势下,需要我们加强丹霞地貌基础地质研究。

在黔北习水地区发育有以赤壁丹崖为特色的丹霞地貌景观,成景地层为白垩系嘉定组砖红、鲜红色碎屑岩。近年来,人们对该地区的研究主要集中在地层基本特征、地质演化、生物多样性等,对丹霞地貌成景地层的沉积学研究较少。因此,本文通过分析该套成景地层粒度特征,并结合其

沉积构造的仔细观察,认为黔北习水地区丹霞地貌成景地层白垩系嘉定组为陆相辫状河流沉积环境,为今后旅游开发与保护提供重要的线索,具有重要的研究意义。

1 区域地质概况

研究区处于上扬子地块中的赤水克拉通盆地与黔北隆起的过渡部位(中国区域地质志·贵州志,2017)。自震旦纪以来,黔北地区经历加里东运动、海西运动、印支运动等构造活动,构造变形较弱,主要表现为垂向上地壳升降活动。燕山运动、喜马拉雅运动是习水地区主要褶皱形成和定性的两期构造活动(譙常等,2019;韩雪等,2019)。区内出露的地层有三叠系嘉陵江组(T_{1-2j})、关岭组(T_{2g});侏罗系二桥组(T_{1e})、自流井组(J_{1-2z})、沙溪庙组(J_{2s})、遂宁组(J_{3s})、蓬莱镇组(J_{3p});白垩系嘉定组(K_{jd});岩性以碎屑岩为主,碳酸盐岩次之(图1)。其中白垩系嘉定组保存不全,顶部被剥蚀,岩性主要为砖红色、鲜红色

[收稿日期]2021-02-03 **[修回日期]**2021-06-09

[基金项目] 本文是《贵州乌蒙山区1:5万天鹅池、习水县、桑木场、官店4幅区域地质调查》(工作编码:121201010000150002-09,DD20160019-05)成果。

[作者简介] 譙常(1985—),男,工程师,学士,从事区域地质调查工作。Email:568629657@qq.com。

[通讯作者] 王波(1984—),男,高级工程师,从事区域地质调查工作。Email:396299975@qq.com。

厚块状砂岩、含砾砂岩、钙质砂岩夹少量砂质粘土岩组成,总体上沉积物向上渐变细,具正粒序特征。其中砾岩夹层多呈透镜状产出,多分布在该

组底部。沉积构造发育,砂岩中常发育有斜层理、平行层理、大型槽状交错层理、大型板状交错层理(图2),多为辫状河流沉积环境特征。

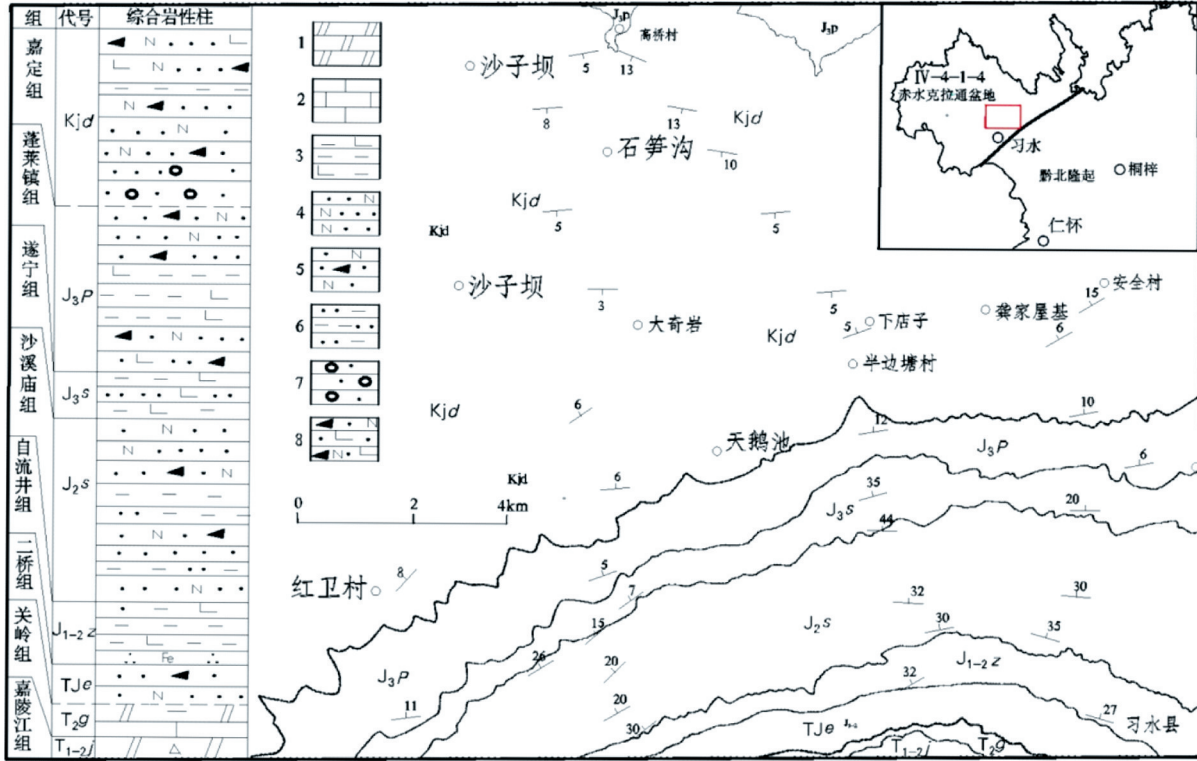


图1 研究区地质略图

Fig.1 Geological sketch of the study area

1—白云岩;2—泥晶灰岩;3—含钙质粘土岩;4—含长石砂岩;5—含岩屑长石砂岩;6—粉砂质粘土岩;7—含砾砂岩;8—含钙质岩屑长石砂岩

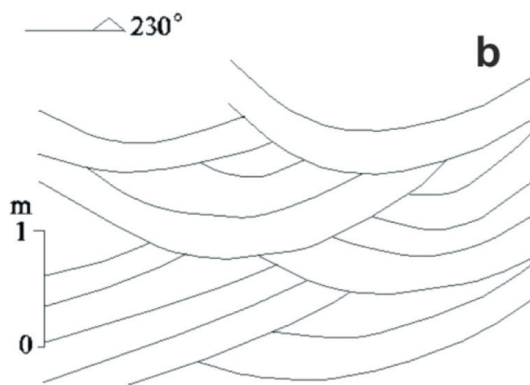


图2 a—槽状交错层理野外照片

b—槽状交错层理素描图

Fig.2 Field photographs and sketches of trough cross bedding

2 岩石学特征

研究区白垩系嘉定组为一套陆源碎屑岩,岩性主要为砖红色、鲜红色厚块状长石岩屑砂岩,以细砂结构为主,中粒、粗粒次之,具块状构造。经

对5件岩矿样品镜下鉴定,可知样品基本上由陆源碎屑和填隙物(方解石、粘土矿物)等组分构成。其中陆源碎屑岩占总量80%~90%不等,分布较为均匀,以细砂级主见,粗砂级、中砂级次见,呈次圆状、圆状,磨圆度和分选性差-较好,结构成熟度偏低。填隙物(方解石、粘土矿物)占总量

5%~18%不等,均匀分布,结晶粒度 < 0.25 ~ 0.004 mm,方解石为粒状晶体,粘土矿物显微鳞片状晶体,对陆源碎屑岩起胶结作用。

3 粒度特征

本次研究采用激光粒度仪,用图解参数法进行分析,按常规方法预处理样品,利用 Mastersizer22000 型激光分析仪进行测试(粒度测试范围小于 2 mm),测试结果利用粒度分析软件数据进行计算机处理,绘制出每件样品的概率累计曲线图、频率曲线图。

3.1 概率累积曲线特征

概率累积曲线可以较好地地区分颗粒的搬运性质和水流强弱及有无回流特征(张学书 等,2004;冯学仕 等,2004;唐佐其 等,2015)。陆源碎屑存在

滚动、跳跃和悬浮 3 种搬运方式,在粒度概率曲线上产生各自的响应,组成 3 个次总体。概率累积曲线是最常用的沉积相分析图件,碎屑沉积物搬运介质的水动力条件、沉积时的流体性质和自然地理条件不同,都会造成沉积物被搬运和沉积方式上存在差别(乔岳强 等,2018)。线段的斜率反映次总体的分选性,斜率越大,分选性越好;斜率越小,分选性越差(马会珍 等,2011)。本次研究区概率累积曲线主要由跳跃和悬浮两个总体组成(图 3),跳跃次总体占 80%~90%,悬浮次总体占 20%~10%。样品 1B、3B、4B、5B 跳跃次总体往往由两段直线组成,夹角较小,斜率在 60°~70°之间,分选中等,与悬浮次总体的截点在 2.5 φ~4 φ 之间,悬浮次总体斜率在 5°~10°之间。样品 2B 跳跃次总体两条直线段,斜率相差较大,分别为 30°、65°,分选性差-较好,与悬浮次总体的截点在 3.8 φ~4.5 φ 之间,悬浮次总体斜率在 5°~15°之间。

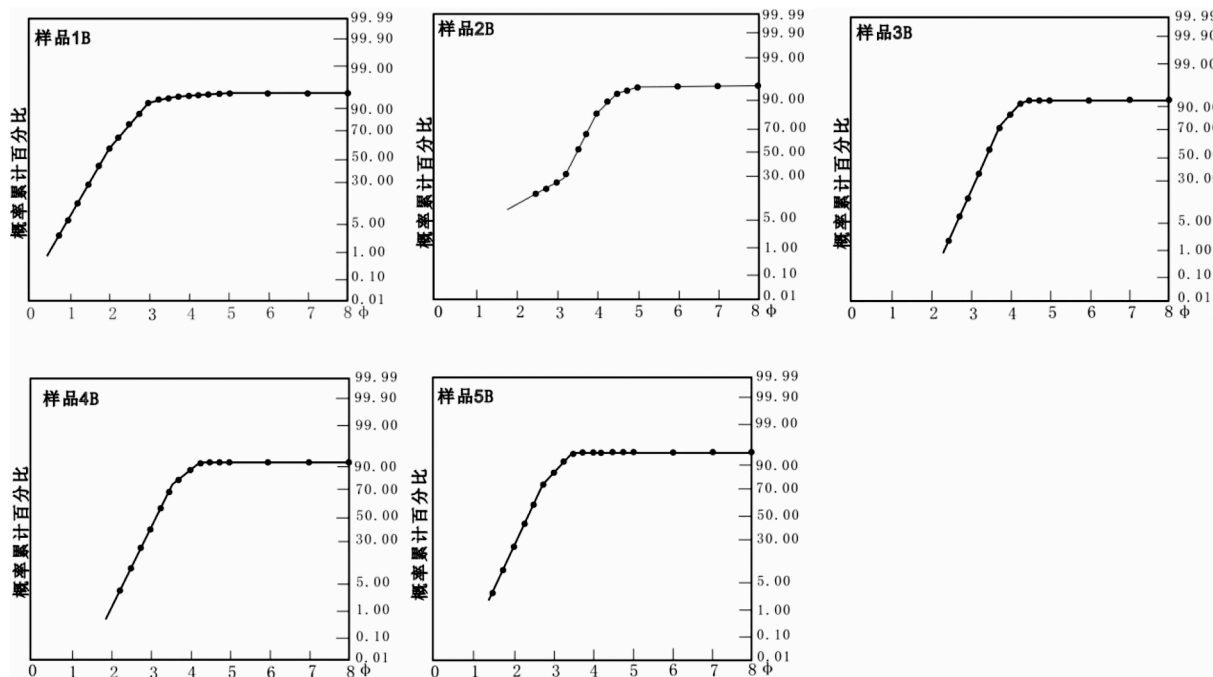


图 3 概率累积曲线图

Fig. 3 Cumulative probability curve

3.2 频率曲线特征

将直方图上各方块的顶边中点连接起来,绘制成一条圆滑的曲线就是频率曲线。沉积物粒度的频率曲线直观地表示了组成样品的各粒级含量的变化和全样的总体粒度特征,指示了搬运颗粒的介质动力所作用的粒级范围和介质动力的特征(Donghuai Sun 等,2004)。因此,我们在进行沉积

作用研究时沉积物粒度频率曲线成为一种重要的研究手段(孙千里 等,2001;陈敬安 等,2003)。曲线的峰态是反映沉积作用形式变化的重要参数或代表不同的搬运机制或动能。本次研究区样品的平均粒径偏粗(图 4),频率曲线粒级范围较宽,在 1 φ~5 φ 之间,主要集中在 2 φ~4 φ 之间,峰值范围为 30%~20%,各种粒级含量变化不大,峰态有差异。其中样品 3B 频率曲线呈单峰亚对称

形态,表明沉积物成分单一,为相对稳定的水动力条件下形成。样品 1B、2B、4B、5B 呈多峰态不对

称频率曲线,偏峰向粗粒一侧靠近,呈正偏态性质。分选性差-中等,多属河流相沉积。

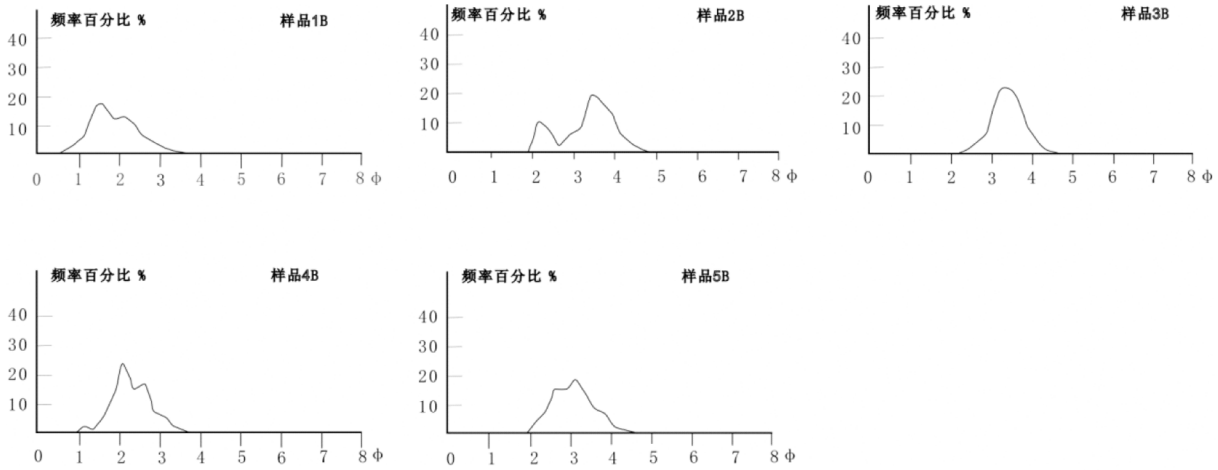


图 4 频率曲线图

Fig. 4 Frequency curve

3.3 粒度参数特征及判别分析

粒度参数对分析沉积相具有一定的意义,而本文采用的粒度参数是根据福克和沃德的计算公式求得(表 1)。由表中数据可知碎屑岩粒径平均值 M_z 介于 $1.9 \phi \sim 3.44 \phi$ 之间,平均值为 2.83ϕ ;标准偏差 σ 介于 $1.13 \sim 1.45$ 之间,平均值为

1.29,表明分选中等-差;偏度 SK 介于 $0.13 \sim 0.47$ 之间,平均值为 0.39 ,呈不对称,正偏态;峰度 KG 介于 $2.89 \sim 4.09$ 之间,平均值为 3.51 ,尖度为很尖锐-非常尖锐。统计结果表明,丹霞地貌嘉定组砂岩具中砂级-细砂级结构,其中以细砂级结构为主,分选差-中等。

表 1 粒度参数表

Table 1 Parameter of size particle

样品编号	岩石名称	M_z	σ	SK	KG	Y
1B	含砾质不等粒长石岩屑砂岩	1.90	1.45	0.47	3.36	-20.18
2B	粉砂质细粒长石岩屑砂岩	3.31	1.33	0.13	2.89	-15.19
3B	含钙质粉砂质细粒长石岩屑砂岩	3.44	1.13	0.44	4.09	-12.36
4B	细粒长石岩屑砂岩	2.35	1.24	0.47	3.88	-15.10
5B	细粒长石岩屑砂岩	3.14	1.29	0.43	3.34	-15.79

判别分析是多元统计分析,选适当的统计值判别沉积作用或沉积环境。本次研究采用根据萨胡(Sahu, 1964)提出的判别方程式: $Y = 0.2852 M_z \sim 8.760 4\sigma^2 \sim 4.893 2 SK + 0.048 2 K_C$,将表福克和沃德图解法得到的粒度参数值(表 1)代入上式。5 件样品的计算结果,判别系数 Y 全部小于 $-7.419 0$ ($Y > -7.419 0$ 为三角洲浅海沉积环境; $Y < -7.419 0$ 为河流沉积环境),表明嘉定组为河流沉积环境。

基本层序与 b 类型基本层序(图 5),其中以 b 类型基本层序为主。a 类型基本层序下往上由 A、B、C 组成沉积旋回,A 为含砾砂岩河床滞留沉积微相;B 为厚块状中粗粒砂岩与厚块状细粒砂岩心滩微相,由下往上渐变细,发育有大型槽状交错层理、板状交错层理;C 为薄至中厚层状粘土岩、粉砂质粘土岩及粘土质粉砂岩组成泛滥平原亚相,发育有水平层理和平行层理,其中 A 与 C 为冲刷接触。b 类型基本层序下往上由 A、B 组成沉积旋回。A 为含砾砂岩河床滞留沉积微相;B 为巨厚块状中粗粒砂岩与巨厚块状细粒砂岩心滩微相,发育有大量大型槽状交错层理、板状交错层理,其中 A 与 B 为冲刷接触。

4 基本层序

研究区白垩系嘉定组陆源碎屑岩中见 a 类型

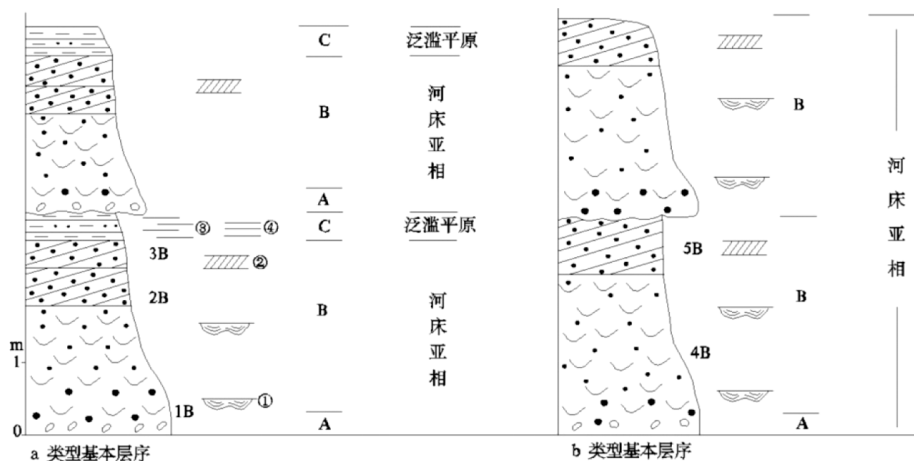


图5 嘉定组基本层序特征图

Fig. 5 Basic sequence characteristics of Jiading formation

① 槽状交错层理;② 板状交错层理;③ 平行层理;④ 水平层理;A—河床滞留沉积微相;B—心滩微相;C—泛滥平原亚相

5 沉积环境讨论

岩矿样镜下鉴定与手标本结合显示,嘉定组总体沉积物以细砂级陆源碎屑主见,粗砂级陆源碎屑岩与中砂级陆源碎屑岩次之。呈次圆状、圆状,磨圆度和分选性差-较好,结构成熟度偏低。总体反映沉积区靠近剥蚀区,即搬运距离不远。概率累积曲线以三段式为主,两段式次之,较符合辫状河流概率累积曲线特征。

研究区嘉定组砂岩平均粒径偏粗,频率曲线粒级范围较宽,各种粒级含量变化不大,峰态有差异。其中样品 3B 频率曲线呈单峰亚对称形态,表明沉积物成分单一,为相对稳定的水动力条件下形成。样品 1B、2B、4B、5B 呈多峰态不对称频率曲线,偏峰向粗粒一侧靠近,呈正偏态性质,分选性差-中等,多属河流沉积特征。

样品粒度参数平均粒径值 Mz 介于 $1.9 \phi \sim 3.44 \phi$ 之间,平均值为 2.83ϕ ;标准偏差 σ 介于 $1.13 \sim 1.45$ 之间,平均值为 1.29 ,表明分选中等-差;偏度 SK 介于 $0.13 \sim 0.47$ 之间,平均值为 0.39 ,呈不对称,正偏态;峰度 KG 介于 $2.89 \sim 4.09$ 之间,平均值为 3.51 ,尖度为很尖锐-非常尖锐,判别系数 Y 均小于 -7.4190 ,指示本套碎屑岩多为河流沉积环境。

一些学者认为辫状河流主要发育河床和泛滥平原亚相,其中以心滩微相发育为主(朱筱敏, 2008)。嘉定组陆源碎屑岩基本层序特征可进一步划分为河床和泛滥平原亚相,心滩微相较为发育,泛滥平原亚相不发育,具辫状河流沉积特征。

6 结论

本次通过分析黔北习水地区丹霞地貌成景地层嘉定组碎屑岩粒度特征,并结合其沉积构造,取得了以下两个方面的认识。

(1) 样品概率累计曲线主要由跳跃和悬浮两个总体组成,多呈似三段式。频率曲线呈多峰态不对称,偏峰向粗粒一侧靠近,呈正偏态性质。分选性差-中等,粒径平均值 Mz 介于 $1.9 \phi \sim 3.44 \phi$ 之间;标准偏差 σ 介于 $1.13 \sim 1.45$ 之间,表明分选中等-差;偏度 SK 介于 $0.13 \sim 0.47$ 之间呈不对称,正偏态;峰度 KG 介于 $2.89 \sim 4.09$ 之间,尖度为很尖锐-非常尖锐。多属辫状河流沉积。

(2) 萨胡提出的判别系数 Y 均小于 -7.4190 ,碎屑岩中沉积构造发育,有斜层理、平行层理、大型槽状交错层理、大型板状交错层理。该套碎屑岩可划分为河床和泛滥平原亚相,其中心滩微相较为发育,泛滥平原亚相不发育,多属辫状河流沉积环境。

致谢: 本文在写作过程中,得到了贵州省地质调查院白培荣高级工程师与 1:5 万习水项目全体工作人员的帮助,在此表示衷心感谢!

[参考文献]

陈敬安,万国江,张峰,等. 2003. 不同时间尺度下的湖泊沉积物环境纪录-以沉积物粒度为例[J]. 中国科学, 33(6): 563-568.
冯学仕,王尚彦. 2004. 贵州省区域矿床成矿系列与成矿规律[M]. 北京:地质出版社, 19-29.

- 郭福生,李晓勇,姜勇彪,等. 2012. 龙虎山丹霞地貌与旅游开发[M]. 北京地质出版社, 1-105.
- 贵州省地质调查院. 2017. 中国区域地质志. 贵州志[M]. 北京: 地质出版社, 939-953.
- 黄进. 1982. 丹霞地貌坡面发育的一种方式[J]. 热带地貌, 3(2): 107-134.
- 黄进. 2010. 丹霞地貌[M]. 科学出版社: 1-10.
- 韩雪,王波,朱华利,等. 2019. 黔北习水县桑木场铅锌矿岩相学、矿相学特征及与MVT型铅锌矿床的对比[J]. 贵州地质, 36(2): 149-154.
- 刘鑫,陈留勤,李馨敏,等. 2018. 江西象山地质公园丹霞地貌成景地层沉积环境分析[J]. 现代地质, 32(2): 260-269.
- 马会珍,王雪花,焦惠亮,等. 2011. 黔东北印江合水剖面“回星组”上段砂岩的粒度特征及沉积环境讨论[J]. 贵州地质, 28(4): 300-303.
- 彭华,潘志新,闫罗彬,等. 2013. 国内外红层与丹霞地貌研究述评[J]. 地理学报, 68(9): 1170-1181.
- 齐德利,颜明,闫丹,等. 2016. 中国丹霞地貌的面积概算-奥北坪石红层盆地的实证研究[J]. 山地学报, 34(2): 134-141.
- 谯常,王波,朱华利,等. 2019. 黔北桑木场地区铅锌矿流体包裹体特征及其成因探讨[J]. 贵州地质, 36(3): 232-238.
- 乔岳强,曾佐勋,杨钢,等. 2018. 北京周口店地区杨家屯组粒度特征及沉积环境分析[J]. 科学技术与工程, 18(12): 10-14.
- 孙千里,周杰,肖举乐,等. 2001. 岱海沉积物粒度特征及其古气候意义[J]. 海洋地质与第四纪地质, 21(1): 93-95.
- 唐佐其,王波,朱华利,等. 2019. 黔北习水县桑木场铅锌矿岩相学、矿相学特征及与MVT型铅锌矿床的对比[J]. 贵州地质, 36(2): 149-154.
- 朱诚,马春梅,张广胜,等. 2015. 中国典型丹霞地貌成因研究[M]. 北京科学出版社, 1-348.
- 张学书,秦德先,范柱国,等. 2004. 金平地区二叠纪玄武岩与铜镍矿成因关系探讨[J]. 地质与勘探, 40(5): 49-55.
- 朱筱敏, 2008. 沉积岩石学[M]. 石油工业出版社: 260-272.
- Donghuai Sun, Jan B loemendal, David K Rea. 2004. etal Bimodal grainsize distribution of Chinese loess and its palaeoclimatic implications[J]. Catena, 55: 325-340.
- Sahu, B. K. 1964. Depositional mechanisms from the size analysis of clasticsediments[J]. J. Sed. Petro, 34: 73-83.

Analysis on Grain Size of Scenery Layer and Sedimentary Environment of Danxia Landform in Xishui area, Northern Guizhou

QIAO Chang¹, WANG Bo¹, ZHU Hua-li^{1,2}, YUE Long¹, HAN Xue¹

(1. Guizhou Geological Survey, Guiyang 550081, Guizhou, China; 2. China University of Geoscience, Wuhan 430074, Hubei, China)

[Abstract] With the needs of geological science popularization and tourism geology, red beds type Danxia landform are attracting more and more attention. The Danxia landform characterized by red cliff is developed in Xishui area of Northern Guizhou. The formation of the landscape is brick red and bright red clastic rocks of Jiading formation of Middle Cretaceous. Based on the analysis of the grain size characteristics of the landscape formation and other sedimentary structures, it's thought that the Cretaceous Jiading formation of the landscape formation of Danxia Landform in Xishui area of Northern Guizhou is a continental petal river sedimentary environment, which provides important clues for future tourism development and protection and has important research significance.

[Key Words] Jiading formation; Fluvial sedimentary environment; Grain size characteristics; Sedimentary structure; Danxia landform