

# 浙江省江山市江郎山地质遗迹资源特征 及成景机制探讨

田毓仁<sup>1)</sup>, 刘成东<sup>1)</sup>, 严兆彬<sup>1)</sup>, 何国锦<sup>2)</sup>

1) 东华理工大学核资源与环境省部共建国家重点实验室培育基地, 江西南昌 330013;

2) 浙江省第一地质大队, 浙江杭州 310005

**摘 要:** 江郎山俗称“三片石”, 素有“雄奇冠天下, 秀丽甲东南”之誉, 还拥有“中国丹霞第一奇峰”、“全国一线天之最”的称号。本文对江郎山地质遗迹资源特征进行了比较详细的描述, 并将江郎山丹霞地貌及其成因机制从地层、岩性、构造及外动力作用等方面进行了较深入的研究。研究表明, 江郎山地质遗迹具有独特的成景机制, 是地质构造演化、岩浆作用以及外动力共同作用的结果。该研究无论对旅游资源的开发保护还是对该地区地质演化的研究都有所裨益。

**关键词:** 江郎山; 丹霞地貌; 成因机制

中图分类号: K928.3; K928.7 文献标志码: A 文章编号: 1006-3021(2010)04-585-08

## Characteristics and Genetic Mechanism of Jianglang Mountain Geological Heritage Resources in Jiangshan City, Zhejiang Province

TIAN Yu-ren<sup>1)</sup>, LIU Cheng-dong<sup>1)</sup>, YAN Zhao-bin<sup>1)</sup>, HE Guo-jin<sup>2)</sup>

1) State Key Laboratory Breeding Base of Nuclear Resources and Environment (ECIT), Nanchang, Jiangxi 330013;

2) No. 1 Geological Party of Zhejiang Province, Hangzhou, Zhejiang 310016

**Abstract:** The Jianglang Mountain, commonly called “Three-Sliced Stone”, is famous not only for the reputation of “ranking first in the world with its grandness and unusualness, the most beautiful scene in southeast China”, but also for the titles of “the first wonderful Danxia landform in China” and “the most wonderful national one-line-sky”. This paper described characteristics of Jianglang Mountain geological heritage resources in detail, and studied Danxia landform of Jianglang Mountain and its genetic mechanism in the aspects of strata, lithology, structure, and external motive power. The results indicate that the geological heritage resources of Jianglang Mountain have unique genetic mechanism resulting from the combined actions of geological-structural evolution, magmatic effect and external motive power. The research made by the authors is valuable for exploitation and protection of tourism resources and for the study of geological evolution of this area.

**Key words:** Jianglang Mountain; Danxia landform; genetic mechanism

江郎山位于浙江西部江山市境内, 在经历了各个地质时代的演化后, 形成了丰富的地质自然景观。自古以来, 白居易、王安石、陆游、辛弃疾、徐霞客等许多文人墨客到此游览观光, 并写下了很

多脍炙人口的赞美诗篇(徐国华等, 1996)。作为国家4A级风景名胜, 近年来随着“中国丹霞地貌”联合申报世界自然遗产的工作的进行, 黄进、朱诚、彭花明等地质工作者对江郎山的丹霞地貌及成因做了

本文由江西省教育厅科学技术研究项目“南昌市环境地球化学特征研究”(编号: GJJ08512)资助。

收稿日期: 2010-03-14; 改回日期: 2010-04-26。

第一作者简介: 田毓仁, 男, 1984年生。硕士研究生。从事专业矿产普查与勘探。通讯地址: 330013, 江西省南昌市昌北经济开发区广兰大道418号。E-mail: tianjiang527@126.com。

通讯作者: 刘成东, 1964年生。博士, 教授。主要从事花岗岩地质和轴矿地质的教学和研究工作。通讯地址: 330013, 江西省南昌市昌北经济开发区广兰大道418号。电话: 0791-3897617。E-mail: lcdong2000@163.com。

很多研究工作(黄进等, 2003; 朱诚等, 2009; 彭花明等, 2001)。本文正是在参考前人资料的基础上, 秉着野外工作和实验测试结果相结合的原则, 从江郎山地质遗迹资源特征及其成因等方面进行了相关探讨, 得出几条有效的结论, 这将对江郎山旅游资源的进一步开发及地质工作的开展起到一定促进作用。

### 1 区域地质背景

江郎山地质遗迹区地处峡口盆地, 位于江山-绍兴断裂带的东南侧, 是扬子准地台与华南褶皱系接壤的东南部过渡地带。出露的地层主要为下白垩统永康群, 从老至新依次为馆头组(K<sub>1g</sub>)、朝川组(K<sub>1c</sub>)和方岩组(K<sub>1f</sub>)(图 1)。该盆地呈北东向展布, 盆地内的岩石主要由白垩纪紫红色砂砾岩组成。

构造形迹表明, 在白垩纪以来该区域断裂带具有两次大规模的活动, 白垩纪早期为拉张断陷, 形成了不对称的箕状断陷盆地, 下白垩统永康群馆头组(K<sub>1g</sub>)、朝川组(K<sub>1c</sub>)和方岩组(K<sub>1f</sub>)在盆地中沉积; 晚白垩世随着区域应力场的转变, 区域应力场由早期的松弛拉张环境转为区域性的挤压环境, 盆地处于北西—南东向的挤压背景。该区域在上述区域构造应力作用下, 除产生北东走向的江山市上村-和睦断裂带、保安-峡口-张村断裂带以及北西—南东走向

的松阳-平阳大断裂外, 还形成了一系列方向北西、北东和北北东向的节理。这三组节理中尤以北西—南东向节理最为重要, 江郎山“三爿石”主要是受这组节理控制而发育成。

### 2 江郎山地质遗迹特征

该地质遗迹区位于江山城南 25 公里的江郎乡一带, 分布范围约 11.86 km<sup>2</sup>, 周围有 46 省道通过, 交通条件较好。区内的地质遗迹以江郎山景区丹霞地貌为主, 有奇峰、赤壁与峡谷等景观, 为了更好地说明本区丹霞地貌的特征, 本文采用了成因分类和形态分类相结合的综合分类方法, 按丹霞地貌形成的地质作用方式(成因), 将该区丹霞地貌划分为水流冲刷侵蚀型、崩塌残余型、崩塌堆积型、溶蚀风化崩塌型 4 种成因类型。

#### (1) 水流冲刷侵蚀型地质遗迹

江郎山丹霞地貌发育在方岩组砾岩层之中, 由于当时地壳活动性较强, 在方岩组的砾岩、砂砾岩、含砾砂岩、砂岩中发育多组不同方向相互交切的断裂和垂直节理或裂隙, 在长期的流水冲刷侵蚀作用和由于支撑力失衡在自身重力作用下所引起的崩塌, 形成了丰富多彩的丹霞地貌景观。主要类型包括石墙、石柱、石峰、石崖、峰林、峰丛、嶂谷(一线天)等壮丽景观。

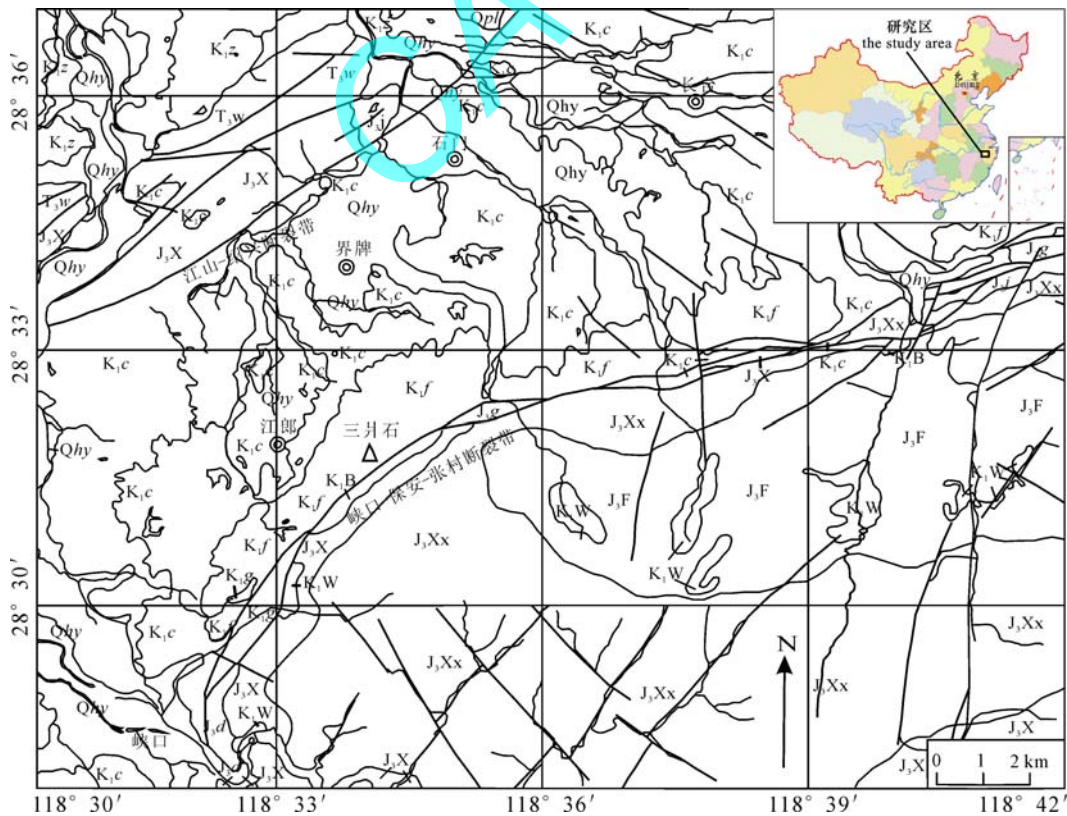


图 1 江郎山区域地质图  
Fig. 1 Regional geological map of the Jianglang Mountain



石墙地貌遗迹(三片石)

“三片石”位于江郎山景区的中心位置,这三片巨石高约300 m,壁立插天,色丹夺目,矗立于海拔500 m的众山之上。它们按“川”字形相峙相对而立,形成了“三峰列汉”的奇景。郎峰是三峰中最大的一座石峰,它海拔819.1 m,昂首天外,外形庞大,成椭圆状,长约420 m,宽约240 m,四周都是丹崖赤壁,丹崖高度为300~369 m,宛若一座雄伟挺拔的红色堡垒,被称为“神州丹霞第一奇峰”;亚峰海拔737.4 m,上巨下敛,似欲倾倒,像插地宝剑兀立字峰间,这种陡直俊俏的丹霞险峰在国内较

为罕见;灵峰,海拔765.0 m,峰顶尖而峥嵘险峻,峰腰挺拔而婉约多姿(图2a)。

崖壁地貌遗迹(丹霞赤壁)

为巨厚红砂、砾岩层。因长期地力作用,岩层倾斜与褶皱断裂,加上漫长的水流侵蚀、崩塌,形成红砂岩山石的悬崖陡壁,奇峰异石,规模国内罕见(图2b)。

沟谷地貌遗迹(一线天)

“一线天”是亚峰和灵峰之间的深壑陡直峡谷,在亚峰一侧高达228.5 m,灵峰一侧高达256.1 m,长有308 m,高298 m,绝大部分底宽4 m,整体形

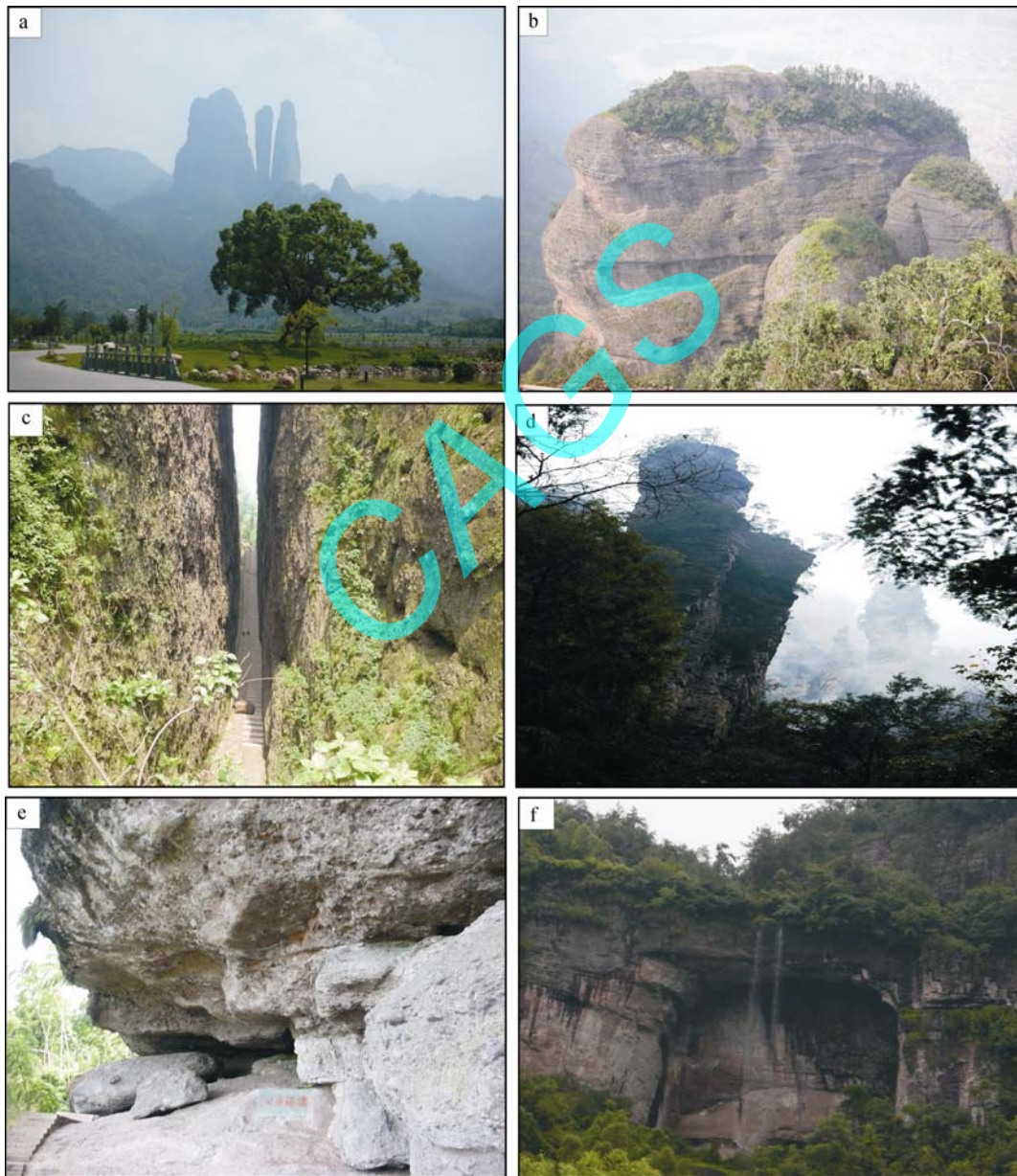


图2 江郎山典型地质遗迹

Fig. 2 Typical geological heritages of the Jianglang Mountain

a-三片石; b-丹霞赤壁; c-一线天; d-伟人峰; e-会仙岩; f-石大门

a-three-sliced stone; b-Danxia cliff; c-one-line-sky; d-giant peak; e-rock for meeting celestial being; f-stone gate

状非常均匀,极为恢弘险峻(图 2c)。丹霞地貌专家在考察了全国 300 多个同类景点后,称其为“全国一线天之最”。走进“一线天”能看到三大景观,首先当走到“一线天”的入口处就能看到高达 300 m 的一个阿拉伯数字的“1”字,走进“一线天”能看到长达 298 m 的语文数字“一”线天,当走到“一线天”中部,就能看到美术体的“一”字。

#### (2) 崩塌残余型地质遗迹

崩塌作用也是丹霞地貌重要的形成方式之一,方岩组厚层状砂砾岩、含砾砂岩、砂岩中发育的不同方向相互交切穿插的断裂、垂直节理或裂隙,经长期流水侵蚀、下切形成沟谷后,山体底部或根部被冲蚀掏空,谷坡因卸荷作用产生平行于崖面的卸荷节理,山体沿卸荷节理发生崩塌后退,当主要山体或山体主体部分崩塌掉所残余的小部分山体、岩块,称为崩塌残余型。此种成因的丹霞地貌主要为景区内的造型石景观,如伟人峰等(图 2d)。

在江郎山庄前抬眼观看伟人峰,其整体形象酷似坐姿安详的伟人,他头顶蓝天,脚踏江山大地,目视祖国南方,其发、额、眉、颧骨线条明晰。月朗星稀之夜,剪影更是惟妙惟肖,呼之欲出。1999 年,浙江省政协到江郎山考察,一名杭大教授首先在全山之中发现了这熟悉的身影。此后,前来瞻仰者络绎不绝。

#### (3) 崩塌堆积作用型地质遗迹

从崖壁上崩塌下来的岩块、岩屑、岩粉等堆积物常堆积于岩麓山脚,由相应的崩积物构成的各种地貌称为崩塌堆积作用为主形成的地貌,如会仙岩等。

会仙岩为一绿竹掩映间的凌空岩洞,深 10 m,长 40 m,洞内有一块平整的大石头相传为八洞神仙下棋处,故名会仙岩,洞内因时有凉风吹拂,又称“风洞岩”。会仙岩上下二岩状如朱唇微启,又似即将闭合,妙在似启似合之间(图 2e)。山道迂回,游人需蜷身躡足方可穿岩而过。洞内有石龟石鹰,形神酷似,呼之欲出。置身洞中,举目远眺,山下层峦低谷,良田美竹,尽收眼底。若遇雨天,岩顶流水,挥洒而下,千丝万缕,犹如珠帘当门,别有一番情趣。

#### (4) 溶蚀风化崩塌型地质遗迹

该类型地质遗迹是由溶蚀、风化和崩塌共同作用形成,形成过程较复杂,如石大门等。

石大门又名水帘洞,在仙居寺对面山腰间。深 10 m,宽、高各 20 m,岩顶呈拱形,裂缝处形成“一线天”,上有千年古藤倒悬,洞顶有流泉飞坠。石室内壁上有一圆形门,两扇石门紧闭,石缝中部有横

锁之印痕。三五里外,观次极像大门。石门两侧均为丹霞赤壁,使之更显雄伟壮观。为石门镇名称之由来(图 2f)。晴天时,石大门雄伟壮观;阴天时,石梁仿佛飘移于云天之间,圆门似开似合,更添神秘之感;小雨时,这里又成了水帘泉,流水飞泻而下,随风飘飞,恰似珠帘摇动;大雨天则成了瀑布,远望如帷幔高挂。历代名家为石大门写下过不少赞美诗文,以王安石“朱门欲问幽人价,翡翠蛟绡不值钱”尤为贴切。

正如上述,江郎山地质遗迹集中区的遗迹类型以丹霞地貌为主。区内的丹霞地貌具有山形美学特征的“奇”,具有奇险、奇古、奇秀、奇幽等特征,排列成“川”字形的“三爿石”有“雄奇冠天下、秀丽甲东南”之美誉,其中的郎峰又有“神州丹霞第一奇峰”之称,其下的一线天为“中国一线天之最”。区内的丹霞地貌是大陆地壳发育到一定阶段而出现的特殊地貌类型,其形成与演化过程清晰,发育良好,保存完整,形态类型丰富,具有极高的对比意义和特殊的科研价值。同样,区内人文气息浓厚,江郎山不远处的清漾古村人才辈出,山脚的仙居寺也是历史悠久,香火旺盛。另外,由于江郎山独特、完整、绝妙的丹霞地貌、生态环境和该地区源远流长的文明有机的组合在一起,体现出了一种罕见的自然美,具有极高的观赏价值。

### 3 江郎山丹霞地貌地质遗迹成因

丹霞地貌指发育在红色陆相碎屑岩基础上,以赤壁丹崖为特征的一类地貌(彭华,1996)。这些水平或缓倾斜的厚层红色陆相碎屑岩,在构造运动及间歇抬升的作用下,受流水侵蚀及崩塌后退等外力作用,形成了顶平、坡陡、麓缓的地貌形态(彭华,2000)。

江郎山丹霞地貌地处峡口盆地南部边缘,是峡口盆地沉积的一部分。江郎山丹霞地貌的形成与构造、岩性组合、风化作用和水流冲刷侵蚀等作用有着密切联系,为地质构造内动力和风化剥蚀外营力长期共同作用的结果。

#### 3.1 丹霞地貌形成的构造条件

峡口盆地是扬子准地台与华南褶皱系接壤的东南部过渡地段,盆地向西延入江西境内,总体呈北东向展布,其西北侧为市上村-和睦断裂带所限,东南侧为保安-峡口-张村断裂带所围。盆地基底岩性属晚侏罗世磨石山群火山岩,区内广泛发育晚侏罗世火山岩和早白垩世陆相盆地沉积岩系,均属于燕山



构造层。构造形迹主要表现为燕山期内各构造运动的特征,属浙江地壳运动三大发展阶段之陆缘活动特征,基底断裂形成断块,伴随着剧烈的岩浆活动,继而有断陷盆地的产生和之后的隆起(彭华,1996)。

构造形迹表明,从白垩纪以来该区域断裂带出现两次大规模的活动,其表现形式截然不同。白垩纪早期为拉张断陷,形成了不对称的箕状断陷盆地,下白垩统永康群馆头组( $K_{1g}$ )、朝川组( $K_{1c}$ )和方岩组( $K_{1f}$ )在盆地中沉积;晚白垩世随着区域应力场的转变,区域应力场由早期的松弛拉张环境转为区域性的挤压环境,盆地处于北西—南东向的挤压背景。第三纪以来盆地全面处于整体抬升,其间缺失第三纪沉积,而且盆地东部抬升速率比西部要快。

该区域在上述区域构造应力作用下,除产生北东走向的江山市上村—和睦断裂带、保安—峡口—张村断裂带以及北西—南东走向的松阳—平阳大断裂外,还形成了一系列方向在北西 $300^{\circ}\sim 320^{\circ}$ 之间的节理,以及少量北东向和北北东向的节理。如北西向节理如一线天( $315^{\circ}\text{NW}$ )、北东向节理紫袍峡( $20^{\circ}\text{NE}$ )、百步峡( $240^{\circ}\text{SW}$ )以及近南北向节理如竹林寺瀑布旁垂直节理( $170^{\circ}\text{SE}$ )。这三组节理中尤以北西—南东向节理最为重要。江郎山“三片石”主要是受这组节理控制而发育成“三峰两谷”(即郎峰、亚峰、灵峰、大弄峡和一线天峡谷)。这样峡谷盆地抬升后原来完整的厚层砂砾岩受这几组垂直节理的分割,形成了许多呈方块状或棱角状明显的巨型岩体,但在江郎山丹霞地貌发育的初期它们仍然是一个整体,彼此并没有被分离和孤立出来,只是在丹霞地貌发育的后期“三片石”四周的岩体才被剥蚀殆尽,留下抗风化程度最强的“三片石”景观。

除了这些主要的节理以外,该地区还发育了一些斜节理以及阶步等。如在江郎山靠亚峰与灵峰之间的一线天峡谷中可见,亚峰一侧的崖壁上有近20道大型斜节理,这些节理面倾向 $325^{\circ}\text{NW}$ ,倾角约 $20^{\circ}\sim 22^{\circ}$ ,有的纵贯整个灵峰和亚峰的峰顶(图3a)。另外在亚峰一侧的崖壁上可以发现很清晰的一组阶步,阶步运动方向朝北和北东,指示着亚峰一侧岩体曾发生朝北和北东方向右旋作用的搓动和扭动(图3b)。

### 3.2 丹霞地貌形成的地层岩性条件

峡谷盆地基底岩性属晚侏罗世磨石山群火山岩,出露的地层主要为下白垩统永康群,从老至新依次为馆头组( $K_{1g}$ )、朝川组( $K_{1c}$ )和方岩组( $K_{1f}$ )。江郎山及其周围一带出露的主要为朝川组( $K_{1c}$ )和方岩组( $K_{1f}$ ),其中方岩组是构成该区丹霞地貌的主体地层。

朝川组主体为一套巨厚的紫红色细碎屑物,其底部可见厚度不大的粗碎屑物。底部为含砾粗砂岩、中粗砂岩;中部为紫红色块状粉砂岩、粉砂质泥岩,其间夹有河流相砂砾岩、细砂岩及粉砂岩、粉砂质泥岩;上部为紫红色粉砂质泥岩与砂砾岩、砾岩互层产出。

方岩组主要为紫红色、浅灰色巨厚层至块状砾岩,夹有砂岩、砂砾岩,中夹透镜体,同时也偶夹火山岩,是一套由山麓冲积扇到河流谷地、湖泊平原、三角洲地带沉积的河流相、湖相沉积地层,其中有燕山晚期或喜马拉雅期的辉绿岩脉等侵入岩脉和岩墙。

方岩组中的火山岩砾石和岩屑含量普遍较高,从镜下观测可以看出,其 $\text{SiO}_2$ 含量普遍较高,表明其总体上抗风化能力较强,这是江郎山“三片石”历经沧桑仍能屹立的主要原因所在(图3c、d)。而且,这些火山岩岩砾由于经过火山作用时的高温,而后逐渐冷却,犹如淬火历练一般,因此其坚硬和抗风化程度之高是一般沉积岩所不能比拟的。

另外,在江郎山亚峰一侧崖壁处还出露了一条侵入的基性岩脉,经镜下观察证明其为辉绿岩脉。从辉绿岩脉的镜下照片可以看出,其具有特有的辉绿结构。正是由于这种特有的辉绿结构使侵入岩脉的硬度较高,像铆钉一样对江郎“三片石”的砾岩岩体起了胶结和整体加固的作用,对“三片石”的形成具有重要的作用(图3e、f)。

### 3.3 丹霞地貌形成的外动力条件

#### (1) 流水冲蚀作用

水流冲刷侵蚀作用是形成丹霞地貌的主要因素之一(浙江省区域地质调查大队,1999),江郎山纵横交错的节理为岩层的风化和崩落奠定了基础。江郎山位于我国中亚热带,季风气候显著,温暖季节丰富的地表水沿着这些节理裂隙不断地对山体岩层进行冲刷侵蚀,使其下面的岩层暴露在表面遭受风化侵蚀,造成裂隙不断扩大。当水流达到一定流量时,流水对岩层还会产生下切作用和侧蚀作用,使山体沟谷纵横,支离破碎,出现了与节理裂隙走向基本一致的平直峡谷、深沟以及一线天等景观。在一线天式的深沟发育后,流水继续下切侵蚀,而陡壁则沿垂直节理发生崩塌,使深沟进一步加深拓宽形成峡谷,峡谷进一步发展成为较大的山涧。问天亭下方的深谷、悬空寺下方的峡谷就是分别发育在节理处的。十八曲,是典型的深切曲流。它不断向下深切,同时进行侧蚀作用,使凹岸山体逐渐被侵蚀后退形成陡崖。

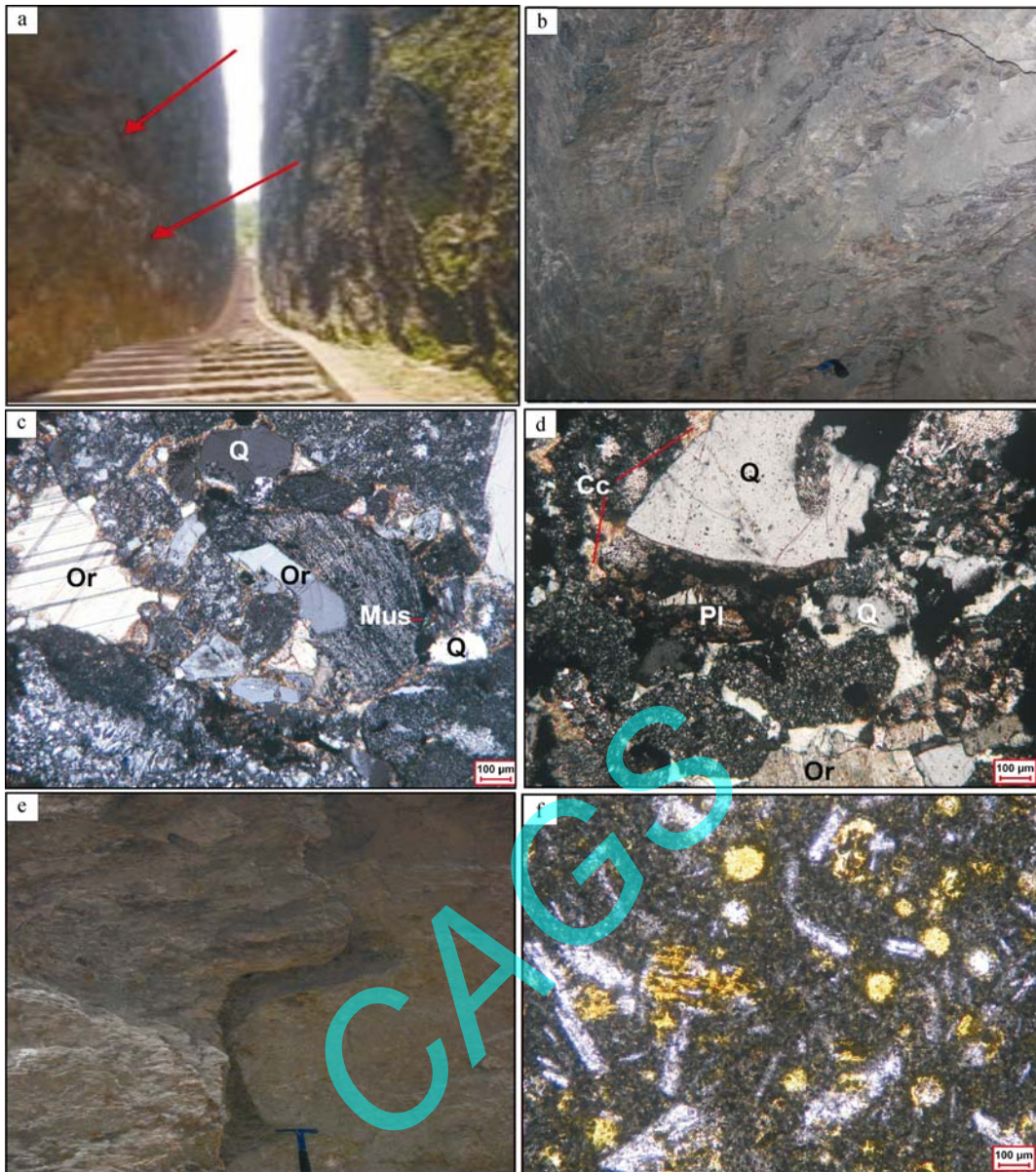


图3 野外及镜下特征照片

Fig. 3 Photographs showing characteristics of field and microscope characteristics

a-亚峰一侧斜节理; b-亚峰一侧阶步; c-方岩组砂岩镜下特征(+); d-方岩组火山岩镜下特征(+); e-亚峰辉绿岩脉野外照片; f-亚峰辉绿岩脉镜下特征(+); Q-石英; Or-钾长石; Mus-白云母; Cc-方解石; Pl-斜长石

a-oblique joint of Yafeng; b-Step on one side of Yafeng; c-Microscopic features of sandstone in  $K_1f(+)$ ; d-Microscopic features of volcanic rocks in  $K_1f(+)$ ; e-Field photo of Yafeng dolerite dike; f-Microscopic features of Yafeng dolerite (+); Q-Quartz; Or-Orthoclase; Mus-Muscovite; Cc-Calcite; Pl-Plagioclase

## (2) 风化、溶蚀和崩塌作用

因为构成江郎山主体地层的方岩组岩层在垂向上的岩性差异而导致抗风化能力的不同。方岩组岩体中由砾岩和火山岩岩屑构成的岩体相当坚硬,其抗风化能力比较强,而由砂岩、钙质砂岩和岩屑砂岩构成的岩体相对较软,其抗风化能力相对较弱。故当这几种岩石同时出现时,火山岩和砾岩较稳定,砂岩则较容易被风化。另外,由于砂岩的胶结物主要成分为方解石,雨水对钙质胶结的砂岩岩层容易产生溶蚀作用,因此,当砂岩岩层和砾岩岩层互层

出露时,砂岩的风化和溶蚀速率快,随着溶蚀作用的不断进行,洞体顶板面积逐渐扩大,洞顶砾岩层出现悬空,当洞穴上部岩块失去重力支持时,岩块将沿节理、裂隙或层面发生崩塌,大的崩塌岩块有的滚落山下,有的残留洞口或洞穴内;如此溶蚀、风化、崩塌反复作用,逐渐形成洞口宽大,洞内平展的巨大岩洞,如九姑崖、会仙岩等。江郎山丹霞地貌区洞穴发育别具一格,大洞穴均为溶蚀风化崩塌综合作用而成(浙江省区域地质调查大队,1999)。

厚层状砂砾岩所夹的钙泥质细砂岩层或透镜



体, 易被水溶蚀剥落, 在崖壁上留下凹进形的洞穴, 如排牙石崖壁上众多洞穴。当软弱夹层较厚, 伴随着溶蚀作用, 还会发生小范围的岩块崩塌, 在崩塌作用的帮助下, 洞穴进一步发育变深, 可形成许多顺层分布的长条状、椭圆状洞穴。溶蚀风化作用发生在山体表面时, 多形成浑圆的山顶、山脊或岩柱, 如伟人峰、姊妹石等。

## 4 结论

本文主要对江郎山区域地质背景、区内地质遗迹特征、成因机制等进行了一定程度研究, 通过对相关资料进行收集整理及对我们实际工作进行总结, 取得了一些成果和结论, 主要结论如下:

(1) 江郎山三座奇峰, 峭拔挺立, 摩云插天。郎峰, 巍峨奇雄, 被誉为“神州丹霞第一峰”。亚峰, 上粗下细, 峭拔嶙峋, 是国内较为罕见的丹霞险峰。灵峰, 峥嵘险峻, 秀丽多姿, 是一座罕见的丹霞奇峰。亚峰和灵峰之间的一线天, 深窄陡直, 恢宏险峻, 被认为是中国丹霞一线天之最。整体看来, 峰峰有景, 景景藏奇。

(2) 江郎山峰主要由方岩组组成, 紫红色、浅灰色巨厚层至块状砾岩, 夹有砂岩、砂砾岩, 中夹透镜体便是其特征。

(3) 江郎山“三爿石”主要是受北西—南东向节理控制而发育, 其中两条节理把江郎山峰一分为三, 使它们按“川”字形相峙相对而立, 形成了“三峰列汉”的奇景。

(4) 恢宏险峻的一线天, 以及峭拔森立的三爿石是由于山峰被断裂切割很深, 加上流水的下切作用和崩塌作用等外动力作用而形成的。但是长期风化剥蚀最终将导致该种丹霞地貌的破坏, 所以必须采取积极应对的保护措施, 来减缓剥蚀的进程。

(5) 江郎山景区可加入浙西黄金旅游线, 利用周边省区的武夷山、三清山、龙虎山等著名旅游景点, 结合现成的客源市场, 发挥区域优势, 实施“捆绑战略”, 促使双方旅行社加速建立长期伙伴关系。

## 参考文献:

陈英玉, 龚明权, 张自森. 2009. 青海省互助北山国家地质公园地质遗迹及其综合评价[J]. 地球学报, 30(3): 339-344.  
 龚明权, 马寅生, 田明中, 陈英玉. 2009. 黄河壶口瀑布国家地质公园旅游资源评价[J]. 地球学报, 30(3): 325-338.  
 郭福生. 2004. 江山地质概论及区域地质调查实习指导书[M]. 北京: 地质出版社, 1-105.

黄进, 陈致均, 黄可光. 1992. 丹霞地貌的定义及分类[J]. 经济地理, 12(增刊): 37-49.  
 黄进, 陈致均. 2003. 丹霞地貌定义及分类中一些问题的探讨[J]. 经济地理, 23(增刊): 6-11.  
 黄进. 1982. 丹霞地貌坡面发育的一种基本方式[J]. 热带地貌, 3(2): 107-134.  
 刘成东, 何国锦, 杨帆. 2009. 地质资源管理与可持续发展国际会议论文集[G]. 澳大利亚: 澳华学者出版社, 311-515.  
 彭华. 1996. 关于丹霞地貌定义的讨论[J]. 经济地理(增刊), 107-110.  
 彭华. 2000. 中国丹霞地貌研究进展[J]. 地理科学, 20(3): 203-211.  
 彭华. 2000. 第六届丹霞地貌旅游开发学术讨论会论文集[G]. 经济地理, 20(增刊): 139-155.  
 彭花明, 刘林清, 郭福生. 2001. 浙江江郎山丹霞地貌地质成因分析及景观保护[J]. 火山地质与矿产, 22(2): 143-148.  
 浙江省区域地质调查大队. 1999. 中华人民共和国地质说明书—长台镇幅(H50E021019)(1: 50000)[M]. 杭州: 浙江省国土资源厅.  
 徐国华, 毛增勇, 叶朝海. 1996. 江郎山诗文集[M]. 呼和浩特: 内蒙古文化出版社, 199-200.  
 徐国华. 1990. 望断江郎[M]. 西宁市: 青海人民出版社.  
 杨志坚. 1998. 粤北丹霞地貌三名山[J]. 火山地质与矿产, 19(1): 82-91.  
 赵汀, 赵逊. 2002. 欧洲地质公园建设和意义[J]. 地球学报, 23(5): 463-470.  
 赵汀, 赵逊. 2009. 地质遗迹分类学及其应用[J]. 地球学报, 30(3): 309-324.  
 赵逊, 赵汀. 2009. 地质公园发展与管理[J]. 地球学报, 30(3): 301-308.  
 朱诚, 彭华, 李中轩, 俞锦标, 李兰, 张广胜, 朱光耀, 欧阳杰, 钟宜顺, 朱青, 周书勤, 郑朝贵, 周日良, 李东, 朱雨鸣, 吕文, 武弘麟. 2009. 浙江江郎山丹霞地貌发育的年代与成因[J]. 地理学报, 64(1): 21-32.  
 朱诚, 彭华, 李世成. 2005. 安徽齐云山丹霞地貌成因[J]. 地理学报, 60(3): 445-455.  
 朱诚, 俞锦彪, 赵宁曦, 李刚, 吴承照. 2000. 福建冠豸山丹霞地貌成因及旅游景观特色[J]. 地理学报, 55(6): 679-688.

## References:

CHEN Ying-yu, GONG Ming-quan, ZHANG Zi-sen. 2009. Geoheritage Evaluation of the Huzhu Beishan Mountain National Geopark in Qinghai Province[J]. Acta Geoscientica Sinic, 30(3): 339-344(in Chinese).  
 GONG Ming-quan, MA Yan-sheng, TIAN Ming-zhong, CHEN Ying-yu. 2009. Tourism Resource Evaluation of the Hukou Waterfall National Geopark at the Yellow River[J]. Acta Geoscientica Sinic, 30(3): 325-338(in Chinese).  
 GUO Fu-sheng. 2004. Internship instructions of Jiangshan geology and regional geological survey[M]. Beijing: Geology Press, 1-105(in Chinese).  
 HUANG Jin, CHEN Zhi-jun, HUANG Ke-guang. 1992. Define and Classification of the Danxia landform[J]. Economics Geogra-

- phy, 12(sl.): 37-49(in Chinese).
- HUANG Jin, CHEN Zhi-jun. 2003. Discussion about define and classification of the Danxia landform[J]. *Economics Geography*, 12(sl.): 6-11(in Chinese).
- HUANG Jin. 1982. Basic way of Slope development of the Danxia landform[J]. *Tropical Geomorphology*, 3(2): 107-134(in Chinese).
- LIU Cheng-dong, HE Guo-jin, YANG Fan. 2009. Academic Conference Proceedngs of 2009 Geology Resource mangement and sustainbale deelopment[G]. Australia: Aussion Academic Publishing House, 311-515(in Chinese).
- PENG Hua. 1996. Discussion about define of Danxia landform[J]. *Economics Geography*, (sl.): 107-110(in Chinese).
- PENG Hua. 2000. Advance of the Danxia landform study in China[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 20(3): 203-211(in Chinese).
- PENG Hua. 2000. Analects of the 6th Danxia landform tourism symposium[G]. *Economic Geography*, 20(sl.): 139-155(in Chinese).
- PENG Hua-ming, LIU Lin-qing, GUO Fu-sheng. 2001. Genetic analysis and landscape protection on Danxia landform of Ji-anglang Mountain of Zhejiang[J]. *Volcanology&Mineral Resources*, 22(2): 143-148(in Chinese).
- Regionally Geologic Survey Group of Zhejiang Province. 1999. *Geologic Introduction of PRC to Changtai Town (H50E021019)(1: 50000)*[M]. Hangzhou: Department of Land Resources of Zhejiang Province(in Chinese).
- XU Guo-hua, MAO Zeng-yong, YE Chao-hai. 1996. *Jianglang Mountain Poems*[M]. HOHHOT: Culture Publication of Inner Mongolia, 199-200(in Chinese).
- XU Guo-hua. 1990. *Monopoly Jianglang*[M]. Xining: Qinghai People's Publishing House(in Chinese).
- YANG Zhi-jian. 1998. The Danxia landform of Yuebei-Sanming Mountian[J]. *Volcanology&Mineral Resources*, 19(1): 82-91 (in Chinese).
- ZHAO Ding, ZHAO Xun. 2002. The Construction and Significance of European Geoparks[J]. *Acta Geoscientica Sinic*, 23(5): 463-470(in Chinese).
- ZHAO Ding, ZHAO Xun. 2009. Geoheritage Taxonomy and Its Application[J]. *Acta Geoscientica Sinic*, 30(3): 309-324(in Chinese).
- ZHAO Xun, ZHAO Ding. 2009. Development and Management of Geopark[J]. *Acta Geoscientica Sinic*, 30(3): 301-308(in Chinese).
- ZHU Cheng, PENG Hua, LI Zhong-xuan, ZHANG Guang-sheng, LI Lan, YU Jin-biao, ZHU Guang-yao, OUYANG Jie, ZHONG Yi-shun, ZHU Qing, ZHOU Shun-qin, ZHENG Chao-gui, ZHOU Ri-liang, LI Dong, ZHU Yu-ming, LÜ Wen, WU Hong-lin. 2009. Age and genesis of the Danxia landform on Jianglang Mountain, Zhejiang Province[J]. *Acta Geographica Sinica*, 64(1): 21-32(in Chinese).
- ZHU Cheng, PENG Hua, LI Shi-cheng. 2005. Danxia landform genesis on Qiyun Mountain, Anhui Province[J]. *Acta Geographica Sinica*, 60(3): 445-455(in Chinese).
- ZHU Cheng, YU Jin-biao, ZHAO Ning-xi, LI Gang, WU Cheng-zhao. 2000. The Danxia landform genesis and scenic feature on Guanzai Mountain, Fujian Province[J]. *Acta Geographica Sinica*, 55(6): 679-688(in Chinese).