

# 龙虎山世界地质公园丹霞地貌特征 及与国内其他丹霞地貌的对比

姜勇彪<sup>1,2</sup>, 郭福生<sup>2</sup>, 胡中华<sup>2,3</sup>, 孙传敏<sup>1</sup>, 刘林清<sup>2</sup>, 黄宝华<sup>2</sup>

(1. 成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059 2. 东华理工大学丹霞地貌研究所, 江西 抚州 344000;

3. 龙虎山风景区国土资源局, 江西 鹰潭 335000)

**摘要:** 江西龙虎山世界地质公园丹霞地貌景观发育于信江盆地中生代红层中, 以发育老年早期孤峰、峰林、残丘类地貌景观为特征, 是我国丹霞地貌发育最好的地区之一。断裂切割、岩性差异、流水侵蚀和重力崩塌作用, 是造成丹霞地貌景观差异的主要原因, 同时由于所处盆地内位置、出露的红层性质以及构造发育特征的不同, 也影响地貌发育的特色。目前国内所发现的丹霞地貌主要分布于东南、西南和西北地区。由于它们所处的大地构造位置、地壳活动特征、自然地理条件的不同, 丹霞地貌的成因机制也不相同。阐述了龙虎山世界地质公园丹霞地貌景观类型及其特色, 并着重研究丹霞地貌景观的成因机制, 以及与其他地质公园、遗产地进行比较研究。

**关键词:** 龙虎山; 世界地质公园; 丹霞地貌; 成因机制

**中图分类号:** P931.2

**文献标识码:** A

丹霞地貌是1939年陈国达以中国广东丹霞山为代表命名的一种特殊地貌类型<sup>[1]</sup>, 主要发育在中生代近水平的红色陆相碎屑岩中, 由于地壳不断隆升, 沿垂直节理或断裂发生风化剥落、流水侵蚀和崩塌后退等多种地质作用而形成的赤壁丹崖群地貌, 具有“顶平、身陡、麓缓”的特征<sup>[2]</sup>。目前所发现的丹霞地貌主要分布在中国、美国西部、中欧<sup>[3]</sup>和澳大利亚<sup>[4]</sup>等地, 其中以中国分布最广, 发育最为完整。我国已陆续发现丹霞地貌750余处, 全球共计发现红色砂岩地貌1200余处。在世界自然与文化遗产名录中有28处丹霞地貌因自然风光和生态环境的独特性, 或因有文化遗迹的叠加而入选, 其中中国就有6处。此外在中国地质公园建设方面, 目前已有14处以丹霞地貌为主的国家地质公园, 其中广东丹霞山、福建大金湖和江西龙虎山3处升格为世界地质公园。

龙虎山世界地质公园位于赣东北信江盆地的中西部, 由龙虎山、象山和龟峰三个园区组成。公园呈北东向带状展布, 北东方向长64.5 km, 南东方向宽9~34.5 km, 总面积996.63 km<sup>2</sup>。龙虎山地质公园地貌景观主要以丹霞地貌为主体, 兼有火山岩地貌和构造地貌。其中以丹霞地貌景观最具特色, 它是国内以老年早期丹霞地貌为典型, 以孤峰、峰林、残丘等丹霞地貌景观为特色。

## 1 区域地质背景

信江盆地位于赣东北武夷山北麓, 为一中生代形成的红色断陷盆地。印支运动后, 赣东北处于滨太平洋大陆边缘活动区, 经历了伸展拉张→碰撞挤压→拉张断陷等构造发展过程, 造成晚侏罗世大规模的岩浆侵入和火山喷发, 在武夷山隆起带北侧形

收稿日期 (Received date): 2008-08-11; 改回日期 (Accepted): 2009-01-01。

基金项目 (Foundation item): 江西省高校人文社会科学重点研究基地东华理工大学地质资源经济与管理研究中心资助。[Supported by Geological Resource Economic and Management Researching Center of East China Institute of Technology, the Main Research Basament of Humanity Social Sciences of Jiangxi Colleges and Universities.]

作者简介 (Biography): 姜勇彪 (1969-), 男, 江西玉山人, 副教授, 博士研究生, 主要从事旅游地学教学和研究工作。[Jiang Yongbiao (1969-), male, Yushan County of Jiangxi Province, associate professor, Ph.D. candidate, major in teaching and studying on Geotourism.] E-mail: ybjiang@ecit.edu.cn

成一系列的北东、北北东向火山岩盆地,堆积数千米以酸性火山岩为主的火山岩系。白垩纪,受太平洋板块北北西方向左行走滑,俯冲碰撞作用减弱而转入伸展拉张的影响,信江盆地由拗陷转化为断陷,沉积了数千米厚的红色陆源河湖相碎屑岩系,叠覆于火山岩盆地之上,共同组成了“下灰上红”独特的叠

合式盆地<sup>[5]</sup>。白垩纪之后,在喜马拉雅运动和新构造运动的作用下,受区域地壳上隆影响,在红层形成宽缓褶皱及新生断裂,并发育北北东、北东东和北北西三个方向的节理、裂隙,它们互相交错切割,在后期的风化、流水侵蚀、重力崩塌作用下,形成了信江盆地奇特的丹霞地貌。

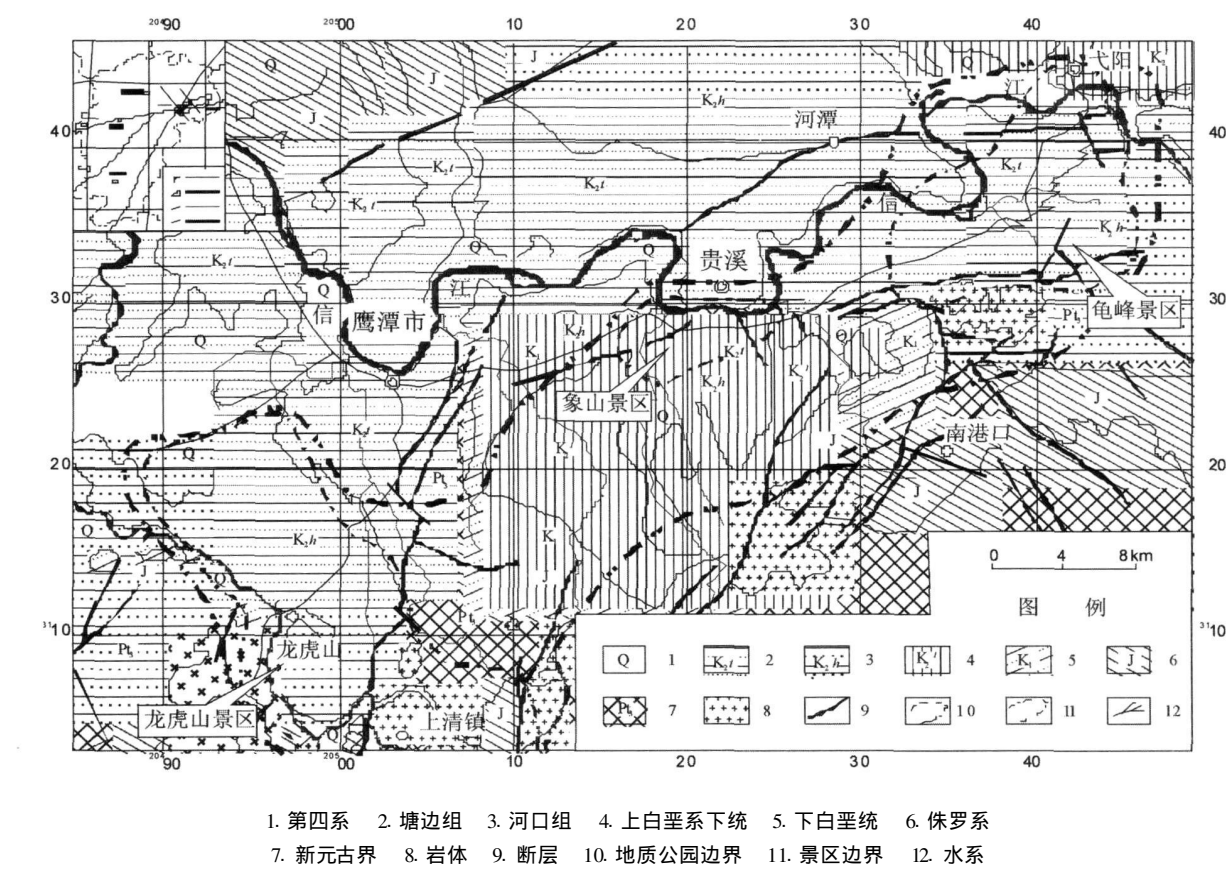


图 1 龙虎山世界地质公园地质略图  
Fig 1 The sketch map of Longhushan World Geopark

地质公园内出露的地层主要有上侏罗统武夷山群鹅湖岭组、下白垩统火把山群石溪组、上白垩统赣州群周田组和圭峰群(图 1,表 1)。圭峰群从下到上划分为河口组、塘边组、莲荷组。群河口组以紫红、砖红色砾岩、砂砾岩为主,夹含砾砂岩、中细粒砂岩,局部夹粉砂岩团块,下与石溪组呈不整合接触,上与塘边组呈整合接触,厚度 2 074 m。塘边组以砖红色细砂岩为主,夹少许粉砂岩、细砂岩、中粗粒砂岩及含钙细砂岩,上与莲荷组呈整合接触,厚度 240.2 m。

古接合部东乡 - 广丰深断裂带北侧,受其影响,区内基底构造、盖层乃至中生代盆地,均承袭了这一近东西方向<sup>[5]</sup>。中生代盆地受北北东向构造及其伴生的北西向断裂的控制十分明显,新生代以来,北北东向构造,特别是婺源 - 宁都 - 安远断裂带,对本区地质地貌的形成与发展有着重要影响。受喜马拉雅运动和新构造运动的影响,在河口组地层中形成了三组近于直交的网格状节理、裂隙,它们互相交错切割,在外动力地质作用下,形成了区内奇特的丹霞地貌。

表 1 信江盆地中新世代地层划分表  
Table 1 Strata division of the Mes-Cenozoic in Xingjiang basin

地质时代	岩石地层	代号	岩性	构造环境	沉积环境	地貌表现
新 第 生 四 代 纪	全新世	联圩组	Q <sub>hl</sub>	差异 升降	河流  残坡积	
	更新世	望城岗组	Q <sub>p<sup>1-2</sup>w</sub>			
		莲荷组	K <sub>2</sub> lh			
		主峰塘边组	K <sub>2</sub> t			
中 白 生 垩 代 纪	晚	群		拉张 裂陷	河流	丹霞地貌
		河口组	K <sub>2</sub> h			
		周田组	K <sub>2</sub> z			
		赣州群茅店组	K <sub>2</sub> m		滨浅湖  河流	红层 丘陵

2 丹霞地貌类型及其特征

2.1 丹霞地貌景观类型

信江盆地为以河流相、湖泊相为主典型的中生代红色断陷盆地, 处于我国丹霞地貌东南分布区的

东部, 是我国丹霞地貌发育最好的地区之一<sup>[6]</sup>。地质公园以发育老年早期丹霞地貌景观为特征<sup>[2]</sup>, 形成了造型奇特、类型齐全的地貌景观, 如仙女岩、象鼻山、情侣龟和老人峰等。不同的景区内由于地学背景不同, 形成不同特征的地貌景观 (表 2)。

表 2 龙虎山世界地质公园丹霞地貌景观类型一览表  
Table 2 The types of the danxia landform in the Longhushan world geopark

分布区	丹霞地貌景观类型	代表景观
鹰潭龙虎山	峰林、峰丛、石峰、石梁、扁平洞、残峰孤石、穿洞、单面山、蜂窝状洞穴、石门、石墙、石崖、石寨、石柱、水蚀洞穴、天生桥、岩槽、造型石、嶂谷、猪背山。	排衙石、象鼻山、仙女岩、仙人城、一线天、金钟峰、金枪峰、双乳峰、笠状峰、群蛙争雄、香炉峰等。
贵溪象山	石寨、石崖、残峰孤石、石梁、蜂窝状洞穴、嶂谷、穿洞、水蚀洞穴、天生桥、单面山。	仙人桥、三峰山、徐岩、一线天、回音谷、挂榜山等。
弋阳龟峰	峰丛、峰林、崩积岩块、残峰孤石、单面山、蜂窝状洞穴、石峰、石墙、石崖、石寨、水蚀洞穴、峡谷、岩槽、嶂谷。	老人峰、天外来客、双龟迎宾、骆驼峰、南岩寺、双岩寺等。

2.2 丹霞地貌景观发育特征

信江盆地内, 信江由东向西沿盆地中部穿过, 由于长期的河流侵蚀作用, 在信江两岸发育的地貌主要为低丘台地, 丹霞地貌景观呈现为零星残留孤峰或孤石, 总体上信江盆地丹霞地貌发育处于老年晚期阶段, 只在盆地南侧局部地区, 如龙虎山、龟峰等个别地区, 由于受新构造运动和河流侵蚀的影响, 仍保存有孤峰、峰林、残丘等地貌组合, 处于老年早期阶段。龙虎山地质公园主要以老年早期丹霞地貌景

观为特征, 由于所处盆地内位置、出露的红层性质以及构造发育特征的不同, 不同园区内所发育的丹霞地貌具有不同的特色。主要表现在以下几点。

2.2.1 丹霞山峰类景观

丹霞山峰类景观主要有形态各异的圆顶方山、石寨、石墙、石梁、石峰、峰丛、峰林、石柱、单面山、猪背山等, 为公园的主要地貌类型。公园内不同景区由于所处的盆地内位置不同, 表现出不同的特色。在盆地南侧边缘地带, 由于受地壳抬升和河流下切

影响,丹霞地貌表现为高耸陡崖、石峰等景观类型,以仙水岩景区和龟峰景区最为典型,而在盆地中部近河岸地带则为低矮顶圆山峰类地貌,向外过渡为平丘,如马祖岩景区、象山景区和南岩寺景区。

### 2.2.2 丹霞障(巷)谷类景观

由于地壳强烈抬升,流水沿红层发育的垂直节理和岩层破碎带下切,形成典型的深切峡谷,两侧危岩崖壁高耸陡峻,当山体两侧相通时成为一线天(线谷),尚未相通就形成巷谷。各园区内一线天(线谷)、巷谷类比比皆是,较有名的是仙人城一线天、龟峰景区骆驼峰一线天、天然三叠、百年道、四声谷、仙水岩峡谷、大峡谷等。同山峰类景观类似,在近盆地南侧,障谷深度,高度上较盆地中部大。在盆地中部多表现为巷谷,比较典型的如象山景区和南岩寺景区。

### 2.2.3 丹霞洞穴类景观

公园内发育两类丹霞洞穴景观,一类为蜂窝状洞穴,主要分布于丹霞崖壁上,大小不一,如沿泸溪河两岸丹霞崖壁发育的蜂窝状洞穴,为壁墓葬提供安放棺木处所。这类洞穴主要发育于河口组含砾砂岩及砾岩中,由流水的冲刷和溶蚀下形成。另一类为大型的丹霞洞穴,如南岩寺岩洞群、龙门寺岩洞群<sup>[7]</sup>,挂榜山岩洞群及马祖岩洞穴。这类洞穴发育有两个特点,其一是主要分布于龟峰群塘边组砂岩,岩性相对均一,大型交错层理发育,其二是主在分布于信江盆地的中部临河地区。

### 2.2.4 丹霞造型石类景观

此外,在地质公园内还分布有大量造型石类景观,主要分布于龟峰景区,如龟峰的龟型造型、老人峰、天外来客、老鹰峰等造型石景观建造。该类景观具有一定的岩性相关性,这些造型石主要分布于河口组中上部含砾砂岩夹中砂岩中,岩石相变频繁,岩性变化大,在差异风化作用下,形成该类景观。

## 3 丹霞地貌景观成因

如上所述,龙虎山地质公园内不同园区内所发育的丹霞地貌具有不同的特色,其主要是由于所处盆地内位置、出露的红层性质以及构造发育特征的不同所造成的。

### 3.1 成景地层的约束

龟峰群河口组和塘边组是信江盆地丹霞地貌主要成景地层。河口组、塘边组两种不同岩性所形成

的地貌形态在宏观上具有较明显的差异性。河口组主要分布于地质公园的南侧,为河流相沉积,地层倾角为 $10^{\circ} \sim 28^{\circ}$ ,受南侧边界断层活动影响,越接近边界地层产状越陡。由于河口组厚度较大,主要为硅铁质或钙质胶结的砾岩、砂质砾岩,质地坚硬,抗风化能力强,形成的地貌景观以方山石寨、悬崖峭壁、孤峰、石林等为主。而其间所夹钙质细-粉砂岩为相对较弱岩层,在流水的冲刷和溶蚀下易形成各种小型洞穴景观,在龟峰景观,河口组中部这套细碎屑岩形成独特的造型石,如老人峰、天外来客。

塘边组主要分布于信江盆地的中部,为滨湖相、浅湖相及湖泊三角洲相沉积,以中、粗厚层砂岩为主,钙质、泥质胶结,岩性变化相对稳定,以大型成交错层理为特征,形成天然壁画<sup>[8]</sup>。由于分布于盆地中部,受边界断裂影响较弱,地层产状较缓,一般在 $10^{\circ}$ 左右。由于发育大型交错层理构造,地层中纹层发育,在河流冲刷下形成岩石常沿纹层剥落,在后期的崩塌作用下形成大型岩洞及天生桥,如龟峰南岩寺岩洞群、龙门寺岩洞群、龙门寺卧佛的颈部的穿洞、贵溪挂榜山天生、马祖岩岩洞均发育于塘边组。

### 3.2 区域构造的控制

区域性大断裂本区丹霞地貌的形成的控制作用表现在三个方面:

其一是对信江盆地的形态和红层的沉积相起到明显的控制作用。龙虎山丹霞地貌分布区位于信江盆地南西部,是一个受北北东向鹰潭-安远断裂带和北西向永修-鹰潭断裂带所控制的三角形断陷沉积区,受南部武夷山隆起的影响,物源区主要来自南部,且碎屑物分选较差,这对后期的差异风化作用具有明显的影响。

其二是对红层的产状影响。在盆地南缘断裂带附近,受断裂构造后期活动的影响地层产状变陡。如龙虎山景区的仙水岩园区和龟峰景区的龟峰园区内,地层产状较盆地内部陡,可达 $20^{\circ} \sim 28^{\circ}$ ,往往形成单面山。在龙虎山马祖岩景区、象山景区和龟峰南岩寺景区,其位置处于盆地中部,紧临信江,因而受边界断层活动影响较弱,地层产状较缓,通常为 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。

第三,第三纪以来的新构造运动使本区地壳发生抬升,受其影响,本区主要发育北北东、北东东和北北西向三组节理、断层,这些断裂常成组成带出现。这些断裂和节理将红层切割成大小不一的岩体,在差异风化作用下,形成峰林、孤峰、石柱。如龟

峰造型石、龟峰峰林等。北北东和北东东向裂隙面连续平直,控制了石寨、石墙、石梁等山体地貌的延伸展布方向,控制水流沿裂隙面冲刷侵蚀形成嶂谷和石崖。石缝和竖状洞穴的形成则与北北西向裂隙有着密切的关系。

3.3 外动力地质作用的雕琢

龙虎山地处亚热带,气候温湿,雨量充沛,尤其是春夏季节雨水量大,加之地层产状平缓,垂直断裂发育,有利于水流的会聚、侵蚀下切和化学溶蚀作用发育。由于红层中发节理构造发育,在长期的流水冲刷侵蚀作用下,形成了丰富多彩的丹霞地貌景观。成因作用主要为水流冲刷、重力崩塌和溶蚀风化作用等。

水流冲刷作用 河口组、塘边组红色碎屑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下,发生旁边蚀、下蚀作用,上覆地层因支撑力失衡在自身重力作用发生崩塌堆积作用等,形成石墙、石梁、石柱、石峰、石崖、峰林、峰丛、单面山、猪背山、嶂谷、水蚀洞穴、岩槽等丹霞地貌景观。

崩塌作用 该类地貌主要是山体岩石在流水冲刷侵蚀作用下,沿断层、裂隙或节理发生崩塌后所形成的残余部分山体,与前述的石峰、石柱类似,但多为残峰孤石,规模相对较小,如老人峰、绿毛龟等。成景砂砾岩中发育不同方向交切的断裂、垂直节理或裂隙,经长期流水侵蚀、下切形成沟谷后,使谷坡因卸荷作用产生平行于崖面的卸荷节理。在长期的外力和自身的重力作用下,崖壁就会沿构造破裂面发生崩塌,从而形成侵蚀崩塌崖壁及相应的由崩积物构造成的各种地貌,如崖麓崩积缓坡、崩积岩块、

错落体、崩塌洞穴等。

溶蚀风化作用 在峰丛、峰林、石峰、石柱等正地貌的顶部、尖部、棱角处易在温差、导热性差异等的影响下,发生张性破裂,片状剥落,与流水或雨水的侵蚀和溶蚀一道,使其圆化或浑圆化,从而不断塑造和改造丹霞地貌。公园的石寨、石墙、石梁、石峰、石柱、峰丛、峰林、猪背山、单面山等均有不同程度的圆化或浑圆化。在崖壁上由于岩石碎屑、胶结物和填隙物,被风化溶蚀、流水冲刷及其他因素的共同作用致使其松动、脱落而残留的凹坑,凹坑进一步发展形成众多的大小不一的凹洞,即蜂窝状洞穴。

此外,在溶蚀风化崩塌综合作用下,在丹霞崖壁上,沿着厚层状砂砾岩中的较软弱的钙泥质细砂岩或粉砂岩夹层,向内凹进加深,形成大小不等的扁平状洞穴,如南岩佛洞三面红岩环绕,七洞错落相伴,寺随岩架立,可容纳千余人。若石墙或石梁中的穿洞继续受到风化剥蚀及发生崩塌,洞顶岩层被风化剥蚀或崩塌,则穿洞高度继续增高、宽度扩大、当穿洞的高度大于穿洞顶部的岩层厚度时,则形成穿洞及天生桥等景观。

4 与国内其他地区丹霞地貌对比

中国是丹霞地貌名称的来源地,也是丹霞地貌分布最广的国家。由于红盆性质、时代、红层的岩性、岩相以及所处的大地构造背景、地理环境不同,各地所发育的丹霞地貌具有不同的特征。我国现已发现的丹霞地貌主要分布于东南、西南和西北地区<sup>[6]</sup>,此外其他地区也有零星分布。以丹霞地貌景观为主要景观或保护对象的世界遗产地(表 3)、国

表 3 中国世界遗产地中丹霞地貌发育比较

Table 3 The contrast on the danxia landform in different world heritages in China

世界遗产地	地层与构造特征	丹霞地貌特征
云南三江并流	下第三系宝相寺组紫红色、灰白色、灰绿色、黄白色、黄褐色厚层至块状砂岩、砾岩、泥岩之水平岩层。	方山、峰林、断崖、赤壁、岩洞、馒头山、蘑菇石等。
四川青城山和都江堰	白垩纪至老第三纪巨厚砾岩层。灌口组(K <sub>2</sub> -E)砾岩最厚,紫红色砾岩厚 500m 左右,倾角 25°~30°。	赤壁丹崖。
四川峨眉山-乐山	白垩纪砖红色长石石英砂岩,岩性单一,偶夹泥岩及页岩,倾角 3°~5°。	赤壁丹崖。
重庆大足石刻	早白垩世浅红色、紫红色块状砂岩。	赤壁丹崖。
河北承德	承德砾岩(热河红层)及平泉层砂砾岩、页岩、砾岩。	墙状山、峰柱状山、块状山、陡崖、异石、岩洞等。
福建武夷山	晚白垩世崇安组紫红色砾岩、砂砾岩构成,地层产状平缓。	石寨、石墙、石梁、石崖、石柱、石峰、嶂谷、扁平洞、岩槽、溶蚀洞穴、崩塌洞穴、造型石、深切曲流、单面山、一线天等。

家地质公园(表 4)和世界地质公园(表 5)也主要集中于这三个区域。

东南丹霞地貌分布集中区由浙江、福建、江西、安徽、湖南、广西和广东组成,是我国丹霞地貌分布的主要区域。该地区丹霞地貌成景地层为白垩纪山间小型断陷盆地内沉积的陆相红色碎屑岩系,常有由砾岩、砂砾岩、砂岩及粉砂岩组成,碎屑颗粒较粗,一般为钙质、泥质胶结。新生代以来该区整体处于缓慢抬升过程,受盆地边界断裂带活动影响,红层中常发育多组近直立节理,将红层切割成大小不一的岩体。由于本区处于亚热带湿润气候区,降雨量丰富,地表水系发育,流水经裂隙发生冲刷、溶蚀作用,

并在重力崩塌作用的长期共同作用下,形成千姿百态的丹霞地貌景观。本区内受地质地理条件、丹霞地貌发育和演化旋回阶段性控制,不同的盆地内丹霞地貌景观具有不同的特色。分布于福建武夷山南侧的丹霞地貌由于受武夷山隆起的影响,以发育线谷、峡谷为特色,主体处于幼年晚期湘、桂、粤北一带的丹霞地貌,以发育峰林、峰丛,丹崖及岩洞为特色,整体处于壮年期。赣东北信江盆地即龙虎山世界地质公园所在地,由于受武夷山隆起和信江及其支流共同作用下,丹霞地貌主体以老年早期景观为特色,以石柱、孤峰、岩洞群、天生桥和造型石为特色。

表 4 中国国家地质公园中丹霞地貌发育比较  
Table 4 The contrast on development of the danxia landform in China national geoparks

国家地质公园	成因特征	丹霞地貌特征
安徽齐云山	上白垩系统近水平巨厚红色砂岩、砾岩受区域构造产生的垂直节理切割,在外营力风化剥蚀后形成三级剥蚀面,在各级中形成多种类型的丹霞地貌景观。	石峰、石柱、石塔、峰林、孤峰、方山、单斜山、丹崖、城堡、岩洞、天生桥等。
福建永安	白垩系吉山组红层经断层、节理切割后,在流水侵蚀、重力崩塌作用下形成。	岩堡、岩峰、岩柱、崖壁、线谷、巷谷、岩墙、曲流峡谷、崩塌堆积洞穴、剥蚀洞穴、瀑布等。
湖南郴州	飞天山白垩系红层经节理切割,在流水侵蚀、重力崩塌作用下形成。	石寨、岩墙、峡谷、石门、天生桥、一线天、岩洞及溶蚀洼地等。
湖南崀山	上白垩统紫红色砂砾岩经断层及两组共轭节理切割后,经流水侵蚀、重力崩塌等外营力作用下形成。	石寨、石峰、崖壁、巷谷、峰林、孤峰、一线天、天生桥等。
广西资江	上白垩统紫红色砂砾岩经断层及两组共轭节理切割后,经流水侵蚀、重力崩塌等外营力作用下形成。	石寨、石峰、崖壁、巷谷、峰林、孤峰、一线天、天生桥等。
青海坎布拉	白垩纪红层在青藏高原隆起过程中受构造切割并经侵蚀、崩塌作用形成。	峰林、丹崖、造型石等。
宁夏火石寨	白垩纪三桥组、和尚铺组红层,在风化侵蚀、重力崩塌等作用形成。	丹崖、丹峰、造型石等。
甘肃崆峒山	白垩纪紫红色、灰绿色、浅黄色砂砾岩受构造作用形成节理裂隙切割,在流水、重力等作用下形成。	峰丛、峰林、石峰、崖壁、岩洞。
青海互助北山	中生代白垩纪中晚期区内发生了唐古拉山运动,沉积形成紫红色砂砾岩、砂岩等经后期流水沿裂隙冲刷和重力崩塌作用形成。	石柱、蜂窝状洞穴、猪背山、石寨、石崖等。
云南老君山	高山丹霞地貌。红色砂岩、砂岩经构造切割后经外营力作用下风化剥蚀后形成。	峰丛、峡谷、岩柱、崖壁、造型石等。
四川江油	钙质胶结的巨厚层砾岩以喜马拉雅运动抬升后,沿构造裂隙不断剥蚀、溶蚀和崩塌作用形成。	石柱、石门、石墙、孤峰、驼峰、一线天等。

西南和西北地区丹霞地貌成景地层主要是中生代大型内陆盆地红色碎屑岩系,也有时代更早的红层,如甘肃早期泥盆纪红层中也发育丹霞地貌<sup>[9]</sup>。相对东南区碎屑颗粒细且分选性较好,有时也有非红色、泥质岩夹层,甚至有些被黄土覆盖,因而有人

将其称为“类丹霞地貌”<sup>[10]</sup>。西南云贵川地区由于其处于青藏隆起的东南方,受其影响本区地壳隆升速率较大,加上降雨量丰富,红层没有充分风化即已被抬升,因而本区丹霞地貌以落差大,壁长而高为特色,丹霞地貌景观类型相对单一,如该区世界遗产地

中的丹霞地貌只有赤壁丹崖而缺其他类型的景观地貌。西北区由于该区气候条件特殊, 使丹霞地貌发育复杂化, 以流水作用为主, 风力吹蚀、生物作用、寒冻冰劈风化等均有参与, 典型干旱区特征, 丹霞地貌分布局限, 多发育旱谷, 受流水切割作用小, 而崩塌作用特别强烈, 形成特有的“宫殿式”、“窗棂式”景观类型<sup>[9]</sup>, 但景观地貌的类型相对少一些。

表 5 中国世界地质公园中丹霞地貌发育比较  
Table 5 The contrast on the danxia landform in different world geoparks in China

世界地质公园	成因特征	丹霞地貌特征	代表性景观	发育阶段
福建泰宁	上白垩统红色砂砾岩, 经北北东向断裂分割, 在流水侵蚀、重力崩塌作用下形成。	深切曲流、峡谷、线谷、巷谷、峰丛、峰林、石寨、石墙、石崖、石寨、石峰、石柱、崩塌岩块、洞穴、岩槽、穿洞、天生桥等。	线谷巷谷	幼年晚期
广东丹霞山	丹霞地貌命名地。上白垩统丹霞组河流相、湖泊相砂岩、砂砾岩及砂岩地层中经近东西向断层及大节理组成切割下, 经外营力作用下形成。	石寨、石墙、石崖、石柱、石峰、峰丛、峰林、天生桥、嶂谷、洞穴、岩槽、穿洞、蜂窝状洞穴、竖状洞穴、崩塌岩块、造型石等。	阳元石	壮年早期
江西龙虎山	上白垩统冲积扇相、河流相及湖泊相龟峰群缓倾斜的红色砂砾岩经区域构造产生的垂直网格状三组节理切割, 在流水、重力等外营力作用下形成。	石寨、石墙、石梁、崖壁、石柱、石峰、峰丛、峰林、嶂谷(一线天)、扁平洞、水蚀洞穴、单面山、猪背山、天生桥、穿洞、竖状洞穴、蜂窝状洞穴、崩塌洞穴、岩槽、崩塌岩块、石门、丹霞丘陵、孤丘等 23 种。	仙女岩 老人峰 象鼻山	老年早期

表 6 中国分布区丹霞地貌特征对比  
Table 6 The contrast on the danxia landform in different distribution in China

分区	红层时代	分布	成因特征	丹霞地貌特征
东南区	以白垩纪为主	浙、闽、赣、皖、湘、粤、桂	流水侵蚀、重力崩塌作用为主。溶蚀作用也较突出。	“顶平、身陡、麓缓”的典型丹霞地貌。多发育临溪峰林、曲流峡谷、一线天等景观, 植被茂密, 岩面多钙华和蜂窝状洞穴。
西南区	晚三叠世至晚白垩世期	云、川、贵、渝	新构造运动强烈、地壳抬升速率大、重力崩塌十分强烈、河谷深切。	丹崖赤壁高差较大, 相伴多级急流瀑布(群)。丹崖赤壁上多附生苔藓、地衣、藻类等植物, 颜色多呈黑色。
西北区	红层时代、岩性变化大, 其上常盖层	陇山周围、河湟渭谷地	以流水作用为主, 风力吹蚀、生物作用、寒冻冰劈风化等均有参与。	有黄土等盖层, 呈现“顶圆、檐突、身陡、麓缓”的干旱区丹霞地貌景观, 窗棂状、廊柱状、叠板状丹霞地貌发育, 植被覆盖度低。

注: 据齐德利, 2005修改 (after Qi 2005 amended)

基于以上对比分析表明, 东南区丹霞地貌发育最具典型, 也是丹霞地貌名称的命名地, 新构造运动和流水侵蚀作用强烈, 形成丹霞地貌类型齐全, 造型奇特。龙虎山处于东南区的中东部, 丹霞地貌类型齐全, 景观典型又具独特性, 且处于老年早期发育阶段, 是我国丹霞地貌发育的主要代表区域之一。此外, 龙虎山又以其特有的人文景观为众多旅客所青睐, 她是中国道教、崖墓葬文化的发源地之一, 丹霞景观文化与道教文化、崖墓葬文化水乳交融, 共同构成了一个内容丰富、特色突出的风景名胜区。

致谢 作者感谢审稿老师在审稿过程中提出的宝贵意见以及在文章修改过程中给予的热情指导!

野外调查工作得到龙虎山风景区国土资源局谭天明、吴胜才、吴智勇和龟峰风景名胜区管委会刘久雨、徐云亮、江明显等同志的支持, 在此一并感谢!

参考文献 (References)

[1] Kuota Chan. On the subdivisions of the red beds of southeastern China [J]. *Bulletin of the Geological Society of China*, 1938, 18: 315~ 316

[2] Peng Hua. A survey of the Danxia landform research in China [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2000, 20(3): 203~ 211[彭华. 中国丹霞地貌研究进展 [J]. 地理科学, 2000, 20(3): 203~ 211]

[3] Li Shangren, Peng Hua. The brief introduction of oversea danxia landforms [J]. *Economic Geography*, 2006, 26 (suppl): 213~

- 221[刘尚仁, 彭华. 国外若干丹霞地貌简介 [J]. 经济地理学, 2006, 26(增): 213~ 221]
- [4] Li Shangren, Peng Hua. The brief introduction of danxia landforms in Australia [J]. *Economic Geography*, 2006, 26( suppl ): 222~ 232[刘尚仁, 彭华. 澳大利亚丹霞地貌简介 [J]. 经济地理学, 2006, 26(增): 222~ 232]
- [5] Bureau of Geology and Mineral Resources of Jiangxi Province. Regional Geology of Jiangxi Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1984. 706~ 725[江西省地质矿产局. 江西省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1984. 706~ 725]
- [6] Qi Delin, Yu Rong, Zhang Renshun, et al. On the spatial pattern of Danxia Landform in China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(1): 41~ 52[齐德利, 于蓉, 张忍顺, 等. 中国丹霞地貌空间格局 [J]. 地理学报, 2005, 60(1): 41~ 52]
- [7] Jiang Yongbiao, Guo Fusheng, Sun Chuamin, et al. A study on the features and origin of the Danxia Landform in Guifeng scenic park, Yiyang county, Jiangxi [J]. *Journal of Mountain Science*, 2008, 26(1): [姜勇彪, 郭福生, 孙传敏, 等. 江西弋阳县龟峰丹霞地貌景观特征与形成机制探讨 [J]. 山地学报, 2008, 26(1): 120~ 126]
- [8] Jiang Xingsheng, Pan Zhongxi, Xu Jinsha, et al. Late Cretaceous eolian dunes and wind directions in Xinjiang basin, Jiangxi Province, China [J]. *Geological Bulletin of China*, 2006, 25(7): 833~ 838 [江新胜, 潘忠习, 徐金沙, 等. 江西信江盆地晚白垩世风成沙丘的发现及其古风向 [J]. 地质通报, 2006, 25(7): 833~ 838]
- [9] Huang Jin, Chen Zhijun. The discussion on the definition and classification of danxia landform [J]. *Economic Geography*, 2003, 23( suppl ): 6~ 11 [黄进, 陈致均. 丹霞地貌定义及分类中一些问题的探讨 [J]. 经济地理学, 2003, 23(增): 6~ 11]
- [10] Huang Keguang, Zhang Bo. Characteristics of danxia landform in Gansu and its development on tourism [J]. *Journal of Northwest Normal University (Natural Science)*, 1994, 30(4): 57~ 61 [黄可光, 张勃. 甘肃丹霞地貌的特征及其旅游开发 [J]. 西北师范大学学报 (自然科学版), 1994, 30(4): 57~ 61]

## A Study on the Features of Danxia Landform in Longhushan World Geopark and Comparing with Others in China

JIANG Yongbiao<sup>1,2</sup>, GUO Fusheng<sup>2</sup>, HU Zhonghua<sup>2,3</sup>, SUN Chuamin<sup>1</sup>,  
LIU Linqing<sup>2</sup>, HUANG Baohua<sup>2</sup>

(1. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China;

2. Danxia landform institute of East China University of Technology, Fuzhou 344000, Jiangxi, China;

3. Land and Resources Bureau of Longhushan Tourist Spots, Yingtan 335000, Jiangxi, China)

**Abstract** The Danxia landform in the Jiangxi Longhushan World Geopark is developed in the Mesozoic red beds in Xinjiang basin that is a typical example of our country's Danxia landforms in its early aged phase with the feature of isolated peak, stone peak forest, monadnock. The cutting of fractures, variance of rock character of the red beds, the corrosion of flows and the sliding of the gravity force are the main reason that cause the variance of the Danxia landforms. Moreover, the different place of the basin with exposed of variance red beds and the feature of the structure, are also affect the diversification of the Danxia landforms. The danxia landforms that have been discovered so far are mainly distributed in three areas in China: southeast, southwest and northwest respectively. The geneses of landform are different between each other for their different tectonic settings, the features of the crust movement and the physiographic conditions. In this paper the types and features of the Danxia landforms in the Longhushan World Geopark are represented and the geneses are studied and compared with others of the danxia landform of the world heritages, nation and world geoparks in China emphatically.

**Key words** Longhushan; World Geopark; Danxia Landform; forming mechanism