

# 中国丹霞地貌空间格局

齐德利<sup>1</sup>, 于 蓉<sup>1</sup>, 张忍顺<sup>1</sup>, 葛云健<sup>1</sup>, 李加林<sup>1,2</sup>

(1. 南京师范大学地理科学学院, 南京 210097; 2. 宁波大学人居环境研究所, 宁波 315211)

**摘要:** 通过分析中国丹霞地貌的空间分布格局, 把我国丹霞地貌划分东南、西南和西北三大集中分布区。主要研究了三大丹霞地貌集中分布区的景观异质性。东南区 (包括浙、闽、赣、粤、湘、桂等省区) 多发育临溪丹霞峰林、丹霞赤壁、一线天、天生桥等景观; 西南区 (云贵高原与四川盆地过渡带) 以赤壁与急流瀑布相伴为主要景观特色; 西北区 (包括陇山周围、河湟谷地) 则呈现出特有的干旱区丹霞地貌景观, 区内由于自然条件的复杂性, 如小气候及流水作用, 黄土盖层成分及其存在与否的差异性, 区内景观异质性显著。从三区的构造运动上升速度、降水强度、植被等生物作用、河川过程以及黄土作用等地质地理、气候条件、生物、理化等内外动力作用, 分析了形成这种景观差异性的原因、形成机理和过程。

**关键词:** 丹霞地貌; 空间格局; 景观; 异质性; 中国

丹霞地貌作为一种特殊的地貌类型, 在中国多数地区都有分布 (图 1)<sup>[1,2]</sup>。壮年期的丹霞地貌以其红色岩层、造型各异的地貌形态而具有较高的旅游观赏价值, 成为一种重要的风景旅游资源。随着基础研究的不断深入和应用面的逐步扩大, 有些学者开始注意到中国丹霞地貌的区域分异<sup>[3]</sup>。鉴于形成丹霞地貌内外动力复杂以及区域环境差异明显, 通过对前人大量研究成果<sup>[4-15]</sup>分析、比较, 结合作者实地调研, 本文试图探讨中国丹霞地貌景观在区域上的差异及其原因。

## 1 中国丹霞地貌分布格局

目前, 全国已发现的丹霞地貌有 668 处 (截止 2004 年 11 月 8 日)<sup>[2]</sup>。从分布来看 (图 1), 主要集中在四川、江西、甘肃、广东、湖南、浙江、青海、福建、贵州、重庆等省市, 其他各省区也有零星分布。主要位于燕山运动隆起、喜山运动上升的山地和丘陵区。根据中国自然地理区划方案以秦岭—淮河这一标志性地理大线为界, 将中国丹霞地貌分成南方和北方两个大区。又以巫山—武陵山—雪峰山为界, 将南方丹霞地貌划分东南和西南两区; 根据地壳抬升速度 (从 1990 年开始, 黄进先生一直利用河流阶地沉积层采样热释光测年来研究丹霞地貌地壳抬升速度、地貌年龄以及解决丹霞地貌侵蚀、后退速度等问题, 定量分析丹霞地貌的成因问题技术方法均比较成熟。截至 2004 年 7 月, 在原来 48 个样品的基础上, 加上黄进和作者在坪石的一组样品以及作者从广西藤县太平狮山的采样, 目前全国丹霞地貌热释光分析的样品总计达 56 个。) <sup>[16]</sup>、区域降水以及植被覆盖度等指标 (图 2), 按照分布数量与规模尺度 (表 1), 中国丹霞地貌进一步分成 3 个相对集中分布区: 粤闽赣浙湘桂等省的南岭—武夷山—仙霞岭的弧形地带 (东南区); 云贵高原、川西高原与四川盆地的马蹄形过渡带 (西南区); 陇山周围、河湟渭谷地等 T 形分布区 (西北区)。由于地质地理环境差异, 如构造运动、覆盖层、气候条件及河流作用等差异, 使

收稿日期: 2004-03-25; 修订日期: 2004-07-30

基金项目: 国家自然科学基金项目 (48970006) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.48970006]

作者简介: 齐德利 (1973-), 男, 博士生, 主要从事丹霞地貌、旅游开发与规划研究。E-mail: qideli@126.com

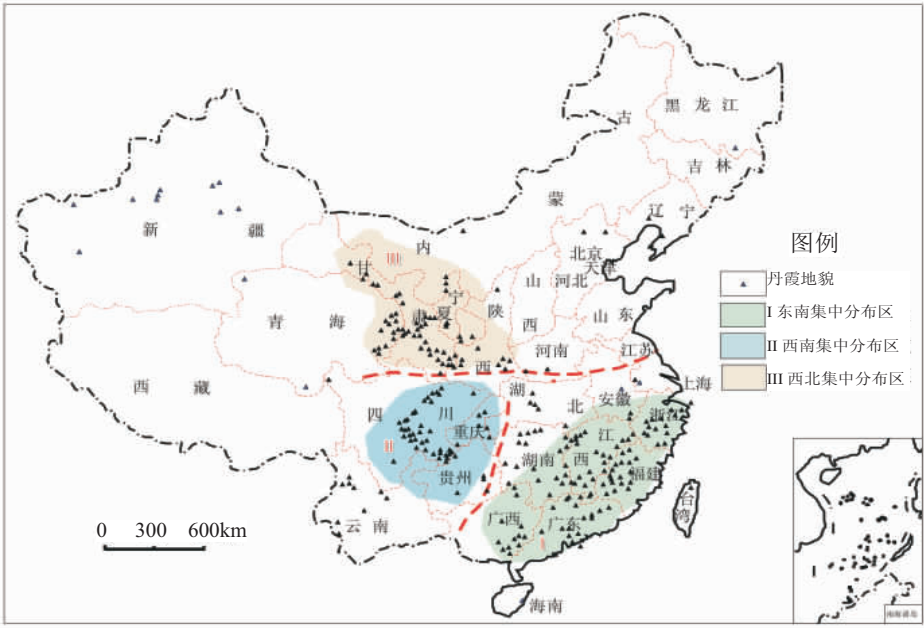


图 1 中国丹霞地貌空间格局 (据黄进<sup>[1]</sup>改绘)

Fig. 1 The spatial pattern of Danxia Landform in China (adopted from Huang, 1999)

表 1 中国丹霞地貌三大集中分布区数量特征对比

Tab. 1 The proportion of three major Danxia landscapes concentrated areas in China

丹 霞 地 貌分 区	数 量	比 重 (%)	面 积 (约万 km <sup>2</sup> )	比 重 (%)	丹霞地貌特征
东南区	286	42.8	8.05	51.31	“顶平、身陡、麓缓”的典型丹霞地貌。多发育临溪峰林、蜿蜒曲折峡谷、一线天、天生桥等景观, 植被茂密, 岩面多钙华和蜂窝状洞穴
西南区	162	24.3	4.25	27.09	发育丹崖赤壁高差较大、相伴多级急流瀑布 (群)。典型丹霞地貌, 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	181	27.1	2.91	18.55	具有黄土等盖层, 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、叠板状类丹霞地貌发育, 植被覆盖度低
其它	39	5.8	0.48	3.05	兼具多种类型
合计	668	100	15.69	100	

资料来源: 黄进 (1999, 2002, 2004)<sup>[1-2]</sup>; <http://www.cnwh.org>; <http://www.cnnp.org>; <http://www.wdcgeo.net>; <http://www.cin.gov.cn>

3 区呈现各异的地貌形态和景观特色 (表 1、图 3)。而西北区复杂的地质、多样的气候使区内丹霞地貌分异更加明显<sup>[17-24]</sup>。按地壳上升速度、降水以及黄土等因素的区内差异, 西北区又可以分成陇山东南区、兰州—河西走廊区以及河湟谷地 3 个小区, 可与 3 个集中分布区相比拟 (图 2)。

2 中国丹霞地貌集中分布区景观异质性体现

2.1 东南区丹霞地貌特征

东南部丹霞分布区多有河流穿行其间。由于本区地壳抬升速度较慢, 因此区内多发育幽深曲折的溪流, 丹霞地貌多以临溪峰林峭壁、一线天、天生桥、额状洞为主。以粤北丹霞山、武夷山的九曲溪两岸、耒江中游及资江上游等丹霞山水最为典型。

**2.1.1 丹霞山世界地质公园** 丹霞山位于广东省韶关市东北 45 km, 面积 280 km<sup>2</sup>。因山体“色如渥丹, 灿若明霞”故谓“丹霞山”, 是“丹霞地貌”的学科命名地, 是中国乃至

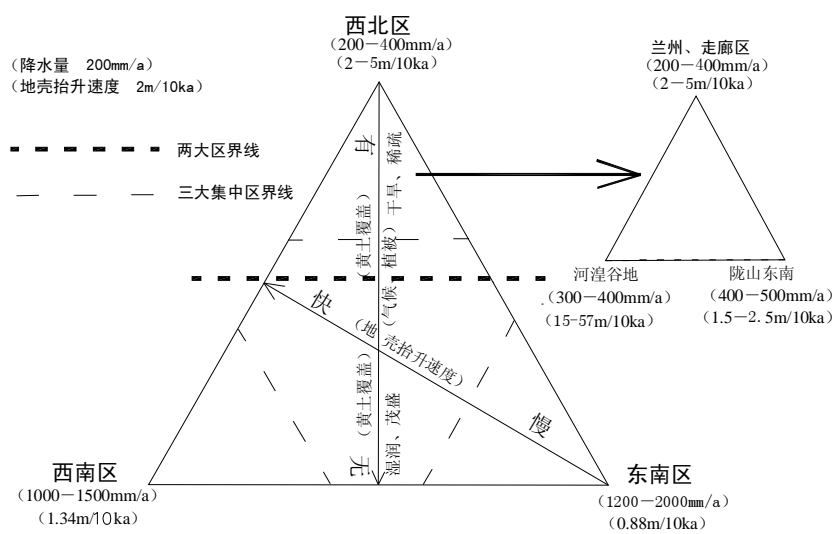


图 2 中国三大丹霞地貌区地壳运动, 黄土覆盖, 气候条件, 植被盖度差异分析示意图  
(其中地壳抬升速度, 据黄进 1990-2004)

Fig. 2 The differences of in crust movement, loessial cover, climate and vegetation in the major Danxia landform areas in China (the tectonic uplift rates by Huang, 1990-2004)

表 2 东南区主要丹霞地貌景观特征分析

Tab. 2 The characteristics of Danxia landscapes in the southeast area of China

丹霞地貌区	丹霞山	武夷山	耒江丹霞景观	资源—新宁丹霞景观
景观类型				
孤峰、峰林	蜡烛峰、阳元石、僧帽峰、宝珠峰	天游峰、大王峰、幔亭峰、玉女峰、狮子峰、兜鍪峰等	神仙寨、螺丝寨、睡美人、骆驼峰等	八角寨、骆驼峰、辣椒石、蜡烛峰、将军石等
天生桥	天罡桥	—	穿坦岩天生桥、喻家寨天生桥、百步磴天生桥等	汤家坝仙人桥、天桥、笔架山天生桥等
一线天	福音峡、天外一线	灵岩一线天等	天下第一峰	牛鼻寨一线天、林家寨一线天、玉泉山一线天等
洞穴	混元洞、仙居岩、锦石岩、雪岩	灵岩洞、风洞、伏羲洞、水帘洞等	永兴黑坦洞、安仁月轮岩、侍郎坦、蚂蝗坦等	玉石洞等

资料来源: <http://www.dxdm.com/index.htm>; <http://www.whwy.org/>; <http://www.gotohn.com/>

世界丹霞地貌的典型分布区, 2004 年正式成为首批世界地质公园。丹霞山由红色砂砾岩组成, 以赤壁丹崖为特色, 造型逼真, 是一处于中年期的典型丹霞区。丹霞地貌景观特征最有代表、类型最为集中 (表 2)。区内大小石峰、石墙、石柱、天生桥 (图 3B) 680 多座, 群峰林立, 崖壁高达几百米, 最高峰海拔 618 m。根据计算, 丹霞山的地貌年龄为  $626.2 \times 10 \text{ ka}$ , 地壳上升速度为  $0.87 \text{ m/10ka}$ , 代表了南方丹霞地貌区地壳上升平均速度<sup>[16]</sup>。

**2.1.2 武夷山九曲溪** 九曲溪发源于武夷山脉南麓、桐木关的西北角, 自西向东流, 经曹墩、黄村、星村景区至武夷山宫注入崇阳溪, 全长 62.8 km。平稳的溪流曲折多弯, 弯曲系数达 1.9, 河床坡降为 16.2‰。贯穿于丹崖群峰之间, 将 36 峰、99 岩连为一体 (表 2)。作为世界自然与文化双遗产, 九曲溪两岸 (图 3C) 的丹霞地貌景观是武夷山最有代表的自然特色。

**2.1.3 耒江中游丹霞山水** 耒水发源于桂东县烟竹堡的崇山峻岭中, 全长 453 km。从永兴县城上溯 50 km, 至桥口镇大面洲, 这段耒水正穿过丹霞地貌的主要景区 (图 3D)。

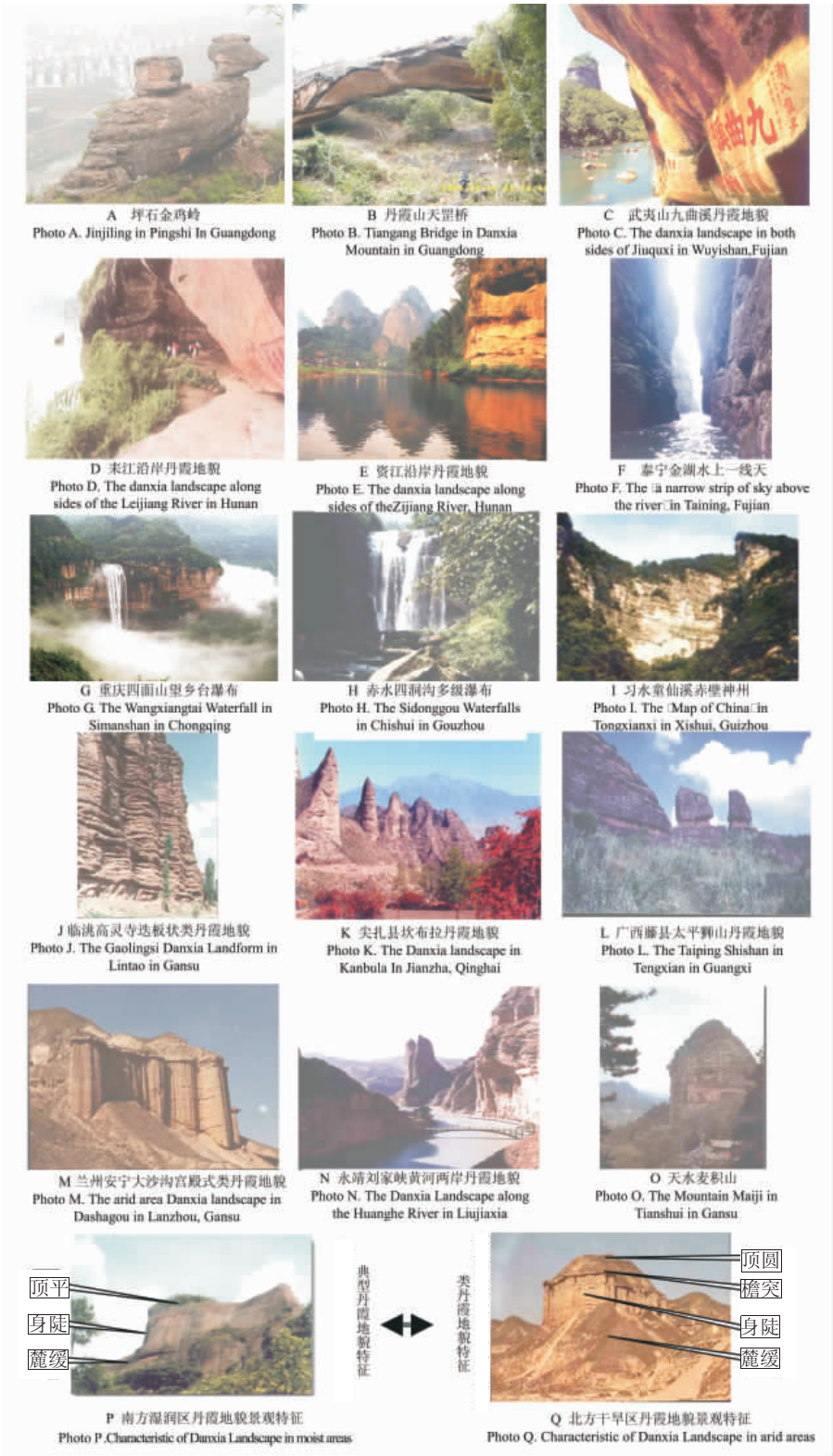


图 3 中国丹霞地貌特征图

Fig. 3 The characteristics of Danxia geomorphologic landscapes in China



河床最宽处 400 m, 最窄处为 120 m。苏仙区桥口镇是景点集中的区域之一, 尤以天生桥为多(表 2)。在瓦窑坪西南 500 m 处发育巨大的穿坦岩天生桥。长 200 余 m, 东西跨度 60 m, 高 31 m。桥宽 18 m, 上复层厚度 20 余 m。在碧塘乡便江左岸, 海拔 190 m 处, 巨大的黑坦洞, 洞口宽 55m, 进深 106 m, 洞高 12 m。上覆岩层厚 15 m。朝向东南, 乃中国丹霞洞穴进深之最。

**2.1.4 资江上游丹霞山水** 广西资源县和湖南新宁县, 两县大部分地域介于越城岭与猫儿山、金紫山之间, 形成了一个南北长约 64 km, 东西宽 4~8 km, 呈 NNE-SSW 走向的断陷红层构造盆地, 是我国迄今所发现的规模最大的丹霞风景地貌景区之一(图 3E)<sup>[25]</sup>。资江发源于广西东北部猫儿山, 在峡谷中蜿蜒, 形成许多丹霞石峰及悬崖峭壁, 如双狮迎宾、风帆石、将军骑马镇天门、三娘石等。“仙人桥”, 位于窑市乡下汤家坝附近, 桥面宽达 14 m 左右, 拱桥中部岩层厚约 5 m, 桥高 20 m 左右, 跨度达 64 m, 全桥向南作 17° 倾斜, 由紫红色砂砾岩构成。为中国最大的丹霞天生桥之一<sup>[26]</sup>。拥有“天下第一巷”之誉的牛鼻寨一线天, 长 233 m, 巷高 60~100 m, 平均宽 0.43 m, 最窄处 0.27 m, 顶部又发育裂隙之天桥。

## 2.2 西南区丹霞地貌特征

由于本区受新构造运动影响强烈, 地壳差异升降明显, 在流水的侵蚀作用下多形成方山型及山原被分割的峡谷型地貌。峡谷两侧的陡坡地带, 重力崩塌十分强烈, 山体易出现近乎垂直的陡崖绝壁。在 3 区中本区地壳抬升差异最为强烈(图 2), 因此由深切峡谷形成的丹崖赤壁规模宏大, 为其他两区所鲜见。而气候湿润, 降水充沛, 地表径流丰富, 加之森林覆盖率高, 有利于涵养水源, 常年瀑布众多, 且因地势高差大及不同岩层的差异侵蚀, 形成规模宏大的多级瀑布(群)。

**2.2.1 习水、四川盆地南部诸县的峡谷及赤壁丹崖** 丹崖赤壁在峡谷两岸及台地边坡分布极为普遍, 如习水的“粉壁岩”、“赤壁神州”。长嵌沟粉壁岩, 壁面因水流浸润, 苔藓附壁、岩石崩落的差异性形成了变换多姿的图案。在天鹅池至童仙溪的沟段上有多处高耸的陡崖赤壁。其中一悬崖峭壁, 雨痕、岩层与苔藓共同组成一幅悬挂的“中国地图”, 遂取名为“赤壁神州”(图 3I)。

地面水流直接进入深切峡谷时, 在岩性较软的红色砂岩悬崖上, 往往形成散布在整个峭壁的瀑流。溯源侵蚀形成了块状的半环形山谷。这种地貌现象在东南区也有发育, 如在《徐霞客游记》中曾描述过耒江流域的类似地貌: “其山皆不甚高, 俱石崖盘亘, 堆环成壑, 或三面迴环如块者……”。这种块状谷地貌在西南区因流水作用及抬升作用更强, 发育更加典型。四川盆地南部如沐川穿牛鼻、叙永青杉岩, 以及合江车辋、古蔺黄荆等地较普遍分布着这种平面上呈块状陡崖的地貌。因为它是一种赤色半环形陡崖, 被称为“红圈子”, 还有的地方称其为灶圈、圆洞、碓窝岩等, 均能形象体现其形态特点<sup>[27]</sup>。块谷直径 50~100 m, 高数 10 m 至 400 m 不等, 岩石环立, 后壁有瀑布悬挂, 底部有倒石堆或深潭。其中最为典型的为习水大园洞。它位于习水一级支流园洞沟的上游, 有 6 条支流在大园洞相汇, 形成边沿起伏的雄伟环状岩壁。

**2.2.2 四面山、赤水的丹霞瀑布群** 重庆市与贵州接壤的四面山地区有大小溪流 40 余条, 在丹霞地貌区形成了 100 多挂瀑布(表 3), 望乡台瀑布高 159 m, 宽 40 m, 景致蔚为壮观(图 3G)。西侧的赤水河全长 445.5 km, 上游平均比降为 4.91‰, 落差达 1181.4 m, 它流经高原斜坡, 河谷深狭, 山势陡峻。由于比降较大, 降水丰沛, 赤水地区大小瀑布可达千条以上(图 3H)。其中, 最壮观的瀑布首推枫溪河上的十丈洞瀑布, 距赤水城 38 km, 瀑布高 76.2 m, 宽 80 m, 水量、瀑布宽等指标超过黄果树瀑布<sup>[28]</sup>。

## 2.3 西北地区丹霞地貌特征

西北区丹霞地貌发育时空跨度大(垂直高差达 3000 m, 水平绵延达 1000 km, 年代

从上泥盆统到上新统均有发育)、类型丰富、干旱区特征典型<sup>[17-20]</sup>。由于水动力的作用,西北区丹霞地貌空间分布与河流呈强烈的空间相关,如黄河来源于雪山融水,水流大多属于客水,两岸流水作用弱且作用时间短,故多发育旱谷,受流水切割作用小,而崩塌作用格显强烈。与东南和西南区相比,大型丹霞地貌都发育在黄河及其大支流区域。

**2.3.1 河湟谷地丹霞地貌** 主要包括甘青相连的黄河干流、青海的大通河河谷及甘肃天祝本康一带。如沿黄河干流和支流的多个红盆依次发育有坎布拉(图 3K)、积石峡、炳灵寺(图 3N)、大沙沟(图 3M)、老龙湾、红山峡等丹霞地貌。黄河强烈下蚀,发育曲折深切峡谷,两岸支沟多为间歇性山溪,流水作用弱,峡谷两侧多形成连绵高耸的陡崖峭壁,在强烈构造运动及垂直崩塌作用下,易在两岸发育 U 形旱谷,河岸成为丹霞地貌的景观廊道,树枝状分布。由于相对高差较大,加上难得的水面映衬,这些地区发育的丹霞景观组合优势明显。坎布拉、炳灵寺、老龙湾已经成为国家地质公园或风景名胜区。由于多种外力不同尺度上相互作用,丹霞微地貌非常发育,如大通河沿岸的天祝本康丹霞地貌,风化强烈,蜂窝状丹霞洞穴密布、多种造型景观特色突出。

另外这些地区降水强度较大,蒸发量大,日照强烈,温差较大,物理化学风化明显,岩石表面铁的氧化物富积,整个山体通红,如肃南的梨园河谷、大红山、临洮红旗镇高灵寺(图 3J)等。在青海一带,还发现泥岩、膏岩性等化学岩形成的丹霞地貌<sup>[29]</sup>,尽管有杂色互层,钙质结核发育,但是岩面整体颜色呈红色。

本区由于构造运动强烈,很多岩层失去水平状,多发育倾斜、陡倾斜甚至垂直和扭曲型丹霞地貌。如兰州西固兰坪村的虎头崖,岩层倾角超过 63°<sup>[30]</sup>,而西柳沟宣家沟的丹霞地貌岩层呈紧密褶曲,这在东南区和西南区是很少见的。

**2.3.2 渭河谷地丹霞地貌** 沿渭河上游均有丹霞地貌发育,从渭源开始,分布有天井峡(解板沟)、首阳山、莲峰山、山丹谷、木梯寺、禅殿寺、鲁班峡-水帘洞、大象山-华盖寺、麦积山(图 3O)、仙人崖、蔡家坡等丹霞地貌景观。沿渭河河谷而上的相对湿热的空气受陇山阻挡,形成相对湿润的气候,与陇山西北侧的干旱区形成明显的对比。这里是西北丹霞地貌区植被覆盖率最高的地区之一,由于降水相对丰富(图 2)。天水麦积山(图 3O)、仙人崖等地区雨量相对较多,也发育孤峰、峰丛及洞穴等典型丹霞地貌。洞穴多形成小型的水帘洞,可视丹霞地貌由西南向西北的过渡区,很多石窟、壁画和摩崖石刻在这里刻凿,所以本区也是丹霞地貌人类活动干预最显著的地区之一<sup>[31-32]</sup>。

**2.3.3 兰州附近的类丹霞地貌** 西北区类丹霞地貌发育。在空间集中分布于陇东和兰州黄河干流段,以兰州附近的最为典型。由于本区处于气候过渡带,降水时空变率很大,外力以风化作用为主,黄土等第四纪松散物质覆盖,加上流水不同强度的淋溶下蚀,从形态上,有“顶圆、(檐突)、身陡、麓缓”等各种干旱区特有的丹霞地貌类型(图 3Q),与典型的丹霞地貌(图 3P)较大的差异,被称为类丹霞地貌<sup>[33]</sup>。有宫殿式类丹霞地貌,如安宁大沙沟的“天斧沙宫”(图 3J),东乡唐旺红塔山等;蜂窝式的丹霞地貌,如永靖炳灵寺(图 3N)、岗沟寺一带的丹霞地貌;窗棂式丹霞地貌,如肃南大红山、盐锅峡永红沟及河湟谷地各盆地边缘等地(图 3H);钟乳式丹霞地貌,如肃南大红山,景泰老龙湾等地。另外柱廊状、叠板状(图 3G)、起伏状等类丹霞地貌相当发育。

表 3 西南区丹霞瀑布景观一览表

Tab. 3 The waterfalls of Danxia landform in the southwest area of China

分布地区	瀑布名称	高度	宽度
四面山	望乡台瀑布	159 m	40 m
	水口寺瀑布	94 m	15-30 m
	鸳鸯瀑布	南高 11 m, 西高 90 m	10-20 m
赤水	十丈洞瀑布	76.2 m	80 m
	中洞瀑布	18 m	75 m
	四洞沟瀑布群	4 级、最高达 50 m	40 m
	蟠龙洞瀑布群	13 级、均>10 m,一、二级为 51 m、23 m	40-50 m

资料来源: <http://www.dxdm.com/index.htm>;  
<http://www.whwy.org/>; <http://www.gotohn.com/>

3 中国丹霞地貌不同分布区景观成因

3.1 东南区丹霞地貌成因

本区为 3 区中丹霞地貌分布最广的地区，地跨闽、浙、赣、湘、粤、桂等省，共计约 286 处，占丹霞地貌总处数的 42.8% (图 1、表 1)。主要集中于南岭—武夷山—仙霞岭及其弧形延伸的两侧 (图 4)，且单体规模大、形态类型多。

红盆形成大都是经过早白垩世早、中期火山活动的鼎盛时期后，至早白垩世晚期初，受地壳运动及火山活动的影响而使地壳沿断裂带发生断陷，形成断陷盆地。如福建丹霞地貌区是在晚侏罗世至晚白垩纪早期，受大规模的地壳运动而使地壳发生断裂，沿断裂带形成了一些小规模红色盆地，如崇安、泰宁、建宁、宁化、永安、上杭等<sup>[34]</sup>。丹霞地貌均发育在新构造运动的上升、并且其幅度明显大于所在区域平均上升幅度的区域，在泰宁的采样分析地壳抬升速度为 0.66 m/10ka，在新昌的采样分析为 0.86 m/10ka<sup>[16]</sup>。如浙江的金衢盆地、江山盆地、新昌盆地，湖南的茶永盆地，粤北坪石盆地 (图 3A) 以及广西梧州盆地 (图 3L) 等丹霞地貌区，都是经喜山造山运动和新构造运动，盆地边缘和盆地内部的丘陵山地差异抬升，伴随着流水侵蚀和重力崩塌等外力作用而形成的。

本区位于热带和亚热带地区，气候温暖湿润，雨量充沛，东南地区山地的常年溪流众多，中小江河及溪流成为本区丹霞地貌形成的主要外动力。流水下切侵蚀，两岸岩体的崩塌倾覆，地面平均坡度小，溪流比降亦小，使本区的丹霞地貌呈现出险峻的景象。但由于本区山地抬升速度较慢 (图 2)，故在流水的相对稳定作用下易形成溪流贯穿的巷谷、蜿蜒曲折的峡谷、天生桥、一线天丹霞地貌形态 (图 3B-F))，而河流下蚀所形成的赤壁丹崖规模相对较小，缺少大瀑布与多级瀑布。

另外，东南区还发育很多海岸丹霞，在外动力作用上较其他两区具有潮汐等海蚀作

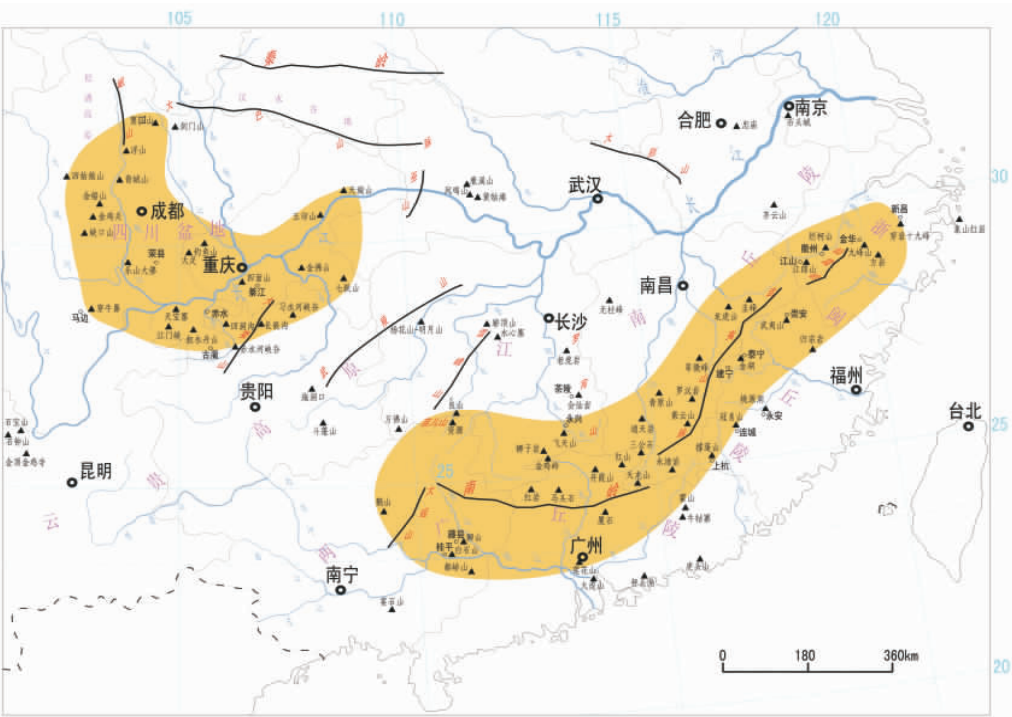


图 4 中国东南与西南主要丹霞地貌分布图

Fig. 4 The distribution of the major Danxia landforms in Southeast and Southwest China



用, 广东珠江口虎门的大虎山、小虎山; 大鹏湾的深圳秤头<sup>[35]</sup>角; 惠阳的大亚湾澳头; 浙江象山红岩<sup>[36]</sup>等都是典型的海岸丹霞地貌, 为该区特有的丹霞地貌类型。

### 3.2 西南区丹霞地貌成因

本区丹霞地貌主要位于云贵高原、川西高原与四川盆地的马蹄状过渡带上, 地跨四川、贵州、重庆等省(市)。以西起马边, 东抵綦江, 北至荣县, 南达古蔺以北, 西以赤水一带为中心的地区最为密集, 呈一东西向而两端略向北弯曲的区域(图4)。丹霞地貌数量占全国24.3%, 约162处(表1)。其中赤水丹霞地貌面积达1340 km<sup>2</sup>, 为县市丹霞地貌面积之最<sup>[1]</sup>。该地区大地构造属于扬子地台的两个不同单元, 即黔北台隆与四川台坳的交接处。中生代末的燕山运动使黔北台隆大幅度褶皱上升, 但受到四川台坳硬性地块的影响, 使北东向构造发生S形弯曲, 出露中生代至震旦纪的各时代地层。四川台坳在晚三迭世至晚白垩世期间一直处于大型内陆湖盆地环境, 沉积了数千米厚的红层及含煤组合, 以大面积出露的白垩系嘉定群南缘为界与黔北台隆分开。这一地区出露的红层由侏罗系中上统及白垩系嘉定群岩系组成, 其中大面积分布的白垩系鲜红色厚层块状的长石石英砂岩是丹霞地貌发育的主体<sup>[28]</sup>。云贵高原面地壳抬升的速度约在1.31~3.52 m/10ka<sup>[16]</sup>, 与四川盆地的相差大, 故在云贵高原向四川盆地过渡带中, 河溪比降大, 裂点多, 因此丹霞河谷深切剧烈, 赤壁丹崖更为高大(图3G-I)。

本地区处于亚热带湿润气候区, 降水相对也是高值区, 年降水量可达1000~1500mm, 年均相对湿度在85%以上。曲流众多, 对丹霞地貌的塑造作用强烈。良好的水热条件也为植物的生长、繁衍提供了有利的条件。本区森林覆盖率高, 基岩裂隙中的水流能常年补给, 使瀑布有稳定的水源, 并且水量充足, 所以易形成大型瀑布。尽管流水作用在东南区与西南区均表现强烈, 丹霞地貌有着相似的特征, 如峡谷、巷谷、峭壁、玦形围谷均比较发育。但西南区地壳抬升速度相对较快, 因此内动力作用较东南区强, 河溪比降更大, 裂点更多, 流水下蚀作用更强, 崩塌更剧烈, 故峡谷两侧多形成高大的丹崖峭壁, 且急流、大型瀑布及多级瀑布群众多。而较少巨大的天生桥、一线天和蜿蜒曲折的溪流景观。

### 3.3 西北区丹霞地貌成因

本区丹霞地貌主要分布于甘肃东、中部, 陇山周围、渭水上游和青海东部(黄)河湟(水)谷地, 地跨青藏高原东北部和黄土高原西部。甘肃境内, 丹霞地貌分布东起陇东高原、秦岭北支脉的小陇山, 渭水上游; 西北至河西走廊西段; 南抵陇南山地<sup>[17, 22]</sup>。青海的丹霞地貌集中分布在东部的河湟谷地以及黄河、湟水支流所形成的次一级谷地两侧<sup>[23]</sup>(图5)。该区丹霞地貌占全国27.1%, 约181处(表1)。

西北丹霞地貌受青藏高原强烈抬升, 加之本身基底的不均一性(中间地块和古老软弱带交替出现), 地块发生差异升降, 并在它们的交接处出现断裂, 形成断陷和拗陷相结合的山间盆地, 如黄河从共和盆地以下, 依次为贵德盆地、尖扎盆地、循化盆地和官亭盆地, 其间分别为龙羊峡、松巴峡、李家峡、积石峡、盐锅峡、八盘峡、刘家峡等深切峡谷。这些沉积盆地大多依NW-SE和EW向排列, 峡谷与宽谷相间呈串珠式的地貌形态。区内地壳抬升速度呈明显差异, 兰州地区为4.26m/10ka, 古浪县沙沟河(代表祁连山东南段北麓地区)为2.91m/10ka。玛曲为15m/10ka, 龙羊峡更达57~80m/10ka<sup>[16]</sup>。青藏高原东北部, 尤其是河湟谷地地区地壳抬升速度大, 以及黄河及其大型支流湟水的大量径流强烈的侵蚀作用, 古湖盆边缘堆积的大量较坚硬的红色砂岩出露, 沿河形成连绵的高大赤壁丹崖景观。西北丹霞地貌区地壳运动幅度较大, 多陡倾斜甚至垂直和扭曲型丹霞地貌, 近水平层理的丹霞地貌主要分布在本区的东南降水相对丰富的地区。

西北区内气候分异明显, 小气候现象突出, 丹霞地貌在不同的气候区表现出较大的差异。兰州—河西走廊地区, 气候干旱, 降水较少, 降水量为200~400 mm/a, 不充分的



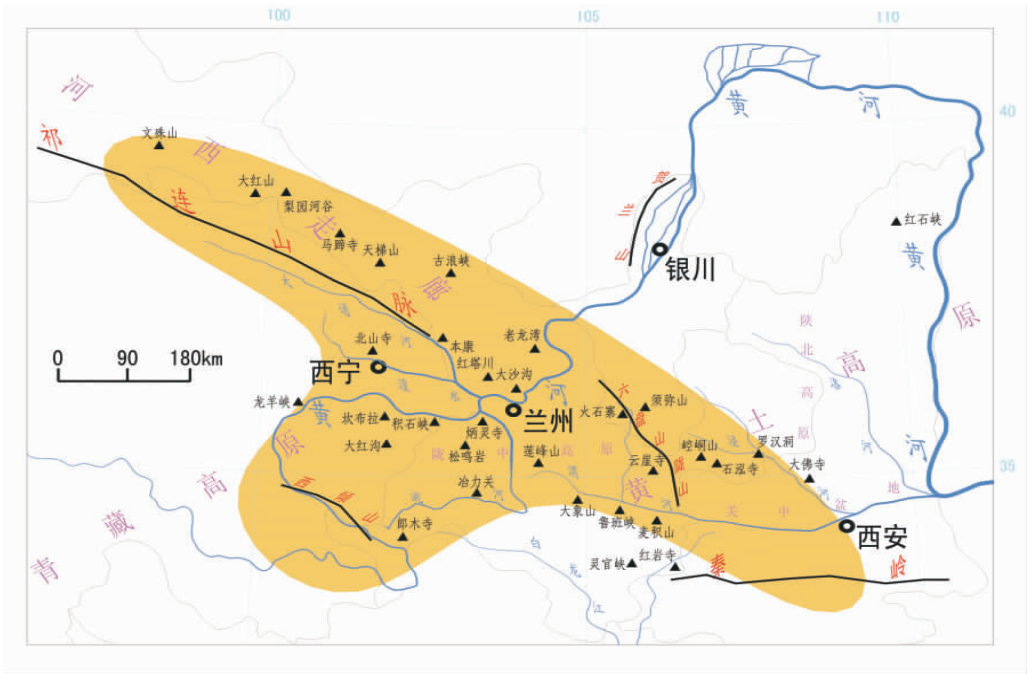


图 5 中国西北主要丹霞地貌分布图

Fig. 5 The distribution of the major Danxia landforms in Northwest China

淋洗过程和钙质的堆积是形成类丹霞地貌的重要原因。在湿润的西南区和东南区这种地貌很难形成。此外由于气候干旱，植被稀疏，西北地区丹霞崖面没有像南方丹霞山体因附着很多的地衣、苔藓等植物而呈黑红相错的斑斓色彩，而是附被第四纪黄土，多呈枯黄色 (图 3J-N)。

西北地区丹霞地貌差异性还表现在上覆黄土分布的差异性。兰州 - 河西走廊地区黄土覆盖层较厚，因此上覆于丹霞地貌的黄土层也相对较厚。黄土在西北区丹霞地貌形成中起着重要的作用，使本区的丹霞地貌呈现出与其他两小区不同的特色。由于砾石层上覆厚层黄土沉积，不充分的雨水下渗作用，将黄土中的钙质或硅质一起淋溶到下层砾石层，将砾石层胶结起来，形成了坚硬的盖层。由于此盖层的存在，下伏红层不易被侵蚀。雨水浸湿上覆黄土，泥浆顺陡崖滑下，形成含泥量较大的钙质柱乳，粘附于密布横向延伸的洞穴的崖面上形成西北区所特有的类丹霞地貌<sup>[9]</sup>。

#### 4 结论与讨论

根据我国丹霞地貌的地理分布状况，可分为东南、西南、西北三区。三区在地貌形态及景观特征上具有较大的差异。在东南区，由于降水量大，构造上升运动相对较慢，弯曲溪流对地貌形态的塑造显著，临溪的丹霞峰林、赤壁、一线天、天生桥等地貌发育。云贵高原与四川盆地过渡带，由于云贵高原相对于四川盆地抬升快，地势高差大，降水丰沛，河流众多，区内深切峡谷规模大，裂点多，多发育高大的尤其是块谷形态的赤壁丹崖及大型瀑布群。陇山周边、河湟谷地等西北区地壳抬升作用强烈，降水稀少，流水作用表现为客水大河强烈的下蚀与本地溪流作用的缺乏，故发育深切峡谷，形成连绵峭壁，两侧发育陡峭旱谷。此外，区内外动力差异性大，区内气候分异明显，区内的半湿润区多发育孤峰、峰丛、峰林式丹霞地貌，而在干旱、半干旱区由于水流在黄土覆层上

的不充分淋洗及钙质堆积形成了以类丹霞地貌为主的地貌形态。

自陈国达提出“丹霞地形”名词至今不过 70 年时间,直到现在对于丹霞地貌概念等理论探讨还在不断进行<sup>[30, 37]</sup>。科学就是一个不断探索的过程。丹霞地貌的特征在世界地学界、旅游界多有记述,如世界遗产委员会对武夷山的评价中就有“九曲溪两岸奇峰林立”等记录,而丹霞山世界地质公园以其神奇的地质遗迹和地貌造型赢得了世界的肯定,成为了这类特殊地貌的命名地。随着研究队伍的壮大以及区域丹霞地貌旅游开发不断扩大,对丹霞地貌的基础研究将不断深入。从丹霞地貌景观旅游、审美价值分析,进而研究其发生、发育和发展的机理、机制和过程等理论问题;从小尺度到大尺度、从国内到国外对比研究等将是今后丹霞地貌研究的主要内容和方向。

**致谢:** 中山大学黄进先生提供了全国 56 个丹霞地貌区(点)的热释光测年和地壳上升速度及中国丹霞地貌分布资料;兰州大学陈致均先生在论文写作中提供宝贵意见;丹霞山、泰宁大金湖、习水、通道万佛山、麦积山、和政松鸣岩、庄浪云崖寺、赤水、太平狮山、北流铜石岭等丹霞地貌风景区提供相关资料。在此谨致谢忱!

## 参考文献 (References)

- [1] Huang Jin. On the distribution of Danxia landforms in China. *Economic Geography*, 1999, 19(suppl.): 31-35. [黄进. 中国丹霞地貌的分布. *经济地理*, 1999, 19(增刊): 31-35.]
- [2] Huang Jin. A Field Investigation of the Danxia Landforms form 1999 to 2002. *Economic Geography*, 2003, 23(suppl.): 200-223. [黄进. 我对中国丹霞地貌的考察. *经济地理*, 2003, 23(增刊): 200-223.]
- [3] Zhou Xuejun. A study on north-south differences of the Danxia landform pattern and its tourism values in China. *Journal of Mountain Science*, 2003, 21(2): 180-186. [周学军. 中国丹霞地貌的南北差异及其旅游价值. *山地学报*, 2003, 21(2): 180-186.]
- [4] Huang Yizhong, Yang Shiyu. The geologic formation of Danxia geomorphologic landscape in the Three-River area. *Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry*, 2003, 22(3): 270-272. [黄义忠, 杨世瑜. 三江并流带丹霞地貌景观地质成景作用. *矿物岩石地球化学通报*, 2003, 22(3): 270-272.]
- [5] Cui Zhijiu. Preliminary research on classification and nomination of "Rock-Landform" in terms from the development of Danxia landform. *Economic Geography*, 1999, 19(suppl.): 1-4. [崔之久. 就丹霞地貌的发展浅论"岩石地貌学"的分类和命名. *经济地理*, 1999, 19(增刊): 1-4.]
- [6] Pan Jiang, Xiu Baokun, Lu Liwu. The genetic similarity and difference between the Danxia and Wulingyuan landscapes. *Economic Geography*, 1999, 19(suppl.): 21-30. [潘江, 修保琨, 卢立伍. 丹霞地貌与武陵源地貌的成因共性及区别. *经济地理*, 1999, 19(增刊): 21-30.]
- [7] Pan Jiang. On the classification of Danxia landscape. *Economic Geography*, 2002, 22(suppl.): 36-39. [潘江. 略论赤壁丹崖地貌之分类. *经济地理*, 2000, 22(增刊): 36-39.]
- [8] Guo Kang, Zhang Cong, Ma Zhizheng. A study on the differences between Zhangshiyuan and Danxia landscapes. *Economic Geography*, 1994, 14(suppl.): 200-204. [郭康, 张聪, 马志正. 嶂石岩地貌与丹霞地貌对比研究. *经济地理*, 1994, 14(增刊): 200-204.]
- [9] Guo Kang, Di Minghui, Ma Zhizheng. On the special Danxia landforms. *Economic Geography*, 1998, 18(suppl.): 167-171. [郭康, 邸明慧, 马志正. 对几种特殊丹霞地貌的探讨. *经济地理*, 1998, 18(增刊): 169-171.]
- [10] Peng Hua. A survey of the Danxia landform research in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2000, 20(3): 203-211. [彭华. 中国丹霞地貌研究进展. *地理科学*, 2000, 20(3): 203-211.]
- [11] Peng Hua. The research on classification system of Danxia landform. *Economic Geography*, 2002, 22(suppl.): 28-35. [彭华. 丹霞地貌分类系统研究. *经济地理*, 2002, 22(增刊): 28-35.]
- [12] Zhu Cheng, Yu Jinbiao, Zhao Ningxi et al. Danxia landform genesis and scenic feature on Guan'ai Mountain, Fujian Province. *Acta Geographica Sinica*, 2000, 55(6): 679-688. [朱诚, 俞锦标, 赵宁曦等. 福建冠豸山丹霞地貌成因及旅游景观特色. *地理学报*, 2000, 55(6): 679-688.]
- [13] Chen Anze. The landform classification of sandstone (conglomerate) and its status & function of Tourism. *Land & Resources Herald*, 2004, 1(1): 11-16. [陈安泽. 论砂(砾)岩地貌类型划分及其在旅游业中的地位和作用. *国土资源导刊*, 2004, 1(1): 11-16.]
- [14] <http://www.worldgeopark.org/dz/member%20states.htm> [DB/OL]
- [15] Chen Jialuo. Evaluation of developing state of Danxia landform parks of China. *Economic Geography*, 1992, 22

- (suppl.): 87-92. [陈佳骆. 丹霞地貌风景名胜区发展评述. 经济地理, 2002, 22(6): 87-92.]
- [16] Huang Jin. Quantitative survey of several important issues concerning with the formation of the Danxia landforms. Tropical Geography, 2004, 24(2): 123-126. [黄进. 丹霞地貌发育几个重要问题的定量测算. 热带地理, 2004, 24(2): 123-126.]
- [17] Qi Deli, Xiao Xing, Chen Zhijun. Spatial analysis and tourism development layout on Danxia landscape in Gansu Province. Geography and Geo-Information Science, 2003, 19(3): 88-93. [齐德利, 肖星, 陈致均. 甘肃省丹霞地貌空间分析及旅游开发布局研究. 地理与地理信息科, 2003, 19(3): 88-93.]
- [18] Qi Deli, Xiao Xing, Chen Zhijun. On tourist destination image of Danxia landscape in Gansu Province. Areal Research and Development, 2004, 23(1): 47-51. [齐德利, 肖星, 陈致均. 甘肃丹霞地貌旅游形象建设研究. 地域研究与开发, 2004, 23(1): 47-51.]
- [19] Qi Deli, Chen Zhijun. The evaluation of tourism development potential on Danxia landscapes in Gansu Province. Gansu Social Science, 2003, (4): 152-156. [齐德利, 陈致均. 甘肃省丹霞地貌旅游资源开发潜力评价. 甘肃社会科学, 2003, (4): 152-156.]
- [20] Qi Deli. An Elementary Study on Danxia Landform and Its Tourism Development in Gansu Province. Lanzhou: Northwest Normal University Press, 2002. [齐德利. 甘肃省丹霞地貌旅游开发初步研究. 兰州: 西北师范大学出版社, 2002.]
- [21] Zhu Yan. On the Characters of Danxia Landform and Its Evolution Environment in Gansu Province. Economic Geography, 1998, 18(suppl.): 88-95. [朱艳. 甘肃丹霞地貌的特征与发育条件. 经济地理. 1998, 18(增刊): 88-95.]
- [22] Chen Zhijun, Huang Keguang, Dai Wenzhao. The distribution of Danxia landforms in Gansu Province. Economic Geography, 1994, 14(suppl.): 159-163. [陈致均. 甘肃丹霞地貌的分布. 经济地理, 1994, 14(增刊): 159-163.]
- [23] Zhang Linyuan, Liu Chaoyang. The characters of Danxia landscapes and its tourism development in Gansu and Qinghai provinces. Tropical Geography, 1992(suppl.): 153-161. [张林源, 刘朝阳. 甘青地区丹霞地貌资源的特点与开发. 热带地貌, 1992(增刊): 153-161.]
- [24] Zhu Zhongxiao. On the characters of Danxia landform and tourism values in Qinghai Province. Economic Geography, 1998, 18(suppl.): 75-80. [张忠孝. 青海丹霞地貌特征及其旅游价值. 经济地理, 1998, 18(增刊): 75-80.]
- [25] Yang Zaitian. A preliminary study on the union development of provincial "Danxia Scenic Spot of Zi-Xin". Economic Geography, 1999, 19(suppl.): 121-125. [杨载田. 关于联合开发资新丹霞地貌旅游区的探讨. 经济地理. 1999, 19(增刊): 121-125.]
- [26] Fan Xiongqiang. Studies on the tourism development in Mountain Lang. Economic Geography, 1996, 16(suppl.): 34-37. [樊雄强. 论崂山旅游资源开发. 经济地理, 1996, 16(增刊): 34-37.]
- [27] Chen Jiangeng. Analysis on the cause of formation of Danxia landform and evaluation of tourism resources in northwest of Guizhou Province. Economic Geography, 1999, 19(suppl.): 70-74. [陈建庚. 黔西北丹霞地貌发育的成因分析及旅游资源评价. 经济地理, 1999, 19(增刊): 70-74.]
- [28] Luo Chengde. Several problems about the Danxia landforms in Sichuan Basin. Economic Geography, 2002, 22(suppl.): 61-65. [罗成德. 四川盆地丹霞地貌的几个问题. 经济地理. 2002, 22(增刊): 61-65.]
- [29] Huang Jin, Chen Zhijun. The discussion on the definition and classification to Danxia landform. 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. 经济地理, 2003, 23(增刊): 6-11.]
- [30] Huang Jin, Chen Zhijun, Huang Keguang. The defines and classification of Danxia landforms. Economic Geography, 1994, 14(suppl.): 37-49. [黄进, 陈致均, 黄可光. "丹霞地貌"的定义及分类. 经济地理. 1992, 12(增刊): 37-49.]
- [31] Zhang Renshun, Qi Deli. Danxia landform and gigantic buddha carved in precipice (I). Economic Geography, 2003, 23(suppl.): 173-181. [张忍顺, 齐德利. 丹霞地貌与巨佛摩崖造像(I). 经济地理, 2003, 23(增刊): 173-181.]
- [32] Zhang Renshun, Qi Deli. Danxia landform and gigantic buddha carved in precipice (II). Economic Geography, 2003, 23(suppl.): 182-188. [张忍顺, 齐德利. 丹霞地貌与巨佛摩崖造像(II). 经济地理, 2003, 23(增刊): 182-188.]
- [33] Huang Jin. The classified areas of Danxia landforms in China. Tropical Geomorphology, 1991(special issue): 69-81. [黄进. 中国丹霞地貌类型地初步研究. 热带地貌, 1991(专号): 69-81.]
- [34] Gao Tianjun, Li Zhibin, Liu Yibi. Geological conditions and formational classification of Danxia landforms in Fujian Province. Economic Geography, 2002, 22(suppl.): 50-54. [高天钧, 李志彬, 刘以璧. 福建丹霞地貌形成的地质条件与成因类型. 经济地理, 2002, 22(增刊): 50-54.]
- [35] Huang Jin, Cheng Minghao. On the coastal Danxia landforms in Chengtou Cape in Dapeng Gulf in Guangdong Province. Economic Geography, 1994, 14(suppl.): 189-195. [黄进, 程明豪. 广东大鹏湾秤头角海岸丹霞地貌的初步研究. 经济地理, 1994, 14(增刊): 189-195.]
- [36] Li Jialin, Zhang Renshun, Qi Deli. The exploitation value of tourist development to Xiangshan's Hongyan-Danmen Coast-Island Danxia landform in Zhejiang Province. Journal of Ningbo University (NSEE), 2003, 16(1): 35-39. [李加林, 张忍顺, 齐德利. 象山红岩-旦门山岛海岸-海岛丹霞地貌及其旅游开发价值. 宁波大学学报(理工版), 2003,



16(1): 35-39.]

- [37] Liu Shangren, Liu Ruihua. On the conception of Danxia landform. *Journal of Mountain Science*, 2003, 21(6): 669-674.  
[刘尚仁, 刘瑞华. 丹霞地貌概念讨论. *山地学报*, 2003, 21(6): 669-674.]

## On the Spatial Pattern of Danxia Landform in China

QI Deli<sup>1</sup>, YU Rong<sup>1</sup>, ZHANG Renshun<sup>1</sup>, GE Yunjian<sup>1</sup>, LI Jialin<sup>1, 2</sup>

(1. *College of Geographical Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China;*

2. *Institute of Human Inhabiting Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, China)*

**Abstract:** Danxia landform as a special geomorphic type is distributed in most parts of China. According to its spatial distribution patterns and regional differences, three major Danxia landform concentrated areas in China are identified in this paper. They are southeast area (including Jiangxi, Fujian, Zhejiang, Hunan and Guangxi provinces), the southwest area (the transitional zone of Yunnan-Guizhou Plateau and Sichuan Basin) and the northwest area (including Longshan mountain and both sides of the Huanghe River and its anabranches). The geologic and geographic conditions of Danxia landform and their differences of the three areas are analyzed. The Danxia geomorphologic landscapes, such as upright-shaped peaks, Danxia mesa, stone wall, cave and vertical cave, Danxia natural bridge, "a narrow strip of sky" and so on, are generally formed in the southeast area. The landscape of southwest area is characterized by Danxia escarpment face, waterfall and waterfall groups. The special landscapes in arid areas are found in the northwest area, for example, the mud-coating type, columniation type and board type of Danxia landforms, however there are more differences here than in the other two areas because of the complexity of the nature including the climate, running water, wind abrasion, the loessial cover and relevant elements and so on. Based on the tectonic uplift rates, regional structure of sedimentary red-basin, the fluvial process, weathering and biological processes, gravity and other internal gravitation and external processes in each Danxia landform area in China, this paper discusses the causes which control the differences and also explains the landscapes formation process and its mechanism.

**Key words:** Danxia landform; spatial pattern; landscape; difference; China