

引用格式: 叶张煌, 刘嘉麒, 尹国胜, 严兆彬. 江西井冈山独特的盆山峡瀑地貌及其科教研学意义[J]. 山地学报, 2025, 43(4): 635-644.
YE Zhanghuang, LIU Jiaqi, YIN Guosheng, Yan Zhaobin. The unique basin-mountain-canyon-waterfall landform of the Jinggangshan Mountains of China and its scientific, educational and research significance [J]. Mountain Research, 2025, 43(4): 635-644.

江西井冈山独特的盆山峡瀑地貌及其科教研学意义

叶张煌¹, 刘嘉麒^{2*}, 尹国胜³, 严兆彬⁴

(1. 广州航海学院 海事法律与交通管理学院, 广州 510725; 2. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029;
3. 江西省地质调查勘察院, 南昌 330030; 4. 东华理工大学 地球科学学院, 南昌 330013)

摘要: 井冈山位于江西省西南部, 山体密集, 拥有 500 多座中低山、20 多个山间盆地、20 多条深切峡谷, 沿峡谷分布有 100 多处瀑布, 形成了独特而丰富的“盆山峡瀑”复合地貌格局。依托“地理研学+红色教育”融合模式, 井冈山已逐步成为地学科普的热点区域。为进一步推动井冈山教文旅的高质量发展, 本文从地貌学、旅游学与景观生态学的交叉视角出发, 综合运用遥感解译、野外地质调查与系统分析, 全面梳理了该地貌组合的基本单元, 并阐释了其演化过程; 从构造运动、岩性差异和气候条件三个层面解析了“盆山峡瀑”格局的成因; 通过对比分析, 揭示了其独特的三大特征: ①断块山-山间盆地-深切峡谷的交错分布, ②山顶森林-山腰梯田-谷底村落的三级立体分层, ③景观-生态-文化的三维深度融合。该复合地貌不仅具备显著的景观价值, 还在地貌学、地理学和生态学等领域具有重要的科学意义。本文的研究成果可为研学教育、生态保护规划以及地质灾害防治等提供理论支撑。

关键词: 盆山峡瀑地貌; 地貌特征; 科学价值; 井冈山

中图分类号: P931, X141

文献标志码: C

井冈山 (26. 217° ~ 26. 875° N, 113. 987° ~ 114. 308° E) 地处湘赣边境的构造-地貌过渡带, 兼具革命文化遗产与生态资源价值。该区域属典型亚热带季风气候区, 年均气温 14. 2 °C, 年降雨量达 1856. 3 mm, 四季气候特征鲜明, 呈现冬季漫长 (12—次年 2 月均温 < 5 °C)、夏季短暂 (6—8 月均温 > 25 °C)、秋季早临 (9 月均温即降至 20 °C 以下)、春季延后 (4 月均温仍低于 15 °C) 的独特季相特征。

前人在该区域为数不多的科学研究涉及井冈山区域大地构造演化、中生代沉积环境和岩石地层单元划分等基础地质领域^[1-5]。近年来, 随着“地理研学+红色教育”融合模式的兴起, 井冈山逐渐成为地学科普热点区域, 但针对其特色地貌系统的综合性研究不足, 地学知识转化科普内容的科学性亟待

提升。

本研究基于地貌学、旅游学和景观生态学交叉视角, 通过遥感解译、野外地质调查与系统分析, 总结井冈山“断块山-山间盆地-深切峡谷”三维地貌格局, 分析其形成演化及在地貌学、生态学、地理学和景观学等方面的科学意义。研究结果可为区域研学教育、生态保护规划和地质灾害防治提供理论支撑。

1 地质背景

井冈山位于扬子板块与华夏古板块结合带的南东侧, 坐落于罗霄山脉南北向构造带的核心区。该地区经历了近 6 亿年的海陆交替和 4 次构造旋回^[6-7]。

收稿日期 (Received date): 2025-04-15; 改回日期 (Accepted date): 2025-07-15

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金 (41962012)。[National Natural Science Foundation of China (41962012)]

作者简介 (Biography): 叶张煌 (1973 -), 男, 博士, 主要研究方向: 旅游地学。[YE Zhanghuang (1973 -), male, Ph. D., research on geo-tourism] E-mail: chuckverna@sina.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 刘嘉麒 (1941 -), 男, 博士, 研究员, 主要研究方向: 地貌与第四纪地质。[LIU Jiaqi (1941 -), male, Ph. D., professor, research on geomorphology and Quaternary geology] E-mail: liujq@mail.iggcas.ac.cn

研究区内古生代的地层最为典型,出露在研究区的中东部,面积最大,厚度达 3000 m^[8]。其中寒武系为一套韵律状泥砂质层夹灰岩、长石砂岩。奥陶系是一套以泥砂质成分为主的沉积建造,与下覆的寒武系为整合接触关系。志留系-早泥盆统整体性缺失,奥陶系与中泥盆统呈平行不整合接触关系。奥陶系包含 7 个典型的笔石化石带,具有国内外对比意义^[9]。泥盆系是一套沉积岩系,主要由未变质、弱变形的陆相碎屑岩为主。石炭系为含煤地层。

研究区岩浆岩分布于西部和西南部,为斑状黑云二长花岗岩^[8],是宁冈岩基(又称万洋山岩体,出露面积达 1000 km²)的一部分。岩基受黄垵大断裂和永新大断裂的控制,沿北北东向展布。宁冈岩体侵入到奥陶纪地层,但泥盆纪地层不整合覆盖于其上,表明宁冈岩体的形成时代为奥陶纪之后,泥盆纪之前。锆石 U-Pb 年龄为 433.8 ± 2.2 MA,表明其形成于早志留世。区内早古生代花岗岩为 S 型花岗岩,属壳源型花岗岩范畴,源于元古代古老地壳中砂质/泥砂质/泥质源区的部分熔融。其形成于陆内造山环境,很可能与早古生代后期加里东运动的构造-岩浆作用有关^[10-11]。

2 “盆山峡瀑”地貌系统

井冈山典型地貌景观有山峰、峡谷、瀑布、崖壁、溶洞等。群峰交织,盆山相间,峡谷峥嵘,溪瀑争艳,呈现独特的“盆山峡瀑”组合地貌。该系统由构造抬升形成的山体、沉积填充的盆地、河流切割而成的峡谷以及在高差突变处形成的瀑布四大要素相互耦合、共同演化,构成一种复合型的地貌格局。

2.1 地貌单元

2.1.1 山地

井冈山山峦起伏,巍峨耸立,地势上总体呈西南高东北低。最高峰为南风面,海拔 2120.4 m,是欧亚大陆东南部的第二最高峰。全区拥有 500 余座山峰,可划分为侵蚀中山和侵蚀低山两类:侵蚀中山主要分布在西部和南部,侵蚀低山则集中于北部和东南部^[12]。

井冈山群山构成三级分水岭结构。海拔 1300 m 以上西部中山,构成了中国两大重要淡水湖——鄱阳湖与洞庭湖流域的分水岭。海拔 1000 ~ 1300 m 中部中山,是牛吼江和蜀水河的分水岭,两条河流分

别位于赣江的东西两侧,均为赣江的支流。海拔低于 1000 m 的两侧低山,是区内行洲河和拿山河等小水系的分水岭^[13]。

井冈山的山体呈三层地质结构:底层为花岗岩结晶基底,上覆前志留纪时期的变质基底,随后是自中泥盆世以后形成的稳定沉积盖层。

2.1.2 盆地

在井冈山的侵蚀山脉之间,分布着 20 多个典型的山间构造盆地,主要沿区内 3 条支流展布。其中,5 个位于群山环绕、宛若井状的山间盆地,构成“五井”,井冈山因此得名。

以茨坪山间盆地为例:该盆地海拔约 840 m,面积约 3.8 km²,位于井冈山五指峰的北麓。四周群山环抱,盆地内地形相对平坦开阔,形似一口井,一条小溪自北向南贯穿。茨坪五大哨口,最有名的黄洋界海拔 1340 m,居高临下,扼居山口,曾是重要的防御据点,昔日的哨口工事和上山小路至今仍可辨认。这些自然条件使茨坪成为当年井冈山革命斗争的中心,现今亦是井冈山的核心景区,历史文物遗址最为集中。

八角楼所在的茅坪盆地与之类似,盆地地势平坦,适宜耕作,人口聚集。为创建井冈山革命根据地做出重要贡献的王佐、袁文才烈士,当年的大本营正设于茅坪与茨坪两地,二者相互配合,遥相呼应,形成对整个井冈山的有效控制。

2.1.3 峡瀑

井冈山有 20 多条深切峡谷,长度从几千米到上万米不等,其中最具代表性的的包括水口峡谷(照片 1)和龙潭峡谷。

峡谷中常伴生瀑布,瀑布景观已超过 100 处。最为著名的当属五龙潭瀑布群和笔架山陡崖瀑布。五龙潭位于软硬岩层交错的互层区,因岩性差异导致阶梯式侵蚀,形成了层叠错落的五龙潭瀑布(照片 2)。

上述地貌单元组成了井冈山独特而丰富的“盆山峡瀑”地貌系统(表 1)。

2.2 地貌特征

2.2.1 断块山-山间盆地-深切峡谷三者交错组合

井冈山的山地与盆地交错分布,形成“群山环抱盆地”的典型景观——如茨坪盆地被五指峰、杜鹃山(照片 3)等山峰所环绕。井冈山山峰多由花岗岩抬升形成断块山,山脊线清晰。盆地为地堑盆地,



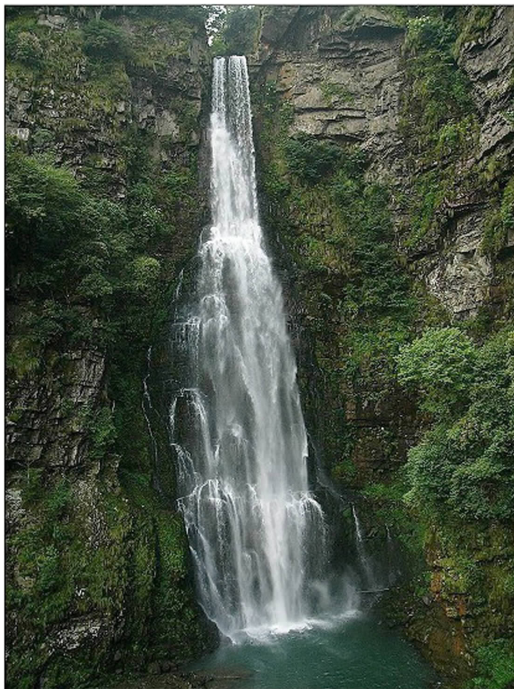
照片 1 水口峡谷

Pic. 1 The Shuikou ravine



照片 3 鲜花盛开的杜鹃山

Pic. 3 Blooming azalea on the Dujuanshan Hill



照片 2 五龙潭瀑布群

Pic. 2 The Wulongtan waterfalls

边界受断裂控制,内部堆积红色砂砾岩。

井冈山发育花岗岩、砂页岩、红色砂砾岩及变质岩等多种岩性,抗风化能力迥异,导致差异侵蚀,进而衍生形成深切峡谷、瀑布、陡崖等多种地貌形态。

与井冈山的复合型地貌体系相比,华东中部其他山地景观,如武夷山、大别山和张家界各自拥有独特的地质与景观特征,在岩性、构造和地貌演化上各具特色,却缺乏井冈山所呈现“断块山-山间盆地-深切峡谷”的复合格局。

武夷山深受华夏古板块与扬子板块碰撞影响,形成南北向褶皱构造,缺少井冈山式的断陷盆地和山间凹陷,峡谷多为单一的垂直切割,瀑布分布稀疏,整体地貌以丹霞岩层的红色悬崖为亮点。

大别山的基底以花岗岩和变质岩为主,岩体硬度大、抗风化能力强,导致山体呈现出典型的高背斜山脊,峡谷形态相对单一,缺乏井冈山那样的深切峡谷网络,也没有发育完善的山间盆地系统,瀑布数量

表 1 井冈山“盆地峡瀑”地貌系统

Tab. 1 The basin-mountain-canyon-waterfall landscape system of the Jinggangshan Mountains

类型	代表性地貌景观	特点
山地	中山	黄洋界、八面山、荆竹山、南风面、五指峰、杜鹃山(又名笔架山)、双石马
	低山	桐木岭、朱砂冲和茶子坳
盆地	茨坪、茅坪、大小行洲、下庄、黄荆、大陇、龙市、葛田、大小五井、厦坪和拿山盆地等	沿境内行洲河、宁冈河和拿山河河谷成串珠状展布,海拔 700 ~ 1000 m。
峡瀑	水口峡谷、龙潭峡谷、朱砂冲峡谷、五龙潭瀑布群和笔架山陡崖瀑布等	沿断裂带或软弱岩层发育 20 多条“V”型或箱状峡谷,深度可达 300 ~ 500 m。沿峡谷发育 100 多处瀑布景观。

和分布密度均不及井冈山。

张家界的地貌特色是石英砂岩峰林,主要由岩性单一、硬度极高的石英砂岩构成。由于岩性同质,差异侵蚀作用弱,缺少井冈山那样的多岩性交错导致的阶梯式侵蚀、峡谷与瀑布的交织。山间盆地几乎不存在,地形以峰林为主,水系多为短小的山涧,瀑布数量相对有限。

2.2.2 山顶森林-山腰梯田-谷底村落三级立体分异

井冈山地区的垂直落差近 1900 m,形成了显著的垂直分异格局,呈现出“山顶森林-山腰梯田-谷底村落”三层立体生态格局。

(1) 山顶森林(海拔 ≥ 1000 m)

海拔 1000 m 以上覆盖着茂密的亚热带常绿阔叶林和针阔混交林,植被结构复杂、物种丰富。这里是区域重要的生态屏障,能够有效保持水源、调节气候,为下方梯田和村落提供充足的水源保障。

(2) 山腰梯田(海拔 500 ~ 1000 m)

在海拔 500 ~ 1000 m 的坡地上,依山就势修筑梯田,坡度相对平缓,光照、温度条件优于山顶。梯田通过山涧溪流或人工沟渠引水灌溉,是井冈山核心的农业生产区,主要种植水稻和油菜等作物,形成了典型的山地农业景观。

(3) 谷底村落(海拔 < 500 m)

在海拔 500 m 以下,大小不一的聚居村落散布在河谷沿岸的平缓地带和山间小盆地。这里地势相对开阔,光照充足、气温适宜且水源丰富。房屋多为传统客家民居或现代砖混结构,房前屋后常种植果树、竹林等人工植被,人与自然的互动最为直接、频繁。

对比西部云贵高原,井冈山展现出更为丰富的人地系统。例如,元阳梯田以单一的山地梯田模式为主,缺乏井冈山那样的深切峡谷与垂直分层生态系统;贵州荔波虽拥有众多峡谷,但以岩溶作用为主,缺少大尺度的农耕盆地和梯田景观;贵州黄果树瀑布主要由单一灰岩层的岩溶作用形成,形态相对

单一,不如五龙潭瀑布群落差大、层级丰富。

2.2.3 景观-生态-文化三维深度融合

井冈山的“盆山峡瀑”复合地貌、亚热带常绿阔叶林以及红色文化遗产相互交织,形成了独具特色的三维融合格局。五大哨口等革命遗址依托险峻的山体、密集的森林和丰富的水系,孕育了中国革命的摇篮。这里既是红色历史的纪念地,也是生物多样性与生态功能突出的绿色宝库,成为“红绿交融”旅游资源协同发展的典范。

与其他红色或自然景区对比,井冈山兼具张家界的峻峭、武夷山的绿意以及黄土高原的侵蚀特征。例如,延安的红色文化与黄土高原在空间上相结合,但两者的内在关联度相对较低,缺乏像井冈山那样的山地水系森林的复合生态支撑;武夷山以丹霞地貌和单斜山为主,人文历史与自然景观的联系相对松散,未形成像井冈山那样的革命遗址与山地生态的紧密耦合。

2.3 演化过程与成因^[6-7,13]

2.3.1 演化过程

井冈山位于华南褶皱系东北缘,经历了四次大型构造旋回,即古生代的加里东运动、中生代早期的印支运动、中生代晚期的燕山运动以及新生代的喜马拉雅运动,并在约 2300 万年前的新构造运动中被进一步塑造(图 1)。

(1) 古生代地壳筑底

加里东运动在早古生代期间形成了区内坚硬的花岗岩结晶基底;随后,前志留纪的变质基底在此基础上逐步叠加,为后续的构造变形提供了坚实的岩石框架。

(2) 中生代构造奠基:盆山格局的雏形

印支运动和燕山运动先后驱动华南陆块强烈抬升,产生了区域性的断裂与褶皱。此阶段,断块山体成为主体,山间盆地在断裂控制下开始出现,初步形成了受北东向大断裂控制的“盆山”格局。

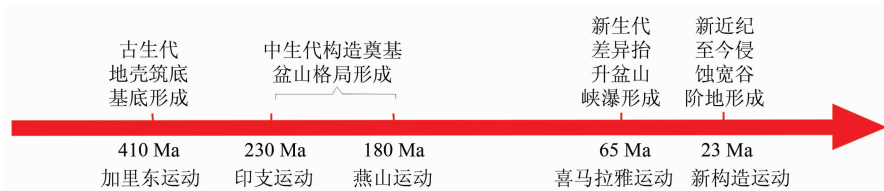


图 1 井冈山演化过程

Fig. 1 Evolution process of the Jinggangshan Mountains

(3) 新生代差异抬升:“盆山峡瀑”复合地貌的形成

喜马拉雅运动进一步加剧了地壳的差异化升降。在构造抬升、流水侵蚀等内外动力的共同作用下,形成了区内独特的“盆山峡瀑”复合地貌。

(4) 新近纪至今持续侵蚀:宽谷与阶地的发育

自新构造运动以来,流水侵蚀作用愈加显著。早更新世时期,河流以强烈的垂直下切为主,峡谷不断加深;进入中更新世后,下切速率减缓,宽谷与阶地开始广泛发育。

2.3.2 成因分析

井冈山独特的“盆山峡瀑”地貌具有典型的构造-岩性-气候三元耦合成因(表2)。

3 科学价值^[14]

3.1 地貌学意义

井冈山位于中国大陆第三级台阶的南北向中山地貌带,内部微地貌类型丰富多样。井冈山不仅是“盆山峡瀑”地貌组合的典型实例,也是解析中国东部加里东期花岗岩地貌演化、完善区域地貌框架的重要窗口。

从宏观尺度看,井冈山呈现“一山两盆”的格局。它所在的罗霄山脉是长江中游鄱阳湖流域与洞庭湖流域的分水岭,构成了南北向的“盆岭”景观——鄱阳湖盆地与洞庭湖盆地之间的山脉走廊(图2)。若再将闽赣交界北东走向的武夷山脉以及湘黔交界北东走向的武陵山脉纳入考察,则形成更宏观的三山夹两盆格局。

井冈山的地貌学价值体现在两个层面:

(1) 内部组合——盆山、深切峡谷与层叠瀑布的耦合构造,展示了构造抬升-差异侵蚀-断裂控制的完整演化过程,对研究山地盆地耦合机制具有示范意义。

(2) 区域意义——井冈山所在的罗霄山脉是中国东部加里东期花岗岩分布的关键区域之一。江西境内有两条北北东向的加里东期花岗岩带:东部的武夷山雪山带和西部的武功山井冈山诸广山带。相较于东部燕山期花岗岩地貌,关于加里东期花岗岩的景观特征与成景机理的系统研究仍显不足。井冈山的花岗岩露头、断块山体以及其衍生的盆山峡谷体系,为填补这一研究空白提供了宝贵的自然实验场。

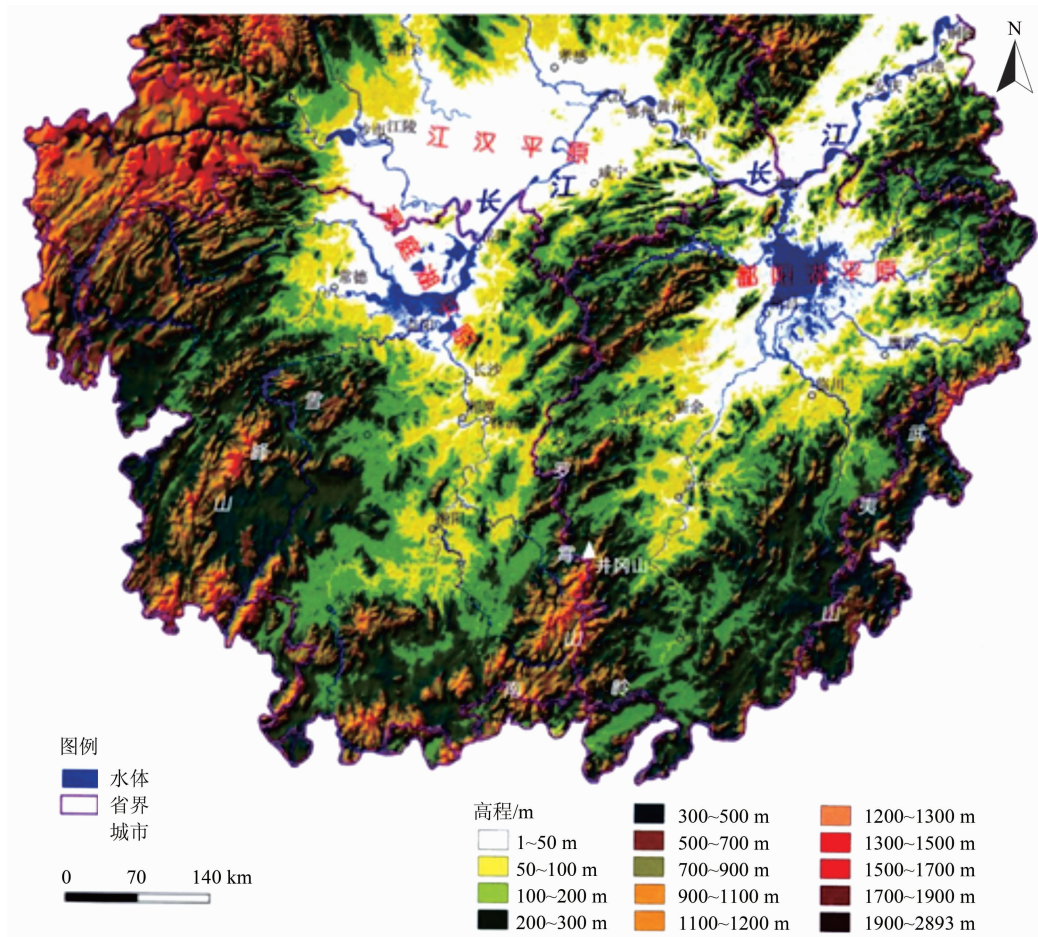
3.2 生态学意义

井冈山是具有重要生态价值的“绿色宝库”。

表2 井冈山“盆山峡瀑”地貌组合成因

Tab.2 Genesis of landscape mosaic for the basin-mountain-canyon-waterfall landscape in the Jinggangshan Mountains

影响因素	耦合关系	地貌演化
构造	构造抬升与地形分异	井冈山处于华南板块腹地,经历多期构造抬升,奠定了盆山相间格架,北东向断裂控制了盆山走向。区内地层普遍产生强烈变形,形成了复杂的褶皱和断裂,岩层陡立。加里东造山运动形成区内近南北向褶皱带,后叠加了印支运动形成的褶皱带和燕山运动、喜马拉雅运动形成的北东向断裂带。较大断裂构造有12条,在TM图上线性影像清晰,地貌上呈负地形冲沟。其中黄垆大断裂是区内最重要的深大断裂,形成于加里东期,带内新生变质矿物多硅白云母测年为184.16 Ma/Ar-Ar ^[11] ,说明其在燕山运动早期又重新活动。
岩性	岩性差异与地貌演化	区内普遍发育变质岩、岩浆岩和陆相沉积岩,还有少量中生代碳酸盐岩,岩性差异为差异风化提供了物质基础。早古生代地层经历绿片岩相低级变质作用,多变质为板岩或千枚岩,易形成盆地。花岗岩坚硬,构成陡峭山体。河流沿断裂带或软弱岩层强烈下切,形成龙潭峡谷、水口峡谷等深切峡谷。在软硬岩层互层处,砂页岩和板岩等软弱岩层被快速侵蚀形成陡坎,流水跌落成瀑,形成五龙潭等阶梯状瀑布群。碳酸盐岩则发育喀斯特地貌,如游击洞。
气候	流水侵蚀与地貌塑造	井冈山位于亚热带季风气候区,暴雨频繁,常年性水系径流量达1800~2000 mm,支流多溯源切割,区内分水岭逐渐北移。枝状水系沿断裂带强烈下切,为线性峡谷,瀑布或阶地的形成提供了动力。如龙潭峡谷下切深度约为460 m,谷底狭窄,基岩裸露。龙潭瀑布落差达80 m,下方发育冲蚀潭。茨坪盆地是在构造断陷的基础上经河流动力作用而成,边缘可见三级阶地,海拔900 m T1阶地为堆积阶地,海拔950 m T3阶地为基座阶地,反映间歇性抬升作用。同时茨坪盆地还发育牛轭湖遗迹,反映河流在宽谷段侧蚀作用显著。

图2 井冈山宏观盆岭地貌景观^[15]Fig. 2 Macroscale basin-ridge landform in the Jinggangshan Mountains^[15]

巨大的地势落差和多样的地貌条件为气候的垂直分带和生物多样性的形成提供了得天独厚的陆地生态环境。

(1) 垂直带谱与气候响应

在仅约 10 km 的水平距离内,井冈山实现了从常绿阔叶林 (< 800 m) → 常绿落叶混交林 (800 ~ 1200 m) → 山地矮林 (> 1200 m) 的快速带谱跃迁。垂直带谱的高度压缩使得该地区对全球变暖的生态响应极为敏感,能够在短时间尺度上观察到植被分布的迁移与演替。

(2) 生境类型与森林覆盖

井冈山拥有 IUCN/SSC 一级生境类型 9 种,几乎囊括了除海洋以外的全部陆地生境。面积最大的一级生境是森林,森林覆盖率超过 92%。其中,约 7000 公顷的亚热带常绿阔叶林是同纬度地区保存最完整的原始林,空气负氧离子浓度常超过 80 000 个/m³,被誉为“天然氧吧”。全区共计 53 类生态系

统,年累计涵养水源约 $2.3 \times 10^8 \text{ m}^3$,对鄱阳湖流域的水文调节发挥了直接而重要的作用。

(3) 动植物多样性

植物:已记录的高等植物种类 3745 种,分属 14 种植被型、90 个群系、180 个群落。与周边遗产地相比,井冈山的植被群系数接近三清山或武夷山的三倍,植物种数居全区之首。

动物:昆虫 25 目 294 科 1713 属 2844 种,仅次于武夷山;鸟类 17 目 56 科 167 属 287 种,仅次于丹霞山。珍稀濒危野生动物 170 种,其中国家一级保护 12 种、二级保护 67 种;列入《世界濒危动物红皮书》36 种;列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录 50 种;中国特有动物 71 种;井冈山特有动物 26 种^[16-17]。

(4) 孑遗物种的避难所

井冈山位于东亚夏季风前缘的主要降雨区,是研究华南亚热带中山山地全新世古气候记录和古植

被演替的理想场所。韩爱艳^[18]等利用¹⁴C 定年重建了约 11 cal. ka B. P. 以来的气候演化历史。逆温现象(冬季增温 2~4 °C, 出现频率 85%)有效保护了植被越冬,使得典型的常绿阔叶林得以在此广泛分布。南方红豆杉、杜鹃等古近纪孑遗植物在井冈山大面积保存,物种密度达 3.2 种/km²,较同纬度低海拔地区高出约 30%。

(5) 保护价值与管理前景

井冈山不仅是珍稀濒危物种、孑遗物种和区域特有种的天然“避难所”,也是开展生态学研究、开展生态修复与可持续管理的重要平台。作为世界生物圈保护区,井冈山保存了亚热带地区完整的生物区系和冰期以来东亚丰富的生物多样性,是展示陆地生态系统演替、植物群落迁移的典型实例。研究表明^[19],井冈山植物群落的优势种之间不存在显著竞争,若实施科学的保护措施,群落多样性仍有提升空间。

3.3 地理学意义

井冈山在断裂控制的盆山系统、多岩性差异侵蚀、河流三维侵蚀、人地适应布局以及军事地理等方面均具有重要的地理学价值,是多学科交叉研究的天然实验平台。

(1) 断裂控制的盆山系统典型

井冈山位于 NE-SW 向断裂带上,形成了“断块山 + 山间盆地”的组合格局,成为研究华南陆内造山带自晚中生代以来构造响应的天然实验室。微观尺度上,井冈山发育了一系列规模不等的叠瓦状逆

冲推覆构造,走向北东,倾向南东^[20],构成了“横向分块、垂向分层”的独特景观。图 3 所示的黄垵断裂以西至邓家坳断裂以东的逆冲构造,推覆距离可达 4~6 km。

(2) 多岩性差异侵蚀的实证研究

井冈山因岩性多样、侵蚀差异显著,能够直观对比不同岩石对地貌形态的控制,优于单一岩性的山体研究。井冈山地区共存三大岩类,分别形成了丰富的地貌景观。

南风面、黄洋界:发育在早志留世花岗岩上,呈现典型的硬岩峡谷与岩壁。

犁坪石燕洞:位于泥盆纪碳酸盐岩中,形成洞套洞的奇特景观。

杜鹃山:坐落于奥陶纪浅变质板岩之上,展示了变质岩对山体形态的控制。

(3) 河流三维侵蚀的教科书

井冈山的河流在垂直下切(形成深切峡谷)、侧向侵蚀(形成宽谷)以及溯源侵蚀(分水岭迁移)三种模式下同步发育,清晰揭示了季风区河流对构造抬升的响应机制。该区至少经历了三种不同的河谷演化阶段:V 形谷、U 形谷和深切嶂谷^[13],是研究现代上游河流地貌的典型场所。

(4) 人地关系的适应性范例

大井梯田:在 500 m 的垂直落差内实现“林-田-村”三层布局,充分利用山地空间进行立体农业,兼顾水土保持与粮食生产。

茅坪等传统村落:多位于洪积扇前缘,既规避泥

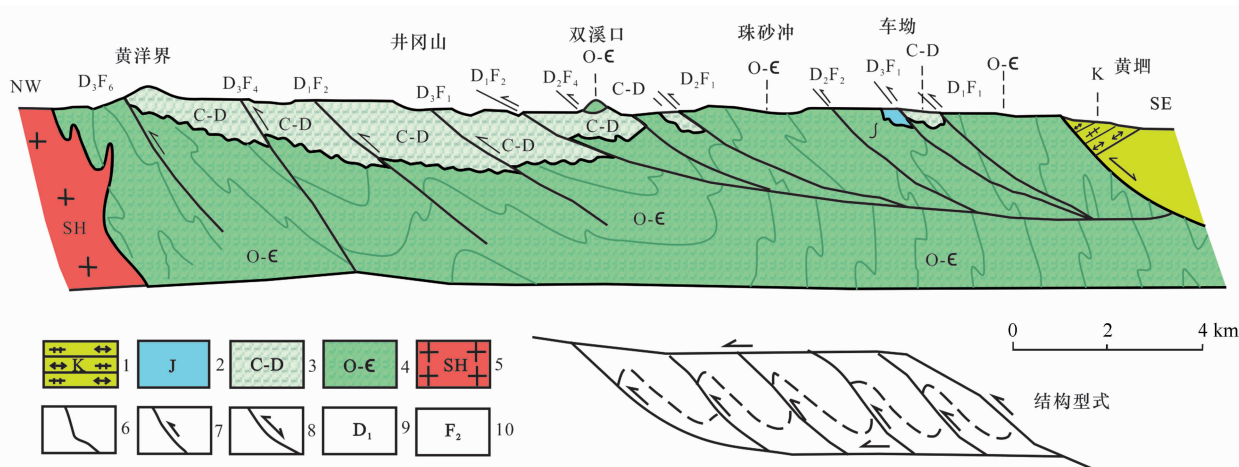


图 3 井冈山双冲式叠瓦状逆冲-推覆构造剖面示意图

Fig. 3 Schematic diagram of the cross section in the Jinggangshan Mountains (the structure of doublethrust, overlappingshingle reversethrust and overthrust)

石流通道,又利用扇缘泉水,体现对地质灾害的有效规避策略。

(5) 军事地理的经典案例

黄洋界等峭口依托单面山的天然防御优势,成为研究山地军事地形与防御布局的经典案例。

3.4 景观价值

独特的“山中有盆,盆中有谷,谷中有峡”地貌组合,形成了井冈山多层级的景观切换,融雄、险、幽、奇、秀为一体,为山地骑行、盆地采摘、峡谷徒步和瀑布溯溪等户外活动提供场所,是摄影和自然爱好者的乐园。红色革命历史与绿色生态资源的交织,为旅游开发和艺术创作提供了得天独厚的土壤。为庆祝新中国成立 75 周年,2024 年中国油画名家围绕井冈山主题创作了近 200 幅作品。

井冈山的“盆山峡瀑”地貌造就了四季分明的旅游吸引力:春季十里杜鹃长廊与瀑布流水相映成趣;夏季清凉避暑与峡瀑亲密接触;秋季盆谷收割,万山红遍;冬季云雾缭绕,瀑布挂冰。

此外,井冈山还有许多惟妙惟肖的象形石,如“金狮面”(照片 4)“紫龙守印”“石姬”“天烛”“群猴听训”“金鸡报晓”等。



照片 4 金狮面

Pic. 4 The Golden Lion Face

通过“地理研究+红色教育”模式,井冈山在 2023 年实现旅游收入占地区 GDP 的 61%,成功实现了从“革命老区”到“绿色 GDP”的转型,为同类山区的可持续发展提供了宝贵经验。

4 结语

井冈山独特而丰富的“盆山峡瀑”地貌组合由 500 多座中低山、20 多个山间构造盆地、20 多条深切峡谷以及沿峡谷分布的 100 多处瀑布景观构成。

其地貌格局的形成深受构造运动、岩性差异和流水侵蚀三大因素的共同作用,其地貌组合的独特性包括:

(1) 断块山-山间盆地-深切峡谷-瀑布的交错组合,形成了垂直与水平双向的空间格局;

(2) 山顶森林-山腰梯田-谷底村落的三级立体分异,展现了从高山生态屏障到低谷人居区的完整生态链;

(3) 景观-生态-文化的三维深度融合,使红色革命遗址与亚热带森林、梯田景观相互渗透,构成了独具特色的“红绿交融”旅游资源。

这种复合型地貌组合不仅具备显著的景观价值,还在地貌学、地理学和生态学等学科领域具有重要的科教研学意义,为山地景观演化、生态系统功能保护及可持续旅游开发提供了宝贵的案例参考。

致谢 井冈山自然保护区管理局为野外考察提供帮助,本刊编辑为本文写作提出诸多建议。一并深表谢意。

参考文献(References)

- [1] 刘春根, 刘邦秀, 李永明, 等. 江西中南部中新元古代-晚三叠世岩石谱系单位划分[J]. 华东地质学院学报, 2002, 25(3): 195-198. [LIU Chungen, LIU Bangxiu, LI Yongming, et al. The division of hierarchical units of intrusive rocks from Middle-late Proterozoic to Late Triassic rocks in middle-south Jiangxi province [J]. Journal of East China Geological Institute, 2002, 25(3): 195-198] DOI: 10.3969/j.issn.1674-3504.2002.03.004
- [2] 邓必荣, 王迪文, 石鉴东. 罗霄山脉中段志留纪花岗岩岩石谱系单位特征及侵位机制探讨[J]. 江西地质, 2001, 15(3): 171-175. [DENG Birong, WANG Diwen, SHI Jiandong. A discussion on the characteristics of rock hierarchical units and the emplacement mechanism of Silurian granite in the middle section of Luoxiao Mountains [J]. Jiangxi Geology, 2001, 15(3): 171-175]
- [3] 沈渭洲, 凌洪飞, 舒良树, 等. 江西井冈山地区寒武-奥陶纪地层的 Sm-Nd 同位素组成及其构造意义[J]. 科学通报, 2009, 54(11): 1562-1569. [SHEN Weizhou, LING Hongfei, SHU Liangshu, et al. Sm-Nd isotope compositions of Cambrian-Ordovician strata at the Jinggangshan area in Jiangxi province: Tectonic implications [J]. Chinese Science Bulletin, 2009, 54(11): 1562-1569] DOI: 10.1007/s11434-009-0214-3
- [4] 沈渭洲, 舒良树, 向磊, 等. 江西井冈山地区早古生代沉积岩的地球化学特征及其对沉积环境的制约[J]. 岩石学报, 2009, 25(10): 2442-2458. [SHEN Weizhou, SHU Liangshu, XIANG

- Lei, et al. Geochemical characteristics of Early Paleozoic sedimentary rocks in the Jinggangshan area, Jiangxi province and the constraining to the sedimentary environment [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2009, **25**(10): 2442–2458]
- [5] 杨明桂, 梅勇文, 周子英, 等. 罗霄-武夷隆起及郴州-上饶拗陷成矿规律及预测 [M]. 北京: 地质出版社, 1998: 1–65. [YANG Minggui, MEI Yongwen, ZHOU Ziyang, et al. Mineralization rules and prediction in Luoxiao-Wuyi Uplift and Chenzhou-Shangrao Fault [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1998: 1–65]
- [6] 马永生, 陈洪德, 王国力, 等. 中国南方构造-层序岩相古地理图集 [M]. 北京: 科学出版社, 2009: 150–270. [MA Yongsheng, CHEN Hongde, WANG Guoli, et al. Structure and palaeogeography atlas of sequence facies in South China [M]. Beijing: Science Press, 2009: 150–270]
- [7] 江西省地矿局. 江西省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1984: 358–799. [Jiangxi Geological Bureau. Jiangxi Geology [M]. Beijing: Geology Press, 1984: 358–799]
- [8] 江西省地质局区域地质调查大队. 井冈山市幅 (G50E009001) 1:5 万区域地质测量报告 [R]. 江西: 江西省地质局区域地质调查大队, 1974. [Regional Geological Survey Team of Jiangxi Geological Bureau. Regional Geological Survey Report of the Jinggangshan Mountains; Map-sheet (G50E009001) Scale 1:50,000 [R]. Jiangxi: Regional Geological Survey Team of Jiangxi Geological Bureau, 1974]
- [9] 魏秀喆, 肖承协, 陈胜高, 等. 江西永新、宁冈一带奥陶纪笔石地层 [J]. 地层学杂志, 1966, **1**(1): 65–76. [WEI Xiuzhe, XIAO Chengxie, CHEN Shenggao. Ordovician graptolite strata in Yongxin-Ninggang, Jiangxi [J]. *Acta Stratigraphica Sinica*, 1966, **1**(1): 65–76] DOI: 10.19839/j.cnki.dcxz.1966.01.007
- [10] 张芳荣. 江西中南部加里东期花岗岩地质地球化学特征及其成因 [D]. 南京: 南京大学, 2011: 96–97. [ZHANG Fangrong. The geological and geochemical characteristics and its petrogenesis for caledonian granites in the central-southern Jiangxi province [D]. Nanjing: Nanjing University, 2011: 96–97]
- [11] 沈渭洲, 张芳荣, 舒良树, 等. 江西宁冈岩体的形成时代、地球化学特征及其构造意义 [J]. 岩石学报, 2008, **24**(10): 2244–2254. [SHEN Weizhou, ZHANG Fangrong, SHU Liangshu, et al. Formation age, geochemical characteristics of the Ninggang granite body in Jiangxi province and its tectonic significance [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2008, **24**(10): 2244–2254]
- [12] 刘会成. 井冈山地形的初步探讨 [J]. 科学与教学, 1963(1): 25–36. [LIU Huicheng. Preliminary study on Mt. Jinggangshan terrain [J]. *Science and Education*, 1963(1): 25–36]
- [13] 叶张煌, 刘嘉麒, 尹国胜, 等. 江西井冈山的地貌特征及其形成机制 [J]. 山地学报, 2013, **31**(2): 250–256. [YE Zhanghuang, LIU Jiaqi, YIN Guosheng, et al. Landform features and formation mechanism in Mt. Jinggangshan, Jiangxi, China [J]. *Mountain Research*, 2013, **31**(2): 250–256] DOI: 10.3969/j.issn.1008-2786.2013.02.015
- [14] 叶张煌, 尹国胜, 郭福生, 等. 江西井冈山地质遗迹及其价值探讨 [J]. 资源与产业, 2012, **14**(5): 112–118. [YE Zhanghuang, YIN Guosheng, GUO Fusheng, et al. Values of geological heritages in Jiangxi's Jinggangshan [J]. *Resources and Industries*, 2012, **14**(5): 112–118] DOI: 10.3969/j.issn.1673-2464.2012.05.019
- [15] 刘信中, 吴和平. 江西官山自然保护区科学考察与研究 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2005: 20–37. [LIU Xinzong, WU Heping. Scientific survey and study on the Guanshan Natural Reserve in Jiangxi province [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2005: 20–37]
- [16] 陈宝明, 林真光, 李贞, 等. 中国井冈山生态系统多样性 [J]. 生态学报, 2012, **32**(20): 6326–6333. [CHEN Baoming, LIN Zhenguang, LI Zhen, et al. Ecosystem diversity in Jinggangshan area, China [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, **32**(20): 6326–6333] DOI: 10.5846/stxb201206120848
- [17] 杨衍辉, 承勇, 左城, 等. 井冈山地区爬行动物脆蛇蜥分布新纪录 [J]. 安徽农学通报, 2023(23–24): 57–60. [YANG Yanhui, CHENG Yong, ZUO Cheng, et al. A new distribution record of *Ophisaurus harti* in Jinggangshan area [J]. *Anhui Agricultural Bulletin*, 2023(23–24): 57–60] DOI: 10.16377/j.cnki.issn1007-7731.2023.z1.014
- [18] 韩爱艳, 曾砺锋, 黄康有, 等. 罗霄山脉山地沼泽全新世以来的古气候记录 [J]. 热带地理, 2016, **36**(3): 477–485, 520. [HAN Aiyang, ZENG Lifeng, HUANG Kangyou, et al. Holocene climate records from a mountain wetland in Luoxiao Ranges [J]. *Tropical Geography*, 2016, **36**(3): 477–485, 520] DOI: 10.13284/j.cnki.rddl.002855
- [19] 魏识广, 李林, 许睿, 等. 井冈山植物群落优势种空间分布格局与种间关联 [J]. 热带亚热带植物学报, 2015, **23**(1): 74–80. [WEI Shiguang, LI Lin, XU Rui, et al. Spatial pattern and interspecific relationship of dominant species in plant community in Jinggang Mountain [J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2015, **23**(1): 74–80] DOI: 10.11926/j.issn.1005-3395.2015.01.011
- [20] 崔学军, 刘春根, 钟达洪, 等. 井冈山逆冲推覆构造基本特征及找矿意义 [J]. 大地构造与成矿学, 2003, **27**(1): 43–47. [CUI Xuejun, LIU Chungen, ZHONG Dahong, et al. Characteristics of the thrust nappe structure in Jinggang Mountains and its meaning for ore prospecting [J]. *Geotectonica et metallogenia*, 2003, **27**(1): 43–47] DOI: 10.16539/j.dgzycx.2003.01.007

The Unique Basin-Mountain-Canyon-Waterfall Landform of the Jinggangshan Mountains of China and Its Scientific, Educational and Research Significance

YE Zhanghuang¹, LIU Jiaqi^{2*}, YIN Guosheng³, YAN Zhaobin⁴

(1. School of Maritime Law and Shipping Management, Guangzhou Maritime University, Guangzhou 510725, China;

2. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China;

3. Geological Survey and Exploration Institute of Jiangxi Province, Nanchang 330030, China;

4. School of Geosciences, East China University of Technology, Nanchang 330013, China)

Abstract: The Jinggangshan Mountains, located in the southwest of Jiangxi Province of China, feature a dense cluster of more than 500 low-to-medium mountains, over 20 intermontane basins and 20 + deeply incised canyons, along which over 100 waterfalls are distributed, forming a distinctive basin-mountain-canyon-waterfall composite landform. Benefiting from the integrated model of geographic tour + history education, this region has gradually become a popular destination for geoscience outreach.

To further promote a high-quality development of education, culture, and tourism, this paper, from an interdisciplinary perspective of geomorphology, tourism, and landscape ecology, comprehensively employed remote sensing interpretation, field geological surveys, and systematic analysis to determine the basic units of the landform in the Jinggangshan Mountains and explain their evolutionary process. The causes of the composite landform were analyzed from three aspects: tectonic movement, lithological differences, and climatic conditions. Comparative analysis revealed three unique characteristics:

- (1) the alternating distribution of fault-block mountains, intermountain basins, and deeply incised canyons,
- (2) the three-level vertical stratification of forests on mountain tops, terraced fields on mountain slopes, and villages in valley bottoms,
- (3) the three-dimensional deep integration of landscape, ecology, and culture.

This composite landform not only possesses significant landscape value but also holds important scientific significance in disciplines such as geomorphology, geography, and ecology.

The research findings of this paper can provide theoretical support for further research and education, ecological protection planning, and geological disaster prevention and control.

Key words: basin-mountain-canyon-waterfall landform; landform characteristics; scientific merits; the Jinggangshan Mountains

(责任编辑 朱颖彦)