

江西井冈山的地貌特征及其形成机制

叶张煌^{1,2}, 刘嘉麒³, 尹国胜⁴, 严兆彬⁵

(1. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 东华理工大学地质资源经济与管理研究中心, 南昌 330013;
3. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029; 4. 江西省地质调查院, 南昌 330030;
5. 核资源与环境省部共建国家重点实验室培育基地(东华理工大学), 江西 南昌 330013)

摘 要: 井冈山位于江西省吉安市境内。在野外地质调查和前人工作的基础上, 以井冈山的区域地学背景, 总结出井冈山区域地貌的 5 个特点: 典型的二元山体结构、悬殊的地势高差、丰富的地貌类型、独特的盆岭相间格架和壮丽的地貌景观, 进而从构造、岩性和气候等 3 个方面分析了该地区地貌特征的形成机制。这对揭示保护区的自然科学价值和开发保护自然资源是有重要意义的。

关键词: 井冈山; 地学背景; 地貌特点; 形成机制

中图分类号: P931, X141

文献标志码: A

位于江西省西南门户的井冈山, 不仅是中国革命的摇篮, 也是国家重点风景名胜区和国家级自然保护区。地理位置 $26^{\circ}13'04'' \sim 26^{\circ}52'30''N$, $113^{\circ}59'12'' \sim 114^{\circ}18'28''E$, 保护区面积 213.5 km^2 。前人在该区域的研究多集中在大地构造、岩性和生物多样性等方面^[1-3]。本文从世界自然和文化遗产提名地所必须解决的科学问题入手, 系统揭示井冈山的地貌特征和形成机制。

1 地质背景

井冈山地处欧亚大陆东南部、滨临太平洋, 位于中国大陆第三级地形, 处于长江以南和南岭以北的罗霄山脉中段东坡。罗霄山脉是一条历史悠久、成因复杂、总体上呈南北走向的大型山脉。

井冈山位处中国扬子古板块与华夏古板块结合带的南东侧, 处于罗霄山脉南北向构造带的核心地

段, 北与绍兴-江山-萍乡断裂带和江南新元古代造山带相望, 南与丽水-政和-大埔断裂带和东南沿海晚中生代花岗质火山-侵入杂岩带相接^[4]。属于华南加里东期造山带, 罗霄山-诸广山褶皱带。

井冈山经历了漫长的地质演化, 根据中国南方岩相古地理的研究成果^[5], 清楚表明了井冈山所在的华南古板块从海洋→陆地→海洋→大陆的 $6 \times 10^8 \text{ a}$ 的海陆变迁。

图 1 表明井冈山地区出露有古生代的寒武系、奥陶系、泥盆系, 中生代的侏罗系和白垩系, 以古生代地层出露的面积大、范围广, 主要分布在井冈山地区的中东部。特别是奥陶纪地层, 可划分出 7 个典型的笔石化石带, 在国内外都具有很好的可对比性^[6]。

井冈山地区的岩浆岩皆为花岗岩类, 主要分布于西部, 是罗霄山脉的万洋山至诸广山花岗岩基的组成部分。时代上以志留纪花岗岩为主, 侏罗纪花

收稿日期(Received date): 2012-08-15; 改回日期(Accepted): 2013-01-10。

基金项目(Foundation item): 本文获江西省高校人文社科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开放基金项目(编号: 12JC03)和中央高校基本科研业务费专项资助项目(编号: 2011PY0156)联合资助。[This article is co-funded by open fund of Jiangxi humane and social key research base-Geological Resource Economics and Management Research Center (No.: 12JC03) and projects of basic researches of the central universities (No.: 2011PY0156).]

作者简介(Biography): 叶张煌(1973-), 男, 江西九江人, 中国地质大学(北京)第四纪地质学博士生, 从事地质遗迹和地质公园研究。通讯地址: 100083, 北京市海淀区学院路 29 号。[Ye Zhanghuang(1973-), male, born in Jiujiang, Jiangxi Province, a doctoral student in China University of Geosciences (Beijing) majored in Quaternary geology, engaged in research of geological heritages and Geoparks. Mailing address: No. 29 of Xueyuan Road, Haidian District, Beijing. Zip Code: 100083.] E-mail: zhhye@ecit.edu.cn

岗岩及脉岩零星分布。

井冈山的区域变质岩,主要由早古生代地层组成,均属低压变质相系绿片岩相,变质程度较低,具活动陆缘的特征,岩石类型有变余碎屑岩类、板岩类和千枚岩类,呈环带状展布。

井冈山经历了多期次构造运动,产生了相应的动力变质岩,类型有构造角砾岩、千糜岩和糜棱岩,主要沿断裂带呈线型展布。

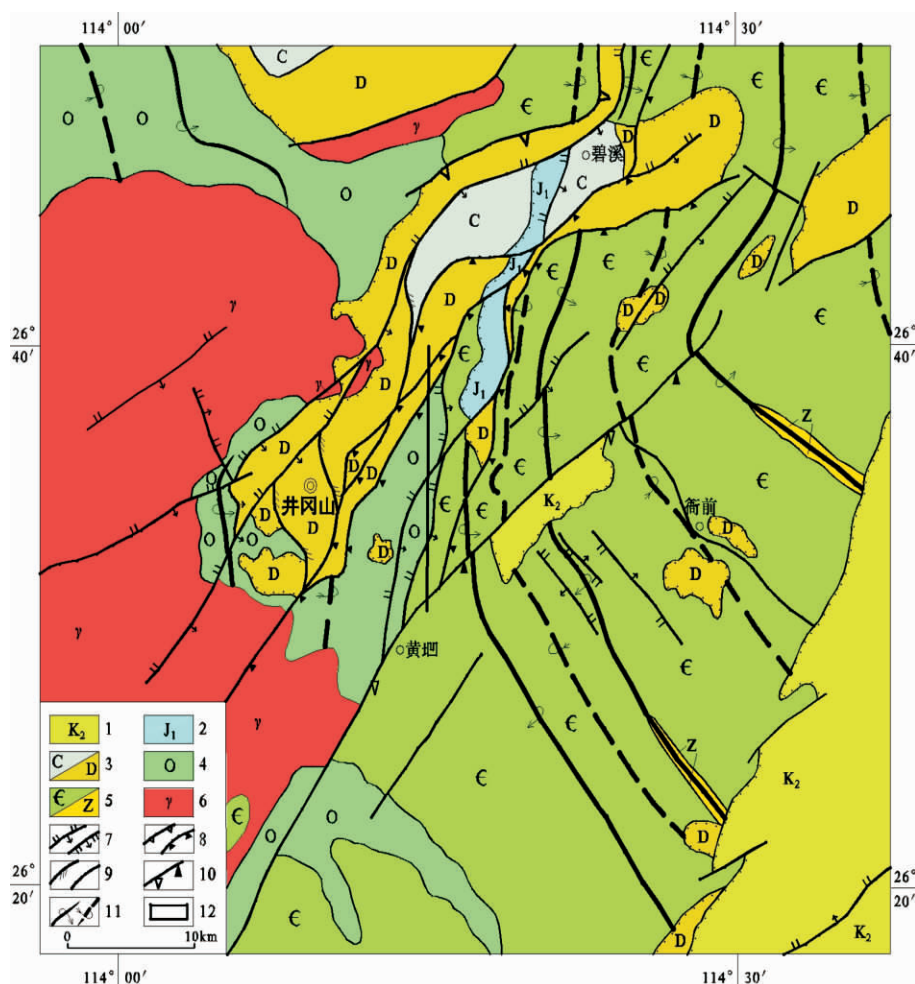
2 地貌特征

经历了区域内两次海洋和两次大陆的沧海桑田的变迁,才奠定了现代井冈山的地质环境和地貌格架,造就了其重要的地貌学特征。井冈山属于典型

的东南丘陵盆地的南北向中山地貌,地貌特点可概括为典型的二元山体结构、悬殊的地势高差、丰富的地貌类型、独特的盆岭格架、壮丽的地貌景观。

2.1 典型的二元山体结构

井冈山具有典型的二元山体结构的特点,即前寒武变质基底和中泥盆世之后的稳定沉积盖层。根据区域地球物理和岩石地球化学研究成果表明,华南地区地壳下部还存在花岗质结晶基底^[8]。多期次的地壳运动使得基底和盖层多被改造,形成褶皱。下部基底是由新元古界—下古生界的板岩形成的一系列基底紧密褶皱,走向以北北西为主,倾向南西或北东,倾角为 $50^{\circ} \sim 75^{\circ}$;上部的盖层褶皱由上古生界的石英砂岩组成,属宽阔型褶皱,多被逆冲—推覆构造所改造(照片1和照片2)。



1 晚白垩世地层 2 侏罗纪地层 3 石炭—泥盆纪地层 4 奥陶纪地层 5 寒武—震旦纪地层 6 志留纪花岗岩 7 正断层和逆断层 8 滑覆和推覆断层 9 斜冲断层和性质不明断层 10 斜冲断层和斜滑断层 11 倒转背斜、向斜轴迹

图1 井冈山区域地质图^[7]

Fig. 1 Regional geological map in Mt. Jinggangshan

2.2 悬殊的地势高差

井冈山总体地势为西南高,向北、向东逐渐降低。最高峰南风面海拔 2 120.4 m,是欧亚大陆东南部的最高峰之一,仅次于海拔 2 157.8 m 的黄岗山。最低处为湘洲河谷,海拔 230 m,最大相对高度近 1 900 m,山峰高程多在海拔 1 000 m 以上。巨大的地势落差突显了井冈山的巍峨挺拔。井冈山山岭高耸,群峰交织,山体宽厚,山脊多呈鳍状和刃状,峡谷深切,悬崖密布,山间为串珠状盆(洼)地,树枝状水系向四周分流,蜿蜒曲折,急流险滩,断崖瀑布壮观。

2.3 丰富的地貌类型

井冈山的现代微地貌十分发育,地貌形态多姿多彩,形成了独特的地貌系统。

1. 山地和丘陵

据统计,井冈山的峰峦 500 多座,绵亘 250 km,可分为中山和低山两个亚类。侵蚀中山集中分布在中部偏西的地区,海拔多在 1 000 m 以上,侵蚀低山多分布在北部和东南部,海拔多在 600 ~ 900 m。如主峰南风面、五指峰(照片 3)、五大哨口、黄洋界和杜鹃山等蜚声中外。这些群山中有多数形神兼备的象形石,如金狮面的“人面岩”、“金龟击鼓”,桐木岭的“石姬”,杜鹃山的“天烛”、“群猴听训”、“金鸡报晓”等。这些山地可分为三级分水岭。

一级分水岭分布于西部黄洋界、八面山、荆竹山、南风面等地,山峰彼此连接构成山岭,南北向展布,海拔 1 300 ~ 2 120 m,相对高度多在 1 000 m 以上,属鄱阳湖流域与洞庭湖流域分水岭。

二级分水岭分布于中部铁坑、严岭嶂一带,由连续性欠佳的山峰组成蛇状弯曲的山岭,山顶多为圆顶和圆锥形顶,沿北西向延伸,海拔 1 000 ~ 1 300 m,相对高度 800 m,是牛吼江和蜀水河的分水岭,也就是区内北东向与北北东向河流以及南东向河流的分水岭。

三级分水岭分布于南北两侧的游击洞、五指峰、黄拐湖和茶子坳一带,山峰相互连接成锯齿状及鳍状,呈单面山脊形态,呈北西和北东向延伸,海拔多在 900 ~ 1 100 m,相对高度 700 m,是区内行洲河和拿山河等小水系的分水岭。

在井冈山的低山之间还分布着经过长期侵蚀切割的,绝对高度 < 500 m 的低缓起伏的丘陵地貌。

2. 峡谷和瀑布

井冈山形成深切的峡谷,形态上呈“V”型,长度从几千米到十几千米不等,著名的有龙潭峡谷(照片 4)和水口峡谷,瀑布多与峡谷相伴生,初步统计,井冈山的瀑布景观有 100 多处,最有名的当属笔架山陡崖瀑布和五龙潭瀑布群。

片 4) 和水口峡谷,瀑布多与峡谷相伴生,初步统计,井冈山的瀑布景观有 100 多处,最有名的当属笔架山陡崖瀑布和五龙潭瀑布群。

3. 构造盆地

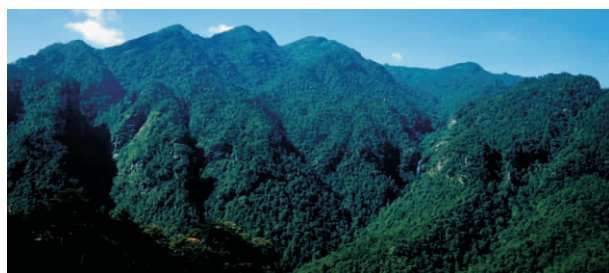
在井冈山的侵蚀山地和丘陵之间,错落有致地分布着十多个典型的山间构造盆地。它们大多沿境内的河谷成串珠状分布,如茨坪、大行洲、下庄、小行洲和黄垭盆地沿行洲河水系分布,大陇、龙市和葛田盆地沿宁冈河水系分布,大小五井、厦坪和拿山盆地沿拿山河水系分布。



照片 1 奥陶纪地层组成的叠加平卧褶皱
Photo 1 Ordovician strata superposition recumbent fold



照片 2 泥盆纪地层组成的褶皱构造
Photo 2 Devonian strata folds



照片 3 井冈山峰丛地貌(中国最值钱的山—五指峰)
Photo 3 Fengcong Landform in Mt. Jinggangshan



照片4 峡谷地貌(龙潭峡谷)

Photo 4 Ravine

另外,从岩石地貌类型的角度,井冈山的地貌类型包括泥盆纪砂岩地貌、寒武纪与奥陶纪变质岩地貌、志留纪花岗岩地貌、泥盆纪碳酸盐岩喀斯特地貌等。尤其值得一提的是喀斯特地貌区发育的各种溶洞,如犁坪的石燕洞发育在泥盆纪灰岩之中,深千米,因长年栖息石燕而得名,大洞小洞相连,形成洞中有洞的奇景。当地民谣“水打犁坪门前过,田里无水干死禾”正是井冈山喀斯特地貌区特征的生动写照。

2.4 独特的盆岭格架

井冈山东西分别与鄱阳湖平原和洞庭湖平原相依,是长江中游鄱阳湖流域与洞庭湖流域的分界性山脉,宏观上构成了南北向的“盆岭”地貌格架,即鄱阳湖盆地与洞庭湖盆地之间的山脉景观。这与我我国西南三江并流区的纵向岭谷地貌十分类似^[9-10]。局部看,如前所述,在井冈山境内也是独具盆岭相间的特点。

独特的“盆岭地貌”造就了井冈山重大的生态学价值。早在中生代时期井冈山地区就是古太平洋西岸大陆内部的一条构造隆起带,其东部的古武夷山地区在中生代是一处大规模火山活动区,其西部是中生代大型水域盆地,南北走向的罗霄山正好是一条生物界最理想的陆地迁徙廊道,也构成了鸟类南北方向迁徙飞行的地标。

2.5 壮丽的地貌景观

井冈山的地貌景观可以概括为“雄、险、奇、秀、幽”5个特点^[11],正如“过了黄洋界,险处不须看”、“井冈山下啊,万岭不思游”等诗词的高度赞美。井冈山特殊的“井字形”地貌,与植被景观相结合,自

荆竹山开始,绕过五指峰,穿越笔架峰,直达第一高峰南风面,绵延50 km,色彩斑斓,在视觉上无以伦比。

井冈山就是岩石、气候、生态天造地设的一幅山水画卷。层峦叠嶂、群峰交织、溪瀑争艳、悬崖沟壑、古木参天、山花烂漫,与独特气象云雾巧妙融合形成了震撼人心的自然美景(照片5和6)。



照片5 杜鹃山

Photo 5 Mt. Dujuan



照片6 黄洋界

Photo 6 Huangyangjie

3 形成机制

井冈山是大型山脉形成演化过程和亚热带山脉地貌成因的一个典型范例。

3.1 构造背景是地貌发育的主导因素

构造运动在地貌发育过程中起主导作用。井冈山是加里东造山运动与印支造山运动,后叠加燕山和喜马拉雅造山运动的一个典型例证。

首先,它控制地壳的隆升或沉降,使地表遭受风化剥蚀或接受沉积,形成山地、盆地或丘陵等地貌单元。具体而言,井冈山所处的罗霄山脉,属于古生代褶皱与岩浆侵入造山、中生代断块褶皱与岩浆侵入隆升、新生代断块差异抬升等复合地质作用形成的大型山脉。加里东造山运动使得古华南海消失,第一次结束了井冈山地区的海侵历史,形成了罗霄山

脉的雏形。中生代是我国十分重要的一个新大地构造阶段,总体特点是构造应力场发生转变,大陆边缘岩浆强烈活动。印支造山运动使得井冈山地区再次发生了海陆变迁,结束了我国“南海北陆”的历史。晚白垩世至第三纪,地质作用以断块作用为主,此时太平洋板块对亚洲板块的挤压应力已得到释放,处于相对宁静的间歇期,挤压作用逐渐变为拉张作用,受印度板块北冲、太平洋板块南移作用,江西及其邻近地区的构造应力作用方式,由压剪方式逐渐变为以张剪作用为主的右旋剪力拉张作用方式^[12]。新构造运动时期,井冈山发生更大幅度的抬升,从行洲河附近的一条嶂谷,切穿基岩达到 350 m,据此推断,新构造运动抬升幅度至少超过 300 m。同时新构造隆升具有不均一性的特点,必然造成地势高差的进一步增大,加速地表形态的破坏。

其次,深大断裂控制山体地貌的总体走向。三叠纪末,强烈的岩浆活动和太平洋板块的挤压产生了一系列复杂的断裂构造和褶皱。侏罗纪至早白垩世,使得井冈山地区在早侏罗世末产生强烈上隆,断裂构造在原有的基础上继续发育,形成一系列以北东向、北北东向为主的断裂构造并伴有中酸性岩浆侵入,在图 1 上表现为一系列向西弯曲的同斜倒转褶皱带,控制了罗霄山脉近南北向的总体走向。区内最主要的深大断裂是黄坳大断裂,该断裂活动时间长,发育于加里东期,后被燕山运动所改造。其力学性质复杂,既具有压扭性特征,也具有张性特征^[13]。该断裂呈北北东向展布,控制了井冈山的走向。

最后,节理、裂隙和断层等次一级的断裂构造使岩石发生破碎,降低其抗风化的能力,易发育形成峡谷、瀑布或断陷盆地等微地貌。整体上看,武夷山隆起的远程效应使井冈山地区产生差异性抬升,即东部抬升量大而中部远离断层带则抬升量小,其结果是形成向西弯曲的开阔向斜构造。按其表现形式可分为脆性断裂及韧性剪切带两类。井冈山地区的脆性断裂十分发育,其展布方向主要有:北西-南东向和北东东-南西西向,构成 X 节理组。韧性剪切带主要分布于早志留世黄洋界超单元和浅变质岩中,总体呈北东向展布,区内延长 2.5~4.5 km,宽数米。以拿山盆地为例,其北部有正断层,南部有泥盆纪地层覆盖石炭纪之上的逆掩断层,东西两侧还有平移断层,表明该地受四周断层的影响,周围抬升,中间断块陷落。上述 X 节理组正是众多断陷盆地

的成因。

井冈山地区从洞子下-黄坳断裂以西至邓家坳断裂以东,发育一个典型的双冲式叠瓦状逆冲-推覆构造,推覆距离为 4~6 km^[14],该逆冲-推覆构造总体上呈北东向展布,倾向南东,它是造成井冈山“横向分块、垂向分层”景观特色的主要控制因素。

3.2 岩石地层是地貌发育的物质基础

岩相、岩性和产状特征对地貌有制约作用,是地貌发育的基础。

在震旦纪、寒武纪和奥陶纪,井冈山地区主要为海相沉积,夹杂浅海相泥砂质-碳酸盐岩建造和海陆交互的泥砂碎屑岩建造。侏罗纪和白垩纪,进入了以陆相沉积为主的地质历史时期,岩性主要为石英砂岩和砂砾岩,为一套巨厚的陆相碎屑岩建造。在井冈山碳酸盐岩地区常发育喀斯特地貌。以游击洞为例,这是一个长约 6 m,宽约 8 m,高为 2~3 m 的溶洞,可迁移析出元素流走后,形成一个以稳定元素和矿物为主的溶洞,洞中发育石笋、石钟乳等喀斯特微地形。

在井冈山五大哨口一带,多为复理式建造^[15],韵律清楚,钙质和铁质石英砂岩和砂质砾岩,胶结致密,岩层厚度大,岩性比较坚硬,抗风化能力强,是形成易守难攻的悬崖峭壁的物质基础,在革命战争年代发挥了特殊作用。

井冈山地区地层均向东南倾斜,岩层倾角由东南向西北递增,东南部的土岭、下庄、行洲一带倾角 35°左右,而西北部的黄洋界、八面山一带则达 60°以上。在顺着岩层的坡面,岩层面和地形坡面一致,坡度较缓;在逆岩层倾向的坡面,山崖崩塌,陡坡险峻,形成典型的单面山地形。

3.3 气候条件是地貌发育的重要控制因素

井冈山地处中国东部亚热带湿润季风气候区,四季分明,同时又兼具高山气候的特征,年平均气温介于 10~15℃,动植物资源异常丰富。井冈山拥有 IUCN/SSC 除海洋以外的所有一级生境类型,共计 9 个^[2],是我国生物多样性的典型区域之一。正是这种典型的江南山地气候及其相应的生物多样性环境,无声地塑造着井冈山的微地貌景观。

风化作用是井冈山地貌形成过程中的重要的外营力。四季分明的亚热带气候,钙质和泥质胶结的岩性,丰富的动植物,决定了研究区的物理风化、化学风化和生物风化都非常发育。

取自仙口花岗岩体弱风化层的岩芯暴露在空气

中一个月后即可用手捏碎^[13]。除了其本身为粗粒花岗岩易风化的特性之外,气候是加剧其风化的重要因素。同时井冈山雨水充沛,岩层属含水丰富的赋水岩层^[16],冬天充填于岩石节理裂隙中的水结冰,体积膨胀使岩石裂解。水结成冰时其体积可增大9.2%。冰体对裂缝壁产生960~2 000 kg/cm²的巨大冰劈作用^[17]。

井冈山地区植被茂盛,汇集了各种典型的亚热带季风常绿阔叶林,森林覆盖率达64%。根劈作用很常见,在峭壁、陡坡上随处可见一些松柏类植物,它们的根系扎在岩石裂缝中,对裂缝壁产生强大压力,加速岩石破裂与崩落的进程。

流水对井冈山地貌的塑造随处可见。井冈山的年均降水量约1 900 mm,相对湿度达85%,水系发达,受地势中高周低的控制,呈放射性水系。井冈山地区汛期多暴雨,对沿途的地层产生强烈冲刷和切割,形成了深切的河谷。井冈山境内河谷的重要特点就是在河流上游呈套谷状态,即在较为宽展的“V”形谷之中,还发育“U”形谷和深切的嶂谷。这表明井冈山地区至少经历了3个不同的河谷发育阶段。“V”形谷谷坡在40°左右,“U”形谷谷坡达50°以上,嶂谷的谷坡达到80°左右,在砾砂冲竟是罕见的负5°^[15]。在河流的下游则普遍发育3级河流阶地。

陡崖坡常发生重力崩塌作用。岩层受节理切割,在重力崩塌、流水侵蚀和溶蚀共同作用下,高大的崖壁因失去支撑而发生崩塌作用,形成崩塌残余型地貌。上文提到的象形石即是这样形成的。

这些风化作用、流水侵蚀作用和其他地质营力一道塑造着井冈山的各种微地貌,使山体愈显陡峭和多姿。

4 结语

内外动力地质作用和物质基础是地貌系统的基本要素,在地貌的形成演化过程中既单独作用,又相互作用。井冈山地区有着独特的大地构造背景、相应的岩性特征和典型的江南山地气候环境,这种地质背景和其地貌特征是密不可分的。

在论文写作过程中得到江西地矿局总工杨明桂教授级高工指导和帮助,特此表示由衷的感谢!

参考文献(References)

[1] 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 Sci Bull 2009 54(11): 1562 - 1569 [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]
- [2] Chen Baoming, Lin Zhenguang, Li Zhen, et al. Ecosystem diversity in Jinggangshan area, China [J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(20): 6326 - 6333 [陈宝明, 林观真, 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]
- [3] Shen Weizhou, Shu Liangshu, Xiang Lei, et al. Geochemical characteristics of early Paleozoic sedimentary rocks in Jinggangshan, Jiangxi Province and the constraining to the sedimentary environment [J]. Acta Petrologica Sinica, 2009 25(11): 2442 - 2458 [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(11): 2442 - 2458]
- [4] Yang Minggui, Mei Yongwen, Zhou Ziyang. Mineralization Rules and Prediction in Luoxiao - Wuyi Uplift and Chenzhou - Shangrao Fault [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1998: 1 - 65 [杨明桂, 梅勇文, 周子英. 罗霄武夷隆起及郴州 - 上犹坳陷成矿规律及预测 [M]. 北京: 地质出版社, 1998: 1 - 65]
- [5] Ma Yongsheng, Chen Hongde, Wang Guoli. Structure and palaeogeography atlas of sequence facies in south China [M], Beijing: Science Press, 2009: 150 - 270 [马永生, 陈洪德, 王国力. 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]
- [6] Wei Xiuzhe, Xiao Chengxie, Chen Shenggao. Ordovician graptolite strata in Yongxin - Ninggang, Jiangxi [J]. Acta Stratigraphica Sinica, 1966, 1(1): 65 - 76 [魏秀喆, 肖承协, 陈胜高. 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]
- [7] Regional Geological Survey Team of Jiangxi Geological Bureau. Geological Map of the People's Republic of China (Mt. Jinggangshan) [R]. 1974. [江西省地质局区域地质调查大队. 中华人民共和国地质图(井冈山幅) [R]. 1974.]
- [8] Regional Geological Survey Team of Jiangxi Geological Bureau. Regional Geological Survey Report of the People's Republic of China (Mt. Jinggangshan) [R]. 1974: 56 - 198 [江西省地质局区域地质调查大队. 中华人民共和国区域地质调查报告(井冈山幅) [R]. 1974: 56 - 198]
- [9] Ming Qingzhong. The analysis to the landforms character of the river valley in the Three Parallel Rivers Region [J]. Journal of Yunnan Normal University, 2007 27(2): 65 - 69 [明庆忠. 纵向岭谷三江并流区河谷地貌特征分析 [J]. 云南师范大学学报: 自然科学版, 2007, 27(2): 65 - 69]
- [10] Gan Shu, He Daming. Analysis on morphological character of longitudinal range - gorge region based on geo-informatic tupu method [J]. Journal of Yunnan Normal University, 2004 26(6): 534 - 540 [甘淑, 何大明. 纵向岭谷区地势曲线图谱及地貌特征分析 [J]. 云南师范大学学报: 自然科学版, 2004, 26(6): 534 - 540]
- [11] Wang Weinian. The estimation of the characteristics on Jinggang Mountain tourism resources [J]. Journal of Jinggangshan Normal

- College 2000 21(5): 68–72 [王伟年. 井冈山旅游资源特点评价[J]. 井冈山师范学院学报: 自然科学版, 2000 21(5): 68–72]
- [12] Huang Dinghua, Ye Junlin. Tectonic change and dynamics analysis in Yangzi Plate in Mesozoic and Cenozoic—a model of mid-plate deformation post continental collisions tectonic geology—lithosphere dynamics research [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1999: 117 [黄定华, 叶俊林. 扬子陆块中新生的构造变迁与动力学分析—陆陆碰撞后板内变形的一种模式. 构造地质学—岩石圈动力学研究进展 [M]. 北京: 地质出版社, 1999: 117]
- [13] Deng Xiaofu. Analysis of geological condition in Xiankou Hydro-power Station and its engineer process [J]. Chinese Journal of Engineering Geophysics, 2011 8(2): 245–249 [邓孝福. 井冈山仙口水电站地质条件分析及其工程处理研究[J]. 工程地球物理学报 2011 8(2): 245–249]
- [14] Cui Xuejun, Liu Chungen, Zhong Dahong. Characteristic of the Thrust Nappe Structure in Mountain Jianggang and its meaning for ore prospecting [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2003 27(1): 43–47 [崔学军, 刘春根, 钟达洪. 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]
- [15] Liu Huicheng. Preliminary study on Mt. Jinggangshan terrain [J]. Science and Education, 1963, (1): 25–36 [刘会成. 井冈山地形的初步探讨 [J] 科学与教学, 1963 (1): 25–36]
- [16] Deng Youping, Hu Mingan, Wu Meiren. Study on growth degree of karst ground collapsing in city building-taking Jinggangshan City for example [J]. Safety and Environment Engineering, 2005, 12(1): 78–81 [邓有平, 胡明安, 吴美仁. 岩溶区城市建设地面塌陷易发性研究——以井冈山市新城区岩溶地面塌陷为例[J]. 安全与环境工程, 2005, 12(1): 78–81]
- [17] Yang Kuguang, Yuan Yanming. General introduction of geology [M]. Beijing: China University of Geology (Beijing) Publishing House, 2009: 108 [杨坤光, 袁晏明. 地质学基础 [M]. 北京: 中国地质大学(北京)出版社, 2009: 108]

Landform Features and Formation Mechanism in Mt. Jinggangshan, Jiangxi, China

YE Zhanghuang^{1, 2}, LIU Jiaqi³, YIN Guosheng⁴, YAN Zhaobin⁵

(1. School of the Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences – Beijing, Beijing 100083, China;

2. Geological Resource Economy and Management Research Center, ECIT, Nanchang 330013, Jiangxi, China;

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

4. Geological Survey of Jiangxi Province, Nanchang 330030, Jiangxi, China;

5. State Key Laboratory Breeding Base of Nuclear Resources and Environment, East China Institute of Technology, Nanchang 330013, Jiangxi, China)

Abstract: Mt. Jinggangshan is located in Ji'an City, Jiangxi Province. Based on the field trip and previous work, regional geological and geographic backgrounds are briefed. The regional geomorphologic features have been summarized: typical binary mountain structure, big altitude difference, rich landform types, unique basin-and-range structure and magnificent geomorphologic landscape. The formation mechanism for the landform has been further analyzed from three aspects: tectonics, lithology and climate. It is of great significance to reveal the scientific value, and to develop and protect the natural resources in Mt. Jinggangshan.

Key words: Mt. Jinggangshan; geological and geographic background; landform features; formation mechanism