

文章编号: 1674-9057(2013)04-0605-05

doi:10.3969/j.issn.1674-9057.2013.04.005

广西大瑶山砂岩峰林地貌特征及形成演化过程

王建辉¹, 白艳萍², 张继淹¹, 白晓¹, 黄宜燕¹

(广西区域地质调查研究院, 广西 桂林 541003; 2. 桂林理工大学 地球科学学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 广西大瑶山砂岩峰林地貌分布于大瑶山西部的莲花山和圣堂山一带, 面积 180 km², 由下泥盆统莲花山组紫红色砂岩形成。砂岩峰林位于海拔千米山体上部, 边缘为高耸的崖壁; 峰林由数以千计的石峰、石柱、垂直崖壁、凹槽组成, 主要形态为柱状和锥柱状, 是一处与湖南张家界相似, 但成岩时代更老的砂岩峰林地貌区。峰林地貌由泥盆纪台地演化而来, 经历了台地方山、嶂谷、峰丛、峰林等发展演化阶段, 现处于幼年至壮年期。

关键词: 砂岩峰林地貌; 莲花山组; 大瑶山; 金秀; 广西

中图分类号: P588.212.3; P931

文献标志码: A

1 自然地理和地质构造背景

广西大瑶山主体位于广西中部偏东的金秀瑶族自治县境内, 又称金秀大瑶山。大瑶山走向北东, 绵延数千平方千米, 海拔高程在 500 ~ 1 979 m, 山顶高程在千米以上山峰有 30 余座, 最高峰圣堂山海拔 1 979 m, 是广西第 5 高峰。大瑶山属构造侵蚀为主的中山中深至深切割山地形, 中部地势高耸, 向四周逐渐降低, 20 多条河流呈放射状流向周边地区, 河流切割深达 800 ~ 1 400 m, 坡度陡, 悬崖峭壁极发育, 峡谷和季节性瀑布多。大瑶山位于北回归线附近, 气候属亚热带季风气候, 年均气温 17 ℃, 年均降雨量 1 824 mm, 森林覆盖率在 87% 以上, 野生动植物资源丰富、生态环境好, 是国家级自然保护区。

大瑶山出露地层主要为下古生界寒武系和下泥盆统莲花山组, 缺失奥陶系、志留系、石炭系、二叠系和中新生代, 从地层缺失情况以及泥盆系与寒武系角度不整合接触说明, 地史时期的大瑶山是一处长期处于剥蚀状态的隆起区, 构造单元属大瑶山凸起^[1]。

寒武系大面积分布于大瑶山中部地区, 岩性

为一套厚达 3 000 余 m 的长石石英砂岩、岩屑杂砂岩夹泥岩或互层产出, 复理石韵律发育, 属深海浊积岩。下泥盆统莲花山组围绕大瑶山北部及西部边缘分布, 岩性为紫红色厚层块状砾岩、砂岩, 不等粒砂岩夹泥岩, 下部砂岩为主, 上部泥岩增多, 底部以含砾砂岩或砾岩为主, 与下伏寒武系砂岩角度不整合接触, 沉积厚度大于 1 000 m, 是砂岩峰林地貌形成的物质基础。

2 砂岩峰林地貌特征

砂岩峰林地貌分布于大瑶山西部边缘莲花山、罗汉山、圣堂山、五指山一带, 范围长约 55 km, 宽约 2 ~ 10 km, 面积 180 km² (图 1)。峰林地貌雄踞于海拔千米以上的山体上部, 山体边部或沟谷地带发育最好, 由于沟谷的切割和山体边缘岩石的崩塌, 峰林边缘一般为陡峭的崖壁, 岩壁上以清晰的加里东地壳运动不整合面为界, 其下为寒武系砂岩和泥岩形成的缓坡地形, 其上为下泥盆统莲花山组紫红色砂岩形成的陡峭崖壁地貌和砂岩峰丛峰林地貌, 连续展布数十千米, 赤壁丹霞, 绝壁千仞, 雄险奇秀 (图 2), 广西一绝, 中国少见。

收稿日期: 2013-03-19

基金项目: 中国地质调查局基础地质调查项目 (1212011120815)

作者简介: 王建辉 (1971—), 男, 高级工程师, 矿产普查与勘探专业, wangjianhui-1971@163.com。

引文格式: 王建辉, 白燕萍, 张继淹, 等. 广西大瑶山砂岩峰林地貌特征及形成演化过程 [J]. 桂林理工大学学报, 2013, 33 (4): 605-609.

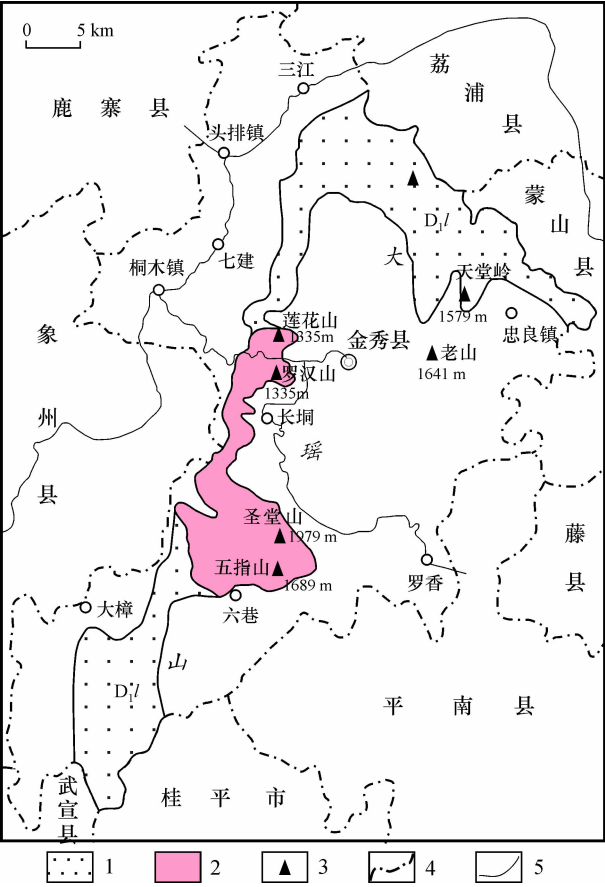


图1 大瑶山砂岩峰林地貌分布位置

Fig.1 Distribution location map of Dayaoshan sandstone peak forest landform

1—下泥盆统莲花山组砂岩分布区；2—砂岩峰林地貌分布区；
3—主要山峰；4—县界；5—公路



图2 莲花山组砂岩形成的崖壁地貌

Fig.2 Cliff landform formed by sandstone of Lianhuashan Formation

2.1 基本形态特征

砂岩峰林地貌是一种群景地貌，它的基本形态是崖、峰（柱）、崖槽、崖巷^[2]。

2.1.1 崖 即崖壁，是峰林中规模最大、最壮观的景观，具有与丹霞地貌相似的“赤壁丹崖”特征。依据所处的不同位置，分为边缘和内部两种崖壁。

边缘崖壁位于峰林区边缘，断续延长数十千米，局部地段长数千米至十余千米，高数十米至百余米，最高530 m（如六巷古卜坳一号崖壁），壁面陡立，似铜墙铁壁。峰林内部崖壁以莲花山一带最常见，走向受两组节理控制，为北西和北东向，一般宽百余米，高数十米至百余米，大部分为倾角大于70°的垂直崖壁，壁面上各种沉积现象清晰可见，是研究莲花山组沉积环境的理想场所。

2.1.2 峰（柱） 即峰林中高度大于宽度的石峰和石柱，是砂岩峰林地貌中最基本的形态景观，以莲花山、圣堂山、五指山一带山体边缘发育较好。峰林由数以千计的单体石峰、石柱组成。峰体形态有方柱形、扁柱形、锥形、笋形、峰墙形、塔形、棒形等，千奇百怪、高低错落，高者丹峰插云，低者如笋如林。依据峰体形态特征，可将其划分为以下几种组合类型。

方柱状峰林：包括方柱和扁柱状两种峰林（图3）。峰林常由数个或数十个柱体组成，柱体直径数米至数十米，高数十米至百余米，由岩石被两组共轭的垂直节理切割后，周边部分岩石受重力作用发生崩塌形成。莲花山地区常见。

锥柱状峰林：峰柱呈上细下粗的锥状，一般高数十米不等，底部直径数米至数十米，常见于圣堂山和五指山一带，它的形成与岩性有关，峰体下部砂岩为主，上部泥岩增多，因岩石软硬程度不同，受差异风化作用形成。



图3 方柱状峰林

Fig.3 Square columnar peak forest

笋状峰林：峰体上细下粗，基部相连，向上呈笋状，一般高数米以上，规模小于锥状峰林，由密集的垂直节理将岩石切割而成。莲花山地区常见。

峰墙状峰林：水平岩层被垂直节理切割后形

成一个崖壁，侧看成墙、正看成峰，墙体走向受节理走向控制。见于莲花山地区。

象形石峰：大部分为独峰或孤峰，大小和高矮不等，形如塔状、棒状和柱状，形态多样，有小鹿、烟斗、莲花、将军、鸭头、蛇头等形态，似人似物，一步一景，由不同岩性差异风化和岩石崩塌形成。

2.1.3 崖槽 指峰林中深度和高度均大于宽度的直立槽状地貌景观，又称垂直凹槽，系两条或数条垂直节理中的岩石崩塌而成。崖槽一般宽数十厘米至数米，水平深1 m至数米，高10 m至数十米。圣堂山一带最大的崖槽宽30~50 m，高150~200 m，它的宽度、高度和走向与节理的密度、间隔、走向有关，是峰林地貌中常见的微地貌景观。

2.1.4 崖巷 形似窄而深的水平巷道，是崖槽的深度向水平方向发展的结果，它的宽度一般仅2~3 m，而高和深达数十米至百余米，巷壁直立，极似一线天或通天巷。莲花山地区常见。

除上述各种形态类型外，峰林地区还可见到一些小方山、石门等景观，它们与峰林、溪谷、流水飞瀑、森林植被、奇花异树组合成一幅幅绚丽多姿的地貌景观，被形容为人间仙境。如莲花山一带的会仙桥、石林仙都、天门、松涛亭；圣堂山一带的半山亭、鸳鸯亭、悬崖栈道、欢乐门；五指山一带的五指峰等，深受游客赞扬，留连忘返。

2.2 分析与比较

峰林，指彼此分离的石峰或石柱组成远望如林的地貌景观，以岩溶（喀斯特）地区最常见，碎屑岩地区、花岗岩地区和丹霞地貌区也较发育，但远不如喀斯特地区发育。

大瑶山砂岩峰林属碎屑岩类峰林，其特征与喀斯特峰林和丹霞地貌既有相似之处，也存在许

多明显区别（表1）。

2.2.1 与喀斯特峰林比较 我国喀斯特峰林广泛分布于广西、贵州和云南东部，主要为泥盆纪、石炭纪和二叠纪质纯坚硬且厚度达千米以上的碳酸盐岩石，在湿热气候条件下，经长期发育而成。据朱学稳研究^[3]，喀斯特峰林一般发育于峰丛喀斯特边缘的平原地区或谷地，可分为盆地平原型、峰丛谷地型和边缘坡立谷型3种类型。峰林中的石峰相互离立，疏密不等，平原地区以孤峰为主，形态为塔状，局部锥状或马鞍状，高度150 m以下，受水溶液的溶蚀后，峰体上洞穴发育，“无山不洞”。

砂岩峰林与喀斯特峰林比较，主要区别是岩性成分完全不同；二者形成条件不同，喀斯特峰林主要受水溶蚀形成，洞穴发育，而砂岩峰林主要受节理破坏和岩石崩塌形成（表1）。

2.2.2 与丹霞地貌比较 我国丹霞地貌主要分布于广东仁化、福建武夷山、江西龙虎山、福建大金湖、河南云台山、广西资源、湖南崑山等地，以广东仁化最典型，是丹霞地貌命名地。我国南方丹霞地貌成岩时代主要为白垩纪红色岩系，岩性为紫红色砾岩、砂砾岩及粗砂岩，岩层近水平产出，主要地貌形态类型（以广东仁化丹霞山为例）包括^[4]：崩塌作用为主的赤壁丹霞、方山、石峰、石柱、石墙；流水作用为主的水平洞穴；风化作用为主的顺层岩槽、扁平洞、额状洞、浑圆状山脊山顶等，由多种因素共同作用形成。

与砂岩峰林比较，具有大体相似的岩性、颜色和丹崖地貌，不同点是形成条件和形态类型不同，砂岩峰林岩石为细碎屑岩，质地更坚硬，抗风化能力大，丹崖地貌更发育；丹霞地貌岩石粒度粗，抗风化力弱，以顺层岩槽（洞）、浑圆状、馒头状山脊与砂岩峰林有明显区别。

表 1 不同峰林地貌特征比较表
Table 1 Comparison of different features of peak forest landform

类型	广西大瑶山砂岩峰林	广西喀斯特峰林	广西资源丹霞地貌峰林
岩性及时代	早泥盆世早期紫红色砂岩	中泥盆世至二叠纪碳酸盐岩	白垩纪为主的紫红色砾岩及砂岩
原岩形成环境	岩层产状近水平，形成于陆地边缘的河流三角洲	岩层产状陡缓不一，形成于浅海	岩层产状近水平，形成于山麓、河流、湖泊环境
峰林形态	峰体形态多样，以柱状为主，垂直节理、垂直凹槽发育	峰体以锥状塔状为主，峰体大，谷地、洼地和洞穴发育	峰体呈面包状、浑圆状，峰顶平缓，环带状构造和水平槽穴，壶穴发育
主要形成因素	流水冲刷侵蚀、构造节理破坏和崩塌作用	地表水和地下水的溶蚀侵蚀和搬运作用为主	表生风化作用和流水侵蚀冲刷作用

2.2.3 与张家界砂岩峰林比较 我国砂岩峰林地貌主要分布于河南、河北、山西及长江以南的湖南、江西、广西等省区。北方的砂岩峰林成岩时代主要为中元古代长城纪石英砂岩,成岩时代古老,但峰林发育不甚完美。南方砂岩峰林成岩时代主要为晚古生代的滨海相石英砂岩,以湖南张家界砂岩峰林发育最好^[5-6]。张家界砂岩峰林地处北纬 29°的武陵山脉,中低山地形,海拔高程 500 ~ 1 100 m,地形高差 300 ~ 600 m,中亚热带山地季风气候,成岩时代为距今 3 亿多年的中上泥盆世,岩石为浅色及紫红色砂岩,地质构造为褶皱隆起区。峰林分布面积 398 km²,有主要石峰和石柱体 3 000 多个,平均密度 37.5 个/km²。峰(柱)体一般高数十米至数百米,最高者 400 m,形态多样,主要为方柱状和棱柱状,如人如物,规模大,造型完美,保持了几乎未被搅动的原始自然状态,是地球表面一种独特的地貌景观类型,世界罕见。

与张家界峰林地貌比较,大瑶山峰林与之有许多相似和不同之处。相同点是都处于古隆起区,具有相似的地质构造背景、形态类型、形成条件和发育演化过程。不同点是大瑶山峰林成岩时代更古老、分布面积较小,峰体数量、规模不如张家界大,完美程度稍差。

3 大瑶山砂岩峰林地貌形成演化过程

3.1 形成条件

3.1.1 地层岩性条件 地层岩性是峰林地貌形成的物质基础。大瑶山莲花山组厚 1 000 ~ 1 300 m,下部为紫红色厚层块状砾岩、含砾砂岩、岩屑质砂岩及长石岩屑石英砂岩;上部主要为砂岩与泥岩互层。砂岩矿物成分主要为石英、长石和岩屑, SiO₂ 含量 40% ~ 60%, 硅质胶结, 粒度较粗, 孔隙较发育, 塑性程度差, 在地应力作用下, 易于产生垂直构造节理和裂隙, 为峰林地貌的形成创造了有利条件。莲花山组砂岩产状平缓, 岩层倾角一般 < 10°, 在节理作用下, 易于保持稳定, 形成峰林和峰墙。

3.1.2 构造条件 大瑶山属隆起区, 由上下两个不同的岩性构造层组成。下部为前泥盆纪地槽复理石沉积, 经加里东地壳运动作用, 形成复式褶皱基底构造层; 上部为晚古生代地台盖层, 为宽缓背斜构造, 二者之间为加里东地壳运动形成的不整合界面。两构造层岩性组合及塑性程度有明显差别,

在后期构造作用影响下, 下构造层易发生塑性流动变形, 上构造层莲花山组砂岩则易发生脆性变形, 使岩石破裂、破碎, 形成节理裂隙。

大瑶山地区前后经历了华力西、印支、燕山和喜马拉雅 4 期明显的地壳运动, 华力西期和印支期运动主要表现为岩层褶皱和断裂活动, 燕山期和喜马拉雅期主要为地壳持续抬升和块断升降。由于地壳不断隆升, 给后期的构造侵蚀和河流深切作用提供了条件。

大瑶山地区断裂发育, 对砂岩峰林地貌的形成和发展有重要控制作用。北东向桐木区域性大断层和近南北向的金秀、长滩河等断层控制了峰林的边界; 北西、北东和东西向次级断层将整个台地分割成莲花山、圣堂山、五指山等几个台块; 北西向和北东向两组节理则控制了崖壁、崖槽、峰体的方向、形态和密度。

3.1.3 气候水文条件 金秀大瑶山处于北回归线附近, 属南亚热带季风气候区, 雨量丰富。莲花山组砂岩裂隙和孔隙发育, 受大气降水补给, 基岩富含裂隙水, 形成富水岩组; 丰富的地表水、地下水和大量植物根系的物理化学作用, 加速了对砂岩的侵蚀剥蚀能力, 促进了峰林地貌的形成。

3.2 形成过程

距今 416 Ma 时, 广西(加里东)运动爆发, 广西前泥盆纪地层褶皱迴返, 大瑶山地区隆起成山, 地表经数百万年风化剥蚀后, 海水自南向北入侵接受沉积, 形成泥盆纪地台盖层。距今 200 Ma 左右的印支运动, 大瑶山地壳整体上隆, 泥盆纪地层轻微褶皱, 形成宽缓背斜及节理裂隙, 岩层产状平缓, 形成大瑶山台地。

燕山运动是一次强烈的块断运动, 在此影响下, 大瑶山中部地块快速上隆, 遭受强烈风化剥蚀, 将泥盆系莲花山组上部地层全部剥蚀, 台地开始分解。距今 65 Ma 的古近纪初期, 在喜马拉雅运动影响下, 差异升降活动强烈, 在新老断裂作用和金秀河、滴水河、大橙河等沟谷切割下, 台地进一步分解为莲花山、罗汉山、圣堂山、五指山 4 块台地以及 1 100 ~ 1 200 m、1 350 ~ 1 400 m 两级夷平面。

第四纪以来大瑶山地壳持续间歇性上升, 大橙河、滴水河等快速下切, 导致侵蚀基准面下降, 形成嶂谷、隘谷、V 型峡谷和 1 500 m 以上的山峰,

