第38卷 第4期
2022年12月

华 南 地 质
South China Geology

Vol.38, No.4, 638-648
Dec., 2022

doi:10.3969/j.issn.2097-0013.2022.04.006

广东大峡谷地质景观特征与形成机制

胡 昆,李宏卫,黄孝波,李 媛,张 健

HU Kun, LI Hong-Wei, HUANG Xiao-Bo, LI Yuan, ZHANG Jian

广东省地质调查院,广东广州 510080

Guangdong Geological Survey, Guangzhou 510080, Guangdong, China

摘要:在对广东大峡谷省级自然保护区地质地貌景观进行详细分类和描述的基础上,探讨了大峡谷形成机制,建立了构造-地貌演化模式。大峡谷内共有基础地质和地貌景观2大类地质遗迹,具体包括5类8亚类地质地貌景观,其中,基础地质景观以典型地层剖面和断层为主,地貌景观以峡谷、夷平面、石峰、石柱、瀑布、潭、壶穴为主。广东大峡谷构造-地貌演化模式为:(1)泥盆纪老虎头组滨海—河口三角洲相砂岩建造奠定了大峡谷发育的物质基础;(2)燕山期构造运动以来形成的大量高角度节理及区域整体抬升奠定了大峡谷的雏形;(3)新构造运动以来,准平原裂解和差异抬升,在溯源侵蚀和重力崩塌共同作用下最终形成了大峡谷现今的地貌景观。

关键词:地质地貌景观;老虎头组;高角度节理;重力崩塌;广东大峡谷

中图分类号:P9　　**文献标识码:**A　　**文章编号:**2097-0013(2022)04-0638-11

Hu K, Li H W, Huang X B, Li Y and Zhang J. 2022.Geological Landscape Characteristics and Formation Mechanism of Guangdong Grand Canyon. *South China Geology,* 38(4): 638–648.

Abstract: Based on the detailed classification and description of the geological and geomorphic landscape of Guangdong Grand Canyon Provincial Nature Reserve, the formation mechanism of Guangdong Grand Canyon is discussed, and the structure-geomorphic evolution model is established.There are two categories of geological relics of basic geology and geomorphic landscape in Guangdong Grand Canyon Provincial Nature Reserve, including 5 categories and 8 subcategories of geological landscape, among which, the basic geological landscape is dominated by typical stratigraphic sections and faults, and the geomorphological landscape is dominated by canyons, planation planes, stone peaks, stone pillars, waterfalls, pools and potholes. The structure-geomorphic evolution model of Guangdong Grand Canyoncould be summarized as following: (1) The main strata exposed are the Laohutou Formation of the Devonian in the canyon area, which is a set of sandstones of littoral and estuarine delta facies, laying the material foundation for the development of the Canyon. (2) After the Yanshanian magmatic tectonism, a large number of high-angle joints were formed and continuously uplifted, which laid the embryonic form of the Grand Canyon. (3) Since the Neotectonic movement, the peneplain cracked and uplifted unevenly, finally forming the present geomorphic landscape under the combined actions of traceability erosion and gravity collapse.

Key words: geology and geomorphic landscape; Laohutou Formation;high-angle joints; gravity collapse; Guangdong Grand Canyon

收稿日期:2022-6-19;**修回日期:**2022-7-23
基金项目:广东省2021年度自然资源事务管理—生态林业建设专项资金(2021GJGY001)、国家自然科学基金(41772019)
第一作者:胡昆(1993—),男,硕士,助理工程师,主要从事区域地质矿产调查工作,E-mail:1146525744@qq.com

广东大峡谷又称乳源大峡谷、粤北大峡谷,位于拟建南岭国家公园的一般控制区,属于南部门区系统,是拟建南岭国家公园重要的自然生态系统;地处北回归线北缘,气候上属南亚热带向中亚热带过渡类型。区内地形、地貌复杂,形成南亚热带与中亚热带的过渡性气候和大峡谷内小气候并存的生态环境(广东省地质矿产局,1988;广东省地质调查院,2009)。广东大峡谷北起南岭山系东端的乳源瑶族自治县大布镇,终至英德市石牯塘镇,自北向南呈"Z"字形延伸,长约 15km,深约 300m。区内地形切割强烈、坡陡谷深、水系发育,主干河流多呈近南北向延伸,气候温和湿润,年平均气温 21.1℃,雨季多集中在 5-8 月份,雨量充沛,植被类型为亚热带常绿阔叶林,珍稀的动植物和独特的峡谷地形地貌奠定了广东大峡谷在拟建南岭国家公园的地位,它是一处重要的地质博物馆和珍稀植物园(智慧科普展示园)。

近年来,众多学者对广东大峡谷景观特征和地貌成因进行了报道。黄玉昆(1980)、张珂等(1992)、张珂和黄玉昆(1995)、郗增福(2007)、周尚哲等(2013)认为中新世早期是南岭夷平面发育终结和新一轮地貌循环开始的时间,在第四纪期间广东大峡谷地区经历了至少三次的间歇性抬升。王为等(2007)、Wang W et al.(2009)调查分析了大峡谷源头河段的 227 处壶穴形态特征,认为壶穴的形成与发育只与河床局部的地质、地貌、流水特征有关。黄海华(2017)简要阐述了广东大峡谷的成因机制,认为大峡谷的形成受中泥盆世沉积环境、燕山期构造-岩浆事件以及新构造时期地壳抬升所制约。郭超等(2022)介绍了广东大峡谷及其邻区分布的华南地区出露面积最大的石英砂岩,即华南规模最大、分布最集中的砂岩峰林地貌,指出砂岩石峰景观的形成受岩石性质、岩层组合、节理构造、地貌位置、气候等因素的影响,其发育期主要为青年期。前人多侧重于峡谷的地貌描述、旅游开发等,对于峡谷景观的地质成因方面的研究相对薄弱。本文在"广东 1:5 万大布公社等四幅区域地质矿产调查"项目成果基础上(广东省地质调查院,2017),结合实地调查,从峡谷地质遗迹景观资源类型出发,综合分析大峡谷构造地貌形成过程与成因机制,为南岭国家公园建设提供地质思路和科学依据。

1 地质背景

研究区大地构造上位于华夏造山系的武夷—云开造山带,基底属于前寒武纪—早古生代强烈褶皱变质岩系,地层区划属武夷—云开地层区罗霄地层分区,区域内主要出露泥盆纪、石炭纪地层,另有少量震旦系(广东省地质矿产局,1988;张克信等,2017)。大峡谷内以中泥盆世老虎头组(D_2l)粗碎屑岩沉积物为主,岩性为紫红、灰褐、黄褐、黄白色中厚层状含砾石英砂岩、岩屑石英砂岩夹粉砂岩、泥岩等,代表滨海沉积环境,角度不整合于下古生界之上。研究区断裂构造以北东东向为主,北北东和北西西向断裂构造较少发育(图 1)(广东省地质调查院,2017)。

2 地质遗迹景观特征

研究区属于广东省级自然保护区,根据《地质遗迹调查规范(DZ/T 0303-2017)》(国土资源部,2017),区内地质遗迹分为基础地质、地貌景观 2 个大类,具体分为地层剖面、构造剖面,岩土体地貌、水体地貌、构造地貌共 5 类,包括典型剖面、断裂、碎屑岩地貌、壶穴、潭、瀑布、夷平面、峡谷 8 个亚类,主要地质遗迹共计 31 处(图 1,表 1)。

2.1 基础地质大类遗迹

2.1.1 典型剖面

老虎头组典型剖面由 1:25 万韶关市幅区域地质调查项目实测(图 2)(广东省地质调查院,2009),剖面位置坐标为 E 113°7′50.41″,N 24°30′49.89″。与乳源桂头杨溪组-老虎头组剖面相比,该剖面未见顶、底,但露头更好、层序更加清晰,原生沉积构造保存完好。剖面中岩层总体倾向北西 280°~310°,倾角 3°~6°。下部岩性为砾岩、含砾石英砂岩、砂砾岩(图 3A),向上过渡为粗粒石英砂岩、含砾砂岩夹粉砂岩,自下而上显示由粗至细的变化规律,沉积层序以砂砾岩为主向砂岩与粉砂岩互层演化(图 3B),指示滨岸环境,为海进退积型沉积,层内发育纹层理、交错层理等(图 3C、3D),层间发育

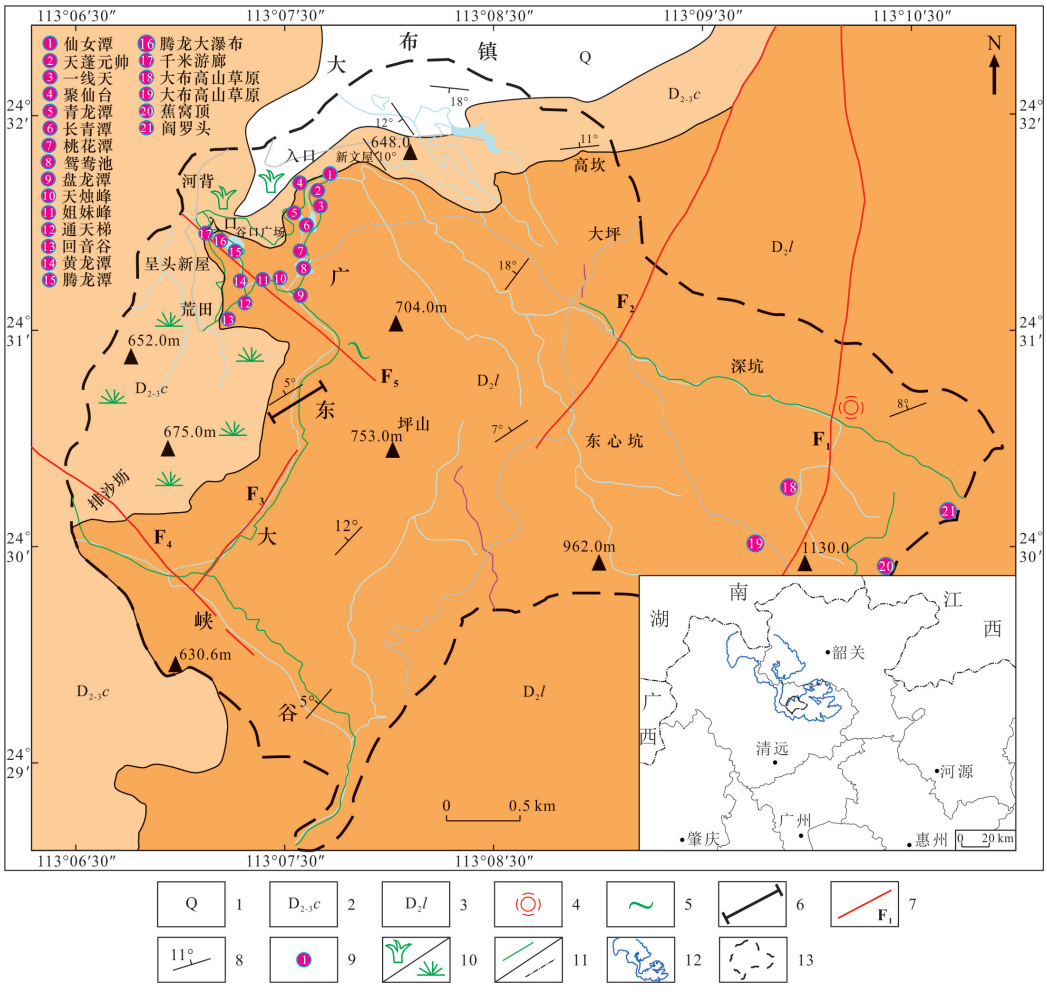

图 1 广东大峡谷主要景观资源分布与地质简图(据黄海华,2017修改)

Fig. 1 Main landscape resources distribution and geological map of Guangdong Grand Canyon (According to Huang H H, 2017)

1.第四系;2.中-晚泥盆世春湾组;3.中泥盆世老虎头组;4.硅化;5.绿泥石化;6.典型剖面;7.断裂及编号;8.产状;9.景观资源;10.珍稀植物苗圃/千亩果园;11.游道/省界;12.拟建南岭国家公园范围;13.广东大峡谷范围

表 1 广东大峡谷地质遗迹类型划分表

Table 1 List of geological relics types of Guangdong Grand Canyon

遗迹类型			遗迹名称
大类	类	亚类	
基础地质大类	地层剖面	典型剖面	广东大峡谷老虎头组剖面
	构造剖面	断裂	阎罗头断裂(F_1)、将军潭断裂(F_2)、黄洞河断裂(F_3) 坪址断裂(F_4)、谢家山断裂(F_5)
地貌景观大类	岩土体地貌	碎屑岩地貌	石英砂岩石峰、石柱、峰丛、线谷(巷谷)、崖壁、垂直侵蚀沟(裂隙谷)、额状岩槽
	水体地貌	河流	桃花潭壶穴、鸳鸯池壶穴、盘龙潭壶穴、黄龙潭壶穴、腾龙潭-盘龙潭壶穴
		潭	腾龙潭、黄龙潭、盘龙潭、桃花潭、 长青潭、青龙潭、仙女潭
		瀑布	腾龙潭瀑布、黄龙潭瀑布、桃花潭瀑布、仙女潭瀑布
	构造地貌	夷平面	广东大峡谷谷口广场南东侧夷平面 广东大峡谷千米游廊北东侧夷平面
		峡谷	广东大峡谷

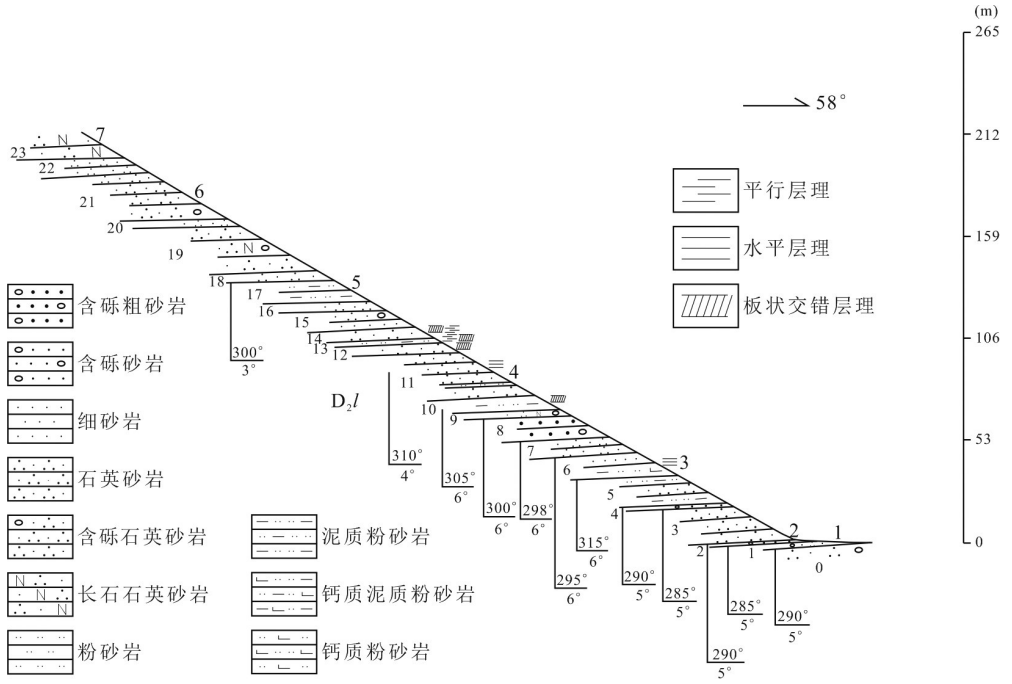

图2　广东大峡谷老虎头组实测地层剖面图(据广东省地质调查院,2009修改)

Fig. 2　The measured stratum section of Laohutou Formation in Guangdong Grand Canyon(Modified from Guangdong Geological Survey, 2009)

平行层理,粉砂岩及泥质粉砂岩中发育水平层理(图3E)。

2.1.2 断裂

区内构造以北东向—北北东向断裂构造和北西向断裂为主,与断裂构造相配套的节理裂隙较为发育,岩石中普遍发育两组高角度节理(图3F),节理走向以北西310~340°和北东20~50°为主,局部发育近南北和近东西向节理。

阎罗头断裂(F_1)总体倾向西,倾角较陡,切割中泥盆统老虎头组,断裂破碎带宽度从几十厘米到15米变化,带内发育浅灰、褐红色碎粉岩和乳白色硅化岩,碎粉岩受挤压作用片理化,硅化岩被挤压呈透镜状分布,断裂上盘岩层受断裂牵引向上弯曲,显示正断层特征,形成于燕山期。

将军潭断裂(F_2)走向30°,倾向北西,倾角70°,切割老虎头组和春湾组,宏观上表现为上、下盘地形急剧变化,呈"陡崖"状;断面发育阶步和褐铁矿薄膜,示下盘相对下降,为正断层,形成于燕山期。

黄洞河断裂(F_3)走向35°,倾向北西,倾角75°,切割中泥盆统老虎头组,断裂破碎带宽度约1~2.5 m,带内发育硅化岩,示张性正断层特征,形成于燕山期。

坪址断裂(F_4)走向340°,倾向北东,倾角40°~80°,切割老虎头组和春湾组,断裂破碎带宽1.5 m,断面呈现褐铁矿化或局部发育褐铁矿化薄膜层,主要由硅化岩和脉石英组成,围岩轻微碎裂,脉中可见石英晶簇,示张性正断层特征,形成于燕山期。

谢家山断裂(F_5)走向310°,倾向南西,倾角60°,大致沿广东大峡谷展布,切割泥盆纪地层。断裂带主要充填有碎裂岩,规模较小,一般宽几十厘米到1米,表现为硅化、褐铁矿化、绿泥石化蚀变特征,形成于燕山期。

2.2 地貌景观大类遗迹

2.2.1 岩土体地貌

广东大峡谷的岩土体地貌与湖南张家界地貌物质基础较相似,以砂页岩为主,因此称为类张家界地貌(陈锐明等,2017),分布面积大,完整程度较高,包括石峰、崖壁、石柱、线谷(巷谷)、垂直侵蚀沟(裂隙谷)、额状岩槽6种(表1)。

姐妹峰、天蓬元帅(图4A)和聚仙台(图4B)为典型的石峰地貌,姐妹峰海拔652 m,高差约14 m;天蓬元帅海拔669 m,高差约6 m;聚仙台海拔660 m。

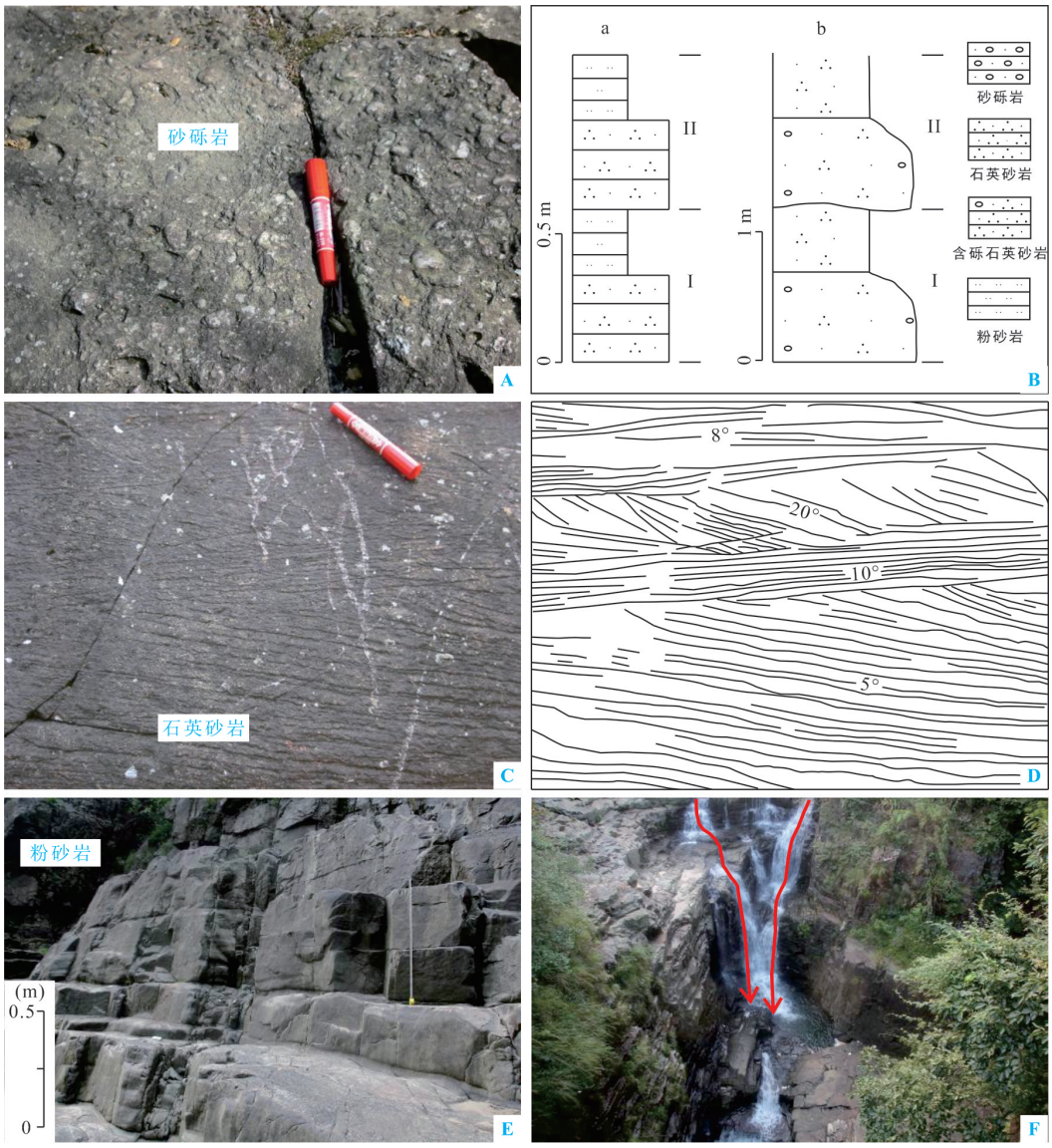

图3 广东大峡谷基本层序和断裂构造

Fig. 3 The basic sequence and fault structure in Guangdong Grand Canyon

A.砂砾岩露头,镜向南东;B.中泥盆世老虎头组基本层序;C、D.岩石中的纹层理、交错层理,镜向南(D为C的素描);E.水平层理,镜向北西;F.垂直节理(走向340°),镜向北西

虎啸崖为崖壁地貌,位于大峡谷两侧山体,高约280 m。

天烛峰(图4C)为石柱地貌景观。

线谷(巷谷)地貌随着高角度节理沿裂隙面不断加宽、加深而形成。通天梯顺走向50°垂直节理修建而成,由北东向南西为上台阶,台阶1368级,平均0.2 m/级,谷底与谷顶高差约280 m,谷宽3~8 m。一线天顺走向320°,产状50°∠80°节理修建而成,由南东向北西为下台阶,300台阶级,平均0.25 m/级,谷底与谷顶高差约75 m,谷宽约2~4 m。

垂直侵蚀沟(裂隙谷)地貌位于峡谷两侧山体崖壁上,高度几十厘米至几米不等。

额状岩槽地貌位于通天梯电站南东侧引水渠,长约15 m,高约2 m,深约3 m,是水平岩层经过长期的风化剥蚀、水流侵蚀和重力崩塌作用形成的(图4D)。

2.2.2 水体地貌

研究区内水体地貌主要有瀑布、潭和壶穴。峡谷中的高角度节理发育且纵切河床,致节理密集处或小断裂所经岩石较破碎而易风化,经年河水冲蚀

图4　广东大峡谷岩土体地貌

Fig. 4　The geomorphology of rock and soil mass in Guangdong Grand Canyon

A.天蓬元帅,镜向南西;B.聚仙台,镜向南;C.天烛峰,镜向南;D.额状岩槽,镜向北西;红线表示节理构造

崩落形成陡坎,每至丰水期,上游河水奔流至此下跌形成瀑布和水潭,在大部分水潭潭壁、潭底或潭顶都有壶穴发育(表1)。

腾龙大瀑布落差约220 m,其下的腾龙潭为区内面积最大水潭,约95×105 m^2(图5A);黄龙瀑布落差约34 m,其下的黄龙潭面积约40×36m^2,河床呈“Z”型,发育多级跌水(图5B);盘龙潭河床非自然坡降,发育2处跌水。桃花潭瀑布落差约36 m,面积约45×35 m^2(图5C);长青潭为宽约8~15 m的狭长条形水潭;仙女潭瀑布落差约25m,水潭面积34×25 m^2(图5D)。

腾龙潭壶穴群形态多样,有圆形、椭圆形、三角形、四边形、多边形乃至长条形(图5E);盘龙潭壶穴以潭状壶穴(图5F)为主;鸳鸯池壶穴类型为半壁缸状壶穴(图5G);桃花潭壶穴群发育位置多样,河床上发育串珠状壶穴,岩壁发育不规则壶穴,潭顶发育缸状半壁壶穴,潭底发育盆状壶穴(图5H)。

2.2.3 构造地貌

研究区构造地貌为夷平面和峡谷。在大峡谷入口处,可以清楚地看到一前一后两层起伏微缓的峰顶面,分别是大峡谷谷口广场南东侧夷平面和千米游廊北东侧夷平面,海拔600~700 m,平均海拔640 m(图6A、6B),是同一时期形成的一级夷平面。依据南岭南坡剥蚀速率,推测其形成的时代为距今约300万年的新近纪末期(张珂等,1992)。峡谷谷顶宽窄不一,最宽处可达千米,最窄处也有百余米,其顶部地貌平缓,内部沟壑纵横,奇峰林立(图6C、6D)。石林石柱高耸入云,岩石崖缝一线天际,千丈瀑布直击谷底,谷底溪流蜿蜒曲折。

3 构造地貌形成过程与机制

峡谷的形成与地球内外营力作用密切相关,燕山运动、新构造运动和河流下切是其形成的关键因素,岩性和构造条件是必要条件:岩性坚硬而断裂、节理发

图5 广东大峡谷水体地貌

Fig. 5 The water physiognomy in Guangdong Grand Canyon

A.腾龙大瀑布及水潭,镜向北西;B.黄龙潭“Z”型河床;C.桃花潭瀑布及水潭,镜向南西;D.仙女潭瀑布及水潭,镜向南东;E.腾龙潭壶穴群;F.盘龙潭跌水现象及潭状壶穴;G.鸳鸯池半壁缸状壶穴;H.桃花潭,岩壁上发育不规则壶穴,潭底发育盆状壶穴

图6 广东大峡谷夷平面和远景

Fig. 6 The planation surface and distant view in Guangdong Grand Canyon

A.大峡谷谷口广场南东侧夷平面,镜向南东;B.大峡谷千米游廊北东侧夷平面,镜向北东;C.广东大峡谷呈“Z”字形延伸,镜向南东;D.广东大峡谷远景照片,镜向北东;虚线表示夷平面

育,断裂、节理形成岩层薄弱面,而岩性坚硬又有利于两岸谷坡的保存;流水的切割作用形成了谷底;在各方面因素的共同作用下峡谷的秀丽景观得以形成(唐贵智和陶明,1997;陈建军等,2008;陈锐明等,2017)。

3.1 泥盆–石炭纪奠定物质基础

早古生代,研究区处于加里东期陆内造山阶段,海水逐渐退去,岛山显现。随后区域地壳开始抬升,陆地面积扩大,正地形不断风化侵蚀,导致志留

系缺失。从中泥盆世开始,研究区进入陆表海演化阶段,海水开始自西向东、从北向南推进,使得自西向东发育滨海相与河流相沉积体系,岩性为碳酸盐岩、碎屑岩等,东部的九连古陆(八面山岛、诸广山岛)为主要的沉积物源区(广东省地质调查院,2017),研究区泥盆纪为河流相粗碎屑岩建造,沉积了一套砂岩、砾岩夹页岩组合(图 7);石炭系主要为海相碳酸盐岩类,偶见下石炭统海陆交互相煤系地层。中三叠世末,大规模海侵结束,研究区海相沉积史结束,转入陆内演化阶段。

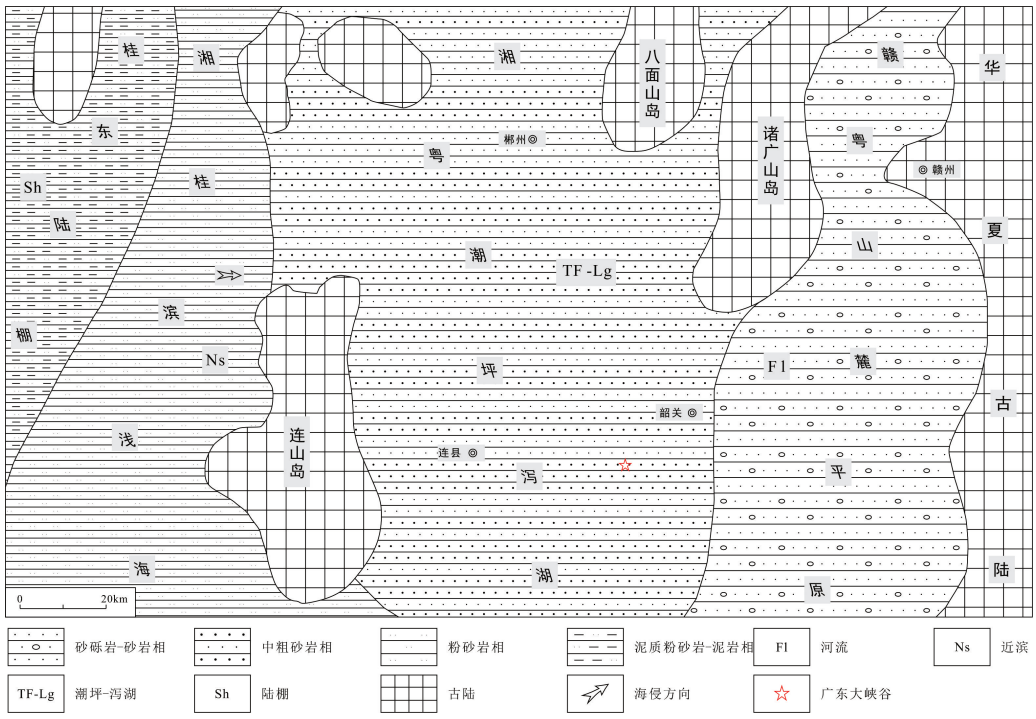

图 7　南岭地区中泥盆世岩相古地理图(据曾允孚等,1993 修改)

Fig. 7　Lithofacies palaeogeographic map of the Middle Devonian in Nanling area(Modified from Zeng Y F et al.,2007)

不同岩性组合(岩石成分)是形成不同地貌的物质基础(田明中和程捷,2009;柴乐等,2022)。研究区内中泥盆世老虎头组岩层平缓,几近水平产出,石英砂岩的石英含量很高,胶结物为硅质、铁质,它们的化学性质在表生环境下非常稳定,具有较强的抗侵蚀性(杨帅东等,2021)。石英砂岩具有坚硬的物理特性,不易因重力影响产生层间滑动(彭剑文,2017),从而构成石峰、石柱、崖壁(图 4A、B、C)的坚固底座,是形成广东大峡谷的物质基础之一。相较之下,岩性较细的粉砂岩、泥质粉砂岩等抗风化能力差,不利于塑造峡谷地貌(贾丽云等,2014;蒋凌云等,2018)。

3.2　燕山–喜山期早期奠定构造基础

燕山构造运动阶段,大规模构造运动使研究区泥盆—石炭纪地层被抬升并形成复式褶皱,在断裂的多期活动影响下,泥盆纪砂岩中形成大量的垂直节理系,北西、北东向节理相互配套,局部发育近南北和近东西向节理(图 8),它们将岩层切割成菱形块体,形成“棋盘状”构造,这种活动影响持续至喜马拉雅构造阶段。在喜马拉雅运动早期,基本没有发生褶皱变动,而是以块状构造为特征发生整体性或差异性抬升。这种高角度裂隙(节理)有利于为砂岩地貌造型,它们控制山体走向和轮廓以及峡谷的走向。同时,受流水-重力作用,少量粉砂岩、泥质粉砂岩块体受到差异性风化作用而发生崩塌,残留原地的石英砂岩块体成为石峰、石柱、崖壁等。由于这些菱形块体保持在近水平层面上,不易滑塌,因此石峰、石柱可以长期保持直立状态,崖陡谷深的形貌也不断形成。

3.3　新构造运动以来的构造、水文作用塑造现今地貌

新构造运动以来,南岭大幅度隆升,准平原开始解体,块体差异性上升形成多级夷平面(熊建国

等，2020），为大峡谷的形成提供动力来源，也控制了大峡谷的发育进程（黄林燕等，2006）。与此同时，大布河为了维持其基准面，不断下蚀岩层，形成近垂直的峡谷。而高角度的节理与近水平的岩层面共同控制了大峡谷的坡面形态，使坡面由顶至底呈现出“顶平、身陡、麓缓”的特征（图9）。

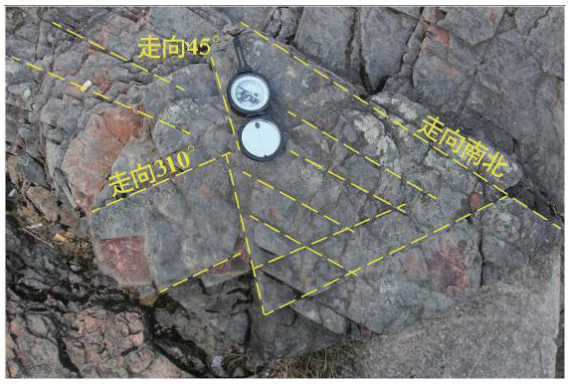

图8 广东大峡谷节理系统

Fig. 8 The joint system of Guangdong Grand Canyon

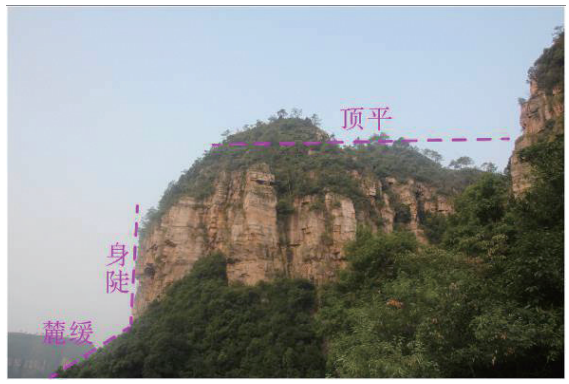

图9 广东大峡谷坡面形态特征

Fig. 9 Characteristics of slope morphology of Guangdong Grand Canyon

水流侵蚀作用在大峡谷微地貌形成过程中占据重要角色，与其直接相关的是瀑布、潭、壶穴（曾兰华等，2016）。在靠近大布河源头的大峡谷北入口和西入口处的河流流水发生下蚀，由于新构造运动差异性升降，造成谷底在纵向上呈阶梯状。谷底的石英砂岩坚硬且抗侵蚀能力强，突起形成多级陡坎（裂点）（图10），水流经过陡坎后发生明显跌水现象，垂直落差大的谷底之间形成瀑布。水流携带崩塌的岩块、卵砾石从陡坎跌落，在谷底形成潭（图5A、5C、5D、5F）。在河床和岩壁之上，流水侵蚀及其在河床凹坑产生的旋转水流携带沙、卵石作圆周旋转移动，以侧蚀的方式磨蚀形成各式各样的壶穴（图5E、5G、5H）。除此之外，流水的侵蚀加剧高角度节理沿裂隙面不断加宽、加深，形成平直的线谷（巷谷），线谷（巷谷）受到流水进一步侵蚀，演化为峡谷（图6D）。

在塑造大峡谷地貌最初期，重力崩塌与岩性条件、高角度节理切割、流水侵蚀共同作用，完成对大峡谷地貌的多层次塑造。流水侧蚀使谷坡形

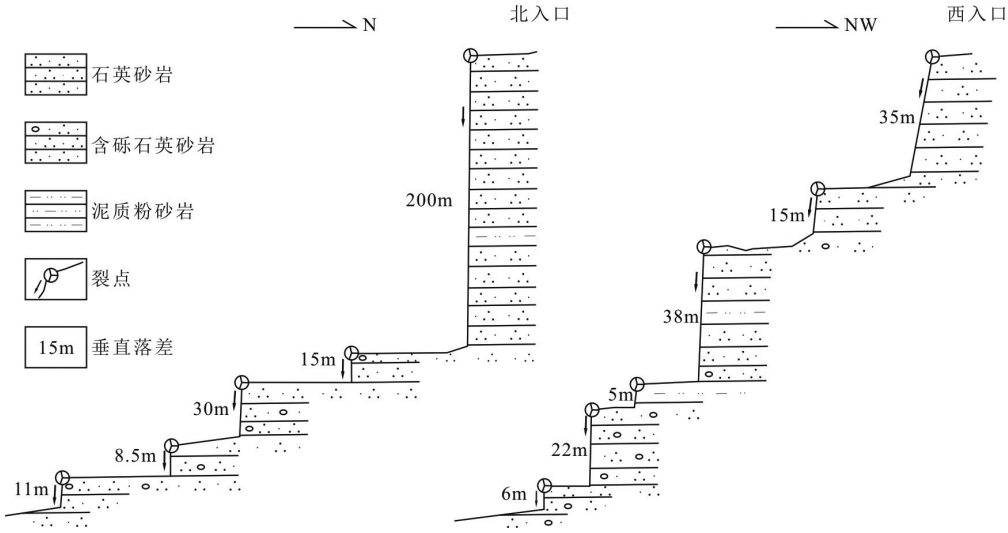

图10 广东大峡谷河谷纵剖面示意图

Fig. 10 Schematic diagram of the longitudinal profile of river valley in Guangdong Grand Canyon

成凹槽,在重力作用下,谷坡部位悬空的块体沿高角度节理面发生崩塌,同时加深凹槽(唐云松等,2005;王运生等,2008;刘凌云等,2011),堆积在谷底形成滚石堆,而谷底块体因荷载过大出现裂缝,构造层节理受到破坏,可溶物质进一步被侵蚀、剥离,悬空后的块体沿裂隙面滑落形成崖壁。发生重力崩塌后,新的崖壁形成。在高角度节理、水流侵蚀、重力崩塌共同作用下,新的崖壁继续不断进行后退式的地貌演化(孙东霞等,2009;丁镭等,2012)(图 11)。

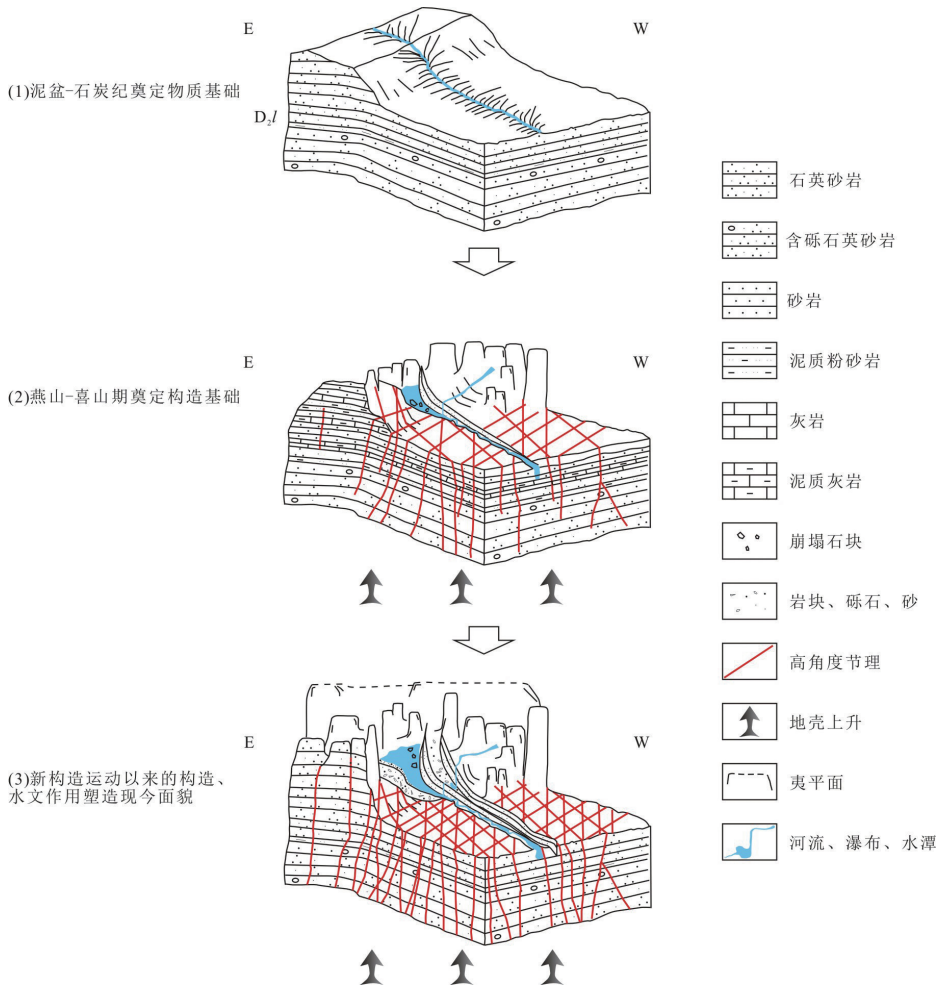

图 11　广东大峡谷演化模式图

Fig. 11　Evolutionary model map of Guangdong Grand Canyon

广东大峡谷靠近叠水河上游,其下河床为线状,河谷深切,正地形 > 负地形,以发育峰丛为主要特征。根据张家界地貌的演化阶段,广东大峡谷中有柱峰从主体山脉中分离出来,处于青年期(平亚敏等,2011;何勇和许涛,2014;吴吉林等,2021)。

4 结论及建议

(1)广东大峡谷为典型的构造地貌类型,是受地球内、外动力协同作用,在区域地壳抬升和水流侵蚀基础上,经过数千万年地质演化而形成的负地形,发育有 2 大类 5 类 8 亚类地质地貌景观。

(2)广东大峡谷构造地貌演化经历了泥盆纪石英砂岩沉积成岩、燕山-喜山早期抬升和节理形成、新构造运动以来的差异抬升与现今地貌形成三大阶段。线状河床、深切河谷及少量柱峰表明广东大峡谷正处于地貌演化的青年期,正在不断的演化中。

(3)广东大峡谷多样的地质遗迹景观资源,为该区开展科普科研、旅游开发创造了有利条件。建

议充分利用该区丰富的人文和自然资源，加强对“峡谷、石峰、石柱、瀑布、水潭、壶穴”等景观资源的地质构造演化过程的研究，深入挖掘其科学性、系统性和美学价值，加强典型地质遗迹点的保护利用，提升拟建南岭国家公园的科学内涵，进一步推动南岭国家公园的申报工作。

参考文献：

柴 乐, 衷存堤, 黄新曙, 王道英, 郭福生, 谭玉华. 2022. 江西武功山花岗岩地貌特征与成因 [J]. 地质论评, 68(3): 965-980.

陈建军, 季建清, 龚俊峰, 庆建春. 2008. 雅鲁藏布江大峡谷的形成 [J]. 地质通报, 27(4):491-499.

陈锐明, 查显锋, 辜平阳, 庄玉军. 2017. 西南天山乌什北山高山峡谷地貌形成过程 [J]. 地质力学学报, 23(2): 264-271.

丁 镭, 方雪娟, 曾克峰. 2012. 海南七仙岭砂砾岩峰林地貌特征及与国内其他砂岩地貌对比 [J]. 国土与自然资源研究, 6:52-54.

广东省地质调查院. 2009. 1∶25万韶关市幅区域地质调查报告 [R]. 43-101.

广东省地质调查院. 2017. 广东1∶5万大布公社、罗坑圩、八宝山、横石塘区域地质矿产调查报告 [R]. 40-66.

广东省地质矿产局. 1988. 广东省区域地质志 [M]. 北京:地质出版社, 10-23.

郭 超, 黄嘉慧, 庞立阳. 2022. 广东大峡谷及其邻区砂岩峰林地貌特征与成因分析 [J]. 勘探测绘, 9:75-77.

何 勇, 许 涛. 2014. 张家界地貌的演化阶段划分与成因机制探讨 [J]. 湖南生态科学学报, 1(2):36-42.

黄海华. 2017. 广东大峡谷成因机制浅析 [J]. 地球科学前沿, 7(3):403-410.

黄林燕, 朱 诚, 孔庆友. 2006. 张家界岩性特征对峰林地貌形成的影响研究 [J]. 安徽师范大学学报(自然科学版), 5:484-489.

黄玉昆. 1980. 南海北部沿岸晚第三纪以来地壳运动的基本特征 [J]. 中山大学学报(自然科学版), 54-63.

贾丽云, 张绪教, 杨东潮, 李宗敏, 樊克锋, 宫 程, 陈 洁, 张晋喆. 2014. 河南云台山世界地质公园红石峡谷形成年代研究 [J]. 地球学报, 35(5):635-642.

蒋凌云, 张 宏, 丁雅博, 戚利平. 2018. 砂岩特性与张家界地貌的探讨 [J]. 兰州工业学院学报, 25(3):46-49.

刘凌云, 卢定彪, 谯文浪, 喻美艺. 2011. 涟江源区河流地貌特征及其与构造的响应 [J]. 贵州地质, 21(1):42-47.

彭剑文. 2017. 浅海沉积石英砂岩各向异性与I型断裂尺寸效应试验研究 [D]. 北京科技大学博士学位论文, 115-152.

平亚敏, 杨桂芳, 张绪教, 田明中, 陈安泽, 葛之亮, 倪志云, 杨 振. 2011. 张家界砂岩地貌形成时代:来自阶地与溶洞对比的证据 [J]. 地质论评, 57(1):118-124.

孙东霞, 季建清, 张志诚, 龚俊峰, 陈建军, 庆建春, 钟大赉. 2009. 雅鲁藏布江中下游流域地貌差异演化的岩屑磷灰石裂变径迹证据 [J]. 科学通报, 54(23):3738-3747.

唐贵智, 陶 明. 1997. 论长江三峡形成与中更新世大姑冰期的关系 [J]. 华南地质与矿产, (4):9-18.

唐云松, 陈文光, 朱 诚. 2005. 张家界砂岩峰林景观成因机制 [J]. 山地学报, 23(3):308-312.

田明中, 程 捷. 2009. 第四纪地质学与地貌学 [M]. 北京:地质出版社.

王 为, 黄 山, 梁明珠. 2007. 广东大峡谷河床壶穴形态的形成与发育 [J]. 地理学报, 62(7):691-697.

王运生, 罗永红, 吴俊峰, 孙耀明. 2008. 中国西部深切河谷谷底卸荷松弛带成因机理研究 [J]. 地球科学进展, 23(5):463-468.

吴吉林, 刘水良, 刘唱唱, 庄大春. 2021. 张家界地貌景观质量评价及特征分析 [J]. 湖南师范大学自然科学学报, 44(3):18-26.

杨帅东, 谭维佳, 方应学. 2021. 石英砂岩蠕变力学特性及长期强度研究 [J]. 水力发电, 47(4):43-50.

郗增福. 2007. 广东乳源大峡谷地区的层状地貌 [D]. 广州:华南师范大学硕士学位论文, 1-40.

熊建国, 李有利, 张培震. 2020. 夷平面研究新进展 [J]. 地球科学进展, 35(4):378-388.

曾兰华, 蔡锦城, 欧先交. 2016. 揭西石肚溪河谷壶穴的形态与成因 [J]. 热带地理, 36(4):619-625.

曾允孚, 张锦泉, 刘文均, 周怀玲, 陈洪德. 1993. 中国南方泥盆纪岩相古地理与成矿作用 [M]. 北京:地质出版社, 1-123.

张 珂, 黄玉昆. 1995. 粤北地区夷平面的初步研究 [J]. 热带地理, 15(4):295-305.

张 珂, 黄玉昆, 王俊成. 1992. 华南沿海古夷平面特征及其对新构造运动的反映 [J]. 中山大学学报论丛, 11-18.

张克信, 何卫红, 徐亚东, 宋博文, 骆满生. 2017. 中国沉积岩建造与沉积大地构造 [M]. 北京:地质出版社, 471-495.

周尚哲, 朱丽东, 李淑珍, 郑景雄. 2013. 南岭夷平面风化壳发育时间问题探讨——以粤北大布镇剖面为例 [J]. 山地学报, 31(1):1-7.

Wang W, Liang M Z, Huang S. 2009. Formation and development of stream potholes in a gorge in Guangdong [J]. Journal of Geographical Sciences, 19(1):118-128.