

三亚南山海岸

地质地貌奇观的生成与演变

王宝灿 陈春华 王道儒 编著



海洋出版社

三亚南山海岸

地质地貌奇观的生成与演变

王宝灿 陈春华 王道儒 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章



海洋出版社

2008年·北京

图书在版编目(CIP)数据

三亚南山海岸地质地貌奇观的生成与演变 / 王宝灿 陈春华 王道儒 编著. —北京: 海洋出版社, 2008. 7

ISBN 978-7-5027-7074-7

I. 三… II. ①王… ②陈… ③王… III. 南山—海岸地貌—普及读物 IV. P737. 172-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第104602号

责任编辑: 张晓蕾
责任印制: 刘志恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路8号)

北京画中画印画有限公司印刷 新华书店发行所经销

2008年7月第1版 2008年7月北京第1次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 1.375

字数: 38千字

定价: 15.00 元

发行部: 010-62147016 邮购部: 010-68038093

海洋版图书印、装错误可随时退换

南山海岸地质地貌千奇百状，有海滩岩、沿岸沙堤、海蚀陡岸、海蚀平台、海蚀柱和海蚀岩丘等各种特殊地貌，构成了独特的、耐人寻味的地貌景观，这也是南山特有生态系统的组成环节。而在南山海蚀岩滩上展露出断裂构造体系的缩影，还可成为海南岛与其周边构造应力变换关系的研究场所。这本由海南省海洋开发规划设计研究院编著的《三亚南山海岸地质地貌奇观的生成与演变》就是一本讲解海洋和地质知识、介绍南山文化旅游区海岸的科普读物。

南山地区依山傍海，风光旖旎。近十几年来，在海南省和三亚市政府大力支持下，张晖等一大批创业人员历尽艰辛，在南山海滨开拓和创建了南山文化旅游区，已成为吸引国内外游客的旅游胜地。为了进一步了解南山海岸的旅游资源，海南南山文化旅游开发有限公司委托华东师大的王宝灿教授、海南省海洋开发规划设计研究院的陈春华研究员、王道儒高级工程师及该单位的范斌先生组成了相关调查研究组。调查研究组的成员们不畏大风大浪和炎烈天气，攀岩涉海，艰辛工作，发现南山海岸的一系列神奇的地质地貌奇观。这些奇观是地质历史时期由地球内、外力作用所形成的形迹，这对研究南山海岸乃至海南岛地体的生成、发展和演变具有重要的科学意义。作者们还提出了这一岸段的开发要突出科普旅游的理念，在保持原有地质地貌形迹的基础上，作适当修饰、整治并铺设旅游设施，使南山海岸成为旅游景点和海洋、地质科学知识的科普园，与已建成的南山文化旅游区构成和

谐的、有机联系的整体，立意深远。

希望更多的科研工作者在海洋调查研究的同时，写出更多的、丰富多彩的科普作品。

海南省科学技术厅厅长 王宁

2008年1月6日

1	一、前言
4	二、海南岛的地质历史概况
10	三、南山岭沿岸的地质、地貌奇观
10	(一)海蚀陡崖和海蚀平台
16	(二)海蚀柱和海蚀岩丘
18	(三)砾石海滩
21	(四)沟壑地貌
25	四、海滨沙堤、沙滩和海滩岩
26	(一)沿岸沙堤(或风成沙丘)的形成及其生态环境
32	(二)南山海滨沙滩的形成与演变趋向
33	(三)海滩岩
37	五、南山海岸开发的设想
37	(一)西部岸段开发设想
38	(二)东部岸段开发设想

一、前言

三亚南山依山濒海，山川秀丽，景色迷人。沿岸一座座隆突的花岗岩山丘相互毗连，自西往东分别为南山岭（海拔479.6米）、冬瓜岭（海拔200.9米）、海岭（海拔212.2米），构成南山海岸的基本轮廓，海岸呈向南敞开，濒临碧波荡漾的南海海域（见图1）。



图1 南山文化旅游区及其在海南岛的位置图

借山造景，因水生灵。南山海滨的山、海自然景观交相辉映，风光绮丽。三亚南山文化旅游区就建在南山岭与冬瓜岭之间的山麓地带（见图2）。这个旅游区规划面积50平方千米，已建成的核心景区由“三园一寺一谷一湾”组成，即慈航普渡园、吉祥如意园、观音文化苑、南山寺、长寿谷、南山湾。旅游区内陈列着列入世界吉尼斯大全的“金玉观世音”、“日月同辉龙凤砚”，108米高的“南山海上观音”圣像巍然屹立于南海。景区内还有：盛唐建筑风格的南山寺；具有南北朝风格的不二法门；占地31万平方米的观音文化苑；集西

图2 南山岭
与冬瓜岭之
间的南山文
化旅游区鸟
瞰



欧、日本和中国园林风格于一体的吉祥如意园；包括十余个旅游景点的慈航普渡园；纵深2.5千米的热带雨林奇观——长寿谷；建筑在酸豆树上的夏威夷树屋；依山傍海、保持原始山景与海景的南山湾；还有梵钟苑、时来运转祈愿树等景点。整个景区山海相依，绿树成荫，鸟语花香，亭台楼宇布局井然有序，与海滨的自然环境融为一体。南山之美，南山之奇，已被越来越多的人关注。在这里，大家既能领略到热带滨海阳光、碧海、沙滩、鲜花、绿树的海岸带生态美景，更能体味回归自然的乐趣。

南山海岸的东西两端分别受海岭和南山岭这两座山丘向南伸入海的岬角约制，海岸线绵延约8.5千米。就在这一海岸线上展现出一些耐人寻味的地质地貌奇观，特别是南山岭向南伸突的岬角岸段，陡崖的岩体犹如块石堆砌而成，其前缘则为一片崎岖起伏的岩滩，在岩滩上既有残岩突起，又有一些纵横交错深切岩体、状如沟谷的形迹，有的陡崖前缘巨砾累布，形成潮间带砾滩（见图3）。

在冬瓜岭与海岭之间的海湾岸段为一片狭长的沙滩，其前沿展露出一些由砂、砾胶结而成的“岩石”，覆盖在沙滩的上面。沙滩的后缘则是一条高高凸起的沙堤（见图4、图5）。



图3 南山岭岬角岸段



图4 冬瓜岭与海岭之间的沿岸沙堤和沙滩



图5 南山岭东麓与冬瓜岭之间的沿岸沙堤和沙滩

在这一岸线上展现的地质地貌奇特形迹，记录着地质历史时期南山及其沿岸的生成、发展及演变过程。因此，对这些地质地貌形迹加以保护，并在此基础上铺设相应的旅游设施，使南山人为布局的景点与地质作用所形成的奇特景观成为旅游文化和普及海洋、地质科学知识的综合园区，从而可以丰富三亚南山文化旅游区的科学内涵。

二、海南岛的地质历史概况

南山岭沿岸岩石中错综复杂的构造形迹不是孤立存在的，而是琼南地体乃至海南岛地体与其周边地壳运动的相互作用的结果。海南岛地体屹立在南海陆架的北部，根据地质勘测资料分析和前人研究，揭示了海南岛地体曾经历了叠覆增厚、折沉、扩展及隆起的复杂过程。

自从地球开始进行物质分异，形成圈层构造和原始地壳，迄今已有46亿年的历史。正是这些地层或岩石记录了地球上生物的演替、沉积环境的变化和地壳构造的发展情况。地壳发展历史具有明显的阶段性，国际上地质学家在长期实践中采用地层中含有的古生物化石来确定地层的生成年代，并利用同位素和地磁等方法测定地质年龄。地质年代大体分为太古代、元古代、古生代、中生代和新生代，它们前后相承而又相互区别，各个阶段经历不同强度的地壳构造运动。地壳自形成以来，各个部分和各个质点都是不停地运动，并促使地壳的构造不断变化和发展。这种由内力作用引起地壳结构改变和地壳内部物质变位的运动，称为地壳运动，又称为地壳构造运动。地质年代及地壳构造运动见下表。

地质年代和地壳构造运动

代		纪	距今年数 (单位: 百万年)	地壳运动
新生代 (KZ)		第四纪 (Q)	2.5~3.0	喜马拉雅山运动
		第三纪 (R)		
中生代 (MZ)		白垩纪 (K)	65	燕山运动
		侏罗纪 (J)	135	
		三叠纪 (T)	205	印支运动
			250	
古生代 (PZ)	晚古生代	二叠纪 (P)	290	华力西
		石炭纪 (C)	355	
		泥盆纪 (D)	410	
	早古生代	志留纪 (S)	438	
		奥陶纪 (O)	510	
		寒武纪 (E)	570	
			震旦纪 (Z)	800
元古代 (Pt)		2500		
太古代 (Ar)		4600		

根据海南岛已查明的地质资料, 距今5.7亿年至4.38亿年的古生代寒武纪、奥陶纪的地层, 其分布在海南岛的石碌地区、崖县地区和东方县, 主要为由陆源泥沙沉积物组成的浅海相地层, 在奥陶系地层中采集到大量腕足类、三叶虫及瓣鳃类化石。志留纪末 (距今4.1亿年

前)发生了加里东地壳构造运动(以英国的加里东地槽发生强烈的褶皱运动而称之),从而导致早古生代地层产生褶皱和变质,并经历了剥蚀作用,使海南岛的志留纪地层缺失。距今4.1亿年至2.5亿年前的晚古生代泥盆纪、石炭纪及二叠纪,其主要沉积层是含炭较高的硅质和砂泥质碎屑沉积物,夹有灰岩的透镜体。这一时期的地层,主要分布在琼西北、琼南和琼中等地区。这一时期虽发生华力西或海西构造运动(以当时德国隆起的山地而命名),引起地壳呈下沉趋向,则沉积地层具有海侵特征。从三叠纪至白垩纪的中生代时期(距今2.5亿年至6500万年前),海南岛地体受印支构造运动影响,使石炭纪、二叠纪地层产生褶皱,并伴有断裂构造发育。特别是在侏罗纪与白垩纪之间发生非常强烈的燕山运动(我国称为燕山运动,国外仍称为印支运动),对我国产生了深刻影响,越靠东部,其影响越显著。地质力学学说认为,这是陆壳自北向南推动受到太平洋洋壳的阻力所致;而板块学说则认为是陆壳受太平洋板块撞击,从而形成北北东向和北东向延伸的山脉和断裂谷地。同时,海南岛地壳也遭受强烈的影响,引起地壳发生断裂,以北东向为主的断裂构造非常发育,产生褶皱、沉积岩变质作用,同时伴有多期中酸性岩浆侵入,从而构成遍布全岛的花岗岩隆凸山丘,奠定了海南岛山川地势的构造格局和地质基础。

在距今6500万年前的新生代时期,喜马拉雅山地域还是一片深邃的蓝色海洋,称为古地中海。由于印度板块与亚洲大陆主体碰撞,使古地中海的沉积地层褶皱隆起,形成了当今世界上最年青、最高的山脉——喜马拉雅山脉,故将这一时期的地壳运动,称为喜马拉雅运动。海南岛地体又经受喜马拉雅运动的影响,引起地体沿着早期断裂带产生差异性升降活动,琼北地体发生断陷,成为雷琼坳陷的组成部分。伴随着构造活动发生多

期火山玄武岩喷溢，从而构成了琼北玄武岩台地。

在漫长的地质历史时期，海南岛地体经受了历次地壳构造运动不同强度的作用，形成了四条横贯全岛南部、中部和北部的东西向断裂带。它们从南往北分别为九所—陵水、感城—万宁、昌城—西昌、王五—文教等东西向断裂带，并伴有与其生成相联系的北东向和北西向的扭断裂及南北向的张断裂（见图6）。这些构造形迹及其对不同地质时代岩系的分隔和切割，反映出它们是在不同方式的区域构造应力作用下所形成的，在时间和空间展布上参差出现，纵横交错，使海南岛地壳分割成相互连接的块体。海南岛的地质和构造体系及地貌，记录着海南岛地体的形成、发展及其演变过程。

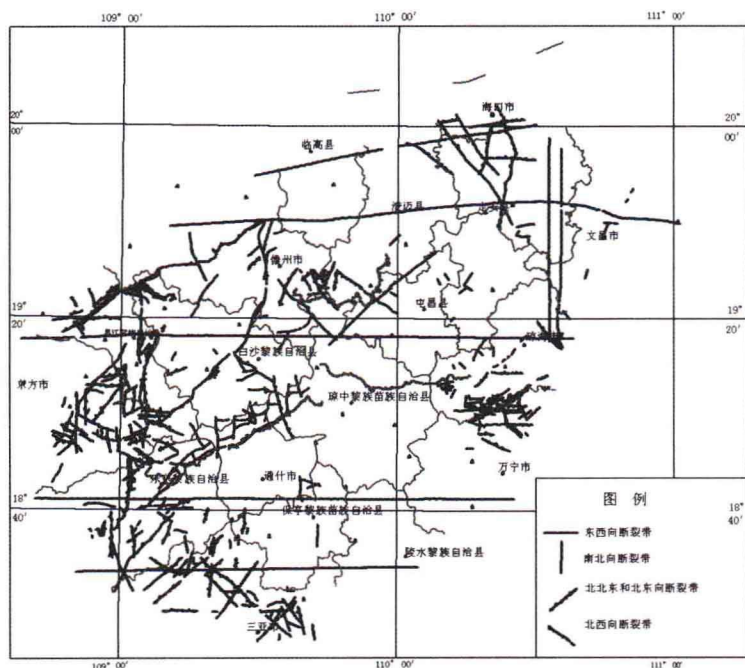


图6 海南岛地质构造图

地处九所—陵水东西向断裂带东南部的南山岭等山丘，是中生代燕山运动伴发多期岩浆活动而构成的花岗岩山地。由于岩块受燕山运动多次强烈活动和新生代喜马拉雅运动的作用，经物探查明该区岩体形成了一系列相互交错的断裂，如南山北—布曲—荔枝角、南山寺—大小洞天等东西向断裂；郎坟—冬瓜岭—南山角，走向呈北东 55° ，椰子园—大小洞天，走向呈北东 70° 等线性断裂；崖城—南山上村、南山下村、冬瓜岭西侧、羊栏等北西向线形断裂；南山上村—南山岭、椰子岭、冬瓜岭等南北向线形断裂构造，一连串相互交错的断裂形迹，表明中生代以来构造运动的复杂性。

在南山岭基岩岬角的岩体上所展露的纵横交错构造形迹，虽属于派生的断裂线和构造节理，但是它们在一定程度上可视为琼南地区乃至海南岛断裂构造体系的缩影。从它们之间纵横交错展布的形迹，反映出这些构造形迹在时空上的参差出现是构成错综复杂的构造场地的主要原因。

上述一连串的构造形迹发生发展的事实表明，南山岭沿岸岩石受构造作用而伴生或派生的不同走向构造形迹的生成取决于边界作用力改变而依次发生。由于边界作用力的改变必然诱导出新的局部应力并造成不同走向的构造形迹，因此，南山岭沿岸岩石上展露出来的断裂构造和节理形迹，为研究海南岛或琼南地体构造运动提供了清晰的图像。

距今300万年（或250万年），是古人类出现以来的地质史年代，称为第四纪。人类的出现是第四纪的重大事件，也是生物发展上的重大飞跃。因此，第四纪实际上是人类时代。第四纪时期全球气候曾发生多次冷暖交替变化，出现了多次冰期和间冰期，引起海平面也相应地产生多次升降变化。当气候变冷时期，从海洋中蒸发

的水气变成冰雪，积聚在陆地上，海面下降，称为冰期时代；当气候转暖时期，积聚在陆地上的冰雪消融，水流注入海洋，海面上升，称为间冰期。根据第四纪沉积地层及其含有的人类文化和生物化石的测定和划分，第四纪地质时代可划分为：早更新世、中更新世、晚更新世、全新世（距今17000年）。晚更新世全球性海面下降，已被全球各地的海岸和大陆架上采集的泥炭层和生物化石及其测年资料所证实。海南岛的相邻海域和海底也发现晚更新世低海面的形迹。如在珠江口外的南海海域水深50~80米的海底采集到潮间带生物化石，经 ^{14}C 测定其年龄为距今18000年左右，为晚更新世低海面的证据之一。在琼州海峡西口南侧40米深度的海底下，经浅地震剖面仪探测，已揭示海底下的早更新世地层形成下切的“V”形谷地，下切深度10~16米，谷宽60~120米，其上覆盖一层厚度20米左右的全新世的沉积层。它是晚更新世低海面时，琼州海峡出露海面，河流下切所留下的痕迹。大约在距今17000年前，全球气候转暖，积聚在大陆的冰盖和冰川开始消融，水流汇注海洋，海平面上升。随着海面上升，水流和波浪沿着陆架上溯并从陆架上席卷大量泥沙向陆方向推移。与此同时，陆源泥沙向海方向输出，二者在海、陆交会地带堆积。大约在距今6000年前左右，海平面上升至现今海面附近，波浪对基岩岬角进行侵蚀，并对海滨泥沙进行塑造，从而揭开了南山岭岬角岸段岩石存在的构造形迹的秘密，营造了南山的沙堤、沙滩及海滩岩。这些构造形迹和地貌类型记录了在漫长地质历史时期南山地区的生成、发展及演变过程。对比海南岛各岸段的地质地貌特征，虽然各岸段有各自的特色。但是，从沿岸展露的地质构造形迹和地貌类型及生态环境来看，南山沿岸可作为地质科学的科普园区。

三、南山岭沿岸的地质、地貌奇观

南山岭沿岸的陡崖和岩滩，是在花岗岩展布的基础上，经海浪对沿岸的岩石进行撞击和侵蚀作用，剥去岩体表面的风化壳和脆弱的岩性，从而在岩体上呈现出一系列犹如鬼斧神工或能工巧匠留下的奇特痕迹。实际上，这些奇特的地貌是由两种作用力塑造而成的，一是由地球自转产生的旋转能和地壳内部放射性元素蜕变的产生的能量对地壳进行作用，这种作用力称为内力作用；而另一种作用力则是地球外部所产生的能量，主要是由太阳能所引起的风、水流、波涛等等，对岩石产生作用，称为外力作用。由内力和外力所构成的地质作用是错综复杂的，就南山岭沿岸的地貌景观而言，它们是在地球内力作用的基础上，经外力作用而形成的形迹。

（一）海蚀陡崖和海蚀平台

南山岭岬角岸段的地质地貌景观是大自然鬼斧神工的杰作。大约在距今17000年前，全球气候转暖，积聚在陆地上的冰雪开始融化，水流汇注海洋，使海面从现海平面下120米左右的深处逐渐上升，并向陆域推进。至距今6000年前，海面上升至现海平面附近，这一地质历史过程，称为全新世海侵或冰后期海侵过程。当海面上升至现今海平面附近时，由基岩组成的海岸，因其长期暴露在空气介质下而产生风化作用，形成松散破碎的风化壳，经海浪撞击和侵蚀，导致海岸发生侵蚀后退，因而在海岸上形成了陡峭岩壁和岩滩等海浪侵蚀地貌。在南山岭岬角岸段的海蚀陡崖和海蚀岩滩又显现出一些独特的形态。

1. 嶙峋的陡崖

南山岭岬角的花岗岩体因受区域性地质构造活动影响，岩石的节理（裂隙）发育显得支离破碎，使岬角

岸段的海蚀陡崖呈现出如块石堆垒起来的块石堆或由块石砌叠起来的岩墙。从块石堆和岩墙中所显现的一系列裂隙纵横交错，但它们却具有一定规律，有的裂隙呈东西向延伸；有的呈南北走向；有些裂隙由北东—南西走向与北西—南东走向的裂隙构成“X”型交叉。显然，这些裂隙是由于地区性岩体乃至海南岛地体与其周边地壳之间的相互作用而形成的。由于岩体受力的作用会发生变形和破裂，所以南山沿岸的岩体乃至海南岛地壳均留有历次地壳活动引起岩体变形、破裂等大小不同的形迹。从南山岭岬角岸段裸露岩体呈现的裂隙来看，有些裂隙是次一级的断裂带，而有些裂隙则是节理。它们是与较大型的断裂构造相伴出现的，或者是断裂构造派生的。它们在坚硬的花岗岩岩体中成群而有规律地出现，有的节理仅几厘米长，有的却有几米长甚至几十米长，节理之间的距离也大小不等。

由于南山基岩岬角岸段的节理相当发育，因而对海蚀崖的侵蚀后退产生了明显作用。通常在海岸与海面交切点附近，波浪对岩石产生撞击和冲蚀作用，沿节理展布的脆弱岩性进行侵蚀形成裂隙累布的岩体。有的岩体在海面附近被塑造造成凹槽，或称为海蚀穴。海蚀穴被波浪淘深和扩大则形成海蚀洞。悬突在海蚀洞顶部的岩石，因重力和风化作用发生崩坠，从而在海岸上形成陡峭的岩壁，并暴露在波浪再作用的范围，这种岸壁是海岸被侵蚀后退所留下的形迹称为海蚀崖（见图7至图9）。

当波浪冲击海蚀崖的时候，在岩石裂缝或节理内的空气被急剧地压缩，而波浪后退时，裂隙中被压缩的气体具有极猛烈的张力，这就是通常所说的高压楔作用。在波浪的反复作用下，岩石沿着裂缝或节理分裂，从而形成状如块石砌叠的岸墙。