

文章编号: 1004-1729(2013)04-0352-07

# 海南省洞穴资源的主要特征及保护利用

史文强<sup>1</sup> 陈伟海 黄保健 廖如松 张远海

(中国地质科学院岩溶地质研究所 国土资源部 广西壮族自治区岩溶动力学重点实验室, 广西 桂林 541004)

摘要: 海南省是中国唯一的热带岛屿省份, 在特殊的地质地理和气候水文条件等因素的影响下, 发育了十分珍贵的洞穴资源。在此, 本文论述了该省洞穴资源的分布、特征及其景物标志和保护利用的现状。

关键词: 海南省洞穴; 资源特征; 保护利用

中图分类号: P 931.5; X 37

文献标志码: A

海南省是我国最南部的一个省份, 受板块运动的影响, 在地质历史时期经历了复杂的构造运动和海陆变迁, 形成了类型丰富、形态多样的地质地貌遗迹, 具代表性的遗迹有花岗岩类、火山岩类和水体类地质遗迹。除此之外, 特殊的地理位置和良好的气候条件使海南省保留有一种珍贵的地质遗迹类型——洞穴, 这种天然的地下空间资源有着重要的科学意义和奇特的美学价值, 为岩溶地貌地质遗迹的重要组成部分<sup>[1]</sup>。海南省的洞穴既是中国南方热带喀斯特研究的重要组成部分, 也是省内旅游资源构成的优势类型, 它极大地丰富了岛内的自然景观资源, 在海南乃至全国均具有典型性和代表性。

## 1 洞穴资源分布

洞穴为人所能进入的天然地下空间, 海南省是中国唯一的热带岛屿省份, 据不完全统计, 岛内发育着各类洞穴(群), 共计百余处, 具有较强的地域性特点和一定的分布规律: 从地理位置来看, 海南岛的洞穴资源主要分布于海岛四周, 尤其是在海口—三亚西线地区, 洞穴数量较多, 而中部地区则少有洞穴; 从洞穴类型来看, 海南岛的洞穴资源以碳酸盐岩基础上形成的岩溶洞穴居多, 是海南岛洞穴资源的主体, 集中分布于东方县、昌江县、儋州市和三亚市及其周边区域, 海蚀洞穴以海水动力为形成条件, 以沿海分布为主, 典型的熔岩隧道分布在北部区域, 以海口最为典型, 岩堆洞穴的分布无明显规律可循(见图1), 海南省内的典型洞穴分布如下:

海口市分布有仙人洞、卧龙洞、七十二洞, 它们为火山喷发岩浆流动后形成的熔岩隧道, 位于海口市西部的石山镇和永兴镇, 内部发育着熔岩钟乳、熔岩刺和熔岩边槽等原生景观, 是雷琼世界地质公园海口园区的重要组成部分。

三亚市分布有落笔洞、小洞天, 落笔洞位于三亚荔枝湾镇, 洞内发现了著名的“三亚人遗址”, 位于北纬 18.3°, 是我国位置最南的较大的一个岩溶洞穴<sup>[2]</sup>; 小洞天为三亚市西部南山的一个洞穴, 以摩崖石刻为主要特色, 是省内历史最为悠久的景点之一。

儋州市分布有石花水洞、观音洞和龙门激浪, 前两者位于市境南部, 已建成省级地质公园, 以洞穴石花和溶蚀形态为特色; 龙门激浪位于市境北部, 濒临北部湾, 为海蚀作用所形成, 古代有文人到此题诗, 历史文化氛围浓厚, 为儋州八景之一。

东方市分布有猕猴洞、石田神洞、雅隆洞和俄贤洞等, 该地为海南省岩溶洞穴集中分布区之一, 洞穴主要分布在市境东部江边乡、广坝乡和天安乡, 位于昌化江流域, 岩溶地貌发育典型, 洞穴次生化学沉积

收稿日期: 2013-08-12

基金项目: 中国地质调查局项目(1212011220049); 岩溶地质研究所基本科研业务费项目(2011006, 2011007)

作者简介: 史文强(1986-), 男, 辽宁铁岭人, 中国地质科学院岩溶地质研究所助理研究员, 硕士。

物类型齐全,美学观赏性极高,是省内重要的旅游探险目的地。

昌江县分布有皇帝洞、地下宫和信冲洞等,该县为海南省另一岩溶洞穴的集中分布区,洞穴主要分布在县境西南的王下乡、七叉镇,为霸王岭国家级自然保护区的组成部分,洞穴中的化石、石器对第四纪哺乳动物和古人类演化研究有较高的价值。

保亭县分布有千龙洞、仙女洞和蟠龙洞,它们位于保亭县西北部的毛感乡,洞内含有天然纯净的地下水,次生沉积物亦较好发育,洞外岩溶地层中发育了针状石林,这在国内尚属稀有,在热带岩溶地貌的发育演化上有着较大的研究价值<sup>[3]</sup>。

除上面主要洞穴分布区外,其他县市也有少量洞穴存在,如万宁市的华丰岩洞、红军洞、大洲岛洞,屯昌县的仙女洞,文昌市的七洲列岛海蚀洞,陵水县的南湾半岛海蚀洞等,这些洞穴虽零星分布,但同样具有特殊的科学研究、历史文化和生态价值。

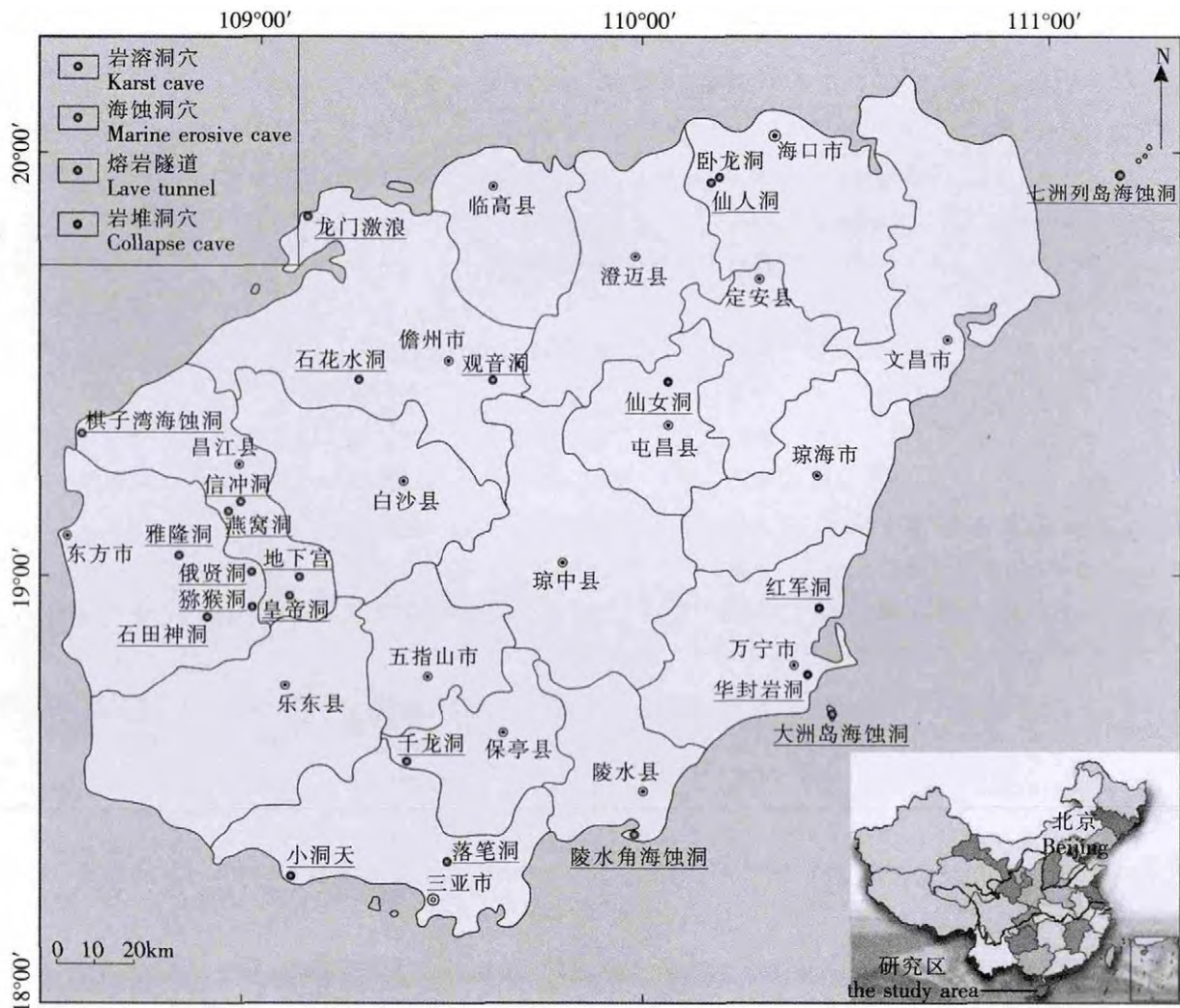


图1 海南岛典型的洞穴分布图

总体来看,海南省洞穴资源的分布受控于一系列因素,首先,地层岩性是洞穴发育的物质基础,受岩浆活动和构造运动的破坏,省内碳酸盐岩地层多呈“岛状”,零星露出于岛屿西部,这决定了岩溶洞穴的分布位置;受雷琼裂谷系的强烈影响,新生代火山岩浆在海南岛北部大量喷发,因此具有塑性流动特征的基性岩浆在冷却不均匀的条件下才能够形成熔岩隧道;其次,气候水文是洞穴发育的重要外部条件,海南岛内气候炎热,雨量充沛,为溶蚀作用的进行提供了良好的外部条件,使岩溶洞穴最终得以发育;岛屿四周滨海的地理位置,使得其能够广泛受到波浪、潮汐的动能侵蚀,从而形成海蚀洞穴;此外,独特的气候条件亦使岛内风化强烈,致使花岗岩极易裂解和崩塌而形成岩堆洞。可见,地质地貌、水文气候等因素决定

了海南省洞穴的分布.

## 2 洞穴资源的特征

海南岛陆地面积为 3.39 万平方公里,在较小的面积内该岛集中分布了多种类型的洞穴资源,具有分布集中、类型多样、规模较小、物质发育和价值丰富等特征,它与国内的其他地区具有较好的对比性(见表 1).

2.1 类型多样 海南省洞穴类型丰富,按洞穴围岩岩石分类,可划分为碳酸盐岩洞穴、玄武岩洞穴和花岗岩洞穴;按成因分类,既有原生洞穴的熔岩洞和崩塌岩堆洞,又有次生洞穴中的岩溶洞穴和海蚀洞穴<sup>[4]</sup>.这些洞穴兼具化学成因和机械成因,受地球内外作用的共同影响,前者包括地壳运动、火山爆发和构造作用;后者包括风化、侵蚀、崩塌和搬运等因素.但从洞穴分布的广泛性和数量来看,岛内仍以岩溶洞穴为主体,是洞穴研究的主要类型.

表 1 海南省典型洞穴综合特征一览表<sup>[7-8]</sup>

编号	洞穴名称	围岩岩性	地貌位置	成因类型	形态	长度/m	洞穴特色
1	仙人洞	全新统火山岩	火山岩台地	熔岩隧道	隧道式	约 1200	熔岩流动构造
2	小洞天	燕山期花岗岩	南山	岩堆洞	岩屋式	< 10	诗文石刻
3	落笔洞	寒武系灰岩	印岭	岩溶洞穴	垂直式	约 18	古人类遗址
4	猕猴洞	二叠系灰岩	猕猴岭	岩溶洞穴	厅堂式	约 70	滴石、流石
5	石田神洞	二叠系灰岩	峰丛	岩溶洞穴	廊道式	约 130	大型石梯田
6	石花水洞	志留系大理岩	英岛山	岩溶洞穴	迷宫式	约 520	方解石晶花
7	观音洞	石炭系大理岩	莲花山	岩溶洞穴	迷宫式	约 430	溶蚀形态
8	龙门激浪	更新统玄武岩	滨海	海蚀洞穴	穿洞	约 10	海蚀拱桥
9	皇帝洞	二叠系灰岩	五勒岭	岩溶洞穴	廊道式	约 120	滴石
10	信冲洞	二叠系灰岩	混雅岭	岩溶洞穴	—	—	化石石器
11	华封岩洞	燕山期花岗岩	东山岭	岩堆洞	岩屋式	约 8	寺庙、石刻
12	红军洞	燕山期花岗岩	六连岭	岩堆洞	岩屋式	—	革命事迹
13	大洲岛洞群	燕山期花岗岩	滨海	海蚀洞穴	岩缝式	—	金丝燕栖息地
14	千龙洞	志留系灰岩	丘陵	岩溶洞穴	廊道式	400	洞内水体
15	七洲列岛洞	印支期花岗岩	滨海	海蚀洞穴	隧道式	约 200	滨海泛舟

资料来源:海南省地质综合勘察院.海南岛地质遗迹资源调查评价报告,2004;中国地质科学院岩溶地质研究所.海南省儋州市石花水洞地质公园综合考察报告,2005;中国地质科学院岩溶地质研究所.海南省儋州市蓝洋地质公园综合考察报告,2006.

2.2 空间规模 除熔岩隧道外,海南省内缺少大型洞穴,尤其是岩溶洞穴规模均较小,这主要是因为海南岛的碳酸盐岩分布面积不大,厚度较小,岩性不纯且含有非可溶岩夹层,因此,溶蚀作用缺少足够大的空间,虽然气候条件优越,但无法发育成大型洞穴系统.洞穴以中小型单体形式存在,按水平投影长度划分,多数小于 200 m,较小的如落笔洞,仅 10 余米,大者如石花水洞,长达 520 m;洞穴空间形态多样且相对简单,小型洞穴以岩屋式、穿洞式、垂直式和岩缝式为主;中型洞穴有廊道式、隧道式、厅堂式、迷宫式和分层式.绝大多数洞穴为水平洞穴,少数为斜向洞穴,极少见垂向洞穴,洞内多为平坦地形,平均坡度不超过 25°.

2.3 地层岩性 海南省内的岩溶洞穴主要发育在古生代地层之中,以石炭系、二叠系为主,岩溶地层遭受了强烈的褶皱和破坏,呈岛屿状残体,有规律地沿北东向断续分布于岩浆岩体中,呈条带状分布,东方市东南、昌江县南部交界一带的昌化江流域,为海南岛内最主要的石灰岩分布地区,尤其以二叠系鹅顶组( $P_1ed$ )地层中的洞穴最为发育,洞穴数量最多、且规模相对较大,易形成洞穴群,围岩岩性为生物粉晶灰

岩、生物屑灰岩夹含燧石纹层灰岩,顶部纹层状灰岩,厚度最大者达500 m<sup>[5]</sup>;在儋州市南部该灰岩容易发生浅变质而形成大理岩夹燧石条带,石花水洞和观音洞即为在大理岩中形成的洞穴;寒武系、奥陶系地层则零星分布在三亚南部一带,以白云质灰岩和白云岩为主,地层较薄,洞穴规模小且数量少。熔岩隧道和火山岩海蚀洞的围岩岩性主要为第四纪中更新世以来的玄武岩,其他海蚀洞的围岩主要是印支期—燕山期的花岗岩。

2.4 地质构造 洞穴的形成离不开特定的地质构造条件,从构造分区来看,海南洞穴尤其是岩溶洞穴主要分布在王五一文教和九所—凌水两深大断裂之间的五指山分区,受区域性褶皱和断裂控制明显<sup>[6]</sup>。以东方市俄贤岭一带为例,二叠系可溶岩地层沿近东西向条带状展布,周围被火成岩和砂页岩所围限,碳酸盐岩地层受构造挤压形成复式褶皱和多个次级褶皱,并被北东向、北西向和南北向断裂切割破碎,这为地下水的运移、汇集和溶蚀创造了条件<sup>①</sup>。在儋州石花水洞、观音洞,节理裂隙控制了洞穴的走向发育。在花岗岩洞穴中,同样是节理裂隙的发育为岩石的风化、侵蚀和崩塌创造了条件。

2.5 地貌气候 不同的地貌类型和气候特征塑造了不同的洞穴类型,从海南省洞穴分布的地理位置和海拔高度来看,岩溶洞穴主要分布在海拔低于500 m的丘陵地区,这里年平均气温通常在23℃以上,年平均降雨量达1700 mm以上,年平均相对湿度80%以上,不同地区有所差异,热带季风气候显著,有利于岩溶作用的进行。以仙人洞为代表的熔岩隧道则分布在火山岩台地之上,以火山岩台地为形成的地貌基础;海蚀洞主要分布在滨海地带,海拔较低,风速较大,波浪、潮汐和沿岸流有利于侵蚀、崩塌和搬运作用的进行。

2.6 水文地质 水动力作用的参与是岩溶洞穴和海蚀洞穴形成的控制性因素,它反映了特定的区域水文地质条件。对于岩溶洞穴,地下水的补给多来自于降雨和非岩溶地层,构造的发育为地下水的运移提供了良好的条件,经过溶蚀作用逐步形成洞穴通道,即地下水位带洞穴,水历经沟谷和溪流,最终汇入大海。从地质遗迹调查的情况来看,海南省的岩溶洞穴多属于流入型洞穴,但由于灰岩分布有限、厚度较小、质地不纯、流经路程短,岩溶水的作用和强度变化较小,因此产生洞穴体量较小,不能产生系统完整的和复杂的水文地质系统。喜山期地壳处于间歇性抬升状态,渗流带洞穴开始形成,部分地方出现层状洞穴。

海蚀洞的形成则离不开波浪、潮汐等海水动力作用的影响,水动力带来了侵蚀、溶蚀、崩塌和搬运等一系列外力作用,洞穴多发育于海水高潮线位置,平均每天受激浪作用6~8 h,高于或低于此高程,则受波浪作用时间较短,不易发育海蚀作用,龙门激浪、七洲列岛等海蚀洞均是如此。

2.7 物质形态 海南省洞穴内部的物质种类多样,次生化学沉积物中,重力水和非重力水形成的钟乳石均有出现,以小、精、秀、奇为特点,缺乏大体量钟乳石,除极少数洞穴外,发育密度较小;考古洞穴的文化层堆积中发现有化石、石制品、骨角制品等;河流机械堆积物多为粘土、砂和砾石,层厚可达4 m;生物粪便堆积以蝙蝠类粪便为主,堆积层厚度一般大于10 cm;熔岩隧道中可见隧道堤、熔岩石笋、熔岩钟乳,弧形与同心流纹等原生形态;水体多为地下河或潭水,缺乏瀑布和池水类景观;崩塌堆积物和象形蚀余物则较为常见。

形态类主要为各种各样的洞道形态,岩溶洞穴表现为:洞穴主支流形态分明,主洞穴通道单一,断面形态和大小变化不大;通道的弯曲度相对较小,朝一个方向倾斜;存在各种紊流及较快速水流条件下的溶蚀、侵蚀、崩塌等形态发育,如流痕、涡穴、边槽以及洞顶天窗等。熔岩隧道形态有多层连洞,分支复合,其内部边槽、岩阶,派生地貌景观有天窗、天生桥、陷落槽等。海蚀洞穴和岩堆洞形态则较为单一。

2.8 洞穴气象 洞穴通常处于一种封闭或半封闭状态的生境系统,其温度、湿度、二氧化碳含量等气象指标均与洞外有明显不同。由于受洞道规模、地质构造和自然地理等条件的影响,海南省洞穴内部风速较小,地下河洞穴中水流所引起的“乘车效应”以及多洞口的“烟囱效应”在区内极少发生<sup>[9]</sup>;内部温度比较稳定,接近当地的年均温度,具有冬暖夏凉的特点;由于洞道规模均较小,因此湿度通常低于90%,且变化范围不大;原始洞穴中的二氧化碳的质量分数多低于 $1 \times 10^{-3}$ ,但日趋增多的人类活动使其质量分数

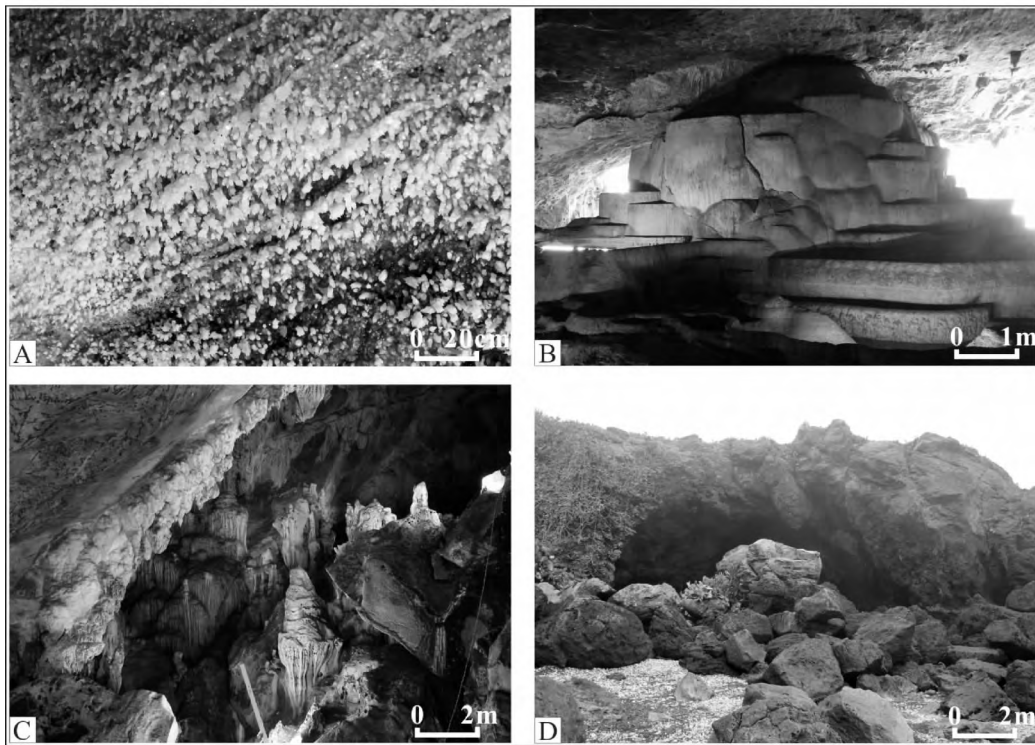
① 资料来源:海南省地质矿产勘查开发局海南地质大队,1:5万玉道幅区域地质调查报告说明书,1990。

生了一定程度的变化,极少数含狭窄裂隙通道的洞穴由于空气交换不畅而使得其  $CO_2$  的质量分数超过  $5 \times 10^{-3}$ ,不利于人类活动的进行<sup>[10]</sup>。除此之外,洞穴空气中的负离子含量较高,且无氡等放射性元素,空气十分洁净,具有一定程度的疗养作用。

2.9 资源对比 如前所述,与国内其他地区相对比,海南省洞穴资源具有规模较小、类型多样、价值丰富等特征。以我国洞穴发育最为典型的西南地区(如云南、贵州、四川等地)为例,西南地区发育了数以万计的岩溶洞穴,最长者达到 100 多公里,最深者达到 1 000 m<sup>[11]</sup>,显然,海南省的洞穴无论在数量上还是规模上都不能与之相比;但是,像海南这样在较小的区域内集中分布了如此多种类型的洞穴,并且其发育十分典型,这在国内尚不多见。此外,低纬度的热带气候和独特的自然地理位置,使得海南省的洞穴资源代表了特殊的地质构造和环境条件,它在地质发展、构造演化和气候波动等方面具有其他地区洞穴无可比拟的科学价值。

### 3 洞穴的景物标志

洞穴的景物标志是在洞穴发育、演化过程中形成并受人为作用影响后综合产生的特殊单元,为洞穴美学、科研、文化价值的重要体现,吸引人们关注洞穴的正是这些景物标志<sup>[12]</sup>。海南省的洞穴不乏国家级和省级级别的景物标志,且类型丰富,极具特色。



A. 石花水洞晶花; B. 石田神洞石梯田; C. 猕猴洞钟乳石; D. 儋州龙门激浪海蚀拱桥

图2 海南省部分典型洞穴景物标志

(图片来源:廖如松,史文强)

3.1 天然景物 岩溶洞穴中的次生化学沉积物类(如石花水洞的方解石晶花、文石石花和卷曲石)形态各异、晶莹剔透、精致优雅,其分布面积超过 1 000 m<sup>2</sup>,在国内属上乘;石田神洞发育的规模庞大的石梯田,在 150 m<sup>2</sup> 的面积上形成了 60 余级石坝,曾被中国地理杂志评为全国第二大石梯田;猕猴洞长仅 70 余米,但钟乳石景观可谓一步十景,其发育密度之大,类型之多样,形态之奇妙,省内无可比拟。火山岩洞穴景观形态类,如仙人洞内部的原生岩浆流动构造和熔岩形态景观十分发育,是雷琼世界地质公园的重要遗迹,在华南地区具有典型性;龙门激浪是在玄武岩基础上受海蚀作用影响形成的穿洞,宽达 21 m,高达 9 m,潮水袭来,声鸣数里,十分壮观(见图 2)。洞穴考古遗迹类,如落笔洞、信冲洞等内部的洞穴堆积和化石

石器,考古价值浓厚,分别为第五批、第七批全国重点文物保护单位,不仅如此,落笔洞还是海南省已发现的年代最早的旧石器时代遗址,它对研究更新世到全新世过渡期华南与东南亚地区史前文化的发展有着重要意义。洞穴生物群居类,如万宁东南部海域大洲岛内含有的数十个海蚀洞穴,是我国唯一的金丝燕栖息地,现为海洋生态国家级自然保护区,生态价值不可估量。滨海泛舟类:棋子湾、七洲列岛等花岗岩海蚀洞穴以滨海泛舟为特色,让人领略曼妙的海景,极富海南特色。

3.2 人工景物 风景题名及诗文题刻类:三亚小洞天上的巨石多摩崖石刻,以神仙洞府著称于世,是省内著名的文化旅游地,是海南道教的发祥地,为首批国家5A级景区。古代建筑类:观音洞、华丰岩洞以宗教寺庙等为景物标志,有着浓重的宗教文化氛围。革命和历史事迹类:红军洞是当年红军的革命遗址,让人缅怀先烈,是海南省内重要的爱国主义教育景点。

## 4 保护利用现状

4.1 洞穴保护 洞穴资源是海南省地质遗迹中的奇特类型,是海南省旅游景观中的一颗明珠,因其珍稀可贵,更显得保护的重要性。与其他地质遗迹相比,洞穴的保护起步较晚,早在2000年以前,省内洞穴基本处于原始自然状态,这时出现两种情况,一是处于地理位置封闭、交通不便甚至连当地居民也很少到达的洞穴,基本受自然力作用的影响,未遭受明显破坏;二是处于居民点附近的洞穴,由于受人为活动影响较大,出现了较大程度的破坏,如洞口附近多有刻画痕迹,有的作为宗教信仰点加以利用,有的则以洞口处作为储物藏身处,常有燃烧痕迹,洞内的破坏也相应存在,有的洞内水体受到污染、钟乳石遭到破坏,有的洞内堆积物被挖,受各种原因影响,当时较少对洞穴采取保护措施,致使很多资源遭受破坏。

此后,洞穴资源的保护得到明显的改善,与洞穴相关的地质公园、文物保护单位、自然保护区和旅游景区的建立使洞穴的保护进入人工化状态,如在儋州八一石花水洞,为保护洁白的石花免受风化、光线及触摸的影响,以玻璃隔层的形式对其进行保护,部分洞穴景观也被用栅栏围将起来,以免于外来破坏,这种方法较为有效。在保护程度上,多以省级保护为主,辅以市县级保护,国家级保护极少。尽管如此,洞穴的开发使得新的外源破坏开始出现,部分洞穴的洞顶植被遭毁,引起水土流失,污染物排入洞内,破坏了洁净的环境;洞穴烟囱效应增强,次生沉积物风化速率加快,逐渐向土状转化。内源破坏更为严重,在开发中盲目进行的人工修建和道路开凿极大地改变了洞内的原始状态,人的进入带入了更多的垃圾,超过洞穴的自净能力,并使得洞内 $\text{CO}_2$ 含量升高,破坏了空气环境质量;此外,一些景观灯光设置不合理,致使灯光植物迅速生长,从而导致景观发生质变<sup>[13]</sup>。

总体来看,目前海南省内能够有效保护的洞穴相对较少,一些特殊的具有科学、美学和生境价值的洞穴未得到实质性保护;保护措施比较单一,不够完善,多以人工防护为主,未从根本上杜绝洞穴破坏的来源,作为非可再生源,一旦遭受破坏就永久不可恢复,洞穴资源的脆弱性已使海南的洞穴保护迫在眉睫。

4.2 洞穴利用 海南省对洞穴的早期利用是在其原始自然属性方面,较为低等,包括储藏、躲避、求拜、饮用水源,且利用者均为当地居民;之后,伴随着海南省旅游行业的迅猛发展和对地质遗迹资源调查的逐步开展,洞穴利用进入新的层次。地质公园、旅游景区以洞穴美学观赏性作为利用对象,吸引游客观光,“旅游洞穴”一词在海南开始频繁出现,以石花水洞、观音洞、仙人洞等为代表;文物保护单位、自然保护区、生态保护区以洞穴的科学研究价值为利用基础,更多具有学术资源的人开始关注海南的洞穴资源,科学价值极大上升,如落笔洞、大洲岛洞群等;具有文化古迹、历史溯源和宗教典故等文化价值的洞穴也得到了利用,成为人们陶冶情操、提升品质的好去处,代表性的如小洞天、华封岩洞;那些较为原始的洞穴,则成为著名的休闲探险之地,如皇帝洞、地下宫等<sup>[14-15]</sup>。此时,洞穴利用已经集游览、科研、休闲和提升于一体,经济属性得到广泛发掘。

洞穴利用带来了较好的经济效益,同时也增加了对洞穴保护的投入,是一个具有良性循环特征的可持续发展的有力举措。但我们应该看到,与广西、贵州、重庆等洞穴资源丰富的地区相比,海南省洞穴的开发数量很少,游客数量明显不足,科学研究水平也亟待提高,究其原因,除与自然资源本身有关以外,洞穴资源的把握和利用还略显不足。在2009年12月,国务院发布《国务院关于推进海南国际旅游岛建设发展的若干意见》,海南国际旅游岛建设正式步入正轨,洞穴资源作为海南省自然旅游资源的一颗明珠,其

合理开发利用让我们加以期待.

## 5 小结

海南省洞穴资源类型多样,分布广泛,集科学性、观赏性、典型性和多样性于一体,能在不同方面满足人们的科研、旅游和教育需求,具有极大的社会经济价值,在中国的洞穴研究上占有重要的一席之地,正因如此,海南省洞穴资源的保护也显得越发重要,应将保护与开发结合起来,实现洞穴资源的有效保护和可持续利用.

## 参考文献:

- [1] 陈伟海. 洞穴研究进展综述[J]. 地质论评, 2006, 52(6): 784-792.
- [2] 袁道先, 朱德浩, 翁金桃, 等. 中国岩溶学[M]. 北京: 地质出版社, 1993: 109-123.
- [3] 柳长柱, 薛桂澄, 张东强. 海南热带石林地貌成景分析及对比研究——以英岛石林和仙安石林为例[J]. 地下水, 2009, 31(141): 129-172.
- [4] 朱德浩, 覃厚仁. 洞穴类型及岩溶洞穴成因研究[J]. 旅游学刊, 1988, 增刊: 41-46.
- [5] 海南省地质矿产勘查开发局. 海南省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997: 18-55.
- [6] 汪啸风, 马大铨, 蒋大海. 海南岛地质(三)——构造地质[M]. 北京: 地质出版社, 1991: 10-100.
- [7] 郝思德, 王大新, 孙建平, 等. 海南“三亚人”遗址1992年发掘报告[J]. 人类学学报, 1994, 13(2): 117-125.
- [8] 沙礼. 三亚南山大小洞天自然景观的形成与演化[J]. 徐州建筑职业技术学院院报, 2006, 6(3): 1-4.
- [9] 朱德浩, 朱其光. 洞穴自然环境系统的观测及研究——以广西柳州响水岩为例[J]. 中国岩溶, 2005, 24(4): 318-325.
- [10] 杨晓霞, 向旭, 袁道先, 等. 喀斯特洞穴旅游研究综述[J]. 中国岩溶, 2007, 26(4): 369-377.
- [11] 张远海, 朱德浩. 中国大型岩溶洞穴空间分布及演化规律[J]. 桂林理工大学学报, 2012, 32(1): 20-28.
- [12] 张英骏, 缪钟灵, 毛健全, 等. 应用岩溶学及洞穴学[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1985: 196-283.
- [13] 杨汉奎. 游览洞穴的开发与保护[J]. 贵州科学, 1989, 7(2): 57-63.
- [14] 符国基. 海南自然旅游资源调查、分类与评价[J]. 海南大学学报: 自然科学版, 2010, 28(1): 52-58.
- [15] 贵旋. 浅论中国旅游洞穴类型[J]. 贵州师范大学学报: 自然科学版, 2001, 19(2): 82-86.

# Main Characteristics and Protection and Utilization of Cave Resources in Hainan Province

SHI Wen-qiang, CHEN Wei-hai, HUANG Bao-jian, LIAO Ru-song, ZHANG Yuan-hai

(Karst Dynamics Laboratory, MLR&GZAR, Institute of Karst Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Guilin 541004, China)

**Abstract:** Due to its particular tectonic position and geological evolution, Hainan has rich cave resources with special scientific significance and landscape value which are precious nonrenewable geological relics. In the report, the main characteristics, protection and utilization of cave resources in Hainan Province were discussed.

**Key words:** Hainan province cave; resource characteristics; protection and utilization