

中国喀斯特洞穴发育的区域分异

张 耀 光

(中国科学院
国家计划委员会地理研究所)

提 要

本文从影响喀斯特洞穴发育区域分异的因素,探讨我国喀斯特洞穴发育的一些区域分异特征。

我国碳酸盐岩分布约占全国面积的七分之一。由于自然因素的区域性变化和地质条件的差异,引起喀斯特地貌发育区域性分异。本文从喀斯特洞穴的形成条件与分布状况,探讨我国喀斯特洞穴(主要是侵蚀基面以上的洞穴)发育的区域分异特点。

一、影响喀斯特洞穴发育区域分异的因素

依据我国实际情况,影响喀斯特洞穴发育区域分异的因素主要有以下几个方面。

(一) 碳酸盐岩性质及分布

我国碳酸盐岩分布除内蒙古、宁夏、黑龙江、吉林、福建和台湾等省(区)的面积较小外,其余各省(区)均有较大面积的分布。其中以晚古生代碳酸盐岩系分布面积最大,约100万平方公里,新生代海相碳酸盐岩面积最小,仅见于西藏、台湾及南海。由于各地区地质构造发育和古地理环境的不同,碳酸盐岩的分布规模、层组结构和理化性质也产生区域分异(表1)。

表 1 中国碳酸盐岩分布状况
Distribution of carbonate rock in China

层组类型 地区	纯 层		夹 层		互 层		间 层		总 面 积 (km ²)	注
	面积 (km ²)	%	面积 (km ²)	%	面积 (km ²)	%	面积 (km ²)	%		
华 南	197640	46.37	117000	27.45	40680	9.54	70920	16.64	426240	包括西南地区
华 中	29940	16.97	67680	38.35	61560	34.89	17280	9.79	176460	包括华东地区
华 北	55440	23.91	141840	61.18	19800	8.54	14760	6.37	231840	包括东北地区
西 北					276120	91.85	24480	8.15	300600	
西 藏			23760	10.19	75800	32.52	133560	57.29	233120	

据任美锶等《岩溶学概论》资料编制

本文1986年4月1日收到,7月23日收到修改稿。

华南地区主要位于华南地台,碳酸盐岩层厚质纯,分布面积大,成分比较简单,95%以上均为酸不溶物质含量低于5%的纯碳酸盐岩,方解石含量高于白云石含量,为均匀状灰岩层组结构类型^[1]。喀斯特发育条件较好,洞穴强烈发育,洞穴次生碳酸盐沉积丰富。

华中地区的大部分处于扬子准地台和华夏地台。碳酸盐岩分布面积亦较大,但成分较复杂,除大部分为纯碳酸盐岩外,还有部分以泥灰岩为主的不纯碳酸盐岩,多为夹层状不均匀层组结构。所以在产状平缓节理裂隙发育地区,常形成坍塌型洞穴,化学沉积物亦较丰富。

华北地区属中朝准地台。碳酸盐岩系分布比较分散,面积不大,厚度较小,以震旦、寒武、奥陶系碳酸盐岩为主,它们的元素组合基本类似,但镁、硅含量越来越少,而Ca含量和Ca/Mg比值则越来越高。其中震旦、寒武系为间互状碳酸盐岩层组结构,只奥陶系为均匀状层组类型,所以喀斯特洞穴主要发育于奥陶系灰岩中。

西部地区分布有面积较大的碳酸盐岩系,以结晶灰岩夹碎屑岩或变质灰岩为主,多为间互状碳酸盐岩层组结构。因此洞穴很不发育,化学沉积物也较少。

(二) 气候水文条件

喀斯特洞穴是含碳酸的水溶蚀使蚀形成的,因而水量、水理性质、水运动方式和强度对洞穴发育有直接影响。由于我国降水量分配、湿润程度和地表松散沉积物盖度的区域差异,导致区域降水入渗强度和水动力状况的不同(表2)。在降水量大地表裸露和沉积盖度较小

表 2 喀斯特区降水入渗强度
Intensity of Precipitation infiltration in karst area

地 点 项 目	华 南		华 中			华 北			西 北	
	广 西	安 桂	湘 西	四 川	贵 州	山 西	山 东	山 西	陕 西	甘 肃
	都 安	桂 林	洛 塔	兴 文	石 林	娘 子 关	淄 河 流 域	龙 子 祠 泉 域	渭 北 韩 铜 区	景 泰 县
年降水量 (mm)	1738	1900	1694.3	1688	1258	550-600	706	600	500-600	186
降水入渗 系 数	0.7	0.3-0.6	0.3-0.6	0.81	0.51	0.27	0.27-0.33	0.25	0.15-0.22	0.02-0.15

据陈治平、朱学稳、姜德甫、袁崇桓、赵建、唐焱昌、张治平、曹兴山及地矿部洛塔岩溶研究组、四川兴文岩溶风景区综合考察报告资料整理

的华南地区,降水能迅速大量渗入地下补充地下水,地下水径流和排泄条件均较好,以管道流为主,所以溶蚀侵蚀作用能保持强盛的能量,喀斯特洞穴发育强烈,洞穴沉积物丰富。降水量较小,地表沉积物盖度较大的华北地区,由于气候较干燥,土层湿度小和风化碎屑物堵塞岩层裂隙,降水入渗量较小,地下水运移缓慢,没有较多的水量渗入地下,只能形成隙流,侵蚀溶蚀形成裂隙型洞穴。极端干寒的青藏高原和高山地区,降水更为稀少(小于200mm),寒冻风化物深厚,加之温度常在0℃以下,不但降水难以透过较厚的岩屑层渗入地下,而且水体受低温冻结无动力条件,因此喀斯特作用微弱,洞穴极不发育,降水对岩层主要起胀裂作用。

(三) 地质构造活动与古地理环境

自燕山运动最后一幕到早第三纪的古新世,地球构造力变弱,全国长期处于较稳定的阶

段, 剥蚀作用把前期构造运动形成的山地逐渐夷平成为准平原。由于地势较低平, 大陆的大部分地区被浅海围绕, 有的还有海湾伸入^[2]。所以早第三纪初期, 我国处于行星风系环流下, 温暖而湿润的地带特别宽广, 大部分区域处于热带和亚热带环境, 是喀斯特发育的适宜时期, 此时各地都应有洞穴发育。由于历史久远和遭受后期的破坏, 现今只有一些较大的古洞残存在最高山顶。

始新世初期, 受印度板块和太平洋板块的挤压发生造陆运动, 形成平行波状拱形隆起, 原来被蚀低的山脉开始隆升, 浅海退却, 陆地面积扩大。从始新世到渐新世时期, 我国气候的纬度地带性有所加强, 形成暖温带、亚热带和热带三个地带。当时亚热带地区 (尤其是中亚热带) 处于信风高压带, 高温少雨, 气候干热, 只有暖温带和热带比较温湿。所以南方和华北东北地区具有喀斯特洞穴发育的条件, 而长江流域和西北干旱地区的喀斯特发育受抑制。

渐新世后期的喜马拉雅运动其影响几乎波及全国。伴随喜马拉雅运动, 青藏高原抬升, 西北高山隆起, 东部山岭和高地断块位移, 低陷台块重新破裂, 大大改变了我国的地势面貌。由于地面抬升和喜马拉雅山的形成, 古地中海消失, 中亚大规模海退, 欧亚大陆连成一片, 陆地面积扩大, 西部内陆性气候增强, 陆洋对比明显, 季风环流形成, 使东部地区气候的水平地带性更为明显, 西部高山区的垂直地带性加强。这为东部地区洞穴发育的纬度地带性创造了有利条件, 也使西部地区洞穴发育具有垂向分布的特色。

第三纪末第四纪初开始的新构造运动, 使喜马拉雅运动造成的地面断块升降继续发展, 地形的差异性更为明显。第四纪时期, 由于全球性气候变冷和地形高度增大气温降低, 洞穴发育的条件较差, 只在短暂暖湿的间冰期才具有洞穴形成的条件, 所以洞穴的数量和规模均较湿热的第三纪为小。全新世时期气候转暖, 按热量状况形成纬度地带性的自然带, 从南向北温度逐渐降低, 而水分状况则从东向西逐渐变小, 从半湿润、半干燥变为干燥地带, 具有经度地带性的特征。低洼地区夏季干热, 高山高原干寒。上述环境水热状况的不均衡分布, 是引起喀斯特洞穴发育区域分异的重要因素。

(四) 溶蚀作用强度

自然地理环境不同, 喀斯特作用强度也不一致 (见表 3)。

我国南方属热带和亚热带, 高温多雨, 植物茂盛, 土壤微生物活动强烈。据匈牙利学者 Jakucs(1977)资料, 热带地区生物成因的碳酸和有机酸占总酸量的 93%, 它们在喀斯特作用中的溶蚀强度达 72% 左右^[3]。我国南方最大的溶蚀率亦达 0.12—0.3mm/a, 属强溶蚀作用区。地处亚热带的长江流域 (华中) 地区, 虽降水量不小, 但气温较热带稍低, 生物活动强度亦稍逊。据 Jakucs 资料, 亚热带生物成因的碳酸和有机酸约占 80%, 溶蚀强度为 12% 左右。我国亚热带地区的溶蚀率亦为 0.04—0.06mm/a, 为中度溶蚀强度地区。华北地区属暖温带和温带, 降水量和温度都比南方低, 植物生长较差, 土壤微生物活动微弱, 生物成因的碳酸和有机酸较少。据 Jakucs 资料, 温带地区这些酸类的溶蚀强度只有 9% 左右。我国北方的溶蚀率亦只 0.01—0.03mm/a, 溶蚀作用较弱, 往往以侵蚀作用为主, 属弱溶蚀作用地区。干旱的西北地区, 降水稀少 (<200mm/a), 蒸发强烈, 干燥度大于 4 (最高达 80), 很少有水分供给植物生长, 缺乏生物碳酸和有机酸。据 Jakucs 资料, 干旱地带的溶蚀强度只有 1% 左右, 是以干燥剥蚀作用为主的极弱溶蚀区。青藏高原和一些高山区, 因温度低 (年均

表 3 碳酸盐岩区域溶蚀率
Rate of solution in carbonate rock area

项 目	地 点	华 南				华 中					华 北		
		广 西		湘 西		黔 西 南		四 川		黔 中	云 南	黔 北	山 东
		都 安	桂 中	罗 城	桂 林	洛 塔	贞 丰	兴 文	石 林	清 镇	罗 平	务 川	济 南
年平均温度 (°C)		24	20 —22	19	19	14.3	16.6	17.2	14.0	15.1	13.9	14.5	10.0
年平均降水量 (mm)		1738	1400 —1800	1505	1900	1694.3	1394	1688	1215	1690	1258	650	700 —800
溶 蚀 率 (mm/千年)		76.8	120 —300	122.8	87.9	67.1	76.0	59.8	33.9 —55.2	51.5	36.2	29.9	24.1

据陈治平、何宇彬、张之淦、龚自珍、陈建庚、卢耀如、张寿越、赵建、房金福和地矿部洛塔岩溶研究组, 贵州114地质队, 四川兴文岩溶风景区综合考察报告资料整理。

温 $<2^{\circ}\text{C}$), 降水量少($<200\text{mm}$), 气候干寒, 不利于植物生长和微生物活动。虽大气碳酸含量较多(可达45%), 亦有苔藓植物产生有机酸和碳酸(达45%), 但大气碳酸作用不大, 只有少量的有机酸可供进行溶蚀, 故溶蚀强度不大, 只有6% (据Jakucs, 1977), 为一种在强烈寒冻风化作用下的微弱溶蚀区。

二、我国喀斯特洞穴发育的区域分异特征

在上述诸因素的影响下, 我国喀斯特洞穴发育的区域分异主要表现在下面几个方面:

(一) 喀斯特洞穴类型

根据喀斯特洞穴成因、化学沉积和洞穴充填程度, 分为八种区域洞穴类型(表4)。

表 4 中国主要区域喀斯特洞穴类型
Main type of regional karst cave in China

类 型	参 数	洞穴成因	洞穴化学沉积丰度 (化学沉积占洞穴容积%)	洞穴化学沉积 充 填 程 度	主要分布区域
溶蚀、强沉积充填型		溶 蚀	极丰(30-50)	全充填-半充填	华 南
溶蚀、较强沉积充填型		溶 蚀	较丰(10-30)	半充填	华南、华中
侵蚀-溶蚀、较强沉积充填型		侵蚀-溶蚀	较丰(10-30)	半充填	华 中
溶蚀-侵蚀、弱沉积充填型		溶蚀-侵蚀	较少(<10)	少充填	华中、华北
侵蚀-溶蚀弱沉积充填型		侵蚀-溶蚀	较少(<10)	少充填	华 北
侵蚀、无沉积充填型		侵 蚀	无	无充填	华 北
溶蚀-剥蚀、无沉积充填型		溶蚀-剥蚀	无	无充填	西 北
冻溶、弱或无沉积充填型		冻 溶	极少	极少充填	青 藏

1. 溶蚀、强沉积充填型 主要发育在水热条件较好, 可溶性岩层质纯层厚, 基岩裸露, 降水入渗条件较好的华南地区。溶蚀作用较强, 洞穴溶蚀形态较明显, 多迷宫型洞穴(图1), 化学沉积规模大, 类型多, 洞体全部或大部被化学沉积物充填, 原生洞穴轮廓不清。以广西、广东、贵州地区的洞穴较典型, 如广西桂林的芦笛岩、南宁的伊岭岩和贵州独山的神仙洞。

2. 溶蚀、较强沉积充填型 主要发育在华南华中地区, 以溶蚀形态为主, 化学沉积较发育, 洞体一部分被充填, 原生轮廓清楚, 一般具有多种形态, 有迷宫型的(如安徽宜城的龙泉洞、江苏宜兴的灵谷洞)、也有不很复杂的洞穴(如湖南冷水江的波月洞、广西柳州的都乐岩、江西分宜的洪阳洞和贵州镇宁的犀牛洞)。

3. 侵蚀-溶蚀、较强沉积充填型 主要发育在水热条件较好, 岩性较纯, 产状平缓, 节理裂隙发育, 降水入渗条件较好的地区。侵蚀溶蚀作用较强, 化学沉积较丰, 洞顶、底板崩塌较重, 崩岩上有较多的化学沉积, 洞顶缺少沉积形态。洞体一部分被化学沉积充填, 但原生轮廓仍较明显, 一般为分支型或扭曲型洞穴(图2和图3)。此类洞穴以华中地区较发育, 如浙江桐庐县的瑶琳洞, 四川兴文的天泉洞, 贵州铜仁的九龙洞和江西乐平的洪源洞。

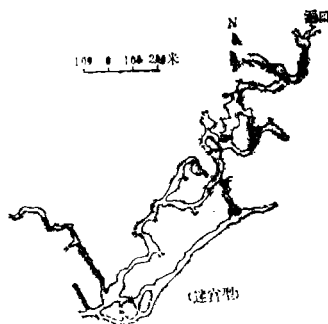


图1 贵州独山神仙洞平面图(据李景阳)
Plane of Shenxian Cave in Dushan
County, Guizhou Province

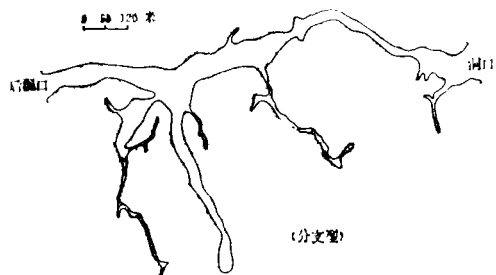


图2 四川兴文天泉洞平面图(据刘世青)
Plane of Sky Spring Cave in Xingwen
County, Sichuan Province



图3 浙江桐庐瑶琳洞平面示意图
(据周宜森)
Schematic map of Yaolin Cave in
Tonglu County, Zhejiang Province

4. 溶蚀-侵蚀、弱沉积充填型 本类型发育于岩层产状平缓、节理裂隙较发育的薄层

互层或夹层可溶岩区。由于岩层中的非溶岩被水流侵蚀淘空或可溶岩被溶蚀而产生坍塌。一般缺少明显的溶蚀形态,化学沉积极少,洞穴规模较长大,多为单一型廊道。此类型广布于华中、华北地区,如江西彭泽的龙宫洞、浙江金华的朝真洞、安徽凤阳的韭山洞、湘西的咼山洞以及华北的某些洞穴。

5. 侵蚀-溶蚀、弱沉积充填型 发育于水热条件较差,可溶岩裸露程度较小,降水入渗量小或岩性不纯的地区。溶蚀作用较弱,化学沉积较少。潜水面(地下河)发育的洞穴,侵蚀形态较明显,多为单一通道洞,如辽宁谢家崴子地下河洞,山东淄河水泉洞(图4);潜水带发育的洞穴,则呈串珠型或袋型(图5、6),如北京房山云水洞和河北曲阳的菩萨洞。此类主要分布在我国北方地区,除少数洞穴较长大有些化学沉积外,一般均较短小,缺少化学沉积物充填,洞体轮廓清晰。

6. 侵蚀、无沉积充填型 发育于我国北方的河流沿岸,以河水侵蚀形成的形态为主,多为口大内小的敞口浅洞(亦称岩蔽),一般无化学沉积物。如太原以上汾河沿岸,辽宁的浑河和太子河沿岸分布的洞穴。



图4 山东省淄河流域水泉洞平面图(据赵建)
Plane of Spring Cave in Zi river
basin, Shandong Province

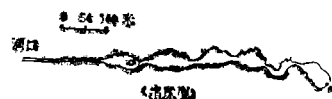


图5 北京西山云水洞平面图(据蒲意雅)
Plane of Yunshui Cave in West
Mountain of Beijing

7. 溶蚀-剥蚀、无沉积充填型 西北干旱地区,降水稀少,蒸发强烈,只有极少量降水渗入地下,溶蚀强度很小,只能发育一些小孔洞。

8. 冻溶、弱或无沉积充填型 发育于海拔较高或接近雪线、超雪线的冰川或冰缘的高原高山区。喀斯特洞穴主要在低温溶蚀与寒冻风化作用下形成,溶蚀作用微弱,只能发育一些规模较小的小溶洞,缺少化学沉积物,并多受寒冻作用的破坏,形态不规则,多为短浅洞穴或古溶洞残遗的穿洞。主要分布在青藏高原。

(二) 喀斯特洞穴发育强度

喀斯特洞穴发育强度,主要反映在洞穴发育的数量、密度和规模三个方面,其特征如下:

1. 洞穴规模 从洞穴三维空间构成的规模等级(表5),可以看出有自南向北逐渐减小的趋势。南方地区的洞穴,一般以中、小型居多,部分为巨、大型,如桂林地区除七星



图6 河北省曲阳县灵山区菩萨洞平面图
(据河北省水文地质四大队)
Plane of Pusa Cave in Lingshan
area of Quyang County, Hebei Province

岩和岩门底洞较长大外, 其他洞穴长度都在200m以内, 平均长度只有71.8m; 而华中地区, 则各种规模的洞穴俱有, 且巨、大型较多。洞穴体积超过100万 m^3 的巨型洞有四川的天泉洞¹⁾、神风洞, 贵州的多缤洞、九龙洞, 湘西的无缘洞、咩山洞。大型洞有浙江瑤琳洞, 江西龙宫洞、孽龙洞, 安徽韭山洞等; 华北地区则以小型为主, 局部有大、中型洞。除辽宁的谢家崴子洞, 山东的朝阳洞、水泉洞, 北京的云水洞、石佛洞较长大, 达数百米至1000m以上外, 其余长度多不足100m, 高、宽度一般仅数米; 青藏高原及高山地区, 受寒冻风化破坏, 只有一些不愈十余米长度的小溶洞和古溶洞遗存的穿洞, 如西藏安多北山一个长约20m, 高5m的溶洞, 现在仅余下3m左右的洞身。

表 5 喀斯特洞穴规模等级
Dimension class of karstic cave

参 数 类型等级	长 度 (m)	宽 度 (m)	高 度 (m)	洞穴体积 (m^3)	举 例
巨 型	≥ 1000	≥ 40	≥ 40	≥ 100 万	四川兴文天泉洞、神风洞; 贵州多缤洞、九龙洞、龙宫、神仙洞; 广西七星岩、伊岭岩、岩门底洞; 湘西无缘洞、咩山洞
大 型	500—1000	20—40	20—40	20—100万	广西芦笛岩、浙江瑤琳洞, 江西龙宫洞、孽龙洞, 安徽韭山洞, 辽宁谢家崴子洞
中 型	100—500	10—20	10—20	1—20万	江苏善卷洞、张公洞、灵谷洞; 浙江灵栖洞、清风洞; 安徽龙泉洞; 江西洪源洞; 湖南波月洞, 北京云水洞、石佛洞; 山东朝阳洞、黄巢洞
小 型	< 100	< 10	< 10	< 1 万	浙江双龙洞、冰壶洞; 山东淄河的白云洞、金牛山洞; 辽宁铁刹山的八宝云光洞、乾坤洞、日光洞; 河北曲阳的菩萨洞、和尚洞, 北花洞

2. 洞穴数量和密度 洞穴的数量与密度亦从南向北降低(表6)。我国南方尤其是华南地区, 喀斯特洞穴极为发育。特别是地壳稳定、石峰孤立化程度较高的峰林平原地区, 几乎是“无山不洞”, 整个石峰差不多都洞穴化。如桂林的峰林平原, 统计30个石峰, 每平方公里面积平均有洞穴41.77个, 平均每座石峰有洞穴6.5个^[4](图7); 而华中地区的洞穴发育就远逊于华南, 一般洞穴密度只有2—3个每平方公里。如洞穴较发育的四川兴文石林风景区, 85 km^2 面积共有183个溶洞, 平均每平方公里仅有2.15个洞穴; 华北地区洞穴发育强度较弱, 洞穴分布稀疏, 数量较少, 洞穴密度每平方公里小于1个。如鲁中南溶洞最发育的沂源县土门地区, 在50 km^2 左右的区域内, 也只有大小洞穴40余个¹⁾。北京西山地区2011.4 km^2 面积内, 100 m^2 以上面积的洞穴只有63个, 洞穴密度仅0.044个每平方公里。

1) 西南师范学院、四川省城建环保厅, 四川兴文岩溶风景区综合考察报告, 1983年。

表 6 喀斯特洞穴的发育密度
Developing density of karstic cave

地 点 项 目	华南	华 中			华 北			
	广西 桂林	湘西 洛塔	四川 兴文石林	浙江 瑤琳洞区	山东 沂源土门	河北 曲阳灵山	山东 淄河流域	北京 西山
	41.77	3.2	2.2	2.4	0.8	0.5	0.062	0.044
洞穴发育密度 (个每平方公里)								
洞穴发育强度	强烈	较 强			较 弱			

据朱学稳、周宜森、李舒、赵建、毕维铭等资料整理

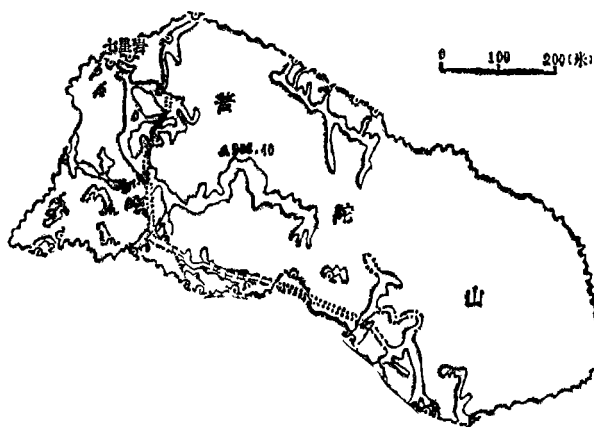


图 7 桂林普陀山溶洞分布图 (据朱学稳等)

Distribute of cave in Putuo hill of Guilin

3. 洞穴发育强度分区 根据喀斯特洞穴发育的环境条件和发育规模、密度的相似性与差异性, 全国可以划分出几个喀斯特洞穴发育强度区域 (图 8)。

(三) 喀斯特洞穴化学沉积发育强度

洞穴化学沉积发育强度受水热条件的影响。化学沉积物的规模、充填洞穴和占据洞穴空间的程度亦有区域性变化。

华南地区长期处于热带和亚热带环境, 溶蚀作用强烈, 洞穴化学沉积较丰富。石笋、石钟乳、石柱、石瀑等沉积形态琳琅满目。化学沉积物常占据洞穴的50%以上, 掩盖了原生洞穴形态。如桂林的芦笛岩、柳州的都乐岩化学沉积物丰富, 类型众多, 形态奇特, 成为著名的旅游洞穴。某些段落由于化学沉积充填程度较大, 洞体显得低矮, 游人只能在钙华形成的景物狭缝中穿行。华中位于亚热带地区, 新第三纪以来水热条件也较好, 溶蚀作用较强烈, 化学沉积也较发育, 尤以坍塌-溶蚀型洞穴的沉积规模大类型多, 洞体部分被沉积物充填。如浙江的瑤琳洞化学沉积物约占据洞穴的20—50%, 有高7—10m, 粗3—5m的巨大钟形石柱和众多的各类石笋。其他类型的洞穴也有10—20%左右的化学沉积物。华北地区除第三

1) 毕维铭: 北京房山县岩溶地貌特征与分布规律, 1985年。

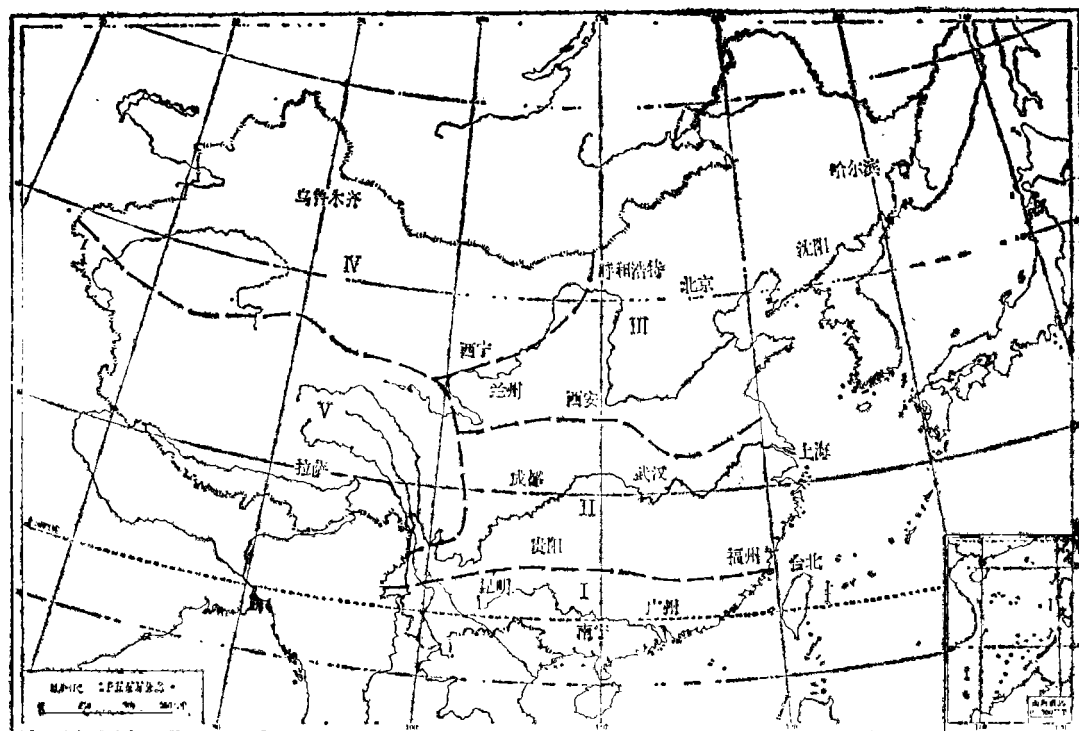


图 8 中国喀斯特洞穴发育强度分区图

Regional map of cave developing intensity in China

I 华南洞穴强发育区, II 华中洞穴较强发育区, III 华北洞穴弱发育区, IV 西北洞穴极弱发育区, V 青藏洞穴微弱发育区

纪处于亚热带, 适宜喀斯特发育, 形成较大规模的化学沉积物外, 第四纪气候干冷, 喀斯特作用微弱, 洞穴化学沉积物较少。所以只山区的一些大洞有一定数量的化学沉积物, 洞体轮廓清楚。如北京房山云水洞、石佛洞和山东淄博的朝阳洞, 它们是北方洞穴化学沉积较发育的溶洞, 有一定规模的化学沉积形态类型, 但充填洞穴的体积也不到10%。其他位置较低的小溶洞, 大部分则由崩塌角砾碎屑和粘土充填。

(四) 喀斯特洞穴分布

洞穴分布受区域洞穴发育条件的控制, 所以区域性比较明显。

1、我国南方洞穴发育和分布较普遍。由于新生代各地质历史阶段都处于水热条件较好的热带和亚热带环境, 喀斯特发育较强烈, 因而无论山地和丘陵平原洞穴都很发育, 不但山顶面附近可以见到巨大的洞穴, 山腰山麓以至地下也有数量较多、规模较大的溶洞分布, 洞穴成层性比较明显。如广西桂林和柳州的峰林平原区, 山上山下都有规模和数量大致相似的洞穴分布。

2、我国北方以至青藏高原, 洞穴发育和分布的垂向性比较明显。这是由于:

(1)第三纪时期位于亚热带, 气候暖湿, 利于喀斯特洞穴发育, 曾形成数量较多规模较大化学沉积较丰富的洞穴。后经新构造运动的抬升, 现今在河南辉县、北京西山、鲁中南山区和东北太子河流域等地较高山地或古剥夷面上以及青藏高原有较多的洞穴分布。如北京西山有22个较大洞穴分布在海拔700m以上的北台期剥夷面(海拔1000m左右)和南岭期剥夷面

(700m左右) 1)。鲁中南山区海拔 500—800m 的仰—平期剥蚀面, 也残留有约 20 个第三纪晚期发育的较大溶洞或溶洞群²⁾ (图 9), 其中的黄巢洞长达 300m, 宽 5m, 高 10m, 分布在海拔 570m 左右的剥蚀面。青藏高原一些在第三纪温湿时期形成的古洞穴, 现已被抬升到海拔 5000 多米的高寒环境, 受寒冻风化的破坏, 有的已荡然无存, 有的仅残留一些痕迹。如西藏安多北山一个溶洞, 由于崩塌现只留下几米长的洞体^[6]。

(2) 第四纪时期北方气候变冷, 喀斯特作用只能在间冰期和冰后期进行, 所以在第三纪剥蚀面以下的地区, 只有数量较少, 规模不大的洞穴分布^[5]。如河南辉县东北部喀斯特山区, 在海拔 600m (第三级剥蚀面) 以下地区, 溶洞数量和规模均比以上地区少和小 (图 10)。

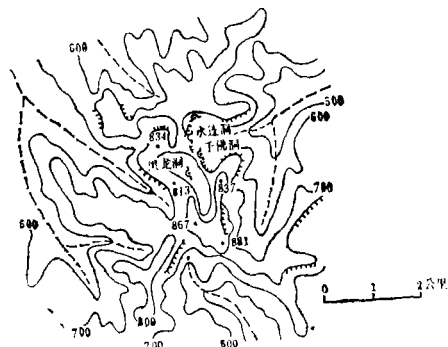


图 9 山东淄河流域仰天槽山顶溶洼和溶洞 (据赵建)

Distribute of solution depression and cave in mountain top of Yangtiancao of Zi river basin, Shandong Province

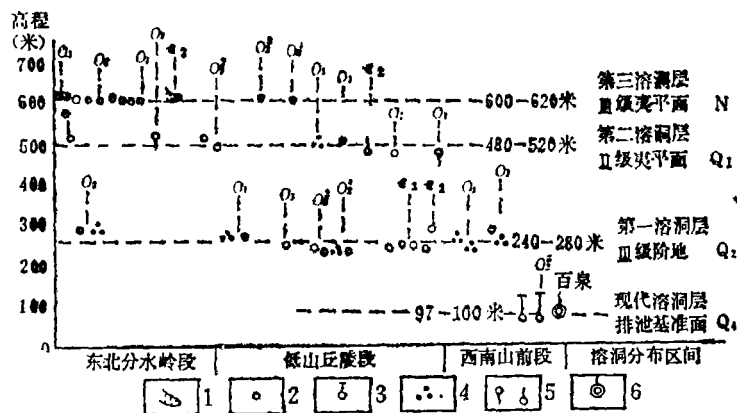


图 10 辉县东北喀斯特山区喀斯特形态高程统计图 (据廖资生)

Plane of karst form altitude in karst mountain of east-north Hui County, Henan Province

1. 大型溶洞 (洞长 > 30m), 2. 小型溶洞 (洞长 < 30m), 3. 钻孔揭露的地下溶洞, 4. 地表强烈溶蚀地段 (溶沟、溶槽、溶坑), 5. 上升和下降的喀斯特泉, 6. 总排泄水点

北京西山地区唐县期剥蚀面以下地区发育的洞穴, 只占已查明的洞穴总数的 15% 左右¹⁾。

1) 据华维钧资料。

2) 赵建: 山东淄河中上游地区岩溶地貌, 1985年

参 考 文 献

- (1)中国科学院地质研究所岩溶研究组: 中国岩溶研究, 科学出版社, 1979年。
 (2)周廷儒: 古地理学, 北京师范大学出版社, 1982年。
 (3)任美镔等: 岩溶学概论, 商务印书馆, 1983年。
 (4)朱学稳等: 桂林地区灰岩洞穴的某些特征, 科学出版社, 1985年。
 (5)中国地质学会: 中国北方岩溶和岩溶水, 地质出版社, 1982年。
 (6)崔之久: 青藏高原的岩溶, 中国地理学会1977年地貌学术讨论会论文集, 1981年。

THE REGIONAL DIFFERENCE OF KARST CAVE DEVELOPMENT IN CHINA

Zhang Yaoguang

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences and State
Planning Commission of the People's Republic of China)

Abstract

The carbonate rocks extensively distribute in China and the karstic caves are developed very well.

Since Cenozoic Era, the change of the natural environment and the gentle topography in East China have produced the latitudinal changes of the hydrothermal condition and karstic development with latitudinal zonality. The abruptly rising and falling landform and the outstanding vertical change of hydrothermal condition in west China have simulated the karst development with the characteristics of the vertical changes and regionality. Therefore, the development of karst caves in China is characterized by both zonality and regionality as follows,

- (1) The types of karstic cave with obvious regionality;
- (2) The developing intensity (dimension and amount and density) of karstic caves is gradually weakening from south to north;
- (3) The abundance of chemical deposits and filling degrees in karst caves decrease from south to north;
- (4) The distribution of karstic caves greatly differs from south to north areas, the caves extensively develop in south China but big caves in north area generally develop on the planation surface of the higher mountains, and the small caves are in the lower place.

Based on the similarity and difference of the developing environment and the characteristics of the developing intensity of karstic caves development in China, the following regions may be summarized,

1. The most intensive region in South China;
2. The more intensive region in Central China;
3. The weak-developed region in North China;
4. The weaker-developed region of Tibet plateau;
5. The weakest-developed region in West-North China.