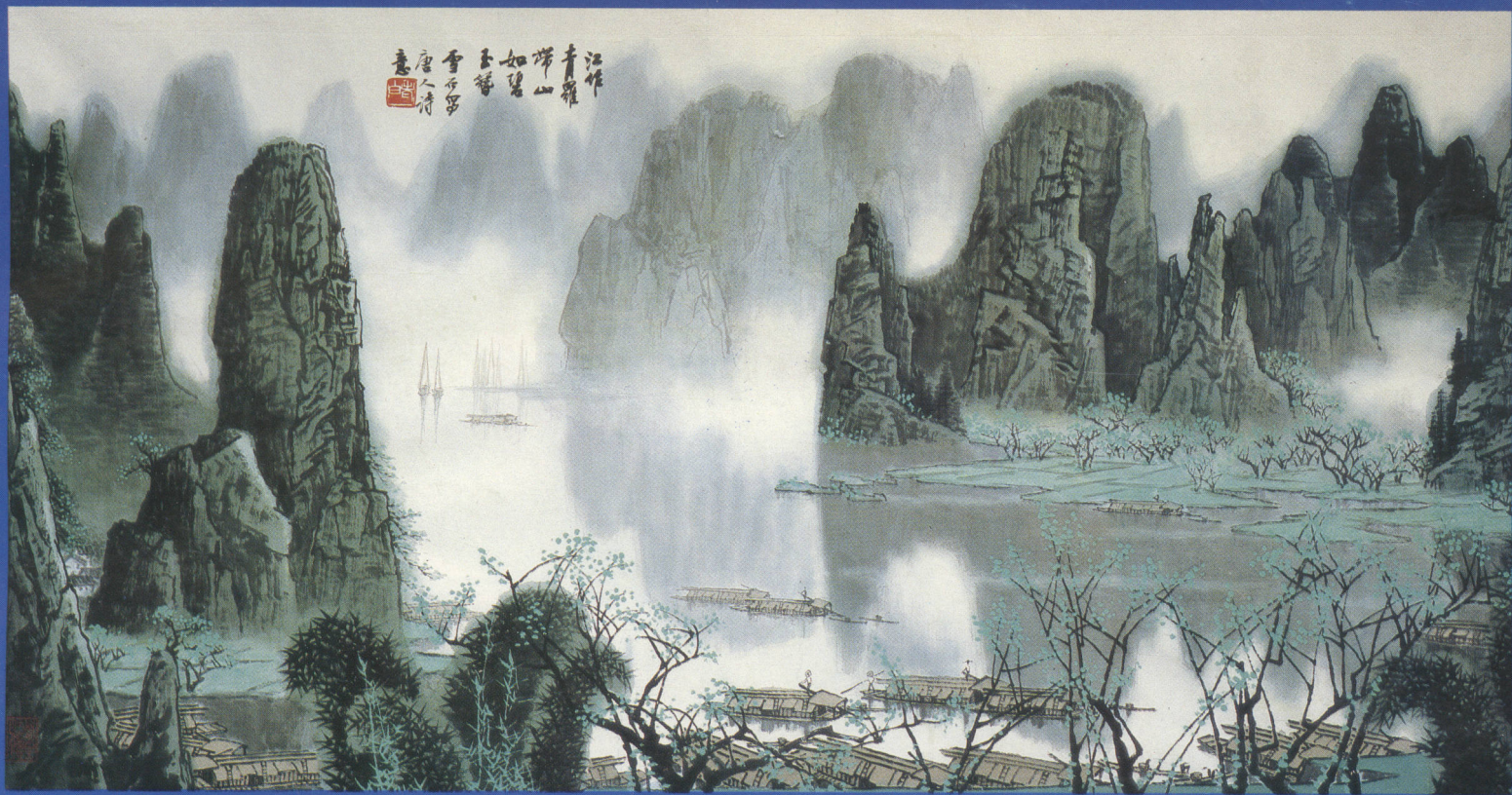




中华大地上，

如诗如画的岩溶景观令人多么陶醉！

神州领域内，

琳琅多姿的地下洞穴使人多么惊奇！

为光辉的未来，

揭开岩溶世界的奥秘面纱！

愿在万紫千红的春园之中，

呈献给伟大的祖国这朵科技画卷的小花！

中国岩溶
——景观·类型·规律

卢耀如 主编

责任编辑：戴鸿麟

地质出版社 出版

(北京西四)

北京精美印刷厂 印刷

中国地质图制印厂

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本：787×1092 1/8 印张：36

1986年 月北京第一版·1986年12月北京第一次印刷

印数：2500册 定价：41.90元

统一书号：13038·新250

本图上中国国界线系按照地图出版社

1980年出版的《中华人民共和国地图》绘制

37088

57.156
172

中國岩溶

——景观·类型·规律

中国地质科学院水文地质工程地质研究所

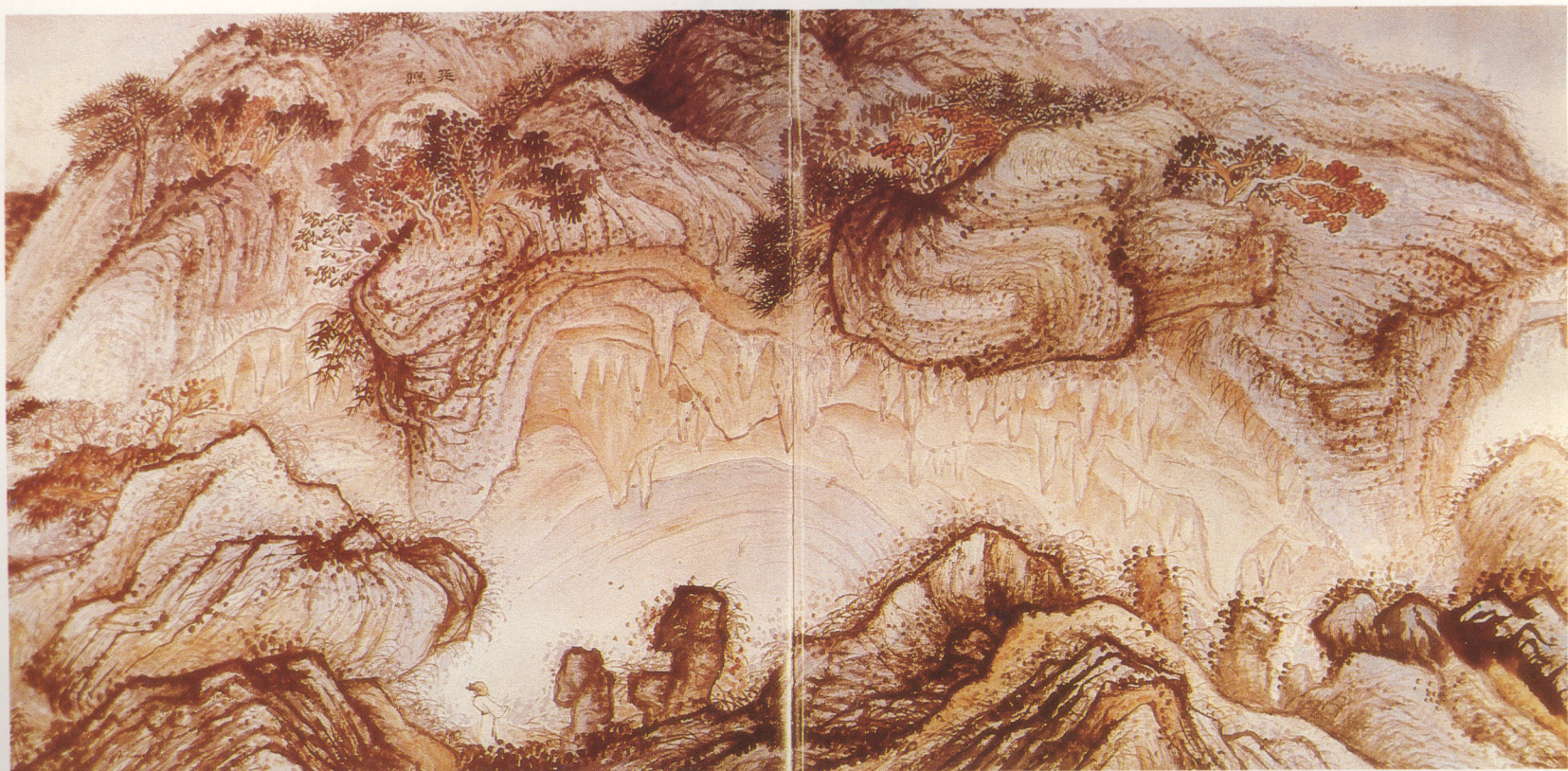
卢耀如

主編



地质出版社

1986



山水长卷局部（洞穴） 石涛（1642—1707）



岩溶（喀斯特）是一种地质现象，在中国分布极为广泛；据统计，发育有裸露岩溶的碳酸盐岩岩层（主要为纯碳酸盐岩层组和有少量其它夹层的层组）的分布面积，就接近一百二十万平方公里。

由于我国疆域广阔，地质发展历史复杂，自然地理条件又千差万别，这就使中国的碳酸盐岩岩溶具有类型众多的特点。在我国南方广西桂林的峰林和云南路南的石林等典型岩溶类型，早已闻名中外，在我国北方以及青藏高原，也都发育了多种多样的岩溶形态与景观，而引起人们更广泛的关注。

岩溶与国民经济建设（如水利水电建设，铁道、公路与机场、码头等工程建设，城镇及工矿供水，各种工业及民用建筑和多种矿产资源的形成等）有着极密切的关系。岩溶不仅可以形成良好的贮水空间和矿产富集的地段，大的洞穴系统有的可作为地下建筑场地，给建设带来有利条件；但是岩溶也能成为渗漏地段，或构成地基强度薄弱地带，或在施工和采掘过程中产生基坑涌水、矿坑突水，给建设带来不利的影响。因此深入研究岩溶发育特点，了解其发育规律性，是一项重要的科技任务。

一九七六年，我所曾编辑了《中国岩溶》画册，由上海人民出版社出版，受到了国内外读者的赞赏，但由于当时条件的限制，该画册在内容上具有一定的局限性。为更好地反映目前我国研究岩溶的成就，介绍我国岩溶特色，以为社会主义建设服务，我所卢耀如同志在多年工作的基础上根据近年来的新资料，充实和重新编辑了这本内容以科技性为主的图集。在编辑过程中，得到了地质矿产部和部水文地质工程地质所以及中国地质科学院领导的关怀。一九八三年底，由中国地质科学院对此图集组织了评审，评审委员会对这本图集给予了较高的评价，并建议尽早出版。

在这里需要特别指出的是，这本图集得以顺利出版，是与各方面的支持分不开的。作者在调查研究岩溶过程中，以及在采样、摄影及试验测试过程中，得到了许多有关单位的大力协助和支持，在此表示感谢！

希望此图集的出版，能为社会主义建设服务，并为我国岩溶研究，起到促进的作用。

中国地质科学院水文地质工程地质研究所

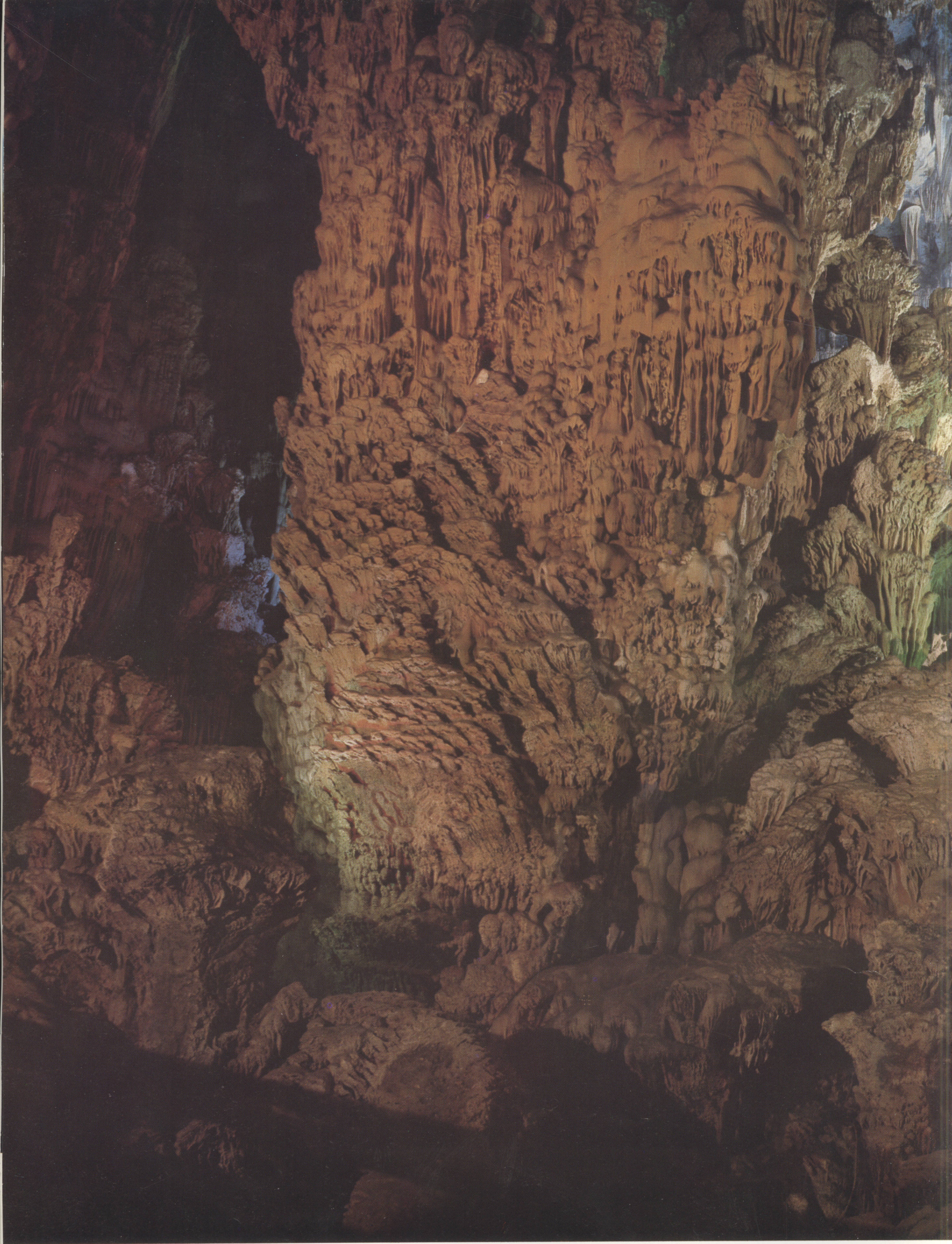
所长

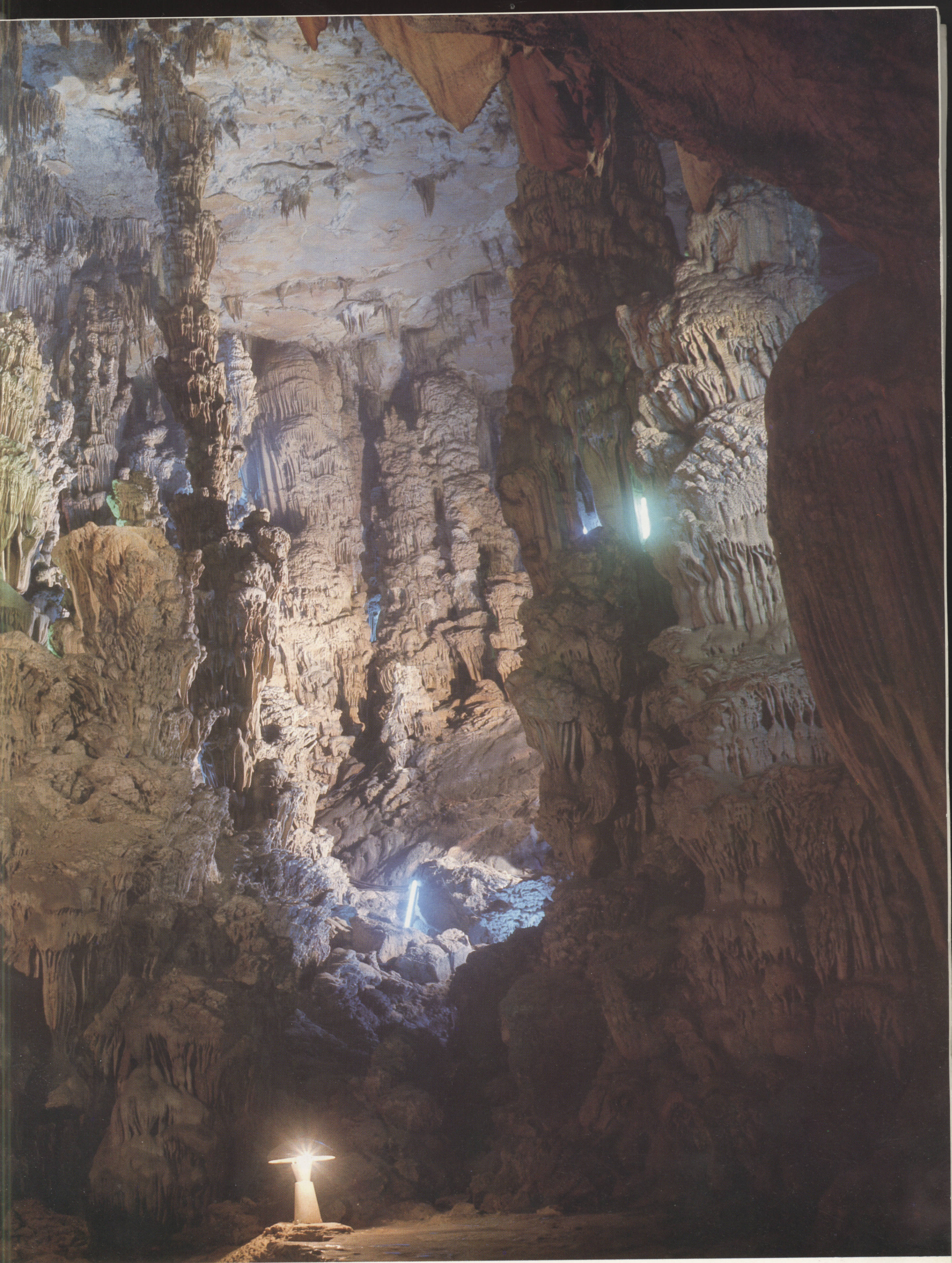
1985年8月





1、奇峰秀水—广西桂林漓江 (韩德州 摄)





2、华彩洞穴—广西桂林芦笛岩 (金宝源 摄)



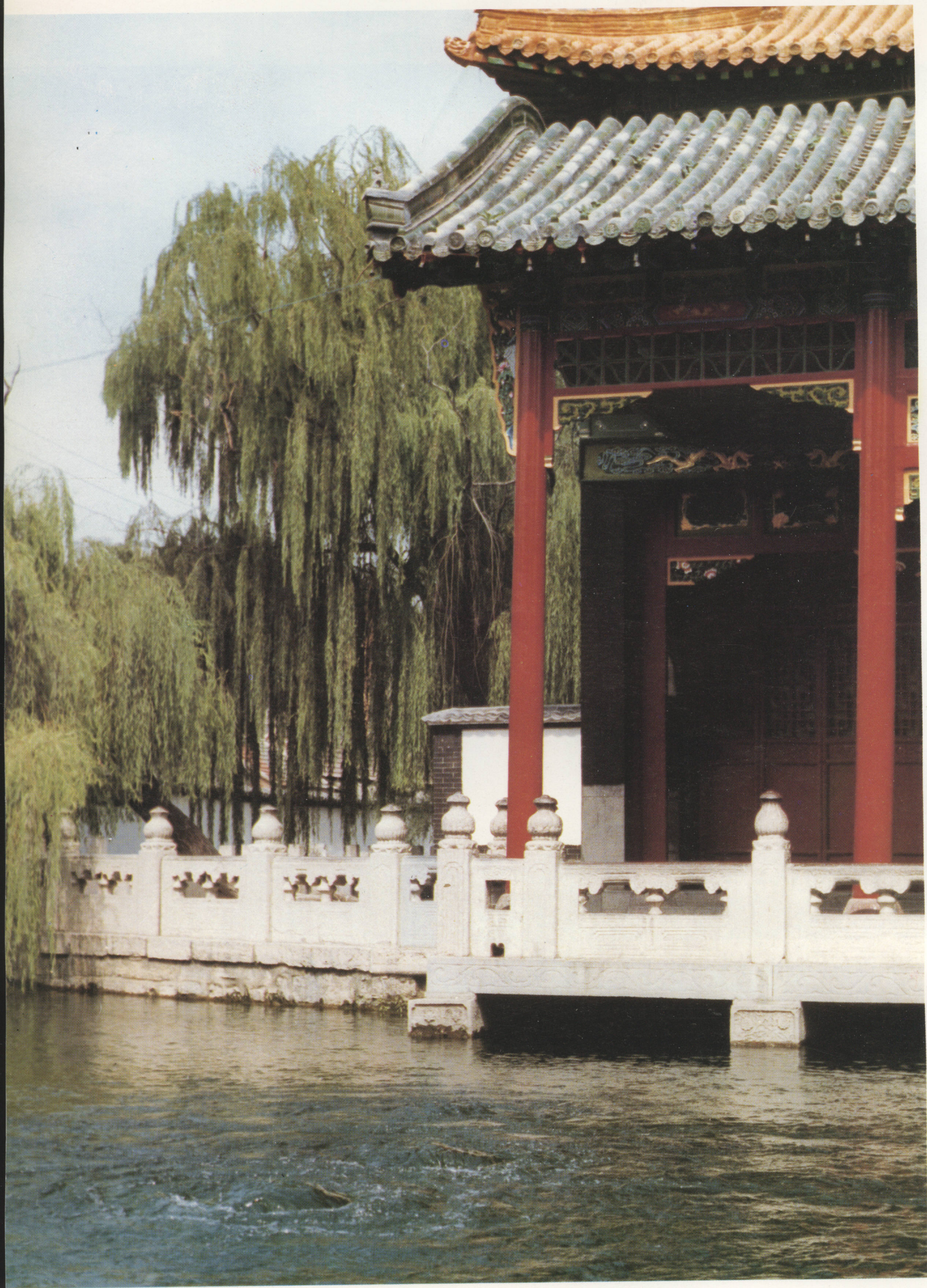


3、林立柱石—云南路南石林 (未署名者为卢耀如摄, 下同)





4、锦绣河山——四川九寨沟 (何世尧 摄)



5、汹涌珍泉
——山东
济南趵突
泉

中国岩溶基本特征及其研究史概述

(代前言)

在伟大中国的广阔领域内,岩溶景观雄伟壮丽,锦绣明媚。桂林奇峰拔地而起,清澈的漓水萦回其间,真似“江作青罗带,山如碧玉簪”,好一派令人赞颂讴歌的秀丽风光;云南路南的石林,崔巍峥嵘,耸向蓝天,与微波荡漾的湖光相映,衬托出另一种使人神往的奇特景象;源于雪山、汇集成千百条河川的滚滚激流,劈开重岩叠嶂,留下了长江三峡的神采雄姿;还有那黄果树瀑布,“一溪悬捣,万练飞空”,气势磅礴,撼人心魄;闻名中外的芦笛、瑶琳、玉华、石花,还有仙人、云水、神仙、龙宫等许多洞穴,迂迴曲折,千姿百态,以“玉乳垂花春不尽”的风貌,展示出梦幻迷人般的仙境;泉城济南,珍泉百余,源远流长,岚雾升腾,珠涌玉迸,使户户垂柳的济南城一片生机盎然。四川黄龙与九寨沟又是另一奇景:在深山密林中,钙华坝蜿蜒如龙,晶莹闪耀,形成许多碧绿透蓝的湖泊,象颗颗巨大的宝石,五彩缤纷,光彩夺目。这一幅幅充满诗情画意的美景,都是岩溶巧夺天工,雕塑而成的奇特现象。

岩溶,又称喀斯特,主要是指水对可溶性岩石——碳酸盐岩(石灰岩、白云岩等)、硫酸盐岩(石膏等)和卤化物岩(岩盐等)的溶蚀作用,及其所形成的地表及地下的各种奇异的景观与现象。在岩溶作用过程中,经常伴随着侵蚀、潜蚀、冲蚀、崩塌、塌陷与滑动,以及化学与机械物理的风化、搬运、堆积与沉积等作用。不少的生物作用,例如微生物、菌类、藻类、植物与动物的生命活动及其死亡机体的分解作用等,都可对岩溶的发育产生影响。岩溶作用多数是发生在大气降水的条件下,也可在冰雪覆盖的环境中进行,地下的热液活动可产生另一种岩溶作用。

岩溶作用的结果,通常是在地表形成各种奇峰、柱石、洼地、谷地、大泉,并塑造出许多引人入胜的现象与华彩夺目的景观;在地下则发育成各种溶隙、通道、溶洞、暗河,形成多种宝贵的矿产资源和各种令人目不暇接的奇异现象,构成了神秘的地下世界。无可计数的各种岩溶现象与景观,以其鲜明的特色和丰彩多姿,把中国的河山装点得分外壮丽多娇。

一、控制岩溶发育的基本因素与条件

在辽阔的中国领域内,从雄伟的世界屋脊喜马拉雅山到惊涛拍岸的台湾岛域,从林海雪原的兴安岭到富饶美丽的南海诸岛,许多巍峨的高山、无垠的平原、奔腾的江河、漫长的海岸,都有可溶岩分布,并相应地发育着具有不同特征的岩溶。

可溶岩的岩性是控制岩溶发育的基本的内在因素。因此,首先可分出碳酸盐岩岩溶、硫酸盐岩岩溶和卤化物岩岩溶。这三大种类的岩溶属于纯真岩溶。当不同种类的可溶岩共存时,所发育的岩溶属于复合岩溶。碳酸盐岩岩溶在中国分布得最为广泛,遍及各省、市、自治区。自地质上的太古代直至近代,都有碳酸盐岩层的沉积。在不同的地质时期,沉积的范围、厚度与岩性岩相,都有很大的变化。根据同位素等年龄测定资料,太古界鞍山群中大理岩的年龄约在二十五亿年以上,有的可能大于三十亿年。不少地区的碳酸盐岩层的同位素年龄,也在十几亿年至二十多亿年以上。因此,在中国碳酸盐岩岩溶是最主要的,其发育的特征也是最复杂的。

沧海桑田,海陆变迁。在不同的古地理、古地质条件下,碳酸盐岩层和非碳酸盐岩层之间存在着复杂的沉积关系。沉积组合的类型主要有纯层型(以碳酸盐岩层为主,连续沉积厚度大)、夹层型(碳酸盐岩层中有较多非碳酸盐岩的夹层)、互层型(碳酸盐岩层与非碳酸盐岩层成互层)和间层型(少量碳酸盐岩层呈间层或透镜体存在于非碳酸盐岩层中)。其中,又可划分出许多的亚型。以裸露为主、厚度大的碳酸盐岩层,主要是属于纯层型和夹层型,最有利于岩溶的发育。典型岩溶景观及大洞穴,多数是发育在这些层组中。这两个层组在全国的分布面积,近一百二十万平方公里。在裸露一半裸露的互层型和间层型的碳酸盐岩层的层组中,岩溶发育要微弱些。其分布面积也大体上为一百二十多万平方公里。可见,裸露及半裸露的各种碳酸

盐岩层的总面积, 约占全国总面积——九百六十万平方公里的四分之一。还有更广大的地区, 碳酸盐岩层埋伏于地下深处。据目前资料, 裸露、半裸露及埋伏的碳酸盐岩层的总面积, 占全国陆地总面积的百分之七十以上。初步统计的结果表明, 多数地区碳酸盐岩层的累积厚度在二、三千米以上, 最厚的可达 $1.8-1.9 \times 10^4 \text{m}$ 。

碳酸盐岩层的层组类型是由沉积岩相决定的。中国的碳酸盐岩层有海相的, 也有湖相的。海相的碳酸盐岩层占主导地位, 其中又有复杂的相带变化; 而岩性上的变化就更为复杂。碳酸盐岩层的岩相、岩性和层组类型, 都是控制岩溶发育的基本的内在因素。在岩溶作用过程中, 可常常引起白云岩化、去白云岩化、重结晶、硅化以及泥化等作用, 使碳酸盐岩的岩性发生变化。

奇峰异洞和各种岩溶景观现象的发育, 都须经历较长的时间过程。许多的自然因素, 例如地质构造、气候、原始地形与水文网、水动力条件、地球化学环境以及生物作用等, 都严格地控制、影响岩溶作用过程及其发育的特征与规律性。其中, 以全球性及区域性地质构造运动与气候条件的变化最为重要, 而且它们相互间存在着一定的联系性; 其它的因素多与这两个要素密切相关。

中生代后期, 自侏罗纪开始的燕山运动对老地层中岩溶的发育有广泛的影响。新生代以来的地质构造运动继承了早期的结果, 进一步控制了岩溶的发育。新生代的两个主要地质构造事件, 一个是印度板块与欧亚次大陆的相撞 (引起喜马拉雅山的强烈上升与青藏高原的隆起); 另一个是太平洋板块俯冲 (形成亚洲东部一系列岛弧与边缘海盆的张开)。这两个构造事件的重叠影响, 在中国领域内的东西向、南北向及北东向等老构造线的基础上, 进一步产生了区域性的台升隆起与沉降凹陷, 并且新生出许多地带性的强烈上升与断陷区; 其结果, 使碳酸盐岩层的裸露、半裸露及埋伏的状况产生变化, 并为不同岩溶类型的发育提供了地质结构的基础。各种规模的褶皱与断裂, 反过来又明显地控制了岩溶类型的发育及有关岩溶现象与景观的特征。从地幔至地壳的构造运动都伴随着热液活动。它常使地下深处 (甚至达到地表) 发生热液岩溶作用。热液与常温地下水相遇, 使地壳浅处的岩溶作用更加复杂, 既可加剧岩溶作用的强度, 又可导致碳酸盐岩的岩性及早期洞穴中的沉积物发生变异。

降水量、降水强度、气温、水温等气候要素, 影响到地表径流量和水中所含二氧化碳及其它酸类的来源与形成条件, 并控制溶蚀作用的性质与强度。此外, 气候条件也影响到水流的侵蚀、物理机械风化以及生物作用。气候对岩溶发育也明显地起着区域性与地带性的控制作用。在通常情况下, 炎热多雨的热带与亚热带地区的岩溶发育强度, 要比温带及高寒地区大得多。计算结果说明, 湿热气候条件下的岩溶作用, 在强度、溶蚀及沉积速率方面, 都比干冷气候条件下要强十几倍至百多倍。气候条件也是在不断地变化。地表及洞穴中沉积物的孢粉、矿物与年代测定的资料充分表明, 在中国境内, 在第四纪时期中, 有过五次寒冷 (或冰期) 的气候变化时期。寒冷时期的岩溶作用微弱, 而且造成的低海面 (已知第四纪最后冰期时的海面低于目前海面一百多米) 影响了河湖水位、岩溶水动力特征以及溶蚀、侵蚀与沉积作用的相互关系。

二、岩溶发育的历史与基本特征

岩溶的发育史和地球的发展与演变的历史密切相关。可溶岩在沉积时期, 都有岩溶作用不断地发生。碳酸盐岩层所遭受的强烈岩溶化时期, 其主要条件是沉积间断、裸露于地表及气候较湿热, 或者是热液作用强烈。已有的研究成果表明, 在中国的南北方, 自前震旦纪至第四纪的几十亿年内, 有过多次强烈岩溶化时期。燕山运动以来的岩溶发育具有继承性; 特别是第三纪以来的岩溶发育史, 严格地控制了现有岩溶的发育特征。

受各种因素的影响, 中国各区域的岩溶发育特征是不同的。目前, 在青藏高原四至五千米高程处, 仍可见到不少的残余峰林、石林。这是青藏地区在较低的高程及气候湿热的条件下 (相当于第三纪至第四纪初的时期) 发育的。由于后期的板块相撞, 引起强烈的隆起上升, 使气候也急剧地从湿热转变为目前的高寒、干旱。后期的大面积冰雪覆盖与冰蚀作用, 改造了早期的岩溶景观, 使喜马拉雅山、唐古拉山、巴颜喀拉山等有碳酸盐岩分布的地带, 主要发育了溶蚀-冰蚀的岩溶类型; 此外还有溶蚀-剥蚀、溶蚀-水蚀以及热液作用明显的溶蚀-熔蚀等岩溶类型。高原内部, 受断裂控制, 多为内陆盆地, 并受干旱蒸发作用影响, 使不少凹洼地带集聚了富含多种元素、高矿化度的地表及地下的岩溶水流, 形成盐湖; 岩溶类型多数属于复合型。

新疆至内蒙一带的阿尔泰山、天山、昆仑山、祁连山和阴山等山脉,也有不少碳酸盐岩的分布。在东西向老构造线的基础上,受后期抬升运动及气候变化的影响,目前也主要发育了溶蚀-冰蚀、溶蚀-熔蚀及溶蚀-剥蚀等岩溶类型。在这些大山脉间的准噶尔、塔里木等盆地中,在地下几千米的深处也有些碳酸盐岩埋伏着。在新疆至内蒙一带的许多大大小小的内陆盆地中,也有盐湖分布,发育成较典型的复合岩溶类型。

在大兴安岭以东的东北地区,除了太子河流域有较多的碳酸盐岩层裸露外,由于多期的大片火成岩体的切割,使碳酸盐岩层多呈小面积块状散布。因此,主要发育了溶蚀-熔蚀及溶蚀-水蚀岩溶类型。与大小兴安岭、千山山脉成东西向相隔的松辽盆地及三江平原的地下深处,碳酸盐岩也有分布。辽东半岛上碳酸盐岩层出露较多,大连至金县一带发育了较典型的溶蚀-海蚀岩溶类型。

在六盘山以东,秦岭及淮河以北的华北地区,碳酸盐岩层较多,裸露、半裸露地分布于太行山、吕梁山、燕山及鲁中南的山地,发育了溶蚀-水蚀岩溶类型中的岩溶中山峡谷型和岩溶低山河谷型,以及限制性溶蚀岩溶类型中的岩溶断块山地型岩溶,有洞穴发育,多大流量的岩溶泉。在黄土高原、晋中盆地及黄淮海平原的地下深处,普遍地埋伏着碳酸盐岩层,属于典型的埋伏岩溶类型地区。由于受构造条件的控制,抬升的裸露、半裸露的岩溶山区与凹陷沉降的埋伏岩溶地区,成东西相间状分布。

广西、贵州、湖北、湖南、云南及四川的大部分和广东北部地区,为中国碳酸盐岩层最集中分布的区域。由于受青藏高原的强烈隆起及太平洋板块活动的叠加影响,而且这一区域较多时期是处于湿热的亚热带气候条件下,因此岩溶发育也最强烈。其表现是岩溶景观典型,洞穴暗河多、规模大,以开阔性溶蚀岩溶类型为主。这一类型多是在厚度大、夹层少及构造平缓的地区,岩层经强烈开阔性溶蚀而成。由于受各种因素的综合影响,在正态的岩溶景观(如溶丘、峰丛、峰林、石林等)与负态的岩溶景观(如洼地、谷地、坡地等)之间出现多种的镶嵌组合情况,产生许多亚型。滇西处于高一级的青藏高原至次一级的云贵高原的边缘地带,主要发育了溶蚀-水蚀岩溶类型。云贵高原的腹部滇东地区及云贵高原至四川盆地、华南盆地的边缘地带,受次一级构造及层组类型的影响,发育了受褶皱、断裂及非碳酸盐岩层所控制的限制性溶蚀岩溶类型,主要有断陷盆地、断块山地、溶脊槽谷、垄岗谷地及溶脊坡地等岩溶形态。川西平原及江汉平原等地下深处,也有大片的碳酸盐岩层深埋着,也是典型的埋伏岩溶类型分布区。

华东的江苏、浙江、福建、江西以及广东的东南部,有着多期强烈的火成岩活动,加上新生代以来太平洋板块活动的影响,使这一区域内的碳酸盐岩层多呈破碎构造的小块体分布,相对隆起上升的幅度不大,多形成低山丘陵。因此,这一区域发育了溶蚀-熔蚀岩溶类型中的破碎构造山盆型和破碎构造山丘型岩溶。长江、珠江下游平原和三角洲地带,以及其它滨海平原地区,在湖泊周边有碳酸盐岩层裸露分布的地带,发育了岗丘湖泊型岩溶;在平原的地下深处也有些埋伏岩溶类型存在。受亚热带及海洋性气候的影响,一些地带也发育了开阔性溶蚀岩溶类型中的峰林谷地型和孤峰坡地型岩溶。

在中国的渤海、黄海、东海及南海的广阔领域内,海底也有碳酸盐岩层的埋存,发育了海底埋藏岩溶类型。受太平洋板块活动的影响,较强烈隆起上升达三千多米高程的台湾岛中央山脉,也有些碳酸盐岩层分布,所发育的岩溶应属于溶蚀-水蚀岩溶类型。南海诸岛及台湾岛域的一些地带,分布着溶蚀-海蚀岩溶类型中的岩溶海岸型及岩溶礁岛型岩溶。

在中国领域内,可划分裸露及埋伏两大类碳酸盐岩溶和十一种类型与四十六型;复合岩溶,可分为两大类、六种类型与二十型。根据岩溶类型分布状况、地质构造与气候等自然条件的综合特点及有关的经济地质条件,全国可划分为七个大岩溶区和六十二个亚区。

含碳酸盐岩组分及可溶胶结物的白垩系-第三系红色岩层,经水溶蚀,加上风化、侵蚀及崩塌后,形成类似岩溶的赤峰红柱的丹霞景观,地下也发育有洞穴。这是红层类(似)岩溶类型。在含可溶物质的其它碎屑岩、土层及火成岩体中,也可形成这种类岩溶的景观与现象。这些类岩溶在我国南北许多地方都有发育。

三、岩溶与国民经济建设的关系

中国岩溶,以其奇异多姿闻名于世,景色秀丽,令人神往,是一种极为宝贵的旅游资源。更重要的是,岩溶与国民经济建设有密切的关系。