

解 读 地 球 密 码

丛书主编 孔庆友

梦幻世界 岩 溶

Karst
The Wonderland

本书主编 刘洪亮 杨丽芝 叶进霞

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

岩溶是水对可溶性岩石进行的一种化学溶蚀现象，在地表形成各种奇峰、峡谷及岩溶大泉等景观；在地下则发育成各种溶洞、暗河等地下迷宫。岩溶塑造的奇峰异洞峡谷，多姿多彩、亦梦亦幻，犹如人间仙境。



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

解 读 地 球 密 码

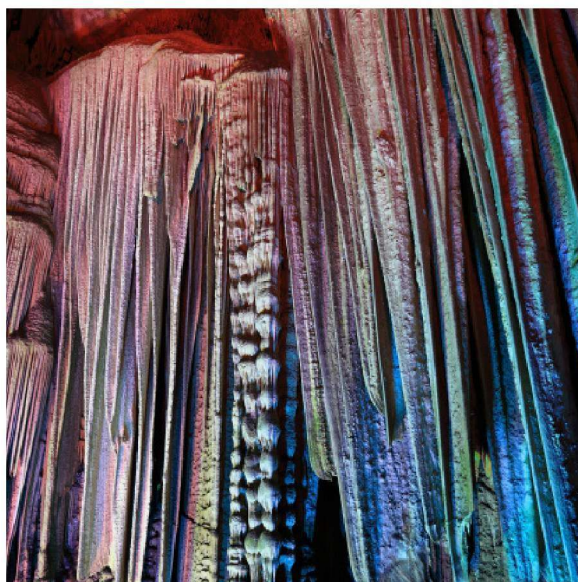
丛书主编 孔庆友

梦幻世界 岩 溶

Karst

The Wonderland

本书主编 刘洪亮 杨丽芝 叶进霞



◆ 山东科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

梦幻世界——岩溶 / 刘洪亮, 杨丽芝, 叶进霞主
编. —济南: 山东科学技术出版社, 2016.6

(解读地球密码)

ISBN 978-7-5331-8356-1

I. ①梦… II. ①刘… ②杨… ③叶… III. ①岩溶—
普及读物 IV. ①P642.25-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 141404 号

丛书主编 孔庆友

本书主编 刘洪亮 杨丽芝 叶进霞

参与人员 商婷婷 于清善 姚英强

解读地球密码

梦幻世界——岩溶

刘洪亮 杨丽芝 叶进霞 主编

主管单位: 山东出版传媒股份有限公司

出 版 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发 行 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098071

印 刷 者: 山东临沂新华印刷物流集团有限责任公司

地址: 山东省临沂市高新技术产业开发区新华路东段

邮编: 276017 电话: (0539)2925659

开本: 787 mm×1092 mm 1/16

印张: 9

版次: 2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-8356-1

定价: 38.00 元

目 录

C O N T E N T S

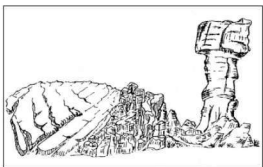
Part 1

岩溶知识解读



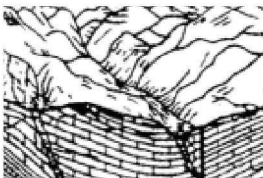
岩溶及岩溶作用/2

岩溶在国际上被称为“喀斯特”。由于“喀斯特”不易为群众所理解，因此，我国启用“岩溶”作为水对可溶性岩石进行以化学溶蚀为主的综合地质作用，以及由此所产生的各种现象的总称。



岩溶现象及定名/4

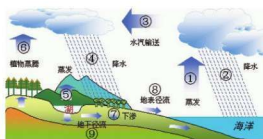
岩溶现象多种多样，单个岩溶现象有岩面岩溶现象、地表岩溶地貌、岩溶洞穴现象、岩溶泉等；复合岩溶现象有石林洼地、峰丛谷地、地下洞穴系统等。岩溶现象的名称，有些沿用古代或民间俗称，多数根据岩溶发育机理和形态定名，成为专业术语。



岩溶的类型及分类/8

岩溶的类型很多，不同的研究目的，分类的方式和依据也不尽相同。溶蚀方式的分类，可很好地帮助人们了解岩溶地貌景观。

Part 2 岩溶成因探寻



岩溶的发育机理/15

水、可溶岩和二氧化碳是岩溶发育的基础，地质构造条件和气候等是岩溶发育的控制因素。



岩溶的发育过程/20

岩溶发育经历幼年期、壮年期、壮年后期和老年期，完成一个完整的发展序列。我们所看到的奇峰、异洞、深峡等岩溶景观，是不同岩溶发育时期的各种岩溶现象的组合。



典型岩溶现象的成因/21

岩溶类型千姿百态，其形成也各有不同的物质条件和不同的控制因素。让我们一起来了解他们的成因吧。

Part 3 世界岩溶漫步



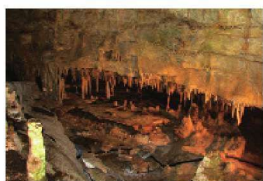
世界岩溶分布/37

世界陆地主要的岩溶区分布在地中海盆地、北美、中美洲、加勒比海盆地、东南亚、中国、俄罗斯、乌克兰和大洋洲。五大洲中，目前已知的有50多个国家有岩溶分布。



欧洲地区/38

主要分布在地中海盆地的迪纳拉山区、法国中央高原、意大利、希腊、匈牙利、捷克以及英国的中部、俄罗斯中部的乌拉尔山区。



美洲地区/44

北美的美国、加拿大，中美的墨西哥及加勒比海盆地的古巴、牙买加、多米尼亚、波多黎各、洪都拉斯、危地马拉、委内瑞拉等都分布有较多的碳酸盐岩，地下岩溶较发育，溶洞和天坑居多。



亚洲地区/51

以中国为代表的亚洲地区碳酸盐岩分布十分广泛。除中国外，日本、韩国、越南、马来西亚、土耳其、黎巴嫩、巴布亚新几内亚等国家均有分布，岩溶发育各有千秋。



大洋洲地区/54

大洋洲分布碳酸盐岩面积较大的国家有澳大利亚、新西兰等，其次是巴布亚新几内亚，其他岛国或许也有碳酸盐岩的分布，有待进一步科学考察。



非洲地区/57

北非的碳酸盐岩中夹有盐岩和石膏层，大部分被沙漠埋了起来。沙漠之下也可能有被埋藏的溶洞，还有待进一步考证。南部非洲的碳酸盐岩主要沿海分布，在海岸带的灰岩中发育一些岩溶洞穴，在洞穴中发现有古人遗址。

Part 4

中国岩溶巡礼



中国岩溶分布及特征/60

中国岩溶从热带到温带、从湿润到半干旱地区，从滨海到高山都有分布，约占国土面积的三分之一。以中国南方的滇、黔、桂岩溶高原及临近的川、渝、湘、鄂地区和中国北方的山西高原及临近的冀、豫、鲁地区两个连片岩溶发育区最为重要。



中国岩溶景观/70

中国岩溶景观包罗万象，世界上其他地方有的岩溶景观，在中国基本上都能找得到。主要包括峰、林、洞、谷、瀑、泉6个方面，既可独立成景，也可相互结合构成综合性景观。



中国岩溶研究/101

中国岩溶的研究历史可追溯到纪元之前，商代甲骨文对济南泉水的记载。历朝历代的科学家对岩溶都有深入研究，我们所熟知的《山海经》、《楚辞》、《庄子》、《梦溪笔谈》、《水经注》、《徐霞客游记》等都是岩溶研究的著作。

Part 5

山东岩溶扫描



山东岩溶分布及类型/105

山东是我国北方岩溶发育的典型地区之一，主要分布在鲁中南山区，面积约为全省总面积的15%。山东岩溶主要属于溶蚀—侵蚀类型的低山河谷型，由于碳酸盐岩缺少连续沉积，使得山东岩溶发育的规模受到限制。

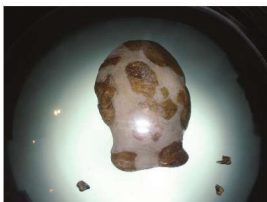


山东岩溶景观/106

山东岩溶景观虽不如南方岩溶那样壮美，但也独具特色。岱崮地貌，是山东独有的岩溶景观，济南泉水也是名满天下。山东的溶洞规模虽不大，但洞内的秀美也毫不逊色。

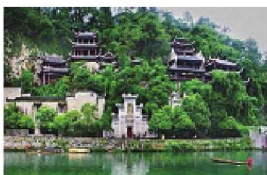
Part
6

溶洞乾坤概说



古人类的栖息地/115

洞穴为人类的祖先提供了天然的居住场所，为人类繁衍生息及进化做出了重大贡献。人类的远祖近亲，都是考古学家在岩溶洞穴中发现的。距今180多万年前重庆巫山古洞穴的古猿人，或许足以表明中国也是人类最早发源地之一。



文明的载体/117

人类文明也起源于洞穴。古人类在岩壁上留下的岩画碑文，在洞穴中留下的生产工具、祭祀用品，甚至亭台楼阁，都记录了人类文明进步的进程。



大千洞藏/121

洞穴相对隐蔽，环境幽静、温度和湿度适中，不仅是人类文明的保护者，还是人类文明及物质生产的参与者。书籍收藏、酿酒、军工研制、水力发电等，都显示出洞穴环境的优越。

附录/123

参考文献/129

地学知识窗

岩溶、喀斯特/2 水循环/16 二氧化碳的来源/18 鹅管/32 天坑/34 巴拉德拉洞群/43 澳大利亚的化石洞群/55 七百弄/75 中国西藏雅鲁藏布大峡谷/85 喊泉和含羞泉/98 潮汐泉/99 徐霞客/103 岱崮地貌/106 北京猿人的发现/115

Part 1

岩溶知识解读

爱好旅游的朋友都向往桂林的山水，一句“桂林山水甲天下”，道尽了人们对桂林景色的赞美，还有那七星岩洞、芦笛岩洞、莲花洞等晶莹奇异的地下洞穴，令人无限感慨天工造物之神奇。云南昆明峥嵘崔嵬、耸向蓝天的石林和地下神秘洞穴，仿佛是小蜜蜂领着阿黑和美丽的阿诗玛姑娘在迷宫中急急寻找回家的路。源于雪山、东流入海的长江，劈开重岩叠嶂，留下了瞿塘峡、巫峡和西陵峡三大峡谷。还有九寨沟那闪动灵光的钙华坝，贵州高原上“一溪悬捣，万练飞空”的黄果树瀑布及瀑布下钙华堆积而成的水帘洞，济南市中心翻腾跳跃的趵突泉……这些奇峰异洞、深峡大泉的背后有一个共同的名字——岩溶，那么，岩溶是什么？



岩溶及岩溶作用

岩溶，是水对可溶性岩石（碳酸盐岩、石膏、岩盐等）进行以化学溶蚀作用为主，流水的冲蚀、潜蚀和崩塌等机械作用为辅的地质作用，以及由这些作用所产生的现象的总称。岩溶又名喀斯特（karst）。

顾名思义，岩溶就是对岩石的溶解。凡是地表水和地下水对可溶性岩石的破坏和改造作用都叫作岩溶作用。

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，并产生大泉，塑造出各种地表奇观（图1-1）；

——地学知识窗——

岩 溶

岩溶，国际上称为Karst（音译为喀斯特），1966年3月，在广西桂林召开的中国地质学会第一次全国岩溶学术会议上，专家们认为喀斯特在我国分布广泛而典型，与广大民众的日常生活及工农业建设关系密切，且“喀斯特”不易为群众所理解，因而决定选用“岩溶”这一名称。

喀 斯 特

喀斯特原为Kras，即石头的意思，是斯洛文尼亚境内伊斯特里亚半岛上一个有石灰岩分布的地方的地名。这个地方靠近意大利，意大利人称之为Carso，而德国人称之为Karst。因早期有关研究这种石灰岩的景观多用德文，后来即以德语Karst命名这类地貌现象；英文也沿用此名称。我国也像世界上其他国家那样，在描述或研究这种孕育着奇峰异洞的石灰岩地貌时，沿用这一专有名词，并音译为“喀斯特”。



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奇异现象，构成了神秘的地下迷宫。各种地表岩溶景观和地下洞穴现象，构成具有鲜明特色和多姿多彩的梦幻般的世界。

▲ ▼ 图1-1 地表岩溶景观（上为石林柱石，下为天生桥——穿洞）



岩溶现象及定名

徐霞客在其游记中用了3/4的篇幅，即《粤西游日记》《黔游日记》和《滇游日记》来描述岩溶现象，并沿用或创立了许多专用名词，如“坞”（岩溶洼地与坡立谷），“环洼”（圆洼地），“盘洼”（漏斗），“碗井”或“穴地”（落水洞），“石山”“峰林”“石梁”“洞”“隙”“窍”“石乳”“乳柱”（石柱）等。徐霞客之后，有关岩溶现象的名词，我国民间也有较多发展，如“坝”或“平坝”（指大的洼地、谷地或盆地），“龙潭”（泉水），“沟”（岩溶沟谷或长条形洼地），“槽”（封闭洼地），“天然井”（有水的落水洞），“珍珠泉”和“葡萄泉”（指带有气泡冒出的水泉），“转龙”“多潮泉”和“潮汐泉”（指间歇性涌出或周期性增大流量的水泉），“雷公井”“反复泉”（指枯水期消落地表水，而雷雨洪水季节上涌岩溶地下水的落

水洞或竖井及其地表所形成的水泉），“地陷”（岩溶塌陷），等等。这些岩溶名词，我国目前仍广泛地沿用着。

水对可溶岩产生的溶蚀现象有多种：如岩面岩溶现象，包括溶孔、生物溶痕、水流痕、溶蚀层面、溶蚀裂隙、溶蚀断层、溶沟溶槽、溶牙等；岩溶地貌个体现象，包括石柱、岩溶岗丘、岩溶山峰、岩溶漏斗、岩溶洼地、岩溶谷地等（图1-2）；岩溶洞穴现象、岩溶泉。

岩溶洞穴里主要有两种岩溶现象，洞穴微地貌和洞穴沉积物。

洞穴微地貌包括流痕类、窝穴类、沟槽类、井管类、洞壁突出物类等主要类型。流痕类包括波状流痕、流纹、波痕、贝窝；穴口状流痕包括贝穴、天三角。窝穴类包括窝穴、点穴、杯穴、碗穴、缸穴、天锅、球穴。沟槽类包括边槽、蚀龛、堑沟、天沟、竖向沟痕。井管类包括

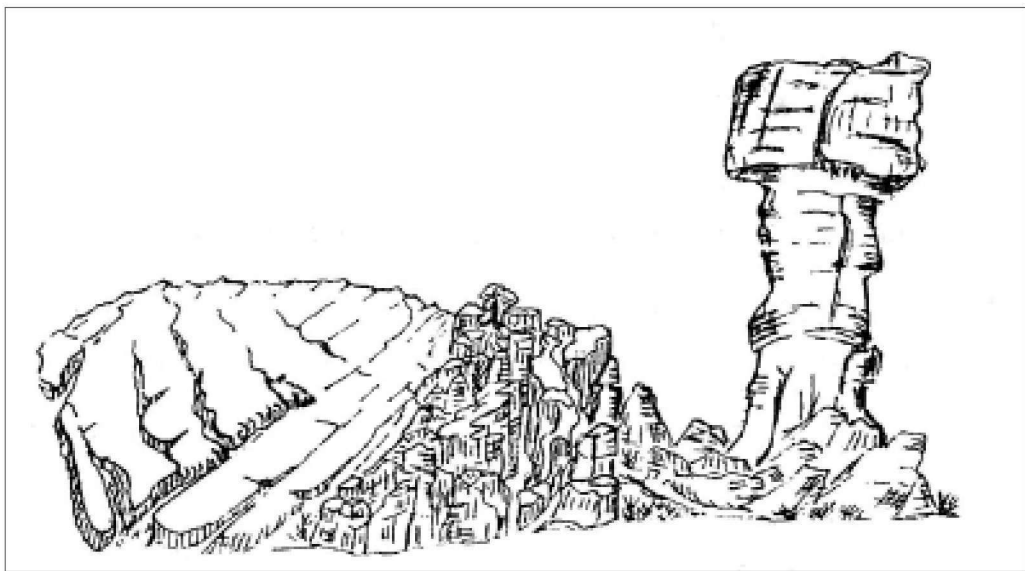


图1-2 主要个体岩溶现象示意图

图左侧的平滑面，为溶蚀层面；层面上尚有溶蚀裂隙；沿溶蚀裂隙进一步溶蚀成沟、槽形态，即为溶沟溶槽；图中间部分，溶沟溶槽的深度较大，碳酸盐岩凸出的部分为溶蚀后残留的岩体，呈牙状，称为石牙，有似大牙、有似门牙、尖牙；右侧为一个溶蚀残留的石柱。

天钟、天筒、天井、竖井、溶蚀管。洞壁突出物类包括倒石芽、钟乳状吊岩、角石、天鳍、洞桥、岩柞、石台、石芽等。有溶蚀侵蚀就会有沉积，水溶蚀的碳酸盐岩在合适的条件就会产生沉积，以洞穴内的化学沉积最为常见，也最具美学价值。

自然界往往多个相同的岩溶个体或多种岩溶现象在同一地同时出现，这就是岩溶现象集合。例如，溶孔集合出现，可以呈星点状、串珠状、羽毛状、格架状、

蜂窝状等。岩面岩溶现象也可集合成为星散状洼地、格架状洼地、狭条状谷地（或洼地）、鳞片状谷地（或洼地）、叶脉状（或羽毛状）洼地（或谷地）、蜂窝状洼地（或谷地），这些集合形态的发育，是受构造条件控制的。

岩溶现象的集合，就组成了岩溶地貌景观。例如负态岩溶地貌景观的成群出现，就成了漏斗群、洼地群、竖井群等；正态岩溶地貌景观的成群出现就成了峰丛、石林、峰林等。岩溶地貌景观的

复合出现，反映岩溶的发育程度与规模，也是岩溶景观“观赏性”的一个重要指标（表1-1）。

表1-1 复合岩溶地貌景观组成表

正态岩溶地貌现象集合体	复合	负态岩溶地貌现象集合体	复合岩溶地貌景观
溶蚀石柱集合体—石林	+	溶蚀洼地群	石林洼地
溶岗集合体—溶丘	+	溶蚀洼地群	溶丘洼地
溶峰集合体—峰丛	+	溶蚀洼地群	峰丛洼地
溶丘	+	溶蚀谷地	溶丘谷地
峰丛	+	溶蚀谷地	峰丛谷地
溶峰集合体—峰林	+	溶蚀谷地	峰林谷地
溶峰分散孤立—孤峰	+	平原	孤峰平原
残峰	+	平原	残峰平原

先有岩溶作用，后有岩溶现象，二者既是因果，也相互促进（图1-3）。

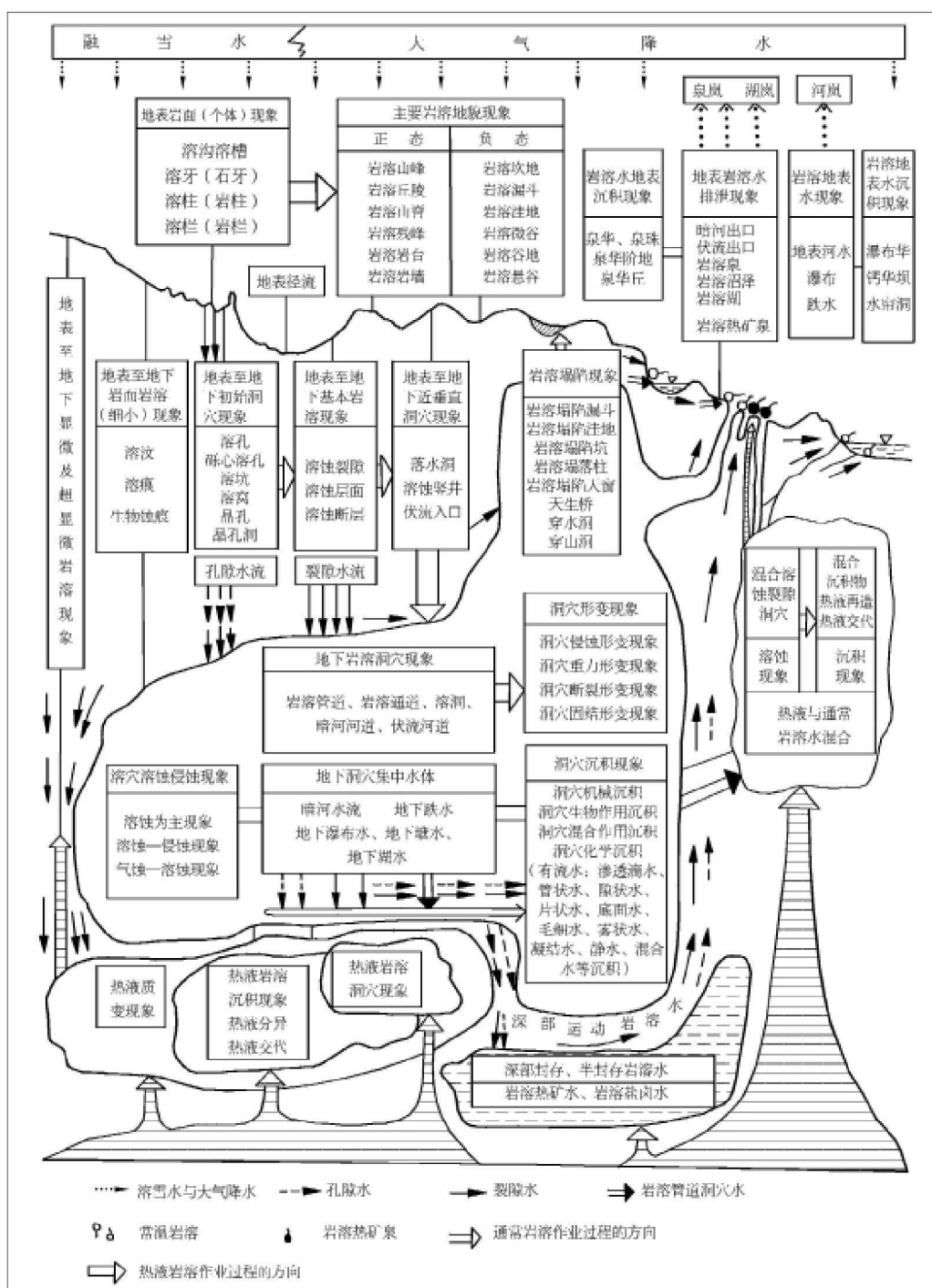


图1-3 岩溶作用过程与岩溶现象的关系示意图

岩溶的类型及分类

自然界岩溶现象比比皆是，岩溶个体不仅数量多，而且千差万别，怎样将众多的岩溶现象和个体分类，以便找出岩溶发育的规律？以往的岩溶研究专家从各个角度对岩溶进行了研究，也从不同角度对岩溶进行了分类，例如气候专家以气

候条件为依据，对岩溶进行分类。其他分类依据还包括地域条件、岩溶的形态特征、出露条件、可溶岩岩性、水文地质条件等等（表1-2）。本书主要根据岩溶过程中溶蚀方式，结合可溶岩的地质构造条件，从岩溶地貌景观角度，对岩溶发育特

表1-2 岩溶分类依据及类型

分类依据	岩溶类型
气候带	冰川岩溶、寒带岩溶、温带岩溶、中欧型岩溶、亚热带岩溶、地中海型岩溶、热带岩溶、干旱区岩溶
高度或地貌区	高山岩溶、高原岩溶、丘陵平原岩溶、滨海岩溶、礁坪岩溶
出露条件	裸露岩溶、隐伏岩溶、埋藏岩溶、悬挂岩溶、绿岩溶
所在深度	地表岩溶、地下岩溶、浅层岩溶、深部岩溶
形成时期	化石岩溶、现代岩溶、古岩溶
可溶岩岩性	碳酸盐岩岩溶（石灰岩岩溶、白云岩岩溶）、硫酸盐岩岩溶（石膏岩溶）
水文地质条件	包气带岩溶、饱水带岩溶、深部缓流带岩溶
溶蚀特征	溶蚀为主类型、溶蚀侵蚀类型和溶蚀构造类型
复合岩溶景观	开阔性溶蚀岩溶、限制性溶蚀岩溶、溶蚀—侵蚀岩溶类型

点及发育规律进行分类。

在我国西南、华中地区，裸露、半裸露碳酸盐岩岩溶主要有开阔性溶蚀岩溶、限制性溶蚀岩溶、溶蚀—侵蚀岩溶类型。

一、开阔性溶蚀岩溶类型（溶蚀为主岩溶类型）

开阔性溶蚀岩溶是厚层碳酸盐岩呈

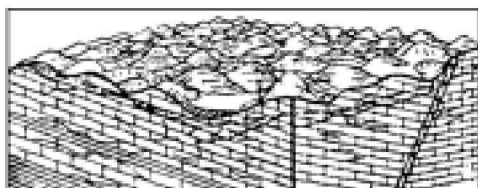
大片裸露分布，没有强烈构造褶皱，在湿热条件下发育了多种岩溶类型，包括以下八种形态（图1-4）。

1. 石林溶洼型

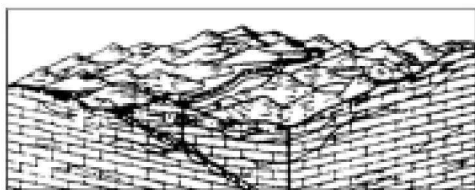
在石林溶洼分布区，溶蚀的柱石林立，柱石间有大小不一的纵横溶沟溶槽群，石林间有漏斗、洼地，低洼地带聚集水流而成湖。石林溶洼型中，以云南石林



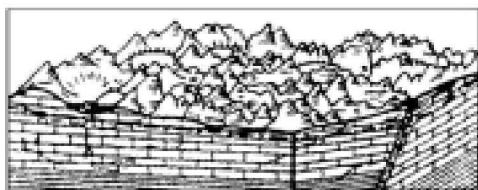
石林洼地型(K_1)



溶丘洼地型(K_1)



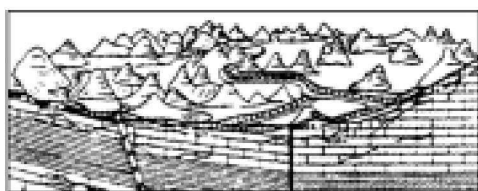
溶丘谷地型(K_2)



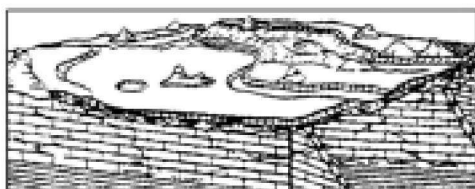
峰丛洼地型(K_3)



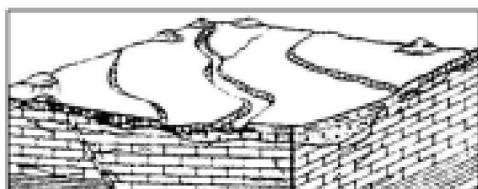
峰丛谷地型(K_4)



峰林谷地型(K_5)



峰林平原型(K_6)



孤峰平原型(K_7)

图1-4 溶蚀为主岩溶类型的主要亚型示意图