

中国地质出版社
桂林岩溶研究所
桂林岩溶地质队

GUILIN
KARST

桂林岩溶

●朱学稳 著 ●上海科学技术出版社





桂林岩溶

朱学稳 著

上海科学技术出版社

《桂林岩溶地质》分册目录

- 第一分册 桂林岩溶地质概论(重庆出版社)
第二分册 桂林岩溶与碳酸盐岩(重庆出版社)
第三分册 桂林岩溶与地质构造(重庆出版社)
第四分册 桂林第四纪冰川地质(重庆出版社)
第五分册 桂林岩溶地貌与洞穴研究(地质出版社)
第六分册 桂林岩溶(画册)(上海科学技术出版社)
第七分册 桂林环境水文地质与水资源保护(中国地质科学院乙类《地质专报》)
第八分册 桂林水资源评价及其方法(重庆出版社)
第九分册 桂林环境工程地质(重庆出版社)
第十分册 机载热红外扫描在桂林岩溶地质中应用(中国地质科学院乙类《地质专报》)

桂 林 岩 溶

中国地质科学院岩溶地质研究所

朱学稳 著

上海科学技术出版社出版

(上海市瑞金二路450号)

上海中华印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张12 字数60 000

1988年3月第1版 1988年3月第1次印刷

统一书号: 13119-1448

ISBN 7-5323-0530-9/P·5

目 录

前言	(1)	小结	(70)
岩溶峰林地貌	(8)	桂林地区峰林地貌发育史	(70)
峰林平原	(18)	桂林地区峰林地貌发育演化研究的初步结论	(74)
峰林平原的主要类型	(18)	岩溶洞穴	(79)
盆地峰林平原	(19)	洞穴形态	(82)
边缘峰林平原	(20)	洞穴溶蚀形态	(84)
谷地峰林平原	(21)	洞穴大形态	(86)
坡立谷峰林平原	(24)	洞穴小形态	(90)
峰林平原的基本特征	(25)	洞穴次生化学沉积形态	(108)
基本平坦的平原基岩地面	(25)	非重力水沉积	(109)
平地拔起的石峰	(26)	重力水沉积	(114)
地表水和地下水浑然一体	(30)	协同沉积	(144)
石峰山体的脚洞化	(32)	叠置沉积	(154)
本区峰林平原发育的某些基本规律	(34)	桂林地区的主要洞穴	(156)
峰丛洼地	(48)	芦笛岩及邻近洞穴	(159)
峰丛洼地的主要类型	(49)	七星岩及邻近洞穴	(164)
分水岭峰丛	(50)	穿山岩及邻近洞穴	(168)
边缘峰丛	(52)	水仙岩洞穴	(172)
谷间峰丛	(54)	莲花岩洞穴	(174)
岛状峰丛	(56)	甑皮岩洞穴——新石器时期人类遗址	(176)
峰丛洼地的基本特征	(58)	隐山诸洞	(178)
峰体联度 峰洼相间	(59)	罗田大岩洞穴	(179)
洼地发育与分布有规律	(60)	冠岩	(185)
水文条件独特	(64)	后记	(188)
洞穴成因类型多样	(65)		



▲遇龙河晨曦。

前 言

桂林是一座具有悠久历史的文化名城。一提起她，人们会自然而然地想起唐代文学家韩愈描写桂林山水的诗句：“江作青罗带，山如碧玉簪”，以及宋代李曾伯的“桂林山川甲天下”等赞语。桂林的山青，水秀，洞奇，石美，用世间最美好的语言对她加以颂扬都是不过分的。

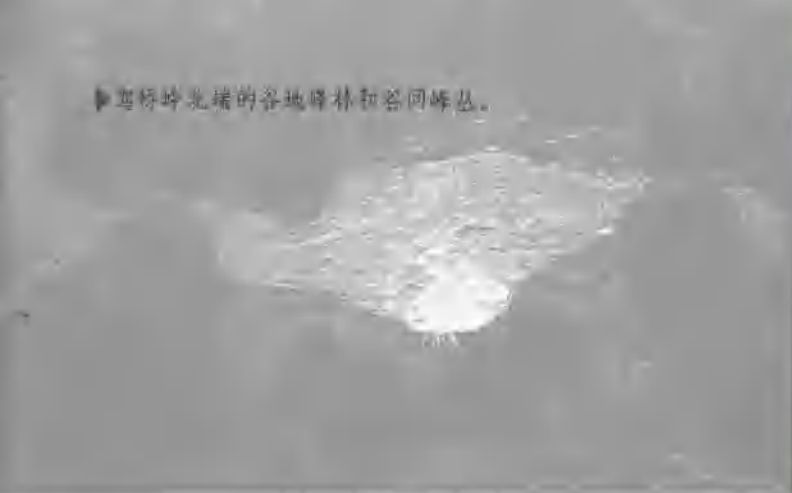
然而，从岩溶科学的角度来看，桂林的山、水、洞、石无不与岩溶发育密切地联系在一起。“桂林式岩溶”是国内外公认的热带岩溶地貌的典型。

本书从峰林地貌和洞穴两方面阐述桂林岩溶特点，探讨桂林地区岩溶发育规律。

本书所指桂林地区，位于广西壮族自治区的东北部，地理坐标为东经 $110^{\circ}9' \sim 110^{\circ}42'$ ，北纬 $24^{\circ}40' \sim 25^{\circ}40'$ 。即北起兴安，南迄阳朔，东临海洋山，西抵驾桥岭，行政区包括桂林市(含阳朔、临桂两县)及兴安、灵川县的大部，全州、灌阳、永福、荔浦、平乐和恭城各县的小部分，可称作大桂林地区。其总面积为7104平方公里，碳酸盐岩岩溶分布面积达3751.8平方公里，占总面积的52.8%。本书所涉主要是岩溶峰林地貌区，面积为2452平方公里，占全区各类岩溶分布总面积的65.3%。



本区在地质构造上,是一个大致呈南北走向,略向西突出的弧形构造,称桂林弧形构造。其外围,北有越城岭,东有海洋山,西有驾桥岭等非岩溶山区,主峰海拔均在千米以上,越城岭的猫儿山最高峰为2142米。弧形构造的内部,由泥盆系至下石炭统的沉积盖层组成,中泥盆统以后以碳酸盐岩为主,厚度达4600米。另有下白垩统紫红色砂岩砾岩零星分布。第四系的砂砾粘土层,主要分布在峰林平原与河谷区,一般厚度在几米之内,最大厚度可达50米。下石炭统以灰岩、白云岩互层为主,夹砂页岩。受岩性控制,地貌上多呈丘丛、岭丘和缓丘。泥盆系中上统,则以连续沉积数千米的纯质碳酸盐岩为主,分布区皆形成峰林地形,并可分为峰林平原和峰丛洼地两类,或简称峰林和峰丛。前者山峰峰顶标高一般为250~350米,即高出平原地面数十至200米。后者峰顶标高一般在350米以上,高者可达700~800米,高出附近的平原地面或切割的河谷200~600米。桂林弧形构造的中部,漓江河谷纵贯南北,地形相对较低,但也有穿过峰丛区的峡谷,如潜经村至兴坪段。峰林平原和峰丛洼地区的漓江河谷两岸,不存在多级基岩阶地。



二

桂林地区属亚热带季风气候区，总的特征是炎热多雨。年平均气温为 $18\sim 19^{\circ}\text{C}$ ，年平均降雨量为2000毫米左右。降水量的全年分配是不均匀的，4~7月份占全年的62%，为雨季；10月至次年2月为旱季，平原区的地下水位降低到最低水平，埋深达到3~5米以上。

据我们的观察研究，热带、亚热带气候条件下的综合岩溶作用，除一般的化学溶蚀、流水侵蚀及崩塌等作用外，生物岩溶作用具有重要的意义。生物岩溶(Biokarse)包括植物和动物参与岩溶作用的活动，有机械性的破坏，也有生物化学的溶蚀，还有生物岩溶沉积作用。特别是植物岩溶(Phytokarst)现象十分普遍。只要空气持有一定的湿度，即使在气温几摄氏度(如 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$)的条件下，植物岩溶作用，尤其是一些低等藻类和微生物的岩溶作用相当活跃。桂林地区最常见的植物岩溶现象是洞口附近趋光生长的石刺和石钟乳。当然，在地表的大量溶痕和沟槽等形态的形成过程中，植物岩溶作用的意义是决不可低估的。



三

桂林地区独特的峰林地貌和大量岩溶洞穴,很早就被人们观察研究,有关著作中对某些岩溶现象的记载,已达到相当高的水平。如北魏郦道元的《水经注》,唐代柳宗元的《桂州訾家洲亭记》,莫休符的《桂林风土记》,南宋范成大的《桂海虞衡志》和周去非的《岭外代答》,明代徐霞客的《徐霞客游记》等,均是众多观察记录的杰出代表。如记载峰林平原及其洞穴发育特征方面,柳宗元有“桂州多灵山,发地峭竖,林立四野”,范成大有“桂之千峰,皆旁无延缘,悉自平地崛然特立,玉笋瑶簪,森列无际”、“山皆中空,故峰下多佳岩洞”,徐霞客有“诸危峰分峙叠出于前,愈离立献奇,联翩角胜矣。石峰之下,俱水汇不流,深者尺许,浅仅半尺”等,把我们今天讨论的石山分离陡峭,平地拔起;石山的强烈洞穴化;平原的地坦水浅,水体汇聚于石峰之下等峰林平原的主要特征,可谓描绘得淋漓尽致。对于峰丛洼地的形态特征,徐霞客的描述也是十分准确的,他说峰丛山地的众峰是“乱尖叠出,十百为群,横见侧出,不可指屈。”在桂林地区的洞穴考察方面,公元九世纪莫休符便记述了探查七星岩洞穴的结果:洞内“坦平如毬场,可容



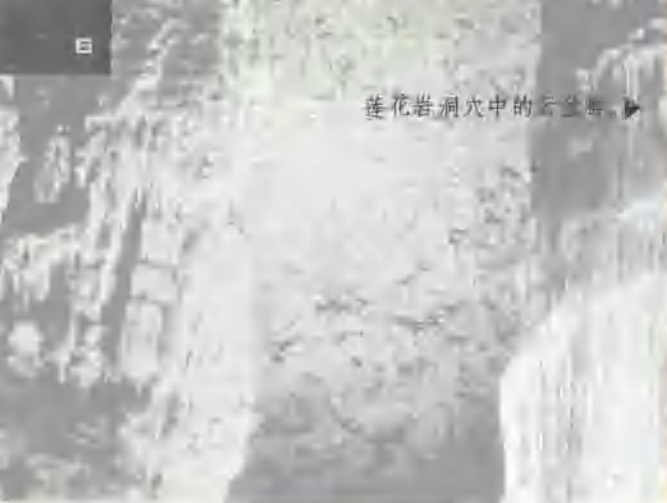
漓江下龙风光。



千百人，如此者八九所。”1637年，徐霞客在桂林共调查了88个洞穴，对洞口方向、形态，洞穴长度，洞内的溶蚀及沉积现象均有翔实的记述。在石钟乳一类沉积形态的文字记载和成因解释方面，“石钟乳”一词最早见于公元前三世纪的《神农本草经》。范成大曾指出石钟乳是“乳水滴沥未已，且滴且凝”所成。

桂林地区岩溶的近代研究始于本世纪三十年代。据斯维婷(M. M. Sweeting)追述，Kegelkarst(锥状岩溶)这一名称，是由法国Handel-Mazettis和O. Lehman(1927)根据在中国的考察提出的。四五十年代以来，国内学者在桂林附近的岩溶研究方面曾发表过许多文章，其中主要有杨钟健和德日进(1935)、高振西(1936)、陈述彭(1957)、曾昭璇(1960、1964)、李粹中(1961)、陈治平(1980)、朱学稳(1980、1983、1985)、陈文俊(1982)、翁金桃(1981、1985)、朱德浩(1980、1984)、汪训一(1983、1985)、袁道先(1985)和林玉石(1985)等人的有关论文。八十年代以前主要讨论的是本区的多级峰顶面、洞穴成层性、岩溶地貌的形成演化和发育史等问题。虽然多数学者在峰顶面的级别划分及成因方面的见解并不一致，但在多级峰顶面的存在及峰林平原系由峰丛洼地演化而来的基本观点方面却是基本一致的。八十年代以来，讨论的问题日趋广泛和深入，并提出了一些新的认识。

莲花岩洞穴中的云盘壁。



从六十年代始,特别是近些年来,许多外国学者相继来桂林考察,发表了不少有关桂林岩溶的文章。如V. Wissman (1954)、D. Balazs (1962)、J. N. Jennings (1976)、P. W. Williams (1972、1985)、M. M. Sweeting (1977、1980、1982、1985)、鹿岛爱彦(Naruhiko KASHIMA, 1981)等人。他们对桂林岩溶发育之完美均给以高度评价,并从不同的侧面介绍了桂林岩溶的特色及作者的见解。

中国地质科学院岩溶地质研究所自1976年在桂林建立以来,便在桂林地区开展了多学科岩溶综合研究工作,已取得了一定的研究成果。本书是这一综合科研成果的一部分。

四

本书包括桂林地区的岩溶峰林地貌和岩溶洞穴两部分。

从系统论的基本观点出发,我们把桂林地区的峰丛和峰林这两种地貌类型看作岩溶峰林地貌系统这一整体的两个组成部分,即峰丛和峰林,是该系统中两个同时态的子系统。认为它们发育的类型分异,主要取决于最初阶段由所在区域内外营力所综合确定的发展方向或发展趋势。峰丛、峰林共存于一定的区域,以至相互分布,是峰林地貌系统发展处于相对稳定



状态的标志, 是该系统协同→有序发展的必然结果。本书将比较详细地讨论桂林地区峰林和峰丛的主要类型、基本特征、洞穴发育及其有关问题。

近几年来, 我们对桂林地区的洞穴进行了比较全面的研究。在洞穴的成因类型、洞穴形态、洞穴矿物、洞穴古脊椎动物、洞穴文化、洞穴生物、洞穴年代等方面, 均取得了一定的研究成果。限于篇幅, 本书的洞穴部分只着重介绍洞穴形态和桂林地区的一些重要洞穴。从生成联系上考虑, 洞穴成因及类型方面的问题, 纳入第一部分讨论。

洞穴形态是研究洞穴成因及形成环境的重要依据。我们将其分为四大类, 即溶蚀形态(Largeforms and Speleogens), 次生化学沉积形态(Speleothems), 崩塌形态和生物岩溶形态(广义的phytokarst)。本书将系统介绍前两种形态。对于次生化学沉积形态, 在各家分类的基础上, 从洞穴包气带次生化学沉积作用的系统观点出发, 将其分为非重力水沉积、重力水沉积、协同沉积(Synergetic deposits)和叠置沉积(Superimposed deposits)四种基本类型。本书提出了一个形态分类系统, 并就某些重要的和不常见的形态作了成因讨论。虽然本书分类系统中的绝大多数形态在大桂林地区可以见到, 但由于洞穴的区域沉积环境的限制, 某些形态如月奶石(moonmilk), 目前在本区尚未发现。为了在图片方面能较完整地表现我们的分类系统, 并力求具有代表性, 因此选用了几帧外地的照片供参考, 并注明了拍摄地点。



岩溶峰林地貌



具有独特的地表峰林地形和地下洞穴发育方式的岩溶峰林地貌，是当代岩溶学领域特别引人注目的研究对象。在国外文献中被称为锥状岩溶(*cone karst*)、麻窝岩溶(*cockpit karst*)和塔状岩溶(*tower karst*)。主要见于东南亚、中美洲及新几内亚等地区，大都发育于成岩作用较差的新生界碳酸盐岩地层中。我国岩溶峰林地貌的分布面积，在世界各岩溶分布国中首屈一指，其范围早在三个多世纪以前就为我国杰出的地理学家徐霞客明确指出，即分布在云南

罗平—湖南道县一线以南的广大华南地区，北界约在北纬26度左右。其中尤以桂北、桂西及桂西北与云贵高原边缘区最为集中。均发育在下部中生界及其以前的坚硬碳酸盐岩地层中。

我国南方的岩溶峰林地貌向以桂林地区最为著名。考虑到岩溶发育的地区性差异，我们又把桂林地区的峰林岩溶称作“桂林式岩溶”。目前桂林式岩溶被多数学者认为是热带气候条件下发育的岩溶类型的典型代表。

桂林式岩溶两种基本类型，即峰丛和峰林，



杨堤附近漓江两岸的峰丛地形。◀

在兴安—桂林—阳朔自然单元内，两者分布面积分别是1166.6和1285.5平方公里，各占47.6%和52.4%。

峰丛洼地由联座的正向石峰和其间的封闭或半封闭的洼地组成。石峰以锥形为主，洼地底部岩石裸露或有薄的覆盖层，并有落水洞发育。峰丛地貌区常有地下河或伏流形成。峰丛洼地地形可连片构成面积数十至数百平方公里峰峦层叠的群山，也有以块状、条带状或孤岛状散布于大片峰林平原之中。

峰林平原是在基本平坦的地面上，散布着平地拔起、疏密有致的分离石峰（石山）。在岩性、地层产状、构造裂隙及水文条件诸因素的制约下，石峰个体有塔形、锥形、马鞍形、单面山形等形态，但多具有边坡陡峭和山体普遍洞穴化的特点。洞穴以流入型的脚洞为主，并经常成为在垂向上相互贯通的层楼式洞穴系统。在山体内均通向地下含水层。平原地面一般相当平坦，或基岩裸露，呈现一片“石海”，或有薄的土层覆盖。在邻近非岩溶区接受外源物

► 临桂县会仙附近的峰林平原。



► 福利附近漓江两岸的峰林地形。



堆积的情况下,可有较厚的洪积层分布。有的峰林平原可达上百平方公里,也有以块状、条带状坡立谷或谷地形式出现于大片峰丛地形之中,或发育在与非岩溶区相接触的地带。

岩溶峰林地貌的发育,除了与湿润的热带或亚热带气候条件及与之相关联的活跃的生物岩溶作用密切相关外,还与沉积厚度大、质地纯,又极少或无碎屑岩夹层的分布广的石灰岩层这一地质条件联系在一起。某些物理风化和扩散溶蚀作用占优势的白云岩及其它不纯碳酸盐

岩层,则不能形成典型的峰林地貌。总之,岩石性质与气候是影响岩溶地貌发育的两个最重要的因素。在同一气候类型条件下,岩性是引起差异的主要因素;在同一岩性条件下,气候则是引起差异的主要因素。桂林地区的峰林地貌主要发育在质纯层厚分布广的上泥盆统融县组和中泥盆统的东岗岭灰岩中。本区泥盆系及石炭系碳酸盐岩出露的总面积为 3752 平方公里,其中典型的峰林地貌区占有 2452 平方公里,基本与上述地层分布一致。其余三分之一



峰林平原中的岛状峰丛。◀

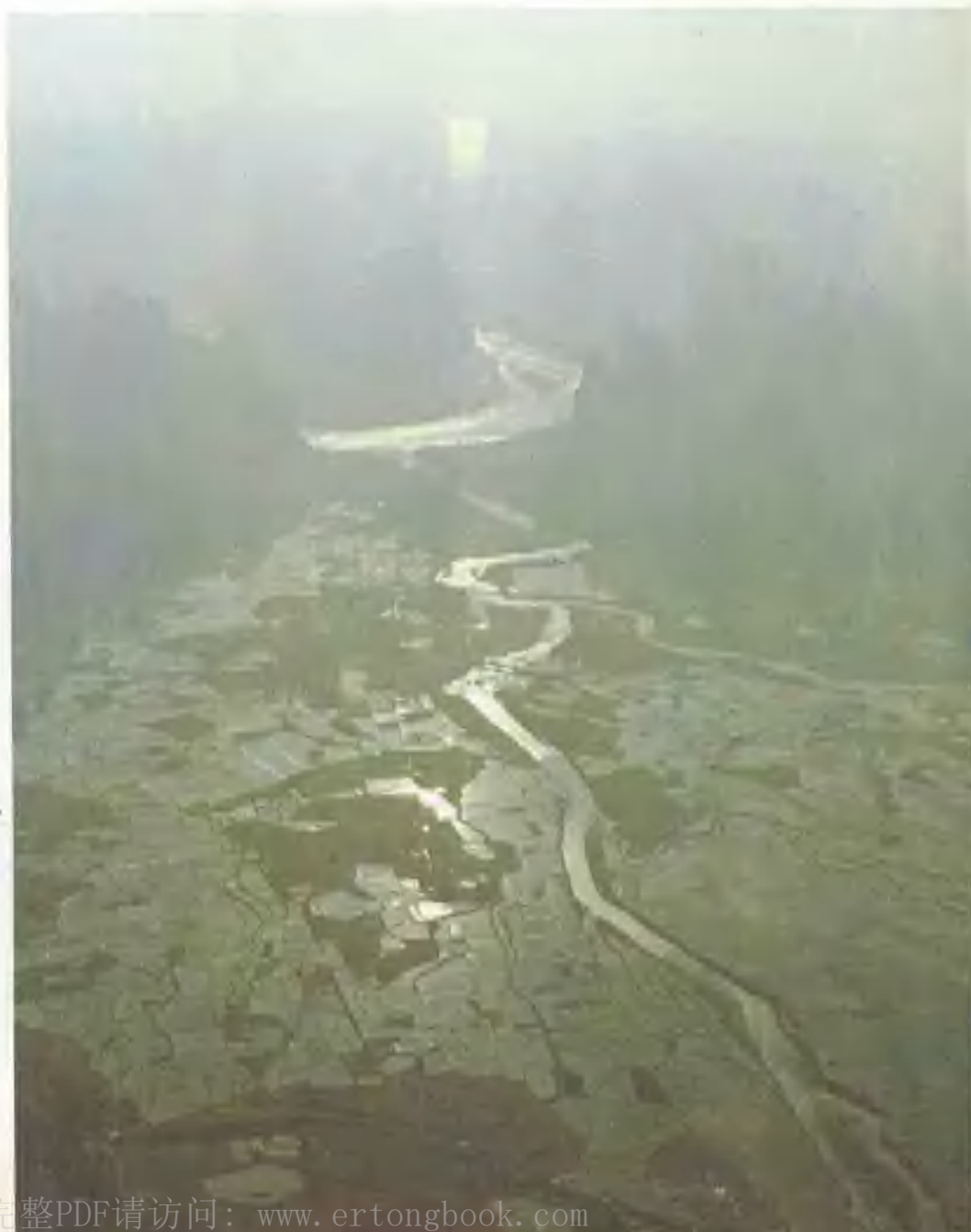


塔峰林中的桂林城。◀

的面积为以白云岩为主夹泥质岩层的下石炭统大塘阶和岩关阶岩层所分布，地貌上则表现为丛丘、岭丘和缓丘等。

关于岩溶峰林地貌的发育和演化，即峰丛和峰林间的成因关系问题，一般认为峰丛洼地→峰林平原→孤峰平原是依次逐步演化的，三者分别代表峰林地貌发育的青年、壮年和老年阶段。现代系统论的基本观点认为，整个自然界是以系统的形式存在着的有机体；自然界的任何客体都是由诸要素以一定的结构(层次)形

式组成的具有相应功能的开放系统，它处于永不停息的运动之中。岩溶地貌是地貌大系统中的一个子系统，而峰丛和峰林又是岩溶峰林地貌中的一个子系统。作为一个物质系统，在其边界有能量和物质的输入。岩溶峰林地貌系统本身则通过各组成要素的形成、协调和某种结构的形成与完善，以完成输送物质的功能。这一过程的外部表现就是某些特定的地貌形态的塑造。根据这样的理解，岩溶地貌形成与发育的作用因素及其与内外环境的关系，可用下



►“江作青罗带，山如碧玉簪”。