

贵阳历史文化丛书
地质

贵
山海沧桑

贵阳历史文化丛书编委会 主编

图书在版编目（CIP）数据

山海沧桑 / 贵阳历史文化丛书编委会主编. -- 贵阳 :
贵州人民出版社, 2024. 12. -- (贵阳历史文化丛书).
ISBN 978-7-221-18595-2

I . X141

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2024AF7627 号

贵阳历史文化丛书·地质

山海沧桑

SHANHAI CANGSANG

贵阳历史文化丛书编委会 ©主编

出版人 朱文迅
策划编辑 谢丹华 汪琨禹
责任编辑 徐小凤
装帧设计 陈 电
责任印制 尹晓蓓

出版发行 贵州出版集团 贵州人民出版社
地 址 贵州省贵阳市观山湖区会展东路SOHO办公区A座
印 刷 深圳市新联美术印刷有限公司
版 次 2024年12月第1版
印 次 2024年12月第1次印刷
开 本 787毫米×1092毫米 1/16
印 张 16.25
字 数 247千字
书 号 ISBN 978-7-221-18595-2
定 价 68.00元

如发现图书印装质量问题, 请与印刷厂联系调换; 版权所有, 翻版必究; 未经许可, 不得转载。

贵阳历史文化丛书编辑委员会

顾 问：胡忠雄 王 宏

成 员：戴建伟 邓 谦 汪延皓 刘丽先 李 波
宋庆松 何谋军 胡 琳 杨 菲 沈 兵
何 丹

总 审 订：史继忠 郑荣晴 文思宛 杨 青 彭文俊

办公室主任：邓 谦

贵阳历史文化丛书学术委员会

顾 问：陈祖武 顾 久

主 任：史继忠 郑荣晴

《山海沧桑》编委会

主 任：何谋军 杨 菲
副 主 任：李春生 刘启信 郭 琳
成 员：肖悦春 姜继鹏 李家前 李焱焱 羊永夫
谭 英 詹崇波 林宝军 李 东 张益林
指导专家：史继忠 安成祥 陈履安 陈跃康 刘家仁
廖莉萍 陶 平 于 宁

《山海沧桑》编辑部

主 编：陈明华
副 主 编：马会珍 李家前
撰 稿：陈明华 马会珍 李家前 刘汉林 张中福
谭 英 史振华 蒋良兵 邓小杰 冉维宇
张婷婷 李丙霞 韦汉华 王 琴 张 珍
编 辑：吴 泳 张 珍 詹崇波
图片提供：贵州省地质博物馆 陈明华 张中福



总序

胡忠雄

“江南千条水，云贵万重山。五百年后看，云贵胜江南。”而镶嵌在云贵高原的明珠——贵阳，更是被一代代文人迁客所推崇和追捧。五百年前，一代圣贤王阳明初到筑城，便对贵阳山水发出“遍行奇胜才经此，江上无劳羨九华”的赞叹，后来龙场悟道又对贵阳气候给予“檐前蕉叶绿成林，长夏全无暑气侵”的盛赞。山水之城与避暑天堂完美邂逅，让人在如春凉夏的惬意中尽享如诗时光，爽爽贵阳就这样在夏日的徐徐清风中向我们走来……

徜徉于这座有着山水禀赋和文脉传承的城市，攀黔灵山，感叹“野禽五色仙裙蝶，山黛千盘佛髻螺”的天地造化；游南明河，体悟“水从碧玉环中出，人在青莲瓣里行”的天人和谐；登甲秀楼，领略“烟雨楼台山外寺，画图城郭水中天”的城市韵律；访文昌阁，见证“盛世车书环斗极，遐方文物应奎垣”的城市文脉，一山一水尽显气韵，一楼一阁各展风流。

爽爽贵阳，贵在爽身。盛夏时节的贵阳，没有骄阳似火，唯有凉意满怀，阵阵清风浸润身体的每个毛孔，犹如置身茂密林荫之下，又似身处空山幽谷之中，尽享天然空调、生态氧吧的舒爽清凉。“硃坐万竹中，凉风生静衣”，是黔中贤士竹林畅游对清风送爽的感慨；“虹霓蒸海气，烟雾洒春岚”，是明朝文人送友赴任对宜人生态的赞誉。大自然对贵阳格外偏爱、不吝馈赠。北纬 26 度、平均海拔 1100 米，最佳的纬度与高度在这里相拥，造就了地球上最美的风景

和最适宜人居住的环境；夏季平均气温 22.3℃、相对湿度 76%至 79%，最佳的温度与湿度在这里相遇，让人体机能良性运转、肌体活力充分焕发；负氧离子浓度每立方厘米 1 万多个、平均风速每秒 3 米以下，最佳的浓度与风度在这里相逢，让人沉浸氧海、吸氧畅游。无与伦比的“六度”，孕育了这方独一无二的康养胜地，成就了贵阳蜚声中外的避暑美誉。

爽爽贵阳，贵在爽心。一方水土养一方人。跨越浩瀚的历史长河，多元文化在这里交融，多彩文脉在这里激荡。四万年前，贵州先民在高峰镇招果洞建造了“洞穴家园”，创造了中国目前发现最早的通体磨光石器之一，被考古学界誉为解开中国旧石器时代晚期技术革命之谜的一把钥匙。两千年前，秦通楚道，汉置牂牁，神秘的夜郎古国融入了汉帝国，成为汉文化天空中一颗灿烂星辰。一千二百年前，自唐代开始，开阳兴起丹砂开采，逐渐成为中国丹砂采冶的重镇，为中华文化增添了一抹绚丽的“中国红”。一千年前，从宋代以后，青岩古道成为茶马互市的重要通道，形成商品贸易的大动脉，无数传奇故事、历史沉浮都在马帮的声声驮铃中回响不息。六百年前，水东土司女杰刘淑贞“卷裙走马四千里”，远赴南京觐见朱元璋，化解了西南边陲战乱危机，留下了民族团结进步的千古佳话。五百年前，王阳明在修文龙场参学悟道、开宗立派、教化民风，提出了“知行合一”学说，成为中国思想史上的一次裂变，塑造了贵阳城市精神的文化内核。近百年来，无数黔中英杰“愿将满腔热血，换来幸福人间”，以身证道、改天换日，中共贵州省工委旧址、息烽集中营革命历史纪念馆、百宜红军烈士陵园，一处处红色地标熠熠生辉，留给贵阳人民厚重的红色基因。六十年前，“悬崖险绝通铁道，巍山恶水齐变样”的“三线”建设者，以青春抒写家国情怀，铸就了砥砺前行、艰苦创业的精神丰碑。古往今来，渊深厚重的历史根脉和人文精神，滋养着贵阳儿女、浸润着黔中大地，造就了“知行合一·协力争先”的精神品格，生生不息、历久弥坚。



爽爽贵阳，贵在爽眼。贵阳是一个青山如屏、水鸣如琴、别有洞天的大山地公园、大森林公园，“溪瀑峡石洞城”浑然天成、“山水林田湖草”一体共生。看扶风山泉清树古，茂林掩名祠，奇山藏书院，体悟“雨滋苔藓侵阶绿，露洗松阴满院清”的幽静雅致。看天河潭飞瀑流湍，水自天上泻，雾从云中生，沉浸“空山闻水声，碧潭衍飞瀑”的壮阔景致。看森林公园林木蓊郁，立黔南首关，俯重峦叠嶂，饱览“一山高耸翠微巅，突兀穿云欲到天”的钟灵毓秀。看十里河滩水明如镜，流潺潺岁月，忧芸芸苍生，尽享“真山真水到处是，几步花圃几农田”的田园风情。看红枫湖一碧万顷，织河道沟汊，集旧沙湾洲，欣赏“一折青山一扇屏，一湾碧水一条琴”的诗情画意。看高坡云顶碧草连天，草长莺飞绿，奔马驰浩瀚，沉醉“倚空千嶂横起，银阙正当中”的静谧灵动。还有弦歌不辍的孔学堂，碧水苍山的鸭池河，童趣盎然的云漫湖，浪漫温情的花溪公园，古朴幽深的青岩古镇，绚丽绽放的万亩樱花，玉水金盆的底窝八寨，烟雾缭绕的南江大峡谷……延绵百里的环城林带，穿城而过的南明河水，星罗棋布的绿地公园，缓缓铺展出“十里山水半入城”的美丽画卷。城是一幅景，景是一座城。居于闹市高楼也能品山水之味，游走林间田舍也能赏城市之美，寄身市井巷陌也能享湖草之乐。崇尚天人合一的贵阳人，早已将城市与自然的和谐共生浸透血脉、融入灵魂。

爽爽贵阳，贵在爽口。贵阳，一块神秘又独立的风味自留地，一座汇聚四方佳肴的美食博物馆，山城的韵味和人情的意味在这里相互交织，酸辣的刺激与奇鲜的柔美在这里激烈碰撞，造就了千姿百态、千变万化的人间风味。辣，构成了贵阳美食的底色。糟辣椒、糊辣椒、油辣椒、烧辣椒、糍粑辣椒，辣得酣畅，软糯香滑的辣子鸡、麻辣松脆的香酥鸭、行销全球的“老干妈”，成为无数游子的“乡愁”寄托。酸，勾勒了贵阳美食的特色。酸可与一切相溶，红酸、白酸、鱼酱酸、晒醋酸、杨梅酸，酸得过瘾；酸可与一切相遇，鲜鱼、牛

肉、猪蹄、肥肠，热气腾腾的酸汤火锅，既开了胃又暖了心。奇，增添了贵阳美食的亮色。贵阳有数百种小吃，肠旺面筋道弹牙、牛肉粉汤鲜味美、糯米饭咸甜相宜，在每个早晨唤醒沉睡的味蕾；清新的丝娃娃肚容万物、热辣的豆腐果外焦里嫩，在每个小摊等待逐味的老饕；滚烫的糕粑稀饭甜糯香浓、冰凉的玫瑰冰粉沁人心脾，在每个街角惊艳疲惫的心灵；爽脆的折耳根其貌不扬，却能在每碗蘸水中释放奇特的口味。鲜，体现了贵阳美食的绿色。最优良的环境、最洁净的土壤，造就了绿色生态的山野之味，牛肝菌、羊肚菌、鸡枞菌等“黔菇”，雷竹笋、方竹笋、楠竹笋等“黔笋”，香椿、阳荷、蕨菜等“黔芽”，与甘甜井泉不期而遇，完美诠释了“人间有味是清欢”。辣、酸、奇、鲜，在此起彼伏的吆喝、摩肩接踵的喧嚣、流光溢彩的夜市中，绽放出“千家万户店铺开”的市井烟火。

爽爽贵阳，贵在爽购。曾经“地无三尺平”的贵阳，早已架起了千山万壑上的“高速平原”，随着天堑变通途，“养在深闺人未识”的“黔货”走出大山、“天生丽质难自弃”的“贵品”走向世界……这里有贵酒黔茶。“贵山贵水迎贵客，好山好水出好酒。”酱香白酒醇香浓厚、手工米酒清香甘甜、生态果酒蜜香飘逸，“风来隔壁三家醉，雨过开瓶十里香”，贵酒已凝成时光的幽雅细腻，汇成岁月的回味悠长。“南方有嘉木，黔地出好茶。”唐代陆羽在《茶经》中盛赞黔茶“其味极佳”，滋味香浓的都匀毛尖、不疾不缓的湄潭翠芽、汤色红艳的普安红茶，在沸水升腾中奏响自然的韵律、释放大地的芬芳。这里有贵银苗绣。“传统的也是时尚的，民族的也是世界的。”千年非遗历久弥新，“纹、珠、饰”美轮美奂，“绣、画、染”出神入化，千锤百炼的银饰，巧夺天工传“绝活”，银丝万缕间闪耀民族艺术之光；大美无言的苗绣，绣出时尚新“国潮”，飞针走线中编织民族无字华章。这里有黔药贵果。“黔地无闲草，夜郎多灵药。”苗岭山脉间，孕育着一座“天然药物宝库”，56个中药材国家地理标



志产品、95种黔产道地药材遍布黔中大地，成就了以杜仲、灵芝、天麻为代表的“贵州三宝”黔草名片。“奇山秀水出珍果”，猕猴桃、刺梨果、蜂糖李、红樱桃、火龙果……这些蕴山水之灵秀、领自然之神韵的绿色食品，是“舌尖上的贵州制造”，也是献给世界的健康礼包。

爽爽贵阳，贵在爽游。贵阳无山不青、无峰不险、无林不茂、无水不秀，东西南北皆有美景，老幼中青各得其所。纵情山水之间，没有案牍劳形、车喧马聒，只有逍遥自得、从容悠然。这里，让莘莘学子神往，革命圣迹、儒学基地、地质公园，是感悟精神、研学心修、探索奥秘的宝地，可在“行万里路”中“读万卷书”。这里，让年轻一代心动，奇峰峭壁、清溪飞瀑、深涧幽洞，是攀岩探险、漂流露营、山地运动的天堂，可在“忽魂悸以魄动”中饱览鬼斧神工。这里，让不惑一族躺平，民族风情、古镇文脉、乡村民宿，是都市休闲、农耕体验、亲子游玩的乐土，可让“久在樊笼里”的身心“悠然见南山”。这里，让银发老人忘忧，天然药谷、生态氧吧、矿物温泉，是理疗康养、候鸟旅养、修身颐养的福地，可在“游目骋怀青山间，物我两忘绿水中”享受最美夕阳红。每一位旅者都能在这里找到深埋心底的诗和远方。

走遍大地神州，醉美多彩贵州！让我们通过《贵阳历史文化丛书》，穿越重重关山，冲破氤氲云雾，相遇“爽爽贵阳”，共赴心灵之约、共鉴山水之美、共品人间之味、共享“六爽”之魅！

编写说明

为了让更多的人了解贵阳美景、贵阳资源、贵阳文化，本书向读者普及地球岩石有哪些类型，贵阳大地是由什么岩石组成的，岩石是怎么形成的，贵阳大地经历了怎样的6次山海转换，这些山海转换过程中孕育了哪些史前生物，现今贵阳大地上又繁衍了哪些动植物；同时，这些山海转换与贵阳一带的磷矿、铝土矿、煤矿的关系，以及哪些地质前辈与贵州结下了不解之缘，他们在贵阳有什么故事，又为贵州的地质研究作出了哪些巨大贡献。

山海沧桑的转换，孕育了生命；地质构造的神奇力量，造就了贵阳美丽的山山水水及独特的气候。本书不仅展示了贵阳的自然美，展示了在这片土地上人类发展过程中留下的文化，更是从地质人的角度，重新审视了贵阳的美。同时，拟推荐一批适宜进行地学旅游的点，并串联成线，以供大众休闲或进行研学科普活动、亲子旅游。

本书以口语化的形式，深入浅出，图文并茂，对地球的演变、生命的不易进行科普，使更多人在了解贵阳美景的同时，进一步了解地球，了解生命的演化，了解矿产资源生成的不易，了解生命不仅有繁盛，也会在特殊的环境下灭绝，让大家更懂得爱惜资源、爱护环境、爱护地球。

目录

引 言 / 01

第一章 贵阳的山海沧桑 / 03

第一节 地球的“书页” / 04

第二节 大地生长印痕 / 17

第三节 贵阳的山海沧桑 / 23

第四节 爽爽贵阳之谜 / 40

第二章 筑地之美 / 44

第一节 贵阳地貌演变 / 45

第二节 雄奇山川 / 62

第三节 柔美秀水 / 116

第三章 贵阳大地生命之舞 / 135

第一节 贵阳大地的古生物 / 136

第二节 贵阳珍稀动植物 / 151

第四章 黔地宝藏 / 169

第一节 铀矿 / 171

第二节 铝土矿 / 173

第三节 磷矿 / 176

第四节 煤矿 / 179

第五节 重要工业岩石 / 181

附录一 鲜为人知的地质工作者 / 184

附录二 贵阳地学旅游路线攻略 / 216

参考文献 / 238

后记 / 241



引 言

《山海沧桑》是《贵阳历史文化丛书》其中之一卷，主要通过“岩石的密码”，解开贵阳山川地貌演化、古生物兴盛繁衍的历程，编纂一本兼具学术性和可读性的科普书籍，展现贵阳大地的“前生今世”，进一步丰富“爽爽贵阳·贵在爽心”的文化底蕴，展现筑地之美。

贵阳，简称“筑”，贵州省省会，贵州省的政治、经济、文化和金融中心，位于贵州省中部，地处东经 $106^{\circ} 07'$ 至 $107^{\circ} 17'$ ，北纬 $26^{\circ} 11'$ 至 $27^{\circ} 22'$ 之间。东南与瓮安县、龙里县、惠水县、长顺县接壤，西靠平坝区和织金县，北邻黔西市、金沙县和播州区。

孟郊诗《赠黔府王中丞楚》曰：“旧说天下山，半在黔中青。又闻天下泉，半落黔中鸣。”明代王世性所著《黔记》中说贵州“天无三日晴，地无三里平”。从这些描述看，贵阳除了山还是山。

贵阳有没有海？贵阳曾经有海。在距今约8亿年的地球演化过程中，贵阳经历了6次海洋与陆地的山海沧桑变迁。曾经的贵阳，不仅有海洋，还有阳光沙滩，也有成群的鱼虾、珊瑚、腕足、腹足、海百合及高大茂盛的古植物等古生物。之所以现在贵阳没有海，是因为在距今约2亿年时，整个贵阳抬升成陆地，从此告别了海洋。

本书通过描述贵阳脚下土地的6次沧海桑田变迁，叙述组成贵阳大地的岩石，详细解说了地球构造在大地上的印迹。

形成陆地后，是不是就是现在的地貌样式？当然不是。贵阳抬升成陆后，

又经历了高山的生长及夷平的反复演化过程，才形成了现在的高山、峡谷、河流。

“峰峦越尽见平原，此间便恐是桃源。”“琅嬛胜地瑶池境，始信天宫在人间。”贵阳这样的美景层出不穷，让人目不暇接。其中，天河潭是喀斯特地貌的天然博物馆，集瀑布、溶洞、地下河、天坑等景观为一体；百花湖以风光旖旎、环境幽雅、奇峰碧水著称；红枫湖集山、水、洞、林和民族风情于一体；香火岩峡谷峰峦叠嶂，怪石峥嵘，飞瀑流泉，蔚为壮观；猫跳河峡谷兼具长江三峡之雄奇、漓江山水之秀丽；南江大峡谷、十万溪峡谷以发育典型、气势宏大的峡谷风光和类型多样、姿态万千的瀑布群落为特色……而作为喀斯特标志性的地貌——石林，在贵阳也具有与众不同的样式，如开阳卡比石林的“石郁金香”、高坡石林的“人面狮身像”，无不让人感叹大自然对贵阳的垂爱。

又是什么原因形成了“爽爽的贵阳”？那是地球的力量。地质构造运动把贵阳从赤道附近推移到了北纬 26° 附近，把地形抬升到 1200 米适宜人居的高度。特殊的纬度及海拔高度是形成爽爽贵阳气候的主要原因。

8 亿年来，贵阳大地上曾经繁衍了哪些生命形式？它们长什么样子，生活在哪些区域？哪些群体又在地球演化史上是独一无二的？书中有详细的解说，可逐一为大众答疑解惑。

我们的生活离不开汽车、手机等，而这些生活所需又离不开地球特殊的馈赠——矿产。贵阳大地有什么矿产？中华人民共和国第一颗原子弹的爆炸，原材料就产于贵阳。书中详细讲解了这些矿产的成分、用途等，展示了贵阳大地的富饶。

而矿产是怎么被发现的呢？书中以附录的形式，讲述了一群为解开脚下地球密码及找矿作出巨大贡献的地质学家鲜为人知的故事。同时，通过地质工作者的视角，推荐了一批贵阳适宜进行科普研学、亲子研学、徒步休闲的地质旅游路线，以供大众合理选择旅游目的地，获取更多自然和科学知识，让大众真正融入大自然。



第一章

贵阳的山海沧桑

自地球形成以来，它已经度过了 46 亿年的漫长岁月，给人类留下了无穷的奥秘。生活在地球上的人类，对地球又有多少了解呢？人类不计其数的先驱者用其短暂的一生，前仆后继地摹画出 46 亿年地球的演化之路。凝视宇宙，跟随地球的演化，见证地球生命的兴衰演替，去感悟、探索那波澜壮阔如史诗般的旷世传奇。

10 年前曾有一首民谣歌曲《陪我到可可西里去看海》，旋律优美，歌名及歌词极具想象力，可可西里真的有海吗？“陪我到可可西里去看海”，难道真的只是一种想象吗？那么，贵阳有没有海？让我们一起从岩石中蕴藏的秘密去解开这些秘密，去看看贵阳曾经的海、曾经的阳光沙滩。

这片土地经历了 6 次山海沧桑，最终形成了贵阳大地。地球这个大力士，通过构造运动，把贵阳地形抬升得很高，并使岩石发生褶皱与断裂，在贵阳大地上留下太多的烙印。

第一节 地球的“书页”

地层是地壳中具有—定层位的一层或—组岩石。地层可以是固结的岩石，也可以是没有固结的堆积物，包括沉积岩、火山岩和变质岩。在正常情况下，先形成的地层居下，后形成的地层居上。层与层之间的界面可能是明显的层面或沉积间断面，也可能因岩性、所含化石、矿物成分、化学成分、物理性质等的变化导致层面不十分明显。

地层如—本无字的书，层层叠叠的岩石就是记录地球历史的“万卷书”。这本书中特殊的文字里面藏着某—时期地球上这—地区的地质地貌甚至是空气含氧量、气候、温度、湿度、灾难、古生物、矿产资源等。

看电影也罢，看书也罢，常提到“侏罗纪”“寒武系”等，这是—个什么概念？要明白“系”“纪”，首先要了解年代地层。

年代地层是地质学上对地层划分的一种单位，是指—特定的地质时间间隔中形成的所有成层或非成层的综合岩石体。年代地层从大到小分宇、界、系、统、阶、时带六级，与之对应的地质年代（是指地壳上不同时期的岩石和地层，代表岩石和地层在形成过程中的时间、年龄顺序）为宙、代、纪、世、期、时。

从上述可知，“系”代表—个地质时间段内（如几千万年或上亿年）所形成的地层（岩石组合），—般是根据首次研究的典型地区的古地名、古民族名或岩性特征等命名的，如寒武系。“纪”则是代表形成—个特殊岩石组合所需要的时间段，如几千万年或上亿年时间段内形成的某个岩性组合，为了与“系”的名称相符合及便于利用，采用对等的称谓，如寒武纪。



一、地层

大地的年龄，虽然没有像树一样的“年轮”，但是却用特殊的方式记录于地层之中。地层就如一页页的书卷，把地球形成的密码及生命历程都记录于其中，地质学家正是通过这本厚重的“书”，逐一去解开数十亿年来地球的演变及生命演化的足迹。

地层是一切成层岩石的总称，包括变质的和火山成因的成层岩石在内，是一层或一组具有某种统一特征和属性，并和上下层有着明显区别的岩层。地层可以是固结的岩石，也可以是没有固结的沉积物。地层之间可以由明显层面或沉积间断面分开，也可以由岩性、所含化石、矿物成分或化学成分、物理性质等不十分明显的特征界限分开。

贵阳市境内出露地层基本有 8 亿年以来的沉积记录，总体上来说比较齐全。贵阳的地层分布有青白口系、震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系及第四系地层，各地层基本岩石简略特征见贵阳市地层系列表（表 1-1-1）。

表 1-1-1 贵阳市地层系列表

年代地层		岩石地层	主要岩性特征	主要古生物化石	主要矿产
系	统	组			
第四系 (距今 0.65 亿年至今)	全新统	Q	残坡积、冲洪积黏土、砂砾石、亚黏土	猛犸象、剑齿象等	
白垩系 (距今 1.45 亿年至 0.65 亿年)	上统	茅台组 (K _{2m})	分布于修文扎佐一带，岩性为砖红色块状砾岩和紫红、砖红色含砾砂岩	轮藻	
侏罗系 (距今 2.01 亿年至 1.45 亿年)	中统	沙溪庙组 (J _{2sh})	贵阳向斜、息烽一带，岩性为紫红色长石砂岩与黏土岩互层		
	下统	自流井组 (J _{1-2z})	分布于贵阳向斜、息烽团圆山一带，岩性为紫红偶夹灰绿色岩屑砂岩、黏土岩偶夹灰岩	恐龙、双壳类等	

续表

年代地层		岩石地层	主要岩性特征	主要古生物化石	主要矿产
系	统	组			
三叠系 (距今 2.52 亿年至 2.01 亿年)	上统	二桥组 (T ₃ J1e)	分布于贵阳二桥一带, 岩性为石英砂岩、碳质页岩	植物	
		三桥组 (T ₃ s)	分布于贵阳三桥一带, 岩性为砂岩、黏土岩及少量灰岩	腕足类、腹足类	
	中统	改茶组 (T ₂₋₃ ggc)	分布于贵阳花溪一带, 岩性为砂岩、黏土岩、白云岩、灰岩	藻类	
		壟头组 (T ₂ l)	分布于贵阳花溪一带, 岩性为灰岩为主夹白云岩、白云质灰岩	腕足类、腹足类	
		花溪组 (T ₂ h)	分布于贵阳、花溪一带, 岩性为白云岩、泥质白云岩夹灰岩及黏土岩	腕足类	
	下统	安顺组 (T ₁ a)	分布于贵阳、清镇一带, 岩性为白云岩、溶塌角砾岩、灰岩		
		大冶组 (T ₁ d)	分布于花溪—青岩、孟关等地, 岩性为薄层灰岩、泥灰岩, 岩石中产大量虫迹化石	双壳类、虫迹	
	二叠系 (距今 2.98 亿年至 2.52 亿年)	上统	长兴组 + 大隆组 (P ₃ c+P ₃ d)	全市各地区均有分布, 岩性为灰岩、燧石灰岩夹炭质黏土岩、硅质岩	蕨、腕足类
合山组 (P ₃ h)			全市各地区均有分布, 岩性为灰岩、燧石灰岩为主夹黏土岩、煤层或煤线	蕨、腕足类	煤矿
中统		峨眉山玄武岩 (P ₂₋₃ em)	分布于清镇、息烽, 岩性为拉斑玄武岩偶夹凝灰岩		



续表

年代地层		岩石地层	主要岩性特征	主要古生物化石	主要矿产
系	统	组			
二叠系 (距今 2.98 亿年至 2.52 亿年)	中统	茅口组 (P _{2m})	全市各地区均有分布, 岩性为灰岩、燧石灰岩为主夹白云质灰岩	蜓、腕足类、腹足类、珊瑚	水泥原料、饰面大理石
		栖霞组 (P _{2q})	全市各地区均有分布, 岩性为灰岩、燧石灰岩、泥质灰岩为主夹白云岩、白云质灰岩及黏土岩	蜓、腕足类、腹足类、珊瑚	水泥原料、饰面大理石
		梁山组 (P _{2l})	分布于息烽、修文一带, 岩性为砂岩、黏土岩为主夹炭质页岩	植物、腕足类	煤
	下统	缺失			
石炭系 (距今 3.58 亿年至 2.98 亿年)	上统	马平组 (C _{2P1m})	分布于修文、息烽、清镇一带, 岩性为灰岩为主夹白云质灰岩	蜓、腕足类、腹足类、珊瑚	水泥原料、饰面大理石
		黄龙组 (C _{2h})	分布于修文、息烽、清镇一带, 岩性为灰岩为主夹白云质灰岩、白云岩	蜓、腕足类、腹足类、珊瑚	水泥原料、饰面大理石
	下统	摆佐组 (C _{1-2b})	分布于修文、息烽、清镇一带, 岩性为白云岩、灰岩、泥灰岩	腕足类	炼镁白云岩
		九架炉组 (C _{1j})	分布于修文、息烽、清镇一带, 岩性为粉砂岩、黏土岩、铝土矿	植物	铝土矿
泥盆系 (距今 4.19 亿年至 3.58 亿年)	上统	高坡场组 (D _{3gp})	分布于乌当、高坡一带, 岩性为白云岩、泥质白云岩	腕足类、珊瑚	
	中统	莽山组 (D _{1-2m})	分布于乌当、高坡一带, 岩性为石英砂岩夹粉砂岩、黏土岩	植物、鱼	硅矿
	下统				

续表

年代地层		岩石地层	主要岩性特征	主要古生物化石	主要矿产
系	统	组			
志留系 (距今 4.43 亿年至 4.19 亿年)	兰多维列统	高寨田组 (S _{1g})	分布于乌当, 岩性为黏土岩、砂岩夹条带状泥灰岩、灰岩	珊瑚	饰面大理石
奥陶系 (距今 4.85 亿年至 4.43 亿年)	上统	黄花冲组 (O _{2-3h})	分布于乌当, 岩性为灰岩、泥质灰岩及泥质条带灰岩	三叶虫、腕足类	
	中统	湄潭组 (O _{1-2m})	分布于开阳、息烽、修文及清镇、乌当, 岩性为泥岩、页岩、灰岩	腕足类、腹足类	
	下统	红花园组 (O _{1h})	分布于开阳、息烽、修文及清镇、乌当, 岩性为灰岩、燧石灰岩	海百合、腕足类	饰面大理石
		桐梓组 (O _{1t})	分布于开阳、息烽、修文及清镇、乌当, 岩性为白云岩、硅质团块	海百合、腕足类	饰面大理石
寒武系 (距今 5.41 亿年至 4.85 亿年)	芙蓉统	娄山关组 (Є ₃₋₄ O ₁)	分布于开阳、息烽、修文及清镇, 岩性为白云岩		炼镁白云岩
	第三统	高台组至石冷水组 (Є _{2g-2sh})	分布于开阳、息烽、修文及清镇, 岩性为泥质白云岩、石英砂岩、砂屑白云岩、白云质粉砂岩及黏土岩	三叶虫	炼镁白云岩
	第二统	清虚洞组 (Є _{2q})	分布于开阳、息烽、修文及清镇, 岩性为灰岩、白云质灰岩、白云岩、泥质白云岩	三叶虫	饰面大理石
		金顶山组 (Є _{2j})	砂岩、粉砂质页岩夹灰岩	三叶虫	
		明心寺组 (Є _{2m})	分布于开阳、息烽、修文及清镇, 岩性为砂岩、粉砂岩、砂质页岩、灰岩、砂质白云岩、泥灰岩	三叶虫	



续表

年代地层		岩石地层		主要岩性特征	主要古生物化石		主要矿产	
系	统	组						
寒武系 (距今 5.41 亿年至 4.85 亿年)	纽芬兰统	牛蹄塘组 ($\in 1-2n$)		分布于开阳、息烽、修文及清镇, 岩性为砂质页岩、炭质页岩、硅质岩或磷块岩		小壳化石	多金属	
震旦系 (距今 6.35 亿年至 5.41 亿年)	上统	灯影组 ($Pt_{33}b \in 1$)	老堡组 ($Pt_{33}b \in 1$)	分布于开阳、息烽, 岩性为白云岩	分布于开阳, 岩性为硅质岩为主夹炭质黏土岩、粉砂岩	藻		磷矿
	下统	陡山沱组 ($Pt_{33}d$)、 洋水组 ($Pt_{33}y$)		分布于开阳、息烽一带, 岩性为砂岩、页岩、磷块岩		藻		磷矿
南华系 (距今 7.2 亿年至 6.35 亿年)	中统	澄江组 ($Pt_3^{2b,c}$)		分布于清镇铁厂、开阳金中(洋水)、翁昭、息烽温泉一带, 岩性主要为砂岩				
青白口系 (距今 7.2 亿年至 8.2 亿年)	下江群	清水江组 ($Pt_3^{1d,q}$)		分布于开阳瓮昭、息烽及清镇一带, 岩性为浅变质板岩、变质砂岩				

二、岩石密码

要认识地球, 则要先了解一下形成地球的岩石类型。粗略地说, 形成地球的岩石类型基本分为三类: 一是岩浆岩; 二是沉积岩; 三是变质岩。

贵阳的岩石类型主要为沉积岩, 出露少量浅变质沉积岩及火成岩, 在沉积岩中又以碳酸盐岩(灰岩、白云岩等)最为常见, 同时也是分布面积最广的岩类, 为喀斯特地貌的发育提供了物质条件。

贵阳地层在垂向上(时间演化上)三分性明显。青白口系之前地层以海

相陆源碎屑岩（砂岩、黏土岩）为主，次为火山岩及火山碎屑岩，少量碳酸盐岩，多属海相活动类型沉积，大部分已形成浅变质岩；震旦纪晚期至晚三叠世中期则以海相碳酸盐岩为主，夹有部分海、陆相碎屑岩；晚三叠世晚期以后全为陆相碎屑岩。

贵阳的岩石，如果按地质工作者的思维逐个讲解，那比较乏味与枯燥，大众也会是一头雾水。所以，本书只选择了几类比较常见或便于大家识别的岩石类型讲解。三大岩类各举一些例子，岩浆岩选择了贵阳唯一的岩浆岩（火山岩）——玄武岩；沉积岩选择了全球“雪球地球”——南华纪冰碛砾岩，形成喀斯特地貌的岩石——灰岩及白云岩，贵阳恐龙生存时代的岩石——红色砂岩；变质岩则选择贵阳最古老的岩石——清水江组变余砂岩。

（一）岩浆岩

岩浆岩是由岩浆喷出地表或侵入地底岩层冷却凝固所形成。岩浆是在地壳深处或上地幔产生的高温炽热、黏稠、含有挥发成分的硅酸盐熔融体，是形成各种岩浆岩和岩浆矿床的母体。岩浆岩占地球地壳总体积的 65%，总质量的 95%。

地球是随小行星的撞击而逐渐壮大的，撞击释放的能量曾使地球物质大规模熔化，形成广泛的岩浆海。岩浆冷凝过程中，经重力分异，重者下沉形成地核，轻者上浮形成地幔、地壳及大气层。因此，地球上首先形成的是岩浆岩。

在大众看来，贵阳地壳稳定，可能几辈子也遇不到一次地震，所以认为贵阳是没有火山岩（即岩浆岩）的。恰恰相反，贵阳是有火山岩的。其主要为距今约 2.6 亿年（二叠纪）时期喷发溢流型的峨眉山玄武岩，岩性为黑、灰黑、灰绿、蓝黑色块状玄武岩（图 1-1-1），在贵阳地区主要见于息烽及清镇卫城一带，离贵阳最近的玄武岩分布于贵阳阿哈湖畔擦耳目岩一带。现在，铁路与公路砂石骨料要求耐磨性高，大多采用玄武岩替代灰岩或白云岩作为砂石骨料。



图 1-1-1 具柱状节理玄武岩外观（陈明华 摄）

（二）沉积岩

沉积岩，又称水成岩，之所以称为水成岩，其主要原因是在水中（如江河湖海）形成的。当其他岩石的风化产物和一些火山喷发物，经过水流或冰川的搬运到江河湖海中沉积，最后经成岩压实等作用形成的岩石就是沉积岩。由于与水有关，岩石在沉积的过程中，也保存了生物死亡后的遗体或生存遗迹，这些保存在岩石中的古生物学遗迹即化石。

在地球表面，沉积岩约占 70% 的面积，但从地球表面到 16 千米深的整个岩石圈算，沉积岩则只占 5%。虽然沉积岩占地球体积不大，但其形成的矿产占全世界探明矿产蕴藏量的 80%，所以生活中常用的锅碗瓢盆及居住的房屋建材等矿产资源大多来源于沉积岩。

在贵州，沉积岩占了70%的地表面积。所以，人们把贵州称为“沉积王国”；而这些因水沉积的岩石中，又以能烧制石灰的石灰岩及其近亲白云岩为主，其形成的地貌又称为“喀斯特地貌”。由于“喀斯特地貌”分布的面积大，贵州才有了“喀斯特王国”的美誉。由于生命离不开水，最早的生命基本是在水中生存与繁衍，虽然后来逐渐进化能向陆地生存繁衍，但大部分生物还是生存于与水有关的海洋、湖泊及河流中。所以，在贵州，沉积岩中就保存了大量古生物化石及它们生存的痕迹。由于沉积岩保存连续而完整，将8亿年来地球生命的演化基本记录了下来，且又有较多典型的古生物化石群，贵州又有“古生物王国”的美誉，是全世界研究地球生命演化最重要的科学场所。

在贵阳，大家最为常见的沉积岩就是灰岩与白云岩，此类岩石正是形成喀斯特地貌的主要岩石类别，其次是砂岩、黏土岩。

灰岩，又常称为石灰岩，是一种以方解石（ CaCO_3 ）为主要成分的沉积岩，外观呈灰或灰白色（图1-1-2），性脆，摩氏硬度在3左右，小刀能刻画出划痕，即灰岩硬度小于小刀。当小刀划过灰岩后，会看见一条白色痕迹，那是岩石被划后留下的石粉。灰岩表面滴稀盐酸（浓度5%）会剧烈起泡（这是野外地质工作人员初步辨别灰岩与白云岩最简单与实用的方法，灰岩滴稀盐酸起泡，白云岩滴稀盐酸不起泡或微弱起泡，因为灰岩的主要成分是方解石，与盐酸反应剧烈生成氯化钙、二氧化碳和水，二氧化碳气体逸出时形成气泡，所以肉眼可见剧烈起泡），密度2.6~2.7吨/立方米，煅烧温度大于900℃时分解转化为石灰，即氧化钙（ CaO ），析出二氧化碳（ CO_2 ）。

灰岩虽然常见，但它的用途大家却不一定了解。灰岩用途十分广泛，是制造水泥的主要原料，其加工的块石、碎石可做建筑石料，房屋、公路、桥梁多为此类岩石所建造。此外，灰岩可在冶炼生铁、钢和有色金属中用作熔剂；用于制造纯碱、电石、氢氧化钠、碳酸钾和漂白粉，制造肥料（氮肥、磷肥），改良土壤；也可在制糖、石油工业中用作净化剂；在玻璃制造中也用作配料，使玻璃具有相应的稳定性和机械强度；纯净的灰岩经粉碎后可作为填料，在橡



图 1-1-2 青岩古生物化石群附近灰岩与泥质灰岩外观
(陈明华 摄)

胶、塑料、造纸、制革、染料、陶瓷、印刷上有广泛的应用；烧制的生石灰，除大量用于建筑业外，还用于炼钢，特别是在氧气转炉中，可起到缩短吹氧时间、提高脱硫率、降低氟石耗量、增加钢水产量和延长炉龄的作用。此外，花纹色泽好且有一定块度的灰岩，可作为饰面石材；我们天天离不开的牙膏，其中的摩擦剂即为灰岩加工而成。

所以，在大家印象里灰岩只是石头，与矿无关，实则不然，其广大的用途早就融入了我们的生产与生活中。

白云岩是一种以碳酸盐矿物白云石为主要组分的碳酸盐岩，化学式为 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ，理论化学成分为 CaO 0.4%、 MgO 1.7%、 CO_2 47.9%。白云岩含白云石约 95%，另含少量方解石、黏土矿物、石膏等杂质，外貌似石灰岩，滴稀盐酸缓慢微弱发泡或不发泡，风化表面糖粒状并有刀砍状溶沟（图 1-1-3）。

白云岩的用途有：①用作冶金熔剂及耐火材料，广泛用于转炉、电炉、化铁炉炉衬，可中和酸性炉渣，减轻其对炉衬的侵蚀。②提炼金属镁，并用作提取海水镁砂的沉淀剂。③制碱，制含水碳酸镁和硫酸镁。④医药化工方面用于生产泻利盐、氧化镁、轻质碳酸镁，或者制造钙镁磷肥、土壤酸度中和剂。⑤



图 1-1-3 具刀砍状溶沟的白云岩外观
(陈明华 摄)

做饲料添加剂。⑥做水的过滤和处理材料，矿井降粉尘的防爆材料。⑦制造高镁水泥，加工成苦土粉加树脂制成各种建筑材料。⑧做铸石配料。⑨在玻璃和陶瓷工业中用作配料，提高玻璃的坚固性和陶瓷的光洁度。

此外，白云岩与灰岩一样，可加工为天然饰面石材（切割加工后做地板砖），贵州比较知名的“木纹石”“米黄大理石”主要成分就是白云岩。

纵观贵阳的岩石地层记录，灰岩与白云岩这两种岩石从震旦纪一直到侏罗纪的岩石中基本有它们的身影。也正如此，在贵阳地表岩石中灰岩与白云岩最为常见。又因为这两种岩石易被水溶蚀、侵蚀，形成溶洞、漏斗、天生桥、天坑、石林、峰丛等地貌，中国叫岩溶地貌，国际上称为喀斯特地貌，所以贵阳的地貌多为喀斯特地貌。

在距今 7.8 亿年至 6.35 亿年前的南华纪时期，整个地球均被冰雪覆盖，所以这段时间的地球也被称为“雪球地球”。贵阳也不例外，形成了大量冰川雪山，冰川在移动过程中将岩石带入河湖或海洋中，有的浮冰形成冰山，把所携带的岩石砂砾带到更远的地方融化后才落入水中沉积。这类岩石，成分不一样，形成地质工作者称的冰碛砾岩（图 1-1-4）。这些岩石在搬运过程中，砾石之间会产生磨擦，类似于现代河床中的鹅卵石，有一定的磨圆度，大小不一，成分较为杂乱，砾与胶结的物质有一定差异性。这类岩石主要见于开阳洋水、翁昭一带。



图 1-1-4 冰碛砾岩
(陈明华 摄)

在电影《侏罗纪公园》(1993)中,大家或多或少对恐龙生存的环境有一些印象,整个环境除了植物,背景基本是红色。电影的取材,源于现实,恐龙生存的侏罗纪时期,全球总体以干旱湿热为主,河湖等沉积的岩石含有大量氧化铁,所以岩石呈红色或猪肝色。贵阳在恐龙生存的侏罗纪时代,主体岩性也是以红色砂岩为主夹黏土岩(图 1-1-5),偶夹劣质煤线。侏罗系红色岩石主要见于贵阳小河陈亮堡、王武及息烽团圆山一带。



图 1-1-5 恐龙时代(侏罗纪)的红色砂岩与黏土岩交互产出(陈明华 摄)

（三）变质岩

变质岩是由岩浆岩或沉积岩在地球内部力量（温度、压力、应力的变化、化学反应等）的作用下改造而成的新型岩石。在贵州，知名的三大玉种“罗甸玉”、“贵翠”、紫袍玉带石均属于变质岩。

贵阳最古老的岩石，形成于距今约 8 亿年（青白口纪时期）前，属于上述三大岩类中的变质岩类。岩性为一套灰色风化后黄灰色变余砂岩、变余粉砂岩偶夹紫红色绢云母板岩、粉砂质板岩（图 1-1-6）。岩石中常发育有平行的纹理或条带，从岩石的沉积构造判断，其未变质前是海洋中形成的沉积岩，后经历高温高压形成了变质岩。

此外，这段变质岩中常夹有灰白色凝灰岩或凝灰质黏土岩，是火山爆发后的火山灰落入海中沉积形成的。也就是说，8 亿年前的贵阳，不仅是一片海洋，而且火山活动频繁。这套岩石在贵阳地区仅见于开阳、息烽及清镇地区，出露面积较小。



图 1-1-6 贵阳出露地表最古老岩石外观（清水江组变余砂岩）



第二节 大地生长印痕

对于岩石而言，成岩初期其原始状态多是水平的，但是，在野外所见到的石头常有一定倾斜角度，甚至直立、倒转（老的岩石覆于新形成的岩石之上），或者呈现出弯曲、变形、断裂等现象。

为什么坚硬的岩石会像豆腐或小孩子玩的塑泥一样被揉捏变形或断裂呢？形成这些印记的过程，正是地质构造运动的结果。地球的力量，远比我们想象的大，也比我们想象的激烈，但这是一个缓慢递进的过程。这种移动或变形，也许一年还移动不到一厘米，而岩石中的这些印记，经历的时间一般数万年至数亿年。这种缓慢运动，人类一般无法观察与感知到。

一、构造运动

构造运动是由地球内力引起地壳乃至岩石圈的变位、变形，以及洋底的增生、消亡的机械作用和相伴随的地震活动、岩浆活动和变质作用。构造运动产生褶皱、断裂等各种地质构造，引起海、陆轮廓的变化，地壳的隆起和凹陷，以及山脉、海沟的形成，等等。

贵阳大地在形成过程中，存在多期次构造运动。真正形成贵阳地貌的格局始于距今约 1 亿年的燕山运动。该运动使早白垩世及以下各时代地层普遍发生褶皱、断裂及变形，奠定了贵阳现今主要地质构造面貌的基础。

距今约 6500 万年的喜马拉雅运动时期，贵阳兼受太平洋板块和印度板块

俯冲的影响，主要表现为区域性抬升和断块活动。本次构造运动，形成了贵阳地势西南高、东北低的地貌样式。该构造阶段贵阳受青藏高原隆升影响，垂直运动（地貌呈现抬升）特征明显。

在喜马拉雅构造活动基础上，新构造运动形成了贵阳现今的河谷阶地、温泉、地貌和水系格局。虽然贵阳大地为稳定陆块，但新构造运动后仍有多次大面积同步间歇性持续上升过程，形成多级夷平面。这种地形抬升最直观的证据是在喀斯特地貌中形成多层溶洞，以及在河谷两侧形成多级河流阶地沉积物。

二、大地印记

构造运动的基本形式有水平运动及垂直（升降）运动两种类型，在地球表层的不同部位，有时以水平运动为主，有时以垂直（升降）运动为主，有时两者频繁交替，有时两者同时发生。

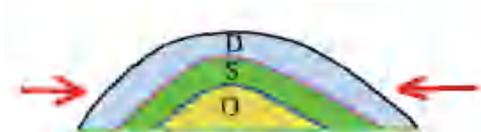
构造运动的结果造成了地壳上岩石的变形与位移，形成了一系列地质变形印记，如岩层由水平变为倾斜，岩层形成褶皱、断裂，原始岩层的完整性被破坏。

大多数情况下，地壳运动的过程是十分缓慢的，不容易被察觉。在周边的岩石地层中，有很多迹象可以表明地球这种力量的真实存在，如野外见到的岩石弯弯扭扭（褶皱），不同岩石挤在一起（断层），等等。

当然，有时也能真切感受到，那就是地震。地震正是地球构造活动能量释放的结果，如“5·12”汶川地震正是因映秀—北川断裂突然发生错动形成的。

（一）褶皱

岩层受挤压后形成的各种弯曲，称为褶皱。岩层向上拱起的弯曲构造，称为背斜（图 1-2-1）；岩层向下凹陷形成的弯曲构造，称为向斜（图 1-2-2）。背斜与向斜最大的区别是，背斜弯曲的中间岩石地层老、两翼新；而向斜则相反，弯曲的中间岩石地层新、两翼老。如示意图中：背斜的中心为奥陶系（O）

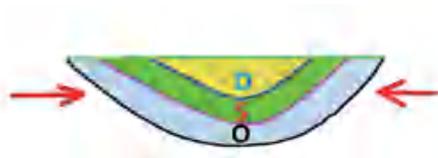


背斜示意图 (张中福 绘制)



背斜野外照片 (陈明华 摄)

图 1-2-1 背斜特征



向斜示意图 (张中福 绘制)



向斜野外照片 (陈明华 摄)

图 1-2-2 向斜特征

地层，两翼为志留系 (S)、泥盆系 (D) 地层；而向斜核部为晚沉积的泥盆系 (D) 地层，两翼为奥陶系 (O)、志留系 (S) 地层。

在野外，能看到的褶皱一般比较小，宽数厘米到十数米 (图 1-2-3)；而大尺度的，则要在地质图或卫星影像图片等上面才能一睹其全部面貌。例如贵阳向斜，其东西两翼宽 8~10 千米，而核部呈南北向，延伸超过 30 千米。其核部为侏罗系红色砂岩、黏土岩系列，而两翼则为三叠系—二叠系石灰岩及少量砂岩、黏土岩、煤层。一般来说，向斜核部多成山，而背斜核部多成谷 (如乌当即是背斜成谷)。贵阳向斜一反常态，形成了奇特的向斜成谷景观，核部



○
图 1-2-3 野外岩石上的褶皱 (陈明华 摄)

为一条蜿蜒的小河由南向北流过，直到小河一带（今花溪区）才与南明河交汇。

目前，贵阳地区保存较好的褶皱有贵阳向斜、乌当背斜、水田坝背斜、茅坡寺背斜、牛角坡背斜、翁昭背斜、洋水背斜等。

很多山脉的走向受大型构造控制，如贵阳市区附近出现了两条近南北向展布的山脉，一条为倒岩寨—二戈寨—牛郎关—孟关梨花寨—扬眉村老鹰山，另一条为黔灵山—交椅山—尖坡大岩—牛角坡—大将山—青岩狮子山。两条山脉相向而立，如卫士一样将贵阳环绕守护。这两条山脉正是贵阳向斜的两翼，由于向斜呈南北向展布，其两翼的山脉受构造控制，也呈南北向展布。总体上来看，贵阳向斜体现的是两翼老（二叠系、三叠系地层）、核部新（侏罗系地层），两翼岩层倾向相对，西翼岩层产状向东倾，东翼岩层则向西倾。正是地质构造把原本水平的岩层“折弯”，形成了向斜。



(二) 断层

岩石被挤压或拉张时，岩层受力到极限时就会出现褶皱、破碎、断裂。岩石断裂所造成的地质构造形迹有节理和断层两类，断层与节理大多发生在褶皱核部（图 1-2-4）。

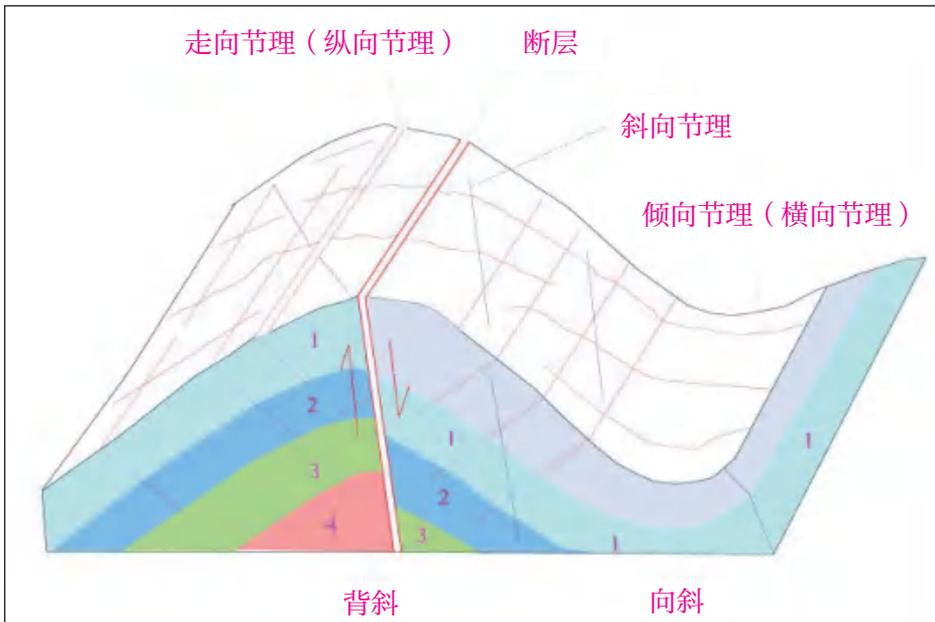


图 1-2-4 节理、断层与褶皱的关系（陈明华 绘制）

岩石破碎后破碎面两侧岩块有明显错动者，称断层（图 1-2-5），其错动面称断层面；无明显错动者，称节理，其裂开面称节理面（图 1-2-6）。

对于普通大众，在野外看见的多是节理与小型断层，大的断层由于较为破碎，不易观察，地质工作者多是据两侧地层时代、断裂破碎带特征、地貌特征、旁边侧地层变形等因素进行辨别。

贵阳地区较为知名的大断层有乌当断层、打桶寨断层、马场断层、谷堡断层、龙岗断层、麦格断层等。断裂构造不仅控制了山脉的走势及水系的分布，



○—————
图 1-2-5 野外断层景观 (陈明华 摄)



○—————
图 1-2-6 安龙县“金字塔”山峰的节理特征 (陈明华 摄)

更是对地貌的形成产生深远影响，如较深的峡谷，一般是密集的节理带或断层通过的地段。

断层的上、下盘地层出现滑动时，往往会形成地震。然而，断层并不只会制造灾害，也会给人类带来很多福利，如乌当到新添寨一带的温泉，正是得益于乌当断层。乌当断层带因破碎而含水，断裂深度把地底的热量顺断层带导出，形成了一个热的“锅炉”，使得地表水顺断裂带进入地底后进行加热，形成了比地表温度高的热水。此外，很多金属矿产如金、银、铁、铅、锌、铜、钨、锡等多与断层有关，很多矿产资源的规模大小直接受断裂带控制。



第三节 贵阳的山海沧桑

在 8 亿多年的地质历史长河中，贵阳共经历了 6 次惊心动魄的海陆转换过程，在某些地质时间段，甚至出现了海陆频繁交替转换的过程。在这些过程中，贵阳在特定的地质背景下繁衍了不同的古生物群落及不同的矿产资源。而这些海陆的变迁，特别是当海变为陆地时，多与整个地球的构造运动（抬升运动）息息相关。

在这 6 次海陆变迁中，岩石详细地记录了山海转换信息，以及古生物的生存演化密码。要了解海陆的变迁，就得先了解沉积相。沉积相是沉积物的生成环境、生成条件和其特征的总和。成分相同的岩石组成同一种相，在同一地理区的则组成同一组。沉积相主要分为陆相、海陆过渡相和海相，主要取决于这些岩石的生成环境。由于贵阳的岩石多为沉积类碳酸盐岩，且多为海相沉积，本书侧重讲解一下海洋碳酸盐岩的沉积相带划分。

海洋碳酸盐沉积相基本分为局限台地相（滨岸带）、半局限台地相、开阔台地相、台地边缘相、斜坡相及盆地相（图 1-3-1）。各个相带因水深及物源不等，形成了不同的岩石组合、矿石组合。同时，因为不同的温度、盐度及古地理地貌环境等，各个相带又形成了不同的古生物组合，如知名的贵阳古生物群产于半局限台地相带环境，青岩古生物群则发现于台地边缘礁滩与斜坡过渡带上，而植物则产于陆地—局限台地相带过渡的沼泽相带上，煤矿、铝土矿也多产于此相带，恐龙则生存于陆地上。

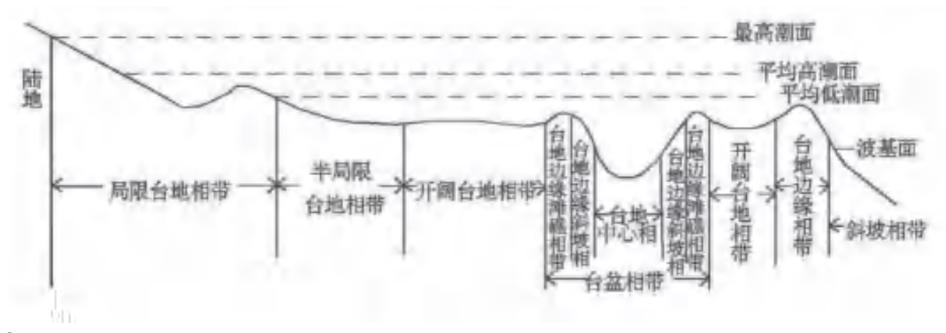


图 1-3-1 海洋与陆地基本分带特征示意图（据 1987 年《贵州省区域地质志》，略有修改）

那么，贵阳有海吗？有像三亚等地一样美丽的沙滩吗？贵阳有海，也有沙滩。距今 8.2 亿年来，贵阳经历了 6 次由海变陆的转换过程，距今约 2.01 亿年时才抬升成陆地。

沧海桑田，岁月如梭，让我们一起去追忆 8 亿多年来海脚步，找寻“乱石崩云”的岸滩，听听“惊涛拍岸”的声音。

一、第一次海陆变迁

（一）第一次海洋时期

距今 8.2 亿年至 7.2 亿年（青白口纪时期），在武陵造山运动造就的古地理背景下，形成贵州北西高、南东低的古地理地形，海水由东南（即广东、湖南方向）向西北侵入，贵阳全境逐渐被海水淹没（图 1-3-2）。这一时期，整个贵阳都处于浅海环境，沉积了一套砂岩及黏土岩，后被晚期形成的岩石覆盖，由于沉积时间较早，不断被后来的岩石覆盖压实，埋藏到一定深度后，地球内部形成的高温、高压使之形成了变质岩（变质砂岩、板岩）。我们现在所见的这套古老时期形成的岩石，是在大地抬升后表面的岩层被剥蚀才出露地表。

这一时期，整个贵州火山爆发频繁，所以岩石中有大量的火山灰落入海中，形成了白色凝灰岩沉积产物。此次贵阳海洋环境保持时间约 1 亿年或



图 1-3-2 青白口纪时期贵阳海陆环境示意图（张中福 绘制）

更久，目前贵阳出露的最老的岩石展现的正是一套浅海环境形成的岩石，岩层中还有古海洋环境岩石在沉积过程中形成的一些平行层理、斜层理等沉积构造。

（二）第一次成陆时期

距今 7.2 亿年至 6.35 亿年（南华纪早期），贵阳在构造运动作用下抬升成陆，延续了西高东低的古地理环境，只是海水由西向东退出了贵州，结束了第一次海洋时期。这就形成了都匀市、瓮安县一带以西北的贵阳等地区抬升为陆地，东南（如凯里一带）为滨岸的古地理格局（图 1-3-3）。

这段时间内，地球上的大陆并不是分离的，而是在赤道附近连在一起，地质工作者称为罗迪尼亚超大陆。罗迪尼亚超大陆因为一次著名的“超级地幔柱”的火山活动分裂了，形成几个小的陆地，这就使得陆地的海岸线增加了很多。海岸线增加后，生物在岸边的活动增加，光合作用的加强导致大量二氧化碳被吸收，同时增加了大陆的硅酸盐岩的风化，从而吸收了不少二氧化碳。这就导致大气中的二氧化碳含量迅速减少，“温室”变“冰室”，巨大的冰雪把地球覆盖，最终形成了“雪球地球”。

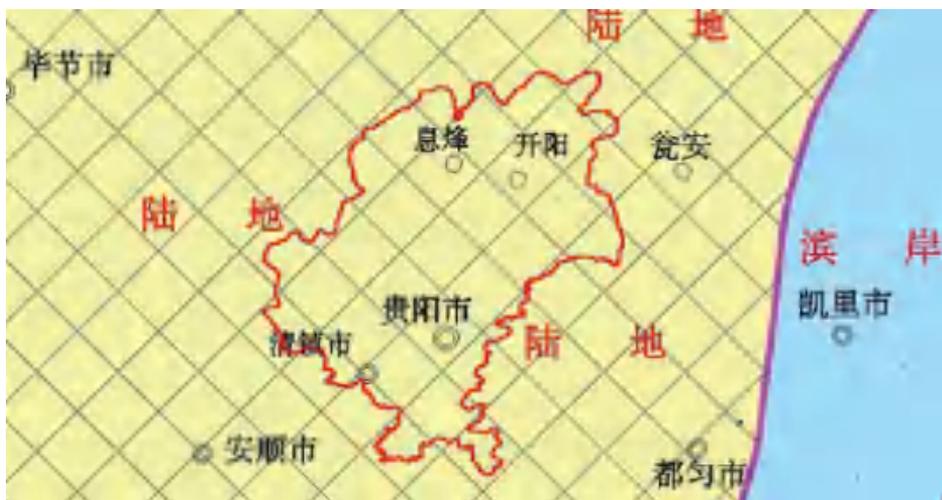


图 1-3-3 南华纪早期贵阳海陆环境示意图（张中福 绘制）

南华纪中晚期，全球基本被冰雪覆盖，贵阳也不例外。地质工作者从沉积岩层的厚度及岩石组合等方面进行分析后认为，贵阳总体为河流相或三角洲口相沉积，形成了砂岩、冰碛砾岩。

二、第二次海陆变迁

（一）第二次海洋时期

贵阳第一次形成陆地的时间较为漫长，经历了约 8500 万年，才迎来了第二次海洋的到来。距今 6.35 亿年至 5.41 亿年（震旦纪时期），地球的火山活动还在继续，向外释放了大量的二氧化碳。经过长达 1000 万年的积累，随着二氧化碳不断积累，形成“温室效应”（温室效应是大气层对大气下层和地表的保温作用。由于大气中的二氧化碳、甲烷、臭氧、氧化亚氮、氯氟烃及水汽等，既能吸收来自太空的长波辐射，又能拦截地表向外放出的长波辐射，导致大气下层和地表温度升高，又因其作用类似于栽培农作物的温室，故名温室效应），从而迅速融化了“雪球地球”。

“黔中古陆”形成初始阶段，四周为浅海，海水浅且较清澈，含盐度适中，含磷上翻洋流运移至该地区，大量的藻类造礁生物得以繁衍生息（瓮安生物群、开阳生物群中大量的藻类等），形成形态多样的叠层石。藻类生物吸收上翻洋流中的磷质或生命活动促进磷质沉积形成磷块岩。尔后，海平面略有下降，沉积形成的磷块岩再次被海水簸选后再沉积，最终形成开阳、瓮福磷矿床中的“b矿层”沉积；遵义地区由于海水较深和较宁静，生物稀少，水体开放，形成厚度较薄的胶磷矿沉积（松林磷矿）。

在海水形成之初，在贵阳开阳一带沉积了一套白云岩，这套白云岩被称为“盖帽白云岩”。所谓“盖帽白云岩”，是指代表温暖环境的碳酸盐岩（白云岩）直接覆盖于代表寒冷气候的冰期沉积冰碛砾岩之上。由于这套岩石在全球均有分布，就如同一个帽子一样覆于地球之上，故有“盖帽白云岩”之称。

此时期全球变暖，海平面上升，对于全球生命的繁衍与进化来说意义非凡。大量藻类繁衍生息，并出现了世界最为知名的与开阳一河之隔的“瓮安生物群”。瓮安生物群的生物，主要是动物胚胎，还有多种类型的微体真核生物化石，像底栖多细胞藻类，大型带刺疑源类，丝状、球状藻类，以及动物硬体，等等。

生命的起源是人类一直苦苦探索的一个重要课题。瓮安生物群生存于距今约 6.1 亿年的地质时期，是迄今为止全球发现的最古老的动物胚胎化石群，为探索动物生命的起源打开了窗口，被誉为“拉开动物生命演化大幕的起点”，是探知生命演化、解读生命密码的钥匙。

距今 5.41 亿年至 4.85 亿年（寒武纪时期），地质学上称为“生命大爆发”时期。此地质时期内，无脊椎动物（节肢动物、软体动物、腕足动物和环节动物等）在几百万年的时间内大量出现。在寒武纪之前，古生物类别很少，寒武纪时期突然出现极多门类的古生物，被古生物学家称之为“寒武纪生命大爆发”。这是一个了不起的生命转折点，为后来地球生命的演化留下浓墨重彩的一笔。贵州知名的凯里生物群就产生于这个时期。

那么，寒武纪时期贵阳处于一种什么样的环境？是否岩石中也有各种各样



的古生物存在过？在这个时期，贵阳处于滨岸—浅海台地环境（图 1-3-6），较震旦纪时期更适宜古生物的繁衍，所以此时贵阳的息烽、修文、开阳一带的寒武系地层中，产有大量的古生物化石。例如，在开阳瓮昭、清镇桃子冲、开阳磷矿、修文桃源河景区等地的寒武系地层中，发现了小壳类、三叶虫、藻、海百合等古生物化石。

距今约 4.6 亿年（中奥陶世达瑞威尔期），贵阳主城区一带为浅海台地—滨岸环境，而清镇、息烽、修文则为陆地（图 1-3-7）。在奥陶纪早、中期的漫长时代，气候温暖，火山活动和地壳运动比较剧烈，海洋中生活着大量的无脊椎动物。除寒武纪开始繁盛的种群以外，其他一些种群也得到进一步发展，其中包括笔石、珊瑚、腕足类、海百合、苔藓虫和软体动物等。

这时期的岩石沉积记录贵阳地区仅见于乌当一带，岩性为一套黏土岩、灰岩、钙质泥岩组合，岩石中产大量腕足类、腹足类、头足类、珊瑚、苔藓虫等古生物化石。现今在乌当的情人谷、黄花冲一带，尚可见腕足类、腹足类、笔石、珊瑚、海百合等大量古生物化石，适宜中小学生学习户外地学研学科普活动。



图 1-3-6 寒武纪时期贵阳海陆环境示意图（张中福 绘制）



图 1-3-7 奥陶纪时期贵阳海陆环境示意图（张中福 绘制）

（二）第二次成陆时期

距今约 4.43 亿年（晚奥陶世钱塘江—郝南特时期），贵州整体隆升，进一步改变了贵州古地理格局，除遵义以北为海洋外，贵州其余地区与南北向的康滇古陆、江南古陆连在一起形成联合古陆。贵阳一带再次抬升为陆地，就此结束第二次海洋历史。

在距今约 4.43 亿年前的奥陶纪末期，地球历史上发生了第一次生物大灭绝事件，导致水体中的各种无脊椎动物大量消失，约 85% 的物种灭绝。

三、第三次海陆变迁

（一）第三次海洋时期

贵阳第二次抬升成陆地的时间不长，仅仅数百万年。距今约 4.43 亿年（早志留世时期），海水由东北（即重庆、湖南一带）进入贵州，约大半个贵州处于海水淹没中，清镇、息烽、修文一带为古陆，贵阳主城区一带形成了一个海湾一样的浅海古地理环境（图 1-3-8），沉积了一套滨岸—浅海的砂岩、钙质砂岩、灰岩、泥质灰岩。岩石中产双壳类、腕足类等古生物化石。而息烽、修



图 1-3-8 志留纪时期贵阳海陆环境示意图（张中福 绘制）

文、开阳等地由于是陆地，没有沉积记录，地质工作者称之为沉积缺失，意为在数百万或上亿年的时间内，没有岩石形成的记录。

（二）第三次成陆时期

距今约 4.3 亿年（晚志留世时期）发生的广西运动，使贵州东南部与扬子准地台合并在一起，形成巨大的陆块联合古陆，并最终全面抬升成陆，贵阳地区也全部抬升成为陆地。贵阳第三次形成海洋的时间并不长，仅 1000 多万年。

四、第四次海陆变迁

（一）第四次海洋时期

距今约 4.19 亿年（早泥盆世时期），广西运动使贵州全面隆起为陆。随着大陆的伸展拉伸，贵阳形成了古裂陷盆地，陆地遭受剥蚀夷平，海水再次开始由南部的广西侵入。到早泥盆世中期，海水开始漫上贵阳之前形成的陆地。

此时期，贵阳主城区为滨岸相沉积，在花溪高坡场一带可见沉积有一套白色细一中粒石英砂岩。此套岩石曾因二氧化硅含量较高作为硅矿进行开发利用。贵阳其余地区如开阳、息烽、修文等地则为陆地（图 1-3-9）。即是说这个时期，贵阳大地一半是海一半是陆，在海陆交界的地方，还有一片广阔的沙滩。可以想象，距今 4.19 亿年前，贵阳也曾有如三亚一样的阳光沙滩，古生物繁盛，风光旖旎。

距今约 3.8 亿年（晚泥盆世时期），贵阳古地理环境变化不大，形成了相对封闭的局限台地—潟湖环境，沉积了一套含膏盐较高的白云岩组合。现在，贵阳高坡乡镇府一带就可见该套岩石。该套岩石因溶蚀风化后形成较多



图 1-3-9 早泥盆世时期贵阳海陆环境示意图（张中福 绘制）



孔洞，外形与太湖石类似，所以贵阳的赏石人又称之为“黔太湖石”；又因具有一定的观赏性，现在大量作为园林景观石出售。“高坡石林”正是由此套岩石风化溶蚀而形成的。

（二）第四次成陆时期

贵阳的第四次海洋时期持续了约 5000 万年，距今约 3.2 亿年（晚石炭世早期），海水向东南退去，海洋退到了安顺、惠水以南一带，贵阳第四次形成了陆地（图 1-3-10）。

距今约 3.75 亿年（泥盆纪后期），在晚泥盆世至早石炭世之间的 200 万年甚至更长的时间里，发生了大灭绝事件中持续时间最长的第二次生物大灭绝事件。当时，地球上 82% 的生物都灭绝了，珊瑚和三叶虫等无脊椎动物变得更少，鱼类中无颌类和盾皮类几乎消失。可以想象，生机勃勃的大地一下失去了那么多生命，变得何等的荒凉。



图 1-3-10 晚石炭世早期贵阳海陆环境示意图（张中福 绘制）

五、第五次海陆变迁

(一) 第五次海洋时期

第四次抬升成陆后，经历了约 1000 万年时光，在距今约 3.1 亿年（石炭纪中期），贵阳再一次被海水从南西（广西）向北东侵入。此次海侵一直延续到距今约 3.0 亿年（晚石炭世时期），且随着时间的推移，海岸线逐渐向北迁移，也即说海水在不断加深，海洋面积不断扩大。修文、息烽、开阳一带，形成了海陆交界的沼泽、河流、湖泊等环境（图 1-3-11）。由于这个时期总体较为湿热，雨水把陆上的岩石风化淋滤后带入河湖中，在特殊有利的古地理洼地



图 1-3-11 晚石炭世时期贵阳海陆环境示意图（张中福 绘制）



中沉积形成了铁矿、铝土矿，这就是世界最为知名的“黔中铝土矿”形成的古地理环境。

石炭纪时期，陆地上的蕨类植物（主要是羊齿类）形成面积广大的森林，此时期也是昆虫类大繁荣的时代。在海洋中，海百合大量生长，鲨鱼类取代了盾皮鱼类成为食物链顶端的霸主。经过几千万年，泥盆纪末的生命大灭绝，在石炭纪时期又得到了恢复，且海洋、陆地的动植物等古生物比之前所有时期更为繁盛。

随着时间的推移，整个贵阳甚至整个贵州全部被海洋淹没，深度不断增加，贵阳一带由河湖相慢慢变成了浅海相。

距今约 2.5 亿年（二叠纪晚期），贵阳大致形成了西高东低的海下环境。贵阳以东为稳定的浅海，海洋中生活着大量的菊石、珊瑚、腕足类、苔藓虫、海绵、层孔虫等古生物；而贵阳以西则形成了滨岸环境（图 1-3-12）。

（二）第五次成陆时期

距今约 2.6 亿年（晚二叠世时期），贵阳逐渐抬升为陆地，在清镇、息



图 1-3-12 中、晚二叠世时期贵阳海陆环境示意图（张中福 绘制）

烽、开阳一带喷发（溢）了峨眉山玄武岩，形成了贵阳唯一的岩浆岩。

此后，海平面起起落落，贵阳一带形成了陆地与浅海的过渡环境，沼泽遍布，森林茂密，植物死亡后形成了贵阳的煤海，如花溪、林东一带采集的煤正是在这个时间段形成的。

二叠纪末，一颗直径 10 千米的陨石撞上地球，引起地球上的生物大灭绝。贵州海中的类动物、苔藓动物也随之灭绝，珊瑚、腕足类等古生物中的很多种类也死亡。这次灭绝事件是地球历史上规模最大的一次，总共导致 90% 以上的海洋生物永远消失，而陆地上亦有 70% 的生物灭绝。

此后，由于地壳不断抬升，贵阳再次变成陆地，形成了贵阳的第五次成陆时期。

六、第六次海陆变迁

（一）第六次海洋时期

贵阳第五次成陆的时间并不长，仅仅经过 1000 万年的时间，距今约 2.4 亿年（三叠纪早期），海水再次将贵阳淹没，形成了浅海环境。这次海水的上涨，使得地球上沉寂了近千万年的生命开始复苏。此时，贵阳大地显示出与众不同的地方，形成了知名的贵阳古生物群。它是目前已知的二叠纪末生物大灭绝后比其他地区的古生物群提早复苏了 1000 多万年，不得不说贵阳是个很神奇的地方。目前该生物群发现了硬骨鱼、软骨鱼、牙形动物、海绵动物、双壳、菊石、腹足等十几个大类，总计 40 种不同的生物。

此后，在距今 2.3 亿年至 2.2 亿年（中三叠世时期），海水继续上升，贵阳形成了浅海—台地边缘向深海发展的环境，修文一带以北为浅海台地环境，贵阳—清镇一线以南为台地边缘环境，青岩一带则为台缘向斜坡过渡地段（图 1-3-13）。

此时期的海洋中生活着大量的珊瑚、双壳、菊石、海百合等生物，青岩在这个独特的古地理台缘—斜坡环境上，形成了全球知名的青岩古生物群。



图 1-3-13 中三叠世时期贵阳海陆环境示意图 (张中福 绘制)

贵州台地—台缘—斜坡相的古地理环境，正是世界著名的三叠纪“S”型大相变带（相变是指由于沉积条件的改变，使地层在其延伸方向上发生变化，由一种岩层变成另一种岩层的现象）。贵阳正是雄踞于该带的东北起点段上，如“S”相变带的头。

（二）第六次成陆时期

距今约 2.01 亿年（晚三叠世时期），海水由北向南退出贵阳甚至整个贵州，从此贵阳全面上升成陆，结束了海洋沉积历史，开始了全为陆相沉积的新阶段。至此，海洋的大幕落下，贵阳再没有海。

经历了 6 亿年的地质时光，贵阳的大地繁衍了太多的生命，沉积了磷矿、铝土矿等全世界知名的矿产。在海、陆起起落落之间，贵阳的大地给人类留下太多生命的记忆及丰富的矿产资源。

距今 2.01 亿年至 1.45 亿年（侏罗纪时期），整个贵州形成了中部高、两侧低的两湖夹一陆的古地理环境（图 1-3-14）。这个时间段，地球上生活着许多爬行动物（恐龙类），它们不断进化成各种不同种类的爬行动物，有的变成了

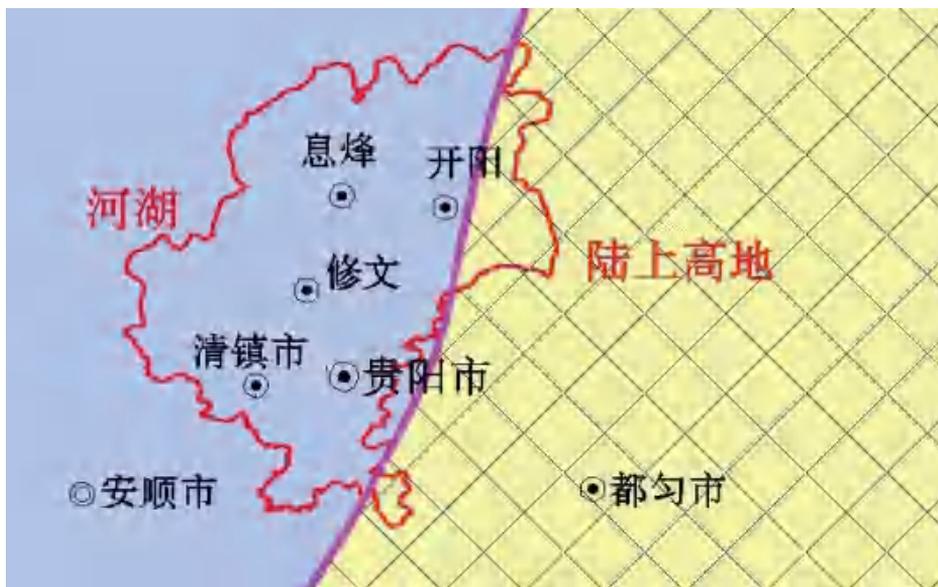


图 1-3-14 侏罗纪时期贵阳海陆环境示意图 (张中福 绘制)

今天的龟类，有的变成了今天的鳄类，有的变成了今天的蛇类和蜥蜴类，还有一类演变成今天遍及世界的哺乳动物。

贵阳市域则处于西部河湖相靠陆一侧环境，沉积了一套湿热氧化环境的以红色砂岩为主的砂岩夹黏土岩，岩石中产植物等化石碎片。在贵安相邻的平坝一带发现了大量的革质恐龙蛋化石及不完整的恐龙骨骼化石，在息烽发现了恐龙骨骼化石的碎片。由此可见，贵阳的大地上，在恐龙时代同样热闹非凡。

早白垩世晚期及整个新生代，仅有孤立分散的粗碎屑沉积，属内陆小型断陷盆地沉积（图 1-3-15）。

至此，在经历了 6 次惊心动魄的海陆转变后，贵阳曾经的海、阳光海滩远离我们而去，最终留下岩石这本无言的书，叙说着这块大地上沧海桑田的故事。



图 1-3-15 白垩纪时期贵阳海陆环境示意图（张中福 绘制）

第四节 爽爽贵阳之谜

“我背着装满渴望的行囊，寻觅抛开暑尘的地方，今天与你相遇，眼里释放惊喜的光芒……远去了，浑浊的天空；远去了，难熬的热浪。环城森林涌来缕缕清新，黔灵山风吹过阵阵荫凉。绿绿的贵阳，爽爽的贵阳……远去了，纷繁的琐事；远去了，莫名的惆怅。甲秀楼上数点欢跳星星，花溪河里捧起欢乐的月亮……”孙楠的一首《爽爽的贵阳》，让多少人对 23℃夏天的贵阳有了背着行囊前去旅游避暑的向往。

是什么原因形成了爽爽贵阳的气候？那一定是地球的力量。在“板块运动”下，山海沧桑，斗转星移，贵阳大地被“推移”到了特殊的纬度，“抬举”到了合适的高度，才有了爽爽的贵阳气候。

贵阳市属于亚热带湿润温和型气候，冬季受北部寒潮影响较弱，夏季受东南海洋季风的影响显著，具有温和湿润的气候特征。多年平均气温 14.3~15.8℃，年极端最高温度为 35.1℃，年极端最低温度为 -7.3℃。最冷月在 1 月，平均气温为 3.9℃；最热月在 7 月，平均气温为 23℃。

贵阳空气质量优良的另一个标志是 PM2.5 浓度低，“千园之城”成为绿色贵阳的代名词。2019 年，贵阳市空气质量达标天数为 358 天，其中一级“优”214 天，二级“良”144 天，空气质量优良率为 98.1%，在全国 168 个重点城市中排名第 8 位，在省会城市中排名第 4 位。此外，贵阳还是世界上紫外线辐射最低的城市之一。紫外线的强度与大气中的臭氧层有关，这是一个由空气污染引发的环境问题。紫外线照射会对皮肤造成伤害，严重的还会造成



皮肤癌。中国气象局紫外线指数分级指标和近几年紫外线观测数据显示，贵阳绝大部分时间的紫外线强度在3级和3级以下，对人体的影响很小。

年雷电日数平均为49.1天，年平均阴天日数为235.1天，年平均日照时数为1148.3小时，年平均降雪日仅为11.3天。夏季绝对湿度大，冬季相对湿度较小，年平均相对湿度为78%。

据贵阳气象台站资料统计：多年平均降水量为1067毫米，降雨多集中在每年4—8月，占全年降雨量的64%；9—11月为平水期，占全年降雨量的21%；12月至次年3月为枯水期，占全年降雨量的15%。

爽爽贵阳的气候是怎么形成的呢？与地质有什么关系？形成爽爽贵阳的气候之谜：一是贵阳所处地理位置的纬度，二是贵阳地区的海拔高度，三是贵阳的湿度，四是贵阳森林覆盖率。这四者的综合存在，形成了爽爽贵阳的气候。

一、纬度

贵阳地理位置处于东经 106° 、北纬 26° 附近，得天独厚的地理位置，是形成贵阳气候凉爽的先天条件。一般来说，纬度越低，气温越高（如赤道为 0° ，天气炎热）；而纬度越高，气温越低（如南极、北极为 90° ，终年积雪）。贵阳地处北纬 26° ，距赤道较远，太阳不是直射而是斜射，所以温度不高不低，适宜人居。

从现在板块理论来说，寒武纪之前，全球还是长在一起的一片泛大陆，之后到距今约2亿年的三叠纪末（即贵阳第六次成陆的时期），泛大陆演化分离形成劳亚大陆与冈瓦纳大陆，两者之后漂移越来越远。位于北半球的超级大陆称为劳亚大陆，由现今的北美大陆、格陵兰岛及欧亚大陆的北部组成；位于南半球的超级大陆称为冈瓦纳大陆，包括今天的南美洲、非洲、印度、澳大利亚等。中国位于北半球的劳亚大陆。

板块构造学说根据海洋地质、地球物理、海底地貌等资料，提出地球的岩石圈不是整体一块，而是被分割成许多构造单元。这些构造单元就叫作板块。

全球的岩石圈分为亚欧板块、非洲板块、美洲板块、太平洋板块、印度洋板块和南极洲板块。板块与板块之间要么分离，要么会聚挤压在一起。

距今 6700 万年至 2300 万年以来，由于亚洲大陆受到印度板块的碰撞和挤压，贵阳地区的地壳逐渐由“北回归线以南”的位置转移到现今的纬度。也就是说，贵阳大地古地理位置，之前并不在这里，而是因板块碰撞运动而移到现在这里，形成了更靠北的纬度，远离了炎热的赤道。所以，地质构造把贵阳移到了现在的位置。这就是形成爽爽贵阳的主要因素之一。

二、海拔高度

当两个大板块相互靠拢并发生碰撞时，就会在碰撞合拢的地方挤压出高大险峻的山脉。位于我国西南边疆的喜马拉雅山，就是 3000 多万年前由南面的印度板块和亚欧板块发生碰撞挤压而形成的。贵阳大地，也是印度板块和亚欧板块碰撞后不断抬升，才形成了现在平均海拔 1200 米的高山峻岭。

根据自然规律，随着海拔的升高，温度也会随之降低。据相关资料，在标准大气压下，海拔每升高 1000 米，气温就会下降 6℃。

根据这一理论，贵阳平均海拔 1200 米，相对于 0 米海拔就减少了 7.2℃。假设 0 米海拔处平均气温为 30℃，贵阳的平均气温就只有 22.8℃。由此可见，贵阳的海拔也是决定爽爽贵阳气候的主要因素之一。

三、湿度

贵州素有“天无三日晴”之说，贵阳也不例外，空气湿度大，降水充沛，年平均总降水量 1067 毫米左右。降雨就如一个大空调，能使气温降低。恰好，贵阳的雨季与三伏天正是同一时期。雨热同季，当酷暑难耐时，一场雨水，就把高热的温度下调十来度，所以常说“贵阳下雨如过冬”。贵阳最热月份平均气温 23℃，这正是贵阳荣登“中国十佳避暑旅游城市”榜首的重要原因之一。



四、森林覆盖率

也许，大家都没想到树木还能影响气候，降低气温。树木通过蒸发蒸腾作用使空气变得凉爽清洁。蒸发蒸腾是蒸发作用和蒸腾作用的结合，两者同时发生，并在空气中释放水分。在蒸发过程中，土壤、湖泊、河流甚至路面的水分从液体转化为气体并最终蒸发。在蒸腾过程中，水分主要通过植物表面（通常是叶子）从土壤中彻底蒸发。

其实，最直观的感受是天气炎热时在树荫下会感觉凉爽，特别是大片的森林下，那就更觉得是天然空调，炎热一下就变成了凉爽。

贵阳森林植被覆盖率在 55% 以上，更有从龙里一直绵延到白云区一带的环城马尾松林带。这样好的植被，形成了给贵阳降温的绿色“大空调”。

第二章

筑地之美

孟郊诗《赠黔府王中丞楚》：“旧说天下山，半在黔中青。又闻天下泉，半落黔中鸣。”传说，刘伯温也曾有诗曰：“江南千条水，云贵万重山，五百年后看，云贵赛江南。”由此可见，黔山秀水的美在古代早就被文人骚客所钟爱。

贵阳何以有这么多的秀水明山？这一切，与贵阳的岩石组合、相关地质构造运动等有极大的关系。可以说，正是贵阳六起六落的山海转换，以及不同时间段的地质构造运动，演化出贵阳的高山峡谷，形成“爽爽贵阳”独特的气候，造就了贵阳独特的地质遗迹之美。

地球在漫长的地质历史演变过程中，由于内外力的地质作用，形成了千姿百态的地貌景观、地层剖面、地质构造、古生物化石、矿物、岩石、水体和地质灾害遗迹等，其中具有独特性和典型价值的，便成了地质遗迹。

在这个过程中，水是雕刻大师，把坚硬的岩石雕刻成峡谷高山，打造出贵阳千姿百态的地貌、瀑布、峡谷、溶洞、天生桥、石林等美景。



第一节 贵阳地貌演变

贵阳大地经历了六次山海变迁，最终形成稳定的陆地，之前的五次陆地，都被后来的海水淹没，古地貌不复存在。第六次形成陆地后，又经历了多次的夷平与抬升，才形成了现今贵阳的地貌样式。

构造变形或破碎的薄弱地带更易风化，更易被水冲蚀溶蚀，形成河流峡谷、山间盆地；而相对坚硬的岩石或构造破坏较少的地方，抗风化能力强，形成山峰。

岩石是地貌发育的物质基础。贵州出露地表的岩石，可分为碳酸盐岩类（如白云岩、灰岩）、非碳酸盐岩类（如碎屑岩、浅变质岩及岩浆岩）及第四纪松散堆积层。从地貌发育的角度，其可明显地分为两大系列，即以可溶性碳酸盐岩类为主的岩石组合及以非碳酸盐岩碎屑岩为主的岩石组合（包括沉积变质岩及岩浆岩）。两种不同的岩石组合形成了喀斯特地貌及碎屑岩地貌。其中，贵阳以可溶性碳酸盐岩形成的喀斯特地貌分布最为广泛，地貌类型也最为多样。

一、地貌形成与变迁

“上邪！我欲与君相知，长命无绝衰。山无陵，江水为竭，冬雷震震，夏雨雪，天地合，乃敢与君绝！”（汉代佚名《上邪》）足见，人类短暂的生命，是无法感知大地的变迁及山川河流的转变过程，所以才有“山无陵，天地合，

乃敢与君绝”的誓言。但是，在地质的历史长河中，高山夷平为大地、平地抬升成高山这样的演化却是经历了很多次。

贵阳的地貌自燕山构造运动形成基本骨架之后，经历了长期的剥蚀夷平作用过程（夷平作用是指各种外力地质作用对起伏不平的地表进行侵蚀、剥蚀、风蚀、刨蚀、溶蚀、浪蚀和堆积，从而促使地表逐渐平坦化的过程总称），又受到新构造运动强烈的影响，自西向东大面积大幅度倾斜上升，整个上升过程又具有间歇性和阶段性停滞。早在 20 世纪 40 年代，我国著名的地貌学家杨怀仁教授就研究了贵州地貌的发育状况，并将其划分成了三个地文期，即大娄山期、山盆期和乌江期，比较客观地反映了贵州地貌的演化过程。

（一）大娄山期

大娄山期是贵州地貌自燕山运动（距今 1.3 亿年至 0.8 亿年）之后所经历的第一个剥蚀夷平时期，对燕山期产生的高大山岭和断陷盆地进行了削高填低。这一过程持续到距今 3400 万年至 2300 万年（渐新世）。目前，贵阳基本没有大娄山期的地貌。贵州大娄山期地貌的残留主要集中在西部，如威宁、水城及赫章一带的高原缓丘（梁子），黔北则以大娄山区的一些高 1600~1800 米的山峰顶面为代表。黔中地区见于苗岭主峰及较高台地，如龙里中排亮山、贵定云雾山、都匀与贵定之间的斗篷山，以及黔东南的雷公山，海拔多在 1700~2100 米，均能见及经夷平的残留峰顶面。其余地区均遭受后期的构造变动和侵蚀破坏，已难辨认。始新世末（距今 5300 万年至 3650 万年）至渐新世（距今 3400 万年至 2300 万年），贵阳气候逐渐转向湿润，化学风化作用增强，地面逐渐夷平，并向准平原方向发展。

（二）山盆期

山盆期是贵州地貌发育史上的一个重要阶段。当大娄山期夷平面形成以后，大约在早第三纪末（早第三纪包括古新世、始新世、渐新世，延续时间约为距今 6700 万年至 2600 万年）发生了强烈的喜马拉雅运动（距今约 3000



万年)，贵州高原地面大幅度抬升，并使晚白垩世至老第三纪红色岩系发生褶皱，局部出现断裂错位。直到中新世末至上新世，地面又逐渐趋于平稳。在这一时期，贵阳处于湿热的气候环境，在活跃的流水作用、化学风化作用及喀斯特作用下，形成了现今仍大量保存的山盆期地貌。它以大型的峰林盆地、残丘坡地及高原缓丘为代表，如黔中的清镇、平坝、安顺、修文及贵阳等地。

（三）乌江期

山盆期夷平面形成以后，到了第四纪初，贵州地块又一次大幅度抬升，随之转为湿润气候，各水系大势基本形成，并出现新的侵蚀堆积过程。在大河两侧广泛分布着高台地或宽谷，堆积物以河湖相细粒沉积为主，植物孢粉（孢粉是植物孢子和花粉的总称，是植物繁衍的生殖细胞，包含了每种植物的DNA信息。孢粉虽然个体很小，通常30微米左右，需要在显微镜下才能对其进行鉴定，但因其外壁成分非常奇特，且具有耐酸碱、耐高温、耐高压、抗氧化的性质，在几百万年前的地层沉积物中依然能保存完整的外壁形态结构，为我们研究地质历史时期的古植被、古气候、古地理及古环境提供了极好素材。根据沉积物中的孢粉信息对应现代植物的生态习性研究，就可以把植物和植被类型与其特殊的生长气候条件和地理环境相关联起来，解读古环境与古气候）组合以水青冈属占优势，反映了一种亚热带湿凉气候环境。

到了中更新世以后，贵州又发生多次不等量的阶段性上升，各河流从宽谷地面上开始强烈下切，乌江深切300~500米，形成峡谷或嶂谷。山盆期形成的准平原面受到强烈的破坏和改造，向山原山地演化，各河谷中普遍形成了4~5级阶地（河流下切侵蚀，使原先的河谷底部，即河漫滩或河床，超出一般洪水位，呈阶梯状分布在河谷谷坡的地形）。阶地上沉积物多为常说的鹅卵石等砂、砾。在南江大峡谷止漂点就有一处河流阶地地质遗迹，其高出现在河床约50米，可见1~2米厚透镜状河流形成的砂、砾岩，砾石因在河流中搬运，具有一定的磨圆度（图2-1-1）。



图 2-1-1 南江大峡谷中古河床砂、砾岩外观 (陈明华 摄)

水平溶洞是在地壳相对稳定期间，由于地下水在碳酸盐岩中经水平循环并溶蚀而形成。它们多与地表的河流阶地、剥夷面对应，多层溶洞（图 2-1-2）的存在标志着该区地壳存在过多次间歇性隆升。现在，观山湖区的盘龙洞，保存了四层洞，其中三层为旱洞，一层为水洞，这正是地形抬升后地下潜水位改变的证据之一。

第四纪时期发生了全球性的气候变化，欧洲、北美等地冰川广泛发育。我国东部及贵州高原的气候亦出现干湿、冷暖的交替，局部有山岳冰川出现。第四纪气候变化对地貌产生明显的影响，河流阶地堆积期大致与冰期或干旱期一致，而间冰期或湿热期是河流比较旺盛的切割期。

有的学者从新构造运动的角度来分析河流的侵蚀—堆积过程，认为新构造强烈上升时期，河流的侵蚀切割加剧，原河床底部上升后成为阶地面；新构造趋于稳定时期，河流以侧向侵蚀和堆积为主，又有新的河床堆积形成。第四纪



图 2-1-2 地貌抬升后多层溶洞示意图 (陈明华 摄)

气候变化和新构造间歇性上升的特点也明显影响到洞穴碳酸盐岩的侵蚀和堆积过程。总之，贵州新生代地貌受到新构造间歇上升及气候环境变化的影响，表现出发育演化上的多期性和复杂性。

贵州新构造运动总的特点是自东向西大面积大幅度倾斜抬升，同时伴以断弯断块的差别隆升和某些断陷盆地的相对下降，在上升过程中又具有间歇性和阶段性，新构造上升的速度超过侵蚀剥蚀的速度，从而引起外营力性质和自然环境的一系列变化。

流水作用是塑造地貌的主要营力，也最能表现出新构造运动的性质和特点。贵州水系的格局、河床纵横剖面特征、河流袭夺等都与新构造运动有关。例如，乌江与红水河系的一、二级支流猫跳河，南明河与涟江，受黔中地块强

烈上升及侵蚀基面下降的影响，河床纵剖面呈“上凸形”，即上游河段流经高原分水岭，水流平缓，下蚀微弱，至中下游水力坡度及流量增大，侵蚀切割加剧。

由于高原地面上的上升及排水基面下降，干流的下蚀速度大于支流，有的支流成悬谷或以瀑布落入干流，如摆弓瀑布、羊皮洞瀑布等。

经历以上三个时期的演化历程，贵阳地区形成以喀斯特低中山峰丛峰林地貌及溶蚀盆为主的地貌，以及少量碎屑岩地貌。

二、喀斯特地貌的演变

从上述可知，贵阳现在看见的山，并不是一蹴而就形成的，中途也有多次地形抬升及削高填低过程。贵阳的岩石出露以碳酸盐岩（石灰岩、白云岩）为主，所形成的地貌由特殊地质作用——岩溶溶蚀作用形成的。

岩溶，也称喀斯特（Karst），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。所以，在喀斯特地貌形成过程中，水起到了极为关键的作用。

喀斯特原是南斯拉夫西北部石灰岩高原的地名，那里发育了各种奇特的石灰岩溶蚀地貌。19世纪末，南斯拉夫学者J. 司威治研究了喀斯特高原奇特的石灰岩地形，并把这种地貌叫作喀斯特，“喀斯特”一词便成为世界各国通用的专门术语。1966年，我国第二次岩溶学术会议决定将“岩溶”一词改为“喀斯特”。1981年在山西召开的“北方喀斯特学术讨论会”上，议定“岩溶”和“喀斯特”二者皆可通用。

（一）喀斯特地貌的演变过程

喀斯特地貌的形成，一般经历三个时期，即幼年期、中年期及晚期。幼年期，地貌上多以台原或平原地貌为主；中年期，形成了峰丛、天坑、溶洞等地貌，河流等形成的河谷平原（坝子）相对较少；老年期，山峰显得更高，多为峰林地貌或孤峰，夷平剥高填低较为明显，河谷平原（坝子）相对增多（图2-1-3）。

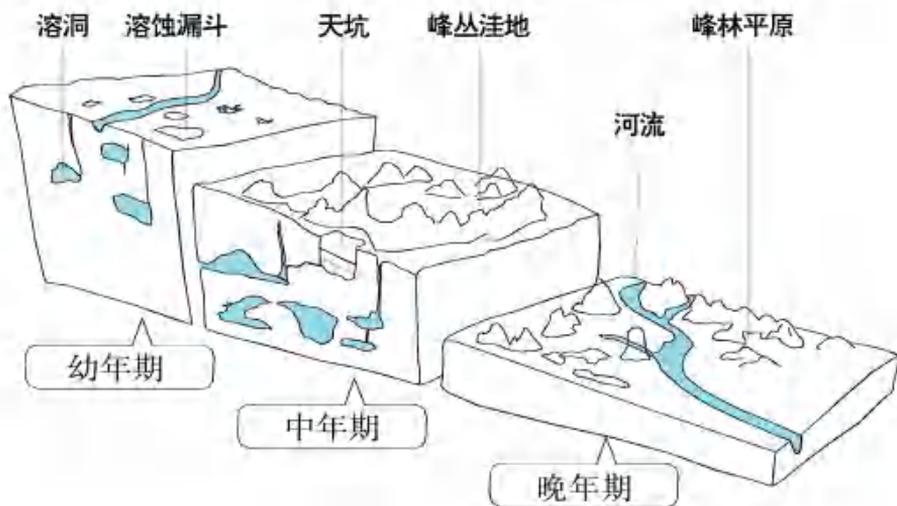


图 2-1-3 喀斯特地貌演化图 (张中福 绘制)

1. 喀斯特地貌形成的幼年期

岩石形成之初，在海里或湖里形成的岩层是平整或水平的，后来在造山运动等作用下，岩石被挤压折弯或断裂，形成了褶皱、节理及断层。

岩石中的节理在水的溶蚀或侵蚀下不断扩大形成裂缝（图 2-1-4），构建了流水通道，加速了地表水和地下水的流动和循环。随着水流对两侧岩石的不断溶蚀、侵蚀，形成了溶沟（图 2-1-5）、石芽（图 2-1-6）、溶孔（图 2-1-7）等喀斯特地貌景观。

2. 喀斯特地貌形成的中、晩年期

贵阳目前发育的地貌多是喀斯特地貌中年区，分布主要受到岩性、新构造运动、气候波动的控制。贵阳喀斯特地貌类型齐全、形态多样，地表有漏斗、落水洞、竖井、槽谷、峰林、峰丛、溶丘、喀斯特湖等，地下有溶洞、地下河、伏流、暗湖等典型中年喀斯特地貌特征。



○
图 2-1-4 白云岩面上的节理、溶沟（陈明华 摄）



图 2-1-5 喀斯特溶沟 (陈明华 摄)



图 2-1-6 贵阳喀斯特公园中的石芽 (陈明华 摄)



图 2-1-7 贵阳喀斯特公园中的溶孔（陈明华 摄）

（二）贵阳主要地貌类型

1. 喀斯特盆地

喀斯特盆地是一种漏斗状或盆状的凹地，四周多为峰林或峰丛地貌。溶蚀盆地因后来河流带来大量冲积物，形成了河流型冲积盆地。此类盆地一般水流平缓，堆积物较多，阶地发育。乌当洛湾可见四级阶地，各阶有大面积分布的冲积亚黏土层及砾石层。河流阶地反映的侵蚀—堆积过程，表明黔中高原第四纪以来间歇上升的特点。

喀斯特盆地的底部一般比较平坦，多为居民地或耕地、农田坝子，且多有地表河流或地下暗河流过，常有漏斗、竖井、落水洞等分布。喀斯特盆地的周围常有各种形式的泉点出露。



贵阳典型的喀斯特盆地有乌当盆地、青岩盆地、青岩扬眉村盆地（图 2-1-8）、开阳十里画廊等。正是这些喀斯特盆地，形成了我们贵阳的“菜篮子”及“粮仓”，同时也是我们观风赏景、寻找乡愁的地方。

2. 溶蚀准平原

喀斯特盆地经过长期的溶蚀破坏，形成的比较开阔的平原称为溶蚀准平原。其上常有稀落低矮的残峰分布，地表为河流冲积层或石灰岩的风化残积物（红黏土）所覆盖，河流两旁或河床底部有时有石灰岩出露，地面分布着漏斗或落水洞，或有石芽出露地表。暗河时出时没，常见有地表塌陷及造成塌陷的土洞。对于整个贵阳来说，此类地貌少见，这基本上是喀斯特地貌晚年期的地貌类型。



图 2-1-8 青岩镇扬眉村岩溶盆地景观（刘文鸿 摄）

3. 峰丛峰林地貌

喀斯特地貌的中年期，地形不断抬升与切割，把整块的地层切割成系列的山峰地貌。当山峰为有基座相连时，称为峰丛（图 2-1-9）；而山峰相对独立，如树木一样单独存在，且有较多座山峰在一起时，称为峰林。在贵阳地区，峰丛地貌较为常见，如贵安高峰山峰丛、二戈寨—八角岩峰丛等，贵阳黔灵山、东山、贵山等均属峰丛景观；峰林主要见于贵安—平坝地区。

4. 溶沟、溶槽、石芽、石林

地表水沿碳酸盐岩（石灰岩、白云岩）的表面或裂隙流动时，常将岩石溶切成很深的槽沟。其长度小于宽度 5 倍者，称为溶沟；大于 5 倍者，称为溶槽。溶沟之间凸起的石脊，称为石芽。石芽的形态表现多种多样，有山脊式、棋盘式和石林式，或裸露于地面，或隐伏于地下。石芽之间溶沟底部的红黏土，一般含水量较大，土质较软。

石林是各类碳酸盐岩岩石在湿热气候条件下，以溶蚀作用为主（包括土下



图 2-1-9 青岩镇扬眉村峰丛地貌景观（刘文鸿 摄）



溶蚀、地表雨水淋蚀)、其他动力地质作用为辅形成的大于5米的各种形态的柱体(剑状、尖锥状、蕈状、塔状、圆柱状、方柱状、堡状、不规则状),或连体丛生,或离立成群,远望如林的一种特殊喀斯特景观。

从定义来看,大于5米的称为石林,小于5米的则称为石芽。在贵阳,比较知名的石林有卡比石林、高峰石林,还有高坡石林等规模稍小的石林。

5. 溶洞、暗河、天坑、天生桥

溶洞是水对碳酸盐岩的溶蚀作用的结果,间有潜蚀和机械塌陷,最后形成洞穴。当溶洞中大量水流潜于地底,于某个低点流出,这种形成于地下的河流就称为暗河。

贵阳的溶洞中,目前开发较好的有阳明洞、白龙洞、盘龙洞、白岩大洞、多缤洞等。当暗河与侵蚀及漏斗等连通后,就形成了天坑或天生桥景观,如黔陶的鬼架桥(图2-1-10)、开阳的二洞天天生桥及猴耳天坑等景观。

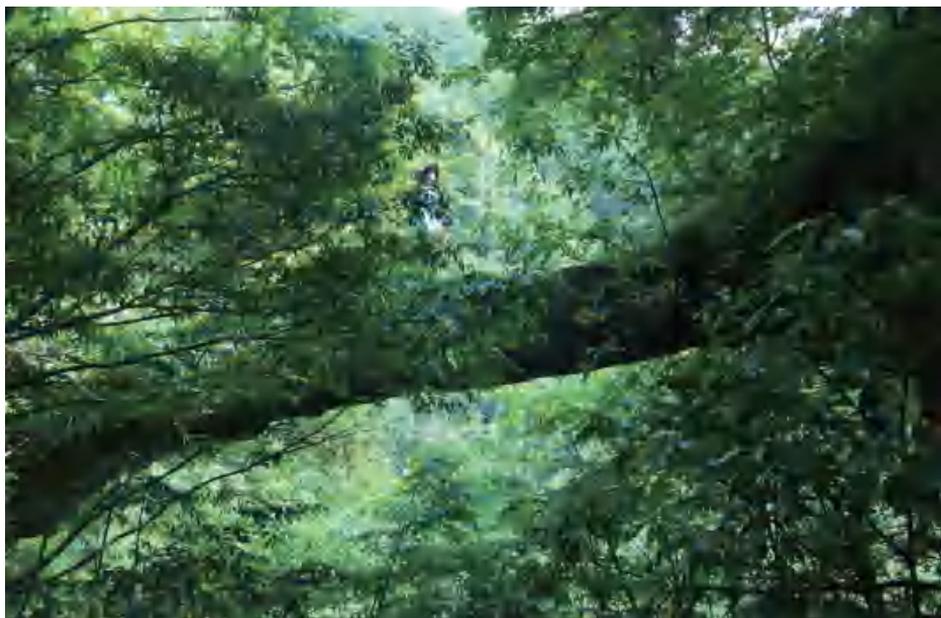


图2-1-10 黔陶鬼架桥(天生桥)(贵州省旅游资源大普查成果)

6. 峡谷或地缝

峡谷是深度大于宽度、谷坡陡峻的谷地，大多呈下小上大的“V”型。峡谷一般发育在构造运动破坏较为强烈的地段，如断层破碎带、褶皱核部、节理密集带。峡谷多是由地形不断抬升与水流侵蚀溶蚀作用形成的。贵阳知名的峡谷有香火岩峡谷、南江大峡谷、紫江峡谷、十万溪峡谷、六广河峡谷、猫跳河峡谷、红岩峡谷、夜郎谷、香纸沟、赤壁峡、清水江峡谷、乌江峡、桃源河峡谷等。这些峡谷是休闲与徒步的胜地，其中，南江大峡谷、桃源河是夏季漂流戏水纳凉的好地方，其他峡谷则是观景徒步休闲的游憩地。

7. 落水洞、竖井

落水洞是由于地表水沿着石灰岩凹地、高倾角节理、裂隙密集交叉处溶蚀扩大而成，是地表水流入地下的通道（图 2-1-11）。当这种通道角度近于直立且深度较大时，称为竖井。贵阳落水洞、竖井多分布于偏远地区，不易被发



○
图 2-1-11 落水洞外观（贵州省旅游资源大普查成果）



图 2-1-12 漏斗地貌外观（贵州省旅游资源大普查成果）

现，且此类洞穴有水，极为危险，所以一般不宜进行游憩观摩旅游，只适宜进行科学考察。

8. 漏斗

漏斗为倒圆锥状或漏斗状的低洼地形，由于水的侵蚀并伴随着塌陷而成（图 2-1-12）。贵阳很多地方山上的小型锅形坝子就是漏斗，当地人称之为“麻窝”或“锅底坑”。漏斗与落水洞、竖井一样，是地表水流入地下的通道。

三、碎屑岩地貌的演变

（一）碎屑岩地貌的演变过程

碎屑岩主要指的是砂岩、黏土岩及变余砂岩、板岩等非碳酸盐岩不可溶岩

类。此类岩石形成的地貌多为中低山和丘陵，山体脉络清晰，地表沟谷发育，残坡积物较厚。

形成此类地貌所受外营力作用是以物理风化为主，多为流水的剥蚀—侵蚀作用。

（二）贵阳碎屑岩地貌常见类型

黔中地区因受构造、岩性的影响，在平缓的高原地面上，有地势较高的褶皱断块山突起，海拔 1600 米以上，如贵阳乌当、高坡云顶、清镇北部的九龙山—云归山，息烽与开阳之间的狼脊岭一带，岩性多为石英砂岩、黏土岩，岩石抗风化力强、地势明显高起，形成单面山或桌状山地貌类型，与喀斯特地貌有明显差异。

比如高坡的云顶，即是因岩层产状平缓，岩性以坚硬的石英砂岩为底，风化缓慢，土层薄，加上海拔高，高大的乔木难于生长，所以形成了贵州少有的高山台原草原景观（图 2-1-13）。



图 2-1-13 高坡台原地貌景观（贵州省旅游资源大普查成果）



四、丹霞地貌演变

丹霞地貌是指以陆相为主的红层发育地貌。因此类地貌最早见于广东省韶关市仁化县丹霞山，故以“丹霞”命名。形成此类地貌的岩石是之前所说的三大岩类之沉积岩类，岩石为红色砂岩、黏土岩等碎屑岩，只是由于其岩石呈红色。此类地貌在贵阳分布较少，仅见于息烽西望、团圆山一带（图 2-1-14）。



图 2-1-14 息烽西望山丹霞地貌景观（贵州省旅游资源大普查成果）

第二节 雄奇山川

中国地处欧亚板块东南部，为印度洋板块、太平洋板块所夹峙。自早第三纪（距今约 6500 万年）以来，各个板块相互碰撞，对中国现代地貌格局和演变发生重要影响。自始新世（距今 5300 万年至 3650 万年）以来，印度洋板块向北俯冲，产生强大的南北向挤压力，致使青藏高原快速隆起，形成喜马拉雅山地，这次构造运动称为喜马拉雅运动。

喜马拉雅运动中，印度板块与北面的亚欧板块发生碰撞，贵阳地形同样也不断抬升、夷平，形成了现在的云贵高原。在水这个雕刻大师的作用下，贵阳形成了各种神奇的地貌名山。

一、山峦叠翠

贵阳的山，较为灵秀，总体上高差不大，一般 100~500 米，小巧玲珑，爬山赏景，老少咸宜，参与人群比较广泛。

“山不在高，有仙则名。水不在深，有龙则灵。”（唐代刘禹锡的《陋室铭》）贵阳的山，虽然相对高差不大，但因有较多的人文资源及极好的自然生态，造就了不一样的美，为大众所钟爱。

（一）贵山

提到贵阳，就不得不说到贵山，古人曾列为贵阳八景之一的“贵山耸秀”（图 2-2-1），位于贵阳市云岩区黔灵镇。贵阳，因位于贵山之南而得名。古人



图 2-2-1 “贵山耸秀”牌匾（贵州省旅游资源大普查成果）

曾有这样一副关于贵山的楹联：“天地之间人为贵，风雨不动安如山。”贵山之名赫赫，却鲜有人知贵山地处何方。其实，贵山又名贵人峰，俗称关刀岩，就坐落在贵阳八角岩北面，省政府后西北侧，地处黔灵山脉。

贵山，海拔稍低于黔灵山，相对高差在 150 米左右，严格意义上说与黔灵山相连，是同一山脉形成的两座山峰。贵山山峦起伏，犹如躺卧的男子横亘于天地间。“以此山为界，北边狮子坝的人习惯称此山为‘贵人峰’，南边茶店一带的人们称其为‘贵山’。”在古代，形状如女子的山一般称之为“美人”，而像男子的山则称之为“贵人”。故而此山称之为“贵人峰”“贵山”。

贵山地层岩性主要为三叠系大冶组薄层灰岩及二叠系茅口组块状泥晶灰岩、白云质灰岩。岩石中偶见腕足类、腹足类古生物化石。岩石中节理及溶沟等发育，植物大多长在这些节理裂隙及溶蚀沟中。

贵山像一个隐匿在喧哗中的秘密，在冬日也为你掩藏着春意。游览关刀岩，是一件悠哉惬意的事。一抹斜阳穿透林荫，在青枝绿叶间洋洋洒洒。当穿过曲径幽深的小道，攀完古色古香的石阶，便到达贵阳古八景之一——贵山耸秀。

贵山虽然不高，但山路较为崎岖与陡峭，又因周缘山峰少，无遮挡之故，登上峰顶，贵阳城区尽收眼底，也有一览众山小之味。清朝举人吴旦有诗云：“山能峙立方称贵，人必孤行始足传。”贵山耸秀，贵在其山势陡峭、巍然耸峙，秀在其景色绮丽、风光旖旎。

（二）东山

贵阳的山不少，东山是贵阳古八景之一“栖霞上月”中的栖霞山，现在人们称之为东山，又俗称老王山。东山开发较早，是贵阳较为知名、历史悠久的名山。

东山海拔 1208 米，比城区高出百余米，由于城市建设，周遭山体基本建为民居，使得东山成为一座孤峰；而山上块状的岩石，正适宜摩崖刻字，使得东山保存了较多文人的墨宝。由于东山为一座孤峰，有拔地而起之感，海拔又高于贵山，在山顶，整个贵阳收于眼底，观贵阳城视觉更为宽广。

光绪七年（1881 年），杨德芬在山上书有“一览众山小”摩崖石刻，其意来自“岱宗夫如何，齐鲁青未了。造化钟神秀，阴阳割昏晓。荡胸生曾云，决眦入归鸟。会当凌绝顶，一览众山小”，寓东山可以与泰山比肩。

东山的地质为三叠系安顺组中厚—厚层白云岩、泥质白云岩及溶塌角砾状白云岩。本套岩石以白云岩及溶塌角砾状白云岩为主，岩石表面不平整，刀砍状溶沟极为发育，岩石中化石相对稀少，发育纹层与不平整的冲刷面，或层理变形弯曲，是研究这一时期贵阳是不是浅海—潟湖环境比较好的自然剖面。

东山除了这些地质遗迹外还有较多的人文资源，远在明洪武时期，便有洪



忠和尚在东山上开山建庙，名为“三省寺”，后改名“法昙寺”。明成化二年（1466年）改称东庵。明嘉靖年间，东山上建有东山寺。明万历年间，东山成为“贵阳十景”之首，称“东山胜概”。明崇祯二年（1629年）重新添建，更名“东山栖霞寺”。东山寺和弘福寺当时并称为佛教大丛林，到清代依然荣列贵阳八景。东山与黔灵山，一东一西，遥遥相对，东山为龙，黔灵山为虎，都是黔中佛教圣地。但在“文化大革命”期间遭到破坏，昔日旧貌荡然无存，现仅存遗址，有多处摩崖石刻。1981年，该遗址被公布为贵阳市市级文物保护单位。

东山从后山步道上行几十米便可见到第一组四幅摩崖石刻，从右至左依次为“一路福星”“忠孝”“天然奇妙”“云深处”（图2-2-2），另有“栖霞岭”“忍耐”“龙”等摩崖石刻。其中的“龙”（图2-2-3）字与黔灵山九曲径上的巨型“虎”字遥相呼应，字大逾3米，约有一丈见方。前人的墨宝为东山增



图2-2-2 东山的摩崖石刻（贵州省旅游资源大普查成果）



图 2-2-3 东山的“龙”字摩崖石刻（贵州省旅游资源大普查成果）

添了浓浓的人文情怀。

东山上诸建筑物多有倾圮废弃。20 世纪 80 年代，对该山的自然景观和“云彩江声”“渊淳岳峙”等摩崖石刻，采取了有效的整理保护措施，并修复东山寺和川上亭。馆内还组织有固定的傩戏班子，做现场表演，颇受国内外游客的欢迎和好评。

两亿多年前海相沉积的岩石与数百年来的人文资源交相呼应，令人赞叹。

20 世纪 50 年代末，朱德、陈毅来贵阳，曾登东山留下诗篇。朱德诗云：“登峰直上画楼台，春色满城眼底开。四面环山成层海，河水清清绕市来。”陈毅诗云：“闲步跑上东山头，贵阳全景一望收。新城气旺旧城尽，不愧雄奇冠此州。”



（三）黔灵山

黔灵山历史文化悠久，被誉为“黔南第一山”。在贵阳，不管是老八景还是新八景，都同样提到了黔灵山，足见其在贵阳人心中的地位。黔灵山，位于城区西北侧，四面都是繁华的街市，以山幽林密、湖水清澈而闻名全国。黔灵山自古以来就是贵阳市名山，现为国家AAAA级旅游区，有诗云：“阅尽黔南几处峰，四周山色影重重。黔灵秀绝犹堪画，今古人传云水封。”黔灵山是市民休闲纳凉及全国著名的旅游地，是集自然风光、文物古迹、娱乐休闲为一体的综合性公园。在现代钢筋水泥建造的城市中，如此的景致不多见。

黔灵海拔在1100~1396米，地形相对高差不大，在200米至300米之间。黔灵山地区由于地质构造复杂，在不大的范围内出露二叠系、三叠系及侏罗系地层，并且出现了大理褶皱及断裂构造，局部地层出现倒转（老地层叠置于新地层之上）。史前黔灵山经历怎样惊心动魄的山海沧桑，值得我们好好去探究。

二叠系地层合山组主要分布于动物园往黔灵湖垭口右侧一带，为灰色、风化后暗黄灰色砂岩、黏土岩夹煤层。

三叠系安顺组可分为两个岩性段，下部为灰色块状具大量晶洞角砾化白云岩，主要分布于黔灵山麒麟洞往弘福寺一带；上部为浅灰色纹层状白云质灰岩、白云岩，主要分布于黔灵山大门右侧一带；安顺组一、二段正是以进大门七星潭溪流为界。三叠系二桥组在景区内浮土掩盖，岩性不清，见于黔灵山垭口至黔灵湖路旁，出露厚度仅数十米，为黄色粗—细粒岩屑砂岩。

从古地理环境看，距今约2.5亿年（晚二叠世时期）时，黔灵山处海陆交界的沼泽环境与浅海—潟湖交互环境，此时陆地上的蕨类植物（主要是羊齿类）形成面积广大的森林，大量树木死亡堆积经成岩作用后形成了煤层。

黔灵山在三叠纪时期是一片浅海—浅海台缘环境，此时正是晚二叠世末与三叠纪初全球第三次生物大灭绝时期，虽然地处适宜生物生存的环境，却因

为古生物复苏缓慢，所以岩石中基本见不到古生物化石。此时期沉积了安顺组白云岩、白云质灰岩。在三叠纪末期，贵阳形成了近陆的滨岸—三角洲环境，沉积了三桥组、二桥组含大量植物碎屑或煤线的砂岩组合。距今约 2.01 亿年（三叠纪时期），海水由北向南退出贵阳甚至整个贵州。从此，贵阳全面上升成陆，结束了海洋沉积历史，开始了全为陆相沉积的新阶段。海洋的大幕落下，至此，贵阳再没有海。距今 2.01 亿年至 1.45 亿年（侏罗纪时期），此时整个贵州形成了中部高、两侧低的两湖夹一陆的古地理环境。

岩石形成后，并不是一成不变的。地球的构造运动使得原始的岩层发生了挤压、变形，并形成了褶皱、断层等构造印迹，之后又在水及相关地质作用下形成高山峡谷。

黔灵山能形成如此的胜景，与其复杂的地质构造有极大关系。黔灵山位于贵阳复式向斜的西翼，构造运动使得这一带的岩石发生褶皱、断裂。两条位于黔灵山山顶与黔灵湖之间东北向的断层把原本完整的地层切割得七零八落。

由于构造运动，较早沉积的老地层二叠系合山组叠置于相对较晚沉积的三叠系安顺组、二桥组、三桥组及侏罗系地层之上，并可明显见到二叠系合山组黄灰色黏土岩、粉砂岩、煤层与上三叠统二桥组黄色黏土岩、砂岩相接触。并且断层之下的岩层发生了很少见到的地质奇观——“地层倒转”，即先形成的三叠系三桥组黄色砂岩叠置于晚沉积的侏罗系红色砂岩之上。靠黔灵山山顶往出口一带的断层，则使二叠系合山组含煤地层与三叠系安顺组地层直接接触，中间缺失了二叠系上统长兴组、大隆组及三叠系下统大冶组地层。

为什么海拔较高的黔灵山山顶地层（二叠系）反而比城区及黔灵湖一带两侧海拔低的地层（三叠系、侏罗系）年龄老？这就是地球的力量，把相对较老的地层推到海拔较高的地方，周缘海拔低的地方反而是晚沉积形成的地层，显示出了高处老、低处新的特色，造就了与众不同的黔灵山地质奇观。简单点



说，黔灵山类似于喜马拉雅山，是在地球构造运动不断挤压、抬升的作用下，使得老地层被抬高于新地层之上。

而黔灵湖，是贵阳向斜西翼一个复式褶皱向斜的核部，地层为侏罗系红色砂岩、黏土岩。

从以上看出，黔灵山形成时经历了极为复杂的地质构造过程，也是因为这些原因才形成了其特殊的地貌及生态环境。

当然，黔灵山的地质奇观不只这几处。在黔灵山山后，还有一处奇特的泉水——圣泉。这里很早就是贵阳的游览胜地，“泉水从山麓涌出，一昼夜‘百盈百缩’，泉水清澈甘冽”。

明初，镇远侯顾成砌石为池，筑亭池上，遂成贵阳古八景之一的“圣泉流云”，并把通往圣泉的大西门称为“圣泉门”。圣泉，是大众很少见及的间歇泉，古人不明其形成原理，所以被世人所奇。

数百年时间，圣泉历经风风雨雨，吸引了不少人，得到很多赞誉。尤其是圣泉盈缩，这种天然奇观更被人们赋予很多人文意义。文人墨客对圣泉的奇，延伸扩大，留下不少诗篇和文字资料。

清康熙年间，贵州巡抚田雯所著《漏勺泉记》中提到：“贵阳城西，冈峦稠复，石径萦纡。众山之间，有泉一泓，浏然清浅，广不数尺。轻风徐来，波鳞微动。尽一昼夜，其盈缩以百为度。中置一石以准之，莫之或爽，故字之曰‘百盈’，名之以‘圣泉’。而《通志》谓之‘漏勺’，不知何所昉也。”古人对于这样的泉水，一时不解其是如何形成，当然“奇”之。其实，这是间歇泉的一类。间歇泉是间断喷发的泉水，多发生于火山运动活跃的区域。贵州是沉积岩地区，鲜有火山活动，那间歇泉是如何形成的呢？

贵阳是典型的喀斯特地区，有极为复杂的地下水文网、喀斯特溶洞及喀斯特管道发育。喀斯特地貌地区的碳酸盐岩属于可溶性岩。经过百余万年的雨水冲刷溶蚀，碳酸盐岩逐渐溶解成大小不一的溶洞和弯弯曲曲的喀斯特管道，造就了极为有利的容水空间（溶洞或地下暗河）。而圣泉附近，正有一条东北—西

南方向的断层通过，断层破碎带是地下水的天然通道。容水空间（溶洞或地下暗河）相互之间大多是靠喀斯特管道联通，由于地下喀斯特管道高低起伏，就极易形成“虹吸现象”。

虹吸现象的形成原理：泉源（溶洞或地下河溶水空间）与泉池（泉出口处）通过喀斯特管道连接，两者存在一定的压差，在重力作用下水流向下流动，并对排水通道内部上方产生吸引力。泉源内的水或空气在吸引力作用下顺着排水通道（喀斯特管道）由低到高，再由高到低向外流淌，在泉源（井口）处流出地表。当泉源的进水速度小于排水速度时，水位在喀斯特溶洞中下降，水流停止外流，这时泉涌停止。经过一段时间的补给后，泉源（溶洞）中的水充满，压力差再次出现，喀斯特管道再次形成虹吸，水流再次流出地表。正是由于喀斯特溶洞这种补给与排泄量的差异，往复循环，形成奇特的间歇泉。

其实，贵州这样的间歇泉还有好几处，比如长顺的“潮井”、黎平的“喊泉”、遵义的“一日三涨水”，都是典型的间歇泉。

1944年4月，我国著名地质学家李四光带领当时在贵阳市参加第十二届中国地质学年会的100多位地质学家对黔灵山进行了考察。李四光指出：黔灵山过去曾发生过第四纪冰川作用，黔灵山古怪的凹顶就是当时的一个“冰窖”，从而使“黔灵八景”之一的“狮象献瑞”这一景观的地理形态颇具地质研究的价值。

说到地质，就不得不提黔灵山喀斯特地貌的代表——麒麟洞。麒麟洞位于黔灵山“七星潭”最上方，洞口高约4米，宽约6米，洞深不到50米。麒麟洞原名唐山洞，因洞口有一钟乳石形似麒麟而得名。明嘉靖九年（1530年），洞前曾建一庙宇，称为白衣庵。当年镇守贵州的太监杨金曾为此洞留词“白云深处一唐川，枕石烟萝洞口莲”，“千重岚气千峰翠，万颗垂珠万象悬”，如今字迹风蚀，仅存首尾。

中华人民共和国成立后，庵房被拆除，现已改建为楼舍，面山临涧，洞口



藤葛缭绕，又似织帘。洞内高低起伏，蜿蜒曲折，多石蔓、石椅、石榻。洞外便是张学良、杨虎城将军囚禁室。如今，麒麟洞和囚禁室已成为黔灵山公园的一个重要景点。

以往去黔灵山，除了看猴及看一些人文景观，估计谁也没想到黔灵山史前还有这么多惊心动魄的山海沧桑故事及地质奇观。

黔灵山上的厚层灰岩，为摩崖刻者提供了场地，如贵阳黔灵山九曲径石壁（灰岩石壁）上有“虎”字摩崖石刻，高4.5米，宽3.8米。它以草书一笔书就，苍劲有力，虎虎生威（图2-2-4）。凡游人于此，无不驻足合影打卡。

黔灵山风光秀丽，景色迷人，且又在城中，每日游客成千上万。在黔灵山，有爬山的，有背水的，有朝山拜佛的，有舞剑打拳的，有唱歌跳舞的，各种爱好的人在这里都能找到活动的空间。多种文化在这里交汇，人与自然之



图2-2-4 黔灵山的“虎”字摩崖石刻（贵州省旅游资源大普查成果）

间，人与人之间显得十分和谐。

贵山、东山与黔灵山这三处名山，就在贵阳老城周边，交通便利，适宜周末约三朋四友或家人前往打卡。我们可以一面呼吸新鲜空气，一面赏景，最重要的一点是，在不知不觉中还锻炼了身体，陶冶了情操，学习了地学知识。

（四）西望山

西望山，又名西山，位于息烽县境中部偏南西，东距县城约9千米，盘亘于九庄、鹿窝、西山、小寨坝等乡镇境内，总面积约94平方千米。南西起自九庄镇东南部宴家沟一带，向北东经苦草坪至小寨坝镇西南部仙佛寺一带止，呈北东—南西走向，绵延近10千米。最高峰位于西山镇大坪北侧团山岩，最高海拔1626米，一般区域海拔则为1200~1400米。山上峰峦叠嶂，古树参天，山下溪流纵横，田园农舍，炊烟袅袅。明末清初，这里逐渐成为西南佛教名胜之一。秀丽的丹霞地貌和佛教文化造就了西望山八大自然景观和八大寺庙、诸多摩崖石刻等人文景观。朝晖晚霞，丹崖翠峰，云蒸霞蔚，气象万千，古往今来，不少文人墨客、达官显贵，至此登高临远，略抒情怀。

西望山的景观，多为侏罗系红色砂岩，其与之前的黔灵山、贵山、东山等不是同一类型，属于丹霞地貌。此类型成景地在整个贵州主要见于赤水及习水两地。

西望山地质地貌为走向北东的向斜构造低、中山山地，核部出露地层为距今1亿年至2.03亿年前内陆湖盆相侏罗系红色、紫红色粉砂岩、黏土岩，岩层产状平缓。

西望山受构造运动抬升和长期地表水侵蚀切割，山岭、沟壑纵横，山顶多呈尖脊线状展布，总体沿主脉山脊两侧呈羽状、枝状发育。主脉北西侧坡度陡峻，地形剖面多为上陡中缓下陡的台阶式，陡峻处为延伸数百米的坡度70~90度、高近100米的陡崖。南东侧坡度较北西侧稍缓，山坡中上部为砂岩形成的



陡崖。

由于差异风化的作用，厚层块状的砂岩形成了较多城堡状、柱状、屏状、齿状山峰，如千层岭、莲花岭、芙蓉嶂、天柱峰等，加之植被发育，古树参天，泉涓涓而溪清秀，形成丹崖翠峰、形态万千的丹霞地貌景观。其中，最负盛名的八景有“万卷书”“盘陀石”“仙人峰”“玉乳泉”“狮子峰”“凤凰池”“天门石”和“动胆石”。

刘家仁在观“动胆石”“薄刀岭”时，曾赋诗曰：“雾锁薄刀岭，云托动胆石。人踞磐顶上，腿颤体难支。”由此可见，薄刀岭是很窄的山脊，行于上自然有胆战心惊之感。

明代，西望山便有僧人涉足，兴建寺庙。清顺治十年（1653年），一代高僧语嵩携门人入山，相继兴修和维修八大寺庙，西望山之名更盛。西望山作为西南佛教“南来第一山”，声名远播。《中国名胜大词典》《大清一统志》《贵州通志》《贵阳府志》《贵州名胜古迹概论》等均有记载。据县志记载，西望山以凤池寺、瞿昙寺、华严寺、知非寺、雨花寺、东山寺、报恩寺、万寿寺八大寺庙在县境最负盛名，后经数载战火毁坏，年久倾圮。凤池寺仍残存于今，现存建筑为光绪年间法华法师重建，房屋主体结构尚存，位于距西望山天风岭不到百米的凤凰池畔一缓坡上，是西山八大寺庙中的主寺，但也年久失修；华严寺、报恩寺、万寿寺现仅存部分石基成为遗址，余皆荡然无存，令人扼腕叹息，不胜感慨！曾吸引无数文人墨客至此登临览胜，留下诸多摩崖石刻和诗词韵句。民国二十七年（1938年），冯玉祥将军登西望山时，题刻“圣贤气节，民族精神”大字；民国桂诗成题刻“伏狮”“西望山”“鹿溪”“翠薇颠”等字；民国时省议会候补议员牟汉坪题刻“天门石”正楷阴刻大字；民国时期，贵州名士任可澄题刻“天风岭”阴刻正楷。

（五）云雾山

云雾山位于白云区牛场布依族乡，其主峰海拔1659米，方圆4.7平方

千米，整个云雾山系总面积 12 平方千米。登上云雾山顶峰，极目远眺，贵阳老城区、观山湖区、白云区尽收眼底，新埔、水田、都拉、牛场等乡镇一目了然。

云雾山最高峰地层为二叠系茅口组地层，岩性为块状泥晶灰岩、白云质灰岩，主峰一带为典型的喀斯特地貌。岩石见有蜓、腕足、腹足等化石。而陡崖之下，是贵阳一带铝土矿的主要赋存层位，遗留有很多开采铝矿留下的采矿矿洞等遗址遗迹。

云雾山山麓分布有成片樟树、松、枫等高大乔木，有连绵不绝的五彩杜鹃、野板栗、红籽等灌木丛及宽阔无边的草场。其地形地貌类型齐全，或平坦无际，或沟壑纵横；山川雄奇、直插云霄，悬崖险峻、下探雾底；山顶风啸云绕，山间鸟鸣虫吟，山底浪拍涛急。云雾山山麓培育了形态万千的沙姥河及四周众多河流、水库，养育了白云、乌当两区的牛场、都拉、水田等乡镇各族儿女，孕育了数十平方千米的良田沃土。云雾山及其周边是贵阳市的自然之乡、生态之乡、布依民族风情聚集之乡，整个云雾山几乎全部被森林覆盖。

云雾山沿河依山主要聚居着布依族村民，其山下的贵阳北郊水库还是贵阳城区用水之源。云雾山从山底到山顶，气候类型多样，随处美景各有不同的妙处。云雾山年均气温 13.5℃，历年平均最高温度 25.3℃，平均最低温度 4.9℃。深秋入冬时节，山下或城区还是阳光明媚之时，山上已是白雪皑皑、雾淞挂枝头。由于海拔较高，冬季，它是贵阳市雾淞观赏的主要地区；夏季平均气温 20℃左右，游人或登顶迎风，或潜湖戏水，或成荫对弈，或歌场聚友，是贵阳“避暑之都”名副其实的核心避暑胜地。

二、石林天成

贵州在世界上有“沉积王国、喀斯特王国及古生物王国”三大王国的美誉，贵阳就是建立在喀斯特地貌上的城市。石林是典型的喀斯特地貌景观。



而要探寻喀斯特，那么石林无疑是科研与赏景的首选。一方面，因其长于地表，如竹如林，便于观察；另一方面，其形态的多样、惟妙惟肖的美被大众所喜爱。

在贵阳，可以观赏石林的地方主要有贵阳喀斯特公园、开阳卡比石林、修文的“绿石林”（高丰石林）及用沙石林等。

（一）贵阳喀斯特公园

贵阳喀斯特公园，位于贵阳市观山湖区逸景社区服务中心奥林居委会，占地面积约 0.3 平方千米，其中约 0.2 平方千米为石林，是以典型喀斯特地貌景观为主的主题公园。喀斯特公园的地层主要为三叠系安顺组白云岩、白云质灰岩。

园区中林与石芽并存，单体高的 5~10 米，以小于 5 米的石芽居多，主要由南、北两片石林景区组成。

贵阳喀斯特公园是典型的喀斯特地貌集中区，面积虽然不大，却是“五脏俱全”。园区内发育有石林、石芽、溶沟、小型天生桥、一线天（图 2-2-5）、溶孔（洞）等，基本囊括了喀斯特所有的典型地貌景观，各类溶蚀后形成的象形石更是千姿百态，让人目不暇接。毫不夸张地说，这里就是一处喀斯特景观的天然博物馆。

贵阳喀斯特公园中的石林，形态各异，如枪、如剑，直指苍穹。由于石林上绿植较多，很多地方已看不出石林的原始面貌。但于石隙间，藤蔓或其他灌木坚强生长，在观看石林时也会让人感叹生命生存的不易，以及生命的执着与韧性。

在喀斯特公园附近，配套有阳明书院、阳明草堂、奇石博物馆、多彩贵州文化长廊、喀斯特广场等，极大地丰富了地域文化内涵。

（二）卡比石林

卡比石林位于开阳县龙岗镇卡比村组，面积约 0.67 平方千米。石林一般



○—————
图 2-2-5 贵阳喀斯特公园中的一线天景观 (陈明华 摄)



高 5~25 米，有的成片分布，有的零星分布。卡比石林地层为二叠系茅口组，岩性为浅灰色厚层块状灰岩。

石林中较为奇特的景观为一石林单体，当地人叫“棒兜石”，因外表形似郁金香，所以又称之为“石郁金香”（图 2-2-6）。“石郁金香”位于卡比村柿花坪村寨西南约 500 米的小山顶上，上部大，高约 11 米，东南面较宽，约 5 米，东北面较窄，约 3 米；下部细小，近似圆柱，直径约 0.8 米。此石历经岁月风霜雨雪依然屹立不倒，让人不得不感叹大自然的鬼斧神工。

卡比石林形态奇特，姿态万千，体量较大（图 2-2-7）。除了“石郁金香”外，泡木井、丫口田一带还有面积较大的石林，有的似香炉，有的似战马，有的似巨人，形态惟妙惟肖。其中，有一处单体高约 12 米，棒槌状，上大下小，下部直径约 1 米，上部直径约 2 米，极似一棒球棒。石林区有的个体高大，单独成景；有的连成一片，似万朵莲花盛开。



图 2-2-6 卡比石林中的“石郁金香”（贵州省旅游资源大普查成果）



图 2-2-7 卡比石林（贵州省旅游资源大普查成果）

之所以形成这样外形奇特的石林，一方面是水的溶蚀结果，另一方面还要归功于自然风化作用，正是在物理、化学双重作用下，才形成了与众不同的上大下小的“石郁金香”“棒球棒”等石林石观。

（三）高丰石林

高丰石林，位于修文县大石布依族乡，因石林上有大量藤蔓等绿色植物覆盖，当地人又称之为“绿石林”。高丰石林面积约 0.27 平方千米，由石牙、石林、溶沟、溶槽、小型天生桥、一线天、小型溶洞等景观组成，景观较为密集，尤以石牙多而集中，因此也称“高丰石仓”（图 2-2-8）。

高丰石林的入口为一线天，仅容一人通过。石林呈不规则形态分布，形似海马、狮子、骆驼等动物者众多，更有如人类的老妪拾柴、夫妻对拜、娘娘送子等似人似神的景观石。石林形态丰富多彩，让人生出无限遐想。

高丰石林出露岩石为中二叠统栖霞组灰岩，岩层产状平缓，节理发育；主要形成两种类型石林，一是锥状石林，二是屏风状石林。锥状石林分布于斜



图 2-2-8 高丰石林景观（贵州日报当代融媒体记者贾华 摄）

坡下部，海拔 1120~1140 米，石林形态以分散林立的锥状石柱为主，杂有屏风状及不规则状等形态。石林高度一般小于 10 米，锥状体的高、宽比大多为 2:1 或 1:1，或稀或密地竖立在平坦的台地上，形成疏林景观。屏风状石林分布于台地前缘斜坡的树林中，石林形态以体量相对高大的屏风状为主要特征。石林高度 8~15 米，下部基座多连成一体，表面垂向溶沟、溶槽发育；上部锥状石峰参差林立，尖锐的石峰酷似一排排严阵待发的火箭。

总体上，高丰石林形态俊俏美观，屏风状石林之间点缀着三三两两的锥状石林，石林上常覆有苔藓及藤萝植被，酷似生机盎然的绿色长城。

（四）用沙石林

用沙石林位于开阳县双流镇，面积约 200 亩，层理分明，节理发育，石林西北约 2000 米为狼鸡岭。

石林区域分布较多高大石柱，好似雨后春笋，林立于山峰之上，大多 10~20 米高。石林也不乏岩洞、岩缝、独石等石林景观（图 2-2-9）。其中，在山坡顶靠公路方向，有几块巨石高耸入云，最高一块岩石高约 25 米，



图 2-2-9 用沙石林（贵州省旅游资源大普查成果）

岩石灰白，下部较大，宽约 8 米，上部较小，直径约 1 米，顶部较尖，有棱有角，直插云霄；旁边还有几个石林岩体，形态相似。

另外还有许多象形山石，有似史前巨鸟，有似猴子狒狒，有似藏獒，形态逼真，活灵活现。公路左侧山坡上有一巨石，高约 15 米，宽约 8 米，颜色颇黄，形态酷似一条巨大的藏獒，憨态可掬。石林区内沟谷切割较深，人入其中，难辨方向，置身于石林，可用移步换景来形容。但目前石林区灌木及藤蔓覆盖较严重，许多景致还未被发现。用沙石林是大自然的鬼斧神工之作，是形成完好少有的白云岩石林。

三、峡谷幽深

看完了贵阳周边的名山、石林，不妨去拜访几处世界级（又称五级资源）的峡谷景观。峡谷是指谷坡陡峻、深度大于宽度的山谷。它通常发育在构造运



动抬升和谷坡由坚硬岩石组成的地段，当地面抬升速度与下切作用协调时，最易形成峡谷。贵阳的知名峡谷，多为喀斯特峡谷，少量碎屑岩峡谷，都是地形抬升与水流溶蚀、侵蚀的美丽杰作。

知名的五级（世界级）峡谷有香火岩峡谷、南江大峡谷、紫江地缝等。此外，贵阳地处两江源头，峡谷众多，除了上述三处峡谷外，尚有乌江源头的天河潭、猫跳河峡谷、毛云峡谷、十万溪峡谷，以及珠江源头的红叶峡谷等。当置身于这些峡谷中，不得不让人感叹岁月的沧桑、山的忍让、水的执着……

（一）香火岩峡谷

香火岩峡谷景区位于开阳县禾丰布依族苗族乡境内，距县城 20 千米，距贵阳市 60 千米，全长 12 千米，总面积约 35 平方千米，是省级风景名胜区，在 2016 年旅游资源大普查中被评定为五级（世界级）旅游资源。

香火岩因半边山天然形成的一处崖壁神似供奉的佛龛而得名（图 2-2-10），景区总体为喀斯特峡谷地貌，峡谷由三段明谷和两段暗谷组成。香火岩景区以观天赏月的“二洞天生桥”、天呈一线的“玉门关峡谷”、神秘莫测的“吐云洞地下河”、香火岩大瀑布等景点为大众所钟爱，大部分景点基本沿光洞河河谷分布，是探险、科考、科研、观光、休闲、度假的极佳之地。

香火岩神龛位于景区中部半边山下，在宽 500 多米、高 100 多米的悬崖峭壁之上，龛内有天然石纹形成的坐佛，高大雄伟，巧夺天工，迎面石峰矗立，若石人遥拜，浑然一体，大自然的鬼斧神工可见一斑。然而，此为一组节理切割岩层后，岩石风化脱落（岩层自然崩塌掉块）而形成的。

香火岩大瀑布，共分五级，最高一级落差 15 米、宽 30 米，其余落差十数米不等，总落差 60 余米。俯瞰瀑布，飞珠溅玉，烟雾弥漫，响声如雷；仰观瀑布，如银河天降，气势磅礴。虽然没有黄果树之气势，但也不失温婉的气度，如大家闺秀，亭亭玉立，让人赏心悦目。



图 2-2-10 香火岩佛龕远眺（贵州省旅游资源大普查成果）

沿观瀑亭拾级而上，山路蜿蜒，奇树夹道，藤绕枝连，绿荫蔽日，行约 800 米，忽见一水潭，深潭似卧龙，滴水似鸣琴，给人曲径通幽之感。顺小道前行，曲折似若无路，再行骤然现一大洞，谓之曰“吐云洞”。洞口云雾缭绕，



洞内怪石嶙峋，钟乳倒挂，暗河水流湍急，声若雷鸣，极其震撼。

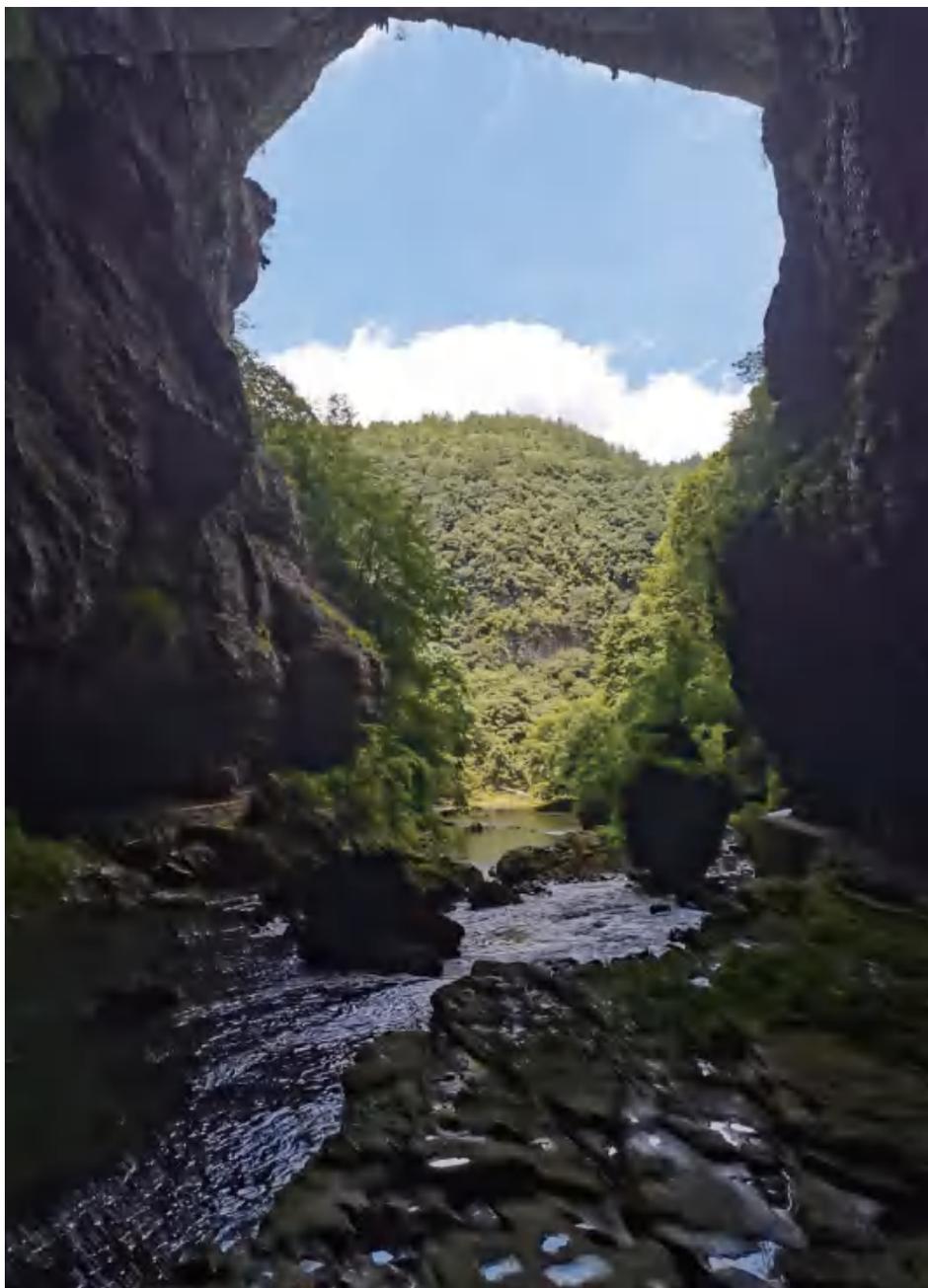
吐云洞全长 1.3 千米，洞口呈半圆拱形，高约 40 米，宽约 80 米，光洞河河水从洞内穿过，在洞中形成暗河，水流湍急，响若雷鸣；吐云洞洞厅巨大，高约百米，最宽处约 200 米。洞中有洞，洞壁上修建了游览栈道，穿行其间，水雾弥漫，凉意渐生，如天然空调。洞内石钟乳发育较好，石幔、石瀑、石笋、石柱形态曼妙，如人若物，宛若身入天庭，美不胜收。

峡谷中发育一座天生桥，名“二洞天生桥”（图 2-2-11），雄壮无比，人称“黔中第一天生桥”。天生桥宽约 300 米，高约 50 米，桥上林木苍翠，峭壁黑白相间，桥下即为一洞。顺一洞前行，天空中一束阳光飞泻而下，这是二洞之间的天窗。天窗呈半圆形，长约 80 米，宽约 50 米，好似一只俏丽的眼睛；四周生长着许多藤蔓植物，垂落下来，好似睫毛；水滴下落，在阳光下散开，仿佛滴落的不是水滴，而是泪珠。再往下就是二洞，比一洞略高，但也狭窄了些。穿洞河从二洞之间奔涌而下，河间巨石林立，浪花翻涌回旋，雾气弥漫。二洞天生桥，岩性为灰岩，成因是岩石在水流侵蚀、溶蚀作用下空洞越来越大，形成洞穴，顶部坍塌后形成天坑，受光洞河流水作用进一步溶蚀、侵蚀，形成现在大家看到的集二洞贯穿、天坑天窗、天生桥于一体的自然奇观。

该景区外是知名的开阳马头古寨，有较多的历史文化古迹，加之有鲊马塘地戏等地方特色文化，人文景观极其丰富。顺景点河流往下，有南江大峡谷、紫江地缝、龙岗古镇、毛云十万溪等景区，一衣带水，形成了开阳南部旅游景观带。

（二）南江大峡谷

南江大峡谷位于开阳县南江布依族苗族乡，为国家 AAAA 级旅游景区，在 2016 年旅游资源大普查中评定为五级（世界级）旅游资源，2006 年被评为“贵阳八景”之一，誉为“喀斯特生态博物馆”。便捷的交通使南江大峡谷成



○—————
图 2-2-11 二洞天生桥（开阳县自然资源局提供）



为贵阳市民周末休闲观光好去处。峡谷全长 40 多千米，两侧岩石如刀削斧劈，抬眼天空一线，最大落差达 398 米，脚下—条清溪流过，沿峡谷两侧有较多瀑布、象形山石（图 2-2-12）。

南江大峡谷为典型的喀斯特地貌，地表景观雄奇瑰丽，峡谷内山体至水面落差在 100~400 米，坡度在 70~90 度。南江大峡谷地质遗迹景观十分丰富，也十分奇丽，除了峡谷，发育在峡谷两侧高数百米的瀑布，如灵芝瀑布、趋那瀑布、天外天瀑布、金钟钙华瀑布、水落亭瀑布等十分壮观。

南江大峡谷为地下水沿岩石裂隙或落水洞向下运动时发生溶蚀，形成地下溶洞和地下河，其中破碎岩石和碎屑被碳酸钙胶结，形成岩溶角砾岩。当溶洞顶部岩石发生崩塌，地下河露出地表，从而形成陡峭的峡谷。由于地壳上升，地下水位随河流下切而降低，形成新的溶洞和地下河。当溶洞崩塌后，地下河



图 2-2-12 南江大峡谷（开阳县南江大峡谷景区李明海提供）

露出地表，峡谷更加陡峻。

由于第三纪以来地面强烈抬升，河流下切，南江大峡谷形成了以陡峭的崖壁、怪异的山岩、深切的河谷、复杂的地貌、湍急的溪水为特征的喀斯特中山峡谷地貌，极为雄奇、险峻。峡谷底部与高原面的相对高度一般为 200~300 米。由于峡谷支流下切的速度远远低于干流，支流的河水以瀑布的形式跌落干流中，形成了峡谷两岸众多的瀑布和碳酸钙沉积在崖壁上的钙华堆积物。这些钙华或似亭台、灵芝，或似灵龟、金钟，或似石花、石幔，形态多样。当有水流过，钙华瀑布上长有较多绿色的青苔等植物时，就形成了绿色的瀑布，十分美观。

南江大峡谷能漂流的这一段是寒武系地层，主要岩性为灰岩、白云岩夹粉砂岩、黏土岩。粉砂岩中可见较多的虫迹化石，层面上有较多的云母片，阳光下闪闪发光。可以这样认为，南江大峡谷漂流，就是穿越寒武纪的过程，沿途可以感受距今 5 亿多年前海洋形成的古老岩石，休息时可以找找岩石中是否有寒武纪的精灵——三叶虫化石，也可以观察河流石块在水冲蚀及溶蚀作用下形成的壶穴（壶穴又称瓯穴，是出现在河流中的一种独特地貌，指河床中岩石上形成的近似壶形的凹坑，是急流旋涡夹带砾石磨蚀岩石而成）（图 2-2-13），感知水滴穿石的精神。

（三）紫江地缝

紫江地缝风景区位于开阳县龙岗镇，在 2016 年旅游资源大普查中被评定为五级（世界级）旅游资源。紫江地缝是典型峡谷地貌，部分河段如巨斧劈开，形成一线天景观。一线天最窄处约 1.9 米，有如万丈崖壁刀劈一缝，紫江地缝由此得名（图 2-2-14）。

紫江地缝河谷长约 14 千米，面积约 38.37 平方千米。景区河水清澈，河谷时宽时窄，两岸植被郁郁葱葱，有红豆杉、银杏、鹅掌楸等名贵植物，森林覆盖率达 80%。



图 3-2-13 南江大峡谷中的壶穴 (陈明华 摄)



图 2-2-14 紫江地缝景观 (开阳县自然资源局提供)

紫江地缝有一线天、万瀑云台、银链三缀、水上倒石莲、凤凰滩瀑布、九天银河等近 30 处自然景观，资源极其丰富。

构造运动使地壳不断抬升，在该地形成了高 200~300 米的峡谷绝壁，而沿壁形成了较多的钙华瀑布景观（钙华是含碳酸氢钙的地下水接近和出露于地表时，因二氧化碳大量逸出而形成碳酸钙的化学沉淀物。当沉淀物不断沿瀑布流水堆积，就形成了钙华瀑布）。其中，水上“倒石莲”较为奇特，是悬在水面上的钙华沉积物。由于水流下滴，又形成了许多形似倒转的石莲花状的钙华，故称之为“倒石莲”（图 2-2-15）。

万瀑云台是该景区又一特色，钙华形成的“万朵灵芝”簇拥在崖壁之上，众多瀑布从 200 米高的崖顶泻下，或水花四溅，或滴水如丝，与钙华、绿色的苔藓相映成趣，美如仙境一般。



○—————

图 2-2-15 “倒石莲”钙华景观（贵州省旅游资源大普查成果）



紫江地缝景区主要出露的地层为距今约 5 亿年前的寒武纪地层，岩性主要为灰岩、白云岩。在水的溶蚀、侵蚀及自然风化等作用下，紫江地缝形成了独特的喀斯特风光。

（四）十万溪峡谷

十万溪峡谷位于开阳县毛云乡，峡谷幽深，两岸悬崖峭壁，长约 2.5 千米，近南北走向，从山顶到谷底垂深 300~400 米，宽 50~200 米，中间呈深峻的“V”字形。峡谷两岸岩石为寒武系灰岩、白云岩，是典型的喀斯特山谷。

该峡谷是集山水之秀、林木之幽、沟壑之险于一体的原始生态喀斯特旅游区，主要有迎客松、白鹤山、猴界、二滕潭瀑布、贵妃池、姊妹峰、千流岩等景点。峡谷内壁峰列队、飞瀑竞秀、流水清幽，是黔中峡谷的精华，堪称大自然鬼斧神工的杰作。

迎客松生长在一支逶迤而来的岭头断壁上，高数十米，苍翠碧绿，伸枝扬臂，宛如一位须髯飘飘的老人，挥着蚊扇，迎接远方的来客。

白鹤山如一只临谷飞起的白鹤，羽翼翩动，万木萧萧。站在山顶，放眼望去，广阔的天宇下，峡谷壁立千仞、错落有致，远山逶迤秀美、姿态万千，大有“一览众山小”之势。

猴界，又叫鬼门关，一块猩红色巨石因重力作用离开原来的山体，中间一条裂缝丈余宽，透过裂缝可直视远处的绿水青山，由于地势如一关口，有“一夫当关，万夫莫开”之势。此地常有猴群为了地盘在那里相互斗争，所以称为猴界。

峡谷中共有两处较大的瀑布，一处为“一滕潭瀑布”，另一处为“二滕潭瀑布”，两者相距不远，为十万溪峡谷瀑布群的精华。一滕潭瀑布从两旁直刺云天的青峰间轰然直下，如银河泻落，润泽人间，其势雄伟磅礴，声震寰宇，融汇了男人的浑厚、雄健。二滕潭瀑布高百米，似巨盆盈盈，四处奔泻，漫流

而下，万千条溪流幻成张张水帘，相互挥洒，飞珠溅玉，直洒绿潭，恰似少女沐浴，秀发飘逸，融会了女人的细腻、凄婉，婀娜多姿，柔情万般。二滕潭瀑布表面布满钙华，夏季钙华上长满青苔，犹如绿色的瀑布，别有一番景致（图 2-2-16）。

贵妃池乃一天然深潭，状如一排玉盆，浑圆光滑，涓涓细流不停流入潭中，远观如一面面镜子，把蓝天白云绿树花草尽揽于玉盆中。

姊妹峰位于十万溪二滕潭畔，两峰如多情美丽的村姑，盼望远方归来的阿哥，让人感叹大自然的神来之笔。

千流岩则是千万条涓涓细流顺着河畔流下，散布在一片光洁透亮的石板上，像少女轻飘的柔发，更像女神降甘露于人间。

十万溪正是因地质构造演化，形成了峡谷，形成了象形山石，形成了瀑布。这些景区远离闹市区，平时鲜有人前往，原生态保存较为完美，是广大徒步爱好者及探险者最喜欢的打卡地。

（五）六广河峡谷

六广河峡谷属于峡谷风光，位于贵州乌江上游。1979年，乌江渡水电站建成后，回水逾70千米，形成一个巨大的人工湖——六广湖。

六广河峡谷两岸谷坡陡峭，多呈嶂谷，由水面到山顶一般高350~400米，峡谷时宽时窄，有张有弛；加上两岸峭崖上多悬挂飞瀑、流泉，如“银丝细雨”“珠帘碧翠”般秀丽，山景与水景穿插相映，变幻无穷，令人惊奇万分。

峡谷上段，谷深壁峭，水流湍急，雄奇壮美类三峡；下段山清岭秀，水深江阔，旖旎多姿似漓江。从码头至三岔河约40千米的水路上，宽阔处烟波浩渺，狭窄处一线青天，其间峰谷陡峭，悬瀑飞泻，古树苍翠，猴群出没，白鹭翱翔，可谓一步一景。沿途有白马峡、猴愁峡、飞龙峡、赤壁峡、象鼻峡、剑劈峡、恋春峡等七峡及其他景点，风姿各异，变化无穷，人称“一景有四时，四时景不同”。

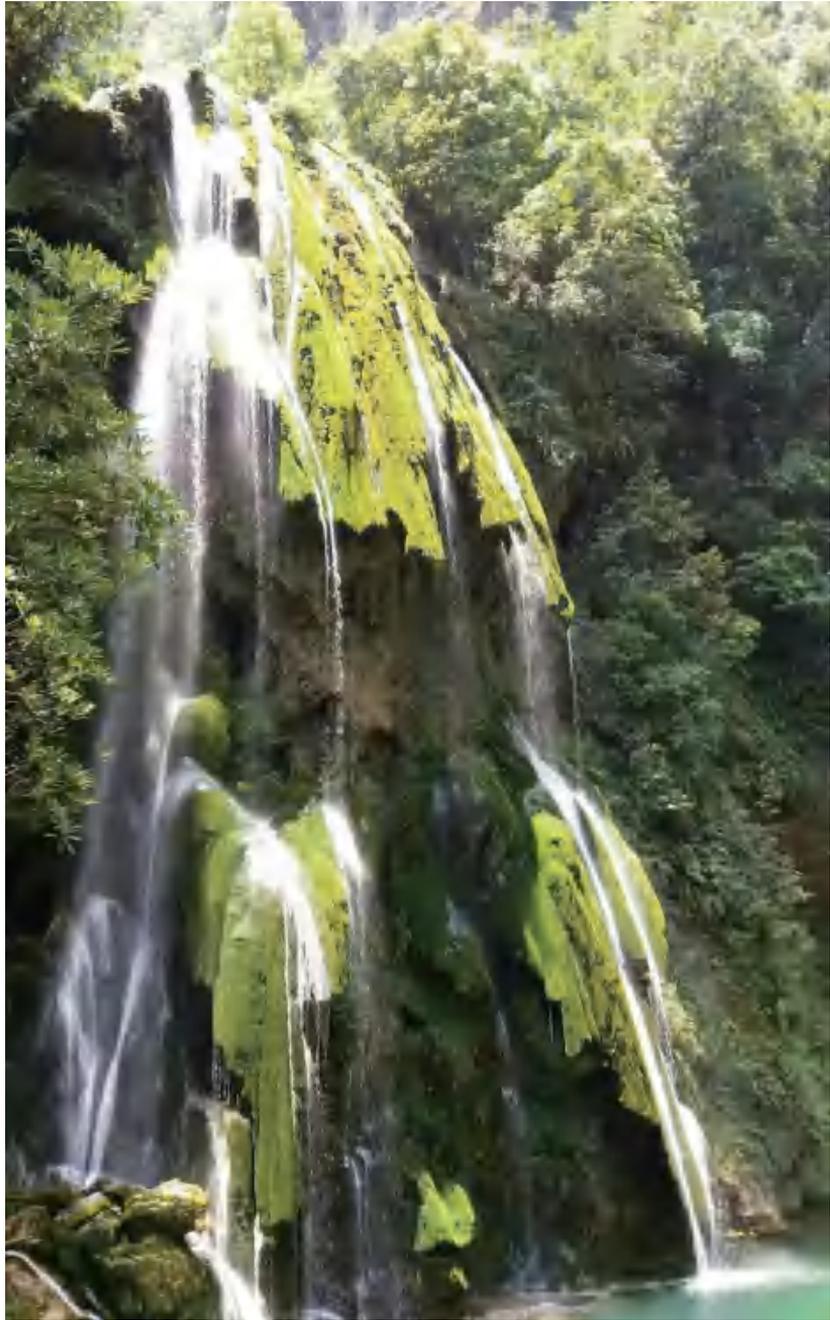


图 2-2-16 十万溪峡谷二膝潭瀑布（开阳县自然资源局张海 摄）

明代著名的哲学家、军事家、教育家王阳明曾以“遍行奇胜才经此，江上无劳羨九华”的精妙诗句盛赞过此地的优美风光。假依在六广河两岸的素有“刺绣之乡”之名的滨江苗寨和大屯布依村背山面水，犹如世外桃源。

在全长 40 千米的水路中，峡谷两岸岩石主要为距今 5 亿年至 2 亿年寒武系—三叠系海相沉积形成的灰岩、白云岩，在构造运动抬升及侵蚀、溶蚀作用下形成了众多刀削斧劈的险峻峡谷景观。

（六）猫跳河峡谷

贵州人古代把虎称之为猫，猫跳河其实是指虎跳河，即形容峡谷很窄，虎一跃即可越之，从另一面反映出峡谷的险峻。

猫跳河峡谷位于修文县洒坪镇，因建电站后分割成不同的段落，分别称红岩电站段峡谷、索风湖段峡谷、窄巷口段峡谷。峡谷两岸岩石多为距今 5 亿年至 2 亿年前寒武纪—三叠纪海相沉积形成的灰岩、白云岩，在构造地壳抬升及河流的切割下形成峡谷景观。

猫跳河流域水深流急，水利资源丰富，红岩电站建成蓄水后形成人工水库，两岸山清水秀，峰奇谷幽，自然风光优美，景观异彩纷呈。

站在红岩电站坝上放眼眺望，奔腾咆哮的猫跳河水被高高的大坝锁住，高峰出平湖，一泓湖水波平如镜。该坝上流景观为峡谷风光，谷深 250~300 米，谷底宽 100~400 米，陡峭悬崖，各种象形山峰，如老人面相、大鹏展翅、双乳峰、玉女山等，让人目不暇接。

在渡口河对面岩石上，经风雨雕刻有一幅玉女和老人画像。二者并排而立，五官清晰可见。玉女端庄尔雅，双眼眺望着远方，透露出不食人间烟火的高雅；老人像可见额头皱纹，略显苍老，面带笑容，极为慈祥，栩栩如生。山峰间偶见山水流出，形成瀑布，雨季瀑布流量增大，形成水帘，格外壮观美丽。

峡谷两岸树木丛生，河水清澈，山峰倒映在河水中，交相呼应，远处山峰云雾缭绕，美如仙境。该处夏季凉爽，也是避暑佳地。乘船逆流而上，可行驶



约 10 千米。该河流属于长江水域，下游为六广河，最终汇入乌江。

沿途为彩虹沟，河面变宽，在“东边日出西边雨”的时节，可见彩虹，有时可同时出现四五条彩虹，因此而得名。

向下为猫跳河峡谷（索风湖段），为二叠系灰岩由于断层挫动而形成的断层型峡谷，后因水库建设而形成水库观光游憩区。峡谷如刀削斧砍，有“一夫当关，万夫莫开”之势，雄奇险峻，极其壮观。顺流而下，时而豁然开朗，时而天如一线，让人感叹大自然的鬼斧神工（图 2-2-17）。

峡谷两侧植被葱郁，在如刀斧劈下的险峻秀美绝壁上，发育有多层洞穴，展现了构造运动地形的抬升及地下水向下切割留下的地质证据，让人感叹岁月流逝。一个个洞口，犹如人类精灵的眼睛，静静观察着地球的变迁。



图 2-2-17 猫跳河峡谷景观（陈明华 摄）

而部分溶洞钟乳石发育，有极具代表性的“神猴拜棒”“八仙过海”“梦笔生花”“甘霖普降”“鸳鸯戏水”“夫妻对拜”等象形石钟乳、石幔、石帘、石柱、石笋，琳琅满目，让人叹为观止。

（七）红岩峡谷

红岩峡谷位于花溪区高坡乡西北侧，得名于谷底大量的红色岩石，是一处未开发的峡谷，平时前来徒步打卡的人较多。峡谷中清澈的溪沟跌宕起伏，在树丛和巨石之间流淌，潺潺如丝竹，浅滩中游鱼游弋其中。峡谷两岸近山顶一带为泥盆系高场组白云岩，谷底为泥盆系中统独山组铁质浸染的红色中厚层石英砂岩，由于岩性不同，风化速率不一样，底部抗风化能力强。

峡谷海拔高 1250~1550 米，最大相对高差 300 余米，中间一条小溪水流清浅，水深一般就 10~30 厘米，适宜小孩戏水。峡谷由东向西渐宽，沿线穿越石门、扰绕、新安三个村境，全长约 6 千米，最大谷宽 500 余米。

峡谷沿线大龙潭、小龙潭、飞瀑、跌水间断交织，两侧山上林木苍翠，植被茂密，有珍稀的三叶杉和大面积的红枫林（图 2-2-18）。这里的红枫林，是贵阳境内最美的一片。深秋时节，满山红色的枫树大有“看万山红遍，层林尽染”的意境。峡谷内红色石壁形成悬崖绝壁，奇石林立，灌木丛生，石藤纠葛，林间百鸟争鸣，画眉、八哥、锦鸡等鸟类栖息其间，满谷茶花、杜鹃、映山红相映成趣。野枇杷等野生水果挂满枝头，触手可摘。在峡谷中，沿溪水徒步而行，寻幽访胜，回归大自然，妙趣横生。陈进《红岩峡谷赞》曰：“飞流跌瀑又几回，大小龙潭藏深闺。谷中曲折溪流绕，孔雀山上藏寺庙。两岸峭壁似利剑，百鸟展翅冲云天。泥盆砂岩沉积睡，亿年风霜羞红脸。”

在红岩峡谷尽头右侧的高坡乡附近，有一片石林，当地人称之为高坡石林。其分布区域平面形态近似矩形，西北—东南长约 750 米，西南—东北宽约 600 米，面积约 0.45 平方千米。组成石林的石柱几乎都是平顶，石柱表面布满了密密麻麻的晶洞。这种由白云岩（晶洞白云岩）形成的石林景区是极少

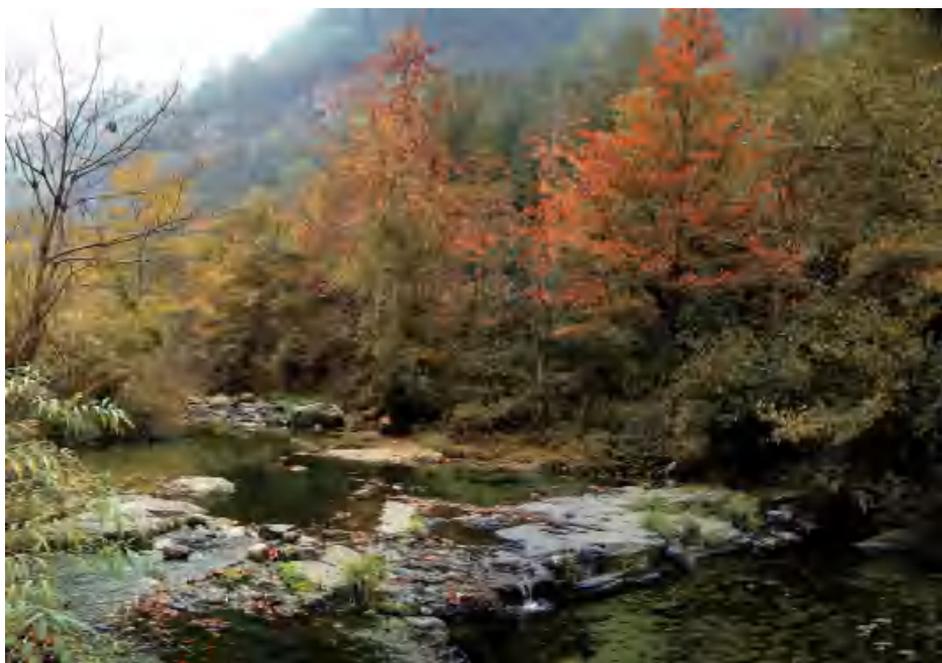


图 2-2-18 红岩峡谷景观（贵州省旅游资源大普查成果）

见的，特别是其中一处石林，外观若古埃及的“人面狮身像”（图 2-2-19），另有一处像一马戏团小丑（图 2-2-20），还有一处像一个“Y”字（图 2-2-21），不得不让人感叹大自然这个雕刻师的鬼斧神工。

石林单体高度一般小于 5 米，少数可达 10 米，形态各异。旷野稀稀落落的溶丘上，石柱分散林立，有的如古时的城垛，有的酷似飞禽走兽，充满蛮荒的野趣。从高处俯瞰，石林犹如平静的海面上凸起的座座小岛，似刀工裁切，东西、南北划切得规整有致。绿树古藤、蟠枝虬根常年攀附石柱，使石林平添了几许柔情。周边是田园、竹林及农舍，自然景观的天然组合别具一番风味。

而峡谷西侧的谷顶面为扰绕村风景区，规划面积 0.83 平方千米，是国家 AAA 级旅游景区。景区内主要景点包括高山梯田、五彩池、古营盘、古井、布依村落、红岩峡谷等景点，目前正在全力打造露营基地、亲子乐园、稻田艺术



图 2-2-19 高坡石林中的“人面狮身像”（陈明华 摄）



图 2-2-20 高坡石林中的“小丑像”（贵州省旅游资源大普查成果）



图 2-2-21 高坡石林中的“Y”字石（贵州省旅游资源大普查成果）

乐园、农业种植采摘、民间手工艺体验、极限运动体验等重点项目，规划建设为集农业旅游、观光度假于一体的田园综合体。

扰绕露营基地是贵阳周边露营打卡的必到地之一。离开城市，住进帐篷里，白天享受日出日落、梯田远山、峡谷溪底；晚上则是满天繁星，一览无余。这是现代都市人无法拒绝的旅行方式之一。在繁忙的工作中，找个周末，携三朋四友，或一家人，露营烧烤，星月下就两杯，那是身心放归自然的最好方式。

在红岩峡谷东侧五六千米的地方，还有一处峡谷，当地人称为鬼架桥峡谷，位于花溪区黔陶布依族苗族乡，也是一处未开发的峡谷，是贵阳周边驴友们常去打卡的地方。峡谷呈北东向展布，大部分剖面呈“V”形，局部呈“U”形，相对高差 100~350 米，谷底宽 10~100 米，峡谷内地形坡度 5~8 度，两侧斜坡地形坡度 10~20 度，局部为陡崖。谷底植被生长茂盛，以乔木为主，峡谷中上部植被以灌木及草被为主。其中，有一种开黄色小花的野蜡梅长

得漫山遍野，使得驴友们每到花开的季节趋之若鹜地前往赏梅。

谷内发育一溪沟，有数处高低不一的瀑布、跌水，并在其下方形成龙潭。其中，最大的瀑布为龙潭瀑布（也称鬼架桥瀑布），高近 40 米，宽 10 米，从岩层的裂隙中喷薄而出，当地人又称之为“龙吐水”，其下方形成一个深 1~3 米的面积 100 平方米的水潭（图 2-2-22）。峡谷内溪水清澈见底，水质极佳，可直接饮用，甘甜可口，驴友们称之为“玻璃水”。溪沟内还有成群小鱼、小虾、螃蟹等。峡谷两侧山体怪石嶙峋，有的像龙头，有的像佛掌，有的像犀牛，让人目不暇接。

在峡谷的上游，在两深山之间横亘一座天然石桥，当地人称之为鬼架桥，意为由鬼神架设而成，非人力所致。当然，该桥是天然形成，是典型流水溶蚀、侵蚀作用形成的喀斯特地貌。石桥长 12 米，宽 0.6 米，桥下是百余米深

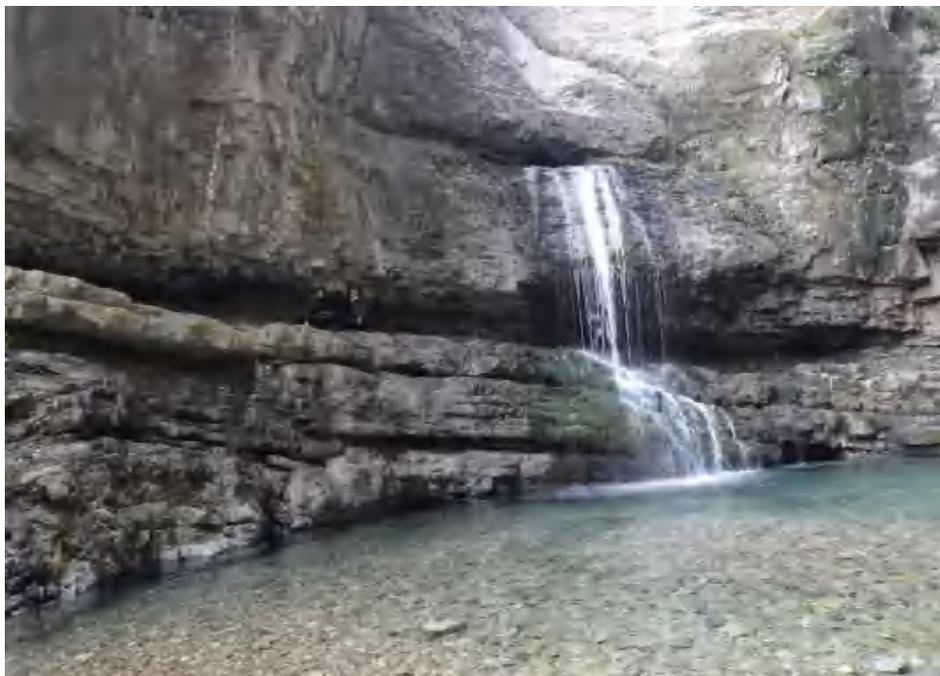


图 2-2-22 鬼架桥峡谷的瀑布景观（陈明华 摄）



的绝壁峡谷，登桥而眺，让人心惊胆战（图 2-2-23）。鬼架桥峡谷集奇、险、幽、俊、美、秀的资源优势于一体，与红岩峡谷相得益彰，具有打造旅游景点的巨大潜力。

（八）夜郎谷

夜郎谷，位于花溪区和贵安新区交界处，大学城东北侧、思丫河两侧，南临贵州财经大学，是由贵州艺术家宋培伦先生设计并建造的一座以“夜郎文化”为主题的石头城堡。夜郎谷所处河谷长约 550 米，占地约 0.2 平方千米。

峡谷内石质建筑群错落有致，屹立于河谷两侧及山体较平坦地带，水光山色，交互叠置。谷内建有傩文化城堡、傩文化石塑、傩文化卡通园等建筑群，全是就地取材建成。当地的三叠系大冶组薄板状灰岩，厚度为 1~3 厘米，当地百姓以往取之修屋建房，连房顶也用之做瓦，形成黔中地区特有的“石头寨”



图 2-2-23 鬼架桥（天生桥）远观（贵州省旅游资源大普查成果）

景观。宋培伦先生正是受此启发，用 20 余年时间，铸造了一座石头王国，为社会保留了一件文化与自然融合的艺术作品。该建筑形如佛塔状耸立于山间，高 8~9 米，是以石灰岩为主建成的。使用瓦罐碎片贴制而成的各式各样面容，有的呈凶恶之状，有的张开血盆大口，有的则伸出长长的舌头。

由于该建筑排列成圆，被称为城堡。黔文化源远流长，历史悠久，两千多年前秦汉时期出现的夜郎古国足以证明这一切。实际上，该类建筑在建造时吸收了传统贵州戏剧地戏与傩戏面具雕刻的特点，将戏剧文化跃然于石头之上。石柱面容或英俊，或狰狞凶悍，或獠牙四起，或神异怪诞，有棱有角，轮廓分明。

（九）香纸沟

香纸沟风景名胜区位于乌当区新堡布依族乡。景区主体在陇脚村范围内，景点大部分分布在水沟或河流两岸。从天上俯瞰而下，景区总体呈“胃”的形状，中间大而两头小，或有河流曲折环绕，或有陡崖峭壁直指云霄，形态万千，却又美丽迷人。

香纸沟一带为寒武系娄山关组白云岩，岩石节理较为发育，表面刀砍状溶沟发育。此地因为是碳酸盐地区，谷深坡陡，交通不便，才留下了现在原生态的景色，让人有桃源旅行之感（图 2-2-24）。

景区与外部的交通只有下陇脚门前的 132 县道穿过，类似一个“箱子”。香纸沟，沟谷深切，峰峦叠嶂，瀑布飞流。这里不仅有着迷人的高原峡谷风光、浓郁的布依风情，最令人称奇的是景区内保存着目前国内规模最大、最集中的古法蔡伦造纸作坊系统。当地布依同胞就地取材，以竹为料，用伐竹、破竹、蒸竹、沤竹、水车碾竹、竹帘抄纸等 72 道工艺流程造纸，显得古朴而奇特。群山环绕的香纸沟是封闭的，也正是因为封闭，古老的造纸术历经千年不变，流传繁衍，并成为这里人们生活的一部分。为纪念祖先，人们给这里起名为“湘纸沟”。后因这里生产的竹纸有着奇特的香味，故而改名为“香纸沟”。

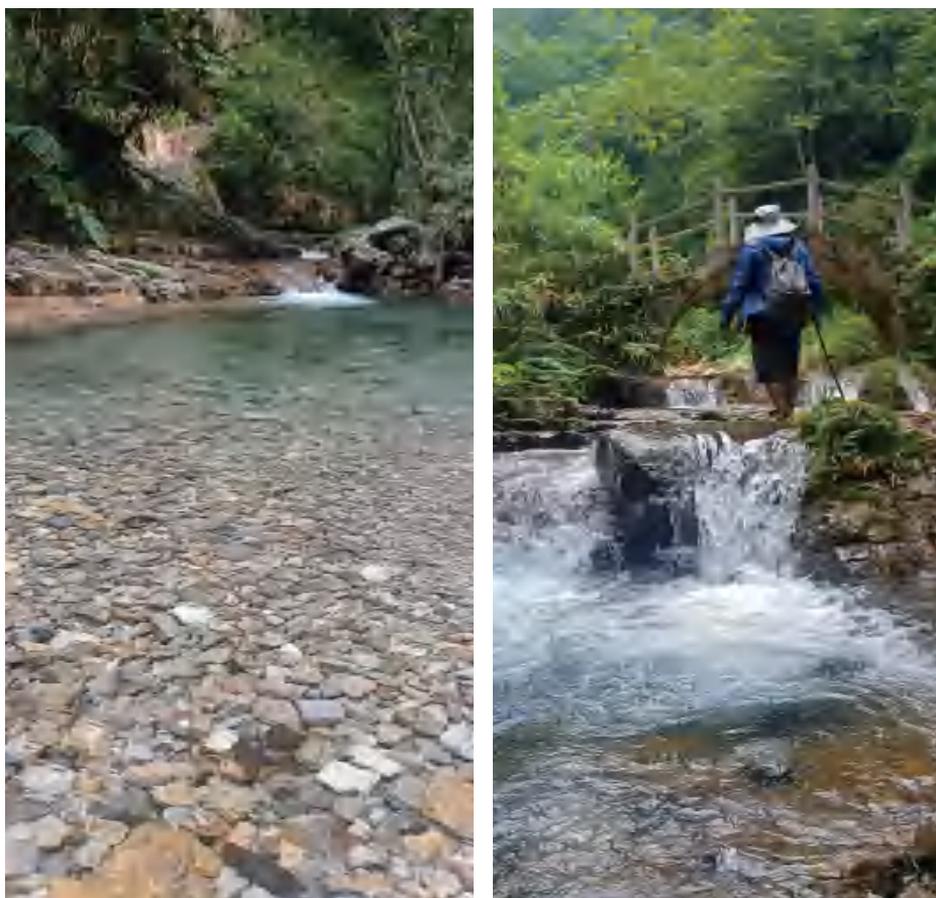


图 2-2-24 香纸沟峡谷风光（贵阳市观赏石协会樊华友 摄）

（十）赤壁峡

赤壁峡位于息烽县流长镇，为乌江库区有名旅游点之一。此峡呈东北—西南走向展布，地跨鹿窝、流长两镇，上自梯子岩，下至泡木井，全长 7000 余米。地形地貌左缓右陡，左岸地属金沙县，多为缓坡，偶有陡壁；右岸地属息烽县，多为陡崖绝壁，宏伟壮观。

峡段内有长安二屯、骆驼峰、姊妹峰、江口渡口、大塘渡口等旅游资源，全段水域总体宽阔平缓，宽 100~200 米，水体清澈碧绿。泛舟江面，仰望右

岸岩壁，高百米，耸入云天。岩壁表面因风化而呈灰、灰白色，间以顽强生长而分布有序的灌木，形似一幅幅美丽的画卷，与碧水蓝天交相辉映，让人流连忘返。当年的赤壁峡谓为穷山恶水，水流湍急、波涛汹涌，自 20 世纪 80 年代乌江电站建成后，因筑坝蓄水，形成了今日之高山平湖。

（十一）清水江峡谷

清水江峡谷位于开阳县冯三镇堕秧村红岩口组。清水江河谷为“U”形河谷，局部见漫滩。河岸为寒武系灰岩风化、崩塌形成的峭壁，河漫滩宽度为 10~100 米，或过渡为陡崖，常发育溶洞悬于壁上，雨季有水瀑沿壁流下。

河谷宽约 500 米，水面至坡顶高差 100~300 米，相对高差 50~100 米，水面宽度 100~300 米，蜿蜒北转，有货运船只或渔船，水面平缓处见网箱养鱼。江边普遍发育滩地，较为平缓，土地肥沃，见果园，种有李子、无花果等果树。江边有一高点，居高临下，极目四望，近处江面、峡谷风光一览无余，满目苍翠，远处山峦起伏，峰峦叠嶂，氤氲弥漫（图 2-2-25）。



图 2-2-25 清水江峡谷（贵州省旅游资源大普查成果）



红岩口对面的陡壁上（属花梨镇）发育一巨型人面石，隐于陡壁和苍翠之中。该人面石高约 20 米，宽约 15 米，鼻子、嘴巴和头发一应俱全，双眼微闭似在养神，又似若有所思，鼻子斜向下，与嘴巴连为一体，似是不屑，又似微嗔，形态逼真，惟妙惟肖，让人感叹大自然的鬼斧神工！面对滚滚江水，这个“人”仿佛无动于衷，管你春夏与秋冬，我自躲进深山成一体。其静谧、坦然令人俗心尽失，与它一起感受和共鸣，静观沧海桑田与人世变迁。清水江峡谷在区域上位于黔中隆起部位，受构造应力影响，褶皱和断层发育，在后期流水的侵蚀下，河道不断下切和拓宽形成现在的“U”形峡谷。漫滩受农事影响，局部开发成了果园。

（十二）乌江峡

乌江峡景区位于息烽县鹿窝镇新民村梯子岩组。乌江是贵州人民的母亲河。息烽乌江峡南西起于县境西北角息烽、修文、金沙三县交界处的周家岩脚养龙司镇荆江村马排寨一带。

这一段峡谷主要为三叠系中下统薄层灰岩及厚层岩、白云质灰岩，沿岸两侧时见断层及褶皱等景观。

沿江岸有千仞峭壁，面朝北，状如鹰，称“老鹰岩”，又称“鹰嘴岩”。岩下是昔日险恶的十三洞险滩，为县境十二险滩之首，后因电站筑坝蓄水，今已水平如镜，碧波荡漾。

在途的偏岩河，又称隔流水，为遵义、金沙两县界河，素有“小三峡”之美称。逆流上行 2000 米，至小溪渡口段，为息烽河与乌江交汇处，宽处 700~1100 米，长 3200 米，江面宽阔，烟波浩渺。

从小溪渡口上行 3000 米至白岩脚以西 1300 米段，水面变窄，宽 150~380 米，前行 4200 米即当年红军南渡乌江三渡口之一的大塘口渡口。此段水面时宽时窄，最宽处 978 米，最窄处仅 200 米。水库建成前，此段江面狭窄，水流急湍，可见红军当年战胜天险之气概；如今江面变宽，已不见昔日

穷山恶水、激浪涛天的险景。江畔有一石柱，流线明畅，立于南岸，形如导弹待发，人称“导弹峰”；上行 2800 米过骆驼峰（右岸），即当年红军南渡乌江三渡口之一的罗家山江口渡口，此亦为县境瓮桶河汇入乌江处。

再前行 6500 米，有两株巨型石笋，立于江右岸，人称“姊妹峰”（图 2-2-26）。传为古代有姐妹俩，丈夫双双被征入伍，多年不归，姐妹常立于江边眺望，泪水成河，人身化成石，故称其名。

此段江面宽 240~668 米，右岸耸立着一巨大灰岩形成的峭壁，长约 3000 米，高达百米以上，十分壮观，在蓝天白云和绿树掩映下，与碧绿江水相映成趣，犹如一幅山水画卷，当地雅士名之曰“万国画廊”。这是因硫化作用形成的黑白两色印染于绝壁上。而绝壁上也有数层溶洞，正是地形抬升与水流切割的成果。

此段岩壁中部有一株高 40 余米、粗 15 米，人称小石笋的柱状峰，其下即



○—————
图 2-2-26 乌江峡姊妹峰景观（贵州省旅游资源大普查成果）



当年红军南渡乌江的梯子岩渡口。

沿途的这些石柱，多是因节理或断层切割后，与原来岩体分离，在水的溶蚀及风化作用下，形成了现在的石柱景观。

再上行约 4000 米即来到历史上有名的黄沙渡（又名观音渡）。此地是古代屯守重地，亦是古代黔中古道之一。再上行为玉女瀑和月亮洞，玉女瀑水从高百余米的青龙崖半壁中涌出，高 30 余米，直注江中。两岸林木茂密，郁郁葱葱，十分幽静。清晨，江面雾气升腾，薄如轻纱，漫于山峦江面之间。当太阳升起，江面由蓝变白，水光潋滟，彩霞闪烁，美不胜收。雨天山色空蒙，群山时隐时现，山树朦胧，烟波浩渺，俨然一幅“山溪烟水图”。

泛舟乌江峡，江面或阔或狭，山石或奇或幽，景观别致，变幻无常。两岸或峭崖插天，荡魄销魂，或庄户田园，幽深静谧，一派山里水乡之韵致。晴日波光潋滟，微风徐徐，游船于江上，使人心旷神怡，宠辱皆忘！

乌江峡的总体走向与地层走向基本一致，由江水快速向下侵蚀切割而形成。右岸岩常为逆地层倾向的悬崖绝壁，坡度陡直（60~90度）；而左岸为顺地层倾向的顺向坡，坡度较缓（30~60度）；沿岸为上三叠统灰岩、白云岩类。之所以形成这样相反的地质奇观，是因为乌江峡为一条极大的断层，把不同的岩石“拼凑”在一起。这正是大自然的魅力，是地壳活动后变形断裂的证据。不光如此，沿途细心观察，还有很多褶皱构造，有的甚至如麻花一样扭在一起，足见大自然的力量之大。乌江峡沿岸壁溶洞发育，喀斯特地貌景观奇特美丽。

四、瑰丽溶洞

贵阳是以喀斯特地貌为主的地区，而溶洞是喀斯特典型的地貌之一，也为我们了解地球深部开启了一扇窗。全省旅游资源大普查共普查出了 8921 处洞穴景观，贵阳市共发现 572 处。溶洞在贵州及贵阳是极多且常见的喀斯特景观。

贵阳开发较早的溶洞景观有贵阳南郊公园的白龙洞、修文的阳明洞，近年

来陆续开发的溶洞景观有观山湖区的盘龙洞、开阳的猴耳天坑等。此外，贵阳有较多未开发的溶洞，如白岩大洞、多缤洞等。这些洞穴多以自然景观为主，而阳明洞、招果洞却因有极高的人文特色及考古价值为大众所青睐。

溶洞景观中最让人心驰神往的，莫过于其中的钟乳石。那么，钟乳石是怎么形成的呢？钟乳石，又称石钟乳，是指碳酸盐岩地区洞穴内在漫长地质历史中和特定地质条件下形成的石钟乳、石笋、石柱等不同形态碳酸钙淀积物的总称。

钟乳石的形成往往需要上万年或几十万年时间。由于形成时间漫长，钟乳石对远古地质考察有着重要的研究价值。在石灰岩中，含有二氧化碳的水，渗入石灰岩缝隙中，与碳酸钙反应生成可溶于水的碳酸氢钙。当含有碳酸氢钙的水从洞顶滴落时，碳酸氢钙分解生成碳酸钙、二氧化碳、水。钟乳石的形成是碳酸氢钙从溶洞顶部裂隙渗透出来并黏附在洞顶，后面由于水分慢慢蒸发、压强降低和温度的变化，碳酸氢钙溶液分解成水、二氧化碳及碳酸钙沉淀。碳酸钙沉淀最初形成小突起，当积淀多后，逐渐由洞顶向下延伸，或从地底往上长，久而久之便形成了钟乳石。

钟乳石一般可分三种类型：由洞顶向下生长的称为石钟乳，由地面向上生长的称为石笋，而洞顶与洞底相向生长并合在一起的称为石柱。此外，因外形命名的有石瀑布、石帘、石旗、石莲花、石塔等。

（一）阳明洞

阳明洞位于修文县城东栖霞山，被评为新的贵阳八景之一。2006年，阳明洞被国务院公布为第六批全国重点文物保护单位之一。其因明朝著名哲学家、教育家王阳明谪为龙场（今修文县城）驿丞时，于正德三年（1508年）曾居于此洞而得名。洞旁现存清代建筑数座，石刻题咏甚多。

阳明洞又名东洞，洞口苔痕苍绿，藤萝密布；洞内宽敞明亮，可通后山。洞内四壁有石钟乳凝结，洞口崖壁上有明代贵州宣慰使安国亨（彝族）题刻



“阳明先生遗爱处”，右侧有明罗汝芳题刻“阳明别洞”，左侧有清庞霖题刻“奇境”等摩崖题字。

阳明洞所在的栖霞山，是一座贵阳较为常见的毫不起眼的喀斯特山峰。山旁有个纪念馆，周围有些塑像、亭台。进入纪念馆，有较多名人题字于此，其中有梁启超对王阳明的评价：“他在近代学术界中，极其伟大；军事上、政治上，亦有很大的勋业。”据说，王阳明谪居龙场三年，在这风餐露宿的山洞中潜心“悟道”，成就了他著名的“心即理”和“知行合一”学说，并萌发“致良知”思想，为其后成为著名哲学家奠定了基础。那时他已三十又七，但阳明学说的成形无疑就是他最大的快慰了。

此后，他的学说带动了整个明朝社会学术的发展乃至思想的解放与提升，使其民德“几比东汉”。王阳明是快乐的。据说王阳明死前，学生问他有何遗言，王以手指心微笑曰：“此心光明，亦复何言。”实际上，康有为、梁启超、蔡元培、毛泽东等近代名人都或多或少地受过阳明先生思想的影响，如蔡元培倡导“思想自由，兼容并包”的教育主张就是汲于阳明先生强调的人的主体精神，以及重实践思想。王学对近代的民主思想和维新变法的产生奠定了重要基础。

（二）招果洞

招果洞位于贵安新区高峰镇，当地村民又称为“牛洞”，是当地村民放牛躲雨的常驻地。洞口宽约20米，洞深约35米。洞口所处位置为岩孔村招果组西侧山体的半山腰，地理位置优越（背靠山，前迎麻线河风光）。山洞整体呈囊状，洞中呈开阔的圆形，洞顶有很多钟乳石，钟乳石滴水在地表，形成大大小小的玉盘（石芽），可见一处石芽形似“佛像”，引人注目。另外，洞口形状近似为一个半径约2米和半径约4米的圆相交而成，似流线型鲸鱼状。

洞周缘地层岩性为三叠系灰色、灰白色厚块状白云质灰岩，岩石中裂隙发育，其地质条件为洞的形成提供了基础。另外，山洞周围群山环绕，麻线河相

邻，土壤肥沃，林木丛生，枝叶繁茂。

有考古队在洞口挖掘一处深约6米、面积约6平方米的方形坑，考古专业术语叫“扰坑”。因地势优越，该洞穴各时期生物活动频繁，目前已出土旧石器晚期或新石器初期的打磨石器、打磨骨器，以及动物、原始人骨骼。考古队在扰坑剖面采检到的石制品有石核、砍砸器、刮削器，多为燧石，也有石灰岩、水晶等其他石材。石制品石质坚硬，直到现在仍然锋利。另外，据考古专家张兴成同志介绍，贵安新区地处黔中腹地，喀斯特盆地众多，境内河网密布，特别是喀斯特洞穴发育，这些发育于石灰岩中的洞穴成为古人类理想居所。根据前期考古已经取得的成果，古人类至少在距今3万年时，便开始在洞穴中繁衍生息，在洞穴中居住的历史至少可以一直延续到距今4000年至5000年。考古成果中引人注目的是在42层取得的测年样本，经C14年代测定，该层年代距今1.7万年（剖面初步有71层，大于6米）。综上，该点不仅为一天然洞穴，更是古人类活动遗址，开发价值极高。

（三）白龙洞

就整个贵阳来说，开发得比较早的洞是贵阳南郊公园的白龙洞，位于贵阳南西角南明区中曹司街道雅竹山庄附近。溶洞因洞身蜿蜒曲折、洞壁和喀斯特凝结物呈乳白色，如同一条满披银鳞的白龙，故而得名。

这个奇特深邃的钟乳石溶洞，是1965年备战施工时发现的，洞内钟乳石琳琅满目，千姿百态，石景众多而优美，于1966年辟为公园，定名“南郊公园”，又名“地下公园”。

南郊公园环境优美，有气势磅礴的高山、笔直的陡岩，还夹着清澈碧绿的小车河。小车河是至今城区唯一未受污染的河流，青山绿水，奇洞、林木诸美兼备，还可开展划船、游泳、文娱活动。

白龙洞全长587米，洞道高低宽窄相差较大，有两个“天窗”，能自然调节洞内空气，在五彩灯光的映照下，石钟欲坠，惟妙惟肖，像条琳琅满目的立体



画廊。很久以前，它是一条古老的地下河流，由于地壳运动，地层变迁，河水改道，逐渐发育成各种形状的钟乳石，构成一幕幕神奇洞景，引人入胜。

白龙洞洞内千奇百怪的石笋、石花、石柱、石幔、石钟拟人状物，惟妙惟肖，天然形成“水晶宫殿”“红楼人物”“银河飞瀑”“听涛”等三十三景，犹如一座地下宫殿。

放眼望去，白龙洞洞顶自上方悬垂下形态各异、或长或短的柱子。它们是什么？为什么会挂在这里？这是白龙洞里的宝贝之一——钟乳石。钟乳石是溶洞中流水创造的景观，可以说是“时光里的老顽童”——缓慢而有趣的“长者”。那么，它的生长速度到底有多慢？想想看，人的一根头发丝直径0.04~0.05毫米，而钟乳石平均每年才生长0.13毫米。由此可知，钟乳石形成之不易，所耗时间之长！

（四）盘龙洞

盘龙洞位于观山湖区百花湖镇盘龙洞村，距离贵阳市中心城区约26千米。盘龙洞分为4层，旅游开发涉及第2、3层洞道。洞内钟乳石景观形态多样，保护完好。地下水潭两边的边石坝蜿蜒盘绕，形如盘龙，故名盘龙洞。

盘龙洞景区入口设在第2层洞道处，洞口不大，一踏进洞口就能看见当年村民避难的巨大洞厅，面积有上千平方米。

盘龙洞中有较多形态各异且极为精美的钟乳石。根据不同的形态，人们将这些奇石形象地命名，如夫妻柱、玉龙柱、观音殿、神像石、玉树奇花、石帘瀑布（图2-2-27）等，让人犹如进入天宫，美得无与伦比，让人目不暇接。

盘龙洞内有一根粗壮的钟乳石柱，高大醒目，七八个人手拉手也不一定合抱。初步估计，这根钟乳石底面直径约4米，高约15米。按照钟乳石的平均生长时间，即100年生长1厘米计算，这根石柱至少长了15万年。

洞内有数处钟乳石，由于断裂，露出了沉积生长纹。这对于不了解钟乳石怎么形成的大众来说，具有极高的科普价值。原来，钟乳石也像树木一样，具

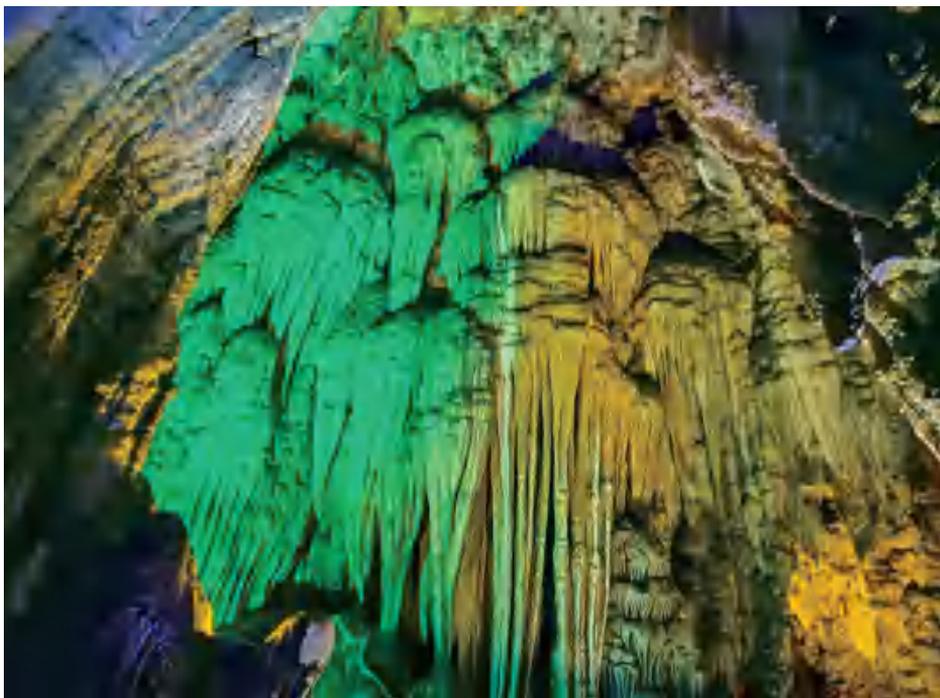


图 2-2-27 盘龙洞中的“石帘”钟乳石景观（陈明华 摄）

有一圈圈的“年轮纹”。

盘龙洞具有 4 层洞，3 层旱洞、1 层水洞。这些正是构造运动地形抬升的证据。所以，盘龙洞不仅是观光旅游的胜地，也是科学考察研究全球环境变迁不可多得的地方。从这些溶洞的相距高度，可以推断新构造运动抬升的速率与间断时间。

（五）白岩大洞

白岩大洞位于开阳县花梨镇，洞口宽约 10 米，高约 50 米。从洞口而入，见一股清泉从洞顶飞流直下，其下形成一“伏地金钟”，高度约 10 米，底部直径约 15 米。其正上方有一石钟乳正在往下滴水，而“金钟”的顶部则形成一个接水的窝，里面有一个石笋在缓缓生长。“金钟”的旁边为一支洞，规模较小，



为旱洞。

绕过“金钟”往里走约 10 米，可见一大厅，高约 5 米，长约 150 米，宽约 70 米，大概可容纳 2000 人。据介绍，这里曾是村民躲避匪乱的地方。人民公社时期，这里又成了开会的地方。在大厅中央的顶板上有“飞龙在天”的象形石，为两条互相盘绕的龙，正下方则有一座“蛟龙出海”的钟乳石，似一龙在池中翻腾，要冲出去入海。这两组象形石一上一下，两两相望，辉映成趣。

沿着地上的“蛟龙”向下延伸出去，则是层层叠叠、鳞次栉比的“梯田”（边石坝），面积约 100 平方米，田水如镜，无声细流。这种地貌在地质上叫“石梯田”或“边石坝”，形体小的叫“边石盆”，是在侧向片状水流作用下形成的。这些洞穴群落因与斯洛文尼亚的世界自然遗产“斯科契扬”溶洞极为相似，又被称为“东方斯科契扬”。

从“梯田”再往里，洞中遍布石笋、石柱、石芽、石旗（图 2-2-28）等多种堆积物，形成千姿百态的喀斯特景观。洞道纵横交错，石峰四布，流水、



图 2-2-28 白岩大洞中的石旗（贵州省旅游资源大普查成果）

间歇水塘错置其间，蜿蜒回转，独步成趣。从大厅往洞口回望，则见“白云”缭绕在“金钟”上，让人仿佛置身仙界。“金钟”旁有一支洞，洞内小型洞道纵横，石笋、石柱、石芽、石钟等堆积物发育，千姿百态，美不胜收。从大厅往支洞，给人一种从潮湿、冰凉的地方去到干燥、温暖地方的感觉。溶洞外有约0.13平方千米的李子园及成片的稻田。

（六）多滨洞

多滨洞，又名躲兵洞，位于息烽县九庄镇，洞口前为一沟谷，洞口高约4米、宽约8米，建有石墙、铁门保护，周边植被发育。

据《息烽县志》记载，多滨洞共16个洞口，主洞口在桐枝驿驼背山北麓，是一巨型的喀斯特地貌喀斯特洞穴系统，目前已探测的总长约为2046.8米，是贵阳目前发现的较长洞穴之一。溶洞系统由花榔伏流洞、桐兴伏流洞、潘家地下河洞、牛角山地下河洞、三河洞、彩虹洞、双口洞、泥笋洞8支干洞，以及潘家干洞、三合水洞、桐梓坡等洞穴组成。洞系中常为多洞一体，多洞互通，共有5层洞道，层叠交织，呈立体形，既有水洞也有旱洞。

洞厅大小各异，厅厅有景，各不相同，面积一般在300~800平方米，最大的洞厅面积达1100平方米，最小者18平方米，已勘测的洞总面积为31万平方米。

最长的花榔伏流洞，长6千米，高110米，洞腔高5~30米、宽3~15米。被洞河冲击之沙砾与钟乳石结合成的钙板台，长35米，宽4~5米，厚1米，高悬于洞河之上15米处，形成奇特的“空中舞台”。台面上堆积或空悬数以百吨计的石柱、石笋、石幔，构成一座富丽堂皇的空中楼阁。

莲花洞在主洞口右方，桐兴伏流洞上层，长约1.2千米，其内熊猫厅引人注目。“熊猫”身高6米，在路旁反背悠然而坐；一只“天鹅”傲立岩上，长嘴啄起，脚爪卷曲伸下，形似戏弄“熊猫”。

石琴洞，亦称竖琴洞，在主洞口左方，白、黄、黑色的钟乳石，琳琅满



目。洞中竖有一张高5米、宽8~10米的巨型石琴，高悬洞顶，琴由50片厚2~5厘米的熔岩石板叠合而成，因长短、厚薄不一，敲击时，发出不同声音。石琴侧旁，竖立一巨大石笋，直径5米，其上生有若干小石笋，状如宝塔，人称“千佛塔”。

云霄洞，位于主洞口对岸约300米，高40~60米，洞内景色缤纷，呈黑、墨绿、褐红、灰白等色，进入景区，只一独径，险似华山古道。

由龙宫厅左行便是彩虹洞，洞内钟乳石形成一道弧形彩虹，长约4米，呈黄、蓝、绿多色，空悬厅中，甚为别致。泥笋洞，在花榔地下河东南方向，因洞内有众多泥笋而得名，分上、中、下3层，全长1088米，共9个大厅。第5厅中，有高30~40厘米、直径2~3厘米的泥笋数十株，别具特色（图2-2-29）；第6厅中，有4株由云盆演化而成的乳头状石笋，形态逼真。



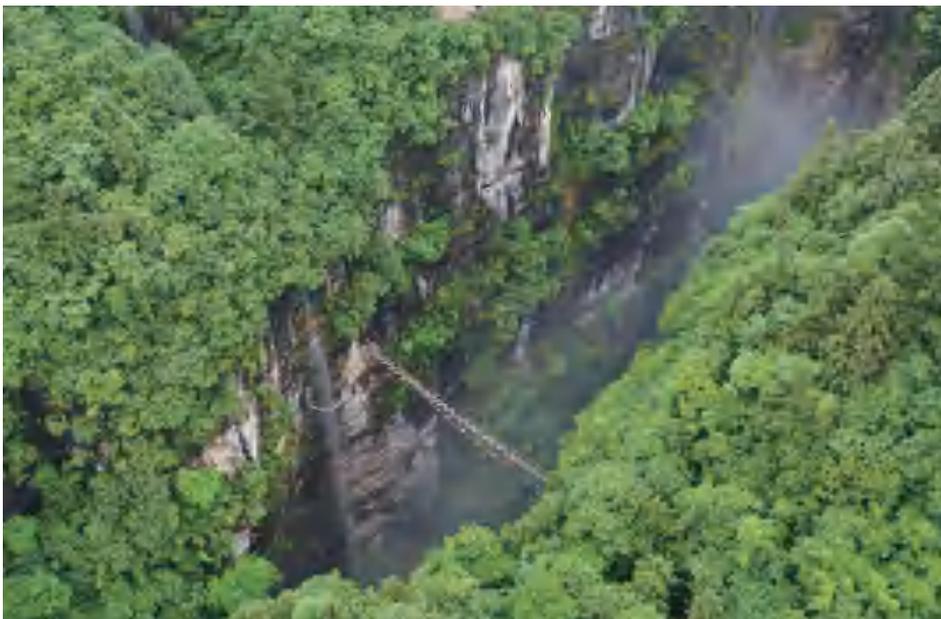
图2-2-29 多缤洞中的钟乳石景观（贵州省旅游资源大普查成果）

（七）猴耳天坑

说到喀斯特地貌，开阳还有一处极具打卡价值的地方——开阳县猴耳天坑。天坑是指发育在碳酸盐岩喀斯特地区的一种周壁峻峭、深度与口径可达数百米的喀斯特负地形，具有巨大的容积，底部与地下河相连接。2001年之前一直作为喀斯特漏斗的特例，2001年中国学者正式提议将这种喀斯特地貌命名为“天坑”。

猴耳天坑风景区位于开阳县城关镇石头村，集天坑、峭壁、暗河、飞瀑于一体，熔奇、险、秘、幽于一炉，溶洞、暗河错落有致，飞瀑流泉。

猴耳天坑高差约280米，坑底直径约280米。由于形状像猴耳，故名为“猴耳天坑”。坑体为寒武系灰岩，坑顶周围是茂密的森林，生态环境优良。天坑底部有两条地下暗河。天坑在地理地貌上为喀斯特漏斗，是地壳运动的产物，再加上雨水溶蚀冲刷，地下水系长时间对岩层不断侵蚀搬运，最终形成了巨大的地下洞穴。猴耳天坑原始植被保护较为完好（图2-2-30），多处溶洞暗



○
图 2-2-30 猴耳天坑景观（开阳县自然资源局提供）



河穿插其间，形成迂回曲折的通道，被当地人称之为“一线天”或“闪电门”的奇观就与天坑中的大片竹林相连。这里一年四季气候温润如春、山花斗艳、百鸟争鸣，又为这片圣地平添了一种安静、祥和、自然的神奇色彩。

如今，猴耳天坑建设了一系列适宜年轻人玩乐的“超级大秋千”“洞穴探险”“垂直极限”“悬崖漫步”“水上扁带”等各类极限运动，吸引了许多年轻人前去打卡。

“洞穴探险”：为了帮助探险家们穿越各种复杂高空地形，绳索技术（秒RT）被广泛运用到洞穴探险中。本项目以此为基础，开发洞穴横切线及洞降线路，通过洞壁甚至洞顶，从另一个完全不同的角度和视觉，完成线路穿越。本项目采用一站式保护系统，在确保安全的前提下，实现了更多的极限运动体验。洞穴探险项目内还新增跳楼机体验，在洞穴内给予你高空坠落的快感，赋予洞穴运动更多乐趣。

“垂直极限”：又称“绳降”，因项目点在雨季时会形成瀑布，也可称为“瀑降”。本项目垂直高度42米，系统承重达到17吨，并采用上方顶绳作为双重安全保护，针对项目体验中可能出现的各种状况，均具备了足够的安全保障。

“悬崖漫步”：又称飞拉达，是意大利文Via Ferrata的音译，意为岩壁探险或铁道式攀登，是在山体岩壁上建设由钢扶手、脚踏、生命钢缆等构成的攀登径道，让不具备攀岩能力的人也能攀上陡峭的岩壁。

飞拉达线路的特点，保留了野外攀岩的惊险刺激，达到磨炼体能和意志的目的，同时大大降低了对攀爬者的专业技术要求，在安全有充分保障的前提下，让普通人也驰骋悬崖，会当凌绝顶，获得极大的精神享受。

“水上扁带”：也叫“齐头并进”，即两个人行走于固定在两点之间的扁带之上，保持身体平衡，甚至完成各种技巧动作的运动。这需要两个人的高度默契和专注，彼此信任，还要有效地沟通，相互鼓励和安慰。这样，他们就可以一起掉下水了。

第三节 柔美秀水

由于地质构造运动，贵阳地形不断抬升，就形成了较多的河流水系。贵阳独特地理条件使之独占鳌头，雄立于长江和珠江两大水系源头，分水岭就位于贵阳市花溪区的旧盘—掌克—桐木岭—孟关—上板一线。该线以北为长江水系，以南为珠江水系。

贵阳是全国唯一一座位于长江与珠江两大流域分水岭地带的省会城市，分水岭为苗岭。苗岭横亘于贵阳市境的中南部，在花溪公园南约3千米的南北走向喀斯特宽谷中，一反高大山岭的常态，以低洼的地形横穿该喀斯特宽谷而过，形成无岭而分水的奇特地貌现象。修建在该喀斯特谷地中的罗坪水库，库水南、北分流，灌溉着喀斯特宽谷中分属长江流域与珠江流域的农田。这种分水岭的奇特现象，地貌学上是绝无仅有的。

贵阳分水岭以北为长江流域，面积7565平方千米，占全市总面积的94.2%；以南为珠江流域，面积468.9平方千米，占全市总面积的5.8%。按河长大于10千米或流域面积大于20平方千米的标准，全市共有河流98条。其中，属长江流域的有90条，均流入乌江；属珠江流域的有8条，均流入涟江。

贵阳的地势西南高、东北低，因此河流大多自西南流向东北，只有珠江水系的青岩河和马铃薯河等流向东南。乌江是贵州最大的河流，横贯贵州西部、中部及东北部，干流全长1037千米，是长江的一级支流。乌江干流是贵阳与织金、黔西、金沙、遵义等县（市）的界河。南明河自西南向东北纵贯市区，流



域面积占市区总面积的 70%，被称为贵州的“母亲河”。

古人云：“智者乐水，仁者乐山。”赏玩贵州的名山峡谷奇洞后，人们必然会想亲近一下贵阳的水。贵阳位于长江与珠江两大河流的分水岭，因生态环境好，所以水质极佳；反之，又因水质极佳，造就了无数的美景，比如桃源河、花溪公园、红枫湖、百花湖等贵阳知名的景区，无不与水息息相关。

地质工作者常说“逢沟必断”，虽然并不是所有的溪沟都是由于断层而形成，但也一定是处于断层、节理、劈理等破碎带上。这些地带是构造应力集中或释放的地段，岩石相对破碎，更容易被水溶蚀、侵蚀，当历经数百万年或几十万年，就形成了河流水道。人类在生产生活过程中，在相对利于筑坝的地段筑坝围水，形成人工湖、库，比如红枫湖、百花湖等。

贵州地下水丰富，特别是地热资源丰富，形成了较多的温泉，如息烽温泉、开阳白马峪温泉等天然温泉，以及通过人工打钻取于地下数千米的保利国际温泉、万象温泉、贵御温泉、枫叶谷园林式生态温泉等。

溪流河谷景观与地热温泉资源，共同缔造了贵阳无与伦比的美景及休闲胜地。

一、河之秀

河流里的水是降雨、雪山融化的水和地下水共同组成的。刚开始，河流只是雪水、雨水、泉水汇集的小溪，当水越聚越多，便开始向地势低的地方流动。因为不断有雨水、雪水、地下水及小溪流等汇入，逐渐形成大河，最后流入大海中。

随着降水的持续和流动，溪流或小河道会不断侵蚀地表的岩石和土壤。这种侵蚀作用包括物理侵蚀（如冲击、磨蚀）和化学侵蚀（如水的酸碱作用），使河道逐渐加深、加宽。

随着时间的流逝，河流根据地质和地貌条件的不同，会经历湖泊、瀑布、急流、洪积平原等不同的地貌形态，最终将水流输送到更大的水体（如海洋、湖泊）。

（一）桃源河

“桃源在何许？西峰最深处。不用问渔人，沿溪踏花去！”王阳明在桃源河时曾写下这样的诗。

距离贵阳市主城区仅 40 千米的修文县六屯镇，有一处近在咫尺的“世外桃源”，当年谪居修文的王阳明先生畅游此地，留下了这千古传诵的动人诗篇！

如今沿着先贤的足迹，此处打造成了国家 AAAA 级旅游景区。景区以峡谷水体景观为核心，总面积约 16 平方千米，清澈见底的桃源河贯穿其中，区内融湖、山、河、洞、泉、瀑、峡等各种自然生态景观于一体。蜿蜒连绵的峡谷内，奇峰、峭壁、飞泉令人叫绝，三道响梯级大瀑布响水惊天，珍珠滩、犀牛潭、玉女群瀑布风情万种。古生物化石再现了 5 亿年前曾有海洋生物在此繁衍生息，而峡谷两侧的岩层中发育了不同规模的褶皱（图 2-3-1），具有较高的科



图 2-3-1 桃源河峡谷岩石的褶皱景观（陈明华 摄）



普价值。

桃源河峡谷环境优美、植被繁茂、空气清新、鸟语花香，河水清澈见底。在如诗如画的峡谷欣赏美景，搏击魔幻漂流（图 2-3-2），挑战水上乐园的无限刺激，尽情享受温泉休闲水疗的舒适惬意，令人心旷神怡、流连忘返。桃源河是闲暇之余，结伴携友，远离城市喧嚣，感受自然生态的天然净土！

桃源河是贵州最负盛名的漂流胜地，是漂流探险的绝佳场所，素有“黔中第一漂”“中国魔幻漂流”的美誉。其漂流里程总长约 10 千米，落差约 200 米。桃源河漂流最大的特色就在节奏紧凑、激流跌水分布均匀，漂流途经三道响大瀑布时（图 2-3-3），从“魔幻洞渠”“峭壁引槽”“架空滑道”飞跃至瀑布下游的峡谷，非常刺激。

桃源河下游的止漂点附近设有较多的水上乐园项目，有大喇叭滑道、竞速



图 2-3-2 桃源河魔幻漂流



图 2-3-3 桃源河三道响大瀑布

滑梯、螺旋滑道、儿童水城、大型冲浪池、欢乐大水寨，让大众与水有更多的亲密接触方式。

（二）花溪公园

说到水，必然得说久负盛名的花溪公园，其是 2006 年“森林之城魅力贵阳——2006 城市形象推广大赛”评出的新“贵阳八景”之一。1938—1939 年，贵筑县县长刘剑魂将放鹤洲一段辟为风景区，并改“花佬”之名为“花溪”。

《徐霞客游记》中曾 5 次提及花溪，由此可见花溪的美景早就名扬省内外。1959 年陈毅元帅视察花溪时，曾经写了 7 首《花溪杂咏》。其第一首云：“真山真水到处是，花溪布局更天然。十里河滩明如镜，几步花圃几农田。”这让花溪天然美景更为世人所知晓。

花溪公园，是一条曲流河（花溪河）与喀斯特盆地组合形成的美景。花溪公园位于长江源头，上游为花溪水库及天河潭的流水。最初，从贵安发育



的花溪河是往北流，到镇山村博物馆一带汇入花溪水库，后以 90 度的转向东流，当来到花溪清华中学一带后，遇到了大将山一带三叠系岩石形成的高大的南北向山脉，又以 90 度的方向改道北流，流到姚家冲及漓江路一带后在相对地势低处又转头向东流入小河，之后又在三江口掉头向北流去。为什么河流会有这样的曲曲折折？这一定是水的冲蚀、溶蚀过程中找到了最为脆弱的地带。而花溪河流经的花溪公园一带，是花溪最为宽缓的盆地中心带，水流相对较缓，水流形成了多个“s”，造就了宽缓的坝子，并利用植物的生长，从而形成了花溪公园独一无二的美景。

花溪公园一带的喀斯特盆地，并不完全是一片平地，也残留了几座不算太高的峰林地貌，即麟山、龟山、蛇山。

麟山，原名狮子山，位于花溪公园北侧，长 200 米，宽 100 米，相对高度 4185 米，是花溪公园内的最高山。山上林木苍翠，古树参天，巨石嶙峋，峭壁入云。登上麟山，花溪公园的美景尽收眼底。

龟山是一个长约 200 米、最宽处约 40 米、高 95 米的小山。山峰上苍松翠柏，浓荫蔽日。山上原有周际华所建一座木质青瓦一楼一底走马转角楼，名曰“清晖楼”，民国时重新修缮，命名为“中山堂”，戴安澜将军追悼会在此举行。山麓紧连坝上桥头，建有“防空亭”。它是贵阳市具有全国抗战影响力的抗战遗存，是防空学校在筑 9 年时间的重要见证。亭子为六角形，攒尖瓦顶，高 3 米左右，六角石柱上均刻有当年的抗日口号，至今仍清晰可辨，如“万事莫如防空急，无防空即无国防”“登高一呼，举国国防都有赖；极目四望，万方景物总无穷”。国民党防空学校始建于 1933 年，旨在以现代化防空武装力量为基础培养防空人才，直接参与防空作战。在艰苦的抗战中，防空学子发挥了有效的作用。1938 年底，防空学校迁至贵阳，总部设在花溪；1939 年初，发生了“二·四”大轰炸，得益于之前的防空部署，除小十字受到很严重的损失以外，其余地方损失不大；1940 年 7 月，日军轰炸花溪，只有 5 人不幸身亡。如没有防空学校，该事件必然造成贵阳

更大伤亡。

蛇山，又称为凤山，与麟山、龟山隔河相望，三座山呈鼎足而立之势。它是一座方圆约70×70米、高149米的小山峰。山上松柏苍翠，东部山脚下为棋亭，南部山脚下为听涛摩崖，西部山脚下为蜿蜒绕山而过的花溪河，山景清幽雅致。

山必有水的映衬，方显山的巍峨；水必有山托衬，方显水的柔美。花溪人工筑坝形成的南湖（图2-3-4），碧波荡漾，形状近似于长条形，长约320米，宽60~130米，南北走向，南北宽，中间瘦；南湖南段中心依地势保留有一湖心岛，面积3250平方米，岛上种植了芦苇、菖蒲、芙蓉等水生及半水生植物。



图2-3-4 花溪公园南湖景观（贵州省旅游资源大普查成果）



（三）天河潭

说到水，当然得说贵阳人眼中的潭。潭本义是水名，当地人把较深或有一定宽度的水域称为潭。在贵阳周边，就有一处以潭为主的名胜风景区，即天河潭景区。

天河潭位于花溪区石板镇境内，距花溪 13 千米，距贵阳市中心 24 千米，距龙洞堡国际机场 16 千米。天河潭是喀斯特地貌的集中区之一，相对于景观都在地面上的贵阳喀斯特公园，这里称为地下喀斯特景观更为合适。

天河潭一带地层主要为大冶组及安顺组灰岩、白云岩。在数十万年自然风化及水对可溶性岩石溶蚀侵蚀作用下，天河潭形成了水洞、旱洞、地下河、天坑及钙华瀑布等典型景观。可以说，天河潭就是一处喀斯特地貌景观的天然博物馆。

天河潭由于地形的抬升，原来的上层地下河形成了旱洞，洞内发育了晶莹剔透的石帘、石柱、石笋、石旗、石钟乳等钟乳石景观。而在某些地段，在断了的钟乳石上，还可看见一圈圈如树一样生长的年轮。其实，那是钟乳石生长的年轮，但它不像树一样一圈代表一年，那一圈可能代表数百年甚至上千年。

天河潭还存在一个水洞，正是地下河，现在人工稍凿宽厚，已可以乘船通过。洞顶有一些钟乳石，相对稀少。这是因为现代河水暴涨后，会把一些未固结的钟乳石冲走。

天河潭的洞，有水洞、旱洞，洞洞相连，宛若迷宫，让人叹为观止。

天河潭景区内有一座天生桥，高 20 米，跨度 30 米，桥面宽 35 米左右。天生桥是一种典型的喀斯特地质景观，因地下河流长期侵蚀岩层，导致河流上游及两岸岩石溶蚀、塌陷，独留中心一段横跨两边岩墙的岩体或石块而成，是地下水精工雕刻而成的地质艺术品。天河潭内的天生桥位于旱洞第三层，由此推断是目前天河潭保存的最高的原始地下河流出口处。

天河潭，早先被当地老百姓叫作“天生桥”“仙桥洞”，就得名于此。早在明清时，慎蒙的《贵州山泉志》中就有记载：“天生桥，金筑安抚司界，石壁千

仞，环绕如城，水经其下，信天造也。”天生桥是因这里有一座由熔岩天然生成的大石桥而得名。人和车在桥面上通行，从下面深谷往上看去，好像在天上行走。桥旁，是一个直径约 50 米，“石壁千仞，环绕如城”的大地穴。地穴绝壁上，藤萝掩映，雀鸟结缘。穴底一泓潭水，青翠碧绿，深不见底，故开发时取名为天河潭。而在天河潭地下河出口不远，形成了一处瀑布，在瀑布的周围，形成了大量黄色的钙华。这与钟乳石的形成成因一样，是富含碳酸氢钙的水沿岩壁形成。

如有闲暇，在景区地下河出口左侧山上，可见到较多水平层理、刀砍状溶沟及褶皱等地质景观。

二、湖之艳

说到湖，贵州高原上的两颗明珠——红枫湖、百花湖，自然让贵阳人很骄傲。贵阳是一个没有海的内陆城市，是典型的喀斯特地貌区。所幸有此两湖，让没有海的贵阳人也可泛舟追波逐浪，领略到“中流急水，浪遏飞舟”的惬意。

（一）红枫湖

红枫湖风景名胜区位于清镇市城区以西，距市区 32 千米。红枫湖横跨清镇市、安顺市平坝区，风景区总面积为 200 平方千米，水域面积达 57.2 平方千米，是贵州高原上最大的人工湖泊。1988 年被国务院批准为国家级风景名胜区，是一个融高原湖光山色、喀斯特地貌、少数民族风情为一体的国家 AAAA 级旅游区。湖边有座红枫岭，岭上及湖周多枫香树，深秋时节，枫叶红似火，红叶碧波，风景优美，故名“红枫湖”。还有一种说法是：在红枫湖形成之初，有人从空中俯瞰，发现这座喀斯特高原上的湖泊，被穿插其中的座座小山切割成一幅美丽的图画，恰似一片飘落在大地上的枫叶，由此得名。



明朝初年，朱元璋夺取中原以后，建都南京，命大将征讨盘踞在云南的元朝梁王余部，大军凯旋，留下1万多人驻扎在猫跳河沿岸，三分戍守，七分屯田，在这湖底周围，建有若干屯堡和营垒。其实红枫湖库区，远在汉代便已开发，1958年政府在此修建电站，发掘出19座汉墓，出土珍贵文物400余件。红枫电站是猫跳河六级电站中的一级电站。红枫湖就是电站大坝建成后形成的人造湖。

红枫湖由中、南、北、后四湖组成，有大大小小178个岛屿。这些岛屿有的似巨礁，有的像屏障，有的如浅渚。湖中有山，山中有洞，登高远望，只见湖面上星星点点，浩浩渺渺，美不胜收。其中，北湖以岛著称，较有名气的如鸟岛、蛇岛、龟岛等都是以形象而命名。沿岸有西汉时代的古墓群以及明代的苗王营垒等名胜古迹，至今仍可让人感受到那种烽火烟城的感觉。南湖以洞闻名，在各类湖群中，红枫湖以此自成一格，洞中各种怪异钟乳石令人咋舌。中湖处于南北二湖之间，以奇石异峰著称，山上松柏苍翠，峭壁陡岩，颇具气势。后湖湖汊众多，船行人移，夕阳余晖下，恰似烟雨江南。红枫湖不但风光旖旎，山水可人，而且坐着苗家的小船游湖也别有一番趣味，在船上与友人观湖景、嗑瓜子、打牌下棋乐趣无穷，让你流连忘返；夕阳西下，肚子饿了找个小岛下了船，更有苗、侗民族风味任你品尝，吃饭时还可观赏极富特色的民族村寨歌舞，另有蜡染竹制工艺品等任你选购。

红枫湖最深处达数十米。两岸或高耸天际的石山，可望而不可即；或茂林绵延，望不见尽头。湖面碧波荡漾，四周青山隐隐。泛舟游弋于危崖幽谷，群鸟乱飞的汉湾，或换乘小橡皮船驶入湖边的桃湖洞寻幽探奇，别有一番情趣。

幽深宁静的湖面，水色湛蓝，空气清爽，不染尘埃。远山、湖岛在水的灵动下，若隐若现，仿佛进入仙境。湖岸上林木烟笼，野花罩地，篱舍星散，雀鸟争鸣。每一道湖湾都是一幅别致的风景画，有的闲适恬淡，有的充满生机，有的幽雅清冷。若是晴天，湖面澄碧透亮，夕照下水天一片辉煌，栖息在岛上

的白鹭寻着夕阳飞去，真是“落霞与孤鹜齐飞，秋水共长天一色”。在雨天更显娇媚，近岛、远山，迷迷蒙蒙，各有层次，浓淡分明，犹如一卷意趣高雅的水墨画。在此，可看湖漫滩草场风光，游山谷，体验生态种植园趣味，赏和品贵安尚菊，领略附近村庄民族风情（如凯洒苗族蜡染、松林苗族跳舞活动），感受大自然的鬼斧神工（水上天然溶洞分布、湖岛错落有致），沉醉于悠远的古文化、屯堡气息（穿洞遗址、营盘遗址、地戏文化）。

此外，全国闻名的“贵安万亩樱花园”正在红枫湖畔（图 2-3-5），有约 51 万株的名贵樱花树。分早、晚樱花两个品种，每年 3 月中下旬到 4 月中旬次第开放，万亩樱花园色彩缤纷，千姿百态，似一条彩带把红枫湖围成一个天然的大花园。

英国 BBC 曾航拍过一段樱花海视频，视频一发出，就获得海内外大量网友点赞，甚至被外媒评为：蓝色星球上最美的樱花园，那就是贵安樱花园。

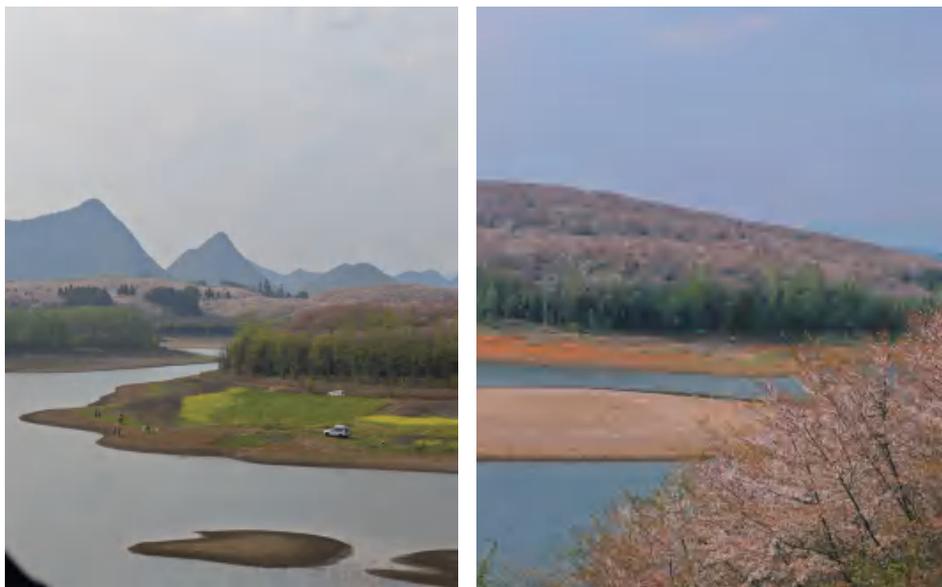


图 2-3-5 红枫湖畔的万亩樱花胜景（李佳丽 摄）



（二）百花湖

红枫湖的下游即为贵阳另一知名的百花湖风景区。百花湖以湖汊多、岛屿多见胜，位于贵阳市区西北面的朱昌镇旁，湖中有 100 多个小岛，远眺之下，很有几分江南水乡的韵味。游览百花湖的最佳时间是春天。那时，百花湖上就会百花盛开，姹紫嫣红，也因此而得名。景区以湖光山色和喀斯特地貌的自然景观为主体，兼具秀、幽、奇、巧的特色（图 2-3-6）。

百花湖景区共有风景点 50 余处，现已开放的有 23 处，有松林远眺、双猴守园、蟹洲螺屿、观音洞、百花双狭、群峰叠翠、金蟾嬉水、孤峰独秀、奇石、营盘古堡、鸟岛等。其中，鸟岛是百花湖珍贵的一景，每当春、冬两季，岛上百鸟盘旋，给秀丽的自然景观增添了许多乐趣。田园野趣是这里的一大特色，湖中有三个小村寨，几十户农家在岛上休养生息，渔家扁舟停泊水边林



图 2-3-6 百花湖景观（贵阳市观山湖区文旅局提供）

旁，诗情画意，野趣倍增。

百花湖最大的特点是“山中水，水中山”，不知是山缠着水，还是水绕着山。在百花湖的东南岸边，是明代的朱昌堡。这是一个军事城堡，是当年军队驻扎的地方，有东、西两城门。这里有三座石头山峰，分别被称为“大将军”“二将军”和“三将军”。

三、瀑之美

（一）摆弓岩瀑布

说到水，就不得不说瀑布。瀑布释义为从山崖上直流下来像悬挂着的布匹似的水。在贵阳周边，也有美得让人感叹的瀑布，那就是摆弓岩瀑布，其位于花溪区高坡苗族乡杉坪村摆弓岩组。

摆弓岩瀑布因其远观像一张蓄势待发的弓而得名（图 2-3-7），由上而下



○—————
图 2-3-7 摆弓岩瀑布（贵州省旅游资源大普查成果）



分为三级，第一级高 36 米、宽 12 米，第二级高 20 米、宽 8 米，第三级高 86 米、宽 15 米。雪白的瀑布从天而降，声如雷鸣，极为壮观。置身其中，宛如有“飞流直下三千尺，疑是银河落九天”的感觉。

瀑流入水，如朱玉四溅，倾泻间形成一汪薄薄的水雾，如丝如缕，与苍山翠绿融合在一起，有一种如沐春风的感觉。夏季雨水充足时，奔腾的激流在瀑口瞬间倾泻而下，其景象尤为壮观。第三级瀑布高 50 米处一岩缝内安放有一“悬棺”，与“甲定洞葬”形成高坡苗族古葬文化奇观。瀑流主要来源于向阳水库地表水与出水洞地下水，常年流水不断，丰枯季节水流变化较大。摆弓岩一级瀑布沿溪沟两侧修建有凉亭、风雨桥等景观建筑，曾有游客徒步于此写下“万丈峭壁隐玉虹，九天银汉泻荆丛；疑为胜境与仙共，恍悟还是在黔中”的华美诗句。

（二）羊皮洞瀑布

如今，一些未经开发的纯天然景区很受旅游者的青睐，羊皮洞瀑布就是一个典型的例子。它未经开发，交通不便，自媒体传播后，很多旅游者慕名而来。

羊皮洞瀑布位于清镇市暗流镇附近，距贵阳约 65 千米，大部分有硬化路通达，但最后一两千米为山间小道。

羊皮洞瀑布宽 20~30 米，高 4~60 米，发源于绝壁一处暗河出口，悬于崖壁之上，声震山谷，有人称其为黄果树瀑布的微缩景观（图 2-3-8）。

羊皮洞，其实是一处暗河的出口，而上游的进水口则是两处喀斯特洼地（当地人称为大、小仰天窝），中间为长 1~2 千米的暗河河段。所以，瀑布的水流流量受上游河流的水量影响较大。

羊皮洞瀑布风景秀丽，空气清新，四周风景如画，是一个鲜为人知的原始喀斯特景观点。



图 2-3-8 羊皮洞瀑布景观（贵州日报当代融媒体记者贾华 摄）



四、泉之温

说到水，就得提下贵阳自然形成的温泉。贵阳市所辖的息烽、开阳、修文及乌当等地均有温泉，大多与深部断裂有关。

温泉是泉水的一种，是从地下自然涌出的，泉口温度显著高于当地年平均气温的地下天然泉水，并含有对人体健康有益的微量元素和矿物质。也有很多地区人工钻探打井，一般在 600~2000 米，用深水水泵抽取地下水，富含多种有益矿物质，水温一般在 20℃ 以上，也叫温泉井。

温泉的形成，一般而言可分为两种途径：一是地壳内部的岩浆作用所形成，或为火山喷发所伴随产生。在火山活动过的死火山地形区，因地壳板块运动隆起的地表，其地底下还有未冷却的岩浆，均会不断释放出大量热能。由于热量集中，因此只要附近有孔隙的含水岩层，不仅会受热成为高温的热水，而且大部分会沸腾为蒸汽，形成硫酸盐泉。二是受地表水渗透循环作用所形成。也就是说，当雨水降到地表向下渗透，深入到地壳深处的含水层（砂岩、砾岩、火山岩这些良好的含水层）形成地下水。地下水受下方的地热加热成为热水，含有大量气体，以二氧化碳为主。当热水温度升高，上面若有致密、不透水的岩层阻挡去路，会使压力愈来愈高，以致热水、蒸汽处于高压状态，一有裂缝即蹿涌而上，形成温泉。

温泉依温度之高低不同可分为三类：高于 75℃ 者为高温温泉，介于 40℃ 至 75℃ 者为中温温泉，低于 40℃ 者为低温温泉。《水经注》提到温泉可治病，如：“鲁山皇女汤，可以熟米，饮之愈百病，道士清身沐浴，一日三次，四十日后，身中百病愈。”唐太宗晚年写的《温泉铭》有：“每濯患于斯源，不移时而获损。”

贵阳附近有较多的温泉，有天然出露地表的，也有人工取自地底深处的。天然的有开阳马岔河溪麓温泉、息烽温泉等，人工取自地下深处的有贵阳的保利国际温泉、万象温泉、贵御温泉、枫叶谷园林温泉等（多是沿断裂带打井提取）。

（一）息烽温泉

息烽温泉是全国著名八大温泉之一，地处黔中，位于息烽城东北 40 千米的天台山脚下，海拔 700 米，四面环山。

息烽温泉的初期开发，是在民国三十四年（1945 年）由贵州省主席杨森倡导并拨款，历时两年建成。息烽温泉疗养院是贵州省总工会直属事业单位，1956 年建院，1959 年正式开院，其开发利用史可追溯至明朝洪武年间，迄今已有 600 多年的历史，荣获“全国先进疗养院”等称号，被中华全国总工会授予“全国劳模疗休养基地”。

息烽温泉占地面积约 8.7 万平方米，建筑面积 2.3 万平方米。息烽温泉疗养院建院 30 多年来，先后收治和接待县内外职工及少数港、澳、台同胞和国际友人来此治疗、休养 5 万余人次。温泉的机械刺激作用、温热刺激作用，特别是氡气，对增加机体各种代谢和免疫功能，以及一些疾患都有很好的疗效。

息烽温泉是一个较大的矿泉群，主要有 3 个泉眼，即生活泉、治疗温泉、游泳池泉，水温 54~55℃，流量 11.5 升/秒，日涌水量 1000 多吨。经科学方法分析和水质比检测，息烽热矿泉为无色、无味、无臭、透明的地下水。水质类型属重碳酸、硫酸钙、镁型，矿化度 316.66~318 毫克/升，属低钠、低矿化度淡水。息烽热矿泉含有 30 余种微量元素，其中包括锶、硒、铜、锌、氟、铁、锰、铬、钒等 14 种人体必需的矿物元素，所有元素含量均符合我国生活饮用水标准。锶、钡、偏硅酸、氟已达到我国饮用矿泉水标准。

息烽温泉是全国少有的氡泉，氡含量适中，已达“氡泉”标准。氡泉、氡气透过皮肤进入体内，有扩张血管、改善循环、促进新陈代谢、调整内分泌和安抚神经的作用；之后再由肺脏呼出和皮肤排出，对风湿病、慢性消化道疾病、慢性肝病、胆道疾病、糖尿病、痛风、心血管病、高血压等均有疗效。偏硅酸对人体的医疗作用主要表现为对心脏病、高血压、动脉硬化、神经功能紊乱、消化道疾病具有较好的作用；低钠、低矿化度矿泉水可以避免血管硬化，减轻心脏负担。



息烽温泉在温泉疗养院四周还有著名的息烽温泉八景，即天台丛林、白石涌泉、豸角凌云、清流鸣琴、奇石观瀑、洪水古营、慈云生佛、高桥天生。这天然八景，多姿多彩，独具风格，为温泉风光锦上添花，吸引了不少中外游客。

（二）马岔河溪麓温泉

马岔河溪麓温泉位于开阳县城关镇温泉村温泉组。马岔河温泉为全国罕见的元古界震旦系深地温泉，也是全国仅有的既可饮用又可洗浴的温泉水体。温泉地处开阳城东的马岔河峡谷中，出水口在峡谷深沟中，两边奇峰异洞比比皆是，周围环境幽静，森林覆盖率 68%，谷底溪流潺潺，无工业和其他产业污染，有“深山瑰宝，自然天成”之美誉。温泉产于翁昭背斜的西翼，马岔河张性断裂带上，属断裂型温泉。温泉出水标高 693 米，高于河水面 0.2 米，水温高达 42℃，流量 4.65L/秒，日涌水量可达 400 吨，水质晶莹透明，口感温润。经分析，马岔河溪麓温泉含 30 余种微量元素，属含偏硅酸、锶、锌等多种微量元素的重碳酸钙镁型优质天然矿泉水，卫生指标符合我国饮用矿泉水标准和世界卫生组织饮用水水质标准。

马岔河溪麓温泉，被称为“黔中第一汤”，由于温泉附近居住着不少的长寿老人，据专家考证，可能与饮用温泉有关，故又被誉为“长寿泉”。温泉所处的峡谷环境优美，植被覆盖率高，没有较多的农耕痕迹，人烟也较稀少，环境基本保持了原生态，是开发温泉旅游、养生等活动的极佳场所。

（三）白马峪温泉

白马峪温泉位于开阳县双流镇白马村，历史悠久，唐宋时期就有“蛮州温泉”的记载。现今的白马峪温泉是以园林式古建筑布局为主题，配合温泉汤池，四周群山环绕，鸟语花香的现代化高级温泉度假区。度假区环境清幽，区内亭台楼榭错落有致，有室内、室外两个大型温泉泳池，也有室内外泡池，还有养生鱼疗池、药疗池等特色温泉泡池。白马峪温泉泉眼日用水量约 400 吨，

水温约 40℃，水质晶莹透亮，富含硒、锶、锌等 13 种有益人体健康的微量元素，属低钠、低矿化度、重碳酸钙型优质天然温泉。度假区还建有宾馆、饮食、休闲吧、保健按摩等完善的配套设施，2014 年获得国家 AAAA 级旅游景区称号。



第三章

贵阳大地生命之舞

在 8 亿年的沧海桑田变迁中，贵阳大地上不论是数亿年前还是现在，都有不同的生命在这块热土上生存繁衍。从 8 亿年前的藻类到现在的高等级生物，无一不彰显了这片土地的独特之处。二叠纪末的生命大灭绝，全球最先开始生命复苏的古生物群就出现在贵阳大地上。之所以有这样的生命演化奇迹，这一定与贵阳特殊的地理位置及特殊古环境有极大关系。

在这些“生命的过客”中，有史前曾经的动植物，也有今天生活在贵阳大地上的人类及珍稀动植物，它们共同在贵阳大地上展示了一场场精彩纷呈的生命之舞。本书通过追寻 8 亿年来这些“过客”的足迹，解读贵阳大地曾经出现生命密码，展示现代贵阳大地生命的勃勃生机。

第一节 贵阳大地的古生物

在 8 亿年的地质历史演化中，贵阳的生物化石以其独有的方式进行演化。显生宙以来，贵阳的古生物极为繁盛。显生宙，是指“看得见生物的年代”，是开始出现大量较高级动物以来的阶段。从寒武纪始，生物逐渐演化出较高级的动物，动物已具有外壳和清晰的骨骼结构，故称显生宙。其起始于距今 5 亿年前，被分为 3 个“代”。每一个“代”的划分点，都代表地质历史的关键结合点，意味着发生了重大的生物灭绝事件以及生物的演化。

距今 5.4 亿年至 2.5 亿年前，贵阳出现了主要的海洋生物门类（同一门中的生物体拥有相似的身体形态）的起源及物种的初次登陆。距今 2.5 亿年至 6500 万年前，贵阳见证了恐龙的兴起与灭亡。

一、古生物的演化史

（一）地球古生物演化及化石概述

地球的形成已有 46 亿年历史，而地球上目前最早的古生物化石发现于 38 亿年前的岩层中。即是说，38 亿年前，地球上就有了生命。生命穿越险滩绝壁，蜿蜒曲折，奔腾至今；生命像交响曲，跌宕起伏，前赴后继，创造了一系列惊天动地的进化及集体灭绝事件，留下了难以忘怀的生命传奇。怎么去探寻地球生命的秘密与传奇？镶嵌在层层叠叠岩石中的古生物化石，就是一本无字的书，为我们破解地球生命的演化与繁衍。



唐代颜真卿、宋代沈括都把山崖中的螺蚌壳视为沧海桑田变化的见证。沈括在《梦溪笔谈》中，对“蛇蜃”“石笋”“螺蚌壳”等动植物化石做了较为正确的解释。宋代朱熹明确指出，化石螺蚌壳“即水中之物”，岩石“即旧日之土”，他认为由于地壳变动“下者变而为高，柔者变而为刚”，对地层和化石形成给予了一定的科学解释。

19世纪，达尔文发表了科学巨著《物种起源》，打破了长期以来禁锢人类思想的枷锁，第一次明确宣告地球生命有着漫长的演化过程。地球生命从最初的单细胞生物演化而来，就像一棵大树，逐渐枝繁叶茂，形成当今地球生物的多样性。进化论是19世纪三大自然科学成果之一，至今仍深刻影响着人类社会。

化石是远古时代遗留下来的生物遗骸和遗迹。化石类型多样，既有实体化石，也有遗迹化石，其形成过程乃是大自然鬼斧神工般的杰作。无论是缓慢的湖泊沉积，还是快速的风暴或是火山掩埋，都在化石特异埋藏上显示了奇妙作用。更为奥妙的是细菌作用所形成的薄膜有助于保存化石最脆弱的东西——动物胚胎和软体组织。地球上大部分地区覆盖着沉积岩，因而化石无处不在。

化石分为实体化石、模铸化石、遗迹化石和化学化石（分子化石）四大类。实体化石是指古代生物的遗体全部或部分保存下来的化石，最为常见，也最易保存（图3-1-1）。模铸化石是指生物遗体在地层或围堰中留下的印模或复铸物（图3-1-2）。遗迹化石是指古代生物在生活底质（如沉积物）表面或内部留下的活动痕迹，如足迹、移迹、钻孔生物在石质底质中钻蚀的栖孔和在软底质中挖掘的潜穴（图3-1-3），以及粪团、粪粒、卵（如大家熟知的恐龙蛋化石，图3-1-4）、珍珠、胃石等生物代谢、排泄和生殖产物。分子化石是指残留在化石和沉积物中的古代生物有机分子，是伴随着新技术的出现所发现的一种新的化石类型。



图 3-1-1 腕足（上左一）、盘角石（上左二）及虾实体化石外观（陈明华 摄）



图 3-1-2 腕足类留下的印模外观（模铸化石）（陈明华 摄）



图 3-1-3 虫迹化石外观（柱状者）（陈明华 摄）



图 3-1-4 恐龙蛋化石 (陈明华 摄)

(二) 贵阳古生物的演化史

距今 5.6 亿年前, 贵阳开阳震旦纪是以叠层石和低等藻类为主的生物化石; 距今 4.5 亿年至 4 亿年, 在贵阳、三都、铜仁一带存在一个“丁”字形的海湾, 在贵阳市黄花冲海湾里生活着大量的头足类、珊瑚和藻类, 还有苔藓虫、腹足类、介形虫和腕足类等生物。而距今 2.98 亿年至 2.5 亿年的石炭纪、二叠纪时期, 贵阳也曾有高大的植物, 森林遍布, 这些植物形成了大众熟悉的煤层。

发生于距今 2.5 亿年前的灭绝事件是地球历史上规模最大的一次, 总共导致 90% 以上的海洋生物永远消失, 包括三叶虫、四射珊瑚和床板珊瑚。菊石类和腕足类的损失相当惨重, 而陆地上亦有 70% 的生物灭绝了。



三叠纪初期经历过大灭绝的贵阳花溪区出现了生命复苏的迹象，一些低等蠕虫类生物开始在海底留下了太多的爬行迹、觅食迹，岩石中完美地记录了这一历史事件。

发现于贵阳周边的贵阳生物群横空出世，为距今 2.508 亿年的特异埋藏化石库。从生态上看，贵阳生物群的生物链已经很完整，生态结构已经很完善。

“这进一步表明，二叠纪—三叠纪生物大灭绝之后的生态重建远比以往以为的更快。”贵阳生物群的发现者宋海军说：“这有助于我们更好地认识极端气候条件下生物与环境之间的演化关系。”比贵阳生物群稍晚的 2.4 亿年左右，在贵阳青岩，出现了一处古生物群，地质工作者称之青岩生物群。

经过近百年的研究，青岩生物群是国内外罕见的中三叠世过渡期罕见的热带、亚热带生物礁相生物群。贵阳青岩相继发现陆生植物及藻类化石，同时还发现至少包括十六七个门类生物，其中数量最丰富的大化石是腕足类、腹足类和双壳类，其次是微体化石介形类、有孔虫、钙藻、海百合类、头足类、菊石等；此外，还有少量珊瑚、海绵、棘皮类、苔藓虫、鹦鹉螺类、环节动物、刺胞动物、多孔动物等古生物化石。这些古生物的出现，宣布了二叠纪末生命大灭绝后贵阳大地的生命又重新生机勃勃繁衍开来。

距今 2 亿年至 1 亿年，侏罗纪恐龙化石在贵阳息烽等地出现，虽然化石点出露较为零散，但依然留下了侏罗纪在贵阳这片土地上生活的记录。

此后的 1 亿年来，贵阳虽然成为陆地，但也有大量生物在此生存繁衍，只是化石保存相对较少，偶在洞穴中见及剑齿象、犀牛、熊等动物的头骨、牙齿等化石。

二、重要古生物群

贵州是古生物王国，贵阳的古生物也是异彩纷呈，跨越 8 亿年地质历史，体现了由水生到陆生，由简单到复杂的演化历程。贵阳 6 处知名的古生物化石产地（表 3-1-1），见证了这块大地在历史上的生物兴盛与灭绝。

表 3-1-1 贵阳古生物化石点主要分布情况及其特征

序号	化石点名称	地质时代	距今(亿年)	主要化石类型	产地	生物特征
1	开阳震旦纪叠层石化石产地	震旦纪	5.6	低等的菌藻类化石	开阳极乐	菌藻类繁盛, 动物出现
2	黄花冲奥陶纪化石产地	奥陶纪	4.5 ~ 4	以头足类、珊瑚和藻类为主, 还有苔藓虫、腹足类、介形虫和腕足类	乌当黄花冲	最早的陆生植物出现
3	花溪三叠纪遗迹化石产地	三叠纪	2.5	爬行迹、觅食迹	花溪党武、石板哨等地	生物进入沉寂后的复苏期
4	贵阳生物群化石产地	三叠纪	2.508	硬骨鱼、软骨鱼、牙形动物、海绵动物、双壳、菊石、腹足	贵阳及其周边	二叠纪—三叠纪生物大灭绝之后的生态重建远比以往所有的更快
5	三叠纪青岩生物群产地	中三叠世	2.46 ~ 2.37	以双壳类、腕足类、菊石类为主, 包含四射珊瑚、牙形类、海绵、腹足类及陆生植物、藻类等多门类的化石群, 计有 200 多个属种	花溪青岩	生物进入复苏后的辐射期
6	侏罗纪禄丰蜥龙化石产地	侏罗纪	2.03 ~ 1.35	长 10 余米的禄丰蜥龙 2 条	息烽团圆山	恐龙繁盛期

(一) 开阳震旦纪叠层石化石

目前, 在贵阳能肉眼可见的化石为开阳马路坪、息烽温泉等地震旦纪叠层石化石, 主要化石类型为低等藻类生物。这些菌藻类多以叠层石形式保存在含



图 3-1-5 叠层石岩层及实体化石外观（邓小杰 摄）

磷岩系中。开阳震旦纪叠层石基本层形态可分两类：①穹形叠层石类，为主要类型，形态多样，分叉方式不一，个体大小各异；②层状叠层石，形态简单。

叠层石的基本层通常是由暗层及亮层两部分组成的纹层对（图 3-1-5），是由菌藻低等微生物的生命活动所引起的周期性矿物沉淀、沉积物的捕获和胶结作用所形成叠层状的生物沉积构造。叠层石是大量菌藻黏附在碳酸盐细小沉积颗粒表层而形成的一种化石，呈周期性生长发育。其生长条件是水底物质的位置相对稳定，叠层石的增长速度大于它的剥蚀速度，在生长过程中应迅速得到固结，否则就会垮塌。这说明叠层石是在水动力作用弱、没有河水混入、清洁开放的潮间环境中形成的，才使得叠层石在含磷岩系中保存完好，形态多样。

（二）贵阳乌当黄花冲奥陶纪化石

贵阳东北 10 千米处的乌当区黄花冲奥陶纪化石，最早由乐森璋研究并于 1959 年发表于相关文献中，所见记录古生物化石为珊瑚——贵阳乐氏珊瑚。1965 年，林宝玉报道了贵阳乌当黄花冲中奥陶统剖面和一些珊瑚化石。1974 年，中科院南古所在该地发现中奥陶世（距今 4.5 亿年至 4 亿年）雷氏角石及珊瑚、腹足类（图 3-1-6）等化石。这些古生物化石的发现，为建立乌当省级地质公园提供了重要基础资料。



图 3-1-6 珊瑚化石外观 (蒋良兵 摄)

在乌当黄花冲，除了珊瑚化石外，还产腕足类、腹足类、三叶虫、笔石等化石，具有极高的科研及科普价值。

(三) 贵阳花溪三叠纪遗迹化石

贵阳花溪三叠纪遗迹化石主要产于贵阳花溪及贵安新区一带，地层为三叠系大冶组。遗迹化石呈树枝状、网状、放射状、蛇曲状，形态各异，且较为密集，主要为一些爬行迹、觅食迹等 (图 3-1-7)。这些具虫迹的岩石在一些景区



图 3-1-7 花溪三叠系大冶组遗迹化石（陈明华 摄）

及民房中较为常见，如车田古镇、青岩古镇及清镇一带农村石板房，院坝铺的石头均均是此类含有大量虫迹化石的岩石。

对于虫迹化石，地质学家通过研究后可判定当时的古地理环境。这有助于推演贵阳三叠纪生物的生存模式，研究生物复苏后古生物种群发育情况。

（四）贵阳生物群

贵阳生物群主要产地位于龙里谷脚与贵阳乌江下坝一带。“贵阳生物群”的发现最初是在 2015 年，宋海军带学生到野外进行踏勘工作，其中一名学生代旭在黑色页岩中发现了一枚非常奇特的近似“龙虾”的化石碎片，引起踏勘人员的关注。之后从 2015 年至 2022 年，代旭博士等人每年都在贵阳周边及龙里谷脚一带开展野外工作，陆续发现了大量多门类化石，由此揭开了贵阳生物

群的冰山一角。

为了弄清贵阳生物群的精确时代和生物面貌，团队成员在该地区开展了大量地质工作，从古生物分类学、生物地层学、年代地层学、沉积学、沉积地球化学等方面入手开展了系统研究，已初步理清贵阳生物群的主要面貌、地层分布、埋藏年代、埋藏环境等信息。截至目前，贵阳生物群中已经发现包括硬骨鱼、软骨鱼（图 3-1-8）、牙形动物（图 3-1-9）、海绵动物、双壳、菊石（图 3-1-10）、腹足等十几个大类，总计 40 种不同的生物。从生态上看，贵阳生物群的营养金字塔（即食物链）已经很完整（图 3-1-11），此外还发现有大量粪便化石，表明当时的食物网已经较为复杂，生态结构已经很完善。宋海军说：“这进一步表明，二叠纪—三叠纪生物大灭绝之后的生态重建远比以往以为的更快，大约只用了 100 万年，与之前认为全球地质学家二叠纪末生物大灭绝到三叠纪复苏至少要用近千万年或几百万年的结论相差较远，也就是说贵阳



图 3-1-8 贵阳生物群中的鱼化石（宋海军 提供）

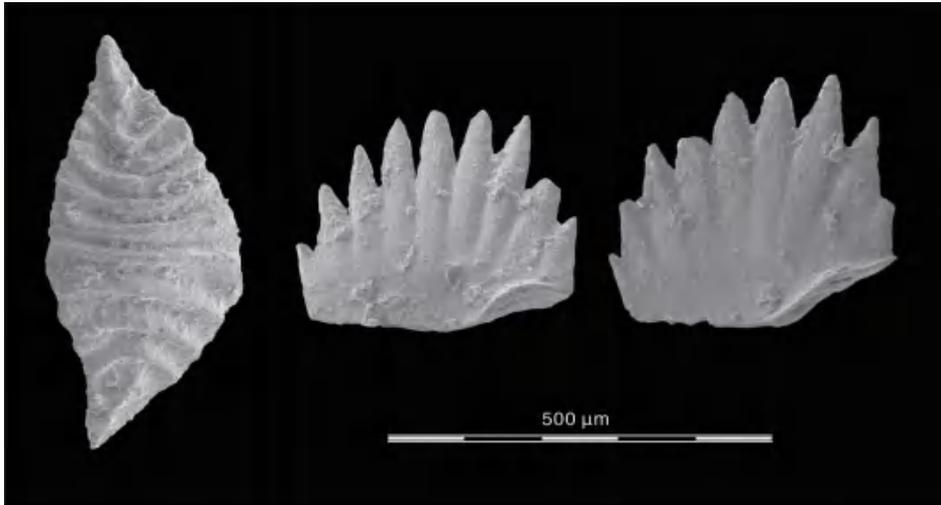


图 3-1-9 贵阳生物群中的牙形刺 (宋海军 提供)



图 3-1-10 贵阳生物群中的菊石化石 (宋海军 提供)



图 3-1-11 贵阳生物群生态复原图（杨定华 绘）

生物群比以往认为的复苏时间提前了数百万甚至上千万年。”正是贵阳这片神奇的大地，造就了生物的复苏比其他地区快了数百万甚至上千万年。

（五）青岩生物群

青岩生物群主要产于贵阳市青岩古镇北棒头山一带，是国内外学者研究近百年的成果，是国内外罕见的距今约 2.3 亿年（中三叠世关刀期）罕见的热



带、亚热带生物礁相生物群。现在，青岩古生物群的棒头山一带是已建立的花溪省级地质公园的主园区之一。青岩生物群至少包括十六七个门类生物，处于二叠纪末—三叠纪早期重大生物突变期，是三叠纪生物复苏和辐射的重要化石证据。青岩生物群的研究对我们认识生物大灭绝后生物的残存—复苏过程具有重要意义。

青岩生物群的研究始于德国人赫斯和科肯（1898）。国内地质学家李四光于1939年将贵阳市青岩镇附近的中三叠统地层命名为青岩组，并将赋存其中的化石组合称为“青岩生物群”。这是我国最早命名的古生物群。

20世纪40年代初，许德佑、陈康在青岩狮子山、营上坡、上谷棕、杨梅堡等地采得腕足类、双壳类、头足类、腹足类、珊瑚、棘皮类化石90余种，系统分析后将“青岩组”的时代变更为中三叠世安尼期；殷鸿福（1962）在贵州对三叠纪的岩石地层单位、生物地层单位进行了详细研究；王义刚（1964）对青岩地区中三叠世的菊石化石自下而上分为三带。

该生物群以腕足类、双壳类、菊石最为丰富，保存形态完整，多数为原地保存，其次有海百合、腹足、珊瑚、介形虫、有孔虫、水螅、藻类等。该生物群共有200多个属种，以双壳、腕足（贝壳）、腹足（螺类）、菊石类为主，包含有四射珊瑚、牙形类、海绵及陆生植物、藻类等化石（图3-1-12）。

青岩生物群中的生物化石是由原地埋藏和异地搬运两种类型共同组成。灰岩、泥灰岩中化石保存较为破碎，是通过重力流搬运后埋藏；页岩中化石保存较为完好，以游泳和浮游类生物为主，属于原地埋藏。

青岩生物群之所以引起这么多专家学者的高度重视，是因为在贵阳生物群发现之前，青岩生物群一直是研究二叠纪末生物大灭绝事件后生物首次复苏的代表性生物群。目前，以青岩生物群为主的化石山是国内外此类古生物群保存最好的一处化石产地，是古生物界的科研圣地，很多地质学家在研究青岩生物群后发表了大量的科学论文及相关成果。



双壳化石



植物化石

图 3-1-12 青岩古生物群化石外观 (陈明华 摄)

(六) 息烽侏罗纪禄丰蜥龙化石

对于内陆城市贵阳来说，最让大家关注与困惑的一是有没有海，另一个就是有没有恐龙？贵阳有恐龙，就产在息烽县。

1998 年，息烽团圆山发掘出两条长 10 余米、生长于 1.7 亿年前的食肉类巨型禄丰蜥龙化石。据国际恐龙学会和中科院古脊椎动物与古人类研究所专家实地考察论证，这里曾是恐龙的家园，具有很高的科学研究和科普开发价值。

息烽团圆山侏罗纪恐龙化石发掘点位于县城南的龙奔山上，距县城中心 5.6 千米。目前仅见残余矩形采坑，长约 12 米，宽 8 米，深 3 米，坑内灌木丛生。

恐龙化石赋存于自流井组珍珠冲段，岩性以暗紫红色黏土岩、粉砂质黏土岩、钙质黏土岩为主，含钙质结核，夹少量薄层钙质或泥质粉—细粒石英砂岩。该段地层下部常夹多层黄绿色黏土岩及砂岩，中上部常夹厚层状泥质泥晶灰岩，总厚约 140 米。主要为干旱炎热气候条件下的泛滥平原沉积及局部的湖泊沉积，时代为早侏罗世。



第二节 贵阳珍稀动植物

在贵阳大地上，史前生物极其活跃，而今这片土地依然生机勃勃，有太多的动植物在这里繁衍生息。地质构造运动造成古大陆分分合合，形成了古地理位置的变迁。地球已存在的古生物物种为了生存与繁衍，进化出了不同的物种。贵阳这片以喀斯特地貌为主的大地上，因为不同的气候及地理环境，生行了很多珍稀的动植物。

一、植物

说到植物，很多人认为植物各自生长，与大地演化无关。其实不然，地球的各类岩石及风化后形成的土壤，与植物的生长有极大关系，甚至有些植物对岩石及土壤有极高的选择性。例如大家熟知的杜鹃花，大多喜欢长于产煤的地层分布带，这是因为此类植物喜欢偏酸性土壤。贵阳以喀斯特地貌为主，因为土层薄、地表水不易保存，所以形成了以喜钙、耐旱性为主的植物群落。

（一）植物的演化史

贵阳植物不仅类群繁多，且形态多种多样，分布也极广泛。然而，在地球形成之初，表面非常炽热，而且外面还没有大气圈，不具备产生生命物质的条件，直到后来地球表面出现了大气层，生命的出现才有了可能。

在距今 40 亿年至 35 亿年前，地球上就开始出现了原始的生物，最先出现

的植物是细菌和蓝藻。这两类植物的形态结构非常简单，没有定型的细胞核，也没有质体和其他细胞器。因此，它们被称为原核生物（Prokaryote）。蓝藻和一部分具有色素的细菌在一起，利用日光制造养料，并放出大量氧气，从而逐渐改变大气的性质，使它由还原性变为氧化性。这样，就为喜氧植物的出现准备了条件。

距今 15 亿年至 14 亿年前，地球上开始出现具有真核细胞的藻类。它们有定型的细胞核和细胞器。这一转变在植物界的进化途中是一次巨大的飞跃。由于细胞器的出现，细胞内各部分的分工更为明确，从而提高了整个细胞生理活动的机能。最初出现的真核生物，可能是生活在水中的鞭毛生物。鞭毛生物是单细胞体，从能独立营养的鞭毛生物，又不断演化成多种多样的藻类植物。

距今 9 亿年至 7 亿年前，地球上便开始出现了多细胞的藻类。最初的多细胞藻是丝状体的类型，到 6 亿年前又出现了囊状、柱状或其他形状的类型。这些藻类分别属于绿藻门、红藻门、褐藻门，不但在体形上和大小上有千差万别的变化，而且在内部结构上也日趋复杂化。这些藻类植物群主要生活在海洋里，因此从太古代到古生代的志留纪中期，为海产藻类繁盛时期。

由于藻类植物群在海洋中的大量繁衍，它们在光合作用的过程中，放出了大量氧气。这不仅使大气的成分逐渐改变，也使海水中的含氧量增高，有利于海洋动植物的生存。另外，由于一部分氧在大气上层形成了臭氧（ O_3 ），其阻挡了杀伤力甚强的紫外线辐射，从而使植物从海水登上陆地生活成为可能。在志留纪晚期，一批生于水中的裸蕨类植物，开始逐渐地进入陆地，这是植物进化史中的一次重大飞跃。

登陆的裸蕨类植物，进一步向适应陆生生活方向演进。到古生代石炭纪，世界各地出现了参天的茂密蕨类植物森林，而这些早期出现的种类繁多的裸蕨类植物，却在泥盆纪末期、石炭纪以前消逝了。从石炭纪到二叠纪早期这一段地质年代，是蕨类植物鼎盛时期。此期中有的蕨类遗体大量地被埋到地下，年



长日久形成煤层，被现代人挖掘出来作为能源利用。在蕨类植物繁盛时期，苔藓植物也以其独特的生活方式，成功地适应着陆生生活，繁茂地生长着。在古生代末期的二叠纪时，由于地球上出现了明显的气候带，许多地区变得不适于蕨类植物的生长，多数蕨类植物开始走向衰亡。裸子植物开始兴起，逐渐取代了蕨类植物。

由古生代末期的二叠纪到中生代的白垩纪早期，这长达 1 亿年的历史期间，是裸子植物繁盛时期。裸子植物取代了蕨类植物，成为地球上优势植物类群。高大的裸子植物广布南、北半球的各个气候带。到中生代末期，距今 1 亿年前后，地球上气候带分带现象更趋明显，而且后来又出现了几次冰川时期，气温大幅度下降。在这严酷的环境下，裸子植物类群中，多数种类由于不能适应气候的变化，逐渐消失了，代之而起的是被子植物。被子植物与裸子植物相比，有更优越的适应环境能力，主要表现在其繁殖器官的结构与机能方面；另外，也表现在其营养体生活的多样化，如木本、草本、一年生、多年生等多方面。因此，在此时期，被子植物成了世界上的优势植物群，而代替了以前的裸子植物群，直至今日（表 3-2-1）。

表 3-2-1 地质年代和不同时期占优势的植物和进化情况

代	纪	距今年龄 (亿年)	进化情况	优势植物
新生代	第四纪	现代	被子植物占绝对优势，草本植物进一步发展	被子植物
		0.02		
	第三纪	0.2	经过几次冰期之后，森林衰落，由于气候原因，地方植物产生隔离。草本植物发生，植物界面貌与现代相似	
0.65		被子植物进一步发展，占优势。世界各地出现了大范围的森林		

续表

代	纪	距今年龄 (亿年)	进化情况	优势植物
中生代	白垩纪	0.90	被子植物得到发展	裸子植物
		1.36	裸子植物衰退。被子植物逐渐代替了裸子植物	
	侏罗纪	1.90	裸子植物中的松柏类占优势, 原始的裸子植物逐渐消失。被子植物出现	
	三叠纪	2.25	木本乔木状蕨类继续衰退, 真蕨类繁茂。裸子植物继续发展、繁盛	
古生代	二叠纪	2.60	裸子植物中的苏铁类、银杏类、针叶类生长繁茂	蕨类植物
		2.80	木本乔木状蕨类开始衰退	
	石炭纪	3.45	气候温暖湿润, 巨大的乔木状蕨类植物如鳞木类、芦木类、木贼类、石松类等, 遍布各地, 形成森林, 形成日后的大煤田, 同时出现了许多矮小的真蕨植物。种子蕨类进一步发展	
	泥盆纪	3.60	裸蕨类逐渐消失	
	志留纪	3.70	裸蕨类植物繁盛。种子蕨出现, 但为数较少。苔藓植物出现	藻类植物
		3.90	为植物由水生向陆生演化的时期, 在陆地上已出现裸蕨类植物。有可能在此时期出现了原始维管束植物。藻类植物仍占优势	
		4.35	海产藻类占优势。其他类型植物群继续发展	
		奥陶纪	5.00	
寒武纪	5.70			
元古代		5.70 ~ 15.00	初期出现了真核细胞藻类, 后期出现了与现代藻类相似的藻类类群	
太古代		15.00 ~ 50.00	生命开始, 细菌、蓝藻出现	

注: 资料来源于叶创兴、朱念德、廖文波等主编的《植物学(第2版)》(高等教育出版社2014年版)



（二）贵阳现代珍稀植物

现代植物的繁荣，是地球演化过程的继承与发展。地理的演变，经纬度的变迁，地形的抬高，气候的变化，形成了贵阳与众不同的植物生态系统，繁衍了一些珍稀、与众不同的物种。特别是贵阳以喀斯特地貌为主，贵阳植物进化出喜钙性（石灰岩上生长的常绿阔叶林中其残落物氧化钙的含量就要比生长在酸性土上的高3倍）及早生性（由于岩溶地区发育地下排水系统，加上土层薄，岩石裸露，地表蒸发强烈，降雨时地表水常沿溶蚀裂隙、落水洞等很快向地下漏失，只有少量的水保存在土壤—表层岩隙—森林生态系统中。为了适应这种水分供应不足的环境，岩溶植被在长期的演化过程中形成各种各样的适应性）特征。

1. 贵阳自然地理的演变

贵阳地壳相对较为稳定，虽然经历了6次山海的转换，但都极有利于生物的繁衍。

喜马拉雅运动，引起了大区域的地形分异。贵阳的地理位置，自老第三纪中期以来，由于亚洲大陆受到印度板块的碰撞和挤压，逐渐由北回归线以南转移到现今的纬度。

2. 古气候的演变

贵阳古气候的变化，同时受到古地理变化和全球性气候变化的制约。在寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪、二叠纪时期（距今5.41亿年至2.52亿年），贵阳属于热带—亚热带气候。其中，泥盆纪到三叠纪期间高温多雨，四季不分，陆地上覆盖着茂密的热带森林，侏罗纪初期之后则炎热干燥，仅在河谷及滨湖地带带有较为茂密的植被。

贵阳在第三纪期间基本上属于亚热带气候，但在不同的地史阶段又具有不同的特点。老第三纪时，气候干热，蒸发量大大超过降雨量，只宜于疏林草原的发展。新第三纪期间，全球气温下降，热量分异明显，加之喜马拉雅运动所造成的东亚地势的新格局，引起了大气环流的改变，贵阳从此深受季风环流的影响，气候遂由干热变为温湿。于是，落叶—常绿阔叶林和亚热带山地针叶林

得到了广泛的发展。进入第四纪以后，随着全球性气候急剧变冷，冰期与间冰期的交替出现，贵州省气温曾有较大幅度的波动，其年平均温度的最大变幅至少可达到 10℃。冰期到来时，亚高山的暗针林曾向着较低山区和山间盆地大幅度下降，阔叶林退缩到较低纬度及低海拔的河谷地带。而到间冰期阶段，它们又作回流。

总之，根据目前所掌握的地层古生物资料，在第四纪的多次冰期中，贵州省显然没有经受过大规模冰川的覆盖，而属于仅有少量山岳冰川到达的冰缘地带。加之地形复杂、山体高差较大，气候的垂直分带现象非常显著，在气温的相应波动下，众多的植物种群得到保存和发展。加之冰期与间冰期的反复更迭，使南来北往的各类树种多次向着贵阳生态条件复杂的山区迁移和聚集，从而造成今日森林类型古老、区系成分复杂和子遗树种众多的特定自然地理条件。

3. 贵阳现代植物区划及珍稀植物

据《中国植被区划》划分，贵阳地处中国植被区划中的东部亚热带常绿阔叶林区（IV）的川南、黔、桂北山地栲类、木荷林、石灰岩植被区（IV B7）。

贵阳植物种类丰富，共有维管束植物 237 科、979 属、2908 种，植被类型多种多样，珍稀植物也较多（表 3-2-2）。主要分布有木包树、孛孛栎等落叶栎林，马尾松林，以及刚竹林。主要为夏水稻、冬小麦（油菜）的一年水旱两熟制，局部有双季稻，平原有蚕桑，山谷有油桐、乌桕、茶、漆、石榴、枇杷；酸性黄壤上有青冈栎林、栲树林、毛竹林、杉木林、柳杉林及茂密铁芒箕地被物的马尾松林。石灰岩土上为含榆科各种树、化香、青冈栎的落叶阔叶树一常绿阔叶树混交林和川柏林。耕作制度有双季稻或稻、小麦（油菜）两熟，经济林有茶、油茶、香樟、蚕桑、油桐、棕榈，是柑橘、广柑、柚子、杨梅、枇杷等常绿果树的主要产区；在酸性红壤上为刺栲、小红栲、樟科树种、木荷、金缕梅科树种的杂木林，在石灰岩山上为含圆叶乌桕、南酸枣的榆科树种、化香、青冈栎杂木林和柏木林。耕作制有双季玉米或单季玉米连作秋甘



薯、秋大豆或秋花生等。局部小环境有龙眼、荔枝、芭蕉、菠萝、橄榄等，喜温的柑橘类如枳柑、甜橙、蕉柑、夏柑、沙田柚等的品质较好。

表 3-2-2 贵阳市珍贵稀有的种子植物

序号	名称	主要特征	分布区域	保护级别
1	阳香果树	高可达 30 余米。小枝有皮孔。花大，黄色，5 瓣，有短梗。花冠漏斗状，长约 2 厘米，被绒毛，裂片覆瓦状排列	百昌、下坝、羊昌、高坡等地	国家二级保护植物
2	杜仲	落叶乔木。叶柄长 1 ~ 2 厘米，花单性，雌雄异株，雌花子房狭长，1 室，胚珠 2 枚，翅果狭长椭圆形，扁而薄，长 3 ~ 4 厘米，宽 1 ~ 1.5 厘米，种子 1 粒。花期 3 至 5 月，是起源于第三纪的孑遗植物。杜仲入药用于清肾虚腰痛，近代则广泛用于治疗高血压症	贵阳花溪、燕楼，乌当上卡堡少量分布	国家二级保护植物
3	领春木	落叶小乔木。花两性，早春开放，6 ~ 12 朵簇生。苞片早落，无花被，雄蕊 6 ~ 14，花药比花丝长，药隔顶端延长成附属物。心皮 6 ~ 12，离生成 1 轮，子房歪斜，有长柄。翅果长 5 ~ 10 毫米，棕色，果梗长 8 ~ 10 毫米，有 1 ~ 2 黑色卵形种子	花溪、羊昌（锅底箐）有分布	国家三级保护植物
4	天麻	高 30 ~ 150 厘米，椭圆形或卵圆形，黄褐色。花披针形，长约 1 厘米；花淡绿色、黄色或肉黄色，子房倒卵形。天麻为珍贵药用植物，入药有熄风镇痉作用，可治头疼、头昏、眼花等症	贵阳市郊林中湿处有少量分布	国家三级保护植物
5	青檀	落叶乔木，叶卵圆形，长 3.5 ~ 13 厘米。花单性，雌雄同株，雄花簇生，雌花单生叶。坚果	花溪、青岩、羊昌、黄连等地石灰岩山地	国家三级保护植物
6	半枫荷	常绿乔木，叶簇生于树顶。高 20 余米，胸径 45 厘米。叶卵状椭圆形，花单性，雌雄同株。半枫荷为我国热带山地所特有，主要分布于华南地区，在贵州为其分布的最北界	贵阳黔灵山弘福寺后山	国家三级保护植物

续表

序号	名称	主要特征	分布区域	保护级别
7	青岩油杉	又称罗松，为常绿针叶乔木。叶线形，长1.5~5厘米，宽2~4毫米，雌雄同株，雄球花簇生枝顶，雌球花单生枝顶，球果直立，圆柱形或椭圆形，长5~16厘米，10月中熟。为贵州特产的油杉属植物	仅分布在贵阳青岩歪脚，生长在海拔1100~1300米的石灰岩山地	自然保护地保护
8	岩生红豆树	常绿乔木，树皮绿色、光滑，叶为奇数羽状复叶，叶轴密生黄褐色绒毛，小叶生，17~23枚，长椭圆形或卵圆状长椭圆形，长2.7~5(7)厘米，宽1.1~1.3(1.5)厘米。种子1~3粒，红色	黔灵山常绿、落叶混交林中	具有较高科研价值

贵阳的地貌，多是喀斯特峰丛峰林山地地貌，在水土光热条件的影响下，构成一个特殊的生态环境。由于山地岩体裂隙发育，地表水沿裂隙渗漏，直达很深的地下水位，尽管气候湿润多雨，地表及表土层仍然缺水，尤其在冬季较为突出。在裸露峰丛山地发育的石灰性土壤，土层浅薄零星分散，呈中性至微碱性，但天然腐殖质含量较高。因此，在这种生态环境中生长着特殊的喀斯特植被类型，多为喜钙耐旱种属，根系发达并常穿插于岩石裂缝中。由于生态环境的脆弱性，原生植被破坏后很难恢复，而代之以有刺灌丛。喀斯特山地常见的常绿阔叶林树种有青冈栎、石斑木、椴木、石楠、细叶青冈、云南樟、虎皮楠、女贞、香叶树等，落叶阔叶林代表树种有黄连木、鹅耳枥、化香树、槭树、朴树、灯台树、刺楸、黄檀等，主要的针叶林树有侧柏等。

广大石质山地大面积分布着次生的石灰岩灌丛植被，如月月青、火棘、小果蔷薇、悬钩子、圆果化香、南天竹、冻绿、云实等，南部低海拔干热河谷的石灰岩面上生长有仙人掌、霸王鞭、量天尺等肉质多浆灌丛。

植被的演替是一个漫长的过程，特别是岩溶森林。它是一个脆弱的生态系统，抗外界干扰能力弱，一旦人为干扰，特别是大量砍伐、火烧等超出系统的



忍受力，会导致系统退化，甚至形成石漠化。因此，在岩溶生境退化较严重，不利于人工造林而又有繁殖体存在的地段，采用封山育林，依靠自然恢复是重建岩溶森林的基本途径。祝小科在修文县境内进行岩溶森林自然恢复过程的实验表明：全面砍伐后样地自然恢复的物种数、盖度、植株生长量，特别是个体数和地上部分生物量都高于全面砍伐后又挖根的样地，这表明无性更新系列在植被恢复中有重要作用。

而贵阳各地的小型喀斯特盆地，因地势平缓、高原面保存相对较好，坝田坡土连片分布。在第四纪冲积残积层上发育的地带性黄壤，经人类长期耕作熟化而形成的黄泥田、大眼泥田等水稻土，以及由紫红色砂岩、页岩风化发育的紫色土，肥力较高，有充足的灌溉水源，因此其历来是贵州主要的粮、油产区。

黔中古老的高原面及坡麓丘陵地带有较厚的第四纪红色风化壳，一般显酸性，有一定的自然肥力，坡地起伏和缓，排水性好，很适于经济林木的发展。例如在贵安、开阳等地建立了大型的茶园及烟草生产基地。

与其他环境中的植物群落一样，岩溶环境地区的植物、动物、微生物和其他各种环境因素，共同组成了一个生态系统。在生态系统中，植物扮演第一生产者的角色，起着能量运输站的作用。而在岩溶区，由于岩石裸露率高、土被不连续、土层浅薄等特点，岩溶环境具有一定的脆弱性。这种生态环境一旦被破坏，植被的顺向演替就很困难。因此，对岩溶植被特征的研究，有助于我们更好地保护岩溶植被，为岩溶区的生态恢复提供理论基础。

（三）贵阳植物的观赏地

那么，贵阳这么丰富的植物，在哪里进行观赏与进行研学科普更合适呢？

1. 贵州省植物园

贵州省植物园位于贵阳市北郊鹿冲关，距市区 6 千米，始建于 1964 年，由贵州省科委领导。不久建园工作中断，一些植物也遭到毁坏。1978 年，植物

园划归贵州省科学院领导，恢复建园工作。1983年再度研究制定了总体规划。从1986年起，加强建园。该园区选址于此，主要是从风化土厚度及土壤质量等方面进行考量。这一带地层为二叠系合山组及三叠系底部，岩石基岩以黏土岩、粉砂岩为主夹硅质岩及煤层；此带上岩层风化较强，形成的土壤层相对较厚，利于植物生长，贵阳环城高大的马尾松即位于此带上。

贵州植物园已成为贵州省内一个专门从事植物引种驯化的科研单位和植物种质资源保存较丰富的基地。贵州植物园总的建园方针是以开发利用贵州省植物资源为主，适当引进国内外适合贵州省生态建设和经济发展需要的各种植物，在园区内科学配置，合理布局，构成美丽的园林外貌和丰富的科学内容，既为宣传普及植物科学知识、丰富人民精神生活服务，又为开发植物资源、繁荣地方经济服务。植物园中的植物主要有马尾松林、华山松林及珍稀植物珙桐、秃杉、水杉、鹅掌楸等，是进行植物科研与科普的重要场所。

2. 花溪十里河滩

花溪国家城市湿地公园十里河滩景区于2010年3月启动规划建设，自2011年9月6日向广大游客开放以来，接待游客逾1500万人次。该湿地公园也是外地游客考察调研学习的重点对象。

十里河滩喀斯特岩溶盆地，中部为南明河的上游，在数十万年的风化及冲蚀作用下，形成了曲流河景观；河漫滩上曾被当地百姓开垦成良田，后又因公园规划后种以各类观赏型花草树木。

花溪国家城市湿地公园是典型的城市湿地，具有河流、农田和库塘等多类型湿地，生物多样，生态良好。区域内动植物种类丰富，植物总计千余种，其中浮游植物96种，苔藓植物31种，维束管植物897种。当中有很多珍稀、特色植物种类，国家级和省级重点保护植物有香樟、榉树、青檀、沉水海菜花、牡丹、杜仲、银杏等7种。古树种类则有猴樟、枫香、乌桕、榕木石兰等，树龄500年以上的古树就有4棵。在这里，春赏桃花、夏赏荷花、秋赏菊花、冬赏梅花，美不胜收，让人流连忘返。



此外，花溪国家城市湿地公园还是动物的乐园，动物总计有 500 余种。其中，浮游动物 58 种，底栖动物 35 种，昆虫 236 种，鱼类 55 种，两栖类 12 种，爬行类 26 种，鸟类 89 种，兽类 15 种。有国家珍稀保护动物 5 种，包括国家二级保护动物大鲵，国家二级保护鸟类游隼和红隼，国家二级保护动物、贵州特有鱼类多斑金线鲃，以及被列入中国濒危动物红皮书鱼类、濒危等级属易危级的岩原鲤等。

从以上可以看出，花溪国家城市湿地公园是动植物观赏与研学科普的理想场所。

3. 小车河城市湿地公园

小车河城市湿地公园位于贵阳市南明区，现已更名为贵阳阿哈湖国家湿地公园。2012 年 3 月，贵阳市政府将原南郊公园、贵阳苗圃所一片地区整合，启动了小车河城市湿地公园的建设，并于 2012 年 9 月 29 日建成开园。

小车河城市湿地公园森林覆盖率高，生物多样性优势明显，有植物 400 余种、动物 200 余种。该湿地公园集山、水、洞、林、泉于一体，以生态多样性的优势，突出海拔落差和梯次植被特色，彰显了良好的河谷生态景观特色。

4. 长坡岭国家级森林公园

长坡岭国家级森林公园位于贵阳市白云区，总面积为 10.75 平方千米，海拔 1000~3000 米，跨越白云、乌当两个区，是贵阳市环城绿化带的重要组成部分，是观山湖区和白云区的“绿色屏障”，森林覆盖率高达 82.96%，有贵阳市“生态博物馆”之称。公园植物是以笔直的马尾松、华山松的针叶林为主，次为栎类等阔叶林木。青翠如茵的林下有较多的天然草坪，郁郁葱葱分布于高大的松林树下，形成了一处处适宜休闲纳凉的自然绿地。

公园分为 5 个景区，分别为樱花湖、森林草坪、都溪林场及 2 个少数民族村寨。园内生物资源较丰富，植物种类较多，生态系统较多样，森林茂密，绿草如茵，生态环境优美，气候宜人。公园有樱花湖、天鹅湖为代表的湖泊景观，有樱花林、杨树林、松树林为代表的森林景观，有碧绿如茵的森林草坪和

历史悠久的森林古驿道等古迹，以及以布依族婚俗为代表的独具特色、古朴自然的民俗风情和民族建筑，集山、林、水、草、古迹于一体，具有幽、秀、野、旷、古等景观特色，是理想的休闲度假、科普教育、旅游运动的良好场所。

5. 贵阳药用植物园

贵阳药用植物园位于贵阳市南明区沙冲南路 202 号，距贵阳市中心 4.5 千米，规划面积 95.67 万平方米。园内立体生态环境较好，前后有两片森林掩映，无大气及水源的污染，也无噪声干扰，具有自然的地理优势，是集科研、科普、生产、观光游览为一体的综合性的多功能的独具特色的植物园。园区建有国内第一家“贵州省药用资源博物馆”，藏品约 7 万件。

园区以贵州道地和珍稀濒危药用植物的引种保护及栽培、驯化等应用基础研究为重点，先后引种保护了珙桐、石斛、头花蓼、天麻、淫羊藿、杜仲、黄柏、黄连、八角莲、宽叶水韭、苏铁蕨、喜树、竹叶兰、虾脊兰、芦荟、红豆杉、岩桂等药用植物 2000 余种，其中珍稀濒危植物 40 多种。

纵观这 5 处植物观赏地，多建于喀斯特河谷或风化土层较厚的地带，以及喀斯特盆地、河谷等环境。此类环境不仅有独特的小气候，同时也有利于微生物的生长，更利于植物的生长。

二、动物

（一）贵阳动物大观

古人说“良禽择木而栖”，如果没有特殊的地质地理环境，没有特殊的气候，哪来的“木”，又怎么“栖”？

贵阳地处亚热带，气候温暖、雨热同季，动物类型多样，自然景观复杂。之前谈到贵阳气候时，曾说贵阳是纬度、海拔及湿度极为有利于人类居住的地方。同样，贵阳大地优厚的条件为动物的生存繁衍提供了良好的栖息地。

贵阳共有脊椎动物 35 目、108 科、478 种，分别占贵州省脊椎动物 37



目、129科、1058种的94.59%、83.72%和45.18%。其中，兽类有8目、22科、105种，鸟类有18目、58科、259种，爬行类有2目、7科、30种，两栖类有2目、8科、16种，鱼类有5目、13科、68种。

兽类中的长吻鼯、贵州菊头蝠、复齿鼯鼠、黑腹绒鼠、大绒鼠、高山姬鼠6种为中国特有种。鸟类中的灰胸竹鸡、红腹锦鸡、宝兴歌鸲、黄腹山雀、蓝鹇5种为中国特有种。鱼类中的贵州拟鲈为贵阳特有种，宽头四须鲃为贵州特有种。无脊椎动物中，贵阳特有的陆生贝类有奇异阿勇螺、贵阳喇叭螺、水田坝贝喇叭螺、南江贝喇叭螺、修文贝喇叭螺、南江拟管螺、白脉真管螺和贵阳弯螺8种。贵阳特有昆虫极为丰富，有260种以上。野生动物中有不少是国家重点保护的种类。其中，国家一级重点保护野生动物有林麝和黑鹳2种，国家二级重点保护野生动物有39种。列为贵州省重点保护动物的蛙类有红点齿蟾、中华蟾蜍指名亚种等14种，贵州省重点保护动物的蛇类有平鳞钝头蛇、王锦蛇、黑眉锦蛇等16种。贵阳市珍贵稀有动物详见表3-2-3。

表 3-2-3 贵阳市珍贵稀有动物

序号	名称	主要特征	分布区域	保护级别
1	华南虎	虎体形大，头圆，耳短，四肢有力，尾较长，全身呈橙黄，并布满黑色横纹。常栖于山林、灌丛及野草丛生的地方。单独生活，无固定巢穴。以食草性动物为食，主要捕食野猪，是野猪的天敌	在贵阳市乌当区水田、百宜等地曾有华南虎活动的踪迹	国家一类保护动物
2	金钱豹	似虎，但比虎小。头圆，耳短，全身毛色橙黄色或黄色，其上布满黑色斑点和黑环。四肢矫健，尾较长。喜居森林或灌木丛中，有固定的巢穴，常筑于树丛或悬崖石洞中。跳跃力强，喜爬树，常伏在树上，猎取过路动物，以大型食草动物为食	乌当区水田、百宜等地分布	国家二类保护动物

续表

序号	名称	主要特征	分布区域	保护级别
3	云豹	身体大小似金钱豹,但颜色斑纹迥然不同,全身黄色或灰黄色,体侧从前肢到臀部有一些大型云块状黑色斑纹,故称为云豹。四肢较短,尾很长,可达体长之半,末端有数个黑环。常栖息于常绿林山区,善爬树,活动与睡眠多在树上,较少下地。夜间捕食,以鸟类、树栖小型哺乳动物及猴类为食	贵阳市鹿冲关、森林公园以及乌当区云雾山等地	国家二类保护动物
4	猕猴	体形较小,身体、尾和四肢细长。颜面和两耳呈肉色或潮红,臀骶明显,多红色,雌者更红。两颊有颊囊,可暂时贮藏食物。全体毛色为棕灰色或棕黄色。其栖息环境多样,或在林中,或在石山,特别喜欢在河岸的岩壁上。白天在树上或林间地上活动,夜间在树上过夜。群居,行动迅速、机警。杂食性,以野菜、野果、竹笋为食	乌当区朱昌的百花水库上游两岸林中及黔灵山中	国家二类保护动物
5	穿山甲	小型兽类,头额、枕颈、身背侧、尾的背腹面和四肢外侧都披以鳞甲,鳞甲自背脊中央如瓦状向两侧排列,鳞甲间杂有稀毛。腹面从下颌过胸腹直至尾基部无鳞。头圆锥状,吻尖,身细长,四肢短。常栖于山麓、丘陵的杂木林中潮湿处,尤喜于小石混杂的泥地,挖掘洞穴为巢,匿居洞中,洞口常用泥土堵塞。以白蚁、蚂蚁及蜜蜂的幼虫等为食,多于夜间外出觅食	贵阳市花溪区的小碧等地	国家二类保护动物
6	林麝	小型鹿类,毛深棕色,背部有土黄色斑点。雌、雄两性无角,耳长直立,眼大,吻端裸露。尾短,四肢细长。雄兽鼠有麝香腺,呈囊状,囊内分泌麝香,有浓郁的香味。以植物的枝、叶及果实为食	贵阳如云岩区小关、大关,南明区八公里,乌当区朱昌、羊昌,花溪区小碧、青岩等地	国家二类保护动物



续表

序号	名称	主要特征	分布区域	保护级别
7	鸳鸯	鸭科，嘴扁平而短，趾有蹼。雌雄鸟异色，雄鸟羽色华丽绚烂，背面褐色，腹面纯白。常栖息于溪流附近、水田边，平时成对生活。嗜水浴，常将颈延伸，两翼打水。夜间常在树林中活动，晨昏间多飞往水田或岸边觅食，杂食性。体形小巧，羽色鲜艳美丽，是名贵的观赏鸟类	贵阳为地方性留鸟，分布在乌当区水田、新堡等地	国家二类保护动物
8	白冠长尾雉	雄鸟头和颈均为白色，眼下有一个大型白斑，体色为金黄色，各羽具黑色边缘；胸、肋和两翅均具白斑；尾形特长，共有尾羽20条，中央两枚尾羽最长，呈银白色，具有许多弯形的黑色和栗色相间的横斑，边缘转为棕褐色。雌鸟尾较短，羽色亦远不及雄鸟鲜明	贵阳市乌当区罗里木	国家二类保护动物
9	大鲵	俗名娃娃鱼、孩儿鱼，是现存最大的两栖类动物，形体侧扁平，皮肤一般较光滑，头部宽而扁，背面有疣粒分布。口裂大，舌扁圆，粘连于口腔底，四肢极短而粗壮，前肢有四指，后肢有五指，无爪，尾短而侧扁。体棕褐色，背面有深色大黑斑，腹面色浅，指棕黄色	湖南、湖北、贵州、四川、广西北部、陕西及山西。贵阳也有分布	国家二类保护动物
10	苏门羚	体形中等大小，耳狭长而钝尖，尾短，吻端裸露，以一狭带连至上唇。两性均有角，角短而尖，基部粗而末端尖，后半端稍下弯。毛色为黑色而稍染灰棕色，仅头部的唇、耳内、口角及角部、喉部等为白色或浅黄色	贵阳市乌当区下坝等地	国家三类保护动物
11	青羊	又名斑羚。体形较小，四肢短，蹄狭窄；吻鼻端裸露面积较小，尾较苏门羚长，约11厘米。雌雄均有角，角短而直，向后上方斜向伸出。毛色灰棕色，有的深灰，有的则以棕褐色为主。额、颌、喉等部呈棕黑，耳及喉部有一白色大斑。晨昏出来取食，以植物的幼枝、地衣、苔藓等为食	贵阳市乌当区云雾山	国家三类保护动物

续表

序号	名称	主要特征	分布区域	保护级别
12	大灵猫	又名九节狸。头略尖，体瘦长，尾长于头躯之半。通体毛色浅灰棕色，且夹以黑色斑纹，由两肩中央沿背脊有一条黑色粗硬长毛构成的背总鬃，尾上有黑白相间的闭锁色环。四肢较短各具五趾端，爪具半伸缩性。雌雄体的会阴部均具芳香腺，能分泌奇异的香气。喜独栖生活，常栖息于荒野、灌木林及草丛中，亦常出没于村落附近，为地栖性兽类，以树洞、土穴为窝居住，昼伏夜出	贵阳郊区有分布	国家三类保护动物
13	小灵猫	形体与大灵猫相似，但个体较小，似家猫大。耳短而圆，多栖于山地林中，白天隐伏于土穴、石隙或茂密的灌丛中，夜间活动，常在山溪边，也常到村寨附近。善于攀缘，能上树，但以地面活动为主	贵阳郊区有分布	国家三类保护动物
14	红腹锦鸡	俗名金鸡、锦鸡。雄鸟头上具金黄色丝状羽冠盖于颈上，后颈围以橙棕色的扇状羽，形成披肩状，中央尾羽黑褐，布满桂黄色点斑。雌鸟头顶黑褐而杂以肉桂红色点斑，上体棕红以至棕褐色，尾淡棕褐色，腹部为纯淡棕色	贵阳留鸟，分布于云岩区小关、鹿冲关，白云区沙文等地	国家三类保护动物
15	白鹇	雄鸟头上的冠及下体全部为蓝黑色，上体与两翅白色，尾甚长，中央尾羽纯白色。雌鸟全身橄榄褐色。常栖于多林的山地，喜在竹林、草丛间活动，白天午间多隐匿，晨昏出来寻找食物。杂食，主要以昆虫等为食，也吃各种浆果、叶片及花瓣	贵阳留鸟，分布于贵州南部及西部地区	国家三类保护动物
16	白腹锦鸡	与红腹锦鸡最大区别为腹部和两肋均为白色，习性大致与红腹锦鸡相同	贵阳留鸟	国家三类保护动物

(二) 贵阳动物的观赏地

在贵阳，哪些地方又可以让我们与能飞会跑的动物邂逅呢？



1. 黔灵山公园

黔灵山公园不仅是贵阳市民主要的休闲游憩场所，也是观赏动物的天堂。黔灵山动物园始建于1958年，1959年建成开放。园内的第一批不足10个品种的动物，最早是从河滨公园搬迁过来。经过近20年的发展，到20世纪七八十年代，已形成拥有70多个品种、400多只动物的城市动物园，大熊猫、华南虎、金钱豹、非洲狮、金丝猴等珍稀动物都一度是动物园的“活招牌”。

黔灵山动物园内各种笼舍和饲养场依山顺谷修建，建有黑叶猴馆、熊猫标本陈列室、狮虎馆、熊池、鹿园等，笼舍面积3300平方米，展出40余种200多只（头）动物。其中，有珍稀动物白虎、东北虎、非洲狮、金钱豹、孔雀、鸵鸟、鹈鹕、大天鹅、羚牛等，有贵州特有的名贵动物黑叶猴、长尾雉、红腹锦鸡、白鹇等。园内外翠岭环抱，鸟语花香，虎啸猿啼，已成为广大游客及青少年观赏娱乐、科普宣传、进行生态保护的重要场所。

除了笼舍中的动物，公园各处鸟类繁多。鸟类大部分为树栖鸟及少量涉水鸟，分布在山谷、黔灵湖及其上游的湿地。“四围竹林甚茂，松杉滴翠，桂子飘香。”“树出石隙，浓荫障天，人行其间，巾履皆碧，清风忽来，幽籁徐起，山鸟上下，引吭作百种声。”

黔灵山公园是贵阳市内一个典型的“城市岛屿”，弘福寺周围则有猕猴群活动。黔灵山公园猕猴种群是已被隔离了60年的，由1958年从贵阳市防疫站和贵阳医学院逃逸到黔灵山公园内的6至8只猕猴形成的小种群发展而来。1985年，猕猴种群数量为30只，20世纪80年代末开始进行人工投喂猴群食物。在此之后，黔灵山公园猕猴种群数量快速增长。2017年的野外调查结果显示，黔灵山公园猕猴种群数量达1123只。近60年来，黔灵山公园没有从其他地区再引进猕猴，这里的猕猴种群完全和其他地区种群隔离开。

2. 贵阳森林野生动物园

贵阳森林野生动物园位于修文县扎佐镇贵州省扎佐林场，占地面积约

3.33 平方千米，总投资约 1.6 亿元，距贵阳仅 35 千米。贵阳森林野生动物园是贵阳市森林生态旅游开发重点项目，园内饲养 200 多种 5000 多头（只）野生动物。园区分珍稀动物园、动物表演场、大型动物散放区、鸟类园区、科普馆、儿童动物园及大型游乐场等游览区，是为公众提供游览观光、休憩娱乐的综合性森林野生动物园。园区内森林茂密，地形起伏有致，有小石林、溶洞等自然景观，且交通便捷，气候宜人，是大自然赐予的天然氧吧，市区旅游的最佳去处。园区内地形多样，有缓坡、山坳、宽谷、山峰、石林、溶洞等多种喀斯特地貌。各游览区均根据园区自然环境地貌和动物习性实施建设，通过丰富多样的自然环境，全面展现动物的兽性、野性和灵性，并且可与部分食草动物近距离接触。游客游览于憨态可掬的大熊猫、漂亮高贵的黔金丝猴、长颈鹿、斑马等 200 多种 5000 多头（只）动物之间，可真正感受到人与动物和谐相处的快乐！



第四章

黔地宝藏

“夜郎无闲石，黔中多宝藏。”贵阳大地在经历6次山海演变的过程中，留下了太多的地质印记，如古生物、地形地貌、断层、褶皱，而矿产资源则是老天赐给贵阳人的重礼。

矿产资源的形成与海陆变迁有极大的关系，如磷矿是第二次由陆转海时形成的，现在发现的磷矿与“黔中古陆”有极大的关系；而铝土矿、煤矿则是在海陆转换时期陆地河湖及沼泽环境中形成的。

矿产一直造福着大众，那么什么是矿呢？矿是指可从岩石中提取有用组分或其本身具有某种可被利用的性能的矿物集合体。矿是相对的。随着人类对新矿物原料需求的不断增长和工艺技术条件的不断改进，目前无用的岩石也许以后会变成有用的矿石。确定矿与非矿的主要因素是矿石品位、经济效益等，比如贵阳常见的石灰岩，就是一种常见的矿。老百姓用石灰岩铺路建房时，就没有把它当矿；但当其作为水泥、建筑骨料，用于提取钙粉等时，就体现了它是矿的另一面。

说到矿产，00后的人体验就没那么深刻，而80年代前的人，对围炉烤火必然有深刻的记忆，最了解的矿产就是煤矿。矿产产地造就了较多的繁华，贵阳有较多地名以矿产命名，如贵阳大理石路、煤矿村（师大附近）、贵州铝厂。由此可见，矿对于整个贵阳的生产生活有极大的影响。

矿，之所以被发现与利用，是近百年来数代地质工作者不懈努力的结果。

在贵阳大地上发现的 504 铀矿、开阳磷矿、黔中铝土矿等世界知名的大型矿产，为中华人民共和国的发展与腾飞立下了汗马功劳。所以，我们有必要了解他们是一群什么样的人，了解他们的故事，了解他们的工作生活（见本书附录一）。

贵阳矿业从明朝隆庆三年（1569 年）贵阳府设立算起，已有 400 多年的历史。1918 年，美国美孚石油公司的数名煤油技师在贵阳调查（工作程序最低的勘查）油苗。次年，地质学家翁文灏所著的《中国矿产志略》，有关于贵阳煤矿的很多记载。

随后，地质学家乐森璿、黄汲清、罗绳武、丁文江、王曰伦、曾世英、朱庭枯、谢家荣、李四光、燕树檀、周德忠、蒋溶、张祖还、曾庆明、丁继光、宋祖芳、刘公域等人，先后对贵阳的煤、油苗、油页岩、石灰岩、黏土、砂岩、白云岩、黄铁矿、芒硝、方解石、铝土矿、铁矿、地下水及观赏石等 17 种矿 20 处地区进行调查，调查面积约 178 平方千米，编写了 22 份勘查报告。

贵阳市地质发展历史复杂，具有形成多种矿产的可能性。清末至民国年间，正式开采的矿产虽仅煤矿、陶土、石英砂等三四种，但已经发现并进行化验过的却有铝土矿、煤矿、陶土、耐火土、石灰石、白云石等十多种。中华人民共和国成立后，由于工农业生产和人民生活的需要，在党和人民政府的领导下，贵阳市矿产大量地被发现和开采利用。根据地质部门的调查研究，全市有产地和质量评价的矿产已有铝土矿、铁矿、煤矿、硫铁矿、水晶、石英砂岩、石灰岩、白云岩、重晶石、石膏、铅锌矿等 20 余种。贵阳附近的铝土矿、煤矿及石灰岩、白云岩、砂岩、硫铁矿等，是省内重要的矿产基地，地位尤其重要。其中，开阳的 504 铀矿、开阳磷矿，修文及清镇一带的铝土矿对贵州甚至全国的发展，都起到了不可替代的作用。此外，贵阳的煤矿也曾为不少家庭取暖做饭做了资源支撑。



第一节 铀矿

1964年10月16日，我国自行制造的第一颗原子弹在西部地区爆炸成功，这是国家国防和科学技术方面取得的一次重大突破。正如毛泽东同志所说的那样：“我们不但要有更多的飞机和大炮，而且还要有原子弹。在今天的世界上，我们要不受人家欺负，就不能没有这个东西。”而原子弹能成功爆炸，除了一大批技术人员的努力外，资源保障是原子弹爆炸的物质基础，而支撑中华人民共和国第一颗原子弹爆炸的基础材料部分的铀矿就来自贵阳开阳。

近代中国积弱积贫，由于没有强大的国防，成了任人宰割的羔羊；要使新中国不受人欺负，就要有尖端武器。可是，我们要生产原子弹，对其主要材料铀矿就不得不先行勘查。

铀的原子序数为92，其元素符号是U。在自然界中存在三种同位素，均带有放射性，拥有非常长的半衰期（数亿年至数十亿年）。原子弹是利用铀的重原子核裂变反应，瞬时释放出巨大能量来形成杀伤力。当然，除了原子弹，人类也利用这个原理建造了核电站，利用其裂变能量进行发电，造福人类。

1955年11月，中南三〇九队一分队派出贵州小队入黔进行地形侦察，揭开了贵州铀矿地质勘查工作的序幕。

1955年底，贵州小队在开阳县进行调查时，发现伽马度数增高，并有明显的黑色围岩蚀变。经过将近一年的调查，发现该区域有铀异常。由于当时原子弹的所有工作均为绝密，所以铀异常点编号504，后来就称为“504矿”（图4-1-1）。



图 4-1-1 1959 年贵州省有色局七总队在 504 探矿现场照片
(贵州省地质博物馆提供)

经过近 4 年的勘查，贵州小队发现了西南地区的第一个大型铀矿床，这也是我国早期发现并提交开采的大型铀矿床之一。

1956 年，由最先发现“504 矿”的 209 队进行普查与勘探，1958 年 10 月结束勘探，1959 年 9 月起又与贵州地质局黔中队共同进行补勘，1960 年 5 月完成并提交贵州第一份可供开采设计的详细储量报告，经审查批准的储量达中型矿床规模。



第二节 铝土矿

铝，为银白色轻金属，有延展性。铝元素在地壳中的含量仅次于氧和硅，居第三位，是地壳中含量丰富的金属元素之一。铝及其合金被广泛应用于飞机、汽车、火车和船舶等交通工具的制造中，如铝合金用于制造汽车的缸体、缸盖、车身面板、车门蒙皮、散热系统、电池壳等部件，以及火车、船舶的结构部件。

铝是航空航天领域的重要材料，用于制造飞机和宇宙飞船的结构部件，如一架超音速飞机大约由 70% 的铝及其铝合金构成。

铝土矿是提炼金属铝的重要原材料。1941 年，贵州矿产探测团蒋溶、罗绳武在勘查铁、煤时，于贵阳云雾山、王比和修文九架炉（或称王官，即现小山坝一带）发现了铝土矿。同年 10 月，经乐森璋与蒋溶前往产地进行实地勘查，其被确认为“质之佳，储量之巨”，颇具工业价值的铝土矿产地。随后，乐森璋与蒋溶编写了《贵州贵筑修文两县铝矿》（图 4-2-1）。该份资料是贵州第一份铝土矿储量资料，哄传全国，引起海内外各方关注。勘查者也相继纷沓而来，先后有彭琪瑞、边兆祥、温饮荣、王檀、陈庆宣、谢家荣、杨开庆、颜轸会等人不下 10 次对本区铝土矿的踏勘。通过前后多次重要的地质勘查，贵州铝土矿的价值及资源潜力得到了全面肯定。总的来说，1949 年以前，贵州省铝土矿的地质工作多属一般性的踏勘和地质调查研究性质。



图 4-2-1 《贵州贵筑修文两县铝矿》（贵州省地质博物馆提供）

1949 年之后，贵州铝土矿地质调查及勘查工作进入快速发展阶段。1950 年至 1956 年，西南工业部何塘等人曾会同贵州省人民政府工商厅罗绳武、徐采栋等人，以及冶金部和地质部的地质队伍、西南地质局 534 队、贵州省工业厅地勘处等，先后对黔中清镇、修文、云雾山及林歹、燕垅、小山坝等地铝土矿展开地质调查。20 世纪 50 年代中后期，随着国家加大铝土矿勘查投入，贵州省地质局修文队、清镇队等先后发现了修文干坝、长冲、大豆厂、乌栗、朱官、上碛，清镇林歹、燕垅、长冲河、麦坝、黄泥田、杨家庄、老黑山，以及织金马桑林等铝土矿重要产区。

1959 年，贵州地质局黔中队通过调查研究、预测，并于 1961 年钻探施工发现了清镇猫场大型隐伏铝土矿床。同时，贵州冶金地质五队也发现并勘查了清镇麦格、贵阳斗篷山等重要铝土矿区，从而使黔中地区成为贵州铝工业发展的中心。20 世纪五六十年代，参与黔中地区铝土矿的普查找矿与勘探工作的主要地勘单位有贵州省地质局修文队、清镇队、黔中队、105 地质大队、115 地质大队、第三总队及贵州冶金三总队、五总队、建材 303 地质队；20 世纪 80 年代，有色地质一总队、二总队的加入，完成了清镇、修文等一些铝土矿区



的勘查评价工作；还有贵州地矿 102、104 地质大队及贵州有色六总队、有色物化探队等，于 2011—2013 年开展了瓮安—龙里地区铝土矿整装勘查工作。综上所述，黔中地区铝土矿各主要矿区均进行了普查、详查及部分矿区的勘探工作，先后提交了数十份重要勘查地质成果报告。

第三节 磷矿

磷矿是指在经济上能被利用的磷酸盐类矿物的总称，是一种重要的化工矿物原料。它可以用来制取磷肥，也可以用来制造黄磷、磷酸、磷化物及其他磷酸盐类，以用于医药、食品、火柴、染料、制糖、陶瓷、国防等工业部门。磷矿在工业上的应用已有 100 多年的历史。

磷是生物细胞质的重要组成元素，也是植物生长必不可少的一种元素。世界上 84%~90% 的磷矿用于生产各种磷肥，3.3% 的磷矿用于生产饲料添加剂，4% 的磷矿用于生产洗涤剂，其余则用于化工、轻工、国防等工业。

1953 年，地质学家罗绳武率先发现贵州（遵义松林）磷矿后，预测认为“开阳境内寒武纪地层分布特广，在洋水隆起地区已有震旦纪地层出露，在洋水一带寒武纪地层与震旦纪地层接触线上，可望寻得磷矿”。为此，省工业厅地勘处根据罗绳武对含磷地层及构造的分析预测，于 1955 年 5 月特派赵应祺、曹金弟等人组成踏勘组，前往开阳洋水一带进行找矿勘查。通过 20 余天对该区的地质草测、地层与矿层的追索研究和采样化验等，他们最先发现了该区产于早寒武世梅树村期磷矿（习称“上磷矿”）的存在，“发现磷矿层分布于洋水背斜的两翼，采样化验结果五氧化二磷（ P_2O_5 ）含量甚高，矿层延长约 20 公里”，并于 1955 年 11 月编写了《开阳磷矿踏勘简报》。

在此之后，省工业厅地勘处紧接着于 1955 年 11 月，派出冯济舟等人前往进一步勘查，进而在用沙坝一带（首先在用沙坝北西马老壳、龙洞湾）发现



了该区最重要的产于早震旦世陡山沱期磷矿（习称“下磷矿”）的存在（为勘探与开发的主矿层）。继后，自 1956 年始，省工业厅地勘处第五勘探队进一步对全区开展普查评价，除进行地质测量与系统槽、井揭露外，还最早进行了钻探（完成 3 个钻孔），于 1956 年 10 月及 1957 年 3 月，分别编写提交了《开阳洋水磷矿区地质普查报告》《开阳洋水磷矿石笋沟矿区 56 年地质工作总结》，“计算上磷矿层及下磷矿层地质储量总和为 9580 余万吨”。

自 1957 年起，先后以张麟、夏士钧、曾维柱等为技术负责人的贵州地质局开阳队，对开阳磷矿进行了初步勘探与详细物探，于 1959 年 6 月完成勘探并编写提交了《开阳磷矿洋水矿区详细勘探报告》。为了满足开阳磷矿建设的需要，自 1964 年始，贵州地质局第三综合地质大队（现 105 队）、102 队及贵州化工地质队等单位，不断对开阳磷矿的有关矿段进行补充勘探，有针对性地进一步开展详细的地质测量（修测或补测）与水文地质补充工作，并进一步进行工程（钻探、探槽等）的加密控制与各种采样测试等，使主要矿段不仅满足生产设计之需，并使全区储量有进一步增长。

贵州化工地质队也于 1974 年 2 月至 1975 年 8 月完成并编写提交了《开阳磷矿沙坝土矿段大坪露天矿勘探报告》，批准探明储量 487 万吨。为了进一步满足开阳磷矿生产发展的需要，自 1965 年起，以刘鹏飞、杨昭亮等为技术负责人的贵州化工地质队，进一步完成了马路坪、极乐（北段）、沙坝土等矿段的补充勘探。

通过贵州地质局第三综合地质队、102 队与贵州化工地质队对各主要矿段的进一步勘探，使全区储量在开阳队 1959 年探明储量 2.62 亿吨的基础上新增了 1.61 亿吨，并在补勘中提升了较多可供开采设计的工业储量。

开阳磷矿自 1955 年发现后就不断进行开采，1958 年正式建立贵州开阳磷矿（现称开阳矿务局）。以地勘部门发现与探明的丰富储量为依托，早于 1966 年就在马路坪矿段建成了年设计能力 150 万吨的大型生产矿山。30 多年来，开阳磷矿不仅成为贵州最大的磷矿生产地，也成为全国最重要的磷矿供应

基地。20 世纪 80 年代前，年矿石产量占全省总产量的 80% 以上。在全省地县及乡镇磷矿蓬勃兴起之后，1979—1992 年，年矿石产量亦占全省同期总产量的 40% 以上。历年生产的矿石，几乎全部提供国内 20 多个省（市、区）使用，为我国尤其是北方缺磷地区作出了积极贡献。开阳磷矿的发现与大量储量的探明，不仅使矿山地区和国家获得了显著的经济效益，也获得了良好的社会效益。

至 2017 年，开阳累计探明的磷矿资源储藏总量达 19 亿吨，其中五氧化二磷（ P_2O_5 ）含量高于 32% 的优质富矿储量占全国 80% 以上。



第四节 煤矿

煤是最主要的固体燃料，是可燃性有机岩的一种。在贵阳，当地老一代人称之为“乌金”，足见其在老百姓心中的地位。

煤是由一定地质年代生长的繁茂植物，在适宜的地质环境中，逐渐堆积，并埋藏在水底或泥沙中，经过漫长地质年代的天然煤化作用而形成。在贵阳，主要成煤地质时期为二叠纪。煤的含碳量一般为 46%~97%，呈褐色至黑色，具有暗淡至金属光泽。根据煤化程度的不同，煤可分为泥炭、褐煤、烟煤和无烟煤四类。

煤是贵州最具资源优势和经济价值的重要矿产，分布广泛，储量丰富；早在 20 世纪 40 年代就被列为贵州的“四大矿产”之一，勘查工作从 20 世纪初开始至今持续不断；是全省开展工作最多、研究程度较高的矿种之一。贵州煤矿已探明的储量仅次于山西、内蒙古、陕西、新疆，名列全国第五，多于江南九省区（川、滇、湘、鄂、桂、粤、琼、苏、浙）储量总和；开采规模较大，是我国尤其是南方地区煤炭生产的重要基地。

从 1950 年起，先后有西南地质调查所、贵州省工业厅地勘处等单位或个人开展了贵阳附近及施秉翁哨等地煤矿的研查勘探，编著了《贵阳小车河煤矿地质》（乐森璋 1950 年 2 月）及《西南地质调查所贵阳林东煤田制探队工作总结》（周德忠、陈建宏 1951 年 8 月）等资料。特别是贵州省工业厅地勘处第二勘探队通过较详细的工作，于 1956 年 4 月提交了省内第一份煤田勘探报

告——《贵阳林东煤田翁井矿区地质勘探报告书》。截至 1955 年底，全省探明而编入矿产储量表的煤产地有 4 处，探明储量 3565 万吨。

随着“西电东送”工程实施，实现煤电就地转化，贵州建设了一批坑口火电厂。为满足煤电需求，国家、地方、企业对坑口火电厂附近的区域开始了大规模的勘查，贵州省地矿局 115 地质队、黄金公司、117 地质队等勘查单位分别对花溪区长冲煤矿、惠水县杨家山煤矿、朱昌镇反岭山煤矿、金华镇蒿芝挖煤冲煤矿、友联煤矿、花溪燕楼高发煤矿等开展了煤炭地质工作，为矿井开采提供地质资料。

贵阳煤田位于贵州省中部，西接毕遵煤田和织纳煤田，东南以瓮安永和—福泉—贵定—龙里—花溪一线为界，北接思南煤田，面积 8914.75 平方千米。煤田内共划分为 17 个矿区，包含 88 处“井田”。按矿区资源规模划分，中型矿区 1 处，小型矿区 16 处；按井田查明资源储量规模划分，中型矿区 3 处，小型矿区 85 处。

煤田含煤地层为二叠系吴家坪组，厚 100~635 米，由西北至东南厚度逐渐增大。岩性为灰至深灰色燧石灰岩、灰岩夹泥岩、砂质泥岩和粉砂岩，偶夹硅质灰岩和硅质岩。

吴家坪组含煤 1~18 层，一般 1~13 层，含煤总厚 0.3~10.1 米。由西北向东南含煤性逐渐变差，上部含煤性较差，中下部含煤性较好。西部的息烽、谷堡、扎佐、西苗、燕子岩等矿区含煤层较多，一般为 8~12 层；东部的白沙、龙岗、穿洞、洗马、牛场等矿区含煤 1~4 层。其中，可采煤层一般 1~3 层，可采总厚 0.3~5.8 米，大部分井田仅含 1 层，可采煤层主要产于中下部。



第五节 重要工业岩石

非金属矿是贵阳的主要优势矿产和主要开发矿产之一，共发现 43 种、134 处矿产地。1949 年前，贵阳仅勘查发现 11 处非金属矿，主要为水泥用石灰岩、建筑用石灰岩、水泥配料用黏土、水泥配料用砂岩、重晶石、建筑用白云岩、建筑用白云砂、黄铁矿、芒硝、方解石、观赏石等 11 种非金属矿。

1950—1995 年，有 20 个勘查单位对 123 处产地分别进行了调查、普查、勘探，勘查面积约 373.25 平方千米。经勘查，其中，探明储量的有 20 种，即水泥用石灰岩、饰面用石灰岩、熔剂用石灰岩、制灰用石灰岩、砖瓦用黏土、水泥配料用黏土、耐火黏土、玻璃用砂岩、冶金用砂岩、水泥配料用砂岩、铸型用砂岩、砖瓦用砂岩、化肥用砂岩、硫铁矿、冶金用白云岩、化肥用白云岩、炼镁用白云岩、压电水晶、熔炼水晶和水泥配料用页岩。

在这些非金属矿产品的岩石中，最常见也最重要的就是之前我们一直说的形成喀斯特地貌的灰岩及白云岩。这是贵州最为重要的工业岩石，为贵州的建设起到了不可替代的作用。

一、石灰岩

石灰岩矿是贵阳的优势矿产，是贵阳七大矿产之一。石灰岩矿是以方解石（ CaCO_3 ）为主要组成成分的块状碳酸盐岩石，是一种用途很广的非金属矿产资源。在冶金领域，主要是做冶炼各种金属的熔剂；在化学工业领域，是生产

电石制造乙炔的原料；在建材工业领域，主要是用于生产水泥和石灰。此外，还广泛用于制碱、陶瓷、玻璃、制糖、印刷等行业。

在贵阳，石灰岩主要用作生产水泥、石灰、混凝土骨料和冶金熔剂；其次作生产饰面大理石板材和工艺美术品之用；有观赏价值的，还作为自然观赏石。石灰岩是贵阳潜在资源量极大的非金属矿产。从 20 世纪 40 年代至 1995 年，贵阳地区已勘查、发现和开发了水泥用、饰面用、熔剂用、制灰用、建筑用和电石用石灰岩 6 种，其中前 4 种有探明储量。石灰岩在贵阳的主要产出层位有石炭系摆佐组、黄龙组、马平组，二叠系栖霞组、茅口组，三叠系大冶组、新苑组、青岩组、花溪组、垄头组等。石灰岩总厚度 1500 米以上。其中，以三叠系大冶组石灰岩分布最广，厚度最大，开采利用最多。根据贵阳石灰岩出露面积和累计厚度估计，其远景资源量在 2000 亿吨以上。石灰岩的质量普遍可达水泥原料和冶金辅助原料的工业指标要求，部分可作化工原料和玻璃配料等。

提到石灰岩，就得说说贵阳的饰面大理石。贵阳饰面用大理石岩的勘查起于 1970 年，到 1995 年底，共有 4 个勘查单位对 8 处产地进行勘查，勘查面积 1.43 平方千米。经勘查，提交勘查报告 6 件，探明小型矿床 3 处。它们均由中三叠世时的海洋沉积而成。矿石为优良级的“纹脂奶油大理石”，探明储量 52600 立方米，在贵州各地州市中名列第三，估算储量 6666 万吨。贵阳城区内的已知饰面用石灰岩矿，主要有中型的麦达、小型的南岳山和黎家山等 3 个矿床（现因城市建设，这几处矿山均已关停）。它们属中三叠世沉积饰面用石灰岩矿床，位于贵阳向斜两侧，矿体产于中三叠统垄头组藻石灰，加工磨光后具有灰、灰白和肉红色，色泽艳丽，花纹美观。

二、白云岩

白云岩矿是贵阳的现实和潜在优势矿产。藏量丰富，勘查较少；开发较多，品种较少。白云岩矿是以白云石为主要组成成分的块状碳酸盐岩石，是一



种用途广泛的非金属矿产资源。

从 20 世纪 40 年代至 1995 年，贵阳地区已发现、勘查和开发了冶金用、化肥用、炼镁用、建筑用白云岩，以及建筑用白云砂等 5 种，其中前 3 种有探明储量。白云岩产出层位主要有寒武系娄山关组，奥陶系的桐梓组，泥盆系高坡场组，三叠系安顺组、花溪组、垄头组，白云岩总厚度在 1000 余米，资源潜力巨大。

附录一

鲜为人知的地质工作者

地质学（Geology）是研究地球的物质组成、内部构造、外部特征、各层圈之间的相互作用和演变历史的知识体系，主要研究对象为地球的固体硬壳——地壳或岩石圈。作为研究地球及其演变的一门自然科学，地质学与数学、物理、化学、生物并列为自然科学五大基础学科。

很多地质学家，用终其一生追求的成果告诉世人：地质是一门深邃的自然科学。正是无数地质工作者的不懈努力，才有了我们身边的住房、汽车、石油、芯片、生活中的锅碗瓢盆……可以说，没有地质人的成果，人们的生活寸步难行。

山海沧桑的演变，成就了一些元素的富集，如磷、金、银、铜、铁等。人类在发展过程中，充分利用了地球的馈赠。地质工作是国民经济建设中一项极其重要的基础工作，可谓“一马挡路，万马不能前行”。在贵州，90%以上的能源和80%以上的工业原料都取自矿产资源。而矿产资源的勘查，需要依靠现代地质科学和地矿工作者的辛勤劳动。每一项地质成果都凝聚着他们的汗水和智慧，每一座工厂、矿山铁路、城市的崛起都饱含地质工作者的奉献。

相对于地球46亿年的历史，我们人类五千年的文明不过是弹指间的一瞬；而地质工作的研究，也就百余年的历史，显得更为短暂。在贵州这块大地上，从20世纪初起，地质工作者才开始进行真正意义上的地质研究工作。



“是那山谷的风，吹动了我们的红旗；是那狂暴的雨，洗刷了我们的帐篷。我们有火焰般的热情，战胜了一切疲劳和寒冷。背起了我们的行装，攀上了层层的山峰，我们满怀无限的希望，为祖国寻找出富饶的矿藏……”每当这首歌响起，地质人都会觉得精神百倍。

对于地质工作，很多人都不知道这个行业。这是一个十分艰苦的行业。从事这个行业，首先得有强壮的身体跋山涉水，其次要有吃苦耐劳的精神，再次还要有一颗耐得住寂寞的心。地质工作多是在荒山野岭，地质人一进山工作就是几个月、几年，与外界几乎隔绝，住老乡的牛棚、住草丛石缝那是常有的事，有时因山里缺水，长时间没水洗衣洗澡更是常事。记得有这么一首打油诗：“有女莫嫁地质郎，一年四季守空房，有遭一日回家转，带回一堆破衣裳。”

地质人的辛酸只有这个行业的人知道。今天，我们能将贵阳大地的山海变迁说得清道得明，同时贵阳有那么多的矿产被开发利用，这一切都是因为有一群地质前辈为我们开路。近百年来，数代地质人经过不懈地努力，发现了开阳磷矿、黔中铝土矿等世界知名的大型矿产。这些为贵阳作出巨大贡献的地质学家中，有生于贵州的“贵州地质三杰”，也有中国最早进行地质工作的丁文江先生、李四光先生，以及知名地质学家涂光炽院士、欧阳自远院士、徐采栋院士等。他们的精神值得我们学习。由于对贵州地质工作有贡献的地质学家太多太多，本书只选择了几个较为典型的地质学家的故事分享给大家，了解地质工作者生活、工作中不为人知的一面。

怀揣“三光荣”精神（以献身地质事业为荣，以找矿立功为荣，以艰苦奋斗为荣），数代地质工作者经过不懈努力，在贵阳大地上发现了多处世界级的大矿，为贵州经济的发展及国防事业作了极大的资源支撑及贡献。一代代的地质工作者跋山涉水，默默无闻，为祖国的繁荣奉献了一生。

一、最早进入贵州进行地质研究的地质学家——丁文江

丁文江（1887—1936），字在君，江苏泰兴人，著名地质学家、政论家、教育家。其短暂一生徜徉于科学、实业和政治之间，并皆有所成，有“中国现代地质学之父”“二十世纪徐霞客”等美誉。1911年至1929年间，他三入贵州考察地质学、人类学，对西南区域经济发展有颇多精到见解。蔡元培说：“精于科学而又长于办事，如在君



先生，实为我国现在稀有的人物。”德国地质学家葛利普称：“丁君之为人，非特具有过人之能力，且有远大之眼光，弘毅之魄力与勇气，识见所及，均能力行之而成事实！”英国科学家罗素说：“丁文江是我见过的最有才干的中国人。”

1911年，丁文江获得格拉斯哥大学地质学和动物学双学位。9年留洋生涯结束，丁文江本可乘船直抵上海，早日归家团聚，却选择于越南北部港口海防登岸，转乘汽车、火车进入祖国西南，沿途用指南针步测草图，用气压表测高度，初步了解西南地理地质情况。

1911年6月初，丁文江首次进入贵州。其日记称：“每天所看见的，不是光秃的石头山，没有水，没有土，没有树，没有人家，就是很深的峡谷，两岸一上一下都是几百尺到三千尺。只有峡谷的支谷里面，或是石头的落水塘附近，偶然有几处村落。所谓城市都在这种浅而宽的峡谷里面，例如贵阳；或是比较大的古落水塘中间，例如安顺。从云贵交界的亦资孔驿起，到沅江上游航路终点的镇远止，一千里路，经过郎岱、镇宁、安顺、安平、清镇、贵阳、龙里、贵定、清平、施秉、黄平、镇远十二个州县，人口过一万以上的只有贵阳、安顺两县……沿途的镇市村落，没有过一百户的。统计路线所经过的一千里路，自西到东，穿过全省，路边上的居民，一共不到十六万人，若是除去贵阳、安顺两个大城市，其余的不过四万多人……而且因为‘地无三里平’的缘



故，通省没有车轮子的影子。”

抵黄果树之日，恰逢赶集。“当时就有许多奇装异服的女人引起我的注意。第一种是穿百褶长裙子的，头上戴一顶凉帽，上身穿一件大袖子的短袄，束在裙子里面，但是也用纽扣扣着。衣料是一种蓝底白花的棉布，脚下都赤着脚穿草鞋。饭店的人告诉我这是仲家子。我看她们衣服虽然多半是旧的，但是洗得很干净，皮肤也生得很白，身材在一百五十二三公分左右，行动很活泼，很给我一种好的印象。第二种是穿长袍袄子的……这是所谓青苗。第三种人的装束格式与第二种大致相同。身材皮肤也差不多，但是浑身上下，穿着的都是红白二色相间的花布，连裹腿都是如此。这是所谓花苗。他们买卖交易，都用汉语，对自己人则仍各说各的土话……这第一次与西南土著民的接触，很引起了我对于人种学的兴趣。”

在黄果树，丁文江还发现一个有趣的现象：“每人左边腰间都插着一个一尺多长的木壳子。我起初以为这一定是野蛮人带的刀，但是又没有刀把子。向他们拿出来一看，原来都是称银子的小天秤。我很奇怪在‘人无三两银’的地方，何以人人都要带着这件东西。等了一会儿，看见他们拿出来用，所称的原来不是银子，是铜的制钱！在贵州西部一带，用制钱都不用数而论几斤几两，跟用银子一样。”

对此，丁文江深为感慨：贵州“人无三两银”是有目共睹的事实，在这一点上贵州连云南都比不上。云南有盐井，有铜矿和锡矿，而贵州则几乎一无所有。

通过旅行和考察，丁文江发现了当时通行的中国地图忽视滇黔驿道 200 年前已改道的错误：“一条贯穿两省的驿道，在图上错误了两百多年，没有人发现，足见我们这两百多年地理学的退步。”20 年后，他参考游学中积累的制图测量资料和思路，编辑了完备翔实、具有划时代意义的首本现代中国地图册。这本《中国分省新图》，后曾作为 20 世纪 50 年代中印边界谈判时的依据。

丁文江怀有浓烈的西南情结，从1911年游历西南，到1914年赴西南调查矿产，再到1929年至1930年率队在云贵川开展大规模、长时间的地质调查，一直萦系着西南地区的发展进步。除做地质调查外，他还对西南民族文化进行调查研究。一是体质人类学调查，以对彝族人体测量为主；二是文化人类学调查，以对少数民族服饰、语言和文字的研究为主，代表成果为《彝文丛刻》。北京大学历史系教授欧阳哲生认为，中国的彝文研究自丁文江始。

丁文江对西南特别是贵州最大贡献之一，在于他找到其发展症结所在：交通不便。他曾明确指出，“川广铁道”是开发大西南、解决发展瓶颈的唯一办法。1913年开始规划的钦渝铁路，原计划由四川经云南到广州，并不计划通过贵州，但丁文江于1929年8月3日在致胡适的信中说：“调查的结果，我认为这条路不应该过云南——唯一的路是在贵州。”丁文江分析，贵州海拔比云南平均低一半，经过贵州，铁路只要上一半的高山，而且贵州大定、黔西煤田很有价值。“假使铁路一通，这些煤田都可以变成西南的富源。”他准备“把西南的交通和经济做一个具体的方案，纵然一时不能实行，将来总有用处——后人来了，一切计划终不能出我这方案之外”。1913年，丁文江和助手联名发表《川广铁道路线初勘报告》，对“川广铁路”的地形资料、建议路线、费用估算和经济效益等都做了充分论证，认为铁路的建成将对西南各省经济的发展产生巨大影响。丁文江辞世23年后的1959年，贵州第一条真正意义上的铁路——黔桂铁路建成通车。2014年12月，贵广高铁正式开通运营，在丁文江最初规划的基础上实现了贵州南下出海交通质的飞跃。

二、李四光与贵州的不解之缘

李四光（1889—1971），湖北黄冈人。1904年被官派留学日本，1910年毕业于大阪高等工业学校，1931年获英国伯明翰大学博士学位，1955年当选为中国科学院学部委员（院士）。他是中国地质事业的奠基人和主要领导者。



抗日战争时期，他率中央地质研究所先后迁徙到桂林、贵阳、重庆等地，始终致力于中国的地质、地貌和地质理论的研究工作。1944年初，李四光率领中央地质研究所迁往贵阳，在贵阳工作了近4年。李四光的著名论文《贵州高原冰



川之遗迹》，不仅推翻了“中国无冰川”的论断，还对我国寻找地下水资源、砂金矿藏及选定重点工程项目场址等都起到了重要作用。

（一）李四光命名茅台砾岩

一位贵州学者说过这样一句话：“天下太平，贵州似乎不足为道，而在多事之秋，它的地位便被抬升起来。”抗战时期就是这样一个“多事之秋”。由于华北、华东、华中、华南的相继失守，整个中国就剩下西南、西北两个边远的地区。位于西南的贵州，从一个偏僻的山区一跃成为民族复兴的重要根据地。也是这样一个“多事之秋”，竟无意间破译了黔北大山深处茅台酒神秘千年的密码，而破译的人正是地质学家李四光。

那时，各路知识精英荟萃黔地，在云贵高原碰撞出了耀眼的火花，形成了令人惊异且影响深远的贵州文化现象。当时，中央地质调查所也西迁到了贵州。地质学家李四光对贵州进行实地考察后，认为贵州的地质地貌与世界石油产地中东的构造差不多，具有生油条件。因此，他迫切想在贵州找到石油，对这块宝地很感兴趣，但对茅台酒并不关注。

一次，浙江大学教授、著名画家丰子恺拿出一瓶珍藏多年的茅台酒宴请李四光等几位好友。李四光端起酒杯抿了一口茅台酒，顿时一股清流浸透心田。这位风华正茂的地质学家就像发现新的地质构造一样惊奇，思路一下子转移到

了茅台酒上来，详细问及这酒的情况。正巧在场的几位好友都是浙江大学史地研究方面的教授，来到贵州后，对黔北的物产资源及酒文化很感兴趣，特别是对茅台酒还做了大量调查研究，因此向他介绍了茅台酒的特征和酿造的神秘之处。李四光听得十分认真，开始对茅台酒产生了浓厚的兴趣。

之后不久，李四光带着好奇从遵义步行来到茅台镇。一到茅台镇，他发现大街小巷飘来阵阵酒香，两岸高山夹峙，峭壁陡立，河中载盐的木船云集，河水缓缓而行。考察中，他便发现这里的土壤呈独特的绛红色，更让他惊讶的是发现一种特殊的岩层，一种由无数的鹅卵石均匀地胶结在一起构成的坚硬岩石。他用锤子敲，借来铁锤砸，可都无济于事。最后，他只能像蚂蚁啃骨头一样一点点刨开土壤，历尽艰辛，终于采集到为数不多的标本。

李四光兴奋地带回标本，立即着手化验分析，最终通过研究证实这种岩层不仅有空隙，能透气，还可以过滤出无毒无菌的沙滤水。他发现，这样独特的岩层给茅台酒的酿造提供了特殊的水源，也就破译了茅台酒之所以如此醇香的密码。

但是，这种岩层叫什么名字呢？李四光查阅了古今中外的地质资料，拿着标本对照，一连几天通宵达旦。看到丈夫伏案的背影，妻子十分心疼，但她知道从小就对石头感兴趣的李四光，无论是去日本学造船，还是去英国学采矿，到最后确定以地质学为终身事业，完全就是凭的自己这份勤奋努力。对此，妻子十分理解，但她也无法安然入睡，对李四光说道：“你既然查找不到这种岩层的名字，这种岩层又是在茅台发现的，何不就以它命名呢？”李四光茅塞顿开地说：“对，就叫它茅台砾岩。”从此，“茅台砾岩”横空出世，揭开了茅台酒神秘千年的面纱，并传为中国地质学中的佳话。

在抗战的残酷岁月里，身为大后方的贵州虽然并不能幸免于侵略军飞机的轰炸，但在当时的中国，这是一处相对宁静的所在。它让李四光这样的科技人才创造出了影响深远的科研成果，也为穷乡僻壤的黔北山区播下了现代科学文明的种子。尽管岁月已经远去，故事也已成为历史，但茅台永远铭记他，而“茅台砾岩”这四个字也将永载史册。



（二）李四光与乌当的不解之缘

李四光曾于 20 世纪 40 年代在贵州高原等地考察，对我国寻找地下水资源、砂金矿藏及选定重点工程项目场址等都起到了重要作用。那么，李四光是怎样来到乌当的呢？这是偶然，还是必然，或是出家人所说的“缘”？

万松阁是一座八角形的五层楼宇，建于明朝天顺年间，原名洛湾阁，位于南明河下游的洛湾村（今属乌当区东风镇境内）。因其坐落在依山傍水的松竹丛中，四周古松参天，浓荫蔽日，郁郁葱葱，故更名为“万松阁”。

古色古香的万松阁，环阁皆殿宇，右殿毓灵，左殿文昌，三官殿居其前，中附两厢，陪衬别致。上下 40 个角都装有一个鱼形铜铃，每当有微风吹来，万松阁四周便松涛阵阵，伴着铜铃叮当和晨钟暮鼓的奏鸣，犹如一曲幽静深远的天籁之音，使人飘飘然如临仙境。

20 世纪 20 年代，李四光在北京大学任教期间有一得意门生，后来成为中国地质科学发展的四大奠基人之一，他就是贵州籍学生乐森璋。乐森璋聪明睿智，品学兼优，深得李四光的赏识。在李四光和竺可桢等知名学者的鼓励下，乐森璋北京大学毕业后考取了公费留学，并在德国获博士学位。1937 年，学成回筑的乐森璋经多方努力，与贵州企业股份有限公司合作，于 1940 年 6 月 1 日在贵阳组建了贵州矿产探测团，致力于矿产的探测与地质理论研究。不久，为避免遭到日机空袭，乐森璋及其同事四处寻找探测团的迁移之地，后经朋友介绍，将贵州矿产探测团迁至距贵阳市中心 15 千米处的乌当洛湾万松阁。这次搬迁，不仅使万松阁成为当时贵州矿产探测和研究的中心，也为后来李四光的到来及中央地质研究所迁至洛湾创造了条件。

李四光所在的中央地质研究所，是中国地质研究的最高权威机构，1928 年 1 月成立于南京。李四光及其研究所在此一直苦撑至 1944 年初，才在万般无奈之下决定：中央地质研究所迁往贵阳。

作为地质学家的李四光，早年曾到过贵阳，但那只是小住几日而已。现在由于战事吃紧，不得不一次次地向内地搬迁。为找到一个较为安定的地方，李

四光想到了在贵阳的学生乐森璋。经与学生联系，李四光及其中央地质研究所踏上了迁往贵阳的艰苦历程。在经过20多天的风餐露宿、尝尽奔波之苦后，他们终于到达贵阳，并在乐森璋的安排下住进了万松阁。李四光未曾料到，这一住，就是4年。

李四光的到来，使乌当万松阁这座具有500年历史的古楼宇更加有了生气。他们将原大殿右侧的一间房子加以修葺，作为临时办公室，将大殿左侧作为研究室和收藏采集地质矿产标本的陈列室，将后院作为职工宿舍。又在万松阁旁新建了一幢二层楼的办公室，并挂上“贵州矿产勘测团”和“中央地质研究所”两块牌子，算是有了家。在阁楼的西北角还新建6间平房，围成了一个院落，院内的两棵高大的银桂树枝叶茂密，婀娜多姿，每到花开季节，芳香四溢，沁人心脾。

李四光白天带领队员跋山涉水考察，足迹遍布了乌当的田土山川河流村寨，晚上伏案笔耕常至金鸡报晓。节假日，两家人则带着家小一起郊游。乐森璋提着一台心爱的手摇式老爷留声机，大家在野外一起挖苦蒜或采山楂、摘刺梨，尽情欣赏和享受大自然的无限风光。共同的热爱和追求，让李四光和乐森璋这对师生有了更多的共同语言。他们同院而居，同桌而食，一起探讨学术、针砭时弊，这份同甘共苦的诚挚情意在动荡不安的年代显得弥足珍贵。乌当洛湾这块热土在揭开中国第四纪冰川神秘面纱的同时，也经历了一次深厚的地质文化浸润。

乌当、洛湾盆地位于贵阳盆地的东北，当地人称为乌当大坝、洛湾大坝，两坝合称“万亩大坝”。两个大坝被云盘山隔开，形成隔山相望而相对独立的格局。由于土地平整、田肥水足，两个大坝是周边地区稻米和油菜籽的主要产地。正是这个富庶之乡，蕴藏着探寻第四纪冰川的深奥玄机。

为了搞好研究，李四光带领全所人员以万松阁为圆心向四周辐射探寻，确定地质考察范围。经过艰苦的实地考察研究后，他们认为在洛湾—乌当盆地一定存在着决定冰川构成的冰蚀地貌、冰川漂砾及堆积物三大要素。中国有第四



纪冰川的铁证已初现端倪。

1944年3月中旬，中国地质学会理事会决定：中国地质学会第20届年会在贵阳举行。此时的贵阳已成为全国地质研究中心，由于李四光、乐森瑀等科学家的到来，使得平时冷清、人迹罕至的洛湾万松阁也沸腾起来。在极端艰苦和困难的环境下，这里成为全国地质学界瞩目的中心，开展着中国及贵州的地质调查和研究。许多著名地质学者不远千里来此走访，探究神奇。

是年4月1日至8日，中国地质学会第20届年会在贵阳顺利召开，来自全国地质学界的百余名代表齐聚一堂，盛况空前。与会代表在年会期间还组织了地质旅游，由李四光带队。在对洛湾大坝、乌当大坝等处地形、地貌查看后，李四光认为：贵州高原无疑发生过局部冰川作用，而且还不止发生过一次，并将洛湾盆地第四纪冰川遗迹按时间顺序分为南明期、洛湾期、大堡期、小梁期和关口期。这个论断顿时引起了地质界的轩然大波。

在地质学理论研究中，对是否有古冰川存在的确认，通常是由冰流侵蚀、堆积和冰缘证据这三要素决定的。李四光等人在南明河下游右岸发现，较新泥砾片段和残块到处可见，它们曾经形成连片冰碛的边缘，冰碛在被现在的河道切割以前，连接到洛湾盆地东侧高地。在环绕万松阁所在小山的西坡边缘，李四光等科学家惊喜地发现，这里不仅分布有同样的冰碛物，而这些冰碛物还广泛分布于洛湾盆地的底部，在洛湾村形成一个狭长的山冈，高出盆地底部其他部分8~10米。

为了证明自己的观点，李四光带领同事们对贵阳附近的地质现象进行了一次次观察，首先获得了大量的二叠系、三叠系、侏罗系等的剖面分析材料。经过4年的系统考察与研究，在冒沙井这个分水岭和对发育在乌当—洛湾分水岭上的不规则面及万松阁四周一些较高山丘做了详细调查后发现，石灰岩山丘上的石英岩岩块和卵石，显而易见是被搬运来的。他最终得出结论：该分水岭是由三叠纪灰岩组成的，可能被第三纪砾石所覆盖，洛湾盆地与乌当盆地之间的山脊地区扩及周围。虽然连续冰川作用的证据不多，但具有决定性。

李四光认为：乌当、洛湾大坝地层露出完整，地质构造特征突出，古生物化石门类齐全，第四纪冰川及河谷地貌层次清晰，海陆变迁历史有明显珍贵的地质遗迹。他断言中国有第四纪冰川，并将洛湾大坝和乌当大坝保存较好的冰川遗迹命名为“洛湾冰川”。为了使这一重大发现让全世界知道，李四光于1947年在《中国地质学会志》第27期上，用英文发表了《贵州高原冰川之残迹》一文，以充分的事实证明洛湾和乌当盆地曾发生过两次以上的冰川运动。在这篇著名的论文中，插有绘制精细的洛湾地区地形图和洛湾冰川的横断面图，并对贵阳城附近的许多地点和贵州省一些地、县的第四纪冰川遗迹做了阐述。

三、贵州地质三杰

（一）地质科学的追梦人——乐森瑀

乐森瑀（1899—1989），1899年9月19日生于贵阳市。著名的地质学、古生物学、地层学家，地质教育家。1955年当选为中国科学院院士。



1918年，他以优异成绩考入北京大学预科，受到“仰以观于天文，俯以察于地理”的启发，转入北京大学地质学系学习，师从国际著名的地质学家李四光教授和葛利普教授等，并于1924年毕业，获理学学士学位，考入原农商部地质调查所任调查员。1927年，他在中国地质学会杂志发表《辽宁及河北石炭纪管状珊瑚虫之新属》。1932年，他与黄汲清教授合著《扬子江下游栖霞石灰岩之珊瑚化石》专著。这成为研究中国南方二叠纪地层和珊瑚化石的奠基性文献，得到了国内外学者的高度评价。1927年，他发表《贵阳附近之二叠纪肋形贝动物群》，证明贵阳附近有晚二叠世的地层。



乐森璿在贵州、广西及广东等省区做了许多开创性的地层工作，命名了茅口石灰岩、王家坝石灰岩、新铺中生代地层、安顺淡水地层、轿子山煤系和蟒山石英砂岩等，提供了“法郎组”时代的化石依据，并指出了贵州二叠统地层的相变关系，对古生物学和地层学作出了贡献。

1928年，乐森璿开始在中山大学兼课，讲授《中国地质史》等。1934年，他赴德国深造，在格廷根大学和马堡大学学习泥盆纪的腕足动物、四射珊瑚及中生代有孔虫。1936年，他在著名的德国古生物志上发表《中国南部广西省中泥盆世四射珊瑚群》，详细描述了许多新种属；与德国莱茵地区的珊瑚动物群对比，确定了艾菲尔阶及吉维特阶的地层，并结合腕足动物化石，将广西北部的泥盆纪地层划分为3个统、7个组。1939年，他发表了《中国南部海相早泥盆世晚期及中泥盆世早期地层的划分》（德文）。

1936年，乐森璿赴德国留学归来，先在中山大学教授古生物学和地史学，并在两广地质调查所兼任地质调查工作。1937年，他创立贵州矿产测勘团，调查了丰富的（金、银、铜、铁、铝、锰、铅、锌、汞、煤等）矿产资源；强调贵州省煤、铁、汞、铝四大矿产资源在全国有重要地位。他还编制了1:7.5万《贵阳附近地质图（含矿产）》及1:2.5万《贵阳市区地质图》，协助组织1944年在贵阳市召开的中国地质学会第20届年会，宣读《贵州地质的轮廓》及《贵阳附近之地质构造》。乐森璿不顾交通阻隔、盗匪横行和日军轰炸，在工作条件十分险恶、生活也很艰苦的情况下，不顾艰难险阻，仍奔波在崇山峻岭之间。抗战胜利后，他负责贵州地质调查所，绘制五十万分之一《贵州地质略图》和《贵州矿产分布图》。他常说“若全省各地地质都调查完竣，则吾死亦愿足矣”，对家乡矿产资源和地质事业的深情溢于言表。

1949年中华人民共和国成立，乐森璿被任命为西南地质调查所副所长，受到邓小平亲自接见。此后更加专注于古生物学、珊瑚和地层学科学研究，作出了许多重要贡献。他于1956年起发表了《四川龙门山区泥盆纪分层分带及其基础》《黔东南项区上泥盆纪早期之发现及其地层上之意义》，与侯鸿飞合著

《中国南部泥盆石炭分界问题的探讨》，与俞昌民合著《中国泥盆纪拖鞋珊瑚的新资料》。他的《华南古生代几种常见的海绵和珊瑚化石》《贵州奥陶纪珊瑚化石的新资料》《中国石炭纪珊瑚化石的一些新种属》等著作，进一步丰富了我国四射珊瑚的资料，为区域地质研究和石油勘探打下了坚实基础。他于1959年与秦洪宾教授合译《微体化石概论》，于1964年与吴望始合著《珊瑚化石（四射珊瑚）》，系统介绍四射珊瑚的形态构造和研究方法，包括300多个属和亚属的特征，对于我国的四射珊瑚研究起了很大推动作用。20世纪60年代，他在疗养期间译《微体古生物学导论》，约55万字。

乐森璟先后讲授过《无脊椎古生物学》《地史学通论》《四射珊瑚专题》《床板珊瑚专题》《古生物研究法》《生物地层学概论》《矿产地层学》等课程，亲自编写教材，还聘请诸多专家教授讲授古生物学专题。乐森璟60多岁还亲自领队从事野外实习和教学，拄着拐杖上山，到唐山地区建立教学实习基地，到广西采集教学标本，奔波于山间小路上。

乐森璟对学生一贯热心教导，严格要求。1978年恢复研究生制度时，乐森璟年届八旬，不但尽心指导研究论文，指定参考文献，甚至亲手示范如何剪照片、贴图版，详加审阅评点。齐文同教授在1983年参加华盛顿举行的第四届刺丝胞化石国际会议上宣读的一篇论文，就凝聚了乐森璟导师的教导和期望。此文引起了国际同行的好评，并发表于《美国古生物志》1984年的54卷。

20世纪80年代，乐森璟院士在耄耋之年仍好学不倦，由科研助手搀扶到办公室整整书籍、查查资料，乐而忘返。1981年，乐森璟还以83岁高龄，在贵州省自然科学学术讲座上首位宣讲《贵州煤矿资源发展远景及其综合利用》。1982年，在福州召开的中国古生物学会珊瑚学科组成立大会暨第一次学术讨论会上，还宣读了乐森璟与林英翎、金善玉、齐文同合写的《中国四射珊瑚研究概况》。

乐森璟教授是我国最早从事珊瑚研究的学者之一，专长四射珊瑚和泥盆纪



的地层研究；60余年来在地质资源调查、古生物学和地层学等方面多有建树，做了许多奠基性的工作。乐森璁晚年一直念念不忘我国地质事业的发展，特别是古生物学和地层学的发展；对地质科学的挚爱和严谨求实的科学态度感人至深；对于地质教育事业长期奉献，特别是晚年致力于北京大学地质学系的恢复和重建，为国家培养出了大批优秀人才，得到了学术界的高度评价。

（二）立志为大众，丰碑在钢城——丁道衡



丁道衡（1899—1955），号仲良，织金县人。幼年在私塾读书，1919年在贵州省立模范中学毕业后，考入北京大学预科甲部，1921年升入本科地质系。1926年毕业时以优异成绩留校任助教，从事地质古生物研究。1927年，他应本校徐炳昶教授领导的西北科学考察团邀请，负责地质古生物及沿途矿产的考察。由于欧洲国家没有参加这一考察团，某些驻华外交使团狂妄地散布流言说：“中国能懂得大沙漠是什么？只要走出包头不远，定将返回北京。”丁道衡及考察团成员闻知后，深感这是对我们国家及科学工作者的莫大侮辱，决心在这次考察中取得成果，回击挑衅者。

1927年5月，考察团从北京出发，当时气候恶劣，征途艰险，他们横穿戈壁，翻越天山，直到新疆塔什库尔干，历时3年，完成了西北科学考察任务。丁道衡在这次考察中首次发现白云鄂博铁矿，绘制地质图100多幅，采集地质实物标本35箱。

经过内蒙古、宁夏、甘肃、新疆等地时，丁道衡沿途收集当地风土物品3箱，为祖国开发西北留下了极其珍贵的资料，粉碎了那些轻视中国的驻华使团的流言蜚语。1930年10月，丁道衡仍回北大任助教。次年3月至8月，兼任北京女子师范学院讲师，同时整理发表了西北考察资料《新疆矿产志略》等论著。

1934年8月，丁道衡留学于德国柏林大学地质系，师从斯梯勒（Stine）

教授攻地质构造；1935年转德国马堡大学随卫德肯（Wcdckina）教授研究无脊椎动物化石，完成古林海、十字珊瑚、波哈特贝及鄂头贝等研究，获博士学位，被英国皇家学会聘为会员。

1937年12月，丁道衡任云南省建设厅技正。1939年9月至1940年3月，他作为川康科学考察团专家，在四川、西康一带实地考察，中途遇匪，被洗劫一空，未达夙愿。

1940年3月，丁道衡受聘于武汉大学任矿冶系教授。时值抗日战争时期，武汉失守，武汉大学迁往四川乐山，矿冶系仅一绘图员无助教，所有六门地质课程（地质、矿物、岩石、矿床、光性矿物、地史学）均由丁道衡兼任。他上午教课，下午领学生实习，数年如一日。在此期间，他发表论文《十字珊瑚之意义》。

1942年8月，丁道衡回到贵州，目睹贵州落后状态，遂矢志教育，培养家乡人才。他创建工农学院于安顺，并附设工业职业学校，亲任校长。后学院迁贵阳，改组并入贵州大学工学院，丁道衡任院长，与教授乐森瑁积极建议设地质系。

1946年贵州大学地质系成立，丁道衡任文理学院院长兼地质系主任。他为创建地质教育事业奔走，并亲自任课，同时还对西南石炭纪、二叠纪岩层中的铝矾土矿作首次研究，确定其层位和初步远景。1948年，丁道衡被选为贵州大学教授会主席。1949年初，丁道衡应重庆大学地质系邀请前往讲学，正值重庆人民反饥饿、反内战、反迫害运动。

回校后，师生邀请丁道衡介绍赴重庆大学讲学实况，当他讲到“社会存在各种黑暗必须铲除”“师生温饱应该得到保障”“内战应该停止”时，听众掌声经久不息。旋即由贵州大学联系贵阳医学院、贵州师范学院师生在贵阳举行示威游行，开展罢教罢课活动。国民党以鼓动“学潮”和“宣传共产主义”的罪名，于1949年8月8日将丁道衡秘密拘留于贵州绥靖公署。

其弟丁道谦（当时在贵州企业公司任职）致书国民政府行政院长翁文灏



（翁与道衡系北京大学同学）及英国皇家学会，经多方营救，丁道衡才于 1949 年 10 月 24 日恢复自由。

贵州解放后，丁道衡被任命为贵州大学接管委员会主任委员，并当选贵州省人民委员会委员。西南军政委员会成立后，丁道衡任委员兼文化教育委员会副主任。

1952 年 12 月，丁道衡任重庆大学地质系主任、教授。1953 年，丁道衡当选为重庆市第一届人民代表大会代表、重庆市政协常委、九三学社中央委员兼重庆分会副主任委员、中国地质学会重庆分会理事长。1954 年，丁道衡当选为第一届全国人民代表大会代表。1955 年 2 月 21 日，丁道衡病逝于重庆，终年 56 岁，葬于重庆市小龙坎平顶山巅。

（三）贵州地质的“活字典”——罗绳武

罗绳武（1899—1969），贵州省贵阳人。1922—1925 年，就读于北京大学地质系。1924 年，加入中国地质学会，毕业后回到贵州，从事教育工作，靠教书维生。1929 年起，先后在贵州省农矿厅、实业厅、建设厅、地质调查所任技正、副处长、研究员，贵州省地质勘测队队长，工业厅副总工程师等职。1958 年，担任贵州工学院地质系第一任系主任。1969 年在“文化大革命”中不幸去世。罗绳武先生是贵州地学界矿产勘查和矿产开发的主要奠基人之一。同时，他与乐森瑯、丁道衡也是贵州大学地质系、贵州工学院地质系的奠基人。

在罗绳武先生 40 余年的贵州地质生涯中，前半生是在贵州从事地质矿产勘查工作（1929—1958），后半生从事地质教育事业（1958—1969）。他的足迹遍布全省山山水水，东起梵净山，西至乌蒙山，北到大娄山，南抵红水河。据现存资料记载，经罗绳武先生调查过的矿产涉及煤炭、有色金属、黑色金属、化工、建材若干大类数十余种，其中最重要的有黔中铝土矿、遵义金顶山磷矿、开阳洋水磷矿的发现。

罗绳武先生对贵州地质的贡献表现在以下几个方面：

1. 发现黔中铝土矿

1941年夏，贵州矿产探测团在黔中地区勘查煤、铁时，于贵筑县云雾山、王比及修文县王官（即今小山坝矿区）发现一种似页岩而非页岩之物，初不知何物，后经化验始知为含氧化铝，经该团主任乐森璋研究认为，此矿具有经济价值。同年10月，罗绳武与蒋溶等人到野外进行地质勘查，经过两个月的研究与化验分析，作出了铝土矿“地质之佳，储量之巨”的重要评价。

贵州铝土矿首次发现报道后轰动全国，引起各方关注。中央地质调查所地质学家彭琪瑞、资源委员会地质学家边兆祥、资源委员会矿产勘测处处长谢家荣等都亲自前来勘查，并写有报告。谢家荣在1943年编写的《贵州中部铝土矿采样报告》中，对发现该矿有如下论述：“贵州中部铝土矿系民国三十年贵州矿产探测团乐森璋、蒋溶、罗绳武诸先生于搜探铁矿时所发现。”

1950年，罗绳武等人编写的《贵筑修文铝矿之发现勘测及试验经过》，详细地叙述了修文铝土矿的发现过程。受到修文、贵筑铝土矿发现的启迪，1949年在清镇、开阳、息烽、福泉、金沙、瓮安等地又发现铝土矿。1949年后，随着大规模地质勘探工作的展开，在原发现的基础上，不仅使小沙坝成为著名的大型矿床，也在清镇猫场、遵义、正安、道真、务川等地发现了黔北铝土矿。此外，在凯里、黄平等地还发现了黔东铝土矿。

2. 发现贵州磷矿及开阳磷矿

1953年，罗绳武先生在担任贵州省工业厅地勘处工程师期间，在云南、湖北等地发现磷矿的启迪下，通过对地质资料的研究和现场勘查，于遵义金顶山脚、牛蹄塘之北2千米的滥田坎处发现了磷矿的产出，并于1953年7月编写了贵州第一份磷矿产出的资料——《新发现遵义区磷矿简报》。这是发现贵州磷矿的第一份报告。

罗绳武先生1953年发现的磷矿产于寒武系下统梅树村组，习称“上磷矿层”。贵州省工业厅地勘处指派第五勘察队普查组对该区进行复勘评价，于



1954年11月又在该区附近的松林一带发现了产于震旦系陡山沱组的磷矿，即习称的“下磷矿层”。继遵义上、下磷矿层发现后，在其启示下，罗绳武先生根据对含磷地层及地质构造的分析研究，预测开阳地区会有磷矿产出。为此，贵州省工业厅地勘处根据罗绳武先生的预测、分析结果，指派赵应祺、曹金弟等人组成踏勘组，前往开阳洋水一带进行找矿勘查，发现了该地区的上磷矿层；接着又派出冯济舟等人前往进一步勘查，在用沙坝一带的马脑壳、龙洞湾一带发现了下磷矿层。这就是我国最著名的质优量大的开阳磷矿。

3. 创建贵州工学院地质系

罗绳武先生为创办贵州工学院地质系，培养贵州高层次地质工作者人才，功不可没。1958年3月19日贵州省人委第29次会议决定，成立贵州工学院筹备委员会，秦天真任主任委员，徐采栋等为副主任委员，汪福清、罗登义、朱学范、罗绳武等为委员。

为创办贵州工学院地质系，罗绳武先生处处身体力行，从招聘老师到建立实验室都非常关心。他亲自带领年轻老师在贵阳市近郊寻找教学实习基地，并确定贵阳乌当作为教学实习基地并一直沿用至今。实验室没有模型，他就组织学生做晶体模型，绘制教学挂图；缺少古生物化石标本，他就组织学生利用假期外出采集。他还亲自担任构造地质学课程的老师，把理论与地质实际相结合，教学生在野外如何识别地层、断层，带领学生横穿贵阳向斜，教学生画地质剖面图。

他说作为大学一是要抓教学质量，二是要抓学术水平。为了提高学术水平，他带领年轻老师，开展贵州海陆环境示意图编制的科研工作。在他的影响下，高平开展了贵州喀斯特、火山岩研究，周德忠开展了汞矿研究，付锟开展了奥陶系地层研究，税哲夫开展了锡矿研究，地质系的科研工作被搞得生机勃勃。

为了确保地质系首届毕业生的质量，他聘请何立贤等贵州地质界的专家作为五八级毕业答辩的评委。五八级的同学没有辜负学校、老师的期望，从黑龙

江到海南、从大西北到东南沿海都有他们找矿的足迹，其中不少人成为地质专家，为 20 世纪国家的地质事业作出了贡献。

罗绳武在向学生和年轻教师介绍为什么要选择乌当作为教学实习基地时说：在 1941 年至 1945 年间，他与乐森璋等作为贵州矿产探测团的成员，住在洛湾万松阁，经常到洛湾和乌当坝子一带进行地质调查。在不大的范围内，这里地层出露齐全，化石丰富，各种沉积岩类都有；地质构造清晰又不太复杂，有乌当背斜、乌当大断层，有角度不整合、假整合，露头又好。另外，此地有来仙阁、大关口、文笔山等秀丽风光，作为教学实习基地真是太好了，非常适合初学者开展地质填图实习。

第一次指导学生实习，他希望青年教师认真练好地质基本功，用好“地质罗盘、地质锤、放大镜”三件宝，做一名好老师。罗绳武先生离开我们已经 50 多年，可以告慰的是，他一手创办的贵州工学院地质系，在一代又一代人的共同努力下，为国家培养的地质学子已遍布祖国各地，也为贵州高等地质教育事业的发展奠定了坚实的基础。

四、被土匪杀害的三位地质学家

野外地质考察是一项艰苦的科学活动，正如徐霞客所说，“登不必有径，涉不必有津，受寒受跌且受饥”，甚至有生命危险。然而，地质工作者为了探索自然奥秘，不顾艰险，甚至为此献身。

中华人民共和国成立前，就曾经有三位地质工作者在贵州工作时遇害，其中一位还是女地质学家。

1944 年早春，前方抗日烽火正酣，后方以科学救国为己任的科学家在艰苦危难的环境中从事野外考察研究。4 月，中国地质学会第 20 届年会在贵阳召开。会后，许德佑、陈康、马以思三位先生准备前往贵州西部三叠纪化石极为丰富的盘县（今盘州市）、兴义、关岭、普安、晴隆进行考察。17 日抵盘县，开始测绘比例尺二十万分之一地质图。21 日行至盘县以东，宿于兴



中乡，为匪徒所觊觎。23日，宿在一个姓叶的保长家中。24日，该保长为他们雇了挑夫三人，其中两人就是匪徒。上午十时，经晴隆璜厂，埋伏的持枪匪徒一拥而出，许德佑先生当即遭枪击殒命，陈康先生、马以思女士亦随即遇害。

许德佑曾留学法国，获得地质学硕士学位，回国后从事地质工作，为名重一时的三叠纪地质专家，时年36岁。陈康大学时成绩全班第一，在校时即有著作问世，年仅29岁。最为年轻、初出校门不到一年的马以思，是名倾一时的著名才女，精通英、日、俄、德、法5国语言，年仅25岁。

不幸的是，三个有为的生命，三个奋进的青年，三个对国家地质、古生物事业作出重大贡献的科学家就这样被葬送在这块荒凉、贫瘠的土地上。

1944年5月7日，三位地质学家的灵柩被运到晴隆县莲城镇，灵堂设于东门五显庙中。5月18日，普安、晴隆两县在莲城召开追悼大会，并护送灵柩至省城安葬于贵阳花溪公园。1987年，三位地质学家的墓地又由花溪迁于贵阳市郊蔡家关、贵州工学院后山地质公园，立碑刊文，永志纪念！每当清明时节，都有大批的地质工作者、年轻地质师生前往地质陵园凭吊。

一位曾在贵州从事地质古生物研究多年的学者李钟模发出了悲天悯人的哀挽：“东山苍苍，黔水茫茫，登山四顾，涕泗滂滂，正当壮士风华正茂，名山千卷文成章。匪徒愚昧丧天良，可怜三君死璜厂，萧萧风雨袭衣裳。高山为之低头，溪水为之呜咽，临风雪涕，怎解人间惆怅！”

当时，土壤学家侯学煜先生正在盘县工作，得报后，一方面向上级报告，一方面电约盘县和普安两县官员赴出事地点，将三位死者入殓，随即侦查拘审。经过侯先生的悉心规划和机智审讯，匪徒终于供出同伙，匪首易某拒捕，被当场击毙。

许德佑、陈康、马以思三位先生的灵柩被运至贵阳，在花溪公祭后安葬，并立碑纪念。时任经济部部长的地质学家翁文灏先生作了长诗《泣祭许德佑陈康马以思》：“地质重调查，前进白素志。奈何国未宁，英华屡陨坠。一日伤

三良，哀伤尤洒泪。忆昔赵亚曾，学高而早死，自川进入滇，昭通遇匪恣。饮弹归黄泉，伤我元良士。今兹黔西行，三人同失事。损失更可惊，匪氛何太肆……许君学最精，尤可佩才智，耐穷鬻书物，真纯良可师。陈马二后进，敏学复精思，在吾地学中，皆是贤良器，屈指全国民，非可容易致，咄彼愚顽氓，疯狂如儿戏，僻地轻戮贼，学人岂能避。”

中国地质学会为了纪念这三位以身殉职的学者，于1945年分别设立三项奖学金：许德佑纪念奖授予有成就的学者，陈康、马以思奖学金授予优秀的地质专业学生。获许德佑纪念奖者有赵金科、顾知微等，获陈康奖学金者有李星学、穆恩之等，获马以思奖学金者有池际尚、郝诒纯、刘东生等。

五、中华人民共和国成立后为贵州地质作出贡献的地质学家

（一）燕树檀

燕树檀（1914—1985），河北定州人，地质学家，1939年毕业于西南联合大学地质地理气象系。曾任贵州省地质局总工程师、贵州省地质学会理事长、中国地质学会理事。长期致力于地质矿产资源的勘查工作，对淮南八公山隐伏煤田的发现和勘探，对贵州基础地质、矿产地质勘查、水文地质调查等作出了重大贡献。

他主编完成了第一代1:50万贵州省地质图，组织完成了全省1:20万区域地质调查和部分地区的1:5万的区域地质调查、全省1:20万水文地质调查工作，主持完成了《贵州矿产资源汇编》和《扬子地区晚震旦世陡山沱期磷块岩成矿远景区划》。他组织指导完成的《西南地区区域地层表贵州分册》《西南地区古生物图册贵州分册》及贵州各时代地层总结，是一项奠基性的地质成果。他对贵州省主要优势矿产磷、铝、金、汞、锰、锑、重晶石等的找矿勘探工作作出了重大贡献，是贵州找金工作战略转移、黔西南新类型金矿发现和取得重大突破的主要决策者。他对科技人才的保护、培养和才智发挥也做了大量工作。



燕树檀担任贵州省地质局总工程师期间，正是贵州主要优势矿产磷、铝、金、汞、锰、锑、重晶石等的找矿勘探蓬勃发展的时期。他对这些矿产资源储量的探明作出了重要贡献，奠定和巩固了贵州省主要优势矿产在全国的地位。他部署了特大型磷矿瓮福磷矿的找矿勘探、储量提交、矿床研究，亲自主持完成了成矿远景规划。在此期间，贵州省地质局 115 地质队完成的找矿成果《贵州瓮福磷矿高坪矿区》，提交矿区地质储量 35809.24 万吨，获得地矿部找矿一等奖；115 队、106 队共同完成的《贵州省瓮福磷矿白岩矿区》，获得地矿部找矿成果二等奖。

1977 年，燕树檀带队参加了国家地质总局在山东招远召开的全国黄金地质工作交流会，会上学习了国务院领导同志关于加强黄金地质勘查工作的指示精神和国内外金矿找矿的新理论、新方法，部署了金矿找矿工作，开拓了找矿新思路（新地区、新类型）。这次会议给燕树檀带来了巨大的工作动力和对贵州找金工作的系统反思。1978 年 1 月 28 日，根据招远会议精神，经燕树檀提议，贵州省地质局发出了“召开黄金地质工作座谈会”的通知，要求根据金的亲近金属硫化物，常与砷、锑伴生共生的成矿特性，有关的 10 个地质队务必做好副样或采样的化验等会前准备工作，以取得金的含量信息，供会议研究、讨论。在燕树檀的主持下，3 月 22 日至 27 日，座谈会在 117 地质大队开阳县羊场举行。会上，根据全国黄金会议要求，结合贵州地质特点和找矿实际，燕树檀提出跳出传统的思维定式，在贵州寻找新类型金矿的思路；要求加快贵州金矿地质工作步伐，努力突破新类型金矿的找矿。会后，根据这次会议精神，贵州省地质局领导作出了新的决策和总体部署，狠抓金矿新类型的普查找矿工作；力争 1978 年、1979 年两年突破新类型，找出 2~3 个勘探基地。这样，贵州金矿找矿工作的重心从黔东南转移到了黔西南，从寻找传统石英脉型金矿转移到寻找新类型金矿上来了。

在羊场会议期间，区调队（108 队）提供了板其锑矿的副样含金信息。根据会议的部署，1978 年下半年，117 地质大队根据 108 队联测分队首先在黔

西南板其已经发现的含金线索基础上，通过重复取样测试证实后，探槽揭露，进一步证实了含金信息。1978年12月10日，向地质局汇报1979年地质工作设计时，贵州省地质局指示板其金矿由117队进一步普查。1979年3月，117队四分队全面开展对板其金矿进行普查；5月首次编写提交了《册亨县板其锑金矿初步普查报告》，估算地质储量金807千克，锑6.38万吨，肯定了板其金矿的工业价值，揭开了黔西南新类型金矿找矿的序幕。与此同时，通过近两年的工作，相继在安龙县戈塘、册亨县丫他、望谟县大观豆芽井等地发现了同类型金矿。

由于贵州找金的重大突破，1984年6月，地矿部金矿汇报会在贵州召开，参会的有地矿部地矿司的领导和来自14个省（市）的17个地勘单位及3个研究所的代表，与会人员实地参观考察了黔西南若干矿，听取了汇报。燕树檀带病坚持做了总结性学术报告，全面总结了黔西南新矿找矿经验，系统地阐述了黔西南金矿的成矿条件、控矿规律和成因类型等；确认黔西南微细浸染型金矿的主要特征与美国卡林型金矿大致相似，向全国地质同行表明在中国西南的贵州发现了卡林型金矿。他在贵州找金的建树，极大地促进了全国相似成矿条件地区卡林型金矿的找矿工作。

20世纪八九十年代，地质工作者在黔西南继续发现了紫木囱、烂泥沟等大型微细浸染型（卡林型）金矿床。在贵州找到新类型金矿的启迪下，广西和云南地矿局也相继在桂西北发现了金牙、高龙和马雄等金矿，在滇东南发现革档、金坝等金矿，从而使黔—桂—滇三角区的金矿勘查进入了高潮。至1993年，仅贵州省就累计查明了黄金资源储量150多吨，取得了金矿勘查工作的重大突破，促使黔西南—滇东南—桂西北成为中国的首个“金三角”，使贵州结束了无工业产金的历史，跃而成为全国产金大省，为国家和地方经济和社会发展作出了不可磨灭的贡献。



（二）廖士范

之前我们曾说，在海陆变迁中，形成了知名的开阳磷矿、黔中铝土矿。可是，矿是怎么发现的呢？说到贵州矿产，就得说说廖士范先生。

1919年3月，廖士范出生在湖南常宁的一个世代书香的家庭。1941年，他进入广州中山大学，师从何杰、杨遵仪、胡伯素、陈国达等人学习地质。在这些学贯中西的学界泰斗、导师的精心教育培养下，青年廖士范专心致志，刻苦学习，打下了良好的基础。用他的话来说，那时他就下定了为地质找矿“从一而终”的决心。他一心扑在地质上，找矿、勘查、研究，书写着壮丽的人生。他把矿视作爱子，这从他给4个儿子分别取名为“书钢、书铁、书黔、书铝”中就可可见一斑。

1945年中山大学毕业后，廖士范就职于湖南地质调查所，任技佐、技士。中华人民共和国成立后，他先后在湖南、江西、云南、四川、贵州诸省的地质部门工作，从事过磷矿、铅锌矿、钨锡矿、铁矿、钨矿、铝土矿的地质普查勘探工作，先后任队长、大队长、大队技术负责人。

1959—1960年，他任援越地质中心组技术负责人；1961年后，先后任贵州省地质局主任工程师、副总工程师、技术顾问，套改为教授级高级工程师。他为建立贵州铝厂，湘、赣、滇钢铁基地，昆阳、开阳磷肥（矿）基地，务川汞矿等作出了很大的贡献，发现或勘查了川西南大型铅锌矿、贵州中部的一些铝土矿、湘赣的一些铁矿。在贵州省地质局的工作中，除对有关矿种普查勘探作技术指导外，他还从事了震旦系地层、沉积改造金属矿床、中国铝土矿、风化壳和古风化壳矿床等的科研工作。

“敢说真话，坚持真理”是大众对廖士范的评价。廖士范不仅执着于地质事业，辛勤耕耘，勤于著述，成果丰厚，而且在工作中尊重科学、实事求是，坚持真理、敢说真话，从不违心，从不阿谀奉承。

20世纪50年代，苏联专家支援我国建设，一般科技工作者多是言听计从，不敢怠慢，更不要说推翻苏联专家的设计方案。可是当年年轻气盛、艺高

胆大的廖士范，以科学的求实精神和勇气，推翻了苏联专家的设计方案，改用浅井代替浅部钻探，不仅节约了大量资金，质量还更加过硬。事情是这样的，1955年初，由于廖士范去北京开会了，一位分队技术负责人陪同苏联专家库尔沙柯夫去云南昆阳磷矿踏勘，设计了勘探方案，要打一万多米钻探。廖士范原以为苏联专家的设计不会有错，可是当时的大队长提醒他：“你是技术负责人，万一出了问题，你还是要负责的。”于是，廖士范仔细看了设计，并到野外踏勘。出乎他的意料，这个方案竟是一个大大的错误。这个磷矿层倾角达30多度，是顺坡倾斜的，倾斜方向有几条流水沟，把磷矿层的顶板剥蚀出来了，只要沿这几条流水沟打浅井，就可以代替许多钻孔钻探了。于是，他决定推翻苏联专家的设计方案，把他自己勘察设计的方案报西南地质局，可是报告却石沉大海，没有音信。

一个月过去了，大队长问廖士范怎么办？是否有把握？廖士范毫不含糊地说：“有把握！”大队长斩钉截铁地说：“你如果有把握，我们就按你的设计方案办！”就这样，苏联专家的方案被推翻了。结果，按廖的方案，经费节约了，质量提高了，最后还受到地质部、国家储委的好评。

这种不盲目崇拜的事，在贵州铝土矿勘查中，廖士范也同样作出了技术突破。例如，当时苏联铝土矿勘探规范规定单个样品要化验11个项目，费时费钱，廖士范根据实践经验认为可减为分析4个项目。虽然省局批复苏联铝土矿勘探规范不能擅自改动，但廖士范仍然坚持改了。事实证明，廖士范先生的方案是成功的。廖士范的铝土矿勘探方案，后来在全国推广，还写进了中国自己的铝土矿勘探规范。

廖士范曾主导勘探了贵州修文小山坝大型铝土矿及修文于坝铝土矿，提交了勘探报告，保证了贵州铝厂如期建设；负责制定了云南昆阳大型磷矿、贵州开阳大型磷矿、务川超大型汞矿勘探设计，指导勘探工作；援助越南期间，负责制定了班盎大型铜镍矿及汪悲超大型煤矿的勘探设计；统一了南北震旦系长期争论，是我国外生沉积矿床及其分支的沉积改造矿床，风化壳、古风化壳矿



床，以及铝土矿等学科带头人；出版专著 9 册，主要有《中国铝土矿地质学》《沉积改造金属矿床地质学》《风化壳、古风化壳矿床地质地球化学》等；发表学术论文 80 余篇。

（三）王砚耕

王砚耕（1938—2021），出生于贵州省被誉为“川黔锁钥”“历史文化名镇”的赤水市丙安镇。出生后，父母为他取名“砚耕”，意在砚田勤耕、笔耕不辍，表达了父母对儿子未来的期许。1950 年，王砚耕小学毕业后考取了闻名川黔一方的赤水中学。高中毕业后，他以优异的成绩考取昆明工学院，成为丙安的第一个大学生。1960 年 9 月，他又以每门专业课 5 分的优异成绩完成大学学业。

“大丈夫不恋城市，好男儿志在四方。”1960 年，风华正茂的王砚耕，响应祖国号召，到祖国最艰苦、最需要的地方，踌躇满志地回到贵州，被分配到贵州省地质局区域地质测量大队（又为区域地质调查大队、108 地质大队，下文简称“区调队”）。该队于 1958 年建立，队部设在现历史文化名城镇远县城关镇。人员是从全国各地调集的精英，有从北京等地下放来的高校教师，有因为矿产勘查工作调整压缩裁员的部、省级地质队的优秀地质队员，有北京大学、南京大学、北京地质学院、长春地质学院、昆明工学院、成都地质学院等名牌大学择优分配来的大学毕业生，真乃群贤荟萃、人才云集！

王砚耕来到 108 队后，投入到了 1：20 万区域地质调查工作中。在学生时代饱学地质学相关课程、品学兼优、基础扎实的王砚耕被分配到二分队，他如鱼得水，很快融入了地质队的大家庭。

区域地质调查是一项非常艰苦的野外工作。当年，他们工作地区地处武陵山区和苗岭山区及黔东南变质岩山区，多属于高海拔、深切割、相对高差大的山区。区内河溪纵横、沟谷深切、河谷狭窄，山峰陡峻，植被繁茂，雨雪交织，野兽虫蛇肆虐。他们不怕艰难困苦，不避风霜雨雪，不惧虫蛇猛兽，坚持按照区调规范的网格路线，测剖面、采标本，记录拍摄地质现象；逢山开路，

涉水过河，披荆斩棘，风餐露宿，筚路蓝缕，兢兢业业做好野外调查工作。

20世纪60—70年代，王砚耕一直从事1：20万区域地质调查研究，先后在镇远幅、剑河幅、江口幅、黎平幅、息烽幅及1：5万梵净山幅地质填图中开展野外工作，前后两次历时四年奋战在条件异常艰苦的梵净山区。之后，他又开展了“松桃大塘坡锰矿”“贵州前寒武系地层划分”及“贵州省震旦系与寒武系界线”等重要科技专题的研究工作。在长期的野外实践中，他理论联系实际，向经验丰富的老同志学习，带着问题查询中外科技文献，努力站在地学的前沿，把新知新见应用到工作中，并积极主动参与报告、论文及论著的编写。

1974年，王砚耕撰写了原创性的《中国南方第四纪冰川》，发表于《贵州地质科技情报》；1975年，参与完成了《贵州梵净山区层状超基性岩特征及其成因的初步探讨》论文，发表于《地质科学》第5期。

20世纪80年代，王砚耕主持的《湘黔桂震旦系准层型剖面研究》获得了贵州省人民政府科技成果三等奖。他带领的研究团队，继续开展贵州前寒武纪变质地层及震旦系—前寒武系界线的研究。1984年，王砚耕科研团队提交了《贵州上前寒武系及震旦系—寒武系界线研究》地质成果报告。前寒武纪地质研究成为当时基础地质研究的前沿和热门课题。中国地质科学院天津地质矿产研究所主持、牵头了“中国震旦系—前寒武系界线研究”。王砚耕以其在贵州前寒武纪研究方面的优势，获得了历史性的机遇，有幸参与了这项重大课题研究，并取得了令人瞩目的研究成果。

这一时期，王砚耕以其扎实的理论功底和丰厚的野外观察证据，质疑陈见，挑战权威，其独立的创新成果持之有据，很快脱颖而出，深得老一辈地质学家燕树檀和前寒武纪研究专家朱士兴研究员等的赞许。由此，王砚耕团队对贵州前南华系以组为基础的地层划分系列得以基本定型，被写入了《中国震旦系—寒武系界线研究》成果中，并得到广泛应用，为贵州寒武系分为四统打下了基础。

1979年底，贵州全省1：20万区域地质调查工作结束。在贵州省地质局



总工程师燕树檀指导和贵州省地层古生物队队长万朝元的主持下，贵州省地质局区域地质测量大队开展对区域地质调查成果进行综合整理、研究工作，着手编制《贵州省区域地质志》等成果。作为大队副总工程师，王砚耕全力以赴投入了此项工作。

在《贵州省区域地质志》编撰工程中，他负责有关章节的撰写，同时还负责最后的审稿、定稿，乃至文图的对比、校对，文字描述、插图、插表、附图的一致性统一核对调整润色工作。1987年，《贵州省区域地质志》这部大型专业志书终于完成，由地质出版社出版，1990年获得原地质矿产部科技成果二等奖。

20世纪80年代末至90年代初，贵州省地矿局卡林型金矿找矿获得重大突破。为进一步扩大找矿成果，王砚耕高度关注“黔西南卡林型金矿成矿规律和找矿预测的研究”方面的研究，带领团队开展了科技攻关。1990—1995年，他主持了贵州省“八五”科技攻关重点项目《南盘江地区浅层地壳结构与金矿分布模式》，并与中国地质大学索书田教授等合作开展《黔西南构造与卡林型金矿研究》大型课题研究项目。这些研究成果，为后来国内外卡林型金矿提供了找矿依据。

2021年6月16日，王砚耕先生与世长辞，永远离开了我们。中国工程院院士陈毓川等发来信电；贵州省自然资源厅有关的领导，贵州省地质矿产勘查开发局及下属各单位领导，先生的身前好友、同事、学生悲痛万分，纷纷自发前往灵堂悼念，并以不同的方式表达对先生深切的悼念之情。

贵州省地质学会呈送的挽联，表达了贵州地质界学人对王砚耕先生的崇敬与缅怀：“躬耕在高原，竭心尽智，神思太古以降，看透地下层层，青山万里留踪迹；终身献地质，呕心沥血，服务贵州地矿，结出硕果累累，众口皆碑颂楷模。”

（四）赵元龙

2023年2月20日,《人民日报》整版刊发《苗岭深处,有颗“金钉子”(一线调研)》,聚焦2018年6月,国际地质科学联合会把全球寒武系第三统及第五阶共同底界的标准层型剖面 and 点位建立在贵州八郎村这一事件。全球第六十九颗、我国第十一颗、贵州省第一颗“金钉子”的出现,把界定全球寒武系第三统及第五阶的全球标准,牢牢固定在八郎村附近的乌溜—曾家崖剖面。从此,在国际年代地层表里,寒武系第三统及第五阶,正式有了自己的名字,分别被称为苗岭统、乌溜阶。贵州把科普教育与乡村旅游结合起来,聚焦“研学+旅游”模式,深挖“金钉子”旅游价值,致力于将八郎古生物化石景区打造成全国乃至世界知名的科研基地,并与附近的剑河温泉、仰阿莎文化景区等景点串点成线,延长产业链,丰富旅游产业业态,带动当地旅游业态升级发展。

赵元龙,祖籍江苏,1961年从南京大学地质系毕业后到原贵州工学院工作。曾任贵州大学资源与环境工程学院古生物及生物成矿研究所所长,硕士生导师。

1982年,45岁的赵元龙和同事带领学生在八郎村后的山脊乌溜—曾家崖凯里组剖面中发现了凯里生物群。次年进行寒武系第三统及第五阶底界(传统的中、下寒武统界线)国际层型剖面及点位研究,正式开启贵州首枚“金钉子”长达36年的研究和确立历程。

据当地一直与赵元龙采集化石的刘锋回忆:我们世代生活在苗岭深处,八郎村的老乡对脚下这片土地早已失去了“新鲜感”,即使捡到一些带有奇怪动物图案的石头也是见怪不怪。村民们谁都没想到,5亿多年前这里还是一片汪洋,这些神秘图案竟会成为人类探寻寒武纪生命大爆发奥秘的信息库。“看起来斯斯文文,成天在山里敲敲打打,好像对石头很感兴趣。”刘锋回忆。1982年,几位知识分子模样的外地人来到八郎村,很快就引起了村民的注意。当时13岁的刘锋,对其中一位高个子中年男人印象深刻——他操着一口浓厚的外地口音,经常请村里人一起帮忙敲石头。



就是这一年，45岁的赵元龙和同事一起申报了“凯里—丹寨一带寒武统三叶虫研究”项目。凭着3000元资助经费，一卷行李，一把铁锤，搭乘老式客运班车摇摇晃晃来到黔东南，他们一头扎进深山老林寻找古生物化石。后来，刘锋也开始跟着赵元龙团队“敲化石”，一天可以获得3元工钱，找到稀缺化石还会有额外奖励。“要是找到了新种类的化石，赵老师还会买酒买肉，请我们好好吃一顿。”耳濡目染，刘锋很快掌握了许多辨别和采集化石的知识，在他的记忆里，赵元龙似乎对三叶虫化石尤为着迷。历尽艰辛，赵元龙团队在八郎村附近的乌溜—曾家崖凯里组剖面中，发现了一个距今5.08亿年的庞大海洋古生物化石群，包括11个大门类、120多属动物化石。通过严谨对比，他们还发现凯里组中部与下部的三叶虫组合面貌存在明显差异。在地球演化过程中，每个时代都有最典型的生物，找到标志性化石，是确定不同地层时代的关键依据。“这里有没有可能成为中、下寒武统界线呢？”灵感一闪而过，赵元龙突然意识到，八郎村的这个剖面，或许藏着一颗“金钉子”。从1990年开始，赵元龙团队正式开启对“金钉子”的探究过程。岁月悠悠，沧海桑田，要在规模庞大繁杂的化石群里，找出界线标志化石，没有捷径可走。“用最‘笨’的办法，按厘米精度对岩层进行连续取样。”赵元龙说。为了不耽误研究进度，赵元龙和同事干脆住在了刘锋家。

1997年，赵元龙团队提出将多节类三叶虫——印度掘头虫作为寒武系第三统的首现化石。4年后，团队又在乌溜—曾家崖剖面凯里组底部之上52.8米处，精准定出印度掘头虫的首现层位，并提出这一层位可作为中寒武统的起点。

找出一颗“金钉子”，如同在记录地球演变的史书上插进了一枚金色书签。这既是国际学术话语权的争夺，也体现了综合国力。长期以来，找寻“金钉子”一直是国际地质学界竞争激烈的课题，它的确立和审批是一个漫长且充满挑战的过程。

赵元龙和团队提出将印度掘头虫作为中寒武统标志性化石的构想后，外界很快就有了反对的声音。有国外学者提出了不同的方案，并得到了一些支持。

“必须主动让国际上了解并接受我们的标准。”作为研究团队的牵头人，赵元龙广泛邀请国内外 10 多个科研机构的专家共同参与，推进课题研究。为了方便推广自己的研究成果，他在年近古稀时从头学习英语，尽全力在国际学术交流活动中提升影响力。凭借扎实的科研成果，贵州古生物研究团队赢得越来越多的支持。竞争日益激烈之际，关键时刻，以中国科学院南京地质古生物研究所研究员彭善池为代表的国内学者纷纷提供学术佐证，一批外国专家也主动加入贵州古生物研究团队，西班牙古生物学者乔治·埃斯特夫就是其中一员。通过对 600 多件凯里组印度掘头虫标本进行深入研究，乔治·埃斯特夫证实了西伯利亚以及美国的两种候选化石，均为印度掘头虫的相同种。

“我们发表了两篇非常重要的论文，论证了印度掘头虫对确定这颗‘金钉子’的重要性，尤其是解决了华南板块的寒武纪地层与全球其他陆块的对比难题。”乔治·埃斯特夫回忆。在国内外专家共同呼吁下，赵元龙团队的国际认可度与日俱增，他和同事们连续被邀请至瑞典、奥地利等国参加寒武系学术会议，介绍贵州候选“金钉子”的研究情况。2015 年，寒武系第五阶界线工作组进行投票，决定将印度掘头虫定为寒武系第三统唯一的首现化石。至此，在赵元龙团队攻关“金钉子”的征途中，最大的障碍终于被攻克。作为赵元龙的硕士研究生，杨宇宁从 2011 年开始从事“金钉子”研究，2016 年博士毕业后又被引进回母校贵州大学工作，继续参与起草提案报告。回想当年多轮竞争的情景，这位青年学者记忆深刻：“得益于之前开展了广泛的国际交流合作，部分选举委员还到实地考察过，熟知贵州团队的研究成果，也亲眼见证了贵州剖面的独特优势，让我们在最后关头占据了主动。”2018 年 6 月 8 日，国际地层委员会全票通过乌溜—曾家崖剖面作为“金钉子”的提案。6 月 21 日，国际地质科学联合会批准把全球寒武系第三统和第五阶共同底界的标准层型剖面 and 点位建立在八郎村，中国第十一颗“金钉子”成功落户贵州。

“你是一颗金钉子，曾凿穿苗岭，叩问地球哪里来；君已修炼成化石，将永生大地，启示生命何处去。”赵元龙去世后，曾经采访过他的人民日报社原副



总编辑梁衡撰写了一副挽联，用 38 个字恰如其分地描绘了这位古生物学家的一生。斯人已逝，年轻一代的科研工作者接过接力棒，继续踏上了寻找下一颗“金钉子”的征途。而苗岭深处那颗“金钉子”的使命也并未完结，它还在延续着自己的精彩故事。

贵州团队在如此艰难的情况下拿下这颗“金钉子”，实属不易，反映的是他们始终如一地坚持科学真理、不屈不挠勇夺世界第一的可贵精神。广为介绍这个优秀的科研成果，不仅鼓舞我国科研人员争创世界一流的志气，也必将增进全民的民族自豪感和自信心。

附录二

贵阳地学旅游路线攻略

一、贵阳地学旅游概况

在我国经济进入新常态和全面建成小康社会的背景下，国家高度重视旅游业发展。党和国家领导人多次作出旅游方面的重要指示，各部委相继出台系列支持旅游业发展的政策措施。旅游业对拉动经济增长的作用显著增强，成为国民经济的重要投资领域，成为拉动消费增长的重要支撑，被中央确定为扩大内需、促进消费的六大领域之一。旅游业的综合功能和带动效应更加显著，创造大量就业岗位，成为许多地区重要的财政和税收来源，成为国家乡村振兴的重要手段。

习近平总书记视察贵州时，强调“要丰富旅游生态和人文内涵，实现旅游业高质量发展”，深刻阐明了旅游发展的内在逻辑，为贵州旅游的高质量发展提供了根本遵循。省委、省政府立足全省资源禀赋和发展基础，明确发展定位，把旅游产业化作为“四化”之一高位推动，提出全力打造世界级旅游目的地的目标。

在经历6次山海沧桑的转换及构造运动后，贵阳造就了丰富多彩的自然美景，留下了不计其数的地学旅游资源（地学旅游资源是指在地球演化的漫长地史时期，由各种内外地质作用，形成发展并遗留下来的、不可再生的、能为旅游业所利用的，并可产生环境效益、社会效益、科教效益和经济效益的地质遗



迹，以及与之有着组合关系的森林、水体等自然地理要素，共同构成了可以开展地学旅游活动的独特环境空间)。

爽爽的贵阳不仅是全国的避暑胜地，也是知名的旅游目的地。贵阳市目前共有 A 级旅游景区 33 处，其中，5A 级旅游景区 1 处、4A 级旅游景区 22 处（含贵安新区 1 处）、3A 级旅游景区 10 处。

随着人们对自然环境和地球科学的关注度不断提高，地学旅游成为一种新的旅游方式。《全国地学旅游发展纲要（2016—2025 年）》指出，开展地学旅游，有利于提升国民科学素养，促进生态文明建设，加强新时期的爱国主义教育，带动贫困地区经济发展和资源枯竭型城市的产业结构调整，推动旅游产品转型升级，有利于地球自然、文化遗产的保护。

贵阳地学旅游资源总体上突显“沉积岩王国、古生物王国、喀斯特王国”三大地学资源特色，因而有必要推出一些地学旅游路线产品，讲好“贵阳地质故事”，为打造旅游目的地及建立地学旅游品牌提供借鉴。

同时，为丰富旅游景区地学文化内涵，推动贵州省地质博物馆与各处地学景区有机组合，为广大旅行社、研学旅行机构建设科普基地提供基础资料，促进景区文化与研学科普基地提质升级，故推出一些具有地学文化特色的旅游路线。

此外，还有很多未开发的地学旅游地、民宿打卡地，是进行亲子出游、研学旅行、科考探秘、户外运动、观光休闲等的好去处。

二、贵州地学旅游路线推荐

（一）启蒙路线

1. 贵州省地质博物馆（0.5~1 天）

贵州省地质博物馆坐落于观山湖区云潭南路与兴筑路交叉路口处，外观仿梵净山蘑菇石而建（图 1），是贵州面积最大的自然科学类博物馆，馆藏各类标本 3 万余件。



图1 贵州省地质博物馆远观（陈明华 摄）

对于研学旅行与亲子游，在贵阳首选贵州省地质博物馆。之所以选择贵州省地质博物馆进行启蒙，因为其不仅有种类齐全的标本，更有科学及系统的讲解。对于普通大众来说，先到贵州省地质博物馆观察标本与接受系统的科普讲解，对贵阳大地的形成，对地层、岩石、古生物、矿产都会有初步的了解。

馆内展陈内容丰富，有远古生命的痕迹，自然造就的地质奇观，富饶的矿产……通过不同的馆藏藏品，科普贵州大地沧海桑田的变迁、史前生命乐章、喀斯特地貌形成的过程、矿产资源的原始样子。通过科普，激发大众对自然科学的好奇心，使其想去探寻更多更广的地球秘密，从而主动走向大自然，回归大自然，达到“以行而求知，因知以进行”的目的。

贵州具有悠久的地质历史，经历了复杂多样的地质环境，不同的地质环境又造就了形形色色的生物面貌。贵州的地层完好地保存了这些地质历史中匆匆的过客，为多彩贵州增添了大量丰富多彩的精美化石。贵州省地质博物馆正是



通过这些无言的标本去叙述贵州地质历史中轰轰烈烈的远古故事，讲解贵州神秘的生命乐章，使人们了解世界知名的古生物群落。

贵州省地质博物馆的前身为始建于 1957 年的原地质部贵州省地质局全省地质资料处，主要承担地质资料馆、地质陈列馆、地质图书馆职能。2008 年 1 月，贵州省机构编制委员会办公室批复成立贵州省地质资料馆；2020 年 8 月，经贵州省机构编制委员会办公室批准，贵州省地质资料馆正式更名为贵州省地质博物馆。

该馆目前主要开放的分为 4 个厅，分别为序厅、神秘贵州厅、多彩贵州厅、富饶贵州厅。

进入序厅，展现在观众面前的是一壁长 12.5 米、宽 8.2 米、面积 102.5 平方米、重约 25 吨的巨幅海百合化石（图 2），是目前全球已知的最大的、最完整的海百合群体化石。



图 2 贵州省地质博物馆中的巨幅海百合化石（贵州省地质博物馆提供）

如果不听讲解，很多人会误认为海百合是植物。其实不然，海百合是一种古老的无脊椎棘皮类动物，与我们熟知的海星、海胆、海参同属一类。海百合的出现距今已有5亿多年了。初见“海百合”，大多数人从外观看都以为是植物，怎么会又是动物呢？原来是因为它们大多生活在浅海，身体呈花状，有一个像植物茎一样的柄，柄上端有一个大的冠，形似现代植物百合花，便有了海百合之名。

序厅右拐的过道上，分别是以瓮安、凯里、盘州、兴义、关岭5个典型古生物化石群标本制作的“五福墙”，象征生命的生生不息、五福临门，向观众致以最诚挚的欢迎和祝福！

进入神秘贵州厅，展陈则以“神秘生命”为主题，分为沉积巨著、生命源头、龙的故乡、陆地寻踪4个部分，用454件精美的古生物化石标本、生动形象的场景及多媒体影片，带领观众走进神秘的“沉积王国”与“古生物王国”，去聆听远古贵州的生命故事。

生命的起源，一直是人类苦苦追寻的科学命题。该厅通过对标本的展示与讲解，可以让大众知道生命的起源与演化历程。展厅中生命的起源，以无脊椎动物演化为线索，展示贵州震旦纪、寒武纪的重要生物群，以及奥陶纪至二叠纪的代表性生物，向观众科普生命从起源到兴盛、从繁荣到衰亡的历程。这个厅中，展示了瓮安生物群、凯里动物群、盘州动物群、兴义动物群、关岭动物群、青岩生物群中的古生物化石，让大众直观了解生命在地球中的样式，同时用动漫的形式展示这些动物在地球上的生存状况与复原样式。

通过瓮安生物群，可以为大家解决一直争论不休的“先有鸡还是先有蛋”的问题。瓮安生物群古生物化石发掘于距今约6.09亿年的磷矿层中，是目前已知的全球最古老的动物化石。科学家在里面发现了“龙脊球”，揭示了动物从单细胞向多细胞演化关键性的一步，为真正有细胞及组织分化的动物出现奠定了生物学基础。“龙脊球”就相当于蛋，演化出了动物生命。拷问灵魂的“先有鸡还是先有蛋”的问题，被瓮安生物群揭晓。



贵州出产种类繁多的“龙”类化石，是“龙”的故乡。神秘贵州厅通过展示盘州动物群、兴义动物群及关岭动物群的典型化石标本，讲述三叠纪时期海生爬行动物由新生到繁荣的景象，展示了2亿年前欣欣向荣的贵州海洋世界。代表性标本有梁氏关岭鱼龙、胡氏贵州龙、盾齿龙及创孔海百合等古生物化石标本。

进入神秘贵州厅的右侧，即是该馆镇馆之宝之一的梁氏关岭鱼龙化石。梁氏关岭鱼龙是一种生活在距今约2.45亿年晚三叠世海洋中的大型爬行动物。这块梁氏关岭鱼龙化石，长10余米，是目前全球发现的同种类最长化石之一，堪称“镇馆之宝”（图3）。它具有纺锤形的体型、锋利的牙齿、鳍状的四肢、



图3 贵州省地质博物馆中的梁氏关岭鱼龙化石（李丙霞 摄）

圆形的指骨，整个外形极像海豚。标本上还保存了丰富的菊石、海百合、双壳等化石。鱼龙后鳍下方保存了一团疑似其粪便的化石，其中含有大量的双壳类化石碎片。据此推测，梁氏关岭鱼龙是一种肉食性动物，会觅食一些双壳类、菊石类等生物。

在该厅入口的左侧，有一面用贵州各地层代表性岩石标本修砌而成的“剖面墙”（图4），直观地展示了贵州近9亿年的岩石类别，巧妙地向观众科普相关的地学知识。剖面墙下的岩石标本如无言的“书卷”，把贵州近9亿年的地质



图4 贵州省地质博物馆中的剖面墙（李丙霞 摄）



历史一一展现出来。

在该厅中，我们可以领略到贵州这片土地上从开始只有单一的菌藻类生物，到5亿年前寒武纪生命大爆发，生物种类的突然增多（凯里生物群），再到三叠纪，一群群贵州龙、鱼龙、幻龙、雕甲龟龙（图5）、鱼（图6）、虾、菊石、海百合展现在我们眼前，让人无限感慨史前贵州大地上曾有那么多的奇妙生命。

多彩贵州厅主要展示贵州独特的“喀斯特王国”地质景观。在全省17.6万平方千米土地上，碳酸盐岩分布10余万平方千米，占全省总面积的70%以上。大自然的鬼斧神工，造就了壮美秀丽的喀斯特地貌，塑造了多姿多彩的地质奇观。贵州喀斯特地貌具有“雄、奇、险、绝、特、美、广、全”八大特点，是世界上类型最全、分布最广、景观最美的“喀斯特王国”。



图5 贵州省地质博物馆中的雕甲龟龙化石（陈明华 摄）



图6 贵州省地质博物馆中的贵州真颌鱼化石（陈明华 摄）

该厅以“沧海变迁”“追根溯源”“经典景观”“地质旅游”4个部分来展示贵州多姿多彩的地质旅游资源，科普地质景观的成因。

到达富饶贵州厅后，让人大饱眼福的是琳琅满目的矿物标本，有辰砂、海蓝宝石（图7）、水晶、孔雀石、碧玺、祖母绿、自然金、自然铜、黄铁矿晶体、石膏晶体（图8）、辉锑矿晶体（图9）等，让人感叹大地在形成的过程中，竟然会形成这么多美丽如花一样的“石头”。

贵州素有矿产资源大省、“沉积岩王国”的美誉。在约9亿年漫长的地质历史长河中，贵州大地经历过多次海陆变迁，形成了矿产资源分布广、种类全、优势矿产多的总体格局。富饶贵州厅，以“黔矿之富”“黔矿之成”“黔矿之优”“黔矿之用”“黔矿之美”5个部分，系统展示贵州丰富、优质的矿产资源，以及为经济社会发展作出的贡献。在这个展厅中，我们可以从标本中认识人们常说的“金银铜铁”等矿石的原始面貌。



图7 海蓝宝石（浅蓝色部分）（陈明华 摄）



图8 石膏晶体（陈明华 摄）



图9 辉锑矿晶体（陈明华 摄）

当看完这些美丽的化石与矿物晶体，最后一个厅中展示了数代地质人挥洒青春的身影及各类地质成果。这里有知名的地质学家，也有一群普通的地质人员。正是这些具有“三光荣”精神的地质人员无私的奉献，带来了贵阳今天的繁荣昌盛。

2. 岩石、化石科普地——乌当（1天）

要认识贵阳的岩石和古生物化石，首选地当然是乌当盆地。之所以选择这里认识岩石与古生物化石，是因为乌当在寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪、二叠纪、三叠纪、白垩纪及第四纪时期均有沉积记录，古生物化石丰富，是贵阳地层相对完整的地区。

在乌当，通过亲子、研学科普等活动，初学者可以认识沉积岩为主的白云



岩、灰岩、砂岩、黏土岩等基本岩石类型，同时可以认识三叶虫、笔石、海百合、珊瑚、腕足、双壳（贝类）、腹足（螺类）等化石。

（1）乌当盆地的科学价值

乌当盆地是乌当地区中奥陶世早期至晚奥陶世保存有独特的沉积记录的地区，具有国内外岩石地层对比重大价值；黄花冲组上段产晚奥陶世独特的珊瑚群（是奥陶纪珊瑚动物的少有产地之一），其中的四射珊瑚动物群与北美—西伯利亚动物群不同，应为一个独立的动物地理区，具有国际研究对比的重大价值。其与上覆志留系高寨田组接触面为中奥陶统黄花冲上覆构造运动界面，记录了贵州中部第二次成陆的时间，对研究贵州地壳演化历史和早古生代气候有重要价值。

（2）奥陶纪公园

奥陶纪公园以奥陶纪地层、化石出露最全最完整为特点，可代表贵州奥陶纪华中型生物地理区系。其所产笔石、三叶虫、头足类、珊瑚、腕足类等化石具有国际研究对比的重大价值。

（3）第四纪冰川

乌当地处北纬 26° 带的中、低纬度地区，第四纪冰川是否侵扰该区？直到 20 世纪初，外国学者一致认为中国没有第四纪冰川。我国卓越的地质学家李四光先生于 1942 年对贵阳附近乌当第四纪进行研究后，提出该区存在第四纪冰川遗迹（该遗迹因乐湾国际等城市建设，已被破坏）。保存较好的冰川遗迹将为全球地质、地理、气候变化等国际对比计划研究提供宝贵标本和记录，极具重要科学价值。

（4）猫猫山古人类文化遗址

贵州是古人类发祥地之一，远古人类化石和文化遗迹发现颇多，乌当猫猫山古人类文化遗址是其中之一。猫猫山古人类文化遗址出土物在国内外少见，已定为国家级文物保护单位。

（5）峡谷地貌

乌当地区峡谷众多，如情人谷、鱼洞峡等典型的溶蚀、侵蚀形成的喀斯特峡谷，是贵阳市民周末重要的休闲度假地。其中，鱼洞峡谷高 200~235 米，由上游的隘谷—嶂谷—峡谷演变，峡谷两侧的谷坡为悬崖陡壁。这类悬崖陡壁为流水沿石灰岩垂直节理或裂隙侵蚀而成，与地质、地理教科书上的定义几乎一模一样，是自然界中峡谷地貌典型代表。在贵州这片地壳抬升强烈、河流切割作用强烈的地区，峡谷多见，但在短距离内，从隘谷—嶂谷—峡谷均可见到的地段少之又少。这使本区峡谷地貌在科学价值上更高一层，成为研究近代地壳抬升速度最好的样本，具有重要的科学价值。

（6）科普价值

乌当省级地质公园是贵州大学和贵州理工学院的地质教学基地，拥有 50 余年的实地地质教学历史。2003 年建成的乌当全国科普教育基地，占地面积 25 平方千米，室内 3300 平方米，建有地质广场、科普活动中心，门类齐全。其中，古生物化石博物馆及实验室，是全国不可多得的能进行室内外教学和科普教育的理想场所。

（二）“梦回三叠”科考及研学科普路线

习近平总书记强调：“要在教育‘双减’中做好科学教育加法，激发青少年好奇心、想象力、探求欲，培育具备科学家潜质、愿意献身科学研究事业的青少年群体。”

自远古时代开始，人类便对头顶的星空、脚踩的大地有着无尽的想象，本能的好奇心与求知欲驱使我们从未停止过对宇宙的发问与求解。我们从何而来？世界的尽头在何方？我们是否有同伴？我们可以从岩石着手，通过亲子游、研学科普等手段，引导更多人去解开地球形成的密码。

贵阳是国际地质学界公认的沉积岩王国、古生物王国和喀斯特王国。贵阳从距今 8 亿年左右就开始有形成岩石的记录，在贵阳大地演变过程中，丰富的



地学旅游资源为研学科普及亲子游提供了较多的场地选择。

贵州有全球最宏伟、演化历史记录最详尽的三叠纪浅海一次深海过渡带。这个过渡带连续出露于贵阳—平坝—安顺—关岭—贞丰—安龙—兴义之间，总体呈“S”形走向，长约 300 千米，宽 25~35 千米。从全球范围而论，它是地表连续出露最长、最宏伟的三叠纪浅海一次深海过渡带。同时，该过渡带连续记录了扬子碳酸盐台地各个部位（台地前缘、台地前缘斜坡、盆地边缘带）按时间顺序发生的纵向演化序列，在全球也是独一无二的。

不仅如此，此过渡带上因风光秀丽已开发多个驰名中外的风景名胜区及 A 级旅游景区，如青岩、天河潭、黄果树瀑布群、龙宫、坝陵河峡谷、花江大峡谷、贞丰双乳峰、贞丰竹林堡石林、马岭河峡谷、万峰林、泥凼石林等均坐落于此带之内。

贵阳青岩、天河潭等恰好处于此带上，具有得天独厚的地学旅游资源。贵阳古生物群、青岩古生物群、三叠纪虫迹化石等资源，具有极高的科研及科普价值，是很好的研学科普场地。

1. 贵阳古生物群（1 天）

贵阳古生物群的发现地主要位于贵阳乌当下坝、龙里谷脚镇政府一带，产于三叠系大冶组（距今约 2.508 亿年）薄层灰岩中。中国地质大学（武汉）的师生们已经发现了包括硬骨鱼、软骨鱼、牙形动物、海绵动物、双壳类、菊石、腹足类等十几个大类总计 40 种不同的古生物实体化石。在这些地方，我们可以在一些采石场或天然剖面上仔细观察地层中有哪些化石，了解它们赋存的岩石特征，以及化石的产出特征，找寻 2.4 亿年前贵阳这片浅海台地生命的生存样式与生存痕迹。

距今 2.5 亿年前的二叠纪—三叠纪，全球发生了面积最大的古生物大灭绝事件，当时近 90% 的地球生命灭绝了，这是已知地质历史上最大规模的物种灭绝事件。关于该事件的原因，科学家们提出了各种各样的理论。一些人认为是一颗巨大的彗星或小行星撞击了地球，类似于造成恐龙灭绝的原因。近年来，

有科学家提出，如今西伯利亚地区在当时的大规模火山活动导致了大灭绝，火山释放的二氧化碳和甲烷可能使海洋酸化，地球变暖，进而导致物种灭绝。

在贵阳生物群发现之前，科学家认为二叠纪—三叠纪生命大灭绝、生命复苏繁衍的时间是距今 2.3 亿年左右；但通过贵阳古生物群地层、岩石、地球化学等手段测试分析认为，三叠纪生命的复苏是距今 2.508 亿年左右，比之前生命的复苏提前了约 1000 万年。所以，贵阳生物群有极高的科学研究意义。乌当下坝、龙里谷脚一带由于拥有丰富的古生物化石，也是进行亲子活动、地学研学科普的好地方。

2. 青岩古生物群（1 天）

由于青岩古生物群在国际上具有重要意义，为了更好地保护如此重要的地质遗迹，该地现已建立了保护设施，并建有小型青岩古生物化石展陈馆。大众可以从馆中了解与参观不同种类的古生物化石，并了解青岩古生物群所处的位置是一处浅海台地向斜坡转换的地带。即是说，到青岩古生物群向北所看见的高高的青岩狮子山在 2.3 亿年前是台地边缘，而青岩古镇一带是台地斜坡相，水比狮子山处深很多。也许正是这特殊的地理环境，才形成了青岩古生群有生存于原地的化石，也有很多生存于台缘上的化石，以及在海洋洋流、风暴等作用下被推移到青岩棒头山一带埋藏的古生物化石，从而形成了青岩古生物群原地与异地化石均存在的地质奇观。在当地人称狮子山山脚一带的泥灰岩、黏土岩中，还可见较多的海百合、腹足类、双壳类等化石。

青岩古生物群具有极高的科学研究意义，也具有极好的地学研学科普意义。在这里，研学之余，我们还可去数百年前修建的青岩古镇一探以石铺就的街面、以石修建的古房、以石修建的城墙、以石打造的牌坊……在品尝状元蹄中，感受人类数百年的历史文化，追索两亿多年前的古老生命遗迹。

3. 贵安车田、大学城、孟关改毛三叠纪虫迹化石（1 天）

贵安车田小镇、贵阳花溪大学城、花溪孟关改毛村一带，在三叠系大冶组薄层灰岩层面上，产大量树枝状、网状、放射状、蛇曲状虫迹化石，形态各



异，且较为密集，主要为一些爬行迹、觅食迹等遗迹化石。这些虫迹化石多种多样，具有一定科研价值。地质学家可以通过一些痕迹分出哪些是行走，哪些是觅食，并从岩性与遗迹中判断这些区域的古地理（深海、浅海）环境。

此类岩石层厚度一般 1 厘米左右，便于顺层取出，在青岩、贵安、清镇一带农村中用之当瓦作墙，修筑院落，成就了很多的石板寨。车田古镇就是代表之一。

这些石头上的化石遗迹较为明显，量大，长得像树枝、花朵等，有一定美观性，适宜制成研学科普文创产品，具有较高的装饰性。

（三）追梦喀斯特地貌地学旅游科普亲子路线

之前我们一直在说，贵阳是喀斯特地貌区。贵阳较成熟的景区 90% 都是喀斯特地貌。喀斯特地貌归根结底，就是水与碳酸盐岩（灰岩、白云岩）的溶解过程。坚硬的岩石被柔软的水流经过数十万年不断地溶蚀，最终形成了溶洞、天坑、峡谷等景观。通过种种现象，我们在大自然中体会了“水滴石穿”、永不放弃、锲而不舍的精神。

对于研学教育与亲子活动而言，安全必然是放在第一位的，因此本书只挑选开发成熟且安全程度较高的地区作为推荐研学或亲子旅游路线。

1. 山峰

（1）贵阳喀斯特公园（0.5 天）

贵州在世界上享有“沉积王国、喀斯特王国及古生物王国”三大美誉。要探寻什么是喀斯特，贵阳喀斯特公园无疑是最佳选择，其是全省喀斯特地貌最集中的地区，相当于微缩版的喀斯特天然博物馆。从其各大类景观中，我们可推演喀斯特地貌是如何形成的。

喀斯特地貌的形成，是水与二氧化碳对碳酸盐岩的一个溶蚀过程。当富含二氧化碳的水溶液对石灰岩进行化学作用，碳酸钙就会溶于水中被带走。那么，当重钙分解后，又会形成什么岩石呢？当分解后，碳酸钙又会在合适的地

方进行沉积沉淀，形成了我们在溶洞中常见的钟乳石，或岩壁、岩缝中的钙华（又称石灰化）沉积。

贵阳喀斯特公园是典型的喀斯特集中地区，面积虽然不大，却是“五脏俱全”，有石林、石芽、溶沟、小型天生桥、一线天、溶孔（洞）等，各类溶蚀后形成的象形石更是千姿百态，让人目不暇接。毫不夸张地说，这就是一座喀斯特景观的天然博物馆。

喀斯特地貌风景表水沿岩石表面流动，由溶蚀、侵蚀形成的许多凹槽称为溶沟。溶沟之间的突出部分叫石芽。石林是一种高大的石芽，高2~30米，密布如林，是由纯度高、厚度大、层面水平的石灰岩在雨水的溶蚀、侵蚀作用下形成的。

（2）黔灵山、贵山、东山峰丛（1~2天）

黔灵山、贵山、东山原本是一系列峰丛景观，因城市建设被分离开来。形成这些山峰的岩石多是二叠纪—三叠纪时期海洋环境形成的岩石。如在岩石中仔细寻找，我们能见到较多的沉积构造及古生物化石。这几座山，生态优美，绿树成荫，有各种鸟类、猕猴等动物。这里是贵阳市民的休闲地，也是极好的地学旅游与动植物科普地、观鸟地。

这一带有丰富的喀斯特地貌景观，有较多的地质遗迹，如化石资源、洞穴沉积物等，是向大众科普喀斯特地貌景观形成机制，使其了解古环境、观察大地构造运动印记、学习地学知识的天然课堂。

值得一提的是黔灵山，之前对黔灵山地质介绍得很详细，其独有的地质奇观值得科研人员去考察与研究。

（3）高峰山（1天）

高峰山位于贵安新区马场镇，是典型的峰丛地貌。这里也是三叠纪时期海洋形成的岩石，有较多的腕足类、腹足类、藻类等古生物化石。沉积构造丰富，有水平层理、波状层理、斜层理等代表不同水动力条件的沉积构造现象，适宜开展地学研学科普活动。而高峰山的周边，有云漫湖及较多村庄，是周末



进行农耕、采摘、放风筝等亲子活动不可多得的好去处。

（4）百花湖峰丛峰林（1天）

百花湖由数十个喀斯特峰丛峰林组成，有的被人工湖底座浸没形成了岛。每处山峰都覆满浓绿灌丛或密林，外形呈柱状或馒头状，散布在长 1.5 千米、宽约 400 米的狭长湖面上，蔚为壮观。

形成这些峰丛峰林的岩石多是二叠纪茅口组灰岩，除形成美观的地貌外，还产腕足类、腹足类等化石，适宜进行地学研学科普活动。

在以往，喀斯特地区是生态最弱的地区，土层薄，土壤在水的冲刷下流失，在没有土的地方，植物是没法生长，动物因没吃的也生存困难，老百姓没法种庄稼，形成了常说的“石漠化”。石漠化有两种类型，一种是天然的类型，多因坡陡水土流失严重植物无法生存；而另一种称为人为石漠化，即人类为了种植，大量砍伐，原来靠根系维护的土壤在没有保护后被冲走，以致到处是光秃秃的山。

而现在的百花湖沿岸及岛屿上绿树成荫，各种树木繁盛，其主要原因：一是附近的人现在都用电炉、煤气等取暖做饭，不再上山砍柴煮饭及取暖，所以植被变好了。二是人工筑坝造湖，形成了良好的小气候环境，空气的湿度、温度利于草林生长，同时也利于动物繁衍，所以形成了现在草木葱茏、百鸟齐飞的优美环境。

地质工作者通过实地考察科普，让大众知道人与环境是共生共荣的关系，破坏环境即破坏我们生存的空间。

（5）卡比石林（1天）

卡比石林位于开阳县龙岗镇卡比村组，形成岩石为二叠系茅口组灰岩及少量白云岩，石林景观奇特丰富，有石芽、溶沟、石林等景观。到此地除了观赏石林外，我们还能在岩石中寻找珊瑚、腕足类、腹足类等化石，具有较好的科普性。其中的“石郁金香”造型独特，极具打卡性。

(6) 高丰石林 (1 天)

高丰石林位于修文县大石布依族乡, 形成岩石为中二叠统栖霞组灰岩, 以石林为主, 另有石芽、溶沟、小型溶洞、一线天、小型天生桥等景观。其与众不同的是这些喀斯特景观之上长有大量藤蔓、珍贵药材等绿色植物, 当地人又称之为“绿石林”。这里自然风景优美, 是进行自然科普不可多得的地方。

2. 峡谷

正如第一章所述, 贵阳地处全国地形第二梯级带, 受构造抬升影响, 峡谷众多, 只是有些峡谷宽缓 (如天河潭、花溪公园、十里河滩), 有些峡谷狭窄 (乌江峡、猫跳河峡谷), 总体上都是地形抬升与河流切割的结果。

(1) 天河潭 (1 天)

天河潭距花溪 13 千米, 距贵阳市区 24 千米, 距龙洞堡国际机场 16 千米。如果说贵阳喀斯特公园是喀斯特地貌的微缩版, 那么天河潭就是喀斯特地貌的放大版。相对于贵阳喀斯特公园, 这里的景观更为宏伟壮观, 类型上还有溶洞、地下暗河、天坑等贵阳喀斯特公园所没有的景观。

通过近百万或数十万年自然风化及水对可溶性岩石溶蚀侵蚀, 这里有耸立的山峰、地下河、溶洞、天坑、奇特的钙华瀑布等典型景观。地下暗河与溶洞的共同存在, 印证了地形抬升的证据。而溶洞中较多的钟乳石及洞外钙华瀑布, 从另一个侧面反映了现代沉积样式, 体现了碳酸钙的神奇, 溶蚀后形成喀斯特地貌, 析出后则形成了钙华、钟乳石。我们在大自然中, 不知不觉就记住了化学反应方程式, 记住了什么是可逆反应。

(2) 南江大峡谷 (1 天)

南江大峡谷位于开阳县南江乡, 为典型的喀斯特地貌发育区。南江大峡谷岩性主要为寒武系—三叠系的灰岩、白云岩等碳酸盐岩, 在后期构造作用下地形不断抬升, 以及河流不断切割, 形成了现在所见的陡崖、孤峰和峡谷等喀斯特地貌。南江大峡谷适宜进行岩石科普、化石科普及水资源类科普研学活动 (比如检测水质、观察水的侵蚀作用等)。此外, 南江大峡谷还有一古河床堆积



体，这是很多峡谷较为少见的河流阶地景观。

3. 溶洞

溶洞虽然景色很美，但其中极为危险，暗河、落水洞及不明生物、不明有害气体等危险源较多，没有专业人士陪同，勿进洞探险！一旦迷路，洞中无光无信号，会危及生命！所以不要随意进洞探险或进行研学科普活动。

正是基于安全考虑，本书只挑了开发成熟及安全程度相对较高的盘龙洞作为研学或亲子路线，其余的洞因未开发，设施不完善，不作为推荐路线。

盘龙洞位于百花湖畔，洞内钟乳石景观形态多样，有石笋、石柱、石帘、石瀑布、石旗、边石坝等令人眼花缭乱的景观。通过实地观摩各类几十万年才形成的钟乳石，教师或家长启发孩子们的想象力，比如有往下长的石钟乳、往上长的石笋，长得顶天立地的石柱，有的像旗子，又有的像瀑布。细心的孩子还会发现，洞中有光的地方还会长有小植物，而洞厅有水的地方还有鱼等生物。

而在某处断开的钟乳石上，可见如树一样的“圈层”，难道钟乳石也有年轮？是的，钟乳石也有像树一样的生长圈层纹，只是形成一圈的时间不是一年，可能是上百年或上千年。

（四）贵阳自然游憩精品景观打卡路线

现今，除了研学科普及亲子游，以徒步、科学探秘、户外体验为引领的各类健康游憩活动参与群体在不断扩大。例如，深入沙漠、冰川、戈壁、草原、森林的深度活动在不断增加，观鸟旅游和动物摄影已经成为重要时尚，观星、星空摄影、暗夜保护地共同组成的星空旅游目的地也在兴起。因而，我们有必要推荐一些贵阳经典地学旅游路线，便于民众打卡。

1. 花溪、青岩喀斯特地貌景观带（2~3天）

花溪、青岩景观带位于贵阳南部，距城区15~20千米，是贵州省花溪地质公园的主要园区，也是知名的贵州三叠纪相变景观带分布起始地。这里有知名的青岩古生物群，也有知名的青岩古镇、花溪公园、天河潭公园等知名景

点。这里各种喀斯特地貌景观与人文景观交相辉映，诗情画意，景色让人沉醉。可以说，这个景观带是贵阳最具打卡的旅游休闲地。这里适宜休闲游、亲子游及研学科普，是摄影、徒步爱好者的天花板级路线。

2. 高坡乡台原景观带（2~3天）

高坡乡位于贵阳东南部，距贵阳约48千米，海拔1500米以上，最高海拔达到1712.1米，属高寒山区。高坡云顶一带，为典型的高山台原地貌，因岩石为泥盆系砂岩，地层产状平缓，土层薄，所以高大的乔木不易生长，形成了一马平川的高山平原景观。对于没有平原的贵州来说，有这样一片宽阔的平原实属不易，而观远山的山头，基本高度一致，这应是观察地貌夷平面较好的地方（图10）。



图10 高坡观夷平面（山与云交会处）（陈明华 摄）



现今在这台原上有云顶草原、滑雪滑草场等景观区，并有环绕露营基地，同时也有未开发的高坡石林、摆弓瀑布、红叶峡谷、鬼架桥（天生桥）峡谷、高坡旅游环线网红公路等极具影响力的打卡点。

这个景观带集高山台原地貌、石林、天生桥、瀑布、石峡谷等地学景观于一体，佐以滑雪场、露营基地等景观，具有极高游憩性。这里既可以进行休闲旅游、亲子游、徒步、研学科普，因海拔高，又可观星及星空摄影。

3. 开阳—修文喀斯特景观带（2~3天）

对于开阳与修文来说，其不光有知名的磷矿、铝土矿产地，更有奇特的喀斯特风光，其中有在2016年旅游资源大普查中被评为五级资源的南江大峡谷、香火岩、紫江地缝，也有评为A级旅游景区的十里画廊、猴耳天坑、马头古寨、息烽集中营、阳明洞、阳明文化园等景点。可以说，开阳及修文同样具有极高的打卡度。

这里很多景点都是典型的喀斯特地貌，各种峡谷、天坑、溶洞、喀斯特盆地等风光绝佳，是极佳的赏景地，适宜休闲旅游、亲子游、徒步、研学科普等。

参考文献

1. 陈明华. 中国矿产地质志·贵州卷·饰面石材 [M]. 北京: 地质出版社, 2024.
2. 陈国勇、陈仁、杜远生. 中国矿产地质志·贵州卷·磷矿 [M]. 北京: 地质出版社, 2024.
3. 杨瑞东、高军波、盛学庸. 史前贵州 [M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2018.
4. 曹伯勋. 地貌学及第四纪地质学 [M]. 北京: 中国地质大学出版社, 1995.
5. 陈建庚. 贵州地貌环境与旅游 [M]. 北京: 地质出版社, 2000.
6. 陈安泽. 中国喀斯特石林景观研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2011.
7. 周德全. 贵州高原层状地貌与高原抬升 [J]. 地球与环境, 2005 (2).
8. 文雪峰、魏晓、杨瑞东. 黔灵山公园地质遗迹类型及成因分析 [J]. 贵州地质, 2010 (1).
9. 李作勋、毛有碧. 贵阳史话 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2015.
10. 刘强、王传福、李萌. 贵州名胜旧览 [M]. 北京: 中国档案出版社, 2008.
11. 贵州省息烽县地方志编纂委员会. 息烽县县志 [M]. 贵阳: 贵州人民



出版社, 1993.

12. 贵州省地质调查院. 贵州贵安新区旅游资源大普查报告(内部资料)[R]. 2016: 50.

13. 贵州省 105 地质大队. 贵州省息烽县旅游资源大普查报告(内部资料)[R]. 2016: 35.

14. 王万金、周易、陈进等. 贵州省花溪区旅游资源大普查报告(内部资料)[R]. 2016: 3-58.

15. 毛健全. 天河潭——世界上最俊美的喀斯特浓缩景区[J]. 贵阳文史, 2012(21).

16. 贵州 111 地质队. 贵州省贵阳市旅游资源大普查报告(内部资料)[R]. 2016: 3-78.

17. 王万金、周易、陈进等. 贵州省花溪区旅游资源大普查报告(内部资料)[R]. 2016: 3-125.

18. 冯伟民. 远古的密码——解读化石[M]. 南京: 江苏凤凰科学技术出版社, 2018.

19. 童金南、殷鸿福. 古生物学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.

20. 杨式溥. 中国遗迹化石[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

21. 杨瑞东、高军波、盛学庸. 史前贵州[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2018.

22. 戴传固、王雪华、陈建书. 中国区域地质志: 贵州省志[M]. 北京: 地质出版社, 2017.

23. 顾尚义、周洪庆、孙士军. 贵阳市乌当地质填图实习指导书[M]. 南京: 南京大学出版社, 2007.

24. 罗茂、时国、龚一鸣. 贵阳花溪早三叠世遗迹化石及其对二叠纪末生物大灭绝事件后生物复苏的启示[J]. 古地理学报, 2007(5).

25. 毛志中. 史前时代的贵州森林[J]. 贵州农学院学报, 1984(1).

26. 贵阳市地方志编撰委员会. 贵阳市地方志: 地理志 [M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1986.
27. 贵阳市地方志编纂委员会. 贵阳市地方志: 地理志 [M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 2000.
28. 陈建康. 贵州地貌环境与旅游 [M]. 北京: 地质出版社, 2000.
29. 黄威廉、屠玉麟、杨龙. 贵州植被 [M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1988.
30. 郭艳清、周江. 黔灵山公园猕猴 (*Macaca mulatta*) 种群遗传学研究 [D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2019: 1-81.
31. 翁申富、陈群、韩忠华. 中国矿产地质志·贵州卷·铝土矿 [M]. 北京: 地质出版社, 2019.
32. 韩至钧、夏延钧、刘裕周. 贵州省地质矿产志 [M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1992.
33. 班程农. 贵州科学家传记: 第2卷 [M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 2020.
34. 班程农. 贵州科学家传记: 第3卷 [M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 2020.
35. 倪艳阒. 李四光与乌当的不解之缘 [J]. 文史天地, 2006 (7).
36. 廖莉萍. 清明缅怀马以思——记献身地质科学的地学女杰马以思先生 [J]. 贵州地质, 2015 (2).



后 记

为认真贯彻习近平文化思想，系统挖掘整理宝贵的贵阳历史文化资源，2023年7月，中共贵阳市委决定启动《贵阳历史文化丛书》的编纂工程。

为保障丛书编纂工作的顺利推进，中共贵阳市委成立丛书编纂工作协调机制，从多方面做好工作保障，办公室设在中共贵阳市委宣传部，由中共贵阳市委宣传部负责统筹推进，相关单位承担具体编纂工作；组建丛书学术委员会，对丛书编纂质量进行评审及学术指导；引入总审订团队，从整体性和规范性上进一步提升了丛书编纂质量。

编纂这套丛书，凝聚了各方智慧，汇聚了多方力量，得到了省内外多位专家的精心指导，得到了相关单位的大力支持，得到了时任贵阳市委副书记滕伟华同志的悉心指导。省内相关行业的专家及专业人士参与撰稿，以融政治性、历史性、文化性、地域性与普及性于一体为目标，力争将丛书打造为促进贵阳历史文化繁荣发展、提升贵阳人民文化自信自强的历史文化读本，让贵阳这片土地更加厚重，让贵阳这座城市更加灵动，让贵阳市民更加自信，让外来游客更加向往，让贵阳未来更加美好。

人类对于宇宙星球来源，特别是地球的奥秘、沧海桑田的变化、人类的来龙去脉总是怀揣好奇之心，对脚下这块土地的“前世今生”更是想弄明白。作为地质工作者，正是通过解读岩石中隐藏的密码向大家答疑解惑，把地球特别是贵阳的山海沧桑、生命的演化逐渐展示给大众。

本书的读者主要是普通大众，而不是地质工作者，丛书立足于宣传贵阳文

化，让更多人了解贵阳文化。基于此，编写团队进行了多次修改，尽量减少专业化术语而用口语化表达，使之更通俗易懂。

本书得到了《贵阳历史文化丛书》编撰专家团队、贵州人民出版社相关编辑、贵阳市自然资源和规划局、贵阳市科学技术协会、贵州省地质矿产勘查开发局、贵州省地质调查院相关领导的大力支持与鼓励，才得以完成此任务，在此一并谢过！

