

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

六 水文地质 工程地质

第1号

洛塔岩溶及其
水资源评价与利用的研究

洛塔岩溶地质研究组

地质出版社

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

六 水文地质 工程地质 第1号

洛塔岩溶及其
水资源评价与利用的研究

洛塔岩溶地质研究组

地质出版社

内 容 简 介

本专报系国家下达的岩溶重点科研项目的一项重要科研成果,共有十章,主要包含四方面的内容:首先叙述了洛塔地区岩溶景观形成的地理地质环境;其次,讨论了岩溶地貌及洞穴的特征、成因、分布规律及其演变历史,对水的溶蚀性能也作了较深入的探讨;其三,对本区岩溶水文地质结构和岩溶水,特别是岩溶地下河系的赋存、动态和衰减特征以及地下河系的发育演变等进行了较系统的论述;并运用多种方法进行水资源评价及其方法的研究;最后在上述研究成果的基础上,结合当地实际情况,提出了开发利用岩溶水的途径、方法和规划,并对各类“溶洼成库”的渗漏条件和各“溶洼成库”方案的岩溶工程地质条件和治理措施作了分析论证。

本书可供从事岩溶地质研究和岩溶地区水文地质、工程地质工作者及大专院校有关专业师生参考。

中华人民共和国地质矿产部 地质专报
六 水文地质 工程地质 第1号
洛塔岩溶及其水资源评价与利用的研究
(附图一袋)

洛塔岩溶地质研究组

*

责任编辑:于浩然 吴应科

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: $16^{3/8}$ 插页: 4 个字数: 369,000

1984年3月北京第一版·1984年3月北京第一次印刷

印数: 1—3,100册 国内定价: 5.70 元

统一书号: 15038·新991

绪 言

岩溶是可溶岩分布区一种独特的地质作用和现象。在裸露型碳酸盐岩岩溶区,地表岩溶发育,形态多样,形成奇特的自然景观;地下洞隙纵横,迂迴曲折,复杂多变;赋存和运移于洞隙内的岩溶水,往往形成复杂的地下水系,从而导致对岩溶空间和岩溶水在开发利用上的复杂性。

基于我国岩溶分布广泛,与工农业生产及国防建设关系密切,探索和认识其客观规律,对国民经济建设、勘探实践和岩溶理论研究都具有不可忽视的重要意义。

据统计,湖南碳酸盐岩分布面积达6.4万平方公里,约占全省面积的30%,与我国主要岩溶发育区云、贵、川岩溶山区毗连,其中有较多的岩溶向斜盆地分布其间,农田分布也较集中,但均不同程度地存在干旱缺水问题。洛塔即是位于湘、鄂、川、黔诸省交界的广大裸露型岩溶山区中具有代表性的一个岩溶向斜汇水盆地,为一完整的水文地质单元,在岩溶及岩溶水文地质方面,均具有典型意义。

盆地内广泛分布二叠系一下三叠统碳酸盐岩,岩溶异常发育,地表洼地、漏斗,星罗棋布;石芽、石林,簇状丛生;峡谷深切,瀑布高悬。地下洞穴纵横,上下叠置,具层楼式洞穴特征;洞内化学沉积物种类繁多,成因各异,形态奇特,绚丽多姿。统观洛塔地区岩溶景象,实可称之为裸露型岩溶景观的缩影。

唯美中不足之处是,区内降水虽云丰沛,但大都潜入地下,任其流失,未能合理利用,世居此地的土家族人民,面对岩溶缺水现象,尝托歌谣以抒怀,其词曰:“洛塔象个船,南端缺一舷,若不缺了舷,何愁无水源”。这首民歌简朴含蓄,形象地反映了洛塔地区岩溶地质的基本面貌,也表达了当地人民惜水盼水的迫切心情。

为探索裸露型岩溶及岩溶水的规律,以解决缺水岩溶山区地下水的合理开发利用问题,为此,在洛塔岩溶和岩溶水的研究中,主要探求了以下几方面的内容和问题:

1. 在岩溶发育规律方面:主要研究岩溶形态特征、成因以及岩溶发育与岩石成分、结构特别是与构造形迹之间的成生联系。
2. 在岩溶水资源方面:从研究多含水层水文地质结构入手,进而探求岩溶水的赋存型式、运移特征及动态变化规律,并在此基础上,进行水资源评价及评价方法的研究。
3. 在岩溶水的开发利用方面:选择有代表性的地段对溶洼成库条件进行试验研究,从而探索山区岩溶水资源合理开发利用及渗漏治理途径与方法。

洛塔地区从六十年代起,先后进行过区域地质、水文地质调查,以及盆地北部的煤矿地质勘探,分别编有地质报告,为此次岩溶研究提供了一定的基础性资料。

洛塔岩溶地质研究工作是在地质矿产部、湖南省科委和湘西自治州州委的领导下,由地质矿产部岩溶地质研究所、湘西自治州岩溶办公室、湖南省水利电力勘测设计院、中国人民解放军基建工程兵00934部队、湘西自治州水利电力局、河北地质学院、湖南省地质局水文地质队、湖南省地质局405队、湖南省测绘局、龙山县水电局、洛塔公社等单位共同协作完成的;湖南冶金局245队承担了部分钻探工作;所有测试、鉴定、分析、化验、电算等工

作，是由湖南省地质局等11个单位协助进行并提供资料^①。通过各兄弟单位的团结协作和全体工作人员的共同努力，完成了预期的研究任务。

一九八二年三月，国家科委和地质矿产部委托湖南省科委召开了洛塔岩溶地质研究成果验收会议，会前，聘请了国内知名学者和同行专家进行了详细审阅、并提出了评议意见；会议期间，又经国家科委、国家民委、地质矿产部、中国科学院地质研究所、地质院校、科研、生产等有关部门共31个单位60名代表组成评审委员会，作了认真细致的审查评议，一致认为：该科研项目较好地完成了计划任务；进行如此大量多方面的岩溶综合研究工作，在全国尚属首次；所提交的成果在岩溶水文地质及综合性研究方面达到了国内当前先进水平，建议主管部门予以验收。

这次洛塔岩溶地质研究，所得资料甚繁，涉及不少学科和领域。由于岩溶学科比较年轻，加之我们经验和认识有限，对于各种岩溶及岩溶水文、工程地质问题的剖析与论述，定有许多不当之处，恳请读者指正。

① 计有湖南省地质局实验室、地质矿产部岩溶地质研究所、湖南省地质局区调队、中国科学院南京古生物研究所、中国科学院地质研究所溶蚀实验室、中国科学院贵阳地球化学研究所、中国地质科学院宜昌地质矿产研究所、基建工程兵00934部队、中国地质科学院地质力学研究所、地质矿产部第五石油普查勘探指挥部、湖南省水利电力勘测设计院实验室。

目 录

绪言	XI
第一章 地理地质概述	I
第一节 地理	1
一、位置、交通	1
二、主要地理学数据	1
三、地形地势	3
四、岩溶水系	4
五、气候特征	4
第二节 地质概述	6
一、地层	6
二、碳酸盐岩岩石类型	18
三、岩溶化层位	27
四、构造形迹	30
五、新构造运动	46
第二章 岩溶地貌	47
第一节 岩溶形态特征	47
一、溶沟(槽)	47
二、石芽	47
三、石林	48
四、溶坑、溶缸	50
五、漏斗	51
六、洼地	51
七、盲谷、干谷	53
八、峡谷、悬谷	53
九、溶丘、丘峰	54
十、离峰	55
十一、落水洞	56
第二节 岩溶地貌类型	56
一、溶丘洼地	57
二、丘峰深谷洼地	57
三、垄背洼地	57
四、溶丘深谷	58
五、台丘洼地	58
六、斜坡沟谷	59
七、叠置河谷	59
八、低山丘陵	60
第三节 第四纪古植物的演变和古气候的变迁	60

一、下更新世孢粉组合	60
二、中更新世晚期孢粉组合	62
三、晚更新世早期孢粉组合	62
四、晚更新世晚期孢粉组合	62
五、全新世孢粉组合	62
第四节 岩溶地貌发育史的探讨	63
一、三级岩溶台面的划分	64
二、洛塔河谷发育史	65
第五节 岩溶地貌发育因素探讨	66
一、有利的自然地理条件对加快岩溶地貌景观的塑造与演变具有重要作用	66
二、碳酸盐岩的结构构造对岩溶地貌形态发育具有一定的影响	66
三、地质构造对岩溶地貌和岩溶形态的塑造具有明显的控制作用	66
四、水流的侵蚀作用对岩溶形态的形成与演变具有重要意义	67
第三章 洞穴	68
第一节 洞穴分布特征	68
一、洞穴在垂向上的分布特征	68
二、洞穴的平面分布特征	79
三、洞穴系统的建立	80
第二节 洞穴形态	80
一、洞体形态分类	80
二、洞穴小形态	82
第三节 洞穴堆积物	84
一、化学沉积物	84
二、流水沉积物	88
三、重力堆积物	90
四、洞穴石膏	91
第四节 洞穴气候	92
一、洞穴气候分类	92
二、典型洞穴气候特征	94
三、几点认识	96
第五节 洞穴形成演化与利用问题的讨论	97
一、洞穴的形成与演化	97
二、洞穴资源的利用问题	99
第六节 对若干控洞因素的认识	100
一、洞穴形成的主要动力与物质基础	100
二、洞穴形成与发展的构造条件	100
三、崩塌、坍塌在一些洞穴发育中的作用	101
四、新构造运动与洞穴成层性	103
五、洞穴形成的基本条件	103
第四章 岩溶水水化学特征及其溶蚀性探讨	104
第一节 概述	104
第二节 岩溶水水化学基本特征	106

一、大气降水	106
二、沟谷水	107
三、洞穴管道水	107
四、地下河出口水	108
五、土壤层水	109
六、岩溶裂隙水	109
七、河水	110
第三节 水中主要离子的迁移和富集	112
一、钙离子的迁移和富集	112
二、镁离子的迁移和富集	115
三、 HCO_3^- 的迁移和富集	115
四、 SO_4^{2-} 的迁移和富集	116
第四节 饱和度和溶蚀量计算	116
一、饱和度	116
二、溶蚀量计算	117
第五节 水溶蚀性和岩溶发育规律	118
一、水中 CO_2 含量来源的讨论	118
二、水溶蚀性能与岩溶发育规律	120
第五章 岩溶水的赋存与运移特征	123
第一节 概述	123
第二节 岩溶含水层(组)	125
一、岩溶裂隙弱发育的大冶灰岩含水层	126
二、溶洞裂隙中等发育的吴家坪灰岩含水层	127
三、溶洞—地下河强烈发育的茅口、栖霞灰岩含水组	127
第三节 地下河与岩溶泉	130
一、地下河的分布特征	130
二、地下河系的形成与发育规律	142
三、岩溶泉	144
第四节 岩溶水的补给、径流、排泄与运动特征	145
一、补给条件与补给方式	145
二、径流特征	150
三、排泄特征	154
四、岩溶水的运动特征	156
第六章 岩溶水动态分析	161
第一节 概述	161
第二节 岩溶水动态特征及其成因分析	161
一、流量动态	161
二、水位动态	168
三、水质动态	168
四、水温动态	168
第三节 衰减期流量动态分析	169

一、衰减方程	169
二、衰减期流量动态分析	171
第七章 岩溶水资源评价	178
第一节 概述	178
第二节 均衡分析	178
一、块段均衡方程与有效入渗系数	178
二、盆地中、北部均衡方程与蒸发系数	180
三、有效入渗系数及蒸发系数计算	181
四、均衡分析法的水资源计算	184
第三节 相关分析	186
一、回归方程及计算成果	186
二、成果分析	186
三、相关分析法的总水资源计算	188
第四节 衰减分析	188
一、具有“直接引水灌溉”意义的开采资源	188
二、流量衰减分析	188
三、排泄量(V)、平均流量($\bar{Q}$)的计算及成果分析	189
第五节 水质评价	191
一、水化学基本特征	191
二、水质评价	191
第六节 小结	194
第八章 溶注成库的工程地质条件	195
第一节 溶注的渗漏条件分析	195
一、溶注水文地质类型及成库渗漏条件	195
二、主要渗漏途径分析	197
第二节 白家坳溶注水库	198
一、地质—水文地质条件	198
二、主要工程地质问题及渗漏条件初步分析	199
三、结语	203
第三节 小型溶注水库	204
一、八仙洞溶注水库群	204
二、其它小型溶注水库	207
第九章 岩溶水的开发利用	215
第一节 农田水利现状及需水情况	215
一、农田水利现状	215
二、农田需水量计算	217
第二节 岩溶水的开发利用途径	217
一、蓄引并举,蓄、引、提相结合	217
二、地下水和地表水的综合利用	218
三、农田灌溉与水力发电相结合	218
第三节 岩溶水的开发利用规划	218

第四节 主要工程地质问题及建议	229
第十章 结论	232
后 记	236
主要参考文献	237
英文摘要	238
照片	
附图:	
湖南洛塔地质构造图 比例尺1:50,000	
湖南洛塔岩溶地貌图 比例尺1:50,000	
湖南洛塔岩溶水文地质图 比例尺1:50,000	
湖南洛塔岩溶水开发利用规划图 比例尺1:50,000	

第一章 地理地质概述

洛塔地处湘、鄂、川、黔交界的湘西岩溶山区，属亚热带季风湿润气候。地貌上属湘西北山地地形。地质构造位于新华夏系第三隆起带南段，属黔东褶皱带的八面山—洛塔向斜构造，其西邻北北东展布的梵净山复背斜，东与北北东展布的桑植复向斜毗连。晚期新华夏系断裂作用，使之分化为走向北北东的八面山向斜和走向北东的洛塔向斜。

洛塔的地层归属于扬子区黄陵八面山分区的八面山小区^①。分区内震旦纪—第三纪地层发育完全，第四纪沉积和冰积物较发育；小区内以古生代地层为主。洛塔在泥盆纪时是沉积相区分野地带，缺失石炭系，分布于盆地内的二叠系一下三叠统以碳酸盐岩为主，中—新生代地层发育不完全，第四系成因类型较复杂。

区内各种岩溶现象（包括地下洞穴）都位于二叠—三叠统碳酸盐岩中，其空间分布严格受向斜构造和断裂控制。现今向斜高悬于红岩溪背斜和兴隆街背斜之间，构成了独特的岩溶地貌景观及独立完整的水文地质单元。因此，探求洛塔岩溶发育及岩溶水文地质规律，首先重视了向斜内二叠系一下三叠统碳酸盐岩的岩石性质、层组结构和岩溶化层位划分的研究；同时在探讨岩溶发育与构造形迹之间的关系时，特别注重了断裂控洞、控洼、控水的观察与分析。对于气象、水文及地形地貌等因素在岩溶形成与演化以及岩溶水的分布与动态变化诸方面的作用，也给予了足够的注意。

第一节 地理

一、位置、交通：洛塔地区属湖南省湘西土家族苗族自治州龙山县管辖。北距县城46公里，有公路相通。自龙山县城往东可直达湖南省会长沙；往南可到吉首。吉首为湘西土家族苗族自治州首府，有纵贯南北的焦（作）—柳（州）铁路经此，能与国内各主要交通干线衔接，故洛塔虽地处偏僻山区，而陆路交通尚称便利（图1—1）。

二、主要地理学数据：

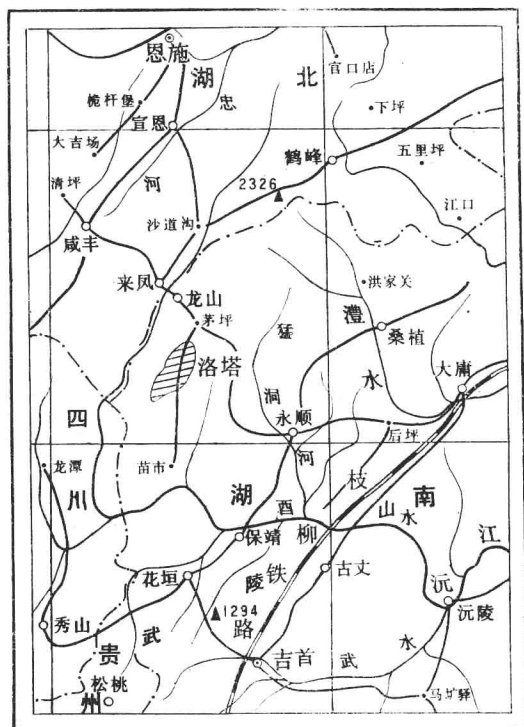


图 1—1 洛塔地区交通位置图

1—居民点；2—县城；3—州政府驻地；4—河流；5—公路；6—铁路；7—工作区；8—省界；9—山峰及高程

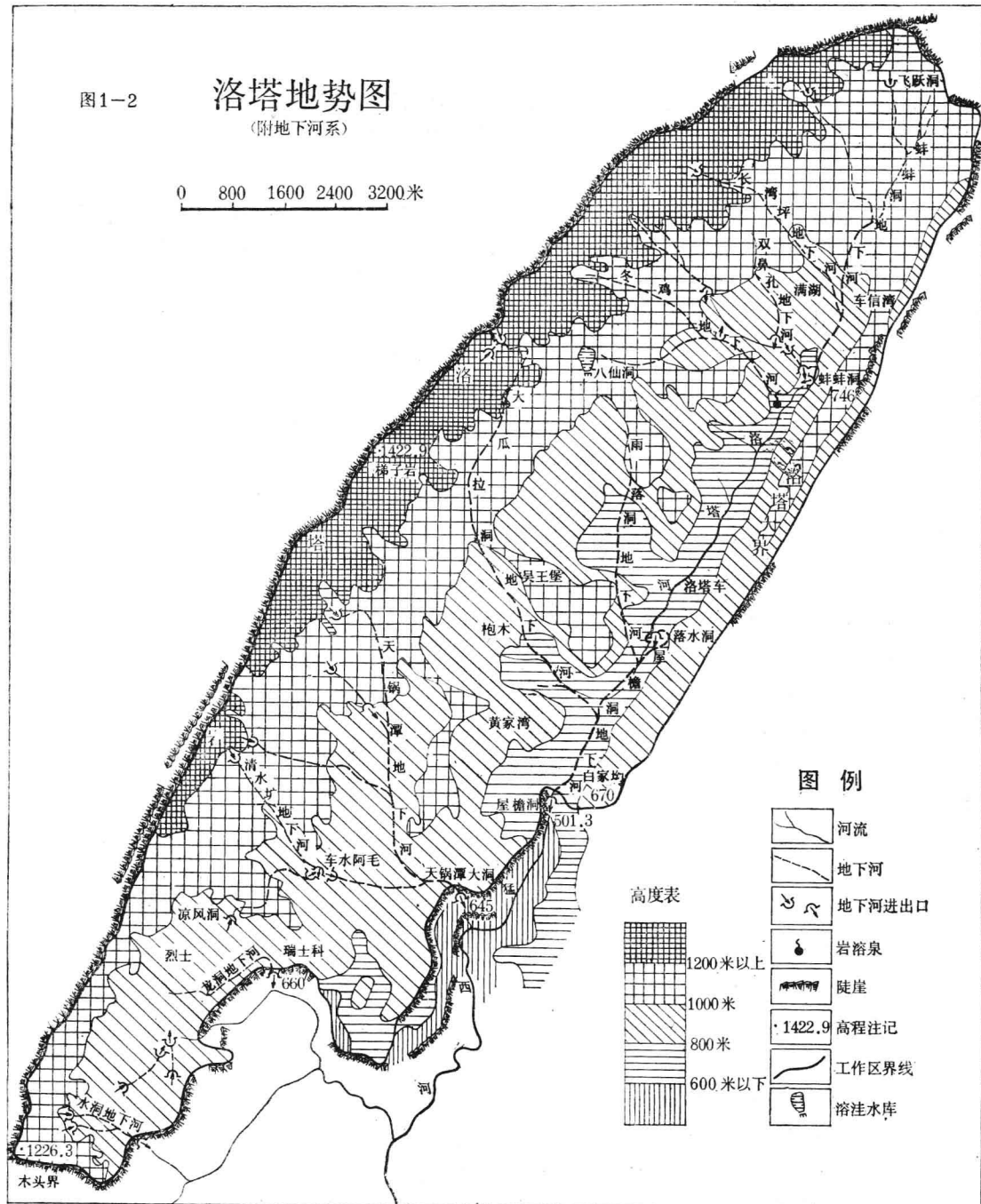
① 中南地区区域地质表，地质出版社，1974年。

图1-2

洛塔地势图

(附地下河系)

0 800 1600 2400 3200米



面积：工作区面积119.07平方公里，其中碳酸盐岩面积 106.33 平方公里。汇水面积 101.96平方公里。

形状：似船形，长轴北东向，近40度。

长度：最长24公里；一般长21公里。

宽度：最宽6.8公里；一般宽5—6公里。

周长：59公里。

地表河溪：长度在1公里以上的大小河溪共14条，总长约20公里。其中常年有水河流一条，长约6公里；季节性河流13条，长约14公里。

地下河：长度在1公里以上的地下河共51条，总长约82公里。其中地下河主流18条，支流33条。

$$\frac{\text{地下河总长}}{\text{地表河总长}} = \frac{82\text{公里}}{20\text{公里}} = 4.1$$

降水量：

多年平均（1973—1981年）：1694.3毫米。

丰水年（1980年）：2286.7毫米。

平水年（1978年）：1587.6毫米。

枯水年（1979年）：1211.3毫米。

蒸发量：

丰水年（1980年）：919.7毫米。

枯水年（1979年6月—12月）：642.4毫米。

年平均气压：10—15毫巴。

气温：年平均气温14.3℃。

湿度：年平均80%左右。

三、地形地势：洛塔为一北东向斜构造盆地，主要由碳酸盐岩组成，其下为巨厚的古生代砂页岩隔水层所垫托。由于岩性差异和内外营力长期作用特别是水流溶蚀侵蚀作用的结果，被塑造成镂空状岩溶化盆地，高高突起于抗风化力弱的砂页岩组成的低山丘陵之上，宛如一艘巨轮，乘风破浪行驶于波涛万顷的汪洋大海之中。

盆地总的地势是：北西高而南东低，并从周边向洛塔—猛西河谷逐渐降低（图1—2）。西缘洛塔岩一带海拔高程（以下简称高程）1300—1400米；东缘洛塔大界高程1100米左右；北缘陡崖高程1000—1100米；周边高程一般在1000—1300米左右。最高点在西部梯子岩，高程达1422.9米；最低点在东南缘屋檐洞，高程为501.3米，相对高差达921.6米。盆地外东南端猛西河谷高程360米，与最高点相比，高差达1062.9米。盆地外缘多为悬崖峭壁，崖壁一般为100—300米。盆地内地形地势的变化也是较大的，东部为垄脊洼地地形（图1—3），系由高角度的岩层组成，山顶高程900—1100米，丘脊连绵起伏，形成盆地东侧分水岭，并以悬崖陡坡（壁）与邻区丘陵接界；西部由于岩层倾角平缓，在长期溶蚀侵蚀及剥蚀作用下形成了三级缓坡台面。

1. 一级台面：位于盆地西侧外缘与分水岭地带，为下二叠统下段灰岩组成，高程1200—1400米。地表溶丘洼地交错分布，相对高差一般50—60米。

2. 二级台面：位于盆地西部一级台面以东地带及南北两端，出露地层主要为下二叠统中上段灰岩，高程一般1000—1200米。南北两端外缘均以悬崖与其下部低山丘陵相接，地表溶洼漏斗甚多，溶沟深切，相对高差40—80米，最大达100余米。

3. 三级台面：位于盆地中部、东部及南部一带，高程一般800—1000米，中部一带出露地层主要为上二叠统灰岩夹砂页岩。地面坡度一般与岩层倾角相近，形成斜坡沟谷地形。

此外，在盆地中部断续分布有与二级台面相当的三个半岛状台丘洼地（图1—4），自

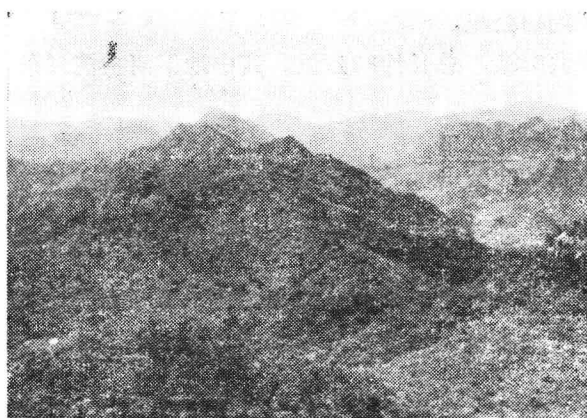


图 1—3 洛塔东部垄脊洼地

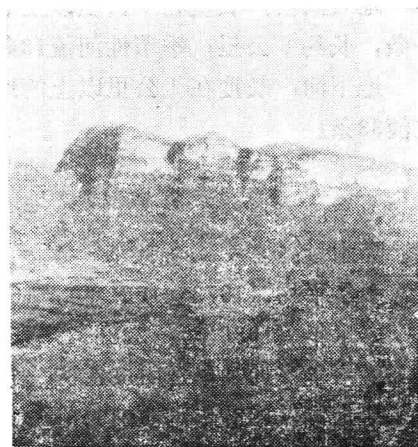


图 1—4 亚不寺台丘洼地

北而南依次为亚不寺台地，吴王堡台地，谢家台台地，均为下三叠统一上二叠统灰岩组成，台面高程1000—1060米左右。其西与二级台面相接；南、北、东三面均以悬崖峭壁与斜坡沟谷相接；东濒洛塔河，并构成河谷西侧边坡。这些台丘原系与上述二级台面连成一片，后来主要由于流水强烈侵蚀切割和溶蚀坍塌作用，致使形成现今景貌。

四、岩溶水系：盆地内岩溶水系以地下河为主，地表水系不发育。流经盆地东部的洛塔河是区内唯一的常年有水的河流。该河源头亦为地下河，发源于盆地北部蚌蚌洞地下河上游的飞跃洞，在蚌蚌洞附近，与来自西部的牛洞地下河汇合后，即形成现今洛塔河。该河由北东向西南流至洛塔车之南一公里许的落水洞后即潜入地下，往南至屋檐洞流出盆地，注入猛西河。该河主流（自蚌蚌洞至落水洞）全长约6公里，河床平均宽度15—20米，枯期水深0.2—0.5米，主要接受来自西部和北部的地下河及少量地表溪流补给。根据洛塔车水文站资料，1979年（枯水年）年径流总量2694万立方米，1980年（丰水年）径流总量6875万立方米。

五、气候特征：工作区属湘西北气候区高寒山地气候型^①，按其气象要素变化，可以归纳为以下主要气候特征：

1. 气温低，日照短，夏凉冬冷，冰冻期长。气温随地势增高而降低，按湖南气温递减率，每增高100米，在夏季，温度降低0.51—0.7℃；在冬季，温度降低0.2—0.4℃。洛塔系高寒山区，故气温较省内其它平原丘陵地区为低。据1979—1980年实测记录，洛塔盆地年平均气温为14.3℃，1月气温最低，极端最低温度低于-10℃（1980年1月31日），平均气温在2.7—3.6℃以下，7月气温最高，极端最高气温为37℃（1980年7月19日），平均气温在24.8—25.6℃。由于盆地周边比附近丘陵地带高差在500米以上，日照时间一般较平原少3个多小时，常年10月开始霜冻，11月底或12月初开始降雪，终雪常在每年3月末或4月中，冰冻期长达5个月以上。

2. 云雾多，湿度大，雨量充沛，天气多变。由于山高温度低，水汽易凝结成云雾，加上降水多，故湿度较大，相对湿度一般为71—89%左右。主要由于地形因素的制约作

^① 湖南气象局：“湖南气候”，湖南人民出版社，1979年。

用，盆地降雨量比附近地区多。据洛塔1973—1981年降水观测记录（表1—1），多年平均降水量为1694.3毫米，较龙山县1965—1978年多年平均降水量1372.2毫米多 369 毫米。雨季较平原丘陵地区推迟一个月左右，降雨集中在夏季和初秋，丰水期为 5、6、7、8、9 月五个月；平水期为3、4、10月三个月；枯水期为1、2、11、12月四个月。据1973—1981年统计资料：丰水期降水量占年降水量的58.9—80.3%；平水期降水量占全年降水量10.2—31.0%；枯水期降水量仅占年降水量 5.9—14.0%；最大月降水量占年降水量的 15.0—27.2%，且大多出现在 6 月份（表1—2，图1—5）。

表 1—1 洛塔地区多年月降水量表

降水量 (毫米) 年 份	月 份												合 计
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	
1973	43.9	59.3	99.1	266.3	239.1	397.6	325.5	182.5	220.3	15.7	21.8	9.4	1880.5
1974	38.0	33.0	67.5	163.2	294.0	417.6	300.1	226.2	237.0	96.0	30.4	37.7	1940.7
1975	17.9	47.0	50.6	183.0	223.9	366.1	140.6	105.1	146.5	180.3	118.4	47.4	1626.8
1976	35.3	35.3	88.6	172.2	182.3	290.5	181.0	91.2	99.0	142.1	88.1	23.5	1429.1
1977	26.7	23.3	148.4	276.8	257.0	226.8	267.4	350.2	81.4	204.7	100.7	43.0	2006.4
1978	35.5	15.9	38.7	95.6	235.8	199.3	220.2	190.5	166.6	210.7	151.9	26.9	1587.6
1979	21.1	30.4	26.6	84.8	151.6	317.6	250.6	79.8	173.1	12.6	14.8	48.3	1211.3
1980	52.7	23.5	93.1	114.1	259.1	364.1	611.9	415.7	56.3	201.0	47.3	8.1	2246.9
1981	45.5	30.0	85.1	119.4	227.9	182.7	97.5	232.4	88.5	122.5	87.4	0.2	1319.1
平 均	35.2	33.1	77.5	163.9	230.1	306.9	266.1	208.2	141.0	131.7	73.4	27.1	1694.3

注：洛塔银行站资料

表 1—2 洛塔地区各期降水量占全年雨量百分比

年 份	枯 水 期		平 水 期		丰 水 期		年降水量 (毫米)	最大月雨量 占年降水量 百分比(%)	最大连续五 个月雨量占 全年降雨量 百分比(%)
	降水量 (毫米)	%	降水量 (毫米)	%	降水量 (毫米)	%			
1973	134.4	7.0	381.1	20.0	1365.0	73.0	1880.5	21.0(6)	73.0
1974	139.1	7.0	326.7	17.0	1474.9	76.0	1940.7	22.0(6)	76.0
1975	230.7	14.0	413.9	25.0	982.2	60.0	1626.8	22.0(6)	61.0
1976	182.2	13.0	402.9	28.0	844.0	59.0	1429.1	20.0(6)	59.0
1977	193.7	10.0	629.9	31.0	1182.8	59.0	2006.4	17.0(8)	59.0
1978	230.2	14.0	345.0	22.0	1012.4	64.0	1587.6	15.0(5)	64.0
1979	114.6	9.5	124.0	10.2	972.7	80.3	1211.3	26.0(6)	80.3
1980	131.6	5.9	408.2	18.2	1707.1	76.0	2246.9	27.2(7)	76.0
1981	159.1	12.6	357.8	28.4	741.4	58.9	1258.3	16.5(5)	62.5

注：() 内数字为月份。

盆地由于受雨期长、日照短、云雾多、湿度较大等气象因子的制约，故蒸发量较小。据洛塔气象站1980年实测资料：年蒸发总量为919.7毫米，月平均蒸发量 75.5 毫米；丰水期的蒸发量为568毫米，占全年蒸发总量60%以上；其它各月蒸发量在27—59毫米之间。

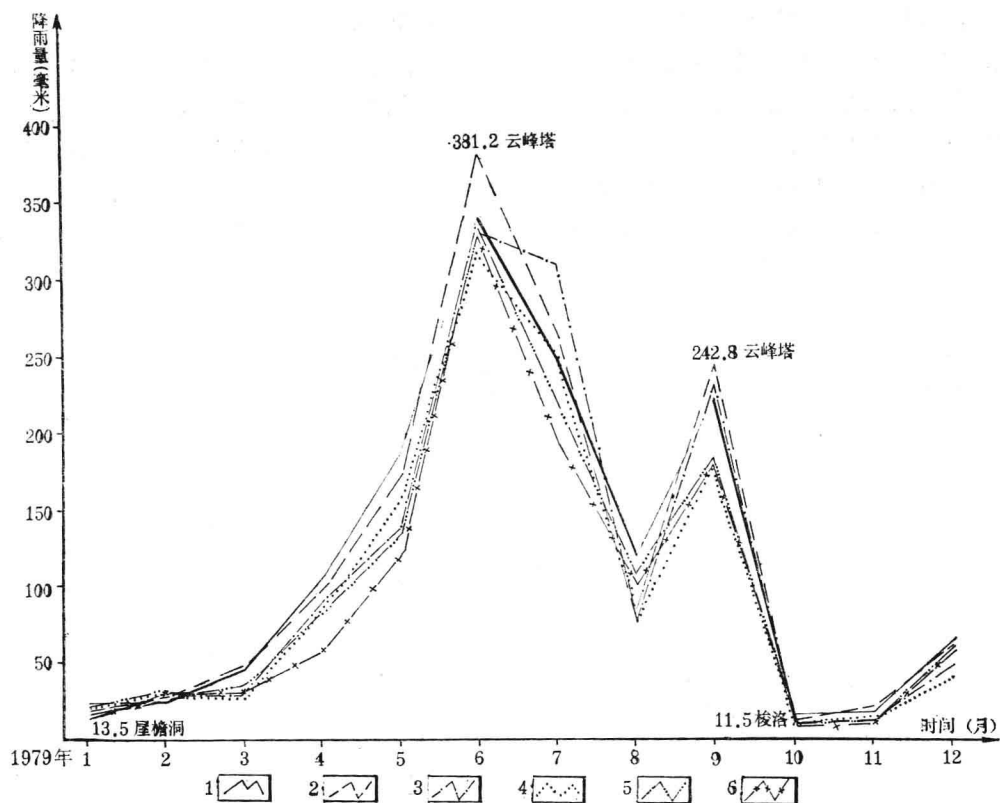


图 1—5 洛塔各雨量观测点月降雨量变化对比图
1—阿堀；2—云峰塔；3—梭洛；4—洛塔车；5—楠竹；6—屋檐洞

第二节 地质概述

在前人工作的基础上，我们对地质图进行了修测，并实测了地层、构造剖面（总长 3478 米）；作了系统的岩石薄片、岩石化学成分、古生物化石、溶蚀度、孔隙度、吸水率等鉴定测试^①工作。为岩溶研究提供了基础地质资料。

一、地 层

通过实测小路湾剖面（图 1—6）、车大戏剖面（图 1—7）和区域地层对比，并结合古生物化石、第四纪孢子花粉及同位素年龄资料，建立了本区的地层层序（表 1—3）。现从老至新分述如后：

（一）志留—泥盆系（S—D）

厚度大于 2000 米。出露于向斜周围陡崖下。上部为黄绿、灰白色石英粉砂岩；中部为灰绿、紫红色粉砂质泥岩、页岩、粉砂岩夹石英砂岩，偶夹薄层生物屑泥晶灰岩，在粉砂

^① 鉴定测试工作分别由中国科学院地质研究所、地质矿产部宜昌地质研究所、地质矿产部岩溶地质研究所、湖南省地质局实验室、湖南省地质局区调队、地质矿产部第五石油普查勘探指挥部、湖南省水利电力勘测设计院、中国科学院贵阳地球化学研究所、河北地质学院承担。

表 1—3

洛塔地区地层层序表

界	系	统	组	段	代 号	层组厚度 (米)	系 厚 度 (米)
新 生 界	第 四 系	全 新 统	上 部		Q_1^2	0—20	0—42(据 白家坳 CK ₃ 孔资料)
			下 部		Q_1^1	3—10	
		上更新统	上 部		Q_2^3	4—5	
			下 部		Q_2^1	20—25	
		中更新统	上 部		Q_2^2	3—15	
			下 部		Q_2^1	1—6.2	
		下更新统			Q_1	5—10	
中生界	三叠系	下 统	~~~~~角度不整合~~~~~ 大 冶 组		T_1d	276—440	
古 生 界	二 叠 系	上 统	-----平行不整合----- 大 隆 组		P_2d	29	555—720
			吴家坪组	上 段	P_2w^2	51—73	
				下 段	P_2w^1	3—4	
			-----平行不整合-----				
		下 统	茅 口 组	上 段	P_1m^2	13—54	
				下 段	P_1m^1	80—147	
			栖 霞 组	上 段	P_1q^3	123—151	
				中 段	P_1q^2	252—256	
				下 段	P_1q^1	4—6	
			-----平行不整合-----				
	志留—泥盆系				$S-D$	>2000	>2000

岩和泥岩中波痕(照片1—1)和“虫管”状构造发育(照片1—2);下部为暗绿色泥岩、泥质粉砂岩,偶夹泥晶生物屑灰岩透镜体。产腕足类 *Nalivkina* sp. 纳里夫金贝和 *Coronoccephalus rex* Grabau霸王王冠虫。

(二) 二叠系(P) 出露面积约占向斜总面积90%,厚度555—720米。

1. 下二叠统(P_1),厚472—614米,分栖霞组和茅口组。

(1) 栖霞组下段(黔阳段)(P_1q^1):出露于向斜周缘陡崖下。上部为灰黑色含碳钙质粘土岩、炭质页岩;中部为生物屑钙质页岩夹厚0—0.6米的煤层,煤层北部比南部稳定;底部为浅灰色石英粉砂岩、含粉砂质铝土岩。

(2) 栖霞组中段(P_1q^2):出露于向斜东部、西部及北部周缘陡崖附近和烈士车以南一带。上部为浅灰—灰黑色泥(粉)晶生物屑泥质灰岩、含滑石结核泥晶灰岩、藻屑灰岩,夹生物屑灰岩及粘土岩透镜体。具疙瘩状构造(照片1—3),呈中—薄层、互层组合出现(照片1—4);下部为灰黑色生物屑泥质灰岩、生物屑炭、泥质灰岩、泥晶灰岩夹泥质云岩、粉晶云岩透镜体及炭质页岩薄层,呈微—薄层状互层或互为夹层组合。富含 *Polythecalis*, *Yungtzeensis* Huang 扬子多壁珊瑚; *Urushtenia crenulata* (Ting) 齿状乌鲁希腾贝等化石。