



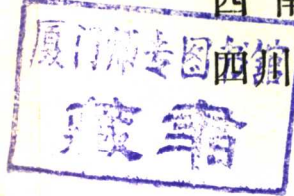
73683

四 川 兴 文

岩溶风景区综合考察报告



西南师范学院环境科研组



四川省城乡建设环境保护厅环境保护处

1983年5月

目 录

前 言	(1)
第一章 自然地理及社会经济概况	(2)
一 自然地理概况	(2)
二 社会经济概况	(3)
第二章 地质概况	(5)
一 地层	(5)
二 构造	(7)
三 岩溶水文地质特征	(8)
(一)含隔水层简况	(8)
(二)地表溪河	(10)
(三)地下河	(12)
第三章 岩溶地貌	(16)
一 地表岩溶地貌及形态特征	(17)
(一)覆盖型平原与低缓岩丘	(17)
(二)溶沟——石芽	(19)
(三)峰丛洼地	(19)
(四)峰林谷地	(22)
(五)溶丘洼地	(23)
二 地下岩溶地貌	(24)
(一)溶洞	(24)
(二)化学沉积物	(27)
1. 渗滴水流沉积——滴石类	(27)
2. 片状水流沉积——流石类	(28)
3. 间歇性水流沉积——水盆沉积	(29)
4. 毛细管与雾状水滴塑成物类	(29)
(三)碎屑沉积	(30)
1. 河流沉积	(30)
2. 泥石笋	(30)
3. 蠕虫状纹环沉积	31
4. 崩塌堆积	31
三 溶蚀量	31
四 岩溶发育的控制因素	(32)

(一)岩性结构的控制作用·····	(32)
(二)地质构造条件的控制作用·····	(33)
(三)水动力因素对岩溶发育的控制·····	(35)
(四)影响本区岩溶发育的其它因素·····	(35)
五 地貌发育简史探讨·····	(37)
(一)对层状地貌的认识与分级·····	(37)
(二)地貌发育时代与分期·····	(39)
第四章 植被、动物及藻类种群 ·····	(43)
一 植被·····	(43)
(一)植被的区系组成·····	(43)
(二)主要森林植被类型·····	(45)
(三)灌丛·····	(46)
(四)植被的恢复与改造的建议·····	(50)
二 动物种群·····	(51)
三 藻类种群与环境评价·····	(53)
(一)调查时间与方法·····	(54)
(二)不同类型小水体的环境及其藻类种群分布·····	(54)
(三)从藻类的种群变化来评价各地区的环境状况·····	(56)
(四)对兴文岩溶区防止污染、保护环境的建议·····	(58)
第五章 兴文风景区大气、水质污染调查 ·····	(63)
一 大气污染调查·····	(63)
(一)污染源·····	(63)
(二)采样布点·····	(63)
(三)监测·····	(64)
(四)监测结果·····	(68)
(五)二氧化硫的危害及初步评价·····	(72)
二 水质污染调查·····	(74)
第六章 教学、科研及旅游价值 ·····	(76)
一 教学、科研价值·····	(76)
二 旅游价值·····	(77)
三 保护、开发意见·····	(79)

附：参加工作人员名单

照 片

前 言

兴文县兴晏至周家一线，石灰岩广泛出露，岩溶地貌甚为发育，尤以天泉洞地区为最集中、典型，有“石海洞乡”之美称。瞩目所见，怪石嶙峋、千姿万状，引起无限遐想；地下溶洞纵横、宏伟壮观，无不令人惊叹！千百万年大自然雕塑之功，真乃鬼斧神力。奇特的地貌景观有人曾誉之为“四川山河明珠”，近年来已为中央人民广播电台、四川电视台、光明日报、四川日报、人民画报等电台、报刊所报导，蜚声在外，招来不少游客，亦引起了学术界的关注。

为进一步查清该地区所具备的客观价值，国务院环办于81年4月函示四川省环保局，并以〔81〕国环字49号文下拨专项科研经费，要求组织力量进行考察。省环保局即与西南师范学院协商，于82年2月由西师环科组、省环保局大自然处组成了考察队，以西师地理系、生物系、化学系的部分教师为主要力量立即开展了野外踏勘、资料收集、实地考察等工作。历时一年，完成了野外调查、室内整理的诸项内容。在对该地区地质地貌、生物资源、化学环境等方面分析的基础上，对其开发、利用价值等方面作出了初步评价。

考察区范围东起洞河暗河出口、西止周家公社龙塘泉，总长约32公里，南北均以二迭系地层为界，总面积约85平方公里，以天泉洞地区14平方公里为考察重点。考察期间，先后有38名教师、学生、技术人员参加野外工作，总工作日960天。作洞穴调查测量7,400余米，挖掘化石10余件，地貌制图14平方公里；布大气、水质采样点17处，取样197个，分析项目20项，获得分析数据350个；生物调查布样方23个，采集、鉴定动物、植物、藻类标本313种，并作了孢粉分析。除提交考察报告及有关图表外，制作了幻灯片一套，摄制以岩溶地貌为中心的电视录象二部。

考察工作是在西师科研处的直接指导下进行的，自始至终均得到省环保局、西南师范学院院系领导的重视和支持。野外工作期间，兴文县政府、兴文石林管理所、周家硫铁矿、202、208地质队、兴文县防疫站、泸州市防疫站等部门和单位给予了极大的帮助和支持，保证了考察工作的顺利进行。谨此致谢！

本报告由集体讨论编写，具体分工如下：

第一章 张家荣

第二章 尹启后 陈 年

第三章 徐茂其 尹启后 张家荣 陈 年

第四章 包少康 李旭光 苏良栋 蒋国福

第五章 赖维平 郑长春

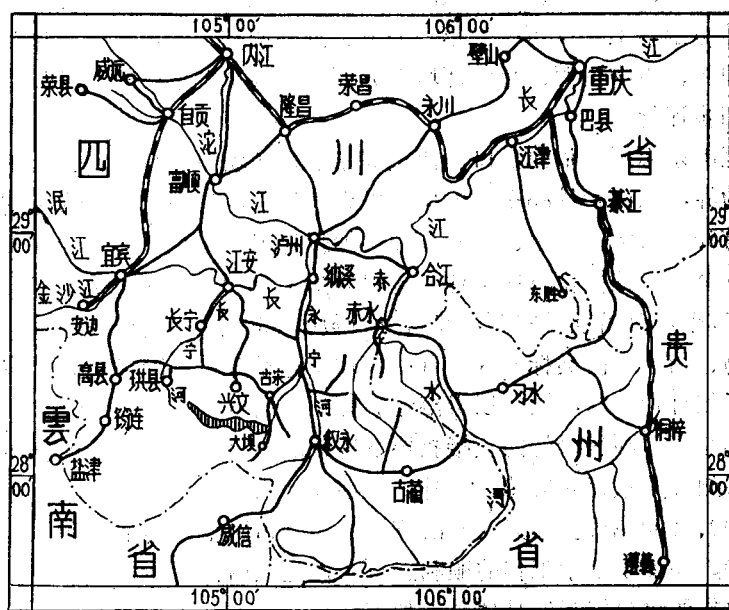
第六章 陈 年 包少康 张家荣 赖维平 徐茂其

第一章 自然地理及社会经济概况

一 自然地理概况

兴文县位于四川省南部边缘，介于东经 $104^{\circ}51'$ 至 $105^{\circ}11'$ 、北纬 $28^{\circ}02'$ 至 $28^{\circ}26'$ 之间。东与叙永县接壤，北与长宁、江安毗邻，西与珙县接界，南与云南省相连，幅员面积750平方公里。县内岩溶发育，典型地区在兴文县城以南兴晏至周家公社一带。其中兴晏附近14平方公里内地表、地下岩溶极为发育。

县区交通以公路运输为主。东北经纳溪至泸州约124公里，西北143公里可达宜宾。至珙县、长宁、江安均有班车相通。县内有公路224公里，构成各公社间的主要运输干道。县区西南邓家河可通行小木船。天泉洞有隔日发往泸州、宜宾之班车，交通较为方便。（图1）



兴文岩溶区()交通位置图 图1

1:2000000

县区地处四川盆地与云贵高原过渡地带，山峦起伏、地势崎岖，中、低山遍布全境。山地占总面积的75%以上，其次为丘陵，平坝较少。中部山地横贯东西，海拔约1,200米—1,600米，主峰尖峰山高达1,795米。总地势南高北低，南部以中低山地为主，北部多低山、丘陵。考察区位于南部中低山区，其中段仙峰——大碛厂一带地势

较平缓，海拔约1,400米，分别向东、西两侧逐渐降低至洞河418米、龙塘506米，天泉洞一带海拔约600—800米。区内二迭系阳新灰岩经长期侵蚀、溶蚀，溶洼、溶斗、落水洞等广布地表，构成形态各异、类型众多的岩溶地貌，相对于两侧志留系、三迭系砂页岩地层所形成之陡峻山地较为低矮、平缓，但主要展布方向与构造线方向基本一致。

兴文县气候属亚热带湿润季风气候。雨量充沛、湿度大，据县气象站59年到80年统计，多年平均年降雨量为1277.1毫米，相对湿度达84.5%。雨水分布以六、七、八月为最多，秋冬多绵雨，历时较长，往往酿成灾害。区内气候温和，多年平均气温为17.2℃，活动积温可达5455.9℃。考察区地势较高，雨量有增加趋势，仙峰气象站79—81年统计，年均降雨量达1,688毫米，降雨日数有246天之多，79年8月降雨量竟高达472.7毫米。

县内较大河流有两条：邓家河于县之西南，为南广河上游，流经石碑、曹云两公社进入珙县；晏江河源于仙峰山麓，由南而北流经七个公社进入江安县境，为长宁河支流。考察区内仅有较短溪流出现，均于灰岩区潜入地下成为伏流，其中较大者如铜矿大河、鱼孔河、泼浑河、木浪沟等。

植被分区属我国中亚热带常绿阔叶林东部亚区的南部亚地带。地带性植被为常绿阔叶林，由于不合理的砍伐，该区原生森林群落基本上全遭破坏。现有森林植被，除人工林外，多为樟科、山茶科、榆科为主的次生常绿阔叶林、次生常绿、落叶阔叶混交林。全县现有有林面积13.5万亩，覆盖率约13%，人工林以杉木林、柏木林为主。考察区内，大面积灰岩出露、森林毁坏比较严重，更新比较困难，现存自然林木以次生灌丛为主。经济林木以漆、茶、油桐、棕榈为多，楠竹分布面积较广，仅次于长宁、江安而居宜宾地区第三位，为我省重要楠竹基地之一。区内野生动物种类较少，獾类、雉类较常见。据外贸站收购资料，县内尚有极少之龟纹豹、獐、盘羊等较大型动物。考察区动物种类更少，脊椎动物以鸟类居多，小型哺乳类动物偶有所见。

矿产以硫铁矿、煤为主，分布于兴晏、仙峰、周家一线，储量极为可观。另有小型磷矿、冰州石、铅锌矿、滑石矿床零星分布。

二 社会经济概况

兴文县远在汉代属犍为郡汉阳县，唐属晏州，宋属长宁军，元置戎州，明初改为戎县，直至明万历四年（公元1576年）始称兴文县。

全县现有人口约13.5万，其中农业人口近12万人。民族以汉族为主，次为苗族。现辖1个城关镇、17个公社、126个生产大队。全县耕地面积约18.4万亩，其中田占7.5万亩。主要作物以稻谷、玉米、红苕等大春作物为主，其产量占粮食总产量85%以上；小麦、土豆、豌豆、胡豆等小春作物次之。三中全会以来，农业生产发展迅速，71年全县粮食总产仅6,268万斤，81年即达8,867万斤，增长41.4%。全县现已建成水库四座、塘117口，蓄水能力达150万立方，对粮食的增产起了重要作用。近年来，开展了农业区划工作，根据区内不同地形、气候、土壤、光照等条件的差异，将

全县划分为四个大区，因地制宜、发展农业和多种经营。81年全县集体、个人多种经营产值已达1,636万元，远远超出了工业总产值。社员个人与集体收入不断增加，仅农村储蓄存款（社员、社队），80年比71年就增加了三倍多。随着农业生产责任制的落实和完善、农业区划成果的实施，本县农业生产将会出现一个崭新的局面。

兴文县以生漆、茶叶、楠竹三大土特产为最著名，绝大部分运销外地。生漆具有味香浓郁、收汗快、抓力强等特点，现已列为全国基地县之一。81年产量达100担，为解放初的五倍，近几年人工栽植漆树200余万株，投产后，生漆产量将有大幅度增加。茶叶是本县重要出口物资，规划茶园面积8,390亩，已投产5,000亩，总产量达5,776担，为71年的三倍多。楠竹主要分布在青联、新胜、博沪等北部地区，面积在1万亩以上（约72.6万株），年采伐量（未计私人采伐）约10万株，与此相关的嫩竹笋、竹器、竹筷等畅销全国。

过去因交通闭塞、地理位置偏僻，县内工业寥寥无几，仅有两个小磺厂和一些小煤窑。解放以来，党和政府十分重视本区的工业发展，现已初步建成拥有化工、燃料、机械、电力、食品、建材等工业部门的工业体系，80年工业总产值已达到千万元以上。工业中尤以化工、采矿业为突出，包括了省属硫铁矿1个，地属磺厂1个，县属磺厂两个，80年硫磺产量达3万多吨，为71年的3.4倍，其产值占全县工业总产值的一半以上。另外还有水泥厂、农机厂、酒厂、煤厂等县属企业。截至80年止，全县已建成电站26个，发电能力达1,786瓩。

随着工农业生产的迅速发展，文教卫生事业亦逐步壮大。80年统计，全县有各类学校211所（包括中、小学、幼儿园），为71年的1.4倍，在校学生总数为2.6万余人，是71年在校学生人数的1.75倍，教职工总数亦相应增加了75%。卫生机构（包括医院、防疫站等）也由71年的28个增加到80年的35个，总人数由253人增加到456人，增加了80%，文教卫生事业的迅速发展，不断地改变着本区的科学文化水平与人们的健康水平。

近两年来，旅游业在本区内亦开始兴起，开辟了以天泉洞岩溶景观为中心的旅游区，并设立了兴文县石林管理所。自80年5月开放至81年底，已接待游人15万人次。另外，位于德胜公社的明代“崖碑”、曹云公社的“夔人悬棺”乃研究夔人历史的宝贵材料，夔人悬棺已被列为四川省重点文物保护单位。乘舟顺邓家河而下，石灰岩绝壁上悬挂的“悬棺”映入眼帘，别有一番情趣，可为旅游增添一项内容。

第二章 地质概况

本区大地构造位置属扬子准地台区川南褶皱带。北为四川中台坳之川东褶皱带，南为娄山褶皱带。川东褶皱带为北东向的线状构造，背斜紧密而向斜开阔；娄山褶皱带则为东西向的短轴褶曲，背斜宽阔而向斜紧密。珙县——长宁背斜与娄山褶皱带的特征相近，为南东东向不规则短轴背斜。

一、地 层

本区为沉积岩分布区，除缺失泥盆系、石炭系、第三系外，从寒武系至白垩系均较发育（其中白垩系地层仅在区外出露），第四系沿河流分布。最老地层为寒武系高台组（ E_{2g} ）和娄山关群（ $E_{2-3}Ls$ ）白云岩，出露于背斜轴部，两翼依次出露奥陶系碳酸盐岩和砂页岩、志留系砂页岩、二迭系石灰岩及含煤、硫铁矿砂页岩、三迭系碳酸盐岩与厚层砂岩、侏罗系红色砂泥岩层。其中二迭系下统岩溶最为发育，是本区的主要地层，其下为志留系韩家店组（ S_2h ）砂页岩，上部为二迭系上统龙潭组（ P_2L ）含煤岩系，此两组地层分别构成了二迭系下统岩溶地层的顶底板（图2）。现将志留系韩家店组，下二迭统栖霞组和茅口组，上二迭统龙潭组地层特征叙述如下：

志留系韩家店组（ S_2h ）

主要为砂岩、页岩、泥岩夹少许灰质团块及泥灰岩，厚163—347米。分布于背斜南翼大垭口南——仙峰——象鼻寺一带。

二迭系下统（ P_1 ）：厚330—463米。

梁山组（ P_{1L} ）：

主要为海陆交互相页岩，砂岩夹煤线。厚0—20米，常产黄铁矿。呈假整合盖于志留系韩家店组（ S_2h ）之上。

栖霞组（ P_{1q} ）：

深灰色中厚层至块状含生物碎屑泥晶灰岩和泥晶生物碎屑灰岩、砂屑灰岩。含燧石结核。中上部夹白云质灰岩和灰质白云岩团块及条带、炭质条带，常呈现豹斑特征，厚107—131米，由老到新可分四段：

第一段（ P_{1q^1} ）：

灰色、深灰色中厚层至块状泥晶生物碎屑灰岩，夹黄灰色含生物碎屑泥质灰岩，底部有页岩与泥灰岩互层。厚约31—51米。

第二段（ P_{1q^2} ）：

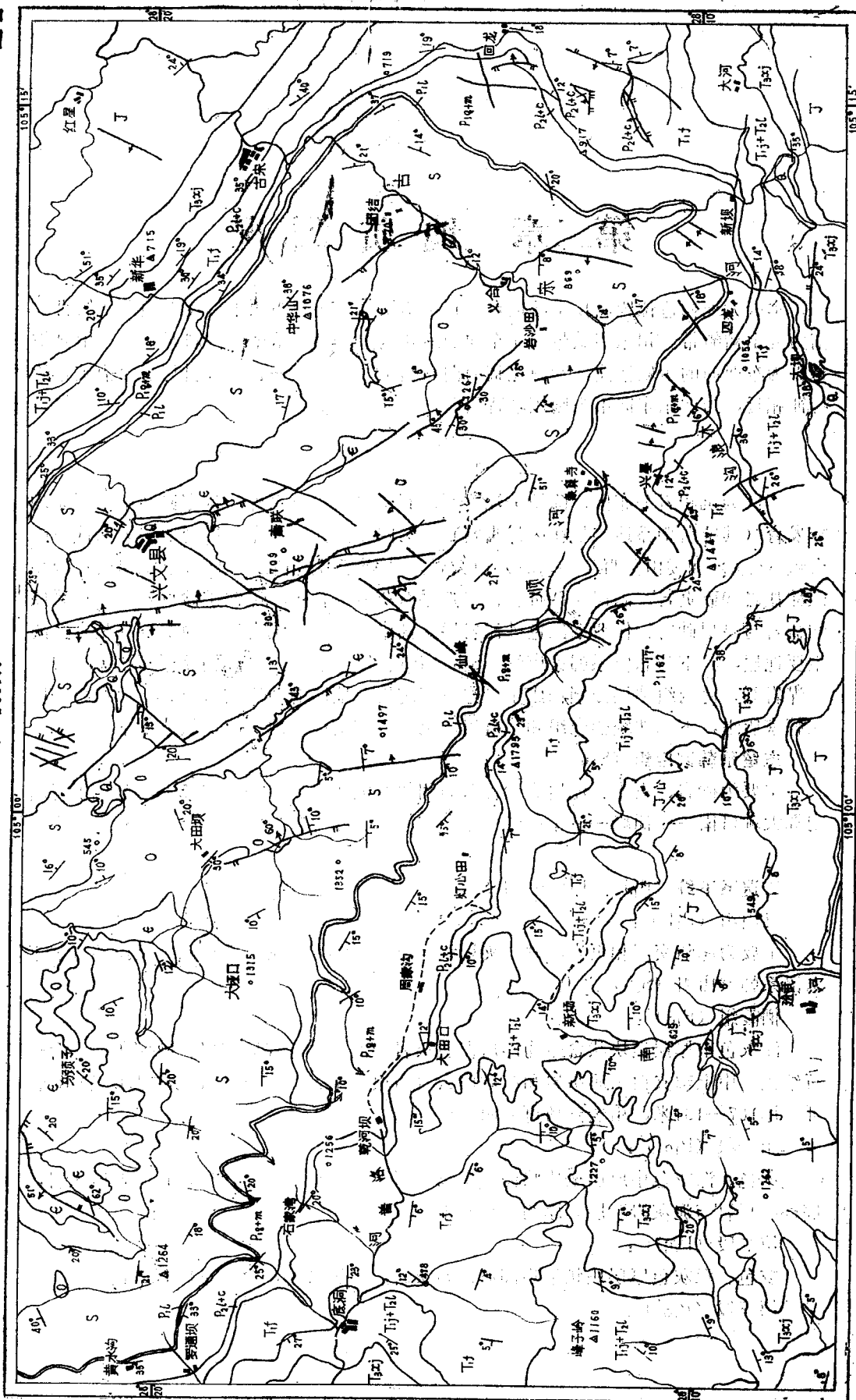
灰色、深灰色厚层块状生物碎屑泥晶灰岩，砂屑灰岩，含少量燧石结核。

第三段（ P_{1q^3} ）：

区域地质图

1:200000

图2



图例: $\odot$ 泉眼, Δ 测点, S. 断层, P. 二迭系, P₁ 梁山组, P₂ 二迭系, P₂+m 磨盘组, P₁+c 龙海组, 长兴组, T. 三迭系 (T₁ 表山组, T₁+T₂ 磨盘组, 磨盘组, T₂+T₃ 磨盘组, 磨盘组), J. 侏罗系, Q. 第四系, 河流, 入海口。

浅灰至灰色中厚层至块状生物碎屑泥晶灰岩，夹黑灰色透镜状泥质灰岩。含少量燧石结核。

第四段 (P_1q^4) :

褐灰色至黑灰色厚层块状亮晶、泥晶生物碎屑灰岩。厚约16米左右。

茅口组 (P_1m) :

浅灰至深灰色厚层块状生物碎屑灰岩和含生物碎屑灰岩。中下部含燧石结核，底部为钙质页岩夹泥灰岩，上部以生物碎屑灰岩为主。厚223—312米，由老到新可分为三段：

第一段 (P_1m^1) :

黑灰色中厚层状泥晶生物碎屑灰岩夹生物碎屑泥质灰岩，含少量粒径较小的燧石结核和泥质条带。底部为钙质页岩夹泥灰岩，灰岩中滑石化发育。厚约83—120米。

第二段 (P_1m^2) :

褐灰色、灰色中厚层至块状豹斑状含生物碎屑泥晶灰岩，含燧石结核生物碎屑泥晶灰岩夹泥晶灰岩，豹斑成分为白云质，燧石结核多沿层面呈条带状、透镜状分布，上部夹较多泥质条带。

第三段 (P_1m^3) :

浅灰色至褐灰色厚层块状泥晶、亮晶生物碎屑灰岩（亮晶红藻灰岩为主）。中上部方解石溶蚀充填斑块特别发育。顶部具古风化壳，与上覆二迭系龙潭组平行不整合接触。本段厚度大于55米。

二迭系上统龙潭组 (P_2L) : 厚88—139米。

海陆交互相含煤岩系，为浅灰至灰黑色砂页岩夹煤层。底部为残积粘土与茅口组平行不整合接触，黄铁矿层厚约3米左右，位于残积粘土层之上。为下二迭统岩溶地层之顶板。

二、构造

本区位于珙县——长宁背斜南南西翼，该背斜形态极不规则，为不对称单箱形花边状短轴背斜。主轴北西西——南东东向，北北东翼及西端陡（ 40° — 70° ，局部直立），南南西翼及东端缓（ 7° — 25° ）。背斜内次一级褶曲、断裂十分发育，且次级构造线方向各异，故形成多高点、多断裂、多鼻状构造、褶曲轴线不衔接的特点。主高点位于背斜轴部双合背斜群的鸡冠山高点处。背斜西起高县灯杆坝一带，东致叙永长胜附近，轴长约80公里。

依据次一级褶曲的构造线方向及形态，珙县——长宁背斜以张家坂为界分为东、西两区，西区以北东——南西向和东西向长条形背斜为主，大部已出考察区之外，东区为东西向短轴背斜和北西——南东向鼻状背斜及逆断层。此组北西——南东向鼻状背斜对本区二迭系下统石灰岩层有较大影响。

兴晏地区东为岩砂田鼻状背斜，西为院子鼻状背斜，两背斜均由北北西向南南

东倾没,轴向 340° — 345° ,大院子背斜向南转为南北向。背斜鼻状始处为奥陶、志留系地层,倾没端为下三迭统地层。由于受此二背斜影响,兴晏地区二迭系石灰岩层出露宽阔,产状平缓(倾向 180° — 212° ,倾角 7° — 17°),层间裂隙、节理裂隙发育,其主要裂隙有四组,走向为 110° — 120° , 325° — 345° , 5° — 30° , 70° — 80° 。裂隙大致垂直岩层面,第一组和第三组裂隙部分见开口状,性质可能以张性为主,第二组和第四组较平直,为剪切节理。这四组节理裂隙和层间裂隙对岩溶发育影响较大。

周家—仙峰地区位于珙县—长宁背斜南南西翼中段,地层产状平缓(倾向 180° — 225° ,倾角 7° — 22°),构造单一,为背斜翼部的单斜岩层。区内构造裂隙发育,主要有四组近于垂直岩层面的节理,走向为 80° — 110° , 0° — 20° , 300° — 330° , 40° — 60° 。(图16),溶洞和地表岩溶的发育多与这四组裂隙有关。

三、岩溶水文地质特征

从区域水文地质条件分析(图3),阳新灰岩岩溶层除在仙峰钻子坳一带为区内地表水东西分流之分水岭外,总体为负地形,其南北两侧有三迭、志留系非可溶岩构成的分水岭脊;大气降水在非可溶岩区主要以较多的短小地表溪河形式从南北两侧流入岩溶层并全部潜入地下;岩溶层出露区,降水为岩溶洼地、漏斗、谷地汇集,顺众多的落水洞、溶蚀裂隙下渗;所有地下水逐渐聚并成两条地下河,分别在考察区东、西两端洞河及龙塘两地以岩溶大泉形式于地表泄出并流出区外。因此,南北两分水岭脊和东西两岩溶泉以内之区域,构成在汇水、迳流(地表、地下)及排泄等方面是一独立、完整统一的岩溶水文地质单元;以两地下河之地下分水岭为界,可划为两个基本独立的亚单元。龙塘到仙峰亚单元,1978—1981年进行过1:2.5万(其中周家硫铁矿段为1:5000)水文地质测绘,仙峰至洞河亚单元,1981年仅完成1:20万区域水文地质普查。

(一) 含隔水层简况

各地层含隔水特性主要受其岩性、结构构造和所处地形部位的制约,它们在岩溶水文地质中所起作用不同,分述如下:

下二迭系梁山组及志留系地层:出露于阳新灰岩北侧,是岩溶层底板。主要岩性为页岩、泥岩、粉砂岩(梁山组厚度小并时有缺失),构成北分水岭脊和向南缓倾之顺向斜坡,泉点很少,地表小溪河较发育,属相对隔水层,起汇聚降水作用,为阳新灰岩溶蚀终极基准。

下三迭系飞仙关组地层:出露于二迭系地层南侧,构成南分水岭脊和向北陡倾的反向斜坡。周家一带,按其岩性和含水特性可分三段。顶部为薄—厚层灰岩、泥质灰岩、泥岩、粉砂岩,厚大于150—200米,因岩溶较发育,为不均匀单斜岩溶裂隙弱—中含水层,泉点流量小于1—43公升/秒, HCO_3 — Ca 型水;但处于分水岭脊,其下伏有飞仙关中上段隔水层间隔,故对阳新灰岩岩溶水影响很小。中上段为粉砂岩、泥岩,厚约170—260米,露于反向陡坡上部,泉点少,流量一般小于0.5公升/秒,钻孔岩心除风化带外裂隙少,含水显示微弱,属相对隔水层。中下段为泥岩、粉砂岩、

长兴灰岩组成统一含水岩组。

上二迭系龙潭、长兴组地层：长兴组在兴晏地区主要为灰岩、页岩，延至仙峰以西至周家一带变为砂岩、页岩、泥岩，并夹泥质灰岩和生物碎屑灰岩，总厚20—40米。长兴组与飞仙关组中下段组成统一含水岩组：脆性岩石构造裂隙发育为弱含水层，泥质岩石为相对隔水层，地形上处于反向陡坡中下部，属单斜承压间互状裂隙型；兴晏至周家，灰岩渐少变薄而泥质岩增多，含水性由泉流量大于1—47公升/秒减小至小于1公升/秒，水质 HCO_3-Ca 、 Na 型变至 $\text{HCO}_3-\text{SO}_4-\text{Ca}$ 型，水量水质受大气降水影响较显。因含水性不强、下伏龙潭组为隔水层，对阳新灰岩岩溶水影响亦不大。龙潭组主要为页岩、泥岩、粉砂岩，厚约90—140米，泉点少、流量很小，占孔含水显示微弱，为相对隔水层。

阳新灰岩含水特征：

阳新灰岩厚350—440米，出露面积85平方公里，构成顺向缓坡，汇聚了整个岩溶水文地质单元195平方公里汇水面积内的全部降水和地表水。岩溶发育强烈，岩溶洼地、漏斗、溶蚀谷地、溶蚀裂隙、落水洞及溶洞密集遍布，汇聚的水绝大部分通过溶蚀裂隙和孔洞渗透地下，据周家附近三块面积（2.13、8.13、14.45平方公里）的计算结果进行加权平均，阳新灰岩渗入系数达0.836。地表泉点不多，几乎全为岩溶下降泉。地下水丰富，以溶蚀裂隙、孔洞为储集空间，并聚汇成长大的地下河。阳新灰岩为本区强含水层。

阳新灰岩含水极不均匀，以岩溶管道集中汇流和排泄为特点。周家一带占探揭示表明，地下河主、支流附近地带，岩溶管道集中汇流，地下水水平循环交替强，为强含水带；远地下河地带，地下水沿溶蚀裂隙渗流，循环交替差，为弱含水带，离地下河愈远，含水愈弱。如地下河主道附近占孔（ZK1202）抽水单位涌水量达0.138公升/秒·米，且水位降低很少甚至有回升趋势；而离地下河主道300—400米之占孔（ZK2002、ZK3202、ZK4601）几乎为干孔。据占探揭示的岩溶强烈发育带和地下河主管道高程（480—580米左右）、两排泄泉出口高程（418、506米）分析，地下水主要水平流动饱水地带位于高程为400—600米的地下河中下游主管道两侧附近。仙峰分水岭一带海拔1400米左右，灰岩补给区亦多在800—1000米，故垂直渗透带较厚，地下河下游区约10—110米、中游区约110—300米、上游区大于300—400米，均为弱含水地带。

（二）地表溪河

地表水系不发育，有20余条短小河溪，均发源于南北两分水岭非岩溶层。阳新灰岩区内几乎全为季节性水流，多呈干谷和半干谷。

阳新灰岩北侧发源于志留系地层的河溪计17条、南侧发源于三迭系地层的河溪计8条。较长大的有顺河（浚浑河）、鱼孔河、铜矿大河、木浪沟，流程5—8公里；其余黄家沟、周家沟、芭蕉沟、大湾沟、黄沙河、菜子沟、九道河沟、铁沟……等，流程仅1—2公里，有的仅数百米。发源于南侧之溪河，源头及干流多在陡倾反向斜坡地带，汇水面积小、并聚条件差，故其数量、长度、水量均不及阳新灰岩北侧溪河。

几乎全部溪河的流向均基本垂直于区域总构造线方向，系受横张裂隙控制的横向

河。仅最长大的顺河为顺总构造线方向的纵向河，但源头及支流亦是横向流。

上述溪河均在与阳新灰岩之接触界附近潜入地下成伏流，成为两地下河的主要水源和主要支流。地表形成盲谷或遗下干谷。

主要溪河流程、流量及水质见表1。

表1

位 置	阳 新 灰 岩 北 侧					阳 新 灰 岩 南 侧			
	顺 河	鱼 孔 河	铜矿大河	大矿厂沟	菜子沟九道河沟先锋沟	木 浪 沟	黄家沟	周家沟	芭焦沟
流程 (KM)	8	7	6		1.8	5.3	3.5	1	1.3
流量 (公升/秒)		27907—83	7859—12	10.880	109—2		2500—16	964—4	551—1
水 pH 值	7.9	7.6	7.4	7.3					
SO ₄ (毫克当量%)	17.19	10.28	14.60	18.20		3.7			
水质 水 型	HCO ₃ -Ca	HCO ₃ -Ca (极软水)	HCO ₃ -Ca (软水)	HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Mg		98.47			
						SO ₄ -Ca、Na			

项目	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	pH	固 形 物	总硬度 (德)	细菌总数	大肠杆菌指数	大肠杆菌值
鱼 孔 河	1.00	10.28	—	7.6	66.52	3.10	—	—	—
铜矿大河	0.50	14.60	—	7.4	103.74	5.16	190.000	<28	>33

(三) 地下河

阳新灰岩伏流暗河发育, 据其分布状况、岩溶水补给、迳流和排泄条件分析, 以及经连通试验证实, 这些伏流暗河分别归并于龙塘和洞河两条地下河系(图4)。在仙峰以西大磺厂沟之入口落水洞进行连通试验发现, 它与洞河泉口明显相通, 同时在龙塘泉亦有微弱显示。表明两地下河的地下分水岭在地表分水岭以西约2—3公里的大磺厂沟与菜子沟之间; 地下分水岭处水位较平缓, 两地下河通过裂隙已有微弱水力联系。

龙塘地下河系:

总汇水面积约100平方公里, 阳新灰岩出露面积约50平方公里。经连通试验证实, 主要由8条地表河溪的伏流组成, 其入口层位、高程、至龙塘泉口的迳流长度及流速见表2(入口流量与水质前表1已附从略)。此外尚有大湾沟、黄沙河、阴河湾沟等地表小溪的伏流亦为其支流。全部支流的岩溶水于龙塘泉口集中排泄出地表, 为长宁河支流洛普河之源头。

表 2

位 置	地 下 河 主 道 北 侧					南 侧		
溪 河	鱼孔河	铜矿大河	菜子沟	小 落 水孔沟	大 落 水孔沟	黄家沟	芭蕉沟	周家沟
入 口 层 位	P _{1q}					P _{1m}		
入 口 高 程 (M)	610	625	1200	582	625	755	572	598
至 龙 塘 迳 流 长 度 (M)	3250	2375	≐13000	4800	3900	8200	3400	5400
流 速 (M/日)			1824	1042	1376	1560	747	2184

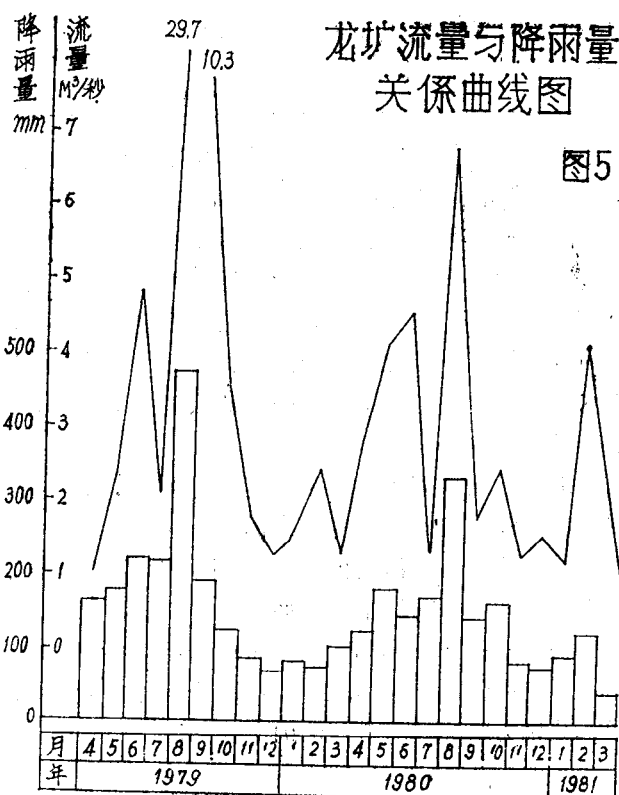
龙塘地下河为不对称树枝状管道型地下河系, 全长约13—14公里。由连通试验和占探揭示以及在等水位线图上以水位低槽法确定, 地下河位置大致为从源头经菜子沟伏流入口一道洞一周家公社以南至龙塘泉, 总流向270—295°, 与区域总构造线方向基本一致, 为纵向地下河。地下河主管道高程, 上游段菜子沟入口至道洞为1200米降至600米左右, 水力坡度较大; 中下游段道洞至龙塘泉经占探揭证和水文地质分析为600—500米, 主道坡降很小, 水力坡度仅0.0038; 由源头至排泄口水力坡度具梯级下降特征。地下河中游段岩溶水主要为非承压管道流, 具明渠流特征; 下游段地下水位纵向上波状起伏, 局部低于龙塘泉出口而具承压性质, 并使泉具一定程度的虹吸现象。

龙塘泉为地下河系唯一泄口, 标高506米, 出口层位为阳新灰岩顶板龙潭组底部, 为岩溶塌陷形成。据79.4—81.3两年观测资料, 泉流量平均为2.91—5.87米³/秒。夏季丰水期, 最大流量达61.83米³/秒, 水质为SO₄—HCO₃—Ca型水, 峰期多在8月集中暴雨季节, 一般大雨后10小时左右流量达高峰值, 2—3小时后开始衰减, 峰后2—3天恢复雨前流量; 因主要水流为发源于非可溶岩区的地表溪河, 故具山溪水流易涨易

落特点。冬季枯水期，最小流量仅0.40米³/秒，水质变为SO₄-Ca型水。上述表明主要为大气降水灌入式和渗入式补给，流量与水质明显受大气降水影响（图5、表3），流量与降水汇水量相关系数达0.93，为典型气象型岩溶泉，同时亦反映地下岩溶管道十分畅通。

表 3

采样日期	采样时 气候	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	pH	矿化度	全硬度
		毫克当量 %	毫克当量 %	毫克当量 %	毫克当量 %	毫克当量 %		mg/e	(德)
79.8.24	连雨	80.96	12.74	42.57	51.77	4.00	6.7	143.83	6.24
80.9.14	连晴	90.06	3.19	10.23	88.49		5.6	298.85	11.47



龙塘地下河支流多从阳新灰岩底部进入，集中于顶板底部泄出，贯穿全层，使地下岩溶发育强烈。

洞河地下河系:

汇水面积95平方公里，阳新灰岩出露面积约35平方公里。连通试验表明，洞河地

下河主管道位置可能是大磺厂沟入水落水洞经黑洞沟干溶洞、硝洞湾以北、小岩湾附近、木浪沟入口洞附近至四龙洞河。地下河贯穿途中三个局部地表分水岭，全长约20公里，为1·20万叙水、筠连两幅区域内40条地下河中迳流最长者。总体流向约120°左右（140°—90°—110°），为纵向地下河。

阳新灰岩顶、底部有七条主要地表溪河的伏流构成主要地下支流，其入口层位、标高、流速见表4（流量、水质见表1，此略）。

表 4

位 置	地 下 河 主 管 道 北 侧					南 侧	
溪 河	大磺厂沟	九道河沟	仙 峰 沟	燕子洞沟	顺 河	太阳坡沟	木 浪 沟
入 口 层 位	P _{1q}					P _{1q}	P _{1m}
入口标高M	1295	1260	1234	1325	703	708	503
流速(M/日)	1550	820					

主、支流构成不对称树枝状管道型地下水系，集中于四龙洞河溶洞口流出。源头到出口落差近900米，平均水力坡度为0.045，但平均迳流速度仅0.0095米/秒，这与平均水力坡度所应有的流速小很多，表明地下管道复杂。经对溶洞中可见地下河、伏流入口高程、地形等观察和水文地质分析认为，地下河纵向上呈阶梯状并存在深潭使流速大为减小，至少在黑洞沟、兴晏至太阳坡两处附近地形突然变陡的斜坡之下当有两个阶梯，在兴晏的低洼地之下可能存在一深潭。又如小岩湾洞内暗河坡降达16%、袁家洞底层暗河跌水陡坎高约15米、田湾洞跌水陡坎高9米等即是“阶梯”例证。据分析，地下河埋深在200米以内。

洞河为洞底充水溶洞，洞口高12—15米，宽25—30米，出口层位为P_{1m}底部，洞口段水平，顺地层走向（85°—92°）发育，进洞25—30米后高仅7—8米、宽仅4—5米。洞口位于横切地质构造的古宋河西侧约0.5公里，海拔418米，比入水处古宋河水面高约10米，为横谷排泄型。洞内地下河水面宽4—6米、深1米左右，平均流速约1米/秒（82.5月），枯季流量638.35升/秒。水质因沿途兴堰、川堰等磺厂废水废渣污染而恶化，含Ca⁺⁺0.11克/升、SO₄⁻0.29克/升、PH6.2，为SO₄-Ca型水，并含硝酸、亚硝酸盐离子，分别为3.5毫克/升、0.01毫克/升。

综上所述，非岩溶层地表溪河小而较多，鱼孔河、铜矿大河、顺河流量最大，水质较好，沿河居民健康状况调查未发现因水质而导致之地方病，细菌量较高，经处理后可为居民、矿山建设生活及锅炉用水，亦是农灌水源。阳新灰岩地下水丰富，但埋深较大；两岩溶大泉流量大，但水质与地下水、地表木浪沟等一样均受到SO₄⁻等的严重污染。经处理后亦仅可供选矿等用。此外，阳新灰岩为大型硫铁矿床直接底板，地下