

56381
00757

岩溶地区水文地质及 工程地质工作经验汇编

第一辑



地质出版社

7

岩溶地区水文地质及 工程地质工作经验汇编

第一辑

地质出版社

岩溶地区水文地质及工程地质工作经验汇编

第一辑

•

地质局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

•

1975年7月北京第一版·1975年7月北京第一次印刷

印数1—7,200册·定价0.50元

统一书号：15038·新93

前 言

岩溶地区水文地质及工程地质条件十分独特。为了解岩溶地区水文地质及工程地质条件，并掌握其规律性，以适应社会主义建设的需要。建国以来，特别是无产阶级文化大革命以来，我国广大地质职工遵照伟大领袖毛主席“独立自主、自力更生”的教导，在岩溶地区进行了大量的水文地质及工程地质工作，积累了丰富的地质资料和经验。为将这些资料和经验进行系统地总结，以适应当前岩溶地区水文地质及工程地质工作的实际需要，我们遵照伟大领袖毛主席“要认真总结经验”的指示，组织了《岩溶地区水文地质及工程地质工作经验汇编》选编小组，将有关文章汇编成书。这个选编小组由广东省地质局、上海水文队、广西壮族自治区水文队、地质科学研究院水文地质工程地质研究所等单位共同组成，广西壮族自治区水文队承担主编工作。这次纳入《汇编》第一辑的文章在水文地质方面有：岩溶地区地下河的形成及变迁过程、热水的运移特点、岩溶水运动分布的构造条件；在工程地质方面有：在岩溶地区运用地质力学法勘探水库的体会、岩溶地区地面沉降总结；在技术方法方面有：岩溶泉水的勘探与开发、岩溶地区电探工作的体会、岩溶泉水的动态分析、渗入系数的新经验公式之推导和应用等。

本书可供水文地质及工程地质科研人员、工作人员及该专业师生参考。但由于编辑时间短促，缺点错误在所难免，望读者批评指正。

《汇编》选编小组一九七四年十月

目 录

石别—加贵地区地下河的形成及变迁·····	1
广西热水村岩溶地区地下热水的运移规律·····	18
双岗地区岩溶水运动分布的构造条件·····	29
娘子关泉勘探开发过程小结·····	35
巴马所略水库勘察中运用地质力学的体会·····	49
对双岗地区地面变形规律的初步探讨·····	67
广西岩溶地区地面塌陷的初步总结·····	77
济南泉水成因及动态的初步分析·····	98
计算渗入系数新经验公式及其应用·····	110
广西岩溶地区电探工作的体会·····	121

石别—加贵地区地下河的形成及变迁

广西水文工程地质队桂西找水组

我们在石别—加贵地区的农田供水工作中，发现分水岭地区地下河的普遍改道（袭夺）现象，现将它总结于此，希望能对岩溶地下河的认识提供一个例证资料。

一、区域地质概况

石别—加贵一带属桂西山区，位于红水河、龙江流域分水岭上。区内地表水系不发育，几条季节性的小河，雨季有水，分别注入外围龙江及红水河支流。地形是南高北低，西高东低，西部及南部是岩溶峰丛山，有一些圆洼地，长条形谷地点缀其间，石别、北山以北是岩溶残山平原，平原上有10—30米高的土丘。

区内广泛出露碳酸盐相地层，分布面积占全区90%，自上而下有：

第四系（dl—plQ）坡洪积红土；

白垩系（K）红色砂砾岩、泥岩；

三叠系（T）砂页岩；

上二叠统（P₂）灰岩、硅质岩；

下二叠统（P₁）灰岩、底部泥灰岩；

上石炭统（C₃）灰岩夹白云岩；

中石炭统（C₂）白云岩、灰岩；

下石炭统（C₁）灰岩，北部相变为砂页岩；

中上泥盆统（D₂₋₃）灰岩，局部相变为硅质岩。

在构造上本区位于广西山字型构造的马蹄形盾地部分。北部

构造线近东西向，结构面向北倾，由倒转背、向斜、压扭性断层组成；东南部构造线北北东—南南西向，由一些复式背、向斜及压扭性断层组成，结构面向南东倾；西南部构造线北西—南东向，由一些复式屈状背斜，向斜组成，结构面向南西倾(图1)。

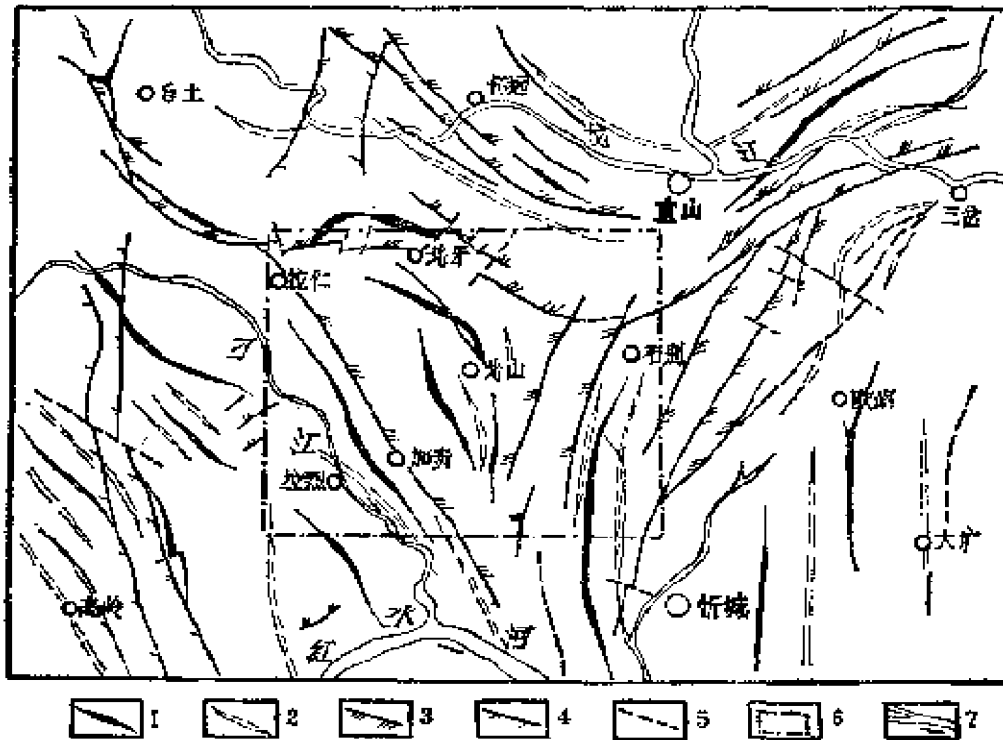


图 1 石别—加贵地区区域构造图

1—主要背斜；2—主要向斜；3—压扭性断裂；4—张扭性断裂；5—性质不明断裂；6—工作区范围；7—地表河流

对区域构造应力分析表明：北部是南北向挤压应力集中区，是纬向构造与广西山字型构造复合的结果，东南部是新华夏系构造，西南部受广西山字型构造西翼的影响，中部北山一带是三种应力复合地区，断裂发育，节理密布。

工作区岩溶发育强烈，在丰富的降雨补给下，在灰岩中形成地下水系，同时由于第四纪以来新构造运动的影响，地下河溯源侵蚀，使地下河改道，逐渐形成今日的地下水系。

二、地下河的形成、分布与变化特征

(一) 岩溶地下河的形成过程

地下水的运动，基本上受含水介质的结构所控制，因此欲了解岩溶地下水的特殊性，必须从可溶岩的结构特点出发。灰岩由于成岩作用，风化作用和构造运动的影响，节理裂隙发育，在大气降水的补给下，形成裂隙含水层（这和非可溶岩形成的裂隙水并无差异），但由于水中含有侵蚀性 CO_2 ，灰岩中的裂隙逐步被溶蚀扩大形成管道状溶洞，在这种情况下使得裂隙水与溶洞水同时存在于灰岩之中，当溶洞在地下水向排泄基准面长期排泄的影响下，由于地下水的交替作用，便进一步形成了地下水的主通道及支通道，从而组成了地下水系。

显然这种管道系统多发生在排泄基准面以上及其附近地下水交替最强烈的地段，这是因为排泄基准面以下地下水交替缓慢，而且水中的侵蚀性 CO_2 已在上部大量消耗，逐渐减少或失去了溶解能力的缘故。

岩溶水的集中排泄，使得应用水文分析法进行岩溶地下水动储量计算成为可能。逐年来不少同志通过对地下径流模数的计算来推算地下河各段的水量，与实测资料相差不多。这证明了山区岩溶地下水往往是以地下水系的形式存在的。

(二) 地下河的展布

由于区内灰岩广泛分布，岩溶水受构造和岩性的控制，流域分水岭成弧形弯曲，分水岭以北属龙江流域，地下水由南向北流，分水岭以南属红水河流域，东部福龙一带地下水由北向南流，西部拉仁一带由东向西流。

依据各地下河之间的水动力关系，区内地下河共被分成下述六个水系（图2），枯水期总流量约 $4.5 \text{米}^3/\text{秒}$ ，地下径流模数平均为 $5 \text{升}/\text{秒} \cdot \text{平方公里}$ 。

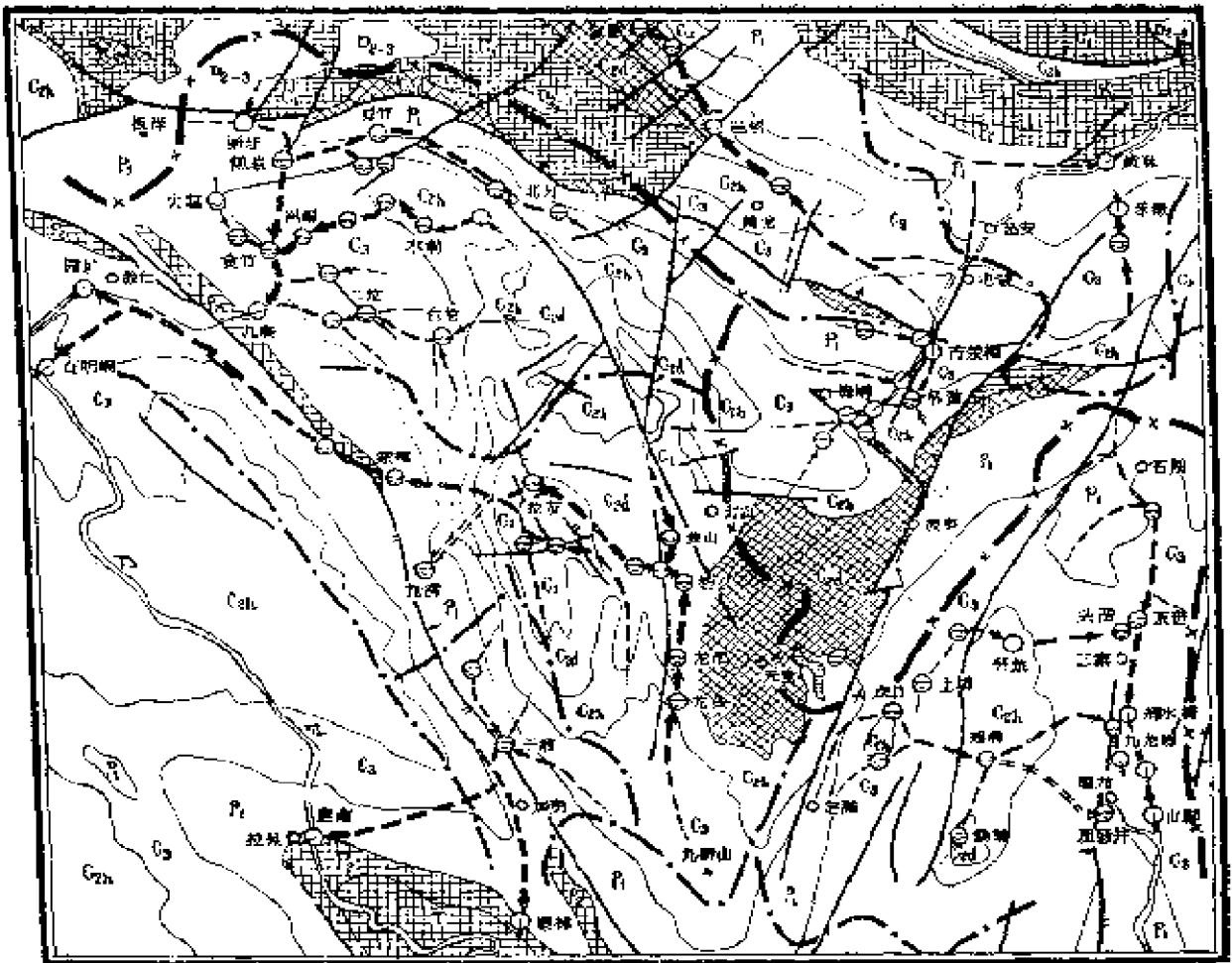


图 2 石别—加贵地区现代地下水系图

1—白垩系红色砂岩页岩砾岩；2—三叠系砂页岩；3—上二叠统硅质灰岩夹煤层；4—下二叠统含燧石结核灰岩；5—上石炭统灰岩夹白云岩；6—中石炭统黄龙组灰岩夹白云岩；7—中石炭统大浦组白云岩夹灰岩；8—下石炭统：南部为灰岩夹白云岩，北部为砂页岩夹硅质岩；9—中、上泥盆统灰岩夹泥灰岩；10—断层；11—(空白)岩溶含水层、体；12—弱岩溶相对隔水层；13—砂页岩相对隔水层；14—地下河天窗；15—地下河出口；16—地下河通道；17—地下河排泄通道；18—地下水分水岭；19—红河水系与龙江水系分水岭；20—地表河；21—地表水库

1. 北牙—九磨水系

位于北牙—九磨一带，在构造上这里是一个向北西倾伏的背斜，轴部是上石炭统马平灰岩，翼部为下二叠统灰岩，地下河主流呈弧形弯曲，起自北牙东经豆竹、金竹到九磨出口。支流有

四条：

- (1) 水峒一金竹支流；
- (2) 白龙一二坟支流；
- (3) 板洋一鱼岩支流；
- (4) 大弯一金竹支流。

该水系总汇水面积 180 平方公里，历史最枯水量 463 升/秒，一般冬季枯水流量 917 升/秒，地下径流模数历史最小为 2.5 升/秒·平方公里，一般枯水期为 5 升/秒·平方公里。

2. 板么—园塘水系

分布于板么到拉仁的广大地区，地下河主流穿过金满复背斜，紫潭向斜东翼，除中段横穿构造线外，其余皆沿构造线发育；穿过中泥盆统到下二叠统的全部地层，总汇水面积 252 平方公里。枯水流量约 1200 升/秒，地下径流模数约 5 升/秒·方公里。在上游段，源头有独山支流和龙会—龙吊支流自拉友汇入。

主流中段有拉友—九涝分洪通道，雨季九涝为溢洪口，大旱时九涝则与主流脱节。

下游段自甲在峒分为二支，一支从涝塘出口，另一支从古明峒口出口，排水入刁江，枯水期二个出口都有大量的地下水涌出。

3. 干消—庭南水系

位于干消附近，在构造上这里是一个屈状向斜，轴部有一压性断层破坏，两翼有一小型张断裂与之平行，地下河主流在干消以上由东南向西北流，在干消横穿向斜轴，自北东向南西流于庭南排入刁江，汇水面积 57 平方公里。

加贵附近地下水在庭律溢出，最大流量 3—4 米³/秒，枯水流量 30—50 升/秒，汇水面积 20 平方公里，水系面积小，不单独列出。

4. 石别—福龙水系

位于石别—福龙，京口一带，在构造上是一个轴向为北北东的复向斜，地层大部分是上石炭统灰岩，地下河主流经石别、三寨，于山脚出口，三寨、永进地区，地下溶洞多，成一地下水库，

水位埋深2—7米，中段潜伏，下游埋深1米左右，被地形切割，时而涌出地表。

主流以西有两条支流：

(1) 上坝—怀放支流；

(2) 京口—观音井支流。

它们分别在三寨、福龙等地与主流汇合。该水系总汇水面积200平方公里，枯水流量约1000升/秒，径流模数5升/秒·平方公里。

5. 波串—寥歌水系

位于波串、怀道、黄龙等平原地带。其上段沿北西向的节理及断裂发育，至梅峒、怀道一带形成一个富水区后，溢流地表，在古荣桥到屯蒙间又潜入地下，在邕桥流出，小部分再潜入地下，又在寥歌流出，最后以地表河形式进入龙江。而屯蒙河在古荣桥—屯蒙地段的河道，在雨季则起着对地下河的排洪通道作用。地下河主流基本上发育在中、上石炭统灰岩中，由于受岩溶平原地形的影响，地下河几度溢出和潜入水多沿地表排走，所以下游出口还不如中段流量大。水系总汇水面积150平方公里，枯水期地下径流模数4.6—5.0升/秒·平方公里。

6. 乐德、黄麻水系

分布在乐德及黄麻地区的岩溶平原区，由两条地下河组成，地层全是下二叠统灰岩，地下河沿层面裂隙和节理发育，总汇水面积65平方公里，一般枯水流量300升/秒，地下径流模数5升/秒·平方公里。

(三) 地下河的变化特征

1. 地下水系的形成受岩石可溶性及构造的控制，如白云岩中只见一些裂隙水，很少大型通道，基本上属裂隙含水层；又如含泥质较多的下二叠统中的泥灰岩也常起相对隔水层的作用，并且常常形成分水岭。

断裂构造常因胶结良好而阻水，如北部东西向大断裂，东部

的新华夏系压扭性断层。但北西向的小型张性或张扭性断层却导水，地下河常沿其发育，如独山—北牙断层，二坟断层，拉友断层等等，区内东部的南北向节理、加贵附近的北东向节理，均属张性，也常控制着地下河的发育方向。

2. 岩溶平原区或大型谷地中，地下水与地表水常反复转化，如波串—寥歌水系，石别—福龙水系中的地下河主流，此类现象甚多。

3. 由于地下河向下游有分“叉”现象或有溢出口，地下河出口的流量变化均不大，不均匀系数在3—10间，没有溢出口者如干消水系，不均匀系数可达100，水位变幅也达70米。地下河流量变化曲线与降雨量变化曲线基本一致。

4. 地下河的袭夺现象是本区岩溶发育过程中的一显著特征，变化的总趋势是流域分水岭逐渐向龙江靠拢，即由南向北移动。

三、地下河的变迁

(一) 变迁现象

地下河的变迁现象在流域分水岭地区广泛存在，兹将几个典型地段变迁现象介绍如下：

1. 北牙—板洋地下河的变迁

北牙—板洋是一个东西向延长的岩溶谷地，东高西低，其中分布着北牙—板洋的地下河，由于古九磨水系中向北的一个支流，在金竹之南切开了原来的分水岭，沟通了古板洋水系。九磨水系位置低，于是北牙—板洋的地下河被拦腰袭夺，新圩地段河水倒流，造成北牙地下河的变迁(见图3, 4)。

由于袭夺口比较窄小(切开不久)，易被洪水携带物堵塞，故经常造成地下河改道，金竹、鱼岩、板洋一段地下河，流向经常改变，如：1952年前地下水流向九磨；

1952年—1954年间地下水流向板洋；

1954年—1962年地下水流向九磨；

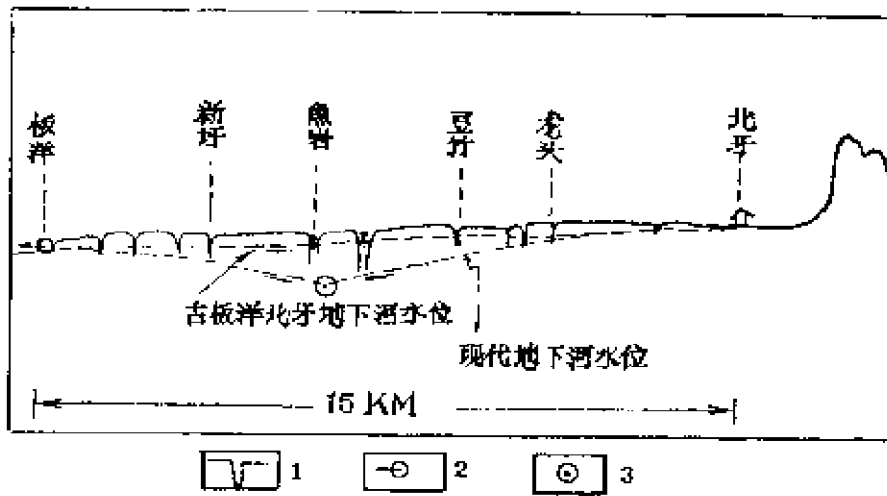


图 3 北牙—板洋谷地地下水水位变化示意图

1—落水洞；2—地下河出口；3—地下河交汇处

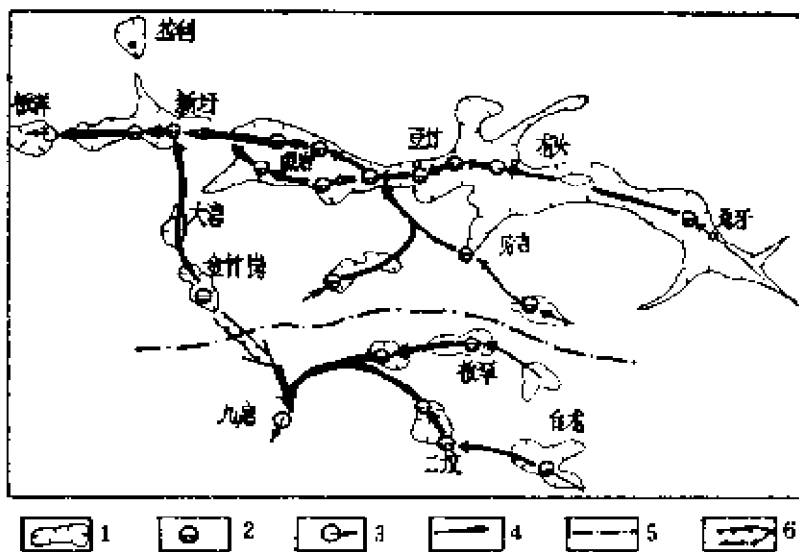


图 4 北牙、九磨古地下河分布图

1—洼地；2—地下河天窗；3—地下河出口；4—古地下河；
5—古地下分水岭；6—袭夺位置及流向

1962年—1971年8月24日地下水流向板洋；

1971年8月24日至现在地下水流向九磨。

由于九磨出口标高低，显然袭夺的最终结果将是抛弃板洋出口。

2. 干涸水系的变迁

从图2可看出,干涸水系中地下河主流在干涸附近作了个180°的大转弯,和构造、地貌关系很不协调。

加贵—拉仁谷地是沿向斜轴发育起来的,南高北低。由于断层以西直立的礁石灰岩阻挡,地下水长期沿着向斜轴向北运动,形成了长达20多公里的狭长谷地。其底过去是南高北低,这可由谷地中的土丘、残山组成的夷平面看出(图5),以后由于庭南地下河沿北50°东张节理溯源侵蚀切穿了直立的下二叠统灰岩,使干涸水系直通刁江。

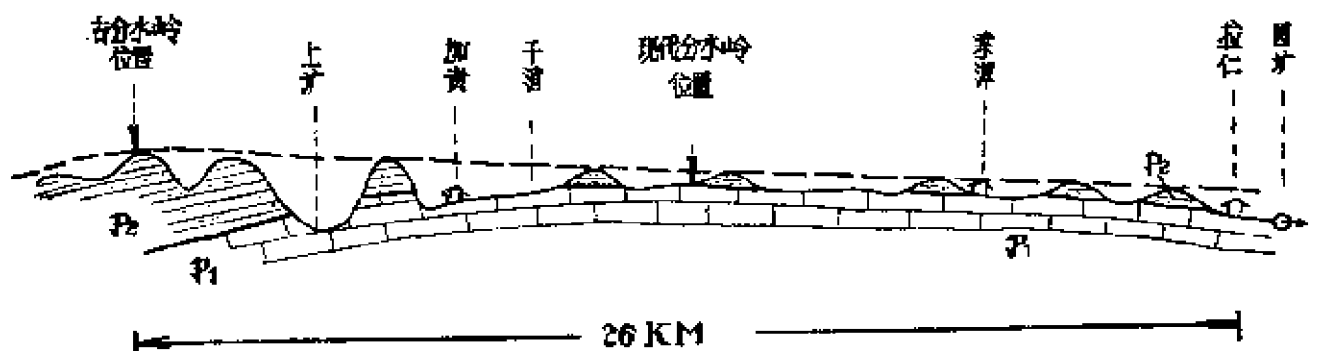


图 5 加贵—拉仁谷地分水岭位置变迁示意剖面图

3. 京口地下河的变迁

京口一带由南向北分布着一些圆形洼地和条形谷地,据调查,这里古地下河发源在定满,经天堂谷地流向波串。现在沟通各洼地的地表泄洪通道即是古地下河的遗迹(图6),后来由于福龙水系的溯源侵蚀,切穿瑶峒、京口洼地,使这条古地下河在京口就转向东流,下游天堂一段就干枯了。

4. 石别—福龙地下河的变迁

石别—福龙水系上游及主流以西明显的存在着树枝状水系,在地下河主流上前已指出,三寨以上与其下,地下水的埋藏条件显著不同,同时上游谷底坡度为1.5%。三寨以下坡度为6%。三寨附近存在着稀疏的孤峰。从这些地貌现象来看,三寨附近曾存在过古分水岭。从构造及岩性来看三寨附近是向斜中的拱起地段,地表多出露白云岩,因此,可以推断古代石别和福龙是分属两个水系的,现代水系上游西侧的支流向北流,在石别、水岩一

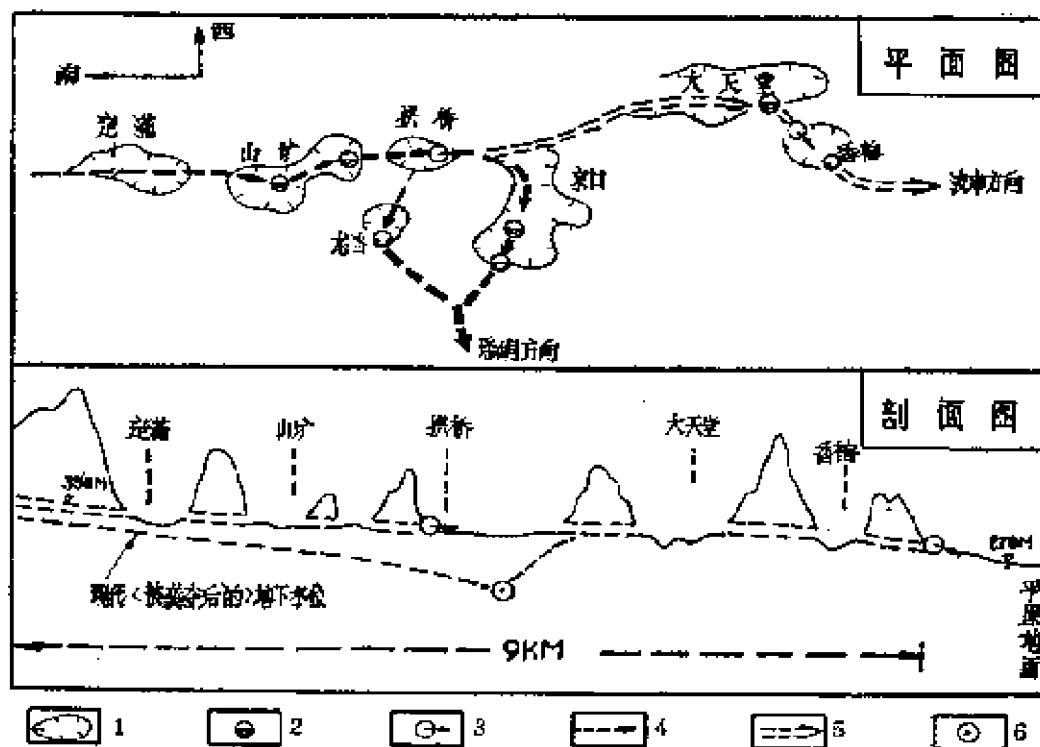


图 6 京口—瑶峒地下河变迁示意图

1—洼地；2—地下河天窗；3—地下河排洪口；4—现代地下河；5—古地下河；
6—地下河交汇处

带出露，属龙江流域，三寨以南及福龙以东支流，古代即属红水河流域，后期福龙水系向北侵蚀，破坏了分水岭，袭夺了古石别水系，于是分水岭向北移，移到了石别以北的现代岩溶平原上（图2，7）。

5. 北山建安岩溶平原地下水流向的变迁

众所周知，岩溶平原是岩溶发展的后期标志，是岩溶强烈发育的结果。因此岩溶平原在岩溶发育史上它必是一个汇水的地区，现在平原之南及西广泛分布着峰林，再向外，即过渡到峰丛洼地，外围的所有岩溶谷地都向平原开口，谷底高出平原10米（其间有个陡坎），这些都说明在历史上这个平原汇水区之分水岭在外围的峰丛山中，全属龙江流域（图7），但现代流域分水岭都移到平原上来了（图2），说明这个岩溶平原汇水区已被肢解成几个水系。北山以西的岩溶平原现属红水河流域。但从该平原中高出

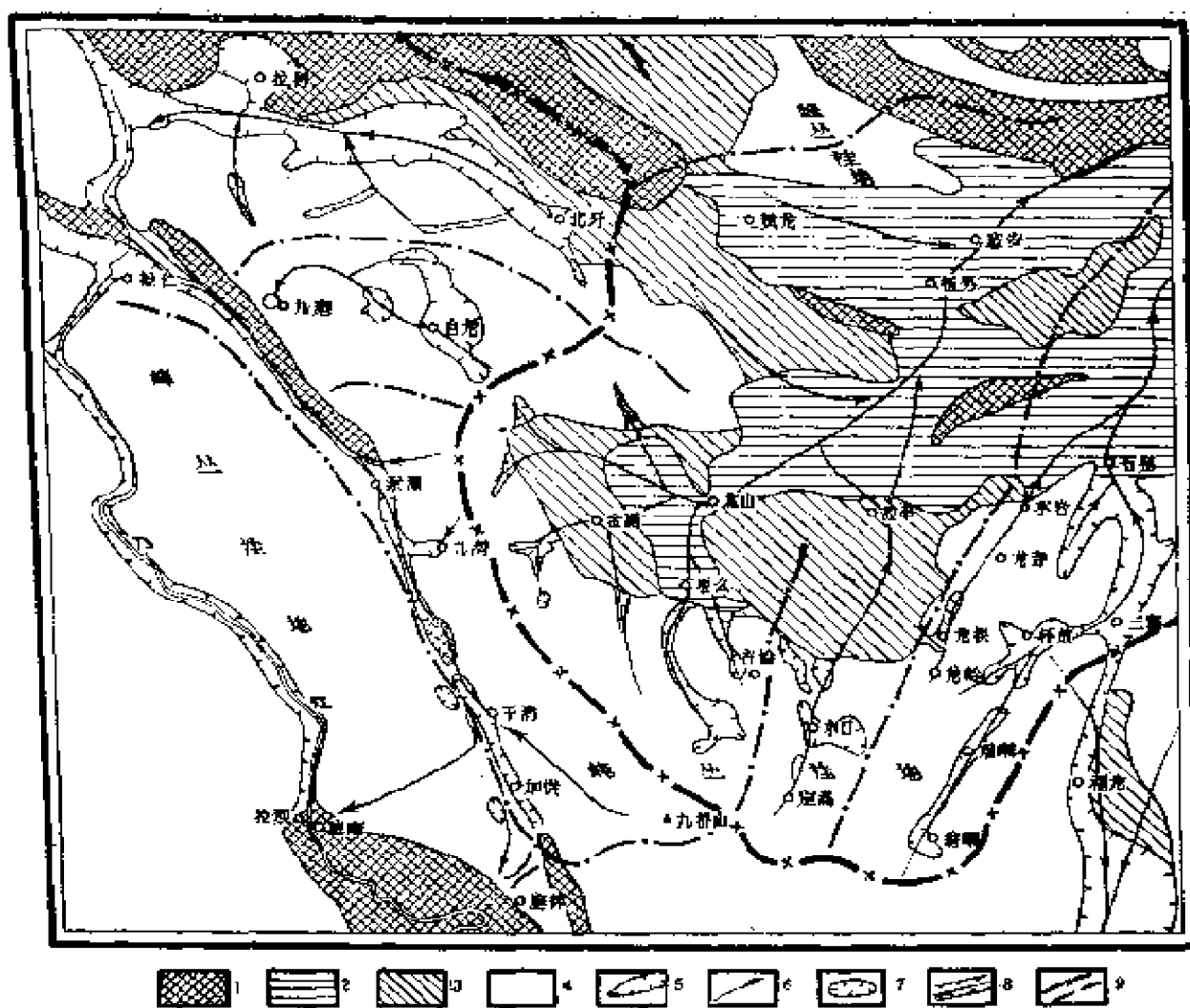


图 7 石别—加贵地区古(Q₃)地下水系图

1—砂页岩土丘，2—岩溶残山平原，3—峰林，4—峰丛洼地，5—岩溶槽谷，
6—地下河，7—封闭洼地，8—河流峡谷，9—流域分水岭和地区分水岭

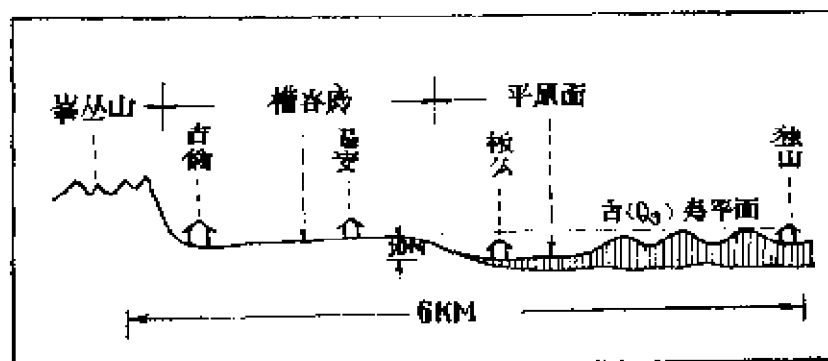


图 8 板么槽谷纵剖面图

地面 10 米的土丘（图 8）和现代流域的分水岭相平，可以推测，北山以西的岩溶平原和以东的岩溶平原过去同属一个汇水区，水由西向东流，以后由于受索潭地下河的袭夺，北山以西的地下水才改向西流。

（二）地下河变迁阶段的划分

地下河的变迁过程事实上是一条地下河袭夺另一条地下河的过程。本区各条地下河所处的变迁阶段是不一致的。有的刚开始袭夺洪水流量；有的已进入争夺枯水流量；有的原地下河出口已变成季节性的排洪口，有的已经定型。概括起来，地下河的变迁大致可划分为五个阶段。为方便说明起见，设以甲地下河袭夺乙地下河的过程为例，简述如下：（图 9）

溯源侵蚀阶段：袭夺之初，甲乙两地下河之间还具有正常的分水岭，由于甲地下河的排泄基准面（出水口）较乙地下河远而低，甲地下河正在不断地溯源侵蚀，缩小分水岭宽度。

夺洪阶段：溯源侵蚀的结果，促使岩溶通道不断地向乙地下河方向推展延伸，分水岭水位由高变低，宽度由宽变窄，位置逐渐向乙地下河方向推移，最后分水岭被切穿，成了袭夺口，甲地下河的尾部管道向乙地下河延伸，这时乙地下河中、上段的枯水位仍低于袭夺口，枯水期的水量及流向未变。但洪水期的水位已高出袭夺口，乙地下河的部分洪水开始被甲地下河夺去。如京口—九龙湾地下河从瑶峒向观音井变迁，是处于夺洪阶段，从京口来的大部分洪水均在观音井排出。

枯水分流阶段：随着甲地下河在袭夺口继续深切，岩溶通道不断地向深处发展，当乙地下河中、上段的枯水位都高出甲乙两地下河的通道时，这时乙地下河同时向甲乙两地下河出口分流。如板么—园塘地下河的下段向古明峒口变迁，是处于变迁中期的枯水分流阶段，枯水期水是分别向园塘和古明峒口流出。

老道分洪阶段：属变迁晚期。甲地下河继续加深扩大袭夺口，当乙地下河中段的枯水位高于袭夺口的管道，而又低于乙地