

漓江流域整治的综合研究

THE COMPREHENSIVE STUDY OF LIJIANG
RIVER WATERSHED MANAGEMENT

茹锦文等 著

桂林

漓江

阳朔

广西师范大学出版社



责任编辑 于诗藻

封面设计 刘光慧

内 容 简 介

本书系漓江航道整治的一项研究成果。作者从系统论的观点综合了遥感及地面实际资料,提出了保护水源林,尽可能多开发地下水的呼吁;通过对新构造运动及地震活动性的分析,论证了漓江上游拟建坝址;研究了漓江水系和其他水系的袭夺现象,讨论了跨流域补水的可能性;通过多时相航空照片的分析,研究了漓江航道险滩的动态变化,提出了因势利导,整治航道的建议;从漓江流域土地利用率现状的调查入手,预测了近期和长远的工农业需水量。本书可作为水利、水文地质、遥感应用等专业技术人员以及相应大中专学生的参考书。

前 言

本书运用系统论的观点,结合作者及岩溶地质研究所的同事们在漓江流域多年研究工作的实践,研究了漓江流域大气降水、地表水、地下水三水的转化关系;充分利用了航天遥感信息,以线性构造及历史地震资料综合分析的方法,研究了区内新构造运动的特点以及对水利工程建设的影响;从水系河网形式以及平原分水岭的多处出现,首次提出了在漓江水系发育、演化过程中存在着袭夺现象的假说;水系的袭夺现象不仅在流域整治中,提供了跨流域补水的可能性,而且对峰林地貌发育、演化的论证也具有一定的理论意义;整治漓江旅游航道的险滩,务需掌握险滩的动态变化规律,因势利导,利用多时相的航空资料是研究动态变化的有效手段;在土地利用现状的调查中,选择野外少量的训练场地,结合二元树分类器的遥感图象处理,是快速而有效的办法;掌握了土地利用和动态变化的资料,可以有效地进行水源林保护的监察以及工农业用水的合理规划。

本书是国家旅游局1986年8月下达的“关于桂林漓江旅游通航整治工程”下属项目的研究成果。研究课题原名为“利用遥感方法对漓江流域水土资源进行综合治理的研究”,由岩溶地质研究所,华中工学院联合承担。在课题研究实施过程中,桂林市计委谭元星委员等同志曾负责组织和协调。具体参加课题研究的成员如下:

岩溶地质研究所

茹锦文,周世英,李淑莹,黄瑞照,高 洪,莫源富,刘光慧,吴志定;

华中工学院

彭复员,文灏,柳建,朱光熹,张汀汀。

全书主要章节由茹锦文执笔,水文地质分区由周世英执笔,图象计算机处理由文灏执笔。

目 录

一、绪 论	1
二、研究区自然地理概况	2
三、研究区地质概况	5
四、漓江流域水资源	10
五、开发地下水	17
六、漓江流域新构造运动的特点及其对水利工程建设的影响	24
七、漓江水系的袭夺及其在流域整治中的意义	28
八、因势利导整治航道	35
九、保护水源林, 合理规划工农业用水	40
十、遥感图象的计算机处理	43
十一、结 论	50
参考文献	54
英文目录和摘要	56

一、绪 论

漓江,是桂林市的重要旅游资源。“江作青罗带、山如碧玉簪,”如诗如画的秀丽景象,深深地吸引着国内外众多的游客。然而,漓江枯期流量小,航道滩多水急,全年旅游航行的利用率不高(利用系数小于50%),严重地影响着旅游资源的进一步开发。为此,国家旅游局决定投资3000万元,并于1986年8月以旅游计字第054号文,下达“关于桂林漓江旅游通航整治工程几个问题的意见”,要求在三年内完成漓江航道近期整治工程,保证枯水季节达到 $30\text{m}^3/\text{s}$ 的流量,水深保持0.75m以上。使旅游航道得到较大的改善,提高旅游船只的通航率。

为了使漓江航道的整治工程能顺利的进行,广西壮族自治区计委已委托区水电厅、区交通厅分别进行了青狮潭水库补水、航道整治两个方面的可行性论证。并于1986年10月下旬在桂林评审通过。

然而,漓江流域的整治是一项系统工程。要从根本解决问题,影响的因素很多。诸如为了了解漓江流域的水资源,必须研究流域范围内大气降水、地表水、地下水三水的转化关系,以及时空的变化规律。提高水资源开发利用程度的主要措施,是增加蓄水、保水工程。区域内的新构造运动和地震活动性,将直接影响到蓄水工程坝址的选择。漓江流域的中、下游为一典型的岩溶化谷地,漓江水系的发育、演化和岩溶作用关系密切,岩溶地貌的发育和演化也是流域整治中不可忽略的问题。随着工农业生产的发展,尤其在枯期,工农业生产用水与旅游航道争水的现象十分严重,有必要调查土地利用的历史、现状,并展望未来,协调各方面对水资源的需求。由此可见,漓江流域的整治,很有必要开展多学科的综合研究。

笔者及岩溶地质研究所的同事们,多年来在漓江流域结合岩溶发育规律的研究,已积累了不少资料。在本项研究工作中,又与华中工学院合作,全面地对漓江流域开展了遥感应应用研究。实现了空间所获得的能量信息与地面调查所积累的物质信息相结合的研究方法。

遥感技术是一种新的应用技术,应用范围已涉及到国民经济的许多领域。机载、星载传感器能接收到地面的各种波谱能量信息。数字图象处理又能从中提取、增强各种有用的信息。通过多年的实践,遥感技术在漓江整治中可以发挥下列的作用:

- 1、线性构造及其组合型式在遥感影象中有良好的显示。线性构造常以微地貌的形式反映了基岩中的节理和破裂,大大地弥补了地面调查时地质构造信息的不足。对于分析活动性构造,选定拟建水库坝址,判断岩溶地下水的富水构造等有重要意义。

- 2、卫星影象中由于具有多波段的反射光谱信息,对岩性以及地貌形态的分类、水系的演化提供宏观的连续的信息,在原有地质图、地形图的基础上提高解译程度。

- 3、由于夏、秋季所获得的卫星影象具有丰富的地面生物量信息,结合地面训练场地的选择可进行土地利用率现状的调查,从而提供漓江上游水源林的保护以及流域范围内工农业用水的预测。

- 4、不同时相的遥感资料,可进行自然界及人类活动的动态分析。如漓江航道中沙滩的消长及运移方向,森林的砍伐和更新,城市的发展,荒地的利用等。

本次遥感应应用研究中,所应用的空间资料有下列五种:

1 20世纪70年代美国陆地卫星多光谱资料, 研究区共跨越相邻的四幅卫星影像:

资源幅 1973.12.28	双牌幅 1977.2.12
柳州幅 1973.12.28	钟山幅 1977.2.12

2、20世纪80年代美国陆地卫星多光谱资料, 亦跨越四幅卫星影像:

资源幅 1983.5.16	双牌幅 1986.10.2
柳州幅 1983.5.16	钟山幅 1983.8.29

3、1980年9月机载热红外扫描, 主要利用反映漓江航道部分;

4、1977年10月航空摄影, 漓江航道部分;

5、1985年10月自然彩色航空摄影, 漓江航道部分。

二、研究区自然地理概况

研究区位于广西壮族自治区的东北部(图1), 阳朔县城以上的漓江流域, 面积 5039.4 km²。逶迤于湘桂边界的越城岭, 山势雄伟, 主峰猫儿山, 海拔2141.5m, 为华南的最高峰。漓江上源的六洞河即发源于猫儿山的南麓。溶江、甘棠江为发源于越城岭南麓另外两条重要支流。它们均在强烈切割的中低山地中向南奔泻, 分别在灵川县城以上汇入漓江。海洋山位于研究区东部, 主峰宝界山, 海拔1935.8m。潮田河、兴坪河发源于其西麓。研究区西南部的驾桥岭, 山势略低, 主峰高程海拔1226m。良丰河发源其北麓。漓江上源除了上述崇山峻岭分别与湘江、恭城河、洛清江分水以外, 尚有二处明显的平原分水岭。一处位于兴安县城附近与湘江分水, 另一处位于临桂县会仙附近与洛清江分水。古代利用了这两处平原分水岭的自然条件, 修筑了灵渠、相思埭等著名的古运河。

研究区位于北纬24°36' ~ 26°27' 之间, 属亚热带潮湿型气候区。雨量丰沛, 尤其是越城岭

南坡,为广西著名的暴雨中心*,多年平均雨量为2390mm。往南雨量逐渐减少,兴安大溶江为2065mm,桂林穿山为1897mm,阳朔城关为1566mm。明显地反映出越城岭对岭南气候的影响(图2)。

本区地形北、东、西三面较高,属于海拔500m~1000m以上的中低山地;向中、向南高度逐



图1 研究区位置图

渐降低,为一开阔的岩溶谷地。在岩溶谷地内有众多奇特的岩溶地貌形态,尤其是典型的热带峰林闻名于世,不仅使国内外众多的游客赞叹不已,而且也是岩溶科学工作者考察、探索岩溶发育规律的良好场所。通观全区,漓江流域的地貌类型大致可以划分为下列几个主要类别:^[1]

(一) 碎屑岩地层所组成的中低山地

是一种侵蚀地形。主要分布于越城岭、海洋山、驾桥岭一带。山脊线明显连续,受构造方向控制。山顶标高>350m,比高>150m。地表水系发

育,水系密度0.633/km²。沟谷深切,“V”形谷为主。局部有峡谷及平底谷。偶有山间小盆地分布,植被甚好,丛林遍布。

(二) 碎屑岩地层所组成的丘陵

多分布于上述中低山地的边缘以及其它泥盆系中下统白垩系地层小片零星出露的地区。丘陵标高一般250m——350m以下。地形比高小于150m。丘陵面上发育有形状不规则,起伏不平的谷地。谷坡和坡麓地带被开垦为良田,植被尚好。

(三) 洪积扇

分布于上述中低山山前坡麓,与平原、谷地或洼地的接壤部位,在河流或冲沟出口处尤为明显。多为连片分布,个别呈扇状,由第四系更新统粘土、亚粘土及砂砾层等洪积物组成。洪积物新老叠加,颗粒大小不均,前缘地带可见有直径为50——70cm的砂砾。洪积层最大厚度可达40——60m。

(四) 岗地

分布于桂林市郊至临桂六塘一带的岩溶峰林平原区。由第四系中、下更新统红色粘土泥砾组成。地面形态常呈长垣状或孤丘状,面积不大。高出平原面15~35m左右,植被不好,多为荒地或旱地。

(五) 阶地

多分布于漓江及其支流两岸。其中二级阶地分布零星,由第四系中、下更新统红色粘土

* 水电部珠江水利委员会,1985,珠江流域片地表水资源。

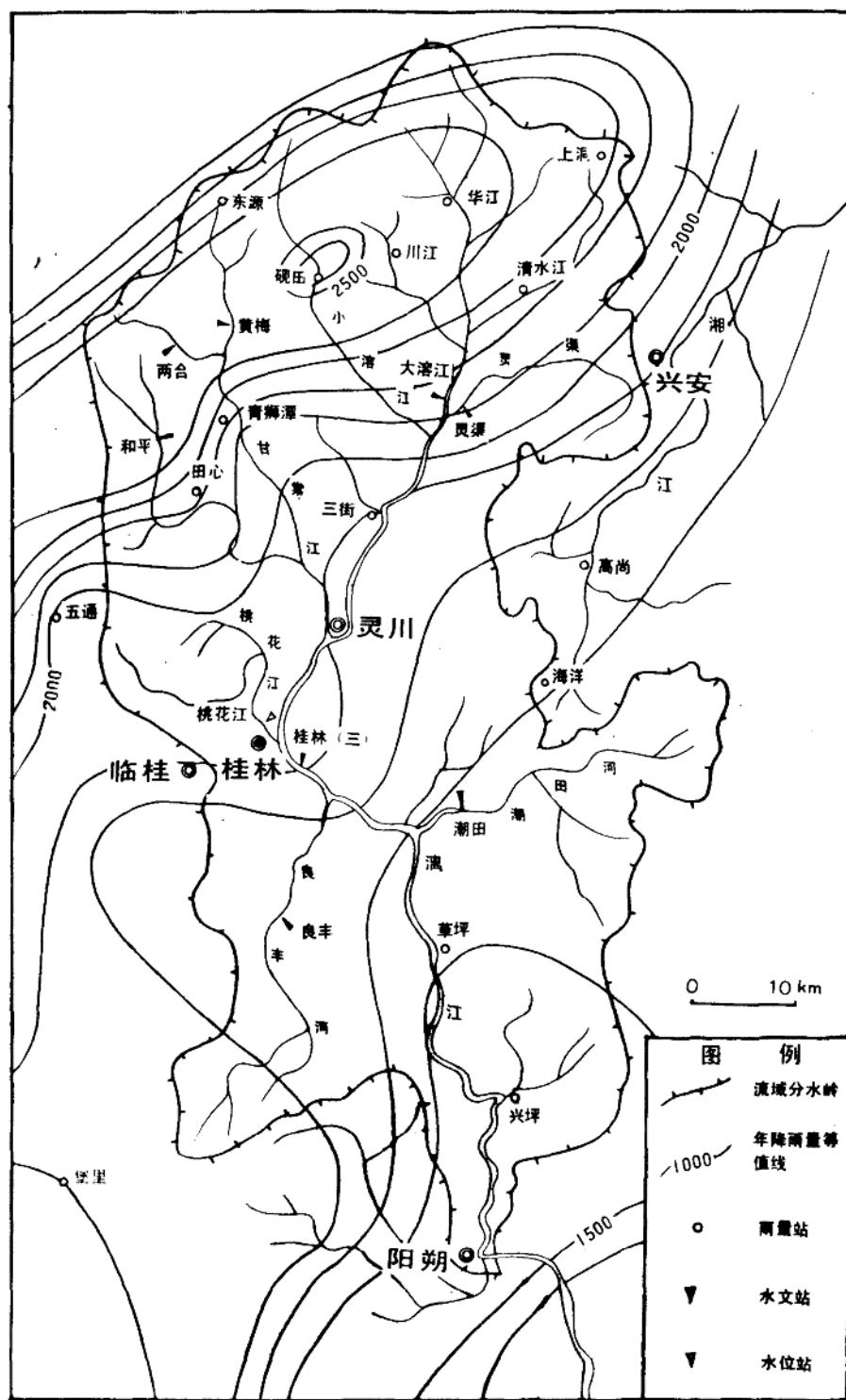


图2 漓江流域多年平均降雨量等值线图 (据严启坤等1985)

泥砾组成, 比高15—25m, 阶面波状起伏呈垄岗状或孤岛状, 与岗地颇为相似。多为荒地或旱地, 部分为松林、柑桔林。

一级阶地, 分布连续, 阶面平坦, 坡度小于5%, 标高105~210m, 高出河水面5~10m。具二元结构, 上部砂质土, 下部砂砾层。厚度较稳定, 多为30~50m。

(六) 峰丛洼地

是漓江岩溶谷地中的主要地貌形态。大多发育在中、上泥盆统厚层的碳酸盐岩地层中, 位于地质构造上断块相对抬升的一侧, 由相对标高200~500m的连座状的石灰岩山以及负向封闭型的洼地所组成。洼地中缺少常年性的地表水流, 大气降水以后, 常通过竖井、落水洞迅速地排向地下河。大圩至阳朔的漓江航道主要发育在此类地貌形态中。沿江奇异剔透的群峰, 就是这种地貌形态在自然力塑造中的造化。

(七) 峰林平原

广泛分布于中低山山前以及峰林洼地的外围地带。在微有起伏的岩溶平原面上散布着平地拔起, 疏密不等的石峰。平原面标高在130~155m间, 高出当地排泄基准面约8~14m, 覆盖层厚度米, 大部垦为耕地。部分基岩裸露, 成为石海。平原面上的石山标高250~390m左右, 比高小于150m, 个别达180~200m。石山分布密度每平方公里0.03座至30座不等。根据石山分布密度将其分为密集的峰林平原($>1\text{座}/\text{km}^2$)和稀疏的峰林平原($1\text{座}-0.03\text{座}/\text{km}^2$)两类。石山中水平溶洞发育, 按不同的高程成层分布。基部常有脚洞, 多为充水溶洞。

(八) 峰林谷地

是一种比较次要的岩溶地貌形态, 常与峰丛洼地相邻, 与峰林平原相并出现, 是一种条形的岩溶谷地。谷地面分布着稀密不等的石山。石山的高度以及谷地面上的堆积物与峰林平原类似。

(九) 丛丘、岭丘、缓丘

是一类溶蚀——侵蚀的地貌形态。发育于石炭系下统, 泥盆系中、上统薄层不纯灰岩、泥灰岩、硅质岩分布地区。其中又以丘峰的高程将其分为缓丘(小于250m)、岭丘(250—300m)丛丘(250—350m)三类。其中丛丘的丘峰的比高大于150m, 坡麓与峰丛相比, 较为和缓。岭丘、缓丘比高逐级变缓。

(十) 溶蚀——侵蚀谷地平原

常和峰林平原或谷地相伴出现。但不及峰林平原那样平整, 常呈波状起伏的表面, 并有厚数米至十数米的残积粘土层覆盖, 平原的高起部分为旱地或荒地。

地貌类型的平面分布如图3所示。

三、研究区地质概况

本区位于江南地轴以南, 属扬子地台区的一部分。虽然历来对其大地构造的属性众说纷纭, 但一般认为本区在加里东运动期间为一强烈拗陷的褶皱地带, 经广西运动^[2](即加里东运动)后渐趋稳定转化为地台区, 然而在印支运动、燕山运动期间仍然出现了强烈的构造活动, 因此就有准地台或地洼区之说。

漓江流域地貌类型图



图3 漓江流域地貌类型图

加里东运动期所出现的紧闭线性褶皱,以北东向的华夏系及南岭东西向构造为主。从越城岭、海洋山、驾桥岭等区所保存的下部古生界的构造形迹来看,当时地应力的活动方式表现为南北向的一种挤压和扭动。在构造运动的同时伴生几个岩基状花岗岩体的侵入。

印支运动期间,虽然运动仍颇为强烈,但地应力活动的方向以及形变的方式发生了较大的变化。当时以东西向的挤压作用为主。生成了向西突出的桂林弧形构造(图4)。只是构造运动表现为以刚性的块断作用为主,线性褶皱已不是主要的构造形态。因此,在桂林弧形构造带中,巨厚的泥盆系灰岩尽管断裂、破裂等构造仍然十分发育,但地层产状平缓,很少超过 20° ,这是岩溶地貌形成的一个重要构造条件。

燕山运动期间,在地壳演化的历史上产生了一个巨大的事件,太平洋板块与东亚板块产生了强烈的碰撞作用。在碰撞中太平洋板块不仅向东亚板块之下俯冲,而且产生了强烈的左行水平位错,致使中国东部产生了一系列北北东向新华系构造。区内北北东向的压扭性破裂构造亦十分强烈。此外,与其相配套的北东东的泰山向破裂、北北西向大义山向破裂几乎遍布全区,对研究区内水系的展布,地貌形态的形成以及岩溶地下水的富水构造均有明显的控制作用[3]。

此外,兴坪至阳朔间在岩溶峰丛洼地分布地区,尚发育有几列明显的北北向压性断裂(图5)。方向和性质与桂西南发育的右江系断裂相当。其生成机理显然与新华系构造不一致,或许与两大板块之间东西向派生的挤压或反方位错有关,应该值得引起注意。

喜山运动,主要表现为一种块断作用为主的继承性活动。

区内出露地层从寒武系到第四系,中间除缺失二叠系、侏罗系外,均有分布。按岩性大致可以划分为下列五个层组:

1、下部古生界浅变质碎屑岩系,厚度大于2000米。主要分布于越城岭、海洋山、驾桥岭等中低山地。

2、下泥盆统至中泥盆统下组红色碎屑岩系,厚900米。其中下统区域性不整合于下部古生界浅变质碎屑岩系之上,主要分布于越城岭、海洋山、驾桥岭的山麓以及其它低山、丘陵地带。局部因断层抬升,出露于岩溶谷地中。

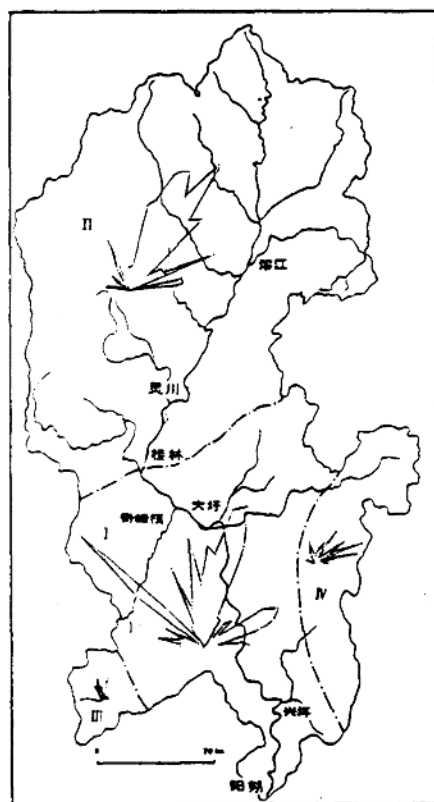


图5 漓江流域线性构造分区玫瑰图

漓江流域地质略图

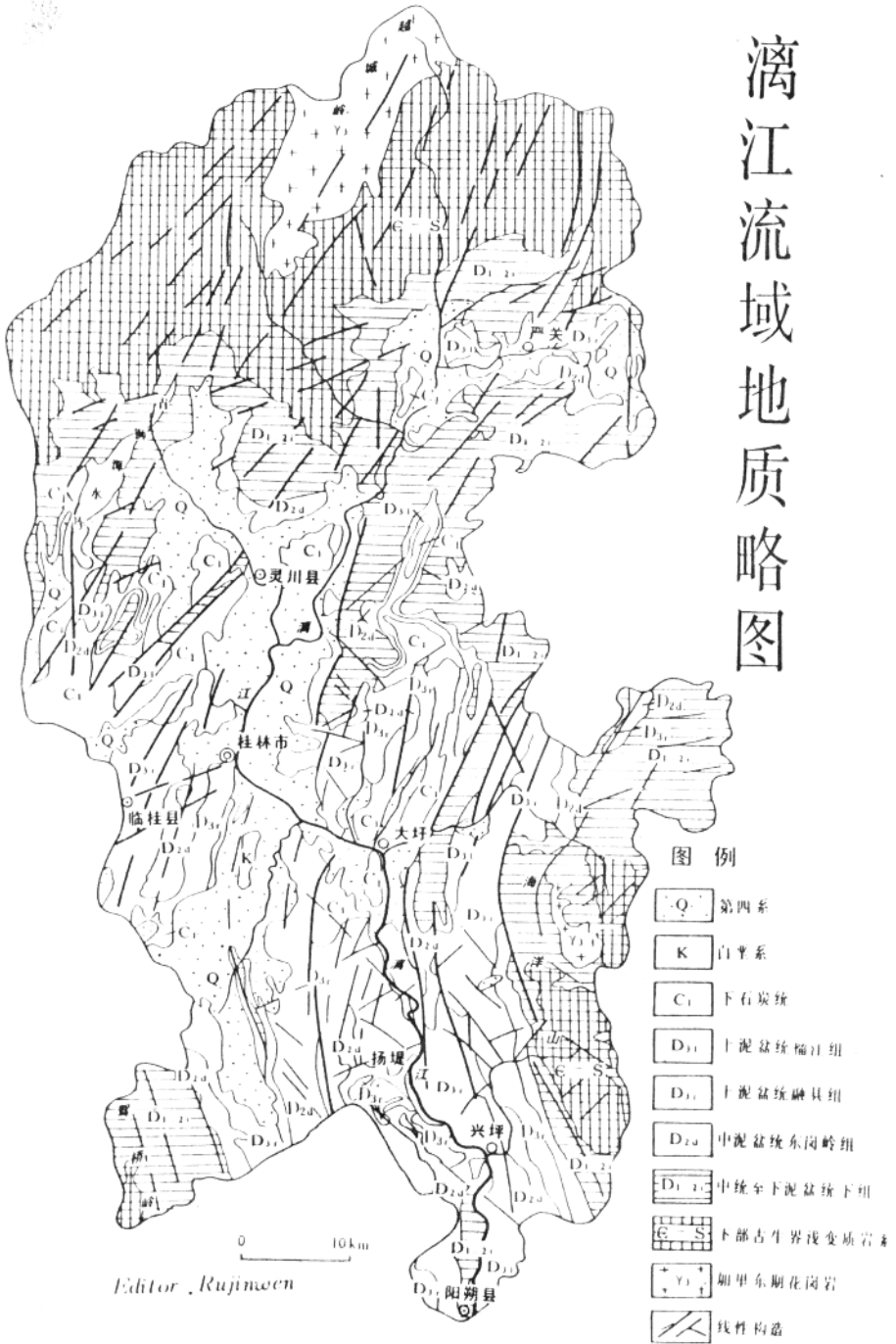


图4. 漓江流域地质构造略图

3、碳酸盐岩,包括中泥盆统东岗岭阶、上泥盆统融县组、下石炭统寿关阶、大塘阶,总厚度约3000m,广泛出露于漓江岩溶谷地中。其中东岗岭阶以白云岩、白云质灰岩为主。厚度变化在100—1000m间。融县组为厚层至块状细灰岩,厚1070m。以上是本区岩溶发育的两个主要层位,地貌上反映为岩溶峰林、峰丛。其中又以融县组灰岩岩溶最为发育,据初步统计,区内80%的岩溶洞穴发育在该层灰岩中。此外,东岗岭阶、融县组碳酸盐岩在研究区均有明显的相变。一旦相变成薄层泥质灰岩、硅质岩时,地面岩溶形态就不发育,多呈丛丘或缓丘。下石炭统寿关阶、大塘阶灰岩由于层理变薄,泥质、硅质成份明显增高,地貌上亦呈丛丘、缓丘的溶蚀——侵蚀的组合形态。在研究区西北,下石炭统可以完全相变成薄层砂页岩的碎屑岩相区,地貌形态则转变为丘陵或岗地。

4、三叠系、白垩系红色碎屑岩系。桂林附近的三叠系地层是我所近几年工作中发现的^[4],为一套灰绿、灰黑色的泥质粉砂岩、粉砂质泥岩。厚0—20m不等。零星残留于上泥盆统碳酸盐岩岩溶不整合面上。此套地层曾有颇多争议,后由于发现了三叠系所特有的孢子花粉而确定,代表印支运动期间山间盆地内陆湖相的沉积。

上白垩统,区内仅见于奇峰镇李家村、桂林五里店、白沙等局部的断陷盆地内。下部为一套红色砾石,砾石成分中有众多的灰岩、白云岩、硅质岩,砾石大小不等为次棱角状。据李家村附近钻孔资料,厚度可超过100m。上部为暗红色钙泥质粉砂岩、粉砂质泥岩。地面可见厚度大于70m。

老第三系,桂林附近的海相老第三系亦系近几年工作中发现^{[5]、[6]}。零星分布于朝阳、定江、三里店等处,出露标高160m左右。为一套浅黄色泥质粉砂岩及粉砂质泥岩。其中除发现不少早第三纪被子植物,裸子植物等花粉组合外,还发现了较多的海相有孔虫化石,说明早第三纪桂林地势低洼,存在着一个自南向北延伸的海湾。从地层中所保存的云杉、冷杉类孢粉以及沉积物中的伊利石等粘土矿物看当时的气候较现在凉爽。

5、第四系松散堆积层^[6],分布于基岩面上的残积型粘土,代表着自早第三纪以来至最早新世风化壳型的堆积物,岩性常随基岩而异。在上泥盆统灰岩分布区以棕红色粘土为主,个别地段发育为粘土矿。下石炭统分布区的残积物多为褐黄色、黄色粘土,有时含页岩碎屑,厚达2.5m。越城岭、海洋山、驾桥岭等中、低山地带,在下部古生界、中下泥盆统碎屑岩以及花岗岩分布地区,风化残积层厚达10—30m。在本研究区,这类残积层仅次于冲积层,发育为有利于森林、作物生长的土壤层。

中更新统,为一套暗红色的粘土泥砾层。砾石成分主要为中泥盆统应堂组的灰黄色粉砂岩,细砂岩。砾石有一定的磨圆度,但大小不一,互相混杂,无分选性,直径大的可达30cm,小者仅1cm左右,且泥砾中,砾石含量多寡不一,有时见砾石密集的块体组成沟槽式或环形旋转式穿插于砾石稀少的泥岩之中。此类第四系堆积物分布甚广,自兴安严关一带经灵川至临桂六塘广泛地出现在岩溶谷地内,常成垄岗或二级阶地。对这一套泥砾的成因,是冰积^[8]或洪积^[7],争论已久,持续达半个世纪,至今仍众说纷纭。笔者仅以岩溶地貌发育的总体模式以及此类泥砾层产出的纬度和高度,暂作广义的洪积相论。

红色泥砾层一般厚10—30m,局部可达50m。多为松林、桔林及一些旱地作物分布地区,部分为疏林草地。

上更新统分布比较零星,典型的剖面见于灵川县潮田乡的南圩坡立谷中^[19]。下部为一套河床相的砂砾层,上部为灰黄色粉砂质亚粘土。总厚约25m。砂砾层中所含碳化木,经C¹⁴年龄测定为37000±500年。

上更新统在桂林附近没有见到典型的露头。仅在三里店橡胶设计院地基、三砖厂取土坑、五里店黑石坑等区,分别在漓江二级阶地底下4—13m处发现一层黑色淤泥粘土层。取其中的泥炭层,炭化木经C¹⁴测定,其年龄分别为20770年,32779年,34500年^[6]。区内大部分地区上更新统厚度不大,岩性属于红色粘土泥砾层上发育的古土壤或沼泽相的堆积物。

全新统,现代漓江及其支流的河床、河漫滩以及一级阶地的堆积物,其明显的二元结构,下部为砂砾层,上部为粉砂质粘土。

在局部的岩溶化洼地中,全新世时期尚发育有一部分湖沼相的沉积物,含有泥炭层。如桂林市朝阳乡附近的南村、西村。泥炭层经C¹⁴年龄测定为6400年。

四、漓江流域水资源

自然界中水是处在不断的循环之中。大气降水以后一部分为树冠所截留;一部分入渗成土壤中的水分,待土壤水饱和以后,进入地下水面。由于入渗的速度较慢,在大雨时大部份水转化成地面径流。地下水在一定的地质、地貌条件下也在地下汇成径流,又在区域性的或局部的排泄基准面附近向地表排泄,成为泉的形式又补给地表水。树冠、土壤、地表水面又由于蒸发作用重新转化为大气水。在岩溶地区,地下水可以进一步划分快速流和慢速流两种。岩溶管道的快速流与地表径流的特征相似。流量的消长直接受着大气降水的影响。慢速流由细小的岩溶裂隙控制,对地表径流枯期的补给有较大的意义(图6)。

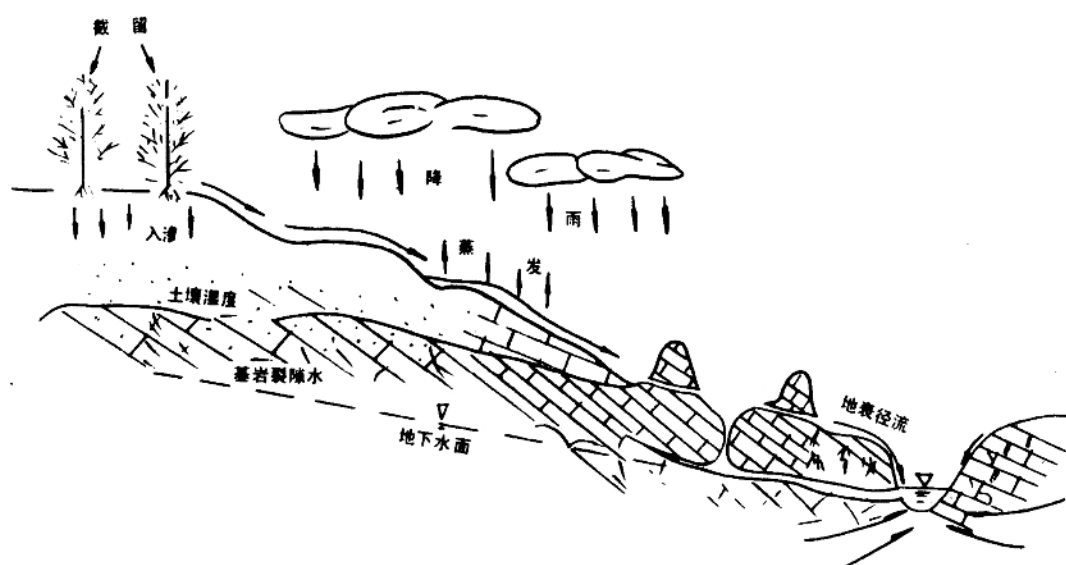


图6 水的循环过程

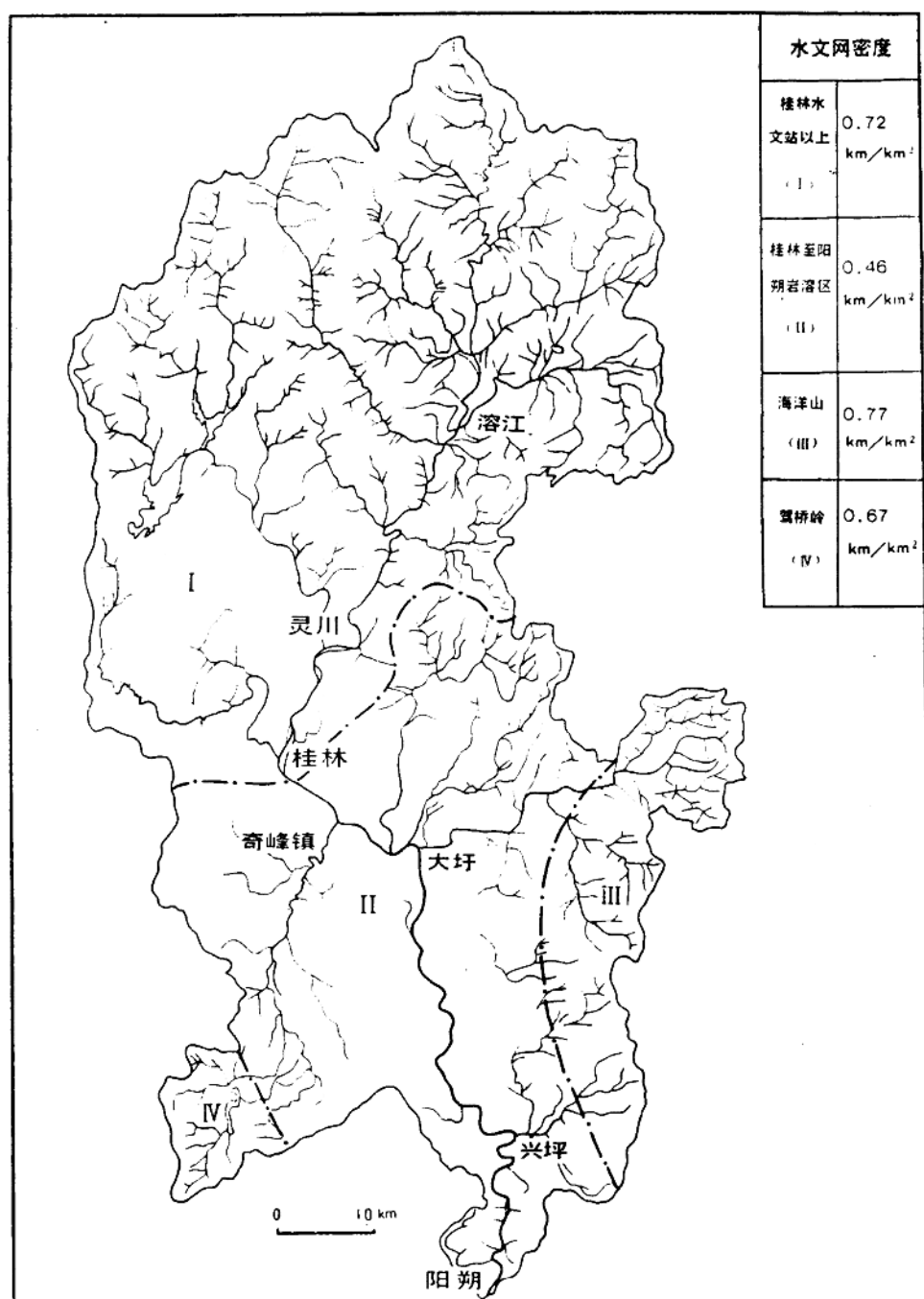


图7 漓江流量水文网图

在水资源的开发利用研究中, 科学工作者的任务是如何设法保存上述不同环境中水的总量, 使水资源得到充分的利用。

遥感方法在研究流域的范围、形态以及水文河网密度、型式等方面,已经显示了这种新方法的优越性。最近人们又开始使用遥感传感器中的一种特别的通道建立一个估算年平均径流量,以及与某一次特大的降雨过程快速响应的洪水淹没等模式^[30]。

漓江流域的范围,习惯上以阳朔县城以下一公里许的木山榨村漓江水文站为测算点。目前沿用流域内集雨面积为5520km²*。考虑到漓江旅游航道的整治为本课题的研究对象,应以旅游航道的终点阳朔县城为测算点。县城以下的金宝河、遇龙河不应该包括在内。在本次研究工作中,重新进行了一次正确的测算。在研究区选择了32个地貌上比较特征的大地座标点,对关国陆地卫星磁带数据进行计算机几何校正,然后再通过S575图象系统,计算得流域面积为5039.4km²。

漓江流域范围内的水文网,由于大气降雨自北而南的递减以及下垫面因素(地质、地貌)等影响,水系的密度以及组合型式明显地可以分下列四区(图7):

1、北区,相当于桂林水文站以上的流域范围,极大部份位于碎屑岩的中低山区,河网密度大,为0.72km/km²。

2、南区,主要系碳酸盐岩溶谷地。地表水系不发育,河网密度平均0.46km/km²。在岩溶峰丛洼地区,几乎缺少地表水系。

3、东区,海洋山区,与北区类似,河网密度0.77km/km²。

4、西区,驾桥岭区,亦与北区相似,河网密度为0.67km/km²。

本研究区所属漓江流域范围内,共建有9个水文站,最多的已积累有长达60年的实测水文资料。阳朔县城为漓江流域地表水、地下水的总排泄口。根据换算漓江多年平均流速为206m/s,多年平均流量为63.88亿m³。漓江流域范围内有十分丰富的水资源。

漓江流域的降雨量由于受东南季风的影响,季节分配极不均匀。以桂林站的降雨量为例^[10],连续最大降水量的四个月(即4—7月)集中了全部降水量的62.7%。降雨量最小的月份出现在12月至翌年1月,仅100—110mm,占全年降雨量的6%左右(图8)。

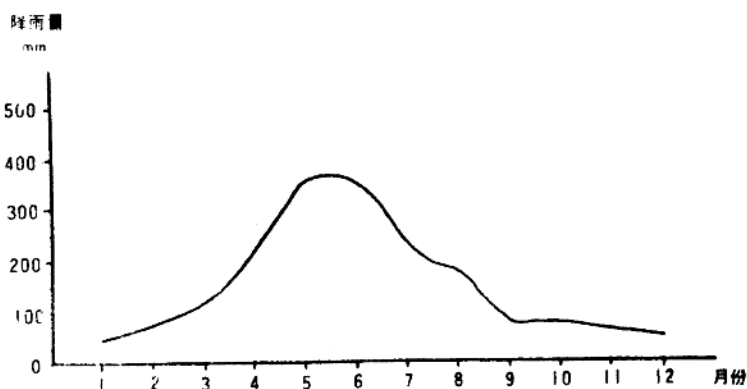


图8 桂林站月平均降水量

* 据严蔚坤, 1985, 漓江流域水资源, 漓江综合治理可行性研究报告(未刊)。

降雨量季节分配的不均匀,直接影响河川径流季节性的变化。同样以桂林漓江水文站为例,其中4—8月年平均径流量的总和为32.29亿 m^3 ,占了全年总径流量的76%;11月至翌年3月仅占总径流量的16%(图9)。

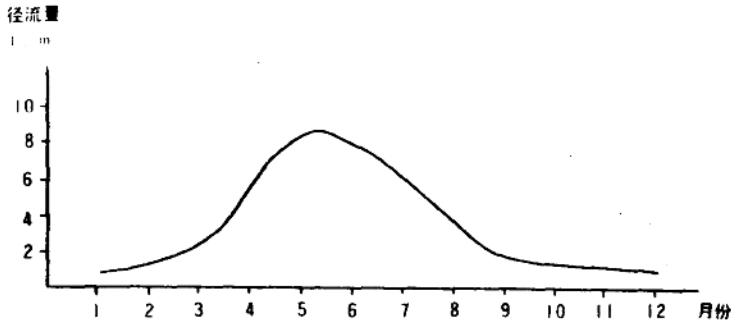


图9 桂林站漓江月平均径流量

由于人类活动的影响,流域出口断面所测得的流量并不能完全代表河川径流量。这是由于部分流量已被调蓄,引进,增加了用水消耗以及蒸发散量。因此,为了保持系列的一致性,分析天然状态径流分布的特点,凡受人类活动影响的水文站都要经过还原计算,求得天然径流量。

径流的变化,受气候因素及下垫面因素的共同影响。根据岩溶地质研究所多年来对漓江流域地质、地貌、水文地质等综合研究考察工作所获得的资料和现状来看,大致以桂林水文站为界,将漓江流域的水资源划分为两个大区域(表1)进行考虑。

表1、漓江流域下垫面基本情况表

面 积 区 域	类 别	总面积 km ²	碎屑岩中、低 山及丘陵区 km ²	泥质不纯 灰岩地貌 km ²	石灰岩溶 蚀地貌 km ²	堆积地 貌区 km ²
桂林水文站以上		2744.8	1839.2	534.1	106.6	274.9
桂林阳朔间		2294.9	808.8	651.0	743.6	91.2
总 计		5039.4	2648.0	1175.1	850.2	366.1

桂林水文站以上漓江流域,大部份为碎屑岩的中、低山地及丘陵地带。由于位于越城岭的东南坡有充沛的降雨量,这些地带水系发育,水系密度为0.72 km/km^2 ,相对来说地表径流也