

文章编号:1004-4574(2003)04-0047-08

## 桂中旱片的成因机制及旱片综合区划

胡宝清<sup>1,2</sup>, 许俐俐<sup>3</sup>, 廖赤眉<sup>2</sup>, 韦珍莲<sup>2</sup>

(1. 中国科学院地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳, 550002; 2. 广西师范学院 资源与环境科学学院, 广西 南宁, 530001; 3. 东华理工学院, 江西 抚州 344100)

**摘要:**桂中地区降水不少,但由于自然及人为等因素,旱情严重,成为广西著名的旱片之一。对其成因机制的探讨是桂中环境治理和区域开发的科学基础。在概述地质地理特征的基础上,进行了桂中旱区的干旱时空分析,重点揭示了桂中旱片的成因机制;然后,根据干旱类型、旱灾脆弱度及从便于地下水利用出发,进行了桂中旱片的综合区划;最后,遵循生态环境治理、综合抗旱与脱贫致富相结合的原则,提出了治理对策措施。

**关键词:**成因机制;干旱类型;旱灾脆弱度;旱片综合区划;桂中旱片

中图分类号:P426.616

文献标识码:A

## Formation mechanism of drought tracts in middle Guangxi and its drought comprehensive division

HU Bao-qing<sup>1,2</sup>, XU Li-li<sup>3</sup>, LIAO Chi-mei<sup>2</sup>, WEI Zhen-lian<sup>2</sup>

(1. National Laboratory of Environmental Geochemistry, Geochemistry Institute of Chinese Academy of Science, Guiyang 550002, China; 2. Department of Geography, Guangxi Teacher's College, Nanning 410013, China; 3. East China Institute of Technology, Fuzhou 344000, China)

**Abstract:** Because of natural and anthropogenic reasons, the middle Guangxi area has been an obvious drought tracts in Guangxi. Investigating mechanism of its formation is the scientific foundation of environmental harness and regional development in the middle Guangxi. On the basis of summarizing geological characteristics and geographic features, spatiotemporal analyses were carried out for the drought of the middle Guangxi, and its formation mechanism of the drought tracts is revealed emphatically. And then, the comprehensive division of drought tracts in the middle Guangxi is carried through according to drought types, drought vulnerability and convenience of groundwater utilization. Finally, in light of principle of harnessing eco-environmental, synthesizing drought prevention and shaking off poverty, the countermeasures are pointed out.

**Key words:** formation mechanism; dry type; drought frail degree; drought comprehensive division; drought tracts in middle Guangxi

桂中旱片位于广西中部略偏北地区,即广西盆地中心部位,主要包括柳州地区大部、河池地区东部、桂林地区西部和南宁地区东北部,面积 47513 km<sup>2</sup>,总人口 869.2 万(2000 年),现有耕地面积 902.43 万 hm<sup>2</sup>,是

收稿日期:2003-05-09; 修订日期:2003-07-11

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40161004);广西自然科学基金资助项目(桂科基 0236046)

作者简介:胡宝清(1966-),男,江西临川人,副教授,博士,主要从事石漠化问题、生态地质环境及土地研究。

广西最重要的经济区之一。桂中旱片的旱情严重,威胁着农业生产和人民生活。本文在概述地质地理特征的基础上,进行桂中旱区的干旱时空分析,重点揭示桂中旱片的成因;根据干旱类型、旱灾脆弱度以及便于地下水利用,进行桂中旱片的综合区划;最后,根据生态环境治理、综合抗旱与脱贫致富相结合的原则,指出应采取的治理对策措施。

## 1 桂中旱片地理环境和地质背景

### 1.1 地理环境

地貌上,桂中旱片呈四周多山、中间低的岩溶盆地特点,北面靠贵州高原斜坡和桂北山地,是九万大山的向南延伸部分,山地连绵成片;东面、东南面至大瑶山西坡,一般高度 1000 ~ 1500m,主峰达 1978 m,对偏东气流的侵入有明显障碍作用;西面、西南面抵凤凰山东南端、大明山东麓,山峰在 1000 m 以上;南边地势低平,一般不超过 500m;中部广布河谷、盆地、红土台地和残峰,起伏和缓,地势开阔<sup>[1]</sup>。区内属湿润中亚热带常绿阔叶林及亚热带常绿季雨林山地丘陵及平原红壤、水稻土及裸岩地,台地常有旱地分布。除北部山区有部分森林外,广大岩溶地区植被残存不多,地表漏水严重,河流深切,用水困难,旱地面积大,是广西著名的旱区之一<sup>[2]</sup>。本区有大面积的岩溶地形分布,面积达 13654 km<sup>2</sup>,占该区总面积 28.74 %。岩溶渗漏是本区主要的工程地质问题,如宜山—忻城以及河池县市的强岩溶化地段的水利工程,坝基渗漏较为突出。

### 1.2 地质背景

#### (1) 地层岩性

桂中旱片属于华夏(加里东)褶皱区,处在湘桂褶皱带的桂林至河池拗陷的西部。基底构造由下古生界轻微变质的砂岩及其页岩组成。其盖层为泥盆系中统至二叠系上统合山组,基本上是连续沉积厚度巨大的碳酸盐岩,分布面积约占总面积 70%;而岩性不纯、组合类型复杂的碳酸盐岩和非碳酸盐岩地层,主要分布在东部、南部和北部的边缘地带。

#### (2) 地质构造

整个沉积盖层在强烈的印支运动和燕山运动下,形成了一系列不同走向和形态特征的褶皱和断裂构造,喜山运动则是以间歇性差异抬升和断裂活动为主,导致区内西北部高起,东南部低落,形成了由西北向东南倾斜的地势。构造从区域上决定了可溶岩的分布格局,在岩性接触带常常形成谷地或洼地,往往发育地下河岩溶大泉。另外,构造对岩溶发育程度和岩溶水赋存具有重要的控制作用。一般在构造复合部位和张性断裂、褶皱变换部位岩溶化程度和赋水性均较高。

#### (3) 岩溶水文地质特征

广泛分布巨厚、质纯碳酸盐岩构造,形成了本区的水文地质条件,其主要特征是:岩溶水主要赋存于纯碳酸盐岩中,具有大面积连续分布为特点;地下河分布广泛,类型多样;补给形式有以降水为主的面状入渗和以地表径流为主的注入式两种,前者更普遍,岩溶水动态与降水密切相关;岩溶水赋存不均,一般从峰丛洼地—峰林谷地—孤峰平原不均程度逐渐降低。根据地貌形态和埋深,桂中岩溶水可分为峰丛、峰林谷地中等深埋区和平原浅埋区,其中,前者包括环江—融安和河池—忻城亚区,后者主要包涵柳江—柳城亚区、来宾—武宣、鹿寨—象州和上林—宾阳亚区。

## 2 桂中旱区的旱情时空分析

### 2.1 桂中旱片的旱情季节分析

按旱情发生季节,干旱有春旱、夏旱、秋旱之分,其旱情和干旱性质及四季出现频率如表 1 所示。从干旱发生的季节分布概率看,春旱、夏旱以及秋旱等均有发生<sup>[3,4]</sup>。春旱、夏旱以及秋旱平均发生概率分别为 47.8%、34.8% 和 54.5%。由此可见,春、秋两季干旱多,对农业生产影响最大。从桂中旱区的干旱季节概率看,大多数县市都是春秋易干旱,秋旱尤其明显。整个桂中旱区均会出现干旱现象,其全年出现干旱现象的平均综合概率为 45.7%。根据发生干旱的综合概率,以  $\leq 36.5%$ 、 $36.6\% \sim 47.5\%$  和  $> 47.6\%$  为干旱类型划分的阈值范围,桂中旱区可划分为轻型干旱、中型干旱和重型干旱。从划分的结果和所做的类型分区略图来看,桂中中重型旱区偏多,说明桂中旱区的干旱现象十分普遍而且严重。有关桂中岩溶干旱片及其分布情

况见表 1。

表 1 桂中各县受灾面积、旱灾性质及出现季节一览表

Table 1 Disaster-impacted area, property and occurring seasons of drought in various counties of middle Guangxi %

县市名	受旱耕地面积/hm <sup>2</sup>	春旱	夏旱	秋旱	旱情综合率	干旱类型	县市名	受旱耕地面积/hm <sup>2</sup>	春旱	夏旱	秋旱	旱情综合率	干旱类型
环江	2940.0	65	15	55	45	中旱型	柳江	12833.3	50	45	70	55.0	重旱型
罗城	4626.7	40	30	63	44.3	中旱型	柳城	6406.6	40	40	60	46.7	中旱型
融水	4293.3	20	39	45	34.7	轻旱型	来宾	10357.3	65	43	60	56.0	重旱型
融安	2413.3	20	39	45	34.7	轻旱型	武宣	3453.3	60	43	50	51.0	重旱型
永福	993.3	10	35	40	28.3	轻旱型	合山		60	38	45	47.7	重旱型
河池	713.3	70	10	55	45.0	中旱型	鹿寨	2137.3	30	40	60	43.3	中旱型
宜州	2360.0	65	30	65	53.3	重旱型	象州	4806.7	30	39	70	46.3	中旱型
忻城	11280.0	65	30	50	48.3	重旱型	上林		49	30	30	36.3	轻旱型
柳州		40	45	78	54.3	重旱型	宾阳	2000	62	35	40	45.7	中旱型
平均		47.8	34.8	54.5	45.7		平均		47.8	34.8	54.5	45.7	

## 2.2 桂中干旱的空间分布规律

桂中干旱,除在时间上呈现一定的规律性外,其空间分布也存在一定的规律<sup>[3]</sup>。结合桂中区域图和表中数据可知,处在其东部的象州、鹿寨、柳州、柳江、柳城,以及永福、融水、融安等县市,秋旱的出现概率都大于春旱;而西部的环江、河池、忻城、上林和宾阳等县(市)则春旱概率高于秋旱。总之,东部秋旱多于春旱,而西部春旱多于秋旱。

## 2.3 不同地貌形态的旱情分布规律

桂中地貌地形大体上可分为两大类,一类是峰丛、峰林洼地,或称为大石山区,另一类是平原、谷地。两类区域的旱情及成因都有较大的差别。平原、谷地型干旱片的大量存在是桂中岩溶农业经济发展相对迟缓的重要因素之一。平原区的农田水利建设一般都是各级政府部门极为关注且投资较多的地方,之所以现在仍有许多干旱片,主要有 3 种不同情况:(1) 投资兴建的地表水利工程效益大大低于设计效益,最突出的问题是工程漏水以及农田耗水量过大,例如 20 世纪 50 年代末至 60 年代初在岩溶区突击修建的中小型蓄水工程有 50% 严重漏水或者蓄水甚少,后虽经多次防渗处理,多数仍达不到预期的效益;(2) 沿江大型抽水站成本太高且管理难度大,无法发挥作用,柳江沿岸的干旱片多属于这种情况;(3) 对旱区内岩溶地下水的开发利用重视不够,任丰富的地下水资源在地下流淌,如桂中峰丛、峰林洼地区的洼地中,95% 的耕地无可灌溉的水源,都应划入干旱片范围,这些地区极端缺水,也是桂中最贫困的地区。

# 3 桂中旱片成因机制分析

## 3.1 降水颇丰,但时空分配不均

桂中地区位于北回归线及其南北两侧,受副热带高压控制,又处于广西弧形山脉内侧,属于亚热带季风气候,气候暖和,降水量颇丰(1300~1500 mm),但降水季节分配不均,区域分布不均,尤其是岩溶区的年降水量较少,而蒸发量大,这是桂中气候的显著特征之一。造成岩溶区降水较少的原因,主要是区内山峰高度相差不大,且山体又相对独立,有利于气流的滑行而形成穿堂风,使气流失去了因爬坡降温而降雨的机会。同时因岩溶区山峰的高度相对低于非岩溶区的山脉,而使盆地、谷地成为降雨的死角。大部分地区年蒸发量在 1500~1900 mm 之间,大于降水量,而东部的蒸发量更明显大于降水,且两者相差较大,如武宣蒸发量是降水量的 1.5 倍,而西部相差较小。

## 3.2 广布碳酸盐岩、裂隙溶隙与光山秃岭

形成至今已有 2~4 亿多年的广西碳酸盐岩,主要是滨海—浅海的沉积岩,并早已变成了致密坚硬而含水性极差的岩石,石山比率较高。但因历经地质作用,该岩石中产生了许多裂隙或断层,后经流水渗透侵蚀,逐渐溶蚀裂隙。由于岩溶地区地下形成众多的溶洞、溶沟、溶隙、漏斗、地下河和落水洞天窗,再加上岩溶区一般土层较薄,大部分岩石裸露,故大气降水很快通过溶隙、漏斗、落水天窗等汇集于地下河;而很薄的土壤覆盖层所形成土壤水又迅速被蒸发掉;埋藏很浅的灰岩不透水层又阻止了地下通过毛细管作用对上层土壤的水分补充,故在岩溶地区常出现“十天无雨地冒烟”的严重干旱现象。同时,桂中旱区降水量虽不少,但由于

岩溶区的山峰比较陡峭,浅层岩溶强烈发育,水土流失严重,森林极少,植被覆盖率极低,故到处是光山秃岭,这更加重了干旱的程度。地表覆盖层薄且极不均匀,容易渗漏,持水能力非常弱,是造成水库、渠道渗漏和农田耗水量大的主要原因。

### 3.3 人口压力和不合理的人类活动

按照所处的纬度位置和气候-景观带,桂中旱区的原生植被以常绿阔叶林为主,但长期以来,对林木乱砍滥伐,毁林多造林少,原生植被破坏殆尽,次生阔叶林除少数村背石山稍有分布外,绝大多数乡村已难以见到。多年来人工造林面积不大,而随着人口的增长,群众日常生活所需的木材、燃柴不断增加,只好毁林取材,烧秸秆或反复割草来解决,因此森林覆盖率低。由此而来,大气湿度低,雨量减少,地面蒸发量大,生态失衡。另一方面,由于水利设施年久失修,土地渗漏严重,地面蒸发量大;地下水丰富但没有充分利用,农业结构又不合理,致使区内人畜饮水困难,生态环境险恶。干旱与生态恶化,使社会经济落后,人民生活贫困。

综观上述成因分析,造成桂中旱区干旱的主要原因有:降水时空分布不均;地形切割强烈,山高水深,尤其在河池一带的峰丛地区;岩溶渗漏,在岩溶平原区最为突出;生态环境破坏严重,降低了小气候调节能力;水利设施合理性差,管理不善,年久失修等。总之,气候因素是产生干旱的基本原因,碳酸盐岩性和岩溶地貌是桂中旱片形成的主导原因,而人类不合理活动则是桂中旱灾产生的重要原因。

## 4 桂中旱灾脆弱性评价

### 4.1 旱灾脆弱性的影响因素分析

旱灾脆弱性是指农业等生产易于或敏感于遭受干旱威胁和损失的性质与状态,它受到一个区域的自然系统、社会系统及其组合关系的影响<sup>[5]</sup>。气候对农业旱灾脆弱性的影响主要包括降水和蒸发两个因素,其中降水量的多少与干旱灾害的脆弱性成反相关,因此,旱灾的形成与桂中旱区降水量的时空分布不均密切相关。土壤蓄水保水能力差,遇水易被冲走,一旦雨季来临,既促使地表径流增大,又加速了水土流失。水土流失引起河流、水库淤塞,进一步诱发旱涝灾害。雨季结束,由于蓄水过小,土壤又因缺水而形成干旱。盆地“聚热效应”与土壤吸热强,加速了夏秋季节水分的蒸发速度。森林具有调节气候、涵养水源、增加降水等功能。森林覆盖率低,蓄水就少,干旱就容易发生。由于岩溶地质环境的特殊性,使大气降水快速渗入地下,造成了河流极不发育,地表严重缺水,而丰富的岩溶地下水资源又未能充分而有效地开发利用。人类既是承灾体,又是致灾体,人口密度与干旱灾害脆弱性成正相关。人口密度过大对资源环境的压力大,就成为环境系统失衡的诱因。农村人口中文化程度偏低,科教兴农意识淡薄,大多数农民存在“靠天吃饭”的思想,主动防旱积极性不高,也激化了旱灾的脆弱性。另外,人均总收入与旱灾脆弱性成正相关。

### 4.2 桂中旱灾脆弱性评价

根据上述对旱灾脆弱性影响因素的分析,同时考虑到资料的可取性和详尽程度,选出8项指标(见表2)。首先对所得的原始数据采用公式(1)进行处理。

$$X_j = \frac{X_j^*}{X_{j(\max)}^*} \quad (1)$$

式(1)中, $X_j^*$ 表示各指标序列中的每一项,其中 $j=1\sim 8$ ,并依次分别代表水田密度、蒸发量、人口密度、石山比率、人均收入、水库水塘密度、降水量和森林覆盖率。 $X_{j(\max)}^*$ 表示该指标中的最大值,如最大的森林覆盖率是融安县,为66%。利用公式(1)对所得资料数据进行处理,其处理结果见表2。

在上述指标体系基础上,根据所得指标数据和下面的构造模型<sup>[5,6]</sup>式(2),计算桂中旱区各县的旱灾脆弱度,其结果见表2。

$$V_i = \sum_{j=1}^4 \frac{X_{ij} - X_{j(\min)}}{X_{j(\max)} - X_{j(\min)}} W_j + \sum_{j=5}^8 \frac{X_{j(\max)} - X_{ij}}{X_{j(\max)} - X_{j(\min)}} \quad (2)$$

式中, $V_i$ 为旱灾脆弱度, $X_{ij}$ 为第 $i$ 个县第 $j$ 个指标的初始化值; $X_{j(\max)}$ 为第 $j$ 个指标初始化值的最大值; $X_{j(\min)}$ 为第 $j$ 个指标初始化值的最小值; $W_j$ 为第 $j$ 个指标的权重,其中,水田密度、蒸发量、人口密度、石山比率取0.1,人均收入、水库水塘密度、降水量和森林覆盖率取0.15。由所得的结果(表2)可以看出,桂中岩溶区旱灾脆弱性存在着明显的地域差异。以0.25~0.42(轻度),0.43~0.53(中度),0.54~0.72(重度)为旱灾脆

弱度等级的阈值范围,并进行分级区划(见图 1)。由图 2 直观得出:桂中岩溶谷地和平原地区旱灾脆弱度大,两侧山地旱灾脆弱度相对较小;南部旱灾脆弱度大,而北部旱灾脆弱度相对较小。

表 2 桂中旱片旱灾脆弱性评价指标处理结果

Table 2 Disposal result of drought vulnerability index for drought tracts in the middle Guangxi.

县市名	水田密度 /( $\text{hm}^2 \cdot \text{km}^{-2}$ )	蒸发量 /mm	人口密度 /( $\text{人} \cdot \text{km}^{-2}$ )	石山比率 /%	人均收 入/元	水库水塘 密度/( $10^4$ $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$ )	降水量 /mm	森林覆 盖率/%	旱灾脆 弱度	旱灾 脆弱 等级
环江	0.226	0.811	0.195	0.526	0.648	0.167	0.694	0.818	0.42	轻度
罗城	0.327	0.756	0.325	0.547	0.600	0.258	0.779	0.629	0.43	中度
融水	0.213	0.766	0.240	0.022	0.525	0.262	0.916	0.909	0.33	轻度
融安	0.360	0.705	0.267	0.298	0.680	0.258	0.952	1.000	0.25	轻度
永福	0.374	1.000	0.231	0.195	0.779	0.228	1.000	0.988	0.33	轻度
河池	0.266	0.782	0.317	0.842	0.706	0.122	0.735	0.489	0.46	中度
宜州	0.425	0.792	0.377	0.774	1.000	0.260	0.675	0.509	0.39	轻度
忻城	0.199	0.847	0.380	1.000	0.535	0.179	0.718	0.084	0.60	重度
柳州	0.267	0.831	0.834	0.119	0.952	1.000	0.712	0.247	0.36	轻度
柳江	0.561	0.827	0.498	0.696	0.896	0.328	0.738	0.402	0.45	中度
柳城	0.593	0.750	0.464	0.393	0.980	0.464	0.684	0.295	0.41	轻度
来宾	0.542	0.884	0.531	0.408	0.802	0.461	0.676	0.212	0.54	重度
武宣	0.523	0.977	0.558	0.129	0.705	0.593	0.640	0.482	0.55	重度
合山	0.585	0.877	0.964	0.421	0.621	0.335	0.580	0.155	0.72	重度
鹿寨	0.443	0.872	0.334	0.121	0.861	0.400	0.751	0.312	0.44	中度
象州	0.685	0.884	0.442	0.363	0.720	0.629	0.656	0.298	0.53	中度
上林	0.594	0.862	0.577	0.477	0.693	0.547	0.810	0.304	0.50	中度
宾阳	1.000	0.839	1.000	0.023	0.800	0.645	0.748	0.459	0.54	重度

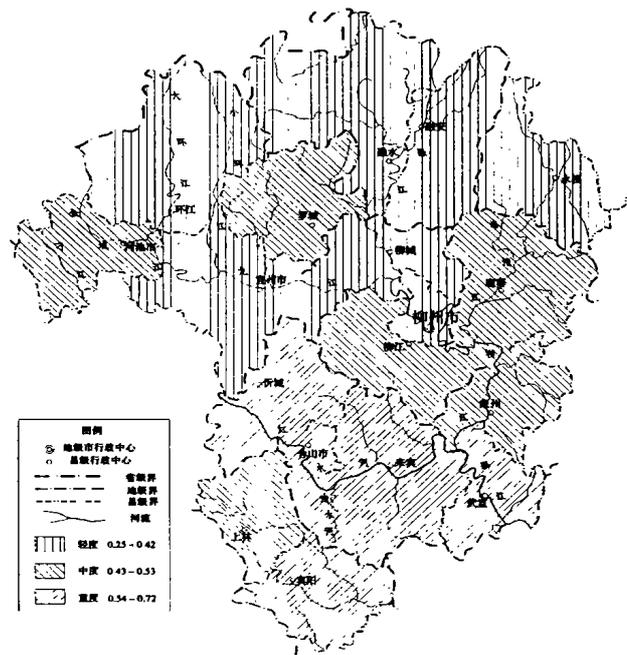


图 1 桂中旱片旱灾脆弱度分区略图

Fig. 1 Zonation of vulnerability for drought tracts in the middle Guangxi

## 5 桂中旱片综合区划

从自下而上的干旱产生的综合概率和旱灾脆弱度的分类区划出发,结合从岩溶区的地质地貌和地下水

资源分布特点等干旱成因分析,进行桂中旱片综合区划,旨在针对不同旱片成因和旱灾程度特点,便于充分利用地下水资源,进行综合抗旱。据此原则,将桂中旱区的综合区划为两层6个亚区,即峰丛、峰林谷地旱片和岩溶平原(谷地)旱片。前者土地人口分散,且山高水深,缺乏可利用的地表水、地下水资源,属资源型缺水;而后者则除了自然条件(如就近缺乏地表水资源,或需要远距离、高扬程从江河提水)外,主要与人们未能充分了解、认识当地丰富的地下水资源有关,属工程型缺水,在解决干旱的途径方面,两者有很大的差异。

### 5.1 桂中峰丛、峰林谷地

包括环江东部、罗城、融水、融安和永福西部,以及河池、宜州、忻城等县市地,岩溶总面积 14395km<sup>2</sup>,属云贵高原向桂中盆地过渡的斜坡前缘,地形由西向东逐渐开阔,平地比例由西部的 20% 增大到东部的 50%,地表径流逐渐发育。区内不同的地貌单元,其岩溶水的贮存运移方向有较大的差异。在该区东部环江、罗城、融水、融安及永福西部一带,岩溶水以管流为主,小型地下水发育,谷地中伏流多,地下水埋藏浅;在西部河池、宜州、忻城一带,岩溶水以管流为主,在洼地区地下水管道单一,埋深较大(大于 50m);在谷地和平原区,地下河多以树枝状分布,且埋藏较浅,局部地带岩溶发育相对均匀,岩溶水以隙流为主,形成水点多、天窗多、网络状的富水地段。

西部旱片主要分布在峰丛洼地中,东部旱片主要分布在峰丛峰林谷地内,地下水资源开发程度环江、罗城、融水多在 10% 以下,宜州、融安、忻城为 10% ~ 30%,在河池、宜州、忻城一带,虽然地下水开采量达 2.955 亿 m<sup>3</sup>/a,但地表水系不发育,水利设施较少,该区仍是主要干旱地区之一。

### 5.2 桂中平原区

包括柳江、柳州、柳城、来宾、武宣、合山、鹿寨、象州、上林、宾阳等县市。地貌上北部为峰林平原,南部为孤峰平原。广西的主要地表干流都汇经本区,但江河的支流少,地表水资源远离耕地分布区。由于红水河深切,两岸平原多无蓄水工程建设的条件,江河取水的扬程高且输水较远,故利用程度不高。区内地下水普遍埋藏较浅,地下水也较发育,分布也较均匀,但其规模较小,故干旱现象仍很普遍。由于本区地处广西盆地中心,地势低平,耕地集中,是广西的粮、糖基地。尽管区内总水资源丰富,天然资源达  $76.05 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a,但对水资源的需求高,近期达  $48.97 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a,而供水能力为  $45.05 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a,且因许多工程年久失修,实际供水能力还远小于上述数量,因此区内干旱面积仍很大。

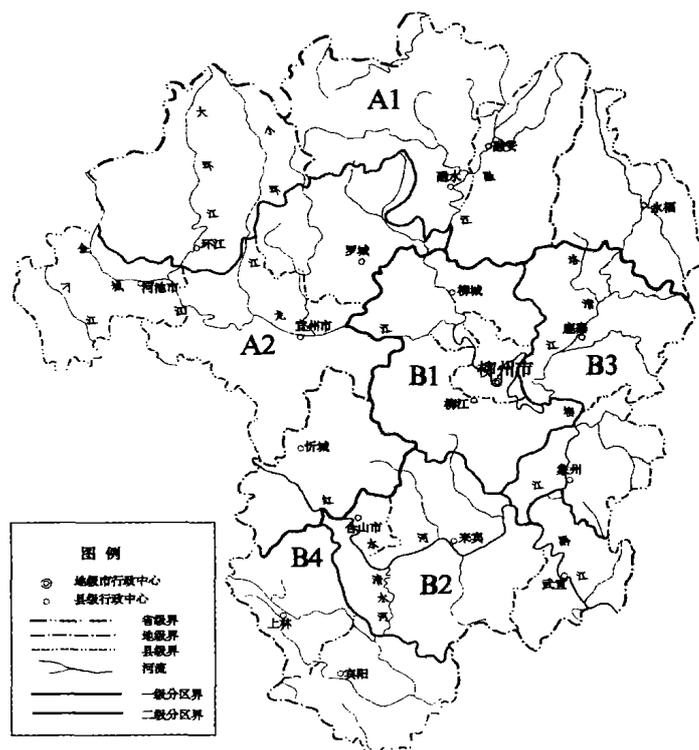


图 2 桂中旱片的综合区划图(代码见表 3)

Fig. 2 Synthetically zoning map of drought tracts in middle Guangxi with codes listed in Table 3

表 3 桂中旱片综合区划及分区特征与改造方向和关键措施

Table 3 Comprehension division and various regional features and reclaiming orientation and key measure off drought tracts in middle Guangxi

区	亚区	区域特征		改造方向和关键措施
		基本情况	区域自然特征	
A 桂中峰丛 峰林谷地	A <sub>1</sub> 环江 —融安	本亚区包括环江县东部、罗城、融水、融安及永福西部岩溶区,总面积 14680 km <sup>2</sup> ,岩溶区面积 6587 km <sup>2</sup> ,占 44.9%。岩溶区耕地面积 80.62 km <sup>2</sup> ,人口 73.05 万。岩溶区谷地多,土地、人口集中。	本区地貌可分为两大类型,即峰丛洼地、峰林谷地,前者主要分布在环江县下南—上南、明伦、大安—长美,罗城县怀群、乔善—天河、东门镇,融安县的东起大良、沙子—捧板地带,其它地区为峰林谷地。谷地有地表河流过。本亚区北部为砂页岩中山、森林密布。	在大力发展粮食生产的同时应大力发展林业,使生态环境与农业发展呈良性循环;峰丛洼地地区以建水柜方式解决人畜用水和环境异地开发;加强水利管理,完善配套水利设施。河谷农村人口分散区域,可用大口井形式,开采第四系孔隙水解决人畜用水问题。
	A <sub>2</sub> 河池 —忻城	该亚区包括河池、宜州、忻城 3 个县市,属龙江流域。总面积 8280 km <sup>2</sup> ,其中岩溶区面积 7808 km <sup>2</sup> ,占 94.3%。总耕地面积 9.261 万 hm <sup>2</sup> ,其中岩溶区耕地面积 8.835 万 hm <sup>2</sup> ,占 95.4%。	本区以峰林谷地为主,也有较大峰丛洼地。部分谷地中有地下河或大泉汇流形成的溪流。水位埋深在 10m 左右,谷地中水位埋深 10~50 m。具打井条件,一般标高为 200~300m。全区地表水不发育,区内缺水严重。	山区近期以天窗提水为主,远期可取堵地下河抬高水位,蓄引并举的方式;平原区以打井(大口井、钻井)取水为主,提引结合开发。地表极为缺水,近期应以打井提水,解决人畜饮水和旱作喷灌用水,远期应采用植树造林、调整农作结构和异地开发为脱贫途径。
B 桂中 平原	B <sub>1</sub> 柳江 —柳城	该亚区包括柳江、柳州、柳城,总面积 5271 km <sup>2</sup> ,其中岩溶区面积 4538 km <sup>2</sup> ,占 86.1%。农业人口 95 万,耕地面积 10.6 万 hm <sup>2</sup> 。	地貌上属典型的峰林平原。岩溶水以溶洞裂隙水为主,具有统一的地下水位,分布较均匀,泉水出露较多。岩溶发育深达 150 m 左右。	对现有水利设施进行补充,对局部地表水利工程发挥不了效益的地区进行岩溶水的补充开发,以采用钻井提水灌溉解决干旱问题。
	B <sub>2</sub> 来宾 —武宣	该亚区包括来宾、武宣、合山三县市,总面积 6450 km <sup>2</sup> ,其中岩溶区面积 5695 km <sup>2</sup> ,占 88.3%。	地貌以岩溶平原为主,西部分布有峰林谷地,除红水河、柳江、黔江从本区东部穿过,全亚区无常年性河流,水文网不发育,造成大面积干旱。岩溶水以溶洞裂隙水为主,分布不均匀,以溶潭、大泉形式出露。地下河一般水位埋深 10m。	对现有水利工程进行有效维修,完善配套,发挥已建水利工程效益;新建红水河沿岸电灌站的同时,广泛打井取水,开发地下水,以机井、大口井、天窗抽水相结合的方式解决农业供水。配合植树造林,改善生态环境,扩大平原区耕地面积,安置石山区异地开发的移居工作。
	B <sub>3</sub> 鹿寨 —象州	该亚区包括鹿寨、象州两县,总面积 5220 km <sup>2</sup> ,其中岩溶区面积 3061 km <sup>2</sup> ,占 58.6%	地貌以岩溶平原为主。地表水系较发育,地表河枯水位低于地面 20~30 m。水位埋深 10m,岩溶水以泉为主要的形式出露。自然条件较优,但近年来森林破坏严重,涵水性差,干旱现象严重。	在西部地区广泛打井,分散开采地下水,用于灌溉和人畜饮用。东部除增修小型蓄水工程外,应大力植树造林,恢复生态平衡,修建和完善现有水利设施,增大供水量,从根本上解决水资源的枯竭问题。
	B <sub>4</sub> 上林 —宾阳	包括上林、宾阳两县,位于桂中谷地西部边缘,亚区总面积 4200 km <sup>2</sup> ,其中岩溶区面积 2572 km <sup>2</sup> ,占总面积 61.2%,现有耕地面积 8.361 万 hm <sup>2</sup> ,其中水田 2213 hm <sup>2</sup> ;总人口 131.35 万,其中岩溶区 77.7 万人。 4. 区内经济较为发达,农业以种植业为主,粮蔗面积大,是主要的产粮区。	盆地内侧为岩溶平原,部分为峰林谷地、峰丛洼地,外侧为非可溶岩中低山,属红水河支流清水河流域,地表水系较为发育。岩溶水以溶洞裂隙水为主,地下河短小,明伏流交替;平原南部水位埋藏一般小于 10m,北部地形起伏加大,水位埋藏差异较大。部分地段具较好的打井条件,单井出水量一般为 1000 m <sup>3</sup> /d。	平原区水利条件较好,应继续完善和修复水利工程,扩大灌溉面积,大旱年份水源不足时,可采用开挖大口井的方法,也可利用第四系砂砾石层孔隙水,作为农田灌溉的补充水源。

## 6 讨论与结语

桂中旱片由于岩溶地质环境的特殊性,使大气降水快速渗入地下,造成了地表水(河流)极不发育,地表严重缺水,而丰富的岩溶地下水资源又未能充分而有效地开发利用,加上土少地薄,保水能力差,因此耕作粗放,粮食产量低。自然环境十分脆弱的岩溶区又因人口迅速增长,导致上山毁林开荒,进一步加剧了水土流失和石山的石漠化过程。这种广种薄收、粮食低产的农业经济,使生态环境形成进一步的恶性循环。为此,要根治干旱,就必须遵循生态环境治理、综合抗旱与脱贫致富相结合原则,在保护生存环境的前提下对岩溶石山区宝贵的水土等自然资源进行合理的开发利用,使农村经济能够持续发展,环境得以良性循环。

针对桂中水资源及岩溶干旱片的分布特点,应该因地制宜开发利用水资源。从单一的水利建设,转向农、林、水结合的综合治理。首先需要解决的问题是该地区的岩溶水资源有效而合理的开发利用。合理部署土地生态功能区域,加快岩溶地区林地、草地和湿地的建设,以此促进区内森林植被的覆盖及改善包括大气降水入渗的条件,改善表层岩溶带的水文功能及水资源的调蓄功能。针对区域生态环境特点,充分利用光热土地资源,制定生态农业发展规划,优化农业结构,合理地利用现有耕地资源,从而防止不合理开荒造地引起的水土流失,有效减少水土冲刷物对水环境的污染。

岩溶环境是一种原生性的脆弱环境,一旦遭到损害,恢复的难度极大。长时期以来,由于加上“三废”污染,适于饮用的“洁净水”资源正日渐减少,使资源质与量的矛盾逐渐上升为主要矛盾。这种现象必将在长时间里制约桂中水资源的开发利用,环境蜕变造成的缺水,呼唤人们必须增强水资源及地质生态环境的保护意识,以维持、保护自身的生存环境。

对于岩溶平原(谷地)型旱片,水资源的利用应在加强小流域规划的基础上,实施对地表水、地下水统筹考虑,在流域及邻近区域内合理调度。要充分发挥岩溶地下水“就近补给,就近开发利用,且投入低、管理方便的优势”,加大地下水的开发力度。地下水开发利用的方式,应本着实用、方便、低成本、易管理的原则,因地制宜地采用引水、堵地下河、抽地下河天窗及勘探打井等不同方式。也就是说,方法的选择要适应当前农村的管理体制及经济发展水平。

对于(峰丛)洼地型旱片,则应从环境容量的分析出发区分不同的条件。少数生存环境十分险恶的洼地区,要坚决采用人口搬迁的办法,否则不足以改善当地群众的基本生存条件。其余地区,则应制定长远与近期的目标。在当前,应充分利用桂中较丰富的降水,通过广修村头、地头水柜的办法来蓄存降水,以初步解决、缓解人畜饮水及农业用水的困难。同时,要大力改善农业生产结构,推广节水技术,封山育林,扩大植被覆盖,逐步改善区内的生态环境。要从根本上改善该区的干旱面貌,改善人类的生存环境,需要几代人坚持不懈的努力,并综合采取工程措施与生态保护措施相结合的方法。

## 参考文献:

- [1] 莫大同. 广西通志·自然地理学[M]. 南宁: 广西人民出版社, 1994.
- [2] 罗在明, 陈开礼, 等. 广西喀斯特地下水资源开发利用潜力研究报告[R]. 南宁: 广西壮族自治区地质矿物勘察开发局, 2000.
- [3] 庞庭颐, 杨有章, 等. 广西农业气候资源分析与利用[M]. 气象出版社 1998.
- [4] 傅泽强, 蔡运龙, 李军. 我国农业水旱灾害的时间分布及重灾年景趋势预测[J]. 自然灾害学报, 2000, 11(2): 8-13.
- [5] 刘兰芳. 衡阳盆地农业旱灾脆弱性研究[J]. 热带地理, 2002, 22(1): 19-23.
- [6] 胡宝清, 刘顺生, 张洪恩, 等. 长江流域地质-生态环境的演化机制及综合自然灾害区划[J]. 自然灾害学报, 2001, 10(3): 13-19.