

文章编号:1001-4810(2001)01-0027-08

西南岩溶区岩溶水有效开发利用规划分区^①

张 卫,覃小群,易连兴,凌泽民

(中国地质科学院岩溶地质研究所,桂林 541004)

摘 要:我国西南岩溶地区由于自然地理、地质构造背景特征,造成了岩溶水补给、径流、排泄及动态的差异,以及在开发利用岩溶水资源的方式和途径上的不同。本文以岩溶水赋存条件及其地质环境条件为基础,依据岩溶水的富水性、开发意义、开发的紧迫性以及开发方式和社会效益,进行岩溶水有效开发利用规划分区,为该地区的岩溶水有效开发提供参考。

关键词:西南岩溶地区;岩溶水开发;规划分区

中图分类号:P642.253

文献标识码:A

0 引 言

西南岩溶贫困区包括云南、贵州及广西三省(区),岩溶分布面积 30 万 km²。岩溶面积在各省区所占的面积百分数分别为云南 28.4%,贵州 73.6%,广西 41%。根据 1995~1998 年统计资料,在云南全省 127 个州市中 115 个州市有岩溶分布,其中岩溶面积达 30%以上的州市有 60 个,岩溶面积为 94060km²,居住着哈尼、彝、壮、苗、回、傣、藏、佤、纳西等少数民族近 500 万人。其中贫困县 31 个,岩溶面积高达 54333km²,经济落后,人们生活相当贫困;贵州全省 81 个州市中,岩溶分布面积大于 30%的县(市)69 个,其中 38 个岩溶县需要政府扶持,才能解决当地温饱问题;广西岩溶区大面积连续分布于桂西、桂西南、桂中、桂东北,岩溶区中石山区 5.6 万 km²,岩溶谷地(平原)区 4 万 km²,其中岩溶分布面积占 30%以上的县市 55 个,人口 1681.30 万。广西贫困人口 81.64%都分布于岩溶区。

西南岩溶区由于岩溶地质环境的特殊性,使大气降水快速渗入地下,造成地表水(河流)极不发育,地表严重干旱缺水,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,以及耕作粗放,因此粮食产量低。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。这种广种薄收的农业经济,使生态环境产生进一步的恶性循环,而这一恶性循环链的始端是未能充分和有效开发利用岩溶水资源。因此,要使岩溶区脱贫致富,生态环境与经济发育呈良性循环,首先需解决的问题是该地区的岩溶水资源有效开始合理利用。

1 岩溶地下水的基本类型及其水文地质特征

根据对岩溶含水介质及岩溶环境地质已有的研究成果,可以将西南岩溶区总结划分出三种岩溶水基本类型:

(1) 峰林平原型岩溶水:主要分布于广西盆地和云贵高原向广西低山丘陵过渡地带,是我国岩溶发育最强烈,岩溶水最丰富的地区。主要出露地层为泥盆系至三叠系灰岩,连续出露面积数万平方公里;构造以宽缓褶皱为主,但破坏强烈。地貌以峰丛洼地、峰林谷地、峰林平原为主要特征。除水系干流外,多无常年性水流,但岩溶地下河系统发育,一般汇水面积较大,以集中排汇为主,大气降水、地表水、地下水交替强烈,动态极不稳定,水位埋藏较浅,一般小于 50m。地下水开采拟以地下河天窗或钻孔开采为主,但在某些

^① 作者简介:张卫(1963—),男,副研究员,1982、1988、2000 年毕业于中国地质大学,分别获学士、硕士、博士学位,主要从事水资源研究。

收稿日期:2000-11-07

岩溶水径流区,由于岩溶发育较均匀可用大口井方式开采,开采后引起的主要环境地质问题是地面塌陷较严重,因此在开发利用中必须引起高度重视。

(2) 河谷深切型岩溶水:主要分布于贵州的河谷深切地带,为我国岩溶强烈发育地区之一。出露地层以寒武系至三叠系夹层型灰岩为主,东部白云岩增多。碳酸盐岩连续出露面积上千至数万平方公里,构造以长条状紧密褶皱为主要特征。新生代以来地壳的间歇性抬升,形成了明显的层状地貌,其中山垄脊槽谷、丘陵洼地、峰丛洼地和季节性河流和短途伏流很发育。不均匀至极不均匀的溶隙管道是该岩溶水的主要含水介质,其中有些地下河发育长度数公里至十几公里,汇水面积十几至数百平方公里。由于存在多层隔水层,形成地表和地下跌水,常见有悬挂泉及悬挂式地下河出口。地下水多具有承压性,水位埋深较大,动态极不稳定,富水性中等,局部随岩性变化呈现出强弱差异。补给区多干旱缺水,开发岩溶地下水困难,而且抽水引起的塌陷较多。

(3) 溶蚀高原型岩溶水:主要分布于云南和贵州的西部一带,地层为寒武系至三叠系连续层状灰岩和白云岩,连续出露面积数千至万余平方公里。北部褶皱宽缓,南部褶皱发育。地貌以峰丛洼地、断陷盆地、石林石牙原野为主要特征。除主要水系干流外,地表多无常年性水流。含水介质为不均匀的溶隙管道,地下河发育长度数公里到数十公里,东部较西部发育。岩溶水动态年变幅数倍至数十倍,多为不稳定至极不稳定;富水性强至中等,局部受岩性影响有明显差异。本区自然塌陷和人工塌陷最为严重。

除上述三种类型的岩溶水外,存在着过渡类型,其特征介于主要类型之间,并主要分布于主要类型间的过渡地带。

2 西南地区岩溶水开发利用规划分区原则

由于西南三省(区)所处社会资源环境的不同,岩溶水有效开发规划考虑的侧重面有所差异,西南地区岩溶水开发利用规划分区要根据研究区的岩溶水资源条件、水资源供需状况及经济技术等,提出适宜的水资源有效开发利用规划建议。规划的目标、应考虑的主要问题及规划分区原则具体如下:

(1) 岩溶水有效开发利用规划目标:以岩溶地区农业灌溉供水为主,兼顾城镇工业、人畜用水。

(2) 规划需考虑的几个主要问题:

- ①岩溶水资源丰富程度;②含水介质的均匀性;
- ③地下水开发方式;④社会经济效益;⑤结合已有的地表水利工程;⑥开发地下水技术要求;⑦由于开发岩溶水而引起的环境效应。

(3) 规划分区原则:

①以地貌单元为一级规划分区,代号 I II III ...,命名原则为:典型地名+地貌类型+岩溶水开发规划区,如桂中峰林盆地岩溶水开发规划区。

②综合考虑岩溶水富水性和开发意义进行规划的二级分区,代号为 $I_1, I_2 \dots$,命名原则为:典型地名+地貌类型+开发意义(较大、中等、较小)+开发规划区,如来宾峰林平原开发意义中等规划区。

③根据当地的社会经济效益和开发的紧迫性,进行规划的三级分区,代号为 I_1^1, I_1^2, I_1^3 (近期、中期、远期)。命名原则可以加水文地质意义,如含水介质均匀性等。

④以岩溶水开采条件和方式进行第四级分区。

3 各省区岩溶水开发利用规划建议

3.1 云南省

云南省岩溶主要分布在三个片区,即滇东片区,东经 102°以东,红河以北,是云南岩溶分布最集中的区域,属珠江源头和长江上游、部分为元江流域,计有岩溶县(市)47 个,是云南省开发较早、经济文化比较发达的地区,同时又是贫困县集中分布的地区;滇西北片区,属金沙江、澜沧江上游,有岩溶县 7 个,地貌以高山峡谷为主,自然条件差,普遍比较贫困;滇西片区,处于澜沧江、怒江之间,有岩溶县 6 个。这些地区生态环境脆弱,自然灾害频繁,最为突出的是旱灾。在阻碍经济发展的诸因素中,主要的一个方面是农田水利化程度低,抵御自然灾害的能力弱,在周期性的旱灾作用下,生产极不稳定,遇到特大干旱,农业产量锐减,生产生活用水紧缺,而现有水利设施有效灌溉面积一般仅为 10%~30%,水资源供需矛盾极为突出。

岩溶区地表水资源贫乏,地表成库条件差,但地下水资源丰富。解决水资源供需矛盾的途径,是充分利用岩溶区丰富的地下水资源。根据总的分区原则和结合云南省特定的岩溶水资源特征,以及经济条件,将云南省划分为 5 个一级分区,14 个二级分区(图 1,表 1)。

表 1 云南省地下水有效开发利用规划分区一览表 (水量单位:10⁴m³/d)

Tab.1 The groundwater effective development planning divisions in Yunnan province

一 级 分 区		二 级 分 区		三 级 分 区		四 级 分 区		包 括 县 市	可采 岩溶 水量	缺 水 量
代号	名称	代号	名称	代号	名称	代号	名称			
Ⅰ	滇西北褶皱带 高山中山峡谷 岩溶裂隙水开 发规划区	Ⅰ ₃	德钦-中甸高山中山峡 谷中等富水较小开 发意义规划区	Ⅰ ₃ ³	德钦-中甸远期 岩溶水开发规 划区	Ⅰ ₃₋₂ ³	以引为主、以蓄 为辅开采区	德 钦、维 西、 中甸	45548	2799
		Ⅰ ₂	丽江-华坪中山峡谷盆 地中等富水中等开 发意义规划区	Ⅰ ₂ ²	丽江-华平中期 岩溶水开发规 划区	Ⅰ ₂₋₂ ²⁻²	以引为主、蓄为 辅开采区	丽 江、华 坪、 鹤庆、宁蒗	41573	8154
Ⅱ	滇东北拗褶带 中山峡谷岩溶 裂隙水开发规 划区	Ⅱ ₂	永善-会泽高中山河谷 岸坡贫乏-中等富水 中等开发意义规划区	Ⅱ ₂ ²	永善-会泽中期 岩溶水开发规 划区	Ⅱ ₂₋₃ ²⁻³	以提为主、蓄引 为辅开采区	永 善、盐 津、 大 关、巧 家、 会泽	32893	15173
		Ⅱ ₁	昭通高中山峡谷盆地 中等-丰富富水较大 意义开发规划区	Ⅱ ₁ ¹	昭通近期岩溶 水开发规划区	Ⅱ ₁₋₁ ¹⁻¹	以蓄提为主、引 为辅开采区	昭通、鲁甸	10132	9501
		Ⅱ ₂	彝良高中山峡谷中等- 丰富富水中等意义 开发规划区	Ⅱ ₂ ²	彝良中期岩溶 水开发规划区	Ⅱ ₂₋₂ ²⁻²	以引为主、蓄为 辅开采区	彝 良、威 信、 镇雄	21082	12318
Ⅲ	滇中滇东台北 斜台褶皱带山 原盆地岩溶裂隙 水开发规划区	Ⅲ ₂	玉溪中山盆地贫乏至 丰富富水中等开发 意义规划区	Ⅲ ₂ ¹	玉溪近期岩溶 水开发规划区	Ⅲ ₂₋₁ ¹⁻¹	以蓄提为主、引 为辅开采区	玉溪、易门	4347	30871
		Ⅲ ₁	昆明中山盆地中等至 丰富富水较大开发 意义规划区	Ⅲ ₁ ¹	昆明近期岩溶 水开发规划区	Ⅲ ₁₋₃ ¹⁻³	以提为主、蓄引 为辅开采区	昆 明、宜 良、 呈贡、嵩明	23608	18684
		Ⅲ ₂	寻甸-通海中山盆地中 等至丰富富水中等 开发意义规划	Ⅲ ₂ ²	寻甸-通海中期 岩溶水开发规 划区	Ⅲ ₂₋₂ ²⁻²	以引为主、蓄为 辅开采区	寻 甸、禄 劝、 富民	18611	9329
						Ⅲ ₂₋₃ ²⁻³	以提为主、蓄为 辅开采区	通海、澄江、 华宁、江川、 建水	22225	7592
		Ⅲ ₁	宣威-弥勒中山盆地贫 乏至丰富富水较大 开发意义规划区	Ⅲ ₁ ¹	宣威-弥勒近期 岩溶水开发规 划区	Ⅲ ₁₋₁ ¹⁻¹	以蓄提为主、引 为辅开采区	宣 威、弥 勒、 曲 靖、陆 良、 马 龙、富 源、 路南	113029	36872
Ⅳ	滇东南褶皱带 中山峰丛盆 (洼)地谷地岩 溶裂隙水开发 规划区	Ⅳ ₁	开远河间山地(谷)地 中等富水较大开发 意义规划区	Ⅳ ₁ ¹	开远近期岩溶 水开发规划区	Ⅳ ₁₋₁ ¹⁻¹	以蓄提为主、引 为辅开采区	个 旧、蒙 自、 开远	30445	
		Ⅳ ₂	罗平-西畴峰丛盆(洼) 谷地贫乏至丰富富 水中等开发意义规划区	Ⅳ ₂ ¹	罗平-西畴近期 岩溶水开发规 划区	Ⅳ ₂₋₁ ¹⁻¹	以蓄提为主、引 为辅开采区	师 宗、罗 平、 泸 西、邱 北、 砚 山、文 山、 广 南、西 畴、 富 宁	110445	46844
		Ⅳ ₂	屏边河谷岭坡贫乏至 丰富富水中等开发 意义规划区	Ⅳ ₂ ²	屏边中期岩溶 水开发规划区	Ⅳ ₂₋₂ ²⁻²	以引为主、蓄为 辅开采区	屏 边、马 关、 河口、麻栗坡	28003	10019
Ⅴ	滇西褶皱带中 山宽谷盆地岩 溶水开发规划 区	Ⅴ ₂	保山中山盆地丰富中 等富水意义开发规 划区	Ⅴ ₂ ²	保山中期岩溶 水开发规划区	Ⅴ ₂₋₁ ²⁻¹	以蓄提为主、引 为辅开采区	保山、施甸	30200	13158
		Ⅴ ₃	沧源中山宽谷盆地丰 富富水较小意义开 发规划区	Ⅴ ₃ ²	沧源中期岩溶 水开发规划区	Ⅴ ₃₋₂ ²⁻²	以引为主、蓄为 辅开采区	永 德、镇 康、 耿马、沧源	41705	12395

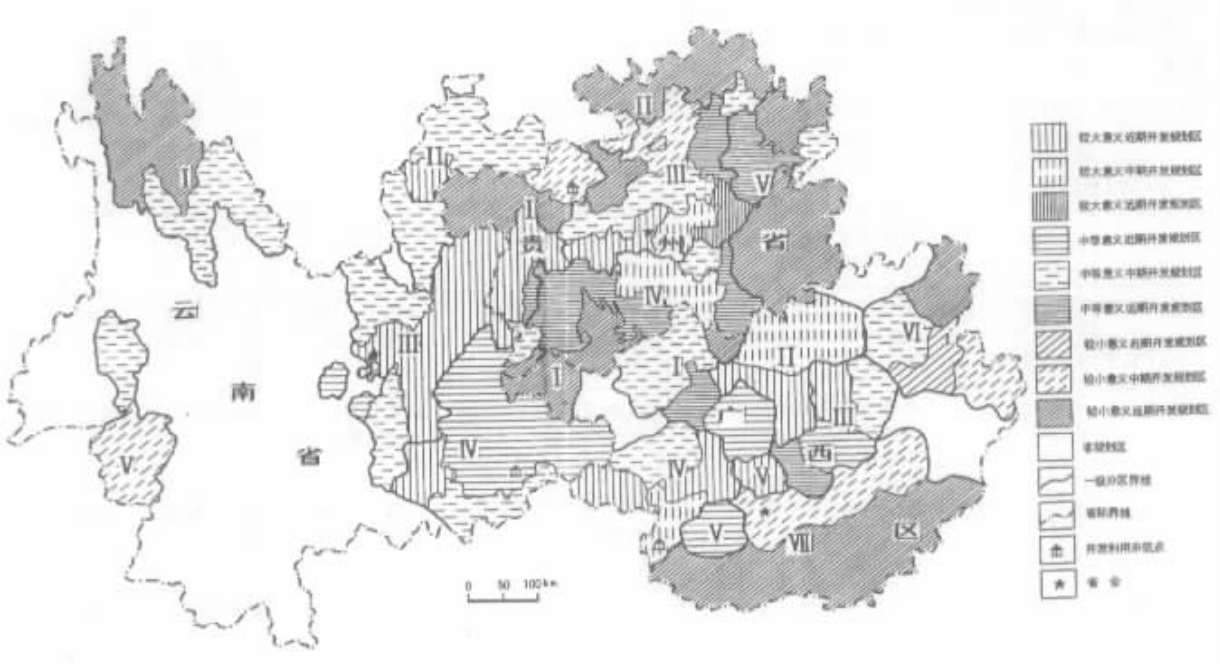


图 1 滇黔桂岩溶水有效开发利用规划图

Fig. 1 The planning map of development and using of karst groundwater in Yunnan, Guizhou, Guangxi province

3.2 贵州省

贵州高原从宏观结构看是典型的高原峡谷地域类型,由高原区和峡谷区两大地貌单元组成。高原区一般位于河流的上游和分水岭地带,常由岩溶剥夷面和溶蚀浅盆地组成,地势较平坦,耕地广布。如黔中的贵阳、平坝、安顺,黔北的遵义、湄潭等县(市)。峡谷区处于大、中河流的中、下游,谷坡陡峭,相对高差达 300~700m,仅局部有狭小的平坝及缓坡地,水低田高,岩溶水利用较困难,如乌江及南、北盘江干流中、下游峡谷及两岸斜坡区等。省内地貌成因以侵蚀—溶蚀类型为主,其分布特点是:西北威宁、赫章一带为岩溶高原山地,中部平坝—贵阳附近为溶蚀丘原,而黔北及黔南靠近四川及广西的斜坡地带因受强烈溶蚀、侵蚀而以山地峡谷为主。黔南铜仁—玉屏一带以低山丘陵为主。贵州岩溶区分布面积达 129545.72km²,占全省的 73.55%。岩溶水供水条件主要取决于岩溶含水岩组的富水性,埋藏条件以及地下水的赋存状态、出露特点等。省内地下水的富集规律受岩性及地貌控制明显,富水区的地貌部位多为岩溶盆地和峰林谷地,其间地下河天窗、岩溶潭与岩溶大泉普遍发育,水量丰富,地下水埋深较浅,一般 10~30m,是耕地集中分布的地区。

依据上述岩溶水赋存与分布的基本特征,按照岩溶水有效开发利用规划分区原则,省内共划分了岩溶水开发利用规划一级区 5 个,即:①黔西高原山地岩溶水开发规划区(I);②黔北山原峡谷岩溶水开发规划区(II);③黔中丘原峰林、峰丛盆、谷地岩溶水开发规划区(III);④黔南中低山、峰丛谷(洼)地岩溶水开发规划区(IV);⑤黔东北低山丘陵岩溶水开发规划区(V)。此外,划分了二级区 16 个、三级区 28 个、四级区 29 个,具体规划如表 2。

3.3 广西壮族自治区

广西岩溶发育的基本特点属于桂西、桂西北的峰丛洼地向桂东孤峰平原、桂东南岩溶盆地、峰丛谷地、峰林谷地依次过渡。海拔高程和地下水位埋深,由桂西北向桂东南依次降低,地面标高由海拔 1000m 降至低于 100m。地表水系由发育不完整(只有干流)向地表水系发育完整过渡。因此,岩溶地下水开采的重要性由桂西北向桂东南依次降低。桂东北、桂东南地表水系发育,外围砂页岩区有较完善的水利设施,岩溶区供水可由地表水和分散开采地下水相结合,充分发挥现有水利设施的作用。根据广西的岩溶发育和岩溶地下水的赋存条件,广西岩溶区地下水可以划分为 7 个区(见表 3)。

表 2 贵州省地下水有效开发规划分区一览表 (水量单位:10⁸m³/a)

Tab. 2 The groundwater effective development planning divisions in Guizhou province

一级分区		二级分区		三级分区		四级分区		包括 县市	可采 岩溶水 资源量	需* 水量	已开采 水量	缺水 量
代号	名称	代号	名称	代号	名称	代号	名称					
Ⅰ	黔西高原山地岩溶水开发规划区	Ⅰ ₁	六盘水市岩溶盆—谷地较大意义规划区	Ⅰ ₁ ¹	六盘水市近期岩溶水开发规划区	Ⅰ ₁ ¹⁻²	提水为主开采区	水城、六枝、盘县	11.01	4.89	2.85	2.04
		Ⅰ ₂	织金—普安峰丛谷—洼地中等意义规划区	Ⅰ ₂ ²	织金中期岩溶水开发规划区	Ⅰ ₂ ²⁻¹	引水为主开采区	织金	0.33	1.56	0.54	1.03
				Ⅰ ₂ ³	普安远期岩溶水规划区	Ⅰ ₂ ³⁻¹	引水为主开采区	普安	1.39	0.67	0.32	
		Ⅰ ₃	威宁—毕节峰丛洼地较小意义规划区	Ⅰ ₃ ³	威宁—赫章—纳雍远期岩溶水开发规划区	Ⅰ ₃ ³⁻¹	引水为主开采区	威宁、赫章、纳雍	14.37	3.94	1.20	
				Ⅰ ₃ ²	毕节—大方中期岩溶水开发规划区	Ⅰ ₃ ²⁻²	提水为主开采区	毕节、大方	6.82	3.72	1.65	
Ⅱ	黔北中山峡谷岩溶水开发规划区	Ⅱ ₂	务川—沿河中山峡谷中等意义规划区	Ⅱ ₂ ³	务川—沿河远期岩溶水开发规划区	Ⅱ ₂ ³⁻³	拦截为主开采区	务川、沿河	7.15	2.18	1.32	0.86
				Ⅱ ₂ ²	德江中期岩溶水开发规划区	Ⅱ ₂ ²⁻¹	引水为主开采区	德江	2.51	1.09	0.70	0.39
		Ⅱ ₃	仁怀—正安中山峡谷较小意义规划区	Ⅱ ₃ ²	仁怀中期岩溶水开发规划区	Ⅱ ₃ ²⁻²	提水为主开采区	仁怀	1.69	1.35	0.83	0.52
				Ⅱ ₃ ³	桐梓、正安远期岩溶水开发规划区	Ⅱ ₃ ³⁻³	截流为主开采区	正安、桐梓、习水	9.00	5.67	3.44	2.23
			赤水低山峡谷较小意义规划区	Ⅱ ₃ ³	赤水远期碎屑岩裂隙水开发规划区	Ⅱ ₃ ³⁻⁴	蓄水为主开采区	赤水	3.00	0.88	0.95	0.13
Ⅲ	黔中丘原—峰林峰丛盆(谷)地岩溶水开发规划区	Ⅲ ₁	贵阳—福泉溶丘盆地、峰林谷地较大意义规划区	Ⅲ ₁ ¹	安顺—贵阳近期岩溶水开发规划区	Ⅲ ₁ ¹⁻²	提水为主开采区	普定、安顺、平坝、贵阳	7.79	10.09	6.57	3.52
				Ⅲ ₁ ²	龙里—福泉中期岩溶水开发规划区	Ⅲ ₁ ²⁻¹	引水为主开采区	龙里、贵定、福泉	6.999	2.34	1.43	0.92
				Ⅲ ₁ ³	凯里—黄平远期岩溶水开发规划区	Ⅲ ₁ ³⁻¹	引水为主开采区	凯里、麻江、黄平	4.49	3.03	2.32	0.72
		Ⅲ ₂	清镇—息烽—瓮安峰丛谷、洼地中等意义规划区	Ⅲ ₂ ²	清镇—瓮安中期岩溶水开发规划区	Ⅲ ₂ ²⁻¹	引水为主开采区	清镇、修文、开阳、息烽、瓮安	9.30	5.20	3.23	1.97
				Ⅲ ₂ ³	湄潭—余庆远期岩溶水开发规划区	Ⅲ ₂ ³⁻²	提水为主开采区	湄潭、凤冈、余庆	6.86	3.56	2.65	0.91
		Ⅲ ₃	金沙—遵义绥阳峰丛洼地—垄岗谷地较小意义规划区	Ⅲ ₃ ³	金沙—黔西远期岩溶水开发规划区	Ⅲ ₃ ³⁻¹	引水为主开采区	黔西、金沙	5.40	2.95	1.54	1.41
				Ⅲ ₃ ¹	遵义近期岩溶水开发规划区	Ⅲ ₃ ¹⁻²	提水为主开采区	遵义市	0.34	1.54	1.09	0.45
				Ⅲ ₃ ²	遵义绥阳中期岩溶水开发规划区	Ⅲ ₃ ²⁻²	提水为主开采区	遵义、绥阳	8.57	6.73	4.96	1.77

续表 2

一级分区		二级分区		三级分区		四级分区		包括 县市	可采 岩溶水 资源量	需* 水量	已开采 水量	缺 水量
代号	名称	代号	名称	代号	名称	代号	名称					
Ⅳ	黔南中低山谷—洼地岩溶水区	Ⅳ ₁	长顺—独山峰丛—峰林盆地较大意义规划区	Ⅳ ₁ ²	长顺—独山中期岩溶水开发规划区	Ⅳ ₁ ²⁻¹	引水为主开采区	长顺、惠水、平塘、独山	8.57	3.36	2.44	0.92
		Ⅳ ₂	兴义—光仁关岭低山峰丛谷—洼地中等意义规划区	Ⅳ ₂ ²	兴义中期岩溶水开发规划区	Ⅳ ₂ ²⁻²	提水为主开采区	兴义	3.16	1.51	0.90	0.60
				Ⅳ ₂ ³	晴隆—关岭远期岩溶水开发规划区	Ⅳ ₂ ³⁻²	提水为主开采区	兴仁、安龙、贞丰	4.81	2.81	2.03	0.77
						Ⅳ ₂ ³⁻¹	引水为主开采区	晴隆、关岭、镇宁	4.02	2.13	1.34	0.79
				Ⅳ ₂ ²	都匀中期岩溶水开发规划区	Ⅳ ₂ ²⁻²	提水为主开采区	都匀	2.30	1.28	0.76	0.52
		都匀—三都—荔波峰丛谷洼地中等意义规划区	Ⅳ ₂ ³	三都—荔波远期岩溶水开发规划区	Ⅳ ₂ ³⁻¹	引水为主开采区	丹寨、三都、荔波、紫云、罗甸	8.76	3.26	1.94	1.33	
			Ⅳ ₃	望漠—册享低山沟谷较小意义规划区	Ⅳ ₃ ³	望漠—册享远期碎屑岩裂隙水开发规划区	Ⅳ ₃ ³⁻⁴	蓄水为主开采区	望漠、册享	1.46	1.05	0.45
		Ⅴ	黔东南低山丘陵岩溶水开发规划区	Ⅴ ₂	镇远—石阡—铜仁低山丘陵中等意义规划区	Ⅴ ₂ ³	镇远—石阡远期岩溶水开发规划区	Ⅴ ₂ ³⁻¹	引水为主开采区	思南、石阡、施秉、镇远、岑巩	8.77	4.33
Ⅴ ₂ ²	铜仁—玉屏中期岩溶水开发规划区					Ⅴ ₂ ²⁻²	提水为主开采区	铜仁、万山、玉屏	2.01	1.50	0.96	0.54
Ⅴ ₃	印江江口中山丘陵较小意义规划区			Ⅴ ₃ ³	印江—江口远期岩溶水开发规划区	Ⅴ ₃ ³⁻¹	引水为主开采区	印江、江口、松桃	0.87	3.12	2.06	1.06
				Ⅴ ₃ ¹	榕江—黎平低山丘陵较小意义规划区	Ⅴ ₃ ³⁻⁴	蓄水为主开采区	三穗、天柱、台江、剑河、锦屏、雷山、黎平	0.70	6.83	4.54	2.30
全省合计									156.4	92.8	58.1	34.66

* 注：表中需水量为生活、工业、农业、畜牧业需水量之和

表 3 广西岩溶水资源开发利用规划分区简表

Tab. 3 The groundwater effective development planning divisions in Guangxi province

分 区					地下水类型及其面积(km ²)				
代号	名 称	代号	名 称	包含县市	分区 面积	岩溶水 面积	百分比 (%)	非岩溶水 面积	百分比 (%)
Ⅰ	桂西峰丛洼地岩溶水 开发规划区	Ⅰ ³ ₃	隆林—西林较小意义 远期开发亚区	隆林、西林	6560	1220	18.6	5340	81.4
		Ⅰ ² ₂	乐业—南丹中等意义 中期开发亚区	乐业、凌云、凤 山、天峨、南丹	13480	6179	45.8	7301	54.2
		Ⅰ ³ ₂	东兰—巴马中等意义 远期开发亚区	东兰、巴马	4830	2730	56.5	2100	43.5
		Ⅰ ¹ ₂	都安—大化中等意义 近期开发亚区	都安、大化、马 山	9130	8309	91.0	821	9.0
		Ⅰ ³ ₃	打狗河流域较小意义 远期开发亚区	南丹东部、环江 西部	1600	1600	100	0	0
Ⅱ	桂中峰林峰丛谷地岩 溶水开发规划区	Ⅱ ² ₁	环江—融安较大意义 中期开发亚区	环江、罗城、融 水、融安	14680	6587	44.9	8093	55.1
		Ⅱ ¹ ₁	河池—忻城较大意义 近期开发亚区	河池市、宣州 市、忻城县	8280	7808	94.3	472	5.7
Ⅲ	桂中平原地表水地下 水综合开发规划区	Ⅲ ¹ ₂	来宾—武宣中等意义 近期开发亚区	来宾、宣武、合 山市	6450	5695	88.3	755	11.7
		Ⅲ ¹ ₂	柳城—柳江中等意义 近期开发亚区	柳江、柳城、柳 州	5271	4538	86.1	733	13.9
		Ⅲ ² ₂	鹿寨—象州中等意义 中期开发亚区	鹿寨、象州	5220	3061	58.6	2159	41.4
		Ⅲ ³ ₂	上林—宾阳中等意义 远期开发亚区	上林、宾阳	4200	2572	61.2	1628	38.8
Ⅳ	桂西南峰丛峰林谷地 岩溶水开发规划区	Ⅳ ¹ ₁	那坡—靖西较大意义 近期开发亚区	那坡、靖西	5560	3935	70.8	1625	29.2
		Ⅳ ² ₂	德保—田东中等意义 中期开发亚区	德保、田阳、田 东	7700	3858	50.1	3842	49.9
		Ⅳ ¹ ₁	天等—隆安较大意义 近期开发亚区	天等、隆安、平 果	6920	5023	72.6	1897	27.4
		Ⅳ ² ₁	大新—龙州较大意义 中期开发亚区	大新、龙州、凭 祥市	5620	4555	81.0	1065	19.0
Ⅴ	桂南中片地表水地下 水综合开发规划区	Ⅴ ¹ ₂	崇左—扶绥中等意义 近期开发亚区	崇左—扶绥	5770	4499	78.0	1271	22.0
		Ⅴ ¹ ₁	武鸣较大意义近期开 发亚区	武鸣	3360	2168	64.5	11.92	35.5

续表 3

分 区					地下水类型及其面积(km ²)				
代号	名 称	代号	名 称	包含县市	分区 面积	岩溶水 面积	百分比 (%)	非岩溶水 面积	百分比 (%)
Ⅵ	桂东北峰林平原谷地 地表水地下水综合规 划区	Ⅵ ₃ ³	兴安—全州较小意义 远期开发亚区	兴安、全州、灌 阳	8220	4176	50.7	4053	49.3
		Ⅵ ₂ ²	桂林—阳朔中等意义 中期开发亚区	灵川、临桂、阳 朔、永福、桂林	9233	4176	45.2	5059	54.8
		Ⅵ ₃ ¹	荔浦—平乐较小意义 近期开发亚区	荔浦、平乐、恭 城	5810	2487	42.8	3323	57.2
		Ⅵ ₃ ²	富川—贺县较小意义 中期开发亚区	富川、钟山、贺 县	8570	3023	35.3	5547	64.7
Ⅶ	桂东南岩溶平原盆地 地表水为主规划区	Ⅶ ₃ ²	邕宁—平南较小意义 中期开发亚区	邕宁、横县、平 南、南宁、贵港、 桂平	20523	6093	29.7	14430	70.3
		Ⅶ ₃ ³	玉林—岑溪较小意义 远期开发亚区	玉林、岑溪县	5510	982	17.8	4528	82.2

4 结束语

本文是在“滇黔桂湘岩溶贫困区岩溶水有效开发
利用规划建议与开发示范研究”工作成果的基础上撰

写的,参加本项工作的主要人员还有云南省水文一队的
王宇高级工程师、贵州第二水文队舍占省高级工程
师、广西环境地质监测站郝祥英高级工程师,在此一
并表示感谢。

KARST WATER EFFECTIVE DEVELOPMENT PLANNING DIVISION
IN THE KARST AREA, SOUTHWEST OF CHINA

ZHANG Wei, QIN Xiao-qun, YI Lian-xing, LING Ze-ming
(Institute of Karst Geology,CAGS,Guilin 541004,China)

Abstract: Karst groundwater recharge, runoff, discharge and dynamic, and also groundwater resoures
development methods have resulted from the natural geographical conditions and geological structure in the
south-west karst area,China. This paper,based on karst water storage conditions and geological conditions,
has made karst ground water effective development planning divisions according to karst groundwater
abundance,development importance,urgence,methods,social benefit and so on in the study area. The study
provide bases for karst groundwater effective development for the area and other areas with same conditions.
Key words: South-west karst area; Karst groundwater development; Planning division