二、首次采用地下水系统理论调查评价地下水资源潜力

采用地下水流域系统概念分区计算评价地下水资源，充分利用岩溶水的动态属性和时、空分布特征，扩大允许开采资源量，对岩溶石山地区地下水资源潜力进行评价，提供可供国家和地方政府使用的地下水资源。即要求在各地下水系统中除评价一般天然资源外，合理挖掘岩溶水时空调蓄有效资源潜力，剔除现已开发利用部分的水量和目前尚难利用部分的水量。这就避免了以往按含水岩组和地下水类型统计只反映区块不反映地下水资源系统的缺点，并进一步提出了可有效利用资源潜力大、潜力小、已超采和地下水资源目前尚难利用的地区，其针对性强，实用价值大，有利于地方政府和专业部门使用，为西部岩溶石山地区经济发展规划和国土资源开发提供了科学依据。

（一）运用地下水流域系统理论，划分地下水资源评价基本单元和按地下水系统统计资源量

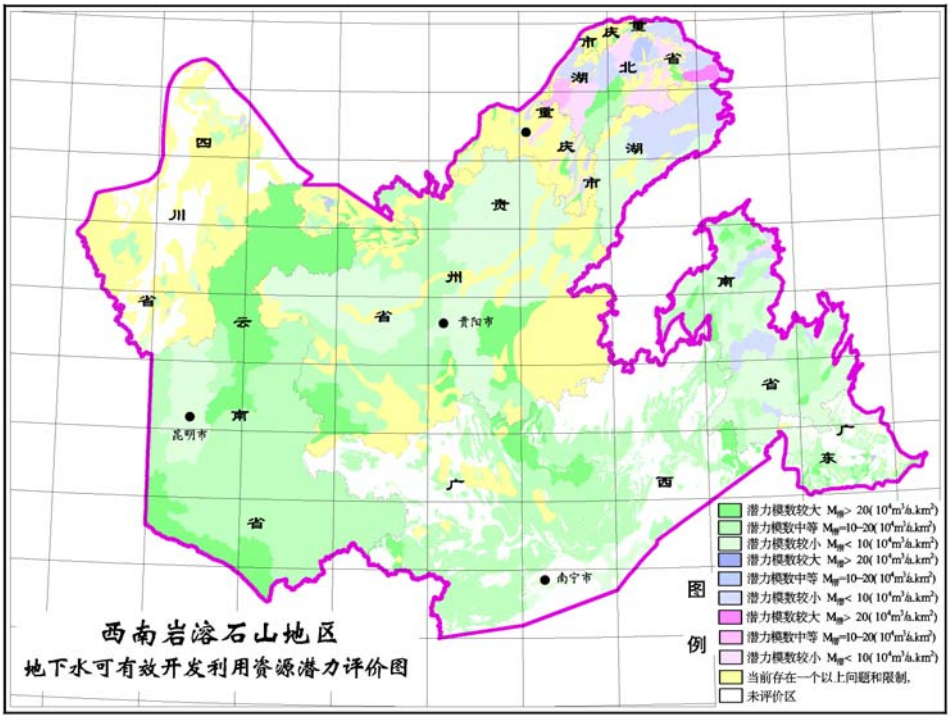
运用地下水流域系统理论，确定地下水资源评价基本单元为具有完整的、独立的输入、输出系统的水文地质单元，包括岩溶大泉、地下河（系）、蓄水构造（背斜、向斜、富水断裂等）、断陷盆地等 4 种基本单元，并对全区地下水系统进行分级分序次的系统划分，全区共划分Ⅰ级地下水系统 3 个、II 级 8 个、III 级 75 个，突破了按含水岩组和图幅评价统计区域地下水资源传统方法，力求使地下水资源计算评价与水利等部门的需求接轨，为地下水资源量进入水资源规划奠定了基础。

西南岩溶石山地下水流域系统划分表

Ⅰ级	Ⅱ级	III 级
长江流域	1. 长江干流	1）金沙江干流 2）勐果河 3）普隆河 4）糁鱼河 5）普渡河 6）小江 7）以礼河 8）黑水河 9）西溪河 10）牛栏江 11）巧家—永善诸河 12）美姑河 13）西宁河 14）横江 15）南广河 16）长宁河 17）赤水河 18）綦江 19）长江干流重庆段 20）龙河 21）磨刀溪 22）长滩河 23）大溪河 24）长江干流湖北段 25）清江
	2. 雅砻江	1）雅砻江干流 2）理塘河 3）橄鱼河 4）安宁河
	3. 岷江	1）岷江干流 2）大渡河 3）马边河
	4. 乌江	1）三岔河 2）六冲河 3）猫跳河 4）野济河 5）偏岩河 6）湘江 7）清水江 8）乌江干流 9）甘龙河 10）濯河 11）洪渡河 12）郁江 13）芙蓉江 14）鸭江
	5. 洞庭湖	1）湘江 2）资水 3）沅江 4）澧水 5）松滋河
珠江流域	6. 西江	1）南盘江 2）黄泥河 3）北盘江 4）红水河 5）柳江 6）右江 7）郁江 8）桂江 9）贺江 10）西江干流
	7. 北江	1）　水 2）武水 3）南水 4）　江 5）涟江 6）北江干流英德乌石段 7）滨江
广西云南西藏新疆诸国际河流	8. 元江—红河	1）小河底河 2）南溪河 3）盘龙河 4）普梅江 5）太和江 6）屏边诸河

（二）评价地下水资源量潜力，获得可供规划使用的资源量

本次工作以地下水系统基本单元（Ⅳ级或Ⅴ级地下水系统）为基础，合理挖掘了岩溶水的时空调蓄功能，充分考虑了已有经济、技术条件难以利用的部分水量，提高了计算评价的精度及可利用程度，全区获得岩溶水允许开采资源 620.92 $\times 10^8 m^3/a$，其中长江流域为 293.31 $\times 10^8 m^3/a$，珠江流域为 296.60 × 108m3/a，广



西、云南诸国际河流流域为 31.01 $\times 10^8 m^3/a$；目前已开采利用量 90.28 $\times 10^8 m^3/a$；可有效开发利用资源量为 530.64 $\times 10^8 m^3/a$，其中长江流域为 249.76 $\times 10^8 m^3/a$，珠江流域为 256.48 $\times 10^8 m^3/a$，广西、云南诸国际河流流域为 24.39 $\times 10^8 m^3/a$。由于本次地下水资源汇总于I、II、III级地下水系统，与国家水利部们的三级流域系统一致，地下水资源核实计算结果基本与水利部们规划需求接轨，可以满足国家和地方政府的规划要求。

西南岩溶石山地区地下水资源按流域系统汇总表

资源量单位：$10^4m^3/a$

地下水系统		面积（km^2） 上：全区 下：碳酸盐岩	天然资源量 上：总量　下：碳酸盐岩			已开采量	允许开采量 上：总量 下：碳酸盐岩
一级	二级		$Q_{入}$（50　）	$Q_{入}$（75　）	$Q_{入}$（95　）		
长江流域	长江干流	130726.92	2878777.2	2586369.51	2176587.16	168180.31	1240381.92
		61832.31	2430453.18	2179499.24	1827155.86		924509.05
	雅砻江	30970	556088.03	500080.26	414507.31	4762.77	460446.8
		9215.59	337802.97	303540.95	249987.02		192037.69
	岷江	30754.35	575648.48	514545.13	444007.9	3836.35	312821.41
		8972.63	356194.87	318311.88	273145.38		191406.68
	乌江	80369.83	2839146.73	2483480.84	2105023.31	123839.4	641223.59
							639583.56
	洞庭湖	131915.21	4148670.55	3762660.66	3318067.14	134852.57	1103013.4
		61536.16					929751.06
	合计	411463.4	10998330.99	9847136.4	8458192.82	435442.82	
		234702.7					2933082.42
珠江流域	西江	310317.01	9703659.13	8661312.56	7658975.95	370655.86	3554865.67
		144456.92					2720529.28
	北江	27840.7	1175914.57	954114.15	872350.6	32539.59	454286.49
		11703.13					227311.83
	合计	338157.71	10879573.7	9615426.71	8531326.55	401172.5	4009154.16
		181754.6					2965986.44
国际河流	合计	30657.57	789209.98	748801.25	637806.71	66214.31	659557.43
		15185.2					310131.51
总计		780278.8	22667114.67	20211364.36	17627326.08	902829.6	8380793.02※
		431642.5					6209200.3※※

※为流域完整，面积增加　※※已扣除难于开采区，面积减小

西南岩溶石山地下水资源潜力评价表

工作区		一级水系	允许开采量 $Q_{允}$ ($10^4m^3/a$)	已开采量 $Q_{采}$ ($10^4m^3/a$)	潜力资源量 ($Q_{潜}$) ($10^4m^3/a$)	已开发利用程度 $Q_{采}/Q_{允}$ (%)	潜力指数 $P_{潜}$	潜力模数 $M10^4m^3/a\cdot km^2$	开发潜力分区	潜力模数分区
名称		名　称								
四川	川南	长江流域	74567.22	9664.71	64902.51	12.96	6.72	9.49	丰富	较小
	攀西	长江流域	561654.17	11861.02	549793.15	2.11	46.35	21.34	丰富	较大
	合计		636221.39	21525.73	614695.66	3.38	28.56	18.54	丰富	中等
云南		长江流域	369549.09	96689.08	272860.01	26.16	2.82	12.27	丰富	中等
		珠江流域	365214.94	197892.39	167322.55	54.19	0.84	5.60	较丰富	较小
		国际诸河	300746.51	66114.31	234632.20	21.98	3.55	15.90	丰富	中等
		合　计	1035510.54	360695.78	674814.76	33.94	1.95	10.09	较丰富	中等
重庆市		长江流域	49808.22	6219.44	43588.78	12.49	7.01	2.52	丰富	较小
贵州		长江流域	890720	124290	766430	13.95	6.2	9.34	丰富	中等
		珠江流域	497930	36010	461920	7.24	12.8	9.72	丰富	中等
		合　计	1388650	160300	1228350	11.54	7.7	9.48	丰富	较小
湖北		长江流域	251256.16	93625.96	157630.2	37.26	1.68	7.93	较丰富	较小
湖南	湘西	长江流域	143354.89	23223.68	120131.21	16.2	5.17	7.76	丰富	较小
	湘中南	长江流域	521877.67	68243.93	453633.74	13.1	6.78	10.92	丰富	中等
		珠江流域	25617.06	2737.90	22879.14	10.7	8.36	8.87	丰富	较小
	合计		690849.60	94205.51	605414.76	13.47	6.43	10.15	丰富	中等
广西		长江流域	70295.0	1625.0	68670.0	2.31	42.26	22.13	丰富	较大
		珠江流域	1898218.0	134218.0	1763995.0	6.87	13.55	19.28	丰富	中等
		国际诸河	9385.0	100.0	9285.0	1.07	92.85	21.43	丰富	较大
		合　计	1977898.0	135943.0	1841950.0	6.87	13.55	19.28	丰富	中等
广东		珠江流域	179006.4	30314.2	148692.2	16.93	4.91	15.24	丰富	中等
全工作区		长江流域	2933082.42	435442.82	2497639.6	14.8	5.74	10.64	丰富	中等
		珠江流域	2965986.40	401172.5	2564813.9	13.5	6.39	14.11	丰富	中等
		国际诸河	310131.51	66214.31	243917.2	21.4	3.68	16.06	丰富	中等
		总　计	6209200.3	90289.60	5306370.7	14.5	5.88	12.29	丰富	中等

（三）紧密结合地方需求和开发利用条件，提出了地下水开发利用方案，划出了目前地下水尚难利用区

本次工作，在前人 1:20 万水文地质普查基本查明地下水资源及其分布特点的基础上，根据社会经济不断发展提出了对水资源的需求及水环境的变化，着重补充调查了区内以地下河、大泉为代表的地下水资源的开发利用条件，开展利用现状及进一步开发利用的潜力及开发利用方式，基本查明了区内地下水的开发利用前景，划出了目前地下水尚难利用区。

本次工作调查和收集区内地下河 3066 条，岩溶大泉 7997 个。其中，一级隆起带裸露岩溶区地下河 2165 条，岩溶大泉 6151 个，分别为全区的 70.6%、76.9%。各工作区对主要岩溶大泉和地下河提出了开发建议：哪些地方地下水资源潜力大，哪些地方地下水资源潜力大，哪些地方超采、哪些地方资源目前尚难利用和不能利用等。



广西鹿寨下末地下河，流量 364m³/s，可实施堵河成库工程



贵州荔波县巴格地下河



湖北咸丰丁寨地下河



攀西盐边大龙塘泉



选择水文地质工程地质合适的部位建坝或拦堵岩溶大泉或地下河，抬升地下水位，充分利用地下岩溶空间的调节能力增加地下水利用量，是开发利用岩溶地下水的重要方法之一。

广西宜州土桥栏堵地下河成库，库容 8000 万 m³，日供水 9 万 m³，地下河开采量 3700－5000 万 m³，是按枯迳法计算允许开采量的 1.5－2 倍

采取适当的工程措施如泉口、暗河口拦挡筑坝，实际开采量将超过枯迳法计算的允许量，可达 1－2 倍以上，对解决浅层地下水不足地区的缺水问题由很大的现实意义。



广西宜州泉口筑坝成库，供水发电和灌溉





贵州安场向斜，由拟建水库工程（费用 1.2 亿元）改为打井取水工程（费用 8 万元），
打井出水 1200m³/d，解决 3500 人、5000 头牲畜饮水困难和灌溉 1500 亩水田。
上左照片为已经成井的抽水泵房，上右照片为安场溶丘洼地。

（四）地下水量减少的主要原因是 20 年来不断增强的人类经济活动

通过部分地表河及地下河长观资料分析，岩溶地区水资源（包括地表水及地下水）有随着人类活动及生态环境变化，地表水资源时空分布更加不均，地下水资源逐渐减少的趋势。根据广西、云南、湘西、贵州等区实测资料显示，从上世纪八十年代至今 20 年来地下水资源减少 10％左右，而同期的降水量没有明显变化，这是由于人类经济活动砍伐森林、开荒种地所致。