

海南岛地下水资源特征与开发利用

周祖光

(海南省环境科学研究院 ,海南 海口 570206)

摘要 海南岛地下水资源丰富 ,水质优良 ,尤其是琼北地区。海南岛地下水资源主要由降雨补给 ,基岩裂隙类、松散岩类地下水资源占全岛地下水资源总量的 79% ,地下水资源实际开采量只占全岛可采量的 8.14%。统一规划、合理调配和综合开发利用海南岛地下水资源具有重要现实意义。

关键词 海南岛 ;地下水 ;开发利用

中图分类号 :TV213 **文献标识码** :B **文章编号** :1004-693X(2005)03-0048-04

Characteristics and utilization of groundwater resources in Hainan Island

ZHOU Zu-guang

(Hainan Academy of Environmental Sciences , Haikou 570206 , China)

Abstract Hainan Island is of rich groundwater resources and fine water quality , especially in the northern area. The groundwater resources are mainly replenished by rainfall. Bedrock fissured groundwater and unconsolidated rock water account for 79 percent of the total groundwater resources in the island. The groundwater exploited is only 8.14% of the water volume available. Comprehensive planning , rational allocation and comprehensive development are of great meaning to the groundwater resources in Hainan Island.

Key words Hainan Island ; underground water ; development and utilization

海南省主要陆地是海南岛。海南岛位于我国的最南方(N18°10' ~ 20°10' ,E108°37' ~ 111°03') ,总面积约 3.41 万 km² ,处于热带气候。海南岛地下水资源丰富 ,水质优良 ,可作为直接饮用水源的面积占全岛面积 97.8%。在地表水资源季节性不足的地区 ,地下水资源具有不可替代的补充作用 ,在保障海南城乡居民生活用水、支持社会经济发展和维持生态平衡等方面发挥了重要的作用。

1 地下水分类

海南岛地下水的贮存、分布受岩性、地质构造、地形的影响和控制。中部山地丘陵区贮存基岩裂隙水 ,西南部岩溶区贮存岩溶水 ,北部火山岩区贮存火山岩潜水 ,北部、西南部自流盆地贮存孔隙承压水 ,滨海平原区贮存孔隙潜水(图 1)^[1,2]。

地下水资源按含水岩性及地下水动力特征可划

分为 :松散岩类、碳酸盐岩类、基岩裂隙类、火山岩类。基岩裂隙类地下水资源区天然补给资源量最大 ,占全省地下水年平均资源量的 48% ,主要分布于岛中南部山地丘陵和山前剥蚀平原丘陵区 ;松散岩类地下水资源区天然补给资源量次之 ,占 31% ,其中水库渠道渗漏补给量为 11.26 亿 m³/a ,环岛呈带状分布 ;火山岩类地下水资源区天然补给资源量占 20% ,其中水库渠道渗漏补给量为 3.30 亿 m³/a ,主要分布于琼北儋州、临高—海口—琼海大路一带 ;碳酸盐岩类地下水资源区天然补给资源量最小 ,仅占全省地下水年平均资源量的 1% ,零星分布于儋州市八一农场、三亚市大茅和红花、昌江石碌、东方江边等地。

2 地下水的补给、径流和排泄

2.1 孔隙潜水

降雨是潜水主要补给来源。因地层岩性松散 ,

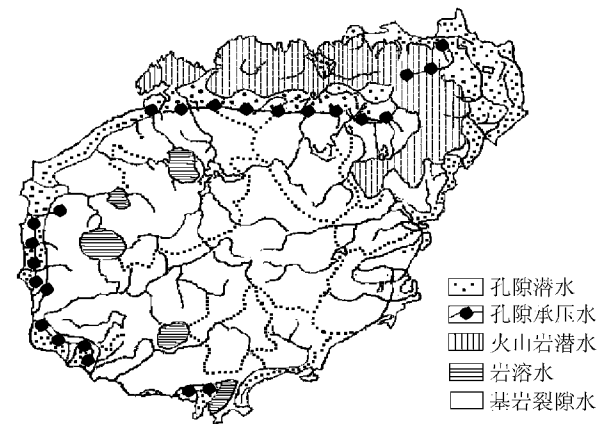


图 1 海南岛地下水分布示意图

透水性良好,多年平均降雨量为1758 mm,降雨入渗补给系数一般在 0.3~0.6,补给量为 688 m³/d,部分地区灌溉水亦为重要补给来源。地下水径流、排泄受地形控制,滨海砂堤地和山前洪积层岩性松散,具一定坡度,径流、排泄条件好,河流阶地、海成阶地,三角洲地形低平,水力坡度很小,径流、排泄条件差。

2.2 岩溶水

降雨是岩溶水的主要补给来源,其补给受岩性、构造、地貌等因素影响。儋州市八一农场和三亚大茅红花地区岩溶较发育,特别是昌江芭雅岭、燕窝岭一带,溶洞发育而出露于地表,直接受降雨补给。三亚大茅和红花第四系覆盖区,其覆盖层没有良好隔水层,可接受地表水或孔隙潜水补给。地下水经短距离径流后,以泉的形式排泄于溪沟中,其次是井孔开采。

2.3 火山岩潜水

火山岩潜水主要接受降雨的入渗补给,其次为山塘、水库水的入渗补给。其径流及排泄受地形控

制,在琼北火山岩区形成较为独特的补给、径流、排泄单元。

2.4 基岩裂隙水

基岩裂隙水主要接受降雨入渗补给,其径流、排泄受地形控制明显。在岛中部低山丘陵区,基岩裂隙水主要以山顶为中心,向四周径流,以山泉方式排泄于沟谷或山涧小溪。在山间盆地,基岩裂隙水主要沿构造破碎带径流,以泉类方式排泄于沟谷或低洼地区。

2.5 孔隙承压水

在承压含水层盆地边界地区,承压水主要接受基岩裂隙水的侧渗补给,在火山岩分布区,承压水接受火山岩潜水的下渗补给。承压水的径流、排泄受承压含水层的分布、结构特征控制,一般由盆地前缘向海区方向径流,天然状态下,以泉或越流方式向海区排泄。

3 地下水资源量

3.1 平原区地下水资源量

海南岛平原区(琼北台地平原区)位于海南岛的北部(N19°24'~20°10',E109°06'~111°02'),包括海口市全境,文昌、琼山、澄迈、临高的大部分及儋州、定安的小部分,即包括琼北自流盆地和文昌平原区,总面积 6399 km²。地下水总补给量计算包括:水稻田降水和灌溉入渗补给量 Q_1 、旱地降水入渗补给量 Q_2 、水稻田旱作期降水入渗补给量 Q_3 、旱地和水稻田旱作期灌溉入渗补给量 Q_4 。海南岛琼北台地平原区近期(1980~2000年)多年平均地下水资源量为 212289.2 万 m³,地下水补给量模数为 33.18 万 m³/(a·km²)〔表 1〕。

表 1 海南岛平原区近期(1980~2000年)多年平均地下水资源量

台地	计算单元	面积/km ²	Q_1 /万 m ³	Q_2 /万 m ³	Q_3 /万 m ³	Q_4 /万 m ³	$Q_{\text{平}}$ /万 m ³
南渡江	海口段	43	156.3	926.1	15.0	11.0	1108.4
	琼山段	890	1924.9	42018.4	309.5	180.1	44432.9
	定安段	53	206.0	1020.0	24.5	14.9	1265.4
	澄迈段	527	1466.7	12896.9	169.4	142.8	14675.8
	临高段	136	273.8	1799.1	30.7	38.4	2142.0
	小 计	1649	4027.7	58660.5	549.1	387.2	63624.5
海南岛东北部	文昌局部	1863	7278.1	37338.1	805.1	530.1	45951.4
	琼山局部	151	553.2	4815.0	99.1	42.8	5510.1
	小 计	2014	7831.3	42153.1	904.2	572.9	51461.5
海南岛西北部	海口局部	202	645.2	5308.2	62.8	49.6	6065.8
	琼山局部	101	141.1	4955.3	16.7	15.9	5129.0
	临高局部	939	3241.5	27236.8	480.1	266.7	31225.1
	儋州局部	884	4042.2	28894.4	462.2	250.4	33649.2
	澄迈局部	610	2181.1	18458.4	321.7	172.9	21134.1
	小 计	2736	10251.1	84853.1	1343.5	755.5	97203.2
合 计		6399	22110.1	185666.7	2796.8	1715.6	212289.2
补给量模数/ [万 m ³ ·(a·km ²) ⁻¹]			3.46	29.01	0.44	0.27	33.18

3.2 山丘区地下水资源量

海南岛山丘区包括除琼北台地平原区外的一般山丘区和岩溶山区,总面积为 27725 km²。山丘区地下水资源主要为中部基岩裂隙水及零星分布的火山岩裂隙孔洞潜水、岩溶水。山丘区多年(1956~2000 年)平均地下水资源量为 104.96 亿 m³,近期多年(1980~2000 年)平均地下水资源量为 110.68 亿 m³(表 2)。

3.3 地下水资源总量

海南岛地下水资源总量

$$Q_{总} = Q_{平} + Q_{山} - Q_4$$

式中:Q_平 为平原区近期多年平均地下水资源量;Q_山 为山丘区近期多年平均河川基流量。

2000 年全岛地下水年平均资源量为 158.19 亿 m³,地下水多年平均资源量为 131.74 亿 m³(表 2)^[3]。

3.4 地下水资源可利用量

海南岛 2000 年可采地下水资源量为 60.45 亿 m³/a,占天然资源总量的 38.21%。在各类地下水资源中:松散岩类地下水可采资源量为 17.68 亿 m³/a,占该类地下水天然资源量的 36.17%,其中深层承压水可采资源量为 4.74 亿 m³/a,碳酸盐岩类地下水可采资源量为 0.47 亿 m³/a,占该类地下水总量的 56.7%;基岩裂隙类地下水可采资源量为 36.89 亿 m³/a,占该类地下水总量的 47.8%;火山岩类地下水可采资源量为 5.41 亿 m³/a,占该类地下水总量的 17.3%。

4 地下水资源开发利用现状

2000 年,海南省地下水实际开采量为 4.92 亿 m³,占可采资源量的 8.14%(表 3);中部山区地下水开采量为 0.77 亿 m³,全部用于农村生活用水和饮料业生产,占本区可采资源量的 2.30%;平原浅层水开采量为 2.25 亿 m³,主要用于生活用水,其次为农业和养殖业,占本区可采资源量的 12.40%;深层承压水开采量为 1.90 亿 m³,占本区可采资源量的 40.0%,主要用于生活用水,其次为工业(含饮料业)和农业。在开采的地下水总量中,用于工业、农牧业、生活的水量分别为 0.78 亿 m³、0.75 亿 m³ 和 3.39 亿 m³,分别占地下水开采量的 15.85%、

15.26%和 68.89%。在地下水供用关系中,除海口市地下水供用水量占总供用水量比例相对较大外,其它市(县)都较小;在全省用水总量中,地下水仅占 8.6%,其中:农田灌溉开发利用地下水占 0.5%;工业开发利用地下水占 1.1%;城镇生活开发利用地下水占 1.4%;农村生活开发利用地下水占 5.6%。在地下水开发利用中,农村生活开发利用地下水资源量较高,占地下水用水总量的 65.7%^[4]。

5 问题与建议

主要存在问题:①地下水开采量较低,也不平衡。海口、琼山开采量占可开采总量的 38.3%,其中深层承压水开采程度达 78.1%;其次是白沙县开采量占可开采总量的 10.4%,其它市县均未超过 10%。各类型地下水资源开采率都较低,尤其是火山岩类区,地下水资源可采量为 31.28 亿 m³,但开采量只有 0.51 亿 m³,只占 1.6%;其次是基岩类区,地下水资源可采量为 36.89 亿 m³,但开采量只有 0.71 亿 m³,只占 1.9%。②海口市局部由于超量开采而造成降落漏斗面积 735 km²(2000 年),开采区中心水位为 -17.07 m,并有部分井点受海水入侵,水体氯离子含量较高,并有逐年上升的趋势。③海南岛西部的儋州、临高、澄迈、文昌等市县的局部地区,由于地下水开采量大,地下水位下降,在干旱气候时,出现小范围的裂缝。④火山岩台地区虽然地下水资源丰富,但取水层浅,部分井在枯水年春季干涸,造成了资源性缺水。这种现象主要出现在海南岛西南部的东方、乐东、三亚等市县的沿海地区。

建议:①统一规划,合理调配和综合开发利用地下水资源,鼓励有潜力区域增加开采量;②充分利用地下水调蓄功能,挖井抗旱,解决海南岛局部季节性缺水现象;③积极引导农民发展生态农业,因地制宜地开采浅层地下水资源;④建立和完善地下水动态监测网络,加强地表水和地下水联合运用;⑤为了吸取 1993~1996 年琼北承压水过量开采引起地下水位急剧下降的教训,在开采承压水时应坚持略有储备的原则^[5]。

表 2 海南岛多年平均地下水资源量

水资源分区	山丘面积 /km ²	Q _山 /亿 m ³		平原面积 /km ²	Q _平 /亿 m ³		Q ₄ /亿 m ³	Q _总 /亿 m ³
		1956~2000 年	1980~2000 年		1980~2000 年	1980~2000 年		
南渡江	5384	16.55	16.39	1649	6.36		0.04	22.72
昌化江	5150	19.94	23.17					23.17
万泉河	3693	19.74	19.31					19.31
海南岛东北部	1524	5.17	5.15	2014	5.15		0.06	10.24
海南岛南部	8825	35.44	38.74					38.74
海南岛西北部	3149	8.12	7.91	2736	9.72		0.07	17.55
全 岛	27725	104.96	110.68	6399	21.23		0.17	131.74

表 3 2000 年海南省各市县地下水开采量与供用水量

区域	地下水 开采量 /亿 m ³	占可开 采量/%	地下水 供水量 /亿 m ³	占供水 总量/%	地下水用水量/亿 m ³					占用水 总量/%
					农田灌溉	工业用水	城镇生活	农村生活	合计	
海口市	2.26	38.3	1.588	32.6	0.052	0.424	0.558	0.262	1.296	19.3
澄迈县	0.23	9.3	0.300	10.9	0.104	0.023	0.007	0.168	0.302	8.6
临高县	0.33	5.5	0.210	8.2	0.028	0.150	0.023	0.148	0.214	7.4
文昌市	0.20	4.5	0.193	15.2				0.193	0.193	6.7
定安县	0.11	6.2	0.111	11.0				0.113	0.113	7.0
屯昌县	0.09	4.7	0.091	6.7				0.091	0.091	6.5
儋州市	0.06	2.3	0.276	2.6	0.005	0.004	0.005	0.270	0.284	6.1
白沙县	0.44	10.4	0.064	8.2				0.064	0.064	9.0
琼海市	0.16	5.4	0.156	3.8				0.153	0.153	5.3
万宁市	0.22	5.1	0.216	11.5	0.004	0.003	0.007	0.203	0.217	9.0
陵水县	0.23	9.3	0.114	7.4				0.114	0.114	6.0
三亚市	0.13	7.8	0.126	6.2	0.001			0.128	0.129	6.0
琼中县	0.07	0.8	0.069	9.3				0.070	0.070	8.6
保亭县	0.06	3.1	0.056	10.7				0.056	0.056	8.2
通什市	0.03	1.8	0.026	7.3				0.025	0.025	5.5
东方市	0.14	5.5	0.119	5.3				0.120	0.120	4.3
昌江县	0.07	3.8	0.068	3.7				0.069	0.069	4.6
乐东县	0.20	6.6	0.175	4.2				0.175	0.175	6.1
全 省	4.92	8.1	3.958	8.9	0.194	0.469	0.600	2.422	3.685	8.6

注 海口市各数据包括了琼山市的。

参考文献：

[1] 李福.海南岛水资源概况问题及对策措施[A].见 :谢宗辉主编.海南经济发展与环境保护[C].海南 :海南出版社 ,1991.214 ~ 225.
[2] 王兆馨.中国地下水资源开发利用[M].呼和浩特 :内蒙古人民出版社 ,1992.270.

[3] 周祖光.海南可持续战略中水资源保护的研究[J].水资源保护 2004 20(4) 58 ~ 61.
[4] 周祖光.海南省水资源现状与开发利用[J].水利经济 , 2004 22(4) 35 ~ 38.
[5] 水利部水资源司 ,南京水利科学研究院.21 世纪初期中国地下水资源开发利用[M].北京 :中国水利水电出版社 2004.277 ~ 284.

(收稿日期 2004-11-04 编辑 :舒 建)

(上接第 47 页)

另一方面 ,大力推行个体、联户及股份合作制 ,不断扩大融资渠道 ,使村集体和农户成为投资的主体 ;同时 ,积极利用外资对小流域进行综合治理 ,形成国家、集体、个人及外资的多元化投入机制。

b. 在水土保持部门的主持下与水利部门结合 ,共同协商研究 ,取得共识后 ,统一规划 ,合作完成。以小流域为单元 ,合理布置淤地坝、小水库和治沟骨干工程。在规划的实施和工程管理使用方面 ,库容小于 10 万 m³ 的小水库(塘坝)由水保部门统管 ;库容大于 10 万 m³ 的小水库 ,由水利部门负责修建与管理使用。这样小水库有了上坝拦洪、拦泥的保障 ,可以长期稳定蓄水 ;淤地坝和治沟骨干工程可在不增加任何负担情况下 ,继续完成其拦泥、固沟的任务。

c. 重点试办 ,稳步前进 ,取得经验 ,逐步推广。有国家经费支持的重点支流和试验示范区 ,水土保持与水利部门合作 ,重点修建小水库 ,保障稳定蓄

水。通过试行 ,在技术上和管理上取得成功经验后 ,逐步推广 ,打消部分干部、群众的顾虑 ,提高开发利用小流域水资源的积极性。

5 结 语

小流域水资源开发利用有 3 个方面的效益 :
①经济效益 通过小流域的治理可以增加粮食、果品等的产量、产值和效益 ;
②生态效益 :地表植被度能显著增加 ,水土流失可以得到有效控制 ,从而使生态环境呈现出良性循环 ;
③社会效益 :可以改善农业生产条件 ,使土地利用和农村生产结构趋于合理。

参考文献：

[1] 吴普特.水资源开发战略与利用技术[M].北京 :中国水利水电出版社 2001.14 ~ 15.
[2] 史传文.小流域产沙与控制[M].北京 :中国水利水电出版社 ,1998.115 ~ 116.

(收稿日期 2003-11-18 编辑 :舒 建)