

文章编号:1000-582X(2007)01-0147-05

重庆打造“温泉之都”的可行性分析

罗云菊,刘东燕,刘新荣

(重庆大学 土木工程学院,重庆 400030)

摘要:重庆著名的天然南温泉、小泉、西泉已经断流,北温泉、东泉流量减小,东泉热洞成了干洞子,而今后5年重庆温泉旅游业发展规划是打造“温泉之都”。为此,作者在论述重庆地区地下热水水文地质条件,温泉动态发展变化,各温泉之间的相互关系基础之上,分析了开发“温泉之都”的补给条件和储水量,以及“温泉之都”发展纲要中各温泉点之间的相互关系,由此得到开发“温泉之都”的可行性。研究表明,重庆打造“温泉之都”是可行的,但在打造“温泉之都”时要作整体的开采量规划设计,在整体开采量规划设计的条件下再作同一个背斜地下热水系统各开发点开采量规划,这样才能确保“温泉之都”的建设和可持续发展。

关键词:温泉;温泉动态;地下热水;储水量;补给量;可持续发展;允许开采量。

中图分类号:P641

文献标识码:A

旅游温泉文化在中国已有2000多年历史,现在已逐渐形成一种时尚的休闲产业。目前重庆在大力发展温泉产业。2005年底,重庆《2005-2010年重庆市温泉旅游业发展规划纲要》正式出台,制定了重庆市打造“温泉之都”的具体措施。根据规划,重庆将重点打造统景、沙坪坝梨树湾2大温泉基地;近郊南温泉、北温泉、东温泉、西温泉4大温泉组团;远郊大足—铜梁片区、南川—万盛片区、长寿—涪陵—丰都—垫江片区、万州—开县片区、巫山—巫溪片区、武隆—彭水片区、秀山—酉阳片区7大温泉片区;形成各自的区域特色,把重庆打造为名副其实的“温泉之都”^[1],2006年3月“温泉之都”建设开始进行^[2]。温泉是地下热水的天然或人工露头,地下热水是难以再生的矿产资源,如过渡开发,热水资源环境将会受到不可逆转的破坏,一旦破坏将难以恢复,重庆地下热水在解放后呈下降的趋势,天然的南温泉、小泉、西泉已经断流,笔者从重庆地下热水水文地质条件的角度分析重庆打造“温泉之都”的可行性。

梳状或箱状褶皱组成,由西往东分为2个褶皱构造束,即华莹山帚状褶皱束,宣汉~重庆平行褶皱束(图1)。

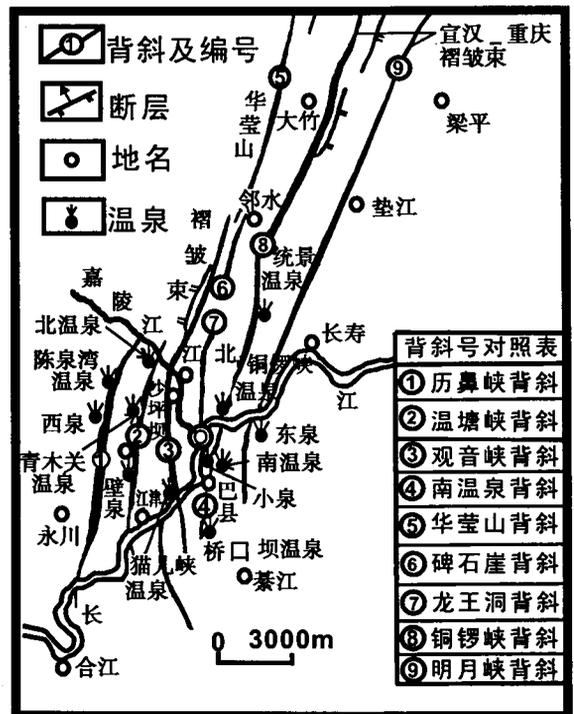


图1 重庆地区地下热水储水构造纲要图

1 重庆地下热水水文地质条件

重庆为一系列 NNE 向展布近于平行的不对称线形

* 收稿日期:2006-08-05

基金项目:重庆市应用基础研究项目(8020)

作者简介:罗云菊(1973-),女,重庆大学讲师,博士研究生,主要从事岩土工程与地质工程科研和教学工作。

刘东燕,男,教授,博士生导师,电话(Tel.):023-65103553;E-mail:liudy@cqu.edu.cn.

此2个褶皱束向南撒开,形成10多个褶皱构造,这些褶皱构造的背斜轴部 $T_{1j} + T_{2l}$ 石灰岩地层是重庆地下热水的储水层,见图2,储藏面积达 $1 \times 10^{10} \text{ m}^2$,形成丰富的地下热水资源^[3].

这些背斜构造地下热水的出露点温泉达40多处,其从南到北,东到西,分别有北温泉、南温泉,东泉、西泉等,见图2.已被开发利用的20余处,日产温泉水约 $5 \times 10^4 \text{ m}^3$. 这些温泉的水温水质相似,水温高于 $35 \text{ }^\circ\text{C}$,水质类型为 $\text{SO}_4 - \text{Ca}$, $\text{SO}_4 - \text{Ca} - \text{Mg}$ 型,是大气降水经过储水地层地热加温,之后形成的地下热水.形成年代在60年前到1万年左右,属古渗滤水,此热水矿化度大于 2000 mg/L ,富含对人体有医疗价值的化学成分,水质较好^[4].因水质好,许多温泉开发已有了上千年历史,如北温泉开发至今有1500多年.



图2 重庆陈家湾温泉至南温泉
地下热水横剖面示意图

2 重庆温泉动态的发展变化

重庆曾经有名的南温泉、小泉、北温泉、东泉和西泉在解放前水流量大,水温高,但解放后上由于缺乏对地下热水资源的保护和管理,使温泉遭到了严重破坏,现在不少天然温泉断流,或水温降低,水质下降.从历史上看,地下热水流量、水位、水温呈不断下降的趋势,下面自西向东分述如下.

西泉.西泉游泳池地下热水20世纪80年代前呈自流状态,1986年后断流,之后采用钻探方法取出地下热水,钻孔开始为自流,1991自流量 12.50 L/s ,水温 $38 \text{ }^\circ\text{C}$,到1994年地下热水水流有断流的现象,流量仅 4.83 L/s ,水温约 $33 \text{ }^\circ\text{C}$.目前完全断流,是通过抽水办法取水,见表1.

北温泉.其乳花洞泉华厚 20 m 左右,高大于 100 m ,宽 $30 \sim 40 \text{ m}$,泉华沉积地面标高比江面高 $10 \sim 35 \text{ m}$.由此可推断北温泉早期的地下热水水量很大,水温较高,水位也远高于现在的水位.北温泉是重庆著名的风景区之一,因市政府重视,温泉周围水地质环境保护较好,1991年后年水量、水位、水温稳定.

南温泉片区.包括南温泉和小泉,以前自流,1984年后天然的温泉渐渐断流,20世纪90年代初完全断流.目前均通过钻孔取水满足需求.

东泉.东泉热洞、响塘湾水池,食品站后温泉等多

个泉眼的水量上世纪初开始呈下降趋势,现在有的已经断流,如东泉热洞已成为干洞子.东泉响塘湾水池1991年流量为稳定 0.35 L/s ,水温 $38 \text{ }^\circ\text{C}$,1998年最大流量 0.13 L/s ,下降 0.22 L/s ,1998年水温在 $36 \sim 37 \text{ }^\circ\text{C}$ 之间变化,目前也已完全断流.

表1 重庆温泉流量及水温动态情况表

时间	西泉		东泉	
1986	天然温泉断流		无记录	
1991	钻孔	12.6 38	0.35	38
1994	自流	4.83 33	无记录	
1998	断流		0.13	36~37
2005	断流		断流	
时间	南温泉		小泉	
1962-12	无记录	35	8.33	42
1963-03	无记录	35	5.56	42
1977	2.45	35	1.24	42
1978	无记录	无记录	流量渐小	42
1980	流量很小	低于25	流量更小	42
1984	几乎断流	无法测	0.32	42
1986	偶有断流	水温	流量很小	水温低
1992	天然温泉枯竭		天然温泉枯竭	

说明:部分资料来源于重庆南江水文队.

总之,重庆地区温泉的水量、水位、水温,从历史上看呈下降趋势,有的甚至断流的.产生此现象的原因是各开发点之间关系模糊,各自为政混乱开采,导致局部地下热水系统内开采量过大而引起相应的温泉水位下降,流量降低.因而在打造温泉之都时,必须知道重庆各个温泉之间的相互关系.

3 重庆各温泉之间的相互关系

温泉是地下热水的出露点,笔者拟从重庆各个背斜储热系统之间的相互关系及同一背斜各个热水出露点温泉之间的相互关系这2个方面来分析重庆地区各温泉地下热水之间的联系性.

3.1 重庆各背斜储热系统之间的相互关系

重庆地区各背斜温泉地下热水化学特征相似,均为大气降水补给,补给区在重庆以北的大巴山岩溶露头区,大气降水补给之后,沿经川东地区向南撒开帚状褶皱背斜核部 $T_{1j} + T_{2l}$ 灰岩向南径流,在地层埋深约 2000 m 的部位加热形成地下热水,见图1、图2,因而整体上可把整个重庆地下热水看为一个大的径流系统.

整个重庆温泉是相对统一的一个整体,但各个背斜温泉之间又有其相对的独立性.在相邻背斜之间的

向斜构造部位,深埋于嘉陵江石灰岩中的地下水为Cl-Na型水,水温低于35℃.在南温泉背斜的西侧重庆沙坪坝沙坪向斜及东侧巴县一品的石油沟钻探石油井,从灰岩中流出了Cl-Na型的卤水^[5](表2).由于受到Cl-Na型卤水的阻隔,横向上相邻背斜的SO₄-Ca或SO₄-Ca-Mg地下热水不能相互补给,且向斜的Cl-Na型卤水也不可能补给背斜地下热水,由此分析,重庆地区各背斜地下热水不具备横向补给的条件.相邻背斜之间的温泉无横向的水力联系,各个背斜之间的温泉是相对独立的.

表2 南温泉背斜两侧Cl-Na型水钻孔资料

位置	背斜东侧一品	背斜西侧沙坪坝
孔深/m	2 335	3 145
热水层位	T _{ij}	T+P
流量/m ³ ·d ⁻¹	187.0	38.8
水温/℃	<35	<35
矿化度/g·L ⁻¹	32.90	缺失
水化学类型	Cl-Na	Cl-Na

3.2 同一背斜各温泉之间的相互关系

重庆南温泉背斜是重庆地区很有代表性的储热构造.此背斜有3处热水出露点,中部东西翼的南温泉、小泉,以及南端桥口坝温泉群和南二井.此3处地下水出露点,在1963年后,流量和水温发生了一系列连锁变化,从这些变化中可分析南温泉背斜地下热水出露点之间的相互关系.南温泉背斜地下热水的水文地质条件与重庆其它背斜地下热水水文地质条件相似,因此,由南温泉背斜地下热水各出露点之间的关系,可推知其它背斜不同部位地下热水之间的联系性.

桥口坝南二井,1963年以约266.204 L/s的量自流2个月,导致南温泉水量由8.33 L/s下降到5.56 L/s.之后南二井封堵,南温泉水流量未见上升^[5].

1976-1978年,南温泉通过2个钻孔取水,小泉的流量、水温渐渐降低.到1980年时几乎无热水外流,水温低于25℃,比南温泉没有钻孔前低10℃以上.1978-1984年南温泉流量稳定,1984年小泉通过钻孔取水,1984后天然南温泉流量渐渐减小,水温降低.上世纪90年代初天然南温泉、小泉完全断流,见表1.

由南二井自流导致南温泉水流量减小,可说明背斜南端南二井与中部南温泉有水力联系.南温泉钻孔取水,小泉流量减小,及小泉取水南温泉流量降低,说明背斜东西两翼南温泉与小泉之间有水力联系.而南温泉背斜地下热水补给在背斜北端岩溶露头区,由此可知南温泉背斜地下热水从北端到南端,从东翼到西

翼为一个统一的热水系统^[6].

南温泉背斜是重庆储热水构造的典型代表,其地下热水的水文地质条件与其它背斜地下热水水文地质条件相似,因而,可推知重庆其它背斜各部位地下热水为一个统一的热水系统.

由重庆各背斜储热系统以及同一背斜各温泉之间的相互关系分析表明:重庆温泉地下热水整体上是一个大的热水系统,但不同背斜之间的温泉相对独立;同一背斜内的温泉紧密联系,这些温泉同属于其所在背斜的局部地下热水系统.

4 打造“温泉之都”的可行性

打造“温泉之都”是否可行,首要条件是总的储藏量和补给量是否足够开发;其次是每一个背斜地下热水系统各开发点之间是否统一管理,规划开发,如各自为政混乱开采,既不能充分合理地开发地下热水资源,又会导致局部的开采量过大,破坏热水资源环境,天然南温泉、小泉和西泉枯竭即为典型例子.因而应知道重庆地下热水的储藏量和补给条件以及“温泉之都”各开发点之间的相互关系.

4.1 “温泉之都”地下热水储水量和补给条件

重庆地下热水资源丰富,储热面积大达1×10¹⁰ m²,储水量在1×10⁹ m³以上^[5].热水补给区岩溶露头发育,分布面积广,涵盖了整个大巴山岩溶露头地区,补给量约7.07×10⁶ L/s.

重庆10多个储水构造背斜,形成了30多个地下热水水源地.最小的水源地为只储存于背斜一翼的水源地.重庆地区各水源地地下热水主要是沿背斜轴部顺T₂₁+T_{1j}自北向南纵向流动.各水源地热水的可开采量显然为其径流补给量.因而有:

$$Q = F \times T \times J \quad (1)$$

式中,Q为可开采量(L·s⁻¹),F为各水源北端T_{1j}+T₂₁过水断面宽度(m),重庆各背斜两翼及轴部地下热水T_{1j}+T₂₁过水断面宽度约1 800 m,如水源地较小仅为背斜的一翼,则过水断面约900 m;J为天然条件下的水力坡度,重庆地区地下热水由北往南的水力坡度约0.32%;T为导水系数(m²·s⁻¹),重庆地区沿水流方向,即平行于背斜的方向导水系数约1.42×10⁻³ m²/s.于是计算得最小可开采量Q为4.089 L/s.

重庆地区30多个地下热水水源地,这些水源地可开采量最小的也大于4.085 L/s,因而具备打造“温泉之都”的条件.

4.2 “温泉之都”各开发点之间的相互关系

统景温泉位于铜锣峡背斜,属铜锣夏背斜地下热

水系统,而南温泉背斜与铜锣峡背斜在长江北岸铜锣峡处呈斜鞍相接,为一个地下热水储热系统,南温泉背斜地下热水在其背斜的北端接受铜锣峡背斜地下热水的补给,因而统景温泉和南温泉、小泉、桥口坝温泉是一个整体。统景温泉位于地下热水渗流的上游,南温泉组团为下游,见图3。

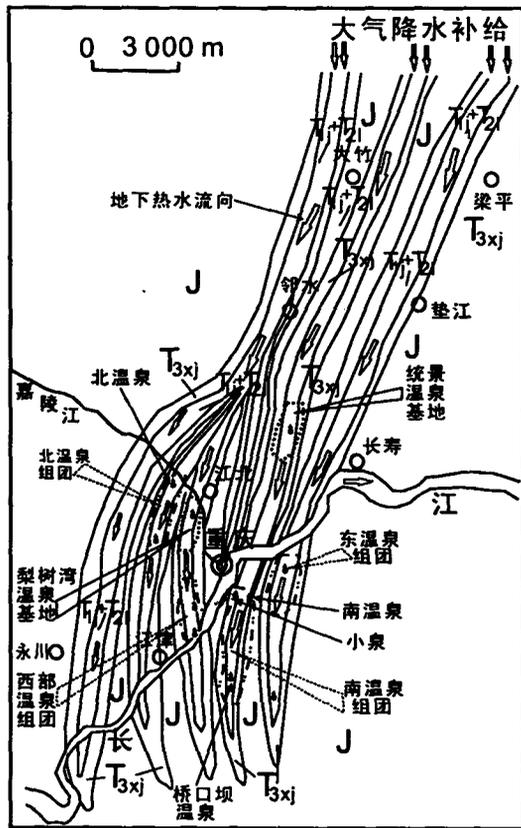


图3 重庆主城区及近郊“温泉之都”简图

梨树湾温泉位于沙坪坝,与四大温泉组团之一的西部温泉组团,即九龙坡海兰云天温泉组团,统一于观音峡背斜地下热水储热系统。梨树湾温泉位于热水系统的上游,海兰云天温泉为下游,见图3。

四大温泉组团的南温泉组团与统景温泉基地,西部温泉组团与梨树湾温泉基地,为一个统一的地下热水系统,因而此两大温泉组团开发必须与其相应的温泉基地进行统一规划。北部温泉组团、东部温泉组团在其所属的地下热水系统中目前无其它开发点,这两大温泉组团可充分合理地开发利用。

远郊七大温泉片区,均为储水构造华莹山帚状褶皱束和宣汉—重庆平行褶皱束储水构造带分布区,有丰富的地下热水资源,且目前没有开发,建设此七大温泉片区是可行的。

从重庆地区地下热水的储水量和补给条件及各温泉之间的相互关系分析,打造温泉之都都是可行的,但在

开发时要注意各开发点之间的相互关系,作统一规划。

5 打造“温泉之都”可持续发展规划设计

重庆大力发展温泉产业,打造“温泉之都”,而《中华人民共和国矿产资源法》第六条规定:矿产资源的勘查,开发实行统一规划、合理布局、综合勘查、合理开发利用的方针。地下热水是难以再生的矿产资源。如在打造“温泉之都”时,混乱开采,地下热水资源得不到科学合理的开发保护,将不可逆转地破坏地下热水资源环境。而环境与发展,是当今国际社会普遍关注的重大问题。保护生态环境,实现可持续发展,已成为全世界紧迫而艰巨的任务^[7]。1987年世界环境与发展委员会在《我们共同的未来》中提出可持续性发展的概念。即“满足当代人的需求,又不能损害了子孙后代的满足其需求能力的发展”^[8]。因此,我们不能因为今天打造重庆的“温泉之都”而破坏子孙后代明天的需要。为了保护地下热水使其可持续发展,必须进行可持续发展规划设计。

由“温泉之都”地下热水储水量和补给条件,以及将要开发的温泉点之间相互关系,可知重庆具备打造“温泉之都”的条件,但为了保护地下热水资源和“温泉之都”可持续发展,各开发点必须作开采量规划设计。开采量规划设计中,各背斜温泉热水的总开采量必须小于重庆总的储水量或补给量,即总开采量应小于 7.07×10^6 L/s,而同一背斜中各点开采量之和小于此背斜热水系统的允许开采量,而每一个背斜一翼的局部的水源地开采控制在最小允许的开采量4.085 L/s之内,如是背斜两翼储水的水源的应控制在8.17 L/s之内。

统景温泉与南温泉组团属同一个地下热水系统,统景温泉位于地下热水渗流的上游,见图3,在重点建设统景温泉时应顾及下游南温泉组团的南温泉、小泉及桥口坝温泉的发展。

在梨树湾温泉处探测深度到1718 m处时,出水量达 $5000 \text{ m}^3/\text{d}$,水温 55°C ,水质好,富含氟、锶等多种对人体有益的微量元素^[9]。梨树湾温泉在主城区,交通比较方便。从梨树湾温泉的水质、水量及所处的地理位置分析发展为温泉基地是科学经济的,但开发时一定要与西部温泉组团进行统一的规划设计,梨树湾与西部温泉组团,地理位置上距离较近,为一个统一的局部水源地,见图3,其总开采量应在8.17 L/s之内。

北部温泉组团、东部温泉组团,以及远郊七大温泉片区,地下热水系统中目前无其它开发点,但为了地下

热水资源环境的可持续发展它们的每一个组团或片区内温泉也应该进行开发规划设计,每一个组团或片区的开采量最好控制在背斜最小的水源地,即仅背斜一翼储水的水源地的最小可开采量4.085 L/s之内。

6 结论

1) 通过重庆地下热水的补给条件,储存量分析,打造“温泉之都”是可行的。

2) 由于重庆地下热水从整体看为一个大的热水系统,共一个补给源,之后再分流到各个相对独立的背斜储水构造带,此背斜储水构造带内不同位置的地下水联系紧密,为一个地下热水动力场,均属于此背斜地下水系统。因此在建设“温泉之都”时必须作重庆地区地下水开发整体规划,整体规划中,各个背斜地下水系统的开采量之和必须小于储存量。在整体规划的基础之上,作各个背斜地下水不同开发点的开采量规划设计,此开采量之和小于所在背斜热水系统的允许开采量,这样才能确保各开发点达到开发目的的同时可持续发展。

3) “温泉之都”的规划中,除整体的开采量规划外,统景温泉与南温泉组团,沙坪坝梨树湾温泉与西部温泉组团,统一规划;北温泉、东泉组团内,及远郊七大温泉片区内,各开发点统一规划。规划设计中总的开采量必须小于所处的热水系统允许开采量。

参考文献:

- [1] 刘芳芳. 重庆将打造“温泉之都”[EB/OL]. [2005-04-12]. http://news3.xinhuanet.com/newscenter/content_2813462.htm.
- [2] 冉启虎. “温泉之都”战役已经打响[N]. 重庆晚报,2006-03-04(3).
- [3] 罗祥康,左泽华. 重庆及其邻边地区地下水分布预测及储热构造类型划分[C]//四川水文地质专集. 成都:四川人民出版社,1984.
- [4] 钱学溥. 重庆附近嘉陵江石灰岩喀斯特水文地质及温泉成因的探讨[C]//水文地质工程地质论文集(1). 北京:地质出版社,1958.
- [5] 罗祥康. 重庆市地下水开发利用条件的初步研究[J]. 四川地质学报,1987,7(1):28-35.
- [6] 罗云菊,刘东燕,刘新荣. 重庆南温泉背斜地下热水的系统性研究[J]. 重庆大学学报:自然科学版,2006,28(3):131-133.
- [7] 李阳. 经济欠发达地区可持续发展战略[J]. 资源开发与市场,1997,13(3):5-8.
- [8] 中国21世纪议程管理中心. 中国21世纪议程——中国21世纪人口、环境与发展白皮书[M]. 北京:中国环境科学出版社,1994.
- [9] 沙坪坝区新闻中心. 沙坪坝区城市发展格局[EB/OL]. [2005-03-03]. <http://spb.cqnews.net/system/000013658.shtml>.

Feasibility Analysis of Exploitation “City of Hot Spring” in Chongqing

LUO Yun-ju, LIU Dong-yan, LIU Xin-rong

(College of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: In Chongqing, the South Hot Spring, Small Hot Spring, and West Hot Spring, do not flow automatically; the flux of North Hot Spring and East Hot Spring Have fallen. The geothermal water did not flow through the geothermal water hole of East Hot Spring. However, the exploitation of “city of hot spring” is plan after 5 year. The paper discusses the hydro-geological conditions, the dynamic hot springs and correlativity among hot springs, analyzes the replenishment conditions and capacity of store water, and the correlativity among the exploitation points of “city of hot spring”. It shows that the exploitation of “city of hot spring” is feasible. But in order to exploit “city of hot spring” sustain-ably, the whole yield of “city of hot spring” along with should be planned the every hot spring yield in a geothermal water system of anticline.

Key words: hot spring; dynamic hot spring; geothermal water system; capacity of store water; replenishment; sustainable development; permissible yield.

(编辑 姚 飞)