

# 综合评价九曲湾地热矿水(温泉)水质及开采量 Evaluation for Water Quality and Exploitation Quantity of Jiuquwan Geothermic Mineral Water (Well Spring)

林文业<sup>1</sup>,孔繁业<sup>2</sup>,林谋悦<sup>3</sup>,陈凯瑞<sup>3</sup>

LIN Wen-ye<sup>1</sup>,KONG Fan-ye<sup>2</sup>,LIN Mou-yue<sup>3</sup>,CHEN Kai-rui<sup>3</sup>

(1. 广西分析测试研究中心,广西南宁 530022;2. 广西南宁水文地质工程地质勘察研究院,广西南宁 530007;3. 广西国悦九曲湾温泉旅游开发有限公司,广西南宁 530022)

(1. Guangxi Research Center of Analysis and Testing, Nanning, Guangxi, 530022, China; 2. Guangxi Prospecting Geological Academe for Hydrogeology Engineering, Nanning, Guangxi, 530007, China; 3. Guangxi Guoyue Jiuquwan Wellspring Tourism Development Limited Company, Nanning, Guangxi, 530022, China)

**摘要:**根据九曲湾地热矿水的分析测试结果,按照《天然矿泉水地质勘探规范》GB/T 13727-92和《地热资源地质勘查规范》GB 11615-89中关于医疗热矿水水质标准要求综合评价九曲湾地热矿水水质,再根据九曲湾地热井抽水试验结果,经地热井热矿水储量计算开采量。九曲湾地热矿水为重碳酸钠型温热级含氧、偏硅酸的氟医疗热矿水,井口水温为53.5℃,可开采量为1009.06 m<sup>3</sup>/d。

**关键词:**地热矿水 评价 水质 开采量

**中图分类号:**P314.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2010)03-0367-03

**Abstract:**Based on Guangxi Nanning Jiuquwan Wellspring geothermic analysis and test report, the water quality is evaluated according to medicine geothermic mineral water's water quality standard in GB/T13727-92《Geologic exploration specification of natural mineral water》and GB 11615-89《Geologic exploration standard of geothermal resources》. Based on the pumping water test result and geothermic mineral water storage volume, the mining amount of Jiuquwan well geothermic mineral water was evaluated. The results showed that Jiuquwan geothermic mineral water is sodium bicarbonate warm type with radon, meta silicic acid and fluorine medicine geothermic mineral water. The temperature of well mouth is 53.5℃ and mining amount is 1009.06 m<sup>3</sup>/d.

**Key words:**geothermic mineral water, evaluation, water quality, exploitation quantity

地热矿水,俗称为温泉,全国现已发现地热区3200多处,已完成的大中型地热田勘察50多处,其中温度高于150℃的高温地热系统,即直接可以利用于发电的有255处,总发电潜力5800MW/100a;中低温地热系统,即可用于非电力直接利用的有2900多处,总开发潜力在2000亿吨标准煤的相当量以上。

广西是温泉资源比较丰富的省区之一。在八桂大地上,泉流众多,热、温泉均有,其中分布最广的是温泉。南宁市九曲湾温泉是新近发现并开发的温泉。

该温泉流量大,水温适宜,含有多种有益人体的微量元素和矿物质。已开发的九曲湾温泉度假村环境优美,交通便利,是度假、疗养、休闲的好去处。本文对九曲湾矿水水质和可开采量进行评价,该矿水是一处复合型的医疗热矿水,具有较好的保健功能和一定的医疗价值。

## 1 地热矿水水质综合评价

九曲湾地热井热矿水水质测试结果表明,该地热矿水由地下1219.94 m深的地热田复合圈喷涌而出,深井1208 m处水温为64.8℃的温泉,井口水温为53.5℃;矿水年龄约为12000年;水化学类型为HCO<sub>3</sub>-Na型,水质淡黄色,有轻微铁锈味;pH值

收稿日期:2010-05-01

作者简介:林文业(1952-),男,高级工程师,主要从事大型精密仪器分析及技术管理工作。

7.60~7.92;溶解性总固体为917.8~994.0mg/L,平均值为925.63 mg/L;偏硅酸质量浓度为32.07~35.94 mg/L,平均值为33.69 mg/L;氟质量浓度为3.23~3.62 mg/L,平均值为3.296 mg/L;硫化物质量浓度为1.08~1.22 mg/L,平均值为1.08 mg/L;偏硼酸质量浓度为1.72~2.31 mg/L,平均值为2.10 mg/L;氡为94.94Bq/L。

根据上述测试结果,按照《天然矿泉水地质勘探规范》GB/T 13727-92<sup>[1]</sup>和《地热资源地质勘查规范》GB 11615-89<sup>[2]</sup>中关于医疗热矿水水质标准要求来进行评价,结果见表1。

从表1结果可知,矿水水质达到国家医疗热矿水医疗价值浓度的成分有硫化氢、氟、偏硼酸、偏硅酸、氡。达到医疗热矿水命名矿水浓度的成分有氟。井口水温为53.5℃,属于低温地热资源的温热水级。其水质综合命名为重碳酸钠型温热水级含氡、偏硅酸的氟医疗热矿水。矿水中含有偏硅酸、偏硼酸、硫化物、氟、氯、锂、铯等30多种对人体健康有益的微量元素和矿物质,并且罕有的偏硅酸水、氟化物水、硫化氢水、偏硼酸水、氡水“五料”齐全,具有化学疗效、物理疗效、心理疗效,是具保健和治疗一体的医理疗养温泉。

表1 九曲湾医疗热矿水水质综合评价

成分	国家医疗热矿水水质标准			热矿水检验结果 (均值)	热矿水评价
	有医疗价值浓度	矿水浓度	命名矿水浓度		
二氧化碳(mg/L)	250	250	1000	9.27	
总硫化氢(mg/L)	1	1	2	1.08	达到医疗价值浓度和矿水浓度
氟(mg/L)	1	2	2	3.296	达到医疗价值浓度和命名矿水浓度
溴(mg/L)	5	5	25	<0.05	
碘(mg/L)	1	1	5	0.0084	
铯(mg/L)	10	10	10	0.208	
铁(mg/L)	10	10	10	0.708	
锂(mg/L)	1	1	5	0.216	
钡(mg/L)	5	5	5	0.821	
锰(mg/L)	1	1	—	0.0304	
偏硼酸(mg/L)	1.2	5	50	2.10	达到医疗价值浓度
偏硅酸(mg/L)	25	25	50	33.69	达到医疗价值浓度和矿水浓度
偏砷酸(mg/L)	1	1	1	0.12	
偏磷酸(mg/L)	5	5	—	0.078	
镭(g/L)	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-11</sup>	>10 <sup>-11</sup>	0.283 Bq/L	
氡(Bq/L)	37	47.14	129.5	94.94	达到医疗价值浓度和矿水浓度
温度(℃)	≥34	—	—	53.5	达到医疗价值温度
溶解性总固体(mg/L)	<1000	—	—	925.63	温度≥34℃, 淡温泉

注:表中标有“—”符号的为未指定指标

表2 九曲湾地热井抽水试验结果

降深次数	抽水开始时刻	抽水结束时刻	抽水延续时刻	稳定延续时刻	水位降深(m)	抽水(涌水)量(m <sup>3</sup> /h)	单位涌水量(L/S·m)
1	2001-8-23 T11:15	2001-8-24 T6:30	19:15	9:30	6.73	2.806(10.102)	0.417
2	2001-8-24 T6:30	2001-8-25 T16:00	33:30	18:00	14.18	4.984(17.942)	0.351
3	2001-8-25 T16:00	2001-8-28 T10:00	66:00	24:00	29.73	8.540(30.740)	0.287
水位恢复时间(min)	钻孔半径(m)	水温(℃)	抽水前稳定水位(m)	抽水后稳定水位(m)	抽水前孔深(m)	抽水后孔深(m)	
342:00	0.09525	53.5	9.47	11.39	1219.94	1217.90	

步骤3 计算地热井可开采量(Q)。

地热井可开采量按公式(2)计算,将S值(100m)代入公式(2)得

$$\lg Q = 0.1255 + \frac{1}{1.3349} \lg 100 = 0.1255 + \frac{1}{1.3349} \times 2 = 0.1255 + 1.4982 = 1.6237,$$

$$Q = 42.044 \text{ m}^3/\text{h} (1009.06 \text{ m}^3/\text{d}).$$

步骤4 进行热均衡分析,确定地热井热量均衡的地热田面积。

(i)地热井开采100年所排放的总热量,按下式计算:

$$Q_w = 36500QC_w(t_w - t_0), \quad (3)$$

式中,  $Q_w$  为地热井开采100年所排放的总热量(J);  $Q$  为地热井日开采水量( $\text{m}^3$ ) ( $1009.06 \text{ m}^3/\text{d}$ );  $C_w$  为地热矿水平均热容量( $\text{J}/\text{m}^3 \cdot \text{C}$ ),按地热矿水平均温度( $53.5 \text{ C}$ )查表得  $4.1247 \times 10^6 \text{ J}/\text{m}^3 \cdot \text{C}$ ;  $t_w$  为地热矿水平均温度( $\text{C}$ ) ( $53.5 \text{ C}$ );  $t_0$  为地层恒温带温度( $\text{C}$ ) ( $24.8 \text{ C}$ );将相关参数代入公式(3)得:  $Q_w = 4359.98 \times 10^{12} \text{ J}$ 。

(ii)根据地热井地质剖面,计算地热井开采利用热储层单位面积可开采的热储量。计算公式:

$$Q_r = KHC_r(t_r - t_0), \quad (4)$$

式中,  $Q_r$  为地热井开采影响区内可采热储量( $\text{J}/\text{m}^2$ );  $K$  为热储层地热回收率( $K=0.1$ );  $H$  为地热井所利用的热储层厚度(m) ( $H=244.6 \text{ m}$ );  $C_r$  为热储层平均热容量( $\text{J}/\text{m}^3 \cdot \text{C}$ ),按热储平均温度( $53.9 \text{ C}$ )查表得  $2.372 \times 10^6 \text{ J}/\text{m}^3 \cdot \text{C}$ ;  $t_r$  为热储层地热平均温度( $\text{C}$ ) ( $53.9 \text{ C}$ );  $t_0$  为地层恒温带温度( $\text{C}$ ) ( $24.8 \text{ C}$ ),地热井深550m处的温度为  $43.0 \text{ C}$ ,井深1208m处的温度为  $64.8 \text{ C}$ ,故  $t_r = \frac{64.8 + 43.0}{2} = 53.9 \text{ C}$ 。

将上述计算参数代入计算公式(4)得:  $Q_r =$

$1688.36 \times 10^6 \text{ J}/\text{m}^2$ 。

(iii)根据热量均衡原理,按公式(5)计算热储层可采热储量与地热井开采100年排放的总热量保持均衡所需的热田面积(S)。

$$S = \frac{Q_w}{Q_r}. \quad (5)$$

将相关参数代入公式(5)得:  $S = 2582376 \text{ m}^2$ ,根据圆面积公式  $S = \pi r^2$ ,求得圆的半径  $r$  为  $906.64 \text{ m}$ 。

综上所述,九曲湾地热井可开采量为  $1009.06 \text{ m}^3/\text{d}$ ,为确保地热井可开采量的持续稳定,必须建立地热井保持区,即以地热井为中心,半径为  $1813.28 \text{ m}$  ( $2r$ ) 的圆所圈闭的范围(面积为  $10.33 \text{ km}^2$ ),在此区域内禁止再施工地热井开采地热矿水。

### 3 结束语

本文根据广西南宁市九曲湾地热井勘查评价报告数据,经地热井热矿水储量计算,确定该地热井可开采量为  $1009.06 \text{ m}^3/\text{d}$ ;根据相关标准,确定该热矿水为重碳酸钠型温热带含氨、偏硅酸、偏硼酸、硫化物的氟医疗热矿水,是比较罕见的“五料”地热矿水,具有化学疗效、物理疗效、心理疗效,有较大开发利用价值。

#### 参考文献:

- [1] 国家技术监督局. GB/T 13727-92《天然矿泉水地质勘探规范》[S]. 1992.
- [2] 国家矿产储量管理局、地矿部地矿环境管理司. GB 11615-89 中华人民共和国国家标准《地热资源地质勘探规范》[S]. 1989.

(责任编辑:尹 闯)

### 科学家成功实现低聚糖自动合成

科学家很早就找到了自动制造脱氧核糖核酸和蛋白质的方法,使研究这些生命组件变得更加容易,但是一直没有找到合适的方法在实验室高效地制造出复杂的碳水化合物。脱氧核糖核酸和蛋白质是直线分子,在这些分子里面,核苷或者氨基酸组件被单向地连接在一起,而在碳水化合物里,核苷或者氨基酸旁逸斜出,相互之间可以采用多种方式“纠结”在一起,在实验室中,很难控制这样的连接结构。最近科学家研究出一种新的方法,使科学家能够控制这些连接结构,安装不同的分支点,在实验室中快速容易地合成复杂的碳水化合物。应用新方法科学家们已经成功地合成了葡萄糖和半乳糖这两个重要的碳水化合物,他们已经成功地在实验室做到了自动合成低聚糖,为糖原组学的研究扫除了一个障碍。糖原组学是继基因组学和蛋白质组学后的新兴研究领域,主要研究糖类的结构及其功能特性,特别是糖类发挥作用的生物学机制。新方法使自动合成低聚糖成为可能,也让科学家离自动合成复杂的糖这一目标更近了一步。

(据科学网)