

# 河源市高埔岗温泉勘查与评价

陈全根

(广东省清远市国土资源局地质环境监测站, 广东 清远 511500)

[摘要] 河源市高埔岗温泉属于中低温地热田 II - 2 型, 阐述温泉区内水文地质特征, 全面分析温泉区的地温场、热盖层、热储岩性与富水性、热矿水水质特征、热储类型等总结出高埔岗温泉地热田特征, 评价热矿水可采量, 进行地热计算, 为高埔岗温泉开发利用提供科学依据。

[关键词] 水文地质; 地热田; 可采量; 评价

[中图分类号] P314.1 [文献标识码] B [文章编号] 1004-1184(2015)01-0045-02

河源市已查明的 32 处温泉点, 热水温度 26℃ ~ 89℃, 高埔岗温泉属于中低温地热田 II - 2 型, 井口水温 48.5℃ ~ 63℃, 已达到医疗矿泉水水温须大于或等于 34℃ 的要求, 温泉区内水井加权平均水温 55.62℃, 属低温地热资源温热水<sup>[1]</sup>, 其潜在开发利用价值很高。

## 1 区域水文地质

温泉区为低山、丘陵台地及阶地地貌类型。地下水循环条件除受地形、岩性控制外, 主要受北东向断裂控制, 区内赋存的地下水属松散岩类孔隙水、玄武岩孔隙裂隙水和块状、层状岩类裂隙水。

1) 松散岩类孔隙水: 分布于东江及其支流冲洪积地带, 赋存于第四系冲洪积砂、砾石、含砾中粗砂层中, 含水层厚度 1 ~ 10 m, 富水性不均, 富水程度中等 - 贫乏, 局部地段达丰富等级, 单井涌水量 53.8 ~ 586.5 m<sup>3</sup>/d, 水位埋深 1 ~ 5.5 m, 水力性质主要属潜水, 水质类型一般为 HCO<sub>3</sub> - Ca 和 HCO<sub>3</sub> · Cl - Na · Ca 型, 矿化度 0.054 ~ 0.239 g/L。

2) 玄武岩孔隙裂隙水: 赋存于玄武岩分布地带, 富水性与岩石杏仁状、气孔状构造及岩石风化程度关系密切。富水性程度贫乏, 泉流量小于 0.03 L/s, 水质类型为 HCO<sub>3</sub> - Ca · Na 型, 矿化度小于 0.05 g/L。

3) 块状、层状岩类裂隙水: 为本区主要的地下水类型, 赋存于第三系、侏罗系下统地层间裂隙孔隙, 侵入岩裂隙及构造裂隙中, 各含水岩系(体)及同一含水岩层(体), 富水性不均, 富水程度贫乏 - 中等, 局部达丰富等级, 常见泉流量 0.1 ~ 1 L/s, 单井涌水量 100 ~ 305 m<sup>3</sup>/d, 枯水季节地下水迳流模数 3.35 ~ 8.22 L/(s · km<sup>2</sup>)。在断裂带及构造裂隙发育地带, 富水性相对较强, 并形成热矿水。泉流量达 0.6 ~ 2.25 L/s, 单井涌水量大于 100 m<sup>3</sup>/d, 局部达 900 m<sup>3</sup>/d。水质类型为 HCO<sub>3</sub> - Ca、HCO<sub>3</sub> - Ca · Na、HCO<sub>3</sub> · Cl - Na · Mg、HCO<sub>3</sub> · Cl - Na · Ca · Mg、HCO<sub>3</sub> - Na 及 SO<sub>4</sub> · HCO<sub>3</sub> - Na、SO<sub>4</sub> - Ca 型, 矿化度 0.018 ~ 0.908 g/L。

## 2 温泉区地质及水文地质条件

### 2.1 地层及水文地质特征

温泉区约 8 km<sup>2</sup> 范围内分布的地层有侏罗系下统、第三系及第四系冲洪积层。

1) 侏罗系下统(J<sub>1</sub>): 构成泉区北西部低山地貌。其岩性

组成从下而上大致可分为三层, 下部为浅黄褐色厚层状石英砂岩夹页岩; 中部为黄褐色、灰绿色、灰黑色粉砂岩, 泥质页岩夹砂岩; 上部为灰色含炭砂岩, 炭质页岩互层。这套地层的含水性, 主要受褶皱构造影响产生的裂隙及层面裂隙控制。富水程度不均, 其中地下水的排泄, 主要沿裂隙呈渗出状态成泉, 汇集流量为 0.04 ~ 0.08 L/s, 水质类型为 HCO<sub>3</sub> - Ca、HCO<sub>3</sub> - Na · Ca 及 HCO<sub>3</sub> - Na 型, 矿化度小于 0.03 g/L。

2) 第三系(E): 构成温泉区内丘陵台地地貌及第四系沉积基底, 其组成岩层分属第三系下统丹霞群(E<sub>d</sub>N<sup>b</sup>)及第三系上统(N<sup>b</sup>)。

早第三系丹霞群(E<sub>d</sub>N<sup>b</sup>): 岩性由下而上分三组, 下组为紫色底砾岩、细砂岩、含钙质结核砂砾岩; 中组为棕色砂砾岩、泥质细砂岩及浅色砂岩; 上组为棕红色砂砾岩、砾岩及其互层夹细砂岩、泥质砂岩。赋存的地下水主要受断裂构造、节理裂隙及岩层孔隙控制, 在区内其富水程度为贫乏, 泉流量小于 0.025 L/s, 水质类型为 HCO<sub>3</sub> - Ca · Na 型, 矿化度小于 0.02 g/L。

晚第三系玄武岩(N<sup>b</sup>): 岩性为喜山期岩浆喷发产生的玄武岩, 其含水性及风化程度、构造作用关系密切。全风化层含水性弱, 透水性差, 为相对隔水层。强风化玄武岩含水性属弱含水层, 赋存其中的地下水与构造裂隙关系密切。弱风化玄武岩岩石坚硬, 其含水性属相对隔水层。出露于玄武岩分布地段的泉水流量为 0.025 L/s, 水质类型为 Cl · HCO<sub>3</sub> - Na · Ca · Mg 型, 矿化度小于 0.02 g/L。

3) 第四系冲积层(Q<sub>4</sub><sup>al+pl</sup>): 岩性为含卵石、砾石、砂的粉质粘土, 结构松散, 孔隙发育, 透水性良好, 含水性强, 属强含水层, 其富水程度与大气降水、地表水等补给强度关系密切<sup>[2]</sup>。区内民井平水期出水量为 30 m<sup>3</sup>/d 左右, 水质类型为 Cl · HCO<sub>3</sub> - Na · Ca 型, 矿化度小于 0.02 g/L。

### 2.2 断裂(层)构造水文地质特征

温泉区出露的断裂(层)构造, 呈北东及北西延伸。

1) 北东向断裂: 属河源断裂带的一段, 为一多期复合构造断裂带。在区内产状: 倾向南东, 倾角 36°。构成成份以石英为主的硅化带, 其岩性坚硬, 透水性含水极差。单位涌水量为 0.257 ~ 1.865 L/(s · m), 水质类型 HCO<sub>3</sub> - Na, 矿化度 0.522 ~ 1.42 g/L, pH6.62 ~ 6.73。

2) 北西向断层(F<sub>1</sub>): 代表性露头出露于温泉区硅化带中, 倾向北东, 倾角 82°, 向北西切割侏罗系地层。据井泉等温线图的等温线形态, 钻孔抽水, 各观测井自流量变化幅度

[收稿日期] 2014-09-05

[作者简介] 陈全根(1982-), 男, 江西抚州人, 工程师, 主要从事水工环地质勘查与研究工作。

推断:温泉区北西向断层,为一导水构造,其构造岩,具局部相对隔水作用。

### 3 高埔岗温泉地热田特征

#### 3.1 地面温度场

钻探工程均揭露了地下赋存的热矿水,其中除 ZK2 孔(井)静止水位在孔口以下 0.7 m 外,其余 7 口孔(井)热矿水均自流涌出孔(井)口。新老热矿水孔(井)控制的异常区,面积约 0.006 km<sup>2</sup>。孔(井)井口水温和温泉水温编制成井泉水温等温线图显示,温泉区热异常的赋存,在空间上与北东向及北西构造关系密切。

#### 3.2 热盖层

硅化带上盘的玄武岩完整性好,透水性差,含水性弱,属弱含水岩性,为热储的良好热盖层。热储为河源断裂后期活动的产物。热储产于硅化带中,其岩性以硅质碎裂岩类为主,钻井揭穿此类岩性,先为漏水,而后涌水。完整的硅化带,岩性坚硬,结构紧密,故热储顶板以上的硅质岩,属热盖层组成岩性之一。

#### 3.3 热储岩性与富水性

温泉区热矿水含水带为河源断裂硅化带中的后期断裂构造岩带。岩性为硅质碎裂岩、构造角砾岩及硅质糜棱岩。钻井控制的热矿水含水带埋深 76~148.95 m,位于硅化带上盘以下(垂向)1.3~64.5 m,总厚度 11.63~20 m。各钻井的热矿水含水带有关特征参数如表 1。

表 1 钻井热矿水含水带特征参数

井号	井深 (m)	含水带赋存位置 (m)	含水带厚度 (m)		岩性	单位涌水量 (l/s·m)	渗透系数 (m/d)	备注
			单层	总厚				
ZK1	158.08	141.4~158.08	--	16.8	硅质碎裂岩、糜棱岩	0.331	2.458	
ZK2	141.50	89.5~97.5	8	20	硅质碎裂岩	1.442	9.01	ZK4 井单位涌水量为双干扰抽水的单位涌水量
		112.4~120.3	7.9					
ZK4	160.58	128.1~132.2	4.1	11.63	碎裂岩、构造角砾岩	0.610	--	
		148.95~160.58	--					
ZK8	104.63	76~87	11	14	硅质碎裂岩	0.257	2.286	
		90~93	3					

#### 3.4 热矿水水质特征

在钻井中采取热矿水全分析水样。检测结果显示区内热矿水水质类型为 HCO<sub>3</sub>-Na,矿化度 0.55~1.42 g/L,pH 6.62~6.9。水中有 H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>、F、Ra 含量达到医疗用热矿水命名标准,游离 CO<sub>2</sub>、Rn 达到有医疗价值浓度。

#### 3.5 热储深部的温度推算

据区内三个探采结合井的井水水质全分析成果,水中钾、钠、镁含量之间可比性较差,且含量不高。水中偏硅酸含量,二个井的水样,基本一致;另一个亦相差 50% 左右。据此,热储深部的温度推算:采用 SiO<sub>2</sub> 温标计算公式(1)及新西兰经验公式(2),即:

$$T_1 = (1.315 / (5.205 - \log \text{SiO}_2)) - 273.5 \quad (1)$$

$$T_2 = 32.7 (\text{SiO}_2)^{0.311} \quad (2)$$

上列式中的 SiO<sub>2</sub>,由水质分析成果的偏硅酸 mg/L 含量换算为 SiO<sub>2</sub>mg/L 含量,按式(1)计算 T<sub>1</sub> = 144.73℃;按式(2)计算 T<sub>2</sub> = 143.04℃,二者相差甚微。

如将三口井的水中 SiO<sub>2</sub> 含量取平均值进行计算:T<sub>1</sub> = 134.33℃,T<sub>2</sub> = 135.05℃。综合温泉区水文地质与热异常场特征推测,计算的热储深部温度以 144.00℃ 比较可靠。

#### 3.6 热储类型及热矿水补给来源

在区域水文地质单元上,泉区处于东江水系汇水区的地下水一级排泄区。温泉区热储类型为开启型构造裂隙带状热储。赋于其中的热矿水,为深循环地下水在径流途径中溶入有用元素和组份,并经地下深部热源加热而形成。从河源断裂展布地带的分水岭走向、水系流向及其与次级构造的切割关系综合推断,深循环地下水的补给来源,以河源断裂下盘及上盘常温地下水及相关汇水区的降水与地表水为主。

### 4 温泉区热能计算

高埔岗温泉进行了 ZK1、ZK2、ZK8 单孔抽水;ZK1 与 ZK4、ZK2 与 ZK8 双井干扰抽水及群孔抽水试验。综合温泉

流量、各井自流量、群井抽水试验涌水量及各井预计 30 m 降深采水量,高埔岗温泉区热储可采水量<sup>[3]</sup>:C 级 1 109 m<sup>3</sup>/d,C+D 级 3 237 m<sup>3</sup>/d,E 级 7 287 m<sup>3</sup>/d。而热能计算为:

计算公式:

$$E_w = 0.48458 \times 10^{-4} \times Q(t_{ep} - t_{25})$$

式中: E<sub>w</sub> 为热能(M); Q 为热矿水可采水量(m<sup>3</sup>/d); t<sub>ep</sub> = 热矿水平均水温(℃); t<sub>25</sub> = 热矿水利用后排放水温(取 25℃); 0.48458 为单位换算系数

温泉区热矿水热能计算,采用 C+D 级热矿水储量,水温取 ZK1、ZK2、ZK4、ZK8 四口井热矿水水温加权平均值即: = 55.62℃

温泉区热矿水所含热能为:

$$E_w = 0.48458 \times 10^{-4} \times 3237.1(55.62 - 25) = 4.8\text{MW}$$

### 5 结语

(1) 高埔岗温泉位于河源断裂与北西向 F1 断层组交汇部位。河源断裂,是热矿水的储水和控热构造。北西向断层,为热矿水的导水、导热和储水构造。属开放型构造裂隙带状热储。

(2) 高埔岗热矿水,井口水温 48.5℃~63℃,已达到医疗泉水水温须大于或等于 34℃ 的要求,四口水井加权平均水温 55.62℃,属低温地热资源温热水,其潜在开发价值很大。

(3) 根据群井抽水试验,高埔岗温泉区 C+D 级可采水量为 3 237 m<sup>3</sup>/d,加权平均水温为 55.62℃,据此换算出的电能为每小时 4.8 MW。热矿水属小型低温地热资源温热水。

#### 参考文献

[1] 国家技术监督局. GB/T13727-92 天然矿泉水地质勘探规范[S]. 1992.  
 [2] 蒋辉. 专门水文地质学[M]. 北京:地质出版社. 2007.  
 [3] 广东省核工业地质局二九二大队. 广东省高埔岗温泉区地质勘查报告. 2003.