

文章编号:1671-4814(2009)03-195-05

庐山星子温泉及其地热田的基本特征*

郑乾墙, 邓有平, 吴力泓

(江西省勘察设计研究院, 江西南昌 330095)

摘要:庐山星子温泉,位于庐山南麓的星子县温泉村,泉水水温最高达72℃。热矿水类型为氟水、硅水、硫化氢水和氨水,适宜休闲、旅游、度假、理疗开发利用。在温泉出露处以西约1 km 南山公路的南侧,钻孔揭露见地热水,水温63℃。两地地热水的特征有其相似性,其形成与分布都受控于EW、NNE、NW向断裂,但二者又有各自相对独立的热储结构。

关键词:温泉; 地热田; 基本特征; 庐山

中图分类号:P314

文献标识码:A

1 引言

庐山是我国著名的风景名胜区,庐山星子温泉是景区附近唯一的一处地热水出露点,从1955年至2003年,我国科技人员对温泉不断地进行科学研究,取得了不少成果,先后共进行了9次调查与水质分析,3次勘查,凿建了5个水温在60℃以上的探采结合热水井(S1~S5)(图1),探明温度大于60℃的热水C级允许开采量为3 725 m³/d,每小时放热量为7.46×10⁶ kcal(能利用储量按100年计)。2005年,在温泉以西约1 km处南山公路的南侧,施工一钻孔(K1),见有水温63℃的地热水,从此庐山地热水又有了新的研究区域。五十年来,从开始对温泉的多次研究到2005年新地热水点的发现,促使我们对庐山地热研究向更广更深的方向进行,使我们对庐山地热水的形成与分布有了重新的认识,而这种新认识对今后庐山地热水的继续研究和勘查将会有很好的参考意义。

2 庐山地热水分布

庐山地热水的分布,主要在两个地方,一是温泉出露区(以下简称东区),另一在温泉出露处以西约1 km山南公路南侧(以下简称西区)。东区地热水位于星子县温泉村近东西向的山间谷地中,以上升泉的形式出露,共有九个泉点,出露标高48 m左右,呈近东西向条带状展布,水温62~72℃,据1977年测量资料,泉水总流量为342 m³/d,温泉水无色透明,有硫化氢气味。由于在温泉旁边有生产井开采地热水,水位下降,原温泉已经断流。西区地表无地

* 收稿日期:2009-03-02

第一作者简介:郑乾墙(1960~),男,高级工程师,主要从事地热地质、水文地质、工程地质工作。

热异常显示,仅施工一个钻孔见及,水温63℃,水位埋深56 m左右。东、西两地的地热水无水力联系,分属两个不同的地热水富集区,且分布面积都较小。

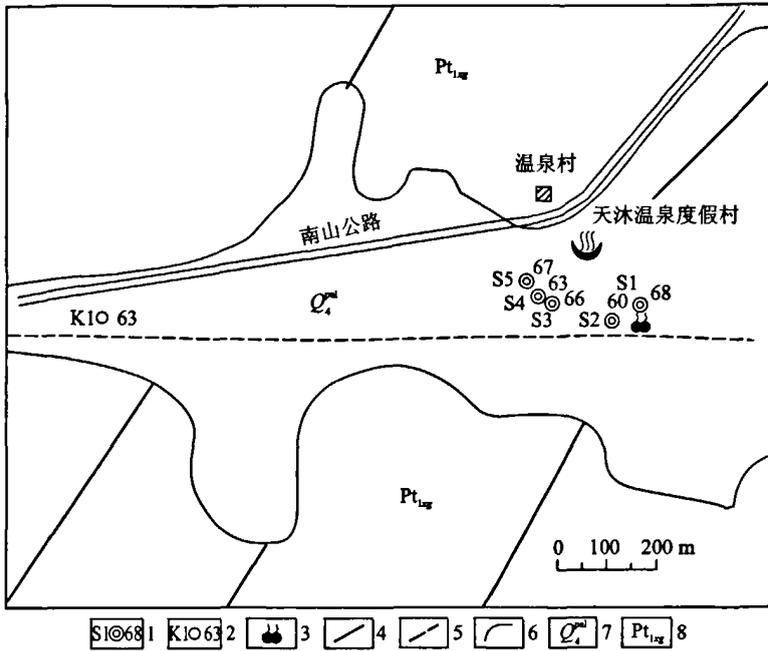


图1 庐山地热水点分布图

Fig. 1 Distribution of geothermal water points in Lushan

- 1—热水井(左编号,右水温℃);
- 2—热水孔(左编号,右水温℃);
- 3—原温泉群(已断流);
- 4—实测断裂;
- 5—推测断裂;
- 6—地质界线;
- 7—第四系全新统洪冲积层;
- 8—元古界星子群归宗寺变粒岩

3 地热储存条件与富水性

3.1 热储条件

东区和西区的地热水都位于近EW向和NNE向断裂构造的复合部位^[1],多组断裂的叠加,使得在断裂复合部位裂隙发育,影响深度大,热水就赋存这些断裂破碎带的裂隙之中。这些含热水的裂隙相互勾通,成为带状裂隙热储,厚度一般10~30 m,破碎带热储岩性为燕山晚期花岗伟晶岩和元古界片岩。由于多个方向的断裂组合,使得裂隙的分布非常复杂。含热水的各裂隙之间既有水力联系,又有疏亲之分,如在地热勘查施工钻孔时,两孔距离1.5 m,一孔未见热水,另一孔却见到水温64℃的热水,且单孔出水量超过1 000 m³/d。可见储存热水裂隙的分布范围是狭窄且界限分明,无论是在平面上或是垂向上,偏离了断裂破碎带水温明显下降。据钻孔揭露,东区的热储埋深一般为100~200 m之间,现水位埋深8~10 m,标高36~40 m,而西区的热储埋深则在350~450 m之间,水位埋深56 m左右,标高20 m左右。

3.2 富水性

地热水平面分布受断裂控制,NNE向断裂构造与NW向及EW向断裂交汇处的裂隙带富水性较好,起导热作用,控制地热水的分布,不同的NNE向断裂构造和EW向断裂构造的复合,形成了东区和西区两个地热水富集区,据对水温60℃以上钻孔抽水试验,东、西两区单

孔出水量为510~1 538 m³/d(表1),表中S1、S2、S4、S5号孔为群孔干扰抽水试验数据,S3、K1号孔为单孔抽水试验数据。

表1 抽水试验结果表

Table.1 Result of pumping test

孔号	S1	S2	S3	S4	S5	K1
水位降深(m)	4.95	5.90	1.9	12.91	4.5	73.4
钻孔出水量(m ³ /d)	986	527	840	812	1538	510

地热水在垂向上也有一定的分布规律,例如在钻孔施工中,从地表往深部钻进时,当未遇到含热水的裂隙时,水温随深度缓慢增高,继续钻进遇到含热水裂隙时,水温突然增至60℃以上,可达64~67℃左右,钻孔冲洗液全漏;再继续钻进,穿过含热水裂隙后,水温变化不大(表2)。水温的变化,受含热水裂隙的控制非常明显。

表2 地热钻孔测温表(℃)

Table.2 Temperature test of geothermal boreholes(℃)

孔深(米)	S4 温度	S5 温度	孔深(米)	S4 温度	S5 温度	孔深(米)	S4 温度	S5 温度
30	25	27	100	30.5	40	170	43	67
40	26	28	110	31	42	180	57	66.5
50	27	30.5	120	32	45	190	62	66
60	27.5	33	130	33	47	200	62	66
70	28	35	140	34	49	210	64	66.5
80	29	36	150	36.5	51	220		66.5
90	30	38	160	38	64	230		67

4 地热水的补给、径流、排泄

地热水的补给水源是大气降水^[2],地热水分布区的南北两侧外围山地地势高,尤其北侧庐山更高,在这里获得大气降水补给的地下水,其补给量相对稳定,沿断裂裂隙下渗,在重力和水头差压力的作用下,顺断裂裂隙通道进行深循环径流,据以前的研究资料,温泉热水的循环深度约3 700 m^[3],循环途径较长,渗透缓慢,径流途中接受梯度增温,获得地热能,水温升高,形成热水,当热水循环至EW向和NNE向断裂复合部位时,沿裂隙通道上升出露地表形成温泉。

5 地热水水化学成分的特征

根据历次水质分析,庐山地热水主要有如下特点:

- (1)低矿化度:每升水中矿物质只有0.3~0.4 g左右。
- (2)弱碱性:pH在7.6~8.6之间。
- (3)感观性好:无色,无味,清澈透明。
- (4)含氟量高:每升水中氟含量达7.0~18 mg。
- (5)具放射性:放射性元素含量为氡(Rn)130~140 Bq/L。
- (7)偏硅酸含量高:每升水中含量可达90~260 mg/L。

(6)含硫化氢:每升水中总 H_2S 量为 $3.17\sim 4.25$ mg。

氟、氡、偏硅酸、硫化氢含量超过地热矿水命名标准,属硅、氟、硫化氢、氡医疗矿水,适宜洗浴、理疗、旅游等使用^[4]。

6 地热水成因综述

庐山地热水的类型是断裂裂隙水热对流型地热水,热源不是火山喷发,也不是岩浆侵入,而是地下水沿断裂裂隙深循环的梯度增温。庐山地热水的形成和分布受控于NNE、EW、NW向三组断裂,地下水在较高的位置接受大气降水补给后,受迫沿断裂裂隙下渗进行深度达3 700 m的深循环,获得地球内部的地热能后被加热成为热水。热水在深循环途中对岩石溶滤及岩石中某些矿物的受热分解,使热水中形成一些特殊的化学成分。三组不同方向断裂的复合部位岩石破碎,裂隙发育,有利于地热水上升导出至地表或地下浅部,形成了温泉和现在钻孔揭露到的地热水^[5]。

7 结论

庐山地热水水温 $60\sim 68$ °C,属于低温热水资源;每小时放热量为 7.46×10^6 kcal,属小型地热田;C级允许开采量为 $3\ 725$ m³/d,可建设大型地热开发利用项目。热储埋藏较浅,一般小于500 m。地热水的形成和分布受断裂裂隙的控制非常明显,EW向断裂控制着地热异常的分布,而NNE、NW、EW向三组断裂复合部位的裂隙则是地热水上升的较好通道,成为地热水的聚集区。断裂裂隙构成了带状裂隙型热储,同时也是地热水的径流通道,热储无盖层或盖层较薄,大气降水是地热水的补给源,这就是庐山星子温泉地热田热储、通道、盖层、补给源四大要素的基本特征。地热水中富含氟、偏硅酸、硫化氢、氡,具有很高的开发价值。

庐山星子温泉研究,断断续续五十年,对水温高于 60 °C热水的成因和分布有一定的了解,但对地热水的可开采量评价级别不高。西区地热水是2005年才发现的,且只是一孔之见,其研究还很粗略,这些问题都有待于有兴趣的同仁继续研究。

参考文献

- [1] 李学礼,杨中耀. 江西温泉形成的地质构造条件分析[J]. 华东地质学院学报,1992, 15(3):221-228.
- [2] 蔡义汉. 地热直接利用[M]. 天津:天津大学出版社,2004.
- [3] 李学礼,史维俊,杨中耀,等. 庐山星子温泉的形成条件及成因研究[J]. 华东地质学院学报,1992, 15(3):229-233.
- [4] 张戈,赵学良,王玉力,等. 辽宁省海城市西荒地地热资源及其医疗价值初探[J]. 资源调查与环境, 2008, 29(1):24-29.
- [5] 杨起俭,杨明,李宁. 沂沭断裂带成热地质条件研究[J]. 地质调查与研究,2008, 31(3):278-284.

Xingzi hot spring and basic features of geothermal field, Lushan, Jiangxi province

ZHENG Qian-qiang, DENG You-ping, WU Li-hong

(Institute of Survey and design of Jiangxi Province, Nanchang, 330095, China)

Abstract

Xingzi Hot Spring is located at the south of Lushan Mountain in the Hot Springs Village, Xingzi County, Jiangxi province, the highest water temperature is 72 °C. The types of the hot mineral water include fluoride water, silicon water, hydrogen sulfide water and radon water, which are suitable for the development of recreation, tourism, vacation and physical therapy. The geothermal water with temperature of 63 °C has been found by drilling at the south side of Nanshan Highway which is about 1km west away from the hot spring outcropped area. The characteristics of the geothermal water in the two places have some similarities, the formations of them are controlled by EW, NNE, and NW-trending faults, however, they also have respective geothermal reservoir structure.

Key words: hot spring; geothermal field; basic feature; Lushan