

重庆市沥鼻峡背斜地热地质特征

樊新庆,尚亚军,胡前川

重庆市地质矿产勘查开发局 208 水文地质工程地质队,重庆 400700

摘要:采用经验总结法和文献研究法,通过对沥鼻峡热储构造上的温泉和地热井勘查资料进行系统研究,发现沥鼻峡背斜具有典型的层状热储结构特征,是目前华蓥山复式背斜钻获地热水水温最低的热储构造,地热水以硫酸钙型水质为主,目前已知地热井和温泉具有水温普遍低于 37 ℃和水量衰减较明显的特征.初步认为钻获地热水温低可能与构造有一定的关系.

关键词:沥鼻峡背斜;地热地质;温泉;热储结构;重庆市

GEOHERMAL CHARACTERISTICS OF THE LIBIXIA ANTICLINE IN CHONGQING CITY

FAN Xin-qing, SHANG Ya-jun, HU Qian-chuan

No. 208 Team of Hydrogeology and Engineering Geology, Chongqing Bureau of Geology and Mineral Exploration, Chongqing 400700, China

Abstract: With experiential summary and literature research, through systematic study on the exploration data of hot springs and geothermal wells in Libixia geothermal reservoir structure, it is found that the Libixia anticline has the characteristics of typical layered thermal reservoir structure. The geothermal water is dominated by calcium sulfate type, with the presently lowest water temperature drilled in Huaying Mountain anticlinorium. The currently known geothermal wells and hot springs are generally lower than 37 ℃ in water temperature, with obvious attenuation in water amount. It is suggested that the low geothermal water temperature be related to the structure.

Key words: Libixia anticline; geothermal geology; hot spring; geothermal reservoir; Chongqing City

重庆市的沥鼻峡、温塘峡、观音峡、铜锣峡等峡谷中均有温泉出露,温泉资源十分丰富,以“山山有热水,峡峡有温泉”而著名.2012年10月26日,重庆被授予“世界温泉之都”的称号.为了更好地促进重庆市“世界温泉之都”建设,科学合理勘查地热水资源成为目前迫切需要解决的问题.

1 区域背景

沥鼻峡背斜位于亚热带湿润季风气候区.气候湿润,雨量充沛,具有云雾绵雨多的特点.年平均气温 18.3 ℃,极端最高气温 39.7 ℃,极端最低气温 2.3 ℃,降雨主要集中在每年的 5~9 月,年平均降雨量 1231.2 mm^①.

收稿日期:2018-06-15;修回日期:2018-09-12.编辑:张哲.

基金项目:重庆市国土资源和房屋管理局项目“重庆市璧山县福禄镇地热水资源勘查”(项目编号 K4-4-2).

作者简介:樊新庆(1974—),男,高级工程师,主要从事水文地质、区域地质、地热地质研究,通信地址 重庆市北碚区劳动村 10 号,E-mail//284631799@qq.com

①重庆市璧山县福禄镇地热水资源勘查.

表1 沥鼻峡背斜温泉(地热井)统计表
Table 1 Statistics of hot springs (geothermal wells) in Libixia anticline

钻井名称	构造部位	水温/℃	水量及变化/(m ³ /d)	水化学类型	主要含水层位	矿化度/(g/L)
合川市盐井镇温泉	背斜西翼	27	0(8493.0)	HCO ₃ -SO ₄ -Ca	嘉陵江组	0.21
铜梁县陈家湾温泉		25(28)	420(1431)	SO ₄ -Ca·Mg	嘉陵江组	1.9
铜梁三谊石煤洞温泉		28	6000(8000)	SO ₄ -Ca	雷口坡组和嘉陵江四	
铜梁县西温泉		35	0(2000)	SO ₄ -Ca·Mg	嘉陵江组四段	
铜梁西温泉地热井		35	0(2000)	SO ₄ -Ca·Mg	嘉陵江组四段	1.943
合川沥鼻峡地热井		32	未开发(80)	Cl-Na	嘉陵江四段和三段	17.16
璧山凤湖仙山山地热井	背斜东翼	37	水量有减小趋势(3886.96~4119.55)	SO ₄ -Ca	雷口坡和嘉陵江四段	1.29~1.398

注:括弧内数字为历史数据。

出露地层自背斜轴部向两翼有三叠系下统嘉陵江组(T_{1j})灰岩和白云岩、中统雷口坡组(T_{2l})泥灰岩和页岩、上统须家河组(T_{3xj})砂岩,侏罗系下统珍珠冲组(J_{2z})和自流井组(J_{2zl})泥岩和粉砂岩、侏罗系中统新田沟组(J_{2x})和沙溪庙组(J_{2s})泥岩、侏罗系上统遂宁组(J_{3sn})泥岩和砂岩,以及厚度较小呈零星分布的第四系(Q)松散堆积层。

地形地貌严格受地质构造和出露地层岩性的控制。在地质构造的作用下,背斜总体呈现低山地貌。背斜山轴部由于碳酸盐岩地层裸露,受溶蚀作用,形成一条自北向南展布的槽谷,背斜两翼须家河组砂岩形成两条山岭。背斜轴部局部三叠系飞仙关组泥页岩出露形成一条山岭,将碳酸盐岩槽谷一分为二,并与两翼须家河组形成的两条山岭共同形成了“一山、二槽、三岭”的地貌形态^[1]。沥鼻峡背斜最高点海拔 860 m(背斜中部的茅垭),最低点 200 m(背斜北部沥鼻峡谷),相对高差 660 m。背斜翼部侏罗系沙泥岩地层形成高丘、中丘、低丘、缓丘和平坝地貌。

2 地热地质基本特征

构造作用致使沉积岩隆起形成背斜,在江河流水的侵蚀下,地下热水被揭露于峡谷中形成温泉。此类成因的温泉在沥鼻峡背斜有合川市盐井镇温泉、铜梁县陈家湾温泉和铜梁县西温泉,主要分布于背斜的北段。在开采三叠系须家河地层中的煤炭资源时,井巷施工过程中无意揭露地下热水形成温泉。沥鼻峡背斜有铜梁三谊石煤洞温泉,分布于背斜北段。还有一种类型是为了发展温泉旅游业,在背斜翼部或轴部采用钻井揭露地下热水形成的温泉。在沥鼻峡背斜有合川

沥鼻峡地热井(钻井深 2768 m)、璧山凤湖仙山山地热井(钻井深 1919 m)、铜梁县西泉地热井(钻井深 290 m),此类温泉也分布于背斜的北段。

沥鼻峡背斜两翼均存在地热水资源,从目前已有地热显示看(表 1、图 2),主要集中在背斜北段西翼,也就是背斜地层产状较陡倾的一翼。通过对该背斜人工钻探成功的地热井研究发现:地热水含水层有三叠系雷口坡组和嘉陵江组三段、四段碳酸盐岩含水层,并且以四段居多。地热水的水温表现为人工钻井略高,一般在 32~37 ℃之间,天然温泉和煤洞温泉略低,一般在 25~35 ℃之间,水温普遍低于 37 ℃,属于低温地热资

表2 沥鼻峡背斜主要地热水井(泉)水化学特征
Table 2 Hydrochemical characteristics of the main geothermal wells (hot springs) in Libixia anticline

项目	璧山凤湖仙山山地热井	合川区沥鼻峡地热井	铜梁县西温泉地热井
pH 值	7.51~7.93	6.96~7.64	7.05
SO ₄ ²⁻ /(mg/L)	798.53~876.33	1247.51~1858.20	1122.40
Cl ⁻ /(mg/L)	3.18~5.59	2479.11	22.50~24.10
HCO ₃ ⁻ /(mg/L)	146.11~150.03	146.01~215.95	187.00~196.00
Ca ²⁺ /(mg/L)	276.48~308.72	470.94~559.03	424.43
Mg ²⁺ /(mg/L)	59.74~65.01	102.06~120.92	123.80~127.30
H ₂ S/(mg/L)	0~0.11	28.49	0.52~0.53
偏硅酸/(mg/L)	25.54~26.32	49.14	37.40~39.10
偏硼酸/(mg/L)	0.26~1.01	112.88	1.38~3.43
氟/(mg/L)	2.25~2.40	2.75~4.05	2.00
锶/(mg/L)	6.74~11.468	24	11.50~15.00
总硬度/(mg/L)	2044.62~2149.72	17160	1943.72
地热水化学类型	SO ₄ -Ca·Mg	Cl-Na	SO ₄ -Ca

源中的温水. 天然温泉和煤洞温泉水量衰减明显, 从历史上的上千方衰减至枯竭, 说明人类工程活动对其影响明显, 导致水量衰减. 水质以硫酸钙型水质为主, 总矿化度大于 1 g/L, 偏硅酸含量一般较高(表 2).

3 热储结构特征

沥鼻峡背斜具有典型的层状热储结构特征. 自上而下为热储盖层、热储层和下部隔水层(图 3). 热储盖层由侏罗系泥岩和页岩以及须家河组砂岩组成, 视厚度自背斜轴部向翼部逐渐增加, 人工地热钻井多选择盖层视厚度 1313~2224 m 处实施(表 3). 热储层以雷口坡和嘉陵江组灰岩和白云岩地层为主, 视厚度 443~

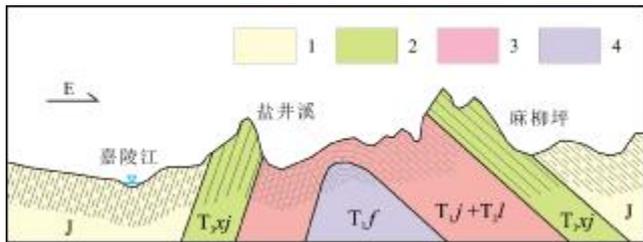


图 3 沥鼻峡背斜热储结构特征图

Fig. 3 Geothermal reservoir structure of Libixia anticline

1,2—热储盖层(geothermal reservoir cap rock); 3—热储层(geothermal reservoir); 4—下部隔水层(lower aquiclude)

表 3 沥鼻峡背斜主要地热水井热储结构

Table 3 Thermal reservoir structure of the main geothermal wells in Libixia anticline

地热钻井	结构	地层岩性	钻井深度/m	地层厚度/m
合川沥鼻峡 地热井	盖层	侏罗系沙泥岩	0~1680	1680
		须家河砂岩	1680~2224	544
	储层	雷口坡碳酸盐岩	2224~2300	76
		嘉陵江酸盐岩	2300~2768	468
璧山凤湖仙 山地热井	盖层	侏罗系沙泥岩	0~847	847
		须家河砂岩	847~1202(1268~1313)	355(45)
	储层	雷口坡碳酸盐岩	1202~1268(1313~1390)	66(77)
		嘉陵江酸盐岩	1390~1919	529
璧山福禄 镇地热井	盖层	侏罗系沙泥岩	0~1525	1525
		须家河砂岩	1525~1937	412
	储层	雷口坡碳酸盐岩 嘉陵江酸盐岩	1937~2380.05	443.05

注: 括弧内数据是断层造成的重复地层的厚度.

606 m. 由于构造剥蚀和溶蚀作用, 热储层在背斜北段轴部裸露, 自背斜轴部向翼部逐渐深埋地下. 热储层下部为三叠系下统飞仙关组隔水层^[2], 该层主要为紫红色泥岩和灰岩互层, 轴部偶有裸露(背斜北段), 向翼部逐渐深埋地下.

4 沥鼻峡背斜热储温度特征

沥鼻峡以往实施地热钻井的物探测井资料显示, 自北向南, 合川沥鼻峡地热井(水温 35 °C)井底(2768 m)温度 70 °C 左右. 璧山县凤湖仙山地热井(水温 37 °C)实测 1475 m 处井温 42.8 °C, 该井深 1268~1313 m 处钻遇断层, 测井曲线显示, 在井深 1313~1394 m(34 °C)处温度略有下降, 后继续升高至井底 42.8 °C. 璧山县福禄镇 RK3 井(无水)实测 2370 m 处井温 46.73 °C. 沥鼻峡背斜西侧的西山背斜实施的大足龙水湖地热井(水温 51 °C)井深 1859.18 m, 物探测井井底温度 51.09 °C. 沥鼻峡背斜东侧的温塘峡背斜实施的澄江镇地热井(水温 44 °C)井深 1997.68 m, 物探测井井底温度 47.6 °C.

沥鼻峡复式背斜地热井井底温度与周边热储构造地热钻井井底温度均较接近, 但是钻获水温却较周边热储构造低, 是目前华蓥山复式背斜钻获地热水水温最低的热储构造.

5 结语

沥鼻峡复式背斜的地热地质特征是在特定的自然地理、地形地貌、地质构造和地温场等因素综合影响下形成的, 具有独特的特征. 地热水以硫酸钙型水质为主, 目前已知地热井和温泉水温普遍低于 37 °C, 水量衰减较明显, 而且地热显示点主要分布于背斜北段, 具备热储盖层、热储层和下部隔水层等层状热储结构特征. 沥鼻峡与周边热储温度较接近, 钻获地热水温度较周边热储钻获地热水温低可能与构造有一定的关系, 有待今后研究证实.

参考文献:

[1] 张润甲. 重庆喀斯特槽谷土地利用模式的探讨[D]. 重庆: 西南大学, 2009.
 [2] 李东升, 刘东升. 重庆地热水资源热储构造与径流补给[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2011, 39(4): 19-23.