

青海省共和盆地恰卜恰地热田热储特征及开发利用

赵振

(青海省环境地质勘查局,青海 西宁 810007)

[摘要] 以共和县恰卜恰地热田地热地质条件为背景,结合恰卜恰地区多年地热资源勘查资料,论述了共和盆地恰卜恰地热田热储特征,指出了地热资源开发可持续应用方向,对类似盆地的地热资源的勘查和开发利用具有一定的借鉴意义。

[关键词] 共和盆地;恰卜恰地热田;热储特征

[中图分类号] P64 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1004-1184(2013)05-0008-03

恰卜恰镇位于共和盆地东北部,是海南藏族自治州的首府和共和县政府所在地,为全州政治、经济及文化中心。地热田地理坐标:东经 $100^{\circ}31' \sim 100^{\circ}45'$,北纬 $36^{\circ}10' \sim 36^{\circ}20'$,北起尔寺,南至次汗土亥的恰卜恰河谷,宜于开采的地热区面积为 61 km^2 。六、七十年代以来,已发现多处地热显示点,尤其是2007年施工的R1号地热井,该井勘探孔深1200 m,探明700-1200 m间具有良好的热储层,井口水温 72.5°C ,出水量达 $1136 \text{ m}^3/\text{d}$,具有广泛的利用空间和较高的经济价值^[1]。该文以共和县恰卜恰地热田地热地质条件为背景,结合恰卜恰地区多年地热资源勘查资料,论述了共和盆地恰卜恰地热田热储特征,指出了地热资源开发可持续应用方向,对恰卜恰地热田地热资源的开发利用以及地热区远景规划具有重要意义。

1 区域地热地质条件

共和盆地处于昆仑山脉与秦岭山脉之间,为一个呈NW向展布的菱形山间盆地。大地构造单元属于秦祁昆断褶系东昆仑、西秦岭造山带接合部位,但在地质构造、岩浆作用、地貌特征上又有别于秦岭、昆仑造山带,以独特形式表现出来,传统称之为“共和缺口”^[2]。按地质力学划分,属昆仑—秦岭纬向构造带与河西系构造复合部位的沉降带。按板块构造观点称之为中央造山带“秦昆岔口”^[3]。

共和盆地是新近纪初形成的断陷盆地,四周被断褶带隆起山地围限,北侧是青海南山断褶隆起带,南侧是河卡南山断褶隆起带,西为鄂拉山构造岩浆岩带,东为瓦里贡山构造岩浆岩带。

共和盆地周边均受山前深大断裂的控制,挽近期构造活动强烈,山体隆升,盆地大幅度下降,沉积了较厚的第四系冲洪积、河湖相堆积物和新近系湖相堆积物,上部为砖红

色泥岩、砂质泥岩互层,下部为褐红色砂质泥岩夹砂砾岩。仅在盆地南部边缘局部有侏罗系羊曲组出露,岩性为灰绿、灰白色砂岩、砾岩夹煤线的泥岩组成。三叠系广泛出露在盆地周边隆起区和组成盆地基底,下、中、上三统俱全,下、中统为海相,上统为陆相。

侵入岩主要是印支—燕山期,以花岗岩、花岗闪长岩、石英闪长岩和斑状花岗岩等为主,侵入于中、下三叠系。由三叠系和印支—燕山期中酸性岩体构成褶皱基底。

盆地内发育有三级湖相阶地和多级黄河阶地,说明中更新世以来,盆地随青藏高原隆升一直处于间歇性抬升状态^[4]。

2 地热田地热显示

根据野外调查及收集的前人资料,共计54个地热异常点(钻孔、生产井、民井、泉水)资料分析,泉水点主要分布在恰卜恰河谷中下游(上他买以东南一带)及阿乙亥沟一带沟谷深切区,泉水多以下降泉为主,少数为上升泉,一般水量小于 1.0 L/s ,最大为 4.97 L/s ,水温一般在 $12 \sim 17^{\circ}\text{C}$,分布在中下游冲洪积平原一带的钻孔、生产井,孔深一般在 $96.00 \sim 310.00 \text{ m}$,井口水温 $24 \sim 42.5^{\circ}\text{C}$,在恰卜恰镇河谷平原一带,地下水埋藏较深,在 300 m 以内井深中,水位埋深 $18.00 \sim 94.5 \text{ m}$ 不等,井口实测水温在 $15.5 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 。在恰卜恰镇南青年公园内施工一口地热勘探井,井深 1203.48 m , $697 \sim 1150 \text{ m}$ 热储段内出水量达 $1136 \text{ m}^3/\text{d}$,水温高达 72.5°C ^[1]。

3 恰卜恰地热田热储特征^[1]

恰卜恰河冲洪积平原第四系下更新统地层和新近系碎屑岩地层均存在有热储层,从热储埋藏条件热储特征及控

[收稿日期] 2013-04-28

[基金项目] 中国地质调查局全国地热资源调查评价(1212011220842)

[作者简介] 赵振(1982-),男,河南郸城人,工程师,主要从事水文地质、环境地质、地热地质调(勘)查评价工作。

热控水因素初步分析,其热储类型应属层状热储兼有带状热储的特征。现分第四系下更新统热储和新近系热储分述于下:

3.1 下更新统低温热储特征

该热储在恰卜恰镇以北地段,地热流体以第四系孔隙潜水或弱承压水存在,水位埋深 70~95 m,热储层为第四系下更新统冲湖相的粉细砂、中砂及含砾中粗砂夹亚砂土、亚粘土薄层,厚度大于 100 m,单位涌水量 0.70~2.70 L/s·m,换算单井涌水量(10 吋口径,5 m 降深) 300~546 m³/d,富水性中等,水温 8~30℃;恰卜恰镇南至上他买冲洪积平原,热储顶板埋深 45~52 m,盖层岩性为亚粘土,厚 18~25 m,热储层为第四系下更新统含砾中粗砂、中细砂,厚度大于 100 m,水位埋深 8.40~11.35 m,属承压水,单位涌水量 3.07~5.86 L/s·m,换算单井涌水量 1 327~2 532 m³/d,属

水量丰富地段,水温 27℃;上他买至阿乙亥沟地段,随着恰卜恰河谷的深切,地势随之降低,有自流水分布,热储顶板埋深 21.00~52.97 m,水头高出地面 10.01~15.43 m,自流量为 6.877~12.17 L/s,水温 18~35℃(表 1)。

综上所述,下更新统低温热储盖层厚度从北向南由 >120→52→21 m,热储厚度由 410→530→300→70 m,岩性为下更新统粉细砂、中粗砂及含砾中粗砂,透水性好、富水性较强,单位涌水量 0.70~2.70 L/s,换算涌水量 300~1 300 m³/d,水温 18~35℃,矿化度 0.404~0.641 g/L,属 CL·HCO₃·SO₄-Na 型水。据 300 m 内测温资料计算,下更新统低温热储地热梯度为 5.06~8.10℃/100 m,热流值为 1.61~1.78。该低温热储具有埋藏浅、易开采、水量大、水质好的特点,只是温度低,具有一定的开发利用价值。

表 1 第四系下更新统低温热储水文地质资料一览表

地段	井号	位置	孔深(m)	热储层厚度(m)	水位埋深(m)	水位降深(m)	涌水量(L/s)	水温℃	水化学类型
恰卜恰镇北	水 6	东香卡	321.0	160.0	93.00	3.80	11.389	29℃	0.404 HCO ₃ ·SO ₄ -Na·Ca 0.653
	水 4	师专院内西北角	320.1	186.1	85.66	3.04	8.206	18℃	CL·SO ₄ ·HCO ₃ -Na 0.602
	水 5	州招待所东南	300.0	207.0	87.60	15.80	20.00	24℃	CL·HCO ₃ ·SO ₄ -Na 0.641
镇南	水 1	二毛厂西河谷	304.0	106.50	8.40	2.91	17.054	27	CL·HCO ₃ ·SO ₄ -Na
	水 2	三毛厂西河谷	302.02	116.00	11.35	6.05	18.581	26	CL·HCO ₃ ·SO ₄ -Na
上他买- 阿乙亥沟口	CK11	下他买	96.11	9.75	+10.61		6.877	26	
	CK12	下他买	142.59		+8.50	8.50	12.17	26	
	CK23	达去乎西	175.35		+15.43	15.43	6.017	28	

3.2 新近系中低温热储特征

在恰卜恰镇以南一带,据 R1 号地热勘查井资料,新近系中低温热储顶板埋深 697 m,其上为下更新统亚粘土、亚砂土及中粗砂地层和新近系上新统大厚层泥岩,构成了良好的隔热保温盖层。其下部为新近系上新统(N₂)及中新统(N₁)的热储层段,长大于 500 m,热储层岩性为粉细砂岩、中砂岩、含砾中粗砂岩,为良好的热储层,厚 98.4 m。测试结果,静水位埋深 73.62 m,抽水降深 37.22 m,出水量为 13.148 L/s,单位涌水量为 0.353 L/s·m,1 200 m 实测井底温度为 83℃、井口温度为 72.5℃,计算地热梯度为 5.80℃/100 m,大地热流值为 1.75,利用 SiO₂ 温标计算井底温度为 99.8℃,矿化度为 1.412 g/L,属 HCO₃·CL-Na 型水。在阿乙亥以东,因瓦里关山隆起形成隆起西侧大斜坡,褶皱断裂发育,新近系热储在此翘起,热储顶板埋深仅 25~30 m,热储厚度大于 250 m,热流体水头高出地面 15.43~18.18 m,井口涌水量 3.68~5.85 L/s,单位涌水量 0.23~0.39 L/s,水温 35~42.5℃,概算地热梯度 10.68~17.03℃/100 m,大地热流值 2.35~3.74,矿化度 1.942 g/L,属 CL·SO₄-Na·Ca 型水。

总的看来,新近系热储埋藏深度较大,具有热储厚度大、富水性中等或强富水、水质好、水温高的特点。

4 地热资源开发利用

4.1 下更新统低温地热资源开发利用

下更新统低温热储中的地热资源,主要分布在恰卜恰河谷冲洪积平原区,具有埋藏浅(>300 m)、易开采、水量大、水质好的特点,且水温较低(18~35℃)可用于城镇生活饮用水,工业用水、农业灌溉用水,由于水温适中可用于医疗洗浴、游泳,若利用热泵技术也可用于采暖。

4.2 新近系中低温地热资源开发利用

新近系中低温热储分布于恰卜恰地热深部,以 R1 号井为代表,热储顶板埋深于 700 m,热储岩性为新近系(N)中细砂岩及含砾中粗砂,热储段厚度 >500 m,水位埋深 73 m,热流体温度 72.5℃,单井单位产水量为 30.52 m³/d·m,开采深度宜在 1 500~2 000 m,为最经济的适宜开采区。该中低温热储地热流体矿化度低小于 2 g/L,且达到医疗矿水标准(F、BO₂、HSiO₂ 和水温)。埋藏深度在宜井深度内、水量大、水质好、水温高,用途极为广泛,可用于医疗、洗浴、游泳、大

棚种植、温室养殖、采暖供热及发电。按1500 m井深计算, 降深130 m单井最大开采量为 $3\,526.2\text{ m}^3/\text{d}$, 每天可供1731人·次洗浴, 每年可供12870床位医疗, 单井开采热量 $14.95 \times 10^{10}\text{ KJ/a}$, 供暖标准 $5.5 \times 10^{10}\text{ KJ/m}^2 \cdot \text{a}$, 一眼井可供暖 $7.55 \times 10^4\text{ m}^2$ 建筑面积。农业温室标准 $3.5 \times 10^6\text{ KJ/m}^2 \cdot \text{a}$, 一眼井可供 $11.86 \times 10^4\text{ m}^2$ 建筑面积。

5 结论与建议

5.1 结论

(1) 共和盆地为一新生代断陷盆地, 具有盆地传导兼断裂对流型良好地热地质背景, 与其东、西两侧构造岩浆带断裂型地热分布构成秦昆结合部南北向地热代^[4]。

(2) 下更新统低温热储特征: 岩性为粉细砂、中粗砂及含砾中粗砂, 透水性好、富水性较强, 单位涌水量 $0.70 \sim 2.70\text{ L/s}$, 换算涌水量 $300 \sim 1\,300\text{ m}^3/\text{d}$, 水温 $18 \sim 35^\circ\text{C}$, 矿化度 $0.404 \sim 0.641\text{ g/L}$, 属 $\text{CL} \cdot \text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4\text{—Na}$ 型水。该低温热储具有埋藏浅、易开采、水量大、水质好的特点, 只是温度低, 具有一定的开发利用价值。

(3) 新近系中低温热储特征: 热储层岩性为粉细砂岩、中砂岩、含砾中粗砂岩, 为良好的热储层, 厚 98.4 m 。该热储埋藏深度较大, 具有热储厚度大, 富水性中等或强富水, 水质好, 水温高的特点。具有较高的开发利用价值。

5.2 建议

为了加快共和恰卜恰地热田地热资源的开发, 必须认

(上接第3页)

3 结语

(1) 矮岭温泉的热量主要来源于深部岩体的热液活动以及地下水在断层带内的深循环过程中水与深部高温岩石的热对流作用。

(2) 温泉的形成过程是: 以马海背斜轴部的中山山岭为补给区, 降雨渗入地下后, 在高水位(至少100 m地形高差)作用下获得高水头压力, 促使地下水沿着断裂破碎带向深部入渗。地下水在深部与高温岩体发生热交换后获得热量, 随后又在水压力的驱动下沿着断裂上升, 在地表附近的隔水层阻隔下出露形成温泉。

(3) 矮岭温泉的流量、水温及其化学成分常年基本保持不变, 不受季节气候的影响。这是由于温泉的补给区面积大, 降雨量充沛($1\,500\text{ mm}$); 其次, 基于其属深循环的特定条件, 使得矿泉水量和水质动态稳定。

(4) 温泉的水化学成份与地下水在循环过程中所接触到的岩层的矿物成分有关。其水质属于偏硅酸超低钠重碳酸钙镁型水。温泉水中含有十多种人体必需的元素及二十多种对人体有益的元素, 是一处优质的天然矿泉。另外, 水

真贯彻正确处理经济发展同人口、资源、环境的关系, 资源开发和节约并举, 把节约放在首位, 提高资源利用效率的指导思想, 合理利用地热资源, 取得更好的经济、环境和社会效益^[6]。为此, 建议在今后恰卜恰地热田地热资源开发中应重视以下几个问题:

(1) 搞好科学规划、加强前期地质论证工作, 避免盲目开发;

(2) 合理开发, 综合利用, 有效保护, 实现地热资源的可持续开发;

(3) 发展地热资源的直接利用、梯级利用和景观保护;

(4) 采用先进科学技术, 建好示范点, 形成规模, 推进地热利用产业化发展;

参考文献

- [1] 汤洪康、冯林传等.《青海省共和盆地恰卜恰地区地下热水资源勘查报告》[R]. 西宁: 青海省环境地质勘查局, 2008.
- [2] 石宝颐、张峻太. 论秦昆构造带的共和“缺口”[J]. 青海地质, 1982(3): 21-29.
- [3] 姜春发、王宗起、李锦轶等. 中央造山带开合构造[M]. 北京: 地质出版社, 2000: 107-110.
- [4] 青海省共和盆地存在干热岩可能性探讨[J]. 水文地质工程地质, 2011.
- [5] 赵振、陈惠娟等. 青海省共和盆地恰卜恰地区地热资源评价与开发利用[J]. 青海环境, 2010.
- [6] 廖忠礼、张予杰、陈文彬等. 地热资源的特点与可持续开发利用. 中国矿业, 2006.

温适宜, 又含适量的氡, 故又是一处较好的浴疗矿泉。

(5) 为确保矿泉热水资源在开发过程中不会枯竭和受到污染, 在今后的开采过程中必须按设计要求严格控制开采量, 并按环境保护要求设立三级防护带, 设立明显的牌界标志, 以确保矿泉热水资源不受污染和破坏。

矮岭温泉矿泉水水源地处于中低山山地, 温泉附近 I 级防护带现已按要求进行了建设, 但局部仍还未设置围墙, II 级卫生防护带没有按照要求进行完善, 建议尽快能按设计要求设置和完善 I 级卫生防护带围墙和 II 级防护带铁丝网。

参考文献

- [1] 缪钟灵. 桂东北温泉地质研究[J]. 勘察科学技术, 1998, 4(5): 21-30.
- [2] 欧阳成甫、张明华、梁锦叶. 桂林市地热资源成热地质条件及其开发区预测分析[J]. 大地构造与成矿学, 2002, 1(17): 97-100.
- [3] 王琦庆. 龙胜矮岭温泉初探[J]. 桂林理工大学学报, 1981, 1(15): 94-98.
- [4] 刘金荣、廖志杰. 广西温泉的地球化学特征[J]. 水文地质工程地质, 1989, 1(1): 8-12.
- [5] 王懋基、程家印、程振炎. 中国地壳深部构造的区域特征[J]. 物探与化探, 1984, 4(1): 193-204.