

济宁市南部地热资源分析

李爱军¹,张丰¹,王鹏²

(1.山东省鲁南地质工程勘察院,山东 兖州 272100;2.济宁市采煤塌陷地治理中心,山东 济宁 272000)

摘要:济宁市南部地处鲁西南潜隆之济宁凹陷,经地质调查、物探、钻孔验证等分析表明,济宁城区南部地热属层控岩溶裂隙型层状热储中低温地热田,经初步概算,区内奥陶系灰岩热储地热资源总量为 3.424×10^{17} J,折合标准煤 1.17×10^7 t,开发利用前景十分可观。

关键词:地热资源;勘查;济宁南部

中图分类号:P314 **文献标识码:**A

引文格式:李爱军,张丰,王鹏.济宁市南部地热资源初勘[J].山东国土资源,2015,31(6):30-33.LI Aijun,ZHANG Feng,WANG Peng. Preliminary Exploration of Geothermal Resources in South of Jining City[J].Shandong Land and Resources, 2015,31(6):30-33.

济宁市是典型的资源型城市,能源结构主体为煤炭资源。随着社会经济的快速发展,在煤炭资源日益消耗的同时,煤炭燃烧利用过程中造成的环境污染也日趋严重。因此调整济宁市能源结构,加大可替代能源的寻找和可再生资源的开发利用势在必行。根据以往取得的地质、物探、测温等资料迹象表明,济宁市城区南部一带存在地热异常区,显示出该区地热资源具有良好的开发前景。济宁南部地热资源若能加以开发利用,不仅可以缓解能源紧张状况,而且还可以提高该区的环境质量,改善人类生存环境和投资环境,对于强化城市形象,促进社会的可持续发展都具有十分重要的科学意义和现实意义。

1 区域地质背景

1.1 地层

区内地层属华北地层区鲁西地层分区的济宁地层小区。区域地层主要发育有古生界奥陶系、石炭系、二叠系,中生界侏罗系以及新生界第四系^①。

奥陶纪地层主要为马家沟群,厚约500~742m,岩性以灰岩、泥灰岩、白云质灰岩为主,孙氏店断裂东部埋深浅西部深,济宁断层西侧埋深1100~1600m,

东侧埋深800~1100m。与石炭系呈不整合接触。

石炭系主要隐伏分布于济宁凹陷内,包含本溪组及太原组。本溪组厚43.00~70.50m,靠近东部孙氏店断层厚度变小,往南往西逐渐增厚,岩性以杂色、灰绿色粘土岩、铝铁质泥岩及灰岩组成。太原组为一套海陆交互相含煤地层,厚约158~192.05m,主要由深灰、灰黑色粉砂岩、泥岩、灰色砂岩、细砂岩与粉砂岩互层、石灰岩及煤层组成。

二叠系分布与石炭系基本一致,分为山西组和石盒子群。山西组为一套以陆相为主的含煤地层,厚61.90~102.49m,主要由灰色、灰白色中细砂岩、灰黑色泥岩、粉砂岩和煤层组成;石盒子群为一砂岩、泥岩夹铝土岩、页岩及煤线组成的岩石组合,残留厚度20~287.20m,由南向北逐渐增厚。

侏罗系主要隐伏分布于济宁凹陷区的南部和西部,主要为淄博群三台组,残厚240.20~641.20m,从北往南、自东向西逐渐增厚,岩性主要为砖红及紫红色砂岩、粉砂岩间夹砾岩。

第四系广泛分布全区,厚度149.10~246.30m,平均187.42m,由东北向西南逐渐增厚,由粘土、砂质粘土、粘土质砂及砂砾层组成,与侏罗系呈不整合接触。

收稿日期:2014-08-26;修订日期:2015-04-16;编辑:王敏

作者简介:李爱军(1982—),女,辽宁丹东人,工程师,主要从事水工环地质工作;E-mail:26977886@qq.com

①山东省地勘局第三水文地质工程地质大队,山东省济宁市城区地热资源调查报告,2002年

1.2 构造

区内断裂构造发育,主要断裂是东部的孙氏店断裂和西部的嘉祥断裂,分别构成济宁凹陷与东部兖州凸起和西部嘉祥凸起的分界线。另外规模较大的断裂尚有刘堤头断裂、八里营断裂、二十里铺断裂、长沟断裂等。该区断裂对地壳深部和岩浆热源起到了重要的沟通和传导作用,并可能构成地下热源的良好通道,有利于地下水循环和储存。

2 地球物理特征

2.1 地温梯度特征

收集区内地质勘探过程中钻孔测温资料46个(测量深度一般500~1400 m),利用测温资料分析研究该区地温场平面变化特征和垂向变化特征^[1]。

地温梯度的平面变化与奥陶纪灰岩埋藏深度关系密切^[2],同时受区内隐伏断裂构造和向背斜的影响,在断裂构造密集的地段,背斜轴部地温梯度较高。在工作区内根据测温所圈定的地热异常区附近,断裂构造相对较密集,地温梯度值一般 $2.2^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$,而在工作区的其他地区,地温梯度一般均小于 $2.2^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 。测温资料显示,深层地温最高值出现在济宁城区南部白庄一分场一带:19-3号孔深920 m,温度 38.3°C ;17-6号孔深1000.75 m,温度 40.6°C 。济宁城区东南部八里营—前十里营一带的地温也高于地温背景值,区内10-8号孔,孔深850 m,地温达 35.6°C ;9-6号孔深780 m,温度 35.5°C ;9-5号孔深750 m,温度达到 35.7°C 。

在纵向上地温变化与地质结构、地层岩性有关^[3]。据区域地质资料反映,区内热储层上覆的石灰—二叠系厚度及岩性较稳定,地温梯度 $2.5\sim 3.0^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$,是热储层的良好盖层;上覆侏罗系地层厚度变化较大,受近SN向断裂控制,以砂岩为主,热导率较高,地热梯度 $2.15^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$;据物探及钻孔资料,区内第四系在八里营一带厚约170 m,向南至南阳湖农场一带增厚至215 m,向测区西南一带增厚至230 m,地热梯度 $1.5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 。

利用区内10-8号孔成井时系统测温资料绘制的测温曲线(图1)分析工作区地温场纵向变化特征:区内变温带深度20~40 m左右,40 m以下为增温带,出现地温持续升高现象,确定该地区年恒温带深度为40 m。40 m深度平均地温为 16.0°C ,20~40

m深度时的温度在 $15\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间变化。地温曲线在40 m深度以下表现为近斜直线型,温度随深度增加而均匀升高,地温梯度为 $2.2^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 左右。

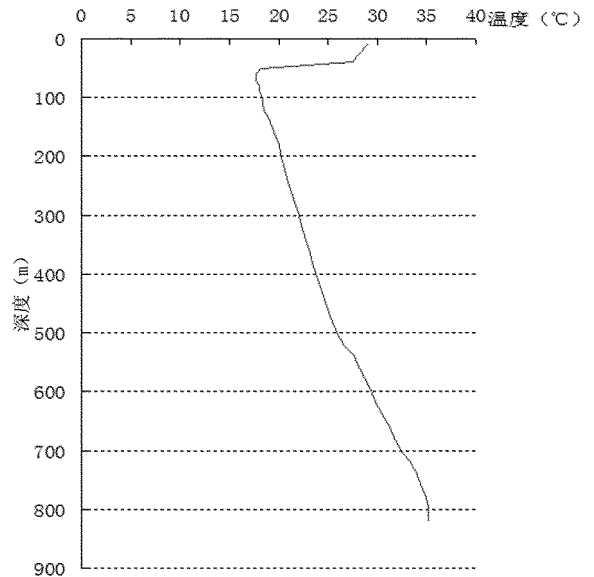


图1 10-8号孔地温梯度变化曲线

2.2 区域重力场特征

区域重力场资料反映,济宁凹陷区重力底,西部嘉祥断裂,东部孙氏店断裂表现为重力梯级带。中部刘堤头断裂是重力场“零”值线区,东侧为较缓的重力场升高梯级带,推断由基底及第四系逐渐变浅引起。

2.3 地层电性场特征

根据视电阻率测深结果并结合煤炭钻孔资料分析,奥陶系热储层总的趋势是呈水平产出,微微向SW倾斜,孙氏店断裂以东埋深200 m左右,断裂以西顶板埋深800~1400 m。

3 热储概念模型

根据上述条件分析,该区属层控岩溶裂隙型层状热储中低温地热田,区内地热资源主要受地壳深部及上地幔传导热流影响,并与孙氏店断裂和嘉祥断裂相关;热储层主要为奥陶纪石灰岩。热储层在控热构造作用下,从地球深部获得源源不断的热能,使热储层中的地下水不断升温,而且在巨厚盖层覆盖下热能不断富集。导水构造沟通了含水层间的联系,形成了地下水垂向运移通道,经长期的对流循环,形成了现今可开发利用的地热资源^[4]。其顶部分布有较厚的泥岩、砂岩、页岩隔水层及中生代燕山

表 2 奥陶系热储层地热水静储水量计算成果

| 计算分区 | 热储层的水平面积 $A(\text{m}^2)$ | 空隙度 (φ) | 容积储热量 $Q_1(\text{m}^3)$ | 平均水头高度 $H(\text{m})$ | 弹性释水系数 S | 弹性储热量 $Q_2(\text{m}^3)$ | 热储中储存水量 $Q_L(\text{m}^3)$ |
|------|--------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| I 区 | 8.38×10^6 | 0.009 | 1.89×10^7 | 1025 | 5.3×10^{-4} | 4.55×10^6 | 2.34×10^7 |
| II 区 | 12.45×10^6 | 0.009 | 2.8×10^7 | 1132 | 5.3×10^{-4} | 7.47×10^6 | 3.55×10^7 |
| | | | 合计 | | | 12.02×10^6 | 5.89×10^7 |

表 3 奥陶系热储层地热水静储资源量计算成果

| 计算分区 | 热水密度 $\rho_w(\text{kg}/\text{m}^3)$ | 热水平均比热 $C_w(\text{J}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ | 热储中储存水量 $Q_L(\text{m}^3)$ | 热储温度 t_r ($^\circ\text{C}$) | 年平均气温 t_0 ($^\circ\text{C}$) | 地热水中储存热量 $Q_w(\text{J})$ |
|------|-------------------------------------|---|---------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| I 区 | 990.07 | 4186.8 | 2.34×10^7 | 40.3 | 16 | 2.36×10^{15} |
| II 区 | 988.66 | 4186.8 | 3.55×10^7 | 43.5 | 16 | 4.04×10^{15} |
| | | | 合计 | | | 6.4×10^{15} |

验及水位恢复试验^[4]。依据《地热资源地质勘查规范》(GB/T11615-2010)有关规定,地热井年开采累计可利用的热能量按照公式 6 计算:

$$\sum W_i = 86.4DW_i/K \quad (6)$$

式中: $\sum W_i$ —每年可利用的热能(MJ); D —全年开采日数(d); W_i —热功率(kw);86.4—单位换算系数; K —热效比(按燃煤锅炉的热效率 0.6 计算)。

表 4 年累计可利用热能计算结果

| 可开采量计算方式 | 单井可开采量(L/s) | 热功率 $W_i(\text{kw})$ | 每年可利用的热能 $\sum W_i(10^9\text{J})$ | 节煤量 $M(\text{t/a})$ |
|-----------------|-------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 按照最大允许降深 90m 推算 | 6.42 | 725.74 | 32957.18 | 1124.53 |

热功率按公式 7 计算:

$$W_i = 4.1868Q(t - t_0) \quad (7)$$

式中: Q —地热水可开采量,单位为升每秒(L/s); t —热水温度,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$); t_0 —当地年平均气温,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$);4.1868—单位换算系数。其计算结果见表 4。

6 开发利用分析

该地热井井口水温 43°C ,按地热资源温度分级,为温热水。水温适中,可用于供热取暖、医疗洗浴、水产养殖、温室种植等^[6]。热水中锶含量、氟元素浓度达到命名矿水浓度,偏硅酸浓度达到矿水浓度,氢浓度、偏硼酸浓度达到有医疗价值浓度,可命名为锶氟矿泉水。地热井临近太白湖风景区,根据济宁城市规划,该区附近将规划开发为滨湖新区及旅游度假区,形成以生态涵养为主,高档居住、旅游度假、休闲娱乐为补充的综合功能区域。地热资源有着广阔的开发和利用空间。同时应进一步开展地热勘探工作,求取更加准确的地热资源计算参数和合理的布井方案,确保地热资源的可持续开发利用,

充分发挥地热资源的社会效益和经济效益。

参考文献:

- [1] 曹洪松, 逯光明, 石建, 等. 济宁市城区遥感地热异常及其地热田地质特征[J]. 山东国土资源, 2008, 24(4): 29-34.
- [2] 徐军祥, 康凤新. 山东省地热资源[J]. 中国地质, 1999, (9): 30-31.
- [3] 杨斌, 牛保祥. 水井测温在地热普查中的应用[J]. 山东国土资源, 2005, 21(9): 65-66.
- [4] 任书才, 赵虹, 张中祥, 等. 山东省地热资源特征及勘查对策[J]. 地热能, 2006, (6): 21-22.
- [5] 杨毓桐. 地热资源的形成与评价[J]. 水文地质工程地质, 1983, (5): 1-2.
- [6] 高宗军, 吴立进, 曹红. 山东省地热资源及其开发利用[J]. 山东科技大学学报, 2009, 28(2): 1-6.

Preliminary Exploration of Geothermal Resources in South of Jining City

LI Aijun, ZHANG Feng, WANG Peng

(Lunan Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Yanzhou 272100, China)

Abstract: Southern Jining city is located in Jining depression of Luxinan hidden uplift in Shandong province. Through analysis of geological investigation, geophysical prospecting and drilling verification, it is showed that geothermal resource in southern Jining city belongs to low temperature strata bound fissure type geothermal field. Through preliminary estimation, total amount of thermal storage of geothermal resources of Ordovician limestone in this region is 3.424×10^{17} J, which is equivalent to standard coal of 1.17×10^7 t. It has a quite considerable prospect for development and utilization.

Key words: Geothermal resources; exploration; southern Jining city