

成果与方法

* 曲阜近山前地区地热地质条件浅析

胡玉禄¹;回寒星²;胡红文¹;王克光²;高赞东¹

(1. 山东省地质环境监测总站, 山东 济南 250014; 2. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013)

摘要:曲阜市近山前地区基底地层是理想的热介质,区域主控断裂对地温场起明显控制作用,含水岩组和地下水运动为地热提供了理想载体。以岩石导热特征,可将曲阜地区地层分为 2 大类:即热基底地层和热盖层地层。前者热导率为 $25.41 \times 10^{-3} \sim 36.30 \times 10^{-3} \text{ T/cm} \cdot \text{s}$;后者为 $18.92 \times 10^{-3} \sim 23.99 \times 10^{-3} \text{ T/cm} \cdot \text{s}$ 。地热资源赋存于受断裂构造控制的槽形地带内,属典型的构造—盆地增温型。

关键词:热介质;热通道;热载体;地热条件;山东曲阜

中图分类号: P314.1

文献标识码: A

曲阜市地热异常区位于近山前地带,是地热找矿的敏感区域。与其他地区一样,现今地表浅层的热状态,取决于地下热源上升运移的渠道。热上升运移的渠道受到地质构造和水文地质条件的制约,具体说就是与热上升断裂通道、热传导岩石介质和热载体地下水有密切关系。

1 地热地质条件

1.1 地层—热传导介质条件

以岩石导热特征,可将曲阜地区地层分为 2 大类:即热基底地层和热盖层地层。热基底地层由新太古代变质岩系和下古生界组成。主要岩性为片麻岩、变粒岩及碳酸盐岩,其岩石密度较大,在 $2.65 \sim 2.89 \text{ g/cm}^3$ 之间,质地坚硬,导热性好,热导率在 $25.41 \times 10^{-3} \sim 36.30 \times 10^{-3} \text{ T/cm} \cdot \text{s}$ 之间,极有利于地热的上升运移,是热的良好导体,作为地热的导热层。由此,可根据取水温度不同确定在奥陶和寒武系某一含水地层作为热水储层。热盖层地层由新生界以来的石炭—二叠系、侏罗系、古近系、第四系组成,主要岩性为砂岩、泥岩、碎屑岩、沙泥岩及第四纪松散沉积物。其岩石密度较小,在 $1.9 \sim 2.5 \text{ g/cm}^3$ 之间,质地较软,导热性能亦较差,热导率在 $18.92 \times 10^{-3} \sim 23.99 \times 10^{-3} \text{ T/cm} \cdot \text{s}$ 之

间,不利于地热的上升运移,是热的不良导体,可作为地热的保护盖层。

区内盖层厚度受地质构造的控制,尼山凸起西北部热盖层厚度在 700 m 左右,东南部热盖层消失,热基底出露地表。郛城断裂以南、河套断裂以北控制的槽形断块相对上升,热盖层厚度在 400 ~ 800 m 之间。由此可见在尼山凸起北部的几条 EW 向断裂控制的“槽”形断块内,热盖层厚度对有价值地热的形成是有积极作用的。曲阜凹陷内热盖层厚度在 1 000 m 左右,相对较厚,汶泗凹陷热盖层厚度在 1 300 m 左右,相对最厚,作为热盖层对地热形成和保存起到了关键性作用。

1.2 断裂构造——热上升通道条件^[1]

区内断裂构造发育,为地下热水运移和储存创造了有利条件(图 1)。

1.2.1 峰山断裂

被第四系覆盖。中生代以前属陡倾张性断裂 NNW 向。对曲阜凹陷中的早侏罗世蒙阴组沉积有明显的控制作用。形成于燕山运动以前,燕山期强烈活动,喜马拉雅期后仍有活动。该断裂是 SN 向主控制断裂,控制尼山凸起与曲阜凹陷的升降幅度,落差 > 2 500 m,对地温场影响最大。它不仅是构造界限,也是地温场边界。

收稿日期:2004-04-05;修订日期:2005-03-23;编辑:张天祯

作者简介:胡玉禄(1962-),男,山东寿光人,高级工程师,主要从事水文地质、地热与环境地质勘查研究工作。

马刚等,华北平原北部地温场及地热资源研究报告,1988 年。

1.2.2 汶泗断裂

近 EW 向,对汶泗凹陷内古近系沉积有重要的控制作用。对北部山区补给的地表冷水有一定的阻隔作用,对汶泗凹陷地温场的形成起控制作用。

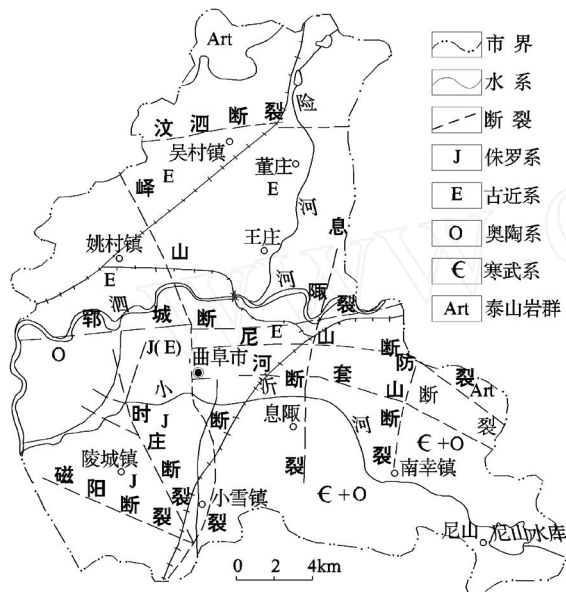


图 1 曲阜市构造纲要略图

1.2.3 郛城断裂

境内部分在区域上为郛城断裂的东部,被第四系覆盖,近 EW 向。属陡倾张性断裂,落差 > 1 000 m。对汶泗凹陷内古近系沉积有明显的控制作用。活动时间为古生代—喜马拉雅期。该断裂除控制汶泗凹陷内的沉积外,还决定了尼山凸起与汶泗凹陷的升降幅度。对地热与形成影响作用较大,在该断裂与峰山断裂错断交汇处形成热异常区,它不单是地下热水的通道,也是地表浅层冷水的主通道,该热异常区以东以西地下均赋存地下水,定井位时应尽量远离冷水区。

1.2.4 尼山断裂

该断裂早期呈张扭性,近 EW 向—NW 向,中生代后受东西向应力作用呈左行压扭性,落差 10~100 m。控制泰山岩群山草峪组和寒武—奥陶系地层。是区内查明的唯一的東西向压性阻水断裂,对尼山凸起西北侧地温场形成起控制作用。

1.2.5 河套断裂

被第四系覆盖,早期是压性断裂近 EW 向—NW 向,中生代后属张性断裂。该断裂对地下水运动起控制作用,是尼山凸起内冷水区与热水区的分界线。

1.2.6 时庄断裂

被第四系覆盖,NW 向,该断层对曲阜凹陷北部地温场起控制作用。

1.2.7 息陬断裂

被第四系覆盖,为峰山断裂同期形成的陡倾张性断裂,后期受到 EW 向应力作用呈压性,近 SN 向。为半透水性断裂,既对补给的大量地下水有阻隔作用,又对局部地热的形成和保存有重要作用。既阻止了地下水的强烈运动,又透过一定量的水量作为热载体。

1.2.8 防山断裂

属张性断裂,后期受挤压,近 SN 向。为半透水性断裂,阻止了该断裂以东大量浅层冷水向西径流,对西部地温有保存作用。

1.3 水文地质条件 - 地热载体条件

1.3.1 孔隙 - 裂隙含水岩组及富水性

孔隙 - 裂隙含水岩组由古近系、侏罗纪蒙阴组及石炭—二叠系组成,主要岩性为砂岩、页岩、砾岩及少量灰岩夹层。该岩组多以断层和奥陶系灰岩接触,并构成热水系统,其厚度达千米。含水性较弱,井孔单井出水量在 15.9~75 m³/d 之间,涌水量相差悬殊。

1.3.2 裂隙岩溶含水岩组及富水性

碳酸盐岩类裂隙岩溶水岩组主要由寒武系和奥陶系组成,主要岩性为灰岩及白云岩,夹少量页岩、砂岩,分布广泛。地下水主要赋存在碳酸盐岩的裂隙、岩溶之中,赋存条件良好,水量丰富,单位涌水量多在 100~1 000 m³/d·m,深埋区是良好的热水储层。该含水岩组可划分为若干含水亚组。

2 地下热水运动及形成模式

2.1 尼山凸起北部地下热水运动及形成模式

尼山凸起构造区北部受峰山、河套、尼山、郛城、息陬断裂控制,形成了 2 个“槽”形断块地带,钻孔水位观测资料表明,2 个“槽”形断块地带内水位以及它们与断块外围水位明显不一致,说明这些断裂均具有一定的阻水性。可将郛城断裂以南,尼山断裂以北控制的“槽”形断块称为孔林地热水单元。地热

胡玉禄,山东省曲阜市吴村—陵城地热地质普查报告,2000 年。

含水岩组在八宝山以东地区出露地表,并接受大气降水补给,部分地下水越过半透水的息陬断裂,沿郛城断裂和尼山断裂控制的東西向“槽”形地带向西径流,并且径流深度不断加深。随径流途径的加长,循环深度不断加大,特别是断裂影响带两侧循环深度更大,地下热水向西径流到峰山断裂以东地带,其地下水头高于第四系水位,一部分地热水通过断裂破碎带向上部的上覆地层中的含水岩组排泄,并形成热异常,大部分通过峰山断裂半透水边界向西排泄(图 2)。

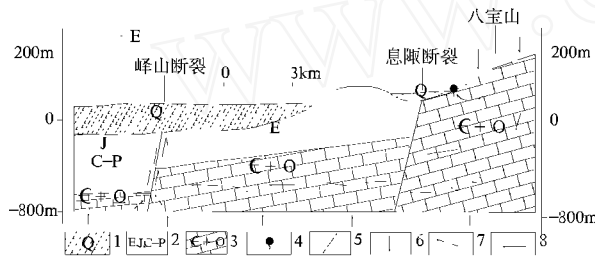


图 2 尼山凸起北部地下热水运动及形成模型图

1—第四系;2—古近系,侏罗系,石炭—二叠系;3—奥陶—寒武系;4—泉;5—断裂;6—降水入渗补给;7—地热流动方向;8—地下水流动方向

2.2 汶泗凹陷构造区地下热水运动及形成模式

汶泗凹陷南北受郛城和汶泗断裂控制,东西分别与平邑凹陷和郛城凹陷相连。地下热水主要是接受东部平邑凹陷侧向径流补给,北部汶泗断裂是半透水边界,通过地层及变质岩风化裂隙带向南部各地热水岩组补给,但补给相当微弱,所以汶泗断裂两

侧地温较高。在本区得到补给的地下热水继续径流出区,该区地下热水的径流都是在较深的地热含水岩组中进行的,并且随着径流温度不断升高,汶泗凹陷区内井温梯度东低西高,就是佐证。

2.3 曲阜凹陷构造区地下水运动及形成模式

在曲阜境内的曲阜凹陷部分,北、东、南 3 面以断裂为界线,而西与兖州凸起相接,地下水流向西,中部有 NNW 向时庄断裂穿过,将地下热水分为 2 个区。东区受峰山断裂和时庄断裂控制,西区受数条 NW 向断裂构造形成的水文地质边界的分隔。地下热水的补给是通过峰山断裂半透水边界侧向补给的。由于补给面较长,并且有南部自流区的冷水补给,造成腹部地带地温梯度较低。因此,地下热水由 E 向 SW 方向径流,部分经过半透水的时庄断裂,继续向 SW 径流,径流量和径流速度变慢,温度随之有所升高,向 SW 越过磁阳断裂排泄到兴隆庄煤矿和东滩煤矿区。据东滩和兴隆庄煤矿提供的地温测量资料,滋阳断裂以南为低温区,亦说明北部曲阜凹陷径流过来的地下水温度不高。该凹陷北部受到相邻的兖州凸起冷水区的影响,地温也较低。

由以上地热模型分析认为:曲阜市近山前地带地热赋存类型为典型的构造—盆地增温型。

参考文献:

[1] 胡玉禄,胡红文,张景康,等. 5m 地温测量在地热勘探中的应用[J]. 水文地质工程地质, 2003, 30(4): 83 - 85.

Analysis on Geological Conditions of Geotherm in Front of Piedmont in QuFu City

HU Yu - lu¹, HUI Han - xing², HU Hong - wen¹, WANG Ke - guang², GAO Zan - dong¹

(1. Shandong Monitoring Center of Geological Environment, Shandong Jinan 250014, China; 2. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Basement strata in subpiedmont area of Qufu city is good thermo - medium, major regional controlling fault controlled geo - temperature field evidently, water - bearing formation and underground water movement provide ideal mounting for geotherm. According to thermal - conductivity characteristics, strata in Qufu area can be divided into 2 types: that is geothermal basement and geothermal covering. Heat conductivity of the former is $25.41 \times 10^{-3} \sim 36.30 \times 10^{-3} \text{ T/cm} \cdot \text{s}$, while the later is $18.92 \times 10^{-3} \sim 23.99 \times 10^{-3} \text{ T/cm} \cdot \text{s}$. Geothermal resource occurs in trough belt controlled by fault structure, which belongs to typical structure - basin temperature - increasing type.

Key words: Heat conductivity; heat channels; geoheat carrier; geothermal condition; Qufu in Shandong province