

# 莱芜市冷家庄地区地热地质条件探讨

鹿波<sup>1</sup>, 乔增宝<sup>1</sup>, 赵体群<sup>1</sup>, 王兆林<sup>1</sup>, 王会韬<sup>2</sup>

(1. 山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014; 2. 临朐县国土资源局, 山东 临朐 262600)

**摘要:**冷家庄位于泰莱断陷盆地内,通过进行地热地质调查及物探勘查成果推测,认为该地区地热开发具可行性,有较好的开发利用前景。地热类型为层状岩溶-裂隙型,热储层为奥陶纪马家沟组北庵庄段,深度 2 200 m,水量 30~40 m<sup>3</sup>/d,水温 51℃ 左右。

**关键词:**地热资源;可行性探讨;莱芜市冷家庄

**中图分类号:**P641.5 **文献标识码:**A

为促进莱芜经济和旅游业的高速发展,填补莱芜地区无地热的空白,在冷家庄地区进行了地热地质调查、井温测量、大地电磁测深(MT)、可控源音频大地电磁测深(CSAMT)和大地电场岩性测深等工作。冷家庄处于鲁西地块之泰莱断陷盆地内,断裂构造发育,地层发育齐全,奥陶纪灰岩的顶界面深埋于千米之下,构成了该区较好的热储层<sup>①</sup>。

## 1 地热地质及水文地质概况

### 1.1 地层与构造

该区地层自下而上包括寒武系、奥陶系、石炭-二叠系、侏罗系、白垩系、古近系及第四系。泰莱断陷盆地内,各方向断裂构造发育,特别是绕盆地周边发育的环形断裂构造相互交切,具多期活动的特点。区内以 NW, NE 及 EW 向断裂为主, NW 向断裂切割 NE 及近 EW 向 2 组断裂(图 1)。

### 1.2 地热地质特征

1983 年进行了 1:5 万山东泰安-莱芜盆地钾盐地震普查工作,在高家庄、冷家庄一带解译出一条 NNW 向断层,倾向 NE,为一上盘下降,下盘上升的继承性正断层。在冷家庄一带奥陶纪灰岩顶界面埋深 1 500~1 700 m,其上覆盖有石炭-二叠纪及巨厚的古近纪地层。综合分析认为冷家庄地区具备形成

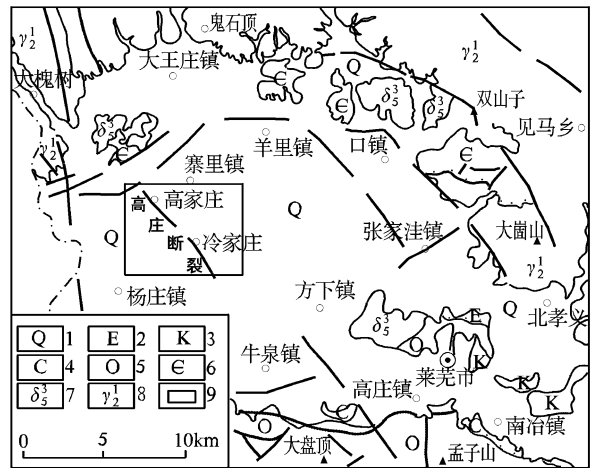


图 1 莱芜市冷家庄地区地质简图

1—第四系;2—古近系;3—白垩系;4—石炭系;5—奥陶系;6—寒武系;7—中生代闪长岩脉;8—古元古代片麻状花岗岩;9—工作区范围

层控地热的地质条件,即成熟的 4 大要素:热源、通道、盖层、热储。

#### (1) 热源及通道

区域上 NW 向、NE 向及 EW 向断裂多为张性断裂,主断裂与次级断裂之间相互交切,互相连通,是良好的导水和储水构造。在冷家庄与高家庄之间发育有 NNW 向较大规模张性断裂,控制了奥陶纪灰岩岩溶裂隙发育。地表水沿主干断裂及次级断裂运

\* 收稿日期:2009-01-15;修订日期:2009-05-21;编辑:陶卫卫

作者简介:鹿波(1966—),男,山东新泰人,工程师,主要从事水工环地质工作。

①山东省第一地质矿产勘查院,山东省莱芜市冷家庄地热井地质可行性论证报告,2007 年。

移至地下,由于受大地供热、构造热、中-新生代岩浆活动、放射性元素裂变等热源供热的影响,使深循环的地下水加热,并储存于奥陶纪灰岩的热储层中。

### (2) 热储层

奥陶纪灰岩顶界面埋深在冷家庄地区为1 500~1 700 m之间,受断裂构造影响岩溶裂隙发育,为地热资源提供了较好的储存空间,形成良好的地热储热层。

### (3) 保温盖层

奥陶纪灰岩之上覆盖有石炭-二叠纪泥质页岩、泥岩、黏土岩及古近纪砂岩、砂砾岩及泥岩盖层,总厚度1 500 m左右,由于其特殊的岩性决定了其透水性差,热导率低,有效地阻止了地热能的散失,构成了地热储热层良好的保温隔热层。

## 1.3 水文地质概况

区内地下水类型有孔隙水、裂隙水、层间岩溶裂隙水、裂隙岩溶水4大类型。

### 1.3.1 孔隙水

#### (1) 河流冲积、洪积层孔隙水

以条带状分布于河床及其近侧,岩性为中、粗砂夹卵砾石,厚度一般5~15 m,自河床向两侧变薄。除河床直接裸露外,其上覆有一定厚度的黏质砂土或砂质黏土,故地下水微承压。含水层富水性好,水量丰富,单井涌水量一般1 000~5 000 m<sup>3</sup>/d。

#### (2) 残坡积、坡洪积层孔隙水

该类型水含水砂层薄,富水性差,单井涌水量多小于500 m<sup>3</sup>/d。

### 1.3.2 裂隙水

含水层为古近纪、侏罗纪与二叠纪砂岩、页岩,一般富水性差,单井涌水量小于500 m<sup>3</sup>/d。

### 1.3.3 层间岩溶裂隙水

#### (1) 碎屑岩夹碳酸盐岩层间岩溶裂隙水

主要含水层为石炭纪砂、页岩夹薄层石灰岩,层间裂隙发育,部分灰岩具岩溶裂隙。该类型地下水的含水岩组地表出露甚少,其上多覆盖二叠纪弱透水的砂、页岩地层,其下部有页岩层与奥陶纪地层相隔,故地下水补给条件差,水量较小,涌水量一般小于500 m<sup>3</sup>/d。

#### (2) 碳酸盐岩夹碎屑岩岩溶裂隙水

含水岩组由寒武纪和奥陶纪灰岩夹页岩组成。灰岩顶板均为隔水的页岩,形成岩溶裂隙水。地下

水的埋藏与富水性随地貌、岩性及构造等条件的变化而具有较大差异。单井涌水量小于1 000 m<sup>3</sup>/d。构造带及沟谷地带受第四纪孔隙水的补给,可局部富水。

### 1.3.4 裂隙岩溶水

含水层由裂隙、岩溶发育的奥陶纪及寒武纪石灰岩、白云质灰岩组成。灰岩厚度大,分布广,裂隙岩溶发育,彼此连通,易于地下水的运动与赋存,故水量丰富,但由于地形、构造等因素控制,富水性不均匀。沟谷地带、构造带单井涌水量可达1 000~3 000 m<sup>3</sup>/d。

## 2 地质成果分析

### 2.1 井温测量

冷家庄东6 km的方下镇打一钻孔,该孔孔深1 200 m,钻探揭露地层为石炭纪地层底部(未揭穿)。停钻6小时后测温,1 195 m处温度为41.2℃。

### 2.2 物探勘查成果

#### 2.2.1 构造及富水性分析

无论大地电磁测深(MT)还是可控源音频大地电磁测深(CSAMT),在平面上视电阻率异常都呈现密集的带状展布,明显地反映了构造的存在(图2,图3)。根据大地电磁测深(MT)不同深度的视电阻率平面等值线的密集带,推测该断裂宽度在100 m左右。图2上显示了断裂的断距大于200 m,倾向NE,倾角约80°左右。该断裂为继承性的活动断裂,力学性质属张扭性。从水文地质条件分析属控、导水断裂,富水性较好,受其影响断裂附近构造裂隙相对发育,碳酸盐岩中岩溶发育,构成了相对的富水空间,视电阻率异常表现为同向弯曲的畸变,图3上则表现为相对的视电阻率低阻异常区。

#### 2.2.2 物探推断地层界面及厚度分析

在断面图上大地电磁测深(MT)反映的构造、地层界面变化清晰可辨(图4)。结合工作区附近的已知钻孔揭露的地层界面,根据电性特征对地层界面及厚度进行了划分,区内地层自上而下依次为第四系、古近系、二叠系、石炭系、奥陶系。

(1) 第四系: $\rho_a = 8 \sim 16 \Omega \cdot m$ , 地层较薄,其厚度为20~30 m左右。

(2) 古近系: $\rho_a = 16 \sim 63 \Omega \cdot m$ , 其底板深度为1 000~1 100 m左右,地层厚度在1 000 m左右。

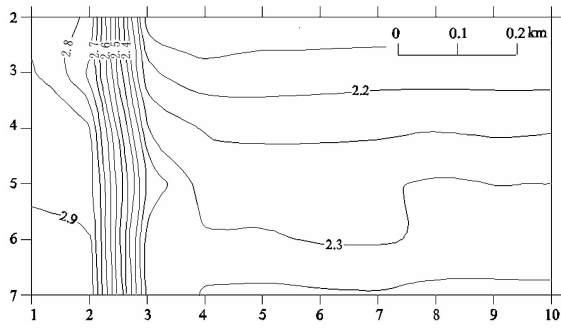


图2 MT1 500 m 深对数电阻率等深值线平面图

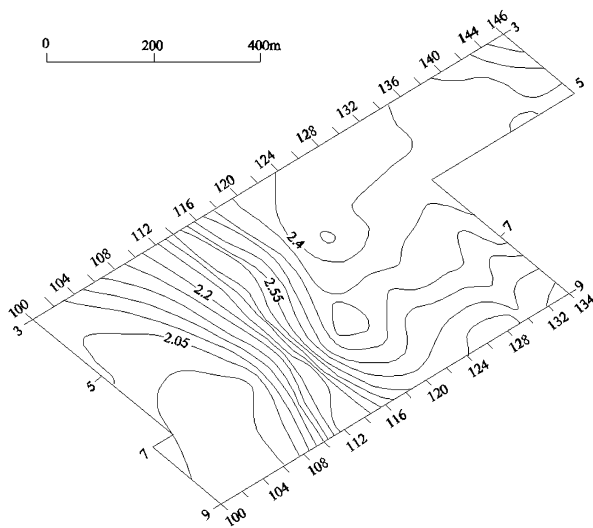


图3 CSAMT1 500 m 深对数电阻率等深值线平面图

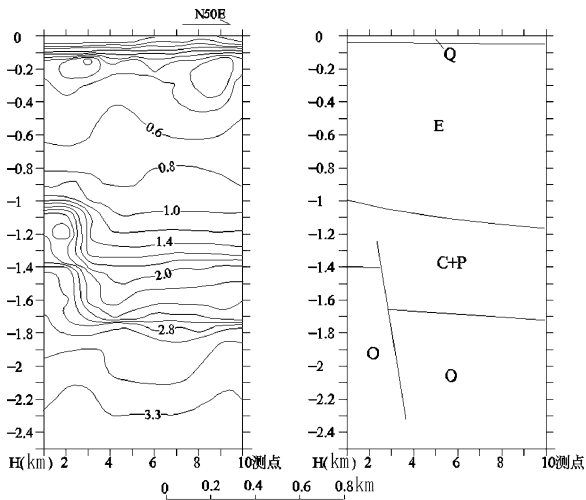


图4 III剖面 MT 二维反演电阻率断面图及解释推断成果图

(3)石炭、二叠系: $\rho_a = 63 \sim 398 \Omega \cdot m$ ,其底板深度为1 500 ~ 1 700 m左右,二叠纪、石炭纪地层总厚度在500 ~ 700 m左右。

(4)奥陶系: $\rho_a > 398 \Omega \cdot m$ ,顶板埋深1 500 ~ 1 700m左右。

### 2.2.3 大地岩性测深

根据大地岩性测深判定,1 700 m 以上为石炭-二叠纪、古近纪及第四纪地层;在1 825 ~ 1 830 m 左右呈现低阻反映,且1 830 ~ 2 080 m 之间有多处低阻反映,在2 080 ~ 2 200 m 有大段曲线呈现低阻反映,说明该区段较破碎,岩溶发育,富水性强。区内有含水性良好的储热层及盖层的存在。

## 3 地热可行性论证分析

从不同深度的视电阻率平面等值线图上可以看出,在高庄断裂以东视电阻率由南东向西北逐步递减,奥陶纪地层中亦表现了同样的视电阻率形态。根据各剖面线上各点的大地电场岩性测深情况综合分析,2号剖面线上的5号点为地热有利部位:一是平面图上处在视电阻率低阻异常区,二是处在高庄断裂的影响部位,裂隙岩溶发育,具有较好的破碎段,富水性较好。1 700 m 以上为石炭-二叠纪、古近纪及第四纪地层,构成该区地热田的保温隔热盖层;在1 827 ~ 1 831 m 之间呈现低阻反映,1 831 ~ 2 080 m 之间有多处呈现低阻反映,在2 080 ~ 2 200 m 有大段曲线呈现低阻反映,说明该段较破碎,为岩溶、裂隙发育段,富水性强,为含水性良好的储热层。该区地热为层控兼受构造控制,地热类型为层状岩溶-裂隙型<sup>[1]</sup>,热储层为奥陶纪灰岩。奥陶纪马家沟组北庵庄段灰岩岩溶裂隙发育,赋存有较丰富的热水,热储层厚度60 ~ 113 m,平均厚度90 m左右。推测奥陶纪灰岩顶界面温度大于51℃左右。

### 参考文献:

[1] 陈墨香. 华北地热[M]. 北京: 科学出版社, 1988.

## Study on Feasibility of Geothermal Resource in Lengjiazhuang Area of Laiwu City

LU Bo<sup>1</sup>, QIAO Zeng - bao<sup>1</sup>, ZHAO Ti - qun<sup>1</sup>, WANG Zhao - lin<sup>1</sup>, WANG Hui - tao<sup>2</sup>

(1. No. 1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China; 2. Linqu Bureau of Land and Resources, Shandong Linqu 262600, China)

**Abstract:** Lengjiazhuang locates in Tailai depression basin. Through geological survey, geothermal exploration and physical exploration and conduction, it is regarded that geothermal resource exploration in this region has feasibility and good future. Geothermal resource in this area belongs to layered karst - fractured type. Geotheraml reservoir is Ordovician Beianzhuang section with the depth of 2200m, water amount of 30 ~ 40m<sup>3</sup>/d, and the water temperature around 51 °C.

**Key words:** Geothermal resource; feasibility; Lengjiazhuang in Laiwu city; Shandong province