

成果与方法

# 济宁市城区遥感地热异常及其地热田地质特征

曹洪松, 逯光明, 石建, 邓先睿

(山东省国土测绘院, 山东 济南 250013)

**摘要:**济宁市城区地处鲁西南潜隆之济宁凹陷,在以往地热地质分区上为成热条件一般区,目前没有地热成井。通过卫星遥感热红外信息分析,发现该区存在若干地热异常。结合常规地质调查、水井钻孔测温、电测深和热水样分析等异常验证,确认济宁市城区南部存在一个深埋型低温层状地热田。地热田面积大于 300 km<sup>2</sup>,热水温度可达 50℃,热能资源量在 3.95 × 10<sup>18</sup> J 以上,开发利用前景可观。

**关键词:**遥感热红外异常;地热田;地热地质特征;济宁市城区

**中图分类号:**TP722.5;TK521+.1

**文献标识码:**A

济宁市是山东省鲁南城市带战略的重点城市,煤炭资源虽然丰富,但在山东地热地质区划上属于成热条件一般区<sup>①</sup>,目前尚没有一口地热成井。随着经济发展,耗煤量日益加大,煤炭资源逐年减少,而地热资源是较清洁的新型能源,其开发利用就显得极为重要和迫切,因此开展济宁市城区地热资源遥感地质调查评价意义重大<sup>②</sup>。

## 1 区域地质背景

济宁市城区地处华北板块鲁西地块鲁西南潜隆菏泽-兖州隆起之济宁凹陷内,该次调查区包括济宁市市中区、任城区、兖州市、邹城市、汶上县、嘉祥县、微山县各一部分,跨 2 区、3 县、2 个县级市,以任城区为主。

### 1.1 地层

遥感地热调查区隶属华北地层大区山东区块地层区,区内第四系覆盖厚度可达 200 m,从钻探资料中获悉,区内主要有古生代寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系,中生代侏罗系、白垩系,新生代新近系、第四系地层。区内侵入岩不太发育,仅在济宁市城区南部和西北部的西石佛西北和小新庄一带被发现,在第四系下约 161 m 处见到橄榄辉长岩体,呈不规则

状,岩体单一。

### 1.2 构造

济宁市城区处于济宁凹陷-潜向斜中,济宁向斜为一复式向斜,两翼由一系列近 NE 向的小型褶皱组成,同时亦存在近 NW 向的褶皱叠加,由济宁向斜、济宁背斜和许庄向斜等组成。四周被孙氏店断裂、嘉祥断裂、郓城断裂和凫山断裂控制,内部结构复杂,经历了复杂的沉积、构造地质事件,形成了一套较为完整的地层、构造体系。该区断裂构造不仅控制地层展布,而且规模大,较发育。由钻孔及地震、磁场、重力等物探资料所反映情况看,大多具继承性、长期活动的特点,主体运动性质均为张性或张扭性断裂,有利于地下水循环和储存,为该区地热资源形成提供了良好的构造环境(图 1)。

## 2 济宁市城区卫星遥感热红外地热异常信息分析与提取

地下热水资源能从遥感卫星影象尤其热红外图象中不同程度反应出来,其基本原理是:地下热水、热气循环通过多种通道,如断裂构造、岩石节理或裂隙、土壤孔隙等,由下而上向地表泄漏,所产生的热红外信息,可以被 TM<sub>6</sub>、TM<sub>5</sub> 和 TM<sub>7</sub> 等 3 个热红外、红外波段所记录,从而在影象中能以形状、大小、

\* 收稿日期:2007-08-07;修订日期:2008-03-20;编辑:陶卫卫

作者简介:曹洪松(1962-),男,山东冠县人,高级工程师,主要从事遥感地质工作。

①山东省地热勘查开发设计院,山东省地热储分区及勘查开发前景研究,1998年12月。

②山东省国土测绘院,山东省济宁市城区地热资源遥感地质调查报告,2007年2月。

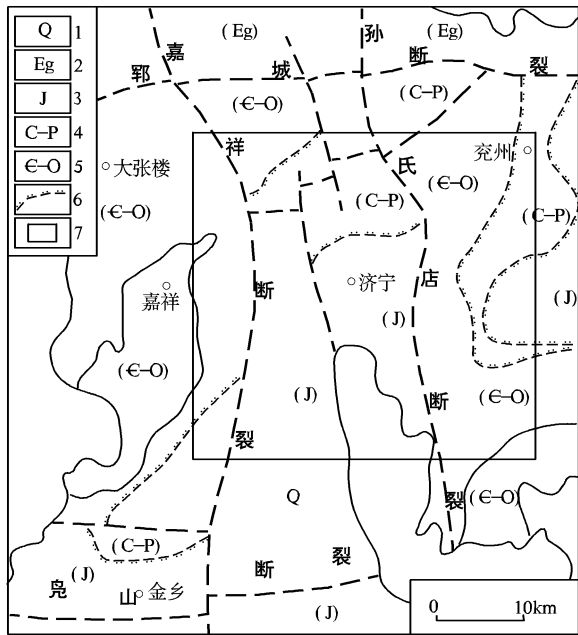


图1 济宁市城区遥感解译工作区地质略图

1—第四系;2—古近系;3—侏罗系;4—石炭—二叠系;5—寒武—奥陶系;6—角度不整合界线;7—遥感调查范围

花纹、色彩或色调等信息特征反映地下热水资源。ETM 是美国陆地资源卫星 Landsat - 7 携带的遥感光学传感器——主题制图仪,共有 7 个波段,分辨率为 30 m,它的光谱范围及主要用途如表 1 所示,地质综合信息遥感解译的主要依据是 ETM 图象信息本身的物理真实性和地质信息客观性。济宁市城区地热资源遥感调查的依据就是前期遥感工作发现了该区存在较好的地热异常。

表 1 陆地卫星 ETM 主题制图仪图象波段范围及主要用途

波段编号	波长 $\mu\text{m}$	主要用途
1	0.45 ~ 0.52 (蓝色)	解译第四系、各类地质体、各地层、岩石类型、地形地貌、生态环境、工农业建设监控、植被等
2	0.52 ~ 0.60 (绿色)	
3	0.63 ~ 0.69 (红色)	
4	0.76 ~ 0.90 (近红外)	解译构造、褶皱、地裂、韧性剪切带等构造形迹
5	1.55 ~ 1.75 (中红外)	
6	10.40 ~ 12.50 (热红外)	地下隐伏构造、地下水资源、地热异常分布等
7	2.08 ~ 3.35 (中红外)	

### 2.1 构造遥感解译及影象特征

应用遥感图象解译隐伏区的断裂线性构造比常规野外方法更有效。隐伏区断裂构造野外不能直接见到断层面露头。与隐伏和深部断裂有关的植被、土壤含水量差异及地表结构变化很难在地面近距离观察中识别。但通过遥感图象的超出可见光范围的多波段信息“概括”作用,使这些个别的或分散的形迹与线性构造联系起来,从而有助于识别那些地面

工作中不易发现或遗漏的断裂构造,有效弥补地面地质工作的不足,从而提高地质工作程度。遥感解译获得的构造丰富了该区多级断裂构造,结合物探成果,修正和验证了区内大型断裂构造的位置,其构造含水性、控水性在一定程度上从遥感图象反映上也得到判断(图 2)。

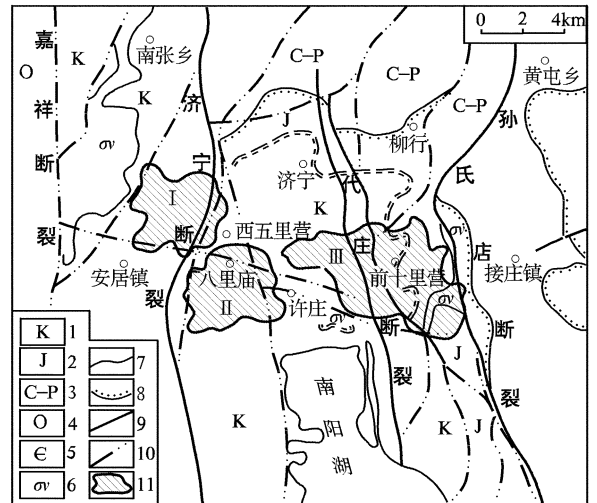


图2 济宁市城区遥感解译图

1—白垩系;2—侏罗系;3—石炭—二叠系;4—奥陶系;5—寒武系;6—橄辉岩;7—地质界线;8—角度不整合界线;9—已知断裂;10—遥感解译断裂;11—地热遥感异常及编号

### 2.2 地热异常信息遥感解译及其影象特征

依据 ETM6 热红外图象和与 ETM6 多波段合成的影象上所显示的地热异常信息,综合研究分析认为,济宁市城区南部、西部存在 3 处明显的地热遥感异常,且信息强度极好。

(1) I 号遥感地热异常——西五里营热异常。西五里营热异常位于济宁市城区西偏南方向,分布在西五里营村以西、刘营、十里铺一带,呈不规则椭圆形,面积大于 12.50 km<sup>2</sup>。在热红外波段影象图上,地热资源遥感异常大致与构造展布方向一致,热异常在 ETM642 合成影象上呈鲜亮于背景红色、桔红色调,色调边界较清晰;在 ETM6 黑白影象上热异常为亮白色,明显亮于背景。图 3 是济宁市城区 ETM642 波段合成灰度影象,被近 SN 向济宁断裂和店子断裂所切。该异常区内钻孔测温在 675 ~ 750 m 深度测得的温度一般在 34.65 ~ 36.8℃。

(2) II 号遥感地热异常——八里庙热异常。八里庙热异常位于济宁市城区西南,约距市区 1.5 km,遥感地热异常面积大于 15 km<sup>2</sup>。地处八里庙村、张

桥、孟庄、李集一带,呈椭圆形。该异常的西界被 NE 15°西五里营断裂所切,东界受 NW 345°刘堤头断裂切过,而近 EW 向八里庙断裂、胡庄断裂为遥感解译断裂,这2条断裂近乎平行展现,相距约700 m。地温异常出现在构造汇合部位。热异常在 ETM6 黑白影象上为亮白色,明显亮于背景(图3)。在彩色影象图上可以看出浅桔红色热异常色,该异常内构造发育,断裂交叉汇集,为地表水的渗透、存储、地热信息上溢等提供了良好构造空间。该异常内孔深 1 095 m 处测温达到 48.9℃。

(3) III号遥感地热异常——前十里营热异常。前十里营遥感地热异常位于济宁市城区东南约2 km 左右。地处张垌堆、赵村、鱼塘、前十里营、大郝村、

蒋屯一带,呈蠕虫状,地热异常面积大于 29 km<sup>2</sup> (图3)。地热异常东界被孙氏店断裂所切,异常中心部位有四分厂断裂、代庄断裂(断裂走向 NW 351°)与近 EW 向3条平行断裂通过,遥感地热资源异常受断裂控制呈 EW 向展布,并被第四系覆盖。在异常的北部与西南部,沿断裂分布有橄榄辉长岩侵入体,在 TM642 合成影象上出现反射光谱低暗异常,呈暗蓝色,异常中心部分呈鲜红及桔红色调,往边部色调逐渐变浅,在 TM6 波段呈明显亮于背景的亮白色调。从钻孔资料中得知,该异常内 21(50)号孔深 979.75 m 处测温达 42.25℃,水质分析中,氡放射性元素高出背景值近3倍,显示该地热资源是有一定保健作用的地下热水资源。

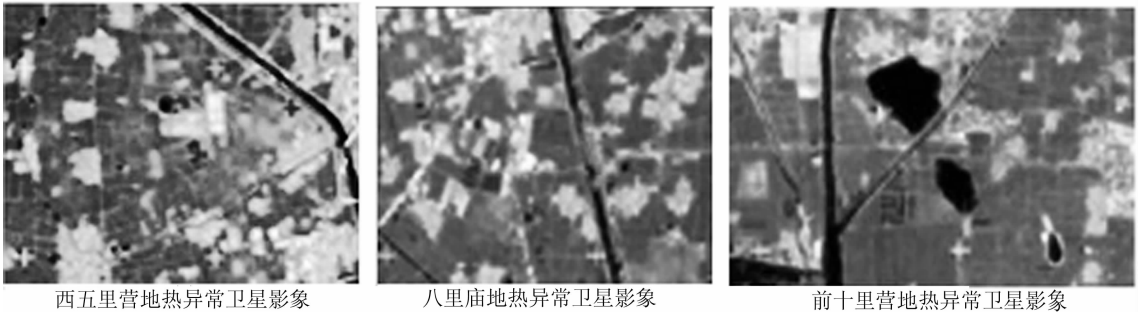


图3 济宁市城区地热异常卫星影象

## 3 地热田地球物理特征

### 3.1 视电阻率特征及推断成果

结合济宁市城区地质特征和遥感地热异常靶区,布置直流视电阻率测深点 152 个,AB/2 极距最小 3 m,最大 3 000 m,点距 250 ~ 500 m。电测深解释推断了 6 条主要断裂:孙氏店断裂、八里庙断裂、代庄断裂、刘堤头断裂、济宁断裂和孟庄断裂。根据低阻异常延深情况,认为上述断裂均有较大的延深,其导水导热性较好。通过对电测深曲线的定量解释<sup>[1]</sup>,并结合煤炭钻孔资料编绘出奥陶系热储层,总的趋势是“奥灰”呈水平产出,微微向 SW 倾斜,埋厚度从北向南、从东往西呈增厚趋势。济宁凹陷的构造格架为济宁凹陷东边界,4 条次级断层由 NE—SW 形成了 5 级台阶形状,每个台阶内奥顶埋深相对变化较小,总体向 SW 倾斜。

### 3.2 地温场特征

调查区位于环鲁中南低山丘陵倾斜平原区,隆起幅度较小,凹陷区大地热流值 56 ~ 57 mW/m<sup>2</sup>,较

地球表面平均热流值 59 ~ 63 mW/m<sup>2</sup> 略低,可能与该区地下水丰富且埋深浅有关。据河北平原地热资料<sup>[2]</sup>,一般盖层厚度超过 500 m 即能起到很好的保温效果形成地热异常。该区靠近鲁中丘陵山区,地下水径流交替积极,对地温场影响较大,若径流条件好,受冷水流干扰会使地温降低,反之若径流条件差,冷水不易混入,在合适的地层构造条件下会形成地热。该工作区中南部盖层厚度一般大于 600 m,东、西两侧的孙氏店断裂和嘉祥断裂落差大,外侧的寒武—奥陶系与济宁凹陷内中生界、上古生界砂页岩接触,地层阻水能力较强,冷水区的裂隙岩溶水不易直接补给凹陷区内的奥陶系裂隙岩溶水,下伏奥陶系裂隙岩溶水处于相对封闭状态,径流条件较差,具备形成地热的条件。

### 3.3 地温梯度特征

收集到济宁煤田地质勘探 68 个钻孔系统测温资料<sup>①</sup>,测量深度一般 600 ~ 1 300 m,同时进行了 60

① 山东科技大学地质科学院,山东省济宁市高新区许厂煤矿储量检测报告,2004 年。

口机民井测温,测量深度一般20~200 m。地温一般随深度增加而升高,不同深度地温变化幅度与地质结构、地层岩性有关。利用济宁市城区南部的

55,56,59号孔系统测温资料分别绘制的测温曲线(图4)可看出,该区地温场垂向具有明显的变温带、恒温带和增温带。

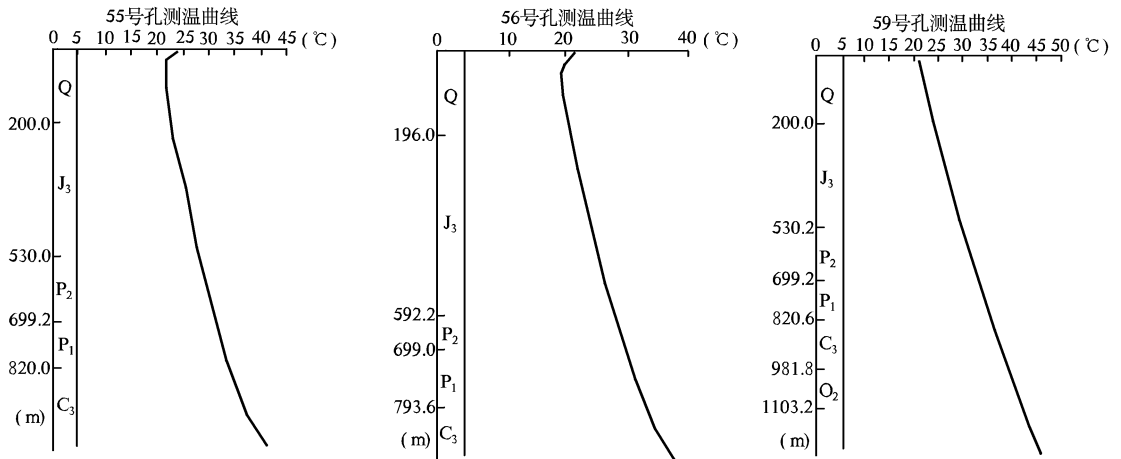


图4 济宁市城区南部55,56,59号钻孔测温曲线图

3个不同地区的测温曲线变化规律总体上基本一致,在恒温带以下均呈近斜直线型,但不同地层岩性其导热率等存在差异。如55,56号孔在侏罗系、二叠系砂、页岩为主地层中,岩性较稳定,富水性差,地温呈近直线型均匀增加,地温梯度相对较低,对地壳深部热能向上传导起保温隔热作用;进入石炭系后,由于距奥陶系热储层较近,加之有石灰岩沉积,富水性增强,地层热导率增大,地温出现一个突变,测温曲线较上部斜率增大,地温梯度可达 $3.4 \sim 3.9^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。从新二号矿区的59号孔测温曲线可以看出,由于热储埋深在1300 m左右,1260 m深度以上测温曲线基本呈一斜直线型,地温增加速率较均匀,平均地温梯度 $2.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。增温带中实测的59号孔1103.2 m处水温 $41.2^{\circ}\text{C}$ ,77号孔1095 m处 $48.9^{\circ}\text{C}$ ,51号孔1004 m处 $40.6^{\circ}\text{C}$ 。

### 3.4 重力场特征

济宁市城区处在布格重力异常正等值线与布格重力异常零等值线的交接线的西侧,大多处于布格重力异常正等值线范围,其重力值不高。布格重力异常形态总体呈椭圆带状沿NE方向大体与济宁潜向斜展布方向一致,说明主干断裂构造控制着地层展布方向,表明济宁凹陷处于总体隆起区背景内,为不明显的上地幔隆起带,莫霍面埋深比四周地区略浅一些,大体埋深33~34 km。

### 3.5 热储层物理特征

奥陶系热储层受断裂构造控制,埋藏条件较复

杂。根据济宁诸煤田勘探钻孔资料及该次地球物理勘探成果,济宁市城区地热田奥陶系热储顶板埋深总体规律为北浅南深、东浅西深。根据奥灰热储埋藏条件,利用该次测温资料的盖层地温梯度计算结果,推测不同埋藏条件下热储温度。在地热田东部、北部热储埋深600~800 m区域,平均地温梯度按 $2.88^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ,推算热储平均温度 $30 \sim 36^{\circ}\text{C}$ ;中部热储埋深在800~1000 m,平均地温梯度按 $2.65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ,推算热储平均温度 $35 \sim 40^{\circ}\text{C}$ ;西南部热储埋深在1000~1400 m,平均地温梯度按 $2.64^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ,推算热储平均温度 $40 \sim 51^{\circ}\text{C}$ 。

## 4 地热田地球化学特征

### 4.1 热水化学一般特征

该调查采集的地下热水为济宁二号井(D05孔)-700 m处煤矿疏干排水,水温 $35^{\circ}\text{C}$ 。由济宁煤田多年来对采煤疏干排水与奥陶纪灰岩含水层富水性特征的研究可知:采煤疏干所排之水主要来自于下伏奥灰水的越流补给和断裂带渗流补给,基本上代表奥陶系热储地下热水的水质。该水水化学类型为

$\text{SO}_4\text{-Na}$ 型,阴离子以 $\text{SO}_4^{2-}$ 为主,含量 $1534.506\text{mg/L}$ ,占阴离子总量的77.51%;其次为 $\text{HCO}_3^-$ ,含量为 $460.80\text{mg/L}$ ,占阴离子总量的18.32%;阳离子以 $\text{Na}^+$ 为主,含量 $881.80\text{mg/L}$ ,占阳离子总量的95.79%;其次为 $\text{Ca}^{2+}$ ,含量 $22.42\text{mg/L}$ ,占阳离子总量的

2.79% ;矿化度2960.86 mg/L, pH 值 8.31, 全硬度 77.53 mg/L。SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 和 Na<sup>+</sup> 在地热水中占主导地位, 而 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 含量的降低, 表明地热水接受现代大气降水补给量小, 处于相对封闭的地质环境中。经计算, 该地热水  $\gamma\text{Na}/\gamma\text{Cl} = 43.08$ ,  $\gamma\text{SO}_4/\gamma\text{Cl} = 36.4$ ,  $\gamma(\text{HCO}_3 + \text{SO}_4)/\gamma\text{Cl} = 45$ , 这些元素比例系数远大于海水, 反映了地下水具有大陆溶滤水的特征。

#### 4.2 微量元素及其特征

由化验结果知, 济宁市城区地热田地热水中含有多种对人体健康有益的微量元素和组分, 氟、锶、偏硅酸、偏硼酸等成分均有一定程度的富集。对照《医疗热矿水水质标准》, 地热水中的氟含量为 2.56 mg/L, 达到命名矿水浓度, 命名为氟水; 偏硼酸含量为 5.90 mg/L, 达到了矿水浓度, 命名为硼矿水。地热水中微量元素富集是围岩成分、地下水循环交替条件较差及有利的地球化学环境条件共同作用的结果。

#### 4.3 放射性特征

热水分析结果中总  $\alpha$  含量为 24.2 mBq/L, 总  $\beta$  含量 11.9 mBq/L, <sup>226</sup>Ra 含量 79.7 mBq/L, 氡的含量为 120.6 mBq/L。总体上看其地下热水中放射性元素含量较大。究其原因, 是由于济宁市区南有大面积辉长岩体穿插侵入, 地下热水在流经辉长岩体进行深循环过程中, 不断溶解围岩物质成分产生热蚀变, 放射性物质不断在热水中聚集的结果。根据《水文地质手册》地下水放射性分级标准, 由地热水中镭的含量(g/L)来确定其放射性强度。换算关系为  $1\text{g} = 3.7 \times 10^{10}\text{Bq}$ 。经计算, D05 号采样点镭的含量为  $2.15 \times 10^{-11}\text{g/L}$ , 为弱放射性水。

### 5 济宁市城区地热地质条件

通过资料分析认为, 济宁市城区南部 3 处相距很近的遥感地热异常, 都是济宁市城区深部奥陶系热储地下水信息在遥感热红外影象上的反映。盖层地热田内奥陶系上覆的石炭系、二叠系、侏罗系、白垩系、第四系总厚度 600 ~ 1 400 m。主要由泥岩、砂岩、黏土等碎屑岩组成, 总体富水性差, 为相对隔水层, 且导热性能差, 热阻大, 是地下水良好的天然热储保温盖层。

热储层: 据煤田地质勘探资料, 上述盖层下伏奥陶纪中统上部碳酸盐岩, 主要为灰色及棕灰色厚层

状石灰岩、豹皮灰岩, 夹泥灰岩及钙质泥岩等, 古剥蚀风化带和裂隙岩溶发育带厚度一般在 200 m 以上, 岩溶裂隙发育, 连通性较好, 为地热水的形成提供了储集、运移空间, 是奥陶系热储层的主要含水层位。热储层的富水性极不均匀, 一般在构造影响带附近裂隙岩溶较发育, 富水性强。

热源及传导: 该区热储层热源一是来自地壳深部及上地幔传导热流, 二是深大断裂沟通深部热源后局部对流型热源。区内的孙氏店断裂及西邻嘉祥断裂是 2 条规模较大的断裂, 可能断至莫霍面, 除了它本身产生一定的摩擦热能外, 主要是沟通了上地幔的岩浆热源。在工作区中南部, 形成于中生代燕山期的大断裂伴有多期岩浆入侵活动, 证明区内具有深切上地幔的断裂构造存在。地壳深部的热能通过断裂构造导通和地下水深循环对流作用, 将热能输送到奥陶系热储层中, 在上覆巨厚碎屑岩和松散岩盖层的阻热保温作用下, 热能便储存下来。

地热水补给来源: 由区域水文地质条件和水质分析资料认为, 区内地下热水的来源除部分为沉积物形成时保存下来的沉积水外, 绝大部分为济宁凹陷区东、西、北侧向径流补给, 奥陶系岩溶水在接受大气降水和孔隙水的补给后, 少部分岩溶水通过地层裂隙或断裂带, 在水头差的作用下, 向凹陷区深处运移至热储层, 经围岩加热后形成地下水。

## 6 地热资源量估算

### 6.1 热储概念模型

根据区域地热地质条件, 区内热储层由中奥陶纪马家沟组上部的八陡段、阁庄段和五阳山段碳酸盐岩之风化裂隙带和裂隙岩溶发育带构成, 厚度 200 m 左右, 埋藏深度 600 ~ 1 400 m; 上覆石炭系、二叠系、侏罗系、白垩系和第四系, 含有巨厚的泥岩、页岩、黏土岩等隔水层, 导热性能差, 构成良好的保温盖层; 来自地壳深部的大地传导热流和深大断裂带对流是主要热源; 凹陷东、西、北侧寒武—奥陶系裂隙岩溶水的侧向径流补给是地热水的主要补给水源(图 5)。

### 6.2 地热田边界

东部边界为孙氏店断裂南段(西贾以南), 小屯—陈厂断裂作为东北边界; 据区域地热地质条件, 嘉祥断裂为整个济宁凹陷地热田的西部边界, 但考虑

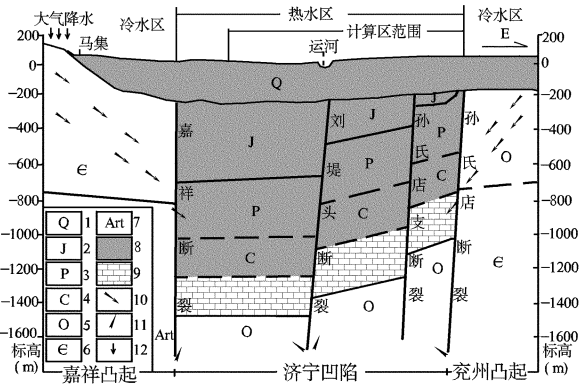


图5 济宁市城区热储概念模型图

1—第四系;2—侏罗系;3—二叠系;4—石炭系;5—奥陶系;6—寒武系;7—新太古代泰山岩群;8—热储层;9—热储盖层;10—地热水资源;11—地热水形成过程;12—深大断裂导热

到嘉祥断裂距济宁市城区较远,地热开发利用经济效益较差,因此,将重点工作区西界作为地热田的西部边界;奥陶系顶板埋深600 m线为济宁市城区地热田的北部边界,贾庄以北则以重点工作区为界;济宁凹陷内的工作区南部为南四湖区,西南部刘堤头断裂以西奥灰顶板埋深较大(1 400 m左右),距济宁市区约12 km,地热资源开发利用经济效益较差,因此将重点工作区的南界作为济宁市城区地热田的南部边界,地热田面积300.6 km<sup>2</sup>。

### 6.3 地热田热能资源量推算

根据上述重点工作区为边界,利用“热储法”进行地热田资源量初步计算,求得济宁市城区地热田热能资源总量为3.95 × 10<sup>18</sup>J,按煤的热值29.3 × 10<sup>6</sup>J/kg计算,热能总储量相当于1.3488亿t标

准煤的产热量。可利用热能资源总量为0.54 × 10<sup>18</sup>J,相当于2 023.3万t标准煤的产热量。区内奥陶系热储顶界埋深小于2 000 m,属经济型地热资源,该次热能资源量只计算了200 m热储厚度内和重点工作组内的资源量,而奥陶系灰岩厚度远大于这一厚度,地热田范围向西、向南还有很大空间,计算的热能资源量偏小;可利用地热资源量是在目前经济技术条件下能够开采,且有足够保证的资源量。经计算,总资源静储量为6.27 × 10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>;采用“水热均衡法”按单井出水量2 000 m<sup>3</sup>/d,服务期限100年计,计算的可采资源总量为3.4 × 10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>/d;采用平均布井法计算的地热田奥陶系热储可布地热井为17眼,合理井间距4 746 m。

## 7 结论

根据卫星遥感热红外异常解译结果,进行后续测温测孔、电测深、水质分析以及地质调查,编制济宁市城区地热资源遥感地质系列解译图件,在发现3处地热异常基础上,进一步投入综合地质调查,发现了面积大于300 km<sup>2</sup>的低温地热田,为济宁市城区地热资源进一步勘查和开发利用提供了科学依据和资料。

## 参考文献:

[1] 何燠登,傅良魁.应用地球物理教程——电法、放射性、地热[M].北京:地质出版社,1991.  
[2] 陈墨香.华北地热[M].北京:科学出版社,1988.

# Remote - sensing Geothermal Abnormality and Geological Characteristics of Geothermal Fields in Districts of Jining City

CAO Hong - song, LU Guang - ming, SHI Jian, DENG Xian - rui

(Shandong Mapping and Surveying Institute of Land and Resources, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** Jining districts locate in Jining depression in hidden uplift in southeast of Shandong province. There is no geothermal wells in this area. Through analysis on satellite remote - sensing infrared information, geothermal abnormality has been found in this area. Combining with general geological survey, drilling wells temperature, electric sounding and analysis of thermal water sample, it is regarded that a low temperature cellar type geothermal field occurred in south part of Jining districts with the square of 300km<sup>2</sup>. The temperature of hot water can reach 50℃, and the water amount is over 3.95 × 10<sup>18</sup>J with bright future in geothermal resource exploitation.

**Key words:** Remote - sensing infrared abnormality; geothermal field; geological characteristics of geotherm; Jining districts