

## 济南北部地区地热地质条件分析

任书才

(山东省地矿工程勘察院, 济南: 250014)

济南是山东省省会, 是全省政治、经济、科技、文化、交通旅游的中心, 素有“泉城”之美称, 有利的地质—水文地质条件不仅形成了著名的四大泉群等旅游资源, 而且也蕴藏着丰富的地热资源。本文试图通过对地热地质条件的分析, 为今后济南北部地热资源的合理开发利用, 提出方向性的建议。

### 1 地质构造条件

济南地区位于鲁西隆起的西北部, 北与济阳凹陷濒临, 处于鲁西系的北翼, 地层南老北新, 总体为缓倾斜的单斜构造。济南以北的齐河—广饶隐伏大断裂为济阳坳陷与鲁西断块隆起的分界线, 控制了区内断裂构造格局。

齐河—广饶断裂对本区次一级构造和岩浆岩分布具有重要的意义。断裂总体走向近东西、倾向北、倾角 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ , 断距 $900 \sim 1500\text{m}$ , 是一条深切上地幔的大断裂。断裂北盘第四系、上第三系以下为迭巨厚的下第三系沉积, 断裂南盘第四系、上第三系以下为二迭系、石炭系和奥陶系。齐河—广饶断裂是地球深部热源向上对流和传导的主要通道, 是济南地区地下热水的主要热源。沿断裂带有间歇性中、基性岩浆的喷发活动, 断裂南侧有一定规模的燕山期中、基性侵入岩, 对济南地区地下热水又起到封存和保温作用。

济南岩体与齐河—广饶大断裂之间分布有规模较大的断裂三组(见图1): 一组呈NNE向展布, 如卧牛山断裂、鸭旺口断裂等; 一组呈NNW向展布, 如桑梓店断裂, 长清断裂等; 另一组断

裂位于济南岩体外转的北侧, 呈弧形展布, 大致与齐河—广饶断裂平行, 使北部灰岩呈弧形条带状展布, 同时弧形断裂又被NNW向的一组断裂所切断, 将灰岩条带切割成断块, 它们归属于鲁西系外旋回层的伴生构造, 均为张性断裂, 切断了二迭系、石炭系和奥陶系, 使深部奥陶系灰岩与浅部灰岩相连通, 一些断裂本身也具有导水性, 沟通了深部与浅部的联系, 使深部地下热水能够向浅部运移和聚集。区内与之平行的断裂还有数条, 它们既是深部地下热水能够向浅部运移和聚集的通道, 其破碎带本身又是地下热水储存的空间。

### 2 岩浆岩

济南地区岩浆活动较为强烈, 主要发生在印支—燕山运动晚期。形成以规模较大的济南辉长岩体为主体, 以东部唐冶、沙沟、于山等小岩体为辅的济南岩体。

济南辉长岩体分布于济南市区及近郊一带, 绝大部分已被第四系覆盖。由于其形成与北部的齐河—广饶大断裂有关, 岩体轴方向与断裂走向一致, 呈近东西向的椭圆状, 东西长 $30\text{km}$ , 南北最宽达 $15\text{km}$ , 岩体面积 $268\text{km}^2$ 。济南辉长岩体北缘与围岩接触带附近倾角约 $30^{\circ}$ , 西端倾角大于 $40^{\circ}$ , 都向岩体外倾斜; 岩体向南呈起楔形犬牙交错状侵入, 局部顺层侵入奥陶系灰岩底部, 接触面倾角 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。从剖面上看, 侵入体界面北陡南缓, 侵入源在岩体中北部。济南辉长岩体的存在对济南地热的形成具有重要的作用。

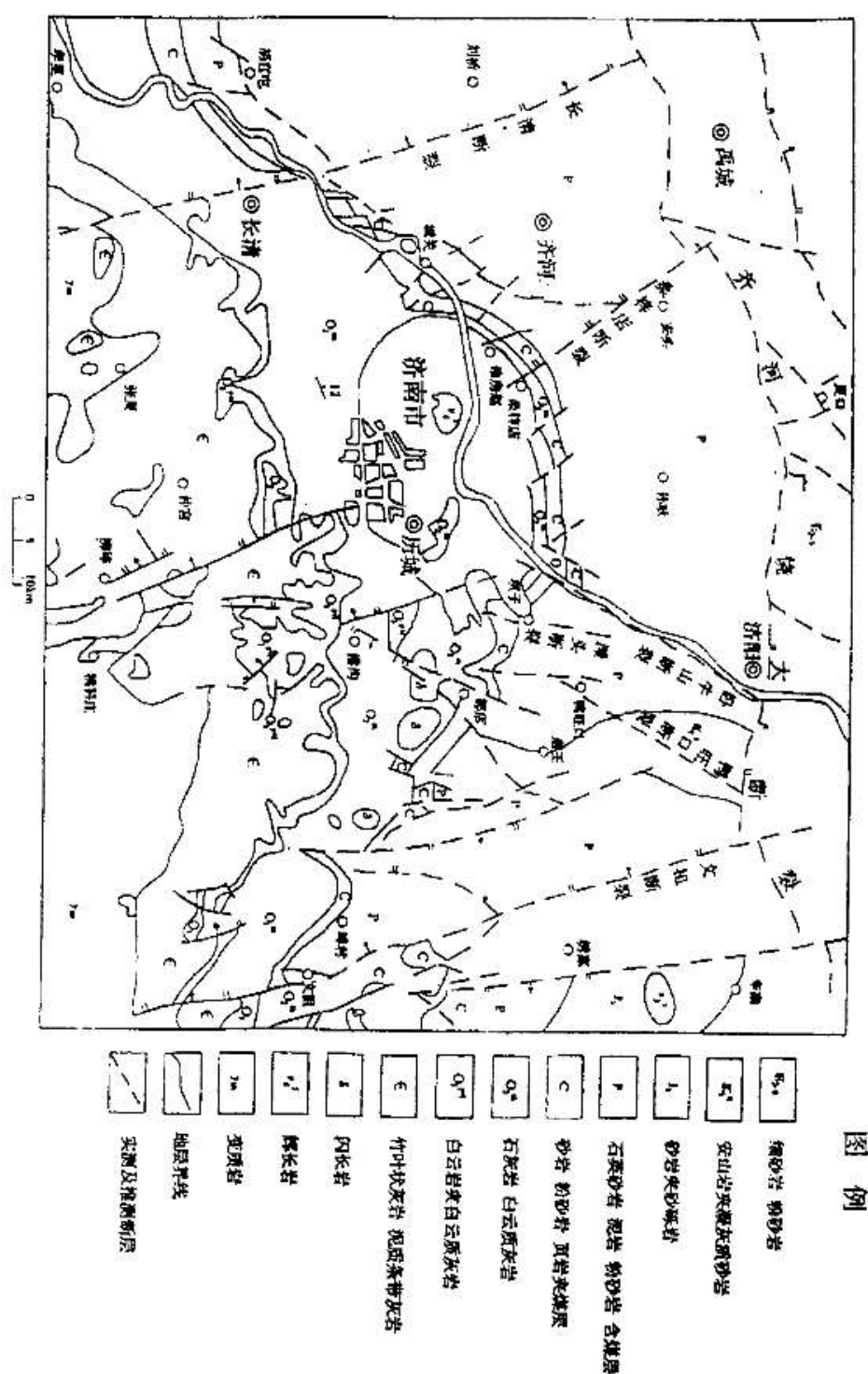


图1 济南地区构造及基岩地质图

(1) 在一定程度上它阻挡了南部大量冷水向北径流,对北部地热水水温起到很重要的保护作用;

(2) 它迫使南部一部分岩溶水向地下深处循环,形成增温作用;

(3) 由于岩体向上侵入,使上部地层抬升,热储埋藏变浅,形成浅部地热异常,且更适合开采。同时在岩体侵入过程中,压应力使含水层产生一系列的断裂和裂隙构造,有利于热量的对流和传导;

(4) 岩浆侵入体带来大量可溶性物质组份,使地热水获得特殊的微量元素,对形成医疗矿泉水具有重要意义。

### 3 地热地质条件

济南地区自1970年以来,已发现多处地热显示点,具有代表性的有东部:鸭旺口的YK<sub>1</sub>号地热井,华山镇坝子村的DR<sub>2</sub>号地热井,黄河北工作区内靳家镇蒋家村的济古<sub>1</sub>井,齐河县焦斌屯油房赵的CK<sub>3</sub>井等。上述地热井热水温度在35~55℃之间,属低温地热水。这些地热井分布在济南岩体与齐河—广饶大断裂之间:沿济南岩体北部边缘自西往东分布:盖层有第四系、上第三系、二迭系、石炭系,总厚度在200~800m之间,热储为奥陶系灰岩含水层。据已有资料分析,水化学类型为SO<sub>4</sub>·Cl-Ca·Na型和Cl·SO<sub>4</sub>-Na·Ca型为主,矿化度一般3~7g/l,单井涌水量大于1000m<sup>3</sup>/d。

根据济南地区地质、水文地质条件分析,南部补给区降水入渗转化成地下水,大部分水量受济南岩体和石炭系、二叠系的阻挡,以冷水泉的形式出露排泄,如济南的趵突泉、黑虎泉及白泉等,另一小部分地下水则继续沿岩体底部及灰岩

倾向向北部地下深处进行深循环,在深循环过程中经围岩地温加热后,在静水压力的作用下,在济南北部隐伏区沿构造通道和岩层裂隙上升至浅部,或通过钻孔揭露涌出地表,或形成浅部的地热异常和热矿水自流。因此认为,济南地区的地热异常是由地下水的深循环经地热传导加热作用形成的。

### 4 地下热水的化学特征

#### 4.1 地下热水水质的一般特征及分布规律

济南岩体以南的冷水区水温<20℃,一般在15~18℃之间,水化学类型为HCO<sub>3</sub>-Ca或HCO<sub>3</sub>-Ca·Mg;岩体北部热水区水温一般>30℃,最高达55℃(济古<sub>1</sub>),热水水化学类型以Cl·SO<sub>4</sub>-Ca·Mg为主。岩溶水的矿化度,在岩体以南<1g/l,一般在0.3~0.6g/l之间,岩体以北则>1.5g/l,鸭旺口一带可达7g/l左右。从上述水质变化说明岩体南北两侧水质差异很大,具有突变的特点。这也间接说明岩体对地下热水的形成具有重要的作用。

在岩体北部热水区内,水温、矿化度、水化学类型、微量元素的含量也有较明显的变化。首先在东西方向上,以卧牛山和滩头断裂之间的断块为界,以西(包括齐河开发区范围)水化学类型以SO<sub>4</sub>-Ca·Mg型为主,热水矿化度低,一般在1.5~3.3g/l之间;断裂以东地区,水化学类型以Cl·SO<sub>4</sub>-Ca·Mg和Cl·SO<sub>4</sub>-Na·Ca型为主。矿化度高,在5~7g/l之间。其次在南北方向上,热水区内也有一定的变化规律,由南向北水温、矿化度逐渐升高。

区内热水的水质在东西方向上的判别说明西部和东部的热水形成条件有差别,热水的赋存条件也不一样。而在南北方向上的水质差异则反

映了热水的补给、径流和排泄方面的总趋势。

#### 4.2 几个热水井的水质特征

根据区内已有的几眼地热井资料,本区地热水温度 $>30^{\circ}\text{C}$ ,井口最高水温 $55^{\circ}\text{C}$ (济古<sub>1</sub>)。地下水在循环过程中,不但温度增加,在热水介质的相互作用下,水中的微量元素也大大增加,而且相对封闭稳定的循环系统也有利于水中化学组份的聚集。如地热热水中含有较多的偏硅酸、锶、铁、溴、碘等成分。西部济北-1号地热勘探井热水中偏硅酸含量达 $52\text{mg/l}$ ,氟化物含量 $2.66\text{mg/l}$ ,分别达到了医疗热矿水的命名浓度(标准值 $50\text{mg/l}$ 、 $2\text{mg/l}$ ),可分别命名为硅水和氟水,油房赵(CK<sub>3</sub>号井)偏硅酸、氟含量达标;东部鸭旺口(三口井)、坝子(DR<sub>2</sub>号)均达到医疗热矿水标准的成份。鸭旺口地热水有三项微量元素达到医疗热矿水标准,其中锶、氟达到命名矿水浓度;坝子(DR<sub>2</sub>号井)地热水中有三项达标,其中锶、氟也达到命名矿水浓度。这些热矿水的矿化度一般都较高,水中的微量元素丰富,对人体有良好的生理作用,从而形成医疗热

矿水。鸭旺口、油房赵两地利用热水开办的温泉洗浴,一些经常洗浴的人反映此浴对某些疾病有名显的疗效(参看鸭旺口地热田详查报告)。

另外,本区一些矿化度较低的热矿水,根据国家饮用天然矿泉水标准(GB8537-1995),可作为饮用天然矿泉水直接饮用。如油房赵CK<sub>3</sub>井热矿水矿化度低,为 $1.57\text{g/l}$ ,锶含量 $2.3\text{g/l}$ ,偏硅酸含量 $34.84\text{g/l}$ ,热矿水中 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 等占绝大部分。不含有害元素、无污染,对人体健康有益。

综上所述,济南北部地区具有形成地热田的地质、构造条件,地热水属沉积盆地非火山型低温地热资源。济南北部地区齐河—广饶断裂至济南岩体中间地带热储为奥陶系灰岩含水层,盖层主要为第四系、上第三系、二迭系、石炭系。地热田热水温度一般在 $33\sim 55^{\circ}\text{C}$ 之间,属低温地热田。水中含有丰富的微量元素,其中氟化物、偏硅酸等均能达医疗矿泉水标准,有良好的医疗价值。

### 石家庄市第一口地热探采井开钻

2003年1月21日上午11时,随着石家庄市市长臧胜业的一声开钻命令,石家庄市国大集团地热1井正式开钻。该井坐落在石家庄市东南部,由河北煤田地质局第四钻井大队施工。该井的开钻打响了石家庄市地热水开发利用的第一炮。

为开发利用石家庄市的地热资源,石家庄北方地热公司在省、市有关部门的关注和大力支持下,与国土资源部廊坊地球物理、地球化学研究所经过2年多的野外勘查及地质论证,作了大量的前期研究工作,在充分分析研究已有资料的

基础上,又作了浅层测量、氡气测量、CSAMT测深、MT测深及岩性测深,为更好地开发利用石家庄市地热资源奠定了基础。该井为石家庄市区内第一口地热井,钻探成功必将对推动当地经济和社会发展具有重要的意义。

中国能源研究会地热专业委员会秘书长刘时彬先生参加了开钻典礼仪式并致辞。

(戴锦、刘树林 石家庄北方地热科技开发有限公司)