

# 济源市省庄地热区地质条件及成因特征

高 晓, 景金明, 杨书民, 孙越英

(河南省地质矿产勘查开发局 第二地质队, 河南 焦作 454002)

**摘 要:** 济源市省庄地热属于异常增温热水型及干热岩型地热区, 是中国北方非火山岩浆岩区地热典型的典型地热区, 地热水是大气降水通过盘古寺深大断层深循环的结果。地热分布受盘古寺断层、五龙口断层及次级断层的控制, 并在断层交汇部位显示温度异常。热源来自于北部山区补给沿断层径流的深循环水。深循环水水温较高, 与浅部受大气降水及地表水补给的冷水相混合。

**关键词:** 地热资源; 地质条件; 成因特征; 开发利用; 济源市; 河南省

**中图分类号:** P641.11; P314.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2007)03-0228-04

## 0 引言

地热作为无污染新能源, 是能源开发利用的新方向, 地热资源的开发利用是实施可持续发展战略的重要途径。济源市东北部的五龙口镇省庄村为地热异常增温热水型及干热岩型地热区, 地热区面积约 1.63 km<sup>2</sup>, 在地热区的中心部位, 井深 50 m 处, 水温高达 26~56℃, 为第四系孔隙潜水, 属于中低温热水; 在井深 300 m 处, 水温可达 100℃以上, 为裂隙岩溶水。省庄地热是中国北方非火山岩浆岩区地热典型的典型地热区, 地热水是大气降水通过盘古寺深大断层深循环的结果, 对其成因特征进行研究具有重要的实用价值和地学意义。

## 1 环境地质条件

地热区位于太行山构造剥蚀低山区与山前倾斜平原的交接部位, 横亘东西的太行山脉在热区北部陡然南伸 2.5 km, 经省庄、五龙口后向西延, 形成 S 形山势走向, 热区即位于 S 形中部拐弯处, 由于地温异常, 此地小麦成熟较早, 冬季积雪早化。

地热区属暖温带大陆性气候, 地表水系比较发

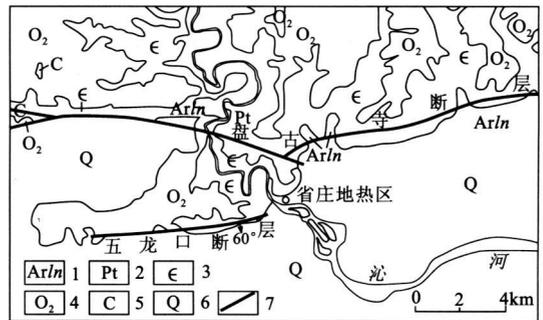


图 1 济源市省庄地热区区域地质图

Fig. 1 Regional geological map of Shengzhuang geothermal field, Jiyuan city, Henan province

- 1. 太古界林山群 2. 元古界 3. 寒武系
- 4. 奥陶系中统 5. 石炭系 6. 第四系 7. 断层

育, 河流纵横, 属黄河流域; 全区地形为西北高、东南低, 地貌类型齐全; 区内出露太古界变质岩、寒武系和奥陶系碳酸盐岩、石炭系和二叠系煤系地层、三叠系页岩、新近系砂岩和泥岩、第四系黄土; 济源市处于新华夏系太行山隆起的南端与晋东南山字型构造东翼反射弧的前缘和东秦岭纬向构造带北缘相交联合弧地带, 区内广泛发育燕山运动以来所生成的多种构造形迹<sup>[1]</sup>, 多以高角度正断层为主, 区域构造位置处于山西陆台东南部。主要构造有盘古寺断层、五龙口断层; 盘古寺断层位于热区北部, 为区域性大

收稿日期: 2006-11-27; 改回日期: 2007-05-08

作者简介: 高晓(1968), 男, 河南项城人, 工程师, 从事水文地质及环境地质调查工作。

通讯作者: 孙越英。

断层<sup>[2]</sup>, 次级断裂发育, 走向近 EW, 倾角  $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ , 断层带宽 600~900 m, 断距 550~800 m, 为高角度正断层, 上升盘为太古界、元古界、寒武系, 下降盘为寒武系、奥陶系; 五龙口断层位于热区南部, 为区域性大断层<sup>[3]</sup>, 次级断裂发育, 走向 NEE, 倾向 SSE, 倾角  $50^{\circ} \sim 55^{\circ}$ , 断距大于 500 m, 属正断层(图 1)。区内主要含水岩组为碳酸盐岩裂隙岩溶水, 含水层岩性为奥陶系中下统灰岩, 构造裂隙及岩溶发育, 其次为碎屑岩夹碳酸盐岩裂隙岩溶水<sup>[4]</sup>。

## 2 地热区地质构造成因特征

济源市东部为华北平原区, 其下部为一储热条件较好的凹陷圈闭区, 构造部位处于华北盆地中的济源—开封凹陷内, 在区内一级凹陷的基础上, 形成了次一级凹陷圈闭区。

省庄地热水的形成受隆起断裂构造的控制, 大气降水是热水的主要补给源, 箭过顶以北的山区接受的大气降水沿盘古寺断层带渗入到深部经加温后, 在  $F_{17}$  和  $F_7$  断层及其上盘岩石的阻隔下, 沿断层的迎水面上升且不断与碳酸盐岩中的冷水混合, 形成碳酸盐岩中温热储区, 寒武系下统页岩对深部热水起到了隔热保温的作用, 第四系粘性土对松散岩类低温热储区的热水起到了一定的隔热保温作用(图 2)。

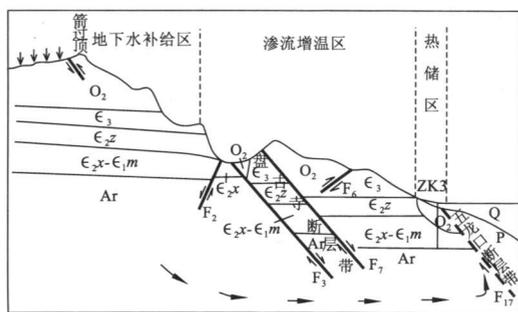


图 2 地热水形成示意图

Fig. 2 Sketch of formation of the geothermal water

在省庄地热凹陷区内, 发育有 EW 向、NEE 向及 NW 向断裂, 以近 EW 向断裂为主, 大小断裂数十条, 其中的凹陷边界规模较大, 断裂一般断达基底, 断距大、延伸远, 这些断裂至今仍在活动, 区内小震频繁不断, 推测均与断裂活动有关。

盘古寺断层带、五龙口断层带是多期次活动的

深大断层带, 早期形成落差大的正断层, 后期上盘上升; 上盘主要为碳酸盐岩, 热区北东界至盘古寺断层间岩石松散、含水丰富, 基岩山区接受降雨并沿盘古寺断层带渗入到变质岩深部后, 往南迳流, 流经页岩区可起迳流保温储热效果, 推断盘古寺断层带、五龙口断层带是热水导水的主要通道。

发育的断裂构造及其活动性说明区内具有较好的潜在地热资源, 济源市省庄地热区北部存在盘古寺区域性深大断裂, 沿该断裂分布有新乡小冀地热井、沁阳地热井、省庄温泉等地热异常区, 武陟处于隆起地块内, 下覆古老的变质岩地层, 其构造特征对形成地热十分有利。

## 3 热储层的成因分析

### 3.1 热储类型划分

根据地热资源形成与控制其分布的主要地质条件, 我国地热系统有火山—岩浆岩型、断裂深循环型(对流型)和沉积盆地型(传导型)3 种类型。

根据载热流体赋存空间的不同, 热储一般分为层状热储和带状热储<sup>[5]</sup>。层状热储指具有有效空隙度和渗透性的岩层、岩体构成的热储, 具有地层或岩体分布面积较大、产状倾角较缓、地层沉积厚度大的特点, 供热源是大地热流, 分布于沉积盆地; 带状热储是指有效空隙度和渗透性的构造带(如断裂破碎带或裂隙带)构成的热储, 一般具有倾角陡<sup>[6]</sup>、平面上成条带状延伸、常具有地温异常的特点, 分布于隆起山地或山前地带<sup>[7]</sup>。

省庄地热区位于济源—开封沉积盆地埋藏型地热田的西部, 属于异常增温热水型及干热岩型地热田, 属断裂深循环型(对流型)。

### 3.2 地球物理特征

济源市省庄地热区为一储热条件较好的凹陷圈闭区, 构造部位处于华北盆地中的济源—开封凹陷内, 其地质演化史、地质构造特点如下:

(1) 盆地结构。根据石油地质资料, 凹陷的基底为太古界及下元古界变质岩系, 覆于其上的为中元古界至下古生界, 由碎屑岩及碳酸盐岩组成。

(2) 拗陷的形成与发展。印支运动结束了华北地台的稳定发展状态, 整体上升为陆地。燕山早期, 华北拗陷与邻区在构造上还是一个整体; 自燕山晚期开始, 华北盆地周边地体或断块升起, 区域内部则下沉, 形成拗陷; 拗陷内, 受基底断裂的影响, 作不均

衡下沉,沉积了巨厚的新生界;据石油地质勘探资料,省庄地热区沉积了太古界、中生界及第四系。据钻孔资料,0~300 m为第四系松散沉积层,300~800 m为中生界,800~1500 m为太古界,区内主要基底断裂有盘古寺断裂、五龙口断层及其他支断层。

#### 4 地下热水的赋存形式及水文地质特征

区内第四系热储层,顶板埋深200 m左右,底板一般500~800 m,目前勘探开发深度多在1200 m以内。热储层岩性为细砂、中细砂、砂砾石。自北向南埋深和厚度逐渐加大,粒径由粗变细;自上而下由松散到密实、微胶结、半胶结。地热水总体流向为NW-SE,地温梯度多在2.5~3.1℃/100 m,由于区内深大断裂较发育,发现有明显的地热异常,根据区内地下水的温度及含水层组特征将热区地下水划分为中温热水松散岩类孔隙含水层<sup>[8]</sup>、低温温水松散岩类孔隙含水层、中温温水碳酸盐岩类裂隙岩溶水含水层及变质岩高温裂隙极弱含水层(干热岩)。

#### 5 济源市地热资源开发利用前景分析

(1) 济源市地处华北拗陷区的济源—开封凹陷中的次级构造(济源凹陷)东北部边缘。热区正处于盘古寺大断裂(济源五龙口地热、新乡地热都与该断裂有关)与五龙口断裂的交汇部位,并在断层交汇部位显示温度异常,含水层为松散岩类孔隙含水层及碳酸盐岩类裂隙岩溶水含水层,水温除正常增温外可能有异常,具有较好的热储条件<sup>[9]</sup>。

(2) 地热区的地热储存呈带状,分布面积较大,岩性、厚度稳定,地质构造条件较复杂。目前,据钻孔资料,井深300 m,孔内水温可达100℃以上,单井涌水量30~60 t/h。

(3) 济源市五龙口一带为正在积极建设中的高新技术开发区,开发地热资源对促进地方经济发展、推进旅游及相关产业的发展具有重要的意义。

(4) 地热资源是新的能源与补充能源,地热资源开发利用是实施可持续发展战略的重要途径。开发地热资源可以节约不可再生的固体矿产资源,并且具有环保价值。其能源效益、社会效益、环境效益

显著。

(5) 随着济源市王屋山—黛眉山世界地质公园的申报成功,为创建优秀山水旅游城市开创了良好条件,开发新型节能环境能源以取代传统的高污染能源也是现代城市发展的趋势。济源市地热资源的开发利用具有较好的地质、地貌、地理条件,具有较好的开发利用价值。

(6) 2006年济源市政府工作报告特别强调加强资源环境保护,发展循环经济,积极推进资源整合,鼓励资源节约利用、重复利用,构建资源节约型社会。地热资源的开发利用对于节约能源、保护环境具有重要的现实意义。

#### 6 结论及建议

(1) 济源市省庄地热属于异常增温热水型及干热岩型地热区,是中国北方非火山岩岩区地热典型的典型地热区,地热水是大气降水通过盘古寺深大断层深循环的结果。

(2) 地热分布受盘古寺断层、五龙口断层及次级断层的控制,并在断层交汇部位显示温度异常。

(3) 地热能来源于北部山区补给沿断层径流的深循环水,深循环水水温较高,与浅部受大气降水及地表水补给的冷水相混合,并且上部温度低、下部温度高,上部浅循环冷水补给多,下部深循环热水补给少,热水所占份额约占37.58%,冷水占62.64%。

(4) 济源市省庄地热区范围较小,可开采量有限,难于满足大面积开发利用的需要,但其深部具有大于100℃的干热岩,可以进一步研究回灌开采技术,以便进一步开发利用。

#### 参考文献:

- [1] 沈照理. 水文地质学[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [2] 河南省地矿局水文地质一队. 1:20万郑州幅区域水文地质普查报告[R]. 郑州: 河南省地质矿产勘查局, 1986.
- [3] 河南省地矿局水文地质一队. 河南省焦作地区综合水文地质勘察报告[R]. 郑州: 河南省地质矿产勘查局, 1989.
- [4] 河南地质局地质二队区调分队. 河南省济源县、沁阳县北部地区区域地质调查报告[R]. 郑州: 河南省地质矿产勘查局, 1981.
- [5] 河南省地质局区域地质测量队. 1:20万洛阳幅地质及地质矿产报告[R]. 郑州: 河南省地质矿产勘查局, 1965.

- [6] 河南省电力勘察设计院. 沁北电厂水源地下水资源评价报告 [R]. 郑州: 河南省电力勘察设计院, 1990.
- [7] 河南省地矿局地质二队. 河南省济源县山口—省庄地热调查报告 [R]. 郑州: 河南省地质矿产勘查局, 1984.
- [8] 孙越英, 王子刚, 徐红伟. 浅析焦作市地热资源开发的地质条件及特征[J]. 采矿技术, 2006, (3): 599-601.
- [9] 河南省地矿局地质二队. 河南省济源市省庄地热区普查报告 [R]. 郑州: 河南省地质矿产勘查局, 1989.

## GEOLOGICAL CONDITION AND GENETIC CHARACTERISTIC OF SHENGZHUANG GEOTHERMAL FIELD IN JIYUAN CITY, HENAN PROVINCE

GAO Xiao, JING Jia-ming, YANG Shu-min SUN Yue-ying

(The Second Geological Brigade, Henan Province Geological Survey Bureau, Jiaozuo 454002, China)

**Abstract:** The Shengzhuang geothermal field is the dry-heat rock and abruptly-temperature-raised hot water type geothermal field and is the typical non-volcanic-magmatic geothermal anomaly area in the north China. The geothermal water is resulted from circulation of meteoric water in the Pangushi deep fault and the geothermal distribution is controlled by Pangushi, Wulongkou faults and the sub-faults and intersections of the faults confine the distribution of anomaly temperature. The heat energy comes from the circulating deeply water supplied from the northern mountainous area running off fault. The circulating water with relatively high temperature is mixed with cold water supplied from meteoric and surface water.

**Key Words:** geothermal resources; geological condition; genetic characteristic; development and utilization; Jiyuan city; Henan province