



淄博张店地区地热资源形成条件研究

相其科¹, 韩建江², 李春林¹, 张兰新²

(1. 山东省黄金集团, 山东 济南 250014; 2. 山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

摘要:通过对淄博张店地区地热资源形成的水文地质条件、热储层特征及地温场特征等分析研究,并对张店地热田形成模式进行了探讨,建立了张店地热田热储概念模型,阐明了张店地热田形成的机理。对确定该地区地热田的边界范围、热储概念,以及地热资源的开发利用和地热田远景规划都具有重要的意义。

关键词:地热田;热储层;形成条件;淄博张店

中图分类号:TK529 文献标识码:A

淄博市地热资源丰富,主要位于张店西北部地区。西起王母山断裂,东界大致在沭水镇,南界为漫泗河断裂,北到炒米庄断裂,总面积约 150 km²。1970 年以来,已发现多处地热显示点,具有代表性的有南定第四砂轮厂院内供水井、黄金国际 HR₁ 地热井等(图 1)。该文结合多年来淄博张店地区的地热开发施工经验,对该地区地热资源形成的条件进行了深入的研究分析,形成较完整的地热形成机理和概念模型,对确定地热田的边界范围、热储概念,地热资源的开发利用以及地热田远景规划都具有重要的意义^[1]。

1 水文地质条件

张店西北部地热田有 3 个含水岩组,由上而下分别是:第四系松散岩类孔隙水含水岩组、二叠系—侏罗系砂岩裂隙水含水岩组、奥陶系石灰岩岩溶水含水岩组^①。

1.1 第四系松散岩类孔隙水

主要分布于胶济铁路以北的周村、张店、临淄、桓台等地。可细分为 2 个亚区:①孝妇河冲积扇亚区,在平面上呈近 SN 向扇状展布的松散堆积层。含水层主要岩性为卵砾石、砂砾石,向北逐渐变为中粗砂。含水层顶板埋深 17~22 m,厚度 15~25 m,

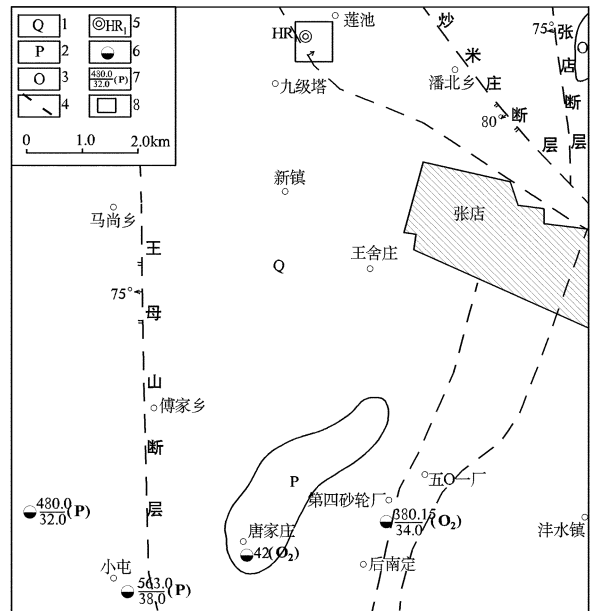


图 1 张店地区地热地质图

1—第四系;2—二叠系;3—奥陶系;4—断层;5—拟施工地热井;6—地热显示点;7—井深(m)/温度(°C)(取水层);8—黄金国际建设场地

单井涌水量 3000~5000 m³/d, 或大于 5000 m³/d。②淄河冲积扇亚区,分布于临淄区王朱以北,其首部含水层为卵砾石,顶板埋深 20~30 m,向下游含水层岩渐变为含砾中粗砂,顶板埋深 40~60 m 不等。单井出水量 1 000~3 000 m³/d,轴部大于

* 收稿日期:2009-06-05;修订日期:2009-08-25;编辑:陶卫卫

作者简介:相其科(1974—),男,山东平邑人,工程师,主要从事房地产项目开发管理和地热资源开发应用等工作。

①山东省地矿工程勘察院,山东省淄博市九级塔地区 HR₁ 地热井地质可行性论证报告,2007 年。

3 000 m³/d。

1.2 二叠系侏罗系砂岩裂隙水含水岩组

分布于淄博向斜腹部,呈簸箕状展布,主要岩性为二叠纪及侏罗纪砂岩,含水层透水性较弱,富水性较差,不能形成有供水意义的水源地,只能分散开采解决零星的供水需要。其中,二叠纪奎山组砂岩(称奎山砂岩)含水性相对较好。

1.3 奥陶系石灰岩岩溶水

宏观上看,奥陶纪石灰岩含水层分布广泛,是区域内的主要含水层。在南部山区,灰岩大面积裸露,可直接得到大气降水补给,岩溶水径流方向基本上与淄博向斜构造地层倾斜方向一致,至山前平原区分布巨厚的侏罗纪、二叠纪、石炭纪砂页岩,形成区域性隔水层,覆盖于奥陶系含水层之上。奥陶纪石灰岩中的岩溶水从东南部山区到山前平原,即从裸露区到巨厚隔水层覆盖区,形成了从山区到山前平原的一个完整的补给、径流、排泄循环系统。由于在东南部山区灰岩裸露或埋藏浅,水循环交替通畅,地下水水温一般在 17℃ 左右,水质为矿化度 0.5 g/L 左右的淡水。

据已施工的地热井地质资料,地热田范围内巨厚的隔水层覆盖之下的奥陶系热储层,岩溶裂隙发育不均匀,局部岩芯较破碎,见有张开裂隙,大部分岩芯较完整。山区岩溶水由南向北径流过程中,一部分为人工开采,一部分在水头差作用下顺地层倾向或通过断裂构造继续向北运移,至中北部地区灰岩埋深逐渐增大,因受附近深大断裂的切割,使断裂带附近灰岩岩溶裂隙较为发育,易于地下水的贮存,同时由于灰岩埋深大,地下水的运动滞缓,被围岩加热并与围岩发生水盐反应,溶解矿物质及微量元素形成矿化度和温度较高的地热水。如黄金国际 HR₁ 地热井的水温为 54℃,矿化度 5.396 g/L。

3 个含水层其水温、水质各不相同,说明含水层之间的隔水层分布稳定,隔水性能好。隔水层由侏罗系、二叠系、石炭系页岩、炭质页岩、砂岩组成。

2 热储层特征

通常将埋藏于地下,具有一定有效孔隙度和渗透性,并储存有一定的地热流体可供开发利用的地质构造称为热储,将地层和岩体分布面积大、产状倾角较缓的热储层称为层状热储。纵观张店地区自下

而上的各含水层中,奥陶纪石灰岩含水岩层为最佳层状热储。

(1)张店地热田奥陶纪灰岩埋深一般 300 ~ 1 600 m,为经济型地热资源。

(2)奥陶系热储上覆有较厚的第四系、新近系、侏罗系、三叠系、二叠系、石炭系作保温盖层,厚度一般 300 ~ 1 600 m。

(3)区内已有地热井显示,其地热流体水位埋深浅、出水量大、温度高、水质较好。

(4)热储分布范围广,工作区边界不是热储边界,热储厚度大,可视为无限含水层(图 2)。

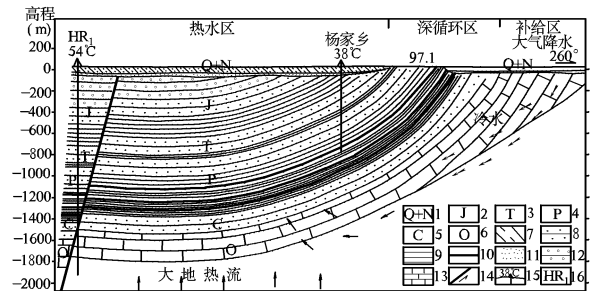


图 2 张店地热田形成模式示意图

1—第四系+新近系;2—侏罗系;3—三叠系;4—二叠系;5—石炭系;6—奥陶系;7—粉质黏土;8—砂岩;9—页岩;10—煤层;11—砂砾岩;12—砾岩;13—灰岩;14—正断层;15—出口水温;16—地热井编号

根据区内揭露热储钻孔资料和煤炭部门地震解释成果资料分析,奥陶纪灰岩埋藏条件在区域 N 倾向淄博向斜构造的背景下,总体由南而北逐渐加深。在张店地热田内,奥陶纪灰岩一般埋藏于第四系、侏罗系、二叠系及石炭系之下,仅在东南、东北角有零星出露,其顶板埋深总体呈由南向北逐渐加深的趋势。地热田南部其埋深较浅,一般为 200 ~ 500 m,如南定第四砂轮厂院内供水井井深 380.15 m,水温 34℃,单井出水量 53.8 m³/h,该井奥陶系顶板埋深 295.96 m;地热田北部,其顶板埋深逐渐增大到 1 000 m 以上,如黄金国际院内的 HR₁ 地热井井深 1 800 m,水温 54℃,单井出水量 64 m³/h,奥陶系顶板埋深 1 333 m。

3 地温场特征

3.1 恒温带地温及深度

通过对调查区所调查的 20 眼机民井的系统测温资料统计分析,认为调查区内的恒温带深度为

24 m, 温度为 14℃。

3.2 地温梯度分布特征

基岩面的起伏和构造形态对地温分布的影响是区域性的, 对地壳浅部地温分布起着主导的作用, 而地下水活动仅对山前平原区和某些活动性断裂带的地温有着重要的影响^[2]。该区的地温梯度一般小于 3.0℃/100 m, 在区内进行了专门的地温梯度测量工作, 主要测量对象为机民井和已有地热井, 并计算了地温梯度(表 1), 同时绘制了地温梯度等值线图(图 3)。

表 1 典型井孔地温梯度

井孔编号	孔深 (m)	测量深度 (m)	测量温度 (℃)	地温梯度 (℃/100m)
H ₁	63.5	63.5	14.9	2.41
H ₄	60	60	14.9	2.43
H ₉	59.6	59.6	14.9	2.53
H ₁₀	50.6	50.6	14.7	2.58
H ₁₅	49.9	49.9	14.6	2.59
H ₁₈	48.8	48.8	14.6	2.61
ZR ₁	480	480	32	3.96
ZR ₂	563	563	38	4.46
ZR ₄	380.15	380.15	34	5.63

由图 3 可以看出, 工作区内地温梯度值总体呈现南高北低的趋势。在南部袁家庄一小屯—唐家庄—南定一带地温梯度值最高, 一般大于 4.0℃/100m, 由此向北地温梯度迅速递减, 至北部重点工作区附近地温梯度值较低, 一般为 2.5℃/100m, 再向北至工作区北端地温梯度降至最低 2.4℃/100m。结合该区地质条件, 综合分析认为, 由于南部基岩埋深浅, 基岩又具有较高热导率, 加之又有多条断裂分布沟通深部热源, 才使该地段呈现较高的地温梯度; 而在北部基岩埋深深度大, 加之在 20~40 m 深度受浅层地下水的影响, 使该地段呈现较低地温梯度。黄金国际项目附近地温梯度为 2.5℃/100m 左右。

4 热储概念模型

张店地热田盖层为新生界第四系和新近系、中生界侏罗系和三叠系、古生界二叠系和石炭系; 热储为奥陶系中、下统; 正常的大地热流为其主要热源, 地热田内部深大断裂是地热水与深部热源沟通的通道(图 4)。

由于热储埋藏深度的差异和断裂构造影响, 热储层的物理性质和计算参数存在一定的差异。在地

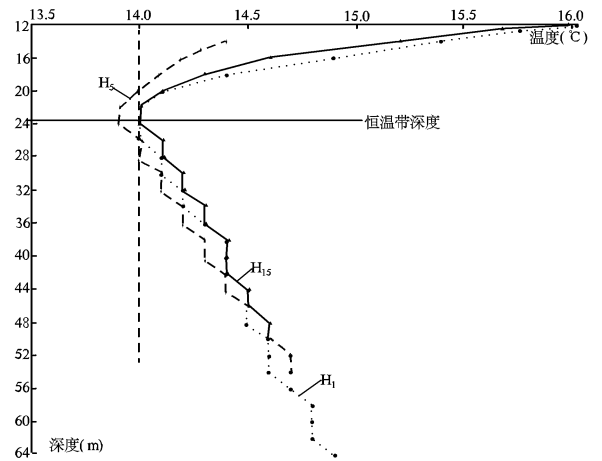


图 3 典型井孔地温变化曲线图

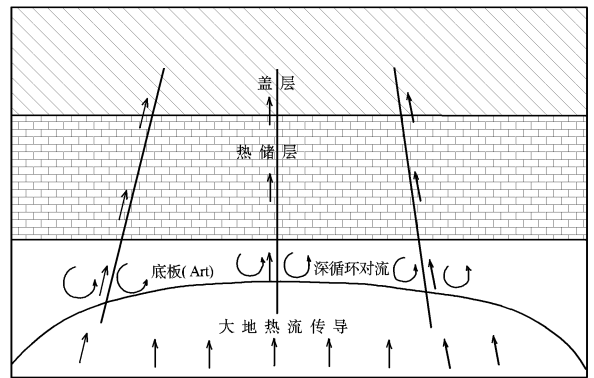


图 4 张店地热田热储概念模型

热田南部灰岩埋藏较浅, 奥陶系直接与新生界接触, 灰岩顶板埋深 200~500 m, 地热井孔口水温 25~34℃(南定第四砂轮厂院内供水井 34℃); 地热田中北部的广大区域, 奥陶系被石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系所覆盖, 盖层厚度增大, 且从南向北逐渐增加, 顶板埋深 500~1 500 m, 地热井孔口水温 33~54℃。

5 结语

张店地热田盖层为新生界第四系和新近系、中生界侏罗系和三叠系、古生界二叠系和石炭系; 热储为奥陶系; 正常的大地热流为其主要热源, 地热田内部深大断裂是地热水与深部热沟通的通道。该区地热水可认为是由于区内深大断层深切导致地层中裂隙发育, 使地下热流沿断层裂隙向上传导; 同时来自东南部山区的地下水在向北径流的过程中, 沿断层裂隙得以深循环加热。尤其在地热田北部地区, 奥陶纪灰岩埋藏深度较大(大于 1 000 m), 由于受深大断层的切割, 使断裂带附近裂隙相对发育, 但由于

其埋深大,地下水的运动滞缓,被围岩加热并与围岩发生水盐反应,溶解矿物质及微量元素形成温度较高的地热水;深大断层的切割,使断裂带附近裂隙发育,利于地下水的储存;上覆厚度较大的石炭-二叠纪砂页岩地层有很好的保温作用。

参考文献:

- [1] 张百鸣,林黎,赵苏民. 天津地区地热形成机理分析[J]. 水文地质工程地质,2006,2:104-106.
- [2] 陈墨香. 华北地热[M]. 北京:科学出版社,1988.

Research on Forming Condition of Geothermal Resource in Zhangdian Region of Zibo City

XIANG Qi-ke¹, HAN Jian-jiang², LI Chun-lin¹, ZHANG Lan-xin²

(1. Shandong Gold Group, Shandong Jinan 250014, China; 2. Shandong Provincial Geo-mineral Engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Through analysis and study on hydro-geological condition, geothermal reservoir characteristics and geothermal field characteristics of geothermal resource in Zhangdian area of Zibo city, on the basis of studying forming model of geothermal field, geothermal field model in Zhangdian geothermal field is established, and forming mechanism of Zhangdian geothermal field is illustrated as well. It has great significance in determining the scope and concept, exploitation, utilization and planning of the geothermal field in this region.

Key words: Geothermal field; geothermal reservoir; forming condition; Zhangdian in Zibo city