

采用水化学方法对青岛北部地区 地热资源远景的探讨*

王桂玲, 尹明泉, 张日田

(青岛地质工程勘察院, 山东 青岛 266071)

摘要 采用水文地球化学方法, 根据青岛地区 50 多个地下水样品的测试分析结果进行了地下热储温度的推测, 结合遥感解译、测温、地质背景条件等资料综合分析, 圈定出 3 个地热远景区, 即温泉地热远景区、黄家山地热远景区和流亭地热远景区, 这 3 个地热远景区均分布在 NNE 向断裂与 NW 向断裂交汇部位上。通过对该区地热地质特征初步分析认为, 其热储概念模型属深循环对流型。

关键词 地热远景区, 水文地球化学, 地热地质特征, 青岛

中图分类号: P314.1; TK529; P641.3

文献标识码: A

20 世纪 30 年代以前, 在青岛地区的即墨市东温泉村 (NE 向构造线附近) 发现了温泉, 1958 年地质部九〇二队提交了山东省即墨县东温泉勘察报告, 此后进行了初步的开发利用。随着科学技术的进步和社会经济的发展需求, 进一步寻找和开发地热资源, 对于保护环境和缓解能源紧张状况有着重要意义。当前, 在地热勘探方面, 从技术和经济方面考虑, 都不可能打很多的深钻来进行勘探。在这种情况下, 采用非钻探勘探方法先在浅部工作寻找出地热异常区, 然后再以较小的钻探工作量获取最大的勘探成果则显得非常必要。本文采用水文地球化学方法, 根据青岛地区 50 多个地下水样品的测试分析结果进行了地下热储温度的推测, 结合遥感解译、测温、地质背景条件等资料综合分析, 圈定出了 3 个地热远景区^①。

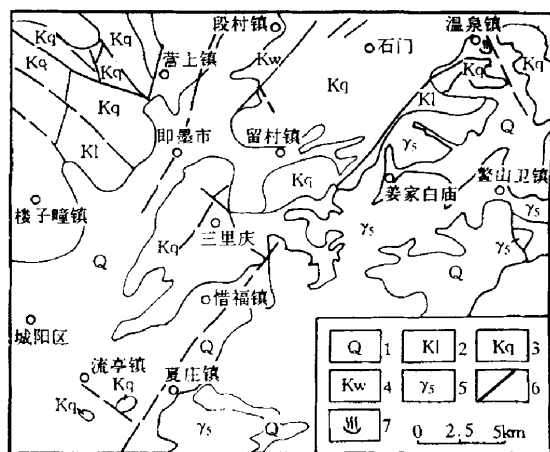


图 1 青岛地区地质略图

1—第四系 2—早白垩世莱阳群 3—早白垩世青山群 4—晚白垩世王氏群 5—燕山晚期花岗岩 6—断裂 7—温泉

1 区域地热地质概况

青岛地处华北板块东南缘的胶南-文威造山带与胶莱拗陷的相接部位上, 经历了多期不同方式的构造运动, 中生代以来, 构造活动表现比较强烈, 区域构造线以 NE 向为主, 次为 NW 向和近 SN 向 (图 1)。NE 向断裂主要有桃村断裂、牟平-即墨断裂、郭城断裂、海阳断裂等。这些断裂规模大, 延伸远,

具有较宽大的破碎带, 以先张后压为特点, 挤压活动薄弱部位为地热的形成开辟了良好的空间和通道。NW 向断裂多被 NE 向断裂切断, 为张性, 属导水断裂, 规模较小, 主要有温泉-东南庄断裂、流亭-西小水断裂等, 富水性较强。

该区中生代岩浆活动剧烈, 由于断裂较发育, 且多组断裂复合交汇, 大量岩浆从地幔沿着断裂带侵入到地壳上部或喷出地表, 形成大面积的花岗

*收稿日期: 2003-04-09, 修订日期: 2003-04-20, 编辑: 张天祯

作者简介: 王桂玲 (1949-), 女, 山东东阿人, 高级工程师, 主要从事水文地质环境地质工作。

①青岛地质工程勘察院, 2000, 山东省胶莱盆地地热资源普查报告。

岩类和火山岩类,中生代以后长期隆起,遭受剥蚀,使隐状的侵入体暴露于地表,同时岩体上移使深部保存的岩浆余热也随之上移,从而形成了温泉的地热来源,在岩体和围岩接触带,由于蚀变和动力破碎,局部裂隙发育地段则形成地热。

该区的地质以早白垩世莱阳群和青山群碎屑岩—火山碎屑岩最为发育,主要岩性为砂岩、砾岩、泥岩及中酸—中基性火山岩等。依其裂隙发育程度可分两大类:一类是裂隙发育或粒度大的,其易于地下水形成和循环对流,渗透性强,但分布局限;另一类是裂隙不发育或粒度细小的,其岩层透水性差,覆盖在热储体的上部,对下伏的热储可起到一定的保温盖层的作用,是形成热储的有利条件。

该区水文地质条件比较复杂,主要有第四系松散岩类孔隙含水岩组、火山—碎屑岩类孔隙含水岩组和花岗岩类裂隙含水岩组。地下水的补给、径流与排泄主要受大气降水直接影响,基岩地下水的沟通主要受断裂构造控制,它为地下水深循环提供通道和空间起到了重要作用。

2 地热地质特征及地热远景区

2.1 遥感解译地热异常特征

通过对青岛地区 TM 图像进行多波段合成处理,依据能较好的反映地热异常信息的 TM2、6、7 波段合成图像显示的地热异常信息,解译出地热异常区。遥感解译地热异常特征是:异常区呈淡橘黄色调,异常区中心呈深蓝色调花斑状影纹,异常区外围为淡绿色调,异常界线较模糊。解译地热异常区呈 NE 向展布,与区内的断裂构造展布方向相一致。

2.2 区域布格重力异常特征

重力低向重力高区的转变带是青岛地区地形地貌及地质构造单元的分界线,与牟平—即墨断裂的位置相吻合,呈 NE 向延伸,即墨市温泉镇处在北部重力高与南部重力低之间的转变带上(即处在断裂带上),靠近重力高一侧,处在白垩纪地层分布区。

2.3 地下水化学特征及地热远景区

水文地球化学是普查找矿的方法之一,其基本原理是利用地下水受矿体影响而使其化学成分发

生变化的规律性来指导发现矿藏。由于矿体的存在,在地下水与其相互作用下,矿体中的某些化学元素从矿物转入水溶液中而有别于一般地下水,水的 pH 值、矿化度、化学类型、成矿元素及伴生组分的含量等都可能发生变化。水文地球化学多被用来区分地热的类型,推测地下热储的基准温度^[1]。

本文根据青岛地区的 50 多个地下水样品的测试分析结果及利用地热温标推测地下热储温度的经验公式进行了计算分析。

$$t_{SiO_2} (^\circ C) = 1015.1 / (4.655 - \log SiO_2) - 273.15^{[2]}$$

(用于传导冷却型) (SiO₂ 含量 mg/L)

$$t_{KMg} (^\circ C) = 4418 / [13.98 - \lg (C_1^2 C_2)] - 273.15$$

(适用于热贮层不太深的中低温地热田)

式中 C₁—水中钾的浓度 mg/L;

C₂—水中镁的浓度 mg/L。

$$t_{NaK} (^\circ C) = 1390 / [1.75 - \lg (C_1 C_3)] - 273.15^{[1]}$$

(用于计算深部温度,Na/K 浓度比在 20~8 意义较大)

式中 C₃—水中钠的浓度 mg/L。

通过对计算结果的统计分析,青岛地区地下水的 SiO₂ 温标与 K/Mg 温标套合较好(表 1)^[2]。

通过 SiO₂ 温标、K/Mg 温标在平面上的分布情况分析,用相对比较法发现有几处温标异常显示 (t_{KMg} > 30℃, t_{SiO₂} > 30℃),结合遥感解译、浅层测温、井温测量以及地层、地质构造、重力、航磁等资料综合分析,进一步圈定出 3 个地热远景区(图 2)。

2.3.1 温泉地热远景区

目前,青岛地区仅发现即墨东温泉村温泉露头,在其附近现有 4 口地热井进行开采,井深 120~240m,水温约 90℃,矿化度 10~11g/L,年总开采量约 20 多万立方米。

温泉附近出露的地层主要为早白垩世莱阳群和青山群的陆相碎屑岩及火山岩类,受构造影响,构造破碎带比较发育。断裂以 NE 向和 NW 向最为发育,控制着温泉及邻区的现代地貌,该处 NE 向断裂即牟平—即墨断裂带的一部分,是一条规模很大的深大断裂,以先张后压为特点,即墨温泉的

① 国家技术监督局,1989 地热资源地质勘查规范。

② 青岛地质工程勘察院,2000,山东省胶莱盆地地热资源普查报告。

遥感解译地热异常区位置基本吻合,推测深部热储温度平均为 42.6℃。

2.3.3 流亭地热远景区

流亭地热远景区及附近出露的地层为第四系松散堆积的砂土、粉质粘土等,厚约 10m,其下伏地层为早白垩世青山群的火山碎屑岩类,异常东南边界为中生代燕山晚期花岗岩类,且与牟平-即墨断裂带位置相吻合,NW 向断裂即流亭-西小水断层在此与牟平-即墨断裂交汇并被其切断,该 NW 向断裂延伸较短,属张性断裂,岩体破碎,富水性、透水性均较强,汇水条件也较好,其地热成矿条件更类似于温泉地热远景区。

流亭附近呈“U”型的温标异常区,测量异常区核心部位 K Mg 温标及 SiO₂ 温标均有异常,推测深部热储温度平均为 41℃,“U”型走向位置与 NE 向断裂及 NW 向断裂位置相吻合,其异常区核心部位的外围为 SiO₂ 温标异常,推测深部热储温度平均为 33℃。

2.4 地热形成机制分析

通过综合分析青岛地区的地质、水文地质条件,特别是温泉、黄家山、流亭等地热远景异常区的地质、水文地质条件,总结出该区内总体的一个热储概念模型,即热储层为莱阳群、青山群的陆相碎屑岩及火山岩类,且裂隙发育,渗透性好,NW 向张性与 NE 向压扭性断裂交汇部位尤其重要;起保温隔热作用的盖层为第四系松散土层及莱阳群、青山群裂隙不发育的陆相碎屑岩及火山岩类。地热运移的通道是 NW 向的张性断裂和 NE 向压扭性断裂先张后压的薄弱部位,岩石破碎、裂隙发育,有利于热的传导,深循环对流作用较强;在具备上述条件下,当地层深部存在热源时,就可以形成地热异常^[5]。

大气降水沿裂隙、构造带渗入地下,并进行深循环,在其运移过程中,从深部的岩浆余热、或放射性元素蜕变而释放的热获得热量,并从与其围岩接触过程中,通过溶解、水解或分子交替等化学物理过程,而获得了特有的化学成分形成地热体。并在补、排间的静水压力的作用下,使参与深循环的存在水、汽两相的地下热水沿断裂上升,在适当部位以井(泉)的形式出露地表(图 3)。综合以上分析,青岛地区的热储概念模型属深循环对流型。

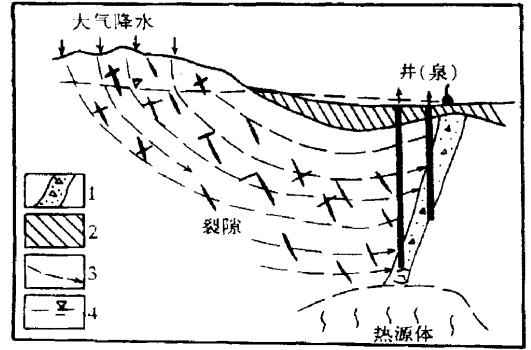


图 3 热储概念模型示意图

1—断裂 2—第四系土层 3—水运动方向 4—水头线

3 地热资源估算评价

3.1 地热资源量估算

采用常用的热储法对青岛北部地区 3 个地热远景区进行资源量估算,温泉远景区(现在开采区)的地热资源量为 $8.24 \times 10^{15} \text{J}$,黄家山远景区为 $1.28 \times 10^{15} \text{J}$,流亭远景区为 $2.30 \times 10^{15} \text{J}$,地热资源量可观。

3.2 地热资源开发利用建议

(1)适当合理地增大开采量。根据本区地热资源量估算结果和地热资源开采量调查结果分析,现有地热资源实际开采量远小于允许开采量,还有很大的潜力可挖。

(2)开展热水的综合开发利用研究。据调查了解,在温泉镇从井中抽出的 90℃ 的热水,在输送到各疗养院后,一般都要经过一段时间的自然冷却或兑取一定数量的冷水后才能利用,热水高温部分的热能并没有发挥其应有的作用;再就是从疗养院排放出来的尾水,其相当一部分的温度高于 40℃,有时高达 50~60℃,这些热水都被白白排放掉,不但造成极大的浪费,还对环境造成不利影响。根据我国其他地区地热资源的开发利用情况,这一温度有很大的利用价值,有必要进一步开发利用。

(3)对地热远景区进行进一步的勘查研究。有必要对温泉地热远景区、流亭地热远景区和黄家山地热远景区进行进一步的勘查研究,提高青岛地区地热资源的研究程度,在进一步查明其地热地质特征的基础上,开展探采结合,努力扩大青岛地区地热资源的开发前景。

下转第 56 页

对野外工作成果进行分析对比和质量检查,有效规划下一步的勘查工作。回到室内后,联接上打印机,即可输出柱状图。

参考文献:

[1] GB/T 9649-88.地质矿产术语分类代码[S].

Application of Gathering and Compiling System CHINAZK of Borehole Data in Minerals Exploration

LIU Fu-kui¹, SHI Hui², LI Jun²

(1. Shandong Geological Survey Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Information Center of Shandong Department of Land and Resources, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract Gathering and compiling system CHINAZK of borehole data is applied in mineral exploration. It has many functions, such as: column form and decoration and table output, etc. It has important significance in Digit automation of initial geological logging in field site, and promote drilling efficiency and quality and drilling information-forming.

Key Word Gathering and compiling system of borehole data; application; data base

上接第 49 页

参考文献:

- [1] 沈照理,朱立,张先起,等.水文地球化学基础[M].武汉:武汉地质学院出版社,1983,49-99.
[2] 地质矿产部《地质辞典》办公室.地质辞典(四)[M].北京:地质出版社,1986,280-313.
[3] 黄尚瑶,胡素敏,马兰.火山·温泉·地热能[M].北京:地质出版社,1986,99-139.

Study on Thermal Resource Future in North Part of Qingdao City by Using Hydrochemical Method

WANG Gui-ling, YIN Ming-quan, ZHANG Ri-tian

(Qingdao Geologic-engineering Exploration Institute, Shandong Qingdao 266071, China)

Abstract Using geohydrochemical method, and according to determination and analysis results of more than 50 underground water samples in Qingdao area, underground heat reserve temperature is inferred. Combining with remote sense interpretation, thermometry and geological background condition to analyse complicatedly, 3 geothermal future areas are circled as hot spring geothermal future area, Huangjiashan geothermal future area and Liuting geothermal future area. These three geothermal future areas all distribute in contacting section of NNE fault and NW fault. Through primary analysis of geological characteristics of geotherm in Qingdao area, it is regarded that heat reserve model belongs to deep-circulation convective type.

Key words Geothermal future area; geohydrochemistry; geological characteristics of geotherm; Qingdao city