

地质与矿产

禹城市城区东营组热储地热资源赋存特征研究

王浩,张震宇,杨建华

(山东省鲁北地质工程勘察院,山东德州 253015)

摘要:山东省禹城市城区在大地构造上属于华北陆块、华北拗陷区、济阳拗陷区、惠民潜断陷、临邑凹陷南部。通过已有钻探资料及近年的勘查项目研究成果,对禹城市城区东营组热储的地热资源的地质背景、水文地质特征、地热流体化学特征等进行了综合研究分析,认为禹城市城区东营组热储属于层控型低温地热田,地下水矿化度较大,成因主要为大气降水。

关键词:东营组;地热田;地热资源;赋存特征;禹城市城区

中图分类号:P314.1

文献标识码:B

地热资源集热能与水资源为一体,由于其温度适宜且富含多种对人体有益的矿物质,在采暖、洗浴、工业、医疗、养殖业等领域有广泛的应用价值,是继太阳能和风能之后的一种重要的绿色能源^[1]。位于山东省禹城市城区东营组热储层,分布广泛,地热成矿地质条件有利,热储层埋深适当,水量较大、水温较高,对保护环境、保持经济的可持续发展及改善人民生活质量都具有重要意义。

1 地质背景

1.1 地质构造

山东省禹城市城区在大地构造上属于华北陆块(I级)、华北拗陷区I(II级)、济阳拗陷区I_a(III级)、惠民潜断陷I_{at}(IV级)、临邑凹陷I_{at}¹(V级)南部^[2]。

区域基底构造发育,活动强度较大,主要受新华夏构造体系的影响,断裂构造发育,主要构造线为NEE向,断裂构造隐伏于新近系之下。对工作区有影响的断裂按断裂带的规模大小可分为一、二级,一级断裂主要有齐河-广饶断裂,是三、四级构造单元的分界断裂,对隆起和拗陷区的沉积起控制作用;二级断裂有临邑-惠民断裂、临南断裂,是五级构造单元背斜与洼陷的分界断裂。

1.2 地层

工作区位于济阳拗陷区内,该区地层发育齐全,根据石油钻探和大极距电测深解译资料在3 000 m深度范围内的地层主要有:古近纪东营组和沙河街组、新近纪明化镇组和馆陶组、第四纪平原组^[3]。

2 地热资源类型及地热地质特征

2.1 地热资源类型及盖层

区内地下水赋存于古近纪碎屑沉积岩中,属层状孔隙-裂隙型热储,地表无热流显示,地热资源类型属热传导型。热储盖层为第四系和新近纪明化镇组、馆陶组,前者主要为粉砂质粘土和粘土质粉砂组成,后者主要由粘土岩、粉砂岩互层构成,热导率低,粘土或粘土岩单层厚度大,一般在2.0~50 m左右,是良好的隔水层和不透水层,使热能得以保存和储集^[4]。视开采层段的不同可单独也可共同构成热储层的盖层。该区第四系和新近系总厚度1 278~1 500 m。

2.2 热储层岩性与埋藏分布特征

东营组热储顶界与上覆馆陶组热储呈平行不整合接触,其地层岩性以紫红、棕黄、灰绿色泥岩为主,夹灰白色、浅灰色细砂、粉细砂岩,一般具有自下而上红色增多的特点。顶板埋深1 278~1 500 m,地

收稿日期:2012-12-19;修订日期:2013-01-08;编辑:陶卫卫

作者简介:王浩(1980—),男,甘肃天水人,工程师,主要从事工程地质水文地质工作;E-mail:whao016@163.com。

层厚度变化较大,一般为528~942 m。其分布特征主要受基底起伏和区域构造的控制,总趋势是由东南向西北逐步变薄。

2.3 热储层水文地质特征

区内东营组砂岩以细砂、粉细砂为主,呈泥质、钙质胶结,矿物成分以石英为主,长石次之,分选较好,呈次圆状,结构较致密,单厚2~16 m,总厚度150~190 m,厚度占地层厚度的17.4%~26.0%,其分布规律与地层基本一致。总体来说,东营组含水砂岩在空间上分布较为连续。据区内DR2井及R8井抽水试验资料,东营组热储水位标高0.48~8.34 m,单井出水量30~54 m³/h(20 m降深时),矿化度13.2~15.1 g/L,水化学类型为Cl-Na型,井口水温59~70℃,属低温地热资源中的温热水、热水型地热资源。

2.4 传热导水通道

禹城市城区处于地震强度Ⅶ度区,齐河-广饶断裂在该地热田南部通过。该断裂西起聊城-兰考断裂交汇处,沿NEE向经禹城南、济阳北至广饶南,向东延伸与益都断裂相交,呈弧形展布,是Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级、Ⅴ级构造单元的分界断裂。走向NEE,倾向NW,倾角60°~80°,断距为1 200~2 000 m,为南盘上升、北盘下降的正断层,北盘沉积了巨厚的新生界,南盘则缺失古近纪地层。该断裂形成于中生代以前,新生代活动性增强,沿断裂带有间歇性的基性岩浆活动,是规模较大的断层,且区域上还有临邑-惠民断裂、临南断裂等较大断裂存在,是地下水的良好储集场所及地下水运移的良好通道。

2.5 热储模型

该区属层控型低温地热田,该地热田范围广大,在垂向上将新近纪馆陶组、古近纪东营组和沙河街组视为独立的,上下均为隔水层、水平方向上无限延伸的储热层(组),呈多层状;热储盖层分别为其上伏地层;热源主要为地球内部的传导热流;地热水的补给源为大气降水在周边山区形成的地表径流的一部分通过山前断裂构造向深部地层渗透,成为深部含水层的补给源。其热储模型如图1所示。

2.6 地热水动态特征

区内东营组热储埋藏深,上覆厚达1 278~1500 m的松散碎屑沉积物,与大气降水没有联系。地热水径流极其缓慢,补给强度微弱,在天然状态下基本

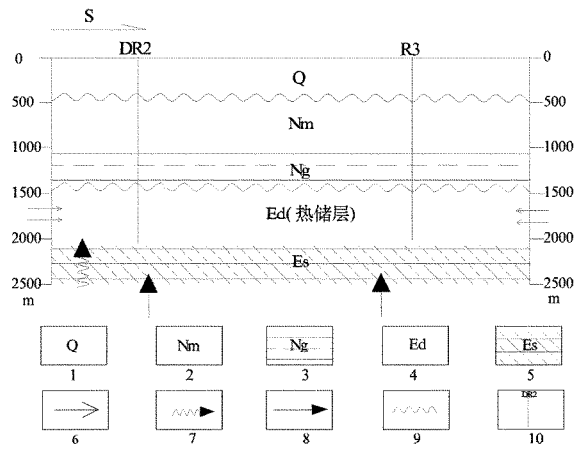


图1 热储概念模型图

1—第四系;2—新近纪明化镇组;3—新近纪馆陶组;4—古近纪东营组;5—古近纪沙河街组;6—侧向补给水源;7—深循环上升热流;8—均一背景热流;9—地层不整合线;10—区内地热井

上处于静止状态,人工开采是影响地热水动态变化的主要因素。

根据DR1井水位监测资料^①,自2011年2月至2011年11月,水位标高供暖时在-38.81~-36.92 m,受抽取水量影响变化幅度较大。停止供暖后(3月15日)水位逐渐恢复,最后稳定在-1.50 m左右;DR2井自成井后水位标高在0.50 m左右,基本没有变化(图2)。说明区内东营组热储水位不受大气降水及季节变化的影响。

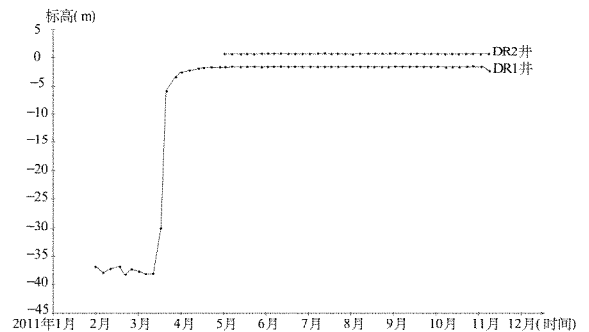


图2 DR1, DR2井水位动态变化曲线

3 地热流体化学特征

3.1 化学特征

地下热水化学特征反映了地下热水同围岩之间

① 山东省鲁北地质工程勘察院,山东省禹城市城区东营组热储地热资源调查评价报告,2012年。

的溶解与溶滤作用,同时体现了岩浆活动、大气降水入渗及含水层之间的补给等因素。据DR1,DR2及R8井水质分析资料,该地区矿化度在10~15 g/L之间,属咸水;pH值为7.0~7.5,属中性水;总硬度(以CaCO₃计)为1 795.81~3 535.58 mg/L,属极硬水。地下热水中主要阳离子为Na⁺和Ca²⁺,其含量大致为4 100~4 170 mg/L和584.29~1 155.96 mg/L;阴离子主要为Cl⁻和SO₄²⁻,其含量大致为7 748.68~8 490.48 mg/L和476.10~1 006.11 mg/L,地热水水化学成分较为复杂,但水平方向上的水化学组分变化甚微。按水化学类型定名原则,该区地下热水普遍属于Cl-Na型水。

3.2 地热流体的年龄及成因

地热流体各组分之间的比例系数可以用来判断地热流体的成因,常用的比例系数有 γ_{Cl}/γ_{Br} , γ_{Na}/γ_{Cl} 等。经计算区内地热流体 $\gamma_{Cl}/\gamma_{Br}=1951.4\sim 2 029.5$, $\gamma_{Na}/\gamma_{Cl}=0.85\sim 0.86$,这些系数都大于海水($\gamma_{Cl}/\gamma_{Br}=300$, $\gamma_{Na}/\gamma_{Cl}=0.85$),说明该区的地热流体具有大陆溶滤水的特征。

据同位素分析测试结果,区内东营组地热水中 $\delta D\times 10^{-3}$ 平均含量为-70~-64; $\delta^{18}O\times 10^{-3}$ 平均含量为-8.9~-8.7;其D,¹⁸O关系点位于世界雨水线附近($\delta D=8\delta^{18}O+10$)(图3),说明区内东营组地热水起源于大气降水^[5],后来在漫长的地质年代中,接受下部地层中蒸汽的稀释作用。

区内东营组地热水中¹⁴C年龄为1.636~1.802万年。由于¹⁴C分析水样的采集过程或多或少地要与现代大气接触,现代大气中的CO₂进入所采集的水样中,使所测年龄要远小于地下水的实际形成年龄。由此可见,区内东营组地热水的形成年代久远,其补给途径长,径流速度缓慢。

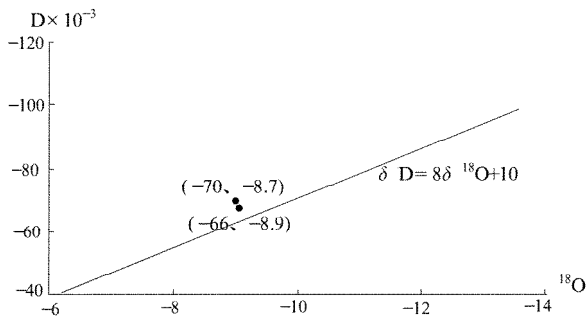


图3 东营组地热水中D,¹⁸O同位素关系图

3.3 地热流体质量评价

经采用拉申指数法与腐蚀系数法对区内东营组地热水进行评价分析^[6],禹城市城区东营组地热水对金属具强腐蚀性,对混凝土无分解性与结晶性侵蚀;地热水无碳酸钙、硫酸钙垢与硅酸盐水垢;热水含有多种对人体健康有益的微量元素,其中溴、锂、偏硅酸达到矿水浓度,锶达到命名浓度,属锶理疗热矿水。

4 结语

(1)山东省禹城市城区在大地构造上属于华北陆块(I级)、华北拗陷区I(II级)、济阳拗陷区I_a(III级)、惠民潜断陷I_{aa}(IV级)、临邑凹陷I_{ad}¹(V级)南部。

(2)该区东营组热储属层控型低温地热田,热储盖层为第四系和新近纪明化镇组、馆陶组,井口水温59~70℃。

(3)该区地热水属大气成因,具有大陆溶滤水的特征,主要接受大气降水补给。其补给源除一部分为盆地沉积物形成时保存下来的沉积水和封存水外;另一部分为沉积物形成后,在漫长的地质时期中,由远近山区的大气降水补给。

(4)区内地热资源丰富。地下热水矿化度在10~15 g/L之间,该区地下热水普遍属于Cl-Na型水。

参考文献:

- [1] 马晓东,陆荣莉,周长祥,等.山东聊城西部地热田地热地质特征[J].地质灾害与环境保护,2008,(1):24-28.
- [2] 孔庆友,邹国强.山东省矿产资源储量报告编写指南[M].济南:山东省地图出版社,2010:278-280.
- [3] 徐军祥,康凤新.山东省地热资源[J].中国地质,2000,10(2):41-42.
- [4] 王彦俊,王贞国,王岩,等.德州市地热资源开发与保护[J].山东国土资源,2005,21(5):31-33.
- [5] 鹿波,高继雷,王兆林,等.莱芜市冷家庄地热田地质特征浅析[J].山东国土资源,2012,28(9):11-13.
- [6] 刘元斌,孟令兴,周亚醒.鲁西平原地热水的化学特征及开发利用[J].山东国土资源,2010,26(2):26-29.

Study on Occurrence Characteristics of Geothermal Resources in Dongying Formation in District Areas of Yucheng City

WANG Hao, ZHANG Zhenyu, YANG Jianhua

(Lubei Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Dezhou 253015, China)

Abstract: District areas of Yucheng city in Shandong province belongs to north China landmass, north China depression area, Jiyang depression area, Huimin hidden fault depression and Linyi depression in tectonics. Through drilling data in recent years and exploration projects and research results, geological background, hydrological geological characteristics, geothermal fluid chemical characteristics of geothermal resources in Dongying formation in district areas of Yucheng city have been studied and analyzed comprehensively. It is regarded that geothermal reservoir of Dongying formation belongs to strata bound type low temperature geothermal field. Salinity of underground hot water is large, and is fomed by precipitation.

Key words: Dongying formation; geothermal field; geothermal resource; occurrence characteristics; Yucheng city