维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号:1007-3701(2007)04-0072-06

聊城地区地热资源赋存特征研究

王奎峰[1],宋国新[2],郭常来[3]

(1.山东省地质科学实验研究院,济南 250013;2.辽宁电力勘测设计院,沈阳 110005;3.中国地质调查局沈阳地质调查中心,沈阳 110032)

摘要:山东省聊城市地热资源丰富。通过已有钻探资料及近年的勘查项目研究成果,对聊城市地热资源的地质背景、水文地质特征、地球物理化学特征等进行了综合研究分析,认为聊城地热田属于层控型低温地热田,热储层主要为新近纪明化镇组下部、馆陶组、古近纪东营组地层,该区的地温梯度主要受构造控制,断裂导热是形成本区的一个重要因素,地下热水矿化度较小,成因主要为大气降水。目前的城区开发井数少、开采量小,但从合理开发的角度分析,尚存在开采层位单一,开采深度相近,局部井段井位过密等问题,针对这些问题提出了提高开发利用水平、科学布局、禁止混层开采、积极推进地热回灌等合理的开发建议。

关 键 词:地热资源;赋存特征;聊城市

中图分类号:P314.2 文献标识码:A

山东省聊城市地热资源丰富,由于地热资源具有较高的开发利用价值和经济效益,近年来地热在该市的经济和社会发展中发挥着越来越重要的作用[1]。但是由于其开发规模和开采强度的日益增大,出现了一些相应的不利影响和制约问题,如开采层位单一,开采深度相近,局部井段井位过密等,因此,研究分析该区的地热资源赋存特征和开发现状,提出合理的开发建议和利用远景具有较大的现实意义。

1 地质背景

1.1 地层

本区地表均被第四系覆盖,据已有资料,覆盖层以下的地层由老至新有:新太古代泰山岩群、寒武系-奥陶系、石炭系-二叠系、侏罗系-白垩系、古近系、新近系和第四系。本区Q+N厚度约1 350 m即是馆陶组底部,埋深在1 350 m±[2]。

寒武系主要为鲕状灰岩和竹叶状灰岩,泥质白云岩和页岩,厚260~283 m;奥陶系主要为石灰岩夹白云岩和少量石膏层,厚128~990 m;石炭系-二叠系主要为砂岩、泥岩,下部夹石灰岩夹铝土矿及多层煤,最大厚度675 m;三叠系主要为紫灰、紫红色、灰色砂岩与泥岩互层,厚412~1 133 m;侏罗系-白垩系为泥岩、泥灰岩、页岩、砂岩,局部见中酸性火山岩,最大厚度2 497.5 m。

古近系包括孔店组、沙河街组和东营组。其中孔店组:下部为灰色砂岩或含砾砂岩,上部为灰色、棕色泥岩夹砂岩,含石膏,厚0~718 m。沙河街组:主要岩性为泥岩、泥灰岩、油页岩,夹石膏层。底部有砂岩、砾岩,厚0~2 142.5 m。东营组:岩性为棕红色泥岩与灰绿色砂岩互层,厚度0~344 m。

新近系包括馆陶组和明化镇组。其中馆陶组:岩性为浅棕色粘土岩与棕灰色砂岩不等厚互层,。底部为灰白色块状砂岩、砂砾岩,厚435~637 m。明化镇组:棕黄、浅棕色粘土岩、粉砂岩、砂砾岩互层,厚638~984 m。

第四系主要为浅黄、灰黄色粉砂质粘土、粘土

收稿日期:2007-08-18
基金项目:山东省国土资源厅2005矿产资源补偿费地质项目"山东省聊城市东昌府区谷庄地区地热普查".
作者简介:王奎峰(1981—),男,汉族,山东泰安人,助理工程师,地质工程专业硕士,从事水工环地质工作.

维普资讯 http://www.cqvip.com

质粉砂及粉细砂,厚120~300 m。

1.2 地质构造特征

该区构造位置处于莘县凹陷与阳谷凸起的结合部,周边区域的大地构造单元包括临南鲁西块隆的阳谷凸起、临北断块馆陶凸起、冠县凹陷、堂邑凸起、莘县凹陷等,其基本要素见表1。

表1 聊城地区构造单元基本要素表
Table 1 Basic element of the structures units in Liaocheng area

分区	名称	走向	最大残留厚度(m)			基本性质
			Q+N	E	Mz	
临北	馆陶凸起	NNE	1530	360	2000	新生代为主的断凸
	冠县凹陷	NNE	1800	4000	4000	中、新生代断陷
	堂邑凸起	NE-NNE	1400	200	1200	新生代为主的断凸
	莘县凹陷	NNE	1600	3500	3000	中、新生代断陷
临南	阳谷凸起	NNE	800			中、新生代断凸

本区已发现、查明对中、新生代沉积起着比较明显控制作用的大型断裂有5条,聊考大断裂北起茌平、南至河南兰考,是临濮块陷和鲁西块隆两个构造单元的分界(见图1),同时控制着本区古近纪沉积物的发育和构造形态的发展,其主要断层要素见表2。

表2 聊城地区主要断层要素表
Table 2 The main key elements of the main faults in Liaocheng area

序号	名称	性质	走向	倾向	长度(km)	地质层位	断距(m)
1	聊考	正断层	NNE	NWW	260	P_{ZI}侵蚀面	7000
2	馆陶西	正断层	NE	NW	105	P_{ZI}侵蚀面	900
3	临清	正断层	NE	SE	72	P_{ZI}侵蚀面	2700
4	冠县	正断层	NE	NW	100	P_{ZI}侵蚀面	1800
5	堂邑	正断层	NE	SE	50	P_{ZI}侵蚀面	4000

断裂构造是本区出现地热异常的主要因素[3]。区内较大的深断裂中,绝大多数都为控热断裂,如聊考断裂和堂邑断裂,活动时间长,断裂为张性-压扭性性质,是良好的导热构造。因此,深入研究本区的断裂构造是研究其地热分布及其控热特征的重点所在。

2 水文地质特征

2.1 热源及盖层

该区地热类型属层控型,热源主要来自地球内部的传导热,聊城市城区位于莘县凹陷与阳谷凸起的结合部,是莫霍面相对隆起区,莫霍面埋深大约在34 km±,可从地球内部向地表传导相对高的热流量,这是该区增温的主要原因之一。

该区的热储盖层为第四系和新近纪明化镇组上段:深0~600.0 m,厚约600 m,岩性主要为浅黄色、浅棕黄色、浅红棕色粘土、粉砂质粘土夹褐黄色粉砂-粗砂层,浅棕黄色泥岩、砂质泥岩、粉砂岩、细砂岩、粗砂岩。粘土或泥岩、粉砂岩单层厚度大,一般在4~20 m,导热性能差,热阻大,是天然的良好热储保温层。

维普资讯 http://www.cqvip.com

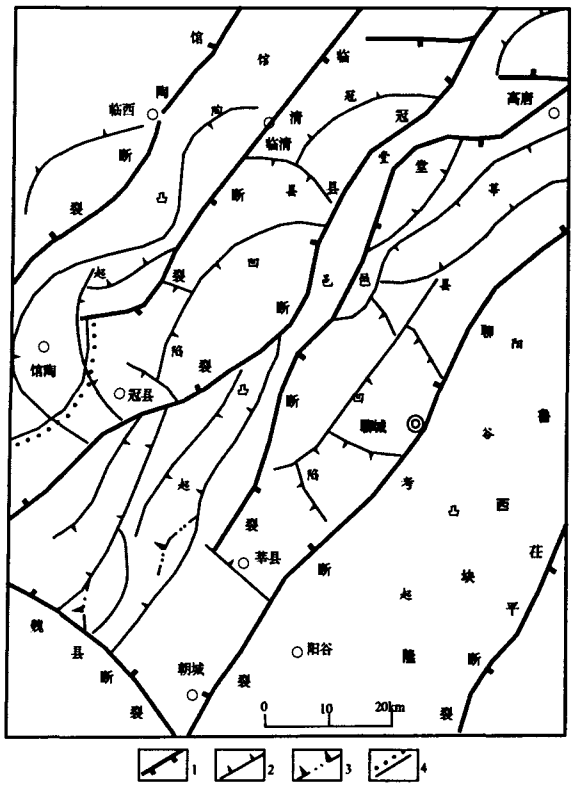


图1 聊城地区构造纲要图

Fig. 1 Structural sketch map of the Liaocheng area

1. 主干断层; 2. 次级断裂; 3. 古近系尖灭线; 4. 构造单元分区线;

2.2 热储层

本区的热储层主要为新近纪明化镇组下段、馆陶组及古近纪东营组。顶板埋深一般600~790 m,底板埋深一般在1 160~1 615 m。其中新近纪明化镇组下段为浅黄色粉细砂岩与浅棕黄色、浅灰色、褐黄色泥岩及砂质泥岩夹中-粗砂岩层。新近纪馆陶组地层特征是粒度上细下粗,上部为紫红色泥岩、粉砂质泥岩夹浅灰色、灰色、灰白色细砂岩、中粗砂岩;中部为灰色细砂岩及红棕、灰黄色砂质泥岩;下部以中-细砂岩层为主,夹有紫红色砂岩及泥岩层。古近纪东营组岩性主要为褐色、暗紫色、红褐色粉砂岩、泥岩夹浅棕红色、灰白色中细砂岩层。该套热储层为本区重要开采目的层。

热储层有多层含水层,一般有二十几层,累计厚度可达200~300 m。该区热储层属砂岩孔隙型,孔隙度为14.6~34.0 %,含水丰富,矿化度及温度较高①。

2.3 传热导水通道

聊城市处于地震强度Ⅶ度区,且地热田又靠近聊考大断裂,位于聊考断裂西侧。聊考断裂形成于中生代,具活动时间长的特点。该断裂NE向延伸260 km,两侧落差7 000 m,为莘县凹陷与阳谷凸起之分界,其规模较大,是地下水的良好储集场所和良好的运移通道。

2.4 热储模型

本区属层控型低温地热田,该地热田分布范围大,主体大致为整个冠县凹陷的范围,呈NE向延伸,以临清断裂为西界,以冠县断裂为其东界,宽约15 km,长约100 km,总面积约1 500 km^2,北端与德州地热田相接。其热储模型如图2所示。

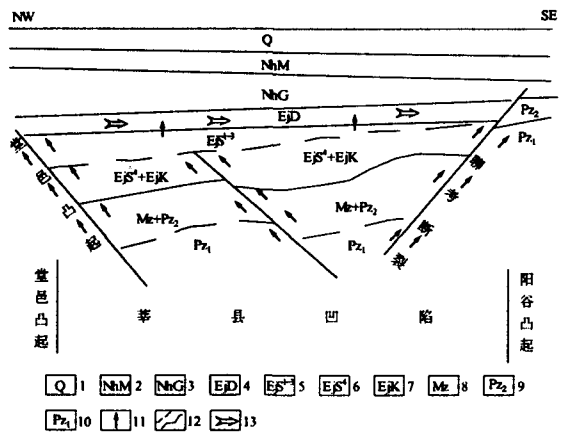


图2 热储概念模型图

Fig. 2 The concept model map of the geothermal reservoir

1. 第四系; 2. 新近系明化镇组; 3. 新近系馆陶组; 4. 古近系东营组; 5. 古近系沙河街组第一至第三段; 6. 古近系沙河街组第四段; 7. 古近系孔店组; 8. 中生界; 9. 上古生界; 10. 下古生界; 11. 地热传导方向; 12. 地层整合与不整合界线; 13. 地下水移动方向

3 地球物理化学特征

3.1 地温场特征

据大量的地热孔、勘探测温孔、煤田、石油钻孔等资料表明,地温梯度值变化区间为2.4~4.0℃/100 m,平均3.0 ℃/100 m,大于地壳的近似平均地

① 马晓东等,山东省聊城市东昌府区谷庄地区地热普查报告,2006.

维普资讯 http://www.cqvip.com

温梯度2.5 ℃/100 m。该区的地温梯度在平面上总体呈环状和条带状分布,地温梯度异常主要受构造控制,断裂导热是形成本区地热异常的一个重要因素,因为聊考断裂贯穿本区,因此其高温热场效应尤其明显[4]。

3.2　重力场特征

由聊城市及附近地区布格重力异常图(图3)可以看出,该区重力场Δg值一般在0 ~ -40×10^{-5} m/s^{2}之间变化,各重力异常总体呈椭圆状沿NE走向展布,相对重力高与重力低相间排列,主要形成四个异常区。

(1)夏津西 - 临清市相对重力低异常带:重力场总体反映沿NE走向展布的重力低异常,异常带宽约15 km,Δg值一般在 -24 ~ -30×10^{-5} m/s^{2}之间变化,为地层相对凹陷区,即冠县凹陷。

(2)夏津 - 临清以东相对重力高异常带:该带总体沿45°走向展布,Δg值一般在 -4 ~ -22×10^{-5} m/s^{2}之间变化,反映了地层相对凸起特征,即反映堂邑凸起。

(3)高唐东 - 聊城以西相对重力低异常带:重力场总体反映沿NE走向展布的重力低异常,异常带宽15 km ±,Δg值在 -22 ~ -30×10^{-5} m/s^{2}之间变化,为地层相对凹陷区,即莘县凹陷,聊城市即处于该凹陷内,且重力异常值较低。

(4)聊城东 - 茌平东北方向相对重力高异常带:该带总体沿50°走向展布,Δg值在0 ~ -18×10^{-5} m/s^{2}之间变化,反映了地层相对凸起特征,即阳谷凸起。

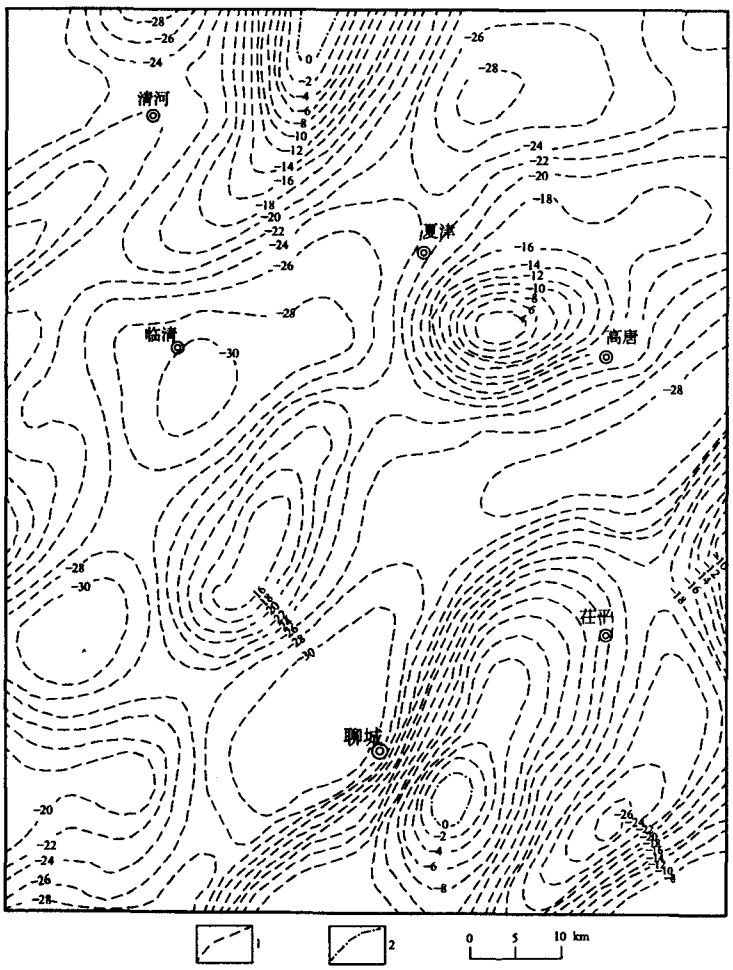


图3　聊城市地热田布格重力异常图

Fig. 3　The map of Bouguer gravityy anormaly in Liaocheng geothermal field

1. 负重力异常等值线;2. 0重力等值线

维普资讯 http://www.cqvip.com

综上所述,聊城城区位于NE向的莘县凹陷内,又与其西部的凹陷相通,而且又是凹陷中的相对凹陷区。同时该区断裂构造也十分发育,聊考断裂从本区穿过,堂邑断裂及茌平等断裂也在附近出现,这些断裂及其次级构造是导水、导热通道。因此,该区形成地热的地质条件优越。

3.3 地球化学特征

地下热水化学特征反映了地下热水同围岩之间的溶解与溶滤作用,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。

本区地下热水矿化度在6~9g/L之间,应属咸水;pH值为7.45~7.73,应属中性水;总硬度(以$CaCO_3$计)为1 047.9~1 189.95 mg/L,属极硬水。地下热水中主要阳离子为Na^+和Ca^{2+},其含量分别为1.87~2.78g/L和0.33~0.50g/L;阴离子主要为Cl^-和SO_4^{2-},其含量分别为2.78~4.13 g/L和1.29~1.54 g/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氯化物-钠(Cl-Na)型水,。

3.4 地热流体的年龄及成因

根据华北地区不同区域的雨水采样分析,大气降水中的氚含量一般为40 T.U,而该区地热水中的氚含量经测试为6.64 T.U,推测该区地热水为新近入浸水与古水的混合水。另据法国J.ch.丰特经验公式$t=40.75\lg(A_0/A)$可计算此地下水的年龄。式中:A_0-为补给区降水补给的含氚量,取值40T.U;A-为排水点地下(水)输出的含氚量;t-为地下水年龄。经初步计算,推测该区地下热水年龄可能是三十多年前形成的。

$\delta D-\delta^{18}O$图解中大致为一水平直线,此直线与大气降水线的交点接近于当地现代大气降水的氢氧同位素组成,只有$\delta^{18}O$增加的现象称为氧同位素漂移。它是由水在高温下不断与硅酸盐和碳酸盐围岩进行氧同位素交换造成的。漂移的大小受交换程度、水/岩比和围岩$\delta^{18}O$等的影响。相比之下,岩石中含氢很少,所以同位素交换基本上不影响水的δD,因而地热水的δD基本不变。

该区内地下热水中的$\delta D=-90.67‰$,$\delta^{18}O=-9.16‰$,从图4可以看出,氧同位素有漂移,表明该地热水与围岩发生过交换作用,其主要为大气降水成因,通过深循环在地温及地热气作用下被加热而形成的,其次为来自WN方向径流补给的承压水。

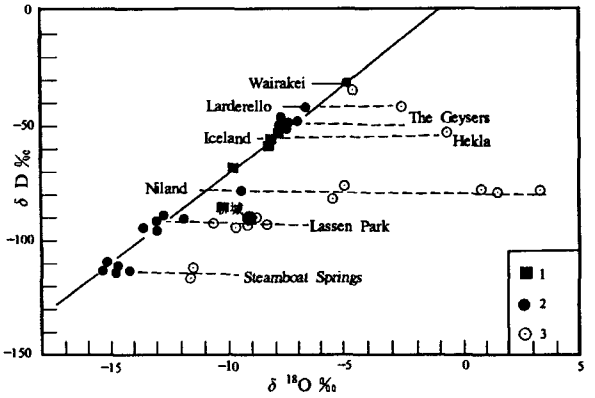


图4 氢氧同位素成分投影图

Fig.4 Diagram of hydrogen and oxygen isotope composition (据Craig,1963年;引自郑永飞等,2000年[5])

1.局部大气降水或稍微加热的近地表水;2.热泉地热水;3.高温高压地热汽;Niland指素尔顿海地热区

4 地热开发探讨

4.1 地热资源开发现状

从近年的勘查研究成果和已有的钻孔资料看,聊城市地下热水开发层位为新近纪明化镇组、馆陶组和古近纪东营组热储,且大部分地热井的开采为混层开采。利用项目主要为供暖、洗浴等,取得了较好的社会、环境和经济效益。

目前区内地热开发,由于井数少、开采量小,尚未发现因地热开采而引发的明显地质灾害现象,但从合理开发的角度分析,尚存在开采层位单一,开采深度相近,局部井段井位过密等现象。

4.2 地热开发前景与探讨

(1)提高开发利用水平:加深钻井深度,由于钻井深度限制,目前开发利用的热储层仅限于800~1 400 m的第三系地层,这样就造成了一方面大家都挤在同一水平上过量开采,另一方面埋藏更深、温度更高、水量更大的热储层还没有被开发利用,因此钻井深度最好应超过1 500 m,加大开发下第三系东营组下部热储,同时应提倡地热资源的综合

维普资讯 http://www.cqvip.com

利用,充分发挥其潜在的经济价值,如建立供热取暖→洗浴→养殖业一条龙的利用模式,只有这样地热资源的利用才会在长远上提升到一个新台阶[6]。

(2)科学布局合理开发,禁止混层开采:目前聊城市区地热井大部分混合开采第三系馆陶组及东营组热水,这些井集中在市区地段,有些井距较近,经抽水试验证实已产生水位干扰现象。因此必须进行合理开发、控制井距、限制单井开采量,同时严禁混层开采地下热水,严格分层止水,切断地表水、浅层地下水、中浅层水、中深层水和深层水之间的水力联系,避免水质污染和相互垂直补给造成地层压力和水温下降现象的发生。

(3)积极推进地热回灌:地热废水回灌是世界各国普遍认为经济有效的处理方法。将地热废水回灌地下,可以避免地热弃水造成的环境污染、热污染等问题,维持热储压力,同时又可以将热储固体的热再汲出,延长热田的寿命。因此,积极推进地热回灌是今后地热开发利用中不可缺少的一环。

参考文献

[1] 徐军祥,康凤新. 山东省地热资源[J]. 中国地质,2000,10(2):41—42.

[2] 王万奎,王锡亮,杨仁达,等. 山东省前晚第三纪基岩地质图(1:50万)及说明书[M]. 北京:地质出版社.

[3] 潘元林,张天祯,于学峰,等. 山东矿床[M]. 济南:山东科学技术出版社,2006,199—201.

[4] 王 佟,王 莹. 陕西渭河盆地地热资源赋存特征研究[J]. 西安科技学院学报,2004,24(1):83—85.

[5] 郑永飞,陈江峰. 稳定同位素地球化学[M]. 北京:科学出版社,2000,152—153.

[6] 王宝玉. 河南省地热资源开发利用现状及展望[J]. 地质与勘探,1999,35(1):47—48.

Occurrence Features of Geothermal Resources in Liaocheng Area

WANG Kui - feng[1], MU Guo - yan[2], ZHAO Qun[3]

(*Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Jinan* 250013; *Liaoning Electric Power Exploration &Design Institute , Shenyang* 110005; *Shenyang Center China geological Survey , Shenyang* 110032)

Abstract: The geothermal resource is rich in Liaocheng of Shandong province. This article is based on the probing data and prospecting late years project research results, synthetically analyse the eology background, hydrogeology characteristic, the earth physical and chemical characteristic. We consider that Liaocheng geothermal field is a kind of tier charge low temperature geothermal field and the hot reservoir is both mainly composed of the lower part of Minghuazhen group and Guantao group in Neogene period and Dongying group in Paleogene period. In this area geothermal gradient is controlled mainly by structure. The structure heat conduct is a key factor of this area formation, the geothermal water mineralization degree is less and is mainly the atmosphere precipitation, the wells and exploit amounts is few in Liaocheng city at present, that the mined bed place is unitary, exploit depth is being closed, well place is too dense, such a series of problem have already existed, for solving these problems we have suggested the reasonable develop suggestions such as improving exploitation making use of level , science layout, forbidden exploit thoughtlessly tier, push forward the geothermal recharge actively.

Key words: Liaocheng city; geothermal resource; Occurrence features