

滨州市城区地热地质条件与开发利用前景

汤杰¹,王彦俊²,郝宝国³,胡松涛²,庞全涛⁴

(1. 滨州市国土资源局,山东 滨州 256600; 2 山东省地矿工程集团有限公司,山东 济南 250013; 3. 东营市国土资源局,山东 东营 257091; 4 滨州市规划局,山东 滨州 256600)

摘要:滨州市城区主要热储层为赋存于地下 1000~1600m 的新近纪馆陶组和古近纪东营组,属碎屑岩孔隙-裂隙类型。热储层为砂岩、砂砾岩,厚度 140~250m;水化学类型主要为 Cl-Na 型;井口水温为 60~65℃,属温热水型地热资源。热水中富含对人体有益的微量元素;允许可开采量 2556 $\times 10^4$ m³/a,现状开采量 109.5 $\times 10^4$ m³/a,开发利用潜力大,前景广阔。

关键词:地热资源;地质条件;开发利用;滨州市城区

中图分类号:P314.3 文献标识码:A

滨州城区地热资源属于层控热传导中低温温热型,分布范围广,储量丰富,易于开采。地热作为一种可供开发利用并有着发展前景的新型矿产资源有着巨大的经济开发潜力,因此,加强滨州城区地热地质和开发利用研究,对于发挥地区资源优势,合理开发热能,改善投资环境和振兴滨州市经济具有重要意义。

1 区域地质特征

滨州市在大地构造上属于华北板块(I)华北拗陷(II)济阳断拗(III)区,自北向南横跨了济阳拗陷的惠民潜凹、沾化-车镇潜陷、埕子-宁津潜隆、东营潜陷 4 个 V 级构造单元。区内基底断裂构造发

育,活动强烈,断裂构造主要为 NNE、NE、近 EW 向,其次为 NW 向,对区内构造单元的格局和新生界沉积起控制作用。

该区是在华北拗陷基础上发展起来的中生代陷盆地,以太古宙变质岩为基底,其上发育着以海碳酸盐岩为主的下古生界,以及海陆交互相的上生界和中生界。古生代以来,受燕山运动影响,该经历了多次构造运动,对前期构造格局具有不同程度的改造,形成了凹凸相间的构造格局。新生代以来,以继承性构造运动为特点,表现以断块运动和差异性升降运动为主,沉积形成了厚的新生界(表 1)。

表 1 滨州市城区新生代地层划分

| 年代地层 | 岩石地层 | | 地 层 特 征 |
|------|------------|--------------|--|
| 第四系 | 黄河组 平原组 | | 粉砂土、粉砂质亚砂土夹粉质亚粘土,上部为砂质粘土,粘土夹粘质砂土,下部为粉质粘土和粘质粉砂 |
| 新近系 | 黄骅群 | 明化镇组 馆陶组 | 为泥岩、砂质泥岩与灰白色砂岩,分为上下两段,下部砂岩较发育,上部泥岩较发育 |
| 古近系 | 济阳群 | 东营组、沙河街组、孔店组 | 自下而上分为三段,缺失一二段,以砂岩与泥岩互层为特征,岩性较粗 自下而上分为四段,以碎屑岩为主,夹碳酸盐岩,是主要生油和储油层 自下而上分为三段,碎屑岩、玄武岩,夹煤系地层 |

2 地热特征

2.1 地热场特征

第四纪平原组和新近纪明化镇组是以细颗粒为主的松散地层,厚度可达 800~1100m,导热性能差是良好的天然保温热储盖层。热储盖层地温梯度平均值 3.0~4.0℃/100m。地温梯度水平变化受构造基底起伏和断裂构造的控制。在新生界盖层一定深度范围内,正向构造地温高地温梯度大,负向构造地温低地温梯度小。西北部惠民潜凹区基底埋藏深,地温梯度值较低。地温梯度在垂向上的变化则受深度地层结构及岩性的控制。一般来说,盖层地温梯度高于热储层,随着深度的增加地温逐渐增高(图 1)^①。

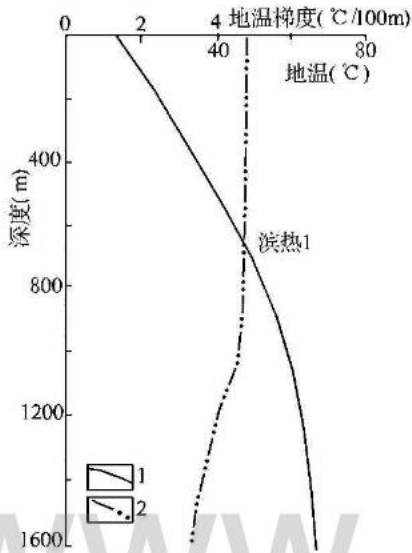


图 1 滨热 1 地温及地温梯度图
1—地温(℃);2—地温梯度(℃/100m)

2.2 热储层特征

滨州市城区热储有新近纪馆陶组和古近纪东营组碎屑岩层状孔隙-裂隙热储,以及寒武-奥陶纪灰岩热储。前者为滨州市城区主要热储层(图 2)。

(1)新近纪馆陶组层状孔隙-裂隙热储

上部以灰白-浅灰色细砂岩、泥质砂岩及棕黄、灰黄和灰绿色泥岩为主,夹棕黄色砂质泥岩;下部以棕黄、棕红色泥岩和浅灰、灰色、灰白色细砂岩、中砂岩为主,夹棕黄、棕红色砂质泥岩及灰色泥质砂岩。地层厚度 265~317m,顶板埋深 900~1100m,底板埋深 1100~1500m,砂岩厚度 60~100m,孔隙度 27%~33%,平均渗透率为 0.869μm²。总的分布规律:自西向东、由南向北底板埋深由浅变深(图 3),厚度由薄变厚,颗粒由粗变细;垂向上具有上细下粗

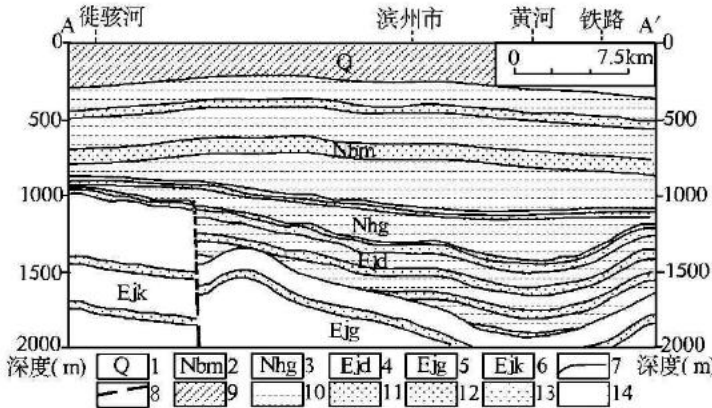


图 2 滨州市城区地热地质剖面图
1—第四系;2—明化镇组;3—馆陶组;4—东营组;5—沙河街组;6—孔店组;7—地层分界线;8—断层;9—砂质粘土;10—泥岩、砂质泥岩;11—粉细砂;12—砂岩;13—砂砾岩;14—页岩的正旋回特征。

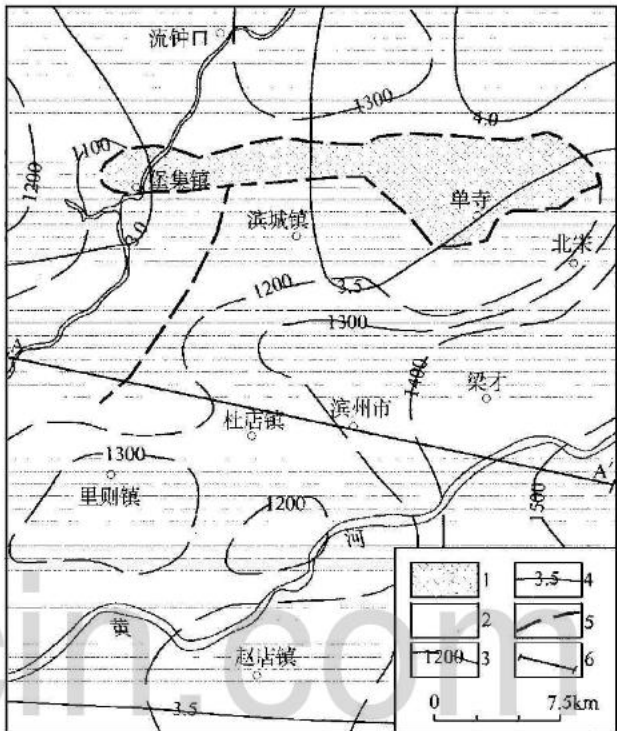


图 3 滨州市城区馆陶组地热地质条件图
1—潜隆区;2—潜陷区;3—馆陶组底板等值线(m);4—地温梯度(℃/100m);5—隐伏断层;6—地热地质剖面

(2)古近纪东营组碎屑岩层状孔隙-裂隙热储
以浅灰、灰白色粉砂岩、细砂岩及灰绿、棕红、褐色泥岩、泥质砂岩为主。具有明显的正旋回韵律沉积特征。自下而上可以分出由粗到细的三个沉积回,按旋回的对比原则将东营组划分为三段。本大部分地段缺失东一段和东二段。顶板埋深 124~1413m,层底埋深 1433~1811m,地层厚度 200~500m,砂岩厚度 80~150m,孔隙度 30%~32%,渗透率 0.9~1.2μm²。

① 山东省地矿工程集团有限公司,滨热 1 地热井完井报告 2005 年。

(3)寒武 - 奥陶纪碳酸盐岩溶 - 裂隙热储
主要分布在埕子 - 宁津潜隆区。受基底构造控制,地层顶界面起伏大,凹陷区埋深一般大于 3000m,隆起区埋深 1500~1800m。由于埋藏深,富水性较差,目前尚未开发利用。

3 地热资源评价

滨州城区地热资源主要赋存于地下 1000~1600m 的新近纪馆陶组和古近纪东营组碎屑岩层状孔隙 - 裂隙热储中。热储层为砂岩 砂砾岩,厚度 140~250m。目前取水深度集中在 1300~1600m,混合采取馆陶组和东营组砂岩 砂砾岩孔隙 - 裂隙热水。

地热井水头埋深 25~45m,单井出水量为 45~60m³/h。地热水总矿化度 13.88~21.34g/L (表

2),水化学类型主要为 Cl - Na型。井口水温为 40~65℃,属温热水型地热资源。计算滨州城区的地热资源总量 307×10¹⁷J,可利用地热资源量 76×10¹⁷J,折合标准煤 2.2268×10⁸t。地热水静储量 2.97×10⁹m³,开采 100年,允许可采量 2556×10⁴m³/a。

滨州城区地热水水质清澈透明,口感咸,无异味,无有毒组分,富含锶、偏硅酸、偏硼酸、H₂S等人体有益的微量元素(表 3),对心脑血管疾病、关节炎和皮肤病等疾病有良好的辅助治疗作用。

地热资源开发利用是水热兼用,适用于供暖、生活洗浴、热水理疗和温池游泳等生活领域,具有广阔的应用前景。滨州是能源相对匮乏的地区,地热资源的开发,对于缓解能源紧张状况、减少环境污染、促进经济可持续发展具有重要意义。

表 2 滨热 2 地热井热储水化学特征

| 项目 | 含量 (g/L) | 项目 | 含量 (g/L) | 项目 | 含量 (g/L) | 项目 | 含量 (g/L) | 项目 | 含量 (g/L) |
|------------------|----------|-------------------------------|----------|-------------------------------|----------|---------------------------------|----------|------------------|----------|
| 矿化度 | 13878.00 | Mg ²⁺ | 115.93 | HCO ₃ ⁻ | 176.98 | H ₂ SiO ₂ | 50.70 | Sr | 26.62 |
| pH值 | 7.60 | Fe ³⁺ | 1.70 | NO ₂ ⁻ | <0.004 | Cu ²⁺ | <0.05 | Se | <0.0003 |
| 硬度 | 1810.23 | Fe ²⁺ | 12.80 | NO ₃ ⁻ | 7.78 | Al ³⁺ | | HBO ₂ | 18.35 |
| K ⁺ | 29.75 | NH ₄ ⁺ | 30.00 | F ⁻ | 0.40 | Mn ²⁺ | 0.45 | Hg ²⁺ | 0.007 |
| Na ⁺ | 4625.00 | Cl ⁻ | 8305.63 | Br ⁻ | | Zn | <0.05 | Cr ⁶⁺ | <0.006 |
| Ca ²⁺ | 533.72 | SO ₄ ²⁻ | <0.30 | I ⁻ | | Li | 0.84 | As | <0.005 |
| | | | | | | | | H ₂ S | 5.11 |
| | | | | | | | | Pb | <0.005 |
| | | | | | | | | Cd | <0.0025 |
| | | | | | | | | CN | <0.006 |
| | | | | | | | | 酚 | 0.007 |

表 3 滨州市医疗热矿水水质评价 (mg/L)

| 成分 | 医疗浓度 | 矿水浓度 | 热水含量 | 医疗价值 |
|--|-------|-------|-------|---|
| 锶 | 10 | 10 | 26.62 | 锶、锂在人体中能取代钠,与心血管功能及构造有关;溴在医疗上具安神、镇痛镇静作用 ^[1] |
| 偏硼酸 (HBO ₂) | 1.20 | 5.00 | 18.35 | 适量的硼可以预防骨质疏松病,硼参与人体内雌性激素、维生素 D 和其他甾族化合物激素的合成,并能保护不被迅速分解 |
| 偏硅酸 (H ₂ SiO ₃) | 25.00 | 25.00 | 50.70 | 硅能保持弹性纤维和周围组织完整性,具有降低动脉粥样硬化和斑块发生率的功能;适量的硅有利于骨骼钙化,促进成骨作用,对抗衰老有明显的作 |
| H ₂ S | 1 | 1 | 5.11 | H ₂ S,促进血液循环、新陈代谢及交感神经兴奋,使大脑中枢神经功能恢复正常 |

据:山东省地矿工程集团有限公司,滨热 2 地热井完井报告,2005 年。

4 地热开发利用前景分析

4.1 地热资源开发利用现状

2004 年在滨州市国土资源局宿舍院内施工了第一口地热井,开始利用地下热水作为供暖和洗浴

供水水源,取得了良好的供暖效果和经济效益。2004 年以来,在盛世花园小区、劳动与社会保障局住宅小区等地先后施工地热井,进行供暖、洗浴等项目开发,地下热水在滨州城区得到了初步应用,现开采量达 3000×10⁴m³/d (表 4)。

表 4 滨州市城区地热井基本特征及利用现状

| 序号 | 位置 | 井深 (m) | 温度 (℃) | 流量 (m ³ /d) | 矿化度 (g/L) | 开采时间 (a) | 开采量 (m ³ /a) | 利用现状 |
|------|--------------|--------|--------|------------------------|-----------|----------|-------------------------|-------|
| 滨热 1 | 滨州市国土资源局宿舍 | 1587 | 55.0 | 60 | | 2005 | 0.46×10 ⁶ | 供暖、洗浴 |
| 滨热 2 | 盛世花园小区 | 1499 | 56.0 | 1740 | 4.96 | 1999 | 0.41×10 ⁶ | 供暖、洗浴 |
| 滨热 3 | 劳动与社会保障局住宅小区 | 1470 | 56.0 | | 5.00 | 2002 | 0.29×10 ⁶ | 供暖、洗浴 |

4.2 地热开发利用环境效应分析

滨州城区地热水不含有毒有害物质元素,基本符合 GB 3838《地面水环境质量标准》中一、二级标准,满足《地热水有害成分最高允许排放浓度》要求。目前,滨州城区地热仅用于供暖和洗浴,废水温度较高。长期如此,必将对废水排放途径和周围水土及生态环境产生水热污染。同时,地热水以静储量为主,径流迟缓,补给途径远,属于消耗型水源;若过量开采,将会引起地热资源枯竭、水头下降(2006年12月滨州城区地热水头埋深45m);地层孔隙水压力的降低,将会进一步固结压密而导致地面沉降。

4.3 地热资源的开发利用方案

地热资源是一种清洁绿色环保能源。目前滨州城区地热井仅有3眼,为适应改革开放和社会经济的可持续发展,以滨城城区和西城新区为地热开发中心,进行地热勘探和开发试验,进而由点到面、由市区到城镇指导和推广地热开发。其次,滨州市石油开采区废油井较多,寻找可行技术方法与路线进行废油井改造开发热水,也是开发地热的捷径。

4.4 地热开发与保护对策

滨州城区地热开发利用刚刚起步,利用单一粗放,热能利用效率低,浪费较为严重,由此将会产生一系列环境负效应。因此,地热资源开发利用应以资源与环境保护为本。

(1)遵循开发与保护并重的方针,加强地热资源开发管理。建立健全地热资源管理机构,出台地热资源管理办法、措施,制定和完善地热开发利用方案和探矿权与采矿权的取得与转让制度,使地热开发步入有序开发轨道。

(2)地热资源开发利用过程中,废弃热水因温度高,水质复杂,易造成地表水、地下水及生态环境的污染,因而在开发利用中要加强地热废水排放管理,防止水热污染环境。

(3)为充分利用地热资源,防止资源枯竭和地面沉降等环境问题的发生,在地热资源集中开采地段,开展人工回灌试验勘察研究工作。使地热资源长期造福人类,促进社会经济可持续发展。

(4)加强地热研究,建立地热监测系统。根据监测信息,指导地热资源开发利用管理。

(5)以监测为基础,以资源和环境保护为根本,以经济为杠杆,实行梯级开发、综合利用,建立供暖—洗浴—游泳—温水养殖—冬季种植供暖—回灌—废水排放等完善的地热开发利用管理科学体系,最大限度地开发利用地热资源。

参考文献:

- [1] 颜世强,刘桂仪,德州市地热资源及开发利用[J]. 山东地质, 2001, 17(2): 48-52

Geological Condition and Exploration and Utilization Future of Geothermal in Urban Areas of Binzhou City

TANG Jie¹, WANG Yan-jun², HAO Bao-guo³, HU Song-tao², PANG Quan-tao⁴

(1. Binzhou Bureau of Land and Resources, Shandong Binzhou 256600, China; 2. Shandong Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China; 3. Dongying Bureau of Land and Resources, Shandong Dongying 257091, China; 4. Binzhou Planning Bureau, Shandong Binzhou 256600, China)

Abstract: Major geological reservoirs in urban areas of Binzhou city occur in Neogene Guantao formation and Palaeogene Dongying formation under the ground of 1000~1600m. It belongs to fragmen tal crack type geothermal. Thermal reservoirs are composed of sandstone and conglomerate with the depth of 140~250m. Hydrochemical type is $\text{Ca}-\text{Na}$, and the temperature of the mouth of the well is $60\sim 65^{\circ}\text{C}$, which belongs to middle temperature type geothermal resource. Many useful elements are included in thermal water. Its permitted exploitation yield is $2556\times 10^{-6}\text{m}^3/\text{a}$, and present yield is $109.5\times 10^{-6}\text{m}^3/\text{a}$. Thus, it is proved that It has great exploitation potentiality and bright future.

Key words: Geothermal resource; geological condition; exploitation and utilization; urban areas of Binzhou city