

文章编号:1009-0258(2001)02-0048-05

\*

# 德州市地热资源及开发利用

颜世强<sup>1</sup>,刘桂仪<sup>2</sup>,孟庆峰<sup>1</sup>,张军<sup>3</sup>,李云利<sup>3</sup>

(1. 德州市国土资源局,山东 德州 253000;2. 山东省鲁北地质工程勘察院,山东 德州 253015;3. 滨州市国土资源局,山东 滨州 256602)

**摘要:** 德州市低温地热资源丰富,目前德城、乐陵、宁津、齐河等县(市、区)已先后发现地热资源。本文介绍了该区地热资源的地质条件,对其开发利用前景进行了分析,探讨了开发利用中应注意的几个问题。

**关键词:** 地热资源;开发利用;山东德州

**中图分类号:** X314.1;P967

**文献标识码:** A

德州市位于山东省西北部,地处鲁西北平原,区内低温地热资源丰富,开发潜力巨大。目前,德城、乐陵、宁津、齐河等县(市、区)已先后发现地热资源,并在供暖洗浴、医疗保健、种植养殖等方面进行开发利用,取得了明显的经济和社会效益。

## 1 地热地质条件

### 1.1 构造与地层特征

德州市在大地构造位置上,属于华北地台的一部分。齐河-广饶大断裂将其分为两个二级构造单元,即鲁西台背斜和辽冀台向斜。辽冀台向斜在本区的次级构造单元有埕宁隆起、济阳拗陷和临清拗陷(图 1)。本区地表被第四系覆盖,基底断裂构造主要有沧东断裂、齐河-广饶断裂、陵县-渤海农场断裂、边临镇-羊二庄断裂

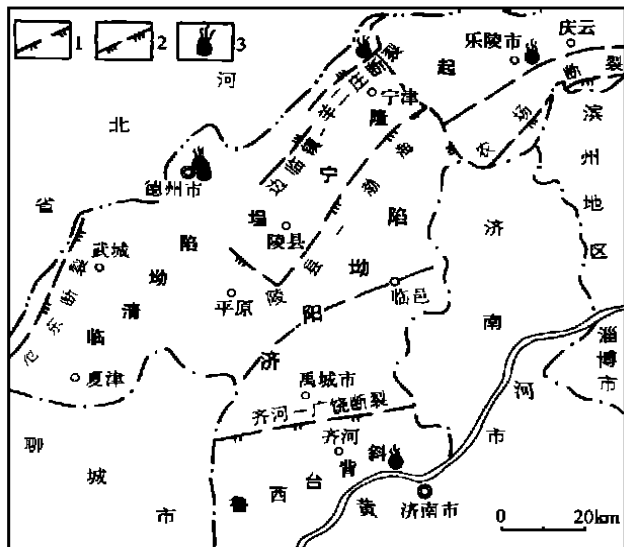


图 1 德州市前新近纪(前晚第三纪)基底地质略图

Fig. 1 Geological sketch of early Neogene (early late Tertiary) base rocks in Dezhou city

1—二级构造单元界线;2—三级构造单元界线;3—地热井

\*收稿日期:2000-08-28;修订日期:2001-03-20;编辑:陶卫卫

作者简介:颜世强(1973-),男,山东平原人,工程师,主要从事地矿管理工作。

等,呈 NNE 或 NE 向延伸,张性为主,构成三级构造单元的分界,控制着区内古近系(下第三系)的发育。

区内主要地层为巨厚的新生界,其中第四系以河湖相沉积物为主,岩性多为砂性土和粘性土,厚 200~300m;古近系(下第三系)和新近系(上第三系)的分布受基底构造的影响较大。在埕宁隆起区,古近系(下第三系)普遍缺失,新近系(上第三系)馆陶组直接覆盖在新太古代泰山岩群变质岩和寒武—奥陶系灰岩之上。在济阳、临清拗陷区,新生界发育完整,沉积厚度达 3500m 以上,岩性以棕红、灰绿色砂岩、砂砾岩和粘土岩为主。

## 1.2 热储层及埋藏条件

区内地热资源的赋存与分布受地质构造及地层岩性控制。凸凹不平的基底构造格局,对该区地热资源分布具有重要影响。主要热储分为新近系(上第三系)、古近系(下第三系)孔隙热储和寒武—奥陶系基岩热储两大类,热储盖层为巨厚的第四系及新近系(上第三系)粘土及粉质粘土层。

### 1.2.1 新近系(上第三系)孔隙热储

(1)明化镇组下段热储:热储底板埋深 800~1200m,厚度 200~300m,热储含水层厚度 70~105m,岩性以细砂岩为主,呈松散状,分布广泛,厚度稳定。单井涌水量 1000~1500m<sup>3</sup>/d,水温 40~46℃,矿化度 2000~4000mg/L。

(2)馆陶组热储:热储底板埋深 1300~1700m,厚度 300~500m,热储含水层厚度 150~200m,岩性以细—中粒砂岩、含砾砂岩及砂砾岩为主,底砾岩明显,孔隙度 24%~36%,分布稳定。单井出水量 2000~2500m<sup>3</sup>/d,水温 45~60℃,矿化度 4000~5000mg/L。

### 1.2.2 古近系(下第三系)孔隙热储

(1)东营组热储:热储厚度随基底构造变化较大,一般分布在凹陷中心部位,在凹陷区边缘及凸起区往往缺失。其岩性以细砂岩为主,水温 55~70℃,矿化度大于 10000mg/L。

(2)沙河街组热储:据石油部门资料,热储顶板埋深 1600~2100m,厚度 200~450m,本层分布较普遍,但厚度不均。根据地温梯度推算,水温可达 70~90℃。

### 1.2.3 寒武—奥陶系岩溶裂隙热储

主要分布于埕宁隆起和鲁西台背斜的斜坡地带。前者热水赋存于古生界灰岩及新太古代泰山岩群片麻岩溶蚀裂隙、溶孔、溶洞及构造裂隙中,热储埋深一般在 1100~1300m 以下,厚度大于 100m,水温 50~90℃;后者热储为奥陶系灰岩,岩性为厚层纯灰岩、豹皮状灰岩夹薄层白云质灰岩、泥质灰岩等,裂隙岩溶发育,热储埋深 770~905m,水温 43.2℃。

## 1.3 热源与补给源

区内地热资源总体上属于以热传导为主的大地热流作用机制下形成的,以低温热水型为主的地热资源<sup>[1]</sup>。本区热源主要来自地壳深处及上地幔传导热流。中生代燕山运动和新生代喜马拉雅运动期间,本区产生了多级断裂,并伴有多期岩浆入侵活动,溶岩流沿断裂喷发,形成了多层基性喷发岩。由于上覆巨厚松散沉积物盖层的阻热作用,因此,其深部热能可在一定空间可被储存下来。

氢、氧同位素分析表明,地下水除部分源于盆地沉积物形成时保存下来的沉积水和封存水外,绝大部分为沉积物形成后远近山区的侧向径流补给。大气降水在南部及西部

山区汇集成地表径流,在漫长的地质历史中,沿断裂带或岩层的孔隙向深处运移,被围岩加热,并与围岩发生水盐反应,溶解了大量的微量元素成分。受热的地下水由于密度差异引起自然对流,加上补给区水头差的驱动,因而得以缓慢地进行循环交替运动,将地热在空隙、裂隙中存储下来。

#### 1.4 地热资源分布与地热流体特征

根据热储含水系统的埋藏条件、岩性岩相特征、热储流体储集空间类型、地热流体温度、埋深及水化学类型等,可划分为三个地热区(表1):

表1 德州地热资源分布特征

Table 1 Distribution characteristics of geothermal resource in Dezhou city

地热区名称	地理位置	面积 (km <sup>2</sup> )	地温梯度 ( / 100m)	构造位置	主要热储
济阳-临清拗陷地热区	德城、夏津、平原、禹城、临邑、武城	4151	2.5~3.5	济阳拗陷 临清拗陷	明化镇组下段、馆陶组、东营组、沙河街组
埕宁隆起地热区	乐陵、宁津、庆云及陵县等	4323	3.5~4.5	埕宁隆起	明化镇组下段、馆陶组、寒武—奥陶系及新太古代泰山岩群片麻岩
鲁西台背斜地热区	齐河及禹城	1826	3~4	鲁西台背斜	寒武—奥陶系

##### 1.4.1 济阳-临清拗陷地热区

北界为陵县-渤海农场断裂,南部以齐河-广饶断裂为界,涉及济阳、临清两个拗陷。该区地温梯度 2.5~3.5 / 100m。古近系(下第三系)和新近系(上第三系)发育较齐全。区内现有地热井 2 口,井深 1500m。主要热储为馆陶组含砾砂岩及砂砾岩层,单井涌水量 2360m<sup>3</sup>/d,自流量 960m<sup>3</sup>/d,自流高度 7~8m,井口水温 56℃,矿化度 4857mg/L,水化学类型 Cl<sup>-</sup>Na 型,水中含有硼、硅、锶、碘、溴等多种对人体健康有益的微量元素。其中偏硼酸含量 6.0~6.3mg/L,偏硅酸含量 36.13~42.42mg/L。

##### 1.4.2 埕宁隆起地热区

该区南边界为陵县-渤海农场断裂,北边界为边临镇-羊二庄断裂。地温梯度 3.5~4.5 / 100m。区内古近系(下第三系)缺失,新近系(上第三系)馆陶组直接覆盖在新太古代泰山岩群、寒武—奥陶系及石炭—二叠系之上,呈不整合接触。区内现有地热井 2 口,井深 1235~1480m,井口水温 50~60℃。单井出水量 1800~2000m<sup>3</sup>/d,自流量 720m<sup>3</sup>/d,矿化度 5376.9mg/L,水化学类型为 Cl<sup>-</sup>Na 型。水中偏硅酸含量 39.0mg/L,偏硼酸含量 6.16mg/L,锶 9.75mg/L,氟 5.25mg/L,并含有碘、溴、锂、铁等对人体健康有益的微量元素。

##### 1.4.3 鲁西台背斜地热区

主要分布于齐河-广饶断裂以南区域。该区为济南地热田的一部分,地温梯度 3~4 / 100m。区内现有地热井 1 口,井深 905m。自流量 2314.32m<sup>3</sup>/d,水头高出地面 4.67m,矿化度 3300mg/L,水化学类型为 SO<sub>4</sub><sup>-</sup>Ca 型,水中偏硅酸含量 52mg/L,氟 2.6mg/L,并含有铁、锂、锶、碘、溴等。

## 2 地热资源及开发利用

### 2.1 地热资源量

经初步勘查证实,德州市域范围内,地热资源十分丰富,且具有温度适中,水量大,微量元素丰富,易开发等特点。根据热储法估算,全区地热资源量为  $1.99 \times 10^{22} \text{J}$ ,折合标准煤  $67.87 \times 10^8 \text{t}$ ,每年热水可开采量为  $14.15 \times 10^8 \text{m}^3$ 。其中德城区范围内的德州地热田面积为  $160 \text{km}^2$ ,已进行了详查。计算得新近系(上第三系)馆陶组地热资源量为  $3.091 \times 10^{18} \text{J}$ ,每年地热水可采资源量为  $2190 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

### 2.2 开发利用现状及前景

德州市地热资源的开发利用刚刚起步,且局限在零星的点上,还没有形成大面积系统的开发利用体系。区内地热资源为低温热水型,适合直接利用。目前,全市共有五口地热井进行了不同程度的开发。开发项目主要有温泉洗浴、温池游泳、生活供水、供暖、种植养殖等,形成了一定规模,取得了显著的经济、社会和环境效益。凯元温泉渡假村的综合开发,水文二队的供暖、生活供水、洗浴开发,以及乐陵希林集团的娱乐及养殖开发,都各具特色,展现出广阔的开发前景。

凯元温泉渡假村位于市经济开发区内,是集餐饮、客房、娱乐、温泉疗养于一体的大型豪华涉外酒店。按四星级标准设计,建筑面积  $2 \text{万 m}^2$ 。主要开发项目有供暖、洗浴、温泉游泳及理疗保健等。其建筑规模和地热开发利用水平属省内一流。利用 56 地热水采用热水空调直接供暖,当室外温度为  $-10 \sim -15$  时,室温保持在  $22 \sim 25$ 。该地热系统设计合理、设备先进,尾水排放低于  $30$ 。属山东省地热开发利用的示范工程,为低温地热资源的综合利用提供了经验。

## 3 地热资源开发利用应注意的问题

地热作为一种清洁能源在许多领域得到越来越广泛的利用,目前正朝着综合利用的方向发展。为推动地热开发由粗放型向集约型发展,促进地热资源的合理开发利用与有效保护,在地热资源开发利用中应注意如下问题:

(1) 加快地热资源的勘查评价步伐。地热开发是高风险高投入的产业,其前期勘查评价是地热开发的基础。目前,德州市地热详查面积仅为  $160 \text{km}^2$ ,占总面积的  $1.6\%$ ,与经济发展对地热资源开发利用的要求不相适应,所以全面查清地热资源的分布及储量势在必行。

(2) 制定地热资源开发利用保护规划。德州市地热资源的开发利用尚处于起步阶段,开发潜力巨大。为了科学合理开发和利用地热资源,应根据“统一规划、统一管理、合理布局、综合利用、以热养热、滚动发展”的方针,制定以地热能的热矿水综合利用为开发重点的地热资源开发利用规划方案,逐步建立以地热采暖、生活洗浴和工农业生产为主体,多

方位发展旅游度假、娱乐理疗、温泉游泳等行业的综合利用体系。

(3)加强地热资源管理。地热资源是极其宝贵的自然资源,必须把它当作重要能源来看待。坚持“以科技为先导,以服务带管理,以管理促发展”的宗旨和“开发利用与保护并重”的原则,建立健全地热管理机构,出台地热管理法规措施,建立地热资源动态数据库,逐步提高对地热资源的科学管理水平。

(4)做好地热资源的保护。保护地热资源的长期连续稳定开发,必须做到合理利用地热水,严禁盲目无序地乱开乱采,造成资源浪费。在保护过程中应做到:第一,热水资源的开发利用应遵循开源与节流并举和开发与保护并重的方针;第二,根据不同的用途,分层开采,分层管理地热水;第三,建立地热资源环境保护区。

(5)注重环境保护。地热开发对环境的影响主要有开采地下热水引起的降落漏斗及地面沉降、热污染和水的化学污染等,应加强地热水的动态监测工作和开发利用研究。

## 参考文献:

- [1] 陈墨香. 华北地热[M]. 北京:科学出版社,1988.

# Geothermal Resource Characteristics and Its Exploitation Future in Dezhou City

YAN Shi - qiang<sup>1</sup>, LIU Gui - yi<sup>2</sup>, MENG Qing - feng<sup>1</sup>, ZHANG Jun<sup>3</sup>, LI Yun - li<sup>3</sup>

(1. Dezhou Bureau of Land and Resources, Shandong, Dezhou 253015, China; 2. Lubei Geologic - engineering Institute, Shandong, Dezhou 253015, China; 3. Binzhou Bureau of Land and Resources, Shandong, Binzhou 256602, China)

**Abstract:** Low - temperature thermal resource in Dezhou city is very rich. At present, geothermal deposits have been found in Dezhou urban, Laoling, Ningjin and Qihe successively. The geological condition of geothermal resource in Dezhou area has been introduced in this paper, and exploitation future of the resource analysed as well. Some problems which should be paid attention in exploring discussed.

**Key words:** Geothermal resource; exploitation and utilization; Dezhou city in Shandong province