

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2020.01.03

引用格式: 汪名鹏. 盐城市地热资源特征及其开发利用建议[J]. 中国地质调查, 2020, 7(1): 14–22.

盐城市地热资源特征及其开发利用建议

汪名鹏^{1, 2}

(1. 江苏省水文地质海洋地质勘察院, 淮安 223005; 2. 江苏省水文地质工程地质勘察院, 淮安 223005)

摘要: 地热资源是集“热、矿、水”三位一体的清洁资源, 开发利用地热资源, 可以带动并提升旅游休闲业、现代农业和服务业的快速发展。盐城市地热资源开发利用程度较低, 开发时间短, 形式粗放、单一。对盐城市地热资源赋存条件、分布特征、地热水质特征、地热资源开发利用现状、旅游景区建设需求、旅游市场条件、环境条件和地区社会经济发展等不同层面进行了综合分析。结果表明: 盐城市地热资源具有旅游休闲度假、商务休闲度假、农业观光旅游和综合开发示范等功能价值; 滨海—阜宁一线、盐城市区、盐城丹顶鹤海滨湿地旅游区、马家荡景区—大纵湖旅游景区、东台和大丰市区以及中华麋鹿园—黄海森林公园一线可划定为地热资源重点开发区。此外, 在分析研究区地热资源分布特点、开发利用程度及其交通条件、经济状况、旅游资源分布特征和发展水平等因素的基础上, 提出盐城市范围内现代旅游业地热资源开发利用要形成以地热富集区和县、市区为中心并以重要风景旅游区为节点向周边辐射扩散的地热资源多元开发和综合利用的基本格局。

关键词: 地热资源; 赋存条件; 旅游景点; 开发利用; 盐城市

中图分类号: P314 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095–8706(2020)01–0014–09

0 引言

地热资源作为当今一种新型洁净能源, 在国内 外日益得到人们的重视和青睐。盐城市地下蕴藏 着丰富的地热资源, 近年来, 盐城市加大了地热资 源的开 发、利用程度, 建设了多处旅游温泉度假酒 店和温泉度假村, 如盐城市区、台南、永丰林农业生 态园、小海温泉、阜宁温泉度假村、金沙湖旅游度假 村等, 但其作用仅限于温泉洗浴, 开发较分散、零 乱, 尚未对旅游产业起到较大的促进作用。

本文旨在全面摸清盐城市地热资源的基础上, 对旅游及地热资源的空间结构布局进行整合开发。 一方面, 可以加快推动盐城市地热资源的科学勘 查、有序开发、合理利用和有效保护; 另一方面, 可 以更好地服务于盐城市旅游产业的发展, 以地热资 源开发利用来带动和提升盐城市旅游产品的档次, 对盐城的经济社会发展起到积极作用。

1 地热资源赋存条件

研究区位于苏中拗陷区。苏中拗陷区是中新 生代拗陷盆地, 其南北两侧分别为通扬隆起和鲁东 隆起, 受建湖隆起分隔, 以南和苏南隆起夹持部分 为东台拗陷, 以北和滨海凸起、鲁苏隆起夹持部分 为盐阜拗陷, 其内部为 NE 向与 EW 向构造共同制 约的凸起与凹陷, 相间排列(图 1)。新近纪断裂的 继承活动对晚新生代沉积和地震活动及地热异常 的形成起到了重要的控制作用(图 2)。

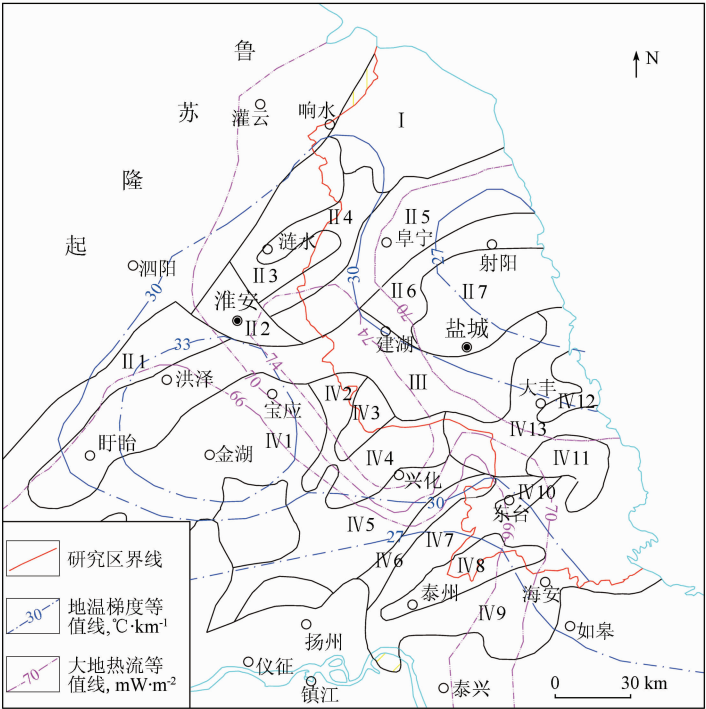
1.1 热源条件

研究区有隆起区和凹陷区两大构造单元。凹 陷区大地热值流略高于隆起区。次一级构造单元 大地热流值差异明显: 在凹陷区, 次级凸起高于凹 陷, 凹陷斜坡带高于深凹; 在隆起区, 隆起高于凹 陷, 背斜高于向斜。从图 1 可以看出, 盐城地区大 地热流值多在 70 mW/m²左右。盐城市北部及射阳

收稿日期: 2019–01–04; 修订日期: 2019–12–30。

基金项目: 盐城市自然资源和规划局项目(编号: YCCG1508–CS01)资助。

作者简介: 汪名鹏(1973—), 男, 硕士, 研究员级高工, 主要从事地热资源调查与综合开发利用研究工作。Email: ahwmp@163.com。



I. 滨海隆起；II. 洪泽—盐城凹陷：II.1. 洪泽凹陷，II.2. 淮安凸起，II.3. 涟水凹陷，II.4. 涟东凸起，II.5. 阜宁凹陷，II.6. 塘望凸起，II.7. 盐城凹陷；III. 建湖隆起；IV. 金湖—东台凹陷：IV.1. 金湖凹陷，IV.2. 柳保低凸起，IV.3. 临泽凹陷，IV.4. 柘垛低凸起，IV.5. 高邮凹陷，IV.6. 吴堡低凸起，IV.7. 溱潼凹陷，IV.8. 泰州低凸起，IV.9. 海安凹陷，IV.10. 梁垛低凸起，IV.11. 小海凸起，IV.12. 裕华凸起，IV.13. 大丰凹陷

图 1 苏北盆地构造区划图^[1]

Fig.1 Tectonic units of Subei Basin^[1]

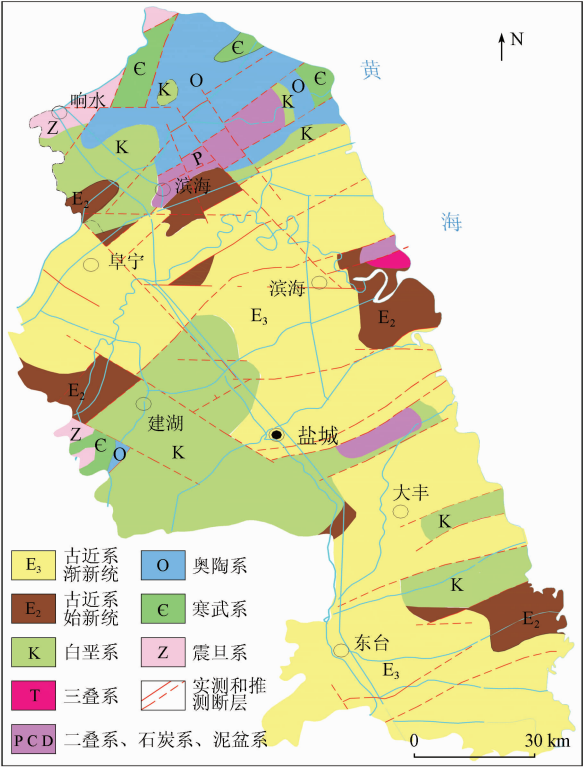


图 2 研究区基岩地质图^[2]

Fig.2 Geological map of bed rocks in the study area^[2]

大部分地区大地热流值低于 70 mW/m²；滨海隆起区、大丰凹陷区等地区大地热流值在 70 ~ 74 mW/m² 之间；建湖隆起区西部大地热流值高于 74 mW/m²，明显高于周边地区；东台西部明显低于研究区其他地区。

据陈沪生等^[3] 对下扬子地区及苏北地区油层温度测试结果：东台—海安以北的广大地区表现为高值区，并向东延伸至大丰凹陷区内；建湖隆起区与盐阜凹陷区分界线以北、滨海隆起区以南，以射阳县为中心，地温梯度逐渐由 27 °C/km 增大至 30 °C/km；在建湖隆起区以南地区，地温梯度由 27 °C/km 增大至 30 °C/km 以上，介于 30 ~ 33 °C/km 之间；在同一埋藏深度，盐城南部地区地温高于北部地区。

由图 1 可知，大地热流场会直接影响地温梯度场的分布。除滨海以东地区外，盐城市 30 °C/km 地温梯度等值线与 70 mW/m² 大地热流等值线分布基本一致，表明除滨海以东地区外，盐城市大部分地区地层岩性分布均匀，岩石热导率基本一致；而滨海以东地区大地热流值偏高的原因，初步分析认为是由于其基岩地层为碳酸盐岩，岩石热导率较

高,埋藏较浅。

1.2 热储层类型

盐城地区热储主要分布在新近系盐城组中细砂、含砾砂层和古近系粉细砂岩地层中,分布面积较广,埋藏厚度较大,约 500 ~ 2 000 m,在建湖隆起区和滨海隆起区厚度较小。盐城地区 2 000 m 内的地热储层可划分为 4 个热储层,第 I 热储层

由新近系上新世盐城组上段地层(N_2y)组成;第 II 热储层由新近系中新世盐城组下段地层(N_1y)组成;第 III 热储层由古近系砂岩地层(E)组成;第 IV 热储层赋存于寒武系和奥陶系(C-O)白云质灰岩、灰质白云岩及震旦系白云岩、灰岩地层中。热储层分布可参考图 3 苏北盆地地震解释剖面图。

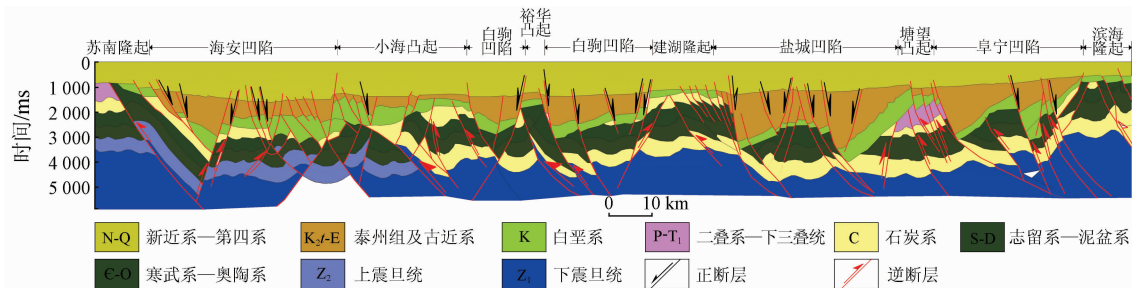


图 3 苏北盆地地震解释剖面^[4]

Fig. 3 Interpreted seismic profile in Subei Basin^[4]

1.3 控热构造

热储温度受热储埋深、盖层条件、大地热流、深部水热循环等多种因素制约,而最根本的控制因素是地质构造条件^[5-6]。

1.3.1 断裂

从图 2 可以看出,研究区内区域性断裂构造系统主要包括 NE 向(NNE 向)、NW 向、近 EW 向断裂等。区域性断裂常成为不同构造单元的边界断裂,控制着隆起区、坳陷区的分布及次一级隆起、坳陷、凸起、凹陷的分布,控制着盆地演化和沉积作用。部分断裂活动制约了新近纪和第四纪的沉积作用,同时对新近纪玄武岩喷发作用及新生代地热异常有着明显的控制作用。这些隆起的边界断裂及 NW 向、近 SN 向断裂均可能成为良好的张性断裂,增强热储层的富水性和导水性,成为地热勘探开发的有利地段。

1.3.2 凸起

由于热导率较高的中、古生界基底凸起具有较高的大地热流值和地温梯度值,因此,凸起的边部断裂-断阶带常具有较高的水热循环条件,如盐城凹陷、东台凹陷中的涟东凸起、柘垛凸起、梁垛凸起、小海凸起等,可探求第 I、II 热储层。

1.3.3 凹陷边缘断阶带

凹陷边缘断阶带是凹陷向隆起区(或凸起)的过渡带,受区域性深断裂控制,这种控制盆地发育的区域性深断裂一般为新构造断裂或活动断裂。

由于断裂带两侧地层热导率差异很大,加之断裂发育,该带深部水热循环强烈,是区内较显著的地热异常带。建湖隆起和盐城、东台凹陷之间的断阶带可探求第 I—III 热储层。

1.3.4 隆起区边缘

隆起区的边缘地带与凹陷边缘断阶带有相似的构造条件,受区域性深断裂控制,具有强烈的深部水热循环,所不同的是缺失古近系地层。地热储层为印支面以下地层,只有部分地区有较厚的新近系地层分布,侏罗系、白垩系地层为广泛分布的热储盖层。建湖隆起和盐城、东台凹陷之间的边缘地带属该类型,可探求第 IV 热储层。

1.3.5 隆起区隐伏背斜

隆起区的隐伏背斜相对于向斜具有较高的大地热流值和地温梯度值,热水沿背斜翼部含水层及层间断裂向背斜顶部汇聚。背斜构造控热的前提是组成褶皱的地层中有适当的地热盖层。此类控热构造主要分布在建湖隆起区,可探求第 IV 热储层。

1.4 地热盖层

区内侏罗系、白垩系以陆相碎屑岩-火山岩地层为主,因其不含水或含水率很小、热导率低、厚度大、分布广而成为区内 4 类热储层良好的地热盖层。古近系、新近系、第四系以陆相碎屑岩和松散堆积物为主,其中第四系厚度近 300 m,岩性为黏土、粉质黏土与砂层。盐城组上段厚 500 m 左右,岩性为泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩、含砾砂岩。第四

系与盐城组上段总厚度最大为 1 700 m,其中泥岩隔水性强,热导率相对较低,为本区良好的地热盖层,保温性良好。因此,盐城凹陷区由于厚度大也成为重要的地热储层。

2 地热资源分布特征

盐城市地热田属中低温断陷盆地型地热田,地热主要来源于深部地幔供热^[7],地热储层温度受地球增温率控制,地温梯度为 2.5~4.0℃/100 m,温度随热储层埋深增加而增大。第Ⅰ热储层是盐城市区地下备用饮用水源的主要开采含水层,不宜作为地热资源进行开发;第Ⅱ热储层是目前盐城市区已开发的主要热储层;第Ⅲ热储层是未来进行地热资源勘探开发的主要目的层;第Ⅳ热储层顶板埋深变化较大,除淮阴—响水断裂附近埋藏较浅,其他地区埋深均较大,达到 2 500 m 以上,由于受研究区现阶段技术经济条件的制约,利用本热储层并不经济,因此本文不做深入研究。

2.1 地热资源赋存分区

结合研究区源、通、储、盖地热地质条件和当前地热开采条件以及盐城市地下水资源管理政策和远景规划,将盐城市的地热资源赋存分为良好区和一般区(图 4)。良好区位于盐城—建湖、滨海—

阜宁以及东台—大丰一带,一般区位于研究区阜宁凹陷和东南角海安凹陷内。各区地热地质特征见表 1。

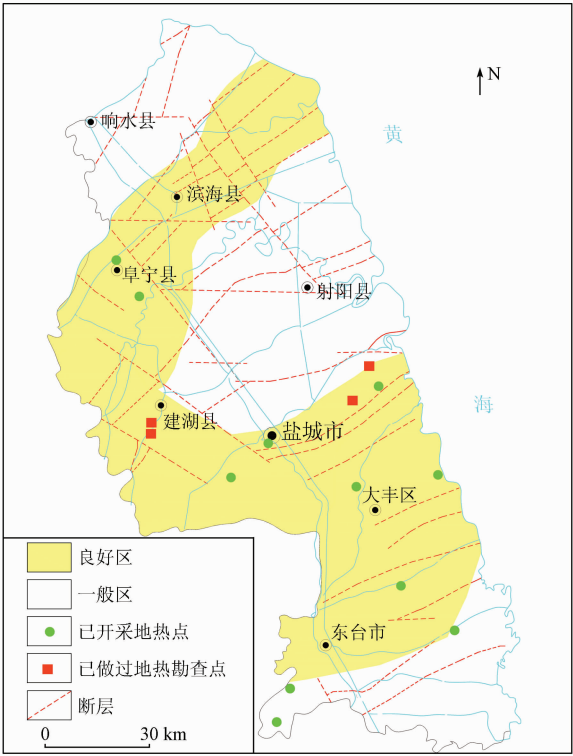


图 4 研究区地热资源赋存分区

Fig.4 Distribution of geothermal resources in the study area

表 1 盐城市地热资源赋存特征

Tab.1 Occurrence characteristics of geothermal resources in Yancheng City

分区	分布范围	地热地质特征				控热构造
		地热储层	顶板埋深/m	预测水温/℃	盖层	
良好区	滨海隆起—阜宁凹陷	泥岩、砂岩、泥灰岩、灰岩	>600	>40.0	Q—N	受 NE 向、NW 向构造控制。NE 向断裂多为淮阴—响水断裂的次级断裂,多为压性、压扭性; NW 向断裂向南延伸切割盐城断裂带,显张扭性。同时,受 NE 向导热构造和 NW 向导热构造的共同作用,也受凹陷盆地边缘及内部一系列平行于盆地边界的深断裂控制
	建湖隆起	细砂、含砾中粗砂岩,灰岩	250~2 500	35.0~50.0	Є, O, N	
	东台—大丰凹陷	砂岩、泥岩	>654	46.5~70.0	Q—N	
一般区	滨海隆起	奥陶系和寒武系白云质灰岩、灰质白云岩及震旦系白云岩、灰岩	>300	>40.0	Q—N	受淮阴—响水断裂的次级断裂影响,本区同时受 NE 向导热构造和 NW 向导热构造的共同作用
	盐城凹陷	中细砂、含砾中粗砂岩,夹泥质粉砂岩及泥页岩	400~1 240	40.0~60.0	Q—N	
	海安凹陷	泥岩、砂岩	2 306~3 814	40.0~80.0	Q—N	

2.2 地热资源开采现状分布

盐城市已经开发利用地热的地区有盐城市区、阜宁、大丰的小海及东台的台南等地(表2)。据统计,盐城市现有地热井32口,主要集中在盐城市区(原有23口地热井,实际开采11口),开采程度较高,开采地热水一般用于生产、生活、洗浴等,主要开采层位集中在第Ⅱ热储层,开采层位主要在盐城组下段地层,井深在1 000 m以内,水温一般为40~

50℃,最高可达55.2℃。

近年来,为了发展旅游业,部分地方业主零星开采地热井,所开采地热井主要包括台南、永丰林农业生态园、小海温泉、阜宁温泉度假村、金沙湖旅游度假区等9口地热井,地热井深度为1 500~2 088 m,水温为50~70℃,开采层位多位于新近系盐城组下段以及古近系三垛组和阜宁组,主要用于温泉洗浴。

表2 研究区现有地热井一览表
Tab.2 List of existing geothermal wells in the study area

地热井位置	成井层位/m	取水层岩性	水温/℃	用途	水量/(m ³ ·d ⁻¹)
肉联厂	585.0~624.0	中细砂	46.5	生活、洗浴、矿泉水	444
工学院	590.0~630.0	中细砂	42.0	生活、洗浴	70
江动集团	838.0~1 020.0	中细砂、粗砂	36.0~38.5	生产、洗浴	1 100
一招	620.0~680.0	细砂、中粗砂	42.0	洗浴、生活	220
盐城市区 游泳馆	590.0~630.0	中细砂	41.0~42.0	游泳、洗浴、生活	250
新盐纺集团	763.0~842.0	中粗砂	48.0~53.0	生产、生活	18
盐城潘黄镇	642.0	中细砂	34.5	洗浴、生活	493
宏大集团	615.0	中细砂、粗砂	42.0	洗浴、锅炉、生产	308
水利局	1 018.0	中细砂	39.0	职工生活	200
盐渎公园					
阜宁县金沙湖	681.8~1 917.5	新近系盐城组下段、古近系三垛组和阜宁组	52.0	洗浴	1 512
阜宁县温泉度假村	1 964.0~2 000.0	古近系阜宁组	70.2	洗浴	1 200
东台永丰林生态园度假温泉	1 187.1~1 456.0	新近系盐城组下段、古近系三垛组	50.0	洗浴	2 419
大丰港温泉度假酒店	1 505.0		54.0	洗浴	
大丰小海温泉	1 750.0		48.0	洗浴	
东台南凤凰泉	1 266.2~1 421.5	新近系盐城组下段	38.6	洗浴	400
盐城杨侍温泉	1 500.0	新近系盐城组下段、古近系三垛组	60.0	洗浴	

2.3 地热水水质评价特征

2.3.1 理疗热矿水评价

受沉积环境的影响,不同热储层的水质有较大差别。通过取样分析并参考苏北盆地阜宁—东台断拗地热水样品^[8],对盐城市不同地热储层地热水

进行了理疗热矿水泉水水质评价^[9]。

由表3分析结果可知,第Ⅰ热储层地热水只有偏硅酸含量较高,达到了理疗热矿水的要求,其余指标均未到达医疗价值浓度;第Ⅱ热储层地热水除温度在医疗热水之上外,同样只有偏硅酸含量达

表3 理疗热矿水质量评价
Tab.3 Quality evaluation of heat mineral water for physiotherapy

热储层 类型	二氧化碳 质量浓度/ (mg·L ⁻¹)	总硫化氢 质量浓度/ (mg·L ⁻¹)	组分质量浓度/(mg·L ⁻¹)										氡活度 浓度/ (Bq·L ⁻¹)	温度/ ℃	矿化度/ (mg·L ⁻¹)
			氟	溴	碘	锶	铁	锂	钡	偏硼酸	偏硅酸				
第Ⅰ热 储层	<1		0.46 ~ 0.88									24.4 ~ 30.5		20.0 ~ 25.5	509 ~ 806
第Ⅱ热 储层	<1	0.12	0.28 ~ 0.76	0.20 ~ 0.28	0.04 ~ 0.14	0.072 ~ 0.580	0.46	0.010~ 0.077	0.023 ~ 0.120	<0.30 ~ 0.38	27.8 ~ 34.0	9.97	36.0 ~ 62	801 ~ 1 105	
第Ⅲ热 储层	<1		0.89		5.24	17.800	6.35	6.720			51.9		70.2	32 928	
医疗价值 标准	250	1.00	1.00	5.00	1.00	10.000	10.00	1.000	5.000	1.20	25.0	37.00	≥34.0	<1 000	

到理疗热矿水指标要求；第Ⅲ热储层地热水碘、锶、锂、偏硅酸含量不仅达到了理疗热矿水指标要求,而且达到了命名理疗热矿水浓度的要求,可命名为碘水、锶水、锂水、硅水,另外硒等对人体有益的微量元素含量也较高,具有较高的医疗保健作用^[10],其矿化度高达 32 928 mg/L,远高于水质标准。

表 4 农田灌溉用水质量评价表
Tab.4 Quality evaluation of farmland irrigation water

热储层 类型	温度/ ℃	组分质量浓度/(mg·L ⁻¹)											pH	耗氧量/ 值 (mg·L ⁻¹)
		锌	铜	镉	铬	铅	汞	砷	氟化物	挥发性酚	氰化物	氯化物	全盐	
第Ⅰ 热储 层	20.0 ~ 25.5							<0.005 0	0.46 ~ 0.88			50.6 ~ 174.0	509 ~806	8.43 ~ 8.98
第Ⅱ 热储 层	36.0 ~ 62.0	<0.004	<0.001	<0.000 5	<0.001	<0.002 0	<0.000 2	0.001 3 ~ 0.005 6	0.28 ~ 0.76	<0.002	<0.005	118.0 ~ 161.0	801 ~1 105	8.37 ~ 8.93
第Ⅲ 热储 层	70.2	0.054	0.022	<0.000 2	<0.004	0.002 6	<0.000 1	<0.005 0	0.89	<0.002	<0.005	15 450.0	32 928	7.04
限值	35.0	2.000	0.500	0.010 0	0.100	0.200 0	0.001 0	0.050 0	2.00	1.000	0.500	350.0	1 000 (非盐 碱地 区) 2 000 (盐碱 地区)	5.50 ~ 8.50

第Ⅰ热储层地热水除部分地区 pH 值超标外,其余指标均符合农田灌溉用水标准;第Ⅱ热储层地热水水温超过了用水标准,需降温使用,部分地区 pH 值和全盐量偏高,需经过简单处理再用于农田灌溉;第Ⅲ热储层地热水水温远高于用水标准,同时耗氧量、氯化物、全盐量远大于水质标准,不宜用作农田灌溉。

表 5 地热流体腐蚀性评价
Tab.5 Evaluation of the geothermal fluids corrosivity

热储层类型	pH 值	组分浓度/(mEq·L ⁻¹)			K_k	$K_k + 0.050\ 3Ca^{2+}$	评价结果
		Mg^{2+}	HCO_3^-	Ca^{2+}			
第Ⅰ热储层	8.43 ~8.98	0.42 ~1.63	2.82 ~5.92	0.65 ~1.66	-4.31	-4.36	非腐蚀性水
第Ⅱ热储层	8.37 ~8.93	0.17 ~0.43	5.24 ~8.25	0.19 ~0.65	-3.29	-3.31	非腐蚀性水
第Ⅲ热储层	7.04	6.62	4.26	29.10	2.36	3.82	腐蚀性水

评价结果表明:研究区第Ⅰ、Ⅱ热储层地热水为非腐蚀性水,第Ⅲ热储层地热水为腐蚀性水。

2.3.4 结垢趋势评价

由于地热流体中含有二氧化硅、钙、铁等组分,当温度变化时可产生结垢,因此需对其进行结垢趋势评价。结垢趋势的评价可采用锅垢总量和碳酸钙结垢趋势来进行。本次水质统计中仅计算主要离子 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} ,评价结果见表 6。

评价结果表明:研究区第Ⅰ热储层地热水为锅垢很少的地热流体,局部地区为锅垢少的地热流

2.3.2 农业灌溉用水评价

地热水作为直接农业灌溉用水是一种资源的浪费,但地热水退水或中水由于尚有一定的热量,可用于喜热农作物、花卉等植物的种植。对盐城市不同地热储层地热水进行农田灌溉用水质量评价^[11],评价结果见表 4。

2.3.3 腐蚀性评价

由于地热流体中含有氯根、硫酸根、游离二氧化碳和硫化氢等组分,因而对金属具有一定的腐蚀性,因此在实际应用中,需要对地热流体进行腐蚀性评价。参照工业常用的腐蚀系数 K_k 对地热流体进行腐蚀性评价,评价结果见表 5。

表 6 地热流体锅垢总量 H_0 计算
Tab.6 Calculation of the total scale
of geothermal fluid boiler

热储层 类型	组分浓度/(mEq·L ⁻¹)		H_0	评价结果
	Mg^{2+}	Ca^{2+}		
第Ⅰ热 储层	0.42 ~1.63	0.65 ~1.66	46.75 ~130.54	锅垢很少— 锅垢少
第Ⅱ热 储层	0.17 ~0.43	0.19 ~0.65	14.61 ~46.95	锅垢很少
第Ⅲ热 储层	6.62	29.10	1 849.00	锅垢很多

体;第Ⅱ热储层地热水为锅垢很少的地热流体;第Ⅲ热储层地热水锅垢总量远超工业标准,称为锅垢很多的地热流体。

3 地热资源开发利用建议

3.1 地热资源开发利用前景

根据盐城市地热资源分布特征和质量评价结果,盐城市第Ⅰ、Ⅱ热储层地热水水质较好,腐蚀性较小,不结垢,没有受到人为污染,地热水温度普遍在 $30\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,应用范围较广,经过简单处理后,可达到生活饮用、养生、医疗、养殖等水质要求,也可作为工业锅炉及热泵空调等用水。第Ⅲ热储层地热水所测毒理性指标均在允许范围内,微量元素含量较高,经水质处理可用于矿泉水生产、医疗养生等行业。

因此,从建设资源节约型和环境友好型社会、创建人居佳地的城市定位出发,盐城市的地热水资源开发、利用有着广泛的发展前景。应结合盐城市气候条件,发展特色旅游,同时吸引多种投资,统一规划,统一开发,重点建设一批适应温泉旅游的景点,以满足健身、温泉游乐、理疗等需要,促进和带动旅游业的发展,同时也能够为盐城市绿色 GDP 的增长、实现盐城市经济又好又快的发展做出更大贡献。

3.2 地热资源开发利用建议

地热资源的开发利用与多种因素有关。地热地质条件是影响地热资源开发的内在因素。在地热资源开发条件较好的地区,风险相对较小,反之,风险则较大,因此需根据地热资源开发利用条件进行优选。当地经济发展水平与城市主体功能区的要求是影响地热资源开发的外在因素。根据盐城市旅游业的总体规划,在重点建设的景区,地热资源需求较多,又有相应的政策、资金支持,同时具有较好的施工条件,有利于地热资源的开发利用^[12]。据此,将研究区初步划分出 6 个地热资源重点开发区(图 5),分别为滨海—阜宁一线、盐城市区、盐城丹顶鹤海滨湿地旅游区、马家荡景区—大纵湖旅游景区、东台和大丰市区以及中华麋鹿园—黄海森林公园一线。

地热资源开发利用要重点发展以能源利用为主的项目,作为旅游开发景点的配套项目,应适量发展高效低耗的休闲健身项目,控制发展单一洗浴等纯消耗性项目^[13]。根据盐城市 6 个地热资源重

点开发区的基础设施和旅游功能,同时根据地热资源相关产业与生态环境保护协调发展、梯级开发与可持续发展的原则,不同分区的地热资源开发利用价值也有所不同。

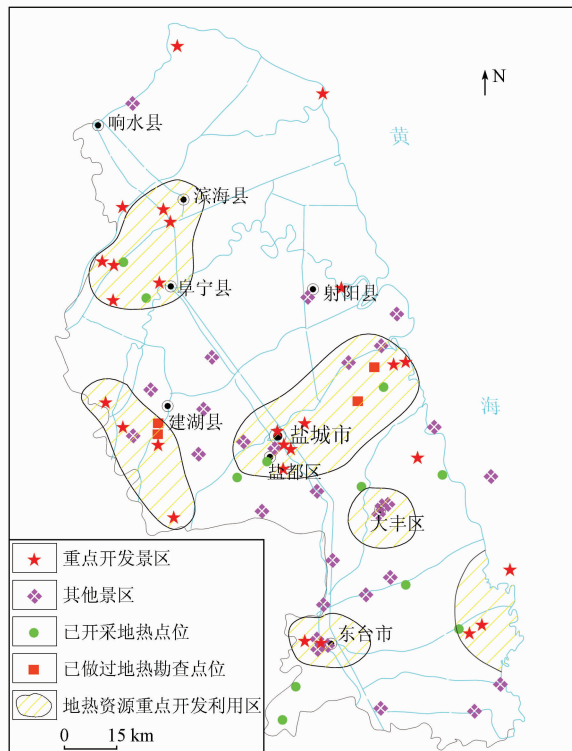


图 5 地热资源重点开发利用分区

Fig.5 Division of geothermal tourism resources development and utilization

(1)滨海—阜宁一线、马家荡景区—大纵湖旅游景区以及盐城主城区和中华麋鹿园—黄海森林公园一线等地区,应主要依托旅游建设风景区和生态旅游度假区的生态环境条件和丰富的旅游资源,将地热资源应用于以生态、休闲为重点的服务业和高档房地产业,积极引导和推进地热资源开发利用的产业化发展。

(2)盐城市主城区以东、南洋机场以及大洋湾景区的旅游资源,应以品质休闲为主,发展休闲经济,同时通过引进大型旅游项目,结合其周边良好的地热资源,开发商务休闲度假区。

(3)东台和大丰市区,应整合东台和大丰地区的旅游文化资源,积极发展以观光农业为主体的生态旅游产业,重点打造高效农业示范区以及园艺与养殖相结合的农业生态旅游区。

(4)在建湖西边马家荡、九龙口以及东台和

大丰附近应采用地热供暖、医疗洗浴、温室花卉和水产养殖等多种开发利用方式,开展地热资源的梯级利用试点工作,提高地热资源的综合利用水平。

4 结论

(1)盐城市地热资源丰富,应用范围广阔,可用于生活饮用、养生、医疗、养殖等。目前,盐城市地热资源的开发利用仅停留在小规模洗浴层面,形式粗放、单一,开发利用程度较低,尚未做到综合开发和梯级利用。

(2)根据研究区地热资源的研究程度、地热储层分布情况、埋藏深度以及地热资源的开采技术、经济条件和水质特征,盐城市旅游景区地热资源赋存良好区位于盐城—建湖、滨海—阜宁和东台—大丰一带。

(3)综合考虑研究区地热资源赋存条件、旅游景区建设需要和地区社会经济发展需要,从地热资源开发、旅游景区建设布局、旅游资源开发条件、旅游市场条件、环境条件等不同层面对研究区地热旅游资源进行定性评价分区,将滨海—阜宁一线、盐城市区、盐城丹顶鹤海滨湿地旅游区、马家荡景区—大纵湖旅游景区、东台和大丰市区以及中华麋鹿园—黄海森林公园一线划定为地热资源重点开发区。

(4)地热水集水资源、热能和矿物质于一身,虽可再生却循环缓慢,且量能递减。所以,在旅游开发利用上应采用科学发展观,以地热资源可持续利用为目标,用好地热水资源,地热水的开发应采用错层开采和分水温、分质的梯级开发,用好地热水,优水优用,合理开采。

参考文献:

- [1] 陈安定. 苏北盆地构造特征及箕状断陷形成机理[J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(2): 140 - 145.
- [2] 江苏省地质局. 中华人民共和国区域水文地质普查报告(盐城幅、东台幅)[R]. 1982: 19 - 21.
- [3] 陈沪生, 张永鸿. 下扬子及邻区岩石圈结构构造特征与油气资源评价[M]. 北京: 地质出版社, 1999: 47 - 64.
- [4] 胡红雷, 朱光. 苏北地区前陆变形特征与形成机制[J]. 大地构造与成矿学, 2013, 37(3): 366 - 376.
- [5] 王良书, 施央申, 郭令智. 苏北盆地地震地质分析与构造演化[J]. 大地构造与成矿学, 1991, 15(1): 75 - 82.
- [6] 马晓鸣. 高邮凹陷构造特征研究[D]. 青岛: 中国石油大学(华东), 2009.
- [7] 范迪富, 徐宁玲. 苏北盆地中低温地热资源成矿模式研究[J]. 水文地质工程地质, 2015, 42(4): 164 - 170.
- [8] 喻永祥, 闵望, 孙雪峰, 等. 苏北盆地阜宁—东台断拗地热水水化学特征及同位素分析[J]. 江苏科技信息, 2015(5): 70 - 73.
- [9] 国土资源部储量司, 中国矿业联合会地热开发管理专业委员会, 北京市地质工程勘察院. GB/T 11615—2010 地热资源地质勘查规范[S]. 北京: 中国国家标准化管理委员会, 2010.
- [10] 闵望, 喻永祥, 陆燕, 等. 苏北盆地地热资源评价与区划[J]. 上海国土资源, 2015(3): 90 - 94, 100.
- [11] 农业部环境保护科研监测所. GB 5084—2005 农田灌溉水质标准[S]. 北京: 中国国家标准化管理委员会, 2005.
- [12] 汪瑞芳, 张戈, 赵学良, 等. 大连地热资源开发对短途旅游的吸引优势综合分析[J]. 曲阜师范大学学报, 2008, 34(2): 98 - 102.
- [13] 周楚军, 段金平, 蒋明. 服务城市规划建设管理全流程—北京城市地质工作的终极目标[N]. 中国国土资源报, 2018 - 01 - 27(03) [2018 - 11 - 06]. http://gtszb.zrzyb.net/html/2018-01/27/node_3.htm

The characteristics of geothermal resources and their development and utilization suggestions in Yancheng City

Wang Mingpeng^{1,2}

(1. Jiangsu Province Institute of Hydrogeological and Marine Geology Investigation, Huai'an 223005, China; 2. Jiangsu Province Institute of Hydrogeological and Engineering Geological Investigation, Huai'an 223005, China)

Abstract: Geothermal resources are the clean source of hot mineral water. The development and utilization of geothermal resources can promote and improve the rapid development of tourism, leisure industry, modern agriculture

and service industry. The geothermal resources in Yancheng City have low development degree and only utilized for a short time and in extensive and single style. The author in this paper analyzed the geological conditions and distribution of geothermal resources, the characteristics of geothermal water quality, the current situation of exploitation and utilization, the demand for tourism construction, tourism market conditions, environmental conditions and the social and economic development. The results show that the geothermal resources have the function value of tourism leisure vacation, business leisure vacation, agricultural sightseeing tourism and comprehensive development demonstration in Yancheng City. Binhai – Funing, Yancheng urban district, Yancheng Red Crowned Crane coastal wetland tourism area, Majiadang scenic area – Dazong Lake scenic spot, Dongtai and Dafeng urban district and Chinese David’s Deer Park – Forest Park in the Yellow Sea are key development zones of geothermal resources. Based on the analysis of distribution and utilization of geothermal resources, the traffic conditions, the economic conditions, and the distribution characters and the development of tourism, the author puts forward the basic pattern of modern tourism of multi development and comprehensive utilization of geothermal resources in Yancheng City, making geothermal enrichment areas and urban districts as the center, and the important scenic and tourist areas as the nodes to diffuse and radiate the surrounding areas.

Keywords: geothermal resources; occurrence condition; tourism attraction; development and utilization; Yancheng City

(责任编辑: 刘丹)