

黑龙江省地热能资源开发利用研究

隋学文¹, 孙希满¹, 石凤姣^{1 2}

(1. 黑龙江省水文地质工程地质勘察院, 黑龙江 哈尔滨 150030;
2. 中国地质大学(武汉)环境学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要: 黑龙江省地热能资源丰富, 目前已发现的地热田有松嫩盆地地热田和敦密地堑镜泊湖段地热田。地热能资源开发利用既经济又环保, 符合国家节能减排发展低碳经济产业政策要求。黑龙江省地热能资源属可直接利用的中低温地热能类型, 可用于冬季采暖、温泉旅游、矿水医疗、生活洗浴、矿水浴盐生产等领域

关键词: 地热能; 开发利用; 冬季采暖; 经济环保

中图分类号: TK513.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-3230(2011)02-0001-03

The Research of the Development and Utilization of Geothermal Energy Resources in Heilongjiang Province

SUI Xuewen¹, SUN Ximan¹, SHI Fengjiao^{1 2}

(1. Hydrogeology and Engineering Geology Prospecting Institute of Heilongjiang Province, Harbin 150030 China; 2. School of Environmental Studies, China University of Geosciences, Wuhan 430074 China)

Abstract: Geothermal energy resources are very rich in Heilongjiang province and the geothermal field of Songnen basin and the geothermal field of Dunmi Graben in Jingpo Lake have been found in here. The development and utilization of geothermal energy resources is economical and environmental which is in line with the industrial policy requirements of the national energy saving emission reduction and Low carbon economic development. Geothermal energy resources in Heilongjiang province is belong to the type of low temperature energy which can be used directly and can be used for winter heating, spa tourism, mineral water and medical care, living bath and the production of the bath salts of mineral water and the so on.

Key words: Geothermal energy resources; Development and utilization; heating in winter; Economy and environment

目前国内外地热能直接利用发展十分迅速, 现已广泛地应用于工业加工、民用采暖和空调、洗浴医疗、农业温室、农田灌溉、土壤加温、水产养殖、畜禽饲养等各个方面, 并收到了良好的经济效益, 节约了能源。黑龙江省地热能资源丰富, 热储埋藏在地下 1 000 ~ 2 000 m, 常见热储温度 40℃ ~ 80℃, 属可直接利用的中低温地热能资源。黑龙江省属高寒地区, 冬季采暖利用地热能既经济又环保。目前地热能资源虽仅在松嫩盆地

地热田局部地区进行了开发利用, 但未来黑龙江省地热能资源的开发利用前景十分广阔。

1 地热能资源概况

黑龙江省目前已发现的地热田有松嫩盆地地热田和敦密地堑镜泊湖段地热田。这两处地热田的发现, 标志着黑龙江省不仅是煤炭能源矿产大省、石油能源矿产大省, 同时也是地热能矿产大省。

1.1 松嫩盆地地热田

松嫩盆地地热田主要分布于大庆市中北部、齐齐哈尔市东部、绥化市西部, 面积 60 000 km²。热储层为白垩系泉头组三、四段, 青山口组, 姚家组。盖层为白垩系嫩江组、明水组, 四方台组及第

收稿日期: 2011-01-09 修订日期: 2011-01-12
作者简介: 隋学文(1952-)男, 副总工程师, 高级工程师, 主要从事地热及矿泉水方面的勘查研究工作。

四系。松嫩盆地地热田具有较高的地温,在埋深 1000 m 处地温为 $41^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$,埋深 2000 m 处地温达 $71.6^{\circ}\text{C} \sim 82^{\circ}\text{C}$,地温梯度 $3.5^{\circ}\text{C} \sim 4.3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。单井涌水量 $480 \sim 2880\text{m}^3/\text{d}$ 。井口出水温度 $28^{\circ}\text{C} \sim 61^{\circ}\text{C}$,初步估算松嫩盆地地热田年可采地热水资源量 1 亿 m^3 以上。开发利用直接受益的城镇有:大庆市(大庆市区、林甸县、杜尔伯特蒙古族自治县、肇州县、肇源县)、齐齐哈尔市(齐齐哈尔市区、讷河市、富裕县、依安县、克山县、克东县、拜泉县)、绥化市(绥化市区、明水县、青冈县、望奎县、安达市)等。

1.2 敦密地堑镜泊湖段地热田

敦密地堑镜泊湖段地热田位于黑龙江省宁安市镜泊湖区段,其西南端为黑龙江省与吉林省的省界,东北端为牡丹江断裂与敦密断裂带的交汇处,两侧为近乎平行的岩石圈断裂。地热田长约 45 km,宽 10~20 km,面积约为 800km^2 。敦密地堑镜泊湖段地热田属地堑型构造层状热储类型。主要由古近系及新近系地层组成,地层沉积厚度较大。据石油钻孔敦参 1 井(井深 3176 m)资料,基底由石炭—二叠系组成,主要为一套绿灰色、灰绿色片岩与千枚岩。古近系珲春组沉积较厚,主要为一套河湖相细碎屑岩。新近系顶部为基性玄武岩及杂色砂砾岩,中下部主要为土门子组河湖相碎屑沉积岩。热水储存于埋深 1000~2600 m 的砂岩、砂砾岩孔隙裂隙中。敦密地堑镜泊湖段地热田在埋深 1000 m 处测得地温为 41°C ,埋深 1500 m 处测得地温为 54.8°C ,埋深 2000 m 处测得地温为 72.8°C ,埋深 2500 m 处测得地温为 90.8°C ,地温梯度为 $3.2 \sim 4.1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。井深 1580 m 时,抽水试验水位降深 20 m,出水量 $1080\text{m}^3/\text{d}$ 。井口出水温度 48°C ,初步估算该地热田年可采地热水资源量 3000 万 m^3 以上。开发利用可直接受益的地区有宁安市、镜泊湖自然保护区。

2 地热能资源开发利用概况

黑龙江省地热能资源的开发利用中,林甸县走在了前列,在地热供热、采暖、医疗保健、温泉旅游、温室种植等方面取得了实效,有力地带动了地区的经济发展,为我国高纬度、高寒地区地热能资源的开发利用起到了良好的示范作用。2004年6月23日,中国矿业联合会下发文件中矿联【2004】55号,命名黑龙江省林甸县为“中国温泉之乡”。

2.1 地热井开发利用

截止 2010年6月末统计,黑龙江省开发利用地热井 23 眼。按地域分布,林甸县有 12 眼,其中以供暖为主兼供洗浴用水的井有 8 眼,蔬菜大棚

供暖用水的井有 1 眼,特色养殖用水的井有 1 眼,专门温泉洗浴用水的井有 2 眼。杜尔伯特蒙古族自治县有 2 眼,供温泉洗浴用水。大庆市有 6 眼,均供温泉洗浴用水。绥化市有 1 眼,供温泉洗浴用水。齐齐哈尔市有 2 眼,供温泉洗浴用水。

2.2 地热能资源开发利用领域

黑龙江省地热能资源开发利用领域主要为冬季居民采暖、旅游观光、温泉洗浴和冬季蔬菜大棚供暖等。

(1) 冬季居民采暖

将地热能直接用于采暖是仅次于地热发电的地热利用方式,我省仅林甸县林甸镇将地热能用于冬季采暖。目前地热采暖面积已达 50 万 m^2 ,合计年用热量 200 万 m^3 ,采用热泵技术梯级利用,在室外温度 -28°C 时,室内温度可达到 $18 \sim 21^{\circ}\text{C}$,最高可达到 26°C 。每年可节约燃煤 5000 t,减少 CO_2 排放 1.31 万 t,减少 SO_2 排放 4.25 t。

(2) 温泉洗浴

地热在医疗领域的应用有诱人的前景,目前热矿水就被视为一种宝贵的资源,世界各国都很珍惜。由于地热水从很深的地下提取到地面,除温度较高外,常含有一些特殊的化学元素,从而使它具有一定的医疗效果。由于温泉的医疗作用及伴随温泉出现的特殊的地质、地貌条件,使温泉常常成为旅游胜地。在日本就有 1500 多个温泉疗养院,每年吸引 1 亿人到这些疗养院休养。我国利用地热治疗疾病历史悠久,含有各种矿物元素的温泉众多,因此充分发挥地热水中矿物元素医疗作用,发展温泉疗养行业是大有可为的。林甸县、杜尔伯特蒙古族自治县、大庆市区、绥化市、齐齐哈尔市合计专门用于旅游观光温泉洗浴的水井有 13 眼,目前已建成的洗浴疗养中心均取得了良好的社会效益和经济效益。

(3) 生活洗浴

林甸县将地热水广泛用于居民生活用水,目前用户达 5000 多户,地热水中含有 20 多种对人体有益微量元素,普通老百姓足不出户就可洗上温泉浴。

(4) 蔬菜大棚供暖

2009年11月分,林甸县长青林场利用林热 11 井地热水,为 38 栋蔬菜大棚供暖。在室外气温低于 -27°C 时,温室内温度可达到 16°C ,比普通温室增温 10°C 左右。地热日光温室比普通室可提高产量 3~4 倍,同时,每栋每年可节约燃煤 4~6 t。在不考虑前期勘探成本的前提下,供暖成本每平方米 5.8 元,与传统燃煤比较每平方米节约 10 元。

3 地热能资源开发利用前景展望

黑龙江省地热能资源温度一般在 80°C 以下, 达不到 80°C 以上进行发电的温度要求, 属中低温地热能资源。黑龙江省地热能资源开发, 可用于冬季供暖、温泉旅游、矿水医疗、生活洗浴、矿水浴盐生产等领域。

3.1 冬季供暖

黑龙江省地处高寒地带, 地热用于供暖市场, 改变冬季靠燃煤采暖的供热结构, 既符合国家节能减排发展低碳经济产业政策, 又能取得明显的经济效益、社会效益和环境效益。松嫩盆地地热田和敦密地堑镜泊湖段地热田是黑龙江省找矿突破中初步发现的两处大型地热田。松嫩盆地地热田估算年可采地热水资源量 1亿 m^3 , 完全用于采暖可满足 $2\,500\text{万 m}^2$ 建筑面积冬季供暖需求, 每年可节省煤炭 100万 t 。敦密地堑镜泊湖段地热田初步估算年可采地热水资源量 $3\,000\text{万 m}^3$, 如果完全用于采暖可满足 750万 m^2 建筑面积冬季供暖需求, 每年可节约煤炭 30万 t 。两大地热田合计年可采地热水资源量 1.3亿 m^3 , 完全用于采暖可满足 $3\,250\text{万 m}^2$ 建筑面积冬季供暖需求, 每年可节省煤炭 130万 t 。目前黑龙江省仅林甸县开发了地热采暖市场, 冬季供暖 50万 m^2 建筑面积。我黑龙江省地热供暖市场潜力巨大。

3.2 蔬菜大棚供暖

利用地热能可为蔬菜大棚供暖, 在高寒地区, 已取得了成功经验。黑龙江省利用地热能供暖发展冬季蔬菜种植经济, 对于缓解冬季蔬菜供应紧缺局面, 具有重要意义。

3.3 医疗热矿水利用

松嫩盆地地热田地热流体属于 $\text{Cl}-\text{Na HCO}_3-\text{Na}$ 和 $\text{Cl}-\text{HCO}_3-\text{Na}$ 型。矿化度为 $1\,892\text{mg/L}-9\,330\text{mg/L}$ 与淡水 (矿化度才 $<1\,000\text{mg/L}$) 和海水 (矿化度 $35\,000\text{mg/L}$) 相比属于中等浓度的微咸水或咸水。地热流体井口温度 $43^{\circ}\text{C}-53^{\circ}\text{C}$, 氟、溴、碘、锶、锂、钡、硼等元素, 达到了有医疗价值温度或矿水浓度, 具有很高的疾病医疗价值。医疗热矿水应用于温泉旅游、矿水医疗、生活洗浴等领域, 将使松嫩盆地地热田矿水资源得到有效利用。可参照国外经验, 建设矿水医院 (疗养院), 在医生指导下对不同疾病进行医治, 是医疗热矿水应用的最好方法。建成一座具有现代化设施的医院, 按年接待能力 20万人次 , 每人每天消费 70元 , 年产值达 1.4千万元 。

3.4 矿水医疗浴盐生产

地热流体热能提出 (供暖) 后的尾水, 可浓缩成为矿水医疗浴盐原料。松嫩盆地属于干旱半干

旱地区, 年平均降水量 400mm , 年平均蒸发量 $1\,400\text{mm}$ 。气候条件有利于天然蒸发制取矿水医疗浴盐原料。矿水医疗浴盐原料以 NaCl (食用盐)、 NaHCO_3 (小苏打) 为主要载体, 其中含有碘、溴、氟、钡、锂、锶、硼等具有医疗疾病价值的微量元素。矿水医疗浴盐的生产和销售, 将使外地居民在异地便可洗上温泉浴。松嫩盆地地热田地热流体平均矿化度为 $4\,500\text{mg/L}$ 。每 100万 m^3 矿水可制取 $4\,500\text{吨}$ 矿水医疗浴盐原料, 按每吨 $7\,000\text{元}$ 计算, 产值 $3\,150\text{万元}$ 。如果添加中草药深加工成特色矿水医疗浴盐, 比照原料价格, 可增值 $5\sim 10\text{倍}$ 。

3.5 旅游观光温泉洗浴

依托地热水水质医疗价值功能和保健功效, 开展洗浴、疗养、娱乐、会议、住宿为一体的旅游服务业, 是地热水开发利用的主要领域, 可取得很好的经济效益和社会效益。松嫩盆地地热田旅游观光温泉洗浴取得初步成功, 应提高开发利用质量, 加强环境保护。敦密断裂 (地堑) 地热区镜泊湖段地热田在镜泊湖旅游名胜区境内, 借助地热能资源, 建造温泉城、温泉之乡, 具有得天独厚的条件, 对于黑龙江省旅游业发展具有重要意义。

4 结论及建议

(1) 黑龙江省发现的地热田均位于人口密集的城区和旅游开发区, 便于集中开发利用, 开发空间巨大。

(2) 松嫩盆地地热田, 除齐齐哈尔市和大庆市外, 还分布有 14处 市县级城镇, 地热能资源开发可直接用于供暖产业, 从而减少冬季采暖煤炭利用量, 对于黑龙江省实现碳排放量达标具有实际意义。

(3) 开发敦密断裂 (地堑) 镜泊湖段地热田, 建造温泉旅游城, 应在查明地热田储量的前提下, 科学规划, 合理开发。

(4) 利用医疗热矿水开发温泉旅游应注重环境保护。

(5) 利用地热流体热能提出 (供暖) 后的尾水生产矿水医疗浴盐是地热流体再利用的一种方式, 也是减少尾水排放保护环境的有效措施。

参考文献

- [1] 隋学文, 等. 中国地热能成就与展望 [M]. 北京: 地质出版社, 2010. 303-308.
- [2] 朱家玲. 地热能开发与应用技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [3] 刘延忠. 中国地热资源开发与利用的思考 [J]. 中国矿业, 2001, 10(5): 5-9.
- [4] 田茂华. 浅谈地热资源的综合利用开发 [J]. 中国石油大学胜利学报, 2007, 21(3): 16-17.