

吉林省地热资源状况与评价研究

吴景华^{1,2}, 谢俊革², 陈树义³, 马永平⁴

(1. 成都理工大学, 成都 610059; 2. 长春工程学院 勘查与测绘学院, 长春 130021;

3. 黑龙江有色金属地质勘查 703 队, 哈尔滨 150300; 4. 北京华捷建设监理有限公司, 100089)

摘要:阐述了吉林省地热资源的类型, 地热资源的特点, 地热资源的主要分布情况。以吉林省珲春、长白山、扶松 3 个主要地热地区为例, 阐述了地热形成特征, 地层特征, 进而对吉林省地热效益进行了初步评价

关键词:吉林省; 地热; 资源

中图分类号: P641.7

文献标识码: A

文章编号: 1009-8984(2008)02-0049-04

经济的发展离不开能源, 特别是清洁能源, 但目前吉林省煤矿资源仍占能源消耗中的 70% 以上。传统能源的使用会给空气带来污染, 给环境增加压力, 在环境日益被关注的今天, 不符合可持续发展战略, 所以开发其它能源来代替传统能源势在必行, 其中地热资源是目前被公认的一种无污染, 清洁的能源, 并且其在吉林省有巨大的储量。由于经济、技术等原因, 吉林省地热开发与利用还处于初级阶段。现以吉林省珲春市地下热水资源、长白山聚龙泉水热资源和抚松地区地热资源 3 个地区的热矿水资源为代表, 说明吉林省地热资源的存储及开发情况。

1 吉林省地热资源类型及分布

吉林省大地构造位置处于新华夏构造体系与阴山—天山纬向构造体系的复合部位。由于受多次构造运动的影响, 使我省的构造体系及构造形式变得复杂多样。新华夏构造体系是我省主要构造体系, 而华夏式构造体系和北西向构造带又是我省最新的构造体系。它们相互交切, 共同组成我省的基本构造格架。这些构造体系控制着沉积作用、变质作用

和矿产的形成, 同时亦控制着岩浆活动和地下热, 矿水的形成和储存。

我省热、矿水资源比较丰富, 在东部山区有中高温热、矿水露头, 西部平原区亦发现一些热异常。

1.1 温泉

我省已知的温泉有 5 处。

长白山天池北侧温泉(1 号泉): 位于安图县二道白河, 天池北侧, 距天池瀑布 750m 的二道白河一级阶地上, 海拔 1 800m 左右。

长白山天池北侧温泉(2 号泉): 位于抚松县漫江乡锦江上游沟谷中, 海拔 1 700m。

长白县十八道沟温泉(3 号泉): 位于长白县以西十八道沟村南 2km 的河谷一级阶地前缘陡坎下, 海拔 760m。

临江温泉(4 号泉): 位于浑江市临江市花山老三队村旁。温泉由前震旦系石墨大理岩北西向断裂带中涌出, 泉口 26 个, 出露面积 4 500m², 日流量 2 036.95t/d, 最高水温 34.5℃, 该泉水温由 34.5℃向四周递减为 8℃ 的常温水, 水化学类型为重碳酸—钙镁型。

大营温泉(5 号泉): 位于抚松县大营乡温泉屯汤河北岸河漫滩及山坡上, 海拔 630—640m, 最高水温为 62℃, 泉口 7 个。

1.2 碳酸泉

我省碳酸泉主要出露在安图县头道白河河谷西岸。有 5 处碳酸泉沿第四系下更新统玄武岩裂隙中流出, 水温 9℃—12℃, 流量较小, 最大日流量 40t/d, 游离二氧化碳含量高达 924mg/L。水化学类型属重碳酸—镁钠钙型。曾建过矿水疗养院, 主治一些消化系统的疾病。

1.3 热矿水钻孔

我省已发现的具有热异常的钻孔 15 眼, 冷矿水钻孔 1 眼, 其中包括: 夏小营子热—矿水钻孔(ZK12)、靖宇县清江屯热—矿水钻孔(ZK11)、西部

收稿日期: 2008-06-05

作者简介: 吴景华(1964, 9-), 男(汉), 黑龙江省双城市, 教授
主要研究地质工程。

平原热—矿水钻孔。

2 吉林省热矿水资源的形成特点

我省热矿水资源的形成基本上受4种因素的控制。

2.1 受近期岩浆活动影响所形成的热、矿水资源

以白头山天池南北侧温泉为代表,是近期火山喷发活动的产物。公元1702年,白头山火山最新一次喷发。天池附近下了雨灰,紧接着就出现了发红的泉水,形成了现今的天池南北侧的温泉。它所表现的特点是:水温高压大。在天池湖滨也有热水出露,湖滨热水带宽度200m,温泉集中出露处水温42℃。

2.2 受近期活动断裂构造控制所形成的热、矿水资源

新华夏和华夏式构造体系以及北西向构造带我省较新的构造体系。花山老三队温泉的出露就与北西向断裂构造有关,一些地震的发生又多在这几组断裂构造的复合部位。海龙—敦化断裂、伊通—舒兰断裂、松辽沉降带东缘断裂、湾沟—白头山断裂以及一些北西向断裂近期均有活化现象。

2.3 受上地幔隆起影响所形成的热、矿水资源

松辽盆地位于东北亚上地幔隆起之上,莫霍面以33km圈出的形态大致和盆地的形态相似,地壳最薄处为29km,向东西两侧分别过渡到35—38km。由于地壳厚度相对变薄,地幔物质上涌,热流外溢,便形成了松辽盆地热、矿水资源,据大庆油田吉林西部的勘探钻孔资料,在负1000m深度测温,水温42℃—64℃。

2.4 中生代含油碎岩系排烃作用产生的热、矿水资源

据大庆油田资料,松辽油田石油形成时的排烃临界温度为60℃。白垩系含油层中的封存水,在含油层排烃作用的影响下形成热矿水。

3 吉林省地热、矿水资源状况

吉林省经过勘探热矿水资源主要有3处:(1)珲春市地下热水资源;(2)长白山聚龙泉地热资源;(3)抚松地区地热资源。

3.1 珲春市地下热水资源

《吉林省珲春市地下热水资源普查》项目于2000年10月15日由吉林省煤田地质112勘探公司和吉林省煤田地质物探公司联合提出,并于2001年6月取得“矿产资源勘查许可证”勘查面积11.3m²,并且吉林省煤田地质112勘探公司在丰、平、枯水期

进行了地下水质监测。

主要地层:

勘查区内地层主要为新生界下第三系珲春组和第四系。下第三系珲春组(Eh)为一套灰色含煤岩系,由砾岩、砂岩、泥岩夹煤层组成,厚度大于1000m,第四系(Q)为一套杂色,灰色的松散岩类,由粘土混圆砾、砂、砾石及粉质粘土、粘土组成,厚度12—15m。

3.2 长白山聚龙泉地热资源

聚龙泉位于长白山天池脚下,素有天下第一温泉的美誉,分布面积1000多平方米,泉口数十处,无数条热流从下涌出,似群龙喷水。

主要地层:

(1)前寒武系:一般埋深为1000—2000m。

(2)中生界白垩系:据长白山地地热田地热资源普查成果资料,天池一带底部玄武岩之下为白垩系。

主要结论:

(1)聚龙泉地下热水资源水是长白山地地热田中的一部分,受南北向控制而出露,平均水温78℃。

(2)热水中重碳酸根含量680.71 mg/L,钠离子285.0 mg/L,矿化度1242.7 mg/L, pH值8.2,为高钠热矿水,地下水化学类型为重碳酸钠型,偏硅酸含量188.1 mg/L,氟含量4.0 mg/L,均达到国家矿泉水命名标准。

(3)聚龙泉地下热水资源自流量为6.2L/s。放热量为6.983×10¹³J约合电能1.940×10⁵kW·h,允许开采利用量为500 m³/d。

3.3 抚松地区地热资源

吉林省抚松县仙人桥温泉群位于长白山腹地的抚松县的仙人桥镇温泉村,温泉群出露于山势奇特,层峦迭嶂的青山脚下,喷涌于水波浩淼,蜿蜒曲折的汤河岸边。泉口处水波翻卷,气泡上涌,水质晶莹,蒸气浓烈,同时又因富含氡等放射性元素及疗效显著令世人瞩目,蜚声中外。吉林省地质环境测试总站对该温泉群地热资源开展了地质及地质水文地质调查研究工作。目的是进一步查明地热的形成及赋存条件,任务是查明地热区的地质,水文地质,构造等,对温泉群的流量,水质水温进行定量评价。

3.3.1 主要地层

(1)侏罗系温泉村位于长白山腹地,地貌形态为东西条带状山间凹陷盆地。区内主要出露地层为中生代侏罗系四道沟组及长白组,并主要分布于大营,青岭温泉大青川等地。四道沟组地层累计厚度约1200m。

(2)第四系

区内第四系地层分布较为广泛,沉积类型多样,主要是松散岩类冲洪积物及少量残破积物和玄武岩。汤河自南西而北东蜿蜒流经该区,并形成一定范围的河套区。

3.3.2 主要结论

(1)吉林省抚松县仙人桥地热资源是源自中生代白垩系火山岩断裂破碎带中循环地下水。该泉自然流量为 $1\,737.20\text{m}^3/\text{d}$ 。但开采量宜控制在 $1\,500\text{—}1\,700\text{m}^3/\text{d}$,以增加开采保证程度。(2)该泉水温为 $58^\circ\text{C}\text{—}61^\circ\text{C}$ 多年来水温恒定,属低温热水。(3)根据温泉水质检测结果,并与国家《医疗热矿水水质标准》及《国家地热资源温度分级》表对

比,确定该地热资源水量丰富,并富含多种有益微量元素的重碳酸—钠、钙型低温氡气医疗热矿泉。(4)长期监测表明,该泉流量、水质、水温恒定,具医疗保健功效,为国内宝贵地热资源。

4 吉林省地热资源评价

4.1 珲春市地热

地热异常特征:珲春盆地地热异常情况在板石 I 区精查勘探中已有初步了解,盆地的火成岩基底较高,断裂带传热较好,是地温增高的主要原因,地温异常情况下表 1。

表 1 珲春地区地热异常情况表

孔号与深度	0504	0709	0907	0913	0906	1311	1512	2803	平均梯度 / $^\circ\text{C}\cdot 10^{-2}\text{m}$
100—200	3.0	2.8	2.4	1.0	2.8	3.4	4.1	4.0	2.8
200—300	3.2	3.6	3.1	2.8	3.4	4.1	4.2	4.5	3.6
300—400	4.2	4.7	3.9	3.4	3.9	3.7	4.6	3.7	4.0
400—500	3.6	4.2	4.6	3.2	4.1	4.2	5.2		4.1
500—600	4.3		3.9	4.0	4.3				4.1
600—700	4.3		6.1	4.9	5.7				5.1
700—800	3.4		5.4		4.0				4.2
全孔平均	3.7	3.8	4.2	3.2	4.0	3.9	4.5	4.1	3.9
温度/ $^\circ\text{C}$	39.5	27.2	42.5	39.2	40.6	29.7	31.2	25.2	
测温深度/m	830	565	830	980	810	560	560	440	

由此可知,珲春地层深部属于地温高异常区。珲春煤田板石 I 区局部在深度 100—200m 以内,地温梯度超过标准值(3 度/百米);在 200m 以下,地温梯度均大于 3 度/百米,特别是 0907 号孔在 600—700m,地温梯度达 6.1 度/百米。

4.2 长白山聚龙泉地热

4.2.1 地热资源量评价

聚龙泉地下热水资源温度 147°C ,地表水温为 78°C ,属中低温热水型地热田,可用于采暖,医疗,洗浴,温室等多种用途,因其以泉的形式涌出地表,故可用自然放热量法计算地热资源量,对于聚龙泉,计算公式为:

$$Q = q_v c p (t_1 - t_0)$$

式中: Q ——温泉的放热量;

q_v ——温泉的流量;

c ——温泉水的比热;

p ——温泉水的密度;

t_1 ——温泉水的水温($^\circ\text{C}$);

t_0 ——非热异常区恒温($^\circ\text{C}$)或年平均气温。

聚龙泉流量为 6.2L/s ,平均水温为 78°C ,天池地区年平均气温为 -7.3°C ,温泉水的比热和密度均

约等于 1,据之可计算得出,聚龙泉放热量为: $Q = 6.1 \times (78 + 7.3) = 528.86 = 2.214 \times 10^6 \text{J/s}$ 。

全年放热量为 $6.983 \times 10^{13} \text{J}$,约合电能 $1.940 \times 10^5 \text{kW}\cdot\text{h}$ 。

4.2.2 聚龙泉流量评价

聚龙泉是群龙奔涌,出水点多,到处可见沸腾的气泡和热流,分布面积达 1 000 余平方米,对其中 5 个主要泉点进行了流量测量,总计流量 6.2L/s ,但这仅是聚龙泉的一部分,若经泉点整治汇集,流量将大于此数,因此 6.2 的流量是有保障的,聚龙泉允许利用地水资源量可定为 $500\text{m}^3/\text{d}$ 。

4.2.3 聚龙泉水质评价

由聚龙泉动态特征可知,聚龙泉水质动态稳定,聚龙泉水质概述如下:

聚龙泉地下热水中阳离子,以 Na^+ 为主,含量 285.100mg/L ,阴离子以碳酸根离子为主,含量 680.71mg/L ,地下热水水化学类型为重碳酸钠型,重碳酸根离子浓度为 40.13mg/L ,矿化度 1242.66mg/L ,氟含量 4.00mg/L ,偏硅酸含量 188.11mg/L ,pH 值为 8.20,水温为 78°C ,依照中华人民共和国国家标准 GB 38537—1995《饮用天然矿泉水》和 GB

11615—19《地热资源地质勘查规范》,聚龙泉地下泉水命名标准。见表2。
热水为高钠热矿区和水,其中,偏硅酸含量均达到矿

表2 聚龙泉地下热水水质评价表

组分	国家医疗热矿水水质标准/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$		聚龙泉中含量 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	评价
	有医疗价值质量浓度	命名矿水质量浓度		
氟	1	2	4.0	达到命名标准
溴	5	25	0.02	
碘	1	5	<0.002	
锶	10	10	0.042	
铁	10	10	0.20	
锂	1	5	0.380	达到命名标准
钡	5	5		
偏硅酸	1.2	50		
偏硅酸	25	50	188.11	
偏硅酸	1	1	<0.000 17	
镭(Bq/L)	10^{-11}	$>10^{-11}$	$>5 \times 10^{-13} \text{ g/L}$	
氡(Bq/L)	37	129.50		

4.3 抚松地区地热

4.3.1 水量

为便于对温泉的开发利用,各使用单位分别以各自的温泉或地热井为中心修砌成方形或圆形的贮水池。确定抚松县仙人桥温泉群总流量为 $1\,737.20 \text{ m}^3/\text{d}$,其中温泉医院流量为 $552.96 \text{ m}^3/\text{d}$,林业疗养院为 $645.12 \text{ m}^3/\text{d}$,铁路疗养院为 $162.78 \text{ m}^3/\text{d}$,矿务局疗养院为 $176.54 \text{ m}^3/\text{d}$,农业银行疗养院为 $200 \text{ m}^3/\text{d}$,上述温泉群由于流量稳定,其流量可做允许开采资源量。

4.3.2 水质

对该温泉水进行了水质现场采样,省卫生防疫站等权威单位开展了全面水质检测。水质,水温评价标准符合《中华人民共和国地热资源地质勘察规范》(GB 11615—89)。

对该温泉群进行多次水温测试,温泉群的不同泉眼处水温略有差异,水温为 58°C — 61°C ,其中省温泉医院,林业疗养院温泉水温最高达 61°C 。

综合上述关于该温泉群的水量、水质、水温的论述,可以确定抚松县仙人桥温泉群为水量丰富,并富含多种有益微量元素的硫酸,重碳酸钠,钙低温氡气泉。

综上所述,吉林省的热、矿水资源的基本特点是:从水量来说,水量丰富;从水温来说,是中温地热资源;从水质来看,90%以上均可以用来开发为矿泉水,而且局部的水质优良,可做优等矿泉水,还有部分水资源具有医疗效用,是非常宝贵的资源,只要合理开发,必将取得巨大的经济效益和社会效益。还有局部地热异常区属高温地热区,可以用于发电,并

利用梯级技术,可以达到一水多用,发电后还可用来供热和养殖等,若能再施以回灌循环利用,还能取得永久性的经济效益,因此,吉林省地热资源社会效益和经济效益明显。

参考文献

- [1] 郑秀华. 世界地热资源开发应用现状[J]. 探矿工程, 2001, (01): 5—7.
- [2] 蔡卫东, 张敏. 临江市老三队地热水形成条件及成因探讨[J]. 吉林地质, 2003, (03): 8—10.
- [3] 王汉臣. 大气保护与能源利用[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1992.
- [4] 黄尚瑶. 中国温泉资源(1: 600 万中国温泉分布图说明书)[M]. 北京: 中国地图出版社, 1993.
- [5] 刘时彬. 中国地热资源开发利用现状及发展趋势分析[A]. 中国矿业联合会地热开发管理专业委员会. 北京: 中国矿业联合会地热开发管理专业委员会. 北京: 地质出版社, 2002. 20—25.
- [6] 汪集, 熊亮萍, 庞忠和. 中低温对流型地热系统[M]. 北京: 科学出版社, 1993.

Status and valuation studies of geothermal resources in Jilin province

WU Jing-hua, et al.
(Chengdu University of Technology,
Chengdu 610059, China)

Abstract: This paper expounds main distribute condition, forming characteristic and stratum status of geothermal resources in Jilin province. Then it makes a first step's valuation to geothermal resources beneficial result in Jilin province.

Key words: Jilin province; geothermal; resources