

湖南地热资源分布及远景区划^①

李超文, 彭头平

(中国科学院长沙大地构造研究所, 湖南 长沙 410013)

摘 要: 湖南中生代地质构造背景特殊, 因而发育了丰富的地下热水资源。初步总结了省内地下热水资源的分布规律、水化学特征及其与地质构造的关系, 划分了湘西北慈利—桑植—吉首、湘中隆回—武岗—洞口、湘东娄底—株洲—衡阳及湘南郴州—宜章—汝城4个地热异常区, 为地热远景开发区划提供了基础资料。

关键词: 地热; 分布规律; 地质构造环境; 水化学特征

中图分类号: P314.1; P641.5³

文献标识码: A

0 引言

地热资源不仅是一种无环境污染的新型能源, 可起到很好的环保效益, 而且更重要的是可以地热田为基础开发出地热蔬菜种植基地、建立名贵花卉生产基地、建设珍贵水产养殖基地、发展温泉疗养旅游业。同时对育苗、城区供暖、地震预报、纺织、印染、化工、造纸、木材、医药卫生和食品加工等均极具应用价值, 有的还是优质的矿泉水, 对开发和推动地方第三产业的发展, 对社会、经济的可持续发展有重要意义。地热资源, 还作为一种非核能的替代能源被列入研究日程, 欧共体曾先后制定了4次地热资源研究与开发计划 (1975~1979; 1980~1983; 1985~1989; 1989~1992)^[1]。

湖南地热资源研究起步较晚, 勘查程度低, 目前除对仅有的两个已知地热田 (宁乡灰汤、汝城热水) 进行了勘查和开发外, 省内较为详细的勘查和资源潜力评估工作尚未开展, 远不及广州、北京、西安、咸阳等大中城市对地热资源分布及潜力评估方面的研究^[2~6]。目前我省除温泉放热量 (314×10^{13} J/a) 居全国第10位外, 其它指标在全国 (如温泉数、开发利用情况) 均榜上无名。而湖南的地热资源丰富, 分带明显, 有良好的开发利用前景。各大中城市地热资源潜力评估及开发利用研究尚未起步。本文在现有研究资料的基础上, 初步分析了地热资源的分布规律、水化学特征及其与地质构造的关系, 划分了主要的地热远景区带, 并分析了各区带的开发前景。

1 湖南地热资源概况

湖南省地下热水资源比较丰富, 全省现已发现23℃以上的温泉、热水钻孔、热水矿坑165处, 其中温泉138处, 热水钻孔24处, 热水矿坑3处。初步查明, 全省地下热水资源总量14 510.93 m³/h (表1), 省内地下热水以中低温水居多, 其中低温热水点数 (处) 占总数的约76.97%, 可开采资源量也占总量的76.56%, 中温热水点数 (处) 占总数的约21.21%, 可开采资源量占总量的19.76%。主要原因是省内地下热水主要赋存于岩溶裂隙含水层及花岗岩构

收稿日期: 2001-07-03; 修订日期: 2001-09-24

第一作者简介: 李超文, 男, 在读硕士生, 地球化学专业。

①本文为湖南省自然科学基金资助项目 (批准号: 99JJY20042)。

造破碎带中，中、低温热水主要分布于石灰岩地区，补给水源丰富，水量较大而水温较低；花岗岩构造破碎带中热水水量相对小，而温度稍高，如宁乡灰汤和汝城热水圩，水温达90℃以上。

表1 湖南省地下热水可采资源
Table1 Movable resource of underground thermal water in Hunan

地下热水类型	点数(处)	占总点数(处)百分比(%)	水温(℃)	可采资源(L/s)	可采资源(m ³ /h)	占总量百分比(%)
高温	2	1.21	81~100	144.401	519.84	3.85
中高温	1	0.61	61~80	7.60	27.36	0.19
中温	35	21.21	41~60	792.722	2853.8	19.76
低温	127	76.97	23~40	3086.092	11109.03	76.56
合计	165	100	23~100	4030.81	14510.93	100

据参考文献[7]综合。

2 地热与构造的关系及其水化学特征

2.1 地热与构造的关系

湖南地处扬子地台与华夏地块交接部位，构造复杂，岩浆活动频繁，为地热活动创造了有利条件。省内温泉多沿活动性断裂或区域性大断裂分布。其中NE向、NEE向断裂是控制地热分布的主要构造，地下热水多局限分布于NE向、NNE向断裂上盘的前锋带内。如沿慈利—大庸NEE向断裂带分布有水温28~52℃不等的温泉7处，温泉多自碳酸盐岩岩石中涌出。省内地热分布的控制性断裂带主要有NEE向慈利—大庸断裂带、宁乡—娄底NE向断裂、株洲—双牌NE向断裂带和郴州—临武NE向断裂带，而在NE向断裂与近EW向断裂的交汇部位，常常是地热资源分布的理想场所。

2.2 水化学特征

由于受岩性、构造、地下热水的补给、径流方式及其形成环境的差异，热水化学性质差异明显。通常发育于岩溶裂隙含水层的地下热水，水质类型主要为重碳酸钙、重碳酸钙镁型及硫酸钙镁型，而发育于花岗岩地区的水质类型主要为重碳酸钠型、重碳酸钾型、硫酸钠及硫酸钾型。

省内地热水水化学特征及其产出围岩如表2所示。省内地热水水化学类型多为重碳酸盐型，可分为重碳酸钙型和重碳酸钠型两类，重碳酸钙型热水广泛分布于石灰岩地区，且多沿断裂构造发育并于河流岸边溢流。由于地下水在运动过程中对石灰岩的溶滤作用，其阴离子为重碳酸根，阳离子以钙为主，镁次之，矿化度多<0.5 g/L，硬度一般<16.8度，pH值小于8.2，游离二氧化碳高达6.6~35.86 mg/L。重碳酸钠型地下热水主要分布于花岗岩地区及其接触带，矿化度多<0.4 g/L，硬度多<17.9度，热水多碱性，pH值7.5~9.2，可溶性二氧化硅含量高达110 mg/L，常含有多种微量元素及较高的放射性元素（铀、镭、氡）。省内硫酸盐型地下热水分布范围远小于重碳酸盐型，现查明的地下热水有24处，主要分布于湘西北下奥陶统大湾组灰岩及湘南石炭系灰岩中，由于对围岩的溶滤作用，其地下热水常具硫化氢气味，阴离子以硫酸根为主，阳离子以钙为主、镁次之，少数还含有钾、钠离子，矿化度一般12 g/L，pH值为7.8，铁含量2.4~3.5 mg/L，可溶性二氧化硅32~40 mg/L，游离二氧化碳10.74~26.18 mg/L，锶含量高达60~65 mg/L，次类型地下热水硬度较大，一般为18.3~52.2度，最大可达65.38度（如石门县大热水泉）。在湖南省内还有三处氯化物型地下热水，水质

类型为氯化物硫酸钠型及氯化物重碳酸钙钠型, 均属低温热水。

表2 湖南省各种岩石类型地下热水水化学特征

地 下 热 水 水 化 学 类 型		含 水 岩 石 类 型	热 水 点	矿 化 度 (g/L)		pH	硬 度
				一 般	最 大 值	(一 般 值)	一 般 值 (最 大 值)
HCO ₃ —CaMg (Na) (重碳酸盐型)	HCO ₃ —CaMg (重碳酸钙型)	碳酸盐岩类 岩浆岩类 变质岩类	58	0.1~0.5	0.64	6.5~8.2	<16.8 (21.97)
	HCO ₃ —Na (重碳酸钠型)	碎屑岩类 红 层 类	21	0.1~0.4	0.65	5.8~8.6	<5.9 (8.72)
SO ₄ —CaMg(KNa)(硫酸盐型)		岩浆岩类 碳酸盐岩类	24	0.1~0.3	0.658	7.0~8.6	18.3~52.2 (65.38)
HCO ₃ Cl—CaNa、SO ₄ Cl—Na(氯化物型)		变质岩类	3	0.09			

3 湖南省地热资源远景区划

作为一种无环境污染的新型能源, 地热资源可起到很好的环保效益, 而且地热资源也是一种不可再生的资源, 合理利用地热资源对社会经济的发展具有重要意义^[8~9]。湖南省的天然温泉分布广泛, 地下热水资源的利用具有悠久的历史, 但系统的研究起步较晚。本文依据前述分析, 划分了主要的地热远景区带, 并指出了其开发的优先发展方向(图1)。

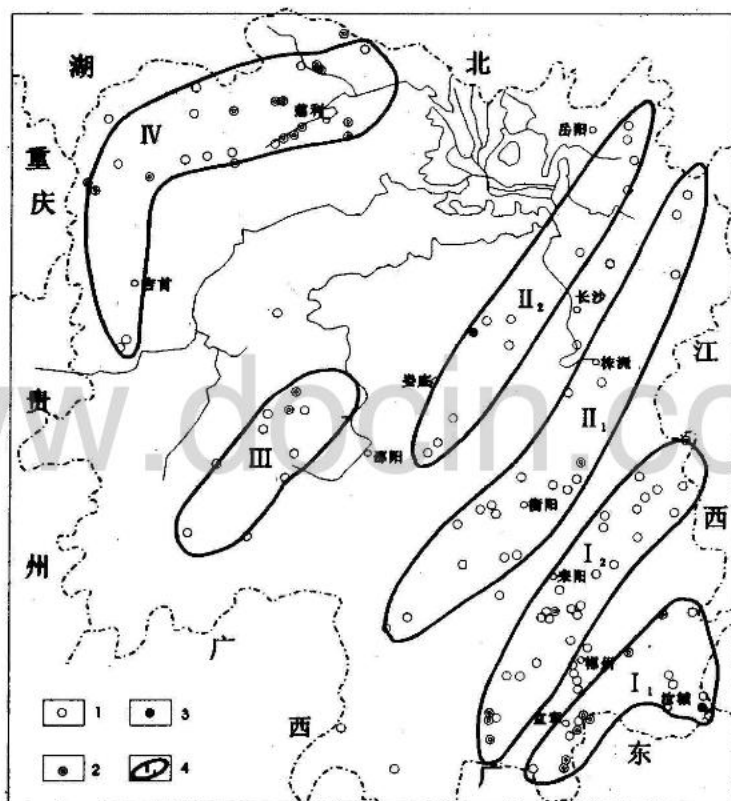


图1 湖南省地下热水资源分布与异常区划图

Fig.1 Distribution and abnormal regional planning of underground thermal water resource in Hunan

1 低温温泉 (23~40℃) 2 中、中高温温泉 (40~80℃) 3 高温温泉 (80~100℃) 4 异常区 (或亚区)

3.1 湘东南郴州—宜章—汝城地热异常区 (I)

3.1.1 汝城—资兴—宜章地热异常亚区 (I₁)

多数温泉受NE向断裂控制, 其中受NE向、SN向构造复合部位控制的宜章县温泉出露密集。区内热水虽以中低温居多, 但温泉出露密集, 矿化度低, pH值适中(7左右), 很适宜发展地热蔬菜种植和珍贵水产养殖; 汝城热水圩温泉群, 热异常范围3 km², 水温达92.5℃, 水化学类型为硫酸钠钾型, 矿化度0.658 g/L, 含砷、氟、硼、锶、镓等微量元素, 可大力发展温泉疗养旅游业。

3.1.2 郴州—临武地热异常亚区 (I₂)

郴州—临武SN向构造带温泉密集分布, 区内地热多为中、低温热水, 水温28~53℃, 水化学类型复杂, 包括重碳酸钙、重碳酸钙镁型及硫酸钙镁型等均有分布。区内热水可用于灌溉和养殖。永兴县元家桥温泉、糠头塘温泉等还含有锶、钾、可溶性硅、硫等元素, 适宜于疗养、旅游业发展。

3.2 湘东娄底—株洲—衡阳地热异常区 (II)

3.2.1 株洲—衡阳地热异常亚区 (II₁)

温泉受控于NE向断裂。区内热水属低温型, 水化学类型为重碳酸钠型或钠镁型, 多数热水矿化度<0.4 g/L, pH值6.9~9.5, 可溶性二氧化硅高达110 mg/L, 区内地热资源的开发可以育苗、农业灌溉为主, 部分温泉含有对人体有益的微量元素(如大坪热水含氟、柏坊热水可溶性硅含量较高、常宁康家湾地热区含汞等), 可用于疗养。

3.2.2 岳阳—长沙—娄底地热异常亚区 (II₂)

区内温泉多沿NE向断裂展布。部分温泉的形成与花岗岩体的分布有关, 沿岳阳—湘阴断裂、北港—宁乡断裂带均有出露。此地热异常区热水多属低温热水, 个别与花岗岩体有关的热泉温度可达90℃以上, 如宁乡灰汤温泉, 水化学类型为重碳酸钠型或钠镁型, 矿化度<0.4 g/L, pH值7.2~9.4, 可溶性二氧化硅高达110 mg/L, 并含有氟、镭、氡、钛、钼等多种有益微量元素。区内经济较为发达, 其地热资源可用于纺织, 印染, 育苗, 建立地热蔬菜种植、名贵花卉生产、珍贵水产养殖基地, 也是温泉疗养旅游业发展的理想投资场所。

3.3 湘西隆回—武岗—洞口地热异常区 (III)

位于溆浦断裂与祁阳弧形构造之间, 弧顶外侧有花岗岩体和温泉出露。如隆回金石桥温泉、司门前温泉, 水温一般36~48.5℃, 水化学类型为重碳酸钙型或钙钠型。本区地热资源可用于沐浴、浸种、催芽, 以农业利用为主。

3.4 湘西北慈利—桑植—吉首地热异常区 (IV)

沿NEE向大庸—茶洞断裂、龙山—里耶断裂展布, 温泉呈串珠状分布。本区热水水化学类型为重碳酸钙型或钙镁型, 矿化度<0.5 g/L, pH值<8, 可溶二氧化硅17~26 mg/L, 游离二氧化碳6.6~35.86 mg/L, 以中、低温水为主, 水温30~50℃。如著名风景区张家界附近有桑植的汤溪峪、慈利的落马坡等多处温泉, 水温40~50℃。区内大多数温泉含硫较高, 多数温泉含砷、碘、溴、氟、锶等(如桑植县葫芦壳温泉含砷, 永顺县猛洞河温泉含碘、溴、氟, 慈利长兴温泉含锶、钡等)人体有益微量元素, 结合区内独特自然风光, 因此该区地热资源的开发宜以温泉疗养旅游业为主, 农业灌溉为辅, 同时可考虑地热蔬菜种植和珍贵水产养殖基地的开发, 部分地下热水可开发优质的矿泉水(如慈利沙刀湾温泉含锶)。

结合地热异常区热水特征与地区经济情况分析, IV、II₂、I₁异常区或亚区可作为一级远

景区可优先开发利用。

进行地下热水资源的开发时,要遵循综合开发、合理利用的原则。开发利用时要针对不同类型温泉的特点,采取不同的开发方式。天然温泉由于有浅部冷水掺入,水温必然有所降低,或者主要流量已从河床底部排泄。地下热水在其深循环中必然有一个逐渐增温的过程,一般在排泄区温度最高,补给区相对较低。在各地热异常区内地下热水开发的重点地段,宜以深部径流排泄区为主体,而非补给区。因而,从增温增量的目的出发,直接在温泉附近打井,一般均可获得满意效果^[10~11]。

参 考 文 献

- [1] 加尼什.欧共体地热研究[J].地质科技动态, 1991, (2): 24~28.
- [2] 丁建博,方丽萍.云南地热资源及开发利用[J].云南地质, 1996, 15 (3): 299~307.
- [3] 陈维君.浙江省地热资源及其开发前景[J].物探与化探, 1997, 21 (3): 228~233.
- [4] 陈墨香,汪集扬.试论城市地热工作的特征—以北京市地热资源开发为例[J].北京地质, 1995, 22 (3): 13~21.
- [5] 陈培中.广东湛江市地热田特征及其开发利用前景[J].广东地质, 1990, (5): 31~39.
- [6] 黄焕忠.上海地区地热问题的初步探讨[J].上海地质, 1990, 36 (4): 16~20.
- [7] 湖南省志第九卷(工业矿产志)[M].长沙: 湖南出版社出版, 1994.
- [8] 尹大明.重庆市中部地区地下水形成原因及开发利用研究[J].四川水利, 2000, (2): 22~26.
- [9] 李学伦, 李桂群, 崔承琦, 等.山东半岛地质环境与温泉分布[J].青岛海洋大学学报, 1994.
- [10] 陈德坤.山西饮用天然矿泉水的分布特征[M].华北地质矿产志, 1994, 9 (4): 351~355.
- [11] 王宝玉.郑州市地热水资源及地热深井施工实践[J].河南地质, 1997, 15 (1): 50~54.

RESOURCES DISTRIBUTION OF GROUND WARM-WATER IN HUNAN PROVINCE AND ITS PERSPECTIVE

LI Chao-wen, PEN Tou-ping

(Changsha institute of Geotectonics, CAS, changsha Hunan 410013, China)

Abstract: Because of the especial geological background in Mesozoic and Cenozoic, there are so many ground warm-waters in Hunan province, but only few ground warm-waters (the Reshuixu thermal spring, the Huitang thermal spring, et al.) have been prospected and exploited detailed, on the other way the whole condition of the ground warm-water in Hunan province is not realized completely. The distributing rules and the geochemistry character of ground warm-water in Hunan province have been analyzed in this paper, and the connection of the ground warm-water with the background tectonic has been discussed in Hunan province too. The author plot six exceedingly ground warm-water zones (Cili-Jishou, Xinhua-Suining, Yueyang-Loudi, Pingjiang-Hengyang, Rucheng-Yizhang and Chaling-Jiahe), described their characters and the perspective of development.

Key words: Ground warm-water; Geological background; Water chemical