

50-54

中国地热资源的地理分布与勘探

p 314.2
p 314.3

耿莉萍

(北京商学院·北京·100037)

地热是地球内部一定层位或地质构造的热储—可供人类开发利用的一种新能源形式。中国有较丰富的地热资源,从地质地理条件特征论述了中国地热资源的分布和勘探开发利用的前景。

关键词 地热资源, 地理分布, 勘探 开发与利用

开发利用

1 概述

无论是19世纪还是20世纪,世界范围内的经济增长与物质文明的进步,都和科学技术发展与对地下资源特别是能源的开发利用密切相关。随着世界范围内人口增长、经济发展和人们生活水平的不断提高,人类对能源的需求量也随之迅速增加,大约每5年能源消耗量就增长1倍。而自然赋予的常规能源包括石油、天然气和煤炭的数量是有限的。据资料显示:上述能源的动态储量保证年限分别为33年、39年和83年。新发展的核能原料—铀的保证年限也只有47年。

上述自然资源不可再生的规律迫使人们除了继续探寻扩大常规能源储量外,同时重视非常规能源和新能源的开发利用。最明显的就是勘探开发利用地热能源。以地热发电为例,在最近的10年间地热发电装机容量差不多以每年7%的速率增长,到1983年6月止,世界已有14个国家安装发电机组137台,容量达31万kw。据近期资料介绍,已有近20多个国家安装了地热发电机组。除地热发电外,同期直接利用中低温地热也日益普遍,总能量达195万kw。其中地热采暖和空调占58%,农业和水产养殖占26%,工业过程占16%。除上述以外,还有大量用于生

活和沐浴热水。表1列出了地热能源的应用领域。

到目前为止,已发现的多数地热资源都存在于活火山地区或地壳活动构造区带。在若干盆地构造亦有中低温地热存在。从地理位置看,世界地热区域分布均与现代火山作用和地壳板块边界相一致。其中环太平洋、环印度洋和地中海都很明显是地热分布最广的地区。有报道,澳大利亚的“Great Artesian”盆地沉积岩下面巨厚花岗岩体的地热能,如果开发利用将能供全澳100年之需求;而在其大沙漠下面存在着300℃~350℃热岩体之能源,则可供全澳大利亚上千年使用。有人估计,如果3000m作为开发深度计,全世界可供开采之地热能源将相当于29000亿t标准煤。如果扩大计算到5000m深度,则可相当于4950万亿t标准煤。1996年2月,日本新能源和工业技术开发集团实施的“深部地热研究”计划,在葛根田(Kakkonda)地热区WD-1井的3729m深部花岗岩热储中,获得500℃这一创纪录的高温地热,为探索深部地热资源揭开了新的一页。以上说明,地热能源的潜力甚大,是一项很有希望的辅助能源;而且因其具有无污染、能源转换率高、开发成本低和用途广泛等特点而受到举世关注^[1,4,6-8]。

本文1997年4月收到,6月改回,李翠华编辑。

表 1 不同温度地热源的应用

形 态	温度(℃)	应用领域举例
饱和蒸汽	190	高浓度溶液蒸发;氨吸收制冷;造纸
	180	硅藻土干燥,通过硫化氢方法制水
	170	鱼类制品与木材干燥
	160	通过“Bayer”法制铝
	150	农产品高速烘干;制作罐头
	140	食糖精制的蒸发;制盐
	130	蒸馏法制淡水;含盐溶液的浓缩与蒸发
	120	轻型混凝土板的干燥养护
	110	有机材料、海草、草、蔬菜干燥;
	100	羊毛洗涤干燥;皮革、食品加工
热水	90	干燥(如库存鱼);快速除冰作业;融雪
	80	空间采暖;温室空间采暖
	70	制冷(低温范围);采暖;温床;养殖
	60	温室加热与温床加热;育秧;育雏;
	50	冬季蔬菜种植;畜禽饲养
	40	种植(蘑菇)、保健治疗温泉浴
	30	土壤提高温度
	20	游泳池提高水温;生物降解;发酵;
		寒冷气候采矿用温水防冻
		养鱼;提高地温;道路融冰

2 中国的地热资源

中国幅员辽阔,有独特的地质构造特征与地理环境。例如,有新生代以来印度板块与欧亚大陆板块碰撞而导致的世界最年轻的海拔 8846.27 m 的井仍在隆升的世界屋脊青藏高原;有郯庐断裂等大型错综复杂的断裂带;有东南沿海大面积与地下岩浆活动有关的花岗岩侵入体分布;有众多深厚沉积盆地和封闭构造等;还有近期火山活动区带等。以上地理位置和地质条件构成了中国是一个地热资源较丰富的国家。中国地热资源按地理位置可划分为六个区带。即①藏滇地热带;②川滇地热带;③郯庐断裂地热带;④祁吕弧形地热带;⑤东南沿海地热带;⑥台湾地热带。在全国各省差不多都有地热点和热异常发现,据统计已超过 3000 处以上。其中西藏 600 多处,云南 700 多处,四川 300 处左右,闽东南 100 多处,华北平原北部近百处,台湾 80 处左右、江苏中部 20 余处等。

按照温度分布,已发现的高温($>150^{\circ}\text{C}$)地热资源主要分布在西藏、云南、四川和台湾等地。而中温地热($150^{\circ}\text{C} \sim 90^{\circ}\text{C}$)和低温($90^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ (有称 15°C))地热资源则分布甚广,为我国目前发现利用最多,且效益甚为显著,其中 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 的地热已发现近百处。我国见诸于报道的若干省市地区的地热温度如表 2^[2~3,5]。

3 中国地热资源利用

目前中国地热资源利用除少量发电外,绝大部分为直接利用,后者增长速度甚快。在若干地区、城市发展中竞相勘探和商业开发地热资源。

3.1 用于发电

70 年代中期开始对西藏羊八井高温地热资源进行勘探开发。由于西藏拉萨电力紧缺,国家重点扶持,地矿部门大力勘探打井,80 年代已打井 40 余口、温度达 260°C 以上、井呈蒸汽产出,已建成了容量为 2.5 万 kw 的发电机组。后又发现比上述温度更高的热储、羊八井北部的羊易乡“4002 井”在 2000 m 左右的深度井温已达到 329.8°C 。新完成的 4001 井在 1460 m 处井内温度达 250°C ,井口温度达 200°C ,压力 150 MPa,流量 302 t/h,潜在发电能力在 1.3 万 kw 左右。除西藏以外,云南腾冲正在进行勘探,有希望成为我国第二个高温地热区。此外,有作为试验的地热发电有河北怀来和江西宜春两处双循环发电;广东邓屋和山东招远两处扩容发电、容量都较小。台湾于 1985 年已建成两座地热电站,据称到 2000 年装机容量将达到 20 万 kw。

3.2 直接利用

如前所述,我国高温地热资源目前发现利用尚少,而直接利用中低温地热则发展甚速、方兴未艾,效益十分显著。

我国直接利用地热(热水)历史悠久。相传陕西临潼华清池温泉秦代就已开发利用,

至公元 644 年唐代建汤泉宫。类似的例子还有河北遵化汤泉(628 年)、鞍山汤岗子温泉(1130 年)、重庆北温泉(1432 年)和台湾北北投温泉(1893 年)等。

表 2 我国已开发利用的地热点及温度举例

地 点	温 度℃	地 点	温 度℃
北京(京)	43~70	西安(陕)	55~77
顺义	54	蒲城	29
天津(津)	89~96	临潼	43
郑州(豫)	42~55	眉县	70
开封	>40	周至	56
昆明(云)	60~74	康定(川)	36~88
腾冲	180~250	攀枝花	☆
长春(吉)	90	重庆(渝)	☆
福州(闽)	73~120	宁国(皖)	23~24
厦门	90	太湖	47
泉州	70	闻喜(晋)	40
漳州	100	原平	48~57
盐城(苏)	50~78	太原	☆
淮阴	39~44	宜春(赣)	双循环发电
汤山	60	会昌	53
唐山(冀)	58	大庸(湘)	45.5
承德	88	永聊	37
怀来	双循环发电	灰汤	扩容发电试验
遵化	☆	牟平(鲁)	80
高阳	☆	青岛	☆
武威(甘)	☆	招远	扩容发电试验
丹东(辽)	☆	淄博	☆
鞍山	☆	济南	☆
湛江(粤)	40~60	图冲(台)	173
广州三元里	32	塔昆	293
中山	82	关子岭	75
邓屋	扩容发电试验	琼海(琼)	☆
丰顺	☆	三亚	49
五大连池(黑)	☆	乌鲁木齐(新)	26~38
羊八井(藏)	160~250	贵德(青)	92

☆中低温、以低温(90℃~20℃)为主

古代利用地热(热水)大多是天然出露的温泉、沸泉和热水湖。天津市 30 年代曾开凿了第一眼热水井。新中国成立以后,全国逐渐重视并采用水井乃至油气井钻探方法钻探开发地热资源。

表 2 所列我国地热区点,其中多数是呈热水产出。应用涉及领域甚广,有称为当今世界之最。凡国外已应用的领域(表 1)在国内大多亦已采用。在我国很有意思的是除首

都北京有地热资源外,(世界只有六个国家的首都有地热资源并在开发利用)天津市还有若干省的省会和著名城市亦都有得天独厚的地热资源。这对城市发展,兴办旅游,发展经济,提高人民生活与健康水平,都起到直接的促进作用。仅举几个区点为例:

1)北京

在北京若干地温高异常区,地温梯度值常可达 5℃/100 m~10℃/100 m。已探明有城区、小汤山和南彩-李遂三个地热区面积约 300 km²,可供开发的面积 160 余 km²,估计可开采上百年。另外有前景的还有 5 处。迄今已打地热井 130 多眼,其中 8 眼深度超过 1000 m。都属中低温热水。直接应用的单位有 70 多个。除在小汤山等处建有温泉疗养院所造福首都人民外,还应用于采暖、矿泉、种花、养鱼、和养殖种植等方面。在城区一家惠中星级饭店钻了一口地热井深 1800 m,产出 55℃ 热水,为这家饭店增加了勃勃生机。另外在郊区顺义县森林公园钻得一眼地热井,深 500 m,产出 54℃ 热水,结果使游客慕名而至,兴趣盎然,显然增加了经济效益。在北京已施工若干眼 2500 m~3000 m 深井,井底温度均未超过 100℃。证明北京(含津唐地区)地区地下热水属中低温型。

2)天津

已探明市区王兰庄、山峪子、山岭子和郊区宝坻县有大面积地热资源。天津市已圈定了十个地热梯度为 3.5℃/100 m~8.8℃/100 m 异常区,其面积达 3000 余 km²。已有第三系热水井 230 眼,年采 3000 万 m³。同时已打基岩井 14 眼,年采热水 150 万 m³。以上地热资源已为天津的工农业和人民造福匪浅。此外在宝坻断裂以南平原地下深 500 m~600 m 处普遍有热水可资利用。目前天津市已投资数千万元,打地热井 10 多万 m,统一规划开发利用。见诸应用的领域有:工业洗涤、木材加工、房屋取暖、医疗理疗、温水养殖、温池游泳、矿泉饮用和科学实验等。据

研究勘查表明,天津市加北京和唐山,已圈定的 38 个地热异常区,资源量约相当于 170 亿 t 标准煤。

3) 漳州

闽南少煤炭和其他常规能源。1989 年以来,漳州市地热资源开发利用被列为国家节能示范工程项目。经研究推广,地热已被应用于水产养殖(网箱养鱼,每亩水面产量达 2 万 kg~6 万 kg)、农副产品加工、工业烘干、医疗保健、生活服务和地震科研等方面。其中温泉培育鱼苗、养鳗已成为重要的出口创汇产品,效益显著。现漳州已成为名扬中外的温泉城,发现温泉 50 余处。吸引了大量旅外侨胞回漳州投资与旅游。

4) 泉州

在市西南名茶“铁观音”的故乡安溪县,大力开发得天独厚的地热资源,总投资达 1500 余万元。1993 年温泉已流入县城千家万户,实现了温泉城,产生了“温泉效应”,大大改善了投资环境,引来港、台、新加坡等多家国外投资商,建成了“新加坡花园”、“北石康乐中心”、“三德兴宾馆”、“龙湖澡堂”、“天龙酒家”、“鸿运大酒家”等。地方地热水公司用两年的时间就收回了地热设施建设的全部投资。做到以热养热,带来了巨大的经济效益。

5) 华北燕山地区

河北省隆化县分布着一种浅层地热资源,除井水可达 90℃ 以上外,在地热分布区内地表土壤也是热的,当地农民称之为“热地”,并在热地上建起大面积的简易温室。这种温室由于土地表层本身就是热的,因此在不采用任何加温措施的条件下,当室外气温下降到零下 25℃ 左右时,温室内的土壤温度一般仍能保持在 15℃ 以上;在极端寒冷的夜间,仍可维持在 6℃~8℃ 以上。当地农民利用这种温室常年进行蔬菜生产,单位面积收入较无地热农田高出十几倍,对促进农业生产发展,提高人民生活水平作用十分显著。

类似在地热开发利用方面已获得明显效益的城市和地区还很多,如福州、西安、郑州、开封、昆明、康定等。其中应用最普遍的一项是建立康复疗养中心和温泉宾馆。难怪日本在其已开发的 1000 多个温泉点上,相应建立了 1500 多座温泉浴场、温泉疗养所和温泉宾馆,每年接待游客达 1.5 亿人次,可见地热资源的商业经济价值之巨大。

总之,地热资源的确是一项易开发,见效快,投资回收迅速,而且可以使经济滚动发展的地下资源。但从目前来看,我国在很多地热异常区勘探开发利用尚低,潜力甚大。

4 我国地热资源开发前景

如前所述,我国幅原辽阔,具有赋存地热资源的良好地理与地质条件背景。新中国成立以来,特别是近年来的勘探开发与推广应用,已取得了很好的效益,但潜力依然是很大的。表现在:

1) 若干高温地热区带如西藏、云南(腾冲)等勘探尚待深化;

2) 若干有希望的干热岩如东南沿海大面积的花岗岩体有待择地勘查;

3) 若干地温差率特别明显热异常地区如若干沉积盆地有待施钻;

4) 中国地热地质学和相关科学研究亦有待进一步深化;

5) 在地热综合利用、梯级利用、充分发挥热效能方面亦值得研究与积累经验;

6) 为避免地下热水过量开采而导致的水位与地面下降及至诱发地震,要遵循国家有关法规,因地制宜地控采与回灌;

7) 要重视推广交流先进经验,包括参考国外在开发利用地热方面的先进技术方法,特别要重视采用先进勘探技术方法,如遥感、地球物理与地球化学勘查、大地热流调查以及对已有井孔(矿产勘探井孔、天然气井和水井)进行观测与资料应用等。

至于象日本、美国、新西兰合作井已起步

的超高温岩浆房热能钻探利用项目,对我国来说虽不迫切,但宜注视其进展动向。有称这是最大的地热能源所在。一旦技术上有所突破,无疑会引起能源结构的变化,为人类开拓新的能源领域^[2-3]。

5 结论

地热资源是一项地球内部自然赋存的一定深度范围内可供开发利用的无污染的新能源,其储量大,分布广,开发潜力甚大。

>25℃的中低温热水型地热资源用途广泛,储量丰富,易于开发利用,经济效益十分可观。

地下热水(>25℃)因其具有矿产资源与水资源的双重性质,故受到国家资源法的保护。开发、经营与利用须遵循国家有关法规,有计划、有管理地进行。

重视勘探、开发、应用的科研工作;采用国际先进经验技术,如优选井位、钻井、成井、

对井回灌、集中供热、梯级利用、保温、防腐、除垢、环保与热交换技术等;同时要重视信息交流与专门人才培养。

参考文献

- 1 Edwards L M 地热能手册.北京:地质出版社,1987.
- 2 福建省能源研究会地热专业委员会.福建地热.会刊第五期,1994年5月
- 3 汪仲英,等.西藏八井地热田钻井与成井工艺.勘探工程,1985(5)
- 4 许志琴,耿瑞伦,肖庆辉,等.中国大钻钻探先行研究.北京:冶金工业出版社,1996
- 5 Geng Ruilun The methods and techniques of drilling in some complicated conditions in china, Collected works of the "International symposium on borehole Drilling in Complicated conditions", Leningrad, USSR, 1989, 6
- 6 Toshihiro Uchida, Nobou Doi et al. Investigation of Deep seated Geothermal Reservoir By NEDO'S 4000m Well in Kakkonda, Japan, Presented at 30th IGC, Beijing, China 1996, 8
- 7 耿树芳.匈牙利和法国地热资源综合利用考察.北京地质, 1994(4)
- 8 US"NDBG": Hot Rock Power. Feb., 1995

GEOGRAPHIC DISTRIBUTION AND APPLICATION OF GEOTHERMAL ENERGY IN CHINA

Geng Liping

Geothermal energy is a new type of energy hidden in the earth. The prospects for exploration and application of thermal resources in China were discussed based on the features of geographical distribution

Key words geothermal energy, geographical distribution, exploration, China



第一作者简介:

耿莉萍 女,1959年生。1983年毕业于北京大学第一分校地理系地理专业。现任北京商学院贸易经济系讲师,主要从事中国经济地理、国际贸易地理以及国际贸易等方面的研究与教学工作。

通讯地址:北京市海淀区阜成路37号 北京商学院经贸系国际贸易教研室 邮政编码:100037