

我国地热能开发利用现状与发展^{*}

马立新¹, 田 舍²

(1. 中国国土资源经济研究院, 北京 101149; 2 北京市地质勘察技术院, 北京 102218)

摘要: 近年来,我国地热能开发利用发展加快,成效显著。总体来看,我国地热能开发利用的市场潜力巨大,发展前景广阔。但同时也面临着技术、设备制造、资源底数不清以及资金支持力度不足等诸多方面因素的制约。文章对国内外地热能开发利用现状及其发展趋势进行了概述和分析,指出了目前我国地热能开发利用中主要存在的问题,针对促进我国地热能产业的发展提出了三点建议。

关键词: 地热能; 开发利用; 建议

中图分类号: TK529 F407.2 文献标识码: B 文章编号: 1672-6995(2006)09-0019-03

近年来,我国地热能开发利用发展加快,成效显著,引人注目。总体来看,我国地热能开发利用的市场潜力巨大,发展前景广阔。但同时也面临着技术、设备制造、资源底数不清以及资金支持力度不足等诸多方面因素的制约。为了实现可再生能源规划提出的地热能开发利用中远期目标,目前现状很值得引起重视,现将我国地热能开发利用问题的有关情况进行概述并提出相应建议。

1 国际上地热能利用现状及发展趋势

地热能的利用分为两种方式:一类是地热发电;另一类是热能直接利用,包括热水的直接利用(如地热采暖、洗浴、养殖等)和地源热泵供热、制冷。

2004年,全世界地热发电总装机容量约900万千瓦,主要设置在美国、冰岛、意大利等国家,年产电力约50000GW^{·h}。地热水直接利用的国家已有58个,年利用能量53000GW^{·h}。从世界范围来看,地热开发利用的步伐从20世纪70年代初开始加快,1975—1995年的20年间,全球范围内地热发电每年大约以9%速率增长,地热水直接利用的增长率约为6%。若以此增长速率测算,到2020年全球地热发电及地热水直接利用总量将分达到318TW^h和140TW^h。

目前,美国、日本、意大利、冰岛、新西兰、印度、菲律宾等世界上地热能资源丰富的国家,地热能在整个国民经济中已起到了一定作用。如冰岛首都及其它几个城市供暖全部靠地热,仅此一项每年可节约1.3亿美元;1998年地热在菲律宾电力供应中已占19%,并且还在继续增长。

地源热泵技术的采用为地热能开发利用打开了一个新窗口,由于该项技术利用地下浅层地温作为热源,随处可取,使过去传统意义上所谓“地热资源在分布上有局限性”的观念得到了改变。地源热泵供暖系统已在发达国家得到广泛应用,如美国截止1997年底,已有30万台地源热泵在运转,每年可提供800—11000GW^h功率于供暖或空调;瑞士是一个传统意义上没有地热资源的国家,但采用地源热泵技术后,到1995年已可提供228GW^h的热功率用于建筑供暖。

地热能是新能源大家族中最为现实的能源,1999年国际地热协会快讯(IGA News)报导了地热能、风能、太阳能、潮汐能利用现状的统计,地热能的年产值占据了四类新能源总年产能的近80%。

当前,地热能开发面临的主要问题是地热资源的持续和高效利用,其核心技术是热水的回灌和高效率水环热泵机组的制造。法国、意大利从20世纪70年代开始研究地热水回灌技术,取得了许多成功经验,处于国际领先地位。欧、美等发达国家具有高水平的热泵研究队伍和较大规模的专业化热泵生产企业,已形成从小型家用热泵到大型离心热泵的标准化产品系列。

2 我国地热能利用现状

2.1 高温地热发电

20世纪70年代后期,我国开始利用高温地热资源发电,先后在西藏羊八井、郎久、那曲等地修建了工业性地热发电站,总装机容量2818MW。其中羊八井地热发电站装机容量

* 作者简介:马立新(1956—)男,河北省乐亭县人。高级会计师,经济学学士,主要从事期刊编辑和国土资源经济研究工作。

25 18MW 实际发电稳定在 15MW 约占拉萨电网全年供电量的 40%，冬季超过 60%。截止 2002 年 5 月共发电 16 亿度，在拉萨电网中占有举足轻重的地位。羊八井地热储层分为浅层和深层两部分，目前可开发利用的只是地热田中补给能力有限的浅层资源。深部钻探资料表明，热田深部高温地热水具有不结垢、热焓值高、产量稳定等显著特点，有很高的开发价值。

西藏阿里地区的良九热田，现装有 2 台 1MW 发电机组，其热力系统为一级扩容系统。1993 年引进 PRMAT 机组在西藏那曲热田建成一座 1MW 的双工质地热电站。

中国能源研究会地热专业委员会 1999 年研究资料表明，在喜马拉雅地热带共有高温地热系统 255 处，总发电潜力约 5800MW/30^a。西藏目前仍有无电县 22 个，其中大部分地区有高温地热资源。高温地热发电成本较低，约为 0.2—0.3 元 / kWh 具有较强的商业竞争力。

2.2 中低温地热水直接利用

在我国中低温地热水直接利用方式中，供热采暖占 18.0%，医疗洗浴与娱乐健身占 65.2%，种植与养殖占 9.1%；其他占 7.7%。

地热供暖主要集中于北京、天津、西安、郑州、鞍山等大城市以及北方石油开采区的城镇，开采 60—100℃ 地热水为楼宇供暖。据统计，1990 年全国地热供暖面积仅 190 万 m²，2000 年上升至 1100 万 m²，目前已接近 2000 万 m²，增长速度很快。经测算，在同等条件下，地热供暖运行成本比锅炉供暖可节省约 30%。从技术角度讲，近年来我国地热供暖技术有三方面的明显变化：

一是间接换热与梯级利用。早期的地热供暖多采用直供直排方式，地热水直接进入暖气管道，产生腐蚀作用。供暖后的地热尾水一般在 40℃ 以上，除部分用于生活热水外，绝大部分排入下水道，造成了很大的资源浪费。目前在地热供暖系统中，多采用换热器、热泵和先进的末端散热器。地热水通过换热器与暖气循环水间接相隔换热，不进入暖气管道；利用热泵回收地热尾水中的余热，增大地热利用温差；使用先进的末端散热器提高供暖效率。这种多级间供方式，既减少了地热水的开采量，又提高了地热能的利用率，收到了良好的效果。

二是采用对井（抽、灌井）供暖方式。我国早期开发的中低温地热田由于大量开采而没有采取回灌措施，开发数年后，地下水位迅速下降，不利于持续开发利用。采用对井供暖方式就是通过一定手段将供暖后的地热尾水回灌到地下储层，保持储层压力。对井供热方式几乎不消耗地热水，选择适当的抽、灌井间距，并对回灌温度进行合理控制（如大于 25℃），也不会出现地热水温度下降的问题。从北京、天津近年来多个对井供暖系统的运行情况看，即便抽、灌间隔很近，也未出现地热温度下降。

三是统筹规划，整体开发。在我国地热资源开发利用较早的地区，近年来相继制定了地热供暖规划，统筹规划，整体开发。

地热供暖虽具有清洁、低耗、直接运行费少的优势，但也存在初期投资大的不利因素，这是阻碍地热供暖发展的重要

原因。另外，地热回灌基础理论和技术还有待于进一步加强研究。

全国目前已建温泉地热水疗养院 200 余处，公共温泉浴池和温泉游泳池 1600 处，突出医疗利用的温泉浴疗有 430 处。

全国现共有地热温室（或大棚）133 万 m²，主要种植高档瓜果、蔬菜、食用菌、花卉以及育秧。全国建有地热养殖场约 300 处，鱼池面积约 445 万 m²，养殖罗非鱼、鳊鱼、甲鱼、青虾、牛蛙、观赏鱼等以及鱼苗越冬。新鲜成鱼、瓜果蔬菜、花卉等农产品畅销海内外，取得显著经济效益，增加了外汇收入。

地热水在工业方面的利用主要集中于印染、伴热输石油、烘干等方面。

2.3 浅层地热能利用

我国浅层地热能的开发利用起步较晚，20 世纪 90 年代开始尝试应用地源热泵技术，进入 21 世纪以后在全国普遍推广，其中以京津地区发展最快。到 2004 年底，北京已有 420 万 m² 的建筑物利用地源热泵系统供暖（冷）使用单位已有 200 余家，已完成的最大单项工程供暖（冷）面积达十几万 m²。目前全国地源热泵系统供暖（冷）总面积尚无确切统计数字。

北京市统计信息咨询中心对本市采用地源热泵系统的 11 个工程项目的运行费用进行了分析：在供暖、供冷、供热水、通风的情况下，单位面积费用支出从 9.48—28.85 元不等，其中 63% 的项目低于燃煤集中供热的采暖价格，全部被调查项目均低于燃油、燃气和电锅炉供暖价格。

3 我国地热能开发利用中存在的问题

3.1 国家对地热资源勘查投入严重不足，全国地热资源勘查评价程度低

目前，全国大部分地区尚未开展大比例尺的地热资源勘查，特别是我国西部地区的中低温地热资源，基本未开展正规的地热勘探。全国地热资源总量是个概数，至今尚未取得公认的统一数据。勘查评价滞后于开发利用，严重影响地热资源开发规划的制定以及地热产业的发展。尤其是自 20 世纪 90 年代以来，国家在地热资源勘查方面基本上没有投入，地热勘查开发工作基本上是由市场在推动，个别地区的地热开发管理工作缺乏科学依据，处于盲目开采状态。

3.2 地热供暖初期投资较大，制约其推广发展

以京津地区为例，地热井深一般在 2000—3000 m 采用“一抽一灌”的对井供暖方式，钻两眼热水井，总进尺在 5000 m 左右，需投资 700 万元（1400 元 / m）；地热出水温度按 60℃ 计，40℃ 回灌，每小时出水量 50 m³，可供热面积为 2.3 万 m²（按节能标准 50 W / m² 计）加上两座地热井站房的井口设施费用，总投资约 800 万元，初投资近 350 元 / m²。

若采用地源热泵供暖方式，据建设部调研结果：水源热泵系统初投资为 300—400 元 / m²；土壤源热泵系统初投资约为 350—450 元 / m²。总体上说，初投资比目前常规（仅用于采暖）的燃煤锅炉房供暖系统高出 1—3 倍，比热电联产集中供热系统高出 34%—150%。但这种比较均未计算传统供热方式输送基础设施投资，也未量化计算地源热泵系统除供暖外，还能制冷，提供生活热水带来的成本节约。

3.3 地热资源开发利用水平低,资源浪费现象严重

目前尚有相当一部分地热开采并未进行回灌,弃水量大、弃水温度高,热能利用率仅为20%—30%。造成这一现象的主要原因除管理、出投资等因素外,勘探、回灌以及梯级利用技术亟待提高亦是其中重要原因。这一问题若不解决,不仅造成资源浪费,由此还会产生对周围环境和地下水的污染。

3.4 地源热泵技术的研究急需加强

我国地热资源的开发利用有着广阔的发展前景,市场潜力巨大。高效能的热泵机组是地源热泵技术的关键设备之一。目前国内厂商具有生产中、小型普通热泵机组的能力,质量和性能与国外同类产品相差较大。而大型热泵机组,如技术门槛较高的离心式热泵国内尚无生产能力,其核心技术和设备国外厂商对我们进行封锁。

3.5 地热资源信息管理不健全

缺少全国统一的地热资源信息系统,管理手段落后,信息量不足,反馈不及时。地热勘查资料流失严重,资源开发动态监测不到位。

4 关于促进我国地热能产业发展的建议

世界各国可再生能源产业发展的历史证明,从研究开发到产业化、商业化的实现,需要经历几十年的时间,而且可再生能源技术大都属于高新技术,开发应用需要大量资金,存在着较大的开发和市场风险。同时,保护资源、环境是可再生能源产业发展的首要目标,这就使得该类产业在如何适应市场经济特点方面,面临着比常规产业更为突出的困难,政府的支持是发展新能源与可再生能源产业不可缺少的基本条件。为此建议:

4.1 加大政府资金投入,支持地热资源的勘探、开发与可持续利用

(1) 实施全国地热资源情况调查评价。查清各地区地热资源潜力并进行科学评价。我国幅员辽阔,地热水资源远景储量巨大,但勘察研究程度较低,只有少数省市完成了少量地热田的勘查。加强基础地热地质工作十分重要和必要。

(2) 建立政府专项基金,资助地热供暖工程中热水回灌井的施工、统一规划开发的大型地热供暖工程以及地热供暖相关技术的研发。

(3) 支持大型热泵的核心技术研究,如离心式压缩机及多级压缩的先进设计方法、高效换热器以及岩土热物性的研究等,实现产业化,以利于浅层地热能资源的开发利用和规模化推广应用。

(4) 加强地热勘查技术研究,扩大对地热资源储量的发现;加强地热水回灌技术的研究,实现地热水资源的循环利用、广泛使用。

(5) 建立全国地热资源信息数据库和管理系统,对资源的勘察、储备、开发等方面的基础性数据实施动态监测,为政府相关部门的决策、规划、管理提供可靠资料。

4.2 制定经济激励政策

政府采取财政和金融等经济刺激措施是实现规划目标的关键性措施之一,也是促进可再生能源发展技术商业化,提高

市场渗透率和经济竞争力的重要政策手段。特别是在商业化的初级阶段,由于技术的价格承受力与政府推广目标之间存在着差距,政府政策上的支持往往是市场发育的关键因素。如可考虑制定:

(1) 对专门从事地热资源开发利用企业的税收减免政策;

(2) 对合理使用地热水资源和浅层地温能源的用户实施价格补贴政策;

(3) 与地热资源开发利用有关的投资补贴、低息贷款和信贷担保、建立风险投资基金、实施污染者付费制度等。

4.3 推动地热能开发走向产业化

地热资源的开发利用涉及地质、建筑、机械制造、电力、自动控制等诸多技术领域,具有一定的地域性和风险性。目前国内专门从事地热开发的单位较少,行业标准和规范尚需进一步完善。建议通过采取政策支持、财政补贴、风险投资等手段,在全国扶植几个专门从事地热能开发的大型集团公司,带动地热能利用的发展,逐步推进地热开发走向产业化、商业化。

5 结束语

地热资源是一种可再生的清洁能源,在我国十分丰富,分布广泛。浅层地热能随处可取。地热能作为新能源大家族中的成员是最容易利用的。从能源角度看,促进新能源的发展不仅符合世界能源利用的潮流,也是我国现阶段能源产业结构优化调整的需求。只要我们适时抓住机遇,调整政策,加大推进力度,我国地热能发展前景将极为广阔。

参考文献:

- [1] 田舍,赵向军,刘丽君.建立政府专项基金实现地热供暖产业化商业化[J].中国国土资源经济,2005,18(7):13-15
- [2] 宾德智.全国地热资源概况[A].21世纪中国地热可持续发展论文集[C].北京:中国矿业联合会,2000
- [3] 黄尚瑶,王钧.中国盆地型地热资源基本特征及开发前景[A].中国矿业联合会年会暨首届国际矿业博览会地热采暖供热专题研讨会论文集[C].北京:中国矿业联合会地热开发管理专业委员会,2001
- [4] 宾德智.我国地热采暖现状、问题与对策[A].中国矿业联合会年会暨首届国际矿业博览会地热采暖供热专题研讨会论文集[C].北京:中国矿业联合会地热开发管理专业委员会,2001
- [5] 黄尚瑶,王钧.关于我国含油气盆地型地热资源及其综合利用问题的讨论[A].全国油区城镇地热开发利用经验交流会论文集[C].大庆:冶金工业出版社,2003,14-21.
- [6] 何满潮,徐能雄.地热能开发利用技术新进展与发展趋势[A].全国油区城镇地热开发利用经验交流会论文集[C].北京:冶金工业出版社,2003,85-94
- [7] 周簧.中国地热能开发利用情况及发展展望[A].21世纪中国地热可持续发展论文集[C].北京:中国矿业联合会,2000

收稿日期:2006-07-10

19

The Present Situation of Geothermal Energy Exploitation and Utilization and Its Development Trend in China

MA Li-xip, TIAN She (1. Chinese Academy of Land and Resource Economics Beijing 01149; 2. Beijing Geological and Prospecting Institute Beijing 102218)

Abstract In recent years, geothermal energy exploitation and utilization scale in China extend constantly and produce a market effect. In a word, geothermal energy exploitation and utilization have great potentialities and vast development prospects in China. But at same time it is faced with many restrict factors such as backward technology and equipment, unclear resource reserves and inadequate development funds etc. This paper analyzes the present situation of geothermal energy exploitation and utilization and its development trend in China and its main problems existed in the exploitation and utilization. At last the authors put forward three proposals in the light of the development of geothermal energy industry in China.

Key Words geothermal energy, exploitation and utilization, proposals

22

The Reform of Land Administration System in the New Environment

WU Yan, XUE Tao, LIU Bo-en

(1. School of the Earth Science and Resources of China University of Geoscience (Beijing); 2. Chinese Academy of Land and Resource Economics Beijing 01149, China)

Abstract Constant innovation of land administration system and making it service society better is a challengeable job. In the new circumstances of the globalization, urbanization, sustainable development, economic reform and technologic revolution, many countries in the world are taking measures to improve land administration system. Many problems exist in the practice of the land administration system in China. Therefore new land administration system should be established for adapting to the new circumstances and reasonable environment should be formulated for its healthy operation.

Key Words land administration system, globalization, sustainable development, cadastral system, land registration

24

Macro-Environmental Prospect of Geological and Mineral Resource Economy Development in the Period of 11—th Five-Year Plan

MENH Xu-guang¹, ZANG Ai-guo², AN Cui-juan³ (1. Peking University Beijing 100871; 2. Shanxi Provincial Third Geological Engineering Prospecting Institute Jingzhong 030620; 3. Chinese Academy of Land and Resource Economics Beijing 01149)

Abstract The period of 11—th five-year plan of China is an important stage of building a well-off society in an all-round way and realizing industrialization and urbanization in China. It is a new round of expansion period for world economy as well. There is an ever-growing demand for mineral resources. Geology and mineral resource economy in China is faced with a golden opportunity owing

to next reasonable factors. It gets more attention by CPC and government. Economic development cause short of mineral resources and stimulate prices go up. Service field is widening and capital market is being improved constantly.

Key words 11—th five-year plan, geology and mineral resource economy, development, macro-environment

27

Discussion on Geological Survey Project Management

LEIMin, WU Ping, SHI Yi-fang (Chengdu Geological and Mineral Resource Institute

Chengdu 610081)

Abstract This paper analyzes the basic conception of geological survey project management, its characteristics, history and development, its contents and working procedure, the problems existed in geological survey project management of China. Then the paper puts forward three proposals in the light of the practices of geological survey project management in order to improve geological survey project management. Pay more attention to control on the quality, optimize operating system of project management and establish supervision and control mechanism.

Key words geological survey, project management

29

Dangerous Nature Evaluation of Geological Disasters along the Expressway and Their Prevention and Control

WANG Xi-gang (Hebei Provincial Communion Prospecting and Designing Institute Shijiazhuang 050011, China)

Abstract Dangerous nature evaluation of geological disasters is to evaluate possible happened geological disasters in the process of expressway building and work out the measures of their prevention and control and provide scientific basis for expressway building. This paper takes a section of Lan-qin expressway as an example and analyzes subsidence, crack, mud-rock flow, collapse and other geological disaster appearances. At last the paper discusses the goal, basis, scope of geological disaster evaluation and the measures of their prevention and control.

Key Words Lan-qin expressway, geological disaster, dangerous nature evaluation, measures of prevention and control

32

The Innovation of Investment—Financial Mechanism of Mining Waste Land Reclamation

WANG You-hui¹, XU Ying (1. Land Management School of Huazhong Agricultural University Wuhan 430070; 2. Economy School of Huazhong of Teachers University Wuhan 430079; 3. Hubei Provincial Geological and Mineral Resource Development Company Wuhan 430030)

Abstract Along with the rapid economic development, the amount of mining waste land is increasing rapidly. But because of unimproving reclamation investment and financial mechanism, the reclamation rate is very low. This paper puts forward the next proposals: innovate the investment and financial mechanism of mining waste land reclamation, convert mining waste land reclamation into a business with the good financial input-output, establish the multi-