

异军突起的地热新能源

杨书卷

科技导报社, 北京 100081

中图分类号 N2

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2012.32.001

编者按:在新能源中,地热是一种最为现实并具有竞争力的可再生能源,其开发利用正在成为全球应对气候变化的一个不可忽视的重要手段。2012年7月10日,中国地球物理学会地热专业委员会和科技导报社共同举办以“地热能的潜力与优势”为主题的学术沙龙,旨在推动中国地热能的发展,为政府决策与产业化进程提供科学依据与技术支撑。

学术沙龙由中国地球物理学会地热专业委员会主任庞忠和教授主持,中国科学院院士汪集旸做主题发言,与会专家在“地热能的成因与资源评价、地热能的优势与挑战、地热发电的关键技术、地热能的可持续开发利用模式”4个方面展开热烈讨论,共议地热能发展的未来。同时,科学家们对《科技导报》以学术沙龙形式,搭建高层次的学术交流平台,促进相关学科的发展及对有关科技热点问题的深入探讨予以肯定。

《科技导报》还以地热能的发展为主题,约登优秀稿件形成本期专刊。在此,《科技导报》对以下特约作者表示衷心感谢(排名不分先后):

国际地热协会主席、美国工程院院士、斯坦福大学教授 **Roland N. Horne(罗兰德·洪恩)**

中国科学院院士 **汪集旸**

中国地球物理学会地热专业委员会主任 **庞忠和**

北京大学地球和空间科学学院教授 **廖志杰**

天津大学机械工程学院地热中心主任 **朱家玲**

中国地质大学(北京)教授 **李克文**

中国科学院地质与地球物理研究所研究员 **胡圣标**

中国科学院广州能源研究所非碳能源研究中心主任 **马伟斌**

中国石油集团钻井工程技术研究院 **查永进**

中国科学院广州能源研究所 **龚宇烈**

0 引言

4月的冰岛,在市镇周围的大片荒原上,四处袅袅升起“白色雾气”,使这个世界上地热资源蕴含最丰富、利用最先进的国家蒙上了一层美丽的梦幻色彩。

此时,中国总理温家宝正在冰岛最大的赫利舍迪地热电站参观,详尽了解冰岛在地热能源领域的努力成果。冰岛被誉为“冰火之国”,冰川与火山并存,地上冰川覆盖,地下热流滚滚。自1975年以来,冰岛就确定了自己的新能源发展方向:大规模使用地热能源。由于决策正确,现在已是成就斐然:全国约90%居民利用地热取暖,约1/3的电力来自地热发电厂,石油进口大幅下降。与燃烧石油或燃煤相比,利用地热资源时的二氧化碳排放量微乎其微,冰岛的温室气体排放量提前几十年就已达到了国际标准。

现在,冰岛已经成为世界上最干净的国家之一,并计划

在不久的将来成为世界上第一个全部使用可再生清洁能源的国家。在地质科学领域学习、工作过多年的温家宝总理表示,当今世界,能源正孕育一场变革,而在运用新能源方面,地热能源是广阔的领域之一。中国地热资源分布较广,位列世界上地热资源丰富的国家之中,但开发利用尚处于起步阶段,以往没有被重视,现在正亟待大的突破。

而在世界范围,地热新能源正在掀起一股“新浪潮”。1973年第一次石油危机后,世界曾掀起一股地热发电热,但随着核能发电的普及和煤炭价格的回落,功率远小于火电站的地热电站逐渐受到冷落。但是,来自于2011年3月日本大地震引发的福岛核电站核泄漏所带来的核危机,再次激起了人们对于核能安全的担忧。现在,环境已成为各国政府新能源决策时必须考虑的重要因素,他们必须将目光“自动”转向更安全的能源,而清洁、价廉、稳定、可靠的地热能也终于重归公

收稿日期:2012-10-01;修回日期:2012-10-20

作者简介:杨书卷,编辑,研究方向为科学传播,电子邮箱:yangshujuan@cast.org.cn

共视野。

1 认知地热新能源

传统化石能源不仅污染严重,导致气候变化,而且储量有限,发展可再生型新能源是唯一的选择。但在新能源如火如荼的发展中,地热处于并不显眼的位置。

“我们每一次一提新能源,就是太阳能、风能、生物质能,然后就是‘等’,‘等’就是把地热能、海洋能都包括在内了。”中国科学院院士汪集旻言语中带着一丝风趣,“我们的地热虽然在新能源、可再生能源的大家庭里是一个很重要的能源,但是始终得不到重视,关键是政府决策部门,好像不知道地热如何切入。”

汪集旻院士长期从事理论和应用地热研究,在大地热流、深部地热、油田地热和地热资源方面做出了开拓性贡献,他一直致力呼吁地热能的开发与利用:“地热能是非常好的一种能源,但却往往没有被认识到,国内的重视度和普及面远远不够。”

地热能源于地球内部的热量,是地球自身赋予人类的丰富资源,从理论上说,它取之不尽、用之不竭,地球内部的高温高达 4500℃,仅地表下 10km 以内的地壳储存的地热能就是全球石油和天然气储量的 5 万倍,整个地热能的蕴藏量相当于煤炭储量热能的 1.7 亿倍,可供人类消耗几百亿年。

不过,在当前的技术下,地球内部热能并非全部能够为我们所用,在钻井能达到的深度,才属于有效的地热资源,而现在我们可利用的地热能,按采热深度分为 3 种:200m 以内的浅层地热能;200m—3km 的水热系统地热能,属于常规的开采资源;3—10km 的是温度很高,但没有水的干热岩,是非常规的开采资源,但它代表着未来地热能开采的发展方向。另外,地热能按温度可分为高温(大于 150℃)、中温(90—150℃)和低温(25—90℃)3 类;根据储热体的属性,可分为水热型和干热岩型。

目前,对地热能开发利用也可分为两大部分:一是直接利用,如建筑物的供暖和生活用热水,农业方面的温室大棚、温室养殖等应用,以及采用热泵技术,利用地球浅表层水源和土壤源中的地热能,形成冬天供热夏天制冷的高效节能空调系统;二是地热发电,即将其作为一种能源直接变成电力,又可分为中低温发电和高温发电。

地热能发电具有高效、稳定、连续的优点。和其他新能源比较,其平均能源利用效率高达 73%,是风电的 3—4 倍,太阳能的 4—5 倍,生物质能的 1.5 倍,而且,太阳能和风能都有季节性的变化,所以不能作为电网稳定的基础载荷,地热受天气影响小,排放的二氧化碳很少,具有很大的优势。同时,地热能的长期开发成本很有可能低于传统能源煤炭,因为一旦建立起地热电站,其发电成本几乎为零。

要将地热作为一种新能源,将其转变为电力至关重要。其实,地热能可以说是一种“古老”的能源,人类很早以前就

开始直接利用地热能,例如利用温泉沐浴、医疗,利用地下水取暖,但这一认识却在某种程度上妨碍了将地热作为一种“新能源”的认知,因为这种直接利用方式无法列入现代意义上的“能源”行列。而且,地热能直接利用,其能量利用平均效率约为 25%,远远低于地热发电的 73%,是一种粗放化的利用方式。因此,在地热能的利用上,加大中低温地热资源的地热发电技术研发和充分开发高温地热资源,将是地热能未来发展的推动方向。

与此同时,普及地热能知识,充分宣传地热能的开发利用,肯定其节能减排的实际效果,提高政府和公众对地热能开发利用的认知度和关注度,使这一绿色环保的新型能源真正深入人心,也是眼下势在必行的重心和焦点。

地球蕴藏着无穷无尽的地热资源,而且随处存在,从现实来看,相对于迅速发展的核能、太阳能、风能,地热能的开发利用显得有些弱势,但从最终成本及能源利用效率上分析,未来会具强大的生命力与竞争力,如果政府决策部门能给予地热能相应的关注和支持,在不远的将来,地热能很有可能成为与太阳能、风能等并驾齐驱的新能源。

2 改变世界的能源

2010 年 4 月,国际地热协会主办的世界地热大会在印度尼西亚举行,会议主题为“地热:改变世界的能源”。作为一种新的清洁能源,地热正成为越来越多国家的选择,目前全球有 78 个国家在利用地热能,其中 24 个国家利用地热发电。

作为中国唯一的专家,中国科学院地质与地球物理研究所研究员庞忠和全程参与了世界地热能科技路线图制定,这张路线图提出了对于全世界的地热能发展的愿景:到 2050 年,地热发电量约占全球发电总量的 3.5%。

庞忠和说到:“我在联合国工作的时候,有幸走遍了发展中国家所有的地热电厂,把发达国家加在一起,也参观了一半,据我了解,这个数字应该完全能够实现。”

根据权威统计信息,美国占据了地热发电装机容量和发电量全球第一的位置,中国是全球利用热能量最大的国家,世界排名第一,但这主要来自于地热直接利用,发电量并不靠前,仅名列第 18 位。

庞忠和介绍,美国在地热能领域的步伐非常快,已迅速制定了国家地热能科技路线图,将地热能作为未来能源的重要组成部分,美国能源部曾以“地热能的未来”为题对其做过研究报告,结论认为干热岩技术是美国地热能的未来。

干热岩是普遍埋藏于地表 3 公里到 10 公里处,温度高达 150—350℃的岩体,没有水蒸汽,是分布在全球无所不在的资源,热储量达到惊人的数字,是当前地热能发电的“最热点”。但是,干热岩是一种深部的地热资源,开采技术难度极大,国外也都还处于技术攻关阶段。随着科技的发展和经验的积累,成本大大降低后,干热岩的开发利用最终将成为世界范围内高温地热能源最有效的利用途径。

另外,在地热能非电利用领域,方式简单、经济性好的地源热泵技术已到成熟阶段,备受各国青睐,成为事实上推动地热能发展的另一支“强心剂”。

浅层地热能指的是蕴藏在地表以下 200m 浅岩土体中的热量。借助热泵技术,在冬季可以把土壤中的热量“取”出来,提高温度后供给室内采暖,在夏季则可把室内的热量“取”出来释放到土壤中去,降低室温。由于地源热泵技术成熟,节能、减排优势已被广泛认知和普及,已在北美、欧洲、中国等地广泛应用。

自 2005 年以来,世界的地热能发展就一直处于增长态势,年均增长约 20%,先进的新设备源源不断涌现,地热能直接利用与发电技术成本持续降低,效率不断提高,调查研究和开发利用势头强劲,其他一些国家如印尼、菲律宾、德国、日本、英国,以及阿根廷、智利和秘鲁等南美国家和肯尼亚等非洲国家都纷纷加大了地热能开发的力度,并制定出各自的地热开发政策,世界各国对地热能发展的前景都充满了信心。

3 中国地热能发展

中国地热资源丰富,开发优势明显。令人振奋的消息是,中国已成为全球地热直接利用能量最大的国家,世界排名第一;地源热泵技术的利用,中国也已经排到世界第三。但相比之下,中国地热发电从 20 世纪 70 年代起步以来,一直发展缓慢。2010 年,在全球 24 个地热发电国家中,中国仅排在第 18 位,属于“第三世界”。

在总结中国现状时,汪集旸院士归纳出三点:一、地热直接利用世界第一,热泵技术异军突起;二、中低温发电起死回生,方兴未艾;三、高温地热发电 30 年原地踏步、停滞不前,甚至排名略有倒退。

“中国地热直接利用虽然发展很好,但存在能源利用效率低的问题,没有形成资源梯级开发综合利用的最佳模式。”汪集旸院士坦言,“而地热发电产业近 30 年来几乎没有得到国家的支持,没有明确地热发电项目的优惠扶持政策,地热发电停滞不前,导致地热发电技术远远落后于世界先进国家。”

在地热发电技术上,中国没有形成积累,关键技术尚待突破,与世界先进水平差距较大。在更高的层面,中国掌握地热发电整个技术链知识的专家也非常有限,国内还没有对全国适合发电的地热资源作过全面摸底,勘查评价滞后于开发利用,这些都直接影响到中国地热产业,尤其是地热发电产业的发展。

不过,随着地热能的发展优势不断凸显,政府和公众已经逐渐认识到到地热能巨大前景,开始积极推进地热能开发利用,中国地热能的发展已经呈现出“挑战与机遇并存”的局面。

中国地热资源的另一个特色,是油田区的地下深处有大量的中低温地下水,若能将这部分地热资源充分利用

起来,这又是一块很大的“蛋糕”。

中国地质大学教授李克文认为,高额的勘察、钻井费用约占地热发电成本的 60%。而这一部分高额费用对于油田来说基本上可以节省下来。油田内许多不具备油气开发价值的废弃井,经过改造就能成为地热井。同时,开发地热资源的配套基础设施,油田企业也是一应俱全,无须新建,石油行业开发地热资源成本优势非常明显,潜在效益巨大。

地热资源的综合开发利用也正行在途中。综合利用是指把地热能涉及的采暖、制冷、发电、生态农业、水产、养殖行业等这些应用结合在一起,因为将地热资源单纯用来供暖或开发温泉创造的价值很低,只有把地热资源综合利用起来,才能创造更多的价值并提高能源利用效率。

“虽然地热能在中国还不够‘热’,亟需政府、科技界、企业界的大力推动,但是,我们也要谨防‘一哄而上’的局面出现。”汪集旸院士认为,“在现阶段。我们首先要将地热资源利用好,切实产生大的效益,如油田地下深处大量的中低温地下水热水的发电利用,还有技术成熟的高温水热系统的地热发电。干热岩技术虽然代表着地热能的未来,但我们应充分认识到开采技术的难度,加强基础研究,而不是盲目跟风。”

汪集旸院士进一步阐述,在更高的层面上,若能在国家能源局的指导下,成立“国家地热能源研发中心”,建立国家级研发平台,加强人才的引进和培养,整合全国优势力量,突破关键技术,则会大力提高地热能科技自主创新力和核心竞争力。

同时,应以国家财政扶持和企业投入相结合的方式,制定一系列配套的法规政策和优惠扶持政策,参照太阳能、风能、生物质能发电国家补贴的方式,对地热能发电实行激励机制,实施中低温地热发电示范工程,推动地热发电产业化,以保证中国地热发电的可持续发展。

中国地热能潜力巨大,但类型多样、条件复杂,近期的发展机遇主要是在水热型地热能及浅层地热能方面,高温干热岩是远期的潜力所在。现在,我们需要用新技术实现可持续开发利用,远期的目标需要靠近期增加投入实现,发电先行,最后应该是发电和综合利用相结合,这是中国地热发展的未来道路。

4 结语

地热能是一种新能源,也是一种古老的能源,中国是利用地热能最早的国家之一,而在新时期,在新的创新观念和新的开发技术引领下,地热开发拥有了更广阔的空间,显现出独特的魅力。在低碳经济和绿色发展的大背景下,未来能源利用的方式将是多元化,我们在关注来自太空的太阳能量的同时,也不能忽略地球自身赋予人类的丰富资源。地热能新能源,将有可能成为未来能源的重要组成部分,在人类以后的生活之中占据重要的角色,我们应该从观念上和技术上做好足够的准备。