



ISSN:2309845 7

2016 年 6 月

第 14 期

双月刊

中國地能

CHINA GROUND SOURCE ENERGY



诠释我国
能源发展战略 P06

强制推广电高效替煤
让地能暖京郊 P28

科技福泽川蜀 地能惠济涪城
记中国（绵阳）科技城金家林总部经济试验区

P60



恒有源科技发展集团有限公司

EVER SOURCE SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT GROUP CO.,LTD.

恒有源科技发展集团有限公司（简称恒有源集团），是中国节能环保集团公司旗下的中国地能产业集团有限公司（香港上市号 8128.HK，简称中国地能）在北京的科技实业发展总部。

Ever Source Science and Technology Development Group Co. Ltd. (HYY Group) is the Beijing Head Office for science and technology development owned by the China Ground Source Energy Industry Group Ltd. (HKEx: 08128, China Ground Energy) which is subordinate to the China Energy Conservation and Environment Protection Group.

在京港两地一体化管理框架下，恒有源集团专注于开发利用浅层地能（热）作为建筑物供暖替代能源的科研与推广；致力于原创技术的产业化发展；实现传统燃烧供热行业全面升级换代成利用浅层地能为建筑物无燃烧供暖（冷）的地能热冷一体化的新兴产业；利用生态文明建设成果，促进传统产业升级换代；走出中国治理雾霾的新路子。

With integrated administrative framework of Beijing and Hong Kong offices, the HYY Group is fully engaged in the R&D and market promotion of using shallow ground source (heat) energy as the substitute energy source of heating for buildings; in industrialized development of its original technology; to the upgrading of traditional heating industry into a new industry of integrated combustion-free heating and cooling with ground source energy; and in pioneering ways to improve ecological construction and curb haze in China.

● 员工行为准则：

Code of Conduct :

安全第一，标准当家

With safety first, standard speaks

扎扎实实打基础，反反复复抓落实

To form a solid foundation, to make all strategies practicable

负责任做每件事，愉快工作每一天

All develop sense of responsibility, and achieve pleasure at work

● 我们的宗旨：求实、创新

Our Mission: Pragmatism and Innovation

● 我们的追求：人与自然的和谐共生

Our Pursue: Harmonious Coexistence of Human and Nature

● 我们的奉献：让百姓享受高品质的生活

Our Dedication: Improve comfort level of the people's livelihood

● **我们的愿景：**原创地能采集技术实现产业化发展——让浅层地能作为建筑物供暖的替代能源；进一步完善能源按品位分级科学利用；在新时期，致力推广利用浅层地能无燃烧为建筑物智慧供暖（冷）；大力发展地能热冷一体化的新兴产业。

Our Vision: Work for greater industrialized development of the original technology for ground source energy collection, while promoting the use of shallow ground energy as the substitute energy of heating for buildings; furthering scientific utilization of energies by grades; propelling combustion-free intelligent heating (cooling) for buildings with ground source energy; and forcefully boosting the new industry of integrated heating and cooling with ground source energy.

恒有源科技发展 集团有限公司

EVER SOURCE SCIENCE & TECHNOLOGY
DEVELOPMENT GROUP CO.,LTD

2000
年创建

香港上市号 8128.HK



浅层地能热恒有

Perpetual Heat from Shallow Ground Energy

循环利用暖无忧

Unfailing Warmth with Cyclic Utilization

中国地能

CHINA GROUND SOURCE ENERGY

《中国地能》编委会

China Ground Source Energy Editorial Committee

主任

王秉忱

副主任

柴晓钟 吴德绳 孙 骥

委员

沈梦培 程 韧 李继江 庞忠和 郑克棧

徐 伟 武 强 张 军 黄学勤 李宁波

许文发 朱家玲 马最良

Director

WANG Bingchen

Deputy Director

CHAI Xiaozhong, WU Desheng, SUN Ji

Committee Member

SHEN MengPei, CHENG Ren, LI Jijiang, PANG Zhonghe, ZHENG Keyan

XU Wei, WU Qiang, ZHANG Jun, HUANG Xueqin, LI Ningbo

XU Wenfa, ZHU Jialing, MA Zuiliang

《中国地能》杂志社

China Ground Source Energy Magazine

社长

徐生恒

总法律顾问

邢文鑫

总 编

孙 伟

出版顾问

王进友

编 辑

胡 铭 李 雪

特约记者

李 晶

设计制作

北科视觉设计中心

President

XU Shengheng

General Counsel

XING Wenxin

Editor-in-Chief

SUN Wei

Publish Consultant

WANG Jinyou

Editor

Matthew Hu, Tiffany Lee

Special Correspondent

Li Jing

Art Editor

SCIENCE TECHNOLOGY LIFE

主 办

中国地能出版社有限公司

地址

香港中环皇后大道中 99 号中环中心 37 楼 3709-10 室

协 办

北京节能环保促进会浅层地（热）能开发利用专业委员会

国际标准刊号 :23098457

承印人

泰业印刷有限公司

地址

香港新界大埔工业邨大贵街 11-13 号

发行部

胡 铭 黄礼玉

广告部

胡 铭 李 雪

地址、联系电话

北京市海淀区杏石口路 102 号 +8610-62592988

Sponsor

China Ground Source Energy Press Limited

Address

Units 3709-10,37/F,The Center,99 Queen's Road Central,Central,Hong Kong

Co-Sponsor

Special Committee on Shallow Ground Source (Thermal) Energy Development and Utilization under Beijing Association to Promote Energy Conservation and Environmental

ISSN:23098457

Printed by

Apex Print Limited

Address

11-13 Dai Kwai Street, Tai Po Industrial Estate, Tai Po, Hong Kong

Publishing Department

Matthew Hu, Coniah Wong

Advertising Department

Matthew Hu, Tiffany Lee

Address,Telephone

Address: No.102,Xingshikou Road, Haidian District, Beijing +8610-62592988

目录

CONTENTS



本期焦点

CURRENT FOCUS

诠释我国能源发展战略

P06

2010 年，我国 GDP 超越日本，位居世界第二，能源发展取得巨大成绩；2012 年，国务院颁布“中国能源政策”白皮书，进一步指明我国能源发展战略方针；十三五规划是能源发展转型的关键时期，也是重要的战略机遇期。为了确保国家繁荣昌盛、人民生活得以改善、社会能够长治久安，能源发展战略与能源安全变得更加重要。

Interpretation on China's Energy Development Strategy **P12**

P20

SPECIAL REPORT

特邀报导

浅谈农村地区的浅层地热能供暖应用

P20

P23

A Preliminary Analysis on Heating in Rural Areas with Shallow Ground Source Energy

P28

POLICY ADVICES

建言献策

强制推广电高效替煤，让地能暖京郊

P28

P31

Advocate Electricity Replacing Coal, Use Ground Energy to Heat Beijing Suburb

P36

DEVELOPMENT FORUM

发展论坛

浅层地热能勘查评价分析	P36
治霾背景下浅层地能产业规模化发展研究	P40
中国地热产业发展现状及诉求分析	P44
农村应用浅层地热能供暖的可行性和优势	P48

P52

HOTSPOT INFO

热点资讯

地热能产业开始“预热”	P52
北京市“煤改清洁能源”进程加快 恒有源入围大兴区“煤改电”企业	P53
吉林省委书记：地热资源推动地方经济发展	P54
山西省推进城乡采暖“煤改电”全面落实峰谷分时电价	P55

P56

PROJECT SHOWCASE

实用案例

农村建筑供暖既有空气源热泵改造为地能热宝系统运行实例	P56
科技福泽川蜀 地能惠济涪城 记中国（绵阳）科技城金家林总部经济试验区	P60

P63

KNOWLEDGE SHARING

能源科普

利用热泵技术提取浅层地能为农户供暖的好处	P63
----------------------	-----

封面图片：文见本刊 P60 摄影：孙伟

中國地能
CHINA GROUND SOURCE ENERGY

2016年6月
第14期
双月刊

诠释我国能源发展战略

INTERPRETATION ON CHINA'S ENERGY DEVELOPMENT STRATEGY

作者：程韧（原国防科工委节能中心副主任，哈尔滨工业大学热能工程实验室主任）

我国从五十年代开始，经历了十二个五年计划，在以电力为中心、煤炭为主体的战略方针指导下，人民生活得以改善，国民经济快速增长。2010年，我国GDP超越日本，位居世界第二，能源发展取得巨大成绩。形成了以煤炭、电力、石油、天然气、新能源和可再生能源全面发展的能源供给体系。2012年，国务院颁布“中国能源政策”白皮书，进一步指明我国能源发展战略方针：“节能优先、立足国内、多元发展、保护环境、科技创新、深化改革、国际合作、改善民生”。十三五规划是能源发展转型的关键时期，也是重要的战略机遇期。为了确保国家繁荣昌盛、人民生活得以改善、社会能够长治久安，能源发展战略与能源安全变得更加重要。

一、我国的能源革命与发展战略

21世纪，为应对全球能源的

潜在危机和生态环境的恶化，世界各国积极开发清洁能源，用来替代传统的化石能源。世界从蒸汽机时代、内燃机时代进入绿色低碳的能源革命时代，各国能源发展战略均应势变革和转型。例如，日本着力开发天然气水合物（即可燃冰）。据报道，世界上可燃冰的储量巨大，相当于常规矿物质能源的两倍以上。

表1 能源消费量比较（数据：BP评估和国家统计局）

/		年份	中国	美国	俄罗斯	印度	日本	全球
GDP 万亿 美元 (占比 %)		2010 年	5.745 (9.3%)	14.62 (25.6%)	1.48 (2.4%)	1.43 (2.3%)	5.37 (8.7%)	61.96 (100%)
		2011 年	7.299 (10.5%)	15.09 (21.7%)	1.85 (2.7%)	1.68 (2.4%)	5.87 (8.4%)	69.66 (100%)
一次 能源 消费 总量	亿吨油 当量 (占比 %)	2010 年	24.32 (20.3%)	22.86 (19%)	6.91 (5.8%)	5.24 (4.3%)	5.01 (4.2%)	121 (100%)
		2011 年	26.13 (21.3%)	22.69 (18.5%)	6.86 (5.6%)	5.59 (4.6%)	4.78 (3.9%)	0.393 (1/2.03)
单位 G D P 能 耗	万吨油 当量/ 亿美元 (比率)	2008 年	4.63 (1/1)	1.62 (1/2.86)	4.26 (1/0.9)	3.56 (1/1.3)	1.03 (1/5)	2.1 (1/2.2)
		2011 年	0.799 (1/1)	0.336 (1/2.4)	0.827 (1/1.04)	0.745 (1/0.93)	0.182 (1/4.4)	0.393 (1/2.03)

►（注：1吨油当量=1.4286吨标准煤）

美国总统奥巴马曾讲：“谁掌握清洁能源和可再生能源，谁就将在 21 世纪新能源领域拔得头筹，谁将成为后石油经济时代的佼佼者”。

我国能源资源有限，属于贫油少气而多煤的国家，煤炭资源储量少于俄国和美国，相当于世界平均水平的 60%，原油为 10%，天然气为 5%。近年来，我国经济“一路高歌”，而能源消费状况却“不堪重负”。能源发展存在三大突出问题：“过量消费，过度排放，过大的煤炭占比（见表 1、表 2、表 3）”。

2010 年，我国 GDP（国民生产总值）超过日本，成为世界第二大经济体。按国际能源评估 BP 报告数据显示，2010 年我国 GDP 超过日本，为 5.745 万亿美元，日本 GDP 为 5.37 万亿美元，我国 GDP 占全球 GDP 总量的 9.3%。而我国一次能源的消费为世界经济首位，相当于 24.32 亿吨油当量，消费量占全球一次能源总量的 20.3%，单位 GDP 能耗在 2008 年就为世界平均水平的 2.2 倍，美国的 2.86 倍，日本的 5 倍，同时高于巴西、墨西哥等发展中国家。

我国由于能源使用效率低下而造成能源过量

消费，能源平均利用率只有 30% 左右。单位生产值的能耗是发达国家的 3-4 倍，主要工业产品能耗比国外平均水平高 40% 左右。能效低下的主要原因不仅是技术水平问题，更是能源消费结构问题。因此，我的能源革命势在必行。

全球能源工业效率研究报告（2013）指出：在评估世界各国能源使用效率排名中，中国是第 75 位。前十名都是欧洲国家和新西兰、哥伦比亚等，南非是第 59 位，印度是第 62 位。

以煤为主的能源结构，对环境保护极为不利。据世界银行评估报告指出：仅以温室气体 CO₂ 排放为例（见表 2），在全球 20 个污染最严重的城市当中，中国就占了 16 个。早在 2005 年，中国已成为世界碳排放第一大国，排放量达 72 亿吨，占世界温室气体排放总量的 19%。历史累计总量仅次于美国，位居世界第二。

习近平在哥本哈根国际气候大会上承诺，中国温室气体 CO₂ 排放量在 2030 年以前达到峰值。单位 GDP 二氧化碳排放量比 2005 年降低 60-65%，非化石能源占比达 20%。奥巴马承诺美国到 2025 年排放量比 2005 年减少 26-28%。

表 2 温室气体 CO₂ 排放量前五名国家

		中国	美国	俄罗斯	印度	日本	全球
温室气体 CO ₂ 排放量 亿吨 (占比 %)	1995 年	8.7(12.4%)	14.0(20%)	4.9(7%)	2.5(3.6%)	3.0(4.3%)	70.0(100%)
	2009 年	70.4(23%)	52.9(17.9%)	15.3(5.2%)	16.3(5.5%)	10.9(3.7%)	295.5(100%)
	2010 年	82.4(24.6%)	54.9(16.4%)	16.9(5%)	20.7(6.2%)	11.4(3.4%)	335.0(100%)
	2013 年	103.3(29.3%)	54.9(15.6%)	18.0(5.1%)	20.7(5.9%)	13.6(3.8%)	352.7(100%)
	2014 年	110.0(33%)	58.0(17.5%)	20.0(6%)	26.0(7.9%)	14.0(4.2%)	331.0(100%)

►（数据来源：国际能源署 IEA 和 BP）

我国能源消费过量和温室气体 CO₂ 排放过度的主要原因在于不合理的能源消费结构（见表 3）。在十二五（2010-2015）规划期间我国的煤炭消费比例在不断下降，由 70% 下降到 2015 年的 64%。仅

以 2010 年为例，中美是世界最大的煤炭消费国，占世界总量的 63%，中国占 48.2%，美国占 14.8%，印度占 7.8%。世界每年煤产量的一半以上被中国消费掉。

表 3 十二五规划期间我国能源消费结构

	能源消费总量	煤炭消费总量	化石燃料消费结构亿吨标准煤（占比 %）			
	亿吨标准煤	亿吨原煤	煤炭	石油	天然气	水、核、风电
2010 年	36.1	34.9	24.96（69.2%）	6.28（17.4%）	1.44（4.0%）	3.39（9.4%）
2011 年	38.7	38.9	27.17（70.2%）	6.50（16.8%）	1.78（4.6%）	3.25（8.4%）
2012 年	40.2	41.2	27.55（68.5%）	6.84（17.0%）	1.93（4.8%）	3.90（9.7%）
2013 年	41.7	42.4	28.10（67.4%）	7.13（17.1%）	2.21（5.3%）	4.25（10.2%）
2014 年	42.6	41.2	28.12（66%）	7.29（17.1%）	2.43（5.7%）	4.77（11.2%）
2015 年	43.0	39.7	27.52（64%）	7.78（18.1%）	—	—

►（数据来源：国家统计局）

二、十三五规划和国务院 2020 年能源发展目标

十三五规划是我国实现全面建成小康社会第一个百年奋斗目标的最后一个五年计划。届时，我国经济总量超过 90 万亿元，经济增长速率保持在 6.5%；到 2020 年国内生产总值和城乡居民人均收入比 2010 年翻一番。全员劳动生产率从人均 8.7 万元提高到 12 万元以上；“一带一路”建设和国际产能合作实现新的突破；能源安全处于关键时期。2014 年 6 月 13 日，中央财经领导小组第六次会议上，在研究我国能源安全问题时，中共中央总书记、中央财经领导小组组长习近平指出，我国必须开展能源消费、供给、技术和体制等方面的能源革命，并全面加强能源的国际合作，才能确保能源的安全供给。其能源革命力度超过“改革”、“变革”。国务院办公厅于 2014 年 11 月 19 日颁布“关于印发能源发展战略行动计划（2014—2020）”的通知，明确了 2020 年我国能源发展的目标（表 4、表 5）。

表 4 国务院 2020 年能源发展目标

	能源内容	2020 年控制指标
1	一次能源消费总量控制	48 亿吨标准煤左右
2	全国煤炭消费总量控制	42 亿吨左右
3	能源自给率保持在	85% 左右

4	石油储采比提高到	14%—15% 左右
5	非化石能源占一次能源消费比例达	15%
6	天然气占一次能源消费比例达	10%
7	煤炭控制在占一次能源消费比例	62% 以内
8	60 万 kW 以上机组煤电机组供电煤耗	< 300 克标煤 /kWh
9	14 个亿吨级大型煤炭基地总产值量占全国占比	95%
10	全国煤炭铁路年输能力达	30 亿吨
11	8 个年产量百亿 m ³ 级的大型天然气基地	5.5 亿 m ³
	2020 年累计新增常规天然储量, 年产常规天然气	1850 亿 m ³
12	突破页岩气和煤层气产量: 页岩气力争产量超过 煤层气力争产量超过	300 亿 m ³ 300 亿 m ³
13	实现石油替代能力	4000 万吨以上
14	城镇绿色建筑占新建建筑的比例达	50%
15	优化能源结构: 京津冀鲁四省压煤 长江三角区珠江三角区压煤	1 亿吨 (比 2012 年) 总量负增长
16	天然气主干管里程达	12 万公里
17	风电装机, 太阳能光伏装机达 地热能利用达	2 亿 kW 和 1 亿 kW 5000 万吨标准煤

表 5 “十三五”时期经济社会发展主要指标

指标		2015 年	2020 年	年均增速 [累计]	属性
经济发展					
(1) 国内生产总值 (GDP) (万亿元)		67.7	> 92.7	> 6.5%	预期性
(2) 全员劳动生产率 (万元 / 人)		8.7	> 12	> 6.6%	预期性
(3) 城镇化率	常住人口城镇化率 (%)	56.1	60	[3.9]	预期性
	户籍人口城镇化率 (%)	39.9	56	[5.1]	预期性
(4) 服务业增加值比重 (%)		50.5	56	[5.5]	预期性

本期焦点

CURRENT FOCUS

创新驱动					
(5) 研究与试验发展经费投入强度(%)		2.1	2.5	[0.4]	预期性
(6) 每万人口发明专利拥有量(件)		6.3	12	[5.7]	预期性
(7) 科技进步贡献率(%)		55.3	60	[4.7]	预期性
(8) 互联网普及率	固定宽带家庭普及率(%)	40	70	[30]	预期性
	移动宽带用户普及率(%)	57	85	[28]	预期性
民生福祉					
(9) 居民人均可支配收入增长(%)		—	—	> 6.5	预期性
(10) 劳动年龄人口平均受教育年限(年)		10.23	10.8	[0.57]	约束性
(11) 城镇新增就业人数(万人)		—	—	[> 5000]	预期性
(12) 农村贫困人口脱贫(万人)		—	—	[5575]	约束性
(13) 基本养老保险参保率(%)		82	90	[8]	预期性
(14) 城镇棚户区住房改造(万套)		—	—	[2000]	约束性
(15) 人均预期寿命(岁)		—	—	[1]	预期性
资源环境					
(16) 耕地保有量(亿亩)		18.65	18.65	[0]	约束性
(17) 新增建设用地区规模(万亩)		—	—	[< 3256]	约束性
(18) 万元 GDP 用水量下降(%)		—	—	[23]	约束性
(19) 单位 GDP 能源消耗降(%)		—	—	[15]	约束性
(20) 非石化能源占一次能源消费比重(%)		12	15	[3]	约束性
(21) 单位 GDP 二氧化碳排放量降低(%)		—	—	[18]	约束性
(22) 森林发展	深林覆盖率(%)	21.66	23.04	[1.38]	约束性
	森林蓄积量(%)	151	165	[14]	约束性
(23) 空气质量	地级及以上城市空气质量优良天数比率(%)	76.7	> 80	—	约束性
	细颗粒物(pm2.5)未达标地级及以上城市浓度下降(%)	—	—	[18]	约束性
(24) 地表水质量	达到或好于Ⅲ类水体比例(%)	66	> 70	—	约束性
	劣Ⅴ类水体比例(%)	9.7	< 5	—	约束性

(25) 主要污染物排放总量减少 (%)	化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物	—	—	[10]、[10]、 [15]、[15]	约束性
----------------------	--------------------	---	---	-------------------------	-----

注：① GDP、全员劳动生产率增速按可比价计算，绝对数按 2015 年不变价计算。② [] 内为 5 年累计数。③ PM2.5 未达标指标年均值超过 35 微克 / 立方米。

从表 4、表 5 中的具体规划指标和控制目标可以看出，我国政府在控制能源消费总量、压缩煤炭化石燃料消费举措方面的力度和决心，将抑制不合理的能源消费、优化能源供给结构举措置于首位。

为实现规划发展目标，国家能源局大力推动以电代煤这一能源消费方式的转变，将全面调整能源终端消费的格局。在工业、农业、居民建筑生活中，以热泵替代燃煤热水锅炉供暖，以电炊替代煤炊灶具，减少散煤利用，加快煤电转化实现能源消费转型。

三、探讨与建议

能源问题不单是经济问题，也是政治问题。能源既是矿产资源，也是战略物资。国土之争、能源之争将是今后国家军事冲突的根源。解决一个国家的能源需求，不单取决于资源的多少，更需要适应国际能源需求和供应格局的变化。

如下问题，需探讨明确：

1. 能源自给率问题。我国能源自给率较高，可达 85%–90%。国际能源消费前 10 名的能源大国中绝大多数能源自给率很低，在 50% 以下居多。自给率高，可使能源安全供应有保障，但在经济上不一定合理，同时受到自给国家资源量和品种的限制。因此，建议我国当前减小地下煤炭资源开采力度，待科技水平更高时，再综合开发利用。根据国际油气价格变化趋势，应尽量多利用国际资源。因为能源既是多元化的优势，又是超越国际的资源，一切由市场决定。

2. 能源主题问题。煤炭、石油、天然气、电力、新能源、可再生能源等都是能源。相较煤炭作为化石能源而言，其他能源多为清洁能源。我国应加大控制煤炭消费力度，以清洁能源为主体，能源多元化发展，这是能源革命要完成的神圣任务。十二五规划期间，煤炭由 70% 占比下降至 64%，平均每年降低煤炭占比 1% 以上。按此速度推算，到 2030 年可实现我国能源中清洁能源占比 50% 以上。届时，煤炭为主的局面将根本改变，中国将成为以清洁能源为主的国家。

3. 我国能源发展的主体应是清洁能源。能源是多元化的，水电、核电、风电、光伏电、生物质能都是清洁能源，都需要发展，但无论如何发展，其在我国的能源中的占比是有限的。我国地能中的清洁能源如浅层地能、煤层气、页岩气、天然气、可燃冰、石油等是我国能源发展的重点，是替代煤炭主力能源，应重点扶持。因为它们的资源储量远远超越煤炭，而且我国有丰富的地能采集的经验和完善的队伍体系。相对煤炭来说，上述几种清洁中，浅层地能是多种替代能源中的首选。

4. 我国的能源革命势在必行。在十三五规划实施期间，应大力推动能源消费、能源供给、能源技术和能源体制的革命。在新时期，完善能源发展战略，以“安全供给、绿色低碳、节约优先、总量控制；清洁地能为主、多元发展；提高能效、压缩煤炭；立足国内、加强国际”为指引，尽快克服我国能源发展中的突出问题，到 2020 年顺利实现我国能源发展目标。在保证我国能源安全的同时，实现我国对世界环境的贡献和承诺。

Interpretation on China's Energy Development Strategy

Author: Cheng Ren (Former Deputy Director of Energy Conservation Center of the Commission of Science, Technology and Industry for National Defense; Director of Thermal Engineering Laboratory of Harbin Institute of Technology)

China has been through twelve "Five-Year Plans" since the 1950s. Under the guidance of the strategic policy of taking electricity as the center and coal as the main body, people's life has been improved, and the national economy has been growing rapidly. In 2010, China's GDP surpassed Japan's, ranking second in the world, and had made great achievements in energy development. In 2012, the State Council promulgated the "China Energy Policy" White Paper, further indicated China's energy development strategy policy as: "energy conservation priority, based on domestic, pluralistic development, environmental protection,

scientific and technological innovation, deepen reform, international cooperation, improve people's livelihood". The "13th Five-Year Plan" is a critical period of Energy development and transformation, and is also an important period of strategic opportunity. Energy development strategy and energy security have become more important to ensure the prosperity of the country, the people's lives can be improved, and the society can be long-term stability.

I. China's Energy Revolution and Development Strategy

In the 21st century, countries around the world actively develop clean energy to replace the traditional fossil energy, in order to cope with the potential crisis of the global energy and the deterioration of the ecological environment. The world has entered into the Energy Revolution Era of Green and Low Carbon from the Steam Engine Era and the Internal-combustion Engine Era. The energy development strategy of all countries should change and transform according to the conditions. For example, Japan focuses on developing natural gas hydrate (i.e. combustible ice). According to reports, the combustible ice in the world is of huge reserves, which is equivalent to more than twice the amount of the conventional mineral energy.

U.S. President Barack Obama once said: Those who masters clean energy and renewable energy, will come out on top in

Table 1 Comparison of Energy Consumption (Data: BP Assessment and the National Bureau of Statistics)

/		Year	China	America	Russia	India	Japan	Global
GDP Trillion USD (Proportion%)		2010	5.745 (9.3%)	14.62 (25.6%)	1.48 (2.4%)	1.43 (2.3%)	5.37 (8.7%)	61.96 (100%)
		2011	7.299 (10.5%)	15.09 (21.7%)	1.85 (2.7%)	1.68 (2.4%)	5.87 (8.4%)	69.66 (100%)
Total Primary Energy Consumption	Hundred Million Tons of Oil Equivalent (Proportion%)	2010	24.32 (20.3%)	22.86 (19%)	6.91 (5.8%)	5.24 (4.3%)	5.01 (4.2%)	121(100%)
		2011	26.13 (21.3%)	22.69 (18.5%)	6.86 (5.6%)	5.59 (4.6%)	4.78 (3.9%)	0.393 (1/2.03)
Energy Consumption per Unit GDP	Ten Thousand Tons of Oil Equivalent / Hundred Million USD(Ratio)	2008	4.63 (1/1)	1.62 (1/2.86)	4.26 (1/0.9)	3.56 (1/1.3)	1.03 (1/5)	2.1 (1/2.2)
	Ton of Standard Coal /Ten Thousand RMB (Ratio)	2011	0.799 (1/1)	0.336 (1/2.4)	0.827 (1/1.04)	0.745 (1/0.93)	0.182 (1/4.4)	0.393 (1/2.03)

(Note: 1 ton of oil equivalent = 1.4286 tons of standard coal)

the new energy field in the 21st century and become a hall of fame in the post oil economy era”.

China's energy resources are limited, with less oil, gas while more coal. China's coal resource reserve is less than Russia's and the United States', it is equivalent to 60% of the world average level, crude oil is of 10%, natural gas is of 5%. In recent years, China's economy has been “riding high”, while the situation of energy consumption is overwhelmed. There are three outstanding problems in energy development: “excessive consumption, excessive emission and too large proportion of coal (see Table 1, Table 2 and Table 3)”.

In 2010, China's GDP (gross national product) surpassed Japan's, and became the second largest economy in the world. The International Energy Assessment BP report data indicated that in 2010 China's

GDP surpassed Japan's with USD 5.745 trillion, while Japan's GDP was USD 5.37 trillion, China's GDP accounted for 9.3% of the total global GDP. But China's primary energy consumption was the highest in the world economy, which was 2.432 billion tons of oil equivalents. China's consumption accounted for 20.3% of the whole amount of global primary energy, in 2008 our energy consumption per unit GDP is 2.2 times of the world average level, 2.86 times of America's, 5 times of Japan's, meanwhile, also higher than Brazil, Mexico and other developing countries.

China's excessive energy consumption is due to the low energy efficiency, the average utilization rate of energy is only about 30%. The energy consumption per unit production value is 3-4 times of that in developed countries, the energy consumption of major industrial products is about 40% higher than

that of foreign countries’ average level. The main reason for the low energy efficiency is not only the problem of technical level, but also more of the problem of the energy consumption structure. Therefore, the energy revolution of China is imperative.

The research report (2013) of the global energy industry efficiency indicates that in the ranking of the assessment of energy use efficiency in countries around the world, China is the 75th. The top ten are European countries and New Zealand, Columbia etc, South Africa is the 59th, India is the 62nd.

The coal dominated energy structure is extremely unfavorable to the protection of the environment. According to the World Bank Assessment Report, taking only the emission of greenhouse gas CO₂ for example (see Table 2), among the 20 most

polluted cities in the world, China accounts for 16. Early in 2005, China had become the world’s largest carbon emission country, with emission up to 7.2 billion tons, accounting for 19% of the whole amount of the global greenhouse gas emission. China’s history cumulative amount second only the United States’, ranking second in the world.

At the Copenhagen International Climate Conference Xi Jinping committed that China’s greenhouse gas emission of CO₂ will reach its peak before 2030, CO₂ emission per unit GDP will be decreased by 60-65% compared with that in 2005, the proportion of non fossil energy will be 20%. Obama committed that by 2025, the emission of the United States will be reduced by 26-28% compared with that in 2005.

The main reason of excessive energy

Table 2 Greenhouse Gas CO₂ Emission Top Five Countries

		China	America	Russia	India	Japan	Global
Greenhouse Gas CO ₂ Emission – One Hundred Million Tons (Proportion %)	1995	8.7(12.4%)	14.0(20%)	4.9(7%)	2.5(3.6%)	3.0(4.3%)	70.0(100%)
	2009	70.4(23%)	52.9(17.9%)	15.3(5.2%)	16.3(5.5%)	10.9(3.7%)	295.5(100%)
	2010	82.4(24.6%)	54.9(16.4%)	16.9(5%)	20.7(6.2%)	11.4(3.4%)	335.0(100%)
	2013	103.3(29.3%)	54.9(15.6%)	18.0(5.1%)	20.7(5.9%)	13.6(3.8%)	352.7(100%)
	2014	110.0(33%)	58.0(17.5%)	20.0(6%)	26.0(7.9%)	14.0(4.2%)	331.0(100%)

(Data Source: International Energy Agency IEA and BP)

consumption and excessive greenhouse gas CO₂ emission in China lies in the irrational energy consumption structure (see Table 3). During the “12th Five-Year Plan” (2010-2015), the proportion of coal consumption in China is declining from 70% down to 64% of that in 2015.

Taking only year 2010 for example, China and the United States were the world's largest coal consuming countries, accounting for 63% of the total amount of the world. China accounted for 48.2%, the United States accounted for 14.8%, and the India accounted for 7.8%. More than half of the world's annual coal production was consumed by China.

Table 3 China's Energy Consumption Structure In "12th Five-Year Plan"

	Total Energy Consumption	Total Coal Consumption	Fossil Fuel Consumption Structure One Hundred Million Tons of Standard Coal (Proportion%)			
	One Hundred Million Tons of Standard Coal	One Hundred Million Tons of Raw Coal	Coal	Petroleum	Natural Gas	Water, Nuclear and Wind Power
2010	36.1	34.9	24.96 (69.2%)	6.28 (17.4%)	1.44 (4.0%)	3.39 (9.4%)
2011	38.7	38.9	27.17 (70.2%)	6.50 (16.8%)	1.78 (4.6%)	3.25 (8.4%)
2012	40.2	41.2	27.55 (68.5%)	6.84 (17.0%)	1.93 (4.8%)	3.90 (9.7%)
2013	41.7	42.4	28.10 (67.4%)	7.13 (17.1%)	2.21 (5.3%)	4.25 (10.2%)
2014	42.6	41.2	28.12 (66%)	7.29 (17.1%)	2.43 (5.7%)	4.77 (11.2%)
2015	43.0	39.7	27.52 (64%)	7.78 (18.1%)	—	—

(Data Source: National Bureau of Statistics)

II. "13th Five-Year Plan" and State Council's Energy Development Goals in 2020

The "13th Five-Year Plan" is the last "Five-Year Plan" of China's first One-Hundred-Year goal to achieve the building of a well-off society in all aspects. By then, China's economic aggregate will be more than RMB 90 trillion, the economic growth rate will remain at 6.5%. By 2020, the gross domestic product and the per capita income of both urban and rural residents doubled that in 2010. The all-personnel labor productivity is increased from RMB 87 thousand per capita to more than RMB 120 thousand per capita, the cooperation of the "One Belt and

One Road" structure and the international capacity achieves a new breakthrough, and energy security is at a critical stage. On June 13, 2014, at the sixth meeting of central authorities finance and economics leading group, in the study of China's energy security issues, Xi Jinping, the General Secretary of the CPC Central Committee and the head of the central authorities finance and economics leading group, pointed out that China must carry out the energy revolution of energy consumption, supply, technology, system, etc, and comprehensively strengthen the international cooperation in energy, so that to ensure the safety of energy supply. Its

energy revolution strength is more than "reform", "transform". On November 19, 2014, General Office of the State Council promulgated a notice of action plan on printing and distributing energy development strategy (2020-2014), and defined the goal of China's energy development in 2020 (see Table 5 and Table 4).

Table 4 Energy Development Goals of the State Council in 2012

	Energy Content	Control Index in 2012
1	Total primary energy consumption control	About 4.8 billion tons of standard coal
2	The whole country's total coal consumption control	About 4.2 billion tons
3	Energy self-sufficiency rate maintain at	About 85%
4	Oil reserve production ratio increased to	About 14%-15%
5	The proportion of non fossil energy accounted for primary energy consumption	15%
6	the proportion of natural gas accounted for energy consumption	10%
7	the proportion of coal control accounted for energy consumption	Within 62%
8	coal units' power supply coal consumption of more than 600 thousand kW units	less than 300 grams of standard coal/kWh
9	the proportion of the total output value of 14 large coal bases of 100 million tons reserves accounted for the whole country's	95%
10	National Coal railway annual transportation capacity	3 billion tons
11	8 large natural gas bases of 10 billion cubic meters annual output	0.55 billion m ³
	Cumulative increase of conventional natural reserves in 2020, an annual output of conventional natural gas	185 billion m ³
12	Breakthrough production of shale gas, coalbed gas:Shale gas production strive to exceed coalbed gas production strive to exceed	30 billion m ³ 30 billion m ³
13	achieve substitution of oil capacity	More than 40 million tons
14	The proportion of green buildings account for new buildings in cities and towns	50%
15	optimize the energy structure:compressed coal in Beijing, Tianjin, Hebei, Shandong provinces compressed coal in Yangtze River Delta, Pearl River Delta region	100 million tons (compared with 2012) Negative growth of total amount
16	Mileage of nature gas main pipe	120 thousand kilometers
17	Installed Wind power, installed Solar photovoltaic Geothermal energy utilization	200 million kW and 100 million kW 50 million tons of standard coal

Table 5 Main Indicators of Economic and Social Development in the “13th Five-Year Plan”

Indicator		2015	2020	Average Annual Growth Rate [Cumulative]	Property
Economic development					
(1) Gross Domestic Product (GDP) (RMB One Trillion)		67.7	> 92.7	> 6.5%	Prospection
(2) All-personnel labor productivity (RMB Ten Thousand per Capita)		8.7	> 12	> 6.6%	Prospection
(3) Urbanization rate	Resident population urbanization rate (%)	56.1	60	[3.9]	Prospection
	Household population urbanization rate (%)	39.9	56	[5.1]	Prospection
(4) Service industry added value proportion (%)		50.5	56	[5.5]	Prospection
Innovation driven					
(5) Investment strength in research and test development funds (%)		2.1	2.5	[0.4]	Prospection
(6) Per million people of the invention patent ownership (piece)		6.3	12	[5.7]	Prospection
(7) Contribution rate of scientific and technological progress (%)		55.3	60	[4.7]	Prospection
(8) Internet popularity rate	Fixed broadband household popularity rate (%)	40	70	[30]	Prospection
	Mobile broadband subscriber popularity rate (%)	57	85	[28]	Prospection
People's livelihood and welfare					
(9) Residents disposable income growth per capita (%)		—	—	> 6.5	Prospection
(10) Average education years of working-age population (years)		10.23	10.8	[0.57]	Restriction
(11) Urban new employment population out of poverty(ten thousand people)		—	—	[> 5000]	Prospection
(12) Rural poverty population out of poverty (ten thousand people)		—	—	[5575]	Restriction
(13) Basic retirement security join rate(%)		82	90	[8]	Prospection
(14) Urban shantytowns housing (ten thousand sets)		—	—	[2000]	Restriction
(15) Average life expectancy (year)		—	—	[1]	Prospection
Resource environment					
(16) Cultivated land quantity (6.67 million hectares)		18.65	18.65	[0]	Restriction
(17)New construction land scale(667 hectares)		—	—	[< 3256]	Restriction
(18) RMB Ten thousand GDP water consumption decreased(%)		—	—	[23]	Restriction
(19) Unit GDP energy consumption (%)		—	—	[15]	Restriction
(20) The proportion of non petrochemical energy accounted for primary energy consumption (%)		12	15	[3]	Restriction
(21) The decrease of CO ₂ emission per unit GDP (%)		—	—	[18]	Restriction

(22) Forest development	Forest coverage rate (%)	21.66	23.04	[1.38]	Restriction
	Forest reserves (%)	151	165	[14]	Restriction
(23) Air quality	Good air quality day ratio in prefecture level and above cities (%)	76.7	> 80	—	Restriction
	The Concentration decrease off in particulate matter (PM2.5) is not up to the standard in prefecture level and above cities (%)	—	—	[18]	Restriction
(24) Surface water quality	Achieve III or better water ratio (%)	66	> 70	—	Restriction
	Poor quality water grade V ratio (%)	9.7	< 5	—	Restriction
(25) The decrease of total discharge of major pollutants (%)	Chemical oxygen demand, ammonia nitrogen, sulfur dioxide, nitrogen oxide	—	—	[10]、[10]、[15]、[15]	Restriction

Notes: ① GDP, the All–personnel labor productivity growth can be Calculated by parity, The absolute number calculate according to constant prices in 2015. ② []the number in []is cumulative for 5 year. ③ Not up to PM2.5 standard refers to the annual average of more than 35 micrograms/m3.

From specific planning indicators and control objectives in the Table 4 and Table 5, we can see the Chinese government's strength and determination in the control of total energy consumption, and in the move of compressing coal fossil fuels consumption. We should put the curb of the irrational energy consumption, and the move of optimizing the energy supply structure in the first place.

In order to achieve the goal of planning and development, National Energy Board vigorously promote to the energy consumption pattern's transformation of taking electricity instead of coal, and will fully adjust the pattern of energy terminal consumption. In industry, agriculture, residential lives, we should replace natural coal hot water boiler with heat pump to supply heating, replace coal cooking stove with electric cooking, reduce the utilization of scattered coal, accelerate the transition from coal to electricity, and achieve energy consumption transformation.

III. Exploration and Suggestions

The energy issue is not only an economic issue, but also a political issue. Energy is not only the mineral resources, but also strategic materials. The dispute of land, the dispute of energy will be the root of the country's military conflict in the future. To solve a country's energy demand, we should not only depend on the number of resources, but also need to adapt to the changes in the international energy demand and supply pattern.

The following questions need to be explored and defined:

1. Energy self-sufficiency rate issue. China's energy self-sufficiency rate is higher, up to 85%-90%. Most of the energy powers of the International energy consumptionTOP 10 are of low energy self-sufficiency rate, mostly below 50%. High Self-sufficiency rate can guarantee the energy security supply, but it may not be irrational in economy, meanwhile, it is restricted by the number and varieties of the

national resources. Therefore, it is suggested that China should reduce the strength of the exploitation of underground coal resources currently, wait to comprehensively exploit and utilize until scientific and technological level is higher. According to the trends of international oil and gas' prices, we should make use of international resources as much as possible. Because the energy is not only a diversified advantage, but also the resources beyond the international, everything is decided by the market.

2. Energy theme issue. Coal, petroleum, natural gas, electricity, new energy, renewable energy and so on are all energies. Compared with the fossil energy coal, other energy sources are clean energies mostly. China should strengthen the control of coal consumption, take clean energy as the main body, and develop energy diversification. It is the sacred mission that the energy revolution should complete. During the period of the "12th Five-Year Plan", the proportion of coal decreased from 70% to 64%, and the average annual decrease of coal's proportion is more than 1%. By the speed, it can be achieved that the proportion of the clean energies account for China's energy resources will be more than 50% by 2030. By then, the coal dominated situation will be fundamentally changed, and China will become a country with clean energy dominated.

3. The main body of China's energy development should be clean energy. Energy is diversified, hydropower, nuclear power, wind power, photovoltaic power, biomass energy are

all clean energy which need to be developed, but in any case, the proportion of the energy in China is limited. The focus of China's energy development is the clean energy of our geothermal energy like shallow ground source energy, coalbed gas, shale Gas, natural gas, combustible ice, petroleum and so on, which are the main energy to replace coal and should focused on support. Because their resources reserves are far beyond coal's, and China has rich experience in geothermal energy exploitation and a perfect team system. For coal, among the clean energy mentioned above, shallow ground source energy is the first choice in many alternative energy resources.

4. China's energy revolution is imperative. During the implementation period of the "13th Five-Year Plan", we should vigorously promote the revolution of energy consumption, energy supply, and energy technology and energy system. In the new period, we should improve the energy development strategy, with the guidance of "secure supply, green and low-carbon, conservation priority, total quantity control; based on clean energy, pluralistic development; improve energy efficiency, coal compression; based on domestic, strengthen international", and we should overcome the outstanding problems in China's energy development as soon as possible, well realize our energy development goal by 2020. While ensuring the energy security of China at the same time, we will realize China's contribution and commitment to the world environment.

浅谈农村地区的浅层地热能供暖应用

A PRELIMINARY ANALYSIS ON HEATING IN RURAL AREAS WITH SHALLOW GROUND SOURCE ENERGY

文 / 特约记者：李晶

从自然环境禀赋方面来看，相比其他的替代煤供暖方式，地热能具有独特的优势。中国科学院院士汪集旸表示，“地热能资源开发利用的潜力很大，地热能资源到处都有，使用成本相对较低。同时，在新能源大家族里，与太阳能、风能、生物质能相比，地热是最现实的且最具竞争力的能源之一。”

发展地热能的必要性

中国是以煤炭为主要能源的国家。然而，雾霾等环境事件，正在倒逼能源消费结构做出调整。在我国能源结构调整的驱动之下，自身的清洁和可再生等优势，使地热能成为效率更优的能源选择之一。

出于对节能减排和环境保护的考虑，政府严格限制燃煤电厂和燃煤锅炉的建设，有条件的城市正在推进“煤改气”工作。然而，天然气是一种不可再生资源，且我国的天然气资源十分有限，需要更有效率的能源进行补充、替代。

相比其他非化石能源，地热能源的优势也较为明显，主要表现为不受季节、气候、昼夜变化等外界因素干扰，是一种现实并具有竞争力的新能源。

在多种因素的影响下，地热能源成为“无煤化”更有效率的选择之一。

北京市曾提出“无煤化”工作方案，到2017年底，北京城六区要实现“无煤化”，其中东城区、西城区和海淀区在2016年实现“无煤化”。

国务院资深参事、中国地震局地震预测所研究员沈梦培表示，北京城六区要实现“无煤化”，原城市地区的“平房地区”用“煤改电”的方法实现。郊区农村住户住的绝大部分使用燃煤采暖，从燃煤采暖到实现“无煤化”，改用电能采暖，具体可包括“煤改电”“煤改气”等方式。

多年来，中国的地热能发展一直处于默默无闻的状态。不过，作为与太阳能、风电等并重的可再生能源，地热能的利用效率不容忽视。汪集旸院士指出，地热发电平均利用效率达73%，为太阳

光伏发电的 5.4 倍,风力发电的 3.6 倍。与此同时,利用热泵技术,依靠 1kW 的驱动能(电力)能供给 2.5kW 甚至更多的供暖热量。

虽然,我国地热资源以中低温为主,但其蕴藏量丰富。现有的地热资源相当于 8600 亿吨标准煤,仅中东部沉积盆地中就探明地下热水资源 491.7 亿立方米,它们蕴涵的能量相当于 18.54 亿吨标准煤。因而,我国地热能发展潜力巨大。

浅层地热能供暖的可行性

地热能主要用于地热发电,和非电直接利用。其中,非电直接利用又包括供暖、制冷和工农业利用等诸多方面。目前,我国地热能的非电直接利用总量已经居世界首位,主要是利用“三联供”技术,为建筑物供暖和制冷。

北京市地质矿产勘查开发局副总工程师、中国地质调查局浅层地温能研究与推广中心常务副主任李宁波介绍说,截至 2015 年,全国地热能(包括深层地热、浅层地热能)开发利用实现的供暖面积已达 5 亿平方米。其中,深层地热供暖 1 亿平方米,浅层地热能供暖达 4 亿平方米。

根据省会城市浅层地热能的调查评价结果显示,我国 31 个省会城市 200 米以浅热容量为 $2.34 \times 10^{16} \text{ kJ/}^\circ\text{C}$ 。因北京、天津未开展综合换热功率评价,其余 29 个省会城市地能热泵系统夏季可制冷面积为 61.7 亿平方米,冬季可供暖面积为 86.5 亿平方米。

浅层地热能开发利用的总能量折合标准煤 4.67 亿吨,如果浅层地热能开发利用效率取 35%,可节约标准煤 1.63 亿吨,约为实际能源消耗的 0.1 倍,是目前建筑物供暖制冷消耗的 1.42 倍,可为供暖和制冷提供丰富的能源储备。同时,可实现减排二氧化碳 2780 万吨。

除资源禀赋的先天优势外,我国也相继出台相关政策鼓励地热能的开发利用。以北京为例,早

在 2006 年就出台了第一个支持发展地能热泵地能热泵的文件——《关于印发关于发展热泵系统的指导意见的通知》,并与 2006 年 7 月 1 日正式实施。该文件补贴标准为:地下(表)水源热泵 35 元/平方米,地埋管地能热泵和再生水源热泵 50 元/平方米。

李宁波介绍说,在政策推动之下,我国打造了一批地热能亮点工程。2008 年的北京奥运会时,北京市内尤其是奥运场馆中建成了一批具有标志性的重点示范项目,国家体育场鸟巢、奥林匹克水上公园等奥运场馆纷纷采用地能热泵系统并取得了成功。

其中,奥运村再生水源热泵项目,离清河污水处理厂较近,将清河污水处理厂处理后的再生水,作为热泵的冷热源,通过热泵系统实现供热制冷,很好地解决了奥运村内 40 多万平方米的建筑供暖制冷,作为北京奥运遗产,直到现在仍在使用。

上海世博轴总面积 22 万平方米,采用了江水源热泵+地埋管地能热泵两种系统供暖制冷,为绿色环保增加了亮点。

浅层地热能农村也能用的上

在形成绿色环保亮点工程的基础上,地热能对农村的供能改造能否发挥作用呢?

中国建筑学会暖通空调分会常务理事、北京市建筑设计研究院有限公司顾问总工程师吴德绳表示,浅层地热能的利用成为村镇建设中建筑供暖的主攻方向,应该是不错的选择。

他指出,农村住房的特点是人均建筑面积大,但实际使用空间有交替性,而且,节俭的优良传统在农村比较普遍。浅层地热能供暖使用地能热泵技术,只需要少量电能做动力就可以实现供暖,用电量少,符合农户已有的供电能力,还可利用峰谷电差节费用,运行成本不高,且没有污染排放。

沈梦培参事则举例表示，一间 108 平方米的住房，使用电能直接采暖，一个冬季的电费是 6850 元，此后实行峰谷电价，夜间 22 时至早 7 时，电费为 0.3 元 / 千瓦时，一个冬季的电费减为 5000 元。然而，同样的情况下，使用地能热泵系统（一种地能热泵技术）的农户，一个冬季采暖只需缴纳电费 1500~1800 元左右。

截至目前，我国已经有不少浅层地热能应用的成功范例。2014 年，华北地区首个地热供暖代替燃煤的无烟城——雄县诞生。雄县地热集中供暖面积达到 240 万平方米，占集中供暖面积的 90%。此后，“小洋口模式”和“广东丰顺模式”也将成为解决长三角和珠三角地区的冬季供暖 / 夏季空调制冷问题的典型案例。

汪集旻表示，我国拥有全球最大的建筑市场，地能热泵供热有 1 万亿元的潜在市场规模。此外，我国“一带一路”战略也为浅层地热能应用提供了良机。作为“新丝绸之路经济带”起点的西安市，目前正在着手建设西咸新区地热能资源技术与示范基地。同时，从“一带一路”沿线国家来看，

包括我国在内的中亚、南亚、中东地区气候干燥，应尽量减少水源热泵的应用，大力发展地能热泵。

沈梦培参事则表示，利用热泵技术提取的地热能量的能源是“电能”，是全部“无燃烧任何燃料的绿色能源”，符合实现农村无煤化的需求，是农村平房供暖大力支持全国消除雾霾的一种努力方向。

农村如何使用浅层地热能供暖

随着城镇化的推进，中国新农村的供暖问题，越来越成为量大、面广的问题。在建筑供暖用能的问题上，应该按照科学规律规划和发展，吴德绳表示。

他提倡农村供暖“省着用”的思路。一方面是资源省着用的常规节能，一方面是能源品位省着用。能源品位省着用指的是用地热能等低品位能源替代煤炭等能产生高品位热能的资源，这也是用资源的节省、合理和道德。另外，在不必需持续供暖、集中供暖的农村住户，可每家每户单独安装地能热泵，仅在生活的小环境人为操控，按需供暖，是省着用的好方式。

李宁波则根据以往调研勘察经验表示，农村利用浅层地热能供暖还需要解决几个问题。其一，是地能热泵初投资的问题。目前，改造或新建的地能热泵项目，大多有国家补贴或其他方式的鼓励，但是从推进地能热泵发展的角度，这个经济账对老百姓还是个门槛。他认为，以村为单位，或互助组等形式进行施工，可能利用规模效应缓解初投资较大的矛盾。当然，如果相关从业者能够定制化开发热泵产品，提供优化设备也是可行途径。

其二，产业相关方需要紧密配合。如国家应尽快出台相关标准，以及工程方要提高素质、能力和经验，避免“失败”工程。因为，对于新兴行业，一次失败就可能意味着整个行业的“萎缩不前”。

此外，各位受访专家也相继提到，针对地热能，尤其是浅层地热能方面，民众了解和理解的程度还



A Preliminary Analysis on Heating in Rural Areas with Shallow Ground Source Energy

By/Interviewer: Li Jing

From the perspective of natural endowment, geothermal energy has unique advantages over other alternatives to coal heating. Wang Jiyang, an academician of Chinese Academy of Sciences, said, "There is huge potential for development and utilization of geothermal energy resources, which are ubiquitous and require relatively low costs. Meanwhile, in the large family of new energies, geothermal energy is one of the most realistic and most competitive sources when compared with solar energy, wind energy, and biomass energy."

Imperative to Develop Geothermal Energy

Coal is the dominant energy in China. However, environmental hazards like haze are forcing adjustments in the energy consumption structure. Driven by the energy structure adjustment in China, geothermal energy becomes one of the best efficient energy alternatives due to its cleanliness and renewable nature.

For the purpose of energy saving and environmental protection, the government has restricted the construction of coal-fired power plants and coal-fired boilers, and cities

where conditions permit are promoting the "coal-to-gas" initiative. However, natural gas is a nonrenewable resource and is limited in China, making it imperative to seek instead another energy alternative that is more efficient.

Compared with other non-fossil energy sources, geothermal energy shows conspicuous advantages, mainly including the immunity from seasonal, climatic and diurnal variations and other external factors. It is a realistic and competitive new energy.

Under the influence of many factors, geothermal energy has become one of the most efficient options for the "coal-free campaign".

Beijing once proposed a "coal-free" program that planned to render six districts in Beijing "coal-free" by the end of 2017, and among them Dongcheng District, Xicheng District and Haidian District were expected to be "coal-free" in 2016.

Shen Mengpei, as senior counselor of State Council and researcher of Institute of Earthquake Science China Earthquake Administration, said that the coal used in the "cottage area" in the urban region

must be replaced by electricity in order to render the six districts of Beijing “coal-free”. The vast majority of rural households in the outskirts use coal for heating. To be “coal-free”, replacing coal with electricity or gas is a specific method.

Over the years, the development of geothermal energy in China has remained unknown to public. However, as a renewable energy, important as solar energy and wind power, the utilization efficiency of geothermal energy cannot be understated. Academician Wang Jiyang said that the average utilization rate of geothermal energy for power generation is up to 73%, 5.4 times of solar photovoltaic power generation and 3.6 times of wind power. In addition, by using the heat pump technology, geothermal energy can deliver 2.5kW shallow ground source energy from 1kW driving energy (electricity).

Although medium-and low-temperature

geothermal resources are dominant in China, there are rich reservoirs of geothermal energy sources which now are equivalent to 860 billion tons of standard coal. The proven geothermal water resources in the sedimentary basins in the eastern part only amount to 49.17 billion m³, containing energy equivalent to 1.854 billion tons of standard coal. Therefore, there is huge potential for the development of geothermal energy in China.

Feasibility of Using Shallow Ground Source Energy for Heating

Geothermal energy is mainly used in geothermal power generation and for non-electric direct uses. Non-electric direct uses include heating, cooling and domestic hot water. At present, China ranks the first in terms of non-electric direct uses which serve for heating and cooling purposes in



constructions by making use of the “triple co-generation” technology.

Li Ningbo, deputy chief engineer of Beijing Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development and deputy executive director of Research and Extension Center of Shallow Ground Source Energy of China Geological Survey said that by 2015 the development and utilization of geothermal energy had been able to heat areas of 500 million m², including 100 million m² of deep ground source energy heating and 400 million m² of shallow ground source energy heating.

According to the result of shallow ground source energy survey in provincial capital cities, the heat capacity of 31 provincial capital cities within 200m is $2.34 \times 10^{16} \text{kJ/}^\circ\text{C}$. Except Beijing and Tianjin, where an evaluation of synthetic heat exchange power was not launched, the other 29 provincial capital cities reported 6.17 billion m² of areas that could be cooled by ground source heat pump system in summer and 8.65 billion m² of areas that could be heated in winter.

The total energy delivered through development and utilization of shallow ground source is equivalent to 467 million tons of standard coal. If the development and utilization rate of shallow ground source is taken as 35%, 163 million tons of standard coal would be saved, approximately 0.1 times of the actual energy consumption and 1.42 times of the consumption for heating and cooling purposes in constructions. It can be

an abundant energy reserve for heating and cooling. At the same time, 27.8 million tons of carbon dioxide emissions can be achieved.

In addition to the inherent natural advantages, China has introduced policies that encouraged the development and utilization of geothermal energy. Beijing, for example, introduced the first document, A Circular on Distributing the Guidance on the Development of Heat Pump System, that supported the development of ground source heat pump in 2006, and the document was officially implemented on July 1, 2006. The document offered a subsidy standard as follows: RMB 35/m² for underground (surface) water source heat pump and RMB 50/m² for ground source heat pump and renewable water source heat pump.

Li Ningbo said that China has built a number of significant geothermal energy projects under the policy support. During the 2008 Beijing Olympic Games, a number of landmark key demonstration projects, especially the Olympic venues, were built in Beijing. These venues such as National Stadium and the Olympic Rowing-Canoeing Park used ground energy heat pump successfully.

Among these projects, the renewable water source heat pump project in the Olympic Village used the recycled water from the nearby Qinghe Sewage Treatment Plant as the cold and heat source of the heat pump and delivered heating and cooling services through the heat pump system, offering a

good heating and cooling solution for the Olympic Village that covered more than 400,000m². It is now still in use as a legacy of the Beijing Olympics.

Covering an area of 220,000m², Shanghai World Expo Axis used river water source heat pump + buried pipeline heat pump system for as heating and cooling solution, adding a green highlight to the event.

Shallow Ground Source Energy Is Feasible in Rural Areas

On the basis of the significant green and environmentally friendly projects, can geothermal energy contribute work to the energy transformation in rural areas?

Wu Desheng, vice president of HVAC Branch of the Architectural Society of China and a consultant chief engineer of Beijing Institute of Architectural Design, said that shallow ground source energy can be a trend in energy supply in towns and villages and should be a good alternative.

He pointed out that rural areas have large average floor space per capita but limited space for practical use. Moreover, “frugality” is a conventional wisdom in rural areas. Shallow ground source energy requires little power for heating as it uses the ground energy heat pump technology. Its power consumption is less than that of air conditioning, making it possible to use peak-valley pricing. It does not require a high running cost and is pollution-free.

Shen Mengpei indicated that it takes RMB

6,850 to heat a house of 108m² with electricity throughout the winter. When the peak-valley pricing is adopted, the electric charge from 22:00 to 7:00 would be RMB 0.3/kwh, and the total charge for the whole winter would be reduced to RMB 5,000. However, under the same conditions, a farmer who uses ground source heating devices (a kind of ground energy heat pump technology) would only need to pay RMB 1,500-1,800 for heating in the winter.

Up to now, many successful applications of shallow ground source energy have been reported in China. In 2014, Xiongxian, the first smoke-free city that replaced coal with geothermal energy for heating in North China, was known to public. The areas heated by geothermal energy in Xiongxian reached 2.4 million square meters, accounting for 90% of the centralized heating area. Since then, “Xiaoyangkou Model” and “Guangdong Fengshun Model” have been typical solutions for heating in winter and cooling in summer in the Yangtze River Delta and the Pearl River Delta.

Wang Jiyang said that China has the largest construction market in the world, which can be converted to a potential ground energy heat pump market size of RMB 1 trillion. In addition, the “One Belt and One Road” strategy also provides a good opportunity for the application of shallow ground source energy. As the starting point of the “New Silk Road Economic Belt”, Xi’an is now setting off to build a geothermal energy technology research and demonstration base in Xixian

New Area. Meanwhile, as the countries and regions such as China, Central Asia, South Asia and Middle East along the “One Belt and One Road” are all characterized by a dry climate, they have good reason to minimize the use of water source heat pump and develop ground energy heat pump instead.

Shen Mengpei said that “electricity” is extracted from the geothermal energy through the heat pump technology and is a completely “green energy without combusting any fuel”. It meets the “coal-free” demand and should be a future trend to support the action of haze removal in the cottage area.

How to Use Shallow Ground Source Energy for Heating in Rural Areas

With the advance of urbanization, heating in rural areas has become increasingly a difficult and universal problem in China. In spite of all, Wu Desheng reminded that architectural functions must be designed in accordance with scientific planning and development.

He advocated “frugality” in rural heating. On the one hand, energy grade should be consumed frugally, on the other hand, resources should be used frugally. The former implies replaying high-grade energies such as coal with low-grade ones such as geothermal energy, the latter implies that every household in rural areas may install heat pump separately when heating or central heating is not needed so that heating is provided as needed in a small

environment.

Based on his past survey experience, Li Ningbo said that there were several issues to be addressed in order to utilize shallow ground source energy for heating in rural areas. The first is the initial investment in ground energy heat pump. Currently, most of the reconstructions or new constructions of ground energy heat pump projects are encouraged by national subsidies or other support. However, to promote development of ground energy heat pump, this economic account still poses a threshold for people to surpass. In his view, the construction should be done by village or mutual help group as a unit and the burden of huge initial investment can be relieved through scale effect. Providing optimized equipments is surely a feasible way if relevant practitioners can develop customized heat pump products.

Second, industry stakeholders need to work closely with each other. For example, the state should introduce relevant national standards as soon as possible, while the engineering side should improve their quality, competence and experience to avoid project “failure”, as one failed try could entail stagnation of an emerging industry.

In addition, the experts interviewed all mentioned that people have little knowledge about geothermal energy, especially shallow ground source energy. Free airing of views should be encouraged and knowledge popularization should be enhanced to let the geothermal energy play its due role.

强制推广电高效替煤， 让地能暖京郊

ADVOCATE ELECTRICITY REPLACING COAL, USE GROUND ENERGY TO HEAT BEIJING SUBURB

作者：贺永平（恒有源科技发展集团有限公司）

“推广单井循环采集浅层地能无燃烧为建筑物智慧供暖技术，大力发展地能热冷一体化新兴产业，有效提高可再生能源比例，解决燃烧供暖带来的污染问题，提高城乡居民生活质量。”

——发改规划【2015】2665号

大家都知道，供暖是国计民生，是保障老百姓生活品质的必需品，而冬季燃烧供暖对产生雾霾的贡献是众所周知的。治理雾霾的核心是最大限度地减少任何形式的燃烧以及燃烧后的排放。因此新时期供暖必须满足新要求：在保证室内环境温度的同时还必须要保护室外环境。

一、简述传统供暖

从能源利用角度来讲，传统供暖能源为建筑物供暖的利用形式主要有柴、煤、油、气等能源的燃烧。从供暖方式来讲，目前的供暖方式主要有以下三种：

1. 自采暖。自采暖是中国传统的“省着用”的供暖方式，主要是平房区和散居住户

（农村农户）大量使用。其优点是能够因地制宜的利用能源；有传统的与能源相匹配的设备；能够分户独立计量，有利于行为节能。不足是燃烧不充分，燃烧尾气的低空直排对室外环境污染严重，是集中供暖的几十至上百倍；固体废弃物的有效处理难度大。

2. 集中供暖。集中供暖是引进欧、美、日等国家“用着省”的供暖方式。其优点是系统维持运行，对室内环境温度有保证，相对于自采暖来说，集中燃烧方便尾气的集中处理，相对减少有害气体对环境的污染。缺点是维持运行能耗高。

3. 城镇热力。以热电联产为标志的城镇热力，其优点是有利于环境治理和有效的保证

设计能力大规模的建筑面积供暖。不足之处是灵活性差，一次性投资大，管网不能满足区域增加的新建筑供暖面积；并且由于管网的距离远，其运送能耗高。

二、利用可再生的浅层地能供暖

1. 浅层地能简介

浅层地能一般指的是深度200米以内、温度25度以下的可再生的低品位热能。它区别于属于国家矿产资源的可以直接利用的高品位地热能。浅层地能分布广泛，在太阳热和地心热的共同作用下，可再生性强。浅层地能采集在设计合理、施工质量保证的前提下，与热泵技术产品相结合，利用地能热泵环境系统无燃烧为建筑物智慧供暖，比利用传统能源给建筑物供暖还有保证，因为它没有了电能以外的能源运输问题。

2. 为什么说利用浅层地能供暖，是建筑物供暖的能源革命

从有建筑物的历史以来，都是各种形式的燃烧为建筑物供暖。今天我国原创的安全、高效、省地、经济的单井循环换热地能采集技术实现了产业化发展，这个生态文明建设成果让传统燃烧供热行业升级换代成地能热冷一体化的新兴产业，其系统工作原理是一份花钱的电能，转化成机械能，搬运相当于3份以上的电能直接转化的热能为建筑物供暖，建筑物供暖能耗60%以上是不花钱的可再生能源。同一系统，冬天利用浅层地能为建筑物供暖，是供暖的替代能源；夏天制冷时比空气冷却温度低，提高了制冷效率，节约了能源。

浅层地能供暖实现了能源按品位分级合理的利用：700-800度的煤燃烧和1100度的天然气燃烧，保证的是20度左右的室内环境温度。在这个过程中，冒掉的污染天、排掉的污

染地，热水的运输能耗和热的散失能耗占建筑物供暖需要温度的能耗比重高，能源浪费大。现在，利用量大面广的25度以下的岩土体中的低品位的可再生浅层地能，与热泵技术产品结合，就可以保证室内温度一年四季在18-26度之间任意调节，且使用区域零排放。在保证生存的同时，保证了生态环境。

利用浅层地能作为建筑物供暖的替代能源无燃烧智慧供暖，实现了新时期建筑物供暖的能源革命，迎来了地能热冷一体化的新兴产业的大发展。

三、建议北京启动地能暖京郊，强制推广电高效替煤工程

1. 北京已经做的三种电替煤供暖的实验工程

① 电能直接转化热能，平均最高效率100%。优点是利于电网的削峰填谷，户内设备投资相对少、安装相对简单。缺点是户外电网投资大，户内运行能耗高。

② 电能转化机械能搬运空气能，平均效率可以达到200%。优点是空气能采集方便，安装工程量相对小。缺点是在国家规定的地区，空气能温度变化大，很难在恶劣气候（-10度以下）保证室内国家规定最低温度。在制冷状态下，容易造成城市热岛现象。

③ 电能转化机械能搬运浅层地能为建筑物供暖，效率可以达到300%以上。优点是浅层地能不受环境温度影响，供给热泵的地能温度相对稳定，在设计合理、施工质量保证前提下，能有效保证为建筑物供暖的总量，运行成本低。在同样供暖面积情况下，电源配置总量是电能直接转化热能供暖方式的四分之一。缺点是地能采集工程量大于1、2两种方式。

2. 北京已经做的各种电替煤供暖的实验工

程理论和实践证明，强制推广区域无燃烧供暖是有效治霾的利器

①企业投资。利用地能热宝建立农村农户的自采暖基础设施，政府购买公共服务（不增加政府支出，利用现有的热泵补贴政策和好煤替次煤政策的资金总量完全可以），使用者承担运行费用（相当于烧煤成本）。

②利用集中供暖的地能热泵环境系统作为北京供暖的补充，对于燃气管线不到的地区替代燃煤锅炉，按北京现有的补贴政策和供暖收费标准即可。

③对于新建小城镇利用50-900MW建立

分布式地能冷热源站，供暖能源规划先行，按建筑物建设速度进行能源站的投入，投入火力发电厂的建设费用（每kW4000元）相当于建设了一个等量的区域零排放的发电厂。

四、结语

中关村原创技术实现了产业化发展，通过北京环境治理发展了新兴产业，也是环保工作出效益的具体体现。地能暖京郊，电高效替煤，是新时期生态文明建设成果促进传统产业升级换代，发展地能热冷一体化新兴产业，实现建筑物供暖能源革命，有效治理雾霾的方式之一。



Advocate Electricity Replacing Coal, Use Ground Energy to Heat Beijing Suburb

Author: He Yongping (Ever Source Science & Technology Development Group CO., LTD)

“Promote the technology of the intelligent heating for buildings by shallow ground source energy with no combustion, vigorously develop the emerging industry of integrated heating and cooling system with ground energy, effectively improve the proportion of renewable energy, solve pollution problems brought by combustion heating, and improve the quality of life for both urban and rural residents.”

——F.G.G.H [2015] No. 2665

It is well known that heating relates to national economy and people's livelihood, and is the necessity to ensure the quality of life, while the correlation between winter combustion heating and haze is also well-known. The key to govern haze is to reduce combustion of any form and discharge after combustion to the greatest extent. Thus, heating in the new era shall meet new requirement, i.e. protect outdoor environment while ensure indoor ambient temperature.

I. Brief Introduction to Traditional Heating

From the perspective of energy utilization, there are many traditional forms of heating for buildings, such as combustion of firewood, coal, fuel and gas. From the perspective of heating method, there are mainly three kinds of heating methods currently.

1. Self-heating. Self-heating is Chinese traditional economical heating method, mainly used by residents living in cottage area and lived scattered (village peasant household). The advantages of which are as follows, can use energy according to local condition, have traditional matching equipment to energy, can be calculated independently, and can save energy by the people using it voluntarily. The disadvantages of which are insufficient combustion, direct emission of combustion exhaust gas severely pollute outdoor environment, and the exhaust gas amount is dozens even hundreds times of central heating. Moreover, handling of solid waste is very difficult.

2. Central heating. Central heating is a heating method introduced from Europe, America and Japan. The advantages of

which are that system continues to operate, the indoor ambient temperature can be ensured. Compared with self-heating, the exhaust gas of central combustion is more convenient to deal with, which can relatively reduce pollution of harmful gas to environment. The disadvantage of which is high energy consumption to maintain operation.

3. Town heating power. The mark of town heating power is combined heat and power generation. The advantages of which are that can be in favor of environmental governance, effectively ensure design capacity, and can provide heating for large scale building area. The disadvantages of which are that operation is poor flexibility, a one-time investment is high, network cannot meet requirements of newly added building, besides, energy consumption for conveying is high due to long distance of network.

II. Use Renewable Shallow Ground Source Energy for Heating

1. Brief introduction to shallow ground source energy

Shallow ground source energy means renewable low-grade thermal energy within 200 m depth and under 25°C temperature. It is different from high-grade geothermal energy which can be used directly and belongs to national mineral resources. The distribution of shallow ground source energy is wide, under the combined

action of heat from sun and earth core, the renewability is strong. Under the premise of ensuring reasonable design and construction quality, collection of shallow ground source energy can be combined with heat pump technical products, to provide the intelligent heating for buildings by ground energy heat pump system with no combustion. As it has no energy conveying problem besides electric energy, it is more guaranteed than traditional energy heating for buildings.

2. Why do people say using shallow ground source energy for heating is energy revolution for building heating

Since the emergence of building, there are various forms of combustions for heating of buildings. The technology of single-well heat exchange circulation for shallow ground source energy collection originated in China has realized industrial development, this technology is safe, land-saving, and economical. This achievement of ecological civilization construction makes traditional combustion heating industry update into the emerging industrial of integrated heating and cooling system with ground source energy. The working principle of the system is to transform 1 unit of paid electric energy into mechanical energy, and then convey heat energy equal to heat energy directly transformed from more than 3 units of electric energy to provide heating for buildings. Above 60% building heating energy consumption

comes from costless renewable energy. With the same system, in winter, using shallow ground source energy to provide heating for buildings, which is alternative energy source for heating. In summer, the temperature is lower than air cooling temperature in refrigeration, which improves refrigeration efficiency and saves energy.

Shallow ground source energy heating realizes reasonable utilization of energy according to grade. Combustion of 700-800 °C coal and 1100°C natural gas ensures 20 °C of indoor ambient temperature. During the process, gas emission pollute sky and water emission pollute earth, the proportion of the consumption of hot water using by conveying energy and lost heat energy to building heating energy is big, the energy waste is severe. Currently using low-grade renewable shallow ground source energy in rock and earth ,which is mass with wide distribution and temperature below 25 °C , combining with heat pump technical product, can ensure random adjustment of indoor temperature to be within the range of 18-26 °C, and zero emission can be realized in the using area. It can not only ensure survival, but also protect ecological environment.

Using shallow ground source energy to be alternative combustion-free energy for buildings heating, realizes energy revolution for buildings heating in new era, and is a great development in emerging industrial of integrated heating and cooling system with ground source energy.

III. Advocate Beijing Initiate Ground Source Energy for Heating in Suburb, and Promote Electricity Replacing Coal

1. Three experimental projects of electricity replacing coal for heating already done in Beijing

① Directly transforming electric energy into thermal energy, the average highest efficiency is 100%. The advantages of which are in favor of peak load shifting for power grid, indoor equipment investment is relatively small, and installation is relatively simple. The disadvantages of which are outdoor power grid investment is big, and indoor operation energy consumption is high.

② Transforming electric energy into mechanical energy, which conveys air energy, the average efficiency can reach 200%. The advantages of which are that air energy collection is convenient, and installation work amount is relatively small. The disadvantages of which are that air energy temperature change is large in certain area, it is difficult to ensure indoor temperature is the lowest temperature specified during atrocious weather (below -10 °C). Urban heat island can be easily caused under refrigerating.

③ Transforming electric energy into mechanical energy ,which conveys shallow ground source energy for buildings heating, the efficiency can reach above 300%. The advantages of which are that shallow ground source energy is not

influenced by ambient temperature, and the ground energy temperature supplied to heat pump is relatively steady. Under the premise of ensuring reasonable design and construction quality, it can effectively ensure total heating amount for building, and operation cost is low. With the same heating area, total power supply amount is one quarter of heating method directly transforming electric energy into thermal energy. The disadvantage of which is that collection work load is larger compared with the above two methods.

2. The theory and practice of experimental projects of electricity replacing coal for heating already done in Beijing prove that advocating regional combustion-free heating can effectively govern haze

① Enterprise investment. Use ground source heating devices to build self-heating infrastructures for village peasant households, government purchases public services (not increase government expense, and the total fund for current heat pump subsidy policy and good coal replacing bad coal policy is sufficient), and users undertake operation expenses (amount to coal combustion cost).

② Use ground energy heat pump system of central heating as supplement for Beijing heating, for area with no natural gas pipeline, replace coal-fired boiler, and charge according to current Beijing subsidy policy and heating charging



standard.

③ Use 50-900MW to build dispersed ground energy station for cooling/heating for newly built town, first implement heating energy planning. Invest energy station according to construction speed of building, and the construction fee (4000 Yuan per kW) of thermal power plant amounts to construction of power plant with zero



emission in a equivalent area.

IV. Conclusion

Original technology of Zhongguancun has realized industrial development, and developed emerging industry through Beijing environmental governance which is concrete demonstration of efficient environmental protection work. Using ground

energy to provide heating for Beijing suburb and replacing coal with electricity is one of the methods to use ecological civilization construction achievement in new era to promote upgrading of traditional industry, to develop emerging industry of integrated heating and cooling system with ground energy, to realize building heating energy revolution, to effectively govern haze.

浅层地热能勘查评价分析

EVALUATION AND ANALYSIS OF SHALLOW GEO-THERMAL ENERGY EXPLORATION

作者：崔伟（安徽省地勘局第一水文工程地质勘察院）

随着经济发展对能源的依赖性日渐强烈，由地球内部产生并储存于地表以下的地热能逐渐得到有效开发，浅层地热能是地热资源的重要组成部分，具有分布广、利用价值巨大的特点，对其有效利用既可以缓解现阶段经济发展与能源短缺之间矛盾，又有利于环境保护，近年来热泵技术的发展为浅层地热能合理开发和可持续发展创造了条件，本文从浅层地热能勘查及浅层地热能资源计算、环境、经济评价分析几个角度展开研究，为全面了解地热能勘查评价而努力。

前言

浅层地热能即温度在 25℃ 以下，蕴藏于地表下一定深度范围内岩土体、地下水及地表水中，以现阶段经济技术条件具有开发可能并具有经济价值的地热能，目前主要依靠地源热泵技术实现低品位热能向高品位热能转移，从而达到建筑物供暖、制冷等目的，由于其储存丰富、温度稳定，被视为具有开发价值的替代能源和清洁能源，所以浅层地热能勘查评价具有必要性。

1 浅层地热能勘查

浅层地热能勘查包括区域浅层地热能调查和场地浅层地热能勘查两类，区域浅层地热能调查主要是利用现有的水文及工程等地质资料和地热

相关调查，对区域内含水层结构、厚度、埋藏、岩土体热物理参数、地温、回灌能力、渗透参数等进行确定，必要时要进行仿真实验，其目的是全面掌握区域范围内浅层地热能存储数量、分布规律及地热能自身质量，在此基础上制定与之相匹配的开发利用规划，从而实现可持续利用和管理，值得注意的是，在调查的过程中调查精度应在 1 : 200000~1 : 50000 比例尺之间，而且每一百平方公里的调查范围，至少应设置 3 个勘察孔分别进行实验，以此保证调查结果的全面性和准确性，根据调查结果确定地下水及竖直地埋管换热方式分区，具体如表 1 所示；场地浅层地热能勘查主要指地质勘查、回灌试验及现场热响应试验三个方面，其进行的目的是为后期施工提供准确的地质依

表 1 地下水及竖直埋管换热方式分区

地下水换热方式			分区	竖直埋管换热方式		
单位涌水量 $\text{m}^3/(\text{d}\cdot\text{m})$	单位回灌量与 涌水量之比	地下水位年 下降值		卵石层 总厚度	第四系 厚度	含水层 总厚度
大于 500	大于 0.8	小于 0.8	适宜区	小于 5	大于 100	大于 30
300-500 之间	0.5-0.8 之间	0.8-1.5 之间	较适宜区	5-10	小于 30 或 50-100	10-30
小于 300	小于 0.5	大于 1.5	非适宜区	大于 1	30-50	小于 10

据, 经过浅层地热能勘查可以在开发前对开发过程进行科学合理的安排, 并将有可能发生的风险降低, 这是资源开发利用观念转变的体现^[1]。

2 浅层地热能资源计算评价分析

地热能资源量评价和地下水质量评价是浅层地热能资源评价的主要方面, 在区域浅层地热能调查过程中, 利用热流量法计算浅层地热能可利用量 ($Q_h=aqM \times 10^{-6}$, Q_h 即可利用量, a 表示可利用系数, q 为大地热流值, M 为计算面积), 利用热储法计算储存量 (包气带: $Q_R=Q_S+Q_W+Q_A$, Q_R 为储存总量, Q_S 为岩土中的储存量, Q_W 为岩土中水分的储存量, Q_A 为岩土中空气的储存量; 含水层及相对隔水层: $Q_R=Q_S+Q_W$, Q_R 由岩土储存总量和岩土中水分的储存总量之和决定), 是现阶段最普遍使用的计算评价方法; 在场地浅层地热能勘查过程中, 利用热导率计算法计算工程系统中地热能的可利用量 (

$$D = \frac{\Delta T}{R} = \frac{\Delta T}{2\pi\lambda L \ln \frac{r_2}{r_1}}$$

D 为工程中单孔的地热能, ΔT 为温差, R 为热阻, λ 为导热率, L 为有效的热交换长度, r_1 、 r_2 为效外半径, 在得到工程中单孔地



热能的情况下, 与区域内勘探孔总数目的乘积即可得到总的可利用率), 利用地下水量折算法计算地下水源热泵的浅层地热能可利用率 ($Q_h=q_w \Delta T \rho_w C_w \times 1.16 \times 10^{-5}$, Q_h 为可利用总量, q_w 为地下水循环中的可利用总量, ΔT 为温差) 在计算评价的过程中需要着重分析技术约束, 也就是现阶段回灌的真实能力, 以及环境约束和经济约束, 及不同地区的温差区别, 例如我国东北温差在 5-6℃ 之间, 而华北地区温差却相比高 2℃, 华东地区相比高 3℃, 华南地区相比高 5℃, 除此之外, 在计算评价的过程中还应针对区



域及工程面积内的热均衡进行计算，换言之计算区域内的热量储存及热量补给，在此基础上对区域内的温度场进行预测，由此判定区域内浅层地热能的可开采程度，目前类比法和数值法是进行相关计算的主要途径，类比法即利用已经掌握的区域相关数据推算未知区域的相关信息，而数值法是在热源地热工程中已经确切得到了相关数据，在数据的基础上进行预测，由此可见数值法的准确性相对于类比法更有保证，这也是浅层地热能勘察的未来方向^[2]。

3 浅层地热能利用环境影响评价分析

浅层地热能虽属于清洁能源，但在勘查过程

中要对系统建设运行对环境的影响进行全面的评价，并针对评价结果对存在环境破坏的因素进行改善或预防，使工程建设选址、设计及管理具有科学性，使浅层地热能开发不以牺牲环境为代价，现阶段环境影响评价主要从工程对大气、地下水循环、地表环境、浅层地温场等方面进行，在全面收集整理区域内相关历史资料的基础上建立与之相匹配的环境影响评价指标体系，并根据浅层地热能调查结果和场地浅层地热能勘查工程规模对其可能造成的环境破坏进行预测，在施工的过程中分阶段通过采集样本对环境状况进行综合评价，并针对环境的变化及时调整预测模型，使浅层地热能勘察对环境的影响评价在动态中持续进行，由于环境因素

较复杂,所以在针对环境影响进行评价的过程中要针对不同的方面进行系统的评价,例如大气影响就要考虑工程勘察过程中可能发生的二氧化碳、二氧化硫等有害气体及粉尘的排放;地质环境影响要考虑地表沉降、岩溶崩塌等地质问题等,由此可见环境评价是一项复杂系统的工作,其将人类的资源收益与环境保护精密结合,经大量实践证明大地热流 57mW/m^2 是目前浅层地热能开发对环境不构成严重破坏的基本标准,所以在勘察时应尽可能保证在大于此数值的区域内进行^[3]。

4 浅层地热能利用经济评价分析

经济评价主要对场地浅层地热能勘查投资、运行费用、收益及效益的估算,由于场地浅层地热能勘查由包括地源热泵机组、循环泵组等部分的机房设备系统,包括钻孔、换热管等结构的室外换热系统及涵盖风道、风机盘管等构造的室内空调末端系统构成,所以投资评估主要针对勘察工程组建过程及前期的论证相关费用进行,而运行费用主要指勘察三项系统能够正常运行所需要的费用,例如耗电费,维修费,人工费等;收入主要指浅层地热能制冷供热过程中所形成的收益,其由具体的收费标准和服务面积决定;效益主要是将浅层地热能的

开发及利用效果与常规的煤、石油等资源进行比较,从经济、环境、社会效益三个方面进行综合评估,不能单纯的以某方面为原则,经过效益评估判断前期规划的准确性,并在此基础上对后期的开发利用进行修正,由此可见经济评价法为勘察工程的可行性及必要性分析提供了依据,由于浅层地热能的分布广泛,所以勘察要面对的环境复杂,经济评价是所有评价的前提,当经济评价判定工程没有可行性时,其他评价都失去了价值,由此可以发现,现阶段经济仍是制约我国浅层地热能开发的主要因素之一。

5 结论

通过上述分析可以发现,随着热泵技术的逐渐深化和推广,浅层地热能逐渐受到人们重视,并得到有效勘察,已经成为地热开发利用的重要增长点,通过浅层地热能勘察评价可以准确判断实际可开发区域及合理的开发量,从而制定出对其可持续开发利用的建议,将开发过程对环境的影响降至最小,并保证地源热泵工程的经济效应及环境效益,所以对浅层地热能勘察评价是能源开发的必然途径。

选自:《低碳世界》

参考文献

参考文献:

- [1] 孙文广,冷旭勇,王飞,赵长福. 郛城县浅层地热能勘察评价[J]. 山东国土资源, 2015, 02(01): 36-39.
- [2] 高世轩,王小清,张冬冬,杨树彪. 上海规划新城浅层地热能潜力与经济环境效益分析[J]. 上海国土资源, 2014, 02(02): 28-31.
- [3] 孙君超,黄峙,胡平放,雷飞,朱娜,鄢田华. 郑州市某浅层地热能勘察项目岩土热物性测试分析[J]. 建筑节能, 2014, 02(05): 28-32.

治霾背景下浅层地能产业规模化发展研究

STUDY ON THE LARGE-SCALE DEVELOPMENT OF SHALLOW GROUND SOURCE ENERGY INDUSTRY UNDER THE BACKGROUND OF HAZE GOVERNANCE

作者：汪霄 李曼（南京工业大学土木工程学院）

目前，我国雾霾天气日趋严重，治理雾霾，找回昔日蓝天成为城市管理亟需解决的问题。节能减排，被普遍认为是解决雾霾问题的有效之道，建筑能耗作为城市发展三大耗能项目之一，实现建筑节能成为全社会的责任，更是缓解雾霾天气的重要路径。我国已开始实施建筑节能计划，在建筑领域积极利用风能、太阳能、生物质能等可再生能源，扩大可再生能源应用规模成为节能减排的重要举措。浅层地能因其储量巨大、分布范围广、清洁无污染等特点逐渐得到重视，但是，即使在适宜区建设项目开发利用浅层地能仍处于推广阶段，未能实现规模化广泛应用，浅层地能产业发展缓慢。

产业发展有着自身的规律性，一般需要经历形成、成长、成熟和衰退几个阶段，目前，浅层地能产业发展处于成长阶段，虽然取得一定成绩，但是由于自身及环境因素发展不稳定，如何实现“有形的手”与“无形的手”相结合推广浅层地能，助力产业发展成为研究的核心。

1 浅层地能产业发展障碍分析

自 20 世纪 80 年代，我国开始了浅层地能开

发研究工作，经历了起步阶段和初步推广阶段，已经进入了快速推广与普及阶段。统计资料显示，全国浅层地能应用面积逐年增加，2009 年，全国浅层地能应用面积达到 0.8 亿 m^2 ，2012 年增长至 1.4 亿 m^2 ，进入 2014 年后全国浅层地能应用面积已经突破 2 亿 m^2 ^[1]。但是相对于太阳能、风能，浅层地能发展与普及速度较慢，推广效果不佳，开发应用总量仅占我国浅层地能可利用资源总量的 14.8%，社会公众对其认知度与接受度较低、相关产业发展也比较缓慢。

能源行业的推广与发展离不开“内因”与“外因”双向推动力，内在动力主要包括能源可利用总量与质量、经济成本与效益等，外部驱动力主要来自社会经济发展的能源需求、环境保护需要等方面产生的推动力^[2]。如图 1 所示，浅层地能产业发展障碍分析将从项目全寿命周期内各个环节出发，分析“内部动力”与“外部驱动力”两个方面，涵盖了能源、环境影响及经济指标等多方面。

1.1 浅层地能产业内部动力较弱

1) 能源勘测与规划工作滞后。对浅层地能待开

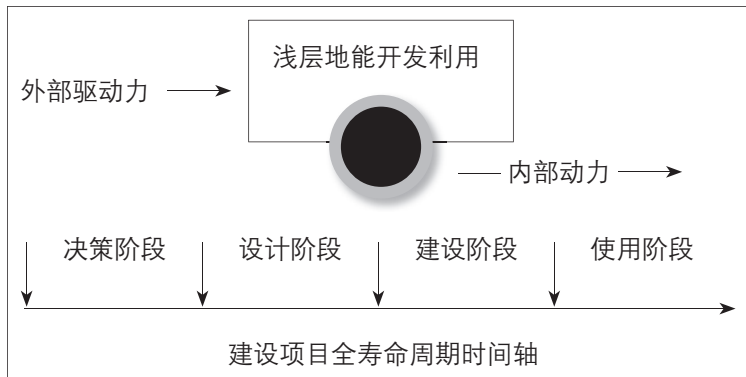


图1 建设项目全寿命周期内浅层地能开发应用动力图

发区域进行能源勘测，了解资源赋存总量以及区域内地质条件，关系到浅层地能开发利用强度以及能源的转换率。但是我国多数城市并没有进行相应的勘测与规划设计。

2) 环境要求相对较高。浅层地能开发利用的大多数工程都是隐藏在地下，如果发生意外将会造成地面沉降、地下水污染、地温场变化等不可挽回的损失，建筑不仅达不到节能效果更破坏了环境，浅层地能在开发利用过程中需要进行更加严格的环境监管与检测。

3) 经济效益优势不明显。浅层地能属于新能源，初始成本偏高，虽然系统运营成本远低于常规能源空调系统，综合成本较低，但是这种优势并未被市场所认识^[3]。

1.2 浅层地能产业外部驱动力不足

1) 组织结构不完善。目前，我国只有部分城市成立了浅层地能开发利用小组或委员会，热泵系统建设关系到全生命周期中的策划、设计、施工、运营、废弃等各阶段，在我国现阶段工程建设过程中，规划设计、开发、施工、运营阶段划分明显，职责分担到各管理单位，增加了管理工作的难度，无法实现政府在能源推进中的政策导向职能、统筹规划职能、信息服务职能与执法监督职能。

2) 制度设计不健全。我国浅层地能相关的政

策文件仍旧以指导性文件为主，操作性不强，且现有政策的连贯性不足，未能起到政策群体效应。与城市规划、环境发展相适应的综合性浅层地能发展规划尚未制定，市场准入制度与激励政策都略有滞后，如激励政策，仅北京、上海、天津等少数城市出台了经济鼓励政策。

3) 示范推广作用有限。一是科研与技术发展薄弱，财政支持多集中在生产和消费环节，科研经费不足，关键技术

我国拥有自主知识产权的不多。二是示范项目较少，且示范技术单一，作用有限。三是产业化、商品化程度低，未形成独立的产业，未能起到良好的示范推动作用。

2 构建浅层地能产业发展机制

根据层次分析法(AHP)分析可以看出，影响浅层地能开发利用的关键因素是经济激励机制、专业管理机构、浅层地能的技术成熟度以及系统经济性，根据关键因素和国际经验制定以下关键路径以及浅层地能产业发展长效管理体系。如图3所示，公共部门根据国家能源需求对浅层地能应用市场进行相应的激励与管理，在浅层地能产业发展初期，通过四条关键路径助力行业发展，同时为浅层地能产业长远发展建立管理体系，梳理约束机制、优化动力系统、加强激励机制和管理机制完善。

2.1 浅层地能产业规模化发展的关键路径

根据前文分析，影响权重较大的因素分别是激励政策、管理机构、技术成熟度以及成本，为了快速推进产业发展，从这四种关键因素着手，加速浅层地能产业发展与行业壮大。

1) 完善浅层地能开发利用经济激励机制。浅层地能行业的各个环节需要不同的激励形式，必要时建立专项资金库，国家政策性银行可以对浅层地能融资项目降低门槛，联合担保公司、保险公司，

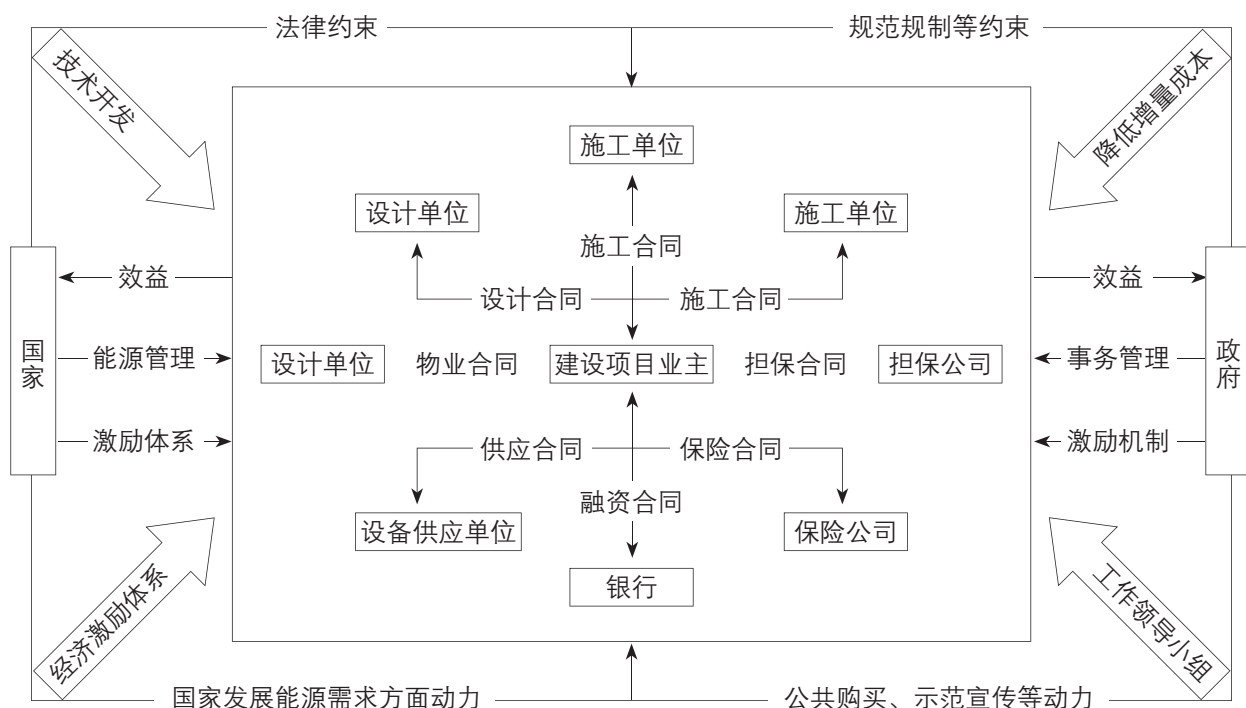


图3 浅层地能开发利用运作体系

畅通浅层地能项目的融资渠道。

2) 建立浅层地能开发利用领导小组。以市级行政单位为例，成立浅层地能领导小组，主要负责浅层地能相关问题的解决与协调，拟任市级领导为组长，市发展和改革委员会、市建设委员会、市规划局、市财政局、市水利局、市国土资源局和市环保局等部门领导任成员。浅层地能工作小组职责主要包括研究浅层地能常态化工作方案、制定各部门的职责分工等。

3) 加强科技研发，提高设备安全性能。各级行政单位应该重视技术发展，建立健全浅层地能技术研发体系，鼓励企业应用新技术、新产品，保障浅层地能系统安全性。国外浅层地能发展比较成熟，核心技术已经取得较大突破，提高国内浅层地能发展技术水平，需要在汲取国外优秀经验的基础上，将区域内技术实力进行整合、评估，因地制宜，提高自主创新能力，快速提高技术竞争力。

4) 降低使用成本,保障生产、消费等环节利益。浅层地能开发利用处于起步阶段,尚未形成规模化生产,无法实现集群效益。生产规模扩大离不开资金支持,目前在浅层地能企业扩大再生产过程中,比较适合的融资方式主要有4种:合同能源管理、碳汇融资模式、项目融资、市场化融资。

2.2 浅层地能产业长效管理体系

1) 浅层地能产业动力系统

浅层地能产业发展动力主要分为内部动力和外部驱动力，内部动力如技术进步、产品更新、行业发展、服务提升带来的竞争力、创造力、影响力、吸引力等，外部驱动力主要来自社会经济发展的能源需求、环境保护需要等方面产生的推动力。目前，浅层地能社会需求量大，外部驱动力相对充分，依靠外部驱动力启动浅层地能内部动力，以市场机制带动产业发展，不断提升浅层地能产业核心动力。因此，浅层地能动力系统的构建，需要政府牵头，

依托公共服务作用,以技术创新为吸引力,最终形成成熟的市场机制,发挥市场作用,达到带动企业积极性的目的。

2) 浅层地能产业激励机制

浅层地能开发利用初期激励机制应以经济激励为主、政策激励为辅,同时完善激励机制的保障支撑体系。从世界范围可再生能源发展经验总结可以得到不同阶段的激励政策:当处于产业发展初期应以固定电价法、配额制以及投标法激励政策为主;当浅层地能产业发展至成熟阶段时,当以经济激励为主,例如财税优惠政策;当浅层地能行业发展至成熟末期,各种激励机制应该逐步退出,实现能源市场的公平竞争。浅层地能规模化应用运作机制中,激励机制需要与其他制度耦合发挥作用,完善市场约束机制、优化管理机制等工作内容相结合,才能实现最终目标。

3) 浅层地能产业约束机制

能源开发利用过程,必须依靠以建筑节能为目标的一系列法律、法规、技术规范、评价体系等进行控制和引导。强制性规范约束中标明满足相关条件的区域必须使用浅层地能等可再生能源,针对未执行节能标准要求的行为必须予以处罚。在项目审查中增加对建筑节能的审查内容,对不符合节能减排法律法规和强制性标准要求的规划不予以批准,实行居住建筑信息公示制度,居住建筑在出售时出

示其浅层地能所采用的技术标准等内容,发挥公众监督的作用。完善技术规范体系,实现技术体系推进,将一般技术归纳整合,具体项目因地制宜选择性应用。根据建设项目现有评价体系,补充浅层地能开发评价相关内容,使得项目评价更具操作性。

4) 浅层地能产业管理机制

浅层地能开发利用管理机制主要依靠公共管理和行业管理。公共部门需要给予引导,并设立管理部门,并用法律法规的形式明确组织管理部门的责任与义务,健全浅层地能管理机制、完善各部门工作职能,将浅层地能管理与组织工作落到实处,以定期检查结合不定期抽查的方式,对项目进行评估与考核,发现违法违规行为应对其责任人采取相应的惩罚措施。行业管理主要涉及人才、资金、技术等资源的供给与制度完善。人才培养方面,加强本地区技术支撑队伍、施工安装队伍、维护管理队伍建设,积极开展学习培训,切实提高相关人员的专业技能和管理水平,实现持证上岗。资金供给方面,设立产业发展基金或者是提供贷款担保,对产业发展过程中的薄弱环节给予金融支持。浅层地能规模化应用过程中,行业管理机构更需要提供技术指导,结合地区特点筛选技术方案,并且对浅层地能的开发利用跟踪评价,若能源利用率与转化率等达不到设计要求应及时查找原因,确保整个行业发展的安全与科学性。

选自:《环境工程》

参考文献

参考文献:

- [1] 国家统计局能源统计司. 中国能源统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2012.
- [2] 王锋, 杨战社. 基于全寿命周期的高校建筑节能策略[J]. 西安科技大学学报, 2011(4): 500-504.
- [3] 刘玉明, 刘长滨. 基于全寿命周期成本理论的既有建筑节能经济效益评价[J]. 建筑经济, 2009(3): 58-61.

中国地热产业发展现状及诉求分析

DEVELOPMENT STATUS AND DEMAND ANALYSIS OF CHINA'S GEO-THERMAL ENERGY INDUSTRY

作者：孔祥军 孙振添 袁利娟 石涵静（北京市地热研究院）

地热资源是清洁能源，在我国有广泛的分布。本文介绍了我国地热资源的概况及其开发利用现状，并在此基础上提出了目前地热资源开发利用过程中存在的主要问题。最后，从对清洁能源迫切需求、国家政策的支持、对地热资源可持续发展和梯级利用的诉求、国际合作的必要性 4 个方面分析了地热行业下一步的发展空间及其诉求。

1 地热资源概况

我国是一个地热资源较丰富的国家，特别是中低温地热资源（热储温度为 $25^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ ）几乎遍及全国。据统计，全国每年可开发利用的地下热水资源总量为 68.45 亿 m^3 ，所含热能量为 $972.28 \times 10^{15} \text{ J}$ ，折合每年约 3284.8 万 t 标准煤的发热量。据调查，我国地热资源呈现如下特点：

（1）以低温地热资源为主。据地热勘查资料统计，中国高温地热田仅 2 处（西藏羊八井、羊易地热田），余下均为中、低温地热田；全国几千眼地热井出口温度绝大部分低于 90°C ，平均温度约 54.8°C 。

（2）地理分布不均，主要集中在东部和西南部地区^[1]。受环太平洋地热带和地中海 - 阿尔卑斯 - 喜马拉雅地热带的影响，我国东南沿海地区和西南部地区形成了两个地热资源富集区。其中，东部地区以中低温地热资源为主，主要分布于松辽平原、黄淮海平原、江汉平原、山东半岛和东南沿海地区；高温地热资源（热储温度 $\geq 150^{\circ}\text{C}$ ）主要分布在西南部地区藏南、滇西、川西和台湾省。

（3）地热资源分布与经济区和城市规划区相匹配^[2]。以环渤海经济区为例，该区的北京、天津、河北和山东等省市地热储层多、储量大、分布广，是我国最大的地热资源开发区。

（4）综合利用价值高。我国地热资源以水热型为主，可直接进行开发利用，适合于发电、供热、供热水、洗浴、医疗、温室、干燥、养殖等。

2 地热资源开发利用现状

我国地热资源的利用历史悠久，但真正大规模勘查和开发利用始于 20 世纪 70 年初期，尤其是 20 世纪 90 年代以来，在市场经济需求的推动下，地热资源的开发利用得到更加蓬勃的发展。

近年来,随着社会发展、科学技术进步和人们对地热资源认识的提高,出现了地热资源开发利用的热潮,平均每年以 12% 的速度增长。WGC (全球地热大会) 2010 数据显示,截至 2009 年底,我国地热直接利用装机容量达到 8898 MW,位居世界首位^[4]。我国北方地热资源丰富,城市大力推进地热区域供暖。以天津为例,地热供暖面积 2010 年底已突破 1200 万 m²。而随着人民生活水平的提高,地热温泉洗浴、疗养已成为多数人的诉求,全国已命名的“温泉之乡”、“温泉城”等已达数 10 个^[5]。自 1970 年 10 月我国第一座实验性地热电站在广东丰顺建成投产以来,相继建成了湖南灰汤、西藏羊八井、西藏那曲及西藏郎久等地热电站。但是,由于地热发电对流体温度要求较高,一般在 180℃ 甚至 200℃ 以上才比较经济。因此,我国地热发电产业长时间处于停滞状态,直至 2008 年后陆续增加了 2.8 MW,截至 2012 年底,我国地热发电装机规模也仅仅为 27.28 MW^[6,7]。

3 开发利用过程中存在的主要问题

虽然我国地热资源开发利用在供暖、供热水、医疗保健、洗浴、娱乐、温室、种植、养殖及工业应用等方面均达到一定规模,并初步形成了有我国特色的地热产业。但目前我国地热开发利用仍处于初级阶段,在地热资源开发利用过程中仍存在的许多问题。

3.1 对地热资源和地热产业缺乏科学的认识

通常,人们对地热资源的综合利用价值和产业化开发利用的意义认识不足,将地热混同于一般的矿产资源或水资源^[1]。因此,一些地热资源



丰富的地区难以把地热资源优势与经济发展、生态环境和社会进步相结合,建立有自己特色的地热产业。使宝贵的地热资源开发停留在低层次、低效益的水平上。另一方面,一些开发商对地热资源的特点认识不清,造成地热资源得不到合理开发和有效保护,在后续开发利用中容易造成资源浪费和环境地质问题的发生。

3.2 对地热资源开发利用缺乏统一政策

我国对地热资源开发利用缺乏统一的管理、统一的技术规范、质量认证标准和质量监督体系,相关的信息服务也没有及时跟进,整个市场处于无序状态,干扰了市场的开发。另外,我国还没有出台一部适用于全国的地热法规,而地方的有关法规及配套的政策还不健全,有些地方实施的效率不高,执法不力。

3.3 地热资源勘查评价工作滞后

由于受各种因素的制约,目前我国在地热勘查方面还基本处于“就热找热”阶段,真正经过

系统勘查评价的地热田较少,开发阶段的评价更少,地热资源动态监测和研究仅在极少数城市进行^[1]。这在极大程度上影响到地热资源的开发、利用以及地热产业的发展。此外,缺乏统一的勘查评价体系。我国目前对地热资源的开发仅限于对已发现资源的开发,没有形成系统的勘察评价机构,致使地热资源开发利用社会、经济效益达不到预期的目的。

3.4 地热资源管理缺位,监督管理力度不够

由于我国地热大规模开发起步较晚,没有建立起完善的法律体系,行政部门职能交叉重复,造成政出多门。虽然《可再生能源法》中涉及相关地热开发,但是篇幅很少,概括简略;此外,地热虽属矿产资源,但其开发利用却要受到不同的行政部门的重复管理^[2],严重影响了地热资源勘察与开发利用的正常发展。

3.5 综合开发利用水平低

由于相关公益性勘察和政策法律体系的缺位,梯级利用没有广泛应用,目前我国对地热资源的开发利用和管理尚处于自发分散的粗放阶段,综合开发利用水平低。除少数城市外。我国的地热开发仍停留在洗浴、游泳、养殖等少数项目上,处在自发、分散和粗放的利用阶段,地热企业经营粗放。地热资源利用率低,综合效益不够显著,资源的浪费现象比较严重。

4 该行业下一步发展空间与诉求

4.1 清洁能源代替传统化石能源的迫切需求

一方面是资源制约日益加剧,能源安全形势严峻。目前,我国能源资源短缺,常规化石能源可持续供应能力不足。油气人均剩余可采储量仅为世界平均水平的6%,石油年产量仅能维持在2亿t左右,常规天然气新增产量仅能满足新增需求的30%左右。煤炭超强度开采。另外,粗

放式发展导致我国能源需求过快增长,石油对外依存度从本世纪初的26%上升至2011年的57%。与此同时,我国油气进口来源相对集中,进口通道受制于人,远洋自主运输能力不足,金融支撑体系亟待加强,能源储备应急体系不健全,应对国际市场波动和突发性事件能力不足,能源安全保障压力巨大。另外,生态环境约束凸显,绿色发展迫在眉睫。我国能源结构以煤为主,开发利用方式粗放,资源环境压力加大。大量水资源被消耗或污染,煤矸石堆积大量占用和污染土地,酸雨影响面积达120万km²,主要污染物和温室气体排放总量居世界前列。国内生态环境难以继续承载粗放式发展,国际上应对气候变化的压力日益增大,迫切需要绿色转型发展。

4.2 国家政策的支持

2013年1月10日,国家能源局、财政部、国土资源部、住房和城乡建设部联合发布《关于促进地热能开发利用的指导意见》,指出我国地热能资源储量大、分布广、发展前景广阔、市场潜力巨大,地热能开发对缓解我国能源资源压力、实现非化石能源目标、推进能源生产和消费革命、促进生态文明建设,具有重要的现实意义和长远的战略意义。这份指导意见明确提出了地热能“十二五”发展目标,到2015年全国地热供暖面积达到5亿m²,地热发电装机容量达到100MW,地热能年利用量达到2000万t标准煤。到2020年,地热能开发利用量达到5000万t标准煤。但目前的现状是,地热发电装机容量仅为27MW,即未来两年多的时间内,我国需要新增地热电站装机容量73MW,这应该是一项艰巨的任务。包括地热区域供暖和地源热泵在内,全国地热供暖面积已达2.5亿m²,在未来时间内还需要增加一倍的供暖面积。

4.3 对地热资源可持续发展的诉求

自从提出可持续发展战略以来,发达国家把发展循环经济、建立循环型社会,看作实施可持续发展战略的重要途径和实现方式。可持续发展已经是当今世界发展的趋向,地热资源可持续发展意义在于,地热资源持续发展是保证当前及未来经济建设与社会发展的需要。同时,地热的开发要尽量控制,减少甚至不破坏自然环境。必须以循环经济理论为指导,采取有效的管理体制、先进的技术和完善的制度、法规来实现可持续发展。所以,地热资源应当朝着吸收世界其他国家的先进经验,加快推广清洁生产技术。用清洁生产的基本形式,实现循环经济的方向发展。所谓梯级利用就是按照用户终端需要的供热水温,从高到低排序;高能高用,温度适用,分配得当,各得其所,通过梯级利用,可有效提高地热资源利用率。不论是哪种温度的地热水,梯级利用都是一个最佳的利用方案。北京工业大学地热供暖示范项目的测试和阶段总结与常规集中供热区域

锅炉房的价格基本相当,而运行费用总效率在 5.79 ~ 6.64 之间,费用低于天然气。因此,地热的梯级利用拥有广阔的发展前景。此外为了使地热可持续开采,可以采用如法国的回灌法,冰岛的季节性关闭热水井,延长水井寿命,实现可持续发展^[2]。

4.4 国际合作的必要性

热的开发利用对于技术和装备要求是较高的,尤其在地热发电方面更是如此。投资大、周期长、风险高意味着国家必须通过国家规划、技术引进、项目示范、政策优惠等方式推动地热资源的开发利用。目前,中国地热资源开发利用规模化、产业化水平不高,企业生产布局、产品结构和利用方式不合理;技术力量薄弱、经营粗放、竞争无序、管理经验低水平利用和浪费严重。因此,必须加强国际间技术、资金和资源的交流合作,中国才能更好地分享其他国家在地热研究和利用中的技术。

选自:《城市地质》

参考文献

参考文献:

- [1] 徐军祥. 我国地热资源与可持续开发利用 [J]. 中国人口: 资源与环境, 2005, 15(2): 139-141.
- [2] 詹麒. 国内外地热开发利用现状浅析 [J]. 理论与实践, 2009, 7: 71-75.
- [3] 汪集暘, 胡圣标, 庞忠和等. 我国大陆干热岩资源潜力评估评价 [J]. 科技导报, 2012, 30(32): 25-31.
- [4] 阮传侠, 林黎, 赵苏民. 天津市浅层地热能资源评价及开发利用条件分析 [C]// 见: 汪民等主编. 中国地热能: 成就与展望—李四光倡导中国地热能开发利用 40 周年纪念大会暨中国地热发展研讨会论文集. 北京: 地质出版社, 2010: 152-164.
- [5] 汪集暘. 加快中国地热发电的步伐. 科技导报, 2012, 30(32): 3.
- [6] 汪集暘, 马伟斌, 龔宇烈等. 地热利用技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [7] Zheng K Y, Dong Y. A Comparison on Geothermal Development between China and the World. [C]// European Geothermal Congress 2013, Pisa, Italy, 3-7 June 2013.

农村应用浅层地热能供暖的可行性和优势

THE FEASIBILITY AND ADVANTAGE OF THE APPLICATION OF SHALLOW GEO-THERMAL ENERGY FOR RURAL AREAS HEATING

作者：吴德绳（北京市建筑设计研究院有限公司顾问总工程师）



建筑业已有万年的历史，供暖与建筑业的历史时期相随，供暖方式却受着地域性和季节性特点主导。人类还在洞穴居住时，已经使用火堆烧火供暖，直到现代，有些地区仍然存在烧火供暖，只是形式有些变化。然而，“燃烧得热”却是供暖客观经久未变的技术路线。“燃烧得热”的技术路线产生了一些负面后果，造成雾霾和碳排放的逐渐严重，对环境造成破坏，而且破坏程度逐年累加。

近年来，建筑业供暖在能源的应用方面发生了重大改变：低品位能源引入了建筑业供暖领域，并且逐渐发展成为该领域中更为合理的重要能源。随着这一变化被广泛认可，建筑业供暖采用低品位能源进入了快速发展的阶段。

为什么说用可再生能源为建筑供暖是科技的重大发展

供暖的本质是什么？简单的说，冬季的供暖目标是：在大部分时间，让建筑内部的温度能达到 $16\sim 20^{\circ}\text{C}$ 左右。由此看来，比上述温度高约 30°C 左右的工质即可作为建筑的供暖热源。供暖设备的系统中大多供给 $50\sim 80^{\circ}\text{C}$ 的循环热水，就可完成建筑供暖任务。

供暖能源应用的关注点，集中在用什么资源和方式产生这种温度的循环热水，比如：

燃烧柴草的方式，使用的资源是柴草，这种资源是可以被接受的。但随之产生的排烟、排尘、排碳，是对环境有重大影响的缺点。

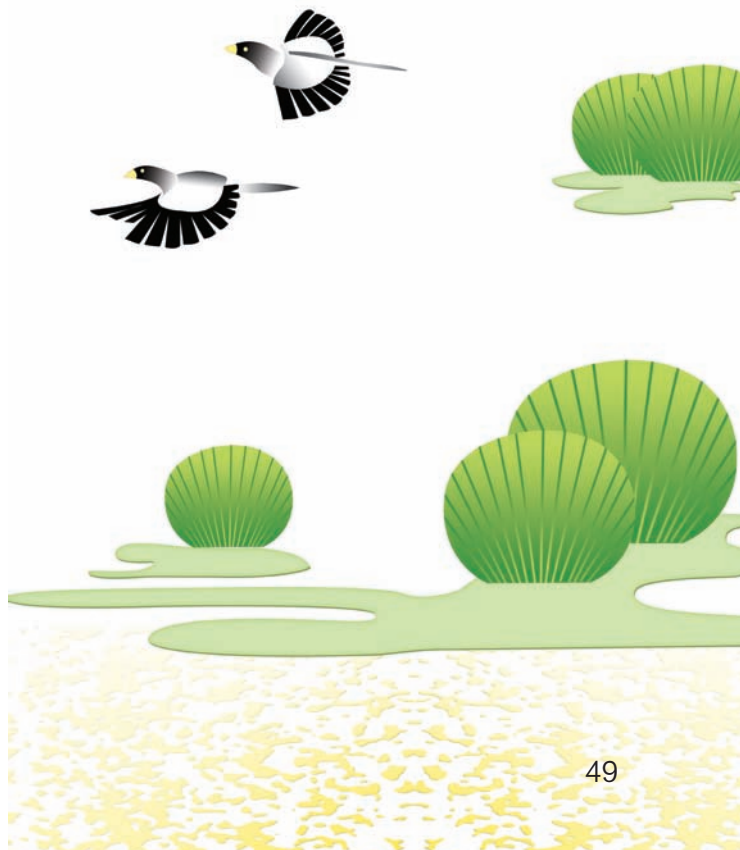
同样的道理，燃烧煤、石油、天然气的方式，也存在影响环境的重要缺点。近年来，人们更加认识到这些能源用于建筑业供暖还存在资源浪费的问题。由于燃烧可得到炼钢或一些工业生产必要的高温，因而应把上述资源归为可得到高品位热能资源。建筑业供暖需要 $50\sim 80^{\circ}\text{C}$ 的热能，就是只需使用低品位资源。

所以，可用低品位资源满足的热源需求，却使用了高品位资源去生产，对资源品位来说是一种巨大的浪费。

那么，从节省资源品位的层面上看，充分利用资源的品位，将是新的追求。所以，供暖不再大量应用高品位资源，而是以低品位资源为主，把高品位资源更多的留给必需的产业使用，应该是供暖用热的最合理、科学的技术路线，能体现使用资源的高尚道德，更是现代化、全球化的国际担当。

供暖使用低品位能源应以可再生能源为首选

供暖使用的低品位能源有很多选择，如浅层地热能、空气热能，各种废热能，都可作为发展目标。上述各种热源，却具有量大、非燃烧产生等特点，但用于供暖，这些热源常常不具备最理想的温度。



可喜的是，我们已有先进的伟大技术予以应对，它就是“热泵”。简单的说，热泵技术就是用少量的电能作为动力，把低温的热源转为适合使用的较高温度热源的技术和成熟的设备。

这与锅炉的原理完全不同。锅炉也可把低温热水烧成高温水，并循环应用于供暖。锅炉是以烧煤产生的热量加热循环水供其升温的；而热泵却是用少量的电能作为动力，把低品位能源中的热量不断搬入循环水中，循环水不断获得热量，继而升高温度，就可用于供暖。所以，“热泵”供暖的热量是从低品位的能源中搬来的，没有燃烧过程，不会对环境造成影响。

地球上可再生的能源，还具有取之不尽的特点。因而，使用可再生的低品位能源，必定是供暖能源应用技术的一次较大的进步。依托热泵等先进科技的贡献，及对能源分品位、以节省品位的新认知作为基础，可以说，这是近些年建筑业供暖的一大变革、一大发展。

浅层地热能是建筑供暖理想的可再生能源

浅层地热能，是指地球表面至 200 米左右深度的地层，多为砂、石、泥土、水分组成。浅层地热能具有终年温度波动很小，含有巨大热容量的特点。虽然温度大体只处于 10℃ 左右，但从浅层地热能取热，加入热泵技术的配合，通过不断取热调至建筑业供暖的适合温度，再把热量转于载体，如循环热水，浅层地热能就成为了供暖热源。这种技术已经相当成熟，并且达到系列化、产业化、实用化和商业化。

从地下浅层取热的方式，分别有适应地层特点或建筑特点的多种类型，可供工程合理选用，比如：单井回灌类型、“地能热宝”类型和埋管类型等。选用哪种取热方式，必须依据当地的地质特点。

地层中砾石为主、水流丰富的情况，适合采用单井回灌类型，大型建筑或建筑群工程可以选用。地层含水量较多时，应视建筑规



模适当采用地能热宝型和埋管型。当浅层地质为干燥的土、砂、石质，则前述的各种类型方式都应该慎用，因为这种浅层地质条件已不适用。

此外，作为一项工程，如需用浅层地热能热泵系统为建筑供暖的同时，还需供夏季供冷，将是更为理想的应用。因为冬季从浅地层取热供暖，夏季供冷向浅地层输热，对于地层局部处的温度恢复和保持更为有利，方案的优势更为提升。

农村应用浅层地热能供暖的可行性和优势

分散燃烧供暖，是农居中较为多用的供暖方式。因数量大，燃烧效率低，对环境的影响严重，农居的此类供暖方式急需进行改造。新城镇建设中，优选供暖方式可谓是“国家之急”。

恒有源科技发展集团有限公司自主创新研发的“地能热宝”技术，具有独特优点，应优先考虑。它仅需少量的电能，可直接利用农户原有供电系统，且符合分户计量，自主控制原则。“地能热宝”技术可促进行为节能和充分利用低谷电价的良好使用方式，达到低成本运行。

由于埋入浅层地下的取热设备仅为小型，对分散农户运送、施工都很方便，且只需用简易工具人工操作，省地而易于推广。室内设备设置只需简单管路与室外设备相连，安装灵活、使用方便。

对于房间数量不同的农户，也有合理的配置方案。实施的工程中，已经证实“地能热宝”可满足需求、造价低、用电节省、对极冷天气的保证性好。所以，采用“地能热宝”是农户供暖的理想的技术方案，和成熟的设备选择。

中国农村供暖的特点

全国范围的“每居民平均使用建筑面积值”中，农村的居住建筑属于相对的高值。农居的节

能改造和村镇新建设中，对建筑保持节能标准的坚持，和分室的隔热，以及供暖的分室控制均应重视，以满足冬季供暖仅针对居民，而非针对全部建筑范围。

所以，当冬季居民的家庭活动范围较集中时，应适时启用相应房间的供暖设备。如白天居民进出频繁时，衣着较厚，室内可间歇开启供暖。这是行为节能效果最好的方式，也是中国民众“省着用”的优秀品质的一种传承。

习总书记领导我们圆中华民族伟大复兴之梦，使我们提升了民族自尊心和自信心，供暖的“省着用”不是贫穷的现象，也不是短期的应对，从节约资源、保护地球的角度说，必是应长久发扬的民族的优秀品质。

总体来说，“地能热宝”方式是符合中国农村民宅供暖的先进、合理的选择。其优点有：

- 利用宅院，一小块土地埋入浅层地热能采集设备，不影响地面的使用和景观。
- 设备小型，小路轻车都可以送到，居民自助便可施工。
- 室内机独立、美观，适宜各种装修的房间，无需拆改。
- 便于控制使用，最易发扬“省着用”的行为节能优秀传统。
- 节省运行费用，耐极端降温气候能力强。
- 设备可靠，保养维修极简单。
- 不存在过分影响环保的因素，可属绿色供暖技术。

可喜的是：

随着建筑业供暖的科技进步，从需求侧着力、对农村住宅的供暖改造和城镇建设中的新建筑，又有了恰当的资源 and 恰当的技术，供我们恰当的选用，并恰当的综合和优化。感谢技术、设备的研发专家和产业的创业者对建筑供暖所做的重大贡献！

地热能产业开始“预热”

THE INDUSTRY OF GEO-THERMAL ENERGY STARTS PREHEATING

由中国城市发展研究会主办的低碳城市与新能源发展论坛 5 月 18 日至 19 日在山东济南举行。会上，近些年在新能源领域“崭露头角”的地热能产业受到专家学者以及新能源企业代表的热议。

“地热资源具有清洁、高效、稳定、安全等独特优势。”中国工程院院士多吉认为，在所有可再生能源中，地热能的可利用效率最高，利用系数达到 80%，能够在治理雾霾、节能减排、调整能源结构等方面发挥独特作用。

数据显示，我国地热资源约占全球资源量的六分之一。其中，浅层地能资源量每年相当于 95 亿吨标准煤，中深层地热能资源量相当于 8530 亿吨标准煤，干热岩资源量相当于 860 万亿吨标准煤。在能源消费结构中，地热利用每提高 1 个百分点，相当于替代标准煤 3750 万吨，减排二氧化碳约 9400 万吨。

当前我国地热资源的开发利用可分为发电和直接利用两个方面。高温地热资源主要用于发电；中温和低温地热资源则以直接利用为主；对于 25℃ 以下的浅层地能，可利用地源热泵系统进行供暖和制冷。

“河北雄县近年来大力发展地热供暖，供暖能源已经实现百分之百可再生。”国家能源局新

能源与可再生能源司副司长梁志鹏介绍，雄县经过 6 年的建设，建成供暖能力 385 万平方米，城区基本实现地热集中供热全覆盖，成为我国第一个“无烟城”。据介绍，浅层地能供暖制冷技术已经在全国多个城市实践并获得成功。2015 年，陕西咸阳市地热集中供暖面积达到 650 万平方米，35 万人受益；天津市地热供暖小区及公建 340 个，地热供暖面积 2503 万平方米，占全国地热供暖总面积的 40%。

地热能在未来能源格局中将扮演怎样的角色？多吉援引有关数据预测，2050 年世界发电结构中清洁能源将占主导地位，其中地热能将占 5% 以上，并将逐步提高占比。2020 年、2030 年和 2050 年我国地热发电装机容量将分别达到 30 万千瓦、220 万千瓦和 1900 万千瓦。

与会专家也指出，我国地热能产业要实现规模化、长期可持续发展，仍有不少工作要做：一是查明主要沉积盆地地热能资源分布，对地热能资源合理开发利用进行产业布局。二是制定优惠政策及相应法规，推进碳汇交易。三是大力推动科技创新，突破技术瓶颈。此外，在具体开发过程中，应坚持回灌，进行地热资源分梯级多模式利用，最大化利用宝贵的地热资源。

选自：中国经济网



北京市“煤改清洁能源”进程加快 恒有源入围大兴区“煤改电”企业

WITH SPEEDING UP THE PROCESS OF “ALTERNATING COAL WITH CLEAN ENERGY” IN BEIJING, HYY RANKS AS ONE OF THE FINALIST ENTERPRISES OF “ALTERNATING COAL WITH ELECTRICITY” IN DAXING DISTRICT

作者：刘军 赵磊（恒有源集团地能推广中心）

为深入贯彻落实市委、市政府关于大气污染治理工作的部署，加快推动北京市农村地区村庄“煤改清洁能源”和“减煤换煤”工作，确保实现2020年全市平原地区农村采暖全部改用清洁能源，北京市人民政府办公厅下发了《2016年北京市农村地区村庄“煤改清洁能源”和“减煤换煤”工作方案》。

方案指出：到2016年底，完成“十三五”时期平原地区村庄“煤改清洁能源”计划制定工作；完成400个村庄整体“煤改清洁能源”任务，确保不再使用燃煤；对未纳入2016年度“煤改清洁能源”计划的村庄，全部实施优质燃煤替代；对安装空气源热泵、非整村安装地源热泵的住户，市财政按照取暖住房面积每平方米100元的标准给予补贴，每户补贴金额最高1.2万元；区财政在配套同等补贴金额的基础上，可进一步加大补贴力度，减轻住户负担等相关支持的政策。

2016年4月底，北京市印发《北京市2016年农村地区村庄“煤改清洁能源和减煤换煤”相关

推进工作指导意见》，随后各辖区纷纷出台政策和采取相应落实行动，全面推动“煤改电”。这为国内热泵品牌大举进军北方采暖市场提供了良好的发展机遇，使清洁能源采暖产业迎来了发展的春天。

北京市大兴区2016年计划完成农村和社区“煤改电”工程的项目涉及10个村，合计43397户。政策支持农村住户安装空气源热泵及非整村安装地源热泵，市、区财政按照取暖住房面积每平方米200元，最高不超过120平方米，每户补贴金额最高2.4万元进行补助。近期，大兴区已经开始进入招投标的实质阶段，由大兴区农村工作委员会作为招标方，北京方圆工程监理有限公司为招标代理，于5月16日发布了《大兴区2016年“煤改电”户内取暖设备—地源热泵供货及安装入围企业招标公告》，吸引包括恒有源集团等众多业界知名企业前来竞标。6月6日开标，经专家评审，恒有源集团成功中标，成为大兴区2016年“煤改电”户内取暖设备—地源热泵供货及安装入围的五家候选企业之一。

吉林省委书记： 地热资源推动地方经济发展

JILIN PROVINCIAL PARTY COMMITTEE SECRETARY: GEO-THERMAL RESOURCES PUSH LOCAL ECONOMIC DEVELOPMENT

吉林省委书记巴音朝鲁四月份在公主岭调研扩权强县改革试点工作时，专程来到吉林省地矿局负责的地热勘查现场。他指出，地热是非常好的资源，要把吉林省有地热的地方尽快查找出来，做好开发利用，拉动地方经济发展。

巴音朝鲁此次调研的公主岭经济开发区新凯河地热资源普查项目，是由吉林省地矿局所属的吉林省水文地质调查所负责实施的。通过勘察，该项目提交大型地热田1处，最高水温达59.4℃，单井最大日涌水量达1248立方米，地热资源储量达300万吨/年，具有大规模开发利用前景。该大型地热田被发现后，吉林省水文地质调查所积极与地方政府取得联系，公主岭市委、市政府高度重视，并在矿权申报、土地协调、施工配合等方面给予大力支持。同时，双方还形成了定期沟通机制，签订了战略合作框架协议。

目前，公主岭市政府依托这一地热勘查成果，将投资15亿元兴建温泉度假综合体项目，重点打造具有国际水准的温泉养生、康疗一体的温泉度假村，同时配套开发儿童水上乐园、水镇商业街、温泉洗浴等项目。据了解，签约项目规划面

积为10平方千米，计划分3期完成，项目开发完成后，能够直接带动3000人就业，并将大大改善当地居民的生活方式与居住环境。

据专家介绍，该项目是吉林省首次在中生代白垩系热储层发现大型低温地热田，填补了吉林省地热勘探的一项空白，对今后西部松辽盆地地热资源勘查开发具有极其深远的意义。

据了解，近年来，吉林省地矿局紧紧抓住吉林省加快经济结构转型升级、推动服务业实现跨越发展的机遇，充分发挥专业优势，主动服务吉林省经济建设，在全省范围内大力开展地热资源勘查工作，并取得了突破性进展，先后实施了吉林省伊舒盆地（岔路河-太平段）地热资源普查、吉林省圣德泉地热资源勘查、吉林省长春市双阳区奢岭地热田地热资源详查、吉林省长春市双阳区小龙庙地热资源普查等项目，提交大型地热田3处。2014年，吉林省水文地质调查所开展的吉林省伊舒盆地地热资源普查项目，勘查面积达276.3平方千米，出水温度达73.9℃，刷新了吉林地区地热资源开采水温最高纪录。

选自：《中国矿业报》

山西省推进城乡采暖“煤改电” 全面落实峰谷分时电价

SHANXI PROVINCE PROMOTES "ALTERNATING COAL WITH ELECTRICITY" FOR URBAN HEATING AND IMPLEMENTS TOU PRICE OVERALL PROVINCE

日前，山西省出台《推进城乡采暖“煤改电”试点工作实施方案》，按照“市场运作、政府引导，统筹兼顾、因地制宜，试点先行、稳步推进”的原则，通过开展采暖“煤改电”试点，进一步调整优化城乡供暖能源结构，减少燃煤锅炉污染，促进富余电力消纳和相关装备制造业发展，积极探索和形成适应经济社会发展要求的清洁、低碳、安全、高效新型能源消费方式。

《方案》提出，2016 年完成 5000 户居民、50 个高速公路服务区（收费站管理办公区）采暖“煤改电”试点任务，在有条件的学校、医院、商场、办公楼、厂房等公共建筑试点推广电采暖。“十三五”期间，全省力争完成 50 万户居民采暖“煤改电”任务，有条件地区实现学校、医院、养老院、旅游景点等公益事业单位和乡镇机关、村委会等电采暖全覆盖，到 2020 年，形成年均 60 亿度以上新增电力消费能力。

《方案》要求，结合各地实际和不同方式的技术经济特点，科学选择地源热泵、空气源热泵、蓄能式电暖器、蓄能式发热电缆、大型热库等采暖“煤改电”方式。

在支持政策上，山西省将全面落实峰谷分时电

价政策，对采暖“煤改电”居民用户执行居民用电峰谷分时电价政策，一般工商业用户执行一般工商业用电峰谷分时电价政策；对安装高效节能电采暖设备的居民用户，设备购置费用由省、市两级财政各补贴 1/3，两级补贴总额最高不超过 20000 元 / 户；省、市两级财政对采暖季低谷时段电价各补贴 0.1 元 / 度，每个采暖季每户补贴最高不超过 12000 度用电量；对安装高效节能电采暖设备的学校、养老院等非营利性公益事业单位，设备购置费用由省、市、县三级财政各补贴 1/3；对全省高速公路服务区（收费站管理办公区）现有采暖燃煤锅炉逐步实施“煤改电”，改造投资由省级财政在项目完成后，按投资额的平均水平给予 10%—20% 的奖补。

同时，山西省还将加大对电采暖产业发展扶持力度，引进设备制造企业落户山西省投资建厂，有关部门要在土地、税费、融资等方面给予优先支持；鼓励企业加强生产制造和研发创新，提升工艺技术和产品质量，山西省新兴产业发展投资基金和科技成果转化基金要给予适当支持；同质同价前提下省内企业生产的电采暖设备优先纳入招标范围，优先推荐使用。

选自：《山西日报》

农村建筑供暖 既有空气源热泵改造为地能 热宝系统运行实例

THE OPERATION CASE ON THE TRANSFORMATION OF THE EXISTING AIR SOURCE HEAT PUMP TO GROUND SOURCE HEATING DEVICES IN RURAL BUILDINGS FOR HEATING

作者：刘宝红（宏源地能热宝技术有限公司）

一、空气源热泵与地能热泵系统比较

空气源热泵是通过电能驱动压缩机系统运转工作，吸收空气热源制取热水，主要能量来源于室外空气，供热量容易受到空气温度的影响，室外温度越低供热量衰减越厉害。

地能热宝系统是通过电能驱动压缩机系统运转工作，吸收温度相对恒定的浅层地能中的热量为建筑物供暖，主要能量来源于浅层地能（热），供热量不受空气温度的影响，如表 1 所示。

表 1 空气源热泵与地能热泵系统比较

比较项目	地能热宝	低温空气源热泵
消耗的主要能源	可再生低品位浅层地能	低品位的空气能
系统工作原理	1 份花钱的电能可以搬运 3 份以上浅层地能，供暖兼有制冷。	1、冬冷夏热地区 1 份花钱的电能可以平均搬运空气中 3 份的低品位的空气能； 2、寒冷地区的供暖区 1 份花钱的电能可以平均搬运空气中 2 份的低品位的空气能。
目前可实施情况	地能采集温度恒定，不受室外空气温度影响，保证供暖且效率高。	空气能采集温度即室外环境温度，同一设备在环境温度 -5℃ 以下时，效率偏低，在环境温度 -10℃ 以下的湿冷天气，供暖出力没有保证。

由图 1 温度曲线可以看出，空气源热泵系统：在室内温度 20℃、室外温度 -10℃ 时，压缩机系统

需要提升的温度为 30℃；地能热宝：由于地能供给温度恒定为 14℃ 左右，为保证室内温度为 20℃，压

缩机系统只需要提升温度 6℃。通过对比可知，相同供热量前提下，地能热宝较空气源热泵输入压缩机的电耗少，运行费用低。

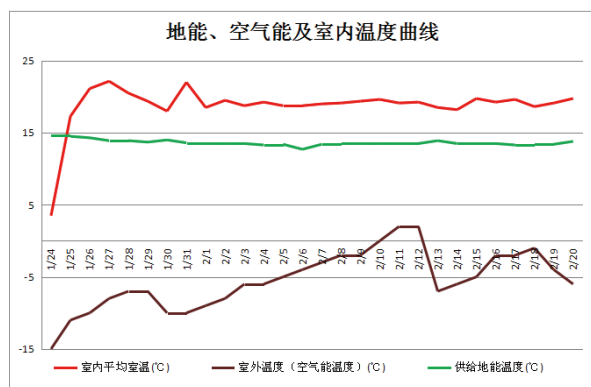


图 1 海淀某项目地能、空气能、室内温度曲线图

二、既有空气源热泵改造为地能热宝系统运行实例

案例 1——延庆沈家营村某住宅

沈家营村位于北京市延庆区沈家营镇，村中的某住宅为自建平房，供暖面积为 82m²。维护结构：普通 240 墙体、单层玻璃、层高 3 米。

改造前：采用 1 台低温空气源机组（配合蓄热水箱）+ 立式明装风盘自采暖，但冬季供暖效果较差，室内温度偏低（14~16℃），只开 1 个东卧室房间的日耗电量为 30—40kWh，运行费用高，如图 2、3、4、5 所示。



图 2（左）改造前蓄热水箱（卫生间内架空安装）



图 3（右）改造前空气源热泵主机

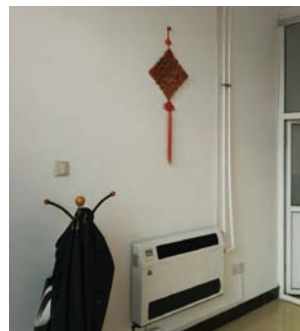


图 4 改造前卧室



图 5 改造前客厅

改造后：选用 1 套 4 间房地能热宝系统供暖（冷），供暖温度设定为 20℃ 以上，东卧室一间房供暖日耗电量 15 kWh 左右，如图 6、7、8、9、10 所示。

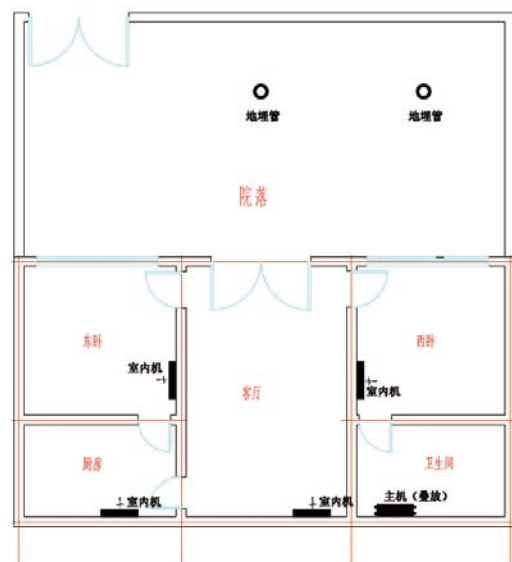


图 6 4 间房地能热宝平面布置



图 7 主机安装效果



图 8 东卧室

实用案例

PROJECT SHOWCASE



图 9 客厅



图 10 数据记录表

改造后运行数据：监测时段为 4 个房间末端设备全开，系统设独立电表计量，其中东卧室有独立电力计量仪，一间房日耗电量 8–15 kWh，运行数据如表 2 所示。

表 2 耗电量、室内温度记录表

日期	记录时间	电表 读数 (kWh)	日耗 电量 (kWh)	室外最 低 / 最 高温度 (℃)	东卧			客厅		西卧		厨房	
					设定温 度(℃)	室内温 度(℃)	日耗 电量 (kWh)	设定温 度(℃)	室内温 度(℃)	设定温 度(℃)	室内温 度(℃)	设定温 度(℃)	室内温 度(℃)
3月3日	17:40	5776	-	1/16	20	18	15	20	20	20	19.5	16	16
3月4日	8:00	5802	38	0/12	20	17.7	10	20	19.3	20	18.9	16	16
3月4日	17:30	5814			20	18.2		20	19.8	20	18	16	15.8
3月5日	9:00	5849	46	-2/7	20	18.9	11	20	18	20	18.2	16	18.2
3月5日	11:30	5851			20	19.4		20	23	20	19.8	16	16.1
3月5日	17:30	5860			20	19.9		20	24	20	18.9	16	16.2
3月6日	9:30	5898	50	0/6	20	18.3	10	20	24	20	19.8	16	16.1
3月6日	18:00	5911			20	18.8		20	21	20	19.3	16	17.7
3月7日	6:15	5939	45.7	-6/9	20	18	12	17	18	20	19.2	16	16.2
3月7日	15:00	5951			20	18.1		17	19	20	19.1	16	16.2
3月12日	7:00	6136	39	-3/8	18	18.1	11.5	18	18	18	21	16	16.6
3月12日	10:30	6150			18	18.5		18	18.5	18	18.5	16	16.7
3月12日	20:00	6157			18	18.2		18	21	18	18	16	16.2
3月13日	7:00	6179	48	-7/9	20	18.6	10	18	21	18	19	16	15.8
3月14日	20:00	6209	28	1/11	18	18.5	7.5	18	18	18	18	18	15.9
3月15日	14:30	6236	31	3/13	18	18.8	8	18	20	17	18.5	18	16.1

实际使用情况：用哪间开哪间，用户基本保持 2 台机组常开，冬季供暖期内的总电量 2880–4610 kWh / 采暖季，即 12—19.3 元 / 采暖季 · 平米。（注：平均

电费单价为 0.3426 元 / kWh，其中 9 小时享受低谷电 0.1 元 / kWh，15 小时平价电 0.4883 元 / kWh。）

案例 2——门头沟洪水口村某住宅

门头沟洪水口村某住宅 2 间房（70m²），1 间房 24 小时开机供暖，房间温度控制在 20℃，日耗电量 28-30 kWh（山区老平房建筑，普通 240 墙体、单层玻璃），如图 11、12 所示。

该户原采用“空气源热泵机组 + 散热器 + 地暖系统”供暖，1 间房常开供暖每天耗电 47-50 kWh，室温在 15-17℃；改成地能热宝采暖后，日耗电量节省约 17 kWh，每天能节省 7 元运行成本，节约



图 11 原空气源热泵主机



图 12 建筑南立面

37% 的运行成本。洪水口村农户空气源热泵改地能热宝供暖前后比较如表 3 所示。

表 3 洪水口村农户改造前后对比表

	原先空气源取暖	地能热宝取暖
室温控制	15-17℃	20℃
运行费用（日耗电）	每天 47-50 kWh	每天 28-30kWh

三、结束语

地能热宝系统较空气源热泵主机 + 风盘或空气源热泵主机 + 地暖 + 散热器可以节省 30% 以上电费。地能热宝系统可以提供分房

间使用的需求，符合农户“省着用”的传统习惯，并且行为节能能够使供暖支出进一步降低，成为让农户真正用得起的节能环保供暖产品。



实用案例

PROJECT SHOWCASE

科技福泽川蜀 地能惠济涪城

记中国（绵阳）科技城金家林总部经济试验区

**TECHNOLOGY BENEFITS SICHUAN
PROVINCE, AND GROUND SOURCE
ENERGY HELPS FUCHENG :
A RECORD OF JINJIALIN
HEADQUARTERS ECONOMY
EXPERIMENT AREA IN CHINA
(MIANYANG) TECHNOLOGY CITY**

作者：胡铭

摄影：孙伟



金家林经济实验区外滩金融街



绵阳地标越王楼

绵阳，古称涪城，位于四川盆地西北部，因秀丽的山水、旖旎的风光以及人们悠闲的生活节奏，被誉为“蜀道明珠”、“富乐之乡”。近年来，中国西部地区全面进入了开发、开放、加速发展的新阶段，作为党中央、国务院批准建设的全国唯一的科技城，绵阳以其特有的优势以及蓬勃的发展生命力，成为我国西部城市中一颗闪亮的明珠。

每一座城，都有一颗强劲的芯，每一颗城市之芯的背后都跃动着磅礴的能量。中国（绵阳）科技城金家林总部经济试验区是绵阳的城市之芯，它正以前所未有的先锋姿态书写着绵阳这座城市发展的新篇章。

中国（绵阳）科技城金家林总部经济试验区（以下简称试验区）由上海裕都集团和绵阳富诚投资公司投资所建，占地 33.7 平方公里，位于成德绵产业发展轴与绵江安核心产业带，多条要道构筑复合型交通体系，交通迅捷、物流畅达。试验区由总部城核心区、总部高端配套服务区、沿河会展居住区及工业发展区组成，是

集总部经济、现代金融、现代物流、科技孵化、教育培训、商业商务、生活配套、休闲健身等功能于一体的复合型总部基地。试验区建成后将直接或间接带动 GDP 近 200 亿元，提供 3~5 万个就业岗位，并吸引上千家总部型企业入驻，是绵阳经济发展的强劲动力。

作为科技的孵化基地，试验区的建筑本身无处不闪现着科技的智慧成果。在为建筑物供暖（冷）方面，试验区首选利用浅层地能无染烧为建筑物智慧供暖（冷）模式，成为以单井循环换热能采集技术为核心的“恒有源地能热泵环境系统”的产业应用示范基地。其供暖（冷）原理是利用一小部分花钱的电能，驱动热泵，搬取地下大量不花钱的地能为建筑物冬季供暖、夏季制冷、四季提供生活热水，无染烧天然蓄能、循环利用，并且做到使用区域零污染、零排放，真正实现了节能环保，并且提高了用户的生活品质。目前试验区利用地能供暖（冷）的建筑面积已达 40 万平方米。

在竣工的总部经济城，有若干家高新企业已入驻，其中包括宏源地能热宝技术有限公司、恒

金家林总部基地地能热泵环境系统机房



实用案例

PROJECT SHOWCASE



宏源地能热宝技术有限公司展厅（左）
金恒源公司工作人员为客户介绍地能利用知识（右）

有源集团绵阳事业部以及恒有源集团下属的绵阳金恒源地能科技有限公司、地能热泵安装公司等。他们致力于推广地能无污染为建筑物智慧供暖（冷），为让当地老百姓享受到更高品质的生活，也为了让家乡的天更蓝、水更清而不懈努力着。

在入驻总部城经济城的企业中，需要特别介绍的是宏源地能热宝技术有限公司。为推广地能热冷一体化新兴产业的发展，2015年恒有源集团与四川长虹空调有限公司合资成立了宏源地能热宝技术有限公司。宏源地能热宝技术有限公司以智慧供暖（冷）市场为导向，专注于地能热冷机各类产品的开发和各种形式的地能热宝系统的产品集成，推广地能无污染方式为建筑物智慧供暖（冷），以满足人们舒适稳定的生活环境需求。作为绵阳市龙头企业的四川长虹空调有限公司，空调年产能达到450万台左右，拥有四川绵阳和广东中山两大生产基地。四川长虹空调有限公司以其强大的空调生产能力，配合生产地能热冷一体化空调系统，为绵阳的蓝天和百姓生活品质的提高又贡献了一份力量。笔者此行也有幸参观了四川长虹空调公司在绵阳的生产基地。

除金家林总部经济实验区城项目以外，恒

有源集团在绵阳的地能供暖（冷）项目还有菲尔德酒店、绵阳地震局、环保局、绵阳九院游泳馆等。笔者此行入住菲尔德酒店，亲身体验了一把地能空调带来的舒适感。室外烈日炎炎，走进酒店却清爽怡人；与传统空气源空调不同的是，采用地能制冷的空调系统，吹出的风绵延柔和，一点儿也不干燥，十分舒服。除供暖、供冷外，该套系统还可常年提供生活热水，一套系统三种用途，既节能环保，又经济高效，给用户带去了实惠的同时也为当地的燃煤改革提供了另一套方案。

以恒有源集团为代表的地能热冷一体化产业公司，怀着让老百姓享受更高品质生活的朴实追求，在绵阳这个冷暖需兼顾的地区，利用原创的地能采集技术，为当地建筑无燃烧、无排放、无污染地智慧供暖（冷），也为中国（绵阳）科技城金家林总部经济试验区的成熟发展增添了一抹亮丽的绿色，使绵阳这颗蜀地的千年明珠，在建设智慧生态城市的浪潮中焕发出勃然生机。



长虹空调公司的生产流水线

利用热泵技术提取浅层地能为农户供暖的好处

THE BENEFITS OF UTILIZING HEAT PUMP TECHNOLOGY TO EXTRACT SHALLOW GROUND SOURCE ENERGY FOR PEASANT HOUSEHOLD HEATING

京津冀是我国目前雾霾污染最为严重、防治任务最为艰巨的地区，而造成雾霾污染的主要成因在于燃煤排放。特别是广大农村地区的燃烧，是雾霾的主要贡献者之一。据清华大学调研数据显示，农村地区仅燃煤消耗总量约为 1.92 亿吨，据中国科学院“大气灰霾成因与控制”专项研究报称，燃煤排放对雾霾污染的贡献率高达 34%。

为有效治理雾霾，北京市提出“无煤化”工作方案，到 2017 年底，北京城六区要实现“无煤化”，其中东城区、西城区和海淀区在 2016 年实现“无煤化”。

因郊区农村住户绝大部分使用燃煤采暖，从燃煤采暖到实现“无煤化”，“平房地区”主要以“煤改电”的方法实现。改用电能采暖，一个重要的方式就是煤改地源热泵。

我们用实例说明热泵技术提取浅层地能采暖的好处：我的一位同事是高级工程师，在 2000 年分到一套住房（108 平米），冬天使用电能直接采暖，在用了一个冬季以后，需要交电费 6850 元。后来，实行用电峰谷价，夜间 22：00 到第二天 07：00，电费 0.3 元 / kWh，这样下来，一个冬天的采暖费用大概要交 5000 元。而相比之下，使用地能热宝

系统的农民，一冬天采暖需要交电费 1500-1800 元；并且此系统花一度的电，得到 4 倍的热能，除了一度电产生的热量外，其他热量是使用热泵技术提取浅层地能而得来的。

广泛应用于农村农户自采暖的地能热宝系统继承了中国“省着用”的节俭传统，是利用浅层地能无燃烧为建筑物智慧供暖的电高效替煤自采暖系统。其特点是：源头控制、重点保证、独立计量、谁省归谁；在供暖总量保证的前提下可简单复制，操作方便，有利于行为节能下的差异化使用，最大限度满足广大农村农户的个性化需求。在北京市实行无煤化的时候，郊区的农户，使用地能热宝利用热泵技术提取的浅层地能，可以“少花钱，办大事”。地能热宝是针对于郊区农户冬季采暖设计的，除了冬季采暖、夏天制冷外，还可为农民常年提供生活热水。

利用热泵技术提取地热能量的能源是电能，是无燃烧任何燃料的绿色能源，符合实现无煤化的需求，也是农村平房供暖，大力支持全国消除雾霾的努力方向。

（截取自国务院资深参事沈梦培《减少雾霾》一文）

征稿启事

CONTRIBUTIONS WANTED

《中国地能》是由中国地能出版社主办，北京节能环保促进会浅层地（热）能开发利用专业委员会协办的科技期刊，于香港公开发刊，双语双月刊。我们的办刊宗旨是为政府制定能源政策提供参考建议，为地能开发企业提供宣传平台；为设计者、使用者、大众提供交流空间；推广浅层地能利用经验，展示应用实例。

当前中国空气质量恶劣，雾霾严重，国家及地方政府大力支持节能减排事业及可再生能源事业的发展。在此背景下，期刊以地能开发利用为主题，将刊物内容划分为：“**本期焦点、建言献策、发展论坛、人物专访、实用案例、能源知识、热点资讯、智者思语**”等栏目。由于期刊内容专业性、学术性较强，所以在稿件方面要求相对严格，为鼓励广大业内人士多投稿、投好稿，《中国地能》编辑部经研究确定了相关的投稿要求及稿费标准，如下：

一、稿件要求：

- 来稿内容需主题明确，论述清楚、数据可靠、联系实际。
- 稿件格式：电子投稿请用 word 文档格式，如若提供手稿，需字体工整、标点清楚。文章首页请标明题目、内容摘要（200—300 字左右）、关键词以及作者基本信息（姓名、职务职称、联系地址、电话、电子邮箱等）。
- 对决定采用的稿件，本刊如需更改格式、润饰文字会及时与作者沟通，如有必要，将请作者根据修改意见进行修改。
- 本刊收到来稿后，将尽快校对处理，稿件采用与否，将在 1 个月内告知作者。
- 来稿须为原创作品，反对抄袭、剽窃等一切学术不端行为。
- 稿件刊出后，即付作者样刊及稿酬。

二、稿酬标准：300—500 元 / 千字

三、截稿时间：每月 15 日

四、联系投稿：

《中国地能》编辑部

李雪 010-62599774

投稿邮箱：journal@cgsenergy.com.hk

中國地能
CHINA GROUND SOURCE ENERGY

中国节能建筑·地能供热(冷)示范项目

大连嘉乐比 温泉度假酒店

► 酒店系中国节能环保集团公司旗下的中国地能产业集团有限公司(香港上市号 8128, 简称中国地能)的全资子公司—恒润丰置业(大连)有限公司投资建设, 委托国内知名专业化酒店管理公司首旅建国酒店管理有限公司独家经营。以普及宣传水文化知识为主旨, 以商务会议接待、家庭度假旅游为主营。采用产权式酒店方式管理运行。

► 酒店规划建设面

积为 2.34 万平方米, 开发投资 4 亿元。

由中国建筑科学研究院、中国建筑技术集团有限公司以现代时尚的外观设计风格设计, 以水文化在绿标建筑当中应用为概念, 以地热(温泉)水、海水、淡水三种水的结合应用为展示。酒店的采暖、制冷及生活用水均由原创的恒有源地能热泵环境系统和地能热宝环境系统提供。

► 酒店拥有别墅 33 栋(66 套)、各类客房 237 间/套, 大小会议室 4 个, SPA5 间, 可以承接会议、团队及宴会; 配有大型儿童娱乐设施, 室内泳池、室外温泉泡池以及康乐设施, 满足客户度假的不同需求。



地址: 大连·瓦房店市仙浴湾镇旅游度假区
电话: 0411-8512 9000
传真: 0400-8512 8377-101

club.B 嘉乐比度假酒店



扫描二维码
获取更多信息

为推广地能热冷一体化新兴产业的发展，恒有源科技发展集团有限公司与四川长虹空调有限公司合资成立了宏源地能热宝技术有限公司。公司以智慧供热市场为导向，专注于地能热冷机各类产品的开发和各种形式的地能热宝系统的产品集成，推广地能无燃烧方式为建筑物智慧供热，满足人们舒适稳定的生活环境需求。



可靠性技术：航空领域先进的数字控制系统，拥有能与战机媲美的可靠性



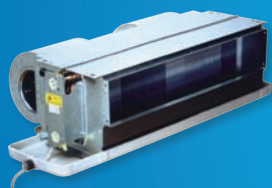
防腐技术：新工艺军工防腐技术 抗氧化腐蚀，经久耐用



军用雷达防电磁干扰技术



1



2



4



3



5



6



7



9



8

1. 地能热（冷）吸顶机

2. 地能热（冷）风管机

3. 地能热（冷）柜机 A

4. 地能热（冷）柜机 B

5. 地能热（冷）卧机

6. 地能热（冷）壁挂机

7. 地能热泵热水器（生活热水）

8. 地能热泵锅炉

9. 地能热泵多联机

**航天飞机燃料箱
真空氮检技术**

**航天飞机防腐防锈
处理技术**



宏源地能热宝技术有限公司

地址：四川省绵阳市涪城区金家林下街 29 号

联系电话：010-62592341 400-666-6168

传真：010-62593653

电邮：dnrb@hyy.com.cn



扫描二维码
获取更多地能知识