



ISSN:2309845 7

2016年8月

第15期

双月刊

中國地能

CHINA GROUND SOURCE ENERGY



浅谈地热能利用方式
及发展 P06

单井循环换热地能采集技术中关村第三小学
万柳北校区应用评审会 专家评审意见 P14

武强院士谈利用浅层地热能
为农村供暖的优势 P50



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或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

浅谈地热能利用方式及发展

P06

地热能是地球赋予我们人类的宝贵财富、是绿色可再生能源，能够在生态发展和改善大气环境方面发挥更大的作用。特别是国家十三五规划纲要中也明确提出要加快发展地热能，这预示着又一个地热能事业发展的春天来到了。

Opinions on Utilization Modes and Development of Ground Source Energy **P09**

P14

SPECIAL REPORT

特别报导

单井循环换热地能采集技术中关村第三小学万柳北校区应用评审会 专家评审意见 **P14**

P17

Expert Review Opinions on Review Meeting on Application of Single-Well Heat Exchange Circulation for Ground Source Energy Collection in Wanliu North Campus of Zhongguancun No. 3 Primary School

北京地能暖村政策落地开花
治霾或有突破性进展

P20

P23

Burgeoning Implementation of Policies of Warming Rural Areas By Ground Source Energy of Beijing with a Potential Breakthrough in Haze Governance

P28

POLICY ADVICES

建言献策

在农村新民居建设中推广新能源技术的建议
煤改清洁能源，稳步推进电能替代

P28

P32

P36

DEVELOPMENT FORUM

发展论坛

简述世界能源转型的几点经验	P36
农村地源热泵市场潜力大	P39
“十三五”可再生能源发展展望	P42
中国低碳城镇化的问题及对策选择	P46

P50

EXCLUSIVE INTERVIEW

人物专访

武强院士谈利用浅层地热能农村供暖的优势	P50
---------------------	-----

P53

Opinions of Academician Wu Qiang upon Advantages of Shallow Ground Source Energy in Rural Heating

P58

HOTSPOT INFO

热点资讯

能源供给格局面临的重大变化——分布式能源 + 互联网	P58
我国化石能源消费将于 2030 年达峰	P59
今年底河北所有县城将实现集中供热或清洁能源供热	P60
天津推进“煤改电”全电驱动示范区建设	P61
今明两年 363 个村将实现电采暖	

P62

KNOWLEDGE SHARING

能源科普

利用废弃油气井构建增强地热系统概述	P62
-------------------	-----

封面 / 目录图片 摄影: 孙伟

中國地能
CHINA GROUND SOURCE ENERGY

2016 年 8 月
第 15 期
双月刊

浅谈地热能利用方式及发展

OPINIONS ON UTILIZATION MODES AND DEVELOPMENT OF GROUND SOURCE ENERGY

作者：李宁波（中国地质调查局浅层地温能研究与推广中心常务副主任
北京市地质矿产勘查开发局副总工程师）

地热能是地球赋予我们人类的宝贵财富、是绿色可再生能源，能够在生态发展和改善大气环境方面发挥更大的作用。特别是国家十三五规划纲要中也明确提出要加快发展地热能，这预示着又一个地热能事业发展的春天来到了。

目前为止，全国地热能（包括深层地热、浅层地能）开发利用实现供暖面积已达 5 亿平方米。其中深层地热供暖 1 亿平方米，浅层地能供暖已达 4 亿平方米。下面我以京津冀地区地热能利用情况为例谈一下自己的几点认识。

一、地热能利用现状

京津冀地区是我国利用水热型地热能进行集中供暖的最早的示范区，开发利用技术处于全国领先水平，同时也是我国浅层地能开发程度最高，规模最大的地区。

1、深层地热方面

京津冀地区水热型地热资源

每年可开采流体热量折合标准煤 2.51 亿吨，目前年开采流体热量占可采量的 0.4%，主要用于供暖、旅游疗养、种植养殖等方面。直接采用地热水进行供暖的建筑面积约 7100 万 m^2 ，占全国的 80%。

2、浅层地能方面

京津冀 13 个地级以上城市规划区浅层地能每年可利用热量折合标准煤 9200 万吨，相当于能源总消耗的 20%。若采用热泵系统开发利用浅层地能，可实现夏季制冷面积 35 亿 m^2 ，冬季供暖面积 29 亿 m^2 。目前三地采用浅层地能供暖制冷面积为 8500 万平方米，占全国利用总面积的 20% 左右。

3、北京市开发利用现状

a. 浅层地温能资源开发利用现状（图 1）

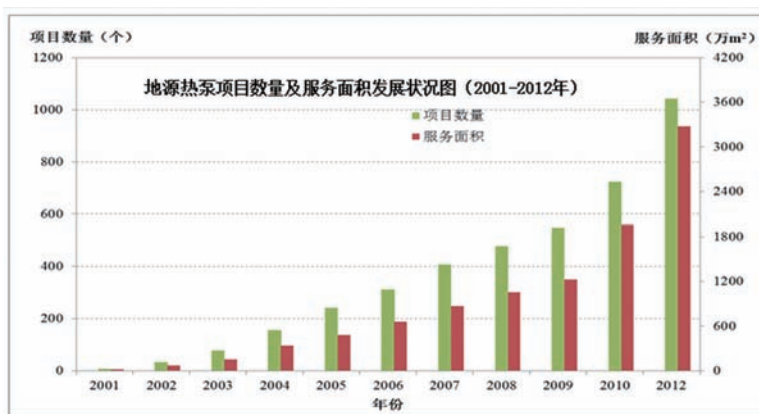


图 1 地源热泵项目数量及服务面积发展状况图（2001-2012 年）

截至 2012 年底北京市地源热泵项目数量已达到 1042 个，实现供暖面积 3276 万平方米。

b. 深层地热能资源开发利用现状

截至 2013 年底，全市已实施地热钻井 496 眼，全市热井最大单井深度已超过 4000m，最高出水温度 117℃。已有地热能供暖项目 37 个，实现服务面积为 201.4 万平方米。

2013 年全市地热水开采量 1221.48 万 m³。在各地热田中，小汤山地热田开采量最大，占全市总量的 33%，其次是东南城区地热田，占全市总量的 19%。地热开发主要用于地热采暖、洗浴、医疗保健、农业温室种植养殖等方面，如图 2 所示。

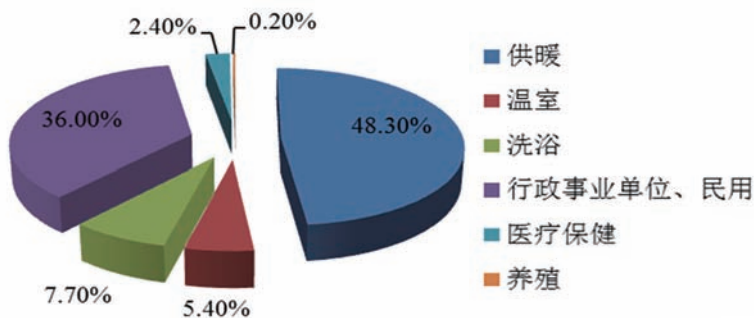


图 2 2013 年地热井开发利用分类图

c. 再生水热能资源开发利用现状（图 3）

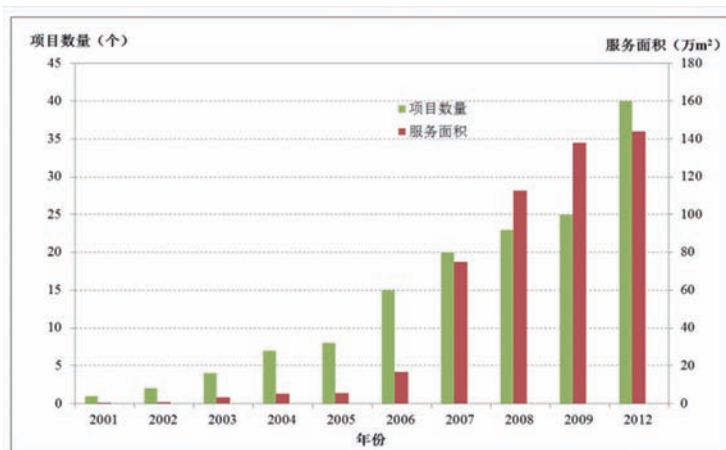


图 3 北京市再生水热泵项目数量和服务面积发展状况图

截至 2012 年已建成的再生水源热泵项目为 40 个，总计实现供暖、制冷建筑面积约 144 万平方米。

二、主要利用方式

1、深层地热

a. 直接用于供暖。如河北省雄县 380 万平方米建筑的供暖；天津、东北、河北其它地区及北京早期，但存在直排现象，造成地热水资源的浪费等问题。

b. 梯级利用解决供暖。如北京北苑家园地热供暖项目，供暖面积 40 万 m²；河北唐山某项目应用面积 20 万 m²。此种方式运行效果良好，以稳定运行超过十年，节能减排效果明显。

案例：北苑家园小区——北京市最大地热供暖的社区项目（图 4）



图 4 北苑家园小区

该项目是集住宅、商业、办公于一体的综合性建筑群，供暖面积 40.6 万平方米。实现了地热水的梯级利用，同时结合水源热泵系统，满足了小区内的冬季供暖和夏季供冷需求，该地区最大的地热—热泵项目。钻凿了三眼深约 3600 米的地热井，每年可以替代燃煤 5300 吨，减少二氧化碳排放 4390 吨。

c. 保健养生、温泉、旅游：如北京的南宫世界地热博览园、九华山庄

度假村等。

d. 干热型地热能：应用热管技术或加深的大型地埋管结合热泵技术开发利用的深层地热能。陕西某公司打 2000 米深左右的换热孔，利用地下 70 多度的地层温度，每孔可供暖面积约 1 万平方米，效果很好。

2、浅层地能

a. 地下水式地源热泵系统，也被称为开式系统。

b. 地埋管式地源热泵系统。这是目前推广的最快和应用最多的系统。适宜绝大部分地质、多种地质条件。也被称为闭式系统。如北京用友软件园项目，供暖面积 40 万平方米。

c. 再生水（污水）或地表水水源热泵系统，如北京奥运村再生水项目，利用将水源的上海世博轴项目，还有沿海地质应用的海水源热泵系统。

案例：北京奥运村再生水源热泵项目

采用附近清河污水处理厂的再生水作为空调系统的冷热源，为 41 万平方米建筑供暖、制冷。该项目从再生水热泵冷热源中获取 789 万千瓦时的能量，节约标煤 3600 吨，相当于减排二氧化碳 8600 吨，每平方米全年耗能是现行节能建筑能耗量的三分之一。该项目为国内首例大型再生水热泵系统工程，曾获得美国绿色建筑 LEED 金奖和绿色生态建筑节能金奖。

3、多源复合模

a. 各种蓄能方式和地埋管地源热泵系统结合常规清洁能源调峰的复合模式。

案例：用友软件园——首次实现土壤源热泵 + 冰蓄冷 + 水蓄能复合能源解决方案

用友软件园中所设计的“地源热泵 + 冰蓄能 + 冰蓄冷”系统，是为用友软件园量身定制的一套集热泵技术、变频技术、夏季蓄冰、冬季蓄热技术和地下土壤的换热技术有机合理地结合为一体的复合式能源系统，是暖通空调领域内的一次革命性的技术创新。

用友软件园总建筑面积约 47 万平方米。冬季采用热泵 + 燃气锅炉调峰方式供暖，夏季采用热泵 + 冰蓄冷技术进行制冷，每年节约运行费用约 400 万元。同时较比常规供暖方式节能 30% 左右，每年可节约 1400 吨标准煤。该项目同时获得住房和城乡建设部的“可再生能源建筑示范项目”和国家能源局科技进步奖。

b. 深部地热、浅层地温能地源热泵系统相结合的复合模式。

案例：北京国际鲜花港——地源热泵技术在设施农业应用上实现首次突破

北京国际鲜花港总建筑面积 22 万平方米。该项目是新能源系统优化组合技术的应用。为最大限度降低一次性投入及运营成本，该项目采用的是地下水源热泵、土壤源热泵、地热梯级利用结合燃气锅炉调峰的新能源技术。所有采暖终端设备都埋在地下，通过地板散热为苗床加温。这种供暖方式在设施农业上运用尚属首次，真正实现了无污染排放。至少可节约建设成本 40%，可降低运行成本 20%—30%。

三、存在的问题

从前面所述可以看出：深层地热供暖方面，北京只有 200 万平方米左右，不足河北和天津的十分之一。这不仅努力的问题，更多的是体制机制不能适应新形势的发展。

干热型地热能开发利用方式的出现给政府管理部门提出了新的挑战，也带来了创新发展的新机遇。希望相关政府部门尽快研究制定支持鼓励政策和管理办法，鼓励这一新生事物的发展壮大。

四、发展前景展望

习总书记就城市基础设施建设提出，要按照绿色、循环、低碳的理念进行规划建设，要支持城市能源系统节能低碳改造，更多的使用可再生能源，鼓励发展

超低能耗建筑技术，建设一批近零碳排放区示范工程。十三五规划纲要提出要加快发展地热能。

北京市十三五时期是落实首都城市战略定位、加快建设国际一流的和谐宜居之都的关键阶段，提出要大力发展新能源和可再生能源推动能源绿色低碳转型、实施大所污染防治行动计划。出台了优惠政策：2013-2017年，新建的再生水（污水）、余热和土壤源热泵供暖项目，对热源和一次管网给予30%的资金补助；新建深层地热供暖项目，对热源和一次管网给予50%的资金支持。既有燃煤、燃油供暖锅炉实施热泵系统改造项目，对热泵系统给予50%的资金支持。

全国各地也陆续出台了相关鼓励政策。这些新的形势都为地热能的快速发展创造了难得的历史机遇。

由于资源禀赋问题、地埋管场地问题和经济性等问题，采用多源复合的能源供给系统将是未来发展的方向，特别是大型建筑项目将会越来越多地采用多元复合型方式，采用以地热、浅层地能为主，传统清洁能源补充调峰的复合能源系统。一方面减少了初投资，另一方面也大大的节省了运行费用。

地热能（深部地热）的发展应着重解决城市供暖需求，干热型地热能的开发利用将是一个很好的解决方案。

北京副中心、新机场、冬奥会是地热、浅层地能推广应用很好的机会，国家的重点城市群建设也给全国各地提供了绿色发展的机遇。

Opinions on Utilization Modes and Development of Ground Source Energy

Author: Li Ningbo (Executive Deputy Director of Research and Promotion Center of Shallow Ground Source Energy under China Geological Survey, and Deputy Chief Engineer of Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Beijing City)

As a kind of precious wealth endowed by the earth to humans, ground source energy belongs to green renewable energy and plays a much more significant role in ecological development and improving atmospheric environment. In particular, the accelerating development of ground source energy has also been clearly put forward in the 13th Five-Year Plan of China, predicting another prime time for the development of ground source energy.

Exploitation and utilization of the ground source energy (including deep and shallow) for heating areas has reached 500 million square meters across China so far, in which the deep ground source energy for heating areas has reached 100 million square meters and the shallow ground source energy for heating areas has reached 400 million square meters. Here are my opinions on instances of the utilization of the ground source energy in Beijing-Tianjin-Hebei Region of China.

I. Current Situations of Utilization of Ground Source Energy

The Beijing-Tianjin-Hebei Region was the earliest demonstration plot for concentrated

heating by hydrothermal type of ground source energy in China. Its technology of exploitation and utilization has taken the lead in China meanwhile the Region has the highest degree of exploitation and the largest scale concerning the shallow ground source energy.

1. In Respect of Deep Ground Source Energy

The exploitable fluid heat from the hydrothermal type of ground source energy in the Beijing-Tianjin-Hebei Region each year is equivalent to 251 million tons of standard coal. The exploitable fluid heat currently accounts for 0.4% of the exploitable yield and is mainly used for heating, tourism rehabilitation, planting and breeding etc. The building areas with heating directly by geothermal water have reached about 71 million m^2 , accounting for 80% of national counterparts.

2. In Respect of Shallow Ground Source Energy

In 13 cities at prefecture level and above within the Beijing-Tianjin-Hebei Region, the available heat from the shallow ground source energy each year is equivalent to 92 million tons of standard coal or 20% of total energy consumption. If the shallow ground source energy is exploited and utilized by heat pump system, cooling areas in summer will reach 3.5 billion

m^2 and heating areas in winter will reach 2.9 billion m^2 . At present, the cooling and heating areas with the shallow ground source energy in this Region have reached 85 million square meters, accounting for 20% of totally national utilization areas approximately.

3. Current Situations of Exploitation and Utilization in Beijing City

a. Current Situations of Exploitation and Utilization of Shallow Ground Source Energy (Figure 1)

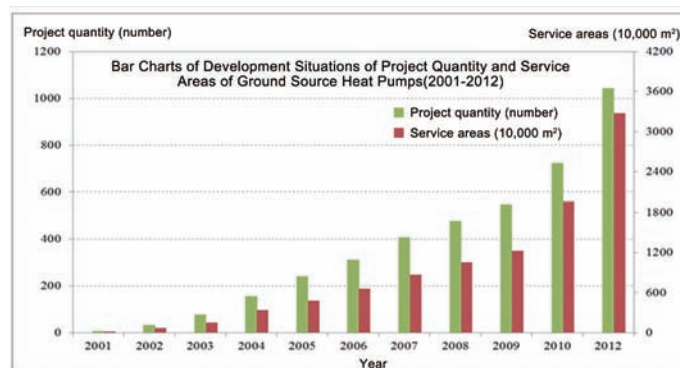


Figure 1 Bar Charts of Development Situations of Project Quantity and Service Areas of Ground Source Heat Pumps (2001-2012)

The project quantity of the ground source heat pumps has reached 1042 and realized 32.76 million square meters of heating areas in Beijing City by the end of 2012.

b. Current Situations of Exploitation and Utilization of Deep Ground Source Energy

496 drilling wells for ground source energy have been implemented throughout Beijing City by the end of the 2013. The maximum single-well depth of heat wells has exceeded 4000m and the maximum water outlet temperature has reached $117^{\circ}C$. The heating projects with ground source energy have reached 37 and service areas have reached 2.014 million square meters.

The exploitation quantity of geothermal water

reached 12.2148 million m^3 throughout Beijing City in 2013. Among the geothermal fields, the Xiaotangshang geothermal field has the biggest exploitation quantity and accounts for 33% of total exploitation quantity in Beijing. The next is the geothermal field in the southeast urban area and accounts for 19% of total exploitation quantity in Beijing. The ground source energy is exploited and used mainly for geothermal heating, scouring bath, medical care, and agricultural greenhouse planting and breeding, as shown in Figure 2.

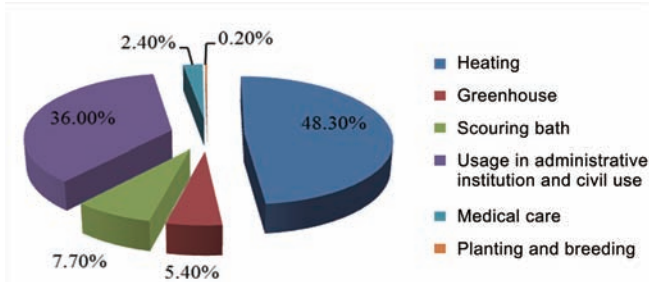


Figure 2 Pie Charts of Exploitation, Utilization and Classification of Geothermal Wells in 2013

c. Current Situations of Exploitation and Utilization of Renewable Water Source Heat (Figure 3)

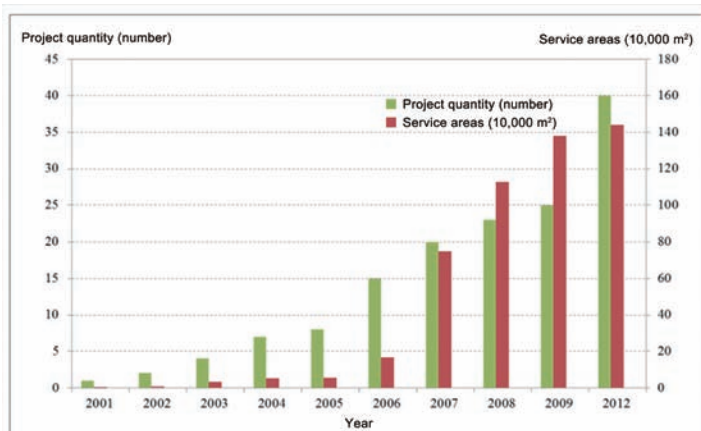


Figure 3 Bar Charts of Development Situations of Project Quantity and Service Areas of Renewable Water Source Heat Pumps in Beijing City

40 projects of renewable water source heat pumps have been established by the end of 2012 and heating/cooling building areas have totally reached about 1.44

million square meters.

II. Major Utilization Modes

1. Deep Ground Source Energy

a. It is directly used for heating. For instance, it is used for heating building areas of 3.8 million square meters in Xiongxin County of Hebei Province. However, direct discharge existed in Tianjin City, provinces in Northeast China, other regions in Hebei Province, and Beijing City at an early stage and caused problems such as waste of geothermal water etc.

b. Solve heating by gradient utilization. For instance, heating areas have reached 400,000 m^2 in the geothermal heating project of Beiyuan Garden of Beijing; application areas have reached 200,000 m^2 in one project of Tangshan City of Hebei Province.

Case: Living Community of Beiyuan Garden -- The Largest Living Community Project for Geothermal Heating in Beijing City (Figure 4)



Figure 4 Living Community of Beiyuan Garden

c. For health care and health maintenance, hot springs, and tourism:

Such as World Geothermal Natural Science Park in Nangong Village of Beijing, and Jiuhua Spa & Resort etc.

d. Dry-heat type of ground source energy: It belongs to deep ground source energy exploited and utilized by means of applying heat pipe technology or deepened large buried pipe combined with heat pump technology. One company in Shaanxi Province has drilled heat exchange holes about 2000m deep. With formation temperature over 70 degrees underground, and each hole can heat areas about 10,000 square meters and create good effects.

2. Shallow Ground Source Energy

a. The underground water type of ground source heat pump system is also named as an open-type system.

b. The buried pipeline type of ground source heat pump system is the fastest promoted and the most applied system currently. It is suitable for most of the geological and variously geological conditions. It is also named as a close-type system. For instance, the heating areas of the project of Beijing Yonyou Software Park have reached 400,000 square meters.

c. The water source heat pump system is used in reclaimed water (sewage) or surface water, such as the reclaimed water project in Beijing Olympic Village, the project of Shanghai Expo Boulevard, and the seawater-source heat pump system in coastal geological application.

3. Multi-source Composite Modes

A. The multi-source composite modes combine various energy storage modes, buried pipeline ground source heat pump

systems, and peak regulation of conventional clean energy.

Case: The Yonyou Software Park -- has realized composite energy solutions of ground-source heat pumps + ice energy storage + water energy storage for the first time.

The system of "ground-source heat pumps + ice energy storage + water energy storage" designed in the Yonyou Software Park is a customized composite energy system combined in an organic and reasonable manner integrating heat pump technology, frequency conversion technology, ice storage technology in summer, heat storage technology in winter, and heat exchange technology in underground soil. This project has become a revolutionary technological innovation in respect of heating, ventilation and air conditioning (HVAC).

b. The composite modes combine deep ground source energy and shallow ground source energy together with the ground source heat pump system.

Case: Beijing International Flower Port - was the first breakthrough in ground source heat pump technology applied into facility agriculture.

The Beijing International Flower Port has an overall floorage of 220,000 square meters. The project shows the application of optimization and combination technologies of new energy system and maximally reduces primary input costs and operation costs. It is a kind of new energy technology using ground water heat pumps, ground source heat pumps,

and geothermal cascade utilization together with peak regulation of gas-fired boilers. All the heating terminal equipment is buried underground and heats up seedbeds through floor heat dissipation.

III. Existing Problems

To sum up, Beijing City has only 2 million square meters approximately in respect of deep ground source energy for heating, far less than one tenth of that of in Hebei Province and Tianjin City. This means efforts are insufficient; in addition, system and mechanism cannot adapt to the development of new situations.

The exploitation and utilization modes of dry-heat type of ground source energy have brought new challenges to government administration departments as well as new opportunities of innovative development. It is hoped relevant departments should formulate supportive and encouraging policies as well as management methods as soon as possible so as to pull for fostering the new thing.

IV. Expectation of Development Prospects

General Secretary Xi Jinping has put forward several points on urban infrastructure construction that planning and construction should be conducted according to green, recycling and low-carbon concepts; urban energy system should be supported for energy-saving and low-carbon transformation; more renewable energy resources should be utilized; building technologies featured by super low

energy consumption should be encouraged for development; a batch of demonstration projects of near-zero carbon emission zones should be constructed. The accelerating development of ground source energy has been put forward in the 13th Five-Year Plan.

The 13th Five-Year Plan in Beijing City will be a crucial stage for implementing strategic positioning of capital city as well as accelerating to build a first-class, harmonious and livable capital in the world. Therefore action plans have been put forward in respect of greatly developing new energy and renewable energy resources, pushing green and low-carbon energy transformation, and implementing air pollution prevention. Meanwhile preferential policies have also been introduced: during 2013-2017, for the newly-built heating projects through reclaimed water (sewage), waste heat and ground source heat pumps, 30% of fund subsidy will be given to heat sources and primary pipeline networks; for the newly-built heating projects by deep ground source energy, 50% of fund support will be given to the heat sources and primary pipeline networks; for the reconstruction projects of heat pump systems in the existing coal-fired heating boilers and oil-fired heating boilers, 50% of fund support will be given to the heat pump systems.

Relevant encouraging policies have been successively introduced across China. The new situations will bring preciously rare historic opportunities to the rapid development of the ground source energy.

单井循环换热地能采集技术 中关村第三小学万柳北校区 应用评审会专家评审意见

EXPERT REVIEW OPINIONS ON REVIEW MEETING ON APPLICATION OF SINGLEWELL HEAT EXCHANGE CIRCULATION FOR GROUND SOURCE ENERGY COLLECTION IN WANLIU NORTH CAMPUS OF ZHONGGUANCUN NO. 3 PRIMARY SCHOOL

为落实《北京市水务局关于单井循环换热地能采集井工程技术开展应用实验的批复》(京水资[2014]33号)文件精神,2016年7月20日,北京节能环保促进会组织有关专家(名单附后),对单井循环换热地能采集技术在中关村第三小学万柳北校区项目中的应用情况进行了评审,参加会议的有市发改委、市水务局及中关村第三小学。与会专家听取了恒有源科技发展集团有限公司单井循环换热地能采集技术创新与落实水资源保护政策的介绍及单井循环换热地能采集技术应用情况的汇报,中关村第三小学通报了项目用户评价,第三方机构北京节能环保促进会报告了项目监督情况,并提供了相应资料,经过与会专家的认真讨论和质询,形成以下

评审意见:

一、单井循环换热地能采集技术是我国拥有其全部核心技术与知识产权。其核心原理是以水为介质,利用地能换热采集系统的压差,实现循环水同层回灌,源汇同一的循环换热采集浅层地能。在动态平衡下,实现自然能源的循环利用。地能采集利用全过程,没有水量损失、污染和地质灾害。成果促进了新时期绿色能源供暖的实现。单井循环地能采集系统面对各种地质条件,可设计性强,适用范围广,其作为我国原创的可再生能源应用技术已经输出海外,并获得美国“能源之星奖”。

二、采用单井循环换热地能采集技术的中关村第三小学万柳北校区按照《北京市水务局关于单井循

环换热地能采集井工程技术开展应用实验的批复》内容要求,2014年9月26日,实验项目实施方案、监测方案通过专家评审。2014年11月28日,实验项目开始进场实施。在北京节能环保促进会第三方机构及专家的全程监督、指导下,2015年11月11日,按照审定的实施方案、监测方案,实验项目完成并投入冬季供暖试运行,相关监测数据向社会公开,并定期向北京市水务局报告实验项目运行情况,结果表明不影响水源安全。

三、恒有源科技发展集团有限公司已委托“北京市水环境监测中心”专业机构对项目实施前后水质变化情况进行定期检测,结果表明单井循环换热地能采集井的水体质量各项指标在供暖运行时期内未发生明显变化,水质监测评价结果与初始水体质量一致,未对地下水水质造成影响,与历次水务专家评审鉴定结果一致,单井循环换热地能采集井全过程没有水量损失、污染和地质灾害。

四、中关村三小的单井循环地能热泵环境系统

(单井循环地源热泵环境系统)项目的实施,符合《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》(国发[2012]3号)、《中共北京市委北京市人民政府关于进一步加强水务改革发展的意见》(京发[2011]9号)及《北京市人民政府关于实行最严格水资源管理制度的意见》(京政发[2012]25号)等有关文件规定。

中关村三小的单井循环地能热泵环境系统项目的运行信息公开、公正,是北京市水务局严格水资源管理和保护有效作为一个典范。

该实验项目的实施,可为建立地能热泵供暖项目的后评估制度、确保浅层地能的科学利用、实现在传统能源供暖产业基础上升级换代为地能热冷一体化新兴的绿色产业提供科学依据。为政府加强运行监管,落实创新应用技术,助力北京市加快压减燃煤和清洁能源建设提供有意义的参考。

五、建议

1、与会专家一致同意形成专家建议上报有关部门,以推动单井循环换热地能采集技术的利用和发



评审会专家(部分)合影

特别报道
SPECIAL REPORT

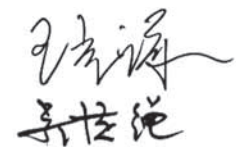
展。市水务局继续深入落实《北京市人民政府关于实行最严格水资源管理制度的意见》，涉及浅层地能利用的项目，优先采用单井循环换热地能采集技术，市水务局审批备案后向社会公开，并转第三方全过程跟踪、检查、验收。市水务局随时抽查，发现问题及时处理。

2、市发改委、市环保局等政府部门，应将推广单井循环地能热泵环境系统纳入治理雾霾、农村电高效替煤工程。

3、市政府率先规模化示范：建议北京副中心优先采用单井循环地能热泵环境系统，成为新时期可再生能源供暖的绿色示范工程。

4、单井循环换热地能采集系统是一种科学创新的换热技术，与传统的取水井有本质的区别，建议市水务局在管理中应从创新的角度给予大力支持。

专家评审组组长：
二〇一六年七月二十日



单井循环换热地能采集技术中关村第三小学万柳北校区应用评审会特邀专家
Invited Experts into Review Meeting on Application of Single-Well Heat Exchange Circulation for Ground Source Energy Collection in Wanliu North Campus of Zhongguancun NO.3 Primary School

序号 No.	姓名 Name	工作单位 Working Institution	职务 / 职称 Position/Professional Title
1	王光谦 Wang Guangqian	清华大学水沙科学与水利水电工程国家重点实验室 / 青海大学 State Key Laboratory of Hydrosience and Engineering, Tsinghua University/Qinghai University	院士 / 主任 / 校长 Academician/Dean/President
2	吴德绳 Wu Desheng	北京市建筑设计研究院 Beijing Institute of Architectural Design	顾问总工 Consultant Chief Engineer
3	王秉忱 Wang Bingchen	国务院资深参事、住建部建设环境工程技术中心 Senior Counselor of the State Council, and Building and Engineering Technical Center of Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the PRC	主任 / 中国工程勘察大师 Director/Engineering Investigation Master of China
4	汪集旸 Wang Jiyang	中科院地热与地球物理所 Institute of Geothermy and Geology and Geophysics of Chinese Academy of Sciences	院士 Academician
5	胡春宏 Hu Chunhong	中国水利水电科学研究院 China Institute of Water Resources and Hydropower Research	院士 / 副院长 Academician/Vice President
6	倪晋仁 Ni Jinren	北京大学环境工程研究所 Peking University Institute of Environmental Engineering	院士 / 所长 Academician/Director
7	武强 Wu Qiang	中国矿业大学 China University of Mining and Technology	院士 Academician
8	吴文桂 Wu Wengui	北京市水务局 Beijing Water Authority	教授级高工 Professorate Senior Engineer
9	邵景力 Shao Jingli	中国地质大学 China University of Geosciences	教授 Professor
10	叶超 Ye Chao	北京市水文地质工程地质大队 Beijing Institute of Hydrogeology and Engineering Geology	教授级高工 Professorate Senior Engineer
11	李其军 Li Qijun	北京市水科学研究院 Beijing Water Science and Technology Institute	党委书记 / 教授级高工 Secretary of Party Committee/ Professorate Senior Engineer

Expert Review Opinions on Review Meeting on Application of Single-Well Heat Exchange Circulation for Ground Source Energy Collection in Wanliu North Campus of Zhongguancun No. 3 Primary School

In order to implement Official Reply to Application Experiments of Single-Well Heat Exchange Circulation Engineering Technology for Ground Source Energy Collection to be Conducted by Beijing Water Authority (J.S.Z. [2014] No .33), Beijing Association to Promote Energy Conservation and Environmental Protection organized relevant experts (list attached at the end of the document) to review the application of single-well heat exchange circulation for ground source energy collection in the project of Wanliu North Campus of Zhongguancun NO.3 Primary School on July 20, 2016. The participants included Beijing Municipal Commission of Development and Reform, Beijing Water Authority, and Zhongguancun No. 3 Primary School. The participating experts listened to technological innovation of single-well heat exchange circulation technology for ground source energy collection, introduction of implementing protective policies for water resources, and reports on the application of the single-well heat exchange circulation technology for ground source energy collection conducted by

EVER SOURCE SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT GROUP CO., LTD. The Zhongguancun No. 3 Primary School informed users' evaluations on the project. The third-party institution Beijing Association to Promote Energy Conservation and Environmental Protection reported project supervision and provided corresponding data. The following review opinions have been formed through serious discussions and inquiries among the participating experts:

I. China owns all the core technology and intellectual property of the single-well heat exchange circulation for ground source energy collection. The core principles refer to taking water as a medium, using differential pressure of the heat exchange circulation for ground source energy collection, realizing recharge of recycled water in the same layer, and gathering the unanimous heat exchange circulation to collect the shallow ground source energy, and realizing cyclic utilization of natural resources under a dynamic equilibrium. The whole process of collection and utilization of the ground source energy is featured by no

water loss, no pollution, and no geological disaster. The achievements have facilitated to realize green energy heating in the new era. The single-well heat exchange circulation for ground source energy collection is suitable for various geological conditions and is effectively designable and widely applied. As a kind of renewable energy application technology originally developed by China, it has been output overseas and been granted with the "Energy Star Award" by the USA.

II. The Wanliu North Campus of Zhongguancun No. 3 Primary School adopted the single-well heat exchange circulation for ground source energy collection and its implementation schemes and monitoring schemes of the experimental project passed expert review on September 26, 2014 as required in the Official Reply to Application Experiments of Single-Well Heat Exchange Circulation Engineering Technology for Ground Source Energy Collection to be Conducted by Beijing Water Authority. The experimental project started to enter the site for implementation on November 28, 2014. The experimental project was completed on November 11, 2015 and put into pilot run for winter heating according to the authorized implementation schemes and monitoring schemes under the whole-process supervision and guidance of the third-party institution Beijing Association to Promote Energy Conservation and Environmental Protection as well as experts. Relevant monitoring data was publicized to the society and the operations of

the experimental project were regularly reported to the Beijing Water Authority, and the results showed the safety of water source was not affected.

III. The EVER SOURCE SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT GROUP CO., LTD. has entrusted a professional institution of "Beijing Water Environment Monitoring Center" to regularly detect water quality changes before and after the project implementation. The results showed various indicators of water quality from the single-well heat exchange circulation for ground source energy collection did not have obvious changes during heating operation; and the evaluation results of water quality monitoring were consistent with the initial water quality. The groundwater quality was not affected and the results were consistent with the review and identification results previously made by water experts. The whole process of the single-well heat exchange circulation for ground source energy collection was featured by no water loss, no pollution, and no geological disaster.

IV. The project of the geothermal energy pump environment system with single-well heat exchange circulation (ground source heat pump environment system with single-well heat exchange circulation) implemented by the Zhongguancun No. 3 Primary School has conformed to regulations in the documents such as Opinions on Implementing the Most Rigid Management System of Water Resources by State Council (G.F. [2012] No. 3), Opinions on further Strengthening Reform

and Development of Water Affairs by Beijing Committee of Communist Party of China and Beijing Municipal People's Government (J.F. [2011] No. 9), and Opinions on Implementing the Most Rigid Management System of Water Resources by Beijing Municipal People's Government (J.Z.F. [2012] No. 25) etc.

The implementation of the experimental project shall provide scientific bases for establishing a post-evaluation system for heating projects by ground source heat pumps; guaranteeing scientific utilization of shallow ground source heat; upgrading and updating based on traditional energy heating industry. In addition, it shall serve as significant reference for governmental strengthening operation supervision, implementing innovative application technology, and assisting Beijing City in accelerating fire coal reduction and clean energy construction.

V. Suggestions

1. The participating experts have unanimously agreed to formulate expert suggestions to be submitted to relevant departments and push the utilization and development of the single-well heat exchange circulation for ground source energy collection. The Beijing Water Authority will keep deeply implementing the Opinions on Implementing the Most Rigid Management System of Water Resources by Beijing Municipal People's Government. For the projects involving the utilization of the shallow ground source energy, the single-well heat exchange circulation for ground source energy collection will be adopted as a priority; and the

Beijing Water Authority will publicize to the society after approval and filing and transfer to the third-party for the whole-process tracking, inspection and acceptance check. The Beijing Water Authority shall conduct a spot check at any time and handle problems timely if any.

2. Governmental sectors such as Beijing Municipal Commission of Development and Reform as well as Beijing Municipal Environmental Protection Bureau shall include the promotion of the ground source heat pump environment system with single-well heat exchange circulation into projects such as haze governance as well as highly efficient replacement of coal with electricity in rural areas.

3. Beijing Municipal Government shall lead the way in a large scale: It is suggested the Beijing Deputy Center should adopt the ground source heat pump environment system with single-well heat exchange circulation as a priority and become a green demonstration project with renewable energy for heating in the new era.

4. The system of single-well heat exchange circulation for ground source energy collection is a kind of scientifically innovative heat exchange technology and is essentially different from the traditional water intake wells. It is suggested the Beijing Water Authority should give great management support in respect of innovation.

Group Leader of Expert Review Panel:

Wang Guangqian and Wu Desheng

July 20, 2016

北京地能暖村政策落地开花 治霾或有突破性进展

BURGEONING IMPLEMENTATION OF POLICIES OF WARMING RURAL AREAS BY GROUND SOURCE ENERGY OF BEIJING WITH A POTENTIAL BREAKTHROUGH IN HAZE GOVERNANCE

作者：胡 铭

7月30日上午，在海淀区上庄镇李家坟村组织召开了一场党员及村民代表大会，会议主要议题是通过村民对“煤改电”暖冷一体化试点工程的了解与体验，由村民自己选择李家坟村的供暖冷方式。这场看似普通的村民活动，却是北京市致力解决雾霾问题，落实煤改政策的最基础体现。

从古至今，雾霾都是一种自然天气现象，但过去的雾霾大多是自然因素，少有人为的影响。随着经济规模的迅速扩大和城市化进程的快速发展，人类活动直接向大气排放大量污染物，原本少见的天气现象“霾”成为一种常见现象。

近几年来，我国北方地区空气质量问题凸显，形势堪忧，引起了社会各界的广泛关注。“APEC蓝”、“阅兵蓝”固然令人愉悦，但为了确保首都的这片蓝天，北京及周边各省市采取了限行、限产、停产等各项措施，付出了巨大的代价。靠以粗放地限制周边省市发展的方式来换取京城的蓝天，就好比饮鸩止渴，不是解决雾霾问题的长久之计。

解决农村散煤燃烧问题是当务之急

伴随着社会主义新农村建设的深入以及农村经济的发展，环境问题日益突出。一方面，农村的生产生活致使柴草成堆、杂乱无序，影响村容整洁；另一方面，农村燃煤、燃薪造成的面源污染严重影响着大气环境。

中科院大气物理研究所王跃思研究员认为，雾霾近90%由人为排放产生，直接来自人类的经济社会活动。对北京PM2.5排放源分析发现，燃煤、机动车为最主要来源。北京年平均PM2.5排放中，燃煤占26%，机动车19%，餐饮11%，工业10%，由此可见，燃煤是北京雾霾天气最主要的贡献者之一，而解决燃煤造成的雾霾问题，其实质上就是解决北京农村量大面广的散煤燃烧。

2015年11月底，北京及华北地区遭遇大范围持续雾霾天气，环保部组织了在京所有科研单位对此次重霾过程进行了分析研究，中国环境科学研究院研究表明，此次重污染期间，化石燃料或生物质

燃烧排放的一次颗粒物增加明显，散煤燃烧对近地面污染贡献最高，低矮面源污染对 PM2.5 浓度贡献最大。中国环科院副院长柴发合解释说：“进入冬季，由于北京及周边地区的燃煤，以及城乡结合部、农村的散煤燃烧监管不到位，加之供热锅炉等排放量的增大，都是导致重污染天气的主要成因。”

分析研究表明，农村量大面广的散煤燃烧，是产生雾霾的最重要因素之一，在农村因地制宜推广清洁能源，解决散户燃烧问题已是当务之急。

北京煤改政策精准到位、掷地有声

随着对雾霾问题的凸显以及对其认识的逐渐清晰，北京市政府协调各有关部门，认真研究形势、积极应对问题，出台了一系列关于针对解决农村散煤燃烧问题的政策：

2016 年 1 月 22 日，北京市市长王安顺作 2016 年《政府工作报告》，提出“重点治理农村散煤，实施 400 个村煤改清洁能源，完成 3000 蒸吨左右燃煤锅炉清洁能源改造”，标志着北京市 2016 年农村煤改工作全面启动。

2 月 17 日，北京市人民政府办公厅发布了《2016 年市政府工作报告重点工作分工方案》（京政发〔2016〕1 号）完善了大气污染防治责任落实机制，确定“实施 400 个村煤改清洁能源，完成 3000 蒸吨左右燃煤锅炉清洁能源改造”。

2 月 25 日版《北京日报》报道：“负责统筹这项工作的北京市农委把全市 400 个村改造任务在各区进行了分解：朝阳区 11 个、海淀区 18 个、丰台区 18 个、门头沟区 16 个、房山区 41 个、通州区 124 个、顺义区 18 个、昌平区 15 个、大兴区 45 个、平谷区 11 个、怀柔区 27 个、密云区 30 个、延庆区 26 个。”北京市农委负责人介绍说，这次改造的最后期限是确保 11 月 15 日前住户能够顺利取暖，据此，需在 4 月 30 日前，改造村完成前期手续和用地相关手续；5 月 30 日前，完成审批手续和相关

核准工作；6 月 30 日前，确保完全具备电力、燃气施工条件，完成取暖设备和物资招投标工作，并保证物资配送到位；7 月 1 日至 10 月 31 日间进行施工；10 月 31 日前完成各主体工程施工及居民取暖设备的安装调试工作，确保群众如期顺利取暖。

在一系列的政策出台后，北京各区县陆续展开招标工作，多家以地能热泵、空气源热泵为代表的“煤改电”企业竞相投标，大有遍地开花之势。招标方严格筛选出若干家实力强、技术优、经验丰的企业作为农村煤改工程的一线操作者。恒有源科技发展有限公司作为地能热泵行业的佼佼者，积极参与竞标，目前已在 大兴、昌平、通州、门头沟、朝阳、怀柔、海淀、延庆等区县的“煤改电”工程中成功中标。

落实农村煤改政策，机遇与挑战并存

早在李家坟村召开村民大会的前几天，村民白大爷家做为试点用户，就已经安装了恒有源地能热泵系统。地能热泵是恒有源集团针对农村自采暖所开发的地能暖冷一体化系统，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为建筑物供暖、制冷，并可为用户提供生活热水。地能热泵能够因地制宜的利用资源，无燃烧、无污染、



试点用户白大爷家安装的地能热泵系统配套热水罐

无排放,并且能够分户独立计量,有利于行为节能。

据李家坟村“煤改电”试点用户户主白大爷介绍,他家建筑面积不到 300 m²,使用恒有源地能热宝供暖(冷)面积有 267 m²。施工方在室外西边空地上打了 4 个竖孔采集地能,在西墙外侧安装了 4 台地能热宝室外机,室内末端机一共安装了 8 台(注:包括 4 个卧机及 4 个壁挂机,一个室内末端机可供暖(冷)面积 35 m²左右),锅炉房安装了 1 个热水罐用以常年提供生活热水。从开始施工到投入使用,一共只用了三天时间。这几天正值北京高温天,安装在白大爷家客厅的两台室内机,只开了一台就能感觉到凉爽怡人了。对于地能热宝的供冷体验,白大爷说道,“现在家里面就我和老伴儿两人,只开客厅和卧室两台机器就可以了,出门关掉,来了再开。平时我都在大门口老槐树下乘凉,安了地能热宝后,现在都不想出去了。”白大爷家同时安装了地能热宝系统配套热水罐,全天保持着四五十摄氏度的热水,打开就有热水,洗澡、做饭都很方便。

据了解,白大爷家之前在供暖季,使用土暖气燃烧供暖的花费就达六七千元。而地能热宝,使用 1 台室内机 24 小时常开运转,日耗电约 22kWh,一个供暖季耗电 2800kWh,按平均电价 0.42 元/kWh 计算(其中 9 小时享受低谷电 0.3 元/kWh,15 小时平价电 0.49 元/kWh),供暖季总电费不到 1200 元;使用 8 台室内机 24 小时常开运转,平均每天耗电 100kWh,一个采暖季总耗电约为 12500kWh,总费用约为 5250 元。所以,在一个供暖季支付费用约为 1200~5250 元。而在实际应用中行为节能优势明显,人员在哪儿房就开哪间的地能热宝,更加节省费用。

对于在工程方面能否让村民满意,恒有源集团副总裁贺永平说道:“我们针对此次农村燃煤改造工程,特别制定了详细的文明施工行为准则,并要求施工队严格按照准则文明施工;在进度方面,我

们要求入户安装机组时间不能超过 2 天,整体每户从安装到调试验收时间限制在 3 天左右,自进场施工开始,需在 30~45 天之内完成一个村子的‘煤改电’改造工程。我们对自己的严格要求,目的就是要最大程度地降低施工过程对村民生活造成的影响,保质保质完成农村‘煤改电’工程。”

贺永平还表示,“北京市为有效解决雾霾问题,自今年以来在政策上对农村推广利用地能替代燃煤供暖的助力很大。恒有源集团现已在包括北京大兴、昌平、海淀等八个区县的‘煤改电’项目都中了标,还有几个区县的招投标工作正在进行。在广阔的市场前景下,我们有很多机遇,同时也面临着不小的压力。但作为‘煤改电’中标企业,我们完全有信心、有能力完成这项工作。因为我们早在 2000 年就开始做了,十几年以来,我们在全中国所推广的地能暖冷一体化建筑面积已达 1500 万平方米,并且做了很多整村、单户项目,积累了丰富的经验。直到现在,做农村项目我们也是样板先行,让老百姓自己选择,老百姓了解清楚、觉得好之后,我们才开始进行整村施工。总之,通过地能暖冷一体化在农村地区的推广,从根源上解决因农村燃煤给北京造成的空气质量问题,并且让老百姓切实享受到‘煤改电’工程带来的实惠与温暖,是我们这些年来一如既往的追求。”



恒有源集团副总裁贺永平解答村民地能自采暖问题

Burgeoning Implementation of Policies of Warming Rural Areas By Ground Source Energy of Beijing with a Potential Breakthrough in Haze Governance

Written by Matthew Hu

A meeting for party members and villagers' representatives was held in Lijiafen Village of Shangzhuang Town of Haidian District on the morning of July 30. The main subject of the meeting was to enable the villagers themselves to choose heating/cooling modes for Lijiafen Village through their understanding and experiences of pilot projects of integrated heating and cooling systems for "changing coal to electricity". The seemingly ordinary villagers' activity has shown the most fundamental aspect of endeavoring to solve haze in Beijing and implementing policies of changing coal to electricity.

Haze has been a kind of natural weather phenomenon in all ages. However, the haze in the past was mostly caused by natural factors and human factors were scarce. With rapid expansion of economic scale and rapid development of urbanization process, human activities have directly discharged lots of pollutants to the atmosphere and consequently the previously rarely seen "haze" has become frequent.

Air quality has become a seriously highlighted problem in North China in recent years and the worrisome situations have caused wide social attention. "APEC Blue" and "Parade Blue" were indeed pleasant, but various measures have been adopted in Beijing and its surrounding cities and provinces, such as traffic limitation, production limitation and even production halts so as to retain the blue sky in the capital city, and thus a heavy price has been paid. Rather than a long-term solution to haze, drinking poison to quench thirst can be compared with obtaining a blue sky in the capital city at the expense of extensively limiting development in the surrounding cities and provinces.

Solving Scattered Coal Combustion in Rural Areas as Top Priority

Environmental problems have become increasingly serious with the deep construction of socialism new countryside as well as rural economy development. On the one hand, rural production and living causes straws piled in a disorderly manner and influences cleanliness

of villages; on the other hand, non-point source pollution caused by combustion of coal and firewood in rural areas is seriously affecting atmospheric environment.

Wang Yuesi, a researcher in Institute of Atmospheric Physics of Chinese Academy of Sciences, considers nearly 90% of haze comes from man-made emissions and directly from economic and social activities of humans. The main sources come from coal combustion and motor vehicles through analysis of PM2.5 emission sources in Beijing. Among annual average PM2.5 emissions in Beijing, coal combustion accounts for 26%, motor vehicles account for 19%, catering accounts for 11%, and industries account for 10%. This shows the coal combustion is one of the major contributors of haze in Beijing. To solve the haze caused by coal combustion is essentially to solve the enormous and wide scattered coal combustion in rural areas of Beijing.

Beijing and North China suffered from wide and continuous haze weather at the end of November 2015. Ministry of Environmental Protection of the PRC organized all the research and development institutions across Beijing to analyze and research the heavy haze process. The researches conducted by Chinese Research Academy of Environmental Sciences showed primary particulates discharged from combustion of fossil fuels or biomass had been obviously increased during the heavy pollution; in addition, the scattered coal combustion was the biggest contributor to the near-surface pollution, and low and

short non-point source pollution was the biggest contributor to the PM2.5 concentration. Chai Fahe, Vice President of the Chinese Research Academy of Environmental Sciences explained: "The heavy pollution weather in winter was mainly caused by coal combustion in Beijing and its surrounding areas, ineffective supervision over the scattered coal combustion in rural-urban fringe zones and rural areas, and the increasing emissions from heating boilers etc."

Analyses and researches show the enormous and wide scattered coal combustion in rural areas is one the most important factors of causing haze. Therefore it has become a top priority to promote clean energy suitable for actual situations of rural areas and solve the scattered coal combustion.

Precise and Effective Policies of Changing Coal to Electricity in Beijing

With the protruding haze problem and the gradually clear understanding of it, Beijing Municipal Government has coordinated relevant departments to seriously investigate the situations and actively deal with the problem, and thus has introduced a series of policies to solve the scattered coal combustion in rural areas:

Wang Anshun, Mayor of Beijing, delivered Municipal Government Work Report of 2016 on January 22, 2016 and put forward "solving the scattered coal combustion in rural areas as a priority, implementing 400 clean energy projects for changing coal to electricity in rural areas,

and completing clean energy reconstruction for coal-fired boilers about 3000 T/h.” That signified changing coal to electricity would be fully implemented in rural areas of Beijing.

General Office of Beijing Municipal Government printed Schemes of Prioritizing Work Division in Municipal Government Work Report in 2016 (J.Z.F. [2016] No. 1) on February 17, perfected responsibility implementation mechanism for air pollution prevention and governance, and confirmed “implementing 400 clean energy projects for changing coal to electricity in rural areas, and completing clean energy reconstruction for coal-fired boilers about 3000 T/h.”

Beijing Daily on February 25 reported: “Beijing Municipal Commission of Rural Affairs in charge of the work divides the 400 rural reconstruction tasks into districts across the city: 11 tasks in Chaoyang District, 18 tasks in Haidian District, 18 tasks in Fengtai District, 16 tasks in Mentougou District, 41 tasks in Fangshan District, 124 tasks in Tongzhou District, 18 tasks in Shunyi District, 15 tasks in Changping District, 45 tasks in Daxing District, 11 tasks in Pinggu District, 27 tasks in Huairou District, 30 tasks in Miyun District, and 26 tasks in Miyun District.” The responsible person in the Beijing Municipal Commission of Rural Affairs said the deadline of the reconstruction would guarantee households to successfully enjoy heating before November 15. Accordingly, the reconstruction villages shall need to complete early procedures and relevant procedures of land use before April 30; approval procedures

and relevant verification shall be completed before May 30; construction conditions for electricity and fuel gas shall be fully provided before June 30; heating equipment as well as bidding and tendering of goods and materials shall be completed and material allocation and delivery shall be guaranteed to be in place; construction shall be conducted from July 1 to October 31; and construction of main works as well as installation and commissioning of residents’ heating equipment shall be completed before October 31 so as to guarantee people to successfully enjoy heating as scheduled.

Districts and counties across Beijing have successively conducted tendering since a series of policies were introduced. Many enterprises featured by “changing coal to electricity” and represented by ground energy heat pumps and air source heat pumps have bid against each other with a burgeoning trend. The tenderers strictly selected enterprises with powerful strength, excellent technologies, and rich experiences as front-line operators in changing coal to electricity in rural areas. As a competitive leader in the industry of ground energy heat pumps, EVER SOURCE SCINECE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT GROUP CO., LTD. (HYY Group) has actively participated into the bidding and has currently successfully won the bidding in projects of “changing coal to electricity” in districts and counties such as Daxing, Changping, Tongzhou, Mentougou, Chaoyang, Huairou, Haidian and Yanqing etc.

Implement Policies of Changing Coal to Electricity in Rural Areas with Both Opportunities and Challenges

As a pilot user, the villager Grandpa Bai had installed the system of HYY ground source heating devices just a few days before villagers' meeting was held in Lijiafen Village. The ground source heating devices are developed by HYY Group as an integrated heating and cooling system with ground source energy for self-heating in villages. Through compressor system operation driven by electric energy, shallow ground source energy with relatively constant temperature will be absorbed to provide heating and cooling for the buildings and also provide domestic hot water for users. Resources can be suitably used by means of the ground source heating devices based on actual situations without combustion, pollution or discharge; in addition, independent metering in each household can be realized, which is good for behavior energy saving.

Grandpa Bai, the householder of the pilot user of "changing coal to electricity" in Lijiafen Village, said the covered area of his house was less than 300m² and the heating (cooling) areas of using the HYY ground source heating devices reached 267m². The constructor drilled 4 vertical holes in the vacant place on the west side of his house to collect ground source energy, installed 4 sets of outdoor units of ground source heating devices outside the west wall, and totally installed 8 sets of indoor terminal units (note: including 4 horizontal units and 4 wall-mounted units; and one indoor

terminal unit could provide heating (cooling) areas about 35m²); 1 hot-water cylinder was installed in the boiler room to perennially provide domestic hot water. Totally three days were used from construction commencement to operation. These days are hot summer in Beijing. Two indoor units are installed in the living room of Grandpa Bai's house, but coolness can be felt by just opening one set. As for cooling experiences of ground source heating devices, he says: "Only my wife and I live in the house now. We feel quite cool by opening either one of the two indoor units, one in the living room and the other in the bedroom; we turn them off when we go out and turn them on when we come back. In the past, I often enjoyed the cool air under the old locust trees at the gate, but we just want to stay at home after we install the ground source heating devices." His household is also installed with the hot-water cylinder supported by the system of the ground source heating devices. Hot water can be kept at 40-50 degrees all day long and is available after being turned on, quite convenient for bath and cooking.

According to information, heating costs by original methods in winter reached RMB 6000 or 7000 in Grandpa's Bai's house in the past. However for the ground source heating devices, one set of indoor unit can be normally operated within 24 hours, and daily electricity consumption will be about 22kWh and the electricity consumption throughout the heating season will be 2800kWh; calculated by average electricity price at RMB 0.42/kWh (off-

peak electricity at RMB 0.3/kWh for 9 hours, electricity parity at RMB 0.49/kWh for 15 hours), total electricity costs throughout the heating season will be less than RMB 1200. If 8 sets of indoor units are normally operated within 24 hours, the average daily electricity consumption will be 100kWh, total electricity consumption throughout the heating season will be about 12500kWh and total costs will be about RMB 5250. Therefore the costs throughout the heating season will be about RMB 1200-5250. The energy-saving advantages will be quite remarkable in actual application, namely, the ground source heating devices can be opened where people stay, and thus costs can be further saved.

If the villagers are satisfied with the projects, He Yongping, Vice President of HYY Group says: "We have particularly formulated detailed rules of conduct for civilized construction during the coal combustion reconstruction projects in rural areas and have required construction teams should conduct civilized construction in strict accordance with the rules. In respect of progress, we require time of installing units in each household should not exceed 2 days, and about 3 days should be limited from installation to commissioning and acceptance check for each household. Each reconstruction project of 'changing coal to electricity' in each village shall be completed within 30-45 days from construction in the site. We are strict with ourselves so as to maximally reduce influences of construction process upon villagers' life and complete the projects of 'changing coal

to electricity' in villages with good quality as scheduled."

He also says: "In order to effectively solve the haze problem, Beijing has introduced policies to greatly support promotion of ground source energy in villages to replace coal combustion for heating since 2016. The HYY Group has won the bidding in the projects of 'changing coal to electricity' in 8 districts and counties of Beijing such as Daxing, Changping and Haidian, and our bidding and tendering work is still going on in the other districts and counties. We have full confidence and competence in completing the work, for we have started our work since 2000 and the covered areas of the integrated heating and cooling system with ground source energy have reached 15 million m² across China under our promotion for more than ten years. In addition, we have accumulated rich experiences through completing projects in whole villages and individual households. Up to now, we still provide samples for village projects, that is to say, let villagers select by themselves at first, and we will not construct throughout the village until they have clearly understood and considered the schemes are good. In a word, through promotion of the integrated heating and cooling system with ground source energy in the rural areas, we can fundamentally solve the air quality problem in Beijing caused by coal combustion in the rural areas and enable villagers to truly enjoy benefits and warmth brought by the projects of 'changing coal to electricity', and that's our pursuit as always."

在农村新民居建设中 推广新能源技术的建议

SUGGESTIONS ON PROMOTING NEW ENERGY TECHNOLOGIES DURING RURAL NEW RESIDENTIAL CONSTRUCTION

作者：商春刚（河北省昌黎县农业局新能源办公室）

农村新民居工作正在各地蓬勃发展，根据新能源及其综合利用技术的特点及农村新民居建设的具体情况，针对农村新民居炊事用能、农村新民居冬季取暖用能、农村新民居生活污水处理问题提出关于在农村新民居建设中推广应用生物质能源——沼气、秸秆压块燃料、太阳能多能互补供暖技术、秸秆半气化多功能水暖炉具供暖技术、采用地热温泉供暖技术、地能热泵供暖供冷技术、沼气净化池技术等新能源技术的建议。

新能源技术主要包括太阳能、风能、地热能、核能、海洋能及由植物茎叶、人畜粪污和工业有机污水等构成的生物质能的新能源综合利用技术^[1-2]。为促进农村低碳经济和节能减排工作发展，为解决农村新民居建设中出现的炊事用能、冬季取暖用能等能源短缺和居民小区生活污水处理等问题，根据新能源及其综合利用技术的特点及农村新民居建设的具体情况，特提出关于在农村新民居建设中推广应用新能

源技术的建议。

1 关于解决农村新民居炊事用能的建议

1.1 使用生物质能源——沼气

以平房小院和独家小楼建设的新民居，可考虑在院内地下建设沼气池解决炊事用能问题。也可以以养殖大户为主，建设一个小型沼气工程，采用联户供沼气的方式。户用沼气池一般建设容积为10~20m³，并配套建设沼气卫生厕所，总投资1万元左右。小型沼气工程一般容积50~200m³，工程造价1.5万~6.0万元，可供气5~30户。据初步测算，其地下部分的工程造价为350元/m³左右。

建设3层以上居民楼形式的农村新民居，可考虑建设大型沼气工程并实行沼气管道进户的方案。该方案投资较大，可解决1000户居民用气，需建设500m³以上的大型沼气工程。加上送气管道、加压设备、炉具等，工程投资一般在500万元左右。

使用沼气解决农村用能问题，是一个较理想的方案^[3]。只要严格按照技术要求去做，既可以解决一年四季一日三餐的炊事用能问题，还可以改善环境卫生，解决生活污水处理问题，一举多得。但是，除户用沼气池外，小型及大中型沼气工程还要考虑沼气工程的原料——畜禽粪污的供应是否充足的问题。同时，还应充分考虑沼气工程的防火防爆等安全管理问题。

1.2 使用生物质能源——秸秆压块燃料

秸秆能源化是比较成熟的技术，目前主要有3种。一是将玉米秸秆或其他植物茎叶粉碎后，用压块机压制成密度大于水的适用于家庭专用炉具燃烧的秸秆压块燃料。该燃料块的燃烧值相当于中等优质煤，市场价为450元/t左右，将是家庭用煤的主要替代品。二是将粉碎的秸秆送进专用的大型秸秆气化炉进行不完全燃烧，产生大量由挥发性气体和一氧化碳组成的可燃性气体，用管道输送到家庭厨房，使用专用炉具进行炊事燃烧。三是用压块机压制成中空的长条燃料棒，经过炭化炉炭化后，制成木炭棒。主要用于饭店烧烤、火锅等的燃料，也可用于家庭炊事。但因造价较高，家庭使用较少。

在采用秸秆能源化技术解决农村新民居炊事用能方面，推广以下2种用能模式比较适宜。一是使用秸秆燃料块并配套使用专用炉具的模式。专用炉具的全称为直燃式秸秆半气化炉。这种新型炉具具有燃烧火旺、封火时间长、可柴煤两用，并且比普通节煤炉具还节煤50%。同时，这种炉具燃烧时烟尘很少，安装恰当时排烟可小于林格曼1级。这种炉具还配备有水暖装置，可带暖气设备给居室供暖，热效率比较高，供暖效果很好。因此，在一定居住条件下，采用秸秆压块燃料并配套新型炉具，将适合解决所有农村新民居的炊事用能问题。该模

式安全性较高，不存在防爆问题。直燃式秸秆半气化炉具造价为每台1500元左右；每个村需配套生产500~800kg/h压块的小型秸秆压块机1台，减去国家农机补贴后，每台售价为4万元左右。大型秸秆压块机每台售价根据加工能力的大小，一般在10万~50万元。秸秆压块机工作时耗电较大；小型机最低在22kW左右，大型机在50kW以上。二是建设大型秸秆气化站管道供气入户的模式。对于建设有楼房的农村新民居小区，可建设大型秸秆气化站实行管道供气入户。该模式投资较大，解决1000户居民的供气问题，包括气化站建设、供气管道及料场建设和配套专用炉具等，需工程投资500万元左右。

推广秸秆能源化技术解决农村新民居炊事用能问题，需要考虑秸秆原料是否充足，农村电力供应是否满足，村级变压器容量是否足够大，能否满足秸秆压块机工作条件等问题。建设大型秸秆气化站除一次性投资较大外，还需年年对设备和供气管道进行检修和更换，防止秸秆气化产生的焦油堵塞管道，维修成本和运行成本较高，还要做好产供气及防火防爆的安全管理工作，适合于经济条件较好的村庄。但大面积秸秆燃料的燃烧，对空气质量的影响较大，故不建议推广秸秆燃料。

2 关于解决农村新民居冬季取暖用能问题的建议

2.1 太阳能多能互补供暖

一是平房和独立小楼的取暖问题。采用太阳能多能互补供暖技术，可充分发挥多项技术集成的优势，达到多能互补的作用和冬季取暖不烧煤的节能减排效果。重点推广农村新民居太阳能多能互补采暖房的建设。该技术主要适用于农村新民居的平房和2层小楼的供暖。按

取暖面积计算,工程投资为300元/m²左右。建设的主要内容包括太阳能热水供暖系统(由太阳能真空玻璃管、蓄热水箱、地盘管和自动化温度控制器组成)、被动式太阳能集热墙热风供暖系统、秸秆半气化炊事、水暖多功能炉具供暖补偿系统、节能保暖墙体等四部分。二是楼房的供暖问题。太阳能多能互补技术的最大特点是将几项技术集合在一起。但将其分解成单项技术也可发挥较好的作用。为了解决楼房的取暖问题,可考虑采用将被动式太阳能集热墙热风供暖系统、秸秆半气化多功能水暖炉供暖、墙体保温及地盘管供热结合在一起,解决5层左右楼房的取暖问题,工程造价每户1万元左右^[4-5]。

2.2 秸秆半气化多功能水暖炉具供暖

一是独立供热模式。如没有特殊的要求,可采用直燃式秸秆半气化多功能水暖炉采暖、墙体保温与地盘管独立供热模式。这种模式适用于各种建筑,不涉及外墙美观和房顶面积的考虑,而且工程投资每户5000元左右。二是集中供热模式。有条件的地方,可采用建设锅炉房,使用秸秆压块专用供暖锅炉集中供热模式。该模式与常规供暖方式一样,工程投资基本相同。不同的是,该锅炉燃烧的是秸秆压块,需配套秸秆压块机或采购秸秆压块燃料。同上所述,大面积的秸秆燃烧不利于大气环境,故此类供暖方法不建议推广。

2.3 地热温泉供暖

地热温泉是取之不尽的热源,有条件的地方在建设农村新民居时,应充分考虑利用地热温泉的热水作为新民居供暖的热源。据地质部门的探查,有针对性地进行开采,充分利用地热能资源,将是农村新民居冬季供暖的较佳方式。

2.4 地能热泵供暖供冷

地能热泵是利用开采地下浅层地能的热量作为能量来源,向建筑提供制冷或者制热的技术。由于其节能效果好、没有污染,因而近年来受到广泛地重视和发展。地能热泵供暖供冷技术,适用于有一定经济条件且电力充足的农村新民居建筑。适用于需集中供暖供冷的各类平房、楼房。工程投资按供暖面积算,约300元/m²。该技术一次性投资较大,后期管理可实行全自动无人值守,设备用电比空调省电60%,供暖供冷可达到各家按需供应,是比较好的节能减排技术,也是比较理想的解决方案。随着近几年我国北方地区空气质量问题严峻,采用地能热泵无染烧、无污染、无排放地为农村散户供暖,已获得包括北京在内的一些地方政府的大力支持,是一项具有广阔发展前景的供暖供冷方案。

3 解决农村新民居生活污水处理的有效措施

农村新民居建设中,生活污水的处理是一个难题。推广采用沼气净化池处理生活污水的技术,是解决这个问题的有效措施。生活污水沼气净化池,是将水压式沼气池、厌氧滤器、生物过滤沉淀、好氧处理等多级处理技术于一体的小型生活污水处理系统。粪便污水、生活污水首先经过厌氧消化前处理,污水中的有机物质在各种微生物的作用下,经过液化→酸化→气化降解反应,使有机物质转化成甲烷和二氧化碳,在厌氧环境中杀灭病菌虫卵等好氧生物。再经过过滤沉淀^[6]、好氧分解等后处理,使生活污水中干物质含量、COD浓度、BOD浓度降低到排放规定值以下,一般要求达到国家Ⅱ类水标准,最后排放。生活污水经处理后,可直接用于农田灌溉或排入江河水域中,减轻水体富营养化,有利于保护水资源,具有良好的环保效果。生活污水沼气净化池的运行,实行不需要外加动力的自流,管

理方便。而且厌氧消化池2~3年出渣清理1次,平常每半年用污泥出料,在生物过滤沉淀池抽1次沉渣。用沼气净化池处理生活污水,具有投资少、资金分散、施工简单、见效快、管理方便、处理效果好等优点。同时,改善了居住条件,保

护了生态环境,美化了城镇。适用于无力集中修建污水处理厂的城镇或城镇管网外的单位、办公楼、住宅小区、宾馆、学校和公共厕所等。采取分散处理的办法,实现整体排放达标无害化的效果。

参考文献

- [1] 孙振锋,贾海燕.农村新能源技术推广体系建设的思考[J].农业科技管理,2009,28(1):68-70.
- [2] 法忠勇.推进我国农村新能源推广应采取的措施[J].甘肃农业,2007(9):49-51.
- [3] 刘代琪.大力发展沼气开发农村新能源[J].山西能源,1993(4):22.
- [4] 李伟.关于新农村新能源建设的思考[J].农村经济,2007(9):107-108.
- [5] 张道玉,张丽萍.试论21世纪农村新能源建设与发展趋势[J].生物质能动态,2000(1):42.
- [6] 席劲琰,胡洪营.生物过滤法处理挥发性有机物气体研究进展[J].环境科学与技术,2006,29(10):106-109.



煤改清洁能源， 稳步推进电能替代

REPLACING COAL WITH CLEAN ENERGY SOURCES AND STEADILY PROMOTING ELECTRIC POWER REPLACEMENT

文 / 特邀记者：李晶

在我国的能源消费结构中，煤炭一直占有重要的地位，从1980年至今的30余年内，煤炭占中国一次能源生产和消费量的比重一直在70%左右。伴随中国社会经济的快速发展，煤炭使用量急剧增加，而伴随煤炭消费总量的变化，由大气污染导致的全国年均灰霾日数明显增加。2013年全国范围内有20多个省（区、市）出现持续性灰霾。煤炭已经成为加剧空气污染的重要污染源。

纵观保持清新空气的世界大城市，无一不将“无煤化”作为减少空气污染的重要路径。参照发达国家和城市所实施的最严格的治理措施，和大都市零燃煤等治理大气污染的经验，北京市提出了自己的“无煤化”路线，即实施电力生产燃气化、企业生产用能清洁化、逐步推进城六区无煤化、城乡结合部和农村地区“减煤换煤”等多项措施。

散煤治理，从减煤换煤开始

近年来，通过使用清洁煤炭，或煤改气等

方式，工业用煤对大气污染的贡献有所下降。相比之下，居民用的散煤却成为一道大气污染治理难题。环保部公布的资料显示，我国每年散煤消耗量在6亿至7亿吨，占全国煤炭消耗量的20%，仅次于电力行业；排放二氧化硫接近1000万吨，排放氮氧化物320多万吨。

“京津冀每年燃烧散煤量3600万吨，不到煤炭用量的10%，但对煤炭污染物排放量的贡献总量却达50%。”中国农村能源行业协会节能炉具专业委员会主任郝芳洲曾感叹散煤对污染的影响之巨。

散煤主要是小锅炉、家庭取暖、餐饮等使用的民用煤品，包括无烟煤和烟煤两种。但受到价格因素的影响，广大农村散户使用最多的还是价格便宜但污染贡献大的烟煤，使用量在七成以上，其中相当数量还是劣质烟煤。

为解决这一污染顽疾，在煤炭清洁高效利用的工作中，北京市提出了“减煤换煤”的思路，这也是“无煤化”工作的重要一项。所谓减煤换煤，主要是用优质煤替代原有的燃烧

不完全，且造成低空排放的散煤、劣质煤等。作为替代选择，优质煤具有全硫含量低、发热量大等特点，煤的种类则包括无烟蜂窝煤、无烟煤球和无烟煤块。根据《商品煤质量管理暂行办法》和北京市《低硫优质煤及制品》（DB11/097）等文件、标准，民用煤标准：

●蜂窝煤：灰分不大于31%，挥发分不大于10%，全硫不大于0.4%，发热量大于21 MJ/Kg；

●其他型煤（煤球等）：灰分不大于25%，挥发分不大于12%，全硫不大于0.4%，发热量大于24MJ/Kg；

●块煤：灰分不大于16，挥发分不大于10，全硫不大于0.4%，发热量大于24 MJ/Kg。

高质量的燃煤与普通烟煤相比，造成的污染排放更低，但市场价格却偏高，而且使用高质量燃煤还需要安装无烟煤炉具，会进一步增加使用的成本。相比环保账来说，经济账对老百姓更是实实在在的真金白银。

北京市及各区政府为此出台了许多优惠补贴政策，如北京市对“换煤”的奖励标准保持在每吨200元，各区县出台的优

质燃煤替代奖励标准，每吨的补贴额度在400到600元之间。与此同时，优质煤的配送模式也发生了变化。以往购买燃煤主要是两个渠道，即辐射大多数村庄的大型场站，和由村镇和企



业联合建立的配送点，如今，订购燃煤也开始“触网”，居民只需在“优质燃煤电商平台”填写购煤信息，就能享受送货上门服务，且每吨享受30-60元不等的优惠。更便捷、实惠的服务也为优质煤替代形成一股助力。

“初始阶段应该大力推广清洁煤，淘汰落后炉具，并在有条件的地区初步开展集中供暖和清洁能源的替代。”中国环境科学研究院副院长柴发合曾表示，“第二、第三阶段则应逐步提高电能、太阳能等清洁能源的使用比例。”

煤改电，核心区实现无煤化

对于北京市城区来说，“无煤化”是最终的目标，因而，在北京市核心地区主要采用了“煤改清洁能源”，尤其是“煤改电”作为减少大气污染贡献的主要方式。

据了解，从试点开始截至2015年底，煤改电工程在北京城市核心区实施已历时16年。这16年中，东城区、西城区累计有30.8万户居民告别了燃烧煤炭的土暖气，换上了电采暖设备，核心城区也基本完成了取暖清洁化改造，区域内燃煤污染得到了有效的控制，每年对烟尘、二氧化硫和氨氮的贡献分别减少了3080吨、2618吨和616吨。

监测数据也显示，北京市二氧化硫浓度实现锐减。由1998年年均120微克/立方米降至2015年前十个月累计平均浓度13微克/立方米，不仅在北方采暖城市中名列前茅，还与南方非采暖城市水平相当。

从最开始的抵触到如今的接纳，亲身感受到“煤改电”的好处后，核心区居民的思想观念有了转变。彻底告别冬季燃煤型污染后，居民开窗不再是迎面而来的刺鼻煤烟味，与小煤炉取暖伴生的火灾、煤气中毒等隐患也已拔除。蓄能式电暖气一键启动，不需要搬煤倒

灰，室内环境也干净多了。

改善空气和居室环境的同事，居民却发现“煤改电”并没有增加采暖费用。因为政府提供的相关补贴，和峰谷电价优惠，以及电气分布式取暖的方式，一个采暖季下来，用电比燃煤更加节省。大兴朱庄村是“煤改电”的示范村之一，全村463户自从2014年10月份起，用上了蓄热式电采暖。村民算了一笔经济账，“煤改电”工程实行夜间电价优惠，再加上市区两级政府的补贴，用一度电只需花1毛钱，冬季取暖原来烧散煤花费3000多元，改用蓄热式电采暖反倒省下1000多元。

此外，蓄热式电采暖还可以充电蓄电，即夜间优惠阶段蓄电，白天电价恢复原价时关闭电闸，让电暖器里的蓄热砖发挥作用。据了解，储存的热量可在8到10个小时内，让20平方米的房屋维持在18摄氏度。

2015年底，北京城市核心地区“煤改电”工作画上了句号。而从2016年开始，“煤改清洁能源”的工作向核心城区外继续扩大，按照规划，到2017年，朝阳、海淀、丰台、石景山等四区基本实现“无煤化”；到2020年，本市城六区将全面实现无煤化，全市燃煤锅炉全部关停，全市平原地区农村采暖全部改用清洁能源。

下一步煤改，有序推进多能联动

由于电能本身具有的清洁、安全、便捷等优势，在煤改清洁能源工作中，“煤改电”任重道远。而实施电能替代，对于推动能源消费革命、落实国家能源战略、促进能源清洁化发展也具有重大的意义。

实际上，“煤改电”对于整体节能、减排和雾霾治理、以及缓解电力过剩都有益处。首先，节能方面，我国现役火电机组经过升级改造，火电效率已接近全球最高水平。国际经验表明，电

能占终端能源消费比重每提高 1 个百分点，能源强度能下降 4% 左右，因而电能替代可提高整体能源消费的效率。其次，燃煤火电污染排放效率是中小型锅炉等散烧煤的 7-8 倍，以火电替代其他低效率用煤，可整体减少污染排放，有利于能效提高和环境改善。其三，“煤改电”可缓解电力过剩。

此外，值得关注的是，电能替代的电量主要来自可再生能源发电，以及部分超低排放煤电机组，无论是可再生能源对煤炭的替代，还是超低排放煤电机组集中燃煤对分散燃煤的替代，都将对提高清洁能源消费比重、减少大气污染物排放做出重要贡献。

“十三五”期间，电能替代将发力四个重点领域，生产制造领域、交通运输领域、电力供应与消费领域，和北方居民采暖领域。这四领域的电能替代，将在能源终端消费环节替代散烧煤、燃油消费约 1.3 亿吨标煤，带动电煤占

煤炭消费比重提高约 1.9%，带动电能占终端能源消费比重提高约 1.5%，促进电能消费比重达到约 27%。预计可新增电量消费约 4500 亿千瓦时，减排烟尘、二氧化硫、氮氧化物约 30 万吨、210 万吨和 70 万吨。

根据《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》对科学引导居民选择最佳方案的表述，为节约能耗和减少居民使用费用，原则上各区严禁使用“直热式”电取暖设备，鼓励使用“多能联动、多热复合、多源合一”等多种设备相融合的低温空气源、地能热泵、太阳能加辅助能源等系统。并强调，各区推广热泵和“多能联动”类设备要不低于本区取暖设备的 80%。

作为一种清洁化的能源消费方式，多能联动不仅有利于减少大气污染，同时也提高了生活质量。随着“煤改电”脚步的加快，热泵和“多能联动”类设备的发展也将得到进一步的推进。



简述世界能源转型的几点经验

BRIEF DESCRIPTION OF EXPERIENCE OF GLOBAL ENERGY TRANSFORMATION

作者：李俊峰（国家应对气候变化战略中心主任）

1、能源转型的国际经验

大部分发达国家在石油时代之前都经历了以煤为主要能源的时期，但煤炭的开发利用一方面带来了 SO_2 、 NO_x 等局地污染物的大量排放，另一方面也加剧了水资源等自然资源的稀缺状况。因此从 20 世纪 50 年代开始，发达国家通过能源国际化实现“降煤增油增气”、大幅提升能源使用效率，大力推广脱硫、脱硝等污染物控制技术，同时加大核能、可再生能源等非化石能源的研发力度，煤炭占全球（除中国外）一次能源消费比例从 1925 年的 70% 下降到 1965 年的 36%，随后又经过了近 50 年的时间，下降到 2013 年的 19%，有效控制了传统污染物和温室气体排放。发达国家之所以能实现能源结构的优化，归其原因有以下几点。

1.1 及早树立低碳转型发展理念

自 20 世纪 70 年代石油危机后，欧洲国家将发展低碳经济作为保障能源安全、降低对外能源依存度的重要手段。1975 年，瑞典就提出了 100% 由可再生能源满足能源需求的设想。1980 年，美国提出 2100 年实现 100% 依赖可再生能

源的战略构想，随后一些西欧国家也提出这一目标，其中丹麦和德国在发展可再生能源方面步伐较快。丹麦于 1976 年建立能源署，在此后的 20 年间能源结构不断优化，石油和煤炭消费均减少了 36% 左右，天然气消费增至 20%，并大力发展以风能为主的可再生能源，设立了到 2030 年风能 50%、太阳能 15%、其他可再生能源 35% 的目标，并力争在 2050 年实现 100% 可再生能源供给的宏伟目标。目前，丹麦已经建立了较为完善的分布式能源系统。除风电外，50% 以上的电力来自热电联产，生物质也在一次能源中占比达到 18%。丹麦之所以在能源转型过程中走到全球领先地位，很大程度上归功于其 20 世纪 90 年代就已经形成和完善的绿色增长发展理念。

1.2 以法律形式明确碳排放总量控制目标

目前大部分发达国家提出了温室气体绝对量减排目标及能效提高目标，相当于限制了化石能源消费总量，为碳排放交易市场和行业碳排放标准等具体政策措施提供法律保障。在总量目标约束下，欧盟、美国、日本、韩国纷纷建立了全国或区域性的碳排放交易体系，以尽量低的成



本实现碳减排目标。此外，许多国家还设立了具体行业的碳排放标准，在机动车燃油排放方面，美国环保署与运输部共同规定，在美国销售的2016款车型二氧化碳排放量必须限定在每公里155克以下；欧盟则提出到2020年欧洲汽车二氧化碳排放量每公里不得超过95克的目标。在电厂排放方面，美国提出新建电厂每兆瓦时二氧化碳排放不得超过1000磅（约合453.6千克）的标准。无论是碳排放总量还是行业标准，都为能源转型提供了极具操作性的法律保障。

1.3 通过切实行动为可再生能源留出发展空间

目前大部分发达国家都已提出到2050年可再生能源占能源消费总量80%的目标。以德国为例，其在20世纪90年代就确立了将核能作为过渡能源，太阳能、风能等清洁能源作为

未来主力能源的发展目标，2012年最新修订的《可再生能源法》提出在2020年、2030年、2040年、2050年，可再生能源在德国电力供应中的份额分别要达到35%、50%、65%和80%，明确了可再生能源在未来能源结构中的主导地位。除了在政治上确立发展目标，发达国家还通过控制煤炭增长为可再生能源发展留出空间。美国总统奥巴马在2013年宣布《总统气候行动计划》，明确到2020年可再生能源发电量翻番，2015年6月又正式出台了《清洁电力计划》，以确保燃煤电厂退役后为低碳能源留出发展空间。这些都是为清洁能源产业发展做出的实质性的准备和支持。

1.4 充分利用国际市场实现能源优势互补

以美国为首的发达国家从20世纪70年代

就一直积极拓展海外能源市场，通过对亚非地区石油勘探和开发的投资打造海外能源供应基地。日本化石能源资源匮乏，通过积极开展能源外交保障其源源不断的海外能源供应。欧洲一直以来依赖俄罗斯的油气供应，随着乌克兰危机升级也逐渐将战略重心转移，通过建立能源联盟提高欧盟在国际能源市场上的话语权，并致力于与世界其他区域，包括中亚、中东、北非、美国、加拿大等能源出口国建立能源战略伙伴关系，同时深化与挪威和乌克兰的能源战略合作。与此同时，各国也通过大力发展清洁能源和可再生能源降低能源对外依存度，提高国内能源供给和效率。

综上所述，在清洁低碳发展理念指导下，通过立法明确碳排放总量控制目标和行业碳排放标准降低高碳能源使用，为清洁能源和可再为清洁能源和可再生能源发展留出空间，培育竞争、开放的电力市场提高可再生能源的竞争性，适当开拓海外市场实现能源优势互补，是发达国家成功推动能源转型的重要经验。

2、政策建议

“十三五”是中国全面建成小康社会的关键阶段，全面节约和高效利用资源，建设安全、清洁、低碳、高效的现代能源体系，推动绿色低碳循环发展是“十三五”能源发展的重要

内容。克服能源转型中的障碍，通过制定相应的规章制度确保煤电为清洁能源发展留出空间，通过改革理顺清洁能源发电上网面临的障碍，以及通过国际合作实现与国际能源市场的优势互补。

（本文摘自李俊峰《论我国能源转型的关键问题及政策建议》）



农村地源热泵市场潜力大

BIG POTENTIAL OF RURAL GROUND SOURCE HEAT PUMP MARKET

作者：肖艳

在我国新农村建设的进程中，农村能源问题作为影响农村可持续发展的重要因素，日益受到国家的高度关注。虽然“节能补贴”、“家电下乡”等一系列惠民政策在农村推广卓有成效，但是农村在节能领域市场潜力依然巨大。在美国，地源热泵已广泛应用于家庭别墅。结合我国现状，如何将美国地源热泵的应用经验应用到我国农村市场，这对节能将更有意义。据了解，目前地源热泵推广和使用方面仍集中于城市，然而我国农村地广，且大部分人口集中在农村，如果地源热泵能在农村得到推广，节能潜力将是巨大的。

建筑节能领域地源热泵发展迅速

我国是以中低温为主的地热资源大国，全国地热资源潜力接近全球的 8%，浅层地能利用是我国当前地热能开发应用的主要方式。目前，我国地源热泵技术的建筑应用面积已超过 1.4 亿平方米，而我国既有建筑面积为 400 亿平方米，达到节能要求的只有 5%，其余都是高耗能建筑。据资料显示，2012 年全国热泵机组市场总量约为 33.8 亿元，同比增长 25.3%，是 2012 年中央空调市场增长最快的产品之一，并连续五年以超过 20% 的增长率不断扩大市场。

日前财政部、住建部联合发文，根据《中华人民共和国可再生能源法》，为落实国务院节能减排战略部署、加快发展新能源与节能环保新兴

产业、深入推进建筑节能工作，两部委将以县为单位，实施农村地区可再生能源建筑应用的示范推广，引导农村住宅、中小学等公共建筑应用清洁的可再生能源。随着近年来我国城镇化进程不断加快和居民生活水平的提高，农村地区建筑用能迅速增加，尤其北方地区农村建筑采暖以生物质能源为主的模式，正逐渐被以煤炭等化石能源为主的模式所替代，农村建筑节能形势严峻。广大农村地区的太阳能、浅层地能等可再生能源资源丰富，应用条件优越，发展空间巨大。在农村地区加快推进可再生能源建筑应用，可节约与替代大量化石能源；可以加快改善农村民房、中小学、卫生院等公共建筑供暖设施，保障与改善民生；可以带动清洁能源等相关产业发展，促进扩大内需与调整结构。

农村地源热泵产品逐渐走俏

当前，各级政府对“三农”问题非常重视，在农业基础建设投入也逐年增加，通过土地整理，不断优化耕地结构和质量，探索发展设施农业的途径。在开发利用浅层地能方面，政府给予了大力支持，天津市已被国土资源部定位为全国浅层地热资源利用示范城，浅层地热资源调查工作已经全面展开。在国家、地方政府和农民三者的共同努力和共同投入下，设施农业利用浅层地热资源有着广阔的前景。



图片分别为恒有源集团在北京海淀区西闸村、李家坟村，河北怀来义合堡村地能暖冷一体化项目开工仪式及农村地能热宝室外机展示。



而今，价格因素一直是制约地源热泵在农村推广的主要原因。地源热泵产品价格偏贵，如果国家能在政策上加以扶持，给予补贴（例如政府出资一半或三分之一去装机组），地源热泵也可以在农村推广开来。另外，农民对新技术的接受能力不足也对地源热泵的推广带来了阻力。因此，需要国家政策上加强对农村的扶持，并且以新农村建设作为试点，然后逐渐扩展。如果这两方面的问题能得到解决，地源热泵就可以在对农村广泛应用。

地源热泵在农村普及应用还需多方推动

新农村建设中的能源方案主要内容是根据项目的规模、类型、需求，集中建立一个或多个地源热泵能源站，向建筑物供冷和供热。项目内的公共建筑，可以自成体系；对于成片住宅区，可以建立一个或多个地源热泵能源站，

地源热泵换热孔可以集中布置在项目周边的农田地下或其他可用区域，统一向地源热泵能源站提供地源侧的低温水。村镇改造项目中，基本以供暖需求为主，夏季供冷为辅，冬夏冷热不平衡，故针对地源热泵系统就涉及到了土壤热平衡问题。冬夏土壤热平衡的解决思路主要有两种，一是利用夏季气温高于土壤温度的特点，使地源侧水通过在冷却塔（或简单化的组合式空气处理机组）中循环吸热后回补土壤；另一种是利用项目周边自然水源在夏季温度高于土壤温度的特点，抽取后在换热孔内循环补热。

对于城市边缘地区和农村来说，即便是安装了城市供暖管网，由于供暖距离所造成的能源损耗也是相当巨大的。探寻一种“低碳时代”下的供暖模式，采用地源热泵，循环使用相对恒温的地下水这种“绿色空调”来采暖，以实现节能减排。供暖出现问题最多的就是那些小锅炉供暖的老房

子，这些老房子楼道存在很多问题，供热管道热损失严重。弃管小区和老房子的楼道，有的窗户不全，有的是木头的楼道门，有的甚至没有楼道门，由于很多供暖管道裸露在外面，造成热还没有进入居民家，就从楼道里损失了很大一部分。

目前，地热在农村推广中所遇到的问题主要是地源热泵系统的初投资较高，单体型住宅单平方米造价通常在 400 元左右，集中型楼房住宅单平方米造价通常在 200 元左右，造成了农村居民使用不起的局面；同时，农村建筑物的保温措施普遍不好，造成热损失较大，继而造成采暖负荷大和运行费用偏高；此外，由于目前水（地）源热泵系统大都用于公共建筑当中，因而系统的使用都有专业技术人员参与。而当普通居民家庭使用，尤其是农村家庭使用时，难免会造成使用操作上的失误，严重时会导致系统的损坏。

要解决地源热泵在农村推广困难问题，需要政府成立专业机构或责成专业部门对在农村及城郊周边地区推行地能源技术进行统一规划研究，拿出实施计划、方案和政策。或拿出一定区域、地块进行示范；对在城郊周边地区开发项

目或农村住宅改造项目中使用地能源和新能源技术的开发单位，给予地价、配套方面的优惠；同时，居民采暖费不变；对农村在宅基地和温室大棚使用地源热泵的农户，按投入金额或供热面积比照家电下乡政策，给予一定的补助。此外，由于农村用户采暖使用的时段大都在夜间，因此，政府有关部门应能够考虑出台给予农村用户以和城市用电采暖用户一样的峰谷电价政策。并对实施地能源和新能源技术的设计、经销、施工单位给予相应的优惠和鼓励政策。

近年来，地源热泵采暖的农村市场并没有引起太多厂商的重视，如今，在农村市场虽然有少量建筑实现了包括地源热泵等形式的可再生能源利用，但是大多效果一般，而进行配套的大多数是地源热泵行业的小型厂商，在设计、施工等环节整体水平低下的背景下，无法体现地源热泵的优势和安装的初衷，极大地阻碍了地源热泵在农村地区的推进。不过据专家预测，随着城镇化和新农村建设步伐的稳步推进，农村地源热泵市场的前景将被看好，更多业内知名厂商会将战线从城市延伸到农村。



发展论坛

DEVELOPMENT FORUM

Renewable Energy



“十三五” 可再生能源发展展望

**PROSPECTS FOR RENEWABLE
ENERGY DEVELOPMENT IN 13TH
FIVE-YEAR PLAN PERIOD**

作者：任东明（国家发展和改革委员会能源研究所）

从国内经济发展情况看,经过 30 多年高强度发展,煤炭和电力生产能力迅速增长,基本能够满足市场需求,但能源供应安全和能源环境形势仍然严峻,能源发展的方向将不得不转向提高可再生能源在能源消费中的比重,构建清洁、高效、低碳的现代能源体系和推动能源生产和消费革命上来。从当前国际形势看,全球气候变化、地缘政治、能源技术创新等因素将对国际能源形势产生重要影响,能源生产供应及利益格局也必将发生深刻调整 and 变化,全球范围的能源转型行动正在加速推进。发展形势要求,在“十三五”期间应尽快确定中国能源转型方向,优先发展可再生能源,在总结“十二五”产业发展经验和充分认识所面临问题的基础上,提出相应的发展目标和保证目标实现的政策。基于以上认识,本文对“十三五”时期中国可再生能源发展进行展望。

1 中国可再生能源发展面临新形势

1.1 中国的能源发展困境

根据国内外众多机构的研究结果,中国能源需求在中期(2020)和远期(2030、2050)仍有较大幅度的增长,但总量存在较大的不确定性。在较高的经济增长速度下,中国 2020 年能源需求有可能超过理想化的能源供应和需求平衡点,即 45 亿吨 tce,从而达到近 50 亿 tce;2030 年和 2050 年可能达到 60 亿 tce 和 70 亿 tce。

改革开放以来,随着经济总量的提高,中国能源消费总量也呈现同步快速增长态势。到 2013 年,能源消费总量已达 37.5 亿 t 标准煤,迅速越居世界第一位。同时,人均能源消费量达 2.76t 标准煤,已超过世界平均水平。特别是,受资源条件影响,中国能源消费长期以来高度依赖煤炭。中国以占世界 2.2% 的陆地面积消耗了全世界一半以上的煤炭,由此产生的 SO₂、氮

氧化物、烟尘及可吸入颗粒物等污染物排放量长期高居世界首位,燃煤产生的 SO₂ 排放量占总 SO₂ 排放量的 90% 以上,SO₂ 排放产生的酸雨区已超过国土面积的 40%。燃煤产生的烟尘排放占总烟尘排放量的 70% 以上。煤炭造成全国 15% 的江河湖海水污染,水质酸化、富营养化,以及铅、汞、铬等重金属污染超标。酸雨、光化学烟雾、雾霾等大气污染大范围频发,公众健康受到日益严重的损害。煤炭的开采和使用已经对生态环境造成了巨大破坏。

更大的问题在于,大量温室气体排放引起全球气候变化的同时,也将进一步给中国带来一些严重的后果。根据世界自然基金会(WWF)发布的《“后京都气候变化和可持续发展能源占一次能源消费比国家能力支持项目”中国报告》,近 50 年来,中国沿海海平面上升速率为每年 1.4–3.2mm;西北冰川面积减少了 21%;北方干旱受灾面积扩大,南方洪涝加重;农业生产的不稳定性增加,局部高温危害加重。

化石能源大量消费排放了大量 CO₂,直接导致全球气候变暖,已深刻影响着全人类的生存和发展。应对气候变化已成为全球性热点问题。过去几年,政府间气候变化专门委员会(IPCC)不断推出研究报告,提出大量论据证明了全球气候变化对人类生存与发展带来越来越深刻的不利影响,因此 IPCC 提出的碳减排倡议也得到了绝大多数国家的积极响应。在《联合国气候变化框架公约》下,多数国家正积极采取行动来共同应对气候变化。国际社会已形成共识,将 2050 年全球升温控制在 2℃ 以内,为此全球温室气体排放需在 2020 年左右达到峰值,到 2050 年相比 1990 年需减少 50%。基于此,中国政府已向国际社会承诺,到 2020 年单位国内生产总值 CO₂ 排放比 2005 年下降

40%–45%左右。到2030年，CO₂排放达到峰值且将努力早日达峰，非化石能源占一次能源消费比重提高到20%左右。这对中国长期以煤为主的高碳能源结构带来严峻挑战。

1.2 全球的能源转型行动

为应对全球能源发展面临的挑战，世界各国特别是发达国家，纷纷制定能源转型战略，明确转型目标，并积极采取有效行动，着力构建以清洁低碳的可再生能源为主的新型能源体系。归纳起来，各国的能源转型行动包括4个方面的内容：根据各自国情制定相应的能源转型战略；提出明确具体的能源转型目标；以技术创新推动各自的能源转型进程；以制度创新为能源转型提供保障。

2 中国能源转型方向

由于以化石能源为主的能源结构是导致环境破坏的主要因素，因此只有通过优化能源结构来推动中国能源系统的转型，才能从根本上减少各类污染物的排放。因此，中国能源转型的方向是，抓住全球能源转型的机遇，推动能源生产和消费革命，建立以可再生能源为主体，清洁、低碳和高效的新型能源系统。

2.1 不断降低煤炭、石油等高碳化石能源比重

以土地、水资源和生态环境条件作为煤炭开发布局的准入门槛，严格控制煤炭乱开乱采，力争将煤炭产能控制在40亿t以下。强化京津冀、长三角、珠三角等雾霾严重地区实行煤炭消费总量控制，严控大型高耗煤工业甚至燃煤电厂项目，积极淘汰落后产能；着力提高煤炭直接发电比重，抑制煤炭终端利用，大幅降低煤炭在中国能源结构中的比重。

2.2 扩大天然气等低碳化石能源利用规模

继续加强常规天然气资源勘探开发，加快开展煤层气、页岩气等非常规天然气资源评价，加强技术研发和储备，合理规划其发展目标。

2.3 积极有序地发展各种可再生能源

可再生能源在中国具有种类全、总量大、分布广的特点，为规模化开发利用可再生能源创造了有力条件。一是应有序发展水电，特别是在2020年前，应加快水电项目开发建设进度，确保每年按一定的增长率平稳发展；二是应坚持以“近期陆上为主、远期拓展海上”的发展思路，高效规模开发陆上风电，逐步开发海上风电；三是因地制宜发展太阳能、生物质能、地热能等其他可再生能源。

2.4 提高可再生能源产品竞争力和规模化应用水平

促进可再生能源产业向具有自主知识产权、注重基础研究和创新研究的方向发展。加快技术成熟、市场竞争力强的可再生能源技术应用，推进技术基本成熟、开发潜力大的新能源技术产业化。发挥可再生能源可提供多种能源产品、满足多种需求的优势，从电网、交通燃料配给网络、燃气网络以及供热网络等着手，优先考虑可再生能源的推广使用。

3 中国可再生能源面临的问题

尽管中国可再生能源发展取得了积极进展，但未来中国新能源规模化发展仍将面临技术、产业、体制机制等方面的瓶颈问题。

3.1 技术问题

中国新能源发展面临的技术问题主要表现在技术研发和创新能力薄弱方面，具体表现在：一是缺乏强有力的研究技术支撑平台。二是技术发展缺乏清晰的指导思路。三是用于技术创新的资金支持明显不足。资金投入是长期的问题，国

家投入不足是可再生能源技术进步不够快的主要原因之一，虽然近年来投入逐渐加大，但无法和技术领先的发达国家相比，尤其是在专业人才的培养方面投入过少。四是没有建立起技术研发的长效机制。

3.2 产业问题

中国非化石能源产业发展基础不均衡，目前只有部分技术初步具备了比较好的产业发展基础，而大部分产业则显得薄弱，还存在各种各样的问题。因此和国外相比，中国发展非化石能源的产业基础并不稳固，综合表现在：一是产业基础弱。国外可再生能源产业通常有 20-30 年的技术积累和企业界发展的经验。二是缺乏完整的产业链条。除了技术研发滞后之外，在设计技术、关键设备制造以及原材料供应等方面，中国也存在着严重的发展瓶颈。

3.3 政策机制问题

虽然中国已颁布了《可再生能源法》和几十项相应的政策，制度建设较为全面，但是由于能源发展形势的快速变化，这些政策的制定对实现非化石能源目标的政策需求考虑不足，主要表现是：一是缺乏统一协调机制。二是决策机制和法律体系有待进一步完善。目前一些规划、政策制定和项目决策仍缺乏科学性和公开透明性，导致在发展战略制定、技术路线选择、体制机制改革等重大事项上认识不统一。可再生能源涉及的各项法律出台的时间差距较大，法律法规之间存在相互矛盾和不协调的情况。三是能源体制和机制不能适应发展需要。为配合可再生能源的发展，需要对现有的整个能源系统在技术、管理和机制上进行多种创新。

4 “十三五”可再生能源发展

4.1 发展目标

总体来看，未来几年中国的可再生能源开发利用规模仍将持续扩大，在能源消费总量中的比重将有显著提高。可再生能源技术自主创新能力和装备制造水平也将同时获得实质性提升，将建立起一套完善的可再生能源产业体系。

4.2 政策调整方向

虽然中国实施了《可再生能源法》，并以法律为基础出台了一系列配套法规、规范和标准，形成了推动可再生能源产业发展的基本框架，但从政策实践来看，现有的可再生能源政策存在制度缺位和功能错位，内容重叠和职能冲突等现象，需要从法律基础、制度选择、机制设计等多方面对整个可再生能源政策体系进行调整和完整。

5 结论

中国可再生能源发展面临着新的发展形势。从国内来看，中国的能源供应安全、煤炭大量使用引起的灾难性生态环境后果和巨量的二氧化碳排放带来的国际气候谈判方面压力的加大。从国际来看，近几年兴起了全球范围的能源转型行动，各国普遍将实现高比例可再生能源发展作为各自能源发展战略方向。顺应新的发展形势，中国也应明确能源转型方向，即抓住全球能源转型的机遇，推动国内的能源生产和消费革命，建立以可再生能源为主体，清洁、低碳和高效的新型能源系统。经过多年发展，中国可再生能源在产业规模、技术进步、装备制造等方面已取得积极进展，但未来发展仍然面临技术问题、产业问题和政策机制问题。展望“十三五”可再生能源的发展，应进一步明确发展目标，并针对存在的问题对现有政策进行调整和完善以确保目标的实现。

选自：《科技导报》

中国低碳城镇化的问题及对策选择

PROBLEMS OF LOW-CARBON URBANIZATION IN CHINA AND COUNTERMEASURES

作者：刘强（国家应对气候变化战略研究和国际合作中心战略规划部）

李高（国家发展和改革委员会应对气候变化司）

气候变化已成为威胁全球可持续发展的重大挑战。当前，全球已经就本世纪末将地表平均温度较工业化前温升控制在 2°C 以内的长期目标达成政治共识。根据政府间气候变化专门委员会（IPCC）第五次评估报告的结论，为在较大可能条件下实现两度温升目标，要求2030年全球碳排放水平回落至2010年排放水平，全球减排形势十分严峻^[1]。随着我国工业化和城镇化的推进，我国碳排放在全球排放格局中日益突显。我国能源消费碳排放占全球比重从1990年的11%上升到2013年的27%左右，排放量已相当于OECD国家的排放量之和^[2]。人均碳排放量高于全球平均水平并已接近欧盟人均排放水平，年碳排放增量占到全球年增量的60%以上^[3]。而随着我国工业化逐渐步入中后期，以及人民生活水平提升将带来对建筑、交通行业基础设施和服务需求的快速提升，未来城镇化将逐步取代工业化成为影响经济社会

发展、气候与生态环境变迁的重要力量，也将成为我国未来能源消费和碳排放增长的主要动因。如不能对城镇化进程中的碳排放增长加以有效控制，我国的碳排放将难以在2030年左右达到峰值，并将进一步影响到全球碳排放控制目标的实现。此外，从国内可持续发展角度来看，应对气候变化问题与能源资源约束、生态安全等制约我国可持续发展的重大问题存在着密切联系，其核心是传统粗放、高碳发展模式的不可持续性^[4]，如果不能实现低碳城镇化，环境污染严重、生态系统退化的严峻形势将难以得到根本扭转，建设美丽中国的目标也将难以最终实现。

1 我国实现低碳城镇化的重要性

工业化和城镇化是过去推动我国能源消费和碳排放增长的两大主要驱动因素，但总体来讲工业化的影响更为显著。1978—2013年间我国工业增加值增长了约22倍，是支撑我国经济增

长的主要驱动力，工业生产所带来的能源消费和碳排放量占到了全国总量的 70% 左右^[5]。从未来发展趋势看，随着我国工业化逐渐步入中后期，粗钢、水泥等高耗能产品将在 2020 年前达到峰值，工业生产总量在国民经济总值中比重将逐步减少，对劳动力吸纳将出现零增长或负增长，而人民生活水平提升将带来对建筑、交通行业基础设施和服务需求的快速提升，城镇化将逐步取代工业化成为“扩大内需的最大潜力所在”，也将成为未来能源消费和碳排放增长的主要动因。

如何合理控制和满足城镇化过程中由于农村人口转变为城镇人口、农村用能水平向城镇靠近和我国城镇用能水平的进一步合理提升带来的日益增长的能源消费需求，将是我国保障能源安全和有效控制碳排放的关键任务之一^[6]。

城镇化是一个国家经济社会发展的自然历史过程，受自然地理条件、资源环境承载能力和经济社会发展水平的制约和影响^[7]。因此，我国在推动城镇化进程中，必须充分考虑全球碳排放控制以及我国自身能源资源禀赋较差、生态环境约束趋紧的国际国内背景。正是在这样的背景下，2012 年中央经济工作会议提出，要走集约、智能、绿色、低碳的城镇化发展道路，正式将低碳发展作为新型城镇化的重要工作内容。2013 年中央城镇化工作会议进一步指出，城镇化必须坚持生态文明，着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展。

在城镇化过程中推动落实低碳发展，关系着我国乃至全球经济可持续发展，但目前还缺乏较为系统、深入的思考和研究。为此，有必要对城镇化低碳发展所面临的问题和可能的对策措施进行分析。

2 当前城镇化高碳排放的主要问题

实现城镇化低碳发展是关系到中国当前和

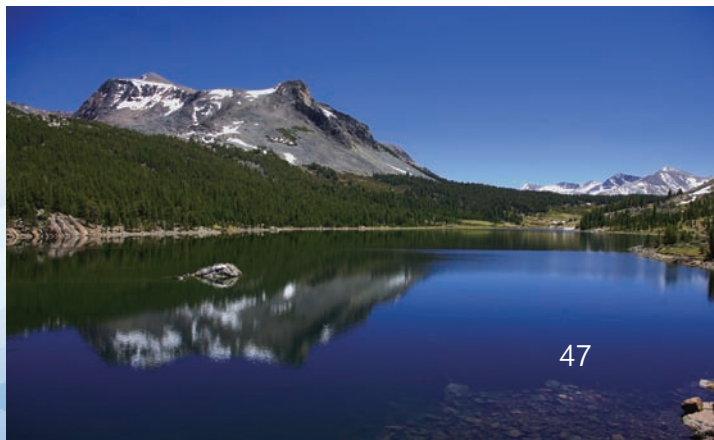
长远、涉及发展与民生的一个重大战略，涉及城市形态、城市规划、生产、建设、交通运行、能源系统等方方面面。以这几个方面作为主要切入点，我国当前城镇化高碳排放的主要问题包括以下。

2.1 城市发展模式不科学

由于受传统的经济发展方式影响，我国规模城镇化的特点比较突出，即以工业化为主导，以做大城市经济总量和提高城镇化水平为主要目标，大力推进招商引资和土地批租。这种城镇化模式在推动经济增长的同时，也积累了产能过剩、资源浪费、环境破坏等突出问题。

2.2 城镇建设低质低效，建筑运行节能潜力未有效挖掘

一是既有公共建筑节能改造潜力未得到有效挖掘。公共建筑在供暖、制冷、照明和其他用能领域均有较大的节能潜力，但由于缺乏有效的能耗监测、统计、公示体系和有效支持公共建筑节能改造的优惠政策，我国公共建筑的单位建筑面积能耗从 2001 年的 16.5 kg 标煤增长到 2012 年的 21.9 kg 标煤，能耗强度增长 33%，能耗总量增长 1.6 倍^[8]，成为城镇化推进过程中增长最快的一类建筑能耗。二是科学持续的城镇功能和空间规划缺位的同时抑制不合理拆建的政策法规和相关审批程序不严格，使城乡建设低质低效。三是新建节能建筑发展



速度不快且节能水平未达到预期目标。尽管节能建筑面积占比逐年呈上升趋势,但2013年累计节能建筑面积占既有城镇建筑面积的比重也仅达到29.63%^[9],且大多数在施工和使用过程中不能达到相关要求,许多地方政府投资建设的一些超大型、超高层建筑中能实现真正意义上的节能效果的微乎其微。

2.3 城镇地区能耗密度大且能源结构高碳化

一方面,由于较高的人口和产业分布,城镇地区单位面积能耗密度较大。城镇地区能源消费占比高达75% - 80%,并将随城市人口和经济比重的上升而上升。另一方面,我国能源结构长期以煤为主,煤炭占比长期保持在70%左右,而煤、石油两类高碳能源则长期保持在90%左右^[5]。尽管由污染排放造成的环境污染问题和碳排放造成的气候变化问题是两个不同的概念,但在我国当前能源结构下,两者基本上同根、同源。在大气污染方面,高的煤炭消费量成为SO₂、氮氧化物、烟尘排放的主要来源,使各项污染物排放均居世界首位并主要集中在城镇地区,这也是2013年我国92%的城市未达到国家环境空气质量标准的主要原因,而由北京市PM2.5源解析显示的2/3来自煤炭和石油的使用也为上述结论提供了佐证^[10]。

3 推动低碳城镇化的对策选择

在我国经济社会发展的宏观背景下,推进城镇化和控制碳排放两个问题交织嵌套并互相作用。一方面,在推进城镇化过程中必须切实控制碳排放,破解城镇化道路中化石能源消费和碳排放快速上升带来的能源资源约束和生态环境问题;另一方面,控制碳排放也不能以抑制城镇化这一自然历史过程或牺牲城镇化进程中人民生活品质合理提升的需求为代价。因此,

我国低碳发展的总体政策制度安排必须因地、因时、因人制宜,不仅将推进城镇化、提升人民生活品质作为社会经济宏观背景予以重点考虑,城镇化过程中也必须将控制碳排放作为重要关切,将低碳发展的理念、政策和措施贯彻下去,使推动城镇化低碳发展成为一个顺势而为、水到渠成的发展过程。基于上述认识,对低碳城镇化有以下对策考虑。

3.1 构建针对能源消费和碳排放的总量约束和控制制度

根据国家对于低碳发展的相关要求,在落实节能和碳强度下降目标的基础上,探索并逐步过渡到全国能源消费和碳排放的总量控制制度,提出全国碳排放总量的控制目标及其落实方案,以形成分阶段、分地区、分行业强化低碳发展目标的倒逼机制。推动城镇化过程中低碳能源的普及推广,通过完善基础设施建设、强化电力等清洁能源供应的形式全面推进城镇地区的以电和以气代煤,严格控制城镇化过程中煤炭消费的增长,力争煤炭消费在2020年前达到峰值。

3.2 健全低碳发展法律标准体系

一是加快应对气候变化和低碳发展的立法进程,健全低碳发展相关法律法规的实施细则、运行机制和监督程序,并理顺其与节能、可再生能源、循环经济、环保、林业、农业等相关领域法律法规的关系。二是尽快制订和出台针对不同行业、技术、产品的温室气体排放强制性国家标准,推动建立符合我国国情的、科学合理的低碳技术和产品的评价准则和规范,定期发布技术和产品推广、限制和禁止使用目录,促进建筑、交通等重点行业低碳发展技术和产品的优化和升级。三是研究制定低碳产品推广目录。优先推广低碳空调、冰箱和电视以及带有低碳标识的平板玻璃、通用硅酸盐水泥和电动机等产品,建设绿色建筑材料、

产品、设备等产业化基地,带动绿色建材、节能环保和可再生能源等行业的发展。

3.3 将低碳发展有机融入城市规划体系

一要在规划指标体系中加入低碳相关指标,如建筑节能率、建筑使用可再生能源比例、清洁能源使用比例、城市绿化率等,并突出重点,强调可操作性。二要在详细规划中将关键低碳指标融入城市控规的规定,并作为刚性要求落实到地块开发建设中,建立针对规划方案的碳排放评估技术,完善规划编制、审批管理及实施后评价机制。三要在完善规划编制、审批管理及实施后评价机制时,对规划中低碳指标未达标的情况,形成问责机制并提出实时修正的方法。

3.4 完善城镇化低碳发展的治理模式

一是完善推动低碳城镇化的财税政策。综合运用财政补贴、专项基金、税收优惠、贷款贴息等多样化的政策手段,加大对低碳能源技术研发以及合同能源管理等市场机制的支持力度,保障市场投资者利益、控制市场风险。二是加强市场手段的应用。按照全国性碳市场的建设步骤,将大型建筑和交通企业纳入碳排放权交易,对于未被碳排放权交易覆盖的低碳项目鼓励开展自愿性碳排放交易。三是全面激发公众的主动参与意识。在尊重人的合理需求的基础上加强对低碳消费的生活和行为模式引导,提升社会组织和公众对政府低碳政策和行动的监督作用。

选自:《中国人口·资源与环境》

参考文献

参考文献:

- [1] IPCC. Fifth Assessment Report Climate Change: The Physical Science Basis [R].
- [2] Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, US Department of Energy. Global, Regional, and National Fossil-fuel CO₂ Emissions in Trends [EB/OL].
- [3] Friedlingstein P, Andrew R M, Rogelj J, et al. Persistent Growth of CO₂ Emissions and Implications for Reaching Climate Targets [J]. Nature Geoscience, 2014, 7(10): 709 — 715.
- [4] 杜祥琬. 气候变化问题的深度: 应对气候变化与转型发展 [J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(9): 1 — 5.
- [5] 中华人民共和国国家统计局. 中国能源统计年鉴 2013 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2014.
- [6] 周其仁. 由中央计划体制解决人口流向一定会输得很惨 [J]. 财经界, 2014, (11): 46 — 49.
- [7] 仇保兴. 中国 100 多个城市要建国际大都市造成失衡无序 [N]. 中华工商时报, 2005 — 10 — 08.
- [8] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告 [R]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014.
- [9] 中华人民共和国住房和城乡建设部办公厅. 住房城乡建设部办公厅关于 2013 年全国住房城乡建设领域节能减排专项监督检查建筑节能检查情况的通报 [EB/OL].
- [10] 杜祥琬. 能源革命: 为了可持续发展的未来 [J], 中国人口·资源与环境, 2014, 24(7): 1—4.

人物访谈

EXCLUSIVE INTERVIEW

武强院士 谈利用浅层地热能 为农村供暖的优势

文 / 特约记者：李晶

**OPINIONS OF
ACADEMICIAN
WU QIANG
UPON
ADVANTAGES
OF SHALLOW
GROUND
SOURCE
ENERGY
IN RURAL
HEATING**



武强：中国工程院院士，中国矿业大学（北京）教授、博士生导师、水害防治与水资源研究所所长

建筑物供暖、制冷对中国能源的总消耗相当高，其消耗能源的比例占到中国能源总消耗的11%左右。同时，建筑物供暖、制冷，对能源的要求非常低，只需要四五十度或五六十度的热源，就可以通过水循环方式保障居民的取暖要求。也就是说，建筑物的供暖、制冷对能源的品位要求非常低。

传统的为建筑物供暖的方式，最早使用的是燃烧煤炭的方式，包括散煤散户等。煤炭燃烧时可以产生数千大卡热量的高品位能源，使用燃煤供暖，造成了能源品位不对接的问题。非常优质的、本身可用于更为高端使用的能源形式，现实中却降低了使用效率。

煤炭是化石能源中的一种，是含有高热量的高品位能源。在燃烧过程中，煤炭这个高品位的化石能源不可避免的产生了污染环境的废气——二氧化碳等。继而，因二氧化碳排放，又引起了全球气候变化等不容忽视的问题。

既然燃煤对大气的污染加剧，为控制和消减燃煤引起的大气污染，在建筑物供暖方面，人们首先想到利用对大气污染小一些的石油、或天然气作为替代的燃烧介质。

遗憾的是，人们并没有认识到建筑物供暖的根本问题。虽然相对煤炭而言，油气等化石能源确实对环境污染小一些，但油气的燃烧发热量比煤炭更高，虽然可稍微改善大气污染问题，但因能源品位比煤炭更高，亦造成能源品位矛盾更加突出，供暖能源匹配发生更大的差异。

浅层地热能作为建筑物供暖，具有其他能源无法替代的优势

鉴于以上能源匹配的矛盾，为解决建筑物供暖本身对能源品位要求不高的需求，便诞生了热泵技术。热泵使用的资源形式多种多样，更重要的是，热泵能够使得热量由低温传递到高温。

空气源热泵是一种很重要的热泵取暖形式。空气源热泵利用空气作为吸热和换热的介质，具有随其后变化极大的特定。由于空气温度随气候变化而变化，夏天需要冷源的时候，空气温度相对较高，冬天需要热源的时候，空气温度又非常低，因而空气源热泵的供暖、制冷效率相对较低。

另外一种热泵采用地表水作为介质，可利用水体包括江、河、湖的水，以及生活污水，但与空气源热泵一样，存在随气候变化问题，温度变化趋势正好与人们需要的同步变化，因而，供暖、制冷效率同样较低。

第三种热泵技术是利用地下热能，即利用埋深200米以下的恒温层地热作为介质。恒温层地热的温度变化非常小，基本上处于一年四季恒定的十五六度的温度。夏天需要冷源的时候，从恒温层抽取的地能温度比大气温度低很多，冬天需要热源的时候，从恒温层取得的温度又比大气温度高得多。从这个角度看，地源热泵是为建筑物供暖效率最高的一种热泵形式。

与此同时，地源热泵还具有耗电量小的特点。按照测算，地源热泵使用一度电，可搬运三度电产生的热能。也就是说，地源热泵使用一度电相当于产生了四度电才能产生的能量。

从能源品位的角度来说，地源热泵技术亦匹配供暖所用的能源对接。由于采用浅层地热能（埋深200米浅）这种能够稳定取得的能源介质，且可清洁再生的能源介质，地源热泵应该是目前最好的为建筑物供暖的形式，也具有其他能源无法替代的独特优势。

地能采集形式多样，自主研发技术具有独特优势

从能源采集角度来说，地热能源的采集在

国内外主要以两种形式为主，其一是地源热泵，也就是U型管技术；其二是水源热泵。

地源热泵技术，可通过U型管水循环，管内水循环可吸取土壤当中传导的热量，为人们供暖所使用。因为传导热量有限，需要打井数量较多，对空间土地的占用较大，对城市的集中供热取暖方式受到限制。

水源热泵也有暂时无法解决的问题。由于水源提取后必然需要回灌，若长期采水无法回灌相应数量的水量，造成的“抽得多回灌少”势必会引起地下水系统的连锁反应，导致水动力场变异，地下水位下降。一旦水位持续下降，地热资源将失去可再生的特性。回灌还有另一个隐患，就是水质。水源热泵的回灌水质与地下水原生的水质不同，对地下水存在污染的风险。

水源热泵的回灌问题目前还没有更好的解决方法，无论是水动力场的变化、水质场的变化，均对地下水资源利用形成潜在风险，或引发地质灾害等问题。因而，水源热泵的进一步推广和应用，受到了制约。

除以上两种地下采集取热系统之外，我国还研发出了第三种技术——单井循环换热地能采集技术。这项技术是具有自主知识产权的，亦在美国获得了相关的发明专利。

单井循环换热地能采集技术具有效率高、打井少、占地少等独特优势。由于取用的水全部回灌，水资源的数量没有减少，相当于没有动用水资源。另外，其采用的封闭式循环子系统，经过取热之后，又经过封闭管道回灌到井下，对水质没有潜在威胁。

严格的说，单井循环换热地能采集技术并非对环境没有产生任何变化，但变化范围仅限于水的温度，且温度变化很小。温度变化本身是存在周期性的，如夏天温度高，冬天温度低，因而从

多年周期来看，单井循环采热对于温度场不会产生大的改变。

有人提出，温度场变化引起微生物场变化的顾虑。在这个问题上，迄今尚没有相关监测数据作为支持。从当前对水质的监测来看，尚未发现单井循环换热地能采集技术对水质产生污染情况。

目前来看，单井循环换热地能采集技术为我国建筑物供暖、制冷提供了另一种地热采集的方式。

浅层地热能可替代农村散煤散户供暖方式

在减少大气污染的压力之下，解决散户供暖问题，成为各级政府非常头疼的问题，也是社会意义重大的问题。散煤燃烧具有燃烧不完全，和低空排放的特点，对大气污染贡献加重；散户具有分散的特性，管理是个难题。

现实是，我国仍有一些偏远的山区，经过数十年很艰难的实现了通电，但燃气等管道还没有铺设。他们在冬季取暖只能采用烧散煤的方式解决。新能源的利用，对农村解决供暖问题提供了新的解决方案。

以往太阳能、风能等新能源被看做是可能替代燃煤供热的技术方向。然而，太阳能依赖于阳光，风能则依赖于风力，当气候因素导致没有阳光和风力时，这两种新能源便受到了制约，无法使用。利用太阳能和风能作为独门独户的取暖能源，亦需要面临储能的问题。由于太阳能、风能对气候表现的依赖，并不能稳定的实现供能，加之储集技术的不成熟，这两种能源在农村供暖应用中，存在一定的劣势。

相对而言，浅层地热能的利用，在解决散煤散户问题上，具有得天独厚的优势。恒有源公司发明的地能热宝形式，可用于独门独户使用，造价不十分高，通过政府补贴，居民可

以承受。假若，企业连片布局使用，对成本会进一步降低。居民、政府、企业三方努力下，利用地能热宝解决农村散户供热、制冷问题，同时解决大气污染中的排放问题，是非常有前景的。

地能热宝还具有另外一些优势。比如其本身具有一定技术含量。埋深相对浅，可能随着温度的变化而影响发热效率，但是地能热宝采用了独特的技术，使得外部气温变化不影响自身发热，在水文地质条件允许的情况下，在优化设计的基础上，根据以往运行的经验，地能热宝在农村的利用前景广阔。

除了没有污染、对土壤、大气不产生次生危害之外，地能热宝还有一个更重要的优势，即分布式管理运行方式。与传统散煤供热相比，分布式供暖在管理模式上发生了很大变化。燃煤炉一旦燃烧，供暖覆盖所有房间。分布式供暖如同分布式空调系统一样，当某个房间不需要供热时，可将其供暖开关关掉，需要供暖时再开启。

建筑物供暖之外，农村经济的发展或产业结构的调整也需要能源。如果将浅层地热能作为散户的能源使用，从节能减排方面可取得较好的效果。至于洗浴产业、蔬菜大棚等经济发展中对浅层地热能源的利用，需要经过测算，如经济效益对比其他能源呈现出良好效益，也可作为其他经济运行形式调整能源的优选方向。对比太阳能、风能等其他新能源技术，地热技术的实际普及率相对更低。主要原因是，人们对于地热技术的了解和理解还不够。地热技术的应用机理相对复杂一些，理解难度相对较大一些，需要加强科普宣传，老百姓才能认识地热技术，从原理、节能减排、和稳定性上都具有得天独厚的优势。那么，地热技术亦理所当然是有发展前景的。

Opinions of Academician Wu Qiang upon Advantages of Shallow Ground Source Energy in Rural Heating

Written by Special Correspondent:

Li Jing

The energy consumption of heating and cooling for buildings is so high that its proportion accounts for about 11% of total energy consumption of China. Meanwhile the heating and cooling for buildings have quite low requirements upon energy and just need heat sources at temperature of 40-50 or 50-60 degrees to satisfy heating demands of residents by means of water circulation. That is to say, the heating and cooling for buildings require very low-grade energy.

Traditionally, the earliest heating method for buildings was coal combustion including scattered coal combustion in scattered households. The coal combustion can produce thousands of kilocalories of high-grade energy. Heating by coal combustion causes ineffective energy grade connection. Forms of energy, which have good quality and should be in high-end use, have low service efficiency in reality.

Coal is a kind of fossil energy and belongs

to high-grade energy containing higher calorific power. During coal combustion, the high-grade fossil energy will inevitably produce exhaust gas polluting environment -- carbon dioxide etc., and then the carbon dioxide emissions will cause problems such as global climate change which cannot be ignored.

As coal combustion intensifies its negative influences upon the atmosphere, people have first come up with using petroleum or natural gas as the alternative combustion medium producing small atmospheric pollution in respect of heating for buildings so as to control and reduce the atmospheric pollution caused by the coal combustion.

Unfortunately people have not realized the fundamental problems existing in the heating for buildings. Fossil energy such as petroleum and natural gas produces less environmental pollution compared with coal, but the calorific value produced by combustion of the petroleum and natural gas is much higher than that of coal. The atmospheric pollution can be improved slightly but contradictions of energy grade become much more protruding because the energy grade of the petroleum and natural gas is much higher than that of coal, and thus energy matching during heating produces much bigger differences.

Shallow Ground Source Energy Has Irreplaceable Advantages in Heating Buildings Compared with Other Energy Resources

In view of the above-mentioned contradictions of energy matching, heat pump technology was born to solve demands of heating for buildings for low-grade energy. Various forms of resources can be used through heat pumps. What's more, the heat pumps can pass the quantity of heat to high temperature from low temperature.

Air source heat pumps are an important mode of heat pump heating. The air source heat pumps use air as a medium for heat absorption and heat exchange and are featured by changes with subsequent situations. As air temperature is changed with the climate, the air temperature is relatively higher when cold sources are needed in summer meanwhile the air temperature is quite low when heat sources are needed in winter. Therefore the efficiency of heating and cooling is relatively lower in the air source heat pumps.

Another kind of heat pumps uses surface water as a medium. The available water bodies include water in rivers, streams and lakes as well as sanitary sewage. Like the air source heat pumps, this kind of pumps also changes with the climate. Temperature change trends synchronize with human needs. Therefore the efficiency of heating and cooling is also much lower.

The third kind of heat pump technology is to use underground heat energy, namely, use the ground source energy of constant zone of subsurface temperature with burial depth below 200m. The temperature variation is quite small in the ground source energy of the constant zone of subsurface temperature and is constantly kept at 15 or 16 degrees during the four seasons

of the year. When cold source is needed in summer, the temperature from the ground source energy of the constant zone of subsurface temperature is much lower than the atmospheric temperature; when heat source is needed in winter, the temperature from the ground source energy of the constant zone of subsurface temperature is much higher than the atmospheric temperature. Based on that, the ground source heat pumps are the kind of heat pumps providing the highest heating efficiency for the buildings.

Meanwhile the ground source heat pumps are featured by small electricity consumption. According to calculations, the ground source heat pumps use 1 KWH of electricity and will produce heat energy equivalent to the heat energy produced by 3 KWH. That is to say, the ground source heat pumps use 1 KWH of electricity and will produce energy equivalent to 4 KWH.

Based on energy grade, the technology of ground source heat pumps can be matched with energy connection needed in heating. The ground source heat pumps adopt the shallow ground source energy (with burial depth of 200m) to obtain energy medium stably and clean and renewable energy medium, and thus the ground source heat pumps shall be

the best heating modes for buildings at present and have uniquely irreplaceable advantages compared with the other resources.

Various Modes of Ground Source Energy Collection and Independent Research and Development Technologies with Unique Advantages

Based on energy collection, the ground source energy collection mainly has two modes at home and abroad: the first is ground source heat pumps, namely U-type pipe technology; and the second is water source heat pumps.

The technology of ground source heat pumps realizes water circulation by U-type pipes. The water circulation within the pipes can absorb heat conduction in soil and be used for human heating. The heat conduction is limited and lots of wells need drilling, and thus land occupies large space and urban central heating is limited.

But some problems cannot be temporarily solved by water source heat pumps. Recharge must be conducted after water sources are pumped. If corresponding water volume cannot be recharged for a long time after water is pumped, “more pumping but less recharge” will definitely cause chain reaction in groundwater system, cause hydro-dynamical field variation and lower underground water level. Once of the water level keeps lowering, the ground source energy will be no more renewable. Water quality is another hidden danger in the recharge. The recharge water quality of water source heat pumps is different from original water quality of underground water and thus may pollute the underground water.

There is no better solution to the recharge problem of water source heat pumps. Changes in hydro-dynamical field and water quality field will impose potential risks upon the utilization of groundwater resources or cause geological disasters etc. Therefore the water source heat

pumps will be limited in further promotion and application.

Besides the above-mentioned underground heat collection systems, China has developed the third technology – single-well heat exchange circulation for ground source energy collection. This technology boasts proprietary intellectual property rights and has been awarded with relevant patent for invention in the USA.

The single-well heat exchange circulation for ground source energy collection has unique advantages such as high efficiency, drilling less wells, and less land occupation. All the pumped water will be recharged and water volume will not be lessened, which means water resources are not used. In addition, the adopted closed circulation subsystem will be recharged below wells through closed pipelines after heat is pumped, which will not threaten the water quality.

Strictly speaking, the single-well heat exchange circulation for ground source energy collection will cause some changes more or less to the environment. However, the range of changes is only limited to water temperature and the temperature changes are quite small. The temperature changes are seasonal such as high temperature in summer and low temperature in winter. Therefore based on perennial cycles, the single-

well heat exchange circulation for ground source energy collection will not cause big changes to the temperature field.

Someone has put forward a concern that temperature field changes might cause microbial field changes, but no relevant monitoring data is currently available to prove that concern. Based on current water quality monitoring, it has not been found that the single-well heat exchange circulation for ground source energy collection pollutes water quality.

At present, the single-well heat exchange circulation for ground source energy collection provides another mode of ground source energy collection for heating and cooling for buildings in China.

Shallow Ground Source Energy to Replace Heating Modes of Scattered Coal Combustion in Scattered Households of Rural Areas

Under the big pressure of reducing atmospheric pollution, to solve heating in scattered households has become a Gordian knot to governments at all levels and also a socially significant problem. The scattered coal combustion is featured by incomplete combustion, low-altitude emissions, and intensifying big contributions to atmospheric pollution. The management of scattered households is difficult due to the scattered feature.

The reality is that some remote mountainous regions of China can have access to electricity in a difficult manner after decades of efforts, but gas pipelines have not been installed. Their heating in winter can be solved only through scattered coal combustion. The utilization of new energy provides a new solution to heating problem in rural areas.

Relatively speaking, the utilization of shallow ground source energy has distinctive advantages in solving scattered coal combustion in scattered households. The

ground source heating devices developed by EVER SOURCE SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT GROUP CO., LTD. can be used independently in one household. With low costs, residents can afford them through government subsidies. If enterprises use the devices in a large scale, the costs will be further reduced. With efforts of residents, governments and enterprises, the ground source heating devices can solve the heating and cooling in the scattered households of rural areas and also solve air pollution emissions, which will be quite promising.

The ground source heating devices have some other advantages. For instance, they have certain technical contents. In the other devices, the burial depth is relatively shallow and may influence heat generation efficiency with temperature changes. However, the ground source heating devices boast special technology to let external temperature changes not influence self-heating. Under the allowed hydrogeological conditions and based on optimal design together with the previous operation experiences, the application of ground source heating devices will have broad prospects in the rural areas.

The ground source heating devices will neither produce pollution nor cause secondary hazards to soil and atmosphere. They have another more important advantage, namely, distributed management operation mode. Compared with traditional heating by scattered coal combustion, the distributed heating has changed quite a lot in the management mode. Once the coal-fired furnace is burning, the heating will cover all the rooms. The distributed heating is like the distributed air conditioning system. When a room does not need heating, the heating switches can be turned off and be turned on again if heating is needed.

Energy is needed in building heating as well as rural economic development and industrial structure adjustment. If the shallow ground source energy is used

as energy for scattered households, good effects will be made in energy conservation and emission reduction. Calculation is needed if the shallow ground source energy is applied in economic development of bath industry and vegetable greenhouses. If the calculated economic benefits are better than those of in the other energy sources, the shallow ground source energy can also be taken as a preferred direction of adjusting energy for the other economic operation modes. The actual popularizing rate of the ground source energy technology is much lower compared with the other new energy technology such as solar energy and wind energy. The main reason is that people have not fully understood the ground source energy technology. The application mechanism of the ground source energy is relatively complex and understanding difficulty is relatively bigger, and thus dissemination and publicity of science should be strengthened to make people get to know the ground source energy technology. With distinctive advantages in theory, energy conservation and emission reduction, and stability, the ground source energy technology will definitely have bright development prospects.

能源供给格局面临的重大变化 ——分布式能源 + 互联网

SIGNIFICANT CHANGES IN ENERGY SUPPLY PATTERN—DISTRIBUTED ENERGY + INTERNET

作者：老马

信息时代电商创造了一个奇迹。他们通过互联网把商品的生产者和消费者的距离拉近了，让生产者和消费者都得到了实惠。对原有的商品生产—流通—消费的模式造成冲击，引起了商业结构上的重大变化。

这个模式也可以用在能源领域吗？答案是肯定的。在能源领域的分布式能源 + 互联网的理念必将重塑能源供给的新格局，给这一领域从能源生产到消费带来革命性的变化。

长期以来，能源的生产都是依靠大型企业来实现的。供暖、采油气、炼油和发电等在世界各国都是由巨无霸的大型企业来承担，普通民众无法涉足。随着技术的进步，这种情况已有所改变。从本世纪开始，光伏发电、风能发电等技术和产业发展迅速，使能源生产开始进入寻常百姓家。有报道说某光伏发电的生产企业要扶贫就是把自己的产品装在贫困地区农户的家里，发出的电除自用外，多余的上网卖掉，“让太阳为我们挣钱”并不是幻想。今后，发电并不仅仅是几家“国电”的专有，也有千千万万个家庭的贡献。

技术的进步让能源的供应分散了，能源的供应者和使用者更接近了。为国家、社会带来了巨大的效益，国家整体能源的安全性也大大

的提高了。

对这种分布式能源的又一大贡献来自浅层地能的开发和利用。浅层地能就是地下几十米至几百米以内蕴藏的热量，是一种温度只有 15℃ 的低品位能源。开发和利用浅层地能供暖就是让用户把自己建筑物地下周围的热量采集起来，用热泵技术实现用温度较低的热源（例如 15 度）为温度较高的房间（例如 20 度）供暖。虽然运行的时候要用一点电，但仅为直接用电采暖的三分之一到二分之一。所以，利用浅层地能应当是为建筑物供暖的首选方式。

最近在上海召开了 2016 年第十二届中国分布式能源国际论坛，许多能源界领导和企业巨头、著名专家出席会议并发表议论，对分布式能源 + 互联网给能源带来的巨变表示期待和赞赏。与会专家介绍，国家发改委对分布式能源体系高度重视，曾发文指出“建设多能互补集成优化示范工程是构建‘互联网+’智慧能源系统的重要任务之一，有利于提高能源供需协调能力，推动能源清洁生产和就近消纳，减少弃风、弃光、弃水限电，促进可再生能源消纳，是提高能源系统综合效率的重要抓手。对于建设清洁低碳、安全高效现代能源体系具有重要的现实意义和深远的战略意义”。

我国化石能源消费将于 2030 年达峰

CHINA'S FOSSIL ENERGY CONSUMPTION WILL REACH THE PEAK IN 2030

由国家高端智库试点单位——中国石油经济技术研究院日前发布的《2050 年世界与中国能源展望》报告指出，在经济结构调整和控制能源消费总量政策影响下，中国能源消费将在 2035 年前后达到峰值，中国化石能源消费将在 2030 年达到峰值；2045 年前后天然气将超越石油成为全球第一大一次消费能源。

报告显示，全球一次能源消费量 2045 年接近 167 亿吨油当量的峰值，年均增长 0.7%，之后将缓慢回落。这是由于能源效率提升和中国等能源消费大国能源消费量下降。2015 至 2020 年，全球一次能源消费量年均增长 1.6%，之后缓慢增长，直至 2045 年前后增长停滞。全球非化石能源消费量将由目前的 18.1 亿吨油当量增长到 2050 年的 37.6 亿吨油当量，年均增长 1.7% 左右。届时，非化石能源将占一次能源消费的 23% 左右。

中国能源消费将在 2035 年前后达到峰值 37.5 亿吨油当量；2015 至 2020 年，消费量平均增长 1.5%。中国化石能源消费将在 2030 年达到峰值，消费量达到 29.3 亿吨油当量。“中国的能源消费，尤其是化石能源消费达峰，将对全球碳减排和气候变化带来深刻影响。”中国石油经济技术研究院发展

战略研究所副所长杜伟指出，全球正在推进高效、清洁、多元化能源转型，中国的能源结构改善，将助推世界能源发展轨迹产生新变化。

报告同时指出，全球能源消费结构日趋清洁化。天然气将超越石油成为第一大能源，包括天然气在内的全球清洁能源比重 2050 年将超过 50%。全球天然气消费占一次能源消费比重将由 23% 升至 2050 年的 30%，天然气将在 2025 年前后超过煤炭成为第二大能源，将在 2045 年前后超过石油成为第一大能源。

此外，全球煤炭消费已基本没有增长空间，到 2050 年，消费比重将持续下降到 20%。在煤炭消费已达峰值的情况下，中国能源消费结构低碳化趋势明显，非化石能源比重将由 12% 上升到 30% 以上。

得益于能效提高和能源结构优化，全球以及中国的能源消费强度和二氧化碳排放强度下降明显。报告认为，全球及中国与能源相关的二氧化碳排放分别将在 2035 年和 2030 年左右达到峰值。2050 年，全球二氧化碳排放将回落到 2020 年的水平，而中国二氧化碳排放将回落到 2010 年前的水平。

选自：新华网

今年底河北所有县城 将实现集中供热或清洁能源供热

ALL COUNTIES IN HEBEI PROVINCE WILL REALIZE CENTRALIZED HEATING OR HEATING WITH CLEAN ENERGY SOURCES BY THE END OF THIS YEAR

从近期召开的河北省城市供热保障工作调度会上获悉，到今年年底，河北省所有县城将实现集中供热或清洁能源供热。

年底所有县城将实现集中供热或清洁能源供热

目前，全省还有 10 多个县（市、区）尚无集中供热，有的县（市、区）虽有了集中供热，但标准不高、普及率低。对没有实现集中供热或清洁能源供热的县（市、区），省住建厅将每月一查、每季度一调度，对集中供热、清洁能源供热工作推进较慢的县（市、区）下发督导函，并对主要领导进行约谈。

各地将继续积极谋划热源项目建设

今年，河北各地将继续积极谋划热源项目建设，有条件的地方可共同建设或独立建设热电联产项目，扭转供热能力不足的局面。会议提出，列入今年建设计划的热源、热网项目，要保证在 10 月底前全部完工并具备运行条件。

建立老旧管网隐患排查改造常态化机制

在老旧管网改造方面，各地要建立老旧管网隐患排查改造常态化机制，对有安全隐患的管网，不论是否达到 15 年，都列入管网改造计划。各地要继续按照“冬病夏治”的原则，抽调专业人员对所有热源、热网设备进行检修，确保采暖期开始前供热设施检修率和完好率达到 100%。

河北启动散煤污染治理行动

燃煤是河北省大气污染的主要来源，一项统计显示，散煤污染排放约占我省燃煤排放的 50%。整治散煤污染，方案提出，城市区域重点推进集中供热和清洁能源利用，基本实现散煤归零。优先发展集中供热，到 2017 年，各市（含定州市、辛集市）的建成区集中供热率力争达到 80% 以上，县级市和县城的建成区集中供热率力争达到 65% 左右。提高城市清洁能源使用比重，今年各设区市建成区集中供热难以覆盖的区域，居民采暖基本实现天然气、电等清洁能源替代散煤；2017 年各设区市的主城区以及定州市、辛集市的建成区集中供热难以覆盖的区域，90% 以上居民采暖实现天然气、电等清洁能源替代散煤，其他区域实现洁净燃料替代。

设区市优先发展集中供热

河北计划在全省 11 个设区市的主城区，优先发展集中供热，明年各市的建成区集中供热率力争要达到八成以上。今年，各设区市的建成区集中供热难以覆盖的区域，居民采暖基本实现天然气、电等清洁能源，明年这些区域九成以上居民采暖用天然气、电等清洁能源，基本实现城市无煤化。

选自：《河北日报》

天津推进“煤改电”全电驱动示范区建设 今明两年 363 个村将实现电采暖

TIANJIN PROMOTES THE CONSTRUCTION OF "COAL-TO- ELECTRICITY" FULLY ELECTRICITY- DRIVEN DEMONSTRATION ZONE

363 Villages will Realize Electric Heating This Year and Next Year

6月16日,天津市“煤改电”实施方案编制工作完成,并着手开展前期工作。按照国家电网公司《京津冀2016~2017年重点区域“煤改电”实施方案》要求,国网天津市电力公司利用一年半的时间,在天津市武清区重点打造全电驱动示范区,并在全市区域范围内复制推广。至2017年年底,天津市363个村10.9万户村民将全部实现电采暖。

此前,国家电网公司组织国网北京、天津、冀北、河北电力研究编制了《京津冀2016~2017年重点区域“煤改电”实施方案》,初步提出今明两年改造2455个村93.6万户居民和418家工业及公共事业单位燃煤锅炉窑炉。根据京津冀大气污染防治行动计划安排,天津市“煤改电”主要任务是散烧煤清洁化替代。综合考虑电力供应能力、居民改造条件与环保要求,国网天津电力安排本次“煤改电”改造对象主要集中在集中供热不能覆盖的、城区周边的居民用户。数据显示,2015年,天津市武清区散烧煤采暖用户20.86万户,总体改造需求极大,改造完成后将新增供热用电负荷23.44万千瓦。

为尽快推动项目落地实施,国网天津电力积极组织,坚持“政府主导、企业实施”、“统筹谋划、

整村推进”的原则,完成了“煤改电”实施方案的编制及上报工作。

国网天津电力发展策划部有关人员介绍说,方案编制过程中,该公司逐村、逐户测算各类替代用户的用电需求,分析现有电网供电能力和设备水平,优化网架结构,消除薄弱环节,细化设施布局,提升供电能力。实施方案将同步优化调整新一轮农网改造升级规划,并将相关成果纳入天津“十三五”电网规划。

目前,国网天津电力已经超前启动全市区域“煤改电”配套电网建设改造规划,统筹区域电网清洁能源消费与产出。有关人士表示,此次“煤改电”工程的实施影响更大,意义将更加深远。

根据负荷预测和变电需求容量测算结果,结合天津武清电网的实际情况,今明两年,武清区将新建500千伏变电站1座,新增“煤改电”相关变电容量96万千伏安;新建220千伏变电站1座,新增“煤改电”相关变电容量48万千伏安;新(扩)建110千伏变电站1座,新增“煤改电”相关变电容量10万千伏安。据了解,“煤改电”配套电网建设改造投资约29.85亿元。

选自:《国家电网报》

利用废弃油气井构建 增强地热系统概述

BRIEF DESCRIPTION OF BUILDING ENHANCED GEOTHERMAL SYSTEMS BY USING ABANDONED OIL AND GAS WELLS

能源是人类生存与发展面临的主要经济和安全问题，近几十年来石油工业高速发展，但其可持续发展性却令人担忧，随着部分油田开采末期的到来，大量的油气井已经或濒临废弃。据粗略估算，在美国至少有 250 万口废弃井，而全世界范围内大约有 2 到 3 千万口废弃井。

据 2005 年统计数据，我国中石油矿区总有效井数为 164076 口，报废井 76881 口，报废井所占比例高达 32%，而在 2010 年废弃井数目增加到 92000 口。5 年内中国石油矿区废弃井增长数目为 1.5 万口，废弃井增长率达到 19.7%，

平均每年仅在中石油矿区就以至少 3000 口的数量在增加。如果废弃井维护不当，不仅会污染环境，还会造成人员伤亡，因此废弃井的处理应该引起足够重视。

同时，现阶段通过一次采油和二次采油，平均采收率在 20%–30% 之间，还有 70% 的油气资源因为开发技术的限制仍然留在废弃油井下，成为废弃石油储量。据《全国油气资源动态评价（2010）》，我国石油地质资源储量约为 881 亿吨。基于上述废弃井与废弃石油储量两方面的数据和资料，对全国废弃石油储量的估算结果如图 1 所

表 1 美国、加拿大及中国典型油区废弃井数量及其废弃率

区域	Texas (2009)	New York	Pennsylvania (1859–2012)	Alberta (1963–2012)	Oklahoma (2011)	中石油矿区 (2005)
总井数	499,000	70,000	325,000	400,000	457800	240956
废弃井	110,000	40,000	184,000	154,111	320000	76,881
废弃率	0.22	0.57	0.57	0.39	0.69	0.32

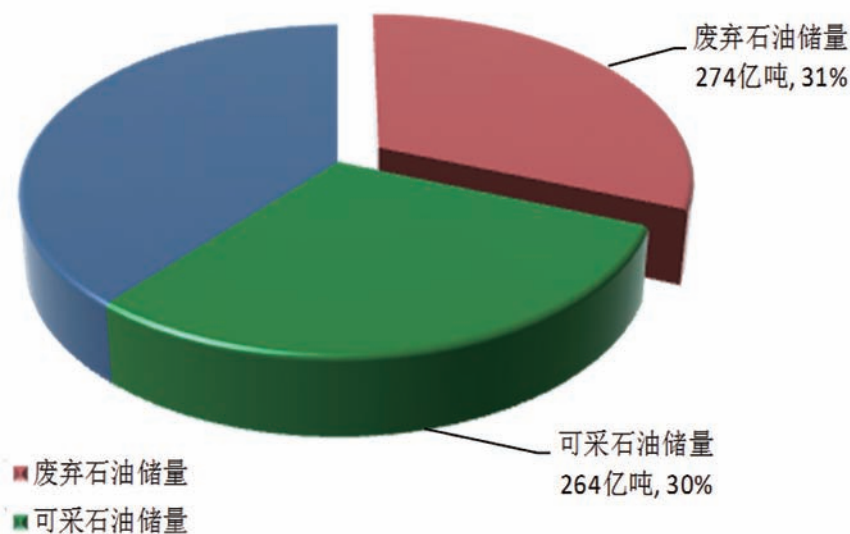


图1 中国废弃石油地质资源储量

示，中国废弃石油地质资源储量为274亿吨，大约占总储量的31%。由此可知，废弃的石油资源量巨大，如果能够充分利用，对于缓解我国能源的紧张局面十分有利。

另一方面，修复废弃井成本仅为打新井的1/12，最高不到其1/7，依据不同井况其修复费用约在800~1200万元。目前，地热资源开发资金投入的最大部分为钻井，大概占了总投资的40%~60%，如果能利用废弃井，就可以大幅度节省地热资源开发的前期投入，从而缩短投资回收期。

目前国内外对于废弃井的利用主要局限于两个方面：

(1) 废弃井扶停后复产，运用当前提高采收率的方法加以开发，如火烧油层提高采收率或者开窗侧钻技术等；

(2) 将废弃油井加以修复改造成地热井，开发地热资源以及地层水。

第一种方案存在废弃储量开采难度大，风险高，费用高的问题，而且传统火烧油层有高达78%的热能滞留在岩石中，没有任何驱油作用；第二种方案与传统地热系统一样存在收益较少，投资回收期长等问题。

亚燃烧催化裂解稠油开采方法是中低温氧化的一种，主要过程是把空气注入到油藏中，空气中的氧气在催化剂的作用下与油藏中的少量原油发生反应，生成二氧化碳等气体，并利用产生的高温以及催化剂的作用将稠油进行有效的、可控的裂解降粘。值得注意的是，该方法实际上也适合于中等粘度的原油或轻质油。与传统的火烧油层方法相比，亚燃烧过程

中的温度要低得多。利用特定的催化剂，针对重质组分进行氧化，焦化的现象也将显著减少，其温度可以控制在200℃~400℃，其持续时间远远长于火烧油层。

根据研究，利用废弃油气井构建增强地热系统的优势有以下几点：

1. 根据《全国油气资源动态评价(2010)》，初步估算出中国废弃石油地质资源储量为274亿吨，其占了总储量的31%，大量的石油资源沉睡于废弃井下；

2. 通过废弃石油资源的亚燃烧，形成的增强地热系统，其发电能力比传统中低温发电高出数十倍，并且对于废弃油气井的深度和原始地温梯度的要求降低，适用的范围更广；

3. 亚燃烧一般氧化原油重质组分，提供巨大热能的同时对原油还有改性的作用，结合改造为地热井的废弃油气井，将巨大的热能转化为电能，同时还可以通过井网里其他采油井将部分改性原油采出，从而这正意义上让废弃井和长眠井下的石油资源变废为宝。

(本文截取自中国地质大学刘昌为《利用废弃油气井构建增强地热系统的方法研究》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。



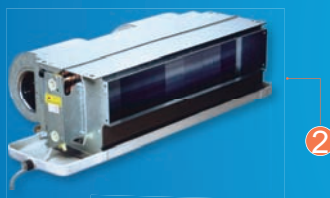
可靠性技术：航空领域先进的数字控制系统，拥有能与战机媲美的可靠性



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. 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