



ISSN:2309845 7

2018年03月

第22期

中國地熱能

季刊

CHINA GEOTHERMAL ENERGY



市政协委员徐生恒建言农村地区供暖问题
——京津冀农村应推广可再生浅层地热能供暖

P06

地源热泵在清洁能源
供暖中的作用

P18

浅层地热能供暖在北京农村
应用的调查

P56

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



恒有源科技发展集团有限公司

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

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

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

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

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

● 员工行为准则：

Code of Conduct：

安全第一，标准当家

With safety first, standard speaks

扎扎实实打基础，反反复复抓落实

To form a solid foundation, to make all strategies practicable

负责任做每件事，愉快工作每一天

All develop sense of responsibility, and achieve pleasure at work

● 我们的宗旨：求实、创新

Our Mission: Pragmatism and Innovation

● 我们的追求：人与自然的和谐共生

Our Pursue: Harmonious Coexistence of Human and Nature

● 我们的奉献：让百姓享受高品质的生活

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

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

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

中国地热能

CHINA GEOTHERMAL ENERGY

《中国地热能》编委会

China Geothermal Energy Editorial Committee

主任

王秉忱

第一副主任

武强

副主任

柴晓钟 吴德绳 孙骥

委员

程韧 李继江 庞忠和 郑克棧 徐伟

朱家玲 沈梦培 张军 黄学勤 李宁波

许文发 马最良 彭涛 孙铁

Director

WANG Bingchen

First Deputy Director

Wu Qiang

Deputy Director

CHAI Xiaozhong, WU Desheng, SUN Ji

Committee Member

CHENG Ren, LI Jijiang, PANG Zhonghe, ZHENG Keyan, XU Wei

ZHU Jialing, SHEN MengPei, ZHANG Jun, HUANG Xueqin, LI Ningbo

XU Wenfa, MA Zuiliang, Peng Tao, Sun Tie

《中国地热能》杂志社

China Geothermal 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

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

Tiffany Lee

Special Correspondent

Li Jing

Art Editor

SCIENCE TECHNOLOGY LIFE

主办

中国地热能出版社有限公司

地址

香港中环皇后大道中 99 号中环中心 37 楼 3709-10 室

Sponsor

China Geothermal Energy Press Limited

Address

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

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

Co-Sponsor

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

ISSN: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

黄礼玉

广告部

李雪

地址、联系电话

北京市海淀区杏石口路 102 号 +8610-62592988

Printed by

Apex Print Limited

Address

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

Publishing Department

Coniah Wong

Advertising Department

Tiffany Lee

Address,Telephone

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

目录

CONTENTS



本期焦点

CURRENT FOCUS

市政协委员徐生恒建言农村地区供暖问题
——京津冀农村应推广可再生
浅层地热能供暖

P06

北京市政协委员、中国地能产业集团董事局主席徐生恒在今年北京市两会上带来了有关农村供暖的提案，他建议在京津冀农村地区推广自采暖的地能热宝系统和集中供暖的地能热泵环境系统，一解决农村供暖等问题。

The Beijing CPPCC Member Xu Shengheng Made Suggestions to Solve Heating Problems in Rural Area
——the Rural Areas in Beijing, Tianjin and Hebei shall Promote the Renewable Geothermal Energy for Heating **P08**

P12

SPECIAL REPORT

特别报导

利用浅层地能为建筑物智慧供暖
——恒有源科技发展集团有限公司
召开向专家组汇报会

P12

P18

POLICY ADVICES

建言献策

地源热泵在清洁能源供暖中的作用

P18

P22

Thinking about the Effect of Ground Source Heat Pump in Clean Energy Heating

京津冀成浅层地热能重点开发区域

P28

热从地下来 供暖更清洁

P31

P33

DEVELOPMENT FORUM

发展论坛

单、双 U 型竖直地埋管换热性能数值模拟研究

P33



中国省会城市浅层地热能开发利用条件及潜力评价	P41
“煤改” 改变了什么	P46

P50

INFORMATION SEMINARS

知识讲座

大力推广热泵供暖	P50
----------	-----

P52

HOTSPOT INFO

热点资讯

地源热泵入选国家重点节能技术 推广潜力达 70%	P52
加快浅层地热能开发利用 促进北方采暖地区燃煤减量替代	P54

P56

PROJECT SHOWCASE

实用案例

浅层地热能供暖在北京农村应用的调查	P56
-------------------	-----

P61 | Beijing Rural Survey on Shallow Geothermal Energy Heating

P69

KNOWLEDGE SHARING

能源科普

页岩气开发关键技术与环境问题研究分析	P69
--------------------	-----

封面 / 目录图片 摄影：孙伟

市政协委员徐生恒建言农村地区供暖问题

——京津冀农村应推广可再生浅层地热能供暖

**THE CPPCC MEMBER XU SHENGHENG MADE SUGGESTIONS TO SOLVE HEATING PROBLEMS IN RURAL AREA
——the Rural Areas in Beijing, Tianjin and Hebei shall Promote the Renewable Geothermal Energy for Heating**

作者：文 / 彭小菲

北京市政协委员、中国地能产业集团董事局主席徐生恒在今年北京市两会上带来了有关农村供暖的提案，他建议在京津冀农村地区推广自采暖的地能热宝系统和集中供暖的地能热泵环境系统，以解决农村供暖等问题。

徐生恒介绍说，在北京，冬季供暖是必需品，然而燃煤取暖是北京地区空气污染的重要原因之一。可再生的浅层地热能供暖清洁、高效、可循环，可有效减轻冬季空气污染。

“浅层地热供暖是指用一份花钱的清洁的电能就近搬运不花钱的浅层地热能，得到相当于三份以上电能直接转化的热能为建筑物供暖的技术，实现供暖区域无燃烧、零排放。”徐生恒认为，目前北京已经先行先试并且取得了规模化适用的成果，应该在总结和优化的基础上迅速推广到京津

冀地区。

徐生恒坦言，他之所以提出在北京山区和平原农户推广浅层地热能供暖、高效电替煤的提案，主要是因为浅层地热能是地球表面 200 米以内地下浅层中低于 25℃ 的低品位热能。“浅层地热能是‘不挑地儿’的，理论上讲，我们脚下的每一寸土地都是浅层地热能的‘家’。以前农村挖薯窖、菜窖利用的就是浅层地热能。现在利用浅层地热能供暖主要是通过地能热泵技术得以实现，它完美解决了大地和建筑室内之间能量转移搬运和能源品位提升的问题，用一度清洁花钱的电能，就近搬运不花钱的浅层地热能，得到相当于 3 份以上电能直接转化的热能给建筑物供暖，实现高效电替煤且供暖区域无燃烧、零排放。

徐生恒告诉记者，据北京农村工作委员会村



镇处李文超副处长在“2017年热泵供暖技术应用与发展高峰论坛”上发布的2016供暖季北京农村电替煤第三方监测数据，可以得知三点信息：一是农户利用浅层地热能供暖的地源热泵（地能热宝系统）在房间平均温度20.6度状态下，每平方米一个供暖季耗电30度；二是空气源热泵供暖农户在房间温度平均19.1度的状态下，每平方米一个供暖季耗电58.7度；三是蓄能式电暖气供暖农户，在房间平均温度17度的状态下，每平方米一个供暖季耗电191.5度。

目前，北京已经有先行先试并且取得了规模化适用的成果，应该总结和优化的基础上在京津冀迅速推广。

为此，他建议，山区和平原分散自采暖的农户适合推广地热能系统，由于运行成本低，可以解决农村供暖、供冷、供生活热水的问题。同时，应继续提升农村电网建设，支撑和确保自采暖的安全用电。此外，要建设农村自采暖的基础设施，“供暖是责任，是循环产业，政府要创新驱动，保证技术创新落地，推动创新管理，惠及民生。同时，要确保供暖补贴公开、公正、公平，切实将补贴发放给使用者。”

徐生恒表示，自己之所以关注农村供暖问题，一方面是因为看到了发达国家农户与我国农户生活水平的差距，另一方面因为自己作为企业家深知一个高效、节能的供暖系统对于我国农村的重要性，“农民生活水平提高，一定要有暖厦千万间，冬天暖、夏天凉，日常有生活热水，而且要方便、用得起。这也是农民追求美好生活的梦想。”

据悉，徐生恒所创办的恒有源科技发展集团在京港两地一体化管理模式，专注于利用浅层地能作为建筑物供热替代能源的科研与应用推广，实现了原创浅层地能采集换热技术的产业化发展，成本相当的适用多种地质条件下的浅层地热能安全、稳定、省地、经济的采集利用，其与热泵技术产品相结合，让低品位的可再生浅层地热能成为北方建筑物供暖的替代能源，在北方供暖地区能源品位相当、温度对口地为建筑物清洁、智慧供暖。

“在规划与设计、可再生热能稳定供给、创新保证供暖热泵（智能制造）系统稳定运行、工程与建设、运行与维护五个产业板块支撑下，企业一直在供暖领域创新探索，跨界发展了一条利用可再生浅层地热能作为北方供暖替代能源，按建筑设计气候区域划分，匹配供暖热泵系统，区域无燃烧、零排放地为北方建筑物清洁、智慧供暖，走出了一条治理雾霾的新路子。”他说。

徐生恒表示，习主席指出“要按照企业为主、政府推动、居民可承受”的方针，是北方供暖的三原则。新时代，面对北方供暖能源的转型，更加坚定了企业以可再生浅层地热能作为北方供暖的替代能源的信心。搭建北方清洁智能供暖最合理的能源利用产业链：靠近能源产地发电，环境治理成本最低；输变电力运输方式成熟、可靠把电能送到使用地；在北方供暖地区用一份最清洁的电能驱动热泵系统，就近搬运不花钱的可稳定供给的可再生浅层地热能，得到相当于三份以上电能直接转化的热能，区域无燃烧、零排放地为建筑物清洁智慧供暖。

与电直热供暖比：节省配电电源 70%；相当于在供应测建了两个同等规模的模拟电厂，节约了电厂的建设投入和发电能源消耗及环境治理的成本。集中供暖的地能热泵环境系统用户，因为只消耗了相当于 25% 的电量，自采暖的地能热宝系统客户，因为只消耗了相当于 16% 的电量，节省了大量的运行费用；区域无燃烧、零排放，节约了政府治理燃烧供暖的环境治理的投入。“在新时期大力发展地能热冷一体化新兴产业，用最成熟的电网，支撑可再生浅层地热能作为供暖的替代能源，高效电替煤，并借鉴电网成熟的建设和管理方式，建设新时代城乡集中供暖和自采暖的可再生能源供暖的基础设施，因地制宜地提高百姓的生活品质；大幅提高我国可再生能源利用比例；有效解决一次能源燃烧供暖造成的雾霾等环境问题。”

The Beijing CPPCC Member Xu Shengheng Made Suggestions to Solve Heating Problems in Rural Area

—— the Rural Areas in Beijing, Tianjin and Hebei shall Promote the Renewable Geothermal Energy for Heating

Author: Peng Xiaofei

Xu Shengheng, the Beijing CPPCC member and the Chairman of the Board of Directors of China (Hong Kong) Geothermal Industry Development Group Limited, brought about the proposals on heating in rural areas on the National People's Congress and the Chinese People's Political Consultative Conference (NPC & CPPCC) in Beijing this year, in which he suggested to promote the recyclable geothermal energy in the rural areas in Beijing, Tianjin and Hebei so as to solve the problems in heating in rural area.

Xu Shengheng said that, the heating supply in winter is a necessity, but heating



by firing coal is one of the important factors for the serious air pollution in Beijing. The renewable shallow geothermal heating energy is clean, efficient and recyclable, and can reduce the air pollution in winter effectively.

"The shallow geothermal heating refers to a technology transferring a kind of clean energy into three kinds of heat energy, achieving unfired heating with zero emission in heating areas." Xu Shengheng believed that, Beijing has pioneered and tried in this regard in advance and has obtained some results of scaled application, and shall promote its experience in Beijing, Tianjin and Hebei quickly on the basis of summary and optimization.

Xu Shengheng said frankly that, the reason why he put forward the proposal on the promotion of the shallow geothermal energy heating and efficient replacement of coal with electricity for peasant households in mountain area in Beijing and plain is mainly because that the shallow geothermal energy is the low-grade heat energy below 25°C in underground shallow layer within 200 meters of the earth's surface. The shallow geothermal energy does not 'pick up the place', and theoretically speaking, every inch of land under our feet is the home to shallow geothermal energy. The principle of potato cellar and vegetable cellar dug in the past in rural area is to make use of the shallow geothermal energy. The principle of potato cellar and vegetable cellar dug in the past in rural area is to make use of the shallow geothermal energy. Now, the heating by shallow geothermal energy is realized by the geothermal heat pump technology, and it solves the problems in energy transfer, transportation and improvement of energy grade between the ground and indoor of buildings, which is to transport the cost-free shallow geothermal energy

in the neighborhood with one kilowatt of cost-consuming clean energy, and then get more than 3 kinds of energy transformed directly from electric energy for heating the buildings, thus realizing high efficient replacement of coal with electricity and unfired heating with zero emission in heating areas.

Xu Shengheng told the reporter that, three pieces of news could be inferred from the third-party monitoring data on replacement of coal with electricity in heating seasons for rural areas in Beijing in 2016 released on the "2017 Heat Pump Heating Technology Application and Development Submit" by Li Wenchao, the Deputy Director of Township and Village Division of Beijing Municipal Commission of Rural Affairs: first, the power consumption per each square meter in the heating season is 30 kilowatt under the average temperature of 20.6 degrees within the room of the peasant household who utilizes the GSHP (Ground Source Heat Pump) of shallow thermal energy heating (Geothermal Energy Heating System); second, the power consumption per each square meter in the heating season is 58.7 kilowatt under the average temperature of 19.1 degrees within the room of the peasant household who utilizes the air source heat pump for heating; third, the power consumption per each square meter in the heating season is 191.5 kilowatt under the average temperature of 17 degrees within the room of the peasant household who utilizes the energy-storage type of electric radiator for heating.

Currently, Beijing has pioneered and tried

in this regard in advance and has obtained some results of scaled application, and shall promote its experience in Beijing, Tianjin and Hebei on the basis of summary and optimization.

To that end, he suggested that it was proper to promote the geothermal energy system among the self-heating peasant households in the mountain area and the plains as it was featured with low operating costs, and can solve the problems of rural area in heating, cooling and supplying of domestic hot water. Meanwhile, he also recommend to establish and improve the rural power grid system, so as to support and ensure the electrical safety for self-heating. In addition, it is required to construct rural self-heating infrastructure, as "Heating is a responsibility, a cycle industry, and the government shall drive its development innovatively, ensure the implementation of technology innovation, promote the innovation management and benefit the livelihood of the people. Also, the government shall make the heating subsidies open, fair and equitable, and distribute such subsidies to the users in a practical manner."

Xu Shengheng stated that, there were two reasons why he was concerned about the heating problem in rural areas. On the one hand, he has seen clearly the gap in living standards between the peasant households in developed country and our country; for the other hand, he, as an entrepreneur, has understood the significance of a highly efficient, energy-efficient heating system

for the rural areas, "To improve the farmer's living standard, there must be thousands of warm houses, cool in summer and warm in winter, with hot domestic water in daily life, all of which shall also be convenient and affordable. This is also the farmers' dream for a better life."

It is learned that, Ever Source Science and Technology Development Group Co., Ltd established by Xu Shengheng has been concentrated on the scientific research, application and promotion of shallow geothermal energy as the alternative energy source for the heating of buildings, realized the industrial development of the original gathering and heat transfer technology for shallow geothermal energy, and its combination with heat pump technology makes the low-grade renewable shallow geothermal energy become an alternative energy for building heating, and provides clean and smart heating for the buildings in northern heating area with equivalent energy grade and parallel temperature.

"Under the support of five major industrial sectors including planning and design, renewable shallow geothermal energy supply, smart manufacturing, engineering and construction, operation and maintenance, the Company has been innovated and explored a way to making use of the renewable shallow geothermal energy for cleaning and smart unfired heating and haze treatment and control in northern buildings with zero emission," he said.

Xu Shengheng stated that, the principle of "dominated by enterprises, promoted by government and affordable by residents" pointed out by President Xi Jinping has strengthened the Company's determination in using the renewable shallow geothermal energy as the alternative energy for heating in northern regions, and created the most proper energy utilization industrial chain for clean and smart heating in northern regions: generating power near the origin of energy, the cost for environmental governance is the lowest; the transmission mode for power transmission and transformation is highly efficient, proven and reliable; in northern heating regions, one portion of the cleanest energy is used to drive the heat pump system, and transfer the cost-free stable renewable shallow geothermal energy nearby, which can get more than 3 portions of heat energy transformed directly from the electricity, so as to provide the clean and smart heating for the buildings in an unfired and zero emission manner in the region.

Meanwhile, the system reduces the power consumed by the users by 70%, and saves the costs of environmental governance for the government to control and govern the combustion heating, "as an energy industry integrating the geothermal heating and cooling developed at the new era, it improves the life quality of common people by adjusting measures to local conditions, and solves the haze problem effectively resulting from heating by firing the primary energy."

利用浅层地能为建筑物智慧供暖

——恒有源科技发展集团有限公司召开向专家组汇报会

UTILIZING THE SHALLOW GEOTHERMAL ENERGY FOR SMART HEATING OF BUILDINGS

——Debriefing to expert team by
Ever Source Science and Technology
Development Group Co., Ltd

2018年1月，恒有源科技发展集团有限公司召开了集团2017年度工作向专家汇报座谈会。原国防科工委主任、院士丁衡高，国务院资深参事、中国工程勘察大师王秉忱，北京市建筑设计研究院顾问总工程师吴德绳，中国工程院院士、中国矿业大学教授武强等专家参加座谈。

会上，恒有源集团董事长徐生恒对集团2017年度的生产经营情况做了总结汇报。与会专家们发言表示，恒有源成立至今，一直坚持推广浅层地能为建筑物无燃烧智慧供暖，目前取得了很大的成绩，响应国家大力推广清洁能源的号召，恒有源未来的发展是不可限量的，同时专家们也对恒有源地能采集技术及集团的管理提出了看法和建议。以下为部分专家的发言纪要：



丁衡高

（原国防科工委主任 / 院士）

徐总介绍了集团去年工作的情况，说实话，去年年底收到国务院发的材料，我看到之后很高兴。最近徐总在政协会议上的讲话我也看了，也很兴奋。徐总把大家所期望的（就是目前我们地热所达到的水平）问题都讲了，讲的很清楚。但是，我觉得还应该补充两个问题，一个问题是一次性

投资的问题；还有一个问题，就是全寿命期价格；这两个问题必须结合起来讲。光讲一次性投资是不行的，还要加上全寿命期价格。一次性投资是多少，全寿命期价格是多少，可能才能显示我们产品的好处。如果把这两点补充进去，一般使用者首先考虑一次性投资问题，但是从全寿命期来看，它的费用是不高的。另外一个问题，就是用电量花费，这个现在看来具有很明显的优势，但从全寿命期来考虑，要是不算细账，恐怕还不能显示它的优势。我觉得目前恒有源集团已经取得了很了不起的成绩。现在可以通过实践来证明它的优势，因为已经到了这个时候。目前我们要做到两点，一是要大力宣传，就是把它的优势、好处讲清楚；二是示范，必须通过一些典型的示范来告诉大家，要有感性认识，光讲道理不行，实际做出来的东西更有说服力。

对于一个产品要考虑它的发展、考虑它的优势。应该从五个方面来考虑，第一个是性能，

第二个是指标，第三个是可维护性，第四个是安全性，第五个是价格。这五个方面综合起来就是产品质量。产品质量不等于性能，不等于可靠性，不等于可维护性，它是个综合性的指标。所以我觉得在这个具体产品上，是不是就能用这五个方面来衡量，大家可以具体研究。我想产品能不能提高，第一个是推广应用，第二个就是产品质量。

我觉得目前恒有源的产品，有个很明显的优势，就是代替了煤、减少了污染。作为取暖来说，浅层地热比煤厉害。我们要提出一个在什么地方用什么样的形式供暖最好、最科学，从大道理上把这个问题讲清楚。我觉得这个要认真地分析，要考虑它对大自然的影响、它的后果。高级能源的利用应该怎么利用才是合理的，才是不损坏大气的。刚刚徐总介绍的很细，每家每户怎么安排都有了，这都是通过实践来的。将来的发展，也就是说历史将要证明这是一个正确的选择。



汪集旸

（中科院地质与地球物理研究所研究员 / 院士）

我是 2002 年就参与恒有源的相关工作，2001 年申请奥运成功以后，提出来科技奥运、绿色奥运、要用绿色能源。当时地热界就提出来应该用地热，所以开了相关的国际会议来论证，把业内顶级专家都请来了，其中一位就是苏黎世理工大学吕贝克教授，开完会以后，恒有源公司请了吕贝克教授去看的项目现场，一个是工程师

宿舍，另外一个就是外国语学校，而且已经运转很多年了。看完以后，吕贝克教授非常受感动，后来他写了封信给北京市领导，他说北京市除了中深层地热以外，浅层也非常好，应该做，而且已经有人在做了。徐总也把吕贝克教授聘成顾问，把我也聘成顾问，等于是我从 2002 年就认识徐总了。但现在我觉得是非常好，后继有人，武强院士、倪院士等都非常好。话说回来，我觉得刚才丁主任的讲话里有一条很重要，就是我们要算一下经济账，算一下一次性投入、全产业链投入。我想应该说去年一年咱们成绩很大，当前的形势也非常好。恒有源从 2000 年开始到现在，发展的非常好，所以我做为恒有源老专家组成员感到非常高兴，同时我也祝贺恒有源能够更上一层楼，继续前进。



王秉忱

(务院资深参事 / 中国工程勘察大师)

各位领导、各位专家，因为每年徐总都会请专家来集团，征求专家的意见。虽然我现在体力非常弱，可是我惦着地热事业的发展。我手里拿到了最新发布的六部委的文件，是关于发展地热产业的文件，这是个大好事。我征求曹院士等人的意见，希望能和徐总把地热产业联盟尽快组织起来，我觉得现在国家急需一个这样组织，最后我希望恒有源的事业发展顺利。



吴德绳

(北京市建筑设计研究院顾问总工)

我和恒有源的往来有很多年了，恒有源的发展让我非常感动，因为我老觉得徐总有一个能力，就是可以把不可能变为可能，他坚持不懈、努力追求。其实他的成功，不单有地质专家、暖通专家和热泵专家，他在中间作为打井发明了单井回灌技术，而且他向两边延伸。他的成长和成功是看得出原因的，所以我很钦佩，并且也愿意和他继续合作。更可贵的是，如果我说的话和他不相同，他是乐意接受的，所以使得我一直在这个企业里和行业里跟他合作。刚才丁主任讲话的高度、见地非常之强。他今天给咱们的专家和我们公司留的家庭作业，咱们大家一起努力去做。他讲的一些事情，恰恰是咱们的薄弱环节，而且不单是咱们的薄弱环节，是咱们中国工业化的薄弱环节。大家知道，就工业化而言，中国其实是薄弱的，为什么薄弱呢？我们根本不知道什么叫方案

选择。我告诉大家最简单的一句话，我的理解就是在全寿命周期作结算，投入产出比最小就是方案。但是中国工业化薄弱，一个产品什么叫全寿命期都没积累出来，怎么能说选方案呢，所以这个就是丁主任给我们的启示和家庭作业，我们要推进。

我的初步感觉和我自己的体会，第一个是全寿命期的计算，实际上就是有的是初步投资，有的是陆续投资，有的是维修投资，这些在全寿命期做一个结算能算吗？这钱怎么算？金融专家告诉我们怎么算，因为他们告诉我们前怎么算，后怎么算，时间怎么算，利息怎么算，这个事咱们学会了。第二个就是物价，能源费、人工费变化是什么？你要是到全寿命期是7年，你怎么算的？发改委的专家能给我们提示，或者给我们一些资料，说哪个东西在哪年会更贵，是燃气贵于电，还是电贵于燃气，咱们按他们的预计来计算，这个我觉得也是有办法的。还有一个就是对环境的污染问题，过去也没算，现在也找到一个计算方法，就是按碳交易的费用来做经济计算，这就是环保的问题。按照徐总的追求，按照我们大家合作的努力，按照丁主任明确指出的方向，我们往前走是有希望的，是能够越来越好的。我们大家一起继续努力。



胡昭广

(北京控股有限公司原董事局主席)

我感觉 2018 年对于恒有源来说是非常重要的。2018 年也刚好是十九大开局的一年，进入了新时代，这是非常好的一个机遇。恒有源奋斗了十多年，浅层地热供暖已经具备了很多很好

的经验，我们有 1600 万平方米的一个实践，也有政府做的对比数据。从政策角度来看，特别是国家发改委六部委这个文件对我们的发展非常有利。从技术角度来看，又要建立院士站，还有可能再得到一个大奖，在技术上也是成熟的。而且我们在宣传点上抓得也比较准确，节能、节约煤气、没有污染。一年之际在于春，二十四个节气的第一个节气，2 月 4 日就是立春，要把 2+26 这个概念抓住，把它整明白了，调查清楚了。我总感觉 2018 年这个新时代、新气象、新作为，对于我们恒有源是非常重要的。所以我就希望我们恒有源在 2018 年能作出更大成绩。



武强

(中国矿业大学水害防治与水资源研究所所长 / 院士)

我记得 2017 年的专家总结会议我也参加了，现在又有机会参加 2018 年的专家总结会。总得来说，形势一片大好，2014 年中美首脑会面，美国在联合国大会上的承诺就是，到 2035 年，要在 2005 年碳排放的基础上降低 26%-28%，我们习主席承诺的是，到 2020 年中国非化石能源消耗要占到总能源消耗的 15%（目前是 13% 左右），到 2030 年我国二氧化碳的排放要达到极值，同时，非化石能源排放达到总消耗量的 20%。非化石能源包括水、电，目前是能开发的都开发了，经济可行、技术可行，目前就是 4 个亿的装机容量，现在已经开发了 3.3 个亿了。非化石能源还包括风能、

太阳能，我总觉得要完成习主席在联合国的承诺最可行的就是地热能，所以说地热能能够代替这个数据，建筑节能能够占到总能耗的三分之一，而建筑能耗之中建筑物的供暖制冷又占 60% 左右，所以占总能耗的 20% 左右，也就是说建筑物的供暖制冷占建筑物总能耗的 20% 左右，这 20% 现在就是燃煤、燃气。

目前我国自采 1300 个亿的天然气，消耗 2000 个亿，进口 700 亿左右，北京消耗了自采天然气的十分之一还要多，用一个可以把水烧到几百度的能源来满足 40 度就可以为建筑物完成供暖，这就是一个能源匹配问题。所以习总书记提出的能源革命是五大革命，能源的消费革命就是尽量抑制不合理的革命，但是建筑供暖是合理的能源消费、必须的消费；能源供给的革命就是能源多元化；能源体制的革命，能源技术的革命。如果我们用地下能源代替建筑供暖的一半能源，非化石能源从目前的 12% 提高到 20% 就完全有希望。所以，我觉得在非化石能源比例的提高中，地热能就有很大的希望。希望恒有源集团在这样一个大好形势下能够做出更大的贡献！



倪晋仁

（北大环境工程学院 / 院士）

我很少参加企业的会，到这里参会原因是第一次听见恒有源名字的时候就觉得是活脱脱的一个可持续发展的范例。我虽然了解恒有源比较晚，但

知道它发展的是很快的，尤其是现在大形势是越来越好。我就是有两点建议，一个是强调经济和社会的效益，一个是强调环保优势。我建议徐总再介绍的时候，可以有一些数据，用户在社会上的宣传就比较容易，量化的东西会更好，北大用的地热系统见过的人都说好，我们是冷热一体化，我们的楼没有在外面打孔装空调，整体很美观，很多人看了，现在很羡慕。我今天也看到了一些产品的展示，如果在隐蔽性上做一下调整，对于整个建筑的外观就会有很大的改善，对人们的吸引力会加强。我在此预祝恒有源的发展可以取得更大的成功！



徐伟

（中国建筑科学研究院环境工程研究院院长）

很高兴参加这个年终会议，很高兴见到老前辈们。在恒有源起步之初，就认识到了恒有源在供热上是有特殊性的，恒有源独树一帜的解决办法和技术路线是很好的，独特的技术在开始之初会遇见不同的意见，但是这种独特性随着时间的推移，实践的增加、大家认识的提高，就会慢慢的得到大家统一的认可。恒有源是投入和产出比较合理的，

恒有源的方案是经济可承受、性价比高，特别是在解决农村问题上，尤其是热宝的使用。我认识徐总十几年，徐总的工作热情和创造活力是值得我们学习的，同时对企业的发展也起到至关重要的作用。煤改清洁能源、煤改气、煤改电，北京市是率先发展的，在全国也起到了表率的作用。我们中国建筑科学研究院作为煤改清洁能源的技术支撑单位，三年来做了大量的基础性的工作，其中一点工作是使用效果的监测平台，在这里汇报一下，这个监测平台在下周有启动的仪式，是实时的、第三方的、各个不同方式的、类型的，我们也可以看恒有源和其它方式的比较、也可以看同一种方式在不同种单位之间解决方案的差距，也可以看到北京农村和山区的差距，包括近郊和远郊的、包括收入高和收入低的。数据是完全公开的，欢迎各位专家莅临指导。



沈梦培

(国务院资深参事 / 中国地震局研究院)

这个行业是我学习的行业，王参事 2003 年开

始调研这个项目，2005 年奥运场馆让我们作为监督员。我在参观奥运场馆的时候，认识的徐总，跟徐总有十几年的交情了。当时，地热情况到底怎么样，我找领导说，对这件事情应该做一个评估。评估以后，我建议成立北京地热协会，但是我不是内行，只能大略的讲讲，为什么要用地热来采暖，这是很重要的论题。现在有的讲用空气源的，所以为什么要用地热源的原因是很重要的，恒有源把小门小户都做了，可以把产品做得更简洁，更易修理。



李继江

(国土资源部地质环境处处长)

我手里拿着六个部委刚刚发的文件，关于发展加快清洁能源的利用，加快北方采暖地区燃煤减量替代的通知，这个通知对以后浅层地温能的利用起到促进作用。2005 年，丁主任就写信给李克强总理关于供暖减排。2015 年年底，王参事、沈参事写信给当时国家发改委主任，建议在国家层面上对大力开发浅层地温能提供政策。2016

年，多吉院士等写信给国务院，提到发展地热能。京津冀专家组也提到如何利用地热能。我们国家在积极推进地热的发展，国土资源部对我国地温能的发展做的工作，从 2006 年开始，就启动了地热能调查工作，2009 年国土资源部和天津市联合开展了天津市的浅层地能调查工作，还专门成立了浅层地温能推广中心，每年做培训等工作。2011 年，开展了第四纪以上城市的浅层地温能调查，336 个城市有 82 亿平米的供暖潜能。2015 年以来，十三五以来，重点推进华北农村地区。去年 1 月份，发布了浅层地热能发展利用规划，这个规划制定了十三五期间浅层地热能利用的目标，达到 16 亿平方米，2015 年统计才有 5 个亿，所以在十三五期间要完成 7 个亿的浅层地热能供暖。

地源热泵在清洁能源供暖中的作用

THINKING ABOUT THE EFFECT OF GROUND SOURCE HEAT PUMP IN CLEAN ENERGY HEATING

作者：郑克棧（中国能源研究会地热专业委员会）

1. 北京 2017 年的清洁能源构成

习近平主席在 2016 年 12 月 21 日主持召开的中央财经领导小组第十四次会议上强调了推进北方地区冬季清洁供暖，宜气则气，宜电则电，尽可能利用清洁能源，加快提高清洁供暖比重。处在雾霾重灾区的京津冀各地政府立即行动，明显的特点就是去煤化，尤其农村散煤的污染远高于工业锅炉，成为治理重点。

北京市在《2013-2017 清洁空气行动计划》中就明确了“构建以电力和天然气为主、地热能 and 太阳能等为辅的清洁能源体系”。在目标任务的压力下，北京市加速了无煤化进程，2017 年新的清洁能源构成为：煤改气占 12%，其余煤改电的各类，空气源热泵占 67%，蓄热电暖气占 19%，地源热泵和太阳能各占 1%（图 1）。

作为地源热泵行业一员（积极分子），我认为地源热泵的占比应当更大一些。

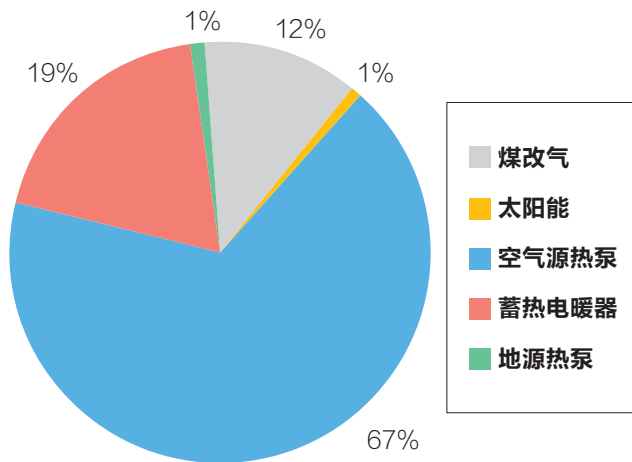


图 1 2017 年北京农村煤改电煤改气组成

2. 地源热泵在世界地热供暖中脱颖而出

目前世界的地热供暖由两部分构成，一是常规的中低温水热型地热资源用于供暖，另是地源热泵应用，后者因兼可冬季供暖和夏季制冷使近数十年来快速发展。据五年一次世界地热大会的统计，世界地热直接利用的发展数据如表 1。

表 1 世界地热直接利用的发展

年份	地热直接利用		地源热泵		地热供暖	
	MWt	TJ/a	MWt	TJ/a	MWt	TJ/a
1995	8664	112441	1854 (21.40%)	14617(13.00%)	2579(29.77%)	38230(34.00%)
2000	15145	190699	5275 (34.83%)	23275(12.21%)	3263(21.55%)	42926(22.51%)
2005	28269	273372	15384(54.42%)	87503(32.01%)	4366(15.44%)	55256(20.21%)
2010	48493	423830	33134(68.33%)	200149(47.22%)	5394(11.12%)	63025(14.87%)
2015	70329	587786	49898(70.95%)	325028(55.30%)	7556(10.74%)	88222(15,01%)

* MWt- 设备容量； TJ/a- 年利用热能； 括号内数字是占当年地热直接利用的百分比

这里体现出明显的规律性：

（1）1995 年至 2015 年世界常规地热供暖的设备容量和年利用热能两项指标平均年累进增长率均近 6%，分别低于地热直接利用的近 12% 和超 9%。

（2）1995 年至 2015 年世界地源热泵的设备容量和年利用热能两项指标平均年累进增长率分别为超 20% 和近 18%，远高于地热直接利用的相应指标。

（3）在此 20 年间地热供暖在地热直接利用中的比率逐渐下降, 已从第 2 位(仅次于洗浴游泳) 降至第 3 位；但地源热泵在地热直接利用中的比率迅猛增长，已从第 3 位跃升到第 1 位。

（4）地源热泵的优点吸引了不甚寒冷地区的推广应用，因此其总的年利用小时数低于常规地热供暖，所以 2015 年地源热泵设备容量已占地热直接利用的 70.95%，而其年利用热能只占地热直接利用的 55.30%。

（5）地源热泵与常规地热供暖两项的总和代表了地热能用于供暖利用已成为地热直接利用中的绝对优势，即设备容量达 81.69%（图 2），年利用热能量达 70.31%。

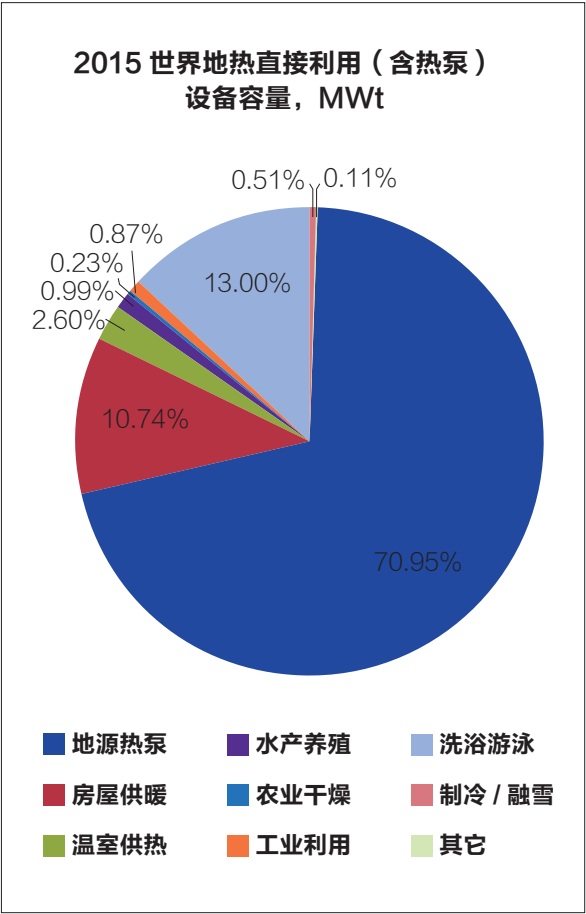


图 2 地热供暖是世界地热直接利用的主体

3. 地源热泵是清洁供暖最好的选择

如果对供暖利用的清洁能源作一梳理，便可以看出地源热泵供暖的优越性。

天然气的污染排放低，不及煤炭和石油的一半；但其二氧化碳排放仍比风电、地热和太阳能等可再生能源高出一个数量级（图3）。天然气的发热量高于煤炭，为38931千焦每立方米，1立方米天然气相当于1.33千克标准煤。利用天然气建热电联产（发电兼供热）才是最优化的合理利用，将天然气作为散户供暖的能源是大材小用，而且造成了河北省多地的气荒。

风能和太阳能可以发电后用电采暖，但需要储能设备调剂余缺，太阳能还可以储热供

暖，它们可以在风力和太阳能资源较丰富的地区应用。

蓄热电暖气目前所用的电力来自火力发电厂，一是该电力中包含发电厂的污染转移；二是电暖气的能效系数低，只能靠利用峰谷电价来控制成本。

热泵是提高能效系数的设备，但空气源热泵和地源热泵差别巨大。毋庸置疑，地源热泵从10℃左右的地温中轻易取热的平均能效系数可达3.5，而从0℃左右的空气中拼力取热的能效系数约在2.0，号称可从零下20℃取热的能效系数约小于1.5。从技术和经济角度的对比，空气源热泵在我国北方地区的应用效果远不如

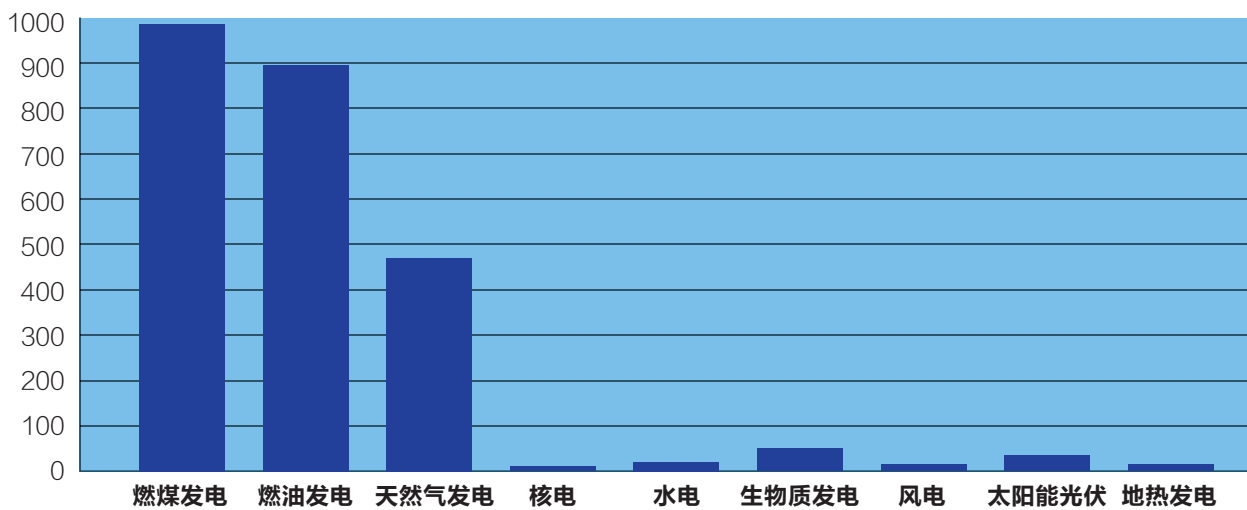


图3 各种能源 CO₂ 排放的对比

南方地区，而且较大体积的设备在室外寒冬的工作条件下噪音高，维护成本高。地源热泵只是初投资和技术成本略高，但省电就节约了运行费用，而且供暖效果好、维护成本低、噪音低。北京市对实施空气源热泵农户提供2.4万元购置费和3年补助电费6千元，同样的费用若给地源热泵来做，综合效果将大不同，而且几年之后优越性会更明显。

4. 迎接中国地热开发的新高潮

回顾中国地热48年的发展历程，前期计划经济时代有群众运动的积极性，但没有产业基础的支撑，缺乏发展的后劲；后期市场经济由开发商开创了投资-盈利模式，创建起产业队伍，奠定了发展的基础，加上地源热泵近20年的迅猛发展实实在在壮大了产业队伍，再加上产学研结合，于是真正构建了以产业化为特征的可持续开发模式。

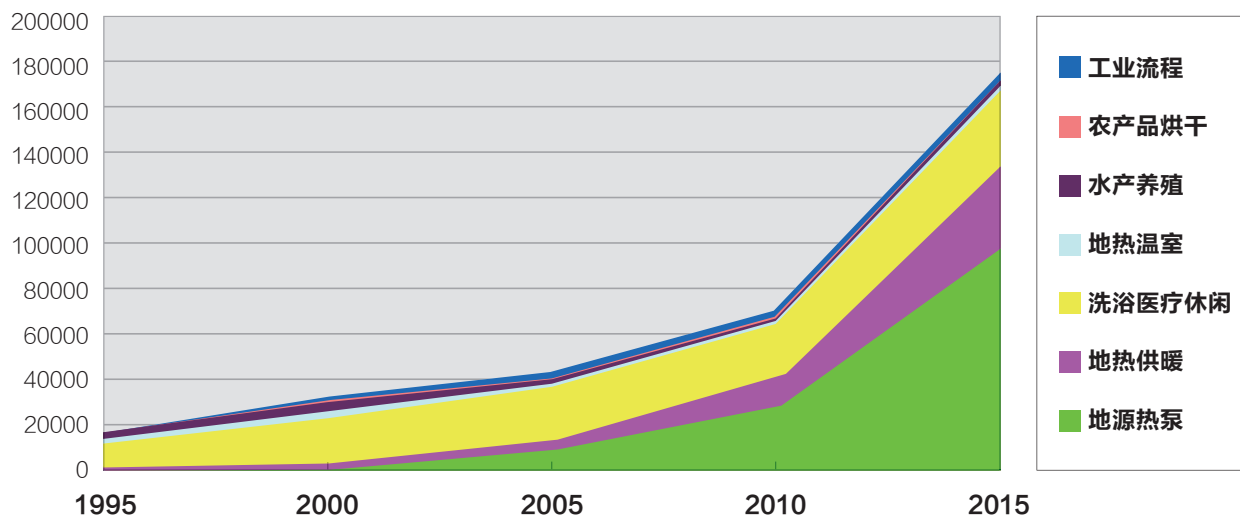


图4 中国地热近20年发展的历程

从图4可以清楚看出，中国地热开发利用的发展主要是近20年来的贡献，而其中的最大贡献是地源热泵。

5. 地源热泵还需继续努力

中国地热迄今的成就主要依靠了地源热泵应用及相应制造、安装和供应产业队伍的发展壮大。自2000年起中国中低温地热资源的直接利用居世界第一，而后，依靠地源热泵行业的壮大更增强了中国地热利用在世界第一的位置。2000

年中国地源热泵在世界26个国家中属于后一半，2005年中国跃升为世界32个国家中的第6位，2010年成为世界43个国家中的第2位，2015年中国地源热泵年利用浅层地热能的热量成为48个国家中的世界第一，只是设备容量仅次于美国是世界第二。

面对2017年初发布的《地热能开发利用“十三五”规划》，地热发电的目标很难实现，但地源热泵的目标虽艰巨而仍有希望实现，当然我们仍需继续投入更大的努力。



图5 中国地源热泵发展占世界的百分比及与美国的对比

地源热泵应该争取在中国北方地区冬季清洁供暖中起到主要作用，这才符合技术和经济可行性的规律。到那时，这就是科学技术的胜利（科技），就是地源热泵的胜利（合理），就是全社会的胜利（合法）。

参考文献

BOYD T, SIFFORD A, LUND J. The United States of America Country Update 2015[C]// Proceedings WGC 2015: No.0109, 1-12.

LUND J, BOYD T. Direct Utilization of Geothermal Energy 2015 Worldwide Review [C]// Proceedings WGC 2015: No.01000, 1-31.

郑克棧、董颖、陈梓慧等，中国加速地热资源的产业化开发——2015世界地大会中国国家报告。地热能，2015，3期，3-8。

郑克棧，无煤化导致气荒 利用地热能正当时。中国化工信息，2018，3期，44-45。

Thinking about the Effect of Ground Source Heat Pump in Clean Energy Heating

Author: Zheng Keyan (Geothermal China Energy Society under China Energy Research Society

1. Clean Energy Composition of Beijing in 2017

President Xi Jinping stressed at the Fourteenth Meeting of the Central Finance and Finance Leadership Group on December 21, 2016 to promote clean heating in the Northern China during winter. It is advisable to use clean energy or electricity as much as possible to increase the proportion of clean heating. The Beijing-Tianjin-Hebei Region, which is in the area of heavy smog, should act immediately and remove coal usage as a top priority. In particular, the governance should focus on the pollution of rural scattered coal, which is much higher than that of industrial boilers.

Beijing identified “to build a clean energy system dominated by power and natural gas, and supported by geothermal energy and solar energy” in the 2013-2017 Clean Air Action Plan. Beijing has accelerated the coal-free process under the pressure of target tasks. The new clean energy in 2017 was composed by: coal to gas accounting for 12%; in the remaining categories of coal to electricity, air source heat pumps accounting for 67%, thermal storage heater accounting for 19%, ground source heat pumps and solar energy accounting for 1% respectively (Figure 1).

As a member of the ground source heat pump industry (active participant), I think the ground source heat pump should take a larger proportion.

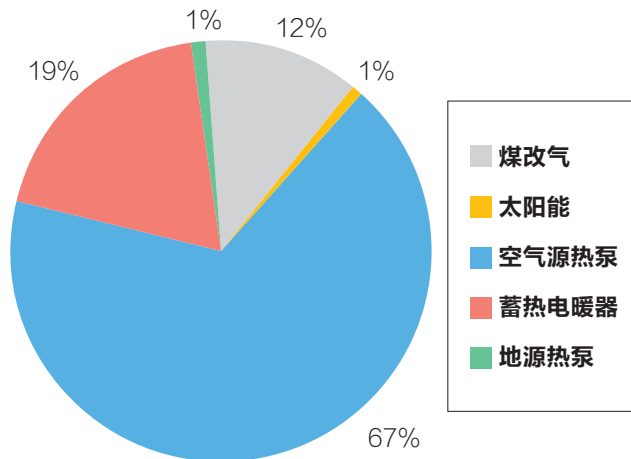


Figure 1 Composition of Coal to Electricity and Coal to Gas in Rural Beijing

2. Ground Source Heat Pump Emerging in Global Geothermal Heating

The current geothermal heating in the world consists of two parts. One is the conventional medium and low water thermal geothermal resource for heating and the other is the application of ground source heat pump. The latter has been developed rapidly in recent decades due to the combination of winter heating and summer

cooling. According to the statistics of the World Geothermal Congress held in every five years, Table 1 shows the development data of the direct utilization of world geothermal resources.

There is an obvious regularity:

(1) From 1995 to 2015, in view of the world conventional geothermal heating equipment capacity and annual utilization of heat energy, the average annual cumulative growth rate of the two indicators has been close to 6%, lower than the direct utilization of geothermal resource nearly 12% and over 9% respectively.

(2) From 1995 to 2015, in view of the equipment capacity and annual utilization of heat energy of global ground source heat pumps, the average annual cumulative growth rate of the two indicators has been over 20% and nearly 18%, which is far higher than the

Table 1 Development of Direct Utilization of World Geothermal Resources

Year	Direct Utilization of Geothermal Resources		Ground Source Heat Pump		Geothermal Heating	
	MWt	TJ/a	MWt	TJ/a	MWt	TJ/a
1995	8664	112441	1854 (21.40%)	14617(13.00%)	2579(29.77%)	38230(34.00%)
2000	15145	190699	5275 (34.83%)	23275(12.21%)	3263(21.55%)	42926(22.51%)
2005	28269	273372	15384(54.42%)	87503(32.01%)	4366(15.44%)	55256(20.21%)
2010	48493	423830	33134(68.33%)	200149(47.22%)	5394(11.12%)	63025(14.87%)
2015	70329	587786	49898(70.95%)	325028(55.30%)	7556(10.74%)	88222(15,01%)

* MWt—equipment capacity; TJ/a—annual heat utilization; the number in brackets is the percentage of the direct utilization of geothermal energy in that year.

corresponding indicators of direct utilization of geothermal resources.

(3) In the past 20 years, the ratio of geothermal heating in the direct utilization of geothermal energy has been gradually decreased, and has dropped to No. 3 from No. 2 (second only to bathing and swimming). However, the ratio of the ground source heat pumps in the direct utilization of geothermal energy has been increased rapidly, and has jumped to No. 1 from No. 3.

(4) The advantages of ground source heat pumps have attracted the promotion and application in less cold regions, and its total annual utilization hours are lower than those of the conventional geothermal heating. Therefore, the equipment capacity of ground source heat pumps in 2015 has accounted for 70.95% of the direct utilization of geothermal energy. The annual utilization of thermal energy has accounts for only 55.30% of the direct utilization of geothermal energy.

(5) The sum of ground source heat pumps and conventional geothermal heating represents the absolute advantage of geothermal energy in heating and utilization, namely the equipment capacity has reached 81.69% (Figure 2) and the annual utilization of heat energy has reached 70.31%.

3. Ground Source Heat Pump as the Best Choice for Clean Heating

The advantages of ground source heat pump heating can be seen if the clean energy used as heating is systematized.

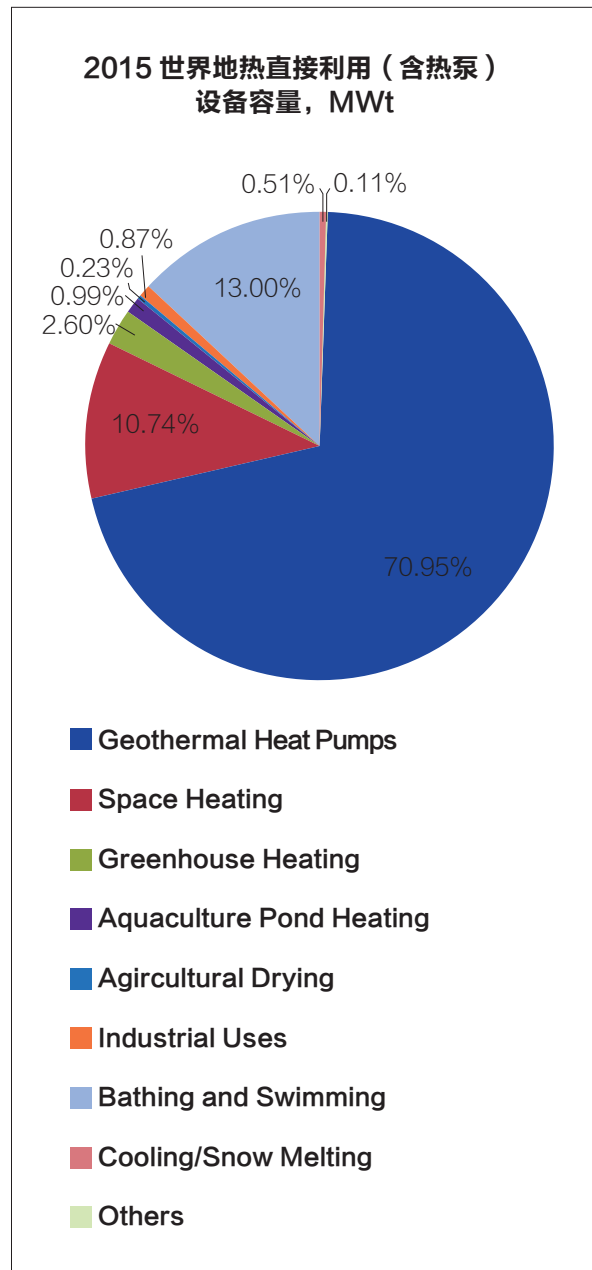


Figure 2 Geothermal Heating as the Main Body of Direct Utilization in Global Geothermal Energy

Gas emissions are low and less than half as much as coal and oil; but carbon dioxide emissions from natural gas are still an order of magnitude higher than those of renewable

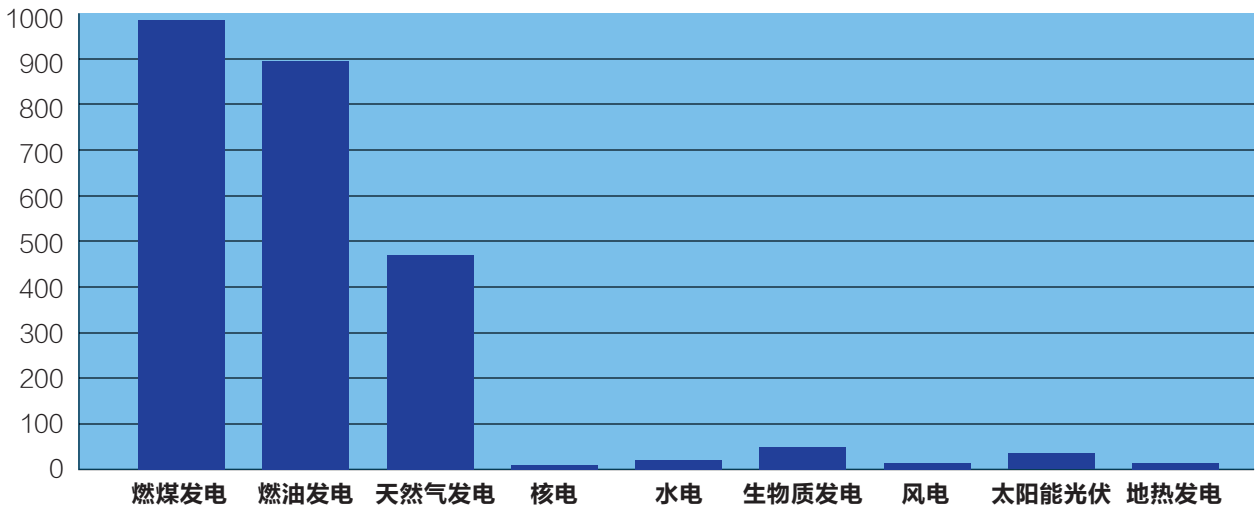


Figure 3 Comparisons of CO2 Emissions from Various Kinds of Energy

sources such as wind, geothermal and solar energy (Figure 3). The calorific value of natural gas is higher than that of coal, which is 38931 kilojoules per cubic meter. One cubic meter of gas is equivalent to 1.33kg of standard coal. The best optimal usage is to use natural gas to build cogeneration (power generation and heating). The usage of natural gas for heating scattered households is overqualified, and it has caused gas shortage in many places of Hebei Province.

Wind and solar energy can be used for heating after electricity generation, but it needs energy storage equipment to adjust the surplus. The solar energy can also store heat for heating, which can be used in areas with abundant wind and solar energy.

The current electricity used for thermal storage heater is from coal-fired power plants. The first point is that the electricity contains the pollution transfer of power plants; the second point is that electric

heating has a low efficiency coefficient and can only be controlled by using peak valley electricity price.

The heat pump is the equipment to improve the efficiency coefficient, but the difference between air source heat pump and ground source heat pump is huge. There is no doubt that the average energy efficiency coefficient of the ground source heat pump from 10 °C of ground temperature is about 3.5. The energy efficiency coefficient of heat extraction is about 2.0 from 0 °C of ground temperature. The energy efficiency coefficient of heat extraction is less than 1.5 from -20 °C of ground temperature. Compared technically and economically, the application of air source heat pump in Northern China is far less than that of in the Southern China. The larger volume of equipment has high noise and high maintenance costs under the outdoor working conditions in winter. The ground source heat pump has only the slightly higher initial investments and

technical costs, but saving electricity means saving the running cost, and the heating effect is good, the maintenance cost is low, and the noise is low. The Beijing Municipal Government has provided the villagers with RMB 24,000 for purchasing air source heat pumps and with RMB 6,000 for 3 years of subsidized electricity. If the same costs are spent on the ground source heat pumps, the overall effects will be quite different and the superiority will be more obvious in a few years later.

4. New Peak of Geothermal Development in China

Looking back the development of China's geothermal energy in the past 48 years, in the early stage of the planned economy, there was the enthusiasm of mass participation, but without the support of the industrial foundation, the lack of development momentum. In the later stage of the market economy, the developers initiated the investment-profit model and established the

industrial teams, which laid the development foundation. In addition, the rapid development of the ground source heat pumps in recent 20 years has really strengthened the industrial teams, coupled with the combination of production and research, the sustainable development mode characterized by industrialization has been truly built.

As can be clearly seen from Figure 4, the development and utilization of geothermal energy in China has been mainly contributed during the last 20 years, and the biggest contribution is the ground source heat pump.

5. Continued Efforts Needed for Ground Source Heat Pumps

The achievements of geothermal energy in China have mainly depended on the application of ground source heat pumps and the development of corresponding manufacturing, installation and supply industries. Since 2000, the direct utilization of China's mid-low temperature geothermal

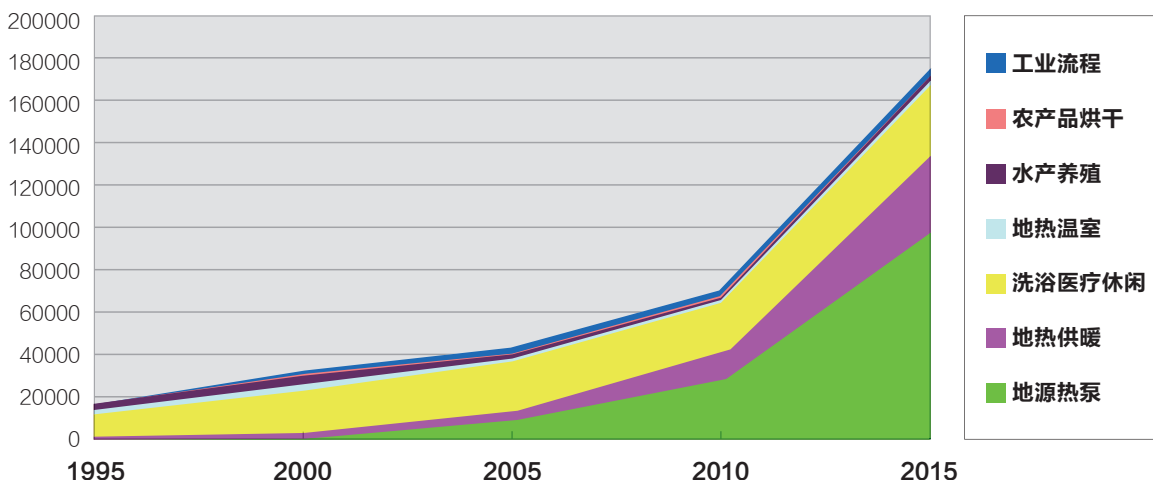


Figure 4 China's Geothermal Development in Recent 20 Years

resources has been ranked No. 1 in the world. Since then, the relying on the expansion of the ground source heat pump industry has enhanced China's geothermal utilization to No. 1 in the world. In 2000, China's ground source heat pumps belonged to the second half among the 26 countries in the world. In 2005, China became No. 6 among the 32 countries in the world. In 2010, China became No. 2 among the 43 countries in the world. In 2015, China's annual utilization of shallow

geothermal energy by ground source heat pumps became No. 1 among the 48 countries in the world. It is second only to the United States in terms of equipment capacity.

Facing the "13th Five-Year Plan" for Geothermal Energy Development released in early 2017, the goal of geothermal power generation is difficult to achieve, but the goal of ground source heat pumps is difficult but still promising, and we still need to continue to put more efforts.



Figure 5 Percentage of China's Development of Ground Source Heat Pumps in the World and Comparison with the United States

The ground source heat pumps should try to play a leading role in the winter cleaning and heating in Northern China, which is consistent with the law of technical and economic feasibility. By then, this is the triumph of science and technology, the triumph of the ground source heat pumps (reasonable), and the triumph of the whole society (legitimate).

References

- BOYD T, SIFFORD A, LUND J. *The United States of America Country Update 2015*[C]// *Proceedings WGC 2015*: No. 0109, 1-12.
- LUND J, BOYD T. *Direct Utilization of Geothermal Energy 2015 Worldwide Review* [C]// *Proceedings WGC 2015*: No. 01000, 1-31.
- Zheng Keyan, Dong Ying, and Chen Zihui et al. *China Accelerates Industrialization Development of Geothermal Resources. China National Report on World Geothermal Conference in 2015. Geothermal Energy. 2015, Issue 3, P 3-8.*
- Zheng Keyan, *Right Time of Utilization of Geothermal Energy due to Gas Shortage by Coal-Free Action. China Chemical News. 2018, Issue 3, P 44-45.*

京津冀成浅层地热能重点开发区域

BEIJING, TIANJIN AND HEBEI BECOME MAJOR DEVELOPMENT AREAS FOR SHALLOW GEOTHERMAL ENERGY

作者：叶伟

中央经济工作会议提出，打好污染防治攻坚战，重点是打赢蓝天保卫战。为应对采暖期严峻的大气污染形势，扎实推进北方地区采暖季大气污染工作，国家发展改革委、国土资源部、国家能源局等六部门近日联合印发的《关于加快浅层地热能开发利用促进北方采暖地区燃煤减量替代的通知》提出，因地制宜加快推进浅层地热能开发利用，推进北方采暖地区居民供热等领域燃煤减量替代，提高区域供热（冷）能源利用效率和清洁化水平，改善空气质量。

有业内人士认为，在政策支持引导下，浅层地热能开发利用的前景持续向好，有望迎来发展的春天。

浅层地热能开发利用前景广阔

所谓浅层地热能（亦称地温能），是指自然界江、河、湖、海等地表水源、污水（再生水）源及地表以下200米以内、温度低于25摄氏度的岩土体和地下水中的低品位热能，可经热泵系统采集提取后用于建筑供热（冷）。

“在《通知》的助推下，浅层地热能利用

相关政策机制和保障制度将会进一步完善，健全浅层地热能利用技术开发、咨询评价、关键设备制造、工程建设、运营服务等产业体系，推动热泵供暖（制冷）等浅层地热能开发利用逐步加快发展的步伐。”中国能源研究会地热专业委员会原主任郑克棧表示，我国浅层地热资源的开发利用有望在“十三五”期间掀起发展热潮。“近年来，我国热泵等浅层地热能开发利用技术已基本成熟，产业迅速崛起，具备大规模开发利用一定的产业基础。”郑克棧还表示，其中地源热泵应用的快速发展，2016年全国地源热泵总应用面积近5亿平方米，“地源热泵行业主要包括主机生产、系统集成和配套产业三大领域，目前这三类企业超过4000家。”

国家发改委能源研究所副研究员胡润青则认为，“十三五”期间我国浅层地热能开发利用迎来发展好时机，一方面集中供暖为其发展提供很大的增长空间，另一方面，煤炭减量化、大气污染防治的要求，为其发展提供了难得的机遇。此外，开发利用地热能可降低城镇采暖等对常规能源的消耗，减缓环境资源压力，从而优化我国在

城镇供暖方面能源消费结构。此外，作为清洁环保的新型可再生能源，我国地热能资源储量大、分布广，浅层地热能开发利用资源潜力巨大。据国土资源部中国地质调查局2015年调查评价结果，全国336个地级以上城市浅层地热能年可开采资源量折合7亿吨标准煤；全国水热型地热资源量折合1.25万亿吨标准煤，年可开采资源量折合19亿吨标准煤；埋深在3000-10000米的干热岩资源量折合856万亿吨标准煤。

在政策支持引导下，地热能开发利用前景广阔。根据规划，“十三五”时期，新增浅层地热能供暖（制冷）面积7亿平方米，新增水热型地热供暖面积4亿平方米。业内估计，在此期间，我国浅层地热能供暖（制冷）可拉动投资约1400亿元，水热型地热能供暖可拉动投资约800亿元。

京津冀地区成浅层地热能重点开发区域

《通知》明确提出，以京津冀及周边地区等北方采暖地区为重点，到2020年，浅层地热能供热（冷）领域得到有效应用，应用水平得到较大提升，在替代民用散煤供热（冷）方面发挥积极作用，区域供热（冷）用能结构得到优化。对此，业内专家认为，京津冀地区将成为我国浅层地热能开发利用的重点区域。

当前，我国北方地区清洁取暖比例低，特别是京津冀地区冬季大量使用散烧煤，大气污染物排放量大，迫切需要推进清洁取暖。“为推动大气污染治理和雾霾治理，京津冀地区力推采用‘煤改气’‘煤改电’等方式，改变传统的燃煤供暖方式，然而2017年冬季以来，气荒问题给北方采暖地区，尤其是京津冀地区带来了很大困扰。”郑克桢表示，这就需要采用多途径清洁供暖方式，而浅层地热能开发利用可成为这一地区很好的取暖选择路径或重要的取暖方式补充。“通过地热能替代方式，可更

为有效地应对冬季‘气荒’，从而促进北方地区燃煤减量替代。”

同时，根据国土资源部中国地质调查局地热资源调查评价成果，截至2015年年底，我国年利用浅层地热能对建筑物供暖制冷面积为3.92亿平方米，其中京津冀8500万平方米，约占全国的20%，是我国浅层地热能开发程度最高、用于建筑物供暖制冷规模最大的地区。同时，京津冀地区独特的构造演化特征成就了其丰富的地热资源，如北京有10个地热田、天津有8个地热田，河北省有30个地热田，为规模化开发奠定了资源基础。胡润青表示，京津冀地区地热资源和开发经验丰富，且取暖市场需求大，浅层地热能开发利用大有可为。胡润青还表示，国家发改委、国家能源局等10部门印发的《2017年12北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021年）》，将地热取暖纳入其中，以提高北方地区取暖清洁化水平，减少大气污染物排放，从而构建绿色、节约、高效、协调、适用的北方地区清洁供暖体系。

多措并举促浅层地热能发展

与水能、风能、太阳能等相比，近年来我国地热能开发利用一直处于默默无闻、不温不火的状态。数据显示，截至2015年年底，全国浅层地热能供暖（制冷）面积达到3.92亿平方米，全国水热型地热能供暖面积达到1.02亿平方米。有专家认为，在政策支持下，我国地热能开发利用迎来重大发展机遇，但存在经济激励新政策和补贴标准缺失资源勘查程度低、管理体制不完善、统一的技术规范和标准缺乏等诸多制约其发展的因素，需要多方共同把脉，推动我国浅层地热能开发利用。“目前我们对全国地热资源潜力的认识尚停留在估算水平，可供进一步开发规划利用的地热能资源很少。”郑克桢表示，这需要加快组

组织开展对我国浅层地热能资源勘查力度，并对其开采技术经济条件做出评价，为合理开发利用提供依据。

同时，由于我国浅层地热能开发利用滞后，目前行业存在准入门槛低、多头管理审批、地热尾水回灌比例低等问题。郑克桢表示，制定地热法和地热管理办法刻不容缓。

“有关部门应进一步健全和完善浅层地热能开发利用的设计、施工、运行、环保等相关标

准，明确浅层地热能热泵系统的能效、回灌、运行管理等相关要求等。”

此外，目前我国通过开发利用浅层地热能供暖的方式尚处在初期，仍需要政策引导和资金补贴，以推动其发展。胡润青表示，开发利用浅层地热能取暖的补贴标准，应给予同等甚至高于“煤改气”“煤改电”的标准，以吸引更多的社会资本和民营企业进入布局。

节选自《中国高新技术产业导报》



热从地下来 供暖更清洁

HEATING FROM UNDERGROUND AND MAKING HEATING CLEANER

作者：朱妍

国家发改委、环保部等6部委近日印发《关于加快浅层地热能开发利用促进北方采暖地区燃煤减量替代的通知》，为地热产业发展再添“一把火”。到2020年，浅层地热能将在替代京津冀地区民用散煤取暖方面发挥积极作用。

资源禀赋最佳、开发程度最高、供热比重最大——据国土资源部“十二五”系统评价，京津冀浅层地热能年可开采量折合标煤约0.92亿吨，现实际开发量仅255万吨，供暖面积8500万平方米，占全国总量的20%。虽优于其他地区，但较自身26.7亿平方米的供暖潜力，这一利用率明显偏低。推广浅层地热能供暖，京津冀还需跨过几道坎儿？

“以北京为例，利用浅层地热能供暖的面积现为4000多万平方米，远超国内其他地区。勘查发现，浅层地热能足以解决北京7.21亿平方米的建筑供暖，但已开发程度远远不够，可挖掘潜力很大！”北京市地质矿产勘查开发局副总工程师、能源地质处处长李宁波感慨。

纵观京津冀三地，浅层地热能供暖尚处初级开发阶段。供暖的8500万平方米面积，与26.7亿平方米潜力相差甚远。要让浅层地热能京津冀火起来，多位业内人士认为，技术层面并不存在障碍，但仍需跨过建设成本、政府监管、行业规范等多道坎儿。

地表以下200米以内、温度低于25摄氏度，

浅层地热能分布广泛、绿色低碳、可就近利用，被视为从源头破解京津冀供暖“霾怨”的新路径之一。中国科学院院士、地热和水文地质学家汪集暘表示，与传统锅炉供暖相比，利用地热泵供暖的二氧化碳排放至少降低一半；若热泵所需电力来自可再生能源，二氧化碳减排量可达100%。

国家首次出台的《地热能开发利用“十三五”规划》也提出，“因地制宜、集约开发、加强监管、注重环保”开发利用浅层地热能。到2020年，京津冀地区累计实现浅层地热能供暖2.28亿平方米。

管理缺位成本制约

“三人组个打井队，搞点设备、聘个机长就开挖，多低价格都敢接，实在干不下来拍拍屁股就走。责任无从问起，实在让人痛心！”谈及浅层地热能应用现状，李宁波一语道出行业“怪相”。

李宁波表示，前期扎实的勘探评估，是决定一个地区是否适用浅层地热能的关键所在。但因暂未出台相关准入门槛、施工标准、行业准则等，不少公司迎利而上，实际根本不了解地质条件、开采工艺等基本情况，甚至连起码的设计、开发能力都不足。同时因地下换热系统的施工缺乏监理依据，企业违规成本低，一些乱象迟迟无法根治。“一旦遇到困难复杂、难以操作的工程，不仅造成甲方损失，更浪费了宝贵的地热资

源，或埋下隐患。地热开采是件‘良心活’，并非谁都有资质来做。”而在中国能源研究会地热专委会专家委员会主任郑克桢看来，经过40余年发展，浅层地热能开发在资源、技术层面已无障碍，即使再加50%的开采量也没有问题，更大的制约在于成本。

记者了解到，部分企业曾希望通过政府补贴分担成本。但至目前，国家层面尚无针对地热供暖的统一补贴出台；京津冀虽有地方政策，却非每个企业都能享受。落实成了难题，企业有时不得不“赔本赚绿色”。

因地制宜整合资源

虽处黄金发展期，浅层地热能利用如何突破瓶颈迈过坎儿？

中国科学院地质与地球物理研究所地热资源研究中心主任庞忠和认为，尽管资源禀赋各不相同，由中石化集团与河北雄县联合打造的首个“无烟城”项目，仍是京津冀地区可参考、可复制的典型案例。

“该项目通过‘连片开发、统一管理’模式，将原本分散的地热井收购起来，并交由一家公司主导规划、集中运营，既避免盲目开采，也大大提高资源利用率。”庞忠和打了个比喻，

“就像有两家单位被堵墙隔开，各自打了一口井，用的却是同一片地热资源，实则造成浪费。若把这堵‘墙’打通统一管理，效益出来、成本也低了。”结合京津冀实际情况，庞忠和进一步指出，浅层地热能资源总量大，分布却不均匀。要想加以经济科学利用，首先需找到“聚集地”。以此为基础因地制宜，充分考虑区域用能结构、地质水文条件等，在地下空间合理协调的前提下开发。

针对管理缺位，李宁波则建议采用“政府监管下行业自律”的形式进行规范。“加强顶层设计，首先需明确一个牵头管理部门。目前这种矿权归国土部门管、取水许可在水务部门、开采又无人监理的混乱管理，亟待理清。同时，还需出台规范标准，加之相关协会、组织等监督，避免行业鱼龙混杂。三者衔接起来，方有据可依。”而对成本难题，除呼吁出台合理补贴外，专家还提议采取PPP模式、创新投融资等灵活形式，缓解前期建设压力。国家发改委也提出，浅层地热能项目的运行电价和供暖收费可参照北方地区清洁供暖价格。传统供热地区原则上由政府按实际成本，在考虑合理收益的基础上收费，其他地区由相关方协商确定。

节选自《国家节能环保专刊》



单、双 U 型竖直地埋管 换热性能数值模拟研究

NUMERICAL SIMULATION STUDY OF HEAT TRANSFER PERFORMANCE OF SINGLE AND DOUBLE U TYPE VERTICAL BURIED PIPE

作者：王飞虎 刘晨 袁成军 马龙 李新更（山东省鲁南地质工程勘察院）

摘要：本文从换热性能方面对单、双 U 型地源热泵地埋管进行了数值模拟研究。利用 Fluent 软件分别对进口流速和流量等几种影响换热的因素进行数值模拟，并对模拟结果进行数据分析计算，希望得到不同进口流速和流量对单、双 U 型竖直地埋管换热性能的影响。通过对比分析发现，在运行 20 天时，在入口流速为 0.8m/s 时双 U 埋管井深换热量比单 U 埋管大 5.4%，为最小值；在入口流速为 1.6m/s 时双 U 埋管井深换热量比单 U 埋管大 30.5%，为最大值。流量小于 2000L/h 时单、双 U 埋管在运行 1 天时井深换热量的差值都小于 2%，之后差值逐渐增大。本文研究结论为提高单、双 U 地埋管的换热性能提供参考，对实际工程中地源热泵在换热以及埋管形式选取等方面具有指导意义。

关键词：单 U 型竖直地埋管；双 U 型竖直地埋管；换热性能；影响因素；CFD 数值模拟

近年来，随着我国经济水平的不断提高，利用地源热泵系统对室内环境进行冷热调节已经成为节能减排形势下能源发展的迫切需求。地源热泵系统是一种从土壤、地下水等浅层资源中提取热量的高效、节能、环保的供热（冷）系统，是目前可以利用的对环境最友好和最有效的供冷、供热方式^[1]。地源热泵系统技术节能的关键在于使用地下储存的可再生能源，因此地源热泵技术的研究重点放在地下埋管换热器的换热性能上。单

U与双U形地埋管是目前应用最广泛的两种埋管形式，但是由于地形以及土质差别等诸多不确定因素，对于采用单U和双U的地下埋管带来的换热性能、经济性等影响，工程界和学术界尚无系统的定论。地下埋管换热器的性能是影响地埋管地源热泵系统初投资的一个最重要因素，因此，尽量提高地下埋管换热器的换热性能，减小钻孔内热阻，最终减少钻井深度和数量是我们努力的重要目标之一^[2-4]。所以本文以此为研究内容，拟通过对单、双

表 1 模型尺寸参数

几何模型	外径 / mm	内径 / mm	壁厚 / mm	管长 / m	埋管中心间 / mm	深度 / m	直径 / mm	半径 / m
单 U	32	26	3	160	80	80	150	3
双 U	25	20.4	2.3	320	80	80	150	3

U型竖直地埋管在几种不同运行工况^[5]下进行CFD数值模拟研究，来解决土壤源热泵地埋管的换热问题^[6]。

1. 模型的建立

1.1 物理模型及简化

本文采用Gambit软件分别建立单U以及双U的物理模型，并进行网格划分以及边界条件等的设置^[7]。考虑到单U埋管的几何形状、传热以及流动情况等都可看为对称的，只对其中一半进行模型建立，并把对称面设置为镜面，来减少不必要的计算，节省时间；双U埋管的两根U形管采用对称的交叉布置，但是由于传热情况复杂，其内部的传热以及流动并不是完全对称，所以需要建立完整的模型。所建模型从内之外可以分为以下几个部分：循环流体、地埋管、钻井以及土壤。土壤部分为以钻井中心向外扩展的半径的3m的圆柱体^[8]。具体各个部分的尺寸数据如表1所示。

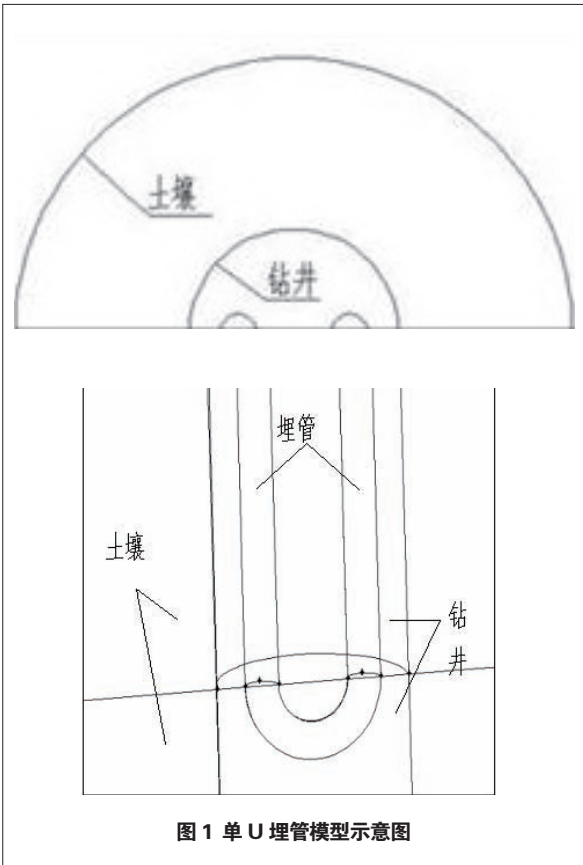
1.2 控制方程

地埋管换热器在土壤中的传热过程是一个多层介质三维非稳态传热过程，传热过程十分复杂。为了便于计算，模拟过程进行了如下假设：

- (1)忽略了流体的横向传热；
- (2)忽略固体介质之间的接触热阻；
- (3)忽略钻井之间的热干扰，只讨论单个钻井

- 的传热情况；
- (4)假设模型中的固体与液体材料的热物性不随时间变化，始终恒定；

本文建立的几何模型的构架如下图所示



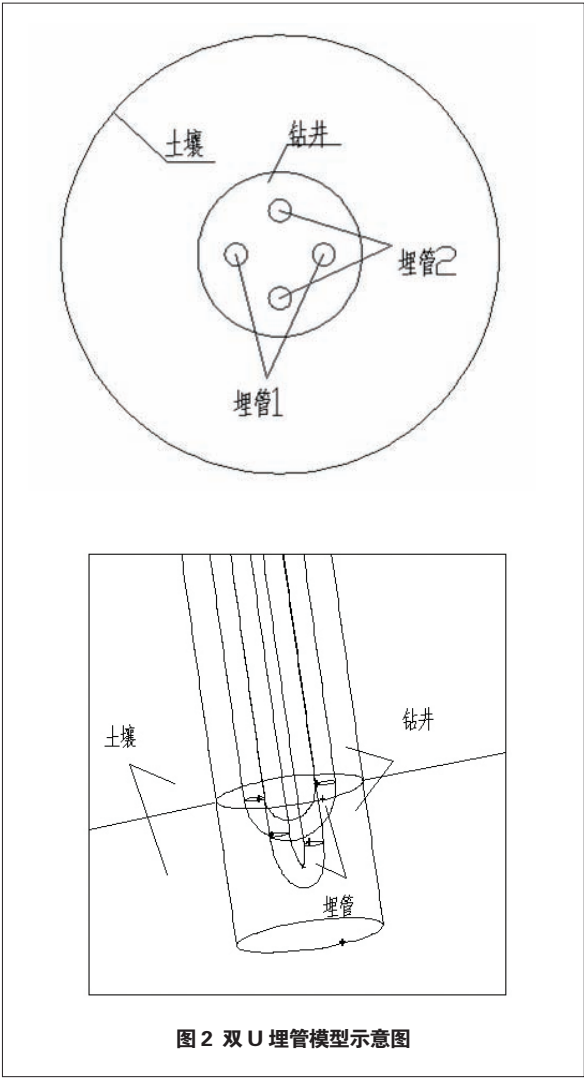


图2 双U埋管模型示意图

- (5)U形管两管之间的距离沿轴向不变;
- (6)土壤温度是恒定的, 不随深度变化。

上述假设下, 本模拟计算所用的控制方程如下^[4]:

连续性方程:

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i) = 0(i,j,k=1,2,3)$$

动量方程:

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i u_j) - \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho \frac{\partial u_j}{\partial x_i}) - \frac{\partial p}{\partial x_j} - \rho g_j(T - T_0)$$

能量方程:

$$\frac{\partial(\rho h)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_j h_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_i}(\frac{\lambda}{c_p} \frac{\partial}{\partial x_i}(\frac{1}{c_p} \frac{\partial h}{\partial x_i}))$$

式中 ρ , u , p , T , k , ε , g , h , c_p , λ 分别代表空气密度、速度、压力、温度、紊流脉动动能, 耗散率, 重力加速度, 空气定压比焓, 空气定压比热容, 空气热导率。

2. 数值模拟方法

2.1 数值计算方法

利用CFD软件, 采用有限体积法进行数值求解, 迭代步长为20, 计算迭代收敛条件为: 动量和能量方程残差都小于小于 1×10^{-6} 。计算过程中当各种残差曲线都趋于稳定, 并低于所设定值时停止计算, 以保证计算结果的精确可靠。

2.2 相关参数和边界条件设置^[9]

(1)材料物性参数如表2。

表2 材料物性参数

模型	材料	密度 (kg/m ³)	比热 c (J/kg•K)	导热系数 (W/ m•K)
流体	水	998.2	4182	0.6
U 型管	PE	950	2300	0.44
土壤单 U	土壤	2370	1063	1.96
土壤双 U	土壤	2370	1073	2.25

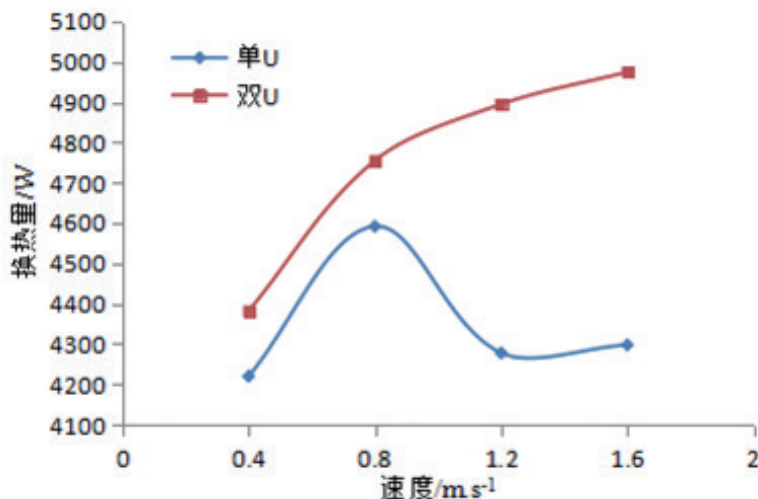


图3 1天时单、双U埋管换热率随时间的变化

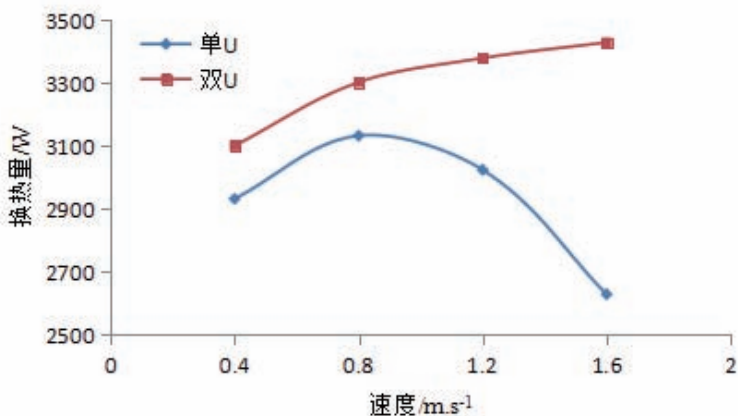


图4 20天时单、双U埋管换热率随时间的变化

(2)U形管和流体进出口条件: 土壤初始温度为 19.0°C , 流体的边界条件需要设置入口流速和入口温度, 本文模拟了夏季的各种工况, 进水流速以及进水温度也有选取了多个值; 出口设置为自然流出。

(3)埋管壁边界条件: 埋管壁是一个特别关键的面, 因为它除了外部回填材料进行换热, 还与管内流体进行对流传热, 在热能项选择couple (耦合换热)。

(4)钻井和土壤边界条件的设置: 在热能项选择convection (即对流传热)。经过对土壤平均对流传热系数计算可知, 夏季

对流传热系数取 $2.005\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, 冬季对流传热系数取 $2.016\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。钻井外部土壤和钻井之间的传热, 选择耦合 (couple), 钻井底部定义为恒温 292K 。同理可定义土壤的边界条件。

3. 模拟结果及分析

3.1 不同流速下单、双U地埋管换热器模拟

分别对单U和双U形埋管在 0.4m/s 、 0.8m/s 、 1.2m/s 以及 1.6m/s 四种速度下运行1天和运行20天的工况下进行了模拟分析和换热率计算, 并对单、双U地埋管在相同流速下的换热率进行对比, 得出两种埋管形式换热器的换热率随速度的变化规律以及两种埋管换热率的差别, 并对其进行分析^[7]。根据模拟1天和20天得到的出口温度数据计算各个工况下的温差以及换热率, 如图3、图4所示。

由图3、图4可知, 在选取的速度范围点上, 双U埋管的换热率总是高于单U埋管, 这是由于双U埋管有两根进水管, 流量要大于单U埋管。单U埋管的换热率随着速度的增加先增大后减小, 这是因为速度低时, 流量对换热的影响很大, 随着流速增大流量对换热影响逐渐减小, 换热时间的影响占据主导地位, 换热时间减小从而导致换热率减小。

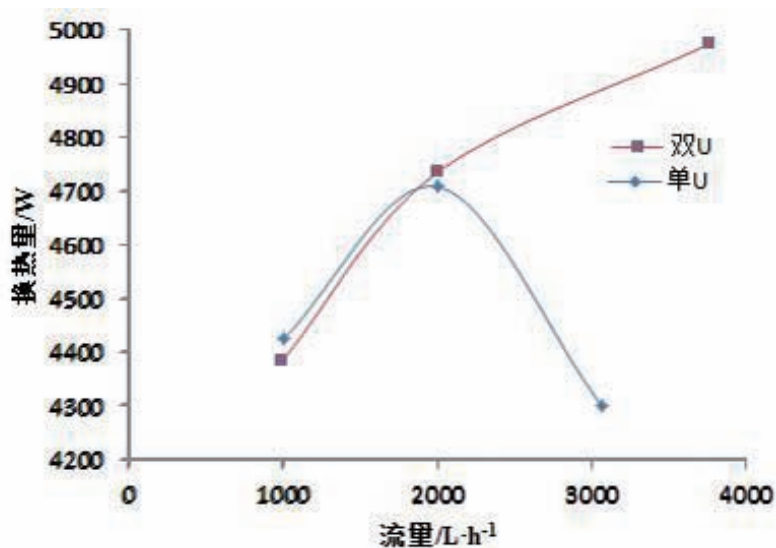


图5 不同流量下运行1天时的出口温度变化

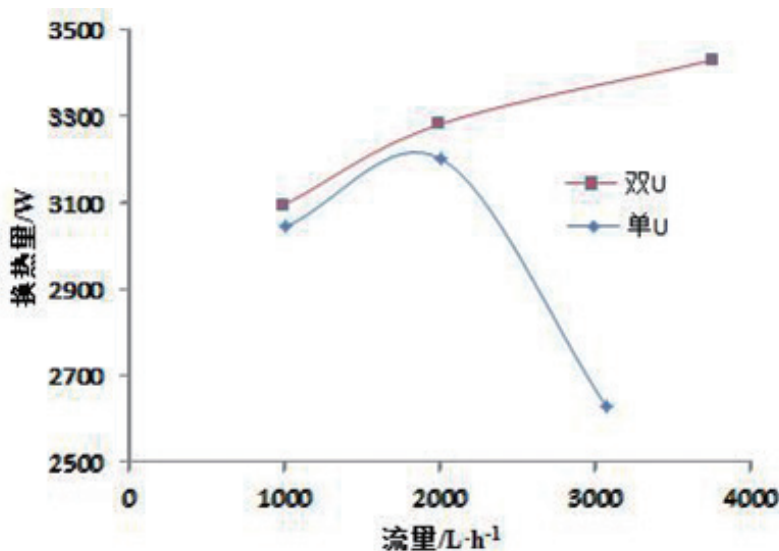


图6 不同流量下运行20天时的出口温度变化

并由此可以推测出,如果流速继续增大,双U埋管的换热量也会有降低的趋势。经计算得:在选取的速度点上,在运行1天时,在入口流速为0.8m/s时双U埋管井深换热量比单U埋管大3.5%,为最小值;在入口流速为1.6m/s时双U埋管井深换热量比单U埋管大16.3%,为最大值。在运行20天时,在入口流速为0.8m/s时双U埋管井深换热量比单U埋管大5.4%,为最小值;在入口流速为

1.6m/s时双U埋管井深换热量比单U埋管大30.5%,为最大值。

3.2 不同流量下单、双U地埋管换热器模拟

虽然速度与流量有着直接关系,但是为了研究不同埋管形式在相同流量下的换热情况,以便得到更准确细化的数据进行比较,分别对单U和双U形埋管在1000L/h以及2000L/h两种流量下运行1天和运行20天的工况下进行了模拟分析和换热量计算,并进行单、双U地埋管在相同流量下的换热量进行对比,得出两种埋管形式换热器的换热量随流量的变化规律以及两种埋管换热量的差别^[10]。

根据模拟1天得到的出口温度数据以及上文中所计算出的各个工况下的温差以及换热量。为了得到更准确的变化趋势,把速度在1.6m/s时工况换算成流量加入次组数据进行对比分析。计算得到在流速为1.6m/s时,单U埋管的流量为3057L/h,双U埋管的流量为3763 L/h。从而得出单U埋管在3057L/h流量下运行1天时的换热量为5298W;双U埋管在3763L/h流量下运行1天时的换热量为4975W,如图5所示。

同理,根据模拟20天得到的出口温度数据以及上文中所计算出的各个工况下的温差以及换热量。为了得到更准确的变化趋势,把速度在1.6m/s时工况换算

成流量加入次组数据进行对比分析。计算得到在流速为1.6m/s时，单U埋管的流量为3057L/h，双U埋管的流量为3763 L/h。从而得出单U埋管在

3057L/h流量下运行20天时的换热量为2628W；双U埋管在3763L/h流量下运行20天时的换热量为3430W，如图6所示。

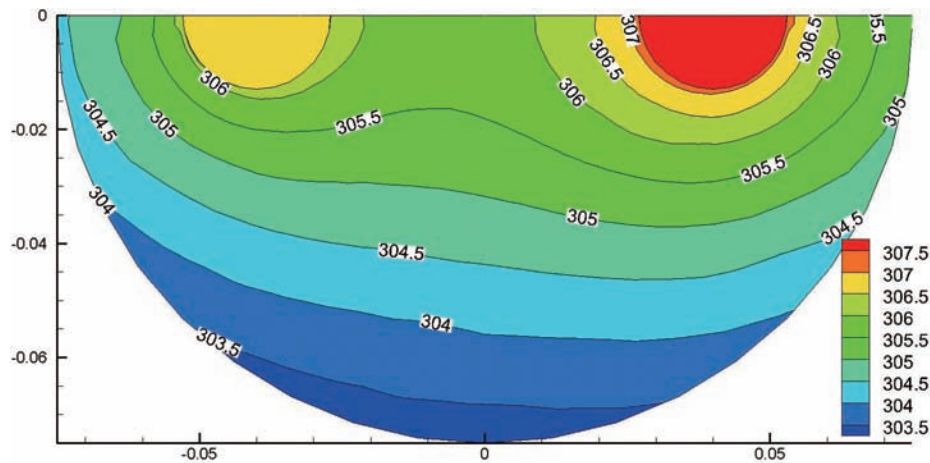


图7 单U埋管运行20天的钻井截面温度场云图

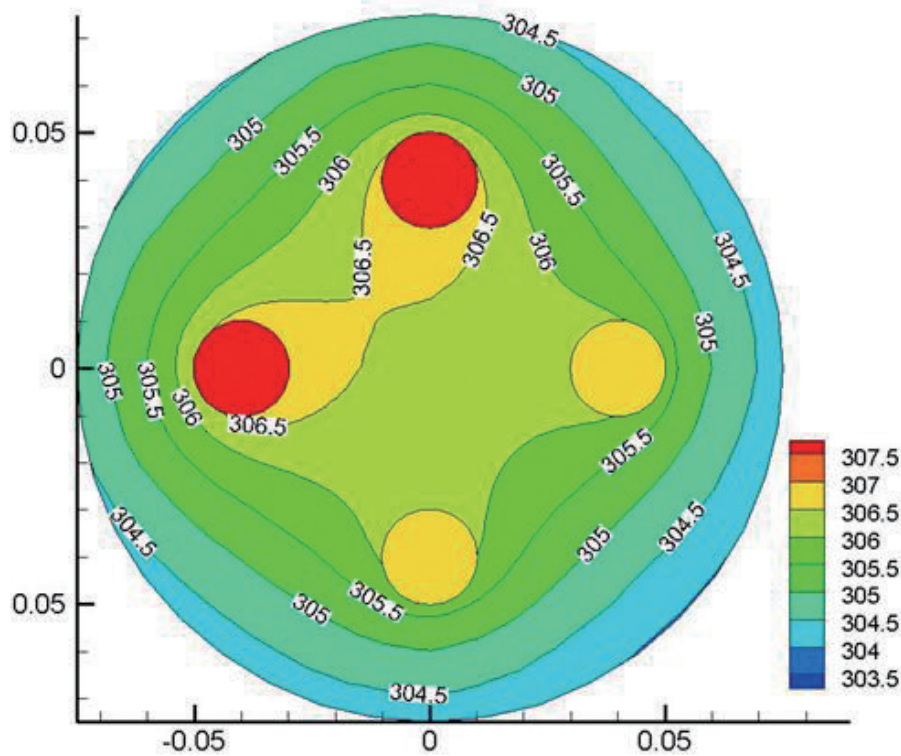


图8 双U埋管运行20天的钻井截面温度场云图

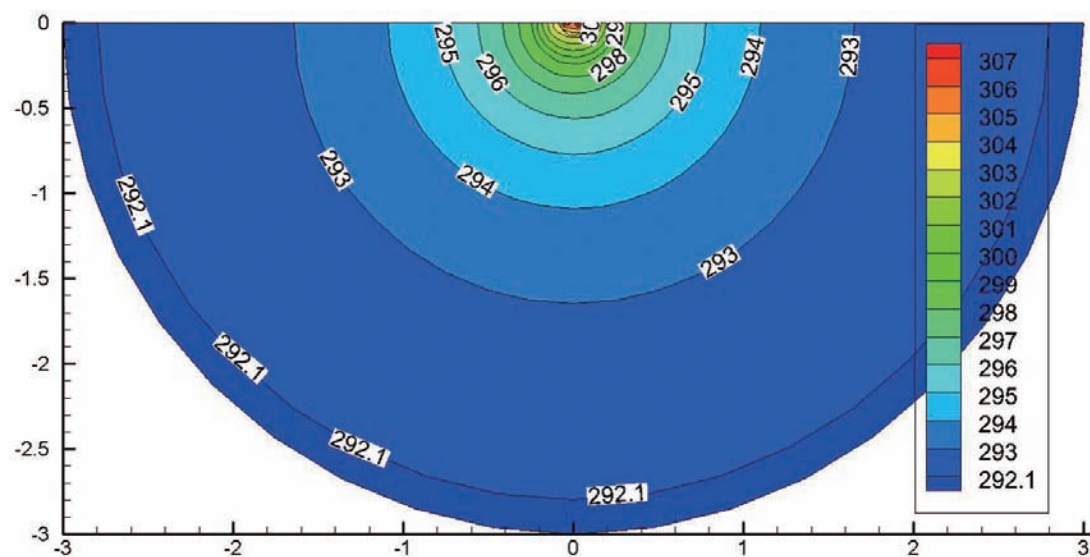


图9 单U埋管土壤的温度场云图

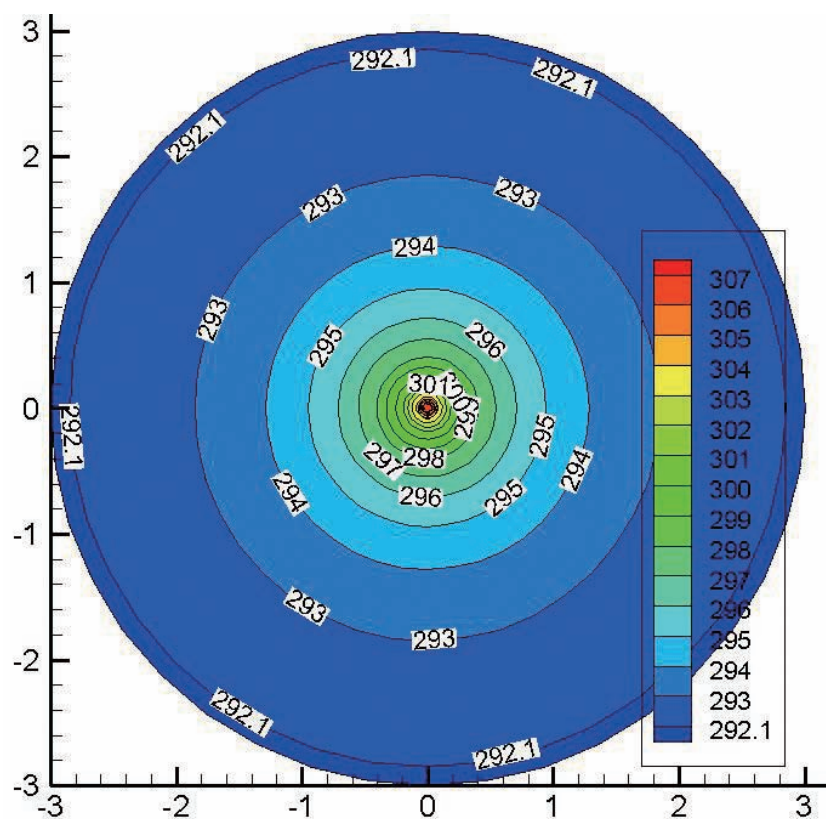


图10 双U埋管土壤的温度场云图

分析图5、图6可知,运行20天时的两种形式埋管在不同流量下的换热量变化与运行1天时的情况基本相同。在流量小的情况下,两种形式埋管换热量差别很小,并且随着流量增大而增大。而随着流量的持续增大,单U埋管的换热量开始减小。经计算可得当流量小于2000L/h时单、双U埋管在运行1天时井深换热量的差值都小于2%,之后差值逐渐增大^[11]。

3.3 单、双U的温度场对比

选取进水速度为0.8m/s、进水温度为308K、运行时间为20天的单、双U两种形式的埋管的运行情况进行研究分析。根据模拟结果得到此工况下单、双U埋管的埋管温度场如图7、图8所示。

通过对图7、图8的对比分析可以看出,双U埋管钻井内的温度变化比单U埋管大很多。双U截面处进出口水温分别为307.5K与306K,与单U埋管的进出水温度307.5K和306.5K相比,进水温度没有差别,而出水温度增大了0.5K。这是因为双U埋管的流量更大,而且与土壤的换热面积更大,相同进水温度时与土壤的换热也更剧烈^[12]。

为了更直观的显示两种形式埋管的热扩散半径大小,在温度云图中设置一个292.1K的刻度值,图中292.1K所处的位置即为其对应的热响应半径。在此工况下模拟得到的单、双U埋管的土壤温度场云图如图9、图10所示。

比较图9、图10可知,两种形式埋管在运行20天后的土壤温度场相差不大。此处默认为如果某处土壤温度变化了0.1℃则认为热量传递到了此处,此处离钻井中心的距离即为该时刻的热作用半径^[13]。由上图可以很直观的看到此时单U埋管的热扩散半径为2.8m,双U埋管的热扩散半径为2.82m。所以两种形式埋管在运行20天时的热扩散半径差别很小,仅为0.02m。

4. 结论

本文通过对不同影响因素下的工况分析模拟,可以得出以下结论:

1.流速对单、双U埋管换热的影响以及差别:对于两种形式的埋管,不论是在运行短期1天还是长期20天情况下,当速度增大时出口温度均会上升,进出口水温温差减小。在选取的时间范围内,不论是在运行1天还是在运行20天之后,相同速度下双U埋管的换热量一直大于单U埋管。而且单U埋管的换热量先增大后减小,双U埋管的换热量一直增大。

2.流量变化单、双U埋管换热的影响以及差别:对于两种形式的埋管,不论是在运行短期1天还是长期20天情况下,对所选取的流量,出口温度随着流量的增大而增大,进出口温差减小,两种埋管的换热量均增大。在选取的两种流量条件下,运行1天时单U埋管换热量略大于双U埋管,运行20天时双U埋管换热量大于单U埋管。而且随着流量继续增大单U埋管的换热量会率先降低。

3.不同运行时间下的温度场比较:在运行20天时地埋管周围的土壤变化更大,而且距离埋管中心越近,温度变化越大。

4.在相同工况下,双U埋管钻井内的温度变化比单U埋管大很多,而外部土壤的温度场差别很小。

本文采用的数值模拟研究在地源热泵领域地埋管开发利用上有广泛的应用,采用数值模拟方法对工程实际问题进行研究花费的时间周期短,资金投入少,对相关问题处理上灵活多变,修改容易,但是在模拟流量、温度场的时段尚存在一定误差,这些误差也是导致数值模拟研究结果与工程实际结果存在少量误差的主要因素,这也是在以后工作中需要继续探讨的地方。

(参考文献略)

中国省会城市 浅层地热能开发利用 条件及潜力评价

EVALUATION ON PROVINCIAL CITIES OF CHINA IN SHALLOW GEOTHERMAL ENERGY DEVELOPMENT CONDITIONS AND POTENTIALS

作者：王婉丽 王贵玲（中国地质科学院水文地质环境地质研究所）

摘要：浅层地热能资源以其高效和环保的特点，近年来在中国得到了广泛的应用。地质条件、浅层地温场特征、岩土热物性特征等参数，是影响浅层地热能开发利用的重要参数。笔者在阐述浅层地热能开发利用条件的基础上，结合全国省会城市浅层地热能调查评价成果，对浅层地热能开发利用适宜性和资源潜力进行了评价。结果表明，在我国陆区范围内，恒温带温度受太阳辐射影响最大，恒温带顶板埋深与气温变化趋势相反，岩土体导热系数受岩性影响明显。中国浅层地热能资源主要用于建筑物供暖和制冷。我国 31 个省会城市 80% 的土地面积适宜利用浅层地热能，浅层地热能资源每年可开采量折合标准煤 2.8 亿 t，可为供暖和制冷提供丰富的能源储备。按利用方式、需求程度将我国浅层地热能开发分为全年集中利用区、全年分散利用区、分散式冬季供暖区和分散式夏季制冷区 4 类。浅层地热能开发利用对推动中国绿色、低碳、节能型城市化发展，解决京津冀地区冬季雾霾和南方城市冬季供暖问题具有重要意义。

1 引言

浅层地热能作为地热能重要的组成部分，一般赋存于地球表层至 200m 埋深中土壤、岩石

和地下水中（DZ/T 0225-2009）。截至 2016 年，全国利用浅层地热能的应用建筑面积已达 4.78 亿 m²。2014 年全国已完成包括北京、天

津在内的31个省会级城市浅层地热能勘查评价工作（冉伟彦等，2014），并于2015年完成336个地级以上城市的调查评价工作。蔺文静等（2013）对287个地级以上城市浅层地热能资源量进行了第一轮评估，王贵玲等（2017）对中国地热资源（包括浅层地热能资源）的潜力进行新一轮评价，最新结果显示，336个地级以上城市浅层地热能资源每年可开采量折合标准煤7亿t，资源丰富、潜力巨大。

第四系地质特征、浅层地温场特征、岩土热物性特征等参数，是影响地源热泵开发利用的重要参数，也是进行资源潜力评价的关键因子（赵云章等，2010；Luo et al., 2016；秦祥熙等，2017）。前人的研究更关注资源量评价结果，对浅层地热能赋存条件的分析不够全面，本文利用资料收集、统计分析的方法，对全国省会城市规划区范围内的浅层地热能资源赋存的关键因素进行研究，结合地质调查成果，对开发利用程度和需求均相对较高的省会城市的浅层地热能资源潜力进行评价。在此基础上，结合利用方式、需求程度，开展了全国浅层地热能开发利用区划研究，为科学合理进行浅层地热能开发利用规划和布局提供依据。

2 自然地理及地质条件

2.1 气象条件

根据中国气候区划（张宝堃等，1959；郑景云等，2010），热量可用日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 稳定期的积温和最冷候气温或最冷月气温，或极端最低气温多年平均值来表示，以热量分带，我国大陆可分为五带一区，即热带、亚热带、暖温带、中温带、寒温带和青藏高原区。我国大陆省会城市主要分布于亚热带、暖温带和中温带。

2.2 地貌类型

中国大陆区域地形地貌复杂多样，省会城市

主要分布在平原、盆地中，依山傍水而建，逐绿草而居，自然条件较好，水资源相对较丰富（中国地质调查局，2012），有利于浅层地热能的应用。其中，有19.35%的省会城市分布于滨海平原；有32.26%的省会城市分布于内陆平原；有16.13%的省会城市分布于内陆山间河谷盆地；仅有6.45%的省会城市分布于高原河谷盆地和岩溶河谷盆地；仅有9.68%的省会城市分布于黄土高原盆地和内陆干旱半干旱季节冻土盆地。

2.3 地质条件

地表以下200m深度内，从古生界到新生界地层均有揭露。以第四系地层为主的城市，多数分布在平原地区，如呼和浩特市、北京、石家庄、西安等；以基岩为主的城市，主要集中在河谷盆地，如重庆市、南昌市、南宁市、贵阳市等。

3 浅层地温场特征

3.1 典型城市地温监测剖面

浅层地温场的垂向分布特征受当地气候、地层结构、水文地质条件、地质构造等多方面因素影响（卫万顺等，2010；黄景锐，2013），通常可分为变温带、恒温带、增温带（张慧智等，2009）。恒温带温度及深度是土壤温度场的重要指标，地源热泵系统可以从恒温带稳定地获取或排放冷（热）量（王婉丽等，2016）。

3.2 全国浅层地温场特征

根据恒温带温度范围、顶板埋深及地温梯度，绘制了我国浅层地温场特征图。总体表现出随纬度的升高而降低，同一纬度西部大于东部的特点，说明在我国陆区范围内，恒温带温度受太阳辐射影响最大。从中温带、暖温带、亚热带到热带，从平原区到丘陵山地，平均气温逐渐升高，恒温带顶板埋深与温度变化趋势相反（王贵玲等，2017）。同时，我国陆地浅层地温场

(200m深度内)地温梯度总体分布特征为北高南低,南方地温梯度值一般都小于 $3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$,平均 $2.45^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。北方大部分地区地温梯度由西向东逐渐升高,变化范围 $2\sim 5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$,平均 $3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。

4 岩土体导热系数特征

岩土体的导热系数对地源热泵系统的设计至关重要,是当温度垂直梯度为 $1^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 时,单位时间内通过单位水平截面积所传递的热量。岩石矿物组分和含量不同,其导热系数各异(徐振章,1992;沈显杰等,1988)。不同类型的岩石或同类型岩石其矿物组分和含量不同,导热系数亦不同。本文收集到热物性测试成果9309件(其中松散沉积物5234件,基岩4075件),采用统计分析的方法,对沉积岩类、岩浆岩、变质岩类、松散岩类的导热系数进行分析。因热物性参数的数据来自于不同省会城市室内测试结果,考虑取样、测试等环节产生的误差,避免异常值对统计结果的影响,首先对数据进行异常值检验。采用绘制箱线图的方法来查找异常值。根据箱线图统计分析结果,对异常值进行删除,保证统计的结果不受异常值的干扰。对同种岩性的数据来说,导热系数分布不符合正态分布,因此以中值作为该岩性的特征值;如果服从正态分布,中值等于均值。利用spss17.0软件对数据进行统计分析(张文彤等,2004)。

泥岩和页岩同属黏土岩类,页岩导热系数($2.33\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)大于泥岩($1.72\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)。泥中含有大量的黏土矿物和少量的石英、长石、云母,且黏土矿物的导热系数较低,因此沉积岩中泥岩的导热系数比较低。页岩为黏土岩类中固结较强的岩石,常含石英、长石、白云母等细小碎屑,致密,不透水,但导热系数较高,说明导热系数除与矿物成分有关外,

还与结构等其他因素相关。

凝灰岩和角砾凝灰岩属于沉积岩中的火山碎屑岩,其导热系数中值介于 $2.03\sim 2.1\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。岩浆岩中,花岗岩导热系数最大,中值为 $2.92\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,根据导热系数中值从大到小排序,分别为花岗岩-闪长岩-辉长岩-安山岩。

对于第四系松散岩层的分布区,一般地,从山前至盆地中部(或滨海)地区,岩性由砂、卵、砾石逐渐变化为粉砂与黏土互层,岩性粒径逐渐减小,岩土体的导热性能也逐渐减弱,热能调蓄能力却逐渐增强。

5 资源潜力评价

5.1 开发利用适宜性评价

5.1.1 评价方法

本研究以全国31个省会城市规划区为研究对象,通过野外调查、水文地质试验、热响应试验及室内测试试验获取相关参数,采用层次分析法或指标法开展适宜性分区评价。

对于地下水地源热泵系统,适宜性分区评价主要考虑地质、水文地质条件、地下水动力场、水化学场、地质环境的影响。对于地埋管地源热泵系统,适宜性分区评价主要考虑地质、水文地质条件、地层属性、岩土热物性、施工工艺及经济合理性。

5.1.2 评价结果

通过采用层次分析法或指标法开展适宜性分区评价,获得每个省会城市的地下水地源热泵系统和地埋管地源热泵系统适宜性分区成果,分别划分为适宜区、较适宜区、不适宜区。31个省会城市总评价面积约为 5.20 万km^2 。超过1/2的面积(占评价区面积的62%)不适宜地下水源热泵系统开发利用,而对于地埋管热泵系统只有18%的比例不适宜开发利用。从开发利用方式来看,地埋管热泵系统的应用将会更广泛。

比较适合应用地下水地源热泵系统的地区主要分布在我国的东部,如东北地区的呼和浩特,华北平原的石家庄、济南、郑州等地,南方主要有南昌、昆明、成都等地相对适合地下水地源热泵系统的应用,这些地区大多处于平原盆地及富水性较好的地区。不适宜建立地下水地源热泵系统的地区主要位于我国西部的西宁、兰州,北部的哈尔滨、长春及南方的海口、广州、合肥、长沙等地,地下水资源相对匮乏。其中上海市因为地面沉降问题限制地下水地源热泵开发,目前评价的地下水地源热泵适宜区、较适宜区均为潜在适宜区、较适宜区。

相比较地下水地源热泵系统,地埋管地源热泵系统在大多数省会城市中具有较好的适宜性。除西宁市、拉萨市全区基本都不适宜开发利用地埋管地源热泵外,其他城市地埋管的适宜区较适宜区面积都超过40%,其中银川、天津、太原、西安、石家庄、成都、长沙、武汉、合肥、南昌、上海、重庆、南宁、海口基本全区都是地埋管地源热泵系统的适宜区和较适宜区。地埋管地源热泵系统的不适宜区,主要是从地埋管的施工难度和建设成本上考虑,属于经济上意义的不适宜区。

5.2 资源量评价

5.2.1 评价方法

评价内容包括浅层地热能热容量、换热功率及供暖制冷面积。评价方法参照浅层地热能勘查评价规范(DZ/T 0225—2009)和中国地质调查局相关技术要求。

浅层地热能热容量采用体积法进行估算,分别估算包气带和饱水带中的单位温差储藏的热量,然后合并评价范围内地质体的储热性能。浅层地热能资源在适宜性分区的基础上分别进行浅层地热能容量和浅层地热能换热功率计算。地源热泵系统总换热功率的计算是在浅层地热能资源开

发利用适宜性评价的基础上,综合地下水和地埋管地源热泵系统换热功率计算的成果得出的。其中,对于地埋管地源热泵系统适宜或较适宜而地下水源热泵系统不适宜的区域,按地埋管地源热泵系统换热功率计算总换热功率;对于地埋管地源热泵系统不适宜而地下水源热泵系统适宜或较适宜的区域,按照地下水源热泵系统换热功率计算总换热功率;而对于地埋管地源热泵系统和地下水源热泵系统均适宜或较适宜的区域,则按照地埋管地源热泵换热功率的 $2/3$ 和地下水源热泵换热功率的 $1/3$ 进行折算。根据计算的浅层地热能换热功率,结合当地的土地利用规划以及供暖、制冷负荷,计算当地的可供暖制冷面积,进行浅层地热资源潜力评价(王贵玲等,2017;多吉等,2017)。

5.2.2 资源潜力

根据31个省会城市浅层地热能资源调查评价结果(卫万顺等,2010),我国31个省会城市200 m以浅热容量为 2.21×10^{16} kJ/℃。地下水源热泵系统夏季换热功率为 6.71×10^7 kW,冬季换热功率为 3.41×10^7 kW;地埋管地源热泵系统夏季换热功率为 6.45×10^8 kW,冬季换热功率为 4.62×10^8 kW。地源热泵系统总的换热功率夏季为 6.40×10^8 kW,冬季为 4.57×10^8 kW。

目前,浅层地热能资源主要用于建筑物供暖和制冷。我国31个省会城市地下水源热泵系统夏季可制冷面积 1.00×10^9 m²,冬季可供暖面积为 6.22×10^8 m²;地埋管地源热泵系统夏季可制冷面积为 8.26×10^9 m²,冬季可供暖面积为 9.07×10^9 m²。地源热泵系统夏季可制冷面积为 8.21×10^9 m²,冬季可供暖面积为 8.86×10^9 m²。

考虑热泵夏季制冷、冬季供暖天数,热泵运行时间及热泵运行能效比系数,根据《综合能耗计算通则》(GB/T 2589—2008)中原煤的折算

系数, 以及考虑燃煤与换热效率等因素, 全国31个省会城市浅层地热能资源每年可开采量折合标准煤2.8亿t, 可替代标准煤4.67亿t。可为供暖和制冷提供丰富的能源储备。

6 讨论

在适宜性评价的基础上, 按利用方式、需求程度等将全国分为全年集中利用区、全年分散利用区、分散式冬季供暖区和分散式夏季制冷区4类。全年集中利用区主要分布在京津冀、山东、江苏、安徽、河南、陕西和东北部分地区, 全年分散利用区主要分布在华北、东北、长江中下游等除全年集中利用区以外的地区。这两类地区全年可进行冬季供暖和夏季制冷循环利用, 集中利用地区位于地下水条件较好、经济条件发达的区域, 对浅层地热能需求量大, 宜集中规模化利用; 分散利用区因环境、经济条件限制适宜小规模分散式开发利用。分散式冬季供暖区分布于东北北部、西北大部分地区及青藏高原区, 该地区夏季需求量小, 人口相对稀少, 宜进行分散式冬季供暖; 分散式夏季制冷区分布于南部沿海和西南部分地区, 该地区冬季需求量小, 宜进行分散式夏季制冷(朱喜等, 2016)。

7 结论

(1) 浅层地热能开发利用条件受气候条件、地质条件以及热泵运行等因素的影响。地表以下200m深度内, 以第四系地层为主的城市, 多数分布在平原地区, 以基岩为主的城市, 主要集中在河谷盆地。在我国陆区范围内, 恒温带温度受太阳辐射影响最大, 恒温带顶板埋深与气温变化趋势相反。导热系数受岩性影响明显, 不同类型的岩石或同类型岩石其矿物组分和含量不同, 导热系数亦不同。

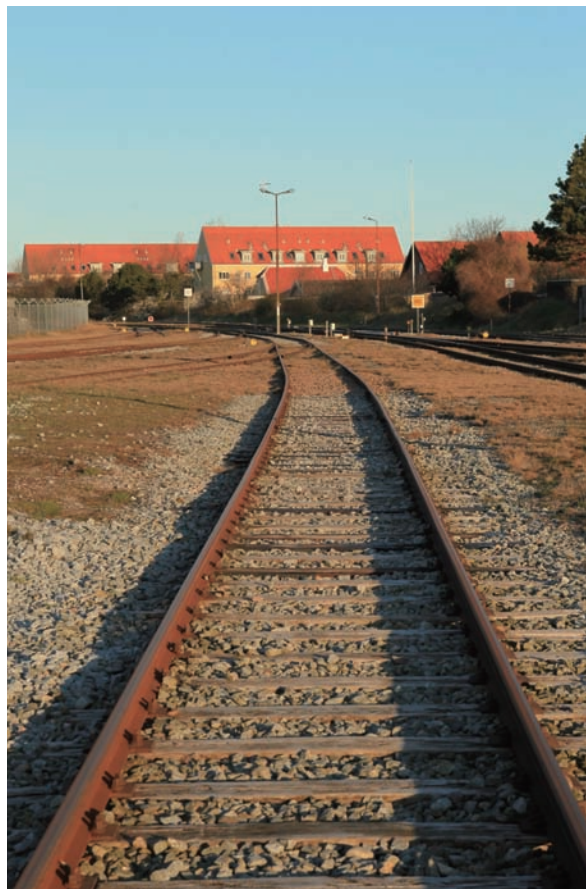
(2) 我国浅层地热能资源主要用于建筑物

供暖和制冷。31个省会城市超过1/2的面积(占评价区面积的62%)不适宜地下水热泵系统开发利用, 而对于地埋管热泵系统只有18%的比例不适宜开发利用。全国31个省会城市浅层地热能资源每年可开采量折合标准煤2.8亿t, 可替代标准煤4.67亿t, 可为供暖和制冷提供丰富的能源储备。在适宜性评价的基础上, 按利用方式、需求程度等将全国分

为全年集中利用区、全年分散利用区、分散式冬季供暖区和分散式夏季制冷区4类。

(3) 浅层地热能适宜性广泛, 其开发利用对推动中国绿色、低碳、节能型城市化发展, 解决京津冀地区冬季雾霾和南方城市冬季供暖问题具有重要意义。

节选自《中国地质》



“煤改” 改变了什么

WHAT COAL REPLACEMENT HAS CHANGED

作者：特邀记者 / 李晶

“煤改”最直接的原因，当属近年来持续难解的一场场雾霾天气。对于燃煤与雾霾的关系，人们有一些共识，也有一些疑问。那么，北京在历经多年的“煤改清洁能源”以后，雾霾还在吗？“煤改”又带来了哪些变化呢？

煤改与雾霾

因为人努力，天空更蓝了

2017年给人们最直观的感受是“天蓝了”“霾少了”，尤其是供暖季。来自国家环保部监测的数据显示，2017年的最后一个月，北京的空气质量与张家口、昆明等城市一同列入了全国的前十名。而一年前，北京却笼罩在一场“跨年霾”里喘不过气。

与一年前相比，2017年的北京“煤改清洁能源”更进一步。截至年底，城六区及南部平原地区已实现无煤化，集中供热清洁能源采暖的比例达到97%以上，“煤改电”“煤改气”大规模进入居民生活，小型燃煤锅炉基本淘汰完毕。有数据称，北京的压煤减煤措施对PM2.5的下降贡献率超过了40%。

“煤改清洁能源”和“无煤化”能为PM2.5的降低贡献这么大的力量，可能是很多人想不到的。事实上，重霾污染天气的形成，不仅仅是一次排放颗粒污染物的结果，更重要的是二次气态污染物的化学转化。在迅速增多的二次污染物

中，燃煤产生的二氧化硫、二氧化氮等污染物，都是生产PM2.5的重要原因。

为了从源头降低PM2.5，近五年，北京市先后采取燃煤锅炉清洁能源改造、四大燃煤电厂关停四大燃气热电中心建成投运、散煤治理等“清煤降氮”等措施，使二氧化硫等污染物浓度年均浓度持续下降。其中，2013年北京市二氧化硫年均浓度为28微克/立方米，2017年这一数字首次下降到了个位数，仅为8微克/立方米。

北京市环保局公布的2017年的全年空气质量情况则显示，这一年北京市优良天数达到226天，同比增加28天，重污染日23天，同比减少16天。同时，2017年全年中，有九个月的月均PM2.5浓度是近5年同期的最低水平。“天更蓝”不再是人们的期盼，也有了实实在在的阶段性的进展。

然而，与燃煤划清界限，就能够最终实现“天蓝”的目标吗？事实并非如此。就像是环保人常说的那样“人努力，也要天帮忙”。在环保部2018年2月27日举行的例行发布会上，中国工程院院士、清华大学环境学院院长贺克斌教授就曾指出，按照最近几十年的长周期分析，2013年至2017年是京津冀、长三角区域气象条件比较差的时期。与2013年相比，2014年与2015年气象条件较差，2017年略有转好。他直言，“北京市2017年的PM2.5年均浓度下降了15微克/立方米，这里面人努力大约占了70%，而天帮忙的贡

献大约占了30%。”

煤改与供暖

改变难免插曲，适应需要时间

据统计，2016年全国共完成煤改电、煤改气300万户，2017年全国共完成煤改电、煤改气578万户。是“煤改气”还是“煤改电”，并不需要个人去选择，但是“煤改”关系到的冬季取暖问题，却是每个人都会关心的。

“煤改气”遭遇“气荒”

不期而至的一场“气荒”插曲，让“煤改气”经历了一次拷问。

2017年冬季，受到恶劣天气、进口气减少供应、“煤改气”政策等影响，中国北方再度出现了“气荒”现象，多地限气停气。与以往不同，此次人们将关注焦点放在了正在大范围推进的“煤改气”政策上。

“煤改气”主要替代的领域，包括散煤用户；钢铁、有色金属、化工、水泥等工业制造业企业；和燃煤电厂等三大方面。根据《大气污染防治行动计划》，各地方政府对“煤改气”的数量规定了量化指标。我国天然气保供原则第一条，就是保民生，因而在计划之内的“煤改气”，应该可以基本得到天然气的保障。但在实施过程中，部分地区的“煤改气”数量早已超过量化指标。

由于2017年年底的一场“气荒”，全国多地供气公司下发了限气通知。几乎同一时期，还有消息报道了“煤改气”工程进度造成的供暖推迟现象。在河北保定、曲阳，河南安阳，山西临汾等地接连爆出村民煤炉被撤走，而新的采暖设施却未建好或者天然气并没有接入。

为此，环保部向京津冀及周边地区“2+26”城市下发的“特急”函件《关于请做好散煤综合

治理确保群众温暖过冬工作的函》指出，煤改气（电）未完工的项目或地方将继续沿用过去的燃煤取暖或其他方式。

在2017年底回应部分群众冬季取暖受影响时，国家发改委新闻发言人孟玮也表示，会增加国内生产能力、增加进口、南气北调等六方面保障民生用气。供气有缺口的地方，要认真落实“压非保民”方案。也就是说，只要是民生用气，无论是合同内还是合同外，都要无条件予以保障。

同时，他也强调，各级各部门要坚持从实际出发，居民供暖宜电则电、宜煤则煤、宜气则气、宜油则油，保障人民群众温暖过冬。

“煤改电”遭遇问价

“气荒”引起的社会关注，一直延续到了2018年两会期间。作为全国人大代表，格力电器董事长董明珠就提交了一份《关于加大推广“煤改电”实现清洁采暖的建议》的提案，呼吁加大推广“煤改电”实现清洁采暖。

那么，“煤改电”又给人们带来了哪些变化呢？

同样的2017年，还有一些人正在经历着取暖习惯的改变。一部分人感到从烧煤炉的灰头土脸中解放出来了，另一部分人尤其是低收入的人群却感到力不从心，因为取暖“贵”了。

中国能源报对顺义区“煤改电”情况进行过调查采访。尽管每家的采暖用电情况不同，村民们还是觉得经过补贴后每月电采暖费用比燃煤取暖高，大约高出1/3左右。

有代充电费服务的商店店主，也明显感到入冬后充电人数、次数和额度的明显增长，原本充电三五百元就能用上两三个月，现在一充就是500元到1000元。

对有收入的人群来说，这些变化对于生活的影响有限，而对于原本就低收入的农村老人而

言，一个采暖季就要花去年收入的3、4成，日常生活更要省着用，扛着冻。

还有人担心，三年的补贴期限。按照政策，顺义区完成“煤改电”取暖的农村住户取暖季期间享受峰谷电价，经过市、区两级财政各补贴0.1元/度后，夜间谷段电价为0.1元/度。每个取暖季每户（表）限额1万度。如果补贴期限到了，采暖费用的压力将会进一步增加。

“煤改”到底要不要慌？

“煤改电”的人们计算着电费来取暖，“煤改气”的盼着“气荒”别再回来。这些在“煤改清洁能源”进程中，走在前列的人们，到底用不用对“煤改”感到心慌？

其实，与欧美等发达国家相比，我国天然气产业的发展尚不成熟，天然气市场仍处于快速发展期。随着天然气消费的快速增长，我国供气安全保障问题日渐严峻。据统计，2017年天然气消费量为2375亿立方米，同比增幅达15.63%，刷新了近十年来天然气消费同比增长率的历史。有专家分析，我国天然气产业链的上游资源存在海外气可能断供等高度不确定性的风险，且随着经济快速发展，城市燃气需求扩大，“煤改气”大范围推进，遇到极端天气或特殊情况，“气荒”就会在冬季上演。

但是，通过政策和措施的进一步改善，“气荒”问题是可以缓解的。如在供应端，国内可争取油田保障满负荷生产，与中亚天然气管道上游资源可通过密切沟通协调，争取增加进口气。同时，探讨适当的调峰措施也有助于避免冬季“气荒”的出现。

“煤改电”方面的待解问题，也需要采取行之有效的对策。如继续推进电网基础设施建设，保障“煤改电”后的用电供应和用电安全。再如提供更为亲民的财政补贴政策。因为，对其他省份而

言，北京地区“煤改电”用户享受的补贴政策已经相对优越，但仍有村民对价格感到忧虑，已说明“煤改电”仍需因地制宜的优惠政策，让村民送走煤炉子，也能习惯用上“电炉子”。

日前，生态环境部部长李干杰对“煤改”在治理PM2.5方面的作用给予了肯定。他表示，1吨散煤的污染物排放量相当于15吨以上电煤排放量，因此煤改气、煤改电在治理PM2.5方面作用很大。

在采暖方式上，“煤改清洁能源”已经是大势所趋，而“煤改气”“煤改电”却不是唯二途径。或许我们更需要更深入的调研和思考的是，清洁采暖该如何让老百姓用得上、用得起、用的安心。

煤改与技术

方向各不相同，创新还在路上

我国传统的供暖方式仍以燃煤为主。集中供暖的热量来自集中锅炉房，分散供暖的采取烧散煤等方式。由于大气污染的现实问题，传统的供暖方式迎来变革。

事实上，国外的供热模式不尽相同。欧洲主要是热电联产、区域供热和集中供热等，日本则因南北纬度的跨度大，采用了燃气或热泵等分散供暖方式。目前，我国的“煤改清洁能源”主要推进的是“煤改气”和“煤改电”方式，并正在由集中供暖向分散供暖进行优化发展。

从空调到热泵，电供暖随时间推移在技术上出现了一些少为人知的方式。尤其是对于暖通行业而言，电供暖也分为热泵供暖和电直接供暖两种方式。

电暖气、电缆发热都属于直接利用电能产生热能供暖，而热泵供暖则不同。热泵供暖，是可再生资源的供暖方式。作为一种热量提升装置，热泵能够将热能从低温物体传送到高温物体。

热泵工作时本身消耗很少的电能，却能从环境介质（水、空气、土壤等）中提出数倍于运行的电能，用以提升温度进行利用。因为具备节能特点，欧美日都在竞相开发新型的热泵。

此外，平原地区以大众农作物为燃料的农村，和森林植被丰富、枝丫柴和木制品加工废弃物多的地区，也可以考虑成本不高的生物质取暖方式。生物质清洁能源供暖对大气环境改善有

益，减少焚烧污染、改善农村面貌，同时可谓农民增加部分收入。

正如技术的脚步从未停歇，“煤改清洁能源”和“无煤化”的进程也仍在前行。它呼吁政策先行，保障老百姓的供暖如常，甚至更好；它促进技术不断涌现，创造更便捷更实惠的取暖方式；它更期许与蓝天相伴而行，成为老百姓供暖的一种新的习惯。



参考文献

- [1] 张尼. 专家谈京津冀地区空气质量好转：人努力贡献超8成 [OL]. 中国新闻网, 2018-02-27
- [2] 吕银玲. 电采暖，村民们还担忧啥 [N]. 中国能源报, 2018-03-12 第11版
- [3] 徐伟. 清洁能源供暖技术方案比较 [R]

大力推广热泵供暖

PROMOTE HEAT PUMP HEATING VIGOROUSLY

作者：程韧（原国防科工委节能中心副主任、哈尔滨工业大学热能工程实验室主任）

我国北方冬季建筑供暖推广热泵技术约 20 年左右，经过长期运行的经验和教训，具有了很多优势，被百姓接受是我国城镇供热体制改革的发展方向，具体有：

1、可再生能源的利用技术

无论是空气源热泵还是地源热泵，它们都是低品位能源，都是大自然可再生能源。通常热泵供

暖系统，低温能源的利用率不低于 60%，系统中用电来采集、运输和提升低温能源，从而达到供暖温度的需求。能源利用合理，替代了原始城镇建筑靠燃烧供热的局面。

2、经济有效的节能技术

冬季北方寒冷，地源热泵供暖比空气源热泵更安全、可靠、经济、浅层地温能的采集稳定，通常地



源热泵供热运行费用低于原始燃煤供暖费用，百姓容易接受。地源热泵初始投资稍高于空调系统投资，更高于煤、气燃烧设备的投资，但是它的一机多用，可以提供冬季供暖、夏季制冷、日常生活用热水，所以三套设备的总投资比地源热泵要高的多。浅层地能热泵供暖只需要消耗少量的电能，就可以采集、运输及提升大自然赋予我们不花钱的低温能源 3-4 倍。

恒有源科技集团公司历经近 18 年推广浅层地

能热泵供暖，取得了丰富的经验，发明专利 52 项，2010 年 10 月，国内 17 名资深专家对恒有源在京运行七年以上的各类建筑供暖 10 项工程的经济性进行了评定。

3、环境效益显著

我国环境质量差，许多城镇雾霾严重，其中不可推卸的重要原因是煤消耗过大，我国火力发电比重在 70% 左右，其中煤电占主导地位。城镇供暖（特别是北方城镇），无论是城市热网集中供暖、区域锅炉房供暖，还是个体供暖，都是以燃煤为主。燃煤供热会发生浪费、污染环境。

热泵供暖是无燃烧供暖方式，它可以实现供暖建筑周边零污染。热泵供暖也是电采暖的一种形式，用少量电能采集、运送和提升大自然赋予我们的低温可再生能源。热泵系统额性能系数 COP \geq 3 以上，是电采暖方式最节约用电的方式，百姓支出的采暖费与传统燃煤采暖费相当，甚至更低。所以，热泵供暖是城镇供热体制改革的发展方向，提倡新能源无燃烧供热。

4、设备寿命长、运行安全可靠

恒有源地源热泵供暖工程已经历了十八年，覆盖了全国范围内 20 多个省市自治区各种建筑用途近千万平米。最早的热泵供暖工程连续运行了 18 年。经验表明，设备维修工作量少，机房管理可无人值守，地源热泵系统地下部分寿命可达 50 年（除定期更换潜水泵外），地上部分热泵机房的压缩机可运行 8 万小时，相当于供暖制冷的热泵寿命近 30 年，远远超过传统化石燃料燃烧设备的寿命。

综上所述，供暖工程是城镇的民生工程。城镇清洁能源供暖方式必须做到省事、省钱以及百姓接受。热泵供暖是采暖方式中最经济、最智能的方式，而且是百姓容易接受的无燃烧供暖方式，所以应该吉利的推广。

地源热泵入选国家重点节能技术推广潜力达 70%

GROUND SOURCE HEAT PUMP WAS SELECTED AS NATIONAL KEY ENERGY SAVING TECHNOLOGY, WITH PROMOTION POTENTIAL OF UP TO 70%

作者：吴佳宇

近日，国家发改委发布《国家重点节能低碳技术推广目录（2017 年本，节能部分）》。《目录》包括煤炭、电力、钢铁、有色、石油石化、化工、建材等 13 个行业，共 260 项重点节能技术。《目录》中囊括地源热泵、水源热泵、单井循环换热地能采集技术、浅层地（热）能同井回灌技术、污水源热泵系统流动式换热技术等重点推广技术。地源热泵和水源热泵推广潜力分别达到 50% 和 70%，后者预计总投入 800 亿元。

《技术报告》中指出，根据建设部第 38 号、北京发改委等九个部门联合发的京改[2006]839 号文件精神，国家大力提倡使用地源空调，在全国范围内推广，并出台了各项优惠政策予以扶持。预计未来 5 年，该技术在行业内的推广潜力可达到 50%，年节能能力达到 90 万 tce，年减碳能力约 207 万吨二氧化碳。

同时，水源热泵技术也在我国得到较快的发展，已有 100 多个利用地下水的水源热泵工程在实际应用，供热 / 空调面积达 100 余万平方米。水源热泵目前已经成为我国空调系统的一大热点，正从北京、天津、山东、河南、河北，迅速扩大

到湖北、湖南、内蒙和东北等地。预计未来 5 年，该技术在行业内的推广潜力可达到 70%，年节能能力 80 万 tce，年减碳能力约 184 万吨二氧化碳。

2014 年我国建筑能耗占社会总能耗的 41%，未来 5 年，预计全国采用浅层地能供暖建筑面积约 5.85 亿 m^2 ，单井循环换热地能采集技术将推广应用至约 1.2 亿 m^2 ，占全行业的 20%，预计总投入约 420 亿元，可形成年节能能力约 300 万 tce/a，减排量约每年 792 万吨二氧化碳。

报告显示，浅层地（热）能同井回灌技术推广前景很大，在适宜的水文地质条件下解决了水源热泵的回灌问题，充分开发利用了低品位能源—地热能，采用地热能同井回灌技术，结合合同能源管理运营模式，可以大面积推广。

因能源站布置灵活、可大可小，一个能源站可供给建筑面积大则几十万平方米、小则几千平方米；解决了用户供暖的问题，把节能效益发挥到最好，既减少前期投资，又降低后期运行费用，对节能减排做出很大的贡献。预计未来 5 年，该技术在行业内的推广比例可达到 8%，预计总投入 39.6 亿元，可形成节能能力约 27 万 tce/a，减排

能力为每年 71 万吨二氧化碳。

《技术报告》中还指出，我国市政污水资源非常丰富，年污水排放量超过 500 亿吨，且市政污水水温稳定，蕴含大量的热能，可作为热泵优质热源为建筑供暖提供热量。然而，通常受换热设备的制约，热泵往往布置于污水处理厂出水末端，同时因供热半径的影响，污水源热泵技术较难实现全面推广。

污水源热泵系统流道式换热技术是一种针对污水源换热设备研发的成套技术，不仅解决了污

水源热泵推广中换热设备易堵塞、腐蚀等问题，而且可在市政污水主管道取水和换热，实现污水热能的就地提取。

该技术的推广应用对于我国普及推广污水源热泵、开发探索绿色供暖技术具有重要的意义。预计未来 5 年，该技术推广比例达到 1%，可推广约 1 亿平方米供暖建筑面积，累计投资约 40 亿元，可形成年节能能力 49 万 tce，年碳减排能力 80 万吨二氧化碳。

节选自《地源热泵网》



加快浅层地热能开发利用 促进北方采暖地区燃煤减量替代

SPEED UP THE DEVELOPMENT AND UTILIZATION OF SHALLOW GEOTHERMAL ENERGY PROMOTE THE REDUCTION AND REPLACEMENT OF COAL IN NORTHERN HEATING AREAS

国家发改委、国土部、环保部、住建部、水利部、国家能源局近日联合发出《关于加快浅层地热能开发利用促进北方采暖地区燃煤减量替代的通知》。提出的主要目标是：以京津冀及周边地区等北方采暖地区为重点，到2020年，浅层地热能供热（冷）领域得到有效应用，应用水平得到较大提升，在替代民用散煤供热（冷）方面发挥积极作用，区域供热（冷）用能结构得到优化，相关政策机制和保障制度进一步完善，浅层地热能利用技术开发、咨询评价、关键设备制造、工程建设、运营服务等产业体系进一步健全。浅层地热能（亦称地温能）指自然界江、河、湖、海等地表水源、污水（再生水）源及地表以下200米以内、温度低于25摄氏度的岩土体和地下水中的低品位热能，可经热泵系统采集提取后用于建筑供热（冷）。在浅层

地热能开发利用中应坚持以下原则：

1、因地制宜。立足区域地质、水资源和浅层地热能特点、居民用能需求，结合城区、园区、郊县、农村经济发展状况、资源禀赋、气象条件、建筑物分布、配电条件等，合理开发利用地表水（含江、河、湖、海等）、污水（再生水）、岩土体、地下水等蕴含的浅层地热能，不断扩大浅层地热能的城市供暖中的应用。

2、安全稳定。供热（冷）涉及民生，浅层地热能开发利用必须把保障安全稳定运行放在首位，工程建设和运营单位应具备经营状况稳定、资信良好、技术成熟、建设规范、工程质量优良等条件，并符合当地供热管理有关规定，确保供热（冷）系统安全稳定可靠，满足供热、能效、环保、水资源保护要求。

3、环境友好。浅层地热能开发利用应以严格

保护水资源和生态环境为前提，确保不浪费水资源、不污染水质、不破坏土壤热平衡、不产生地质灾害。

4、市场主导与政府推动相结合。充分发挥

市场在资源配置中的决定性作用，以高质量满足社会供热（冷）需求不断提升人民群众获得感为出发点，鼓励各类投资主体参与浅层地热能开发。更好发挥政府作用。



浅层地热能供暖 在北京农村应用的调查

BEIJING RURAL SURVEY ON SHALLOW GEOTHERMAL ENERGY HEATING

作者：鄢毅平（北京农业职业学院教授）

根据习近平主席关于清洁供暖的指示和党的十九大提出的必须推动绿色产品和生态服务的资产化，让绿色产品、生态产品成为生产力，使生态优势能够转化成为经济优势的相关精神，2017 年国家发展改革委、国土资源部、环境保护部等六部门联合发布了《关于加快浅层地热能开发利用促进北方采暖地区燃煤减量替代的通知》。主要内容是，以京津冀及周边地区等北方采暖地区为重点，到 2020 年，浅层地热能供热（冷）领域得到有效应用，应用水平得到较大提升，让高效绿色的浅层地热能能在替代民用散煤供热（冷）方面发挥积极作用。

在我国北方，农村是民用散煤应用的主要区域之一，冬季主要用燃煤采暖。与城市相比农村供暖又有自身的特点。为提高北京市的空气质量，近几年北京市在农村大力推进煤改清洁能源工作，其中已有一些农村开始应用浅层地热能供暖。为了解在北方采暖地区中，农村浅层地热能应用的条件和实际效果，村民对浅层地热能供暖有什么意见和要求，以及农村改用浅层地热能供

暖的过程、遇到的问题和解决的办法，北京市农业职业学院调查组进行了农村应用浅层地热能的分类型调查。

一、典型深山区农村的调查

禅房村属门头沟区妙峰山镇，距门头沟城区约 35 公里，海拔 881 米，2015 年冬季室外最低气温 -25°C ，非常寒冷。全村 104 户村民，2016 年人均收入约 6000 元左右，是典型的北方纯山村。为改善村民居住环境，推动山区村发展，2013 年，禅房村被北京市政府确定为险村搬迁改造村。2017 年年底已经完成改造 82 户，改造后村民住房为集中的连排两层灰色小楼，上下两层，四室两厅两卫一厨，户的收入不高，新村的清洁供暖既需保证万无一失，同时费用又要农户能够接受。

该村清洁能源供暖为北京市科委试点的浅层地热能供暖项目。选择项目前，该村村委通过调查了解到，本镇水峪嘴村村委会的办公楼应用浅层地热能的地质热泵系统，实际运行费用低，使

用方便，系统可靠，从多年使用数据看，使用使用浅层地热能的地源热泵系统的地能温度相对恒定，供给温度相对有保证，能够符合深山严寒地区供暖的需求。地源热泵系统供暖的费用低，农户能承担。根据本村的条件，经多次研究，决定采用利用浅层地热能的地源热泵系统。经公开投标招标，在地源热泵系统中选择了安装每户独立运行的地能热宝系统，地源热泵安装与住房建设基本同步进行。住房建成后，在每家的房后石灰岩层下打了三口 100 米深的取热孔，（每个换热孔能够为 50 平方米左右的房间提供热量）同时根据住房条件，每户安装了 5 台独立的热泵机组。

地能热宝系统能实现人在哪屋就开哪屋设备，使用时根据用户的需要开动相应房间的机组，使用方法与空调机基本相同。从调查看，该村居民多数为老年人，多数户常住只有两三口人，白天一般根据生活需要仅开一、二组设备，虽然电费给予了补助，设备的节能性也很好，但绝大多数村民还是本着省着用的原则，尽可能减少开机的时间和数量，只有节假日子女们都回家时才开动全部设备。由于取暖能够根据各房间的需要灵活控制，设备的效率又比较高，近两年每户取暖的运行费用大体一个取暖季 2 千元左右，较烧煤时还低，供暖温度高，效果比烧煤好了很多，经过两年的运行，村民普遍满意。来此调查的北京市及门头沟区领导看到结果也表示满意。

禅房村山高路险，坡陡弯多。虽然新农村建设时通了柏油路，但冬天下雪时交通仍是极为不便。为保证地能热宝机组的正常运行，有关企业在村里培养了两名设备维修人员，留下了易损备件，能够使设备出现的一般问题在村内及时得到解决，保障了供暖正常进行。

调查中同时了解到，由于该村地下全部为石

灰岩，打取热孔的费用较平原区高很多，在山区中安装使用浅层地热能的供暖设施需要财政给予更大的支持。

二、使用浅层地热能更替电蓄能采暖农村的调查

罗家坟村位于海淀区北部新区，从 2009 年至 2013 年，罗家坟村先后被评为“北京郊区文明生态村”和“首都精神文明村”。村内约 108 户人，外来人口不多。该村地处平原，宅基地面积较大，村民多数为平房，户住房面积在 150 平方米左右。住房和保温条件较好。

2015 年农村煤改电中将村中的燃煤锅炉全部改为蓄能电暖气，实现了清洁供暖。通过 2 年的使用，村民发现，蓄能电暖气耗电大，使用费用高，运行费用高于使用燃煤。根据用户调查，电蓄能供暖每户 3-7 组电蓄能采暖器，户外电源配电功率 18KW，一个采暖季一户电费少则 5000 元，多到 12000 元，费用高，农户普遍反映承担不起。且电暖气蓄能时间有逐年下降的趋势，使用费用每年有所上升。而本镇的西闸村 2016 年在煤改电中采用了利用浅层地热能的地源热泵系统，使用的是地能热宝，在同样的年度，同样的使用条件下，户均取暖的运行费用不到本村的 40%，一户一年省了几千元。在村民的强烈要求下，该村在 2017 年 9 月，经有关部门同意全部更换了使用浅层地热能的地能热宝系统。每户打 2 到 3 个 100 米深的换热孔（在土层条件下每个孔能够为 80 平方米左右的房间提供基础热量），根据住房面积安装了数量不等的地能热宝系统，每个设备供暖面积约为 30 平方米。全村共安装地能热宝设备 390 套，设采集地能竖孔 347 个。更换地能热宝后用户反映，该系统的用电负荷仅有蓄能电暖气的四分之一左右，过去一个大房间安装的蓄能电暖气为 3600

实用案例

PROJECT SHOWCASE

瓦，而地能热宝系统提供同样的热量电负荷仅为 900 瓦，过去要在夜间谷电时蓄能，由于不知道第二天暖气是否使用，故夜间每个蓄能电暖气都要进行蓄能，有浪费能源的问题，而地能热宝系统可以根据家庭的需要即时开启，避免了能源的浪费或取暖的不足。虽然蓄能电暖气以使用谷电为主，而地能热宝系统平时开启单位电费高一些，但总体来说，由于利用浅层地热能的地能热宝的效率，使用灵活，供暖期间运行费用降低了 60% 左右。对于一些家里有老人、孩子的家庭，运行费用的降低更为明显，好的效果和低费用得到了村民的广泛认可。如村民张大婶，住房面积 293.22 平米，用蓄能电暖气时一个采暖季 7000 元左右（1750 元 / 月），2017 年完成改造后一个月 650 元左右，节省电费 63%，室内温度也较过去有所提高，还更加方便。

为了保障设备的正常运行和及时维修，安装地能热宝的企业在设备安装时吸收了本村两名村民参加安装工作，以了解和认识设备的构造，并吸收他们参加企业组织的对维修员工的技术培训，冬夏两季，设备运行时由该村受过培训的村民负责设备小故障的维修和例行保养，保障了地能热宝系统正常运行。

三、邻近城区，人口密集的老村调查

龙泉雾村位于龙泉镇北部，距门头沟区政府驻地大峪街道 5km，现有人口 4000 余人，其中农民 2500 人，居民 900 人，外来人口 1200 人，是老旧村街和新村交融的村庄。老村街道狭窄，道路弯曲；新村道路宽阔，住房相对整齐，主体是平房，有少数两层自建楼房。该村有部分百年以上的古建筑，有一些收入较高的住户几年前开始使用空气源热泵和电暖气。

龙泉雾村作为龙泉镇的清洁能源供暖试点村，在清洁能源供暖工程实施前，村居“两委”

班子成员、部分党员、村居民代表到各类供暖设备企业实地考察，讨论关于采暖设备的采购及安装工程的具体内容。并在参观中听取了已使用清洁能源村的村民见解。最终通过村、居委会的民主程序，决定龙泉雾村整村使用利用浅层地热能的地源热泵系统，少数未能安装地源热泵设备的住户采取空气源设备和储能式电暖器。共计安装采暖设备 1920 户，惠民涉及人口 4048 人，总供热面积 38 万平方米。在 2016 采暖季之前，全村“煤改电”工作全部完成。

经协商，具体设备选用了使用单井循环地能热宝系统，全村总共分 9 个区域实施，地能采集总共设计了 32 套，地能发热站设计了 12 套，由采集系统采集的地下热能集中供应到地能发热站，输送地热能到农民家庭，根据住房面积等安装分体的热泵，每个热泵供暖约 30 平方米。家庭根据生活需要开启热泵系统，为需要供热的房间供暖、制冷和提供生活热水。村民向供热站交纳每平方米每采暖季 8 元的基础热源费用，各家具体取暖费用主要取决于家庭设备开启的时间，主要是设备的电费。由于能够根据居住的需要开动设备，绝大多数家庭费用比较省。如有的农户客厅面积较大，安装了两个热泵系统，由于多数时间一个系统也可保障供暖，在这种条件下，农民只开一个设备供暖，明显节省了能源。这个项目获评了门头沟区 2017 年的节能低碳技术示范案例。有关调查反映，从对农户的经济承担能力来看，该系统是非常有优势的。村委会有关负责人说：“这次给我们村实施‘煤改电’，不仅补贴完善，采暖设备成本低，还用上了峰谷电价；最重要的是提高了生活水平，告别了烟火缭绕的时代，而且消除安全隐患，减少了煤气中毒情况的发生，既方便了村民，还清洁了空气。全村改成清洁能源取暖以后，这冬天村里的垃圾都少了 1/3，以前一家烧多少煤就扔出多少煤渣，



现在改成电取暖，这环境都干净了不少。”

为保障设备的运行，有关企业在村里设有 5 个保障小组，十几个维修保障人员，负责地能采集和家庭内设备的维修及地能发热站的运行。保障人员由企业培养的村内人员担任，主体是本村的村民，供暖、制冷期间负责保障设备的开启、维护和正常运行。

四、平原农村的调查

西闸村是海淀区的偏远行政村，与昌平区相邻，与中心城区距离较远，农户 284 户，产业以林果为主，村内有少量的外来人口。该村农户宅基地面积较大，以平房为主，农户住房面积普遍在 270m² 左右，以其他方式，在现有电力负荷条件下不能满足清洁供暖需求。通过详细考察，包括由镇领导带队组织的到恒有源公司的考察，以及村领导、村民到已经完成煤改清洁能源农村的考察。经村领导研究，村民代表大会讨论，决定采用恒有源的地能热宝系统替代各家烧煤的小锅炉，共改造 213 户。

虽然煤改清洁能源是好事，但村民对新事物需要一个接受的过程。“大家烧了这么多年的煤，已经习惯了。”西闸村村委会的工作人员说，初期入户调研的时候，有些村民对无煤化改造不理解，也不知道地源热泵是怎么回事，有抵触心理。之后村里坚持走群众路线，按照“试点先行、梯次展开、滚动推进”的策略开展工作，在西闸村选取了 1 户住户试点安装地源热泵。试点户完工后，村民纷纷去参观使用情况，所有疑问得到满意答复后，大家对无煤化工作都很支持，推进的速度也很快。此外，针对村民比较关注的后期设备的使用和维护问题，厂家负责人表示，售后服务有保障，请村民放心，电取暖设备 6 年免费保修，10 年内保修不收取工时费，终身有偿保修。

安装地源热泵系统的工作量较大，为了在一个月内完成该村的安装工作，恒有源先后组织了 600 多人的队伍，分别完成入户设计，与村民签订合同，打取热孔（每户四个，每个深 75m。以下是岩石层，难以继续打）安装室外机，室内的风机盘管，以及调试设备等工作。工程完成后，农户可得到供热、制冷和日常生活用水，其中生活热水的电能消耗为常规电热水器的 1/3。

实用案例

PROJECT SHOWCASE

安装期间恒有源公司在村内安置了6个集装箱办公房，搭了32个帐篷，围挡了800m²的场地用于放置工程用材、设备、工具等，并设有临时停车场。为不影响村民正常生活，甚至建有临时卫生间。施工对已有路面等损坏较大，设备安装后还有一个恢复路面的工程。由于事前进行了大量的工作，村民对施工产生的影响能够理解，并配合工程的实施。有三个西闸村的村民参与了地源热泵安装的工程，恒有源公司对三人进行了培训，为日后村内设备维修做了人才准备。在安装调试阶段，在村内设立了供热服务室，有专人值班，负责解决供热期产生的问题，维修时有视频与恒有源公司联系，村内有必要的配件。

经过两年的运行，抽样调查反映，多数人家

一个供暖季供暖电费平均每平方米10元左右，个别人家住房面积大，常住人口少，平均每平方米取暖电费低于10元，这个村村民家中主要选用了风机盘管终端，不但冬季取暖，夏天也可制冷，夏季制冷电费低于空调机，大部分家庭还选用了热水系统，产生热水的电能消耗是电热水器的三分之一左右，完善的系统提高了村民的生活水平，受到村民的好评。

通过上述四个类型农村的调查可以看出，目前我国开发的浅层地热能供暖系统适用北京农村绝大多数农村的条件，使用效果良好，运行可靠，运行费用低，受到了领导的好评和农村、农民的欢迎，通过完善相关政策可以在北方农村大面积推广。



Beijing Rural Survey on Shallow Geothermal Energy Heating

Author: Yan yipping

According to President Xi Jinping's directive on clean heating and the need to promote the production of green products and capitalization of ecological services as requested by the 19th National Congress of the Communist Party of China, six ministries such as National Development and Reform Commission, Ministry of Land and Resources, and Ministry of Environmental Protection etc. jointly released the Notification on Accelerating Development and Utilization of Shallow Geothermal Energy to Promote Replacement of Coal in Heating Areas of Northern China in 2017 so as to enable green products and ecological products to become productive forces, and to transform the ecological advantage into the relevant driving force for economic advantage. The main content is to focus on the Beijing-Tianjin-Hebei Region and surrounding areas as key areas for heating in Northern China. By 2020, shallow geothermal energy will be effectively applied in the field of heating (cooling), and the application level will be greatly improved. This allows the highly-efficient and green shallow geothermal energy to play an active role in the replacement of civil scattered coal heating (cooling).

In Northern China, countryside is one of the main areas for the application of civil scattered coal, which is mainly used for heating in winter. Compared with cities, rural heating has its own characteristics. In order to improve the air quality in Beijing, Beijing has vigorously promoted coal reform and clean energy in rural areas in recent years. Some rural areas have started to use the shallow geothermal heat. Beijing Vocational College of Agriculture has carried out a survey on the classification of the shallow geothermal energy applied in rural areas so as to understand the conditions and practical effects of the application of shallow geothermal energy in rural areas in Northern China, understand villagers' opinions and requirements on the shallow geothermal heating, and understand the problems and solutions in the process of switching to the shallow geothermal heating in rural areas.

I. Survey on Typical Deep Mountain Countryside

Chanfang Village is located in the Miaofengshan Town of Mentougou District. It is about 35km from the downtown and 881m above sea level. In 2015, outdoor lowest

temperature reached -25°C in winter, which was rather cold. There are 104 households in the whole village. In 2016, the per capita income was about RMB 6,000, which was the typical pure mountain village in Northern China. In 2013, the village was designated as the village of relocation and reconstruction by the Beijing Municipal Government so as to improve the living environment of the villagers and promote the village development. 82 households have completed renovation by the end of 2017. After the renovation, the villagers' houses were two floors of gray buildings, two floors up and down, four bedrooms and two living rooms, two bathrooms and one kitchen. The houses were divided into two types of 170m^2 and 120m^2 equipped with aluminum alloy doors and windows as well as heat preservation. The villagers' income was not high and thus the clean heating in the new village needed to be guaranteed and the costs should be acceptable to the villagers.

The village clean energy heating was the pilot shallow geothermal heating project by the Beijing Science and Technology Commission. Before selecting the project, through investigation, the Village Committee learned that the ground source heat pump system of shallow geothermal energy had been applied in the office building of the Village Committee of Shuiyuzui Village in this Town. The actual operation cost was low, the usage was convenient and the system was reliable. Based on years of usage data, the geothermal energy temperature of ground source heat

pump system with shallow geothermal energy has been relatively constant. The supply temperature was relatively guaranteed, which could meet the needs of heating in the cold deep mountain region. The heating costs of the ground source heat pump system were low and the villagers could afford it. According to the village conditions, after several studies, it was decided to adopt the ground source heat pump system with shallow geothermal energy. After the public bidding, a separate operating system of geothermal energy system was selected and installed among the ground source heat pump systems. The installation of ground source heat pump was paralleled to housing construction. After the housing was completed, three 100-meter-deep hot holes were drilled under the lime rock behind each house (each heat exchange hole could provide heat for a room about 50m^2). Meanwhile each household was installed with 5 independent heat pump units according to the housing conditions.

The geothermal energy system can be used according to people's position. The unit of the corresponding room will be used according to the user's needs, which is basically the same as the air conditioner. According to the survey, the residents of the village are mostly old people, and most of the households have only two or three people. Only one or two sets of equipment need running for daily life during daytime. The electricity costs are subsidized and the equipment is energy-saving, but the majority of villagers use the

equipment as saving as possible to reduce the duration and frequency of running as much as possible. They will not run all the equipment until their children return home on holiday. The equipment efficiency is relatively high because heating can be controlled flexibly according to the needs of each room. In the past two years, the operating costs of heating for each household have been about RMB 2,000 in the heating season, which are lower than the costs of coal burning. The heating temperature is high, which is much better than coal burning. The villagers feel satisfied after two years of operation, and the leaders of Beijing and Mentougou District, who come to the survey, also express satisfaction with the results.

The Chanfang Village has risky road and steep slope. Though the asphalt roads have become available as a result of new rural construction, the traffic is still extremely inconvenient when it snows in winter. In order to ensure the normal operation of the geothermal energy system unit, relevant enterprises have trained two maintenance personnel in the village and left vulnerable spare parts, which will can timely solve general problems of the equipment in the village and ensure normal heating.

It is also learned that during the survey, because the village was all limestone underground, the costs of drilling heating holes were much higher than those of in the plain area, the heating facilities using the shallow geothermal energy in the mountains would require greater financial support.

II. Survey on Usage of Shallow Geothermal Energy Replacing Electric Energy Storage for Heating in Rural Areas

Luojiafen Village is located in the Northern New District of Haidian District. From 2009 to 2013, Luojiafen Village has been awarded as “Civilized Ecological Village in Beijing Suburb” and “Spiritual Civilization Village in Capital”. There are about 108 households in the village with few external people. The village is located in the plain and the homestead is large. Most of the villagers have bungalows, with a housing area about 150m². The housing and heat preservation conditions are much better.

In the coal to electricity process throughout 2015, all the coal-fired boilers in the village have been converted to electric energy storage heating, which provided clean heating. After 2-year usage, the villagers found that the electric energy storage heating had high power consumption, and the operation costs were higher than those of fire coal. According to the user survey, the electric energy storage users adopted 3-7 sets of electric energy storage devices, outdoor distribution power was 18KW, and the electric charge of one household in one heating season was RMB 5,000 and even as high as RMB 12,000. The costs were too high to be afforded by villagers. In addition, the usage of electric energy storage has been decreased year by year meanwhile the usage fee has been increased year by year. In the coal to electricity process in 2016, Xizha Village in this Town adopted the ground source heat pump system with shallow geothermal

energy. The villagers adopted the geothermal energy system and in the same year and under the same conditions, the heating operating costs of each household were less than 40% of the village. One household saved thousands of RMB a year. As strongly requested by villagers, all the households used the geothermal energy system with shallow geothermal energy after relevant department approved in September 2017. Each household drilled 2 to 3 100-meter deep heat exchange holes (each hole could provide basic heat for a room about 80m² under the soil layer conditions). A number of different geothermal energy systems were installed according to the housing area, and each equipment heating area reached about 30m². Totally 390 sets of geothermal energy systems have been installed in the village and 347 vertical geothermal energy collection holes have been set up. After using the geothermal energy system, the user said the electrical load of the system was only about a quarter of that of a storage electric heater. In the past, a large room installed with the storage electric heater consumed 3,600W; meanwhile the geothermal energy system provided the same thermal load only by 900W. In the past, it was needed to store energy during off-peak time at night. Because the user did not know if the heating was going to be used on the next day, the user had to have energy storage at night which might cause waste. By contrast, the geothermal energy system could be turned on at any time according to the needs of

the family, avoiding energy waste or heating shortage. Although the energy storage electric heater was mainly used for the off-peak electricity, and the geothermal energy system would have higher charge at start, in general, due to the high efficiency and flexibility of the geothermal energy system with geothermal energy, the operating costs during heating season have been reduced by about 60%. For some families with old people and children, the reduction of operating expenses has become more obvious. The good effects and low costs have been widely recognized by the villagers. For example, Aunt Zhang, with a housing area of 293.22m², had heating season costs about RMB 7,000 (RMB 1,750 /month) through the storage electric heater. After completing the renovation in 2017, the costs were about RMB 650 a month, saving 63% of electricity bill, and the indoor temperature has become higher than that of in the past, and has become more convenient.

In order to ensure the normal operation and timely maintenance of the equipment, when the equipment was installed by the enterprise, two villagers were arranged to participate in the installation to understand the equipment structure and participate in the technical training for maintenance staff organized by enterprise. Therefore, during the equipment operation in winter and summer, the trained villagers will be responsible for the repairing and routine maintenance of the equipment, which can ensure the normal system operation.

III. Survey on Neighboring Urban Areas and Densely-Populated Old Villages

Longquanwu Village is located in the north of Longquan Town, 5km away from the Government Resident Danyu Street in Mentougou District. There are more than 4,000 people, including 2,500 farmers, 900 residents and 1,200 migrants. It is the village that blends the old and new villages. The old village streets are narrow and the roads are crooked; the new village road is wide, the housing is relatively neat, the main body is bungalows, and there are a few two floors of self-built buildings. The village has more than 100 years of ancient buildings, and some high-income residents have begun to use air source heat pumps and electric heaters since a few years ago.

As the clean energy heating pilot village of Longquan Town, prior to the implementation of the clean energy heating project, the members of the "Two Committees", party members and representatives of village residents in Longquanwu Village were on the field trip of various heating equipment enterprises, and discussed the details of procurement and installation of heating equipment, heard from the villagers who had used the clean energy village during the visit. Finally, through the democratic process of the village committee, they decided to use the ground source heat pump system with shallow geothermal energy in the whole Longquanwu Village. A small number of households that had not been able to install the ground source heat pump equipment adopted the air source equipment

and energy storage electric heaters. A total of 1,920 units of heating equipment were installed, benefitting 4048 people and a total heating area of 380,000m². The whole village had completed the "coal to electricity" work before the 2016 heating season.

Through consultation, the single well circulation geothermal energy system was selected as the specific equipment. The whole village was divided into 9 regions. Totally 32 sets of geothermal energy collection devices were designed and 12 sets of geothermal stations were designed. The underground thermal energy collected by the collection system was supplied to the geothermal energy station, conveying geothermal energy to the villagers' families. Each heat pump heated about 30m² according to the housing area and other installed heat pump in several parts. The family could turn on the heat pump system according to the needs of life so as to provide heating, cooling and hot water for the room. The villagers needed to pay the basic heat source fee of RMB 8/m² in each heating season for the heating station. The specific heating costs mainly depended on the duration spent on the household equipment, mainly the equipment electricity. Most of the household expenses were relatively low because the equipment could be used as needed. For example, a villager had larger living room and installed two heat pump systems. Because one system could also guarantee heating most of the time, under such conditions, the villager only needed to turn on one device to heat,

which was obviously saving energy. The project was been awarded as a demonstration case of energy-saving and low-carbon technology in the Mentougou District in 2017. The survey reflects that the system is very advantageous in terms of economic affordability of villagers. The head of the Village Committee says: “we carry out ‘coal to electricity’, which not only improves subsidies and brings low costs of heating equipment, but also uses the peak valley electricity price. The most important thing is to raise the standard of living, say goodbye to the era of thick smoke, eliminate safety hazards, reduce occurrence of gas poisoning, which is convenient for the villagers and clean the air. After the whole village has changed to clean energy, there is less than 1/3 of the garbage in the village in this winter. In the past, one household needed to throw out the coal cinder proportionally to coal burned. But now it is turned into electric heating and the environment has become cleaner.”

In order to ensure the equipment operation, some companies have provided 5 security teams and a dozen of maintenance staff in the village. They are responsible for



the collection of geothermal energy, the maintenance of domestic equipment and the operation of geothermal heat stations. The security personnel should be held by the village personnel trained by the enterprise. The main body is the villagers responsible for ON/OFF, maintenance and normal operation of the equipment during heating and cooling seasons.

IV. Survey on Plain Villages

Xizha Village is a remote administrative village in Haidian District. It is adjacent to Changping District and is far away from the central city. There are 284 households mainly living on forests and fruits, and there are a small number of migrants in the village. The household has large homestead which is dominated by bungalows. The villager's housing area is generally around 270m². In other ways, clean heating needs cannot be met under the current power load conditions. Through detailed investigation, including the investigation by the town

leaders to HYY, the rural inspection on the coal to clean energy has been completed. After the village leadership research and the discussion of the villagers' representative assembly, they decided to replace the coal-burned small boilers with the HYY geothermal energy system, and totally 213 households have been renovated.

Although it is good thing to use clean energy from coal, villagers need an acceptable process for new things. "The villagers have been used to burning coal for so many years." The staff of Village Committee of Xizha Village said, at the beginning of the household survey, some villagers did not understand the coal-free renovation, did not know what the source heat pump was, and they were resistant. After that, the village adhered to the mass line. According to the strategy of "pilot first, forward by step, and rolling promoting", a pilot household was selected and installed with the ground source heat pump in the Xizha Village. After the completion of the pilot household, the villagers went to see the usage. After all the questions were satisfied, everyone was very supportive of the non-coal project, and the promotional speed was very fast. In addition, for the later equipment usage and maintenance concerned by villagers, the factory responsible person said that the after-sale service would be guaranteed, and the villagers would be assured that the electric heating equipment would be free for 6 years, and the man-hour costs would not be charged within the 10-year warranty and with lifetime paid warranty.

The installation of ground source heat pump system was very heavy. To complete the installation in the village within one month, HYY organized teams of more than 600 people, completing household design, signing contracts with villagers, and drilling hot holes (four holes in each household, each depth of 75m, below was the lithosphere difficult to continue drilling) so as to install outdoor machine, indoor fan coil, and conduct equipment commissioning and other work. After the project completion, the villagers could get water for heating, cooling and daily life, and the electricity consumption of domestic hot water consumption was 1/3 of the conventional electric water heater.

During the installation, HYY installed 6 container offices in the village and built 32 tents, enclosed 800m² of the site for the placement of engineering materials, equipment and tools etc., and set up a temporary parking lot. In order not to affect the villagers' normal life, HYY even set up a temporary toilet. The construction has damaged the existing road, and there was a project to restore the road surface after installation. Due to a large amount of work done beforehand, the villagers could understand the construction influence on them, and cooperated with the project implementation. Three villagers in Xizha Village participated in the installation of ground source heat pump. HYY trained the three people to prepare for the equipment maintenance in the village. During the installation and commission, HYY set up a heating service room in the

village, there were staffs on duty responsible for solving the problems during the heating period. During maintenance, video could be used to contact with HYY, and there were necessary accessories in the village.

After two years of operation, the sample survey reflects that the average heating bill in heating season in most households is about RMB 10/m². The housing area of individual households is large and the resident population is small, and the average heating bill is less than RMB 10/m². The villagers mainly choose fan coil terminal for winter heating and summer cooling. In summer, the cooling electricity cost is lower than the air conditioner. Most households also choose the hot water system,

and the electricity consumption of hot water is about 1/3 of the electric water heater. The improved system has enhanced the villagers' living standards and has been well received by the villagers.

Through these four types of rural surveys, it can be seen that, the shallow geothermal heating system currently developed in China is suitable for the majority of rural areas in Beijing, which is featured by good performance, reliable operation, and low operating costs. It has been praised by the leaders and welcomed by the countryside and villagers, and it can be widely promoted in the rural areas of Northern China through improving relevant policies.



页岩气开发关键技术与环境问题研究分析

STUDY AND ANALYSIS ON KEY TECHNOLOGY AND ENVIRONMENTAL ISSUES FOR SHALE GAS DEVELOPMENT

作者：李军（山西省地质矿产研究院）

摘要：页岩气是一种重要的能源，在我国能源建设过程中发挥了十分重要的作用，为了进一步提高页岩气利用水平，必须要积极加强对页岩气开发关键技术的研究，并且要针对页岩气开发过程中的环境问题进行分析，提高环境保护水平。本文对页岩气开发的关键技术以及环境问题进行分析与探讨。

关键词：页岩气开发；技术问题；环境问题

页岩气是一种储存含量较高、分布广泛的非常规天然气，主要以游离或者吸附的状态存在于页岩中，是世界上公认的清洁能源和高效能源。我国的页岩气含量十分丰富，目前我国探测到的非常规天然气大约有 190 万亿立方米，其中页岩气达 100 万亿立方米，可以开采的页岩气含量大约有 26 万亿立方米，与美国的页岩气含量相当。近年来，我国对页岩气开发的重视程度不断提升，页岩气开发的计划也不断加速，在常规能源不断消耗减少的过程中，加强页岩气开发是环节能源危机，解决天然气缺口压力的一个重要途径，可以有效地保障国家能源安全，改善能源供给结构。

一、页岩气开发的主要技术

在页岩气开发过程中，美国具有比较丰富的经验，这也为我国的页岩气开发提供了一定帮助，但是我国与美国的地质情况不同，因此一些在美国适用的技术可能在我国并不适用，所以加强我国页岩气开发的时候必须要从常规的油气勘探开发的思路中跳出来，学习其他国家的经验，并且结合我国的实际情况开展页岩气开发技术研究。当前页岩气开发过程中常用的技术主要有三种：

第一，水力压裂法。这种方法指的是将水注入到油井中，使得油井的岩石层断裂，然后将圈闭在岩层中的油和天然气释放出来，注入岩石中的水通常是含有化学物质的水，比如混合了降阻



剂、抗菌剂、盐酸等物质。水力压裂法是当前页岩气开发过程中比较常见的一种方法，在美国页岩气开发过程中十分常用。

第二，地震勘探技术。地震勘探技术包括三维地震技术和井中地震技术，其中前者主要是用于对三复杂构造储层中的非均质性和裂缝发育带进行识别，从而提高页岩气勘探结果的准确性，

为页岩气勘探提供更多支持。地震技术指的是在向岩层传输一个高分辨率高信噪比高保真的地震力，模拟真实地震情况，从而将封闭在岩层中的页岩气释放出来。

第三，钻井技术。钻井技术也是页岩气开发过程中最常用的技术之一，美国 1821 年完钻世界上第一口页岩气井，从此以后钻井技术就在页

页岩气开发过程中发挥了十分重要的作用。在页岩气开发过程中使用的技术主要有旋转导向技术,用于地层引导和地层评价,确保勘探目标区域内的钻井可以随时被监测,并且能够将钻井中的页岩气释放情况监测起来,实现页岩气的收集,提高页岩气开发水平。

第四,页岩含气量录井和现场测试技术。页岩孔隙度一般都比较低,而且主要是裂缝以及微裂孔,所以大部分页岩气都是以游离形式或者吸附方式存在于岩石中的,在开发过程中为了防止页岩气逸散进入井筒,主要通过测量岩体中心吸附的页岩气的含量为标准,在进行录井的时候,需要在现场进行页岩气含量的测定,主要通过页岩解吸及吸附等环节完成相关测试,从而评价页岩的开发价值。

二、页岩气开发过程中的环境问题

页岩气开发虽然可以缓解我国的能源危机,但是在开发过程中出现的环境问题也是不容忽视的一个重要方面。环境保护是我国经济建设过程中的一个基本任务,由于页岩气开发过程中的质量问题较多,比如对水资源造成污染,页岩气开发过程中产生的很多有毒有害的物质会污染地下水,导致地下水不能正常使用,带来水资源危机。另外,页岩气开发过程中一些有害气体可能进入空气中,比如甲烷,在空气中大量存在,会加重温室效应,带来全球气候问题。因此必须要积极加强对环境问题的分析,针对当前我国页岩气开发现状,可以从以下几个方面着手加强页岩气开发过程中的环境保护力度。

第一,要加强对页岩气开发技术的研究。在新时期加强页岩气开发的时候必须要注重对技术的创新,比如在开发过程中对有害气体的含量进行监测,如二氧化硫感应器、甲烷红外气体分析仪等,这些设备都可以实现对有害气体的实时监

控,当开发过程中的有害气体超过一定程度的时候就会出现报警,相关技术人员要立即停止开采,对开发的方案进行重新研究和设计,提高开发水平,减少环境污染。第二,对水资源进行保护。在页岩气开发取水过程中,一般在进入大规模开发阶段之后就必须要对开发过程中的水资源工作进行论证,防止开发过程中对水资源的使用量较高,造成水资源短缺和匮乏。另外,在开发过程中要积极加强对有毒有害的化学物质的研究,使用各种替代品,在现有的开发技术基础上,要探索更有效的压裂废水处理方法。第三,必须要对页岩气开发过程进行科学规划,在页岩气开发过程中,由于缺乏归还,很容易导致环境污染问题,使得页岩气开发过程中的一些行为不够规范。对此,要加强对开发过程的规划设计,严格遵循环境保护的要求和规定,在生产过程中加强对生产部门的控制,减少生产部门的一些不规范的操作行为。

结语

综上所述,页岩气是一种清洁无污染的新型非常规天然气,在页岩气开发过程中可以加强对各种新技术的应用,对发达国家的页岩气开发过程中的技术进行借鉴,并且结合我国的实际情况开展有针对性的研究,提高页岩气开发水平。另外,在开发过程中要注重对环境的保护,对常见的环境污染问题进行控制。

参考文献:

- [1] 王楠.页岩气开发环境研究[J].当代经济,2013(01)
- [2] 杨德敏,夏宏,袁建梅.页岩气开发关键技术与环境问题研究[J].现状现代化工,2014(07)
- [3] 张东晓,杨婷云,吴天昊.页岩气开发机理和关键问题[J].科学通报,2016(01)

敬告读者

TO INFORM THE READER

《中国地能》从 2018 年起更名为《中国地热能》。

《中国地热能》是由中国地热能出版社主办，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，双语季月刊。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、大众提供交流空间；推广浅层地热能利用经验，展示应用实例。

2018 年，我们始终不忘读者的期待，用心用力办好期刊。毫无疑问，优化空气、节能减排、治理雾霾是当前摆在全体中国人民面前一个重大课题，我们期望《中国地热能》这本小小的期刊能够为攻克这一难题贡献微薄之力。

立足长远，着眼当前，在继承中创新，在变革中发展。自创刊以来，期刊一直得到了业内专家学者和广大读者的热情支持，在此致以我们的衷心感谢。大家的关注是我们的追求，大家的支持是我们的动力。让我们携手共进，在新的一年里共同打造《中国地热能》的美好明天。

《中国地热能》编辑部

投稿及广告联系人：李雪

电话：010-62599774

邮箱：journal@cgsenergy.com.hk

中國地熱能
CHINA GEOTHERMAL ENERGY



恭贺新春

狗年吉祥，金狗送福~！

The 67th anniversary of the founding of the People's Republic of China

ENERGY SAVING AND EMISSION
REDUCTION OF THE GREEN LIFE

狗年，中国十二生肖年份之一，狗在十二地支中以“戌”为代表，在一年中戌月是九月，是个收藏的季节，此时山野一片凋落寂寞，是个入冬之前的景色。

January 一月

日	一	二	三	四	五	六
	1	2	3	4	5	6
	十五	十六	十七	十八	十九	二十
7	8	9	10	11	12	13
廿一	廿二	廿三	廿四	廿五	廿六	廿七
14	15	16	17	18	19	20
廿八	廿九	三十	十二月	初二	初三	初四
21	22	23	24	25	26	27
初五	初六	初七	初八	初九	初十	十一
28	29	30	31			
十二	十三	十四	十五			

February 二月

日	一	二	三	四	五	六
				1	2	3
				十六	十七	十八
4	5	6	7	8	9	10
立春	二十	廿一	廿二	廿三	廿四	廿五
11	12	13	14	15	16	17
廿六	廿七	廿八	廿九	三十	正月	初二
18	19	20	21	22	23	24
初三	雨水	初五	初六	初七	初八	初九
25	26	27	28			
初十	十一	十二	十三			

March 三月

日	一	二	三	四	五	六
				1	2	3
				十四	十五	十六
4	5	6	7	8	9	10
十七	惊蛰	十九	二十	廿一	廿二	廿三
11	12	13	14	15	16	17
廿四	廿五	廿六	廿七	廿八	廿九	二月
18	19	20	21	22	23	24
初二	初三	春分	初五	初六	初七	初八
25	26	27	28	29	30	31
初九	初十	十一	十二	十三	十四	十五

April 四月

日	一	二	三	四	五	六
1	2	3	4	5	6	7
十六	十七	十八	十九	清明	廿一	廿二
8	9	10	11	12	13	14
廿三	廿四	廿五	廿六	廿七	廿八	廿九
15	16	17	18	19	20	21
三十	三月	初二	初三	初四	谷雨	初六
22	23	24	25	26	27	28
初七	初八	初九	初十	十一	十二	十三
29	30					
十四	十五					

May 五月

日	一	二	三	四	五	六
		1	2	3	4	5
		十六	十七	十八	十九	立夏
6	7	8	9	10	11	12
廿一	廿二	廿三	廿四	廿五	廿六	廿七
13	14	15	16	17	18	19
廿八	廿九	四月	初二	初三	初四	初五
20	21	22	23	24	25	26
初六	小满	初八	初九	初十	十一	十二
27	28	29	30	31		
十三	十四	十五	十六	十七		

June 六月

日	一	二	三	四	五	六
				1	2	
				十八	十九	
3	4	5	6	7	8	9
二十	廿一	廿二	芒种	廿四	廿五	廿六
10	11	12	13	14	15	16
廿七	廿八	廿九	三十	五月	初二	初三
17	18	19	20	21	22	23
初四	初五	初六	初七	夏至	初九	初十
24	25	26	27	28	29	30
十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七

July 七月

日	一	二	三	四	五	六
1	2	3	4	5	6	7
十八	十九	二十	廿一	廿二	廿三	小暑
8	9	10	11	12	13	14
廿五	廿六	廿七	廿八	廿九	六月初二	初三
15	16	17	18	19	20	21
初三	初四	初五	初六	初七	初八	初九
22	23	24	25	26	27	28
初十	十一	十二	十三	十四	十五	十六
29	30	31				
十七	十八	十九				

August 八月

日	一	二	三	四	五	六
			1	2	3	4
			二十	廿一	廿二	廿三
5	6	7	8	9	10	11
廿四	廿五	立秋	廿七	廿八	廿九	七月
12	13	14	15	16	17	18
初二	初三	初四	初五	初六	初七	初八
19	20	21	22	23	24	25
初九	初十	十一	十二	处暑	十四	十五
26	27	28	29	30	31	
十六	十七	十八	十九	二十	廿一	

September 九月

日	一	二	三	四	五	六
						1
						廿二
2	3	4	5	6	7	8
廿三	廿四	廿五	廿六	廿七	廿八	白露
9	10	11	12	13	14	15
三十	八月	初二	初三	初四	初五	初六
16	17	18	19	20	21	22
初七	初八	初九	初十	十一	十二	十三
23	24	25	26	27	28	29
秋分	十五	十六	十七	十八	十九	二十
30						
廿一						

October 十月

日	一	二	三	四	五	六
	1	2	3	4	5	6
	廿二	廿三	廿四	廿五	廿六	廿七
7	8	9	10	11	12	13
廿八	寒露	九月	初二	初三	初四	初五
14	15	16	17	18	19	20
初六	初七	初八	初九	初十	十一	十二
21	22	23	24	25	26	27
十三	十四	霜降	十六	十七	十八	十九
28	29	30	31			
二十	廿一	廿二	廿三			

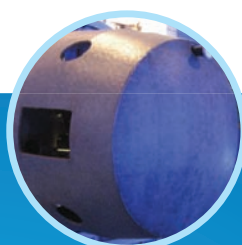
November 十一月

日	一	二	三	四	五	六
				1	2	3
				廿四	廿五	廿六
4	5	6	7	8	9	10
廿七	廿八	廿九	立冬	初二	初三	初四
11	12	13	14	15	16	17
初五	初六	初七	初八	初九	初十	十一
18	19	20	21	22	23	24
十二	十三	十四	十五	小雪	十七	十八
25	26	27	28	29	30	
十九	二十	廿一	廿二	廿三	廿四	

December 十二月

日	一	二	三	四	五	六
						1
						廿四
2	3	4	5	6	7	8
廿五	廿六	廿七	廿八	廿九	十一月(大雪)	初二
9	10	11	12	13	14	15
初三	初四	初五	初六	初七	初八	初九
16	17	18	19	20	21	22
初十	十一	十二	十三	十四	十五	冬至
23	24	25	26	27	28	29
十七	十八	十九	二十	廿一	廿二	廿三
30	31					
廿四	廿五					

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。



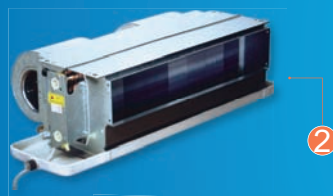
可靠性技术：航空领域先进的数字控制系统，拥有能与战媲美的可靠性

防腐技术：新工艺军工防腐技术 抗氧化腐蚀，经久耐用

军用雷达防电磁干扰技术



1



2



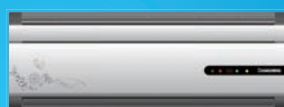
4



3



5



6



7



9

8



1. 地能热（冷）吸顶机
2. 地能热（冷）风管机
3. 地能热（冷）柜机 A
4. 地能热（冷）柜机 B
5. 地能热（冷）卧机
6. 地能热（冷）壁挂机
7. 地能热泵热水器（生活热水）
8. 地能热泵锅炉
9. 地能热泵多联机

**航天飞机燃料箱
真空氮检技术**

**航天飞机防腐防锈
处理技术**



宏源地能热宝技术有限公司

地址：四川省绵阳市涪城区金家林下街 29 号
联系电话：010-62592341 400-666-6168
传真：010-62593653
电邮：dnrb@hyy.com.cn



扫描二维码
获取更多地能知识