

ISSN:2309845 7

2017年03月

第18期

季刊

中國地能

CHINA GROUND SOURCE ENERGY



关于加快我国地热资源
开发的几点思考

P06

2017年中国地热产业
交流大会

P22

为我国无煤、
替煤路线图进言

P44

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.

中国地能

CHINA GROUND SOURCE ENERGY

《中国地能》编委会 China Ground Source Energy Editorial Committee

主任 王秉忱	Director WANG Bingchen
副主任 柴晓钟 吴德绳 孙骥	Deputy Director CHAI Xiaozhong, WU Desheng, SUN Ji
委员 沈梦培 程 韧 李继江 庞忠和 郑克棧 徐 伟 武 强 张 军 黄学勤 李宁波 许文发 朱家玲 马最良	Committee Member SHEN MengPei, CHENG Ren, LI Jijiang, PANG Zhonghe, ZHENG Keyan XU Wei, WU Qiang, ZHANG Jun, HUANG Xueqin, LI Ningbo XU Wenfa, ZHU Jialing, MA Zuiliang

《中国地能》杂志社 China Ground Source Energy Magazine

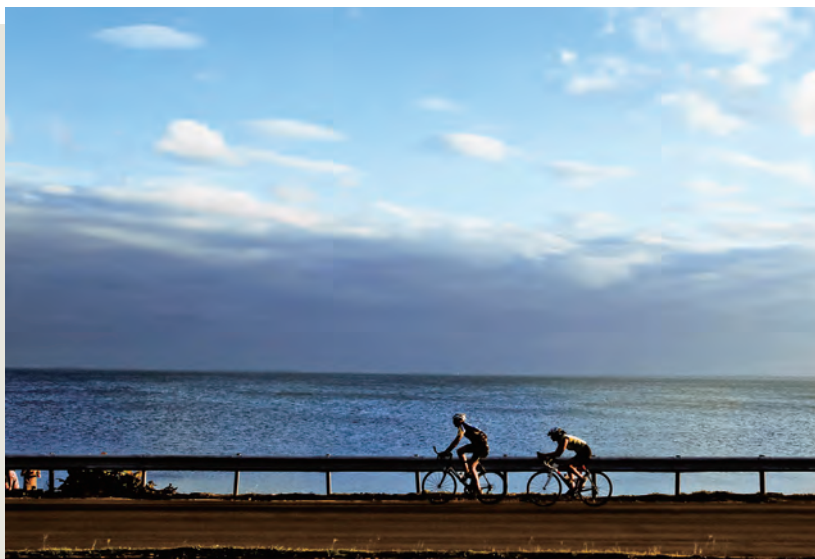
社长 徐生恒	President XU Shengheng
总法律顾问 邢文鑫	General Counsel XING Wenxin
总 编 孙 伟	Editor in Chief SUN Wei
出版顾问 王进友	Publish Consultant WANG Jinyou
编 辑 李 雪	Editor Tiffany Lee
特约记者 李 晶	Special Correspondent Li Jing
设计制作 北科视觉设计中心	Art Editor SCIENCE TECHNOLOGY LIFE

主 办 中国地能出版社有限公司 地址 香港中环皇后大道中 99 号中环中心 37 楼 3709-10 室	Sponsor China Ground Source 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

关于加快我国地热资源开发的 几点思考 **P06**

推进北方地区冬季清洁取暖，关系雾霾天能不能减少，是能源生产和消费革命、农村生活方式革命的重要内容；要按照企业为主、政府推动、居民可承受的方针，宜气则气、宜电则电，尽可能利用清洁能源，加快提高清洁化供暖比重。

Considerations on Accelerating the Development of Geothermal Resources in China **P13**

P22 SPECIAL REPORT 特别报导

2017 中国地热产业交流大会在石家庄召开 P22

Chinese Geo-thermal Energy Industry Exchange Conference 2017 Held in Shijiazhuang **P24**

浅层地能为建筑物智慧供暖势在必行——恒有源科技发展集团有限公司 2016 年向专家汇报会 P29

P32 POLICY ADVICES 建言献策

浅层地能在设施农业和农产品存储中具有广阔的应用前景 P32

The Shallow Ground Source Energy Has A Broad Application Prospect in Facility Agriculture and the Storage of Agricultural Products **P37**

为我国无煤、替煤路线图进言 P44

Advice on the route map for coal zeroing and substitution in China **P49**

雾霾成因及地热资源的应用 P56

P61 DEVELOPMENT FORUM 发展论坛

地热——“热气腾腾”的新型能源 P61



中国地能发展与美国的对比

P67

P72

POLICY PROGRAMME

政策方针

北京印发“十三五”民用建筑节能发展规划

P72

国务院印发《“十三五”节能减排综合工作方案》

P74

地热能开发利用“十三五”规划

P75

P77

HOTSPOT INFO

热点资讯

中国科学院地热资源研究中心主任庞忠和：地热人的心更热了

P77

国务院参事刘燕华：雾霾天气处理不好会导致社会问题

P80

为地热开发打开政策通道

P82

P84

PROJECT SHOWCASE

实用案例

地能热宝暖村运行简介

P84

P86

KNOWLEDGE SHARING

能源科普

干热岩地热资源：我国分布和国际上的发展

P86

封面 / 目录图片 摄影：孙伟

中國地能
CHINA GROUND SOURCE ENERGY

2017年3月
第18期
季刊

关于加快我国地热资源开发的几点思考

CONSIDERATIONS ON ACCELERATING THE DEVELOPMENT OF GEOTHERMAL RESOURCES IN CHINA

作者：曹耀峰（中国工程院院士、国家地热能中心主任）

2014年6月13日，习近平在主持召开中央财经领导小组第六次会议上，提出要推进能源消费革命、供给革命、技术革命和体制革命等四个革命。2016年8月份，国务院在印发的《“十三五”国家科技创新规划》中，提出深空、深海、深地（含干热岩）、深蓝“四深”战略。2016年2月21日召开的中央财经领导小组第十四次会议上，重点谈了关注“雾霾”、“垃圾分类”等六个关键民生问题，把雾霾作为第一个问题提出，习近平总书记强调：推进北方地区冬季清洁取暖，关系雾霾天能不能减少，是能源生产和消费革命、农村生活方式革命的重要内容；要按照企业为主、政府推动、居民可承受的方针，宜气则气、宜电则电，尽可能利用清洁能源，加快提高清洁化供暖比重。无论是能源革命还是国家的“四深”战略，特别是十四次中央财经领导小组提出的重点治理雾霾问题，都给我国地热产业的快速发展提供了机遇和挑战，我们地热科研界特别是产业

界责无旁贷。

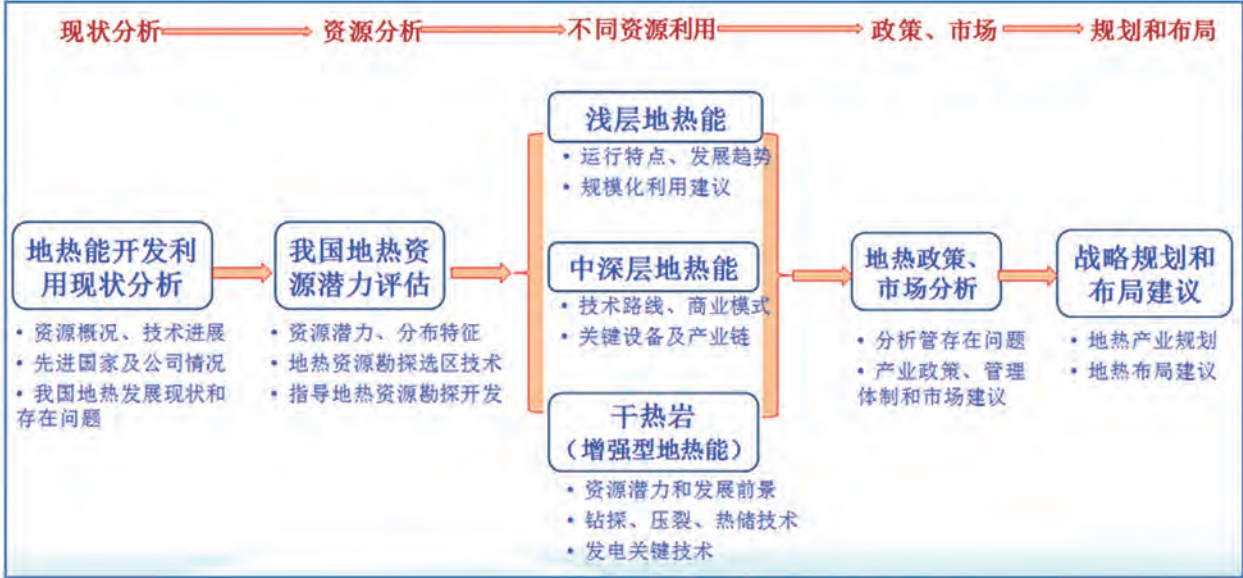
一、对地热在我国经济社会发展中作用的认识

地热资源是一种可再生的清洁能源，储量大、分布广，具有清洁环保、用途广泛、稳定性好、可循环利用等特点，与风能、太阳能等相比，不受季节、气候、昼夜变化等外界因素干扰，是一种现实并具有竞争力的新能源。

中国工程院把“中国地热产业规划和布局战略研究”



列为 2016 年度工程院重点咨询项目，两年之内完成。主要是谋划地热中长期发展规划，研究并提出国家地热政策建议，努力营造地热快速发展的有利环境。



2016年6月20日，中国工程院召开了“中国地热产业规划和布局战略研究”重点咨询项目启动会，20多位院士参加并积极建言献策。该项目自设立以来，项目组人员经过初步研究，发现地热除了传统意义上的优势之外，还在加快调整能源结构、强化雾霾治理、积极应对气候变化挑战的大格局中具有非常重要的作用。

(一) 地热在未来调整能源结构中贡献突出

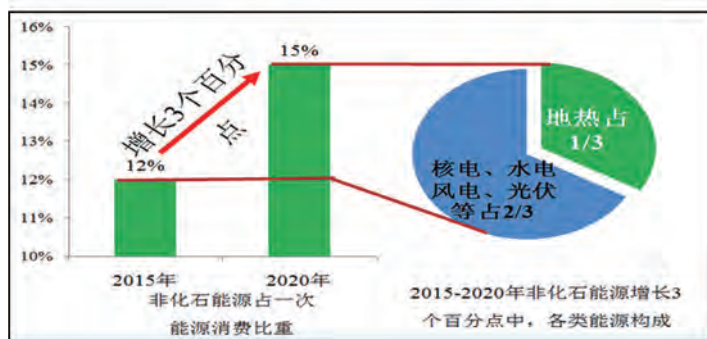
按照《国家能源十三五规划》，我国非化石能源占比从2015年的12%提高到2020年的15%，增长3个百分点。根据《中国“十三五”地热产业发展规划》，到2020年累计达到地热供暖/制冷面积16



本期焦点 CURRENT FOCUS

亿平方米，加上发电、种植、养殖、洗浴等，共可实现替代标煤 7000 万吨。

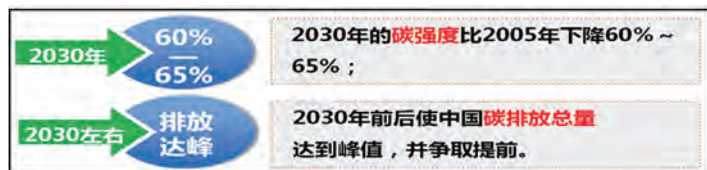
按照 2020 年能源消费总量 50 亿吨标煤测算，届时地热占比将达到 1.5%，比目前的 0.5%，提高 1 个百分点，也就是说在非化石能源今后五年的 3 个百分点增幅中，地热“三分天下有其一”。说明地热在未来能源结构调整中的贡献十分巨大。



(二) 地热在我国应对气候变化中的贡献突出

2015 年巴黎气候大会上通过了《巴黎协定》，代表着人类应对全球气候变化挑战的一个新的里程碑。

在巴黎气候大会后，中国对到 2030 年的碳排放强度和达到峰值的期限都做了承诺，未来中国碳减排的压力将十分突出。如前所述，在十三五规划中地热将实现替代标煤 7000 万吨，相对应的减排二氧化碳 1.7 亿吨。对于降低我国碳排放总量和碳强度都具有十分重要的意义。



(三) 地热在应对当前大气污染中的贡献突出

随着经济社会的发展，人们不再只满足于吃饱穿暖，而更关注生存质量。目前，大气污染造成难以躲避的雾霾天，引起人们强烈的关注。

我国已经发布了“大气污染治理 10 条”。目前关于谁是造成雾霾主要原因的认识越来越清晰，多数观点趋向认为燃

煤采暖锅炉和散煤燃烧是造成雾霾的重要诱因。



根据燃煤供暖锅炉《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)，二氧化硫、氮氧化物和粉尘排放标准分别为 $400\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $400\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $80\text{mg}/\text{m}^3$ ，而燃煤电厂锅炉执行《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011)，二氧化硫、氮氧化物和粉尘排放标准分别为 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 。采暖锅炉二氧化硫、氮氧化物和粉尘分别是电厂锅炉的 4 倍、4 倍和 2.5 倍。

据测算，1 吨散煤直燃的污染物排放量是 1 吨工业燃煤经集中减排后污染物排放量的十几倍。

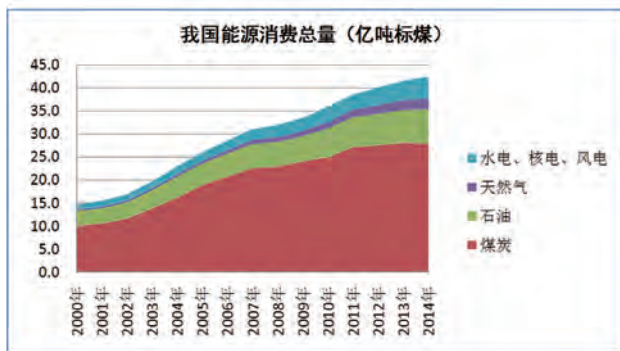




相对于太阳能发电、风电等替代的燃煤电厂排放的污染物，地热供暖替代的是供暖锅炉的燃煤和直燃的散煤所产生的污染物。因此，发展地热对于大气污染治理的意义将更加突出。

二、对我国地热产业规划布局的初步思考

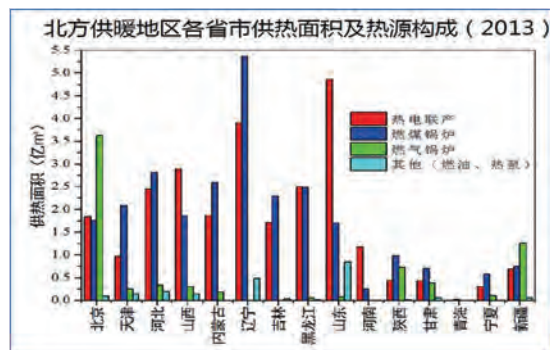
我国能源消费长期保持以煤为主的格局，2014年能源消费量42.6亿吨标煤，其中煤炭消费27.9亿吨标煤，石油消费7.4亿吨标煤，天然气消费2.4亿吨标煤，非化石可再生能源消费4.9亿吨标煤。



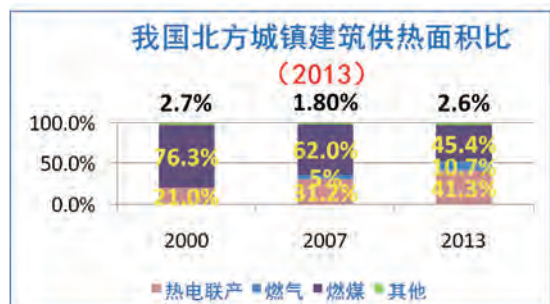
2014年煤炭占一次能源消费比例65%，石油占17.4%，天然气占5.6%，非化石可再生能源占11.5%。能源消费结构调整压力较大。

北方城镇供热面积逐年增长。法定要求建筑采暖的省、自治区、直辖市包括：北京、天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、山东、河南、陕

西、甘肃、青海、宁夏、新疆、西藏等17省市。随着城镇化的发展，供热面积持续增长。截至2014年，供热面积已达126亿平方米，供暖能耗1.84亿吨标煤。加上整个北方农村供暖能耗1.05亿吨标煤，北方合计供暖用能耗达2.89亿吨标煤，约占当年一次能源消费的6.8%。

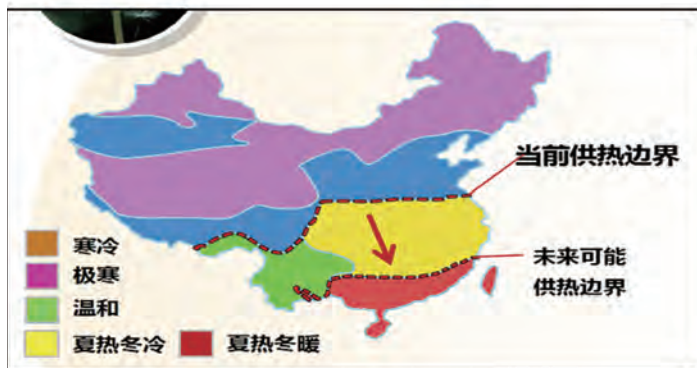


燃煤锅炉采暖比例逐渐减少，从2000年76.3%降低到2013年的45.4%；燃气与热电联产供暖比例逐年增加，2013年燃气供暖比例占到10%左右，热电联产供暖比例占到40%左右；地热等新型供热方式占比仍然很低。



(数据来源：《中国建筑节能年度发展报告 2015》)

国家标准《民用建筑热工设计规范》用累年最冷月和最热月平均温度作为主要指标，将全国划分为严寒、寒冷、夏热冬冷、夏热冬暖和温和五个地区，目前我国供暖主要是严寒、寒冷区域。但是随着我国经济社会发展，夏热冬冷和温和区域的供热需求越发强烈。



(一) 关于“热”与“电”的布局问题。

从世界范围来看，地热发电总体装机容量较小，美国地热发电规模最大，装机容量也只有 300 多万千瓦。而我国受地热资源条件一般、发电效率低、成本高等因素限制，地热发电多年没有新增装机容量，长期以来一直维持在不到 3 万千瓦。因此，总体上 2030 年前地热能利用以地热供暖等热利用为主，以地热发电为辅。但是，鉴于我国巨大的干热岩资源潜力，我们主张 2030 年以后，随着干热岩勘探、开发技术的突破，我们再大力发展地热发电。

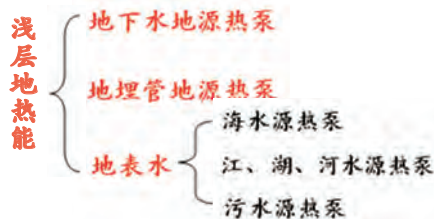


(二) 浅层与中深层的布局问题

浅层与中深层地热开发，应该齐头并进。一般情况下，中深层受资源条件限制严格，不像浅层地能那样广泛分布，并且中深层地热前期投入大，仅资源勘查就要投入很大的精

力和费用，这也是中深层地热开发总体上起步晚的原因。但是，对于中深层地热资源好的地区，中深层地热供暖因单井采水供暖面积大（雄县一口井可供暖 10 万平方米），供暖设施占地少等优点，可以实现一座城市的地热供暖整体规划、整体开发。

1、浅层地能南北方布局问题

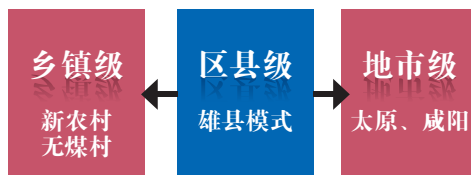


一般意义上讲，南方江河湖泊等水资源比较丰富，在水源与建筑物匹配较好的地方，可以优先采用江水源模式；在江水源不具备条件的情况下，采用地下水或地埋管地源热泵系统。北方地区的地表水和地下水资源都不如南方，政府对地下水的开采有严格的限制，因此更多地考虑采用地埋管地源热泵。

城市污水是非常重要的资源，且开发上受环境限制较小，无论南北方，都应加大污水源热泵系统的开发力度。但是，目前发展速度较慢，应加强调查研究，分析查找原因。

2、中深层地热布局问题

◆中深层地热供暖从县城向中心城市和城镇、农村两个方向延伸



◆中深层地热供暖向供暖与制冷同时提供方向延伸

为提高中深层地热利用效率，在做好冬季地热供暖的同时，将中深层地热夏季制冷作为一项重要工作来推动。特别是新兴城镇和新的开发区，提前介入到城市规划中去，确保用户末端具备地热供暖和制冷的条件。

◆大力发展中深层地热供暖 PPP 模式

地热开发 PPP (Private-Public-Partnership) 模式，是指政府为了提供城市的地热集中供暖，引入社会资本，以特许经营权协议为基础而建立起来的一种长期合作关系。一般期限为 30 年。

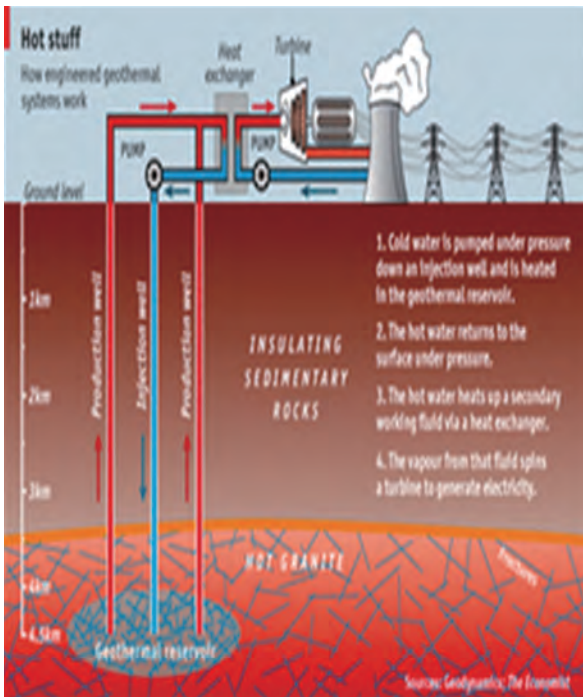
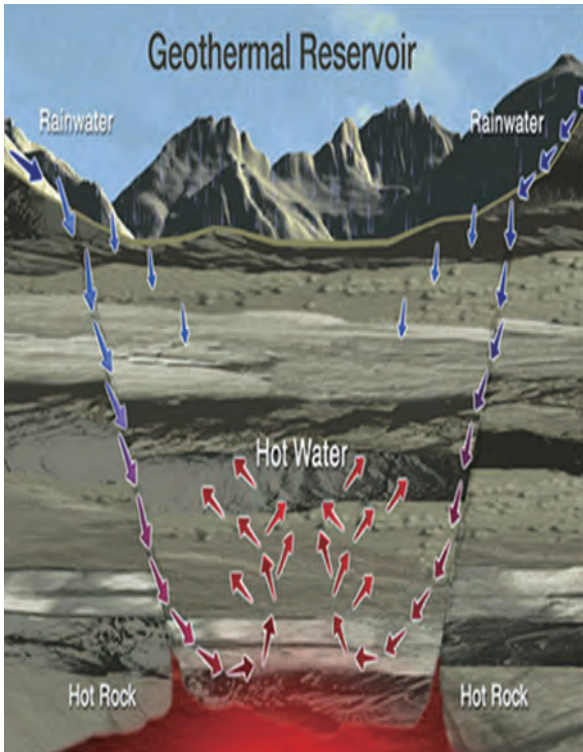
(三) 响应“一带一路”，地热积极“走出去”

“一带一路”是我国近期提出并大力推动的国家级顶层战略，2016 年 11 月 17 日，第 71 届联合国大会决议，欢迎“一带一路”等经济合作倡议，得到 193 个会员国的一致赞同。“一带一路”沿线国家，地热资源十分丰富，开发利用前景很广。咸阳市作为“一带一路”推动地热开发的桥头堡，将对推动沿线国家地热开发具有很好的示范作用。



(四) 推进地热科技创新

加大科技创新力度，提升地热科研水平。一是申请成立并高水平建设地热国家重点实验室。解决地热资源成因与分布、勘查与评价、钻井成井、储层改造、高效换热、地热水回灌及地热利用等一系列的问题；二是重点做好干热岩的科学和技术问题研究，申请列入国家重点研发计划，集合国内、国际在干热岩研发方面的尖端科研力量，尽快实现干热岩的经济有效开发。



(五) 大力提升地热产业化水平

大力引入信息化和智能化，提升地热产业的

整体水平。一是提升地热产业的信息化、智能化水平。推动地热开发利用企业走出低端，走向高端。按照集成化设计、模块化建设、数字化交付、智能化运营的模式，提升我国地热产业的开发水平；二是推动地热产业证券化。利用当前国家大力推动绿色金融的时机，加大地热在我国当前经济社会发展中作用的宣传，推动政府成立地热开发产业基金，同时吸引社会资金的快速融入，为快速做大做强地热产业，提供资金支持。

(六) 加强地热人才培养，为地热快速发展积蓄力量

为加强地热专业化人才的培养，近期国家地热能中心、各地热专业化委员会举办多期培训班，邀请院士、大学教授、国家部委领导及专家等进行授课，对于提高地热工作人员专业素养、政策水平起到了重要作用。

在学科建设方面，尽管目前我国大学里还没有专门设置地热专业。但是，天津大学、中国科学院地质与地球物理研究所等高校及科研院所已开始设置地热方向研究生培养。中国石油大学(北京)近期获得了教育部和国家外国专家局联合发布的高等学校学科创新引智计划立项支持，是我国地热能源开发领域第一个引智基地。

三、结束语

我国地热资源丰富，地热市场广阔，地热技术成熟。我们要紧紧抓住国家大力推进能源结构调整、积极应对气候变化和大气污染治理的有利时机，做好地热发展的规划和布局研究，快速优质高效地开发地热资源，使我们的天更蓝、水更清、树更绿，为我国早日全面实现两个一百年的目标贡献一份力量。

Considerations on Accelerating the Development of Geothermal Resources in China

Author: Cao Yaofeng(Academician of Chinese Academy of Engineering, Director of the National Center for Geothermal Energy)

The Chairman Xi Jinping proposed to advance the Four Revolutions, including the energy consumption revolution, the supply revolution, the technical revolution and the institutional revolution while presiding the 6th conference of the Central Leading Group on Financial and Economic Affairs on June 13, 2014. The National Program for Scientific and Technological Innovation in the "Thirteenth Five-Year Plan" published and distributed by the State Council on August 2016 proposed the "Four Deeps" Strategy- Deep Space, Deep Sea, Deep Land (including hot dry rock) and Deep Blue. The 14th Conference of the Central Leading Group on Financial and Economic Affairs discussed the 6 key livelihood issues like "haze", "garbage classification" and

others on February 21, 2016, among which the haze was put forward as the the first question, and the Chairman Xi stressed that, "The advancement of the cleaning heating in winter in the northern area is an important content that matters whether the haze days could be reduced, and of energy production and consumption revolution and the revolution in style of rural life; use gas or power as appropriate, make use of clean energy as much as possible and accelerate the improvement of proportion of cleaning heating according to the principle of giving priority to enterprises, advanced by the government and acceptable to the residents. No matter the energy revolution or the national "Four Deeps" Strategy, in particular the haze problem to be addressed as proposed by the 14th Conference of the Central Leading Group on Financial and Economic Affairs, they provide the opportunities and challenges for the rapid development of the geothermal industry in China, and are the unshakable responsibility of our geothermal scientific research community, in particular the geothermal industry.

I. Understanding of the Importance of Geothermy in China's Economic and Social Development

The geothermal resource is a renewable, clean energy, with large reserves and wide distribution, and is featured with cleanliness



and environmental protection, wide application, high stability, recoverability and other, and is not subject to seasons, climate, diurnal changes and other external factors compared with wind energy and solar energy, and it is a realistic and competitive energy source.

The Chinese Academy of Engineering has incorporated the "Strategic Study on the Planning and Layout of Geothermal Industry in China" as the key consulting project of the Chinese Academy of Engineering in 2016, which shall be completed within two years. This project is to make medium and long-term development plans for geothermy, and study and

propose suggestions on national geothermal policies, and strive to create an environment enabling rapid development of geothermal industry.

The Chinese Academy of Engineering held a kick-off meeting for the key consulting project "Strategic Study on the Planning and Layout of Geothermal Industry in China", and more than 20 academicians participated in this meeting and offered advice and suggestions actively on June 20, 2016. In addition to the traditional advantages of the geothermal energy, the personnel of the Project Team also found that it was of great significance in the grand structure of speeding up the haze governance and coping with the challenges of the climate changes positively through preliminary research since the establishment of the project.



(I) Outstanding Contributions of Geothermy to Energy Structure Adjustment in the future

The proportion of non-fossil energy would be improved to 15% in 2020 from 12% in 2015 in China in accordance with the Thirteenth Five-Year Plan for National Program for Energy with an increase 3%. The cumulative heating/cooling area would reach 1.6 billion square meters by 2020 according to China's Development Planning for Geothermal Industry in the Thirteenth Five-Year Plan, and would substitute 70 million tons of coal equivalent in total together the areas of power generation, planting, breeding, bathing, etc.

If the total energy consumption would reach 5 billion tons of coal equivalent by 2020, the geothermy would account for 1.5%, with an increase of 1% over 0.5% at present, which means the geothermy would account for "1/3" out of the 3% for non-fossil energy in five years in the future. It indicates that the geothermy contributes significantly to the energy structure adjustment in the future.

(II) Outstanding Contributions of Geothermy in Addressing the Climate Changes in China

The Paris Agreement was adopted on the Climate Conference in Paris in 2015, which represented a new milestone of human in response to the global challenge of climate change.

China made a commitment for the deadline of the carbon emission intensity and peak by 2030 after the Climate Conference in Paris,

and China's pressure on carbon emissions will be very prominent. As mentioned before, the geothermy would substitute 70 million tons of coal equivalent in the Thirteenth Five-Year Plan, corresponding to a reduction in carbon dioxide emissions of 170 million tons. It is of great importance to reduce the total carbon emissions and carbon intensity in China.

(III) Outstanding Contributions of Geothermy to Addressing the Current Air Pollution

With the development of economy and society, people are no longer satisfied with adequate food and clothing, but pay more attention to quality of life. Currently, the air pollution makes people difficult to escape from the haze, which also attracts much concern.

China has published the "Ten Measures against Air Pollution". Nowadays, people are aware of the major cause for haze, and most people tend to believe that the coal-fired heating boiler and the coarse coal particles combustion are the major causes to haze.

The emission standards for sulfur dioxide, nitric oxide and dust are $400\text{mg}/\text{m}^3$, $400\text{mg}/\text{m}^3$ and $80\text{mg}/\text{m}^3$ respectively according to



Emission Standard of Air Pollutants for Boiler (GB13271-2014) for coal-fired heating boiler, while the boilers in the coal-fired power plant implements the Emission Standard of Air Pollutants for Thermal Power Plants (GB13223-2011), which specifies the emission standards for sulfur dioxide, nitric oxide and dust as 100mg/m³, 100mg/m³ and 30mg/m³ respectively. The emission standards of the heating boilers for sulfur dioxide, nitric oxide and dust are 4 times, 4 times and 2.5 times of that of the boilers in the power plants.

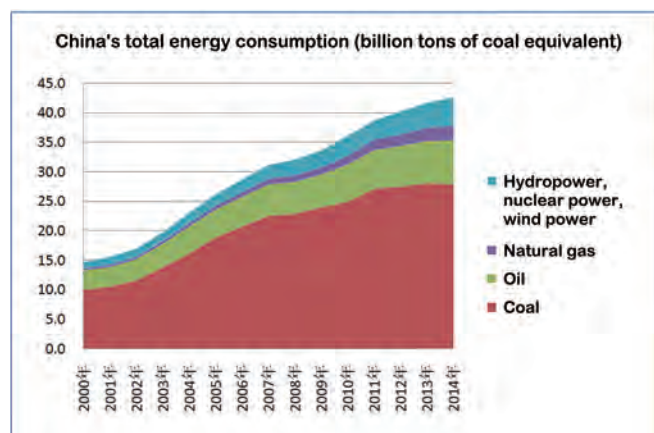
It is estimated that pollutant emissions from 1 ton of coarse coal particles combustion are about more than 10 times of that of 1 ton of industrial coal after centralized emission reduction.



What the solar power generation, wind power and others substitute is the pollutants discharged by the coal-fired power plant, but what the geothermal heating substitutes is the pollutants generated by fire coal of the heating boilers and the direct combustion of coarse coal. Therefore, the significance of geothermal development for air pollution control will become more prominent.

II. Preliminary Considerations on the Planning and Layout of Geothermal Industry in China

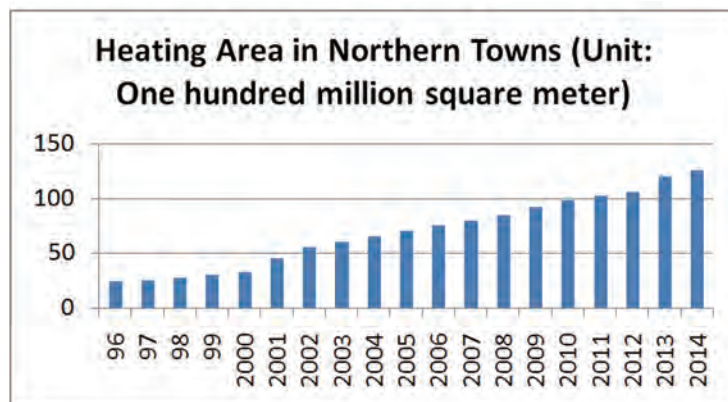
The energy consumption maintains the pattern dominated by coal for a long time in China, and the total energy consumptions in 2014 reached 4.26 billion tons of coal equivalent, among which the coal consumption accounts for 2.79 billion tons of coal equivalent, oil consumption accounts for 740 million tons of coal equivalent, natural gas consumption accounts for 240 million tons of coal equivalent, and the non-



fossil renewable energy consumption accounts for 490 million tons of coal equivalent.

The coal accounts for 65% of the primary energy consumption in 2014, oil for 17.4%, natural gas for 5.6%, and the non-fossil renewable energy for 11.5%. The pressure is great in structural adjustment of energy consumption.

The heating area grows in northern towns year by year. The provinces, autonomous regions and municipalities directly under the central government requiring building heating by laws include: Beijing, Tianjin, Hebei, Shanxi, Inner Mongolia, Liaoning, Jilin, Heilongjiang, Shandong, Henan, Shaanxi, Gansu, Qinghai, Ningxia, Xinjiang, Tibet and others, a total of 17 provinces and cities. With the development of urbanization, the heating area continues to grow. The heating area has reached 12.6 billion square meters, with 184 million tons of coal equivalent for heating energy consumption by 2014. The total energy consumption for the North reached 289 million tons of coal equivalent together with the 105 million tons of coal equivalent for heating in the rural areas in the North, about 6.8% of the primary energy consumption of the year.



The proportion of the coal-fired boilers for heating decrease gradually, dropping from 76.3% in 2000 to 45.4% in 2013; that for gas and cogeneration heating increases year by year, and the gas heating accounts for about 10% in 2013, and the cogeneration heating accounts for about 40%; but the geothermy and other new heating mode still accounts for low proportion.

The State Standard Thermal design code for civil building employs the average temperature in coldest month and the hottest month of the years in succession as the main indicator, and divides the whole country into five regions, including Extremely Cold, Cold, Hot in Summer and Cold in Winter, Hot in Summer and Warm in Winter and Warm. Currently, the heating in China is targeted at the Extremely Cold and Cold Region. But with China's economic and social development, the demands from the regions of Hot in Summer and Cold in Winter Region for heating have become more intense.

(I) Layout of "Heating" and "Power".

From a global perspective, the overall installed capacity of

geothermal power generation is relatively small, although America has the largest scale of geothermal power generation, but its installed capacity is only more than 3 million kW. While China is limited by general geothermal resource conditions, low efficiency in power generation and high costs, there is no newly installed capacity for geothermal power generation, remaining at less than 30,000 kW for a long term. Therefore, the utilization of the geothermal energy is dominated by geothermal heating and others by 2030 in general, and supplemented by geothermal power generation. However, in view of the enormous resource potential in the hot dry rock in China, we advocate to develop the geothermal power generation after 2030, with the breakthroughs in the exploration and development technology of the dry hot rocks.

(II) Layout Issue in Shallow and Medium and Deep Geothermal Development

The shallow, medium and deep geothermal development should keep pace with each other. In general, the medium and deep geothermal development is strictly limited by the resource conditions, unlike the geothermal energy in shallow layer that could be widely distributed; what's more, the investment is large for the medium and deep geothermal development at early state, it requires a great deal of effort and expenses invested in resources exploration, which is also a cause for the late start of the

medium and deep geothermal development. However, the regions with better medium and deep geothermal resources, is featured with less land occupation of heating facilities and other advantages due to the large heating area achieved by water gathering of one single well for medium and deep geothermal heating (one well in Xiong County could supply heat for 100,000 square meters), in this case it could realize the overall planning and integrated development of the geothermal heating for one city.

1. Layout of Shallow Geothermal Energy in Northern and Southern China

Generally speaking, Southern China is abundant in streams, rivers, lake and other water resources, so the regions that water sources well match with the buildings could give priority to river water-source mode; otherwise, the underground water resources heat pumps or the buried pipe ground source heat pump system. The surface water and the underground water resources in northern China is inferior to that of the southern China, and the government has set strict limits on exploitation of the groundwater, therefore, the buried pipe ground source heat pumps are considered for use mainly.

The municipal wastewater is a very important resource, with few environmental constraints; therefore, both the northern China and the Southern China shall increase their development intensity in sewage source heat pump system. However, the current development pace is slow, so we shall

enhance research and analysis, and find out its reasons.

2. Layout of medium and deep geothermal energy

◆ The medium and deep geothermal heating extends from county to central city and towns and to rural areas

◆ The medium and deep geothermal heating extends to the provision of both heating supply and cooling at the same time

To improve the utilization efficiency of medium and deep geothermal energy, the medium and deep geothermal cooling in winter shall also be promoted as an important task while doing well in geothermal heating in winter at the same time. In particular, the emerging towns and new development zones shall be incorporated in the urban planning in advance so as to ensure that end users have geothermal heating and cooling conditions.

◆ Development of PPP Mode for Medium and Deep Geothermal Heating Vigorously

The PPP (Private-Public-Partnership) model for geothermal development refers to a long-term cooperative relationship established by introducing social capitals by Government on the basis of a franchise agreement in order to provide central geothermal heating in cities. Generally, the term for such cooperation shall be 30 years.

(3) Respond to "One Belt One Road", and Geothermal Industry Implements the Strategy of "Going Abroad" Positively

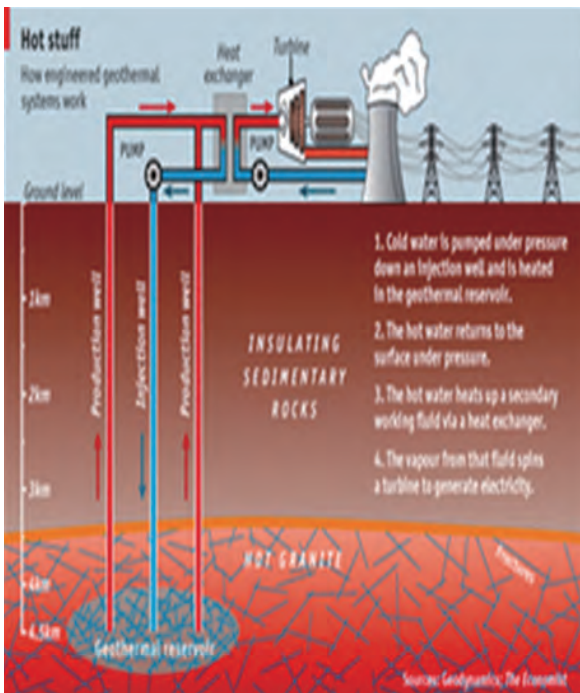
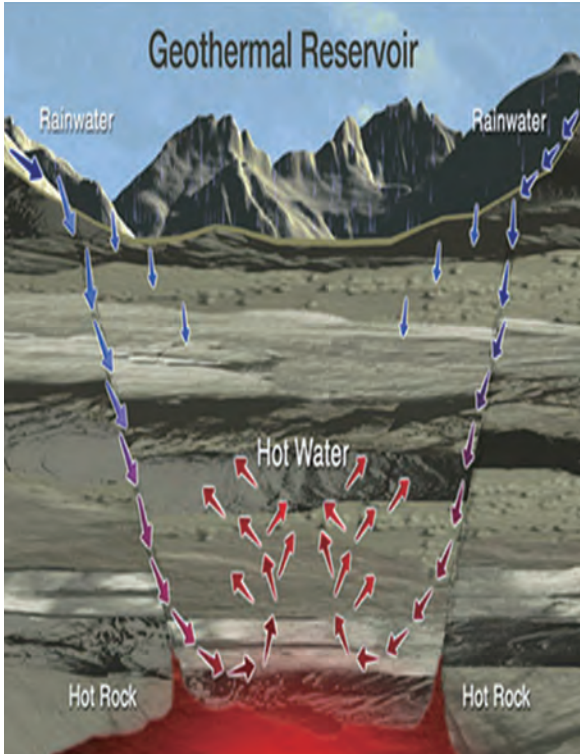
The strategy of "One Belt One Road" is a top national strategy proposed and promoted

vigorously by China in recent years. The resolution made on the 71th general assembly of the UN approved the economic cooperative initiatives like "One Belt One Road" and others on November 17, 2016, which are agreed by 193 member states. The countries along "One Belt One Road" are abundant in geothermal resources, with a broad prospect of development and utilization. As the bridge head of "One Belt One Road" to promote the development of geothermal energy, Xianyang has set a fine demonstration role to promote the development of geothermal energy in the countries along "One Belt One Road".

(4) Promote Geothermal Technology Innovation

Increase the intensity of scientific and technological innovation, and enhance the level of geothermal research. For one thing, apply to establish and construct a state-level key laboratory for geothermy of high level. Solve the causes and distribution of the geothermal resources, exploration and evaluation, drilling and well completion, reservoir reform, highly efficient heat transfer, geothermal water recharge, geothermal utilization and a series of problems; for another, pay special attention to the research on science and technology of hot dry rocks, apply to incorporate into the key national R&D plan, integrate the cutting-edge scientific and research strength in hot dry rocks at home and abroad so as to achieve the economic and efficient

development of the hot dry rocks as soon as possible.



(5) Promote the Industrialization of Geothermal Energy Vigorously

Introduce the informatization and intelligentialization vigorously, and enhance the overall level of the geothermal industry. On one hand, improve the informatization and intelligentialization of geothermal industry. Promote the geothermal development and utilization enterprises to go out of the low end and step forward to the high end. Enhance the development level of the geothermal industry in China in accordance with the mode of integrated design, modular construction, digital delivery and intelligent operation; on the other hand, promote the securitization of the geothermal industry. Get hold of the timing that our nation promotes the green finance vigorously, increase the publicity on the role of the geothermy in the development of the economy and society in China, promote the Government to establish a geothermal industry development fund, attract the rapid integration of the social funds at the same time so as to provide fund support for making the geothermal industry bigger and stronger.

(6) Strengthen the Training on Geothermal Talents, and Accumulate Strength for Rapid Development of Geothermal Industry

In order to strengthen the training of the specialized geothermal personnel, the National Center for Geothermal Energy and specialized geothermal committees at different places have held many sessions of training classes, and invited

academicians, professors in universities, the leaders from national ministries and commissions as well as experts and other to teach the courses, which played an important role in improving the specialty accomplishment and policy understanding of the geothermal working staff.

In terms of discipline construction, although we do not have geothermy major set in universities at present in China, the Tianjin University, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, other colleges and universities as well as research institutes have begun to set postgraduate education on geothermy. Recently, China University of Petroleum (Beijing) won the approval and support for Subjects Innovation and Foreign Talents Introduction Plan for Institutions of Higher Learning (111 Plan) published jointly by MOE and the State

Administration of Foreign Experts Affairs P.R. China, which is the first foreign talents introduction base for geothermal energy development field in China.

III. Conclusions

China has rich geothermal resources, with broad geothermal market and mature geothermal technology. We shall hold on to favorable opportunities that our country pushes the structural adjustment of energy, and addresses the climate changes and air pollution control positively, gets ready for the planning and layout of geothermal development, develops the geothermal resources of high quality rapidly and efficiently so as to make the sky bluer, the water cleaner and the trees greener, and make contributions to the realization of the Two Centenary Goals earlier and fully.





2017 中国地热产业交流大会在石家庄召开

**CHINESE GEOTHERMAL ENERGY
INDUSTRY EXCHANGE CONFERENCE
2017 HELD IN SHIJIAZHUANG**

在京津冀一体化的背景下，作为全国空气污染最严重的区域之一，京津冀三地均面临着严峻的治理形势，大力开发地热新能源，迫在眉睫。

2017年初，“2017中国地热产业与地源热泵技术交流大会”在石家庄河北会堂隆重召开。大会由住建部建设环境工程技术中心和中国能源环保高新技术产业协会主办，中国石化集团新星石油公司、中国能源研究会地热产业委员会、中国地质学会地热专业委员、中国矿业联合会地热专业委员会、中国地球物理学会地热专业委员会和山东宏力热泵能源股份有限公司协办，河北中地地热集团、河北省水利行业协会和河北省保定市地热协会承办。

大会以“管理与政策双擎驱动、产业与资本跨界融合”为主题，总结地热产业发展的经验和不足，为推动地热产业形成完整的开发利用管理体系和完备的设备研发体系；以及地热产业跨界融合与竞争合作探讨一条新路。

大会主要包括以下内容：剖析国家对地热产业的行业规划和政策，介绍地热产业新发展及实战案例以及热泵设备与新技术推介。

国务院资深参事王秉忱、国务院参事沈梦培、中国工程院院士兼国家地热能中心主任曹耀峰、中国科学院院士兼中国矿业大学（北京）深部岩土力学与地下工程国家重点实验室主任何满潮、中国工程院院士武强等专家出席了本次大会并做了精彩报告。大会还得到了国土资源部、中国地调局、河北省国土厅、河北省地勘局和河北省水利厅等政府部门的大力支持。来自全国各地的能源行业的600余名嘉宾和参会代表共聚一堂，探讨地热产业快速发展大计。

会议伊始，享有“中国地质勘探大师”美誉的国务院资深参事、住建部建设环境工程技术中心主任王秉忱致开幕词，他表示，邀请大家冒着石家庄的严重雾霾来商讨发展地热和治理雾霾大计，就

是为了让大家体会国家治理雾霾的必要性，感受开发地热能源的迫切性。

大会主持人由中国地质调查局浅层地温能研究与推广中心常务副主任李宁波担任。河北省水利行业协会钻井分会会长刘凤岐首先发表《梳理地热产业发展理念为全面建设贡献力量》的讲话，接下来多位专家及企业代表做了报告。

以下截取部分报告内容：

曹耀峰院士做了《关于加快我国地热产业发展的几点思考》的精彩报告。报告中提到“无论是能源革命还是国家的“四深”战略，特别是十四次中央财经领导小组提出的重点治理雾霾问题，都给我国地热产业的快速发展提供了机遇和挑战，我们地热科研界特别是产业界责无旁贷。我国地热资源丰富，地热市场广阔，地热技术成熟。我们要紧紧抓住国家大力推进能源结构调整、积极应对气候变化和大气污染治理的有利时机，做好地热发展的规划和布局研究，快速优质高效地开发地热资源，使我们的天更蓝、水更清、树更绿，为我国早日全面实现两个一百年的目标，贡献一份力量。”

武强院士做了《基于单井循环采热系统的数



王秉忱参事

值模拟与应用》的详细报告，阐明了“地下能源采集子系统的功能强弱，主要依赖于所在场地区的具体水文地质条件、地层结构、含水层类型和埋深、边界性质、水文地质参数和热物性参数等。地下能源采集子系统在地能热泵系统中有着至关重要的关键作用。虽然我国和国际同行相比起步较晚，但是在浅层地能热泵系统方面做了大量有意义的工作，也取得了一些重要成果。我们也在应用数值模拟技术手段，评价预测单井循环地能采集子系统的运行状态和演化趋势。”

恒有源科技发展集团有限公司董事长徐生恒作为浅层地能智慧供暖企业代表为大家做了《道德用能 智慧供暖 - 利用浅层地能无燃烧、零排放、零污染为建筑物智慧供暖》的报告。报告中提到了“道德用能：实现能源按品位分级科学利用；电高效替煤：提高一次能源发电效率；可再生能源供暖：浅层地能做为供暖的替代能源；提高可再生能源的比例，保护了环境，减少了运输，发展了产业，提高了百姓生活品质，



徐生恒董事长

有效减少了雾霾。”

为了更好的配合国家绿色发展、防污治霾的政策，促进地热产业在新常态经济下健康可持续发展，河北省地热产业协会在大会上提出了《地热产业绿色发展倡议》，号召大家在地热资源利用上，科学规划，勇于创新，呼吁政府相关部门给与地热产业大力支持。

Chinese Geo-thermal Energy Industry Exchange Conference 2017 Held in Shijiazhuang

Under the background of Beijing-Tianjin-Hebei integration, Beijing, Tianjin and Hebei, as one of regions with most serious air pollution in China, are faced with rigorous governance requirements so it is very urgent to develop the new geo-thermal energy vigorously.

“Chinese Geo-thermal Energy Industry & Ground Source Heat Pump Technology Exchange Conference 2017” was solemnly held in the Hebei Assembly Hall, Shijiazhuang from January 3 to 5, 2017.



The Conference was sponsored by the Construction Environment Engineering Technology Center of the Ministry of Housing and Urban-Rural Development and the China Energy Environmental Protection High-tech Industry Association with the assistance from SINOPEC Star Petroleum Co., Ltd., Geo-thermal Energy Industry Committee of China Energy Research Society, Geo-thermal Energy Professional Committees of Geological Society of China, China Mining Association and Chinese Geo-physical

Society, and Shandong Hongli Heat-Pump Energy Co., Ltd, and organized by Hebei Zhongdi Geo-thermal Energy Group, Hebei Association of Water Vocations and Baoding Geo-thermal Energy Association, Hebei.

With "Drive with Management and Policy and Cross-boundary Integration between Industry and Capital" as theme, the Conference hoped to summarize the experience and shortcomings in the development of geo-thermal energy industry, establish a complete development and

utilization management system and a perfect equipment research and development system in order to promote the geo-thermal energy industry, and to create a new route for the cross-boundary integration and competitive cooperation of geo-thermal energy industry.

The Conference basically involved the following contents: analyze the national sector planning and policy of geo-thermal energy industry, introduce the new development and practical case of geo-thermal energy industry, and promote the heat pump equipment and new technology.

Mr. Wang Bingchen, a senior counselor of the State Council, Mr. Shen Mengpei, a counselor of the State Council, Mr. Cao Yaofeng, a academician of Chinese Academy of Engineering and Director of National Geothermal Energy Center, Mr. He Manchao, a academician of Chinese Academy of Engineering and Director of National Key Laboratory of Deep Rock and Soil Mechanics and Underground Projects of China University of Mining and Technology (Beijing), Mr. Wu Qiang, a academician of Chinese Academy of Engineering and other experts attended this Conference and gave the wonderful speeches. However, the Conference was strongly supported by the Ministry of Land of Resources, China Geological Survey, Hebei Provincial Department of Land and Resources, Hebei Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration, Hebei Water Resources Department and other government authorities. More than 600 attendees and

representatives of energy industry from all parts of China gathered together to discuss the fast development scheme of geo-thermal energy industry.

At the beginning of the Conference, Mr. Wang Bingchen, a senior counselor of the State Council and Director of Construction Environment Engineering Center of the Ministry of Housing and Urban-Rural Development with a reputation of “Chinese

▼ Mr. Wang Bingchen



Master of Geology Survey” make an opening speech, and said that the invitation to discuss a development scheme of geo-thermal energy industry and a haze control scheme in the serious haze of Shijiazhuang aimed to make everyone know the necessity of haze control and understand the urgency of developing the geo-thermal energy.

The Conference was hosted by Mr. Li Ningbo, Executive Deputy Director of

Superficial Geo-thermal Research and Promotion Center of China Geological Survey. Liu Fengqi, Chairman of Drilling Branch of Hebei Association of Water Vocations gave the first speech “Sum Up the Development Concept of Geo-thermal Industry to Make Contributions to Overall Construction”, which was followed by the reports of many experts and enterprise representatives.

Academician Cao Yaofeng gave us a wonderful speech “Thinking about Rapid Development of Our Geo-thermal Industry”. “Four deep” strategies, regardless of energy revolution or national, mentioned in the speech, especially the significant haze control proposed by the 14th national finance leading group, offered both the advantages and the challenges to the rapid development of our geo-thermal industry which is the responsibility of our geo-thermal research circle, especially the industrial circle. We have the rich geo-thermal resources, a wide geo-thermal market and the mature geo-thermal technology. Our state is strongly promoting the energy structure adjustment, taking active measures against the climate change and controlling the air pollution. We shall take this opportunity to do well in the planning and layout research of geo-thermal energy development and develop the high-quality geo-thermal resources rapidly and effectively in order to create the clearer sky, cleaner water and greener plant and make every contribution to the achievement of our goal of two centenaries.

Academician Wu Qiang gave us a detailed



speech “Numerical Simulation and Application of Heat Collection System Based on Single Well Circulation”, and explained “The function of underground energy collection sub-system is mainly dependent on the specific hydrogeologic condition, stratum structure, water-bearing stratum type and depth, boundary nature, hydrogeologic parameter and thermophysical performance parameter of the site. The underground energy collection sub-system is vital for the ground source heat pump system. Although we are later than the international counterparts, we have make a lot of significant work and obtained some significant achievements in the shallow ground source heat pump system. We are using the numerical simulation technology to evaluate and forecast the operating status and evolution trend of single-well circulated ground source collection sub-system.”

Mr. Xu Shengheng, Board Chairman of Hengyouyuan Technology Development Group Co., Ltd, as the representative of shallow ground source smart heating enterprise, gave us a speech “Moral Use of Energy – Smart Heating – Use the Shallow Ground Source without Combustion, Emission or Pollution for Smart Heating of Buildings”. In the speech, he said that “Moral use of energy: use the energy scientifically as per the energy grade; replace the coal with electricity efficiently: improve the power generating efficiency of primary energy; heating with renewable energy: use the shallow ground source as the substitute

▼ Mr. Xu Shengheng



energy of heating; increase of the proportion of renewable energy can protect the environment, reduce the transport, develop the industry, improve the life quality of people and decrease the haze effectively.”

At the end of the Conference, in order to well coordinate with the national green development and haze control policy and promote the healthy and sustainable development of geo-thermal industry in the new normal economy, Hebei Geo-thermal Energy Association brought forward the “Green Development Proposal of Geo-thermal Energy Industry” to call for the scientific planning and brave innovation on the utilization of geo-thermal energy resources and call the relevant government authorities to strongly support the geo-thermal energy industry.

利用浅层地能为 建筑物智慧供暖势在必行

——恒有源科技发展集团有限公司 2016 年向
专家汇报会

**IMPERATIVENESS OF SHALLOW
GROUND SOURCE ENERGY TO HEAT
THE BUILDINGS SMARTLY**

**——Debriefing Meeting of Ever Source
Science and Technology Development
Group Co., Ltd for Experts**



2017年1月7日上午，恒有源科技发展集团有限公司召开了集团2016年度工作向专家汇报座谈会。国务院资深参事、中国工程勘察大师王秉忱，国务院资深参事、中国地震局研究院沈梦培，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2016年度的生产经营情况做了总结汇报，并对2017年集团工作以及未来五年的发展做了规划。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，目前已经取得了不小的成绩，针对当下雾霾问题及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。以下是部分专家的发言纪要：

吴德绳

(北京市建筑设计研究院顾问总工)：

最近几年，随着技术的发展、产业的发展，恒有源一直在快速发展，我对恒有源的发展很佩服，也很服气。恒有源公司之所以发展壮大如此之快主要得益于他们自己的独到之处—丰富的经验、经历。恒有源公司有自主知识产权，单井循环换热技术在中国获得了专利，在美国获得了“能源之星”奖，美国专家承认这项专利的优越性，所以我认为恒有源的技术是非常稳定和真实的，此项技术解决了地下水利用的回灌和污染问题。习主席提到过“中国梦”，也让我明白了，只有适合我国的，我们才去效仿；不适合我国的，我们不要去追。中国有自己的先进之处，中国的供暖有中国的特性，中国的老百姓有省着用的传

承文化，所以在供暖方面就需要可以做到省着用、合适的产业，这也就使得浅层地能智慧供暖产业得到新生和发展。

一个恰当的技术要用在一个恰当的工程上，并且要恰当的结合好。并不代表因为我们有单井循环换热技术，就应该应用到所有供暖系统中。今年恒有源的成绩尤其突出，原因是机会一定是给有准备的人，今年国家大规模要求节能减排，恰逢恒有源有良好的基础、强大的技术团队以及施工队伍，所以这个机会就被恒有源得到了。

许文发

(中国建筑业协会建筑节能专业委员会副会长 / 全国区域能源专业委员会理事长)：

我们为什么会选择热泵技术呢？热泵技术的能源转换效率是1:3.5到1:4，热泵就是电能能效的放大器。针对北京当前的煤改电政策，一个是直接利用电能供暖，对此我是持不同意见的；另外一个空气源热泵技术的应用，我也持不同意见，空气源热泵的能效比要比土壤源热泵和水源热泵能效起码低一个百分点，这是一个很重要的基点，所以恒有源的单井循环换热技术有很大的优势。

就最近的雾霾来说，我认为还得走毛主席的革命路线—农村包围城市。农村主要是以散煤燃烧来供暖，其中一大部分是燃烧不脱硫的煤，所以针对散煤供暖的治理，恒有源的技术是正合适的。

马最良

(哈尔滨工业大学博士生导师)：

从初期工程师宿舍测试就开始接触恒有源公

司，今天来了之后听了徐总的汇报我很高兴，恒有源坚持了这个项目的长期测试，这套数据的获得对于单井循环换热系统是非常有意义的。

当时，对工程师宿舍项目测试，我们获得了几千个数据，做了几年的分析，从理论上分析得出，这个系统是很有前景的。恒有源要善于把握过去，成就未来；总结过去走过的路，把握未来。

李继江

(国土资源部地质环境处处长) :

我连续几年来都参加了恒有源专家汇报会，我最大的感受就是恒有源每年都有很大的发展、每年都有新的成绩，尤其这两年都有跨越式的发展。恒有源在我国浅层地能应用方面是一流的企业，有一流的管理人才和技术人才，同时有一流的业绩，所以恒有源具有占领市场的能力。从大环境方面来讲，市场的需求目前非常大，按照我国对世界的承诺，到 2020 年非化石能源消费要占一次能源消费的 15%，到 2030 年非化石能源消费要占一次能源消费的 20%，目前这个占比才 11% 多，基数在逐年增加、百分比也逐年增加，所以市场是逐年扩大的。我建议，恒有源的五年规划和国家的十三五地能规划进行对接，来实现企业和政府的无缝对接。

郎四维

(中国建筑科学研究院研究员) :

首先，恒有源根据区域的特色来规划和安排布局，我认为非常好；其次，恒有源把企业的产品、最终目标分得很清晰，暖保证、冷兼顾、生活热水自由选配。但是，恒有源的发展要更好的与国家的政策相结合，1 月 5 号，国务院发布了

《十三五节能减排通知》，其中提及到 2020 年的能源指标，如何推动能源结构优化、鼓励利用可再生能源以及强化建筑节能，还要开发超低能耗和经济能耗的试点。针对国家的政策，公司制定的目标要与之同步。

徐伟

(中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院研究员) :

此次发现恒有源公司的发展变化很大。现在我本人就在一线工作。清洁供暖和恒有源的产业发展是契合的。恒有源公司要始终坚持既有的技术路线，但是又不唯一，因为供暖方式是多样的，由多种因素决定。为什么空气源热泵得到大力推广？由于它改造费用低，操作起来简单，同样地，直接电采暖的直接性、便宜性也是我们都知道的，当然这两种供暖方式能效是低的。其实，在解决能效和污染问题上，是要做到平衡的，我建议恒有源在应对多变的市场时，要有自己的主打还要兼顾有多种其它方式。

吴文桂

(北京南水北调办公室顾问专家 / 北京水务局水务志编纂委员会副主任) :

我认为公司的规划是要跟着政府的规划走，它不单单就是一个企业的规划。还有一点，不管遇到什么情况，恒有源要一如既往的向相关部门继续汇报情况，要一如既往的宣传自己。现在，各行各业都想和治理雾霾有联系，但是比较起来，你有丰富的经验和更多相关数据，拿出几个宣传的实例，有关部门就会重视你。



浅层地能在设施农业和农产品 存储中具有广阔的应用前景

**THE SHALLOW GROUND
SOURCE ENERGY HAS A BROAD
APPLICATION PROSPECT IN FACILITY
AGRICULTURE AND THE STORAGE
OF AGRICULTURAL PRODUCTS**

作者：许惠渊（中国农大经济管理学院教授、博士生导师、原院长）

设施农业是指采用工程技术手段，为农作物或畜禽高效生产提供适宜可控环境条件的一种现代农业方式。它改变自然光温条件，优化农作物或畜禽生长的环境因子，使之能够持续生长。设施农业涵盖设施种植、设施养殖和设施食用菌等。其基本设施一般为环境安全型温室、畜禽舍等。欧洲、日本等使用“设施农业(Protected Agriculture)”这一概念，美国通常使用“可控环境农业(Controlled Environmental Agriculture)”一词。我国设施栽培占全世界的85%以上，总面积和总产量均居第一位。温室设施面积高达600万公顷，产值超过9000亿元，创造了近亿个就业岗位，为农产品的均衡稳定供给、农民的持续增收、农业现代化水平的持续提升，作出了巨大贡献。我国人均耕地面积仅占世界人均面积的40%，发展设施农业是解决人多地少，推进农业可持续发展的最有效技术措施之一。

一、我国设施农业供暖制冷与通风的主要方式和弊端

目前，我国推行设施农业主要有两种方式：一种是采取自动化、智能化、机械化建成升温、光照、通风和喷灌设施的现代化大型温室。另一种是农民采用农膜建成塑料大棚、拱棚的日光温室和连栋温室，后一种方式是主要方式。无论何种方式，主要目的都是为农作物和畜禽生长创造适宜稳定的温度光照条件（包括气温和地温）。为达到这一目的，广大农民发挥聪明才智，采取多种增温保温措施。例如，设计合理的温室采光角，增加光照；选用透光率高，耐老化的无滴膜；尽量减少建材的遮荫，保持棚膜清洁；减少温室缝隙散热，密闭门窗，及时修补棚膜破洞，以增大透光率和保温；利用小拱棚、二层幕、纸被、草苫等进

行多层覆盖以保温。还有，通过开设防寒沟，中耕松土，改善土壤结构，增加土壤的吸热、蓄热能力；地膜覆盖加膜下暗灌，减少地面的蒸发和作物蒸腾；采用地热线加温；冬季寒流来临前用热风炉、煤气罐、炭火盆等进行临时辅助加温；利用秸秆生物反应堆来增加室内温度，等等。其中，拱形温室大棚是目前种植业和养殖业最常用的设施。温室大棚又称暖房，能透光、保温（或加温），在不适宜作物畜禽生长的季节，为作物创造生育期和增加产量。在低温季节，为保证蔬菜、花卉、林木等植物育苗或栽培，通常采用温室大棚。温室的种类很多，按照不同的屋架材料、采光材料、外形及加温条件等可分玻璃温室、塑料温室、单栋温室、连栋温室、单屋面温室、双屋面温室、加温温室、不加温温室等。我国广大农村调节温室大棚内的温度主要采取以下方法：

1.使用燃煤或燃油锅炉加热，以保持冬季温室大棚达到一定温度。这种方法对温室大棚内的温度很难控制，夏季只能通过通风换气来降低温度，温室的透气效果差，换气不方便。另外，多数温室大棚只能进行大棚内的室温调节，无法进行土壤的温度调节，特别是在冬季无法达到作物根系正常吸水，吸肥的最低温度。同时，由于温室大棚采暖多使用燃煤锅炉，易造成环境污染，而采用燃油锅炉的成本又太高。还有一些大棚采用在地下设置吸热管来形成水循环获取热量，这种方法获得的热量少，对大棚中温度的供应不足，难以维持一定的恒温。

2.直接采用电能加温，如大棚地热线，加温线，育苗加温线，电热温床等通电加温方式。这些方式存在的问题，一是电能利用效率低，费用高；二是在电力资源不足的地方，往往难以保证育苗所要求的土壤温度；三是设计施工

复杂，使用成本高。

尤其在冬季气候寒冷的情况下，如何提高温室的升温保温性能，降低能耗，以提高温室生产效率和经济效益，这是人们关切的主要问题。温室保温比是衡量日光温室保温性能的一项基本指标。它是指日光温室中热阻较小的透明覆盖材料面积和热阻较大的墙体（即温室围护结构）与土地面积之和的比值。保温比越大说明保温蓄热性越好，一般温室的保温比均小于1.0。对于广大农村，尤其是北方农村，这样的保温比难于满足作物生长的需要。由于不同作物对于温度的需求各不相同，不同温室大棚的保温比也有不同。因此，必须根据不同气候条件、不同作物对温度的不同需求，以及不同保温比的温室进行控温和调温，一般而言，温室大棚的温度维持在10至30摄氏度左右即可满足作物生长需求。而对于生长环境温度需求比较高的作物，特别是北方地区，温室大棚冬季普遍需要采取一定的加温措施。常规的温室大棚加温方式一般常用电空调及热风炉系统，而这两种方式投资高、能耗大、效果差、还造成环境污染，控温不稳定。因此，探索一种升温快，又能确保恒温，并且耗能少，成本低，无污染的新措施已是势在必行。

二、采用浅层地能为温室大棚供暖具有明显优势

地热能分为中深层地热能和浅层地能。中深层地热能是指埋深数千米、温度较高的地热能，欧美国家多用于发电，我国则主要用来直接供热（如温泉），这种地热能品位较高，但受地质条件及开采技术与采集成本的限制较大。浅层地能是指埋深二百米以内的土壤砂石和地下水中的蕴藏的低温（一般为25度C左右）地热能，在当前技术经济条件下完全可以进行充分

地开发利用，冬天从地下提取热能，经过热泵转换，提高温位向房屋供暖；夏天将房屋内的热量输送到地下土壤中。浅层地能几乎无时不在，无处不有，且温度十分稳定，浅层低温热能经过热泵提升后很适合住宅和温室供暖，相对于燃煤、燃油的供暖制冷系统更具有优势。国家发改委和国家能源局最近正式发布的《能源发展“十三五”规划》和《可再生能源发展“十三五”规划》中，首次编制了地热能发展规划，对于许多人还比较陌生的浅层地能的开发利用终于被得到重视。浅层地能供热是可再生能源供热的重要方面，特别是对环境要求比较高和目前雾霾比较严重的京津冀地区、长江中下游地区，地热能供热将会发挥很大的作用。规划确定，到2020年我国地热能供热要达到16亿平方米，目前只有5亿平方米的供暖量，还需要净增11亿平方米。在京津冀地区，到2020年地热能供热面积将达到4.5亿平方米，占城市供热量的20%。地热能除了在给建筑物供暖制冷方面大有用武之地外，在设施农业中，特别是在温室大棚的供暖制冷以及通风等方面都能发挥非常大的作用。

1、采用浅层地能为温室大棚供暖，经过安装调试以后，能够很好地保持大棚所需的恒定温度，运行维护简单，无需像热风炉那样需要随时添加燃料；

2.采用浅层地能供暖，利用1kW的电能，经过热泵转换，就能得到4kW甚至更多的热能，能效比高达4.0，大大超过了电加热系统1.0的能效（燃油还不到1.0的能效），节能效果显著；

3.大多数温室大棚的温度需求范围为30℃以内，不管采用燃油还是电加热系统，所得到的温度都远高于这个温度范围，造成能源品位的浪费，采用浅层地能供暖，提供温度在

45℃~55℃，属于低温供暖，温差小，损耗小，避免了能源的浪费；

4.采用浅层地能供暖，真正实现了零排放，不存在对环境的污染问题；

5.浅层地能随时随地可以采集利用，设施简单，并减少对耕地的占用；

6.采用浅层地能不仅能为温室供暖，还能为温室制冷、通风；不仅可以调控温室内气温，还能调控温室的土壤温度。

如果能在温室大棚普遍推广采用浅层地热能，不仅可以很大程度上节省电费和人工费，而且也是治霾的一项确实有效的措施。大力推广浅层地能应用于设施农业，是改变“雾霾由农村包围城市”的一项最佳战略决策。

三、浅层地能在设施农业系统中的应用

2007年恒有源科技发展集团有限公司与中国能科院环境与可持续发展研究所合作，建成以浅层地能为主要供给能源的文洛温室一座。该项目采用恒有源的单井循环换热技术为温室提供冷热源，属于国家“十一五”科技支撑计划子项目，是设施农业的示范项目。

试验温室为文洛型玻璃温室，南北走向，东西向跨宽度8m，南北长度32m，屋脊高4m，总高5.5m，屋脊双侧间隔开窗。温室采用外遮阳，遮阳网为镀铝聚酯材料。试验结果表明：在夏季高温气候下采用湿帘风机与地能热泵联合降温，能将温室温度平均将低7.8℃，最大能将13℃。在温室2.5m以下作物生长的空间内，温室温度明显低于上部空间的温度，使用“地面-冠层”散热方式大大减少了温室内的耗能。综上所述，在夏季高温天气采用湿帘风机+地源热泵系统及地面-冠层的散热方式能显著降低温室作物周围的温度，保证作物的正常生长，同时又能节约能源。

四、农产品（特别是谷物）存储采用浅层地能更安全经济和绿色环保

谷物存储主要是粮食存储，我国是世界上最大的粮食生产和消费国家，目前，在粮食生产区虽然已广泛采用谷物烘干机，逐步解决了粮食烘干问题，但烘干后的粮食仍存在着水分不均匀、烘后品质差等问题，这主要是由于烘干机内温度控制不够稳定引起的。当烘干机内温度过高时，粮温上升速度快，粮食过度干燥，爆米率增加；当烘干机内温度较低时，烘干速率降低，出粮水分高于达标粮食储存含水率。因此，力求粮食烘干过程中温度稳定是保证粮食烘后品质的有效手段和必要措施。粮食存储温度控制的另一种手段是采用谷物冷却机，它是通过向粮堆通入冷却后的控湿空气，使粮堆温度降到低温状态，并能有效控制粮堆水分，从而达到安全储粮效果的一种储藏技术。它具有预防粮食生虫和发霉，降低粮食损耗，平衡粮堆温度和水分，防止水分转移、分层和结露，处理发热粮或高温粮，预防高水分粮发热及改善粮食加工品质等作用。但谷物冷却机通过地笼通风冷却，耗电多，使用成本较高，而且不够稳定。另外，由于冬季通风设备对粮食进行通风冷却，受自然环境条件影响大，季节性强，以普通空调制冷为手段对粮仓内空间实施降温，制冷能效比(EER)不高，大气温度在30℃以上时，制冷效果往往达不到要求。

粮食低温保鲜技术是通过完全封闭的降温循环，造成粮堆低温环境抑制霉菌，强制害虫冬眠并使其逐渐死亡；避免化学杀虫药剂的使用；抑制酶的活性，使淀粉水解和脂肪氧化的速度减慢，保持粮食的新鲜度和营养价值，延长粮食的储存期限。恒有源科技发展集团有限公司为云南省某粮库提供示范工程，用单井循环技术提取浅层地下冷量，实现了粮库制冷过程不消耗水也没有任何有毒有害物质放出，实

建言献策

POLICY ADVICES

现粮食储存的绿色保鲜。

利用浅层地能储存粮食，具有控温稳定、比烘干机冷却机耗电量少及运维成本低等优点。据测算，粮食存储采用浅层地热能比采用谷物冷却机节省三分之二的能耗量，具有十分显著的节能效果。食品质量安全问题是粮食存储的首要问题，粮食储备库如何在粮食保管期少用甚至不用化学药剂、保证粮食的原有品质以及实现真正意义上的绿色储粮，一直是粮食

储藏领域的重要研究课题。粮食存储采用浅层地能的方式，温度和湿度控制都能按照不同谷物的不同要求得到很好解决，从而达到减少虫害的危害，避免使用药物控制对粮食产生的药物残留，有效地保持粮食中的水分含量及营养成分，延长粮食储藏的时间，确保粮食的品质。因此，粮食存储采用浅层地能，更加绿色安全。此外，粮食存储采用浅层地能实现零排放、无污染，既节能又环保，何乐而不为之。





The Shallow Ground Source Energy Has A Broad Application Prospect in Facility Agriculture and the Storage of Agricultural Products

Author: Xu Huiyuan (Professor, doctoral supervisor, former dean of College of Economics and Management, China Agricultural University)

Protected agriculture is a kind of modern agriculture that adopts engineering technology method to provide suitable controlled environmental condition for the efficient production of crops or livestock. It changes the natural light and temperature conditions and optimizes the environmental factors for

crops or livestock, so that they can continue to grow. Protected agriculture includes protected planting, protected breeding and protected edible mushrooms. The basic facilities mainly include general environment-security greenhouse, animal building, etc.. In Europe, Japan and other countries, this concept is

called “Protected Agriculture”, while in the United States, it is usually called “Controlled Environmental Agriculture”. China protected planting accounts for more than 85% of that of the whole world. Greenhouse area is 6 million hectares with an output value of more than 900 billion Yuan, creating nearly 100 million jobs and making a great contribution to stable supply of agricultural products, continuous farmer income improvement and continuous improvement of agricultural modernization level. China arable land area per capita accounts for only 40% of that of the world; developing protected agriculture is one of the most effective technical measures to solve the problem of a large population with relatively little (arable) land and promote the sustainable development of agriculture.

I. Main methods and disadvantages of heating, cooling and ventilation in China protected agriculture

At present, there are two main methods to implement protected agriculture in our country: one is adopting the automation, intelligence and mechanization technology to establish modern large-scale greenhouse with heating, lighting, ventilation and sprinkling irrigation facilities. The other is farmer’s establishing solar greenhouse and multi-span greenhouse by agricultural film; the latter is the main method. In any case, the main purpose is to create suitable temperature and light conditions (including air temperature

and ground temperature) for the growth of crops and livestock. For this purpose, farmers use their wisdom to take a variety of heating and insulation measures. For example, design rational lighting angle to increase the light; select anti-drop film with high light transmittance and aging resistance; minimize the building shading and keep film cleanness; reduce greenhouse cooling gap, close doors and windows and timely repair film hole in order to improve the light transmittance and heat insulation; use small arch greenhouse, two-layer screen, paper cover, grass carpet and other shielding to realize multi-layer insulation. In addition, ditch cold proof trench and loosen the soil to improve soil structure and heat absorption and insulation; cover with plastic film and irrigate under the film to reduce surface evaporation and transpiration; realize heating by soil heating line; before cold winter comes, use hot blast furnace, gas tank, fire pot and other temporary auxiliary heating; use straw bio-reactor to increase the indoor temperature, etc.. Among them, arched greenhouse is the most commonly used facility in planting and breeding industry. Greenhouse is also called hothouse; it can receive light and preserve heat (or heating), create crop growth conditions during seasons not suitable for the growth of crops and livestock, thus increasing yield. In low-temperature season, in order to ensure seedlings cultivation or planting of vegetables, flowers, trees and other plant, greenhouse is usually used. There are a lot of greenhouse

types, including glass greenhouse, plastic greenhouse, single-span greenhouse, multi-span greenhouse, single-roof greenhouse, double-roof greenhouse, greenhouse with heating, greenhouse without heating and other types by different roof materials, lighting materials, shape and heating conditions. In the vast rural areas of our country, main measures to adjust the temperature of greenhouse are as follows:

1. Use coal-fired or oil-fired boiler to provide heat in order to maintain a certain temperature in greenhouse in winter. By this method, it is difficult to control the temperature in the greenhouse; in summer, the temperature can only be reduced by ventilation; the greenhouse ventilation effect is bad and the ventilation is not convenient. In addition, most greenhouses can only adjust the air temperature in the greenhouse, instead of the soil temperature; in the winter, the temperature for crop root to absorb water and fertilizer normally can not be reached. Meanwhile, since most greenhouses use coal-fired boiler heating, it is easy to cause environmental pollution. The oil-fired boiler cost is high. Some greenhouses set up underground heat-absorbing pipe to form a water cycle to obtain heat; by this method, less heat is obtained and the temperature in the greenhouse cannot reach a certain level; it is difficult to maintain a constant temperature.

2. Directly use electric energy heating, such as greenhouse soil heating line, heating line, seedlings cultivation heating line, electric hotbed and other heating methods. Problems

in these methods include: firstly, low electric energy utilization and high cost; secondly, difficulty to ensure the required seedling soil temperature in place with power shortage; thirdly, complicated design and construction and high cost.

It is the main concern that how to improve the heating and insulation performance of greenhouse, reduce energy consumption and improve the production efficiency and economic benefit of greenhouse, especially in cold winter. Greenhouse heat insulation ratio is a basic index for the measurement of the insulation performance of solar greenhouse. It refers to the ratio between the area of the transparent covering material with less thermal resistance and the sum of the area of wall (the greenhouse envelope) and land with larger thermal resistance in the solar greenhouse. The greater the heat insulation ratio, the better the heat insulation performance. The heat insulation ratio of common greenhouse is less than 1.0. For the vast rural areas, especially the north of the country, such insulation ratio cannot meet the need of crop growth. Because of the different temperature needs of different crops, the insulation ratio of different greenhouses is different. Therefore, the temperature of greenhouses with different heat insulation ratio shall be controlled and regulated according to different climatic conditions and the different temperature needs of different crops; in general, greenhouse temperature within 10 to 30 degrees can meet the demand

of crop growth. However, for crops with high demand for growth environment, especially in north area, most greenhouses need to take a certain heating measures. The conventional greenhouse heating method is electric air conditioning and hot blast stove system; however, these two methods is costly with high energy consumption and poor effect(the temperature effect is instable), and they also cause environmental pollution. Therefore, it is imperative to develop a new way to increase the temperature rapidly, ensure constant temperature with low energy consumption, low cost and no pollution.

II. It is obviously advantageous to use shallow ground source energy for greenhouse heating

Geo-thermal energy can be divided into medium-depth geo-thermal energy and shallow ground source energy. Medium-depth geo-thermal energy refers to the geo-thermal energy at higher temperature at the depth of several kilometers. European countries use it for power generation, China mainly uses it for direct heating (such as hot spring); this kind of geo-thermal energy is of high grade; however, it is much constrained by geological conditions and collection technology and cost. shallow ground source energy refers to the low-temperature (generally about 25 degrees) geo-thermal energy within two hundred meters underground in sand, soil or groundwater; under the current technical and

economic conditions, it can be fully developed and utilized; it is extracted from the ground in winter and the temperature is improved after heat conversion by pump, then it is supplied to houses; in summer, the heat in house is transferred to the underground soil. Shallow ground source energy is almost everywhere at any time and the temperature is very stable; after heat conversion by pump, low-temperature shallow ground source energy is suitable for residential and greenhouse heating; it is more competitive over coal-fired and oil-fired heating and cooling system. In the 13th Five-Year plan of energy development and the 13th Five-Year plan of renewable energy development officially released by the National Development and Reform Commission and the National Energy Administration recently, a geo-thermal energy development plan is developed for the first time; the development and utilization of shallow ground source energy with which many people are still unfamiliar finally attracts people's attention. shallow ground source energy is an important part of the renewable energy heating system, especially for Beijing, Tianjin, Hebei and the lower reaches of the Yangtze River, where the environmental requirement is relatively higher and the haze is more serious at present, geo-thermal energy will play an important role. The plan determines that, by 2020, China geo-thermal heating will reach 1.6 billion square meters; currently, the heating area is only 500 million square meters, which shall increase by 1.1

billion square meters. In Beijing, Tianjin and Hebei, the geo-thermal heating area will reach 450 million square meters by 2020, accounting for 20% of the total heating capacity of city. In addition to heating and cooling for buildings, geo-thermal energy will play an important role in protected agriculture, especially in greenhouse heating, cooling and ventilation etc..

1. After installation and debugging, shallow ground source energy for greenhouse heating can keep the required constant temperature in the greenhouse; the operation and maintenance is simple; not like a hot blast furnace, there is no need to add fuel uninterruptedly;

2. When using shallow geo-thermal heating, after heat conversion, the 1kW power energy can produce 4kW or even more heat with a energy efficiency ratio up to 4.0, which is much higher than the electric heating system: 1.0 (while the fuel energy efficiency is less than 1.0); the energy saving effect is remarkable;

3. The required temperature range of most of the greenhouses is within 30 degree; by using fuel or electric heating system, the temperature is much higher than the temperature range, resulting in energy grade waste; by using shallow geo-thermal heating, the temperature is within 45 ~55 degree (low temperature heating); the temperature difference and energy loss is small, thus avoiding energy waste;

4. By using shallow geo-thermal heating, zero emission can be realized, so there is no pollution to the environment;

5. Shallow ground source energy can be collected at any time in any place with simple facilities; this can reduce the occupation of arable land;

6. Shallow ground source energy can not only be used for greenhouse heating, cooling and ventilation; but also used for controlling the temperature in the greenhouse and the soil temperature.

Promotion of shallow ground source energy in greenhouse can not only save electricity and labor costs to a great extent, but also control haze effectively. Widely promotion of shallow ground source energy in protected agriculture is the best strategic decision to change the situation of "haze surrounding the cities from the countryside".

III. Application of shallow ground source energy in protected agriculture system

In 2007, EVER SOURCE SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT GROUP CO.,LTD. cooperated with the Research Institute of environment and sustainable development of Chinese Academy of Sciences, established a Venlo type greenhouse mainly relying on shallow ground source energy. This project adopts the HYY single well heat exchange technology to provide heating and cooling source for greenhouse; it is a subproject of the national

“11th Five-Year” science and technology support program and a demonstration project of protected agriculture.

The experimental greenhouse is Venlo type glass greenhouse in north-south direction; it is 8m wide from east to west and 32m wide from north to south; the roof height is 4m; the total height is 5.5m; windows are set on both sides of the ridge at a certain distance. The greenhouse uses external solar screen of aluminum coated polyester material. The experimental results show that, in hot summer, the greenhouse temperature can be reduced by 7.8 degree in average (13 degree at most) by the combination of wet curtain fan and ground source heat pump. Within 2.5m in the greenhouse where crops grow, the temperature is much lower than that of the upper space; use “ground-ceiling” cooling mode to greatly reduce the greenhouse energy consumption. To sum up, in hot summer, the using of wet curtain fan+ground source heat pump and “ground-ceiling” system can significantly reduce the greenhouse ambient temperature, thus ensuring the normal growth of crops and saving energy.

IV. It is more safe, economical and environmental friendly to use shallow ground source energy in the storage of agricultural products (especially grain)

Grain storage mainly includes food storage; China is the country with the world's largest

grain production and consumption; at present, in grain production area, although grain drying machine has been widely used and the problem of grain drying is gradually solved, the dried grain has uneven and water content and bad quality after drying; this is mainly because the temperature control of drying machine is not stable. When the temperature is too high in the drying machine, the grain temperature will rise too fast, the grain will be too dry and the breaking rate is increased; when the temperature is low, the drying rate is reduced and the grain water content is higher than that of the standard grain for storage. Therefore, keeping stable temperature during grain drying is an effective means and necessary measure to ensure the grain quality after drying. Another means of grain storage temperature control is the use of grain cooling machine; it reduces the grain temperature through blowing cooled air in the grain heap and controls the grain heap water content effectively, thus realizing safe grain storage. It can prevent grain insects and mildew, reduce food loss, balance grain temperature and moisture, prevent moisture transfer, delamination and condensation, process heated or high-temperature grain, prevent high-water-content grain from heating up and improve food processing quality, etc.. However, the grain cooling machine realizes cooling through ground cage with high power consumption and cost, and it is not stable. In addition, because grain cooling by ventilation equipment in winter is greatly influenced by

natural environmental conditions and seasonal conditions, the cooling energy efficiency ratio (EER) of ordinary air conditioning in barn is not high; when the air temperature is above 30 degree, the cooling effect often can not meet the requirement.

Low temperature grain preservation technology is a technology by using completely closed cooling cycle to realize low temperature in grain heap, suppress moulding and create a compellent pest hibernation condition to kill pest gradually; avoid the use of chemical insecticides; inhibit enzyme activity, reduce the rate of starch hydrolysis and fat oxidation, maintain food freshness and nutritional value, prolong the storage time limit of grain. EVER SOURCE SCINECE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT GROUP CO.,LTD. provides a demonstration project for a grain depot in Yunnan Province, uses single well circulation technology to extract shallow ground source cooling energy, thus, the grain cooling process does not consume water, nor release any toxic and harmful substance, green grain preservation is realize through this way.

Using shallow ground source energy in grain storage has the following advantages:

a stable temperature control, less power consumption and lower operating costs than the cooling machine. It is estimated that the energy consumption of shallow ground source energy in grain storage is 2/3 less than that of the grain cooling machine; the energy saving effect is very significant. Food safety is the priority in grain storage; how the grain depot reduce the use of, even do not use chemical agent in grain storage period, ensure the original quality of grain and realize true green grain storage has been an important research topic in the field of grain storage. By using shallow ground source energy in grain storage, the temperature and humidity control can be realized in accordance with different requirements of different grains, so as to reduce pest damage, avoid drug residues in grain, effectively maintain the water content and nutrients in grain, prolong the grain storage time and ensure grain quality. Therefore, the use of shallow ground energy in grain storage is more green and safe. In addition, grain storage by using shallow ground source energy realizes zero emission and pollutant; it is energy saving and environmental friendly, Why not use it?

为我国无煤、 替煤路线图进言

ADVICE ON THE ROUTE MAP FOR COAL ZEROING AND SUBSTITUTION IN CHINA

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）

摘要

21世纪进入低碳、清洁能源和可再生能源时代。我国能源形势不容乐观，存在三大突出问题：

- 1、能效低下、能源过度消费；
- 2、煤炭消费量占一次能源的消费量比例过大；

3、化石燃料利用粗放，排污污染严重，大面积持续性雾霾。

三个问题中核心因素是大量煤炭的直接燃烧。十三五计划的中期，国务院“行动计划”全方位实施压缩煤炭消费、能源总量控制。习主席指出：“我国必须开展能源消费、供给、技术和体制方面的能源革命……”在未来的几个五年计



划中尽快实现煤炭去产能、压缩煤炭消费、煤炭总量控制的路线图，作者提出三点进言：

进言一：替代煤炭能源的主力是地能中的清洁能源（浅层地能、深层地热、页岩气、煤层气、可燃冰以及天然气）；

进言二：2030年前（即第十五个五年计划末）压煤替煤目标可以实现全国煤炭消费量占比下降至49%以下，清洁能源和可再生能源占51%以上，彻底扭转我国能源以煤为主的局面；

进言三：城镇建筑供暖行业率先实现无煤化无燃烧智慧供热。

一、我国能源状况和存在的三大突出问题：

中国是最大的发展中国家，也是能源生产和消费大国。半个多世纪以来能源行业从无到有、从小到大，形成了以煤炭为主体的能源结构的完整体系。在保证社会需求供给的同时，支撑了GDP翻了一百二十多倍。在十一五末（2010

年）国家终于成为世界第二大经济体，见表1。从十二五前后世界三大经济体国家比较表可以看出：我国能源存在三大问题，急需要克服。

1、高能耗、低能效、能源过度消费

十二五期间，我国GDP迅速增长，从5.75到10.98万亿美元，远超日本，GDP增加1.9倍，能源消费只增加1.24倍。十二五末（2015年）我国的GDP只是美国的61%，但能源消费总量却是美国的1.32倍；我国GDP是日本的2.67倍但能耗是日本的6.72倍。也就是说，在相同的GDP的前提下，我国的能耗是美国的2.16倍，是日本的2.52倍。而2010年，我国单位GDP能耗是美国2.7倍，是日本4.6倍，可见我国还是高能耗的国家，但十二五进步很快。中国确实是能源消费的大国，一次能源的消费总量占全球能源消费总量的比例，2010年是20.3%，

2015年达22.9%。在十二五中期，2013

表 1 世界三大经济体 GDP、能源消费和 CO₂ 排放

十二五期间	2010年(十一五末)				2015年(十二五末)				备注
	美国	中国	日本	全球	美国	中国	日本	全球	
人口(亿)	3.16	13.41	1.274	67.14	3.23	13.74	1.267	77.3	IMF(国际货币基金组织)数据
(占比%)	4.7	19.97	1.9	100	4.1	17.8	1.64	100	
GDP(万亿\$)	14.62	5.75	5.39	61.96	17.95	10.98	4.12	73.16	
(\$/年·人均)	46266	4288	42308	9229	55573	7991	32518	9464	
一次能源(Mtoe)	2285.7	2432.2	500.9	12002.4	2280.6	3014	448.5	13147.3	英国BP世界能源评估报告 吨油当量≈1.43 吨标准煤
消费总量(百万吨油当量)(占比%)	19	20.3	4.2	100	17.4	22.9	3.4	100	
吨油当量/年·人均	7.23	1.81	3.93	1.79	7.06	2.19	3.54	1.71	
单位GDP能耗(百万吨油当量/万亿\$)	156.3	423	92.9	193.7	127	274.5	108.9	179.7	
煤炭消费量(亿吨油当量)	5.25	17.14	1.24	35.56	3.96	19.2	1.28	38.4	国家统计局
(占比%)	14.8	48.2	3.5	100	10.3	50	3.3	100	
能源结构(占比%)	原油	37.2	17.6	40.2	33.5	37.3	18.6	42.3	BP数据
	天然气	27.2	4.0	16.9	23.8	31.4	5.9	22.8	
	煤炭	23.0	70.6	24.9	29.7	17.4	63.7	26.6	
	核能	8.4	0.7	13.2	5.2	8.3	1.3	0.2	
	水能	2.6	6.6	3.8	6.5	2.5	8.5	4.9	
再生能	1.6	0.5	1.0	1.3	3.1	2.1	3.2	2.8	
CO ₂ 排放量(亿吨)	54.9	82.4	11.4	335	53	103.3	13.6	352.7	美国能源PIEA

年第五届全国能源企业高层论坛上中国工程院陆佑楣院士介绍：“2012年中国单位GDP能耗是世界平均水平的2.5倍、美国的3倍多、日本的7倍，中国每消耗1吨标准煤仅创造出14000元人民币的GDP，而全球平均水平为25000元GDP，美国的水平是31000元GDP，日本是50000元GDP。若能耗不变的情况下，达到世界平均水平时，中国的GDP规模将达到87万亿元与美国GDP总额相当，更不用说达到发达国家美国和日本的水平了，可见我国提升能效空间巨大。”十二五初期，我国总体能源利用率约为33%，比发达国家低10个百分点。电工、钢铁、有色、化工、建材、轻工、纺织等高耗能产业主要产品单位能耗平均比国际先进水平高40%左右，机动车油耗水平比欧盟高25%左右。中国迅速改变成为中低端产品的“世界工厂”；在物美价廉的商品遍布全球的同时，把能源过度的消费，环境严重的污染问题留给了自己。

2、煤炭占比过高，清洁能源占比过低的不合理能源结构

我国是煤炭大国，储存量世界排名第三但产量一直是世界第一，回顾新中国成立60年来，累计生产煤炭750亿吨，占全球煤炭市场75%。2007年前，全国煤炭供需基本平衡，仅出现过阶段性、区域性和季节性的短缺，2008年开始供大于求，特别是2012年下半年出现全国全面性的产能过剩。2013年，全国煤炭消费量达高峰42.2亿吨，2014年下降2.9%，2015年降幅为3.7%，但我国煤炭消费量仍占全球的50%，即全球煤炭总量的一半由中国消费。由表一可见按（按BP数据），中国煤炭消费占比远高于美国和日本，中国在70%左右，美日占比在25%左右，但2015年美国煤炭消费在下降，日本在上升。从2000年至2013年13年间，我国煤炭消费年增8.8%，年增量约2.2亿吨。十二五末（2015

年）煤炭消费总量为39.65亿吨，商品煤消费量为36.98亿吨，其中电力、钢铁、建材、化工四大耗煤大户用煤分别为18.39亿吨、6.27亿吨、5.25亿吨和2.53亿吨。电力用煤几乎为全部煤炭消费的一半（包括热电联产）。建筑运行能耗不断增加，总民用建筑面积已超过550亿m²，其总能耗占比超过25%。火力发电和煤炭燃烧供暖是导致煤炭过量消费、利用能效低下、污染排放、PM2.5雾霾的关键。

3、化石燃料（煤、油）燃烧是污染排放、雾霾的根本原因

我国目前已成为全球最大的污染排放国。污染排放是人类排放的结果，是人类用能的结果。人口密集，用能集中，煤、油直接低排，外加工业排放，在一系列气象条件下是产生PM2.5雾霾的直接原因。据IMF数据：2006年中国的CO₂排放量61亿吨，超过当时美国的57.5亿吨排放，位居世界第一。据国家环保总局介绍，我国早在2005年SO₂排放高达2549万吨，是世界第一排放大国。中国领导层郑重的承诺绝不以环境为代价换取一时的经济增长。习主席在世界环境会议上公开宣布：2030年前我国CO₂排放量达到峰值的承诺。国务院颁布了大气污染防治行动计划。国家发改委等六部委下达京津冀、长江三角洲区和珠江三角洲区无煤、替煤管理暂时办法，各省市制定空气重污染应急预案。

我国无煤、替煤、去产能不是简单的能源结构改变的一时之计，是体现大国责任、国家荣誉，是习主席向世界承诺的保证，也是解决人民生活质量、健康的大问题。煤炭总量控制、无煤替煤去产能、改变以煤为主的能源结构是国家战略，绝不能以任何借口弱化这种国家战略。

二、压煤、替煤去产能路线图的两点进言

我国能源突出的三大问题中，煤炭的过量消费是核心、化石燃料（煤、油）直燃低排是能

效低下，污染严重造成雾霾的必然结果。如何无煤、替煤，用什么样的能源代替煤炭应按照大数据统筹计划安排其路线图。

进言一：地能中浅层地能等多种清洁能源是替代煤炭的主力能源。

能源是多元化的，如太阳能、风能、水能、生物质能以及核能等清洁能源应该大力度发展。十三五规划，国务院2020年能源发展目标指出：到2020年，非化石能源占比将达到15%，天然气达10%，煤炭占比将控制在62%以内。14个亿吨煤炭基地产量占比达95%，8个年产百亿 m^3 的天然气产地产量5.5亿 m^3 ，年产常规天然气1850亿 m^3 ，页岩气300亿 m^3 ，煤层气300亿 m^3 ，风电装机2亿kw，太阳能光伏电1

亿kw，地热利用达5000万吨标煤等。太阳能、风能、水能、生物质能可再生能源由于受到周期性、核心技术、资源利用等因素的限制，其能源占比尚不高，暂时不会成为主力能源。地能中的多种清洁能源、储存量巨大，甚至多种不亚于煤炭储量，见表2。可供使用年限远超过煤炭。我国有1万多个矿区（包括14个大基地），数百万矿工，具有半个多世纪的采矿经验。从煤炭产能转向地能中其它清洁能源开采是顺理成章的，也将避免因煤炭去产能使得大量矿工失业的危机。据测算，约每820（nm）³的清洁气体燃料可替代1吨标准煤的煤炭。因此，地能中的各种清洁能源是替代煤炭的主力能源，应该重点支持和安排十三五、十四五、十五五近15年开采计划。

表2 中国地能中的各种能源

地能种类			探明储量	参考使用年限	产量(2020)	资料来源	
清洁能源	非常规能源	1	浅层地能	95 亿吨标准煤	无限		2013 国土部 31 省 289 市普查
		2	深层地热能	2500 亿吨标准煤	80	5000 万吨标煤	国标 1615-89
		3	页岩气	25-36 万亿 m^3	300	300 亿 m^3	美国 EIA, 2012 中国石油经济研究院
		4	煤层气	36.8 万亿 m^3	300		2013 中国产业洞察网报告
		5	可燃冰	陆基 350 亿吨, 海基 640 亿吨油当量	90		国土部, 2013 中国产业信息网
		6	天然气	40 万亿 m^3	65	185 亿 m^3	2015 年国土部
	常规化石能源		石油	268 亿吨	20		2015 年国土部
			煤炭	10176 亿吨	100	4 亿吨标煤	2015 年国土部

进言二：2030年有望实现我国煤炭消费占比下降至49%以下，多种清洁能源占比达51%以上，结束我国能源以煤为主的局面。

2013年我国煤炭消费开始明显下降，则2015年煤炭消费占一次能源总消费量的比例下降至64%，这是由于国家经济发展开始放缓，高耗煤行业提高能效，钢铁、煤炭去产能，实施年度能源和煤炭消费总量控制。在十二五的后三年里煤炭消费占比平均降幅为1.17%。按照十三五的经验，若十三五、十四五、十五五煤炭占比平均降幅为1.1%、1.0%、0.9%时，则十五五末（2030年）全国煤炭消费量占比下降至49%以下。为此，要控制好各个五年计划的GDP增速。在大数据的指导下，控制能源消费总量和煤炭能源消费总量，年度计划指标明确。

进言三：城镇建筑行业率先实现去煤化、无

燃烧供热

国内外传统的建筑供暖方式是靠化石燃料燃烧换热来完成。国内多半烧煤，国外多半烧油烧气。这种燃烧换热式供暖十分不经济、能效低下，1000多摄氏度加热低温水来保证室温20多摄氏度左右，浪费极大。燃烧排烟温度远高于室温，何况排烟污染严重。提倡城镇建筑供暖不烧煤，实现无燃烧供热。目前，城镇建筑供暖主要有三种方式：热电联产城市热网集中供热；区域锅炉房联合片供热以及分散采暖（燃气炉、土暖气、各类电采暖等）。采集低品位再生能（空气、土壤、地下表水等）的热泵电供暖是安全可靠又省电的无燃烧供热系统。全国建筑热泵供暖已有3亿多平方米，10-15年运行可证明：它可以完全替代煤炭，实现建筑无燃烧供热。其性能比较如表3所示。

表 3 热泵无燃烧供暖性能比较

	热源	污染	寿命	能效	燃料	投资成本	用途	运行成本（以京为例）
锅炉供暖	煤油气燃烧	严重	10年以上	70-80%	煤、油、气	250元/m ²	单暖	燃气 30元/m ² 燃煤 20元/m ²
各种电采暖	100%电	零污染	8年	35%	火电居多	200-300元/m ²	单暖	>30元/m ²
地能热泵供暖	-70%电	零污染	15年以上	300%	电+60%可再生能源	300元/m ²	冷暖	供暖 18/m ²

化石燃料（煤炭、汽油）等煤料的直燃低排是造成人口密集区PM2.5雾霾的重要因素，在一定气象条件下外加工业和环境粉尘排放是造成雾霾的根本原因。城镇中分散供暖和区域锅炉房完全可以用热泵系统取代。热电联产集中供暖大部分是火力发电，虽然位居城郊，但

污染仍然严重。其大型热电联产锅炉应尽可能用清洁能源替代煤炭。对于小型热电联产锅炉燃煤供暖系统，因其能效低，管网、热交换站和用户损失大，应逐步由热泵站取代，大连小窑湾开发区50-900MW地能热泵区域供热就是很好的例证。



Advice on the route map for coal zeroing and substitution in China

Author: Cheng Ren

Abstract

The 21st Century becomes a time of low carbon, clean energy and renewable energy. However, the energy trend in China is not promising. There are three prominent problems:

1. Low energy efficiency and excessive consumption of energy;
2. Coal consumption takes over large proportion among consumption of primary energy;
3. Fossil fuel is extensively used, posed serious drain pollution and large area of continuous haze.

Direct combustion of large amount of coal is the key factor causing the three problems. In the middle stage of the 13th five-year plan, “action plan” of the State Council is carried out every side to reduce coal consumption and control the total amount of energy. As pointed out by President Xi Jinping, “China must develop an energy revolution in aspect of energy consumption, supply, technology and mechanism...”. In the future five-year plans, it is necessary to realize a route map for coal productivity reduction, coal consumption

reduction and coal amount control as soon as possible. On this basis, the following three advices are put forward:

Advice 1: Clean energies (such as shallow ground source energy, deep geothermal energy, shale gas, coal bed methane, combustible ice and natural gas) among ground energies should become the main force for substituting coal energy;

Advice 2: Up to 2030 (i.e., at the end of the 15th five-year plan period), if coal consumption reduction and coal energy substitution measure is taken, the proportion of coal consumption should be reduced to less than 49% and that of clean energy and renewable energy should become more than 51% so as to completely turn around the situation of China using coal as the major energy;

Advice 3: Building heating industry in city and town should take the lead to realize an intelligent heating without incoation and without combustion.

I. Energy status and three prominent problems existing in China

China is the largest developing country in the world and also the biggest country in energy production and consumption. In recent more than half a century, energy industry gradually forms into a complete energy structure system taking coal as the main energy. While guaranteeing the social demand for energy supply, coal energy supports a more than 120 times doubled GDP. At the end of the 11th five-year plan period (2010), China finally became the second largest economy in the world,

see table 1. As can be seen from the table of comparison between the three largest economies in the world before and after the 12th five-year plan period, there are three major problems in Chinese energy in urgent need to be overcome.

1. High energy consumption, low energy efficiency and excessive energy consumption

During the 12th five-year plan period, Chinese GDP subjected to a rapid increase by 1.9 times from 575 to 10980 billion \$. This increase is far more than that in Japan; however, energy consumption was only increased by 1.24 times. At the end of the 12th five-year plan period (2015), Chinese GDP is only 61% of American GDP; however, the total energy consumption is 1.32 times of that in America; Chinese GDP is 2.67 times of Japanese GDP; however, the energy consumption is up to 6.72 times of that in Japan. In other words, under the same GDP conditions, the energy consumption in China is respectively 2.16 times and 2.52 times of that in America and Japan. While in 2010, the unit GDP energy consumption in China is respectively 2.7 times and 4.6 times of that in America and Japan. As can be seen, China was of high energy consumption but had a fast progress during the 12th five-year plan period. Indeed, China is the biggest country in energy consumption. The total consumption of primary energy in China accounted for 20.3% in 2010 and up to 22.9% in 2015 among that in the world. In the middle of this period, as presented by Lu Youmei, academican of the Chinese Academy of Engineering, in the 5th National Energy Enterprise High-Level Forum in

2013, “in 2012, the unit GDP energy consumption in China was 2.5 times of the average of that in the world and respectively more than 3 times and 7 times of that in America and Japan. 1-ton standard coal consumed in China only created RMB 14000 Yuan in GDP, while that in the global average level created 25000 Yuan in GDP, that in America created 31000 Yuan in GDP and that in Japan created 50000 Yuan in GDP. Provided that energy consumption is fixed, when the GDP value created by consuming 1-ton standard coal reaches the global average level, the GDP scale in China will be up to 87000 billion Yuan, equivalent to total GDP in America, let alone reaching the level in developed countries such as America and Japan. Thus, China has large space for improving energy efficiency.” In the beginning of the 12th five-year plan period, the total energy use rate of China is about 33% which is 10% lower than that of developed countries. The average unit energy consumption of main product from electrical engineering, steel, non-ferrous metals, chemical industry, building material, light industry, textile and other high energy consumption industries is about 40% higher than the international advanced level; the oil consumption of motor vehicle in China is about 25% higher than that in the EU. China rapidly becomes a “world factory” of low and mid-end products; while providing cheap and fine commodities all over the world, the problems of excessive energy consumption and serious environment pollution are left over in China.

2. Unreasonable energy structure with over-high proportion of coal energy and over-low proportion of clean energy

China is the largest country in coal industry with coal storage volume ranks third and production always first in the world. Over the 60 years after New China was founded, coal production accumulated up to 75 billion ton, accounting for 75% in the global coal market. Before 2007, the supply and demand of coal all over the country is basically balanced, only with stage, regional and seasonal shortage. Since 2008, the supply of coal became greater than the demand for coal. Especially in the second half year of 2012, there was an overall excess production capacity in the whole country. In 2013, coal consumption all over the country reached a peak of 4220 million ton which is reduced by 2.9% in 2014 and 3.7% in 2015; however, the coal consumption in China still accounted for 50% of that in the world, namely half of the total coal consumption in the world is from China. on the basis of BP data, coal consumption in China is far more than that in America and Japan, where China accounted for about 70% and America and Japan respectively accounted for about 25%. However in 2015, coal consumption in America was reduced, but that in Japan was increased. During the 13 years from 2000 to 2013, coal consumption in China was increased by about 220million ton/year, accounting for 8.8% annually. At the end of the 12th five-year plan period (2015), total coal consumption reached 3965 million ton and consumption of commercial coal reached 3698 million ton, wherein coal consumptions in the four large coal consumption industries such as electricity industry, steel, building material and chemical industries were respectively 1839 million ton, 627 million ton, 525

million ton and 253 million ton. Coal consumption in electricity industry almost accounted for half of total coal consumption including cogeneration. Energy consumption in operation of building was unceasingly increasing, total civil construction area had exceeded 55 billion m² and its total energy consumption accounted for more than 25%. Thermal power generation and coal combustion heating are the key cause of excessive coal consumption, low energy efficiency, pollutant emission and PM2.5 haze.

3. Combustion of fossil fuel such as coal and petroleum is the basic cause of pollution and haze

Currently, China has become the largest country in pollutant emission in the world. Pollutant emission is the consequence of emissions and energy use by human beings. Under a series of weather conditions, direct combustion and low emission of coal and petroleum combustion as well as industrial emission becomes the direct cause of PM2.5 haze. Based on IMF data, in 2006, CO₂ emission in China reached 6.1 billion ton which exceeded the 5750million ton emission in America in that time, ranking first in the world. As presented by the State environmental protection administration, early in 2005, SO₂ emission in China had already reached 25.49 million ton, ranking first in the world. Chinese leadership made a solemn promise to never achieve temporary economic growth at the cost of environment. In the world environmental summit conference, President Xi Jinping publicly announced a promise to get Chinese CO₂ emission reaching the peak before 2030. The State Council issued an action

plan for preventing atmospheric pollution. Six ministries and commissions such as the National Development and Reform Commission issued a tentative method for coal zeroing and substitution management in Beijing-Tianjin-Hebei region, Yangtze River Delta area and Pearl River Delta. Each province and city also prepared contingency plan for control of serious air pollution.

The coal zeroing, coal substitution and coal productivity reduction method for China is not temporizing measures of the time to simply change the energy structure but the way to show the responsibility and natural reputation as a large country, the promise of President Xi Jinping made to the world and also a big solution to improve people's living quality and health. Total coal amount control, coal zeroing and substitution, coal productivity reduction and changing the coal-oriented energy structure are national strategies and shall never be weakened by any words.

II. Three advices on forming into a route map for coal consumption reduction, coal substitution and coal productivity reduction

Among the three predominant energy problems in China, excessive coal consumption is the core problem, direct combustion and low emission of fossil fuel such as coal and petroleum is the cause of low energy efficiency and the serious pollution is the inevitable result of haze. How to realize coal zeroing and substitution and what kind of energy is to be used for replacing coal shall be arranged with a route map on the basis of the big data integrated plan.

Advice I: Many kinds of clean energy in ground

source energy such as shallow ground source energy are the main energies for replacing coal.

Energy is diversified. Clean and renewable energies such as solar energy, wind energy, water energy, biomass energy and nuclear energy shall be greatly developed. In the 13th five-year plan, the State Council's energy development goal for 2020 pointed out that: up to 2020, non-fossil energy will account for 15%, natural gas will account for 10% and coal will be controlled no more than 62%; The output of 14 one-hundred million tonnage coal base will account for 95%, the output of 8 ten-billion m^3 /year natural gas production places will be up to 550 million m^3 , annual production of common natural gas will be up to 185 billion m^3 and that of shale gas will be up to 30 billion m^3 and coal bed gas will be up to 30 billion m^3 , the installed capacity of wind power installation will be up to 200 million kw, the PV power of solar energy will be up to 100 million kw and subterranean heat will utilize up to 50 million ton standard coal. Due to restriction in periodicity, core technology, resource utilization and other factors, solar energy, wind energy, water energy, biomass energy and renewable energy take not that high proportion and temporarily will not become the main energy. Many kinds of clean energy in ground source energy has huge storage volume and even many of them are not inferior to the storage volume of coal, and can be used for longer time than coal. China has more than 10000 mining areas including 14 large bases, millions of mining workers and has experience in mining for more than half a century. It is in a clear and ordered pattern to convert from coal production

to mining of other clean energy in ground source energy. This way can also avoid the crisis of large amount of unemployment of mining workers caused by coal productivity reduction. As predicted, about every 820 (nm)³ clean gas fuel can substitute 1 ton standard coal. Therefore, various clean energies in ground source energy are the main energies for replacing coal and thus shall be mainly supported and incorporated into the mining plan in recent 15 years, namely the 13th five-year plan, the 14th five-year plan and the 15th five-year plan.

Advice II: Up to 2030, the proportion of Chinese coal consumption is expected to be reduced to less than 49%, that of many clean energy reaches more than 51% so as to end the situation of China taking coal as the main energy.

Since 2013, Chinese coal consumption had been obviously reduced. Up to 2015, the proportion of coal consumption among total consumption of primary energy was reduced to 64% due to the slowing down of national economic development, the improved energy efficiency in high coal consumption industry, the reduction of steel and coal production and the execution of control on annual total energy and coal consumption. In the three years after the 12th five-year plan period, the proportion of coal consumption was reduced by 1.17% on average. Based on the experience in the 13th five-year plan period, up to the end of 15th five-year plan period (2030), the proportion of coal consumption in the country will be reduced to less than 49%, if the that of coal is reduced by 1.1%, 1.0%, 0.9% on average in the 13th five-

year plan, 14th five-year plan and 15th five-year plan periods. Thereby, it is necessary to get the GDP increase speed in each five-year plan period well controlled. And it is also necessary to control the total consumptions of energy and coal energy under the guidance of the big data and be clear about the target in annual plan.

Advice III: Building industry in city and town should take the lead to realize heating without coalification and combustion.

Traditional building heating in China is achieved by heat transferring from combustion of fossil fuel. Whereas, the combustion mostly uses coal in China and petroleum and gas in overseas. This heat transferring from combustion for heating is very diseconomy and low efficient. It wastes very much, as it is needed to heat up low-temperature water in a temperature of more than 1000°C just to keep the room temperature around more than 20 °C . The temperature of smoke emission generated by combustion is far higher than room

temperature. Moreover, this way may cause serious smoke pollution. It is promoted to realize heating without combusting coal. Currently, there are mainly three modes of building heating in city and town such as the concentrated heating via municipal heating system by cogeneration, the heating by regional boiler room and the scattered heating such as using gas stove, heating stove and various electric heating systems. Electric heater of heat pump by acquiring low-grade renewable energy such as air, soil and underground water is a no-combustion heating system, safe, reliable and power-saving. In China, there have already been more than 300million m³ building area enjoyed heating by heat pump. Over 10~15 years of operation, it is proofed that heat pump can completely replace coal combustion for heating, and can realize no-combustion heating for buildings.

Direct combustion and low emission of fossil fuel such as coal and petroleum is a key cause

Table 3 Comparison with no-combustion heating performance of heat pump

	Heat source	Extent of pollution	Service life	Energy efficiency	Fuel	Cost of investment	Application	Operation cost (take Beijing as an example)
Boiler heating	Combustion of kerosene oil-gas	Serious	More than 10 years	70-80%	kerosene oil-gas	250Yuan/m ²	Heating	30 元 /m ² 20 元 /m ² 30Yuan/m ² Coal: 20Yuan/m ²
Various electric heating systems	100% electricity	Zero	8 years	35%	Most of them uses thermal power	200-300Yuan/m ²	Heating	>30Yuan/m ²
Heating by ground source energy heat pump	70% electricity	Zero	More than 15 years	300%	Electricity and 60% renewable energy	300Yuan/m ²	Cooling and heating	18/m ² Heating for 18/m ²

of PM2.5 haze in region with dense population. Under certain weather conditions, outdoor processing industry and dust emission in the environment are the basis causes of haze. Scattered heating and the regional heating by regional boiler room in city and town can be completely replaced by heat pump system. Most concentrated heating by cogeneration is generated by thermal power generation. Although the generation place is located in suburb but it still creates serious pollution.

Wherein, the large cogeneration boiler shall try the best to use clean energy instead of coal. With respect to the coal-combustion heating system of small cogeneration boiler, this system is featured by low energy efficiency, large loss in pipe network, heat exchange station and user and should be gradually replaced by heat pump station. The 50-900MW ground source energy heat pump in Dalian Xiaoyaowan development area is a good example.



雾霾成因 及地热资源的应用

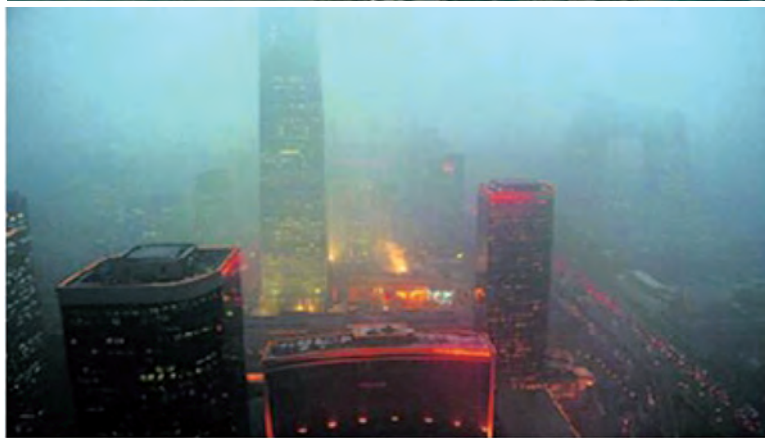
CAUSE FOR HAZE AND APPLICATION OF GEOTHERMAL RESOURCES

作者：沈梦培（国务院资深参事、中国地震局地震预测研究所研究员）

霾，也称阴霾、灰霾，是指原因不明的大量烟、尘等微粒悬浮而形成的浑浊现象。近年来随着经济增长，工业排放量增加，我国大气发生雾霾天数也逐年增多，尤其在冬天，北方“燃煤采暖”排放物增加，在当天气条件不利于扩散稀释时，就会形成“雾霾天”。我国冬季雾霾主要来自“燃烧过程排放物”，包括燃煤、机动车排放和扬尘，需要群防群控，减少燃烧过程排放物，才能尽快消减雾霾。

北京市已经提出了“无煤化”的工作方案和进度表，2016年，东城区、西城区和海淀区率先实现“无煤化”，2017年底，北京城六区都将实现“无煤化”。

目前，北京城六区“无煤化”主要是通过“煤改电”的方法实现。然而在北京的郊区以及京津冀的广大地区，特别是农村住户，绝大部分还在使用燃煤采暖，需要向他们推广天然气、沼气以及电能采暖等方式实现“无煤化”，我们也要向有条件的地区和单位推荐使用浅层地能





唐孝炎院士



丁衡高院士

采暖（致冷），让各级政府和广大的人民群众了解利用浅层地能的好处和优越性，进一步推广这种洁净、可再生的新能源。

一、雾霾成因：“燃烧”方式供暖和烟气低空直排是产生雾霾的重要原因

唐孝炎院士（中国工程院院士、北京大学环境科学系教授、我国大气环境化学专业创始人）解释：由于燃烧煤、天然气、庄稼秸秆、石油制品产生大量二氧化硫、氮氧化物和挥发性有机物等污染物，由此形成硫酸和硫酸盐、硝酸和硝酸盐等，当大气的湿度低于百分之八十，污染物逐渐形成霾颗粒，颗粒物的光效应使能见度下降到十公里以内甚至更低，对光传播造成了视程障碍，成灰蒙蒙的视程障碍现象叫做霾，但是当湿度高到百分之九十以上，那时候就变成轻雾，湿度更大时，就成为雾了。

霾颗粒和雾不一样，雾较容易散去，霾却很难。因为雾含水量大，受天气变化的影响比较大，太阳一出来，遇到干燥空气，雾就很容易散去，所以雾一般不会全天都有。霾就比较麻烦，因为霾的水蒸汽含量不高，湿度通常在

百分之八十以下，再加上霾所处空间一般是3000米以下，如果当上空存在逆温层，而水平方向没有风或风很小，空气上下对流或者水平流动不畅通时，霾就无法散去。

为了治理雾霾，在实施“无煤化”的地区，推广使用浅层地能，丁衡高院士写了“关于推荐浅层地能作为供暖替代能源的有关建议”，并呈报给李克强总理。

二、地热资源是可再生能源

全国人大代表黄刚提出：“地热资源是可再生能源，是具有重要开发价值的绿色新型能源之一。如果能充分利用地热资源，使之取代部分燃煤锅炉供暖，必定会有效缓解京津冀地区冬季霾污染的不利状况。因此要加快推进地热能规模化开发利用，努力拓展削煤减碳、治霾减排的新路径。冀中地区主要是中低温地热资源，对于地热应用，主要还是应该以供暖、养殖、种植以及现代旅游休闲为主。政府应统筹做好地热循环利用规划，杜绝尾水污染，利用地热资源打造现代服务业，加快发展地热采暖、养殖、旅游休闲、健康养老等新兴产业，促进产业转型升级”。



三、冬季采暖，建筑能耗大；我们建议使用电能和浅层地能

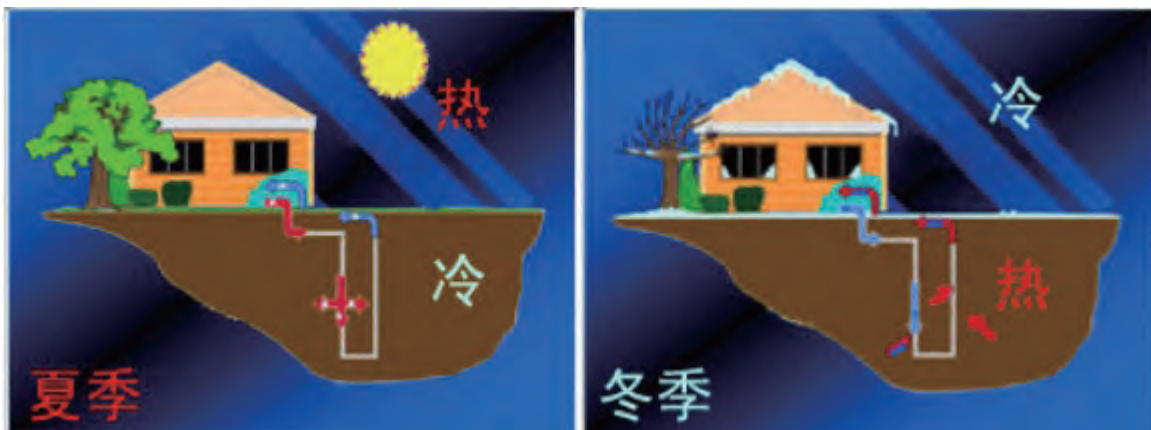
随着我国经济的迅猛发展，城镇化速度不断加快，建设规模不断扩大，建筑能耗也在大幅度提高，目前建筑能耗已经占到社会总能耗的 25.5%，并且比例还在不断增加，而建筑能耗的大部分用于为建筑提供供热和制冷。

我国传统上建筑供热主要依靠烧煤，燃煤锅炉产生大量的烟尘，是城市大气中可吸入颗粒物 PM2.5 的主要来源之一。

当前，各地政府出于对节能减排和环境保护的考虑，都已经严格限制燃煤电厂和燃煤供暖锅炉的建设。因此，很多有条件的城市只能

发展天然气供暖。但是，天然气是一种不可再生资源，我国的天然气资源十分有限，天然气管道的建设也赶不上我国的城镇化的发展速度，不能从根本上解决我国建筑能源需求的问题。

浅层地能属于一种可再生的清洁能源，分布广泛，获取方便，利用热泵技术只需要消耗少量的电，就可以为建筑提供供热和制冷。利用它可以避免远距离输送和管网的建设，可以迅速有效地解决城市周边郊区县、新城区和开发区等热网尚未覆盖地区的建筑供热问题，还可以解决大型公用建筑的冬季供热和夏季制冷问题，可以成为城市集中供热的重要补充。利用浅层地能可以为各地区的城镇化发展提供能



源保证，并进一步推动和促进我国的节能减排和环境保护工作。

浅层地能可以从地下土壤、地下水和地表水中获取，但选择哪种形式要从初投资、运行成本、资源和温度的稳定性以及对环境的影响等几方面综合考虑，本着因地制宜原则进行选择。

我国自主创新的单井循环换热地能采集技术，通过系统加压回灌、封闭循环换热，在动态平衡下，实现了自然能源的循环利用。利用单井换热方式，只提取水中热量，换热后地下水原井加压回灌，既不消耗水，也不污染水，也不会产生移砂和塌陷，可以有效解决双井抽灌产生的问题。通常说来，一套单井抽灌系统需打一个 70 ~ 100m 深、直径为 0.5m 的井。冬季，15℃左右的地下水以一定流量流经井口换热器把热量释放到二次水，由二次水输送到热泵机组。热泵机组吸收二次水中的热量，提

供 40℃ 的水给地板采暖，或者将 50 ~ 55℃ 水供给风机盘管为房间供热。释放了热量的地下水温度下降到大约 10℃ 左右，然后从同一口井的回灌区回灌。在回灌过程中，回灌水流经特制的换热装置，与周围土壤发生热交换，使水温恢复到初始温度。在夏季，热泵机组则从建筑物中吸收热量，并将热量转移到地下，使建筑物保持在较低的温度。由于抽水和回灌发生在同一口井中，因此这种系统称之为“单井循环换热地能采集井”。单井循环换热地能采集井是恒有源科技发展集团有限公司专利产品。根据地下能源采集子系统的采集方式不同，地能热泵系统分为地埋管采集方式、水源采集方式、单井循环抽灌方式三大类。地下热水也是可以利用的，地下热水往往都是从地下深井采出的，通常地下热水温度在 50 度以上，可以直接用来采暖，需要将剩水回灌回原处，否则，会出现



深层地下热水污染土地和地下空洞层产生，造成地面塌陷等。

四、热泵技术提取的地热能量的好处

我们用实例说明热泵技术提取的浅层地热能量，利用作采暖的好处：我的同事是高级工程师，在2000年分到一套住房（108平米），在冬天使用电能直接采暖，在使用一个冬季后，需要交用电费用6850元。后来，实行用电峰谷价，夜间22:00到第二天07:00，电费每千瓦时0.3元，这样，一冬天采暖需要交电费5000元。在相同情况下，使用地能热宝的农民，一冬天采暖需要交电费1500-1800元。使用电暖宝的农民花一度的电费，得到4倍的热能，除了一度的电产生的热量，另外3倍的热量是使用电暖宝的从热泵技术提取的浅层地热能量得来的。

广泛应用于农村农户自采暖的地能热宝系统是继承了中国“省着用”的节俭传统，是利用浅层地能无燃烧为建筑物智慧供暖的电高效替煤自采暖系统。其特点是：源头控制、重点保证、独立计量、谁省归谁；在供热总量保证的前提下可简单复制，操作方便，有利于行为节能下的差异化使用，最大限度满足广大农村农户的个性化需求。其标准系统产品：一间房地能热宝——八间房地能热宝。在北京市实行无煤化的时候，郊区的农民平房，使用地能热宝的从热泵技术提取的浅层地热能量，可以“少花钱，办大事”。“地能热宝”就是恒有源科技发展有限公司，专为郊区的农民平房冬季采暖设计的，除了冬季可以采暖，夏天也可制冷外，还可为农民提供生活热水。

利用热泵技术提取的地热能量的能源是“电能”，是全部“无燃烧任何燃料的绿色能源”，符合北京市实行无煤化的需求，也是北京市郊区的农民平房，大力支持全国消除雾霾的努力。

五、京津冀地区雾霾现状

京津冀是我国目前雾霾污染最为严重、防治任务最为艰巨的地区，而造成雾霾污染的主要成因在于燃煤排放。特别是广大农村地区，冬天需要燃煤、燃烧天然气、庄稼秸秆、石油制品等取暖，燃烧后的有机物遇上水平方向没有风或风很小，空气上下对流或者水平流动不畅通时就会产生大量的霾，无法散去。据清华大学调研数据显示，农村地区仅燃煤消耗总量约为1.92亿吨，据中国科学院“大气灰霾成因与控制”专项研究报称，燃煤排放对雾霾污染的贡献率高达34%。

北京城六区要实现“无煤化”，原城市地区的“平房地区”用“煤改电”的方法实现。郊区农村住户住的绝大部分使用燃煤采暖，从燃煤采暖到实现“无煤化”，改用电能加上浅层地能采暖，就能做到“少花钱，办大事”。

六、国家和北京市政府出台各项政策，保证使用浅层地能用户各项权益

1、2015年11月16日国家发展改革委员会颁布的《关于发布第二批国家新型城镇化综合试点地区名单的通知》（发改规划[2015]2665号）明确提出：推广单井循环采集浅层地能无燃烧为建筑物智慧供暖技术，大力发展地能热冷一体化新兴产业，有效提高可再生能源比例，解决燃烧供暖带来的污染问题，提高城乡居民生活质量；

2、京新农办【2015】1号关于印发《关于完善北京农村地区“煤改电”“煤改气”相关政策的意见》允许农村散户居民享受峰谷电价政策，并统一了全市峰谷电价补贴标准；

3、京新农办【2015】12号《关于进一步促进北京农村地区清洁能源利用若干奖励政策的意见》明确了对新建和改建的地能热泵系统的补贴标准。

地热—— “热气腾腾”的新型能源

Geothermal Energy Steaming Hot New Energy

当北方地区供暖“火力全开”，却不免让人担忧雾霾频频造访，南方地区则“供暖”呼声一片。分布普遍、利用简便的新型清洁能源——地热的开发利用，或可以解南北之忧。据测算，我国 336 个主要城市浅层地温能可利用量折合标准煤 7 亿吨每年。丰富的资源如果有效开发，可大大优化能源结构。我国能源发展战略行动计划（2014-2020 年）明确提出，到 2020 年，地热能开发要达到 5000 万吨标煤。路线图、时间表已定，我国地热资源正迎来迅猛发展时期。

地热资源作为一种新型清洁能源，越来越受到人们的关注。我国地热资源的潜力怎样？开发利用前景是否看好？如何让地热资源发挥更大的作用？相关专家表达出一个共同的观点——在不久的将来，地热资源一定能“热”起来。

地热资源是我们的“老朋友”

地热资源如今被看作是一种新型能源，但我国利用地热的历史却十分悠久。早在先秦古籍《山海经》里就有温泉的记述，当时称温泉为“汤”，秦始皇曾建“骊山汤”来治疗疮伤。唐代《法苑珠林》中《王玄策行传》也有对西

藏地热资源的记载：“吐蕃国西南有一涌泉，平地涌出，激水高五六尺，甚热，煮肉即熟，气上冲天，像似气雾。”我国地质事业创始人之一章鸿钊先生的遗著《中国温泉辑要》，共搜集到我国古代各史书有关温泉的资料 972 处。

我国地热资源勘探与大规模开发利用始于上世纪中叶，大致可以划分为初创、初步发展、重要进展以及市场化等几个阶段。

1949 年之后，随着地质找矿工作的开展，为建立和扩建温泉疗养院，我国开始对温泉进行调查，在若干温泉区进行了地质勘探，根据所获得的资料对某些地区温泉分布特点和其形成机制作了初步的分析和讨论，并首次编制了全国温泉分布图。为配合大地构造的研究，中国科学院地质研究所和地矿部地质力学研究所于 20 世纪 60 年代初期先后开始研制岩石热物理性质测试和钻井测温装置，地质力学所在包括房山花岗岩岩体在内的若干地点测得了较准确的传导地温梯度数据，地质所估算得出了松辽盆地 3 个热流值。这个时期，由于投入地热工作的力量有限，工作进展缓慢，处于起步阶段。

20 世纪 60 年代末至 70 年代初，地热能作为一种新能源在国际上逐渐兴起，在我国著名地质学家李四光教授的倡导下，地热资源在我国引



起广泛的注意。我国地热研究工作在区域地热资源普查、地热资源开发利用、地热基础理论方面都取得了显著的进展。

上世纪 70 年代以来，我国在 20 多个省区开展地热资源普查和考察，累积了一批资料，其中尤以中国科学院青藏高原综合科学考察队于 1973 年 -1976 年对青藏高原地热活动地表热显示的考察最为系统而全面。同时，我国开始进行地热发电站的建设。1975 年开始布钻勘探的西藏羊八井地热田，是我国大陆经勘探证实的第一个高温地热田，并于 1977 年建立了一座装机容量为 1 兆瓦电力的示范性电站。羊八井地热电站的成功运行，有效缓解了当地的用电困难，鼓舞了国家和地方的能源决策部门，对于推动地热田开发有着重要意义。

在地热利用的其他方面，北京、天津和西安等地区相继开展了低温热水温室种植、水产养殖、疗养——洗浴和取暖等地热综合利用的试验研究。

在地热基础理论研究方面，我国的地质学家初步分析了华北平原地温分布的特点和局部地热异常的形成机制，发表了我国第一批大地热流数据并作出相应的解释；以板块构造观点，讨论了青藏高原现代强烈水热活动的机制，首次提出喜马拉雅地热带概念性模式；用流体力学方法，探讨了海底扩张的驱动机制，大陆岩石圈的热模式和地幔热柱上涌等问题。进入上世纪 80 年代，我国地热研究在前期工作的基础上，有了重要的进展，主要表现为：在地热上有重要意义的地区或地质构造单元有计划地进行了研究；有重点地开展了地热资源勘探研究，对我国地热资源分布特点，或对其潜力作了分析和评估；地热研究地域由陆地向海洋扩展；矿山地热和油田地热工作进一步开展。

随着地热资源的自身优势和我国社会发展与经济技术进步，上世纪 90 年代以来，我国掀起了地热资源开发热潮。地热井越来越深（最



深已过 4000 米),范围也远远超出了“地热异常”的概念,具有十分明显的市场特征。这期间的勘查工作多围绕井点进行,未进行全面系统的区域性勘查评价工作。由于地热资源勘查与开采的市场化,造成了不科学的无序开采局面和资源的极大浪费。虽然天津、北京、西安等主要开发区采取了必要的政府干预手段,但效果并不明显。

为摸清我国地热资源家底,推进地热资源的合理开发利用,自 1999 年国土资源大调查开展以来,基础性、战略性的地热资源调查评价逐渐展开。中国地质调查局先后组织实施了宁夏银川平原、北京市城区等地地热资源调查评价工作,并于 2011 年开始部署“全国地热资源调查评价”工作,基本摸清了我国地热资源家底。

近年来,我国十分重视能源结构调整,鼓励清洁能源的开发利用。作为一种新型清洁能源,

地热资源的“热度”越来越高,其开发利用正迎来迅猛发展的历史时期。

我国拥有十分丰富的地热资源

据专家介绍,地热资源是指贮存在地球内部的可再生热能,分为三种:第一种是浅层地能,分布最为广泛,温度一般低于 25℃,埋藏深度较浅;第二种是水热型地热,大家都熟悉的温泉就属于此类,温度高于 25℃;第三种是干热岩,一般没有流体或有少量流体,温度高于 150℃,埋深数千米。

三种类型的地热资源,我国都蕴藏丰富。近年来,中国地质调查局加强了对地热资源的调查评价和潜力评估,基本摸清了我国地热资源的家底。在浅层地能方面,我国 336 个主要城市浅层地热能可利用量折合标准煤 7 亿吨/每年,如果这些浅层地都能开发利用,可实现夏季制冷空调面积 232 亿平方米,冬季制热供暖面积 225 亿平方米。

在水热型地热资源方面,目前我国已查明温泉 2334 处,地热井 5818 眼。我国地热资源量折合 12500 亿吨标准煤,已探明地热流体可采热量相当于 1.17 亿吨标准煤每年,高温地热资源发电潜力为 8460 兆瓦。我国最具高温地热资源潜力的地区位于西藏自治区南部,在西藏自治区措美县古堆高温地热显示区实施的地热钻探,400 米深度的温度高达 205℃,为我国同深度最高温度。近年来,在四川省西部也发现了大量高温地热资源,显示出巨大潜力。

全国干热岩资源潜力评估显示,我国大陆 3 千米-10 千米深处干热岩资源总计为 2.52×10^{25} 焦耳(美国的估算结果为 1.67×10^{25} 焦耳,不包括黄石公园地区),折合 860 万亿吨标准煤。如果能提取其中的 2%,就相当于我国 2014 年能源消耗的 4040 倍。近年来,中国地质调查局组织开展



干热岩勘查试验，于2014年与青海省合作开展干热岩勘查，在共和盆地和贵德盆地3000米深钻探发现了温度达180℃和150℃的干热岩。2015年，中国地质调查局实施的我国第一口4000米干热岩科学钻探孔在福建漳州开钻，目前钻探深度达到3100米。

利用地热是绿色发展的必由之路

2014年，全国能源消费总量中，煤炭占66.0%。煤炭等传统化石能源在我国能源结构中占有比例过大。就拿京津冀地区来说，大气污染严重，除了机动车和工业等因素，分散的燃煤供暖也是重要原因。要想实现绿色发展，就必须提

高清洁能源在能源结构中的比重，利用好地热资源是必由之路。我国能源发展战略行动计划（2014-2020年）明确提出，到2020年，非化石能源占能源结构的15%，地热能开发要达到5000万吨标煤。

中国地质调查局地热资源调查研究中心主任、中国地质科学院水文地质环境地质研究所所长石建省指出，地热资源具有分布普遍、利用简便、可再生、清洁、绿色等禀赋，可以显著改善能源结构，能够缓解北方地区雾霾危害，为南方冬季供暖提供稳定能源，解决高原边远地区用电短缺问题，促进东部发达地区优化能源消费结构和产业结构等。

据了解,2009年8月,河北省雄县政府与中国石化新星公司签订战略合作协议。经过4年多努力,雄县90%以上的供暖均采用地热能,年替代标煤9万吨,减排二氧化碳22.5万吨,建成华北地区首座无烟城。国家能源局将这种开发利用地热的模式称为“雄县模式”。“雄县模式”之后,我国地热界正在打造“南通小洋口模式”和“广东丰顺模式”,即在南方有条件地区,利用浅层地热能、中低温地热资源,打造“分布式地热供暖、制冷系统”以解决南方冬季供暖、夏季制冷(空调)问题。

中国地质调查局地热资源调查研究中心副主任(秘书长)、中国地质科学院水文地质环境地质研究所所长助理王贵玲介绍,我国主要城市有超过三分之一的面积适宜采用地下水地源热泵方式供暖或制冷,而地埋管地源热泵系统适宜区和较适宜区占82%,浅层地温能资源是我国东部地区和南方分布式供暖的首选。在利用水热型地热资源方面,应逐步形成西南地区高温地热发电、东南沿海中低温地热发电、华北和东北地区地热供暖的主格局,并进一步规范和发展地热旅游疗养市场。然而,无论是“雄县模式”还是“小洋口模式”、“丰顺模式”,都不可能完全照搬。不同地区,由于资源禀赋、气候、人口密集程度等原因,地热资源的利用模式也不同,要探索、总结和完善各种利用模式,促进地热资源的合理利用。

中国科学院院士汪集旸指出,“一带一路”既要求互联互通,又强调创新发展,蕴含着地热资源开发利用的巨大机遇。从“一带一路”沿线国家来看,很多地区传统能源(石油、天然气)十分丰富,但污染严重。地热资源在“一带一路”地区有着广泛的分布,如肯尼亚、意大利、土耳其等国地热资源十分丰富,有些地区尚待开发,作为绿色能源,应该优先加以开发利用。

作为“新丝绸之路经济带”起点的西安市,目前正在着手建设西咸新区地热能源技术研发与示范基地。基地包含兆瓦级地热发电站、钻井群地下试验场、地热回灌实验站、深井地下科学观测站、园区供电供热系统以及地热文化与教育中心。

制定地热利用的路线图和时间表

专家认为,推进地热资源开发利用,应当有一个国家层面的总体规划,突出重点,因地制宜。中国地质调查局水文地质环境地质部水文地质处处长吴爱民指出,在下一步工作中,要加强京津冀、长江中下游等国家重大战略区浅层地温能和水热型地热资源调查评价与推广示范。着力推动中小城市(镇)和社会主义新农村建设中的地热资源开发利用,为京津冀地区大气污染防治以及南方冬冷地区解决供暖问题提供地热清洁能源,减少温室气体排放。同时,加强典型高温地热区(田)调查评价。我国西南地区高温地热资源丰富,开发利用潜力巨大。建议加强西南地区尤其是西藏地区高温地热区(田)调查评价,推动西藏高温地热电站建设,建设西藏清洁能源国家品牌。

干热岩作为开发难度最大的地热资源,专家建议,要紧跟国际步伐,开展干热岩调查评价与勘查开发试验试点,探索建立具有自主知识产权的中国特色干热岩资源勘查开发技术体系,为未来开发利用提供资源储备和技术储备:王贵玲表示,我国计划到2020年,圈定一批远景区,初步建成1~2个干热岩示范研究基地,实现干热岩发电;到2030年,建立整个干热岩勘查开发关键技术体系,初步实现干热岩发电商业化;希望到2050年,能够实现中国干热岩大规模商业化开发。

王贵玲介绍说,“十三五”我国地热资源调查评价的主要部署为:一是长江经济带浅层地温能资源调查,推动南方分布式供暖的实施。提供供暖面积可达3亿平方米的浅层地温能开发利用

适宜区，为 2000 万人供暖（制冷）提供保障，同时建立浅层地温能开发利用示范工程；二是加强京津冀地区地热资源综合利用，开展浅层地温资源量补充调查和综合评价、水热型地热能资源量可持续利用调查评价、油田区石油生产尾水可利用资源量评价、干热岩型地热能资源量远景调查与勘察区划；三是重点地区高温地热资源调查，为地热发电提供资源基础。力争新发现高温地热田 10 ~ 15 处，预计每年节省 1000 万吨标准煤，减排二氧化碳 0.27 亿吨；四是在摸清家底的前提下，推动干热岩开发实验，追踪国际先进技术。

天津地热勘查开发设计院院长孙宝成指出，做好地热资源开发利用的规划十分重要，规划的指导思想应该是贯彻中央关于矿产资源开发利用

“在保护中开发，在开发中保护”的方针，以资源与环境协调发展为根本出发点，以实现地热资源开发利用“有序有偿，结构优化，集约高效，采灌结合，综合利用，科学保护”为总要求，发挥地热资源独特的复合优势，为本地区经济发展和环境保护发挥应有作用。

石建省指出，加快推进地热领域科技创新和产业培育，需要大力加强产学研结合，构建地热利用技术研发和推广服务平台。他倡议各方在地热资源勘查、科技创新、科学普及、学术交流、人才培养等方面加强合作，探索地热科技体制机制，激发地热科技创新活力，调动地热科技资源和要素投入。

选自《中国国土资源报》



中国地能发展与美国的对比

Comparison of China's Geothermal Energy Development with That of the United States

作者：郑克棧（中国能源研究会地热专业委员会）

中国利用地能热泵技术开发浅层地能经历 20 年取得了突飞猛进的发展，而美国至少比我们早发展 20 年，并一直保持做为世界的老大。然而，2015 年世界地热大会的检阅，中国地能热泵年利用热能超过了美国，只是美国地能热泵的总装机容量仍居世界第一。

2017 年 1 月 23 日国家发展改革委员会、国家能源局和国土资源部发布了《地热能开发利用“十三五”规划》，根据这个宏伟规划，待到下一届 2020 年世界地热大会时，中国地能热泵的装机容量也将超过美国。这是特别重大的机遇和挑战，中国地能工作者需加倍努力，实现夺取世界第一的宏伟目标。

一、中国地能二十年大发展

常规的低温（25~90℃）地热资源一直是建筑物供暖的最适宜热源，它温度恰当，不需燃烧，没有空气污染，但遗憾地热资源的分布受地质条件制约，并不是到处都有可能。20 世纪 70 年代以来，由于石油能源危机、价格上涨，

为了减缓气候变暖、减少温室气体排放，使利用地能热泵技术开发浅层地能逐渐成为热门。浅层地能遍布世界各地，蕴藏在略高于年平均气温的地下，只要依靠地源热泵技术，它们所含的微弱热量就可以用于冬季供暖和夏季制冷，这样的兼用模式尤其适合发达国家的现实需求，因此最早在北美和欧洲发展和推广。

中国在 20 世纪 60 年代的大学里就有热泵研究，但当时民用照明电都很紧张，无法进行工程实践应用，只能在实验室做些试验。90 年代中期，国内经济发展，应用条件成熟，中国开始引用国外的地能热泵经验，并迅速得以发展壮大。如图 1 所示，图中的圆面积代表各年份利用地热

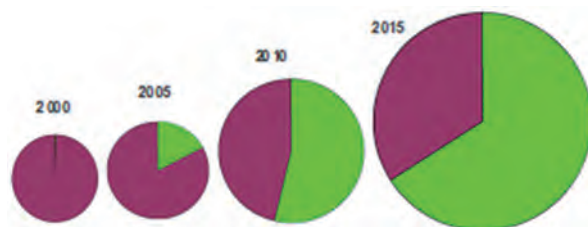


图 1 中国浅层地能利用逐渐成为地热直接利用主力

表 1 中国地源热泵二十年发展增长统计

年份	1995	2000	2005	2010	2015
地能热泵装机容量 MWt	0.8	9.7	631	4250	11781
比前 5 年增长率		12.1 倍	65.1 倍	6.7 倍	2.8 倍
平均年累进增长率 %		65	131	46	22
地能热泵 MWt 占地热直接利用 %	0.04	0.34	17.1	53.5	65.9
地能热泵年利用热能 TJ/a	7	83	6569	29035	100311
比前 5 年增长率		11.9 倍	79.1 倍	4.4 倍	3.5 倍
平均年累进增长率 %		64	140	35	28
地能热泵 TJ/a 占地热直接利用 %	0.04	0.26	14.4	38.5	57.3

能量的相对大小，绿色则是浅层地能的比例。

我们可以将中国地能概括为 20 年的发展。前 10 年从无到有，增速很大，但总的利用能量并不大（表 1）。装机容量和年利用能量在 1995~2000 年间分别增长 12.1 倍和 11.9 倍，平均年累进增长率分别为 65% 和 64%；装机容量和年利用能量在 2000~2005 年间分别增长 65.1 倍和 79.1 倍，平均年累进增长率分别为 131% 和 140%。其中，最大的增长出现在 2004 年。至 2005 年全国地能热泵装机容量 631MWt，年利用浅层地热能 6569TJ/a ($T=10^{12}$)。

中国地能热泵后 10 年的发展，表现为平均年累进增长率减小，但绝对增长值很大（表 1）。装机容量和年利用能量在 2005~2010 年间分别增长 6.7 倍和 4.4 倍，平均年累进增长率分别为 46% 和 35%；装机容量和年利用能量在 2010~2015 年间分别增长 2.8 倍和 3.5 倍，平均年累进增长率分别为 22% 和 28%。至 2015 年全国地能热泵装机容量 11781MWt，年利用浅层地能 100311TJ/a，它们已分别占地热直接利用的 66% 和 58%。

二、美国依然是世界老大

美国地能热泵应用至少比中国早 20 年。中国在发展初期的 1995 和 2000 年所利用的浅层地能仅分别为 7TJ 和 83TJ，而美国在 1975 年就已经超过 300TJ 了；至 2000 年美国已达到 12000TJ（图 3），是中国的 145 倍。对比世界各国地能热泵的发展势态，仍是这样的局面，例 2005 年美国地能热泵装机容量 7200MWt，而当时欧洲 25 个国家的总装机容量才 6158MWt，当时排名世界第二位的瑞典总装机容量为 2070.8MWt。美国地能热泵一直遥遥领先，雄据着世界老大的位置。

2015 年世界地热大会统计，共有 48 个国家在利用地能热泵，比 2010 年增加了 5 个国家。2015 年地能热泵装机容量的世界前 5 名

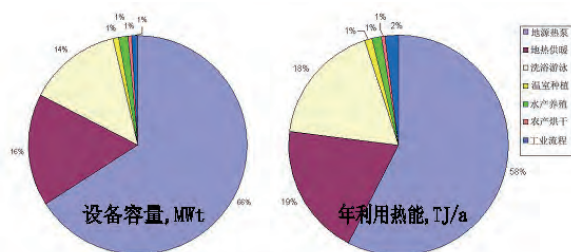


图 2 2015 年中国地热直接利用的组成

美国地热利用发展图

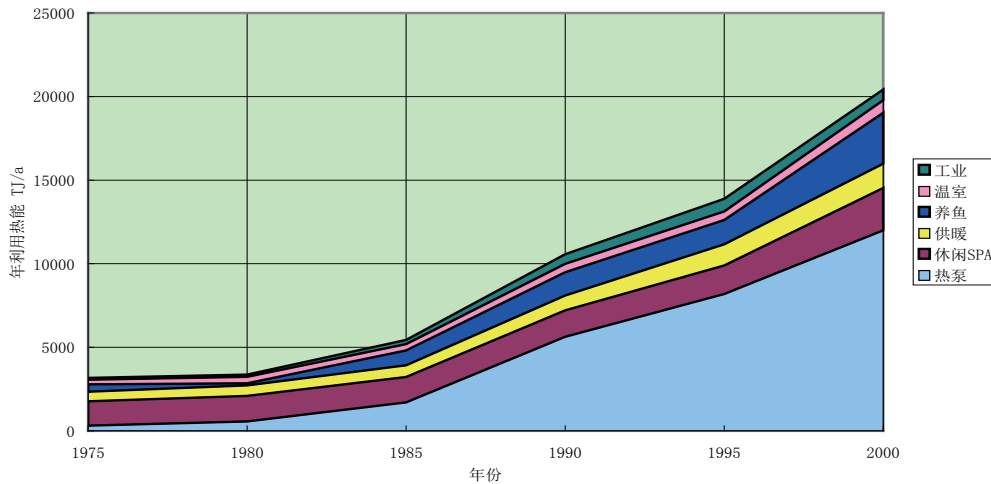


图3 美国地热直接利用的组成和发展 1975-2000

是美国、中国、瑞典、德国和法国，美国依然是世界老大。2015年美国地能热泵装机容量16800MWt，其时中国正急速追赶，达到了11781MWt，是美国的70%。

三、2015年中国年利用能量超过美国

我曾在2010年世界地热大会时统计了中、美的发展数据，然后分析预测：到下一届2015

表2 中国和美国利用浅层地能发展增长对比

年份	1995	2000	2005	2010	2015
美国	8188	12000	22214	47400	66670
中国	7	83	6569	29035	100311

年世界地热大会时中国地能热泵的年利用能量将超过美国。该分析预测后被记者采访刊载在《地源热泵》杂志2011年3月刊上，2015年这个目标果然实现了。

中美地源热泵年利用热能发展对比

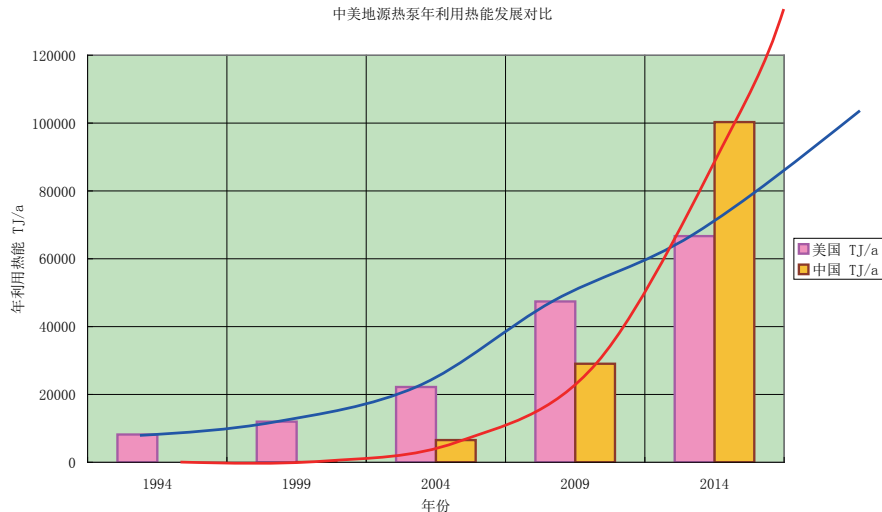


图4 中国和美国地能热泵年利用能量的对比

在 2015 年世界地热大会上，77 份国家地热报告公布了各国的发展数据。地能热泵的发展是大会的热门话题，2015 年地能热泵年利用能量的世界前 5 名是中国、美国、瑞典、芬兰和加拿大。回顾前次 2010 年世界地热大会，当时世界地能热泵的设备容量和年利用能量都是美国居世界第一，然而，2015 年中国的地能热泵年利用能量已超过美国，居世界第一。表 2 列出了中、美利用浅层地能发展增长的对比，该表的最大亮点是：中美完全不在同一起跑线上，但是中国已超过了美国。

美国的人均能量消耗居世界第一，美国的地能热泵装机容量居世界第一，美国人装了地能热泵冷暖空调，图的是舒服，但利用的时间短，设备利用率平均为 0.13，即平均一年仅用 1100 多小时；而中国的地能热泵切实用于冬季供暖，平均利用率为 0.27，是美国的一倍。作为对比，

表 3 中国和美国地源热泵装机容量发展增长对比

年份	1995	2000	2005	2010	2015	预测 2020
美国	1444	4800	7200	12000	16800	25200 ~28310
中国	0.8	9.7	631	5210	11781	34240 [1] 31130 [2] 24900 [3]

*[1] “十三五”规划；[2] 中国地质调查局；[3] 中国工程院

世界平均的地能热泵利用率是 0.21。所以，中国虽然地能热泵装机容量居世界第二，但依靠实际利用效率，夺得了地能热泵年利用能量的世界第一。图 4 显示了中国和美国地能热泵年利用能量的对比，可见 2010~2015 年的发展改变了美国一贯领先的地位。

中美地源热泵装机容量发展对比

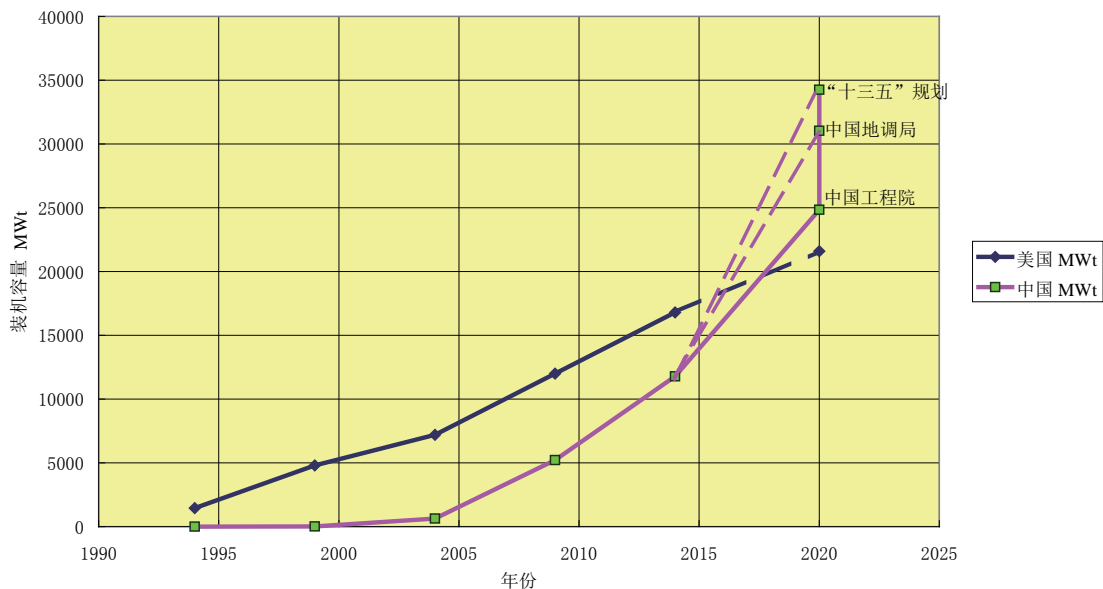


图 5 中国和美国地能热泵装机容量的发展对比

四、2020年装机容量预计超过美国

《地热能开发利用“十三五”规划》发布了至2020年中国浅层地能供暖新增7亿 m^2 ，累计达到11亿 m^2 。将此面积乘以平均的供暖热指标43.6W/ m^2 （按供暖地域大致加权平均），则得浅层地能开发总装机容量34240MWt。

美国地能热泵的年累进增长率近5年仅为7%（早一个5年曾是11%），2015年美国地能热泵总装机容量16800MWt，如果维持7%的年增长率，则其至2020年将达25200MWt；假如美国恢复到11%的年增长率，则至2020年将为28310MWt。然而，中国2020年若实现11亿 m^2 的发展目标相当于34240MWt装机容量，所以中国届时将超过美国（表3）。

我们在此还可看两个对比数字，在“十三五”规划发布之前，中国工程院和中国地质调查局曾分别提出过发展数字，至2020年分别达到8

亿 m^2 和10亿 m^2 。这两个相对保守的目标，分别接近和超过美国目标（图5）。

五、史无前例的机遇和挑战

按照“十三五”规划目标的推算，待至2020年中国地能将全面超过美国，不但年利用热能，而且装机容量，夺得绝对世界第一。然而，这绝非简单一句话的理想，而是史无前例的机遇和挑战。

“十三五”规划目标呼唤了中国地能发展特别重大的机遇，但5年内新增7亿 m^2 的目标，平均每年要完成1.4亿 m^2 ，差不多是2015年的2倍，这确实也是极大的挑战。

我们继续需要国家和地方政策与管理的大力支持，也需要进一步技术改进及效率提高的科技支持，加上全国行业同仁共同努力，全力以赴，奋力拼搏，勇于进取，才能赢得最终胜利。

参考文献

LIENAU P, LUND J, CULVER G. GEOTHERMAL DIRECT USE IN THE UNITED STATES UPDATE: 1990-1994 [C] //Proceedings WGC 1995. 1995: 363-369.

LUND J, BOYD T. GEOTHERMAL DIRECT-USE IN THE UNITED STATES UPDATE: 1995-1999 [C]//Proceedings WGC 2000. 2000: No.0106, 1-9.

LUND J, BLOOMQUIST G, BOYD T, et al. The United States of America Country Update [C]// Proceedings WGC 2005: No.0105, 1-19.

LUND J, GAWELL k, BOYD T, et al. The United States of America Country Update 2010[C]// Proceedings WGC 2010: No.0102, 1-18.

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世界地热大会中国国家报告 [J]. 地热能，2015, (3): 3-8。

北京印发“十三五”民用建筑节能发展规划

BEIJING PRINTED AND DISTRIBUTED THE THIRTEENTH FIVEYEAR PLAN FOR THE DEVELOPMENT PLANNING ON CIVIL BUILDING ENERGY SAVING

北京市政府常务会审议通过《北京市“十三五”时期民用建筑节能发展规划》(以下简称:《发展规划》),未来5年,北京市将推动超低能耗建筑试点示范,特别是在北京城市副中心等具备条件的绿色生态示范区推动超低能耗建筑规模化发展,主要指标达到国内领先水平。

超低能耗建筑不低于30万平方米

最早在2016年年底,位于焦化厂的3栋公租房将以超低能耗建筑模式开工建设,这也是北京住宅领域超低能耗建筑迈出的第一步。

根据《发展规划》,未来5年这样的建筑会越来越多。《发展规划》显示,未来5年,北京市将开展不少于30万平方米超低能耗建筑示范,其中政府投资的项目中建设不低于20万平方米超低能耗示范项目,在北京城市副中心等具备条件的绿色生态示范区推动超低能耗建筑规模化发展。

表面上看没什么差别,但超低能耗的节能效率非同小可。中国建筑设计院高级建筑师王凌云说,目前本市住宅节能率基本是75%,而这3栋超低能耗公租房的节能率能达到90%以上,节能效果堪称一流。

更值得一提的是,北京市在“十三五”时期,还将建立超低能耗建筑的技术路线和标准体系,形成符合北京气候特点、建筑特点、施工特点及居民生活习惯的超低能耗建筑技术路线;并培育超低能耗建筑相关产业链,为适时出台强制推广政策提供技术储备。

保障性住房和政府投资的民用建筑还将全部采用装配式建造,推行结构装修一体化成品交房。根据计划,到2020年,北京市将实现装配式建筑占新建建筑30%以上。

城镇民用建筑“绿色”比例要超25%

根据《发展规划》,北京市还将提升高星级绿色建筑比例。

具体来看,在新建政府投资公益性建筑及大

型公共建筑中全面执行二星级及以上标准；绿色建筑示范区、重点产业功能区内的新建民用建筑，按照绿色建筑二星级及以上标准建设的建筑面积比例达到 40% 以上；北京城市副中心市级行政办公区全部建筑达到绿色建筑二星级以上水平，其中三星级绿色建筑比例达到 70%；在社会资金开发的房地产项目中鼓励执行绿色建筑二星级及以上标准。

“实际上，目前北京市所要求的新建民用建筑最低标准是一星级绿色建筑。”市住房城乡建设委相关负责人表示，北京城市副中心行政办公区的星级水平如此之高，也反映出这些建筑在节地、节水、环境保护等多方面实现更高水平的“绿色化”。据了解，2020 年底，本市绿色建筑面积占城镇民用建筑总面积比例达到 25% 以上，绿色建材在新建建筑上应用比例达到 40%。

农民住宅抗震加固与节能改造并重

数据显示，2015 年底，北京市城镇民用建筑总面积达 80570 万平方米，其中节能民用建筑 59937 万平方米，占比 74.4%，比 2010 年提高了 17.3 个百分点；公共建筑面积为 31623 万平方米，占城镇民用建筑总面积的 39.3%，其中节能公共建筑 14812 万平方米，占比 46.8%，比 2010 年提高了 20.2 个百分点。

北京的节能建筑还将继续在“十三五”时期扩展。《发展规划》显示，未来 5 年，本市将全面完成城镇及农村既有非节能居住建筑节能改造，其中城镇非节能居住建筑节能改造完成 3000 万平方米；在公共建筑节能绿色化改造方面，完成 600 万平方米公共建筑节能改造，改造后的普通公共建筑能耗下降 15%，大型公共建筑能耗下降 20%。

与此同时，农民住宅将在未来 5 年继续节能改造。据了解，北京市将结合农村基础设施改造提升工程和村容村貌整治工作，实行“整村推进”，全面完成既有农民住宅的抗震加固和节能改造。

根据《发展规划》制定的目标，到 2020 年，北京市民用建筑能源消费总量要控制在 4100 万吨标准煤以内，2020 年新建城镇居住建筑单位面积能耗比“十二五”末城镇居住建筑单位面积平均能耗下降 25%，建筑能效达到国际同等气候条件地区先进水平。



国务院印发《“十三五”节能减排综合工作方案》

THE STATE COUNCIL PRINTED AND DISTRIBUTED THE THIRTEENTH FIVEYEAR PLAN FOR INTEGRATED WORKING PROGRAM FOR ENERGY CONSERVATION AND EMISSION REDUCTION

国务院近日印发《“十三五”节能减排综合工作方案》(以下简称《方案》),明确了“十三五”节能减排工作的主要目标和重点任务,对全国节能减排工作进行全面部署。

《方案》指出,要落实节约资源和保护环境基本国策,以提高能源利用效率和改善生态环境质量为目标,以推进供给侧结构性改革和实施创新驱动发展战略为动力。到2020年,全国万元国内生产总值能耗比2015年下降15%,能源消费总量控制在50亿吨标准煤以内。全国化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物排放总量分别控制在2001万吨、207万吨、1580万吨、1574万吨以内,比2015年分别下降10%、10%、15%和15%。全国挥发性有机物排放总量比2015年下降10%以上。

《方案》从十一个方面明确了推进节能减排工作的具体措施。一是优化产业和能源结构,促进传统产业转型升级,加快发展新兴产业,降低煤炭消费比重。二是加强重点领域节能,提升工业、建筑、交通、商贸、农村、公共机构和重点用能单位能效水平。三是深化主要污染物减排,改变单纯按行政区域为单元分解控

制总量指标的方式,通过实施排污许可制,建立健全企事业单位总量控制制度,控制重点流域和工业、农业、生活、移动源污染物排放。四是大力发展循环经济,推动园区循环化改造,加强城市废弃物处理和大宗固体废物综合利用。五是实施节能、循环经济、主要大气污染物和主要水污染物减排等重点工程。六是强化节能减排技术支撑和服务体系建设,推进区域、城镇、园区、用能单位等系统用能和节能。七是完善支持节能减排的价格收费、财税激励、绿色金融等政策。八是建立和完善节能减排市场化机制,推行合同能源管理、绿色标识认证、环境污染第三方治理、电力需求侧管理。九是落实节能减排目标责任,强化评价考核。十是健全节能环保法律法规标准,严格监督检查,提高管理服务水平。十一是动员全社会参与节能减排,推行绿色消费,强化社会监督。

《方案》将“十三五”能源消费总量和强度控制目标分解到各省(区、市),提出了主要行业 and 部门节能目标,明确了“十三五”各地区化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物和重点地区挥发性有机物排放总量控制计划。

地热能开发 利用“十三五”规划

THE THIRTEENTH FIVEYEAR PLAN FOR GEOTHERMAL ENERGY DEVELOPMENT AND UTILIZATION

国家发展和改革委员会 国家能源局 国土资源部

农民住宅抗震加固与节能改造并重

地热能是一种绿色低碳、可循环利用的可再生能源，具有储量大、分布广、清洁环保、稳定可靠等特点，是一种现实可行且具有竞争力的清洁能源。我国地热资源丰富，市场潜力巨大，发展前景广阔。加快开发利用地热能不仅对调整能源结构、节能减排、改善环境具有重要意义，而且对培育新兴产业、促进新型城镇化建设、增加就业均具有显著的拉动效应，是促进生态文明建设的重要举措。

为贯彻《可再生能源法》，根据《可再生能源发展“十三五”规划》，制定了《地热能开发利用“十三五”规划》。规划阐述了地热能开发利用的指导方针和目标、重点任务、重大布局，以及规划实施的保障措施等，该规划是“十三五”时期我国地热能开发利用的基本依据。

浅层地热能利用

沿长江经济带地区，针对城镇居民对供暖的迫切需求，加快推广以热泵技术应用为主的地热能利用，减少大规模燃煤集中供暖，减轻天然气供暖造成的保供和价格的双重压力。以重庆、上海、苏南地区城市群、武汉及周边城市群、贵阳市、银川市、梧州市、佛山市三水区为重点，整体推进浅层地热能供暖（制冷）项目建设。（详见图1）

投资估算和环境社会影响分析

（一）投资规模估算

初步估算，“十三五”期间，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，地热发电可拉动投资约400亿元，合计约为2600亿元。此外，地热能开发利用还可带动地热资源勘查评价、钻井、

热泵、换热等一系列关键技术和设备制造产业的发展。

(二) 环境社会效益分析

地热资源具有绿色环保、污染小的特点，其开发利用不排放污染物和温室气体，可显著减少化石燃料消耗和化石燃料开采过程中的生态破坏，对自然环境条件改善和生态环境保护具有显著效果。

2020 年地热能年利用总量相当于替代化石能源 7000 万吨标准煤，相应减排二氧化碳 1.7 亿吨，节能减排效果显著。

地热能开发利用可为经济转型和新型城镇化建设增加新的有生力量，同时也可推动地质勘查、建筑、水利、环境、公共设施管理等相关行业的发展，在增加就业、惠及民生方面也具有显著的社会效益。

专栏 浅层地热能供暖（制冷）重大项目布局	
重庆市	以重庆两江新区等为建设重点，“十三五”期间新增浅层地热能供暖（制冷）面积 3700 万平方米，到 2020 年浅层地热能利用面积占新建建筑面积达 50% 以上。
上海市	“十三五”期间新增浅层地热能供暖（制冷）面积 2700 万平方米。
苏南地区城市群	南京、扬州、泰州、南通、苏州、无锡、镇江、常州及南京等城市，“十三五”期间新增浅层地热能供暖（制冷）面积 6100 万平方米。
武汉及周边城市群	武汉市和周边黄冈市、鄂州市、黄石市、咸宁市、孝感市、天门市、仙桃市、潜江市等 8 个行政市区，“十三五”期间新增浅层地热能供暖（制冷）面积 3060 万平方米。
贵州省贵阳市、广西省梧州市、广东省佛山市	“十三五”期间，各新增浅层地热能供暖（制冷）面积 500 万平方米。

图 1

节选自《地热能开发利用“十三五”规划》

中国科学院地热资源研究中心主任庞忠和： 地热人的心更热了

PANG ZHONGHE ,THE DIRECTOR OF GEOTHERMAL RESOURCES RESEARCH CENTER OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCES: NEW HOPE FOR GEOTHERMAL PEOPLE



农历新年刚过，国家发展改革委、国土资源部及国家能源局共同编制的《地热能开发利用“十三五”规划》(以下简称《规划》)即告正式发布。作为我国首份地热能开发利用的“十三五”规划，这一消息的发布对地热各界人士而言，比过年还让人兴奋——《规划》首次从顶层设计层面对地热能规模推广应用描绘了发展蓝图。

《规划》明确了“十三五”期间地热能开发利用的一些具体任务，提出：“十三五”时期新增地热供暖(制冷)面积 11 亿平方米；新增地热发

电装机容量 500MW。实现到 2020 年，地热能年利用量 7000 万吨标准煤，地热能供暖年利用量 4000 万吨标准煤，京津冀地区地热能年利用量达到约 2000 万吨标准煤。

首份地热能“十三五”规划于地热产、学、研各界意味着什么？它的最大亮点是什么？“十三五”时期内能否完成既定目标？记者就此专访了中国科学院地热资源研究中心主任庞忠和。

《规划》出台鼓舞人心 发电指标有导向

《中国科学报》：作为地热科学领域的“老兵”，

你认为《规划》提出的这几个具体目标是否客观、理性？考虑到我国目前地热发电装机总量还不到30MW、目前地热能年利用量仅约2000万吨标准煤的现实情况，实现难度大不大？

庞忠和：作为地热能开发利用的首份“十三五”规划，《规划》对于地热事业的发展推动作用是非常强的，制定的指标适当高一点也属正常——这其中鼓励发展的含义。地热界普遍对《规划》反映很好，大家做好地热事业的信心大大增强，包括以前做其他能源的企业也纷纷转向地热，地热人的心更热了。基于这一情况，指标实现可能性多了很多。

具体到指标实现的可能性评估，我的观点是，京津冀的目标（地热能年利用量达到约2000万吨标准煤）是最可能实现的，其次全国供暖的目标（新增地热能供暖/制冷面积11亿平方米）也是可能实现的。原因有以下几点：

首先我国利用地热供暖走在世界前列，地热直接利用居于世界首位，可谓基础不错；其次国家层面有很好的示范工程，模式可复制；最后也是最重

要的，需求非常迫切。整个华北特别是京津冀地区雾霾严重，有着迫切的清洁能源替代需求。所以说，京津冀、大华北地热资源条件好，又有迫切需求，这决定了这几个目标是最可能实现的。

《中国科学报》：哪些目标是不容易实现的？

庞忠和：最不容易实现的是地热发电的指标。目前我国地热发电只有25MW多一点的装机容量，未来增长主要依靠喜马拉雅地热带，且近期内发展很快也不是很现实。简言之，目前我国已经勘探好可以用来直接地热发电的热田总算下来也不够500MW的装机容量。

原因就在于勘探还没有跟上。而且，从国外经验来讲，水热型地热发电的周期一般要8~10年，意即在一个新的地区从开始勘探，到装机、电力输出的那一刻，需要8~10年。就算整个过程所有因素都调整到最佳，也难以在5年内实现。不过这个目标是有政策导向性作用的，也非常必要。

因地制宜布局 勘探是工作之重

《中国科学报》：《规划》还提出了地热能开发利用的几个宏观（重点）任务，如“我国主要



水热型地热区（田）及浅层地热能、干热岩开发区地质条件、热储特征、地热资源的质量和数量，并对其开采技术经济条件做出评价”“积极推进水热型地热供暖在京津冀鲁豫和青藏高原及毗邻区集中规划，统一开发”“大力推广浅层地热能利用”等。请你解读一下这几个任务背后的深意。

庞忠和：这些任务有些产业布局的含义，突出了国家在地热能开发利用方面“因地制宜”的大方针，即需结合地方的地热资源的条件来布局。

比如“大力推广浅层地热利用”，浅层地热是到处都有的，需要完成的总指标里，浅层地热能恐怕要占到一半，这个只需扩大规模，能利用的地方用起来。而“积极推进水热型地热供暖”一条，则强调“条件好的地方优先用”。这里要注意“统一开发”很关键。这种开发方式对资源高效利用和保护是有好处的。

比如，以前地热开发是各自为政，结果是隔着围墙可能就有两口井，相互抢水、抢资源，这是不统一带来的问题。从长远利益来看，统一开发强调合理布局的问题，实现合理开发和可持续利用。

《中国科学报》：从排序来看，《规划》对各类型地热资源的勘探和评估工作很是看重。

庞忠和：从勘探来讲，是我国仍需要探索的领域。当前中深层水热型勘探技术比较成熟，但深部地热的勘探难度更大。《规划》中强调地热利用要选择有利地区，什么意思呢？地热是哪儿都有的，只要钻井足够深、温度就可以提高，但这不一定经济。商业化开发要顾及成本。有利地区主要有两个方面，一是钻井浅、温度高；二是储层好。有了这两点基本上可以判断哪些地方更有利。这些都是地下勘察和评估的部分。对于地热能开发利用来讲，这是投入比较大的一个工作，也是基础工作、重点工作。

技术向深度广度进军 看好地热的清洁替代

《中国科学报》：刚才提到，作为地热能开发利用的首份“十三五”规划，地热产业界备受鼓舞，那么它给地热基础领域带来哪些机遇？

庞忠和：当一个产业规模扩张之时，技术必然向深度、广度进军，进一步降低成本、提高效率。如此一来，很多基础工作就可以做了。比如直接利用中的热泵设备、发电中发电机等设备，这些设备的自主研发会得到加强。现阶段许多水热型供暖设备都国产化了的，但少量大功率的热泵机组仍是进口的。

《中国科学报》：作为一名地热界老兵，你最感兴趣这份规划中哪些内容？

庞忠和：我最关注地热能京津冀、大华北应对雾霾的清洁能源替代作用。

习近平总书记2016年底在中央财经领导小组会议上的讲话中提出：“推进北方地区冬季清洁取暖，关系北方地区广大群众温暖过冬，关系雾霾天能不能减少，是能源生产和消费革命、农村生活方式革命的重要内容”。清洁能源替代，地热能相对用电和燃气而言是更好的选择。地热能是完全清洁的能源，而且是连续能源，特别适合替代冬季供暖的散烧煤。我建议京津冀鲁豫甚至大华北地区，一盘棋统筹雾霾治理问题。其他地方有污染排放，北京不可能独善其身。目前，地热能的贡献还不明显，是因为我们做得还不够，未来好好开发利用，地热能的贡献一定非常显著。

《中国科学报》：结合我国地热资源的家底，如果开发利用得当，可以保证地热能在我国能源结构中占多大比例？

庞忠和：清洁能源有个明确的目标，那就是到2020年，清洁能源在能源结构中的占比达到15%。目前我们距离这个目标还差3%，地热能对应着3%的贡献可能就有1/3。我相信随着几种清洁能源的不断开发，15%这个比例会变得更大。

选自《中国科学报》

国务院参事刘燕华：雾霾天气处理不好会导致社会问题

LIU YANHUA OF THE COUNSELOR OF THE STATE COUNCIL: HAZE MAY LEAD TO SOCIAL PROBLEMS IF IMPROPERLY HANDLED

国务院参事刘燕华在亚洲金融论坛上表示，雾霾天气已经不能用简单的自然灾害来解释清楚了。它是经济发展模式造成的结果，处理不好则会导致社会问题。

以下是刘燕华的演讲实录：

刘燕华：尊敬的各位嘉宾，今天的主题是绿色经济，绿色经济的定义可以用习总书记的一句话来概括，也就是“绿水青山就是金山银山”。

绿色发展是时代进步的标志，是自然资本的经济体现，是人类社会进入生态文明阶段的必由之路。

近年来人们对绿色经济的关切越来越深，感触最直接的就是持续而严重的雾霾天气。自媒体最初对雾霾有许多调侃，随后又转而抱怨担忧。继而更多的是焦虑和反思，我们意识到雾霾天气已经不能用简单的自然灾害来解释清楚了。它是经济发展模式造成的结果，处理不好则会导致社会问题。试想社会对如此严重的空气污染现象还有多大的容忍度？还能容忍多长时间？如果照搬西方曾经的治理经验，再要十几年、二十年才能得到治理的话，许多人无法接受。数亿人的健康受到严重危害的预期将无法承受。

为了GDP牺牲一代人健康的模式实在不可取，拿生命作代价去挣钱，再用钱去保命的轨迹

更是得不偿失。珍惜热土，从这个意义上讲绿色转型是广大人民群众最直接的诉求和希望。绿色经济是传统的一项资源环境无节制索取为基础上的一种变革，也是在一定程度上对旧模式的否定。就像中央指出要进行一场能源革命，从生产、消费、科技和体制机制方面实现突破，要深化去产能、去库存、去杠杆、降成本、补短板的实质性推进，要通过供给侧结构性改革来改善发展环境，激发供给潜力，提质增效。

改革就是有残酷和痛苦的一面，就会在传统的构架上伤筋动骨。就会有利益的重组和分割，就会产生布局的调整和震荡。走绿色发展道路，是中国现阶段发展的自主选择，是时代赋予我们的使命，迎接这一挑战就会在新一轮竞争中站高一截，迈进一步，如果抵触它，则会在大浪淘沙中被远远抛在后面处于末端。我们正处于世界范围剧烈转型时代，从工业文明向生态文明转轨时代，石器时代的结束，并不是因为地球上没有了石头，更是有了更为先进的替代品。

绿色经济的到来，一方面是意识到传统模式不可持续性危机。更重要是因为人类的智慧和创造性有了具有更有前景的技术、管理模式和运行规则。在新一轮工业革命浪潮中，数字经济、共享经济、智能制造、新硬件、绿色能源已经显露

头角，来势迅猛、冲击巨大，颠覆式技术已经在许多领域实现了胜者统吃的局面。以用户资源为导向的量身制作方式正在引领跨界创新热潮，扁平化、分布式供需结构已经成为市场大趋势，应该说新技术、新业态、新模式、新的领军人物将是绿色经济的主力军，不仅促进人与自然的和谐，也会带来新的经济繁荣。

绿色经济是经济发展的必由之路，用中国能源状况举例来说，联合国机构的统计，2015年中国GDP占世界的15.04%，使用能源占世界能源25%，二氧化碳排放占世界27%。这组数字说明中国目前能源利用效率还低于世界的平均水平。产业、经济仍处于粗放型，在世界价值链分配中仍处于低端。调整结构也是脱胎换骨的过程，实现先进替代落后的过程。阵痛是难免的，暂时必须让位于长远，局部必须服从于整体，暂时和局部的损失是为了避免今后和整体的更大代价。部

分出现的问题如就业可以通过社会主义制度的互助和补偿机制来过渡。中国绿色经济的转型期大致只有十年左右，我们必须加快步伐，实现中国小康和现代化。

再用中国能源生产消费关系来举例，目前中国能源利用中生产和消费的比例是7:3。生产的能源消耗占大头，而发达国家这一比例是3:7。随着中国人民生活水平的提高，消费的比例将会不断上升。按照最发达国家的消费水平来测算的话，世界70亿人口一共需要4个地球，这是我们无法满足的，也是我们不能效仿和提倡的。鼓励绿色消费必须从现在作出全面的部署，从法律、政策、经济、社会公德几个方面落实，注入绿色交通、绿色建筑、绿色产品、绿色服务、绿色资产、绿色贸易、绿色金融等新兴的产业更多的支持及发展空间，让生态文明这一中华民族美德发扬光大。

选自《凤凰财经》



为地热开发打开政策通道

OPEN POLICY CHANNEL FOR GEOHERMAL DEVELOPMENT



一段时间以来，地热能是否属于可再生能源的问题，还在很多人头脑中画着问号。

今年1月，国家发改委等三部门印发的《地热能开发利用“十三五”规划》开宗明义，第一句话就明确“地热能是一种绿色低碳、可循环利用的可再生能源”。

业界看来，2014年2月，国家能源局在雄县召开的全国首次地热能利用工作会议，使地热产业迎来了发展的春天。而今，首部地热能专项规

划的出台，更让产业发展明确了方针指引。

规划明确，加快开发利用地热能不仅对调整能源结构、节能减排、改善环境具有重要意义，而且对培育新兴产业、促进新型城镇化建设等均具有显著的拉动效应，是促进生态文明建设的重要举措。

进入国家规划的地热能利用方式主要有三项，分别为浅层地能供暖或制冷、水热型地热能供暖或制冷（即雄县采用的方式）以及地热能发电。规

划认为，前二者的技术已基本成熟。

就河北而言，地热能利用已有很多方面走在全国前列，截至2015年，浅层地能供暖（制冷）面积为2800万平方米，水热型地热能供暖面积已达2600万平方米。

上述规划中要求，到“十三五”末，河北还要新增浅层地能供暖（制冷）面积7000万平方米，新增水热型地热能供暖面积1.1亿平方米。这组数据中，前者占全国增量的近1/10，后者则超过1/4。此外，河北还要完成地热能发电装机容量10兆瓦。

业界人士看来，国家规划之所以对河北赋予重任，是从河北发展实际出发的。河北面临着压减燃煤消费、大气污染防治、提高可再生能源消费比例等方面的要求，发展地热能，给河北提供了一条新的能源路径。

记者从采访中了解到，随着越来越多有条件的农村开始尝试地热供暖，有关人士也在期待地

热供暖替代燃煤的政策支持能够早日出台。据了解，用天然气、电力替代燃煤取暖的补贴政策已出，业界希望性价比更优的地热供暖，能在更加精准的政策扶持之下，温暖更多农村居民。

当然，由于地热能自身属于矿产资源的特性，也使得这一领域的合理开发为各方所关注。

舆论关注的焦点中，一方面希望能够治理无序开采，保护地热资源；另一方面，希望主管部门简政放权，提高审批效率，让那些具备资源条件的地方加速推进地热能勘探，让那些制定了开发规划的区域也能加速发展。

按照规划部署，河北要重点推进保定、石家庄、廊坊、衡水、沧州、张家口等地的水热型地热资源开发，“十三五”期间新增水热型地热供暖面积1.1亿平方米。为了这样的发展目标，期待有关部门能尽快完善机制体制，为地热开发打开政策通道。

选自《中国地热能网》



地能热宝暖村运行简介

INTRODUCTION TO THE OPERATIONS OF HYY GROUND SOURCE HEATING DEVICE

作者：刘宝红



地能输送管网及地能热宝末端室外机

近年来，地能热宝系统用户已经落户的范围从上海到黑龙江的沿岸和以北地区。北京 2016 年电替煤工程中，恒有源集团启动的“电高效替煤、地能暖村工程”（同等条件下，配电和运行成本是：电锅炉的三分之一、空气能热泵的五分之三）已经在海淀区的平原地区、塞外怀来的严寒地区、门头沟的山区等地，配合政府整村建设农村自采暖的基础设施，从根本上解决农民自古以来的冬不暖、夏不凉、日常缺少生活热水的问题，让老百姓生活品质得到提高。

一、地能热宝系统

地能热宝系统技术由浅层地能采集和地能热泵两部分组成，其中浅层地能采集应用集中、安全、高效、省地的单井循环换热地能采集技术在动态平衡中提取大量不花钱的地能为建筑物提供低品位的热源，结合地能热泵技术为建筑物供热（冷）风采暖（制冷），同时可为用户常年提供生活热水，提高老百姓生活品质。

单井循环换热地能热宝系统由单井循环换热地能采集器、地能换热输送站、地能输送管网和地能热宝终端设备组成。系统集中设置地能采集器以水为介质循环换热，经地能换热输送站热交换后以地能输送管网将供暖热源送至每户，每户设地能热

宝终端设备及主机、室内机、热水罐，能实现小功率为用户分间配置和电计量使用，为建筑物冬季供暖、夏季制冷和常年提供生活热水。

地能暖村项目示意图

二、地能热宝暖村运行及反馈

2016年由第三方统计局对北京四区县六个村20多个地能热宝用户运行数据记录，室内温度 18°C 以上，电费低于烧煤费用。

根据运行数据统计和用户反馈使用感受小结如下：

(1) 供暖末端形式为散热器费用最高，为地板辐射采暖费用居中，为暖风费用最低，地能热宝系统更适合农村建筑供暖。



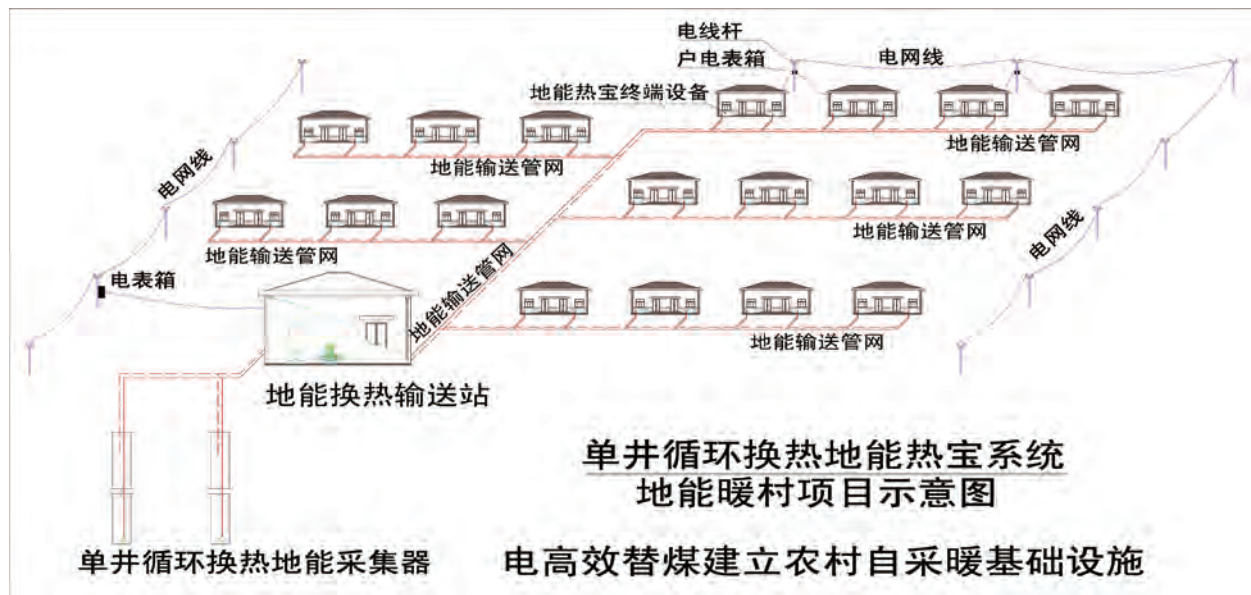
地能暖村工程西河村村民赠送恒有源公司锦旗

(2) 地能热宝末端设备底部供暖风，足暖头凉很舒服。

(3) 地能热宝系统供暖费用最低3.25元/平米。采暖季，最高13.97元/平米。采暖季，平均供暖费用11.02元/平米。采暖季。对于农村150平米左右建筑供暖，一个采暖季平均供暖费约1653元。

(4) 李家坟91#(费用最低867元/采暖季)用户家庭为老2口常住，常开2间房地能热宝末端设备(2卧室)，白天外出时还关闭机组，为典型人在哪屋开哪

屋设备使用者，人离开时关闭设备，符合农户“省着用”的优良美德。

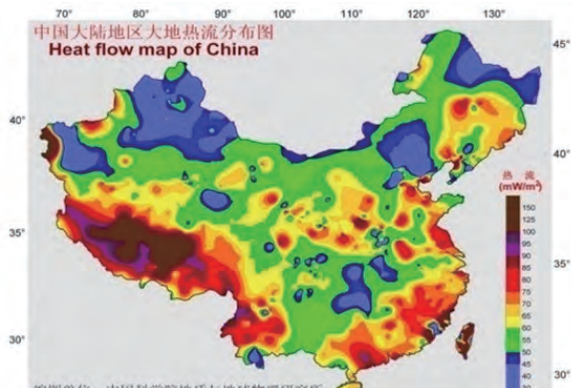


地能暖村项目示意图

干热岩地热资源：我国分布和国际上的发展

HOT DRY ROCK GEOTHERMAL RESOURCE DISTRIBUTION IN CHINA AND INTERNATIONAL DEVELOPMENT

作者：许天福（吉林大学教授；国家“千人计划”特聘专家）



中国地热资源分布

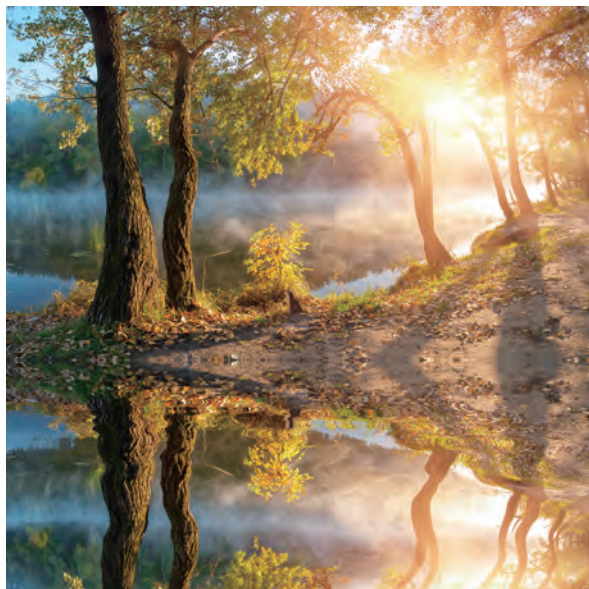
地热资源类型主要分为水热型和干热岩型，以前世界上主要开采和利用的是水热型地热，仅占已探明地热资源的 10% 左右。干热岩资源的开发潜力保守估计地壳中干热岩（3-10km 深处）所蕴含的能量相当于全球所有石油、天然气和煤炭所蕴藏能量的 30 倍。据 MIT2006 报告，只要开发（3-10km）2% 的地热资源储量，将

达到美国 2005 年一年能源消耗总量的 2000 倍。中国若能采出 2%，则相当于 2010 年能源消耗总量的 5300 倍（地调局）/ 4400 倍（中科院）。

国际上的发展

增强型地热系统（EGS），即是一种从低渗





透率和低孔隙度的岩层中提取热量从而获取大量热能的一种工程。EGS 发电是 20 世纪 70 年代由美国 Los Alamos 国家实验室研究人员提出的，是将地面冷水注入地下深处以获取热能，然后将热导出地面进行发电。多年来，EGS 的理论与技术取得了一定的进展。但有许多困难的

问题：(1)“靶区”选择和钻孔定位技术；(2)大体积人造热储的生成及优化控制；(3)裂隙的分布联通，热交换能力；(4)水循环能力。

始于 1973 年的美国新墨西哥州 Fenton Hill 干热岩开发试验项目是最早的 EGS 示范工程项目，首次尝试从低孔细低渗透性的岩石中开采地热。尽管该工程并不是商业规模的干热岩地热开发，但证实了人工建造水热储层所需地质工程和钻探技术的可行性。

结论

人类将面临化石燃料用尽的危机时刻，人们正在寻找各种可替代化石燃料的未来能源，以维持人类社会的可持续发展。干热岩作为一种可再生的清洁能源，是未来可利用的能源资源之一，是大自然的恩赐，我们应充分重视其利用价值。干热岩及增强型地热研究及开发已有 40 多年的历史，我国刚起步。在大规模的商业化之前，需要大量的资源和开发利用的科学研究及技术开发。



征稿启事

CONTRIBUTIONS WANTED

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

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

一、稿件要求：

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

二、稿酬标准：300—800 元 / 千字

三、联系投稿：

《中国地能》编辑部

李雪 010-62599774

投稿邮箱：journal@cgsenergy.com.hk

投稿地址：北京市海淀区杏石口路 102 号

中國地能
CHINA GROUND SOURCE ENERGY

中国节能建筑·地能供热(冷)示范项目

大连嘉乐比 温泉度假酒店



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

▶ 酒店规划建设面积为2.34万平方米,开发投资4亿元。由中国建筑科学研究院、中国建筑技术集团有限公司以现代时尚的外观设计风格设计,以水文化在绿标建筑当中应用为概念,以地热(温泉)水、海水、淡水三种水的结合应用为展示。酒店的采暖、制冷及生活用水均由原创的恒有源地能热泵环境系统和地能热宝环境系统提供。

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



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

Club B 嘉乐比度假酒店



扫描二维码
获取更多信息

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



可靠性技术：航空领域先进的数字控制系统，拥有能与战机媲美的可靠性



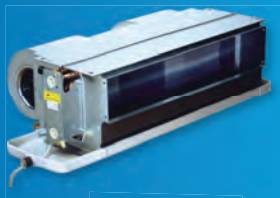
防腐技术：新工艺军工防腐技术 抗氧化腐蚀，经久耐用



军用雷达防电磁干扰技术



1



2



4



3



5



6



7



9

8



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

航天飞机燃料箱 真空氮检技术

航天飞机防腐防锈 处理技术

宏源地能热宝技术有限公司

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



扫描二维码
 获取更多地能知识