

2014年6月  
第2期  
双月刊

# 中國地能

CHINA GROUND SOURCE ENERGY

## 地能供热实现美丽中国梦

浅层地能是新型城镇化和农业现代化的优选能源

地源建筑—建筑业发展的新方向

能源知识



ISSN:23098457

售價：人民幣10元 港幣20元

承印人：泰業印刷有限公司

地址：香港大埔大埔工業邨大貴街11-13號

# 地能热宝

代替传统燃烧方式供暖

## 带给农家的福音

地能热冷一体化新产品  
运行费用低 零排放 无污染  
家用空调的操作方式  
锅炉的供热效果

2014年

诚招区域代理商



Green Energy

恒有源科技发展集团  
地能热宝事业部

地址：北京市海淀区杏石口路102号  
邮编：100093  
电话：010-62592988 400-666-6168  
传真：010-62593653  
网址：www.hyy.com.cn  
电邮：dnrb@hyy.com.cn



扫描二维码  
获取更多地能知识



恒有源科技发展集团有限公司  
EVER SOURCE SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT GROUP CO.,LTD.

国际首创

恒有源单井循环换热地能采集技术

无燃烧供热方式

地能恒有 冷暖无忧



室内温度  
可根据需求调节

室外  
温度40°C

室外  
温度-20°C

- 恒有源地能热泵环境系统
- 恒有源地能热宝环境系统
- 恒有源单井循环换热地能采集系统
- 恒有源分布式地能冷热源站系统



恒有源科技发展集团有限公司  
EVER SOURCE SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT GROUP CO., LTD.

地址：北京市海淀区杏石口路102号

电话：010-62595998

网址：www.hyy.com.cn



扫描二维码  
获取更多地能知识



2014年6月 第2期  
双月刊

# CONTENTS 目录

## 《中国地能》编委会

主任：王秉忱  
副主任：柴晓钟、孙 骥  
委员：吴德绳、沈梦培、李继江、庞忠和  
郑克棫、徐 伟、武强、张 军  
黄学勤、李宁波、许文发、朱家玲  
马最良  
社长：徐生恒  
总法律顾问：邢文鑫  
主编：王进友  
副主编：张 力  
责任编辑：王志嘉  
编辑：姜梦莹、张紫艳、胡 铭  
美术编辑：张学伟  
特邀记者：崔东明

出版社/主办单位：中国地能出版社有限公司  
Publisher: China Ground Source Energy Press Limited  
地址：香港皇后大道中99号中环中心37楼3709-10室  
Address: Units 3709-10, 37/F, The Center, 99 Queen's Road Central, Central, Hong Kong  
协办单位：北京节能环保促进会浅层地（热）能开发利用专业委员会  
Joint Sponsor: Special Committee on Shallow Ground Source (Thermal) Energy Development and Utilization under Beijing Association to Promote Energy Conservation and Environmental  
国际标准刊号/ISSN: 23098457  
承印人：泰业印刷有限公司  
Printed by: Apex Print Limited  
地址：香港大埔大埔工业邨大贵街11-13号  
Address: 11-13 Dai Kwai Street, Tai Po Industrial Estate, Tai Po, Hong Kong  
发行部：龙云  
Publishing Department: LONG Yun  
广告部：赵彤  
Advertising Department: ZHAO Tong  
地址：北京市海淀区杏石口路102号  
Address: No.102, Xingshikou Road, Haidian District, Beijing  
联系电话：+8610-62593655  
Telephone: +8610-62593655

## 《中国地能》征稿启事

《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，ISSN刊号23098457，香港公开发行，双月刊；办刊宗旨包括为政府制定能源政策提供参考建议，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；搭建传播平台。欢迎节能行业单位、科研院所和大中专院校的专家、学者、科技人员踊跃投稿。

**主要栏目：**本期焦点、建言献策、发展论坛、人物专访、热点资讯、实用案例、能源知识等。

### 投稿要求及事项：

1. 文稿篇幅以1000~3000字为宜。要求观点鲜明、资料可靠、数据准确、书写规范，具有理论性、科学性、实用性。文责自负，严禁抄袭。切勿一稿多投。凡来稿30日未见通知可来电来函查询或自行处理。

2. 论文格式一般包括：题目、作者及单位全称、邮编、内容摘要、关键词、正文、注释及参考文献。

3. 文稿请通过电子邮件（E-mail）添加附件发送到本刊，并请附作者简介及详细地址、电话，以便编辑部及时联系及邮寄样刊。

联系电话：+8610-62593655  
+ 852-37539800

联系人：戴先生、聂小姐

投稿邮箱：journal@cgsenergy.com.hk

编辑部地址：香港中环皇后大道中99号中环中心3709-10室



## 本期焦点

▲ 地能供热-实现美丽中国梦 3



## 能源知识

6



## 建言献策

▲ 浅层地能是新型城镇化和农业现代化的优选能源 7



## 发展论坛

▲ 地源建筑-建筑业发展的新方向 9

▲ 利用热泵技术提取浅层地热能量，实现冬天采暖、夏天制冷 11

▲ 治理雾霾从实现农村无燃烧供热开始 15



## 人物专访

▲ 加大力度开发地热资源——访国务院参事王秉忱 17



## 热点资讯

▲ 区域能源规划与恒有源分布式地能冷热源站 19

▲ 《地源热泵技术新进展与趋势》 20

▲ 4月18日宣讲会在恒有源集团顺利召开 21



## 实用案例

▲ 怀柔雁栖湖会展中心单井循环换热地能采集井性能测试报告 23

# 地能供热 实现 美丽中国梦

作者：鄢毅平

北京农业职业学院经济管理系教授

针对我国发展的新情况及人民的新要求，党在十八大上提出“要努力建设美丽中国，实现中华民族永续发展，着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展”。当前，我国原创技术“单井循环换热”已经产业化，使地能可成为一个区域内各类建筑物供热的替代能源。推广和普及区域性地能供热，可实现该区域零污染和零排放，实现绿色、循环、低碳发展，在多个地区推广，则有利于我国减少污染，实现美丽中国梦。

## 一. 我国供热地区的面积、人口、与能耗现状

我国大部分地区处于温带季风性气候带上，受大陆季风影响，冬季寒冷，夏季炎热，建筑物的主要能耗用于供热和制冷。

### (一) 我国供热的区域与人口

我国有供热需求的区域可分为政策供热区域和实际需要供热的区域。

#### 1 政策供热区域

政策供热区域指当前国家政策规定安装供热设备并得到供热补贴的区域。我国建设部规定，采暖地区一般为累年月平均温度低于或等于5℃的天气超过90天的华北、东北、西北地区，实际南北供热的分界线是秦岭—陇海线，北方地区集中供热室温标准为16℃—18℃。2010年这一地区城市供热面积为88亿平方米，年能耗1.5亿吨标准煤，占全国年能耗的7%，全国城市建筑年能耗的40%。2011年，我国符合上述规定的地区总人口约为4亿，其中城市人口2亿。

#### 2 实际需要供热的区域

因20世纪50年代条件差，供热政策仅考虑了人们工作和生活的最低要求，没有考虑生活和工作的一般要求，更不可能考虑工作、生活和舒适度，当时定的供热区域范围小。我国卫生部门的专家指出，在室温长期低于15℃的条件下，脑力劳动的效率会受到影响，长期低于12℃时，人有可能被冻伤。从我国实际看，冬季时强寒流可影响到南岭以南的广东、广西等地，广东省南部的气温也有可能降到0℃以下，连深圳这样的南方城市都有人被冻伤的报道。从以人为本的角度，根据科学发展观的要求，从人的基本需求出发，有关专家认为，我国的长江流域也有供热需求。这一区域包括华东、华中的大部分地区及西南的部分地区，总人口约为4亿，2010年建筑面积约为190亿平方米。

综合我国的情况，实际有取暖需求的区域为三北及华东、华中及西南的部分地区。上述地区人口占到我国人口总量的70%，建筑面积占我国建筑总面积的75%左右。

## (二) 我国建筑物供热的总能耗

综合计算，目前全国现有需要供热的城市建筑约为350亿平方米，2011年时，政策供热地区年供热能耗约1.5亿吨标准煤（未计算农村供热用能，下同），非政策供热地区供热能耗约为1亿吨标准煤。两者合计，全国每年供热能耗约为2.5亿吨标准煤。如果加上农村地区的供热能耗，全国供热的年能耗约4亿吨标准煤。

目前，我国城市化年增长率为1%，未来十几年，每年将新增1千多万城市人口。另外，全国人均收入在增加，人均住房面积在增加，办公条件等在改善。预计到2020年，全国城乡房屋建筑面积还将新增约200亿平方米。同时，人们对室温的要求也在进一步提高。综合上述因素，虽然未来会在供热中采取各种节能措施，但建筑能耗还将持续增长。

## 二. 供热污染在空气污染中的比例

当前，我国北方地区供热的主要能源是煤炭。因燃煤会释放大量的二氧化硫等有害气体和细微颗粒，有关方面已经采取了大量的防污染措施，主要有：使用优质煤，安装除尘器，提升锅炉效率，使用新型燃烧法等。虽有上述措施，但因燃煤锅炉的分散、小型，以及相关设备的效率不高，所以，燃煤锅炉的污染还很严重。其主要表现之一就是我国北方冬季空气质量明显劣于其他季节。除燃烧外，燃煤产生的污染还有：运输、储存过程的污染，炉灰处理中的污染，运煤车辆产生的污染等。

当前燃煤锅炉在人口密集的华北、华东地区，冬季供热污染影响很大。中国、美国、以色列研究人员在《美国国家科学院学报》发表研究报告称，与生活在南方的居民相比，空气污染使中国北方居民的人均预期寿命减少5.5年，给中国劳动力市场带来高达100万亿元的损失。除了对人身体的影响、区域酸雨对建筑物、植物等的影响外，严重的空气污染还制约了我国对外开放、招商引资，损害城市形象，也影响着部分有国际影响的重大活动，如：北京在21世纪前，供热主要用燃煤锅炉，致使冬季污染十分严重，在一定程度上影响了奥运会的申办。为此，在申办奥运会期间，北京市痛下决心，在城区取缔燃煤锅炉，从而明显改善了冬季的空气质量，成功申办了奥运会。

燃煤锅炉还会影响到周边，形成大区域的污染。北京市在进入21世纪时，陆续取缔了城区的燃煤锅炉，但因北京的郊区，特别是郊区农村仍然普遍使用燃煤锅炉，加上周边的河北省工业和生活供热污染，2012年时燃煤污染对北京的影响仍然很大。根据2012年有关方面的研究结果，北京市副市长洪峰指出，在北京PM2.5的构成中，燃煤排放占16.7%。另外，24.5%是从周边地区飘过来的，外部污染绝大部分是由烧煤引起的。综合计算，北京PM2.5中因燃煤排放所占比例约为40%。

当前，燃煤供热锅炉对中小城市空气的污染也非常严重，特别是在连续无风的气候条件下，我国北方的县城也常常因供热产生的烟尘使人感到呼吸困难。特别是进入21世纪后，大量的中小城市也开始感受到严重的空气污染问题。

## 三. 供热是北方居民生活的必需品，需要有可靠的保障

根据经济学原理，某一消费的价格弹性小于1时，可以判定其为生活必需品。从我国北方情况看，在进入21世纪后，煤炭等能源价格上涨了近200%，从3、4百元1吨上涨到千元左右1吨，北方地区供热用煤的数量保持着持续增长，说明其价格弹性很低。以此判断，在我国北方地区，供热是人民生活的必需品。我国南方近10年来，供热的主要能源——天然气、燃油、电力的价格在上涨，但供热能源消耗却一直在增加。可以说，进入21世纪后，南方地区，特别是长江、珠江流域的经济发达区，供热也已经成为人民生活的必需品。

在城市，供热这一生活必需品的供给，具有可替代性低，非排他性、公用性和公益性等特点，具有准公共物品的特性。这一特性决定该类产品和服务的提供必须介于政府和私营部门之间。我国《合同法》将“供用热力合同”与用水、水、气合同规定放在一起，并把这种合同称作“供用热力合同”。由于热力行业属于公用基础设施行业，为避免重复建设，一个热区往往只设一个主要热源，具有一定的区域垄断性，属于大型基础设施项目，这一特点决定了，城市热力供应的投资大，回收期长，需要有一定规模的企业在政府的监管下完成。由于热力供应属于北方地区冬季生活必需品，对人民生活影响大，是国家在基础建设领域中重点支持的行业。随着我国城市建设步伐的加快，该行业作为公共事业的一个重要方面，对城市人民生活、城市形象、城市空气清洁度、城市环境建设均有明显的影响，是城市政府需要重点关注的 инфраструктура项目之一。

由于供热是生活必需品，又是特殊的基础设施，故除了要求全面建设，无缝隙供给外，还要求有可靠的保证措施，城市热力供应一旦出现问题，会对城市运行，企业生产、人民生活产生巨大的影响。近几年来，由于我国供热企业规模和采用的设备在逐步加大，而保障性措施不足，多地曾出现过因管道、设备的故障在寒冬季节大面积暂停供热的问题，对城市生产和人民生活带来巨大的影响。为避免类似问题发生，在区域性供热的区域，除要求企业有较高的信誉度、较强的执行力外，还要有较强的服务能力，有预先制定的应急预案，有能力对设备进行系统维护和保养，并有一支快速应对的抢修队伍，有能力保证在较短的时间内解决设备运行中可能发生的问题，保证城市供热的可靠性、稳定性。

从生活必需品的属性出发，供热只能增长，不能减少，同时，人民又要求提升空气质量，这就需要今后城市供热必须选择低碳、绿色的方式，实现供热增长与减少污染同步，要求供热企业所使用的技术，能够在保障供热增长的同时，不断降低能耗，减少污染，这就需要改变城市供热的技术和方式。

#### 四、地能供热既提高生活品质又保护生态，需要区域化推广

综合比较现有供热技术，仅有地能供热能够以传统供热设备的安装和使用费用实现清洁供热。即在保证供热和减少空气污染的同时，费用又为消费者所接受。由于地能供热的节能、环保特点，进入21世纪后，这一技术得到了我国有关部门的认可。2011年，国家制定的“十二五”规划中明确提出：未来在我国要大力发展地能供热。具体指标是：在未来五年，要完成地源热泵供热(制冷)面积3.5亿平方米。2013年，国家四部委发文，提出到2015年地热能年利用量达到2000万吨标准煤。同时形成地热能资源评价、开发利用技术、关键设备制造、产业服务等比较完整的产业体系。到2020年，地热能开发利用量达到5000万吨标准煤，形成完善的地热能开发利用技术和产业体系。

2012年，以PM2.5为主的雾霾污染成为广大人民群众及党和国家关注的重大问题，消除空气污染，成为部分北方城市的首要工作之一。无污染的地能供热再一次受到各个城市的关注，成为城市供热的首选。

在我国，地能供热是在21世纪后开始普及的新事物。二十一世纪初期，地能供热主要通过单个建筑物实现的。其优点是便于让社会认识其技术，问题是不利于城市的全面规划和系统安排。同时，由于大中小型各类企业同时进入，从而造成供热设备的多样化、保证性和维修性较差。针对地能供热出现的这些问题，近几年来，我国部分城市中出现了以地能供热为主的产业园和节能示范园。地能产业园主要是从区域发展地能供热出发，在当地组织设备生产、系统集成、配套零部件生产、维修以及服务等项目，可在降低地能供热成本的同时，培训有关方面的人员，也为区域维修、保养、服务提供了更好的条件。示范园则由节能企业全面进行建设，通过在一定面积的综合建筑群中全部采用地能供热，展示这一新型供热系统的实用、可靠、节能、环保、舒适、经济的特性，让区域周边更多的用户接受地能供热，加快系统的普及。示范园的建设既可采用与房地产开发商合作，在建筑的设计、施工阶段配套的方式，也可采用由节能企业全面建设的方式。

产业园、示范园的建设投资大，要求高，需要有较强实力和较大规模的企业完成，并可对该区域全面实现地能供热提供更有力的保障。



四季香山小区项目

#### 五、普及地能供热有助于实现美丽中国梦

近几年来，我国原创的“单井循环换热技术”实现了产业化发展。2012年，北京市通过了《单井循环换热地能采集井工程技术规范标准》，“单井循环换热”这一技术已在国内28个省市的各类建筑上成功使用，其中有些建筑物使用时间超过10年，并通过了第三方的监测，还输出到美国和严寒的蒙古国，得到国外的认可。因技术的先进性和可靠性，得到国家发改委等单位的发文认可和政策支持。

从现有技术的比较看，未来要消除在供热中产生的污染，普及区域性地能供热是最现实的路径。近十几年来，针对燃煤锅炉供热产生的污染等问题，我国城市供热系统研制及引进了大量的新型供热技术，其中，最主要的是天然气供热、电力供热和地能供热。目前，天然气供热的主要问题是，我国天然气供给总量较低，费用较高，天然气使用冬夏不平衡，储存费用大。未来在我国城市中普及天然气供热的可能性不大。电力供热的技术虽然十分成熟，但能耗和费用过高，不能，也不宜在全国城市中普及。

在现有清洁供热技术群中，唯有地能供热技术在国外已经普及，因其可靠、成熟，可以用于解决我国城市及乡村普及清洁供热的问题。在城市中，采用组合技术的大型地能能源站，已经可以替代传统的供热系统，为城市提供可靠、清洁的热力。逐步在我国北方城市普及后，可助力美丽中国梦的实现。

除了在北方的供热外，地能利用还可以在夏季减少制冷的能耗，如果在冬冷夏热的南方普及，除了减少能耗，降低污染外，还可以明显压低城市冬日供热、夏季制冷时的用电峰值，保证极端气候条件下的企业生产、人民生活及日常工作。

综上所述可以看出，地能供热(冷)是一个热冷一体化的新兴产业，在各种有冷暖需求的建筑物上都需，在我国普及这一技术，可助力于空气清新的“美丽中国”早日实现。

# 能源知识

作者：张紫艳



## 一、浅层地能在未来建筑中的地位

目前世界能源危机加剧，可开采储量日益减少，能源需求不断增加，价格居高不下。在世界能源供给结构转轨的大趋势下，建筑节能势在必行。很重要的一点就在于减少使用石油、天然气等不可再生资源，通过科学合理的建筑节能措施，采用可再生新能源，使其可持续发展。

全社会总能耗中建筑能耗约占三分之一，取暖又是建筑能耗总量中最大的一项。西方一些发达国家非常重视建筑节能工作，制定了一系列相关文件大力发展节能建筑，有效的提高了能源利用效率。在我国高舒适度、低能耗的建筑非常普遍，其造价可能比一般建筑高出10%，但由于节能和优化组合，每年的运营费用却可节约60%，其中最重要的技术手段之一就是充分利用浅层地能这种可再生新能源为建筑物供暖、制冷和日常提供生活热水，用最少的能源消耗，实现社会、经济和环境的共赢，体现了发展生态型城市、倡导循环经济、建设节约型社会、走可持续发展之路的核心理念，是能源按品位分级科学合理利用。

我国北方地区采暖能耗占建筑总能耗的65%以上，有的地区高达90%，建筑节能潜力很大。因此，改变传统建筑物供暖(冷)方式，借鉴西方发达国家成功经验，大力发展建筑节能技术，以政策引导首选浅层地能作为建筑物供暖(冷)系统的替代能源是提高建筑物能源利用效率的关键。

利用浅层地能为建筑物供暖(冷)已经是一个非常成熟的技术，尤其是恒有源单井循环地(热)能采集技术在国内国际上的积极创新意义，将浅层地能开发利用推向一个崭新的阶段，使世界能源专家开始重新认识浅层地能的系统开发利用价值。恒有源科技七年的技术研发与系统集成及实践应用，开辟了浅层地能利用的新篇章。

利用浅层地能为建筑物供暖(冷)只需消耗少量的电能(能效比可达到4)，就能将传统用于供暖、供生活热水所要消耗的煤、油、气等一次性能源节省下来，从能源供给方式上就保证了这种供暖(冷)方式无任何污染排放行为，是绿色环保技术产品；其建设成本只相当于所配套建筑物传统中央空调制冷系统的价格；其运营成本在均无政府补贴的情况下，低于天然气、煤气、电能取暖，与烧煤取暖费用相当；是唯一能够大规模推广应用、替代传统能源供暖(冷)方式、并且具有商业价值的高效节能环保无污染的高科技新型建筑物利用可再生能源供暖(冷)方式。

时至今日，我国各级政府已经出台了相关的政策法规文件，大力推广浅层地能在建筑物供暖(冷)系统中的应用。可以预见，随着时代的发展进步，浅层地能这一新型可再生能源必将成为未来建筑物的主要供暖(冷)能源。它的推广应用和普及必将显著提高我国能源利用的可持续发展能力，推动整个社会走上可持续发展、生活幸福、生态良好的文明发展道路。

## 二、恒有源地能热泵环境系统

恒有源地能热泵环境系统首选地能作为建筑物供暖(冷)替代能源，解决了人们生活中的三大基本问题：供暖、制冷、生活热水，被专家誉为“二十一世纪取代传统供暖(冷)方式的有力竞争者”。在采暖过程中，系统一半以上的供热量是来自浅层地下，实现每消耗1度电，即可得到4度电以上的热效果。制冷时与普通空调相比，在相同制冷效果的条件下，该系统节约50%，同时，每百万平米日可节水1.2万吨。系统运行过程中没有任何气态、液态和固态污染物排放，也没有高温燃烧过程，是目前各类供暖(冷)系统中环保效果最突出，运行最安全可靠的一种。

### 1 系统组成

恒有源地能热泵环境系统由三大部分组成，即能量采集系统、能量提升系统、能量释放系统。其中能量采集系统是以单井循环地能采集技术为核心技术，是能量提升系统能否安全、高效、经济、稳定、连续、可靠的根本保证；能量提升系统的关键设备是地能热泵，恒有源科技的系列地能热泵是根据系统设计规范和国家标准制定出的要求进行生产；能量释放系统与传统的空调系统基本相同。

### 2 系统主要设备

恒有源地能热泵系统集成包含的主要设备有地能热泵能量提升器、循环水泵、补水定压装置、生活热水装置、能量采集装置等。备选设备：运行数据的有线、无线远程传输、记录和处理。

# 浅层地能 是新型城镇化和农业现代化的 优选能源

关键词：浅层地能 新型城镇化 农业现代化

作者：许惠渊

中国农大经济管理学院教授  
博士生导师

**浅**层地能又称浅层低温地热能，是指地表以下一定深度范围内（一般为恒温带至200m埋深）温度低于25℃的地球内部热能资源，它是地热资源的一部份，其能量主要来源于太阳辐射与地心热。浅层地能储存于地球浅层，不受地域限制，无处不在，无时不有，用少量的电能，通过热泵技术，便可以采集利用，实现由低品位热能向高品位热能转移，既可供热又可制冷，零排放，低费用。根据恒有源科技发展集团公司统计测算，浅层地能供热较常规供暖技术节能60%到70%，运行费用降低30%到40%。浅层地能的利用可追溯到远古时代，人类祖先一猿人就知道洞穴取暖。随着经济发展和社会进步，直至今日，利用地窖居住（如窑洞）和储存物品仍然是人类获得能源的重要生产生活方式之一。热泵技术的发明，实现了浅层地能品位的提升；采集技术的创新，使浅层地热能得以成功提取。尤其是恒有源科技发展集团公司首创的单井抽灌技术，大大减少了地能采集占地面积，避免了地下水浪费、污染和水位下降，提高了热泵系统换热效率，延长了采集井寿命。总之，浅层地能取之不尽，用之不竭，恒有稳定，采集利用不受天气等自然条件的限制，是可再生能源的一支生力军。

21世纪前半叶将是中国新型城镇化大发展的年代，这是一项系统工程，要完成这项前所未有的伟大工程，除了要有正确的顶层制度设计，如户籍制度，土地制度，教育医疗社会保障等制度的改革之外，还需要大量的能源支持。随着城镇化水平的提高，能源的需求量将越来越大。据权威部门测算，至2030年，中国城市化水平将可能达到今天发达国家的水平，城市人口占总人口的比重将达到70%，届时，全国新增城镇人口将达到2.6亿。如果一户平均按3人计算，新增城镇居民约为0.87亿户，以每户平均居住面积100平米计算，新增城镇居民居住面积约为87亿平米。按照目前北京市居民供热建筑节能规范（耗热量指标20.6 耗煤量指标12.4）测算，将要增加1074.66亿kg燃煤。加上新农村能源的需求，要基本实现新型城镇化所需能源将要增加2倍。

**农**业现代化是实现“中国梦”的基本要求。农业现代化的内容主要包括：机械化、电气化、化学化、水利化、良种化、产业化和设施现代化等。可见，实现农业现代化也需要大量能源，尤其是农业产业化和设施农业，没有能

源的支持只能是天方夜谭。西方国家在农业现代化过程中，无一例外地选择了以石油能源为基础的高投入、高耗能农业。“石油农业”虽然带来了高产出和高效益，但也带来了高污染等问题。

**根**据中国社会科学院世界能源中国展望课题组研究表明，在工业化、信息化、城镇化、农业现代化新型“四化”的带动下，我国对能源和其他重要矿产资源的需求将持续保持增长。2011年~2035年中国能源需求的增长速度为2.23%，高于国际能源署（IEA）新政策情景下的1.9%，中国能源需求趋势成为全球最大变量。2012年我国能源消费占全球20%，居世界第一。未来20年，我国能源消费增速将保持年均4.5%，需求高峰期将在2030-2035年间。

一方面能源需求量大大增加，另一方面又要节约能源、减少排放、保护环境，这是矛盾的两个方面，如何解决？出路就在于开发利用新生的可再生能源，特别是要减少“燃烧能源”的使用，才能从根本上有效地克服雾霾对人类的危害。可再生能源是指在自然界中可以不断再生、永续利用的能源，它具有取之不尽，用之不竭的特点，主要包括太阳能、风能、水能、生物质能、地热能 and 海洋能等。可再生能源对环境无害或危害极小，而且资源分布广泛，适宜就地开发利用。太阳能直接来自于太阳辐射；生物能由绿色植物通过光合作用，将太阳能转化为化学能储存在体内，通过燃烧和厌氧发酵转化为人们所需要的热能；风能由太阳辐射引起大气冷热不均产生气压差异，导致空气流动形成风，人类通过风力发电机获得能量；水能是由于太阳辐射，海洋的暖湿空气，受热上升，在高山形成降水，水往低处流，势能转化为动能，人类通过水力发电机获得能量；地热能来自于地心热和太阳辐射，可以用于地热发电和供暖；海洋能主要来自于月球、太阳等天体的引力，包括潮汐、波浪、洋流等海水运动形成能量等等。各国能源发展战略基本上都确定为“多能并存，高效利用，不断走向低碳、清洁和生态友好”的能源发展道路。能源新战略的着力点是调整煤炭消费比例，稳定石油需求，大力推进天然气和新能源的发展，逐渐减少石化能源的使用。增加新能源的开发利用已成为政府和广大百姓的共识。

**然**而，目前在新能源中，浅层地能还只是一个“小兄弟”。人们一讲新能源，往往指太阳能，风能，水能等，对于浅层低温地热能的认识还很肤浅，甚至予以否定，声称“利用地能达到节能减排是伪科学”。一些政府有关文件中对浅层低温地热能的肯定也显犹豫，有的不求甚解，把浅层低温地热能和深层地热能混为一谈，或者误认为浅层低温地热能就是深层地热能，对浅层低温地热能还很陌生。因此，很有必要对这种看不见摸不着，只能感受到的浅层低温地热能有关知识及其开发利用加以宣传和科普教育，特别是充分认识浅层地能在推进新型城镇化和农业现代化中的特殊作用。

**我**国新型城镇化要坚持以人为本为基本原则、城乡统筹、产城互动、节约集约、生态宜居、和谐发展为基本原则，大中小城市、小城镇、新型农村社区协调发展。新型城镇化的“新”字就在于不以牺牲农业和粮食、生态和环境为代价，实现城乡基础设施一体化和公共服务均等化，使进入城镇的农民真正市民化。英国著名经济学家巴顿研究表明，人口2.5万-5万人为小城镇的适度规模。根据有关部门对江苏省6县90多个小城镇调查，3-4万人的城镇经济效益最高。据此，我们以3万人作为新型小城镇规模，如按平均3口人为一户，一个小城镇约为1万户，每户住房面积为150平米计算，那么一个新型小城镇居民住房面积约为150万平米。在普通地质条件下，一口浅层地能采集井可提供暖和制冷居住面积5000平米，即一个小城镇只需打300眼井便可满足居民供热和制冷需求。如果全国以6万个城镇为基数，有30%采用浅层地能供热制冷，即1.8万个城镇，按每个小城镇1万户，每户居住面积150平米计算，共计270亿平米，以目前北京供热收费每平米30元计算，一般情况下，采用地能供热可节约电能四分之三，那么全国百分之三十的小城镇采用地能供热，一年便可节约810亿元。值得指出的是，这1.8万个城镇无需燃烧煤炭便可以实现供热制冷。由于浅层地能采集提升所用电量是电网输送的，因而，不会给消费地造成污染。

**浅**层地能在农业产业化和设施农业中同样大有用武之地。设施农业是指在环境（温度等）相对可控条件下，进行动植物高效生产的一种现代农业。设施农业包括设施种植、养殖等。欧洲、日本通常称“设施农业（Protected Agriculture）”，美国叫“可控环境农业（Controlled Environmental Agriculture）”。2012年我国设施农业面积已占世界总面积85%以上，其中95%以上是利用聚烯烃温室大棚膜覆盖。设施栽培是露天种植产量的3.5倍，我国人均耕地面积仅为世界人均面积40%，发展设施农业具有特殊意义。设施农业的“主要设施”是环境安全型温室、畜禽舍等。

20世纪80年代初京郊就开始发展设施农业，主要以温室为主，生产成本比较高。夏季为防止温度过高，采取遮阳网覆盖，以降低棚内温度。冬季为提高温度，增加覆盖物，夜间在大棚四周加围草苫或玉米秸。有的在寒流到来之前，在大棚周围点火熏烟。有的在大棚内搭小棚，以保护幼苗或弱苗的生长。有的在大棚内生一炉子，

利用炉火散发的热量，提高大棚内的温度。有的在寒流袭来之前灌水，利用水冻结冰放出热能，避免棚内的温度下降过多。有的在棚外挖防寒沟，以提高保温效果等等。为保持温室的适宜温度，采用种种办法，但都不能从根本上解决问题，效果不理想，甚至带来相反效果，例如，用柴草点火升温，柴草燃烧时放出的烟将对蔬菜造成极大危害。采用浅层地能给大棚供热，完全可以保证大棚稳定适宜的温度，不但能够满足农作物和畜禽对温度的需求，而且不会造成任何负效应，特别是彻底杜绝因燃烧造成的火灾和污染。

**代**表9000多名蔬菜和马铃薯种植者的澳洲蔬菜协会（该会是澳大利亚领先的园艺机构）研究表明，澳大利亚菜农采用地热能抽取技术，不仅能够提供清洁能源，而且能够维持良好的蔬菜生长性能。“通过采用地热能抽取技术，蔬菜大棚内的温度能够维持在18摄氏度，这正是刺激蔬菜生长的理想温度。除此之外，地热能抽取技术具有较高的回报率。每1千瓦的电力输入能转化成4千瓦的热能输出。”

**北**京市首次大规模利用地热资源并将其用于现代化温室花卉种植的是北京国际鲜花港，它是第七届中国花卉博览会的重要场馆，被北京市发改委列为重点建设项目，项目投资2.6亿元的地源热泵与地热利用综合供暖系统，项目占地6000亩，共建有42栋温室，总面积达22万平方米，供暖总负荷达4.6万千瓦，以地源热泵供暖为主，主要承担花卉育苗及成花生产任务。改变以往温室采用煤、电、气供暖的状况，使花卉栽培、种植、研发过程实现零排放、低耗能。经有关部门测算，北京国际鲜花港采用地源热泵供暖，可比电锅炉加热节省三分之二的电能，比燃煤锅炉节省二分之一以上的能量，运行费用仅为普通中央空调的60%。

**此**外，农业产业化需要建立大型物流产业，浅层地能更能发挥其对农产品保持低温或温度恒定的优势。尤其是对鲜活产品（包括粮食蔬菜水果畜禽产品等）存储保鲜方面，可以代替目前有些商家采用化学方法保鲜的做法，因为其一方面效果不好，另一方面常采用化学品有害于人体健康。

**综**上所述，浅层地能在推进新型城镇化和农业现代化中不愧是一种生态、廉价、稳定、绿色的能源。“地能恒有，冷热无忧”是人们从实践中总结出来的正确结论！地热能是替代燃煤供热制冷的优势能源，是根除雾霾的重要力量。当下的关键是提高人们对地热能的特点、功能、优势及其开发利用意义的认识，在提高认识的同时转变理念，在生产经营和生活中推广使用浅层地能。政府应加大相关政策引导力度和采取有效的行动给予切实支持。■

**参考文献：**  
《世界能源中国展望（2013~2014）》 中国社会科学院世界经济与政治研究所、社会科学文献出版社

# 地源建筑

## 建筑业发展的新方向

吴德绳

北京市建筑设计研究院顾问总工程师  
中国制冷学会常务理事  
中国建筑学会资深会员  
暖通空调分会副理事长



### 建筑业的历史和特质

建筑业已经有近万年的历史，人类走出洞穴就可谓它的起点，有巢氏的记载就是文字史中的证明。在这万年的发展，建筑业留下了诸多的辉煌：有遗迹、有遗存、有理论、有故事，都是今天建筑人的福份，让我们感到自豪。

建筑业的从业人数恐不及农业，但它的受众面绝不少于农业，人人都要吃饭，人人也必需住房，当人民温饱基本解决之后，住房就最受人们关注，对人民的经济负担大于农业。住房的各方面技术含量丰富多彩，贴近人民生活并需因地制宜，加之建筑规划，公共建筑、城镇建设与政治关联性，经济拉动性和国家发展的影响力那么巨大，可知建筑业是最具公众性的行业。

习主席指出：“人民有理由期盼更舒适的居住条件，更优美的环境”，“人们对美好生活的向往，就是我们的奋斗目标”。我们是建筑业的工作者，感到无比的骄傲和自豪。

我们深知近三、四十年建筑业发展巨大，可也存在着执行力强，科学性不足，国外建筑产业占领了过大的份额，中国建筑业工作者受到建筑设计费、设计周期、评价标准等方面与国外的不公平等问题，加之建筑业市场宣传的误导，在我们最公众性的建筑行业中，却存在了不少误区。可叹！建筑业有些方面因它的公众性却埋葬了科学性，这些方面的纠偏工作也应是建筑科技人员长期努力的责任。我们笼统的感到：近三、四十年来，中国建筑业留下了宽宽年轮，可惜有些是比较疏松的。

中国正处在城镇建设的新高潮，有了几十年的建设经验和教训，有了中国建筑业工作者的科学技术的积淀，在改革的政策推动之下，建筑业也已进入了美好的发展新时代！

### 机电专业是建筑业中立过大功的小兄弟

科技发展的积累，机电专业出现了，并顺应建筑业的需要而进入了建筑产业，至今大约有一百年。机电专业在建筑产业至今只是土建专业大哥哥年龄的百分之一，是一位稚嫩和发言权很小的弟弟，但他已是为建筑立过两次大功的可爱的小弟弟。

第一次立功：

当“吾皇开边”，国土辽阔之后，建筑业却无法在全国建造出合用的建筑物了。太冷的地区不行，太热的地区也不行了。当人们的政治、宗教、体育、商业等活动发展要求建筑物中容纳的人数不断增多时，建筑业因无法保证人们必要的室内生存条件，也走向了穷途。是可爱的机电专业小弟用暖通空调技术突破了难关。机电专业出现之前，连最伟大的皇家建筑紫禁城也受局限就足以证明，为了适应皇家活动、生活的需要，还要另建避暑山庄，冬夏搬迁，勉强应对。机电专业出现之后，以我们建设的“人民大会堂”为例，可以四季适用。“大会堂”能容纳一万人连续舒适的开展活动，宴会厅可容五千人同时进餐，室内空气清新，使人们可快乐享受。

第二次立功：

人们体验了机电专业对建筑业的作用之后，引用广泛，发展迅速，却带来了新的灾难。机电专业又勇敢的站出来为节能、减排、低碳作出巨大的贡献，才使建筑业能在造福人类的伟大道路上继续阔步前进。

中国现代建筑业的发展高潮是在改革开放经济腾飞之后，此时先进国家的建设高潮期已过，加之各国国情和资源之区别，在节能、减排、低碳的严格标准下，建筑业的发展过多的依靠国外先进经验并无可能。只能靠中国自己专业工作者结合国情创造出最为先进理想的技术。可喜的是我国的机电专业工作者已经获得了不少公认的优秀科技成果、产品和理论，并有了不少工程业绩和实践经验，使中国机电专业已进入了国际领先行列，相信中国的机电专业为推进建筑产业发展将作出更大贡献。

### 地源建筑-建筑业发展的新方向

机电专业在建筑业中属于环境主动营造的专业，因为它用设备和能源按人们愿望进行自主实施的手段进行的。土建专业是营造建筑环境前提者，它是致力于最好的利用自然条件，使建筑环境更为理想，比如利用阳光、通风等自然条件，顺从大自然的赐予，尽量地提高建筑的使用水平，因而也定义为被动式环境营造手段。建筑业中前者主要由土建专业完成，后者主要是由机电专业完成，两者是分工合作的。

现今科技的发展为保护地球提出了营建绿色建筑的理念，已经成为国际建筑业的共识和道德。

十八大三中全会更体现了我国加强国际承担的政策，促使我们建筑业在绿色建筑的发展方面做最大的努力，我们逐渐明确了建造绿色建筑中土建专业大哥哥和立功的机电专业小弟弟的分工且合理的合作应该是“被动手段优先，主动手段优化”，就是充分利用自然的赐予，尽量节约能源、资源消耗，为人们建造“健康、舒适”的建筑物原则。

这个先进理念的推行和建设工作的科学实施，还要克服很多的阻力，比如：在建筑业的内外仍有机电专业对建筑业作用的认识不足的问题，常常只作为一种锦上添花赞赏。评价建筑优劣机电专业的比重很小，建筑艺

术性为首，甚至有时缺技术性的合理。我曾批评现行的建筑的评奖、建筑方面的论证，不该没有机电专业的介入，建筑立项的可行研究中有时没提交能源规划等，就像做“美食评优、比赛”中只请烹调专家、美食专家而忘记请营养专家参与是同样的无知、落后和片面。

在今天的建筑产业发展还很少以能源作为开发项目的特质标识，而多是以一些建筑艺术的特质为标识，甚至含有违反科学的提法做亮点，显示了我们建筑业还在发展的初级阶段。

我相信，建筑业的发展潮流和我们建筑业从业者的努力，正在向建筑环境与能源应用方面权重不断加大的方向前进。

可喜的是以机电专业的特质作为建筑产品标识的情况已经出现，具有中国特色和创新技术的“地源建筑”必会在建筑业的发展中作出巨大贡献。

建筑业工作者已找到了“圆我强国之梦”的一个献力方向，同业朋友们共勉吧！■



# 利用热泵技术提取浅层地热能

## 实现冬天采暖、夏天制冷

关键词：浅层地能 采暖 制冷

作者：沈梦培

资深国务院参事，中国地震局地震预测所研究员

连载二

### 用热泵技术提取浅层地热能

热泵系统输入1度电的热量可以得到4度电以上的热量，其多余部分就是从低温热源中提取的，所以可以达到节能的目的。

我们知道：有些物体能在常温下发生相变，在由“液态”变成“气态”时，它要吸收大量的热；由“气态”变成“液态”时，它要放出大量的热。氟利昂就是我们能利用的制冷剂（我们一般采用国际公约允许使用的环保型氟134a）；其实，氟利昂或氟134a就是空调机中的制冷剂。

热泵机组的主要组成部件有：压缩机、蒸发器、冷凝器和膨胀阀（节流阀）这四个部件由铜管相连组成一个封闭的循环系统。（如图3所示）

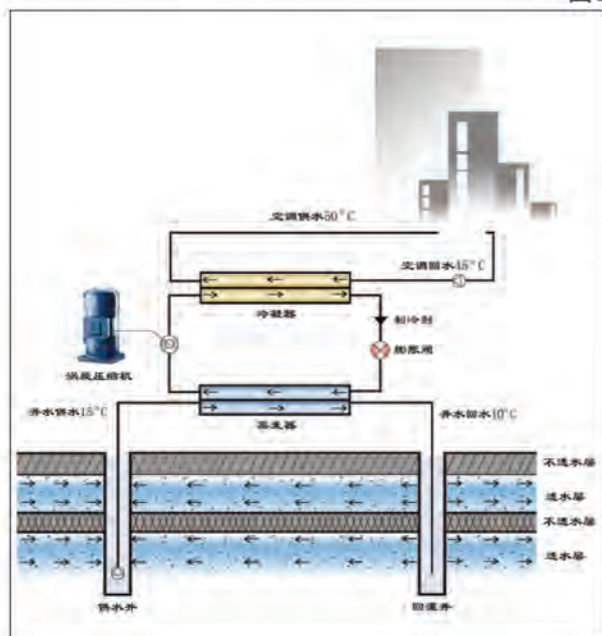


图3

热泵机组中循环着一种制冷剂就是氟134a，这种制冷剂通过膨胀阀节流后进入蒸发器，这时蒸发器内压力很低，氟134a在较低温度下（一般2-3°C）产生相变，由液态蒸发为气态。氟134a相变的过程要吸收大量的热（即汽化潜热），该热量来自进入蒸发器的地下水，地下水在蒸发器内将热量传递给氟134a后温度降低（例如由15°C左右降至10°C以下），降温后的地下水通过回灌井回到地下。变为气态的氟134a由压缩机压缩为高温高压的气体后进入冷凝器，冷凝器中压力很高，氟134a在较高温度下（60°C-70°C）再次产生相变，由气态变回液态，并将在蒸发器中吸收的汽化潜热（来自地下水）释放出来，这部分热量则由供暖循环水吸收带走，供暖循环水升温后（由40°C上升为50°C左右）为建筑供暖。

相反，也可以用热泵机组“致冷”，组成热泵机组的主要部件有：压缩机、蒸发器、冷凝器和膨胀阀（节流阀）这四个部件由铜管相连组成一个封闭的循环系统。（如图4所示）

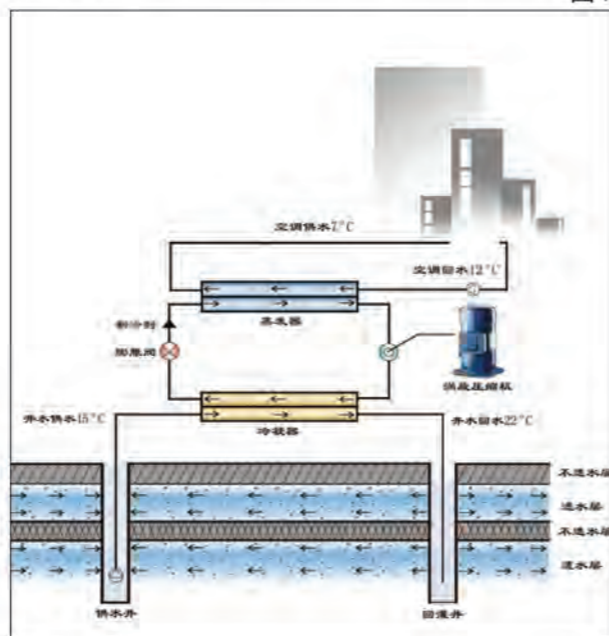


图4

北京市地源热泵企业已经有几百家，有些企业一直专心致力于热泵技术的研究、开发、完善和提高，一方面不断提高热泵自身效率和热泵系统整体效率，使热泵技术的节能效果更为明显；另一方面不断提高热泵技术在各种环境条件下的适应性，使热泵技术得以在更为广泛的领域中得到应用。恒有源科技集团在热泵领域勤奋耕耘，不断创新；经过多年的理论研究和实践探索，无论在适应国情方面，还是在节能效率方面都走在同行业的前列，有些指标甚至达到了国际先进水平。其地源热泵供暖和制冷系统由能量采集系统、能量提升系统和能量释放系统组成。

能量提升系统就是热泵机组本身，采用不同形式的压缩机先后开发出活塞式热泵、螺杆式热泵和涡旋式热泵，还根据不同的应用条件开发出土壤源热泵、污水源热泵、海水源热泵和工业余热回收热泵等专业产品。其中，涡旋式热泵具有效率高、噪音低、寿命长、免维护等优点，其模块化的设计模式可以大大降低建筑在部分负荷状态下的能耗，其免维护的使用特性可以大大降低维护和管理成本。工业化生产的涡旋式热泵机组。（如图5所示）

图5



能量释放系统就是室内末端系统，主要有风机盘管方式、风管方式、地板采暖方式和传统暖气方式等。风机盘管方式和风管方式属于中央空调系统，既能提供供暖又能提供制冷。地板采暖方式和传统暖气方式只能为建筑提供供暖，由于需要的水温较低，地板采暖方式节能效果更为明显。

### 奥运村再生水热泵冷热源项目

奥运村再生水热泵冷热源工程以清河污水处理厂处理完后的二级排水为冷热源，利用热泵技术，为奥运村提供供暖、制冷。奥运村供暖面积约41.3万m<sup>2</sup>，其中公寓式住宅38万m<sup>2</sup>，公建3.3万m<sup>2</sup>。比赛时设计制冷负荷28.748兆瓦，比赛后设计制冷负荷19.048兆瓦，设计末端供回水温度7°C/12°C，机组供回水温度5°C/12°C；设计供暖负荷20.937兆瓦，设计末端供回水温度44°C/38°C。项目于2007年6月底建成，于2007年8月进行了制冷调试，于2007年11月进行了供暖调试，系统运行参数达到设计指标的要求。该项目在

2008年奥运会期间运行正常：2008年5月底开始进行奥运会时保障运行，房间温度基本维持在22°C左右，至2008年9月底共安全运行120余天，取得了“零投诉”的满意结果，得到了各国运动员的一致好评。奥运赛后至今，系统已完整运行了3个采暖季及2个制冷季，未出现投诉事故，充分满足了居民的供冷、供暖需求。系统每年可从再生水中提取能量折合标煤约为3000余吨/年，可减排二氧化碳(CO<sub>2</sub>)7200吨/年、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)123吨/年，一氧化碳(CO)4吨/年，粉尘33吨/年。系统全年平均能效比为3.44。

在我国应用的地源/水源热泵空调系统属于高新技术应用范畴，需要及时总结提高。

热泵系统是利用低温热源进行供热制冷的新型能源利用方式，与使用煤、气、油等常规能源供热制冷方式相比，具有清洁、高效、节能的特点。因地制宜发展热泵系统，有利于优化我市能源结构，促进多能互补，提高能源利用效率。

北京部分已经建成的利用热泵系统供热制冷在使用中出现一些问题，例如有的热泵系统向地面排水，不能将水回灌地下；有的热泵系统的“能效比”低；有的使用年限短等等。这些问题说明北京市热泵系统需要总结和提高。我们认为，水源/地埋管地源热泵系统是技术含量极高的空调系统工程，不但需要合适的水文地质条件，合格的成井/埋管工艺，还需要制订合理的抽灌比，定期维护洗井回灌系统，加强运行管理，才能达到节能环保的目的，否则就有可能造成地下水资源的巨大浪费。这些问题必须马上着手研究解决。

北京市《08》重大项目中，有地源/水源热泵项目，也有利用“再生水”的水源热泵项目，作为“绿色奥运”项目，它以无燃烧、无废弃物、无污染著称，成为北京“绿色奥运”的一大亮点。这些项目在建设后，应该给予全面技术评价。为了帮助北京市《08》重大项目中的地源/水源热泵项目总结经验，2007年6月24日，我向陈刚副市长提交了《规范北京市热泵系统做好08工程中热泵项目的全面技术评价工作》报告，陈副市长批示：请08办积极支持沈老先从奥运工程开展工作！我们《08》项目的几位特约督察员都是这方面的专家，主动要求承担对于水源热泵项目的全面技术评价工作。但08工程完成后，场馆立即交付武警管理，我们没能完成08工程中的热泵项目的全面技术评价工作。

2009年，恒有源公司改进北京市人民检察院专案办理服务中心的地能（源）热泵系统改造工程，并且取得较好结果，北京市人民检察院检察长穆平同志在2010年人代会上提出：要组织有关专家召开北京市人民检察院专案办理服务中心一期工程利用恒有源地能（源）热泵系统改造工程竣工验收与鉴定会。2010年3月11日，专家们听取了工程情况介绍、恒有源科技发展有限公司关于该工程设计、施工、运行情况的汇报，并审阅了相关文件，进行了质疑，恒有源科技发展有限公司对此也做了回答。

会后，恒有源公司总裁徐生恒先生向我提出：恒有源公司自2000年成立至今已进入了第10个年头，一直专注于作为供暖替代能源的地能采集科研和以其为核心技术的地能热泵系统的推广，延庆的鉴定会启发了他，老话说：10年磨一剑，到底“地能”能否成为公认的供暖替代能源，能否成为我国新能源开发利用的成果，用地能供暖的建筑物的推广是否是建筑节能的方向？他真诚

希望我能帮他们组织有关方面的专家（地质、能源、供暖、暖通、水利、建筑、经济等），按投入使用时间、建筑物的特点排序，对地能的采集、系统运行能耗、经济性、生命周期等进行综合的鉴定和评价，从而找出不足，总结设计、施工、采购、运行、维护及管理的经验，规范和制订有关各个环节的操作和管理守则。

我们认为虽然地源/水源热泵技术是上世纪五十年代出现的，且在全世界使用这种技术进行“供热制冷”已经有五十多年的历史，但是在我国却是刚刚起步；大家从使用热泵技术“供热制冷”的单位看到节能减排的优势，很多城市的领导人号召使用地源/水源热泵技术给重要的建筑物供热制冷，但由于适用性调研工作做得不够，有的地区、有的建筑物（特别是早期的项目）在使用时会出现问题，现在是应该总结经验教训，进行制订标准化规范的时候了。

为了做好地源/水源热泵技术的评价工作，我们还请了地源/水源热泵空调系统的使用者北京稻香湖景酒店胡健董事长提出意见，他表示：地源/水源热泵空调系统属于高新技术应用范畴，在使用的初始阶段，应该由专业技术人员管理，以便他们不断总结经验，改进设备功能。也就是说地源/水源热泵空调系统安装伊始应该先由研制单位管理，做好技术评价工作后，再决定是否委托他人管理。我赞成胡健先生的意见。在技术先进国家地源/水源热泵技术系统已经很成熟了，但是在我国地源/水源热泵技术系统还需要总结经验教训，找出不足，加以改正。特别是投入使用时间早的，已经使用了几年时间的地源/水源热泵技术系统有可能出现各种问题；应该让具有高新技术的专业人员去管理和解决问题，这样才能及时总结提高。■



稻香湖景酒店



中国节能

CHINA ENERGY CONSERVATION AND ENVIRONMENTAL PROTECTION GROUP

中国节能环保领域最大的科技型服务型产业集团  
始终专注于节能环保产业

# 治理雾霾！

## 从实现农村无燃烧供热开始

### 2013年“雾霾”成为年度关键词

作者：戴 祺

恒有源科技发展集团有限公司行政总监

何谓雾霾？雾霾实质上是一种大气污染状态，它是对大气中各种悬浮颗粒物含量超标的笼统表述。PM2.5（空气动力学当量直径小于等于2.5微米的颗粒物）则被认为是造成雾霾天气的“元凶”。雾霾的源头多种多样，比如汽车尾气、工业排放、建筑扬尘、垃圾焚烧，甚至火山喷发等等，雾霾天气通常是多种污染源混合作用形成的。但各地区的雾霾天气中，不同污染源的作用程度各有差异。

雾霾具有极大的危害性，其造成空气质量严重下降，除给人们的日常生活带来不便外，对它人体健康本身也有较大影响，比如说会很容易诱发心血管疾病以及呼吸道疾病，会使传染病的患率大大增加等。

有报告显示，中国最大的500个城市中，只有不到1%的城市达到世界卫生组织推荐的空气质量标准，与此同时，世界上污染最严重的10个城市有7个在中国。2014年1月4日，国家减灾办、民政部首次将危害健康的雾霾天气纳入2013年自然灾害进行通报。

2014年2月，习近平在北京考察时指出：应对雾霾污染、改善空气质量的首要任务是控制PM2.5，要从压减燃煤、严格控车、调整产业、强化管理、联防联控、依法治理等方面采取重大举措，聚焦重点领域，严格指标考核，加强环境执法监管，认真进行责任追究。

压减燃煤作为应对雾霾的首要举措，值得我们所有人的重视。农村燃煤供暖对PM2.5影响巨大。以北京为例，研究显示，在北京PM2.5排放中，燃煤排放所占比例约为40%。2011年北京农村供热用煤约400万吨，占北京2011年用煤总量2600万吨的15%左右。农村供热用煤主要是小煤炉，小锅炉，不但热效率低，而且烟尘直接低空排放，完全没有除尘、除烟、除硫等措施。加上经常需要生火，烟尘污染程度远远高于大中型锅炉。经加权计算，北京农村燃煤供热污染约占北京空气污染总量的9%左右。



雾霾天气-网络图



从2012年的实际测试数据看，在供热时段，北京远郊区和城市中心区的空气质量有时会好于近郊区，其中农村燃煤的影响是主要因素，不尽快解决农村地区的燃煤供热问题，难于缓解北京城区的空气污染。2013年北京市政府明确提出，到2015年煤炭消费总量削减到1500万吨以内；2020年削减到1000万吨以内。要达到上述目标，除工业、发电、城市供热的燃料要改变外，农村供热用能方式也亟需改变。

地能热宝（家用地能分体热泵）是恒有源科技发展有限公司针对农村燃煤供热问题自主研发出的新型采暖空调技术。它以清洁、可再生的浅层地能作为冷热源，将采暖空调划分成以房间为单位独立运行，可以保证农村居民一家一户的采暖，有效解决农村因燃烧供热而产生的空气污染问题。该技术以恒有源科技的单井循环换热地能采集技术为依托，利用少量的电能作为动力，提取浅层地下自然积聚的能量为人类造福。

单井循环换热地能采集技术可有效助力北京新农村建设，落实北京市政府已经制定的“逐步取消中小型燃煤锅炉，代之清洁能源”的大气污染治理的政策。现该技术已成功应用于密云穆家峪、怀柔白河北、顺义马坡的农村供热替煤改造工程中。

其主要特点有：

1. 高效节能：氟路直接循环供能，整机能效比高。
2. 控制简单：随时起停，互不干扰。操作人员数量少，技术要求低。
3. 节省投资：无需冷热机房和大面积的保温工程，节约初投资。
4. 安装方便：主机结构紧凑、小巧，安装方便，不占用有效空间。新建建筑可先安装公共水路循环水管的主管和支管，机组可在住户装修时按实际需要配置，容易满足房间二次分割。改造工程中采用分体热泵机组更是快捷方便。
5. 计量方便：每个房间单独控制，每一台均可与单独电表连接，各公司、住户根据自己使用空调的多少交纳运行费用，简单且公平。分户计量，易于使用户养成主动节约能源的习惯。

6. 可靠性高：系统设备分区设计灵活，即使某一台机组出现故障也不会影响其它用户，甚至可以现场机组更换。

目前北京农村冬季采暖用煤约430万吨/年，涉及约143万户，如全部应用地能热宝（家用地能分体热泵）替代燃煤供热，一个采暖季可减少原煤消耗约430万吨（据调查，农村地区一个采暖季户均燃煤约3吨），可减排二氧化碳约1075万吨、二氧化硫约29万吨，减排效果相当于全市6.6万辆燃油出租车停驶3年。

综上所述，恒有源科技研发的地能热宝（家用地能分体热泵）能够无污染、无排放的支持北京市农村供热替煤改造，为北京市减少PM2.5排放作出贡献，并且相比电锅炉等采暖方式节能70%以上，减少化石能源的消耗，是一种适宜的农村供热替煤改造方式，值得大力推广。

治理雾霾，从实现农村无燃烧供热开始！恒有源科技的原创技术愿服务于社会，为所有人能够在蓝天下自由呼吸贡献力量！



雾霾天气-网络图



獐子岛项目



# 加大力度开发 地热资源

访国务院参事王秉忱

记者 金小平

记者从有关方面获悉，王秉忱、吴学敏、沈梦培、石定寰4位国务院参事鉴于我国能源资源紧缺、急需开发新能源的状况，已于2005年11月就联名向国务院提出“关于开发利用我国地热资源问题的建议”，受到时任国务院副总理曾培炎的重视，并且对此建议作了重要批示。目前，国土资源部规划司、环境司及中国地调局等正研究如何勘探开发环保清洁可循环的地热资源问题。日前记者走访了建议的执笔人——国务院参事王秉忱。

王秉忱说，我国地热资源丰富，分布很广。面对我国能源紧张的形势，地热这种可再生的新型清洁能源，具有很大的开发潜力和广阔的应用前景。据现有资料显示，全国主要沉积盆地小于2000米深度内储存的地热资源总量相当于13711亿吨/年标准煤的发热量，我国地热资源可开采储量的发热量约相当于4227亿吨/年标准煤。就北京一个城市，具有地热资源开发利用条件的地区面积就达2372平方千米，预测可采地热资源量10871万立方米/年。天津圈定的10个地热异常区，控制面积2328平方千米，探明可采地热资源量5088万立方米/年。目前我国已勘查的可开发利用地热资源以西南地区最为丰富，其次是华北和中南地区。全国已发现3000多处，有实测流量的约2748处，其天然放热量相当于750万吨标准煤。所以说地热资源作为一种补充能源是大有可为的，其开发利用潜力很大。

王秉忱回顾说，早在20世纪50年代，我国第一任地质部长李四光就认为单靠石油和煤解决我国能源需求是不够的。他积极倡导开发利用地热资源，提出加速打开地下热能宝库，并亲自到天津指导地热勘查工作。在20世纪50年代中期，我国勘查开发了天然露头的温泉地热资源；70年代初对隐伏地热资源进行了勘查开发；80年代初在西藏羊八井建立了生产性地热电站。此后，随着勘探技术水平的提高，我国加大了地热资源开发利用的力度，获得了温度较高的地热资源，扩大了地热资源的利用范围，在供热、采暖、温室种植、水产养殖、温泉疗养与旅游等方面形成了一批地热产业。

王秉忱指出，近年来，我国地热资源勘查开发在市场经济推动下呈现的趋势是：

- 1.注重了非地热异常区的地热资源开发，热泵技术成为地热能梯级利用、地温能利用和污水能利用的必要手段；
- 2.油田地区地热资源开发受到普遍关注，主要表现为油田开采后期水多油气少，转为以开发地热资源为主，同时开发剩余油气资源；
- 3.重视了地热资源的综合利用，以提高地热资源的利用率；
- 4.重视了采灌结合，以维护地热资源的可持续利用；
- 5.推进了规模化开发，提高地热资源开发利用的整体经济效益；
- 6.制定了统一开发规划，实行统一开发管理，避免盲目开采，达到合理开发与保护地热资源的目的。

王秉忱强调，尽管当前地热资源开发受到普遍关注，但仍存在很多问题，主要有：

- 1.地热资源管理体制不顺，国家对地热资源统一管理工作薄弱，在一些地区存在多部门重复管理现象。全国对地热资源的科学开采和合理利用方面的监管不力，有专门管理机构并与政府职能一致的，只有京津两地。全国缺少统一的地热资源信息系统，且管理手段落后，无全国统一的地热资源管理条例或办法；
- 2.全国地热资源勘查评价程度偏低。目前全国大部分地区尚未开展大比例尺的地热资源勘查，全国地热资源总量仅是个概数，不准确。资源勘查评价工作滞后于资源的开发，在有社会需求但资源勘查程度低的地区，开发地热资源有一定的风险；
- 3.地热资源开发利用水平低，资源浪费现象严重。全国开发利用的温泉只占36%，有相当一部分地区的天然温泉自流水白白流走。有些用地热供暖的单位，热利用率仅为20%~30%，严重浪费了宝贵的地热资源；

- 4.地热资源勘查开发技术研究有待加强，包括适用于地热资源勘查的深部地球物理勘探技术以及相关设备的研制，地热深井（3000米以上）的成井工艺技术研究等；
- 5.一些地区地热井过于集中，严重影响地热资源的可持续开发利用。同时，个别地区还会出现地面沉降等问题；
- 6.地热资源勘查的投入严重不足。自20世纪90年代以来，国家对地热资源的勘查基本未再投入，地热资源开发利用的规模受到限制。

对此，王秉忱建议：

- 1.理顺和健全管理体制，加强法制化管理。实行地热资源由国土资源主管部门统一管理的体制，制定全国地热资源管理条例，强化城市地区地热资源开发利用的管理，建立完善的法制化管理制度，推进地热开发自动化监控与信息化管理系统的建设；
- 2.加强地热资源勘查评价，摸清现阶段全国地热资源可开发利用状况。对已开发地热田的远景可利用资源量进行评价论证，对开发地热潜力较大的地区进行进一步勘查，圈定出地热开发有利地段；
- 3.加大华北、东北平原地区地热资源勘查开发力度，开发中西部地区地热资源。选择资源条件好、温度高、处于采抽后期的油田开采地下水；
- 4.加强地热资源规划工作。进一步完善全国地热资源规划，各地也应根据本地地区的实际情况编制相应的规划；
- 5.依靠科技进步和创新，推动地热产业的发展。加强地热开发利用的技术研究及相关产品的研制，尽快出台《地热资源勘查开发利用技术规范》；
- 6.制定优惠政策，鼓励合理开发利用地热资源。国家财政应安排专项资金用于地热资源基础勘查工作，设立地热勘查开发基金或风险基金，在财税等方面出台优惠政策，鼓励社会资金投入地热资源开发利用，积极吸引国外资金。■

（原载于《中国矿业报》2006年2月21日）



西藏羊八井地热

# 区域能源规划与恒有源分布式地能冷热源站

关键词 区域能源 恒有源分布式地能冷热源站

作者：孙 骥  
恒有源科技发展集团有限公司总工程师

近几十年我国国民经济发展状况表明，能源的供应与经济增长的矛盾日益突出。相对粗放的经济增长模式使得经济增长必须依靠能源消耗的增长来维持。传统的以煤为主的能源结构，在能源大量消耗的同时，环境日益恶化，我国东部大片经济较发达的地区空气质量下降，雾霾严重，已经严重地影响了社会的日常生活和百姓的健康安全。

资源的浪费和环境的破坏往往都是不可逆的，常常要付出几代人的努力才能有所恢复。近十几年来，节能减排，改善环境的工作受到各级政府的重视，GDP的增长不再是唯一的衡量发展的指标，降低能耗和保护环境越来越受到重视。城镇化的进程不再简单地依靠大城市的“摊饼”式的发展，在大城市的周围出现了各种带有特定功能的新区或小区。这些新区和小区的发展促进了整体经济的持续健康发展，降低了发展对能源的依赖，减少了我们在环境方面的透支。

我国现有的城市规划体系涉及城市能源主要是城市制冷、供热和电能，是各自独立的考虑。在一些大规模区域开发项目中，区域能源规划往往被忽视。但是建筑节能规划是建筑节能的基础，在规划阶段就应该融合进节能的理念，建筑节能应从规划做起。

通常在考虑能源系统时，指导思想是“供应满足消费需求”。由于供电、供气和供热是分别考虑的，往往造成负荷的重复计算。在区域开发之初，入住率低、负荷小，供大于求，能源供应商的利益得不到保证。能源供应商为了利益最大化，就采用各种措施鼓励能源消费，例如用比较低廉的电价鼓励使用电直接加热设备等。而到了区域比较成熟，入住率比较高，原来规划的供应量已经满足不了需求时，能源供应商则采取扩容和扩建的措施，扩大供给、满足需求。扩建后，又开始新一轮鼓励消费、扩大需求的循环。这样周而复始，造成资源的浪费和用能的不合理，形成“消费→供应→扩大消费→扩大供应”的恶性循环。

为了实现一个真正节能减排的区域能源规划，必须尽可能地采用清洁能源，采用先进的用能技术，特别是作为新区域的供暖冷系统。

恒有源分布式地能冷热源站（以下简称冷热源站）是恒有源以其原创的“单井循环换热地能采集技术”（以下简称单井技术）为核心，以可再生浅层地能为核心能源，可选择联合电或燃气或地热等清洁能源，为城镇建筑供热冷及生活热水的能源站。

冷热源站可以向用户提供中温（15℃）水，在用户内设置制冷制热的装置。也可以在供热期间向用户提供50-55℃的热水，制冷期间提供7-12℃的冷水。冷热源站具有清洁、节能、多功能、建筑周期短、配套条件低、占地面积小、运行可靠，不增加城市电网负担，不增加其他公用设施，容易适应负载的变化，在国内外同类产品中技术优势明显。

## 分布式地能冷热源站的优势

- 1、主体能源为可再生的浅层地能，浅层地能的采集技术采用单井技术；
- 2、使用地无污染，无温室气体排放；
- 3、根据当地其它能源状况，可实现地热能的梯级利用和燃气分布式发电，余热回收利用，实现能源的高效利用；
- 4、与基础设施建设同步规划，同步施工，采用模块化配置，可适应不同建筑周期的运行需求，保证了投资及运行的高效率；
- 5、可实现无人职守，智能化监控，系统运行安全可靠；用户实现分户计量，运行费用低；
- 6、设备总费用相当于传统的供热（冷）市政设施的投入，运行费用与现行清洁能源供热相当。

## 恒有源分布式地能冷热源站可应用于

### ★ 1. 华北地区

华北地区是我国取暖人口最多的地区，同时对制冷也有较广泛的需求。这一地区人口集中，收入较高的是京津唐城市群，目前是国内同行业竞争最为激烈的地区之一。“十二五”时期这一地区的城市化仍可保持较快的速度，还有较大的发展空间，有一定的市场增长的潜力。

### ★ 2. 东北地区

辽宁是东三省中人口最多，城市最密，收入最高的地区，辽宁的城市群主要在辽东和辽中，东北地区是老工业基地，配套和技术开发能力很强，地方政府大力支持新能源的应用和推广。这一地区的需求主要是供热。

# 《地源热泵技术新进展与趋势》

——中国建筑科学研究院徐伟院长学术报告摘要

徐伟 中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院院长

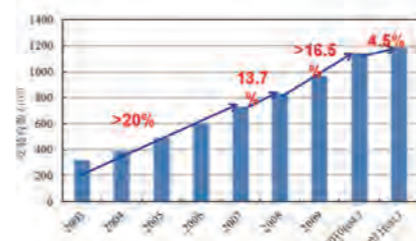
## 一、发展特点



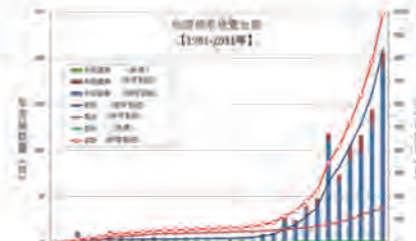
- 中国国土面积巨大，从北到南划分为五个主要气候区，北方供暖为主、南方供冷为主，其中对冷热量都有需求的地区占绝大部分；
- 多气候带形式决定了中国发展地源热泵多种形式并存，应因地制宜开展可再生能源在建筑中的应用；
- 技术先导，行业推进，政府引导，市场选择；
- 借鉴欧洲和北美的技术和经验，结合中国国情创新与发展；
- 先小规模试验、后规模化示范，进而大面积推广；
- 系统初始投资与传统的供冷供热系统持平或略高；降低运行费用；
- ▲ 地下水热泵系统，系统初始投资约300-400元/m<sup>2</sup>，埋管地源热泵系统初始投资约为350-450元/m<sup>2</sup>；
- ▲ 与单一供暖方式或单一制冷方式相比初始投资大，但与冷水机组加燃气锅炉或集中供热的造价相差不多；
- ▲ 土壤源地源热泵初始投资与国外相比相对较低；

## 二、最新热点

- 国际地源热泵最新发展举例：
  - ▲ CO<sub>2</sub>热泵机组和埋管换热器结合，提高机组性能（日本：SANDEN）；
  - ▲ 除湿空调和热泵系统结合（日本：北海道大学 长野克则）；
  - ▲ 垂直埋管群热响应实验方法；（瑞典：查尔姆斯理工大学）；
    - 1、埋管群中每个埋管相同条件下进行TRT实验，评价换热性能，热阻等参数；
    - 2、相同条件下，2-3周之后进行重复性TRT实验，比较相同埋管换热性能，热阻参数等；
    - 3、同样条件下，对每个埋管进行250—300小时的TRT实验；
    - 4、变输入热流情况下，温度响应；
  - ▲ 地源热泵系统在火车导轨融雪上的应用（德国）；
- 国内地源热泵最新研究动态：
  - ▲ 埋管换热器的传热模型和传热研究；
  - ▲ 夏季瞬态工况数值模拟的研究；
  - ▲ 热泵装置与部件的仿真模型的理论和实践研究；
  - ▲ 地源热泵空调系统制冷工质替代研究；
  - ▲ 其他能源如太阳能、水电等与地热能联合应用的研究；
  - ▲ 地源热泵系统的设计和施工；
  - ▲ 地源热泵系统的经济性能和运行特性的研究；
  - ▲ 地源热泵系统与埋管换热器的技术经济性能匹配方面机组整体性能的研究；
  - ▲ 土壤热物性及土壤导热系数的试验研究等。



近年来欧洲地源热泵安装台数发展变化趋势



国际地源热泵安装台数发展变化趋势—日本



国际地源热泵安装台数发展变化趋势—美国

### ★ 3. 西南地区

西南地区历史上是我国天然气开发利用最早，也是我国天然气资源比较丰富，未来综合利用要求较高的地区。

这一地区的城市群小，人均收入相对我国其他地区明显偏低，这一地区是政策不供热的地区，但川北及成都地区冬季也有供热的需求，夏季则有较强的制冷需求。

### 参考文献

- 王钊-桂琳《民用建筑区域能源规划》的编制区域能源2014.5  
龙惟定-建筑节能管理的重要环节—区域建筑能源规划暖通空调2008.3

### ★ 4. 长江中下游地区

长江中下游是我国经济最发达，人均收入和生活水平最高，同时也是能源价格最高，能源紧缺程度最高的地区。这一地区的七月份平均温度为28℃左右，一月份平均气温在3℃左右。夏季制冷和冬季供热一直是人们工作和生活的最基本需求。

这一地区沿长江两岸和沿海人口的城市密集，仅上海市、江苏省、浙江省两省一市城市人口在1亿左右，是近期我国节能和浅层地能利用潜力最大的地区，是节能等投入最高的地区。■

# 北京节能环保促进会 浅层地（热）能开发利用专业委员会学术报告会 在恒有源科技发展集团召开

作者：王志嘉

2014年4月18日上午，北京节能环保促进会浅层地（热）能开发利用专业委员会学术报告会暨《关于北京市进一步促进地热能开发及热泵系统利用实施意见》宣讲会在恒有源集团一层报告厅召开。北京节能环保促进会副会长倪文驹、副秘书长周一凡、浅层地（热）能开发利用专业委员会专家组组长王秉忱参事、主任徐生恒、中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院院长徐伟、北京市发改委能源处主管领导闫立华及相关的业内资深专家和30多个企业代表出席了此次会议。



业内资深专家和30多个企业代表参加会议



中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院院长徐伟做学术报告

会议由周一凡副秘书长主持并首先介绍了演讲嘉宾及与会领导。徐伟院长向大家介绍了《地源热泵技术新进展与趋势》专题研究报告。报告中对2008年至2013年地源热泵技术的发展情况、特点及问题做了详细的讲解。在2008年之后的几年时间里，中国地源热泵的发展非常迅速。从国家政策来讲，2009年，建设部、财政部开展国家可再生能源建筑应用示范城市和示范县并给予补贴。到目前为止共有36个城市、92个县拿到了国家可再生能源示范城市和示范县。2012年，住建部、财政部开展国家绿色生态城区推广，对可再生能源建筑应用提出了专项要求并给予补贴。例如北京、宁波、浙江、河南省等省市陆续颁布关于促进新能源和可再生能源发展的政策。这些对中国地源热泵的发展都是很大的推动。徐伟院长还对国际地源热泵技术的研究热点和最新技术做了介绍，同时对比了近年来欧洲、美国、日本的地源热泵市场的变化趋势，系统地梳理过去地源热泵的发展进程，并对未来市场前景做了准确、权威的判断。徐伟院长讲解到地（热）能作为可再生清洁能源，已纳入“十二五”能源规划。我国初步计划在未来7年，完成地源热泵供暖（制冷）面积2.95亿平方米，按每平米350元投资强度，预计总投资金额可达1032亿元。



北京市发改委能源处主管领导闫立华宣讲政策

第二位发言人是市发改委能源处领导闫立华，她向与会人员宣讲了《关于北京市进一步促进地热能开发及热泵系统利用实施意见》，针对《意见》中所涉及的重点发展领域、建设任务、扶持方案做了细致的剖析。闫立华介绍到，《意见》在支持标准方面，新建的再生水（污水）、余热和土壤热泵供暖项目，对热源和一次管网给予30%的资金补助；新建深层地热供暖项目，对地热和一次管网给予50%的资金支持；既有燃煤又有燃油供暖锅炉实施热泵系统改造项目，对热泵系统给予50%的资金支持。在项目申报方面，申报原则是按照属地原则进行申报，即由项目所在地的区（县）投资主管部门负责申报。审批权限方面，新建再生水（污水）、余热、土壤源等热泵供暖项目由区（县）投资主管部门核准；深层地热供暖项目和燃煤、燃油锅炉改用热泵项目由市级投资主管部门审批；新建项目原则上随建设项目一同申报，如锅炉煤改气加装余热热泵项目，随煤改气一同审批并申请补助资金。



北京节能环保促进会浅层地（热）能开发利用专业委员会主任徐生恒发言

徐生恒主任表示，浅层地能的开发利用实现的是建筑物的无燃烧供热，是从根本上治理雾霾的重要手段。通过推进地能热冷一体化新兴产业的发展，加速传统燃烧供热产业的升级换代，共同为创造美好的生存环境贡献力量。



北京节能环保促进会浅层地（热）能开发利用专业委员会专家组组长王秉忱参事发言

最后，北京节能环保促进会浅层地（热）能开发利用专业委员会专家组组长王秉忱参事、主任徐生恒和副会长倪文驹分别做了总结讲话，向发言的专家、领导和所有参会的业内人士表示感谢。



北京节能环保促进会副会长倪文驹发言

倪文驹副会长借此会议对与会企业的工作提出了四点建议：  
一、充分利用优惠政策广辟市场；  
二、在技术方面要不断探索创新，做好科研攻关工作；  
三、坚持到底，做好后勤工作；  
四、加强沟通，充分发挥专家作用，并做好北京节能环保促进会为企业、专家、政府三方“牵线搭桥”的工作。

王秉忱参事介绍到，业内重点面向浅层低温能（简称浅层地能）和深层地热能及其开发利用的相关知识、科研成果和新能源产业的发展动态的专业刊物《中国地能》双语双月刊已于今年3月正式在香港公开发行了第一期，这是面向全球推广我国地热能开发利用的展示和宣传平台。同时对恒有源集团在刊物相关方面的资金赞助与人员支持表示肯定和感谢。

王秉忱参事说，今后还要加大专委会的工作力度，利用专委会成员单位的优势，形成合力，开发推广有自主知识产权的技术和产品。比如恒有源的单井抽灌能量采集技术，早在2005年就已经有专家评审意见了，它是一个以水为介质的密闭循环的热量采集装置，是土壤源热泵系统，运行过程中没有水资源的消耗，对区域地下水的水质、动态情况和地质结构都没有影响。同时这项技术对各种地质条件适应性都比较强，自2001年来，已经推广应用了320多万平方米，工程实例遍布北京各个区县，即使在地层生存性比较差的地区，也已经成功投入运行近30万平方米。这是利用稳定的可再生能源替代常规能源的一项新技术，系统技术成熟，且节能、节水、环保，应大力推广。■



会议现场



怀柔雁栖湖沙盘效果图

# 怀柔雁栖湖会展中心 单井循环换热地能采集井性能

## 测试报告

杨明忠 王学志

(恒有源科技发展集团有限公司, 北京)

[摘要]: 选取某工程单井循环换热地能采集井进行测试, 分析运行参数, 进行方法确认和性能验证。

[关键词]: 浅层地能 单井循环 地能热泵 性能测试

### 1 测试目的

该项测试的目的是评价某单井循环换热地能采集井的换热功率。

测试参数包括: 地源侧采集井出水温度、回水温度、循环流量、回灌压力, 末端侧出水温度、回水温度、循环流量, 地下水水质等。

通过调节, 在不同的采集井循环流量工况下, 对运行参数进行计算与分析, 获得采集井的性能表现。

### 2 测试人员和测试时间

测试人员: 恒有源科技发展集团有限公司测试组

技术指导: 中国矿业大学(北京) 水害防治与水资源研究所

测试时间: 2013年7月21日

### 3 测试环境

3.1 被测地能采集井

3.1.1 单井循环换热地能采集井

(1) 位置: 怀柔

(2) 编号: HYY-YXH-02

3.1.2 采集井参数

恒有源地能采集井按结构分为两类: 有蓄能颗粒采集井和无蓄能颗粒采集井。本项目地层自上而下由人工堆积层、第四纪沉积层、侏罗纪火山岩三大类组成。根据地质条件, 设计选用有蓄能颗粒采集井。

有蓄能颗粒采集井在井壁和井管之间依次设阻水层、隔离膜、蓄能颗粒(包括上、下分隔板)等。

### 引言

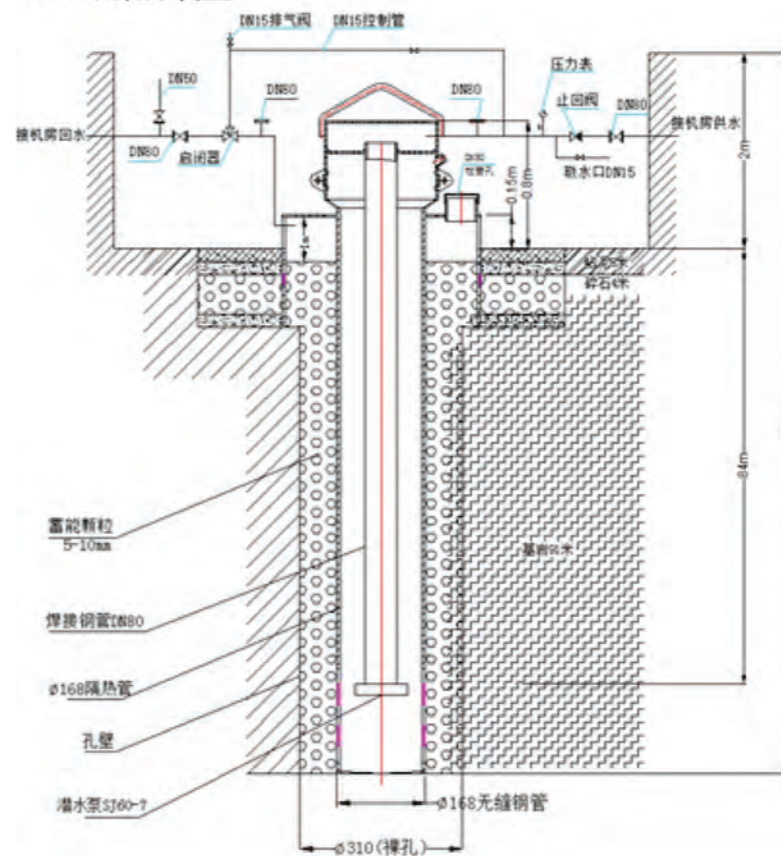
单井循环换热地能采集技术, 实现了高效采集浅层地能, 又不破坏地下水自然分布, 最大限度地减少了对地下水源的依赖, 在保证地下水不受污染的同时, 也避免了由于移砂引起的取水井塌陷回灌井堵塞造成的危及建筑物安全和水资源流失等问题。单井循环换热地能采集井是我国原创技术, 可借鉴的计算和分析的方法及软件较少。本文是工程的测试实例, 可直接评价单井循环换热地能采集井的性能和验证计算及分析方法。

循环水由置于隔热管底部抽水区的潜水泵抽出, 进入热泵机组放热或吸热后, 由热泵机组返回进入地能采集井的上部加压回水区内。水流在有蓄能颗粒的环形空间内向下流动至抽水区, 透过隔热管下部的花管部分进入隔热管, 再由潜水泵抽出。水流在蓄能颗粒的环形空间由上向下的运动的过程中实现热交换。

成井参数: 井深100m, 孔径310mm, 隔热管管径168mm, 选用5—10mm蓄能颗粒, 静水位28.5m。

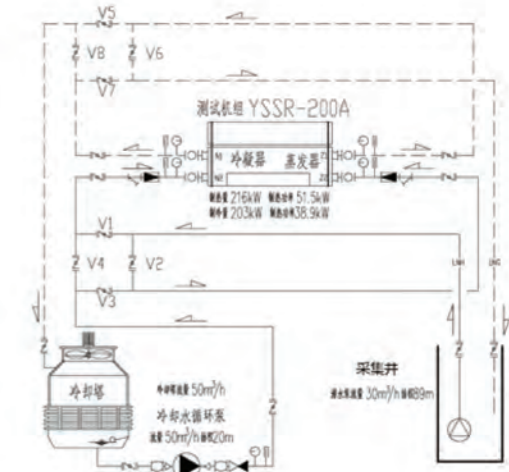
地能采集井根据北京市地方标准《单井循环换热地能采集井工程技术规范》(DB11/T935-2012)的规定进行设计、施工、验收。

### 3.1.3 采集井装置



### 3.2 测试系统原理

如下图所示, 测试系统由三部分组成: 地能采集井、机组和冷却塔。通过调整阀门, 可进行制冷或制热模式的转换, 满足测试工况的要求。以制热模式为例, 地能采集井与机组蒸发器相连作为地源侧, 冷却塔与机组冷凝器相连作为末端侧。分别监测蒸发器进出水温度、冷凝器进出水温度。超声波流量计分别监测蒸发器及冷凝器两侧循环水流量。



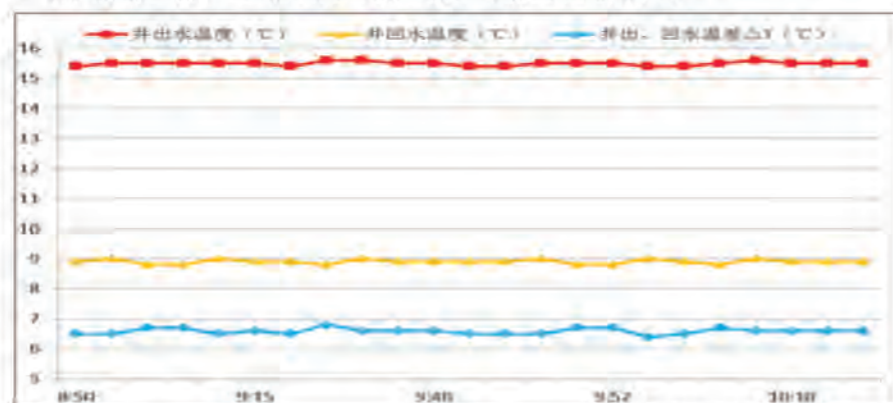
单井循环换热地能采集井测试系统

## 3.3 测试设备及软件

温度：温度记录仪RHLOG-DSZJ-W 流量：超声波流量计HUF2000-F1A2D  
 水质：FA2004N型电子天平(SYS-1)、原子吸收分光光度计(SYS-3)  
 F50A型酸度计(SYS-2)、25mL 酸式滴定管  
 数据分析软件：HW-03-12

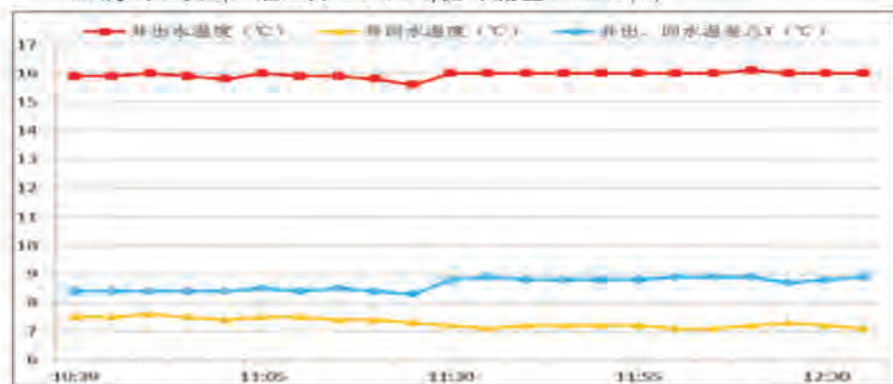
## 4 测试结果

### 4.1 测试工况1 (回灌压力±0MPa,循环流量22.6m<sup>3</sup>/h)



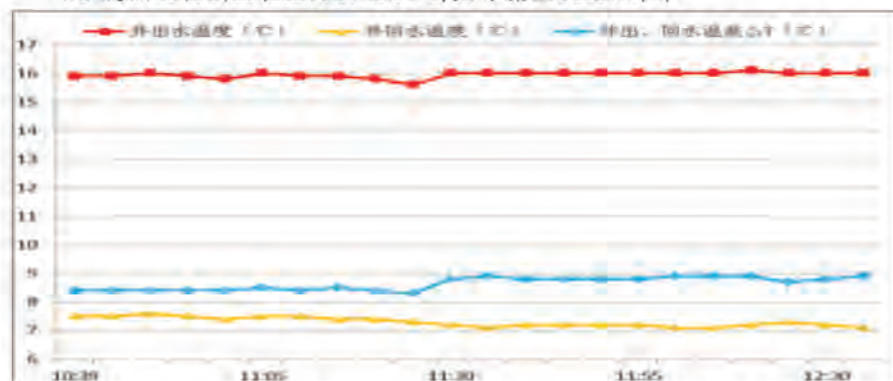
采集井出、回水温度 (工况1)

### 4.2 测试工况2(回灌压力≤0MPa,循环流量14.2m<sup>3</sup>/h)



采集井出、回水温度 (工况2)

### 4.3 测试工况3(回灌压力0.13MPa,循环流量30.5m<sup>3</sup>/h)



采集井出、回水温度 (工况3)

### 4.4 地下水水质

含沙量	总硬度(mg/L) 以CaCO <sub>3</sub> 计	铁(mg/L)	pH值 (无量纲)	肉眼 可见物	臭和味
<1/20万	210	0.05	7.2	无	无

### 4.5 数据对比

测试参数	工况1	工况2	工况3
井出水温度 (°C)	15.5	15.9	15.6
井回水温度 (°C)	8.9	7.3	9
井出、回水温差 (°C)	6.6	8.6	6.6
循环流量 (m <sup>3</sup> /h)	22.6	14.2	30.5
回灌压力(MPa)	±0	≤0	0.13
换热功率(kw)	173	142	233

1、被测井HYY-YXH-02的最小循环流量是14.2m<sup>3</sup>/h, 相应的出回水温差为8.6°C, 井的换热功率是142kw;

2、被测井HYY-YXH-02的最大循环流量是30.5m<sup>3</sup>/h, 相应的出回水温差为6.6°C, 井的换热功率是233kw。

## 5 评价及讨论

1、地能采集井的设计、施工及验收符合北京市地方标准《单井循环换热地能采集井工程技术规范》(DB11/T935-2012)的规定, 采集井性能达到设计要求, 该技术在项目区域内具有可靠性、成熟性。

2、井水检测值含沙量符合≤1/20万标准; 其它检测项目均符合地下水质量III类标准, 其中铁符合地下水质量I类标准、总硬度符合II类地下水质量标准。

3、含水层的出水能力、回灌能力支撑地源热泵运行的稳定性、可靠性。井筒水位单位降深的出水能力与含水层的导水系数呈正相关, 含水层导水系数越大出水能力、回灌能力越高。经《水文地质参数计算软件》计算该地层的平均渗透系数为: 8.98m/d. 含水层厚度200米以上。

4、测试中发现进一步增加循环流量将使得供回水温差减少, 原因是测试系统的冷却塔散热能力不足

5、只要保证井与井之间的间距合理, 井与井之间不会产生温度和水量影响。

6、测试工况3时回灌压力为0.13MPa, 全封闭循环, 井口密封可保证最大回灌压力为0.40MPa。

7、单井循环换热地能采集技术能够实现地下水的同质、同层100%回灌, 水只作为介质输送地下能量; 在大量采集浅层地能的同时, 解决了抽水井技术取水易、回灌难, 地下水位下降和交叉污染问题; 换热效率高、占地面积小, 维护便利; 没有水的流失和污染、不会产生潜在的地质灾害, 是一种安全、高效、可靠的浅层地能采集技术。■