地源热泵技术与钻探工程

沈利亚

（中国地质装备总公司 北京 100085）

摘 要：本文围绕国家建设节约型社会、可持续发展等产业政策，介绍了地源热泵技术的概念、类型、特点及应用中存在的一些问题，并着重阐述了其与钻探工程的关系，指出地源热泵技术的推广将为地勘业带来新的市场机遇。

关键词：地源热泵 浅层地热 可再生能源 节能环保 钻探工程

1 引言

地源热泵技术是一项利用地下浅层地热资源（包括土壤、地下水、地表水等）的既可制冷又可供暖和提供生活热水的新型高效节能技术，属于可再生能源利用技术。

我国传统的供暖、制冷方式，既耗能又影响环境，急需发展其他的替代方式。地源热泵技术是一项不但能有效节约能源和土地，又环保的供热、制冷新技术。地源热泵被认为是迄今为止最舒适、高效、对环境最为友好的空调系统。

2005年11月29日国家发展改革委下发了《可再生能源产业发展指导目录》，用以指导相关部门制定支持政策和措施，引导相关研究机构和企业的技术研发、项目示范和投资建设方向。

2006年3月建设部组织编制了《建设部节能省地型建筑推广应用技术目录》，旨在大力发展节能省地型建筑，加强对建设领域技术发展的引导，推广和普及适用于住宅和公共建筑中具有显著节能、节地、节水、节材和环境保障效益的技术。

2006年5月31日北京市发展和改革委员会专门下发了《关于发展热泵系统的指导意见》，指出因地制宜，合理发展热泵系统，有利于优化北京市能源结构，促进多能互补，提高能源利用效率。并制定了相关的鼓励、财政补贴等政策和保证热泵系统有序发展和规范管理的办法。

随着我国经济的快速发展，注重节约和环保、建设节约型社会已经成为实现可持续发展的关键。从中央到地方各级政府机构和行业部门对建设落实科学发展观、改变我国经济增长模式极为重视，并已出台一系列相关支持政策。

2 地源热泵技术简介

2.1 基本概念

地源热泵技术是利用浅层地能作为热源的一种先进技术。浅层地能是地表浅层（土壤、地下水或地表水等）吸收太阳能、地热能而蕴藏的低品位热能。地下30m至数百米深的地壳受到太阳和地核双重影响，形成了一个温度在13～23℃之间的相对恒温层。通常上述深度的地层外界干扰较少，土壤温度基本不受四季变化的影响，冬季比环境空气温度高，夏季比环境空气温度低。地源热泵系统利用的就是这种“冬暖夏凉”的地温资源。冬季通过热泵把大地中的热量升高温度后对建筑物供热，同时使大地中的温度降低，蓄存冷量，供夏季使用；夏季通过热泵把建筑物中的热量传输给大地，对建筑物降温，同时在大地中蓄存热量以供冬季使用。这样在地源热泵系统中大地起到了蓄能器的作用，进一步提高了系统全年的能源利用效率，是一种有效地利用可再生能源的方式。图1为地源热泵原理示意图。

2.2 系统组成及分类

（1）系统组成

地源热泵系统，通常由水源热泵机组、地热能交换系统、建筑物内系统等三部分组成，如图2所示。

我们还可按照安装位置（安装地点）分为地上（室内）和地下（室外）两部分，如图3所示。

地上部分主要由暖通设备组成。属于暖通技术，在这里不作详细介绍。

地下部分也称为地下耦合系统或地下热交换器，目前应用较多的有3种形式：开式循环系统、闭式循环系统、混合循环系统。地下部分的设计施工是影响地源热泵系统工作性能的关键，决定着地源热泵系统的供暖、制冷效率。地下部分的设计和施工是暖通技术和钻探工程技术的一种结合，其中既有

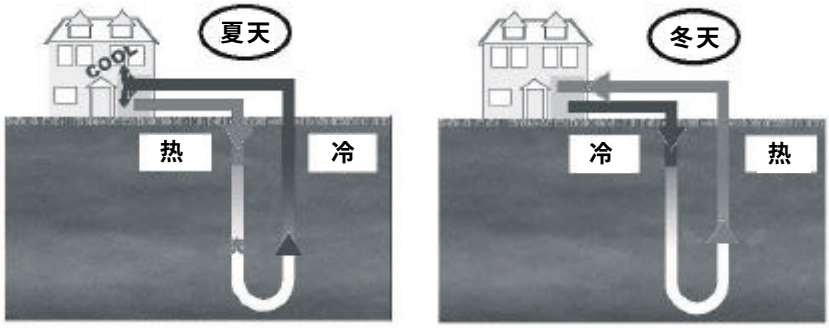


图1 地源热泵原理示意图

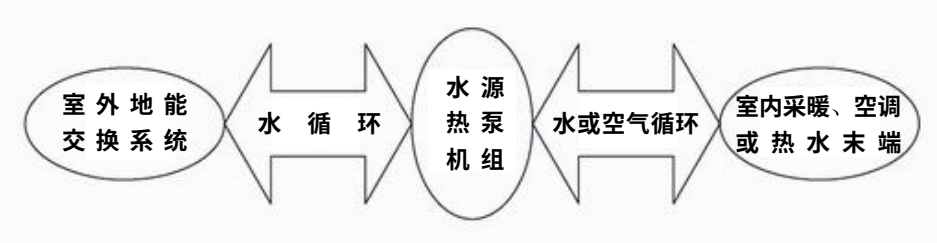


图2 地源热泵系统组成示意图

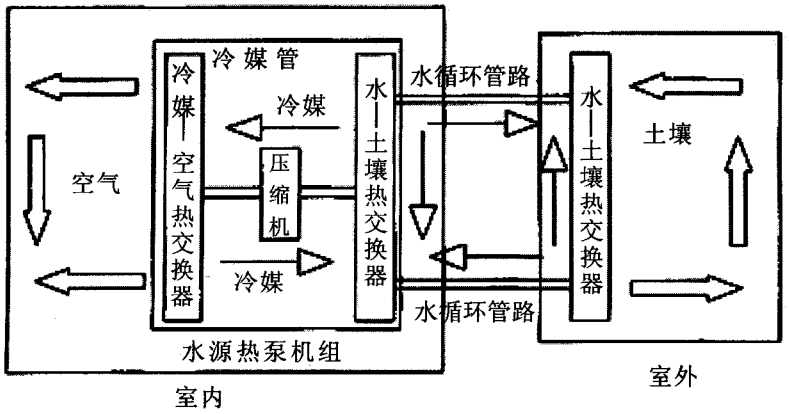


图3

暖通技术的应用，又包含了地勘行业的钻探工程技术。

（2）系统分类

根据地热能交换系统形式的不同，地源热泵系统分为地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统。

① 地埋管换热系统——传热介质通过竖直或水平地埋管换热器与岩土体进行热交换的地热能交换系统，又称土壤热交换系统。

② 地下水换热系统——与地下水进行热交换的地热能交换系统，分为直接地下水换热系统和间接地下水换热系统。

③ 地表水换热系统——与地表水进行热交换的地热能交换系统，分为开式地表水换热系统和闭式地表水换热系统。

由于地表水地源热泵系统受自然条件限制，无法大面积推广；而地下水地源热泵系统由于要抽取地下水，受技术水平限制，全部回灌不易做到，监督实施也比较困难，而且容易造成地下水污染；目前在国外大面积推广使用的是地埋管式地源热泵技术，并已被充分证明是成熟可行的技术，地埋管式地源热泵在欧美国家得到普遍应用。该项技术也是一种能充分利用浅层地热的最佳技术途径。垂直地埋管地源热泵系统由于节省占地，也比较适合我国国情。

2.3 主要特点

与传统的供暖、制冷方式相比，地源热泵系统具有以下主要特点：

（1）利用可再生能源，节约矿物资源。地源热泵系统可以有效地利用“冬暖夏凉”的地温资源，它冬季从大地吸收热量，夏季向大地放出热量，地源热泵的运行费用（供暖）比耗电空调节约22～25%，比燃油、燃煤锅炉运行费用节约40～60%。

（2）节约投资，绿色环保。在北方地区，一套地源热泵系统替代了传统的供暖锅炉和制冷两套系统，一机两用，夏季还可免费提供热水。不仅节省了能源，还减少了设备投资。

采用地源热泵系统在冬季供暖时，不再需要大量的燃烧矿物能源，既节能又没有废气排放，因而对环境可以称得上零污染，属绿色建筑空调。

（3）占用空间小，节约土地。采用地源热泵系统，由于既没有锅炉的大烟囱也不需要冷却塔等地上设备，主机体积小，机房可灵活设置于建筑物内，无需专属空间，可设在建筑物底层狭小的封闭空间内，减少了建筑空间占用。

地源热泵的热交换部分为地下工程，可隐蔽在绿地、停车场、道路等建筑物的下面或周边任何可利用的空间内，不占用宝贵的土地资源。可广泛用于宾馆、办公楼、商场、学校、医院等建筑物，小型的地源热泵系统更适合于别墅住宅。

（4）运行维护费用低，设备使用寿命长。由于地源热泵系统的机械运动部件非常少，所有设备不是深埋于地下便是安装在室内，从而避免了室外的恶劣气候，无需经常维护和专人看管。国外统计资料表明，系统的平均寿命预计为15～18年，开式循环系统预计寿命为30年，闭式循环系统预计寿命为50年。

（5）易于实现独立计费，分户计量。业主可以通过调节流量自行控制室内的温度。

3 地源热泵技术与钻探工程

地源热泵技术与钻探工程分别属于暖通业和地勘业两大专业范畴，看似不可相提并论，但是近几年地源热泵技术的发展使二者结下了“不解之缘”。

3.1地源热泵系统中的钻孔工程量

首先我们对几个实例进行分析，便于直观的了解地源热泵系统推广应用对钻探工程的需求。

（1）石油管理干部学院地源热泵空调系统工程

建筑面积：5万㎡

钻孔工程：整个工程钻进换热孔400余眼，孔深150m，累计钻孔长度6万余米。

（2）山水宜家别墅地源热泵空调系统工程

建筑面积：3万㎡

钻孔工程：该项目为10栋高档的别墅建筑，总建筑面积约为30000㎡。该项目位于山区，地层条件的复杂为地源热泵系统的建设增加了很多难度，同时提出了很多新的挑战。为了准确地设计该系统，地源换热器的设计经过水文地质调查、勘探孔测试、运行模拟分析等过程。目前该项目已经完成了2#（2240㎡）和9#（1460㎡）别墅的空调系统的建设，分别钻凿了22个和17个深度为100m的换热孔，累计钻孔长度3900余米。

（3）天湖国际会议酒店地源热泵空调系统工程

建筑面积：4万㎡

钻孔工程：钻凿换热孔201眼，孔深100～110m，实现总供暖制冷面积为3万㎡，并提供全年生活热水。该项目累计钻孔长度2万余米。

（4）用友软件园地源热泵系统工程

建筑面积：一期共计18.5万㎡

钻孔工程：地埋管工程共计616个换热孔，孔深150m，累计钻孔长度9万余米。

以上是北京华清集团的几个工程实例，可以看出钻孔工程量是很大的。有资料统计钻孔工程量大约为每平米建筑面积的1～2倍，特别是垂直地埋管式地源热泵系统，需要大量的钻孔工程，地下耦合系统的投资约与地上系统持平。也可以说，伴随着国家、行业和地方政府的相关扶持政策的逐步落实，地源热泵技术会得到迅速的推广应用，因此钻探工程量也会大幅增长。

3.2影响地源热泵发展的主要因素

综合来自暖通业人士的分析，影响地源热泵系统推广应用的诸多因素中，与地勘业相关的因素归纳如下：

（1）换热器的传热强化、地源热泵系统仿真及最佳匹配参数的研究还不够深入，无法为设计提供最简便的方法。

（2）地埋换热器受土壤性质影响较大。连续运行时，热泵的冷凝温度或蒸发温度受土壤温度变化的影响而发生波动；土壤导热系数小，使地埋换热器的面积较大等。

（3）关于地埋管的数学模型和土壤热场特点的理论研究还不够深入，仍处于试验阶段；由于它涉及钻探工程，使施工困难，系统投资比较大。

（4）地下情况远比地上的复杂，需要进行详细的勘察，确保提供正确可靠供工程设计参考的技术数据。

（5）地下换热器的安装、施工技术还没有普及，一般的施工队伍无法保证质量。

以上因素表明，一方面，地源热泵系统的基础研究、设计过程需要地勘业工程勘察的配合才能快速发展；另一方面，地下耦合系统的造价较高是影响其推广的重要因素。能否利用钻探工程的技术队伍、施工队伍及设备的优势化解以上影响地源热泵发展的因素？期待着建立一种相互学习、配合默契、协同攻关、共同促进地源热泵技术快速发展的格局在不久出现。

3.3地源热泵系统的应用给地勘业带来新的机遇

地源热泵系统作为一项节能新技术，得到了各级领导的重视和政府的扶持，目前已取得了很大的发展，应用前景非常广阔。瑞士学者曾在1999年就指出，中国是世界上直接利用地热潜力最大的国家，名列世界第一，原因有两个：一是中国国土辽阔，近地表低温地热资源丰富；二是中国人口众多，供暖、制冷工业的基础相对薄弱，将来需求量无可比拟。

有着丰富的地理资源环境和广大的市场需求，如果地勘业能抓住机遇，进行充分的调研，利用自身优势，找好定位，是大有用武之地的。这极可能是钻探工程一个新的领域，新的商机！

据了解，目前地源热泵技术在北京市正在进行大力推广。国土资源部有关负责人表示，北京市开发利用该项技术成熟之后，将作为范例向全国推广。

4 结语

综上所述，地源热泵技术的推广与地勘业钻探工程技术有着密不可分、相互依存的关系，地勘业理应发挥自身的专业特长，为建设节约型社会贡献力量。在实施过程中，应注意与暖通技术的相互融合，并逐步解决以下几个问题：

（1）地埋管钻孔与岩心钻探、工程地质勘查孔相比，有其特殊性，不需取心（样），孔径多为100～200mm，钻孔深度多为50～200m，着重解决的是不同地质条件下的高效钻进工艺，并考虑施工过程的环保问题。

（2）依据地埋管施工的需要，开发与集成适用的成套钻孔装备，设备应适用于高效钻进工艺、易于场地之间和场地内的搬迁，并注重运行时的环保问题。

（3）高的导热系数是实现节能的基础，重视回填料配方的研发，探索不同地质条件下适用的回填料配方。

（4）综合以上所述和其他技术经济手段，降低施工造价。

参考文献：

1 华清集团.典型项目实例

2 地源热泵系统工程技术规范

（收稿日期：2006年6月21日）

（上接第28页）

3 系统应用效果分析

JGS-1B智能测井系统在实际测井工作中已有大量使用，用户遍及全国各地的各个测井单位，一致认为该数据采集系统稳定性好，故障率低，数据传输速度快，它促进了各测井单位野外采集系统的更新换代。同时，还可根据实际需要进行适当的功能扩展，使其能够解决更多的测井参数，这说明数据采集系统的设计达到了要求，完全能满足使用需要。

参考文献：

1 石东海等.单片机数据通信技术.西安电子科技大学出版社

2 张毅刚等.MCS-51单片机应用设计.哈尔滨工业大学出版社

(收稿日期：2006年2月28日)