

可再生能源的新成员——浅层地温能

卢予北

(河南省地质矿产勘查开发局第二水文地质工程地质队,河南 郑州 450053)

摘要:浅层地温能是一种新型的可再生能源,具有分布广泛、蕴藏量大、埋藏浅、易开发、运行成本低等特点。针对目前开发现状和存在的突出问题,建议这个新的领域应该属于地质勘探新的范畴,进而加强和规范管理。

关键词:可再生能源;浅层地温能;地质勘探;开发利用

中图分类号:TK529;P634 **文献标识码:**C **文章编号:**1672-7428(2008)04-0001-04

A New Member of Renewable Energy—Shallow Ground Temperature/LU Yu-bei (2nd Hydrogeology and Engineering Geology Team Under Henan Geology and Resources Survey Bureau, Zhengzhou Henan 450053, China)

Abstract: Shallow ground temperature is a new type renewable energy, which is widely distributed, rich in deposit, shallow buried, easily developed with low cost. According to the present situation and main problems, the author proposed this new field to be put under geological exploration category.

Key words: renewable energy; shallow ground temperature; geological exploration; exploration and utilization

0 引言

浅层地温能是指在太阳能照射和地心热产生的大地热流综合作用下,存在于地球表层恒温带至 200 m 埋深中土壤、岩石和地下水中的低温地热能(一般温度低于 25 ℃),如图 1 所示。其能量相当于 9.4×10^{20} kJ 的热能或 3.2×10^{13} t 标准煤的热量。它通过热泵系统进行能量的提取和交换,从而实现供暖和制冷。浅层地温能不是传统意义上的深层地热能源,主要分布在地球的表层,是取之不尽用之不竭的可再生绿色低温能源。它具有埋藏浅、分布广泛、开发成本低等特点,是一种新型的可再生绿色能源和资源。随着社会和技术的迅速发展,这种新型能源的开发利用已广泛引起人们的关注和重视。

众所周知,我国建筑用能占全部能源需求的比例,已由原来的 1/6 增长为 1/4,其中,建筑物冬季供暖、夏季制冷、生活热水的能耗需求,占有相当大的比例。以往,这些能源的消耗主要依赖于传统的矿物质燃料(煤、油、气)的燃烧。如:用 1000 多度的高温加热 70~80 ℃ 的低温水来实现供暖,排烟的温度竟达 200 ℃ 以上。同时,按照目前通用的计算方法,燃烧 1 t 煤将产生 2.2~2.3 t 二氧化碳,另外还产生 1.7% 的二氧化硫和 0.8% 的粉尘(资料来源:韩再生在 2007 年 11 月“第二届中国地源热泵技

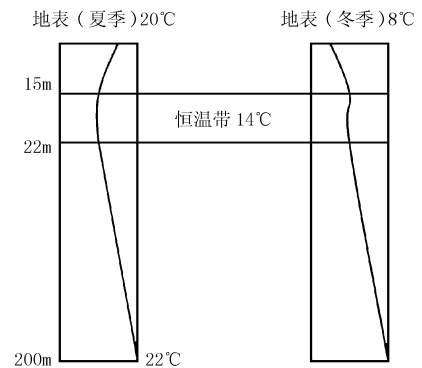


图 1 浅层地温能温度曲线

术城市级应用高层论坛”上的主题演讲《浅层地热能资源评价》)。这不仅仅是能源利用的浪费和能源结构不合理,且严重地污染周围的环境,加大了环境治理的难度和费用。

浅层地温能资源的开发利用,在满足供暖(冷)的需求情况下,还可实现供暖(冷)区域的零污染排放。不仅利用了地球表层的低品位可再生能源,大幅度节约高品位传统能源,同时真正实现了无污染的绿色环境。所以,加大浅层地温能开发力度,普及和推广这种新型的可再生绿色能源,对我国的节能减排和可持续发展具有重要的现实意义和巨大的作用。

收稿日期:2007-12-20; 改回日期:2008-04-08

作者简介:卢予北(1964-),男(汉族),河北平山人,河南省地质矿产勘查开发局第二水文地质工程地质队副队长兼钻探总工程师、地热工程研究院院长、教授级高级工程师,地质工程专业,工学硕士,河南省学术技术带头人(省 555 人才),从事地热资源勘探与水文水井钻探工程技术研究与管理,河南省郑州市南阳路 56 号,lu-yubei@263.net。

1 浅层地温能开发类型与系统工作原理

目前我国进行浅层地温能开发主要以水源热泵系统和地源热泵(地埋管)系统 2 种类型。

1.1 水源热泵系统

水源热泵是利用湖水、河水、地下水、及工业用冷却水资源,借助压缩机系统,通过消耗少量电能,不断将水中大量的低品位热能取出来变成少量的高品位热能,供给室内的采暖和空调系统。夏季机组水系统反向运行,把室内的余热取出来,再释放到地下土壤或水中,以达到空调降温的目的。具有能量提取或交换效率高、投资成本较低、维修方便等优点。如图 2 所示。

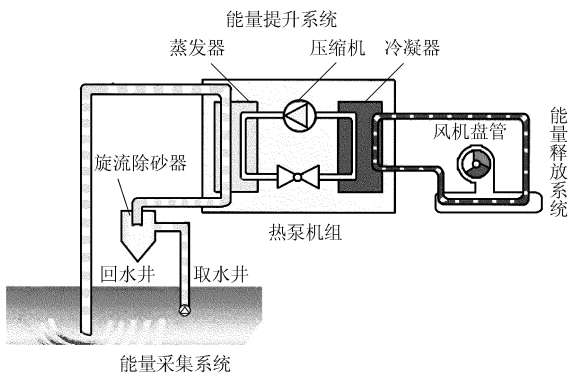


图 2 水源热泵系统工作原理图

1.2 地源热泵系统

当浅层地下水污染严重、水文地质条件差或回灌困难时,可采用浅层土壤作为能量的采集或交换,其工作原理与水源热泵类似。地源热泵系统中的地埋管又分垂直地埋管和水平地埋管 2 种形式。与水源热泵相比具有施工费用较高、能量提取或交换效

率低和维修不便等问题,但是该系统具有不需要地下水资源和适用性更强等特点。如图 3 所示。



垂直地埋管



水平地埋管

图 3 地源热泵系统常用的 2 种地埋管型式

2 浅层地温能的特点与应用范围

浅层地温能在某种意义上属于传统的地热能,是地热能家族的一个新成员。只不过是作为能源来说其品位较低(一般小于 25℃),只有通过热泵系统才能实现供暖或制冷。与地热能相比既有相同点也有不同点;与传统的能源供暖相比更具有优越性,见表 1 和表 2。

通过表 1 和表 2 比较可以看出浅层地温能开发利用具有以下优点:

表 1 浅层地温能与深层地热能比较

项目	浅层地温能	深层地热能
蕴藏条件	土壤、岩石、地下水中	地下土壤、岩石、地下水中
能源类型	可再生绿色能源	可再生绿色能源
能源介质	土壤、岩石、地下水	地下水
特点	节能、环保、零排放	节能、环保、零排放
开发利用要求	钻井、回灌	钻井、回灌
能量来源	太阳能为主、地心热为辅	地心岩浆热
温度分布	10~25℃(一般小于 25℃)	40~100℃(少数 100~300℃)
埋藏深度	15~200 m	一般在 1000 m 以上
地热地质条件	地下水、土壤、岩石	同时具有 3 个条件:具有天然热源;具有盖层;具有良好的渗透层或构造
开发利用方式	通过热泵系统间接利用	直接利用
钻井	浅井(一般 200 m 以内)	深井(一般 1000~3000 m)
风险	低	高
回灌	易	难
可再生速度	快	慢
对地下水影响	少	多
开发成本	低	高

表 2 浅层地温能与传统能源供暖方式比较

项目	传统供暖(冷)	浅层地能供暖(冷)
能源	燃煤或燃油,或燃用天然气	浅层低温地热能 and 少量电
供暖设备	锅炉、铸铁(钢)散热器	热泵、风机盘管
加热过程特点	1000 多度燃烧产物加热 70~80℃ 低温水	地下 10~22℃ 低温用热泵提升至 50~60℃
能源效率	低(60%~90%)	高(COP=2~4),节能 50%~75%
环境评价	污染严重(烟尘、CO、SO ₂ 、NO _x 、CO ₂)	使用区域零污染
制冷设备	另设分体空调或制冷机组、冷却塔	供暖制冷热泵一体化设备
建筑辅助设施	大锅炉房、烟囱、煤场、灰场或地下油库、天然气储存罐	小机房(供暖面积的 0.5%~1%),浅水井(一般 <200 m)
投资	(供暖、供冷)总投资为 100%	供暖(冷)总投资为前者的 80%
采暖运行费用	电采暖 40~50 元/(m ² ·季),燃油或燃气 30~40 元/(m ² ·季),燃煤 20~30 元/(m ² ·季)	供暖运行费 20~30 元/(m ² ·季)
制冷期耗水量	冷却塔耗水 120 t/万 m ²	无水损耗
占地面积	大	小

(1)浅层地温能属于可再生绿色能源,具有地质环境和地下水恢复速度快、对大气无污染特性;

(2)能源利用高,比传统方式节能 50%~75%;

(3)真正实现了供暖(冷)建筑使用区域的零排放和零污染;

(4)一套设备,冬季既可供暖,夏季又可制冷,并可提供日常生活热水,可实现一机三用功能,节约总体投资、占地少。

浅层地温能由于不受地域和地质条件限制,广泛蕴藏在地球表层 200 m 以内,并具有巨大的资源量。所以,可广泛应用于机关、学校、住宅、体育场馆和会议中心等大型建筑物的供暖制冷和生活热水供应。

3 浅层地温能开发现状及主要问题

在北欧国家由于没有煤炭资源,所以,热泵技术早在 1912 年在瑞士开始提出和应用。真正规模化浅层地温能开发与热泵技术是从 20 世纪 70 年代欧美国家开始。我国是一个煤炭资源丰富的国家,90 年代前冬季供暖主要以煤炭、石油、天然气等化石类能源为主。随着生态环境的日益恶化和温室效应,导致全球大气污染和气候变暖等一系列环境问题突出。为此,寻找新的环保能源,调整优化能源结构,实现节能减排和可持续发展是我国当前及今后能源战略的主要原则。在这种形势下,浅层地温能开发利用在国内也掀起了热潮。北京、沈阳、大连、西安等地政府都出台相关政策和管理办法,鼓励和引导这种可再生新型环保能源的开发利用。

截止 2007 年底,北京全市共完成浅层地温能开发利用项目近 500 个,其中 81% 为水源热泵系统,19% 为地源热泵(地理管)系统。实现建筑物供暖制冷面积 1000 万 m²,2010 年建筑物供暖制冷面积

达到 3500 万 m² 目标。其它北方城市或地区在近 5 年内几乎都在不同程度地开发利用这种新能源。但是,多数城市则出现盲目开发和施工,在没有取得任何区域地质勘查和评价的情况下进行开发利用,从而导致了一系列地质环境问题和阻碍了浅层地温能开发技术的健康发展。

浅层地温能主要分布在地球表层 200 m 以内,其浅层主要由土壤(岩石)、水、空气、有机质等组成并达到一个相对的平衡状态。如果大量缺失任何一部分,将会导致地球表层结构的平衡破坏。在这种情况下将可能产生地面不均匀沉降、建筑物倾斜开裂、海水入侵、地下水类型变化等地质环境问题。其中水源热泵系统的关键技术问题就是成井质量和地下水及时回灌。当成井质量出现问题时,则造成水量小、含砂量高等现象;在不了解区域水文地质条件和钻井数量、井间距、深度设计不合理情况下,将会导致热泵不能正常运行、地下水回灌困难等问题。如:河南多数地区从事浅层地温能开发主要以空调安装公司或冷暖工程公司为主,其从业人员多数为水暖、制冷和机电安装等专业,没有地质类专业人才。打井时寻找一些个体井队进行施工,由于技术含量和钻井价格低,所以,成井质量很难得到保证;再加上政府没有明确谁管理,只要缴费,水行政部门就给予审批钻井。所以,在郑州市多数单位的地下水回灌率不足 30%,甚至有些单位直接把地下水排放到下水道中白白流走。有个别地方 1 眼抽水井的水 6 眼井回灌都困难,导致地面塌陷等问题。

综上所述,目前我国除北京和沈阳外,其它城市和地区在开发浅层地温能领域突出存在的问题主要有以下几个方面:

(1)众多城市或地区在开发利用浅层地温能资源时,都未进行区域地质勘查和水文地质、地热地质

条件评价;

(2)没有专业队伍参与,许多抽水井和回灌井设计不合理、成井质量差,导致水量小、含砂量高、回灌困难等;

(3)由于没有进行前期论证和适宜性选择,在浅层地热能提取或交换过程中,将造成运行费用高(耗电)、热污染和地下水类型变化等;

(4)多数地区对于浅层地热能开发没有统一规划和管理措施,从而导致乱开采、乱排放、乱收费,同时也出现了地面塌陷、地下水浪费等地质环境问题。

4 地质勘查与评价是浅层地热能开发的重要技术支撑

浅层地热能同样是一种资源,怎样保护好这一新型的能源和资源,实现可持续开发利用,是政府与地质勘查部门义不容辞的责任和义务。近几年的开发利用情况和实践证明:浅层地热能的开发利用利国利民、有利于环境保护和减少温室效应。但是,目前大多数地区开发市场比较混乱,质量也参差不齐。造成这一问题的主要原因是:由于是一种新能源开发刚刚起步,政府没有及时进行科学引导和管理;另一方面是地质专业部门也没有积极参与和为政府提供技术支撑。

所以,地质勘探队伍应是浅层地热能开发与评价的主力军,同时也是地质工作的一个新领域。为此,地质工作者应该及时抓住机遇,积极进行这项具有现实意义的公益性工作,为政府科学决策和管理提供依据,同时也为这一新能源的开发利用步入健康轨道发挥专业优势和作用。就目前状况来看,地质工作的主要任务是:

(1)查明区域地热地质、水文地质、工程地质条件。基本查明含水层结构、厚度、埋藏等特征,划分浅层地热能开发适宜区和保护区。

(2)查明地下水水位分布、水量、水质情况及动态变化;查明包气带岩土体结构,确定岩土体的热物理参数(热导率和比热);确定岩土体的孔隙率、含水量、密度等物理力学参数;为水源热泵或地源热泵(地埋管)系统的工程设计提供依据。

(3)对浅层地热能综合利用进行评价,提出可持续开发利用的建议,并预测开发利用产生的环境

影响,为政府提供开发利用、保护和管理所必须的地质资料和依据。

(4)结合区域水文地质条件,合理选择抽水井和回灌井类型、数量、深度和井间距,解决成井质量和回灌困难问题。

(5)针对浅层地下水硬度高、污染物成分复杂和矿化度高等情况,研制或选择新型成井材料和管材,解决井管腐蚀、堵塞和结垢问题,以便延长水井和热泵机组的使用寿命。

其中,查明区域水文地质条件,为合理选择浅层地热能开发方式,是前期勘查论证的基础。采用水源热泵系统时,其成井工艺、井管材料选择,确保地下水及时回灌是整个系统正常运行和预防地质环境破坏的关键。特别是在井管材料选择方面应该转变传统观念、大胆创新和加强成功实例的宣传力度。如PVC-U塑料井管具有质量轻(密度 1.45 kg/m^3)、塑性好、耐腐蚀、成井速度快等优点。目前,国内在 $100\sim 350\text{ m}$ 成井(水井和地下水监测井)已有成功范例,并且效果显著。所以,加大新型材料的推广应用不仅可以降低成本、提高效率,而且还解决了金属井管腐蚀和结垢问题,从而可大大降低水井的维修费用。在回灌问题方面,目前在许多地区比较突出在回灌困难和回灌井建造数量过多2个方面,其根本原因就是区域水文地质条件不熟悉所致。这个问题的存在也困扰着浅层地热能开发利用技术的发展。所以,在回灌井结构、数量、深度等设计时,首先以所掌握的水文地质条件为基础,根据不同水位和水量按照“一井多层”的新理念实施抽取和回灌。这样的思路既能保证回灌又能节省建井数量,从而大大降低成本。

5 结语

浅层地热能开发涉及地质、水暖、供暖制冷设备和安装等专业。这种新型能源的开发利用技术能否快速发展和普及,关键是对地质背景和条件的熟悉和了解。其中,钻井工程的合理设计和施工,对热泵机组的正常运行、成本控制和地质环境问题起着重要作用。所以,浅层地热能开发是地质勘探的一个新领域,同时也是地质工作者义不容辞的义务和责任。