浅层地热能开发利用若干问题的思考

卫万顺 李宁波 冉伟彦 杨俊伟
（中国地调局浅层地温能研究与推广中心，北京：100195）

摘 要：浅层地热能是一种可再生的新型环保能源，也是一种特殊矿产资源，利用前景广阔。开发利用浅层地热能对构建资源节约型和环境友好型社会、保障国家能源安全、改善我国现有能源结构、促进国家节能减排战略目标的实现具有非常重要的意义。本文阐述了浅层地热能勘查评价的必要性和紧迫性，分析了浅层地热能开发利用对地质环境的影响，提出了推进浅层地热能开发利用的措施。

关键词：浅层地热能；地质勘查；地质环境影响

为满足我国浅层地热能开发利用快速发展的需要，引导浅层地热能的科学合理开发利用，使浅层地热能更好地满足经济社会又好又快发展，2008 年 12 月，国土资源部下发了《关于大力推进浅层地热能开发利用的通知》，从调查评价、编制规划、加强监测三个方面，对大力推进我国浅层地热能资源的开发利用进行了部署。国土资源部这一部署非常及时和必要，表明我国浅层地热能资源开发利用将步入科学化、规范化的轨道。但在开发利用过程中，一些问题必须引起有关部门高度的重视。

1 浅层地热能勘查评价的必要性和紧迫性

浅层地热能开发利用发展迅速。随着国民经济的快速增长，我国的能源形势日趋严峻，特别是 2004 年以来，国际能源供求关系失衡，石油价格飞涨，加剧了我国能源的紧张局面。加之我国能源生产的增长速度，远低于国民经济发展的增长速度，远远不能满足国民经济发展的需要。浅层地热能恰恰是一种清洁、价廉、丰富的新兴能源，能够弥补能源的不足。

浅层地热能开发利用在上世纪 90 年代后期得到快速发展，为北京、沈阳等大城市节能减排工作做出重要贡献。目前，北京已有 1300 万平方米的建筑利用浅层地热能供暖制冷，沈阳已超过 2000 万平方米。据不完全统计，全国浅层地热能服务面积超过了 6000 万平方米。在北京、沈阳等城市的带动下，全国范围内的浅层地热能资源开发利用的热潮即将到来。从地理条件看，浅层地能供暖既可以用于海拔 4000 米以上的青藏高原，也可以用于气候严寒的黑龙江，在我国各个地区都可以发挥节能环保的作用。从建筑类型看，浅层地能供暖现已广泛应用于办公、宾馆、学校、医院、营房、住宅、工厂等。随着社会对这一供暖方式认识的提高，预计今后浅层地热能供暖制冷的面积将会进一步增长。

浅层地热能存在的本质是冬、夏两季地层中较恒定的温度与外界空气存在较大的反向温差。在合理布局、科学开采的情况下，浅层地热能是一种取之不尽、用之不竭的自然资源，热泵技术使浅层地热能的开发利用成为可能，可供人类长期使用。任何资源都有开采强度的限制，特别是大多数可再生能源都具有分散、低品位的特性，有些还受季节或再生周期的限制，因此资源的勘查评价是合理开发利用的基础。浅层地热能是存在于地下隐蔽地质体中的一种无形自然资源，地质条件对开发利用起着举足轻重的作用，所以有必要采取专门的勘查方法对其进行资源量的估算和开发适宜性的评估。

勘查评价滞后成为制约其发展的瓶颈。近年来我国浅层地热能开发迅速，以市场化推动为主，由于浅层地热能资源调查、评价滞后，技术标准和开发利用相关技术研究环节相对薄弱，仍存在开发利用地区发展不平衡等问题。开发利用超前，资源调查评价滞后，家底不清，使城市的专项规划和管理工作处于被动局面；缺乏浅层地

热能资源勘查评价的技术标准和测试技术；缺乏浅层地热能资源开发利用后地质环境变化的长期监测数据。

由于以上原因造成某些城市的个别工程设计不合理、施工不规范、地下水回灌情况不好、水资源浪费和不同水质层间的污染扩散、地面沉降、热污染等问题。有的甚至导致工程失败或效能低下，达不到预期的节能目标。

我国浅层地热能资源的分布、资源量不清，使浅层地热能开发利用受到很大限制并存在很大风险，目前浅层地热能勘查评价滞后已成为浅层地热能资源可持续开发利用的阻碍。因此开展浅层地热能勘查评价是政府部门做好浅层地热能开发利用规划和管理的基础性工作。

加强勘查评价是科学利用浅层地热能的需要。浅层地热能是蕴藏在地表以下一定深度内的低品位的地热资源，其分布状态、运移规律、品位高低、开发利用方式及规模等均受到地质体富水性及导热性能等条件的制约，认识、了解浅层地热能存在的地质条件十分重要，特别是浅层地热能开发利用工程中采集和释放热的能力、强度与当地地质环境组成、地质环境中流体部分的活动能力和岩土固体颗粒部分的热传导能力有直接关系。因此，在规划一个地区浅层地热能潜力及其开发利用前景时，首先需要掌握该地区的区域地质背景，从宏观上把握浅层地热能地质条件和地温场的分布，为开发利用奠定基础。

我国地域辽阔，从南到北地温和气温的分布不同，即使同一纬度，高程不同则年平均气温相差较大，如重庆与拉萨纬度相近，但年平均气温却相差 10 度，所以供暖和制冷的需求有很大不同。再者我国各省市的地质情况千差万别。有的城市处于平原，有的处于山区，如同样位于沿海的青岛和大连属于滨海山地型，而上海和天津则属于滨海平原型。由于覆盖层厚度的不同，所采取的换热方式和经济性都有很大的差别。即使在同一地区，如山前冲洪积扇型地区，由于地层颗粒度及含水层厚度、渗透系数等的差别，不同地段也分别适合不同的开发利用方式。开发的适宜性由地质条件、经济条件和施工条件等因素决定。

因此，各地区都应及时开展浅层地热能的调查评价工作，查清浅层地热能资源分布特点等，为今后科学开发利用浅层地热能、编制专项规划提供科学的依据。

2 浅层地热能开发利用对地质环境的影响

浅层地热能开发利用主要有两种方式，即地下水地源热泵系统和地埋管地源热泵系统。随着使用浅层地热能项目的增多、规模的扩大，不同利用方式在其发展过程中出现一些问题，如地下水源热泵系统的地下水回灌难，造成水位下降，地面沉降；系统整体不节能；水质污染；地温场发生变化等问题。目前，由于缺乏必要的地质环境影响监测系统，浅层地热能开发对地质环境的影响没有定论。

地下水热泵系统是通过抽取地下水，利用地下水全年温度恒定的特点，与水源热泵的冷凝器或蒸发器进行热交换，或通过板式换热器与冷凝器产生的高温热水（夏季）或蒸发器产生的低温冷水（冬季）进行热交换，然后将置换冷量或热量的地下水全部灌回同一含水层中。目前地下水回灌技术尚不成熟，多为自然回灌，造成回灌量降低的原因主要是回灌井的堵塞。其原因包括物理、化学堵塞等。如果成井工艺不当，可能造成水中含沙量较多，使井堵塞而影响回灌。另外，抽、灌水温度的不同和压力的变化，使水中一些物质析出沉淀也是造成井堵塞的原因之一。在大多数情况下，回灌井的堵塞不可避免。回灌不利既可造成水资源浪费，又为地面沉降埋下隐患。

浅层地热能开发利用可能造成水质污染是因为不同水质的含水层水混抽、混灌引起的。对于直接进入机组的地下水、工质、润滑油的泄漏也是水质污染潜在的危险。因此需要对地下水位、水质、水温进行长期监测，以便及时发现问题。

地埋管地源热泵系统由于采用埋管的闭式循环进行换热，对地下水影响不大，但需要较大的换热温差和较高的埋设密度，对局部地温场的干扰比较大。因此有必要在土壤换热孔内不同深度和周围土壤中布置测温元件，采集其温度场，测得土壤层内温度变化动态，更好地为优化设计、计算资源量和评价环境影响提供可靠的实验依

据。如果换热管内的传热介质是含水防冻剂时，如遇泄漏，也可能造成地下水的污染。施工中如果换热孔穿透不同水质的含水层，也有可能造成地下水水质的改变。因此，有必要对地下水采取必要的监测措施。

各地在开发利用浅层地热能的同时应建立浅层地热能地质环境影响监测网。对不同深度的地温、地下水水位和水质、地面标高等项目实施长期监测，及时掌握地温变化动态、水土质量和地面变形情况，一旦发现地温长期持续单向变化，或水土污染、地面沉降，应立即采取有效措施加以解决，防止产生地质环境问题。为了对浅层地热能开发利用方法、技术等方面加强示范引导，各省(区、市)应选择有代表性的城市建立若干监测实验区。

3 加大宣传引导和培训力度

浅层地热能开发利用在国外发展了几十年。在我国该项技术起步较晚，只有十多年的历史，尽管目前浅层地热能供暖在我国已有大量的应用实例，在我国也有多家研究机构和企业对浅层地热能开发利用技术进行性能研究和工程实践,但由于社会各界包括开发商及相关部门管理者对这一技术相关知识了解不够，对技术的经济性和稳定性的认知度还远远不够；有些设计单位由于认知不足，缺乏经验，还没有掌握这项技术，采取敬而远之的态度等。都严重制约了浅层地热能开发利用技术的推进。

因此，各地应提高全社会对浅层地热能开发利用的认知程度。有关部门应加强浅层地热能开发利用的宣传工作，普及浅层地热能知识，推进学科间的沟通互动，积极促进这一新能源的开发利用。在这一点上，国土资源管理部门责无旁贷，大有可为。我们应该抓紧时机，利用媒体，组织专题报道和科普宣传，尤其是把一些开发利用较好的项目作为示范向全国推介，大力宣传其节能减排的实际效果，使这一绿色环保新型能源真正深入民心。各地应进一步提高认识，积极行动起来，营造一种大力推进浅层地热能开发利用的良好社会氛围。

为更好地开发利用这项技术，大专院校、科研单位、专业协会及相关单位应发挥各自的专业优势，组织开展浅层地热能调查评价及开发利用相关技术培训和技术交流。针对技术难题，联合科技攻关，不断提高浅层地热能开发利用的科学技术水平。

大力推进浅层地热能的开发利用，在城市建筑节能中意义重大，全面推进势在必行。这需要全社会各界的共同努力，行动起来，并且在行动中注意加强资源的勘查评价，保护环境，加强科学研究和技术攻关，掌握规律科学利用，让浅层地热能为构建资源节约型和环境友好型社会发挥更大的作用。

2009.4.3 《中国国土资源报》

国标《地源热泵系统工程技术规范》局部修订获批

3月19日，中华人民共和国住房和城乡建设部发布第234号公告，主要内容为中华人民共和国住房和城乡建设部批准《地源热泵系统工程技术规范》GB50366-2005局部修订的条文，自2009年6月1日起实施。经此次修改的原条文同时废止。

2008年11月，随着地源热泵行业的发展，建设部又委托中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院会同相关单位结合近年我国地源热泵工程建设中出现的实际问题对国标《地源热泵系统工程技术规范》做局部修订，并增加、完善了相关条文，使其更具指导性和操作性。

新颁布《地源热泵系统工程技术规范》GB50366-2005对今后规范市场、指导行业自律、推进地源热泵全面发展将起到积极的促进作用。

（天津大学地热研究培训中心 司士荣）