维普资讯 http://www.cqvip.com

对浅层地热能勘察评价的认识

中国地质调查局 韩再生



从五个方面谈浅层地热能勘察评价的一些认识：第一个方面是浅层地热能勘察评价的必要性；第二方面是关于浅层地热能资源量如何评价；第三个方面是关于地源热泵系统当中的水质评价；第四个方面是浅层地热能利用的环境评价；第五个方面是浅层地热能利用的经济评价。

我们把浅层地热能定义为储存在地下一定深度范围内的地热资源，温度低于25℃。我们知道从地表到地下20m左右是随气温变化的变温带，在北京地区从15m～22m（其他地区这个数字可能有变化）是恒温带，不受季节变化而变化。从20m再往下，受大地热流的影响，是逐渐增温的，一般是100m增温3℃，这叫增温带。由于浅层地热能开发利用的深度各地不同，为了有一个统一标准，我们定为200m这样一个埋深，这个深度之内的岩土体和地下水中储存的热量，叫浅层地热能，是地热资源的一部分。由于地源热泵技术的发展，使过去不能利用的这部分地热能得以利用，虽然热泵可以用各种热源，这里包括中水、污水、海水，但是其中有一大部分利用的是浅层地热能，包括地埋管的系统和地下水的抽灌系统。2007年北京地勘局按照市政府的要求，进行了浅层地热能利用调查，截止到2007年上半年，北京市的供暖面积已经超过1000万m^2，沈阳、大连和其他城市的供热面积也在迅速增加。

在开发过程中，从2005年开始，按照国土资源部的要求，我们加强了浅层地热能的勘察和评价工作。这个工作也需要制定一些技术要求和标准，所以以下内容是我们制定标准过程当中的一些初步认识。我们把为浅层地热能开发服务的地质勘察工作分成两类，一类是区域浅层地热能调查，第二类是为地源热泵工程的浅层地热能勘察。

区域浅层地热能调查的服务对象是为政府管理服务，当然也为用户科学利用服务。通过查明一个区，包括行政区或者是自然单元，浅层地热能的数量、质量和分布规律，为制定区域规划，保证浅层地热能的可持续利用，为保护资源和科学管理提供依据。区域评价要在充分利用现有的水文地质、工程地质勘察基础之上，补充必要的野外勘察实验，最后做出科学、合理的评价。从2006年提出这项工作以后，

维普资讯 http://www.cqvip.com

北京市政府、河北国土资源厅等都分别下达了任务，我们一边编制技术规范、技术要求，一边开展工作，为保护地热能提供必要的基础数据。

首先要提出一个适宜性分区，划出整个适宜区和不适宜区。对于地源热泵的两种换热系统，地下水换热系统和地下埋管换热水系统进行适宜性分区，再根据适宜的条件进行等级的划分。另外要评价适宜开发浅层地热能的面积。我们国家从北边的寒带一直到南边的亚热带，两种换热系统的适宜性先做一个大的分区，毕竟这还是主要以城市地区为主，在城市评价区域里进行这三个区的划分。最近，北京地勘局对北京平原 6 700km² 的范围里，已经做出了这样的区划，考虑的主要因素是水文地质，比如说地下水换热系统，涉及到地下水的埋深、含水层特征、渗透系数、给水度等，北京的西部就适宜地下水系统，而通州区以东就划为不适宜区，这是自然状况，当然还有环境约束和政策的约束。按照要求，水源地的保护区就不适宜。从全国来讲，我们目前还在摸索阶段，像东北的北部只供热不制冷，地埋管就不适应。我们提出的这些是作为区域评价的最主要的一个成果，为管理者服务，也是为用户提供的一个基础依据。这些标准和具体的划法都在一边摸索一边做。据统计北京现在已经有 480 多项工程，其中 400 项左右是地下水回灌水系统。

我们认为对于地源热泵工程进行浅层地热能的勘察是必须的，不是说光是打个井，埋个管就算完成基础工作，必须在一整套规定之上，进行系统的为地源热泵工程的浅层地热能勘察。这个勘察需要进行必要的野外实验，查明这个场地的地热地质情况，实测岩土体的参数，包括这几种必要的野外实验。对于地下水换热系统必须要进行地下水回灌试验，对于地埋管的热量参数必须要进行现场的测试，好多地方都是取一个经验值或者理论值就来做设计，这是不行的。每一个工程要进行实验，不管是进口的还是国内的实验装置、实验车或者是实验仪器都必须进行地埋管的现场换热实验，求得岩土体的热物性参数。

对于地下水换热系统，必须要确定地下水的循环利用量，计算评价方法除了过去按水文地质来评价抽水量、可采水量以外，关键是要确定能够回灌的水量，只有能抽出来又能灌下去的量，而且又不产生环境问题的水量，才能作为这个系统能够取得热量数据的依据。同时要评价水井的堵塞问题，水质的腐蚀性，在这些基础上做换热工程井的选型和水泵的选型提供依据。

对于如何评价浅层地热能的资源量，由于浅层地热能最主要的是利用地层进行热量的储存和释放，也就是作为一个调节作用，所以首先要评价地下一定深度范围里地热热量的储存量，同时要评价区域的地热能的可开采量。可开采量的概念是讲在这个评价区里，在取热期平均可取热量，取热期的概念就是 120d 或者是供暖期。采用合理的开采利用方案，经过非取热期地温能够恢复，包括自然的补给热量的恢复和制冷期的存热，能够达到多年热均衡的浅层地热能的在取热期可开采的热量，区域评价是为宏观管理服务，要算一个平均量。

由于换热系统的不同，进行适宜性分区，在这个基础上再分别计算两类换热系统的可开采热量。地下水换热系统，首先要评价地下水循环利用量，这个除了按过去可开采地下水来算这个量，还要看回灌能力，必须考虑三到四个约束条件。首先是回灌能力的约束，这些水灌得下去还是灌不下去，如果灌不下去，这个循环利用量就没有。第二个是地下水抽水和回灌对环境的各种影响。比如说，地下水中含砂，砂子抽出来没有灌下去，长时期抽灌对于敏感的建筑物会有影响。另外如果是在水源地的附近，对于重要水源地是否有影响？这些约束也是作为确定循环利用量的条件。第三个是经济约束，包括经济合理性。再一个约束是政策约束，水行政主管部门明确规定有一些地区不允许进行这种地下水抽灌，这个量就不能算。搞清楚这个区域里地下水循环利用量以外，根据合理的温差就可以评价浅层地热能可利用量。在地下水，特别是地下水渗透速度比较快的地区，对

维普资讯 http://www.cqvip.com

整个区域地下水温的影响应该说是不大的，所以在这个地方，算区域的时候，确定在满足这些约定条件下的可循环利用量，根据温差，就可以评价浅层地热能的地热利用量。

关于地埋管系统单位面积的取热值，经过几十年的工作，中国大地热流值已经搞清楚，从每平方千米上百毫瓦到几十毫瓦，大地热流值是地球深部的热量在浅层的反映。我们定义了浅层地热能可利用系数，利用这个系数和面积来评价区域地埋管系统的可采热量。关键是这个系数怎么求，在有工程的地方，实际的取得热量和单位的面积比值来取得。如果没有工程，要推动浅层地热能开发做区域评价，就要进行现场的热传导实验，因为现场的热传导实验和工程进行对比以后，是有同等的效应。实际工程讲的就是取热区的平均取热量，这样来评价区域内的取热量。按照这个办法，已经初步在几个地方做了这项工作，比如河北国土资源厅对河北的五个城市都初步进行了计算，因为这个数是有一定意义的。有很多资料都在讲浅层地热能是现在燃煤供热量的几十倍或者上千倍，我们在满足这些约束条件下，不产生环境问题的条件下，实实在在能供热多少面积呢？北京的结果还没有最后拿出来，但是按照最保守的估计，北京平原区约 6000km^2 里的面积里，采用合理的利用方式，至少能够满足现有北京所有建筑面积 5 亿 m^2 的供热和制冷需要。

这个范围里面的岩土体和地下水，主要是热量的调节功能。取热量需要评价200m 以内的适宜地温差值的指标下，算一下地热的储存量，这个储量当然包括几部分。包括这个范围里地下水中的热储存量和岩土体的热储存量，分别计算。对于地埋管工程的取热量，国际和国内都有很多算法，利用现场的热量参数来作为依据，取得成果，算出取热量。把地下水的循环利用率算出来以后，就可以对地下水的循环取热量进行计算。要保证在多年状态下，能够达到一个热的均衡，现在有很多现成的软件，很多公司都有，可以用国外成熟的软件，要评价这个工程范围内地温状况和热量的均衡，评价资源可利用量。对于地下水换热系统必须进行评价，包括进行腐蚀性的评价和结垢的评价。

很多领导和专家都在关注浅层地热能利用，地源热泵技术应用推广后产生的环境影响，要评价热泵工程可能造成的正负效应，就是对环境的有利影响和不利影响，提出改善环境的对策，回答社会和公众关注的问题。总的来讲浅层地热能是清洁能源，它的主要正效应是减少污染，减排二氧化碳、二氧化硫，每一个工程都可以算一算减排量。对于它的负面影响，要回答一些问题，对于地下水抽灌系统要回答对地下水流场的扰动，对水质、水量造成的影响。因为地下水抽灌系统的循环用水量很大，一个几万平米供暖工程的抽灌系统相当于一个中型水源地的抽水量，是不是会产生地面沉降等环境问题，要做一些评价。对于地埋管换热系统，必须要保证向地下的存热量和取热量的多年均衡。如果不均衡的话，在工程设计上要采取其他的措施，不能完全靠地层来进行调节。一般来讲，应该建立用数值模型，现在已经有一些比较成熟的模型，进行多年持续的地温场的模拟和评价。特别是对于单纯采暖和单纯制冷的地源热泵工程要进行仔细的测算。对于地下水换热系统要进行多年的流场模拟。对于地埋管换热系统，不能光算取热量，必须评价整年的恢复能力和是否能够恢复到原始状态。

另外对于每一个工程，在勘察阶段就要算一算经济评价这笔帐，从总的基本建设初投入和运行费，然后再算一下它的收益，进行比较，这个具体算法很多企业已经有一些成功的经验，但是这项工作应该是在工程的勘察阶段就要进行的。

总之，浅层地热能的勘察评价是地源热泵工程设计的基础，也是区域浅层地热能规划、管理的依据，应该在地质勘察的基础上，计算浅层地热能的可利用量和储存量，评估开发的利用方案，评估利用浅层地热能的环境影响和经济效益，科学评价浅层地热能将保证这个清洁能源的可持续开发、利用，使其产生应有的社会和环境效益。

（根据演讲录音整理）