

我国地源热泵工程应用及存在的主要问题

陈焰华 於仲义 周敏锐 雷建平

(中信建筑设计研究总院有限公司 武汉 430014)

摘要: 本文详述了我国地源热泵技术发展和工程应用现状,并从建设监管和技术能力建设等多方面分析了工程应用中存在的主要问题,提出了地源热泵应用和发展的对策建议。

关键词: 地源热泵 工程应用 存在问题 对策建议

1 我国地源热泵工程应用现状

目前,我国31个省、市、区均有浅层地能开发利用工程,利用地源热泵供暖制冷的项目约5000个,应用的建筑物面积已超过1.4亿平方米。地源热泵项目80%集中在华北和东北南部地区,包括北京、天津、河北、辽宁、山东、河南等省市,南方主要集中在长江流域的省市。在北京,利用浅层地能供暖制冷的建筑约有3000万平方米,沈阳则已超过6000万平方米。

我国地域辽阔,浅层地能可利用量巨大。据初步估算,全国287个地级以上城市每年浅层地能资源量相当于95亿吨标准煤,在现有技术条件下,可利用热量相当于每年3.5亿吨标准煤。如果能有效开发利用,扣除开发利用的电能消耗,每年可节约标准煤2.5亿吨。

地源热泵技术发展和工程应用现状从以下几个方面得到了较好的体现。

1.1 政策引导

住房和城乡建设部自2006年启动可再生能源建筑应用示范项目以来,已实施了四批共371个示范项目。为落实国务院节能减排战略部署,加快发展新能源与节能环保新兴产业,推动可再生能源在城市建筑领域大规模应用和引导农村住宅、农村中小学等公共建筑应用清洁、可再生能源,财政部、住房和城乡建设

部2009年发布了《可再生能源建筑应用城市示范实施方案》和《加快推进农村地区可再生能源建筑应用的实施方案》。通过实施中央财政扶持政策积极引导社会资金投入,充分发挥市场机制和地方政府的积极性,以促使各地完善技术标准,推进科技进步,加强能力建设,逐步扩大应用规模,提高应用水平。

2009年、2010年共有43个城市获批可再生能源建筑应用示范城市,86个县获批进行农村地区可再生能源建筑应用示范县。

除此之外,北京、沈阳等很多省、市也相继出台了有关文件和政策支持浅层地能的开发与利用,为配合可再生能源建筑应用示范城市和农村地区可再生能源建筑应用示范县建设,各地都制定了相应的专项发展规划及配套实施政策,在各地编制的“十二五”建设领域和能源发展规划中可再生能源建筑应用和地源热泵技术的发展应用都是不可或缺的重要内容。

1.2 浅层地能资源的调查和评价

国土资源部2008年下发《关于大力推进浅层地热能开发利用的通知》,要求各省、自治区、直辖市国土资源行政主管部门组织完成本行政区域内的浅层地热能调查评价工作。调查评价的对象为各省(区、市)国土资源厅(局)上报的适宜开发利用浅层地热能的城市(镇),调查评价的范围为城市的城区和远景规划建设区,调查评价内容主要是查明浅层地热能分布特点、赋

作者简介:陈焰华 正高职高级工程师

收稿日期:2011年12月

存条件和地层热物性参数等,估算可利用资源量。在调查评价的基础上,结合当地经济发展、城市建设、矿产资源规划和土地利用规划,根据当地行政区域可再生能源开发利用中长期目标,编制完成各城市(镇)浅层地热能开发利用专项规划。并要求专项规划应根据地质环境条件,划定适宜开发区、较适宜开发区和不适宜开发区;依据水文地质条件,圈定适宜不同开发方式(地下水、埋管)的地段,估算不同适宜区浅层地热能可利用量,估算可能的供暖服务面积,提出合理的开发利用规模,为浅层地热能资源的可持续利用提供科学依据。同时要求加强浅层地热能开发利用的地质环境监测工作,对开发利用浅层地热能的城市(镇)建立浅层地热能监测网。

北京市在2009完成了《北京平原区浅层地温能资源地质勘查报告》,天津市在2010完成了《天津市浅层地温能资源调查报告》,在此基础上编制了《浅层地温能资源开发利用相关政策研究》和《关于推进天津市浅层地温能开发利用工作的建议》。沈阳、长沙、杭州等地也已经完成相关工作,2011年,国土资源部在“地质矿产调查评价”中央财政专项中,安排全国29个省会城市开展浅层地温能资源调查和评价工作。

1.3 地源热泵应用技术研究

针对地源热泵工程应用中存在的共性问题 and 关键技术问题,国家“十一五”科技支撑计划项目“建筑节能关键技术研究”、“长江上游地区地表水水源热泵系统高效应用关键技术研究”开展了相关的研究并取得了系列成果。

各地也结合当地的工程应用实际和需求开展了众多的应用研究,诸如浅层岩土体热物性测试的研究,部分城市建立了不同地层的热物性数据库,进行了不同换热方式下地下传热模型的模拟实验,建立地温长期观测点(包括换热井及周围地层温度、水位、水质等),监测其变化规律,特别是换热井回灌能力和温度恢复情况,测试地下换热系统的实际换热效果,测量地层热流值及热传导系数,地下水源热泵取水与回灌技术等。

重庆市国家“十一五”科技支撑计划项目“长江上

游地区地表水水源热泵系统高效应用关键技术研究”以长江上游地区地表水应用为对象,通过深入研究,开发了适应长江上游地区地表水水源条件的高效水源热泵机组及输配系统,研究和突破了取水—水处理和系统应用保障关键技术,建立健全了长江上游地区地表水水源热泵系统技术标准、规程和图集,并建设了集成化的示范工程,形成了经济、适用、高效的地表水水源热泵系统技术模式、工程模式和管理模式,初步建立了在长江流域开展地表水水源热泵推广应用的科技支撑体系。

1.4 地源热泵应用技术体系建设

按照财政部、住房和城乡建设部《可再生能源建筑应用城市示范实施方案》的要求各地均加强了可再生能源建筑应用技术体系和技术支撑能力的建设,均制定了相应的可再生能源建筑应用发展规划、管理办法、配套措施以及规范工程项目实施的设计及施工质量验收标准。

国家标准《地源热泵系统工程技术规范》适时进行了修编,各地结合当地气候条件和水文地质状况都编制了适应当地需要的技术规范或技术实施细则,如重庆市编制完成了《地表水水源热泵系统设计标准》、《地表水水源热泵系统施工质量验收标准》、《地表水水源热泵系统适应性评估标准》、《地表水水源热泵系统运行管理技术规程》。

国家“十二五”节能减排综合性工作方案提出了深入贯彻落实科学发展观,坚持降低能源消耗强度、减少主要污染物排放总量、合理控制能源消费总量相结合,形成加快转变经济发展方式的倒逼机制的总体要求,加大调整能源结构的力度,“因地制宜大力发展风能、太阳能、生物质能、地热能等可再生能源。到2015年,非化石能源占一次能源消费总量比重达到11.4%”。据悉,地热能特别是浅层地能开发已经纳入到国家“十二五”能源发展规划,未来五年,计划完成地源热泵供暖面积达3.5亿平方米。各地编制的“十二五”新能源发展或可再生能源建筑应用规划均将地源热泵作为重要的发展内容,可以肯定的是我国“十二五”期间浅层地

能开发利用将会掀起新一轮高潮。

2 地源热泵应用存在的主要问题

我国地源热泵行业的发展虽然起步较晚,但在国家相关政策扶持和经济措施激励下,应用工作推进迅速,工程规模急剧扩大,发展速度很快。地源热泵设备生产厂家、施工企业和技术集成商大量涌现,并形成了一批全国性或区域性领军企业。地源热泵技术正在被越来越多的人所了解、认识和接受,业已成为我国实现建筑节能减排和可再生能源利用领域的重要技术之一。

当然,由于大量设备制造企业和工程承包商急速涌入这个市场,水平和能力参差不齐,使得部分工程项目的建设质量得不到有效保障,大大损害了地源热泵技术的声誉,影响了地源热泵市场的良性发展。这其中很重要的原因是,在快速发展的市场面前,各方面的技术准备和人才储备都完全不足。

从基础研究方面来说,工程前期未能进行全面的浅层地能资源调查和评价,缺少基础性技术数据,缺少基础性研究成果,缺少大型工程实际运行工况的数据积累和研究分析,缺少权威性的研究结论和系统性的设计方法。

从技术体系方面来说,大规模推广应用的技术、标准及产品体系建设还刚起步,未能形成成套的技术指导体系,如规范、标准、通用图集、施工工法等。各地缺少相应的技术支撑能力,相关从业人员未能得到系统规范的技术培训。

从建设管理方面来说,因为地源热泵系统涉及到多专业、多学科,牵涉到政府相关的多个管理部门,需要协同设计、交叉施工、联合管理,目前的建设管理程序存在管理盲区,而市场监管机制又不同程度存在缺失。

从运行管理方面来说,缺乏对浅层地能资源开发利用状况的动态监测和建筑物的能效检测,不能为系统节能诊断、能源管理和运行优化控制提供基础数据支撑和决策依据。

从市场推广方面来说,没有建立相应的市场准入制度,产品认证制度,责任监管和产品淘汰制度,市场规范程度还远远不能满足可持续发展的需要。

部分地源热泵项目实际运行节能效果不佳的原因涉及多方面因素,从我们的实际经验来说,除了应充分研究建设项目的使用功能、负荷特点并与当地的气候、水文地质条件相结合选取合适的地源热泵系统形式外,还要充分重视建设项目勘察、设计、施工、监理和运行管理等各个相关环节。

对于地下水地源热泵系统,只有具有水量充足、水温适度、水质适宜、供水稳定的地下水资源才能够保证地源热泵系统长期稳定和节能高效运行。因而,首先要确保地下水资源勘察数据和水文地质试验数据的准确及可靠性,虚假失实的数据只可能导致工程的失败;根据准确、可靠的试验数据结合工程场地条件及以往工程经验科学确定取水井、回灌井的数量及井位的合理布局,取水井、回灌井的数量既要保证实现100%回灌,又要尽量减少井的数量,降低工程造价;取水井、回灌井施工时必须严格按照国家相关的施工验收规范进行,施工监理必须严格按照规范和成井工艺监管到位,确保成井质量,成井工艺不到位,成井质量不过关是大多数水源热泵系统失败的关键因素;取水井、回灌井使用过程中,应定期进行保养和洗井,既可保证取水井、回灌井的正常使用,又能够提高热源井的使用寿命;合理选择水源热泵系统地下水的利用温差,在提供满足水源热泵机组高效运行的地下水取水量的前提下,尽量选择较大的地下水利用温差,减少水输送系统的能耗;合理选择水源热泵系统地下水的利用方式,在地下水水质不能保证水源热泵机组正常运行的情况下,应选择间接式系统。地下水地源热泵工程应按照各地的地下水管理办法进行取水申报和取得取水许可证,取水量较大或重要工程还应进行专项地质灾害评估。

对于地埋管地源热泵系统,首先应在全面掌握地质勘察和热响应试验资料的基础上,根据对建筑物使用功能和负荷特性的预测分析,选择合适的埋管形式和地下换热器布置方案,应尽量利用工程场地条件分区进行地下换热器布置,以有利于地下换热器与岩土体的热交换,冷热负荷相差较大或埋管区域过于集中都不利于地下换热器与岩土体的热交换。其次应确保地下换热器的施工质量,并有有效的手段来控制

调节地下换热器各区域的换热能力,一方面使各区域地下换热器的换热能力得到最大程度的发挥,另一方面在部分负荷情况下应通过运行控制策略的优化使地源热泵系统仍然能够节能高效运行,很多工程在实际运行过程中都没有制定相应的运行控制策略,运行工况不合理,致使系统运行能耗偏高。“岩土体热平衡”也是影响埋管地源热泵系统节能高效运行的突出问题,小型埋管地源热泵系统影响相对较小,但对大中型埋管地源热泵系统来说影响则相对较大,应进行最少一年的埋管全年动态负荷计算,并根据计算结果通过采取复合式地源热泵系统设计来实现埋管区域常年排热量和吸热量的基本平衡,否则轻者影响地源热泵系统的运行节能效果,重者会导致系统完全失效。在工程建设中,各方应高度重视地源热泵系统的技术复杂性和交叉施工带来的施工难度,应由施工方进行详尽的施工组织设计,确保施工过程的每个环节都能按照规范得以有效控制。

3 地源热泵应用和发展的对策建议

尽管各级政府正逐步重视技术支撑体系的建设、监管机制的建立、技术的发展和市场的优胜劣汰,地源热泵市场的规范程度正大大改善,但地源热泵技术在我国的发展毕竟刚刚起步,而且地源热泵系统是一个涉及到多专业、多学科、跨行业、跨领域,需要资源评价、研发、勘察、设计、施工、监理、运行监管、系统维护、能效测评等各环节密切配合协同的技术及管理较为复杂的系统工程,因此要保证地源热泵市场的真正健康发展,还需要各方共同努力,任重而道远。

主要应加强以下几方面的工作:

1) 科学评估,适度发展

应对当地的浅层地能进行全面系统的调查和资源评估,查明浅层地能分布特点和赋存条件,估算可利用资源量,划定开发适宜区和适宜不同地源热泵技术利用方式(地下水、埋管、地表水)的区域,提出合理的开发利用规模,并建设地下温度场动态监测网。

2) 统一规划,合理布局

为充分发挥各种供热、供冷技术的优势,发挥综合

效益,应将地源热泵技术的发展纳入到各地集中供热、供冷工程总体规划,统一布局,有机结合,互相补充。根据当地经济社会发展总体规划和资源储藏及资源评估,制定地源热泵技术发展专项规划,并提出地源热泵技术发展的方针和指导意见。

3) 重视科研,建立标准化体系

针对地源热泵系统研究还不够深入的现实,要加大对不同类型地源热泵工程推广使用中遇到困难和难题的研究力度。为稳步推进地源热泵技术的科学发展,保障地源热泵技术的规范建设和安全运行,政府应引导和支持相关科研设计单位广泛开展科研攻关和技术协作,重点研究地源热泵发展的关键技术和难点问题。

4) 严格审批,规范管理

严格按照国家、地方的相关法律法规对地源热泵项目实施申报审批制度,依法办事、按章管理。同时加强对地源热泵系统资源评价、勘察、设计、施工、监理、验收、运行监管、系统维护、能效测评等各个环节的审查和监督管理工作。参与地源热泵工程的企业应具备相应的从业资质,参与地源热泵工程的从业人员应进行全面系统的技术培训并持证上岗。

5) 强化质量,考核结果

政府相关管理部门应加强对地源热泵应用项目的质量管理,应建立项目评估机制,并对应用项目进行能效测评,以考核的结果来强化各实施环节的有效控制。应加强对地源热泵相关产品、设备的质量监督,强化市场准入,建立相关应用产品、设备的认证标识体系,加大对产品、设备性能的检测力度,确保产品质量。

6) 加强监管,保障运行

为保证地源热泵系统运行的安全可靠,应严格按照地源热泵系统建设管理办法对地源热泵系统的建设和应用进行全过程的监督管理。相关职能部门对武汉市地源热泵项目的设计、建造过程实施统一监督管理,在明确政府管理职责的基础上,按照各自职责切实做到分工合作、闭环管理,使地源热泵系统勘察、设计、施工安装和运行管理全过程得到监管和控制。对新建的地源热泵系统进行实时在线监控,实行能源审计和用能考核。