

南通市主城区地下水源热泵应用探讨

王琦¹, 范冠宇¹, 朱奇志², 施春华¹, 张沙沙¹, 陈亚楠¹

(1. 江苏省地质环境勘查院, 江苏南京 210002; 2. 南京市水务局, 江苏南京 210008)

摘要: 依据南通市主城区水文地质、工程地质条件, 探讨南通市浅层地温能开发利用现状, 经分析南通地区水文地质条件适合采用地下水源热泵系统, 可以充分发挥水源热泵系统的优势。依据回灌试验评价了南通市应用地下水源热泵系统开发浅层地温能的优势及其存在问题, 提出地下水源热泵开发利用工作建议, 为南通市主城区浅层地温能可持续开发利用、建设项目工程设计和环境管理提供科学依据。

关键词: 浅层地温能; 地下水水源; 热泵系统; 南通市

中图分类号: [TV138] **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 08-0009-03

Discussion on the application of groundwater heat pumps in Nantong urban area

WANG Qi¹, FAN Guanyu¹, ZHU Qizhi², SHI Chunhua¹, ZHANG Shasha¹, CHEN Yanan¹

(1. *Geological Environment Exploration Institute of Jiangsu Province, Nanjing 210002, Jiangsu;*
2. *Nanjing Water Affairs Bureau, Nanjing 210008, Jiangsu*)

Abstract: According to the hydrogeological and engineering geological conditions of Nantong urban area, the exploitation and utilization situation of shallow geothermal resources in Nantong is analyzed. The result shows that groundwater heat pumps (GWHPs) are appropriate for Nantong. According to the groundwater recharge test, the advantages and problems of groundwater heat pumps are evaluated. Suggestions for the development and application of groundwater heat pumps are proposed. Scientific basis of sustainable development and utilization of shallow ground temperature, design and environmental management of construction project in Nantong urban area is provided.

Key words: shallow geothermal energy; groundwater source; groundwater heat pumps (GWHPs); Nantong City

0 引言

浅层地温能是指赋存于地表以下一定深度范围内(200 m埋深), 温度一般低于25℃, 在当前技术、经济条件下具备开发利用潜力的地球内部热能资源, 是地热资源的一个组成部分。浅层地温能被利用的实质是冬夏两季地层中比较恒定的

温度与外界空气的温度存在较大反差, 应用热泵系统将浅层地温能作为冷热源进行能量转换, 从而为建筑物供暖或制冷^[1]。目前主要以土壤源热泵和地下水源热泵两种浅层地温能开发利用方式为主。地下水源热泵节能减排效果显著, 这项节能技术应用于我国, 可以在一定程度上缓解我国的能源压力^[2-3]。

收稿日期: 2016-04-13

作者简介: 王琦(1972-), 男, 高级工程师, 主要从事水文地质、环境地质及地热地质研究工作。

相比于日本、北美及中、北欧等国家,我国在该领域的研究起步相对较晚,到20世纪80年代末才有少数单位先后开展这项工作^[4-6]。目前,热泵技术在欧美国家比较成熟,并广泛应用。在当前能源形势十分严峻的情况下,我国推广较快,已经成为热泵应用第二大国^[7]。我国各区域地形、地貌、水文地质条件差异性较大,因地制宜地选择热泵开发利用方式,科学合理地开发利用浅层地温能对改善我国现有能源结构、促进实现国家节能减排战略目标具有十分重要的意义。

1 南通市浅层地温能赋存条件分析

1.1 气候条件

南通市按照我国建筑气候划分,属于“夏热冬冷”地区,最适宜使用浅层地温能为建筑物供暖制冷。夏季最热月平均温度为25~30℃;冬季潮湿寒冷,最冷月平均温度为2~7℃,因此在一个年周期内均需供冷和供暖,但由于供冷和供暖周期的不同,冷暖负荷有一定的差距,特别适合推广热泵技术,从而充分发挥地下蓄能的作用。

1.2 水文地质条件

南通市第四系松散孔隙含水层水资源丰富,尤其是浅层水和第I承压水含水层,其水质矿化度较高,不符合饮用水的条件,在其他领域暂无开采利用价值,但基本符合水源热泵的运用条件。

浅层水是指埋藏相对较浅,与当地大气降水或地表水体有直接补排关系的地下水,它包括潜水和弱承压水,含水层(组)由第四系全新统组成,厚度20~50m。潜水位埋深一般为1~3m,单井涌水量一般小于100m³/d,且向南富水性逐渐趋好,至沿江地区单井涌水量大于100m³/d,地下水矿化度1~3g/l左右。

第I承压水含水层(组)由上更新统冲积、冲海积松散地层组成,分布广泛。含水层顶板埋深50~60m,北部浅,南部深。含水层厚度30~80m,含水层岩性以灰、浅黄色粉细砂、细砂为主,局部地段颗粒较粗,为灰色中粗砂、中细砂。富水性较好,单井涌水量2000~3000m³/d,承压水头埋深4~5m。水质较复杂,矿化度一般为1.0~4.7g/l。

浅层水富水性一般,第I承压含水层富水性好,但水质差。水文地质勘察可以根据建筑应用的能源需求,因地制宜选址,为地下水源热泵空调系统的科学合理应用提供依据。部分水质指标达不到

地下水源热泵的要求,可以采用经济环保的物理处理方法,或在地下水与水源热泵机组之间加设中间换热器。对于腐蚀性及硬度高的地下水,应设置抗腐蚀的不锈钢换热器或钛板换热器^[8]。

1.3 工程地质条件

根据我省热泵使用情况分析,大部分热泵使用深度均在80~120m,南通市主城区一般20m以松散~稍密状粉土、粉砂为主;20~35m以稍密~中密状粉砂为主,局部夹少量粉土层;35~50m以软塑~可塑状粉质粘土为主;50~120m以中密~密实状粉砂、细砂~中粗砂为主,局部夹粉土、粉质粘土薄层,该层由上至下逐渐由粉砂、细砂变为细砂夹中粗砂、含砾中粗砂。

南通市全市范围内基本上为第四纪地层所覆盖,第四系地层厚度100~400m,岩性多为粉细砂、细砂、中粗砂及砂质粘土。岩性的导热率、热扩散率、含水率高,是理想的换热介质,地层岩性具有可钻性好、施工成本低的特点。

2 南通市主城区地下水源热泵开发利用现状

2.1 开发利用方式

地下水源热泵需要有丰富和稳定的地下水资源,它是利用水与地能(特指地下水)进行冷热交换来作为水源热泵的冷热源,冬季把地能中的热量“取”出来,供给室内采暖,此时地能为“热源”;夏季把室内热量取出来,释放到地下水中,此时地能为“冷源”。南通市主城区范围内第四系松散孔隙含水层水资源丰富,尤其是上层的第I承压含水层,基本符合水源热泵的应用条件,是水源热泵机组良好的水源^[8]。南通地区的水文地质条件为地下水源热泵系统的利用提供了有利条件,南通市浅层地温能资源开发利用形式主要为地下水源热泵形式。

根据2010年《江苏省地源热泵系统取水许可和水资源费征收管理办法》,我省限制发展以深层地下水为水源的地下水源热泵系统。根据2013年江苏省地下水超采区划分方案,除南通市海门严重超采区划分为地下水禁采区,其他区域划分为地下水限采区。从总体来看,压采与禁采主要针对深部地下含水层(第III承压),不影响南通地区开发利用地下水源热泵系统。

2.2 开发利用现状

近年来, 南通地区地下水源热泵系统的发展较为迅速。从 2007 年开始, 南通市主城区已先后开展的有百安谊家大厦、江苏益兴集团总部商务楼、南通大通宝富研发中心、南通市第三中学游泳馆、南通市新天地健身中心、南通师范第二附属小学游泳馆、启秀艺家、南通天宝国能大厦城等多家地下水水源热泵系统项目建设。在建有南通市工青妇活动中心、苏建名都城、恒隆国际、南通苏建国际城等项目。累计使用面积超过 90 万 m^2 , 主要是用于建筑物夏季制冷、冬季供暖^[9]。

3 南通市主城区地下水源热泵应用的优势与存在问题

3.1 地下水源热泵应用的关键技术

依据国家标准《地源热泵系统工程技术规范》, 地下水源热泵系统采用地下水同层回灌的循环利用技术^[10], 根据该系统的用水工艺流程, 地下水进入系统后, 只在机组水源循环系统提取或释放热能, 再把水回灌到地下, 采用以水为介质的换热装置, 使用的是浅层地下水, 该系统仅消耗极少的水量(2‰)^[11]。所以, 地下水同层回灌技术的应用, 使得地下水源热泵的开发利用不会对地质环境造成破坏。科学设计灌抽比(回灌井和抽水井的比例)成为水源热泵应用的关键因素。在调查区开展 5 组抽水-回灌试验, 试验段为第 I 承压含水层, 岩性为中粗砂及含砾中粗砂, 试验段长度 20 m。经计算, 南通主城区的回灌比结构相同的同层抽灌水井, 在抽水降深和回灌压力相似情况下, 抽水量大于回灌量 2~3 倍, 采灌比为 0.35~0.65, 即一个开采井的水量完全回灌, 需 2~3 眼回灌井。

3.2 地下水源热泵应用的主要优点

南通地区水文地质条件适合采用地下水源热泵系统, 可以充分发挥水源热泵系统的优势。水源热泵系统地温能利用率高, 对地下水的利用采用封闭式循环方式, 当地下水从供水井取出后, 进入空调系统主机, 与热交换器(蒸发器、冷凝器等)进行热交换, 完成热量交换后的水被输送到回灌井重新回灌到地下。整个循环为一个封闭的系统, 换热直接, 能量损耗较小。一般空调对着空气换热称为风冷热泵, 缺点在于天气炎热或者寒冷最需要冷量或热量时效率反而下降。南通市第 I 承压含水层水温一年四季基本恒定在 19℃左右, 略

高于该地区平均温度 3 到 5 度, 使得热泵无论在制冷或制热工况中均处于高效率点。

地下水源热泵系统项目水井一般布设在建设项目用地红线四周, 不影响工程建设周期, 井台建设占用地面空间较少, 利于维护, 目前施工、回灌、回灌工艺较成熟。同时, 提高了南通地区第 I 承压含水层地下水资源利用率且能源可再生, 南通市第 I 承压水水质差, 利用率低, 作为地下水源热泵系统冷热源提高了该层地下水资源利用率。

3.3 地下水源热泵应用存在的问题

(1) 由于南通地区第 I 承压水为微咸水一咸水, Cl^- 离子等含量较高, 对一般设备具有一定的腐蚀性, 同时容易产生结垢现象。

(2) 欠缺区域浅部地下水调查及地温能资源调查研究等基础工作, 没有查清地区资源量基础资料, 缺乏有效规划和管理, 造成资源浪费或配置不当。

(3) 地下水的回灌监测与计量尚未进行, 同时缺乏对地下水温度场长期观测, 受冷热效应的影响, 对可能产生新的环境地质问题认识和研究不足, 影响浅层地温能资源的可持续利用和开发。

(4) 地下水源热泵系统项目多为群井建设项目, 设计和施工不当, 极易造成地下水环境或地质环境的破坏。

4 结语

建议开展后续浅层地温能调查研究工作, 查明南通市浅层地温能资源量, 为地下水源热泵在南通市地区应用推广提供依据。开展地下水源热泵系统运行工况下的地下水温度场监测, 预测可能产生的环境地质问题并提出保护意见。

参考文献:

- [1] 邓高. 浅层地温能资源的调查评价与开发利用[J]. 中国地质学会, 2012: 62-71.
- [2] 李玉云. 武汉地区地下水地源热泵的应用与分析[J]. 暖通空调, 2006, 36(6): 111-115.
- [3] 周建伟, 谢先明, 周爱国, 等. 武汉市地下水源热泵应用研究现状及发展前景分析[J]. 工程建设与设计, 2007(11): 9-13.
- [4] 徐伟. 中国地源热泵发展研究报告(2013)[D]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.

(下转第 15 页)

