

文章编号:1673-9469(2008)02-0025-04

## 我国地源热泵的发展现状及国外热泵推广策略

张明杰,王景刚,鲍玲玲

(河北工程大学 城建学院,河北 邯郸 056038)

**摘要:**以环保和科学配置能源为目的,介绍了我国地源热泵的研究发展情况,并结合国内典型工程实例,总结了目前我国地源热泵的应用情况。为了保证地源热泵系统在我国能够健康快速发展,还介绍了国外一些国家促进热泵应用的发展策略,在此基础上,对促进我国的热泵发展提出了几点建议。

**关键词:**热泵;地源热泵;发展策略

**中图分类号:** TU831.4

**文献标识码:** A

### Development situation of ground - source heat pump in China and the popularizing policy of heat pump in foreign country

ZHANG Ming-jie, WANG Jing-gang, BAO Ling-ling

(College of Urban Construction, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

**Abstract:** This paper introduces the development GSHP in China for the purpose of Environmental protection and scientific distribution of energy. Applications of ground - source heat pump are summed by taking the typical project as the examples. Policies of heat pump application in some foreign countries are introduced in order to guarantee a healthy and rapid development for ground source heat pump in China. It gives suggestions on how to promote the development of heat pump in China on the basis of referring heat pump application in several foreign countries, .

**Key words:** heat pump; ground - source heat pump; development policy

能源是人类赖以生存和发展的物质基础。随着人类文明进步和社会发展,人类对能源的消耗越来越多,导致能源枯竭、环境恶化等严重后果。我国是一个人口众多、人均能源占有量比世界平均水平还低的发展中大国,能源供给不足已经成为制约我国经济可持续发展的瓶颈。今后科学用能将是缓解我国能源短缺的主要途径之一。

科学用能主要指科学使用能源、科学配置能源和科学管理能源。众所周知,热泵是一种使热量从低位热源流向高位热源的节能装置<sup>[1]</sup>。它可以把不能直接利用的低位热能(如空气、土壤、水中所含的热能、太阳能、生活和生产废热等)转换为可以利用的高位热能,从而达到节省部分高位能(如石油、天然气、煤炭、电能)的目的。本文就

我国地源热泵的发展现状与国外热泵推广策略进行了介绍。

### 1 我国地源热泵的发展现状

#### 1.1 研究概况

我国最早开展地源热泵研究的是天津大学、天津商学院、青岛建工学院等,初期的研究主要是关于系统性能方面的试验研究。同济大学、重庆建工学院、湖南大学,山东建筑工程大学等相继建立了水平埋管和竖直埋管换热器的地源热泵的实验装置,热泵技术的研究进入了一个新的发展阶段。这一阶段的研究主要内容如下:有关地源热泵理论方面的研究,地热换热器的传热模型研究、

收稿日期:2007-12-07

作者简介:张明杰(1982-),男,河北邢台人,硕士研究生,从事暖通空调研究。

地热换热器换热计算模拟研究、水平埋管换热器夏季瞬态工况数值模拟研究、地热换热器合理间距的理论分析、土壤冻结对地热换热器传热的影响研究、地热换热器间歇运行工况分析;并完成了地源热泵供冷及供热方面的试验<sup>[2-8]</sup>。目前,地源热泵技术与冰蓄冷技术,以及地源热泵与太阳能技术的结合使用也成了当前的研究热点。

上海海事大学(郑学林、朱仕武)对埋地换热器动态特性以及土壤源热泵节能潜力方面的基础性研究<sup>[9]</sup>,重庆大学(刘宪英等)通过对试验模型热过程的深入分析,建立了与实际地下埋管换热器结构参数相吻合的三维传热数学模型,通过有限单元法和向前差分法求解相应微分方程求解并对结果进行了关联耦合,详细分析了埋管换热器的短期和长期运行特性<sup>[10]</sup>。王勇在线热源模型基础上提出将平均传热系数作为新的传热评价标准,理论上对比分析了套管式和U型管式地下换热器的传热热阻<sup>[11]</sup>。曲云霞对组成土壤源热泵系统的各个环路进行了研究,并利用能量守恒和质量守恒原理建立了土壤源热泵系统的仿真模型<sup>[12]</sup>。同济大学(张旭、周亚素)对土壤及不同比例的土沙混合物,在不同含水率,不同密度条件下的导热系数进行实验研究,分析影响土壤热交换能力的因素,发现土壤及土沙混合物的导热系数随密度和含水率的增加而增加<sup>[13]</sup>。河北工程大学(原河北建筑科技学院)王景刚等对辅助冷却复合地源热泵系统可行性进行了分析<sup>[14]</sup>,王侃宏等对太阳能辅助加热土壤源热泵系统进行了理论分析<sup>[15]</sup>。

近年来,地源热泵在工程应用方面也有了不少的发展。西安交通大学从整体用热电比拟法,由土壤源热泵单元埋管换热器的热响应特性曲线推导出了单元埋管换热器性能的工程计算方法。虽然简单、物理概念清晰,但如果和土壤源热泵系统地下换热器在地下取热或放热量累计测量装置相结合,又不失为一种准确的工程计算方法<sup>[16]</sup>。湖南大学在分析垂直埋管各种模型的基础上,选择线源模型对垂直埋管地源热泵的地下温度场进行模拟,分析计算地下温度场达到热饱和时埋管壁温度的变化。比较了在考虑埋管间相互影响的情况和不考虑相互影响的情况下埋管壁温度的变化、埋管的埋深对地下温度变化的影响等。提出了几种避免地下温度场发生变化的方法<sup>[17]</sup>。

## 1.2 国内应用现状

根据对国内160余项典型工程的统计显示:办公楼40%、宾馆、酒店19%、住宅12%、厂房9%、别墅、度假村7%、商场6%、学校建筑5%、医院建筑3%,可以看出,地源热泵技术已经在多种类型的工程中应用。调查显示,从空调供热(制冷)面积来看,面积在5万 $m^2$ 以上的项目约占14%;在1~5万 $m^2$ 的约占48%,1万 $m^2$ 以下的约占39%。其中大的在几十万 $m^2$ ,像北苑家园小区面积达80万 $m^2$ 。小的一些私家别墅只有约200~300 $m^2$ ,像北京如茵小筑别墅10号地源热泵供暖空调工程仅220 $m^2$ 。

从项目上看,1000万以上的项目占14%;500~1000万元以上的项目占21%,500万以下的项目占65%。可见目前实施地源热泵技术的工程中还是中小项目居多。从竣工的时间看,2000年2项、2001年4项、2002年11项、2003年21项、2004年43项、2005年83项,从中不仅可以看出近年来地源热泵工程应用日益增多,而且呈现成倍增长的趋势<sup>[18]</sup>。

在能源日益紧张的情况下,业内人士正在大力开发各种不同的能源渠道和探索符合能源形式。而且据调查,目前在应用工程中的冷热源呈现了丰富的多样性,除了采用浅层、深层的地下水、土壤源外,还用到了城市污水、消防池及泳池水、水库水、地表河流水、中央空调冷凝热等作为冷热源。

## 2 国外促进热泵发展的策略

前几年国外,尤其是欧洲的热泵市场发展并不平衡,但近年来通过政府对热泵产业的扶持,对电能与其他能源的价格关系进行调整等措施,以及热泵技术的进步等因素,地源热泵技术得到了很大程度的发展<sup>[19,20]</sup>。

1) 美国。在美国政府介入地源热泵产业之前,就有实业家,包括承包商和生产者,建立了这方面的公司,但是他们的规模都很小。到20世纪80年代,许多公共事业单位开始在他们的服务区内赞助有关地源热泵的项目,并取得了成功。20世纪90年代美国政府开始关注地源热泵。为了大力发展地源热泵使它能被消费者接受,他们国家多个公共组织与相关工厂、实验室以及大学等

合作建立项目,而且政府和公共单位的赞助从1994年到2000就已投入了100万美元<sup>[21]</sup>。

2)瑞士。在瑞士空气源热泵虽仍占有主导地位(55%),但地源热泵增长迅速(占有40%的市场份额)。瑞士热泵的推广应用方面有如下一些措施:在《能源瑞士》规划中,要求到2010年,至少有10万台热泵投入使用;成立瑞士热泵协会。这个协会由承包商、设计者、制造商、电力公司、联邦和当地的政府部门组成,协会所需财政的50%由联邦政府补助;为安装热泵的用户提供财政补助;在各种媒体上大力宣传热泵产品,每年举行热泵供暖展示活动;对热泵产品的质量进行认证,监督热泵的运行效果;为热泵应用提供特殊电价,以降低运行费用;为热泵用户提供培训等。

3)瑞典。瑞典的热泵市场是在1986-1990年间发展起来的,当时是由于油价上涨。但从1991-1994年间,由于住宅建筑市场停滞、油价回落、政府取消财政补贴等,再加上承包商由于缺乏专业的安装技术对热泵造成的负面影响,热泵市场衰落。1995年,热泵市场再一次扩大,原因有以下几个方面:政府部门新闻导向的宣传,鼓励采用热泵这种“自然供暖”新技术;政府对替换直接电供暖和燃油供暖的其他供暖系统实施财政补贴措施;国家热泵促进会(SVEP)指定了热泵安装资质和安全的一揽子计划,提高了热泵的安装质量和使用安全性;新建住宅和原有供暖系统的改造增加;由于电价较低,而油价相对较高,从运行费用来讲,热泵处于竞争的优势地位。

4)法国。由于法国的地理位置特殊,其北部和东部地区的气候条件与德国和瑞士相似,需要供暖;而南部地区的气候条件与西班牙和意大利相似,冬季需要供暖,夏季需要供冷。因此,利用热泵系统可以同时解决冬夏季供暖和/或供冷问题。

到目前为止,法国并没有全国性的热泵推广计划。但在ADEME(由法国环境、交通、工业、和研究部门组成的一个机构)和EDF之间就热泵应用达成一个协议,这个协议主要包括以下几个方面:为地源热泵系统的典型提供特殊资助;对热泵系统的技术、经济和环保进行调研;另外,EDF也制定了热泵推广措施,主要包括:为销售人员提供培训和技术支持;为用户提供各种热泵系统的技术咨询;为用户提供财政补贴或担保;进行商业宣传等。

5)德国。在德国,政府部门并没有制定特殊政策来促进热泵的推广,但对应用绿色能源和HCFC制冷剂有补贴。德国也有热泵推广协会(IWP),对热泵的质量进行监督和推广,同时协调其他公用事业单位制定一些热泵推广措施,这些措施包括:为用户提供选择各种热泵的意见和建议;为用户提供财政补贴或担保;为用户提供一揽子计划,包括设备、安装和运行维护等。总体上来讲,推动德国热泵发展的动力还是市场本身,政府部门的作用较少。安装的热泵系统中,70%为地源热泵系统,其次是空气源热泵系统<sup>[22]</sup>。

### 3 几点建议

1)其他能源如太阳能、水能等与地热源联合应用。土壤源热泵虽然环保节能,但是根据不同地区的气候、地理条件等,可以将太阳能以及水能等与热泵系统结合起来使用,以更有效地利用能源、节约能源。有效地利用土壤蓄冷,可以缓解由于冷热负荷差别太大引起的矛盾。

2)规范国内的地源热泵市场。国内生产地源热泵的企业和厂家越来越多,这本是好事,但是有些产品的性能和质量令人堪忧。劣质产品不但影响热泵系统的性能,而且还可能造成更大的隐患,因此需要国家在这方面出台更多的标准和规范。

3)向大众推广热泵。由于中国人口密度大,人均占地少,发展大量的别墅并不现实,因此应积极探索高层住宅或公寓中热泵系统的发展应用。

4)加强新闻宣传力度。这些宣传不但在专业期刊上,而且更重要的是在公众新闻媒体和电视上,这些宣传对促进热泵市场的发展有着极其强烈的影响。

5)为了监督热泵设备的质量,保证热泵系统安全、高效运行,建议成立热泵应用监督机构。

### 4 结语

节能降耗始终是空调领域的重要研究课题之一,随着人们对减少温室效应认识的提高,空调能源利用效率变得更加重要。由于热泵技术能提高能源利用率,它成了合理利用能源的典范。据预计,暖通空调行业将会经历热泵发展的又一次兴旺期,我们应当从思想上作好准备,加强有关热泵空调方面的研究工作,并借鉴国外的推广应用经

验,积极地促进我国热泵空调的发展应用。

#### 参考文献:

- [1] 姚杨,马最良. 浅议“热泵”定义[J]. 暖通空调, 2002, (3):33.
- [2] 方肇洪,刁乃仁,苏登超. 竖直 U 型埋管地源热泵空调系统的设计与安装[J]. 现代空调, 2001, (3):101 - 105.
- [3] 张旭. 土壤源热泵的实验及相关基础理论研究[J]. 现代空调, 2001, (3):75 - 86.
- [4] 涂锋华,赵军. 地源热泵的工程应用与环保节能特性分析[J]. 节能与环保, 2001, (3):33 - 35.
- [5] 李元旦,张旭,周亚素. 土壤源热泵冬季启动工况实验研究[J]. 暖通空调, 2001, 31(1):17 - 20.
- [6] 曲云霞,张林华,崔永章. 地源热泵及其应用分析[J]. 可再生能源, 2002, (4): 7 - 9.
- [7] 王景刚,马一太,张子平. 地源热泵的运行特性模拟研究[J]. 工程热物理学报, 2003, 24 (5):361 - 366.
- [8] 王景刚,孙建平. 地源热泵运行特性的影响因素研究[J]. 建筑科学, 2004, 20(增刊 - 1):203 - 208.
- [9] 朱仕武. 地源热泵埋地换热器动态特性及地上机组节能研究[D]. 上海:上海海事大学, 2002.
- [10] 魏唐棟. 地源热泵地下套管式埋管换热器性能研究[D]. 重庆:重庆大学, 2001.
- [11] 王勇. 地源热泵研究 - 地下换热器性能研究[D]. 重庆:重庆大学, 1997.
- [12] 曲云霞. 地源热泵系统模型与仿真[D]. 西安:西安建筑科技大学, 2004.
- [13] 李元旦,张旭. 土壤源热泵冬季启动工况的研究[J]. 暖通空调, 2001, 31(1):17 - 20.
- [14] 王景刚,孙培杰,王惠想,等. 辅助冷却复合地源热泵系统可行性分析[J]. 河北建筑科技学院学报, 2005, 22 (3):8 - 10.
- [15] 王佩宏,毕文峰,乔华,等. 太阳能辅助加热土壤源热泵系统理论分析[J]. 河北建筑科技学院学报, 2005, 22 (1):10 - 14.
- [16] 曹琦. 土壤源热泵单元埋管换热器的热响应特性曲线热电比拟分析[J]. 工程建设与设计, 2007, (9):17 - 20.
- [17] 陈贺伟,杨昌智. 土壤源热泵空调系统地下土壤温度场变化的研究[J]. 建筑节能, 2007, 4, (35):51 - 54.
- [18] 马最良,吕悦. 地源热泵系统设计与应用[M]. 北京:机械工业出版社, 2006.
- [19] WARNELOV J. Ground - coupled heat pump market and prospects in Europe [A]. 7th international energy agency conference on heat pumping technologies[C]. Beijing, China Architecture Design and Research, 2002:365 - 375.
- [20] 张佩芳. 浅谈地源热泵国内外的的发展概况[J]. 通用机械, 2003, (5):13 - 15.
- [21] L PRATSCH, P HUGHES. Technical and market Results of Major U.S. geothermal heat pump programs [A]. 7th international energy agency conference on heat pumping technologies[C]. Beijing, China Architecture Design and Research, 2002:351 - 358.
- [22] 杨自强,赵琰. 欧洲住宅领域热泵应用现状[J]. 暖通空调, 2005, (2):31 - 34.

(责任编辑 闫纯有)

作者: 张明杰, 王景刚, 鲍玲玲, ZHANG Ming-jie, WANG Jing-gang, BAO Ling-ling  
作者单位: 河北工程大学, 城建学院, 河北, 邯郸, 056038  
刊名: 河北工程大学学报(自然科学版)   
英文刊名: JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING (NATURAL SCIENCE EDITION)  
年, 卷(期): 2008, 25 (2)  
被引用次数: 3次

## 参考文献(22条)

1. 姚杨;马最良 浅议“热泵”定义[期刊论文]-暖通空调 2002(03)
2. 方肇洪;刁乃仁;苏登超 竖直U型埋管地源热泵空调系统的设计与安装 2001(03)
3. 张旭 土壤源热泵的实验及相关基础理论研究 2001(03)
4. 涂锋华;赵军 地源热泵的工程应用与环保节能特性分析[期刊论文]-节能与环保 2001(03)
5. 李元旦;张旭;周亚素 土壤源热泵冬季启动工况实验研究[期刊论文]-暖通空调 2001(01)
6. 曲云霞;张林华;崔永章 地源热泵及其应用分析[期刊论文]-可再生能源 2002(04)
7. 王景刚;马一太;张子平 地源热泵的运行特性模拟研究[期刊论文]-工程热物理学报 2003(05)
8. 王景刚;孙建平 地源热泵运行特性的影响因素研究[期刊论文]-建筑科学 2004(z1)
9. 宋仕武 地源热泵埋地换热器动态特性及地上机组节能研究[学位论文] 2002
10. 魏唐棣 地源热泵地下套管式埋管换热器性能研究[学位论文] 2001
11. 王勇 地源热泵研究-地下换热器性能研究[学位论文] 1997
12. 曲云霞 地源热泵系统模型与仿真[学位论文] 2004
13. 李元旦;张旭 土壤源热泵冬季启动工况的研究[期刊论文]-暖通空调 2001(01)
14. 王景刚;孙培杰;王惠想 辅助冷却复合地源热泵系统可行性分析[期刊论文]-河北建筑科技学院学报(自然科学版) 2005(03)
15. 王侃宏;毕文峰;乔华 太阳能辅助加热土壤源热泵系统理论分析[期刊论文]-河北建筑科技学院学报(自然科学版) 2005(01)
16. 曹琦 土壤源热泵单元埋管换热器的热响应特性曲线热电比拟分析[期刊论文]-工程建设与设计 2007(09)
17. 陈贺伟;杨昌智 土壤源热泵空调系统地下土壤温度场变化的研究[期刊论文]-建筑节能 2007(04)
18. 马最良;吕悦 地源热泵系统设计与应用 2006
19. WARNELOV J Ground-coupled heat pump market and prospects in Europe[会议论文] 2002
20. 张佩芳 浅谈地源热泵国内外的发展概况[期刊论文]-通用机械 2003(05)
21. LPRATSCH;PHUGHES Technical and market Results of Maljor U.S.geothermal heat pump programs[会议论文] 2002
22. 杨自强;赵琰 欧洲住宅领域热泵应用现状[期刊论文]-暖通空调 2005(02)

## 本文读者也读过(6条)

1. 郁松涛;马宏权 浅析我国地源热泵系统的应用及进展[期刊论文]-建设科技2008(18)
2. 赵兴楼;张树国;张艳娟;ZHAO Xing-lou;ZHANG Shu-guo;ZHANG Yan-juan 水源热泵及应用现状[期刊论文]-建筑节能2007, 35(12)
3. 杨爱;刘圣春;Yang Ai;Liu Shengchun 我国地源热泵的研究现状及展望[期刊论文]-制冷与空调2009, 9(4)
4. 韩冬瑞 地源热泵的发展与应用研究[期刊论文]-现代经济信息2009(18)

5. [江辉民, 王洋, 赵丽莹, 马最良](#) [国内外热泵的发展与新技术](#) [期刊论文]-[建筑热能通风空调](#)2003, 22 (4)
6. [范贇, 徐伟, Fan Yun, Xu Wei](#) [日本热泵蓄能技术的发展现状与趋势](#) [期刊论文]-[暖通空调](#)2008, 38 (1)

#### 引证文献(4条)

1. [刘之光, 陈华, 周楚](#) [我国地源热泵应用现状及特点分析](#) [期刊论文]-[洁净与空调技术](#) 2013 (2)
2. [郭德天](#) [浅层地热能开发与应用现状](#) [期刊论文]-[中国科技纵横](#) 2013 (16)
3. [管昌生, 门小静](#) [地源热泵系统动态经济性分析](#) [期刊论文]-[节能](#) 2009 (9)
4. [乜艳, 赵长荣, 胡云状, 杨吉龙, 董杰英, 赵琳如, 肖震](#) [廊坊地区浅层地热能开发前景及地下水回灌试验研究](#) [期刊论文]-[地质调查与研究](#) 2012 (4)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_hbjzkjxyxb200802007.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb200802007.aspx)