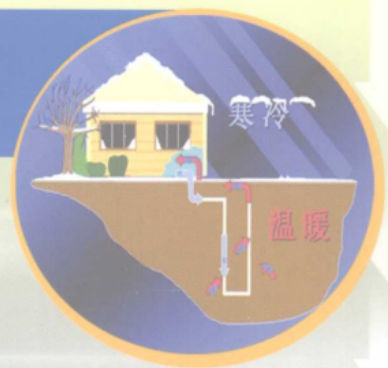


DIWEN ZIYUAN YU DIYUAN REBENG
JISHU YINGYONG LUNWENJI

地温资源与地源热泵 技术应用论文集

(第二集)

中国资源综合利用协会地温资源综合利用专业委员会 编



地质出版社

DIWEN ZIYUAN YU DIYUAN REBENG
JISHU YINGYONG LUNWENJI

地温资源与地源热泵 技术应用论文集

(第二集)



ISBN 978-7-116-05861-3



9 787116 058613 >

定价：38.00 元

地温资源与地源热泵技术 应用论文集

第二集

中国资源综合利用协会地温资源综合利用专业委员会 编

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

文集中编辑了部分省、市、自治区等相关职能部门对地源热泵技术推广应用出台的一些方针政策,以及地开展地源热泵技术推广应用的政策支持和实施办法等。文集对浅层地温能特性的认识和评价,对地下换热器(地埋管系统)对岩土体的(冷、热)影响问题,地下水源热泵系统对地下水动力场、温度场、水化学场的影响等诸多问题进行了深入探讨。虽然目前对地埋管系统热传导的数字模拟、地下水源热泵系统中异井抽水与回灌的最佳距离、同井抽水与回灌的水动力场与温度场的变化对热泵系统功效影响等问题研究,仍处于初期阶段,但是,有些工程利用对地源热泵系统地下温度场进行长期监测的数据分析研究得出了十分有意义的初步结论。今后更多的工程对地下温度场监测的分析研究,对正确评价地下能量和指导地源热泵系统的优化运行将起到重要作用,同时,对于地源热泵技术与水文地质和工程地质学结合的深入开展具有实际意义。

图书在版编目(CIP)数据

地温资源与地源热泵技术应用论文集. 第2集/中国资源综合利用协会地温资源综合利用专业委员会编. —北京:地质出版社, 2008. 10

ISBN 978-7-116-05861-3

I. 地… II. 中… III. ①地热-资源开发-文集②地热-资源利用-文集③热泵-空气调节器-文集 IV. P314.2-53 TU831.3-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 154992 号

责任编辑: 郑长胜

责任校对: 郑淑艳

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话: (010) 82324508 (邮购部); (010) 82324575 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zhs@gph.com.cn

传 真: (010) 82310749

印 刷: 北京印刷学院实习工厂

开 本: 787 mm × 1092 mm ¹/₁₆

印 张: 21.75

字 数: 450 千字

印 数: 1—1200 册

版 次: 2008 年 10 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-05861-3

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

《地温资源与地源热泵技术应用论文集》

编 委 会

主 编：姜建军

副 主 编：陈小宁 田廷山 王文科 李文鹏 殷跃平

编 委：（按姓氏笔画排序）

丁良士 马最良 王立发 王安民 王贵玲

王旭升 王新北 尹 恒 丛旭日 冉伟彦

孙 骥 李云峰 李继江 关卫省 闫晓霞

陈建平 汪训昌 肖桂珍 杨自强 杨胜科

苏宇贵 张 旭 张安京 张延军 张德忠

张德祯 周 训 周建伟 官燕玲 吴展豪

林 黎 武 强 郑秀华 赵春光 晏可奇

徐 前 徐生恒 钱 会 葛亚飞 曹 琦

楼洪波 董 颖 韩子夜 韩再生 鲍士雄

责任编辑：王 宏 张 玲 徐苑芝 赵继昌

顾 问：任 湘 王秉忱 石定寰 李佩成 汪集旸

吴元炜 汤中立

前 言

国土资源部地质环境司、中国地质环境监测院、中国资源综合利用协会地温资源综合利用专业委员会与长安大学于2008年10月18至19日在西安市长安大学联合召开“地温资源开发与地源热泵技术应用论坛”大会。参加会议的代表有来自水文地质、工程地质、暖通空调和系统控制专业的科学研究、勘察设计和施工安装等部门的专家、教授、学者、企业家、工程技术人员以及国际组织的代表等。本次论坛征集了60多篇论文,从中选用了代表不同学科的40多篇文章正式出版。其内容包括了地源热泵技术的多个领域,重点对保护地质环境与合理利用地温资源、地下水资源以及热泵系统与地下换热系统的平衡及其数字模拟等问题,进行有意义的探讨。本文集还收录了部分省、市、自治区等相关职能部门对地源热泵技术的推广应用出台的一些方针政策,对读者以及尚未开展地源热泵技术的地区,都可以起到参考作用。有些文章,对于一些基础理论方面的问题进行了有益探讨,值得特别指出的是,目前,作为多学科结合的地源热泵技术在我国应用还不是十分成熟,各专业对地源热泵系统还存在不同的认识,尤其是对地下能源的认识还有待于进一步深化。但就目前我们的认识程度,提出了各自的看法,这是难能可贵的。因此,我们此次“论坛”将继承前一次“论坛”的风格,采取百花齐放、百家争鸣、异同并存的方针,希望在问题讨论和工程实践的过程中,逐步验证哪一种观点是比较符合实际的。由于地源热泵技术具有多学科交叉的特点,需要各专业人士密切配合,才能逐步取得较好的应用效果。地源热泵工程的成功与否在很大程度上取决于对地质环境(地下换热系统)的认识和了解,以及与地面热泵系统的有机结合。此次“论坛”在上次会议的基础上提出的“地源热泵系统的优化运行;地下换热器(地埋管系统)对岩土体的(冷、热)影响;地下水源热泵系统对地下水动力场、温度场、水化学场的影响”等问题都有更深入的探讨。虽然目前对地埋管系统热传导的数字模拟、地下水源热泵系统中异井抽水与回灌的最佳距离、同井抽水与回灌的水动力场与温度场的变化对热泵系统功效影响等问题,仍处于初期探讨阶段,但是,此次“论坛”提出的“利用对地源热泵系统地下温度进行长期监测的数据分析研究,得出初步结论”的做法是值得提倡的。希望今后能有更多的工程进行地下温度场的监测,对正确评价地下能量和指导地源

热泵系统的优化运行将起到重要作用，同时，对于地源热泵技术与水文地质和工程地质学结合的深入开展具有实际意义。

目前，我国已经开展的地源热泵类型较多，还有许多类型的热泵工程没有编入，如海水源热泵系统、污水源热泵系统、太阳能与地源热泵复合系统等，这些也成为我们的遗憾。由于编者的知识范围所限，难免有不足和错误之处，希望广大读者提出宝贵意见，使今后出版的专集质量更好。我们相信随着地源热泵系统的基础理论研究的深入，必将为今后科学建设地源热泵工程起到指导和借鉴作用。

文集在出版过程中得到恒有源科技发展有限公司的大力支持，在此表示感谢！

编委会
2008. 10

目次

前 言

地温（热）资源与利用篇

浅层地温（热）能资源特性及评价方法对地源热泵工程的意义

..... 王秉忱 田廷山 赵继昌等 (3)

北京市浅层地温（热）资源利用情况与相关规定介绍 陈建平 贾宏刚 (8)

沈阳市推广应用地源热泵工作情况 王新北 梁云发 (14)

我国地下水源热泵应用适宜性评价 王贵玲 刘 云 蔺文静等 (19)

浅层地热能的属性和利用 韩再生 (27)

浅层地温资源的基本内涵与勘查评价的基本理念 王贵玲 蔺文静 (32)

关于对地源热泵系统工程推行与实施监测和监管机制的建议 汪训昌 (37)

宁夏银川市地源热泵技术应用现状与展望 张 黎 王 辉 刘更生 (43)

河北平原浅层地热能开发利用前景分析 张德忠 苏永强 冯来全等 (48)

关中盆地地下水热水接受补给时的温度及热储层温度的估算

..... 胡 扬 马致远 苏 艳等 (55)

安徽省阜阳市城区地热资源 官 煜 黄多成 (61)

峨眉山仙池地热资源特征及综合利用 闫晓霞 李顺其 黄 勤等 (66)

西安市供热现状及发展 官燕玲 陈 浮 周 静等 (73)

关中盆地地热资源开发利用对环境影响分析 杨胜科 徐苑芝 王文科 (81)

地（土）源热泵系统篇

把握地源热泵高效节能运行的本质 曹 琦 (87)

基于岩土工程的地源热泵研究热点及回顾 张延军 王世辉 于子望等 (91)

成都地区地源热泵系统测试 赵跃平 赵国永 南 帅 (96)

土壤源热泵系统地下埋管管型对换热的影响 陈 萌 官燕玲 (104)

桩基与钻孔埋管地源热泵传热性能的对比 刘 俊 张 旭 高 军等 (115)

地源热泵换热孔灌浆材料导热性能实验研究 郑秀华 司刚平 周复宗等 (121)

浅层地热能冷、热响应测试仪测试及试验数据分析

..... 楼洪波 尹 恒 许有师等 (126)

天津奥林匹克体育中心体育场分散式地源热泵中央空调系统设计

.....	孙利尹斌苏宇贵等	(131)
我国土壤源热泵的研究现状及应用前景	隋学敏张旭官燕玲	(137)
土壤源热泵系统设计选型分析	李昇齐全官燕玲等	(144)
某地源热泵工程若干问题及对策研究	王勇王明国肖益民等	(151)
地源与干燥空气源相结合的节能生态型空调系统研究	高宏博黄翔吴志湘	(157)

地下水源热泵系统篇

地下水源热泵的特点和地下工程问题	王旭升	(163)
单井循环地下换热系统及研究进展	倪龙马最良	(169)
恒有源 (HYY) 单井循环换热地能采集系统的适应性及地温恢复的持续性	徐生恒王林坡程韧	(176)
恒有源 (HYY) 单井循环换热地能采集系统地下温度场与供热能力的试验研究	徐生恒王林坡孙骥	(181)
地下水源热泵工程运行合理性模拟与分析	周建伟杨涛谢先明	(186)
地下水源热泵取水引起含水层土体颗粒运动的力学特性分析	王松庆张旭	(195)
国家大剧院景观水池恒有源 (HYY) 地能热泵加热冷却系统设计运行	凌人滨贺永平祁伟丽	(199)
水源热泵热源井群布局及供水一回灌系统可行性分析	张德祯闫银花王宏等	(206)
北京友谊宾馆新建专家楼水源热泵系统设计	王永红袁东立	(214)
沈阳市地下水源热泵系统应用问题分析	晏可奇王宏	(221)
水源热泵节能系统在某改造工程中的应用	王安民赵树林曹振婷等	(226)
地能热泵在别墅中的控制应用	杜恩胜	(233)
热泵技术在发展中应注意的问题	郑爱平马乐华舟萍等	(242)
水源热泵在天津浅层地热能开发中的应用及分析	刘洋林黎赵苏民等	(248)
滨海地区水源热泵管井人工灌采地下水技术	赵树林	(256)
地源热泵的研究与发展趋势	谷雅秀	(264)
地下水与空气调节	鲍士雄	(270)
德国地源热泵项目运作模式	卢红	(276)

政策法规篇

关于印发关于发展热泵系统的指导意见的通知	北京市发展和改革委员会等	(283)
----------------------------	--------------	-------

关于地源热泵项目的申报程序及有关管理要求的说明 北京市国土资源局 (286)

关于发展热泵系统的指导意见有关问题的补充通知
..... 北京市发展和改革委员会 (289)

关于加强我市水源热泵管理工作的通知 北京市水务局 (291)

关于全面推进地源热泵系统建设和应用工作的实施意见 沈阳市人民政府 (293)

沈阳市地源热泵系统建设应用管理办法 沈阳市人民政府 (295)

关于推广地源热泵等可再生能源技术的意见 辽宁省建设厅 (299)

关于印发陕西省节能减排综合性工作方案的通知 陕西省人民政府 (301)

陕西省建筑节能条例 陕西省建设厅 (311)

北京市地热资源管理办法 (修正) 北京市人民政府 (316)

天津市地热资源管理规定 天津市人民政府 (318)

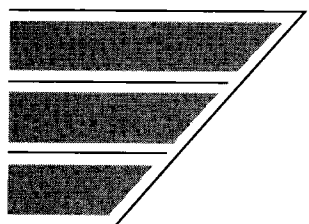
河北省地热资源管理条例 河北省人民政府 (321)

内蒙古自治区地热资源管理条例 内蒙古自治区人民政府 (325)

云南省地热水资源管理条例 云南省人民政府 (328)

银川市地热资源管理暂行规定 银川市人民政府 (331)

关于加强地热资源管理的意见 重庆市人民政府 (335)



地温（热）资源 与利用篇

浅层地温（热）能资源特性及评价方法 对地源热泵工程的意义

王秉忱¹ 田廷山^{2,3} 赵继昌^{2,3} 董颖^{2,3} 王宏^{2,3} 张玲³

(1. 建设综合勘察研究设计院, 北京 100007; 2. 中国地质环境监测院, 北京 100081;
3. 中国资源综合利用协会地温资源综合利用专业委员会, 北京 100081)

摘 要 浅层地温能是地球表层的一种低位能量, 它的特点是单位体积所含能量较低, 它来源于太阳能与深部热能的综合, 它集中体现在大地的恒温带及其相邻的地带。它的热物性参数值(导热系数、热传导率、比热容等)也较低, 因此具有缓慢的可再生性、传热性和蓄热性。在一般情况下人们很少利用这种能量。由于地源热泵技术的应用, 浅层地温能可以发挥它的潜能, 作为一种资源进行开发利用。但是地源热泵系统的特点是希望在单位体积内, 短时间提取大量的热能。这一特性与岩土层的天然热物性能存在较大的差距, 这正是要求地源热泵系统在设计阶段保障冷热负荷平衡的原因。作为特殊条件下的一种地质资源, 对它的评价要结合其利用方法 and 专业特点综合考虑。这些内容是目前任何专业都没有开展过的, 具有较大的尝试性和探索性。同时, 对水文地质学领域也是一个可以扩展的空间。

关键词 浅层地温能; 地源热泵工程; 特征与评价

1 浅层地温能

浅层地温能是指在正常地质条件下, 地下 100 m 以浅的岩土层所存在的常温能量。它的来源与特征是地球本身的结构与特征所决定的。

1.1 地球结构^[1] (见图 1)

地球半径 6378 km (赤道) ~ 6357 km (极地), 平均 6371 km;

地球表层称为地壳, 厚度为 0 ~ 33 km;

地球半径与地壳厚度之比 (0.00627), 鸡蛋半径与蛋壳之比 (0.016), 两者差 2.5 倍;

地壳相对于地球本身的厚度是极其浅薄的;

通常地下深 1 km, 其温度可达 40℃;

上地幔厚度 33 ~ 670 km; 温度 2000℃ ~ 3500℃;

第一作者简介: 王秉忱, 男, 1933 年生, 国务院参事, 勘察大师, 教授, 长期从事水文地质学, 地热学教学、科研与地源热泵技术推广工作, bcwang@sohu.com

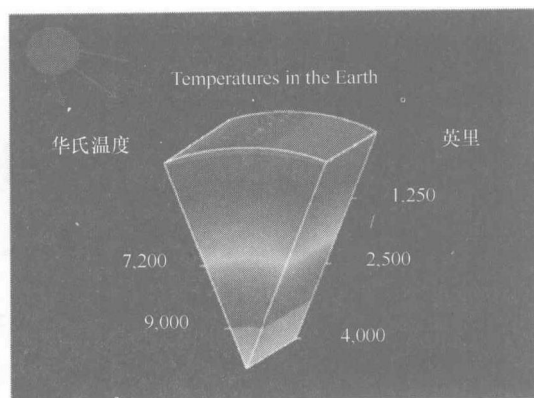


图1 地球不同深度温度变化示意图

下地幔厚度 670 ~ 2800 km;

地外核厚度 2800 ~ 4600 km; 温度 3900℃;

地内核厚度 4600 ~ 6371 km; 温度 4900℃。

1.2 地温与地热的意义

从《geological glossary》^[2]查到 Geothermal means the heat come from entrails of the earth 即来自于地球内部的热量。从《英汉地质辞典》^[3]中查到, Geothermal 是地热的, 地温的; 都是出自于同一词。从《地球科学大辞典》^[1]中查到, 中文词汇中: “地温”有两种意义, 既表示冷热程度, 又表示过程。某种场合“地温”是单指地下温度的, Geo-temperature。

我国对“地热”的定义是, 地下温度在 25℃ 以上的水流或岩土层称为地热流^[4]。地温与地热在大部分场合可以互用, 如地温梯度也称地热梯度等。地源热泵换热系统一般不超过 300 m, 在这一深度, 地下温度正常环境中不超过 25℃。在地源热泵技术应用方面, 利用浅部岩土层能量时, 应用“地温能”一词较为合适。国际地热协会定义为地下温度高于当地恒温带 10℃ 的地下流体或岩土体就称为地热体^[5]; 我国地域辽阔, 纵跨 4 个气候带^[6], 地下温度变化较大; 根据多年的应用实践和目前地源热泵工程的需要; 我国早期定义的地热概念应按照国际惯例进行修改。

1.3 地球的能量^[7]

- (1) 地球内部能量。如地温(热)能; 地磁能; 地电能; 地应力能; 重力能。
- (2) 地球外部能。如太阳能; 风能; 潮汐能; 宇宙射线能; 水能(地表水、地下水)。
- (3) 各类物质化石能。如煤、石油、天然气、水合物、生(植)物能。

1.4 浅层地温能特性

浅层地温能是客观存在的, 它是由太阳能对地球表面辐射所保留的能量与深部地心热核反应向地表扩散的综合反映。在地下 5 ~ 8 m 以上, 地下温度随季节的变化, 表现为太阳能的补充占主要地位。在 8 ~ 50 m 的岩土层中, 地球深部热核反应释放的热量向地表释

放,并逐渐降温,在这一深度这两方面的热量达到了平衡,并体现出地下恒温的特点。它表明既不受地表的季节性温度影响,又不受深部地热源的影响,温度保持稳定,称为恒温带。该地带温度一般略高于当地多年平均气温 $1^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$,如北京地区约为 15°C ,哈尔滨为 4°C ,广州 22°C 等^[7]。

地球浅部的恒温带是两种能量的平衡地带。岩土层既有吸收和释放能量的功能,又有蓄能的特点。地温资源属地球的自身资源,浅层地温能资源丰富,分布广泛,温度稳定,具有一定的可再生性、地域性和储存性。浅部(小于 100 m)的地温资源,由于温度低(小于 25°C)可直接开发利用能量有限,长期以来受到很大限制。

目前,利用不同深度的岩土层具有传热和蓄能的特性与热泵技术结合,将浅部的低品位地温能提高到高品位能量的特性,可为建筑物制冷或供暖。由于利用这种方法在经济、环保等方面具有明显的优势,节能减排效果明显,使得利用浅层地温能的热泵技术得到了广泛的推广和利用。

由于在正常浅层地温环境下,其岩土、地下水等的体积比热容较小,且热传输速度较低。这些特征与人们希望在较短的时间内,提取大量能量,或长期提取能量相比是不相称的。正因为两者有如此的差别,就需要地源热泵系统在设计 and 运行过程中,尽可能地注意和保持系统中的冷热负荷平衡,以克服岩土层在短时间内不能释放较多能量的缺陷。

1.5 与热泵系统的关系

在工程运行期间是否能完全达到平衡(或称作恢复到岩土层的初始温度),要对地下温度场进行长期(至少一年)监测,分析岩土层的吸收、释放和蓄能的规律。在此基础上,给出地源热泵系统最佳的运行方案。这是两大专业人员在今后较长的时间里所要共同努力的。

在北欧地区由于地源热泵系统的换热器布置在较宽敞的地带,且所提取的热量有限。在系统停止使用的时段里,大面积的浅层地温能可以补充其消耗的部分,以达到系统的长期稳定运行。因此,可以认为,浅层地温能的存在与缓慢释放的特点,可以为小型地源热泵系统提供较充足的能源,对规模较大的地源热泵系统工程起到一定的补充和调节作用。

而对有充足的地表水(河、湖、海水、污水等流动水体)作为冷热交换源,有足够的低温能量及时供给热泵系统,对热泵系统年度内的冷热负荷的平衡要求就不是很高。

2 浅层地温能资源的评价

由于目前地质与暖通空调两大专业在地源热泵技术的应用方面的结合尚处在初期阶段,地质专业人员对热泵技术对地质条件的要求还不熟悉。对浅层地温能资源的评价与计算方法,在《浅层地温能勘查开发技术规程》征求意见稿中^①^[8],仍以传统的地质学观点计算和评价浅层地温能资源。由于浅层地温能的特征所决定,单位面积的能量是十分有限的。如何结合地源热泵系统对地质条件要求,进行区域浅层地温能资源计算和评价是地质技术人

①《浅层地温能勘查开发技术规程》征求意见稿[S] 2006.

员面对的新课题。比如,计算面积如何取值,在此计算面积中,有多少面积能为地源热泵系统提供热量。在一些建筑工程中,建造房屋的土地面积,实际的建筑设计容积率等都要考虑。

大地热流算法:大地热流(也称为大地热流密度;Density of terrestrial heat flow rate)是指在单位时间内通过地球表面单位面积散失的热流量,一般用它来表示地球内部热能向地球表面散失的情况。热流密度 q 为一个向量, $q = -K \frac{\partial \theta}{\partial z}$; k 为岩石热导率; $\frac{\partial \theta}{\partial z}$ 为地温梯度;其单位为 mW/m^2 。可以说,大地热流散热即通过岩石的热传导作用。是地球表面散失热量的主要方式^[1,9]。新生代以来的地带大地热流密度在 $60 \sim 80 \text{ mW}/\text{m}^2$ 。它是传统地热地质学中研究不同深度岩土层的热能的一种基本方法。通过对大地岩土层热流的计算,可以了解各地区不同深度岩土层热流,从中发现一些地区大地热流值的异常,圈定地下热田的范围,分析其形成原因。尤其对深层地热田的分析与研究是比较成熟的、有效的,具有重要的实际意义。同时,这一方法也是对地下热能的基本评价方法。根据浅层地温能的特点,它的热量传递主要以传导和对流,或两者并存的形式。因此,对浅层地温能如何评价,要不同于深层地热田的方法,是目前地热地质学中的新课题。

然而,在与地源热泵技术结合的过程中,却发现所计算的单位面积的热流量与地源热泵系统所需供热量将有千倍,甚至万倍的差距。在短时间内看来,大地热流量对地源热泵的热交换系统似乎意义不大。由于地源热泵系统的换热系统所接触的地下面积大,交换时间为间断式,这就为浅层地温能的缓慢补充提供了有利条件。因此,在考虑地源热泵系统的冷热负荷平衡的基础上,还要重视地温能量的持续补充。在这方面的技术也是两大专业的技术人员所共同面临的新课题,还需要认真开展协调与攻关研究。

热导率法:不是地下恒温带所蕴藏“浅层地热能”的热量或能量的单位。

热储法:所涉及的介质较多,计算重复,同时所计算出来的“资源量”有限,没有考虑不同地区的地源热泵工程应用特征因素。如在东北地区、华东和华南地区所需能量是不同的。同时未能考虑经过春、夏、秋三季 $6 \sim 8$ 个月时间能否自然恢复到原始地温。

地下水水量折算法:所得的计算结果只是单体工程的单位时间热流量,并不是地下的浅层热储量。

水热均衡法:是传统的水文地质学中的地下水储藏量的计算方法。没有考虑水源热泵系统工程的特点,确定地区地下水中热能可能供给的水源热泵工程的规模。在实际工程和区域评估中,计算 Δq_w 或 ΔQ 是极其困难的。

尽管存在诸多问题,但在这一新兴领域中还是一种非常有意义的探索。它试图结合两大专业的特点,对其进行开拓性论证。鉴于以上情况,“评价方法”可以邀请两大专业专家,根据地源热泵系统原理及应用实际,逐步完善其中的部分内容。

根据目前国内的地源热泵技术推广应用的情况及存在的问题^[7],参照国外的工作经验^[10],我们建议,以主要大中城市和重要经济发展区为重点,为提高地源热泵系统建设的规范化与科学化,开展与两大专业结合较紧密的水文地质工程地质基础工作:

(1) 在考虑最经济的条件下,开展“地源热泵技术适应性区划”工作。其中包括开展岩土层的热物性参数调查、测试与分区;开展地下水的水量、水温、水质硬度的调查与分区;在此基础上,建立数据库。

(2) 深入研究地下环境的传热、蓄热、热质迁移规律,加强地下环境(岩土、地下

水)与热传导耦合模型的研究与应用。

(3) 科学认识、宣传与建设地源热泵系统,对地上建筑坚持必须强调保持全年释热量与取热量的基本平衡的设计原则。

(4) 尽早研究与制定统一标准、规程与规范。制定基本参数的测试方法、操作规程、测试仪器及设计方法,以指导地源热泵系统设计。

(5) 制定统一的、科学的、严格的、切实可行的监测地温、水温、水量、水位、水质标准的规范与规程,加强在建的和已建成的地源热泵系统的地下环境监测工作。

(6) 暖通空调与地质水文两个专业、两个行业、两个部门必须联合起来,相互沟通、及时协调,建议在学术上建立地源热泵系统学术年会制,在工作上建立地源热泵系统工程建设协调工作组。

我国地源热泵技术的应用尚处在初期阶段,有必要对一些各专业共同关注的问题开展广泛的讨论,尤其是地质学与暖通空调两大专业所密切关注的问题,将积极地继续组织多学科专家推进相关工作,以求得统一认识,使得地源热泵技术得以健康发展,为政府决策和企业发展提供必要的技术支撑。

参 考 文 献

- [1] 《地球科学大辞典》编辑组. 地球科学大辞 [S]. 北京:地质出版社. 2005. 1, 149
- [2] Margaret Gary, Robert McAfee Jr, and Carol L. Wolf. Geological Glossary [M]. American Geological Institute. Washington, D. C. 1973. 294
- [3] 《英汉地质辞典》编辑组. 英汉地质辞典 [S]. 北京:地质出版社. 1983. 404
- [4] 国家技术监督局. 地热勘查技术规范 (GB11615-89) [S]. 北京:中国标准出版社. 1989
- [5] http://iga.igg.cnr.it/iga_pub.php
- [6] 中国地图出版社. 中国地图集 [M]. 北京:中国地图出版社, 1989
- [7] 王秉忱, 田廷山, 赵继昌. 我国地温资源开发与地热泵技术应用及存在问题 [M]. 地温资源与地源热泵技术应用论文集 [M]. 北京:中国大地出版社. 2007, 1~9
- [8] 韩再生. 浅层地温能评价方法 [M]. 地温资源与地源热泵技术应用论文集. 北京:中国大地出版社, 2007, 10~18
- [9] 黄尚瑶, 胡素敏, 马兰. 火山温泉地热能 [M]. 北京:地质出版社. 1986. 48
- [10] John w. lund, geothermal heat pump utilization in the united states [J]. <http://www.igshpa.org>, 2005