

# 毕业设计（论文）

题目：地源热泵系统在济南住宅小区的应用

## 摘 要

地源热泵是一种利用浅层地热能源（也称地能，包括地下水、土壤或地表水等的能量）的既可供热又可制冷的高效节能系统。地源热泵通过输入少量的高品位能源（如电能），实现由低品位热能向高品位热能转移。一般在空调系统中，地能分别在冬季作为热泵供热的热源和夏季制冷的冷源，即在冬季，把地能中的热量取出来，提高温度后，供给室内采暖；夏季，把室内的热量取出来，释放到地能中去。

随着经济的发展和人们生活水平的提高，公共建筑和住宅的供暖和空调已经成为普遍的要求。燃煤锅炉作为中国传统供热的不仅能源利用率低，而且还会给大气造成严重的污染，因此在一些城市中燃煤锅炉在被逐步淘汰，而燃油、燃气锅炉则运行费用很高。地源热泵就是一种在技术上和经济上都具有较大优势的解决供热和空调的替代方式。本文通过分析地源热泵的技术特点，针对地源热泵系统在济南住宅小区暖通工程实践中的应用问题进行探讨，通过本文的阐述进一步推进地源热泵技术在暖通空调工程的应用，对有效提升工程质量，提供理论依据。

**关键词：地源热泵；方案选择；地源热泵系统的安装；存在问题及解决方法**

## 目 录

摘 要 .....	I
目 录 .....	II
1. 前言 .....	1
1.1 地源热泵系统的特点 .....	1
1.1.1 优点 .....	1
1.1.2 缺点 .....	1
1.2 地源热泵的研究意义 .....	1
1.3 地源热泵的设计现状 .....	1
1.3.1 国外地源热泵发展状况 .....	1
1.3.2 国内地源热泵发展状况 .....	2
2. 地源热泵概述 .....	3
2.1 分类及特点 .....	3
2.1.1 水平式地源热泵 .....	3
2.1.2 垂直式地源热泵 .....	3
2.1.3 地表水式地源热泵 .....	4
2.1.4 地下水式地源热泵 .....	4
2.2 工作原理 .....	5
2.2.1 制冷工况 .....	5
2.2.2 供热工况 .....	6
图 2.6 供热工况 3. 地源热泵系统在济南住宅小区的应用 .....	6
3.1 工程概况 .....	7
3.2 方案对比 .....	8
3.2.1 地源热泵系统与传统水冷冷水机组+燃气热水锅炉比较 .....	8
3.2.2 地源热泵系统与 VRV 系统比较 .....	9
3.2.3 地源热泵系统与溴化锂直燃式空调系统比较 .....	10
3.2.4 地源热泵系统与传统中央空调系统比较 .....	11
3.2.5 地源热泵系统与小型风冷热泵系统比较 .....	13
3.3 埋管循环介质的流量对土壤器换热量的影响 .....	14
3.4 耗电量分析 .....	16
3.5 地源热泵系统经济效率分析 .....	17
4. 地源热泵系统在实际中的应用 .....	19

4.1 主要施工过程.....	19
4.1.1 施工前准备.....	20
4.1.2 钻孔.....	20
4.1.3 下管.....	20
4.1.3.1 下管准备.....	21
4.1.3.2 下换热管.....	21
4.1.4 灌浆封井.....	21
5. 地源热泵系统存在的问题与解决方法.....	23
结    论.....	24
参    考    文    献.....	25
附录 A 济南气象参数.....	26
致    谢.....	27

## 1.前言

### 1.1 地源热泵系统的特点

#### 1.1.1 优点

(1) 地源热泵技术属可再生能源利用技术。

(2) 地源热泵属经济有效的节能技术。其地源热泵的 COP 值达到了 4 以上，也就是说消耗 1KWh 的能量，用户可得到 4KWh 以上的热量或冷量。

(3) 地源热泵环境效益显著。其装置的运行没有任何污染，可以建造在居民区内，没有燃烧，没有排烟，也没有废弃物，不需要堆放燃料废物的场地，且不用远距离输送热量。地源热泵一机多用，应用范围广。地源热泵系统可供暖、空调，还可供生活热水，一机多用，一套系统可以替换原来的锅炉加空调的两套装置或系统。

(4) 地源热泵空调系统维护费用低。地源热泵的机械运动部件非常少，所有的部件不是埋在地下便是安装在室内，从而避免了室外的恶劣气候，机组紧凑、节省空间；自动控制程度高，可无人值守。

#### 1.1.2 缺点

(1) 地源热泵的使用受到场地限制，热交换是在地下进行的，必须通过打井进行热量传输，因此没有足够的场地就不能实现能量交换。

(2) 一次性投资价格高。地源热泵的高投入部分实际上是一种高回报投资。

### 1.2 地源热泵的研究意义

当前能源供需矛盾是世界各国面临的共同性问题，这种矛盾是长期的，并在短期内所不能解决，因此节能工作显得尤为重要。

### 1.3 地源热泵的设计现状

#### 1.3.1 国外地源热泵发展状况

纵观全球范围,地源热泵系统已日益普及。2005-2010 年大约有 30 个国家在使用地源热泵。

美国地热资源多,利用充分,是世界上开发利用地热最好的家。美国地热资源协会统计数据表明,在低温低热利用方面,美国现有 60 万台地源热泵在运转,占世界总数的 46%。2011 年,美专家建议将地热作为美国 “

关键能源”。自从 20 世纪 40 年代地法在美国开始被利用以来,地源热泵技术一直在不断发展。美国资料显示,比起使用常规空调来取暖或制冷,地源热系的效率显然要高出许多,同时也更为可靠和持久。1 台地源热泵的寿命可以长达 25 年到 50 年。

正由于美国的带头作用,地东中央空调已在全有了大发展的良好态势。

### **1.3.2 国内地源热泵发展状况**

我国的地源热泵最早起源于 20 世纪 50 年代,天津大学的热能研究所吕灿教授最早开展了热泵方面的研究工作,在上海、天津等地最早尝试夏取冬灌的方式抽取地下水来实现制冷。到了 20 世纪 80 年代,我国真正开始了对地源热泵技术的研究和试验。北京奥运会体育管使用了地热能,采用了高效、清洁的常规能源利用技术,可以说代表了国际上最先进的用能方式,促进了中国地源热泵的发展。另外,国内出现了一些山东的富尔达、北京的中科能自行研究和生产地源热泵机组的厂家,而且国外的一些公司在中国设立了销售部。对国内 200 余个地源项目调查统计,分布比例如下: 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,另外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。

## 2.地源热泵概述

### 2.1 分类及特点

#### 2.1.1 水平式地源热泵

通过水平埋置于地表面 2~4m 以下的闭合换热系统，它与土壤进行冷热交换。此种系统适合于制冷供暖面积较小的建筑物，如别墅和小型单体楼。

优点：初投资和施工难度相对较小。

缺点：占地面积较大。

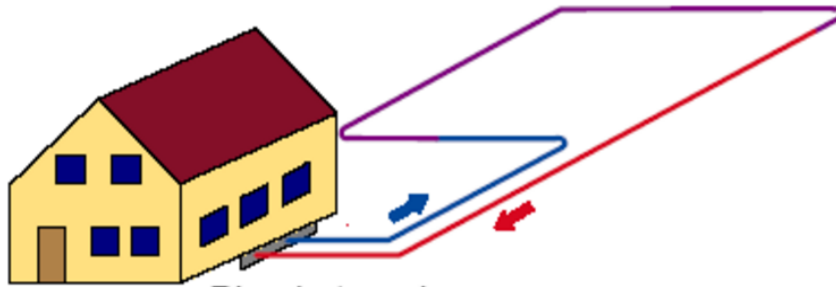


图 2.1 水平埋管地源热泵系统

#### 2.1.2 垂直式地源热泵

通过垂直钻孔将闭合换热系统埋置在 50m~400m 深的岩土体与土壤进行冷热交换。此种系统适合于制冷供暖面积较大的建筑物，周围有一定的空地，如别墅和写字楼等。

优点：占地面积较小。

缺点：系统初投资较高，施工难度相对较大。

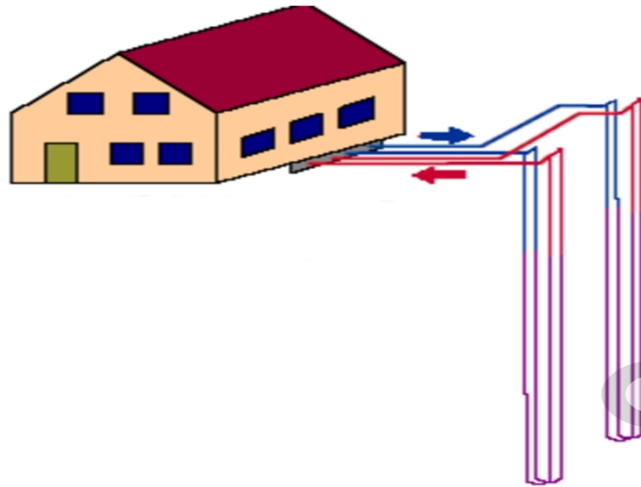


图 2.2 垂直埋管地源热泵系统

### 2.1.3 地表水式地源热泵

地源热泵机组通过布置在水底的闭合换热系统与江河、湖泊、海水等进行冷热交换。此种系统适合于中小制冷供暖面积，临近水边的建筑物。

优点：不需钻井挖沟，初投资最小。

缺点：需要建筑物周围有较深、较大的河流或水域。

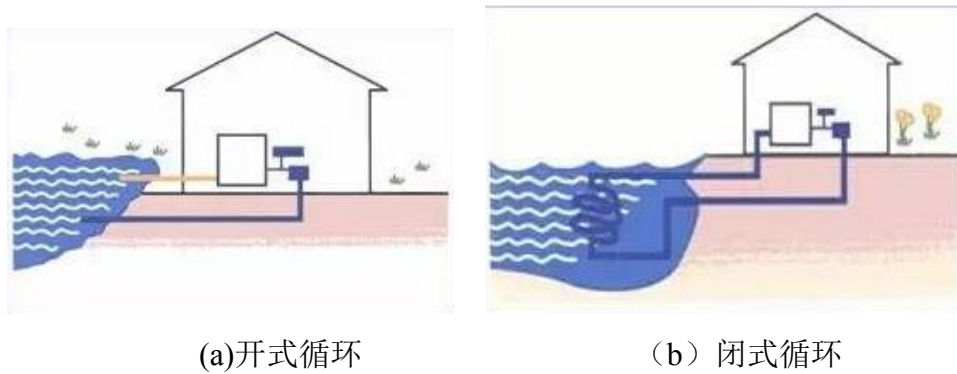


图 2.3 地表水热泵系统

### 2.1.4 地下水式地源热泵

地源热泵机组通过机组内闭式循环系统经过换热器与由水泵



抽取的深层地下水进行冷热交换。地下水排回或通过加压式泵注入地下水层中。此系统适合建筑面积大，周围空地面积有限的大型单体建筑和小型建筑群落，主要用于商业建筑中。

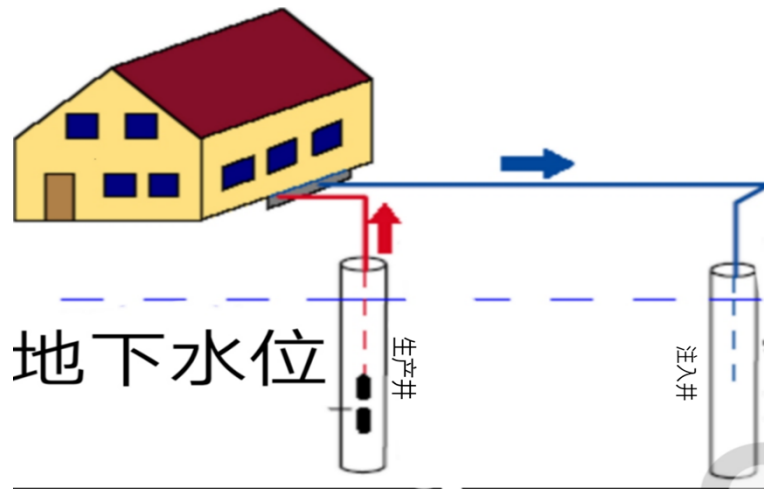


图 2.4 地下水热泵系统

## 2.2 工作原理

### 2.2.1 制冷工况

空调房间的冷负荷连同压缩机的功所转化的热量被排入大气。室外埋管换热器与换热器之间通过管道连接成一个封闭的回路，在水泵的作用下，水在回路中往复循环，在换热器（冷凝器）中，吸收制冷剂的热量，通过室外埋管换热器传入大地。



图 2.5 制冷工况

### 2.2.2 供热工况

从压缩机出来的制冷剂经换向阀作用换向，此时换热器转换成热泵机组的蒸发器，循环水经室外埋管换热器时吸收大地中的热量，在换热器（蒸发器）中释放制冷剂。在室内侧，同时既可以通过水循环进行热传递，也可以使制冷剂直接流经房间换热器与空气进行热交换。



图 2.6 供热工况

### 3.地源热泵系统在济南住宅小区的应用

#### 3.1 工程概况

济南住宅小区共 3 栋 11 层的房屋建筑,总建筑面积为 150000m<sup>2</sup>,可居住用户 99 户。小区 24h 的生活热水全部由土壤源地源热泵系统供给,每户按照 0.2t/d 的标准,每天需制热水约 20t。土壤源换热器采用单 U 型垂直埋管方式,材料为  $\Phi 25\text{mm}$  的 PPR 管。钻井深度为 50m,钻井直径为 110mm,总钻井埋管深度为 400m。采用分散式布局,每栋楼设计了一套单独的地源热泵热水系统。每个系统有两个热泵机组。机组全部装于地下车库,这样很好的解决了系统运行时产生的噪音问题。土壤换热器采用垂直埋管。制冷剂为 R22。

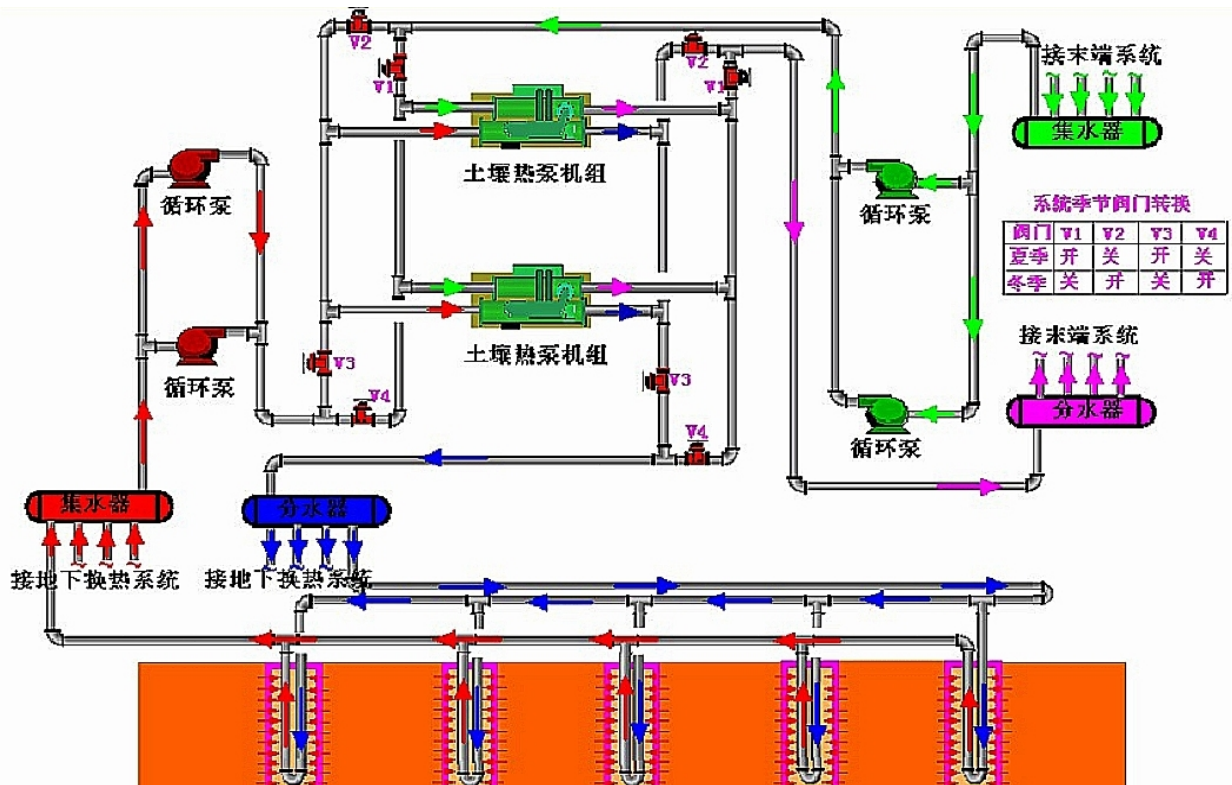


图 3.1 地源热泵热水系统原理图

## 3.2 方案对比

### 3.2.1 地源热泵系统与传统水冷冷水机组+燃气热水锅炉比较

表 3.1 地源热泵系统与传统水冷冷水机组+燃气热水锅炉

系统名称	地源热泵系统	传统水冷冷水机组+燃气热水锅炉
优点	<p>机组既制冷又制热，能量调节灵活，</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 环保</li> <li>(2) 节能</li> <li>(3) 节省空间：省去了锅炉房以及与之配套的燃气系统</li> <li>(4) 节水</li> <li>(5) 效率：远远高于普通空调。</li> </ul>	<p>初投资小，适合不能打井和有其他热源的情况 不考虑热源，室外管道更简洁、室外机位置要求少。</p>
缺点	<p>安装难度大，对设计、施工、施工现场管理要求都比很高。</p>	<p>造价略高，考虑制冷机房与锅炉房，机房占地面积较大，维护成本略高，考虑烟囱的排烟情况，机房的位置受限制。</p>
总结	<p>根据上表可知：从机组的性能、系统的优缺点、初投资、环境保护与运行费用综合考虑，地源热泵方案为优选方案。</p>	

### 3.2.2 地源热泵系统与 VRV 系统比较

表 3.2 地源热泵系统与 VRV 系统

系统名称	地源热泵系统	VRV 系统
空调效果	依靠地下埋管从土壤中汲取或释放热量，主机运行不受外界温度影响，系统运行稳定可靠，若采用水—水机组，还可以进行余热回收，制冷制热的同时解决生活热水。	主机从空气中汲取或释放热量，受室外温度影响较大，当室外温度高于 35℃ 时，其制冷量将大幅度衰减，室外温度低于 7℃ 时，制热量也大幅度降低，一般室外环境低于 -5℃，机组难以启动，即使勉强启动，其效率也大打折扣。
维修保养	当热泵机组出现故障时，可单独关闭维修，需时较短，损失轻微。	系统维修复杂，因为整个系统都是以氟利昂为载体，因泄露而需要不断补充冷媒，光冷媒补充费用一项就非常昂贵；系统控制部分非常复杂，易出故障，维修费很高。
节能性	能效比一般为 3.5-4.9，同样制冷/制热量耗电小；有明显内外区的项目，冬季可转移利用内区余热给外区供热，年运行费用比 VRV 系统节能 10%-15%。	虽然依靠变频技术，在仅有的部分房间需要空调时，可调节主机能耗，但因主机以空气为载体，空气换热系数比水低得多，风冷外机能效比一般在 2.5-3.0。同样制冷/制热量耗电较大，运行费用比地源热泵高。
<p>(1) 尤其在人口密集的场所，系统的安全运行最为重要。VRV 系统中的氟利昂容易泄露，如果有人群受到这种伤害，那么负面影响将是不可估量的。</p> <p>(2) 地源热泵利用地热能，为可再生能源，符合国家可持续发展的方向，是节能环保型空调系统，各地纷纷出台各项法规以支持发展地源热泵。</p>		

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/397042055066006063>