

# 地源热泵技术应用

古文瑞 武玉波 李欣  
北京京能地质工程有限公司 北京 102300

**摘要：**本文全面阐述了地源热泵技术的背景现状、特点与优势、技术原理及其在多个领域的应用。该技术凭借其节能高效、环保无污染及应用灵活等显著特点，在住宅、商业、工业和农业等领域展现出广泛应用前景。通过实例数据分析，验证了地源热泵在提高能效、降低运行成本及环境保护方面的卓越表现，为推动我国能源结构优化和可持续发展提供了有力支持。

**关键词：**地源热泵；特点；应用

## 1 地源热泵背景现状

地源热泵技术在我国，尽管属于新兴领域，但其发展历程已颇具规模，自90年代起便在我国建筑领域掀起了一股地热应用的热潮。特别是在东北、华北、西北等中低纬度寒冷地区，地源热泵作为供暖主要方式之一，其开发与应用力度显著增强。这项技术不仅有效削减了建筑空调系统中的有害物质排放，为环境保护贡献积极力量，还因其显著的经济效益而备受青睐，成为毕业论文与设计探索的热点。在北京、天津、西安等大城市，地源热泵技术的应用已不仅限于理论探讨，而是通过示范工程的形式不断推广，展现出其强大的市场潜力和社会价值。同时，在东南沿海地区，地热资源的多样化利用也被巧妙融合于旅游业发展中，特别是在制冷与烘干方面展现出独特优势。随着热泵技术的不断进步与创新，中低温热水资源的开发利用正以前所未有的速度向规模化、产业化方向迈进，为我国能源结构的优化与可持续发展注入了新活力。地源热泵系统之所以能在众多供暖与空调系统中脱颖而出，关键在于其独特的换热机制带来的高效节能特性。该系统彻底摆脱了传统空调系统对大气环境的污染问题，为实现零排放的绿色供暖与制冷提供了可能。更重要的是，地源热泵利用的是土壤中源自太阳能的热能，这种可再生能源几乎取之不尽、用之不竭，为建筑的节能减排与绿色发展开辟了新路径<sup>[1]</sup>。因此，从促进建筑节能、保护生态环境的战略高度来看，地源热泵技术在我国无疑拥有极为广阔的发展空间和光明前景。

## 2 地源热泵技术的特点与优势

### 2.1 节能高效

地源热泵技术以其卓越的节能性能而著称。据实际运行数据显示，相比传统空调系统，地源热泵的能效比（COP）平均可提高30%至50%，甚至在某些优化配置

系统中能达到更高。这意味着，在提供相同热量或冷量的前提下，地源热泵系统消耗的电能更少，从而显著降低了建筑的运行成本。另外，由于土壤温度相对稳定，地源热泵系统在冬季制热时不需要电辅助加热，夏季制冷时耗电量也远低于常规空调系统，进一步提升了其节能效果。

### 2.2 环保无污染

地源热泵技术的环保特性主要体现在两个方面：一是运行过程中几乎不产生任何污染物排放，包括废气、废水和噪音污染都极小，对周围环境和居民生活影响甚微；二是它利用的是可再生能源——太阳能转化储存在土壤中的热能，这一过程中不涉及化石燃料的燃烧，因此不会产生温室气体和其他有害排放物，有助于缓解全球气候变暖问题。根据统计数据，每应用1兆瓦的地源热泵系统，每年可减少约500吨的二氧化碳排放量，对环境保护具有重要意义。

### 2.3 应用灵活与安全可靠

地源热泵系统的应用灵活性体现在其可适应多种建筑类型和气候条件。无论是住宅、商业建筑还是工业设施，都能通过合理设计实现地源热泵的有效应用。同时，该技术可根据项目实际需求进行模块化安装和扩展，满足不同规模的供暖与制冷需求。在安全可靠方面，地源热泵系统结构相对简单，运行稳定可靠，故障率低。由于主要设备均置于室内或地下，减少了外界环境对设备的侵蚀和破坏，延长了使用寿命。

## 3 地源热泵技术原理

地源热泵技术，作为一种集供热、制冷功能于一体的高效节能环保型空调系统，其核心在于充分利用了地球浅层地热资源这一巨大而稳定的自然能量库。该技术巧妙地通过输入少量的高品位能源——电能，作为驱动力，实现了能量在低温热源（如土壤、地下水或地表水）

与高温热源（如室内环境）之间的有效转换与转移。



地源热泵技术原理如图所示

在冬季，当室外温度较低，而建筑内部需要供暖时，地源热泵系统开始发挥其制热功能。通过地下埋设的管道系统（如地埋管换热器），系统内的循环工质（如水或制冷剂）在电能的驱动下流动，吸收土壤中储存的热量。这些热量随后被提升到适宜的温度水平，并通过室内侧的换热设备（如地板辐射采暖或风机盘管）释放到室内空气中，从而实现供暖目的。这一过程中，土壤作为低温热源，其温度相对稳定且高于冬季室外环境温度，因此能够持续为地源热泵提供热量，确保了室内环境的温暖舒适<sup>[2]</sup>。

在夏季，随着室外温度升高，建筑内部需要制冷以维持适宜的室内温度。此时，地源热泵系统转变为制冷模式运行。系统内的循环工质再次在电能驱动下流动，但这次它的任务是吸收室内空气中的热量，并将其携带至地下管道系统中。在土壤中，这些热量被释放并扩散到周围环境中，从而实现了室内降温的效果。同时，由于土壤的蓄热能力强大，能够迅速吸收并分散这些热量，保证了地下温度的相对均衡，避免了局部过热现象的发生。

#### 4 地源热泵技术应用

##### 4.1 住宅建筑中的应用

地源热泵技术在住宅建筑领域的应用，正引领着一场绿色、节能、舒适的居住革命。这种先进的空调系统，通过将地下浅层地热资源转化为建筑所需的冷暖能源，为现代住宅带来了前所未有的居住体验。在冬季，随着外界气温逐渐下降，传统住宅采暖方式往往面临着能耗高、污染重的问题。而地源热泵技术以其卓越的制热性能，在住宅建筑中展现出巨大优势。通过地下埋设的管道系统，地源热泵能够稳定地吸取土壤中丰富的热

能，并经过高效转换后，以地暖、风机盘管等多种形式，将温暖送入每个房间。这种采暖方式不仅高效节能，而且温度均匀，让居民在寒冷的冬季也能享受到如春天般的舒适与温馨。进入夏季，随着气温攀升，地源热泵技术同样能发挥出出色的制冷效果。与冬季制热相反，此时地源热泵将扮演“热量搬运工”的角色，将室内多余的热量吸收并转移至地下土壤中。由于土壤具有优良的蓄热性能，这些热量在土壤中迅速扩散并达到平衡，有效避免了室内温度的过度上升。同时，地源热泵系统的运行噪音极低，几乎不会对居民的生活造成干扰，进一步提升了居住环境的品质。除了高效的制热制冷性能外，地源热泵技术在住宅建筑中的应用还具有显著的经济和环境效益。从经济角度来看，虽然地源热泵系统的初期投资相对较高，但其长期运行成本却远低于传统空调系统。由于地源热泵能够充分利用地下自然能源，减少对电力等外部能源的依赖，因此运行费用大幅降低。地源热泵系统的使用寿命长，维护成本低，也为居民节省了大量后续支出<sup>[3]</sup>。由于地下浅层地热资源属于可再生能源范畴，因此地源热泵系统的运行不会对地球环境造成长期负担。这种绿色、低碳的供暖制冷方式，不仅符合现代社会的可持续发展理念，也为居民提供了更加健康、舒适的居住环境。

##### 4.2 商业建筑中的应用

地源热泵技术在商业建筑领域的应用，正以其卓越的能效、环保特性以及经济效益，引领着绿色建筑的新风尚。这类大型建筑往往对空调系统有着更高的需求，不仅要求提供稳定的冷暖环境，还需兼顾运行成本和环境影响。地源热泵技术凭借其独特的优势，在这一领域展现出了强大的竞争力和广泛的应用前景。在商业建筑中，地源热泵系统通过深层地埋管换热器与地下土壤进行热量交换，实现了能量的高效转换与循环利用。据数据显示，相比传统空调系统，地源热泵在商业建筑中的能效比（COP）可提升30%至50%，甚至更高。这意味着，在满足同等舒适度需求的情况下，地源热泵系统能够显著减少能源消耗，降低运营成本。以一座5万平方米的商业综合体为例，采用地源热泵系统后，预计每年可节约电费上百万元，经济效益显著。地源热泵在商业建筑中的应用还带来了显著的环境效益。传统空调系统往往会产生大量的二氧化碳和其他温室气体排放，对环境造成负面影响。而地源热泵系统则完全不同，它利用的是地下浅层地热资源这一可再生能源，运行过程中几乎不产生任何有害物质排放。据估算，一座采用地源热泵系统的商业建筑，每年可减少的二氧化碳排放量相当于

数千辆汽车的年排放量，为缓解全球气候变暖做出了积极贡献。

#### 4.3 工业生产中的应用

地源热泵技术在工业生产中的应用正日益展现出其巨大的潜力和价值，不仅推动了工业生产的绿色转型，还显著提升能效水平，降低运营成本。该技术通过深度挖掘地下浅层地热资源的潜力，为工业厂房、生产线及特殊工艺环境提供了稳定、可靠且环保的冷暖供应。据统计，与传统空调系统相比，地源热泵技术在工业生产中的能效比可提升约30%-50%。这意味着，在相同的制冷或供暖需求下，地源热泵系统能够消耗更少的电能，从而达到节能减排的效果。以一家中型化工厂为例，采用地源热泵技术进行全年空调供冷供热后，年节约电费可达数百万元人民币，同时减少大量的二氧化碳排放，相当于减少数百吨的温室气体排放，对环境保护做出积极贡献。另外，地源热泵技术在工业生产中的应用还体现在其高度的稳定性和智能化控制能力上。工业生产对温度控制的精准度要求极高，地源热泵系统凭借其出色的温控性能和智能化的控制系统，能够实现对生产环境的精准调控。通过集成现代传感技术和自动化控制系统，地源热泵系统能够实时监测车间内的温度、湿度等参数，并根据生产需求自动调整供暖或制冷量，确保生产过程的连续性和稳定性。这种智能化的控制能力不仅提高了生产效率，还降低人工干预的成本和风险。随着技术的不断进步，地源热泵系统的维护成本也在逐渐降低。由于系统主要部件均位于地下，减少受外界环境影响的程度，因此故障率相对较低，维护周期较长。地源热泵系统的使用寿命通常可达20年以上，这意味着企业在长期运营过程中能够享受到更加稳定和经济的冷暖供应服务。

#### 4.4 农业领域

##### 4.4.1 促进温室种植业的精细化管理

在温室种植领域，地源热泵技术发挥着至关重要的作用。温室环境对温度、湿度等条件有着严格的要求，而这些条件直接影响着作物的生长和产量。传统温室往往依赖煤炭、石油等化石燃料进行加热或冷却，不仅能耗高、污染大，而且难以实现精准调控。而地源热泵系统通过地下土壤中的稳定热源，为温室提供持续的冷热供应。在寒冷季节，系统可以吸收土壤中的热量，为温室加温；在炎热天气，则能将温室内的多余热量排入地

下，实现降温。这种精准的温度控制，使得温室内的环境更加适合作物生长，提高作物的品质和产量<sup>[4]</sup>。

##### 4.4.2 助力农业大棚的智能化升级

随着农业现代化的推进，农业大棚正逐渐向智能化方向发展。地源热泵技术作为智能化农业大棚的重要组成部分，为大棚内的环境调控提供了强有力的支持。通过与智能控制系统相结配，地源热泵系统可以根据大棚内的实时环境数据（如温度、湿度、光照强度等），自动调节供暖或制冷量，确保大棚内环境的稳定和优化。这种智能化的调控方式，不仅提高农业生产的效率和质量，还降低人力成本和管理难度。

##### 4.4.3 促进农业生态环境的保护与改善

地源热泵技术在农业领域的应用，还有助于农业生态环境的保护与改善。传统农业生产中，由于大量使用化肥、农药和化石能源，对土壤、水源和空气造成了严重的污染。而地源热泵技术则以其清洁、环保的特点，为农业生产的绿色发展提供了新的路径。它不需要燃烧化石燃料，不产生有害气体和温室气体排放，对农业生态环境几乎无影响。同时，地源热泵系统的运行还促进了地下水的循环和土壤的呼吸作用，有助于改善土壤结构和提高土壤肥力。

#### 结束语

综上所述，地源热泵技术作为一种绿色、高效、可再生的能源利用方式，其应用前景广阔且意义重大。在未来的发展中，随着技术的不断创新与市场的日益成熟，地源热泵技术将在更多领域得到广泛应用，为实现节能减排、促进经济绿色转型发挥更加重要的作用。应继续深化对地源热泵技术的研究与探索，加快其推广应用步伐，共同推动我国能源事业的可持续发展。

#### 参考文献

- [1]林真国.王梓弋.王勇.地源热泵垂直埋管换热器埋深优化研究[J].昆明理工大学学报:自然科学版,2020(2):74-80.
- [2]郝红.付晓晨.冯国会.太阳能-地源热泵与热网互补供暖系统的仿真性能研究[J].流体机械,2020(09):61-65.
- [3]武瞳.刘钰莹.董喆.地源热泵的研究与应用现状[J].制冷技术,2020(04):71-75.
- [4]吴春玲.惠超微.王雯翡.地源热泵间歇运行方式对地温恢复和机组能效的影响研究[J].制冷与空调,2021(04):410-414,421.