地源热泵技术在暖通工程中的应用

吴俊涛
河北玮辰工程设计咨询有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着社会经济的快速发展，人们的需求和期望日益增长，特别是在保证居住环境节能、环保、舒适方面。鉴于暖通工程在提高人民生活质量方面的重要体现，暖通技术的高质量发展成为绿色低碳生活的重要保障。使用地源热泵技术既可以有效减少能源浪费，又可以保证居住环境的低碳和舒适，所以当前社会对地源热泵技术的研究和分析越来越深入。文中将深入探索地源热泵技术的特点和优势，并着眼于它在实际中的使用方法和建设注意事项，思考地源热泵技术在暖通工程中的实际应用。

[关键词]地源热泵；技术应用；暖通工程
DOI：10.33142/ec.v6i7.8902 中图分类号：TU83 文献标识码：A

Application of Geothermal Heat Pump Technology in HVAC Engineering

WU Juntao
Hebei Weichen Engineering Design Consulting Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the rapid development of the social economy, people's needs and expectations are increasing day by day, especially in ensuring energy-saving, environmentally friendly, and comfortable living environments. Given the important embodiment of HVAC engineering in improving people's quality of life, the high-quality development of HVAC technology has become a significant guarantee for green and low-carbon living. Geothermal heat pump technology can not only effectively reduce energy waste, but also ensure the low-carbon and comfortable living environment. Therefore, the current research and analysis of geothermal heat pump technology is deepening. In this paper, the characteristics and advantages of geothermal heat pump technology will be explored in depth, and the practical application of geothermal heat pump technology in HVAC projects will be considered with an eye to its practical use methods and construction precautions.

Keywords: geothermal heat pump; technology application; HVAC engineering

引言

随着时代的不断发展和科学技术的不断进步，以浅层地热能资源作为冷热源的地源热泵技术已经成为暖通空调工程中非常重要的一项技术。在碳达峰碳中和背景下，由于地源热泵节能、环保、可靠、低碳的优点，其在工程建设中越来越受到重视，应用也越来越广泛。在暖通空调工程建设中应用浅层地热能技术，应根据具体情况进行技术经济比较，选择适用的系统形式，充分考虑地源侧和末端侧设备的适应和匹配，并注重输配水泵能耗对系统综合能耗的影响。

1 地源热泵的涵义与技术原理

1.1 地源热泵涵义

浅层地热能资源，是指蕴含在地表以下 200m 范围内的地下水、地表水、岩土体等地质环境中的可被开发利用的热能，其具有浅层、低温、恒温、再生的特点。正是由于地表浅层范围内的温度和地表气温长年存在温差，浅层岩土体等可作为建筑供暖或制冷的冷热源加以利用，通过使用热泵原理，以少量的高位电能作为代价，实现低位热能向高位热能进行转移，并最终使浅层低品位热能与建筑内人工环境完成热交换，这项技术就是地源热泵的基本涵义。

利用热泵技术开发利用浅层地热能资源已经有近百年的发展历史。土壤-水换热地埋管地源热泵技术的概念最早可追溯到瑞士 H.ZOLLY 的一个专利。早在 1930s-1940s，欧美等国家就着手了热泵的研究和开发，并在 1970s 石油危机后进入了发展高潮阶段[1]。我国地源热泵研究的起步要从 1997 年《中美能源效率和可再生能源合作议定书》开始，随着地源热泵在我国的应用越来越广泛，我国在该领域的科学研究极其活跃，系统集成厂家数量可观，围绕地源热泵技术的法律法规、图集标准越来越健全。这些都为地源热泵的应用推广奠定了夯实的基础。

1.2 地源热泵技术工作原理

地源热泵系统是以岩土体等地表地质作为低温冷热源，由热泵机组、地热能交换系统、建筑物内系统组成的空调系统。根据地热能交换系统的不同，地源热泵系统又可细分为地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统、地表水地源热泵系统。

地源热泵系统运行过程中，冬季工况从地下热源摄取热量，通过热泵机组将土壤中的热量传递到建筑内，对建筑内部环境进行供暖，同时将冷量贮存到地下，供夏季使用；夏季通过热泵机组将建筑内的热量转移到地下，对建

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

筑内部环境进行制冷，贮存到地下的热量又能够供冬季使用。如此循环，地表土壤扮演了一个理想的储能装置，解决了建筑物冬季供暖和夏季空调的需求。

2 地源热泵的特点

2.1 低碳节能

地源热泵技术的优势显而易见，它可以将蕴含在浅层地表的低品位热能进行高效率的利用，进而实现低碳节能地为建筑物供暖/制冷的目的。它可以使用少量的电能将浅层地热的能量进行精确的传输，从而达到降低污染的目的。无论从技术经济性还是环保效应考虑，相比于传统的集中燃煤供热和空调制冷，地源热泵系统都有着更好的低碳节能效应[2]。

2.2 维护成本低

通过采用地源热泵技术，空调系统能够显著降低维护费。无论是冬季运行还是夏季使用，地源热泵系统的 COP 均高出传统空调 40%以上。而且，由于它的可靠性、稳定的结构以及良好的抗干扰特点，能够显著延长设备的生命周期，从而节约更多的费用。由于地源热泵技术的耐久性，不但可以大大减少了维护支出，而且空调系统的生命周期也大大提高，从而显著提高了运行的经济性和安全性。此外，这种技术的机器设备拥有良好的稳定性、可靠性，使得整体系统更加高效、更加经济[3]。

2.3 环保长效

地源热泵技术的一个显著特点是它的可持续发展。它通常依靠的地表浅层地热资源是一种清洁的可再生能源，没有燃烧、排烟、废热废气排放、不产生温室气体、不造成热岛效应、不会破坏大气臭氧层，不会对人类的健康造成任何危害。利用地源热泵技术可以实现冬季供暖、夏季制冷，使用者可以根据具体情况灵活自主搭配、转换，为建筑物提供全年全时段空调服务。

3 地源热泵技术常用方式

鉴于地源热泵技术的种种特点和优势，其被大量应用于各种各样的建筑类型和应用场景。

3.1 地源热泵技术在居住建筑中的应用

随着科学技术的发展，地源热泵技术已经成功地被广泛应用于民用居住建筑暖通工程领域，尤其是一些村镇居住建筑和独栋别墅。它的特点是，无须使用任何外部的燃料，只需少量电能就可以有效地实现空调效果，调节室内温湿度，从而达到节约能耗、保护环境的目的，而且独立控制的空调系统还有效地防止了霉菌和微生物的滋生，从而极大地改善了建筑室内空气品质。

使用家用地源热泵，无论是在供暖还是制冷方面，都无须使用传统的锅炉，这样就避免产生任何有害的污染物，从而有效减少温室气体的排放。此外，这种技术还允许单一房间的单独收取电费，使得业主在后期管理和维护方面变得更为方便。

3.2 地源热泵技术在集中系统中的应用

采用地源热泵技术的集中式空调系统，不仅可以满足传统暖通系统存在的不足，而且还有助于提高能源利用效率，有效提升空调使用效果。然而，为了确保空调效果，应严格参照相关的国家规范、标准、图集进行地源热泵系统的设计、施工和维护管理，充分发挥其有效的功效，提升整个暖通系统的效率和质量。在地源热泵技术应用过程中，首先要作好前期的可行性研究分析，包括但不限于岩土热响应实验等，其次要做好系统的场地埋设、主机设备、末端设备、水系统、风系统的设计优化，还要做到严格按技术交底内容及相关规范施工，做好质量监督、隐蔽工程验收，最后使用过程中要严格定期维护保养管理，发挥系统的最佳功效，保障预期的使用效果。

3.3 热源热泵技术在分散系统中的应用

在商场、学校、商业步行街等对冷热量计量有管理需求的应用场景中，地源热泵技术也能占有一席之地。分散系统通常是通过水环路进行管理计量，当末端侧（冷冻水侧）水泵设备和冷冻水环路平衡运行时为传统的地源热泵系统，在末端设备的冷冻水管总支管安装计量装置；当末端侧是地源侧（冷却水侧）水泵设备和冷却水环路平衡运行时系统称为水环热泵系统，在水环热泵末端前的冷却水管总支管安装计量装置。无论哪种分散式地源热泵系统，都能在满足计量管理需求的同时，保障建筑内的舒适效果和节能目标。

4 地源热泵技术在暖通工程中的应用

在暖通工程中，使用地源热泵技术需要考虑多方面因素，包括：可靠的回灌方式、水质控制、地下换热器设计、环境保护、系统配置等。这些因素都需要谨慎考虑，以确保地源热泵技术的有效运行[4]。

4.1 钻孔

随着科学的发展，地源热泵技术已经被普遍应用于暖通工程领域，尤其是在钻井领域。为此，需要从多角度深入探究，并且加强与相关部门的沟通与配合，以保证最终的安装效果。此外，还需要仔细审查图纸，以便精确掌握每处的数量、位置和尺寸，并且仔细检查设备的性能，只有当所有的细节和措施均符合规范的情况下，才可以安心实施。接下来，我们需要进行钻井。为了避免钻井时的偏移，我们需要确保钻头和地表是完全垂直的。我们的水平偏移量应该小于 1%，而垂直偏移量应该小于 0.5%。为了确保钻井作业的顺利完成，两个控制站中间需要设有一个泥浆池，以便实现水的循环，避免废水的排放，同时也可以确保施工场所的清洁卫生，避免发生任何形式的混乱。在钻孔完毕之后，需要及时清除一些淤积的地面，以确保当时的环境安全。为此，需要把淤积的地面搬运至合适的地点，用塑料布或其他材料覆盖，以阻挡裸露在天空中的物质，以免物质被雨水冲刷掉。在钻孔过程中，应该采取

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

有效的预防措施，以避免塌孔的发生。为此，应该在孔内注入适量的泥浆，并在孔壁上涂抹一层防护层，以确保钻孔的安全性。完成钻孔后，应当对其进行及时的质量检查，确保其符合规范，否则应该重新钻孔。

4.2 地埋管地源热泵技术的使用

在施工地下管道的过程中，应该特别重视与周围的环境的协调，确保施工的顺利完成。特别是在施工的过程中，应该特别留意周围的环境，确保施工的安全性。此外，在施工的过程中，应该特别重视与建筑物的电气连接，并且特别留意安装的电气线路，确保施工的顺利完成。为了提高效率，我们应该根据实际情况合理选择钻孔的数量。同时，我们还应该对钻孔的位置进行精细的测算，以便让我们的钻头能够与周围的建筑物完美地平衡。

4.3 组装管道、下管

为了有效提高地埋管的使用效率，我们需要加强对钻机的监督，以便确保它的精度、质量、合理的操作流程。同时，为了防止对整体暖通工程系统的负面影响，我们还需要注意控制下管的时机，即在钻井完毕后立即开始，并且尽量减少与上层的空隙，以防止钻井的积水，从而有效提高系统的使用效率。为了确保安全地下井过程，目前我们在采用的地源热泵系统中，一般采用专门的砼导头来实施。在安装砼导头之前，需要根据钻机的尺寸，确保导头的口径低于钻机的尺寸，并且高于四根 HDPE 管的尺寸。在安装过程中，应利用导头的重量，以防止管线的滑动、扭转或其他不利的情况发生。

对于管道的预组装而言，它无疑是整个施工的重头戏，因此，需要仔细研究并完善相应的施工步骤，包括对管材的型号、数量以及到达的位置等方面的审查，以确保安装的顺利完成。此外，还需将管材妥善堆置，以防止因地表不平、杂物等原因而破坏，并且将堆置的高度控制在 2m 以内，以防止被日照曝晒。

4.4 管道压力试验

在供暖过程中，采用地源热泵方法时，需要经过严格的管道压力测量。以确保管路的正常运行。在开始连接管线时，需要经过一次带压测量，以确定它的承载能力。接着，在连接分区集、分水器时，需要经过第二次和第三次的测量，以确定它的承载能力是否符合规定的标准。在进行暖通工程施工前，需要进行全面的管道压力测试，其中包括 4h 的预测、48 个小时的实测、测定、检查和评估，以确保施工的安全性和效率。

4.5 预组装施工

当使用管道来完成建筑项目的时，需要确保管道的安装是正确的。管道的安装需要按照一定的规范，并且需要保证管道的长度和宽度，最多只能达到两米。此外，还需要确保 HDPE 管的覆盖物能够抵挡太多的日照，防止管道受到损坏。

在安装 HDPE 管的过程中，应该特别关注管子的表面质量。如果管子的直径不足 De50，应使用旋转切刀切割管子，如果管子的直径超过 De50，则应使用人造石材。安装管子之前，应先测量管子的承载能力，如果承载能力不足，则应使用人造石材。安装管子之后，应先测量管子的承载能力，如果承载能力达到规定的标准，则应使用人造石材制作的承载能力。经过测量，管路的性能符合要求。因此，我们需要先将管路与地面相互联通，然后再将其与地面相互联通。如果管路的直径超过 63mm，我们需要使用热熔焊接的技术来将其与地面相互联通。当安装 HDPE 管道时，应当仔细检查所有相关的配件，以确保它们的完整性，以防止由于配件的损坏而给安装带来不利的后果。

4.6 回填质量控制

通过回填灌浆封井，我们可以有效地提升地埋管道与钻孔壁之间的热传导效率，同时也可以有效地防止工程对地下水层的污染。

首先，当换热器安装完毕，应当采取措施，如采集原浆、细沙或者其他材质的混合物，进行回填，确保它们的凝固紧凑，并且要求在孔洞中加入足够的细沙，特别是要把地下管道与井口的缝隙填满，从而有助于改善换热性能。在将总管安装完毕之前，应先将水平沟槽的底部处理得光滑，然后将细沙和泥浆进行回填，最终将管道安装完毕，并将细沙和泥浆进行充分的压实，以确保无论是在安装还是维护方面都无须受到影响。

5 结语

综上所述，地源热泵技术在暖通空调工程中的应用，发挥了低碳节能，高效环保的专业特长，提高了建筑节能和可再生能源利用工程的质量。地源热泵能够有效满足在夏季制冷和冬季供暖时的室内温度控制，使得人们能够更好地实现温度调节和空气净化的目的。地源热泵系统需要严格按照规范进行设计、施工、运行管理，以保证暖通工程质量的稳步提升。地源热泵技术将在未来的暖通工程应用中充当愈来愈关键的位置，将有效推动我国的可持续发展和循环经济，从而有效推动构建绿色、低碳的社会。

[参考文献]

[1]刁乃仁,方肇洪著.地埋管地源热泵技术[M].北京:高等教育出版社,2006.

[2]朱祖文.地源热泵典型垂直地埋管换热器数值模拟研究[D].浙江:浙江大学,2013.

[3]吕刚.暖通工程中地源热泵技术的应用与施工[J].中华建设,2020(3):176-177.

[4]刘磊.暖通工程当中应用地源热泵的技术探讨[J].门窗,2019(13):191-192.

作者简介：吴俊涛（1988.10—），男，汉族，毕业学校：河北工业大学，现工作单位：河北玮辰工程设计咨询有限公司。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.