

基于节能目标的档案馆地源热泵系统施工策略

冯建洋 程秋实 姜 辉

北京城建勘测设计研究院有限责任公司 北京 100101

摘要: 在绿色建筑和可持续发展的背景下,档案馆作为文化存储和传播的重要场所,其能耗问题逐渐受到关注。地源热泵系统以其高效、环保的特点成为档案馆节能设计的理想选择。本文深入探讨了基于节能目标的档案馆地源热泵系统施工策略,旨在为档案馆的绿色建设提供全面、专业的指导。

关键词: 档案馆;地源热泵系统;节能;施工策略;绿色建筑

引言

随着全球能源危机和环境问题的日益突出,节能减排已成为社会发展的必然趋势。档案馆作为保存历史文化和重要档案资料的场所,其建筑能耗的降低对于推动绿色建筑和可持续发展具有重要意义。地源热泵系统作为一种高效、环保的供暖和制冷方式,正逐渐成为档案馆节能设计的首选方案。本文将从节能角度出发,对档案馆地源热泵系统的施工策略进行深入研究,以期对相关实践提供有益的参考。

1 地源热泵系统概述及在档案馆中的应用优势

地源热泵系统是一种利用地下恒温层的热能进行供暖和制冷的系统。它通过地下埋设的换热器与土壤进行热交换,从而实现室内环境的温度调节。在档案馆中应用地源热泵系统具有以下优势:一是高效节能:地源热泵系统能够高效利用地下热能,相比传统空调系统,能够显著降低能耗。二是环境友好:该系统在运行过程中不产生任何污染物排放,符合绿色建筑和环保理念。三是稳定性好:地下恒温层受外界环境影响较小,因此地源热泵系统能够提供稳定的室内环境,有利于档案资料的保存。

2 施工前的综合准备与评估

2.1 详尽的地质勘察与地热资源评估

在施工地源热泵系统之前,对档案馆所在地区的地质勘察工作必须得做足、做细。这一步骤是确保系统后续设计、施工顺利进行的基石。地质勘察应涵盖地层结构的详细分析,包括各土层的厚度、成分以及分布特点,这些数据对于确定地下换热器的埋设深度和布局至关重要。除了地层结构,岩土的热传导性能也是一个核心参数。通过现场测试和实验室分析,可以获得岩土的导热系数、比热容等关键热物性参数,这些参数将直接影响地源热泵系统的换热效率和能耗。同时,地下水位的考察不容忽视。地下水位的高低和季节性变化都会影

响地下换热器的换热效果。因此,需要详细记录地下水位的历史数据和变化趋势,以便在系统设计时采取相应的措施来应对可能的影响^[1]。此外,对地热资源的评估也是施工前准备工作的重要环节。这包括对地热资源储量的估算、开采潜力的分析以及可持续利用性的评价。通过科学的评估方法,如地热地质调查、地球物理勘探等,可以确保地热资源的充足性和长期利用的可行性。

2.2 系统设计与设备选型优化

在进行详尽的地质勘察与地热资源评估之后,接下来的关键步骤是根据这些数据结果进行地源热泵系统的精细化设计。设计过程中,必须紧密结合档案馆的特定需求和条件,确保系统能够满足室内环境的精确控制。档案馆作为文化资料的存储地,对室内温度和湿度的控制有着极高的要求。因此,在系统设计时,应特别关注温度控制精度和湿度调节能力。例如,可以设计智能控制系统,通过传感器实时监测室内温湿度,并自动调节热泵机组的运行状态,以确保档案资料的安全保存。在设备选型方面,选择高效、低噪音的热泵机组至关重要。热泵机组的效率直接影响到系统的能耗和运行成本,因此应优先考虑那些具有高能效比、低能耗的设备。同时,考虑到档案馆通常需要安静的工作环境,低噪音特性也是机组选型时的一个重要指标。此外,确保热泵机组与地下换热器的匹配性同样重要。地下换热器的布局和容量应根据地质条件和地热资源评估结果来确定,而热泵机组的选择则需与之相适应,以实现最佳的换热效果和能效。

3 基于节能目标的档案馆地源热泵系统施工策略

3.1 高精度钻孔与埋管施工技术

在地源热泵系统的施工中,钻孔是确保地下换热器有效埋设的关键环节。为确保钻孔质量和埋管效果,必须采用高精度的钻孔设备和技术,并严格按照施工规范进行操作。首先,钻孔设备的选择至关重要。应选用性

能稳定、精度高的钻孔机械，以确保钻孔的垂直度和孔径的一致性。在钻孔过程中，要实时监控孔径的变化，避免因孔径过大或过小而影响换热器的埋设效果和换热效率。其次，孔深的控制也是关键。孔深应根据地质勘察和系统设计的要求来确定，既要保证换热器能够充分与土壤进行热交换，又要避免过深导致的成本增加和施工难度加大。因此，在钻孔过程中，要严格控制孔深，确保每个孔的深度都符合设计要求。此外，孔距的设置也不容忽视。合理的孔距可以确保地下换热器之间的热干扰最小化，从而提高系统的换热效率^[2]。孔距的确定应综合考虑土壤的热传导性能、换热器的尺寸和埋设深度等因素。在埋管施工方面，选择合适的管材和连接方式至关重要。管材应具有良好的导热性能和耐腐蚀性，以确保系统的长期稳定运行。同时，连接方式应可靠、密封性好，以减少热损失和提高系统稳定性。在埋管过程中，还应注意管材的保护，避免划伤、折弯等损坏情况的发生。

3.2 热泵机组安装与精准调试

热泵机组的安装是地源热泵系统施工中的重要步骤，其质量对系统的整体运行效果具有直接影响。因此，在安装过程中必须严格按照设计图纸和技术规范进行操作，确保每一步都精准无误。首先，安装位置的选定十分关键。根据设计图纸，需要选择一个平稳、通风且便于维护的场地来放置热泵机组。同时，要确保机组与地下换热器的连接管路短而直，减少不必要的热损失和流体阻力。在安装过程中，机组与地下换热器的连接是核心环节。必须确保连接紧密可靠，防止出现泄漏或松动现象。为此，可以采用专业的连接技术和密封材料，如使用高质量的密封垫片和紧固螺栓等。同时，施工人员应具备丰富的经验和专业技能，以确保连接质量和系统的安全性。安装完成后，热泵机组的精准调试至关重要。调试过程中，需要对机组进行全面的检查和测试，包括电气系统的安全检查、制冷剂的充注量调整、以及各项运行参数的设定等。特别要注意的是，调试过程中应密切关注机组的噪音、振动和温升等指标，确保其性能达到设计要求。此外，为了提高系统能效，还需要对运行参数进行优化。这包括调整机组的启动和停止温度、设定合理的温差控制范围、以及优化化霜周期等。通过这些措施，可以确保热泵机组在不同工况下都能保持高效运行，从而实现节能目标。

3.3 智能控制系统的配置与优化

智能控制系统是实现地源热泵系统自动化运行和节能管理的关键。通过引入先进的智能控制技术，系统能

够根据档案馆的实际需求和外部环境变化，自动调节热泵机组的运行状态和室内环境参数，从而达到节能降耗、提高能效的目的。首先，智能控制系统的配置需要充分考虑档案馆的特定需求。档案馆作为一个需要严格控制室内温度和湿度的场所，其控制系统必须具备高精度和高稳定性。因此，在选择控制系统时，应优先考虑那些具有高精度传感器和执行器的系统，以确保对室内环境的精确控制。其次，控制系统的优化是提高能效的关键。通过对控制系统的参数进行合理设置，可以进一步提高系统的运行效率。例如，可以根据档案馆的实际情况，调整控制系统的PID参数，以实现更快速的响应和更小的超调量。同时，还可以利用智能算法对系统进行优化，如模糊控制、神经网络等，以提高系统的自适应能力和控制精度^[3]。此外，智能控制系统还应具备远程监控和故障诊断功能。通过远程监控，管理人员可以随时了解系统的运行状态和能耗情况，及时发现并解决问题。而故障诊断功能则可以帮助管理人员快速定位故障原因，减少维修时间和成本。

4 综合节能措施的实施

4.1 采用高效的热泵机组和换热器

在提高地源热泵系统能效的过程中，采用高效的热泵机组和换热器是至关重要的措施。高效的热泵机组具有更高的能效比（COP），即在相同的能耗下能够提供更多的热量或冷量。这种机组通常采用先进的压缩机技术、优化的热交换器设计和智能控制系统，以最大限度地提高能源利用效率。首先，高效的热泵机组通常采用先进的压缩机技术，如变频压缩机，它可以根据实际需求调整运行频率，从而在不同负荷下保持高效运行。此外，优化的热交换器设计可以确保更好的热传递效果，减少热损失，进一步提高能效。其次，选择高效的换热器也是关键。换热器是地源热泵系统中用于传递热量的关键部件，其效率直接影响到系统的整体能效。高效的换热器通常采用优质的材料和先进的制造工艺，以确保高效的热传递和长期的稳定运行。例如，采用高效的板式换热器或壳管式换热器，可以显著提高系统的换热效率。此外，定期维护和清洁换热器也是保持其高效运行的重要措施。由于换热器在运行过程中容易积累灰尘和污垢，这些物质会降低换热效率，增加能耗。因此，定期对换热器进行清洁和维护，可以确保其始终保持最佳状态，从而提高系统的能效。

4.2 优化系统运行模式

优化地源热泵系统的运行模式对于降低能耗和提高能效至关重要。实现分时段、分区域控制是其中的关键

策略,这不仅可以更好地满足档案馆等建筑的实际需求,还能显著减少不必要的能源消耗。分时段控制意味着根据地源热泵系统的使用情况和外部条件,在不同的时间段内调整系统的运行状态。例如,在档案馆工作时间,系统可以运行在高效模式,确保室内环境的舒适度和稳定性;而在非工作时间或人员稀少时段,系统可以自动切换到节能模式,通过降低热泵机组的运行频率或减少换热器的热量交换,从而有效降低能耗。分区域控制则是将建筑划分为不同的控制区域,根据每个区域的实际需求进行独立控制。档案馆内不同区域的使用频率和温度湿度要求可能有所不同,通过分区域控制,可以确保每个区域都得到恰到好处环境调节,避免不必要的能源浪费。例如,不经常使用的存储区域可以设置较低的温度和湿度标准,而经常有人员活动的办公区域则需要更高的舒适度标准^[4]。为了实现分时段、分区域控制,需要借助智能控制系统。这样的系统能够根据预设的程序和实时传感器数据,自动调整地源热泵系统的运行状态。此外,通过与建筑的其他智能化系统(如照明、通风等)相互配合,可以进一步实现整体能耗的最优化。

4.3 长期运行维护与故障预防

地源热泵系统作为档案馆的重要设施,其长期稳定运行对于保障档案馆内部环境的稳定与节能目标的实现至关重要。为确保系统的持久稳健,必须建立一套完善的运行维护与故障预防机制。首先,对系统进行定期检查是不可或缺的。这包括对热泵机组、换热器、管路系统以及控制系统等关键部件的全面检查。定期检查不仅能够及时发现设备的磨损、老化或泄漏等问题,还能评估系统的整体性能,从而为后续的维护工作提供有力的数据支持。其次,清洗和保养工作同样重要。由于地源热泵系统长期运行,换热器和管路内部容易积累污垢、微生物和其他杂质,这些都会影响系统的换热效率和运行稳定性。因此,定期对换热器和管路进行清洗,以及

对机组进行必要的保养,是确保系统高效运行的关键。此外,对操作人员进行专业培训也是长期运行维护的重要环节。熟练且专业的操作人员能够更好地理解系统的运行原理,熟练掌握操作规程,从而在系统出现异常时能够迅速做出判断和处理,有效防止故障的扩大。最后,建立故障预警和快速响应机制是预防故障的关键。通过安装传感器和监控系统,实时监测地源热泵系统的各项运行参数,一旦发现异常,立即触发预警系统,通知维护人员进行处理。同时,建立一支快速响应的维护团队,能够在接到故障报警后迅速赶到现场,进行故障排除,从而最大限度地减少故障对档案馆运营的影响。通过建立完善的长期运行维护与故障预防机制,可以确保地源热泵系统的长期稳定运行,为档案馆提供一个节能、舒适且安全的环境。这些措施的实施,不仅能够延长系统的使用寿命,还能有效降低运维成本,提高档案馆的整体运营效率。

结语

本文从节能角度出发,深入研究了档案馆地源热泵系统的施工策略。通过科学的地质勘察、系统设计与选型、精细化的施工过程以及有效的节能措施与运行维护方案,可以确保地源热泵系统在档案馆中的高效、稳定运行。展望未来,随着绿色建筑技术的不断发展和创新,地源热泵系统将在档案馆等公共建筑的节能设计中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]李顺刚,汤同芳.六安市图书档案馆地源热泵空调地埋管系统施工实践[J].安徽建筑,2019,26(09):170-172.
- [2]石和建.地源热泵和水蓄能系统在空调系统中的应用[J].福建建设科技,2024,(03):111-114.
- [3]李博洋,叶长宏.某高校地源热泵系统性能评价及碳排放研究[J].湖北工业大学学报,2024,39(02):98-103.
- [4]施惠刚,张建明,徐文骏.地源热泵空调系统及热回收技术在档案馆的应用分析[J].中国档案,2019,(01):71-73.