

暖通空调制冷系统的优化与控制技术分析

钟锡汉

广东省机械技师学院 广东 广州 510450

摘要: 随着能源危机的加剧和环保意识的提升, 如何降低暖通空调系统的能耗、提高其运行效率成为了研究的热点。本文简要介绍了暖通空调制冷系统的工作原理及暖通空调工程存在价值, 分析了暖通空调制冷系统的优化与控制技术, 包括自适应模糊控制系统的应用、管道安装技术的应用、制冷剂改良、优化风量循环、蒸发器优化等方面, 旨在为相关设计人员提供参考和借鉴。

关键词: 暖通空调; 制冷系统; 优化与控制技术

引言

随着全球气候变化和能源危机的加剧, 节能减排已成为全球共识。暖通空调系统作为建筑能耗的主要组成部分, 其能效和环保性能对实现节能减排目标具有重要意义。然而, 传统的暖通空调制冷系统往往存在能耗高、效率低等问题, 这不仅增加了运行成本, 还对环境造成了不良影响。因此, 如何优化和控制暖通空调制冷系统, 提高其能效和环保性能, 已成为当前研究的热点和难点。

1 暖通空调概述

1.1 暖通空调制冷系统的工作原理

暖通空调制冷系统作为现代建筑中不可或缺的一部分, 其工作原理对于维持室内环境的舒适性和稳定性起着至关重要的作用。制冷系统通过一系列复杂而精细的循环过程, 实现了对室内温度的调控, 为人们提供了宜人的居住环境。第一, 制冷剂在蒸发器中吸收热量, 从液态转变为气态, 蒸发器通常安装在室内, 利用风机把空气吹过蒸发器上, 和制冷剂进行热交换。在这种处理过程中, 制冷剂直接吸收了室内空气的热能, 使室内空气温度迅速下降, 因而达到了冷却的作用。因此, 充满气体的制冷剂就被空气压缩机所吸收, 并通过压力作用, 被压缩成了高温高压的气体^[1]。压缩机是制冷系统的核心部件, 它提供了制冷剂循环所需的动力。在压缩过程中, 制冷剂的温度和压力均会升高, 这为后续的冷凝过程提供了必要的条件。接着, 高温高压的制冷剂气体进入冷凝器后, 通过与冷却介质(如空气或水)进行热交换, 将热量释放到外界环境中。同时, 制冷剂的温度逐渐降低, 从气态转变为液态。冷凝器通常安装在室外, 以便更好地散热。经过冷凝器后, 液态的制冷剂通过节流阀进入蒸发器, 再次开始新的制冷循环。节流阀的作用是控制制冷剂的流量和压力, 使制冷剂在进入蒸

发器时具有较低的温度和压力。除了制冷剂的循环外, 暖通空调制冷系统还涉及到冷冻水、冷却水和室内空气的循环, 冷冻水通过蒸发器与制冷剂进行热交换, 降低自身温度后, 再被送至室内风机盘管或空调机组中, 通过风扇将冷风送入室内。并且, 冷却水通过冷却泵送至冷却塔进行降温处理, 以保证冷凝器能够正常散热。

1.2 暖通空调工程存在价值分析

在现今社会, 无论是高耸入云的公共建筑, 还是温馨舒适的居民家庭, 暖通空调工程都扮演着举足轻重的角色, 它不仅是一个简单的制冷制热设备, 更是提升生活质量、保障居住舒适性的关键所在。深入探讨暖通空调工程的价值, 我们不难发现, 它所带来的益处远不止于表面。首先, 从舒适性角度来看, 暖通空调工程能够精准地调控室内温度, 为人们营造一个四季如春、温度适宜的生活环境。在炎炎夏日, 它能够迅速降低室内温度, 让人们在清凉中度过酷暑; 在寒冷的冬季, 它又能迅速提升温度, 驱走严寒, 确保室内温暖如春。这种对温度的精确控制, 无疑极大地提升了人们的居住体验, 满足了人们对舒适性的追求。其次, 从健康性角度来看, 暖通空调工程同样功不可没。它通过循环送风, 确保室内空气流通, 有效避免了因长时间封闭而导致的空气质量下降问题。同时, 一些高端的暖通空调系统还配备了空气净化功能, 能够过滤掉空气中的细菌、病毒等有害物质, 进一步保障了人们的健康。最后, 从管理便捷性角度来看, 暖通空调工程实现了对整个建筑工程项目的集中控制。通过一个终端控制中心, 就能够对整个建筑内的温度、湿度、空气质量等进行全面调控, 大大减少了以往分散式取暖制冷模式对人力资源的浪费^[2]。这种集中式的控制方式, 不仅提高了管理效率, 还降低了管理成本, 满足了现代生活对高效、便捷的需求。然而, 值得注意的是, 暖通空调工程在运行过程中, 也面

面临着能源消耗较大的问题。尤其是在制冷模式下，空调系统的能耗往往占据了建筑总能耗的很大一部分，这不仅增加了用户的经济负担，还对环境造成了不小的压力。因此，在实现暖通空调工程价值的同时，也需要关注其环保节能的重要性。

2 暖通空调制冷系统的优化与控制技术

2.1 自适应模糊控制系统的应用

自适应模糊控制系统是一种结合了自适应控制技术和模糊逻辑理论的控制系统，其核心在于一系列高度集成的控制单元，包括自适应模糊控制器、传感器网络、执行机构以及数据通信模块，这些单元协同工作，共同实现对制冷过程的精细调控。该系统不仅能够实时地对环境信息进行采集与分析，而且能够基于这些信息自动调整和优化逻辑关系参数，从而实现对空调制冷系统的精准控制。这种控制策略的高效性，源于其独特的算法设计，即基于自适应模糊控制器和自适应学习能力模糊逻辑系统的算法。在空调制冷领域，制冷系统是一个复杂的系统工程，涉及多个子程序的循环和协同工作。传统的控制方法往往只关注于某个或部分元件的控制，虽然能够在一定程度上提高系统的运动能力，但很难从全局角度实现对空调运行能耗的有效控制。而自适应模糊控制系统的引入，则从整体上对空调制冷系统进行了优化。一方面，系统能够根据历史数据和当前环境参数，利用模糊逻辑预测未来的制冷负荷需求，基于此预测，控制器提前调整压缩机的工作频率、膨胀阀的开度等，使制冷系统能够在满足需求的同时，尽可能减少不必要的能耗。另一方面，通过实时监测冷却水温度、冷凝器压力等关键参数，系统能够动态调整制冷循环的工作状态，如优化冷凝器的热交换效率、减少冷却水的循环阻力等，从而提高整个制冷循环的效率，降低能耗。此外，利用模糊逻辑算法，该系统能够根据不同区域的温度需求，智能地调配合适的室内温度，避免过冷或过热造成的能耗浪费。同时，通过学习用户的使用习惯，系统还能进一步优化温度控制策略，实现更加个性化的节能效果。

2.2 管道安装技术的应用

管道安装过程中，设备保护和线路的合理布置是首要任务，考虑到电器仪表线路与其他线路之间可能存在的信号干扰问题，需要将电器仪表的线路与其他线路进行明确分隔，以确保系统运行的稳定性和可靠性。在制冷管道线路的安装过程中，母线的安放是第一步。但在安装之前，安装人员必须明确母线的工艺标准，确保所选母线能够满足整个配电网的安装要求。同时，母线

敷设吊具的质量控制同样重要，这直接关系到母线安装的质量和安全性。安装人员应严格控制母线安装吊架的实际距离，确保其始终符合安设标准，以保障线路的稳定运行。此外，线径的选择也是一个需要注意的问题，在暖通空调工程中，比如我们通常在母线铺设长度超过400cm的情况下，安装人员需要增加支撑构件和伸缩器，以确保线路的稳定性和安全性，这是因为过长的线路可能会因自重或外部因素而产生变形或位移，从而影响系统的正常运行^[3]。另外，在管道安装过程中，暗埋方式是一种常用的敷设方法，它不仅可以有效地节省空间，还可以减少线路对室内环境的影响。但在使用暗埋方式时，安装人员需要做好制冷管道线路的规划设计，避免线路出现大幅度弯曲或过多的接头，以减少材料的浪费和提高系统的运行效率。

2.3 制冷剂改良

传统制冷剂，如氟氯烃和氢氯氟烃，因其对臭氧层的破坏作用而逐渐被淘汰。取而代之的是一系列更加环保的制冷剂，如氢氟烃以及几种自然工质制冷剂（如二氧化碳、氨、水等）。这些新型制冷剂在减少环境影响的同时，也为暖通空调制冷系统的优化与控制提供了新的机遇与挑战。（1）为了应对全球气候变化，降低制冷剂的全球变暖潜能值成为首要任务，行业正致力于研发GWP值更低的制冷剂，以替代现有的HFCs制冷剂。这些新型制冷剂在保持高效制冷性能的同时，显著降低了对环境的长期影响。（2）自然工质制冷剂因其良好的环境兼容性和可再生性而受到越来越多的关注，例如二氧化碳（CO₂）制冷系统凭借其高能效、低噪声、系统简单等优点，在超市冷藏、冷冻干燥等领域得到广泛应用。氨（NH₃）制冷系统则因其强大的制冷能力和较低的运行成本，在大型工业制冷场合占据重要地位。此外，水作为制冷工质，在特定条件下也能实现高效制冷，如吸收式制冷系统。（3）为了平衡制冷效率、安全性和环境友好性，科研人员还积极探索制冷剂混合物的优化配方，通过精心调配不同制冷剂的成分比例，可以在满足特定工况需求的同时，降低整体GWP值，提高系统的综合性能。（4）制冷剂的改良不仅仅是替换或改进单一物质，还包括对整个制冷剂循环系统的优化。这包括改进压缩机技术、优化换热器设计、提高系统密封性等措施，以减少制冷剂泄漏、提高换热效率、降低能耗。（5）随着物联网、大数据、人工智能等技术的发展，智能控制技术被越来越多地应用于暖通空调制冷系统中，通过对制冷剂运行状态的实时监测与数据分析，智能控制系统能够自动调整制冷剂流量、压力等参数，实现制冷系统的

精准控制与优化运行。这种智能化的控制方式，不仅提高了系统的能效，还增强了系统的稳定性和可靠性。

2.4 优化风量循环

风量循环主要通过风机驱动空气在室内与室外或室内各区域之间循环流动，在制冷模式下，风机将室内热空气吸入，经过蒸发器冷却后，再将冷空气吹出，从而达到降温的目的。风量的大小、速度以及流向都会影响室内的温度分布和舒适度。第一，变频调速技术是现代暖通空调系统中常用的风量调节方式，通过变频器控制风机的转速，可以根据室内温度和负荷需求实时调整风量大小。在负荷较低时，降低风机转速可以减少能耗；在负荷较高时，提高风机转速可以加快空气流动，提高制冷效率。第二，结合物联网、大数据和人工智能技术，可以构建智能控制系统来优化风量循环。系统可以实时监测室内温度、湿度、CO₂浓度等参数，并根据预设的算法自动调整风机转速和风量，以达到最佳的运行状态。此外，智能控制系统还可以根据人员活动情况、室外天气变化等因素进行动态调整，进一步提升系统的智能化水平和舒适度。第三，风道的设计对风量循环的效果有着重要影响，合理的风道布局可以减少空气流动中的阻力，提高风量传递效率。同时，风道的截面形状、尺寸和材质也需要根据实际需求进行优化设计^[4]。例如，采用光滑的内壁材料和合理的截面形状可以减少摩擦阻力和涡流损失；采用可调节的风阀可以根据需要调整风道的开度，实现风量的精确控制。第四，在风量循环过程中，空气过滤与净化也是不可忽视的环节，通过安装高效的空气过滤器和净化装置，可以去除空气中的尘埃、细菌、病毒等有害物质，提高室内空气质量。

2.5 蒸发器优化

蒸发器的工作原理基于热力学原理，通过制冷剂在低压下的蒸发过程吸收周围环境的热量，为了更有效地进行热交换，蒸发器内部设计有大量的翅片结构，以增加换热面积，并引导制冷剂在管道中均匀分布。了解蒸发器的这些基本原理，有助于在优化过程中做出更加科学合理的决策。其中，蒸发器的技术参数包括制冷剂流

量、蒸发温度、换热面积等，这些参数的合理设置对于蒸发器的性能至关重要。通过精确计算和优化调整，可以确保制冷剂在蒸发器内充分蒸发，同时避免过冷或过热现象的发生。例如，适当提高蒸发温度可以降低制冷剂的能耗，但也可能导致制冷量下降；而增大换热面积则可以提高换热效率，但也会增加成本和空间占用。因此，在优化过程中需要综合考虑各种因素，找到最佳的技术参数组合。另外，蒸发器的内部部件如翅片、管道等也是优化的重要对象。通过改进这些部件的结构和材料，可以进一步提高蒸发器的性能。如在翅片表面涂刷亲水膜可以减少水分的积聚和结冰现象，提高蒸发器的换热效率；并且，采用耐腐蚀、导热性能好的材料制作翅片和管道，可以延长蒸发器的使用寿命并降低维护成本。此外，还可以考虑在蒸发器内部设置除霜机构或采用其他先进的除霜技术，以减少因结霜导致的性能下降问题。

结语

总之，本文对暖通空调制冷系统的优化与控制技术进行了深入研究，提出了风量循环优化、制冷剂选择与改良、智能控制策略应用等多种优化方法。然而，由于暖通空调制冷系统的复杂性和多样性，仍有许多问题需要进一步研究和解决。未来，随着新材料、新技术和新理念的不断涌现，暖通空调制冷系统的优化与控制技术将不断得到改进和完善。我们期待在未来能够开发出更加高效、环保、智能的暖通空调制冷系统，为人类创造更加舒适、健康、可持续的生活环境。

参考文献

- [1]周玲.暖通空调制冷系统中的环保节能技术[J].科技创新与应用,2021,11(22):166-168.
- [2]王晴晴.暖通空调制冷系统的优化与控制技术分析[J].科技创新与应用,2020(06):157-158.
- [3]曹珏末.暖通空调制冷系统的优化与控制技术分析[J].工程建设与设计,2019(02):63-64.
- [4]曹勇,崔治国,刘辉等.前馈控制技术在暖通空调领域的研究应用综述[J].建筑节能,2020,46(08):82-85,91.