

制冷与空调设备节能技术的研究进展

孟立龙

(单县中心医院, 山东 菏泽 274300)

摘要 随着全球能源危机和环境问题的日益严重, 节能技术成为各个领域研究的热点。在制冷与空调设备领域, 节能技术的研发和应用对于降低能源消耗、减少温室气体排放以及提高设备运行效率具有重要意义。文章对制冷与空调设备结构和原理进行简要阐述, 并分析全球性能源紧缺背景下制冷与空调设备节能的作用, 进而从节能压缩机、变频技术控制、太阳能制冷、蓄能错峰、热力回收、电子膨胀阀、电气智能控制入手对其节能技术研究进展进行探讨。

关键词 制冷与空调设备; 空调制冷系统; 节能优化

中图分类号: TU83

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)04-0103-03

全球气温的上升和经济的蓬勃发展使得制冷与空调设备在我们的日常生活和工业生产中扮演着愈加重要的角色。这些设备的广泛应用为人们提供了舒适的居住环境、促进了医疗和科研领域的进步, 同时也在工业生产中扮演着关键的角色。然而, 这种便利的背后伴随而来的是能源消耗的迅猛增长, 对环境和经济带来了巨大的负担。随着全球能源问题日益凸显, 科学家、工程师和政策制定者们纷纷将目光投向制冷与空调设备的节能技术研究, 希望通过创新解决方案来实现能源效益和环保双赢。这一领域的研究着眼于提高设备的能效, 减少能源浪费, 以应对不断增长的能源需求。如新型制冷剂的开发、高效压缩机技术的创新、变频控制技术、蓄能错峰的应用、智能控制系统的应用等, 都在极大程度上降低了制冷与空调设备的能耗, 使得这些设备的环保性大大提升。

1 制冷与空调设备概述

目前工业生产和家庭使用的制冷与空调设备大都是一套空调制冷系统, 即常见的空调类家电, 通过不同组件的协同作用, 在压缩、冷凝、膨胀和蒸发的过程中完成热能的转移, 实现对室内温度的调节。典型的空调制冷系统通常包括四个主要组件: 压缩机、冷凝器、节流装置(一般为膨胀阀)和蒸发器^[1]。压缩机是空调制冷系统的“心脏”, 抽取低温低压的制冷剂(常用氟利昂类物质)并将其压缩成高温高压的气体。通过提供能量使得气体的温度和压力升高。高温高压的气体进入冷凝器后, 由冷凝器散发热量, 将其冷却成高压液体。节流装置负责减压, 通过缩小通道限制制冷剂的流量, 将高压液体制冷剂减压成低温低压液

体。蒸发器则是完成室内热量和制冷剂的交换, 让制冷剂从液态变成气态, 实现制冷, 降低室内温度。在这样的循环中, 能耗主要由压缩机的工作产生^[2]。压缩机需要耗费大量电能才能将制冷剂压缩, 而冷凝器、膨胀阀和蒸发器的协同工作也产生电力损耗, 因此优化这些组件的设计和性能将有效提高系统能效并减少排放。

2 空调制冷系统节能的作用

由于全球性能源紧缺以及气候问题, 如今各行各业对能源保护和节约问题都相当重视, 空调在我国普及范围较广, 能源消耗很大, 一方面空调制冷系统的大量使用会产生大量废热, 造成城市中的热岛效应, 影响周围生态系统, 通过提高系统的能效、减少废热排放可以缓解这一问题; 另一方面空调耗电量大, 间接消耗化石能源等, 节能的空调制冷系统减少了对能源的过度依赖, 有助于降低对自然资源的开采和利用, 保护不可再生资源, 减缓资源枯竭的趋势。在“双碳”背景下, 我国一直倡导资源节约型生产和应用, 空调设备中能耗较大的就是制冷系统, 如果能够通过空调制冷系统的节能措施, 可以在降低环境负担的同时实现更加可持续的生态和能源发展, 这对于应对气候变化、减缓资源枯竭、改善城市生态环境等方面都有积极的影响。

3 制冷与空调设备节能技术研究进展

3.1 节能压缩机

压缩机对空调制冷系统的能效性能起着决定性的作用, 若能控制好逸出热量, 减少能效损失, 便能起

到节能的作用。如今的压缩机技术可以通过两级压缩系统,在不同的压力级别中使用不同的压缩机来提高系统的能效,在各类大型工业制冷系统中应用较多,此外,还有例如涡轮式压缩机技术运用压缩机顶部的气腔对气体进行吸排,并利用电磁阀同断电来控制时间,使用一块永久性磁铁来作为定子,延长空调设备使用寿命的同时起到调节转速的作用,相对于传统的定频压缩机,变频涡轮压缩机能够在不同负载条件下灵活调整工作频率,提高系统的部分负载性能,从而降低能耗,这种技术在如今的制冷与空调系统中得到广泛应用^[3],相比于传统的压缩机更加节能。另外,我国还有行业领先的螺杆式压缩机技术,目前得到大力推广的双螺杆式压缩机具备两个工作容积,气体的排放量可控,空调制冷系统更加环保。双螺杆式压缩机由两个旋转螺杆组成,分别称为主螺杆和从螺杆,二者相互啮合,将气体吸入并压缩并排出高压冷凝气体,双螺杆式压缩机能够提供可靠的冷却能力,且在较大的温度调节范围内能够稳定工作,适用于不同工况和负载需求。

3.2 变频技术控制

如今变频技术已在制冷和空调设备中得到广泛应用,这种技术电子控制,可实现根据实际需求动态调整压缩机的运行速度,与传统的定频技术相比,使用变频技术的空调有多个挡位可以选择,可以更灵活地匹配系统的负荷变化,实现精准的能量调节。现代化的变频空调调频率调节范围很大,因此能够适应不同工作环境中要求的负荷条件,这意味着在系统需要不同温度的制冷温度时,变频压缩机可以在不牺牲能效的前提下灵活运行。而且,通过搭载越来越智能化的变频压缩机控制系统,先进的控制算法和传感器技术能够对环境中的温度、湿度等参数进行实时监测,然后再用来调整空调,从而在不同工作条件下始终维持最佳能耗比。而且在工厂中,使用变频技术能够让压缩机在系统中协同工作,实现更高效的负载分配,通过多联机组系统在工厂需求峰值时投入更多的压缩机,而在负载较低时则减少运行单元,提高整个系统的运行效率。

3.3 太阳能制冷

太阳能发电作为清洁能源能起到很好的节能作用,再加上光伏技术的不断进步,如今太阳能发电已经越来越高效和经济,通过太阳能电池板转化光能为电能,再为制冷系统提供所需的电力,是可持续性较强的一

种绿色能源解决方案^[4]。例如槽式聚光太阳能电站、太阳能冷凝器等,都可以聚拢光能产生热能,再转化为电能输送给空调设备,而且在新材料技术和设计的加持下,太阳能发电器的能量吸收效率在不断提高,使用太阳能发电的系统性能和能效不断增强。而且一些太阳能发电制冷系统直接集成在制冷空调设备中,这种系统利用太阳能直接提供动力,从而带动空调运行制冷。而且如今太阳能发电在阴天无法运行的问题也得到了一定程度上的解决,可以借助现代能量存储技术和智能控制系统,使太阳能发电制冷系统在夜间或阴天继续运行,收集并存储白天运行时富余的能量,根据太阳辐射、负荷需求和储能状态实时调整供能情况,以保证在阴天等光照条件不好时依然可以带动制冷和空调设备运行,如今太阳能发电制冷技术在我国,尤其是我国偏远地区应用广泛,这不仅推动了清洁能源的利用,还为偏远地区或缺乏传统电力供应的地方提供了一条可持续的发电途径,且有望在未来成为更为普遍的节能和环保选择。

3.4 蓄能错峰

蓄能错峰技术虽然无法从根源上解决空调能耗高的问题,但在实际应用中依然可以起到良好的效果。蓄能错峰就是利用不同时间段的能源消耗差异,在制冷和空调设备运行的低峰时段储存能量,然后在高峰时段释放能量,从而达到合理利用能量、减轻对电力网络的压力并降低总体功耗的作用。蓄能错峰技术在低负荷时段,采用热蓄能技术收集并储存热能,然后在负荷高峰时段释放以制冷,如今新型的热蓄能材料和系统设计不断涌现,热能的储存密度和释放效率不断提高,因此存储能量效果好,应用范围不断增大,蓄能错峰技术还依靠热泵发挥作用,通过空调热泵操控环境中的热能,在高峰时段将热能释放或转化为冷能,并通过优化循环和增加系统控制智能性,可以提高整个系统的效率^[5]。而且如今蓄能错峰技术常与风能和太阳能等可再生能源整合,在可再生能源波动性较大的情况下平衡能源供应,提高系统的可靠性和稳定性,随着系统的逐渐成熟,使用蓄能错峰技术的已经能够根据电力负荷、环境条件和能源成本等因素进行实时调整,以实现最佳的能源使用效果。

3.5 热力回收

如果制冷和空调设备具备热力回收系统,可以二次利用系统产生的废热,从而提高能源利用效率。当前的热力回收技术不断热回收效率的提升,通过改进

换热器设计、增加热交换器表面积、提高传热效率等方面的创新,追求最大化废热的回收,减少系统能量损失,达到节能的效果,随着材料科学的发展,出现了一些新型的高效热回收材料,这些材料具有更好的导热性和稳定性,可以用于提高换热器的性能,使热力回收系统得到了更好的应用。制冷和空调系统中搭载高效的废热回收系统,可以来自压缩机、冷凝器等组件排出的热量回收和再利用,减少整个系统的热能浪费,并通过热泵技术与热力回收相结合,从室内空气中回收热能,然后将其用于压缩机等能量转换,从而实现能量的再循环利用。而且目前行业对于能源效率的关注不断提高,相关的法规和标准对于推动热力回收技术的发展起到了积极的作用,指导制定更为严格的能效标准,鼓励制冷和空调设备制造商采用更先进的废热回收技术,因此热力回收技术在制冷和空调设备中的发展趋势会朝着更高效、智能化和可持续发展的方向发展,降低运行成本以及对能源的消耗和浪费。

3.6 电子膨胀阀

如今不少制冷和空调设备集成了电子控制来调整制冷系统中制冷剂流量的电子膨胀阀,从而提高系统的精度、稳定性和能效。电子膨胀阀通过电子控制对制冷剂流量精准调节,根据系统需要动态调整阀口的开度,以适应不同工况和负载,先进的电子膨胀阀系统具有较快的响应速度,可以快速适应系统的变化,在瞬时负载波动较大的情况下同样能够维持系统的稳定性和效能。使用电子膨胀阀可以在不必要的时候减少系统中的制冷剂流量,从而提高系统的能效,一些先进的电子膨胀阀系统还具备智能化通信功能,可以与其他系统组件进行实时通信从而协同工作,维持系统环境条件在较为稳定的范围内,降低能耗的同时提高系统的稳定性。

3.7 电气智能控制

随着科技进步,制冷和空调设备的电气智能控制技术得到了显著的发展,通过智能化控制和自动环境监测技术,空调系统运行过程中的无意义能耗将会大大减少。在空调系统中应用先进的传感器技术能够实时监测环境条件,如温度、湿度、空气质量等,然后通过实时数据反馈,结合电气智能控制系统采用的先进自适应算法,实现根据不同的使用场景和需求调整系统参数。这种自适应性能够提高系统的能效,确保在不同负载和环境条件下都能够提供最佳的性能,并让系统能够更加准确地感知和响应不同的运行状态。

另外,电气智能控制系统能够对设备运行进行精细化管理,实现能耗的优化,一些先进的节能设计,如变频调速技术、智能压缩机控制等,在电气智能控制下能达到最好的效果,还有一部分空调设备能连接到互联网,实现远程监控和管理,接入云计算平台便可进行大数据分析,用于分析历史数据,优化设备运行策略,并提供预测性维护,形成周期性升级,从运行设计的角度上最大程度地减少能耗,提高能源利用效率。此外,通过物联网技术将设备和整屋家电相互连接,形成智能家居或建筑系统,还能通过设备之间的互联实现更高层次的协同控制,提供更加智能和舒适的环境的同时选择最优能效运行方案。

4 结语

制冷与空调设备在现代生产生活中十分常见,有关其的节能研究一直是环保工程技术领域的一个重要课题。通过不断地创新和技术进步,空调系统节能技术在多个方面都取得了显著的成果,如今已经可以依靠不同方式来提高设备的能效,降低了环境影响和能源浪费。如今,更加智能化的制冷与空调系统是主流研究方向,相关领域研究者一直致力于将人工智能、大数据和物联网技术应用于制冷与空调系统,实现智能化的能耗管理和优化,提高系统的自适应性,同时进一步改进和推广热泵技术,以提高空调和制冷系统的热效应率,并与绿色能源结合,减少对电力等传统能源的依赖。未来,制冷与空调设备节能研究的发展趋势将朝着更加智能、绿色和可持续发展的方向发展,预计会有更多的创新技术投入市场,为用户提供更为环保、节能且智能的空调与制冷设备优化方案,促进行业更快速地向“双碳”背景下的绿色节能目标。

参考文献:

- [1] 王晓煜,温璐,杨小雪.空调系统在高温地区建筑中的能效优化与适应性研究[J].居舍,2023(35):138-141.
- [2] 厚双龙.关于建筑采暖通风空调工程的节能减排策略探讨[J].建材发展导向,2023,21(20):193-195.
- [3] 陈晓贤.节能技术在暖通空调安装施工中的应用[J].建材发展导向,2023,21(20):196-198.
- [4] 陈亚丽,杨伟兵.制冷与空调设备电气自动控制技术[J].中国高新科技,2023(10):80-81,96.
- [5] 陈瑞.智能建筑空调系统节能研究与实现[D].荆州:长江大学,2023.