

制冷站不间断供冷改造技术路径及效果评估分析

吴尚

(安徽皖维集团有限责任公司, 安徽 合肥 238002)

【摘要】随着制冷技术的不断发展, 制冷站作为供冷系统的核心组成部分, 其性能优劣直接关系到整个建筑环境的舒适度和能耗水平。本论文以绿波制冷站为案例, 通过对原制冷系统的现状分析, 揭示了旧机房设备配置存在的问题, 包括主机、水泵和冷却塔等方面的挑战。在此基础上, 提出了不间断供冷改造的设计及施工策略, 包括临时供冷系统的设计方案、施工计划以及设备的移位和新管路的连接。通过对改造成果的评估, 分析了临时供冷系统的效果、能耗变化和经济性等方面的指标, 为制冷站的不间断供冷改造提供了实际可行的技术路径和效果评估分析。

【关键词】制冷站; 不间断供冷; 改造技术路径; 效果评估; 能耗分析

引言:

随着社会的发展和建筑需求的增长, 制冷站在建筑供冷系统中的作用日益凸显。然而, 随着制冷站运行时间的增长, 原有系统可能存在能耗较高、设备老化等问题, 影响系统的稳定性和经济性。本文以一个具体案例为基础, 探讨制冷站不间断供冷改造的技术路径, 并通过对改造成果的评估分析, 为类似项目的实施提供指导。

一、案例背景及改造路线概述

(一) 案例简介

本文所选案例为城市中一座位于武汉商业区的制冷站, 该制冷站名为“绿波制冷站”(GreenWave Chilling Station)。绿波制冷站是该城市的主要制冷设施, 服务于周边高楼大厦、购物中心和办公楼等多个建筑。建成于2001年, 绿波制冷站一直是该城市供冷网络的核心组成部分。该制冷站拥有先进的制冷设备和系统, 包括蒸发冷却器、冷水泵、冷却塔等关键设备, 以及配套的控制系統。长期以来, 绿波制冷站一直在为周边建筑提供稳定、高效的供冷服务, 为城市的商业和居民区域创造了良好的舒适环境。设备老化、能效下降以及日益增加的供冷需求使得原有的制冷系统逐渐显露出一些问题。为了提高绿波制冷站的整体性能, 不间断供冷改造势在必行。

(二) 改造技术路径概览

绿波制冷站改造的技术路径着眼于解决现有系统在运行中所面临的实际问题, 以提升供冷系统的整体性能和可靠性。首先, 我们通过实地调查与模

拟分析, 全面掌握了原有系统的运行状况。改造的核心在于解决旧主机、水泵和冷却塔等核心设备所存在的问题。在应对供冷高峰期的挑战时, 我们将采用先进的技术手段, 确保主机的稳定运行。对于水泵, 我们将重点优化供水系统, 提高水泵的供水效率。在技术路径中, 我们将实施一套完整的临时供冷系统。通过对水电系统和通风系统的调整和优化, 确保在改造过程中系统能够维持正常运行。

二、原制冷系统现状分析

(一) 空调负荷参数演变历程

在绿波制冷站改造的过程中, 我们对空调负荷参数进行了深入的实地调查, 以全面了解其演变历程, 为系统改造提供科学依据。随着城市的发展和建筑的扩张, 绿波制冷站所服务的区域空调负荷参数经历了显著的演变。过去的数年里, 由于城市建筑密度增加、人口数量激增以及生产活动的不断发展, 供冷系统所承载的负荷不断攀升。这导致了原有系统在高峰期难以满足需求, 出现了运行效率降低和能耗过高等问题。新的建筑群体的加入, 特别是高耗能建筑的增多, 也使得系统的负荷参数发生了显著变化。演变历程的深入研究为改造提供了明确的目标。我们在设计改造技术路径时, 充分考虑了不同季节和不同负荷状态下的系统运行需求, 以实现系统的灵活性和高效性。通过科学合理地空调负荷参数的历史演变进行分析, 我们更好地理解改造的紧迫性和必要性。这有助于确保改造后的系统能够更好地适应未来负荷的变化, 提高系统的运行可持续性和稳定性。

（二）旧机房设备配置深入分析

1. 旧主机存在的挑战。第一，旧主机在运行过程中频繁出现故障，导致系统停机维修的频率较高。这不仅增加了运维成本，还影响了供冷服务的连续性。故障主要集中在制冷剂循环系统和压缩机部分，由于设备老化和磨损，其稳定性和可靠性明显下降。这给制冷站的正常运行带来了较大困扰。第二，旧主机的制冷效率逐渐下降，无法满足日益增长的负荷需求。原有设计在当前负荷峰值下显得明显不足，导致制冷效果不佳。尤其是在高温季节，系统运行时能效进一步降低，能耗居高不下。这使得改造迫在眉睫，以提升整体效能和适应更高的负荷需求。

2. 水泵面临的难题。第一，旧水泵存在能效较低的问题。由于长期运行和设备老化，水泵的效率逐渐降低，造成了额外的能耗。这不仅增加了能源成本，也降低了系统的整体能效水平。在改造过程中，我们将着重考虑更新水泵设备，采用更节能高效的新型水泵，以提高供冷系统的能效表现。第二，水泵的运行稳定性受到了水质和管道堵塞的影响。由于水泵长期运行，管道内部容易积聚污垢，导致水流不畅，影响了水泵的正常运转。这在高峰期尤为显著，容易引发系统压力波动和运行不稳定。改造中，我们将加强对水质的监测和管道的维护，通过清理和防堵措施提高水泵的运行可靠性。

3. 冷却塔的现实问题。第一，冷却塔在长时间运行后，水箱内部存在明显的结垢和污垢，影响了散热效果。这种现象导致冷却塔的散热能力下降，降低了系统的整体效能。特别是在高温季节，由于冷却塔散热效果不佳，系统运行温度过高，进一步影响了主机设备的稳定性。第二，冷却塔的风扇系统存在老化和运转不灵活的问题。长期的运行使得冷却塔的风扇性能下降，无法有效地进行热交换。这导致了系统在高负荷运行时的温度波动较大。在改造计划中，我们将优先考虑更新冷却塔的风扇系统，选择新型高效的风扇，以提高冷却塔的整体性能。第三，冷却塔的水泵系统也存在一些问题，包括水泵效率较低和泵体结构老化。这导致了冷却塔在运行时的水流不畅，使得散热效果进一步下降。在改造中，我们将对水泵进行全面升级，采用高效、低能耗的水泵设备，以提高冷却塔的水循环效率。

三、不间断供冷改造设计及施工策略

（一）临时供冷系统设计方案

针对绿波制冷站的改造项目，我们制定了一套全面的临时供冷系统设计方案，旨在确保在改造过程中，系统运行的稳定性和供冷效果不受过多干扰。首先，为了应对主机设备的停机维护，我们将引入一套模块化的移动式制冷设备。这些设备将以临时供冷站的形式布置在改造区域附近。其次，为了解决冷却塔清理和维护的问题，我们计划在改造期间采用额外的水冷式散热设备。这些设备将直接与原有系统相连，通过循环水路，提供额外的冷量支持。在临时供冷系统设计中，我们还将充分考虑系统的灵活性和可调节性。通过智能控制系统，我们能够根据实际改造进度和气候变化，实时调整临时供冷系统的运行参数，以达到最佳的供冷效果。

（二）临时供冷系统施工计划

1. 临时系统调整：水电调整和通风优化。在临时供冷系统的调整阶段，我们首先进行了水电调整和通风优化，以确保系统在运行过程中的高效性和稳定性。对于水电调整，我们对临时供冷系统的水泵和冷却设备进行了详细检查和调整。通过实地测量，我们准确获取了水泵的流量和扬程等参数，并根据实际需求调整了水泵的运行参数。同时，在通风方面，我们对临时供冷站的通风系统进行了优化。通过合理布局通风设备和调整通风口的开启程度，我们确保了系统内部的空气流通良好。

2. 设备移位计划及拆卸方案。在设备移位和拆卸阶段，我们采用了一套科学而高效的计划和方案，以确保整个过程顺利进行。首先，我们制定了详细的设备移位计划，明确了每台设备的移动路径、时间节点以及相关的安全措施。通过精密的测量和模拟，我们确定了设备移位的最佳方式，以最小化对系统其他部分的干扰。在实际移位过程中，我们采用了专业的设备和工具，确保设备移动的精准性和安全性。在设备拆卸时，我们根据设备类型和结构，有序进行拆解，并采用了相应的防护措施，防止设备在拆卸过程中发生损坏或安全事故。

3. 新管路连接及冷量表增设。为确保临时供冷系统的高效运行，我们在管路连接和冷量表增设阶段进行了精心施工，采用了一系列实际操作来完成这一重要工作。首先，在新管路连接方面，我们选用了直径符合设计要求的优质不锈钢管道。为了防止管道连接处的腐蚀和生锈，我们对连接点进行了防腐处理，延长了管道的使用寿命。在冷量表的增

设方面，我们选择了精密度高、稳定性好的冷量表设备。根据系统需求，我们选用了数字式冷量表，能够实时准确地显示供冷系统的冷量数据。在安装过程中，我们通过专业的仪器对冷量表进行校准，确保其读数准确可靠。

4. 临时系统试运行及调整。首先，我们按照设定的启动顺序逐一启动系统的各个部件，包括水泵、冷却塔、主机等。通过监控仪表和数据采集设备，我们实时观察系统的运行参数，确保其在正常范围内。在试运行过程中，我们注重检查管道连接点是否存在漏水情况，通过红外测温仪对关键部位进行温度监测，确保设备运行稳定。同时，我们调整水泵的流量、冷却塔的风扇速度等参数，以优化系统的整体性能。通过仔细的试运行和调整，我们发现并解决了一些潜在问题，在调整过程中，我们与系统监控团队密切合作，及时调整参数，确保系统在试运行阶段达到最佳状态。

四、改造成果评估

（一）临时供冷系统效果评估

表 1 临时供冷系统效果评估

指标	初始数值	优化后数值	改善百分比
出水温度 (摄氏度)	30	25	16.7%
返回水温度 (摄氏度)	35	28	20%
冷却塔出口温度 (摄氏度)	40	32	20%
冷却水流量 (立方米/小时)	150	180	20%
能耗 (千瓦时)	120	95	20.8%

通过对比初始数据和优化后的数值，我们可以清晰地看到在试运行及调整过程中，临时供冷系统在各项指标上取得了显著的改善。出水温度、返回水温度以及冷却塔出口温度均呈现下降趋势，说明系统成功实现了制冷效果。同时，冷却水流量的增加表明我们有效地提高了供冷系统的运行效率。特别值得注意的是，虽然我们进行了系统的优化调整，但能耗却有所降低，这反映了我们在优化过程中取得的节能效果。

（二）能耗变化分析

首先，我们对比了试运行前后的整体能耗数据。试运行前，系统整体能耗为 120 千瓦时，而在试运行后的优化阶段，整体能耗降至 95 千瓦时。这显示出在系统调整的过程中，通过优化参数和提高

系统运行效率，成功地降低了系统的总体能耗。其次，我们详细分析了各个关键设备的能耗变化。在试运行前，水泵的能耗为 25 千瓦时，经过试运行及调整后，其能耗降至 18 千瓦时。通过合理调整水泵的流量，我们成功减小了水泵的运行功率，实现了能耗的显著下降。试运行前，冷却塔的能耗为 30 千瓦时，而在试运行后，通过优化冷却塔风扇速度等参数，其能耗降至 22 千瓦时。这表明我们在调整冷却塔运行参数的过程中，有效提高了其能效表现。旧主机在试运行前的能耗为 50 千瓦时，而在试运行及调整后，其能耗明显减少至 38 千瓦时。通过对主机运行参数的优化，我们成功地减小了主机的负荷，实现了能耗的显著下降。通过对比在不同负荷条件下的能耗数据，我们发现在低负荷运行时，系统的能效得到了显著提升。

（三）经济性评估

改造项目的总投资为 100 万元，其中包括新设备采购、管路连接及调整、临时系统搭建等各项支出。新系统试运行后，每月的运行成本降低了 30%，主要得益于能效提升，尤其是水泵、冷却塔和主机的能耗显著下降。通过改造，系统整体能效提升了 25%，在同等制冷效果下，相比旧系统，新系统的能耗显著减少。新系统的年节能收益预计为 20 万元，根据此组数据，预计在项目实施后的第五年可以收回投资成本。

结束语：

通过对制冷站不间断供冷改造的深入探讨和具体案例分析，我们充分展现了新技术路径在提升系统性能、减少能耗、降低运行成本等方面的显著效果。这一成功的改造实践不仅为类似项目提供了可借鉴的经验，也为未来工业制冷系统的可持续发展提供了有益启示。

参考文献：

- [1] 丁力, 陈立贤. 中央制冷站(机场)中空调冷却塔系统优化控制策略[J]. 中国新技术新产品, 2023, (17): 62-65.
- [2] 郭文光, 黄阳欧, 葛国富等. 制冷站不间断供冷改造技术路径及效果评估研究[J]. 暖通空调, 2023, 53(S1): 75-77.
- [3] 沈列丞, 赵成, 宋磊. 某集中制冷站冷水机组及其系统运行评估[J]. 暖通空调, 2022, 52(04): 27-35.