

Application of intelligent control technology in the technical transformation of central air conditioning cooling tower

Zunbin Hu

Jinan Rail Transit Group Construction Investment Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250000, China

Abstract

In the operation of central air conditioning systems, cooling towers are a fundamental component, primarily responsible for cooling the water discharged from the condenser of the central air conditioning unit, thereby dissipating the heat absorbed by the unit. Traditionally, cooling towers in central air conditioning cooling systems have been controlled using conventional methods, leading to significant energy consumption and resource waste. With the widespread development of intelligent control technology, it is now necessary to upgrade cooling towers in central air conditioning systems to achieve smarter operation. This paper focuses on a detailed analysis of the application of intelligent control technology in the technical renovation of cooling towers in central air conditioning systems, aiming to enhance the operational level of these systems and ensure their intelligent performance.

Keywords

central air conditioning; cooling tower; technical transformation; intelligent control technology

智能控制技术在中央空调冷却塔技术改造中的应用

胡尊彬

济南轨道交通集团建设投资有限公司, 中国 · 山东 济南 250000

摘 要

在中央空调系统的运行过程中, 冷却塔是非常基础的一个组成部分, 主要作用是对中央空调主机冷凝器流出的冷却水进行冷却处理, 将主机吸收到的热量散发出去。在传统的中央空调冷却系统运行过程中, 一直采用传统控制手段对冷却塔进行控制, 存在着严重的能量消耗、资源浪费现象。在智能控制技术不断普及发展的今天, 中央空调冷却塔也需要得到智能化升级。本文重点针对智能控制技术在中央空调冷却塔技术改造中的应用进行了详细的分析, 旨在提高中央空调冷却塔系统的运行水平, 保证中央空调系统运行的智能化效果。

关键词

中央空调; 冷却塔; 技术改造; 智能控制技术

1 引言

在我国现代化建筑物中, 中央空调是非常基础的构成部分。冷却塔是中央空调系统中最重要的一类功能设备, 对于整个中央空调系统的运行能耗有着直接的影响。在传统的中央空调系统管控模式下, 主要是采用人工周期性检查的方式对冷却塔进行控制, 存在着控制效率低、影响因素多等缺陷。而将智能控制技术引入冷却塔管理与控制当中, 则能够借助智能化、自动化的方式对冷却塔进行控制。这对于冷却塔来说, 是新时代下必然要经历的一场技术革新。

2 智能控制技术的概述

所谓智能控制技术, 其实就是在计算机技术的支持下,

将人工智能技术与现代化控制技术融合在一起后生成的新型控制技术^[1]。智能控制技术主要细分为两种, 一种是模糊型控制技术, 另一种是神经网络型控制技术。

其中, 模糊型控制技术是一种非线性控制技术, 可以借助精准、高效的数学模型达到控制目的。模糊控制器是模糊型控制技术发挥作用的核心部件。模糊控制机主要通过单片机、微机等发挥控制作用, 涉及的控制技术有语言变量、模糊变量和模糊集合等三方面。图 1 为模糊型控制技术的应用原理。

而神经网络控制技术则具有较强的智能化特点, 可以对人类大脑进行模仿, 对中央空调冷却塔系统中的数据进行精准的预测与调节。与模糊型控制技术相比, 神经网络型控制技术的运行速度更快, 准确性更高。

【作者简介】胡尊彬(1985-), 男, 中国山东莒南人, 本科, 高级工程师, 从事暖通、给排水研究。

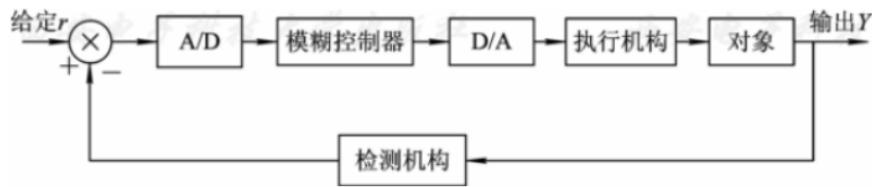


图 1：模糊型控制技术的应用原理

将智能控制技术应用到中央空调冷却塔控制中，不仅可以合理调节室内环境的温度、湿度以及清新度，还不会在运行过程中产生明显的噪音，对人们在室内的舒适度产生影响^[2]。另外，利用智能控制对中央空调冷却塔进行控制，还可以保证中央空调系统运行的节能性与环保性，符合当今时代倡导的节能环保可持续发展主题。

3 中央空调冷却塔的运行现状

在中央空调系统的运行过程中，冷却塔的主要作用是对空调系统中的冷却水进行冷却处理，使之达到控制室温的需求。加强冷却塔的控制，在维持中央空调正常运转，为人们提供舒适室内环境方面有着积极的意义。但是，在传统的中央空调系统运行过程中，主要通过开/关控制方法或时间控制方式对冷却塔进行操作与控制，不能对冷却水的冷却温度进行精准调节，且存在着严重的能源浪费、效率低下等弊端。例如，一些运行年限较长的中央空调系统，主要通过预设时间表的方式对冷却塔的风机运行状态进行控制，并没有对冷却塔运行过程中的热负荷需求等因素予以有效考虑。殊不知，这种粗放型的控制方式会使冷却塔风机长时间处于全功率运行状态，并产生大量的电能消耗。另外，控制技术方面的限制，传统的冷却塔监测与反馈机制也不够完善，无法对冷却水的温度进行实时测量，甚至对冷却温度的控制稳定性产生了影响。

而且，在传统的中央空调冷却塔控制模式下，安装的传感器或高级测量设备数量非常少，无法对空调系统运行过程中冷却水的温度、外界环境的温度与湿度、空气流量等参数进行实时监控，所以相应的系统调节响应速度也比较慢，调节智能化水平偏低^[3]。也正因为如此，中央空调系统的运行能耗较高，设备磨损严重。另外，在传统的中央空调冷却塔控制模式下，需要安排专门的工作人员，对系统性能进行检查和维护，整体运行成本较高、控制效率较低，且因为智能化程度与自动化水平偏低，无法满足复杂情况或紧急情况下的冷却塔故障快速修复需求。相比之下，智能控制技术通过实时监控和数据分析，能够精准调控冷却塔运行状态。

4 智能控制技术在中央空调冷却塔技术改造中的应用措施

4.1 智能 PID 控制器的基本原理和组成

针对中央空调冷却塔的控制，对智能 PID 控制器进行

有效的控制，可以显著提高冷却塔控制效率，使冷却塔更好地适应处于动态变化状态下的环境条件。作为一种专业的控制算法，智能 PID 的应用范围非常广泛，能够对冷却水的时间温度与预期温度之间的差值进行计算，并在此基础上对冷却水的温度进行自动化调节，以保证中央空调系统的稳定高效运行，满足人们对于室内温度的需求。

在利用智能 PID 控制器对中央空调冷却塔系统进行控制的过程中，需要通过以下三种基本控制行为灵活组合来保证中央空调系统的高质量运行，即比例控制、积分控制和微分控制。其中，比例控制行为需要以实际测量值与目标值之间的差距，发出即时调整的命令，以保证中央空调系统冷却塔运行功能的有效发挥。而积分控制行为需要对偏差值随时间累积的总和予以持续关注，并通过系统误差的消除来提升中央空调运行的稳定性与高效性。微分控制行为需要在偏差变化率等因素的基础上对偏差的发展趋势进行有效预测，然后再根据预测结果对系统进行优化调整。

一般情况下，智能 PID 主要由以下几部分构成。第一，各种传感器，主要作用是对冷却塔的运行参数，例如水温、流量、压力等进行实时监测。第二，控制单元，主要作用是对传感器传输过来的数据进行分析，并在 PID 算法的支持下，进行控制指令的输出，维持冷却塔的正常运行。第三，执行机构，主要作用是根据控制单元的控制指令，对冷却水的流量、冷却风扇的转动速度等进行精准化调整。第四，人机界面，主要作用是操作人员监控中央空调冷却塔运行状态，并优化控制参数，消除系统故障隐患提供便利。

4.2 变频技术、电动阀及其硬件组件的集成和作用

在中央空调冷却塔技术改造中，变频技术的应用可以对系统中的电机驱动设备的运行速度进行科学合理的调整，以降低系统运行的能量消耗。在传统的中央空调冷却塔中，风机和泵等电机驱动设备长时间处于全速运行状态，并没有对室内温度的冷却需求予以过多考虑，所以能源浪费现象非常严重^[4]。而将变频技术引入其中，则能够根据实际的温度需求，对风机和泵的运行速度进行动态化调整，即在冷负荷偏低的时候，使风机以一个相对较慢的速度维持运行状态；在冷负荷偏高时，再将风机调整为全速运行状态。这样，不仅可以动态化满足室内温度的动态化调整需求，还可以降低中央空调系统运行过程中的能量消耗。

电动阀也是非常重要的一类硬件组件，能够有效调节冷却水的流量。在智能控制技术的应用模式下，电动阀可以

根据温度传感器系统传输过来的数据分析结果,对冷却塔的开关状态和阀门开度进行自动化调整,使冷却水的流量满足系统的冷却运行需求。这种智能化的调节,不仅提高了冷却塔的热性能,还对水资源浪费现象进行了有效的控制。另外,智能控制系统还可以对其他硬件部件进行实时控制。即传感器系统可以将其获取到的数据传输给控制系统。而PID控制器则根据这些数据对系统的运行质量进行评估,并优化调整系统运行参数,以提高系统运行效率,降低系统运行能耗。

4.3 传感器的应用和选择标准

在智能控制系统的运行当中,传感器的应用与选择也会对冷却塔的运行性能产生影响。目前最常见的传感器主要有三种,即温度传感器、湿度传感器和压力传感器。其中,温度传感器的主要作用是对冷却水和周边环境的温度进行测量,湿度传感器的主要作用是对空气的温度计的湿度进行监测,压力传感器的主要作用是对水系统的压力状态进行监测。对这些传感器运行中获取到的数据进行分析 and 研究,可以更好地了解智能控制系统的运行状态,进而采取针对性的系统调节措施,降低智能控制系统运行当中的能量消耗,延长相关设备的使用寿命。

在对传感器进行选择的时候,需要对传感器的精度、响应时间以及兼容性等因素予以重点考虑。只有精度更高的传感器,才能够获取到更准确的数据,为系统调节的精细性提供保证。只有响应时间更短的传感器,才能够对系统的异常情况进行实时响应,保证系统调节的及时性与有效性,以提高系统运行对外界环境的适应能力。只有兼容性更强的传感器,才能够与多种智能控制系统进行配合使用,减少系统更换、系统升级等产生的成本。总而言之,只有严格按照相关要求,对传感器进行科学合理的选择与应用,才能够持续提高智能控制系统的运行性能,在满足用户对于室内环境的需求的同时,实现中央空调系统运行成本的降低。表1为中央空调冷却塔改造前后的运行数据。

4.4 扩展维护和故障排除

要想利用智能控制系统对中央空调冷却塔进行技术改造,提高中央空调系统的运行效率与运行质量,还需要对智能控制系统进行周期性的性能维护和故障排除。首先,结

合智能控制设备的运行条件和负荷情况,对维护周期进行确定^[5]。其次,对传感器进行定期的校准,提高传感器数据读取的准确性与完整性;对控制系统软件进行更新和完善,提高控制系统软件对各种风险隐患的抵御能力;对执行机构进行物理性检查,排除某些零部件磨损或损坏的可能。另外,在故障排除方面,需要对传感器故障、控制逻辑错误或者通讯故障进行重点排除。

表 1: 中央空调冷却塔改造前后的运行数据

指标	改造前	改造后
每日耗电量 /kW·h	340	220
每日用水量 /m ³	75	50
出水温度稳定性 /℃	±2.0	±0.5
系统响应时间 /min	5	2
维护频率	每月 2 次	每季度 1 次

5 结语

综上所述,利用智能控制技术对中央空调冷却塔进行技术改造,不仅可以提高中央空调冷却塔的运行智能化水平,还可以从整体上降低中央空调系统运行过程中产生的能量消耗。要想将智能控制系统的优势充分发挥出来,提高中央空调冷却塔的技术改造效果,需要不仅要对智能PID控制器、变频技术、电动阀、传感器等进行合理的应用,还需要对智能控制系统进行周期的性能维护和故障排除。

参考文献

- [1] 白登堂,黄钢琦,周斌. 智能控制技术在中央空调冷却塔技术改造中的应用[J]. 智能物联技术,2024,56(4):127-130.
- [2] 管德赛,王宝姣. 医院中央空调冷却塔的优化改造及维护保养[C]//2017第二届全国医院后勤精细化管理高峰论坛论文集. 2017:927-931.
- [3] 杨飞,漆雅庆,冯超,等. 中央空调冷却系统技术改造项目改造[J]. 科技创新导报,2017,14(16):106-107.
- [4] 刘丙刚,贾丕建,王博,等. 中央空调制冷系统节能改造[J]. 能源研究与利用,2020(6):46-48,51.
- [5] 郭振坤,常久举,金燕,等. AI节能智控技术在高端酒店中央空调系统中的应用[J]. 绿色建筑与智能建筑,2022(11):54-58.