

中央空调控制系统的自适应优化研究

许新娟

(浙江国祥股份有限公司 浙江绍兴 312000)

摘要:随着我国经济的发展,各种公共建筑和商业建筑的数量越来越多,而在这些建筑中,中央空调是一个非常重要的组成部分。在我国,中央空调的应用主要有两种形式:一种是中央空调的集中控制,另一种是分散控制。对于集中控制而言,中央空调系统有着较强的复杂性和不确定性。因此,需要在系统中使用具有较强自适应能力的控制算法。对于分散控制而言,中央空调系统是一个典型的非线性、多变量、多参数、非稳态、大惯性和强耦合的复杂系统。因此,本文通过对中央空调控制系统进行优化研究,在满足空调功能要求的基础上,降低能耗,提高制冷效率。

关键词: 中央空调; 控制系统; 自适应; 优化研究

引言

由于中央空调系统的复杂性和非线性,使得其控制系统很难建立精确的数学模型。在实际运行过程中,中央空调系统常常会受到外界环境因素和工作状态参数的影响,从而出现一些控制上的问题,因此有必要对其进行优化研究。本文首先分析了中央空调控制系统的特点和优化的必要性,然后探讨了中央空调控制系统自适应的存在问题,并给出了具体的优化策略。

一、中央空调控制系统的特点

1.1 空调系统控制复杂,被控对象多变

中央空调系统通常包括空调机组、风机盘管、送风系统、新风系统等,这些系统的控制目标可以是单一的,也可能是多个。例如某酒店客房空调系统的被控对象包括:① 房间温度;② 房间湿度;③ 房间新风量;④ 空调机组运行方式(制冷、制热);⑤ 新风机组运行状态(运转、停止);⑥ 通风管道风机运行状态;⑦ 照明系统;⑧ 背景音乐播放系统等。此外,有时还需对各种参数进行在线监测与报警。由此可见,中央空调控制系统具有控制复杂的特点,需要采用多种控制手段来实现其控制功能。

1.2 空调系统运行工况多变

由于中央空调系统采用变流量调节模式,且存在大量的非线性环节,使得空调运行工况很不稳定,因此空调负荷和环境条件都会发生较大变化。同时,系统中风机盘管、空气处理机组、水泵、制冷机组等设备的开停及运行时间、运行状态都会发生变化,这给传统的集中控制模式带来了极大困难,因而必须将传统的集中控制模式改造为分散控制模式^[1]。

1.3 控制目标要求精确,对系统性能要求高

中央空调系统对室内空气的温度、湿度和洁净度等要求都比较高,空调系统的运行不能有丝毫差错。由于室外环境复杂多变,天气预报也没有百分之百的准确性,因此需要空调系统自动调节室内空气参数以满足人们对舒适环境的要求,这就对系统控制提出了较高的要求,其控制目标应该是最小偏差且尽可能接近于零。例如,在设定的目标温度上 1°C 以内波动或者室外空气温度低于 35°C 时,系统能够快速反应,提高室内温度;而当室外温度高于 40°C 或低于 20°C 时,系统则会自动关闭部分房间的风机盘管。

1.4 设备数量多、分布范围广

目前我国许多大型办公楼和商场采用的中央空调系统大多是水冷式冷水机组加风冷式冷冻水机组的组合形式,系统中往往包括数十台水泵、冷风机、冷却塔、蒸发器、热交换器等设备,且这些设备通常安装在不同的楼层甚至不同的建筑空间内,所以控制系统要考虑到各种设备之间的协调工作,以保证整个系统的稳定运行。

二、中央空调控制系统自适应优化的必要性

2.1 空调系统具有非线性

在中央空调系统中,存在着非线性、时变性的特点。就空调末端而言,主要包括风机盘管、风阀和加湿除湿装置等,这些设备的工作状态直接影响到室内空气环境。当室温变化时,风速也会随之发生改变,如果没有相应的控制策略对其进行调节,将无法满足不同人们对室内温湿度度的需求。此外,空调机组内制冷剂的蒸发温度会随着室外温度的变化而发生变化,从而影响整个空调系统的性能。因此,传统的空调控制系统已经不能适应现代建筑对舒适度的要求,需要引入自适应优化技术来实现更好的控制效果。

2.2 空调系统中的非线性因素

中央空调系统的运行过程中,会受到多种因素的影响,包括室外环境、设备运行工况等。在实际运行中,由于空调使用场所的不同和气候条件的变化,各个房间冷热负荷分布并不均匀。此外,空调系统的动态特性也会随时间发生改变,如风机转速、压缩机功率、膨胀机流量等。因此,单纯依靠PID调节策略已经无法满足空调多变量、大滞后、强耦合的控制要求。

2.3 温度和湿度是相互耦合的

一般的空调系统是以温度作为控制目标,而湿度只是在空调运行过程中调节室内空气湿度的一种手段。在不同的地区和季节,对室内温度和湿度的要求也不相同。例如,在炎热干燥的夏季,人们希望室内环境比较凉爽,一般采用降低温度的方式来控制室内的相对湿度,反之则会增加相对湿度^[2]。另外,当室外空气污染严重时,为了保证室内空气的洁净度,应该关闭门窗并开启中央空调系统,以减少室外污染物进入室内的数量。如果没有主动调节功能,整个建筑的能耗将大幅度上升。

2.4 空调系统的模型是不确定的

在一个动态环境中,空调系统本身就是一个不确定系统,受外界条件的影响很大。例如室外气象参数变化、室内负荷的随机波动以及建筑围护结构的热工特性等都会对系统造成一定的影响。这种不确定性使传统的控制方法难以达到良好的控制效果。而自适应优化可以根据实际情况进行自适应性调整,在不同的工况下选择合适的模型,实现整个系统的优化控制,从而提高系统的效率和性能。

三、中央空调控制系统自适应的存在问题

3.1 空调系统的运行状况难以确定

目前的自适应空调主要是依靠温度传感器来实现的,但是,这种检测方法往往会出现不准确的情况,而且随着空调使用时间的增长,设备老化、内部元件腐蚀等都会导致其性能下降。此外,环境中灰尘、污染等都会对传感器造成影响,使之无法正常工作。在这种情况下,空调系统的自控能力就会受到严重制约。

3.2 数据的采集和处理存在困难

为了实现空调的自动控制,需要不断地获取系统的运行参数信息。但是,由于现场条件的限制,导致难以获得较为全面的系统运

行数据。此外,由于在实际操作过程中,经常会遇到数据采集不完整的情况,这无疑对控制器的功能实现造成了障碍。这些不完整的数据点往往需要额外的处理和整合才能转化为控制器能够有效处理的信息,因此,设计时必须考虑到如何更好地捕获并利用这些数据,以确保系统的稳定运行和性能优化。

3.3 控制器参数难以确定

中央空调系统的自适应过程是一个复杂的非线性系统,不能用传统的数学方法来进行研究。另外,由于我国各地区之间存在较大差异,这种差异会给中央空调控制系统带来不同程度的影响,使得控制器参数在实际应用中难以确定,进而导致整个系统控制效果不佳。这也是目前中央空调控制系统自适应存在的主要问题。

3.4 空调控制系统的控制品质不能得到保证

空调的质量、性能以及环境,都是需要进行控制的,在实际的控制中,因为使用了自适应控制,所以出现了许多问题。这是由于对参数的修正不到位而造成的,最终导致了整个系统的品质无法得到保障。因此,在采用自适应控制的时候,一定要做好参数的调整,保证控制品质^[9]。

总之,中央空调控制系统的自适应设计,能够有效地减少能量消耗,提高室内环境质量。但是也存在着诸多的问题,需要及时解决。只有这样才能更好地促进建筑行业的发展。

3.5 空调系统具有多变量耦合和非线性特性

空调系统由很多变量组成,如:风机、水泵、压缩机等的运行参数、室外环境温度、室内温湿度、房间内人数、人体舒适度等等。鉴于空调系统中众多变量之间的相互作用和复杂的耦合效应,再加上它们呈现出的非线性特征和随时间变化的动态特性,仅仅依赖传统的控制策略进行精确调控显然是难以实现的。这种方法往往无法充分利用这些变量间的相互影响,导致控制精度不高,甚至在极端情况下可能会产生意想不到的后果。因此,为了更有效地管理和优化空调系统,必须采用更为先进的控制方法和技术,这些方法能够更好地适应变量间的复杂关系以及系统的动态变化,从而达到更加稳定和高效的运行效果。

四、中央空调控制系统自适应优化的策略

4.1 采用预测控制策略

预测控制技术是一个巧妙的方法,它通过整合系统中的预测信息和控制变量,实现对系统的精细调节。这种控制策略特别关注于如何根据预测模型输出的偏差来调整控制参数,从而使系统性能达到预期目标。在实际应用中,预测控制通常涉及对单一或多个不同模型的分析,以确保能够准确预测并应对可能出现的偏差,进而优化整个系统的表现。这种策略是在传统PID控制器基础上发展而来的,其采用了预测函数对控制参数进行修正,并通过输入输出反馈得到精确的闭环控制信号。因此,为了能够有效地实现自适应优化效果,就需要基于实际需求构建相应的预测模型,并以此来对空调设备运行状态进行分析,这样才能有效地提高中央空调控制系统的自动化程度。

4.2 对多变量的优化

目前,大多数空调系统的控制都是多目标优化。通过对空调系统中诸多变量的分析和处理,可以对空调系统进行优化控制。为了达到更好的节能效果,需要实现多变量优化。但同时也要考虑到参数的限制、计算量大等问题。在实际应用中,主要采用的方法有线性规划、遗传算法以及神经网络等^[10]。首先,对于线性规划而言,它能够根据输出值来确定输入值,因而其适用性较广,但是计算速度较慢;其次,遗传算法具有良好的全局寻优能力,且计算速度快,但是当遇到不满足初始化条件的情况时,会出现局部最优现象,无法获得全局最优解;最后,神经网络具有很强的非线性映射能力,能够有效地解决各种复杂的控制问题,并且计算速度较快,但是受

样本数据影响,容易产生偏差。所以,针对中央空调系统的特点,在具体实施过程中,应综合考虑各个因素,选择合适的优化方法。

4.3 模糊控制的应用

模糊控制是一个比较复杂的过程,其中有模糊逻辑控制、专家系统和神经网络等多种算法。首先将模糊语言变量通过隶属函数转换成实际的控制量的量值,然后把这些量值通过一个模糊控制器进行综合运算来确定控制器输出。这个模糊控制器可以根据不同的温度设定值或故障状态来改变输出,最终使空调机组达到所期望的性能指标。其优点在于:①结构简单,易于实现;②具有较强的鲁棒性;③适应性强,便于工程实现;④可满足多目标控制要求。但是该方法也存在一定缺点,即当环境发生变化时,如果未及时调整模糊规则库中相应的模糊子集,就会导致算法失效,影响整个控制系统的稳定性。因此,在应用该方法前,必须先建立完善的模糊控制系统,并加强对相关人员的培训。

4.4 引入人工智能技术

中央空调控制系统的智能化是一个复杂的系统工程,在工程实践中应该不断改进、完善和提高。传统的控制策略只能实现系统的自动运行,但是不能根据环境变化及时做出相应调整,需要工作人员进行人工干预,不仅增加了能耗,而且会导致系统运行效率下降。随着科学技术的发展,人工智能技术逐渐应用到空调控制系统中,实现了空调系统的自我优化,避免了不必要的资源浪费。研究发现,引入基于神经网络的人工智能算法能够使控制系统具有更好的自学习能力,能够有效改善空调系统的运行质量。因此,相关技术人员可以通过构建人工神经网络模型来对空调系统进行预测和分析,从而降低能耗,提高系统的稳定性和可靠性。

4.5 模糊算法的改进

模糊控制算法作为中央空调控制系统的核心技术之一,通过模拟人的思维过程来构建模糊逻辑规则,从而实现了对系统输入信号的智能调节和输出结果的优化。在实际应用中,该算法能够依据模糊集理论中的隶属度函数,将输入参数转化为可量化的输出值,进而执行相应的控制策略。为了不断提升模糊控制系统的性能,确保其在各种工况下都能达到预定的精度和可靠性,有必要结合具体的应用场景,对模糊算法的相关参数进行细致调整和优化,以适应多变的环境条件,保障系统的稳定运行和高效节能。例如:在控制算法中引入数据标准化处理、合理确定模糊集合的划分原则等。这些都是对传统模糊控制算法进行有效的改进方法^[11]。

结语

空调是现代建筑中重要的组成部分,空调的使用与人们的生活息息相关,空调设备作为一个大系统,其运行控制在整个系统中有着举足轻重的作用,然而由于中央空调在运行时具有较为复杂的非线性和时变性,为了保证整个系统的正常运行,需要对其进行有效控制。本文就此展开分析,提出了中央空调控制系统自适应的优化策略以供参考。

参考文献

- [1]单鑫.公共建筑中央空调系统控制优化及仿真研究[D].华北电力大学,2014.
- [2]赵波峰.基于负荷预测的中央空调系统自适应优化节能控制[D].武汉科技大学,2012.
- [3]徐新华,王盛卫.中央空调海水冷却系统自适应优化控制[J].建筑科学,2007,(02):76-79.
- [4]秦鹏宇.基于室内装修设计特征的中央空调系统控制节能策略研究[J].居舍,2024,(05):75-77.
- [5]杨勇山.PLC在中央空调系统控制中的应用及故障检修[J].电工技术,2023,(S1):158-160.