



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120140887 A

(43) 申请公布日 2025. 06. 13

(21) 申请号 202510440920.3

F24F 11/38 (2018.01)

(22) 申请日 2025.04.09

F24F 11/77 (2018.01)

(71) 申请人 深圳市澳德盛冷冻设备有限公司

F24F 11/86 (2018.01)

F24F 11/89 (2018.01)

地址 518000 广东省深圳市龙岗区布吉街道百鸽笼京南路12号华美工业区二栋六层南

(72) 发明人 杨颜 陈悠 徐梓峰 陈迪群

(74) 专利代理机构 深圳市企多多知识产权代理事务所(普通合伙) 44960

专利代理师 黄玉清

(51) Int. Cl.

F24F 11/46 (2018.01)

F24F 11/39 (2018.01)

F24F 11/64 (2018.01)

F24F 11/70 (2018.01)

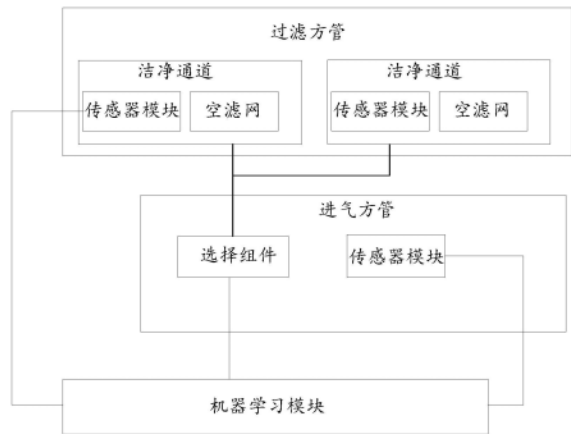
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

基于机器学习的制冷设备节能控制系统与节能型制冷设备

(57) 摘要

本发明涉及机器学习、节能制冷等技术领域,提供一种基于机器学习的制冷设备节能控制系统与节能型制冷设备,通过设置过滤方管、进气方管、传感器模块以及机器学习模块,在过滤方管内设置两个独立的洁净通道,以及可调节倾斜角度的空滤网,进气方管内部配置选择组件,可切换至任一洁净通道形成过滤通道。传感器模块含风量、压差及粉尘浓度传感器,实时监测数据并传输至机器学习模块。机器学习模块根据监测数据预测最佳切换时机、空滤网倾角调节需求、滤网清洗需求与制冷负荷调节需求,输出相应控制信号,完成过滤通道切换、空滤网角度调整、滤网清洗及制冷负荷调节,实现节能降本并提升设备寿命。



1. 一种基于机器学习的制冷设备节能控制系统,其特征在于,包括:

过滤方管,所述过滤方管内设置两个结构对称且互相独立的洁净通道,每个所述洁净通道内安装一可调节倾斜角度的空滤网;

进气方管,所述进气方管连接所述过滤方管的进风端,所述进气方管内设置用于切换所述进气方管与任一所述洁净通道之间连通形成过滤通道的选择组件;

传感器模块,所述传感器模块包括分别安装在所述进气方管和所述洁净通道内的风量传感器、压差传感器和粉尘浓度传感器,所述风量传感器用于实时监测风量数据,所述压差传感器用于实时监测压差数据,所述粉尘浓度传感器用于实时监测粉尘数据;

机器学习模块,与所述传感器模块连接通信,接收所述风量传感器、所述压差传感器、所述粉尘浓度传感器实时监测的监测数据,根据所述监测数据预测切换形成所述过滤通道的切换时机、空滤网倾角调节需求、空滤网清洗需求及制冷负荷调节需求,以输出相应的控制信号,控制所述选择组件进行过滤通道切换,控制空滤网倾角调节、空滤网清洗和制冷负荷的调节。

2. 根据权利要求1所述的基于机器学习的制冷设备节能控制系统,其特征在于,所述选择组件包括安装在所述进气方管内可转动的装配柱和设置在所述装配柱上的导气槽;所述装配柱通过转动改变所述导气槽与两个所述洁净通道之一的连通位置,以形成所述过滤通道,实现所述进气方管与两个所述洁净通道之间的气流路径切换。

3. 根据权利要求2所述的基于机器学习的制冷设备节能控制系统,其特征在于,所述机器学习模块根据所述压差传感器实时监测的洁净通道内空滤网前后压差、粉尘浓度传感器实时监测的空气粉尘浓度以及风量传感器实时监测的风量数据,预测当前使用的洁净通道过滤效果下降或能耗明显增加时,输出过滤通道切换控制信号,控制所述装配柱转动切换过滤通道。

4. 根据权利要求1所述的基于机器学习的制冷设备节能控制系统,其特征在于,所述机器学习模块根据所述粉尘浓度传感器实时监测的粉尘浓度数据和所述风量传感器实时监测的风量数据,预测增大空滤网倾角对空气过滤效率的提高程度以及因此导致的风阻变化,当过滤效率提升的综合收益超过风阻增加导致的风量下降影响时,输出角度倾斜控制信号,控制调整空滤网迎风倾斜角度。

5. 根据权利要求4所述的基于机器学习的制冷设备节能控制系统,其特征在于,当风量传感器监测实时风量低于预设值且粉尘浓度传感器监测实时粉尘浓度低于设定阈值时,机器学习模块输出减小空滤网迎风倾斜角度的控制信号,控制减小空滤网迎风倾斜角度。

6. 根据权利要求1所述的基于机器学习的制冷设备节能控制系统,其特征在于,所述机器学习模块实时分析压差传感器监测的空滤网前后压差变化趋势、粉尘浓度传感器监测的空气粉尘浓度变化趋势和风量传感器监测的风量变化趋势,预测空滤网的堵塞状态,当预测堵塞程度达到设定值时,输出空滤网清洗控制信号,控制清洗空滤网。

7. 根据权利要求6所述的基于机器学习的制冷设备节能控制系统,其特征在于,所述洁净通道内设置滤网清洗器,所述滤网清洗器根据所述空滤网清洗控制信号清洗所述空滤网。

8. 根据权利要求1所述的基于机器学习的制冷设备节能控制系统,其特征在于,所述机器学习模块根据风量传感器、压差传感器和粉尘浓度传感器实时监测的监测数据,预测制

冷负荷需求,输出制冷负荷控制信号,控制调节压缩机频率和风机转速。

9.根据权利要求8所述的基于机器学习的制冷设备节能控制系统,其特征在于,当压差传感器监测的压差异常升高或风量传感器监测的风量异常降低超过预设值时,机器学习模块预测设备可能发生故障风险,自动输出故障应对控制信息,控制降低压缩机频率或风机运行转速。

10.一种节能型制冷设备,其特征在于,所述节能型制冷设备使用权利要求1-9任一项所述的基于机器学习的制冷设备节能控制系统进行节能制冷。

基于机器学习的制冷设备节能控制系统与节能型制冷设备

技术领域

[0001] 本发明涉及机器学习、节能制冷等技术领域,具体涉及一种基于机器学习的制冷设备节能控制系统与节能型制冷设备。

背景技术

[0002] 现有的制冷设备普遍依赖传统的过滤系统和恒定负荷控制策略。在实际使用中,由于过滤装置中的空滤网常年固定安装,无法根据实际风量、粉尘浓度、压差等多维因素进行动态调节,导致过滤效率低,能耗浪费严重,维护成本高,滤网寿命缩短等问题。例如,当空滤网逐渐积尘时,气流阻力增大,风量相应下降。为了维持制冷效果,通常需要提高风机转速或增加制冷负荷,使系统整体能耗进一步上升。传统的过滤结构难以在使用过程中实现在线切换或空滤网倾角调节,也没有有效的压差和粉尘监测来判定清洗时机,造成设备能耗和维护成本居高不下。在缺乏有效监测与预测的情况下,滤网往往要么长时间不清洗,要么只能靠人工经验进行定期清洗。过度积尘可能导致滤网变形或穿孔,从而需要更换滤网,造成维护成本的不断增加。若清洗不及时或不到位,也可能损害系统的正常运行,缩短设备整体使用寿命。

[0003] 因此,如何降低制冷设备能耗、提升过滤效率、降低维护成本,提升设备使用寿命,成为亟待解决的技术问题。

发明内容

[0004] 针对上述现有技术存在的不足,本发明提供一种基于机器学习的制冷设备节能控制系统和节能型制冷设备,以自适应控制过滤通道切换、空滤网倾角调节与清洗,制冷负荷调节,实现节能降本,提升设备寿命。

[0005] 第一方面,本发明提供一种基于机器学习的制冷设备节能控制系统,包括:

[0006] 过滤方管,所述过滤方管内设置两个结构对称且互相独立的洁净通道,每个所述洁净通道内安装一可调节倾斜角度的空滤网;

[0007] 进气方管,所述进气方管连接所述过滤方管的进风端,所述进气方管内设置用于切换所述进气方管与任一所述洁净通道之间连通形成过滤通道的选择组件;

[0008] 传感器模块,所述传感器模块包括分别安装在所述进气方管和所述洁净通道内的风量传感器、压差传感器和粉尘浓度传感器,所述风量传感器用于实时监测风量数据,所述压差传感器用于实时监测压差数据,所述粉尘浓度传感器用于实时监测粉尘数据;

[0009] 机器学习模块,与所述传感器模块连接通信,接收所述风量传感器、所述压差传感器、所述粉尘浓度传感器实时监测的监测数据,根据所述监测数据预测切换形成所述过滤通道的切换时机、空滤网倾角调节需求、空滤网清洗需求及制冷负荷调节需求,以输出相应的控制信号,控制所述选择组件进行过滤通道切换,控制空滤网倾角调节、空滤网清洗和制冷负荷的调节。

[0010] 第二方面,本发明提供一种节能型制冷设备,所述节能型制冷设备使用基于机器

学习的制冷设备节能控制系统进行节能制冷。

[0011] 本发明与现有技术相比,其有益效果如下:

[0012] 本发明提供一种基于机器学习的制冷设备节能控制系统和节能型制冷设备,通过设置过滤方管、进气方管、传感器模块以及机器学习模块,所述过滤方管内设置两个结构对称且互相独立的洁净通道,每个所述洁净通道内安装一可调节倾斜角度的空滤网,所述进气方管连接所述过滤方管的进风端,所述进气方管内设置用于切换所述进气方管与任一所述洁净通道之间连通形成过滤通道的选择组件,所述传感器模块包括分别安装在所述进气方管和所述洁净通道内的风量传感器、压差传感器和粉尘浓度传感器,所述风量传感器用于实时监测风量数据,所述压差传感器用于实时监测压差数据,所述粉尘浓度传感器用于实时监测粉尘数据,机器学习模块与所述传感器模块连接通信,接收所述风量传感器、所述压差传感器、所述粉尘浓度传感器实时监测的监测数据,根据所述监测数据预测切换形成所述过滤通道的切换时机、空滤网倾角调节需求、空滤网清洗需求及制冷负荷调节需求,以输出相应的控制信号,控制所述选择组件进行过滤通道切换,控制空滤网倾角调节、空滤网清洗和制冷负荷的调节,从而实现自适应控制过滤通道切换、空滤网倾角调节与清洗,制冷负荷调节,实现节能降本,提升设备寿命。

附图说明

[0013] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。后文将参照附图以示例性而非限制性的方式详细描述本发明的一些具体实施例。附图中相同的附图标记标示了相同或类似的部件或部分,本领域技术人员应该理解的是,这些附图未必是按比例绘制的,在附图中:

[0014] 图1是本发明实施例基于机器学习的制冷设备节能控制系统的一种系统架构示意图。

具体实施方式

[0015] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0016] 参见图1,本发明实施例提供一种基于机器学习的制冷设备节能控制系统,包括:

[0017] 过滤方管,所述过滤方管内设置两个结构对称且互相独立的洁净通道,每个所述洁净通道内安装一可调节倾斜角度的空滤网;

[0018] 进气方管,所述进气方管连接所述过滤方管的进风端,所述进气方管内设置用于切换所述进气方管与任一所述洁净通道之间连通形成过滤通道的选择组件;

[0019] 传感器模块,所述传感器模块包括分别安装在所述进气方管和所述洁净通道内的风量传感器、压差传感器和粉尘浓度传感器,所述风量传感器用于实时监测风量数据,所述压差传感器用于实时监测压差数据,所述粉尘浓度传感器用于实时监测粉尘数据;

[0020] 机器学习模块,与所述传感器模块连接通信,接收所述风量传感器、所述压差传感器、所述粉尘浓度传感器实时监测的监测数据,根据所述监测数据预测切换形成所述过滤通道的切换时机、空滤网倾角调节需求、空滤网清洗需求及制冷负荷调节需求,以输出相应的控制信号,控制所述选择组件进行过滤通道切换,控制空滤网倾角调节、空滤网清洗和制冷负荷的调节。

[0021] 需要说明的是,为了提高制冷设备在不同运行工况下的能效,需要具备动态调节与自适应切换的过滤通道,以满足多种风量和粉尘浓度条件。另外,传统制冷系统难以依据实时监测数据来精准预测滤网的最佳调节时机,导致能耗过高或过滤效果下降。本实施例中,通过在进气方管内配置选择组件,可在两个独立通道间自由切换,降低因单一滤网堵塞或效率不足而引起的运行浪费。传感器模块的风量传感器、压差传感器和粉尘浓度传感器可实时获取关键数据,为机器学习模块提供精准输入。机器学习模块根据传感器信息,动态预测并输出控制信号,协调过滤通道切换、滤网角度调节、清洗和制冷负荷的匹配,从而实现自适应、高效和节能的综合目标,有效解决传统制冷设备过滤系统中难以兼顾高过滤效率与低能耗、难以实现智能调度的问题。

[0022] 在一些优选实施例中,所述选择组件包括安装在所述进气方管内可转动的装配柱和设置在所述装配柱上的导气槽;所述装配柱通过转动改变所述导气槽与两个所述洁净通道之一的连通位置,以形成所述过滤通道,实现所述进气方管与两个所述洁净通道之间的气流路径切换。需要说明的是,本实施例中,在进气方管内设置可转动的装配柱和导气槽,以便通过转动装配柱改变导气槽与洁净通道的连通位置,从而完成过滤通道的切换。当滤网积尘严重或过滤效率下降时,如果仍然强行维持原有通道,会导致能耗上升和制冷效果变差。通过在进气方管里设计一个可转动的装配柱,使得系统能够在两个洁净通道之间快速切换,避免长时间使用同一过滤路径出现性能衰减。同时,该装配柱与导气槽的结构设计能够在有限空间内灵活布置,使得通道切换更简洁、密封性更好、气流阻力更小。本实施例不仅能提高设备运行效率,还能结合机器学习的预测结果,自动选择较优的通道以保障过滤效果并降低综合能耗,从而有效解决传统制冷系统缺乏弹性切换机制带来的高能耗问题。

[0023] 在一些优选实施例中,所述机器学习模块根据所述压差传感器实时监测的洁净通道内空滤网前后压差、粉尘浓度传感器实时监测的空气粉尘浓度以及风量传感器实时监测的风量数据,预测当前使用的洁净通道过滤效果下降或能耗明显增加时,输出过滤通道切换控制信号,控制所述装配柱转动切换过滤通道。需要说明的是,本实施例中,机器学习模块通过压差传感器、粉尘浓度传感器及风量传感器的实时数据,来预测当前使用通道的过滤效果是否出现衰减,若能耗明显增加或过滤效果下降,则输出通道切换控制信号。传统系统主要依靠固定时间或人工经验判断滤网是否需要更换或切换,很难准确识别何时过滤效率显著降低或能耗显著升高。而借助压差、粉尘浓度与风量的多维数据,机器学习可以综合判断滤网堵塞趋势和滤网负载情况,从而在最佳时机触发通道切换。这样不仅能减少滤网过度堵塞时造成的额外能耗,也能有效避免频繁切换导致的资源浪费,让系统在最佳工况下运行,大幅提升能效、延长滤网使用寿命。

[0024] 在一些优选实施例中,所述机器学习模块根据所述粉尘浓度传感器实时监测的粉尘浓度数据和所述风量传感器实时监测的风量数据,预测增大空滤网倾角对空气过滤效率

的提高程度以及因此导致的风阻变化,当过滤效率提升的综合收益超过风阻增加导致的风量下降影响时,输出角度倾斜控制信号,控制调整空滤网迎风倾斜角度。需要说明的是,本实施例中,机器学习模块依据粉尘浓度、风量数据来预测增大空滤网倾角是否有助于提高过滤效率,且在过滤效率提升带来的收益大于因风阻增加导致风量下降的损失时,输出控制信号调节倾角。滤网倾角是影响气流分布与粉尘沉积的重要因素,倾角过小虽阻力小但过滤效率可能不足,倾角过大则虽过滤效果上升却带来风阻增加。在传统设计中,滤网倾角往往固定,不仅无法适应环境变化,也会出现能量浪费或过滤不足。本实施例中,通过机器学习利用实时粉尘与风量数据进行收益与损失的平衡判断,可确保在不同工况下自动找到倾角最优区间,减小能耗并保持优良的过滤效果。

[0025] 在一些优选实施例中,当风量传感器监测实时风量低于预设值且粉尘浓度传感器监测实时粉尘浓度低于设定阈值时,机器学习模块输出减小空滤网迎风倾斜角度的控制信号,控制减小空滤网迎风倾斜角度。需要说明的是,当风量监测值低于预设值且粉尘浓度低于阈值时,机器学习模块输出减小空滤网迎风倾斜角度的控制信号。若环境粉尘浓度不高,且风量已低于某个临界水平,此时继续保持大倾角滤网会让风阻过大,导致风量进一步下降,引发制冷效率不足或压缩机与风机负荷增加。基于此,本实施例中,系统通过机器学习对传感器数据进行实时分析,若发现粉尘浓度低、无需强力过滤,即可将滤网角度调小,减少阻力,从而在保证过滤性能基本要求的前提下,最大限度地节约能耗并提升设备整体效率。

[0026] 在一些优选实施例中,所述机器学习模块实时分析压差传感器监测的空滤网前后压差变化趋势、粉尘浓度传感器监测的空气粉尘浓度变化趋势和风量传感器监测的风量变化趋势,预测空滤网的堵塞状态,当预测堵塞程度达到设定值时,输出空滤网清洗控制信号,控制清洗空滤网。需要说明的是,本实施例中,通过对压差、粉尘浓度与风量的三类传感器数据的趋势进行综合分析,预测空滤网的堵塞状态,并在堵塞程度达到设定值时输出空滤网清洗控制信号。可以理解的是,单纯依赖人工经验可能导致滤网过度堵塞后才清洗,不仅使能耗长期处于高位,也会损伤设备;若过于频繁清洗,则增加维护成本和停机时间。本实施例中,通过实时监测三类传感器数据的变化趋势并采用机器学习算法,系统可更加精准地判断堵塞程度,避免过度堵塞与频繁清洗两种极端情况,实现节能与稳定运行间的平衡。

[0027] 在一些优选实施例中,所述洁净通道内设置滤网清洗器,所述滤网清洗器根据所述空滤网清洗控制信号清洗所述空滤网。需要说明的是,洁净通道内设置滤网清洗器,滤网清洗器根据空滤网清洗控制信号对空滤网进行清洗,可以结合机器学习模块的清洗信号实现在线清洗或半自动清洗,省时省力,同时确保设备持续高效运转。

[0028] 在一些优选实施例中,所述机器学习模块根据风量传感器、压差传感器和粉尘浓度传感器实时监测的监测数据,预测制冷负荷需求,输出制冷负荷控制信号,控制调节压缩机频率和风机转速。需要说明的是,制冷设备能耗的主要来源在于压缩机和风机,传统控制多采用定频或简易PID算法,很难实时跟踪外部环境和过滤系统状态的变化。倘若滤网阻力增大、风量骤减,传统策略仍然保持固定频率可能造成制冷效能降低或过度耗能。本实施例中,通过机器学习算法预测并实时调控负荷,可使系统运转更贴合当前需求,减少不必要的能量损耗并维持稳定的制冷效果。

[0029] 在一些优选实施例中,当压差传感器监测的压差异常升高或风量传感器监测的风量异常降低超过预设值时,机器学习模块预测设备可能发生故障风险,自动输出故障应对控制信息,控制降低压缩机频率或风机运行转速。需要说明的是,在制冷设备中,如果滤网或相关管道出现严重堵塞,往往会产生极端的压差升高及风量骤减,进而引发设备负载异常、压缩机或风机过载等故障风险。若不及时处理,则会导致设备紧急停机或进一步损坏。本实施例中,通过机器学习实时监测并评估风险,可在故障发生前及时发出控制指令,降低压缩机频率或风扇转速,以缓解高负荷风险并提醒维护,防止更严重的损失。

[0030] 在一些优选实施例中,所述机器学习模块采用深度神经网络模型,以历史运行中风量、压差、粉尘浓度的数据训练完成,实现过滤通道切换预测、滤网倾角优化、滤网清洗判断和制冷负荷预测。需要说明的是,传统基于简单规则或线性模型的算法往往无法准确捕捉多种传感器数据与设备能耗、过滤效率之间的复杂非线性关系;深度神经网络具有更强的特征提取能力,可以在海量历史数据的训练下学习到更准确的决策规律,从而对运行中瞬息万变的状态作出更灵敏、更可靠的预测和控制,增强系统的自学习与自适应能力。

[0031] 在一些优选实施例中,所述机器学习模块在实时运行过程中,根据风量、压差和粉尘浓度传感器采集的最新数据进行在线训练更新,自动调整模型参数,实现实时工况与环境变化的自适应。需要说明的是,制冷设备所处环境(例如室外粉尘浓度、气温、湿度)随时间可能发生较大波动,若只依赖离线训练好的模型,随着设备老化或环境变迁,模型精度可能不断下降。在线训练机制可使机器学习模型持续学习新的传感器数据,从而动态修正控制策略,维持较高的预测准确度与系统效率,避免因工况偏移而导致的控制失效或不匹配问题。

[0032] 在一些优选实施例中,所述机器学习模块的输入数据包括风量、压差和粉尘浓度传感器数据的滑动窗口统计特征,并采用随机森林或XGBoost算法对制冷设备实时运行趋势进行预测分析。需要说明的是,制冷系统状态的变化不仅与单一时刻的数据有关,更与过去一段时间的数据趋势密切相关;采用滑动窗口方式提取数据特征,可捕捉时序演化规律,减少噪声对瞬时值的影响。随机森林和XGBoost等集成学习算法在处理多维度传感器数据和非线性关系方面较为出色,能够在高维数据中挖掘更多潜在模式,为系统作出更精准的能耗预测和控制决策提供算法支撑。

[0033] 在一些优选实施例中,所述机器学习模块集成强化学习算法,以风量、压差和粉尘浓度数据为实时输入,通过不断优化滤网倾角、过滤通道切换、滤网清洗时机和制冷负荷控制策略,以优化系统能耗。需要说明的是,强化学习适合处理带有试错机制以及具有长期收益优化需求的控制问题。制冷设备的能耗并非简单的某一时刻最优就能长期最优,还需综合考虑滤网状态变化、清洗频次、设备寿命等多重因素。通过强化学习,系统可在长时间运行中不断积累经验,探索更优的行为策略,从而达到在不同环境与负载条件下持续优化能耗的目标。

[0034] 在一些优选实施例中,所述机器学习模块部署于数字孪生平台内,所述数字孪生平台内构建数字孪生模型,所述机器学习模块部署在所述数字孪生平台上并与所述数字孪生模型交互连接;所述数字孪生模型实时接收风量传感器、压差传感器和粉尘浓度传感器的数据以模拟实际制冷设备运行状态,所述机器学习模块基于所述数字孪生模型仿真的运行数据优化控制策略,所述优化后的控制策略经所述数字孪生模型实时仿真验证后下发至

实际制冷设备。需要说明的是,真实制冷设备的运行环境复杂多变,直接在实体设备上进行频繁调参或试错,风险较高且成本大;而数字孪生模型能够实时接收传感器数据并进行高精度仿真,提供镜像环境让机器学习模块进行策略验证和优化,从而减少对实际设备的干扰与试错代价,并大幅缩短优化周期。

[0035] 在一些优选实施例中,所述数字孪生模型实时接收风量传感器、压差传感器和粉尘浓度传感器的数据并进行设备运行状态的动态仿真,所述机器学习模块根据数字孪生模型的仿真结果预测实际制冷设备可能存在的故障风险,并自动生成维护预警信息和维护建议,输出至实际制冷设备的控制终端。需要说明的是,当制冷设备出现细微故障征兆,传感器数据和数字孪生模型能更早捕捉到趋势变化,而机器学习模型则能据此做出预判,避免故障扩大化并造成严重损失。本实施例中,通过在数字孪生模型中提前模拟各种极端情境,可帮助机器学习算法识别故障早期特征,一旦发现相似的故障早期特征,即可输出预警信息和维护方案,从而减少非计划停机时间,保障设备稳定运行,同时提升系统维护的前瞻性与准确性。

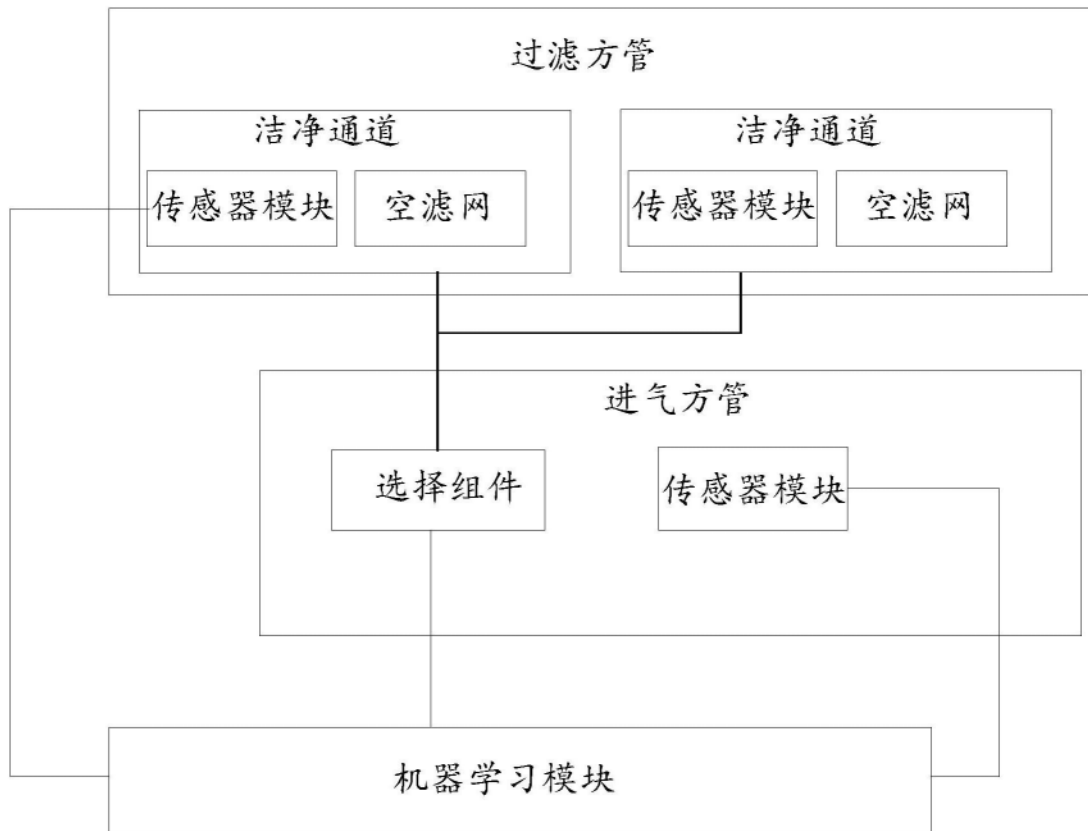


图1