

文章编号: 1671-6612 (2021) 03-432-03

基于冷凝热回收的恒温恒湿空调系统方案设计

杜芳莉 马杰 解臣臣 张浩鑫 常艳祯 蒲雯雯

(西安航空学院能源与建筑学院 西安 710077)

【摘要】 随着经济快速发展和高精密仪器对生产环境要求的提高, 建筑室内空气品质成为人们关注的热点, 营造满足生产工艺要求的恒温恒湿、绿色环保、节能健康的室内环境是人们追求的目标。目前多数空调系统均采用大温差、小风量的送风模式进行送风, 使空调房间换气次数较少, 导致室内空气品质下降, 室内温度场及速度场分布不均匀, 从而影响产品质量、危害人体健康。为此提出利用冷凝热回收对降温除湿后的露点空气进行再热, 从而满足小温差、大风量的送风要求, 使空调房间空气品质满足工艺性空调的要求。此设计方案不仅可降低空调系统的运行能耗, 而且还可最大程度增加送风量使工作人员感到舒适。

【关键词】 冷凝热; 冷凝水; 回收利用; 恒温恒湿; 空调系统
中图分类号 G710 文献标识码 A

Design of Constant Temperature and Humidity Air Conditioning System Based on Condensation Heat Recovery

Du Fangli Ma Jie Xie Chenchen Zhang Haoxin Chang Yanzhen Pu Wenwen
(Xi'an Aeronautical University, Department of Energy and Architecture, Xi'an, 710077)

【Abstract】 With the rapid development of economy and the improvement of the requirement of high precision instrument for production environment, Indoor air quality has become a hot topic, it is the goal of people to create a constant temperature and humidity, green environment, energy saving and healthy indoor environment to meet the requirements of production process. At present, most air conditioning systems use the air supply mode of large temperature difference and small air volume to supply air, which leads to the decrease of indoor air quality and the uneven distribution of indoor temperature field and velocity field, thus affecting product quality and endangering human health. Therefore, it is proposed to reheat dew point air after cooling and dehumidifying by condensation heat recovery, So as to meet the requirements of small temperature difference and large air volume, and make the air quality of air conditioning room meet the requirements of process air conditioning. This design can not only reduce the energy consumption of air conditioning system, but also increase the air supply to the maximum extent to make the staff feel comfortable.

【Keywords】 Condensing heat; Condensate water; Recycling; Constant temperature and humidity; Air conditioning system

基金项目: 大学生创新创业训练计划项目 (项目编号: S202011736029)

作者 (通讯作者) 简介: 杜芳莉 (1975.5-), 女, 硕士研究生, 副教授, E-mail: 972339919@qq.com

收稿日期: 2020-08-15

0 引言

在科技不断发展的今天, 空调系统的使用对人们生活及产品质量影响越来越大, 特别是在工艺性空调系统中, 创造一个保证生产工艺精度要求、节能、舒适的微气候环境, 是保证产品质量高精度、高纯度、高成品率以及工作者健康工作的前提^[1],

但是要满足空调精度要求, 则会导致空调设备运行能耗随之增加。在传统的空调系统运行中, 经常采用表面冷却器对混合空气进行降温除湿到露点温度后直接送入生产厂房, 这种送风方式存在送风温差过大、送风温度过低、送风量过小, 空调房间换气次数较少, 空气品质较差, 达不到生产工艺和人

们的舒适性要求^[2]。而要加大空调房间的送风量、减少送风温差则需要对冷却去湿后的低温空气进行再热。目前绝大多数工艺性空调再热通常采用独立热源供热, 这样不仅存在冷热抵消的现象, 而且耗能较大, 不利于节能环保; 同时传统的工艺性空调对空气降温除湿后所产生的大量低温冷凝水直接排放, 未有效利用^[3]; 且对于为空调提供冷源的冷水机组冷凝器散热没有回收利用, 而是直接通过冷却塔排放于大气中而白白浪费掉, 从而降低了冷凝器的换热效率, 增加了冷水机组的运行能耗^[4,5]。为此本文提出基于冷凝热回收的恒温恒湿空调系统方案, 此方案不仅可以节能减排, 符合节约资源和保护环境的基本国策, 还能有效降低空调系统的整体运行能耗, 最大程度增加空调送风量, 有效改善空调房间的空气品质。

1 方案设计

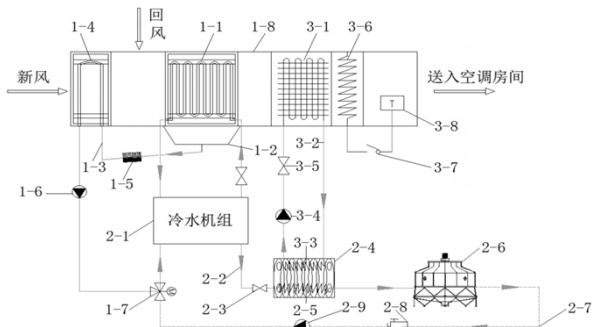


图 1 基于冷凝热回收的恒温恒湿空调系统方案设计原理图

Fig.1 Schematic design of constant temperature and humidity air conditioning system based on condensation heat recovery

本系统方案设计针对以上传统工艺性空调现有技术中的不足, 提出一种基于冷凝热回收的恒温恒湿空调系统。鉴于工艺性空调根据生产车间要求一般除湿量较大, 产生的冷凝水量也较多^[6,7], 本系统一方面充分利用这部分冷凝水对室外来的新风进行预冷, 同时, 将预冷后的冷凝水再送入冷却水回水管路中, 实现对冷却水的补水和带走部分冷凝热的作用; 另一方面, 通过间接式板式换热器回收冷水机组的部分冷凝器散热, 将其送入空气处理箱的再热器中, 实现对冷却去湿后的露点空气进行再热, 使空调送风参数满足生产工艺的精度要求, 同时降低进入冷却塔的水温, 减少冷却塔的散热损失, 提高冷凝器的效率, 进一步提高制冷机组的运

行效率。方案设计原理如图 1 所示。

本设计方案由冷凝水回收利用系统、冷凝器热回收利用系统及空气再热处理系统三部分组成。其中冷凝水回收利用系统主要对空气处理箱中冷却去湿后产生的冷凝水进行回收, 回收后的冷凝水先进入空气处理箱中的预冷器对室外来的新风进行预冷, 预冷后的冷凝水再送入冷却水回水管中, 实现对冷却水补水和带走部分冷凝热的作用。冷凝器热回收利用系统则通过间接式板式换热器回收一部分冷凝热送入空气再热处理系统的再热器中, 对冷却去湿处理后的低温空气进行再加热, 以达到生产工艺要求的送风参数, 然后将其送入恒温恒湿空调房间, 而再热器释放热量后的低温水则继续循环到间接式板式换热器中, 与从冷凝器出来的高温冷却水进行热交换, 从而降低进入冷却塔的水温, 减少冷却塔的散热损失, 提高冷凝器的效率^[8]。该设计方案节能减排, 满足人与环境和谐相处的原则, 再热后的空调送风温差减少, 送风量增大, 换气次数提高, 送风品质满足恒温恒湿空调房间的精度要求, 同时可使空调送风更加节能、健康、舒适。

2 冷凝水回收利用系统

冷凝水回收利用系统主要由设置在空调处理箱中的表面冷却器 1-1、接水盘 1-2、冷凝水管 1-3、预冷器 1-4、水过滤器 1-5、冷凝水泵 1-6 和电动三通阀 1-7 组成, 如图 1 所示。其主要作用是将新回风空气经表冷器冷却去湿后所产生的冷凝水进行回收, 并将对室外不果断的新风进行预冷处理, 从而节约空调新风冷负荷。同时将对新风预冷后的冷凝水进一步回收用于补充空调冷源中的冷却水在冷却塔中喷淋所造成的损失。其工作过程为: 将进入空调处理箱 1-8 的新回风混合空气经表面冷却器冷却去湿后所产生的冷凝水进行回收, 由接水盘 1-2 进行收集, 然后通过水过滤器 1-5 过滤, 再经冷凝水管 1-3 进入新风预冷器 1-4 中, 对室外来的新风先进行预冷处理; 同时将对新风预冷后的冷凝水进一步回收利用, 使其在冷凝水泵 1-6 的动力作用下通过电动三通阀 1-7 并入冷却水回水管 2-7 中。

3 冷凝器热回收利用系统

冷凝器热回收利用系统主要由设置在冷水机组的冷却水出水管 2-2、第一阀门 2-3、换热器 2-4

的第一换热侧 2-5, 冷却塔 2-6、冷却回水管 2-7、水处理仪 2-8 和冷却水泵 2-9 组成, 如图 1 所示。其中换热器的第一换热 2-5 侧位于第二换热侧 3-3 的下端, 水处理仪 2-8 位于冷却水泵 2-9 的前端。其主要作用是通过回收冷水机组的冷凝器部分热量为空调冷却去湿后的低温空气提供再热量, 从而使再热后的空调送风温差减少, 送风量增大, 换气次数提高, 送风品质满足恒温恒湿空调房间的精度要求, 使空调送风更加节能、健康、舒适。而与空调再热系统换热后的低温冷却水再进入冷却塔, 可减少冷却塔的散热损失, 提高冷凝器的散热效率, 进一步减少冷水机组的运行能耗。其工作过程为: 冷水机组产生的高温冷却水通过第一阀门 2-3 进入冷却水出水管 2-2 中, 与来自空调再热处理系统的低温水通过换热器 2-4 进行换热后进入冷却塔 2-6 中, 向大气中散热, 散热后的低温冷却水则通过水处理仪 2-8 处理后进入冷却回水管 2-7 中, 在冷却水泵 2-9 的作用下返回到冷水机组中冷却冷凝器, 不断循环完成冷水机组的持续制冷, 为恒温恒湿空调处理系统提供冷源。

4 空气再热系统

空气再热处理系统主要由设置在空调处理箱 1-8 中的再热器 3-1、再热回水管 3-2、换热器 2-4、第二换热侧 3-3、再热水泵 3-4、第二阀门 3-5、辅助电加热器 3-6、电加热器开关 3-7、送风温度传感器 3-8 组成, 如图 1 所示。其中再热器 3-1 位于空气处理箱的尾部, 电辅助加热器 3-6 位于再热器后侧且通过电加热器开关 3-7 与送风温度传感器 3-8 相连。其主要作用是对冷却去湿后的低温空气提供再热量, 从而使再热后的空调送风参数满足恒温恒湿空调房间的精度要求。其具体工作过程为: 当经空气处理箱冷却去湿后的低温空气通过再热器 3-1 时, 与再热器中的热水进行换热, 换热后的低温再热水通过再热回水管 3-2 进入板式换热器 2-4 中的第二换热侧 3-3, 与板式换热器 2-4 中的第一换热侧 2-5 充分交换热量, 换热后的高温再热水在再热水泵 3-4 的作用下通过第二阀门 3-5 进入再热器 3-1 中, 实现对冷却去湿后的低温空气进行再热, 不断循环。而送风温度传感器 3-8 负责实时监测再热后的空气温度, 并通过电加热器开关 3-7 控制辅助电加热器 3-6 的启闭, 当送风空气温度低

于送风参数要求时, 电加热器开关 3-7 开启, 辅助电加热器 3-6 开始运行, 当送风温度达到要求时, 辅助电加热器则停止运行。

5 结论

基于冷凝热回收的恒温恒湿空调系统设计方案, 通过巧妙设计将空调系统的冷凝水及冷水机组的冷凝器部分散热进行回收利用。该方案设计不仅降低了空调系统的运行能耗, 而且还能满足恒温恒湿空调的小温差、大风量的送风要求, 从而使空调房间空气品质满足工艺性空调的要求, 同时还能最大程度满足工作人员的舒适性要求。本系统相较于传统的有精度要求的空调系统来说, 具有以下优点:

(1) 本设计方案将工艺性空调产生的冷凝水回收用于新风预冷, 减少了空调新风冷负荷, 同时将新风预冷后的冷凝水并入冷却水回水管中, 实现对冷却水补水和带走部分冷凝热的作用。

(2) 本设计方案对冷凝器的散热进行回收利用, 不仅可以降低冷却水的温度, 减少冷却塔的散热损失, 而且还进一步提高冷水机组的运行效率, 符合节能减排的国家政策。

(3) 与传统工艺性空调的电加热再热相比, 这种冷凝热回收利用不仅节省了空调再热冷负荷, 而且还减少了空调的送风温差, 增大了空调房间的送风量, 提高了空调房间的换气次数, 使空调送风品质满足恒温恒湿空调房间的精度要求。

参考文献:

- [1] 曹学明, 魏亚志, 丁路. 某电子厂房超净车间空调设计[J]. 制冷与空调, 2018, (6): 599-602.
- [2] 吴集迎. 制冷装置优化设计方法讨论[J]. 集美大学学报: 自然科学版, 2010, 12(4): 23-25.
- [3] 曹振华. 分体式空调冷凝水作为饮用水的回收利用技术研究[J]. 制冷与空调, 2019, (6): 617-620.
- [4] 唐亚军. 节能空调系统设计方案研究[J]. 中国新技术新产品, 2016, 7(3): 25-28.
- [5] 曹振华. 空调系统中冷凝水作为水资源的回收利用技术研究[J]. 制冷与空调, 2019, (5): 509-512.
- [6] 赵燕. 浅析暖通空调设计与节能[J]. 大陆桥视野, 2013, (18): 106-107.
- [7] 李小鹏. 暖通空调的节能技术问题分析及对策[J]. 科技经济导刊, 2016, (28): 38-42.

[8] 黄培雷,杨志新,蒋哲敏.高精度计量实验室空调系统设

计[J].制冷与空调,2013,(4):31-35.