

整体除尘除湿空调系统小制冷量除湿技术的研究

凯天环保科技股份有限公司 (长沙 410100) 胡光明 欧阳金

【摘要】整体除尘除湿空调系统是工业焊接厂房空气净化一门新型先进的环保技术。由于焊接工艺和环保要求,它存在送风量大、送风温差小、运行能耗高的特点,本文借助民用空调二次回风的节能思想,引入小制冷量除湿技术优化整体除尘除湿空调系统,降低系统的初投资和运行能耗,该技术运用到长沙某焊接厂房整体除尘除湿空调系统中,取得了较好的结果。

随着现代工业的发展,焊接及相关工艺不断创新,焊接工艺对厂房内的温度、湿度、洁净度等要求越来越高,同时焊接产生烟尘和有害物也很大,常常弥漫整个车间,对工人的健康和生产效率带来了极大的影响。整体除尘除湿空调系统是工业焊接厂房空气净化化的新型环保技术,它集除尘、除湿、除有害气体、控温为一体,克服了局部除尘收尘困难、运用不方便等缺点,在现代工业焊接厂房中的应用越来越广泛,但它同时也存在送风量大、初投资大、运行能耗高的缺点,制约着它的普及运用。本文借助民用空调二次回风的节能思想,对目前的整体除尘除湿空调系统进行优化,采用小制冷量除湿技术对大风量送风进行除湿,降低系统的初投资和运行费用,以达到节能的目的。

1. 整体除尘除湿空调系统小制冷量除湿技术的简介

目前,整体除尘除湿空调系统中除湿技术通常

采用冷冻除湿,将空气温度降低至露点温度以下析出空气中的水分,同时辅以再热进行除湿。在焊接工业厂房整体除尘空调系统中,由于焊接工艺和环保要求,除尘除湿空调系统存在送风量大、送风温差小的特点,对于大风量送风进行除湿,需要比较大制冷量将送风降低到露点温度以下,这样能耗大,同时存在冷热量抵消。传统空调以二次回风代替二次加热来消除冷热量抵消,但焊接工业厂房回风含尘浓度高,空气质量差,不能直接利用二次回风来避免冷热相抵现象。

为了解决整体除尘除湿空调系统运行能耗大和无法直接运用二次回风消除冷热量抵消的不足,本文提供一种小制冷量除湿技术,对整体除尘除湿空调机组结构进行改进,具体结构如图1所示。将民用空调二次回风的原理引入工业除尘除湿空调机组,使车间含

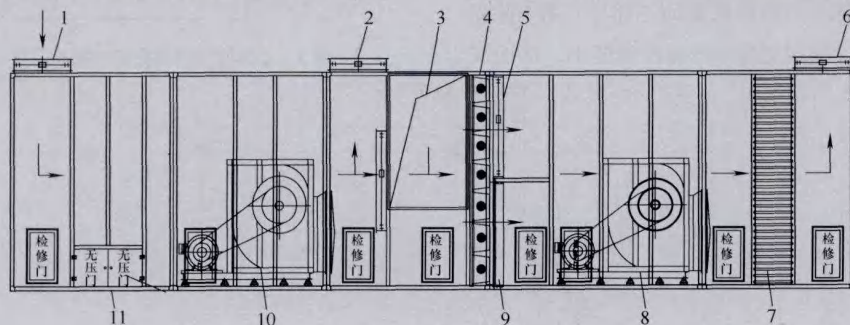


图1 除尘除湿空调机组结构

1. 回风段 2. 排风调节段 3. 新风调节段 4. 初效过滤段 5. 电动调节阀
6. 送风段 7. 均流消声段 8. 送风机段 9. 表冷段 10. 回风机段 11. 高效过滤段

尘回风首先经过高效过滤段 11 过滤烟尘后, 其空气品质达到室内排放标准, 这样回风空气的热量被保留, 然后将除尘除湿空调机组内制冷段分成上下二路通道, 一部分空气是经过表冷器 9 冷却到露点温度以下, 析出大量冷凝水, 降低空气的绝对湿度和温度, 另一部分空气经过电动比例调节阀 5 旁通表冷器 9, 加热冷却后的空气, 从而降低空气的相对湿度, 达到除湿目的, 混合原理如图 2 所示。

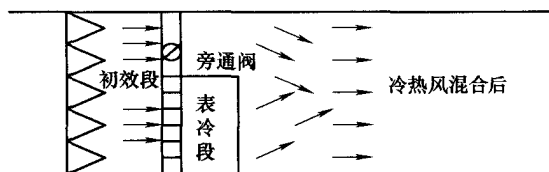


图 2

2. 小制冷量除湿技术与传统除湿技术比较

(1) 整体除尘除湿空调系统中传统冷冻除湿技术

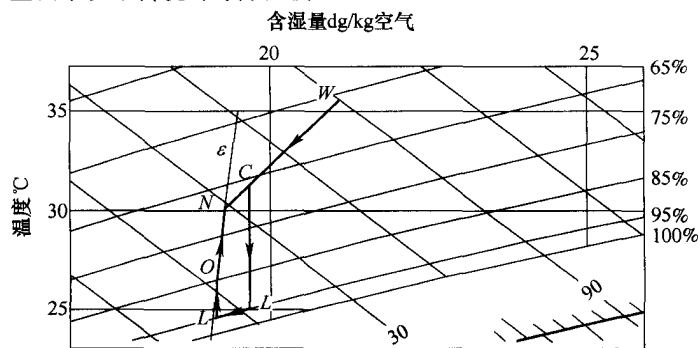


图 4 整体除尘空调传统除湿过程分析焓湿

(2) 整体除尘除湿空调系统中小制冷量技术, 在夏季工况下运行, 空气处理流程如图 5 所示。图 6 为小制冷除湿过程, 车间回风 N 经过高效过滤段 11 过滤烟尘后, 和新风 W 混合到 C 点, 一部分空气制冷段冷却到“机器露点 L ”, 再与另一部分未经制冷段的空气 C 混合到送风状态点 O 送入车间内。由于经过制冷段除湿的风量只是送风量的一部分, 用于除湿的制冷量比对整个送风量除湿的制冷量要小, 从而实

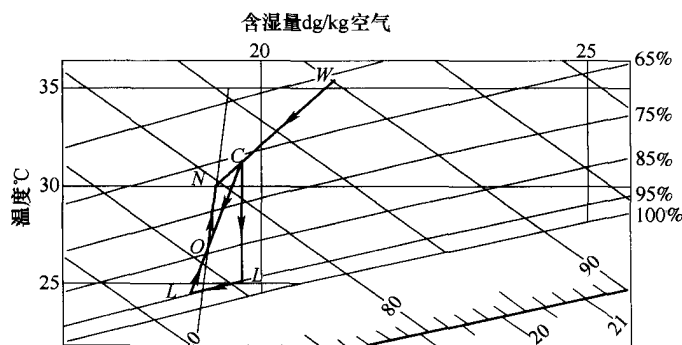


图 6 整体除尘空调小制冷除湿过程分析焓湿

术, 在夏季工况下运行, 空气处理流程如图 3 所示。图 4 为传统除湿过程, 车间回风 N 经过高效过滤 11 过滤烟尘后, 和新风 W 混合到 C 点, 再经制冷段冷却到“机器露点 L ”, 然后再利用电能或者蒸汽加热到送风状态点 O 后送入车间内。由于车间通风量大, 送风温差小, 需要制冷量大, 同时再热量比较大, 这样造成大量冷热量相抵, 能源浪费。

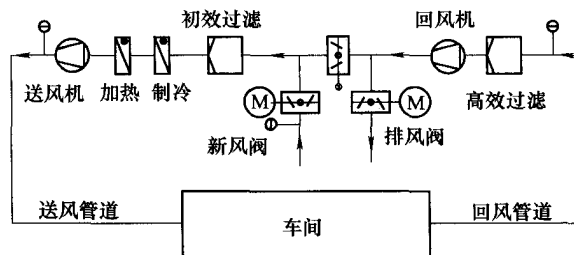


图 3 整体除尘除湿空调传统除湿空气流程

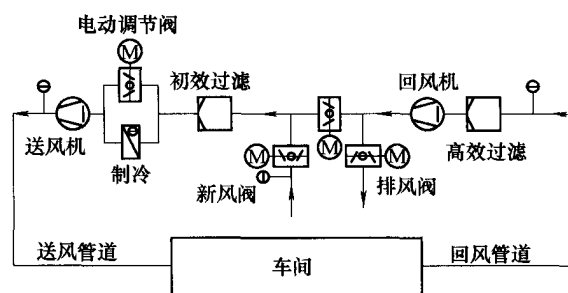


图 5 整体除尘除湿空调小制冷除湿空气流程

现小制量除湿。另外，利用回风热量进行再热，取消二次加热，从而避免了冷热相抵，达到节能效果。

3. 工程案例分

对整体除尘除湿空调系统夏季运行工况，采用小制量除湿技术与传统冷冻除湿技术进行计算比较。

长沙某焊接车间整体除尘除湿空调系统，建筑面积为2000m²，车间生产人员26人，车间主要以手工半自动CO₂/MAG焊和机器人CO₂/MAG焊为主，产生大量的焊接烟尘，车间设置一套整体除尘除湿空调系统。

(1) 设计参数 夏季室内计算温度：30℃；夏季室内计算湿度：≤70%；夏季室外计算干球温度：35.5℃；夏季室外计算湿球温度：27.7℃。

在室内计算温度30℃，高劳动强度条件下，成年男子显热为134W，潜热为273W，散湿量为408g/h。经专业负荷计算软件算出室内冷负荷为265.5kW，人员、物料和工艺设备形成余湿量：S=8.97g/s。

车间按除尘要求计算送风量，根据分层送风原理保证工作区域空气洁净度。按换气次数为10次/h，经计算该整体除尘除湿空调系统总送风量为：100 000m³/h，新风量：20 000 m³/h，新风比：20%。

(2) 传统冷冻除湿技术各状态点参数 根据整体除尘除湿空调传统冷冻除湿技术的原理进行理论计算，具体过程分析焓湿如图4所示，得出各状态点参数，如表1所示。

表1 传统冷冻除湿技术各状态点参数

状态点	干球温度 /℃	相对湿度 (%)	含湿量 / g · kg ⁻¹	焓值 /kJ · kg ⁻¹
室内点 N	30	70	19.3	79.6
室外点 W	35.5	56	21.1	90
混合点 C	31.1	66.9	19.7	81.7
露点 L	24.7	95	19.2	73.8
送风点 O	26.5	85	19.2	75.7

总制冷量： $Q_{\text{冷}} = G_m (hc - hl) = 1.2 \times 100\,000 \times (81.7 - 73.8) / 3600 = 263.3 \text{ kW}$ 。

二次加热量： $Q_{\text{热}} = G_m (ho - hl) = 1.2 \times 100\,000 \times (75.7 - 73.8) / 3600 = 63.3 \text{ kW}$ 。

(3) 小制量除湿技术各状态点参数 根据整体除尘除湿空调小制量除湿技术的原理进行理论计算，具体过程分析焓湿如图6所示，得出各状态点参数，如表2所示。

二次回风混合比： $n = (ho - hl) / (hc - hl) = (75.7 - 72.9) / (81.7 - 72.9) = 0.3182$ 。

表2 小制量除湿技术各状态点参数

状态点	干球温度 /℃	相对湿度 (%)	含湿量 / g · kg ⁻¹	焓值 /kJ · kg ⁻¹
室内点 N	30	70	19.3	79.6
室外点 W	35.5	56	21.1	90
混合点 C	31.1	66.9	19.7	81.7
露点 L	24.5	95	18.9	72.9
送风点 O	26.5	85	19.2	75.7

总制冷量： $Q_{\text{冷}} = G_m (hc - hl) = 1.2 \times 100\,000 \times (81.7 - 72.9) / 3600 = 200 \text{ kW}$ 。
无二次加热量。

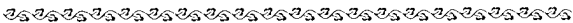
(4) 结果分析 经计算，经过表冷器处理，风量由100 000m³/h降为68 181.8m³/h，空气焓差降由7.9kJ/kg升为8.8 kJ/kg，总制冷量由263.3 kW降低为200 kW，节能24%，同时省去了二次加热量。在总风量一定的情况下，表冷器处理风量大大减小，表冷器面积可以减小，设备选型相应减小，降低投资。

4. 结

整体除尘除湿空调系统小制量除湿技术易于实现和控制，只需对现有空调机箱进行局部优化，通过送风温湿度的反馈信号与室内负荷要求送风状态参数进行比较，来调节电动比例调节阀开度大小，进而调节旁通风量的大小来实现。

采用该技术不仅避免了二次加热，冷热量相抵消的现象，同时整体空调系统制冷量也相应降低，大大降低了工业厂房整体除尘空调系统的初投资和运行能耗，有利于整体除尘除湿空调系统的普及。

MW (20120513)



第三届焊接设备用户有奖调查

“十二五”时期是我国制造业转型升级的关键期，作为连接金属功能的“缝纫机”，焊接设备新技术的应用越来越受到用户的青睐，为深入地解近几年来我国焊接设备应用及市场需求情况，《金属加工（热加工）》在2003年和2007年两次焊接与切割用户调查的基础上，专门针对焊接设备的应用开展“第三届焊接设备用户”有奖调查活动，将有丰厚的奖品期待您的参与！

参与方式：通过金属加工在线（www.mw1950.com）进行网上提交

联系方式：张维官（010-88379795 转 625 或 RB1950@126.com）

截止日期：2012年12月31日