

# 冷凝热回收技术在净化空调系统中的应用

西安四腾环境科技有限公司汪延璐

**摘要:**介绍了净化空调系统的热湿处理过程及空调机组的配置,经过对比不同的热湿处理过程系统形式,阐述了冷凝热回收技术在净化空调系统中的重要性。

**关键词:**净化空调;深度除湿;冷凝热回收;节能

**Abstract:**This essay introduces the thermal processing and configuration of air conditioning units of air cleaning conditioning system .By comparison of double-pipes,four-pipes water system and types of heating-cooling source, the essay explains the significance of condensation heat recovery technology in air cleaning conditioning system, and provides energy-saving solutions of clean air conditioning system of air cleaning conditioning system.

**Keywords:** Air Cleaning Conditioning system;Ultra-dehumidification;condensation heat recovery;Energy-saving.

## 1.引言

医疗建筑净化空调系统控制的对象是室内的温度、相对湿度、气流组织形式、风速、噪声、洁净度等,以此来保证医护人员及患者的医疗活动对室内空气品质的需求。医院净化空调系统对控制室内温度以及湿度方面,相较于普通舒适性空调系统有着更为严格的要求,而医疗用房相对湿度的大小主要关系到空气中细菌的存活时间,相对湿度越大,细菌的存活时间越长,因此对相对湿度的控制是保证洁净用房环境受控的重要手段。本文就目前净化空调系统的不同热湿处理过程进行介绍,并就冷凝热回收技术在净化空调系统的应用进行分析。

## 2.热湿处理过程

为满足洁净用房的温湿度需求,目前净化空调系统的热湿处理过程有以下几种形式:

(1)新风经预处理机组的冷却盘管初步降温除湿,然后经过直膨式蒸发器进一步降温除湿,实现深度除湿,经过再加热后,送入循环机组与回风混合后进入循环机组的冷水盘管进行等湿冷却,处理到送风温度后送入室内。该方式可以实现对新风相对湿度的优先控制。<sup>[1]</sup>

该热湿处理方式需配置新风预处理机组,目前在洁净手术部等净化空调机组数量多、空调机房面积较大的区域已得到广泛应用。<sup>[2]</sup>

对于ICU、中心供应室、静脉配置中心等净化空调机组数量相对较少,空调机房面积小等区域,不宜采用该热湿处理方式。

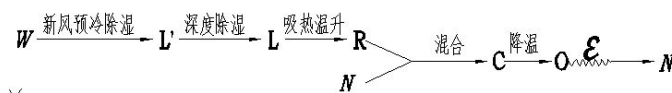
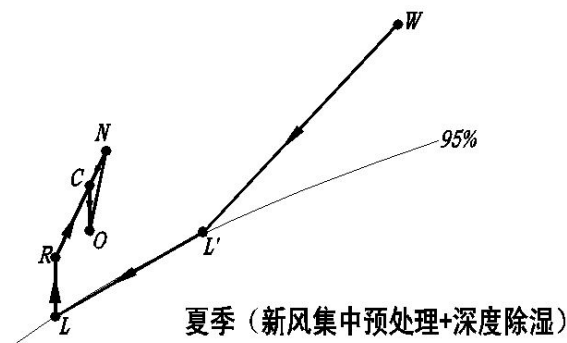


图 1 新风湿度优先处理过程

(2) 自取新风与室内的回风混合后通过循环机组表冷器处理到机器露点，冷却除湿后再加热到送风状态点后送入室内。(该热湿处理方式主要应用于 ICU、中心供应室、静脉配置中心等净化空调机组数量相对少，空调机房面积小的区域。)

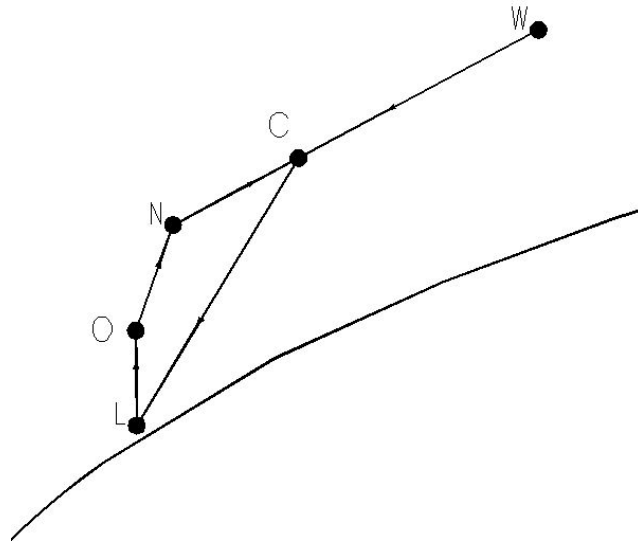
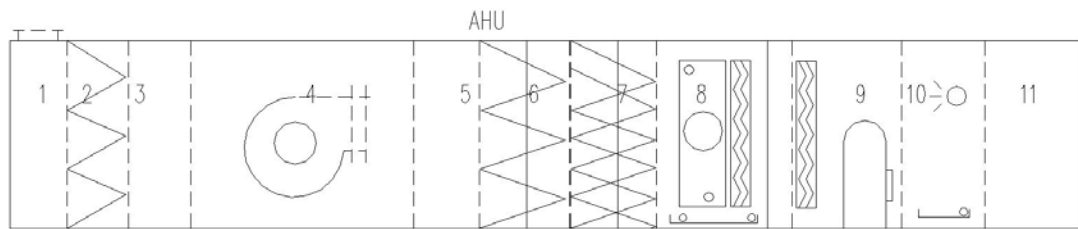


图 2 常规自取新风一次回风处理过程

该处理过程的再热过程通过设置于表冷段后的电加热装置或者加热盘管实现。采用电加热装置不利于节能；采用加热盘管时需在供冷的同时提供再热用热水，需采用四管制空调水系统，管路系统复杂，初投资较高。同时该处理方式存在冷热量抵消，造成较大的能耗损失。<sup>[3]</sup>

(3) 针对上述 2 种空调系统使用的局限性，对于 ICU、中心供应室、静脉配置中心等区域，可采用带冷凝热回收装置的自取新风式净化空调机组，机组功能段见图 3，空气处理过程见图 4。



AHU 功能段										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
新风段	初效过滤段 (G4)	混合段	风机段	均流段	中效过滤段 (F8)	亚高效过滤段 (H10)	表冷加热段	深度除湿及冷凝热回收段	加湿段	出风段

图 3 带冷凝热回收装置的自取新风式净化空调机组

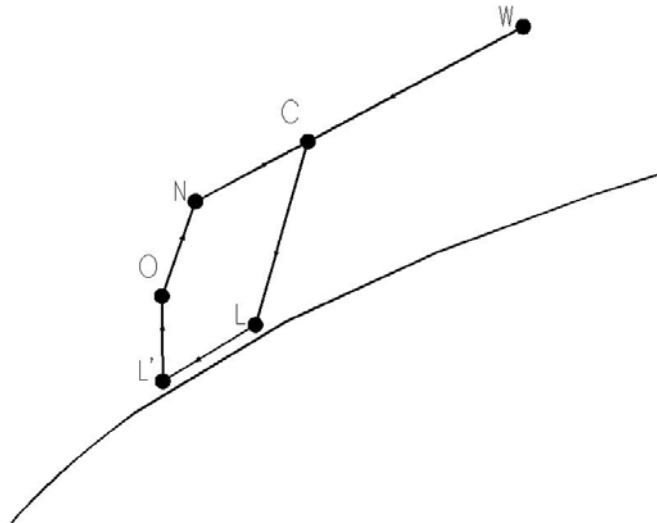


图 4 带冷凝热回收装置的一次回风空气处理过程

新风与回风混合后经过滤后先经过一级表冷，然后经过深度除湿系统蒸发器二次除湿，热回收冷凝器置于蒸发器后，对冷凝热进行回收，将空气加热至所需的送风温度，多余的冷凝热由主冷凝器排出。

### 3. 冷凝热回收技术

目前冷凝热回收的手段多数采用加热冷凝器与主冷凝器串联的模式，通过电磁阀进行加热冷凝器的制冷剂流量切断或通过电动三通调节阀进行加热冷凝器内的制冷剂流量控制。虽然该方法可以利用压缩机冷凝热，但都无法实现冷凝热的量化控制，无法实现被加热空气的温度精确控制，同时控制手段复杂，控制精度也难以保证。

冷凝热无级热回收装置可有效地利用制冷系统的冷凝热，通过控制其设置的风机转速，可以实现冷凝热的量化控制；该热回收装置控制简单，在调节热量的同时，无需进行制冷系统冷媒的流量调节，系统的稳定性更高，而且还可以使温度控制更加精准。<sup>[4]</sup>

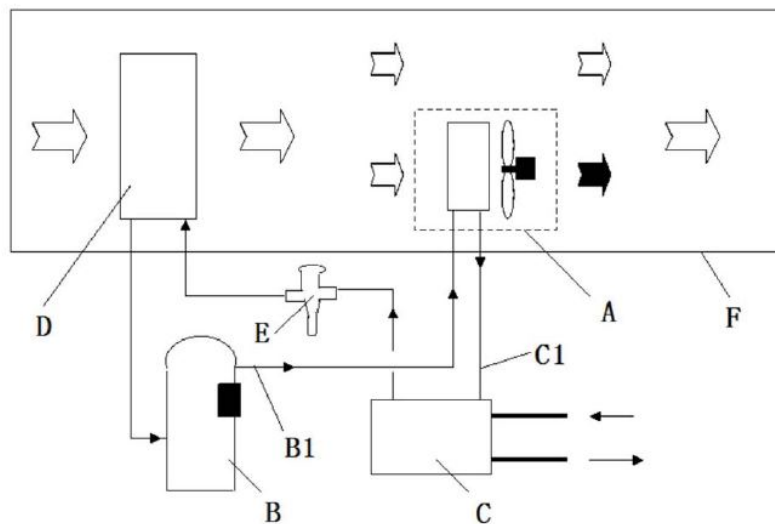


图 5 冷凝热回收装置示意图

图中构件说明：A——热回收装置；B——压缩机；C——冷凝器；D——蒸发器；E——膨胀阀；F——空调机组。

#### 4.实例分析

现以西安市某综合性三甲医院新生儿重症监护病房（NICU）为例，分别采用常规自取新风净化机组和设置冷凝热无级热回收装置的自取新风净化机组进行计算分析。根据西安市气象资料，室外设计干球温度为 35℃，湿球温度为 25.8℃；根据《综合医院建筑设计规范》GB51039-2014，室内设计温度取 24℃，相对湿度取 50%。经计算，该 NICU 室内总冷负荷为 51.8kw，总湿负荷为 19.2kg/h，热湿比为 9696kJ/kg，满足洁净度需求的送风量为 17000m<sup>3</sup>/h，新风量为 6000m<sup>3</sup>/h。

（1）根据图 2 热湿处理过程焓湿图及上述数据，计算结果如下。

表 1 常规自取新风一次回风处理过程空气状态点参数

状态点	新风 W	室内 N	混合 C	冷却 L	送风 O
温度 t (°C)	35	24	27.8	12.4	17.9
相对湿度 φ (%)	49.1	50	51.6	95	66.4
焓 i (kJ/kg)	82.7	49.3	60.8	35.2	40.8
含湿量 d (g/kg)	18.5	9.9	12.8	9	9

$$\text{空调机组制冷量 } Q_{C-L} = \rho G (i_C - i_L)$$

式中  $\rho$ ——空气密度  $\rho=1.293\text{kg/m}^3$ ;

$G$ ——送风量 m<sup>3</sup>/h，经计算 NICU 送风量约为 17000 m<sup>3</sup>/h；

$$\text{故机组制冷量 } Q_{C-L} = \rho G (i_C - i_L) = 1.293 \times 17000 \times (60.8 - 35.2) \div 3600 \approx 155.9\text{kw};$$

$$\text{机组再热量 } Q_{L-O} = \rho G (i_O - i_L) = 1.293 \times 17000 \times (40.8 - 35.2) \div 3600 \approx 34.1\text{kw}.$$

（2）根据图 4 热湿处理过程焓湿图及上述数据，计算结果如下。

表 2 带冷凝热回收装置的一次回风处理过程空气状态点参数

状态点	新风 W	室内 N	混合 C	冷却 L	冷却 L'	送风 O
温度 (°C)	35	24	27.8	16	12.4	17.9
相对湿度 (%)	49.1	50	51.6	95	95	66.4
焓 (kJ/kg)	82.7	49.3	60.8	45.1	35.2	40.8
含湿量 (g/kg)	18.5	9.9	12.8	11.4	9	9

$$\text{空调机组制冷量 } Q_{C-L} = \rho G (i_C - i_L)$$

式中  $\rho$ ——空气密度  $\rho=1.293\text{kg/m}^3$ ;

$G$ ——送风量 m<sup>3</sup>/h，经计算 NICU 送风量约为 17000 m<sup>3</sup>/h；

$$\text{故机组一级表冷制冷量 } Q_{C-L} = \rho G (i_C - i_L) = 1.293 \times 17000 \times (60.8 - 45.1) \div 3600 \approx 95.6\text{kw};$$

$$\text{深度除湿装置制冷量 } Q_{L-L'} = \rho G (i_L - i_{L'}) = 1.293 \times 17000 \times (45.1 - 35.2) \div 3600 \approx 60.3\text{kw};$$

$$\text{冷凝热回收装置回收热量 } Q_{L-O} = \rho G (i_O - i_L) = 1.293 \times 17000 \times (40.8 - 35.2) \div 3600 \approx 34.1\text{kw}.$$

可以为该机组配置制冷量为 60kw 的深度除湿装置，该装置耗电量为 19.1kw，冷凝热回收量为 34.1kw，其余的热量通过主冷凝器排出。

（3）能耗对比

表 3 两种类型净化空调机组能耗对比

类型	常规净化空调机组(两管制)	带冷凝热回收装置的净化空调机组
制冷量 (kw)	155.9	95.6
再热量 (kw)	34.1	34.1
耗电量 (kw)	45.1	30.1

注：上表机组耗电量包括风机电机及其他用电装置耗电量。

通过上表可以得出如下结论，当采用冷凝热回收装置的自取新风空调机组时，机组的制冷量及耗电量需求都较常规自取新风空调机组有了较大程度的降低，综合节能比大约达到35%。

## 5. 结语

医疗建筑净化空调系统相较于普通舒适性空调在建筑能耗中占据更大的比重。综合各种热湿处理方式，配备冷凝热回收装置的净化空调机组可以满足ICU、中心供应室等洁净用房温湿度需求，同时该类型的空调机组较现有的常规空调形式，有着较高的能源利用率，建议在医疗建筑中选用。<sup>[5]</sup>

## 参考文献

- [1]朱青青,沈晋明,陆文. 用于湿度优先控制的新型新风机组[J].制冷技术, 2008(3): 36-40.
- [2]中华人民共和国住房和城乡建设部.医院洁净手术部建筑技术规范.GB50333-2013[S].北京: 中国建筑工业出版社, 2014.
- [3]陈尹. 医院手术室空调水系统四管制的探讨[J].制冷技术, 绿色建筑, 2014(5):21-23.
- [4]侯东明,王聪,王四海,张育桥. 一种制冷系统冷凝热无极热回收装置及制冷系统[P].中国专利: 203605409 U, 2014.05.21
- [5]沈晋明,刘燕敏.GB 51039-2014《综合医院建筑设计规范》编制思路[J].暖通空调,2015(3):41-46