

中央空调清洗技术

ZHONGYANG KONGTIAO QINGXI JISHU

赵兴平 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



中央空调清洗技术

赵兴平 主编



机械工业出版社

中央空调清洗,是中央空调系统设备管理与运行维护的中心工作。本书从实践经验出发,系统性地介绍了中央空调的结构组成、水系统、通风系统污垢的成因及危害,中央空调清洗所用的化学药剂、清洗设备,中央空调清洗方法及技能要点,中央空调清洗方案的设计与制定等内容。

本书力求简明、实用、通俗易懂,并辅之以图表对照,使读者能够快速掌握所学的知识,尤其适用于中央空调清洗从业人员和中央空调设备维护、管理人员学习参考,也可供高职高专院校相关专业人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

中央空调清洗技术/赵兴平主编. —北京:机械工业出版社, 2011. 2

ISBN 978 - 7 - 111 - 32973 - 2

I. ①中… II. ①赵… III. ①集中空气调节系统 - 清洗 IV. ①TB657. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 001312 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 范秋涛 责任编辑: 范秋涛

版式设计: 张世琴 责任校对: 李锦莉

封面设计: 王伟光 责任印制: 杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2011 年 2 月第 1 版 · 第 1 次印刷

140mm × 203mm · 8.625 印张 · 228 千字

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 32973 - 2

定价: 28.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

进入 21 世纪以来,随着我国国民经济的持续发展以及人民生活水平需求的不断提高,中央空调已被广泛地应用于工业及民用建筑设施当中,极大地改善了人们的生产及生活环境。

中央空调的广泛普及与应用,同时也带动了相关清洗业的发展。目前在我国,中央空调清洗市场前景非常广阔。但由于种种原因,中央空调清洗业还很不规范,各种相关制度及行业标准都亟待健全,市场上关于中央空调清洗类的指导书籍更是鲜有佳作。基于此,我们根据多年的研究和清洗实践经验,编写了本书。

中央空调清洗技能是一门集空气调节、设备维护、水处理、样品化验、药剂理论、环境保护、机械操作等知识为一体的综合技能。本书正是从这几个方面出发,力求做到综合性、系统性和实用性,可作为中央空调清洗从业人员和中央空调设备维护、管理人员学习参考书,也可供高职高专院校相关专业人员参阅。

本书共分 5 章,第 1 章简要介绍中央空调的分类、结构及运行原理;第 2 章主要就中央空调系统主要结构部件做具体的讲解;第 3 章具体分析中央空调系统污垢的成因及危害;第 4 章主要就中央空调清洗所用的化学药剂以及清洗设备作具体的讲解;第 5 章重点介绍中央空调水系统和通风系统的清洗方法、技能要点以及清洗方案的设计与制定。

本书由赵兴平主编,王时军、王天雨、郑招弟、朱军参与编写。

由于编者水平所限,书中不足之处,敬请广大读者给予批评指正。

目 录

前言

第1章 中央空调的概念、分类及运行原理	1
1.1 空气调节的相关概念	1
1.2 中央空调系统的分类、结构及运行原理	1
1.2.1 中央空调系统的分类	1
1.2.2 中央空调系统的组成及运行原理	5
第2章 中央空调系统主要结构部件	18
2.1 中央空调系统冷、热源	18
2.1.1 中央空调系统的冷源和热源	18
2.1.2 压缩式冷水机组	21
2.1.3 吸收式冷水机组	29
2.1.4 水源热泵机组	39
2.2 中央空调水系统及设备	42
2.2.1 冷却水系统及设备	42
2.2.2 冷冻水系统及设备	54
2.3 中央空调系统热湿处理设备	69
2.3.1 空气处理设备	69
2.3.2 空气质量控制及净化设备	81
2.3.3 空气输送设备	84
2.3.4 空气分配设备	90
第3章 中央空调系统污垢的成因及危害	91
3.1 中央空调水系统的污垢和腐蚀	91
3.1.1 中央空调冷却水系统生成的污垢	91

3.1.2 中央空调冷却水系统的金属腐蚀	99
3.1.3 中央空调循环水系统污垢、腐蚀的危害	113
3.2 中央空调通风系统的污染	114
3.2.1 中央空调通风系统污染物的来源	114
3.2.2 造成中央空调通风系统污染的原因	115
3.2.3 中央空调通风系统污染的危害	120
3.3 中央空调水系统垢样的采集、储存及鉴别	121
3.3.1 中央空调水系统垢样的采集和储存	121
3.3.2 中央空调水系统垢样的鉴别	121
3.4 中央空调通风系统污染的检测	130
3.4.1 中央空调风道系统积尘量的检测	131
3.4.2 中央空调通风系统微生物的检测	133
3.4.3 中央空调送风中细菌总数的检测	134
3.4.4 中央空调送风中真菌总数的检测	134
第4章 中央空调清洗药剂、设备及工具	136
4.1 中央空调水系统水处理、化学清洗药剂	136
4.1.1 中央空调水系统水处理药剂	136
4.1.2 中央空调清洗工程常用的化学清洗药剂	148
4.2 中央空调通风系统清洗设备及工具	176
4.2.1 机器人清洗系统	176
4.2.2 各种配套设备	178
第5章 中央空调清洗方法及技能要点	184
5.1 中央空调水系统的清洗	184
5.1.1 循环水系统的停机清洗	184
5.1.2 循环水系统的不停机清洗	190
5.1.3 制冷剂系统的化学清洗	192
5.1.4 中央空调化学清洗过程中的分析监测	193
5.1.5 中央空调化学清洗效果的评价	214
5.1.6 中央空调水系统清洗实例	224
5.2 中央空调通风系统的清洗	229

5.2.1	风道清洗流程	229
5.2.2	通风系统的消毒	232
5.2.3	风道清洗现场的环境保护	237
5.3	中央空调清洗方案的设计与制定	237
5.3.1	中央空调清洗方案设计与制定的一般流程	237
5.3.2	确定清洗时机	238
5.3.3	对清洗对象进行调研和分析	240
5.3.4	设计清洗方案	242
5.3.5	估算清洗设备的容积和面积	243
5.3.6	计算清洗原材料	243
5.3.7	清洗设备的选型	247
5.3.8	编写质量保证体系文件	250
5.3.9	制定清洗方案	251
5.3.10	设计应急方案	253
5.4	中央空调清洗工程实例	254
5.4.1	××市××区机关办公大楼中央空调冷凝器的 化学清洗	254
5.4.2	××××大学办公楼中央空调水系统的清洗	261
参考文献		267

第1章 中央空调的概念、 分类及运行原理

对于中央空调，我们并不陌生，它是日常生产与生活中所应用的一种空气调节、空气处理设备。这里，首先来概要了解中央空调的分类、结构及工作原理。

1.1 空气调节的相关概念

空气调节，是一种用人为的方法处理室内空气的温度、湿度、洁净度和气流速度的技术，可使某些场所获得具有一定温度和一定湿度的空气，以满足使用者及生产过程的要求，改善劳动卫生和室内气候条件。

中央空调，是由一台主机通过风道过风或冷热水管接多个末端的方式来控制不同的房间，以达到室内空气调节目的的空调。

1.2 中央空调系统的分类、结构及运行原理

上一节中，我们大致了解了空气调节的相关概念，并对中央空调有了简单的认知。本节中，来简要了解中央空调系统的分类、结构及运行原理。

1.2.1 中央空调系统的分类

中央空调系统一般由冷热源部分、空气处理部分、空气输送及分配部分、冷热媒输送和自动控制部分等组成。在工程中，由于空调场所的用途、性质、热湿负荷等方面的要求不同，空调系统可分为许多种类。

1. 按使用目的分类

(1) 舒适性中央空调 舒适性中央空调要求温度适宜, 环境舒适, 对温度、湿度的调节精度无严格要求, 多用于住房、办公室、影剧院、商场、体育馆、汽车、船舶、飞机等。

(2) 工艺性中央空调 工艺性中央空调对温度的调节精度、空气的洁净度要求都较高, 多用于电子器件制造车间, 精密仪器、计算机机房和生物实验室等。

2. 按处理设备的情况分类

(1) 集中式空调系统 集中式空调系统是指空气处理设备和送、回风机等集中设在空调机房内, 通过送、回风管道与被调节的空调场所相连, 对空气进行集中处理和分配。

集中式空调系统的优点和缺点见表 1-1。

表 1-1 集中式空调系统的优点和缺点

优点	1) 空气处理设备和制冷设备集中布置在机房内, 便于集中管理和集中调节 2) 过渡季节可充分利用室外新风, 减少制冷机运行时间 3) 可以严格控制室内温度、湿度和空气洁净度 4) 对空调系统可以采取有效的防振消声措施 5) 使用寿命长
缺点	1) 机房面积大, 层高较高, 风管布置复杂, 占用建筑空间较多, 安装工作量大, 施工周期较长 2) 对于房间热湿负荷变化不一致或运行时间不一致的建筑物, 系统运行不经济 3) 风管系统各支路和风口风量不易平衡, 各房间由风管连接, 不易防火

(2) 半集中式空调系统 半集中式空调系统是指送入空调房间的新风由空调机房集中处理, 空调房间内的空气由分散在房间内的装置处理的系统。

半集中式空调系统适用于空气调节房间较多,且各房间要求单独调节的建筑物。

(3) 分散式空调系统 分散式空调系统是将冷热源和空气处理设备、风机以及自控设备等组装在一起的机组,分别对各被调房间进行调节。这种机组一般设在被调房间或其相邻室内,因此不需要集中空调机房。分散式系统使用灵活,布置方便,但维修工作量较大,室内卫生条件有时较差。

常用的分散式空调机组有:

1) 恒温恒湿机组。它能自动地调节空气的温湿度,维持室内温湿度恒定。

2) 普通空调器。有窗式、分体式和柜式空调器等几种形式。它与恒温恒湿机组的差别在于无自动控制和电加热、加湿设备,只是用于房间降温除湿。

3) 热泵式空调器。有窗式和柜式等几种形式。该机组夏季用来降温,冬季用来加热。

3. 按负担室内热湿负荷所用的工作介质分类

(1) 全空气式空调系统 全空气式空调系统是指空调房间的室内热湿负荷全部由经过处理的空气来承担的空调系统。它利用空调装置送出风调节室内空气的温度、湿度。由于空气的比热容小,用于吸收室内余热、余湿的空气需求量大,所以这种系统要求的风道截面面积大,占用建筑物空间较多。

(2) 全水式空调系统 全水式空调系统是指全部由经过处理的水负担室内热湿负荷的系统。它是利用冷冻机处理后的冷冻水(或锅炉制出热水)送往空调房间的风机盘管中对房间的温度、湿度进行调节的。

由于水的比热容及密度比空气大,所以全水式系统的体积较全空气式系统小,能够节省建筑物空间,但它不能够解决房间通风换气的问题。

(3) 空气-水式空调系统 空气-水式空调系统是指由经过处理的空气和水共同负担室内热湿负荷的系统。该系统典型装置是

风机盘管加新风系统。它既可解决全水式系统无法通风换气的困难，又可克服全空气系统要求风道截面面积大、占用建筑空间多的缺点。

(4) 制冷剂式系统 制冷剂式系统直接以制冷剂作为吸收房间空气热湿负荷的介质。它利用直接蒸发的制冷剂吸热来达到调节室内温度、湿度的目的。

4. 按系统风量的调节方式分类

(1) 定风量系统 普通空调系统的送风量是全年固定不变的，并且按房间最大热湿负荷确定送风量，称为定风量系统。实际上房间热湿负荷不可能经常处于最大值，而是在全年的大部分时间低于最大值。当室内负荷减少时，定风量系统靠提高送风温度来维持室内温度的恒定。这样既浪费热量，又浪费冷量。

(2) 变风量系统 由于空调房间的负荷是逐时变化的，如果能采用减少送风量（送风参数不变）的方法来保持室内温度不变，则不仅节约了提高送风温度所需的热量，而且还由于处理风量的减少，降低了风机功率电耗以及制冷机的制冷量。这种系统的运行费用相当经济，对于大容量的空调系统尤为显著。

5. 按集中式空调系统处理的空气方式分类

(1) 循环式空调系统 循环式空调系统也称为全封闭式空调系统。循环式空调系统中，空调机组所处理的全部是再循环空气（室内回风），不补充新风。

循环式空调系统能耗小，但由于没有新风补充，因此只适于在无人的环境中使用。

(2) 直流式空调系统 直流式空调系统中，空调机组所处理的空气全部为新风。空调处理装置送入房间内的空气进行热湿交换后，全部排到室外。

直流式空调系统卫生条件好，但能耗大、经济性差，适用于散发有害气体、不宜使用回风的场所。

(3) 一次回风系统 一次回风系统中，空调机组所处理的

是由新风和循环空气（室内回风）混合的气体。它在空调箱内设有一个新、回风混合室，新风量最小占总风量的10%。一次回风系统应用较为广泛，被大多数中央空调系统所采用。

（4）二次回风系统 二次回风系统是在一次回风系统的基础上将室内回风分成两部分分别引入空调箱中，一部分回风在新、回风混合室混合，另一部分进入第二混合室与一次混合室出来后经过处理的气体混合。

二次回风系统较一次回风系统更为经济、节能。

1.2.2 中央空调系统的组成及运行原理

1. 集中式空调系统

集中式空调系统属于典型的全空气系统，是中央空调工程中最常用的系统之一。

集中式空调系统的结构组成包括以下几个部分。

（1）进风部分 空调系统必须引入室外空气，常称为“新风”。新风量多少主要由系统的服务用途和卫生要求决定。新风的入口应设置在其周围不受污染影响的建筑物部位。新风口连同新风道、过滤网及新风调节阀等设备，组成空调系统的进风部分。

（2）空气处理设备 空气处理设备是对空气进行过滤，以及各种热湿处理、洁净度处理的主要设备。包括空气过滤器、预热器、喷水室、再热器等。

（3）空气输送设备 空气输送设备的作用是将经过处理的空气按照预定要求输送到各个空调房间，并从房间内抽回或排出一定量的室内空气。它包括送风机、回风机、风道系统，以及装在风道上的风道调节阀、防火阀、消声器、风机减振器等配件。

（4）空气分配装置 空气分配装置的作用是合理地组织室内气流，以保证工作区内有均匀的温度、湿度、气流速度和洁净度。它包括设在空调房间内的各种送风口和回风口。

(5) 其他设备和装置 除了上述四个主要部分以外,集中空调系统还有冷源、热源以及自动控制和检测系统。

2. 直流式空调系统

集中式空调系统主要有三种:直流式空调系统、一次回风式空调系统、二次回风式空调系统。这里先来了解直流式空调系统的组成及工作原理。

直流式空调系统全部使用室外新风,空气从百叶栅进入,经处理后达到送风状态,送入房间,如图 1-1 所示。

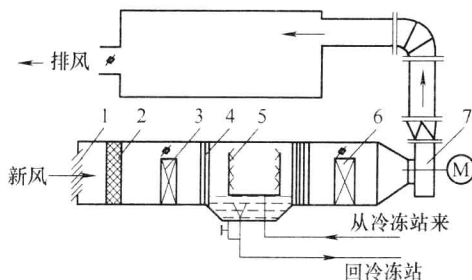


图 1-1 直流式空调系统

1—百叶栅 2—空气过滤器 3—预加热器 4—前挡水板
5—喷水排管及喷嘴 6—再加热器 7—风机

(1) 直流式空调系统的夏季处理过程 直流式空调系统的夏季处理过程如下:

室外空气状态为 $W_x(h_{W_x}, d_{W_x})$ 的新风经空气过滤器过滤后进入喷水室冷却去湿达到机器露点状态 $L_x(h_{L_x}, d_{L_x})$ (习惯上称相对湿度为 90%~95% 的空气状态为“机器露点”状态), 然后经过再热器加热至所需的送风状态点 $O_x(h_{O_x}, d_{O_x})$ 送入室内, 在空调房间吸热吸湿后达到状态 $N_x(h_{N_x}, d_{N_x})$, 然后全部排出室外。整个处理过程可以写为:

$$W_x \xrightarrow[\text{除湿}]{\text{降温}} L_x \xrightarrow{\text{加热}} O_x \xrightarrow{\varepsilon} N_x \longrightarrow \text{排出室外}$$

上述处理过程在 $h-d$ 图上的表示如图 1-2a 所示。

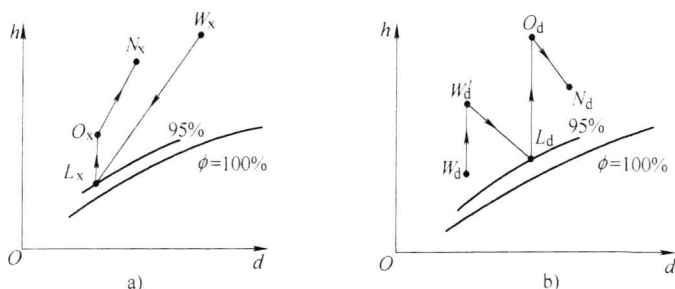


图 1-2 直流式空调系统空气处理过程

a) 夏季处理过程 b) 冬季处理过程

(2) 直流式空调系统的冬季处理过程 冬季室外空气一般温度低，含湿量小，要把这样的空气处理到送风状态必须进行加热和加湿处理。直流式空调系统的冬季处理过程如下：

室外空气状态为 W_d 的新风经空气过滤器过滤后由预加热器等湿加热到 $W'_d(h_{w'_d}, d_{w'_d})$ 点 (W'_d 应当位于送风状态点 O_d 机器露点 L_x 的等焓线上)，然后进入喷水室绝热加湿处理到 L_d 点，再从 L_d 点经再加热器加热至所需的送风状态点 O_d 送入室内，在空调房间放热达到状态点 N_d 后被排出室外。整个处理过程可以写为：

$$W_d \xrightarrow[\text{升温}]{\text{等湿}} W'_d \xrightarrow[\text{加湿}]{\text{绝热}} L_d \xrightarrow[\text{加热}]{\text{等湿}} O_d \xrightarrow{\varepsilon} N_d \longrightarrow \text{排出室外}$$

上述处理过程在 $h-d$ 图上的表示如图 1-2b 所示。

3. 一次回风式空调系统

回风式空调系统有两种：①一次回风式空调系统，是在喷水室或表面式冷却器前同新风进行混合的空调房间回风；②二次回风式空调系统，是与经过喷水室或表面式冷却器处理之后的空气进行混合的空调房间回风。

一次回风式空调系统如图 1-3 所示。

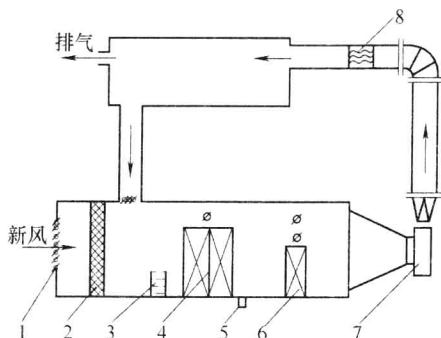
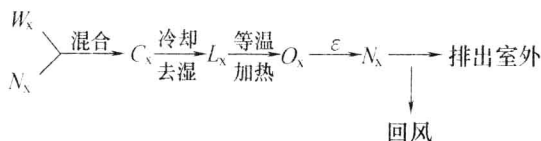


图 1-3 一次回风式空调系统

1—新风口 2—空气过滤器 3—电极式预加热器 4—表面冷却器
5—排水口 6—再加热器 7—风机 8—精加热器

(1) 一次回风系统的夏季处理过程 一次回风系统的夏季处理过程如下：

室外空气状态为 $W_x(h_{W_x}, d_{W_x})$ 的新风与来自空调房间状态为 $N_x(h_{N_x}, d_{N_x})$ 的回风混合至 $C_x(h_{C_x}, d_{C_x})$ 后进入喷水室冷却去湿达到机器露点状态 $L_x(h_{L_x}, d_{L_x})$ ，然后经过再加热器加热至所需的送风状态 $O_x(h_{O_x}, d_{O_x})$ 送入室内吸热、吸湿，当达到状态 $N_x(h_{N_x}, d_{N_x})$ 后部分排出室外，部分进入空气处理系统与室外新鲜空气混合，如此循环。整个处理过程可以写为：



上述处理过程在 $h-d$ 图上的表示如图 1-4a 所示。

一次回风式空调系统在喷水室内处理空气所需的冷量 Q_0 为

$$Q_0 = G(h_{C_x} - h_{L_x})$$

式中 Q_0 ——处理室所需冷量 (kW)；

G ——系统送风量 (kg/s)；

h_{C_x} ——混合后空气的焓 (kJ/kg)；

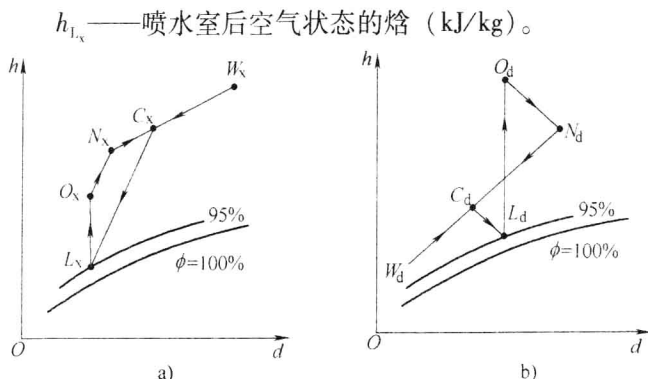
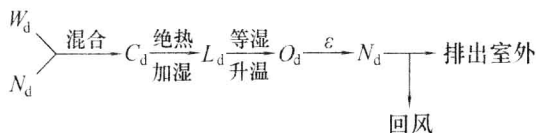


图 1-4 一次回风空调系统空气处理过程

a) 夏季处理过程 b) 冬季处理过程

(2) 一次回风系统的冬季处理过程 一次回风系统的冬季处理过程如下:

冬季室外空气状态为 $W_d(h_{w_d}, d_{w_d})$ 的新风与室内空气状态为 $N_d(h_{n_d}, d_{n_d})$ 的回风混合至状态 $C_d(h_{c_d}, d_{c_d})$, 进入喷水室绝热加湿(喷循环水)到状态点 $L_d(h_{l_d}, d_{l_d})$, 再经再加热器加热至送风状态 $O_d(h_{o_d}, d_{o_d})$ 送入室内。在室内放热散湿达到室内设计的空气状态点 $N_d(h_{n_d}, d_{n_d})$ 后, 一部分被排出室外, 另一部分进入空气处理系统与室外新风混合, 如此循环。整个处理过程可以写为:



上述空气处理过程在 $h-d$ 图上的表示如图 1-4b 所示。

一次回风系统冬季所需的加热量为

$$Q_1 = G(h_{o_d} - h_{l_d})$$

式中 Q_1 ——一次回风冬季系统所需热量 (kW);

G ——冬季送风量 (kg/s);

h_{0d} ——冬季送风状态的焓 (kJ/kg);

h_{ld} ——冬季处理过程中机器露点的焓 (kJ/kg)。

4. 二次回风式空调系统

二次回风式空调系统是采用第二次回风代替再加热器, 如图 1-5 所示。

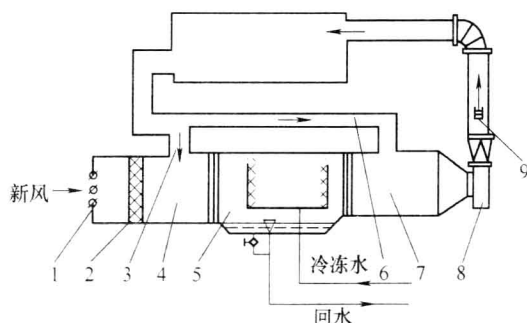


图 1-5 二次回风式空调系统

1—新风口 2—过滤器 3—一次回风管 4—一次混合室 5—喷雾室

6—二次回风管 7—二次混合室 8—风机 9—电加热器

(1) 二次回风空调系统的夏季空气处理过程 二次回风空调系统的夏季空气处理过程如下:

夏季室外空气状态为 $W_x(h_{w_x}, d_{w_x})$ 的新风与室内空气状态为 $N_x(h_{N_x}, d_{N_x})$ 的第一次回风混合至状态 $C_x(h_{c_x}, d_{c_x})$, 进入喷水室冷却除湿后到机器露点状态 $L_x(h_{l_x}, d_{l_x})$, 然后再与状态为 $N_x(h_{N_x}, d_{N_x})$ 的第二次回风混合至送风状态 $O_x(h_{o_x}, d_{o_x})$ 送入空调房间吸热吸湿, 当达到状态 $N_x(h_{N_x}, d_{N_x})$ 后部分排出室外, 部分进入空气处理系统进行混合, 如此循环。整个处理过程可以写为:

