

团 体 标 准

T/SSR×××—202×

房间空气调节器长期运行能效计算方法

The calculation method of long-term energy efficiency for room air-conditioners

(征求意见稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

上海市制冷学会 发布

目 次

前言.....	3
引言.....	4
1 范围.....	5
2 规范性引用文件.....	5
3 术语和定义.....	5
4 房间空调器长期运行性能衰减的计算原理.....	7
5 房间空调器用室外机换热器的换热量衰减率测试方法.....	7
6 房间空调器全年运行时能效衰减率的计算.....	8
附录 A（规范性） 房间空调器用热交换器的换热量衰减率测试方法.....	9
附录 B（规范性） 房间空调器在额定制冷工况、中间制冷工况、最小制冷工况、额定制热工况、中间制热工况、最小制热工况和低温制热工况下能效衰减率的计算方法.....	10

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由上海市制冷学会换热器专业委员会提出。

本文件由上海市制冷学会归口。

本文件起草单位：×××××。

本文件主要起草人：×××××。

引 言

为了提高房间空气调节器能源利用效率，促进其节能技术发展，房间空调器的设计和生产需要考虑长期运行能效衰减。根据相关团体标准文件精神 and 标准规范要求，制定了本标准，提供了房间空调器长期运行能效的测试计算方法。

房间空调器的性能衰减主要受室外机换热器积灰的影响。室外机换热器积灰时，其空气侧热阻增大、换热效率降低，导致制冷剂侧冷凝温度和蒸发温度出现变化，引起房间空调系统性能和能效的降低。因此，房间空调器长期运行性能衰减的测试，可通过测量室外机换热器性能衰减程度后，推算出系统能效衰减程度的方式来进行。

本文件提出的计算房间空调器长期运行能效的方法，通过测试获取室外机换热器在各个测试工况下的换热量衰减率，基于换热器的换热量衰减率，推算得到每个测试工况下的房间空调器能效衰减率，再结合各个工况的权重系数，计算得到房间空调器长期运行能效衰减率值。

房间空气调节器长期运行能效计算方法

1 范围

本文件规定了房间空调器用室外机换热器性能衰减的测试工况、房间空调器长期运行性能衰减的计算公式以及计算方法。

本文件适用于额定制冷量在 14000 W 及以下、气候类型为 T1 的房间空调器。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 7725-2004 房间空气调节器

T/SSR 701 房间空气调节器用热交换器长效节能评价值及试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

加速积尘 *accelerated dust deposition*

在规定时间内将具有指定粉尘配比和粉尘浓度的含尘气流吹向房间空调器用热交换器。

3.2

换热量衰减率 *RQ* *heat transfer capacity attenuation ratio*

房间空调器用热交换器加速积尘前的换热量 Q_{hb} 与加速积尘后的换热量 Q_{ha} 的差值与 Q_{hb} 之比。

3.3

总体换热系数衰减率 *RU* *total heat transfer coefficient attenuation ratio*

房间空调器用热交换器加速积尘前的总体换热系数 U_{hb} 与加速积尘后的总体换热系数 U_{ha} 的差值与 U_{hb} 之比。

3.4

制冷模式下房间空调器系统冷凝温度的上升率 *RT_{con}* *condensing temperature increasing ratio of room air-conditioning system under cooling mode*

制冷模式下运行时，房间空调器用室外机冷凝换热器加速积尘后的系统冷凝温度 $T_{a,con}$ 与加速积尘前的系统冷凝温度 $T_{b,con}$ 的差值与 $T_{b,con}$ 之比。

3.5

制热模式下房间空调器系统蒸发温度的下降率 *RT_{eva}* *evaporating temperature decreasing ratio of room air-conditioning system under heating mode*

制热模式下运行时，房间空调器用室外机蒸发换热器加速积尘前的系统蒸发温度 $T_{b,eva}$ 与

加速积尘后的系统蒸发温度 $T_{a,eva}$ 的差值与 $T_{b,eva}$ 之比。

3.6

房间空调器额定制冷工况下长期运行能效衰减率 $REER$ long-term energy efficiency of room air-conditioner under rated cooling condition

在额定制冷工况下，房间空调器用室外机冷凝换热器加速积尘前的系统能效 EER_b 与加速积尘后的系统能效 EER_a 的差值与 EER_b 之比。

3.7

房间空调器中间制冷工况下长期运行能效衰减率 $REER_M$ long-term energy efficiency of room air-conditioner under mid-cooling condition

在中间制冷工况下，房间空调器用室外机冷凝换热器加速积尘前的系统能效 $EER_{M,b}$ 与加速积尘后的系统能效 $EER_{M,a}$ 的差值与 $EER_{M,b}$ 之比。

3.8

房间空调器最小制冷工况下长期运行能效衰减率 $REER_Z$ long-term energy efficiency of room air-conditioner under minimum cooling condition

在最小制冷工况下，房间空调器用室外机冷凝换热器加速积尘前的系统能效 $EER_{Z,b}$ 与加速积尘后的系统能效 $EER_{Z,a}$ 的差值与 $EER_{Z,b}$ 之比。

3.9

房间空调器额定制热工况下长期运行能效衰减率 $RCOP$ long-term energy efficiency of room air-conditioner under rated heating condition

在额定制热工况下，房间空调器用室外机蒸发换热器加速积尘前的系统能效 COP_b 与加速积尘后的系统能效 COP_a 的差值与 COP_b 之比。

3.10

房间空调器中间制热工况下长期运行能效衰减率 $RCOP_M$ long-term energy efficiency of room air-conditioner under mid-heating condition

在中间制热工况下，房间空调器用室外机蒸发换热器加速积尘前的系统能效 $COP_{M,b}$ 与加速积尘后的系统能效 $COP_{M,a}$ 的差值与 $COP_{M,b}$ 之比。

3.11

房间空调器最小制热工况下长期运行能效衰减率 $RCOP_Z$ long-term energy efficiency of room air-conditioner under minimum heating condition

在最小制热工况下，房间空调器用室外机蒸发换热器加速积尘前的系统能效 $COP_{Z,b}$ 与加速积尘后的系统能效 $COP_{Z,a}$ 的差值与 $COP_{Z,b}$ 之比。

3.12

房间空调器低温制热工况下长期运行能效衰减率 $RCOP_D$ long-term energy efficiency of room air-conditioner under low temperature heating condition

在低温制热工况下，房间空调器用室外机蒸发换热器加速积尘前的系统能效 $COP_{D,b}$ 与加速积尘后的系统能效 $COP_{D,a}$ 的差值与 $COP_{D,b}$ 之比。

3.13

房间空调器全年运行工况下长期运行能效衰减率 ξ long-term energy efficiency attenuation ratio of room air-conditioner under annual operating condition

房间空调器全年运行工况下的长期运行能效衰减率 ξ 根据技术要求 4 中的公式计算得到。

4 房间空调器长期运行性能衰减的计算方法

4.1 计算原理

测试房间空调器用室外机换热器在若干个测试工况下的换热量衰减率,推算出在这些测试工况下换热器的换热量衰减率所引起的空调系统能效衰减率,再结合各个工况的权重系数,对各工况下的系统能效衰减率进行加权加总,从而得到房间空调器在全年运行条件下的能效衰减率。

4.2 计算公式

房间空调器全年运行时的能效衰减率按公式(1)进行计算。

$$\xi = K_1 \cdot REER + K_2 \cdot REER_M + K_3 \cdot REER_Z + K_4 \cdot RCOP + K_5 \cdot RCOP_M + K_6 \cdot RCOP_Z + K_7 \cdot RCOP_D \quad (1)$$

式中:

$REER$ 、 $REER_M$ 、 $REER_Z$ 、 $RCOP$ 、 $RCOP_M$ 、 $RCOP_Z$ 、 $RCOP_D$ ——分别是额定制冷工况、中间制冷工况、最小制冷工况、额定制热工况、中间制热工况、最小制热工况和低温制热工况下的能效衰减率, %;

K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、 K_5 、 K_6 、 K_7 ——分别是房间空调器在额定制冷工况、中间制冷工况、最小制冷工况、额定制热工况、中间制热工况、最小制热工况和低温制热工况下能效衰减率所占的权重系数。

5 房间空调器用室外机换热器的换热量衰减率测试方法

5.1 测试方法

房间空调器用室外机换热器的换热量衰减率的测试方法应符合 T/SSR 701 的规定,见附录 A。

5.2 测试工况

房间空调器用室外机换热器的换热量衰减率的测试工况应符合表 1 的规定。

表 1 测试工况

项目		要求
换热量测试时 管外空气侧 ^a	入口温度	额定制冷工况(还包括中间制冷工况和最小制冷工况): (35±0.2) °C 额定制热工况(还包括中间制热工况和最小制热工况): (7±0.2) °C 低温制热工况下: (2±0.2) °C
	环境大气相对湿度	≤50%RH
	入口风速	(1.5±0.03) m/s
	环境大气压力	(1.0133×10 ⁵ ±100) Pa
换热量测试时 管内水侧 ^b	入口温度	额定制冷工况(还包括中间制冷工况和最小制冷工况): (45±0.2) °C 额定高温制热工况(还包括中间制热工况和最小制热工况): (-3±0.2) °C

		额定低温制热工况下： (-8 ± 0.2) °C
	流速	(0.5 ± 0.01) m/s
加速积尘测试	粉尘配比 ^c	粉尘成分：按重量比例 60% 的 SiO ₂ 、20% 的 Al ₂ O ₃ 、以及 20% 的 CaO 粉尘粒径：中位径 15 μm
	粉尘浓度 ^d	(120 ± 10) mg/m ³
	测试时间	8 h
<p>^a 按照 GB/T 7725-2004 规定的 T1 气候类型的室外侧额定工况；</p> <p>^b 基于空调系统室外机换热器实际运行状态下的管内外传热温差范围，在额定制冷工况下，管内水侧入口温度比管外空气侧入口温度高 10 °C；在额定高温制热工况和额定低温制热工况下，管内水侧入口温度比管外空气侧入口温度低 10 °C，此时管内工质需采用乙二醇-水的混合溶液；</p> <p>^c 依据对全国若干典型城市中房间空调器室外机表面积尘的采集分析得到；</p> <p>^d 为热交换器迎风面入口处的含尘气流粉尘浓度。</p>		

6 房间空调器在各工况下能效衰减率及权重系数的计算

6.1 各工况下能效衰减率的计算方法

公式（1）中额定制冷工况、中间制冷工况、最小制冷工况、额定制热工况、中间制热工况、最小制热工况和低温制热工况下的能效衰减率 $REER$ 、 $REER_M$ 、 $REER_Z$ 、 $RCOP$ 、 $RCOP_M$ 、 $RCOP_Z$ 和 $RCOP_D$ 的计算思路是：首先在额定制冷工况（与中间制冷工况和最小制冷工况一致）、额定制热工况（与中间制热工况和最小制热工况一致）和低温制热工况下分别测量得到的这些工况下的室外机换热器的换热量衰减率；然后推算该工况下空调系统的冷凝温度上升率或蒸发温度下降率；再通过制冷循环分析得到冷凝温度上升或蒸发温度下降时空调系统能效衰减率。计算方法见附录 B。

6.2 权重系数的取值

依据空调器冷量范围的不同，公式（1）中的权重系数按表 1 规定进行取值。

表 2 房间空调器全年运行工况下能效衰减率计算公式中系数取值

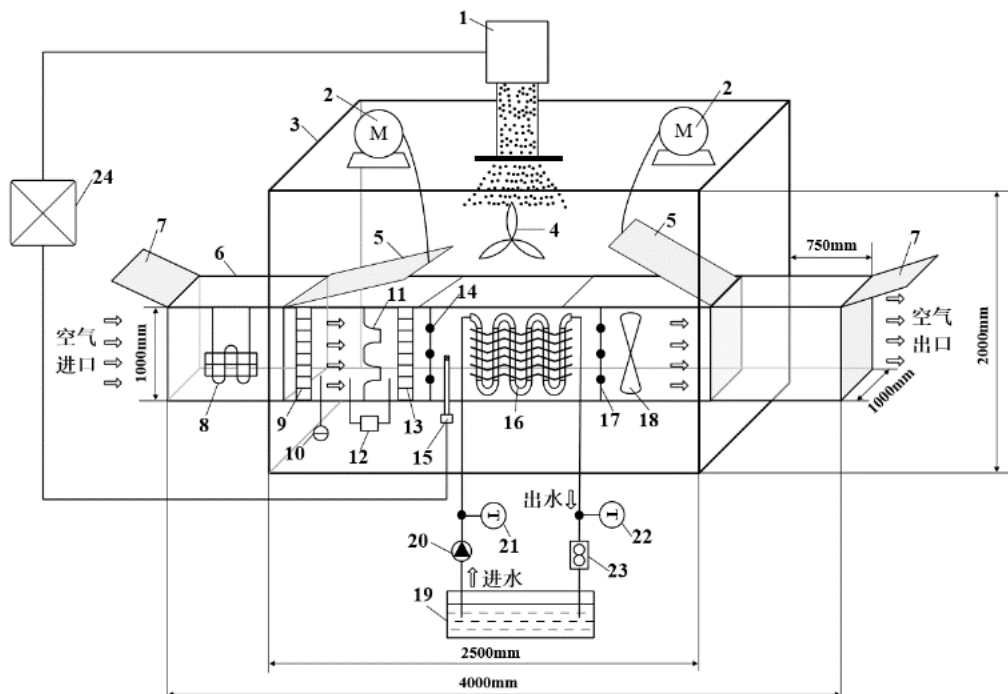
额定制冷量 (CC) W	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
$CC \leq 4500$	0.159	0.326	0.205	0.133	0.177	0	0
$4500 < CC \leq 7100$	0.148	0.330	0.212	0.153	0.156	0	0
$7100 < CC \leq 1400$	0.186	0.239	0.058	0.175	0.087	0.010	0.245

附录 A
(规范性)
房间空调器用热交换器的换热量衰减率测试方法

A.1 测试流程



A.2 测试方法原理

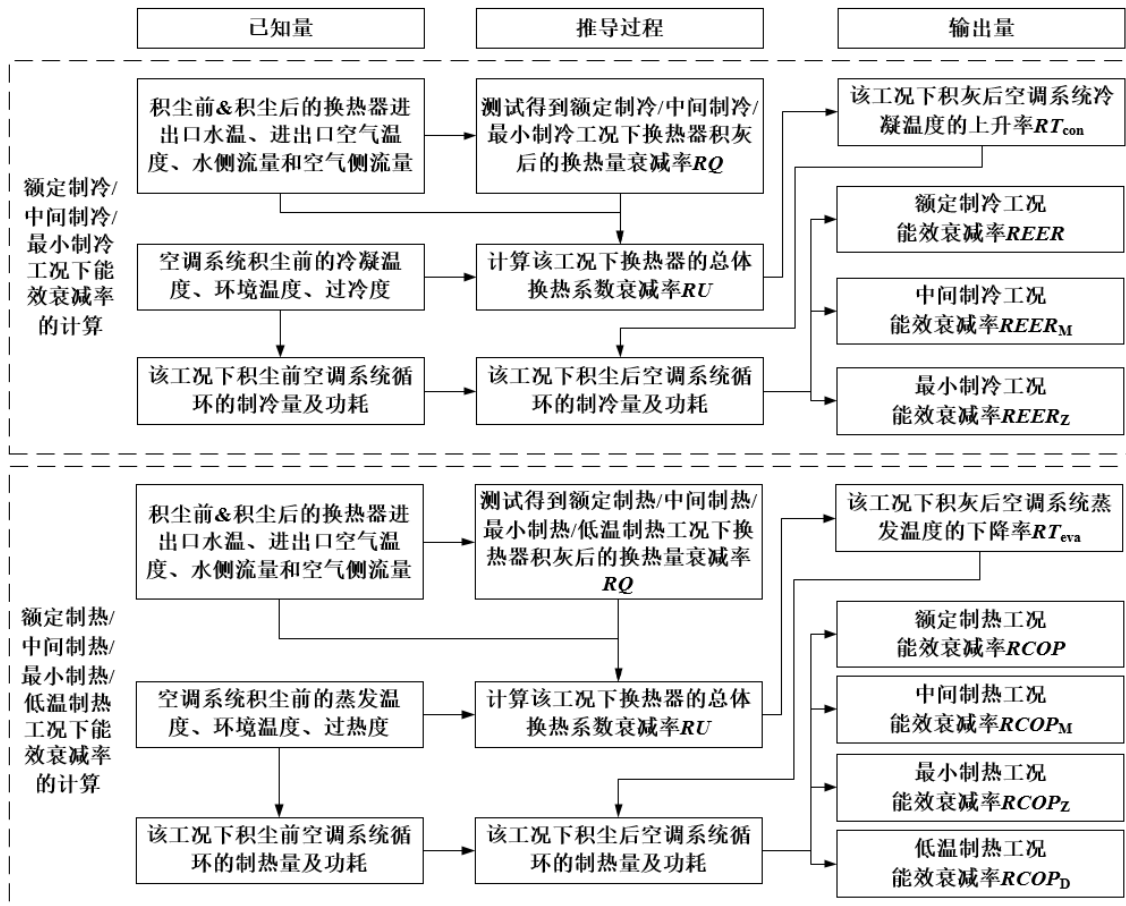


1-供粉装置；2-电机；3-粉尘箱；4-粉尘箱风扇；5-积尘通道门；6-风道；7-大气通道门；8-电加热棒；9、13-整流罩；10-压力传感器；11-孔板流量计；12-压差传感器；14、17-空气侧温度传感器；15-粉尘浓度仪；16-被测热交换器；18-风道风扇；19-恒温水槽；20-水泵；21、22-水侧温度传感器；23-流量计；24-PLC控制装置

附录 B
(规范性)

房间空调器在额定制冷工况、中间制冷工况、最小制冷工况、额定制热工况、中间制热工况、最小制热工况和低温制热工况下能效衰减率的计算方法

B.1 计算流程



B.2 计算公式

B.2.1 额定制冷/中间制冷/最小制冷工况

额定制冷/中间制冷/最小制冷工况下，室外机换热器积灰前的冷凝温度为 $T_{b,con}$ ，此时空调系统逆卡诺循环过程为 5-0-1-2-3-4-5；室外机换热器积灰后的冷凝温度上升为 $T_{a,con}$ ，此时空调系统逆卡诺循环过程为 5'-0-1-2'-3'-4'-5'，如图 B.1 所示。

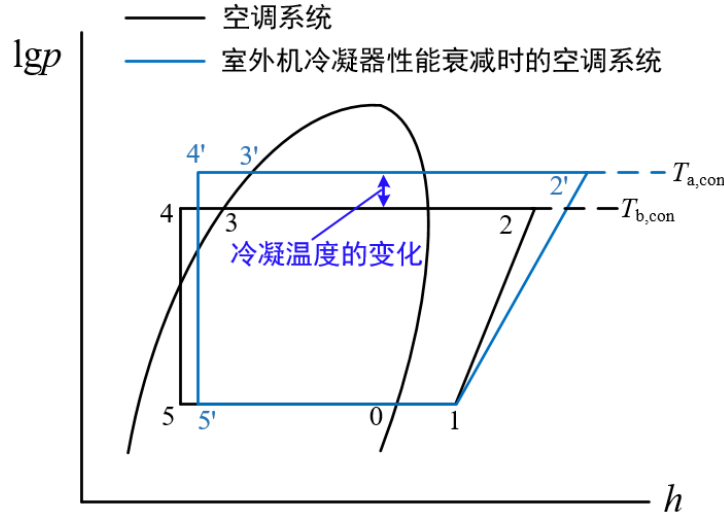


图 B.1 额定制冷/中间制冷/最小制冷工况下室外机换热器性能衰减时的空调系统基本循环图

额定制冷/中间制冷/最小制冷工况下，室外机换热器积灰后引起的空调系统冷凝温度上升率为：

$$RT_{\text{con}} = \frac{\left[1 - (1 - RQ_{\text{con}}) \frac{(T_{\text{hb,in}} - t_{\text{hb,in}}) - (T_{\text{hb,out}} - t_{\text{hb,out}})}{\ln \frac{T_{\text{hb,in}} - t_{\text{hb,in}}}{T_{\text{hb,out}} - t_{\text{hb,out}}}} \frac{\ln \frac{T_{\text{ha,in}} - t_{\text{ha,in}}}{T_{\text{ha,out}} - t_{\text{ha,out}}}}{(T_{\text{ha,in}} - t_{\text{ha,in}}) - (T_{\text{ha,out}} - t_{\text{ha,out}})} \right] (T_{\text{b,con}} - T_{\text{air}})}{(1 - RQ_{\text{con}}) \frac{(T_{\text{hb,in}} - t_{\text{hb,in}}) - (T_{\text{hb,out}} - t_{\text{hb,out}})}{\ln \frac{T_{\text{hb,in}} - t_{\text{hb,in}}}{T_{\text{hb,out}} - t_{\text{hb,out}}}} \frac{\ln \frac{T_{\text{ha,in}} - t_{\text{ha,in}}}{T_{\text{ha,out}} - t_{\text{ha,out}}}}{(T_{\text{ha,in}} - t_{\text{ha,in}}) - (T_{\text{ha,out}} - t_{\text{ha,out}})}} T_{\text{b,con}}} \quad (\text{B.1})$$

式中， RT_{con} 是系统冷凝温度的上升率； $T_{\text{b,con}}$ 和 $T_{\text{a,con}}$ 分别是室外机冷凝器积灰前和积灰后的系统冷凝温度； T_{air} 是环境温度； $T_{\text{hb,in}}$ 和 $T_{\text{ha,in}}$ 分别是冷凝器积尘前和积尘后的管内侧进口温度， $T_{\text{hb,out}}$ 和 $T_{\text{ha,out}}$ 分别是冷凝器积尘前和积尘后的管内侧出口温度， $t_{\text{hb,in}}$ 和 $t_{\text{ha,in}}$ 分别是冷凝器积尘前和积尘后的管外侧进口温度， $t_{\text{hb,out}}$ 和 $t_{\text{ha,out}}$ 分别是冷凝器积尘前和积尘后的管外侧出口温度。

额定制冷/中间制冷/最小制冷工况下，室外机换热器积灰后引起的空调系统能效衰减率 $REER$ 、 $REER_M$ 、 $REER_Z$ 为：

$$REER = \frac{\eta_b - \eta_a}{\eta_b} = \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_2' - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{REER} \quad (\text{B.2})$$

$$REER_M = \frac{\eta_b - \eta_a}{\eta_b} = \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_2' - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{REER_M} \quad (\text{B.3})$$

$$REER_Z = \frac{\eta_b - \eta_a}{\eta_b} = \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_2' - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{REER_Z} \quad (\text{B.4})$$

B.2.2 额定制热工况/中间制热工况/最小制热工况/低温制热工况

额定制热工况/中间制热工况/最小制热工况/低温制热工况下，室外机蒸发器积灰前的蒸发温度为 $T_{b,eva}$ ，此时空调系统逆卡诺循环过程为 5-0-1-2-3-4-5；室外机蒸发器积灰后的蒸发温度下降为 $T_{a,eva}$ ，此时空调系统逆卡诺循环过程为 5'-0'-1'-2'-3-4-5'，如图 2 所示。

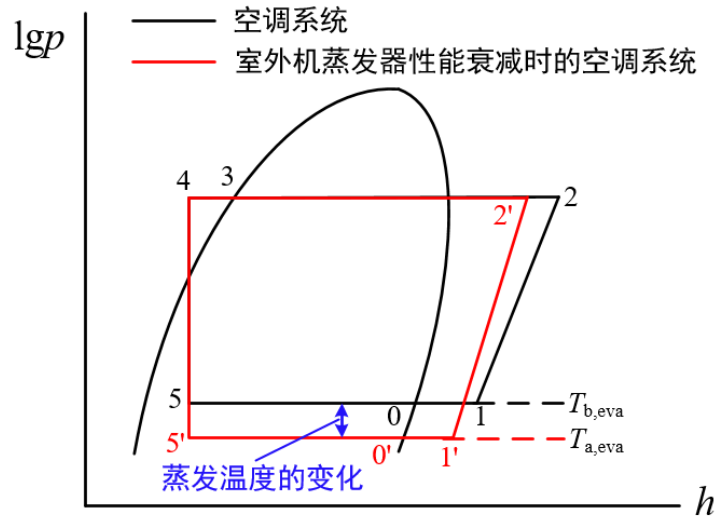


图 B.2 额定制热工况/中间制热工况/最小制热工况/低温制热工况下室外机换热器性能衰减时的空调系统基本循环图

额定制热工况/中间制热工况/最小制热工况/低温制热工况下，室外机换热器积灰后引起的空调系统蒸发温度下降率为：

$$RT_{eva} = \frac{\left[1 - (1 - RQ_{eva}) \frac{(t_{hb,in} - T_{hb,in}) - (t_{hb,out} - T_{hb,out})}{\ln \frac{t_{hb,in} - T_{hb,in}}{t_{hb,out} - T_{hb,out}}} \frac{\ln \frac{t_{ha,in} - T_{ha,in}}{t_{ha,out} - T_{ha,out}}}{(t_{ha,in} - T_{ha,in}) - (t_{ha,out} - T_{ha,out})} \right] (T_{air} - T_{b,eva})}{(1 - RQ_{eva}) \frac{(t_{hb,in} - T_{hb,in}) - (t_{hb,out} - T_{hb,out})}{\ln \frac{t_{hb,in} - T_{hb,in}}{t_{hb,out} - T_{hb,out}}} \frac{\ln \frac{t_{ha,in} - T_{ha,in}}{t_{ha,out} - T_{ha,out}}}{(t_{ha,in} - T_{ha,in}) - (t_{ha,out} - T_{ha,out})} T_{b,eva}} \quad (B.5)$$

其中， RT_{eva} 是系统蒸发温度的下降率； $T_{b,eva}$ 和 $T_{a,eva}$ 分别是室外机蒸发器积灰前和积灰后的系统蒸发温度； $T_{hb,in}$ 和 $T_{ha,in}$ 分别是蒸发器积尘前和积尘后的管内侧进口温度， $T_{hb,out}$ 和 $T_{ha,out}$ 分别是蒸发器积尘前和积尘后的管内侧出口温度， $t_{hb,in}$ 和 $t_{ha,in}$ 分别是蒸发器积尘前和积尘后的管外侧进口温度， $t_{hb,out}$ 和 $t_{ha,out}$ 分别是蒸发器积尘前和积尘后的管外侧出口温度。

额定制热工况/中间制热工况/最小制热工况/低温制热工况下，室外机换热器积灰后引起的空调系统能效衰减率 $RCOP$ 、 $RCOP_M$ 、 $RCOP_Z$ 和 $RCOP_D$ 为：

$$RCOP = \frac{\eta'_b - \eta'_a}{\eta'_b} = \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_{1'} - h_{5'})/(h_{2'} - h_{1'})}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{RCOP} \quad (\text{B.6})$$

$$RCOP_M = \frac{\eta'_b - \eta'_a}{\eta'_b} = \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_{1'} - h_{5'})/(h_{2'} - h_{1'})}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{RCOP_M} \quad (\text{B.7})$$

$$RCOP_Z = \frac{\eta'_b - \eta'_a}{\eta'_b} = \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_{1'} - h_{5'})/(h_{2'} - h_{1'})}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{RCOP_Z} \quad (\text{B.8})$$

$$RCOP_D = \frac{\eta'_b - \eta'_a}{\eta'_b} = \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_{1'} - h_{5'})/(h_{2'} - h_{1'})}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{RCOP_D} \quad (\text{B.9})$$