

# 《房间空气调节器长期运行能效计算方法》编制说明

(征求意见稿)

## 一、工作简况

### 1 任务来源

本标准是根据国务院《深化标准和工作改革方案》(国发【2015】13号)要求,以及国家标准委制订的《关于培育和发展团体标准的指导意见》等文件的精神,由上海市制冷学会换热器专业委员会提出制定的团体标准,项目名称“房间空气调节器长期运行能效计算方法”,主要起草单位:上海交通大学等,计划应完成时间:2022年。

### 2 主要工作过程

起草阶段:2019年初按上海市制冷学会的要求,成立了起草工作组,由上海交通大学牵头,并在国际铜业协会(中国)、房间空调企业等多家单位的密切配合下,确定工作方案,提出工作进度。起草组通过对空调行业内已有的空调器长效性能测试经验进行调研总结,发现直接通过试验来测量空调器系统性能衰减的方法存在测试结果可重复性差、测试精度低、测试耗时长、测试成本高等问题。为此,起草组提出了房间空调器长期运行能效计算方法,通过测量室外机换热器性能衰减程度来推算出系统能效衰减程度。经过研究分析,着手编写了《房间空调器长期运行能效计算方法》草案,并于2019年10月在上海市制冷学会换热器专业委员会会议上讨论,充分听取了专家的意见,形成了如何用换热器性能衰减来推导整机性能衰减、如何制定整机性能衰减评价公式型式、如何将多个工况点系统性能衰减程度推算到全年运行时系统性能衰减程度等共识。起草组经过两年时间的努力,对专家意见进行了充分论证,并于2021年10月底形成了征求意见稿,提交上海市制冷学会专家委员会。

征求意见阶段:2021年11月上海市制冷学会专家委员会向相关单位及人员发出征求意见稿,向社会广泛征求意见。

### 3 主要参加单位和工作成员及其所做的工作

本标准起草单位:。

本标准主要起草人:。

## 二、标准编制原则和主要内容

### 1 标准的编制原则

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,制定本标准,提供房间空调器长期运行能效的测试计算方法。

本标准采用房间空调器全年运行能效衰减率这一指标来评价空调器的长期运行性能衰减程度,在起草过程中充分考虑到采用试验方法直接测量房间空调器性能衰减的方式存在测试结果可重复性差、测试精度低、测试耗时长、测试成本高等问题,提出了先通过对换热器部件进行换热量衰减率测试、再推算出空调系统整机性能衰减程度的方式,来对房间空调器的长期运行能效衰减率进行计算和评估。

本标准的结构和内容编排等按照 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》的规定进行。在确定本标准的房间空调器长期运行能效衰减率计算方法时,综合考虑方法的便捷性和准确性,充分体现了标准在技术上的先进性和合理性。

## 2 标准的主要内容

### 2.1 标准名称

房间空气调节器长期运行能效计算方法

### 2.2 标准主要内容

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。

#### (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。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

本部分内容给出了在标准的编制过程中，所引用的相关的标准、规范等，对于本标准的实施是必不可少的文件。

#### (3) 术语和定义

本部分内容参考现行相关标准，给出了包括标准中所涉及的加速积尘、换热量衰减率、总体换热系数衰减率、制冷模式下房间空调器系统冷凝温度的上升率、制热模式下房间空调器系统蒸发温度的下降率、房间空调器额定制冷工况下长期运行能效衰减率、房间空调器中间制冷工况下长期运行能效衰减率、房间空调器最小制冷工况下长期运行能效衰减率、房间空调器额定制热工况下长期运行能效衰减率、房间空调器中间制热工况下长期运行能效衰减率、房间空调器最小制热工况下长期运行能效衰减率、房间空调器低温制热工况下长期运行能效衰减率和房间空调器全年运行工况下长期运行能效衰减率的术语解释。

#### (4) 房间空调器长期运行性能衰减的计算方法

本部分内容给出了房间空调换热器长期运行性能衰减的计算方法。

#### (5) 房间空调器用室外机换热器的换热量衰减率测试方法

本部分内容给出了房间空调器用室外机换热器的换热量衰减率测试方法。

#### (6) 房间空调器在各工况下能效衰减率及权重系数的计算

本部分内容给出了房间空调器在各工况下能效衰减率及权重系数的计算。

## 三、主要试验（或验证）的分析

### 1. 房间空调器长期运行性能衰减计算的总体思路

空调器在全年运行过程中的能效衰减最主要是受室外机换热器积灰的影响。室外机换热器积灰时，换热器的空气侧热阻增大、换热效率降低，导致换热器的制冷剂侧冷凝温度/蒸发温度出现变化，引起空调系统能效出现变化。因此，计算房间空调器长期运行性能衰减的方法，可通过测量室外机换热器性能衰减程度、再推算出空调系统能效衰减程度的方式来进行。

本标准提出的计算房间空调器长期运行性能的基本思路是：测试得到室外机换热器在各个代表性测试工况下的换热量衰减率；基于换热器的换热量衰减率，推算得到每个代表性测试工况下的空调系统能效衰减率；再结合各个工况的权重系数，得到空调器长期运行能效衰减率值。

### 2. 长期运行性能衰减计算公式型式的说明

#### 2.1 能效衰减率表达式的基本定义型式

空调器在长期运行过程中会因换热器表面积灰而导致性能出现衰减。采用 APF 能效衰减率来表征空调器经长期运行后的性能衰减程度，指的是新空调 APF 与长期运行后 APF' 的差值与新空调 APF 之比，如公式 (2-1) 所示。

$$\xi = \frac{APF' - APF}{APF} \quad (2-1)$$

其中， $\xi$  表示空调器经长期运行后的 APF 衰减率，APF' 表示空调器性能衰减后的 APF 值，APF 表示新空调的 APF 值。

根据空调器标准,  $APF$  的计算方法是测得若干个标准工况下的能效, 并根据时间系数对各工况温度进行加权求和来得到的, 因此  $APF$  是与各标准工况下的能效相关的函数。则新空调  $APF$  和长期运行后  $APF'$  可以表达为公式 (2-2)、(2-3) 所示。

$$APF = f(EER, EER_M, EER_Z, COP, COP_M, COP_Z, COP_D) \quad (2-2)$$

$$APF' = f(EER', EER'_M, EER'_Z, COP', COP'_M, COP'_Z, COP'_D) \quad (2-3)$$

其中,  $EER$ 、 $EER_M$ 、 $EER_Z$ 、 $COP$ 、 $COP_M$ 、 $COP_Z$  和  $COP_D$  分别是新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的能效;  $EER'$ 、 $EER'_M$ 、 $EER'_Z$ 、 $COP'$ 、 $COP'_M$ 、 $COP'_Z$  和  $COP'_D$  分别是空调器经长期运行后在额定制冷工况、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的能效。

因此, 公式 (2-1) 中的能效衰减率  $\xi$  是与各个工况下的能效衰减率相关的函数, 可表达为公式 (2-4):

$$\xi = f\left(\frac{EER - EER'}{EER}, \frac{EER_M - EER'_M}{EER_M}, \frac{EER_Z - EER'_Z}{EER_Z}, \frac{COP - COP'}{COP}, \frac{COP_M - COP'_M}{COP'_M}, \frac{COP_Z - COP'_Z}{COP_Z}, \frac{COP_D - COP'_D}{COP_D}\right) \quad (2-4)$$

为了方便表达, 将公式 (2-4) 右端的变量进行如下的定义:

$$\left\{ \begin{array}{l} REER = \frac{EER - EER'}{EER} \\ REER_M = \frac{EER_M - EER'_M}{EER_M} \\ REER_Z = \frac{EER_Z - EER'_Z}{EER_Z} \\ RCOP = \frac{COP - COP'}{COP} \\ RCOP_M = \frac{COP_M - COP'_M}{COP'_M} \\ RCOP_Z = \frac{COP_Z - COP'_Z}{COP_Z} \\ RCOP_D = \frac{COP_D - COP'_D}{COP_D} \end{array} \right. \quad (2-5)$$

则空调器能效衰减率  $\xi$  可以表达为关于各个标准测试工况下能效衰减率值的函数, 如公式 (2-6) 所示。

$$\xi = f(REER, REER_M, REER_Z, RCOP, RCOP_M, RCOP_Z, RCOP_D) \quad (2-6)$$

其中,  $REER$ 、 $REER_M$ 、 $REER_Z$ 、 $RCOP$ 、 $RCOP_M$ 、 $RCOP_Z$  和  $RCOP_D$  分别是按照  $APF$  定义中的额定制冷工况、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。

## 2.2 可用于计算的简化表达型式

对公式 (2-6) 进行全微分, 可得:

$$d\xi = \frac{\partial \xi}{\partial REER} dREER + \frac{\partial \xi}{\partial REER_M} dREER_M + \frac{\partial \xi}{\partial REER_Z} dREER_Z + \frac{\partial \xi}{\partial RCOP} dRCOP \\ + \frac{\partial \xi}{\partial RCOP_M} dRCOP_M + \frac{\partial \xi}{\partial RCOP_Z} dRCOP_Z + \frac{\partial \xi}{\partial RCOP_D} dRCOP_D \quad (2-7)$$

定义公式 (2-7) 右端项中的各个偏微分项为该工况所占的权重系数, 即:

$$K_1 = \frac{\partial \xi}{\partial REER} \quad K_2 = \frac{\partial \xi}{\partial REER_M} \quad K_3 = \frac{\partial \xi}{\partial REER_Z} \quad K_4 = \frac{\partial \xi}{\partial RCOP} \\ K_5 = \frac{\partial \xi}{\partial RCOP_M} \quad K_6 = \frac{\partial \xi}{\partial RCOP_Z} \quad K_7 = \frac{\partial \xi}{\partial RCOP_D} \quad (2-8)$$

将公式 (2-8) 代入到公式 (2-7) 中, 可得:

$$d\xi = K_1 \cdot dREER + K_2 \cdot dREER_M + K_3 \cdot dREER_Z + K_4 \cdot dRCOP \\ + K_5 \cdot dRCOP_M + K_6 \cdot dRCOP_Z + K_7 \cdot dRCOP_D \quad (2-9)$$

对公式 (2-9) 进行积分, 可得:

$$\int d\xi = \int K_1 \cdot dREER + \int K_2 \cdot dREER_M + \int K_3 \cdot dREER_Z + \int K_4 \cdot dRCOP \\ + \int K_5 \cdot dRCOP_M + \int K_6 \cdot dRCOP_Z + \int K_7 \cdot dRCOP_D \quad (2-10)$$

由于各工况下的能效衰减率测试相互独立, 则可将公式 (2-10) 进一步简化表达为:

$$\xi = K_1 \cdot REER + K_2 \cdot REER_M + K_3 \cdot REER_Z + K_4 \cdot RCOP + K_5 \cdot RCOP_M \\ + K_6 \cdot RCOP_Z + K_7 \cdot RCOP_D \quad (2-11)$$

其中,  $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$ 、 $K_5$ 、 $K_6$  和  $K_7$  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。

由公式 (2-11) 可知, 为了计算得到长期运行能效衰减率  $\xi$ , 需要得到的参数分成二类:

1) 空调器能效衰减率  $REER$ 、 $REER_M$ 、 $REER_Z$ 、 $RCOP$ 、 $RCOP_M$ 、 $RCOP_Z$  和  $RCOP_D$ 。(具体推导见下文的 3)

2) 工况所占的权重系数  $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$ 、 $K_5$ 、 $K_6$  和  $K_7$ 。(具体推导见下文 4)

### 3. 能效衰减率 $REER$ 、 $REER_M$ 、 $REER_Z$ 、 $RCOP$ 、 $RCOP_M$ 、 $RCOP_Z$ 和 $RCOP_D$ 的推导

#### 3.1 计算思路

各工况下能效衰减率的计算思路如图 1 所示。

首先针对各个制冷工况 (额定制冷工况、中间制冷工况和最小制冷工况), 在已知各工况下换热器积尘前后的进出口水温、进出口空气温度、水侧流量和空气侧流量, 已知空调系统积尘前的冷凝温度、环境温度和过冷度, 以及已知各工况下积尘前空调系统循环的制冷量及功耗的条件下, 推导得到各工况下积灰后空调系统冷凝温度的上升率, 并最终得到各个制冷工况下的能效衰减率。

然后针对各个制热工况 (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), 在已知各工况下换热器积尘前后的进出口水温、进出口空气温度、水侧流量和空气侧流量, 已知空调系统积尘前的蒸发温度、环境温度和过热度, 以及已知各工况下积尘前空调系统循环的制热量及功耗的条件下, 推导得到各工况下积灰后空调系统蒸发温度的下降率, 并最终得到各个制热工况下的能效衰减率。

以下 3.2 节~3.4 节介绍各个制冷工况 (额定制冷工况、中间制冷工况和最小制冷工况) 的能效衰减率的具体推导过程, 3.5 节~3.8 节介绍各个制热工况 (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) 的能效衰减率的具体推导过程。

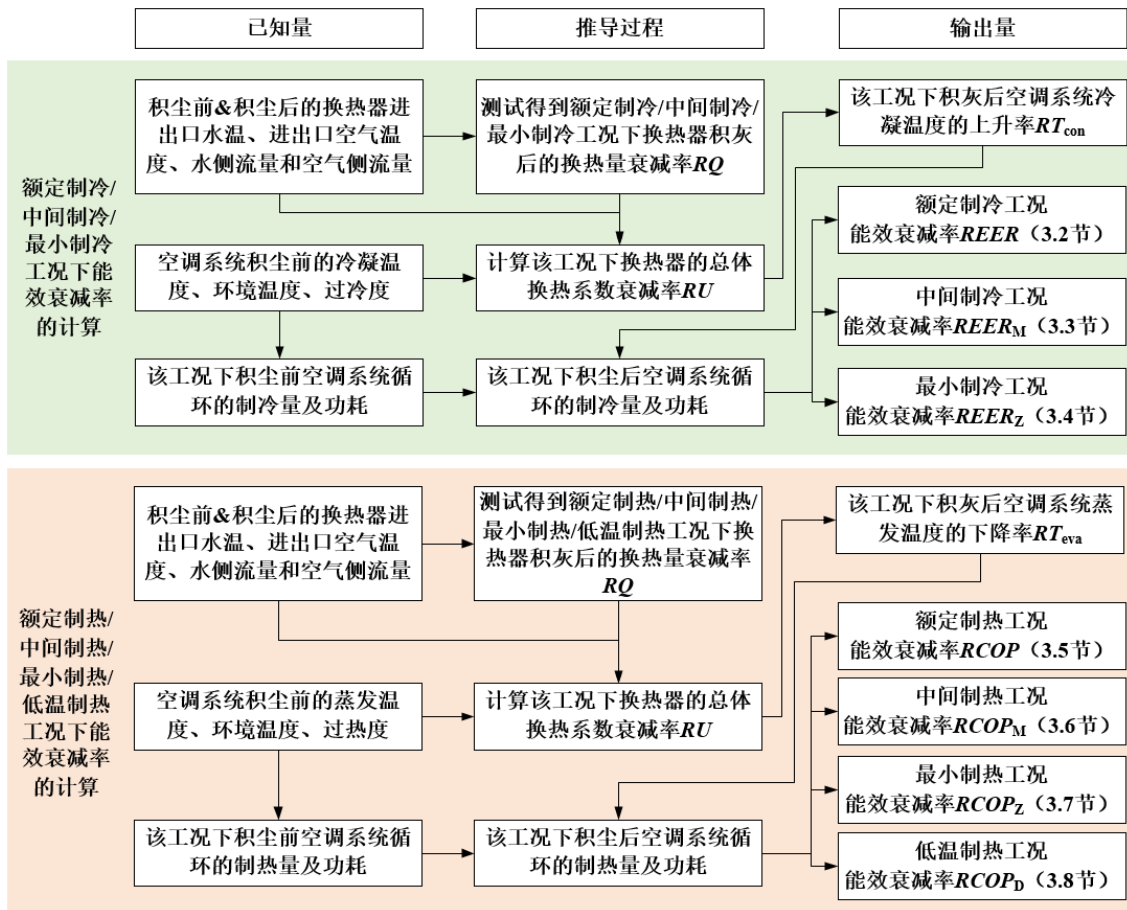


图 1 计算思路

### 3.2 额定制冷工况下空调器能效衰减率 $REER$ 的计算

额定制冷工况下空调器能效衰减率  $REER$  的计算公式包括两个部分：

- 1) 空调系统冷凝温度变化时，根据制冷循环变化而计算得到的  $REER$  表达式。
- 2) 空调系统冷凝温度的变化率计算公式。

#### 1) $REER$ 的表达式

额定制冷工况下，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 2 所示。

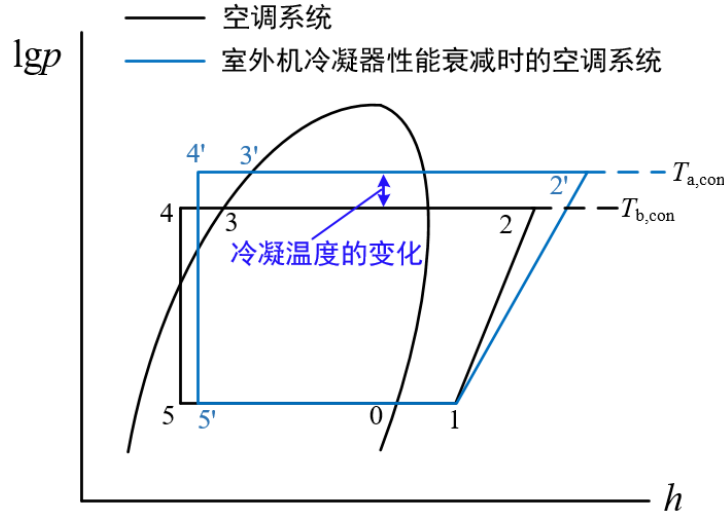


图 1 额定制冷工况下室外机换热器性能衰减时的空调系统基本循环图

根据上述逆卡诺循环分析可知，额定制冷工况下的空调能效衰减率  $REER$  可通过查询循环中各点的焓值并由公式 (3-1) 计算得到。

$$REER = \frac{\eta_b - \eta_a}{\eta_b} = \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_{2'} - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{REER} \quad (3-1)$$

其中， $\eta_b$  是室外机冷凝器积灰前的系统能效， $\eta_a$  是室外机冷凝器积灰后的系统能效。

公式 (3-1) 中，已知量包括  $h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_5$ ；未知量包括  $h_{2'}$ 、 $h_{5'}$ ，需要由冷凝温度的上升率来确定。

## 2) 冷凝温度上升率的计算

额定制冷工况下室外机冷凝器发生积灰时，冷凝温度上升率可由公式 (3-2) 计算得到。

$$RT_{con} = \frac{T_{a,con} - T_{b,con}}{T_{b,con}} \quad (3-2)$$

其中， $RT_{con}$  是系统冷凝温度的上升率； $T_{b,con}$  和  $T_{a,con}$  分别是室外机冷凝器积灰前和积灰后的系统冷凝温度。

室外机冷凝器积灰前后的热负荷保持不变，即存在关系式：

$$Q_{con} = U_{b,con} \cdot A \cdot (T_{b,con} - T_{air}) = U_{a,con} \cdot A \cdot (T_{a,con} - T_{air}) \quad (3-3)$$

其中， $Q_{con}$  是室外机冷凝器的热负荷； $U_{b,con}$  和  $U_{a,con}$  分别是室外机冷凝器积灰前和积灰后的空气侧换热系数； $T_{air}$  是环境温度； $A$  是换热面积。

将公式 (3-3) 代入到公式 (3-2) 中，可得：

$$RT_{con} = \frac{\frac{U_{b,con}}{U_{a,con}} (T_{b,con} - T_{air}) + T_{air} - T_{b,con}}{T_{b,con}} \quad (3-4)$$

定义室外机冷凝器的空气侧换热系数衰减率  $RU_{con}$  为：

$$RU_{con} = \frac{U_{b,con} - U_{a,con}}{U_{b,con}} \quad (3-5)$$

将公式 (3-5) 代入到公式 (3-4) 中, 可将冷凝温度上升率  $RT_{\text{con}}$  进一步表达为:

$$RT_{\text{con}} = \frac{T_{\text{a,con}} - T_{\text{b,con}}}{T_{\text{b,con}}} = \frac{RU_{\text{con}} (T_{\text{b,con}} - T_{\text{air}})}{(1 - RU_{\text{con}}) T_{\text{b,con}}} \quad (3-6)$$

冷凝器积尘前的换热量  $Q_{\text{b,con}}$  可以表达为公式 (3-7) ~ (3-8), 冷凝器积尘后的换热量  $Q_{\text{a,con}}$  可以表达为公式 (3-9) ~ (3-10), 冷凝器的换热量衰减率  $RQ_{\text{con}}$  由公式 (3-11) 计算得到。

$$Q_{\text{b,con}} = U_{\text{b,con}} \cdot A \cdot \Delta T_{\text{hb}} \quad (3-7)$$

$$\Delta T_{\text{hb}} = \frac{(T_{\text{hb,in}} - t_{\text{hb,in}}) - (T_{\text{hb,out}} - t_{\text{hb,out}})}{\ln \frac{T_{\text{hb,in}} - t_{\text{hb,in}}}{T_{\text{hb,out}} - t_{\text{hb,out}}}} \quad (3-8)$$

$$Q_{\text{a,con}} = U_{\text{a,con}} \cdot A \cdot \Delta T_{\text{ha}} \quad (3-9)$$

$$\Delta T_{\text{ha}} = \frac{(T_{\text{ha,in}} - t_{\text{ha,in}}) - (T_{\text{ha,out}} - t_{\text{ha,out}})}{\ln \frac{T_{\text{ha,in}} - t_{\text{ha,in}}}{T_{\text{ha,out}} - t_{\text{ha,out}}}} \quad (3-10)$$

$$RQ_{\text{con}} = \frac{Q_{\text{b,con}} - Q_{\text{a,con}}}{Q_{\text{b,con}}} \quad (3-11)$$

其中,  $U_{\text{b,con}}$  和  $U_{\text{a,con}}$  分别是冷凝器积尘前和积尘后的空气侧换热系数;  $A$  是换热面积;  $\Delta T_{\text{hb}}$  和  $\Delta T_{\text{ha}}$  分别是冷凝器积尘前和积尘后的管内侧与管外侧之间的传热温差;  $T_{\text{hb,in}}$  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。

将上述公式 (3-7) ~ (3-11) 代入到公式 (3-5) 中, 可得冷凝器的空气侧换热系数衰减率  $RU_{\text{con}}$  的表达式为:

$$RU_{\text{con}} = 1 - (1 - RQ_{\text{con}}) \frac{(T_{\text{hb,in}} - t_{\text{hb,in}}) - (T_{\text{hb,out}} - t_{\text{hb,out}})}{\ln \frac{T_{\text{hb,in}} - t_{\text{hb,in}}}{T_{\text{hb,out}} - t_{\text{hb,out}}}} \frac{\ln \frac{T_{\text{ha,in}} - t_{\text{ha,in}}}{T_{\text{ha,out}} - t_{\text{ha,out}}}}{(T_{\text{ha,in}} - t_{\text{ha,in}}) - (T_{\text{ha,out}} - t_{\text{ha,out}})} \quad (3-12)$$

再将公式 (3-12) 代入到公式 (3-6) 中, 可以得到可将冷凝温度上升率  $RT_{\text{con}}$  的最终表达式为:

$$RT_{\text{con}} = \frac{\left[ 1 - (1 - RQ_{\text{con}}) \frac{(T_{\text{hb,in}} - t_{\text{hb,in}}) - (T_{\text{hb,out}} - t_{\text{hb,out}})}{\ln \frac{T_{\text{hb,in}} - t_{\text{hb,in}}}{T_{\text{hb,out}} - t_{\text{hb,out}}}} \frac{\ln \frac{T_{\text{ha,in}} - t_{\text{ha,in}}}{T_{\text{ha,out}} - t_{\text{ha,out}}}}{(T_{\text{ha,in}} - t_{\text{ha,in}}) - (T_{\text{ha,out}} - t_{\text{ha,out}})} \right] (T_{\text{b,con}} - T_{\text{air}})}{(1 - RQ_{\text{con}}) \frac{(T_{\text{hb,in}} - t_{\text{hb,in}}) - (T_{\text{hb,out}} - t_{\text{hb,out}})}{\ln \frac{T_{\text{hb,in}} - t_{\text{hb,in}}}{T_{\text{hb,out}} - t_{\text{hb,out}}}} \frac{\ln \frac{T_{\text{ha,in}} - t_{\text{ha,in}}}{T_{\text{ha,out}} - t_{\text{ha,out}}}}{(T_{\text{ha,in}} - t_{\text{ha,in}}) - (T_{\text{ha,out}} - t_{\text{ha,out}})}} T_{\text{b,con}}} \quad (3-13)$$

公式 (3-13) 中, 参数  $T_{\text{hb,in}}$ 、 $T_{\text{ha,in}}$ 、 $T_{\text{hb,out}}$ 、 $T_{\text{ha,out}}$ 、 $t_{\text{hb,in}}$ 、 $t_{\text{ha,in}}$ 、 $t_{\text{hb,out}}$  和  $t_{\text{ha,out}}$  均是测量得到的已知参数,  $RQ_{\text{con}}$  是通过这些参数计算得到的。

### 3.3 中间制冷工况下空调器能效衰减率 $REER_M$ 的计算

中间制冷工况下的空调能效衰减率  $REER_M$  的计算过程与额定制冷工况一致。

### 1) $REER_M$ 的表达式

$$REER_M = \frac{\eta_b - \eta_a}{\eta_b} = \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_2' - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{REER_M} \quad (3-14)$$

### 2) 冷凝温度上升率的计算

$$RT_{con} = \frac{\left[ 1 - (1 - RQ_{con}) \frac{(T_{hb,in} - t_{hb,in}) - (T_{hb,out} - t_{hb,out})}{\ln \frac{T_{hb,in} - t_{hb,in}}{T_{hb,out} - t_{hb,out}}} \frac{\ln \frac{T_{ha,in} - t_{ha,in}}{T_{ha,out} - t_{ha,out}}}{(T_{ha,in} - t_{ha,in}) - (T_{ha,out} - t_{ha,out})} \right] (T_{b,con} - T_{air})}{(1 - RQ_{con}) \frac{(T_{hb,in} - t_{hb,in}) - (T_{hb,out} - t_{hb,out})}{\ln \frac{T_{hb,in} - t_{hb,in}}{T_{hb,out} - t_{hb,out}}} \frac{\ln \frac{T_{ha,in} - t_{ha,in}}{T_{ha,out} - t_{ha,out}}}{(T_{ha,in} - t_{ha,in}) - (T_{ha,out} - t_{ha,out})} T_{b,con}} \quad (3-15)$$

## 3.4 最小制冷工况下空调器能效衰减率 $REER_Z$ 的计算

最小制冷工况下的空调能效衰减率  $REER_Z$  的计算过程与额定制冷工况一致。

### 1) $REER_Z$ 的表达式

$$REER_Z = \frac{\eta_b - \eta_a}{\eta_b} = \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_2' - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{REER_Z} \quad (3-16)$$

### 2) 冷凝温度上升率的计算

$$RT_{con} = \frac{\left[ 1 - (1 - RQ_{con}) \frac{(T_{hb,in} - t_{hb,in}) - (T_{hb,out} - t_{hb,out})}{\ln \frac{T_{hb,in} - t_{hb,in}}{T_{hb,out} - t_{hb,out}}} \frac{\ln \frac{T_{ha,in} - t_{ha,in}}{T_{ha,out} - t_{ha,out}}}{(T_{ha,in} - t_{ha,in}) - (T_{ha,out} - t_{ha,out})} \right] (T_{b,con} - T_{air})}{(1 - RQ_{con}) \frac{(T_{hb,in} - t_{hb,in}) - (T_{hb,out} - t_{hb,out})}{\ln \frac{T_{hb,in} - t_{hb,in}}{T_{hb,out} - t_{hb,out}}} \frac{\ln \frac{T_{ha,in} - t_{ha,in}}{T_{ha,out} - t_{ha,out}}}{(T_{ha,in} - t_{ha,in}) - (T_{ha,out} - t_{ha,out})} T_{b,con}} \quad (3-17)$$

## 3.5 额定制热工况下空调器能效衰减率 $RCOP$ 的计算

额定制热工况下空调器能效衰减率  $RCOP$  的计算公式包括两个部分：

- 1) 空调系统蒸发温度变化时，根据制冷循环变化而计算得到的  $RCOP$  表达式。
- 2) 空调系统蒸发温度的变化率计算公式。

### 1) $RCOP$ 的计算公式

额定制热工况下，室外机蒸发器积灰前的蒸发温度温度为  $T_{b,eva}$ ，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 3 所示。



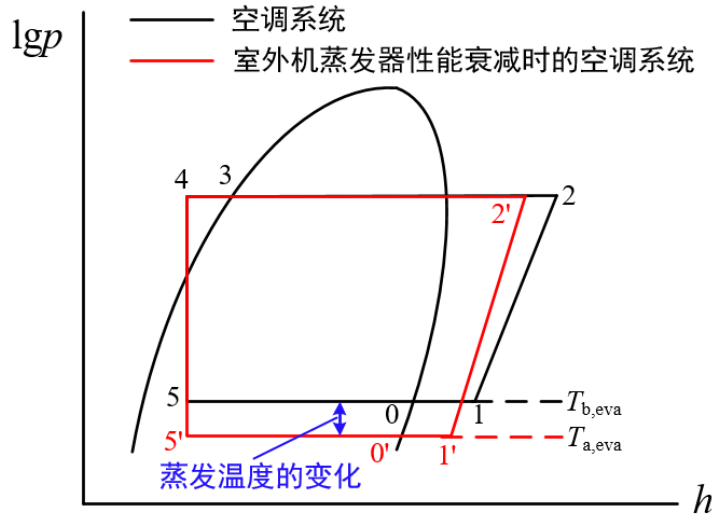


图3 额定制热工况下室外机换热器性能衰减时的空调系统基本循环图

根据上述逆卡诺循环分析可知，额定制热工况下的空调能效衰减率  $RCOP$  可通过查询循环中各点的焓值并由公式 (3-18) 计算得到。

$$RCOP = \frac{\eta'_b - \eta'_a}{\eta'_b} = \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_{1'} - h_{5'})/(h_{2'} - h_{1'})}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{RCOP} \quad (3-18)$$

其中， $\eta'_b$  是室外机蒸发器积灰前的系统能效， $\eta'_a$  是室外机蒸发器积灰后的系统能效。

公式 (3-18) 中，已知量包括  $h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_5$ ；未知量包括  $h_{1'}$ 、 $h_{2'}$ 、 $h_{5'}$ ，需要由蒸发温度的下降率来确定。

## 2) 蒸发温度下降率的计算

额定制热工况下室外机蒸发器发生积灰时，蒸发温度下降率可由公式 (3-19) 计算得到。

$$RT_{eva} = \frac{T_{b,eva} - T_{a,eva}}{T_{b,eva}} \quad (3-19)$$

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。

室外机蒸发器积灰前后的热负荷保持不变，即存在关系式：

$$Q_{eva} = U_{b,eva} \cdot A \cdot (T_{air} - T_{b,eva}) = U_{a,eva} \cdot A \cdot (T_{air} - T_{a,eva}) \quad (3-20)$$

其中， $Q_{eva}$  是室外机蒸发器的热负荷； $U_{b,eva}$  和  $U_{a,eva}$  分别是室外机蒸发器积灰前和积灰后的空气侧换热系数； $T_{air}$  是环境温度； $A$  是换热面积。

将公式 (3-20) 代入到公式 (3-19) 中，可得：

$$RT_{eva} = \frac{\frac{U_{b,eva}}{U_{a,eva}} (T_{air} - T_{b,eva}) - T_{air} + T_{b,eva}}{T_{b,eva}} \quad (3-21)$$

定义蒸发器的空气侧换热系数衰减率  $RU_{eva}$  为：

$$RU_{eva} = \frac{U_{b,eva} - U_{a,eva}}{U_{b,eva}} \quad (3-22)$$

将公式 (3-22) 代入到公式 (3-21) 中, 可将蒸发温度下降率  $RT_{\text{eva}}$  进一步表达为:

$$RT_{\text{eva}} = \frac{T_{\text{b,eva}} - T_{\text{a,eva}}}{T_{\text{b,eva}}} = \frac{RU_{\text{eva}} (T_{\text{air}} - T_{\text{b,eva}})}{(1 - RU_{\text{eva}}) T_{\text{b,eva}}} \quad (3-23)$$

蒸发器积尘前的换热量  $Q_{\text{b,eva}}$  可以表达为公式 (3-24) ~ (3-25), 蒸发器积尘后的换热量  $Q_{\text{a,eva}}$  可以表达为公式 (3-26) ~ (3-27), 蒸发器的换热量衰减率  $RQ_{\text{eva}}$  由公式 (3-28) 计算得到。

$$Q_{\text{b,eva}} = U_{\text{b,eva}} \cdot A \cdot \Delta T_{\text{hb}} \quad (3-24)$$

$$\Delta T_{\text{hb}} = \frac{(t_{\text{hb,in}} - T_{\text{hb,in}}) - (t_{\text{hb,out}} - T_{\text{hb,out}})}{\ln \frac{t_{\text{hb,in}} - T_{\text{hb,in}}}{t_{\text{hb,out}} - T_{\text{hb,out}}}} \quad (3-25)$$

$$Q_{\text{a,eva}} = U_{\text{a,eva}} \cdot A \cdot \Delta T_{\text{ha}} \quad (3-26)$$

$$\Delta T_{\text{ha}} = \frac{(t_{\text{ha,in}} - T_{\text{ha,in}}) - (t_{\text{ha,out}} - T_{\text{ha,out}})}{\ln \frac{t_{\text{ha,in}} - T_{\text{ha,in}}}{t_{\text{ha,out}} - T_{\text{ha,out}}}} \quad (3-27)$$

$$RQ_{\text{eva}} = \frac{Q_{\text{b,eva}} - Q_{\text{a,eva}}}{Q_{\text{b,eva}}} \quad (3-28)$$

其中,  $U_{\text{b,eva}}$  和  $U_{\text{a,eva}}$  分别是蒸发器积尘前和积尘后的空气侧换热系数;  $A$  是换热面积;  $\Delta T_{\text{hb}}$  和  $\Delta T_{\text{ha}}$  分别是蒸发器积尘前和积尘后的管内侧与管外侧之间的传热温差;  $T_{\text{hb,in}}$  和  $T_{\text{ha,in}}$  分别是蒸发器积尘前和积尘后的管内侧进口温度,  $T_{\text{hb,out}}$  和  $T_{\text{ha,out}}$  分别是蒸发器积尘前和积尘后的管内侧出口温度,  $t_{\text{hb,in}}$  和  $t_{\text{ha,in}}$  分别是蒸发器积尘前和积尘后的管外侧进口温度,  $t_{\text{hb,out}}$  和  $t_{\text{ha,out}}$  分别是蒸发器积尘前和积尘后的管外侧出口温度。

将上述公式 (3-24) ~ (3-28) 代入到公式 (3-22) 中, 可得蒸发器的空气侧换热系数衰减率  $RU_{\text{eva}}$  的表达式为:

$$RU_{\text{eva}} = 1 - (1 - RQ_{\text{eva}}) \frac{(t_{\text{hb,in}} - T_{\text{hb,in}}) - (t_{\text{hb,out}} - T_{\text{hb,out}})}{\ln \frac{t_{\text{hb,in}} - T_{\text{hb,in}}}{t_{\text{hb,out}} - T_{\text{hb,out}}}} \frac{\ln \frac{t_{\text{ha,in}} - T_{\text{ha,in}}}{t_{\text{ha,out}} - T_{\text{ha,out}}}}{(t_{\text{ha,in}} - T_{\text{ha,in}}) - (t_{\text{ha,out}} - T_{\text{ha,out}})} \quad (3-29)$$

再将公式 (3-29) 代入到公式 (3-23) 中, 可得蒸发温度下降率  $RT_{\text{eva}}$  的最终表达式为:

$$RT_{\text{eva}} = \frac{\left[ 1 - (1 - RQ_{\text{eva}}) \frac{(t_{\text{hb,in}} - T_{\text{hb,in}}) - (t_{\text{hb,out}} - T_{\text{hb,out}})}{\ln \frac{t_{\text{hb,in}} - T_{\text{hb,in}}}{t_{\text{hb,out}} - T_{\text{hb,out}}}} \frac{\ln \frac{t_{\text{ha,in}} - T_{\text{ha,in}}}{t_{\text{ha,out}} - T_{\text{ha,out}}}}{(t_{\text{ha,in}} - T_{\text{ha,in}}) - (t_{\text{ha,out}} - T_{\text{ha,out}})} \right] (T_{\text{air}} - T_{\text{b,eva}})}{(1 - RQ_{\text{eva}}) \frac{(t_{\text{hb,in}} - T_{\text{hb,in}}) - (t_{\text{hb,out}} - T_{\text{hb,out}})}{\ln \frac{t_{\text{hb,in}} - T_{\text{hb,in}}}{t_{\text{hb,out}} - T_{\text{hb,out}}}} \frac{\ln \frac{t_{\text{ha,in}} - T_{\text{ha,in}}}{t_{\text{ha,out}} - T_{\text{ha,out}}}}{(t_{\text{ha,in}} - T_{\text{ha,in}}) - (t_{\text{ha,out}} - T_{\text{ha,out}})} T_{\text{b,eva}}} \quad (3-30)$$

公式 (3-30) 中, 参数  $T_{\text{hb,in}}$ 、 $T_{\text{ha,in}}$ 、 $T_{\text{hb,out}}$ 、 $T_{\text{ha,out}}$ 、 $t_{\text{hb,in}}$ 、 $t_{\text{ha,in}}$ 、 $t_{\text{hb,out}}$  和  $t_{\text{ha,out}}$  均是测量得到的已知参数,  $RQ_{\text{eva}}$  是通过这些参数计算得到的。

### 3.6 中间制热工况下空调器能效衰减率 $RCOP_M$ 的计算

中间制热工况下的空调能效衰减率  $RCOP_M$  的计算过程与额定制热工况一致。

#### 1) $RCOP_M$ 的计算公式

$$RCOP_M = \frac{\eta'_b - \eta'_a}{\eta'_b} = \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_{1'} - h_{5'})/(h_{2'} - h_{1'})}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{RCOP_M} \quad (3-31)$$

#### 2) 蒸发温度下降率的计算

$$RT_{eva} = \frac{\left[ 1 - (1 - RQ_{eva}) \frac{(t_{hb,in} - T_{hb,in}) - (t_{hb,out} - T_{hb,out})}{\ln \frac{t_{hb,in} - T_{hb,in}}{t_{hb,out} - T_{hb,out}}} \frac{\ln \frac{t_{ha,in} - T_{ha,in}}{t_{ha,out} - T_{ha,out}}}{(t_{ha,in} - T_{ha,in}) - (t_{ha,out} - T_{ha,out})} \right] (T_{air} - T_{b,eva})}{(1 - RQ_{eva}) \frac{(t_{hb,in} - T_{hb,in}) - (t_{hb,out} - T_{hb,out})}{\ln \frac{t_{hb,in} - T_{hb,in}}{t_{hb,out} - T_{hb,out}}} \frac{\ln \frac{t_{ha,in} - T_{ha,in}}{t_{ha,out} - T_{ha,out}}}{(t_{ha,in} - T_{ha,in}) - (t_{ha,out} - T_{ha,out})} T_{b,eva}} \quad (3-32)$$

### 3.7 最小制热工况下空调器能效衰减率 $RCOP_Z$ 的计算

最小制热工况下的空调能效衰减率  $RCOP_Z$  的计算过程与额定制热工况一致。

#### 1) $RCOP_Z$ 的计算公式

$$RCOP_Z = \frac{\eta'_b - \eta'_a}{\eta'_b} = \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_{1'} - h_{5'})/(h_{2'} - h_{1'})}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{RCOP_Z} \quad (3-33)$$

#### 2) 蒸发温度下降率的计算

$$RT_{eva} = \frac{\left[ 1 - (1 - RQ_{eva}) \frac{(t_{hb,in} - T_{hb,in}) - (t_{hb,out} - T_{hb,out})}{\ln \frac{t_{hb,in} - T_{hb,in}}{t_{hb,out} - T_{hb,out}}} \frac{\ln \frac{t_{ha,in} - T_{ha,in}}{t_{ha,out} - T_{ha,out}}}{(t_{ha,in} - T_{ha,in}) - (t_{ha,out} - T_{ha,out})} \right] (T_{air} - T_{b,eva})}{(1 - RQ_{eva}) \frac{(t_{hb,in} - T_{hb,in}) - (t_{hb,out} - T_{hb,out})}{\ln \frac{t_{hb,in} - T_{hb,in}}{t_{hb,out} - T_{hb,out}}} \frac{\ln \frac{t_{ha,in} - T_{ha,in}}{t_{ha,out} - T_{ha,out}}}{(t_{ha,in} - T_{ha,in}) - (t_{ha,out} - T_{ha,out})} T_{b,eva}} \quad (3-34)$$

### 3.8 低温制热工况下空调器能效衰减率 $RCOP_D$ 的计算

低温制热工况下的空调能效衰减率  $RCOP_D$  的计算过程与额定制热工况一致。

#### 1) $RCOP_D$ 的计算公式

$$RCOP_D = \frac{\eta'_b - \eta'_a}{\eta'_b} = \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_{1'} - h_{5'})/(h_{2'} - h_{1'})}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{RCOP_D} \quad (3-35)$$

#### 2) 蒸发温度下降率的计算

$$RT_{eva} = \frac{\left[ 1 - (1 - RQ_{eva}) \frac{(t_{hb,in} - T_{hb,in}) - (t_{hb,out} - T_{hb,out})}{\ln \frac{t_{hb,in} - T_{hb,in}}{t_{hb,out} - T_{hb,out}}} \frac{\ln \frac{t_{ha,in} - T_{ha,in}}{t_{ha,out} - T_{ha,out}}}{(t_{ha,in} - T_{ha,in}) - (t_{ha,out} - T_{ha,out})} \right] (T_{air} - T_{b,eva})}{(1 - RQ_{eva}) \frac{(t_{hb,in} - T_{hb,in}) - (t_{hb,out} - T_{hb,out})}{\ln \frac{t_{hb,in} - T_{hb,in}}{t_{hb,out} - T_{hb,out}}} \frac{\ln \frac{t_{ha,in} - T_{ha,in}}{t_{ha,out} - T_{ha,out}}}{(t_{ha,in} - T_{ha,in}) - (t_{ha,out} - T_{ha,out})} T_{b,eva}} \quad (3-36)$$

#### 4. 权重系数 $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$ 、 $K_5$ 、 $K_6$ 和 $K_7$ 的推导

##### 4.1 计算思路

各个工况下的权重系数  $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$ 、 $K_5$ 、 $K_6$  和  $K_7$  表征的是，该工况下的空调系统能力和功耗发生衰减时所引起的 APF 变化量，与所有工况下的空调系统能力和功耗发生衰减时所引起的 APF 变化量的比值。该比值越大，表明该工况下引起的空调系统能效衰减率所占的权重越大。

对于各工况下权重系数  $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$ 、 $K_5$ 、 $K_6$  和  $K_7$  的计算思路是，首先推导各权重系数全微分型式的基本定义式；然后对基本定义型式中 APF 关于各个工况能力和功耗的偏微分中间变量进行推导；最后将中间变量代入到对各权重系数的全微分型式中，并进行局部线性化处理，将其简化为可用于计算的权重系数表达式。

##### 4.2 各权重系数的全微分型式的基本定义式

各个工况下的权重系数的全微分型式的基本定义式如公式 (4-1) 所示。

$$K_i = \frac{\left| \frac{\partial \text{APF}}{\partial \phi_i} d\phi_i \right| + \left| \frac{\partial \text{APF}}{\partial p_i} dp_i \right|}{\sum_i \left| \frac{\partial \text{APF}}{\partial \phi_i} d\phi_i \right| + \sum_i \left| \frac{\partial \text{APF}}{\partial p_i} dp_i \right|} \quad (4-1)$$

式中， $K_i$  表示各工况的权重系数， $\phi_i$  表示各工况下的空调系统能力， $p_i$  表示各工况下的空调系统功耗。

各工况下的空调系统能力和功耗定义如下：

$$\begin{array}{cccc} \frac{d\phi_{cr2}}{\phi_{cr2}} = a\% & \frac{dp_{cr2}}{p_{cr2}} = b\% & \frac{d\phi_{crm}}{\phi_{crm}} = c\% & \frac{dp_{crm}}{p_{crm}} = d\% \\ \frac{d\phi_{hr2}}{\phi_{hr2}} = e\% & \frac{dp_{hr2}}{p_{hr2}} = f\% & \frac{d\phi_{hrm}}{\phi_{hrm}} = g\% & \frac{dp_{hrm}}{p_{hrm}} = h\% \\ \frac{d\phi_{def}}{\phi_{def}} = i\% & \frac{dp_{def}}{p_{def}} = j\% & \frac{d\phi_{min}}{\phi_{min}} = k\% & \frac{dp_{min}}{p_{min}} = l\% \\ \frac{d\phi_{hmin}}{\phi_{hmin}} = m\% & \frac{dp_{hmin}}{p_{hmin}} = n\% & & \end{array} \quad (4-2)$$

式中，a、b、c、d、e、f、g、h、i、j 是各个标准测试工况下能力和功耗的变化值。

将公式 (4-2) 代入到公式 (4-1) 中，可得数  $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$ 、 $K_5$ 、 $K_6$  和  $K_7$  的基本表达式为：

$$K_1 = \frac{\left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{cr2}} \phi_{cr2} \times a \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{cr2}} p_{cr2} \times b \right|}{\left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{cr2}} \phi_{cr2} \times a \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{cr2}} p_{cr2} \times b \right| + \dots + \left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{hmin}} \phi_{hmin} \times m \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{hmin}} p_{hmin} \times n \right|} \quad (4-3)$$

$$K_2 = \frac{\left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{crm}} \phi_{crm} \times c \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{crm}} p_{crm} \times d \right|}{\left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{cr2}} \phi_{cr2} \times a \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{cr2}} p_{cr2} \times b \right| + \dots + \left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{hmin}} \phi_{hmin} \times m \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{hmin}} p_{hmin} \times n \right|} \quad (4-4)$$

$$K_3 = \frac{\left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{min}} \phi_{min} \times k \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{min}} p_{min} \times l \right|}{\left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{cr2}} \phi_{cr2} \times a \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{cr2}} p_{cr2} \times b \right| + \dots + \left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{hmin}} \phi_{hmin} \times m \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{hmin}} p_{hmin} \times n \right|} \quad (4-5)$$

$$K_4 = \frac{\left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{hr2}} \phi_{hr2} \times e \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{hr2}} p_{hr2} \times f \right|}{\left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{cr2}} \phi_{cr2} \times a \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{cr2}} p_{cr2} \times b \right| + \dots + \left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{hmin}} \phi_{hmin} \times m \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{hmin}} p_{hmin} \times n \right|} \quad (4-6)$$

$$K_5 = \frac{\left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{hrm}} \phi_{hrm} \times g \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{hrm}} p_{hrm} \times h \right|}{\left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{cr2}} \phi_{cr2} \times a \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{cr2}} p_{cr2} \times b \right| + \dots + \left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{hmin}} \phi_{hmin} \times m \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{hmin}} p_{hmin} \times n \right|} \quad (4-7)$$

$$K_6 = \frac{\left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{hmin}} \phi_{hmin} \times m \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{hmin}} p_{hmin} \times n \right|}{\left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{cr2}} \phi_{cr2} \times a \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{cr2}} p_{cr2} \times b \right| + \dots + \left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{hmin}} \phi_{hmin} \times m \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{hmin}} p_{hmin} \times n \right|} \quad (4-8)$$

$$K_7 = \frac{\left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{def}} \phi_{def} \times i \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{def}} p_{def} \times j \right|}{\left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{cr2}} \phi_{cr2} \times a \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{cr2}} p_{cr2} \times b \right| + \dots + \left| \frac{\partial APF}{\partial \phi_{hmin}} \phi_{hmin} \times m \right| + \left| \frac{\partial APF}{\partial p_{hmin}} p_{hmin} \times n \right|} \quad (4-9)$$

公式 (4-3) ~ (4-9) 中,  $\frac{\partial APF}{\partial \phi_i} \phi_i$ 、 $\frac{\partial APF}{\partial P_i} P_i$  是中间未知量, 其计算方法如下节所示。

### 4.3 权重系数基本定义式中的中间变量推导

为了能够计算权重系数基本定义式中的中间变量, 定义影响因子  $\alpha$  为 APF 的变化率与单个测试变量的变化率的比值, 即:

$$\alpha_i = \frac{\frac{\partial APF}{\partial x_i} \cdot x_i}{APF} \quad (4-10)$$

其中： $x_i$  表示空调器在各个标准测试工况下的能力  $\phi_i$  或功耗  $p_i$ 。

将影响因子的表达式（4-10）代入到根据 APF 三点法得到的 APF 简化表达式中即可得到各个影响因子的计算表达式，分别如公式（4-11）和（4-12）所示。

$$\left\{ \begin{array}{l} APF = \frac{\phi_{cr2}}{A+B+C} \\ A = [0.573 - 1.737 \times (\frac{\phi_{min}}{\phi_{cr2}})^{1.373}] \cdot P_{min} + [0.592 - 2.406 \times (\frac{\phi_{crm}}{\phi_{cr2}})^{4.174}] \cdot P_{cm} + [0.327 + 0.000566 \times (\frac{\phi_{crm}}{\phi_{cr2}})^{-4.886}] \cdot P_{cr} \\ B = [0.127 - 0.806 \times (\frac{\phi_{hmin}}{\phi_{cr2}})^{2.119}] \cdot P_{hmin} + [0.846 - 0.917 \times (\frac{\phi_{hm}}{\phi_{cr2}})^{0.520}] \cdot P_{hm} + [3.975 - 3.803 \times (\frac{\phi_{hr}}{\phi_{cr2}})^{0.051}] \cdot P_{hr} \\ C = 0.0012\phi_{cr2} + 0.0017 \times \phi_{def} + [0.018 + 0.011 \times (\frac{\phi_{def}}{\phi_{cr2}})^{-5.10}] \cdot P_{def} \end{array} \right. \quad (4-11)$$

$$\begin{aligned}
\alpha_{\phi_{cr}} &= \frac{D+E+F}{A+B+C} \cdot \frac{1}{\phi_{cr}} \\
\alpha_{P_{cr2}} &= \frac{-P_{cr}}{A+B+C} \times [0.327 + 0.000566 \times (\frac{\phi_{crm}}{\phi_{cr2}})^{-4.886}] \\
\alpha_{\phi_{crm}} &= \frac{[10.043 \times (\frac{\phi_{crm}}{\phi_{cr2}})^{3.174}] P_{cm} + [0.0028 \times (\frac{\phi_{crm}}{\phi_{cr2}})^{-5.886}] P_{cr}}{A+B+C} \cdot \frac{\phi_{crm}}{\phi_{cr}} \\
\alpha_{P_{crm}} &= \frac{-P_{cm}}{A+B+C} \times [0.592 - 2.406 \times (\frac{\phi_{crm}}{\phi_{cr2}})^{4.174}] \\
\alpha_{\phi_{min}} &= \frac{[2.385 \times (\frac{\phi_{min}}{\phi_{cr2}})^{0.373}] P_{min} \times \phi_{min}}{(A+B+C) \times \phi_{cr}} \\
\alpha_{P_{min}} &= \frac{-P_{min}}{A+B+C} \times [0.573 - 1.737 \times (\frac{\phi_{min}}{\phi_{cr2}})^{1.373}] \\
\alpha_{\phi_{hr}} &= \frac{[0.194 \times (\frac{\phi_{hr}}{\phi_{cr2}})^{-0.949}] P_{hr}}{A+B+C} \cdot \frac{\phi_{hr}}{\phi_{cr}} \\
\alpha_{P_{hr}} &= \frac{-P_{hr}}{A+B+C} \times [3.975 - 3.803 \times (\frac{\phi_{hr}}{\phi_{cr2}})^{0.051}] \\
\alpha_{\phi_{hm}} &= \frac{[0.477 \times (\frac{\phi_{hm}}{\phi_{cr2}})^{-0.480}] P_{hm}}{A+B+C} \cdot \frac{\phi_{hm}}{\phi_{cr}} \\
\alpha_{P_{hm}} &= \frac{-P_{hm}}{A+B+C} \times [0.846 - 0.917 \times (\frac{\phi_{hm}}{\phi_{cr2}})^{0.520}] \\
\alpha_{\phi_{hmin}} &= \frac{[1.708 \times (\frac{\phi_{hmin}}{\phi_{cr2}})^{1.119}] P_{hmin}}{A+B+C} \cdot \frac{\phi_{hmin}}{\phi_{cr}} \\
\alpha_{P_{hmin}} &= \frac{-P_{hmin}}{A+B+C} \times [0.127 - 0.806 \times (\frac{\phi_{hmin}}{\phi_{cr2}})^{2.119}] \\
\alpha_{\phi_{def}} &= \frac{[0.056 \times (\frac{\phi_{def}}{\phi_{cr2}})^{-6.10}] P_{def} - 0.0017 \phi_{cr}}{(A+B+C) \phi_{cr}} \\
\alpha_{P_{def}} &= \frac{-P_{def}}{A+B+C} \times [0.018 + 0.011 \times (\frac{\phi_{def}}{\phi_{cr2}})^{-5.10}] \\
A &= [0.573 - 1.737 \times (\frac{\phi_{min}}{\phi_{cr2}})^{1.373}] \cdot P_{min} + [0.592 - 2.406 \times (\frac{\phi_{crm}}{\phi_{cr2}})^{4.174}] \cdot P_{cm} + [0.327 + 0.000566 \times (\frac{\phi_{crm}}{\phi_{cr2}})^{-4.886}] \cdot P_{cr} \\
B &= [0.127 - 0.806 \times (\frac{\phi_{hmin}}{\phi_{cr2}})^{2.119}] \cdot P_{hmin} + [0.846 - 0.917 \times (\frac{\phi_{hm}}{\phi_{cr2}})^{0.520}] \cdot P_{hm} + [3.975 - 3.803 \times (\frac{\phi_{hr}}{\phi_{cr2}})^{0.051}] \cdot P_{hr} \\
C &= 0.0012 \phi_{cr2} + 0.0017 \times \phi_{def} + [0.018 + 0.011 \times (\frac{\phi_{def}}{\phi_{cr2}})^{-5.10}] \cdot P_{def} \\
D &= [0.573 - 4.122 \times (\frac{\phi_{min}}{\phi_{cr2}})^{1.373}] \cdot P_{min} + [0.592 - 12.449 \times (\frac{\phi_{crm}}{\phi_{cr2}})^{4.174}] \cdot P_{cm} + [0.327 - 0.0022 \times (\frac{\phi_{crm}}{\phi_{cr2}})^{-4.886}] \cdot P_{cr} \\
E &= [0.127 - 2.514 \times (\frac{\phi_{hmin}}{\phi_{cr2}})^{2.119}] \cdot P_{hmin} + [0.846 - 1.394 \times (\frac{\phi_{hm}}{\phi_{cr2}})^{0.520}] \cdot P_{hm} + [3.975 - 3.997 \times (\frac{\phi_{hr}}{\phi_{cr2}})^{0.051}] \cdot P_{hr} \\
F &= [0.018 - 0.045 \times (\frac{\phi_{def}}{\phi_{cr2}})^{-5.10}] \cdot P_{def} - 0.0012 \phi_{cr2}
\end{aligned} \tag{4-12}$$

将公式 (4-11) 和 (4-12) 代入到 (4-10) 中, 就能够求得权重系数  $K_i$  计算表达式中的未知中间变量

$$\frac{\partial APF}{\partial \phi_i} \phi_i, \quad \frac{\partial APF}{\partial P_i} P_i。$$

#### 4.4 可用于计算的权重系数表达式

通过上述权重系数基本定义型式以及中间变量的推导，可以得到权重系数的进一步表达式为：

$$\left\{ \begin{aligned} K_1 &= \frac{|\alpha_{\phi_{cr2}} \times a| + |\alpha_{p_{cr2}} \times b|}{|\alpha_{\phi_{cr2}} \times a| + |\alpha_{p_{cr2}} \times b| + \dots + |\alpha_{\phi_{def}} \times m| + |\alpha_{p_{def}} \times n|} \\ K_2 &= \frac{|\alpha_{\phi_{erm}} \times a| + |\alpha_{p_{erm}} \times b|}{|\alpha_{\phi_{cr2}} \times a| + |\alpha_{p_{cr2}} \times b| + \dots + |\alpha_{\phi_{def}} \times m| + |\alpha_{p_{def}} \times n|} \\ K_3 &= \frac{|\alpha_{\phi_{min}} \times a| + |\alpha_{p_{min}} \times b|}{|\alpha_{\phi_{cr2}} \times a| + |\alpha_{p_{cr2}} \times b| + \dots + |\alpha_{\phi_{def}} \times m| + |\alpha_{p_{def}} \times n|} \\ K_4 &= \frac{|\alpha_{\phi_{hr}} \times a| + |\alpha_{p_{hr}} \times b|}{|\alpha_{\phi_{cr2}} \times a| + |\alpha_{p_{cr2}} \times b| + \dots + |\alpha_{\phi_{def}} \times m| + |\alpha_{p_{def}} \times n|} \\ K_5 &= \frac{|\alpha_{\phi_{hm}} \times a| + |\alpha_{p_{hm}} \times b|}{|\alpha_{\phi_{cr2}} \times a| + |\alpha_{p_{cr2}} \times b| + \dots + |\alpha_{\phi_{def}} \times m| + |\alpha_{p_{def}} \times n|} \\ K_6 &= \frac{|\alpha_{\phi_{min}} \times a| + |\alpha_{p_{min}} \times b|}{|\alpha_{\phi_{cr2}} \times a| + |\alpha_{p_{cr2}} \times b| + \dots + |\alpha_{\phi_{def}} \times m| + |\alpha_{p_{def}} \times n|} \\ K_7 &= \frac{|\alpha_{\phi_{def}} \times a| + |\alpha_{p_{def}} \times b|}{|\alpha_{\phi_{cr2}} \times a| + |\alpha_{p_{cr2}} \times b| + \dots + |\alpha_{\phi_{def}} \times m| + |\alpha_{p_{def}} \times n|} \end{aligned} \right. \quad (4-13)$$

#### 5. 空调器长期运行能效衰减率 $\xi$ 的最终计算表达式

将公式各工况下的能效衰减率表达式 (3-1)、(3-14)、(3-16)、(3-18)、(3-31)、(3-33) 和 (3-35)，以及各权重系数的表达式 (4-13) 代入到公式 (2-11) 中，即可得到空调器能效衰减综合表达式如公式 (5-1) 所示。

$$\begin{aligned} \xi &= K_1 \cdot \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_{2'} - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{REER} + K_2 \cdot \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_{2'} - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{REER_M} \\ &+ K_3 \cdot \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_{2'} - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{REER_Z} + K_4 \cdot \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_{2'} - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{RCOP} \\ &+ K_5 \cdot \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_{2'} - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{RCOP_M} + K_6 \cdot \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_{2'} - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{RCOP_Z} \\ &+ K_7 \cdot \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_{2'} - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{RCOP_D} \end{aligned} \quad (5-1)$$

由于换热器表面积灰程度只与环境中的粉尘浓度和环境中的风速有关，与环境温度无关，因此可以认为换热器在额定制冷工况下的表面积灰程度与其他测试工况是一致的，也即换热器的空气侧换热系数衰减率是一致的；则可以基于额定制冷工况下的能效衰减率来推算出其他工况下的能效衰减率。此时公式 (5-1) 可以简化为：

$$\begin{aligned} \xi &= (K_1 + K_2 + K_3) \cdot \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_{2'} - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{REER} \\ &+ (K_4 + K_5 + K_6) \cdot \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_{2'} - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{RCOP} \\ &+ K_7 \cdot \frac{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1) - (h_1 - h_{5'})/(h_{2'} - h_1)}{(h_1 - h_5)/(h_2 - h_1)} \Big|_{RCOP_D} \end{aligned} \quad (5-2)$$



## 6. 空调器长期运行能效衰减率 $\zeta$ 的计算案例

### 6.1 额定制冷工况下空调器能效衰减率 $REER$ 的预测值

根据 T/SSR 701-2019《房间空气调节器用热交换器长效节能评价方法及试验方法》中规定的针对额定制冷工况下换热器的换热量衰减率测试的方法，对空调行业内在用的室外机换热器进行了测试。测试结果表明，额定制冷工况下换热器的换热量衰减率范围是 8.8%~16.7%。

以 R32 空调为例，在额定制冷工况下，蒸发温度固定为 12°C、过热度为 2°C；加速积尘前的冷凝温度为 45°C、过冷度为 10°C。则根据逆卡诺循环分析计算得到的额定制冷工况下空调系统能效衰减率  $REER$  的结果如下表 2 所示。从计算结果中可知，基于已测得的室外机换热器的换热量衰减率，推算得到的额定制冷工况下空调系统能效衰减率的范围为 4.2%~8.0%。

表 2 额定制冷工况下房间空调器能效衰减率  $REER$  的预测值

样件编号	换热量衰减率 $RQ$	加速积尘前冷凝温度 (°C)	冷凝温度上升率	加速积尘后冷凝温度 (°C)	点 1 的焓值 (KJ/Kg)	点 2 的焓值 (KJ/Kg)	点 5 的焓值 (KJ/Kg)	点 2' 的焓值 (KJ/Kg)	点 5' 的焓值 (KJ/Kg)	能效衰减率 $REER$
1	0.167	45	0.048308	47.17385	519.55	550.64	264.85	552.77	269.2	0.080102
2	0.164	45	0.045031	47.0264	519.55	550.64	264.85	552.63	268.91	0.075139
3	0.157	45	0.044104	46.9847	519.55	550.64	264.85	552.59	268.82	0.073686
4	0.152	45	0.040862	46.83879	519.55	550.64	264.85	552.44	268.53	0.068386
5	0.153	45	0.041868	46.88404	519.55	550.64	264.85	552.49	268.62	0.070133
6	0.154	45	0.043677	46.96547	519.55	550.64	264.85	552.57	268.78	0.072977
7	0.156	45	0.04431	46.99394	519.55	550.64	264.85	552.59	268.84	0.07376
8	0.141	45	0.041842	46.88287	519.55	550.64	264.85	552.49	268.62	0.070133
9	0.142	45	0.040774	46.83484	519.55	550.64	264.85	552.44	268.52	0.068348
10	0.143	45	0.038068	46.71305	519.55	550.64	264.85	552.32	268.28	0.064043
11	0.142	45	0.040219	46.80985	519.55	550.64	264.85	552.41	268.47	0.067312
12	0.132	45	0.035199	46.58397	519.55	550.64	264.85	552.19	268.02	0.059343
13	0.131	45	0.034554	46.55494	519.55	550.64	264.85	552.16	267.96	0.058253
14	0.131	45	0.034989	46.5745	519.55	550.64	264.85	552.18	268	0.05898
15	0.135	45	0.036116	46.62523	519.55	550.64	264.85	552.23	268.1	0.060793
16	0.136	45	0.037383	46.68224	519.55	550.64	264.85	552.29	268.22	0.062962
17	0.134	45	0.037644	46.69398	519.55	550.64	264.85	552.3	268.24	0.063322
18	0.134	45	0.037124	46.67056	519.55	550.64	264.85	552.28	268.19	0.062563
19	0.132	45	0.0362	46.629	519.55	550.64	264.85	552.24	268.11	0.061118
20	0.089	45	0.02565	46.15423	519.55	550.64	264.85	551.77	267.16	0.043823
21	0.093	45	0.026015	46.17067	519.55	550.64	264.85	551.79	267.19	0.04453
22	0.088	45	0.024909	46.12092	519.55	550.64	264.85	551.74	267.09	0.042666

### 6.2 其他制冷工况下空调器能效衰减率的预测值

因中间制冷工况、最小制冷工况与额定制冷工况的室内外环境工况参数一致，则可认为中间制冷工况下能效衰减率  $REER_M$ 、最小制冷工况下能效衰减率  $REER_Z$  与额定制冷工况下能效衰减率  $REER$  的值是一致的。

### 6.3 额定制热工况下空调器能效衰减率 $RCOP$ 的预测值

以 R32 空调为例，在额定制热工况下，冷凝温度固定为 30°C、过冷度为 10°C，加速积尘前的蒸发温度为 -8°C、过热度为 2°C；。则根据逆卡诺循环分析计算得到的额定制热工况下空调系统能效衰减率  $RCOP$  的结果如下表 3 所示。从计算结果中可知，基于已测得的室外机换热器的换热量衰减率，推算得到的额定制热

工况下空调系统能效衰减率的范围为 1.8%~3.5%。

表 3 额定制热工况下房间空调器能效衰减率  $RCOP$  的预测值

样件编号	换热量衰减率 $RQ$	加速积尘前蒸发温度 (°C)	蒸发温度下降率	加速积尘后蒸发温度(°C)	点 1 的焓值 (KJ/Kg)	点 2 的焓值 (KJ/Kg)	点 5 的焓值 (KJ/Kg)	点 1'的焓值 (KJ/Kg)	点 2'的焓值 (KJ/Kg)	能效衰减率 $RCOP$
1	0.167	-8	0.135866	-9.08692	515.86	562.13	236.01	515.56	563.48	0.035467479
2	0.164	-8	0.12665	-9.01319	515.86	562.13	236.01	515.58	563.41	0.033583416
3	0.157	-8	0.124044	-8.99235	515.86	562.13	236.01	515.59	563.38	0.032739933
4	0.152	-8	0.114925	-8.9193	515.86	562.13	236.01	515.61	563.28	0.030235675
5	0.153	-8	0.117753	-8.94202	515.86	562.13	236.01	515.6	563.31	0.031083379
6	0.154	-8	0.122842	-8.98273	515.86	562.13	236.01	515.59	563.34	0.031929663
7	0.156	-8	0.124621	-8.99696	515.86	562.13	236.01	515.59	563.38	0.032739933
8	0.141	-8	0.117679	-8.9414	515.86	562.13	236.01	515.6	563.31	0.031083379
9	0.142	-8	0.114678	-8.91742	515.86	562.13	236.01	515.61	563.28	0.030235675
10	0.143	-8	0.107065	-8.85652	515.86	562.13	236.01	515.63	563.21	0.028331817
11	0.142	-8	0.113116	-8.90492	515.86	562.13	236.01	515.61	563.24	0.029421261
12	0.132	-8	0.098998	-8.79198	515.86	562.13	236.01	515.64	563.11	0.026045386
13	0.131	-8	0.097184	-8.77747	515.86	562.13	236.01	515.65	563.11	0.025805333
14	0.131	-8	0.098406	-8.78723	515.86	562.13	236.01	515.65	563.11	0.025805333
15	0.135	-8	0.101577	-8.81261	515.86	562.13	236.01	515.64	563.14	0.026660516
16	0.136	-8	0.10514	-8.84114	515.86	562.13	236.01	515.63	563.17	0.027514259
17	0.134	-8	0.105874	-8.84699	515.86	562.13	236.01	515.63	563.17	0.027514259
18	0.134	-8	0.10441	-8.83528	515.86	562.13	236.01	515.63	563.17	0.027514259
19	0.132	-8	0.101812	-8.81449	515.86	562.13	236.01	515.64	563.14	0.026660516
20	0.089	-8	0.07214	-8.57711	515.86	562.13	236.01	515.7	562.84	0.019016847
21	0.093	-8	0.073167	-8.58533	515.86	562.13	236.01	515.7	562.84	0.019016847
22	0.088	-8	0.070058	-8.56046	515.86	562.13	236.01	515.71	562.84	0.018773622

#### 6.4 低温制热工况下空调器能效衰减率 $RCOP_D$ 的预测值

以 R32 空调为例，在低温制热工况下，冷凝温度固定为 30°C、过冷度为 10°C，加速积尘前的蒸发温度为 -13°C、过热度为 2°C；。则根据逆卡诺循环分析计算得到的额定制热工况下空调系统能效衰减率  $RCOP$  的结果如下表 4 所示。从计算结果中可知，基于已测得的室外机换热器的换热量衰减率，推算得到的低温制热工况下空调系统能效衰减率的范围为 2.2%~4.3%。

表 4 低温制热工况下房间空调器能效衰减率  $RCOP_D$  的预测值

样件编号	换热量衰减率 $RQ$	加速积尘前蒸发温度 (°C)	蒸发温度下降率	加速积尘后蒸发温度(°C)	点 1 的焓值 (KJ/Kg)	点 2 的焓值 (KJ/Kg)	点 5 的焓值 (KJ/Kg)	点 1'的焓值 (KJ/Kg)	点 2'的焓值 (KJ/Kg)	能效衰减率 $RCOP_D$
1	0.167	-13	0.11148	-14.4492	514.42	568.58	236.01	513.96	570.49	0.043507612
2	0.164	-13	0.103918	-14.3509	514.42	568.58	236.01	513.99	570.36	0.040689184
3	0.157	-13	0.10178	-14.3231	514.42	568.58	236.01	514	570.32	0.039802982

4	0.152	-13	0.094297	-14.2258	514.42	568.58	236.01	514.03	570.19	0.036963461
5	0.153	-13	0.096617	-14.2560	514.42	568.58	236.01	514.02	570.22	0.037683511
6	0.154	-13	0.100793	-14.3103	514.42	568.58	236.01	514.01	570.29	0.039085974
7	0.156	-13	0.102253	-14.3292	514.42	568.58	236.01	514	570.32	0.039802982
8	0.141	-13	0.096557	-14.2552	514.42	568.58	236.01	514.02	570.22	0.037683511
9	0.142	-13	0.094095	-14.2232	514.42	568.58	236.01	514.03	570.19	0.036963461
10	0.143	-13	0.087848	-14.1420	514.42	568.58	236.01	514.06	570.08	0.034452552
11	0.142	-13	0.092813	-14.2065	514.42	568.58	236.01	514.04	570.15	0.036070623
12	0.132	-13	0.081229	-14.0559	514.42	568.58	236.01	514.09	569.95	0.031582456
13	0.131	-13	0.079741	-14.0366	514.42	568.58	236.01	514.09	569.95	0.031582456
14	0.131	-13	0.080744	-14.0496	514.42	568.58	236.01	514.09	569.95	0.031582456
15	0.135	-13	0.083345	-14.0834	514.42	568.58	236.01	514.08	569.98	0.03231022
16	0.136	-13	0.086269	-14.121	514.42	568.58	236.01	514.07	570.05	0.033727878
17	0.134	-13	0.086871	-14.1293	514.42	568.58	236.01	514.06	570.05	0.033935202
18	0.134	-13	0.08567	-14.1137	514.42	568.58	236.01	514.07	570.05	0.033727878
19	0.132	-13	0.083538	-14.085	514.42	568.58	236.01	514.08	570.01	0.032829274
20	0.089	-13	0.059191	-13.76	514.42	568.58	236.01	514.18	569.57	0.02304907
21	0.093	-13	0.060034	-13.7804	514.42	568.58	236.01	514.17	569.6	0.023789163
22	0.088	-13	0.057483	-13.7472	514.42	568.58	236.01	514.18	569.53	0.022343053

### 6.5 其他制热工况下空调器能效衰减率的预测值

因中间制热工况、最小制热工况与额定制热工况的室内外环境工况参数一致，则可认为中间制热工况下能效衰减率  $RCOP_M$ 、最小制热工况下能效衰减率  $RCOP_Z$  与额定制热工况下能效衰减率  $RCOP$  的值一致。

### 6.6 长期运行能效衰减率 $\zeta$ 的预测值

根据上述计算结果，可以得到房间空调器长期运行能效衰减率  $\zeta$  的预测值如下表 5 所示。

表 5 长期运行能效衰减率  $\zeta$  的预测值

样件编号	换热量衰减率 $RQ$	额定制冷量 (CC) /W		
		CC≤4500 的空调器 $\zeta$	4500<CC≤7100 的空调器 $\zeta$	7100<CC≤14000 的空调器 $\zeta$
1	0.167	0.058538	0.058022	0.058996
2	0.164	0.054995	0.054522	0.055395
3	0.157	0.053849	0.053381	0.054248
4	0.152	0.049929	0.049491	0.05031
5	0.153	0.051191	0.050748	0.051561
6	0.154	0.053105	0.052635	0.053509
7	0.156	0.053885	0.053417	0.054283
8	0.141	0.051191	0.050748	0.051561
9	0.142	0.049911	0.049473	0.050292
10	0.143	0.046735	0.046328	0.04708
11	0.142	0.048975	0.048541	0.049352
12	0.132	0.043175	0.042799	0.043485
13	0.131	0.042565	0.042191	0.042893
14	0.131	0.042917	0.042538	0.043244
15	0.135	0.044215	0.04383	0.044531

16	0.136	0.045806	0.0454	0.046158
17	0.134	0.046018	0.045605	0.046383
18	0.134	0.045613	0.04521	0.045965
19	0.132	0.044464	0.044067	0.044815
20	0.089	0.031761	0.031484	0.031986
21	0.093	0.032235	0.031937	0.032509
22	0.088	0.030993	0.030732	0.031188
平均值		0.046457569	0.046049876	0.046806509

#### 四、明确标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利和知识产权。

#### 五、预期达到的社会效益，对产业发展的作用等情况

空调器能耗巨大，其峰值负荷可高达城市总用电量的 40%，且在使用过程中性能会衰减。目前空调器的国家标准只对新出厂的空调器能效水平进行规定，未覆盖空调器长期运行后的能效水平；但实际产品在使用过程中，空调换热器容易积灰而导致性能下降，这个缺点并不能在现有的空调能效国家标准中表现出来。这就造成很多不利的影 响：一是标榜高能效的空调器，在实际使用过程中并不能表现出节能，引起消费者的不满；二是以空调长效为目标的科研创新无法在用户端得到承认，削弱企业开发长效空调的积极性；三是真正具有长效节能特征的高端空调面临与低劣产品竞争中难以有效显示质量优势的困境，不利于空调行业的良性发展。

针对目前这种状况，急需能够评价空调器长效性能的标准来规范、引导市场。明确空调器长期运行能效的计算方法，以及通过空调器长效节能评价指标的引导作用，使空调生产厂家更多地关注空调器的实际长期运行状况，开发长效节能型空调器产品。

#### 六、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况

本标准涉及的范围尚无国际标准可以参考。本标准基本达到国内领先水平。

#### 七、与有关的现行法律、法规和相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调一致。

#### 八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准制定过程中无重大分歧意见。

#### 九、标准性质说明

建议本标准作为自愿性团体标准发布。

#### 十、贯彻标准的要求和措施建议

建议标准的实施日期为批准发布后 6 个月，以便于相关企业和用户理解、消化和吸收。

#### 十一、 废止现行有关标准的建议

本标准为全新制定，无替代标准版本。

#### 十二、 其它应予说明的事项

无。