

# 中华人民共和国国家标准

GB 21454—2021

代替 GB 21454—2008

## 多联式空调(热泵)机组能效限定值及 能效等级

Minimum allowable values of the energy efficiency and energy  
efficiency grades for multi-connected air-condition (heat pump) units



2021-10-11 发布

2022-11-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 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。

本文件代替 GB 21454—2008《多联式空调(热泵)机组能效限定值及能效等级》，与 GB 21454—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了标准的范围，增加了低环境温度空气源多联式热泵(空调)机组的规定(见第1章)；
- b) 删除了“节能评价值”定义及要求(见2008年版的3.2和第6章)；
- c) 更改了产品的能效等级指标(见第4章，2008年版的第5章)；
- d) 增加了低环境温度空气源多联式热泵(空调)机组的要求和测试方法(见4.5、5.5、6.1.3)；
- e) 更改了产品的能效限定值(见5.1，2008年版的第4章)；
- f) 增加了“标准的实施”要求(见第7章)；
- g) 删除了2008年版的第8章～第10章和附录A(见2008年版的第8章、第9章、第10章和附录A)；
- h) 增加“低环境温度空气源多联式热泵(空调)机组制热季节性能系数的试验和计算方法”(见附录A)。

本文件由国家标准化委员会提出并归口。

本文件于2008年首次发布，本次为第一次修订。



# 多联式空调(热泵)机组能效限定值及能效等级

## 1 范围

本文件规定了多联式空调(热泵)机组、低环境温度空气源多联式热泵(空调)机组的能效等级、能效限定值、测试方法和标准的实施要求。

本文件适用于采用风冷式或水冷式冷凝器的多联式空调(热泵)机组(以下简称多联机)、低环境温度空气源多联式热泵(空调)机组(以下简称低温多联机)。

## 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 18836—2017 风管送风式空调(热泵)机组

GB/T 18837—2015 多联式空调(热泵)机组

GB/T 25857—2010 低环境温度空气源多联式热泵(空调)机组

## 3 术语和定义

GB/T 18837—2015、GB/T 25857—2010 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**多联式空调(热泵)机组能效限定值** **minimum allowable values of energy efficiency for multi-connected air-condition(heat pump) units**

在规定工况条件下制冷和制热运行时,其实测全年性能系数(APF)、制冷季节能效比(SEER)、制冷综合部分负荷性能系数[IPLV(C)]或制冷能效比(EER)的最小允许值。对于单冷式产品,只考核其SEER。

### 3.2

**低环境温度空气源多联式热泵(空调)机组能效限定值** **minimum allowable values of energy efficiency for low ambient temperature air source multi-connected heat pump(air conditioning)units**

采用电动机驱动的压缩机,可在不低于-25℃的环境温度下制取热风的多联式热泵(空调)机组,在规定工况条件下制热运行时,其制热季节性能系数(HSPF)和性能系数(COP)的最小允许值。

### 3.3

**多联式空调(热泵)机组最小制冷能效比** **energy efficiency ratio at the minimum-load operating conditions for multi-connected air-condition(heat pump) units**

$EER_{min}$

在规定的制冷能力试验条件下,开启一台最小制冷量室内机连续稳定制冷运行,机组制冷量与机组消耗总电功率之比。

4 能效等级

4.1 多联机和低温多联机能效等级分为 3 级,其中 1 级能效最高。

4.2 风冷式单冷型多联机根据产品的实测 SEER 进行能效分级,各能效等级实测 SEER 不应小于表 1 规定。

表 1 风冷式单冷型多联机能效等级指标值

| 名义制冷量(CC)<br>W   | 能效等级                      |                     |                           |                     |                           |                     |
|------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
|                  | 1 级                       |                     | 2 级                       |                     | 3 级                       |                     |
|                  | EER <sub>min</sub><br>W/W | SEER<br>(W·h)/(W·h) | EER <sub>min</sub><br>W/W | SEER<br>(W·h)/(W·h) | EER <sub>min</sub><br>W/W | SEER<br>(W·h)/(W·h) |
| CC≤14 000        | 3.60                      | 5.50                | 2.90                      | 5.10                | 2.10                      | 4.80                |
| 14 000<CC≤28 000 | —                         | 5.10                | —                         | 4.70                | —                         | 4.40                |
| 28 000<CC≤50 000 | —                         | 4.90                | —                         | 4.50                | —                         | 4.20                |
| 50 000<CC≤68 000 | —                         | 4.80                | —                         | 4.40                | —                         | 4.10                |
| CC>68 000        | —                         | 4.70                | —                         | 4.30                | —                         | 4.00                |

不同静压机组的能源效率应进行修正,按照 GB/T 18837—2015、GB/T 18836—2017 规定的方法进行。  
对于名义制冷量 14 000 W 及以下的风冷式单冷型多联机, SEER、EER<sub>min</sub> 均应满足要求。  
注:“—”为不作指标要求。

4.3 风冷式热泵型多联机根据产品的实测 APF 进行能效分级,各能效等级实测 APF 不应小于表 2 的规定。

表 2 风冷式热泵型多联机能效等级指标值

| 名义制冷量(CC)<br>W   | 能效等级                      |                    |                           |                    |                           |                    |
|------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
|                  | 1 级                       |                    | 2 级                       |                    | 3 级                       |                    |
|                  | EER <sub>min</sub><br>W/W | APF<br>(W·h)/(W·h) | EER <sub>min</sub><br>W/W | APF<br>(W·h)/(W·h) | EER <sub>min</sub><br>W/W | APF<br>(W·h)/(W·h) |
| CC≤14 000        | 3.50                      | 5.20               | 2.80                      | 4.40               | 2.00                      | 3.60               |
| 14 000<CC≤28 000 | —                         | 4.80               | —                         | 4.30               | —                         | 3.50               |
| 28 000<CC≤50 000 | —                         | 4.50               | —                         | 4.20               | —                         | 3.40               |
| 50 000<CC≤68 000 | —                         | 4.20               | —                         | 4.00               | —                         | 3.30               |
| CC>68 000        | —                         | 4.00               | —                         | 3.80               | —                         | 3.20               |

不同静压机组的能源效率应进行修正,按照 GB/T 18837—2015、GB/T 18836—2017 规定的方法进行。  
对于名义制冷量 14 000 W 及以下的风冷式热泵型多联式空调(热泵)机组, APF、EER<sub>min</sub> 均应满足要求。  
注:“—”为不作指标要求。

4.4 水冷式多联机根据产品的实测 IPLV(C)、EER 进行能效分级,各能效等级实测 IPLV(C)、实测 EER 不应小于表 3 的规定。

表3 水冷式多联机能效等级指标值

| 指标            | 类型   | 名义制冷量(CC)<br>W    | 能效等级 |      |      |
|---------------|------|-------------------|------|------|------|
|               |      |                   | 1级   | 2级   | 3级   |
| IPLV(C)/(W/W) | 水环式  | $CC \leq 28\,000$ | 7.00 | 5.90 | 5.20 |
|               |      | $CC > 28\,000$    | 6.80 | 5.80 | 5.00 |
| EER/(W/W)     | 地埋管式 | —                 | 4.60 | 4.20 | 3.80 |
|               | 地下水式 | —                 | 5.00 | 4.50 | 4.30 |

4.5 低温多联机根据产品的实测 HSPF 进行能效分级,各能效等级实测 HSPF、实测  $COP_{-12\text{℃}}$ 、实测  $COP_{-20\text{℃}}$  不应小于表 4 的规定。

表4 低温多联机能效等级指标值

| 名义制热量(HC)<br>W    | 能效等级                |                     |                     |                            |                            |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|
|                   | 1级                  | 2级                  | 3级                  |                            |                            |
|                   | HSPF<br>(W·h)/(W·h) | HSPF<br>(W·h)/(W·h) | HSPF<br>(W·h)/(W·h) | $COP_{-12\text{℃}}$<br>W/W | $COP_{-20\text{℃}}$<br>W/W |
| $HC \leq 18\,000$ | 3.40                | 3.20                | 3.00                | 2.20                       | 1.80                       |
| $HC > 18\,000$    | 3.20                | 3.00                | 2.80                | 1.90                       | 1.50                       |

不同静压机组的能源效率应进行修正,按照 GB/T 18837—2015、GB/T 18836—2017 规定的方法进行。  
 名义制热量小于或等于 18 000 W 为户用型低温多联机;名义制热量大于 18 000 W 为工商业用型低温多联机。  
 户用型和工商业用型的 HSPF 测试、计算按附录 A 规定。  
 各能效等级的低温多联机在规定工况下的  $COP_{-12\text{℃}}$ 、 $COP_{-20\text{℃}}$  均应满足最低能效等级的限值要求。

## 5 技术要求

5.1 多联机的能效限定值为表 1、表 2、表 3 中所对应类型产品的能效等级 3 级指标值。低温多联机的能效限定值为表 4 中的能效等级 3 级指标值。

5.2 对于名义制冷量 14 000 W 及以下的多联机和名义制热量小于或等于 18 000 W 的低温多联机室外机组,其待机功率不大于 15 W(附加功能在测试时可以关闭的应关闭)。

5.3 采用电辅助加热的产品,应能够实现手动开、闭电辅助加热系统,同时应在明显位置表达电辅助加热系统工作状态。

5.4 多联机在室外侧干球温度高于或等于 0℃ 的情况下电辅助加热不应自动开启。

5.5 低温多联机在室外侧干球温度高于或等于 -20℃ 的情况下电辅助加热不应自动开启;对于电辅助加热由用户选配,且控制器预留接口,且辅助电加热系统的启、停受机组控制的低温多联机,应在说明书(或操作手册)中说明辅助电加热开、闭方法。

5.6 允差应满足如下规定:

- a) 产品的能效标注值应不小于其额定能效等级所对应的指标规定值,并在其额定能效等级对应的取值范围内。

- b) 单冷型多联机的 SEER 和  $EER_{\min}$ 、热泵型多联机的 APF 和  $EER_{\min}$ 、水冷式多联机的 IPLV (C) 和 EER、低温多联机的 HSPF、 $COP_{-12\text{℃}}$  和  $COP_{-20\text{℃}}$  实测值不小于标注值的 95%，实测值和标注值按 0.01 的整倍数。
- c) 多联机标注的名义制冷量和其实测值应在其额定能效等级对应的名义制冷量范围内。低温多联机标注的名义制热量和其实测值应在其额定能效等级对应的名义制热量范围内。
- d) 多联机的实测制冷季节耗电量 CSTE(单冷型)、全年耗电量 APC(热泵型) 计算值应小于或等于其标注值的 110%；低温多联机的实测制热季节耗电量 HSTE 计算值应小于或等于其标注值的 110%。

## 6 测试方法

### 6.1 能效测试方法

6.1.1 生产者规定的、用于测试的室内机组合，应列入该生产者的产品手册或产品随机文件中，并明示其壳体的尺寸，且应有销售记录。室内机组合中各尺寸壳体所在的室内机系列年销售量均应不小于该多联机室内机年度总销售量的 4%，或其年销售量大于 12 000 台；如果其年销售量达不到规定比例或台数，应以最大销售量的室内机系列作为测试的室内机组合。

注 1：室内机系列是指具有同一尺寸壳体，安装方式、基本结构相同的室内机。

注 2：室内机系列年销售量是指该室内机系列自首次发售之日后，连续 12 个完整自然月内的销售台数。

注 3：多联机室内机年度总销售量是指在连续 12 个完整自然月内，该多联机室外机所能匹配的室内机总销售台数。

注 4：对于销售量统计期不足 12 个月者，折算成 12 个完整自然月[室内机系列年销售量 = (统计周期内的室内机系列总销售量 / 统计周期) × 12]。

注 5：多联机室外机所能匹配的室内机可以为相同品牌的不同制造厂的产品。

6.1.2 单冷型多联机的 SEER 和  $EER_{\min}$ 、热泵型多联机的 APF 和  $EER_{\min}$ 、水冷式多联机的 IPLV(C)、EER 按照 GB/T 18837—2015 的相关规定测试，实测值保留两位小数。

6.1.3 低温多联机的  $COP_{-12\text{℃}}$ 、 $COP_{-20\text{℃}}$ 、HSPF 按 GB/T 25857—2010 和附录 A 的规定测试，实测值保留两位小数。

6.1.4 对于模块型多联式机组，以基本模块进行测试。

### 6.2 待机功率测试方法

待机功率参照 GB/T 18837—2015 相关规定进行测试。

### 6.3 辅助电加热测试方法

对于内置辅助电加热系统的多联机、低温多联机，在制热模式下，将电辅助加热设置为默认状态，保持室内侧温度 16℃ 不变，根据产品类型按照如下规定调整室外干球温度，每调整到一档温度点后稳定运行 10 min 或厂家提供的时间，期间记录辅助电加热系统的通过电流随室外干球温度升降的变化情况，试验期间，各档温度点下，机组的辅助电加热系统均不应自动开启。其中根据产品类型按照如下规定调整室外干球温度：

- a) 多联机产品，室外干球温度依次调整为：2℃、0℃、1℃、5℃、10℃；
- b) 低温多联机产品，室外干球温度依次调整为：-18℃、-20℃、-19℃、-15℃。

#### 6.4 $EER_{min}$ 测试方法

在最小制冷量(名义)工况下,单开 1 台制冷量最小的被测室内机,室内机风机转速不应大于名义制冷时的风机转速,测试方法按照 GB/T 18837—2015 相关规定,调节机组使其实测制冷量不大于机组名义制冷量的 25%,测试机组的  $EER_{min}$ 。

#### 7 标准的实施

在本文件实施之日起所生产或进口的产品,应符合本文件的要求。

对于本文件实施之日前生产或进口的产品,自本文件实施之日第 24 个月开始实施。



附录 A

(规范性)

低环境温度空气源多联式热泵(空调)机组制热季节性能系数的试验和计算方法

A.1 房间热负荷与热负荷率曲线

制热工况下房间热负荷根据名义制热量的明示值由式(A.1)进行计算,房间热负荷率曲线见图 A.1、图 A.2。

$$L_h(t_j) = \varphi_{ful}(t_0) \times \frac{t_j - t_{oh}}{t_0 - t_{oh}} \dots\dots\dots (A.1)$$

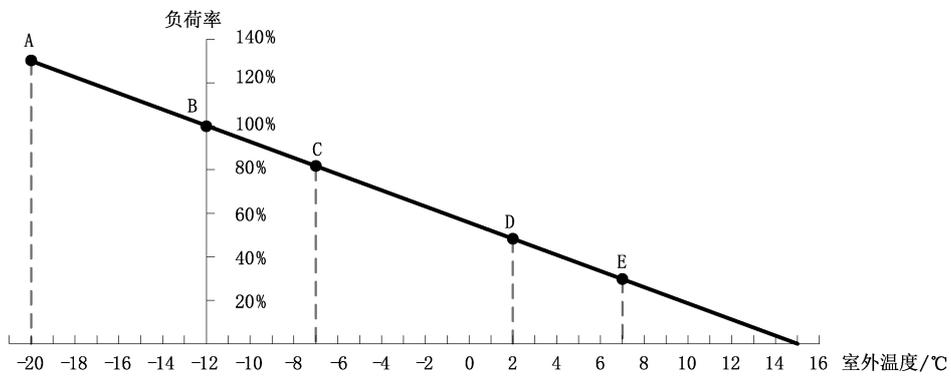
式中:

$L_h(t_j)$  ——温度  $t_j$  时的房间热负荷,单位为瓦(W);

$\varphi_{ful}(t_0)$  ——机组的名义制热量明示值,单位为瓦(W);

$t_0$  ——机组的室外侧名义制热工况,  $-12\text{ }^\circ\text{C}$ ;

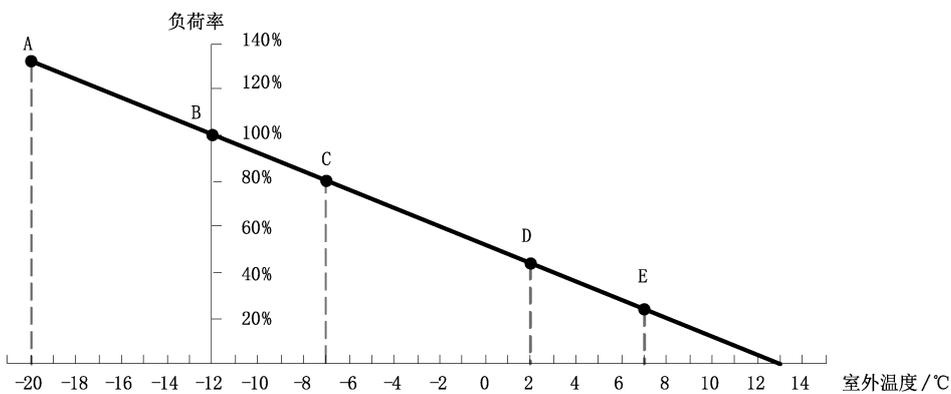
$t_{oh}$  ——使用建筑的制热 0 负荷点,户用建筑为  $15\text{ }^\circ\text{C}$ ,工商业建筑为  $13\text{ }^\circ\text{C}$ 。



标引序号说明:

A、B、C、D、E——测试点。

图 A.1 热负荷率(户用型)



标引序号说明:

A、B、C、D、E——测试点。

图 A.2 热负荷率(工商业用型)

## A.2 工况条件及各温度发生时间

制热季节性能系数的试验工况条件见表 A.1、表 A.2，制热季节需要制热的各温度的发生时间见表 A.3、表 A.4。

表 A.1 制热季节性能系数试验工况条件(户用型)

单位为摄氏度

| 项目                                                               | 负荷率  | 测试点 | 热源侧  |                | 使用侧  |                  |
|------------------------------------------------------------------|------|-----|------|----------------|------|------------------|
|                                                                  |      |     | 干球温度 | 湿球温度           | 干球温度 | 湿球温度             |
| 户用型                                                              | 130% | A   | -20  | — <sup>a</sup> | 20   | <15 <sup>b</sup> |
|                                                                  | 100% | B   | -12  | -13.5          |      |                  |
|                                                                  | 81%  | C   | -7   | -8             |      |                  |
|                                                                  | 48%  | D   | 2    | 1              |      |                  |
|                                                                  | 30%  | E   | 7    | 6              |      |                  |
| <sup>a</sup> 因湿度过低,对湿球温度不做要求。<br><sup>b</sup> 适用于湿球温度影响室内侧换热的装置。 |      |     |      |                |      |                  |

表 A.2 制热季节性能系数试验工况条件(工商业用型)

单位为摄氏度

| 项目                            | 负荷率  | 测试点 | 热源侧  |                | 使用侧  |      |
|-------------------------------|------|-----|------|----------------|------|------|
|                               |      |     | 干球温度 | 湿球温度           | 干球温度 | 湿球温度 |
| 工商业用型                         | 132% | A   | -20  | — <sup>a</sup> | 20   | 15   |
|                               | 100% | B   | -12  | -13.5          |      |      |
|                               | 80%  | C   | -7   | -8             |      |      |
|                               | 44%  | D   | 2    | 1              |      |      |
|                               | 24%  | E   | 7    | 6              |      |      |
| <sup>a</sup> 因湿度过低,对湿球温度不做要求。 |      |     |      |                |      |      |

表 A.3 制热季节需要制热的各温度的发生时间(户用型)

| 温度区间 $j$ | 室外温度 $t$<br>℃ | 小时数<br>h | 温度区间 $j$ | 室外温度 $t$<br>℃ | 小时数<br>h |
|----------|---------------|----------|----------|---------------|----------|
| 1        | -19           | 1        | 7        | -13           | 30       |
| 2        | -18           | 1        | 8        | -12           | 39       |
| 3        | -17           | 3        | 9        | -11           | 36       |
| 4        | -16           | 6        | 10       | -10           | 62       |
| 5        | -15           | 14       | 11       | -9            | 76       |
| 6        | -14           | 14       | 12       | -8            | 98       |

表 A.3 制热季节需要制热的各温度的发生时间(户用型)(续)

| 温度区间 $j$ | 室外温度 $t$<br>°C | 小时数<br>h | 温度区间 $j$ | 室外温度 $t$<br>°C | 小时数<br>h |
|----------|----------------|----------|----------|----------------|----------|
| 13       | -7             | 120      | 25       | 5              | 181      |
| 14       | -6             | 155      | 26       | 6              | 137      |
| 15       | -5             | 145      | 27       | 7              | 119      |
| 16       | -4             | 180      | 28       | 8              | 130      |
| 17       | -3             | 242      | 29       | 9              | 83       |
| 18       | -2             | 271      | 30       | 10             | 84       |
| 19       | -1             | 242      | 31       | 11             | 76       |
| 20       | 0              | 211      | 32       | 12             | 45       |
| 21       | 1              | 192      | 33       | 13             | 48       |
| 22       | 2              | 181      | 34       | 14             | 40       |
| 23       | 3              | 195      | 总计       |                | 3 663    |
| 24       | 4              | 206      |          |                |          |

表 A.4 制热季节需要制热的各温度的发生时间(工商业用型)

| 温度区间 $j$ | 室外温度 $t$<br>°C | 小时数<br>h | 温度区间 $j$ | 室外温度 $t$<br>°C | 小时数<br>h |
|----------|----------------|----------|----------|----------------|----------|
| 1        | -19            | 0        | 18       | -2             | 64       |
| 2        | -18            | 0        | 19       | -1             | 66       |
| 3        | -17            | 1        | 20       | 0              | 65       |
| 4        | -16            | 0        | 21       | 1              | 46       |
| 5        | -15            | 1        | 22       | 2              | 66       |
| 6        | -14            | 3        | 23       | 3              | 66       |
| 7        | -13            | 5        | 24       | 4              | 60       |
| 8        | -12            | 2        | 25       | 5              | 54       |
| 9        | -11            | 6        | 26       | 6              | 41       |
| 10       | -10            | 15       | 27       | 7              | 33       |
| 11       | -9             | 12       | 28       | 8              | 45       |
| 12       | -8             | 26       | 29       | 9              | 35       |
| 13       | -7             | 32       | 30       | 10             | 38       |
| 14       | -6             | 30       | 31       | 11             | 44       |
| 15       | -5             | 32       | 32       | 12             | 23       |
| 16       | -4             | 52       | 总计       |                | 1 015    |
| 17       | -3             | 52       |          |                |          |

### A.3 试验和计算方法

#### A.3.1 试验要求

##### A.3.1.1 试验机组应符合以下要求：

- 室内机应优先采用直吹型室内机组合进行试验，或采用最低机外静压接风管型室内机组合进行试验。如测试内机为带静压的风管机，其机外静压按 GB/T 18837—2015 规定进行功率修正。
- 名义制热量大于 10 000 W 时，最少配置 3 台室内机，名义制热量小于或等于 10 000 W 时，最少配置 2 台室内机，同时最多配置的室内机数量应不多于表 A.5 的要求。
- 名义制热量大于 8 000 W 的机组的配置率应满足  $100\% \pm 5\%$ ，名义制热量小于或等于 8 000 W 的机组的配置率应满足  $100\% \pm 10\%$ 。每台室内机组的名义制热量都不大于室外机组名义制热量的 50%，室外机组的名义制热量小于或等于 8 000 W 时除外。

表 A.5 室内机最多连接数量

| 机组名义制热量(HC)<br>W            | 室内机连接数量<br>台 |
|-----------------------------|--------------|
| $HC \leq 10\,000$           | 3            |
| $10\,000 < HC \leq 18\,000$ | 4            |
| $18\,000 < HC \leq 32\,000$ | 6            |
| $HC > 32\,000$              | 10           |

A.3.1.2 按图 A.3、图 A.4、图 A.5 或图 A.6 所示的连接方式和要求连接室内机和室外机；试验组合的配管长度(从室外机组到各台室内机组的管线长度)应不小于图 A.3、图 A.4、图 A.5 或图 A.6 的要求或生产者规定。分配器的型式不限。

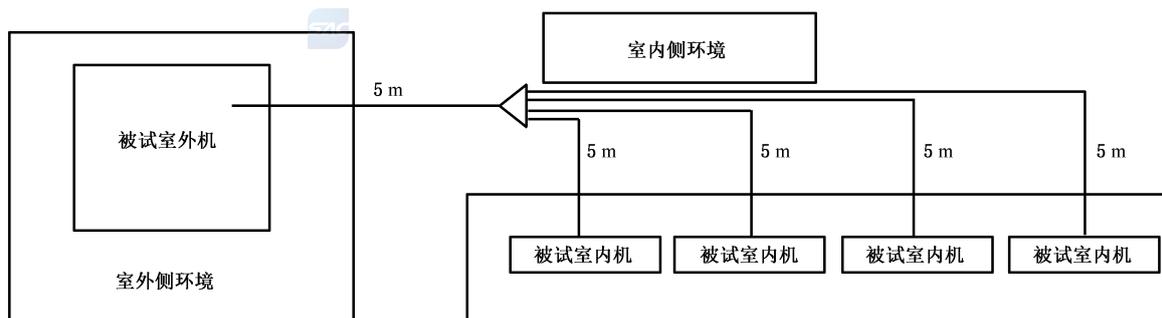


图 A.3 制冷剂集中分配(形式一)

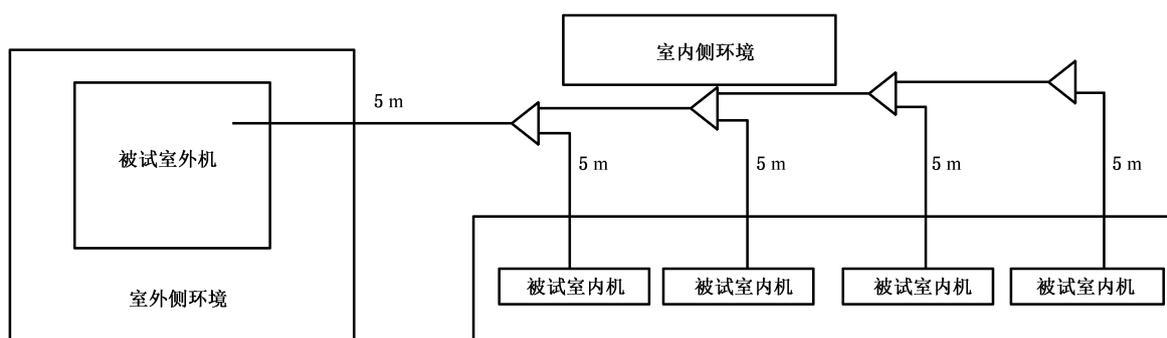


图 A.4 制冷剂多级分配(形式一)

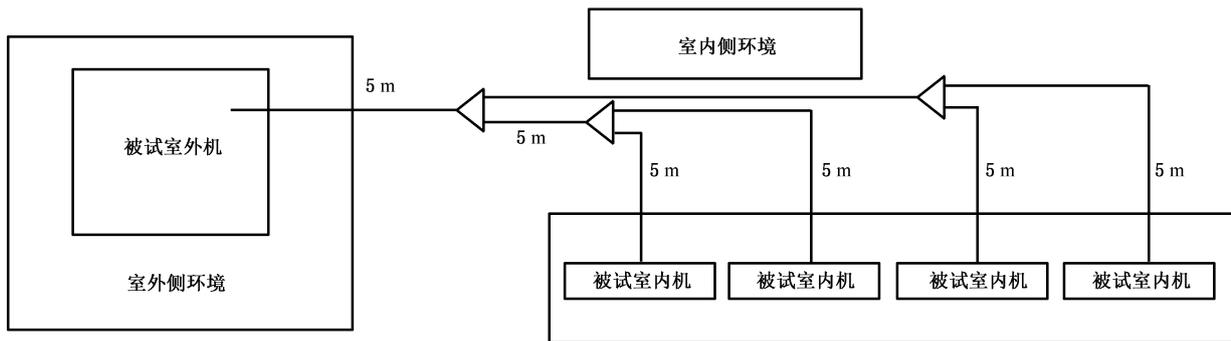


图 A.5 制冷剂多级分配(形式二)

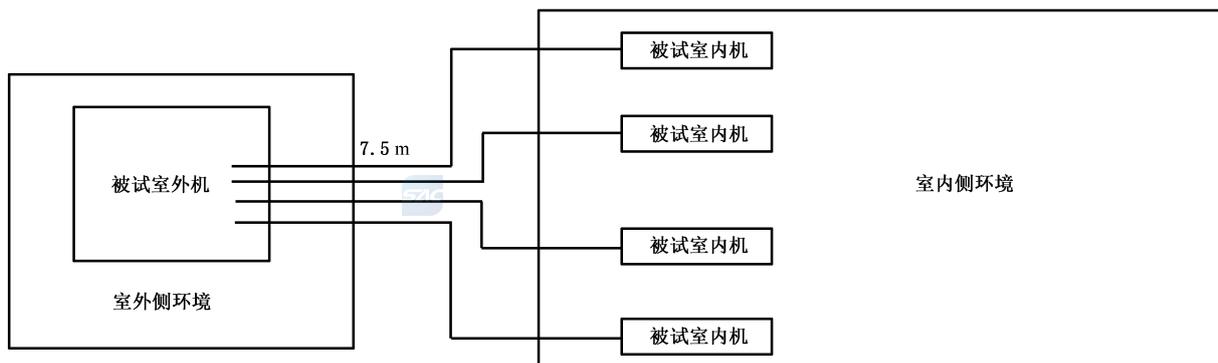


图 A.6 制冷剂集中分配(形式二)

A.3.1.3 机组连接应按各试验的具体要求进行连接,连接管的直径、安装、绝缘保护、抽空、充注制冷剂等应与制造商要求相符。室内、外机的连接管管长、分歧管长度、室内外机落差应按照各试验的具体要求。

A.3.1.4 被测机组安装在试验房间后,机组所有试验应按铭牌上的额定电压和额定频率进行,其偏差不应大于名义值的±1%,另有规定不受限制。

A.3.1.5 对于湿球温度为 0℃以下的工况条件,可通过控制相对湿度来获得对湿球温度的控制。

A.3.1.6 所有制热试验测试各开启的室内风机转速均应不高于名义制热量(-12℃)测试时的风机转速。

A.3.1.7 在名义制热试验时,名义制热量大于 2 200 W 的室内机的单位制热量实测风量应不大于 0.3 m<sup>3</sup>/(h·W),制热量小于或等于 2 200 W 的室内机的单位制热量实测风量应不大于 0.4 m<sup>3</sup>/(h·W)。且在后续所有制热试验中,保持内机风机转速不变。

### A.3.2 HSPF 试验方法

在额定电压下,按 GB/T 18837—2015 规定的方法,分别在表 A.1、表 A.2 规定的测试点 A、B、C、D、E 点,将压缩机的运行频率或容量调至适宜值,使机组的制热量=名义制热量×部分负载率×(100±10)%,测定机组的制热量和制热消耗功率。

其中,在进行 A、B、C、D 工况试验时,室内机可全开;在进行 E 工况试验时,应关闭部分室内机,被关闭的室内机名义制热量之和不小于机组名义制热量的 25%。

### A.3.3 HSPF 计算方法

制热季节性能系数 HSPF 按式(A.2)计算:

$$\text{HSPF} = \frac{\text{HSTL}}{\text{HSTE}} \quad \dots\dots\dots (\text{A.2})$$

制热季节总负荷 HSTL 按式(A.3)计算:

$$\text{HSTL} = \sum_{j=1}^n L_h(t_j) \times n_j \quad \dots\dots\dots (\text{A.3})$$

式中:

$L_h(t_j)$ ——温度  $t_j$  时的房间热负荷,单位为瓦(W);

$n_j$ ——制热季节中制热的各温度下工作时间,单位为小时(h)。

制热季节耗电量 HSTE 按式(A.4)计算:

$$\text{HSTE} = \sum_{j=1}^n \left[ \frac{L_h(t_j) - P_{\text{RH}}(t_j)}{\text{COP}_{\text{bin}}(t_j)} + P_{\text{RH}}(t_j) \right] \times n_j \quad \dots\dots\dots (\text{A.4})$$

式中:

$L_h(t_j)$ ——温度  $t_j$  时的房间热负荷,单位为瓦(W);

$P_{\text{RH}}(t_j)$ ——机组在温度  $t_j$  时,所投入辅助电加热的消耗功率,单位为瓦(W);

$\text{COP}_{\text{bin}}(t_j)$ ——各工作温度下的制热性能系数,单位为瓦每瓦(W/W);

$n_j$ ——制热季节中制热的各温度下工作时间,单位为小时(h)。

当  $t_j < -12 \text{ }^\circ\text{C}$  且  $L_h(t_j) > \varphi_{\text{ful}}(t_j)$  时,机组制热量不足需要补充其电加热,  $P_{\text{RH}}(t_j)$  由式(A.5)确定:

$$P_{\text{RH}}(t_j) = L_h(t_j) - \varphi_{\text{ful}}(t_j) \quad \dots\dots\dots (\text{A.5})$$

式中:

$\varphi_{\text{ful}}(t_j)$ ——温度  $t_j$  时的机组实测制热量,单位为瓦(W);

$\text{COP}_{\text{bin}}(t_j)$  通过测试和计算获得。计算示例如下:

$$\text{COP}_{\text{bin}}(t_j) = \begin{cases} \text{COP}_{\text{bin}}(t_A) + \frac{\text{COP}_{\text{bin}}(t_B) - \text{COP}_{\text{bin}}(t_A)}{t_B - t_A} \times (t_j - t_A), & t_A < t_j \leq t_B \\ \text{COP}_{\text{bin}}(t_B) + \frac{\text{COP}_{\text{bin}}(t_C) - \text{COP}_{\text{bin}}(t_B)}{t_C - t_B} \times (t_j - t_B), & t_B \leq t_j \leq t_C \\ \text{COP}_{\text{bin}}(t_C) + \frac{\text{COP}_{\text{bin}}(t_D) - \text{COP}_{\text{bin}}(t_C)}{t_D - t_C} \times (t_j - t_C), & t_C \leq t_j \leq t_D \\ \text{COP}_{\text{bin}}(t_D) + \frac{\text{COP}_{\text{bin}}(t_E) - \text{COP}_{\text{bin}}(t_D)}{t_E - t_D} \times (t_j - t_D), & t_D \leq t_j \leq t_E \\ \text{COP}_{\text{bin}}(t_E) + \frac{\text{COP}_{\text{bin}}(t_E) - \text{COP}_{\text{bin}}(t_D)}{t_E - t_D} \times (t_j - t_E), & t_j > t_E \end{cases} \quad \dots\dots\dots (\text{A.6})$$

在 C、D、E 工况试验中,若热泵机组的制热量超过要求负荷的 110% 时,则与要求负荷相对应的  $\text{COP}_{\text{bin}}(t_j)$  通过式(A.7)进行计算:

$$\text{COP}_{\text{bin}}(t_k) = \text{COP}_{\text{DH}}(t_k) \times [1 - C_{\text{DH}} \times (1 - \text{LF})] \quad \dots\dots\dots (\text{A.7})$$

式中:

$\text{COP}_{\text{DH}}$ ——C、D、E 工况下连续制热运行时测得的制热性能系数,单位为瓦每瓦(W/W);

$C_{\text{DH}}$ ——通过测试获得,或取默认值 0.25;

$t_k$ ——部分负荷测试点,  $t_C$ 、 $t_D$  和  $t_E$ 。

$$C_{\text{DH}} = \frac{1 - \frac{\text{COP}_{\text{cyc}}}{\text{COP}_{\text{min}(7)}}}{(1 - \text{HLF})} \quad \dots\dots\dots (\text{A.8})$$

$$LF = \frac{\left(\frac{LD}{100}\right) \cdot Q_{FL}}{Q_{PL}} \dots\dots\dots (A.9)$$

式中：

COP<sub>cyc</sub> ——按 GB/T 18837—2015 的 B.3.3.11 方法试验时的制热性能系数,单位为瓦每瓦(W/W)；

COP<sub>min(7)</sub> ——按 GB/T 18837—2015 的 B.3.3.6 方法试验时的制热性能系数,单位为瓦每瓦(W/W)；

HLF ——制热负荷系数,按 GB/T 18837—2015 的 B.3.3.11 方法试验时的制热量  $\varphi_{cyc}$  与按 GB/T 18837—2015 的 B.3.3.6 方法试验时的最小制热量  $\varphi_{min(7)}$  的比值；

LF ——负荷系数；

LD ——需要计算温度点的建筑负荷率；

Q<sub>FL</sub> ——名义制热量(明示值),单位为瓦(W)；

Q<sub>PL</sub> ——部分负荷制热量(实测值),单位为瓦(W)。

