



中华人民共和国国家标准

GB/T 22069—2024

代替 GB/T 22069—2008

燃气发动机驱动空调(热泵)机组

Gas engine driven air-condition (heat pump) unit

2024-09-29 发布

2025-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 型式与基本参数 6

5 技术要求 7

6 试验方法 13

7 检验规则 17

8 标志、包装、运输和贮存 18

附录 A（规范性） 季节能源消耗的试验和计算 20

附录 B（规范性） 消耗燃气热量试验 41

附录 C（规范性） CO 浓度试验 43

附录 D（规范性） NO_x 浓度试验 44

参考文献 55

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/T 22069—2008《燃气发动机驱动空调(热泵)机组》，与 GB/T 22069—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：删除“名义制冷量不大于 85 kW”和“制热时采用电加热或辅助电加热的机组”(见第 1 章，2008 年版的第 1 章)；
- b) 更改了“名义制冷量”“中间制冷量”等术语和定义，删除“长期稳定制冷(热)运行时”中的“长期”用词(见 3.2.2~3.2.6、3.2.11~3.2.15，2008 年版的 3.2.2~3.2.15)；
- c) 增加了“中间制冷消耗电功率”“最小制冷量”“最小制冷消耗燃气热量”“最小制冷消耗电功率”“中间制热消耗电功率”“低温制热消耗燃气热量”“低温制热消耗电功率”“超低温制热量”的术语和定义(见 3.2.7~3.2.10、3.2.16、3.2.21~3.2.23)；
- d) 更改了“全年性能系数”的术语和定义，调整为“全年一次能源性能系数”，且将代号改为“APF_p”(见 3.2.24，2008 年版的 3.2.16)；
- e) 更改了“低温制热量”“低温制热消耗燃气热量”“低温制热消耗功率”的术语和定义，调整为“融霜性能制热量”“融霜性能消耗燃气热量”和“融霜性能消耗电功率”(见 3.2.17~3.2.19，2008 年版的 3.2.12~3.2.14)；
- f) 更改了“超低温制热量”的术语和定义，调整为“低温制热量”(见 3.2.20，2008 年版的 3.2.15)；
- g) 增加了“低温制热消耗燃气热量”“低温制热消耗电功率”的术语和定义(见 3.2.21、3.2.22)；
- h) 更改了“名义制冷消耗功率”“名义制热消耗功率”等术语和定义，调整为“名义制冷消耗电功率”“名义制热消耗电功率”等(见 3.2.4、3.2.13，2008 年版的 3.2.4、3.2.9)；
- i) 删除了“制冷燃气性能系数”“制热燃气性能系数”“排热并用运转”“单独排热运转”“制冷季节燃气消耗热量”“制热季节燃气消耗热量”“制冷季节消耗功率”“制热季节消耗功率”“全年燃气消耗热量”“全年消耗功率”的术语和定义(见 2008 年版的 A.2.1~A.2.4、A.2.9~A.2.14)；
- j) 更改了“制冷季节耗能”“制热季节耗能”“全年能耗”“制冷季节性能系数”“制热季节性能系数”的术语和定义，调整为“制冷季节消耗的一次能源热量”“制热季节消耗的一次能源热量”“全年消耗的一次能源热量”“制冷季节一次能源性能系数”“制热季节一次能源性能系数”，同时将单位由“kW”改为“W·h”，“kW/kW”改为“W·h/(W·h)”(见 3.3.5~3.3.9，2008 年版的 A.2.15~A.2.19)；
- k) 增加了“一次/二次能源换算值”的术语和定义(见 3.3.10)；
- l) 修改了“发动机最高转速”的定义(见 3.4.2，2008 年版见 E.2.1)；
- m) 更改了机组按使用气候环境的分类(见 4.1.3，2008 年版的 4.1.3)；
- n) 更改了“表 1 试验工况”，“低温制冷”更改为“低温运行”、“低温制热”更改为“融霜性能”、“超低温制热”更改为“低温制热”，更改了“低温制热”室外侧入口空气状态，增加了“超低温制热”测试项，增加了备注项(见表 1，2008 年版的表 1)；
- o) 增加了低温型机组和普通型机组的一般要求(见 5.1.2)；
- p) 更改了“氮氧化物浓度 12 点状态(NO_x12)”的标准值(见 5.5.1.3，2008 年版的 5.5.8.3)；
- q) 将“名义制冷”和“中间制冷”合并为“名义制冷性能”，并新增“名义最小制冷”的性能要求(见

表 3,2008 年版见表 3 和表 4);

- r) 更改了“低温制冷”的命名,调整为“低温运行制冷”(见 5.6.1.3,2008 年版的 6.3.3.3);
- s) 将“名义制热”和“中间制热”合并为“名义制热性能”,并新增“名义最小制热”的性能要求(见表 4,2008 年版的表 5 和表 6);
- t) 更改了“机组性能要求”的描述,“低温制热”调整为“融霜性能”,“超低温制热”调整为“低温制热”(见 5.6.2.2、5.6.2.3,2008 年版的 5.5.4.2、5.5.4.3);
- u) 增加了“低温制热”(见 5.6.2.3);
- v) 增加了“超低温制热”的要求和试验方法,并增加“超低温制热”(见 5.7.1、6.3.9.5);
- w) 更改了“自动融霜”的要求,增加了低温型机组的要求(见 5.6.2.6,5.7.2,2008 年版的 5.5.4.5);
- x) 更改了“室外机噪声限值(声压级)”(见 5.6.3,2008 年版见 5.5.7);
- y) 更改了“全年一次能源性能系数(APF_p)”的要求,由小于等于 28 kW 不低于 1.1 kW/kW、大于 28 kW 不低于 1.15 kW/kW 调整为不低于 1.4 kW/kW(见 5.6.4,2008 年版的 5.5.10);
- z) 增加了制热季节一次能源性能系数($HSPF_p$)的要求(见 5.6.5);
- aa) 更改了“试验读数允差”的内容(见 6.1.4,2008 年版的 6.1.5、6.1.6);
- ab) 更改了室内机与室外机连接的要求,调整为“按 GB/T 18837—2015 中 6.3 的规定”(见 6.2.3,2008 年版的 6.2.2、6.2.3、6.2.4);
- ac) 更改了“制冷系统密封性能”的要求,取消机组容量区分(见 6.3.1,2008 年版的 6.3.1);
- ad) 更改了“名义制冷性能”的测试方法,增加了中间制冷消耗电功率测试和最小制冷测试(见 6.3.8.1,2008 年版的 6.3.3.1);
- ae) 增加了“低温制冷性能”“低湿制冷性能”“断续制冷性能”的测试方法(见 6.3.8.2~6.3.8.4);
- af) 更改了“低温制冷”测试方法的命名,调整为“低温运行制冷”(见 6.3.8.6);
- ag) 更改“名义制热性能”的测试方法,增加了中间制热消耗电功率测试和最小制热测试(见 6.3.9.1,2008 年版的 6.3.4.1);
- ah) 增加了“断续制热性能”的测试方法(见 6.3.9.2);
- ai) 更改了“低温制热”的命名(见 6.3.9.3,2008 年版的 6.3.4.2);
- aj) 更改了“超低温制热”的命名和测试方法,增加了电功率和燃气消耗热量的测量测试方法(见 6.3.9.4,2008 年版的 6.3.4.3);
- ak) 增加了“超低温制热”的测试方法(见 6.3.9.5);
- al) 更改了“全年一次能源性能系数(APF_p)”的测试方法,增加了“制热季节一次能源性能系数($HSPF_p$)”的测试方法(见 6.3.7);
- am) 更改了“检验项目”(见 7.3.2,2008 年版的 7.3.2);
- an) 更改了“试验方法”(见 A.2,2008 年版的 A.4);
- ao) 更改了“全年一次能源性能系数(APF_p)的计算”(见 A.3,2008 年版的 A.5);
- ap) 更改了 BL_h 和 t_{hb} 的公式(见表 D.6,2008 年版的表 E.6)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国冷冻空调设备标准化技术委员会(SAC/TC 238)归口。

本文件起草单位:南京天加环境科技有限公司、蓝焰高科(天津)燃气技术有限公司、合肥通用机电产品检测院有限公司、清华大学、冰山松洋制冷(大连)有限公司、乐金空调(山东)有限公司、天津大学、中国制冷空调工业协会、华南理工大学、合肥通用机械研究院有限公司、合肥通用环境控制技术有限公司。

本文件主要起草人：陈昌瑞、易博、刘凤国、王鲁平、石文星、蔡力勇、南相微、杨昭、陈敬良、刘金平、马金平、谢宝刚、孙云、李志亮、张欢、刘晨曦。

本文件于 2008 年首次发布，本次为第一次修订。

燃气发动机驱动空调(热泵)机组

1 范围

本文件规定了燃气发动机驱动空调(热泵)机组(以下简称“机组”)的型式与基本参数、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于燃气发动机驱动空调(热泵)机组,但不含以下机组:

- a) 采用水冷冷凝器的机组;
- b) 可同时制冷制热的机组;
- c) 使用除天然气或液化石油气以外燃气的机组;
- d) 其他特殊用途的机组。

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 191 包装储运图示标志
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB 11174—2011 液化石油气
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 17758—2023 单元式空气调节机
- GB 17820—2018 天然气
- GB/T 18837—2015 多联式空调(热泵)机组
- GB 25130—2010 单元式空气调节机 安全要求
- JB/T 7249 制冷与空调设备 术语

3 术语和定义

JB/T 7249 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

燃气发动机驱动空调(热泵)机组 **gas engine driven air-condition (heat pump) unit**
由燃气发动机作为压缩机驱动源的多联式空调(热泵)机组。

3.2 制冷(热)性能

3.2.1

消耗燃气热量 **gas consumption**
机组运行时所消耗的燃气总热量。

注:单位为瓦(W)。

3.2.2

名义制冷量 rating cooling capacity

机组以额定能力在名义制冷工况和规定条件下稳定制冷运行时,单位时间内从密闭空间、房间或区域内除去的热量总和。

注:单位为瓦(W)。

[来源:JB/T 7249—2022,2.35,有修改]

3.2.3

名义制冷消耗燃气热量 rating cooling gas consumption

机组以额定能力在名义制冷工况和规定条件下稳定制冷运行时所消耗的燃气热量。

注:单位为瓦(W)。

3.2.4

名义制冷耗电功率 rating cooling power consumption

机组以额定能力在名义制冷工况和规定条件下稳定制冷运行时所消耗的电功率。

注:单位为瓦(W)。

3.2.5

中间制冷量 middle cooling capacity

机组以发挥名义制冷量的 1/2 能力,在名义制冷工况和规定条件下稳定制冷运行时,单位时间内从密封、房间或区域内除去的热量的总和。

注 1:中间制冷量在名义制冷量 50%±5% 的范围内。但是,机组最小能力超过名义制冷量的 55% 时,以机组最小能力作为中间制冷量。

注 2:单位为瓦(W)。

3.2.6

中间制冷消耗燃气热量 middle cooling gas consumption

机组以发挥名义制冷量的 1/2 能力,在名义制冷工况和规定条件下稳定制冷运行时所消耗的燃气热量。

注 1:机组的最小能力超过名义制冷量的 55% 时,以机组最小能力运行时的消耗燃气热量作为中间制冷消耗的燃气热量。

注 2:单位为瓦(W)。

3.2.7

中间制冷耗电功率 middle cooling power consumption

机组以发挥名义制冷量的 1/2 能力,在名义制冷工况和规定条件下稳定制冷运行时所消耗的电功率。

注:单位为瓦(W)。

3.2.8

最小制冷量 minimal cooling capacity

机组以最小能力在名义制冷工况和规定条件下稳定制冷运行时,单位时间内从密封、房间或区域内除去的热量的总和。

注:单位为瓦(W)。

3.2.9

最小制冷消耗燃气热量 minimal cooling gas consumption

机组以最小能力在名义制冷工况和规定条件下稳定制冷运行时所消耗的燃气热量。

注:单位为瓦(W)。

3.2.10

最小制冷耗电功率 minimal cooling power consumption

机组以最小能力在最小制冷工况和规定条件下稳定制冷运行时所消耗的电功率。

注:单位为瓦(W)。

3.2.11

名义制热量 rating heating capacity

机组以额定能力在名义制热工况和规定条件下稳定制热运行时,单位时间内送入密闭空间、房间或区域内的热量总和。

注:单位为瓦(W)。

[来源 JB/T 7249—2022,2.36,有修改]

3.2.12

名义制热消耗燃气热量 rating heating gas consumption

机组以额定能力在名义制热工况和规定条件下稳定制热运行时所消耗的燃气热量。

注:单位为瓦(W)。

3.2.13

名义制热消耗电功率 rating heating power consumption

机组以额定能力在名义制热工况和规定条件下稳定制热运行时所消耗的电功率。

注:单位为瓦(W)。

3.2.14

中间制热量 middle heating capacity

机组以发挥名义制热量的 1/2 能力,在名义制热工况和规定条件下稳定制热运行时,单位时间内送入密闭空间、房间或区域内的热量总和。

注 1:中间制热量在名义制热量 50%±5% 的范围内,但是,机组最小能力超过名义制热量的 55% 时,以机组最小能力为中间制热量。

注 2:单位为瓦(W)。

3.2.15

中间制热消耗燃气热量 middle heating gas consumption

机组以发挥名义制热量的 1/2 能力,在名义制热工况和规定条件下稳定制热运行时所消耗的燃气热量。

注 1:机组的最小能力超过名义制热量的 55% 时,以机组最小能力运行时消耗的燃气热量为中间制热消耗的燃气热量。

注 2:单位为瓦(W)。

3.2.16

中间制热消耗电功率 middle heating power consumption

机组以发挥名义制热量的 1/2 能力,在名义制热工况和规定条件下稳定制热运行时所消耗的电功率。

注 1:机组的最小能力超过名义制热量的 55% 时,以机组最小能力运行时的耗电功率为中间制热耗电功率。

注 2:单位为瓦(W)。

3.2.17

融霜性能制热量 defrost capacity

机组以最大能力在融霜工况和规定条件下稳定制热运行时,单位时间内送入密闭空间、房间或区域内的热量总和。

注:单位为瓦(W)。

3.2.18

融霜性能消耗燃气热量 defrost gas consumption

机组以最大能力在融霜工况和规定条件下稳定制热运行时所消耗的燃气热量。

注:单位为瓦(W)。

3.2.19

融霜性能消耗电功率 defrost power consumption

机组以最大能力在融霜工况和规定条件下稳定制热运行时所消耗的电功率。

注：单位为瓦(W)。

3.2.20

低温制热量 rating low temperature heating capacity

机组以额定低温制热能力在低温制热工况和规定条件下稳定制热运行时，单位时间内送入密闭空间、房间或区域内的热量总和。

注：单位为瓦(W)。

3.2.21

低温制热消耗燃气热量 rating low temperature heating gas consumption

机组以额定低温制热能力在低温制热工况和规定条件下稳定制热运行时所消耗的燃气热量。

注：单位为瓦(W)。

3.2.22

低温制热消耗电功率 rating low temperature heating power consumption

机组以额定低温制热能力在低温制热工况和规定条件下稳定制热运行时所消耗的电功率。

注：单位为瓦(W)。

3.2.23

超低温制热量 rating extra-low temperature heating capacity

机组以超低温制热能力在超低温制热工况和规定条件下稳定制热运行时，单位时间内送入密闭空间、房间或区域内的热量总和。

注：单位为瓦(W)。

3.2.24

全年一次能源性能系数 annual primary energy performance factor

机组在制冷及制热季节从室内空气中除去的总热量及加入室内空气中的总热量之和与消耗的全年一次能源总热量的比值。

注 1：全年一次能源性能系数(APF_p)以南京地区为代表城市、以办公建筑为代表建筑类型，其他城市及建筑类型参照执行。

注 2：单位为瓦时每瓦时[W·h/(W·h)]。

3.3 季节性能

3.3.1

部分负荷率 part load factor

PLF

同一温度、湿度条件下，断续运转时的性能系数与连续运转时的性能系数之比。

3.3.2

效率降低系数 degradation coefficient

C_D

由于断续运转导致性能降低的系数。

3.3.3

制冷季节 cooling season

机组制冷运转的日期段。当基于标准气象数据的日平均气温达到某温度(租赁商铺与办公建筑均为 20℃)以上第 3 次的那天开始，到日平均气温达到该温度以上的最后一天向前数第 3 次的那天为止。

3.3.4

制热季节 heating season

机组制热运转的日期段。当基于标准气象数据的日平均气温达到某温度(租赁商镗与办公建筑均为 10℃)以下第 3 次的那天开始,到日平均气温达到该温度以下的最后一天向前数第 3 次的那天为止。

3.3.5

制冷季节消耗一次能源热量 cooling seasonal primary energy consumption

CSECP

制冷季节机组运转消耗的一次能源热量的总和。

注:单位为瓦时(W·h)。

3.3.6

制热季节消耗一次能源热量 heating seasonal primary energy consumption

HSECP

制热季节机组运转消耗的一次能源热量的总和。

注:单位为瓦时(W·h)。

3.3.7

制冷季节一次能源性能系数 seasonal primary energy efficiency ratio

SEERP

制冷季节机组从室内空气中除去的总热量与制冷季节消耗的一次能源热量总和的比值。

注:单位为瓦时每瓦时[W·h/(W·h)]。

3.3.8

制热季节一次能源性能系数 heating seasonal primary energy performance factor

HSPFP

制热季节机组加入室内空气中的总热量与制热季节消耗的一次能源热量总和的比值。

注:单位为瓦时每瓦时[W·h/(W·h)]。

3.3.9

一次/二次能源换算值 conversion value of primary/secondary energy

Rge

将消耗的电功率换算成一次能源热量时使用的换算值,以消耗 1 kW·h 电力需要消耗 9 356 kJ 热量为换算基准,即 $R_{ge}=9\,356\text{ kJ/kW}\cdot\text{h}$ 。

注 1: Rge 值来源于 2021 年全国电力工业统计数据。

注 2: 该换算值也可采用其他值,但需要在使用说明书中予以记载。

3.4 NO_x 浓度及试验

3.4.1

氮氧化物浓度 12 点状态值 NO_x density twelve point state value

NO_{x12}

按规定的 NO_x 浓度试验测量从机组排出烟气中的 NO_x 浓度值(制冷、制热各 6 点),并计算平均浓度值。

3.4.2

燃气发动机最高转速 gas engine maximum speed

机组在制冷与制热能力试验条件下运转时的燃气发动机转速的上限值。

3.4.3

燃气发动机最低转速 gas engine minimum speed
机组燃气发动机转速的下限值。

4 型式与基本参数

4.1 型式

4.1.1 机组按室内机送风型式分为：

- a) 直接吹出型；
- b) 风管连接型。

4.1.2 机组按使用的燃料种类分为：

- a) 天然气型；
- b) 液化石油气型。

4.1.3 机组按使用气候环境分为：

- a) 普通型；
- b) 低温型。

4.1.4 机组型号的编制方法，可由制造商自行确定，但型号中应体现机组名义工况下的制冷量。

4.2 基本参数

4.2.1 机组的电源为额定电压单相 220 V 或三相 380 V 交流电，额定频率 50 Hz。

- a) 电压允差不超出额定电压±5%的范围；
- b) 频率允差不超出±0.5 Hz 的范围。

4.2.2 机组的正常工作条件如下：

- a) 普通型机组的环境温度：－20 ℃～43 ℃；
- b) 低温型机组的环境温度：－25 ℃～43 ℃。

4.2.3 机组的制冷和制热试验工况参数按表 1 的规定。

表 1 试验工况

试验条件		室内侧入口空气状态		室外侧入口空气状态	
		干球温度 ℃	湿球温度 ℃	干球温度 ℃	湿球温度 ℃
制冷 试验	名义制冷	27	19	35	—
	最大运行	32	23	43	
	低温运行	21	15	21	
	室内机凝露及凝结水排除	27	24	27	
制热 试验	名义制热	20	15	7	6
	融霜性能			2	1
	低温制热			－7	－8
	超低温制热		—	－12	－13.5
	最大运行	27	—	24	18

表 1 试验工况（续）

试验条件		室内侧入口空气状态		室外侧入口空气状态	
		干球温度 ℃	湿球温度 ℃	干球温度 ℃	湿球温度 ℃
制热 试验	自动融霜	20	≤15 ^a	2	1
注 1：室内机风机转速挡与制造商要求一致。 注 2：若室外机标称有机外静压，按照室外机的机外静压进行试验。 注 3：若室外机风量可调则按照制造商说明书规定的风量进行，如风量不可调，室外机风速挡按照名义风速挡进行试验。 注 4：“—”表示不做要求。					
^a 适用于湿球温度影响室内侧换热的装置。					

4.2.4 机组使用的燃气条件按表 2 的规定。

表 2 燃气的种类和压力

燃气种类		燃气标准	燃气压力 kPa		
			最高压力	标准压力	最低压力
液化石油气	19Y	GB 11174—2011	3.3	2.8	2.0
	20Y				
	22Y				
天然气	13T	GB 17820—2018	2.5	2.0	1.0
	12T				
	10T				
	6T		2.2	1.5	0.7
	4T		2.0	1.0	0.5
注：燃气种类、成分、热值、压力及其他参数以用户和制造商的协议为准。					

4.2.5 现场不接风管的机组，机外静压为 0 Pa；接风管的机组应标注机外静压。

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 机组应按规定程序批准的图样和技术文件制造。
- 5.1.2 低温型机组除了应满足 5.2～5.6 的要求外，还应满足 5.7 规定的特定要求。

5.2 材料

5.2.1 机组制冷系统零部件的材料在制冷剂、润滑油及其混合物的作用下，不应劣化且保证机组正常

工作。

5.2.2 燃气发动机应具有减振措施,减振材料的使用寿命不应低于机组的使用寿命。

5.2.3 燃气管路:

- a) 金属材料应为耐腐蚀性材料,或在材料表面进行防腐蚀处理;
- b) 橡胶软管材质应能满足燃气压力及成分的要求;
- c) 金属挠性软管应满足强度和密封性要求;
- d) 减压阀下游承受负压的燃气管路应使用充分耐负压的材料。

5.2.4 排气管路:

- a) 金属材料应为耐腐蚀性材料,或者在材料表面进行防腐蚀处理;
- b) 非金属材料应为耐排气腐蚀及耐凝结水腐蚀的材料;
- c) 应为充分耐高温的材料。

5.2.5 机组的保温材料、吸音材料等应无毒、无异味且为难燃材料。

5.3 结构

5.3.1 燃气连接口及燃气截止阀:

- a) 燃气连接口从机组外部露出或处于外部容易看到的位置,并采用螺纹连接;
- b) 燃气管路上串联安装 2 个或 2 个以上的燃气截止阀,且各阀功能独立,当燃气发动机停止时各燃气截止阀全部关闭。

5.3.2 燃气管路:

- a) 燃气发动机在运转时关闭燃气阀,从关闭燃气阀到燃气发动机停止运转期间,承受负压的燃气管路各部分无异常变形;
- b) 使用内径 2 mm 以下的铜管时,内表面进行镀锡等表面处理。

5.3.3 排气管路:

- a) 充分抗振并便于凝结水排出;
- b) 排气口有防止直径 16 mm 的钢球和鸟等进入的结构。

5.3.4 吸气箱:

- a) 开口部分有防止直径 16 mm 的钢球和鸟等进入的结构;
- b) 吸气箱的外罩板可拆装。

5.3.5 燃气发动机:

- a) 燃气发动机启动电机有防止过热的功能;
- b) 燃气发动机点火装置在点火过程产生的电磁波不应干扰其他设备;
- c) 燃气发动机有保护装置,当其转速超过制造商规定的转速或燃气发动机油减少到制造商规定的状态或燃气发动机冷却水(防冻液)超过制造商规定的温度时,具有燃气发动机停止、燃气管路自动关闭的功能。

5.4 安全要求

机组的安全要求应符合 GB 25130—2010 的规定。

5.5 性能要求

5.5.1 燃气发动机性能

5.5.1.1 燃气发动机启动

按 6.3.6 试验时,3 次运转操作应全部一次点火启动,且在燃气发动机启动、运转及停止时不出现

回火。

5.5.1.2 理论干燥烟气中的 CO 体积浓度

按 6.3.10 试验时,理论干燥烟气中的 CO 体积浓度不应大于 0.28%。

5.5.1.3 氮氧化物浓度 12 点状态值(NO_x 12)

按 6.3.11 试验时,氮氧化物浓度 12 点状态值(NO_x 12)不应大于 100 mL/m³。

5.5.2 燃气管路气密性

按 6.3.12 试验时,应满足以下要求:

- a) 机组在停止状态下,通过燃气截止阀的内部泄漏量不大于 0.07 L/h;
- b) 从燃气连接到燃气发动机入口的管路无泄漏。

5.5.3 制冷系统密封性

按 6.3.1 试验时,制冷系统各部分不应有制冷剂泄漏。

5.5.4 运转

按 6.3.2 试验时,所测消耗燃气热量、运转电流、进出风温度等参数应满足设计要求。

5.5.5 发热

按 6.3.3 试验时,制冷及制热运转时各部位的温度应符合 GB 25130—2010 中第 9 章的规定,且还应满足以下要求:

- a) 燃气通过的燃气截止阀及减压阀的外表面温度低于 85 ℃;
- b) 排烟温度低于 260 ℃。

5.5.6 防水

按 6.3.4 试验时,除应符合 GB 25130—2010 中第 11 章的规定外,还应满足以下要求:

- a) 无燃气发动机停止等异常;
- b) 试验结束后进行 3 次运转操作,每次启动无异常,且在燃气发动机启动、运转及停止时不出现回火。

5.6 机组性能要求

5.6.1 制冷性能

5.6.1.1 名义制冷性能

机组实测的名义制冷各性能参数应满足表 3 的要求。

表 3 名义制冷性能

项目	制冷量 ≥	消耗燃气热量 ≤	消耗电功率 ≤
名义制冷	名义制冷量的 95%	名义制冷消耗燃气热量的 110%	名义制冷消耗电功率的 110%
名义中间制冷	名义中间制冷量的 95%	名义中间制冷消耗燃气热量的 110%	名义中间制冷消耗电功率的 110%
名义最小制冷	名义最小制冷量的 105%	名义最小制冷消耗燃气热量的 110%	名义最小制冷消耗电功率的 110%

5.6.1.2 最大运行制冷

在最大运行制冷期间,按 6.3.8.5 试验时,应满足以下要求。

- a) 机组各部件无损坏,机组能正常运行。
- b) 机组在最大运行制冷期间,燃气发动机不停止或过载保护器不跳开。
- c) 当机组停机 3 min 后,能再启动连续运行 1 h。在启动运行的最初 5 min 内允许燃气发动机停止或过载保护器跳开,其后不允许;在运行的最初 5 min 内过载保护器不复位、但在停机不超过 30 min 复位的,再连续运行 1 h。

5.6.1.3 低温运行制冷

在低温运行制冷期间,按 6.3.8.6 试验时,机组应满足 GB/T 18837—2015 中 5.4.12 的要求。

5.6.1.4 室内机凝露

在室内机凝露期间,按 6.3.8.7 试验时,机组应满足 GB/T 18837—2015 中 5.4.13 的要求。

5.6.1.5 室内机凝结水排除

在室内机凝结水排除期间,按 6.3.8.8 试验时,机组应满足 GB/T 18837—2015 中 5.4.14 的要求。

5.6.2 制热性能

5.6.2.1 名义制热性能

机组实测的名义制热各性能参数应满足表 4 的要求。

表 4 名义制热性能

项目	制热量 ≥	消耗燃气热量 ≤	消耗电功率 ≤
名义制热	名义制热量的 95%	名义制热消耗燃气热量的 110%	名义制热消耗电功率的 110%
名义中间制热	名义中间制热量的 95%	名义中间制热消耗燃气热量的 110%	名义中间制热消耗电功率的 110%
名义最小制热	名义最小制热量的 105%	名义最小制热消耗燃气热量的 110%	名义最小制热消耗电功率的 110%

5.6.2.2 融霜性能

机组的融霜性能,按 6.3.9.3 试验时,各实测值应满足表 5 的要求。

表 5 融霜性能

项目	制热量 ≥	消耗燃气热量 ≤	消耗电功率 ≤
融霜性能	名义融霜性能制热量的 95%	名义融霜性能消耗燃气热量的 110%	名义融霜性能消耗电功率的 110%

5.6.2.3 低温制热

机组的低温制热性能,按 6.3.9.4 试验时,各实测值应满足表 6 的要求。

表 6 低温制热

项目	制热量 ≥	消耗燃气热量 ≤	消耗电功率 ≤
融霜性能	名义低温制热的 95%	名义低温制热消耗燃气热量的 110%	名义低温制热消耗电功率的 110%

5.6.2.4 最大运行制热

在机组最大运行制热期间,按 6.3.9.6 方法试验时,满足如下要求。

- a) 机组各部件不应损坏,机组应能正常运行。
- b) 机组在最大运行制热期间,燃气发动机不应停止或过载保护器不应跳开。
- c) 当机组停机 3 min 后,再启动连续运行 1 h,但在启动运行的最初 5 min 内允许燃气发动机停止或过载保护器跳开,其后不准许;在运行的最初 5 min 内过载保护器不复位时,在停机不超过 30 min 复位的,应连续运行 1 h。

5.6.2.5 自动融霜

在普通型机组自动融霜期间,按 6.3.9.7 试验时,在融霜周期中室内机的送风温度低于 18 ℃ 的持续时间应不超过 1 min。

5.6.3 噪声

机组实测的噪声值不应超过表 7 和表 8 规定的限值,且不大于明示值+3 dB(A)。机组在全消声室测试的噪声值应注明“在全消声室测试”的字样,其符合性判定以半消声室测试为准。

表 7 室内机噪声限值(声压级)

名义制冷量 kW	直接吹出型 dB(A)	风管连接型 dB(A)
≤2.5	40	42
>2.5~4.5	43	45
>4.5~7.0	50	52
>7.0~14.0	57	59
>14.0~28.0	63	65
>28.0~50.0	67	69
>50.0~80.0	69	71
>80.0~85.0	72	74

表 8 室外机噪声限值(声压级)

名义制冷量 W	所有类型 dB(A)
≤28 000	65
>28 000~56 000	67
>56 000~84 000	69
>84 000	72

5.6.4 全年一次能源性能系数(APF_p)

机组实测的全年一次能源性能系数不应低于 1.40 W·h/(W·h),且不小于明示值的 95%。

5.6.5 制热季节一次能源性能系数(HSPF_p)

机组实测的制热季节一次能源能效比不应低于 1.50 W·h/(W·h),且不小于明示值的 95%。

5.7 低温型机组特定要求

5.7.1 超低温制热

对于低温型机组,按 6.3.9.5 试验时,各实测值应满足表 9 的要求。

表 9 超低温制热

项目	制热量 ≥	消耗燃气热量 ≤	消耗电功率 ≤	一次能源性能系数(COP _{p-12℃}) ≥
超低温制热	名义超低温制热量的 95%	名义超低温制热消耗燃气热量的 110%	名义超低温制热耗电功率的 110%	1.0 且 ≥明示值的 95%

5.7.2 自动融霜

在低温型机组自动融霜期间,按 6.3.9.7 试验时,在融霜周期中室内机的送风温度应不低于 18℃。

6 试验方法

6.1 试验条件

- 6.1.1 机组制冷量和制热量的试验装置见 GB/T 17758—2023 的附录 A。
- 6.1.2 试验工况见表 1,按相应工况进行试验。
- 6.1.3 试验用仪表应经法定计量检验部门检定合格,并在有效期内。仪表的型式及准确度应满足表 10 的要求。

表 10 仪器仪表的形式及准确度

类型	型式	准确度
温度测量仪表	水银玻璃温度计、电阻温度计、热电偶	空气温度:±0.1℃ 水温:±0.1℃ 制冷剂温度:±1.0℃
流量测量仪表	记录式、指示式、积算式	测量流量±1.0%
制冷剂压力测量仪表	压力表、变送器	测量压力的±2.0%
空气压力测量仪表	气压表、气压变送器	风管静压±2.45 Pa
电量测量仪表	指示式	0.5 级精度
	积算式	1.0 级精度
质量测量仪表	天平、台秤、磅秤	测量质量的±1.0%
转速仪表	机械式、电子式	测量转速的±1.0%
气压测量仪表(大气压力)	气压表、气压变送器	大气压力读书的±0.1%
时间测量仪表	秒表	测量经过时间的±0.2%
噪声测量仪表	声级计	I 型或 I 型以上
燃料测量仪表	燃气量热器、燃弹式量热器、气相测谱仪	±0.5%
烟气分析仪表	红外线式、氧化锆式、磁气式、电池式气体分析仪,烟浓度计,化学、电化学方法	>1%时,相对误差±2% 0.04%~1%时,相对误差±5% <0.04%时,绝对误差±0.002%
燃气压力测量仪表	水柱压力计、电子压力计、 弹簧管压力表、膜片压力计	±1.0%

6.1.4 机组进行制冷试验和制热试验(名义制热、最大运行)时,试验工况参数的读数允差应符合 GB/T 18837—2015 中 6.1.4 的规定。

6.2 试验要求

- 6.2.1 机组所有试验应按铭牌上的额定电压、额定频率、燃气种类及压力进行。
- 6.2.2 试验用燃气的种类应按制造商制定的种类。若制作商没有制定,则从表 2 中任选一种。试验气体的压力见表 2,如果制造商没有制定,则为标准压力。

6.2.3 其他试验要求按 GB/T 18837—2015 中 6.3 的规定。

6.3 试验步骤

6.3.1 制冷系统密封性

机组的制冷系统在制造商制定种类和数量的制冷剂充填状态下,用灵敏度为 $1 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 的制冷剂检漏仪进行检验。

6.3.2 运转

机组在接近名义制冷工况条件下运行,分别测量机组的消耗燃气热量、运转电流和进出风温度或进出水温度。检查安全保护装置的灵敏度和可靠性,检验温度、电气等控制元件的动作是否正常。

6.3.3 发热

机组按 GB 25130—2010 中第 9 章进行发热试验。

6.3.4 防水

机组按 GB 25130—2010 中第 11 章进行防水试验。

6.3.5 噪声

在额定频率和额定电压下,按 GB/T 17758—2023 的附录 E 测定室内机及室外机噪声。

6.3.6 燃气发动机启动

6.3.6.1 试验条件

电源电压按机组额定电压的 90% 及 110% 分别试验,频率为机组额定频率。

试验用燃气应为机组铭牌上所示的燃气种类,燃气压力按 4.2.4 规定的最高压力及最低压力分别试验。

6.3.6.2 试验方法

启动机组,在正常使用状态下运转 1 min 后停止,冷却至常温后,再次启动。连续进行 3 次上述操作。

在试验过程中,确认有无回火等异常现象。

6.3.7 全年一次能源性能系数(APF_p)

按 4.2.3 规定的工况条件,根据附录 A 的试验和计算方法得出机组全年一次能源性能系数。在测试全年一次能源性能系数的同时,得出机组制热季节一次能源性能系数(HSPF_p)。

6.3.8 制冷

6.3.8.1 名义制冷性能

名义制冷量试验在 4.2.3 规定的名义制冷工况和规定条件下,按 GB/T 17758—2023 附录 A 方法进行。机组以发挥名义制冷能力,连续稳定运行 1 h 后进行测试。在测量机组名义制冷量的同时测量机组的名义制冷消耗电功率和按附录 B 测量机组的名义制冷消耗燃气热量。

中间制冷量试验在 4.2.3 规定的名义制冷工况和规定的条件下,按 GB/T 17758—2023 附录 A 方

法进行。机组以发挥中间制冷能力,连续稳定运行 1 h 后进行测量。在测量机组中间制冷量的同时测量机组的中间制冷消耗电功率和按附录 B 测量中间制冷消耗燃气热量。

最小制冷量试验在 4.2.3 规定的名义制冷工况和规定条件下,按 GB/T 17758—2023 附录 A 方法进行。机组以发挥最小制冷能力,连续稳定运行 1 h 后进行测试。在测量机组最小制冷量的同时测量机组的最小制冷消耗电功率和按附录 B 测量机组的最小制冷消耗燃气热量。

6.3.8.2 低温制冷性能

低温名义制冷量试验按 GB/T 17758—2023 中表 4 的低温制冷工况和规定的条件下,按 GB/T 17758—2023 中附录 A 的方法进行。机组以发挥低温名义制冷能力,连续稳定运行 1 h 后进行测试。在测量机组低温名义制冷量的同时测量机组的低温名义制冷消耗电功率和按附录 B 测量机组的低温名义制冷消耗燃气热量。

低温中间制冷量试验按 GB/T 17758—2023 中表 4 的低温制冷工况和规定的条件下,按 GB/T 17758—2023 中附录 A 的方法进行。机组以发挥低温中间制冷能力,连续稳定运行 1 h 后进行测试。在测量机组低温中间制冷量的同时测量机组的低温中间制冷消耗电功率和按附录 B 测量低温中间制冷消耗燃气热量。

低温最小制冷量按 GB/T 17758—2023 中表 4 的低温制冷工况和规定的条件下,按 GB/T 17758—2023 中附录 A 的方法进行。机组以发挥低温最小制冷能力,连续稳定运行 1 h 后进行测试。在测量机组低温最小制冷量的同时测量机组的低温最小制冷消耗电功率和按附录 B 测量机组的低温最小制冷消耗燃气热量。

6.3.8.3 低湿制冷性能

在 GB/T 17758—2023 中表 4 的低湿制冷工况和规定条件下,按 GB/T 17758—2023 附录 A 方法进行。机组以发挥低湿制冷能力,连续稳定运行 1 h 后进行测试。在测量机组低湿制冷量的同时测量机组的低湿制冷消耗电功率和按附录 B 测量机组的低湿制冷消耗燃气热量。

6.3.8.4 断续制冷性能

在 GB/T 17758—2023 中表 4 的断续制冷工况和 GB/T 17758—2023 中 D.3.3.11 的 a)~e)规定条件下,按 GB/T 17758—2023 附录 A 方法进行。机组以发挥断续制冷能力,连续稳定运行 1 h 后进行测试。在测量机组低断续冷量的同时测量机组的断续制冷消耗电功率和按附录 B 测量机组的断续制冷消耗燃气热量。

6.3.8.5 最大运行制冷

机组的最大运行制冷按 GB/T 18837—2015 中 6.4.8 的规定进行。

6.3.8.6 低温运行制冷

机组的低温制冷按 GB/T 18837—2015 中 6.4.12 的规定进行。

6.3.8.7 室内机凝露

机组的室内机凝露按 GB/T 18837—2015 中 6.4.13 的规定进行。

6.3.8.8 室内机凝结水排除

机组的室内机凝结水排除按 GB/T 18837—2015 中 6.4.14 的规定进行。

6.3.9 制热

6.3.9.1 名义制热性能

名义制热量试验在 4.2.3 规定的名义制热工况和规定条件下,按 GB/T 17758—2023 中附录 A 方法进行。机组以发挥名义制热能力,连续稳定运行 1 h 后进行测量。在测量机组名义制热量的同时测量机组的名义制热消耗电功率和按附录 B 测量机组的名义制热消耗燃气热量。

中间制热量试验在 4.2.3 规定的名义制热工况和规定的条件下,按 GB/T 17758—2023 中附录 A 方法进行。机组以发挥中间制热能力,连续稳定运行 1 h 后进行测量。在测量机组中间制热量的同时测量机组的中间制热消耗电功率和按附录 B 测量中间制热消耗燃气热量。

最小制热量试验在 4.2.3 规定的名义制热工况和规定条件下,按 GB/T 17758—2023 中附录 A 方法进行。机组以发挥最小制热能力,连续稳定运行 1 h 后进行测试。在测量机组最小制热量的同时测量机组的最小制热消耗电功率和按附录 B 测量机组的最小制热消耗燃气热量。

6.3.9.2 断续制热性能

在 GB/T 17758—2023 中表 4 的断续制热工况和 GB/T 17758—2023 中 D.3.3.12 的 a)~e)规定条件下,按 GB/T 17758—2023 中附录 A 方法进行。机组以发挥断续制热能力,连续稳定运行 1 h 后进行测试。在测量机组低断续热量的同时测量机组的断续制热消耗电功率和按附录 B 测量机组的断续制热消耗燃气热量。

6.3.9.3 融霜性能

融霜性能制热量试验在 4.2.3 规定的融霜性能工况和规定条件下,按 GB/T 17758—2023 中附录 A 的方法进行。机组以最大能力连续稳定运行 1 h 后进行测量。在测量机组融霜性能的同时测量机组的融霜性能消耗电功率和按附录 B 测量机组的融霜性能消耗燃气热量。

6.3.9.4 低温制热

低温制热量试验在 4.2.3 规定的低温制热工况和规定条件下,按 GB/T 17758—2023 中附录 A 的方法进行。机组以发挥低温制热能力,连续稳定运行 1 h 后进行测量。在测量机组低温制热量的同时测量机组的低温制热消耗电功率和按附录 B 测量机组的低温制热消耗燃气热量。

6.3.9.5 超低温制热

超低温制热量试验在 4.2.3 规定的超低温制热工况和规定条件下,按 GB/T 17758—2023 中附录 A 的方法进行。机组以发挥超低温制热能力,连续稳定运行 1 h 后进行测量。在测量机组超低温制热量的同时测量机组的超低温制热消耗电功率和按附录 B 测量机组的超低温制热消耗燃气热量,并计算性能系数。

注:性能系数 $\text{COP}_{\text{p}-12\text{℃}}$ 的计算方法:
$$\text{COP}_{\text{p}-12\text{℃}} = \frac{\phi_{-12\text{℃}}}{G_{-12\text{℃}} + \frac{\text{Rge}}{3\,600} \times P_{-12\text{℃}}}。$$

6.3.9.6 最大运行制热

机组的最大运行制热按 GB/T 18837—2015 中 6.4.9 的规定进行。

6.3.9.7 自动融霜

将装有自动融霜装置的机组的温度控制器、风扇转速(室内机高速、室外机低速)、风门和导向格栅调到最易使室外侧换热器结霜的状态。按表 1 规定的自动融霜试验工况运行稳定后,连续运行两个完

整的融霜周期或连续运行 3 h(试验总时间从首次融霜周期结束时开始),3 h 后首次出现融霜周期结束为止,应取长者。

注: 机组运行稳定后,若连续运行 3 h,室内侧及室外侧吹出空气温度的最大变动幅度在±1.0℃范围内,则判定为室外换热器无霜。

6.3.8 理论干燥烟气中的 CO 体积浓度

理论干燥烟气中的 CO 体积浓度按附录 C 进行测定。

6.3.9 氮氧化物浓度 12 点状态值(NO_x12)

氮氧化物浓度 12 点状态值按附录 D 进行测定。

注: CO 浓度试验与 NO_x12 浓度试验可同时进行。

6.3.10 燃气管路气密性

将机组燃气截止阀关闭,在机组燃气入口处安装精密气体流量计,从流量计入口侧加 4.2 kPa 压力的空气,测出泄漏量,通过该测量值计算出 1 h 的泄漏量。

按 4.2.4 规定的燃气最高压力运转,利用试验火确认从机组燃气入口到燃气发动机入口有无泄漏。

7 检验规则

7.1 出厂检验

每台机组均应做出厂检验,检验项目按表 11 的规定。

7.2 抽样检验

7.2.1 机组应从出厂检验合格的产品中抽样,检验项目和试验方法按表 11 的规定。

7.2.2 抽样方法按同一型号的产品每 100 台抽取 1 台(不足 100 台按 100 台计)进行,逐批检验的抽检项目、批量、抽样方案、检查水平及质量合格水平等由制造商自行决定。

7.3 型式检验

当有新产品问世或定型产品作重大改进时,其第一台产品应做型式检验,检验项目按表 11 的规定。

表 11 检验项目

序号	项目	出厂检验	抽样检验	型式检验	技术要求	试验方法
1	一般要求	△	△	△	5.1	视检
2	标志				8.1	
3	包装				8.2	
4	绝缘电阻				GB 25130—2010	GB 25130—2010
5	电气强度					
6	泄漏电流					
7	接地电阻					
8	防触电保护					
9	制冷系统密封性				5.5.3	6.3.1

表 11 检验项目（续）

序号	项目		出厂检验	抽样检验	型式检验	技术要求	试验方法	
10	运转		△	△	△	5.5.4	6.3.2	
11	燃气管路气密性					5.5.2	6.3.12	
12	制冷量		—			△	5.6.1.1	6.3.8.1
13	制冷消耗燃气热量							
14	制冷耗电功率							
15	制热量						5.6.2.1	6.3.9.1
16	制热消耗燃气热量							
17	制热消耗功率							
18	全年一次能源性能系数(APF _p)						5.6.4	6.3.7
19	发热						5.5.5	6.3.3
20	防水						5.5.6	6.3.4
21	噪声						5.6.3	6.3.5
22	超低温制热		—	△	5.7.1	6.3.9.5		
23	最大运行制冷				5.6.1.2	6.3.8.5		
24	最大运行制热				5.6.2.4	6.3.9.6		
25	低温运行制冷				5.6.1.3	6.3.8.6		
26	自动融霜	普通型			5.6.2.5	6.3.9.7		
		低温型			5.7.2			
27	室内机凝露及室内机凝结水排除				5.6.1.4	6.3.8.7		
					5.6.1.5	6.3.8.8		
28	燃气发动机启动				5.5.1.1	6.3.6		
29	理论干燥烟气中的 CO 体积浓度				5.5.1.2	6.3.10		
30	氮氧化物浓度 12 点状态值(NO _x 12)		5.5.1.3	6.3.11				
注：“△”为需检项目,“—”为不检项目。								

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 机组应在明显位置上设置永久性铭牌，铭牌应符合 GB/T 13306 的规定。铭牌上应标示下列内容：

- a) 制造商的名称、商标；
- b) 产品型号和名称；
- c) 主要技术性能参数：名义制冷量、名义制热量、燃气种类、制冷消耗燃气热量、制热消耗燃气热量、电压、相数、频率、电流、制冷耗电功率、制热耗电功率、全年一次能源性能系数、制冷剂名称及充注量等；

- d) 外形尺寸；
- e) 质量；
- f) 产品出厂编号；
- g) 制造年月。

8.1.2 机组上应有标明运行状态的标志、明显的接地标志、简单的电路图。

8.1.3 机组包装上应有下列内容：

- a) 制造单位名称；
- b) 产品型号和名称；
- c) 净质量、毛质量；
- d) 外形尺寸；
- e) 有“小心轻放”“向上”等标志，有关包装、储运等的标志应符合 GB/T 6388 和 GB/T 191 的规定。

8.1.4 应在相应的地方(如铭牌、产品说明书等)标注本文件的编号。

8.2 包装

8.2.1 机组在包装前应进行清洁处理。各部件应清洁、干燥，易锈件应涂防锈剂。

8.2.2 机组应外套防尘罩或防潮纸，并有效固定，以免运输中受潮和发生机械损伤。

8.2.3 应随机附产品合格证、使用说明书、装箱单等出厂文件。出厂文件应防潮密封，并放在合适的位置。

- a) 产品合格证的内容应包括：
 - 1) 产品名称和型号；
 - 2) 产品出厂编号；
 - 3) 检验结论；
 - 4) 检验员签字和印章；
 - 5) 检验日期。
- b) 产品使用说明书的内容应包括：
 - 1) 产品型号和名称、适用范围；
 - 2) 名义工况下的技术参数和噪声及其他主要技术参数等；
 - 3) 产品的结构示意图、制冷系统图、电路图及接线图；
 - 4) 安装说明和要求；
 - 5) 使用说明及使用注意事项；
 - 6) 日常检查、清扫及定期检查注意事项；
 - 7) 故障、异常时的辨别方法及其处理方法等；
 - 8) 本文件的编号。

8.3 运输和贮存

8.3.1 机组在运输和贮存过程中不应碰撞、倾斜、雨雪淋袭。

8.3.2 产品应贮存在干燥和通风良好的场所。

附 录 A

(规范性)

季节能源消耗的试验和计算

A.1 建筑物负荷及发生时间

A.1.1 租赁商铺

制冷时:名义制冷能力作为室外温度 35 °C 时的负荷点,室外温度 21 °C 时作为制冷负荷为零的点,两点间的直线表示制冷时的租赁商铺负荷,此时室内温度为 27 °C。

制热时:名义制冷能力的 0.80 倍作为室外温度 0 °C 时的制热负荷点,室外温度 13 °C 时作为制热负荷为零的点,两点间的直线表示制热时的租赁商铺负荷,此时室内温度为 20 °C。

A.1.2 办公建筑

制冷时:名义制冷能力作为室外温度 35 °C 时的负荷点,室外温度 21 °C 时作为制冷负荷为零的点,两点间的直线表示制冷时的建筑物负荷,此时室内温度为 27 °C。

制热时:名义制冷能力的 0.70 倍作为室外温度 0 °C 时的制热负荷点,室外温度 13 °C 时作为制热为零的负荷点,两点间的直线表示制热时的建筑物负荷,此时室内温度为 20 °C。

A.1.3 室外温度发生时间

室外温度的各个发生时间按 GB/T 17758—2023 中表 D.2~表 D.5 的规定。

A.2 试验方法

按 6.3.8 试验方法,测量机组的名义制冷量、名义制冷消耗燃气热量、名义制冷消耗电功率、中间制冷量、中间制冷消耗燃气热量、中间制冷消耗电功率、最小制冷量、最小制冷消耗燃气热量、最小制冷消耗电功率。

按 6.3.9 试验方法,测量机组的名义制热量、名义制热消耗燃气热量、名义制热消耗电功率、中间制热量、中间制热消耗燃气热量、中间制热消耗电功率、融霜性能制热量、融霜性能消耗燃气热量、融霜性能消耗电功率、低温制热量、低温制热消耗燃气热量、低温制热消耗电功率。

注:全年一次能源性能系数的试验可与制冷(制热)能力试验同时进行。

A.3 全年一次能源性能系数(APF_p)的计算

A.3.1 一般规定

A.3.1.1 机组全年一次能源性能系数(APF_p)的计算以南京作为代表城市,以办公建筑为代表建筑类型计算,其他城市及建筑类型参照执行。

A.3.1.2 机组在制冷季节需要制冷的温度发生时间按 GB/T 17758—2023 中表 D.3 的规定,在制热季节需要制热的温度发生时间按 GB/T 17758—2023 中表 D.4 和表 D.5 的规定。

A.3.1.3 各类建筑的 HCR 值(建筑物在室外温度 35 °C 时的制冷负荷与室外温度 0 °C 的制热负荷之比)按 GB/T 17758—2023 中表 D.6 的规定。

A.3.1.4 各类建筑物的制冷或制热零负荷对应的室外温度按 GB/T 17758—2023 中表 D.7 的规定。

A.3.1.5 按营业、工作时间和使用习惯,租赁商铺和办公建筑一周内各天的机组使用时间按 GB/T 17758—2023 中的表 D.8 的规定。

A.3.2 制冷季节性能参数的计算

A.3.2.1 制冷季节一次能源性能系数(SEER_p)、制冷季节消耗的一次能源热量(CSTE_p)、制冷季节总负荷(CSTL)的计算的各工况条件的性能参数见表 A.1。

表 A.1 各工况条件的性能参数

试验项目	制冷能力	制冷量、制冷消耗燃气热量、 制冷消耗电功率	适用	公式		
		制冷消耗的一次能源热量				
制冷性能 工况	名义	$\phi_{\text{ful}}(35)、G_{\text{ful}}(35)、P_{\text{ful}}(35)$	√	—		
		$E_{\text{ful}}(35)$		$E_{\text{ful}}(35)=G_{\text{ful}}(35)+P_{\text{ful}}(35)\times Rge/3\ 600$		
	中间	$\phi_{\text{haf}}(35)、G_{\text{haf}}(35)、P_{\text{haf}}(35)$		—		
		$E_{\text{haf}}(35)$		$E_{\text{haf}}(35)=G_{\text{haf}}(35)+P_{\text{haf}}(35)\times Rge/3\ 600$		
	最小	$\phi_{\text{min}}(35)、G_{\text{min}}(35)、P_{\text{min}}(35)$		—		
		$E_{\text{min}}(35)$		$E_{\text{min}}(35)=G_{\text{min}}(35)+P_{\text{min}}(35)\times Rge/3\ 600$		
低温制冷 工况 ^a	名义	$\phi_{\text{ful}}(29)、G_{\text{ful}}(29)、P_{\text{ful}}(29)$	○ ^b	$\phi_{\text{ful}}(29)=1.077\times\phi_{\text{ful}}(35)$ $G_{\text{ful}}(29)=0.914\times G_{\text{ful}}(35)$ $P_{\text{ful}}(29)=0.571\times P_{\text{ful}}(35)$		
		$E_{\text{ful}}(29)$		$E_{\text{ful}}(29)=G_{\text{ful}}(29)+P_{\text{ful}}(29)\times Rge/3\ 600$		
	中间	$\phi_{\text{haf}}(29)、G_{\text{haf}}(29)、P_{\text{haf}}(29)$		$\phi_{\text{haf}}(29)=1.077\times\phi_{\text{ful}}(35)$ $G_{\text{haf}}(29)=0.914\times G_{\text{ful}}(35)$ $P_{\text{haf}}(29)=0.571\times P_{\text{ful}}(35)$		
		$E_{\text{haf}}(29)$		$E_{\text{haf}}(29)=G_{\text{haf}}(29)+P_{\text{haf}}(29)\times Rge/3\ 600$		
	最小	$\phi_{\text{min}}(29)、G_{\text{min}}(29)、P_{\text{min}}(29)$		$\phi_{\text{min}}(29)=1.077\times\phi_{\text{min}}(35)$ $G_{\text{min}}(29)=0.914\times G_{\text{min}}(35)$ $P_{\text{min}}(29)=0.571\times P_{\text{min}}(35)$		
		$E_{\text{min}}(29)$		$E_{\text{min}}(29)=G_{\text{min}}(29)+P_{\text{min}}(29)\times Rge/3\ 600$		
	注 1：“√”表示需要进行此项试验，“○”表示该项目为选择性试验，“—”表示无公式。					
	注 2：在进行中间制冷性能和最小制冷性能试验时，室内机风机转速按照名义冷量试验时风机转速进行试验。					
注 3：在进行名义制冷性能、中间制冷性能试验时，室内机可全开；在进行最小制冷性能试验时，关闭部分室内机，被关闭的室内机名义制冷量之和不小于机组名义制冷量的 25%。						
注 4：若室外机风量可调则按照制造商说明书规定的风量进行，如风量不可调，室外机风速挡按照名义风速挡进行试验。						
注 5：若室外机标称有机外静压，按照室外机的机外静压进行试验。						
注 6：若采用 GB/T 17758—2023 附录 A 规定的室内侧焓差法进行性能试验，则至少采用两个独立的风量测量装置进行试验，被关闭的室内机单独采用独立的风量测量装置试验；同时记录室内机的性能参数。						
^a 制冷性能工况和低温制冷工况分别对应于 GB/T 17758—2023 表 4 中名义制冷和低温制冷试验工况。						
^b 若选做该试验，该工况下机组制冷能力运行模式应按照对应的制冷性能工况时机组制冷能力运行模式。						

A.3.2.2 不同室外温度时的建筑物的制冷负荷按公式(A.1)计算。

$$BL_c(t_j)=\phi_{rating}(35)\times\frac{t_j-21}{35-21}\dots\dots\dots(A.1)$$

式中：

$BL_c(t_j)$ ——室外温度 t_j 时建筑物的制冷负荷,单位为瓦(W);

$\phi_{\text{rating}}(35)$ ——机组名义制冷量的明示值,单位为瓦(W);

t_j ——各制冷季节温度区间对应的室外温度,按 A.3.1.2 的规定。

A.3.2.3 制冷季节一次能源性能系数(SEER_p)按公式(A.2)计算。

$$SEER_p = \frac{CSTL}{CSTE_p} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

CSTL ——制冷季节总负荷,单位为瓦(W);

CSTE_p ——制冷季节消耗的一次能源热量,单位为瓦(W);

A.3.2.4 计算时所用的性能参数见表 A.1,制冷季节需要制冷的各温度发生时间按 A.3.1.2 的规定,建筑物的制冷负荷、机组的制冷量及制冷消耗电功率的关系见图 A.1。

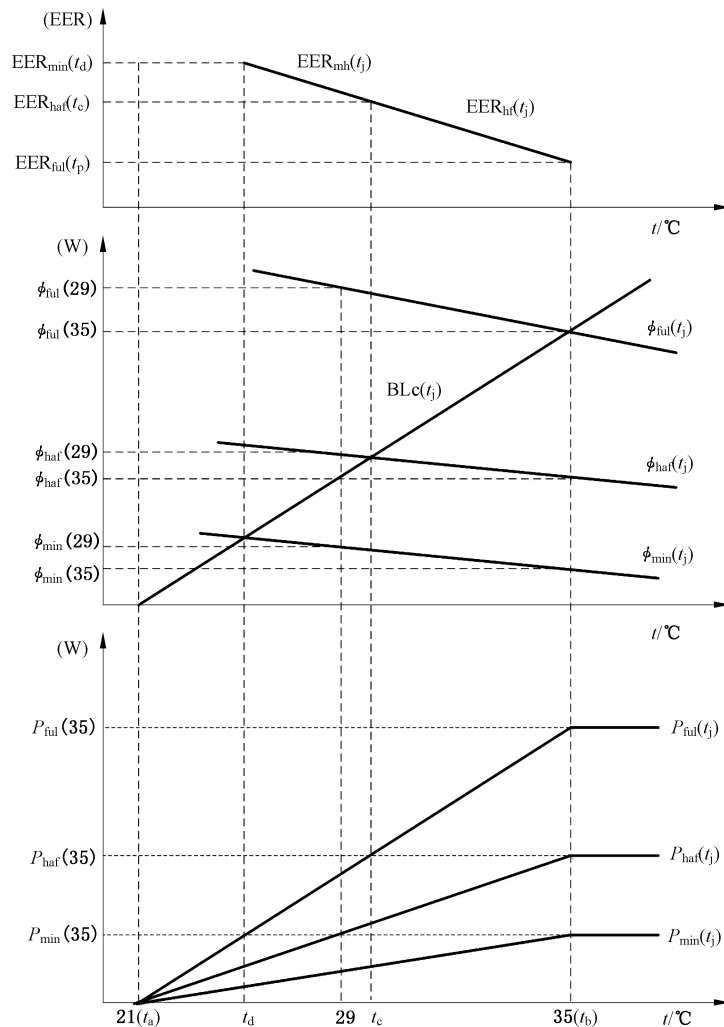


图 A.1 建筑的制冷负荷、机组的制冷量、制冷消耗电功率及制冷性能系数的关系

A.3.2.5 制冷季节总负荷(CSTL)的按公式(A.3)和公式(A.4)计算。

$$CSTL = \sum_{j=1}^m BL_c(t_j) \times n_j + \sum_{j=m+1}^{19} \phi_{\text{ful}}(t_j) \times n_j \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

$$\phi_{\text{ful}}(t_j) = \phi_{\text{ful}}(35) + \frac{\phi_{\text{ful}}(29) - \phi_{\text{ful}}(35)}{35 - 29} \times (35 - t_j) \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

- $BL_c(t_j)$ ——室外温度为 t_j 时建筑物的制冷负荷,单位为瓦(W);
- j ——制冷季节温度区间,由 A.3.1.2 确定, $j=1,2,\cdots 18,19$;
- m ——室外温度 $t_j=35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度区间;
- $\phi_{\text{ful}}(t_j)$ ——室外温度为 t_j 时机组以名义能力运行的制冷量,单位为瓦(W);
- $\phi_{\text{ful}}(35)$ ——机组按 6.3.8.1 方法试验时的实测制冷量,单位为瓦(W);
- $\phi_{\text{ful}}(29)$ ——机组按 6.3.8.2 方法试验时的实测低温制冷量,单位为瓦(W);
- n_j ——制冷季节需要制冷的各温度发生时间,单位为小时(h),按 A.3.1.2 的规定。
- t_j ——各制冷季节温度区间对应的室外温度,按 A.3.1.2 的规定。

在计算制冷季节总负荷的过程中：

- a) 若 $BL_c(t_j) \leq \phi_{\text{ful}}(t_j)$, 则制冷季节总负荷用 $BL_c(t_j)$ 计算;
- b) 若 $BL_c(t_j) > \phi_{\text{ful}}(t_j)$, 则制冷季节总负荷用 $\phi_{\text{ful}}(t_j)$ 计算。

A.3.2.6 制冷季节消耗的一次能源热量(CSTE_p)按公式(A.5)~公式(A.10)计算。

$$CSTE_p = \sum_{j=1}^k \frac{X(t_j) \times E_{\min}(t_j) \times n_j}{PLF(t_j)} + \sum_{j=k+1}^p E_{\text{mh}}(t_j) \times n_j + \sum_{j=p+1}^m E_{\text{hf}}(t_j) \times n_j + \sum_{j=p+1}^n E_{\text{ful}}(t_j) \times n_j \quad \text{.....(A.5)}$$

$$X(t_j) = \frac{BL_c(t_j)}{\phi_{\text{ful}}(t_j)} \quad \text{.....(A.6)}$$

$$PLF(t_j) = 1 - C_D[1 - X(t_j)] \quad \text{.....(A.7)}$$

$$C_D = \frac{1 - \frac{\phi_{\text{cyc}}/E_{\text{cyc}}}{\phi_{\text{dry}}/E_{\text{dry}}}}{1 - \phi_{\text{cyc}}/\phi_{\text{dry}}} = \frac{1 - \frac{EER_{\text{cyc}}}{EER_{\text{dry}}}}{1 - CLF} \quad \text{.....(A.8)}$$

$$E_{\min}(t_j) = G_{\min}(t_j) + P_{\min}(t_j) \times \frac{Rge}{3\ 600} \quad \text{.....(A.9)}$$

$$E_{\text{ful}}(t_j) = G_{\text{ful}}(t_j) + P_{\text{ful}}(t_j) \times \frac{Rge}{3\ 600} \quad \text{.....(A.10)}$$

式中：

- $X(t_j)$ ——室外温度 t_j 时建筑物的制冷负荷与机组的制冷量之比,当 $BL_c(t_j) \geq \phi_{\text{ful}}(t_j)$ 时 $X(t_j)=1$;
- $PLF(t_j)$ ——室外温度 t_j 时机组的部分负荷率;
- C_D ——效率降低系数,可取 $C_D=0.25$ 或通过机组进行低湿试验和断续试验;
- ϕ_{cyc} ——机组按 6.3.8.4 方法试验时的实测制冷量,单位为瓦(W);
- E_{cyc} ——机组按 6.3.8.4 方法试验时实测消耗的一次能源热量,单位为瓦(W);
- ϕ_{dry} ——机组按 6.3.8.3 方法试验时的实测制冷量,单位为瓦(W);
- E_{dry} ——机组按 6.3.8.3 方法试验时实测消耗的一次能源热量,单位为瓦(W);
- EER_{cyc} ——机组按 6.3.8.4 方法试验时的制冷性能系数,单位为瓦每瓦(W/W);
- EER_{dry} ——机组按 6.3.8.3 方法试验时的实测制冷量,单位为瓦每瓦(W/W);
- CLF ——制冷负荷系数, ϕ_{cyc} 与 ϕ_{dry} 的比值。
- $E_{\min}(t_j)$ ——机组以最小制冷能力运行,室外温度 t_j 时制冷消耗的一次能源热量,单位为瓦(W);
- $G_{\min}(t_j)$ ——机组以最小制冷能力运行,室外温度 t_j 时的制冷消耗燃气热量,单位为瓦(W);
- $P_{\min}(t_j)$ ——机组以最小制冷能力运行,室外温度 t_j 时的制冷消耗电功率,单位为瓦(W);
- $E_{\text{mh}}(t_j)$ ——机组以最小制冷能力与中间制冷能力之间的能力连续可变运行,室外温度 t_j 时制冷消耗的一次能源热量,单位为瓦(W);

- $E_{\text{hf}}(t_j)$ ——室外温度 t_j 时,机组在中间制冷能力与名义制冷能力之间,对应建筑热负荷的能力连续可变运行时所需消耗电功率,单位为瓦(W);
- $E_{\text{ful}}(t_j)$ ——室外温度 t_j 时,机组以名义制冷能力运行消耗的一次能源热量,单位为瓦(W);
- $G_{\text{ful}}(t_j)$ ——室外温度 t_j 时,机组以名义制冷能力运行的消耗燃气热量,单位为瓦(W);
- $P_{\text{ful}}(t_j)$ ——室外温度 t_j 时,机组以名义制冷能力运行的消耗电功率,单位为瓦(W);

$$E_{\text{cyc}} = G_{\text{cyc}} + P_{\text{cyc}} \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \quad \dots\dots\dots (\text{A.11})$$

$$E_{\text{dry}} = G_{\text{dry}} + P_{\text{dry}} \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \quad \dots\dots\dots (\text{A.12})$$

式中:

G_{cyc} ——机组按 6.3.8.4 方法试验时的实测消耗燃气热量,单位为瓦(W);

P_{cyc} ——机组按 6.3.8.4 方法试验时的实测消耗电功率,单位为瓦(W);

G_{dry} ——机组按 6.3.8.3 方法试验时的实测消耗燃气热量,单位为瓦(W);

P_{dry} ——机组按 6.3.8.3 方法试验时的实测消耗电功率,单位为瓦(W);

Rge ——一次/二次能源换算值,单位为千焦每千瓦时(kJ/kW·h)。

$$G_{\text{min}}(t_j) = G_{\text{min}}(35) + \frac{G_{\text{min}}(29) - G_{\text{min}}(35)}{35 - 29}(35 - t_j) \quad \dots\dots\dots (\text{A.13})$$

$$P_{\text{min}}(t_j) = \min \left[P_{\text{min}}(35) \times \frac{t_j - t_a}{35 - t_a}, P_{\text{min}}(35) \right] \quad \dots\dots\dots (\text{A.14})$$

$$G_{\text{ful}}(t_j) = G_{\text{ful}}(35) + \frac{G_{\text{ful}}(29) - G_{\text{ful}}(35)}{35 - 29}(35 - t_j) \quad \dots\dots\dots (\text{A.15})$$

$$P_{\text{ful}}(t_j) = \min \left[P_{\text{ful}}(35) \times \frac{t_j - t_a}{35 - t_a}, P_{\text{ful}}(35) \right] \quad \dots\dots\dots (\text{A.16})$$

式中:

$G_{\text{min}}(35)$ ——机组按 6.3.8.1 方法试验时的实测制冷消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$G_{\text{min}}(29)$ ——机组按 6.3.8.2 方法试验时的实测低温制冷消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$P_{\text{min}}(35)$ ——机组按 6.3.8.1 方法试验时的实测制冷消耗电功率,单位为瓦(W);

$G_{\text{ful}}(35)$ ——机组按 6.3.8.1 方法试验时的实测制冷消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$G_{\text{ful}}(29)$ ——机组按 6.3.8.2 方法试验时的实测低温制冷消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$P_{\text{ful}}(35)$ ——机组按 6.3.8.1 方法试验时的实测制冷消耗电功率,单位为瓦(W);

t_a ——建筑物的制冷 0 负荷对应的室外温度,即 $t_a = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$;

当机组运行在不同状态时,计算应按以下规定进行:

a) 机组在最小制冷能力以下断续运行 $[\text{BL}_c(t_j) \leq \phi_{\text{min}}(t_j), j = 1 \sim k]$ 时:

机组以最小能力断续运行, $X(t_j)$ 按公式(A.17)计算, $\text{PLF}(t_j)$ 按公式(A.7)计算。

$$X(t_j) = \frac{\text{BL}_c(t_j)}{\phi_{\text{min}}(t_j)} \quad \dots\dots\dots (\text{A.17})$$

其中:

$$\phi_{\text{min}}(t_j) = \phi_{\text{min}}(35) + \frac{\phi_{\text{min}}(29) - \phi_{\text{min}}(35)}{35 - 29} \times (35 - t_j) \quad \dots\dots\dots (\text{A.18})$$

式中:

$\text{BL}_c(t_j)$ ——室外温度 t_j 时建筑物的制冷负荷,单位为瓦(W);

$\phi_{\text{min}}(35)$ ——机组按 6.3.8.1 方法试验时的实测最小制冷量,单位为瓦(W);

$\phi_{\text{min}}(29)$ ——机组按 6.3.8.2 方法试验时的实测低温最小制冷量,单位为瓦(W);

b) 机组以最小制冷能力与中间制冷能力之间的能力连续运行 $[\phi_{\text{min}}(t_j) < \text{BL}_c(t_j) \leq \phi_{\text{haf}}(t_j), j = k + 1 \sim p]$ 时, $E_{\text{mh}}(t_j)$ 按公式(A.19)计算。

$$E_{\text{mh}}(t_j) = \frac{\text{BL}_c(t_j)}{\text{EER}_{\text{mh}}(t_j)} \quad \dots\dots\dots (\text{A.19})$$

其中:

$$\text{EER}_{\text{mh}}(t_j) = \text{EER}_{\text{min}}(t_d) + \frac{\text{EER}_{\text{haf}}(t_c) - \text{EER}_{\text{min}}(t_d)}{t_c - t_d}(t_j - t_d) \quad \dots\dots\dots (\text{A.20})$$

$$t_c = \frac{\phi_{\text{haf}}(35) + t_a \times \frac{\phi_{\text{ful}}(35)}{t_b - t_a} + 35 \times \frac{\phi_{\text{haf}}(29) - \phi_{\text{haf}}(35)}{35 - 29}}{\frac{\phi_{\text{ful}}(35)}{t_b - t_a} + \frac{\phi_{\text{haf}}(29) - \phi_{\text{haf}}(35)}{35 - 29}} \quad \dots\dots\dots (\text{A.21})$$

$$t_d = \frac{\phi_{\text{min}}(35) + t_a \times \frac{\phi_{\text{ful}}(35)}{t_b - t_a} + 35 \times \frac{\phi_{\text{min}}(29) - \phi_{\text{min}}(35)}{35 - 29}}{\frac{\phi_{\text{ful}}(35)}{t_b - t_a} + \frac{\phi_{\text{min}}(29) - \phi_{\text{min}}(35)}{35 - 29}} \quad \dots\dots\dots (\text{A.22})$$

式中:

- $\text{BL}_c(t_j)$ ——室外温度 t_j 时建筑物的制冷负荷,单位为瓦(W);
- $\text{EER}_{\text{mh}}(t_j)$ ——机组以最小制冷能力和中间制冷能力之间的能力连续可变运行,室外温度 t_j 时的制冷性能系数,单位为瓦每瓦(W/W);
- $\text{EER}_{\text{haf}}(t_c)$ ——机组以中间制冷能力运行,室外温度 t_c 时的制冷性能系数,单位为瓦每瓦(W/W);
- $\text{EER}_{\text{min}}(t_d)$ ——机组以最小制冷能力运行,室外温度 t_d 时的制冷性能系数,单位为瓦每瓦(W/W);
- $\phi_{\text{haf}}(35)$ ——机组按 6.3.8.1 方法试验时实测的中间制冷量,单位为瓦(W);
- $\phi_{\text{haf}}(29)$ ——机组按 6.3.8.2 方法试验时实测的低温中间制冷量,单位为瓦(W);
- t_j ——各制冷季节温度区间对应的室外温度;
- t_c ——建筑物的制冷负荷与机组的中间制冷量达到均衡时的室外温度;
- t_b ——建筑物的制冷负荷与机组的名义制冷量达到均衡时的室外温度,即 $t_b = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- t_a ——建筑物的制冷 0 负荷对应的室外温度,即 $t_a = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- t_d ——建筑物的制冷负荷与机组最小制冷量达到均衡时的室外温度。

$$\text{EER}(t) = \frac{\phi(t)}{E(t)} \quad \dots\dots\dots (\text{A.23})$$

式中:

t ——分别代表 t_b 、 t_c 、 t_a 和 t_d 温度点。

各温度点的制冷量及制冷一次能源消耗分别按公式(A.24)~公式(A.27)计算。

$$\phi_{\text{haf}}(t_c) = \phi_{\text{haf}}(35) + \frac{\phi_{\text{haf}}(29) - \phi_{\text{haf}}(35)}{35 - 29} \times (35 - t_c) \quad \dots\dots\dots (\text{A.24})$$

$$E_{\text{haf}}(t_c) = G_{\text{haf}}(t_c) + P_{\text{haf}}(t_c) \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \quad \dots\dots\dots (\text{A.25})$$

$$\phi_{\text{min}}(t_d) = \phi_{\text{min}}(35) + \frac{\phi_{\text{min}}(29) - \phi_{\text{min}}(35)}{35 - 29} \times (35 - t_d) \quad \dots\dots\dots (\text{A.26})$$

$$E_{\text{min}}(t_d) = G_{\text{min}}(t_d) + P_{\text{min}}(t_d) \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \quad \dots\dots\dots (\text{A.27})$$

式中:

- $\phi_{\text{haf}}(t_c)$ ——机组以中间制冷能力运行,室外温度 t_c 时的制冷量,单位为瓦(W);
- $E_{\text{haf}}(t_c)$ ——机组以中间制冷能力运行,室外温度 t_c 时消耗的一次能源热量,单位为瓦(W);
- $G_{\text{haf}}(t_c)$ ——机组以中间制冷能力运行,室外温度 t_c 时的消耗燃气热量,单位为瓦(W);

- $P_{\text{haf}}(t_c)$ —— 机组以中间制冷能力运行, 室外温度 t_c 时的耗电功率, 单位为瓦(W);
 $\phi_{\text{min}}(t_d)$ —— 机组以最小制冷能力运行, 室外温度 t_d 时的制冷量, 单位为瓦(W);
 $E_{\text{min}}(t_d)$ —— 机组以最小制冷能力运行, 室外温度 t_d 时消耗的一次能源热量, 单位为瓦(W);
 $G_{\text{min}}(t_d)$ —— 机组以最小制冷能力运行, 室外温度 t_c 时的消耗燃气热量, 单位为瓦(W);
 $P_{\text{min}}(t_d)$ —— 机组以最小制冷能力运行, 室外温度 t_c 时的耗电功率, 单位为瓦(W);
 R_{ge} —— 一次/二次能源换算值, 单位为千焦每千瓦时(kJ/kW·h)。

$$G_{\text{haf}}(t_c) = G_{\text{haf}}(35) + \frac{G_{\text{haf}}(29) - G_{\text{haf}}(35)}{35 - 29} \times (35 - t_c) \quad \dots\dots\dots (\text{A.28})$$

$$P_{\text{haf}}(t_c) = \min \left[P_{\text{haf}}(35) \times \frac{t_c - t_a}{35 - t_a}, P_{\text{haf}}(35) \right] \quad \dots\dots\dots (\text{A.29})$$

$$G_{\text{min}}(t_d) = G_{\text{min}}(35) + \frac{G_{\text{min}}(29) - G_{\text{min}}(35)}{35 - 29} \times (35 - t_d) \quad \dots\dots\dots (\text{A.30})$$

$$P_{\text{min}}(t_d) = \min \left[P_{\text{min}}(35) \times \frac{t_d - t_a}{35 - t_a}, P_{\text{min}}(35) \right] \quad \dots\dots\dots (\text{A.31})$$

式中:

- $G_{\text{haf}}(35)$ —— 机组按 6.3.8.1 方法试验时实测的中间制冷消耗燃气热量, 单位为瓦(W);
 $G_{\text{haf}}(29)$ —— 机组按 6.3.8.2 方法试验时实测的低温中间制冷消耗燃气热量, 单位为瓦(W);
 $P_{\text{haf}}(35)$ —— 机组按 6.3.8.1 方法试验时实测的中间制冷耗电功率, 单位为瓦(W);
 $G_{\text{min}}(35)$ —— 机组按 6.3.8.1 方法试验时实测的最小制冷消耗燃气热量, 单位为瓦(W);
 $G_{\text{min}}(29)$ —— 机组按 6.3.8.2 方法试验时实测的低温最小制冷消耗燃气热量, 单位为瓦(W);
 $P_{\text{min}}(35)$ —— 机组按 6.3.8.1 方法试验时实测的最小制冷耗电功率, 单位为瓦(W);
 t_c —— 建筑物的制冷负荷与机组的中间制冷量达到均衡时的室外温度;
 t_d —— 建筑物的制冷负荷与机组最小制冷量达到均衡时的室外温度;
 t_a —— 建筑物的制冷 0 负荷对应的室外温度, 即 $t_a = 21^\circ\text{C}$ 。

制冷计算时所需温度点 t_c 、 t_d 的计算:

$t_a = 21^\circ\text{C} < t_d < t_c < t_b = 35^\circ\text{C}$, t_c 按公式(A.21)计算, t_d 按公式(A.22)计算。

- c) 机组在中间能力和名义能力之间连续运行 [$\phi_{\text{haf}}(t_j) < \text{BL}_c(t_j) \leq \phi_{\text{ful}}(t_j)$, $j = p+1 \sim m$] 时, $E_{\text{hf}}(t_j)$ 按公式(A.32)计算。

$$E_{\text{hf}}(t_j) = \frac{\text{BL}_c(t_j)}{\text{EER}_{\text{hf}}(t_j)} \quad \dots\dots\dots (\text{A.32})$$

其中:

$$\text{EER}_{\text{hf}}(t_j) = \text{EER}_{\text{haf}}(t_c) + \frac{\text{EER}_{\text{ful}}(t_b) - \text{EER}_{\text{haf}}(t_c)}{t_b - t_c} (t_j - t_c) \quad \dots\dots\dots (\text{A.33})$$

式中:

- $\text{BL}_c(t_j)$ —— 室外温度 t_j 时建筑物的制冷负荷, 单位为瓦(W);
 $\text{EER}_{\text{hf}}(t_j)$ —— 机组以中间制冷能力和名义制冷能力之间的能力连续可变运行, 室外温度 t_j 时机组的制冷性能系数, 单位为瓦每瓦(W/W);
 $\text{EER}_{\text{haf}}(t_c)$ —— 机组以中间制冷能力运行, 室外温度 t_c 时机组的制冷性能系数, 单位为瓦每瓦(W/W);
 $\text{EER}_{\text{ful}}(t_b)$ —— 机组以名义制冷能力运行, 室外温度 t_b 时机组的制冷性能系数, 单位为瓦每瓦(W/W);
 t_c —— 建筑物的制冷负荷与机组的中间制冷量达到均衡时的室外温度;
 t_b —— 建筑物的制冷负荷与机组的名义制冷量达到均衡时的室外温度, 即 $t_b = 35^\circ\text{C}$ 。

$$\text{EER}(t) = \frac{\phi(t)}{E(t)} \quad \dots\dots\dots (\text{A.34})$$

式中：
 t ——分别代表 t_b 和 t_c 温度点。
各温度点的制冷量及制冷消耗的一次能源热量分别按公式(A.24)、公式(A.25)、公式(A.35)和公式(A.36)计算。

$$\phi_{\text{ful}}(t_b) = \phi_{\text{ful}}(35) + \frac{\phi_{\text{ful}}(29) - \phi_{\text{ful}}(35)}{35 - 29} \times (35 - t_b) \quad \dots\dots\dots(\text{A.35})$$

$$E_{\text{ful}}(t_b) = G_{\text{ful}}(t_b) + P_{\text{ful}}(t_b) \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \quad \dots\dots\dots(\text{A.36})$$

式中：
 $\phi_{\text{ful}}(t_b)$ ——机组以名义制冷能力运行，室外温度为 t_b 时的制冷量，单位为瓦(W)；
 $E_{\text{ful}}(t_b)$ ——机组以名义制冷能力运行，室外温度为 t_b 时制冷消耗的一次能源热量，单位为瓦(W)；
 $G_{\text{ful}}(t_b)$ ——机组以名义制冷能力运行，室外温度为 t_b 时的制冷消耗燃气热量，单位为瓦(W)；
 $P_{\text{ful}}(t_b)$ ——机组以名义制冷能力运行，室外温度为 t_b 时的制冷消耗电功率，单位为瓦(W)；
 Rge ——一次/二次能源换算值，单位为千焦每千瓦时(kJ/kW·h)。

$$G_{\text{ful}}(t_b) = G_{\text{ful}}(35) + \frac{G_{\text{ful}}(29) - G_{\text{ful}}(35)}{35 - 29} \times (35 - t_b) \quad \dots\dots\dots(\text{A.37})$$

$$P_{\text{ful}}(t_b) = \min\left[P_{\text{ful}}(35) \times \frac{t_b - t_a}{35 - t_a}, P_{\text{ful}}(35)\right] \quad \dots\dots\dots(\text{A.38})$$

式中：
 $G_{\text{ful}}(35)$ ——机组按 6.3.8.1 方法试验时的实测制冷消耗燃气热量，单位为瓦(W)；
 $G_{\text{ful}}(29)$ ——机组按 6.3.8.2 方法试验时的实测低温制冷消耗燃气热量，单位为瓦(W)；
按表 A.1 规定；
 $P_{\text{ful}}(35)$ ——机组按 6.3.8.1 方法试验时的实测制冷消耗电功率，单位为瓦(W)；
 t_a ——建筑物的制冷 0 负荷对应的室外温度，即 $t_a = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
 t_b ——建筑物的制冷负荷与机组的名义制冷量达到均衡时的室外温度，即 $t_b = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

d) 机组在名义能力以上连续运行 $[\phi_{\text{ful}}(t_j) < \text{BL}_c(t_j), j = m + 1 \sim n]$ 时， $E_{\text{ful}}(t_j)$ 按公式(A.10)计算。

A.3.3 制热季节性能参数的计算

A.3.3.1 制热季节一次能源性能系数(HSPF_p)、制热季节消耗的一次能源热量(HSTE_p)、制热季节总负荷(HSTL)的计算所需的参数表见表 A.2。

表 A.2 各工况条件的性能参数

试验项目	制热能力	制热量、制热消耗燃气热量、 制热消耗电功率	适用	公式
		制热消耗的一次能源热量		
制热性能 工况	名义	$\phi_{\text{ful}}(7)、G_{\text{ful}}(7)、P_{\text{ful}}(7)$	√	—
		$E_{\text{ful}}(7)$		$E_{\text{ful}}(7) = G_{\text{ful}}(7) + P_{\text{ful}}(7) \times \text{Rge}/3\,600$
	中间	$\phi_{\text{haf}}(7)、G_{\text{haf}}(7)、P_{\text{haf}}(7)$		—
		$E_{\text{haf}}(7)$		$E_{\text{haf}}(7) = G_{\text{haf}}(7) + P_{\text{haf}}(7) \times \text{Rge}/3\,600$
	最小	$\phi_{\text{min}}(7)、G_{\text{min}}(7)、P_{\text{min}}(7)$		—
		$E_{\text{min}}(7)$		$E_{\text{min}}(7) = G_{\text{min}}(7) + P_{\text{min}}(7) \times \text{Rge}/3\,600$

表 A.2 各工况条件的性能参数（续）

试验项目	制热能力	制热量、制热消耗燃气热量、 制热消耗电功率	适用	公式	
		制热消耗的一次能源热量			
融霜性能 工况	最大	$\phi_{\text{ext},f}(2)、G_{\text{ext},f}(2)、P_{\text{ext},f}(2)$	$\surd^{\text{a},\text{c}}$	—	
		$E_{\text{ext},f}(2)$		$E_{\text{ext},f}(2)=G_{\text{ext},f}(2)+P_{\text{ext},f}(2)\times\text{Rge}/3\ 600$	
	—	$\phi_{\text{ext}}(2)、G_{\text{ext}}(2)、P_{\text{ext}}(2)$	$\bigcirc^{\text{b},\text{c}}$	$\phi_{\text{ext}}(2)=1.12\times\phi_{\text{ext},f}(2)$ $G_{\text{ext}}(2)=1.06\times G_{\text{ext},f}(2)$ $P_{\text{ext}}(2)=P_{\text{ful}}(7)$	
		$E_{\text{ext}}(2)$		$E_{\text{ext}}(2)=G_{\text{ext}}(2)+P_{\text{ext}}(2)\times\text{Rge}/3\ 600$	
	名义	$\phi_{\text{ful},f}(2)、G_{\text{ful},f}(2)、P_{\text{ful},f}(2)$		$\phi_{\text{ful},f}(2)=\phi_{\text{ful}}(2)/1.12$ $G_{\text{ful},f}(2)=G_{\text{ful}}(2)/1.06$ $P_{\text{ful},f}(2)=P_{\text{ext},f}(2)$	
		$E_{\text{haf},f}(2)$		$E_{\text{haf},f}(2)=G_{\text{haf},f}(2)+P_{\text{haf},f}(2)\times\text{Rge}/3\ 600$	
	中间	$\phi_{\text{haf},f}(2)、G_{\text{haf},f}(2)、P_{\text{haf},f}(2)$	$\bigcirc^{\text{b}}$	$\phi_{\text{ext},f}(2)=\phi_{\text{ext},f}(2)/1.12$ $G_{\text{ehaf},f}(2)=G_{\text{ext},f}(2)/1.06$ $P_{\text{haf},f}(2)=P_{\text{haf}}(2)\times P_{\text{ful},f}(2)/P_{\text{ful}}(2)$	
		$E_{\text{haf},f}(2)$		$E_{\text{haf},f}(2)=G_{\text{haf},f}(2)+P_{\text{haf},f}(2)\times\text{Rge}/3\ 600$	
	最小	$\phi_{\text{min},f}(2)、G_{\text{min},f}(2)、P_{\text{min},f}(2)$		$\phi_{\text{min},f}(2)=\phi_{\text{min}}(2)/1.12$ $G_{\text{min},f}(2)=G_{\text{min}}(2)/1.06$ $P_{\text{min},f}(2)=P_{\text{min}}(2)\times P_{\text{ful},f}(2)/P_{\text{ful}}(2)$	
		$E_{\text{min},f}(2)$		$E_{\text{min},f}(2)=G_{\text{min},f}(2)+P_{\text{min},f}(2)\times\text{Rge}/3\ 600$	
	低温制热 工况	最大	$\phi_{\text{ext}}(-7)、G_{\text{ext}}(-7)、P_{\text{ext}}(-7)$	$\bigcirc^{\text{b}}$	$\phi_{\text{ext}}(-7)=0.734\times\phi_{\text{ext}}(2)$ $G_{\text{ext}}(-7)=0.877\times G_{\text{ext}}(2)$ $P_{\text{ext}}(-7)=P_{\text{ful}}(7)_{\text{fulful}}$
			$E_{\text{ext}}(-7)$		$E_{\text{ext}}(-7)=G_{\text{ext}}(-7)+P_{\text{ext}}(-7)\times\text{Rge}/3\ 600$
名义		$\phi_{\text{ful}}(-7)、G_{\text{ful}}(-7)、P_{\text{ful}}(-7)$	$\phi_{\text{ful}}(-7)=0.64\times\phi_{\text{ful}}(7)$ $G_{\text{ful}}(-7)=0.82\times G_{\text{ful}}(7)$ $P_{\text{ful}}(-7)=P_{\text{ful}}(7)$		
		$E_{\text{ful}}(-7)$	$E_{\text{ful}}(-7)=G_{\text{ful}}(-7)+P_{\text{ful}}(-7)\times\text{Rge}/3\ 600$		
中间		$\phi_{\text{haf}}(-7)、G_{\text{haf}}(-7)、P_{\text{haf}}(-7)$	$\phi_{\text{haf}}(-7)=0.64\times\phi_{\text{ful}}(7)$ $G_{\text{haf}}(-7)=0.82\times G_{\text{ful}}(7)$ $P_{\text{haf}}(-7)=P_{\text{haf}}(7)$		
		$E_{\text{haf}}(-7)$	$E_{\text{haf}}(-7)=G_{\text{haf}}(-7)+P_{\text{haf}}(-7)\times\text{Rge}/3\ 600$		
最小		$\phi_{\text{min}}(-7)、G_{\text{min}}(-7)、P_{\text{min}}(-7)$	$\phi_{\text{min}}(-7)=0.64\times\phi_{\text{min}}(7)$ $G_{\text{min}}(-7)=0.82\times G_{\text{min}}(7)$ $P_{\text{min}}(-7)=P_{\text{min}}(7)$		
		$E_{\text{nub}}(-7)$	$E_{\text{min}}(-7)=G_{\text{min}}(-7)+P_{\text{min}}(-7)\times\text{Rge}/3\ 600$		
注 1：“ $\surd$ ”为需要进行此项试验，“—”为不需要进行此项试验，“ $\bigcirc$ ”为选择性试验。					

表 A.2 各工况条件的性能参数（续）

试验项目	制热能力	制热量、制热消耗燃气热量、 制热消耗电功率	适用	公式
		制热消耗的一次能源热量		
注 2：在名义能力、中间能力和最小制热能力下，机组的融霜性能制热量 $\phi(2)$、融霜性能消耗的燃气热量 $G(2)$ 和融霜性能消耗的电功率 $P(2)$ 的计算公式如下： $\phi(2) = \phi(-7) + \frac{\phi(7) - \phi(-7)}{7 - (-7)} \times [2 - (-7)]$ $G(2) = G(-7) + \frac{G(7) - G(-7)}{7 - (-7)} \times [2 - (-7)]$ $P(2) = P(7)$ 注 3：在进行中间和最小制热能力试验时，室内机风机挡位按名义制热能力试验时的风机挡位。 注 4：在进行最大制热性能、名义制热性能、中间制热性能试验时，室内机可全开；进行最小制热性能试验时，应关闭部分室内机，被关闭的室内机名义制冷量之和不小于机组名义制冷量的 25%。 注 5：若室外机风量可调，则按照制造商说明书规定的风量进行试验；若室外机风量不可调，则按照名义风速挡进行试验。 注 6：若室外机标称有机外静压，按照室外机的机外静压进行试验。				
^a 制热性能、融霜性能和低温制热工况分别对应于 GB/T 17758—2023 表 4 中名义制热、低温制热和超低温制热的试验工况。 ^b 若选做该试验，该工况下机组制热能力运行模式应按照对应的制热性能和融霜性能工况时的机组制热能力运行模式。 ^c 若机组最大制热能力和名义制热能力相同，则不进行机组最大制热能力的融霜性能工况试验，而进行机组名义制热能力的融霜性能工况试验，同时，其最大制热能力的融霜性能不用计算公式进行计算。若实测的 $\phi_{\text{ext},f}(2) \leq 0.778\,1 \times \phi_{\text{ful}}(7)$，且 $\phi_{\text{ext}}(2)$、$G_{\text{ext}}(2)$、$P_{\text{ext}}(2)$ 未实测，则取 $\phi_{\text{ful},f}(2) = \phi_{\text{ext},f}(2)$，$G_{\text{ful},f}(2) = G_{\text{ext},f}(2)$，$P_{\text{ful},f}(2) = P_{\text{ext},f}(2)$；$\phi_{\text{ext}}(2) = \phi_{\text{ful}}(2)$，$G_{\text{ext}}(2) = G_{\text{ful}}(2)$，$P_{\text{ext}}(2) = P_{\text{ful}}(2)$ 进行计算。				

A.3.3.2 不同室外温度时的建筑物的制热负荷按公式(A.39)计算。

$$BL_h(t_j) = HCR \times \phi_{\text{rating}}(35) \times \frac{13 - t_j}{13 - 0} \dots\dots\dots (A.39)$$

式中：

$BL_h(t_j)$ ——室外温度为 t_j 时建筑物的制热负荷，单位为瓦(W)；

HCR ——建筑物在室外温度 35℃时的制热负荷与室外温度 0℃的制热负荷之比，按 A.3.1.3 规定；

$\phi_{\text{rating}}(35)$ ——机组名义制冷量的明示值，单位为瓦(W)；

t_j ——各制热季节温度区间对应的室外温度，按 A.3.1.2。

A.3.3.3 制热季节一次能源性能系数(HSPF_p)按公式(A.40)计算。

$$HSPF_p = \frac{HSTL}{HSTE_p} \dots\dots\dots (A.40)$$

A.3.3.4 计算时所用的性能参数见表 A.2，制热季节需要制热的各温度发生时间按 A.3.1.2 的规定，建筑物的热负荷、机组的制热量及制热性能系数的关系见图 A.2。

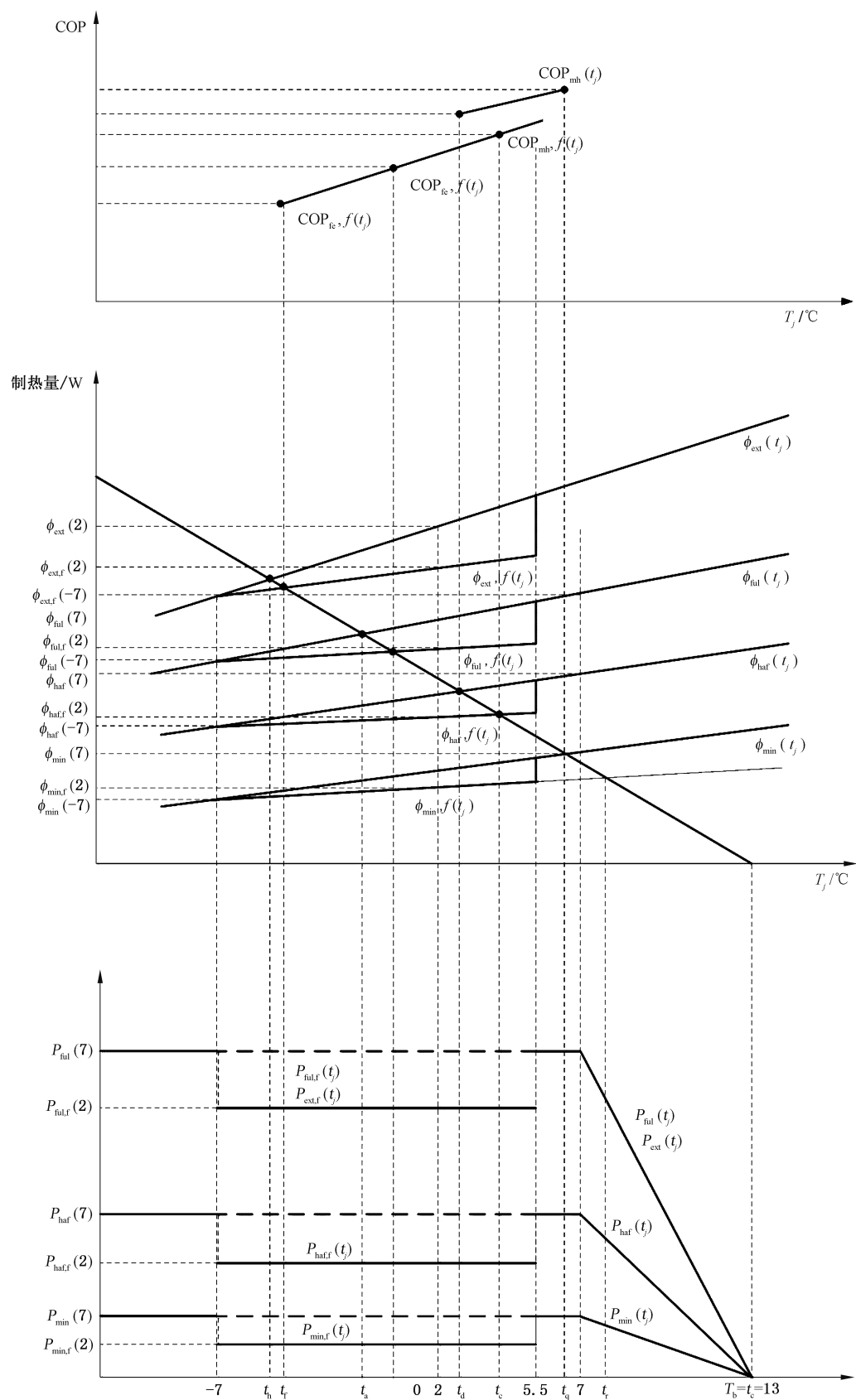


图 A.2 建筑热负荷、机组的制热量、制热消耗电功率及制热性能系数的关系

A.3.3.5 制热季节总负荷(HSTL)按公式(A.41)计算。

$$\text{HSTL} = \sum_{j=1}^n \text{BL}_h(t_j) \times n_j \quad \dots\dots\dots (\text{A.41})$$

式中:

$\text{BL}_h(t_j)$ ——室外温度 t_j 时建筑物的制热负荷,单位为瓦(W);

n_j ——制热季节需要制热的各温度发生时间,单位为小时(h)。

A.3.3.6 制热季节消耗的一次能源热量(HSTE_p)按公式(A.42)计算。

$$\text{HSTE}_p = \sum_{j=1}^n \frac{X(t_j) \times E(t_j) \times n_j}{\text{PLE}(t_j)} \quad \dots\dots\dots (\text{A.42})$$

式中:

$X(t_j)$ ——室外温度 t_j 时,建筑物的制热负荷与机组的制热量之比;

$\text{PLE}(t_j)$ ——室外温度 t_j 时,机组的部分负荷率;

$E(t_j)$ ——室外温度 t_j 时,机组以名义制热能力运行所消耗的一次能源热量,单位为瓦(W)。

$$E(t_j) = G(t_j) + P(t_j) \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \quad \dots\dots\dots (\text{A.43})$$

式中:

$G(t_j)$ ——室外温度 t_j 时,机组以名义制热能力运行所消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$P(t_j)$ ——室外温度 t_j 时,机组以名义制热能力运行所消耗电功率,单位为瓦(W);

Rge——一次/二次能源换算值,单位为千焦每千瓦时(kJ/kW·h)。

制热计算时所需温度 t_a 、 t_g 、 t_d 、 t_e 、 t_r 、 t_f 、 t_q 、 t_h 、 t_b 的计算按公式(A.44)~公式(A.51)计算。

$$t_d = \frac{\text{HCR} \times \phi_{\text{rating}}(35) - \phi_{\text{haf}}(-7) - 7 \times \frac{\phi_{\text{haf}}(7) - \phi_{\text{haf}}(-7)}{7 - (-7)}}{\frac{\phi_{\text{haf}}(7) - \phi_{\text{haf}}(-7)}{7 - (-7)} + \frac{\text{HCR} \times \phi_{\text{rating}}(35)}{t_b}} \quad \dots\dots\dots (\text{A.44})$$

$$t_a = \frac{\text{HCR} \times \phi_{\text{rating}}(35) - \phi_{\text{ful}}(-7) - 7 \times \frac{\phi_{\text{ful}}(7) - \phi_{\text{ful}}(-7)}{7 - (-7)}}{\frac{\phi_{\text{ful}}(7) - \phi_{\text{ful}}(-7)}{7 - (-7)} + \frac{\text{HCR} \times \phi_{\text{rating}}(35)}{t_b}} \quad \dots\dots\dots (\text{A.45})$$

$$t_e = \frac{\text{HCR} \times \phi_{\text{rating}}(35) - \phi_{\text{haf}}(-7) - 7 \times \frac{\phi_{\text{haf},f}(2) - \phi_{\text{haf}}(-7)}{2 - (-7)}}{\frac{\phi_{\text{haf},f}(2) - \phi_{\text{haf}}(-7)}{2 - (-7)} + \frac{\text{HCR} \times \phi_{\text{rating}}(35)}{t_b}} \quad \dots\dots\dots (\text{A.46})$$

$$t_g = \frac{\text{HCR} \times \phi_{\text{rating}}(35) - \phi_{\text{ful}}(-7) - 7 \times \frac{\phi_{\text{ful},f}(2) - \phi_{\text{ful}}(-7)}{2 - (-7)}}{\frac{\phi_{\text{ful},f}(2) - \phi_{\text{ful}}(-7)}{2 - (-7)} + \frac{\text{HCR} \times \phi_{\text{rating}}(35)}{t_b}} \quad \dots\dots\dots (\text{A.47})$$

$$t_f = \frac{\text{HCR} \times \phi_{\text{rating}}(35) - \phi_{\text{ext}}(-7) - 7 \times \frac{\phi_{\text{ext},f}(2) - \phi_{\text{ext}}(-7)}{2 - (-7)}}{\frac{\phi_{\text{ext},f}(2) - \phi_{\text{ext}}(-7)}{2 - (-7)} + \frac{\text{HCR} \times \phi_{\text{rating}}(35)}{t_b}} \quad \dots\dots\dots (\text{A.48})$$

$$t_r = \frac{\text{HCR} \times \phi_{\text{rating}}(35) - \phi_{\text{min}}(-7) - 7 \times \frac{\phi_{\text{min},f}(2) - \phi_{\text{min}}(-7)}{2 - (-7)}}{\frac{\phi_{\text{min},f}(2) - \phi_{\text{min}}(-7)}{2 - (-7)} + \frac{\text{HCR} \times \phi_{\text{rating}}(35)}{t_b}} \quad \dots\dots\dots (\text{A.49})$$

$$t_q = \frac{\text{HCR} \times \phi_{\text{rating}}(35) - \phi_{\text{min}}(-7) - 7 \times \frac{\phi_{\text{min}}(2) - \phi_{\text{min}}(-7)}{2 - (-7)}}{\frac{\phi_{\text{min}}(2) - \phi_{\text{min}}(-7)}{2 - (-7)} + \frac{\text{HCR} \times \phi_{\text{rating}}(35)}{t_b}} \quad \dots\dots\dots (\text{A.50})$$

$$t_h = \frac{HCR \times \phi_{\text{rating}}(35) - \phi_{\text{ext}}(-7) - 7 \times \frac{\phi_{\text{ext}}(2) - \phi_{\text{ext}}(-7)}{2 - (-7)}}{\frac{\phi_{\text{ext}}(2) - \phi_{\text{ext}}(-7)}{2 - (-7)} + \frac{HCR \times \phi_{\text{rating}}(35)}{t_b}} \dots\dots\dots (\text{A.51})$$

式中:

- $\phi_{\text{min}}(t_d)$ ——机组以最小制热能力运行,室外温度为 t_d 时的制热量,单位为瓦(W);
 $E_{\text{min}}(t_d)$ ——机组以最小制热能力运行,室外温度为 t_d 时消耗的一次能源热量,单位为瓦(W);
 t_b ——建筑物的制热 0 负荷对应的室外温度,即 $t_b = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 t_a ——建筑物的制热负荷机组的名义制热量(非结霜温度区域)达到均衡时的室外温度;
 t_d ——建筑物的制热负荷机组的中间制热量(非结霜温度区域)达到均衡时的室外温度;
 t_e ——建筑物的制热负荷机组的中间制热量(结霜温度区域)达到均衡时的室外温度;
 t_g ——建筑物的制热负荷机组的名义制热量(结霜温度区域)达到均衡时的室外温度;
 t_f ——建筑物的制热负荷机组的最大制热量(结霜温度区域)达到均衡时的室外温度;
 t_r ——建筑物的制热负荷机组的最小制热量(结霜温度区域)达到均衡时的室外温度;
 t_q ——建筑物的制热负荷机组的最小制热量(非结霜温度区域)达到均衡时的室外温度;
 t_h ——建筑物的制热负荷机组的最大制热量(非结霜温度区域)达到均衡时的室外温度。

$$E_{\text{min}}(t_d) = G_{\text{min}}(t_d) + P_{\text{min}}(t_d) \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \dots\dots\dots (\text{A.52})$$

式中:

- $G_{\text{min}}(t_d)$ ——机组以最小制热能力运行,室外温度 t_d 时的消耗燃气热量,单位为瓦(W);
 $P_{\text{min}}(t_d)$ ——机组以最小制热能力运行,室外温度 t_d 时的消耗电功率,单位为瓦(W);
 Rge ——一次/二次能源换算值,单位为千焦每千瓦时(kJ/kW·h)。

A.3.3.7 制热季节消耗的一次能源热量(HSTE_p)按公式(A.42)计算,式中相关参数确定如下。

a) 机组在最小制热能力以下断续运行时的情况。

- 1) 无结霜温度区域制热运行 $[t_j \leq -7\text{ }^{\circ}\text{C}, t_j \geq 5.5\text{ }^{\circ}\text{C}, \text{BL}_h(t_j) \leq \phi_{\text{min}}(t_j)]$ 时:PLF(t_j)按公式(A.53)计算, $X(t_j)$ 按公式(A.54)计算。

$$\text{PLF}(t_j) = 1 - C_D[1 - X(t_j)] \dots\dots\dots (\text{A.53})$$

式中:

C_D ——效率降低系数,可取 $C_D = 0.25$ 或通过机组进行断续试验;

$$X(t_j) = \frac{\text{BL}_h(t_j)}{\phi_{\text{min}}(t_j)} \dots\dots\dots (\text{A.54})$$

式中:

- $\text{BL}_h(t_j)$ ——室外温度 t_j 时建筑物的制热负荷,单位为瓦(W);
 $\phi_{\text{min}}(t_j)$ ——机组在无结霜温度区域内以最小制热能力运行,室外温度 t_j 时机组的热量,单位为瓦(W)。

$$\phi_{\text{min}}(t_j) = \phi_{\text{min}}(-7) + \frac{\phi_{\text{min}}(7) - \phi_{\text{min}}(-7)}{7 - (-7)} \times [t_j - (-7)] \dots\dots\dots (\text{A.55})$$

$E(t_j)$ 按公式(A.56)计算。

$$E(t_j) = G(t_j) + P(t_j) \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \dots\dots\dots (\text{A.56})$$

$$C_D = \frac{1 - \frac{\phi_{(\text{cyc})}/E_{(\text{cyc})}}{\phi_{\text{min}}(7)/E_{\text{min}}(7)}}{1 - \phi_{(\text{cyc})}/\phi_{\text{ful}}(7)} = \frac{1 - \frac{\text{COP}_{(\text{cyc})}}{\text{COP}_{\text{min}}(7)}}{1 - \text{HLF}} \dots\dots\dots (\text{A.57})$$

式中：

- $G(t_j)$ ——室外温度为 t_j 时,机组以名义制热能力运行所消耗燃气热量,单位为瓦(W);
 $P(t_j)$ ——室外温度为 t_j 时,机组以名义制热能力运行所消耗电功率,单位为瓦(W);
 Rge ——一次/二次能源换算值,单位为千焦每千瓦时(kJ/kW·h);
 C_D ——效率降低系数,可取 $C_D=0.25$ 或通过机组进行断续试验;
 $\phi_{(cyc)}$ ——机组按 6.3.9.2 方法试验时实测的制热量,单位为瓦(W);
 $E_{(cyc)}$ ——机组按 6.3.9.2 方法试验时实测消耗的一次能源热量,单位为瓦(W);
 $COP_{(cyc)}$ ——机组按 6.3.9.2 方法试验时实测的制热性能系数,单位为瓦每瓦(W/W);
 $COP_{min}(7)$ ——机组按 6.3.9.1 方法试验时的制热性能系数,单位为瓦每瓦(W/W);
 HLF ——机组的 $\phi_{(cyc)}$ 与 $\phi_{(min)}(7)$ 的比值(制热负荷系数)。

$$G(t_j) = G_{min}(t_j) = G_{min}(-7) + \frac{G_{min}(7) - G_{min}(-7)}{7 - (-7)} \times [t_j - (-7)] \quad \dots\dots (A.58)$$

$$P(t_j) = \min[P_{min}(7) \times \frac{13 - t_j}{13 - 7}, P_{min}(7)] \quad \dots\dots\dots (A.59)$$

$$E_{(cyc)} = G_{(cyc)} + P_{(cyc)} \times \frac{Rge}{3\,600} \quad \dots\dots\dots (A.60)$$

式中：

- $G_{min}(t_j)$ ——室外温度为 t_j 时,机组在非结霜区内以最小制热能力运行所消耗的燃气热量,单位为瓦(W);
 $G_{min}(-7)$ ——机组以低温制热能力运行所消耗燃气热量,单位为瓦(W);
 $G_{min}(7)$ ——机组按 6.3.9.1 方法试验时的实测消耗燃气热量,单位为瓦(W);
 $P_{min}(7)$ ——机组按 6.3.9.1 方法试验时的实测消耗电功率,单位为瓦(W);
 $G_{(cyc)}$ ——机组按 6.3.9.2 方法试验时的实测消耗燃气热量,单位为瓦(W);
 P_{cyc} ——机组按 6.3.9.2 方法试验时的实测消耗电功率,单位为瓦(W);
 Rge ——一次/二次能源换算值,单位为千焦每千瓦时(kJ/kW·h)。

- 2) 制热运行发生结霜的情况 [$-7\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j < 5.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $BL_h(t_j) \leq \phi_{min,f}(t_j)$] 时: $PLF(t_j)$ 按公式(A.53)计算, $X(t_j)$ 按公式(A.61)计算。

$$X(t_j) = \frac{BL_h(t_j)}{\phi_{min,f}(t_j)} \quad \dots\dots\dots (A.61)$$

式中：

- $BL_h(t_j)$ ——室外温度 t_j 时建筑物的制热负荷,单位为瓦(W);
 $\phi_{min,f}(t_j)$ ——机组在结霜温度区域内以最小制热能力运行,室外温度 t_j 时机组的制热量,单位为瓦(W)。

$$\phi_{min,f}(t_j) = \phi_{min}(-7) + \frac{\phi_{min,f}(2) - \phi_{min}(-7)}{2 - (-7)} \times [t_j - (-7)] \quad \dots\dots\dots (A.62)$$

$E(t_j)$ 按公式(A.63)计算。

$$E(t_j) = G(t_j) + P(t_j) \times \frac{Rge}{3\,600} \quad \dots\dots\dots (A.63)$$

式中：

- $G(t_j)$ ——室外温度 t_j 时,机组以名义制热能力运行所消耗燃气热量,单位为瓦(W);
 $P(t_j)$ ——室外温度 t_j 时,机组以名义制热能力运行所消耗电功率,单位为瓦(W);

$$G(t_j) = G_{min,f}(t_j) = G_{min,f}(-7) + \frac{G_{min,f}(2) - G_{min,f}(-7)}{2 - (-7)} \times [t_j - (-7)] \quad \dots\dots (A.64)$$

$$P(t_j) = P_{min,f}(2) \quad \dots\dots\dots (A.65)$$

式中:

$G_{\min, f}(t_j)$ ——室外温度 t_j 时, 机组在结霜区内以最小制热能力运行所消耗燃气热量, 单位为瓦(W);

$G_{\min}(-7)$ ——机组以低温制热能力运行所消耗燃气热量, 单位为瓦(W);

$G_{\min}(7)$ ——机组按 6.3.9.1 方法试验时实测的消耗燃气热量, 单位为瓦(W);

$P_{\min}(7)$ ——机组按 6.3.9.1 方法试验时实测的消耗电功率, 单位为瓦(W);

$P_{\min, f}(2)$ ——机组在结霜区域内以低温制热最小能力运行所消耗燃气热量, 单位为瓦(W);

若 C_D 值通过机组的断续试验进行实测, 则按公式(A.47)计算。

b) 机组在最小制热能力和中间制热能力之间连续运行时, $X(t_j) = \text{PLF}(t_j) = 1$ 。

1) 在无霜温度区域运行情况 [$t_j \leq -7\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_j \geq 5.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\phi_{\min}(t_j) \leq \text{BL}_h(t_j) \leq \phi_{\text{ful}}(t_j)$] 下:

$E(t_j)$ 按公式(A.66)计算。

$$E(t_j) = \frac{\text{BL}_h(t_j)}{\text{COP}_{\text{mh}}(t_j)} \quad \dots\dots\dots (\text{A.66})$$

式中:

$\text{BL}_h(t_j)$ ——室外温度 t_j 时建筑物的制热负荷, 单位为瓦(W);

$\text{COP}_{\text{mh}}(t_j)$ ——机组在无结霜温度区域内以最小制热能力和中间制热能力之间的能力连续运行, 室外温度 t_j 时机组的制热性能系数, 单位为瓦每瓦(W/W)。

$$\text{COP}_{\text{mh}}(t_j) = \text{COP}_{\text{haf}}(t_d) + \frac{\text{COP}_{\min}(t_q) - \text{COP}_{\text{haf}}(t_d)}{t_q - t_d} \times (t_j - t_d) \quad \dots\dots\dots (\text{A.67})$$

式中:

t_q ——建筑物的制热负荷和机组的最小制热量(非结霜温度区域)达到均衡时的室外温度;

$\text{COP}_{\min}(t_q)$ ——机组在非结霜温度区域内以最小制热能力运行, 室外温度 t_q 时机组的性能系数(COP), 单位为瓦每瓦(W/W);

$\text{COP}_{\text{haf}}(t_d)$ ——机组在非结霜温度区域内以中间制热能力运行, 室外温度 t_d 时机组的性能系数(COP), 单位为瓦每瓦(W/W)。

$$\text{COP}(t) = \frac{\phi(t)}{E(t)} \quad \dots\dots\dots (\text{A.68})$$

$$E(t) = G(t) + P(t) \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \quad \dots\dots\dots (\text{A.69})$$

式中:

t ——代表室外温度 t_a 、 t_g 、 t_d 、 t_e 、 t_f 、 t_q 、 t_r ;

$\phi(t)$ ——分别代表室外温度 t_a 、 t_g 、 t_d 、 t_e 、 t_f 、 t_q 、 t_r 时, 机组在非结霜温度区域内以名义制热能力运行时的制热量 $\phi_{\text{ful}}(t_a)$ 、以中间制热能力运行的制热量 $\phi_{\text{haf}}(t_d)$ 、以最小制热能力运行的制热量 $\phi_{\min}(t_q)$; 机组在结霜温度区域以名义制热能力运行的制热量 $\phi_{\text{ful}, f}(t_g)$ 、以中间制热能力运行的制热量 $\phi_{\text{haf}, f}(t_e)$ 、以最小制热能力运行的制热量 $\phi_{\min, f}(t_r)$ 、以融霜性能运行的制热量 $\phi_{\text{ext}, f}(t_f)$;

$E(t)$ ——分别代表室外温度 t_a 、 t_g 、 t_d 、 t_e 、 t_f 、 t_q 、 t_r 时, 机组在非结霜温度区域内以名义制热能力运行时消耗的一次能源热量 $E_{\text{ful}}(t_a)$ 、以中间制热能力运行时消耗的一次能源热量 $E_{\text{haf}}(t_d)$ 、以最小制热能力运行时消耗的一次能源热量 $E_{\min}(t_q)$; 机组在结霜温度区域以名义制热能力运行时消耗的一次能源热量 $E_{\text{ful}, f}(t_g)$ 、以中间制热能力运行时消耗的一次能源热量 $E_{\text{ful}, f}(t_e)$ 、以最小制热能力运行时消耗

的一次能源热量 $E_{\min, f}(t_r)$ 、以融霜性能运行的一次能源消耗 $E_{\text{ext}, f}(t_f)$;

$G(t)$ ——分别代表室外温度 $t_a, t_g, t_d, t_e, t_f, t_q, t_r$ 时, 机组在非结霜温度区域内以名义制热能力运行时的消耗燃气热量 $G_{\text{ful}}(t_a)$ 、以中间制热能力运行时的消耗燃气热量 $G_{\text{haf}}(t_d)$ 、以最小制热能力运行时的消耗燃气热量 $G_{\min}(t_q)$; 机组在结霜温度区域以名义制热能力运行时的消耗燃气热量 $G_{\text{ful}, f}(t_g)$ 、以中间制热能力运行时的消耗燃气热量 $G_{\text{ful}, f}(t_e)$ 、以最小制热能力运行时的消耗燃气热量 $G_{\min, f}(t_r)$ 、以融霜性能运行时的消耗燃气热量 $G_{\text{ext}, f}(t_f)$;

$P(t)$ ——分别代表室外温度 $t_a, t_g, t_d, t_e, t_f, t_q, t_r$ 时, 机组在非结霜温度区域内以名义制热能力运行时的消耗电功率 $P_{\text{ful}}(t_a)$ 、以中间制热能力运行的消耗电功率 $P_{\text{haf}}(t_d)$ 、以最小制热能力运行的消耗电功率 $P_{\min}(t_q)$; 机组在结霜温度区域以名义制热能力运行的消耗电功率 $P_{\text{ful}, f}(t_g)$ 、以中间制热能力运行的消耗电功率 $P_{\text{ful}, f}(t_e)$ 、以最小制热能力运行的消耗电功率 $P_{\min, f}(t_r)$ 、以融霜性能运行的消耗电功率的 $P_{\text{ext}, f}(t_f)$;

Rge ——一次/二次能源换算值, 单位为千焦每千瓦时(kJ/kW·h)。

$$\phi_{\min}(t_q) = \phi_{\min}(-7) + \frac{\phi_{\min}(7) - \phi_{\min}(-7)}{7 - (-7)} \times [t_q - (-7)] \quad \dots\dots\dots(\text{A.70})$$

$$\phi_{\text{haf}}(t_d) = \phi_{\text{haf}}(-7) + \frac{\phi_{\text{haf}}(7) - \phi_{\text{haf}}(-7)}{7 - (-7)} \times [t_d - (-7)] \quad \dots\dots\dots(\text{A.71})$$

$$E_{\min}(t_q) = G_{\min}(t_q) + P_{\min}(t_q) \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \quad \dots\dots\dots(\text{A.72})$$

$$E_{\text{haf}}(t_d) = G_{\text{haf}}(t_d) + P_{\text{haf}}(t_d) \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \quad \dots\dots\dots(\text{A.73})$$

式中:

$G_{\min}(t_q)$ ——机组在非结霜温度区域内以最小制热能力运行, 室外温度 t_q 时机组的消耗燃气热量, 单位为瓦(W);

$P_{\min}(t_q)$ ——机组在非结霜温度区域内以最小制热能力运行, 室外温度 t_q 时机组的消耗电功率, 单位为瓦(W);

$G_{\text{haf}}(t_d)$ ——机组在非结霜温度区域内以中间制热能力运行, 室外温度 t_d 时机组的消耗燃气热量, 单位为瓦(W);

$P_{\text{haf}}(t_d)$ ——机组在非结霜温度区域内以中间制热能力运行, 室外温度 t_d 时机组的消耗电功率, 单位为瓦(W)。

$$G_{\min}(t_q) = G_{\min}(-7) + \frac{G_{\min}(7) - G_{\min}(-7)}{7 - (-7)} \times [t_q - (-7)] \quad \dots\dots\dots(\text{A.74})$$

$$P_{\min}(t_q) = \min\left[P_{\min}(7) \times \frac{13 - t_q}{13 - 7}, P_{\min}(7)\right] \quad \dots\dots\dots(\text{A.75})$$

$$G_{\text{haf}}(t_d) = G_{\text{haf}}(-7) + \frac{G_{\text{haf}}(7) - G_{\text{haf}}(-7)}{7 - (-7)} \times [t_d - (-7)] \quad \dots\dots\dots(\text{A.76})$$

$$P_{\text{haf}}(t_d) = \min\left[P_{\text{haf}}(7) \times \frac{13 - t_d}{13 - 7}, P_{\text{haf}}(7)\right] \quad \dots\dots\dots(\text{A.77})$$

式中:

$P_{\text{haf}}(7)$ ——机组按 6.3.9.1 方法试验时实测的消耗电功率, 单位为瓦(W)。

2) 制热运行发生结霜情况 $[-7\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j < 5.5\text{ }^{\circ}\text{C}, \phi_{\min, f}(t_j) < \text{BL}_h(t_j) \leq \phi_{\text{haf}, f}(t_j)]$ 时, $E(t_j)$ 按公式(A.78)计算。

$$E(t_j) = \frac{\text{BL}_h(t_j)}{\text{COP}_{\text{mh}, f}(t_j)} \quad \dots\dots\dots(\text{A.78})$$

式中：

$BL_h(t_j)$ ——室外温度 t_j 时建筑物的制热负荷，单位为瓦(W)；

$COP_{mh,f}(t_j)$ ——机组在结霜温度区域内以最小制热能力和中间制热能力之间的能力连续运行，室外温度 t_j 时机组的制热性能系数，单位为瓦每瓦(W/W)。

$$COP_{mh,f}(t_j) = COP_{haf,f}(t_e) + \frac{COP_{min,f}(t_r) - COP_{haf,f}(t_e)}{t_r - t_e} \times (t_j - t_e) \quad \dots\dots (A.79)$$

式中：

t_r ——建筑物的制热负荷和机组的最小制热量(结霜温度区域)达到均衡时的室外温度；

$COP_{min,f}(t_r)$ ——机组在结霜温度区域内以最小制热能力运行，室外温度 t_r 时机组的性能系数(COP)，单位为瓦每瓦(W/W)；

$COP_{haf,f}(t_e)$ ——机组在结霜温度区域内以中间制热能力运行，室外温度 t_e 时机组的性能系数(COP)，单位为瓦每瓦(W/W)。

$$\phi_{min,f}(t_r) = \phi_{min}(-7) + \frac{\phi_{min,f}(2) - \phi_{min}(-7)}{2 - (-7)} \times [t_r - (-7)] \quad \dots\dots\dots (A.80)$$

$$\phi_{haf,f}(t_e) = \phi_{haf}(-7) + \frac{\phi_{haf,f}(2) - \phi_{haf}(-7)}{2 - (-7)} \times [t_e - (-7)] \quad \dots\dots\dots (A.81)$$

$$E_{min,f}(t_r) = G_{min,f}(t_r) + P_{min,f}(t_r) \times \frac{Rge}{3\ 600} \quad \dots\dots\dots (A.82)$$

$$E_{haf,f}(t_e) = G_{haf,f}(t_e) + P_{haf,f}(t_e) \times \frac{Rge}{3\ 600} \quad \dots\dots\dots (A.83)$$

式中：

$\phi_{min,f}(t_r)$ ——机组在结霜温度区域内以最小制热能力运行，室外温度 t_r 时机组的制热量，单位为瓦(W)；

$\phi_{min}(-7)$ ——机组以最小低温制热能力运行的制热量，单位为瓦(W)；

$\phi_{min,f}(2)$ ——机组以最小融霜性能运行的制热量，单位为瓦(W)；

$\phi_{haf,f}(t_e)$ ——机组在结霜温度区域内以中间制热能力运行，室外温度 t_e 时机组的制热量，单位为瓦(W)；

$\phi_{haf}(-7)$ ——机组以中间低温制热能力运行的制热量，单位为瓦(W)；

$\phi_{haf,f}(2)$ ——机组以中间融霜性能运行的制热量，单位为瓦(W)；

$E_{min,f}(t_r)$ ——机组在结霜温度区域内以最小制热能力运行，室外温度 t_r 时机组消耗的一次能源热量，单位为瓦(W)；

$G_{min,f}(t_r)$ ——机组在结霜温度区域内以最小制热能力运行，室外温度 t_r 时机组的消耗燃气热量，单位为瓦(W)；

$P_{min,f}(t_r)$ ——机组在结霜温度区域内以最小制热能力运行，室外温度 t_r 时机组的消耗电功率，单位为瓦(W)；

$E_{haf,f}(t_e)$ ——机组在结霜温度区域内以中间制热能力运行，室外温度 t_e 时机组消耗的一次能源热量，单位为瓦(W)；

$G_{haf,f}(t_e)$ ——机组在结霜温度区域内以中间制热能力运行，室外温度 t_r 时机组的消耗燃气热量，单位为瓦(W)；

$P_{haf,f}(t_e)$ ——机组在结霜温度区域内以中间制热能力运行，室外温度 t_r 时机组的消耗电功率，单位为瓦(W)。

$$G_{min,f}(t_r) = G_{min}(-7) + \frac{G_{min,f}(2) - G_{min}(-7)}{2 - (-7)} \times [t_r - (-7)] \quad \dots\dots\dots (A.84)$$

$$P_{\min,f}(t_r) = P_{\min,f}(2) \quad \dots\dots\dots (A.85)$$

$$G_{\text{haf},f}(t_e) = G_{\text{haf}}(-7) + \frac{G_{\text{haf},f}(2) - G_{\text{haf}}(-7)}{2 - (-7)} \times [t_e - (-7)] \quad \dots\dots\dots (A.86)$$

$$P_{\text{haf},f}(t_r) = P_{\text{haf},f}(2) \quad \dots\dots\dots (A.87)$$

式中:

$G_{\min}(-7)$ ——机组以最小低温制热能力运行的消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$G_{\min,f}(2)$ ——机组以最小融霜性能运行的消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$P_{\min,f}(2)$ ——机组以最小融霜性能运行的消耗电功率,单位为瓦(W);

$G_{\text{haf}}(-7)$ ——机组以中间低温制热能力运行的消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$G_{\text{haf},f}(2)$ ——机组以中间融霜性能运行的消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$P_{\text{haf},f}(2)$ ——机组以中间融霜性能运行的消耗电功率,单位为瓦(W)。

c) 机组在中间制热能力和名义制热能力之间连续运行时, $X(t_j) = \text{PLF}(t_j) = 1$ 。

1) 无霜温度区域运行情况 [$t_j \leq -7^\circ\text{C}$, $t_j \geq 5.5^\circ\text{C}$, $\phi_{\text{haf}}(t_j) < \text{BL}_h(t_j) \leq \phi_{\text{ful}}(t_j)$] 时: $E(t_j)$ 按公式(A.88)计算。

$$E(t_j) = \frac{\text{BL}_h(t_j)}{\text{COP}_{\text{hf}}(t_j)} \quad \dots\dots\dots (A.88)$$

式中:

$\text{BL}_h(t_j)$ ——室外温度 t_j 时建筑物的制热负荷,单位为瓦(W);

$\text{COP}_{\text{hf}}(t_j)$ ——机组在非结霜温度区域内以中间制热能力和名义制热能力之间的能力连续运行,室外温度 t_j 时机组的制热性能系数,单位为瓦每瓦(W/W)。

$$\text{COP}_{\text{hf}}(t_j) = \text{COP}_{\text{ful}}(t_a) + \frac{\text{COP}_{\text{haf}}(t_d) - \text{COP}_{\text{ful}}(t_a)}{t_d - t_a} \times (t_j - t_a) \quad \dots\dots\dots (A.89)$$

式中:

$\text{COP}_{\text{ful}}(t_a)$ ——机组在非结霜温度区域内以名义制热能力运行,室外温度 t_a 时机组的制热性能系数,单位为瓦每瓦(W/W);

$\text{COP}_{\text{haf}}(t_d)$ ——机组在非结霜温度区域内以中间制热能力运行,室外温度 t_d 时机组的制热性能系数,单位为瓦每瓦(W/W)。

$$\phi_{\text{ful}}(t_a) = \phi_{\text{ful}}(-7) + \frac{\phi_{\text{ful}}(7) - \phi_{\text{ful}}(-7)}{7 - (-7)} \times [t_a - (-7)] \quad \dots\dots\dots (A.90)$$

$$E_{\text{ful}}(t_a) = G_{\text{ful}}(t_a) + P_{\text{ful}}(t_a) \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \quad \dots\dots\dots (A.91)$$

式中:

$\phi_{\text{ful}}(t_a)$ ——机组在非结霜温度区域内以名义制热能力运行,室外温度 t_a 时机组的制热量,单位为瓦(W);

$\phi_{\text{ful}}(-7)$ ——机组以名义低温制热能力运行的消耗燃气热量,按表 A.2,单位为瓦(W);

$\phi_{\text{ful}}(7)$ ——机组按 6.3.9.1 方法试验时实测的制热量,单位为瓦(W);

$E_{\text{ful}}(t_a)$ ——机组在非结霜温度区域内以名义制热能力运行,室外温度 t_a 时机组消耗的一次能源热量,单位为瓦(W);

$G_{\text{ful}}(t_a)$ ——机组在非结霜温度区域内以名义制热能力运行,室外温度 t_a 时机组的消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$P_{\text{ful}}(t_a)$ ——机组在非结霜温度区域内以名义制热能力运行,室外温度 t_a 时机组的消耗电功率,单位为瓦(W)。

$$G_{\text{ful}}(t_a) = G_{\text{ful}}(-7) + \frac{G_{\text{ful}}(7) - G_{\text{ful}}(-7)}{7 - (-7)} \times [t_a - (-7)] \quad \dots\dots\dots (A.92)$$

$$P_{\text{ful}}(t_a) = \min \left[P_{\text{ful}}(7) \times \frac{13 - t_a}{13 - 7}, P_{\text{ful}}(7) \right] \quad \dots\dots\dots (\text{A.93})$$

式中:

$G_{\text{ful}}(-7)$ ——机组以名义低温制热能力运行的消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$G_{\text{ful}}(7)$ ——机组按 6.3.9.1 方法试验时实测的消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$P_{\text{ful}}(7)$ ——机组按 6.3.9.1 方法试验时实测的消耗电功率,单位为瓦(W)。

- 2) 制热运行发生结霜的情况 $[-7\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j < 5.5\text{ }^{\circ}\text{C}, \phi_{\text{haf},f}(t_j) < \text{BL}_h(t_j) \leq \phi_{\text{ful},f}(t_j)]E(t_j)$ 按公式(A.94)计算。

$$E(t_j) = \frac{\text{BL}_h(t_j)}{\text{COP}_{\text{hf},f}(t_j)} \quad \dots\dots\dots (\text{A.94})$$

式中:

$\text{BL}_h(t_j)$ ——室外温度 t_j 时建筑物的制热负荷,单位为瓦(W);

$\text{COP}_{\text{hf},f}(t_j)$ ——机组在结霜温度区域内以中间制热能力和名义制热能力之间的能力连续运行,室外温度 t_j 时机组的制热性能系数,单位为瓦每瓦(W/W)。

$$\text{COP}_{\text{hf},f}(t_j) = \text{COP}_{\text{ful},f}(t_g) + \frac{\text{COP}_{\text{haf},f}(t_e) - \text{COP}_{\text{ful},f}(t_g)}{t_e - t_g} \times (t_j - t_g) \quad \dots\dots (\text{A.95})$$

式中:

$\text{COP}_{\text{ful},f}(t_g)$ ——机组在结霜温度区域内以名义制热能力运行,室外温度 t_g 时机组的制热性能系数,单位为瓦每瓦(W/W);

$\text{COP}_{\text{haf},f}(t_e)$ ——机组在结霜温度区域内以中间制热能力运行,室外温度 t_e 时机组的制热性能系数,单位为瓦每瓦(W/W)。

$$\phi_{\text{ful},f}(t_g) = \phi_{\text{ful}}(-7) + \frac{\phi_{\text{ful},f}(2) - \phi_{\text{ful}}(-7)}{2 - (-7)} \times [t_g - (-7)] \quad \dots\dots\dots (\text{A.96})$$

$$E_{\text{ful},f}(t_g) = G_{\text{ful},f}(t_g) + P_{\text{ful},f}(t_g) \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \quad \dots\dots\dots (\text{A.97})$$

式中:

$\phi_{\text{ful},f}(t_g)$ ——机组在结霜温度区域内以名义制热能力运行,室外温度 t_g 时机组的制热量,单位为瓦(W);

$\phi_{\text{ful}}(-7)$ ——机组以名义低温制热能力运行的制热量,单位为瓦(W);

$\phi_{\text{ful},f}(2)$ ——机组以名义融霜性能运行的制热量,单位为瓦(W);

$E_{\text{ful},f}(t_g)$ ——机组在结霜温度区域内以名义制热能力运行,室外温度 t_g 时机组消耗的一次能源热量,单位为瓦(W);

$G_{\text{ful},f}(t_g)$ ——机组在结霜温度区域内以名义制热能力运行,室外温度 t_g 时机组的消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$P_{\text{ful},f}(t_g)$ ——机组在结霜温度区域内以名义制热能力运行,室外温度 t_g 时机组的消耗电功率,单位为瓦(W)。

$$G_{\text{ful},f}(t_g) = G_{\text{ful}}(-7) + \frac{G_{\text{ful},f}(2) - G_{\text{ful}}(-7)}{2 - (-7)} \times [t_g - (-7)] \quad \dots\dots\dots (\text{A.98})$$

$$P_{\text{ful},f}(t_g) = P_{\text{ful},f}(2) \quad \dots\dots\dots (\text{A.99})$$

式中:

$G_{\text{ful}}(-7)$ ——机组以名义低温制热能力运行的消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$G_{\text{ful},f}(2)$ ——机组以名义融霜性能运行的消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$P_{\text{ful},f}(2)$ ——机组以名义融霜性能运行的消耗电功率,单位为瓦(W)。

- d) 机组在名义制热能力和低温制热能力之间连续运行时, $X(t_j) = \text{PLF}(t_j) = 1$ 。

- 1) 制热运行未发生在无结霜温度区域。
- 2) 制热运行发生结霜 $[-7\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j < 5.5\text{ }^{\circ}\text{C}, \phi_{\text{ful},f}(t_j) < \text{BL}_h(t_j) \leq \phi_{\text{ext}}(t_j)]$ 时, $E(t_j)$ 按公式(A.100)计算。

$$E(t_j) = \frac{\text{BL}_h(t_j)}{\text{COP}_{\text{fe},f}(t_j)} \quad \dots\dots\dots (\text{A.100})$$

式中:

$\text{BL}_h(t_j)$ ——室外温度 t_j 时建筑物的制热负荷,单位为瓦(W);

$\text{COP}_{\text{fe},f}(t_j)$ ——机组在结霜温度区域内以名义制热能力和低温制热能力之间的能力连续运行,室外温度 t_j 时机组的制热性能系数,单位为瓦每瓦(W/W)。

$$\text{COP}_{\text{fe},f}(t_j) = \text{COP}_{\text{ext},f}(t_f) + \frac{\text{COP}_{\text{ful},f}(t_g) - \text{COP}_{\text{ext},f}(t_f)}{t_g - t_f} \times (t_j - t_f) \quad \dots\dots (\text{A.101})$$

式中:

$\text{COP}_{\text{ext},f}(t_f)$ ——机组在结霜温度区域内以名义制热能力运行,室外温度 t_f 时机组的制热性能系数,单位为瓦每瓦(W/W):

$$\phi_{\text{ext},f}(t_f) = \phi_{\text{ext}}(-7) + \frac{\phi_{\text{ext},f}(2) - \phi_{\text{ext}}(-7)}{2 - (-7)} \times [t_f - (-7)] \quad \dots\dots\dots (\text{A.102})$$

$$E_{\text{ext},f}(t_f) = G_{\text{ext},f}(t_f) + P_{\text{ext},f}(t_f) \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \quad \dots\dots\dots (\text{A.103})$$

式中:

$\phi_{\text{ext},f}(t_f)$ ——机组在结霜温度区域内以最大制热能力运行,室外温度 t_f 时机组的制热量,单位为瓦(W);

$\phi_{\text{ext}}(-7)$ ——机组以最大低温制热能力运行的制热量,按表 A.2,单位为瓦(W);

$\phi_{\text{ext},f}(2)$ ——机组按 6.3.9.3 方法试验时实测的制热量,单位为瓦(W);

$E_{\text{ext},f}(t_f)$ ——机组在结霜温度区域内以最大制热能力运行,室外温度 t_f 时机组消耗的一次能源热量,单位为瓦(W);

$G_{\text{ext},f}(t_f)$ ——机组在结霜温度区域内以最大制热能力运行,室外温度 t_f 时机组的消耗燃气热量,单位为瓦(W);

$P_{\text{ext},f}(t_f)$ ——机组在结霜温度区域内以名义制热能力运行,室外温度 t_f 时机组的消耗电功率,单位为瓦(W)。

$$G_{\text{ext},f}(t_f) = G_{\text{ext}}(-7) + \frac{G_{\text{ext},f}(2) - G_{\text{ext}}(-7)}{2 - (-7)} \times [t_f - (-7)] \quad \dots\dots\dots (\text{A.104})$$

$$P_{\text{ext},f}(t_f) = P_{\text{ful},f}(2) \quad \dots\dots\dots (\text{A.105})$$

- e) 机组在低温制热能力以上连续运行时, $X(t_j) = \text{PLF}(t_j) = 1$ 。

- 1) 制热运行未发生在无结霜温度区域。
- 2) 制热运行发生结霜 $[-7\text{ }^{\circ}\text{C} < t_j < 5.5\text{ }^{\circ}\text{C}, \text{BL}_h(t_j) > \phi_{\text{ext},f}(t_j)]$ 时, $E(t_j)$ 按公式(A.106)计算。

$$E(t_j) = G(t_j) + P(t_j) \times \frac{\text{Rge}}{3\,600} \quad \dots\dots\dots (\text{A.106})$$

其中:

$$G(t_j) = G_{\text{ext},f}(t_f) = G_{\text{ext}}(-7) + \frac{G_{\text{ext},f}(2) - G_{\text{ext}}(-7)}{2 - (-7)} \times [t_f - (-7)] \quad \dots\dots (\text{A.107})$$

$$P(t_j) = P(2) \quad \dots\dots\dots (\text{A.108})$$

式中：

$G(t_j)$ ——室外温度 t_j 时，机组以名义制热能力运行的消耗燃气热量，单位为瓦(W)；

$P(t_j)$ ——室外温度 t_j 时，机组以名义制热能力运行的消耗电功率，单位为瓦(W)。

A.3.4 机组全年一次能源性能系数按公式(A.109)计算：

$$\text{APF}_p = \frac{\text{CSTL} + \text{HSTL}}{\text{CSTE}_p + \text{HSTE}_p} \dots\dots\dots (\text{ A.109 })$$

A.3.5 机组全年运转时季节消耗的一次能源热量按公式(A.110)计算。

$$\text{AEC}_p = \text{CSTE}_p + \text{HSTE}_p \dots\dots\dots (\text{ A.110 })$$

式中：

AEC_p ——全年消耗的一次能源热量总和，单位为瓦时(W·h)；

CSTE_p ——制冷季节消耗的一次能源热量，单位为瓦时(W·h)；

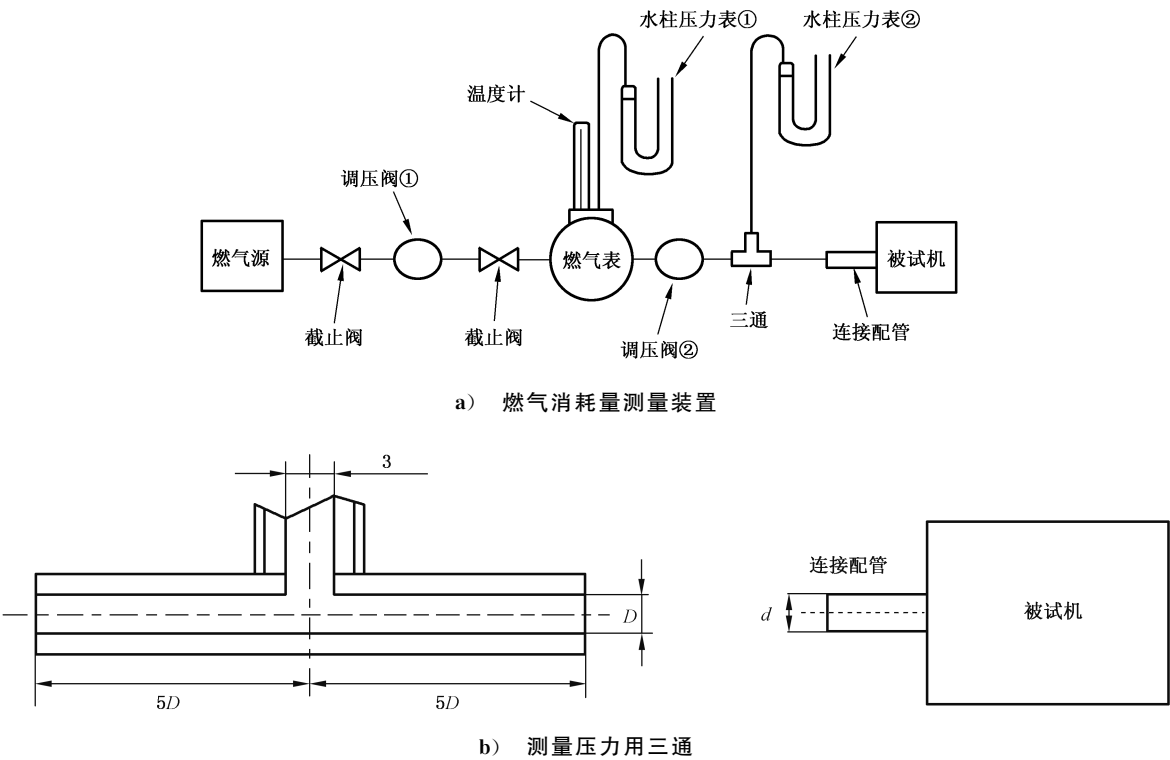
HSTE_p ——制热季节消耗的一次能源热量，单位为瓦时(W·h)。

附 录 B
(规范性)
消耗燃气热量试验

B.1 测量装置

B.1.1 按图 B.1 连接燃气源、机组及测量仪器。

单位为毫米



标引符号说明:

D —— 三通的内径,为 $(1\sim1.1)d$;

d —— 机组连接配管的内径。

图 B.1 燃气消耗量测量装置示意图

B.1.2 图 B.1a)中,燃气源接管与连接配管的口径应保持一致;连接配管的进口段与三通出口段距离应小于 100 mm,且两者之间不应有弯头和变径。

B.1.3 调压阀②应能将试验燃气压力的波动范围调整到 ± 20 Pa。但是,若燃气表入口的压力能满足以上要求时,也可以省略此件。

B.2 测量方法

B.2.1 依据图 B.1 水柱压力表②,将燃气压力调整到与 4.2.4 规定的相应压力值。

B.2.2 启动机组后,燃气流量达到稳定状态后开始测量。

B.2.3 测量一次时间应在 1 min 以上。

B.2.4 测量时,连续测量值的差在 $\pm 2\%$ 以内的值作为实测燃气流量值(K)。

B.3 消耗燃气热量

机组的消耗燃气热量按公式(B.1)计算。

$$I_s = \frac{1}{3.6} \times Q \times V_a \times \frac{273}{273 + t_g} \times \frac{B + P_m - S}{101.3} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

I_s ——消耗燃气热量,单位为千瓦(kW)；

Q ——燃气的低位发热量,单位为兆焦每标准立方米(MJ/Nm³)；

V_a ——实测燃气流量(燃气流量计的读数),单位为立方米每小时(m³/h)；

P_m ——水柱压力表①显示的的压力,单位为千帕(kPa)；

t_g ——测量时燃气表的燃气温度,单位为摄氏度(℃)；

B ——测量时的大气压,单位为千帕(kPa)；

S ——温度为 0℃~100℃之间时的饱和水蒸气压力,单位为千帕(kPa)。

温度为 0℃~100℃之间时的饱和水蒸气压力(S)按公式(B.2)、公式(B.3)计算,计算结果保留 3 位有效数字。

$$S = 10^\alpha \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

$$\alpha = 7.203 - \frac{1\,735.74}{t_g + 234} \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

附 录 C
(规范性)
CO 浓度试验

C.1 试验条件

- C.1.1 CO 浓度测量点,按附录 D 中表 D.3 规定的制冷运转 6 点及表 D.4 规定的制热运转 6 点,合计 12 点。
- C.1.2 烟气取样管应使用奥氏体不锈钢材质,插入烟气排出口中 600 mm 以上。若无法插入 600 mm 以上时,可增加排气管长度并防止空气漏入。烟气取样管的插入不能影响烟气的顺利排出。
- C.1.3 从烟气取样管到测量仪器的连接管应使用氟化橡胶管。
- C.1.4 从烟气取样管到测量仪器的距离应在 5 m 以内。
- C.1.5 测量装置见图 C.1。

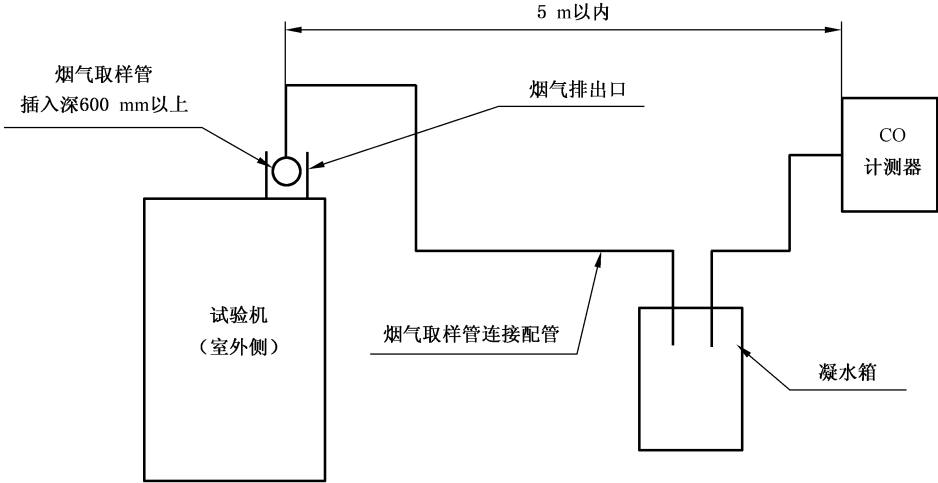


图 C.1 CO 浓度测量装置

C.2 试验方法

- C.2.1 机组运转稳定状态 15 min 后开始测量,连续测量 5 min CO 浓度及 O₂ 浓度,其间的平均值作为测量值。
- C.2.2 进入融霜运转时,融霜运转结束 15 min 后开始测量,连续测量 5 min CO 浓度及 O₂ 浓度,其间的平均值作为测量值。
- C.2.3 根据 C.2.1 和 C.2.2 的制冷、制热运转各 6 个点的测量值,算出烟气中的理论干燥 CO 体积浓度(换算成 O₂ 浓度=0%的值),其中的最大值为 CO 浓度值。

附 录 D
(规范性)
NO_x 浓度试验

D.1 试验步骤

NO_x 浓度试验按以下步骤进行：

- a) 制冷与制热能力试验；
- b) NO_x 浓度测量点的确定；
- c) NO_x 浓度测量试验；
- d) NO_x 12 状态值的计算。

D.2 制冷与制热能力试验

D.2.1 试验种类

制冷与制热能力试验按表 D.1 规定。其中：低湿制冷试验、断续制冷试验及断续制热试验可以省略。

表 D.1 制冷和制热试验种类及温度条件

试验种类	室内侧吸入空气温度		室外侧吸入空气温度	
	干球温度 ℃	湿球温度 ℃	干球温度 ℃	湿球温度 ℃
名义制冷能力试验	27 ^a	19	35 ^a	—
低室外温度制冷试验	27±1.0	19±0.5	29±1.0	
低湿制冷试验		<16 ^b	29±1.5	
断续制冷试验	27±1.5		29±1.5	
名义制热能力试验	20 ^a	—	7 ^a	6 ^a
断续制热试验	20±1.5		7±1.5	6±1.0
低温制热试验	20 ^a		2 ^a	1 ^a
超低室外温度制热试验	20±2.0	<15 ^c	−8.5±2.0	−9.5±1.0 ^d
^a 允许偏差见 6.1.4。 ^b 所谓 16℃ 以下指室内侧热交换器不结露温度。 ^c 适用于湿球温度影响室内侧热交换器的情况。 ^d 也可以是与湿球温度对应的露点温度。				

D.2.2 试验条件

- D.2.2.1 机组的制冷量和制热量的试验装置按 GB/T 17758—2023 附录 A 进行。
- D.2.2.2 试验工况见表 D.1。
- D.2.2.3 机组在额定频率、额定电压(允许波动范围±2%)下运转。

D.2.2.4 试验用燃气为表 2 规定的液化石油气中的 20Y 气体(标准压力)。

D.2.3 试验方法

D.2.3.1 测量项目

按表 D.1 的各温度条件,进行表 D.2 中各项目的测量。

表 D.2 制冷(制热)试验测量项目

试验种类	测定项目	测量值
名义制冷能力试验	燃气发动机在最高转速下运行时的制冷量(kW)、 消耗燃气热量(kW)	ϕ_{c1} G_{c1}
	燃气发动机在最低转速下运行时的制冷量(kW)、 消耗燃气热量(kW)	ϕ_{c2} G_{c2}
低室外温度制冷试验	燃气发动机在最高转速下运行时的制冷量(kW)、 消耗燃气热量(kW)	ϕ_{c3} G_{c3}
	燃气发动机在最低转速下运行时的制冷量(kW)、 消耗燃气热量(kW)	ϕ_{c4} G_{c4}
低湿制冷试验	燃气发动机在最低转速下运行时的制冷量(kW)、 消耗燃气热量(kW)	ϕ_{c5} G_{c5}
断续制冷试验	燃气发动机在最低转速下运行时的制冷量(kW)、 消耗燃气热量(kW)	ϕ_{c6} G_{c6}
名义制热能力试验	燃气发动机在最高转速下运行时的制冷量(kW)、 消耗燃气热量(kW)	ϕ_{h1} G_{h1}
	燃气发动机在最低转速下运行时的制冷量(kW)、 消耗燃气热量(kW)	ϕ_{h2} G_{h2}
断续制热试验	燃气发动机在最低转速下运行时的制冷量(kW)、 消耗燃气热量(kW)	ϕ_{h3} G_{h3}
低温制热试验	燃气发动机在最高转速下运行时的制冷量(kW)、 消耗燃气热量(kW) 判断室外机热交换器有无结霜	ϕ_{h4} G_{h4}
超低室外温度 制热试验	燃气发动机在最高转速下运行时的制冷量(kW)、 消耗燃气热量(kW)	ϕ_{h5} G_{h5}
	燃气发动机在最低转速下运行时的制冷量(kW)、 消耗燃气热量(kW)	ϕ_{h6} G_{h6}

D.2.3.2 名义制冷能力试验

在表 D.1 的名义制冷能力试验条件下,燃气发动机分别在最高转速及最低转速下稳定运行 1 h 后,30 min 内每隔 5 min 测量 1 次制冷量及消耗燃气热量,求出 7 次测量值的平均值。

D.2.3.3 低室外温度制冷试验

在表 D.1 的低室外温度制冷试验条件下,燃气发动机分别在最高转速及最低转速下稳定运行 1 h 后,30 min 内每隔 5 min 测量 1 次制冷量及消耗燃气热量,求出 7 次测量值的平均值。

D.2.3.4 低湿制冷试验

在表 D.1 的低湿制冷试验条件下,燃气发动机在最低转速下稳定运行 1 h 后,30 min 内每隔 5 min 测量 1 次制冷量及消耗燃气热量,求出 7 次测量值的平均值。

D.2.3.5 断续制冷试验

在表 D.1 的断续制冷试验条件下,燃气发动机在最低转速断续运转时的制冷量及消耗燃气热量,按下列条件求出:

- a) 手动开停室内机,反复断续运转 1 h 以上,稳定运行后,连续测出断续运转 3 个周期的制冷量及消耗燃气热量,其测量值换算成 1 h 的值;
- b) 断续运转时间为运转 7 min、停止 5 min,断续运转 1 个周期指从运转开始到下一运转开始;
- c) 制冷量测量间隔为 10 s 以内,消耗燃气热量测量为运转中累计值。

D.2.3.6 名义制热能力试验

在表 D.1 名义制热能力试验条件下,燃气发动机分别在最高转速及最低转速下稳定运行 1 h 后,30 min 内每隔 5 min 测量 1 次制热量及消耗燃气热量,求出 7 次测量值的平均值。

D.2.3.7 断续制热试验

在表 D.1 断续制热试验条件下,燃气发动机在最低转速断续运转时的制热量及消耗燃气热量按下列条件求出:

- a) 手动开停室内机,反复断续运转 1 h 以上,稳定运行后,连续测出断续运转 3 个周期的制热及消耗燃气热量,其测量值换算成 1 h 的值;
- b) 断续运转时间为运转 5 min、停止 3 min,断续运转 1 个周期指从运转开始到下一运转开始;
- c) 制热量测量间隔应在 10 s 以内,消耗燃气热量为运转中的累计值。

D.2.3.8 低温制热试验

在表 D.1 低温制热试验条件下,燃气发动机最高转速运转时的制热量及消耗燃气热量按下列条件求出。

- a) 运转 3 h,室内机及室外机的吹出空气干球温度的最大变动幅度如果在 $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内,且室外机热交换器无霜,自动融霜试验可以省略。
- b) 试验中,在 3 h 以内进入融霜运转时,或当室内机及室外机吹出空气干球温度的最大变动幅度超出 $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,则进行自动融霜试验。
- c) 带有融霜的测量时间应为连续 3 个融霜周期(融霜周期指从进入制热运转开始到融霜运转停止,又进入下一制热运转)。但 1 个融霜周期超过 3 h 算为 1 个融霜周期。制热量测量间隔为 10 s 以内,消耗燃气热量测量为运转中累计值,各测量值换算成 1 h 的值。
- d) 机组无融霜功能时的测量时间为 6 h。测量间隔为 10 min 以内,制热量及消耗燃气热量的各测量值换算成 1 h 的值。

D.2.3.9 超低室外温度制热试验

在表 D.1 超低室外温度制热试验条件下,燃气发动机分别在最高转速及最低转速下稳定运转

30 min后,在 20 min 内测量制热量及消耗燃气热量。制热量测量间隔 10 s 以内,消耗燃气热量测量为运转中累计值,各测量值换算成 1 h 的值。

D.3 NO_x 浓度测量点的确定

D.3.1 如表 D.3 所示的制冷运转 6 点及表 D.4 所示的制热运转 6 点,合计 12 点。

表 D.3 制冷运转浓度测量点

测量点	室内侧吸入空气温度		室外侧吸入空气温度		燃气发动机转速 s^{-1}	测量值 mL/m^3
	干球温度 ℃	湿球温度 ℃	干球温度 ℃	湿球温度 ℃		
①	27±1.0	19±0.5	35±1.0	(24±0.5)℃	最高转速(R_{cmax})	NO $_{xc1}$
②			33±1.0	a	最高转速(R_{cmax})	NO $_{xc2}$
③			$t_{c3} \pm 1.0$		中间转速(R_{c3})	NO $_{xc3}$
④			$t_{c4} \pm 1.0$		中间转速(R_{c4})	NO $_{xc4}$
⑤			$t_{c5} \pm 1.0$		最低转速(R_{cmin})	NO $_{xc5}$
⑥			23±1.0		最低转速(R_{cmin})	NO $_{xc6}$
a 相对湿度为(40±5)%时的湿球温度。						

表 D.4 制热运转 NO_x 浓度测量点

测量点	室内侧吸入空气温度		室外侧吸入空气温度		燃气发动机转速 s ⁻¹	测量值 mL/m ³
	干球温度 ℃	湿球温度 ℃	干球温度 ℃	湿球温度 ℃		
①	20±1.0	—	−5±1.0	a	最高转速(<i>R</i> _{hmax})	NO _{xh1}
②			<i>t</i> _{h2} ±1.0		最高转速(<i>R</i> _{hmax})	NO _{xh2}
③			<i>t</i> _{h3} ±1.0		中间转速(<i>R</i> _{h3})	NO _{xh3}
④			<i>t</i> _{h4} ±1.0		中间转速(<i>R</i> _{h4})	NO _{xh4}
⑤			<i>t</i> _{h5} ±1.0		最低转速(<i>R</i> _{hmin})	NO _{xh5}
⑥			14±1.0		最低转速(<i>R</i> _{hmin})	NO _{xh6}
a 相对湿度为 85％时的湿球温度。						

D.3.2 表 D.3 中的 *t*_{c3}、*t*_{c4}、*t*_{c5}、*R*_{c3}、*R*_{c4} 按公式(D.1)~公式(D.5)求出。

$t_{c3} = (2t_{cmax} + t_{cmin})/3$,取最接近整数的温度(D.1)

$t_{c4} = (t_{cmax} + 2t_{cmin})/3$,取最接近整数的温度(D.2)

$t_{c5} = t_{cmin}$ 以下, t_{cmin} 中取最接近整数的温度(D.3)

$R_{c3} = R_{cmin} + (R_{cmax} - R_{cmin}) \frac{t_{c3} - t_{cmin}}{t_{cmax} - t_{cmin}}$ (D.4)

$R_{c4} = R_{cmin} + (R_{cmax} - R_{cmin}) \frac{t_{c4} - t_{cmin}}{t_{cmax} - t_{cmin}}$ (D.5)

*t*_{cmax} = 33 ℃,*t*_{cmin} 值根据名义制冷能力试验及低室外温度制冷试验测量值(见表 D.2),按表 D.5 中公式(D.6)~公式(D.14)计算求出。

表 D.5 制冷量及消耗燃气热量计算式

运转条件	计算式
制冷	$\phi_{\text{cmax}}(t) = \phi_{\text{c1}} + (\phi_{\text{c3}} - \phi_{\text{c1}})(35 - t)/6 \quad \dots\dots\dots (D.6)$
	$\phi_{\text{cmin}}(t) = \phi_{\text{c2}} + (\phi_{\text{c4}} - \phi_{\text{c2}})(35 - t)/6 \quad \dots\dots\dots (D.7)$
	$\phi_{\text{cmid}} = \text{BL}_c(t) \quad \dots\dots\dots (D.8)$
	$g_{\text{cmax}}(t) = G_{\text{c1}} + (G_{\text{c3}} - G_{\text{c1}})(35 - t)/6 \quad \dots\dots\dots (D.9)$
	$g_{\text{cmin}}(t) = G_{\text{c2}} + (G_{\text{c4}} - G_{\text{c2}})(35 - t)/6 \quad \dots\dots\dots (D.10)$
	$g_{\text{cmid}}(t) = g_{\text{cmid}}(t_{\text{cmin}}) + [g_{\text{cmax}}(33) - g_{\text{cmin}}(t_{\text{cmin}})] \frac{t - t_{\text{cmin}}}{33 - t_{\text{cmin}}} \quad \dots\dots\dots (D.11)$
	$\text{BL}_c(t) = \phi_{\text{cmax}}(33) \times (t - 22)/11 = (2\phi_{\text{c1}} + \phi_{\text{c3}})(t - 22)/33 \quad \dots\dots\dots (D.12)$
	$t_{\text{cmax}} = 33 \quad \dots\dots\dots (D.13)$
	$t_{\text{cmin}} = 22 + \frac{11(13\phi_{\text{c4}} - 7\phi_{\text{c2}})}{11(\phi_{\text{c4}} - \phi_{\text{c2}}) + 2\phi_{\text{c3}} + 4\phi_{\text{c1}}} \quad \dots\dots\dots (D.14)$
	式中:
	$\phi_{\text{cmax}}(t)$ ——燃气发动机最高转速下运转时的制冷量,单位为千瓦(kW);
	$\phi_{\text{cmin}}(t)$ ——燃气发动机最低转速下运转时的制冷量,单位为千瓦(kW);
	$\phi_{\text{cmid}}(t)$ ——燃气发动机中间转速下运转时的制冷量,单位为千瓦(kW);
	$g_{\text{cmax}}(t)$ ——燃气发动机最高转速制冷运转时的消耗燃气热量,单位为千瓦(kW);
	$g_{\text{cmin}}(t)$ ——燃气发动机最低转速制冷运转时的消耗燃气热量,单位为千瓦(kW);
	$g_{\text{cmid}}(t)$ ——燃气发动机中间转速制冷运转时的消耗燃气热量,单位为千瓦(kW);
	$\text{BL}_c(t)$ ——建筑物制冷负荷,单位为千瓦(kW);
	t ——室外温度或室外侧吸入空气干球温度,单位为摄氏度(℃);
	t_{cmax} —— $\text{BL}_c(t)$ 与或 $\phi_{\text{cmax}}(t)$ 平衡时的室外温度,单位为摄氏度(℃);
	t_{cmin} —— $\text{BL}_c(t)$ 与或 $\phi_{\text{cmin}}(t)$ 平衡时的室外温度,单位为摄氏度(℃)

D.3.3 表 D.4 中的 t_{h2} 、 t_{h3} 、 t_{h4} 、 t_{h5} 、 R_{h3} 、 R_{h4} 按公式(D.15)~公式(D.20)求出。

以低温制热试验结果来判断制热有无结霜。

以下取最接近整数的温度;

$$t_{\text{h2}} = t_{\text{hmax}} \text{ 以下, } t_{\text{hmax}} \text{ 取最接近整数的温度} \quad \dots\dots\dots (D.15)$$

$$t_{\text{h3}} = (2t_{\text{hmax}} + t_{\text{hmin}})/3, \text{取最接近整数的温度} \quad \dots\dots\dots (D.16)$$

$$t_{\text{h4}} = (t_{\text{hmax}} + 2t_{\text{hmin}})/3, \text{取最接近整数的温度} \quad \dots\dots\dots (D.17)$$

$$t_{\text{h5}} = t_{\text{hmin}} \text{ 以上, } t_{\text{hmin}} \text{ 取最接近整数的温度} \quad \dots\dots\dots (D.18)$$

$$R_{\text{h3}} = R_{\text{hmin}} + (R_{\text{hmax}} - R_{\text{hmin}}) \frac{t_{\text{h3}} - t_{\text{hmin}}}{t_{\text{hmax}} - t_{\text{hmin}}} \quad \dots\dots\dots (D.19)$$

$$R_{\text{h4}} = R_{\text{hmin}} + (R_{\text{hmax}} - R_{\text{hmin}}) \frac{t_{\text{h4}} - t_{\text{hmin}}}{t_{\text{hmax}} - t_{\text{hmin}}} \quad \dots\dots\dots (D.20)$$

a) 制热无霜时: $t_{\text{hmax}} = t_{\text{ha}}, t_{\text{hmin}} = t_{\text{hb}}$;

b) 制热结霜时: $t_{\text{hmax}} = t_{\text{fa}}, t_{\text{hmin}} = t_{\text{fb}}$

当 $t_{\text{fb}} \geq 5.5$ ℃ 时, $t_{\text{hmin}} \geq 5.5$ ℃。

t_{hb} 值根据名义制热能力试验、超低室外温度制热试验的测量值(见表 D.2),按表 D.6 中公式(D.21)~公式(D.29)计算求出。

表 D.6 制热量及消耗燃气热量计算式(制热无霜时)

运转条件	计算式
制热无霜时	$\phi_{\text{hmax}}(t) = \phi_{\text{h5}} + (\phi_{\text{h1}} - \phi_{\text{h1}})(t + 8.5)/15.5 \quad \dots\dots\dots(\text{D.21})$
	$\phi_{\text{cmin}}(t) = \phi_{\text{h5}} + (\phi_{\text{h2}} - \phi_{\text{h2}})(t + 8.5)/15.5 \quad \dots\dots\dots(\text{D.22})$
	$\phi_{\text{hmid}} = \text{BL}_{\text{h}}(t) \quad \dots\dots\dots(\text{D.23})$
	$g_{\text{hmax}}(t) = G_{\text{h5}} + (G_{\text{h1}} - G_{\text{h1}})(t + 8.5)/15.5 \quad \dots\dots\dots(\text{D.24})$
	$g_{\text{hmin}}(t) = G_{\text{h5}} + (G_{\text{h2}} - G_{\text{h6}})(t + 8.5)/15.5 \quad \dots\dots\dots(\text{D.25})$
	$g_{\text{hmid}}(t) = g_{\text{hmax}}(-2) + [g_{\text{hmax}}(t_{\text{hb}}) - g_{\text{hmax}}(-2)] \frac{t + 2}{t_{\text{hb}} + 2} \quad \dots\dots\dots(\text{D.26})$
	$\text{BL}_{\text{h}}(t) = \phi_{\text{hmax}}(-2) \times (15 - t)/17 = (13\phi_{\text{h1}} + 18\phi_{\text{h5}})(15 - t)/527 \quad \dots\dots(\text{D.27})$
	$t_{\text{ha}} = -2 \quad \dots\dots\dots(\text{D.28})$
	$t_{\text{hb}} = 15 + \frac{17(47\phi_{\text{h2}} - 16\phi_{\text{h6}})}{34(\phi_{\text{h2}} - \phi_{\text{h6}}) + 13\phi_{\text{h1}} + 18\phi_{\text{h5}}} \quad \dots\dots\dots(\text{D.29})$
	式中:
	$\phi_{\text{hmax}}(t)$ ——燃气发动机最高转速下运转时的制热量,单位为千瓦(kW);
	$\phi_{\text{hmin}}(t)$ ——燃气发动机最低转速下运转时的制热量,单位为千瓦(kW);
	$\phi_{\text{hmid}}(t)$ ——燃气发动机中间转速下运转时的制热量,单位为千瓦(kW);
	$g_{\text{hmax}}(t)$ ——燃气发动机最高转速制热运转时的消耗燃气热量,单位为千瓦(kW);
	$g_{\text{hmin}}(t)$ ——燃气发动机最低转速制热运转时的消耗燃气热量,单位为千瓦(kW);
	$g_{\text{hmid}}(t)$ ——燃气发动机中间转速制热运转时的消耗燃气热量,单位为千瓦(kW);
	$\text{BL}_{\text{c}}(t)$ ——建筑物制冷负荷,单位为千瓦(kW);
	t ——室外温度或室外侧吸入空气干球温度,单位为摄氏度(℃);
	t_{ha} —— $\text{BL}_{\text{c}}(t)$ 与或 $\phi_{\text{cmax}}(t)$ 平衡时的室外温度,单位为摄氏度(℃);
	t_{hb} —— $\text{BL}_{\text{c}}(t)$ 与或 $\phi_{\text{cmin}}(t)$ 平衡时的室外温度,单位为摄氏度(℃)

t_{fa} 、 t_{fb} 以值根据名义制热能力试验、低温制热试验及超低室外温度制热试验的测量值(见表 D.2),按表 D.7 中的公式(D.30)~公式(D.40)计算求出。

表 D.7 制热量及消耗燃气热量计算式(制热结霜时)

运转条件	计算式
制热结霜时	$\phi_{\text{fmax}}(t) = \phi_{\text{h5}} + (\phi_{\text{h4}} - \phi_{\text{h5}})(t + 8.5)/10.5 \quad \dots\dots\dots(\text{D.30})$
	$\phi_{\text{fmin}}(t) = \phi_{\text{h5}} + (C_{\phi} \cdot \phi_{\text{h4}} - \phi_{\text{h6}})(t + 8.5)/10.5 \quad \dots\dots\dots(\text{D.31})$
	$\phi_{\text{fmid}} = \text{BL}_{\text{h}}(t) \quad \dots\dots\dots(\text{D.32})$
	$g_{\text{fmax}}(t) = G_{\text{h5}} + (G_{\text{h4}} - G_{\text{h5}})(t + 8.5)/15.5 \quad \dots\dots\dots(\text{D.33})$
	$g_{\text{fmin}}(t) = \phi_{\text{h6}} + (G_{\text{g}} \cdot G_{\text{h4}} - G_{\text{h6}})(t + 8.5)/10.5 \quad \dots\dots\dots(\text{D.34})$
	$g_{\text{fmid}}(t) = g_{\text{fmax}}(t_{\text{fa}}) + [g_{\text{fmin}}(t_{\text{fb}}) - g_{\text{fmax}}(t_{\text{fa}})] \frac{t - t_{\text{fa}}}{t_{\text{fb}} - t_{\text{fa}}} \quad \dots\dots\dots(\text{D.35})$
	$\text{BL}_{\text{h}}(t) = \phi_{\text{hmax}}(-2) \times (15 - t)/17 = (13\phi_{\text{h1}} + 18\phi_{\text{h5}})(15 - t)/527 \quad \dots\dots(\text{D.36})$
	$C_{\phi} = (21\phi_{\text{h2}} + 10\phi_{\text{h6}})/(21\phi_{\text{h1}} + 10\phi_{\text{h5}}) \quad \dots\dots\dots(\text{D.37})$
	$C_{\text{g}} = (21\phi_{\text{h2}} + 10\phi_{\text{h6}})/(21\phi_{\text{h1}} + 10\phi_{\text{h5}}) \quad \dots\dots\dots(\text{D.38})$

表 D.7 制热量及消耗燃气热量计算式(制热结霜时) (续)

运转条件	计算式
制热结霜时	$t_{fa} = 15 - \frac{17(47\phi_{h4} - 26\phi_{h5})}{34(\phi_{h4} - \phi_{h5}) + (21/31)(13\phi_{h1} + 18\phi_{h5})} \dots\dots\dots (D.39)$
	$t_{fb} = 15 - \frac{17(47C_{\phi}\phi_{h4} - 26\phi_{h5})}{34(C_{\phi}\phi_{h4} - \phi_{h5}) + (21/31)(13\phi_{h1} + 18\phi_{h5})} \dots\dots\dots (D.40)$
	式中:
	$\phi_{fmax}(t)$ ——燃气发动机最高转速下运转时的制热量,单位为千瓦(kW);
	$\phi_{fmin}(t)$ ——燃气发动机最低转速下运转时的制热量,单位为千瓦(kW);
	$\phi_{fmid}(t)$ ——燃气发动机中间转速下运转时的制热量,单位为千瓦(kW);
	$g_{fmax}(t)$ ——燃气发动机最高转速制热运转时的消耗燃气热量,单位为千瓦(kW);
	$g_{fmin}(t)$ ——燃气发动机最低转速制热运转时的消耗燃气热量,单位为千瓦(kW);
	$g_{fmid}(t)$ ——燃气发动机中间转速制热运转时的消耗燃气热量,单位为千瓦(kW);
	BL(t) —— 建筑物制冷负荷,单位为千瓦(kW);
	t —— 室外温度或室外侧吸入空气干球温度,单位为摄氏度(℃);
	t_{fa} —— BL _c (t)与或 $\phi_{fmax}(t)$ 平衡时的室外温度,单位为摄氏度(℃);
	t_{fb} —— BL _c (t)与或 $\phi_{fmin}(t)$ 平衡时的室外温度,单位为摄氏度(℃)

D.3.4 当燃气发动机转速为步进式控制时,R_{c3}、R_{c4}、R_{h3}、R_{h4} 分别按 D.3.2 及 D.3.3 计算,取最接近燃气发动机实际转速的值。

D.4 NO_x 浓度测量试验

D.4.1 试验条件

- NO_x 浓度测量试验条件应满足以下要求。
- a) NO_x 浓度测量点,见表 D.3 及表 D.4。
 - b) 烟气取样管应使用奥氏体不锈钢材质,插入烟气排出口中 600 mm 以上。若无法插入600 mm 以上时,可增加排气管长度并防止空气漏入。烟气取样管的插入不能影响烟气的顺利排出。
 - c) 从烟气取样管到测量仪器的连接管应使用氟化橡胶管。
 - d) 从烟气取样管到测量仪器的距离应在 5 m 以内。
 - e) 测量装置见图 D.1。

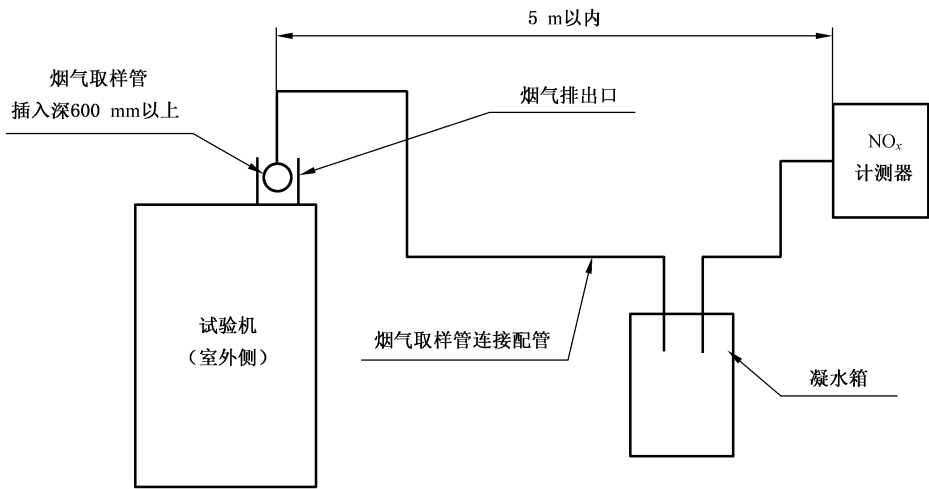


图 D.1 NO_x 浓度测量装置

D.4.2 试验方法

D.4.2.1 机组运转状态稳定 15 min 后开始测量,连续测量 5 min NO_x 浓度及 O₂ 浓度,其间的平均为测量值(换算成 O₂ 浓度=0%的值)。

D.4.2.2 进入融霜运转时,融霜运转结束 15 min 后开始测量,连续测量 5 min NO_x 浓度及 O₂ 浓度,其间的平均值作为测量值(换算成 O₂ 浓度=0%的值)。

D.5 NO_x12 状态值的计算

D.5.1 NO_x12 状态值计算方法

D.5.1.1 根据制冷能力试验及 NO_x 浓度测量试验结果,从 23 ℃~38 ℃之间每一度的各室外温度下制冷运转时的消耗燃气热量及 NO_x 浓度(换算成 O₂ 浓度=0%的值),按表 D.5、D.5.2 及 D.5.4 计算求出。

D.5.1.2 根据制热能力试验及 NO_x 浓度测量试验结果,从-14 ℃~12 ℃之间每一度的各室外温度下制热运转时的消耗燃气热量及 NO_x 浓度(换算成 O₂ 浓度=0%的值),按表 D.6、表 D.7、D.5.3 及 D.5.5 计算求出。

D.5.1.3 根据 D.5.1.1 及 D.5.1.2 的计算值,对各室外温度发生的时间进行加权,根据公式(D.41)算出 NO_x12 状态值。其中, $n_c(t)$ 、 $n_h(t)$ 按表 D.8 及表 D.9 中取值。

$$\text{NO}_{x12} = \frac{\sum_{t=23}^{38} \text{NO}_{xc}(t) \cdot g_c(t) \cdot n_c(t) + \sum_{t=-14}^{12} \text{NO}_{xh}(t) \cdot g_h(t) \cdot n_h(t)}{\sum_{t=23}^{38} g_c(t) \cdot n_c(t) + \sum_{t=-14}^{12} g_h(t) \cdot n_h(t)}$$

.....(D.41)

- 式中:
- NO_x12

——氮氧化物浓度 12 点状态值;
- NO_{xc}(*t*)

——室外温度为 *t*、制冷运转时的 NO_x 浓度(mL/m³)(换算成 O₂ 浓度=0%的值);
- NO_{xh}(*t*)

——室外温度为 *t*、制热运转时的 NO_x 浓度(mL/m³)(换算成 O₂ 浓度=0%的值);
- g_c*(*t*)

——室外温度为 *t* 制冷运转时的消耗燃气热量,单位为千瓦(kW);
- g_h*(*t*)

——室外温度为 *t*、制热运转时的消耗燃气热量,单位为千瓦(kW);
- n_c*(*t*)

——制冷季节中各室外温度 *t* 的发生时间数,单位为小时(h);
- n_h*(*t*)

——制热季节中各室外温度 *t* 的发生时间数,单位为小时(h)。

表 D.8 制冷季节各室外温度的发生时间

室外温度(<i>t_c</i>) ℃	发生时间(<i>n_c</i>) h	室外温度(<i>t_c</i>) ℃	发生时间(<i>n_c</i>) h	室外温度(<i>t_c</i>) ℃	发生时间(<i>n_c</i>) h
23	79.3	29	78.3	35	12.2
24	98.5	30	67.8	36	3.8
25	104.2	31	61.5	37	1.0
26	94.0	32	46.3	38	0.0
27	89.7	33	34.7	—	—
28	85.7	34	24.3	合计	881.3

表 D.9 制热季节中各室外温度的发生时间

室外温度(t_h) ℃	发生时间(n_h) h	室外温度(t_h) ℃	发生时间(n_h) h	室外温度(t_h) ℃	发生时间(n_h) h
—14	0.0	—4	9.3	6	61.5
—13	0.2	—3	12.2	7	60.7
—12	0.2	—2	15.0	8	57.2
—11	1.0	—1	20.5	9	54.3
—10	1.3	0	23.0	10	45.5
—9	2.0	1	35.7	11	42.2
—8	2.8	2	38.3	12	36.8
—7	3.2	3	48.0	合计	693.6
—6	4.7	4	55.8	—	—
—5	7.0	5	55.2	—	—

D.5.2 制冷运转时消耗燃气热量的计算

制冷运转时消耗燃气热量按以下规定进行计算：

a) $t \geq 33\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,消耗燃气热量按公式(D.42)计算。

$$g_c(t) = g_{c\max}(t) \quad \dots\dots\dots(\text{D.42})$$

b) $33\text{ }^{\circ}\text{C} > t \geq t_{c\min}$ 时,消耗燃气热量按公式(D.43)计算。

$$g_c(t) = g_{c\text{mid}}(t) \quad \dots\dots\dots(\text{D.43})$$

c) $t < t_{c\min}$ 时,消耗燃气热量按公式(D.44)~公式(D.46)计算。

$$g_c(t) = \frac{X_c(t)}{1 - C_{\text{Dc}}[1 - X_c(t)]} g_{c\min}(t) \quad \dots\dots\dots(\text{D.44})$$

$$X_c(t) = \text{BL}_c(t) / \phi_{c\min}(t) \quad \dots\dots\dots(\text{D.45})$$

$$C_{\text{Dc}} = \frac{1 - \phi_{c6}/G_{c6}}{1 - \phi_{c5}/G_{c5}} \quad \dots\dots\dots(\text{D.46})$$

式中：

$X_c(t)$ ——断续制冷运转时的实际运转率；

C_{Dc} ——断续制冷运转时效率降低系数,当低湿制冷试验与断续制冷试验省略时, $C_{\text{Dc}} = 0.25$ 。

D.5.3 制热运转时消耗燃气热量计算

制热运转时消耗燃气热量按以下规定进行计算：

a) 制热无霜时：

1) $t \leq -2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,消耗燃气热量按公式(D.47)计算。

$$g_h(t) = g_{h\max}(t) \quad \dots\dots\dots(\text{D.47})$$

2) $-2\text{ }^{\circ}\text{C} < t \leq t_{h\text{bb}}$ 时,消耗燃气热量按公式(D.48)计算。

$$g_h(t) = g_{h\text{mid}}(t) \quad \dots\dots\dots(\text{D.48})$$

3) $t > t_{h\text{bb}}$ 时,消耗燃气热量按公式(D.49)~公式(D.51)计算。

$$g_h(t) = \frac{X_h(t)}{1 - C_{Dh}[1 - X_h(t)]} g_{hmin}(t) \quad \text{..... (D.49)}$$

$$X_h(t) = BL_h(t) / \phi_{hmin}(t) \quad \text{..... (D.50)}$$

$$C_{Dh} = \frac{1 - \phi_{h3}/G_{h3}}{1 - \phi_{h2}/G_{h2}} \quad \text{..... (D.51)}$$

式中:

$X_h(t)$ ——制热无霜断续运转时的实际运转率;

C_{Dh} ——断续制热运转时效率降低系数,当断续制热试验省略时, $C_{Dh}=0.25$ 。

b) 制热结霜时:

1) $t \leq -8.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,消耗燃气热量按公式(D.52)计算。

$$g_h(t) = g_{hmax}(t) \quad \text{..... (D.52)}$$

2) $-8.5\text{ }^{\circ}\text{C} < t \leq t_{fa}$ 时,消耗燃气热量按公式(D.53)计算。

$$g_h(t) = g_{fmax}(t) \quad \text{..... (D.53)}$$

3) $t_{fa} < t \leq t_{fb}$ 且 $t < 5.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,消耗燃气热量按公式(D.54)计算。

$$g_h(t) = g_{fmid}(t) \quad \text{..... (D.54)}$$

4) $t_{fb} < t < 5.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,消耗燃气热量按公式(D.55)~公式(D.57)计算。

$$g_h(t) = \frac{X_f(t)}{1 - C_{Dh}[1 - X_f(t)]} g_{fmin}(t) \quad \text{..... (D.55)}$$

$$X_f(t) = BL_h(t) / \phi_{fmin}(t) \quad \text{..... (D.56)}$$

$$C_{Dh} = \frac{1 - \phi_{h3}/G_{h3}}{1 - \phi_{h2}/G_{h2}} \quad \text{..... (D.57)}$$

5) $5.5\text{ }^{\circ}\text{C} \leq t \leq t_{hb}$ 时,消耗燃气热量按公式(D.58)计算。

$$g_h(t) = g_{hmid}(t) \quad \text{..... (D.58)}$$

6) $t > t_{hb}$ 且 $t \geq 5.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,消耗燃气热量按公式(D.59)计算。

$$g_h(t) = \frac{X_h(t)}{1 - C_{Dh}[1 - X_h(t)]} g_{hmin}(t) \quad \text{..... (D.59)}$$

式中:

$X_f(t)$ ——制热结霜断续运转时的实际运转率;

C_{Dh} ——断续制热运转时效率降低系数,当断续制热试验省略时, $C_{Dh}=0.25$ 。

D.5.4 制冷运转时 NO_x 浓度计算

制冷运转时各室外温度下的 NO_x 浓度参考图 D.2,并按公式(D.60)~公式(D.64)进行计算。

a) 当 $t \geq 33\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时:

$$\text{NO}_{xc}(t) = \text{NO}_{xc2} + (\text{NO}_{xc1} - \text{NO}_{xc2})(t - 33)/2 \quad \text{..... (D.60)}$$

b) 当 $33\text{ }^{\circ}\text{C} > t \geq t_{c3}$ 时:

$$\text{NO}_{xc}(t) = \text{NO}_{xc3} + (\text{NO}_{xc2} - \text{NO}_{xc3})(t - t_{c3})/(33 - t_{c3}) \quad \text{..... (D.61)}$$

c) 当 $t_{c3} > t \geq t_{c4}$ 时:

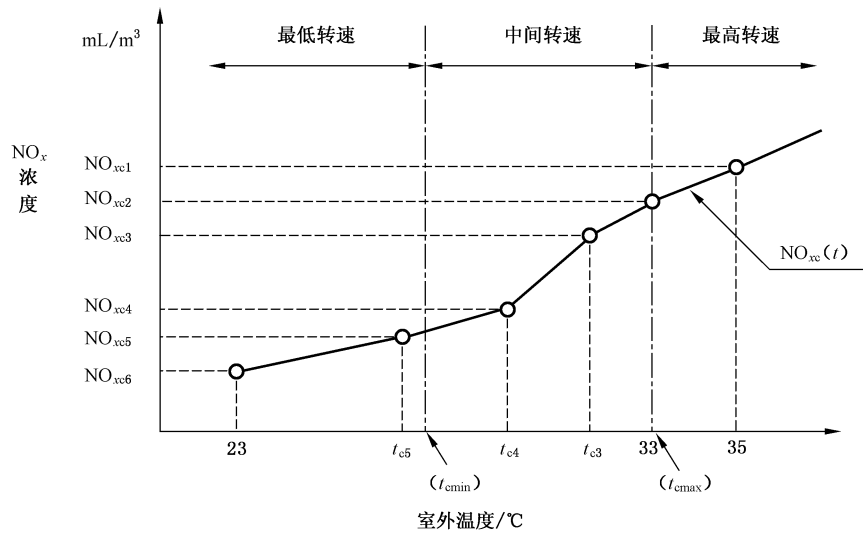
$$\text{NO}_{xc}(t) = \text{NO}_{xc4} + (\text{NO}_{xc3} - \text{NO}_{xc4})(t - t_{c4})/(t_{c3} - t_{c4}) \quad \text{..... (D.62)}$$

d) 当 $t_{c4} > t \geq t_{c5}$ 时:

$$\text{NO}_{xc}(t) = \text{NO}_{xc5} + (\text{NO}_{xc4} - \text{NO}_{xc5})(t - t_{c5})/(t_{c4} - t_{c5}) \quad \text{..... (D.63)}$$

e) 当 $t < t_{c5}$ 时:

$$\text{NO}_{xc}(t) = \text{NO}_{xc6} + (\text{NO}_{xc5} - \text{NO}_{xc6})(t - 23)/(t_{c5} - 23) \quad \text{..... (D.64)}$$

图 D.2 制冷运转时 NO_x 近似方法D.5.5 制热运转时 NO_x 浓度计算式

制热运转时各室外温度下的 NO_x 浓度参考图 D.3, 并按公式(D.65)~公式(D.69)进行计算:

a) 当 $t < t_{h2}$ 时:

$$\text{NO}_{xh}(t) = \text{NO}_{xh1} + (\text{NO}_{xh2} - \text{NO}_{xh1})(t + 5)/(t_{h2} + 5) \quad \dots\dots\dots (\text{D.65})$$

b) 当 $t_{h2} \leq t < t_{h3}$ 时:

$$\text{NO}_{xh}(t) = \text{NO}_{xh2} + (\text{NO}_{xh3} - \text{NO}_{xh2})(t - t_{h2})/(t_{h3} - t_{h2}) \quad \dots\dots\dots (\text{D.66})$$

c) 当 $t_{h3} \leq t < t_{h4}$ 时:

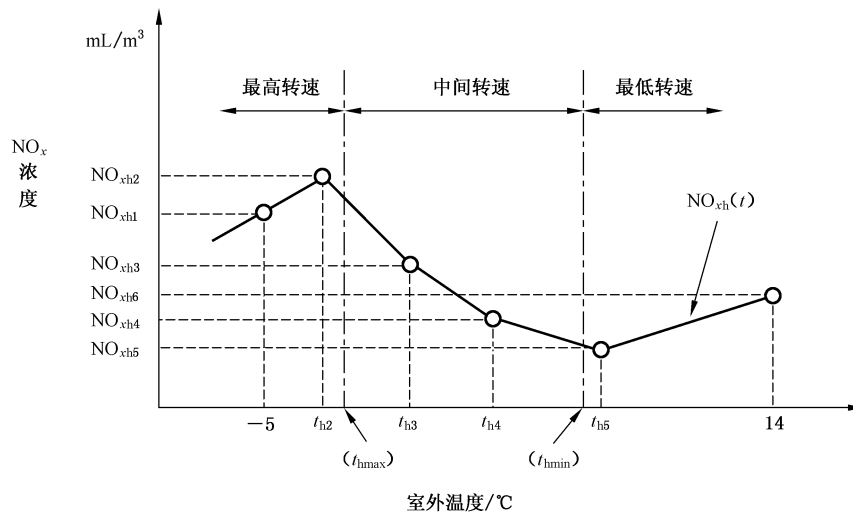
$$\text{NO}_{xh}(t) = \text{NO}_{xh3} + (\text{NO}_{xh4} - \text{NO}_{xh3})(t - t_{h3})/(t_{h4} - t_{h3}) \quad \dots\dots\dots (\text{D.67})$$

d) 当 $t_{h4} \leq t < t_{h5}$ 时:

$$\text{NO}_{xh}(t) = \text{NO}_{xh4} + (\text{NO}_{xh5} - \text{NO}_{xh4})(t - t_{h4})/(t_{h5} - t_{h4}) \quad \dots\dots\dots (\text{D.68})$$

e) 当 $t > t_{h5}$ 时:

$$\text{NO}_{xh}(t) = \text{NO}_{xh5} + (\text{NO}_{xh6} - \text{NO}_{xh5})(t - t_{h5})/(12 - t_{h5}) \quad \dots\dots\dots (\text{D.69})$$

图 D.3 制热运转时 NO_x 近似方法

参 考 文 献

- [1] JB/T 7249—2022 制冷与空调设备 术语
 - [2] 2021 年全国电力工业统计数据[Z].国家能源局,2022-01-26
-