

ICS27.060.30

CCS J 75

# 团 标 准

T/CGMA09XX-2025

## 真空冷冻干燥机能效限定值及能效等级

2025-××-××发布

2025-××-××实施

发 布

中国通用机械工业协会

## 目 次

前言 .....	1
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 能效限定值及能效等级.....	1
4.1 真空冷冻干燥机系统能效等级.....	2
4.2 真空冷冻干燥设备系统能耗等级测定绝对压力.....	2
5 技术要求.....	2
6 试验方法.....	2
6.1 试验物料.....	2
6.2 试验环境条件.....	3
6.3 工具与方法.....	3
6.4 试验步骤与要求.....	3
7 真空冷冻干燥设备热效率.....	4
7.1 间歇式真空冷冻干燥机热效率计算.....	4
7.1.1 有效热量.....	4
7.1.2 输入总热量.....	4
7.1.3 热效率.....	5

## 前言

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

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。

本文件由中国通用机械工业协会干燥设备分会提出。

本文件由中国通用机械工业协会归口。

本文件主要起草单位：常州一步干燥设备有限公司、东北大学

本文件参与起草单位：江苏先锋智能科技股份有限公司、江苏宇通干燥工程有限公司、常州市范群干燥设备有限公司、石家庄鼎威化工装备工程股份有限公司、河北工大科浩工程技术有限公司、淄博真空设备厂有限公司、常州市长江干燥设备有限公司、南通市通州区金沙不锈钢制品有限公司。

本部分主要起草人：张志军、查文浩、顾建树。

本部分参与起草人：查协芳、顾晓峰、夏萌梁、李国强、邓东葵、王兴华、查泽峰、姜汉清、吴 静、吴中华、张金妹、史伟勤、高书燕、王峤峤。

# 真空冷冻干燥机能效限定值及能效等级

## 1 范围

本文件规定了间歇式真空冷冻干燥机热效率实验方法、真空冷冻干燥机系统热效率计算方法、系统能效限定值和能效等级。

本文件适用于绝对压力 $\leq 100\text{Pa}$ , 以电为主要能源的间歇式真空冷冻干燥设备系统能效的测定和能效等级分级, 包括原位冷冻和预冷方式的真空冷冻干燥设备。

## 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, 标注日期的引用文件, 仅标注日期的版本适用于本文件; 不标注日期的引用文件, 其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

JB/T 7250 干燥技术术语

JB/T 10285 食品真空冷冻干燥设备

JB/T 20032 药用真空冷冻干燥机

SB/T 10430 食品冷冻真空干燥设备 间歇式

## 3 术语和定义

JB/T 7250 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

真空冷冻干燥机· vacuum freeze dryer

由真空冷冻干燥设备主体单元、制冷单元、加热单元、真空单元组成的设备系统。

### 3.2

真空冷冻干燥机系统能效 energy efficiency of vacuum freeze dryer system

基于物料干燥目标, 在干燥过程中水分的蒸发量和系统热能能量输入的比值。

### 3.3

真空冷冻干燥机系统能效限定值 energy efficiency limit for vacuum freeze dryer system

在本文件规定测试条件下, 干燥设备系统能效的最低标准值。

## 4 能效限定值及能效等级

#### 4.1 真空冷冻干燥机系统能效等级

真空冷冻干燥设备系统能效等级实测值应不低于表 1 规定的对应类型 3 级能效指标值。

真空冷冻干燥设备系统在稳定工况下所达到的系统能耗  $\eta$  小于等于表 1 中规定等级指标时，即认定为该能耗等级；若大于该等级能耗指标，则认定为下一等级能耗；若大于表 1 中 3 级能效值，则不予以认定。

表 1 间歇式真空冷冻干燥设备系统能效限定值

干燥系统类型	能效等级		
	1 级	2 级	3 级
原位冷冻干燥机热效率 $\eta$ %	65	60	50
预冻干燥机热效率 $\eta$ %	70	65	55

#### 4.2 真空冷冻干燥设备系统能耗等级测定绝对压力

真空冷冻干燥机系统能耗等级测定过程设备绝对压力应按表 2 规定值设定。

表 2 真空冷冻干燥设备系统能效试验真空度

干燥系统类型	冷冻形式	绝对压力 (Pa)
间歇式	原位	$\leq 100$
间歇式	预冻	$\leq 100$

### 5 技术要求

真空冷冻干燥设备的性能应符合 JB/T 10285 或 JB/T 20032 或 SB/T 10430 标准的相关要求。

### 6 试验方法

#### 6.1 试验物料

试验标准原料采用纯净水。

## 6.2 试验环境条件

真空冷冻干燥机的实验环境应满足如下条件：

环境温度为  $25 (\pm 2) ^\circ\text{C}$ ，空气相对湿度  $\leq 70\%$ ，电压波动范围在额定电压的  $\pm 10\%$  以内，频率波动在  $\pm 2\%$  以内；。

## 6.3 工具与方法

具体的测试工具如下：

6.3.1 纯水的质量应通过称重仪器计量。

6.3.2 干燥系统温度应通过温度传感器测定。

6.3.3 试验时间应用秒表记录。

6.3.4 能源消耗应通过电能表记录。

6.3.5 仪器、仪表应符合 GB 17167 的要求，精度应满足表 3 规定。

表 3 仪器仪表名称及规格

类型	技术类型	范围	精度
温度传感器	电阻式、热电偶	-50°C~400°C	小于等于 $\pm 0.5^\circ\text{C}$
重量传感器	电阻应变	-	C 级
秒表	数字式石英秒表	0 h~1 h	小于等于 0.1 s
真空表	薄膜真空计	10~1000Pa	小于等于 1.0
电能表	三相/单相电表	-	1.0 级

## 6.4 试验步骤与要求

### 6.4.1 真空冷冻干燥设备系统试验步骤与要求

间歇式真空冷冻干燥设备系统能耗等级、能耗限定值及能耗测算试验遵循下列 a) ~ g) 步骤在表 2 规定的绝对压强下完成：

a) 依据真空冷冻干燥设备系统每批次额定处理量确定纯净水重量  $G_1$ ，注入的纯净水高度为 10mm 托盘高度，纯水温度  $25^\circ\text{C}$ ，用重量传感器称量并统计试验批次干燥的总纯水重量；

b) 当在真空冷冻干燥机内原位真空冷冻时：将符合步骤 a 要求的纯净水放入真空冷冻

干燥设备额托盘中；而后启动真空冷冻干燥设备，进行预先冻结；当冷冻温度达到-40℃以下时，启动真空泵，设定搁板加热温度为40℃，开始真空冷冻干燥，记录时间 $t_1$ ；冷冻干燥过程中，控制箱内真空度不高于100pa；根据设备干燥强度，在托盘底面未有裸露，此时干燥过程在最经济状态，关闭干燥设备系统，记录时间 $t_2$ ；取出托盘内剩余冰，称重记录重量 $G_2$ ；

- c) 当在采用预冷冻时：将符合步骤a要求的纯水放入真空冷冻干燥设备额托盘中，将托盘放入冷冻室预冻；当预冻纯水温度达到-40℃以下时，转运托盘放入真空冷冻干燥设备中；启动预冻式真空冷冻干燥机，设定搁板加热温度为40℃，开始真空冷冻干燥，同时开始记录时间 $t_1$ ；冷冻干燥过程中，控制箱内真空度不高于100pa；根据设备干燥强度，在托盘底面未有裸露，此时干燥过程在最经济状态，关闭干燥设备系统，记录时间 $t_2$ ；取出托盘内剩余冰，称重记录重量 $G_2$ ；
- d) 记录 $t_1 \sim t_2$ 时段搁板加热系统耗电量 $P$ ，不包括制冷系统耗电、真空泵耗电、控制系统耗电及在线监测仪表耗电；
- e) 间歇式真空冷冻干燥设备能耗测定以每批次为一个周期，测试应不少于3个周期，以3次测定能效的平均值作为干燥设备的能效。

## 7 真空冷冻干燥设备热效率

### 7.1 真空冷冻干燥机热效率计算

#### 7.1.1 有效热量

$$Q_{YX} = (G_1 - G_2) \times 2489.48$$

$G_1$ ——纯净水重量，kg；

$G_2$ ——剩余冰的重量，kg；

$Q_{YX}$ ——有效热量，kJ。

#### 7.1.2 输入总热量

$$Q_G = P \times 3600$$

$P$ ——耗电量，kW·h；

$Q_G$ ——干燥过程输入给物料的总热量，kJ。

### 7.1.3 热效率

$$\eta = \frac{Q_{yx}}{Q_G} \times 100\%$$

$\eta$ ——干燥设备热效率, %。