

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T XXXX—XXXX

铝合金产品热处理设备
能效分级及评定方法

Energy efficiency classification and evaluation method of heat treatment
equipment for aluminum alloy products

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 能效分级	1
4.1 退火炉能效分级	2
4.2 固溶处理炉能效分级	2
4.3 时效炉能效分级	3
5 评定方法	4
5.1 评定条件	4
5.2 评定项目	4
5.3 能效分级评定与计算	5
附录 A (资料性) 能效测试记录表	7
表 1 退火炉能效分级	2
表 2 固溶处理炉能效分级	3
表 3 时效炉能效分级	3
表 4 产品入炉温度修正系数 K_1	5
表 5 工艺温度修正系数 K_2	6
表 6 天然气低发热值修正系数 K_3	6
表 7 额定吨位或额定产能修正系数 K_4	6
表 A.1 铝合金热处理设备能效分级测试数据记录表	7

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。

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。

本文件由工业和信息化部机械工业节能技术装备行业标准化工作组提出和归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次发布。

引　　言

铝合金产品在航空航天、轨道交通、新能源汽车及高端装备等领域应用广泛，其组织与性能对热处理过程高度敏感。退火、固溶处理与时效等热处理工序是铝合金板材、带材、卷材、棒材、型材及零件制造中的关键环节，热处理设备的能效水平直接影响企业能源成本与绿色低碳发展成效。随着铝加工行业向高端化、规模化与连续化方向发展，热处理装备类型与能源形式（电加热、天然气加热）更加多样，不同装备与不同工况下能耗表现差异显著，亟须建立统一、可比、可复现的能效分级与评定方法，为设备设计制造、选型验收、运行对标与节能改造提供共同依据。

本文件面向铝合金产品热处理装备，围绕退火炉、固溶处理炉与时效炉等典型设备，规定了能效分级划分、评定指标与评定方法。能效评定以规定的标准测试料为对象，在额定产量条件下完成规定工艺温度与在炉时间（或规定运行方式）时的单位产品能耗作为评价基准。考虑到实际生产中入炉温度、工艺温度及天然气低发热值等因素对能耗的影响，本文件给出了相应修正方法，使评定结果更具工程适用性与公平性；同时对测试与评定条件、数据采集与记录、报告输出等提出要求，以保证评定过程可操作、结果可追溯，为铝合金产品热处理装备能效提升、节能技术推广与行业绿色发展提供技术支撑。

铝合金产品热处理设备能效分级及评定方法

1 范围

本文件规定了铝合金产品热处理设备的能效分级与评定方法。

本文件适用于以天然气或电为能源，用于对铝及铝合金材料及零件进行退火、固溶处理或时效热处理的周期式或连续式热处理设备。

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，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 2589 综合能耗计算通则
- GB/T 7232 金属热处理术语
- GB/T 8005.1 铝及铝合金术语 第1部分：产品及加工处理工艺
- GB/T 9452 热处理炉有效加热区测定方法
- GB/T 12325 电能质量 供电电压允许偏差
- GB/T 12723 单位产品能源消耗限额编制通则
- GB/T 13324 热处理设备术语
- GB/T 13338 工业燃料炉热平衡测定与计算基本规则
- GB 21351 变形铝及铝合金单位产品能源消耗限额
- GB/T 30839.48 工业电热装置能耗分等 第48部分：铝材退火炉
- GB 50482 铝加工厂工艺设计规范

3 术语和定义

GB/T 7232、GB/T 8005.1、GB/T 13324、GB/T 2589、GB/T 12723、GB 21351 与 GB/T 30839.48 等界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铝合金产品热处理设备 **heat treatment equipment for aluminum alloy products**

用于对铝及铝合金材料及零件进行退火、固溶处理或时效热处理的周期式/批次式、连续式热处理设备，包括退火炉、固溶炉、时效炉等周期式或连续式热处理设备。

3.2

能效分级 **energy efficiency classification**

能效分级是热处理设备采用规定的标准测试料在额定产量下，加热到考核工艺温度并保温到规定时间的能耗作为评价基准，按单位产品能耗的高低来划分等级，铝合金热处理设备能效分为3级，1级为最高能效水平，3级为达标门槛，在文件规定的测试条件下，铝合金热处理设备在额定工况下所允许的单位产品能源消耗的最高值，单位为 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}$ 。

4 能效分级

铝合金产品热处理设备能效等级分为3级，其中1级能效最高。铝合金产品热处理设备在额定工况下各等级的能效值应不大于表1~3中规定的值。

4.1 退火炉能效分级

退火典型产品按照表1考核工艺温度、规定在炉时间设定，采用规定的标准测试料在额定产量下，加热到考核工艺温度并保温到规定的时间完成退火工艺，测试单位能耗。

退火炉能效分级见表1。

表1 退火炉能效分级

产品类型	炉型	考核工艺温度/°C	规定在炉时间/min	能效分级	能效限定值/kW·h/t	
					电加热	天然气加热
铝合金卷材、型材、板材、管材、零部件	箱式炉	350	180	一级	330	400
				二级	430	550
				三级	600	720
铝合金线材、卷材、零部件	罩式炉	350	180	一级	350	420
				二级	450	600
				三级	620	750
铝合金带材	气垫炉	350	45 m/min	一级	250	300
				二级	350	420
				三级	500	600

注1：以上数值基准为典型3xxx铝合金产品在额定产量及工艺温度（料温）下完成退火工艺。其他产品品种按工艺温度系数进行修正；

注2：工件入炉温度为常温（20 °C），实际应用中需按入炉温度系数进行修正；

注3：如采用天然气加热，天然气低发热值按35000 kJ/Nm³，实际应用中需按热值系数进行修正。

注4：规定的标准测试料详见评定条件。

注5：气垫炉规定在炉时间依据典型工艺速度除以加热段长度换算。

4.2 固溶处理炉能效分级

固溶处理典型产品按照表2考核工艺温度、规定在炉时间设定，采用规定的测试料在额定产量下，加热到考核工艺温度并保温到规定的时间完成固溶处理，测试单位能耗。

固溶处理炉能效分级见表2。

表 2 固溶处理炉能效分级

产品类型	炉型	考核工艺温度/°C	规定在炉时间/min	能效分级	能效限定值/kW·h/t	
					电加热	天然气加热
铝合金卷材、线材、型材、板材、管材、零部件	箱式炉	540	30	一级	450	550
				二级	550	650
				三级	700	800
铝合金板材	辊底炉	540	30	一级	400	480
				二级	500	600
				三级	680	720
铝合金带材	气垫炉	540	35 m/min	一级	300	350
				二级	430	480
				三级	600	720

注 1：以上数值基准为固溶典型产品 6xxx 铝合金在额定产量及工艺温度下完成固溶处理。其他产品品种按工艺温度系数进行修正；
注 2：工件入炉温度为常温（20 °C），实际应用中需按入炉温度系数进行修正；
注 3：天然气低发热值按 35000 kJ/Nm³，实际应用中需按热值系数进行修正；
注 4：规定的标准测试料详见评定条件。
注 5：气垫炉规定在炉时间依据典型工艺速度除以加热段长度换算。

4.3 时效炉能效分级

时效典型产品按照表 3 考核工艺温度、规定在炉时间设定，采用规定的测试料在额定产量下，加热到考核工艺温度并保温到规定的时间完成时效处理，测试单位能耗。

时效炉能效分级见表 3。

表 3 时效炉能效分级

产品类型	炉型	考核工艺温度/°C	规定在炉时间/min	能效分级	能效限定值/kW·h/t	
					电加热	天然气加热
铝合金型材、卷材、线材、零部件	箱式炉	120	180	一级	180	210
				二级	225	270
				三级	380	450
铝合金型材、零部件	辊底炉	120	180	一级	160	200
				二级	210	250
				三级	320	400

注 1：以上数值基准为时效典型产品 7xxx 铝合金在额定产量及工艺温度下完成时效工艺。其他产品品种按工艺温度系数进行修正；
注 2：工件入炉温度为常温（20 °C），实际应用中需按入炉温度系数进行修正；
注 3：天然气低发热值按 35000 kJ/Nm³，实际应用中需按热值系数进行修正；
注 4：规定的标准测试料详见评定条件。

5 评定方法

5.1 评定条件

5.1.1 测试条件:

- a) 产品规格在设计范围内;
- b) 按额定产能测试;
- c) 产品基准温度为 20 °C。

5.1.2 规定的标准测试料

规定的标准测试料，内容包括：

- a) 气垫炉规定的标准测试料为铝合金卷材，卷材厚度为 1.0 mm，按额定产能测试，连续测试 3 卷以上，记录每卷产量及对应生产时间，计算单位时间产量平均值，产量均以实测值为准。
- b) 辊底炉规定的标准测试料为铝合金板材，板材厚度为 20 mm，按额定产能测试，连续测试 3 炉次以上，记录产量及对应生产时间，计算单位时间产量平均值，产量均以实测值为准。
- c) 箱式炉规定的标准测试料为铝合金板材或卷材，卷材厚度为 1 mm，按额定吨位装炉，连续测试 3 炉次以上（含），记录每炉次产量及对应生产时间，计算单位时间产量平均值。
- d) 罩式炉规定的标准测试料为铝合金卷材，卷材厚度为 1 mm，按额定吨位装入料卷，记录产量及对应生产时间，计算单位时间产量平均值，产量均以实测值为准。

5.2 评定项目

5.2.1 有效加热区炉温

在线使用温度控制偶检测的炉内温度，并应符合 GB/T 9452 与 GB/T 12325 的规定。

5.2.2 环境温度

热处理设备所在的厂房，距离热处理设备 3 m 范围内，用摄式温度计距地面 1.2~1.5 m 高度测量的数据，并应符合 GB/T 9452 与 GB/T 13338 的规定。

5.2.3 电量或天然气量

电量或天然气量，内容包括：

- a) 电加热设备：采用国家标准电能表计量；
- b) 采用天然气加热，流量由安装在燃气管道上的流量计读取，需要按规范进行压力和温度补偿修正，最大允许误差为±1%，并应符合 GB/T 12325 的规定。

5.2.4 天然气热值

采用天然气加热的设备，燃料热值采用测得的气体燃料低发热值，由热值仪检测或依据化验成分计算。

5.2.5 产量

工件的产量以实测为准，采用额定工况下的测试数据。如果工件装在料框里加热，需要去除料框的质量。

5.3 能效分级评定与计算

5.3.1 单位能耗计算

采用电加热设备的设备，单位产品能耗计算按式（2）计算。

式中：

e —单位能耗 (kW·h/t) ;

E_{total} ——测试时间内的工件加热能耗电量 (kW·h)；

M —测试时间内的热处理产品的产量 (t) ;

采用天然气加热设备的设备，单位产品能耗计算按式（2）计算。

式中：

e —单位能耗 (kW·h/t)；

V_{total} ——测试时间内的天然气消耗量 (Nm^3)；

$Q_{\text{低}}$ ——天然气低发热值 (kJ/Nm³)

M —测试时间内热处理产品的产量 (t)。

5.3.2 单位能耗修正

热处理设备单位产品能耗按公式(3)计算,入炉温度、工艺温度不同时,按公式中的修正系数进行修正,并应符合GB/T 13338的规定。

$$e_k = e \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \dots \quad (3)$$

武中

e_k —折算后的单位能耗，单位 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}$ ；

e——测试温度下的单位能耗。

K_1 —入炉温度修正系数(见表4)；

K_2 ——工艺温度修正系数（见表 5）；

K_3 ——天然气热值修正系数（见表 6）（采用天然气加热）

K_4 —额定吨位或额定产能修正系数（见表7）；

注 1：当设备为电加热时，仅需采用 K_1 （入炉温度修正系数）、 K_2 （工艺温度修正系数）进行修正，即 $e_k = e \times K_1 \times K_2$ ；当设备为天然气加热时，需采用 K_1 、 K_2 、 K_3 （天然气热值修正系数）进行修正，即 $e_k = e \times K_1 \times K_2 \times K_3$ 。

注2：实际测试温度可能与基准工艺温度有偏差，允许温度波动范围为 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，在此范围内 $K=1$ 。

表 4 产品入炉温度修正系数 K_1

入炉温度 °C	修正系数
-20	1.06
0	1.03
20 (常温)	1

表 4 产品入炉温度修正系数 K_1 (续) ,

40	0.97
60	0.94
80	0.91
100	0.88

表 5 工艺温度修正系数 K_2

与基准工艺温度的差值/°C	修正系数
+100	1.25
+50	1.1
0	1
-50	0.9
-100	0.78

表 6 天然气低发热值修正系数 K_3

天然气热值/kJ/Nm ³	修正系数
34000	1.05
35000	1
36000	0.95

表 7 额定吨位或额定产能修正系数 K_4

炉型	额定吨位或额定产能	修正系数
箱式炉	$T \leq 40t$	0.94
	$40t < T \leq 80t$	1
	$80t < T \leq 120t$	1.06
罩式炉	$T \leq 40t$	0.94
	$40t < T \leq 80t$	1
	$80t < T \leq 120t$	1.06
辊底炉	$T \leq 6t/h$	0.95
	$6t/h < T \leq 10t/h$	1
	$10t/h < T \leq 15t/h$	1.05
气垫炉	$T \leq 4t/h$	0.95
	$4t/h < T \leq 8t/h$	1
	$8t/h < T \leq 12t/h$	1.05

注：未在表 4~7 中列出的具体数值，但满足表 4~7 中适用范围的入炉温度、工艺温度或天然气热值，其修正系数按插值法算出。

附录 A
(资料性)
能效测试记录表

能效分级测试表如表 A.1 所示。若设备在三个及以上测试环节中，单位能耗均满足某等级，则评定为该等级。若存在不同等级交叉时，取其中最低等级作为评定结果。

评定结果应形成完整检测报告，内容包括：

- a) 设备信息（型号、生产厂家、额定功率等）；
- b) 热处理工艺参数与工件种类；
- c) 测试时间与环境条件；
- d) 测量设备与方法；
- e) 能耗数据、计算过程；
- f) 能效分级评定结论；
- g) 检测单位名称与检测人签名。

表 A.1 铝合金热处理设备能效分级测试数据记录表

测试日期：

记录人：

名称	单位	参数	备注
炉型			
型号			
生产厂家			
测试编号			
环境温度	°C		
铝合金工件种类			
铝合金工件规格			
热处理工艺			
产量	t/h		
入炉温度	°C		
工艺温度	°C		
能源消耗	kW·h 或 Nm ³		电量或天然气量
天然气热值	kJ/Nm ³		如果采用天然气加热