

高温合金显微组织试验法

Methods of examining micro-structures
for heat-resisting superalloys

代替 GBn 187.4-82

本标准适用于铁基、镍基高温合金板材和棒材的纯洁度、晶粒度和带状组织试验。

1 试样的切取与制备

- 1.1 试样的数量及切取部位在相应技术条件中规定。
- 1.2 试样可采用冷切或热切方法，热切必须除去热影响区，试样厚度棒材为10~15mm，板材试片为20×30mm。
- 1.3 按相应的技术条件规定热处理后加工试片。
- 1.4 试棒直径不大于32mm时，沿棒材纵向切取试棒的1/2，其试验面的中心线应通过轴线中心（其偏差为±0.5mm），直径大于32mm时，沿纵向切取试棒的1/4，其试验面应通过轴向中心（其偏差为±0.5mm）。
- 1.5 试样经砂轮磨平后，用砂纸或磨盘磨光，然后在抛光机上进行抛光（可采用电解抛光），抛光好的试片洗涤干净后吹干。板材试样沿纵向磨制。

2 试样的腐蚀

- 2.1 对检验晶粒度和带状组织的试片进行组织腐蚀，其试剂可采用表1和表2规定的一种试剂或其他试剂（必须保证组织可靠，无假象）。

表1 板材腐蚀剂

序号	合金牌号	抛 光 方 法	腐 蚀 剂
1	GH3030	用高氯酸40ml+乙酸450ml+水15ml溶液进行电解抛光	用10%草酸水溶液进行电解腐蚀
2	GH3039 GH1140	用磷酸380ml+水200ml+硫酸180ml溶液进行电解抛光	用10%草酸水溶液或10%盐酸水溶液进行电解腐蚀
3	GH3044 GH3128	用磷酸380ml+水200ml+硫酸180ml溶液进行电解抛光	用高氯酸20ml+磷酸20ml+硫酸20ml+水50ml溶液进行电解腐蚀
4	GH1131	机械抛光	用10%硫酸水溶液进行电解腐蚀
5	GH2132	用磷酸380ml+水200ml+硫酸180ml溶液进行电解抛光	用三氯化铁5g+水20ml+硝酸5ml溶液进行化学腐蚀

表 2 棒材腐蚀剂

序号	腐 蚀 剂 成 分	序号	腐 蚀 剂 成 分
1	盐酸 (比重1.19) : 100ml 硫酸 (比重1.84) : 5ml 硫酸铜 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) : 20g 水: 80ml	3	硫酸铜 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) : 1.5g 盐酸 (比重1.19) : 20ml 无水乙醇: 20ml
2	盐酸 (比重1.19) : 20ml 硫酸铜 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) : 4g 水: 20ml	4	盐酸: 10ml 硝酸: 1ml 水: 10ml

注: ① 在室温下腐蚀, 其时间根据组织特点而异。

② 允许采用其他试剂进行 (包括化学或电解) 腐蚀。

2.2 腐蚀完毕洗涤干净后, 用吹风机吹干。

3 组织的评定

3.1 纯度的评定

3.1.1 将抛光好的试片放在 90~110 倍的金相显微镜上进行检查, 其视野直径采用 0.8~1.6mm (仲裁时以 0.8mm 视野直径, 放大倍数 100 倍为标准)。

3.1.2 本标准所采用的评级图, 是根据夹杂物的数量、分布状况分为 1~5 级, 与评级图综合对比后进行评定。

3.1.3 夹杂物的评定级别以试片上观察到的最严重视场为准。

3.1.4 纯度评级图片分为两类:

A 类夹杂物: 适用于低碳合金 GH4033、GH4037、GH2130、GH2302 等电炉或电渣工艺路线的轧制棒材。

B 类夹杂物: 适用于高碳或合金化程度较高的合金 (GH4049、GH4043、GH4143、GH4118 合金) 及其它真空或双联工艺路线的轧制棒材。

3.2 晶粒度的评定

3.2.1 观察用的显微镜视野直径为 0.8~1.6mm, 其放大倍数为 90~110 倍 (仲裁时以 0.8mm 视野直径、放大倍数 100 倍为标准)。

3.2.2 在显微镜下全面观察试验面, 结果的评定不少于 10 个视场。

3.2.3 -1、0、9、10 级晶粒级别不是标准级别, 而是在不同放大倍数下确定的, 其换算值如表 3。

表 3 在不同放大倍数下晶粒级别

放大倍数	晶 粒 度 级 别											
	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100												
50	1	2	3	4	5	6	7	8				
200					1	2	3	4	5	6	7	8
400							1	2	3	4	5	6

3.2.4 若试样中发现晶粒不均匀现象, 经全面观察后, 如属于偶然或个别现象, 可不予计算, 如较为普遍则计算不同大小晶粒在视场中各占面积的百分数, 若占优势晶粒所占的面积不小于 90% 时, 则只

记此一种晶粒，否则应用不同级别表示，其第一个级别表示占优势的级别。

3.2.5 GH4033 合金的-1 级晶粒的百分数应按所观察视场的总和来计算，即-1 级晶粒所占的总面积占所检查视场的总面积的百分数。

3.2.6 评定基体晶粒度的视场内不应包括带状组织。

3.2.7 对于冷轧板材小于10%晶粒记载的规定，在基体晶粒中出现大于基体晶粒的个别晶粒时应给予记载。如在7~8 级晶粒中有个别（小于10%）的6 级晶粒时，应记为7~8（6）；反之，出现个别的晶粒（小于10%）比基体晶粒小时可不记载。如在7~8 级晶粒中出现小于10%的9 级晶粒时，记为7~8 级。

3.2.8 晶粒度评级图分为A 类和B 类评级图，其适用范围在相应的合金技术条件中规定（A 类——YB 27-77 图，B 类——ASTM E112 图）。

3.3 细晶粒带状组织的评定

3.3.1 本细晶粒带状组织是对GH4033 合金而言，指合金的不均匀组织，除了粗大基体晶粒外，还有细小晶粒（5~8 级），多半成条带分布，有时分散分布。

3.3.2 评定时必须沿直径或半径由试样的一边至另一边在相距2~4 mm 的各个区域中全部观察。

3.3.3 按5~8 级晶粒所占面积的百分数评定如下：

- 1 级：5~8 级晶粒所占面积的百分数不大于10%。
- 2 级：5~8 级晶粒所占面积的百分数大于10~20%。
- 3 级：5~8 级晶粒所占面积的百分数大于20~40%。
- 4 级：5~8 级晶粒所占面积的百分数大于40~60%。
- 5 级：5~8 级晶粒所占面积的百分数大于60~80%。

3.3.4 集中成条的细晶粒带状的评定方法，是沿直径或半径从一边至另一边所观察视场中最严重的带状评定级别。

3.3.5 分散分布的细晶粒带状的评定方法，是沿直径或半径从一边至另一边所观察的视场平均百分数评定级别。

3.3.6 细晶粒带状的表示方法

规定用分数表示基体组织和带状组织级别。分子用阿拉伯数字表示晶粒大小，分母第一数字用罗马数字表示带状级别，第二个阿拉伯数字表示带状组织中细晶粒的大小。

例：

$$\frac{0\sim 4}{\text{II}-(5\sim 8)}$$

式中：0~4——表示基体晶粒级别；

II——表示带状级别，其面积为大于20~40%；

(5~8)——表示带状中的细晶粒组织5~8 级。

附加说明：

本标准由中华人民共和国冶金工业部提出。

本标准由抚顺钢厂负责起草。

本标准主要起草人金谨秀、傅向东。

本标准委托冶金工业部标准化研究所负责解释。