

HB

中华人民共和国航空工业标准

HB 5354—94

热处理工艺质量控制

1994—10—31 发布

1995—01—01 实施

中国航空工业总公司 批准

热处理工艺质量控制

HB 5354—94

代替 HB 5354—86

1 主题内容与适用范围

本标准规定了航空制件热处理的环境、设备及仪表、工艺材料、工艺、人员、文件与资料等的基本要求。

本标准适用于指导航空热处理技术文件编制、生产过程质量控制、技术改造和规划设计。

2 引用标准

GB 209	工业用氢氧化钠
GB 253	煤油
GB 338	甲醇
GB 394	酒精
GB 536	液体无水氨
GB 678	无水乙醇
GB 683	甲醇(化学纯)
GB 684	化学试剂 甲苯
GB 686	化学试剂 丙酮
GB 690	化学试剂 苯
GB 1919	氢氧化钾
GB 2083	涂料铝粉
GB 2283	焦化苯
GB 2284	焦化甲苯
GB 2367	工业亚硝酸钠
GB 3728	工业乙酸乙酯
GB 6026	工业丙酮
GB 6537	3号喷气燃料
GB 7445	氢气
GB 8178	氧化铝
GB 10067	电热设备基本技术条件
HB 5023	航空钢制件渗氮、氮碳共渗层深度测定方法
HB 5408	热处理用工业硝酸钾

HB 5409	热处理用工业氯化钠
HB 5410	热处理用工业氯化钾
HB 5411	热处理用工业硝酸钠
HB 5412	热处理用氢气
HB 5413	热处理用氮气
HB 5414	热处理用工业无水氯化钡
HB 5415	热处理淬火用油
HB 5425	航空制件热处理炉有效加热区测定方法
HB 5493	航空钢制件渗碳、碳氮共渗渗层深度测定方法
HB 6735	航空结构钢薄脱碳(含合金贫化)和增碳(氮)层深度测定方法
HB 7064.1~6	金属热处理盐浴化学分析方法
TJ 16	建筑设计防火规范
TJ 36	工业企业设计卫生标准

3 环境

3.1 热处理车间的光照度不应低于 50lx。

3.2 热处理厂房内温度一般不应低于 10℃；吹砂间、金相室和检验室不应低于 15℃。

3.3 各作业场所的噪声应符合《工业企业噪声卫生标准(试行草案)》，参照表 1。

表 1 噪声控制要求

每个工作日接触噪声时间, h	允 许 噪 声,dB	
	新建、改建、扩建厂房	现 有 厂 房
8	85	90
4	88	93
2	91	96
1	94	99
最高不得超过	115	115

3.4 盐浴炉、碱槽和加热油槽等设备必须设有良好的抽风装置；安装有大型铝合金用硝酸盐槽的厂房应有良好的排风设施。

3.5 给排水管道不得穿越设备的正上方，通过办公室、仪表室、金相室、检验室、资料室和更衣室时，应采取措施防止其产生冷凝水。

3.6 存放易燃、易爆和有毒物品应符合技安要求。

3.7 安装设备、仪表应满足其安装使用要求。

3.8 热处理车间应具有下列辅助设施：

a. 工艺材料存放室；

- b. 工夹模具存放室；
- c. 仪器、仪表室；
- d. 待热处理件、热处理合格件、返修件及废品隔离存放处；
- e. 更衣室和浴室。

3.9 各作业场所应具备良好的通风排尘条件,夏季厂房内外空气温差及其他环境条件均应符合 TJ 16、TJ 36 的规定。

4 设备及仪表

4.1 加热设备

4.1.1 加热炉分类

加热炉按有效加热区保温精度(炉温均匀性)要求分为 5 类,见表 2。

表 2 加热炉分类及技术要求

加热炉 类 别	有效加热区保温精度, ℃	控温精度 ¹⁾ ℃	记录仪表指示精度 不 低 于	记录纸刻度 ²⁾ 不大于, ℃/mm
I	±3	±1.0	0.2	2
II	±5	±1.5	0.5	4
III	±10	±5.0	0.5	5
IV	±15	±8.0	0.5	6
V	±20	±10.0	0.5	8

注:1)控温精度指控温仪表的设定温度与其实际指示的最高、最低温度之差。

2)允许用修改量程的方法提高分辨力。

4.1.2 一般要求

4.1.2.1 加热炉的每个加热区至少应有两支热电偶,一支接记录仪表,并应安放在有效加热区内;另一支接控温仪表。其中至少一个仪表应具有报警功能并接报警装置。工艺要求的温度应反映在记录仪表上。

4.1.2.2 每台加热炉必须定期检测有效加热区,检测周期见表 3,检测方法按 HB 5425 执行,其保温精度应符合表 2 要求。应在明显位置悬挂带有有效加热区示意图的检验合格证。加热炉只能在有效加热区检验合格的有效期内使用。

4.1.2.3 现场使用的温度测量系统,在正常使用状态下每周至少作一次系统校验。校验时,检测热电偶与记录仪表热电偶的热端距离应小于 50mm。校验应在炉子处于热稳定状态下进行。当测试值(经误差修正后)与加热炉记录仪表的指示值之差超过表 4 所列系统校验允许温度偏差值时,应查明原因排除故障或进行修正。

表 3 有效加热区检测周期及仪表检定周期

加热炉类别	有效加热区检测周期 ¹⁾	仪表检定周期
I	一个月	三个月
II	半年	半年
III	半年	半年
IV	半年 ²⁾	半年
V	一年	一年

注:1)利用率较低的加热炉,其检测周期可适当延长。

2)仅用作退火、正火和消除应力等预备热处理的加热炉,以及经连续三个周期检验合格、使用正常的加热炉,其检测周期可延长至一年。

表 4 系统校验允许温度偏差

加热炉类别	允许温度偏差,℃
I、II	±1
III、IV、V	±3

4.1.2.4 保护气氛炉和化学热处理炉的炉内气氛应能控制和调节。

4.1.2.5 导入炉内的燃烧气、保护气氛或化学热处理气氛不允许直接冲刷制件。

4.1.2.6 气体渗碳(含碳氮共渗,下同)炉、气体渗氮(含氮碳共渗,下同)炉有效加热区检验合格后必须进行渗层均匀性检验。试样放置位置参照 HB 5425 炉温均匀性检测热电偶布点位置,试样材料和检验方法见表 5。

表 5 试样材料和检验方法

工艺名称	试样材料 ¹⁾	检验方法
渗氮	38CrMoAlA	按 HB 5023
渗碳	12CrNi3A 或 12Cr2Ni4A	按 HB 5493

注:1)试样材料也可根据制件材料选择。

渗碳炉和渗氮炉,检验其同炉处理各试样的有效硬化层深度偏差,应分别符合表 6 和表 7 的要求。可选择常用的渗层深度检验其均匀性。

表 6 渗碳试样有效硬化层深度偏差值要求

		mm	
渗层深度, d	$d \leq 0.5$	$0.5 < d \leq 1.5$	$d > 1.5$
有效硬化层深度偏差值 不大于	0.1	0.2	0.3

表 7 渗氮试样有效硬化层深度偏差值要求

mm

渗 层 深 度, d	$d \leq 0.2$	$0.2 < d \leq 0.45$	$d > 0.45$
有效硬化层深度偏差值 不大于	0.05	0.07	0.10

4.1.2.7 真空热处理炉冷态的压升率应小于 0.67Pa/h 。用于钢制件的旧真空炉,在不影响表面质量的前提下允许放宽到 1.33Pa/h 。压升率的检验方法按 GB 10067 执行。其检验周期,在连续使用的前提下每月一次;设备大修后、更换密封元件后或长期未用重新使用前应及时进行检验。

4.1.2.8 不允许加热介质含有对制件有害的成分。炉内的加热介质不应使被加热制件表面产生超过技术文件规定深度的脱碳、增碳、增氮和腐蚀等现象。

4.1.2.9 用于加热包铝铝合金件的设备,应具有足够的炉温回复能力,进行固溶加热时,最大回复时间应满足表 8 要求。有特殊要求的制件,其回复时间按工艺文件执行。

表 8 固溶加热的最大回复时间

制件最大厚度, mm	最大回复时间, min
≤ 2.5	30
> 2.5	60

注:回复时间指加热炉到温制件装炉后,温度回复到工艺规定下限温度所需的时间。

4.2 淬火槽

4.2.1 淬火槽应尽量靠近加热炉。淬火转移时间应满足技术文件的规定。

4.2.2 淬火槽的容积要适应连续淬火和制件在槽中移动的需要。

4.2.3 淬火槽应备有槽盖,停用时加盖防护。油槽要定期清理。

4.2.4 制件淬火过程中,油温一般保持在 $10\sim 100^{\circ}\text{C}$,水温一般保持在 $10\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。技术文件另有要求或采用其他淬火介质时,按有关技术文件执行。

4.2.5 淬火槽一般应有循环搅拌和冷却装置,可选用循环泵、机械搅拌或喷射对流装置等,不允许用压缩空气搅拌。必要时,淬火槽可配备加热装置。

4.2.6 淬火槽一般应装有分辨力不大于 5°C 的测温仪表。

4.2.7 与盐浴炉配套的淬火水槽,应防止水中盐浓度过高。

4.3 清洗和清理设备

4.3.1 清洗和清理不应対热处理制件产生有害影响,清洗和清理后制件表面质量应符合工艺文件要求。

4.3.2 各种清理用酸、碱槽应有明显的区分标志,并应有注明化验日期、合格或禁用的标牌。

4.3.3 清理钢和高温合金制件及去除保护涂料的设备,应与清理钛合金、铝合金、精密合金制件的设备区分,不能混用。

4.3.4 有温度要求的清洗和清理设备,均应配备分辨力不大于 5°C 的测温仪表。

4.3.5 清洗和清理设备的配备和使用,均应符合技安要求。

4.4 温度仪表

4.4.1 现场使用的控温和记录仪表等级应符合表 2 要求,检定周期按表 3 执行。

4.4.2 现场检测用的电位差计精度应不低于 0.05 级,分辨力不大于 $1\mu\text{V}$,检定周期为半年。

4.4.3 测量室温用的水银温度计为 I 等标准,分辨力 0.1°C ,检定周期一年。

4.4.4 现场使用的热电偶技术要求见表 9。

表 9 现场使用的热电偶技术要求

名 称	分度号	等 级	使用温度, $^\circ\text{C}$	允许偏差, $^\circ\text{C}$	检定周期
标准铂铑 10—铂热电偶	S	I 等标准		± 0.9	一 年
检测镍铬—镍硅热电偶	K	I 等标准	0~400	± 1.6	三 个月
			400~1100	$\pm 0.47\%t$	
铂铑 10—铂	S	I	0~1100	± 1	一 年
			1100~1600	$\pm [1 + (t - 1100) \times 0.003]$	
		II	0~600	± 1.5	
			600~1600	$\pm 0.25\%t$	
铂铑 30—铂铑 6	B	I	600~1700	$\pm 0.25\%t$	半 年
		II	800~1700	$\pm 0.5\%t$	
镍铑—镍硅	K	I	0~400	± 3.0	半 年
		II	400~1100	$\pm 0.75\%t$	
铜—康铜	T	I	-40~+350	± 1.0	半 年
		II	-200~+40	± 1.0 或 $\pm 1.5\%t$	
镍铬—康铜	T	I	-40~+800	± 1.5 或 $\pm 0.4\%t$	半 年
		II	-40~+900	± 2.5 或 $\pm 0.75\%t$	

注:①表中 t 为测量温度($^\circ\text{C}$)。

②允许按实际需要缩短检定周期。

4.5 检测设备及器具

4.5.1 各种硬度计、标准硬度块及其他检测设备和器具按有关检定规程定期检验,无合格证及超期者均不许使用。

4.5.2 硬度计在每工作班使用前应用标准硬度块校验,其结果应符合硬度块示值要求,并作好原始记录。

5 工艺材料

5.1 各种热处理工艺材料均不对制件产生有害影响。重要工艺材料应符合相应的国家标准、行业标准或专用技术标准,技术要求见表 10,并应定点供应。

5.2 工艺材料应有生产厂家质量保证单或合格证。重要工艺材料使用前应进行入厂复验。推荐复验项目见表 10,不合格产品禁止使用。

6 工艺

6.1 加工余量小于 0.3mm 的制件及其所用夹具,入炉前应清除油、污物、印迹等。

6.2 制件装夹和装炉应能保证其均匀地加热、冷却及制件间气氛流通,并应放置在有效加热区内。涂有保护涂层的制件之间应保持一定的距离。

6.3 无加工余量的钢制件表面,热处理(化学热处理除外)后不得增碳和增氮,脱碳(含合金贫化)层深度应不大于 0.075mm,检验方法按 HB 6735 执行。有特殊要求的制件应符合相应技术文件的规定。

6.4 钛合金、高强度钢等制件因热处理造成的氢含量增加不得超过有关技术文件的要求。

6.5 制件真空热处理时应避免因金属间扩散而发生粘连。

6.6 热处理保护用炉气的碳势应按技术文件规定控制在与制件相适应的范围内。采用氢气、氩气或氮气进行保护热处理时,加热炉排出气体的露点应低于 -32°C 。

6.7 使用中的各种槽液应根据表 11 要求定期分析。槽液分析方法按 HB 7064.1~6 执行。分析结果不符合表 11 的冷却盐浴做淬透性试验,加热盐浴做脱碳和晶间氧化试验,合格后仍可使用。不合格者应及时调整或更换。

6.8 焊接件、铸件、镀铜件、铜合金件以及粉末冶金件,一般不允许在盐浴炉中加热。

7 人员

7.1 热处理生产、技术和质量控制的管理人员应具有一定专业理论水平,熟悉本职业务,并有一定实践经验。

7.2 热处理操作人员、仪表员、检验员必须经过培训、考核,取得合格证,持证上岗。

7.3 对各有关工种工人的技术要求,按航空工业《工人技术等级标准》执行。培训和考核按有关培训、考工办法执行。

表 10 重要工艺材料技术要求

名 称	技术要求	推荐复验项目	主 要 用 途
氩 气	HB 5412	纯度、水、氧	保护气氛、真空冷却、回充气
氮 气	HB 5413	纯度、水、氧	保护气氛
氢 气	GB 7445	纯度、水、氧	保护气氛
液 氨	GB 536	纯度、水	渗氮、碳氮共渗等

续表 10

名 称	技术要求	推荐复验项目	主 要 用 途
氯 化 钠	HB 5409	纯度 PH 值、硫酸根、硝酸根、水、使用性能试验	正火、淬火加热用盐浴
氯 化 钾	HB 5410	纯度、PH 值、硫酸根、硝酸根、水、使用性能试验	正火、淬火加热用盐浴
氯 化 钡	HB 5414	纯度、PH 值、硫酸根、总氮量、水、使用性能试验	正火、淬火加热用盐浴
硝 酸 钾	HB 5408	纯度、PH 值、硫酸根、碳酸根、氯离子	钢回火、等温淬火及铝合金加热用盐浴
硝 酸 钠	HB 5411	纯度、PH 值、硫酸根、碳酸根、氯离子	钢回火、等温淬火及铝合金加热用盐浴
亚 硝 酸 钠	GB 2367	纯度	等温淬火
氢 氧 化 钾	GB 1919	纯度、碳酸盐	等温淬火、回火
氢 氧 化 钠	GB 209	纯度、碳酸盐	等温淬火、回火
校 正 剂	专用技术文件	——	盐浴脱氧
固体渗碳剂	专用技术文件	——	渗碳、加热保护
保 护 涂 料	专用技术文件	——	加热保护
甲 醇	GB 338 或 GB 683	——	渗碳、保护气氛
酒 精	GB 394 或 GB 678	——	保护气氛
丙 酮	GB 686 或 GB 6026	——	渗碳
乙 酸 乙 脂	GB 3628	——	渗碳
甲 苯	GB 684 或 GB 2284	——	渗碳
苯	GB 690 或 GB 2283	——	渗碳
3 号喷气燃料	GB 6537	——	渗碳

续表 10

名 称	技术要求	推荐复验项目	主 要 用 途
煤 油	GB 253	—	渗碳
普通淬火油	HB 5415	运动粘度、酸值、闪点、水分、腐蚀(T-3)铜片	冷却剂
有机淬火介质	专用技术文件	—	冷却剂
氧 化 铝	GB 8178	—	吹沙、隔离制件

表 11 槽液技术要求

名 称	技 术 要 求	分析周期(不大于) ¹⁾
高温盐浴	硫酸根 $\leq 0.1\%$, PH 值 6.5~8.5	二个月
中温盐浴	硫酸根 $\leq 0.1\%$, PH 值 6.5~8.5 碳酸根 $\leq 0.05\%$	二个月
硝 盐 浴	硫酸根 $\leq 0.2\%$, 氯离子 $\leq 0.5\%$ ²⁾ 总碱度 $\leq 0.05\%$	二个月
等温碱度	碳酸根 $\leq 4\%$ ³⁾	二个月
普通淬火油	运动粘度: 40°C $(15.3\sim 35.2)\times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ 闪点(开口)不低于 160°C , 腐蚀(T-3 铜片)合格 水: 痕迹	二个月

注: 1) 分析周期可采用累计工作时间计算, 最长不超过半年, 连续 2 个周期合格者可延长 1 个周期。

2) 仅铝合金加热盐浴要求限制氯离子含量。

3) 等温碱液的碳酸根指标仅作参考, 不作判定依据。

8 文件与资料

8.1 编制工艺所选用的参数及其他技术要求, 应符合有关标准、设计资料和技术文件的要求。

8.2 文件编制后, 必须经过校对、审核、会签、审批; 关键件和重要件的技术文件还必须加盖印章或标记。

8.3 关键、重要工序应把控制内容编入工艺规程。

8.4 技术文件的更改必须经过审批, 按有关文件执行。重要更改应通过工艺试验, 必要时应将新工艺试验件进行功能考核, 得出合格结论方可更改。

8.5 各种热处理工艺技术文件及其更改单, 必须归档, 妥善保管。

8.6 建立热处理质量档案,保存期一般不少于 10 年。归档内容包括:

- a. 加热炉保温精度检测记录;
 - b. 渗层均匀性检验记录;
 - c. 槽液定期分析报告;
 - d. 工艺性能试验报告;
 - e. 热处理制件的生产记录卡和热处理温度记录纸;
 - f. 理化性能试验报告。
-

附加说明:

本标准由中国航空工业总公司航空材料热工艺标准化技术归口单位提出并归口。

本标准由六二一所、三三一厂、一三二厂负责起草。