

HB

中华人民共和国航空航天工业部 航空工业标准

HB/Z 159—90

航空用钢气体渗碳、碳氮共渗 工 艺 说 明 书

1990—09—18 发布

1990—12—01 实施

中华人民共和国航空航天工业部

批准

航空用钢气体渗碳、碳氮共渗
工 艺 说 明 书

1 主题内容与适用范围

本标准规定了航空用钢气体渗碳、碳氮共渗和渗后热处理工艺以及材料、设备、质量控制与检验、补救等方面的要求。

本标准适用于航空产品,是指导航空工厂制订航空用钢制件的气体渗碳、碳氮共渗和渗后热处理工艺的主要技术依据。其它产品也可参照执行。

2 引用标准

GB3077	合金结构钢技术条件
GB7232	金属热处理工艺术语
GB8121	热处理用工艺材料名词术语
YB674	航空用结构钢钢棒技术条件
YB675	航空用不锈及耐热钢钢棒技术条件
HB/Z136	航空结构钢热处理说明书
HB5013	热处理零件检验类别
HB5022	钢的渗碳、氮化金相组织标准
HB5023	钢的渗碳、碳氮共渗及氮化深度测定方法
HB5172	金属洛氏硬度试验方法
HB5173	金属维氏硬度试验方法
HB5168	金属布氏硬度试验方法
HB5354	航空制件热处理质量控制标准
GB2282	苯(焦化苯)
YB289	苯(焦化苯)
GB680	二甲苯
GB684	甲苯
HG2—320	丙酮
GB338	甲醇
HG2—340	乙酸乙酯
GB394	乙醇

GB253	灯用煤油
GB536	液体氨
GB488	喷气燃料
GB1778	喷气燃料

3 材料

3.1 航空制件渗碳、碳氮共渗常用钢号

常用钢号及技术标准见表1,未列入表中的其它钢号可参照本标准执行。

表1 制件常用钢号及技术标准

类 别	钢 的 牌 号	技 术 标 准
优质碳素钢	10A 15A 20A	
优质合金结构钢	15CrA ¹⁾ 20CrA ¹⁾ 12CrNi3A 12Cr2Ni4A 16Cr2MnTiA 18Cr2Ni4WA 30CrNi3A 37CrNi3A	YB674
	20CrMnTiA	GB3077
	1Cr13 2Cr13	YB675

注:1)此牌号已采用 GB3077 标准的仍可采用。

3.2 工艺材料

3.2.1 渗剂

渗剂成份要稳定,纯度及其杂质含量应不影响渗层质量。渗碳、碳氮共渗常用渗剂及技术标准见表2。

表2 气体渗碳、碳氮共渗常用渗剂及技术标准

渗剂名称	技术标准
苯(焦化苯)	GB2283 YB289
二甲苯	GB680
甲苯	GB684
丙酮	HG2-320 1级
乙酸乙脂	HG2-340 1级
甲醇	GB338 1级
乙醇	GB394
甲酰胺	化学纯
三乙醇胺	化学纯
灯用煤油	GB253 1号
喷气燃料	GB488 RP-1 GB1788 RP-2
液体氨	GB536 1级

注:渗剂可以是一种或两种混合使用。

3.2.2 其它工艺材料

渗碳、碳氮共渗和渗后热处理过程中使用的其它工艺材料技术要求应符合 HB5354 中第 3.2 条的规定。

4 设备

4.1 加热设备

4.1.1 渗碳、碳氮共渗和渗后热处理的加热炉的炉温均匀性以及渗碳、碳氮共渗炉的渗层深度均匀性应符合 HB5354 的有关规定。

渗碳、碳氮共渗和渗后淬火用加热炉,应选用不低于 HB5354 第 2.1.1 条规定的 III 类设备。

回火加热炉可选用 II 类或 III 类设备。

4.1.2 加热炉应配备温度自动调节,记录和报警装置,并应符合 HB5354 的有关规定。

4.1.3 渗碳、碳氮共渗炉在生产过程中应有良好的密封性,保证炉内正压,炉内气氛循环通畅。

- 4.1.4 渗碳炉内气氛应能通过调节渗剂实施碳势控制(手动或自动)。
- 4.1.5 渗后加热设备应尽量选用对制件不产生增碳、脱碳或其它不良影响的设备。

4.2 冷却和冷处理设备

- 4.2.1 渗碳、碳氮共渗冷却设备应能(或采取措施)防止氧化脱碳。
- 4.2.2 淬火冷却槽应符合 HB5354 的有关规定。
- 4.2.3 冷处理应有专用设备,并配有测温装置。

4.3 清洗、清理设备

- 4.3.1 清洗应有专用清洗设备或洗涤槽,若采用氯溶剂等清洗时,应在通风良好的操作间内进行。
- 4.3.2 清理制件时可采用吹砂机、喷丸机等设备,并应根据制件表面状态要求,选用合适的砂、丸粒度,砂或丸中不得混有对制件产生有害影响的成份。

4.4 工装夹具

- 4.4.1 装载制件加热的工装应能保证制件放置平稳,变形小以及进出炉方便。加热工装不应沾有对制件产生有害影响的物质。并应不妨碍炉内气氛通畅。
- 4.4.2 制件变形要求严时,可设计专用夹具或模具,这类工装必须检验合格方可使用。

5 渗碳、碳氮共渗工艺

5.1 渗碳、碳氮共渗前制件状态

- 5.1.1 一般制件渗前热处理状态为正火或正火加回火;重要制件或变形要求严的制件可为调质状态。
- 5.1.2 制件表面应无裂纹、划伤、毛刺、尖角等,也不允许有锈蚀、腐蚀等缺陷,被渗表面应无脱碳。

表面粗糙度一般为 Ra3.2~1.6。

- 5.1.3 为减少变形,制件渗前可进行消除应力处理。一般采用 500~680℃ 保持 1.5~2h,随后空冷。
- 5.1.4 局部渗碳、碳氮共渗的制作,对非渗表面应采取防渗措施。一般采用镀铜(镀铜层厚一般为 30~70μm)或预留余量加工等方法(预留的余量应确保渗层去除干净)。

5.2 渗碳工艺

5.2.1 渗碳温度

推荐渗碳温度为 880~930℃,对渗层深度浅的制件,可选用温度下限;渗层深度深的可选择温度上限。也可根据制件特殊要求选用其它温度和工艺。

5.2.2 渗碳保温时间

每炉应装入与制件钢号相同的工作制件(一般为 $\phi 10\text{mm} \times 35\text{mm}$,中间开槽)或制件试样,根据抽检工作试件或试样的渗碳深度来确定渗碳保持时间。

一般情况下制件渗层深度小于 0.5mm 时,以每小时渗入 0.15~0.25mm 估算,0.5~1.5mm 时,以每小时渗入 0.10~0.20mm 估算;大于 1.5mm 时,以每小时 0.05~0.12mm 深度估算。

5.2.3 碳势控制

可采用控制渗剂滴入量或者采用露点法、红外线测试法、氧势法或电阻法等控制炉内碳势。

生产中也可采用炉前定碳法,即采用厚 0.1mm(尺寸可为 20mm×50mm)低碳薄钢片(10 或 15 钢)或纯铁片,吊入渗碳炉内保持 20~25min 出炉快冷,在快速定碳仪上分析薄片碳含量。在渗碳过程中每隔 20~25min 进行一次薄片定碳,根据定碳结果调整渗剂供给量,以控制炉内碳势。

5.2.4 渗碳表面碳含量

制件渗碳表面有碳含量要求时,一般为 0.75~0.90% (系指 0.1mm 厚的渗碳表层碳含量的平均值)。

5.2.5 渗碳工艺方法

对质量要求高的制件,可采取主要以氮气为载气的氨基气氛渗碳。

5.2.6 渗后冷却

渗碳后一般采取空冷或在保护箱内缓冷。当制件尺寸精度或表面状态要求高时,应采取保护气氛下冷却。根据制件要求也可采取予冷至淬火温度下直接淬火。

5.3 渗碳操作

5.3.1 进炉前制件和检验试件应用汽油、煤油、三氯乙烯或水剂清洗剂等清洗干净,平稳地装载在夹具上并确保气流通畅,特别注意不得碰伤制件的防渗层。

5.3.2 一般情况下,待加热炉到达渗碳温度后将制件装入炉内,放置在加热炉的有效加热区内,封闭炉盖或炉门。升温的同时滴入渗剂,尽快赶净炉内空气,迅速达到渗碳气氛。

对质量要求高的制件可按 5.2.5 条处理或者在低温下用氮气赶净空气,在 650℃ 时滴入甲醇进行换气,换气后炉温接近渗碳温度时滴入渗碳剂,调整好滴量达到碳势要求。

对变形要求严的制件,可以采用分段升温。

5.3.3 在手动控制碳势的渗碳过程中,渗剂供给量应每 20~30min 检查一次。

5.3.4 渗碳后出炉时应平稳不得碰撞制件。

5.4 碳氮共渗工艺

5.4.1 碳氮共渗温度

推荐共渗温度为 820~870℃。

5.4.2 共渗时间

以工作试件渗层深度确定出炉时间。一般以每小时 0.1mm 左右的渗速估算。

5.4.3 共渗后冷却

共渗保持足够时间后,一般制件采用直接淬火,也可采用箱冷后重新加热淬火。

5.4.4 碳氮共渗操作

参照 5.3 条的渗碳操作。当炉温达到共渗温度时入炉,并尽快封闭炉盖或炉门立即通入渗剂赶净炉内空气,当温度回复到共渗温度后,调整好渗剂进行共渗。

6 渗碳、碳氮共渗后的热处理

6.1 高温回火

6.1.1 高温回火及其工艺参数应根据制件钢号, 渗碳和碳氮共渗后制件的机械加工, 以及最终淬火和回火后制件的显微组织与硬度等要求确定。

6.1.2 高温回火时应注意防止制件氧化脱碳。

6.2 淬火

6.2.1 一般制件渗后选用一次淬火, 也可采用二次(双重)淬火, 推荐淬火工艺参数见表 3。

表 3 推荐的渗碳、碳氮共渗后淬火工艺

序号	材料牌号	一次淬火温度 °C	冷却介质	二次(双重)淬火温度 °C	冷却介质
1	10	770~790	碱液或油	——	——
2	15	770~790	碱液或油	——	——
3	20	770~790	碱液或油	——	——
4	15CrA	840~880	油	第一次 840~880 第二次 790~810	碱液或油
5	20CrA	840~880	油	第一次 840~880 第二次 740~810	碱液或油
6	12CrNi3A	780~820 820~850	油	第一次 850~870 第二次 790~820	油
7	12Cr2Ni4A	780~820 820~840	油	第一次 840~860 第二次 780~820	油
8	18Cr2Ni4WA	840~870	油或空气	——	——
9	16Cr2MnTiA	780~820	油	——	——
10	18CrMnTiA	780~840	油	——	——
11	20CrMnTiA	780~840	油	——	——
12	30CrNi3A	830~850	油	——	——
13	37CrNi3A	810~850	油	——	——
14	1Cr13	950~980	油	——	——
15	2Cr13	950~980	油	——	——

6.2.2 淬火加热时应防止制件氧化脱碳。

盐浴炉内加热时, 应在脱氧、清渣后进行, 不允许制件带铜层入炉加热。

电炉加热时可采取烘干的干净木炭、旧固体渗碳剂或干净灰铸铁屑复盖,或者全部镀铜防护。也可采取保护气氛中或真空中加热。

6.2.3 淬火加热保温时间按 HB/Z136 规定计算。

6.2.4 淬火冷却一般采取油冷,根据制件钢号和形状、尺寸也可用水冷,但淬火的制件必须进行磁粉探伤。

为了减少制件变形或降低制件心部硬度可采用分级淬火,即加热终了淬入 160~280℃ 碱液或硝酸盐浴中,分级淬火温度根据制件钢号及硬度要求选择,在槽中冷却时间为 3~8min,然后空冷。对 18Cr2Ni4WA 钢制件推荐采用复合等温淬火,即淬火加热终了,淬入 200~250℃ 的硝酸盐浴中保持 3~8min 后迅速转入 500~550℃ 的硝酸盐槽或电炉中保持一定时间(根据制件尺寸),然后油或空冷。

对变形、尺寸精度要求高的制件可进行模压淬火。

6.3 冷处理

对制件要求控制残余奥氏体量或渗层表面硬度要求 $HRC \geq 60$ 时,可采取低于或等于 -60℃ 下保持 1~3h,取出在室温下让制件温度回升接近室温时再回火。

淬火至冷处理间隔时间应尽量缩短,一般不超过 2h。

6.4 回火

回火工艺一般为 150~170℃ 下保持 2~4h 空冷。

根据图样要求的硬度及制件的特殊工艺要求,回火温度可进行调整。

淬火后至回火间隔时间不得超过 4h(不包括冷处理时间)。

6.5 消除应力处理

制件变形超出工艺要求允许进行校正,校正应确保制件不产生裂纹。校正后应进行消除应力处理及磁粉检验。渗后校正、消除应力处理可采用 400~650℃ 温度保持 2~5h 后空冷。淬火回火后校正消除应力处理采用略低于原回火温度保持 2~8h 空冷。

为消除最终精加工的应力,可采用 120~150℃ 保持 2~10h 空冷。

6.6 热处理后清理

制件热处理终了可采用吹砂、清洗等方法清除表面盐渣、油污、氧化物等脏物。有镀层的制件一般应除去镀层。

6.7 热处理后的加工

渗层表面可进行精加工,允许去除量一般不得超过渗层深度的 10~20%,加工后制件留下的渗层深度及表面硬度应满足图样要求。

7 补救

7.1 渗层深度

当渗层深度低于要求时,允许按原工艺补渗,补渗时间根据渗层低于要求值的程度选定,补渗时应确保其它技术要求合格。

7.2 金相组织

7.2.1 渗层组织

渗层碳化物形状出现棱角状或连续网状时可进行正火处理,即加热温度选用低于渗碳温度保持足够时间后空冷。对高合金钢制件允许选用略超过渗碳温度高温正火,常用温度为930~950℃。采用高温正火不得影响其它技术指标。高温正火后必须回火。正火或正火回火后应重新淬火和回火。

残余奥氏体量过多,可采用冷处理,也可采取渗碳后高温回火以及降低淬火温度等措施。

7.2.2 心部组织

心部组织铁素体量过多,允许采用提高淬火温度(应考虑渗层残余奥氏体量)或采用加快冷却速度等方法补救。

7.3 渗层表面浓度

渗层表面浓度偏低,允许在低于渗碳或碳氮共渗温度下进行补浓度,对于渗碳制件一般采用860~880℃补浓度。

7.4 表面硬度

因渗层表面浓度偏低引起的表面硬度低时,可按7.3条补浓度。

因残余奥氏体量过多引起表面硬度低时按7.2.1条减少残余奥氏体量。

7.5 心部硬度

心部硬度过低可按7.2.2条处理。心部硬度过高可降低淬火温度,也可采用分级或复合等温淬火。

7.6 补救次数

渗层深度不合格补救和采用高温正火补救时一般允许一次。

淬火反修次数不得超过两次(双重淬火工艺作一次计算)。

回火、正火返修次数不作限制。

8 质量控制与检验

8.1 制件钢号及工艺材料必须符合相应标准要求。

8.2 设备和工艺应符合本标准有关条款规定。

8.3 根据制件图样规定的检验类别和HB5013的规定对制件的金相组织、渗层深度及硬度检验分别按HB5022、HB5023、HB5172、HB5173、HB5168进行。有碳浓度要求的制件,应在同炉渗碳的并与制件同钢号的专用试样上进行剥层碳浓度测定。

制件尺寸,变形应满足有关技术资料要求。

制件表面不得有腐蚀、锈蚀、伤痕、裂纹及剥落等缺陷。

9 安全技术

制件渗碳、碳氮共渗和渗后热处理时,必须遵守有关技安条例。

附加说明：

本标准由航空航天工业部材料、热工艺标准化技术归口单位提出并归口。

本标准由航空工业部南方动力机械公司、第六二一所负责起草。

本标准主要起草人：苏怡兴、王广生、吴力钧、王素英。