



# 中华人民共和国机械行业标准

**JB/T 3999—2007**

代替 JB/T 3999—1999

---

## 钢件的渗碳与碳氮共渗淬火回火

**Carburizing or carbonitriding, post-quenching and tempering of steel parts**

**(JIS B 6914: 2002, MOD)**

2007-03-06 发布

2007-09-01 实施

---

**中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布**

## 前 言

本标准是修改采用 JIS B 6914: 2002《钢件的渗碳与碳氮共渗淬火回火》。

与 JIS B 6914: 2002《钢件的渗碳与碳氮共渗淬火回火》相比, 主要技术差异如下:

- 工艺分类代号不同;
- 常用钢号的范围较大;
- 工件处理前的状态不同;
- 工件的外观、质量、形状、尺寸及精度的分类均有较大差异。

本标准代替 JB/T 3999—1999《钢件的渗碳与碳氮共渗淬火回火》。

本标准与 JB/T 3999—1999 相比, 主要变化如下:

- 第 3 章渗碳、碳氮共渗工艺分类及代号;
- 第 4 章渗碳、碳氮共渗常用材料及技术条件;
- 第 5 章待处理工件的原始状态;
- 第 6 章热处理设备;
- 第 7 章热处理过程;
- 第 8 章质量检验;
- 第 9 章检验设备;
- 第 10 章质量验收;
- 第 11 章安全卫生与劳动保护要求;
- 第 12 章产品报告单。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国热处理标准化技术委员会 (SAC/TC 75) 归口。

本标准负责起草单位: 北京机电研究所。

本标准主要起草人: 李爱国、徐跃明。

本标准所代替标准历次版本发布情况:

- JB/T 3999—1985、JB/T 3999—1999。

# 钢件的渗碳与碳氮共渗淬火回火

## 1 范围

本标准规定了工件的渗碳与碳氮共渗淬火回火的常用钢种、设备、工艺、质量检验、检验设备及安全卫生要求。

本标准适用于钢件的渗碳与碳氮共渗淬火回火处理。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其后所有的修改单（不包括勘误表的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 230.1 金属洛氏硬度试验 第1部分：试验方法（A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺）（GB/T 230.1—2004，ISO 6508-1：1999，MOD）

GB/T 699 优质碳素结构钢

GB/T 700 碳素结构钢（GB/T 700—2006，ISO 630：1995，NEQ）

GB/T 3077 合金结构钢（GB/T 3077—1999，neq DIN EN 10083-1：1991）

GB/T 4340.1 金属维氏硬度试验 第1部分：试验方法（GB/T 4340.1—1999，eqv ISO 6507-1：1997）

GB/T 4341 金属肖氏硬度试验（GB/T 4341—2001，eqv JIS Z2246：1992）

GB/T 5216 保证淬透性结构钢

GB/T 9450 钢件渗碳淬火硬化层深度的测定和校核（GB/T 9450—2005，ISO 2639：2002，MOD）

GB/T 9452 热处理炉有效加热区测定方法

GB/T 12603 金属热处理工艺分类及代号

GB 15735 金属热处理生产过程安全卫生要求

GB/T 15822.2 无损检测 磁粉检测 第2部分：检测介质（GB/T 15822.2—2005，ISO 9934-2：2002，IDT）

GB/T 15822.3 无损检测 磁粉检测 第3部分：设备（GB/T 15822.3—2005，ISO 9934-3：2002，IDT）

JB/T 9209 化学热处理渗剂技术条件

JB/T 9218 渗透探伤方法（JB/T 9218—1999，eqv JIS Z 2343-1992）

JB/T 10312 钢箔测定碳势法

## 3 渗碳、碳氮共渗工艺分类及代号

钢件渗碳、碳氮共渗的工艺分类及代号应符合 GB/T 12603 的规定，具体分类及代号见表 1。

## 4 渗碳、碳氮共渗常用材料及技术条件

### 4.1 常用钢种

渗碳、碳氮共渗常用钢种应符合表 2 的规定。

### 4.2 技术条件

工件的技术要求包括渗层表面硬度、渗层心部硬度、渗层深度、渗层组织、心部组织、畸变量均应符合渗碳、碳氮共渗的工艺特点。

表 1 渗碳、碳氮共渗工艺分类及代号

工艺分类		代 号
渗碳	气体渗碳	531—01
	真空渗碳	531—02
	液体渗碳	531—03
	离子渗碳	531—08
	固体渗碳	531—09
碳氮共渗	气体碳氮共渗	532—01
	真空碳氮共渗	532—02
	离子碳氮共渗	532—08

表 2 渗碳、碳氮共渗常用钢种

钢种类别及标准号	钢 号
碳素结构钢 GB/T 700	Q215, Q235, Q255
优质碳素结构钢 GB/T 699	08, 10, 15, 20, 25, 15Mn, 20Mn, 25Mn
合金结构钢 GB/T 3077	20Mn2, 27SiMn, 20MnV, 15Cr, 20Cr, 15CrMn, 20CrMn 20CrMnSi, 25CrMnSi, 20CrV, 20CrMnTi, 12CrMo, 15CrMo, 20CrMo, 20CrMnMo, 12CrMoV, 25CrMoVA
保证淬透性结构钢 GB/T 5216	20Mn2B, 20MnTiB, 20MnVB, 20MnMoB, 20SiMnVB, 20MnTiBRE, 20Cr3MoWVA 20CrNi, 12CrNi2, 12CrNi3, 20CrNi3, 20CrNi2, 12Cr2Ni4, 20Cr2Ni4, 18Cr2Ni4WA, 20Cr2Ni4WA, 20CrNiMo, 17Cr2Ni2Mo, 18CrMnNiMoA

5 待处理工件的原始状态

5.1 根据表 3 规定的项目记录待处理工件的原始状态并予以保存。

表 3 工件处理前的状态

项 目	备 注
(1) 待处理工件的试验数据 工件的种类 化学成分 <sup>a</sup> 炼炉钢号 <sup>a</sup> 拉伸试验数据 <sup>a</sup> 硬度试验数据 <sup>a</sup> 淬透性试验数据 <sup>a</sup> 金相组织检验记录 <sup>a</sup> 烧结密度测试数据 <sup>a</sup>	晶粒度、脱碳层、非金属夹杂物、微观及宏观组织

表 3 (续)

项 目	备 注
(2) 待处理工件的制造方法 铸造 锻造 轧制 挤压 烧结 机械加工 冲压 拉拔 滚压成形 焊接	包括冷、热锻造, 必要时注明锻造比 包括冷、热轧制 包括冷、热挤压  包括冷、热、弯曲及扭转 包括冷、热拉拔 包括冷、热滚压成形 焊接区及焊接方法
(3) 工件的预先处理及其方法 烧结平整 烧结不平整	必要时, 应明确加热温度、保温时间及冷却方式
(4) 待处理工件的表面加工质量及矫正精度 切削方法及其条件 矫正精度	包括冷、热矫正
* 可根据具体要求部分或全部省略	

5.2 根据表 4 规定的项目记录待处理工件的外观、质量、形状、尺寸及精度, 并予以保存。

表 4 工件的外观、质量、形状、尺寸及精度

项 目	备 注
(1) 工件的外观	裂纹、伤痕、铁锈和黑皮等
(2) 工件的质量 <sup>a</sup>	
(3) 工件的形状 <sup>a</sup> 特殊形状 壁厚差异 孔的形状与位置	
(4) 工件的尺寸及精度 <sup>a</sup> 尺寸 处理部位的加工余量 整体工件的加工余量 处理部位的表面粗糙度 尺寸公差 形状公差 <sup>a</sup>  方向公差 <sup>a</sup> 位置公差 <sup>a</sup>	     (参考) 形状公差指直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度及面轮廓度 (参考) 方向公差指平行度、垂直度及倾斜度 (参考) 位置公差指同轴度、对称度、位置度、圆跳动、全跳动
<sup>a</sup> 可根据具体要求部分或全部省略。	

## 6 热处理设备

### 6.1 渗碳与碳氮共渗加热设备

6.1.1 对不同的渗碳种类、加热源和作业方式（连续作业或非连续作业），加热设备的有效加热区应按 GB/T 9452 测定，其温度偏差不得超过表 5 的规定。

表 5 加热设备有效加热区的温度允许偏差

工件的品质区分	温度允许偏差
重要件	$\pm 10^{\circ}\text{C}$
一般件	$\pm 15^{\circ}\text{C}$

6.1.2 气体渗碳炉、气体碳氮共渗炉的气体成分应可调、可控。炉子密封性好，炉气能充分循环；以气体为原料气时，要求原料气的化学成分稳定，气氛和碳势可调，有害杂质少；渗剂入口不易堵塞。以有机液体的热裂解气为原料气时，有害杂质少，易裂解，流动性好，渗剂应符合 JB/T 9209 的规定。

6.1.3 真空渗碳炉、真空碳氮共渗炉应根据工作要求控制和调节炉气压力和成分。

6.1.4 离子渗碳炉、离子碳氮共渗炉应带有过热防止装置和电弧放电防止装置，能将其真空度及气氛调节至适合加工需要，能保持稳定的辉光放电，为了调整气体的比例应配置气体流量计。

6.1.5 液体渗碳或碳氮共渗盐浴不应使工件产生腐蚀或其他有害影响，附在工件上的盐应清除；盐浴在使用温度范围内，要求粘度小、蒸发量少。

6.1.6 连续式渗碳或碳氮共渗的设备，其加热、保温和冷却的温度及在各区域内的保温时间应符合各工序的要求。工件在炉内的运行速度应能调节。

### 6.2 淬火加热设备

6.2.1 淬火炉的有效加热区应按 GB/T 9452 测定，其温度偏差不得超过表 5 的规定。

6.2.2 可控气氛淬火加热炉的炉气成分应满足淬火工艺要求，且能调节。

6.2.3 盐浴加热炉的盐浴应根据工艺和技术条件要求进行必要的脱氧。

6.2.4 燃料加热炉的火焰不应直接接触工件。

6.2.5 连续式淬火加热设备中的工件淬火前，应在淬火温度下保温足够的时间。工件在炉内运行速度应能调节。

6.2.6 真空淬火炉应能根据技术要求，有效地调整真空度。

### 6.3 冷却设备

6.3.1 淬火冷却槽内的冷却介质的使用温度允许偏差不得超过表 6 的规定。

表 6 淬火冷却介质的使用温度允许偏差

淬火冷却设备	冷却介质的使用温度允许偏差
水槽	目标温度 $\pm 10^{\circ}\text{C}$
油槽	目标温度 $\pm 20^{\circ}\text{C}$
热浴槽	目标温度 $\pm 10^{\circ}\text{C}$
空气或气体	无特殊要求时指室温
注：表中的目标温度指冷却剂使用温度范围的中间值。	

6.3.2 冷却介质应满足工件淬火要求的冷却速度，须使工件的表面各部分尽可能均匀地冷却。冷却槽应有足够的容积，并配置有温度调节装置及满足要求的搅拌设施。

6.3.3 水槽中的淬火用水或水溶性淬火介质，不应含有过量的杂质。水溶性淬火介质的浓度应适合淬

火要求，并定期进行浓度检测。

6.3.4 淬火油和热浴槽中的热浴应符合淬火要求的冷却性能；成分均匀，不含过量的杂质，不易老化，对工件不产生腐蚀及其他有害的影响。

6.3.5 连续冷却设备，其运行速度应能调节，以满足淬火要求的冷却时间。

6.3.6 渗碳、碳氮共渗后冷却设备或缓冷设备应有效密封，冷却速度可调节，能通保护气。

#### 6.4 回火设备

回火炉的有效加热区应按 GB/T 9452 测定，其温度偏差不得超过表 5 的规定。

#### 6.5 温度测定及控制设备

6.5.1 温度测定和控制要求应符合表 5 的规定。

6.5.2 周期式加热设备及连续式炉的每个加热区应具有自动跟踪处理温度的记录装置。

6.5.3 在预定温度的指示刻度范围内，所指示的温度总偏差不得超过表 7 的规定。

表 7 温度指示总偏差值

预定温度 $T$	温度指示总偏差值
$<400$	$\pm 4^{\circ}\text{C}$
$\geq 400$	$\pm T/100^{\circ}\text{C}$

### 7 热处理过程

#### 7.1 处理前的准备

##### 7.1.1 待处理工件技术条件

按待处理工件的质量要求、防渗部位的防渗措施及钢材的牌号（或化学成分）和预先热处理情况，制定工艺规范。

##### 7.1.2 待处理工件的外观质量

待处理工件的外观不应有氧化皮、锈斑、碰伤、裂纹。必要时按 GB/T 15822.2、JB/T 9218 的规定进行探伤。

##### 7.1.3 其他

对待处理工件进行清理和烘干，根据工件要求选定工装夹具。

#### 7.2 渗碳、碳氮共渗

##### 7.2.1 装炉

工件应置于有效加热区内，并带有符合要求的随炉试样。试样的材料牌号和处理条件应与工件相同；试样的尺寸应该反映工件的特征，试样的安放位置应有代表性。

##### 7.2.2 升温

控制升温速度，使工件各部位之间不产生明显温差。

7.2.2.1 气体渗碳、气体碳氮共渗在升温阶段要充分排气，排气程度应以炉气成分作为衡量指标。

7.2.2.2 液体渗碳、液体碳氮共渗处理工件应预热。

##### 7.2.3 保温

按技术条件要求，根据零件形状、尺寸、装炉量确定保温时间。

##### 7.2.4 碳势测量

碳势测定应符合 JB/T 10312 的规定。也可按现场条件使用氧探头碳势测定仪、红外仪或热丝仪测定。

##### 7.2.5 抽样

周期炉生产过程中要定时抽样检查；连续炉生产时要核验试样。

7.2.6 冷却

7.2.6.1 对要求降温直接淬火的工件，淬火前要均温。

7.2.6.2 渗碳后缓冷时应采取措施，避免或减少脱碳。

7.3 淬火

7.3.1 按淬火要求，确定加热温度和保温时间。

7.3.2 炉内不同位置工件的温度应均匀。

7.3.3 将淬火冷却介质调整在使用温度范围内。

7.3.4 选择正确的加热和冷却方法。

7.4 回火

7.4.1 加热时，工件各部位的温度应保持一致。

7.4.2 工件淬火后要及时回火，回火时间要充分。

7.5 后续处理

7.5.1 校正

工件校直后一般应及时进行去应力处理（热校除外）。

7.5.2 清理

及时清除工件上附着的油污及盐渣等。

7.5.3 防锈

要进行防锈处理。

7.6 记录

应按规定和工艺要求对处理过程进行记录，并按规定妥善保管，以便备用。

8 质量检验

8.1 外观

已处理工件表面不能出现因热处理引起的微裂纹、熔融、烧伤及影响使用的划痕等缺陷。外观检验采用目测或根据 GB/T 15822.2、JB/T 9218 规定检查裂纹。

8.2 表面硬度

硬度检验的方法，按 GB/T 230.1、GB/T 4340.1、GB/T 4341 或其他硬度试验方法进行。表面硬度的偏差范围不得超过表 8、表 9、表 10、表 11 的规定。

表 8 表面硬度偏差值

处理件类别	表面硬度的偏差值 HV			
	单件		同批	
	≤500	>500	≤500	>500
重要件	35	60	55	100
一般件	45	80	80	140

表 9 表面硬度偏差值

处理件类别	表面硬度的偏差值 HRC	
	单件	同批
重要件	3	5
一般件	4	7



表 10 表面硬度偏差值

处理件类别	表面硬度的偏差值			
	HRA			
	单件		同批	
	≤75	>75	≤75	>75
重要件	1.5	2.0	2.5	3.0
一般件	2.0	2.5	3.5	4.0

表 11 表面硬度偏差值

处理件类别	表面硬度的偏差值			
	HS			
	单件		同批	
	≤7	>7	≤70	>70
重要件	4	5	6	8
一般件	5	6	9	11

- 注 1: HV、HRC、HRA 及 HS 的数值是用不同硬度试验机的实测值, 各表之间的硬度值无直接换算关系。
- 注 2: 所谓一批是指用同批处理材料, 当用周期式热处理设备时, 原则上是同炉次渗碳、淬火及回火作业后所得的一批处理工件; 当用连续式热处理设备时, 则为同一条件下处理得到的一批处理工件。
- 注 3: 测定位置应在工件形状和加工条件与要求部位条件大体一致的范围内; 局部渗碳淬火回火时, 测定位置不应选在渗碳层界面附近。

8.3 硬化层深度

硬化层深度按 GB/T 9450 的要求进行检验, 深度偏差不得超过表 12 规定。

8.4 金相组织

热处理后应达到工件材料相对应的组织要求, 按相关金相标准进行检验。

8.5 畸变

工件的畸变应不影响其后续机械加工及使用, 具体的畸变量应当由委托与受托双方人员协商确定。

表 12 硬化层深度偏差值

硬化层深度		mm	
硬化层深度	<0.50	单件	同批
	0.50~1.50	0.1	0.2
	>1.50~2.50	0.2	0.3
	>2.50	0.3	0.4
		0.5	0.6

9 检验设备

所用的磁粉探伤机、超声波探伤机、硬度计、金相显微镜应有计量部门颁发的合格证, 并在有效期内使用。

10 质量验收

验收时对于已处理工件的外观、表面硬度、硬化层深度、金相组织及畸变量检查必须满足第 8 章的规定。硬化层深度的检查允许用相同材料相似试样进行。金相组织检验可以根据委托与受托双方协

议处理。

## 11 安全卫生与劳动保护要求

渗碳和碳氮共渗淬火回火过程的安全卫生与劳动保护要求应符合 GB 15735 的有关规定。

## 12 产品报告单

报告单应包括下列内容：

- 工件的名称和图号；
  - 工件用材料牌号；
  - 单件重量及数量；
  - 质量检验结果；
  - 操作者姓名或代号；
  - 质量检验员姓名或代号；
  - 报告日期。
-