

ICS 25.200

J 36

备案号: 20346—2007

# JB

## 中华人民共和国机械行业标准

JB/T 7500—2007

代替 JB/T 7500—1994

---

### 低温化学热处理工艺方法选择通则

Selection of low temperature thermochemical treatment processes

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

本标准代替 JB/T 7500—1994《低温化学热处理工艺方法选择通则》。

本标准与 JB/T 7500—1994 相比，主要变化如下：

- 规范并标出了封面的各种要素；
- 增加了前言；
- 将“主题内容与适用范围”改为“范围”；将“引用标准”改为“规范性引用文件”；
- 给出了“规范性引用文件”的导语、性质、名称，并标出了采标程度；
- 给出了“术语”的英文词条；
- 规范了附录的性质。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 均为资料性附录。

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。

本标准主要起草单位：中国机械工程学会热处理分会、爱协林工业炉工程（北京）有限公司、武汉材料保护研究所、郑州机械研究所、北京机电研究所。

本标准主要起草人：石康才、郇振声、胡以正、陈秀玉、佟晓辉、林峰、徐跃明。

本标准所代替标准的历次版本发布情况：

- JB/T 7500—1994。

## 低温化学热处理工艺方法选择通则

### 1 范围

本标准规定了低温化学热处理工艺方法选择的一般通则。

本标准适用于碳素钢、合金结构钢、工模具钢、不锈钢和铸铁等材料制成的工件的气体渗氮、离子渗氮、气体碳氮共渗、盐浴硫氮碳共渗及电解渗硫等低温化学热处理工艺方法的选择。

### 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，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）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 7232 金属热处理工艺术语（GB/T 7232—1999，neq DIN EN 10052: 1994，JIS B 6905: 1995）

GB/T 8121 热处理工艺材料术语

GB/T 18177 钢件的气体渗氮（GB/T 18177—2000，neq JIS 6915: 1993）

JB/T 4155 气体氮碳共渗

JB/T 6956 钢铁件的离子渗氮

JB/T 9198 盐浴硫氮碳共渗

### 3 术语和定义

GB/T 7232、GB/T 8121 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**低温化学热处理 low temperature thermochemical treatment**

将钢铁工件置于低于  $A_{c1}$  温度的活性介质中保温，渗入一种或几种元素以改变表层化学成分、组织和性能的热处理工艺。

#### 3.2

**咬合 seizing**

摩擦副在摩擦力作用下，其两个磨伤表面出现粘合，摩擦副的相对运动受阻的现象。

#### 3.3

**咬死 grip**

因咬合而导致摩擦表面“冷焊”，表面产生严重粘着或转移使相对运动停止的现象。

#### 3.4

**接触疲劳 contact fatigue**

材料在循环接触应力作用下，产生局部永久性累积损伤，经一定循环次数后，接触表面发生麻点、浅层或深层剥落的过程。

#### 3.5

**弯曲疲劳 bending fatigue**

工件在脉冲或交变弯曲应力作用下萌生裂纹，因裂纹扩展而导致断裂的过程。

#### 3.6

**粘着磨损 adhesive wea**

在摩擦副相对运动中，接触表层发生塑性变形，表面的氧化膜被破坏，从拉毛、擦伤发展到材料由

一表面转移至另一表面所导致的磨损。

#### 4 选择工艺方法的一般原则

##### 4.1 根据工件的服役条件、失效形式与渗层的特性选择工艺

4.1.1 用碳素结构钢或低合金结构钢制造的低速或轻载荷下工作的, 但有耐磨要求的工件, 在成品状态选用气体氮碳共渗或盐浴硫氮碳共渗。低合金结构钢工件, 亦可采用离子渗氮。

4.1.2 承受重载荷并要求耐磨性与抗疲劳性高的工件, 应采用离子渗氮或气体渗氮。

4.1.3 承受中等弯曲、扭转和一定冲击载荷, 且工作表面承受磨损的轴类工件, 应采用气体氮碳共渗、盐浴硫氮碳共渗或离子渗氮(碳素结构钢除外)。

4.1.4 承受很高的弯曲、扭转和一定冲击载荷, 工作表面易磨损的工件(如大功率柴油机曲轴); 承受很高的弯曲、扭转和一定冲击载荷, 转速高、精度高的工件(如坐标镗床主轴等)应采用离子渗氮或气体渗氮。

4.1.5 用含铬、钼、钒的合金结构钢制造的承受高接触载荷和弯曲应力, 且要求变形小的工(如大模数重载齿轮齿轴)采用深层离子渗氮或气体渗氮。

4.1.6 要求减摩、自润滑性能高的工件, 应采用盐浴硫氮碳共渗。

4.1.7 单纯要求耐蚀性好的工作, 可用碳素钢制造并进行抗蚀渗氮, 但化合物层应以 $\epsilon$ 相为主, 且致密区厚度在 $10\mu\text{m}$ 以上。

4.1.8 承受较轻与中等载荷, 以粘着磨损为主要失效形式的工件, 应采用盐浴硫氮碳共渗或气体氮碳共渗。

4.1.9 以粘着磨损为主要失效形式的模具(如高精度冷冲模、冷挤模、拉伸模、塑料及非金属成型模等)和刀具(回火温度低的碳素工具钢、低合金工具钢冷作模具除外), 应采用盐浴硫氮碳共渗或气体氮碳共渗; 以热磨损与冷疲劳为主要失效形式的模具(如铜合金挤压模与压铸模等), 应采用离子渗氮或气体渗氮。

4.1.10 低温电解渗硫主要用于经过渗碳、淬火; 渗氮; 整体或表面淬火以及调质的工件, 达到降低表面摩擦系数, 提高抗擦伤、抗咬合能力的目的。

4.1.11 五种低温化学热处理渗层性能的对比见表1。

表1 五种低温化学热处理渗层性能的对比

工艺名称	减摩、抗咬合及自润滑性能	弯曲疲劳强度	接触疲劳强度	冲击疲劳强度	冷热疲劳强度	抗粘着磨损性能
气体渗氮	优良	优良	优良	—	良	良
离子渗氮	良	优良	优良	较差	优良	中
盐浴硫氮碳共渗	优良	良	中	中	良	优良
气体氮碳共渗	优良	优良	中	良	优良	优良
低温电解渗硫	优良	—	—	—	—	抗咬合能力优良, 不耐磨
工艺名称	抗磨粒磨损性能	表面硬度 HV0.1 (不低于)			渗层深度 mm	
		碳素结构钢	合金结构钢	合金工具钢		
气体渗氮	良	400	700	950	一般 0.3~0.5, 特殊 0.5~0.7	
离子渗氮	良	400	700	950	一般 0.2~0.4, 特殊 0.4~0.8	
盐浴硫氮碳共渗	较差	450	650	950	$\leq 0.3$	
气体氮碳共渗	较差	450	650	950	$\leq 0.3$	
低温电解渗硫	较差	—	—	—	$\leq 0.02$	

几种典型工件（齿轮、轴类、冷热模具等）的适用工艺参见附录 A、附录 B、附录 C。

#### 4.2 根据工件的材料及技术要求选择工艺

4.2.1 碳素钢工件，不应选用气体渗氮（抗蚀渗氮除外）或离子渗氮，应采用气体氮碳共渗或盐浴硫氮碳共渗。

4.2.2 铸铁工件，回火温度低落于 520℃ 的弹簧钢等工件，应选用气体氮碳共渗或离子渗氮。

4.2.3 形状复杂件，有深孔、小孔、细狭缝或盲孔的需硬化工件，不应选用离子渗氮。

4.2.4 需要局部渗或局部防渗的工件，不应选用盐浴硫氮碳共渗。

4.2.5 要求有效硬化层深度大于 0.35mm 的工件应选用离子渗氮或气体渗氮；要求渗层较浅的工件应选用盐浴硫氮碳共渗或气体氮碳共渗，也可选用离子渗氮。

#### 4.3 根据工件的尺寸和生产批量选择工艺

4.3.1 工件尺寸较大且批量生产，应用气体氮碳共渗或离子渗氮。

4.3.2 品种单一且大批量生产，可选用气体氮碳共渗；工件大小不一，品种多，宜采用盐浴硫氮碳共渗。

#### 4.4 根据综合经济效益选择工艺

从生产效率、生产周期、能源消耗、设备投资、生产成本及环境保护等因素综合考虑，因厂制宜地合理选择工艺见表 2。

表 2 五种低温化学热处理工艺方法综合经济效益比较

工艺名称	设备繁简及投资额	生产周期及节能、节材潜力	生产效率	劳动条件及对环境有无污染	成本	实现连续作业生产难易
气体渗氮	一般，投资难度不大	周期长，能耗较大，节材潜力小	较低	较好，无污染	较高	较难
离子渗氮	较复杂，投资额较大	周期较短，比气体渗氮节能约 1/3	较高	好，无污染	较高	较难
盐浴硫氮碳共渗	简单，投资额较小	周期短，能耗比气体法小，部分工件可用碳钢制造，经共渗后代替不锈钢、青铜	高	一般，共渗后在氧化浴等温则清洗水可直接排放，否则应先加 $\text{FeSO}_4$ 中和	较低	较易
气体氮碳共渗	一般，投资额不大	周期较短，部分工件可用碳钢制造，经共渗后代替不锈钢	较高	较好，排气口点燃并先用溶剂萃取氢氰酸，则不污染大气	较低	较易
低温电解渗硫	简单，投资额较小	周期短，能耗低	高	较好，无污染	较低	较易

### 5 低温化学热处理工艺的实施

分别参照 GB/T 18177、JB/T 6956、JB/T 4155、JB/T 9198 等相关标准执行。低温电解渗硫可参照有关工艺执行。

## 附录 A

(资料性附录)

## 适用于齿轮的低温化学热处理工艺

适用于齿轮的低温化学热处理工艺见表 A.1。

表 A.1

齿轮负荷 MPa	模数范围 mm	材料	渗层主要性能		推荐的工艺	齿轮达到的疲劳强度极限	
			渗层组织	渗层深度 mm		接触疲劳极限 MPa	弯曲疲劳极限 MPa
低负荷齿轮 <500	<3	碳素结构钢、 合金结构钢、不 锈钢等	表层以 $\epsilon$ 相 为主	<0.3	盐浴硫氮碳共渗；气 体氮碳共渗；气体或离 子渗氮等	<600	<20
中负荷齿轮 500~1000	4~8	合金结构钢	表层以 $\gamma'$ 化合物为主	0.3~0.5	离子渗氮；深层离子 渗氮；气体渗氮	600~1200	200~250
高负荷齿轮 >1000	9~12	合金结构钢	表层以 $\gamma'$ 化合物为主	>0.5	深层离子渗氮；气体 渗氮	1200~1500	250~330

## 附录 B

(资料性附录)

## 适用于轴类工件的低温化学热处理工艺

适用于轴类工件的低温化学热处理工艺见表 B.1。

表 B.1

工件名称	失效形式	材料	渗层主要性能		推荐工艺
			表面硬度 HV0.1	渗层深度 mm	
拖拉机曲轴	疲劳、磨损	QT600-3	$\geq 700$	0.15~0.20	气体氮碳共渗
		45	$\geq 500$	0.25~0.35	盐浴硫氮碳共渗
大功率柴油机及船用柴油机曲轴	疲劳、磨损	42CrMoAl 40CrNiMo 35CrNi3W	$\geq 800$	0.4~0.6	离子渗氮 气体渗氮
镗床与机床主轴	磨损、疲劳	38CrMoAl 38CrWVAI	$\geq 1000$	0.4~0.6	气体渗氮 离子渗氮
传动轴齿轮轴	疲劳	40Cr	$\geq 800$	0.2~0.4	离子渗氮
		38CrMoAl 40CrNiMo			气体氮碳共渗 盐浴硫氮碳共渗
能量调节杆	咬死、磨损、疲劳	45 $\geq$	500~600	0.2~0.3	盐浴硫氮碳共渗

附录 C  
(资料性附录)  
适用于模具的低温化学热处理工艺

适用于模具的低温化学热处理工艺见表 C.1。

表 C.1

模具类别	失效形式	材料	渗层主要性能		推荐工艺
			表面硬度 HV0.1	渗层深度 mm	
高精度冷冲模	冲击疲劳粘着磨损	Cr12Mo Cr12MoV W6Mo5Cr4V2 W18Cr4V65Nb	$\geq 1000$	0.8~0.12 化合物层深 $\leq 5\mu\text{m}$	气体氮碳共渗 盐浴硫氮碳共渗
拉伸模(不锈钢、钛合金等金属加工用)	粘着磨损	Cr12Mo Cr12MoV W6Mo5Cr4V2 W18Cr4V 65Nb	$\geq 1000$	0.08~0.12 化合物层深 $\leq 5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$	盐浴硫氮碳共渗 气体氮碳共渗
铝(或锌)合金挤压模及压铸模	冷热疲劳粘着磨损	4Cr5MoVSi 3Cr2W8	$\geq 900$	$\geq 0.15$ , 化合物层深 $> 8\mu\text{m}$	离子渗氮 盐浴硫氮碳共渗 气体氮碳共渗
塑料成型模	粘着磨损	40Cr 45 40Mn2	$\geq 600$	0.2~0.25, 化合物层深 $\geq 8\mu\text{m}$	盐浴硫氮碳共渗 气体氮碳共渗