

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 7500 - 1994

低温化学热处理工艺方法 选择通则

1994-10-25 发布

1995-10-01 实施

中华人民共和国机械工业部 发布

低温化学热处理工艺方法 选择通则

1 主题内容与适用范围

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、气体氮碳共渗、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 引用标准

GB 7232	金属热处理工艺术语
GB 8121	热处理工艺材料名词术语
JB 4155	气体氮碳共渗工艺
JB/T 6956	离子渗氮
ZB J36 006	钢的气体渗氮处理
ZB/T J36 018	盐浴硫氮碳共渗

3 术语

3.1 低温化学热处理

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

摩擦副在摩擦力作用下，其两个擦伤表面出现粘合，摩擦副的相对运动受阻的现象。

3.3 咬死

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

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

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

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，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（碳素结构钢工件除外）。

4.1.4 承受很高的弯曲、扭转和一定冲击载荷，工作面易磨损的工件（如大马力柴油机曲轴）；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）应采用气体渗氮或离子渗氮。

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，且要求变形小的工件（如大模数重载齿轮齿轴等）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，应选用盐浴硫氮碳共渗。

4.1.7 单纯要求耐蚀性好的工件，可用碳素钢制造并进行抗蚀渗氮，但化合物层应以 γ 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、塑料及非铁金属成型模等）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），应选用盐浴硫氮碳共渗或气体氮碳共渗；以热磨损与冷热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。

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

表 1 五种低温化学热处理渗层性能对比

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	—	—	—	—	抗咬合性能优良，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	0.3
气体氮碳共渗	较差	450	650	950	0.3
低温电解渗硫	很差	—	—	—	0.02

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，应用气体渗氮或离子渗氮。

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的综合经济效益比较

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，投资额不大	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 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	较难
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 ZB J36 006、JB/T 6956、JB 4155、ZB/T J36 018 等相关工艺标准执行。低温电解渗硫工艺可参考有关工艺执行。

附 录 A
适用于齿轮的低温化学热处理工艺
(参考件)

A1 适用于齿轮的低温化学热处理工艺见表 A1。

表 A1

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 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	< 200
中负荷齿轮 500~1000	4~8	合金结构钢	表层以 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 化合物为主	> 0.5	深层离子渗氮	> 1200~1500	> 250~330

附 录 B
适用于轴类工件的低温化学热处理工艺
(参考件)

B1 适用于轴类工件的低温化学热处理工艺见表 B1。

表 B1

工 件 名 称	失效形式	材 料	渗层主要性能		推荐的工艺
			表面硬度 HV0.1	渗层深度 mm	
拖拉机曲轴	疲劳、 磨损	QT600-3	700	0.15~0.20	气体氮碳共渗； 盐浴硫氮碳共渗
		45	500	0.25~0.35	
大功率机车及 船用柴油机曲轴	疲劳、 磨损	38CrMoAl 40CrNiMo 35CrNi3W	900	0.4~0.6	离子渗氮 气体渗氮
镗床与机床 主 轴	磨损、 疲劳	38CrMoAl 38CrWVA1	1000	0.4~0.6	气体渗氮 离子渗氮
传动轴 齿轮轴	疲劳	40Cr 38CrMoAl 40CrNiMo	800	0.2~0.4	离子渗氮 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	500~600	0.2~0.3	盐浴硫氮碳共渗

附录 C
适用于模具的低温化学热处理工艺
(参考件)

C1 适用于模具的低温化学热处理工艺见表 C1。

表 C1

模具类别	主要失效形式	材 料	渗层主要性能		推荐的工艺
			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 W18Cr4V 65Nb	1000	0.08~0.12, 化合物层深 5 μm	气体氮碳共渗 盐浴硫氮碳共渗
拉伸模(不锈钢、钛等金属加工用)	粘着磨损	Cr12Mo Cr12MoV W6Mo5Cr4V2 W18Cr4V 65Nb	1000	0.08~0.12, 化合物层深 5~10 μm	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	4Cr5MoViSi 3Cr2W8	900	0.15, 化合物层深 > 8 μm	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 钢 40Mn2	600	0.20~0.25, 化合物层深 8 μm	盐浴硫氮碳共渗 气体氮碳共渗

附加说明：

本标准由全国热处理标准化技术委员会提出并归口。

本标准由机械工业部武汉材料保护研究所负责起草，郑州机械研究所与北京机电研究所参加起草。

本标准主要起草人郦振声、胡以正、陈秀玉、佟晓辉、林峰。

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准
低 温 化 学 热 处 理 工 艺 方 法
选 择 通 则
JB/T 7500 - 1994

*

机械科学研究院出版发行
机械科学研究院印刷
(北京首体南路2号 邮编 100044)

*

开本 880×1230 1/16 印张 1/2 字数 10,000
1995年7月第一版 1995年7月第一次印刷
印数 1 - 500 定价 5.00元

机械工业标准服务网：<http://www.JB.ac.cn>