

前 言

本标准代替JB/T 9198—1999《盐浴硫氮碳共渗》。

本标准与JB/T 9198—1999相比，主要变化如下：

- 规范并标出了封面的各种信息。
- 调整并填充了“前言”中的相关要素。
- 增加了相关的“规范性引用文件”，规范了“规范性引用文件”的导语及正确写法。
- 删除了原标准“3 定义”中的相关术语和定义，同时对“无污染作业”的定义给予了补充（见3.2）。
- 将原标准4.1.1内容改为“采用不锈钢坩埚的井式电炉或其他炉型”。
- 将原标准4.1.2内容改为“盐浴有效加热区内的温度控制精度应小于 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ”。
- 将原标准4.1.3内容改为“硫氮碳共渗炉应配备抽风装置。添加再生盐时应启动抽风机，含有氨的气体应抽送到比地平面至少高5mm以上的排风口，经处理后排放”。
- 删除“推荐的共渗工艺是实现无污染作业的盐浴硫氮碳共渗工艺”（见6.1上一行的内容）。
- 将“变形”均改为“畸变”（见本标准的7.5）。
- 重新规定了“包装、运输、贮存及标志”的要求（见本标准第8章）。
- 重新规定了“安全与环保”的要求（见本标准第9章）。
- 将原标准“附录A（标准的附录）”改为“附录A（规范性附录）”。
- 将原标准“附录B（提示性附录）”改为“附录B（资料性附录）”。
- 规范了“示例”的标准写法（见附录A）；
- 规范了表B.1及图B.1中的图号的写法、表头及图题的位置（见附录B）；
- 增加了相关条的内容（见附录B的B.4内容）。

本标准的附录A为规范性附录，附录B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：武汉材料保护研究所、好富顿（深圳）有限公司。

本标准主要起草人：袁相春、姚继洪、胡以正、林峰。

本标准所代替标准的历次版本发布情况：

- ZB J36 018—1990；
- JB/T 9198—1999。

盐浴硫氮碳共渗

1 范围

本标准规定了盐浴硫氮碳共渗工艺、设备和共渗层质量检验方法。适用于碳素结构钢、合金结构钢、模具钢、高速钢、不锈钢、耐热钢和铸铁制成的工件及刀具、模具。

本标准不适用于回火温度低于 510℃（共渗温度下限）的工件。

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 8121 热处理工艺材料术语

GB 8978 污水综合排放标准

GB 15735 金属热处理生产过程安全卫生要求

JB/T 5073 热处理车间空气中有害物质的限值

JB/T 7500 低温化学热处理工艺方法选择通则

JB/T 9052 热处理盐浴有害固体废物污染管理的一般规定

3 术语和定义

GB/T 8121 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

盐浴硫氮碳共渗 salt bath sulpho nitrocarburizing

在一定温度的盐浴中，使硫、氮、碳渗入工件表层的化学热处理工艺。

3.2

无污染作业 non-pollution production

满足下列条件的盐浴化学热处理作业，称为无污染作业：

- 盐浴原料中不含氰化物及其他有毒、有害物质；
- 工作状态下盐浴中的 CN^- （氰根）含量应小于 1%，包括添加剂；
- 盐渣及清洗废水仅添加少量化学药剂，即可达到排放标准（ CN^- 低于 0.5mg/L）；
- 工作状态下盐面逸出的气体，应符合 JB/T 5073 的规定。

3.3

氧化浴 oxidizing bath

能将共渗工件上粘附的残盐中的微量 CN^- 氧化为 CO_3^{2-} 的冷却盐浴。

3.4

硫氮碳共渗层 sulphonitrocarburizing layer

在钢铁表层形成的共渗层是化学成分不同于基体的区域，共渗层包括化合物层和扩散层（弥散相析出层和过渡层）。

3.5

硫氮碳化合物层 sulphonitrocarburizing compound layer

以 ε 相 $[\text{Fe}_{2-3}(\text{N}, \text{C})]$ 或 $(\text{Fe}, \text{M})_{2-3}(\text{N}, \text{C})$ 为主(M为合金元素),含有 FeS 、 Fe_3O_4 等项组成物质的硫、氮、碳富集区。化合物层外侧为疏松区,内侧为致密区。

3.6

弥散相析出层 precipitation layer

硫氮碳共渗试样冷至室温,于 $300^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ 回火1h制样,经腐蚀后在化合物层之下有 γ' 相(Fe_4N)、合金氮化物(M_xN_y)及 $\text{M}_x(\text{C}, \text{N})_y$ 等碳氮化物弥散相析出的氮、碳富集区。

3.7

过渡层 $[\alpha(\text{N})]$ 层 intermediate layer

主扩散层与基体之间无 γ' 等弥散析出,但含氮量高于基体的固溶强化区。用 $\alpha(\text{N})$ 表示。

4 设备

4.1 盐浴硫氮碳共渗炉

4.1.1 采用不锈钢坩埚的井式电炉或其他炉型。

4.1.2 盐浴有效加热区内的温度控制精度应小于 $\pm 10^\circ\text{C}$ 。

4.1.3 硫氮碳共渗炉应配备抽风装置。添加再生盐时应启动抽风机,含有氨的气体应抽送到比地平面至少高5mm以上的排风口,经处理后排放。

4.2 盐浴充气装置

充气装置由压缩空气(或氧气瓶)、干燥器、流量计、连接管及插入盐浴的不锈钢管组成。

4.3 预热炉

采用带风扇的井式回火炉或其他电炉。

4.4 油浴炉

采用能将油加热到 $120^\circ\text{C} \sim 200^\circ\text{C}$ 的电炉。

5 预先热处理

5.1 结构钢件要求调质处理时,其回火温度不得低于共渗温度。

5.2 刀具与模具应经过淬火、回火,回火温度不得低于共渗温度。

5.3 灰铸铁、球墨铸铁以及对基体性能要求不高的结构钢件,可采用正火或退火处理。

5.4 不同类别的不锈钢工件,可采用固溶、时效处理或淬火、回火,其时效或回火温度不得低于共渗温度。

5.5 形状复杂件和精密零件精磨前,必须进行除应力退火,其温度不得低于共渗温度。

6 盐浴硫氮碳共渗工艺

6.1 共渗前工件应除油、除锈,于 $350^\circ\text{C} \pm 20^\circ\text{C}$ 预热15min~30min或烘干后再转入基盐(共渗盐浴)中。

6.2 要求以耐磨为主的工件应在 520°C 共渗60min~120min。推荐 CNO^- 浓度为 $(32 \pm 2)\%$, S^{2-} 通常 $\leq 10 \times 10^{-6}$ 。

6.3 铸铁工件应在 $(565 \pm 10)^\circ\text{C}$ 共渗120min~180min。推荐 CNO^- 浓度为 $(34 \pm 2)\%$, S^{2-} 通常 $\leq 20 \times 10^{-6}$ 。

6.4 高速钢刀具应在 $520^\circ\text{C} \sim 560^\circ\text{C}$ 共渗5min~30min。推荐 CNO^- 浓度为 $(32 \pm 2)\%$, S^{2-} 通常 $\leq 20 \times 10^{-6}$ 。

6.5 不锈钢及要求较高耐磨、抗咬性能的工件应在 $(570 \pm 10)^\circ\text{C}$ 共渗90min~180min。推荐 CNO^- 浓度为 $(37 \pm 2)\%$, S^{2-} (20~40) $\times 10^{-6}$ 。

6.6 共渗后的工件应按技术要求,分别空冷、水冷、油冷或在氧化浴中分级冷却。

6.7 氧化工艺：要求较高耐磨、耐腐蚀性能及商品外观工件，共渗后应在 350℃~380℃氧化浴中氧化 10min~20min。

6.8 共渗盐浴温度不应超过 600℃，并及时捞渣。在上述前提下盐浴可长期使用。

6.9 硫氮碳共渗过程中，通入熔盐的压缩空气量按式（1）计算。

$$Q = (0.10 \sim 0.15) G / 2.3 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q ——流量，单位为 L/min；

G ——盐浴的重量，单位为 kg。

6.10 常规分析的盐浴成分为 CNO^- ，必要时抽查 CN^- ， S^{2-} 与 CO_3^{2-} 。在盐浴重量与装炉量基本固定的条件下测出 CNO^- 下降率后，每周分析一次。

6.11 清洗粘附有硫氮碳共渗盐浴的工件的废水以及从共渗盐浴中捞出的盐渣，应添加能消除氰根的化学药剂处理，符合 GB/T 8978 要求后方可排放，见附录 A。

6.12 共渗后的工件在氧化浴中分级冷却后再清洗，清洗废水不含氰酸根，只作酸碱中和处理。应符合 GB 8978 要求后方可排放。

7 质量要求与检验方法

7.1 外观

7.1.1 共渗后工件呈均匀黑色或黑灰色，高速钢刀具呈灰褐色。

7.1.2 盲孔、狭缝、螺纹等处不得滞留残盐。

7.1.3 工作面或切削刃等关键部位不允许碰伤和划痕。

7.1.4 经氧化后的工件呈均匀的黑色或棕黑色。

7.2 硬度

7.2.1 表面硬度可检测 HV10、HV5 或 HV1；显微硬度检测 HV0.1 或 HV0.05。

7.2.2 重要性工件要逐件检测表面硬度或每炉随机抽检装炉工件的 10%~20%；一般工件每炉或每班至少抽检一件。显微硬度仅在检测共渗硬度梯度和仲裁产品品质合格与否时抽查。

7.2.3 几种常用材料的共渗层硬度见表 1。

表 1 几种常用材料的共渗层深度和硬度

| 材 质 | 预先热处理 处理 方法 | 硫氮碳共渗工艺 | | 共渗后的 冷却方式 | 硫氮碳共渗层深度 ^a | | | 硫氮碳共渗层硬度 ^b | | | |
|--|-------------------|---------|-----------|-------------------|-----------------------|---------|---------|-----------------------|-----|-----|------|
| | | 温度 ℃ | 时间 min | | μm | | | HV0.05 _{max} | HV1 | HV5 | HV10 |
| 45 钢 | 调质 | 565±10 | 120~180 | 空冷、水冷或氧 化盐分级冷却 | 18~25 | 300~420 | 650~900 | 620 | 360 | 320 | 290 |
| 35CrMoV | | 550±10 | 90~120 | | 12~16 | 170~240 | 300~430 | 850 | 640 | 590 | 550 |
| QT600-3 | 正火 | 565±10 | 90~150 | | 8~13 | 70~120 | | 820 | 410 | 340 | 300 |
| W18Cr4V | 淬火 | 550±10 | 15~30 | 空冷或氧化盐 分级冷却 | 0~3 | 20~45 | | 1120 | 950 | 890 | 850 |
| 3Cr2W8V | 回火 | 570±10 | 90~180 | | 8~15 | 40~70 | | 1050 | 820 | 740 | 700 |
| 1Cr18Ni9Ti | 固溶处理 | 570±10 | 120~180 | | 10~15 | 40~80 | | 1070 | 720 | 610 | 560 |
| ^a 共渗层深度在空冷并经 3% HNO_3 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 腐蚀后测量。 | | | | | | | | | | | |
| ^b 共渗层硬度指深度为上限时的最高显微硬度 (HV0.05 _{max}) 与最低表面硬度 (HV10、HV5、HV1)。 | | | | | | | | | | | |

7.3 共渗层深

7.3.1 化合物层及扩散深度的测量采用有关标准推荐的腐蚀剂和测量方法。

7.3.2 一般钢铁牌号工件的硫氮碳共渗，通常只需测定化合物层与弥散相析出层深度。这两层深度之和与从试样表面垂直测至基体显微硬度值高 30HV~50HV 处的距离大体相同。不锈钢、耐热钢通常只

测化合物层深度；高速钢刀具一般只测弥散相析出层深度。

7.3.3 测定共渗层总深度时，采用显微硬度法。载荷砝码 100g 或 50g，沿着与长试样垂直的方向测量显微硬度，并以出现第一个低于基体硬度有点为过渡层的终点。

7.3.4 几种常用材料的共渗层深度和硬度见表 1。

7.4 硫氮碳化合物层显微组织

化合物层疏松区深度 (δ_p)、致密区深度 (δ_d) 和化合物层总深度 (δ_c) 的控制指标，因工件服役条件对性能的要求不同而异，具体要求和具有代表性的显微组织见附录 B。

7.5 畸变超差工件的矫直

畸变超差工件可加压热矫直，加热温度应低于共渗温度。矫直后垂直悬吊在炉中于 $400^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 保温 $2\text{h} \sim 4\text{h}$ 。

8 包装、运输、贮存及标志

8.1 盐浴硫氮碳共渗剂必须以桶或纸箱包装，并应有防潮措施。盐浴硫氮碳共渗剂重量每桶不大于 50kg 或每箱不大于 25kg。

8.2 盐浴硫氮碳共渗剂在运输过程中，应保证不损坏、不受潮。

8.3 盐浴硫氮碳共渗剂应存放在干燥的室内。

8.4 包装上应注明产品名称、注册商标、规格、重量、生产商、生产日期、防潮或防破损符号。包装物内应有产品合格证。

9 安全与环保

盐浴硫氮碳共渗过程中的物料管理、工艺操作规程应符合 GB 15735、JB/T 7500、JB/T 9052 的规定。

附 录 A
(规范性附录)
清洗废水及盐渣的处理方法

A.1 用含次氯酸钠 (NaOCl) 的制碱废液清除氰根:

每6.7gNaOCl可消除1gCN⁻。若制造NaOCl的废液中含有5%NaOCl, 则NaOCl量为58.7g/L, 应可消除8.76gCN⁻。为了便于记忆和做到安全可靠, 可按每10gNaOCl可消除1gCN⁻计算废液用量。如果按有效氯浓度标准计算, 则[Cl]为30%时, 废液含NaOCl为74g/L, 余类推。

A.2 用硫酸亚铁及漂白粉清除氰根:

每消除1gCN⁻, 应加10gFeSO₄, 3gCa(OCl)₂·4H₂O (工业漂白粉)。

示例: 每1t清洗水清洗工件1t后, CN⁻不大于40g, 加400gFeSO₄、120gCa(OCl)₂·4H₂O, 搅拌3min~5min, 静置5min~10min即可排放。

A.3 共渗盐浴中捞出的渣, 含CN⁻低于0.1%。每1g渣加入20kg水。煮沸后加10gFeSO₄及3gCa(OCl)₂·4H₂O或加入相当于含10gNaOCl的制苛性钠的废液, 搅拌3min~5min, 静置5min~10min即可排放。

以上三种处理方法, 均可达到CN⁻低于0.5mg/L的排放标准。

A.4 氧化后的清洗废水, 当pH>9时需用工业废酸做酸碱中和处理, 达到≤9的排放标准。

附 录 B
(资料性附录)

硫氮碳化合物层的特点和有代表性的显微组织

- B.1 以提高耐磨性并改善耐用蚀性为主，提高抗疲劳及减摩性为辅时， $\delta_{cd} \geq 2/3 \delta_c$ 且 $\delta_{cd} \geq 5\mu\text{m}$ 。
- B.2 要求提高耐磨、减摩、抗疲劳性能时， $\delta_{cd} \geq 1/2 \delta_c$ 。
- B.3 以提高减摩、抗擦伤、抗咬死性能为主，改善其他性能为辅时， $\delta_p \geq 1/2 \delta_c$ 。
- B.4 硫氮碳化合物层的显微镜组织及说明见表B.1。
- B.5 硫氮碳化合物层的显微镜组织见图B.1，腐蚀剂为3%硝酸酒精。

表 B.1

| 图号 | 材质 | 预先热处理工艺 | 硫氮碳共渗化合物层的特点 | 说 明 |
|----|------------|---------|---|---|
| a) | 35CrMoV | 调质 | 以致密区为主， $\delta_{cd} \geq 2/3 \delta_c$ | |
| b) | | | 致密区较宽， $\delta_{cd} \geq 1/2 \delta_c$ | |
| c) | | | 疏松区较宽， $\delta_p \geq 1/2 \delta_c$ | |
| d) | 1Cr18Ni9Ti | 固溶处理 | 疏松区为主， $\delta_p \geq 2/3 \delta_c$ | 旨在解决咬死问题时，疏松区可宽达 $(2/3 \sim 3/4) \delta_c$ |
| e) | W18Cr4V | 淬火、回火 | 无化合物层 | 高速钢刀具要求弥散相析出层为主，允许的化合物层深度为 $0\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ |

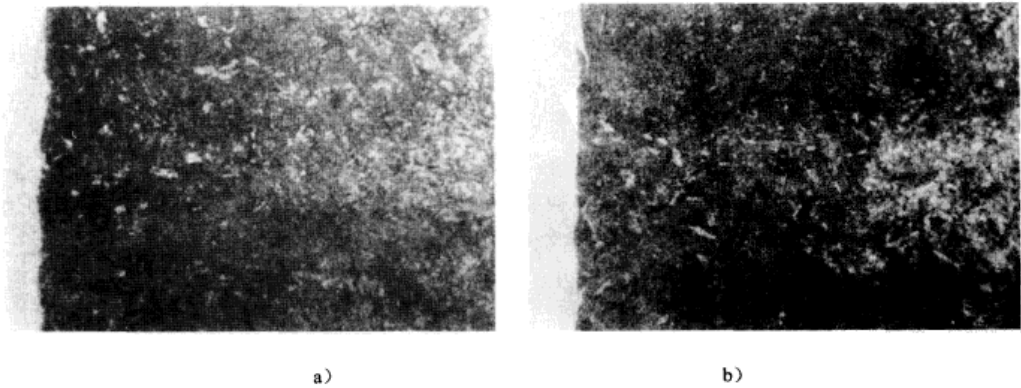
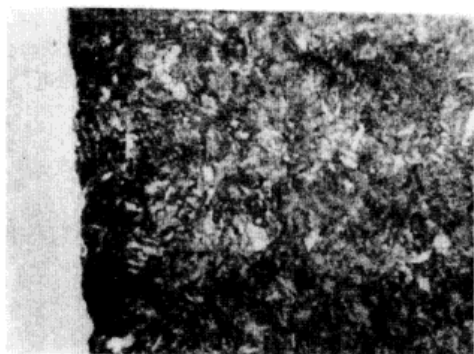
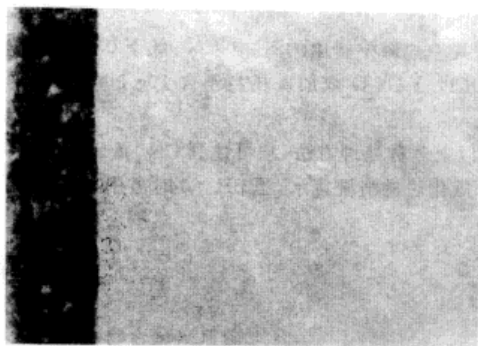


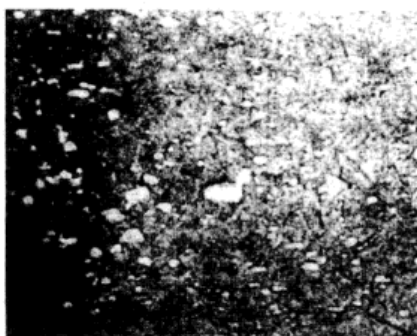
图 B.1 硫氮碳化合物层的显微组织 (×500)



c)



d)



e)

图 B.1 (续)
