

ICS 25.200

J 36

备案号: 20345—2007

**JB**

# 中华人民共和国机械行业标准

**JB/T 6956—2007**

代替 JB/T 6956—1993

---

## 钢铁件的离子渗氮

**Iron nitriding for iron and steel parts**

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 6956—1993《离子渗氮》。

本标准与 JB/T 6956—1993 相比，主要变化如下：

- 增加了设备的部分内容；
- 整炉装同种工件离子渗氮时的温度均匀度提高到 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ；
- 增加了附录 C 和附录 D；
- 增加了从待渗氮件到渗氮操作的过程控制内容。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 为规范性附录，附录 D 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：武汉热处理研究所、北京莫泊特热处理技术有限公司。

本标准主要起草人：姜椿年、黄健、刘英祺、周家运、高仰之。

本标准所代替标准的历次版本发布情况：

- JB/Z 214—1984、JB/T 6956—1993。

## 钢铁件的离子渗氮

### 1 范围

本标准规定了工件离子渗氮的设备、材料、工艺、质量检验及安全要求。  
本标准适用于钢铁件的离子渗氮处理。

### 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 536 液体无水氨（GB 536—1988，neq ISO 6221：1982）
- 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 1220 不锈钢棒（GB/T 1220—1992，neq JIS G 4303：1988）
- GB/T 1221 耐热钢棒（GB/T 1221—1992，neq JIS G 4311：1987）
- GB/T 1299 合金工具钢（GB/T 1299—2000，neq ASTM A 681：1994）
- GB/T 1348 球墨铸铁件
- 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 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 7445 纯氢、高纯氢和超纯氢（GB/T 7445—1995，eqv JIS KO 512：1974）
- GB/T 8979 纯氮
- GB/T 9439 灰铸铁件
- GB/T 9451 钢件薄表面总硬化层深度或有效硬化层深度的测定[GB/T 9451—2005，ISO 4970：1979 (E)，MOD]
- GB/T 9452 热处理炉有效加热区测定方法
- GB/T 9943 高速工具钢棒技术条件（GB/T 9943—1988，neq ASTM A 600：1979）
- GB 10067.1 电热装置基本技术条件 第1部分：通用部分
- GB/T 11354 钢铁零件 渗氮层深度测定和金相组织检验
- GB/T 12603 金属热处理工艺分类及代号
- GB/T 13324 热处理设备术语
- GB 15735 金属热处理生产过程安全卫生要求
- GB/T 17394 金属里氏硬度试验方法
- GB/T 18449.1 金属努氏硬度试验 第1部分：试验方法[GB/T 18449.1—2001，neq ISO 4545：1993 (E)]

### 3 术语和定义

GB/T 7232、GB/T 13324 中确立以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

待渗氮件 prepared nitriding parts

经适当预备热处理和机械加工后准备进行离子渗氮处理的工件。

### 3.2

**渗氮件**    **nitrided parts**

经离子渗氮处理的工件。

### 3.3

**辅助阴极 (阳极)      auxiliary cathode (anode)**

为改善工件渗氮温度均匀度,在阴极(阳极)上增设的钢铁组件。

### 3.4

**测温头**    **measure temperature probe**

用铠装热电偶和特殊结构的温度检测头制成,在离子渗氮时能与工件直接接触的测温装置。

### 3.5

导通比 conductance

在一个脉冲周期中，导通时间与脉冲周期的比值。

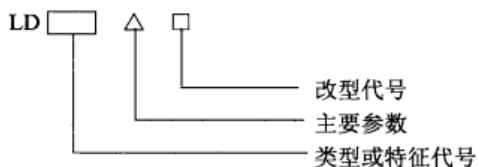
## 4 工艺分类代号

离子渗氮的工艺分类及代号应符合 GB/T 12603 的规定, 离子渗氮工艺分类代号为 533-08。

## 5 离子渗氮设备

### 5.1 型号和主要参数

### 5.1.1 型号



类型或特征代号——M 脉冲（不写为直流）

Z 全自动

J 井式 (不写为罩式)

N 帶有輔助內熱式電源

W 帶有輔助外熱式電源

B 帶有保溫爐體

主要参数——整流输出额定电流，单位为 A

改型代号——用 A、B、C、D 等表示

### 5.1.2 主要参数

- a) 电源电压，单位为 V；
- b) 电源相数；
- c) 电源频率，单位为 Hz；
- d) 额定功率，单位为 kW；
- e) 整流输出电压调节范围，单位为 V；
- f) 整流输出额定电流，单位为 A；
- g) 辅助电源额定功率，单位为 kW；
- h) 脉冲电源频率，单位为 Hz；
- i) 脉冲电源导通比的调节范围；

- j) 最大装载量, 单位为 kg 或 t;
- k) 额定温度, 单位为  $^{\circ}\text{C}$ ;
- l) 有效工作空间尺寸, 单位为 mm;
- m) 极限真空度, 单位为 Pa;
- n) 压升率, 单位为 Pa/min;
- o) 冷却水耗量, 单位为  $\text{m}^3/\text{h}$ ;
- p) 炉体外形尺寸, 单位为 mm;
- q) 炉体重量, 单位为 kg 或 t。

## 5.2 技术要求

- 5.2.1 炉体上应设置观察窗, 以便观察零件处理情况。
- 5.2.2 在炉体或抽气管道的适当位置上应设置充气阀。
- 5.2.3 在进气、抽气管道上, 应分别设置能控制和稳定进气压力和流量及调节抽气速率的装置。
- 5.2.4 水冷式炉壁的离子渗氮炉至少应设有两层隔热屏。
- 5.2.5 应设置电压、电流、真空度和进气流量的测量指示仪表, 温度测量指示仪表应具有控制和记录功能; 冷却水系统应设有保护装置。
- 5.2.6 在大气压状态下, 炉体阴极与阳极之间的绝缘电阻用 1000V 绝缘电阻表测量, 应不低于  $4\text{M}\Omega$ 。
- 5.2.7 炉体的极限真空度应  $\leq 6.7\text{Pa}$ 。有特殊要求时, 应在产品协议中另行规定。
- 5.2.8 空炉冷态下从大气压抽到  $6.7\text{Pa}$  所需时间应不大于 30min。真空系统容积大于  $4\text{m}^3$  的设备可适当放宽, 由协议确定。
- 5.2.9 炉体的压升率应  $\leq 7.8\text{Pa/h}$ 。
- 5.2.10 整流输出电压应连续可调, 在 200V 以上无突跳现象。
- 5.2.11 电源应有可靠的灭弧装置, 灭弧时间根据所采用的灭弧方法在产品标准中规定。
- 5.2.12 离子渗氮炉的额定温度为  $650^{\circ}\text{C}$ 。
- 5.2.13 带有辅助电源的离子渗氮炉, 仅用辅助电源加热时, 炉子的有效加热区按 GB/T 9452 规定测定, 其温度偏差值不应超过  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。

注: 没有辅助加热电源的离子渗氮炉, 没有“有效加热区”的技术指标, 渗氮的炉温均匀度主要取决于装炉方式和工艺操作。

## 5.3 标志、包装、运输和储存

- 5.3.1 离子渗氮设备的标志、包装、运输和储存应符合 GB/T 10067.1 的规定。
- 5.3.2 在离子渗氮炉的铭牌上一般应标出下列各项:

- a) 产品型号和名称;
- b) 电源电压, 单位为 V;
- c) 电源相数;
- d) 电源频率, 单位为 Hz;
- e) 额定功率, 单位为 kW;
- f) 电压调节范围, 单位为 V;
- g) 整流输出额定电流, 单位为 A;
- h) 重量, 单位为 kg 或 t;
- i) 产品编号;
- j) 制造日期;
- k) 制造厂名称 (出口产品应标明国名)。

## 5.4 离子渗氮设备的保养

- 5.4.1 定期测试真空系统的压升率，压升率不达标时应检修合格后再使用。
- 5.4.2 控温仪表及热电偶应定期校验。
- 5.4.3 真空泵应定期清洗和换油。
- 5.4.4 设备长期不使用时炉内应保持真空状态。
- 5.5 渗氮介质
- 5.5.1 离子渗氮推荐采用氮氢混合气、热分解氨或氨气为渗氮介质。
- 5.5.2 氮气和氢气的质量应符合 GB/T 7445、GB/T 8979 的规定，氮气和氢气的纯度应不低于 99.9%。
- 5.5.3 氨气质量应符合 GB 536 一等品的要求。
- 5.5.4 进气气压应大致恒定，压力不超过 0.1MPa。
- 5.6 温度、气压和流量的测量和检定
- 5.6.1 温度的测量和检定
- 5.6.1.1 离子渗氮温度可以用热电偶或非接触测温仪表测量，目测温度是测量 500℃ 以上工件常用的辅助方法。
- 5.6.1.2 热电偶插入封闭内孔中的测温方法是离子渗氮温度的标准测量方法。热电偶热端到某一起辉表面的距离应不大于 2mm，热电偶插入孔内的深度应大于 30mm，此时热电偶的温度就规定为该起辉表面的温度。其他各种测温方法的检定要求见附录 A。
- 5.6.2 气压测量
- 5.6.2.1 离子渗氮的工作气压推荐采用膜片式真空计测量。
- 5.6.2.2 热导式电阻真空计不能正确指示离子渗氮的工作气压，只可用于极限真空度和压升率的测量。
- 5.6.3 流量测量和标定
- 5.6.3.1 应采用质量流量计或经相同气体标定的转子流量计测量进气流量。
- 5.6.3.2 转子流量计应在正压状态下工作，流量调节阀应安装在转子流量计的出口端。
- 5.6.3.3 转子流量计的标定气体和标定气压与被测气体状态不同时，可用公式换算（当气体粘滞系数接近时）或用皂膜流量计测量标定（见附录 B）。

6 待渗氮件

6.1 渗氮材料

常用渗氮材料见表 1。

表 1 常用渗氮材料

类别及标准号	材 料 牌 号
普通碳素结构钢（GB/T 700）	Q235
优质碳素结构钢（GB/T 699）	08、10、20、35、45、20Mn
合金结构钢（GB/T 3077）	
锰 钒 钢	20MnV
锰 钒 硼 钢	15MnVB、20MnVB、40MnVB
硅 锰 钢	35SiMn、42SiMn
硅 锰 钼 钒 钢	20SiMn2MoV、25SiMn2MoV、37SiMn2MoV
铬 钢	20Cr、40Cr
铬 钒 钢	40CrV、50CrVA
铬 锰 钢	15CrMn、20CrMn、40CrMn
铬 锰 硅 钢	20CrMnSi、30CrMnSiA
铬 锰 钼 钢	20CrMnMo、40CrMnMo
铬 锰 钛 钢	20CrMnTi、30CrMnTi

表 1 (续)

类别及标准号	材 料 牌 号
合金结构钢 (GB/T 3077)	
铬 钼 钢	15CrMo、35CrMo、42CrMo
铬 钼 钒 钢	12CrMoV、35CrMoV、25Cr2MoVA
铬 钼 铝 钢	38CrMoAl
铬 镍 钢	12CrNi3、12Cr2Ni4、20CrNi3、20Cr2Ni4
铬 镍 钼 钢	20CrNiMo、40CrNiMoA
铬 镍 钨 钢	18Cr2Ni4WA、25Cr2Ni4WA
合金工具钢 (GB/T 1299)	3Cr2W8V、4Cr5MoSiV (H11)、4Cr5MoSiV1 (H13)、5CrNiMo、5CrMnMo、6Cr4W3Mo2VNb、Cr12MoV、Cr12
高速工具钢 (GB/T 9943)	W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2
不锈钢 (GB/T 1220)	1Cr13、2Cr13、3Cr13、1Cr18Ni9Ti、9Cr18
耐热钢 (GB/T 1221)	1Cr11MoV、4Cr9Si2、4Cr14Ni14W2Mo
灰铸铁 (GB/T 9439)	HT200、HT250
球墨铸铁 (GB/T 1348)	QT600-3、QT700-2

## 6.2 离子渗氮的技术条件

待渗氮件离子渗氮的技术条件主要有:

- 渗氮层表面硬度;
- 渗氮层深度或有效渗氮层深度;
- 渗氮层的硬度梯度;
- 化合物层的厚度;
- 化合物层的结构;
- 渗氮层的显微组织;
- 渗氮层的脆性。

离子渗氮层表面硬度和深度的表示方法见附录 C。

## 6.3 处理前状态

根据表 2 规定的项目, 确认待渗氮件的状态, 并予以记录。

表 2 待渗氮件的状态

项 目	记 录 内 容
材料试验数据	材料牌号、硬度、脱碳层、显微组织
毛坯制造方法	铸造、锻造、轧制、挤压、焊接
预备热处理	正火、淬火回火 (包括调质)、去应力退火、稳定化处理、固溶处理、时效

## 6.4 外观和尺寸

根据表 3 规定的项目, 确认待渗氮件的外观、形状及尺寸, 并予以记录。

表 3 待渗氮件的外观和尺寸验收

项 目	记 录 内 容
外 观	裂纹、缺陷、锈斑、黑皮
重 量	单件重量 (单位为 kg) 及件数
尺寸及精度	工件的轮廓尺寸 需渗氮部分加工余量 ( $\leq 0.05\text{mm}$ ) 需渗氮部分粗糙度 ( $\leq 1.6\mu\text{m}$ ) 需防止渗氮的部分 尺寸、形状和位置公差 (待渗氮件的加工公差应 $\leq$ 工件图样或工艺所规定公差的 50%)

### 6.5 预备热处理

6.5.1 一般结构钢应采用调质处理，调质回火温度应高于渗氮温度，以渗氮后不降低工件的基体硬度为准。

6.5.2 正火处理仅适用于对冲击韧性要求不高的渗氮工件，正火的冷却速度不宜过慢。

6.5.3 工模具钢一般采用淬火加回火处理，回火温度应高于渗氮温度。

6.5.4 马氏体不锈钢、耐热钢通常采用调质处理，奥氏体不锈钢可采用固溶处理。

6.5.5 易畸变或精度较高的工件，在机械加工过程中应进行一次或多次去应力退火，其温度应比调质回火温度低，比渗氮温度高。工件校直后还应施行去应力退火，直到畸变量合格为止。

6.5.6 工件预备热处理后金相组织和硬度应符合技术要求和工艺规定。通常工件调质后表面 5mm 内游离铁素体量不得超过 5%（不大于 GB/T 11354 渗氮前原始组织评级中的二级）。

### 6.6 待渗氮件的验收

对待渗氮件的材料牌号、处理前的状态、外观及尺寸应按 6.1、6.3、6.4 的规定执行。

## 7 渗氮处理

### 7.1 渗氮工艺

7.1.1 渗氮温度可根据待渗氮件材料、渗层的硬度和深度、畸变、基体硬度以及工件结构等因素综合考虑确定。常用材料的渗氮温度、渗氮后表面硬度和渗层深度范围见表 4。

表 4 常用材料的渗氮温度、表面硬度和渗氮层深度范围

材 料		预备热处理		离子渗氮技术要求		常用渗氮温度 ℃
类别	牌号	工艺	硬度 (不低于)	表面硬度 HV (不低于)	一般深度范围 mm	
碳钢	45	正火	215HBW	250	0.2~0.60	550~570
合金结构钢	20Cr	调质	215HB	550	0.2~0.50	510~540
	40Cr	调质	235HB	500		
	20CrMnTi	调质	215HB	600		
	35CrMo	调质	28HRC	550		
	42CrMo	调质	28HRC	550		
	35CrMoV	调质	28HRC	550		
	40CrNiMo	调质	28HRC	550		
渗氮钢	38CrMoAl	调质	255HB	850	0.30~0.60	等温渗氮： 510~560 二段渗氮： 480~530+550~570
合金工模具钢	3Cr2W8V	调质	396HB	800	0.15~0.30	520~560
		淬火+回火	45HRC	900	0.10~0.25	
	5CrNiMo	淬火+回火	41HRC	600	0.20~0.40	
	5CrMnMo	淬火+回火	41HRC	650	0.20~0.40	
	4Cr5MoSiV1	淬火+回火	48HRC	900	0.10~0.40	510~530
	Cr12MoV	淬火+回火	59HRC	1000	0.10~0.20	480~520
	W18Cr4V	淬火+回火	64HRC	1000	0.02~0.10	480~520
不锈钢和耐热钢	1Cr18Ni9Ti	固溶处理		1000	0.01	420~450
				900	0.08~0.15	560~600
	2Cr13	淬火+回火	235HB	850	0.10~0.30	540~570



表 4 (续)

材 料		预备热处理		离子渗氮技术要求		常用渗氮温度 ℃
类别	牌号	工艺	硬度 (不低于)	表面硬度 HV (不低于)	一般深度范围 mm	
不锈钢和耐热钢	1Cr11MoV	淬火+回火	280HB	650	0.20~0.40	520~550
	4Cr9Si2	淬火+回火	30HRC	850	0.10~0.30	520~560
	4Cr14Ni14W2Mo	退火	235HB	700	0.06~0.12	540~580
灰铸铁	HT200; HT250	退火	200HB	300	0.10~0.30	540~570
球墨铸铁	QT600-3; QT700-2	正火	235HB	450	0.10~0.30	540~570

7.1.2 保温时间由待渗氮件材料、渗氮温度和渗层深度确定。

7.1.3 离子渗氮常用的气压范围是 100Pa~1000Pa, 选用气压应顾及温度均匀度和防止产生辉光集中。

7.1.4 氨气流量可根据设备整流输出电流参照表 5 中的数值选取。整流输出电流大, 装炉量多, 渗氮保温时间短者取上限。

表 5 氨气流量选择范围

整流输出电流 A	10~25	25~50	50~100	100~150
合理供氨量 mL/min	100~200	200~350	350~650	650~1100

7.1.5 离子渗氮时, 工件表面的电流密度一般为  $0.5\text{mA}/\text{cm}^2 \sim 5\text{mA}/\text{cm}^2$ 。

## 7.2 试样

7.2.1 除了可以破坏检查渗氮层深度的工件外, 通常每炉待渗氮件应带有符合要求的随炉试样数件。

7.2.2 试样的牌号、预备热处理工艺和表面粗糙度应与待渗氮件一致。

## 7.3 渗氮操作

7.3.1 清理待渗氮件上的油垢、锈斑、残存切屑和其他污物, 如果放在  $350^\circ\text{C}$  的电阻炉中烘烤, 清理效果更佳。

7.3.2 待渗氮件上需防渗的部位和不需渗氮的小孔、窄缝应用铜件进行覆盖和屏蔽或用专用涂料保护。

### 7.3.3 装炉

7.3.3.1 装炉方式是决定炉温均匀度的重要环节。应根据待渗氮件的形状和结构因素, 离子渗氮炉内的散热条件和辉光放电电流密度的分布规律进行综合考虑后再确定装炉方案 (参见附录 D)。

7.3.3.2 待渗氮件之间应留有合适的间距, 既能满足形成辉光所需要的间距, 还要顾及温度均匀度的要求。

7.3.3.3 套筒类工件需要内孔渗氮时, 套筒下部应架空, 以便渗氮气体流动和辉光进入孔内。当套筒的长径比不超过 8 时, 可利用炉壁作阳极进行渗氮; 当长径比为 8~16 时, 套筒内应设辅助阳极; 当长径比大于 16 时, 还需要把渗氮气体引入套筒内。

7.3.3.4 在待渗氮件温度可能偏低的部位, 应设置辅助阴极或辅助阳极。

7.3.3.5 试样安放的位置应力求在渗氮时与待渗氮件的温度基本一致。

### 7.3.4 渗氮过程

7.3.4.1 气压低于 30Pa 时点燃辉光, 逐渐升高电压和气压进行可控的弧光放电清理和升温。

7.3.4.2 易畸变的渗氮件在  $400^\circ\text{C}$  以上应缓慢升温。

7.3.4.3 及时开启循环冷却水系统, 出水温度不应超过  $60^\circ\text{C}$ 。

7.3.4.4 在临近保温温度时, 应经常熄灭辉光目测温度以防超温, 达到保温温度后的 2h~3h 内也经

常熄灭辉光目测温度和温度均匀度，如有误差要及时调整。

7.3.4.5 在保温期间，整炉工件的温度均匀度应不大于 $\pm 15^{\circ}\text{C}$ ，整炉装同种工件时温度均匀度应不大于 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。如温度均匀度超差，可通过调整气压以求改善。

7.3.4.6 升温 and 保温过程中，每小时至少记录一次温度、电流、电压、流量、气压等参数的数值和发生的特殊情况。

7.3.4.7 保温结束后，推荐采用下述停炉方法：切断辉光电源，关闭阀门停止供气和抽气，工件在渗氮气氛中随炉冷却。容易产生氢脆的工件，应抽去渗氮气体在真空中冷却。

7.3.4.8 工件温度降到 $200^{\circ}\text{C}$ 以下方可充入空气出炉。

7.3.4.9 出炉后工件未渗氮部位应及时涂油防锈。

7.3.4.10 渗氮后畸变超差的工件，需经整体或局部加热后方可校直，校直加热温度应低于渗氮温度。

8 渗氮件的质量检验

8.1 外观

渗氮表面不应有裂纹、剥落和明显的电弧烧伤痕迹。钢铁件离子渗氮表面色泽应为银灰色或暗灰色。

8.2 硬度

8.2.1 表面硬度采用试验力为 $9.8\text{N}\sim 98\text{N}$ 载荷的维氏硬度计测量。如渗层深度 $<0.3\text{mm}$ ，应符合 GB/T 9451 的规定，维氏硬度的试验力不应超过 $49\text{N}$ 。渗层深度 $\geq 0.3\text{mm}$ ，试验力应不低于 $49\text{N}$ 。

8.2.2 化合物层的硬度必须用试验力为 $0.49\text{N}\sim 1.96\text{N}$ 的显微维氏硬度计测量。

8.2.3 表面硬度检查应直接抽检渗氮件，如不便检测时可用同炉试样代替，并在报告中注明。

8.2.4 大型工件的渗氮层表面硬度可以用带有“C”测头的里氏硬度计测量，测量部位的粗糙度应 $\leq 0.4\mu\text{m}$ 。

8.2.5 渗氮层的表面硬度应达到技术要求，其硬度偏差值不应超过表 6 规定。

表 6 表面硬度偏差的允许值

HV

单 件		同 批	
$\leq 600$	$> 600$	$\leq 600$	$> 600$
45	60	70	100
注：同批工件系指相同材料，经相同预备热处理，并在同一炉次渗氮处理的同种工件。			

8.2.6 对留有加工余量的渗氮件应作硬度梯度检查，将渗氮件或渗氮试样表面磨去工艺规定的加工量后测得的硬度值应不低于成品件所要求的表面硬度。

8.2.7 硬度检验按照 GB/T 4340.1、GB/T 17394 的规定执行。

8.3 深度

8.3.1 渗氮层深度可在渗氮件或试样上测定。

8.3.2 渗氮层深度应达到技术要求，其深度偏差值不应超过表 7 规定

表 7 渗氮层深度偏差的允许值

mm

渗氮层深度	深 度 偏 差	
	单 件	同 批
$\leq 0.3$	0.05	0.10
$> 0.3\sim 0.6$	0.10	0.15
$> 0.6$	0.15	0.20
注：同批工件系指相同材料，经相同预备热处理，并在同一炉次渗氮处理的同种工件。		

8.3.3 渗氮层深度检验按照 GB/T 4340.1、GB/T 11354 和 GB/T 18449.1 的规定执行。

#### 8.4 脆性

渗氮层脆性检验按照 GB/T 11354 的规定执行。

#### 8.5 金相

渗氮层疏松级别和渗氮扩散层中氮化物级别按照 GB/T 11354 的规定执行。

#### 8.6 防渗

工件防渗部位的硬度如有增高，以不影响后续加工为合格。

#### 8.7 畸变

渗氮件的畸变应符合图样和工艺的要求，如必须校正，应采用热校，随后立即进行去应力退火及探伤。

### 9 安全卫生要求

离子渗氮过程的安全卫生要求按照 GB 15735 的有关规定执行。

### 10 产品报告单

10.1 根据要求可按每批或每炉开具报告单。

10.2 报告单应包括下列内容：

- a) 渗氮件的名称、代号和材料牌号；
- b) 单件重量及数量；
- c) 质量检验结果；
- d) 操作者姓名或代号；
- e) 质量检验员姓名或代号；
- f) 报告日期。

附录 A  
(规范性附录)  
温度检定方法

A.1 标准测量方法

5.6.1.2 规定的封闭内孔测温法是离子渗氮温度的标准测量方法。

A.2 标准测温试件

A.2.1 为检定离子渗氮所用的热电偶测温头、红外光电温度计或双波段比色温度计，需制作标准测温试件（材料：中碳钢），其尺寸要求见图 A.1。

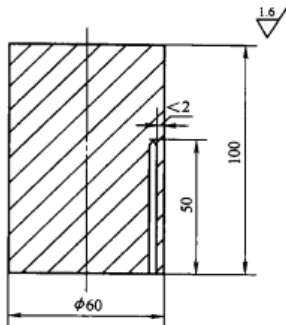
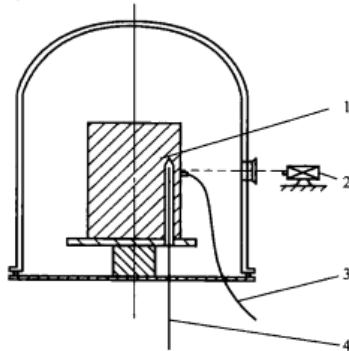


图 A.1 标准测温试件

A.2.2 使用过的标准测温试件表面经磨光后可继续使用。

A.3 测温头、红外光电温度计和双波段比色温度计的检定

A.3.1 将经检定合格的标准热电偶插入标准测温试件的孔内，热电偶和标准测温试件之间用瓷套管绝缘。被检定的测温头紧压在热电偶热端附近的试件表面；红外光电温度计和双波段比色温度计通过石英玻璃观察窗瞄准热电偶热端附近的试件表面（见图 A.2）。



1——标准测温试件；2——被检定的红外光电温度计或双波段比色温度计；  
3——被检定的测温头；4——标准热电偶。

图 A.2 封闭内孔测温法示意图

A.3.2 每检定一个温度值，标准测温试件必须均温 0.5h 以上方可读数。

A.3.3 将被检定的测温头（或红外光电温度计和双波段比色温度计）与标准热电偶的温度误差数值制成校正曲线或表格以备用。

#### A.4 用标准测温试件校对目测温度

当标准测温试件中的热电偶指示值达到 500℃ 时，每增加 10℃ 需均温 0.5h，然后熄灭辉光，通过观察窗观看测温试件表面的颜色比较它们之间的区别，实现准确目测温度。

### 附录 B (规范性附录) 流量换算及测量方法

#### B.1 流量换算公式

流量换算公式见式 (B.1)：

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\left(1 + \frac{p_2}{p_1}\right) \frac{r_1}{r_2}} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$Q_1$ ——流量计指示的流量值，单位为 L/min；

$Q_2$ ——标准状态下气体的流量值，单位为 L/min；

$r_1$ ——流量计标定时所用气体的密度，单位为 g/L；

$r_2$ ——被测气体的密度，单位为 g/L；

$p_1$ ——标准大气压强， $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ ；

$p_2$ ——经减压后气体的压力，单位为 Pa。

#### B.2 皂膜流量计测量方法

皂膜流量计的入口与被校的转子流量计出口用橡胶管相连，通气使皂膜上升，用秒表测得皂膜移到一定刻度的时间，按式 (B.2) 计算流量值：

$$Q = 60 \frac{L}{T} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$Q$ ——实际流量，单位为 mL/min；

$L$ ——皂膜移动格数，单位为 mL；

$T$ ——皂膜移动  $L$  格数的时间，单位为 s。 $T$  值应取测量五次的平均值。

皂膜流量计管内应保持清洁，湿润，皂水应用澄清的肥皂水或烷基苯磺酸钠等能起泡的液体。

标定氨气流量时，为避免氨气溶于水而影响测量，气体在进入皂膜流量计前应进行充分热分解，使之成为氮和氢，所测流量值的  $\frac{1}{2}$  即为氨气的实际流量。

## 附录 C

(规范性附录)

### 离子渗氮层技术条件的表示方法

#### C.1 离子渗氮层表面硬度和渗氮层深度的表示方法:

示例: LD900-0.5

表示: 离子渗氮处理, 渗氮层表面硬度 $\geq 900\text{HV}$ , 渗氮层深度 $\geq 0.5\text{mm}$ 。该深度系指从渗氮层表面至高出基体硬度 $30\text{HV}\sim 50\text{HV}$ 处的垂直距离。

#### C.2 离子渗氮层表面硬度和有效渗氮层深度的表示方法

示例: LD900-0.3 (420HV0.2)

表示: 离子渗氮处理, 渗氮层表面硬度 $\geq 900\text{HV}$ , 从渗氮层表面到硬度为 $420\text{HV}$ 处的垂直距离 $\geq 0.3\text{mm}$ , 测量深度的小负荷维氏硬度试验力为 $1.961\text{N}$ 。

## 附录 D

(资料性附录)

### 装炉要点

#### D.1 影响温度均匀度的主要因素

D.1.1 阴、阳极距离影响辉光电流密度分布, 距离近者电流密度大。气压升高时, 阴、阳极距离近者, 电流密度增加幅度较大。

D.1.2 靠近炉壁或附近空间较大的工件散热快, 温度可能偏低。

D.1.3 工件上辉光集中的部位局部电流密度偏大, 温度偏高。

D.1.4 起辉面积大, 散热损失小的工件, 如内孔也起辉的工件, 温度可能偏高。

D.1.5 工件摆放的紧密度也影响温度分布, 工件间距离小温度将偏高。

#### D.2 离子渗氮时炉内温度分布的一般规律

D.2.1 放在罩式炉内的工件, 一般上部空间大, 工件上部温度偏低。

D.2.2 吊挂在井式炉中的工件, 一般下部空间大, 工件下部温度偏低。

D.2.3 放在阴极盘中间部分或吊挂在中部的工件, 因为散热损失小, 一般温度容易偏高。

#### D.3 正确的装炉方法

D.3.1 温度可能低的工件, 放在散热条件差的地方。温度可能高的工件, 放在散热条件好的地方。

D.3.2 散热条件好的地方, 工件可排放的密一些。散热条件差的地方, 工件间距离应适当加大。

D.3.3 罩式炉的上部, 井式炉的下部, 应放置辅助阴极或辅助阳极。

D.3.4 避免产生辉光集中。