

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 6956 - 1993

离 子 渗 氮

1993-07-27 发布

1994-07-01 实施

中华人民共和国机械工业部 发布

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 6956 - 1993

离子渗氮

代替 JB/Z 214—84

1 主题内容与适用范围

本标准规定了离子渗氮零件用材、设备、工艺及质量检验。

本标准适用于钢铁零件的离子渗氮处理。钛合金和铁基粉末冶金材料的离子渗氮处理，亦应参照使用。

2 引用标准

GB 9451	钢件薄表面总硬化层深度或有效硬化层深度
GB 11354	钢铁零件渗氮层深度测定和金相组织检验
JB 2897	辉光离子氮化炉基本技术条件
ZB J36 006	钢的气体渗氮处理

3 术语

3.1 离子渗氮

在低真空（<2000 Pa）含氮气氛中，利用工件（阴极）和阳极之间产生的辉光放电进行渗氮的工艺。

3.2 待渗氮件

经适当预备热处理和切削加工后准备进行渗氮处理的工件。

3.3 渗氮件

经离子渗氮处理的工件。

3.4 极限真空度

在空炉状态抽真空，该真空系统所能达到的最高真空度。

3.5 压力回升率（压升率）

表征真空系统渗漏程序的指标。压升率按下式计算：

$$P_r = \frac{P_t - P_0}{t} \quad \text{Pa/min}$$

式中： P_r ——压力回升率，Pa/min；

P_0 ——该真空系统的极限真空度，Pa；

P_t ——抽真空到 P_0 后关阀停泵 t 分钟后该真空系统的真空度，Pa；

t ——压力由 P_0 升到 P_t 所用时间，一般为 60min。

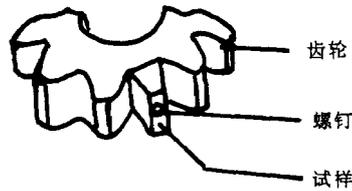
3.6 稳压罐

在气瓶与流量计之间起稳定输入气压作用的金属密封罐。

3.7 模拟试件

外形和尺寸与待渗氮件相似，并便于安置渗氮试样或热电偶的试件。如下图为齿轮模拟试件。

JB/T 6956 - 1993



3.8 辅助阴极（或阳极）

为改善渗氮工件温度均匀性，在阴极（或阳极）上增设的钢铁组件。

3.9 测温头

用铠装热电偶制作的，能与待渗氮件直接接触的温度测量头。

4 待渗氮件

4.1 常用渗氮材料见表 1。

表 1

类 别	牌 号
合金结构钢	20MnV, 20SiMn2MoV, 25SiMn2MoV, 37SiMn2MoV, 15MnVB, 20MnVB, 40MnVB, 20SiMnVB, 15Cr, 20Cr, 30Cr, 35Cr, 40Cr, 15CrMo, 38CrSi, 20CrMo, 30CrMo, 35CrMo, 42CrMo, 12CrMoV, 35CrMoV, 25Cr2MoVA, 20Cr3MoWVA, 38CrMoAl, 20CrV, 40CrV, 50CrVA, 15CrMn, 20CrMn, 40CrMn, 20CrMnSi, 25CrMnSi, 30CrMnSi, 30CrMoAl, 30CrMnAl, 30CrMnSiA, 20CrMnMo, 40CrMnMo, 20CrMnTi, 30CrMnTi, 12Cr2Ni4, 20Cr2Ni4, 20CrNiMo, 40CrNiMoA, 45CrNiMoVA, 18Cr2Ni4WA, 25Cr2Ni4WA
不锈钢、耐热钢	1Cr17, 1Cr13, 2Cr13, 3Cr13, 7Cr17, 1Cr8Ni9, 0Cr17Ni7Al, 1Cr5Mo, 1Cr13Mo, 4Cr9Si2, 4Cr14Ni14W2Mo
合金工具钢	Cr12, Cr12MoV, Cr6WV, 5CrMnMo, 5CrNiMo, 3Cr2W8V, 4Cr5MoSiV1, 4Cr5MoSiV
高速工具钢	W18Cr4V, W6Mo5Cr4V2
球墨铸铁	QT600-3, QT700-2

4.2 待渗氮件的加工工序按表 2 各工序进行。

表 2

工 序	项 目	目 的 和 要 求
原材料准备	铸造, 锻造, 冲压, 挤压, 焊接, 粗加工粉末冶金等	改变形状达到基本尺寸 不允许有裂纹、折叠等缺陷
预备热处理	调质, 正火, 退火, 固溶处理等	改善组织和性能, 为机械加工和渗氮作准备 达到规定硬度、组织和变形要求
机 械 加 工	切削和磨削等加工	去除表面氧化皮和脱碳层, 倒钝尖角, 去除毛刺, 达到工艺要求尺寸及表面粗糙度
除应力处理	稳定化处理	去除加工应力, 减少渗氮后变形, 达到工艺规定的 变形要求
精 加 工	磨削	去除稳定化处理后造成的氧化皮及微变形

5 渗氮设备

5.1 渗氮炉

5.1.1 应设置电压、电流、温度、真空度和气体流量的测量指示仪表，温度应能自动控制和记录。

5.1.2 在常压下阴极对地的绝缘电阻用 100V 兆欧表测量，应不低于 4M Ω 。水冷阴极应在不通水的条件下进行测量。

5.1.3 供给离子渗氮炉的整流输出电压应连续可调，在 200V 以上无突跳现象。

5.1.4 设备应有可靠的灭弧装置。

5.1.5 极限真空度不低于 7Pa。抽气时间应不多于 30min。

5.1.6 压升率不大于 1.3×10^{-1} Pa/min。

5.2 渗氮介质

5.2.1 离子渗氮推荐采用氨的热分解气或氮氢混合气为渗氮介质。

5.2.2 氨气纯度要高、含水量及成分变化要小，不允许对渗氮件产生有害的影响。

5.2.3 氮气和氢气的纯度应不低于 99.9%。

5.3 进、排气系统

5.3.1 在气瓶到流量计之间须设有减压阀和稳压罐。稳压罐应有压力表。

5.3.2 减压后的气体压力应大致恒定，压力一般不超过 0.1MPa。

5.3.3 流量计的调节阀门应安装在出口端，使流量计管内保持正压。

5.4 设备保养

5.4.1 定期测试真空系统的压升率 (P_r)，并保持其数值在要求范围内。

5.4.2 控温仪表及热电偶应定期校验，并保持示值准确。

5.4.3 真空泵应定期换油和清洗，确保运转正常。

6 温度、压力和流量的测量和检定

6.1 温度的测量与检定

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，目测可作为一种辅助测温方法。

6.1.2 凡在炉内测温的热电偶引接的二次仪表应悬空或经隔离变换。

6.1.3 非接触式测温用红外光电温度计或双波段比色温度计测量，测温观察窗的玻璃应为石英玻璃。

6.1.4 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法。热电偶热端到某一起辉表面的距离应小于 2mm，热电偶插入孔内的深度应大于 30mm。此时热电偶的测量值就规定为该起辉表面的温度，其他各种测量方法的检定要求见附录 A (补充件)。

6.2 气压测量

6.2.1 离子渗氮的工作气压，可用膜片式真空计或压缩式转动真空计 (麦氏真空计) 测量。

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，只可用于测量极限真空度和压升率。

6.3 流量测量和标定

6.3.1 当被测气体与原标定气体的运动粘度相近时，可用转子流量计测定离子渗氮气体的流量，所测得的流量数值须经换算后方为在标准状态下气体的流量。换算公式见附录 B (参考件) 第 B1 章。

6.3.2 当被测气体与原标定气体的运动粘度相差较大时，应用皂膜流量计实测标定。皂膜流量计测量

方法见附录 B 第 B2 章。

7 预备热处理

7.1 预备热处理工艺

7.1.1 一般结构钢应采用调质处理。调质回火温度应比渗氮温度略高。

7.1.2 正火处理仅适用于对冲击性能要求不高的渗氮零件，正火时冷却速度不宜过慢。

7.1.3 易变形件渗氮前应进行一次或多次稳定化处理。稳定化温度应比调质回火温度低，比渗氮温度高。

7.2 预备热处理质量检验

7.2.1 零件预备热处理后的金相组织和硬度应符合技术要求。金相组织级别按 GB 11354 评定。

7.2.2 稳定化处理后如变形超差，进行校直后应再次按原工艺消除校直应力，直到变形量合格为止。

8 渗氮前的准备工作

8.1 试样

8.1.1 每炉待渗氮件必须备有 1 至数件随炉试样。

8.1.2 试样应与待渗氮件的钢号、预备热处理工艺一致，表面粗糙度 R_a 应不大于 $0.4 \mu m$ 。

8.2 待渗氮件的验收

8.2.1 表面不得有脱碳层、锈斑、划痕和碰伤，不宜有尖角、锐边。

8.2.2 表面粗糙度 R_a 值为 $1.6 \mu m$ 。

8.2.3 渗氮后磨削余量一般应不大于 $0.05mm$ 。

8.2.4 易变形待渗氮件应检测变形量，其量一般应小于图样规定渗氮后变形量的 50%。

9 渗氮工艺

9.1 渗氮温度可根据待渗氮件材料、要求的渗层硬度、深度、心部硬度、变形要求和零件结构等因素综合考虑确定。部分材料的常用渗氮温度列于表 3。

表 3

材 料		预先热处理	离 子 渗 氮 技 术		常用渗氮温度范围
类别	牌号		表面硬度 HV (不低于)	常用深度范围 mm	
合 金 结 构 钢	20Cr	调质	550	0.20~0.50	510~540
	20CrMnTi	调质	600		
	35CrMo	调质	550		
	35CrMoV	调质	550		
	40Cr	调质	500		
	40CrNiMo	调质	550		
渗 氮 钢	38CrMoAl	调质	850	0.30~0.60	二段 520~530 +560~580 530~580

JB/T 6956 - 1993

表 3 (完)

材 料		预先热处理	离 子 渗 氮 技 术		常用渗氮温度范围
类别	牌号		表面硬度 HV (不低于)	常用深度范围 mm	
合 金 工 模 具 钢	3Cr2W8	调质	800	0.15~0.30	520~550
		淬火+回火	900	0.10~0.25	
	5CrMnMo	淬火+回火	650	0.20~0.40	520~550
	Cr12MoV	淬火+回火	1000	0.10~0.20	470~500
	W18Cr4V	淬火+回火	1000	0.02~0.10	480~520
不 锈 耐 酸 钢	1Cr18Ni9	固溶处理	900	0.08~0.15	560~620
	2Cr13	淬火+回火	850	0.10~0.30	540~600
	4Cr9Si2	淬火+回火	850	0.10~0.30	520~560
	4Cr14Ni14W2Mo	退火	700	0.06~0.12	540~560
球墨铸铁	QT600-2	正火	450	0.10~0.30	540~580
钛合金	TA2, TA7, TA4	退火	850	0.05~0.25	800~950

9.2 保温时间由待渗氮件材料、渗氮温度和渗层深度确定。

9.3 离子渗氮常用气压范围是 100~700Pa，钛合金可以超过 700Pa。选用压力时应顾及温度均匀和防止产生辉光集中。

9.4 氮气流量可根据设备功率参照表 4 中数值选取。装炉量多、渗氮保温时间短者取上限。

表 4

设备功率 kW	10	25	50	100
合理供氮量 mL/min	100~200	215~365	375~554	750~1100

9.5 钢铁材料离子渗氮保温阶段极间电压一般为 400~800V，辉光电流密度为 0.5~5mA/cm²。

10 渗氮操作

10.1 清洗

清洗待渗氮件表面和内孔的油污、锈斑及孔内残存的切屑。

10.2 装炉

10.2.1 同炉处理的待渗氮件宜为同种零件或表面积和重量之比接近的零件。如能保证质量，也可以多种零件混装。

10.2.2 待渗氮件需防渗部位和无需渗氮的小孔、窄缝应进行覆盖、屏蔽。

10.2.3 待渗氮件至阳极的距离要大致相等，待渗氮件之间应留有合适的距离并力求均匀等距。

10.2.4 在预测待渗氮件温度可能偏低的部位可设置辅助阴极或辅助阳极。

10.2.5 试样安放的位置应保证在渗氮时与零件的温度一致，或采用模拟试件。

10.3 升温和保温

10.3.1 采用合适的电压点燃辉光后，采用逐步交替升高电压和气压的程序进行清理和升温。

10.3.2 易变形零件在 400 以上应缓慢升温。

10.3.3 在保温期间，工作的实际温度与工艺温度应控制在 ±15 以内。

10.4 冷却和出炉

10.4.1 保温阶段结束后，关闭阀门停止供气和抽气，切断辉光电源，零件在渗氮气氛中随炉冷却。

10.4.2 零件温度降到 200 以下方可出炉。出炉后未渗氮部位应及时涂油防锈。

10.5 操作记录

一般每小时记录 1 次，如遇特殊情况随时记录。记录内容应包括温度、电流、电压、流量、气压等。

11 质量检验

11.1 外观

渗氮表面不应有明显的电弧烧伤和剥落等表面缺陷。钢铁零件渗氮表面应为银灰色或暗灰色。钛及钛合金零件应为金黄色。

11.2 表面硬度

11.2.1 表面硬度采用 9.8~98N 负荷的维氏硬度计测定。如渗层深度在 0.2mm 以下，则维氏硬度负荷不应超过 49N。检查化合物层的硬度必须用负荷为 0.49~1.98N 的显微硬度计测量。

11.2.2 表面硬度的检查应直接抽检渗氮件，如不允许时，可用同炉试样代替。

11.2.3 渗氮件的表面硬度应符合工艺要求，其硬度偏差值不得超过表 5 规定。

表 5

维氏硬度	硬度偏差值			
	单件		同批	
	600	> 600	600	> 600
	45	60	70	100

注：单件系指渗氮处理后的零件本体；同批系指相同钢号，经相同预备热处理并在同一炉次渗氮处理后的零件。

11.3 硬度梯度

对需要精磨的渗氮件应作此项检查。将试样或渗氮件表面磨去工艺规定的磨量后，测得硬度值应不低于成品件所要求的表面硬度。

11.4 深度

11.4.1 渗氮层深度应达到技术要求，测定方法参照 GB 11354 中有关规定。

11.4.2 渗氮层深度可在工件或试样上测定，偏差范围不得超出表 6 的规定。

表 6

mm

渗氮层深度	深度偏差	
	单件	同批
0.3	0.05	0.10
> 0.3~0.6	0.10	0.15
> 0.6	0.15	0.20

11.5 表面脆性

参照 GB 11354 中有关规定测定，以 1~3 级为合格。

11.6 金相组织

按照 GB 11354 中有关规定评定测定，氮化物形态以 1~3 级为合格。

11.7 局部防渗检查

局部防渗部位仍应保持原金属光泽，如发现有渗氮色则应进行硬度检查，硬度增高程度以不影响加工为合格。

11.8 变形

渗氮件的变形量应符合技术要求。

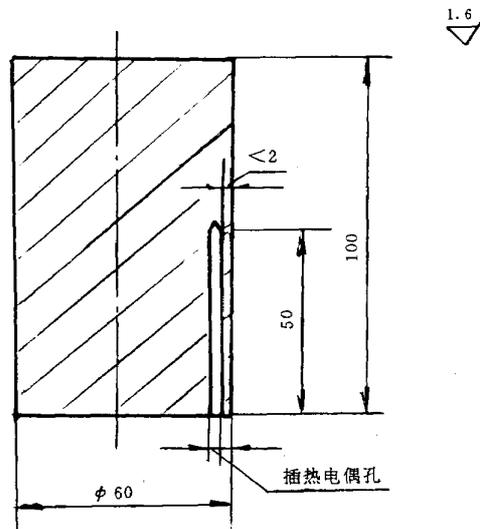
附录 A
温度检定方法
(补充件)

A1 测温方法

各种测温方法采用第 6.1.4 条规定的封闭内孔测温法检定。

A2 制做标准测温试件

为检定离子渗氮设备的热电偶或测温头或红外光电温度计或双波段比色温度计，需制做标准测温试件，其尺寸要求如图 A1。



材料：中碳钢

图 A1 标准测温试样

A3 测温头、红外光电温度计和双波段比色温度计的检定

A3.1 将经检定合格的标准热电偶插入标准测温试件的孔内，被检定的测温头，红外光电温度计和双波段比色温度计应压在或瞄准热电偶热端附近的试件表面上（如图 A2）。

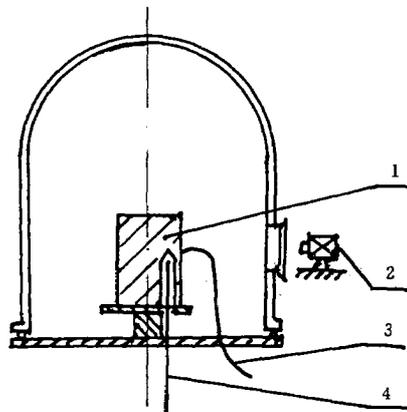


图 A2 封闭内孔测温法示意图

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

JB/T 6956 - 1993

A3.2 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。

A3.3 将被检定的测温头（或红外光电温度计或双波段比色温度计）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。

A4 模拟试件的检定

A4.1 模拟试件如系采用非接触测温仪表测温，长期使用由于表面粗糙度和黑度变化将产生误差，因此需定期校对。

A4.2 检定时，模拟试件与标准测温试件在离子渗氮炉中应具有相同的吸热和散热条件，即应置于对称的位置上。

A5 热电偶直接测温的检定

有封闭内孔的零件或模拟试件可将热电偶直接插入孔内测温，如插入深度符合第 6.1.4 条的规定，而热电偶热端距起辉表面距离不大于 20mm 者，可以认为所测温度接近零件或模拟试件表面的温度，不需再检定。如热电偶插入深度不够或者热端距起辉表面距离大于 20mm 时，可参照第 A3 章规定的方法检定。

A6 标准测温试件

使用过的标准测温试件表面经磨光后可继续使用。

附录 B
流量换算及测量方法
(补充件)

B1 流量换算公式

流量换算公式见式 (B1):

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\left(1 + \frac{p_2}{p_1}\right) \frac{r_1}{r_2}} \dots\dots\dots (B1)$$

式中： Q_1 ——流量计指示的流量值，L/min；
 Q_2 ——标准状态下气体的流量，L/min；
 r_1 ——流量计标定时所用气体的密度，g/L；
 r_2 ——被测气体的密度，g/L；
 p_1 ——标准大气压强 1.01×10^5 Pa；
 p_2 ——稳压罐上的压力，Pa。

B2 皂膜流量计测量方法

皂膜流量计的入口与被校准的转子流量计出口用橡皮管相连接，通气使皂泡上升，用秒表测得皂泡移到一定刻度的时间，按式 (B2) 计算流量值：

$$Q = 60 \frac{L}{T} \dots\dots\dots (B2)$$

式中： Q ——实际流量，mL/min；
 L ——皂泡移动格数，mL；
 T ——皂泡移动 L 格数的时间，s。 T 值应取测量 5 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。

标定氮气流量时，为避免氮气溶于水而影响测量，气体在进入皂膜流量计前应先进行充分热分解，使之成为氮和氢，所测流量值的 1/2 即为氮气的实际流量。

附加说明：

本标准由机械工业部北京机电研究所提出并归口。

本标准由机械工业部北京机电研究所负责起草。

本标准起草人沈云亚。

本标准自实施之日起，原 JB/Z 214—84《离子渗氮工艺》作废。

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准
离 子 渗 氮
JB/T 6956 - 1993

*

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 7/8 字数 20,000
1994 年 1 月第一版 1994 年 1 月第一次印刷
印数 1 - 500 定价 10.00 元

机械工业标准服务网：<http://www.JB.ac.cn>