

ICS 25.200

J 36

备案号: 20340—2007

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 5069—2007

代替 JB/T 5069—1991

钢铁零件渗金属层金相检验方法

Metallographic examination method of diffusion metallized layer of 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 5069—1991《钢铁零件渗金属层金相检验方法》。

本标准与 JB/T 5069—1991 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。

本标准的附录 A 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。

本标准主要起草人：石康才、李瑞菊、徐跃明。

本标准所代替标准的历次版本发布情况：

——JB/T 5069—1991。

钢铁零件渗金属层金相检验方法

1 范围

本标准规定了钢铁零件渗金属层的金相检验方法。

本标准适用于钢铁零件经渗铬、渗铝、渗锌、渗钒、渗钛、渗铌处理后的试样制备、渗层组织、渗层深度（不适用于渗层与基体没有明显分界的钢种）及显微硬度的检验和测定。

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 6462 金属和氧化物覆盖层 厚度测量 显微镜法(GB/T 6462—2005, ISO 1463: 2003, IDT)

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 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 9790 金属覆盖层和其他有关覆盖层 维氏和努氏显微硬度试验(GB/T 9790—1988, neq ISO 4516: 1980)

JB/T 9206 钢铁热浸铝工艺及质量检验

3 术语和定义

GB/T 7232 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

渗层深度 total diffusion depth

自渗层表面至渗层界面线的距离。

3.2

渗层界面线 interface between case and substrate

金相试样在侵蚀剂作用下，所显示的浸层与基体金属的分界线。

4 试样制备

4.1 试样切取：

4.1.1 试样应取自渗金属零件上具有代表性的部位，在渗层表面垂直切取。

4.1.2 极薄渗金属层（ $<5\mu\text{m}$ ），按照 GB/T 9451 制备斜截面试样。

4.1.3 为避免空心零件渗金属的变形塌陷，应先用树脂填料灌注成实体，固化后再切割成试样。

4.1.4 可用相同钢种、工艺的代试样。

4.1.5 切取试样必须进行水冷，以免引起组织变化。

4.2 夹持和镶嵌：

4.2.1 规则的试样可以用来夹持磨制，为分开两个试样的渗金属层，试样之间要垫上镍片或铜片。

4.2.2 不规则的试样采用镶嵌后磨制，极薄的渗层可加镀层后再镶嵌。

4.3 磨制抛光：

4.3.1 试样依次用砂轮、预磨盘和砂纸轻磨，磨削方向要与渗层呈 45° ，换一道砂纸转 90° 仍与渗层

呈 45°。

4.3.2 抛光时先用抛光微粉或金钢石抛光膏，最后用清水抛光。

4.4 制备好的金相试样，未侵蚀前按 JB/T 9206 检查孔隙、裂纹和结合面。

4.5 侵蚀剂及用途见表 1。

表 1

编号	组成	使用条件	适用范围
1	硝酸 ($d=1.42$) 2mL~3mL 无水酒精 97mL~98mL	浸入，擦拭	钢铁基体材料及渗锌层、渗钛层、渗钌层
2	铁氰化钾 10g~20g 氢氧化钾 10g~20g 水 100mL	60℃~70℃ 1min~2min 浸入	渗铬层、渗钒层
3	高锰酸钾 4g 氢氧化钠 4g 水 100mL		
4	柠檬酸 10g 水 90mL	擦拭	清洗渗钒层、渗铬层
5	硝酸 ($d=1.42$) 3mL 氢氟酸 3mL~10mL 无水酒精 97mL		渗铝层
6	氢氧化钠 25g 苦味酸 2g 水 100mL	加水五倍稀释浸入	渗锌层
7	戊醇 50mL 硝酸 ($d=1.42$) 0.2mL	每次 5s，多次浸蚀	渗锌层

5 渗层组织

5.1 经侵蚀剂显示后的试样，用光学显微镜放大 200 倍~800 倍，检验组织。

5.2 不同钢种及工艺的渗层经侵蚀显示的各相见表 2 及图 1~图 17。

表 2

渗入元素	基体钢种	渗剂及组成	工艺	形成相		图号
铬	纯铁	铬粉 50% 三氧化二铝 50% 氯化铵 1% (另加)	真空法 1160℃ 6h 1.33~13.3Pa	1	(Cr, Fe) ₂₃ C	1
				2	α	
	45	铬粉 50% 三氧化二铝 50% 氯化铵 1% (另加)	粉末法 1180℃ 8h 炉冷	1	Cr ₂ (C, N)	2
				2	(Cr, Fe) ₂₃ C	
				3	(Cr, Fe) ₇ C ₃	
	T12	铬粉 70% 二氧化二铝 30% 氯化铵 1% (另加)	粉末法 10500℃ 6h 炉冷	1	Cr ₂ (C, N)	3
				2	(Cr, Fe) ₂₃ C	
				3	(Cr, Fe) ₇ C ₃	
				4	Fe ₃ C	
		硼砂 85% (三氧化二铬+铝粉) 15%	熔盐法 960℃ 5h	1	(Cr, Fe) ₂₃ C	4
				2	(Cr, Fe) ₇ C ₃	
				3	Fe ₃ C	

表 2 (续)

渗入元素	基体钢种	渗剂及组成	工艺	形成相		图号
铝	20	铝铁粉 100% (铝占 50%) 氯化铵 1% (另加)	粉末法 950℃ 8h	1	ξ (FeAl ₂)	5
				2	β_2 (FeAl)	
				3	α , 其中有针状的 β_1 (FeAl)	
	T8	铝铁粉 85% (铝占 50%) 三氧化二铝 14% 氯化铵 1% (另加)	粉末法 850℃ 7h	1	ξ , (FeAl ₂) 其中有棒状的 Al ₄ C ₃	6
				2	β_2 (FeAl)	
				3	α , 其中有针状的 β_1 (FeAl)	
	20	熔融铝	热浸法 750℃浸 10min	1	Al	7
				2	η (Fe ₂ Al ₅)	
			热浸扩散法 780℃浸 30min 950℃ 8h 扩散	1	$\eta+\theta$ (Fe ₂ Al ₃ +FeAl ₃)	8
2				β_2 (FeAl)		
3				α , 其中有针状的 β_1 (FeAl)		
锌	10	锌粉 100%	粉末法 380℃ 16h	1	$\eta+\xi$ (Zn+FeZn ₁₃)	9
				2	δ_1 (FeZn ₇)	
	08	熔融锌	热浸法 450℃ 浸 1min	1	η (Zn)	10
				2	$\eta+\xi$ (Zn+FeZn ₁₃)	
				3	δ_1 (FeZn ₇)	
				4	γ (Fe ₃ Zn ₁₀)	
	10	熔融锌	热浸法 520~530℃ 浸 3min	1	η (Zn)	11
				2	$\eta+\xi$ (Zn+FeZn ₁₃)	
				3	δ_1 (FeZn ₇)	
钒	T12	硼砂 85% 五氧化二钒 10% 铝粉 5%	熔盐法 960℃ 6h	1	V ₄ C ₃	12
				2	V ₈ C ₇	
	GCr15			1	V ₄ C ₃	13
				2	V ₈ C ₇	
钛	T12	(硼砂+氯化钾) 55%~60% (二氧化钛+铝粉) 30% 活化剂 10%~15%	熔盐法 960℃ 6h	TiC		14
	GCr15					15
铌	T12	硼砂 93% 铌粉 7%	熔盐法 960℃ 6h	NbC		16
	GCr15					17

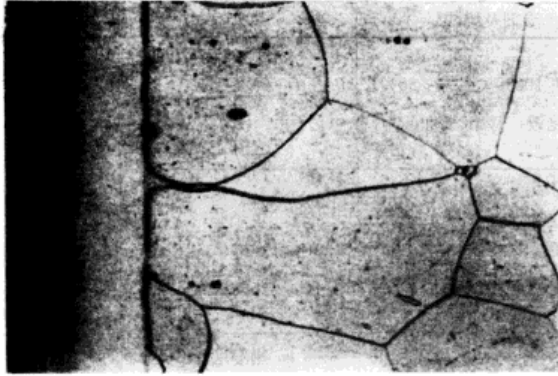


图1 渗铬 侵蚀剂: 1+2 ×500

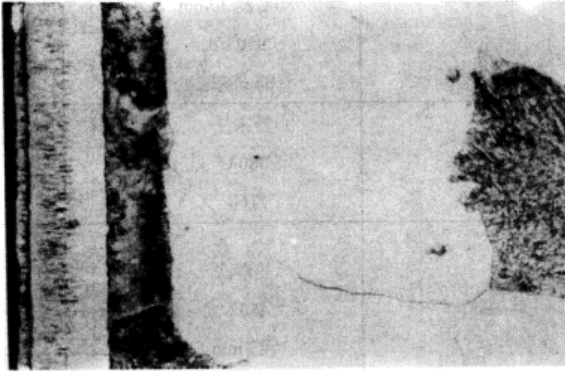


图2 渗铬 侵蚀剂: 1+2+4 ×500

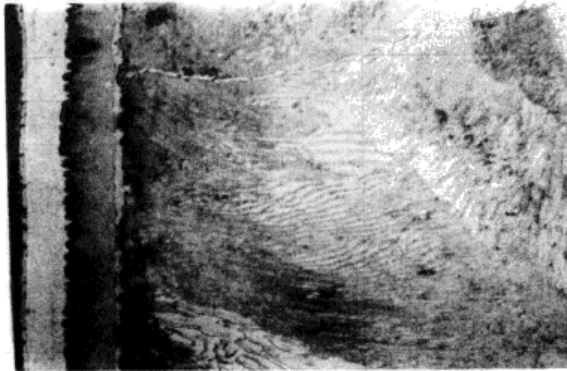


图3 渗铬 侵蚀剂: 1+2(3) ×500

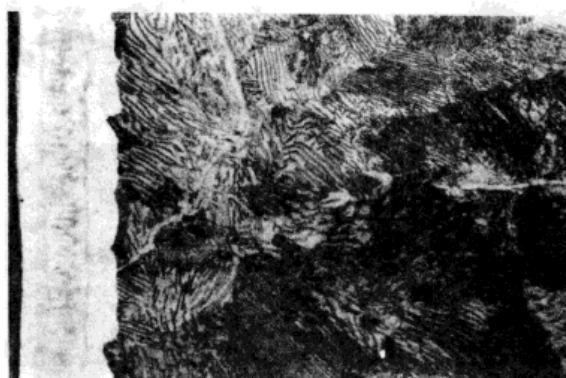


图4 渗铬 侵蚀剂: 1+2+4 $\times 800$

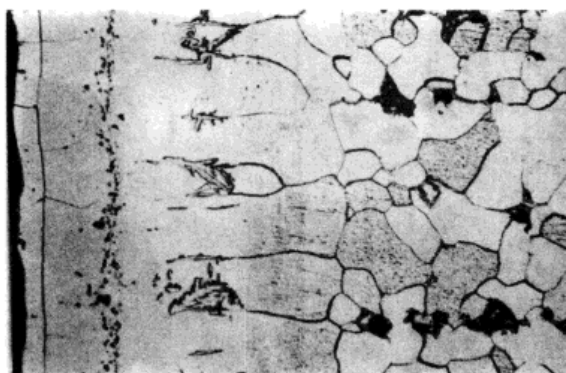


图5 渗铝 侵蚀剂: 5 $\times 250$

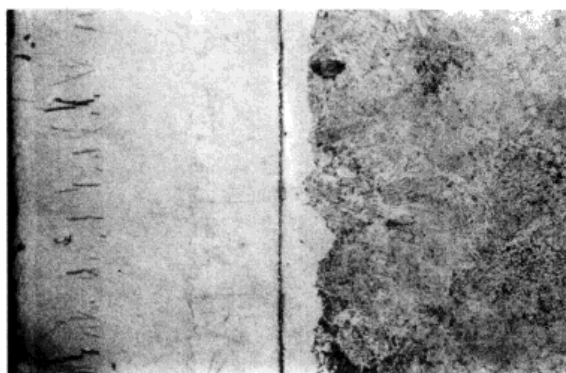


图6 渗铝 侵蚀剂: 5 $\times 400$

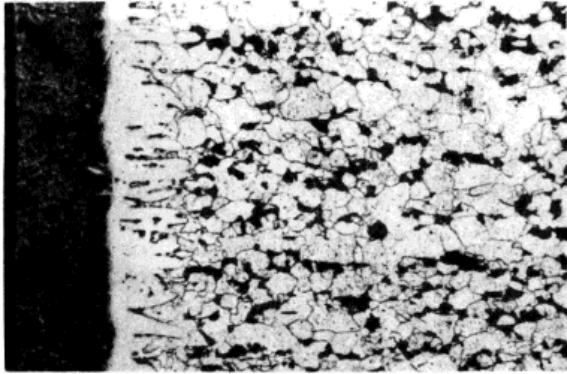


图7 渗铝 侵蚀剂: 1 ×200

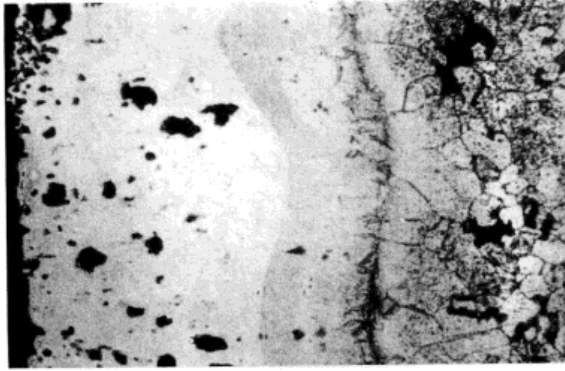


图8 渗铝 侵蚀剂: 5 ×200

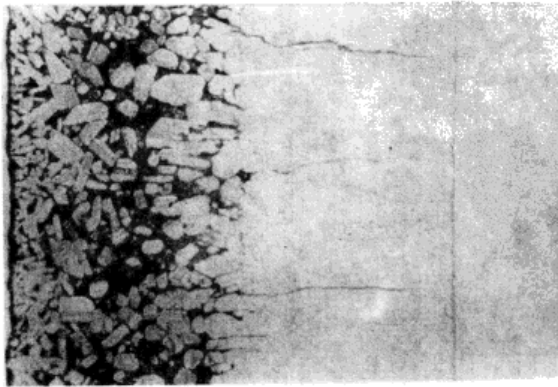


图9 渗锌 侵蚀剂: 6 ×250

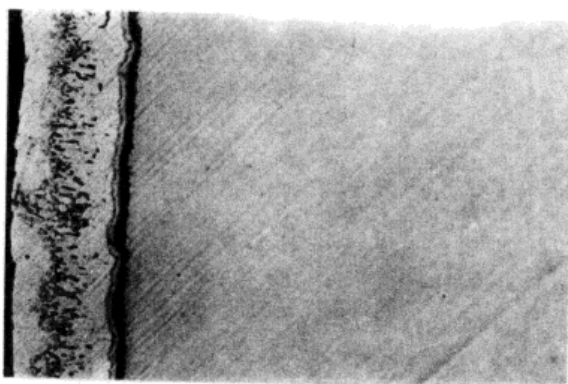


图 10 渗锌 侵蚀剂: 7 \times 500

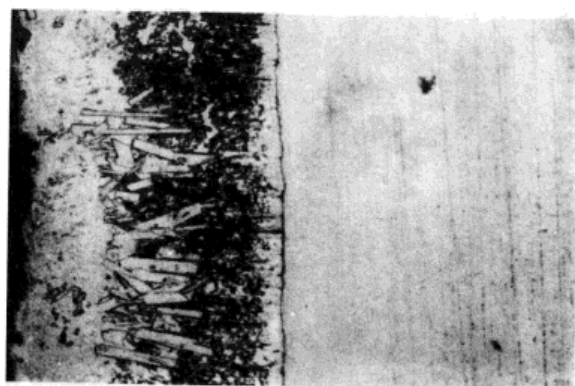


图 11 渗锌 侵蚀剂: 1 \times 250

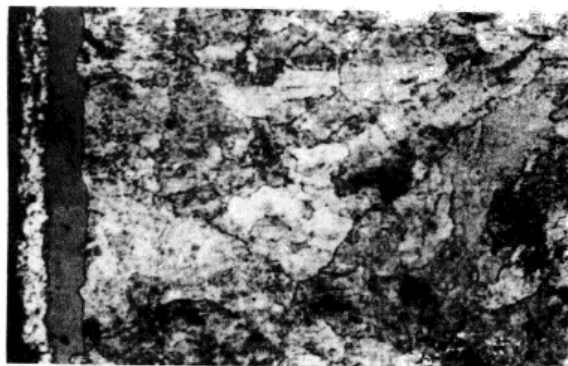


图 12 渗钒 侵蚀剂: 1+2+4 \times 800

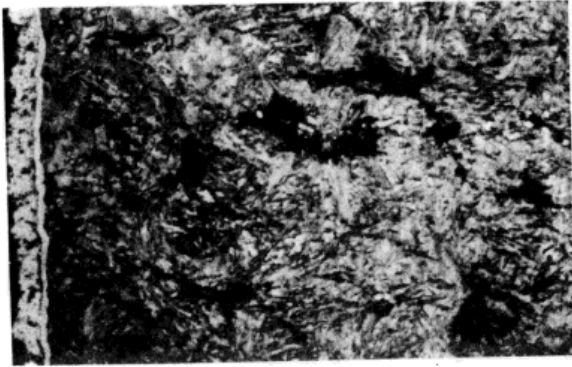


图 13 渗钕 侵蚀剂: 1+2+4 ×800



图 14 渗钛 侵蚀剂: 1 ×800

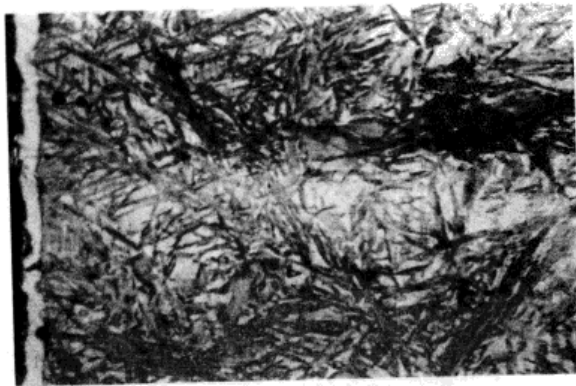


图 15 渗钛 侵蚀剂: 1 ×800

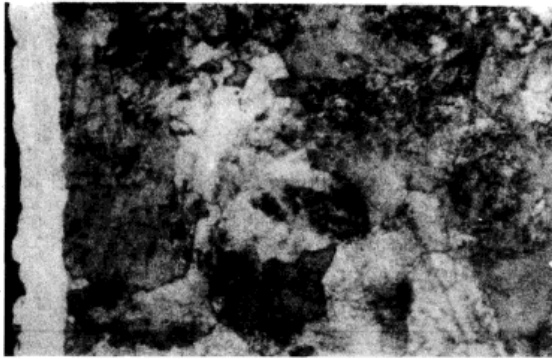


图 16 渗铈 侵蚀剂: 1 × 800

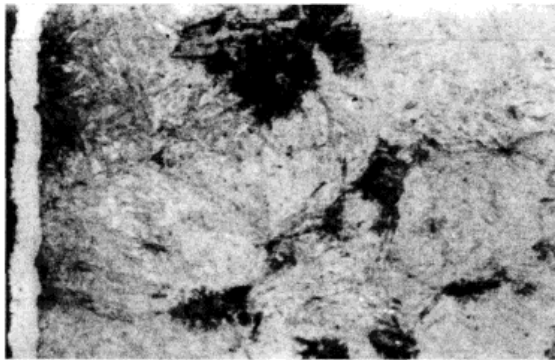


图 17 渗铈 侵蚀剂: 1 × 800

6 渗层深度的测量

6.1 按照 GB/T 6462 及 JB/T 9206 在制备好的金相试样上, 用带有显微目镜的光学显微镜测量。测量放大倍数的选择, 见表 3。

表 3

渗层深度 μm	放大倍数
≤5	600~800
>5~20	200~600
>20	200

6.2 渗层深度测量方法:

6.2.1 界面线较平整时, 可直接测量。测量 3 点~5 点取算术平均值。

6.2.2 界面线呈波浪状时按 JB/T 9206, 将一个视场分为六等分, 在五个中间点上测量深度, 取算术平均值。

6.2.3 界面线不连续或极不均匀，只需测出最大、最小值，供执行工艺参考。

6.3 渗层小于 $5\mu\text{m}$ (极薄) 的，可按 GB/T 9451 测量深度。

7 渗层硬度的测量

7.1 按 GB/T 9790 测定渗层的显微硬度。

7.2 一般在横截面上测定。当渗层深度小于 $10\mu\text{m}$ 时，允许在渗金属零件表面测定，试样的表面粗糙度 R_a 的最大值为 $0.63\mu\text{m}$ ，为除去污物可用 06 号金相砂纸轻磨。

7.3 每一试样取 3 个~5 个压痕计算平均值。

7.4 根据不同渗层选用的实验力见表 4。

表 4

渗 层	试验力 N	
	横 截 面	表 面
铬、铝、钒、钛、铌	0.981	0.245
锌	0.496	—

7.5 渗层各相显微硬度参见附录 A。

8 试验报告

渗金属层金相检验报告，应包括以下内容：

- a) 检验试样的钢种及渗金属工艺；
- b) 渗层的组织缺陷 (必要的金相照片)；
- c) 渗层深度和硬度 (需注明检测面)；
- d) 结论。

附录 A
(资料性附录)
渗层各相显微硬度

表 A.1

形成相	硬度范围 HV
Cr (α)	150~200
Cr ₂ (C ₄ N)	~1500
(Cr Fe) ₂₃ C ₆	2000~2400
(Cr Fe) ₇ C ₃	1800~2200
Fe ₃ C	1500~1800
Al (α)	200~400
FeAl ₂ (ξ)	750~1200
FeAl (β_2)	400~550
Fe ₃ Al (β_1)	550~650
Zn (η)	40~70
FeZn ₁₃ (ξ)	90~200
FeZn ₁₀ (γ)	300~500
FeZn ₃ (δ_1)	200~300
VC	2100~3000
TiC	2100~3400
NbC	2000~2400