

# JB

## 中华人民共和国机械行业标准

JB/T 5944—1991

---

### 工 程 机 械 热处理件通用技术条件

1991-12-12 发布

1992-07-01 实施

---

中华人民共和国机械电子工业部 发 布

目 次

1 主题内容与适用范围 ..... (1)

2 引用标准 ..... (1)

3 术语 ..... (1)

4 技术要求 ..... (2)

5 试验方法..... (10)

6 检验规则..... (12)

7 标志、包装、运输、贮存 ..... (13)

附录 A 金相检验图谱(参考件)..... (14)

工 程 机 械  
热处理件通用技术条件

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了工程机械产品中热处理件的技术要求,试验方法,检验规则以及标志、包装、运输、贮存。

本标准适用于碳素结构钢和合金结构钢的热处理件。

## 2 引用标准

ZB J04 005	渗透探伤方法
ZB J04 006	钢铁零件的磁粉探伤方法
JB 4009	接触式超声纵波直射探伤方法
GB 231	金属布氏硬度试验方法
GB 230	金属洛氏硬度试验方法
GB 4340	金属维氏硬度试验方法
GB 4341	金属肖氏硬度试验方法
GB 1818	金属表面洛氏硬度试验方法
GB 5617	钢的感应淬火或火焰淬火后有效硬化层深度的测定
GB 9450	钢件渗碳淬火有效硬化层深度的测定和校核
GB 9451	钢件薄表面总硬化层深度或有效硬化层深度的测定
GB 6394	金属平均晶粒度测定方法
GB 224	钢的脱碳层深度的测定方法
GB 1979	结构钢低倍组织缺陷评级图
ZB J36 009	钢件感应淬火金相检验
JB 2849	钢铁零件渗氮层金相检验
JB 2782	汽车碳氮共渗齿轮金相检验
GB 228	金属拉伸试验法
GB 6397	金属拉伸试验试样
GB 2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表(适用于连续批的检查)
JB/T 5947	工程机械 包装通用技术条件

## 3 术语

### 3.1 总硬化层深度

从零件表面垂直方向测量到与基体金属间的显微硬度或显微组织没有变化的那一硬化层的距离。

### 3.2 有效硬化层深度

从零件表面垂直方向测量到规定的某种显微组织边界或规定的显微硬度的硬化层距离。

3.3 软点

钢材或钢件淬火硬化后,表面硬度偏低的局部小区域。

4 技术要求

4.1 待热处理件的技术要求

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 待热处理件的材料应符合图样要求及有关国家标准、冶金行业标准的规定。

4.1.1.2 待热处理件的原始资料应根据表 1 项目注明。

表 1

项 目		说 明
材质 试验 数据	钢号	晶粒度、脱碳层、非金属夹杂物、宏观显微组织
	化学成分	
	机械性能 <sup>1)</sup>	
	硬度试验 <sup>1)</sup>	
	淬透性试验 <sup>1)</sup>	
供货 状态	金相组织及低倍缺陷 <sup>1)</sup>	注明冷锻或热锻,必要时注明锻造比、晶粒度
	铸造	
	锻造	
	热轧(热挤压)	
	冷拔	
加工 方式	切削方法及测量 <sup>1)</sup>	进刀量大的重切削有可能引起裂纹
	冷压或拉制 <sup>1)</sup>	注明冷热加工状态
	冷轧或冷挤压 <sup>1)</sup>	
	热校直或冷热校直 <sup>1)</sup>	铸件焊补注明焊补工艺及所用焊条材料
	焊接(补焊)	
预热 处理 类型	正火或正火回火	注明加热温度、保温时间、冷却方式
	调质	
	完全退火	
	去应力退火	

注:1)一般件可以省略或全部省略。

4.1.1.3 待热处理件的外观应符合以下要求:

- a. 毛坯件不允许有裂纹、折叠和影响热处理质量的氧化皮、疏松、渣孔等缺陷;
- b. 经机械加工的表面不允许有裂纹、锈蚀、严重磕碰伤、毛刺、铁屑及影响表面热处理质量的缺陷;
- c. 机械加工过渡处应为圆角或倒角。

4.1.1.4 待热处理件的尺寸在热处理后需机械加工的零件应留有适当的加工余量。

4.1.2 待表面淬火回火、渗碳、碳氮共渗、渗氮件的技术要求

4.1.2.1 待表面淬火回火件淬火前应经正火或调质处理。

4.1.2.2 待表面淬火回火件表面应清洁,不允许有影响表面淬火的毛刺、铁屑、严重锈蚀、氧化皮、残渣、杂质和油污等。

4.1.2.3 凡带槽或孔的表面感应加热淬火区域应用紫铜条棒将槽和孔镶嵌平整,防止淬火时槽、孔处



局部过烧、熔化、开裂。

4.1.2.4 待渗氮件应经正火、调质、淬火回火、去应力处理,显微组织应为均匀粒状索氏体或低碳马氏体。重要件调质后表层 5mm 内不允许有块状铁素体,一般件调质后表层 5mm 内的游离铁素体允许小于或等于 5%。

4.1.2.5 待渗氮件表面应清洁,不得有裂纹、锈蚀、划痕、碰伤、尖锐棱角及氧化、脱碳、油污、铁屑等。

4.2 热处理件的分类

4.2.1 按重要度分类

- a. 特殊重要件:对性能有高要求的零件,淬火回火后有机械性能和金相组织诸方面的特殊要求;
- b. 重要件:对性能有较高要求的零件,淬火回火后有机械性能和金相组织方面的要求;
- c. 一般件:仅提出硬度要求的零件。

4.2.2 按加工状态分类

- a. 毛坯件:未经机械加工的零件;
- b. 半成品件:部分经机械加工,部分经热处理后再进行机械加工的零件。
- c. 成品件:经热处理后不再进行机械加工而直接使用的零件。

4.2.3 按重量大小分类

- a. 小件:重量为 5kg 以下的零件;
- b. 中件:重量为 5~30kg 的零件;
- c. 大件:重量为 30kg 以上的零件。

4.3 热处理件的技术要求

根据零件的材质、尺寸、使用条件和热处理方式的不同应分别符合 4.3.1~4.3.6 条的要求。

4.3.1 退火与正火

4.3.1.1 外观:表面不允许有裂纹及有害伤痕等缺陷。

4.3.1.2 硬度:应符合图样或工艺的规定范围并符合表 2 的要求。

表 2

工艺类型	级 别	硬 度 偏 差 范 围							
		单 件				同 批 件			
		HBS	HV	HRB	HS	HBS	HV	HRB	HS
正 火	A	25	25	4	4	50	50	8	7
	B	35	35	6	5	70	70	12	10
完全退火	—	35	35	6	5	70	70	12	10
不完全退火	—	35	35	8	5	70	70	12	10

注:① 表中的 HBS、HV、HRB 和 HS 数值是根据各种硬度试验机实测的值,相互间没有直接的换算关系。HS 数值仅作参考。

② 当大件的硬度偏差超出表 2 规定时,应由供需双方协商解决。

③ 单件硬度偏差是抽检单件时,其表面硬度的不均匀度;同一批件硬度偏差是指用同一批材料,在同一热处理条件下的零件表面硬度值的偏差。

④ 正火的 A 级主要适用于冷变形加工(指冷轧、冷拔、冷锻等)用钢材;B 级适用于一般切削加工钢材。

4.3.1.3 变形:零件的变形应不影响热处理以后的机械加工和使用。

4.3.1.4 脱碳层:应小于单面加工余量的 2/3。非加工面按图样或工艺要求。

4.3.1.5 金相组织

- a. 结构钢零件应为均匀分布的铁素体和片状珠光体;
- b. 结构钢的晶粒度应为 5~8 级,大型铸锻件应大于或等于 3 级。

4.3.2 调质

- 4.3.2.1 外观:调质后的零件表面不允许有裂纹、严重磕碰伤痕和影响表面质量的有害缺陷。
- 4.3.2.2 硬度:应符合图样或工艺的规定范围,并满足以下要求:
- a. 调质件淬火后高温回火前,其表面硬度应大于硬度要求的上限;
  - b. 调质件淬火高温回火后,零件表面硬度应符合表 3、表 4、表 5 的规定。
- 4.3.2.3 变形:调质件变形应不影响以后的机械加工和使用。

表 3 HBS

零 件 类 型	表 面 硬 度 偏 差			
	单 件		同 一 批 件	
	≤330	>330	≤330	>330
特殊重要件	20	25	30	45
重 要 件	30	35	45	65
一 般 件	40	50	60	80

表 4 HRC

零 件 类 型	表 面 硬 度 偏 差			
	单 件		同 一 批 件	
	≤35	>35	≤35	>35
特殊重要件	3	3	5	5
重 要 件	4	4	7	6
一 般 件	6	5	9	7

表 5 HS

零 件 类 型	表 面 硬 度 偏 差					
	单 件			同 一 批 件		
	≤50	>50~70	>70	≤50	>50~70	>70
特殊重要件	3	4	5	5	6	8
重 要 件	4	5	6	7	9	11
一 般 件	6	8	10	9	11	14

- 4.3.2.4 调质件(淬火前经机械加工过的)表面氧化脱碳应小于单面加工余量的 1/3。
- 4.3.2.5 调质后的金相组织:小于临界直径的截面应为回火索氏体,允许有小于或等于 5%游离铁素体;大于临界直径的截面,心部允许有片状索氏体和铁素体。
- 4.3.2.6 机械性能:应符合图样或工艺要求。
- 4.3.3 淬火回火
- 4.3.3.1 外观:零件表面不允许有裂纹、熔化、碰伤、麻点、锈蚀及残渣、油污。
- 4.3.3.2 硬度:应符合图样或工艺的规定范围,并满足以下要求:
- a. 淬火后回火前零件表面硬度值应大于图样或工艺要求范围的中限;
  - b. 淬火回火件表面硬度偏差应符合表 3、表 4、表 5 的规定;
  - c. 全部加热局部淬火的零件或局部加热淬火零件,淬硬部位的尺寸偏差:直径小于或等于 50mm,允许偏差为±10mm;直径大于 50mm,允许偏差为±15mm;
  - d. 重要零件淬火后不允许有软点。大件(直径或厚度大于 80mm)和一般件允许有少量软点。
- 4.3.3.3 变形:零件变形量应符合图样或工艺规定,并符合以下要求:
- a. 轴类零件在全长上径向跳动变形量应不超过直径所留余量的 1/2;

- b. 平板类零件的平面度变形量应不超过所留余量的 2/3;
  - c. 齿轮及轴类渗碳淬火回火件变形量允许为成品公差的 1/2~2/3。
- 4.3.3.4 有效硬化层深度:应符合图样或工艺规定;有效硬化层深度偏差应符合表 6 的规定。

表 6 mm

有效硬化层深度	深度偏差范围	
	单 件	同 一 批 件
≤1.5	0.2	0.4
>1.5~2.5	0.4	0.6
>2.5~3.5	0.6	0.8
>3.5~5.0	0.8	1.0
>5.0	1.0	1.5

- 4.3.3.5 脱碳层:零件淬火回火后其表面脱碳层应小于单面加工余量的 1/3,要求耐磨的零件不允许脱碳。
- 4.3.3.6 金相组织:一般件淬火回火后不做金相检验,但应符合以下要求:  
零件淬火后硬化层马氏体应为 1~4 级,淬裂倾向不大的零件可为 1~6 级;零件淬火回火后不应有异常组织。
- 4.3.3.7 机械性能:对特殊零件、重要件按图样或工艺要求。

4.3.4 表面淬火回火

- 表面淬火回火方式:表面感应加热淬火(中频、高频);表面火焰加热淬火。
- 4.3.4.1 外观:零件表面不允许有裂纹、过烧、熔化及碰伤等缺陷。
- 4.3.4.2 硬度:表面淬火后硬度应大于或等于规定值的中限,感应加热淬火回火后应符合下列要求:
- a. 淬火回火件表面硬度和硬化区部位、范围应符合图样或工艺的规定;
  - b. 表面硬度偏差应符合表 7、表 8、表 9 的规定;
  - c. 表面感应加热淬火未淬硬区及软带应符合表 10 的规定;
  - d. 表面感应加热淬火允许单边近端面有小于或等于 5~8mm 不淬硬。

表 7 HRC

表面淬火回火件	表面硬度偏差			
	单 件		同 一 批 件	
	≤50	>50	≤50	>50
重 要 件	5	4	6	5
一 般 件	6	5	7	6

表 8 HV

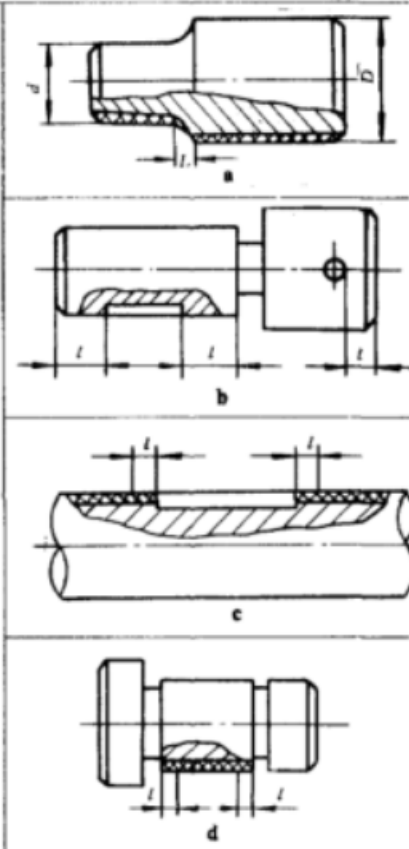
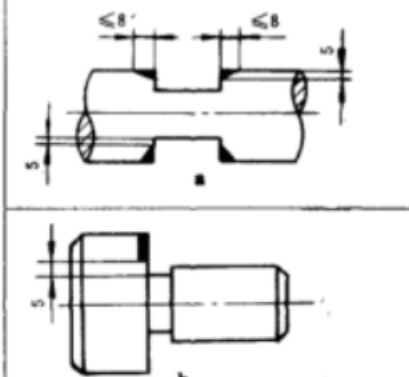
表面淬火回火件	表面硬度偏差			
	单 件		同 一 批 件	
	≤500	>500	≤500	>500
重 要 件	55	85	75	105
一 般 件	75	105	95	125

表 9

HS

表面淬火回火件	表面 硬 度 偏 差			
	单 件		同 一 批 件	
	$\leq 80$	$> 80$	$\leq 80$	$> 80$
重 要 件	6	8	8	10
一 般 件	8	10	10	12

表 10

零件类别		软带及未淬硬区允许宽度		图 例												
轴类	局部感应淬火		淬火长度公差 $\pm 4\text{mm}$													
	轴	阶梯轴	阶梯处未淬硬区 <table><tr><td colspan="3">mm</td></tr><tr><td><math>D-d</math></td><td><math>&lt; 10</math></td><td><math>10 \sim 20</math></td><td><math>&gt; 20</math></td></tr><tr><td><math>L</math> 值</td><td><math>&lt; 5</math></td><td><math>&lt; 10</math></td><td><math>&lt; 15</math></td></tr></table>			mm			$D-d$	$< 10$	$10 \sim 20$	$> 20$	$L$ 值	$< 5$	$< 10$	$< 15$
		mm														
		$D-d$	$< 10$	$10 \sim 20$		$> 20$										
		$L$ 值	$< 5$	$< 10$		$< 15$										
		带孔或带槽	未淬硬区距孔或槽边之距离 $l \leq 8\text{mm}$													
带键槽	当槽底两端无倒圆角时, 允许槽两端有 $l \leq 8\text{mm}$ 的软带															
带空刀槽	距空刀槽处允许有 $l \leq 5\text{mm}$ 的软带															
花键轴	槽底硬度允许较顶部低 6HRC															
平面及槽类	槽	$\leq 10\text{mm}$	距槽两侧尖角处各允许有宽 $\leq 8\text{mm}$ 深 5mm 的不淬硬区													
		$> 10\text{mm}$	允许距槽底有 5mm 不淬硬, 尖角处允许硬化层深一点													
	阶梯轴或法兰盘		端面淬火时, 允许有比相邻的轴颈大 5mm 的圆周内不淬硬													

续表 10

零件类别	软带及未淬硬区允许宽度	图 例
平面及槽类	直角两平面	允许某一个表面有 $\leq 8\text{mm}$ 的回火软带,或允许其中一面距边缘 $5\text{mm}$ 范围内不淬硬
	零件带孔	孔缘距淬硬表面应 $> 6\text{mm}$ ,有孔区允许不淬硬
	平面有槽	两槽中间部分平面为细长狭条时,若其宽度 $\leq 8\text{mm}$ ,可以不淬火
套筒类	内孔淬硬区距端面深 $\geq 200\text{mm}$ 时,允许有 $\leq 10\text{mm}$ 的软带或不淬火	图 2 c
		图 2 d
	内径 $D > 200\text{mm}$ 的内表面淬火,若高度 $\leq 350\text{mm}$ 时,允许交接处有 $\leq 8\text{mm}$ 的软带	图 2 e
	有内槽时,允许槽部不淬硬	图 3 b
		图 3 c
轮类及大轴	不能一次沿外圆淬火,而采用连续淬火时,其淬火交接处允许有 $\leq 20\text{mm}$ 的软带	图 4

4.3.4.3 有效硬化层:应符合图样或工艺的规定范围;有效硬化层深度偏差应符合表 6 的规定。形状复杂和大件有效硬化层深度及其偏差可经供需双方商定。

齿轮硬化层分布:模数小于或等于 4 的非渗碳齿轮,无论是齿廓淬硬还是全齿淬硬,其齿底硬化层深度不小于 0.5mm。模数大于 4 的齿轮,齿面应有不小于 2/3 齿高的淬硬区。

4.3.4.4 变形:零件的变形量应不影响以后的机械加工质量和使用性能。

4.3.4.5 金相组织:零件硬度大于或等于 55HRC 时,其组织应为马氏体 4~7 级;允许有小于或等于 5%屈氏体,而不得有铁素体。零件硬度小于 55HRC 时,其组织应为马氏体 3~7 级;允许硬化层区有小于或等于 5%铁素体,但硬度必须符合规定要求。

4.3.4.6 机械性能:按 4.3.3.7 条的规定,对特殊重要件、重要件按图样或工艺要求。

4.3.5 渗碳、碳氮共渗

4.3.5.1 外观:渗碳、碳氮共渗处理后经淬火回火的零件表面应无裂纹、剥落、崩角及磕碰伤、氧化皮、锈蚀、麻点等缺陷。

4.3.5.2 硬度

a. 渗碳、碳氮共渗处理后未经淬火的零件或经淬火回火后局部防渗区域,表面硬度值一般不大于 32HRC;

b. 渗碳、碳氮共渗处理经淬火回火后,表面硬度应符合图样或工艺的规定范围,其硬度偏差应符合表 11、表 12、表 13 和表 14 的规定。

4.3.5.3 变形:零件的变形量按图样或工艺的规定。

4.3.5.4 层深:渗碳、碳氮共渗处理经淬火回火后,零件的有效硬化层深度按图样或工艺的规定,其深度偏差应符合表 15 的规定。

表 11 HRC

渗碳与碳氮共渗件	表面硬度偏差			
	单 件		同 一 批 件	
	≤50	>50	≤50	>50
重 要 件	3	3	5	5
一 般 件	4	4	7	7

表 12 HRA

渗碳与碳氮共渗件	表面硬度偏差			
	单 件		同 一 批 件	
	≤75	>75	≤75	>75
重 要 件	1.5	2.0	2.5	3.0
一 般 件	2.0	2.5	3.5	4.0

表 13 HV

渗碳与碳氮共渗件	表面硬度偏差			
	单 件		同 一 批 件	
	≤500	>500	≤500	>500
重 要 件	35	60	55	100
一 般 件	45	80	80	140

表 14

HS

渗碳与碳氮共渗件	表面硬度偏差			
	单 件		同 一 批 件	
	≤70	>70	≤70	>70
重 要 件	4	5	7	8
一 般 件	5	6	8	10

表 15

mm

硬化层深度	硬化层偏差				备 注
	有效硬化层深度		全硬化层深度		
	单件	同一批件	单件	同一批件	
≤0.5	0.1	0.2	0.2	0.3	1. 局部渗碳、碳氮共渗的零件, 淬火回火后测定位置不应在渗层边界处 2. 表面硬化层深度为实测深度值 3. 2 处或 2 处以上硬化层深度符合硬化层偏差规定, 按平均值计
>0.5~1.5	0.2	0.3	0.3	0.4	
>1.5~2.5	0.3	0.4	0.4	0.5	
>2.5	0.5	0.6	0.6	0.7	

4.3.5.5 金相组织

- a. 渗碳、碳氮共渗件渗层缓冷(平衡状态)后的金相组织: 珠光体+少量碳化物或碳氮化合物; 网状碳化物或碳氮化合物不得超过 4 级; 重要件心部晶粒度: 4~8 级。
- b. 渗碳、碳氮共渗件渗层深度: 碳素结构钢从表面测至过渡区的 1/2 处; 合金钢从表面测至原始组织。
- c. 渗层梯度: 过共析层+共析层不小于总深度的 50%~75%。
- d. 渗层的表面浓度: 碳浓度 0.70%~1.05%; 含氮量 0.15%~0.40%。

4.3.5.6 渗碳、碳氮共渗处理后经淬火回火齿轮的技术要求应符合表 16 的规定。

表 16

热 处 理 方 式		渗 碳	碳氮共渗
项 目		技 术 要 求	
外 观		应无裂纹、熔化、碰伤、锈蚀、麻点、剥落等缺陷	
硬 度	表 面	58~64 HRC	
	心 部	模数≤8 33~45 HRC, 模数>8 29~45 HRC	33~48 HRC
有效硬化层深		按图样或工艺规定范围	
变 形		允许占成品公差的 1/2~2/3	
金 相 组 织	马氏体与残余奥氏体	分别为 1~6 级	1~5 级
	心部铁素体	模数≤5 1~4 级, 模数>5 1~5 级	
	碳氮化合物	常啮合齿轮 1~6 级	1~5 级
		换挡齿轮 1~5 级	1~4 级
	黑色组织	—	
脱碳层		0.02mm	

4.3.6 渗氮(氮化)

4.3.6.1 外观:零件表面应为银灰色而无光泽,不应有局部亮点(区)存在,不允许有裂纹、剥落等缺陷。

4.3.6.2 硬度:表面硬度按图样或工艺的要求范围,其表面硬度偏差应符合表 17 的规定。

表 17

HV

维 氏 硬 度	硬 度 偏 差	
	单 件	同 一 批 件
	80	140

4.3.6.3 变形:渗氮件的变形量一般允许占成品公差的  $1/3 \sim 1/2$ 。

4.3.6.4 层深:按图样或工艺的规定范围。

4.3.6.5 金相组织

a. 渗氮层中允许有轻度的脉状氮化物 1~3 级,但不允许有粗大的脉状、网状、针状或鱼骨状氮化物,也不允许有游离铁素体;

b. 心部组织应为均匀细小的回火索氏体,不允许有多量的大块游离铁素体和粗大索氏体;

c. 疏松为 1~3 级;

d. 脆性为 1~3 级。

## 5 试验方法

### 5.1 外观

5.1.1 热处理件均应用目测或低倍放大镜观察表面有无裂纹、熔化、碰伤、剥落、锈蚀、麻点等缺陷。

5.1.2 重要或容易产生裂纹的零件,可用探伤方法检查。渗透探伤按 ZB J04 005 的规定执行,磁粉探伤按 ZB J04 006 的规定执行,超声波探伤按 JB 4009 的规定执行。

5.1.3 外观检验的零件,热处理后应在清洗、喷丸后进行检验。

### 5.2 硬度

5.2.1 对退火、正火、调质后的零件一般用布氏硬度(HBS)检验。

5.2.2 淬火回火件用洛氏硬度(HRC)检验,其半成品件可用布氏(HBS 或 HBW)硬度检验。

5.2.3 对硬度要求很高的薄件或表面淬硬层很薄的零件,可用表面洛氏硬度(HRN)或维氏硬度(HV)检验。

5.2.4 对大型热处理件无法用布氏或洛氏硬度检验时,可用携带式、锤击式硬度计或肖氏硬度计(HS)、里氏硬度计检验。

5.2.5 无法使用硬度计检测的零件,可用形状尺寸相似、同材料、同方法或同炉处理的试样(块)代替,或供需双方协商抽剖实物检验。

#### 5.2.6 各类硬度的检测方法

a. 布氏硬度按 GB 231 的规定执行;

b. 洛氏硬度按 GB 230 的规定执行;

c. 维氏硬度按 GB 4340 的规定执行;

d. 肖氏硬度按 GB 4341 的规定执行;

e. 表面洛氏硬度按 GB 1818 的规定执行。

5.2.7 检验硬度前应将零件表面清理干净;除去氧化皮、车削刀痕、脱碳层、毛刺,表面不应有明显的疏松、裂纹、油污、残渣、锈迹。工作台应保持清洁、平整,被测零件的温度应处于室温或略高于室温。

5.2.8 检验硬度应根据工艺规定的位置,或由检验人员确定 1~3 处,每处测试 3 点或 5 点,点的位置应均布;大批量、质量正常稳定的零件,测试点数可适当减少。

a. 布氏硬度每处测 1~3 点,取其算术平均值;

b. 洛氏硬度每处测 3~5 点(预测点不计),取其算术平均值;

c. 维氏硬度每处测 3 点(预测点不计),取其算术平均值;



- d. 肖氏硬度每处测 5 点(预测点不计),取其算术平均值;
  - e. 表面洛氏硬度每处测 3 点(预测点不计),取其算术平均值。
- 5.2.9 检验硬度符合下列任何一条,均可作平均值计:
- a. 符合图样或工艺要求范围和单件硬度偏差规定;
  - b. 符合图样或工艺要求范围而超出单件硬度偏差规定;
  - c. 超出图样或工艺要求范围而符合单件硬度偏差规定。
- 5.3 变形
- 5.3.1 矩形薄板、垫圈类零件的平面度用塞尺或刀口平尺在检验平板上检验。
- 5.3.2 轴类零件跳动量用百分表或直尺,以顶针或 V 型铁支撑两端进行检验。
- 5.3.3 套筒、圆环类零件的外圆、内孔、内花键,其圆度和圆柱度用百分表、游标卡尺、千分尺、内径百分表、定型量规检验。
- 5.3.4 特殊复杂件(齿轮、凸轮、蜗轮、蜗杆等)的变形用专用仪器检验。
- 5.4 层深
- 5.4.1 淬硬层深度,渗碳层、碳氮共渗深度,渗氮层深度均以有效硬化层深度为检验项目。
- 5.4.2 有效硬化层深度检测按 GB 5617、GB 9450、GB 9451 的规定执行。
- 5.4.3 有效硬化层检测 2 处或 2 处以上,其深度不超出单件偏差,按平均值算;若超出单件偏差,高出图样或工艺上限要求,按最高值算;低于图样或工艺下限要求,按最低值算。
- 5.5 金相组织
- 5.5.1 金相组织检测参照 GB 6394、GB 224、GB 1979、ZB J36 009、JB 2849 及 JB 2782 的规定执行。
- 5.5.2 金相检验以实物解剖为主,允许用形状尺寸相似、同材料、同方法或同炉处理的试样(块)代替。样(块)解剖位置应在淬火区长度 1/3 处,实物解剖位置于工作面或能代表该件质量之处。
- 5.5.3 渗碳、碳氮共渗齿轮淬火回火后金相检测方法按表 18 的规定。
- 5.5.4 渗氮件金相检测按 4.3.6.5 条的要求。

表 18

项 目		检 测 方 法		备 注
		部 位	方 法	
外 观		全齿面、端面、内花键孔	目测、放大镜、探伤	1. 技 术 要 求 按 表 16 的 规定 2. 变 形、心 部 硬 度、黑 色 组 织、脱 碳 层 为 一 般 项 目,其 余 为 主 要 项 目
硬 度	表 面	齿顶、齿面、齿端面	洛氏硬度计、齿面硬度计	
	心 部	齿中心线与齿根圆相交处	洛氏硬度计	
有效硬化层深		齿面节圆处	维氏硬度计	
变 形		节圆(径跳)内花键孔	偏摆仪、塞规	
金 相 组 织	马氏体与残余奥氏体	齿面节圆处工作面	金相显微镜放大 400 倍	
	心部游离铁素体	齿中心线与齿根圆相交处		
	碳氮化合物	齿顶角或齿面工作处		
	黑色组织	齿顶角或齿面工作处		
	脱碳层	齿面工作处	金相显微镜放大 100 倍	

- 5.6 机械性能
- 5.6.1 凡对机械性能有特殊要求的热处理零件应任抽实物解剖进行检验。
- 5.6.2 如抽剖实物有困难,允许采用形状尺寸相仿、同材料、同方法或同炉热处理试样(块)代替,在无双方协议的情况下,试样(块)仅代表该炉零件。
- 5.6.3 机械性能检测按 GB 228 的规定执行。试样(块)截取部位及尺寸按图样、工艺规定或按 GB 6397 的规定。

## 6 检验规则

### 6.1 一般规定

6.1.1 热处理件由制造厂质量检验部门按图样、有关技术文件和本标准进行检查和验收,用户有权复验。

6.1.2 热处理件的原材料,根据“质量保证书”或“复验报告”,按国标、冶金行标、图样与有关文件的规定进行验收。

6.1.3 热处理件应根据重要程度、技术要求和热处理方式,分别对外观、硬度、变形、层深、脱碳、金相组织和机械性能进行检验。

### 6.2 检验项目与要求

#### 6.2.1 硬度

按 5.2 条要求检验硬度,按以下规定判断检验结果。

6.2.1.1 检验硬度若有 1 处平均硬度值超出图样或工艺要求,其他 2 处的平均硬度值均符合图样或工艺要求,该件判为合格。2 处中仍有 1 处超出图样或工艺要求,该件判为不合格。

6.2.1.2 若有 1 处 60% 以上的检测点超出图样或工艺要求范围与单件硬度偏差规定,该件判为不合格。

6.2.1.3 铸锻件选测机械加工面。如无机械加工面,检测毛坯面应打磨至材质相应碳份火花出现,测其表面硬度,允许低于下限 10HBS。

6.2.1.4 热处理有效厚度小于或等于 80mm,重要件工作面不允许有软点;有效厚度大于 80mm,工作面允许有 2 处小于或等于  $\phi 5\text{mm}$  呈弥散分布的软点。

6.2.2 变形:图样或工艺规定变形量的零件应逐批进行抽检。

#### 6.2.3 金相组织

6.2.3.1 按 5.5 条要求检测金相组织,按金相检验图谱(见附录 A)进行观察评级。

6.2.3.2 一般热处理件淬火回火后不做金相组织检验,若遇下列情况则需检验,但应在工艺文件中注明。批量生产可定期或定批抽检实物。

- a. 重要件、特殊重要件有要求者;
- b. 对该批、该件内在质量产生怀疑时;
- c. 大批量生产变更工艺或更换感应加热器试生产时;
- d. 工艺试验和首批生产时。

#### 6.2.4 机械性能

一般情况下热处理件不做机械性能检验;重要件、特殊重要件如需做机械性能检验,应在工艺文件或合同中注明。

### 6.3 抽样检验

6.3.1 根据报验批量的范围( $N$ ),按 GB 2828 中的一般检查水平(Ⅰ)、(Ⅱ),分别查出对应的样本数( $n$ )。特殊重要件关键项目则全数检验。

6.3.2 按热处理件重要度和质量状况,可采用正常检查一次抽样或二次抽样方案;转移方案应符合 GB 2828 中 4.6.3 条“转移规则”的规定。

6.3.3 热处理件抽样检验按一般检查水平执行。

- a. 退火、正火、渗碳、碳氮共渗、渗氮按Ⅰ级水平;
- b. 调质、淬火回火、表面淬火回火按Ⅱ级水平。

6.3.4 检验项目和合格质量水平 AQL 值按表 19 的规定。

### 6.4 抽样检验的评定

6.4.1 正常检查一次抽样方案,若样品中不合格数小于或等于合格判定数  $A_c$  时,则该批判为合格批;若不合格数等于或大于不合格拒收数  $R_c$  时,则该批判为不合格。

6.4.2 正常检查二次抽样方案,若一次样品中不合格数小于或等于第一合格判定数  $A_c$ ,则该批判为合格批;若不合格数大于第一合格判定数  $A_c$ ,小于不合格拒收数  $R$ ,则进行第二次抽样检查。若第二次抽样检查累计不合格数小于或等于第二合格判定数  $A_c$ ,则该批判为合格;若累计不合格数等于或大于第二不合格拒收数  $R$ ,则该批判为不合格。

6.4.3 热处理件检验出任一项目不符合图样、有关技术文件和本标准规定,则该件判为不合格。

表 19

检验项目	零件类型	热 处 理 方 式							备 注
		退火 正火	淬火回火		表面淬火回火		渗 碳 碳氮共渗	渗氮	
			调质	淬火	感应加热	火焰加热			
合 格 质 量 水 平                      AQL									
外观	特殊重要件	—	1.5		1.0		0.65		1. 层深、金相组织机械性能 系破坏性检验项目,合格 质量水平 AQL 为 6.5,只 限于合格接收数 $A_c$ 为 0 2. 金相组织机械性能其中 若有一个指标不符合要 求,该项目即作为不合格 项 3. “—”为不检验
	重要件								
硬度	特殊重要件	4.0	2.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.0	
	重要件		4.0	2.5	2.5	4.0	2.5	1.5	
	一般件	6.5	6.5	4.0	4.0	6.5	4.0	2.5	
变形	特殊重要件	—	4.0		2.5		1.5		
	重要件								
层深	特殊重要件	—	6.5		6.5		6.5		
	重要件								
金相 组织	特殊重要件	—	6.5		6.5		6.5		
	重要件								
机械 性能	特殊重要件	—	6.5		6.5		—		
	重要件								

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 检验标志与质量报告

7.1.1 检验合格的零件应做合格标记。

7.1.2 质量报告应包括以下内容:

- a. 制造厂名称;
- b. 零件名称、图号、材料、件数;
- c. 检验结果;
- d. 检验员;
- e. 日期。

7.2 包装、贮存、运输

7.2.1 退火、正火、调质件应装进料筐或堆放整齐,放在固定场地。

7.2.2 盐浴炉加热淬火回火件,应清洗或喷丸,涂上防锈油,装入工位器具。

7.2.3 中高频表面感应淬火回火件,应表面清洁无锈迹,采取防锈措施装入工位器具。

7.2.4 渗碳件与碳氮共渗件,应表面清洁,无残渣、油污,装入工位器具;渗氮件则应防锈、包装好,装入工位器具。

7.2.5 热处理件的包装应符合 JB/T 5947 的有关规定。

7.2.6 热处理件运输时,应轻吊、轻放、严禁堆压、碰撞。

附录 A  
金相检验图谱  
(参考件)

A1 钢的晶粒度级别图(见图 A1)

本图谱适用于钢的奥氏体(本质)晶粒度和实际晶粒度的检验;晶粒度级别见表 A1,标准级别共分为 8 级。

表 A1

放大倍数	晶 粒 度 级 别													
100	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50	1	2	3	4	5	6	7	8						
200					1	2	3	4	5	6	7	8		
300						1	2	3	4	5	6	7	8	
400							1	2	3	4	5	6	7	8

晶粒度的测定方法有比较法和弦计法两种。一种采用比较法,即在放大 100 倍下,对试样作全面观察,然后选择其晶粒度具有代表性的视场和标准级别图进行比较。

晶粒度级别中-1、0、9、10、11 和 12 等不是标准级别,而是在不同放大倍数下确定的。

若试样中发现有晶粒度不均匀现象,经全面观察后,如属偶然或个别现象,可不予计算。应当计算优势晶粒所占的面积不少于视场的 90%的晶粒度级别数。

A2 调质钢淬火马氏体级别图(见图 A2)

本图谱适用于 45、40Cr 等钢的淬火马氏体检验。

图谱根据马氏体针叶长度的不同共分为 10 级,各级显微组织特征见表 A2。

表 A2

mm

级 别	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
在 500 倍下具有代表性的马氏体最大针长	2	3	4	5	6	8	10	12.5	15	20

检验试样应在淬火后进行,用 4%硝酸酒精溶液腐蚀,在 500 倍下按本图谱评级,通常 1~4 级为合格;对于淬裂倾向不大的零件,根据工艺规定可放宽至 6 级。

A3 调质钢感应淬火马氏体级别图(见图 A3)

本图谱适用于 45、40Cr 等钢的高频、中频表面感应加热淬火的马氏体检验。

图谱根据马氏体针叶的长度、托氏体及铁素体数量的多少共分为 10 级,各级显微组织特征见表 A3。

检验试样用 4%硝酸酒精溶液腐蚀,在放大 400 倍下由表面观察至 0.5mm 深度处,按本图谱评级。模数小于 4 的齿轮,高频淬火后马氏体 4~7 级为合格;模数大于或等于 4 的齿轮和硬化层要求较深或由于工艺要求需加热时间较长的零件以及连续淬火的零件,其马氏体 3~7 级为合格。

表 A3

级 别	在 400 倍 下 的 显 微 组 织 特 征
1	粗大马氏体
2	较大马氏体
3	针状马氏体
4	较细针状马氏体
5	细针状马氏体
6	细致马氏体
7	细针状马氏体,其含碳量有些不均匀
8	细针状马氏体,其含碳量有些不均匀并有少量托氏体
9	细针状马氏体+网络状托氏体及少量未溶铁素体
10	细针状马氏体+网络状托氏体及大块未溶铁素体

A4 渗碳层碳化物级别图(见图 A4)

本图谱适用于 20Cr、20CrMnTi 等钢渗碳齿轮及其他渗碳件的金相组织检验。  
图谱根据碳化物的数量、形状、大小及分布情况共分为 8 级,其级别说明见表 A4。

表 A4

级 别	碳 化 物 级 别 说 明
1	碳化物数量较少,呈细小粒状分布
2	碳化物呈细小粒状均匀分布
3	碳化物呈细小块状均匀分布
4	碳化物呈中等块状密集分布
5	碳化物呈较大块状,个别处呈断续网状分布
6	碳化物呈大块状,个别处呈断续网状分布
7	碳化物呈连续网状分布
8	碳化物呈粗大网状分布

检验试样用 4%硝酸酒精溶液腐蚀,在放大 400 倍下按本图谱评级。常啮合齿轮 1~6 级为合格;换挡齿轮 1~5 级为合格。

A5 20Cr 钢渗碳层碳化物级别图(见图 A5)

本图谱适用于 20Cr 钢渗碳层碳化物的检验。  
图谱根据碳化物的形状与数量多少共分为 8 级。  
检验试样应在渗碳后(缓冷)、淬火前进行。用 4%硝酸酒精溶液腐蚀,在放大 400 倍下按本图谱评级,通常 1~5 级为合格。

A6 20CrMnTi 钢渗碳层碳化物级别图(见图 A6)

本图谱适用于 20CrMnTi 钢渗碳层碳化物的检验。  
图谱根据碳化物的形态与数量多少共分为 8 级。

检验试样应在渗碳后(缓冷)、淬火前进行。用 4%硝酸酒精溶液腐蚀,在放大 400 倍下按本图谱评级,通常 1~5 级为合格。

A7 渗碳淬火后心部铁素体级别图(见图 A7)

本图谱适用于 20Cr、20CrMnTi 等钢渗碳齿轮及其他渗碳件的金相组织检验。  
图谱根据心部铁素体的数量、形状及大小情况共分为 8 级,其级别说明见表 A5。

表 A5

级 别	铁 素 体 级 别 说 明
1	无明显游离铁素体
2	微量游离铁素体
3	少量细条状与小块状游离铁素体
4	少量条状与小块状游离铁素体
5	条状与小块状游离铁素体
6	较多数量的块状与条状游离铁素体
7	多量的块状铁素体
8	大量的块状铁素体

检验试样用 4%硝酸酒精溶液腐蚀,在放大 400 倍下按本图谱评级。通常模数小于或等于 5 的齿轮 1~4 级为合格;模数大于 5 的齿轮 1~5 级为合格。

A8 渗碳淬火后马氏体及残余奥氏体级别图(见图 A8)

本图谱适用于 20Cr、20CrMnTi 等钢渗碳齿轮及其他渗碳件的金相组织检验。  
图谱根据马氏体针叶的长度、残余奥氏体的数量共分为 8 级,各级马氏体最大针长见表 A6。

表 A6

mm

级 别	1	2	3	4	5	6	7	8
在 400 倍下具有代表性的马氏体最大针长	1	2	3	5	8	10	13	16

检验试样用 4%硝酸酒精溶液腐蚀,在放大 400 倍下按本图谱评级,通常 1~6 级为合格。

A9 碳氮化合物级别图(见图 A9 和图 A10)

本图谱适用于 20CrMnTi、20MnVB 等钢碳氮共渗层碳氮化合物的检验。  
按本标准碳氮化合物级别图 A 型及 B 型分别评级,两型均为 7 级。常啮合齿轮 1~5 级为合格;换挡齿轮 1~4 级为合格。A 型和 B 型各级碳氮化合物状态分别见表 A7 和表 A8。

A10 碳氮共渗马氏体及残余奥氏体级别图(见图 A11)

本图谱适用于 20CrMnTi、20MnVB 等钢碳氮共渗马氏体及残余奥氏体的检验。  
图谱根据马氏体针叶的长度、残余奥氏体的数量共分为 7 级。  
检验试样用 4%硝酸酒精溶液腐蚀,在放大 400 倍下按本图谱评级,通常 1~5 级为合格。

表 A7 A 型

级 别	在 400 倍 下 碳 氮 化 合 物 状 态
1	碳氮化合物不明显或数量较少,呈细小粒状分布
2	少量碳氮化合物,呈细小粒状分布
3	小块状碳氮化合物,较集中分布
4	中等块状碳氮化合物,较集中分布
5	大块状碳氮化合物,较集中分布
6	大块状碳氮化合物,集中并呈断续网状分布
7	大块连续网状碳氮化合物

表 A8 B 型

级 别	在 400 倍 下 碳 氮 化 合 物 状 态
1	碳氮化合物不明显或数量较少,呈细小粒状分布
2	少量碳氮化合物,呈细小粒状分布
3	小块状碳氮化合物,较偏析分布
4	中等块状碳氮化合物,较偏析分布
5	大块状碳氮化合物,较偏析分布
6	大块状碳氮化合物,偏析分布
7	大块聚集的碳氮化合物

A11 碳氮共渗黑色组织级别图(见图 A12)

本图谱适用于 20CrMnTi、20MnVB 等钢碳氮共渗黑色组织的检验。  
图谱根据黑色网状和带状的多少共分为 4 级,各级显微组织特征见表 A9。

表 A9

级 别	黑 色 组 织 特 征
1	呈点状和轻微的网状
2	呈网状
3	呈轻微的带状和网状
4	呈带状和较深的网状

检验试样应在淬火状态下用 4%硝酸酒精溶液腐蚀,在放大 400 倍下按本图谱评级,通常 1~2 级为合格。

A12 渗氮扩散氮化物形态级别图(见图 A13)

本图谱适用于渗氮层氮化物形态的检验。  
图谱根据氮化物的数量、形状及分布情况共分为 5 级,各级显微组织特征见表 A10。

表 A10

级 别	氮 化 物 形 态 特 征
1	扩散层中有少量呈脉状分布的氮化物
2	扩散层中有较多脉状分布的氮化物
3	扩散层中有严重脉状及少量半网状分布的氮化物
4	扩散层中有连续网状分布的氮化物
5	扩散层中有严重呈片状和网状分布的氮化物

检验试样用 3%硝酸酒精溶液腐蚀,在放大 500 倍下按本图谱评级,通常 1~3 级为合格。

### A13 渗氮层疏松级别图(见图 A14)

本图谱适用于氮碳共渗化合物层微密性的检验。

图谱根据化合物层中微孔的形状、数量和密集程度共分为 5 级,各级疏松特征见表 A11。

表 A11

级 别	疏 松 特 征
1	化合物层致密,表面有极少量零星分布的微孔
2	化合物层较致密,表面有少量细点状微孔
3	化合物层微孔密集成点状孔隙,由表及里逐渐减少
4	微孔占化合物层深度的 2/3 以上,部分微孔集聚分布
5	微孔占化合物层深度的 3/4 以上,部分呈孔洞密集分布

检验试样用 3%的硝酸酒精溶液腐蚀,在放大 500 倍下按本图谱评级,通常 1~3 级为合格。

### A14 渗氮层脆性级别图(见图 A15)

本图谱适用于渗氮层表面脆性的检验。

图谱根据维氏硬度计的压痕周边碎裂程度共分为 5 级。压痕级别换算见表 A12。

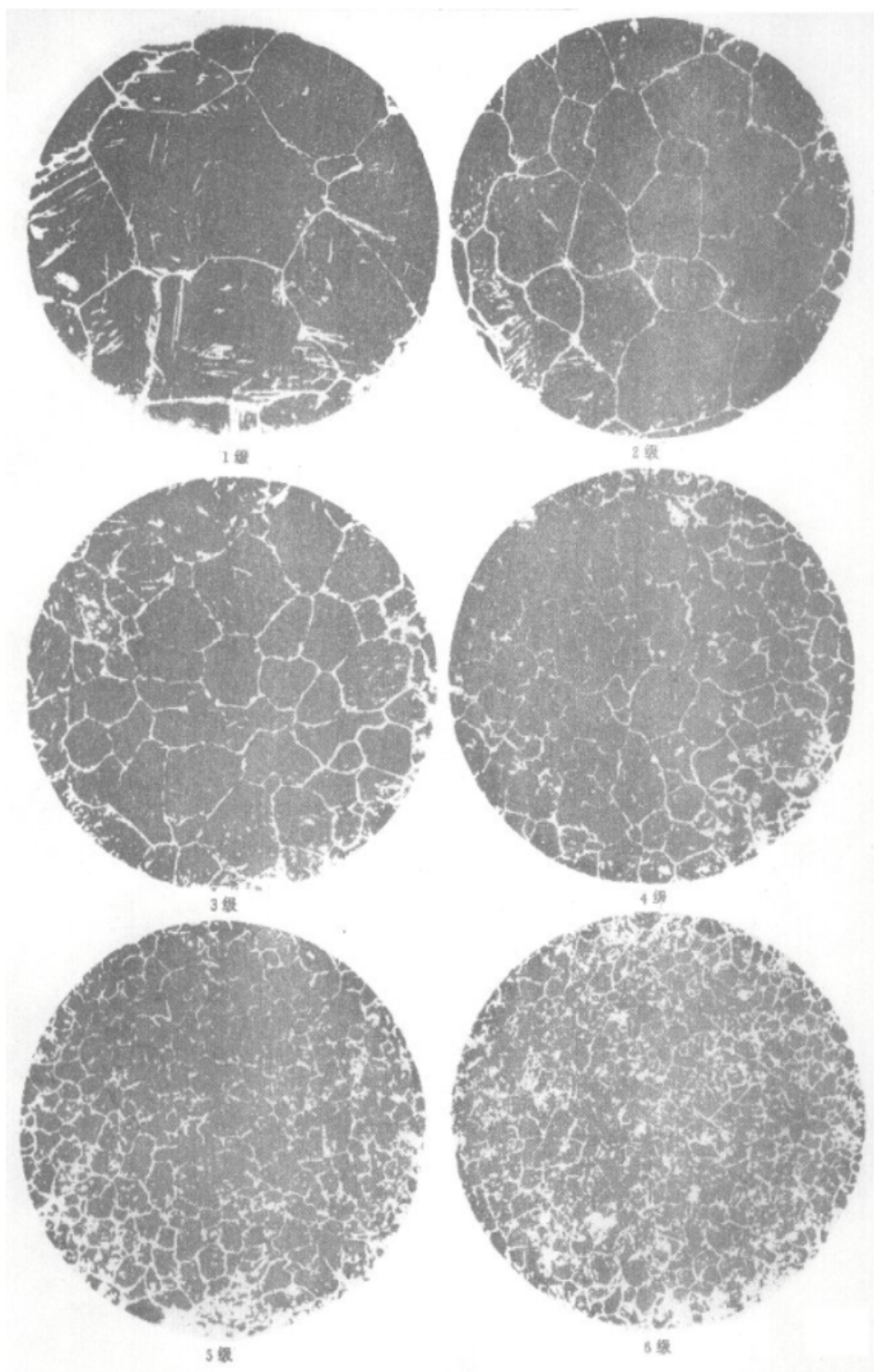
表 A12

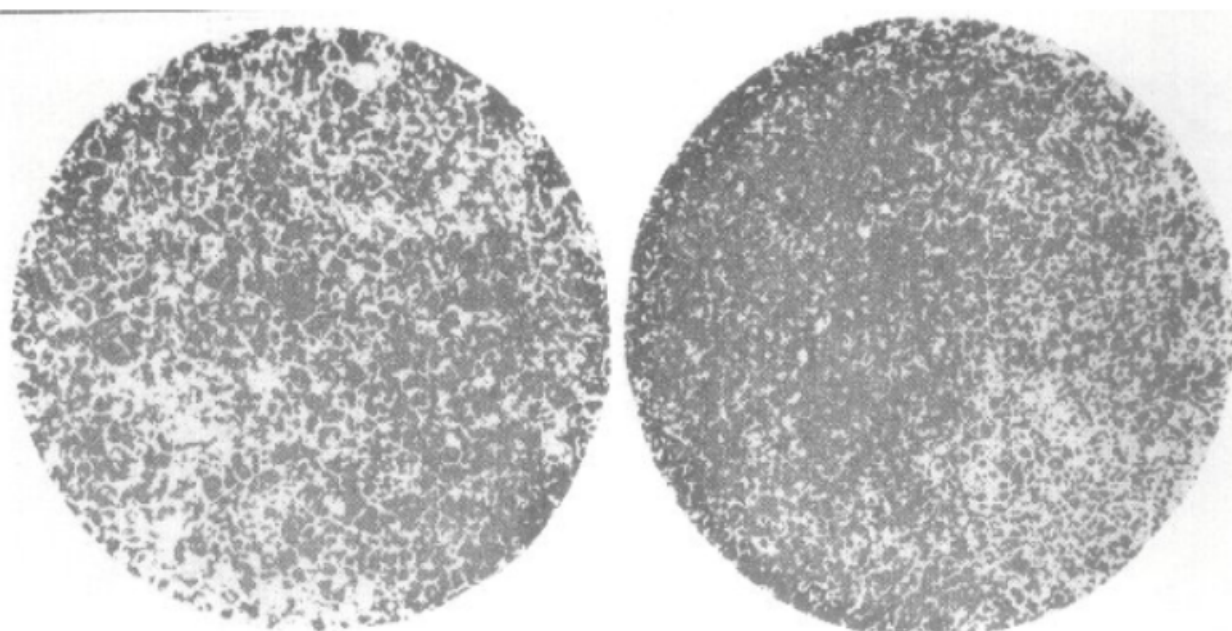
负 荷 kg	压 痕 级 别 换 算				
5	1	2	3	4	4
10	1	2	3	4	5
30	2	3	4	5	5

检验试样表面粗糙度应为  $R_{a1.25}$ ,维氏硬度计 10kg,特殊情况可用 5kg 或 30kg 负荷,按上表计算。

将压痕放大 100 倍检查,在三点中至少有两处于相同级别时方能确定。通常 1~3 级为合格,齿轮 1~2 级为合格。对于留在磨量的零件,允许磨去加工余量后检验。



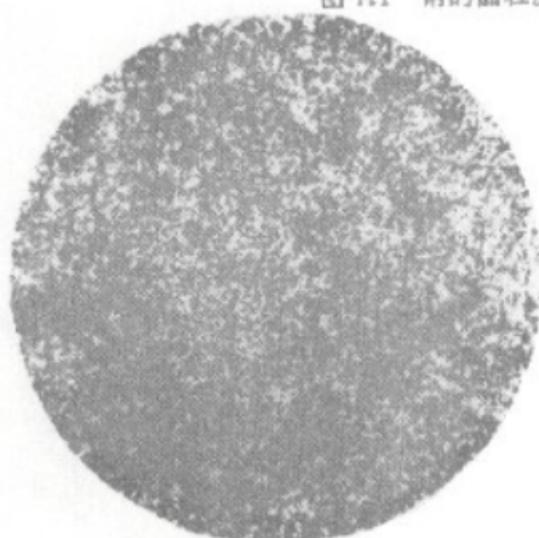




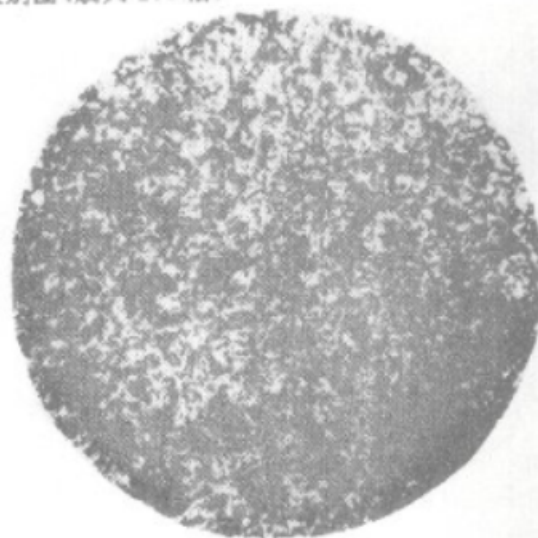
7 级

8 级

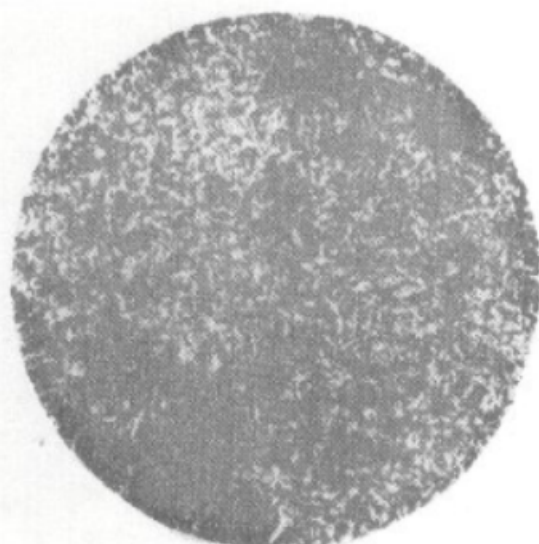
图 A1 铜的晶粒度级别图(放大 100 倍)



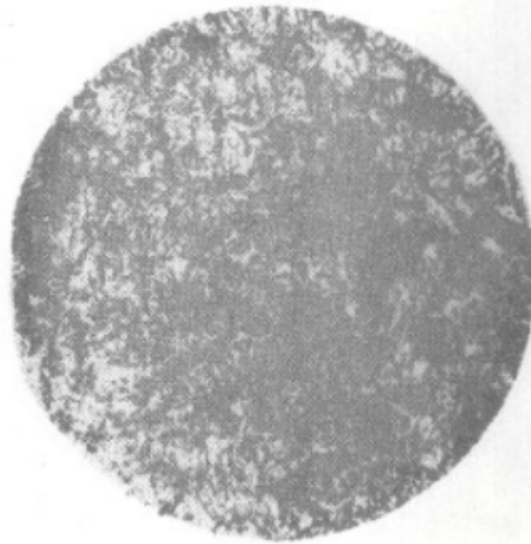
1 级



2 级



3 级



4 级



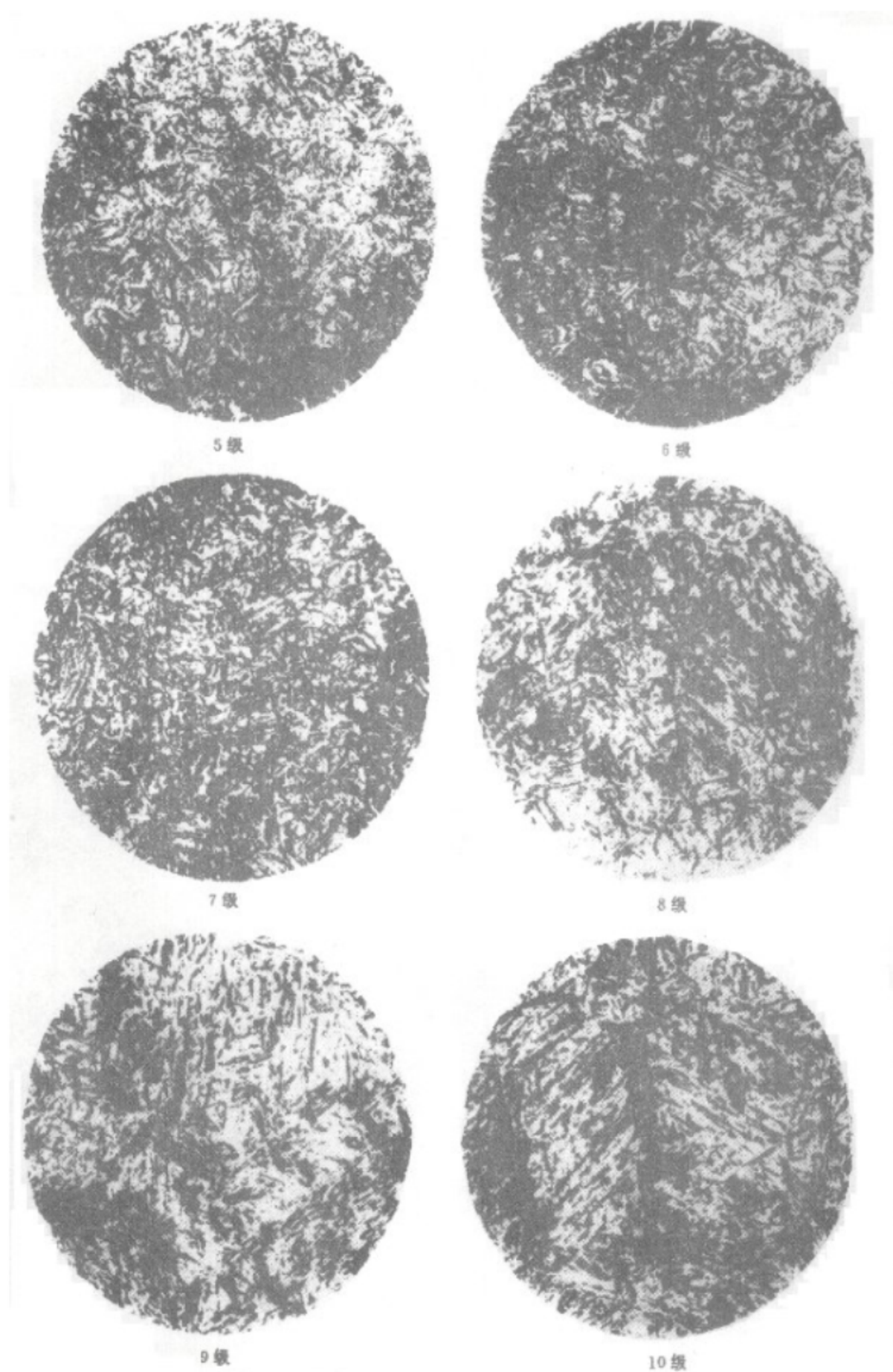
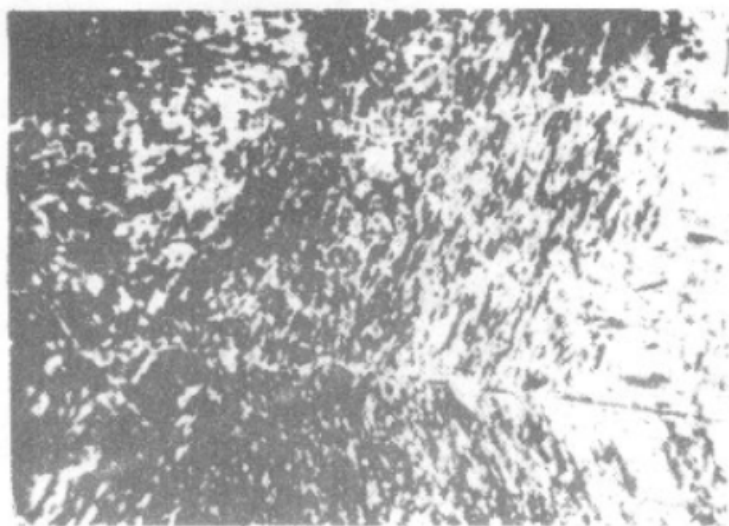
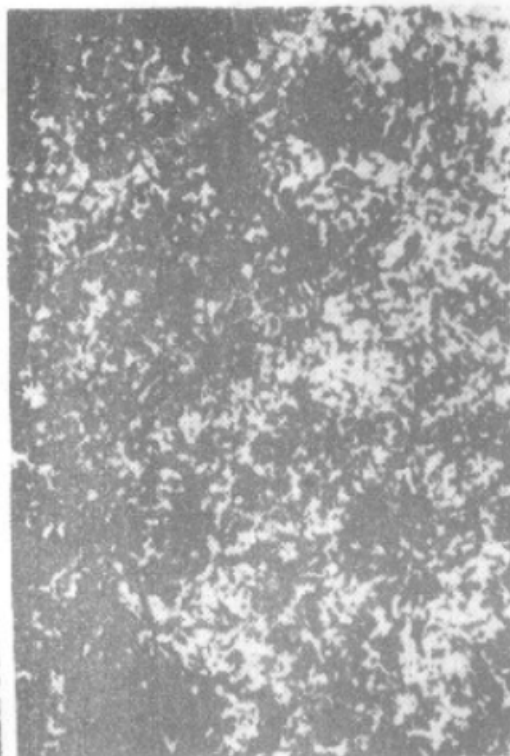


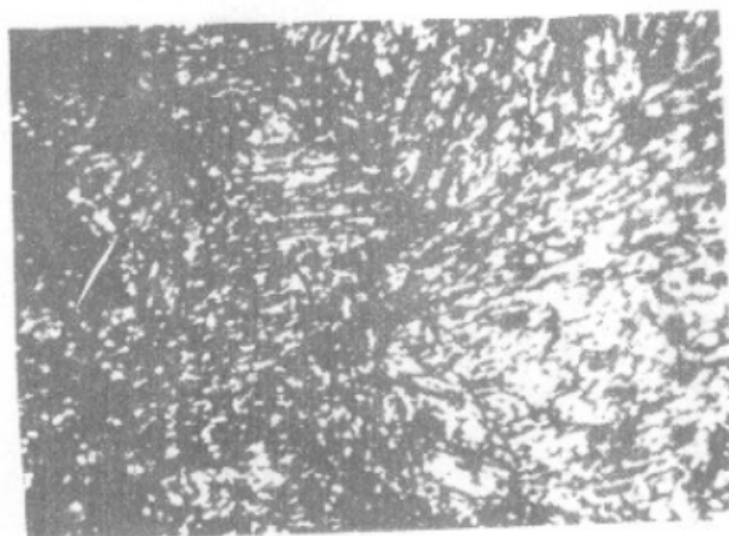
图 A2 调质钢淬火马氏体级别图(放大 500 倍)



1 级



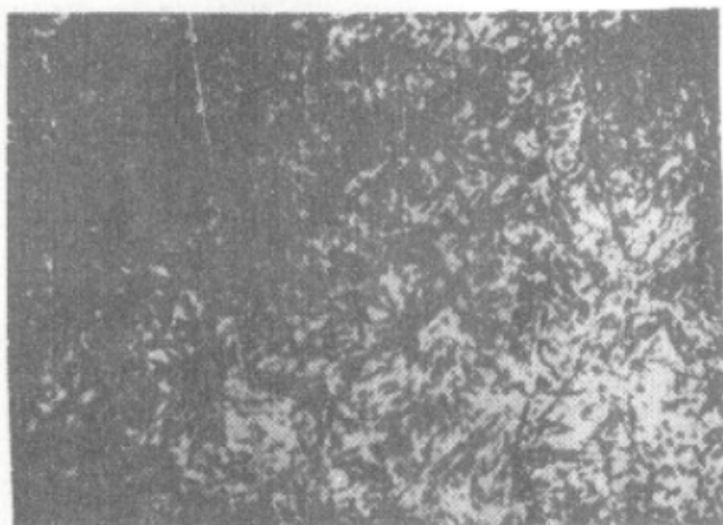
4 级



2 级

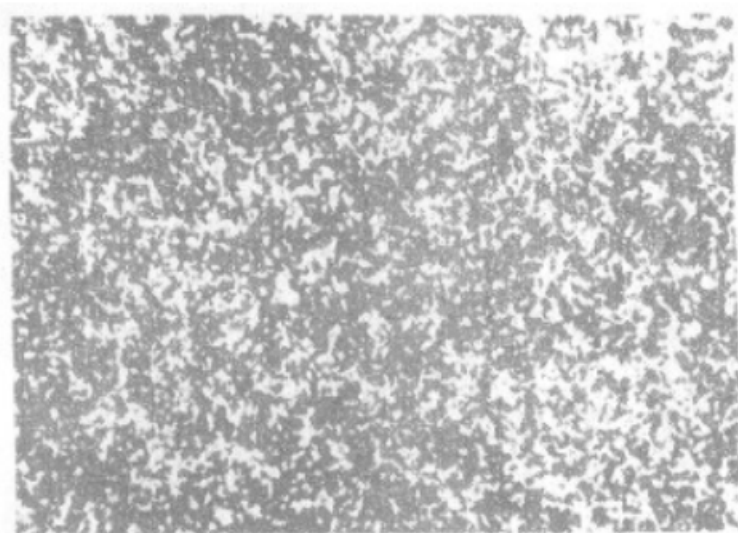


5 级



3 级

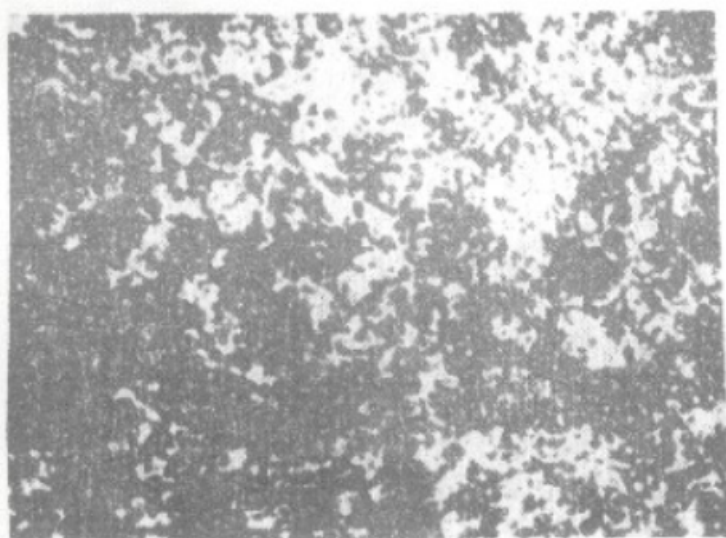




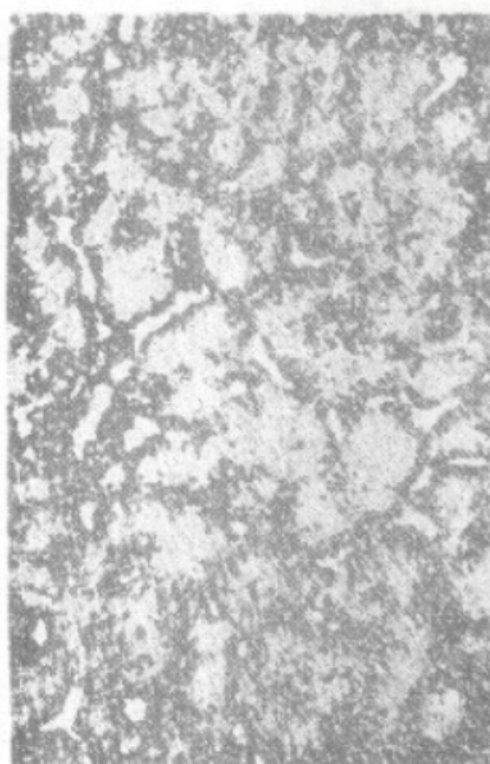
6 级



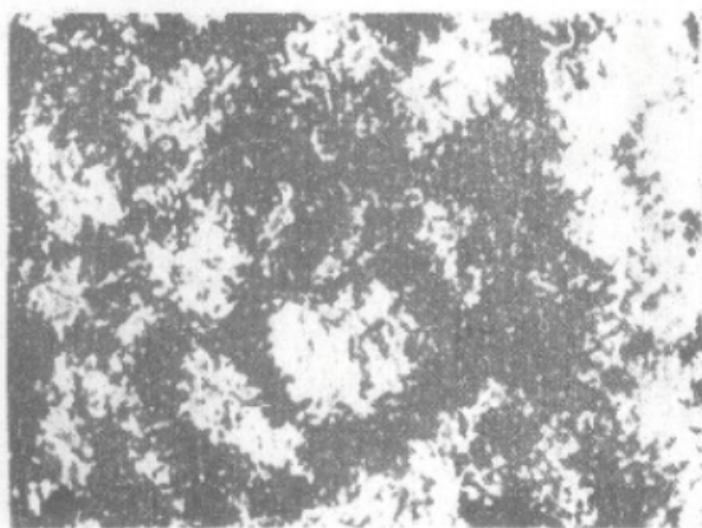
9 级



7 级

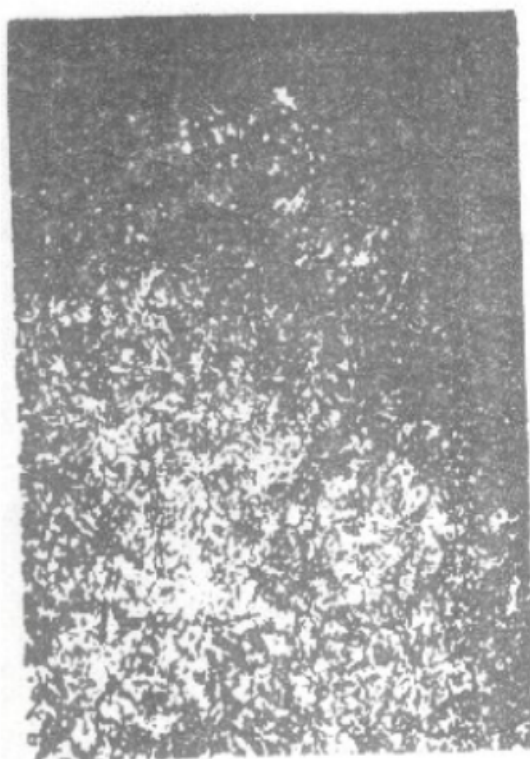


10 级

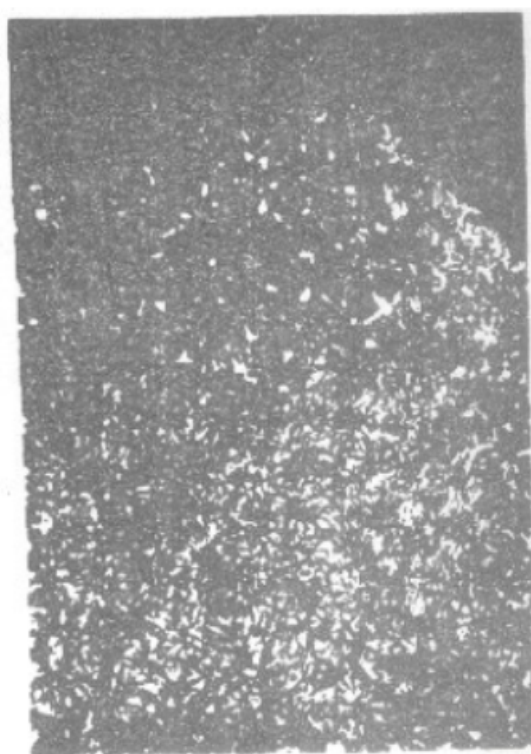


8 级

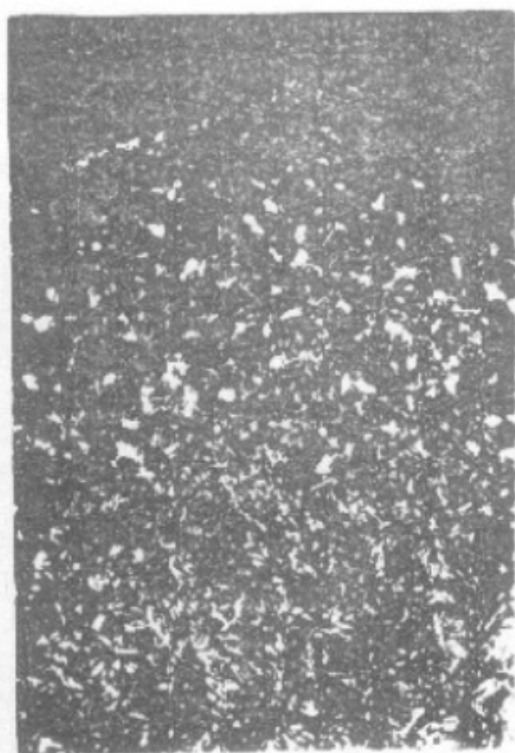
图 A3 调质钢感应淬火马氏体级别图(放大 400 倍)



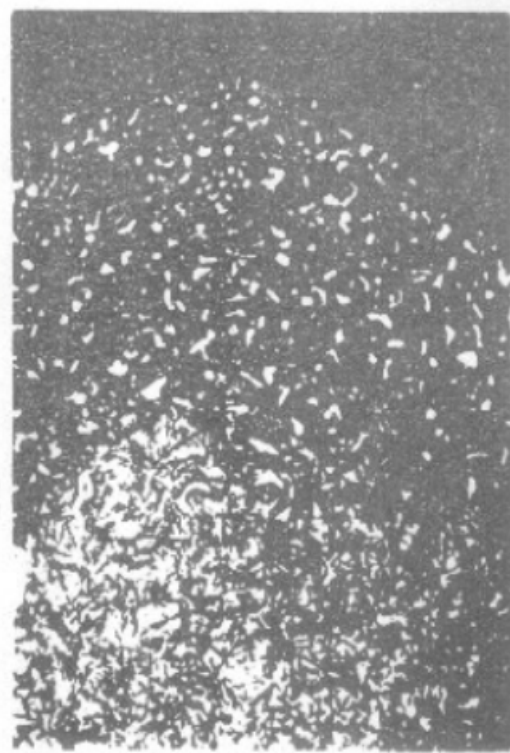
1 级



2 级

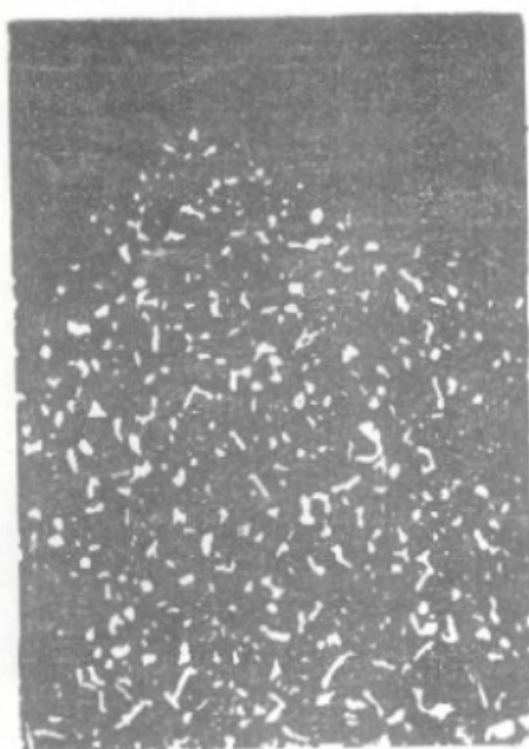


3 级

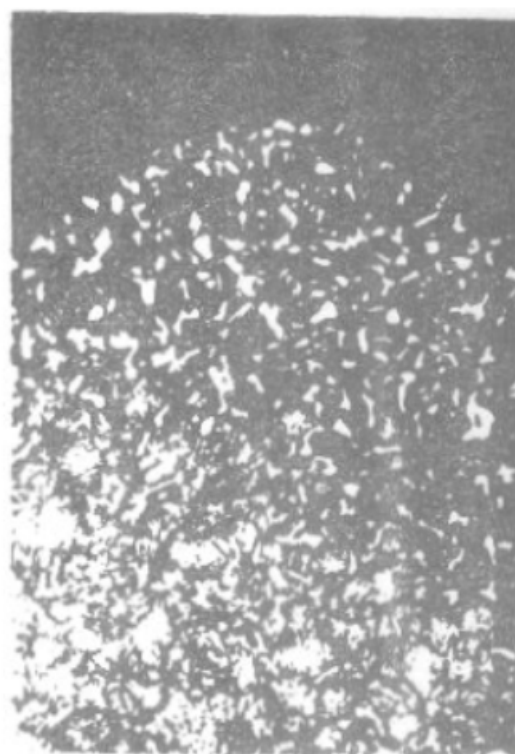


4 级

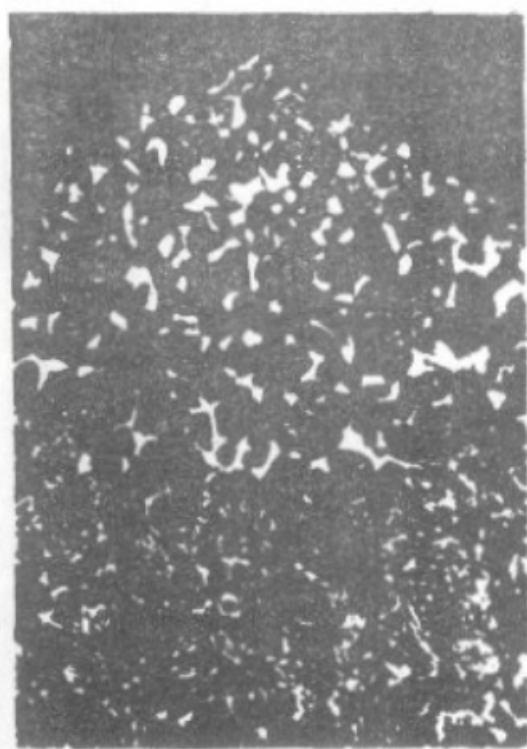




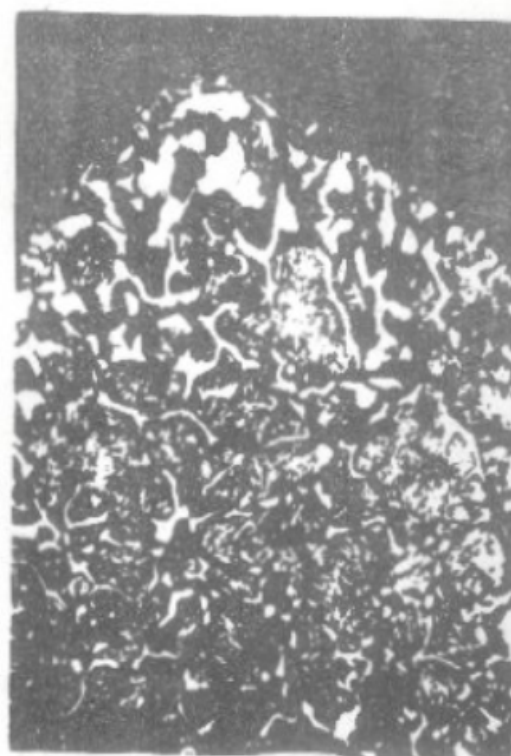
5 级



6 级

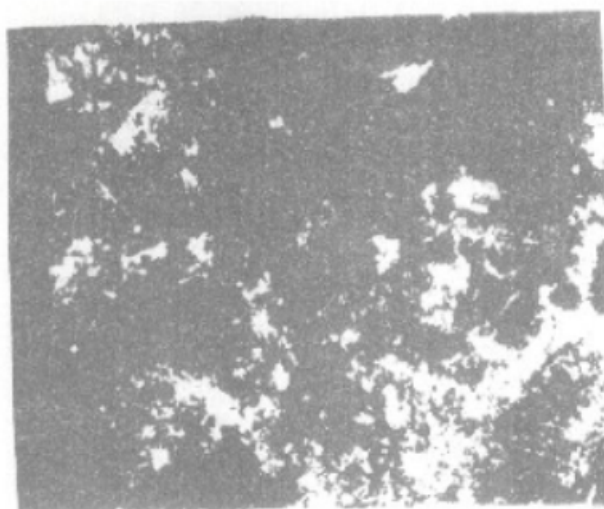


7 级

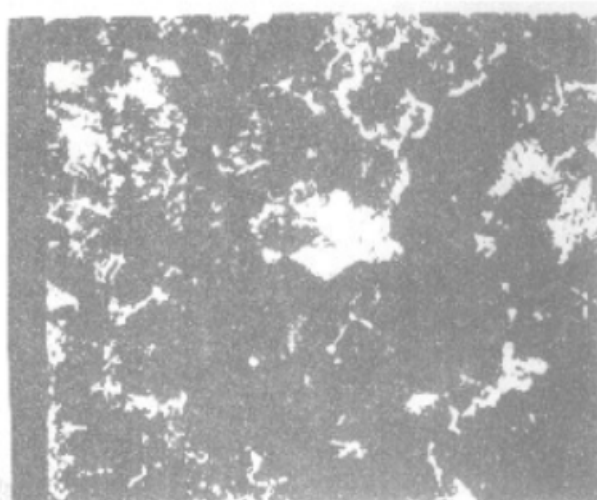


8 级

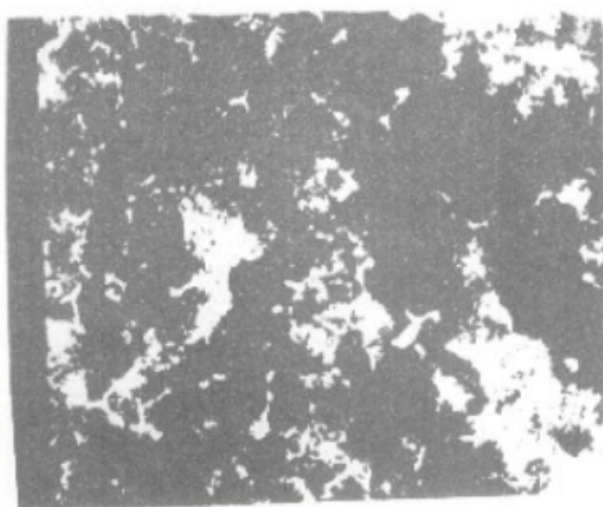
图 A4 渗碳层碳化物级别图(放大 400 倍)



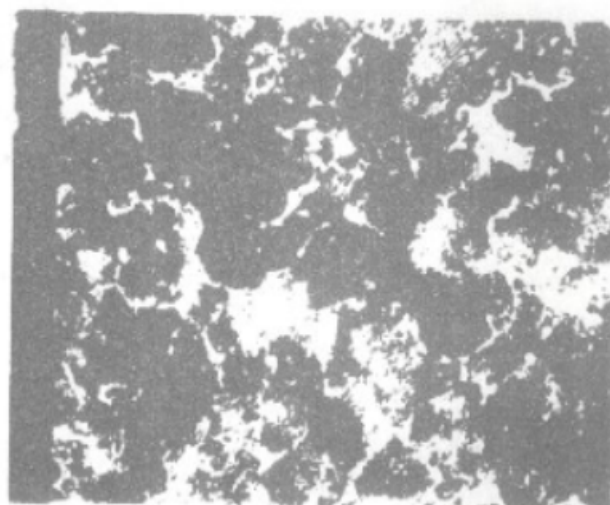
1 级



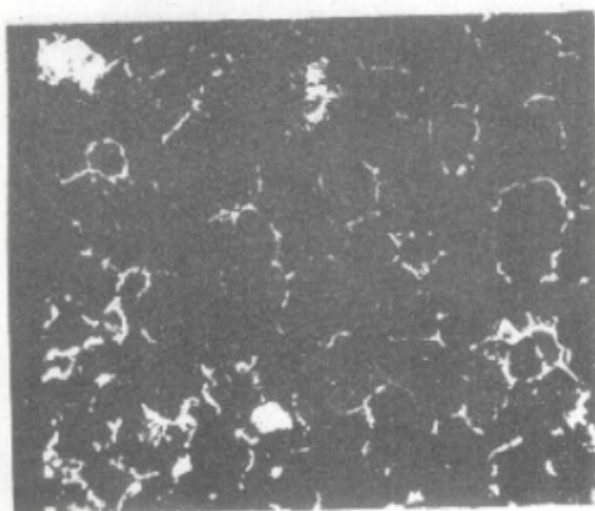
2 级



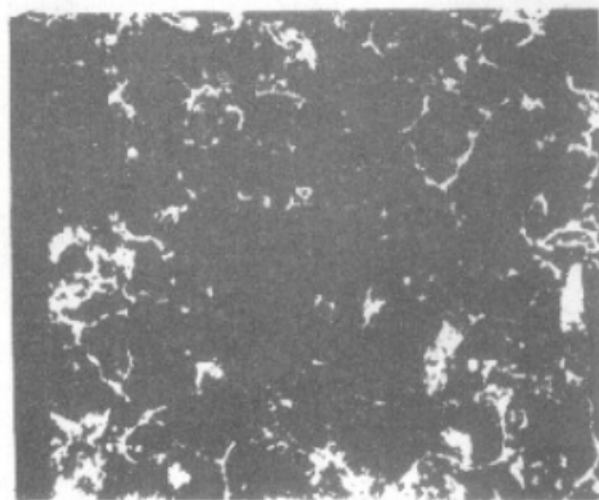
3 级



4 级

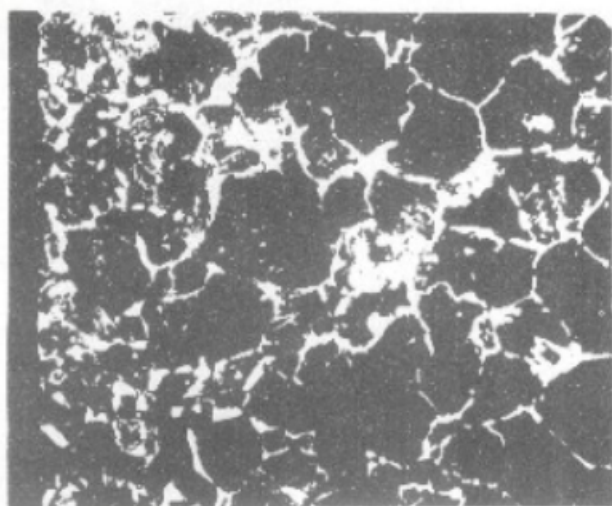


5 级

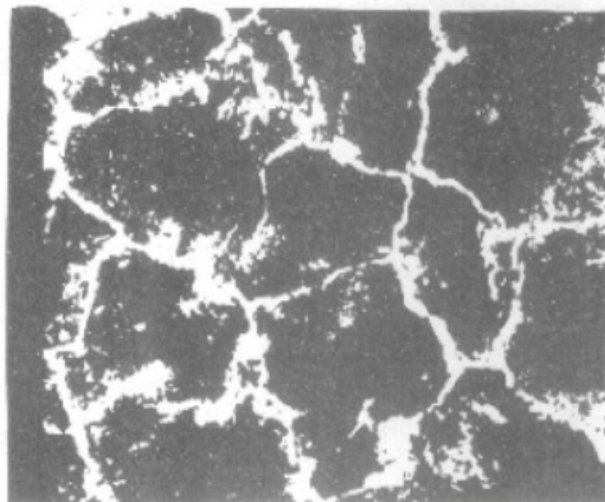


6 级



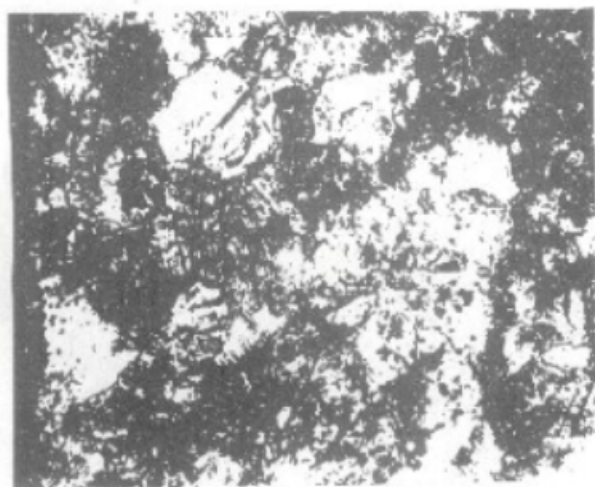


7 级

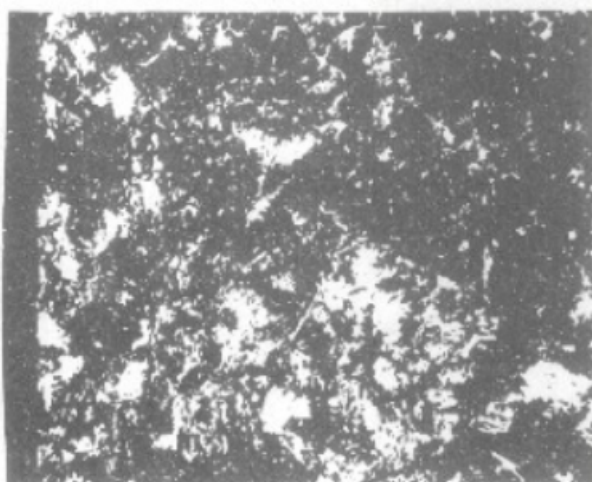


8 级

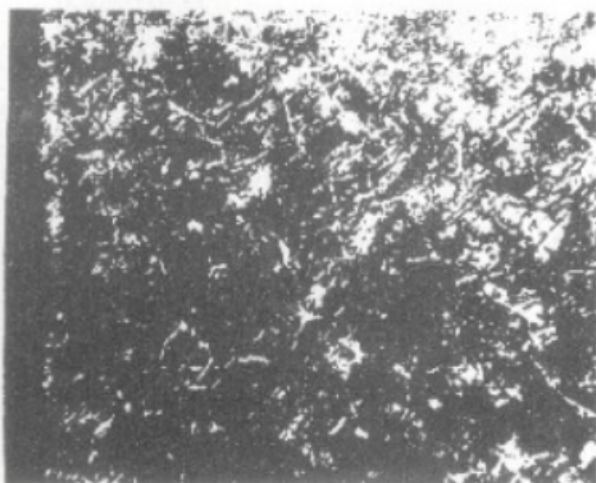
图 A5 20Cr 钢渗碳层碳化物级别图(放大 400 倍)



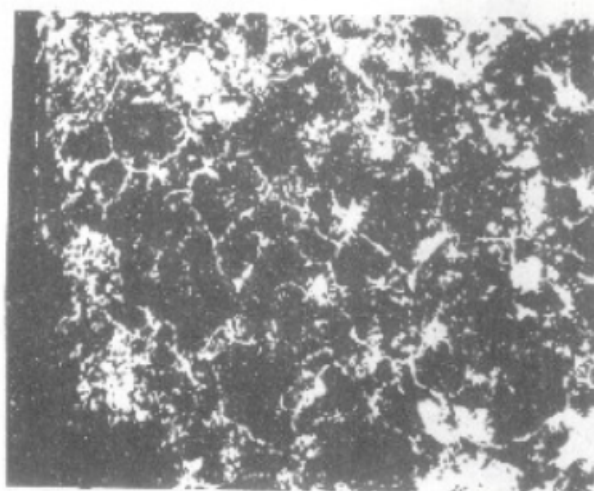
1 级



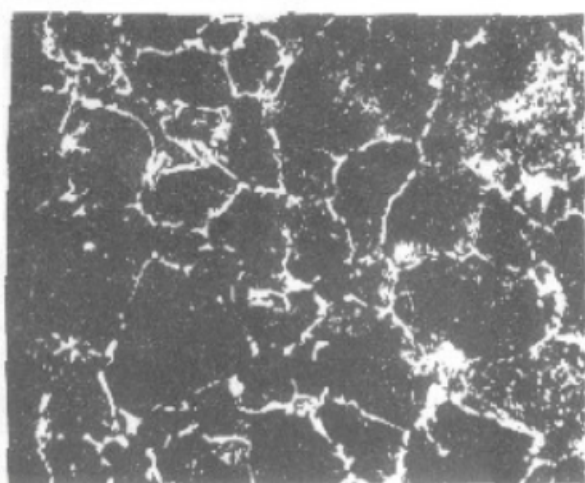
2 级



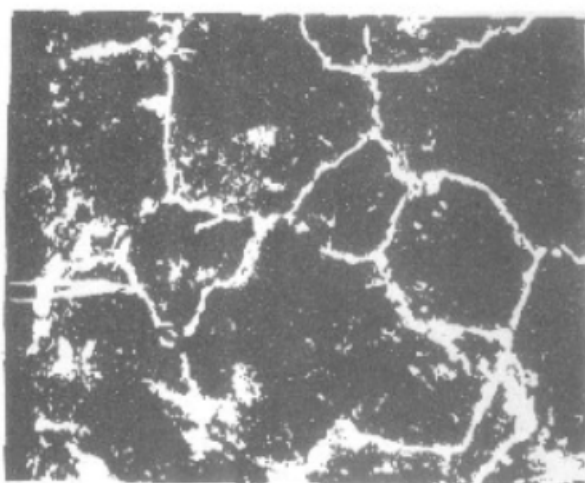
3 级



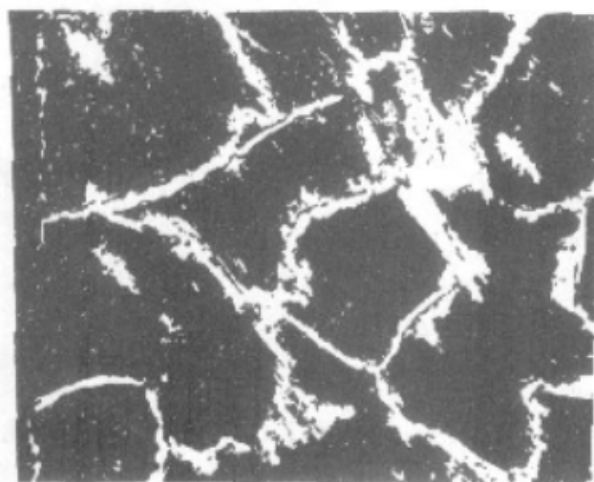
4 级



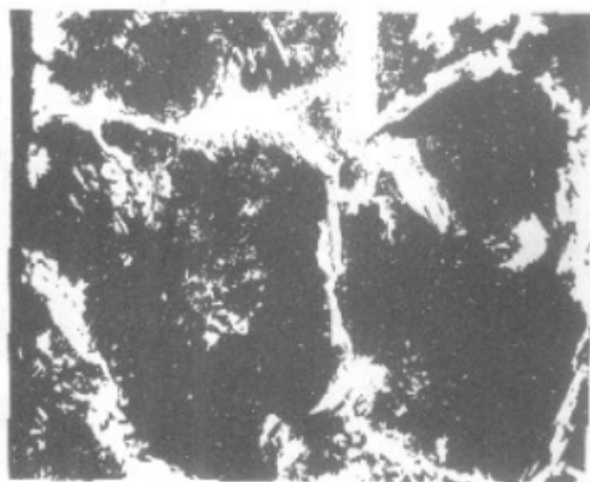
5 级



6 级

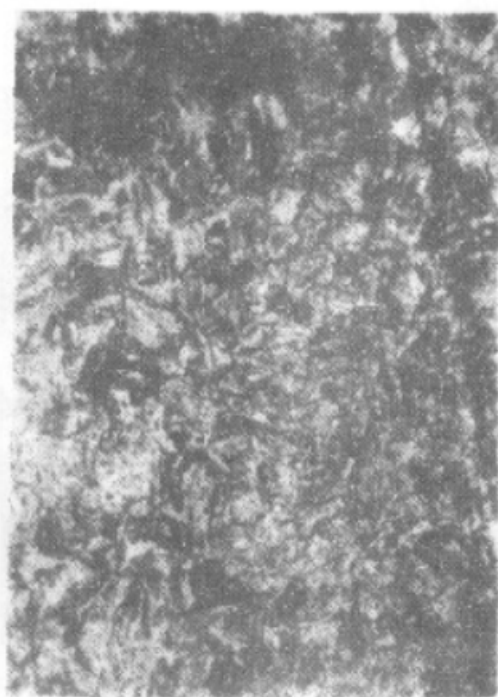


7 级

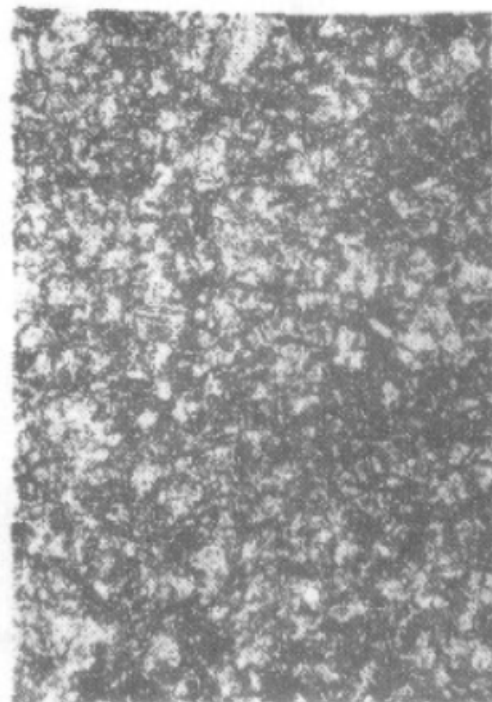


8 级

图 A6 20CrMnTi 钢渗碳层碳化物级别图(放大 400 倍)

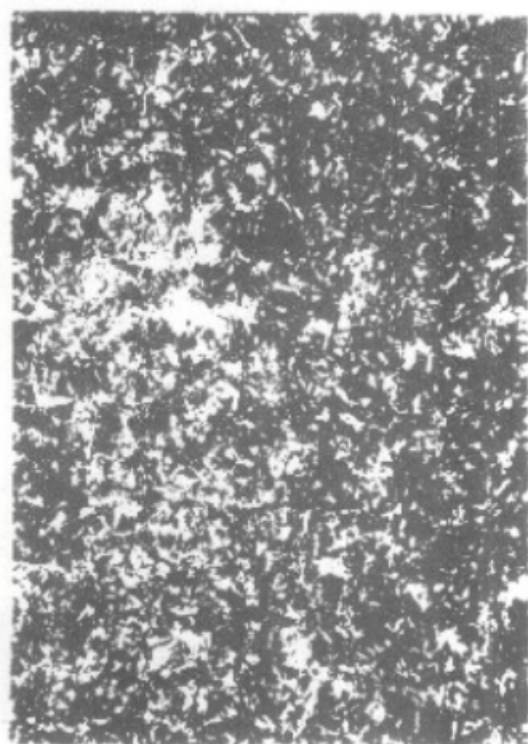


1 级

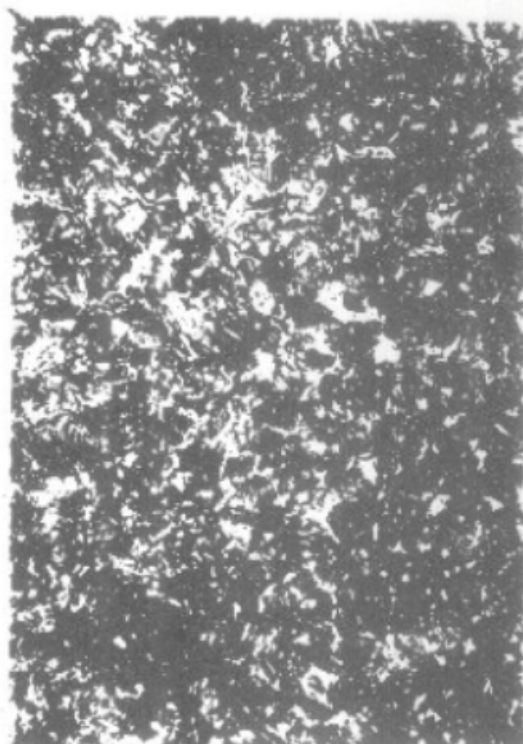


2 级

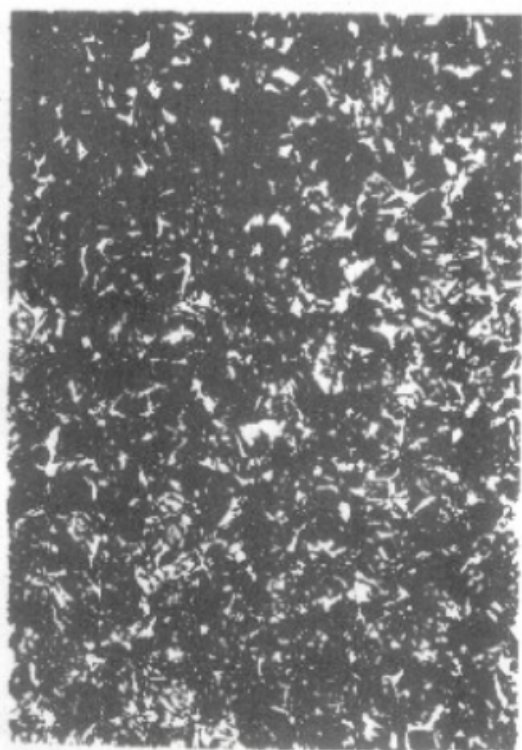




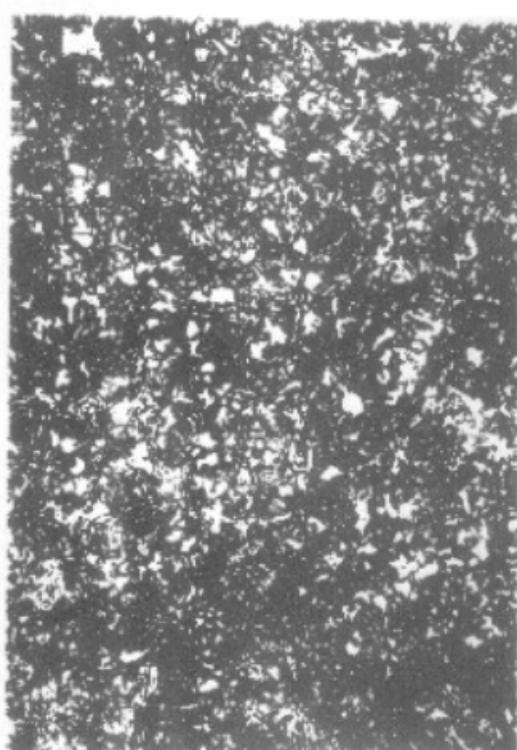
3 级



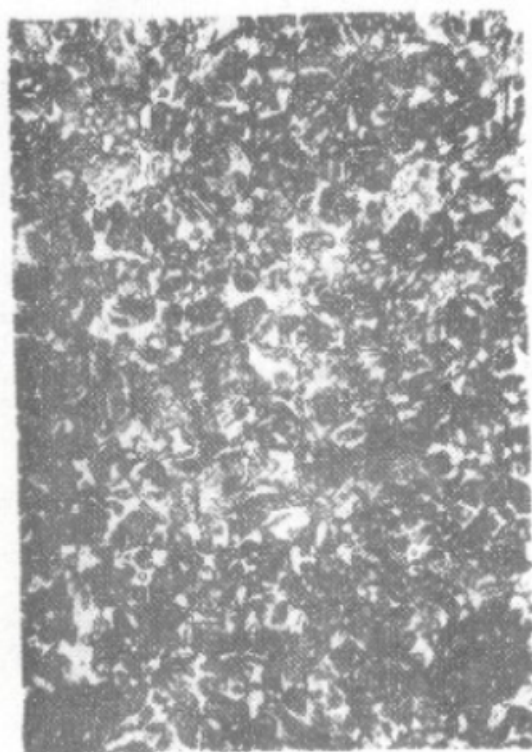
4 级



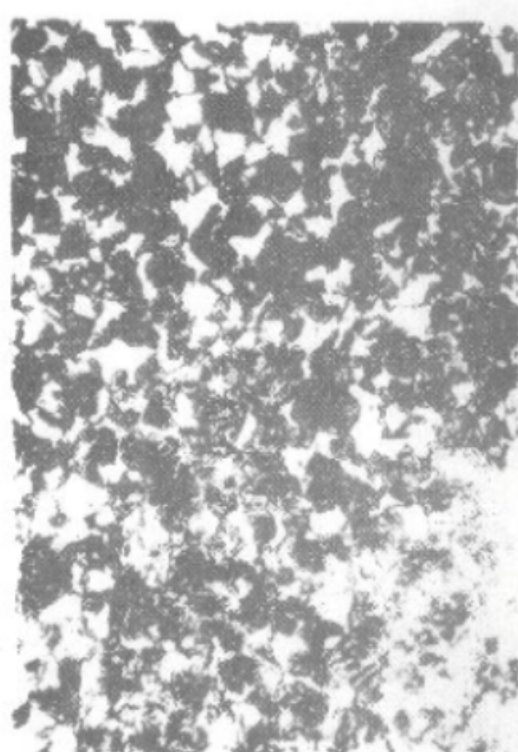
5 级



6 级

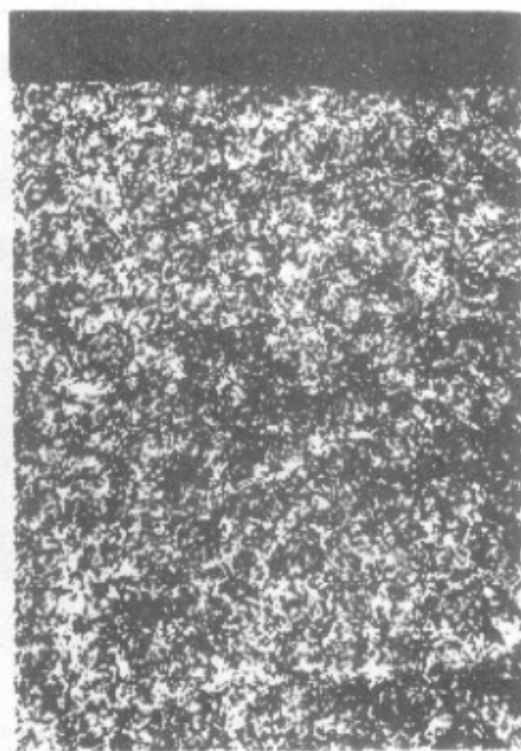


7 级

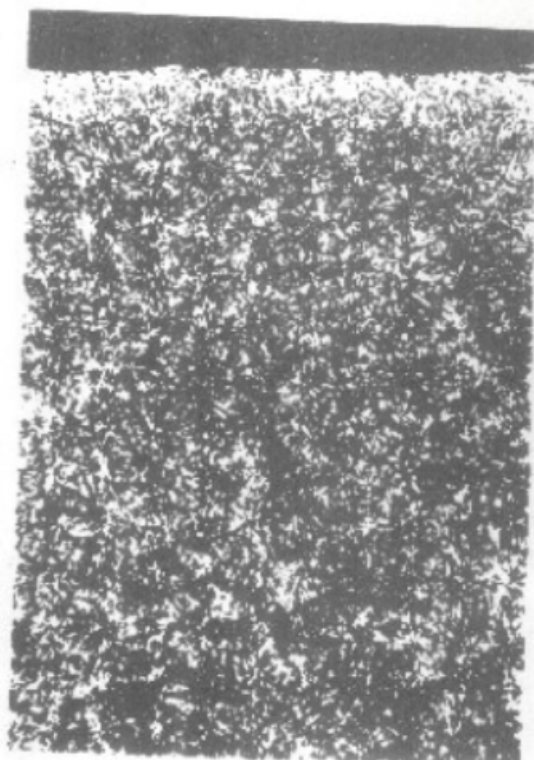


8 级

图 A7 渗碳淬火后心部铁素体级别图(放大 400 倍)

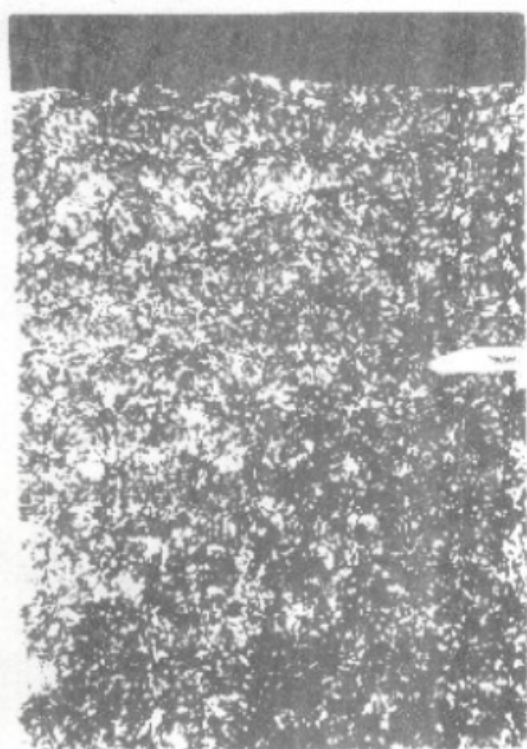


1 级

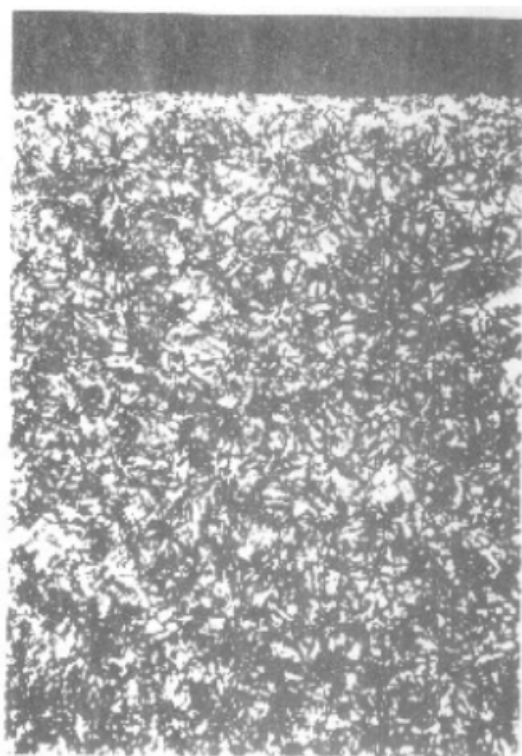


2 级

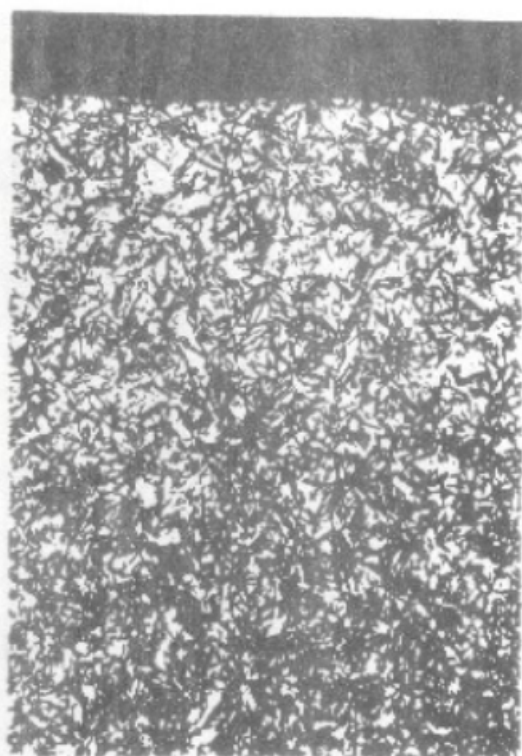




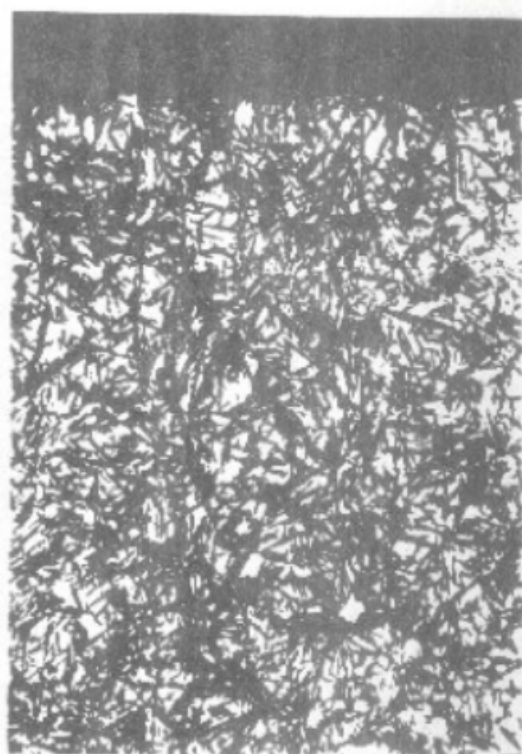
3 级



4 级



5 级



6 级



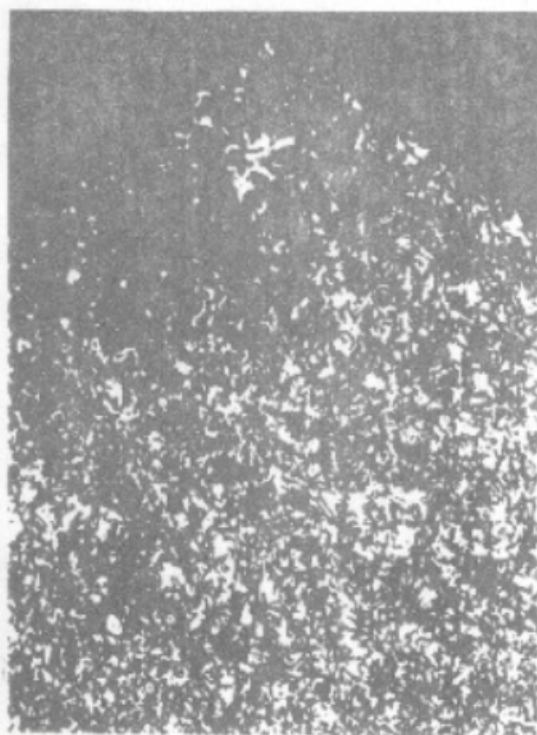


7 级

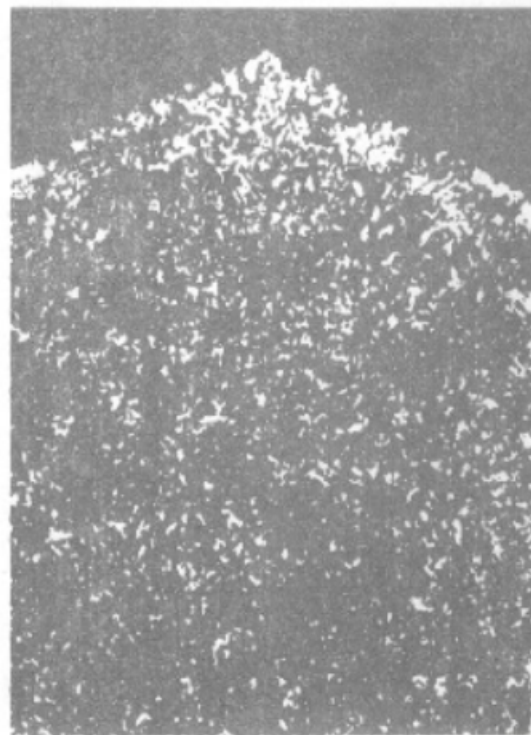


8 级

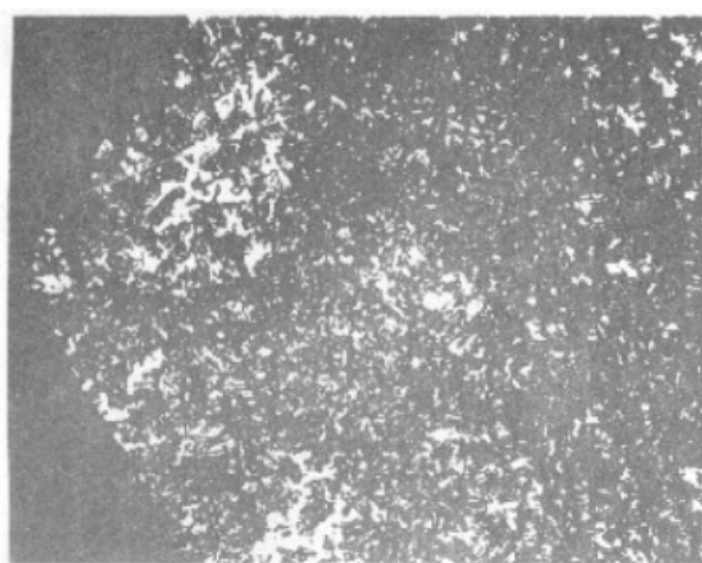
图 A8 渗碳淬火后马氏体及残余奥氏体级别图(放大 400 倍)



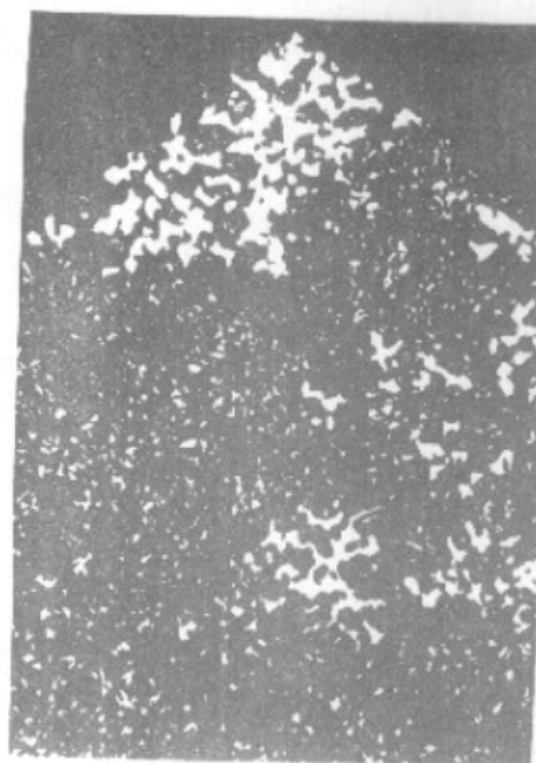
1 级



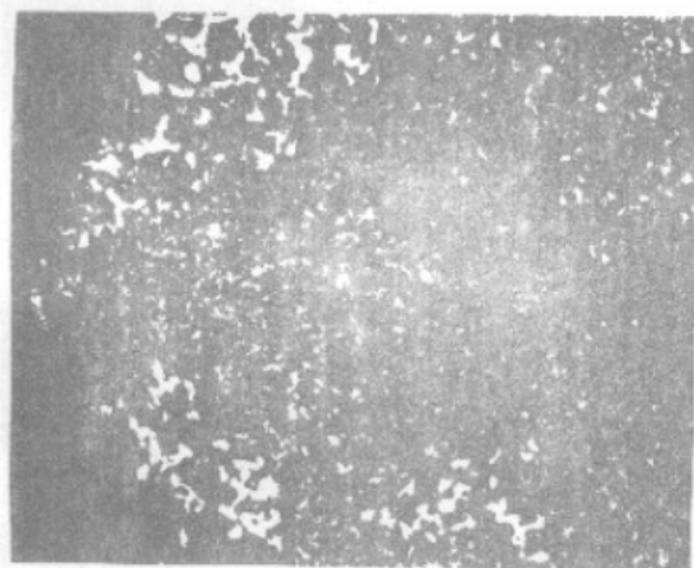
2 级



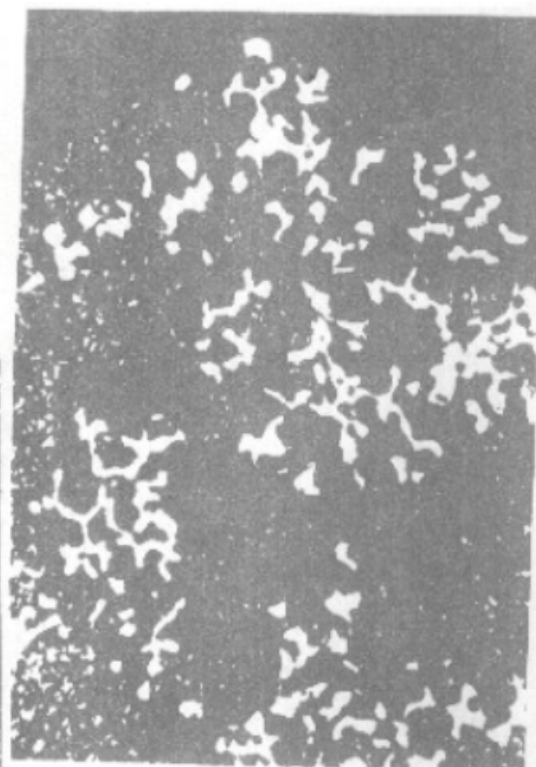
3 级



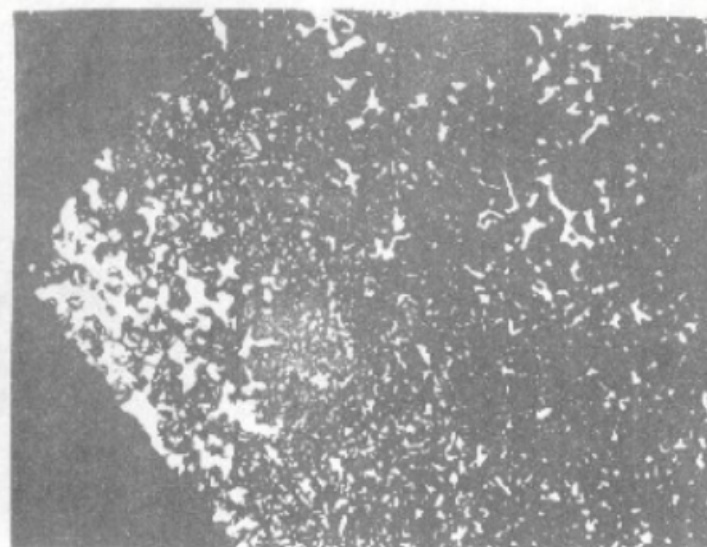
6 级



4 级



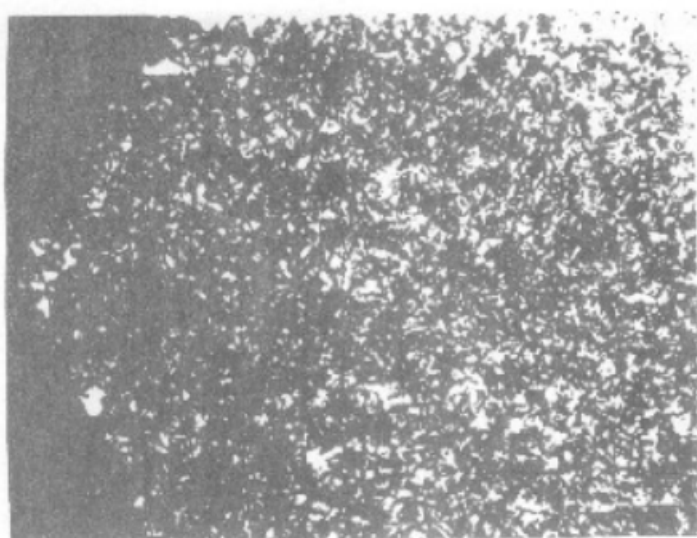
7 级



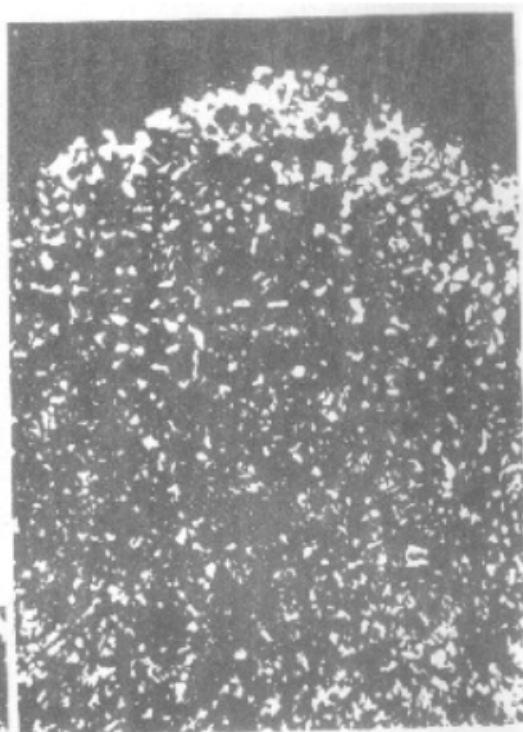
5 级

图 A9 碳氮化合物级别图 A 型(放大 400 倍)

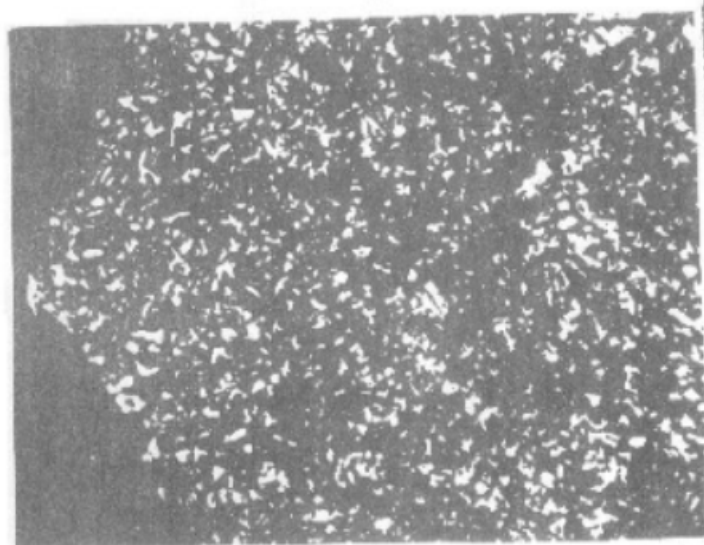




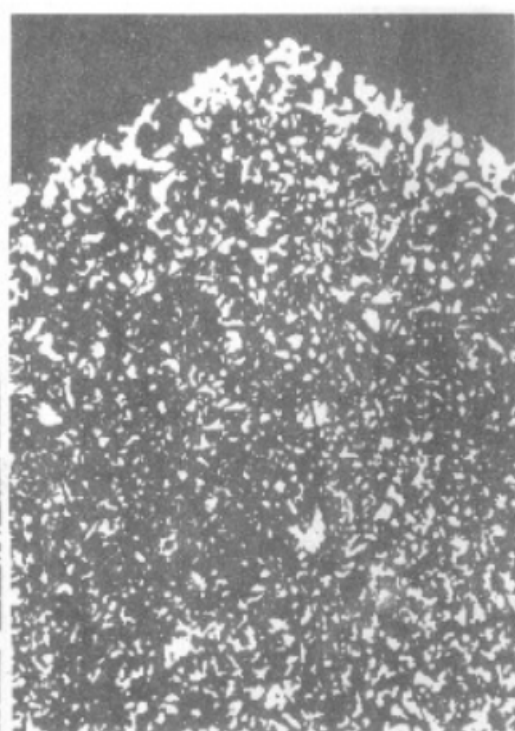
1 级



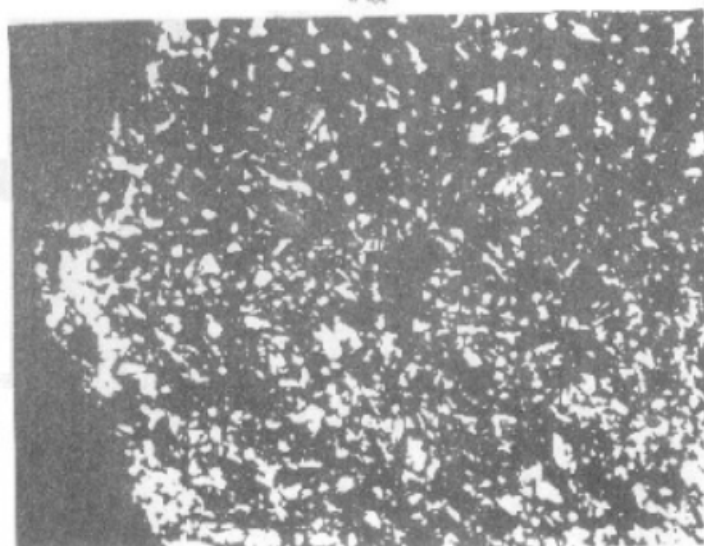
4 级



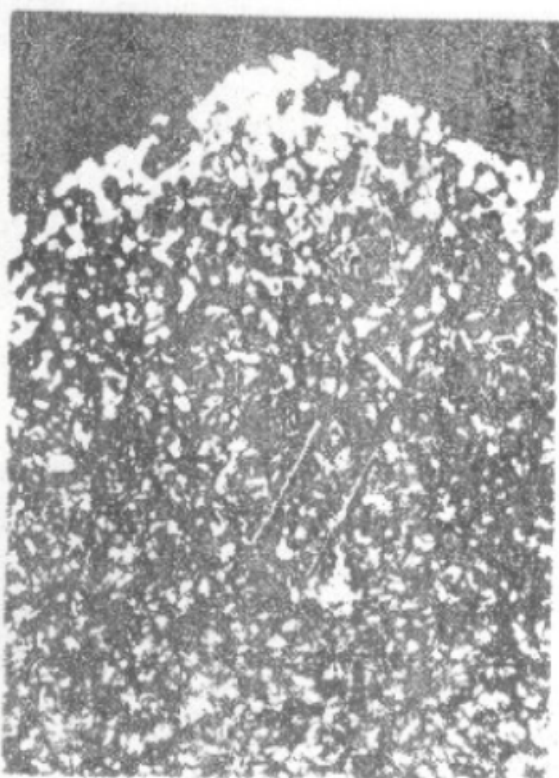
2 级



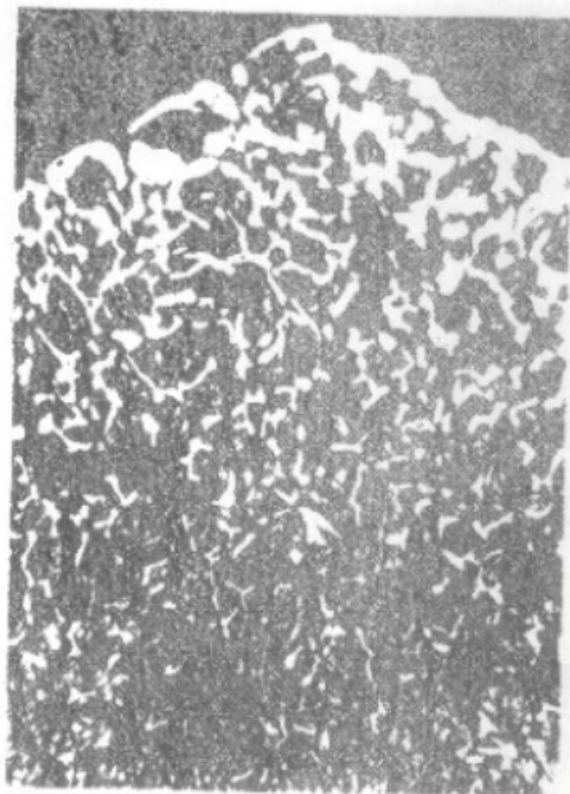
5 级



3 级

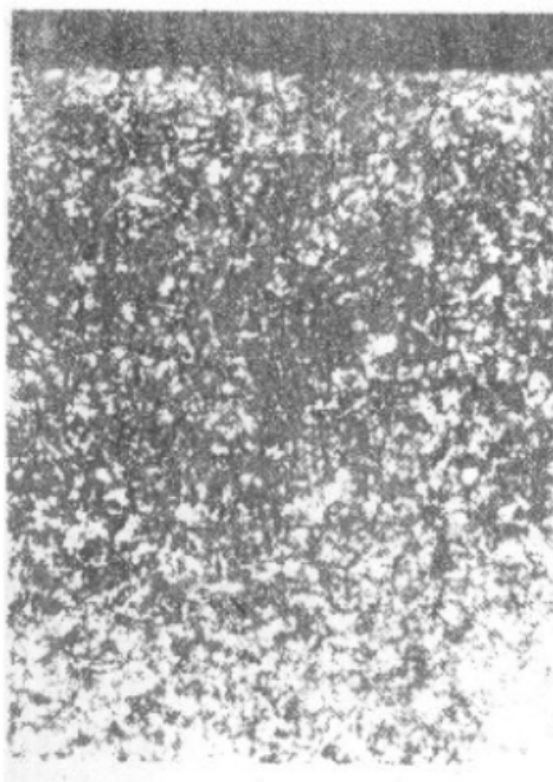


6 级

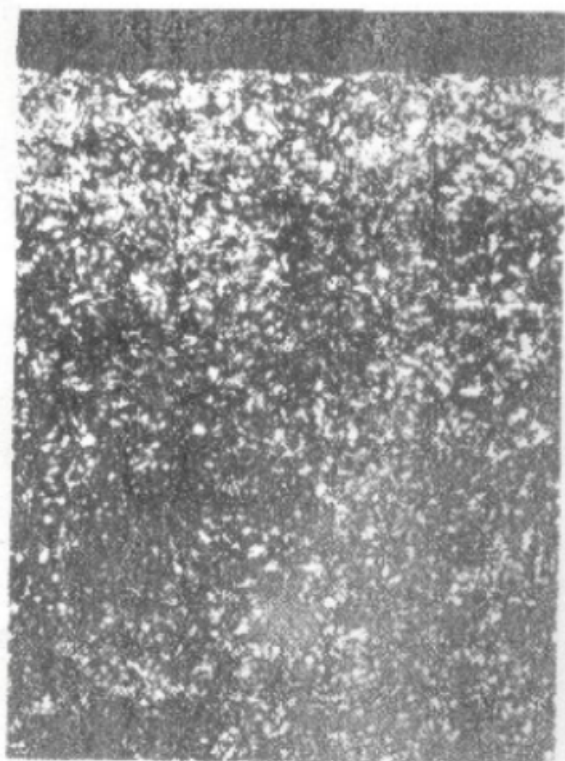


7 级

图 A10 碳氮化合物级别图 B 型(放大 400 倍)

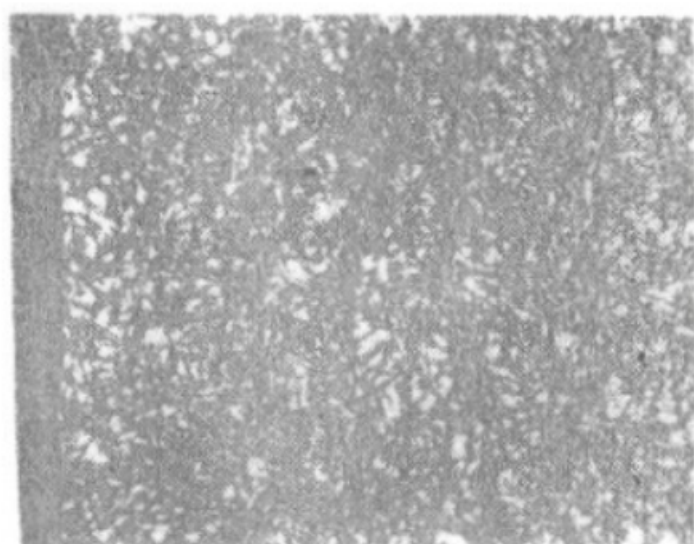


1 级

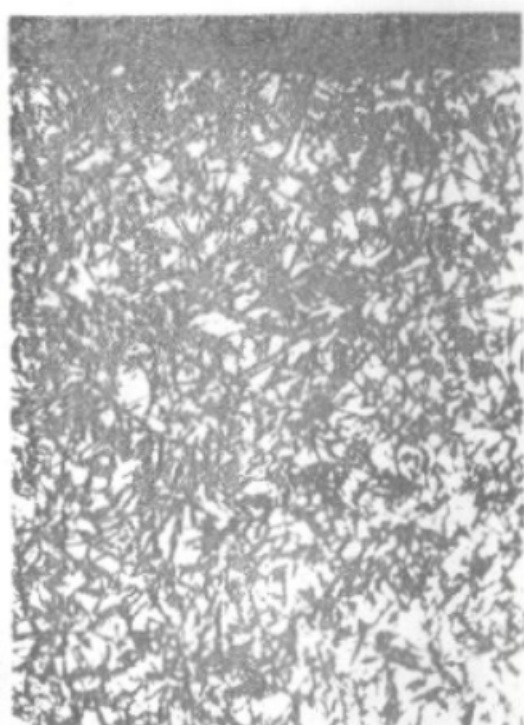


2 级

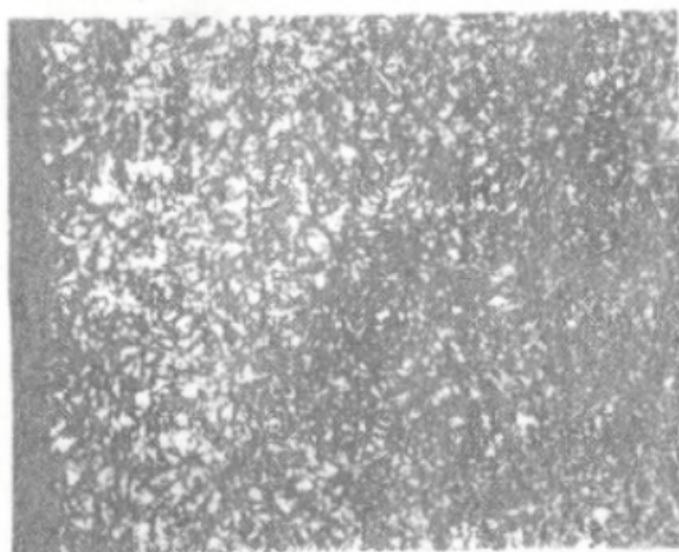




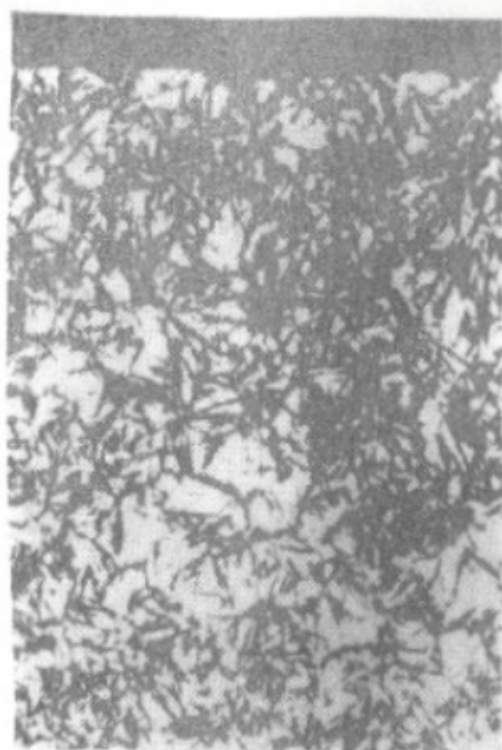
3 级



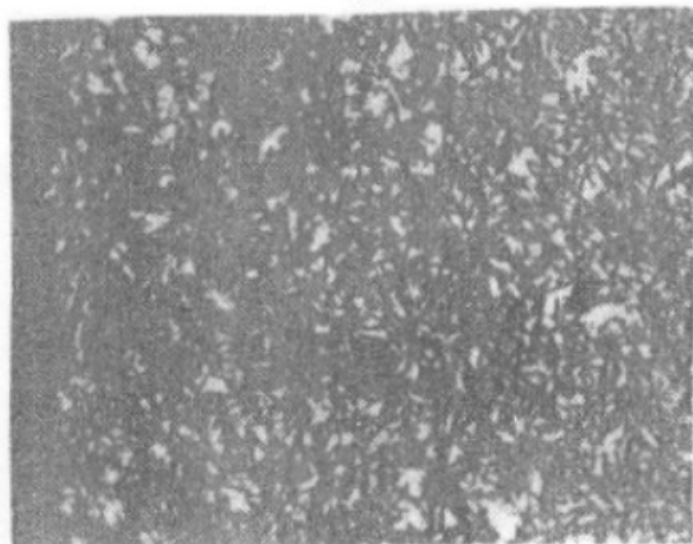
6 级



4 级



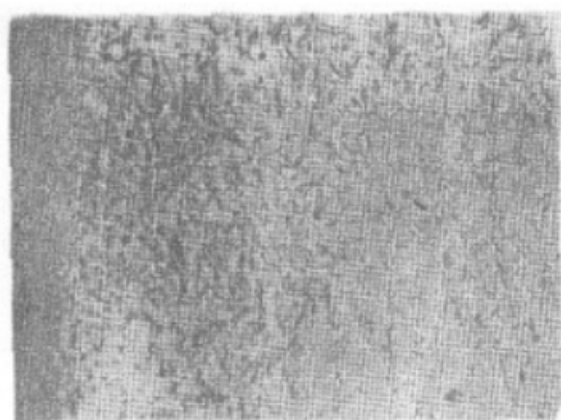
7 级



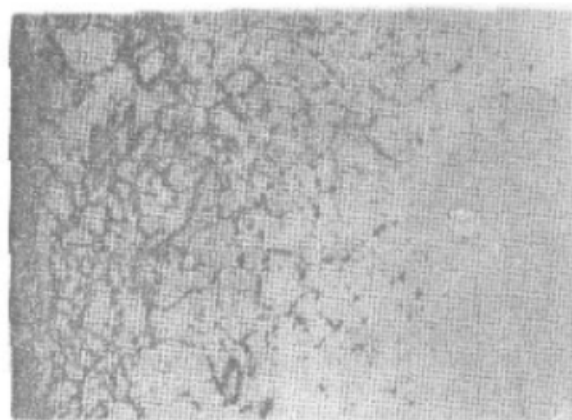
5 级

图 A11 碳氮共渗马氏体及残余奥氏体级别图(放大 400 倍)

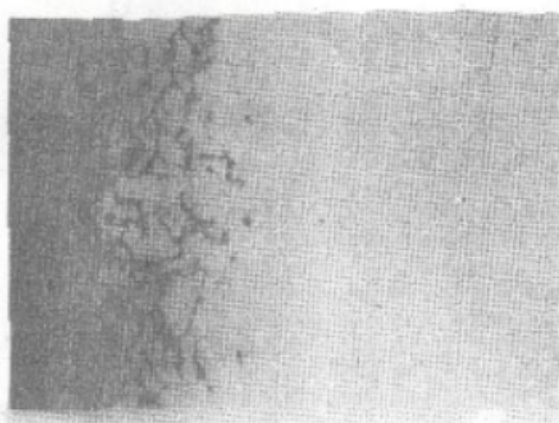




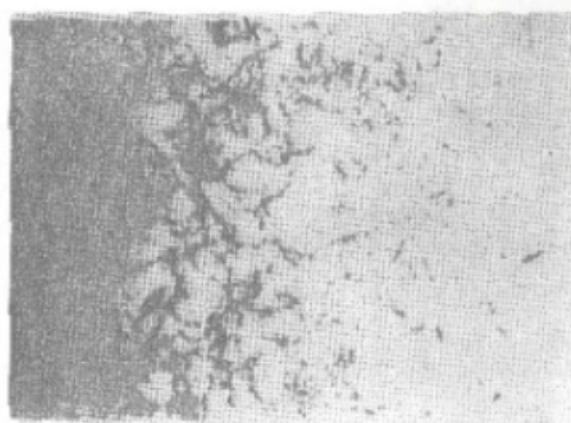
1 级



2 级

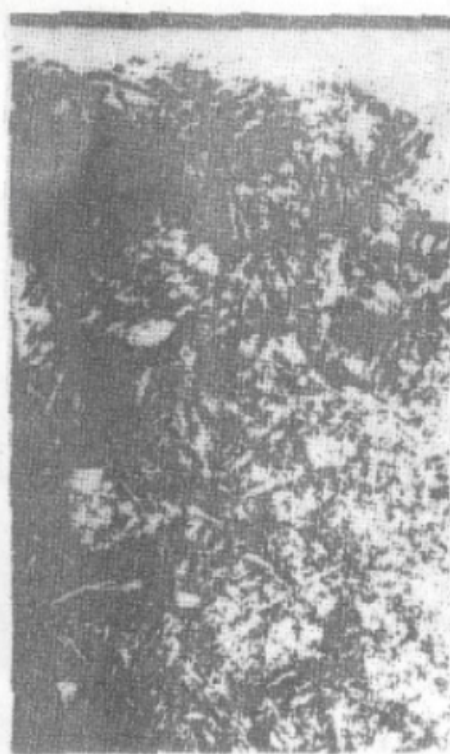


3 级

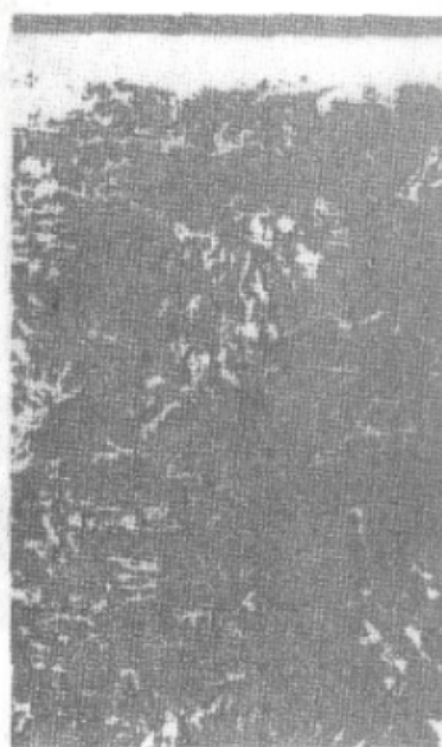


4 级

图 A12 碳氮共渗黑色组织级别图(放大 400 倍)



1 级



2 级

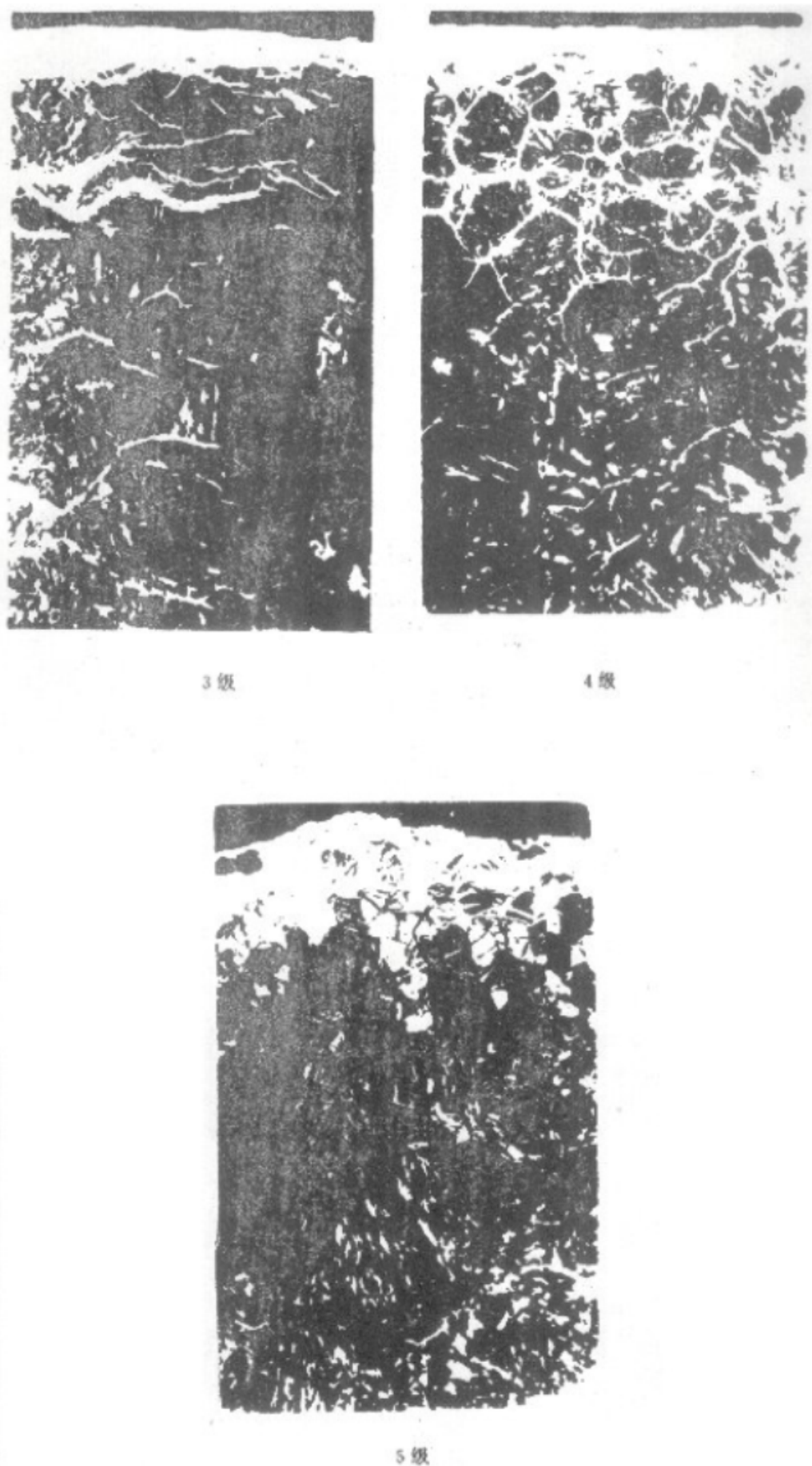
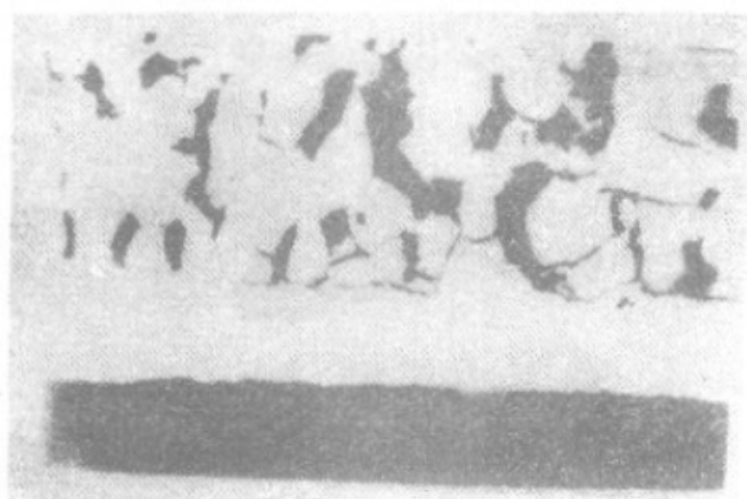
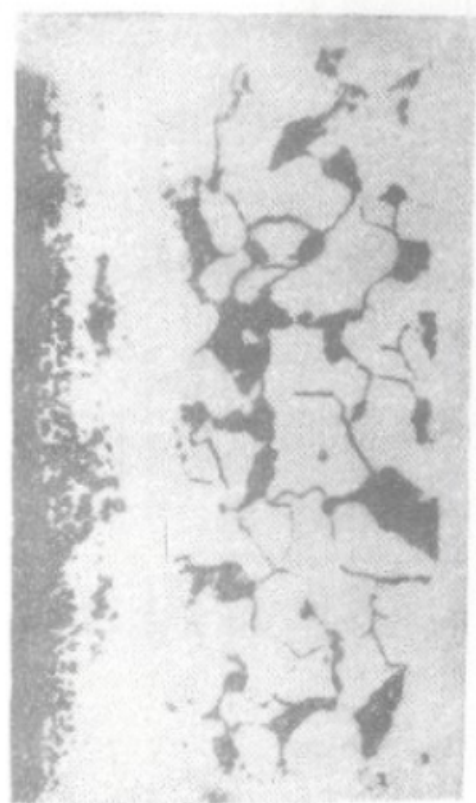


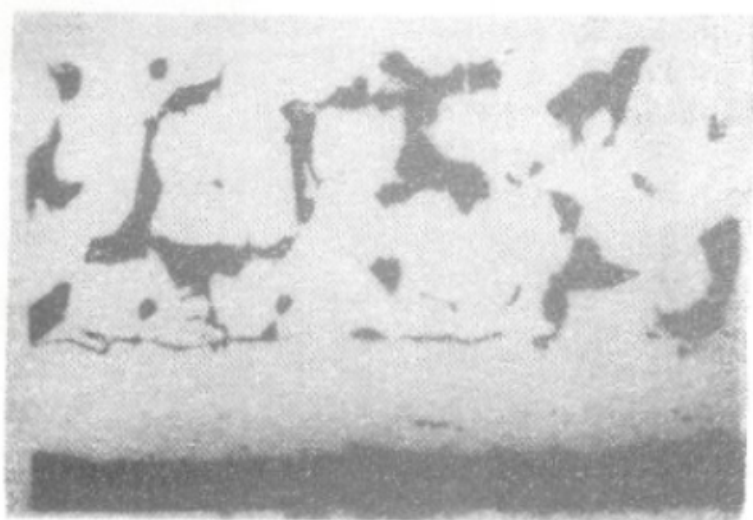
图 A13 渗氮扩散层氮化物形态级别图(放大 500 倍)



1 级



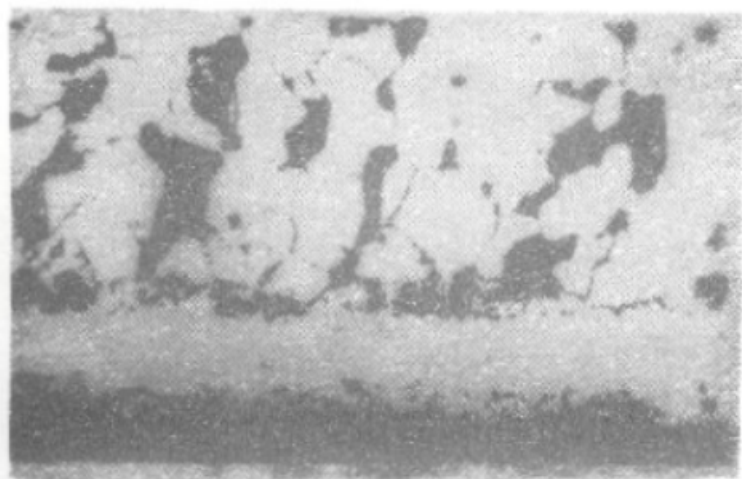
4 级



2 级



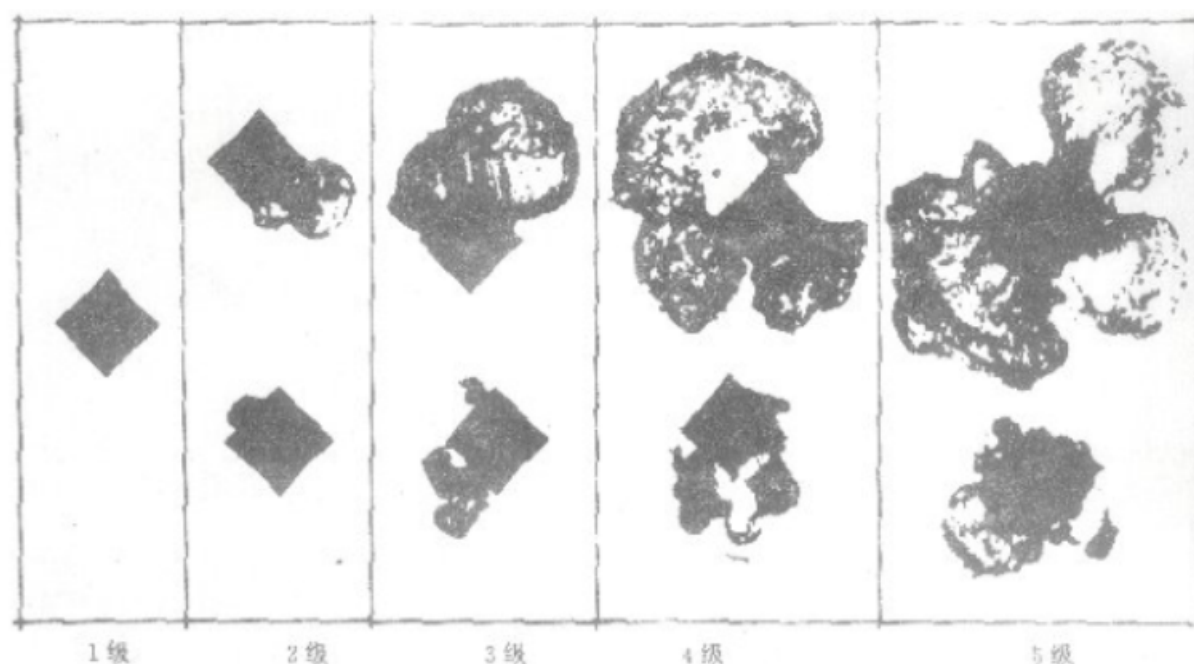
5 级



3 级

图 A14 渗氮层疏松级别图(放大 500 倍)





1级:压痕边角完整无缺; 2级:压痕一边碎裂;  
 3级:压痕二边碎裂; 4级:压痕三边碎裂;  
 5级:压痕四边均碎裂,轮廓不清

图 A15 渗氮层脆性级别图(放大 100 倍)

#### 附加说明:

本标准由机械电子工业部天津工程机械研究所提出并归口。

本标准由天津工程机械研究所和上海彭浦机器厂负责起草。

本标准主要起草人许子敬、刘敏贤。

中 华 人 民 共 和 国  
机 械 行 业 标 准  
工 程 机 械  
热处理件通用技术条件  
JB/T 5944—1991

★

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  $2\frac{7}{8}$  字数 80,000  
1992 年 3 月第一版 1992 年 3 月第一次印刷  
印数 1—500 定价 10.00 元  
编号 0516

机械工业标准服务网: <http://www.JB.ac.cn>