

中华人民共和国黑色冶金行业标准

YB/T 4003—1997

连铸钢板坯低倍组织缺陷评级图

**Standard diagrams for macrostructure and defect
in continuous casting slab**

1997-08-04 发布

1997-12-01 实施

中华人民共和国冶金工业部 发布

目 次

前言.....	Ⅱ
1 范围	1
2 引用标准	1
3 试样	1
4 连铸钢板坯低倍组织缺陷的分类及评定	1
5 检验报告	3
附录 A(标准的附录) 连铸钢板坯缺陷酸蚀低倍评级图.....	4
附录 B(标准的附录) 连铸钢板坯缺陷硫印评级图	56

前 言

本标准此次修订对下列主要技术内容进行了修改:(1)原标准名称《连铸钢板坯缺陷硫印评级图》改为《连铸钢板坯低倍组织缺陷评级图》;(2)修订后标准中增加了“连铸钢板坯低倍组织缺陷酸蚀评级图”,并将原标准附录 A 中硫印评级图改为酸蚀评级图,删除附录 B 中的缺陷评级表,将其更改为硫印评级图;(3)删除了原标准中的中心裂纹缺陷,增加了中心疏松缺陷,并将中心裂纹归入疏松一类缺陷中;(4)增加了硅酸盐夹杂检验的有关规定;(5)对原标准适用范围、试样、形貌特征、评级等章节的有关规定和文字作了相应修改。

本标准实施之日起,代替 YB 4003—91《连铸钢板坯缺陷硫印评级图》。

本标准的附录 A 和附录 B 是标准的附录。

本标准由全国钢标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位:武汉钢铁(集团)公司、冶金工业部信息标准研究院。

本标准主要起草人:陈士华、柯史炫、李靖、张友登、栾燕。

本标准 1991 年 5 月首次发布。

中华人民共和国黑色冶金行业标准

连铸钢板坯低倍组织缺陷评级图

YB/T 4003—1997

Standard diagrams for macrostructure and defect
in continuous casting slab

代替 YB 4003—91

1 范围

本标准规定了连铸钢板坯低倍组织缺陷酸蚀和硫印检验法用的试样以及缺陷的形貌特征、产生原因和评级原则。

本标准适用于评定采用连铸工艺生产的碳素钢、硅钢、低合金钢等板坯横截面低倍组织的缺陷。板坯横截面尺寸范围为 150mm~300mm×1 000mm~2 000mm；合金钢连铸板坯也可参照使用。

本标准中各类缺陷的合格级别和不允许存在的缺陷，应在相应的技术条件或双方协议中规定。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。在本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 226—91 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法

GB 4236—84 钢的硫印检验方法

3 试样

试样按有关技术条件规定截取。如无技术条件，可按下列规定执行：单炉连铸时，试样在对应于浇铸中期铸坯上切取；多炉连铸时，试样在每个浇次第二炉钢中间铸坯部位切取。试样截取铸坯全截面或大于铸坯宽度之半的半截面。

试样酸蚀和硫印显示方法分别按 GB 226 和 GB 4236 规定执行。

4 连铸钢板坯低倍组织缺陷的分类及评定

4.1 各类缺陷的形貌特征、产生原因及评定原则如下：

4.1.1 中心偏析

形貌特征：铸坯酸蚀试面上中心区域内呈现的腐蚀较深的暗斑或条带；在硫印图的中心区域内为颜色深浅不一的褐斑或集中的褐带。偏析带呈连续、断续和分散分布的三类。

产生原因：钢液在凝固过程中，由于选分结晶的结果，低熔点的硫、磷等元素被推至铸坯中心而形成。

评定原则：酸蚀法依照 A1 评级图（附录 A）、硫印法依照 B1 评级图（附录 B），以偏析类型、偏析带厚度或偏析斑点大小评定。A 类偏析为连续分布的条带，B 类偏析为断续分布的条带，C 类偏析为大小不同的斑点不连续地聚集成的条带。

4.1.2 中心疏松

形貌特征：铸坯酸蚀试面上中心区域内呈现的暗点、空隙和开口裂纹。

产生原因:由于浇铸温度高,柱状晶生长较快而引起的组织不致密以及铸坯鼓肚或液芯状态下矫直等原因而产生。

评定原则:依照 A2 评级图(附录 A),以暗点和空隙的数量、大小、密集程度或开口裂纹的宽度评定。

4.1.3 中间裂纹

形貌特征:铸坯酸蚀试面或硫印图上柱状晶区域内呈现的线状、曲线状缺陷。

产生原因:由于钢中 S、P 等元素含量高以及铸坯鼓肚等原因而形成的沿晶裂纹。

评定原则:酸蚀法依照 A3 评级图(附录 A)、硫印法依照 B2 评级图(附录 B),以裂纹长短、粗细和数量评定。

4.1.4 角裂纹

形貌特征:铸坯酸蚀试面或硫印图上角部呈现的短小裂纹或硫偏析线。

产生原因:铸坯窄边或宽边的凹陷或凸起,使角部组织受到应力作用而形成。

评定原则:酸蚀法依照 A4 评级图(附录 A)、硫印法依照 B3 评级图(附录 B),以裂纹或硫偏析线尺寸、数量评定。

4.1.5 三角区裂纹

形貌特征:铸坯酸蚀试面或硫印图上两端的三角区呈现的放射状裂纹或硫偏析线。

产生原因:由于二次冷却不良,造成铸坯窄边或宽边的凹陷或凸起,在应力作用下使三角区内的柱状晶开裂而形成。

评定原则:酸蚀法依照 A5 评级图(附录 A)、硫印法依照 B4 评级图(附录 B),以裂纹或硫偏析线长短评定。

4.1.6 氧化铝(Al_2O_3)夹杂

形貌特征:铸坯酸蚀试面或硫印图上呈现的腐蚀较深的细小暗点聚集成的缺陷或浅黄色斑点聚集成的云朵状缺陷,常出现在铸坯内弧侧厚度 1/4 处的一个条带区域。

产生原因:含铝较高的钢,在浇铸过程中因钢液二次氧化等原因而形成。

评定原则:酸蚀法依据 A6 评级图(附录 A)、硫印法依照 B5 评级图(附录 B),以夹杂大小、数量和分布情况评定。

4.1.7 针孔状气泡

形貌特征:铸坯酸蚀试面或硫印图上呈针孔状黑斑。

产生原因:由于钢液裹入气体而形成。

评定原则:依照 B6 评级图(附录 B),以黑斑大小和分布情况评定。

4.1.8 蜂窝状气泡

形貌特征:铸坯酸蚀试面或硫印图上呈现的方向垂直铸坯表面的条状和椭圆状气孔。

产生原因:因钢液脱氧不良或浇铸系统潮湿而产生。

评定原则:酸蚀法依据 A7 评级图(附录 A)、硫印法依照 B7 评级图(附录 B),以气泡大小和分布情况评定。

4.1.9 硅酸盐夹杂

形貌特征:铸坯酸蚀试面上呈现的边缘光滑的深灰色球形或椭圆形颗粒。

产生原因:冶炼或浇铸系统的耐火材料或脏物进入并留在钢液中所致。

4.2 各类评级缺陷均划分为 0.5 级~3.0 级,起评级别均为 0.5 级。硅酸盐夹杂不评定级别,只要求注明夹杂的尺寸及数量。

4.3 各类缺陷以肉眼可见为限,根据其程度按照评级图进行比较分别评定。

4.4 标准图片的铸坯标准尺寸为 210mm×1300mm。在进行比较评定其他尺寸的铸坯缺陷级别时,根据各缺陷评级图按比例缩小或放大。

4.5 本标准包括连铸钢板坯缺陷酸蚀低倍评级图(附录 A)和硫印评级图(附录 B)两套评级图片,选用

的评级图应根据相应的技术条件或在双方协议中规定。

5 检验报告

检验报告包括下列内容：

- a. 委托单位；
- b. 钢种、熔炼号、铸坯规格；
- c. 检验方法；
- d. 缺陷类型、评定级别及应说明的情况；
- e. 检验者及检验日期。

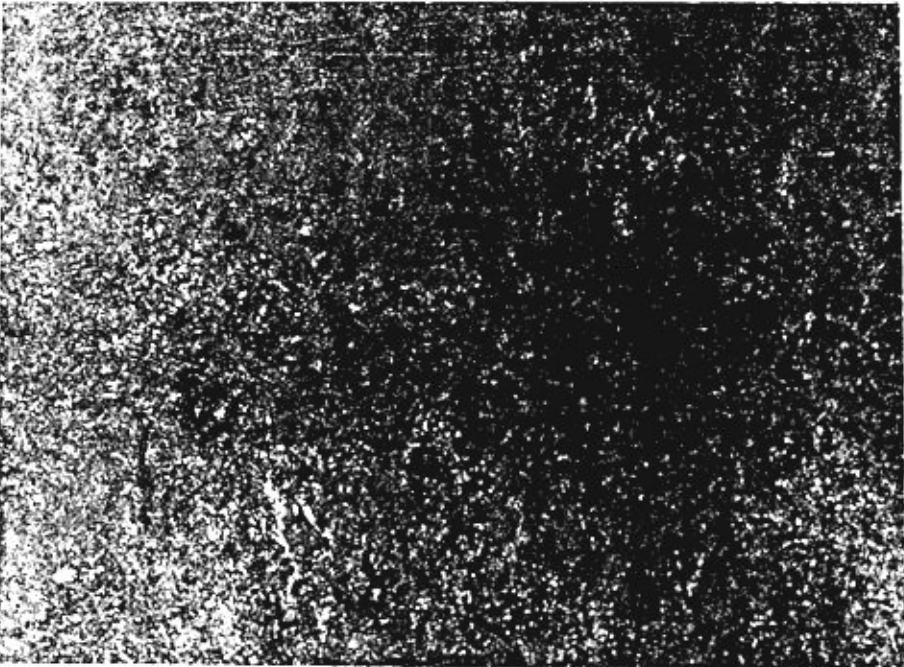
附录 A

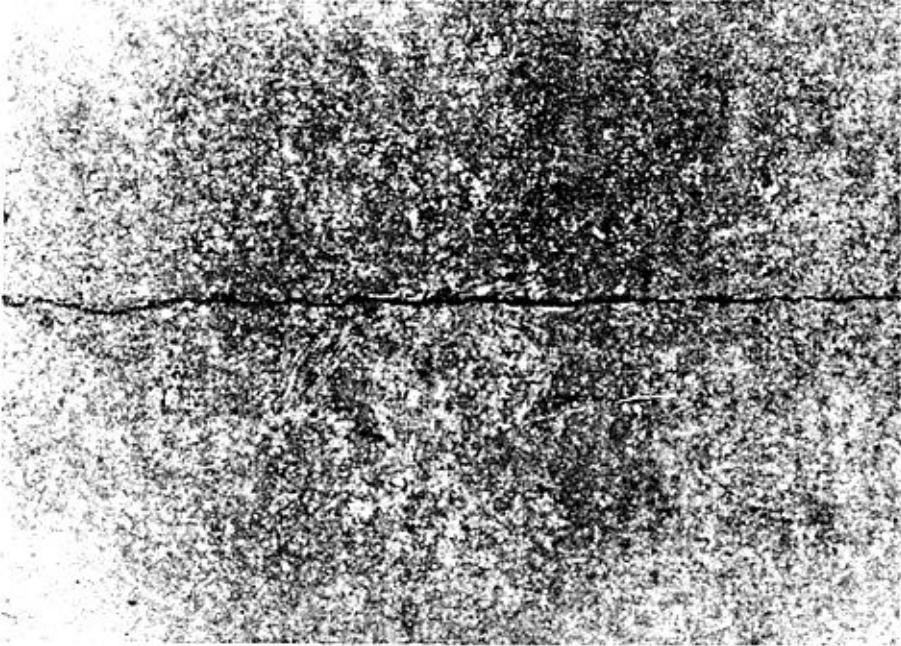
(标准的附录)

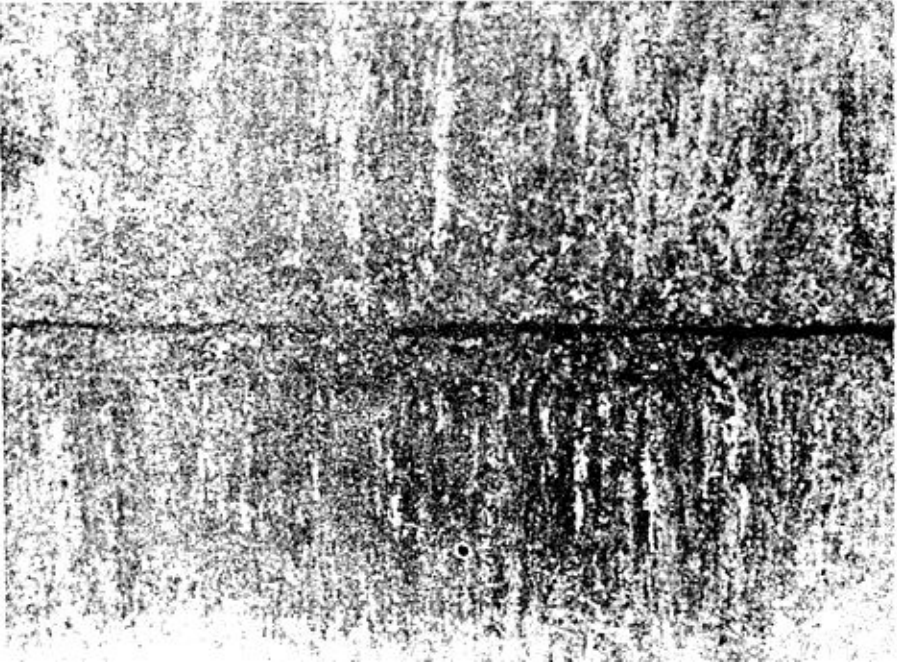
连铸钢板坯缺陷酸蚀低倍评级图

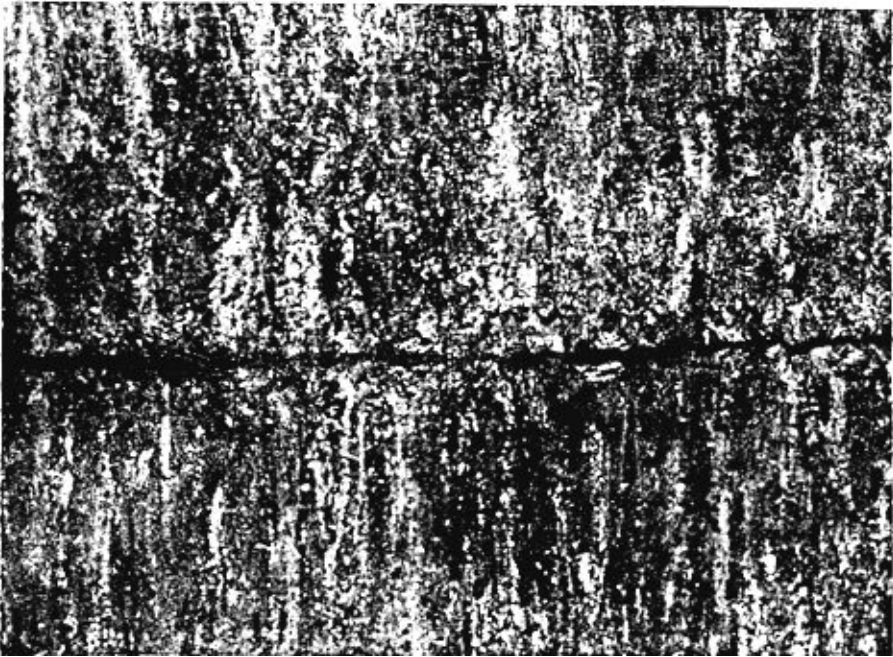
- A1 中心偏析评级图
- A2 中心疏松评级图
- A3 中间裂纹评级图
- A4 角裂纹评级图
- A5 三角区裂纹评级图
- A6 Al_2O_3 夹杂评级图
- A7 蜂窝状气泡评级图

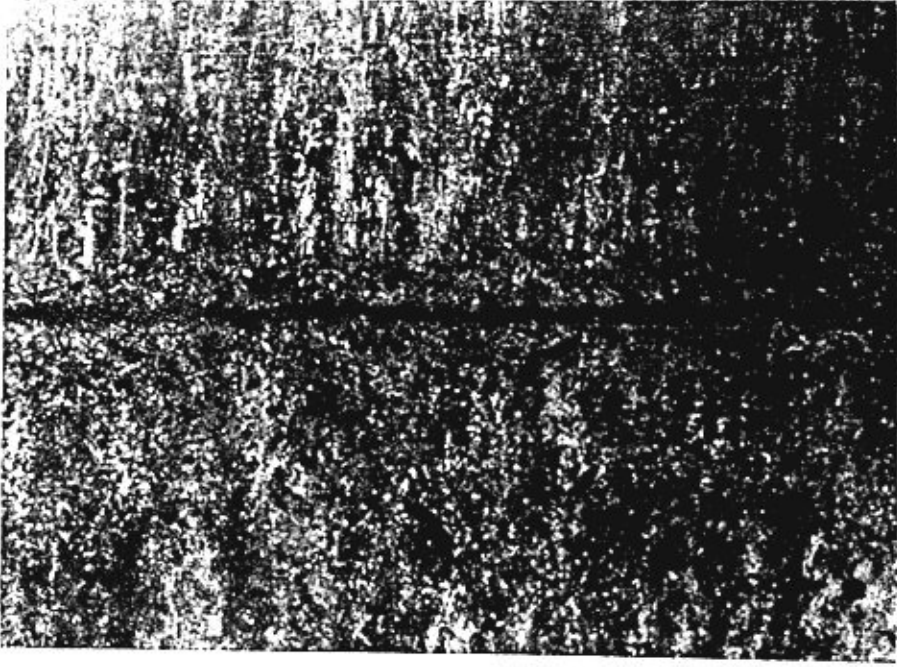
A1 中心偏析评级图

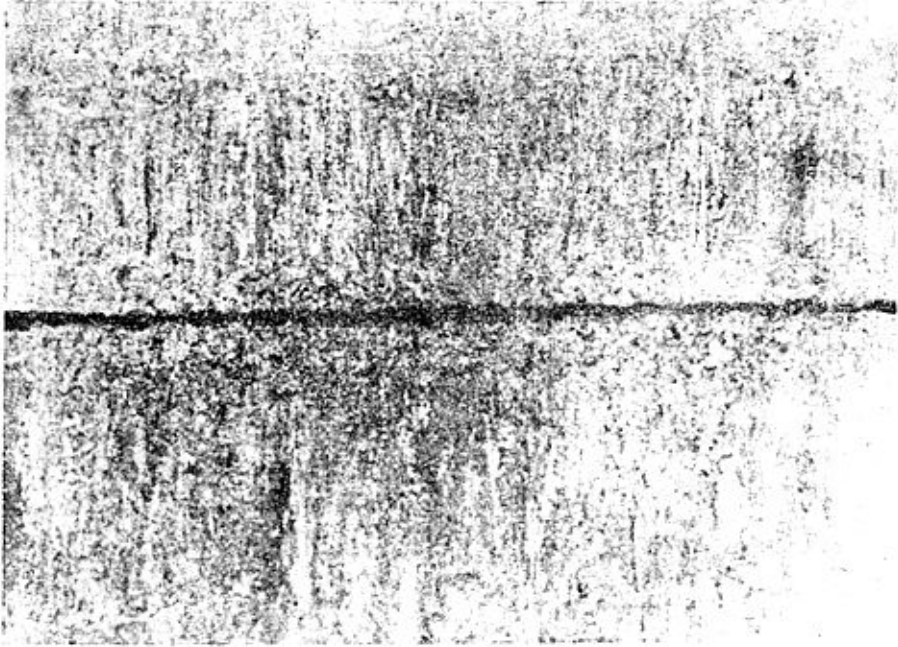
缺陷类型	A类中心偏析	级别	0.5
 <p data-bbox="1135 1632 1202 1662">(×1)</p>			

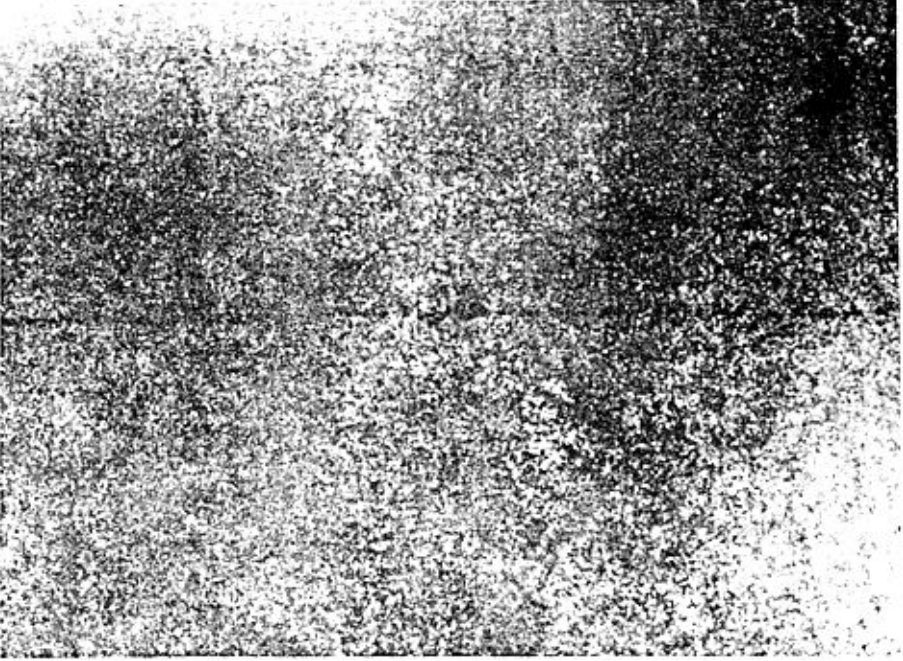
缺陷类型	A类中心偏析	级 别	1.0
 <p data-bbox="1134 1671 1197 1701">(×1)</p>			

缺陷类型	A类中心偏析	级别	1.5
 <p data-bbox="1130 1677 1193 1707">(×1)</p>			

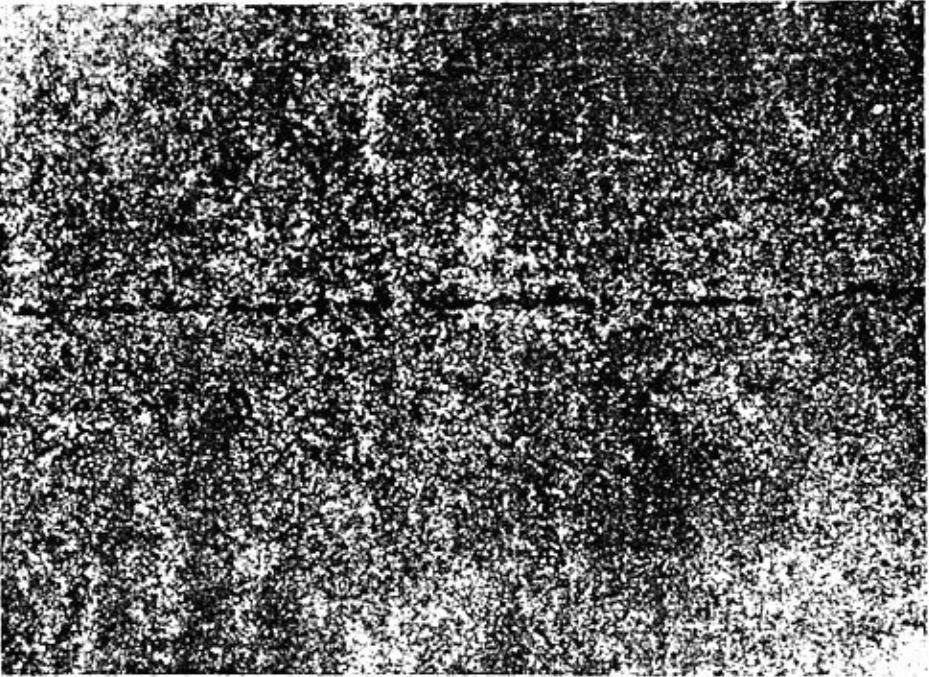
缺陷类型	A类中心偏析	级别	2.0
 <p data-bbox="1126 1667 1193 1697">(×1)</p>			

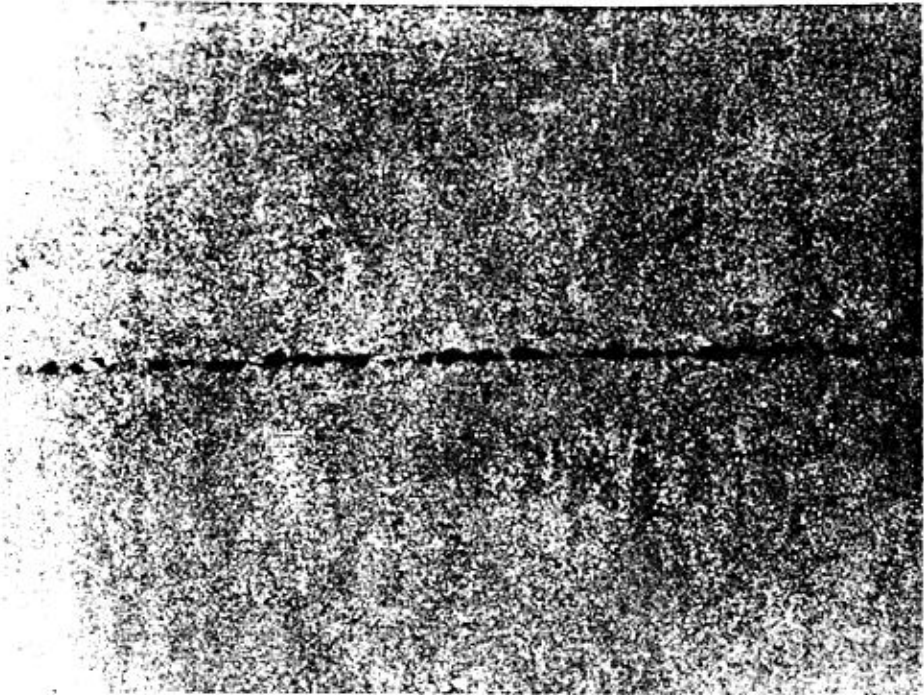
缺陷类型	A类中心偏析	级 别	2.5
 <p data-bbox="1126 1662 1193 1701">(×1)</p>			

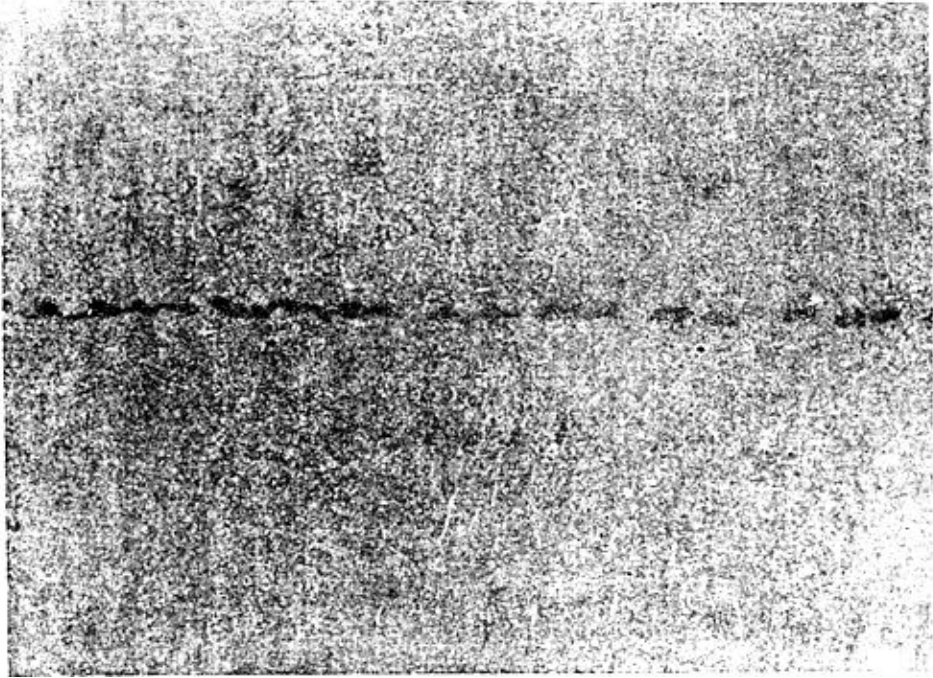
缺陷类型	A类中心偏析	级别	3.0
 <p data-bbox="1122 1691 1189 1720">(x1)</p>			

缺陷类型	B类中心偏析	级别	0.5
			

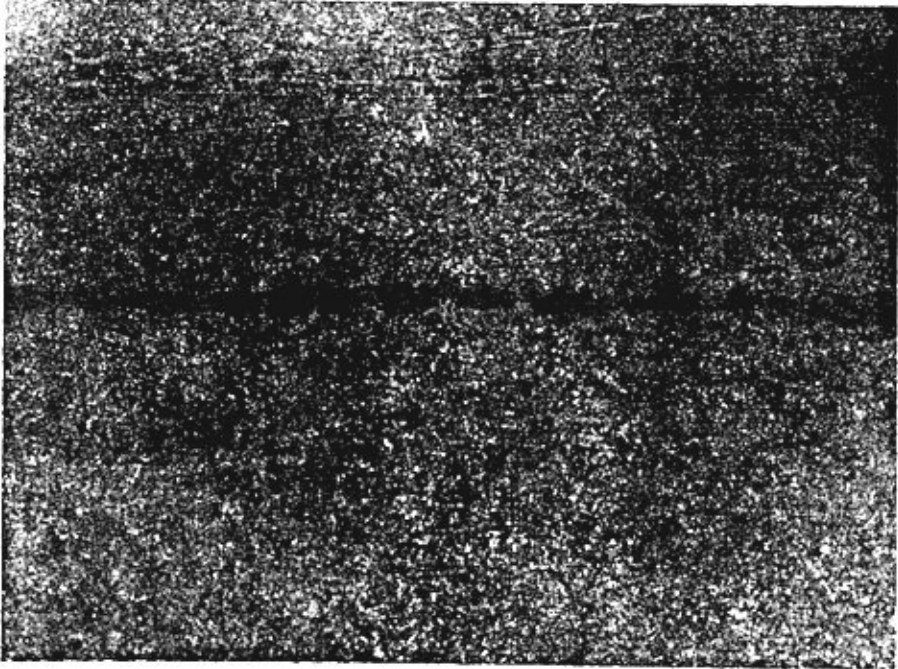
(×1)

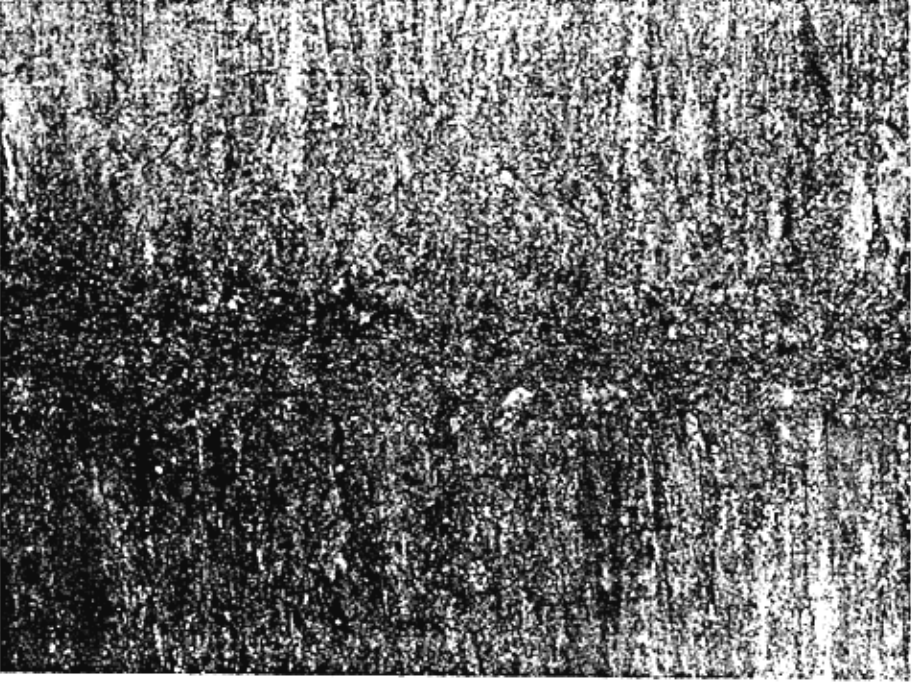
缺陷类型	B类中心偏析	级别	1.0
 <p data-bbox="1126 1662 1198 1695">(× 1)</p>			

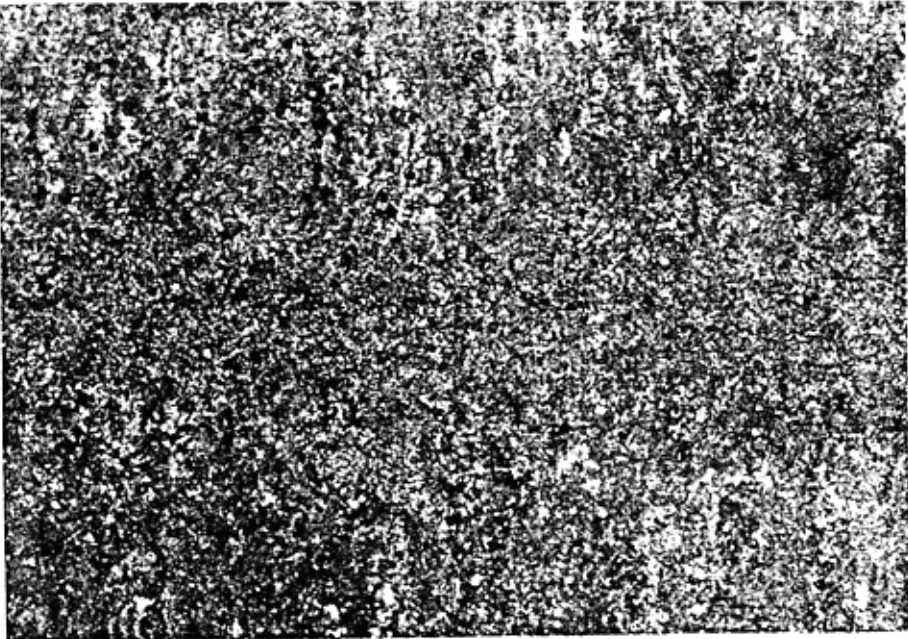
缺陷类型	B类中心偏析	级别	1.5
 <p data-bbox="1122 1636 1189 1675">(× 1)</p>			

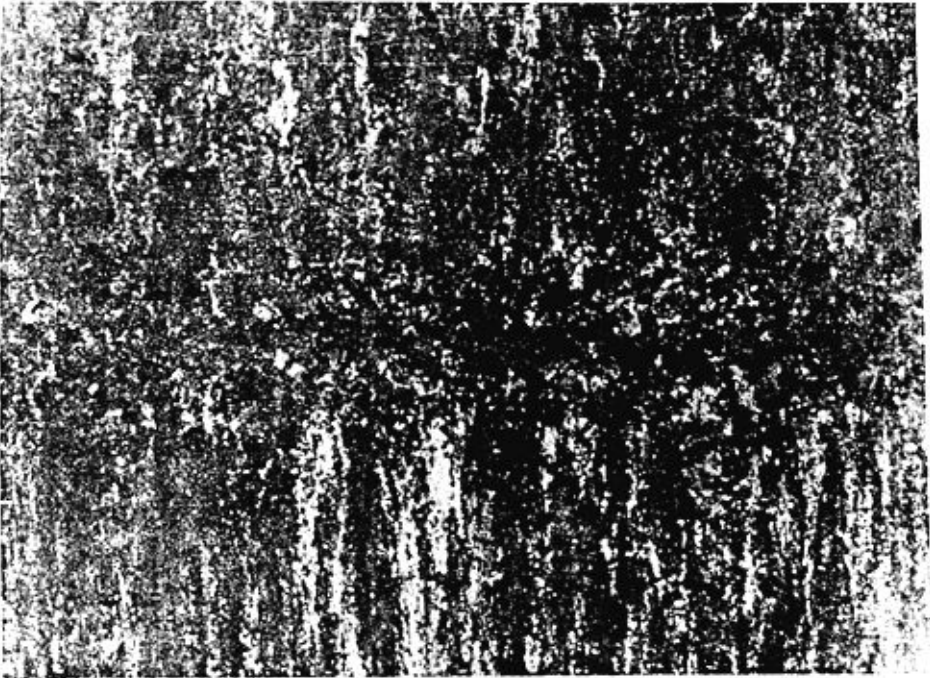
缺陷类型	B类中心偏析	级别	2.0
 <p data-bbox="1123 1671 1193 1701">(× 10)</p>			

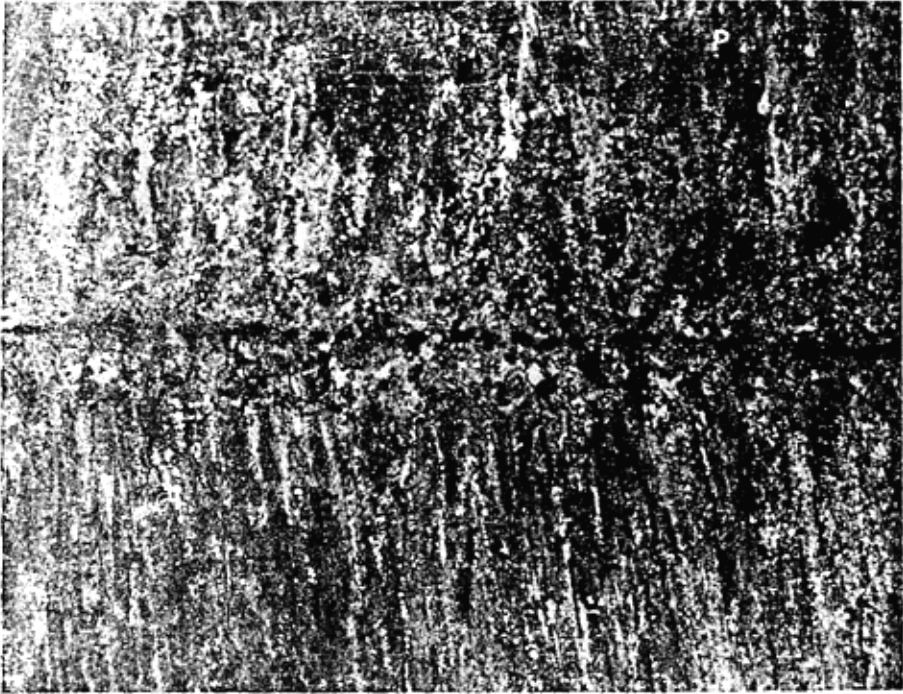
缺陷类型	B类中心偏析	级别	2.5
<div data-bbox="209 401 1112 1093" data-label="Image">A black and white micrograph showing a cross-section of a metal specimen. The image displays a dark, textured matrix with lighter, irregularly shaped regions scattered throughout, characteristic of center segregation. The texture is somewhat fibrous and granular.</div> <div data-bbox="1089 1675 1170 1711" data-label="Text"><p>(× 1)</p></div>			

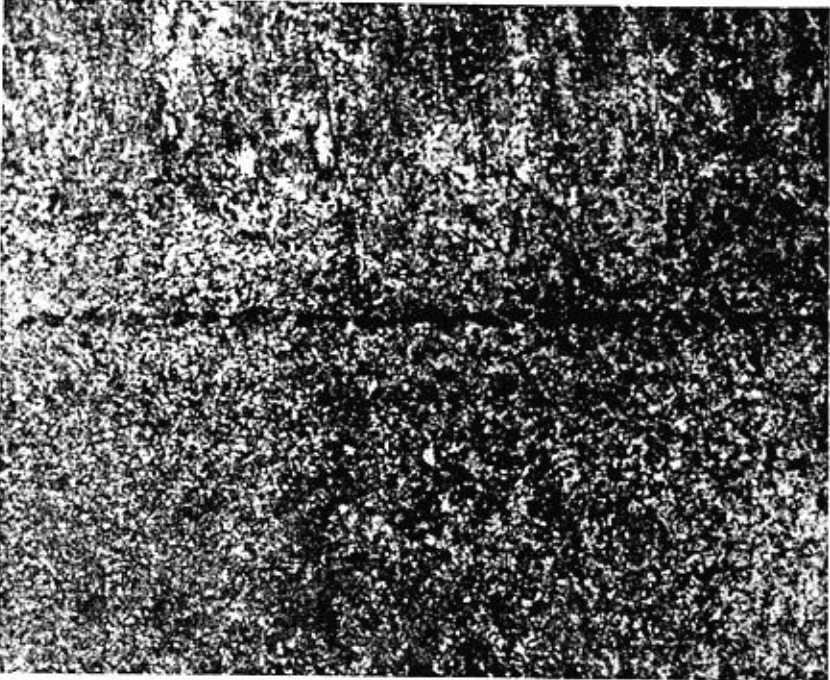
缺陷类型	B类中心偏析	级别	3.0
 <p data-bbox="1126 1658 1197 1687">(× 1)</p>			

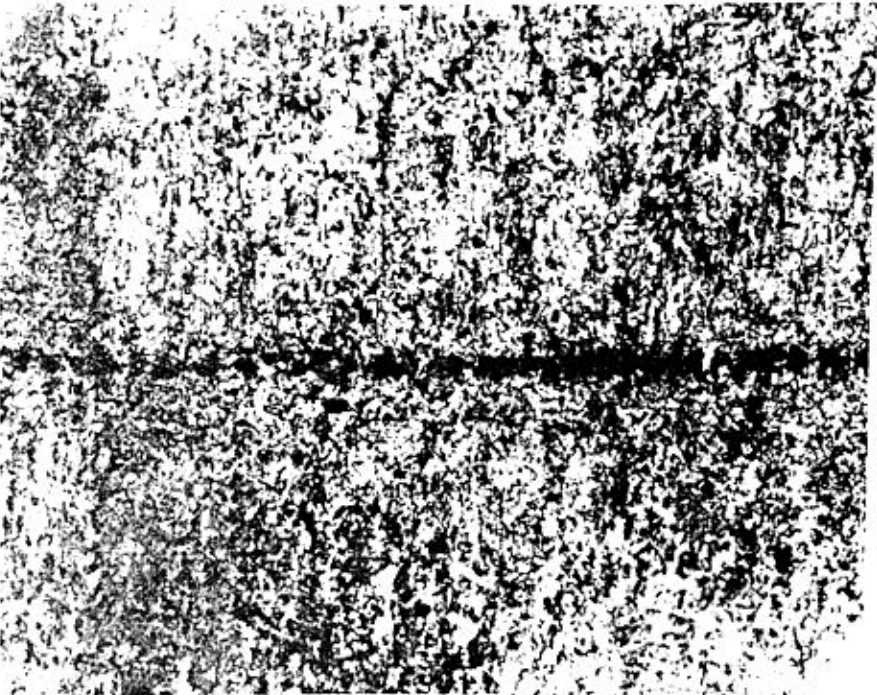
缺陷类型	C类中心偏析	级别	0.5
			
(× 1)			

缺陷类型	C类中心偏析	级 别	1.0
 <p data-bbox="1108 1652 1180 1681">(× 1)</p>			

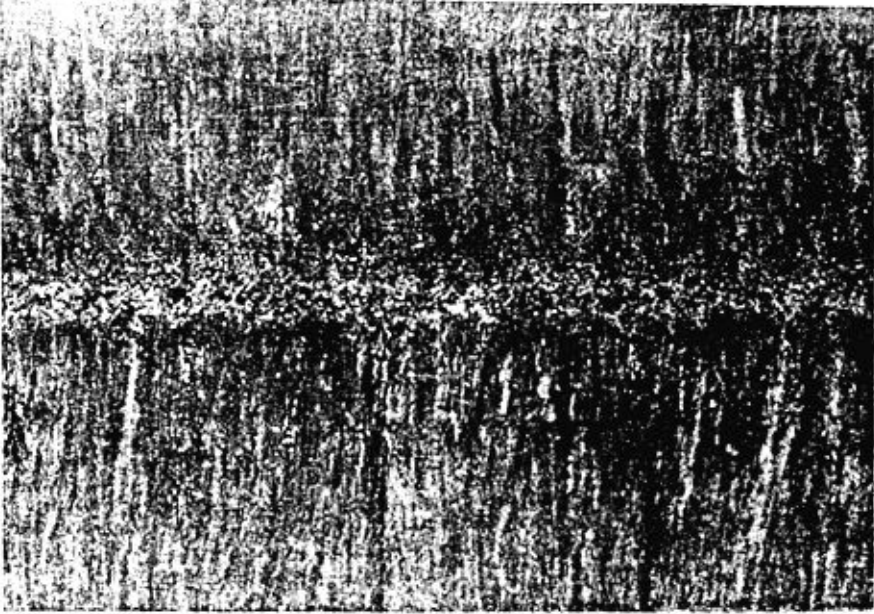
缺陷类型	C类中心偏析	级 别	1.5
 <p data-bbox="1135 1675 1216 1715">(× 1)</p>			

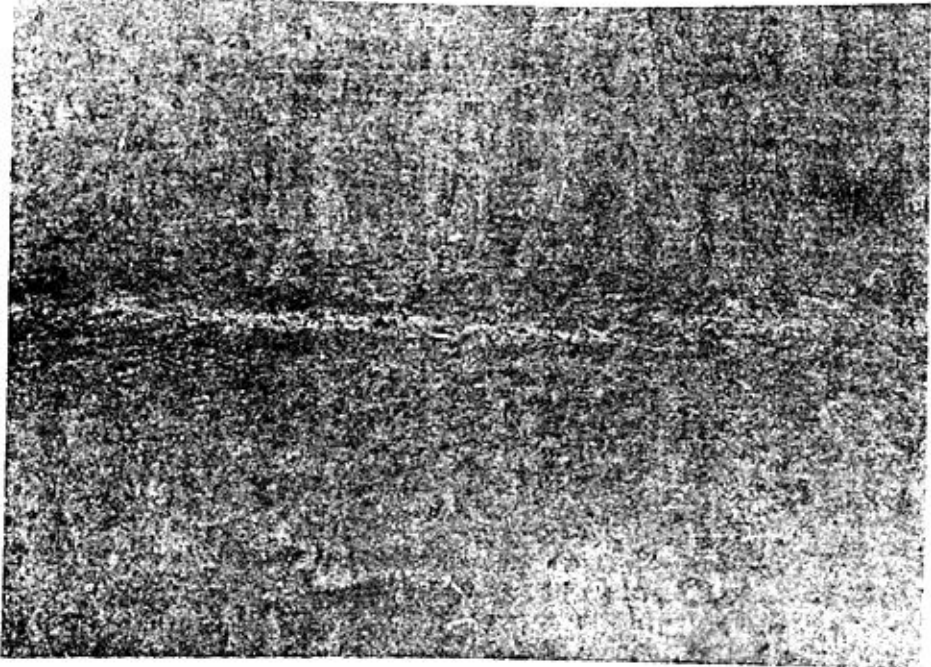
缺陷类型	C类中心偏析	级别	2.0
 <p data-bbox="1132 1662 1204 1687">(× 1)</p>			

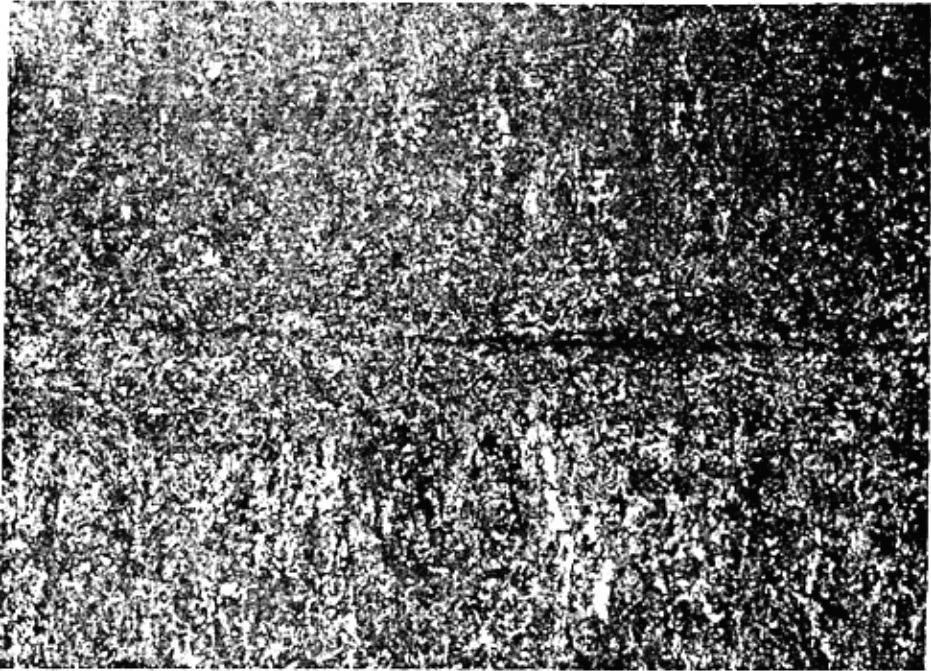
缺陷类型	C类中心偏析	级 别	2.5
 <p data-bbox="1108 1662 1184 1695">(× 1)</p>			

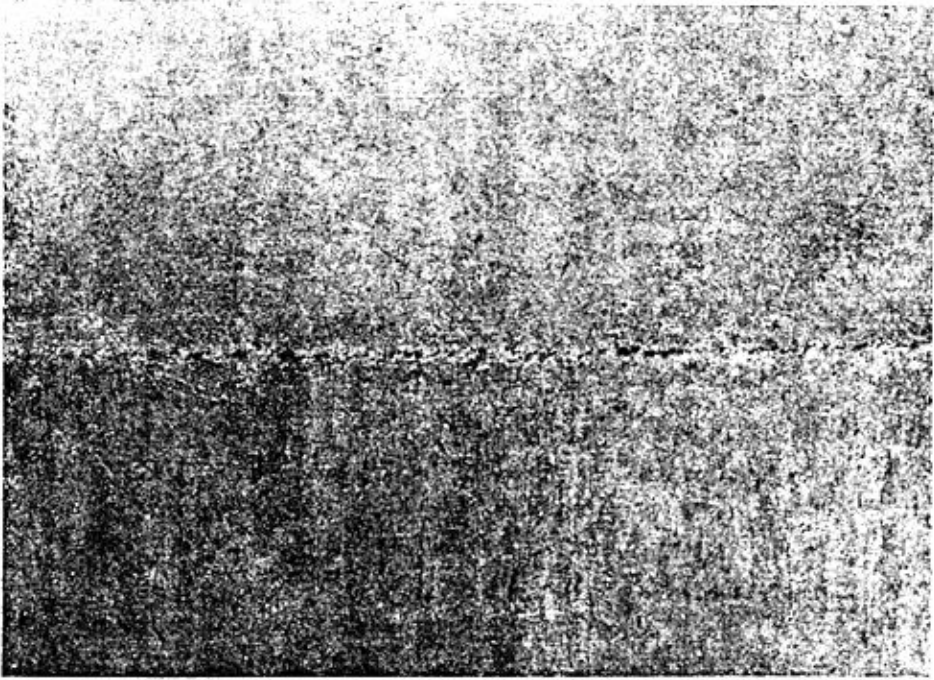
缺陷类型	C类中心偏析	级别	3.0
 <p data-bbox="1115 1656 1189 1695">(× 1)</p>			

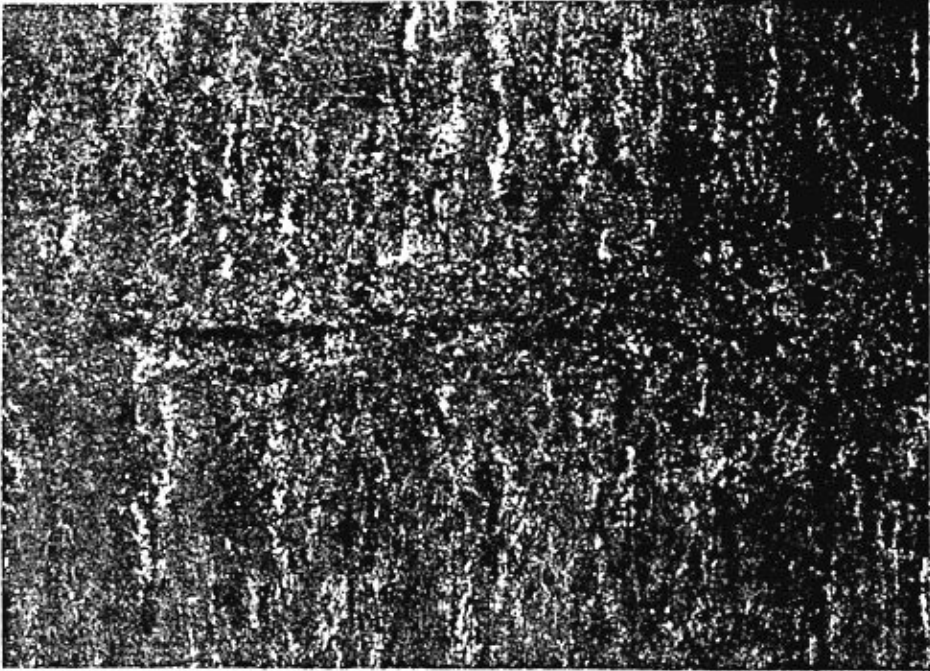
A2 中心疏松评级图

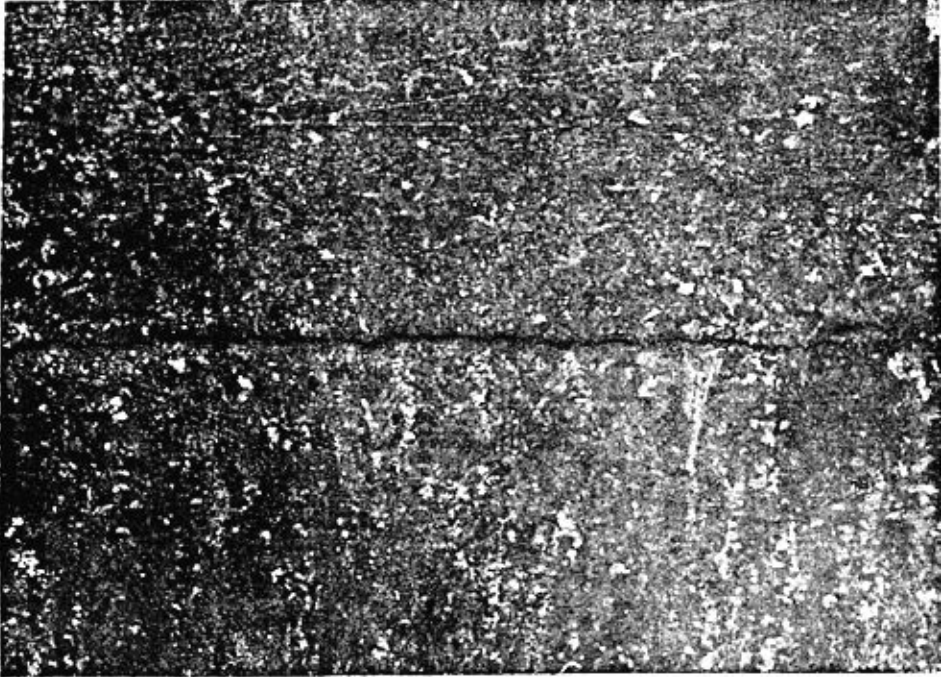
缺陷类型	中心疏松	级别	0.5
 <p data-bbox="1103 1654 1193 1681">(× 1)</p>			

缺陷类型	中心疏松	级别	1.0
 <p data-bbox="1094 1642 1184 1673">(×1)</p>			

缺陷类型	中心疏松	级别	1.5
<div data-bbox="223 399 1157 1070" data-label="Image"></div> <div data-bbox="1099 1681 1197 1713" data-label="Text"><p>(×1)</p></div>			

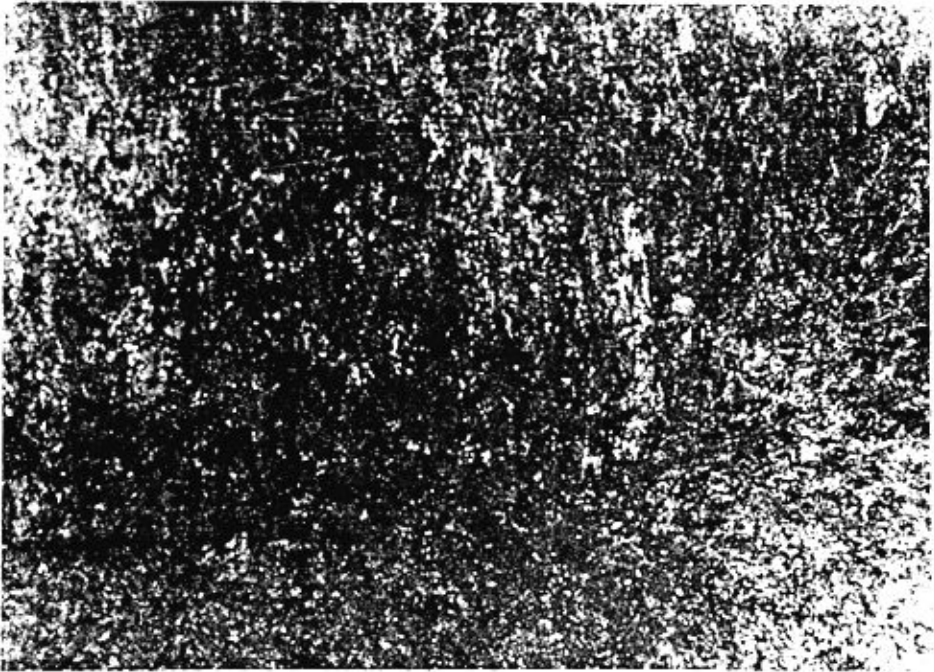
缺陷类型	中心疏松	级别	2.0
 <p data-bbox="1088 1675 1182 1715">(×1)</p>			

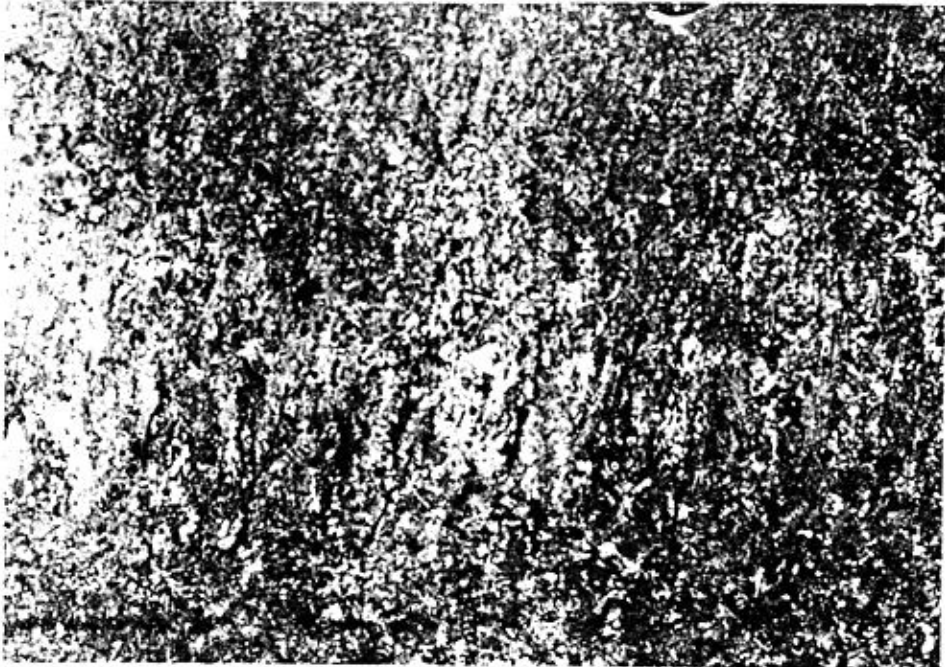
缺陷类型	中心疏松	级别	2.5
 <p data-bbox="1080 1654 1171 1681">(× 1)</p>			

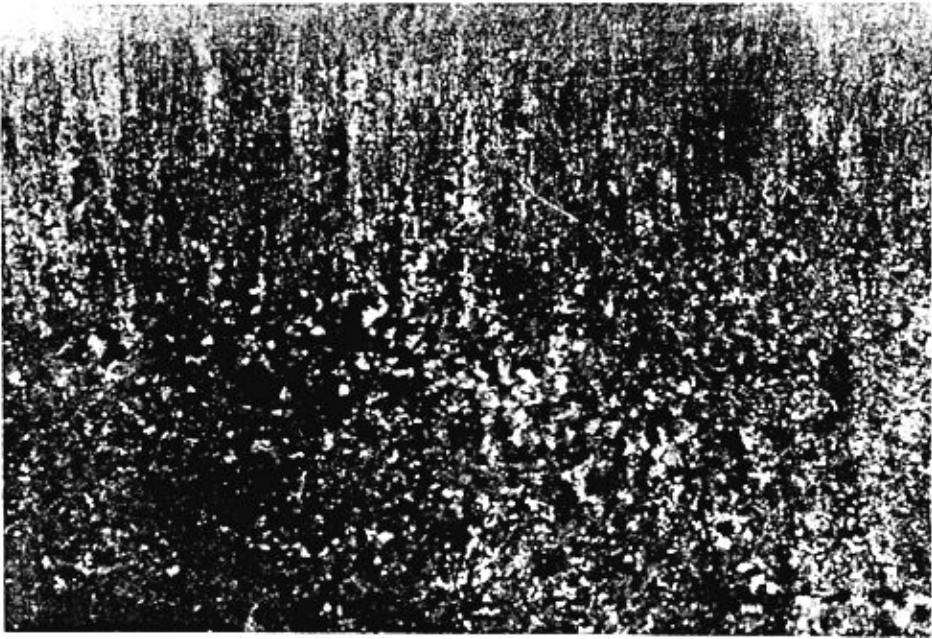
缺陷类型	中心疏松	级别	3.0
 <p data-bbox="1103 1658 1197 1687">(×1)</p>			

A3 中间裂纹评级图

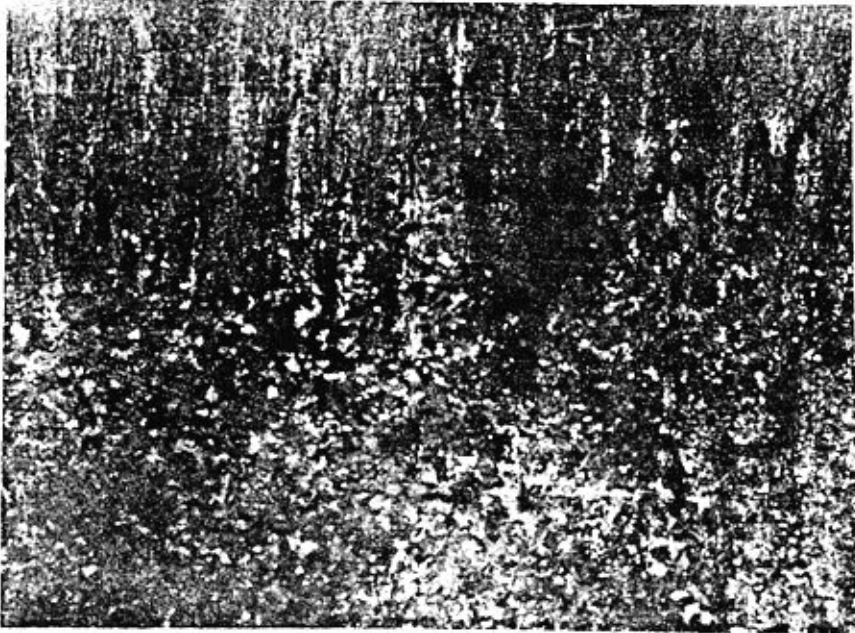
缺陷类型	中间裂纹	级别	0.5
<div data-bbox="266 427 1099 1085" data-label="Image">A black and white micrograph showing a dense, granular surface texture. A prominent, dark, vertical crack runs through the center of the image, extending from the top to the bottom. The crack is surrounded by a lighter, more crystalline or granular material. The overall appearance is that of a metal surface with a central crack.</div> <div data-bbox="1085 1677 1184 1713" data-label="Text"><p>(× 1)</p></div>			

缺陷类型	中间裂纹	级别	1.0
 <p data-bbox="1099 1648 1193 1677">(×1)</p>			

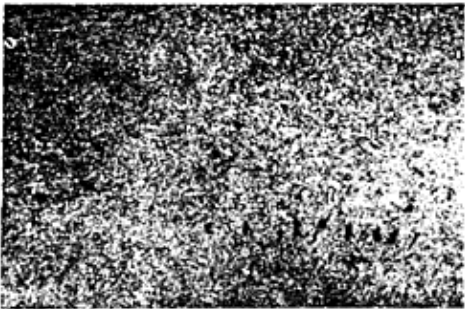
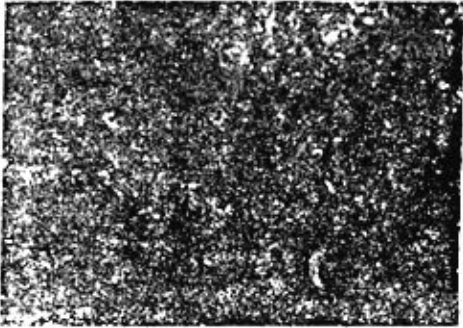
缺陷类型	中间裂纹	级别	1.5
 <p data-bbox="1085 1667 1177 1697">(×1)</p>			

缺陷类型	中间裂纹	级别	2.0
 <p data-bbox="1072 1662 1166 1693">(× 1)</p>			



缺陷类型	中间裂纹	级别	2.5
<div data-bbox="266 384 1112 1046" data-label="Image">A black and white micrograph showing a central crack in a material surface. The crack is a dark, vertical line running through the center of the image. The surrounding material has a granular, textured appearance with varying shades of gray, indicating different grain structures or surface features. The crack appears to be a surface defect.</div> <div data-bbox="1107 1662 1197 1693" data-label="Text"><p>(×1)</p></div>			

缺陷类型	中间裂纹	级别	3.0
 <p data-bbox="1099 1671 1189 1701">(×1)</p>			


A4 角裂纹评级图

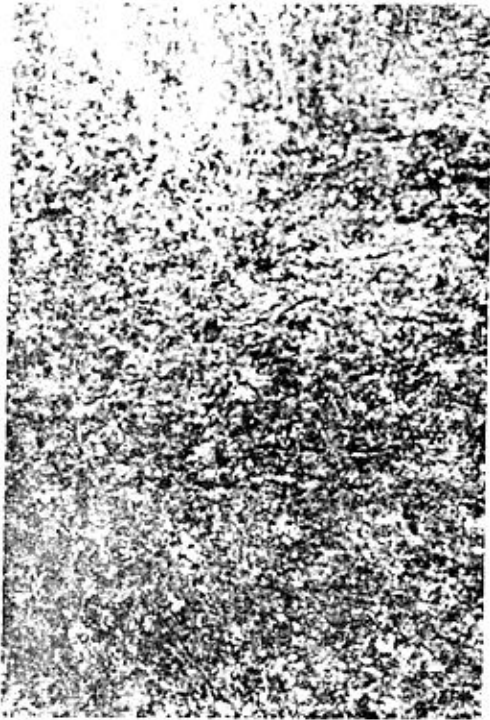
缺陷类型	角裂纹	级别	0.5
			
(× 1)			
缺陷类型	角裂纹	级别	1.0
			
(× 1)			


缺陷类型	角 裂 纹	级 别	1.5
<div data-bbox="474 482 931 803" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1099 927 1193 956" data-label="Text"> <p>(×1)</p> </div>			
缺陷类型	角 裂 纹	级 别	2.0
<div data-bbox="465 1152 921 1477" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1099 1671 1193 1701" data-label="Text"> <p>(×1)</p> </div>			


缺陷类型	角裂纹	级别	2.5
			(×1)
缺陷类型	角裂纹	级别	3.0
			(×1)


A5 三角区裂纹评级图

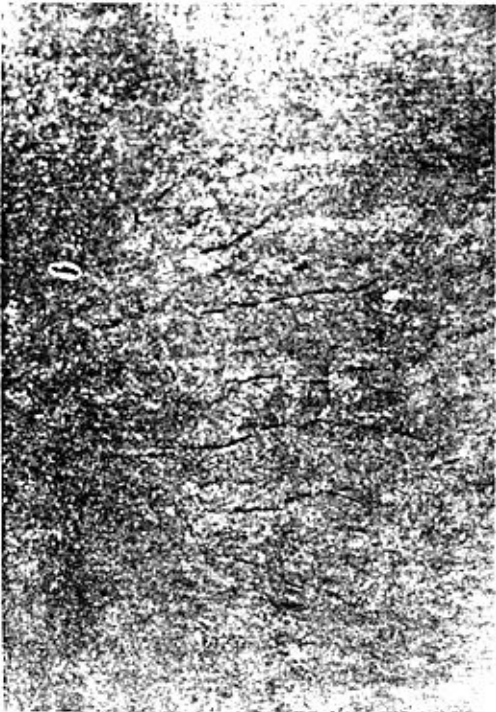
缺陷类型	三角区裂纹	级别	0.5
 <p data-bbox="1099 1667 1188 1697">(× 1)</p>			

缺陷类型	三角区裂纹	级别	1.0
 <p data-bbox="1107 1664 1197 1691">(× 1)</p>			

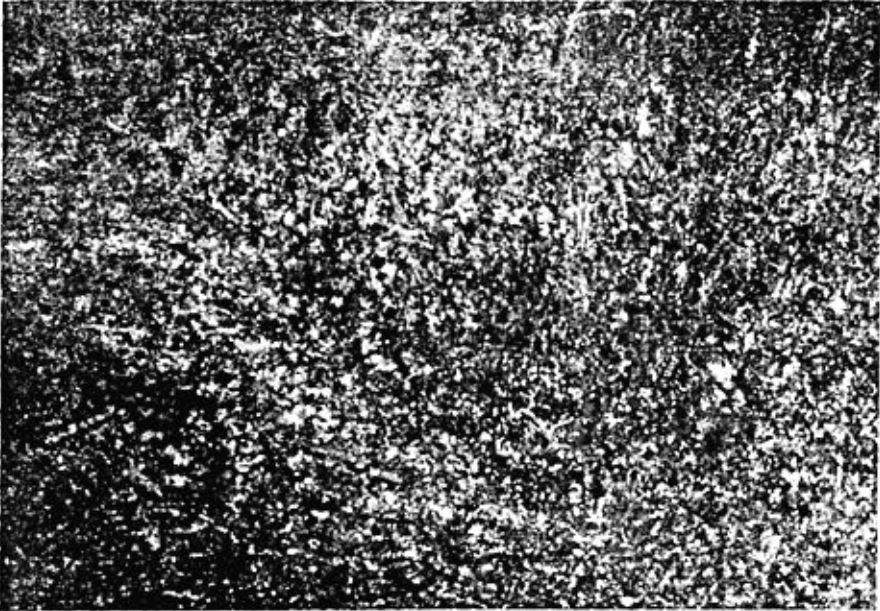
缺陷类型	三角区裂纹	级 别	1.5
 <p data-bbox="1081 1656 1176 1695">(× 1)</p>			

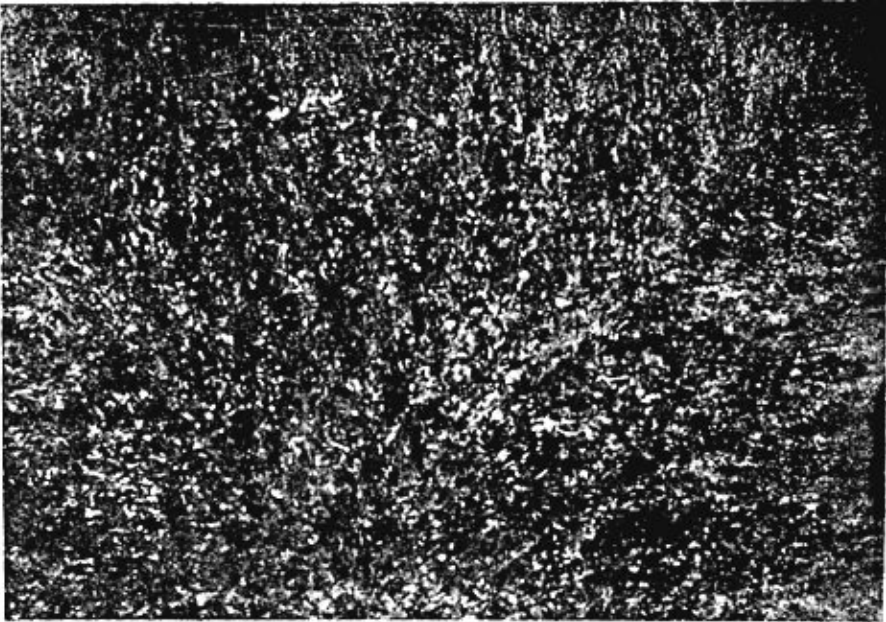
缺陷类型	三角区裂纹	级别	2.0
 <p data-bbox="1112 1662 1197 1687">(×1)</p>			

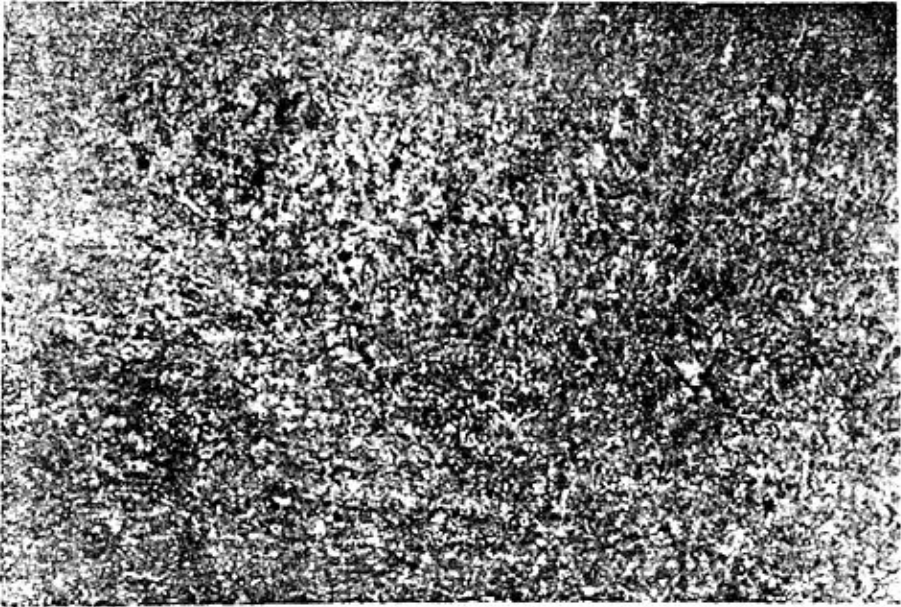
缺陷类型	三角区裂纹	级别	2.5
 <p data-bbox="1099 1658 1188 1687">(×1)</p>			

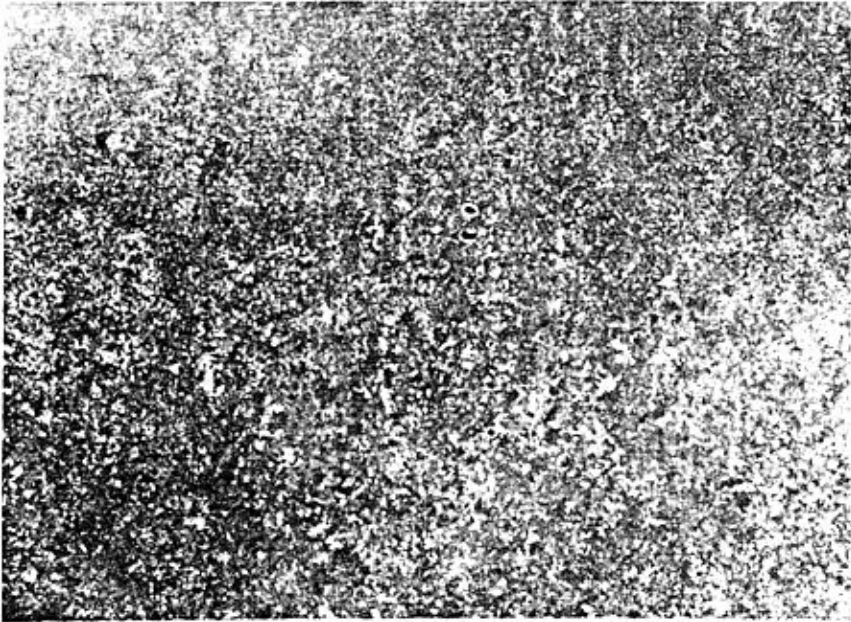
缺陷类型	三角区裂纹	级别	3.0
 <p data-bbox="1099 1654 1188 1681">(× 1)</p>			

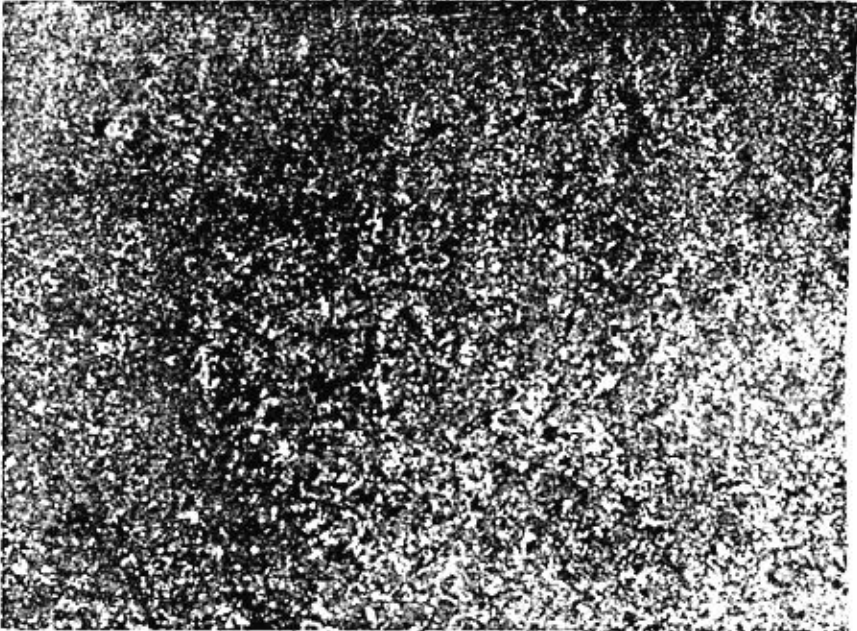
A6 Al₂O₃ 夹杂评级图

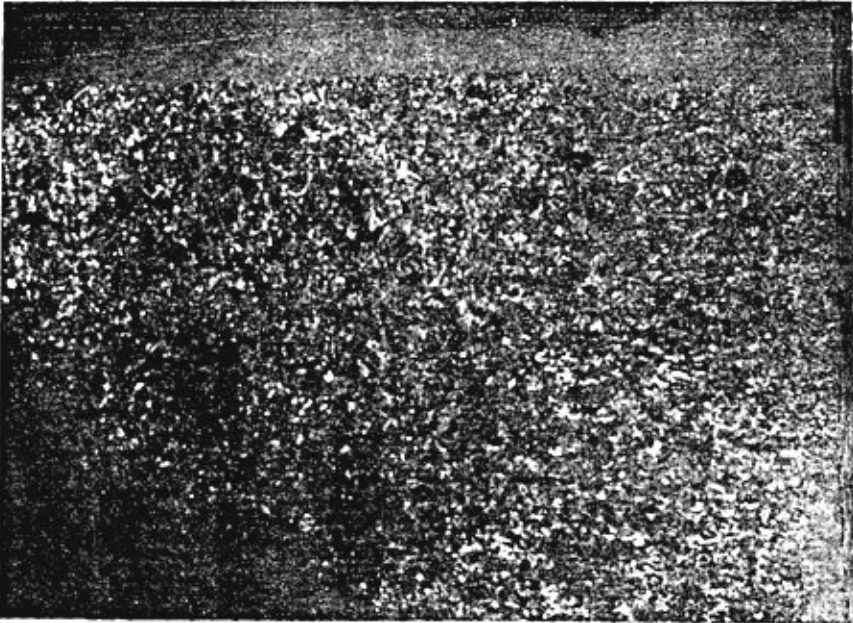
缺陷类型	Al ₂ O ₃ 夹杂	级 别	0.5
 <p data-bbox="1107 1658 1197 1687">(× 1)</p>			

缺陷类型	Al ₂ O ₃ 夹杂	级别	1.0
 <p data-bbox="1099 1654 1174 1687">(× 1)</p>			

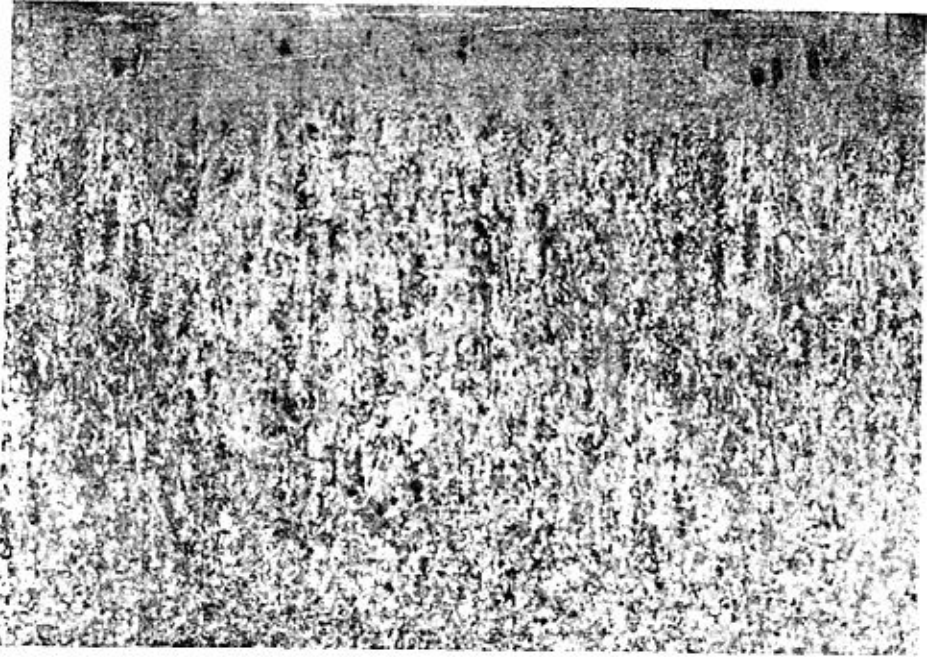
缺陷类型	Al ₂ O ₃ 夹杂	级别	1.5
 <p data-bbox="1120 1654 1197 1681">(× 10)</p>			

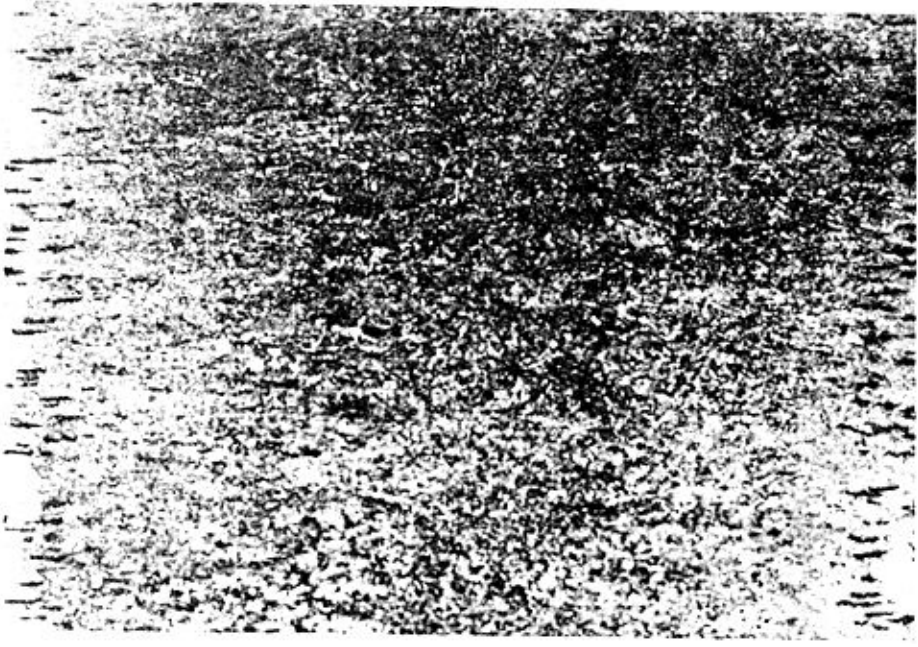
缺陷类型	Al ₂ O ₃ 夹杂	级 别	2.0
 <p data-bbox="1119 1664 1190 1693">(× 1)</p>			

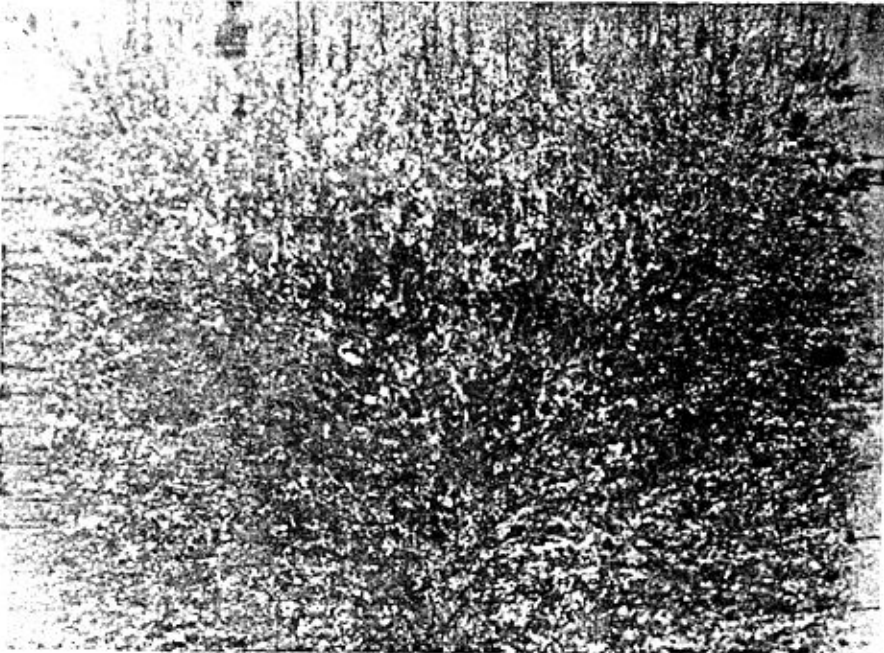
缺陷类型	Al ₂ O ₃ 夹杂	级别	2.5
 <p data-bbox="1099 1662 1171 1689">(× 1)</p>			

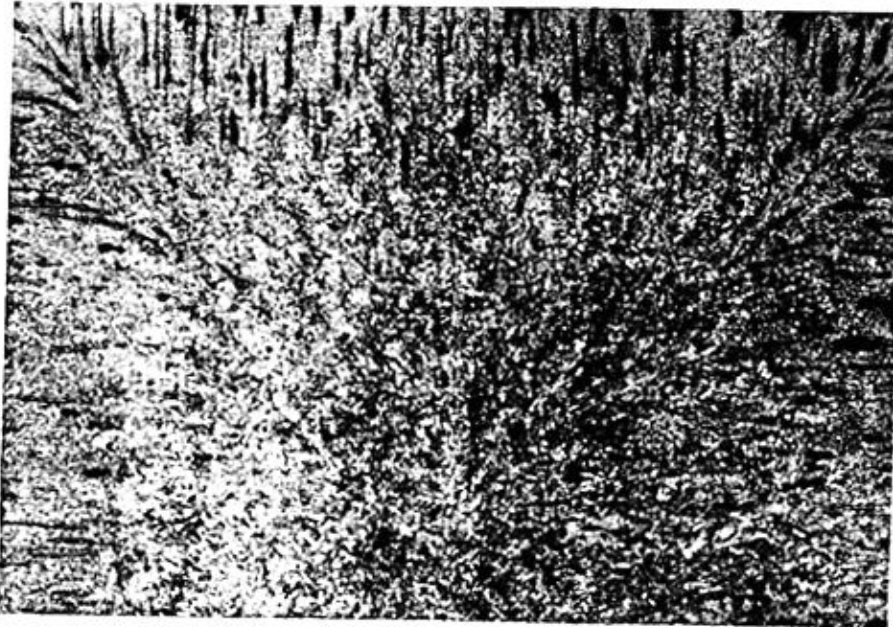
缺陷类型	Al ₂ O ₃ 夹杂	级 别	3.0
 <p data-bbox="1126 1662 1197 1687">(× 1)</p>			


A7 蜂窝状气泡评级图


缺陷类型	蜂窝状气泡	级 别	0.5
 <p data-bbox="1120 1654 1193 1681">(× 1)</p>			

缺陷类型	蜂窝状气泡	级别	1.0
 <p data-bbox="1112 1671 1186 1701">(× 1)</p>			

缺陷类型	蜂窝状气泡	级别	1.5
 <p data-bbox="1107 1667 1180 1697">(× 1)</p>			

缺陷类型	蜂窝状气泡	级别	2.0
			
(× 1)			

缺陷类型	蜂窝状气泡	级别	2.5
 <p data-bbox="1095 1662 1176 1695">(× 1)</p>			

缺陷类型	蜂窝状气泡	级别	3.0
 <p data-bbox="1120 1662 1197 1697">(× 1)</p>			

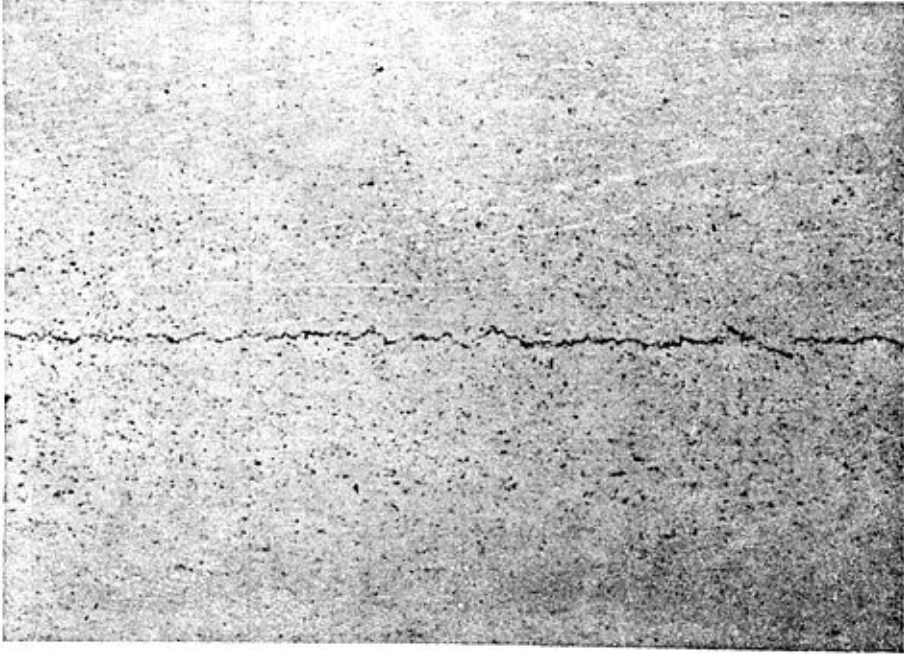

附 录 B

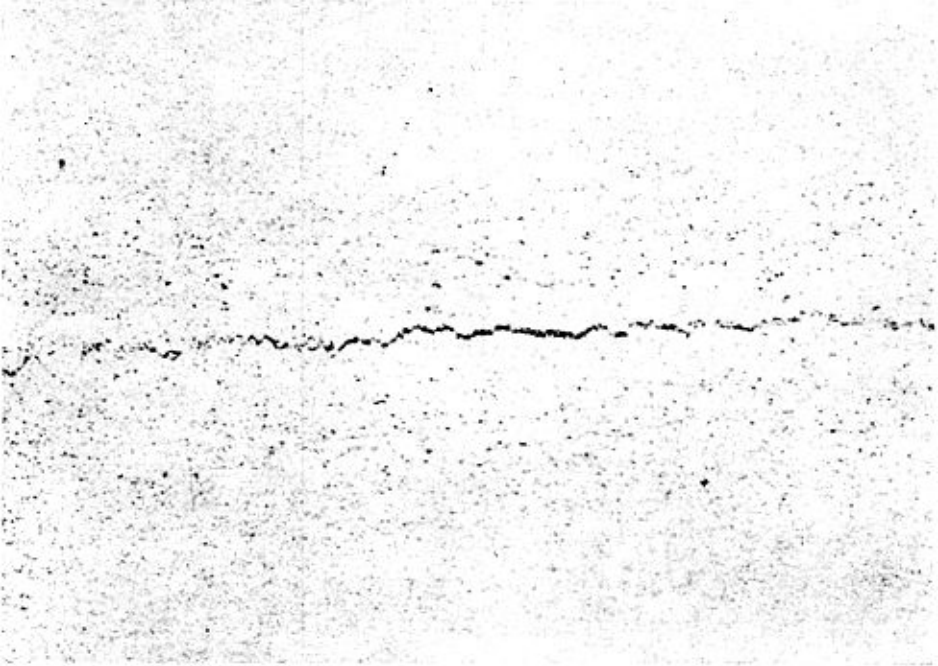

(标准的附录)

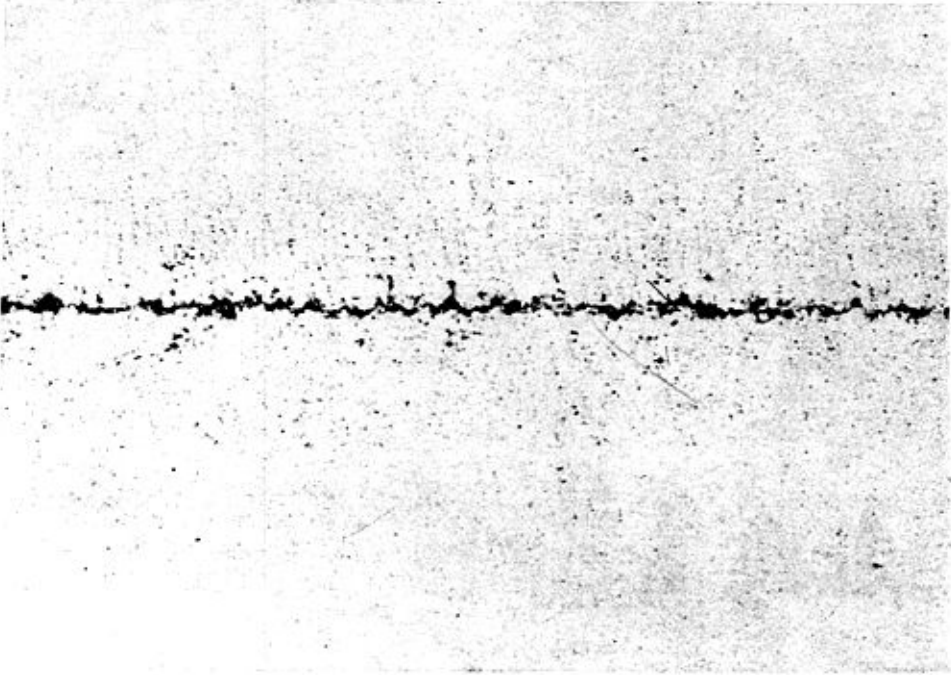
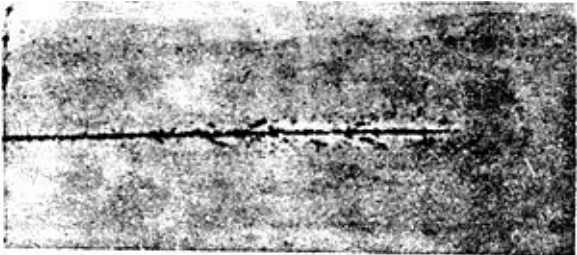
连铸钢板坯缺陷硫印评级图

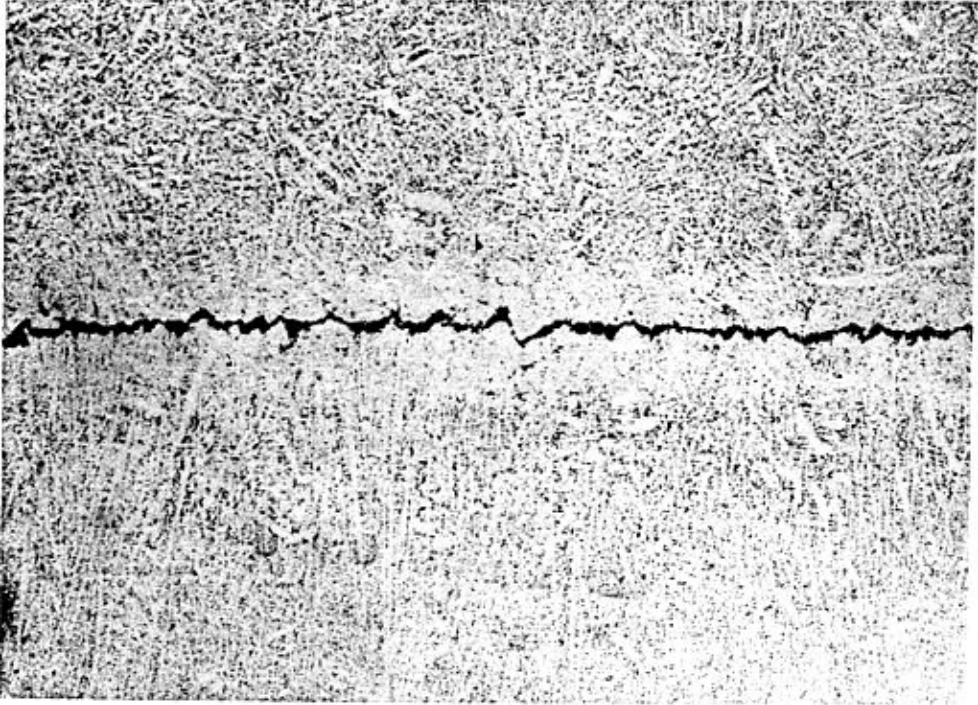
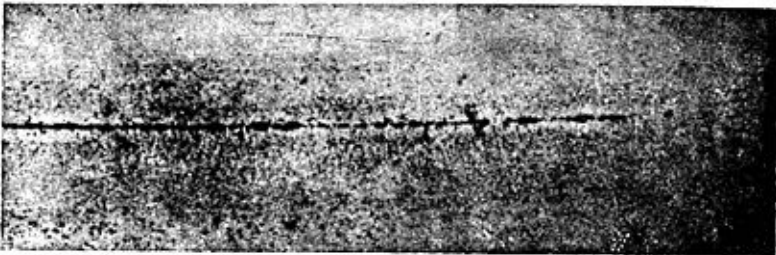
- B1 中心偏析评级图
- B2 中间裂纹评级图
- B3 角裂纹评级图
- B4 三角区裂纹评级图
- B5 Al_2O_3 夹杂评级图
- B6 针孔状气泡评级图
- B7 蜂窝状气泡评级图

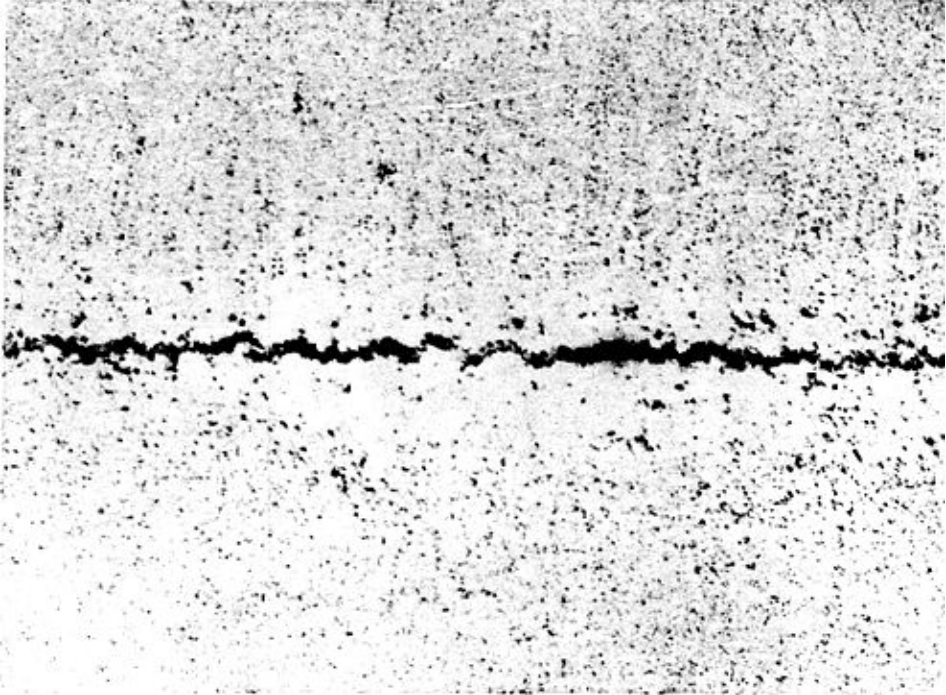
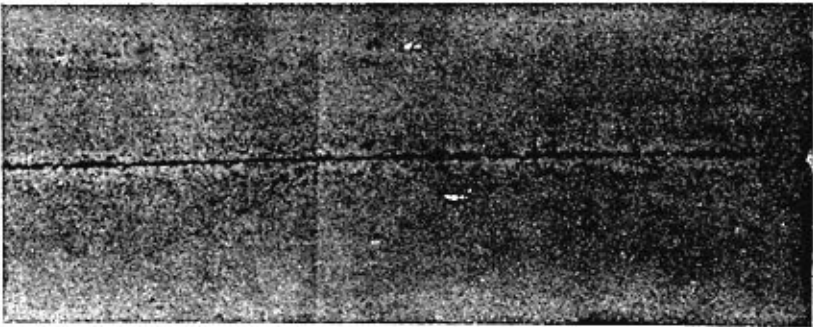
B1 中心偏析评级图

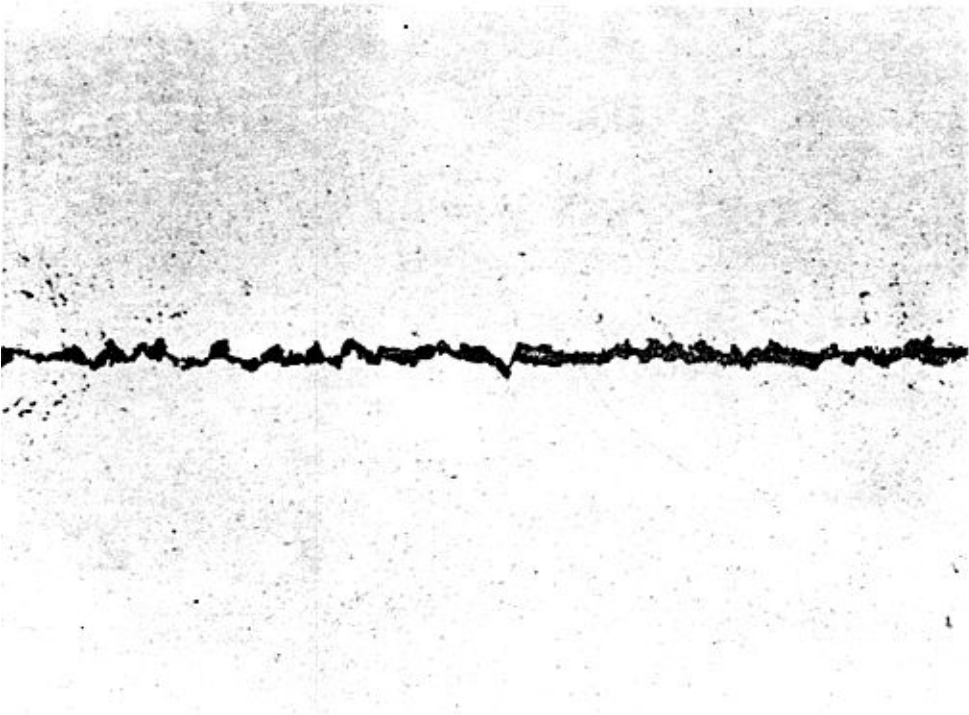

缺陷类型	A类中心偏析	级别	0.5
			
(× 1)			
			
(× 1/5)			

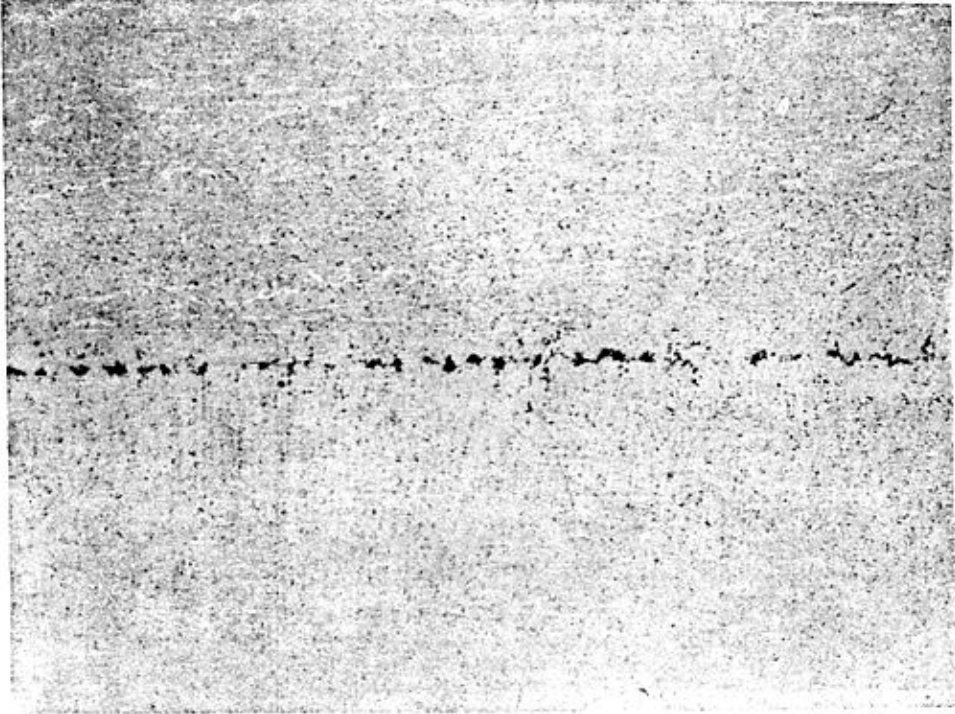
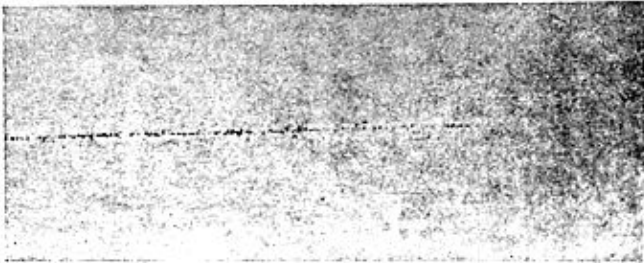
缺陷类型	A类中心偏析	级别	1.0
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

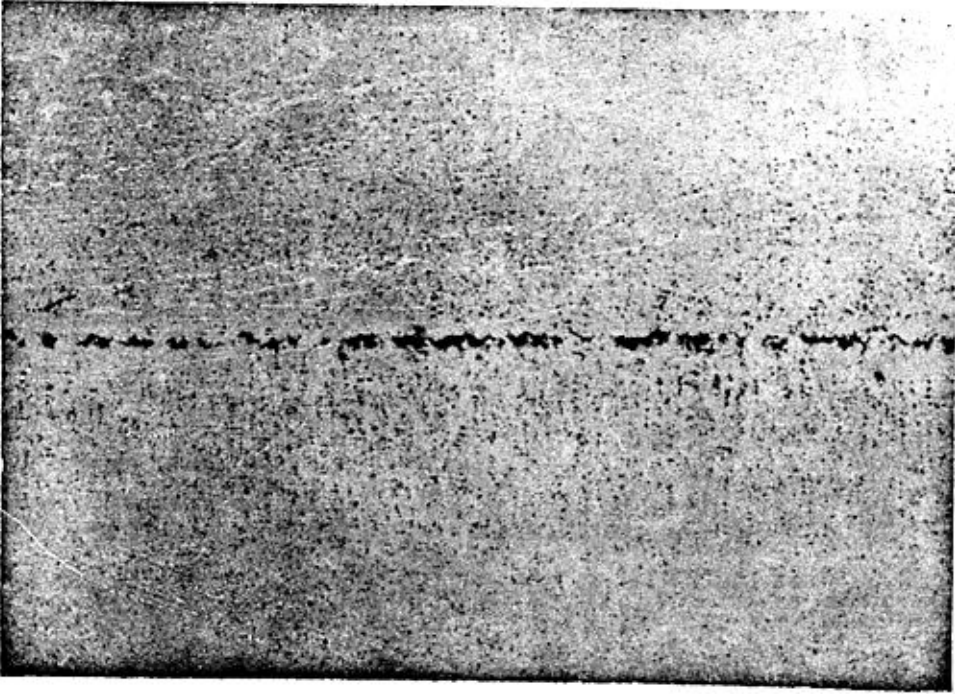

缺陷类型	A类中心偏析	级别	1.5
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

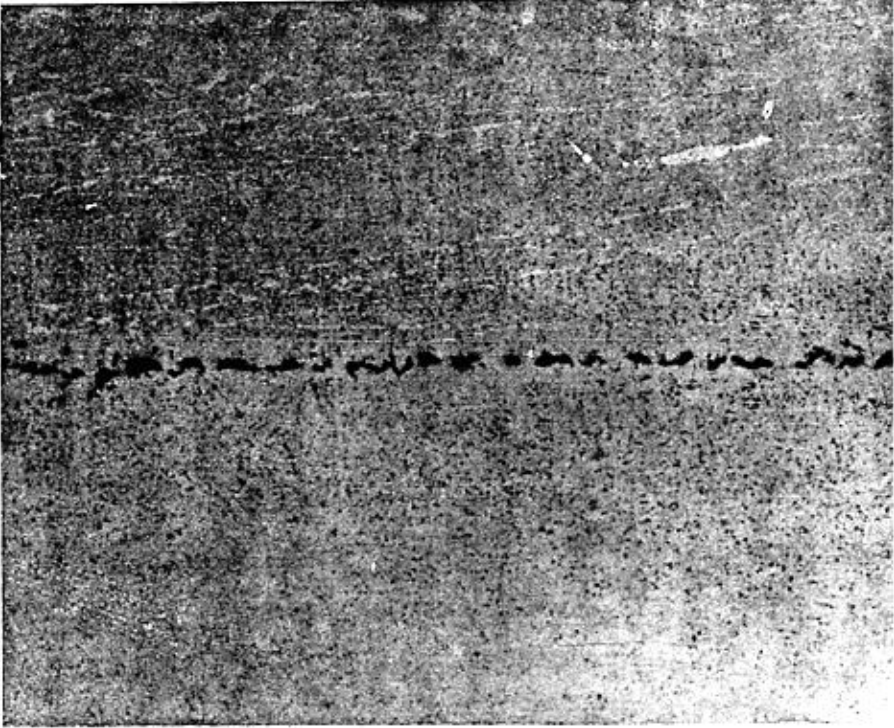
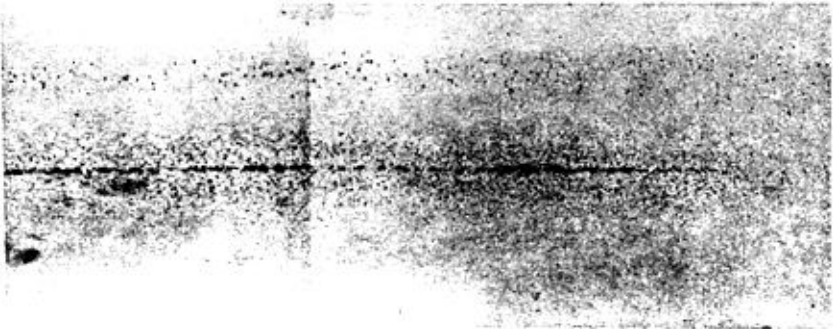
缺陷类型	A类中心偏析	级别	2.0
			
(×1)			
			
(× $\frac{1}{5}$)			

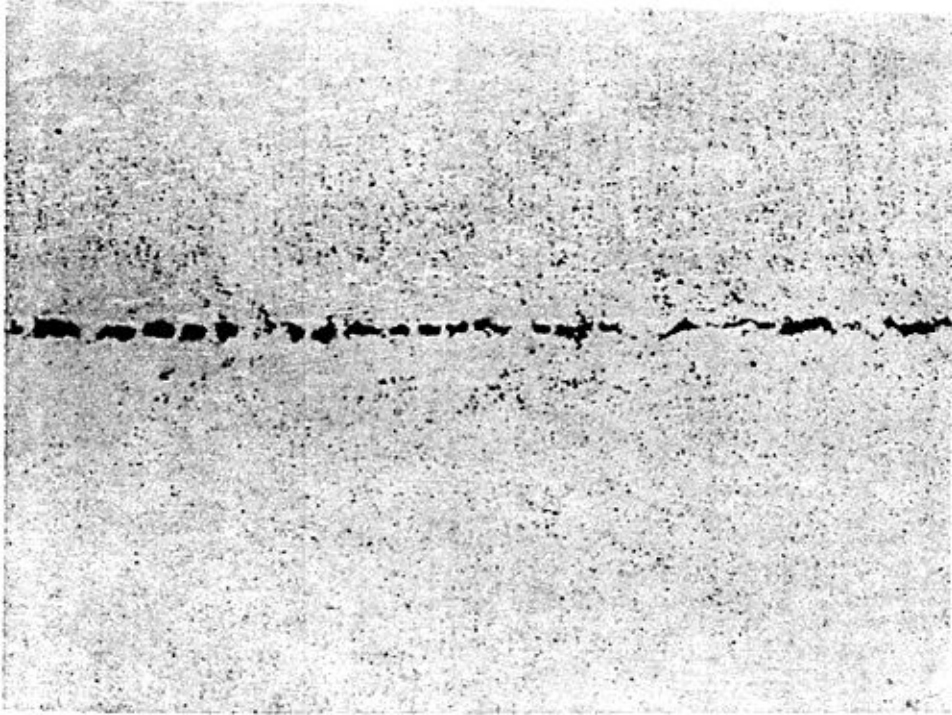

缺陷类型	A类中心偏析	级别	2.5
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

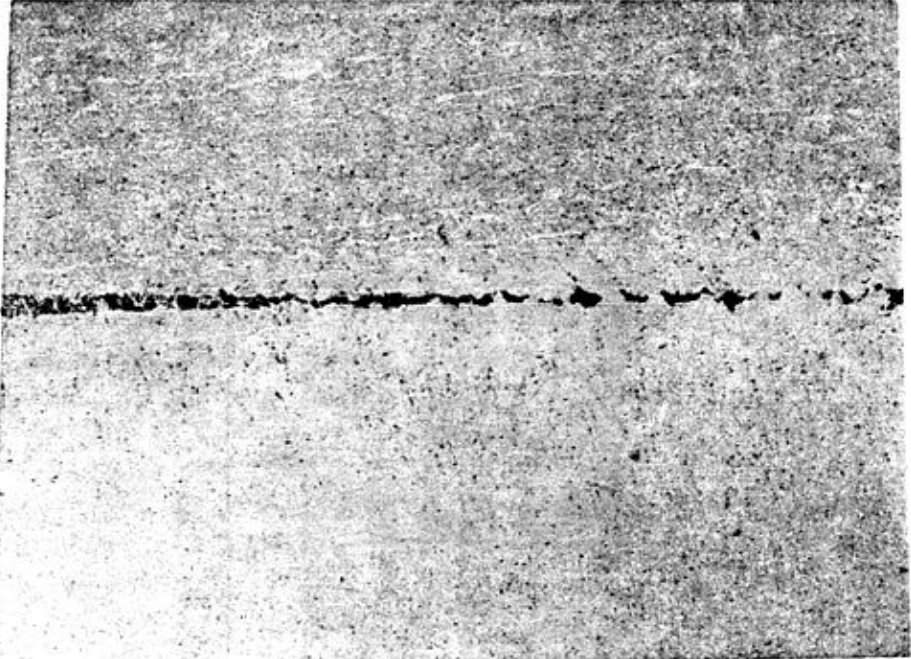

缺陷类型	A类中心偏析	级别	3.0
 <p data-bbox="1095 1087 1182 1127">(× 1)</p>			
 <p data-bbox="1075 1626 1176 1675">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

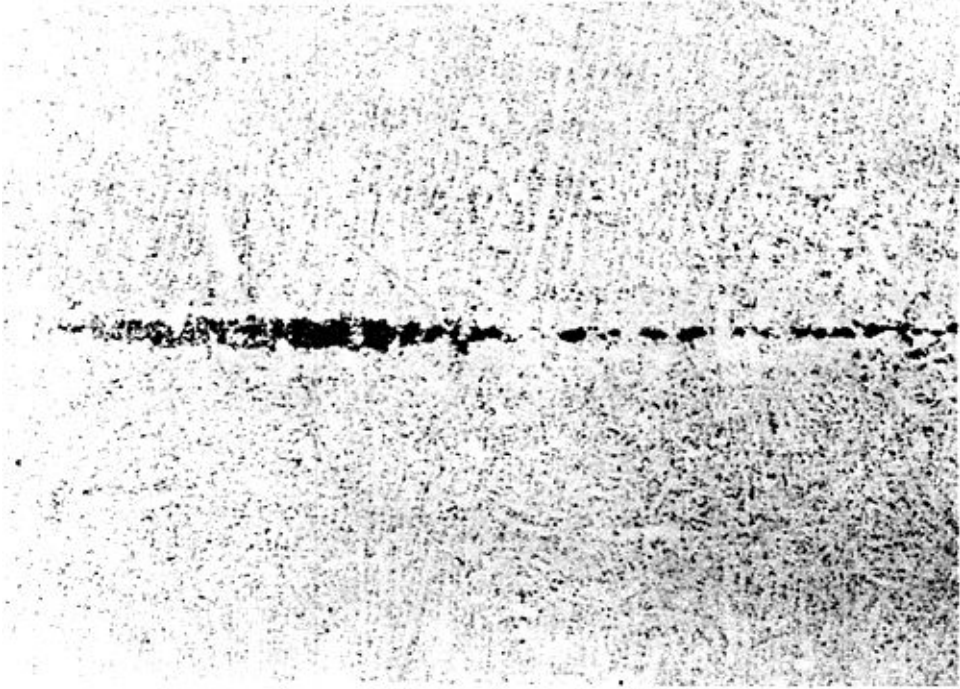

缺陷类型	B类中心偏析	级别	0.5
			
(× 1)			
			
(× $\frac{1}{5}$)			

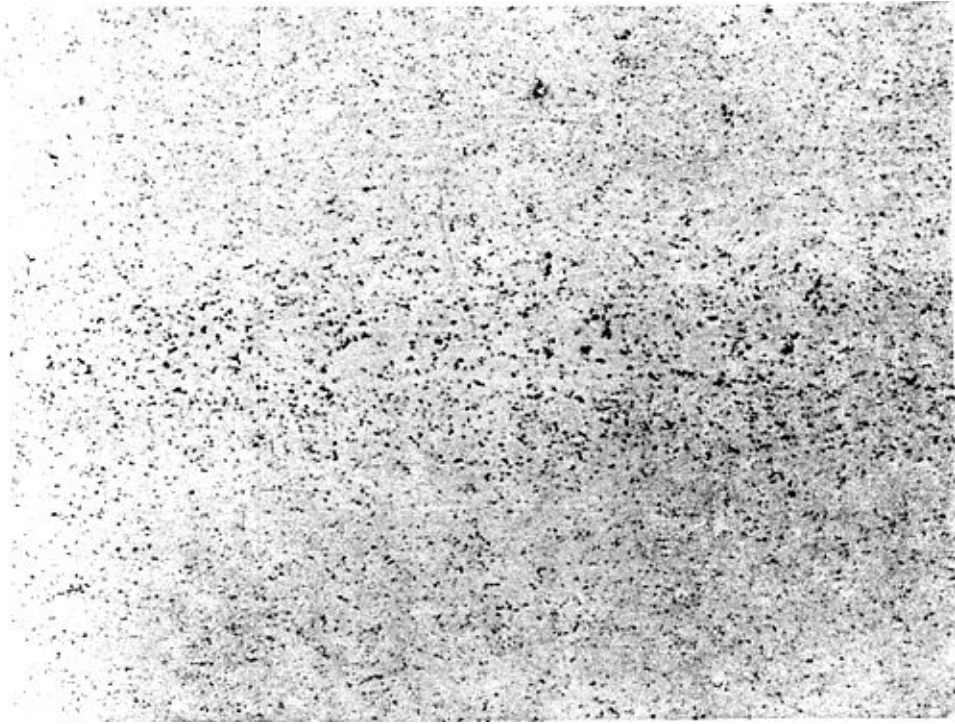
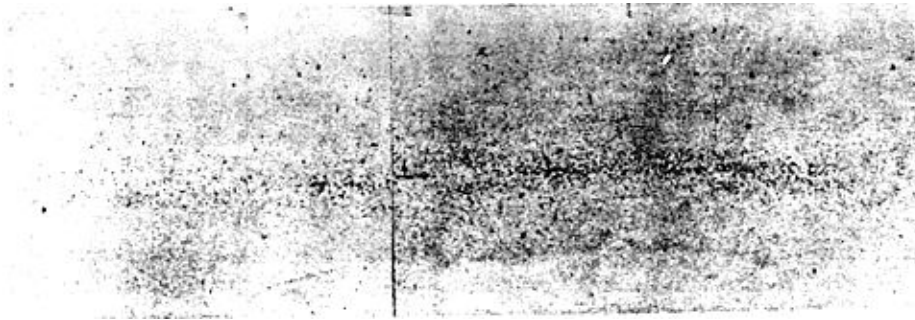
缺陷类型	B类中心偏析	级别	1.0
 <p data-bbox="1068 1107 1157 1138">(× 1)</p>			
 <p data-bbox="1052 1642 1154 1693">(× $\frac{1}{5}$)</p>			



缺陷类型	B类中心偏析	级别	1.5
			
			(× 1)
			
			(× $\frac{1}{5}$)

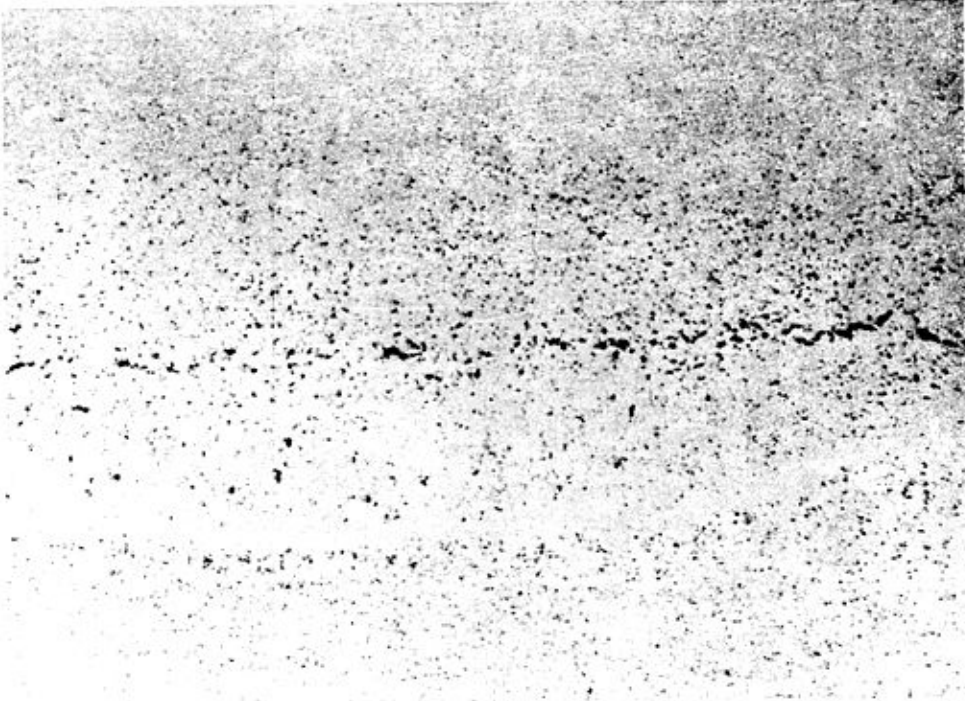

缺陷类型	B类中心偏析	级别	2.0
			
			(× 1)
			
			(× $\frac{1}{5}$)

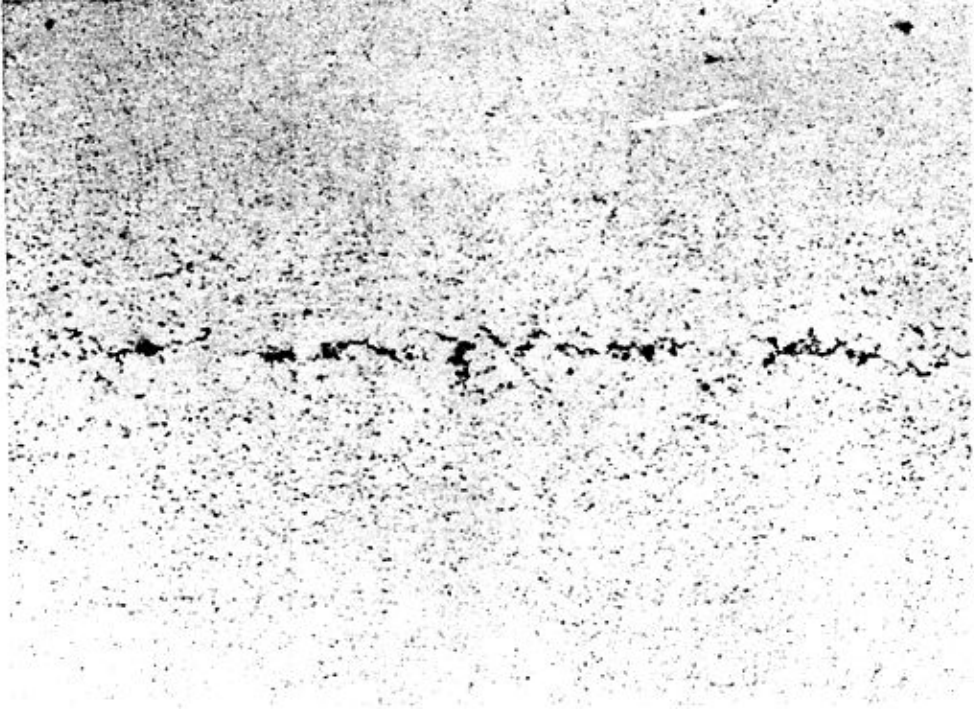
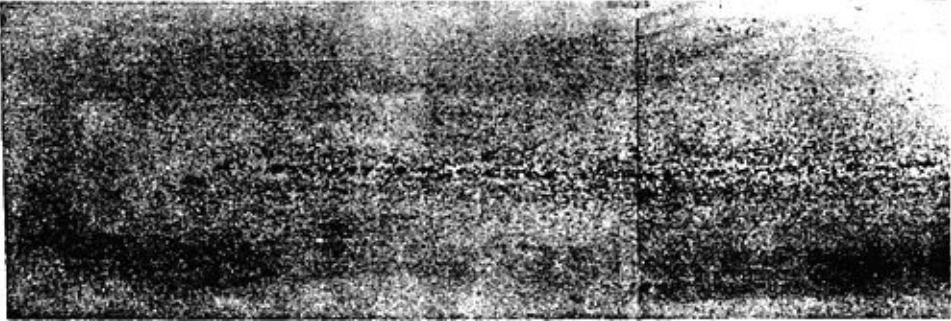
缺陷类型	B类中心偏析	级别	2.5
			
			(× 1)
			
			(× $\frac{1}{5}$)

缺陷类型	B类中心偏析	级别	3.0
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

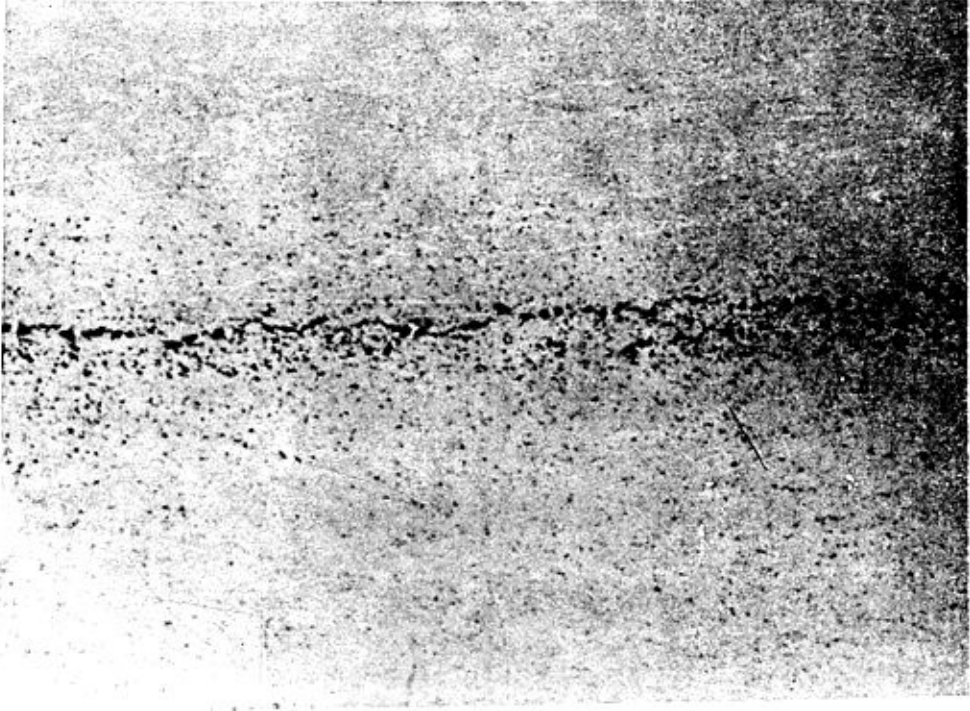
缺陷类型	C类中心偏析	级别	0.5
 <p data-bbox="1112 1066 1197 1099">(× 1)</p>			
 <p data-bbox="1099 1622 1197 1667">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

缺陷类型	C类中心偏析	级别	1.0
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

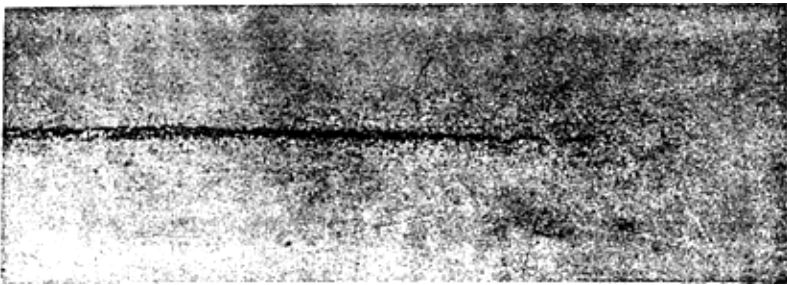
缺陷类型	C类中心偏析	级别	1.5
 <p data-bbox="1120 1085 1206 1113">(× 1)</p>			
 <p data-bbox="1110 1648 1206 1701">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

缺陷类型	C类中心偏析	级别	2.0
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

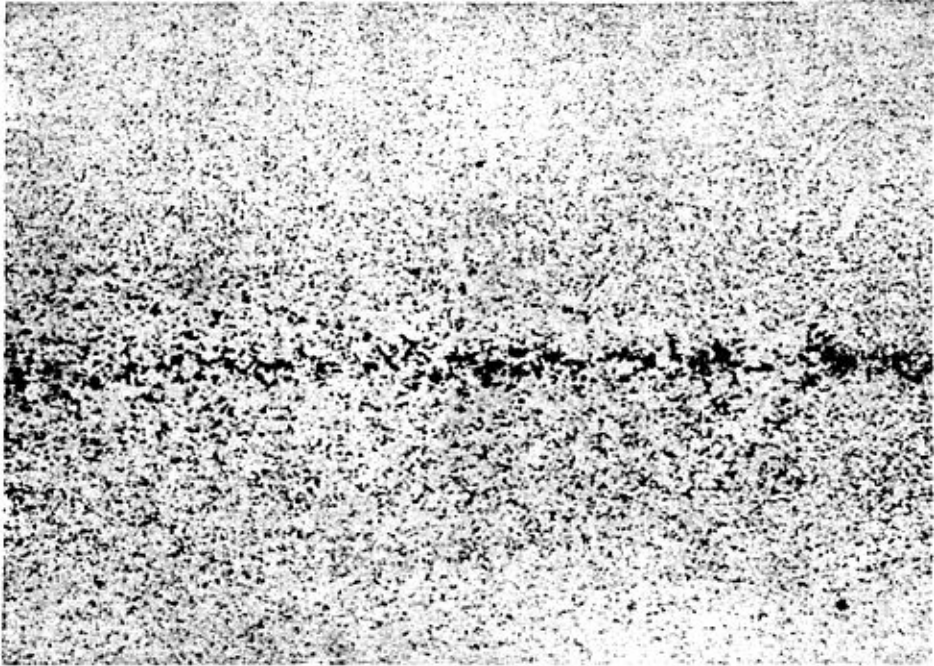

缺陷类型	C类中心偏析	级别	2.5
------	--------	----	-----



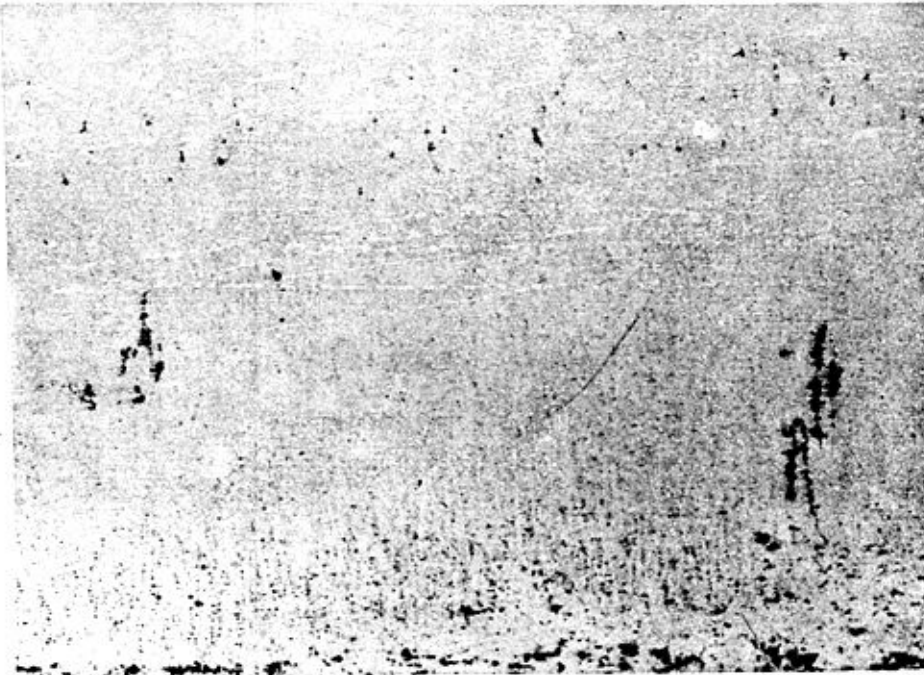
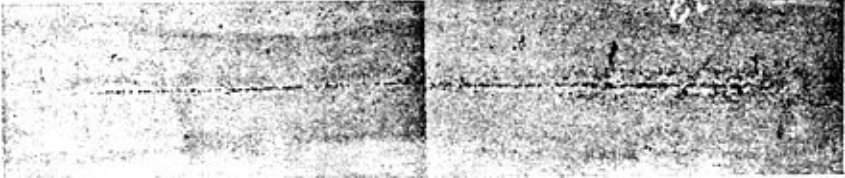
(× 1)

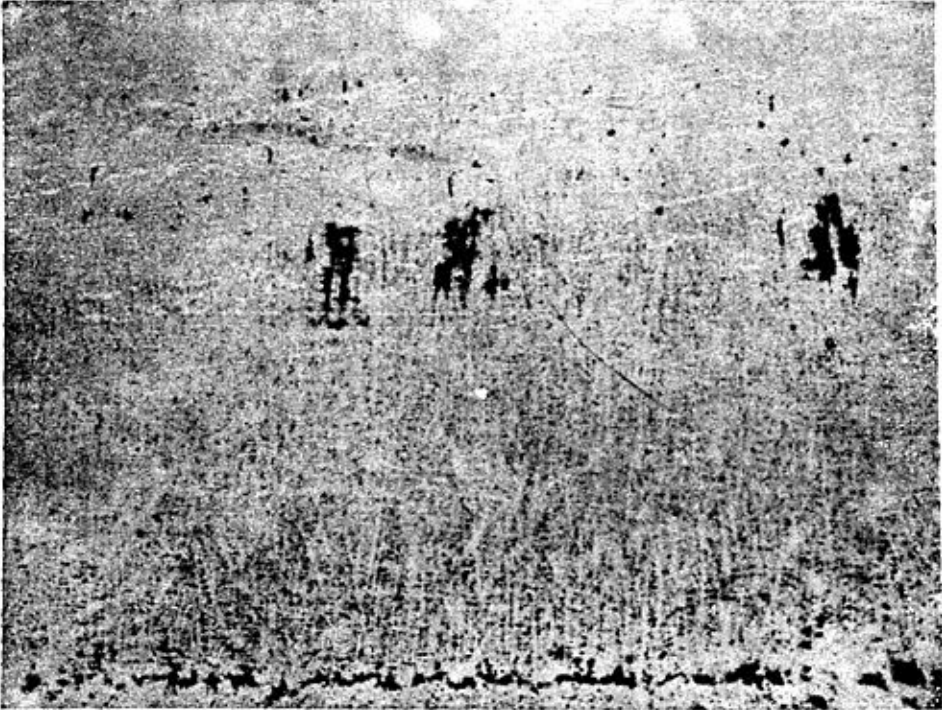



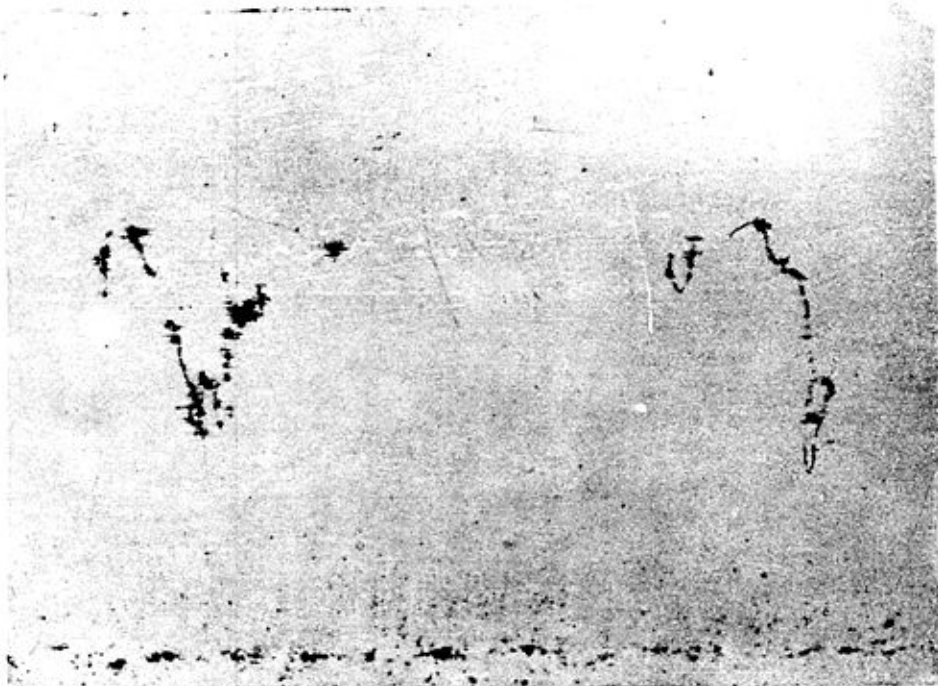

(× $\frac{1}{5}$)

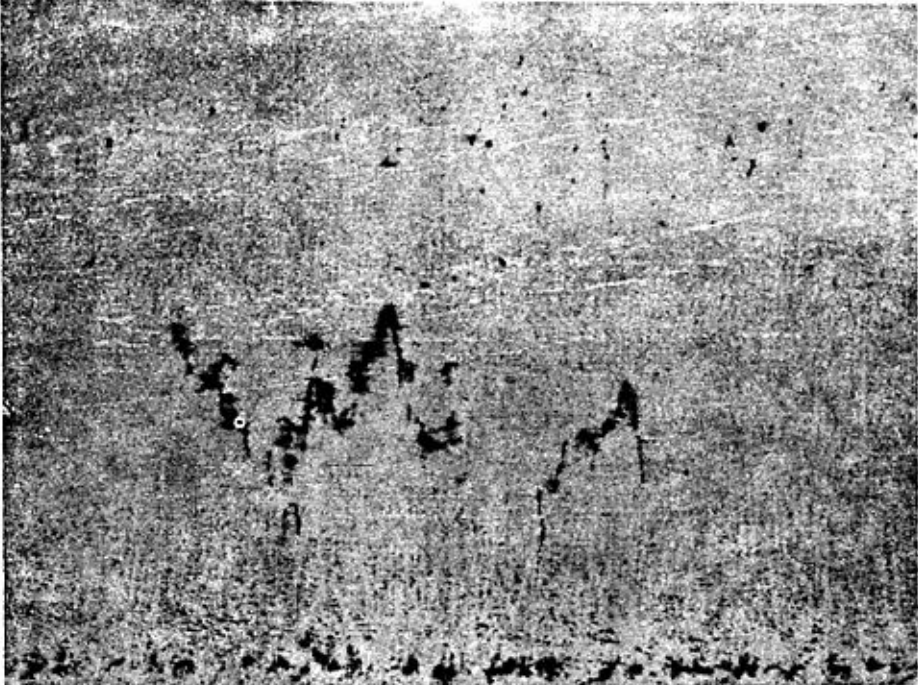

缺陷类型	C类中心偏析	级别	3.0
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{5}$)</p>			



B2 中间裂纹评级图

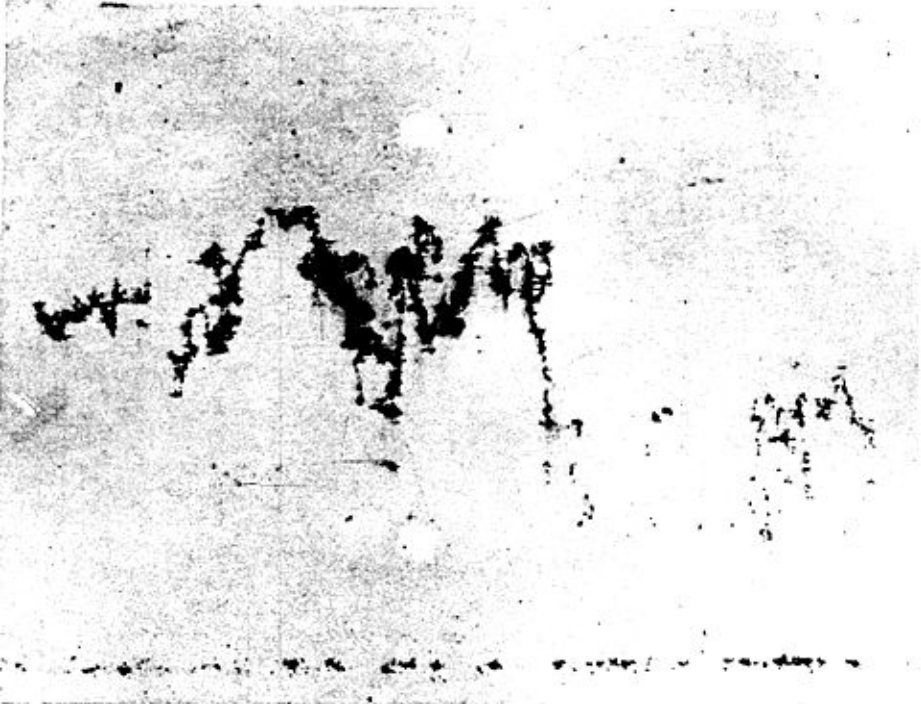

缺陷类型	中间裂纹	级别	0.5
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{7}$)</p>			

缺陷类型	中间裂纹	级别	1.0
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{7}$)</p>			

缺陷类型	中间裂纹	级别	1.5
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{7}$)</p>			

缺陷类型	中间裂纹	级别	2.0
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{7}$)</p>			

缺陷类型	中间裂纹	级别	2.5
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{7}$)</p>			


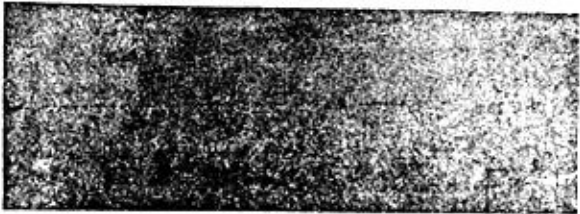
缺陷类型	中间裂纹	级别	3.0
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{7}$)</p>			

B3 角裂纹评级图

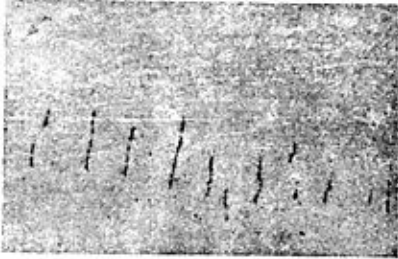

缺陷类型	角裂纹	级 别	0.5
<div data-bbox="501 619 868 874" data-label="Image"> <p>A black and white micrograph showing a surface with a fine, granular texture. Several dark, irregular lines representing cracks are visible, primarily concentrated in the lower half of the image. The cracks vary in length and orientation, some appearing as short, parallel segments.</p> </div> <div data-bbox="1112 1044 1210 1076" data-label="Text"> <p>(× 1)</p> </div>			
<div data-bbox="412 1315 993 1515" data-label="Image"> <p>A black and white micrograph showing a surface with a fine, granular texture. A prominent, dark, horizontal crack line runs across the middle of the image. The surface appears slightly darker and more uniform in color compared to the top micrograph.</p> </div> <div data-bbox="1099 1638 1210 1687" data-label="Text"> <p>(× $\frac{1}{5}$)</p> </div>			

缺陷类型	角裂纹	级别	1.0
<div data-bbox="490 499 903 799" data-label="Image"> <p>A square micrograph showing a textured surface with several dark, irregular lines representing cracks. The cracks are most prominent near the corners of the image. The magnification is indicated as (× 1) in the bottom right corner of the cell.</p> </div> <div data-bbox="1095 1027 1189 1060" data-label="Text"> <p>(× 1)</p> </div>			
<div data-bbox="370 1283 938 1530" data-label="Image"> <p>A rectangular micrograph showing a textured surface with a prominent dark horizontal line across the middle, representing a crack. The magnification is indicated as (× 1/5) in the bottom right corner of the cell.</p> </div> <div data-bbox="1072 1617 1180 1669" data-label="Text"> <p>(× $\frac{1}{5}$)</p> </div>			

缺陷类型	角裂纹	级别	1.5
<div data-bbox="528 540 868 817" data-label="Image"> <p>A square micrograph showing a surface with a grainy texture. Several dark, irregular lines representing cracks are visible, primarily concentrated in the lower half of the image.</p> </div> <div data-bbox="1112 1036 1220 1074" data-label="Text"> <p>(× 1)</p> </div>			
<div data-bbox="413 1340 962 1517" data-label="Image"> <p>A rectangular micrograph showing a surface with a grainy texture. A prominent dark horizontal line representing a crack is visible in the center of the image.</p> </div> <div data-bbox="1099 1630 1220 1689" data-label="Text"> <p>(× $\frac{1}{5}$)</p> </div>			


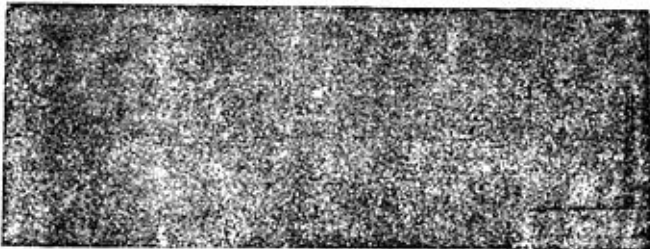
缺陷类型	角裂纹	级别	2.0
			<p>(× 1)</p>
			<p>(× $\frac{1}{5}$)</p>

缺陷类型	角裂纹	级别	2.5
<div data-bbox="504 617 866 872" data-label="Image">A black and white micrograph showing a surface with several dark, V-shaped cracks originating from a corner. The background has a grainy texture.</div> <div data-bbox="1095 1048 1189 1078" data-label="Text"><p>(× 1)</p></div>			
<div data-bbox="376 1283 927 1509" data-label="Image">A black and white micrograph showing a surface with a dark, irregularly shaped area, likely a crack or defect. The background is grainy.</div> <div data-bbox="1081 1636 1189 1685" data-label="Text"><p>(× $\frac{1}{5}$)</p></div>			


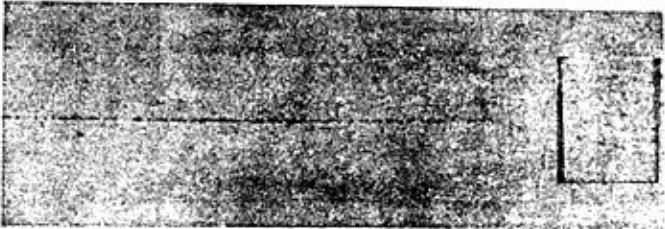
缺陷类型	角裂纹	级别	3.0
 <p data-bbox="1112 1034 1206 1066">(×1)</p>			
 <p data-bbox="1096 1622 1201 1673">(×$\frac{1}{5}$)</p>			



B4 三角区裂纹评级图


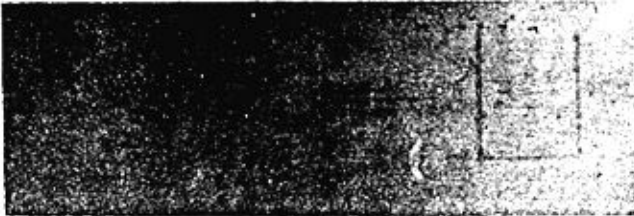
缺陷类型	三角区裂纹	级别	0.5
<div data-bbox="432 401 934 1034" data-label="Image"> <p>A grayscale micrograph showing a textured surface with several small, dark, horizontal cracks. The cracks are irregular in shape and length, scattered across the field of view.</p> </div> <div data-bbox="1099 1044 1202 1079" data-label="Text"> <p>(× 1)</p> </div>			
<div data-bbox="298 1283 997 1505" data-label="Image"> <p>A grayscale micrograph showing a textured surface with a prominent, dark, horizontal crack. The crack is relatively straight and extends across most of the width of the image.</p> </div> <div data-bbox="1089 1638 1206 1695" data-label="Text"> <p>(× $\frac{1}{5}$)</p> </div>			

缺陷类型	三角区裂纹	级别	1.0
 <p data-bbox="1099 1046 1188 1079">(× 1)</p>			
 <p data-bbox="1085 1642 1188 1693">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

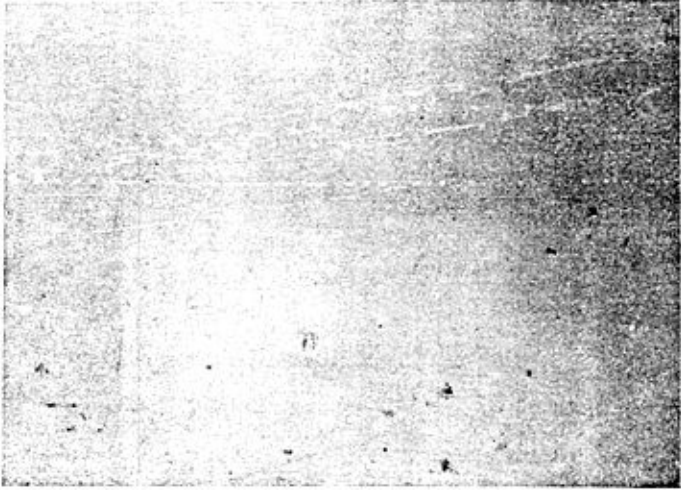
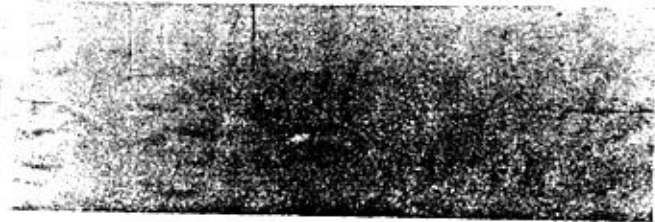
缺陷类型	三角区裂纹	级别	1.5
<div data-bbox="526 449 994 1123" data-label="Image"> <p>A black and white micrograph showing a textured surface with several dark, irregular, horizontal cracks. The cracks are distributed across the center of the image, with some appearing as short dashes and others as slightly longer, more continuous lines. The background has a fine, granular appearance.</p> </div> <div data-bbox="1226 1123 1336 1161" data-label="Text"> <p>(× 1)</p> </div>			
<div data-bbox="384 1427 1059 1640" data-label="Image"> <p>A black and white micrograph showing a textured surface. The right half of the image is significantly darker and more obscured than the left half, which shows a lighter, more granular texture. Some faint, dark features are visible on the left side, but they are less distinct than in the first image.</p> </div> <div data-bbox="1211 1761 1336 1825" data-label="Text"> <p>(× $\frac{1}{5}$)</p> </div>			

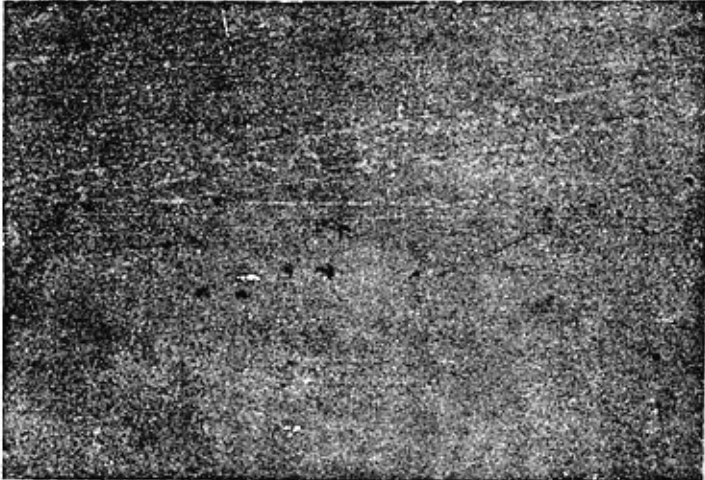

缺陷类型	三角区裂纹	级别	2.0
			<p>(× 1)</p>
			<p>(× $\frac{1}{5}$)</p>

缺陷类型	三角区裂纹	级别	2.5
 <p data-bbox="1094 1046 1184 1079">(×1)</p>			 <p data-bbox="1083 1642 1184 1691">(×$\frac{1}{5}$)</p>



缺陷类型	三角区裂纹	级别	3.0
 A black and white micrograph showing a textured surface with several dark, irregular, and somewhat parallel cracks. The cracks are distributed across the field of view, with some appearing more prominent than others. The background has a grainy, speckled appearance.			(×1)
 A black and white micrograph showing a textured surface. On the right side, there is a rectangular area outlined with thin lines. Within and around this area, there are dark, irregular features that appear to be cracks or defects. The left side of the image is mostly dark and less detailed.			(× $\frac{1}{5}$)

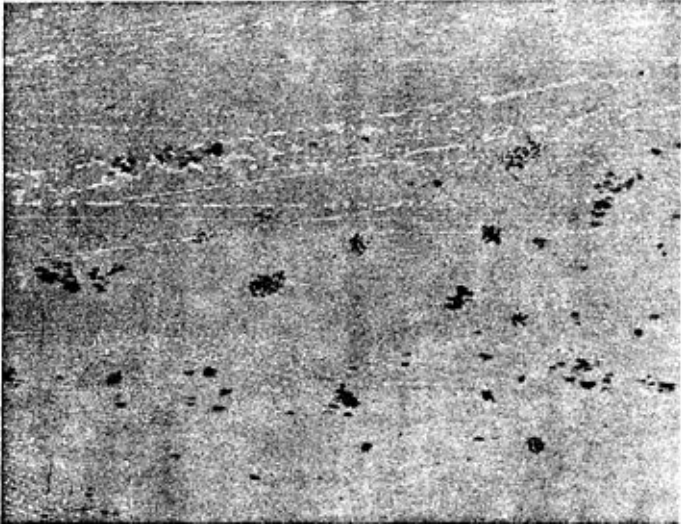
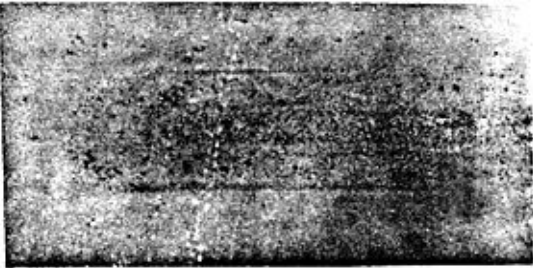
B5 Al₂O₃ 夹杂评级图



缺陷类型	Al ₂ O ₃ 夹杂	级 别	0.5
			
			(× 1)
			
			(× $\frac{1}{5}$)

缺陷类型	Al ₂ O ₃ 夹杂	级 别	1.0
 <p data-bbox="1088 1019 1182 1058">(× 1)</p>			
 <p data-bbox="1075 1617 1176 1666">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

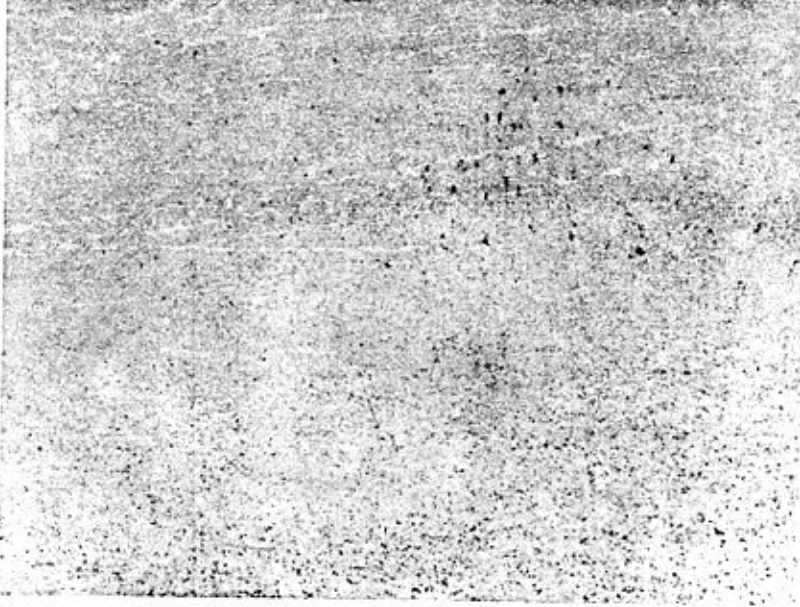
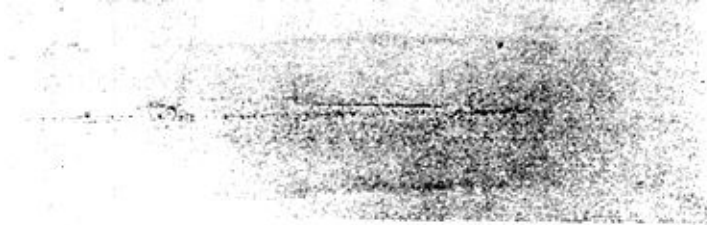
缺陷类型	Al ₂ O ₃ 夹杂	级 别	1.5
<div data-bbox="329 480 1005 962" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1095 1042 1197 1078" data-label="Text"> <p>(× 1)</p> </div>			
<div data-bbox="364 1295 1018 1538" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1081 1638 1193 1691" data-label="Text"> <p>(× $\frac{1}{5}$)</p> </div>			

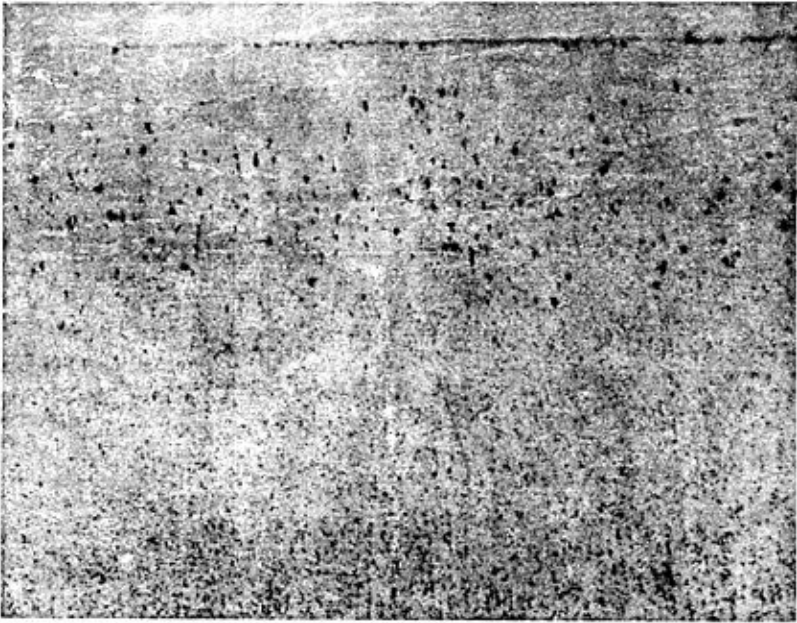
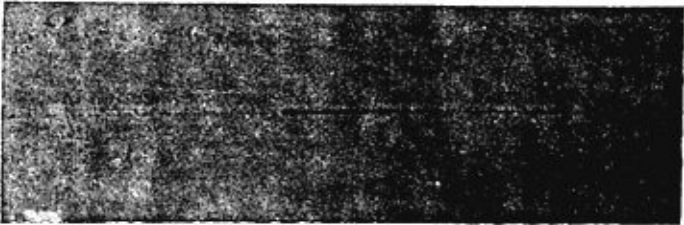
缺陷类型	Al ₂ O ₃ 夹杂	级 别	2.0
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

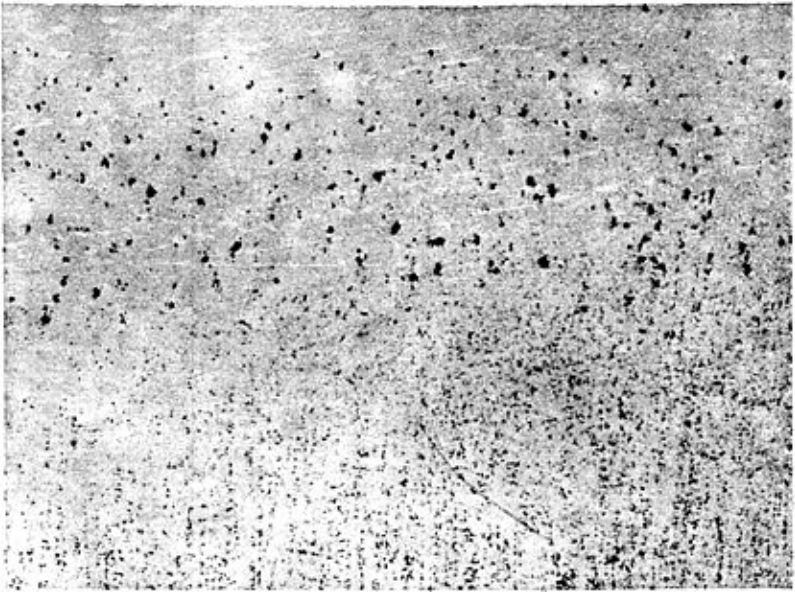

缺陷类型	Al ₂ O ₃ 夹杂	级 别	2.5
 <p data-bbox="1108 1038 1196 1068">(× 1)</p>			
 <p data-bbox="1088 1626 1189 1675">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

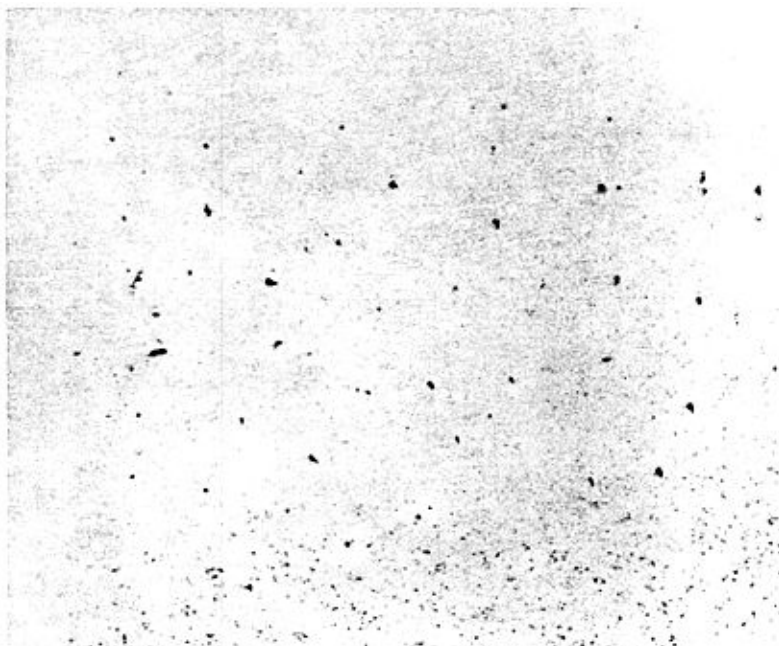

缺陷类型	Al ₂ O ₃ 夹杂	级别	3.0
 <p data-bbox="1095 1029 1189 1068">(× 1)</p>			
 <p data-bbox="1081 1626 1189 1675">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

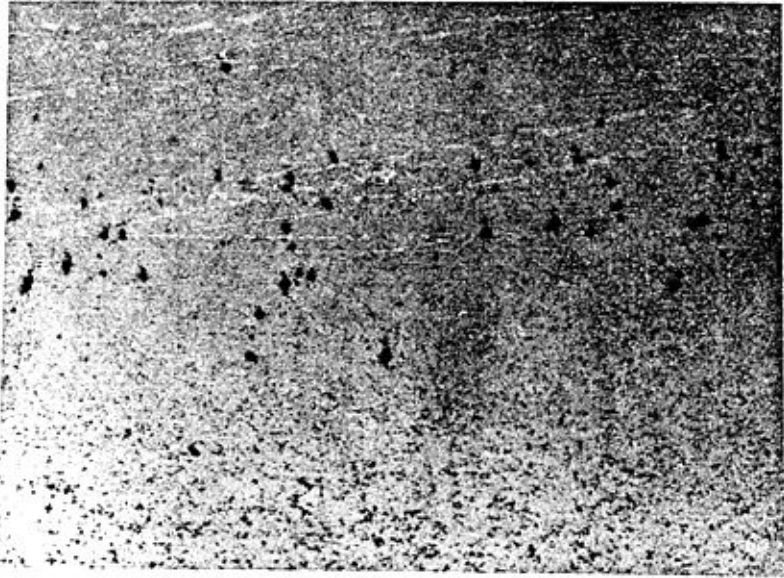

B6 针孔状气泡评级图

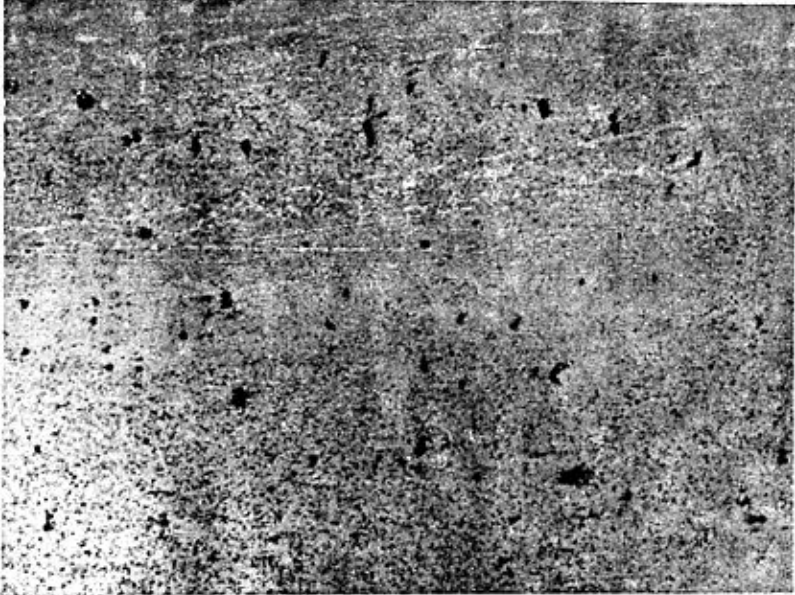

缺陷类型	针孔状气泡	级别	0.5
			
			(× 1)
			
			(× $\frac{1}{5}$)

缺陷类型	针孔状气泡	级 别	1.0
 <p data-bbox="1094 1074 1186 1105">(× 1)</p>			
 <p data-bbox="1080 1632 1186 1683">(× $\frac{1}{5}$)</p>			

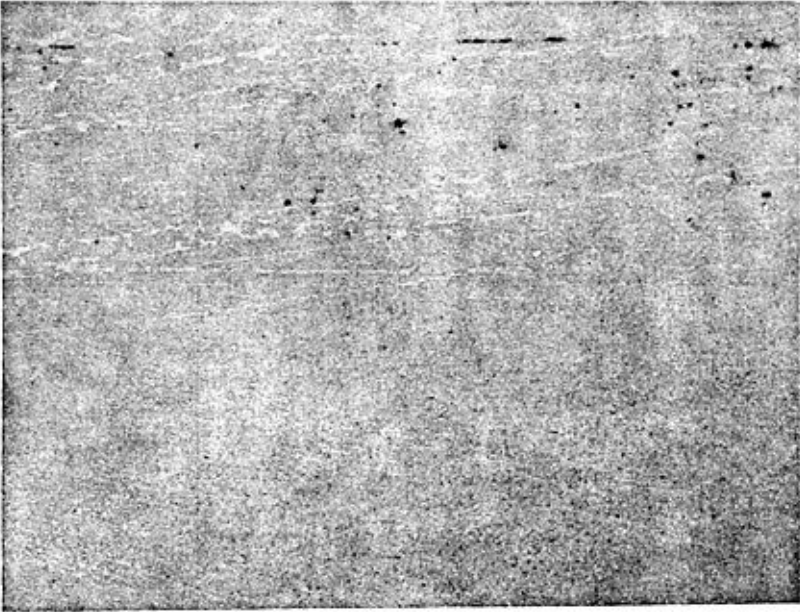
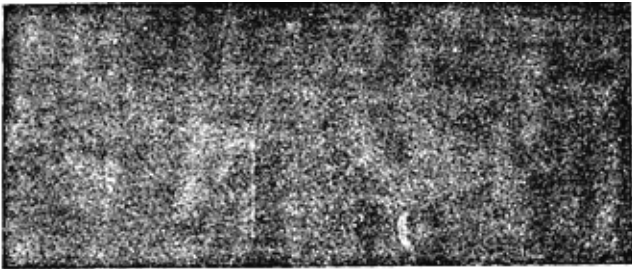
缺陷类型	针孔状气泡	级别	1.5
			
			(× 1)
			
			(× $\frac{1}{5}$)

缺陷类型	针孔状气泡	级别	2.0
 <p data-bbox="1102 1078 1182 1107">(× 1)</p>			
 <p data-bbox="1088 1626 1182 1685">(× $\frac{1}{5}$)</p>			


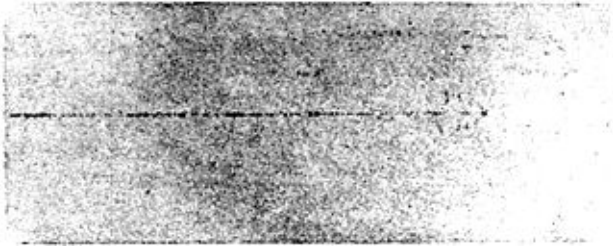
缺陷类型	针孔状气泡	级别	2.5
			
			(× 1)
			
			(× $\frac{1}{5}$)

缺陷类型	针孔状气泡	级别	3.0
			
			(× 1)
			
			(× $\frac{1}{5}$)

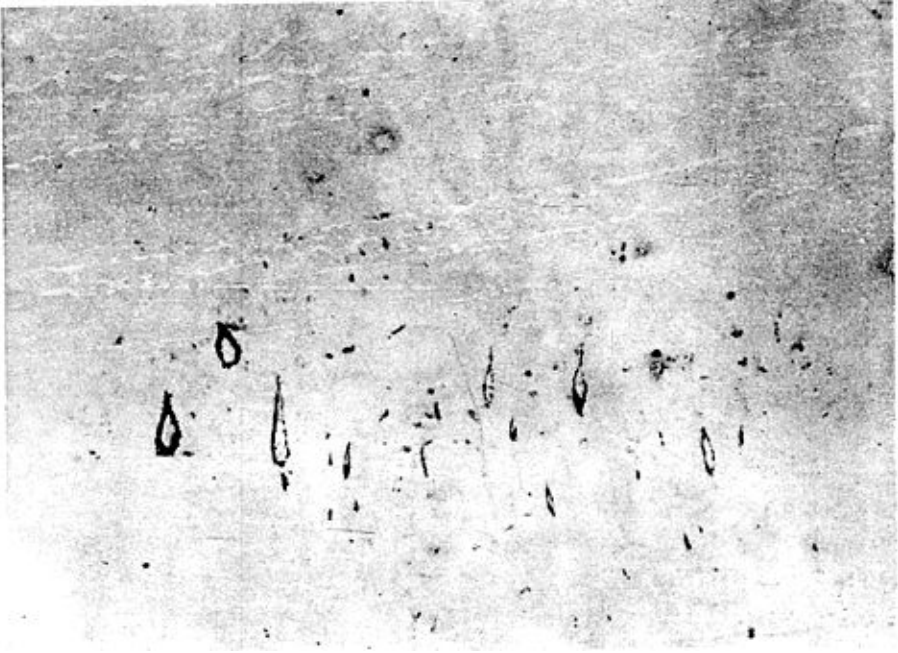

B7 蜂窝状气泡评级图



缺陷类型	蜂窝状气泡	级别	0.5
			
			(× 1)
			
			(× $\frac{1}{5}$)

缺陷类型	蜂窝状气泡	级别	1.0
<div data-bbox="266 364 1110 1015" data-label="Image"> <p>A black and white micrograph showing a metal surface with numerous small, dark, irregularly shaped spots scattered across it, representing honeycomb-like bubbles. The background has a fine, grainy texture.</p> </div> <div data-bbox="1103 1066 1206 1101" data-label="Text"> <p>(× 1)</p> </div>			
<div data-bbox="350 1324 964 1564" data-label="Image"> <p>A black and white micrograph showing a metal surface with a dense distribution of small, dark, irregularly shaped spots, representing honeycomb-like bubbles. The background has a fine, grainy texture.</p> </div> <div data-bbox="1085 1615 1206 1673" data-label="Text"> <p>(× $\frac{1}{5}$)</p> </div>			

缺陷类型	蜂窝状气泡	级别	1.5
			
			(× 1)
			
			(× $\frac{1}{5}$)

缺陷类型	蜂窝状气泡	级别	2.0
<div data-bbox="217 370 1112 1029" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1091 1079 1197 1117" data-label="Text"> <p>(× 1)</p> </div>			
<div data-bbox="319 1250 962 1511" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1075 1632 1193 1689" data-label="Text"> <p>(× $\frac{1}{5}$)</p> </div>			

缺陷类型	蜂窝状气泡	级 别	2.5
			
			(× 1)
			
			(× $\frac{1}{5}$)

缺陷类型	蜂窝状气泡	级别	3.0
 <p style="text-align: right;">(× 1)</p>			
 <p style="text-align: right;">(× $\frac{1}{5}$)</p>			