

# 钢的金相图谱

钢的宏观组织与缺陷

冶金工业出版社

# 钢的金相图谱

钢的宏观组织与缺陷

冶金工业部钢铁研究院 编

7-221

冶金工业出版社

本《图谱》分为镇静钢、沸腾钢、连铸坯、电渣钢、断口、焊接组织及其它七个部分共 156 张照片，每张照片都附有扼要的说明。可供钢厂及有关单位识别或判定钢的宏观组织与缺陷时参考。

**钢 的 金 相 图 谱**  
**鋼的宏观組織与缺陷**  
冶金工业部钢铁研究院 编

\*

冶金工业出版社出版  
新华书店北京发行所发行  
冶金工业出版社印刷厂印刷

\*

787×1092 1/16 印张 10 字数 224 千字  
1975年4月第一版 1975年4月第一次印刷  
印数00,001~15,000册  
统一书号：15062·3129 定价（科四）3.95元

# 毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

备战、备荒、为人民。

我们的方针要放在什么基点上？放在自己力量的基点上，叫做自力更生。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

前 言	[ 1 ]
<b>1. 镇静钢的组织与缺陷</b>	
101~108 镇静钢锭的结晶组织	[ 2 ]
109~114 一般疏松和中心疏松	[ 8 ]
115~121 锭型偏析	[ 14 ]
122~126 点状偏析	[ 22 ]
127~132 缩孔残余	[ 28 ]
133~136 皮下气泡	[ 36 ]
137~145 白 点	[ 40 ]
146~151 轴心“裂缝”及同心圆裂缝	[ 50 ]
152~153 内 裂	[ 56 ]
154~160 翻 皮	[ 58 ]
161~162 内部气泡	[ 66 ]
163~168 外来金属夹杂与钛夹杂	[ 68 ]
169~170 硅 偏 析	[ 74 ]
171 发 纹	[ 76 ]
172~174 轴心碳偏析和负偏析	[ 76 ]
175~180 边缘粗晶	[ 78 ]
181~182 锻 裂	[ 84 ]
183 非 金属夹杂	[ 84 ]
184 折 叠	[ 86 ]



185 热脆..... [ 86 ]

## 2. 沸腾钢的组织与缺陷

201~205 沸腾钢锭的组织..... [ 88 ]

206 蜂窝气泡..... [ 92 ]

207 硅偏析..... [ 92 ]

208 二次气泡未轧合..... [ 94 ]

209 尾孔..... [ 94 ]

## 3. 连续铸钢铸坯的组织与缺陷

301~302 连续铸钢的铸坯组织..... [ 96 ]

303~304 凹陷..... [ 98 ]

305 鼓肚..... [ 98 ]

306 裂缝..... [ 100 ]

307 菱变..... [ 100 ]

308 缩孔..... [ 102 ]

## 4. 电渣重熔钢的组织与缺陷

401~402 波纹状偏析..... [ 102 ]

403~405 外来金属夹杂..... [ 104 ]

406 氟化钙夹杂..... [ 106 ]

## 5. 断口

501 台状断口..... [ 108 ]

502 撕裂状断口..... [ 108 ]

503~504 木纹状断口..... [ 110 ]

505 分层断口..... [ 112 ]

506 石状断口..... [ 112 ]

507 茶状断口..... [ 114 ]

508	石墨断口.....	[ 114 ]
509	杆状晶断口.....	[ 114 ]

## 6. 焊接组织与缺陷

601~609	几种焊接方法的接头宏观组织.....	[ 116 ]
610~619	焊接接头夹渣、未焊透、白点.....	[ 124 ]
620~636	焊接接头裂缝.....	[ 132 ]

## 7. 其它

701~703	切割缺陷.....	[ 148 ]
---------	-----------	---------

## 前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，冶金工业战线上呈现出一派朝气蓬勃的大好形势。

为了适应冶金工业迅速发展的需要，我们采取了群众路线的办法，深入现场，走访了许多冶金和机械工业企业，广泛征求工人、技术人员和领导干部对修订《图谱》的意见，对1960年出版的《钢铁金相图谱》进行了修订。

本《图谱》分为低倍和高倍两部分。本书为低倍部分，即钢的宏观组织与缺陷，共汇集了156张图片。这些图片绝大部分选自鞍山钢铁公司、太原钢铁公司、首都钢铁公司、武汉钢铁公司、抚顺钢厂、本溪钢厂、大连钢厂、大冶钢厂、齐齐哈尔钢厂、重庆特殊钢厂、上海市冶金局所属上海钢铁研究所和上钢一、三、五厂以及上海柴油机厂、上海锅炉厂、江南造船厂、上海汽轮机锅炉研究所、哈尔滨锅炉厂、兰州石油化工机器厂、武汉锅炉厂、武昌造船厂、四川东方红锅炉厂、广州重型机械厂、北京金属结构厂等单位提供的资料。

在修订过程中，还得到了许多单位的鼓励、支持和帮助，对此，我们表示衷心感谢。

由于我们思想、业务水平有限，加之资料较缺，本书已发现一些暂难弥补的弱点，如缺少各种缺陷在热加工过程中变化情况的系统图片，还有未察觉的缺点和错误可能不少。欢迎广大读者提出批评，并提供有关图片以便再版时补充修改。

编 者

1974年12月



## 1. 镇静钢的组织与缺陷

图 号 名 称 说 明

101  
30CrMnSiNi  
合金结构钢  
钢锭的结晶  
组织与缺陷

钢锭重3吨，上大下小带保温帽。结晶从模壁开始逐渐向中心发展。在这个钢锭的纵剖面上可以观察到三个结晶区，最外层是很薄的外壳层，它由细小的等轴晶粒组成；接着是一层相当厚的柱状晶区，它由垂直于模壁的粗而伸长的晶粒组成。和柱状晶区相连的是中心部分，它由大的等轴晶粒组成。

中心部分有明显的V型偏析。V型偏析的两侧，在钢锭上、中部的柱状晶区和中心部分的交界处，有几条稍稍倾斜的偏析线，一般叫做倒V型偏析，也有叫它做‘A型偏析’、‘胡须’和‘鬼线’等。倒V型偏析的程度和钢的化学成分、钢液凝固速度等有关。例如，含镍较高的合金结构钢倒V型偏析的程度较大，而钢锭较小或扁钢锭由于凝固速度快，倒V型偏析程度就较小。

钢锭上部的凹陷部分是缩孔，一般被限制在钢锭的冒口部分，在开坯时切除。如果切除不尽，留在钢坯（材）上的缩孔叫做缩孔残余。

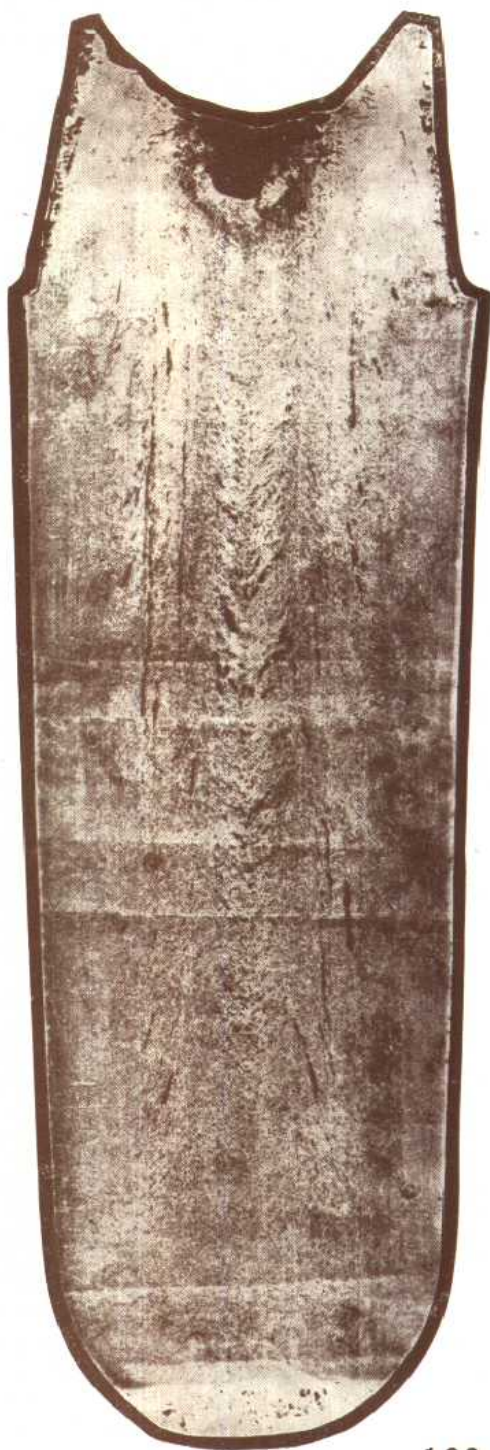
浸蚀剂：60~70°C的1:1盐酸水溶液

102  
重轨钢锭纵  
剖面的硫印

钢的化学成分为0.64%C, 0.22%Si, 0.73%Mn, 钢锭重5.3吨，上大下小，带保温帽。从硫印的结果，可以见到，V型及倒V型偏析部分的硫含量较高。

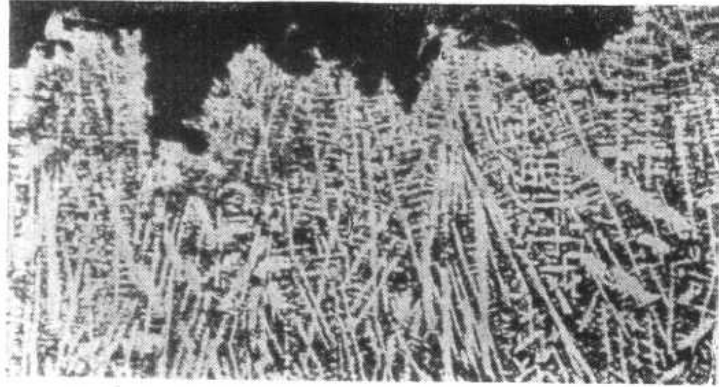


101

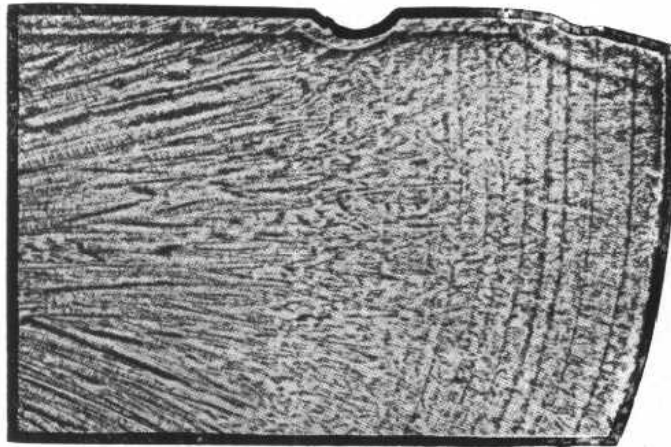


102

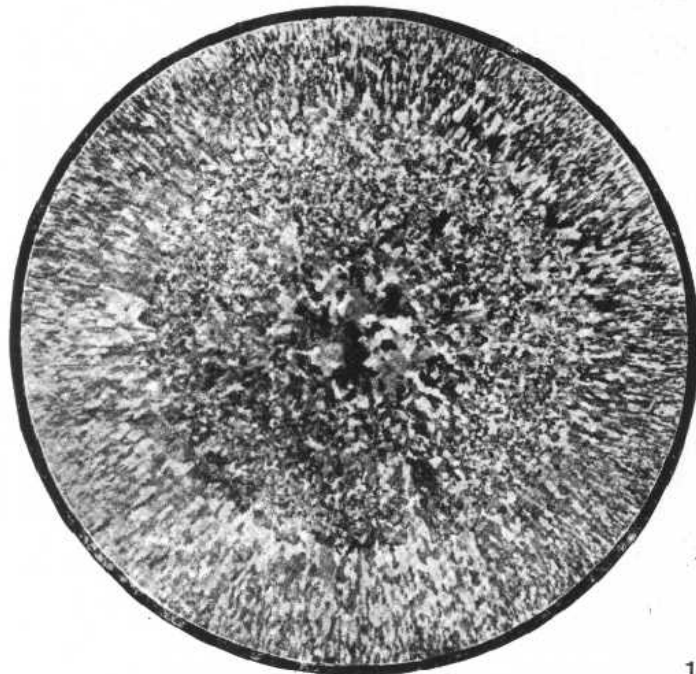
图	号	名	称	说	明	
103		树	枝	状	晶	<p>这是把已部分凝固的铸件中的剩余钢液迅速地倒出，在铸件上都见到的树枝状晶长大情况。</p> <p>倍 数：2.4：1</p>
104	结	晶	前	沿	与	<p>这些像树干年轮的钢的结晶前沿是一系列极规则的凝固等温线，它们几乎平行于钢锭的表面。在硫印试验中，这些线显白色，微观观察表明这些地方的硫化物夹杂很少。“年轮”系由向钢锭中心方向移动的、一层一层地凝固的、极薄的较纯金属和次纯金属层所组成。这些金属层因浸蚀剂不同可以显白色或黑色。</p> <p>从图中可以看到，树枝状晶大致垂直于钢锭模壁。</p> <p>浸蚀剂：120毫升盐酸加100毫升蒸馏水加90克氯化亚铜浸蚀前试样先在200~250°C加热5~30分钟后冷却，然后将试样磨光，浸蚀时用泡在溶液中的纱布或棉纱擦试样表面至组织清晰地显出为止。试样表面铜的沉淀物可以用氨液或轻微抛光除掉。</p> <p>倍 数：1：1</p>
105	耐	热	钢	钢	锭	<p>23%Cr—23%Ni耐热钢钢锭的结晶区。浇注温度适当时，有三个结晶区：细等轴晶粒区、柱状晶区和粗等轴晶粒区；浇注温度过高，柱状晶区伸展到钢锭中心部分。中心部分的等轴晶粒区消失。</p>



103

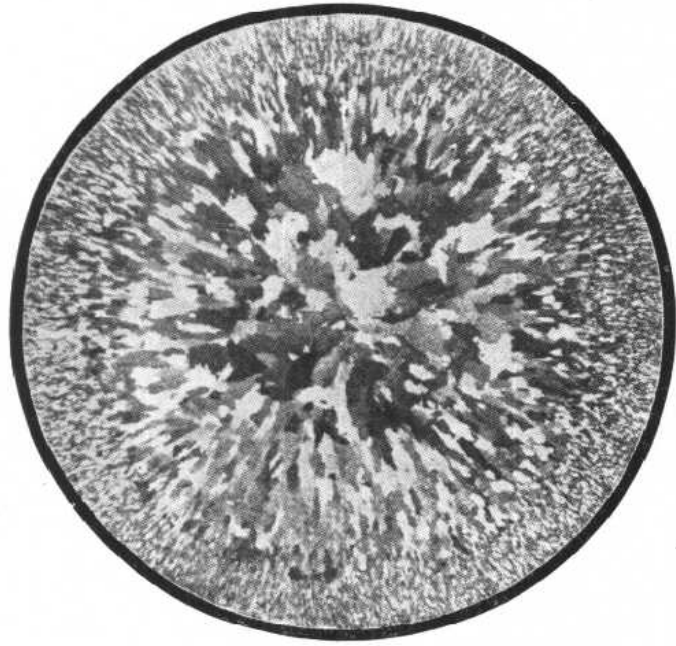


104

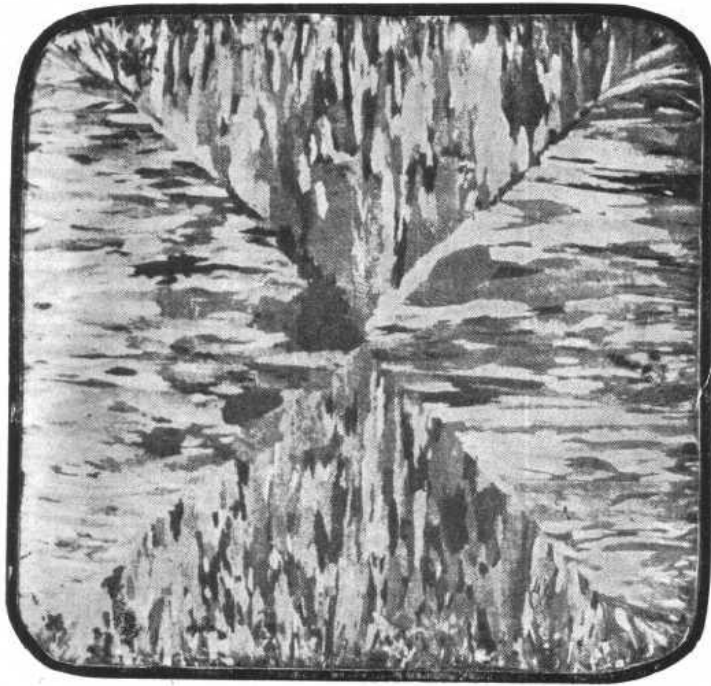


105

图	号	名	称	说	明
106	耐热钢钢锭 的结晶区	耐热钢钢锭	23%Cr—23%Ni 耐热钢钢锭的结晶区。浇注温度适当时，有三个结晶区：细等轴晶粒区、柱状晶区和粗等轴晶粒区；浇注温度过高，柱状晶区伸展到钢锭中心部分。中心部分的等轴晶粒区消失。		
107	耐热钢钢锭 的结晶区	耐热钢钢锭	25%Cr—20%Ni 耐热钢 15 公斤重试验钢锭的横断面。分别垂直于钢锭模壁四个柱状晶区相交于钢锭的对角面处，这是钢锭的薄弱环节。	浸蚀剂：10毫升草酸加 100 毫升蒸馏水作电解液，以铂或不锈钢作阴极进行电解浸蚀。电极距离25毫米，电压 6 伏，时间5~20秒。	倍 数：1：1



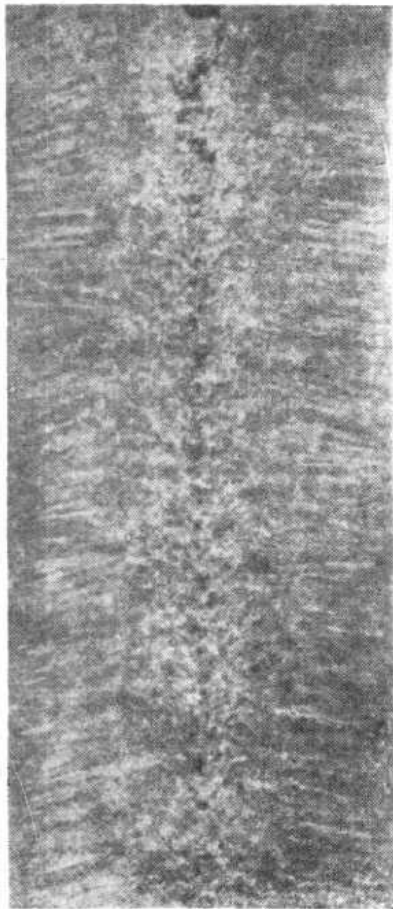
106



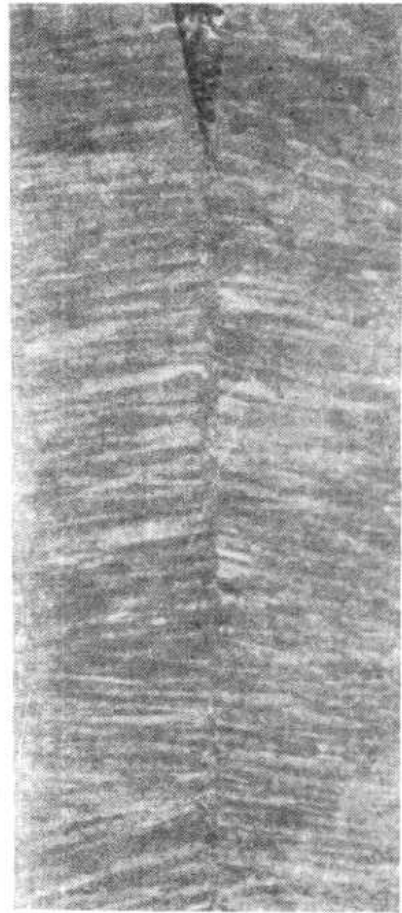
107

图	号	名	称	说	明		
108	化学成分对 结晶区的影响	<p>30CrNiMo 钢 硅 锰 含 量 正 常 时 (0.32% C, 0.30% Si, 0.62% Mn, 1.03% Cr, 1.50% Ni, 0.29% Mo, 0.061% Al), 钢锭的柱状晶区约占钢锭体积的 80% (左图), 反之, 硅锰含量偏低时 (0.32% C, 0.07% Si, 0.34% Mn, 1.01% Cr, 1.48% Ni, 0.31% Mo, 0.025% Al), 柱状晶区约占钢锭体积的 99% (右图)。两个钢的含铝量虽也有差别但研究结果认为影响不如硅、锰大。</p>	倍 数: 1:2				
109	一 般 疏 松	<p>18CrMnTi 合金结构钢锻坯中的一般疏松。试样酸蚀之前一般看不到。在热酸蚀横向试样上, 疏松孔隙一般呈不规则多边形、底部尖狭的凹坑, 较严重时, 有连接成海绵状的趋势。孔隙颜色暗黑。</p>	<p>当疏松孔隙较均匀地分布在钢材的整个断面上时, 叫做一般疏松。</p>	<p>产生疏松的原因是钢液以树枝状晶形式凝固时, 枝晶间富集杂质的低熔点钢液在最后凝固过程中产生收缩, 与此同时, 脱溶气体逸出而产生孔隙; 或者是钢中的非金属夹杂在热酸蚀试验时被酸蚀掉而留下的孔隙。</p>	<p>疏松对钢材性质的影响程度取决于疏松点的大小、数量与密集程度。</p>	<p>浸蚀剂: 60~70°C 的 1:1 盐酸水溶液。</p>	倍 数: 1:1.4



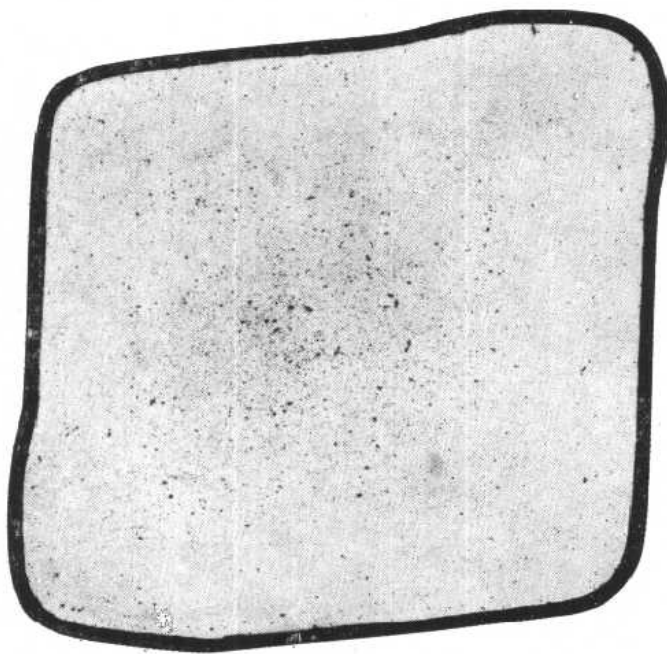


〔左〕



〔右〕

108



109

图	号	名	称	说	明
110	一般疏松	<p>40CrNiMo 合金结构钢锻坯中的一般疏松。个别钢厂把在较大钢坯上的一般疏松叫做“质点疏松”，因为点较大；但多数钢厂认为仍叫一般疏松较好。</p> <p>浸蚀剂：60~70°C的1:1盐酸水溶液。</p> <p>倍数：1:4</p>			
111	中心疏松	<p>CrMnMoVR 合金结构钢钢坯中的较轻中心疏松。</p> <p>中心疏松的特征和成因同一般疏松，因其集中于钢坯（材）的轴心部分故名中心疏松。</p> <p>浸蚀剂：60~70°C的1:1盐酸水溶液。</p> <p>倍数：1:1.2</p>			