



中国机械工程学会无损检测分会 RT培训讲义

本讲义由学会常务委员 晏荣明 编写
(仅供参考)

中国机械工程学会无损检测分会 深圳市无损检测人员培训中心

电话：021-65550277

电话：13538291001

邮箱：chsndt2008@163.com

邮箱：

yanrongming@126.com

第五章 射线照相底片的评定

Chapter 5 **Radiographic Film** **Interpretation & Evaluation**

内容 **Contents**

- 评片的基本要求 **Basic Requirements**
- 评片的基本知识 **Basic Knowledge**
- 底片的影像分析 **Film Image Analysis**
- 质量评定 **Evaluation**

评片的基本要求

Basic Requirements

- 底片质量 **Film Quality**
- 环境设备条件
Environment & Equipment
- 人员 **Personnel**

底片质量 **Film Quality**

- 灵敏度
- 底片黑度
- 标记
- 表观质量
- 背散射

底片质量 **Film Quality**

——灵敏度

- 是否有IQI影像
- IQI的型号、规格、摆放位置是否正确
- 能观察到的最细金属丝的丝号，是否达到要求。

底片质量 **Film Quality**

——灵敏度

厚度 /mm	A级技术 (%)		B级技术 (%)	
	丝型像质计	阶梯孔型 像质计	丝型像质计	阶梯孔型 像质计
6	-	-	1.6	3.6
12	2.4	4.6	1.4	3.0
25	1.7	3.0	1.2	2.5
50	1.3	2.2	1.0	1.8

底片质量 **Film Quality**

——底片黑度

- 黑度下限：
 保证对比度和灵敏度（只有黑度达到一定时，胶片梯度才达到较大值）
- 黑度上限：
 观片灯的亮度（透过底片光强低，眼睛识别能力低）
- 黑度测量范围：整个评定区

底片质量 **Film Quality**

——底片黑度

- 标准要求

技术级别	GJB1187A -2001	ISO5579: 1998	EN444: 1994	ASTM E174-00
A	1.7~4.0	≥ 2.0	≥ 2.0	1.5~4.0
B	2.0~4.0	≥ 2.3	≥ 2.3	

底片质量 **Film Quality**

——标记

- 底片应有完整的识别和定位标记的影像
- 标记的影像应位于底片的非评定区

底片质量 **Film Quality**

——表观质量

- 不应存在明显的划痕、折痕、污染、药膜脱落、静电感光、指纹等伪缺陷

底片质量 **Film Quality**

——背散射

- 如背散射严重，则应重新拍照

环境设备条件

Environment & Equipment

- 环境
- 观片灯
- 工具

环境设备条件

Environment & Equipment

——环境

- 室内光线应柔和偏暗
- 避免光线直射到人眼或底片

环境设备条件

Environment & Equipment

——观片灯

- 颜色：日光色
- 亮度：
 - $D \leq 2.5$ ，透过底片亮度 30cd/m^2
 - $D > 2.5$ ，透过底片亮度 10cd/m^2
- 照明方式：漫射

环境设备条件

Environment & Equipment

——工具

- 放大镜：5倍左右；
- 遮光板：遮挡非评定区；
- 直尺：测量。

人员 Personnel

- 资质
- 经验
- 材料和程序
- 责任心
- 视力

评片的基本知识 **Basic Knowledge**

- 人眼的视觉特性 **Visual Characteristics**
- 评片的主要内容 **Main Contents**
- 观片的基本操作 **Basic Operation**
- 投影的基本概念 **Projection**
- 影像的识别 **Analysis**

人眼的视觉特性 **Visual Characteristics**

- 只对可见光有感受性：550~560nm最敏感
- 双重视觉功能：明视觉功能、暗视觉功能
- 暗适应性：
 - 从日光下进入评片室， $\geq 5\sim 10\text{min}$
 - 从室内进入评片室， $\geq 30\text{s}$

评片的主要内容 **Main Contents**

- 底片本身质量
- 识别影像
- 评定工件质量
- 记录

观片的基本操作 **Basic Operation**

——步骤

- 通览底片：

获得产品质量的总体印象，找出须分析研究的可疑影像；
- 影像细节观察：

作出正确的分析和判断。

观片的基本操作 **Basic Operation**

——操作

- 调节观片灯的亮度，获取合适光强；
- 遮挡细节邻近区域的透射光，提高表观对比度；
- 使用放大镜；
- 移动底片，改变观察距离和角度。

投影的基本概念 Projection

——放大

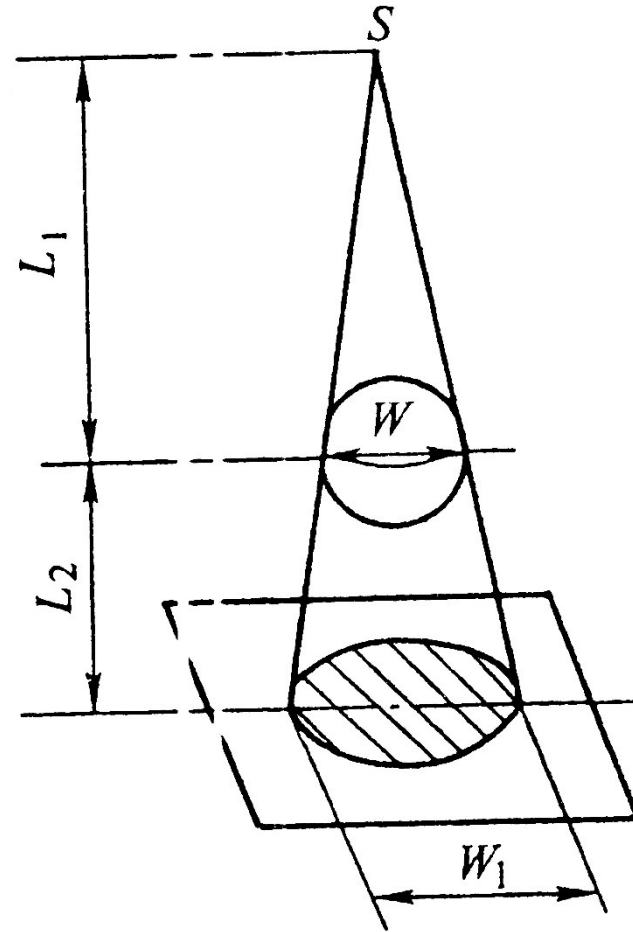


图 6—6 球孔透照的影像放大

投影的基本概念 **Projection**

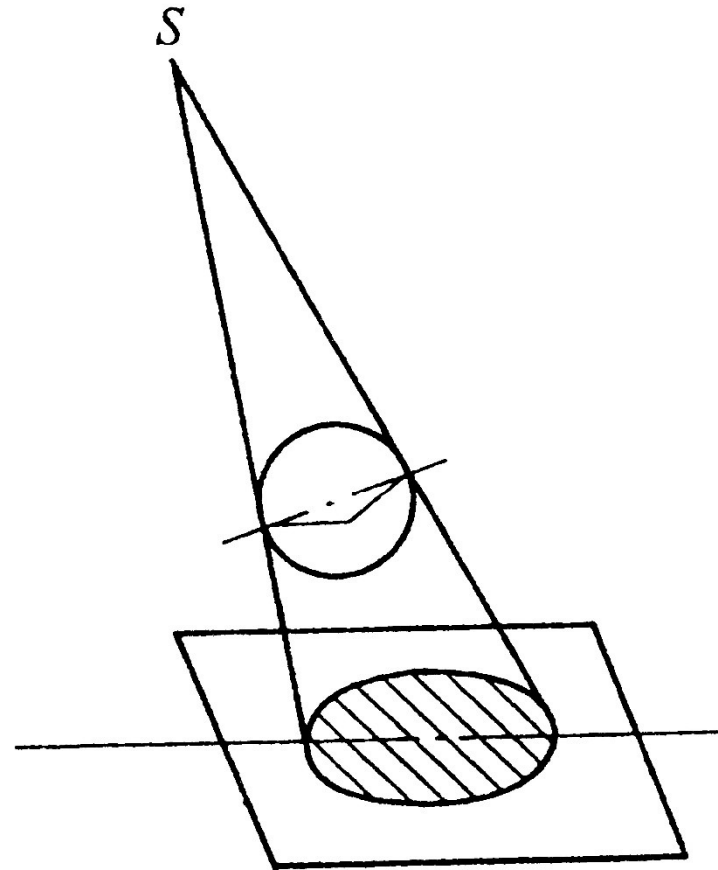


图 6—7 球孔透照的影像畸变

投影的基本概念 Projection

——重影

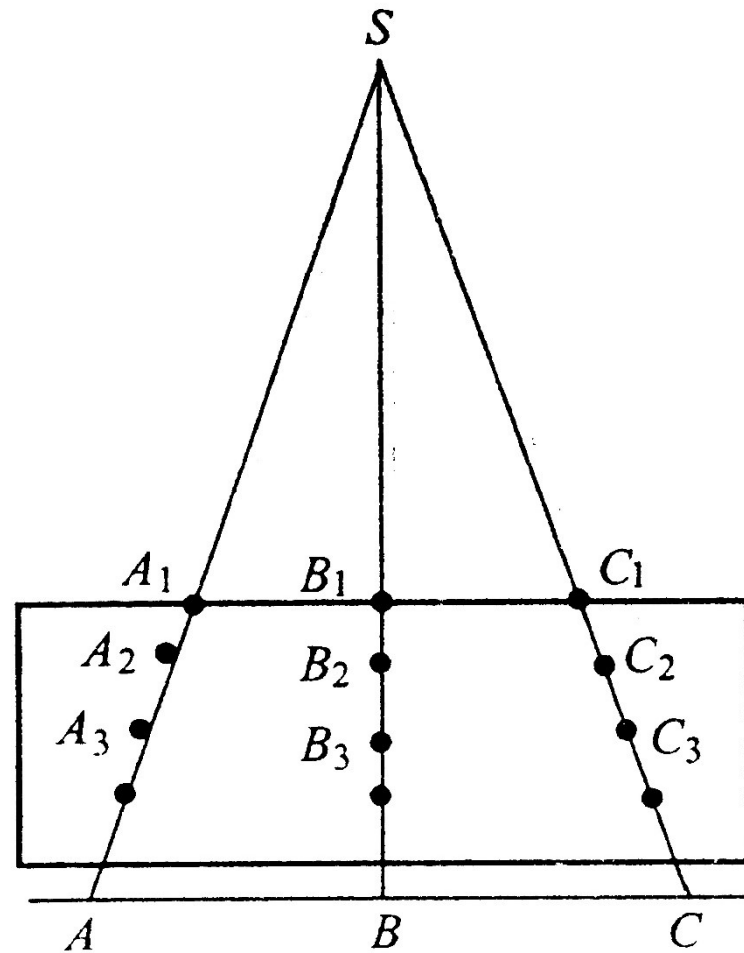


图 6—8 射线照相的影像重叠

投影的基本概念 Projection

——相对位置改变

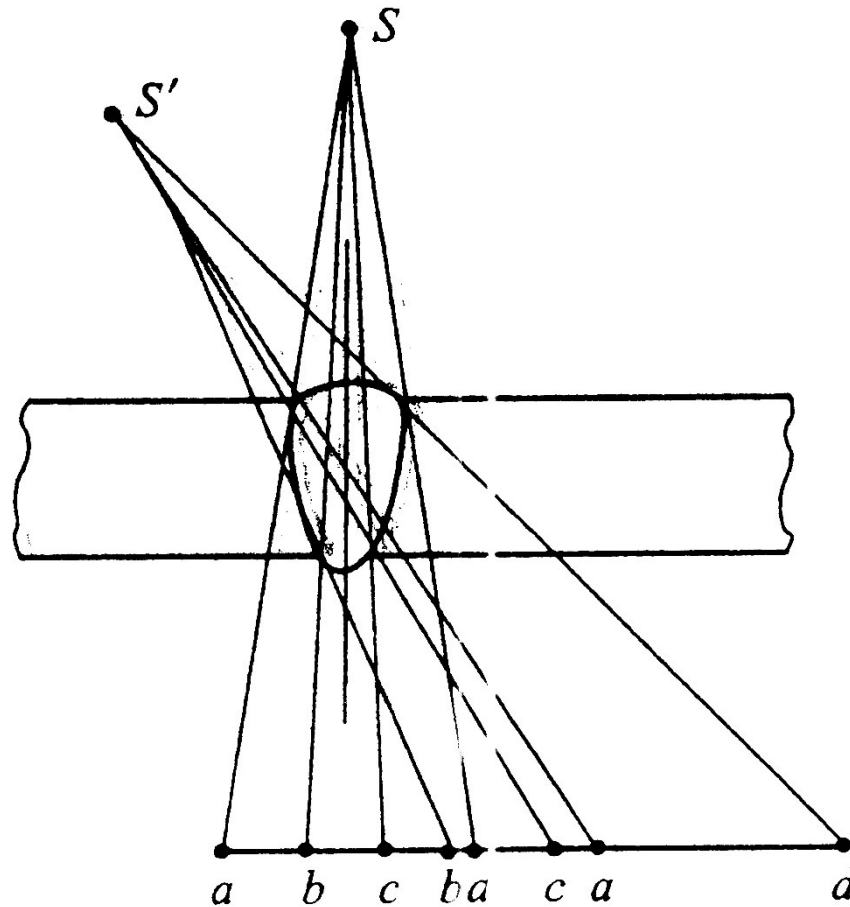


图 6—9 射线照相的影像相对位置改变

影像的识别 **Analysis**

- 影像的几何形状：
单个或局部影像的基本形状、多个或整体影像的分布形状、影像轮廓线特点
- 影像的黑度分布：影像黑度相对工件本底黑度的高低、自身黑度变化
- 影像的位置：反映缺陷在工件中的位置

底片的影像分析

Film Image Analysis

- 伪缺陷影像的识别
False Defects Analysis

- 铸造缺陷影像的识别
Casting Defects Analysis

- 焊接缺陷影像的识别
Weld Defects Analysis

伪缺陷影像的识别

False Defects Analysis

- 静电斑纹



a)



b)



c)

图 6-31 静电斑纹的基本形态

a) 树枝状斑纹 b) 冠状斑纹 c) 点状斑纹

伪缺陷影像的识别

False Defects Analysis

- 衍射斑纹

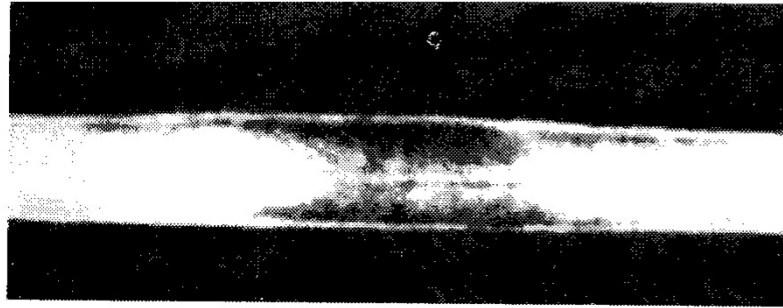


图 6-32 线状衍射斑纹

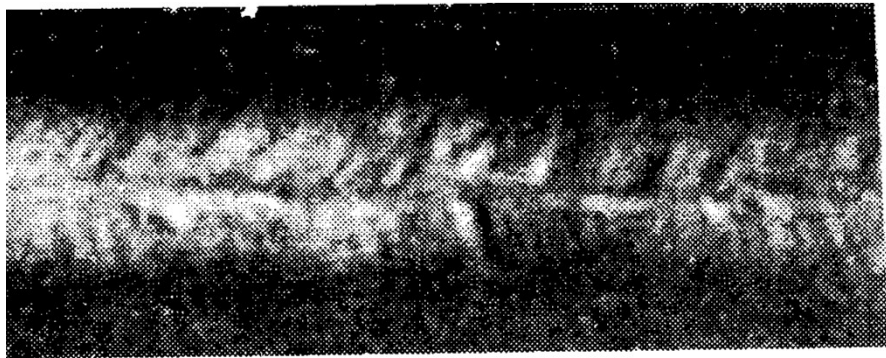


图 6-33 羽毛状衍射斑纹

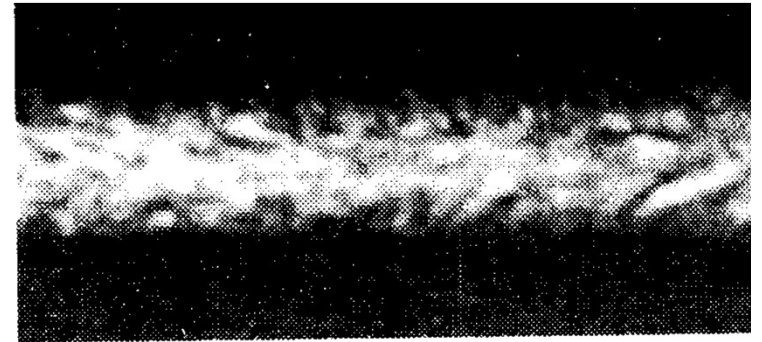


图 6-34 斑点状衍射斑纹

伪缺陷影像的识别

False Defects Analysis

- 划伤：划伤胶片的乳剂层，细而光滑的线状斑纹，黑度较大；在反射光下可见。
- 压痕：局部受到挤压或弯折，月牙状斑纹，曝光前产生的轻微压痕黑度比背景低、严重压痕的黑度比背景高且四周黑度低于背景；在反射光下可见。
- 水迹：干燥时局部聚集的水滴，模糊、不规则的片状显影，黑度较低、均匀变化，在反射光下可见。

伪缺陷影像的识别

False Defects Analysis

- 显影液斑点：显影之前胶片被溅上显影液，产生斑点，影像黑度大。
- 定影液斑点：显影之前胶片被溅上定影液，产生透明斑点。
- 增感屏斑纹：因增感屏划伤、污染或夹带异物，产生形状相似的影像，划伤的影像黑度比背景高、污染或异物的影像黑度比背景低。

铸造缺陷影像的识别

Casting Defects Analysis

铸造缺陷影像的识别

Casting Defects Analysis

——缩孔



图 6-2 集中孔洞形缩孔

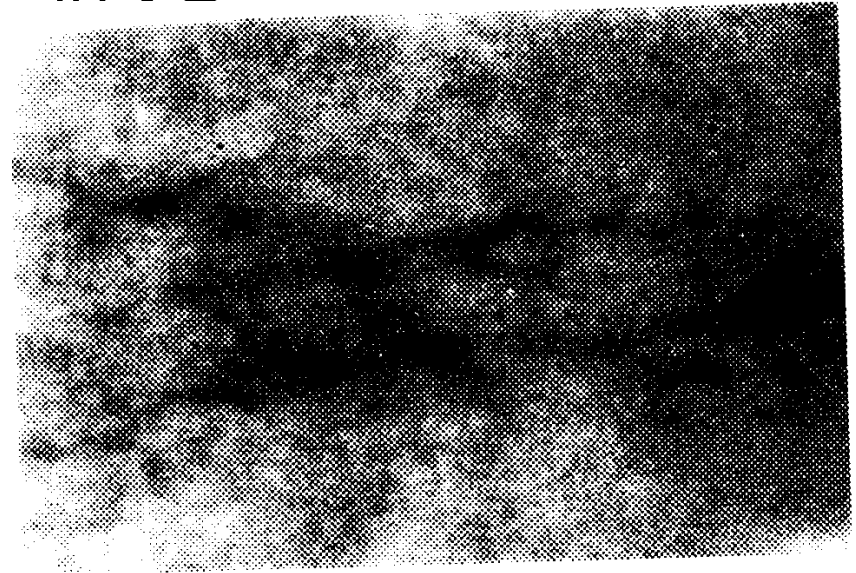
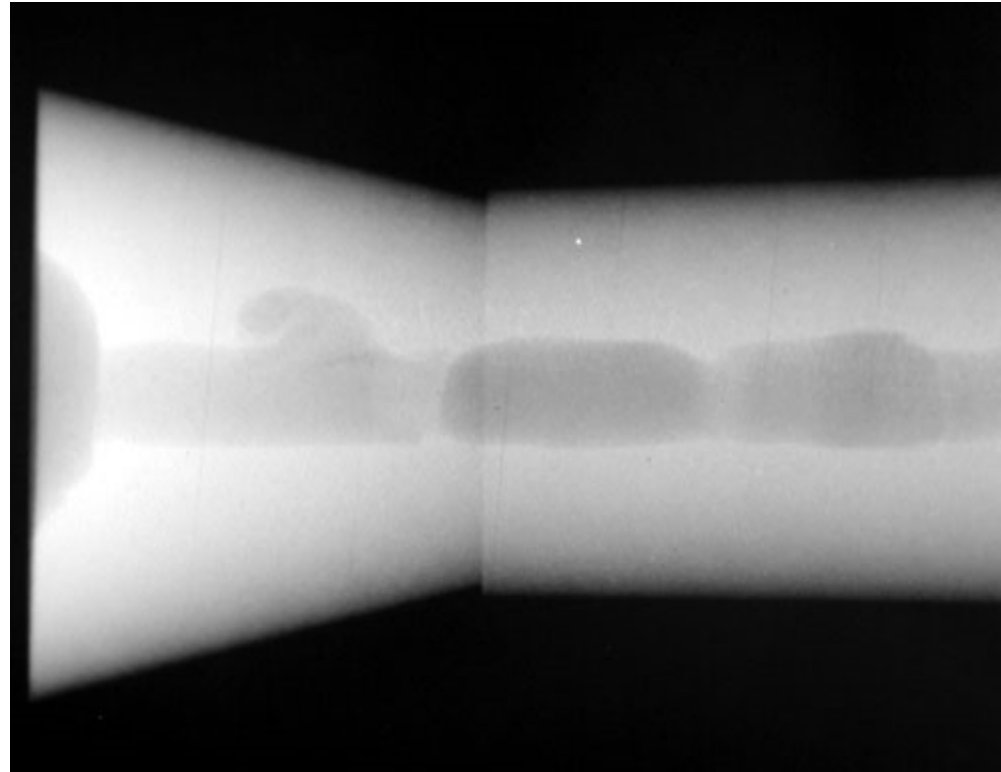


图 6-3 纤维状缩孔

铸造缺陷影像的识别

Casting Defects Analysis

——Cavity shrinkage



铸造缺陷影像的识别

Casting Defects Analysis

——疏松

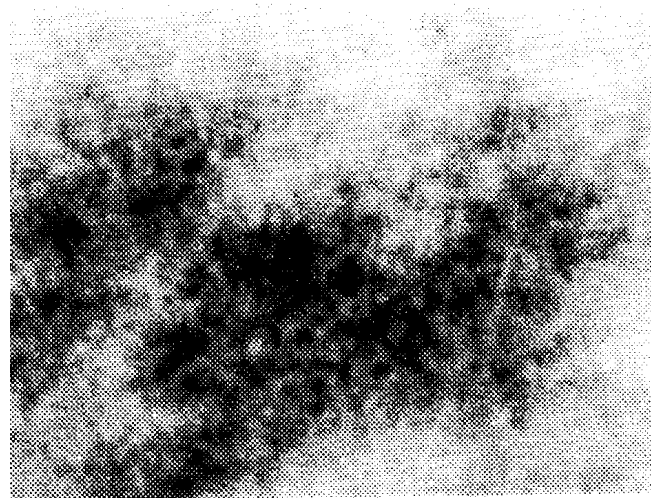
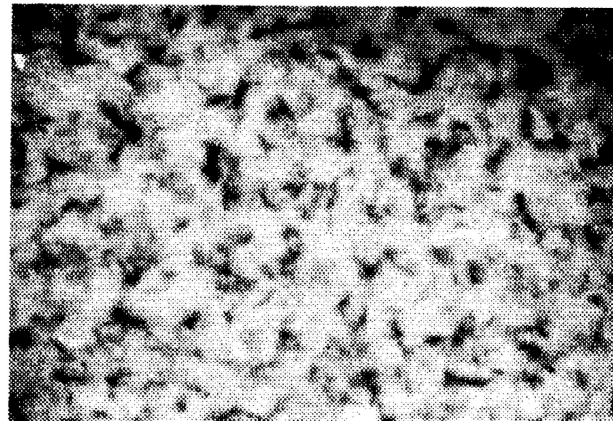
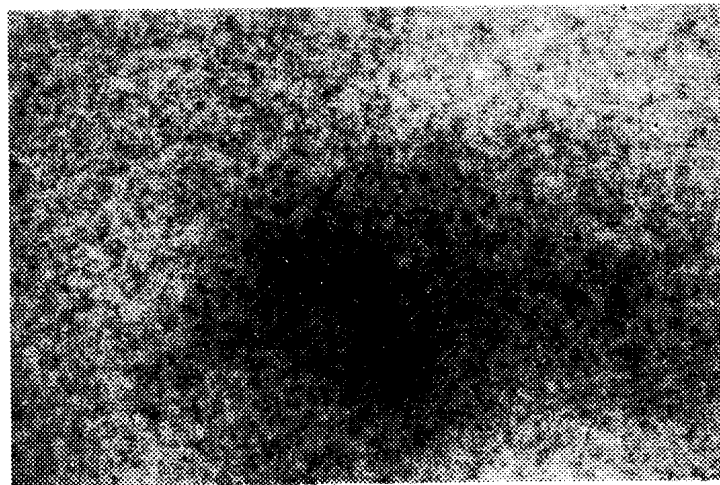


图 6-5 层状疏松

铸造缺陷影像的识别

Casting Defects Analysis

——气孔

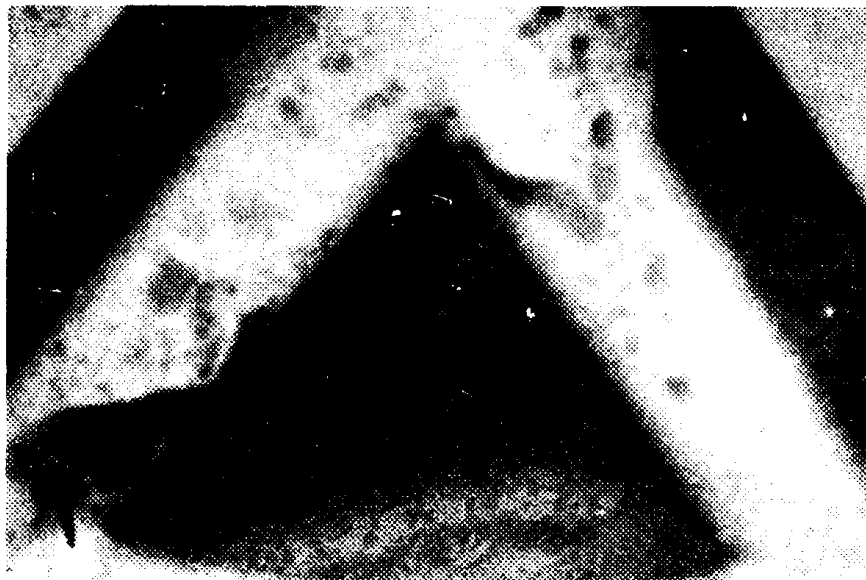


图 6-8 铸件中的气孔

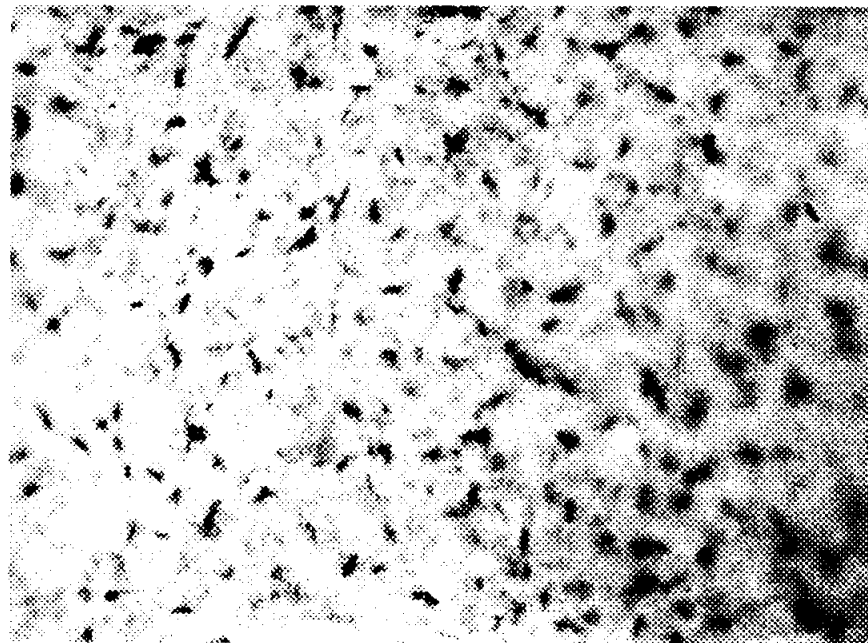
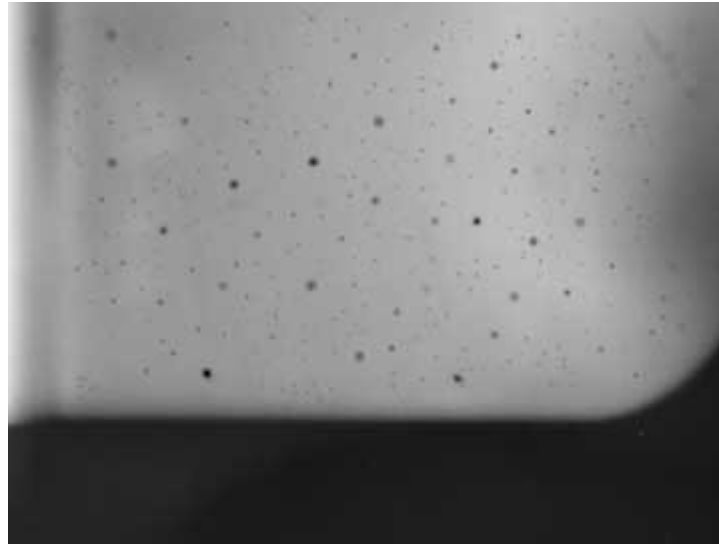


图 6-9 针孔

铸造缺陷影像的识别

Casting Defects Analysis

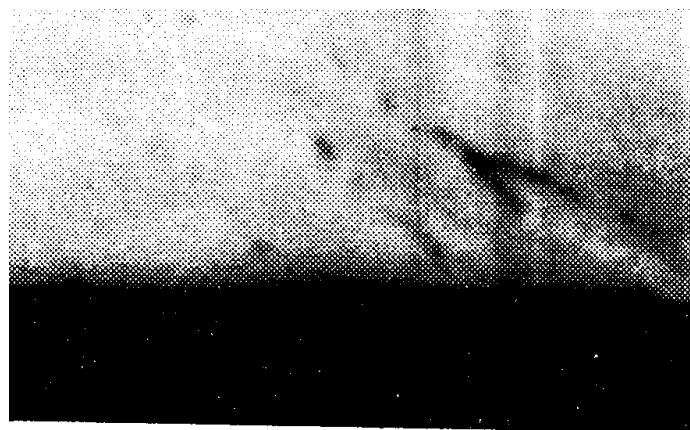
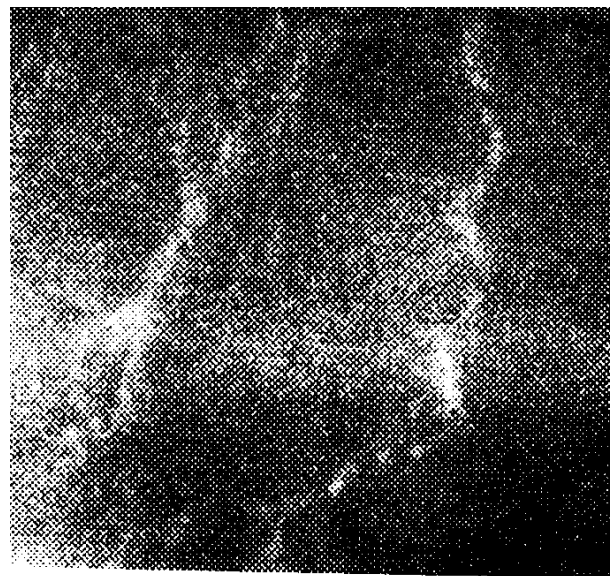
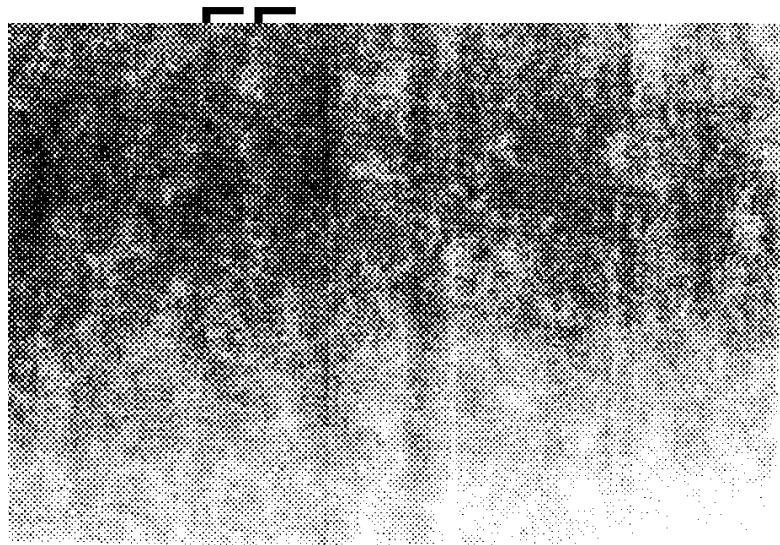
——Gas porosity or blow holes



铸造缺陷影像的识别

Casting Defects Analysis

——偏析



收缩偏析

铸造缺陷影像的识别

Casting Defects Analysis

——冷隔

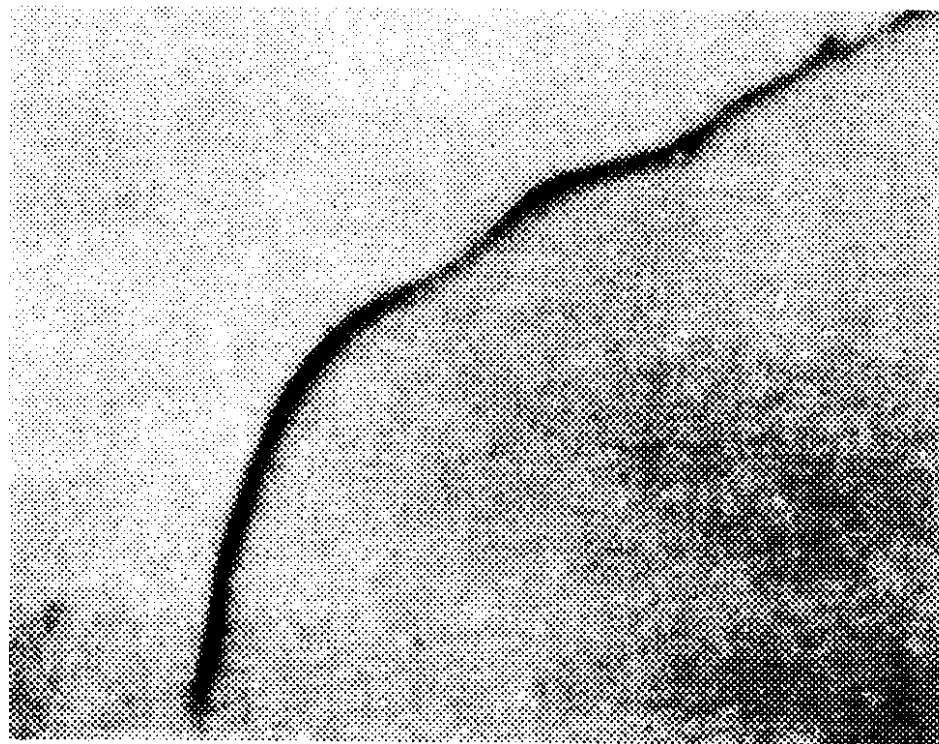


图 6-12 冷隔

铸造缺陷影像的识别

Casting Defects Analysis

——裂纹

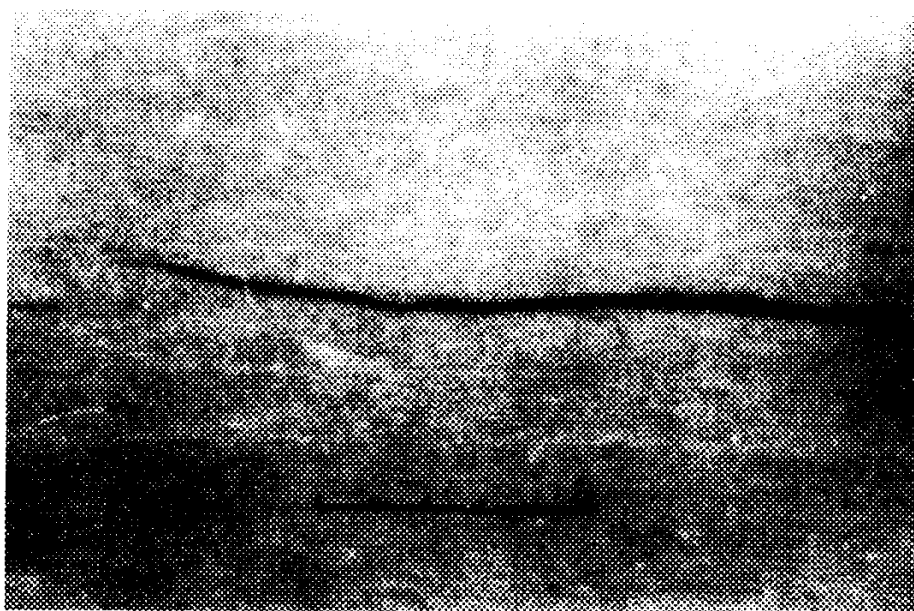


图 6-11 冷裂纹



图 6-10 热裂纹

铸造缺陷影像的识别

Casting Defects Analysis

——夹渣

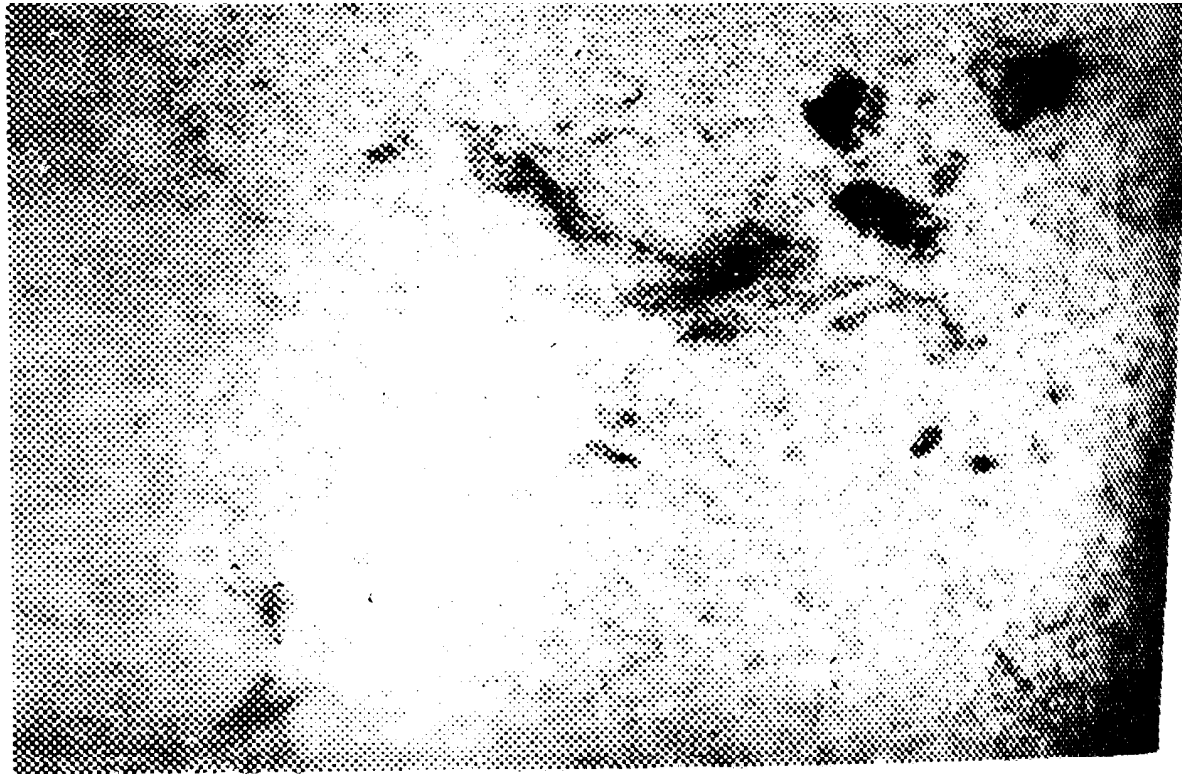
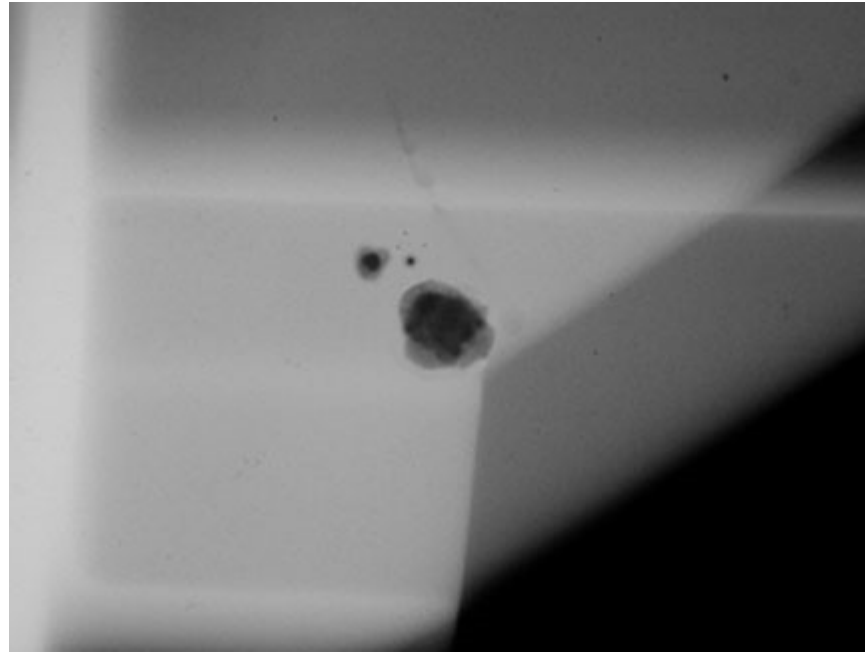


图 6-13 铸件中的夹渣

铸造缺陷影像的识别

Casting Defects Analysis

——Sand inclusions and dross



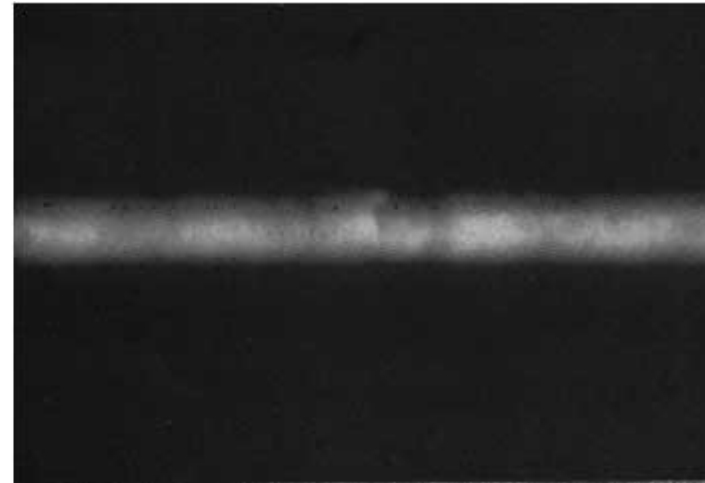
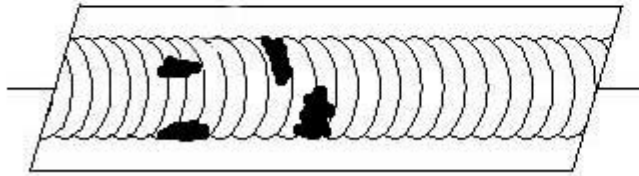
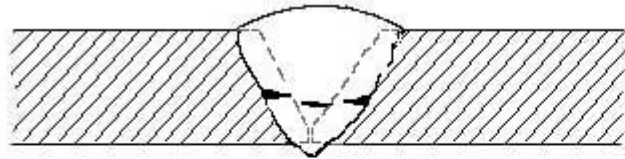
焊接缺陷影像的识别

Weld Defects Analysis

焊接缺陷影像的识别

Weld Defects Analysis

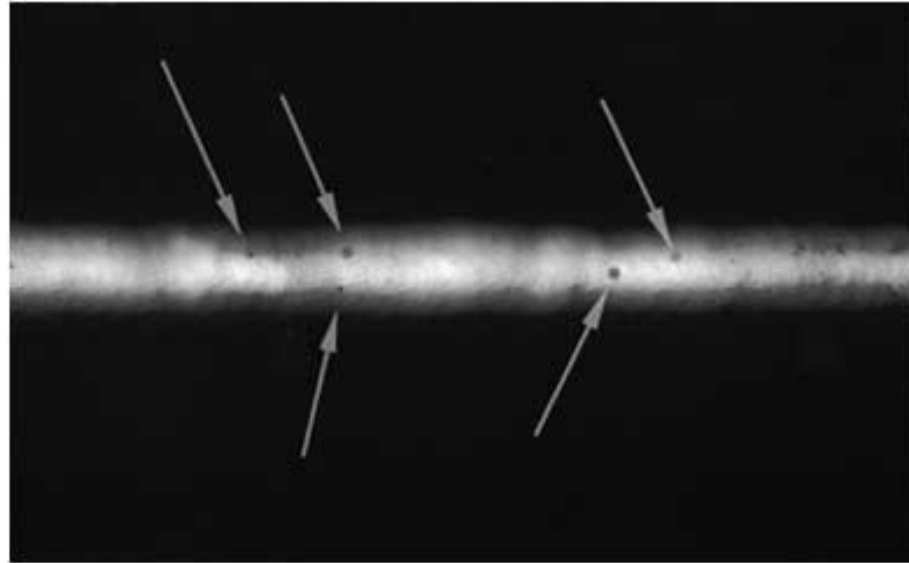
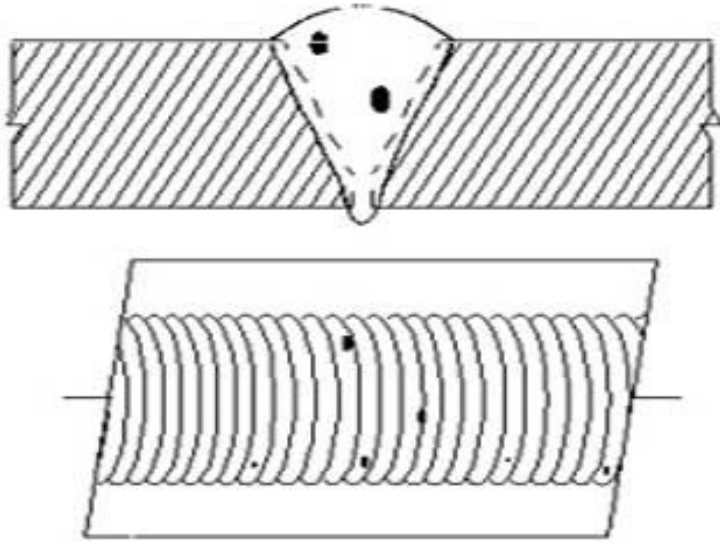
——Cold lap



焊接缺陷影像的识别

Weld Defects Analysis

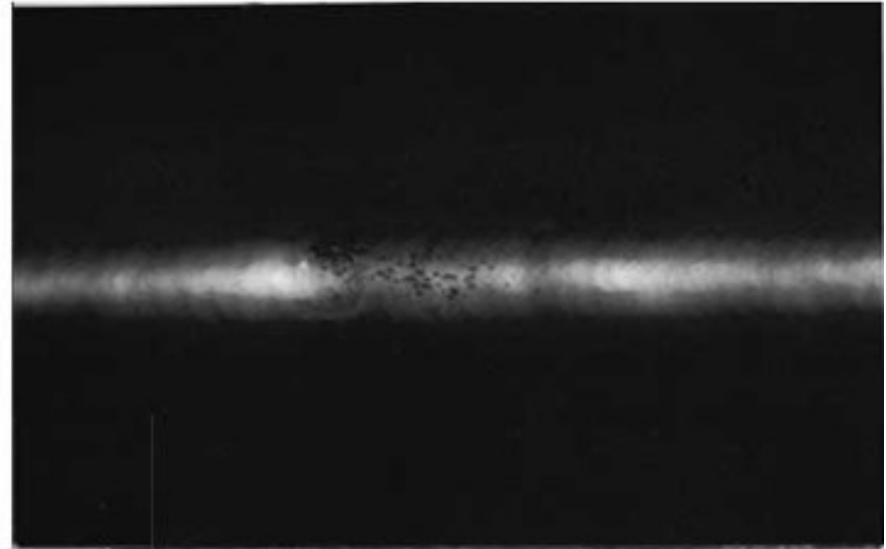
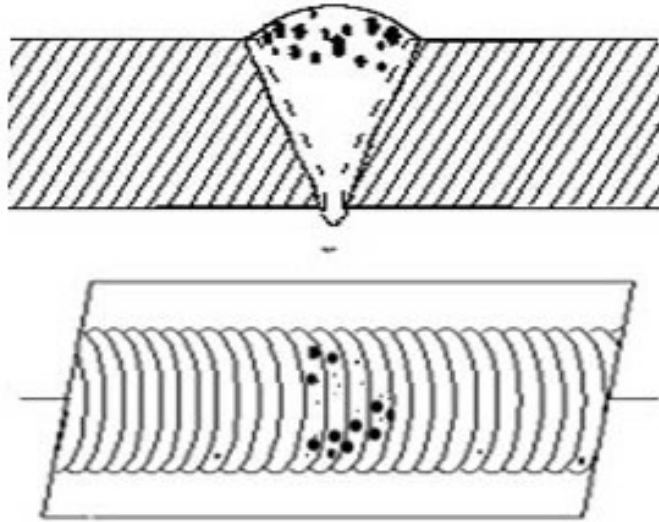
——Porosity



焊接缺陷影像的识别

Weld Defects Analysis

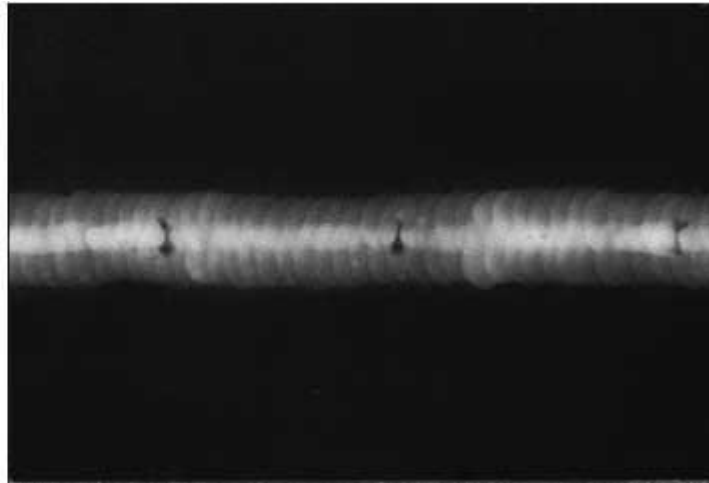
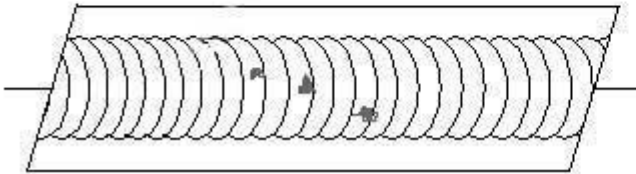
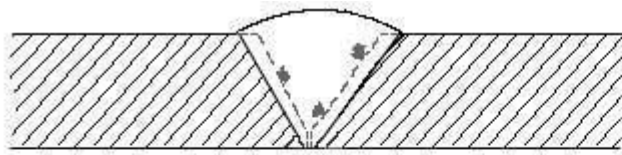
——Cluster porosity



焊接缺陷影像的识别

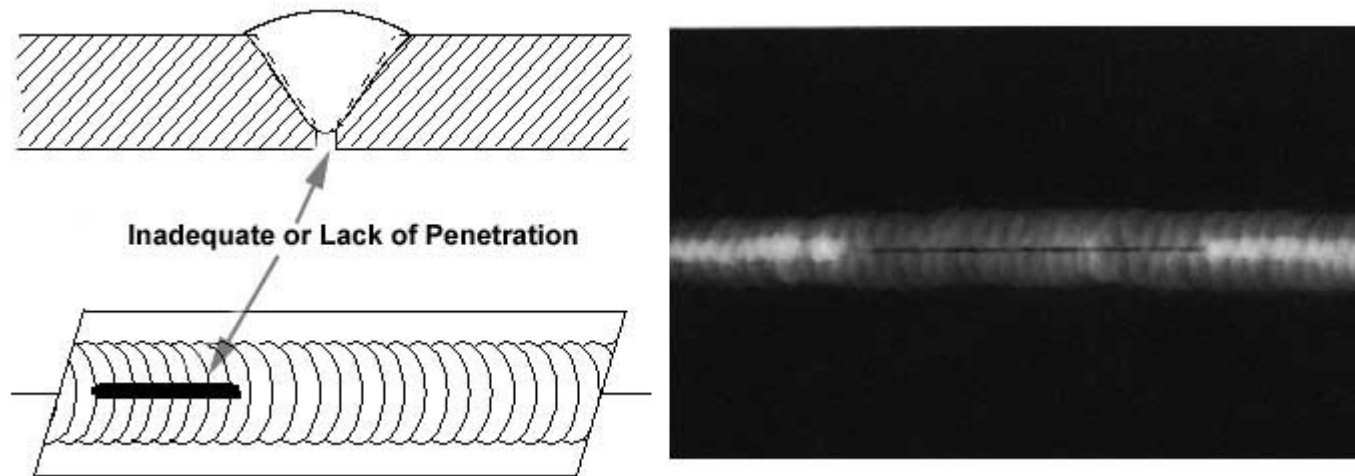
Weld Defects Analysis

——Slag inclusions



焊接缺陷缺陷的分类

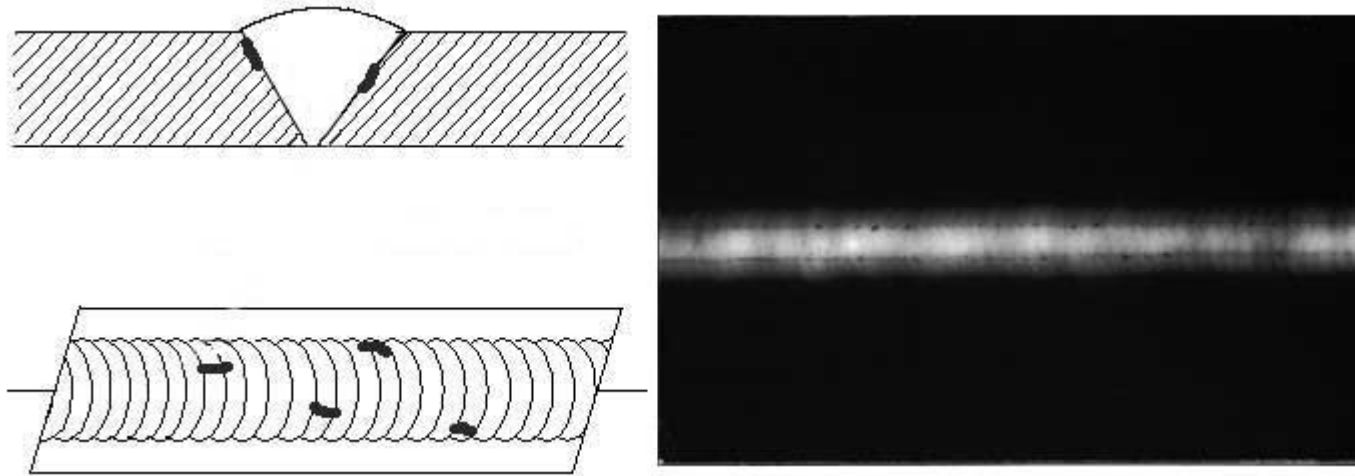
Weld Defects Analysis — Incomplete penetration (IP) or lack of penetration (LOP)



焊接缺陷影像的识别

Weld Defects Analysis

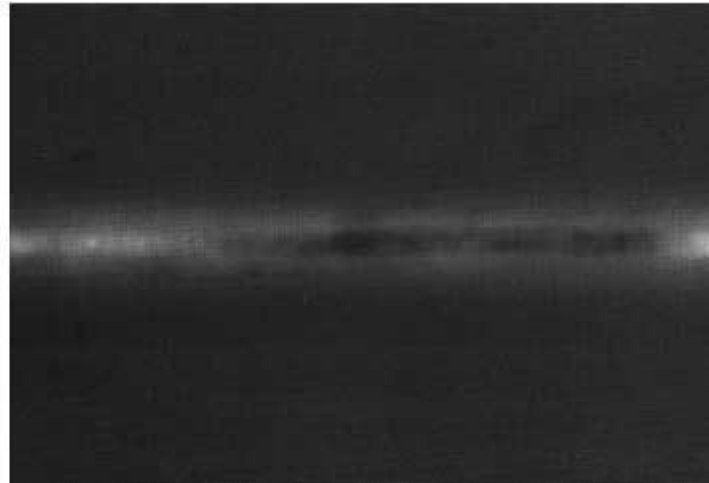
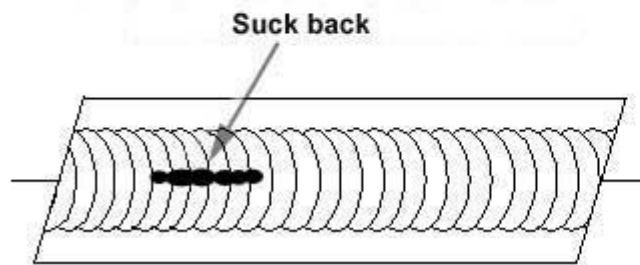
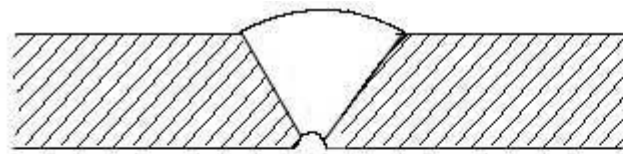
—Incomplete fusion



焊接缺陷影像的识别

Weld Defects Analysis

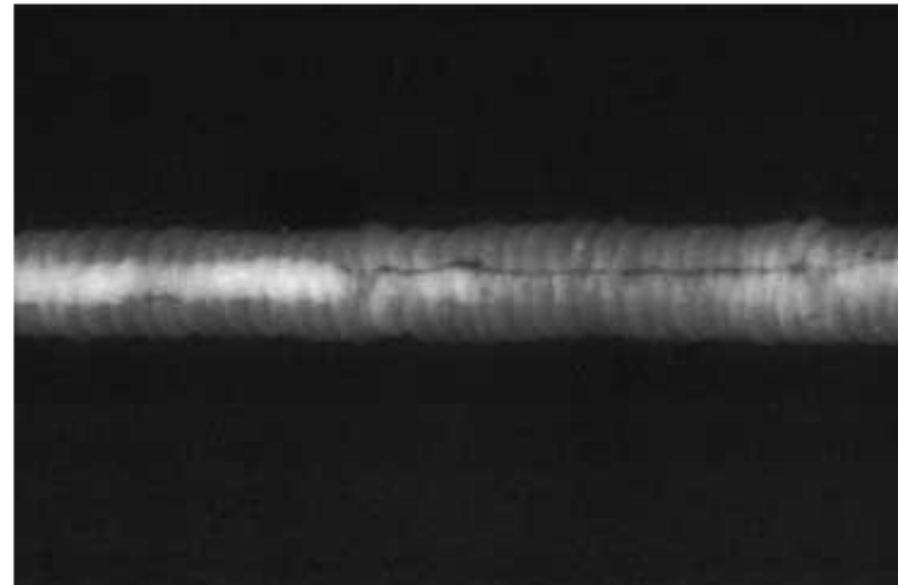
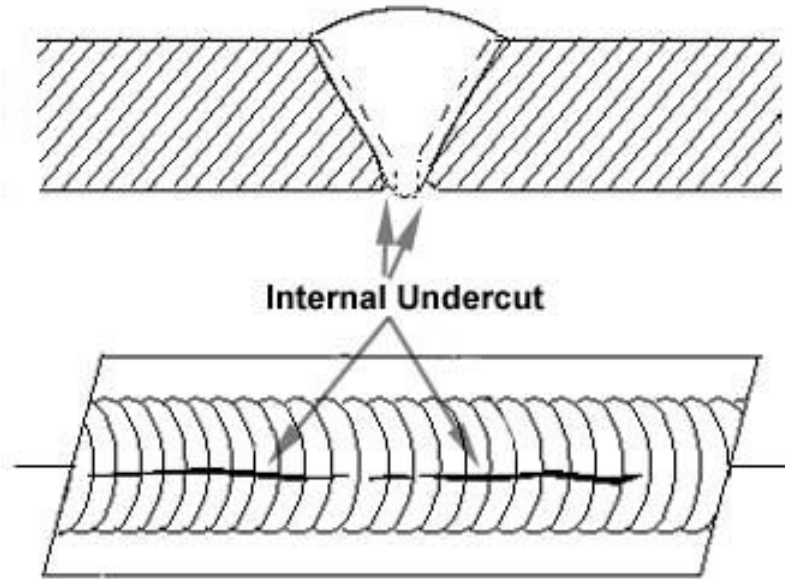
——Internal concavity or suck back



焊接缺陷影像的识别

Weld Defects Analysis

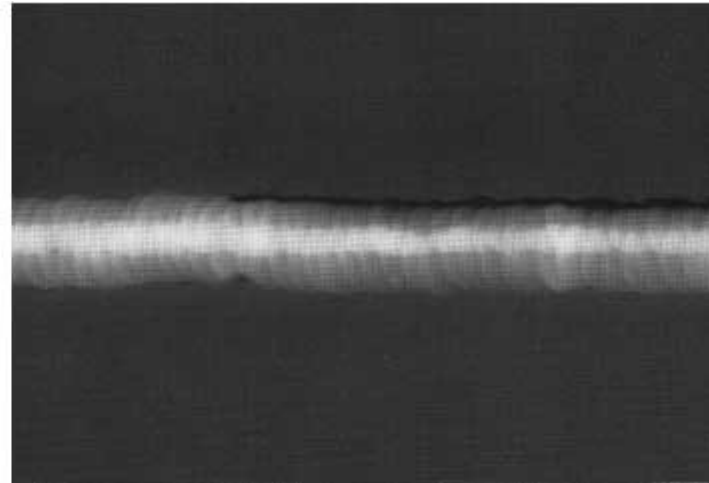
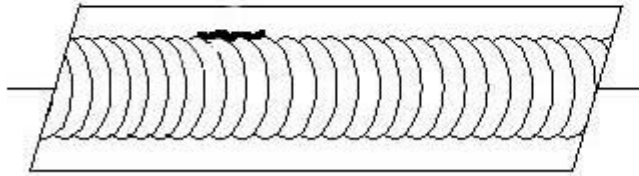
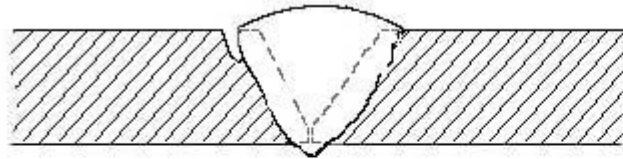
—Internal or root undercut



焊接缺陷影像的识别

Weld Defects Analysis

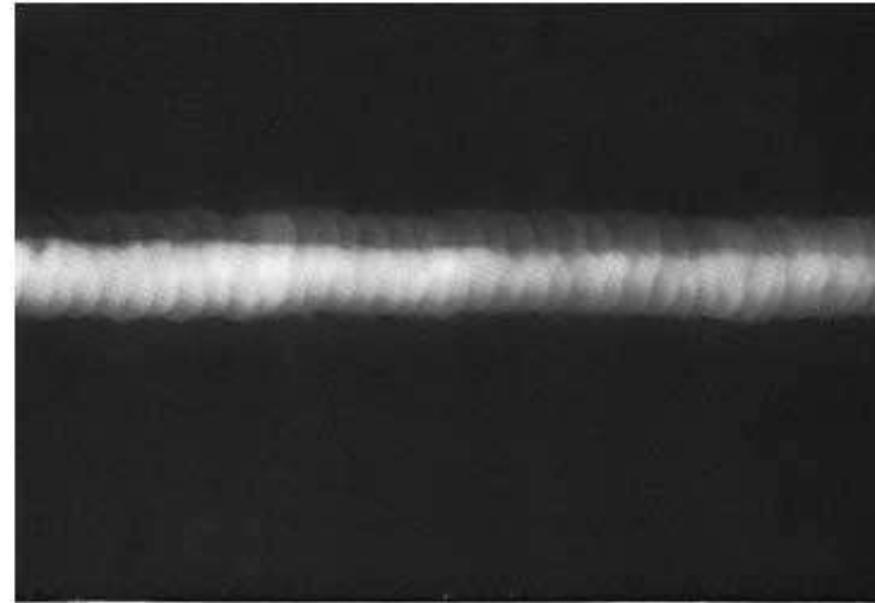
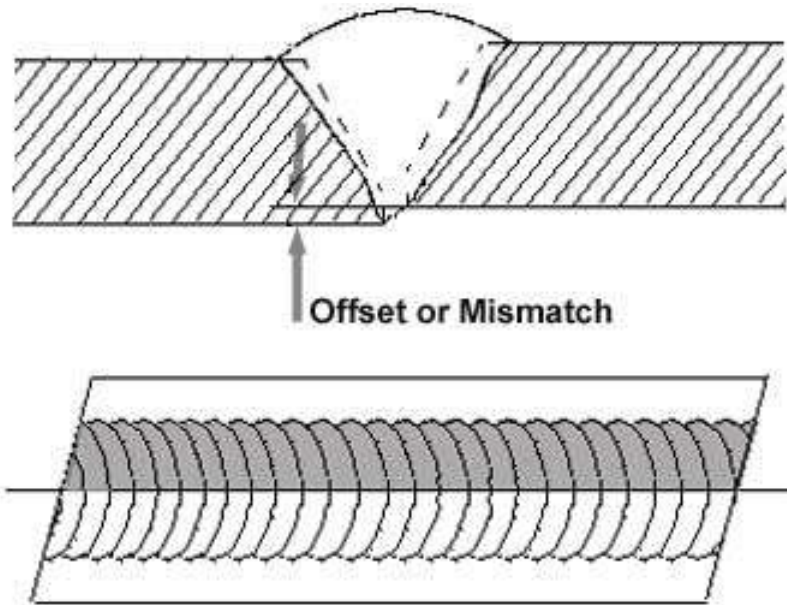
——External or crown undercut



焊接缺陷影像的识别

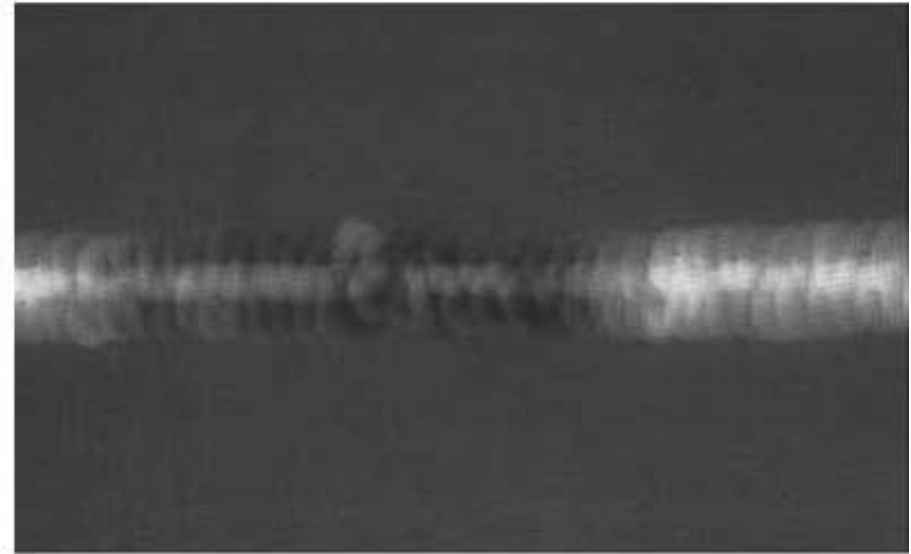
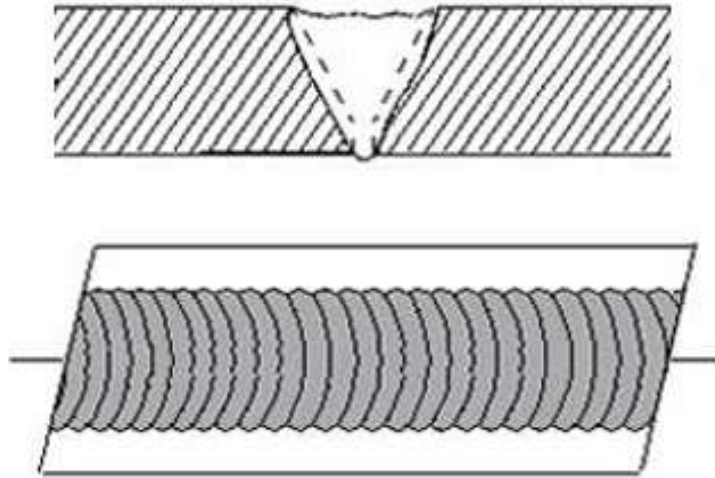
Weld Defects Analysis

—Offset or mismatch



焊接缺陷影像的识别

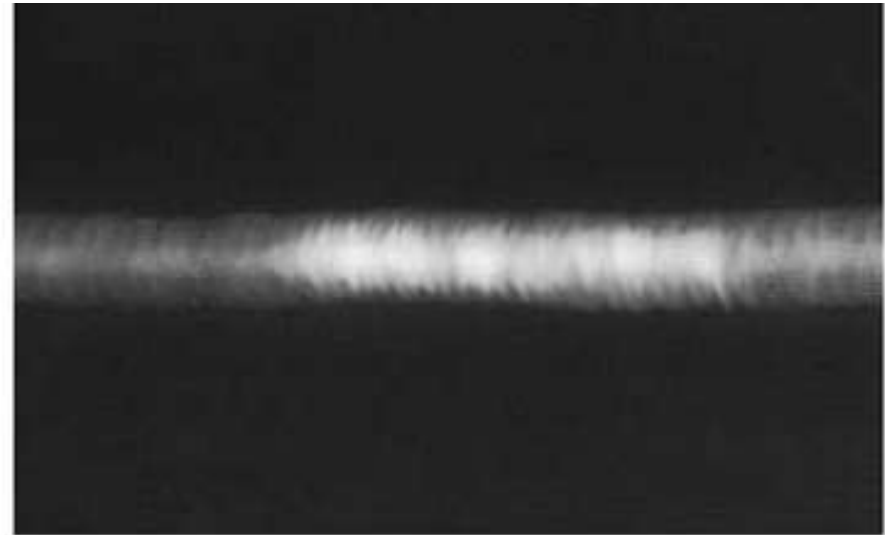
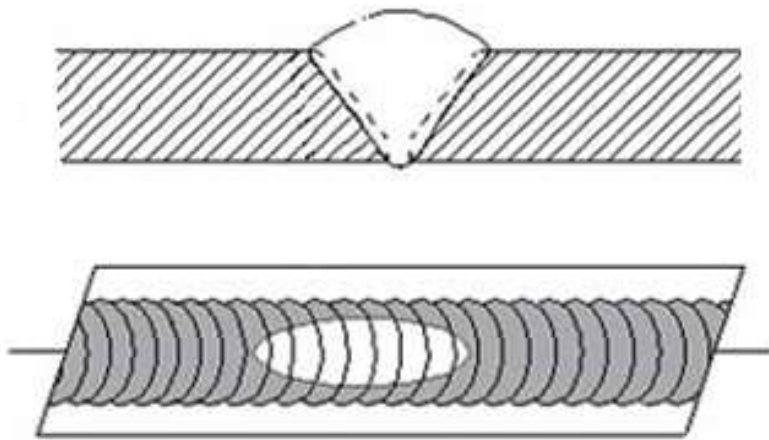
Weld Defects Analysis —— Inadequate weld reinforcement



焊接缺陷影像的识别

Weld Defects Analysis

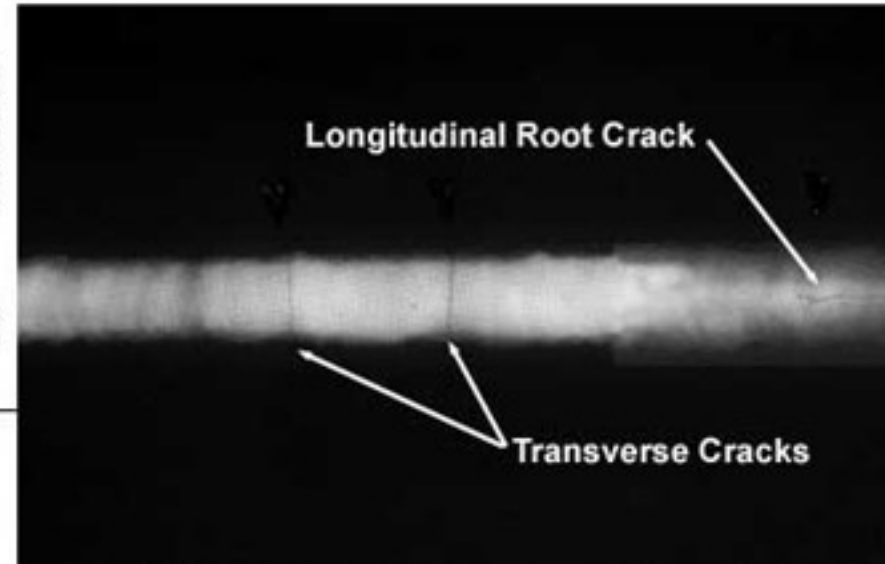
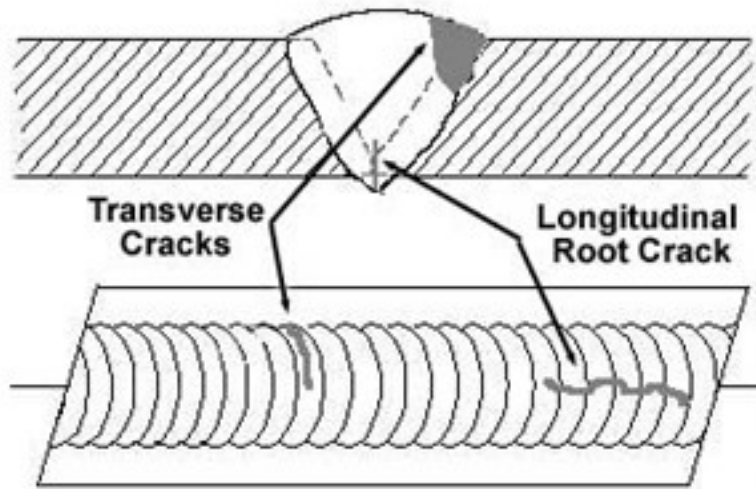
— Excess weld reinforcement



焊接缺陷影像的识别

Weld Defects Analysis

——Cracks



焊接缺陷影像的识别

Weld Defects Analysis

—夹钨 Tungsten inclusions

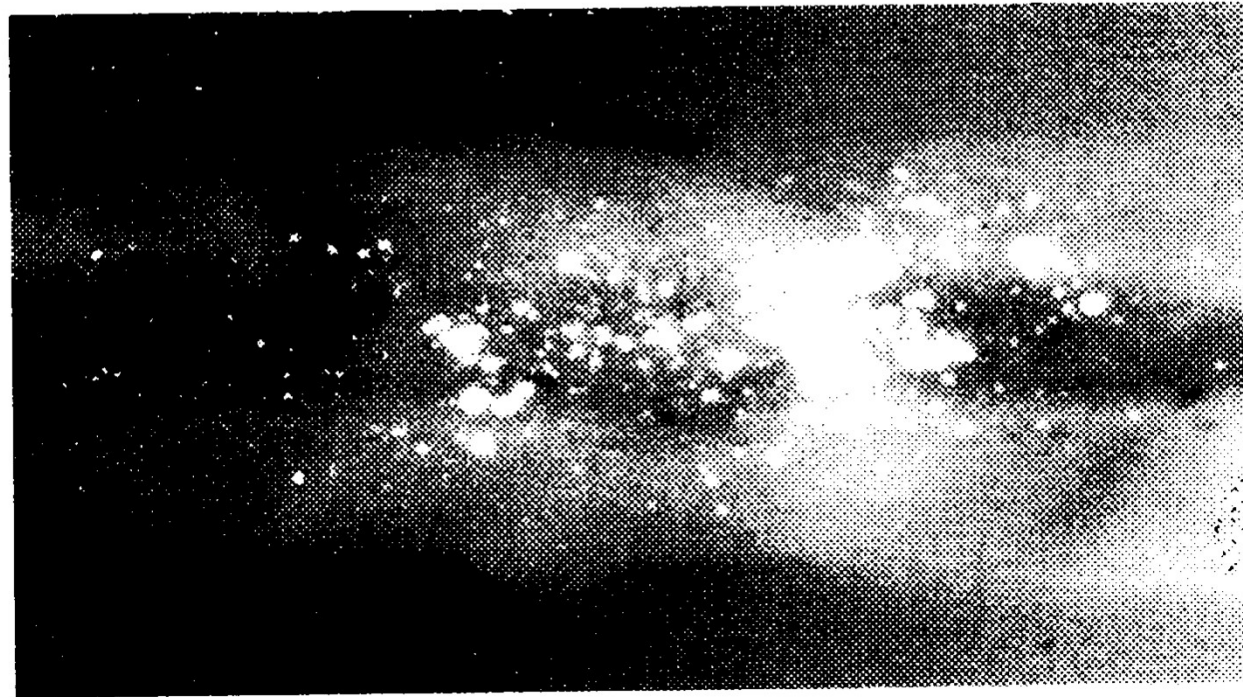
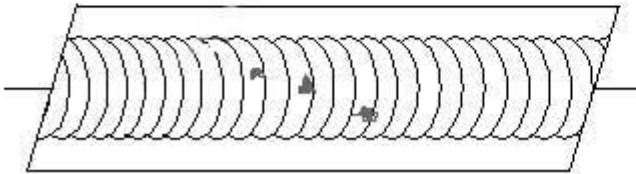
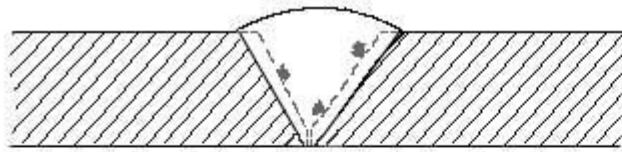


图 6-28 熔焊中的夹钨

焊接缺陷影像的识别

Weld Defects Analysis

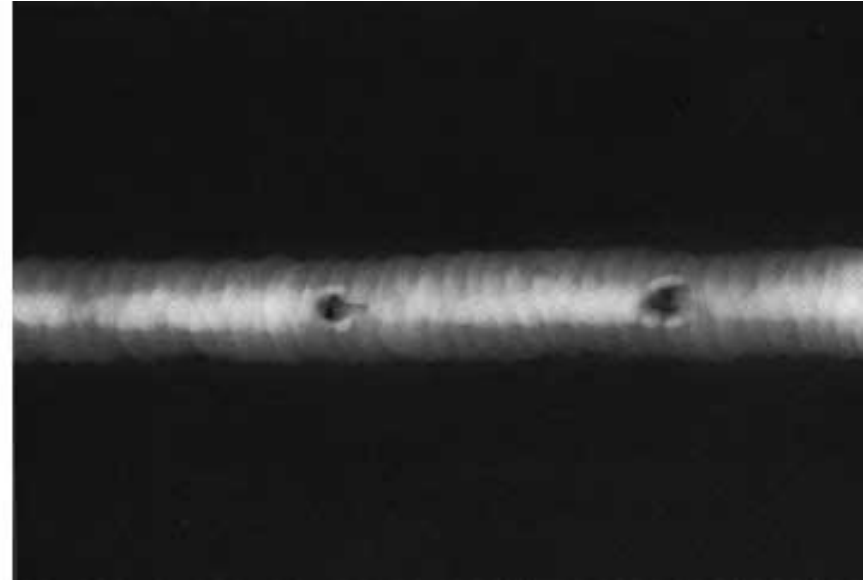
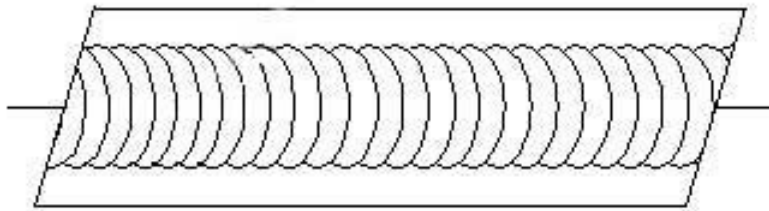
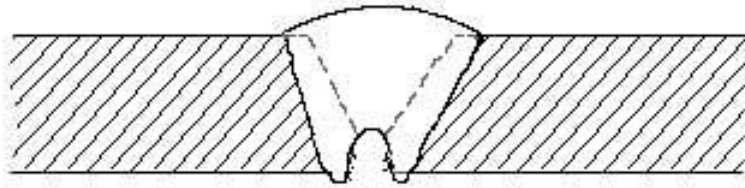
——夹钨 Tungsten inclusions



焊接缺陷影像的识别

Weld Defects Analysis

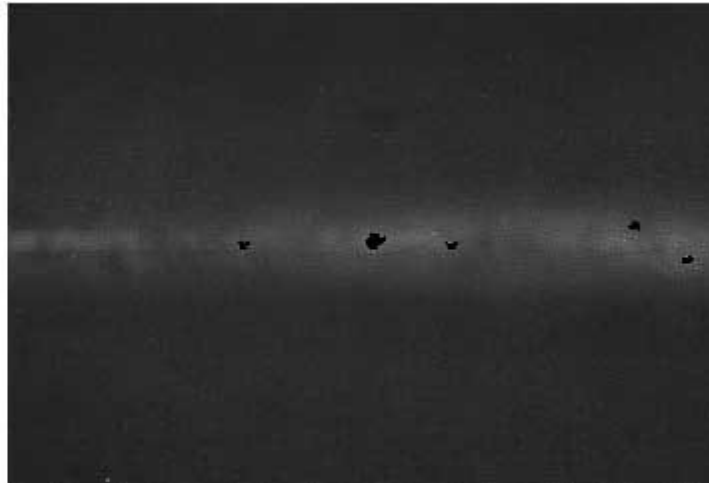
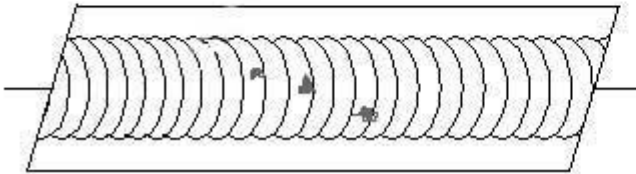
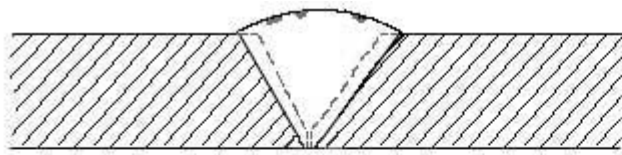
—Burn-Through



焊接缺陷影像的识别

Weld Defects Analysis

—Oxide inclusions



质量评定 **Evaluation**

- 概述
- 质量验收标准关于内部质量规定
- 质量分级评定的基本步骤

概述

- 质量评定：根据从底片得到的缺陷信息，依据验收标准对工件质量作出评定。
- 步骤：
准备、整理数据、质量分级、结论。

质量验收标准关于内部质量规定 ——缺陷类型

- 验收标准依据缺陷对工件结构性能的影响，进行重新归纳、分类。
- 如：圆形缺陷、条形缺陷

质量验收标准关于内部质量规定 ——缺陷数据测定方法

- 按底片上显示的影像测定缺陷的有关数据
- 将测定的缺陷数据转换为缺陷质量级别评定的数据

质量验收标准关于内部质量规定

——质量分级

- 缺陷类型：允许存在的缺陷（按类型、尺寸、数量、位置评定）、不允许存在的缺陷（不论尺寸、数量等直接评级）
- 缺陷评定区：大小、选取（缺陷最严重的区域）
- 缺陷允许程度：最大尺寸、数量、密集程度
- 综合评级：不同缺陷同时出现在评定区时的评级

质量分级评定的基本步骤

- 对不允许存在缺陷，直接评级
- 对允许存在缺陷，审查尺寸是否超过规定
- 确定评定区，按缺陷类型分别评级
- 考虑应进行的综合评级
- 综合以上结果，评定质量级别。