



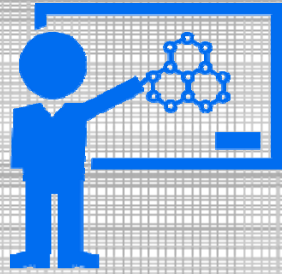
上好第一堂手工制样课

---金相试样制备方法点滴

西安石油大学：张瑞峰 申毅

2017.03.25

主要内容



- 金相试样制备实验课的基本内容

- 油气管道焊接接头的金相分析

金相试样制备实验课



1. 实验教学大纲的基本要求
2. 金相学与金相史话
3. 金相制样的基本方法
4. 需要掌握的基本技巧
5. 制样中容易出现的几种缺陷

大纲要求



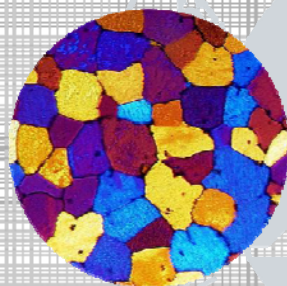
学习掌握金相试样制备方法，每人制备一个碳钢材料的金相试样

学习用显微镜观察金相试样，要求组织正确.轮廓清晰.没有磨痕



金相学

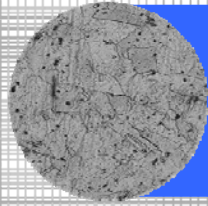
通过对金属材料的宏观和微观组织的研究去了解各个晶体（相）或晶体群（共晶体，共析体等）的结构组分。



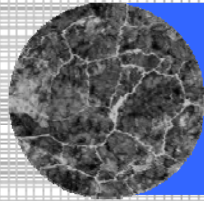
金相学的研究是随着分析手段的不断进步，对金属的组织结构得以更加深刻的认识。金相学的一项重要内容就是金相检验。

1951

基础概念

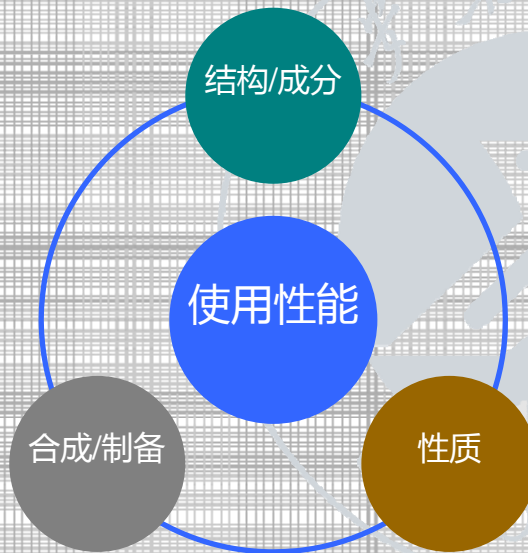


相 是指合金中具有同一聚集状态、同一晶体结构和性质并以界面相互隔开的均匀组成部分
(注：图中为304不锈钢奥氏体组织)



组织 是指合金中有若干相以一定的数量、形状、尺寸组合而成的并且具有独特形态的部分
(注：图中为T12钢珠光体组织)

材料科学四要素



金相史话

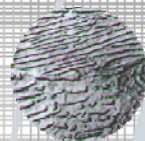
1808年奥地利
化学家
Widmanstätten
制作的铁陨石腐
刻拓片



1

启蒙阶段

创建阶段



2

1863年英国岩
相学家Sorby
首次使用显微镜
观察抛光腐刻的
金属试片

3

发展阶段

1878年德国金
相学家Adolf
Martens
与蔡司合作设计
制作专用的金相
显微镜

金相史话

首次提出并应用显微镜观察岩相、金相，完善了金相抛光技术。

发现钢铁中的铁素体(F)、渗碳体(Fe_3C)、珠光体(P)、石墨(C)、夹杂物。



Henry Clifton Sorby
1826.5.10~1908.3.9

24岁建立岩相学，37岁建立金相学。出任Sheffield University首任校长，一生发表论文230余篇。

1951

金相制样的基本方法



取样



磨制



抛光



光学法



浸蚀法

根据处理方法的不同，目前常用的有光学法、浸蚀法、干涉层法等；浸蚀法又依据显示手段的不同分为化学浸蚀、电解浸蚀和离子溅射等。

化学浸蚀法



取样



粗磨



倒角



精磨



抛光



观察



腐蚀

步骤作用与要求



取样要有代表性并减小各种方法对试样的影响



制作完成的试样在观察时：黑白分明、轮廓清晰，晶界连续



逐步磨制和抛光以消除上道工序对试样的影响



试样倒角防止割伤手指、刮破砂纸及抛光布



浸蚀剂合理选择，小心配制、正确使用

需要掌握的基本技巧

磨制：保持握持试样的手指用力的均衡并逐渐减弱

浸蚀：挤干蘸有浸蚀剂的棉球（易控制浸蚀速度）由试样中心向周边缓慢擦拭，待微变色即可

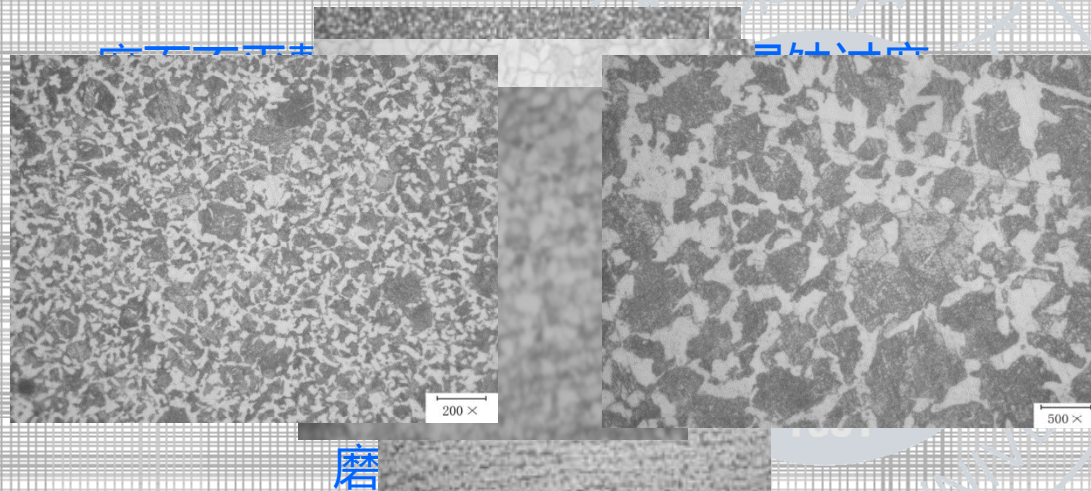


抛光：试样沿抛光盘中心点切入后，沿径向运动的同时保证还有自身的转动（直线运动加自转）

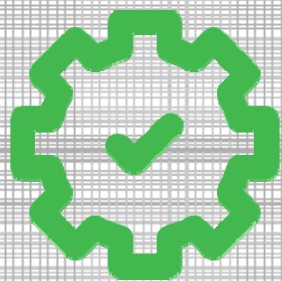
显微镜观察：执行仪器操作规程，先低倍后高倍

1951

常见缺陷



优秀照片



片层状的珠光体

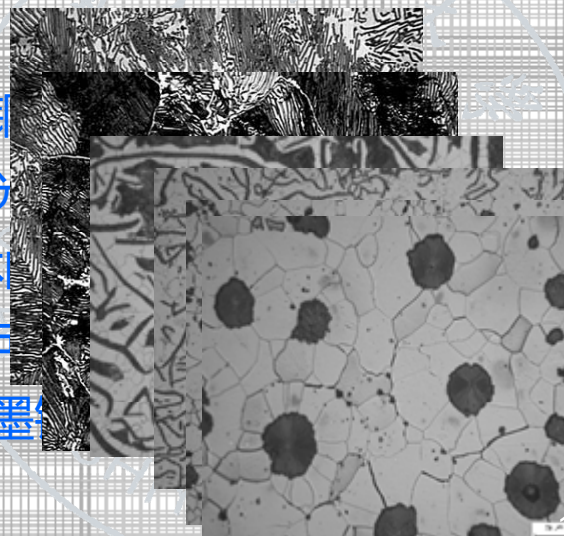
退火态的高碳钢

铁素体+珠光体

铁素体基体

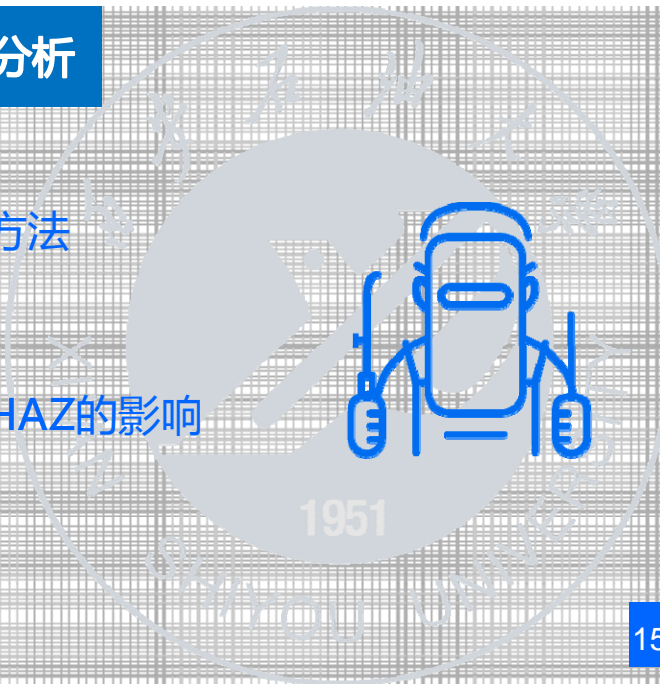
铁素体基体的可

铁素体基体的球墨



油气管道焊接接头的金相分析

1. 管线钢及油气管成型方法
2. 焊接接头及试样制作
3. 焊接接头的组织变化
4. 不同冷却速度对焊接HAZ的影响



管线钢及油气管成型方法



管线钢是用于制作油气输送管道及其他流体输送管道的工程结构钢。

服役中，除要求具有较高的耐压强度外，还要求具有较高的低温韧性和优良的焊接性能。



管线钢及油气管成型方法



生产



安装

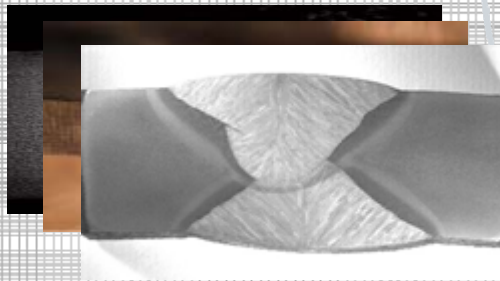
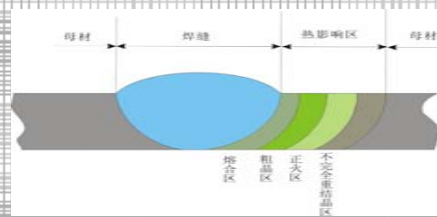


焊接

管线钢属于低碳或超低碳的微合金化钢。

油气管的焊接按工艺区分主要有：电阻焊(ERW)、螺旋埋弧焊(SSAW)和直缝埋弧焊(LSAW)三种工艺。

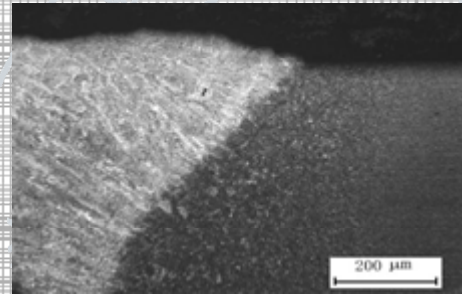
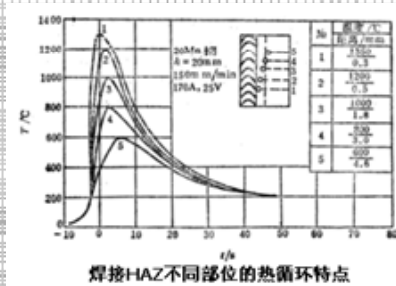
焊接接头及试样制作



熔化焊是焊接成型中应用最广泛的一种焊接方法，焊接接头由焊缝金属和焊接热影响区金属组成。

焊接接头试样的制作方法与前述方法完全一致，只是由于原始试样一般为长方形，磨制和抛光时难度较大，需要非常细心和相当的耐心。

焊接接头的组织变化

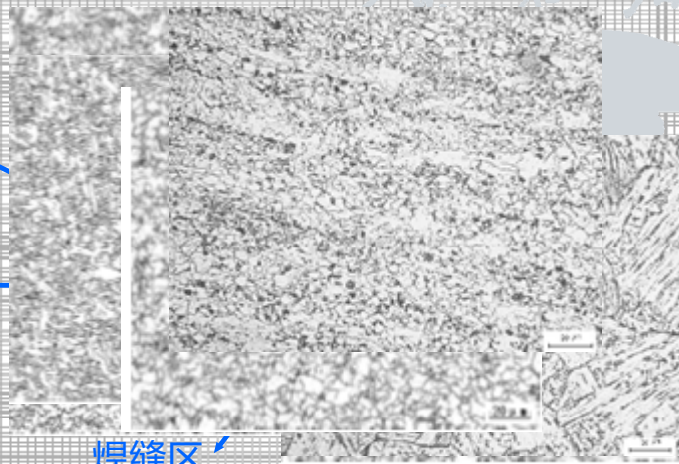


焊接过程中，焊接接头各部分经受了不同的热循环，因而所得组织各异；性能存在差别。焊接热循环由4个主要参数决定：加热速度、峰值温度、高温停留时间、冷却速度或某一温度区间的冷却时间。

X80焊接接头分析

管体表面

壁厚1/2处



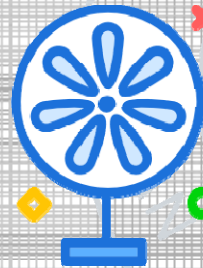
焊缝区

熔合区

全重结晶区

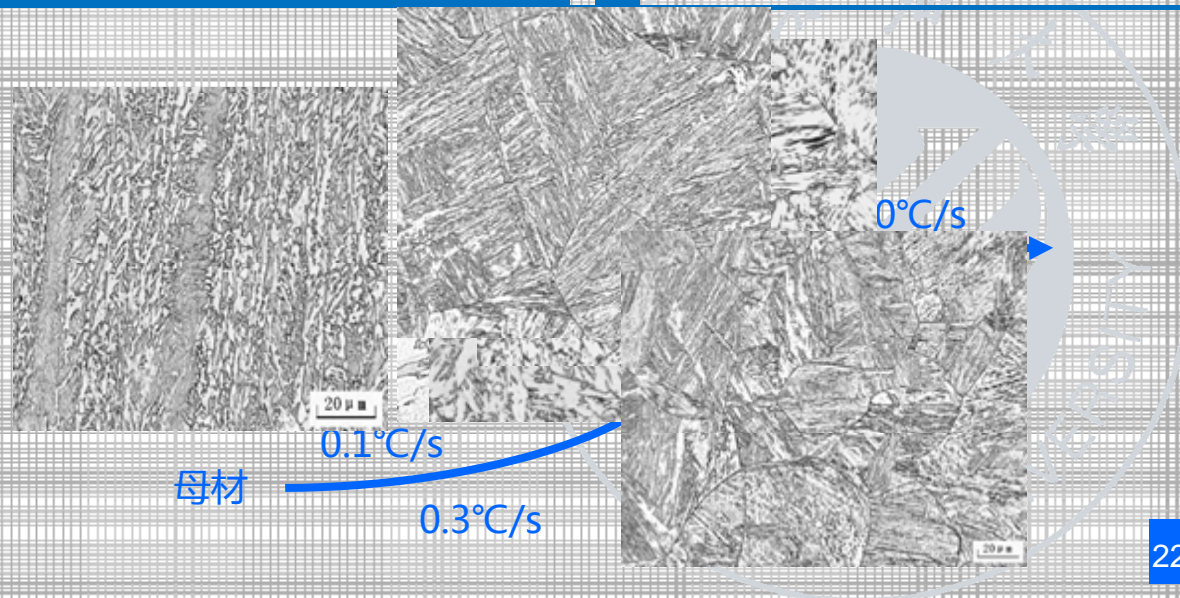
不同冷却速度对焊接HAZ的影响

管线钢是低碳微合金化钢。由于低碳超低碳和多元的微合金化设计，以及在控轧、控冷过程中温度、变形量、冷却速度等不同工艺参数的变化，管线钢的显微组织呈现出多样性和复杂性。



某课题组将日本一个公司研制的 $\Phi 1016 \times 16.0 \text{mm}$ X100直缝埋弧焊管接头制备成标准试样，利用Gleeble 3500热 - 力学模拟试验机获得其不同冷却速度下的热膨胀曲线，取其具有典型组织转变的冷却速度下的金相组织：

不同冷却速度对焊接HAZ的影响



课题组织分析

可以看出，母材以粒状贝氏体为主，部分区域可见不规则的多边形铁素体，边界上存在大量的M-A岛。当冷却速度为 $0.1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 时，基体组织以多边形铁素体为主，铁素体的边界分布着少量珠光体。当冷却速度增加到 $0.3 \sim 0.5^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 时，热膨胀曲线中未见明显的珠光体转变，而转变主要发生在中温阶段，这时粒状贝氏体开始生成。当冷却速度增加到 $5 \sim 10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 时，通过热膨胀曲线仅能测得单一的贝氏体铁素体转变，此时大量的板条贝氏体形成，晶粒尺寸进一步减小。

研究焊接HAZ的意义

焊接热影响区的力学性能在很大程度上取决于该区域的最终组织类型和形态，且由于热影响区是整个焊接接头的薄弱环节，因此研究该区域的组织转变规律、确定组织变化与焊接工艺条件之间的关系，对预测焊接接头的性能和控制焊接质量是极其重要的。



谢谢大家！

2017.03.25