

《材料力学性能》课程思政教学案例

开课学院：材料科学与工程学院

制作人：曹明

课程名称	材料力学性能	授课对象所属专业	焊接工程专业
课程类型	专业课	开课年级	三年级
课程性质	专业必修课	课程总学时	32

一、课程简介 (300 字左右)

《材料力学性能》是焊接工程专业的专业课。本课程研究材料在外载荷作用下或载荷与环境因素（温度、介质、加载速度）联合作用下所表现的行为，使学生能够从材料的服役条件和失效现象出发，了解材料各种失效现象的微观机理，提出衡量材料失效抗力的力学性能指标；掌握各种指标的物理概念、工程意义、测试方法和测试技术；明确指标之间的相互关系；分析各种内在因素和外在条件对材料力学性能的影响及机制，为正确选材和合理使用材料提供依据，为研制新材料、改进和开发冷热加工新工艺，充分发挥材料力学性能潜力指明方向。通过学习本课程，学生基本了解了工程材料在不同服役条件下的力学行为及失效现象、机理。结合课程知识点，将社会主义核心价值观融入教学，使学生充分理解材料力学性能的内涵及外延，在材料的制备及加工过程中能有良好的安全意识、质量意识及诚实守信和爱岗敬业的品质，进而提高学生的自主学习能力、沟通交流能力及团队合作能力。

二、案例基本信息

1.案例名称：“坦泰尼克号”的“沉默”——金属材料的低温脆性

2.对应章节：第三章 金属在冲击载荷下的力学性能 3.3 低温脆性

3.课程讲次：第八讲

三、案例教学目标

知识目标：掌握冲击弯曲试验主要用途，低温脆性产生的原因。

能力目标：正确操作缺口冲击试验，掌握韧脆转变温度的试验表示方法。

价值目标：理论联系实际，培养其认真严谨的学习与工作态度。

四、案例主要内容

介绍电影《泰坦尼克号》的背景，引入这个知识点。课堂上提道：“1912年4月12日，当时世界上最豪华的游轮泰坦尼克号于加拿大以南与冰山擦肩而过，最终该轮船沉没，致使1523人死亡，是人类航海史上最大的灾难，震惊世界。”又分析道：“作为当时世界上最大的客轮，泰坦尼克号已经采用了20世纪初最先进的设计和造船技术，但为何会造成如此重大的事故？”



采用提问式方式引导学生思考。

重点：影响金属材料低温韧脆转变的主要因素。

五、案例教学设计

讲次	第8讲	学时	2学时
授课内容	低温脆性	课程性质	专业必修课
学习目标	知识目标	了解冲击韧性和韧脆转变温度的概念及其影响因素。	
	能力目标	熟悉缺口冲击韧性试验的试验规范、试验原理和意义。	
	素质目标	理论联系实际，学以致用，严谨细致、精益求精的工匠精神；遵守国标的职业素养。	

教学重点	冷脆转变及转变温度的意义、影响韧脆转变温度的因素。
教学难点	落锤实验及断裂分析。
教学方法和手段	项目式学习、案例学习、综合实践
项目实践	<p>1.学习通课前测试 (5 分钟): 冲击载荷下金属变形和断裂的特点 冲击载荷下金属的变形和断裂特点受到多种因素的影响, 包括加载速率、变形速度、材料结构等。这些特点对于理解和预测金属在极端条件下的行为至关重要。</p> <p>2. 课程案例引导 (10 分钟) 引入案例: Titanic 号钢板测试结果</p> <div data-bbox="411 815 1369 1155" data-label="Image"> </div> <p>图 1 Titanic 号钢板 (左图) 和近代船用钢板 (右图) 冲击试验结果</p> <p>材料低温脆性导致事故举例</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) “泰坦尼克”号的沉没事故 (2) Liberty ship/Victory ship 美国在 World War II 建造的约 1 万吨级的运输船 (welded liberty ship, 2711); (3) T-2 Tankers 美国在 World War II 建造的油槽船冬天突然断裂; (4) 西伯利亚铁路断轨事故, 美国电影《日瓦格医生》(1965 年诺贝尔文学奖)。 <p>3.韧脆转变温度定义 (25 分钟): 定义: 低温脆性是材料屈服强度随着温度的降低急剧增加的结果。见下图, 屈服点随着温度的下降而升高, 但材料的解理断裂强度随着温度的变化很小。两线交点对应的温度就是韧脆转变温度 T_k。</p>

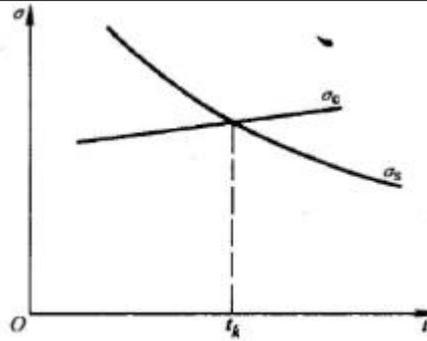


图 2 强度与温度的关系

定义：韧脆转化温度 T_k --由韧性状态（塑性变形-断裂）转变为脆性状态（弹性变形-断裂）的温度定义为韧脆转化温度。

T_k 的确定：尚无简单判据。原因：韧性是材料塑性变形和断裂全过程吸收能量的能力，是强度和塑性的综合表现，因而在特定条件下，能量、强度和塑性都可用来表示韧性。所以，依照试样断裂消耗的功、断裂后塑性变形的大小及断口形貌均可以确定 T_k ，且韧脆转变是在一个温度区间内完成。

4. 实践应用案例分析（10分钟）：



图 3 2008 年大范围冻雨

韧脆转化温度的用途：在进行设计时，了解这一温度可以确定当使用温度大于它时，脆性断裂不会发生。

思政目标：专业知识在实际生活中的应用，贴近生活，对于引导厚植爱国情怀,积极投身强国建设、民族复兴的伟业,具有无可替代的价值。

5. 表征方法（20分钟）：

（1）能量法

低阶能法：当低于某一温度，材料吸收的冲击能量基本不随温度而变化，形成一平台，以低阶能开始上升的温度定义 T_k ，并记为 NDT，称为无塑性或零塑性转变温度。

高阶能法：高于某一温度，材料吸收的能量也基本不变，形成一个上平台，称为“高阶能”。以高阶能对应的温度为 T ，记为 FTP

平均能量法：以低阶能和高阶能平均值对应的温度定义，并记为 FTE。

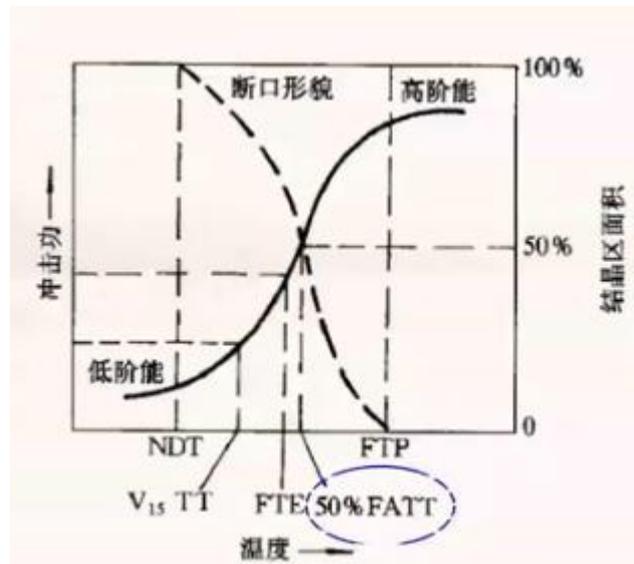


图 4 能量法表征韧脆转化温度

(2) 断口形貌法

断口上出现 50%纤维状韧性断口和 50%脆性结晶状断口的试样所对应的温度。

依据该法确定的韧脆转化温度称为 FATT

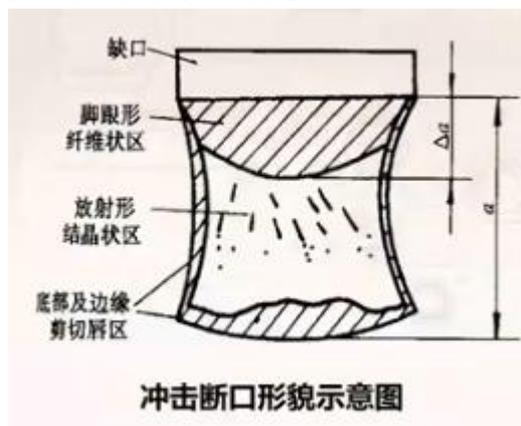


图 5 断口形貌法表征韧脆转化温度

(3) 塑性变形法。

6. 影响材料低温脆性的因素（10 分钟）

(1) 晶体结构的影响：

面心立方金属及其合金一般不存在低温脆性

体心立方金属及其合金存在低温脆性

密排六方金属及其合金部分存在低温脆性

(2) 化学成分的影响：间隙溶质原子，降低韧性，提高韧脆转变温度
置换溶质原子影响不明显
杂质原子 (S、P、Pb、Sn、As 等) 降低韧性

(3) 显微组织的影响

晶粒尺寸：细化晶粒可以提高韧性
金相组织：回火索氏体→贝氏体→珠光体，韧性降低
第二相：钢中夹杂物、碳化物等第二相质点对钢的脆性有重要影响，无论第二相位于晶界还是独立于基体中，当尺寸增大时材料韧性下降， t 升高，球状第二相韧性较好

(4) 温度的影响

温度降低，脆性增加

钢的“蓝脆”：静拉伸 230-370°C，冲击 525-550°C (表面蓝色)

(5) 加载速率的影响

提高加载速率同降低温度，增大脆性，升高韧脆转变温度

(6) 试样形状和尺寸的影响

试样尺寸增大，脆性增大

缺口：有缺口，脆性增大，缺口曲率半径减小，脆性增大，韧脆转变温度升高。

7. 实验探讨分析 (5 分钟)：

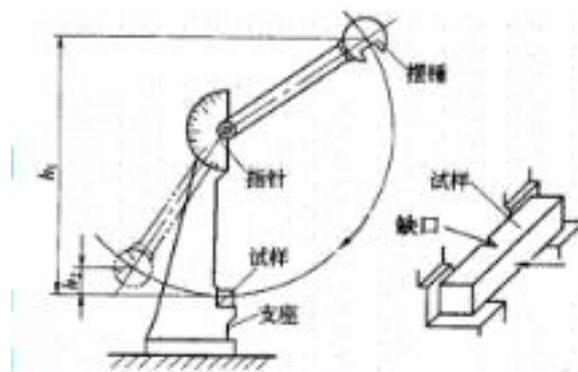


图 6 摆锤式冲击试验

思政目标：引导学生理解实际工程应用中测量材料的韧脆转变温度的必要性。对于有低温脆性的材料，必须充分考虑到其安全性。

这样学生一方面掌握了本实验所涉及的实验技术和手段，锻炼了动手能力，也同时增强了独立分析问题、解决问题的能力，把理论用于实

	<p>践，用实践强化理论，两者相辅相成，成为系统的整体。教师应积极利用实验过程中学生所遇到的挫折，因势引导，激发学生解决难题的热情和成就感。(思政目标：理论联系实际能力。)</p> <p>8 课程小结：(5 分钟)</p> <p>由于定义 t_k 的方法不同，同一材料所得 t_k 亦有差异；同一材料，使用同一定义方法，由于外界因素（如试样尺寸、缺口尖锐度和加载速率等）的改变，t_k 也要变化。</p> <p>在一定条件下用试样测得的 t_k，因为和实际结构工况之间无直接联系，不能说明该材料制成的机件一定在该温度下断裂。</p>
<p>作业与拓展提升</p>	<p>说明为什么焊接船只比铆接船只易发生脆性破坏？</p> <p>答：焊接容易在焊缝处形成粗大金相组织气孔、夹渣、未熔合、未焊透、错边、咬边等缺陷，增加裂纹敏感度，增加材料的脆性，容易发生脆性断裂。</p>

六、教学反思

如何进一步激发学生学习热情：

可以在“材料力学性能”课程思政教学中采用小组合作学习模式，于课后根据专业知识和思政知识布置任务，要求各小组成员之间相互讨论、各抒己见，最后达成统一意见、完成 PPT 的制作并进行汇报，这样既能加深学生对所学知识的理解与掌握，又能锻炼学生的交流沟通能力和团队协作能力。

将思政模块讨论参与度及效果、调查报告、小组讨论方案、PPT 汇报及效果、问卷调查参与度等引入课程评价体系，用以引导学生意识的培养、品行的提升，使其真正成为社会主义建设接班人。