



河南工业职业技术学院

《工程材料与热处理》

项目二 金属材料的性能

内容

01

硬度

02

强度

03

塑性

04

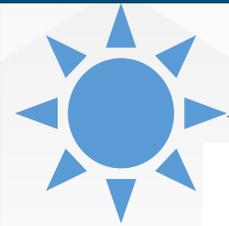
疲劳强度

05

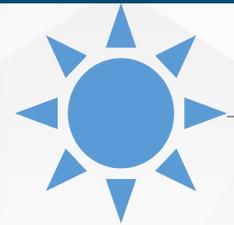
冲击韧性

06

硬度试验



教学目标	知识目标	<ol style="list-style-type: none">1. 了解强度、塑性及硬度的概念、表示方法和工程意义。2. 掌握洛氏硬度测量方法。
	能力目标	<ol style="list-style-type: none">1. 能够正确选择材料硬度测量方法。2. 掌握材料力学性能的测试方法，具备规范操作能力。
	素质目标	<ol style="list-style-type: none">1. 增强自豪感和行业认同感。2. 培养独立思考和团结协作能力。3. 培养认真严谨的工作作风和精益求精的工匠精神。
教学重点、 难点	<p>重点：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 金属材料的力学性能及相关实验原理。2. 强度与塑性的衡量指标。 <p>难点：</p> <p>洛氏硬度测量原理。</p>	



课题引入

据美国有线电视新闻网（CNN）报道，美联航UA328航班波音777客机在2月20日从美国科罗拉多州首府丹佛国际机场起飞后，飞机右发动机外壳脱离爆炸起火。

什么原因导致了飞机事故？





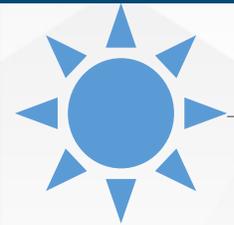
课题引入

国家体育场“鸟巢”位于北京奥林匹克公园中心区南部，为2008年北京奥运会的主体体育场，占地20.4公顷，建筑面积25.8万平方米，可容纳观众9.1万人。建筑材料非常多，“鸟巢”的钢架结构用的是什么呢？



1

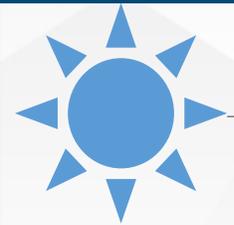
材料



一、材料

材料是人类用来制作各种产品的物质，是人类生活和生产的物质基础。





一、材料

材料按化学性质分

金属材料
90%以上

黑色金属——钢铁材料

有色金属（铜、铝及合金等）

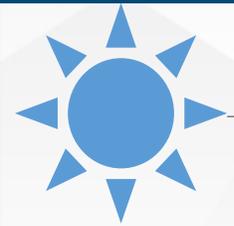
非金属材料

高分子材料

陶瓷材料

复合材料





二、材料的性能

- 材料的性能:

工程材料的性能可分为**使用性能**和**工艺性能**。

- **使用性能**是指材料在使用过程中所表现出来的性能包括力学性能、物理和化学性能等。
- **工艺性能**是指材料适应各种冷、热加工的能力, 主要包括铸造性能、锻压性能、焊接性能、切削加工性能、热处理工艺性能等。



二、材料的性能

用框图表示如下：

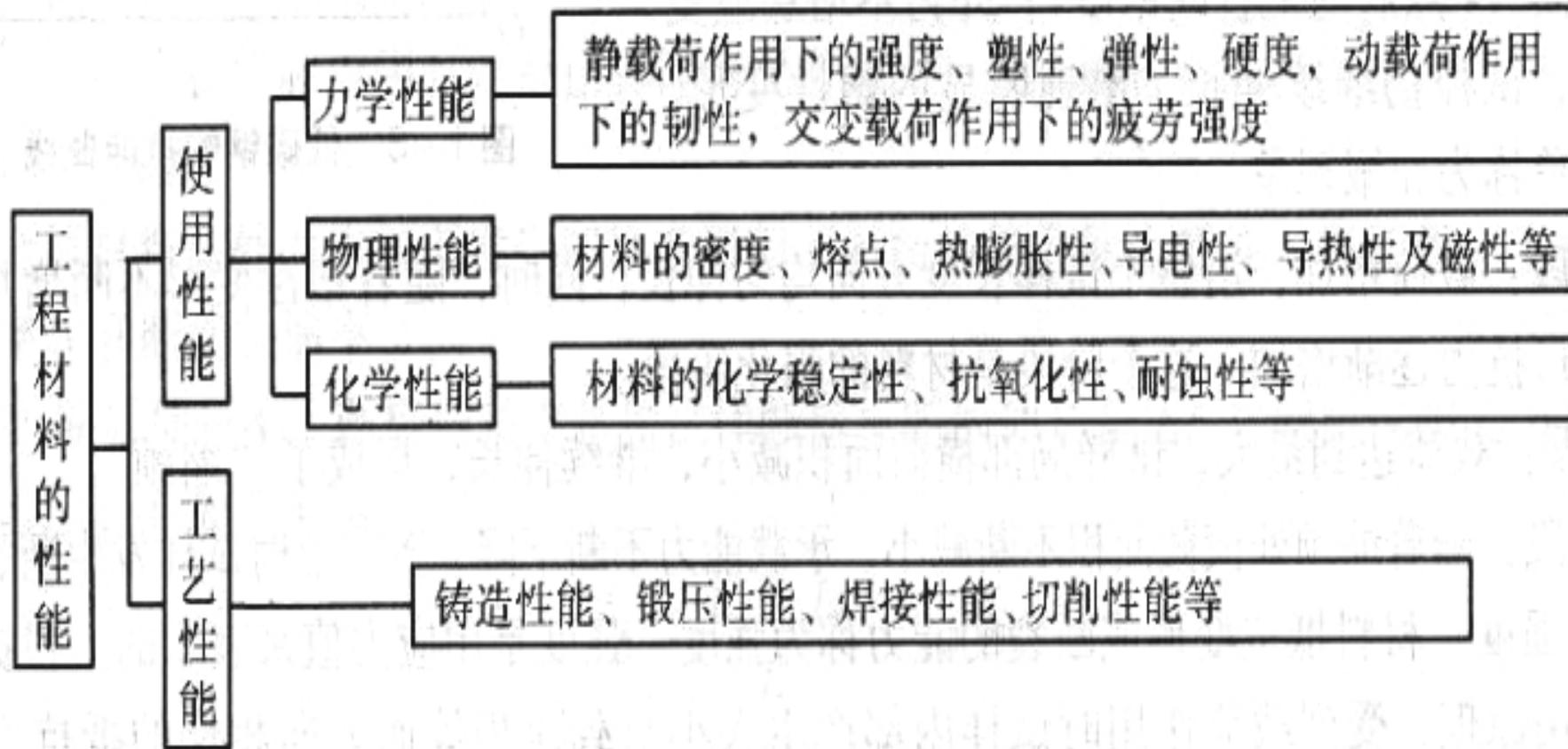
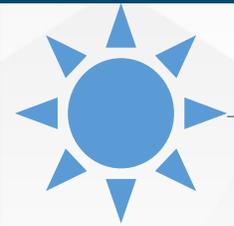
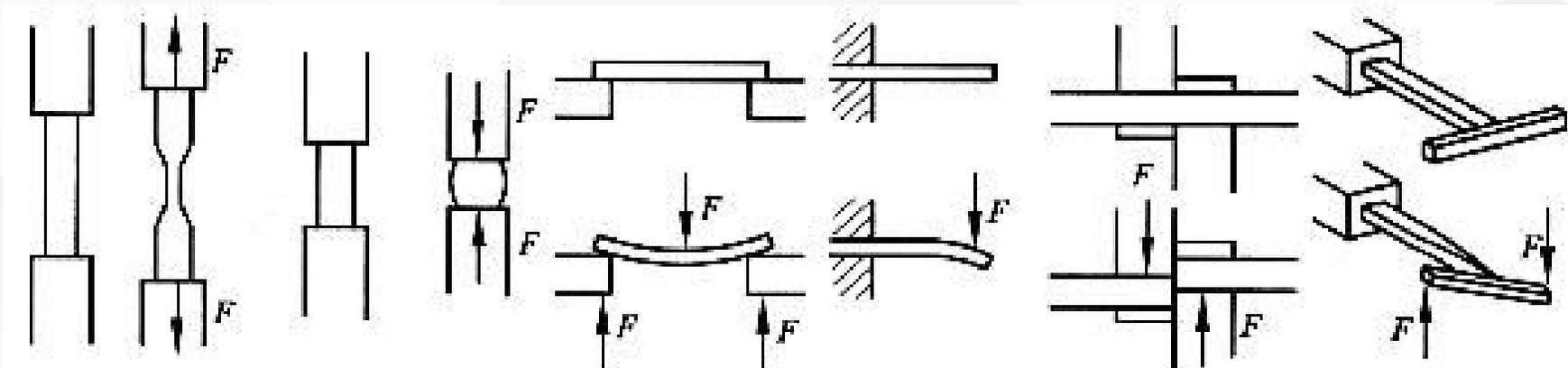


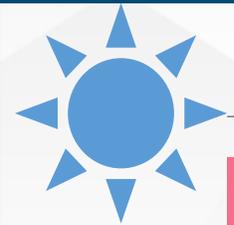
图 1 - 1 工程材料的性能



三、材料的力学性能

- **力学性能**：材料在外力作用下所表现的一些性能（如强度，塑性；硬度；冲击韧性等）
- **载荷**：根据载荷的性质，零件受力情况可分为静载荷和动载荷；动载荷包括冲击载荷和交变载荷等。
- **变形**：材料在外力作用下发生形状和尺寸的变化。弹性变形和塑性变形。





三、材料的力学性能

新标准		旧标准	
符号	名称	符号	名称
R_m	抗拉强度	σ_b	抗拉强度
ReL、ReH	下屈服强度、上屈服强度	σ_s	屈服强度
$R_{p0.2}$	条件（名义）屈服强度	$\sigma_{0.2}$	条件屈服强度
A	断后伸长率	δ	伸长率
Z	断面收缩率	ψ	断面收缩率
K (KU、KV)	冲击吸收能量（功）	Ak	冲击吸收能量（功）
R_{-1}	疲劳极限	σ_{-1}	疲劳极限



2

强度



一、拉伸试样及拉伸曲线

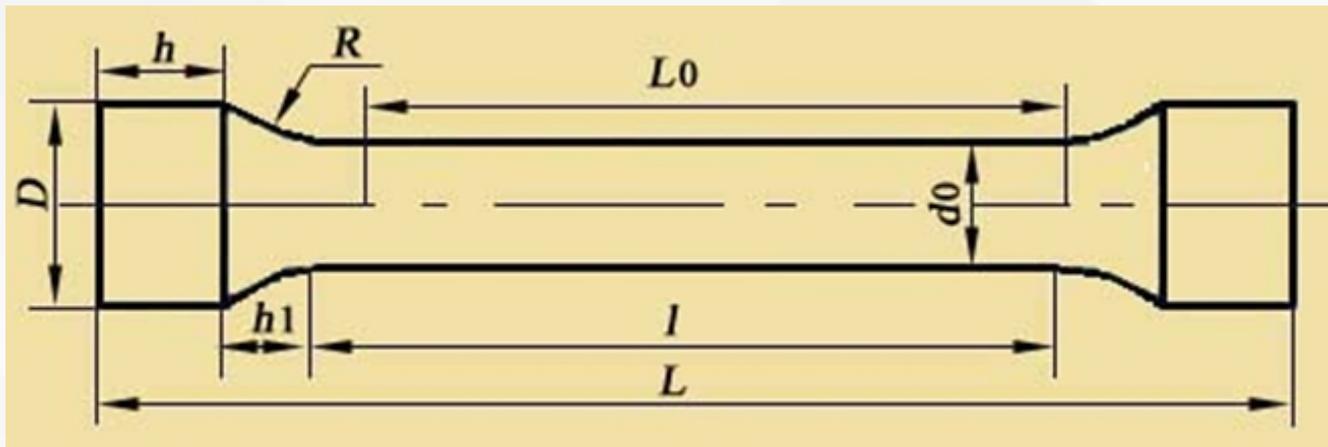
1) 拉伸试样

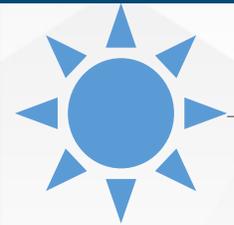
长试样:

$$L_0 = 10d_0$$

短试样:

$$L_0 = 5d_0$$



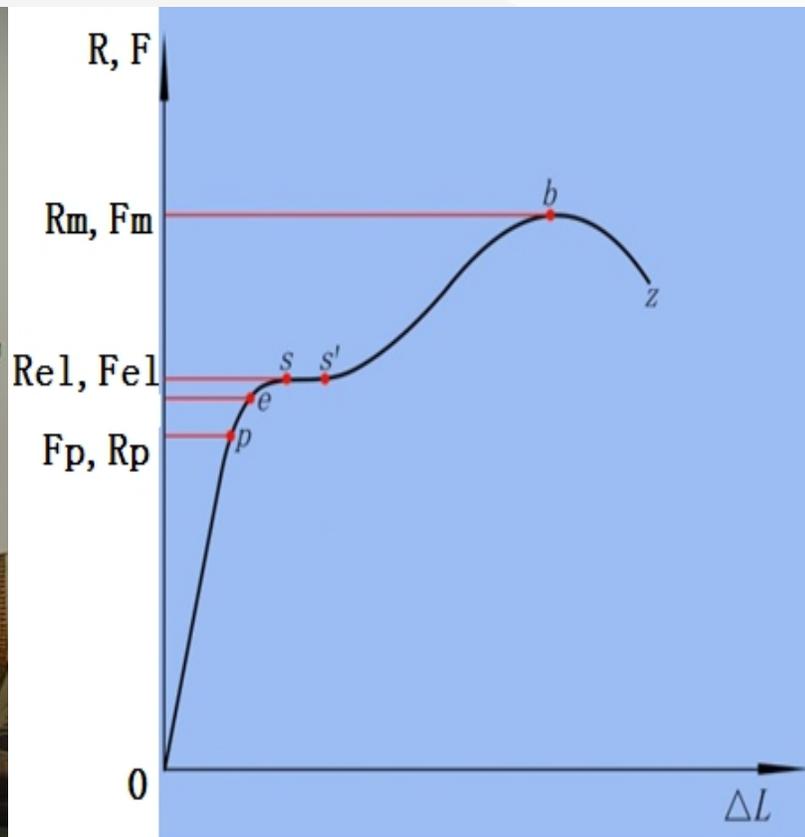


一、拉伸试样及拉伸曲线

2) 拉伸曲线

纵坐标：载荷 F ，单位 N ；
横坐标：伸长量 ΔL ，单位为 mm 。

试样在拉伸过程中承受的载荷 F 和产生的变形量 ΔL 之间的关系曲线，称为拉伸曲线或称为力-伸长曲线。

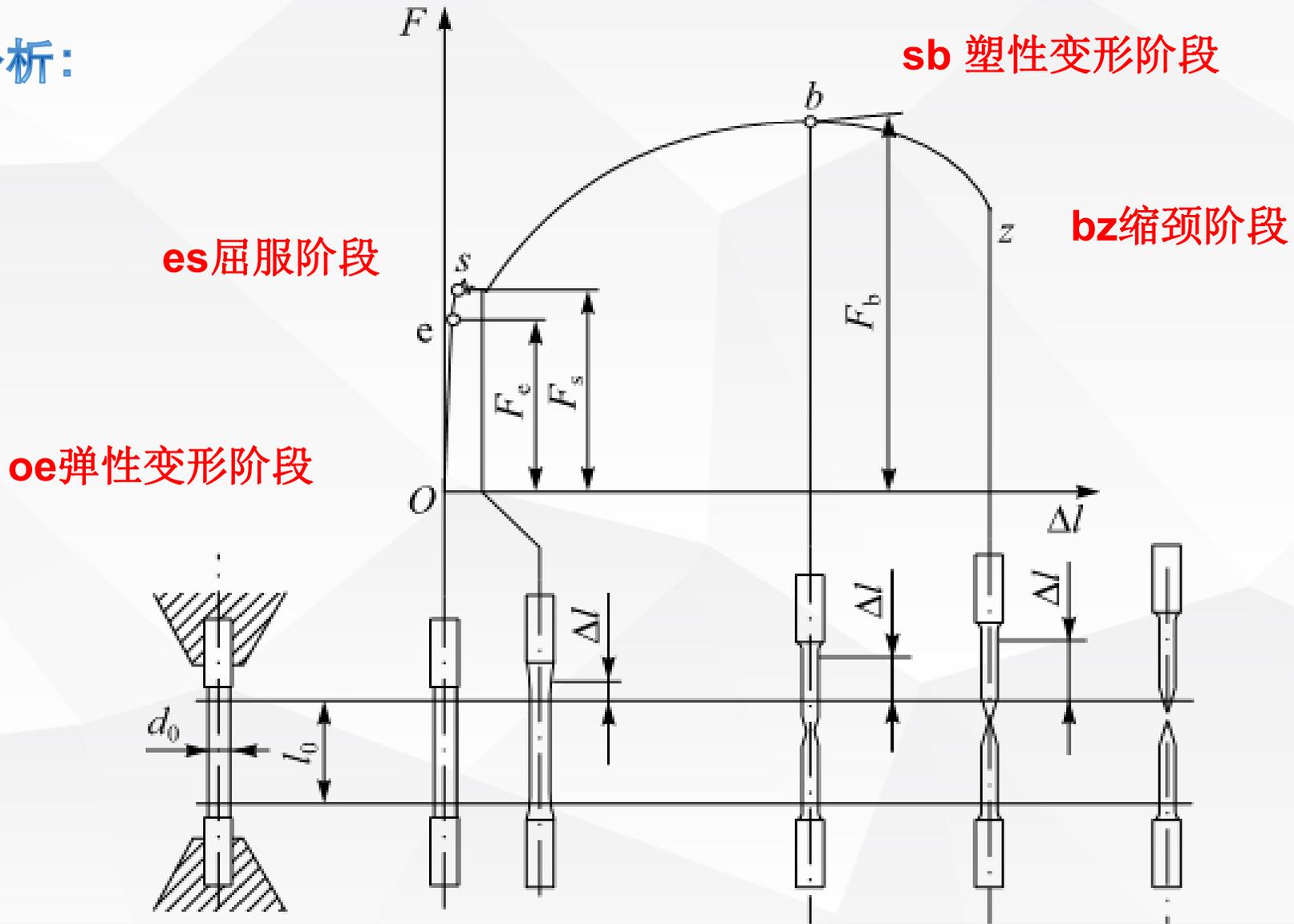


退火低碳钢的拉伸曲线



一、拉伸试样及拉伸曲线

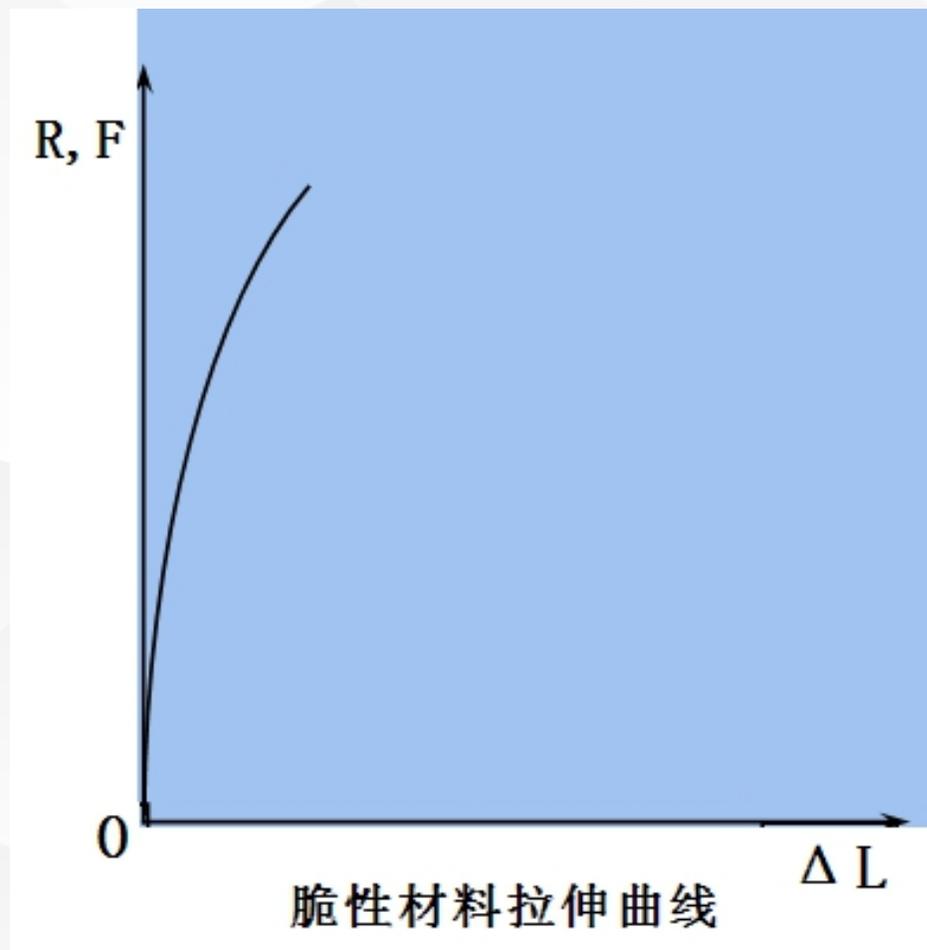
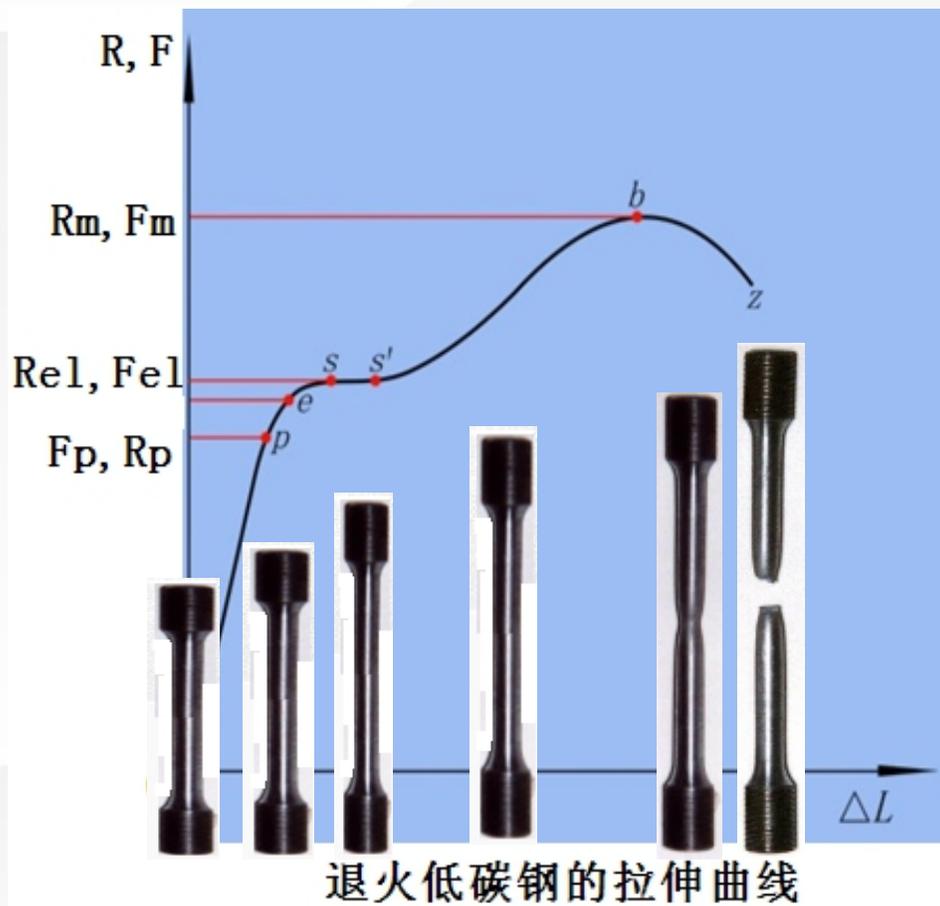
拉伸曲线分析:

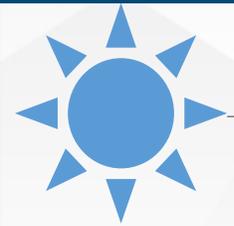




一、拉伸试样及拉伸曲线

铸铁、陶瓷等脆性材料与退火低碳钢拉伸曲线比较





二、强度

强度：

材料在外力作用下抵抗变形和破坏的能力。

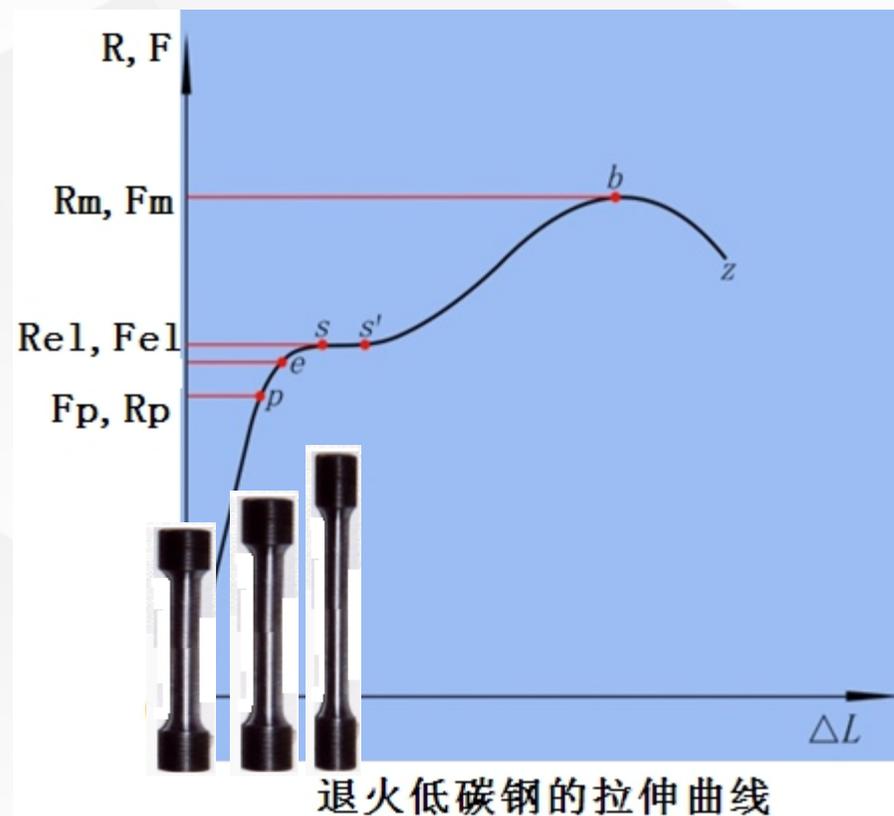
屈服强度 R_e ：

材料在外力作用下刚开始产生塑性变形时的最小应力值。

即在拉伸试验过程中，载荷不增加，试样仍能继续伸长时的应力。

抗拉强度 R_m ：

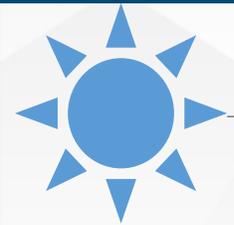
材料断裂前所承受的最大应力值。（材料抵抗外力而不致断裂的极限应力值）。





3

塑性

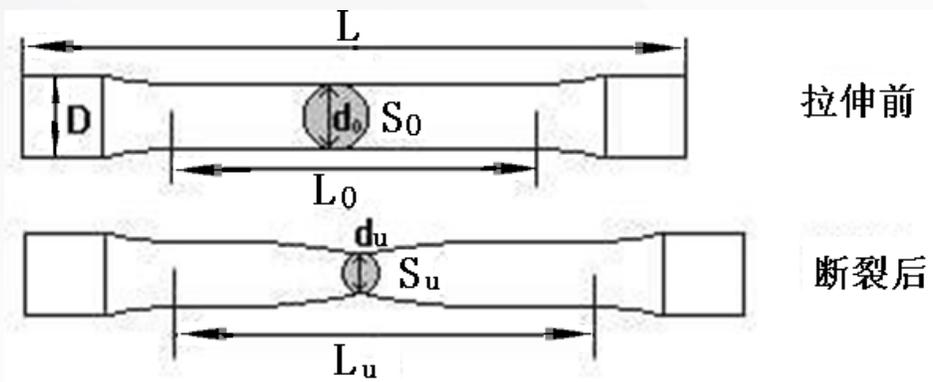


塑性

材料受力破坏前可承受最大塑性变形的能力。

断后伸长率 $A = (L_u - L_0) / L_0 \times 100\%$

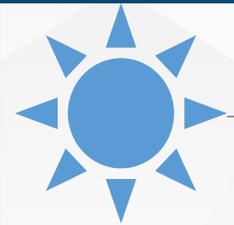
伸长率与试样尺寸有关 A_5 、 A_{10} ($L_0 = 5d_0, 10d_0$)





4

疲劳强度



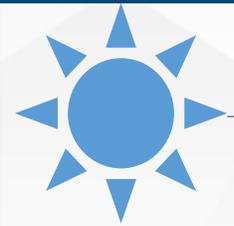
疲劳强度

(80%的断裂由疲劳造成)

疲劳：零件在交变载荷或重复应力作用下，过早发生破坏的现象。

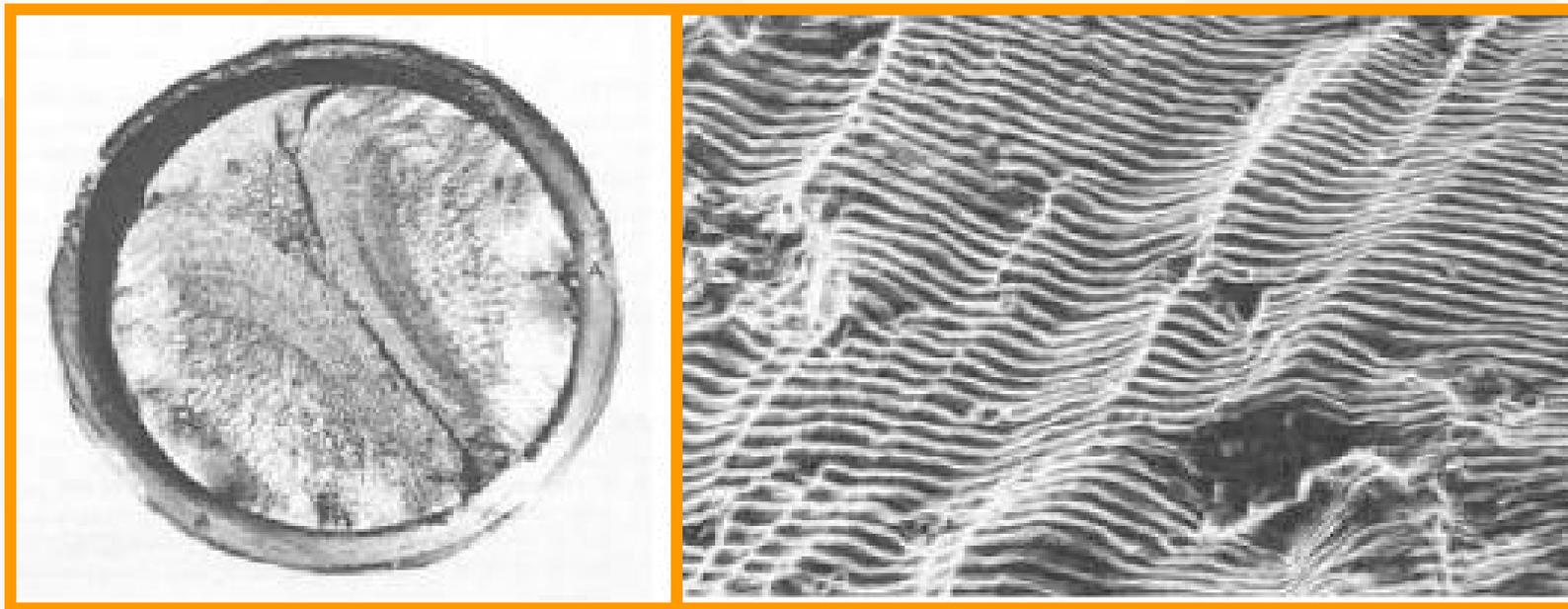
疲劳强度R-1：材料经无数次应力循环或达到规定的循环次数才断裂的最大应力值。





疲劳强度

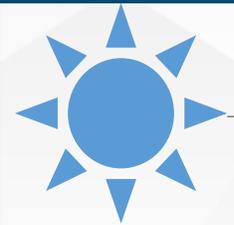
疲劳断口



轴的疲劳断口

疲劳辉纹（扫描电镜照片）

通过改善材料的形状结构，减少表面缺陷，提高表面光洁度，进行表面强化等方法可提高材料疲劳强度。



疲劳强度

●特征

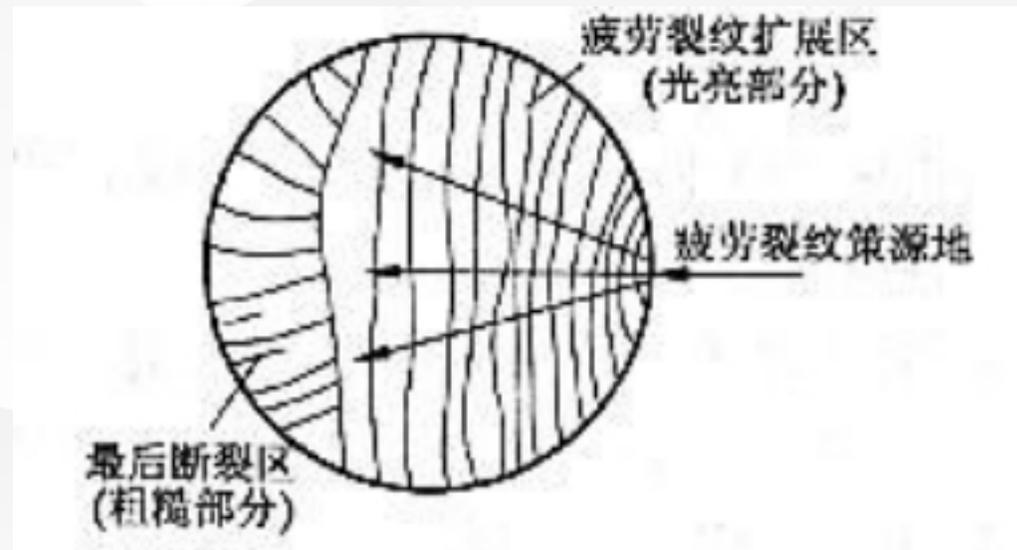
- 断裂前没有预兆，突然破坏
- 引起疲劳断裂的应力很低
- 宏观断口由两部分组成

●原因

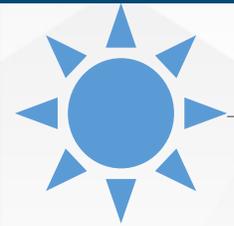
- 内部缺陷
- 交变应力

●预防措施

- 合理选材，改善结构，提高表面光洁度，表面强化



课题解答



课题解答

什么原因导致了飞机事故?

分析：经事后调查，PW4000发动机一共有22个叶片，UA328航班右侧发动机中有两个叶片出现断裂，一个在喷气发动机密封环内被发现，另一个则掉落到了地面一个足球场。其中之一在轮毂处脱落，击中另一个在中段断裂。首个叶片的损坏“与**金属疲劳**是一致的”。

结论：金属疲劳是主要原因。

设计师在设计结构件时，必须高度重视材料的疲劳强度。

传承军工精神，建立“严、细、精、优”质量观念





课题解答



“鸟巢”的钢架结构用的是什么呢？

分析：“鸟巢”外形结构主要由巨大的门式钢架组成，主体建筑呈空间马鞍椭圆形，南北跨度达333米，整个体育场结构的组件相互支撑，形成网格状的构架，外观看上去就仿若树枝织成的鸟巢，钢结构总用钢量为4.2万吨，内部没有一根立柱，这就需要材料具有很高的强度及韧性。

结论：“鸟巢”结构设计奇特新颖，搭建它的钢结构绝大部分使用的是Q345D和Q345GJD钢材，受力大的部位采用了Q460。Q460是我国**自主创新研发**的低合金高强度结构钢，强度是普通钢的2倍，集强度与韧性与一体，具有良好的抗震性、抗低温性和焊接性。

求真务实，培养创新意识



谢谢观看！