



## 主要内容

- I. 实验目的
- II. 实验原理
- III. 实验用设备、工具、材料
- IV. 试验方法及步骤
- V. 实验报告要求

平面变形抗力K值的测定

# 1 实验目的

- 了解变形抗力随变形程度、变形速度、变形温度的变化规律。
- 分析影响变形抗力的因素，及依据具体条件确定变形抗力数值。
- 掌握平面变形抗力的测定方法。

## 2 实验原理

- 坐标轴为主轴时, Miss 塑性方程如下:

$$\left[ (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \right] / 6 = A$$

式中:  $A$ ——由材料本身特性决定的常数, 它反映材料抵抗塑性变形的能力;

$\sigma_1 \ \sigma_2 \ \sigma_3$  ——外力在材料内部造成的应力状态。

## 2 实验原理

### ● 塑性方程的物理意义：

当单位体积内的剪切应变能达到一个临界值时，材料就发生塑性流动。有些研究者试图从位错理论上导出金属变形阻力与金属的组织成分之间的定量关系，遗憾的是目前这种研究尚未达到实际应用的程度，所以只有通过实验的方法来确定材料抵抗塑性变形的能力。

## 2 实验原理

### ● 用单向拉伸（或压缩）法测定A值：

在单向拉伸或压缩时  $\sigma_1 \neq 0$ 、 $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$ ，由塑性方程得到  $A = \sigma_1^2 / 3$ 。若材料发生塑性变形时，令  $\sigma_1 = \sigma_s$ ，则  $A = \sigma_s^2 / 3$ 。

### ● 用薄壁管扭转法测定A值：

在扭转时， $\sigma_2 = 0$ 、 $\sigma_1 = -\sigma_3 = t_{xy}$ ，由塑性方程得到  $A = t_{xy}^2$ 。若材料发生塑性变形时，令  $t_{xy} = k$ ，则  $A = k^2$ 。

## 2 实验原理

### ● 用平面应变压缩法测定A值:

在平面应变时,  $d\varepsilon_2 = 0$ ,  $\sigma_1 < 0$ ,  $\sigma_2 = (\sigma_1 + \sigma_3)/2$ , 由塑性方程得到  $A = (\sigma_1 - \sigma_3)^2 / 4$ 。则发生塑性变形时的  $\sigma_1 - \sigma_3 = K$ , 则得到  $A = K^2 / 4$ 。其中  $\sigma$  通常称为平面应变时材料的流动应力或约束屈服应力。

Miss屈服准则被认为是普遍正确的, 所以上述三种方法测出的A值应相等。即

$$A = (1/3) \sigma_s^2 = k^2 = (1/4) K^2$$

或

$$1.155 \sigma_s = 2k = K$$

## 2 实验原理

### ● 用平面应变压缩法测定K值

锤头宽度:  $L=2\sim 4h$ ; 试样宽度:  $b>5L$

平面变形状态条件:

(1) 接触表面充分润滑; (2)  $L/b$ 的比值较小。

压缩方向的应力为  $\sigma_3$

$$\sigma_3 < 0 \quad \sigma_1 = 0 \quad \sigma_2 = \sigma_3 / 2$$

$$d\varepsilon_1 = -d\varepsilon_3 \quad d\varepsilon_2 = 0$$

根据塑性变形条件:  $\sigma_1 - \sigma_3 = 2/\sqrt{3} \sigma_s = 1.155 \sigma_s$  即:  $\sigma_3 = 1.155 \sigma_s$  实验装置示意图

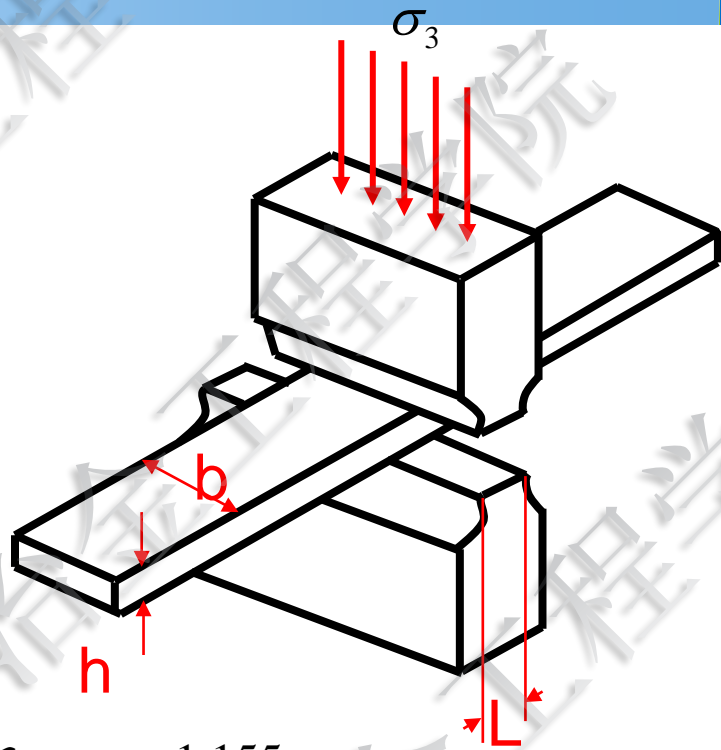
此时所测得的平均单位压力即为平面变形抗力:

$$\bar{p} = -\sigma_3 = 1.155 \sigma_s = 2k = K$$

$$\varepsilon_e = 2/\sqrt{3} \varepsilon_3 = -2/\sqrt{3} \ln \frac{H}{h} = -1.155 \ln \frac{H}{h}$$

用全滑动条件下应力状态影响系数  $n'_\sigma$  修正K值:

$$n'_\sigma = \frac{\bar{p}}{K} = \frac{e^x - 1}{x} \quad K = \frac{\bar{p}x}{e^x - 1} \quad x = \frac{fl}{h} \quad f = 0.02 \sim 0.04$$



### 3 实验用设备、工具、材料



WDW-100D 电子拉伸机

软态纯铝试样： $H \times L \times B = 200 \times 40 \times 4\text{mm}$

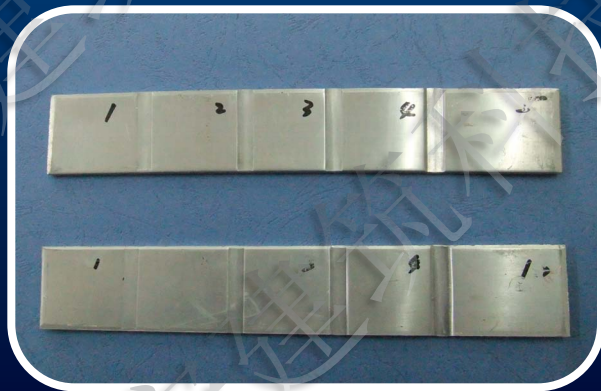


平面变形抗力压缩装置



# 4 实验方法及步骤

- Step1: 测量试样的宽度 $b$ 和厚度 $H$ , 检查试样的表面质量;
- Step2: 安装压缩实验装置;
- Step3: 计算变形程度分别为5%、10%、20%和40%时的压下量 $\Delta h$ ;
- Step4: 在试样压缩位置上涂上润滑油, 安装试样准备进行压缩实验;
- step5: 操作试验机, 使压缩装置压头和试样表面完全接触, 将试验机控制面板的位移数值清零; 开始压缩实验, 当控制面板的位移值达到 $\Delta h + (1.6 \sim 1.7) \text{ mm}$ 时, 立即停止实验。
- Step6: 记录试验机控制面板上的峰值载荷值, 取出试样测得压缩后的厚度 $h$ , 记录数据到实验数据表。



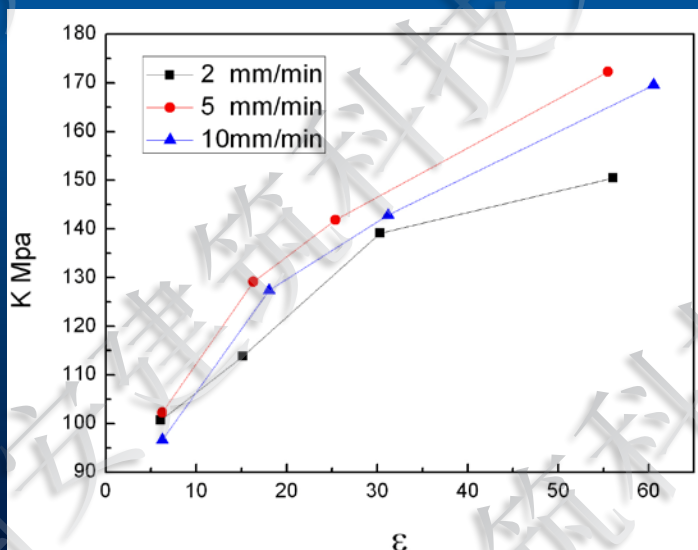
# 4 实验方法及步骤

表 实验数据表

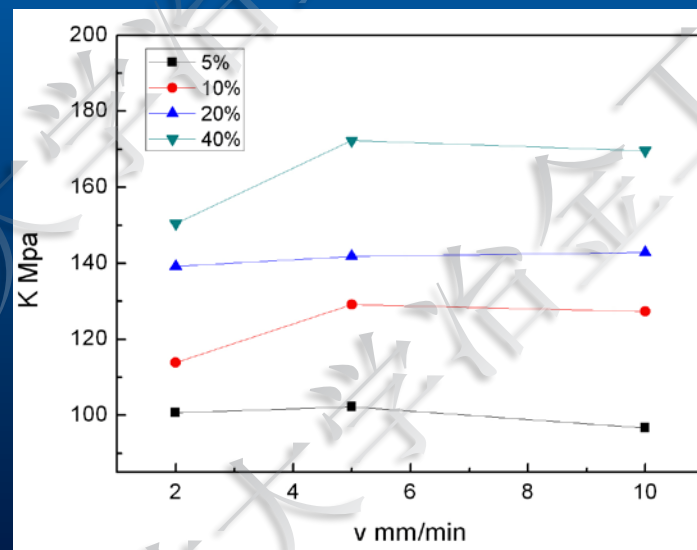
数据 \ 变形程度	5%	10%	20%	40%
H (mm)				
h (mm)				
P (KN)				
F (mm <sup>2</sup> )				
K (Mpa)				
$\varepsilon_e$ (%)				

# 5 实验报告的要求

- 1、绘制K- $\varepsilon$  曲线，并分析变化规律（变形程度、变形速度）；
- 2、简述影响平面变形抗力的因素；
- 3、分析实验过程中可能产生的误差。



变形程度对平面变形抗力K的影响



变形速度对平面变形抗力K的影响

## 《\*\*\*\*\*》实验报告

课程名称:

一、 实验项目名称:

实验类型:

学生姓名:

专业:

班级:

同组学生姓名:

指导教师:

实验地点:

实验日期: 年 月 日

二、 实验目的和要求

三、 实验内容和原理

四、 仪器名称及主要规格 (包括量程、分度尺、精度等)、材料

五、 实验步骤

六、 实验结果及分析

七、 讨论

八、 结论

九、 心得

十、 成绩

教师签名

年 月 日

谢谢!