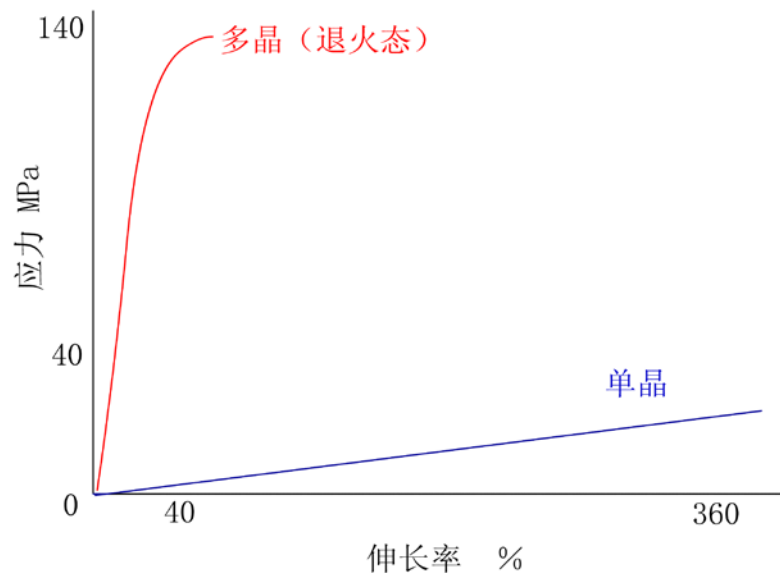
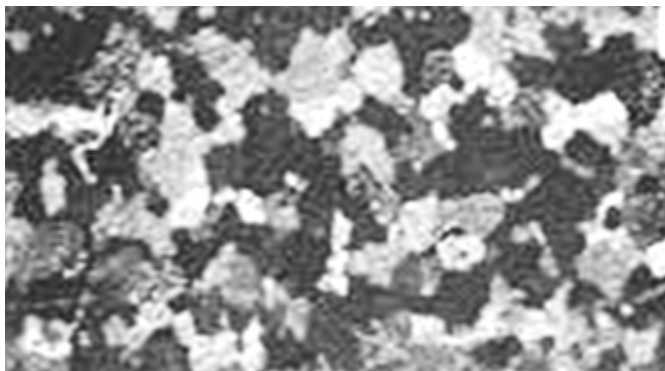




# 第四讲 多晶体的塑性变形



## 一、多晶体塑性变形的现象



锌的单晶体与多晶体的应力—应变曲线



变形前



变形后

拉伸变形后，晶界处呈现竹节状

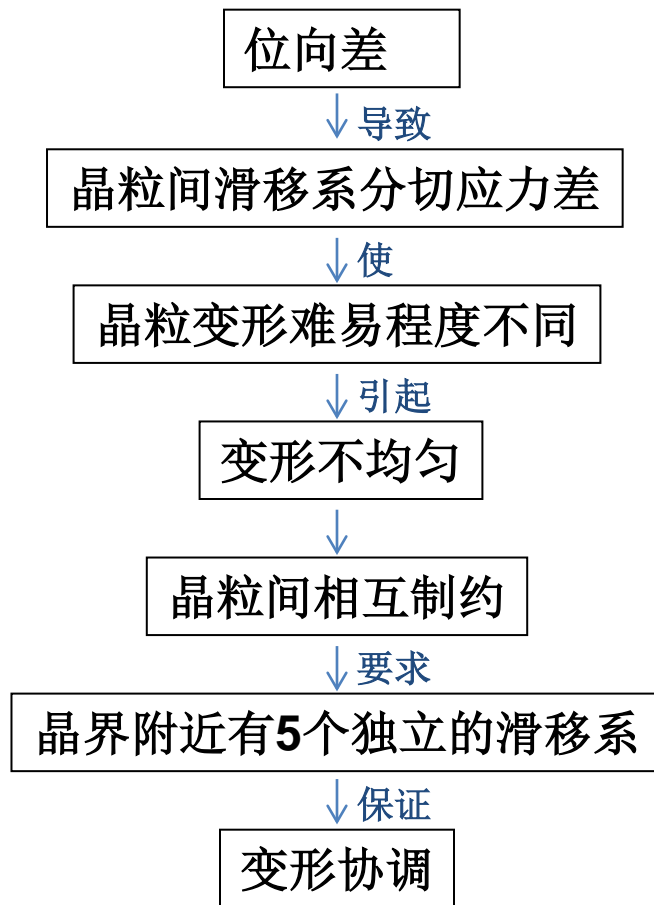


**单晶体：** 相当于一个单独的晶粒

**多晶体：** 多个晶粒 { 晶粒间有位向差  
晶粒间有晶界 —— 影响位错运动



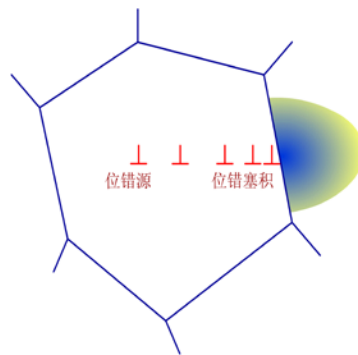
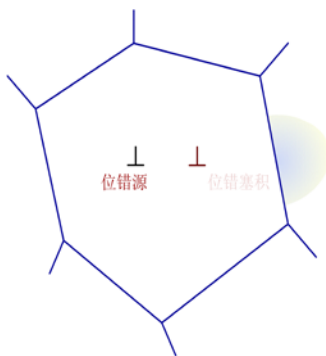
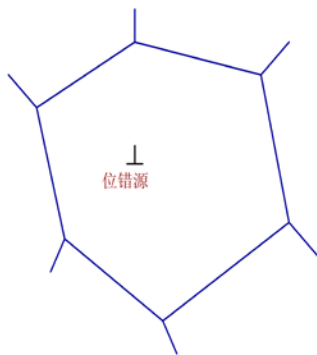
## 二、位向差的影响





### 三、晶界的影响

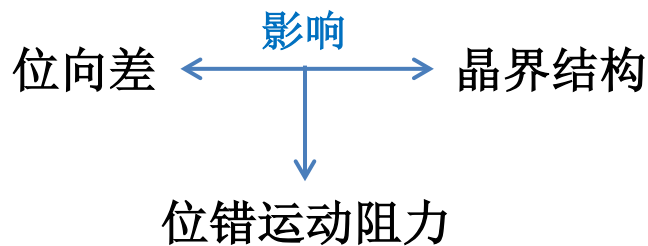
晶界 —— 障碍位错运动 ——  $\left\{ \begin{array}{l} \sigma_b \uparrow \\ \text{位错塞积} \longrightarrow \text{应力集中} \longrightarrow \delta \downarrow \end{array} \right.$





## 四、位向差、晶界的综合作用

位向差、晶界对变形的影响是综合的，不可能截然分开





## 五、多晶体塑性变形的特点

### 1. 变形不均匀

- 晶粒变形先后不一

晶粒位向不同 { 分切应力大的位向 —— 软位向 —— 先变形  
分切应力小的位向 —— 硬位向 —— 后变形

- 各晶粒的变形量有大有小

同一晶粒变形量不同 { 晶粒中心变形量小  
晶界处的变形量大

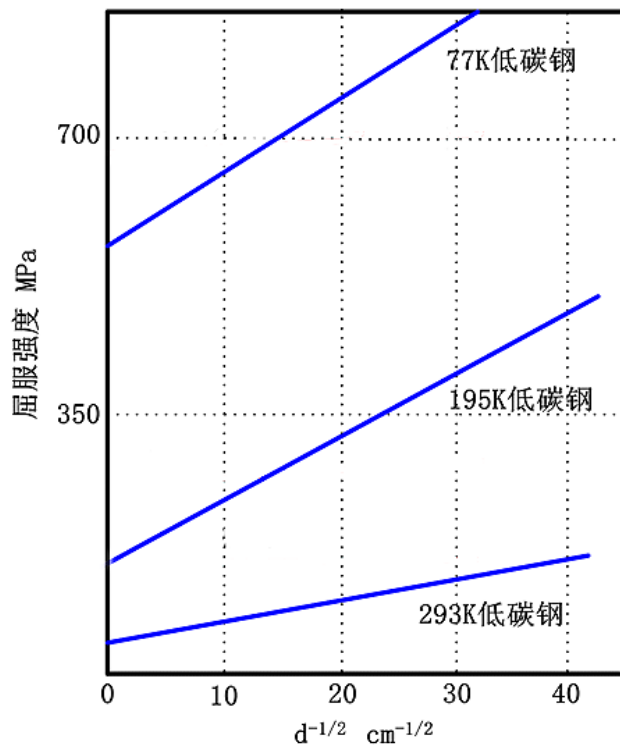
### 2. 各晶粒间变形协调

- 晶粒间相互制约





## 六、细晶强化



$d \downarrow \longrightarrow \sigma_s \uparrow$

屈服强度与晶粒尺寸的关系图



## 1. 霍尔—配奇 (Hall-Patch) 公式

$$\sigma_s = \sigma_0 + kd^{-\frac{1}{2}}$$

$\sigma_s$  —— 屈服强度

$\sigma_0$  —— 单晶体屈服强度（材料常数）

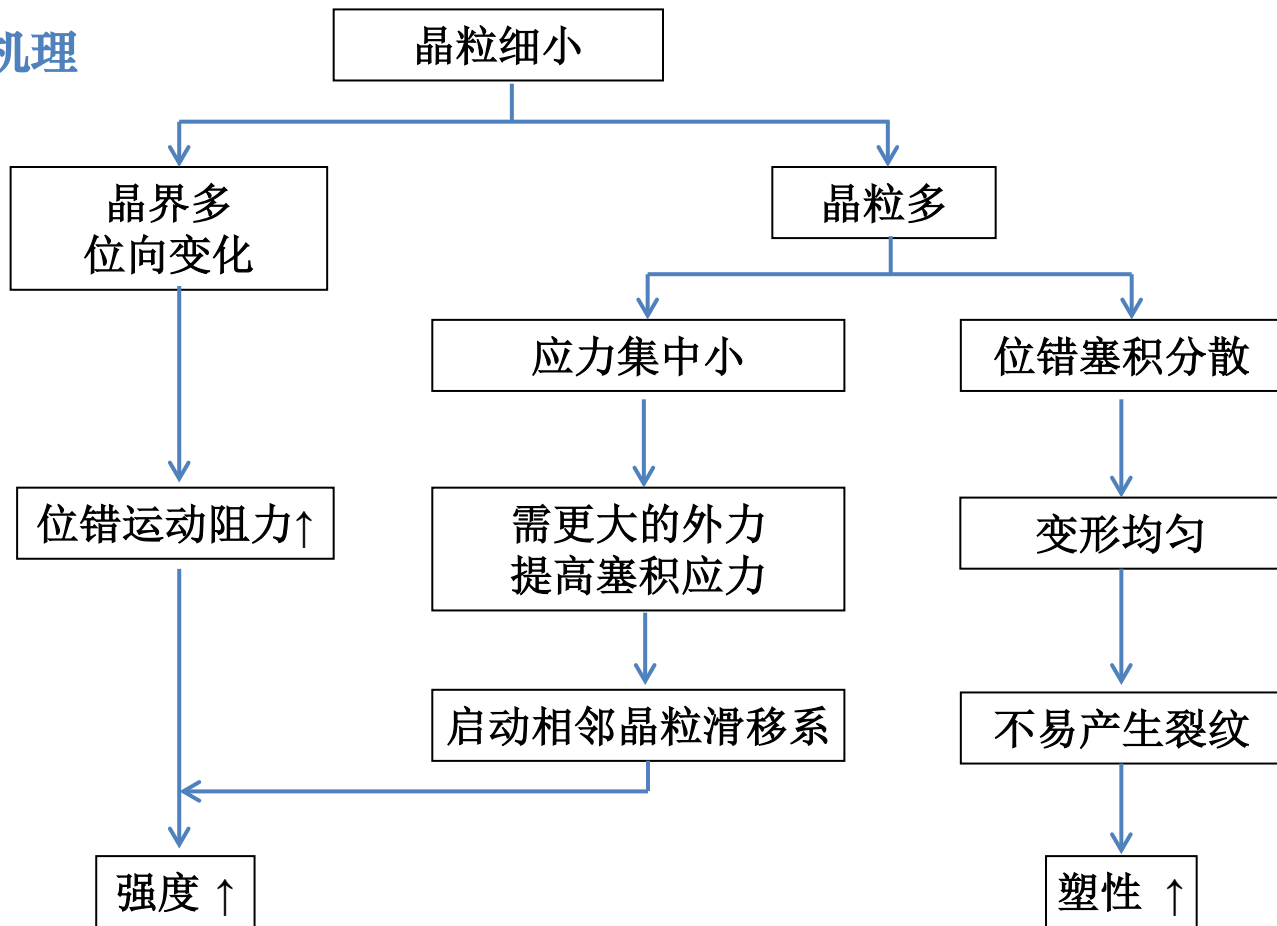
$k$  —— 材料常数

$d$  —— 晶粒直径

$d \downarrow$  ——  $\sigma_s \uparrow$



## 2. 细晶强化机理





### 3. 细晶强化特点

- 强度、塑性同时提高
- 强韧化潜力大

