

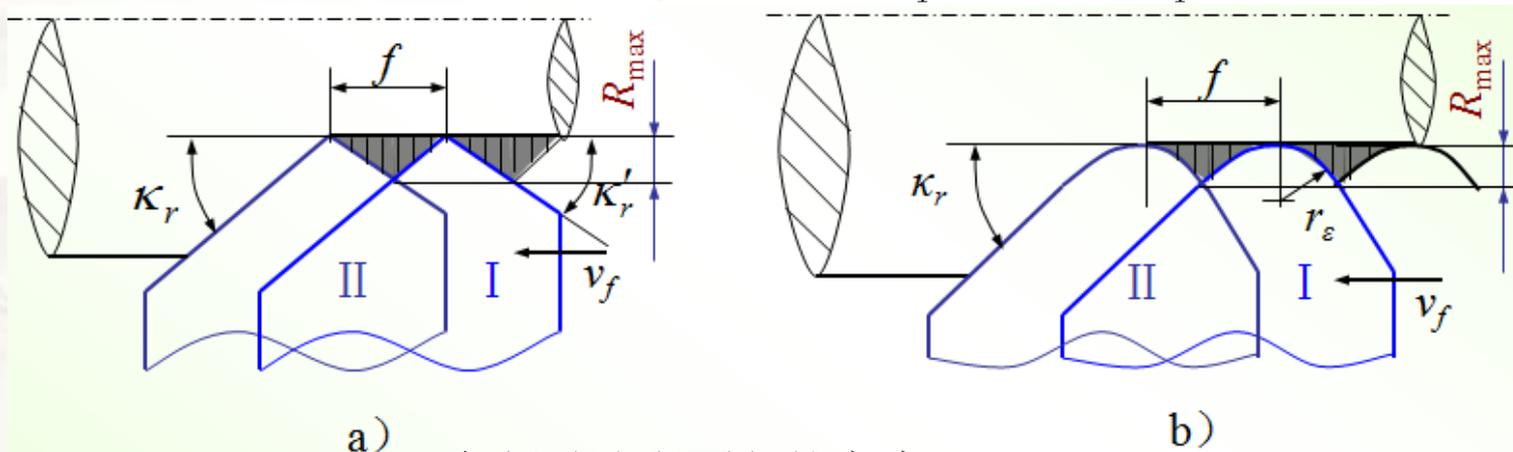
### 3 机械加工表面质量及其控制



# 切削加工表面粗糙度

## 残留面积

- 影响因素：刀尖圆弧半径  $r_\epsilon$ 、主偏角  $\kappa_r$ 、副偏角  $\kappa_r'$ 、进给量  $f$



车削时残留面积的高度

- 直线刃车刀：
$$H = \frac{f}{ctg \kappa_r + ctg \kappa_r'}$$

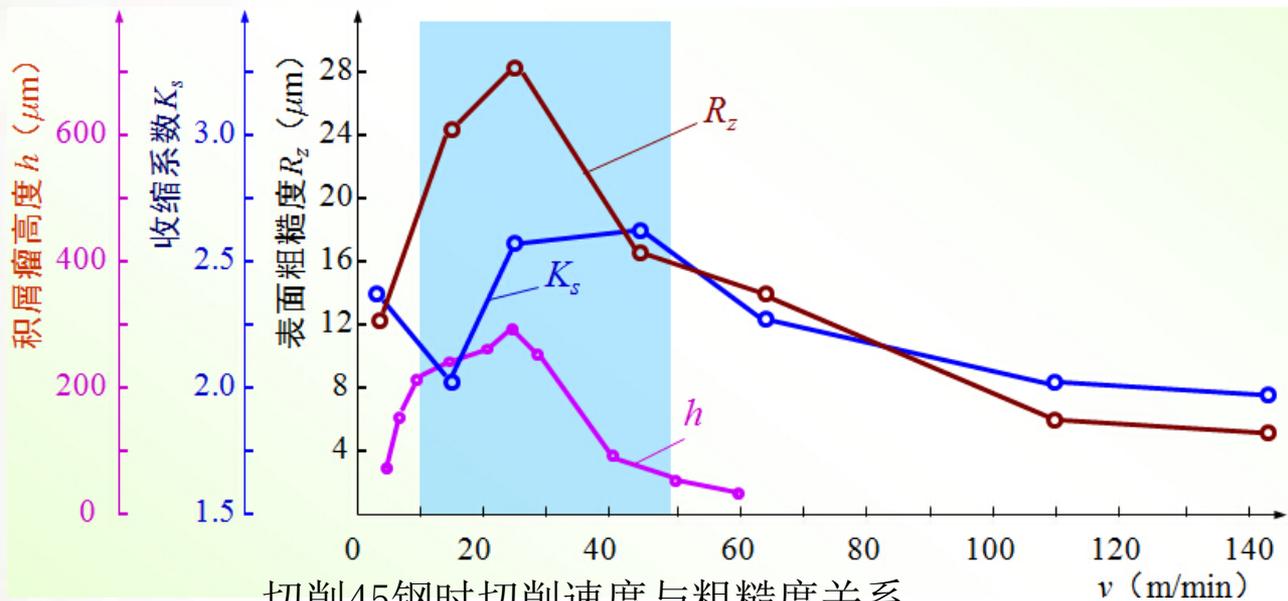
- 圆弧刃车刀：
$$H = \frac{f^2}{8 \cdot r_\epsilon}$$



# 切削加工表面粗糙度

## 切削表面塑性变形和积屑瘤

➤ 切削速度影响最大： $v = 10 \sim 50 \text{m/min}$ 范围，易产生积屑瘤和鳞刺，表面粗糙度最差。



切削45钢时切削速度与粗糙度关系

2018年4月15日 星期一 ➤ 其他影响因素：刀具几何角度、刃磨质量，切削液等

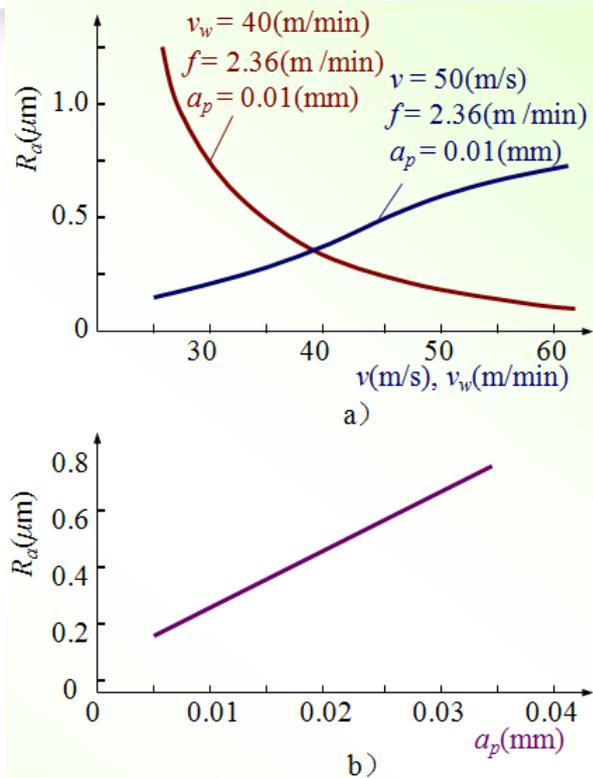
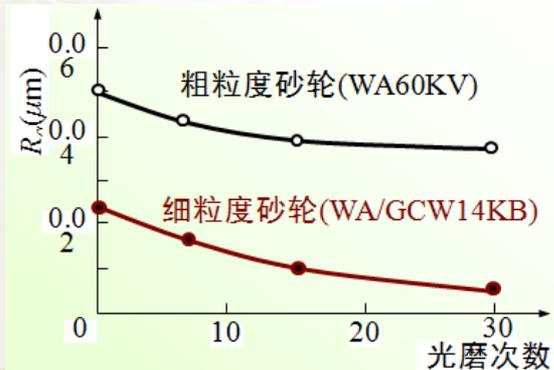


# 磨削加工表面粗糙度

从几何因素和塑性变形两方面影响

磨削用量

- 砂轮速度  $v \uparrow$ ,  $R_a \downarrow$
- 工件速度  $v_w \uparrow$ ,  $R_a \uparrow$
- 砂轮纵向进给  $f \uparrow$ ,  $R_a \uparrow$
- 磨削深度  $a_p \uparrow$ ,  $R_a \uparrow$
- 光磨次数  $\uparrow$ ,  $R_a \downarrow$



磨削用量对表面粗糙度的影响

# 磨削加工表面粗糙度

## 砂轮及修整

- 砂轮粒度  $\uparrow$ ， $R_a \downarrow$ ；但要适量
- 砂轮硬度适中， $R_a \downarrow$ ；常取中软
- 砂轮组织适中， $R_a \downarrow$ ；常取中等组织
- 砂轮材料：与工件材料相适应（如氧化铝适于磨钢，碳化硅适于磨铸铁，金刚石砂轮适于磨陶瓷材料等）
- 采用超硬砂轮材料， $R_a \downarrow$
- 砂轮精细修整， $R_a \downarrow$

## 其他影响因素

- 工件材料
- 冷却润滑液等



### 3.4 影响表层物理性能的工艺 因素及其改进措施



# 加工表面层冷作硬化

## 概述

- 加工硬化 — 已加工表面表层金属硬度高于里层金属硬度的现象
- 加工硬化产生 — 加工表面严重变形层内金属晶格拉长、挤紧、扭曲、碎裂，使表层组织硬化
- 加工硬化度量

- 表层金属显微硬度  $HV$
- 硬化层深度  $h$  ( $\mu\text{m}$ )
- 硬化程度  $N$

$$N = \frac{HV - HV_0}{HV_0} \times 100\%$$

式中  $HV$  —— 硬化层显微硬度 (HV) ;  
 $HV_0$  —— 基体层显微硬度 (HV) 。



# 加工表面层冷作硬化

## 影响切削加工表面冷作硬化因素

### ➤ 切削用量影响

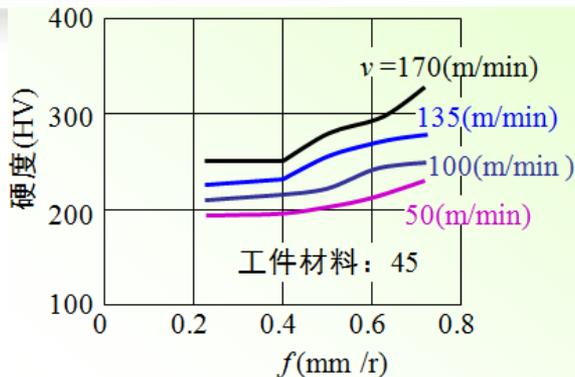
- $f \uparrow$ ，冷硬程度  $\uparrow$
- 切削速度影响复杂（力与热综合作用结果）
- 切削深度影响不大

### ➤ 刀具影响

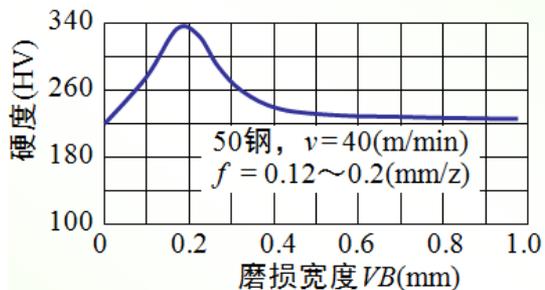
- $r_e \uparrow$ ，冷硬程度  $\uparrow$
- 其他几何参数影响不明显
- 后刀面磨损影响显著

### ➤ 工件材料

- 材料塑性  $\uparrow$ ，冷硬倾向  $\uparrow$



$f$ 和 $v$ 对冷硬的影响



后刀面磨损对冷硬影响



# 加工表面层冷作硬化

## 影响磨削加工表面冷作硬化因素

### ➤ 磨削用量

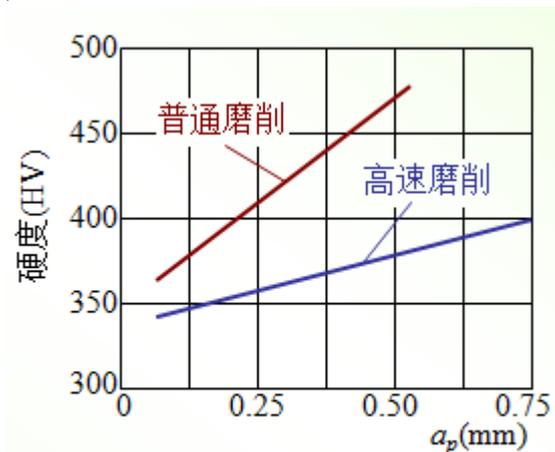
- 磨削深度  $\uparrow$   $\rightarrow$  冷硬程度  $\uparrow$
- 磨削速度  $\uparrow$   $\rightarrow$  冷硬程度  $\downarrow$  (弱化作用加强)
- 工件转速  $\uparrow$   $\rightarrow$  冷硬程度  $\uparrow$
- 纵向进给量影响复杂

### ➤ 砂轮

- 砂轮粒度  $\uparrow$   $\rightarrow$  冷硬程度  $\downarrow$
- 砂轮硬度、组织影响不显著

### ➤ 工件材料

- 材料塑性  $\uparrow$   $\rightarrow$  冷硬倾向  $\uparrow$
- 材料导热性  $\uparrow$   $\rightarrow$  冷硬倾向  $\downarrow$



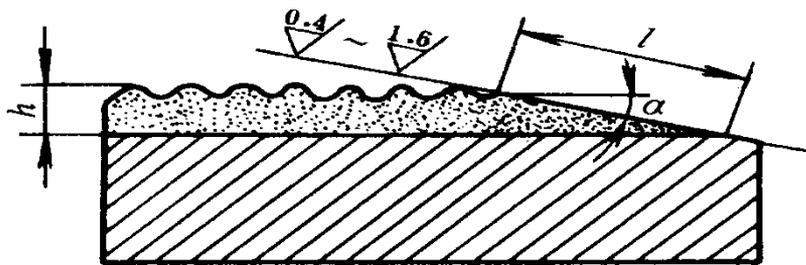
磨削深度对冷硬的影响



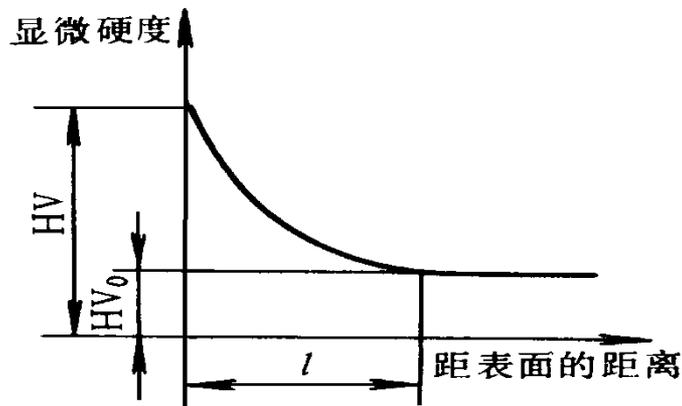
# 加工表面层冷作硬化

## 冷作硬化测量方法

- 表层显微硬度HV
  - 显微硬度计—采用顶角为 $136^\circ$  金刚石压头，载荷 $\leq 2\text{N}$
  - 斜截面测量—可同时测出硬化层深度  $h$
- 硬化层深度测量



a)



b)



# 表面金属金相组织变化

## ➤ 机械加工磨削烧伤

工件表层温度达到或超过金属材料相变温度时，表层金相组织、显微硬度发生变化，并伴随残余应力产生，同时出现彩色氧化膜

## ➤ 磨削裂纹

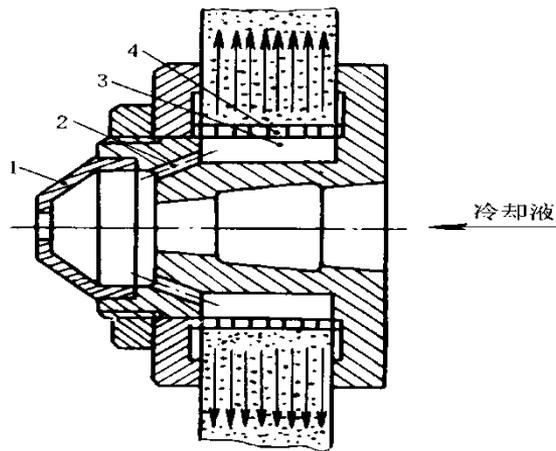
磨削表面残余拉应力达到材料强度极限，在表层或表面层下产生微裂纹。裂纹方向常与磨削方向垂直或呈网状，常与烧伤同时出现

## ➤ 磨削烧伤与磨削裂纹的控制

合理选择砂轮

合理选择磨削用量

改善冷却条件



内冷却装置

1—锥形盖 2—通道孔 3—中心腔 4—有径向小孔薄壁套



# 表面金属残余应力

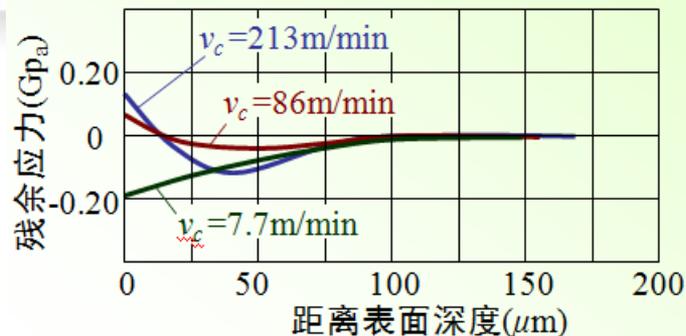
## 切削加工

### ➤ 切削用量

- $v \uparrow \rightarrow$  残余应力  $\uparrow$  (热应力起主导作用)
- $f \uparrow \rightarrow$  残余应力  $\uparrow$
- 切削深度影响不显著

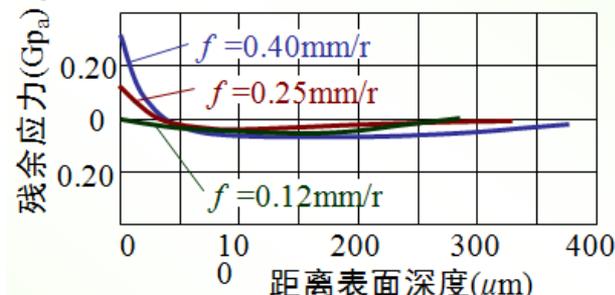
### ➤ 工件材料

- 材料塑性  $\uparrow \rightarrow$  残余应力  $\uparrow$
- 铸铁等脆性材料易产生残余压应力
- 不同材料差异明显



$v_c$  对残余应力的影响

$\gamma_0=5^\circ$ ,  $\alpha_0=5^\circ$ ,  $\kappa_r=75^\circ$ ,  $r_\epsilon=0.8\text{mm}$ , 工件: 45 切削条件:  $a_p=0.3\text{mm}$ ,  $f=0.05\text{mm/r}$ , 不加切削液



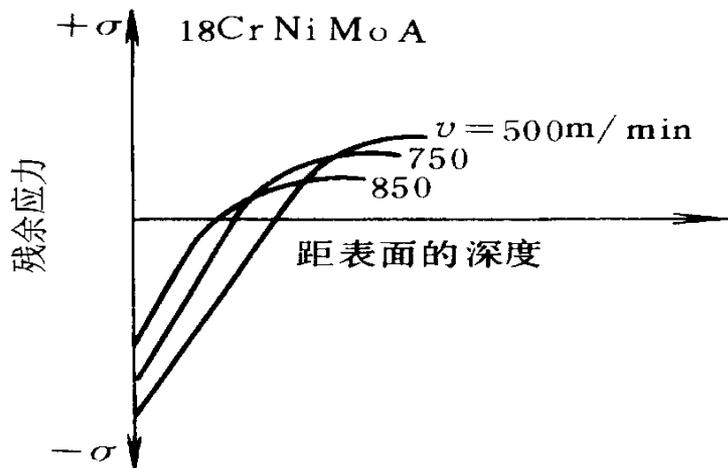
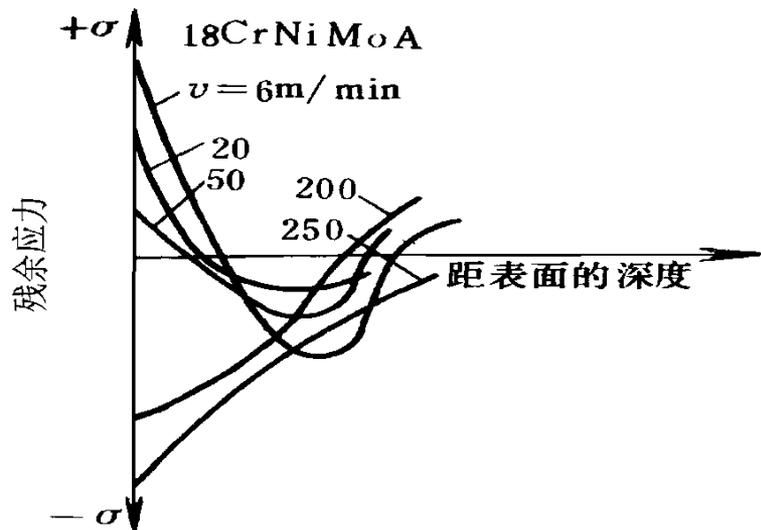
$f$  对残余应力的影响

工件: 45, 切削条件:  $v_c=86\text{m/min}$ ,  $a_p=2\text{mm}$ , 不加切削液

# 表面金属残余应力

## 18CrNiMoA车削残余应力

- 低速（6~20m/min）——残余拉伸应力（热应力起主导作用）
- 中速（200~250m/min）——残余压缩应力
- 高速（500~850m/min）——残余压缩应力（金相组织变化起主导作用）

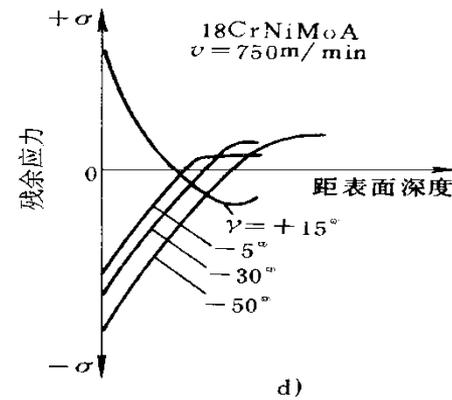
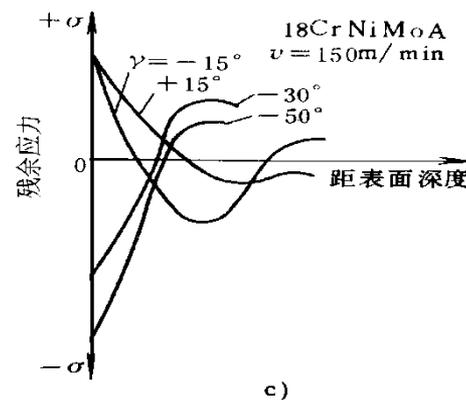
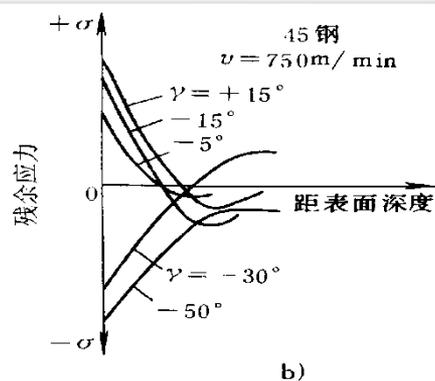
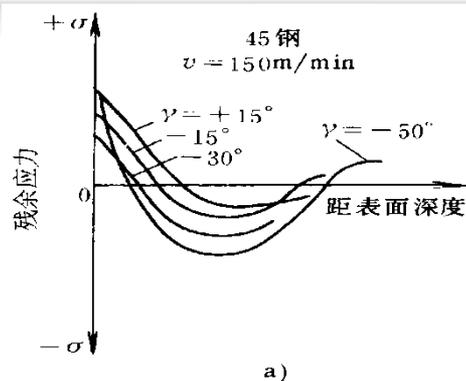


切削速度对残余应力的影响

# 表面金属残余应力

## 刀具影响

- 前角 $+\rightarrow-$ ，残余拉应力 $\downarrow$
- 刀具磨损 $\uparrow \rightarrow$ 残余应力 $\uparrow$

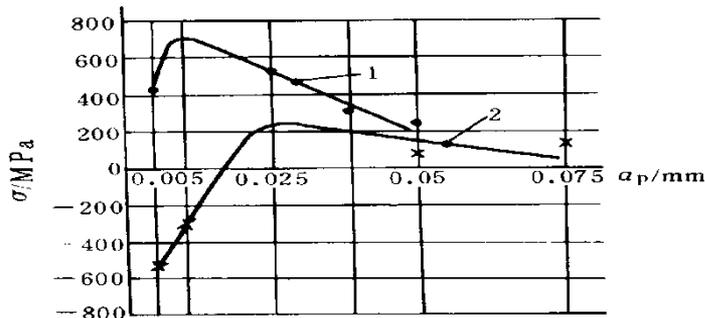


# 表面金属残余应力

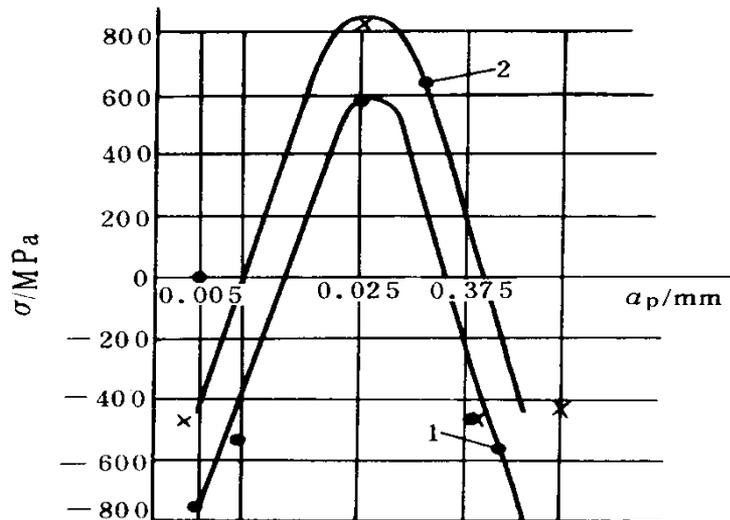
## 磨削加工

### ➤ 磨削用量

- 背吃刀量：很小→压应力（塑性变形起主要作用）；增大→拉应力（热变形起主要作用）；再增大→压应力
- $v \uparrow \rightarrow$  拉应力倾向 $\uparrow$
- $f \uparrow$  工件转速 $\uparrow \rightarrow$  拉应力 $\downarrow$



磨削T8钢背吃刀量—残余应力



磨削工业铁背吃刀量—残余应力

### □ 工件材料

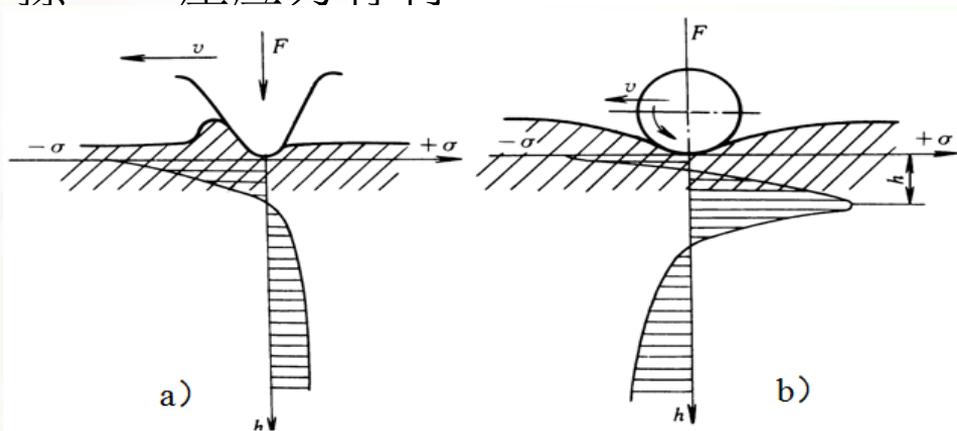
- 材料强度 $\uparrow$  导热性 $\downarrow$  塑性 $\downarrow \rightarrow$  拉应力倾向 $\uparrow$



# 表面金属残余应力

## 最终工序加工方法选择

- 交变载荷——选压应力
- 滑动摩擦——拉应力抗机械磨损
- 滚动摩擦——压应力有利



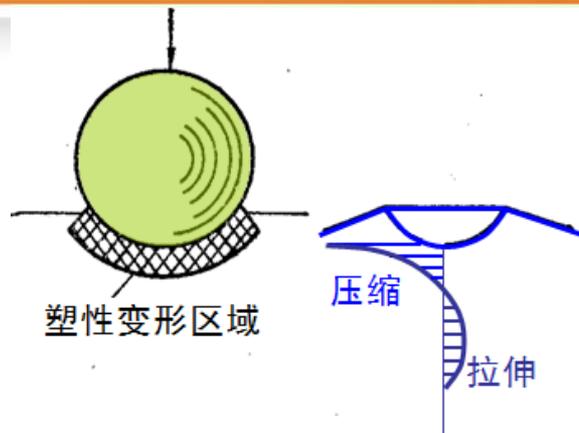
应力分布

a) 滑动摩擦 b) 滚动摩擦

# 表面强化工艺

## 喷丸强化

- 利用大量快速运动珠丸打击工件表面，使工件表面产生冷硬层和压应力，↑疲劳强度
- 用于强化形状复杂或不宜用其它方法强化的工件，例如板弹簧、螺旋弹簧、齿轮、焊缝等
- 利用淬硬和精细研磨过的滚轮或滚珠，在常温状态挤压金属表面，将凸起部分下压下，凹下部分上凸，修正工件表面的微观几何形状，形成压缩残余应力，提高耐疲劳强度。
- 表面硬度提高10~40%，耐疲劳强度提高30~50%



珠丸挤压引起残余应力



## 3.5 机械加工过程中的振动 (可选)



# 概述

## ➤ 机械加工过程中振动的危害

- 影响加工表面粗糙度，振动频率较低时会产生波度
- 影响生产效率
- 加速刀具磨损，易引起崩刃
- 影响机床、夹具的使用寿命
- 产生噪声污染，危害操作者健康

## ➤ 机械加工过程中振动的类型

- 自由振动
- 强迫振动
- 自激振动

## ➤ 自由振动

- 工艺系统受到初始干扰力而破坏了其平衡状态后，系统仅靠弹性恢复力来维持的振动称为自由振动。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/426003210211010040>