

第二章 车轴类工件

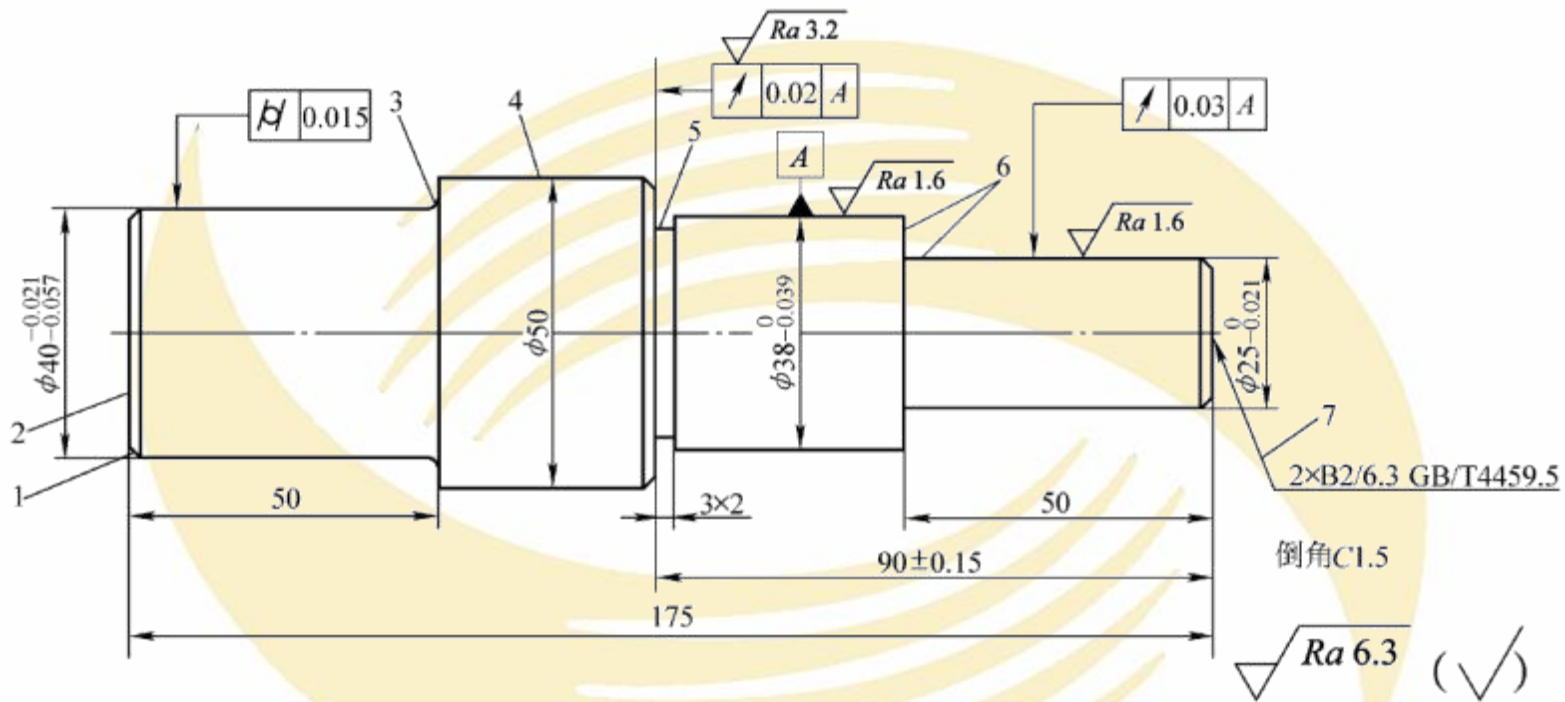
§ 2-1 车轴类工件用车刀

§ 2-2 轴类工件的装夹

§ 2-3 轴类工件的检测

§ 2-4 轴类工件的车削工艺及车削

质量分析



台阶轴

- 1—倒角 2—端面 3—过渡圆角 4—外圆柱面（外圆）
 5—槽 6—台阶 7—中心孔



§ 2-1 车轴类工件用车刀

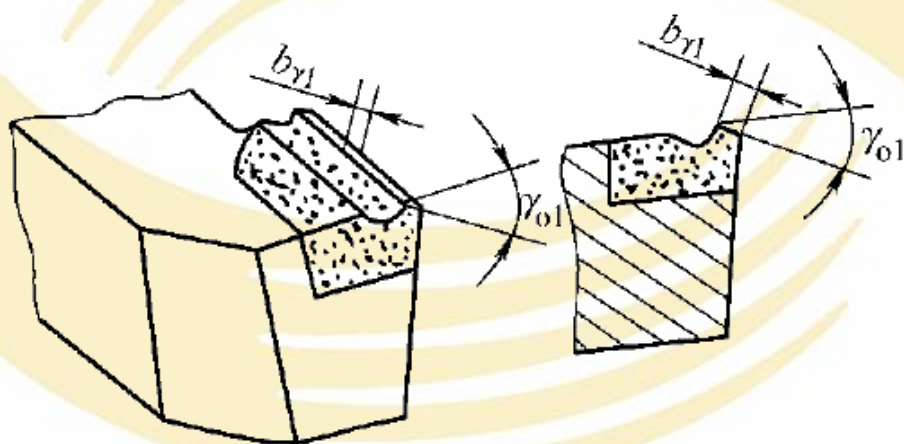
一、加工不同精度的车刀

1. 粗车刀

- (1) 主偏角 k_r 不宜太小，否则车削时容易引起振动。
- (2) 为了增加刀头强度，前角 γ_0 和后角 α_0 应选小些。
- (3) 粗车刀一般选取刃倾角 $\lambda_s = -3^\circ \sim 0^\circ$ ，以增加

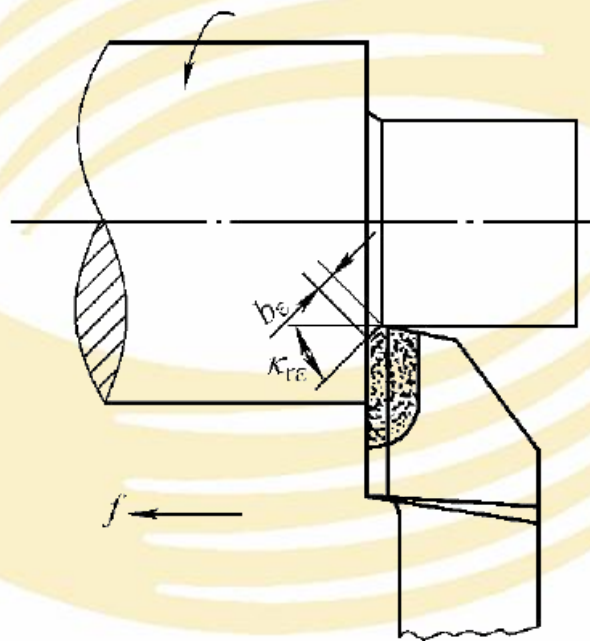
刀头强度。

(4) 为了增加切削刃的强度，主切削刃上应磨有倒棱，倒棱宽度 $b_{\gamma 1} = (0.5 \sim 0.8) f$ ，倒棱前角 $\gamma_{o1} = -10^{\circ} \sim -5^{\circ}$ 。

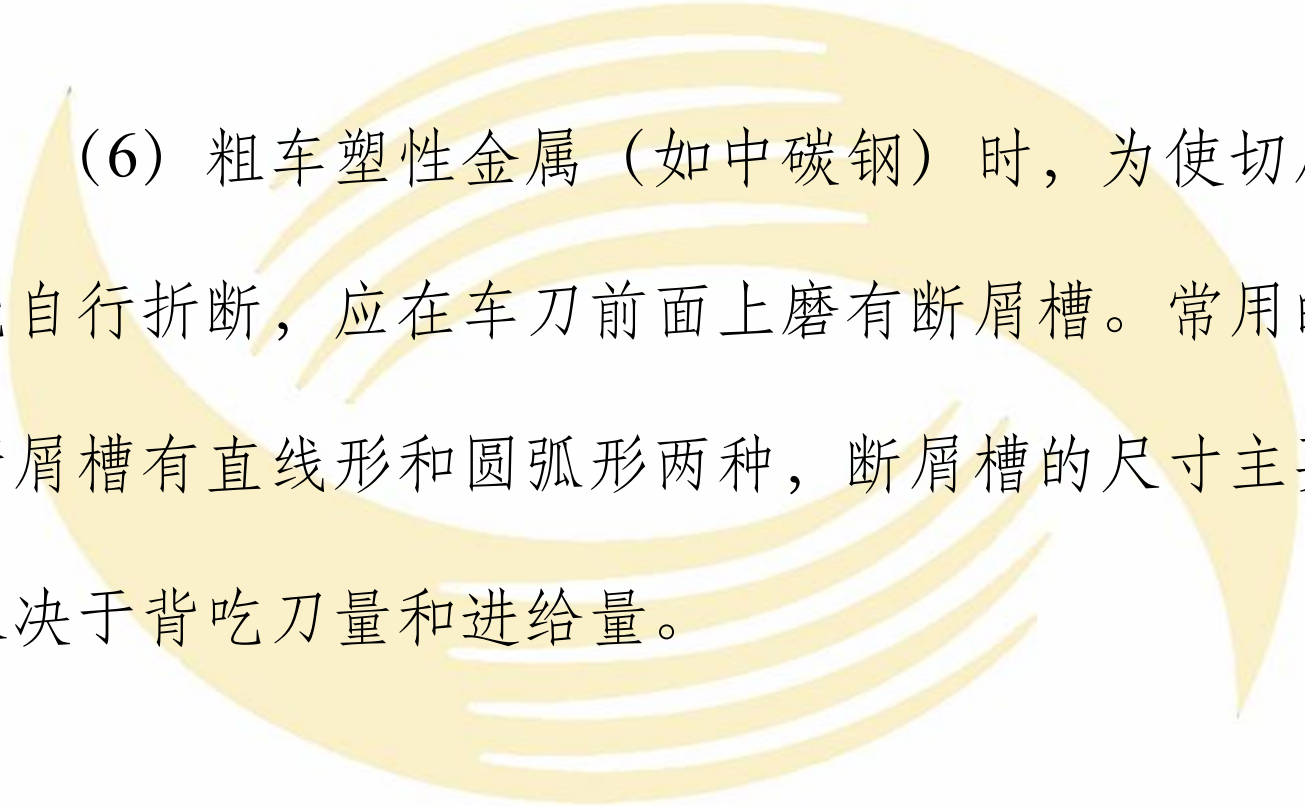


倒棱

(5) 为了增加刀尖强度，改善散热条件，使车刀耐用，刀尖处应磨有修圆刀尖或倒角刀尖。



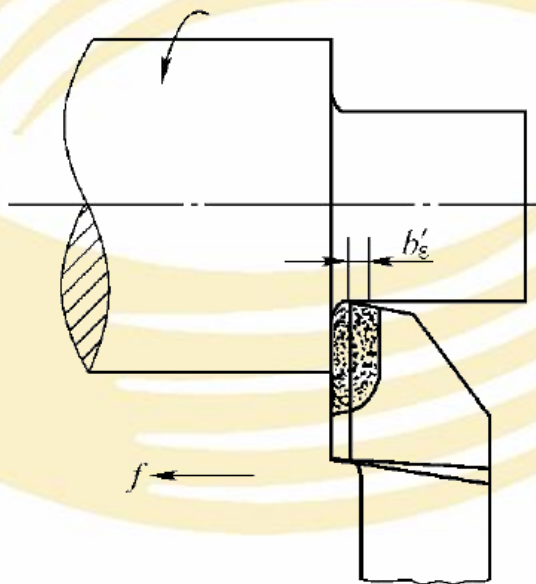
倒角刀尖



(6) 粗车塑性金属（如中碳钢）时，为使切屑能自行折断，应在车刀前面上磨有断屑槽。常用的断屑槽有直线形和圆弧形两种，断屑槽的尺寸主要取决于背吃刀量和进给量。

2. 精车刀

(1) 为减小工件表面粗糙度值，应取较小的副偏角 κ'_r 或在副切削刃上磨出修光刃。



修光刃

(2) 前角 γ_0 一般应大些，以使车刀锋利，车削轻快。

(3) 后角 α_0 也应大些，以减小车刀和工件之间的摩擦。

(4) 为了使切屑排向工件的待加工表面，应选用正值的刃倾角，即 $\lambda_s = 3^\circ \sim 8^\circ$ 。

(5) 精车塑性金属时，为保证排屑顺利，前面应磨出相应宽度的断屑槽。

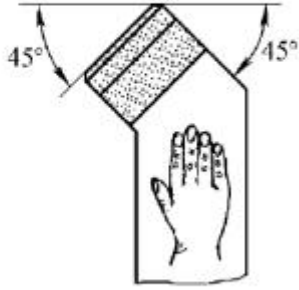
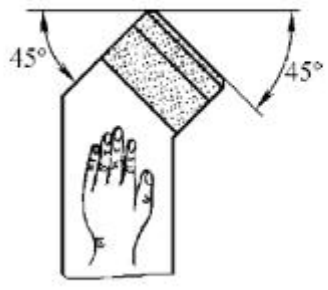
二、加工不同结构要素的车刀

1. 45° 车刀及其应用

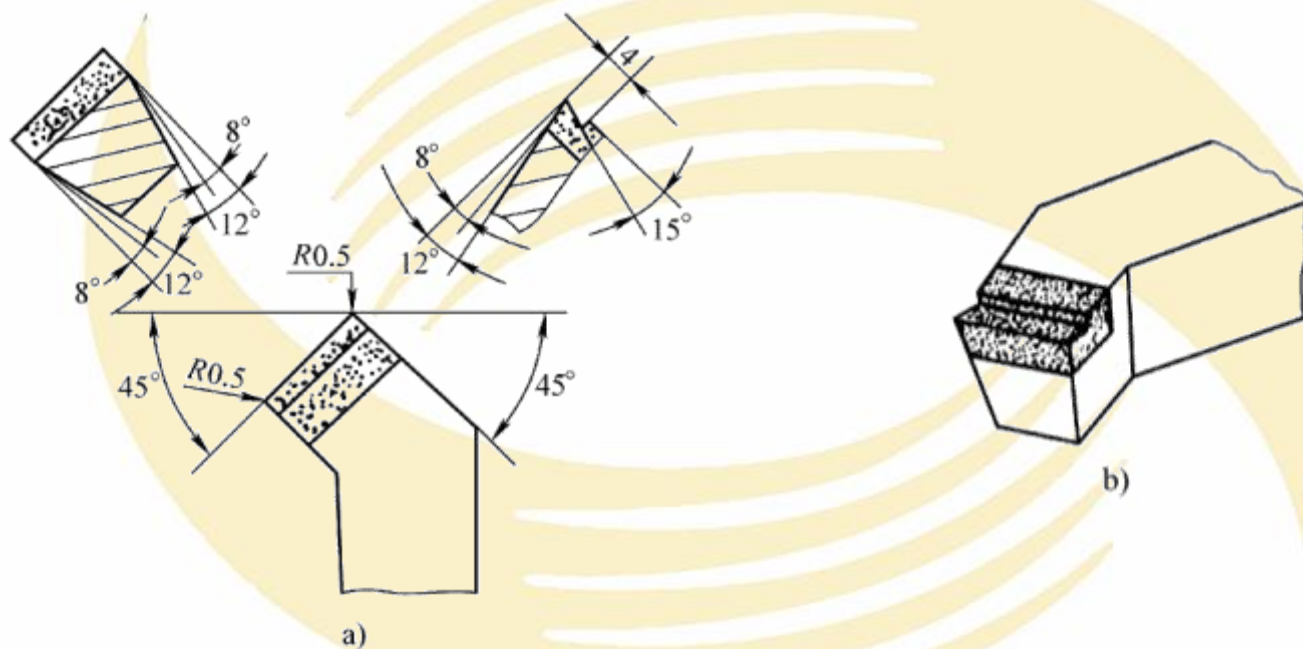
(1) 45° 车刀

表 2—1

车刀按进给方向的分类和判别

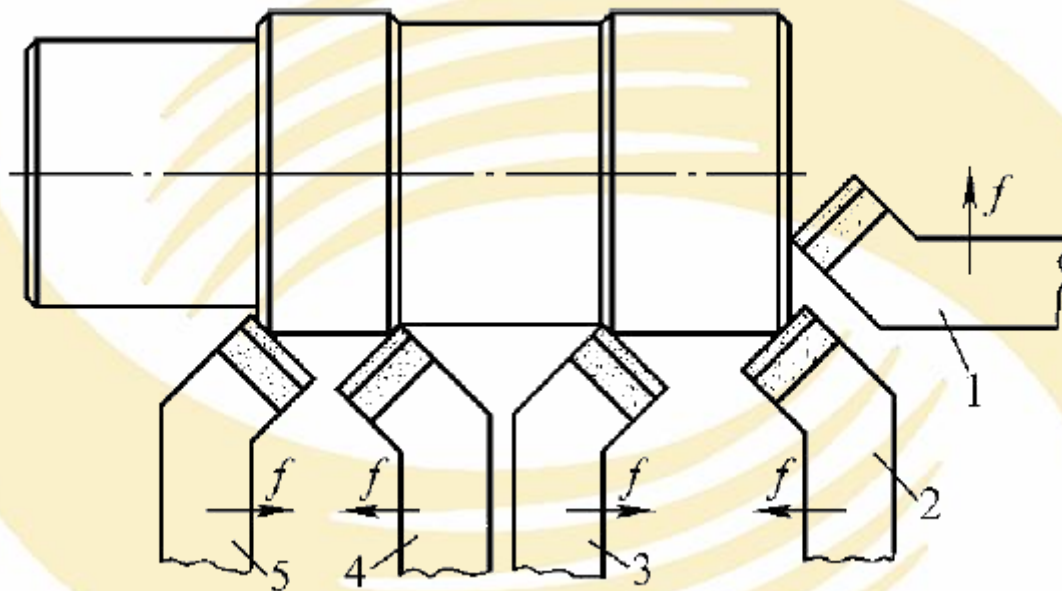
车刀	别称	右车刀	左车刀
45° 车刀	弯头车刀	 45°右车刀	 45°左车刀
说明		右车刀的主切削刃在刀柄左侧，由车床的右侧向左侧纵向进给	左车刀的主切削刃在刀柄右侧，由车床的左侧向右侧纵向进给
左右手判别法		将平摊的右手手心向下放在刀柄的上面，如果主切削刃和右手拇指在同一侧，则该车刀为右车刀	将平摊的左手手心向下放在刀柄的上面，如果主切削刃和左手拇指在同一侧，则该车刀为左车刀

(2) 45° 硬质合金车刀及其特点



加工钢料用的45° 硬质合金车刀

(3) 45° 车刀的应用



45° 车刀的应用

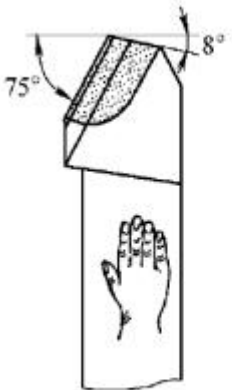
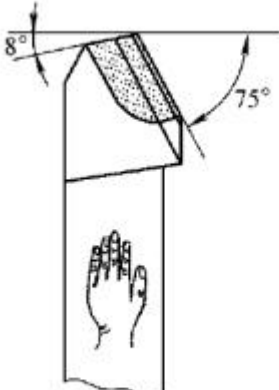
1、3、5—45° 左车刀 2、4—45° 右车刀

2. 75° 车刀及其应用

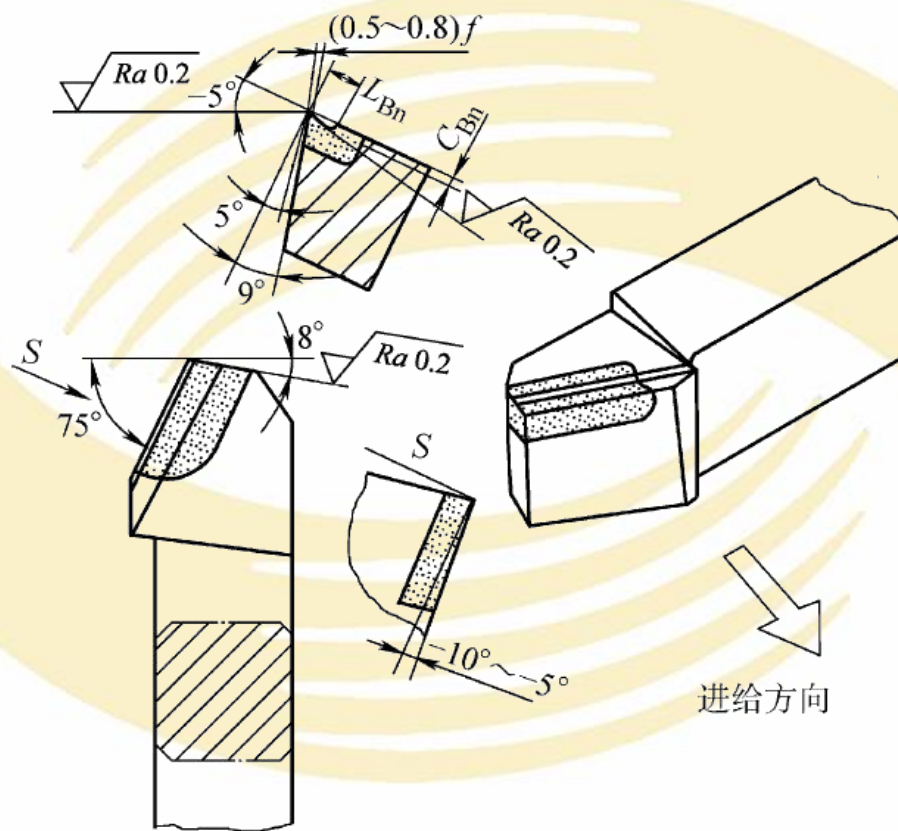
(1) 75° 车刀

表 2—1

车刀按进给方向的分类和判别

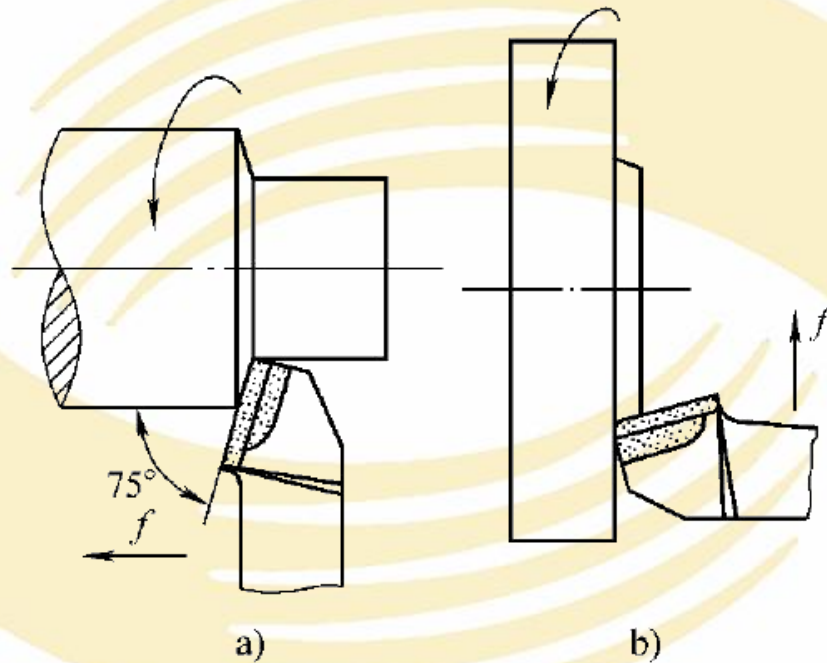
车刀	别称	右车刀	左车刀
75°车刀	—	 <p>75°右车刀</p>	 <p>75°左车刀</p>
说明		右车刀的主切削刃在刀柄左侧，由车床的右侧向左侧纵向进给	左车刀的主切削刃在刀柄右侧，由车床的左侧向右侧纵向进给
左右手判别法		将平摊的右手手心向下放在刀柄的上面，如果主切削刃和右手拇指在同一侧，则该车刀为右车刀	将平摊的左手手心向下放在刀柄的上面，如果主切削刃和左手拇指在同一侧，则该车刀为左车刀

(2) 75° 硬质合金车刀及其特点



加工钢料用的 75° 硬质合金粗车刀

(3) 75° 车刀的应用



75° 车刀的应用

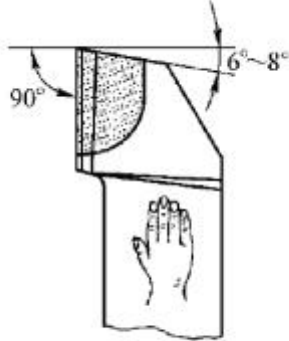
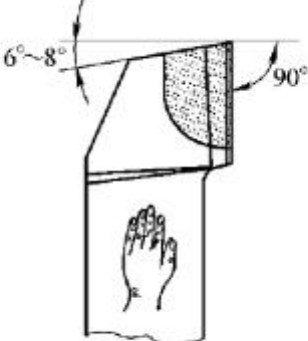
a) 75° 右车刀车外圆 b) 75° 左车刀车端面

3. 90° 车刀及应用

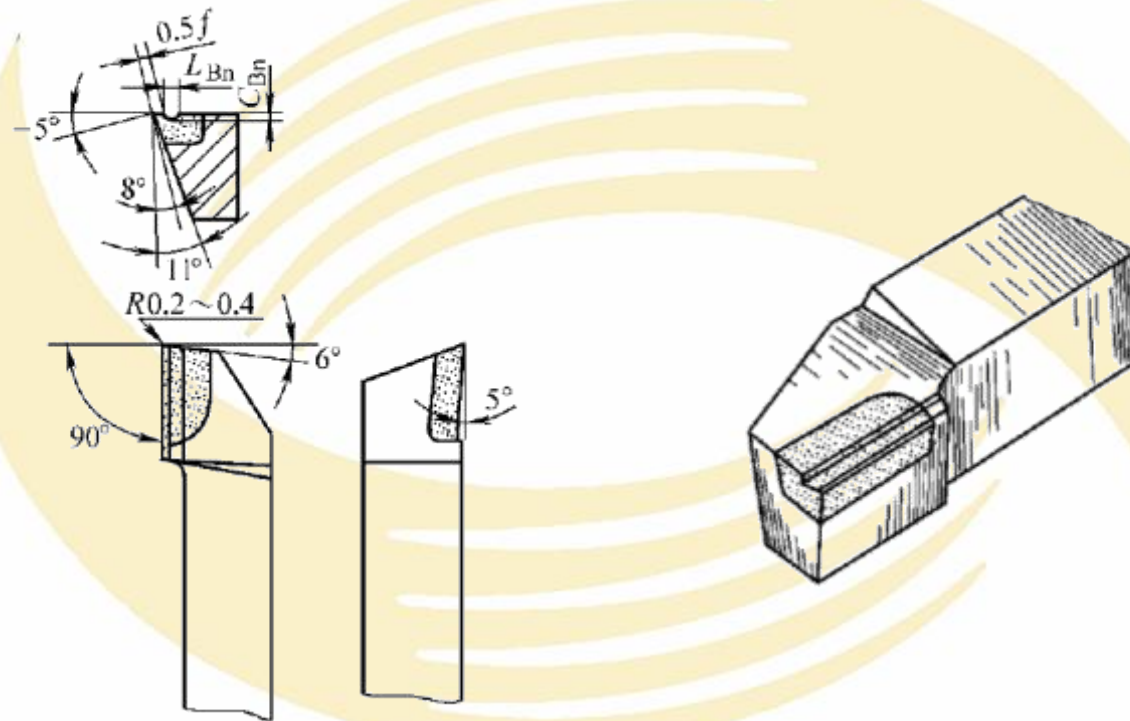
(1) 90° 车刀

表 2—1

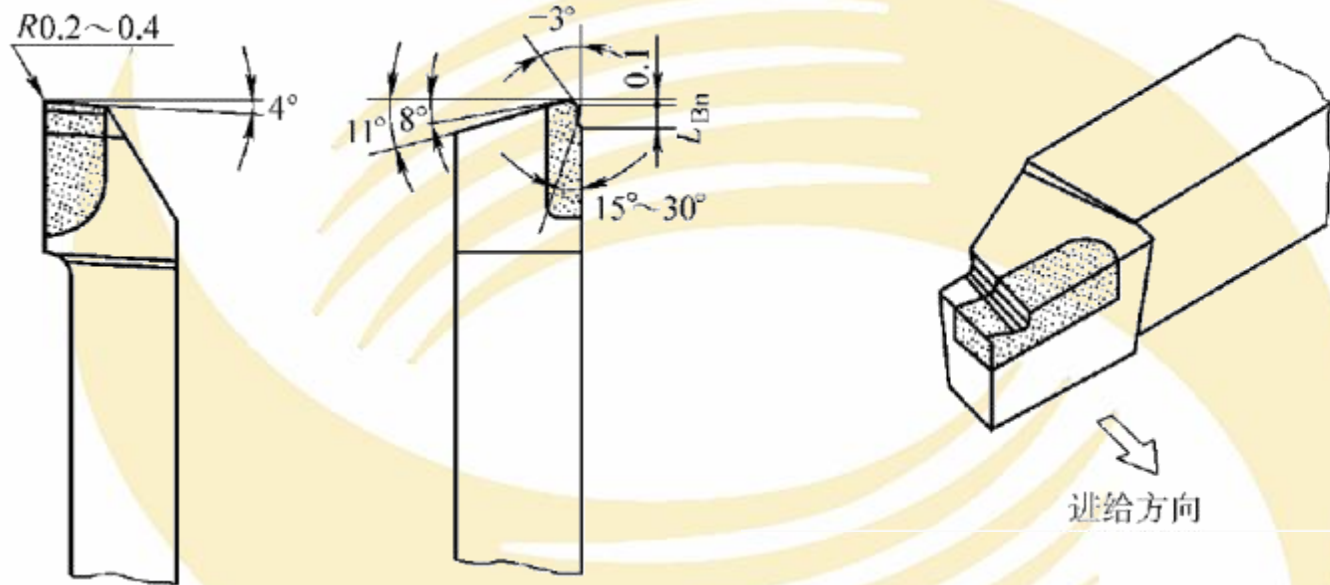
车刀按进给方向的分类和判别

车刀	别称	右车刀	左车刀
90°车刀	偏刀	 <p>右偏刀 (又称正偏刀, 简称偏刀)</p>	 <p>左偏刀</p>
说明		右车刀的主切削刃在刀柄左侧, 由车床的右侧向左侧纵向进给	左车刀的主切削刃在刀柄右侧, 由车床的左侧向右侧纵向进给
左右手判别法		将平摊的右手手心向下放在刀柄的上面, 如果主切削刃和右手拇指在同一侧, 则该车刀为右车刀	将平摊的左手手心向下放在刀柄的上面, 如果主切削刃和左手拇指在同一侧, 则该车刀为左车刀

(2) 90° 硬质合金车刀及其特点

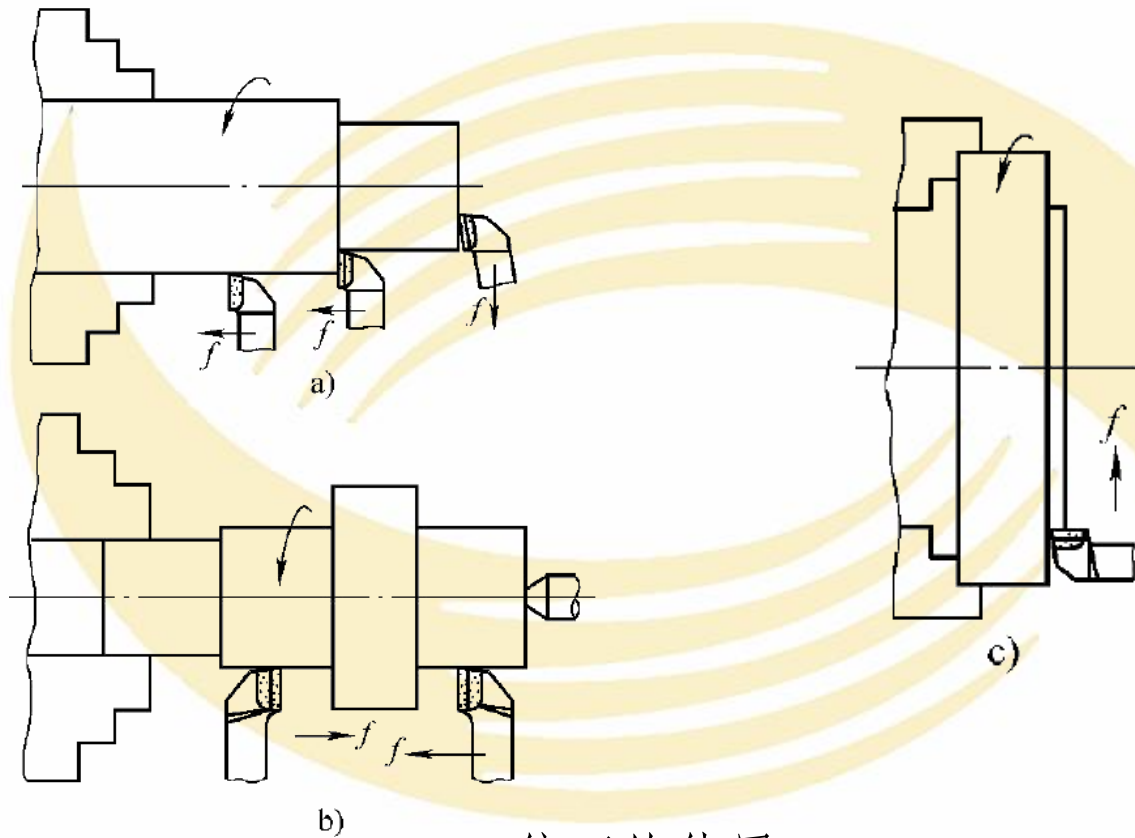


90° 硬质合金精车刀



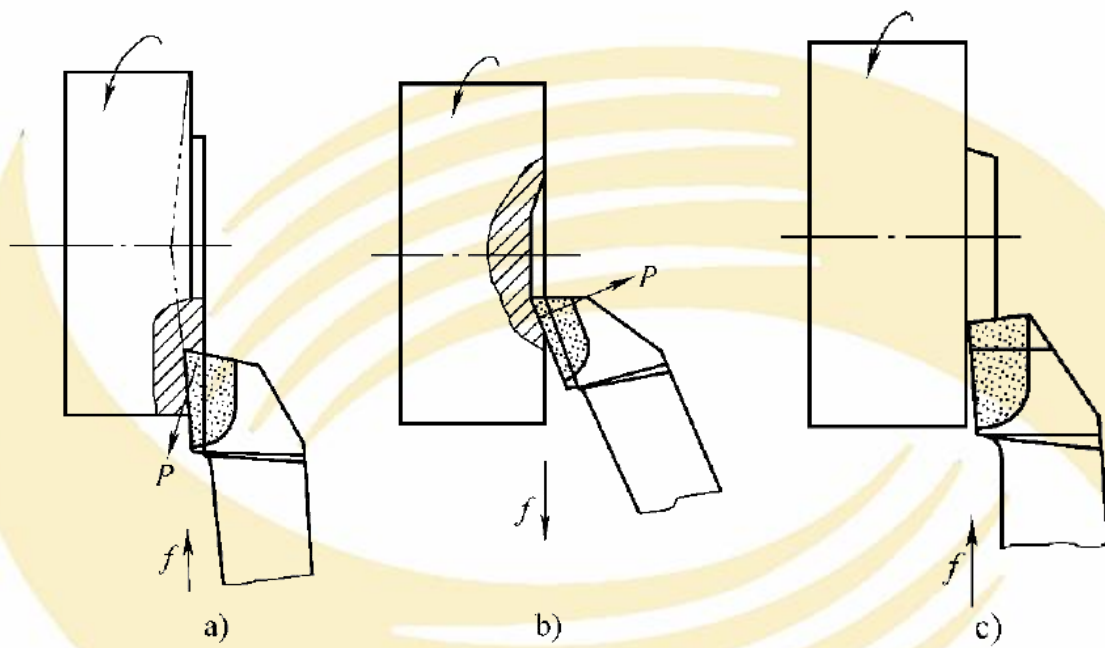
横槽精车刀

(3) 90° 车刀的应用



偏刀的使用

- a) 用右偏刀车外圆、台阶和端面
b) 用左、右偏刀车台阶 c) 用左偏刀车端面

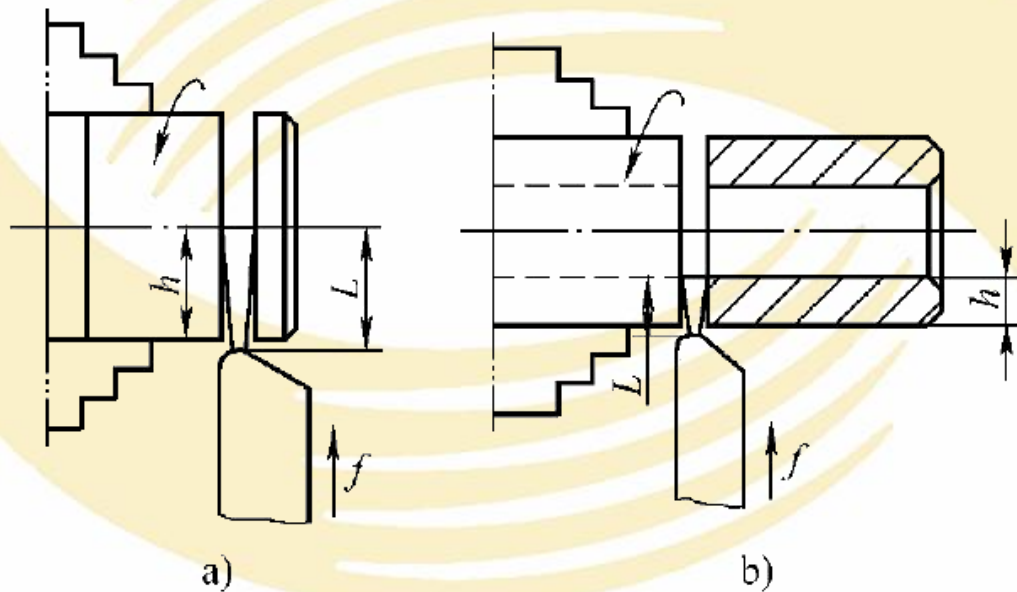


车端面

- a) 右偏刀由外缘向中心进给 b) 右偏刀由中心向外缘进给
 c) 用端面车刀车端面

三、切断刀和车槽刀

1. 切断刀及应用



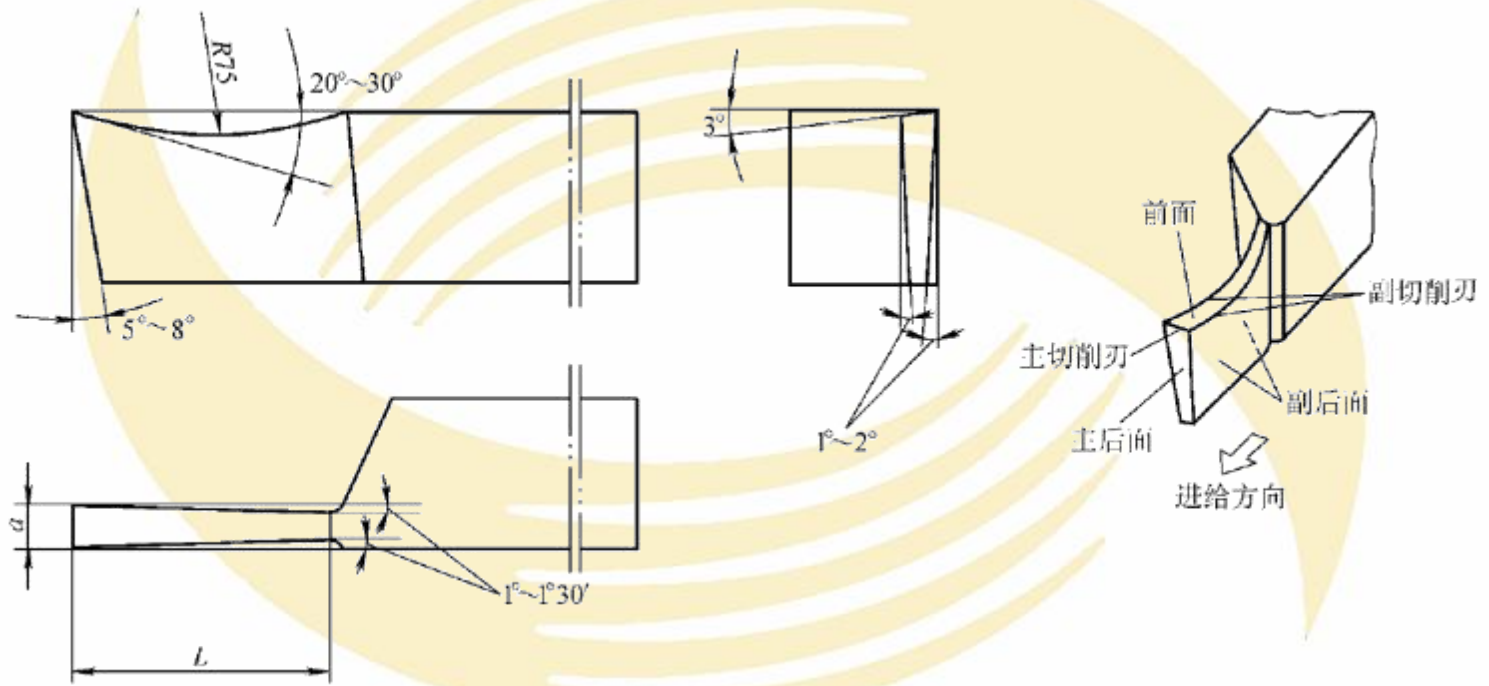
切断刀的刀头长度

a) 切断实心工件时 b) 切断空心工件时



切断

(1) 高速钢切断刀

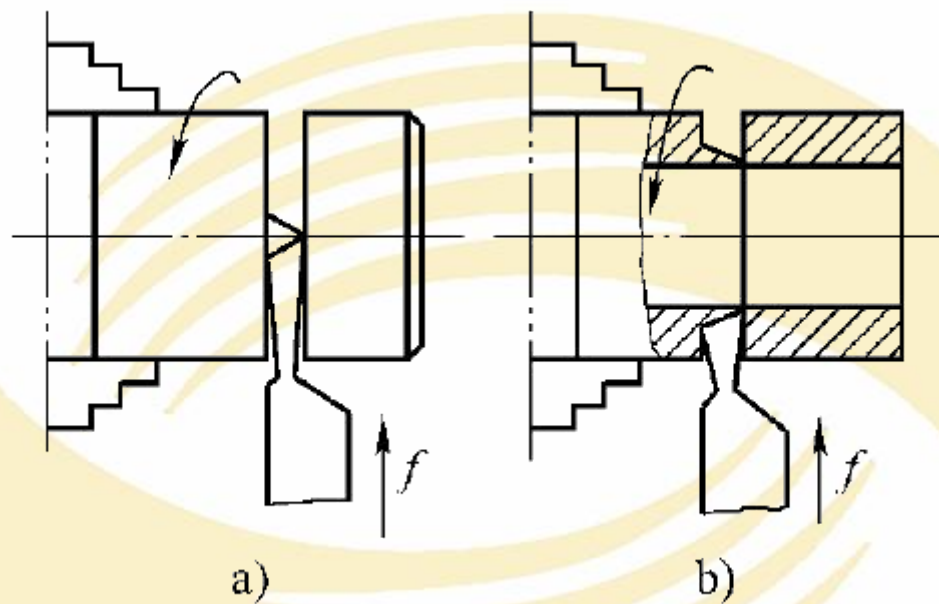


高速钢切断刀

表 2—2

高速钢切断刀几何参数的选择

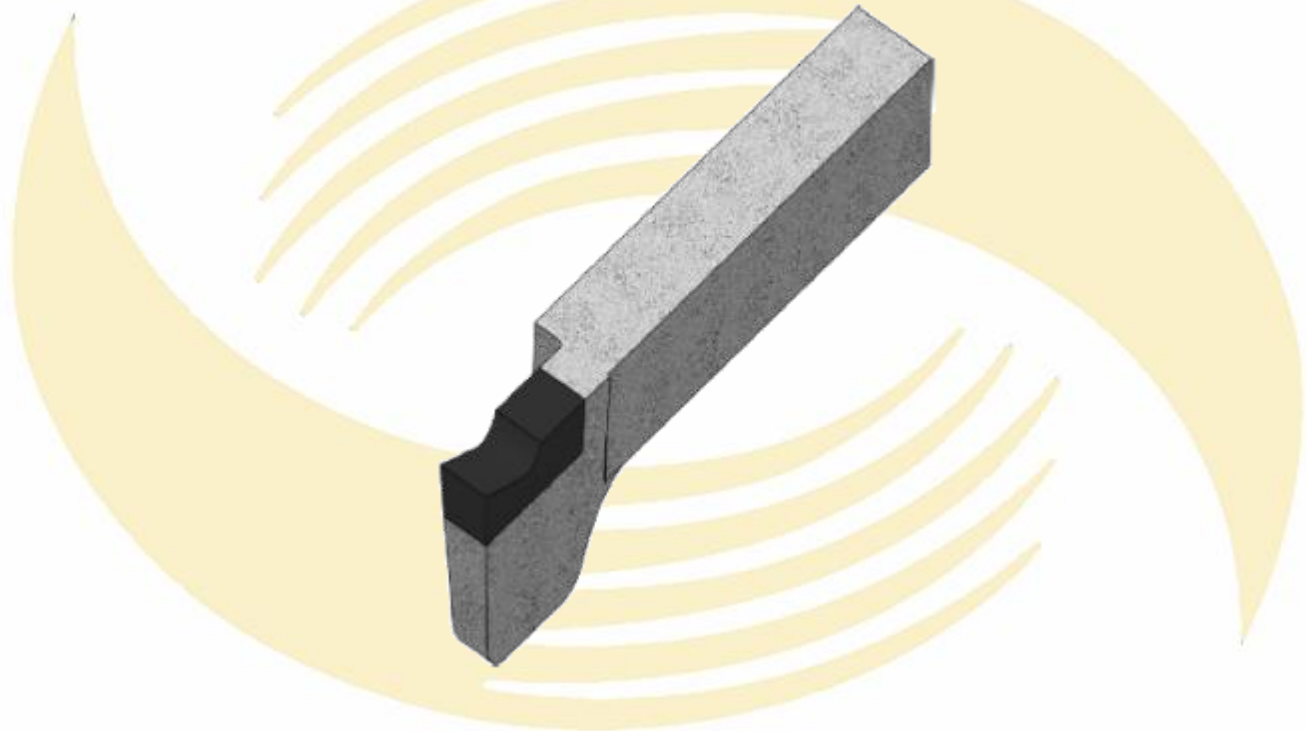
角度	符号	数据和公式
主偏角	κ_r	$\kappa_r = 90^\circ$
副偏角	κ'_r	取 $\kappa'_r = 1^\circ \sim 1^\circ 30'$
前角	γ_o	切断中碳钢工件时, 通常取 $\gamma_o = 20^\circ \sim 30^\circ$; 切断铸铁工件时, 取 $\gamma_o = 0^\circ \sim 10^\circ$ 。前角由 $R75 \text{ mm}$ 的弧形前面自然形成
后角	α_o	一般取 $\alpha_o = 5^\circ \sim 7^\circ$
副后角	α'_o	切断刀有两个对称的副后角 $\alpha'_o = 1^\circ \sim 2^\circ$
刃倾角	λ_s	主切削刃要左高右低, 取 $\lambda_s = 3^\circ$
主切削刃宽度	a	一般采用经验公式计算: $a \approx (0.5 \sim 0.6) \sqrt{d} \quad (2-1)$ 式中 d ——工件直径, mm
刀头长度	L	计算公式为: $L = h + (2 \sim 3) \quad (2-2)$ 式中 h ——切入深度 (mm) 切断实心工件时, 切入深度等于工件半径; 切断空心工件时, 切入深度等于工件的壁厚 (图 2—13)



斜刃切断刀及应用

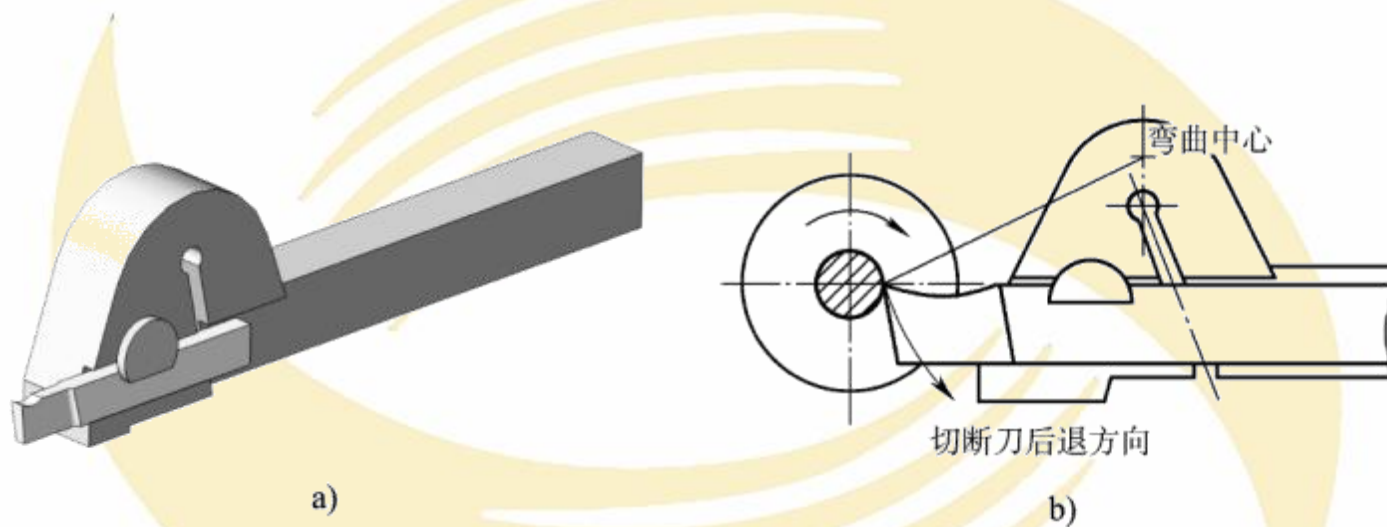
a) 切断实心工件时 b) 切断空心工件时

(2) 硬质合金切断刀及应用



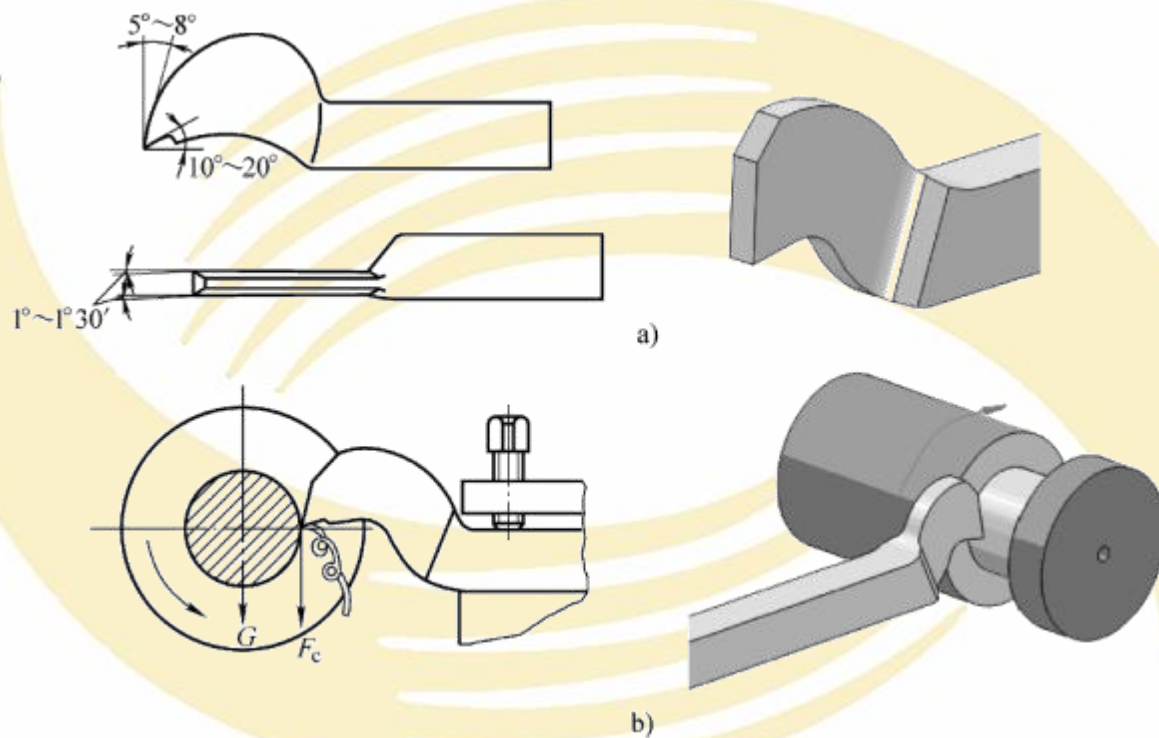
硬质合金切断刀

(4) 弹性切断刀及应用



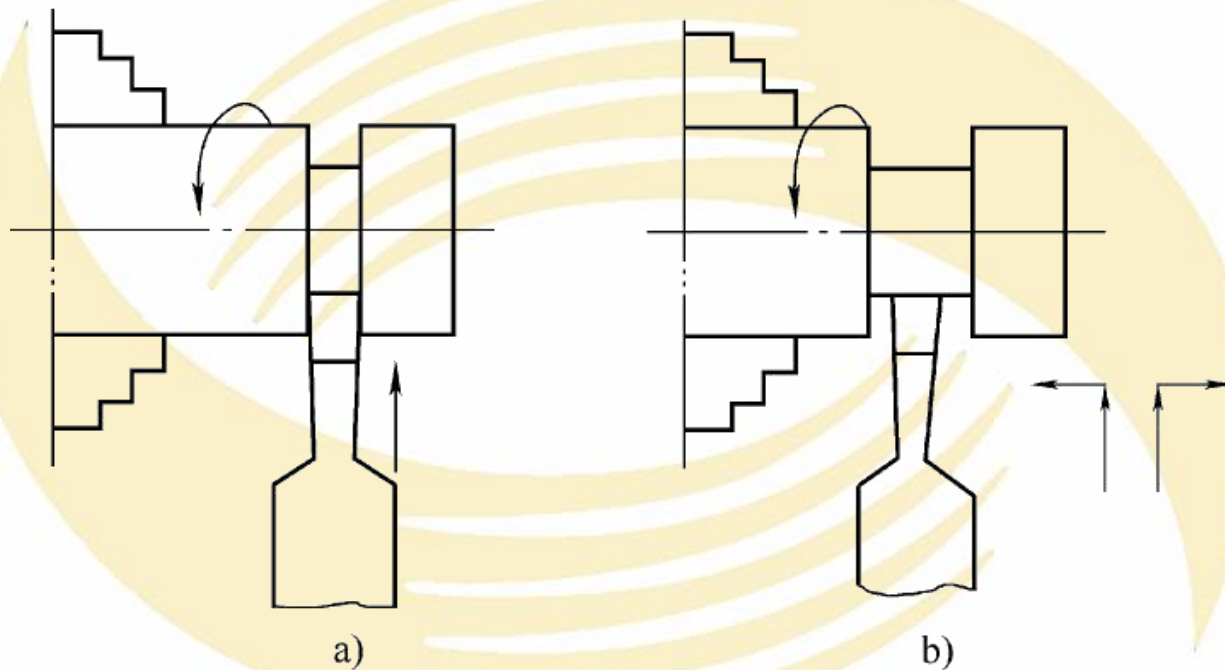
弹性切断刀及应用
a) 弹性切断刀 b) 应用

(4) 反切刀及应用



反切刀及应用
a) 反切刀 b) 应用

2. 车槽刀及应用



车外槽

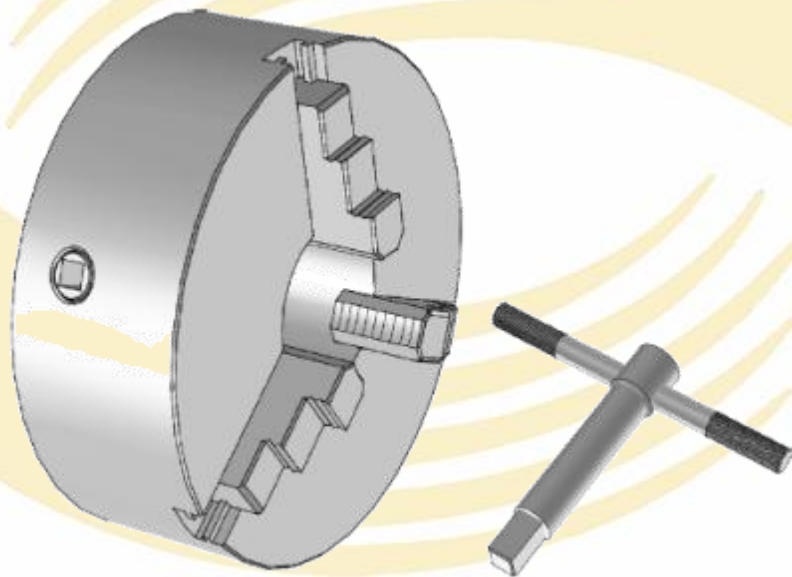
a) 车狭窄的外槽 b) 车较宽的外槽



§ 2-2 轴类工件的装夹

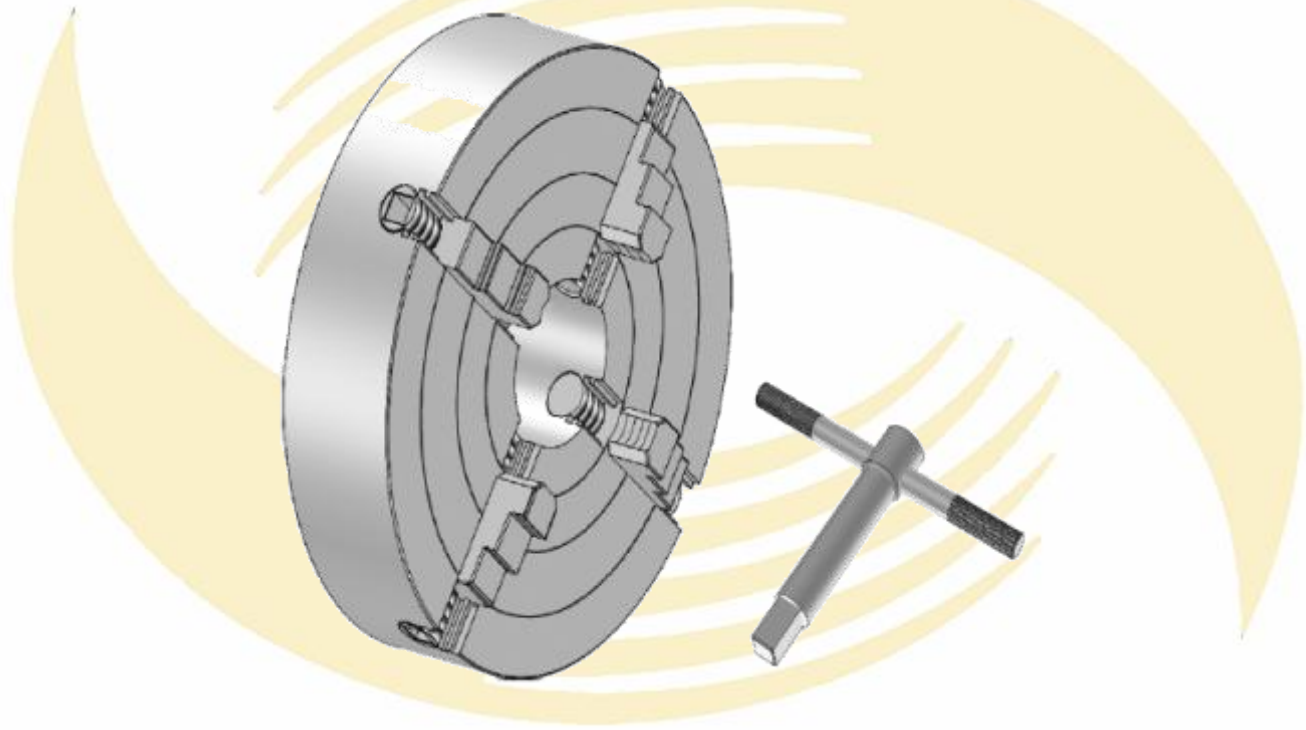
一、轴类工件的装夹方法

1. 三爪自定心卡盘装夹



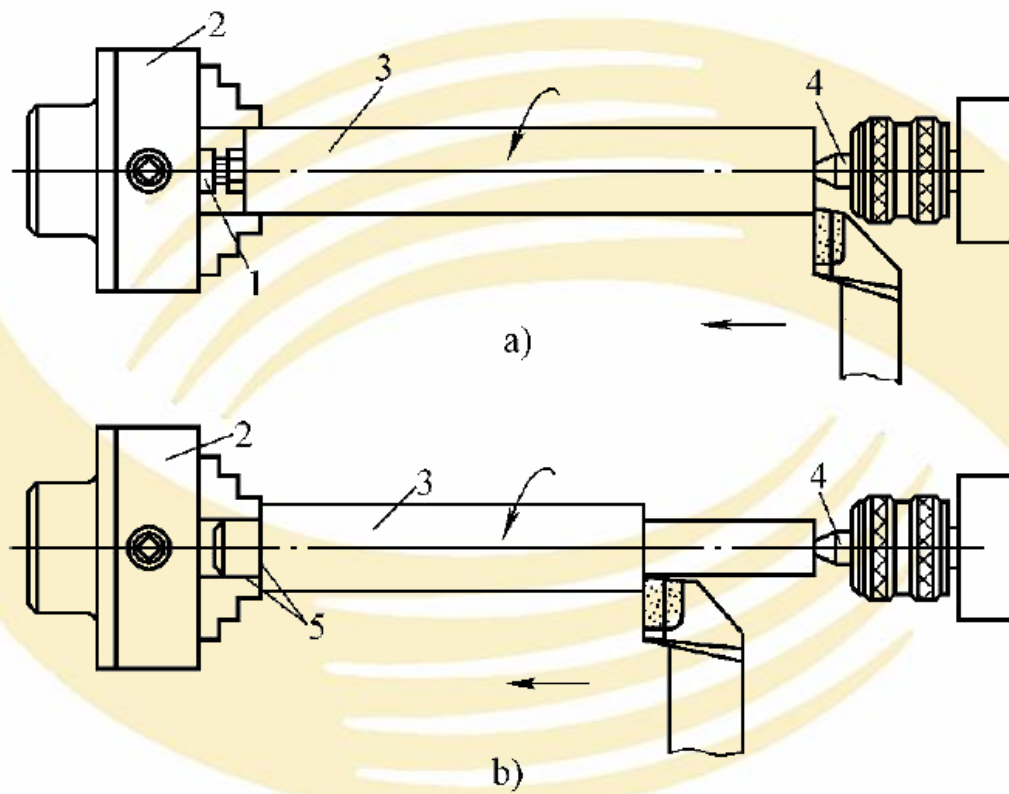
三爪自定心卡盘

2. 四爪单动卡盘装夹



四爪单动卡盘

3. 一夹一顶装夹

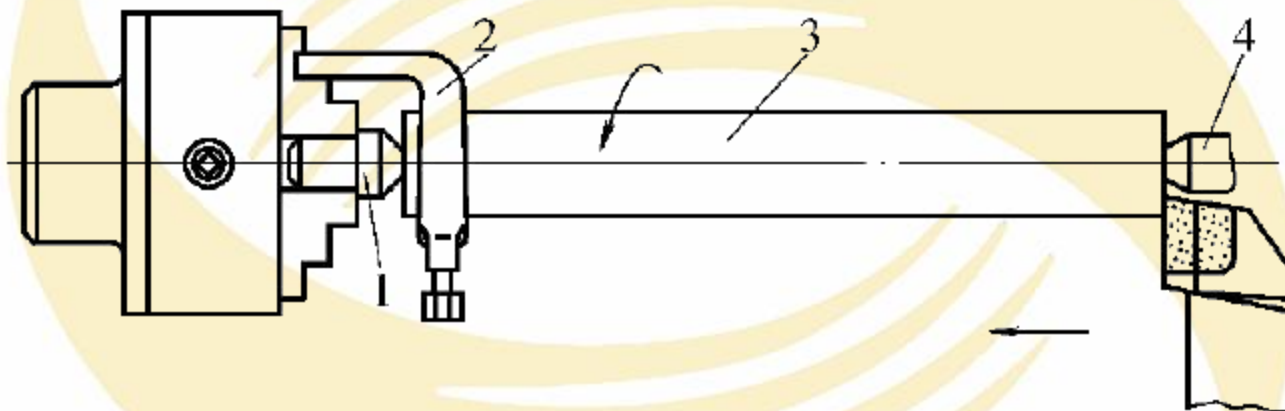


一夹一顶装夹

a) 用限位支撑 b) 利用工件的台阶限位

1—限位支撑 2—卡盘 3—工件 4—后顶尖 5—台阶

4. 两顶尖装夹



两顶尖装夹

1—前顶尖 2—鸡心夹头 3—工件 4—后顶尖

二、中心孔和中心钻

1. 中心孔和中心钻的类型

表 2—3

中心孔和中心钻

类型	A 型	B 型	C 型	R 型
结构图				
结构说明	由圆锥孔和圆柱孔两部分组成	在 A 型中心孔的端部再加工一个 120° 的圆锥面，用以保护 60° 锥面不致碰毛，并使工件端面容易加工。	在 B 型中心孔的 60° 锥孔后面加工一短圆柱孔（保证攻制螺纹时不碰毛 60° 锥孔），后面还用丝锥攻制成内螺纹	形状与 A 型中心孔相似，只是将 A 型中心孔的 60° 圆锥面改成圆弧面，这样使其与顶尖的配合变成线接触

类型		A 型	B 型	C 型	R 型
结构及作用	圆锥孔	圆锥孔的圆锥角一般为 60° ，重型工件用 75° 或 90° 。它与顶尖锥面配合，起定心作用并承受工件重力和切削力，因此圆锥孔的表面质量要求较高			线接触的圆弧面在轴类工件装夹时，能自动纠正少量的位置偏差
	圆柱孔	中心孔的基本尺寸为圆柱孔的直径 D ，它是选取中心钻的依据 圆柱孔可储存润滑脂，并能防止顶尖头部触及工件，保证顶尖锥面和中心孔锥面配合贴切以正确确定中心 圆柱孔直径 $d \leq 6.3 \text{ mm}$ 的中心孔常用高速钢制成的中心钻直接钻出， $d > 6.3 \text{ mm}$ 的中心孔常用镗孔或车孔等方法加工			
使用的中心钻					
用途	适用于精度要求一般的工件	适用于精度要求较高或工序较多的工件	适用于当需要把其他零件轴向固定在轴上时	适用于轻型和高精度轴类工件	

2. 中心钻折断的原因及预防方法

(1) 中心钻轴线与工件旋转轴线不一致，使中心钻受到一个附加力而折断。因此，钻中心孔前必须严格找正中心钻的位置。

(2) 工件端面不平整或中心处留有凸头，使中心钻不能准确地定心而折断。因此，钻中心孔处的端面必须平整。

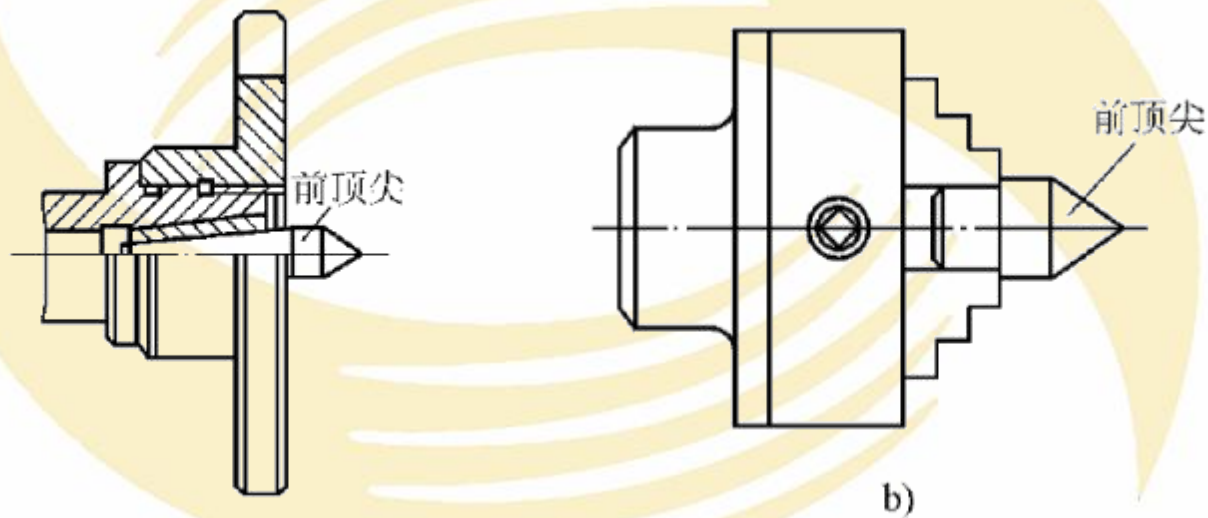
(3) 选用的切削用量不合适，如工件转速太低而中心钻进给太快，使中心钻折断。

(4) 磨钝后的中心钻强行钻入工件也易折断。因此，中心钻磨损后应及时修磨或调换。

(5) 没有浇注充分的切削液或没有及时清除切屑，也易导致切屑堵塞而折断中心钻。因此，钻中心孔时必须浇注充分的切削液，并及时清除切屑。

三、顶尖

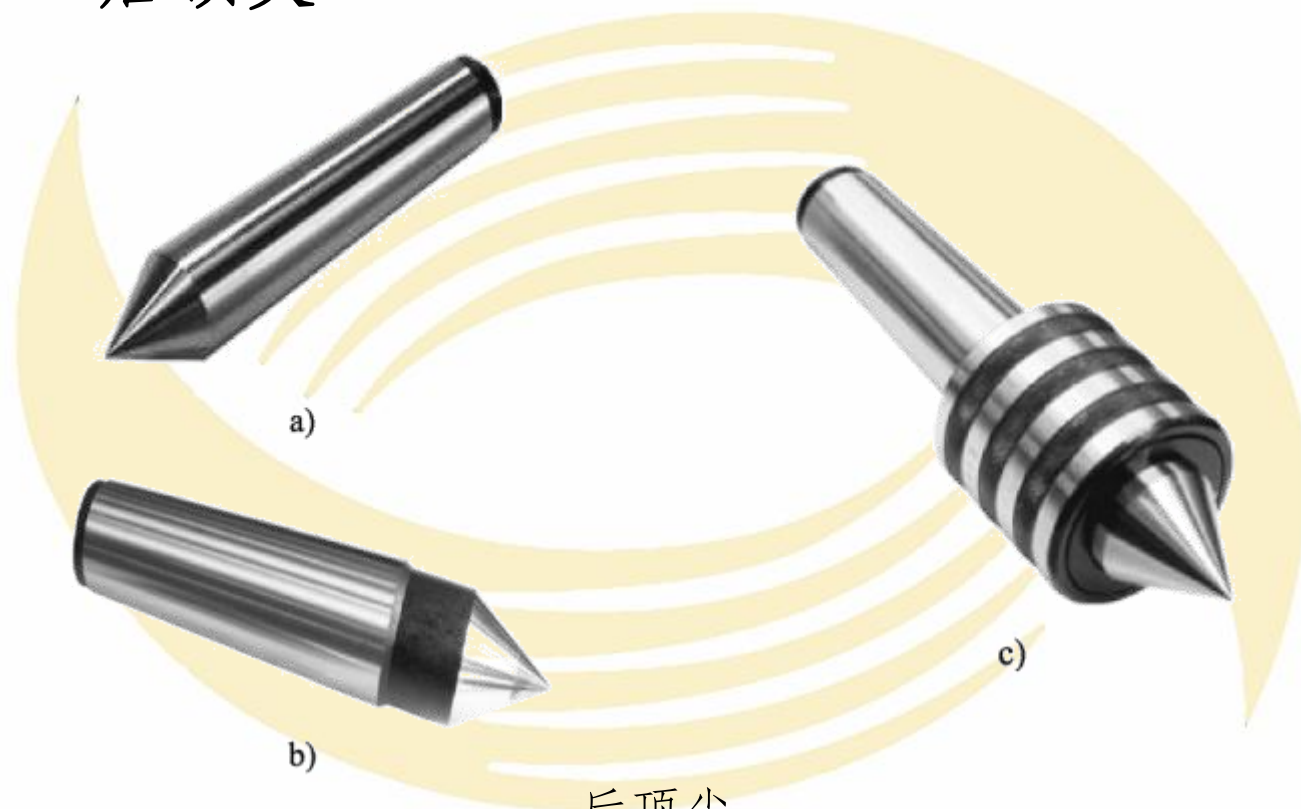
1. 前顶尖



前顶尖

a) 主轴锥孔内的前顶尖 b) 卡盘上车成的前顶尖

2. 后顶尖



后顶尖

- a) 普通固定顶尖 b) 镶硬质合金固定顶尖
c) 回转顶尖



§ 2-3 轴类工件的检测

一、长度单位

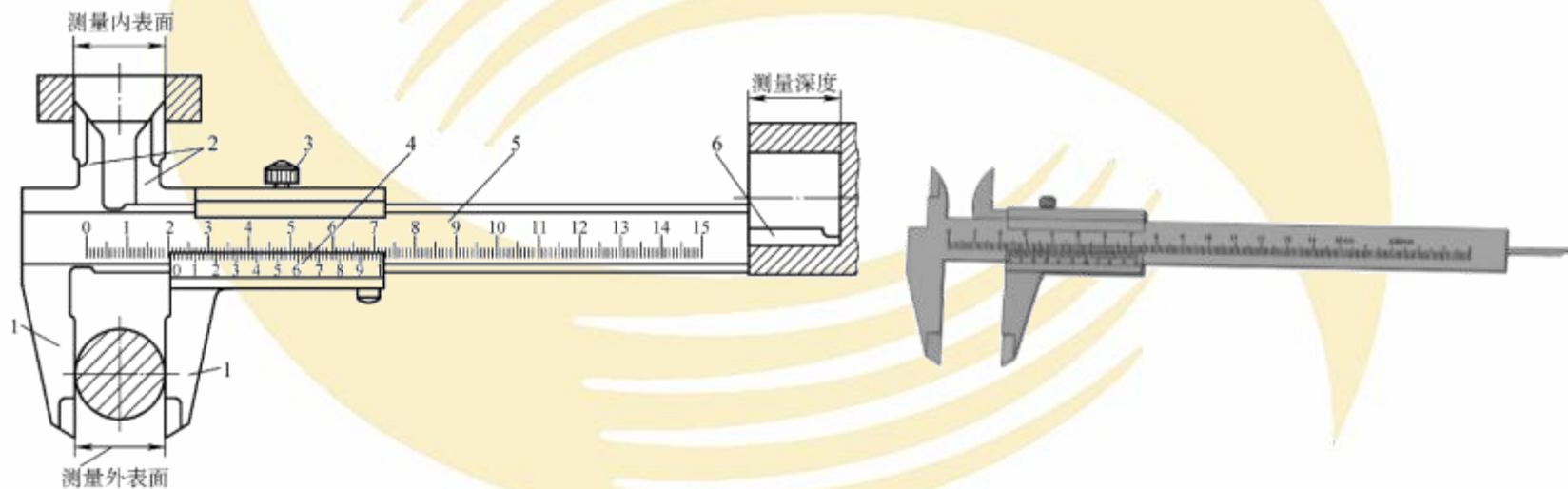
国家标准规定，在机械工程图样中所标注的线性尺寸一般以毫米（mm）为单位，且不需标注计量单位的代号或名称。

在国际上，有些国家（如美国、加拿大等）采用英制长度单位。我国规定限制使用英制单位。机械工程图样上所标注的英制尺寸是以英寸（in）为单位的。

二、游标卡尺

1. 游标卡尺的结构

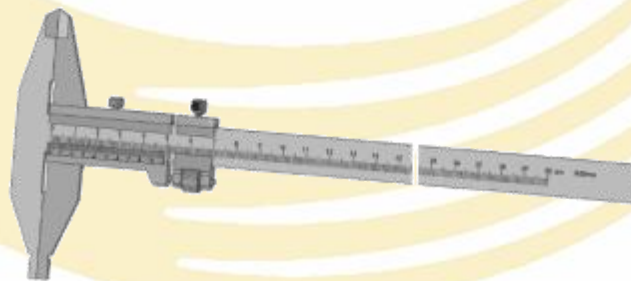
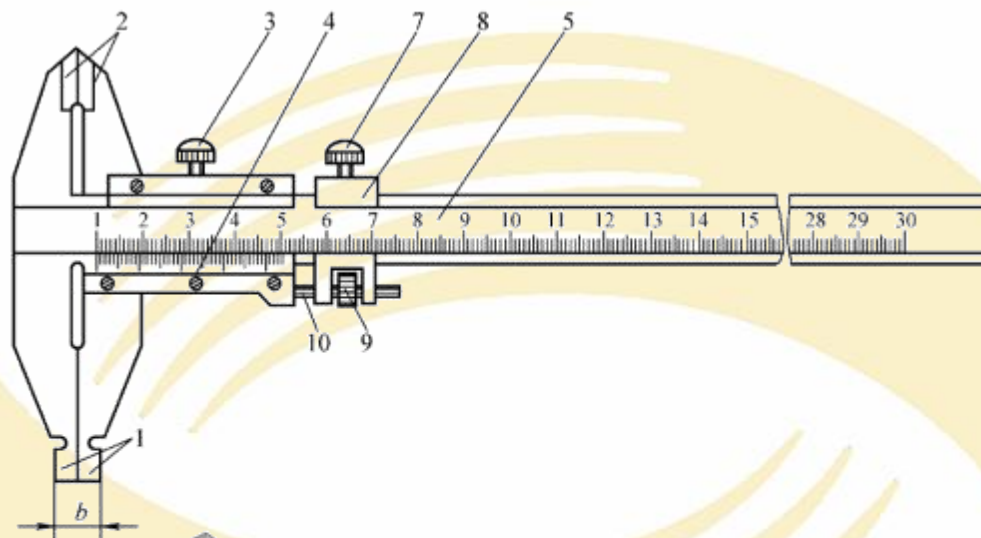
(1) 三用游标卡尺



三用游标卡尺

1—下量爪 2—上量爪 3—紧固螺钉 4—游标
5—尺身 6—深度尺

(2) 双面游标卡尺



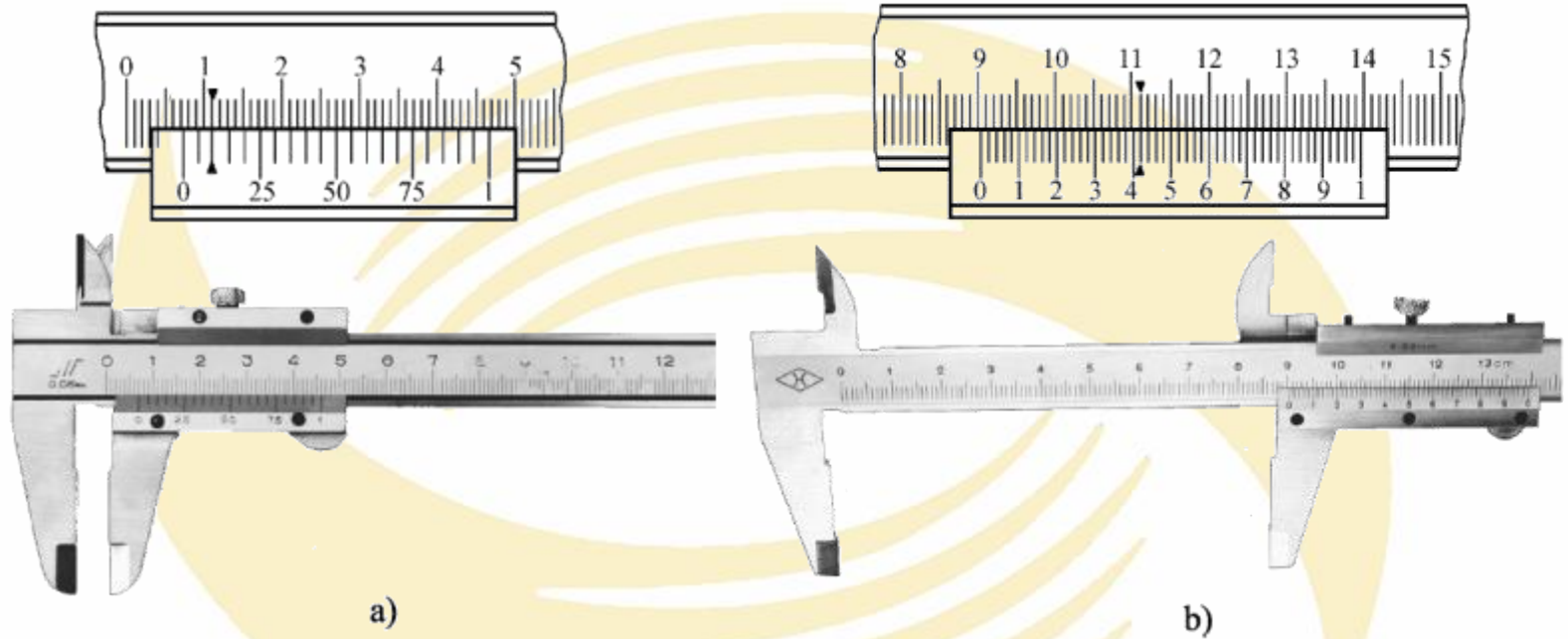
双面游标卡尺

1—下量爪 2—上量爪 3、7—紧固螺钉 4—游标 5—尺身
8—微调装置 9—滚花螺母 10—小螺杆

2. 游标卡尺的读数方法

游标卡尺的测量范围分别为0~125mm、0~150mm、0~200mm、0~300mm等。游标卡尺的游标读数数值有0.02mm、0.05mm和0.1mm三种。

- (1) 读整数
- (2) 读小数
- (3) 整数加小数



游标卡尺的识读

- a) 游标读数值为0.05mm的游标卡尺
- b) 游标读数值为0.02mm的游标卡尺

3. 电子数显卡尺

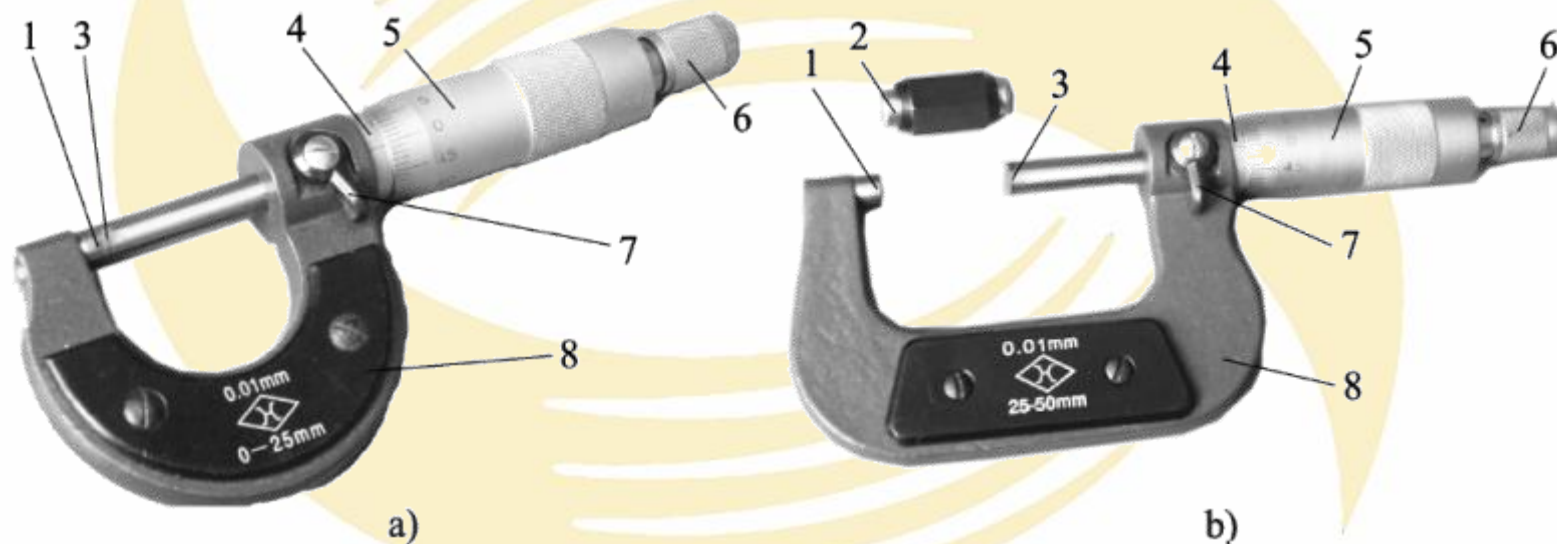


电子数显卡尺

1—数字显示部分 2—米制英制转换键

三、千分尺

1. 千分尺的种类和结构



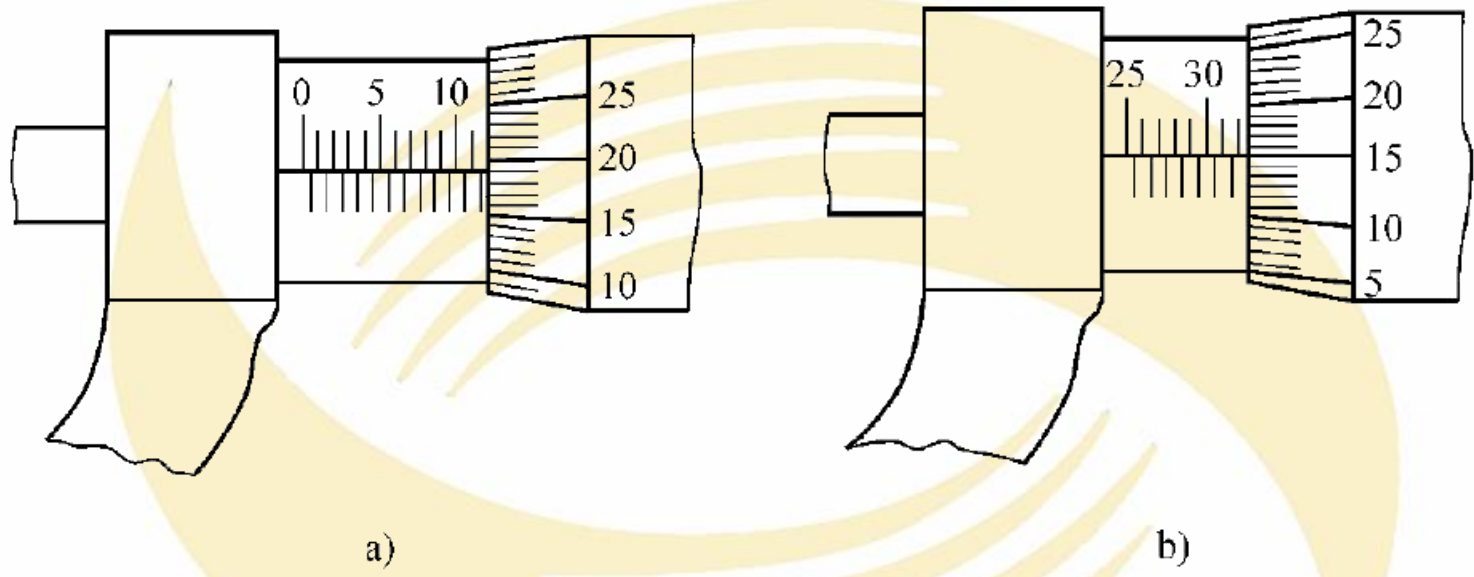
千分尺

a) 0~25mm千分尺 b) 25~50mm千分尺

1—砧座 2—校对样棒 3—测微螺杆 4—固定套筒 5—微分筒
6—测力装置（棘轮） 7—锁紧手柄 8—尺架

2. 千分尺的读数方法

千分尺的固定套管上刻有基准线，在基准线的上下侧有两排刻线，上下两条相邻刻线的间距为每格0.5mm。微分筒的外圆锥面上刻有50格刻度，微分筒每转动一格，测微螺杆移动0.01mm，所以千分尺的分度值为0.01mm。



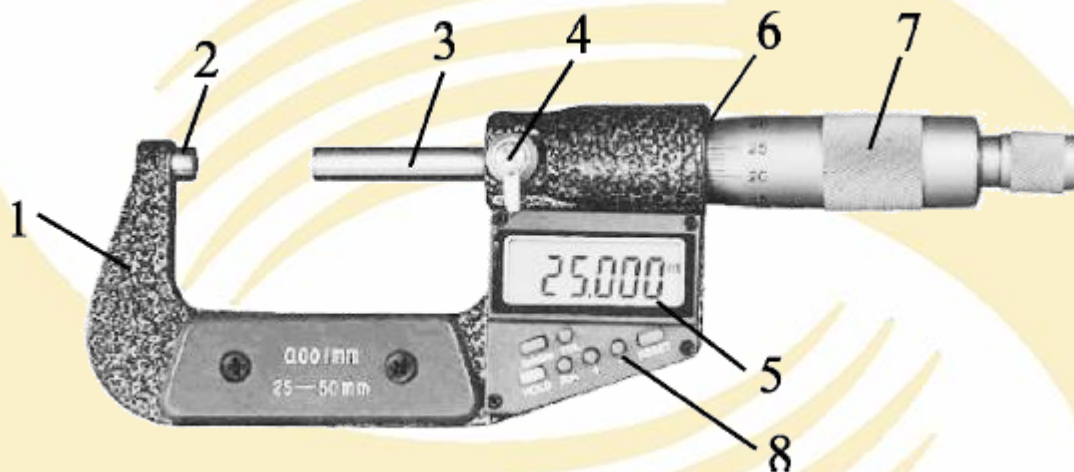
千分尺的识读
a) 0~25mm千分尺 b) 25~50mm千分尺

(1) 读出固定套管上露出刻线的整毫米数和半毫米数，注意固定套管上下两排刻线的间距为每格0.5mm。

(2) 读出与固定套管基准线对准的微分筒上的格数，乘以千分尺的分度值0.01mm。

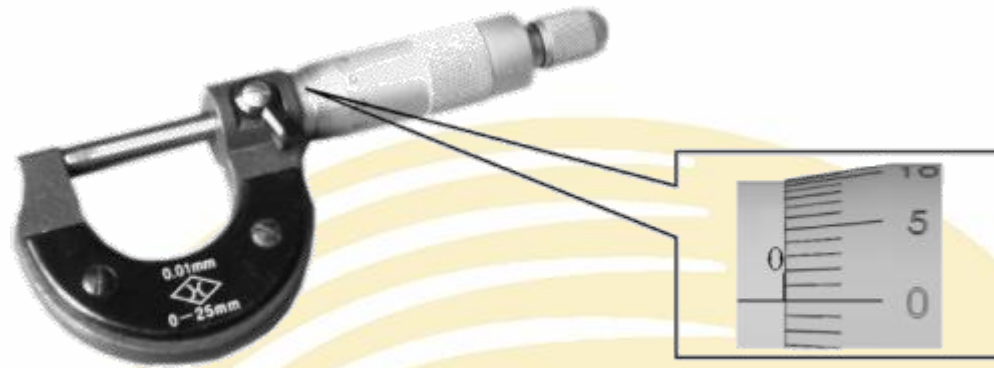
(3) 两项读数相加，即为被测表面的尺寸。

3. 数显千分尺

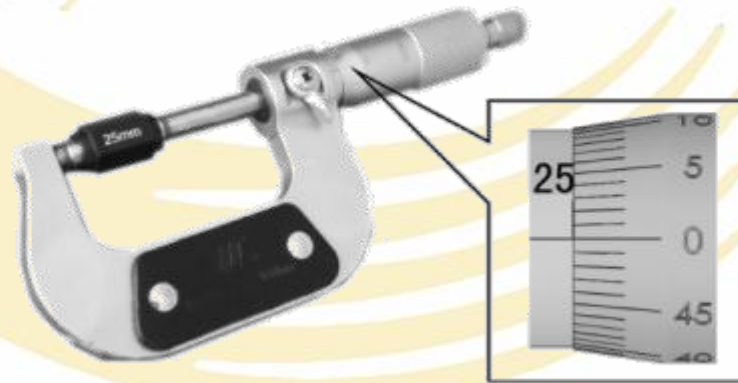


数显千分尺

1—弓架 2—测砧 3—测微螺杆 4—制动器
5—显示屏 6—固定套管 7—微分筒 8—按钮



a)

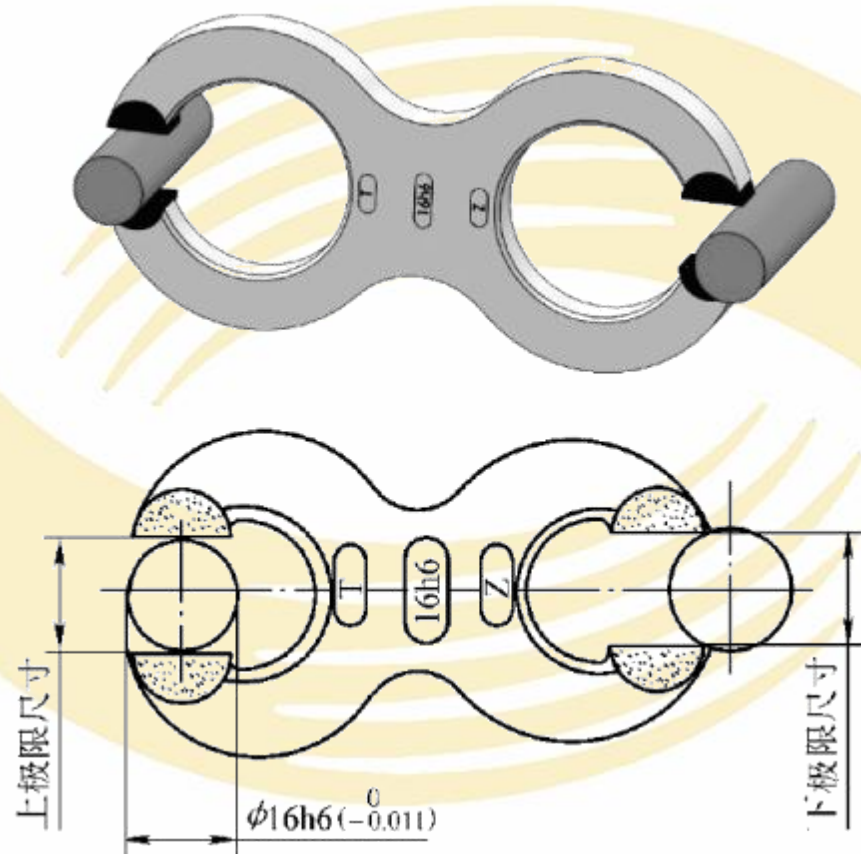


b)

千分尺的零位检查

a) 0~25mm千分尺 b) 有标准量棒的千分尺

四、卡规



卡规的检测



§ 2-4 轴类工件的车削工艺 及车削质量分析

一、轴类工件车削工艺分析

1. 用两顶尖装夹车削轴类工件，至少要装夹3次，即粗车第一端，调头再粗车和精车另一端，最后精车第一端。

2. 车短小的工件，一般先车某一端面，这样便于确定长度方向的尺寸。

3. 轴类工件的定位基准通常选用中心孔。

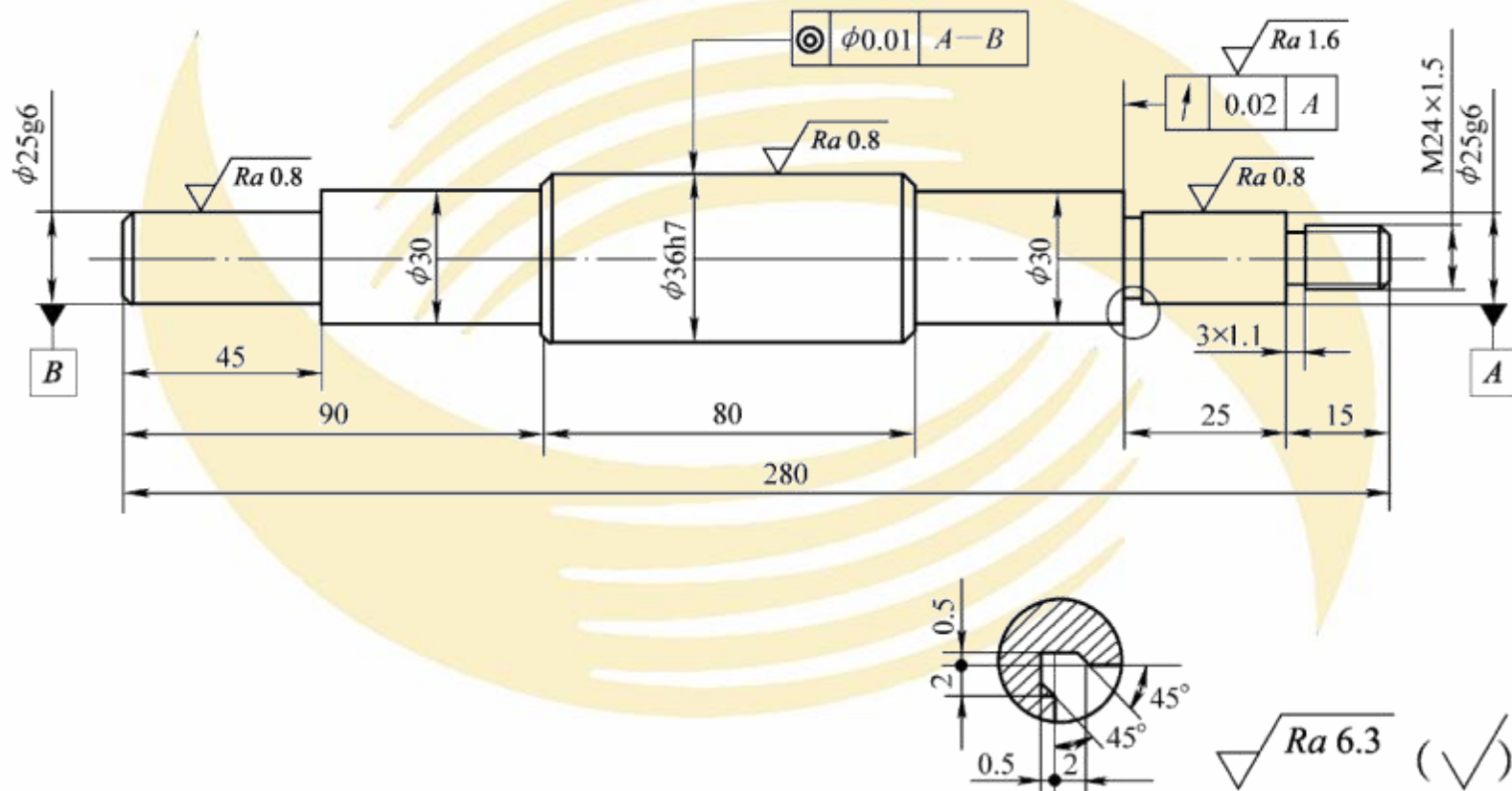
4. 车削台阶轴，应先车削直径较大的一端，以避免过早地降低工件刚度。

5. 在轴上车槽，一般安排在粗车或半精车之后、精车之前进行。

6. 车螺纹一般安排在半精车之后进行，待螺纹车好后再精车各外圆，这样可避免车螺纹时轴发生弯曲而影响轴的精度。

7. 工件车削后还需磨削时，只需粗车或半精车，并注意留磨削余量。

二、轴类工件车削工艺分析示例



台阶轴

1. 车削工艺分析

(1) 由于轴各台阶之间的直径相差不大，所以毛坯可选用热轧圆钢。

(2) 为了减少工序，毛坯可直接调质处理。

(3) 各主要轴颈必须经过磨削，而对车削要求不高，故可采用一夹一顶的装夹方法。

(4) 工件用一夹一顶装夹，装夹刚度高，轴向定位较准确，台阶长度容易控制。

(5) $\phi 36h7$ 及两端 $\phi 25g6$ 外圆的表面粗糙度值较小，同轴度要求较高，需经磨削，车削时必须留磨削余量。

2. 机械加工工艺卡

表 2—4

台阶轴机械加工工艺卡

××厂		机械加工工艺卡			产品名称	图号		
					零件名称	台阶轴	共 1 页	第 1 页
材料种类		热轧圆钢	材料牌号	45 钢	毛坯尺寸		φ40 mm × 282 mm	
工序	工种	工步	工序内容	车间	设备	工艺装备		
						夹具	刀具	量具
1	热处理	(1) (2)	调质 (5151) 后硬度为 220 ~ 240HBW 热处理检验					
2	车	(1) (2)	夹住毛坯外圆 车端面 钻中心孔 φ2.5 mm	I	CA6140 CA6140		φ2.5 mm 中心钻	
3	车		调头夹紧毛坯外圆 车端面, 取总长至 280 mm	I	CA6140			
4	车	(1) (2) (3) (4)	一夹一顶装夹 车 φ36h7 外圆至 φ36 ^{+0.6} _{+0.5} mm × 250 mm 车 φ30 mm 外圆至 φ30 mm × 90 mm 车 φ25g6 外圆至 φ25 ^{+0.5} _{+0.4} mm × 45 mm 倒角 C1	I	CA6140			

××厂		机械加工工艺卡			产品名称		图号		
					零件名称		台阶轴		共1页
材料种类		热轧圆钢	材料牌号	45 钢	毛坯尺寸			φ40 mm × 282 mm	
5	车	一端夹紧，一端搭中心架 钻中心孔 φ2.5 mm			I	CA6140		φ2.5 mm 中心钻	
6	车	(1)	一夹一顶装夹 车 φ30 mm × 110 mm，保证 80 mm 尺寸			I	CA6140		
		(2)	车 φ25g6 外圆至 φ25 ^{+0.5} / _{0.4} mm × 40 mm						
		(3)	车 M24 × 1.5 外圆至 φ24 ^{-0.082} / _{-0.268} mm × 15 mm						
		(4)	倒角 C1						
7	车	(1)	一端用软卡爪夹紧，一端用后顶尖支顶 车 φ30 mm 右端轴肩槽至尺寸			I	CA6140		
		(2)	车 3 mm × 1.1 mm 槽至尺寸						
		(3)	车 M24 × 1.5 螺纹至尺寸						
		(4)	检验 (以下略)						

三、轴类工件的车削质量分析

表 2—5

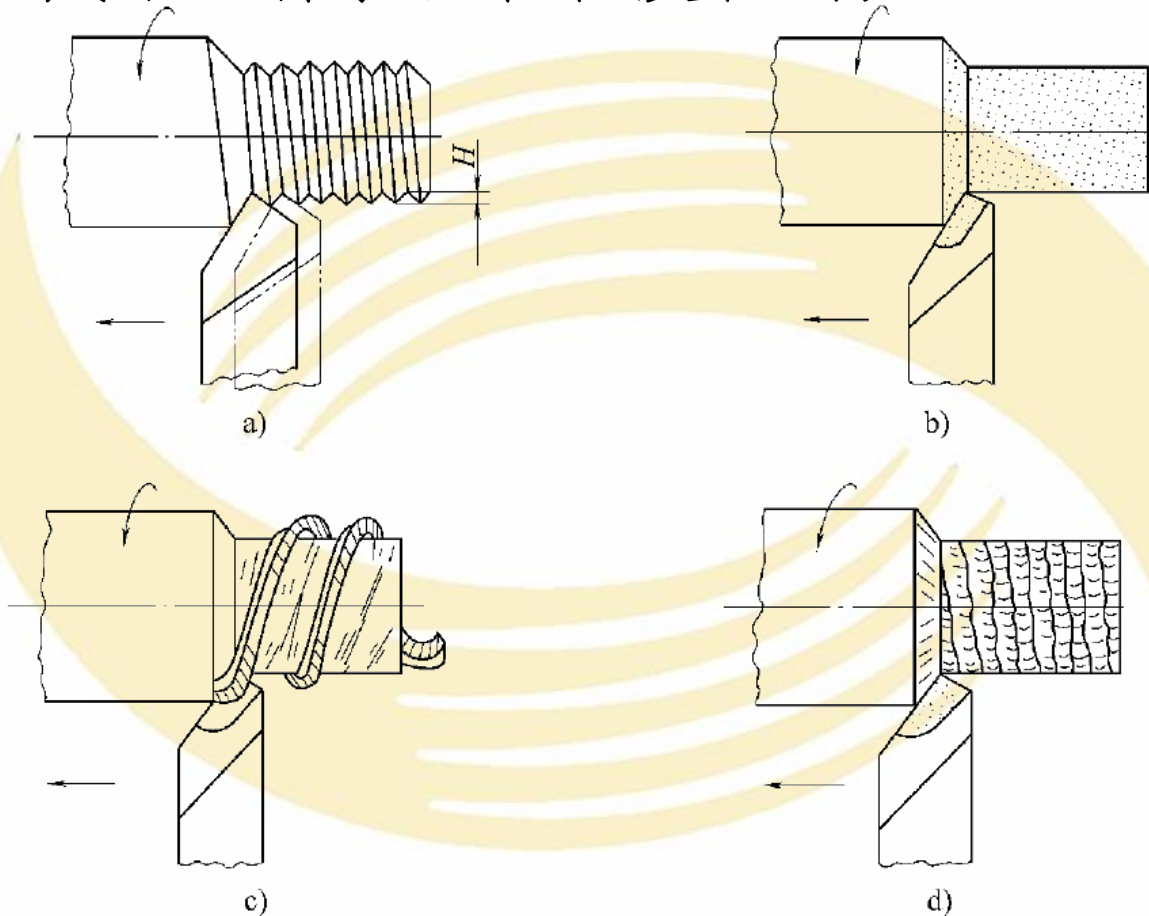
车削轴类工件时产生废品的原因及预防方法

废品种类	产生原因	预防方法
尺寸精度达不到要求	<ol style="list-style-type: none">1. 看错图样或刻度盘使用不当2. 没有进行试车削3. 量具有误差或测量不正确4. 由于切削热的影响,使工件尺寸发生变化5. 机动进给没有及时关闭,使车刀进给长度超过台阶长度6. 车槽时,车槽刀主切削刃太宽或太窄,使槽宽不正确7. 尺寸计算错误,使槽的深度不正确	<ol style="list-style-type: none">1. 必须看清图样的尺寸要求,正确使用刻度盘,看清刻度值2. 根据加工余量算出背吃刀量,进行试车削,然后修正背吃刀量3. 量具使用前,必须检查和调整零位,正确掌握测量方法4. 不能在工件温度较高时测量;如测量,应掌握工件的收缩情况,或浇注切削液,降低工件温度5. 注意及时关闭机动进给;或提前关闭机动进给,再用手动进给到长度尺寸6. 根据槽宽刃磨车槽刀主切削刃宽度7. 对留有磨削余量的工件,车槽时应考虑磨削余量

废品种类	产生原因	预防方法
产生锥度	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用一夹一顶或两顶尖装夹工件时，后顶尖轴线不在主轴轴线上 2. 用小滑板车外圆，小滑板的位置不正，即小滑板的基准刻线跟中滑板的“0”刻线没有对准 3. 用卡盘装夹纵向进给车削时，床身导轨与车床主轴轴线不平行 4. 工件装夹时悬伸较长，车削时因切削力的影响使前端让开，产生锥度 5. 车刀中途逐渐磨损 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 车削前必须通过调整尾座找正锥度 2. 必须事先检查小滑板基准刻线与中滑板的“0”刻线是否对准 3. 调整车床主轴与床身导轨的平行度 4. 尽量减少工件的伸出长度，或另一端用后顶尖支顶，以增加装夹刚度 5. 选用合适的刀具材料，或适当降低切削速度

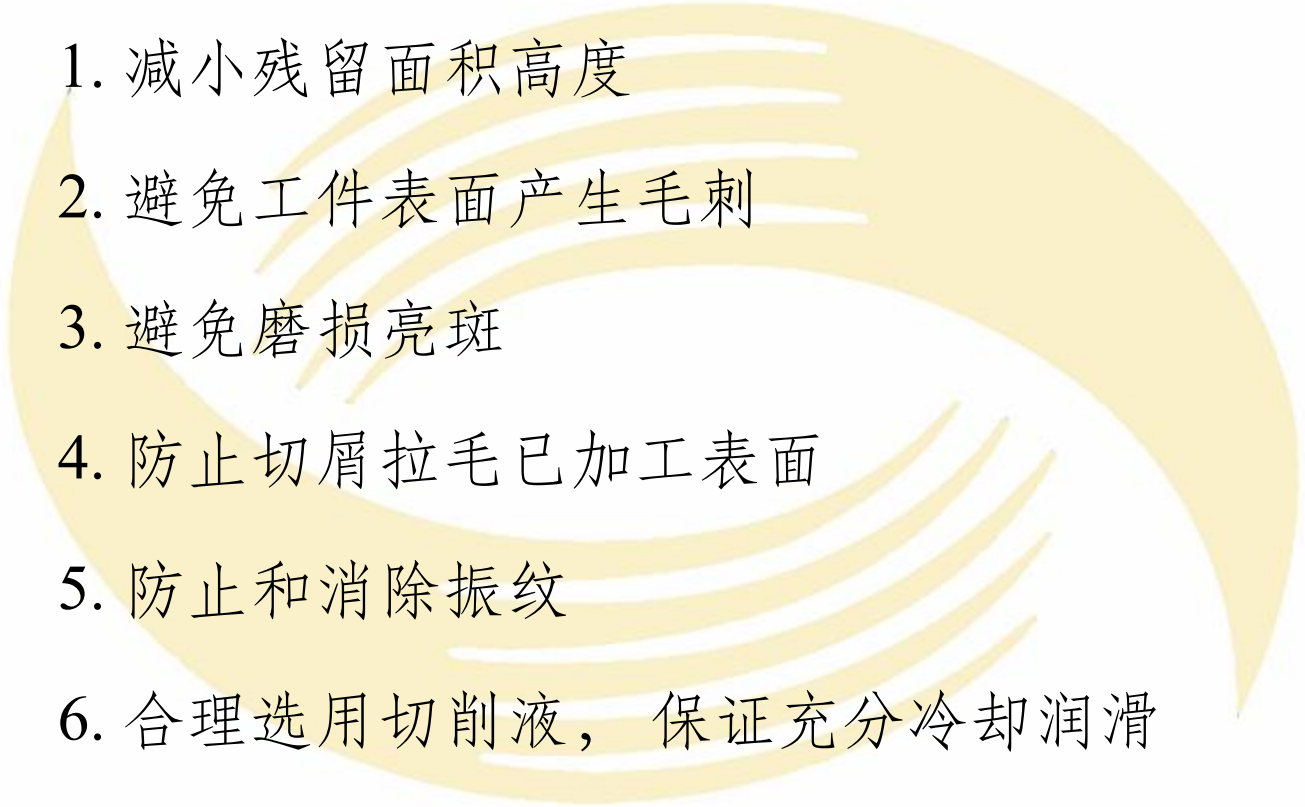
废品种类	产生原因	预防方法
圆度超差	<ol style="list-style-type: none"> 1. 车床主轴间隙太大 2. 毛坯余量不均匀，切削过程中背吃刀量变化太大 3. 工件用两顶尖装夹时，中心孔接触不良，或后顶尖顶得不紧，或前后顶尖产生径向圆跳动 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 车削前检查主轴间隙，并调整合适。如主轴轴承磨损严重，则需更换轴承 2. 半精车后再精车 3. 工件用两顶尖装夹时，必须松紧适当，若回转顶尖产生径向圆跳动，需及时修理或更换
表面粗糙度达不到要求	<ol style="list-style-type: none"> 1. 车床刚度低，如滑板楔铁太松，传动零件（如带轮）不平衡或主轴太松引起振动 2. 车刀刚度低或伸出太长引起振动 3. 工件刚度低引起振动 4. 车刀几何参数不合理，如选用过小的前角、后角和主偏角 5. 切削用量选用不当 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 消除或防止由于车床刚度不足而引起的振动（如调整车床各部分的间隙） 2. 增加车刀刚度和正确装夹车刀 3. 增加工件的装夹刚度 4. 选用合理的车刀几何参数（如适当增加前角、选择合理的后角和主偏角等） 5. 进给量不宜太大，精车余量和切削速度应选择恰当

四、减小工件表面粗糙度值的方法



常见的表面粗糙度值大的现象

a) 残留面积 b) 毛刺 c) 切屑拉毛 d) 振纹

- 
1. 减小残留面积高度
 2. 避免工件表面产生毛刺
 3. 避免磨损亮斑
 4. 防止切屑拉毛已加工表面
 5. 防止和消除振纹
 6. 合理选用切削液，保证充分冷却润滑