

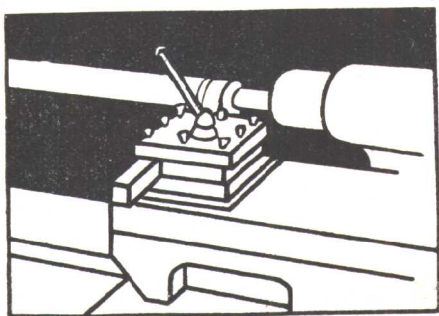
机械工人学习材料

JIXIE GONGREN XUEXI CAILIAO

高速车削细长轴

史洪志 编著

车工



机械工业出版社

内容提要 车削细长轴是车工经常遇到的一项工作。细长轴具有刚性差的特点，因此车削时往往会出现工件的弯曲变形、表面精度难以保证等问题，影响加工质量和效率。

本书详细地介绍了细长轴的特点，分析了造成弯曲变形的原因，提出主要是如何提高细长轴加工质量和生产效率等有效措施。

本书总结了作者高速车削细长轴的经验，可供车工阅读。

高速车削细长轴

史洪志 编著

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₃₂ 印张 1⁵/₈·字数 39 千字

1975年11月北京第一版·1979年10月北京第二次印刷

印数 40,001—100,000·定价0.15元

*

统一书号：15033·4311

目 次

一	细长轴为什么难车.....	1
	1. 细长轴的特点 (1) —— 2. 常见的细长轴 (2)	
二	刀具与切削用量的选择.....	3
	1. 车细长轴的车刀 (3) —— 2. 刃磨方法与要求 (7) ——	
	3. 切削用量的选择 (9)	
三	机床的选择与调整.....	10
	1. 调整尾座位置, 使工件中心线(即轴线)与床身导轨平行(10)	
	—— 2. 调整尾座顶尖中心对床头主轴(或顶尖)中心的左右	
	同心度 (12)	
四	工件的装卡与冷却润滑.....	14
	1. 跟刀架的结构及其使用要求 (14) —— 2. 活顶尖的结构	
	及其要求 (19) —— 3. 工件的装卡 (21) —— 4. 冷却与	
	润滑 (24)	
五	工件的调直.....	25
	1. 车削前的调直 (25) —— 2. 车削过程的调直 (27) ——	
	3. 车削后的调直 (28)	
六	高速车削细长轴实例.....	30
	1. 车削 C618 车床光杠 (30) —— 2. 车削多台细长轴 (32)	
	—— 3. 车削 C620-1 普通车床光杠 (37) —— 4. 车削 C630	
	普通车床光杠 (40)	
七	其他车削细长轴的方法.....	43
	1. 强力反向车削细长轴 (43) —— 2. 车削细长杆 (50)	

一 细长轴为什么难车

在机械加工中，人们常说：“刨工怕刨精薄板，钳工怕钻小深眼，车工怕车细长杆”。为什么人们都认为细长轴（或杆）难车呢？这要从细长轴的特点谈起。

1. 细长轴的特点 所谓细长轴，顾名思义就是又细又长的轴。多细多长的轴才叫细长轴？它有没有个标准呢？实践中，人们都认为：长度大于直径的，通常叫做轴。一般长度为直径20倍以上的轴（即直径和长度之比为1:20以上的），就叫做细长轴。有的轴，其直径和长度之比达1:100以上，这类轴叫做细长杆。

为什么细长轴难车？毛主席教导我们：“不论做什么事，不懂得那件事的情形，它的性质，它和它以外的事情的关联，就不知道那件事的规律，就不知道如何去做，就不能做好那件事”。所以，我们首先要摸清细长轴的特性，抓住它的主要矛盾，提出解决办法，就可以从难变易了。

细长轴所以难车，主要是由于它刚性差，长度与直径之比越大，刚性就越差。大家都知道，细长轴车削的过程是在车床——车刀——工件三者之间进行的。车床传递了正确的运动，而车刀与工件（细长轴）之间的“切除”和“反切除”构成了双方矛盾的对立统一。正因为细长轴刚性差，而相对说来车床与车刀的刚性好，所以在车削过程中就使变形与振动等都集中在工件（细长轴）上。因此，车削细长轴的主要矛盾，就是工件细长刚性差，只要抓住这个主要矛盾，一切问题也就迎刃而解了。

由于工件刚性差，而在车削过程中就引起一系列的问题，如：

1. 工件受切削力而出现弯曲变形，并因此而引起振动、光

光洁度下降等；

2. 在切削过程中，工件受热也产生弯曲变形，甚至有时会
使工件挤死在两顶尖间，无法加工；

3. 由于工件重量下垂、变形、振动，使工件产生竹节、棱
形、枣核形等缺陷，影响加工质量；

4. 由于以上原因，车削细长轴时往往采用较低的转速，限
制了切削速度的提高。

因此，车削细长轴不论对刀具的选用、机床精度、辅具精
度、工艺安排与具体操作等都有比较严格的要求。正是由于这些
原因，细长轴也就被人们认为是难以车削的零件之一。

当我们认识了细长轴的特点后，通过实践，充分发挥人的因
素，对车床、车刀、辅具等采取一定的措施，并在车削过程中采
用有效的加工方法及合理的加工步骤，是可以高速度加工出高质
量细长轴来的。

2. 常见的细长轴 在机械设备上，使用各种不同类型的细
长轴很多，常见的有：

等轴 在轴的全长上，其直径公称尺寸、光洁度要求全部一
致的轴，如：车床光杠、开关杠等；

多台长轴 在轴的全长上，有两个以上不同直径公称尺寸和
光洁度要求的轴。在机械设备上应用多台轴的很多，例如：钻床
主轴，镗床、插床、龙门刨床的传动杠等。多台长轴的形状比较
复杂，要求各异，有它不同的特性，工艺要求也较复杂。

带孔长轴 即长轴中心有各种不同直径尺寸、精度要求的
孔，有通孔或盲孔，例如：深孔钻杆、镗杆、多级齿轮滑键传动
轴等。在加工带孔长轴时，要注意弯曲度对孔的影响，以及对内
外圆同心度的影响等。

过去，车削单件或小批量的细长轴，一般采用高速钢车刀，

低速切削，不仅生产效率低，质量也达不到技术要求。近年来，广大的车工在“鞍钢宪法”的光辉照耀下，大搞技术革新，改进和创造了多种行之有效的高速车削细长轴的方法，从而提高了生产率，保证了质量。下面主要介绍高速切削细长轴的经验。

二 刀具与切削用量的选择

车削细长轴是一项工艺性较强的综合性技术。因此，在车削过程中如何正确地选择刀具和切削用量，对于能否适应高速车削具有十分重要的意义。

1. 车细长轴的车刀 选择刀具的材料、几何角度正确与否，将直接影响工件的加工质量。前面讲过，由于细长轴刚性差，要求径向切削力越小越好，而刀具的前角与主偏角是影响径向切削力的主要因素。为了减少切削时的径向切削力，要在不影响刀具强度的情况下，尽量加大刀具的主偏角和前角。

在高速车削细长轴的实践中，通常采用径向抗力较小的 90° 偏刀和 75° 偏刀。

一、 90° 高速车削细长轴的车刀：适合于粗车、半精车、精车细长轴的外圆。刀杆采用30~45号钢。刀片可按不同加工材料选择：加工碳素结构钢、不锈钢，可选用YT15硬质合金；加工硬度较高的材料或高硬的合金钢，可选用YT30、YW1硬质合金（但不能用于粗车）。

刀具几何角度：主偏角为 90° ，且带R型卷屑槽。刀具的结构与几何角度见图1。

刀具的特点：

1) 采用 90° 主偏角，径向抗力小，适用于粗车、半精车和

精车。车削时，工件反弹力小，容易保证精度，并且可一次完成多台轴加工，不用换刀。

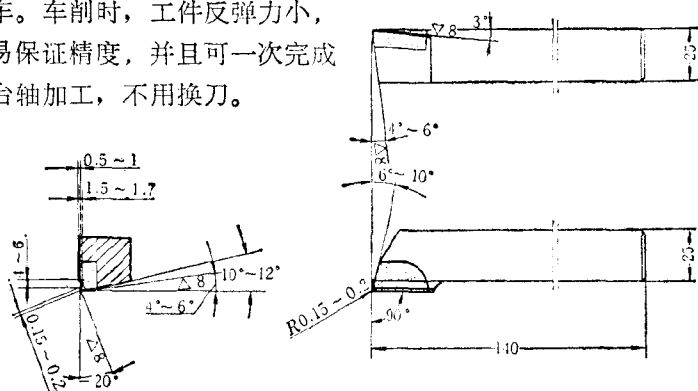


图 1 90° 偏刀

2) 前面磨有宽4~6毫米深1.5~1.7毫米的卷屑槽，切削阻力和摩擦阻力小，散热性能好，主切屑呈银白色。卷屑槽与主刀刃构成 $\lambda = -3^\circ$ 的刃倾角，因而卷屑效果好，排屑轻快且方向性好，既安全也不会擦伤已加工表面。实践证明，粗车时采用吃刀深度 $t = 3 \sim 4$ 毫米，走刀量 $s = 0.30 \sim 0.60$ 毫米/转，形成弦月状碎断切屑，顺主后面下方排出（见图2a）；半精车和精车，采用吃刀深度 $t = 0.5 \sim 2$ 毫米，走刀量 $s = 0.20 \sim 0.40$ 毫米/转时，切屑形成弹簧状顺下方排出（见图2b）。

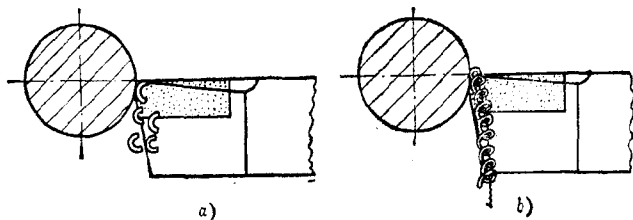


图 2 切屑形成状态与排屑方向

a—弦月状碎断切屑顺主后面下方排出； b—弹簧状切屑

3) 在主切削刃上用油石背有宽度为0.15~0.20毫米、倾斜角为 -20° 的负倒棱,增加了刀刃强度。实际上主刀刃形成了两个刀刃,即主刀刃和副刀刃(见图3)。切削时,主刀刃切下主切屑。因主刀刃和卷屑槽连接,切屑阻力小,塑性变形也就小,热量低,切屑呈银白色,易于轻快排出。副刀刃在主刀刃的斜下方,与主刀刃同时起切削作用。在切削过程中,负倒棱倾斜角越大,切屑的塑性变形就越大,产生热量就越高。采用倾斜角为 -20° 的负倒棱,可以起到在很小的切屑面积上使切屑软化,形成线状蓝色的副切屑卷附在主切屑中同时排出,并带走粘附在已加工表面上的积屑瘤,提高工件的加工光洁度(见图4)。

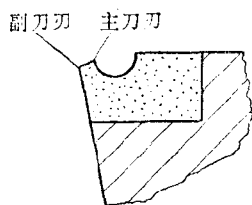


图3 主切削刃磨出负倒棱

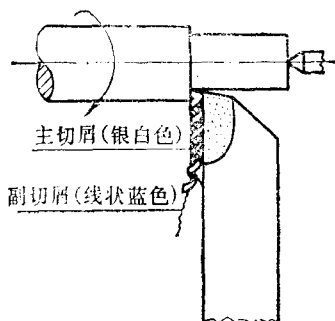


图4 主切屑与副切屑同时排出

负倒棱的宽度与角度,应根据切削用量来选择,上面介绍的负倒棱角度与宽度,是根据精车和半精车的要求来选择的,其负倒棱宽度不应小于0.15~0.20毫米,小于这个宽度,就不起切削作用,宽于走刀量便形成副刀刃切削,切屑卷曲呈游丝状,排屑困难,切屑急速崩碎,且向上乱飞(见图5),影响切削的顺利进行。

4) 刀具结构简单, 适应性强, 手工刀磨容易掌握, 一把刀就能完成粗车、半精车和精车等工序, 减少换刀的时间。

5) 刀具的几何角度比较合理, 耐用度高(比一般车刀高三倍), 磨一次刀, 可加工直径20~40毫米、长2米的光杆3~4根, 中间不用重磨。但发现加工表面有毛刺时, 可在刀尖前约1~2毫米处用油石背一背就行了。

6) 刀尖后角背成 0° , 加工时可起到防振作用, 且对工件表面有轻微的挤压, 可提高加工表面的光洁度。

二、 75° 车削细长轴车刀 适用于粗加工不太圆、弯曲大、偏摆严重的毛坯外圆, 反向加工细长轴, 以及车中心架或跟刀架架子口等。

刀具采用的材料同 90° 高速车削细长轴车刀, 刀具的几何角度见图6。

刀具的特点:

1) 刀尖具有 90° 车细长轴车刀所没有的特点, 能在轴的加工长度内任何直径处吃刀, 可用于车中心架和跟刀架架子口。

2) 主偏角比 90° 车细长轴车刀减小 15° , 适当增加其径向力, 减小轴向力。粗车毛坯偏摆程度较大的外圆时, 减少了集中于轴向的力量, 因而振动小。

在使用以上这两把车刀时, 要注意装刀高度。装刀时, 刀尖应高于工件中心0.5~1毫米, 使车刀后面与工件表面有微小的面接触, 减小车削时工件的振动, 增强切削的稳定性; 同时车刀后

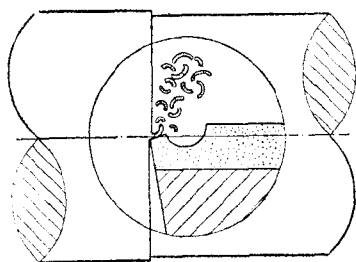


图5 负倒棱宽度和角度与切屑的关系

面对工件也起到挤压的作用，可提高加工表面光洁度。

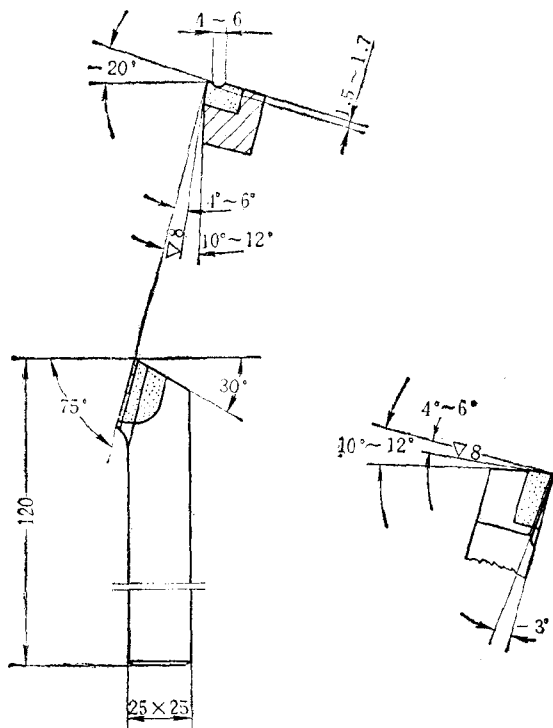


图 6 75° 车削细长轴车刀

2. 刃磨方法与要求 刀具刃磨得好不好，关系到工件的加工质量、刀具的使用寿命，以及节约材料等。作为一个车工，要磨好车刀和用好车刀，除了要懂得车刀几何角度的选择和刃磨原理外，还必须掌握刃磨技术。

下面介绍刃磨细长轴车刀的方法和要求：

一、砂轮的选择：选用绿色碳化硅砂轮：粗磨时，采用粒度为46~80号、硬度为软3(R₃)；精磨时，采用粒度为120~180号、

硬度为中软1(ZR₁)。

二、刃磨方法：

1. 粗磨主后面和副后面。
2. 利用砂轮棱角开卷屑槽。为了防止刀尖崩掉，开槽时刀头向上，从后边开始逐步向刀尖磨削，见图7。

3. 精磨主后面和副后面。

三、刀具背磨是一项重要工艺过程，不能忽视。

背磨刀方法：采用60~80号

碳化硅油石沾清水背磨，方法如下：

1. 将主后面、副后面背磨光。
2. 用油石棱角或圆条油石背磨卷屑槽。
3. 背磨后角为 0° 长约1~2毫米处的刀尖角（图8）。
4. 将刀放平，背磨 -20° 倒棱。为避免将刀刃背圆，油石主要应做前后运动，辅之以上下运动，见图9。

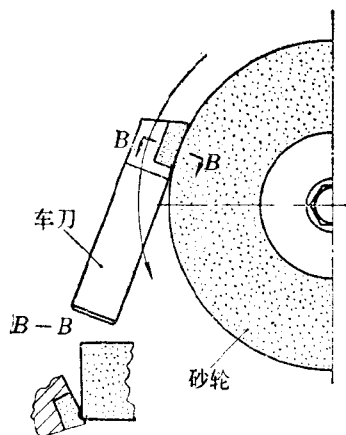


图7 刃磨车刀方法

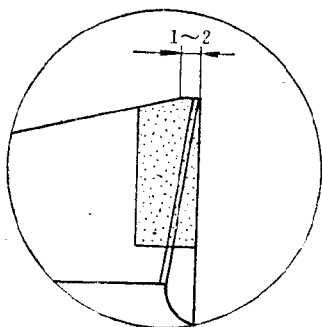


图8 背磨刀尖后角

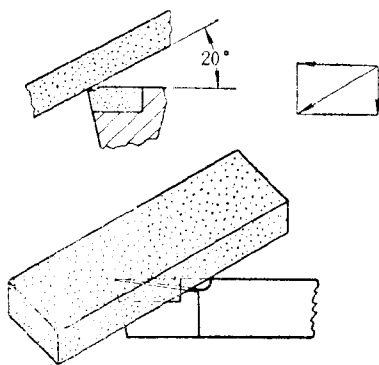


图9 背刀方法

3. 切削用量的选择 合理地选择切削用量, 对保证加工质量, 提高生产效率, 延长刀具寿命, 充分发挥机床潜力等具有十分重要的意义。

在车削细长轴时, 为了尽量减少或消除材料的内应力, 应采取增加走刀次数、减小吃刀深度的办法。走刀次数, 一般以 4 ~ 6 次较为合适。

表 1 列有车削细长轴时的常用的切削用量数据, 供参考。

表 1 车削细长轴时常用的切削用量

工 件	直 径 (毫米)		长 度 (毫米)		直 径 (毫米)		长 度 (毫米)	
	10~30		1200~1500		30~50		1500~2500	
切 削 用 量	吃刀深度 t (毫米)	走刀量 s (毫米/转)	主轴转速 n (转/分)	吃刀深度 t (毫米)	走刀量 s (毫米/转)	主轴转速 n (转/分)		
粗 车	车圆为准	0.3~0.4	600	车圆为准	0.3~0.4	400~600		
	1~3	0.3~0.6	600	2~3	0.3~0.6	400~600		
半 精 车	1~1.5	0.3~0.4	600~1200	1~1.5	0.3~0.4	600~750		
	1~1.5	0.3~0.4	600~1200	1~1.5	0.3~0.4	600~750		
精 车	0.4~0.6	0.15~0.2	750~1200	0.4~0.6	0.15~0.2	600~750		

表 1 所列的数据, 适用于一般情况下车削 30~45 号碳素结构钢和不锈钢类的细长轴。至于不同的材料有不同的特点, 因此切削用量的选择不是一成不变的, 应根据被加工材料的不同, 选择更合适的切削用量。

用 75° 车刀粗车时, 走刀量还可以加大三分之一左右。

三 机床的选择与调整

高速车削细长轴，可以在 C 620-1 型、C 630 型或其它同类型、转数在 600~1200 转/分范围内的普通车床上进行。

在车削细长轴时，车床本身的精度对加工质量、生产效率等有着较大的影响。实践说明：由于普通车床的加工范围较广，通常加工短工件的多，因此在靠近卡盘那部分（近床头部分）的导轨磨损较快，造成了机床尾座顶尖中心和床头主轴中心之间中心线与全部导轨不平行（见图10）。但是，在车削细长轴时，要使用床身导轨的全部或大部分。为了适应在普通车床加工细长轴，就必须调整机床。调整工作主要有以下几方面：

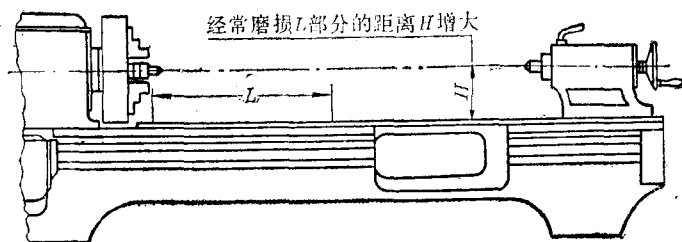


图10 车床经常磨损的部位

1. 调整尾座位置，使工件中心线(即轴线)与床身导轨平行

检查方法：以 C 620 车床为例，用直径 50、长为 1000 毫米试棒（试棒长度可按车床长度而定），一端顶在主轴颈尖上，另一端用尾座后顶尖顶住（见图11），移动拖板，利用放在横拖板上的百分表，使其触头触在试棒上面，检查试棒两端的误差。

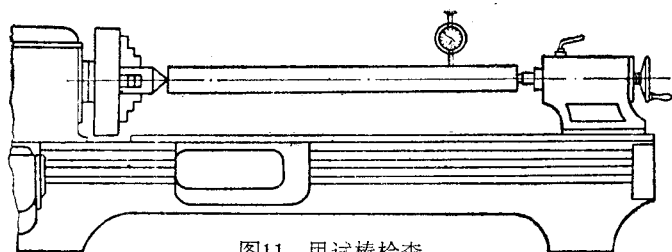


图11 用试棒检查

调整方法：根据检查试棒两端的误差情况，用薄铜片、薄铁片或纸片等垫入尾座和床身导轨的接触面之间。垫的位置与厚度应按误差的位置和尺寸而定，如果靠顶尖部分低，可垫尾座的前端（见图12），

使顶尖部分升高；如果靠顶尖部分高，应垫尾座的后端

（见图13），使顶尖部分降低。调整后，

平行度误差要求每米长度应在0.03毫米以内。如果平行度误差超过0.2毫米以上，就应修整刮研，恢复其精度。

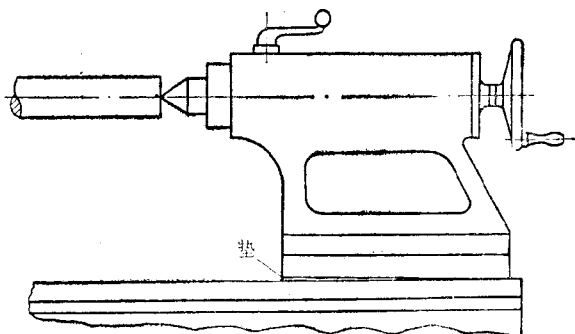


图12 靠顶尖部分低的垫法

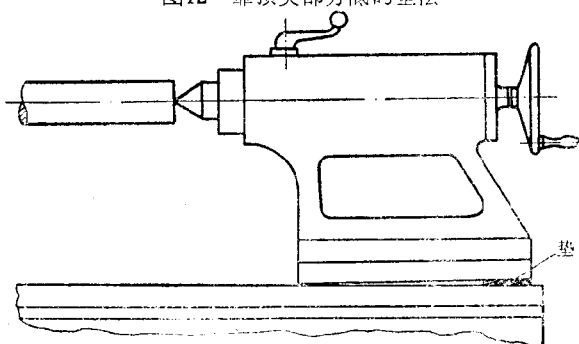


图13 靠顶尖部分高的垫法

2. 调整尾座顶尖中心对床头主轴（或顶尖）中心的左右同心度

由于床头主轴中心对尾座中心有左右偏移的误差，使工件产生锥度误差。为了保证工件的加工质量，加工前必须调整好尾座顶尖中心对床头主轴中心的左右同心度。

检查方法：按上述方法装好试棒，将百分表的触头触在试棒的侧面（见图14），检查出其误差。

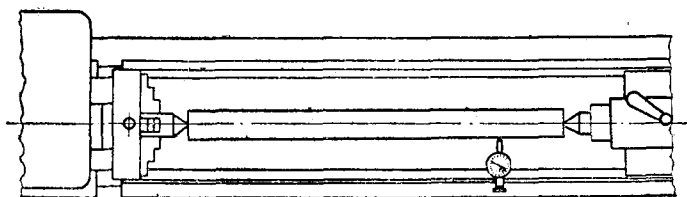


图14 调整尾座顶尖中心对床头主轴中心的同心度

调整方法：根据检查所得的误差尺寸，调整尾座调梢丝杠。例如，检查结果尾座顶尖端比主轴顶尖端向内偏0.2毫米，即加工件尾座端部靠近刀尖比另一端多0.2毫米。那么，车削时直径精度要差0.4毫米，调整时应把尾座向外侧调0.2毫米。

调整后，用百分表再作检查，测得误差在0.02毫米内即可，一般允许有倒梢不可有正梢，即工件靠床头主轴部分的百分表读数应是+0.02，顶尖部分为0。

遇到上述情况，经常调整尾座比较麻烦，所以当误差小于0.05毫米的情况下，调整更为困难。这时可采用简便的薄纸片加垫的办法来解决。垫的位置可根据检查出的误差部位来确定：当靠顶尖部分间隙大时，可将纸片垫在顶尖梢柄和顶尖套锥孔的接触面外侧（见图15）；当靠床头主轴部分间隙大，应垫在内侧。垫的厚度，也应根据误差尺寸而定，例如：检查出的误差尺寸为

0.05毫米，就应垫上0.04~0.06毫米的薄纸片（一般办公用纸厚约0.04毫米）。

以上都是用试棒来检查的。如果没有现成的试棒，可用要加工的工件来代替，但在该工件的两端应车出直径相等的尺寸，用上述同样方法检查其误差、调整机床。当没有百分表时，检查平行度也可用跟刀架的上支

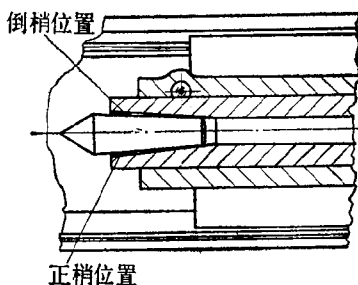


图15 调整尾座顶尖梢

柱爪轻触在试棒或工件表面上部，然后摇动大拖板检查两端间隙，并用塞尺测得误差尺寸，或凭支柱爪和工件压力差的感觉判断误差尺寸及位置。

调整锥度时，可利用横刀架刻度。调整时，首先应将工件两端的直径车出，用外径百分尺测出两直径差，根据需要垫纸的位置，按直径误差的二分之一垫上薄纸片。例如：在车第一端直径时，横刀架刻度在30格位置上，则把另一端直径车到30格，测得大头比小头差0.08毫米，这时应在需要位置上垫上约0.04毫米的薄纸片。用上述方法反复检查调整，就可以得到良好的效果。

此外，在加工前还必须将小刀架、横刀架溜板楔铁的间隙调整好，防止加工过程中扎刀，同时又能准确方便地控制进退刀。

还必须指出：以上两种调整方法，是在车床精度差的情况下所采用的简便调整方法。车床对于车工来说，如同战士手里的武器，平时维护保养得好，使用起来就能得心应手。因此，必须重视车床的正确使用、维护和随时检查调整，做到“防患于未然”，保证优质高产地完成生产任务。

四 工件的装卡与冷却润滑

1. 跟刀架的结构及其使用要求 跟刀架是车削细长轴必不可少的辅件，使用跟刀架是防止工件弯曲变形抵抗径向切削力和垂直切削力的重要措施。因此，跟刀架的结构合理与否，对保证加工质量有着重要的关系。

在实践中，我们使用图16所示的跟刀架，效果较好，现介绍如下：

一、跟刀架的结构特点

1) 采用三爪支承，加工时稳定，且能自如地支承住工件，不易产生振动；

2) 三爪支柱之间互成 90° ，克服了两爪互成 105° 时因加工直径变化而产生接触不良的疵病，减少修整支柱爪端面弧度的次数；

3) 下支柱采用外侧传动调整方法，便于操作，克服支柱体内调整的困难与不安全等缺点；

4) 支柱爪采用 60° 窄面长条接触（见图17），稳定性好，便于修磨，并能适应不同直径的变化。

二、对跟刀架结构与主要零件的要求

在高速车削细长轴时，所用的跟刀架要达到以下几点要求：

1) 跟刀架各支柱的外径与跟刀架上各相配合的孔，应保持滑配合状态，不得松动，配合间隙宜在 $0.02\sim 0.03$ 毫米，表面光洁度应在 $\nabla 7$ 以上，以达到使用时运用自如。使用时，支柱伸出长度不宜太长，以不超过孔内长度的二分之一为宜，以保持其稳定性。