

机械制造难加工技术

邢鸿雁 陈榕林 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

JIXIE ZHI ZAO NAN JIA GONGJI SHU

机械制造难加工技术

主 编	邢鸿雁	陈榕林
参 编	陈 野	王利欣
	张 磊	刘 辉
	郑 云	兰玉红



机械工业出版社

本书以提出问题、分析问题和解决问题为写作主线,介绍了机械制造难加工技术。主要包括车削细长轴的关键技术及车削方法、车削螺纹及保证质量的技术措施、特殊孔的切削加工、在车床上作非车削加工、特殊材料的切削加工、切削疑难问题对策和数控难加工技术。在介绍加工方法时,将制造工艺和操作技能相结合,并注重介绍其中的关键技术、技术对策和注意事项,希望能对读者有一定的帮助。

本书是一本技术性和实用性较强的科技类图书,既可供从事机械制造业的技术工人使用,也可以供相同或相关专业的技术人员和学生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造难加工技术/邢鸿雁,陈榕林主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 1

ISBN 978 - 7 - 111 - 25236 - 8

I. 机… II. ①邢…②陈… III. ①机械制造工艺②机械加工 - 工艺
IV. TH16 TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 153715 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张秀恩 责任编辑: 张秀恩 刘远星

版式设计: 霍永明 责任校对: 程俊巧

封面设计: 陈 沛 责任印制: 邓 博

北京京丰印刷厂印刷

2009 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 27.25 印张 · 675 千字

0 001 — 4 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 25236 - 8

定价: 55.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 68351729

封面无防伪标均为盗版

前 言

机械制造行业的职工队伍，半数以上是技术工人，他们的技术水平直接关系到企业的生存和发展。所以，无论是对企业，还是工人自身，提高技术水平都是刻不容缓的大事。

本书从车削细长轴的关键技术及车削方法、车削螺纹及保证质量的技术措施、特殊孔的切削加工、在车床上作非车削加工、特殊材料的切削加工、切削疑难问题对策、数控难加工技术几个方面，论述了机械制造难加工技术。其中的“难”有三层含义：一是书中略去低起点的内容，涉及的相关知识广，有一定的深度；二是论述的加工技术其工艺比较复杂，技术难点多，操作技能要求较高；三是对读者应有“引路牌”的作用，不仅知其然，还要知其所以然。为了变“难”为“不难”，我们采用的编写方法是，以“专业知识”和“操作技能”为主线，有针对性地提出问题，然后加以分析，进而明确解决办法。这些办法有的是先进经验，有的是绝招窍门，有的是实践措施，虽不能肯定地讲是“最好”的办法，但它能适应生产需要，解决具体问题。特别值得一提的是，在介绍加工方法时，强调其中的关键技术、技术对策和注意事项，希望读者能以此为鉴，在生产实践中少碰钉子，少走弯路，并能启发创新思维，培养创造能力，尽快地提高技术水平。

本书编写过程中，参考了许多著作、论文和杂志，还得到了张学询、孙树仁二位专家的大力支持，在此表示感谢！

本书由邢鸿雁、陈榕林主编，陈野、王利欣、张磊、刘辉、郑云、兰玉红参加编写。

由于时间仓促，业务水平有限，难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 车削细长轴的关键技术

及车削方法 1

- 一、细长轴的加工特点和要解决的关键技术 1
- 二、中心架及其使用方法 2
- 三、跟刀架及其使用方法 4
- 四、使用中心架和跟刀架时的注意事项 5
- 五、车削细长轴的刀具及几何形状 6
- 六、车削细长轴的装夹方法 9
- 七、细长轴的加工方法 10
- 八、切削用量选择实例 15
- 九、常见质量问题及对策 16

第二章 车削螺纹及保证质量

的技术措施 19

- 一、螺纹的基本知识和常用表 20
- 二、螺纹车刀 44
- 三、车床的调整和交换齿轮计算 49
- 四、车削三角形螺纹 65
- 五、车削梯形螺纹 77
- 六、车削矩形螺纹 82
- 七、车削蜗杆螺纹 83
- 八、车削多线螺纹 84
- 九、车削丝杠螺纹 87

第三章 特殊孔的切削加工 89

- 一、精孔钻削 91
- 二、小孔钻削 92
- 三、深孔切削加工 92
- 四、缺料孔钻削 94
- 五、在圆柱面上钻孔 94
- 六、钻削骑缝孔和中心距较小的孔 95
- 七、钻削二联孔 96
- 八、在斜面上钻孔 97
- 九、在薄板上钻孔 98
- 十、在橡胶材料上钻孔 99
- 十一、在有机玻璃上钻孔 99
- 十二、钻削孔距有精度要求的孔 100

- 十三、变单孔钻削为多孔钻削 103

- 十四、在普通台式钻床 (Z512) 上进行半自动多孔钻削 111

- 十五、在万能工作台钻铣床上钻孔 114

第四章 在车床上作非车削加工 118

- 一、在车床上加工多边形 118
- 二、在车床上磨削加工 124
- 三、在车床上珩齿加工 129
- 四、在车床上铣端面 and 钻中心孔 132
- 五、在车床上滚压加工 136
- 六、在车床上铣削加工 139
- 七、在车床上插削加工 144
- 八、在车床上镗削加工 146
- 九、在车床上抛光和研磨 152

第五章 特殊材料的切削加工 158

- 一、不锈钢切削加工 158
- 二、高锰钢切削加工 161
- 三、淬火钢切削加工 162
- 四、高强度钢切削加工 164
- 五、高温合金切削加工 165
- 六、钛合金切削加工 167
- 七、纯铜和纯铝材料切削加工 170
- 八、工程塑料切削加工 172
- 九、橡胶材料切削加工 173
- 十、有机玻璃切削加工 174
- 十一、硬玻璃切削加工 175

第六章 切削加工疑难问题对策 176

- 一、车刀与车削 176
- 二、圆柱孔与圆锥面车削 189
- 三、成形面车削与表面滚花 214
- 四、特殊结构零件车削 239
- 五、提高车削效率的几项技改成果 260
- 六、分度头在铣削加工中的应用 269
- 七、用一把三面刃槽铣刀或组合三面刃铣刀铣花键 286
- 八、铣削离合器及保证加工质量的技术对策 290

九、铣削齿轮及保证加工质量的技术 对策	303
第七章 数控难加工技术	329
一、多拐曲轴的加工	329
二、多线螺纹配合件加工	335
三、复杂工装类零件的加工（一）	342
四、复杂工装类零件的加工（二）	346
五、用户宏程序（一）	351
六、用户宏程序（二）	355
七、现代车削中心的加工	360
八、数控铣削的现代加工技术	376
九、电火花加工	398
参考文献	430

第一章 车削细长轴的关键技术及车削方法

工人们常说：“钳工怕钻眼，车工怕车杆”。“车工怕车杆”是指怕车细长轴（杆）。因为细长轴工件的长径比大，刚性差，切削中易热胀变形和振动；连续车削时间长，刀具磨损量大，致使工件形位精度和表面粗糙度不易达到图样要求。可见车削细长轴是一项难掌握的加工技术。

一、细长轴的加工特点和要解决的关键技术

1. 细长轴的加工特点

工件长度 L 与直径 d 之比称长径比。当 $L/d > 25$ 时，一般称为细长轴，也称细长杆。

由于细长轴的长径比通常在 25 以上，所以本身刚性很差。在车削时，因受切削力、切削热和振动等因素的影响，会出现以下一些问题：

- 1) 车削时产生的径向切削力，会使工件弯曲，从而引起振动，影响加工精度和表面粗糙度。
- 2) 由于工件自重、变形和振动，影响工件圆柱度和表面粗糙度。
- 3) 工件高速旋转时，在离心力的作用下，加剧了工件的弯曲和振动。
- 4) 细长轴车削一次进给时间较长，车削热量大部分传给工件，使工件温度升高，产生轴向伸长变形。温度愈高，伸长量愈大。若工件两端用顶尖装夹（或一端用卡盘一端用顶尖），轴向伸长会使工件弯曲，使加工质量下降。

2. 车削细长轴的三个关键技术

尽管加工细长轴的工艺难度很大，要求的操作技术也比较高，但是若能掌握和解决加工细长轴的关键技术，出现在加工中的很多困难都可以克服。

(1) 采用特殊的装夹方法 凭借特殊的装夹方法，有效地利用超定位作用，使用中心架和跟刀架作为支承夹具，以增加工件的装夹刚度。

(2) 解决工件热变形伸长问题 工件热变形伸长量可按下式计算

$$\Delta L = \alpha L \Delta t$$

式中 ΔL ——工件热变形伸长量 (mm)；

α ——材料线膨胀系数 ($1/^\circ\text{C}$)；

L ——工件总长 (mm)；

Δt ——工件温度升高量 ($^\circ\text{C}$)。

例 1 车削直径为 25mm、长度为 1200mm 的细长轴，材质为 45 钢，工件受热由 21°C 上升到 61°C ，45 钢的线膨胀系数 $\alpha = 11.59 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 。这种情况下，细长轴的热变形伸长量 ΔL 为

$$\Delta L = \alpha L \Delta t = 11.59 \times 10^{-6} \times 1200 \times (61 - 21) \text{ mm} = 0.556 \text{ mm}$$

防止工件热变形伸长，通常从两方面采取措施：一是使用弹性回转顶尖，当工件受热伸

长后,使弹性回转顶尖向后退让,防止工件产生弯曲变形;二是加注充分的切削液,吸收切削时所产生的热量,也可使跟刀架卡爪与工件接触处得到很好的润滑,改善工件与刀具的摩擦情况,减少热量的产生。

车细长轴时,一般使用冷却性较好的乳化液进行充分冷却。当用高速钢车刀低速车削细长轴时,为了减少刀具磨损,用硫化切削油作为切削液。

(3) 合理选择车刀的几何形状 选择车刀几何形状应考虑以下问题:

1) 尽量减小切削力,尤其是减小径向力,因为径向力是产生切削振动的主要因素。为此,细长轴车刀一般选用大前角和大主偏角。为减小径向力、避免振动,有的细长轴车刀选用 93° 主偏角。

2) 选择正刃倾角($\lambda_s > 0$),一方面可控制切屑流向待加工表面,另一方面也可减小径向力,避免振动。

3) 刀面切削刃要具有较低的表面粗糙度值,车刀要经过研磨,经常保持刃口锋利。

4) 选择较小的刀尖圆弧半径(一般半径 $r < 0.3\text{mm}$)。刀尖半径愈小,径向力愈小,愈不易引起振动。

二、中心架及其使用方法

中心架是卧式车床的随机附件,其结构如图 1-1 所示。

使用时,将中心架置于床面的一定位置上,由主体 2 通过压板 1 和螺母 10 紧固在床面上。盖子 7 与主体 2 用销作活动联接,盖子 7 可以打开与盖住,并用螺钉 9 来固定。三个爪的向心或离心位置,可以用螺钉 4 调节,以适应不同直径的工件,并用螺钉 8 紧固爪 5 和 6,使爪在需要的位置固定不动。其使用方法有三种。

1. 中心架直接安装在工件的中间

如图 1-2a 所示,中心架在工件中间,使 L/d 值减少了 $1/2$,细长轴的刚性可增加好几倍。

在工件装上中心架之前,必须在毛坯中间车一段安装中心架卡爪的沟槽,槽的直径要留有加工余量。车这条沟槽时,背吃刀量和进给量必须选得很小,主轴的转速也不能太快,车好后用砂布打光。调整中心时,要先调整下面两个爪,然后把盖子盖好固定,最后调整上面一个爪。为使卡爪与工件保持良好的接触,也可以在卡爪与工件之间加一层砂布(砂布光面朝向工件)或研磨剂,进行研磨跑合。

车削时,卡爪与工件接触处应经常加润滑油。

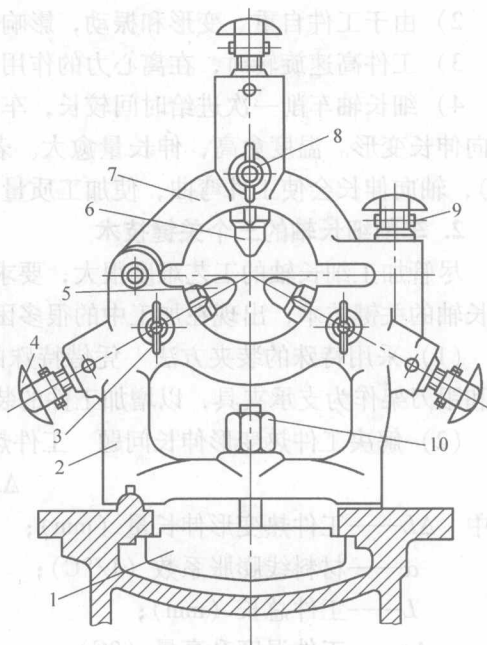


图 1-1 中心架

1—压板 2—主体 3、4、8、9—螺钉
5、6—爪 7—盖子 10—螺母

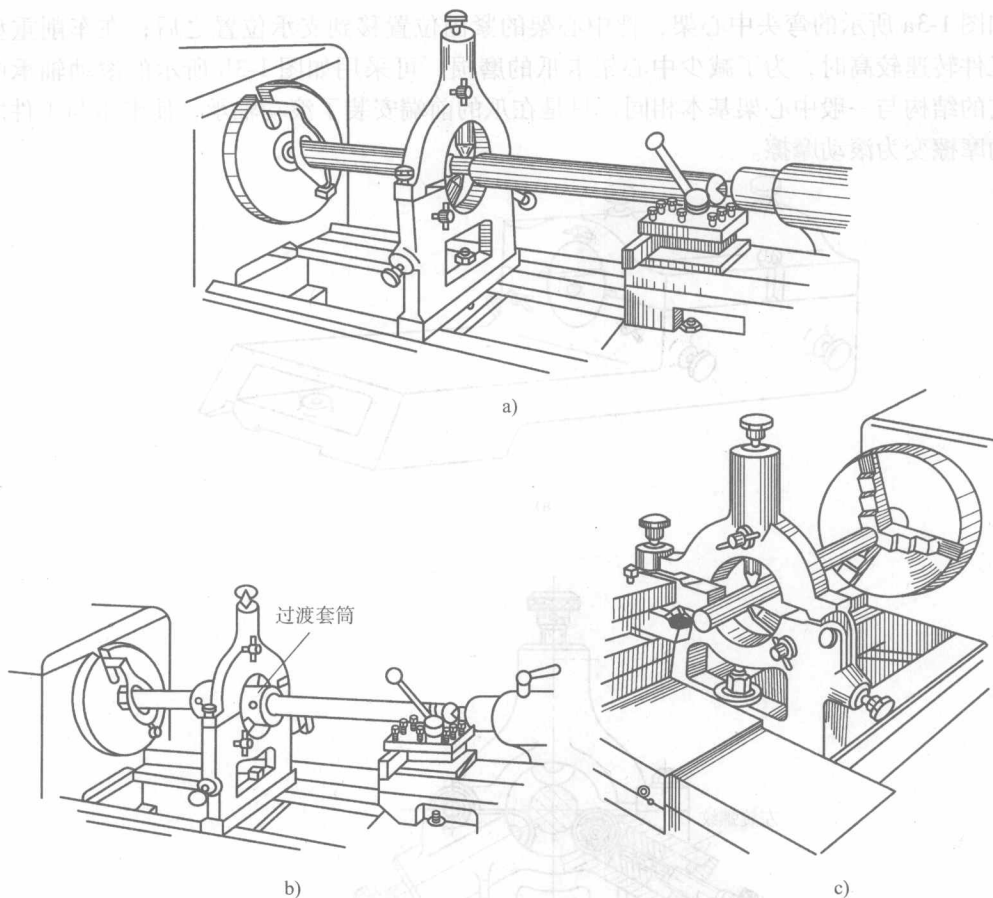


图 1-2 中心架的使用方法

a) 用中心架车削细长轴 b) 用过渡套筒安装细长轴 c) 一端夹住一端搭中心架

2. 用过渡套筒安装中心架

在上述方法中,中心架的卡爪直接与工件接触,因此在工件上必须先车出搭中心架的沟槽,但车这样的沟槽是比较困难的。为解决这个问题,可以用过渡套筒安装细长轴的办法,使卡爪不直接跟毛坯轴接触,而与过渡套筒的外表面接触,如图 1-2b 所示。过渡套筒的两端各装有四个螺钉,用这些螺钉夹住毛坯工件。

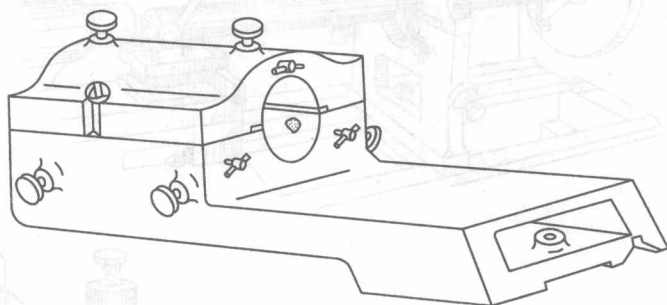
过渡套筒的找正方法是,在刀架上安装一个百分表,转动工件,并观察百分表的跳动情况,用螺钉调整中心,直到符合要求,然后将套筒两端的螺钉紧固。

3. 一端夹住一端搭中心架

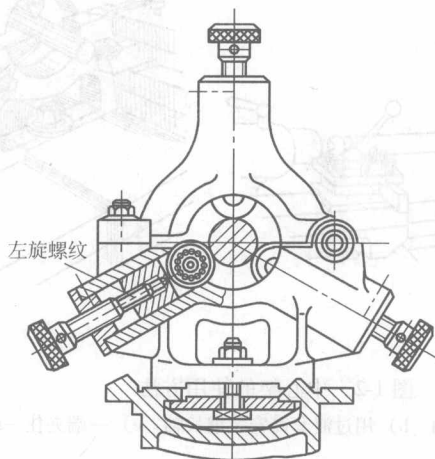
如果要车削细长轴的端面或内孔,以及在轴的一端切断或车内螺纹等,就可以把中心架移到近轴的端部,即采用一端夹住一端搭中心架的方法,如图 1-2c 所示。但必须注意,在调整中心架的三个爪之间,先把工件找正,然后再调整爪,使工件轴线与车床主轴轴线同轴。否则,在轴的端面上钻中心孔时,会折断中心钻;在中心架上车孔时,会产生锥度;如果中心偏斜严重,工件转动时产生扭动及外窜现象,会从卡盘上掉下来,并把工件外圆表面夹伤。

此外,在使用中心架车削辊筒类工件时,车床溜板会与中心架相碰,需要接刀,这时可

使用如图 1-3a 所示的弯头中心架，把中心架的紧固位置移到支承位置之后；在车削重型工件或工件转速较高时，为了减少中心架卡爪的磨损，可采用如图 1-3b 所示的滚动轴承中心架，它的结构与一般中心架基本相同，只是在爪的前端安装了滚动轴承，使卡爪与工件之间的滑动摩擦变为滚动摩擦。



a)



b)

图 1-3 弯头中心架和带滚动轴承的中心架

a) 弯头中心架 b) 带滚动轴承的中心架

三、跟刀架及其使用方法

跟刀架通常有两只卡爪，使用时把它固定在床鞍上，跟在车刀的后面，所以起名为“跟刀架”。用跟刀架的卡爪跟随着车刀抵消径向切削力，可以提高车削细长轴的形状精度，降低表面粗糙度值。

从跟刀架的设计原理来看，只需两只卡爪就可以了，如图 1-4a 所示，车刀给工件的切削合力 F 使工件贴在跟刀架的两个爪上。实际使用时，工件本身有一个向下的重力 G ，工件还可能有些弯曲。因此，车削时工件往往因离心力瞬时离开卡爪，瞬时接触卡爪，从而产生

振动。如果把跟刀架做成如图 1-4b 所示的三只卡爪，这样工件在车削中由三只卡爪和车刀共同抵住。于是上下、左右都不能移动，有利于加工细长轴。

三爪跟刀架的结构如图 1-4c 所示，用捏手 3 转动锥齿轮 2，经锥齿轮 1 转动丝杠 5，即可使卡爪 4 作向心或离心移动。

使用跟刀架车削外圆的方法，根据切削方向来区分：一种是正向进给车削（习惯的车削方法）；一种是从床头向尾座方向进给，即反向进给车削，它的特点是改变轴向切削分力的方向，使工件由受压转变为受拉伸，这样可以减小车削时工件的振动和弯曲变形。所以在车削细长轴时，要尽量选用反向进给车削的方法。

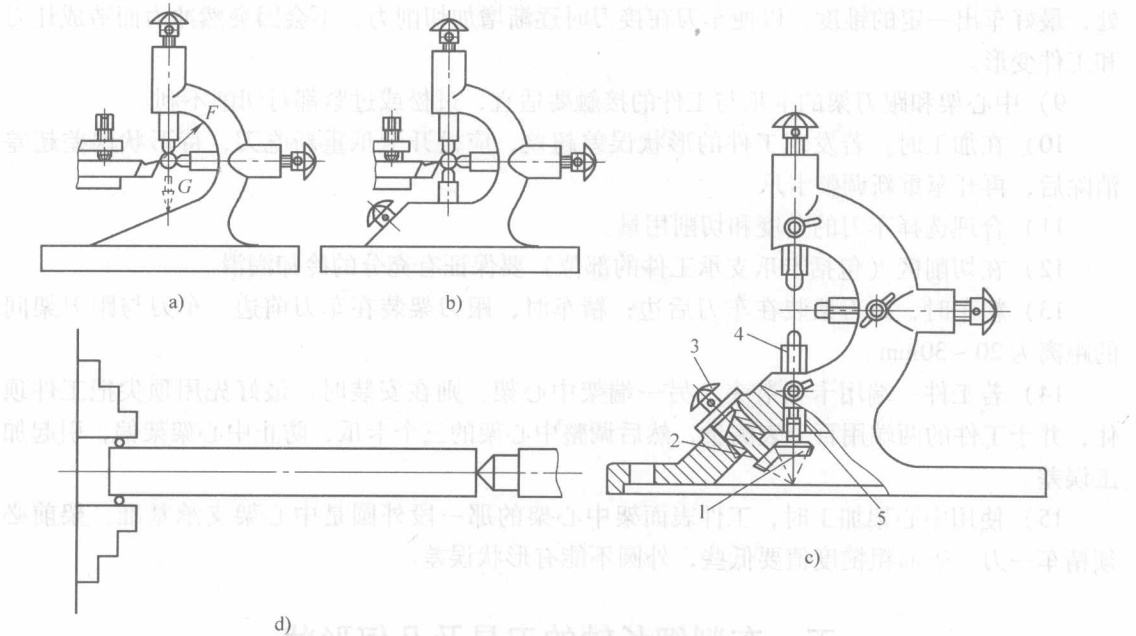


图 1-4 跟刀架及垫圆柱销装夹工件的方法

a) 两爪跟刀架 b) 三爪跟刀架 c) 三爪跟刀架的结构 d) 垫圆柱销装夹工件的方法

1、2—锥齿轮 3—捏手 4—卡爪 5—丝杠

四、使用中心架和跟刀架时的注意事项

使用中心架和跟刀架时的注意事项：

- 1) 精车长轴和细长轴时，工件材料应消除内应力。
- 2) 若原材料弯曲，应先矫直。
- 3) 由于细长轴刚性差，车削时容易让刀，需要多次车削才能将工件车直，所以加工余量要比一般工件的加工余量大。如长径比为 30 的细长轴，加工余量一般为 4mm 左右；长径比为 50 的细长轴，加工余量一般为 5~6mm。

4) 细长轴在钻中心孔前，必须注意坯料是否弯曲。弯曲度大的应矫直，弯曲度小的也应尽量使弯曲点在工件两端，使工件中间不弯曲或弯曲小，以防车削时工件产生离心力而影响切削。

- 5) 调整尾座中心与主轴中心同轴；尾座套筒伸出部分要尽可能地短，以便减少振动。
- 6) 中心架和跟刀架的卡爪（支承脚）圆弧面与工件外圆应吻合。在必要时，对其卡爪圆弧面应进行修整和研磨。
- 7) 装夹细长轴时，被夹持部分不宜过长，一般为 10 ~ 15mm。经验表明，用 $\phi 5\text{mm} \times 20\text{mm}$ 的圆柱销垫在卡盘卡爪下面的凹槽中，如图 1-4d 所示，以点接触，可以避免卡爪装夹时接触面过长所造成的应力变形。
- 8) 对车削及支承处外圆的要求是：圆度好，表面光洁，不能有其他变形等缺陷；支承处外圆的长度一般比支承卡爪的长度长 15mm 左右；在车好的支承处外圆和工件毛坯的相交处，最好车出一定的锥度，以使车刀在接刀时逐渐增加切削力，不会因突然冲力而造成让刀和工件变形。
- 9) 中心架和跟刀架的卡爪与工件的接触要适宜，过松或过紧都对切削不利。
- 10) 在加工时，若发现工件的形状误差超差，应松开卡爪重新吃刀，待形状误差超差消除后，再开车重新调整卡爪。
- 11) 合理选择车刀的角度和切削用量。
- 12) 在切削区（包括卡爪支承工件的部位）要保证有充分的冷却润滑。
- 13) 粗车时，跟刀架装在车刀后边；精车时，跟刀架装在车刀前边。车刀与跟刀架间的距离为 20 ~ 30mm。
- 14) 若工件一端用卡盘装夹，另一端架中心架，则在安装时，最好先用顶尖把工件顶住，并于工件的两端用百分表测量，然后调整中心架的三个卡爪，防止中心架架偏，引起加工误差。
- 15) 使用中心架加工时，工件表面架中心架的那一段外圆是中心架支承基准，架前必须精车一刀。表面粗糙度值要低些，外圆不能有形状误差。

五、车削细长轴的刀具及几何形状

1. 车刀的几何形状

车削细长轴时，由于工件刚性差，车刀的几何形状对切削力、工件变形和振动都有明显的影响，所以选择车刀几何形状时要考虑以下几点：

- (1) 选择较大的前角 车刀的前角过小，容易使切削力增加，切削变形大，同时导致切削温度升高，结果造成切削不畅，工件变形增加，加工精度下降。通常用于车削细长轴的刀具，其前角应取较大值，一般在 $15^\circ \sim 30^\circ$ 范围内。
- (2) 尽量增大主偏角 车刀的主偏角越小，切削时所产生的径向切削力越大，越容易产生振动和弯曲变形。而细长轴的最大弱点就是刚性较差，不能承受大的径向力。通常在粗车细长轴时，希望保留一定的径向切削力，以使工件压在支承爪上，一般主偏角在 $75^\circ \sim 80^\circ$ 范围内选取；而精车时，主偏角要略大于或等于 90° 为宜，以保证细长轴的加工精度。
- (3) 车刀的后角不宜过大 因为车削细长轴时车刀的前角较大，若后角取得过大，会使楔角减小，造成车刀的强度降低，切削中容易产生振动。一般后角应在 $6^\circ \sim 8^\circ$ 范围内选取为宜。加工中为进一步防止振动，还可以将刀尖圆弧过渡刃处的后角用磨石磨成 0° ，或者在安装车刀时将刀尖安装得高于工件 0.5mm 左右，也能起到防振作用。

(4) 刀尖圆弧半径要合适 由于细长轴车刀的大前角和大主偏角, 致使刀尖强度和散热能力都比较差, 因此应磨有刀尖圆弧, 以提高刀尖强度, 改善散热条件。但是, 过大的刀尖圆弧将会增加产生振动和使工件弯曲的可能性。所以, 用于加工细长轴的车刀, 其刀尖圆弧半径应控制在一定范围内, 一般情况下, 在 $0.1 \sim 0.3\text{mm}$ 范围内为宜。

(5) 应磨卷屑槽 车刀前面应该磨出宽度为 $1.5 \sim 3\text{mm}$ 的卷屑槽, 使切屑顺利卷曲折断。

2. 车刀实例

生产中车削细长轴用车刀实例如下:

(1) 主偏角 75° 粗车刀 (图 1-5)

1) 主偏角采用 75° , 则 F_x 分力较大, F_y 分力较小。增加工件受的拉力, 减小径向力, 有利于防止工件弯曲变形和振动。

2) 前面磨出较大前角 $\gamma_o = 15^\circ \sim 20^\circ$, 小后角 $\alpha_o = 3^\circ$ 。既可减小切削力又可加强刃口强度, 使刀具适应强力切削。

3) 通过磨卷屑槽和正 5° 的刃倾角控制切屑顺利排出。

4) 刀片材料最好用强度和耐磨性较好的 YW1。

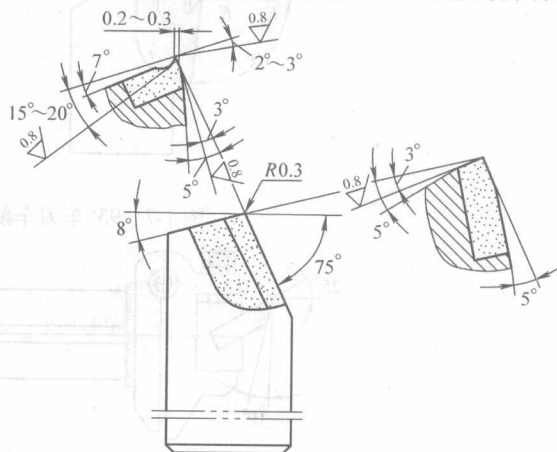


图 1-5 75° 粗车刀

(2) 93° 细长轴车刀 (图 1-6) 93° 细长轴车刀, 适用于精车长径比小于 50 的细长轴, 切削时不需要使用跟刀架, 便可得到较好的表面质量。

使用这种车刀, 当背吃刀量小时 (不超过横向卷屑槽宽的一半), 工件受力情况如图 1-7 所示。工件受到刀具的挤压力 F_n , F_n 与 F_y 方向相反。两者合成的效果使径向力下降, 减少了切削时的振动。这就是它不用跟刀架能车削细长轴的关键所在。使 F_y 与 F_n 具有相反方向的条件是主偏角大于 90° , 使切削力有将工件拉向刀具的分力。但主偏角过大, 又会使刀尖薄弱, 故取主偏角为 93° , 并在前面开横向卷屑槽加以辅助, 使效果更好。但是, 要求刀具的安装位置必须正确, 使刀尖略高于中心。刀片材料选用耐磨性好的 YT30。

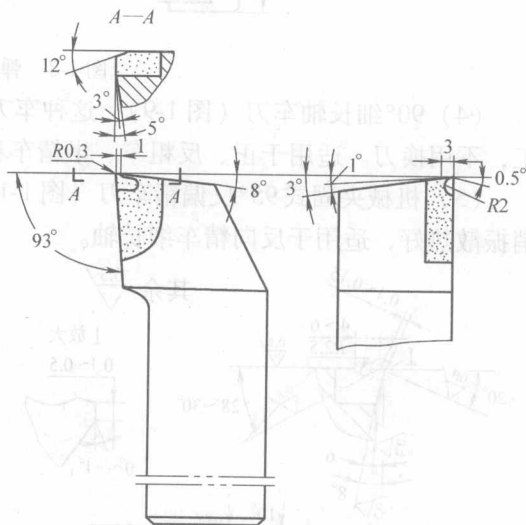


图 1-6 93° 细长轴车刀

(3) 弹性可调节刀排 (1-8) 弹性可调节刀排一般用于精车。刀片磨出前角为 0° , 后角为 35° , 装入刀排里形成前角 25° , 后角 10° , 同时旋转 $1^\circ 30' \sim 2^\circ$ 形成刃倾角。由于宽刃车刀采用大进给量、低转速进行精车, 刃口的平面度和表面粗糙度直接影响加工精度, 因此刀片刃磨后还要研磨, 使表面粗糙度值 R_a 达 $0.8\mu\text{m}$, 刃口的宽度大于进给量, 取刀宽 $B = (1.3 \sim 1.5)f$ 。切削用量一般取为: 背吃刀量 $a_p = 0.02 \sim 0.05\text{mm}$; 切削速度 $v = 1 \sim 2\text{m/min}$; 进给量 $f = 10 \sim 20\text{mm/r}$ 。

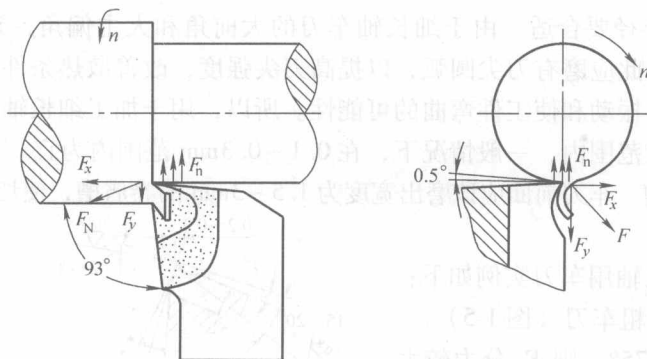


图 1-7 93°车刀车削时工件受力情况

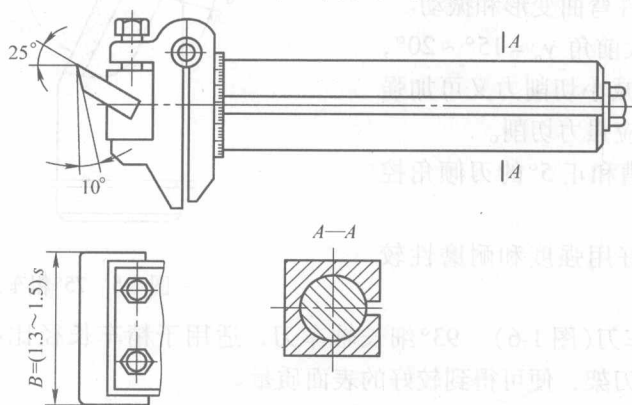


图 1-8 弹性可调节刀排

(4) 90°细长轴车刀 (图 1-9) 这种车刀车削时, 径向抗力小, 可一次完成多阶台轴加工, 不用换刀。适用于正、反粗车、半精车和精车细长轴。

(5) 机械夹固式 95°反偏精车刀 (图 1-10) 这种车刀的前角和副偏角都较大, 摩擦小, 消振散热好, 适用于反向精车细长轴。

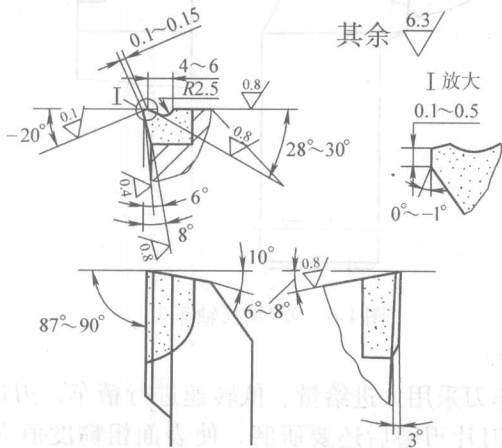


图 1-9 90°细长轴车刀

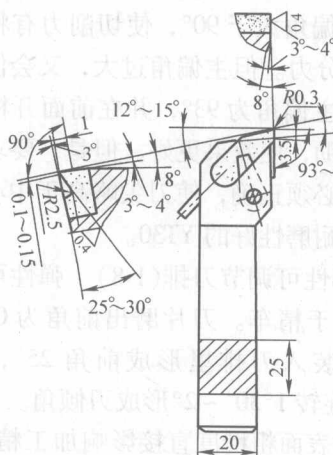


图 1-10 机械夹固式 95°反偏精车刀

六、车削细长轴的装夹方法

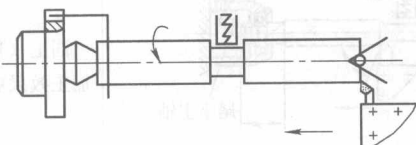
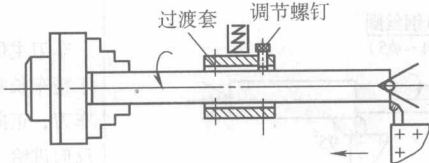
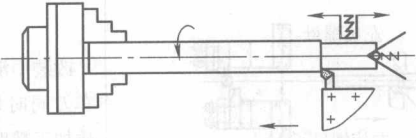
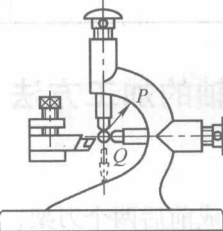
装夹方法是车削细长轴的关键技术之一。细长轴因其本身刚性差，为提高工件刚性，加工中常采用中心架或跟刀架。

用中心架加工细长轴比较广泛。为提高工件的刚性，在中间用一个中心架，工件支承点间的距离虽然只减少了1/2，但刚性却增加了好几倍。通常，对一般的长轴类零件，采用一个中心架可以基本满足刚性要求。但在中心距很长的车床上加工车径比很大的细长轴时，往往需要两个或三个中心架，才能满足刚性要求。

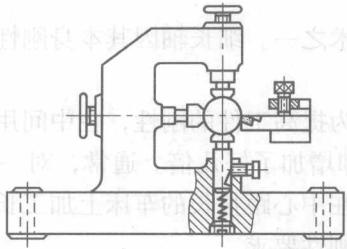
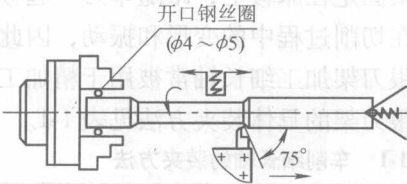
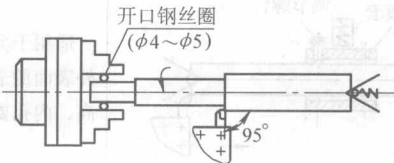
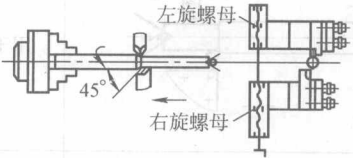
用跟刀架加工细长轴，其作用和中心架的作用基本相同，都是为提高工件刚性而采取的措施。与用中心架不同的是，跟刀架固定在床鞍上，跟随车刀一起移动，更直接地抵消径向切削力，从而更有效地控制了工件在切削过程中的变形和振动，因此可获得较高的形状精度和较低的表面粗糙度值。所以，用跟刀架加工细长轴常被用于精加工。

车削细长轴时，使用中心架或跟刀架的具体装夹方法见表1-1。

表 1-1 车削细长轴的装夹方法

装夹号	使用附件或刀具	简 图	说 明
1	中心架		适用于允许调头接刀车削（工件四槽尺寸；槽底径等于工件最后直径，槽宽比中心架支承宽度宽10mm）
			适用于允许调头接刀车削（过渡套外表面的表面粗糙度值要低，精度要高，内孔要比工件直径大20~30mm）
2	跟刀架		用于不允许调头接刀车削的工件
			双支承跟刀架的支承柱窄，支承面小，刚性差，加工精度低，不适用于高速切削

(续)

装夹号	使用附件或刀具	简 图	说 明
2	跟刀架		三支承跟刀架能减少工件振动和变形, 加工精度高, 适用于高速切削
3	跟刀架和 75° 车刀		因反向进给, 故变形小, 加工精度高。精车时使用可调宽刃弹性车刀
4	95° 车刀		车刀主偏角 $> 90^\circ$, 径向力小。适用于精车长径比 < 50 的轴。粗车用 65° 车刀, 正向进给; 半精车用 65° 车刀, 反向进给
5	45° 车刀		改装中滑板, 设前后刀架, 两把 45° 车刀同时切削。工件振动和变形小, 故加工精度高, 适用于批量生产

七、细长轴的加工方法

1. 对刀切削法加工细长轴

应用对刀切削法时, 将车床中滑板改装成前后两个刀架, 前刀架正装一把车刀, 后刀架

