

数控轴套类零件加工工艺

摘要

随着数控技术的不断发展和应用领域的扩大,数控加工技术对国计民生的一些重要行业(IT、汽车、轻工、医疗等)的发展起着越来越重要的作用,因为效率、质量是先进制造技术的主体。高速、高精加工技术可极大地提高效率,提高产品的质量和档次,缩短生产周期和提高市场竞争能力。而对于数控加工,无论是手工编程还是自动编程,在编程前都要对所加工的零件进行工艺分析,拟定加工方案,选择合适的刀具,确定切削用量,对一些工艺问题(如对刀点、加工路线等)也需做一些处理。并在加工过程掌握控制精度的方法,才能加工出合格的产品。

本文根据数控机床的特点,针对具体的零件,进行了工艺方案的分析,工装方案的确定,刀具和切削用量的选择,确定加工顺序和加工路线,数控加工程序编制。通过整个工艺的过程的制定,充分体现了数控设备在保证加工精度,加工效率,简化工序等方面的优势。

关键词 工艺分析 加工方案 进给路线 控制尺寸

目录

第 1 章 数控

1.1 数控的历史和发展

1.2 数控车床特点

第 2 章 工艺方案分析

2.1 零件图

2.2 零件图分析

2.3 确定加工方法

2.4 确定加工方案

第 3 章 工件的装夹

3.1 定位基准的选择

3.2 定位基准选择的原则

3.3 确定零件的定位基准

3.4 装夹方式的选择

3.5 数控车床常用的装夹方式

3.6 确定合理的装夹方式

第 4 章 刀具及切削用量

4.1 选择数控刀具的原则

4.2 选择数控车削用刀具

4.3 设置刀点和换刀点

4.4 确定切削用量

第5章 典型轴类零件的加工

5.1 轴类零件加工工艺分析

5.2 典型轴类零件加工工艺

5.3 加工坐标系设置

5.4 直径编程和半径编程

5.5 数控机床常用编程指令（功能字）

附录一

零件加工程序

第6章 结束语

第7章 致谢词

前言

机械加工的目的是将毛坯加工成符合产品要求的零件。通常，毛坯需要经过若干工序才能转化为符合产品要求的零件。一个相同结构相同要求的机器零件，可以采用几种不同的工艺过程完成，但其中总有一种工艺过程在某一特定条件下是最经济、最合理的。

在现有的生产条件下，如何采用经济有效的加工方法，合理地安排加工工艺路线以获得符合产品要求的零件，最重要的就是要编制出零件的工艺规程。

本文以与切削用量的选择，工件的定位装夹，加工顺序和典型零件为例，结合数控加工的特点，分别进行工艺方案分析，机床的选择，刀具加工路线的确定，数控程序的编制，最终形成可以指导生产的工艺文件。在整个工艺过程的设计过程中，要通过分析，确定最佳的工艺方案，使得零件的加工成本最低，合理的选用定位夹紧方式，使得零件加工方便、定位精准、刚性好，合理选用刀具和切削参数，使得零件的加工在保证零件精度的情况下，加工效率最高、刀具消耗最低。最终形成的工艺文件要完整，并能指导实际生产。

第 1 章 数控

1.1 数控的历史和发展:

数控的产生依赖于数据载体和二进制形式数据运算的出现。1908年,穿孔金属薄片互换式数据载体问世;19世纪末,以纸为数据载体并具有辅助功能的控制系统被发明;1938年,美国麻省理工学院进行了数据快速运算和传输,奠定了现代计算机,包括计算机数字控制系统的基础。数控技术是与机床控制密切结合发展起来的。1952年,第一台数控机床问世,成为世界机械工业史上一件划时代的事件,推动了自动化的发展。

现在数控技术也叫计算机数控技术(**Computer Numerical Control**),目前它是采用计算机实现数字程序控制的技术。这种技术用计算机按事先存贮的控制程序来执行对设备的控制功能。由于采用计算机替代原先用硬件逻辑电路组成的数控装置,使输入数据的存贮、处理、运算、逻辑判断等各种控制机能的实现,均可通过计算机软件来完成。

1.2 数控车床特点

数控车床与其他类型的车床相比有下列特点:

- 1) 通用性强,生产率高,加工精度高且稳定,操作者劳动强度低。
- 2) 适合于复杂零件的加工。
- 3) 换批调整方便,适合于多种中小批柔性自动化生产。
- 4) 便于实现信息流自动化,在数控车床基础上,可实现 **CIMS** (计

计算机集成制造系统)。

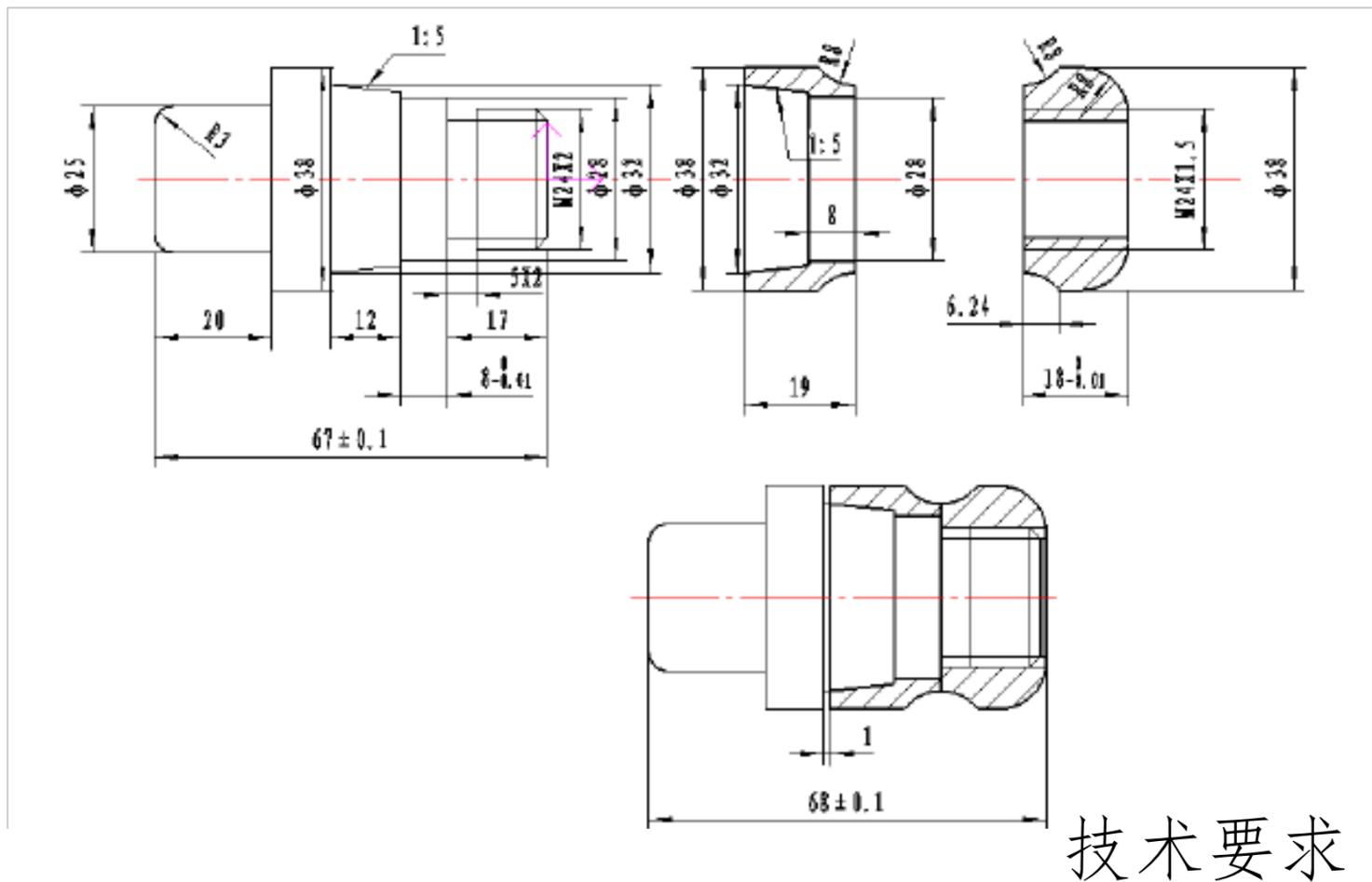
(2)适合于复杂零件。

. (3)换批调整方便，适合于多种中小批柔性自动化生产。

(便于实现信息流自动化，在数控车床基础上，可实现 CIMS (计算机集成制造系统)

第二章 工艺方案分析

2.1 零件图



- 1、 去除毛刺 尖角倒钝
- 2、 未注倒角均为 45°
- 3、 无热处理和硬度要求

2.2 零件图分析

该零件为三件套，零件表面由内外圆柱、内外锥度、槽、内外螺纹、顺圆弧和逆圆弧等表面组成。选用材料为 45 号钢， $\phi 40 \times 125$ ，无热处理和硬度要求。

4. 确定加工方法

加工方法的选择原则是保证加工表面的加工精度和表面粗糙度的要

求。由于获得同一级精度及表面粗糙度的加工方法一般有许多，因而在实际选择时，要结合零件的形状、尺寸大小和形位公差要求等全面考虑。

图上几个精度要求较高的尺寸，因其公差值较小，所以编程时没有取平均值，而取其基本尺寸。

通过以上数据分析，考虑加工的效率 and 加工的经济性，最理想的加工方式为车削，考虑该零件为大批量加工，故加工设备采用数控车床。

根据加工零件的外形和材料等条件，选用 SK40P 数控机床。

- ① 加工路线应保证被加工工件的精度和表面粗糙度。
- ② 设计加工路线要减少空行程时间，提高加工效率。
- ③ 简化数值计算和减少程序段，降低编程工作量。
- ④ 据工件的外形、刚度、加工余量、机床系统的刚度等情况，确定循环加工次数。
- ④ 合理设计刀具的切入与切出的方向。采用单向趋近定位方法，避免传动系统反向间隙而产生的定位误差。工件的精度和表面粗糙度。

2.4 确定加工方案

零件上比较精密表面的加工，常常是通过粗加工、半精加工和精加工逐步达到的。对这些表面仅仅根据质量要求选择相应的最终加工方法是不够的，还应正确地确定从毛坯到最终成形的加工方案。

加工顺序的安排应根据工件的结构和毛坯状况，选择工件定位

和安装方式，重点保证工件的刚度不被破坏，尽量减少变形，因此加工顺序的安排应遵循以下原则：

4. 上道工序的加工不能影响下道工序的定位与夹紧

(2) 先加工工件的内腔后加工工件的外轮廓

(3) 尽量减少重复定位与换刀次数

(4) 在一次安装加工多道工序

中，先安排对工件刚性破坏较小的工序。

由于此零件为 3 件套，在加工工艺上与其他零件不同，由图 (1)

可以看出此零件必须在配合下完成。

夹毛坯伸出长度为 60mm，车端面，打孔，用 $\phi 20$ 的麻花钻钻长 49

的孔，车 R8 的半个顺圆弧以及 $\phi 38$

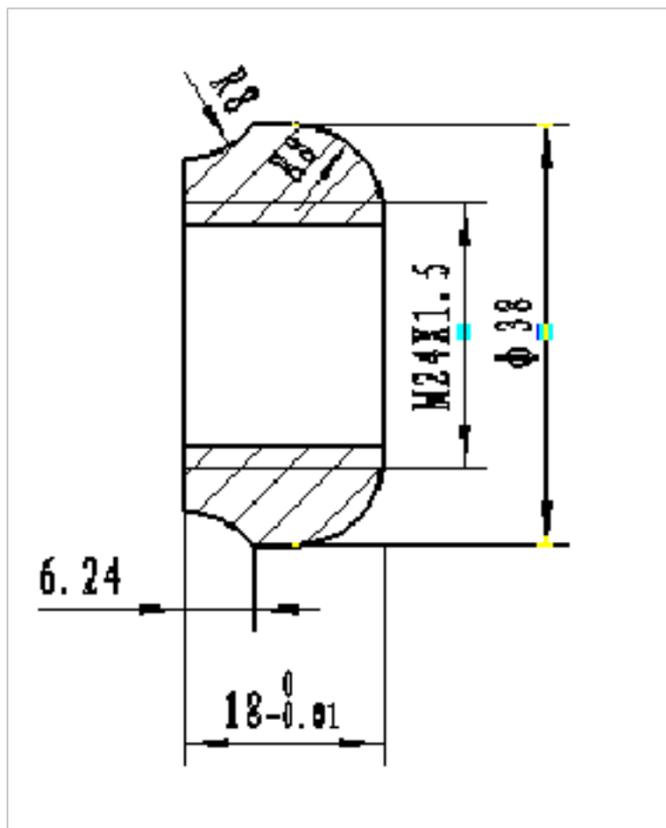


图 (1)

外圆，长度车刀 Z-50，并留精车余量，割断，车图 (2) 车端面，左

端面 ϕ

25mm、R3、

$\phi 38$ mm，调

头夹 $\phi 25$ 已

加工表面，车

端面控制件

一总长，加工

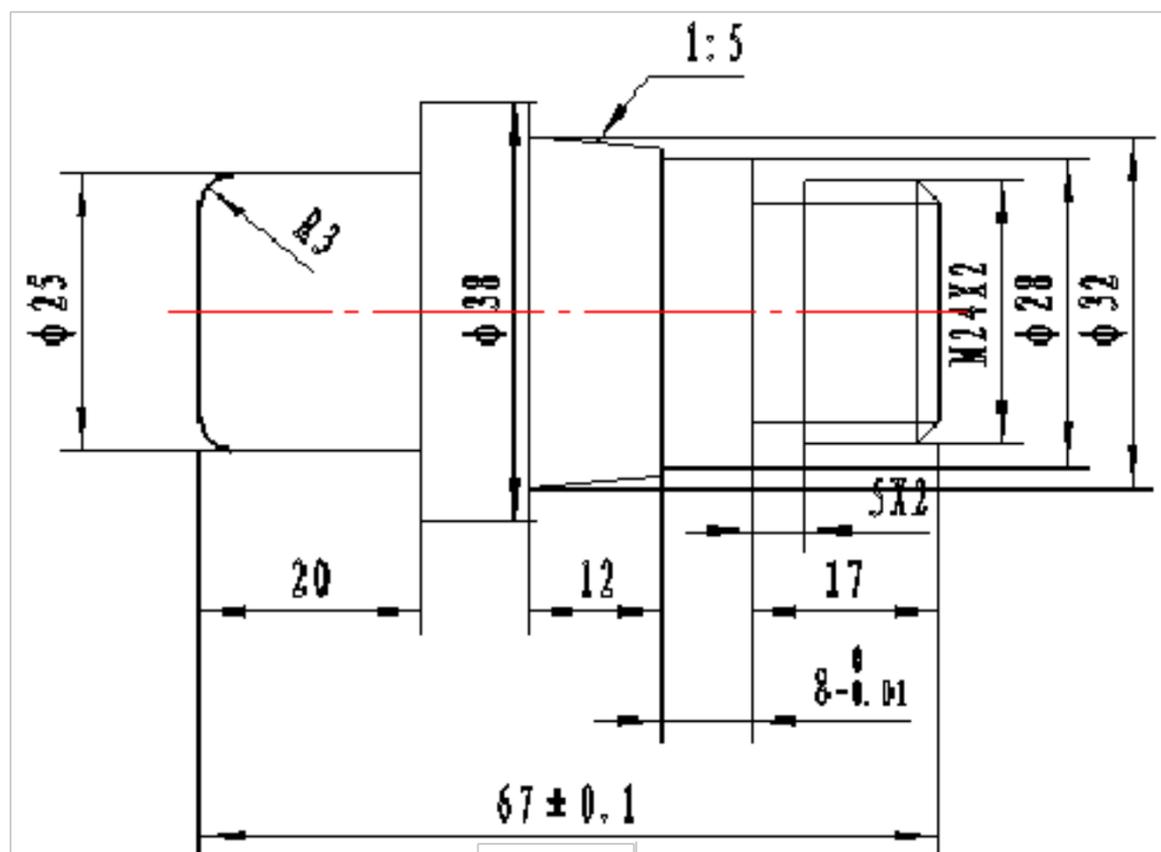


图 (2)

1:5锥度、 $\phi 28$ 外圆、退刀槽和 M24 外螺纹。车刚割断的内孔，夹非圆弧的 $\phi 38$ 外圆，车内孔至 $\phi 22.35 \times 21$ ，车 M24 \times 19 内螺纹，割断，被割断后长度为 19，继续车卡盘上的零件，车端面，调头车端面控制件二总长，车 $\phi 28$ 内孔和 1:5内锥，最后 3 件配合，夹 $\phi 25$ 外圆，车端面，控制件三总长，车 R8 逆圆弧， $\phi 38$ 外圆和 R8 顺圆弧。

工件的装夹

3.1 定位基准的选择

在制定零件加工的工艺规程时，正确地选择工件的定位基准有着十分重要的意义。定位基准选择的好坏，不仅影响零件加工的位置精度，而且对零件各表面的加工顺序也有很大的影响。合理选择定位基准是保证零件加工精度的前提，还能简化加工工序，提高加工效率。

3. 定位基准选择的原则

1) 基准重合原则。为了避免基准不重合误差，方便编程，应选用工序基准作为定位基准，尽量使工序基准、定位基准、编程原点三者统一。

2) 便于装夹的原则。所选择的定位基准应能保证定位准确、可靠，定位、夹紧机构简单、易操作，敞开性好，能够加工尽可能多的表面。

3) 便于对刀的原则。批量加工时在工件坐标系已经确定的情况下，保证对刀的可能性和方便性。

3. 确定零件的定位基准

以左右端大端面为定位基准，不过在做配合加工时，以件三的右端面为定位基准。

3.4 装夹方式的选择

为了工件不致于在切削力的作用下发生位移，使其在加工过程始

需将工件压紧夹牢。合理的选择夹紧方式十分重要，工件的装夹不仅影响加工质量，而且对生产率，加工成本及操作安全都有直接影响。

3.5 数控车床常用的装夹方式

1) 在三爪自定心卡盘上装夹。三爪自定心卡盘的三个卡爪是同步运动的，能自动定心，一般不需要找正。该卡盘装夹工件方便、省时，但夹紧力小，适用于装夹外形规则的中、小型工件。

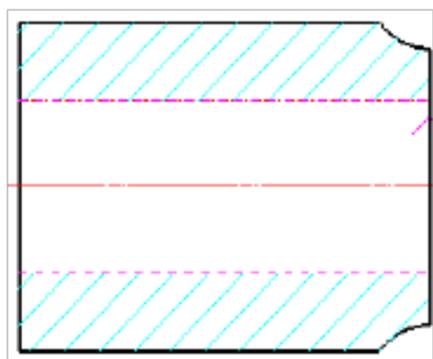
2) 在两顶尖之间装夹。对于尺寸较大或加工工序较多的轴类工件，为了保证每次装夹时的装夹精度，可用两顶尖装夹。该装夹方式适用于多序加工或精加工。

3) 用卡盘和顶尖装夹。当车削质量较大的工件时要一段用卡盘夹住，另一段用后顶尖支撑。这种方式比较安全，能承受较大的切削力，安装刚性好，轴向定位准确，应用较广泛。

4) 用心轴装夹。当装夹面为螺纹时再做个与之配合的螺纹进行装夹，叫心轴装夹。这种方式比较安全，能承受较大的切削力，安装刚性好，轴向定位准确。

3.6 确定合理的装夹方式

装夹方法：先用三爪自定心卡盘毛坯任意一端，加工件二和件三的组合体，如图所示，留有精车余量；夹毛坯，加工件一左端 $\Phi 25$ 、



$\Phi 35$ ，加工至工件精度要求；调头夹 $\Phi 25$ 外圆，加工件一右端端达到工件精度要求；夹 $\Phi 38$ 外圆，加工件三内螺纹，切断；夹 $\Phi 38$ 外圆，加

体右端外形，到零件加工要求。

第 章 刀具及切削用量

4.选择数控刀具的原则

刀具寿命与切削用量有密切关系。在制定切削用量时，应首先选择合理的刀具寿命，而合理的刀具寿命则应根据优化的目标而定。一般分最高生产率刀具寿命和最低成本刀具寿命两种，前者根据单件工时最少的目标确定，后者根据工序成本最低的目标确定。

选择刀具寿命时可考虑如下几点根据刀具复杂程度、制造和磨刀成本来选择。复杂和精度高的刀具寿命应选得比单刃刀具高些。对于机夹可转位刀具，由于换刀时间短，为了充分发挥其切削性能，提高生产效率，刀具寿命可选得低些，一般取 15-30min。对于装刀、换刀和调刀比较复杂的多刀机床、组合机床与自动化加工刀具，刀具寿命应选得高些，尤应保证刀具可靠性。车间内某一工序的生产率限制了整个车间的生产率的提高时，该工序的刀具寿命要选得低些当某工序单位时间内所分担到的全厂开支较大时，刀具寿命也应选得低些。大件精加工时，为保证至少完成一次走刀，避免切削时中途换刀，刀具寿命应按零件精度和表面粗糙度来确定。与普通机床加工方法相比，数控加工对刀具提出了更高的要求，不仅需要刚性好、精度高，而且要求尺寸稳定，耐用度高，断和排性能同时要求安装调整方便，这样来满足数控机床高效率的要求。数控机床上所选用的刀具常采用适应高速切削的刀具材料(如高速钢、超细粒度硬质合金)并使用可转位

4.2 选择数控车削用刀具

数控车削车刀常用的一般分成成型车刀、尖形车刀以及圆弧形车刀三类。成型车刀也称样板车刀，其加工零件的轮廓形状完全由车刀刀刃的形伏和尺寸决定。数控车削加工中，常见的成型车刀有小半径圆弧车刀、非矩形车槽刀和螺纹刀等。在数控加工中，应尽量少用或不用成型车刀。尖形车刀是以直线形切削刃为特征的车刀。这类车刀的刀尖由直线形的主副切削刃构成，如 90° 、 35° 内外圆车刀、切槽(切断)车刀及刀尖倒棱很小的各种外圆和内孔车刀。尖形车刀几何参数(主要是几何角度)的选择方法与普通车削时基本相同，但应结合数控加工的特点(如加工路线、加工干涉等)进行全面的考虑，并应兼顾刀尖本身的强度。

二是球头车刀。球头车刀是以一圆度或线轮廓度误差很小的圆弧形切削刃为特征的车刀。该车刀圆弧刃每一点都是球头车刀的刀尖，因此，刀位点不在圆弧上，而在该圆弧的圆心上。球头车刀可以用于车削内外表面，特别适合于车削各种光滑连接(凹形)的成型面。选择车刀圆弧半径时应考虑两点车刀切削刃的圆弧半径应小于或等于零件凹形轮廓上的最小曲率半径，以免发生加工干涉该半径不宜选择太小，否则不但制造困难，还会因刀尖强度太弱或刀体散热能力差而导致车刀损坏。

4.3 设置刀点和换刀点

刀具究竟从什么位置开始移动到指定的位置呢?所以在程序执行

必须确定刀具在工件坐标系下开始运动的位置，这一位置即为程序执行时刀具相对于工件运动的起点，所以称程序起始点或起刀点。此起始点一般通过对刀来确定，所以，该点又称对刀点。在编制程序时，要正确选择对刀点的位置。对刀点设置原则是：便于数值处理和简化程序编制。易于找正并在加工过程中便于检查，引起的加工误差小。对刀点可以设置在加工零件上，也可以设置在夹具上或机床上，为了提高零件的加工精度，对刀点应尽量设置在零件的设计基准或工艺基准上。实际操作机床时，可通过手工对刀操作把刀具的刀位点放到对刀点上，即“刀位点”与“对刀点”的重合。所谓“刀位点”是指刀具的定位基准点，车刀的刀位点为刀尖或刀尖圆弧中心（此零件的工件的刀位点均可设立在右端面上）。加工过程中需要换刀时，应规定换刀点。所谓“换刀点”是指刀架转动换刀时的位置，换刀点应设在工件或夹具的外部，以换刀时不碰工件及其它部件为准（一般都输(X100, Z100)）。

4.4 确定切削用量

数控编程时，编程人员必须确定每道工序的切削用量，并以指令的形式写入程序中。切削用量包括主轴转速、背吃刀量及进给速度等。对于不同的加工方法，需要选用不同的切削用量。切削用量的选择原则是：保证零件加工精度和表面粗糙度，充分发挥刀具切削性能，保证合理的刀具耐用度，并充分发挥机床的性能，最大限度提高生产率，降低成本。

第五章 典型轴套类零件加工

5.1 轴类零件加工工艺分析

(1) 技术要求 轴套类零件的技术要求主要是支承轴颈和配合轴颈的径向尺寸精度和形位精度，轴向一般要求不高。轴颈的直径公差等级通常为 IT6-IT8，几何形状精度主要是圆度和圆柱度，一般要求限制在直径公差范围之内。相互位置精度主要是同轴度和圆跳动；保证配合轴颈对于支承轴颈的同轴度，是轴类零件位置精度的普遍要求之一。图为特殊零件，径向和轴向公差和表面精度要求较高。

(2) 毛坯选择 轴套类零件除光滑轴和直径相差不大的阶梯轴采用热轧或冷拉圆棒料外，一般采用锻件；发动机曲轴等一类轴件采用球墨铸铁铸件比较多。如图典型轴类直径相差不大，采用直径为 40mm，材料 45#钢，在锯床上按 125mm 长度下料。

(3) 定位基准选择 轴套类零件外圆表面、内孔、螺纹等表面的同轴度，以及端面对轴中心线的垂直度是其相互位置精度的主要项目，而这些表面的设计基准一般都是轴中心线。用两中心孔定位符合基准重合原则，并且能够最大限度地一次装夹中加工出多格外圆表面和端面，因此常用中心孔作为轴加工的定位基准。

当不能采用中心孔时或粗加工是为了提高工作装夹刚性，可采用轴的外圆表面作定位基准，或是以外圆表面和中心孔共同作为定位基准，能承受较大的切削力，但重复定位精度并不太高。

数控车削时，为了能用同一程序重复加工和工件调头加工轴向尺寸的准确性，或为了端面余量均匀，工件轴向需要定位。采用中心孔定位时，中心孔尺寸及两端中心孔间的距离要保持一致。以外圆定位时，则应采用三爪自定心卡盘反爪装夹或采用限未支承，以工件端面或台阶儿面作为轴向定位基准。

(4) 热处理工序 铸、锻件毛坯在粗车前应根据材质和技术要求安排正火或退火处理，以消除应力，改善组织和切削性能。性能要求较高的毛坯在粗加工后、精加工前应安排调质处理，以提高零件的综合机械性能；对于硬度和耐磨性要求不高的零件，调质也常作为最终热处理。相对运动的表面需在精加工前或后进行表面淬火处理或进行化学热处理，以提高其耐磨性。

(5) 加工工序的划分一般可按下列方法进行：

①刀具集中分序法 就是按所用刀具划分工序，用同一把刀具加工完零件上所有可以完成的部位。再用第二把刀、第三把完成它们可以完成的其它部位。这样可减少换刀次数，压缩空程时间，减少不必要的定位误差。

②以加工部位分序法 对于加工内容很多的零件，可按其结构特点将加工部分分成几个部分，如内形、外形、曲面或平面等。一般先加工平面、定位面，后加工孔；先加工简单的几何形状，再加工复杂的几何形状；先加工精度较低的部位，再加工精度要求较高的部位。

③以粗、精加工分序法 对于易发生加工变形的零件，由于粗加工后可能发生的变形而需要进行校形，故一般来说凡要进行粗、精加工

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/146135003233010215>