



淄博职业学院  
ZIBO VOCATIONAL INSTITUTE

# 毕 业 设 计

装

订

线

## 题目\_\_\_\_\_目 录

摘要.....	2
第一章 数控加工与数控机床简述.....	3
1.1 数控加工概述.....	3
1.2 数控机床的特点.....	4
1.3 数控机床的发展趋势.....	5
第二章 数控机床加工分析.....	7
2.1 表面粗糙度分析.....	7
2.2 工艺系统集成误差分析.....	7
第三章 轴类零件的数控加工准备.....	9
3.1 零件图样分析.....	9
3.2 加工方案的确定.....	9
3.3 编制数控加工程序.....	19
第四章 仿真操作加工.....	23
4.1 上海宇龙仿真软件介绍.....	23
4.2 仿真操作加工.....	23
总 结.....	31
致 谢.....	32
参 考 文 献.....	33

**摘要：**随着科技的不断发展，数控技术在企业中发挥越来越重要的作用。数控加工制造技术正逐渐得到广泛的应用，对零件进行编程加工之前，工艺分析具有非常重要的作用。本设计通过对螺纹连接轴工艺特点、数控加工工艺的分析，给出了对于螺纹连接轴数控加工工艺分析的方法，设计合理的加工工艺过程，充分发挥数控加工的优质、高效、低成本的特点。设计说明书以螺纹连接轴零件为例，根据被加工工件的材料、轮廓形状、加工精度等选用合适的机床，制定加工方案，确定零件的加工顺序，各工序所用刀具，夹具和切削用量等，编写加工零件的程序。按照说明书要求将加工出零件，并对零件自检数据进行分析，说明在加工过程中应注意的事项。对于提高制造质量、实际生产具有一定的指导意义。

**关键词：**工艺分析 参数选择 数控编程 数控加工 精度分析 螺纹连接轴

装

订

线

## 第一章 数控加工与数控机床简述

数字控制 (Numerical Control) 简称数控 (NC), 是近代发展起来的一种自动控制技术, 是用数字化信息实现机械设备控制的一种方法, 在数控加工方面得到了广泛的发展。

### 1.1 数控加工概述

数控加工是根据被加工零件的图样和工艺要求, 编制成以数码表示的程序输入到机床的数控装置或控制计算机中, 以控制工件和工具的相对运动, 使之加工出合格零件的方法。

#### 1.1.1 数控加工的产生与发展

数控加工技术是 20 世纪 40 年代后期为适应加工复杂外形零件而发展起来的一种自动化加工技术。1948 年, 美国帕森斯公司接受美国空军委托, 研制飞机螺旋桨叶片轮廓样板的加工设备。由于样板形状复杂多样, 精度要求较高, 一般加工设备难以适用, 于是提出计算机控制机床的设想。1949 年, 该公司在美国麻省理工学院伺服机构研究室的协助下, 开始数控机床研究, 并于 1952 年试制成功第一台三坐标数控铣床——TK6350 卧式数控铣镗床, 如图 1-1 所示。揭开了数控加工技术的序幕。



图 1-1 世界上第一台数控机床

当时的数控系统采用电子管、继电器和模拟电路组成, 体积庞大, 价格昂贵, 一般称之为第一代数控系统。1959 年制成了晶体管和印刷电路的第二代数控系统, 体积缩小, 成本有所下降。1965 年出现了第三代的集成电路数控系统, 不仅体积小、功率消耗少, 且可靠性提高, 价格进一步下降, 促进了数控机床品种和产量的发展。20 世纪 60 年代末, 先后出现了由一台计算机直接控制多台机床的直接数控系统 (简称 DNC, 又称群控系统), 及采用小型计算机控制的计算机数控 (简称 CNC) 系统, 使数控系统进入了以小型计算机化为特征的第四代。1974 年, 以微处理器为基础的 CNC 系统问世, 标志着数控系统进入了第五代。

前三个阶段的数控系统主要是由电路的硬件和连线组成, 称为硬件数控系统。它的特点是具有很多硬件电路和连接结点, 电路复杂, 可靠性不好。第四、五代的数控系统主要是由计算机硬件和软件组成, 称计算机数控系统。他最突出的特点是利用存储在存储器里的软件控制系统工作, 因此也称软件数控系统。

努力发展数控加工技术, 并向更高层次的自动化、柔性化、敏捷化、网络化和数字化制造方向推进, 是当前机械制造业发展的方向。

## 1.1.2 数控加工的特点

与普通机床加工相比，数控加工具有如下的特点：

### 1. 自动化程度高

在数控机床上加工零件时，除了手工装卸工件外，全部加工过程都可由机床自动完成。在柔性制造系统上，上下料、检测、诊断、对刀、传输、调度、管理等也都可由机床自动完成，这样大大减轻了操作者的劳动强度，改善了劳动条件。

### 2. 具有加工复杂形状零件的能力

复杂形状零件在飞机、汽车、造船、模具、动力设备和国防工业等部门的产品制造中具有十分重要的地位，其加工质量直接影响整机产品的性能。数控加工运动的任意可控性使其能完成普通加工方法难以完成或者无法进行的复杂型面加工。

### 3. 生产准备周期短

在数控机床上加工新的零件，大部分准备工作是根据零件图样编制的数控程序，而不是去准备靠模、专用夹具等工艺装备，而且编成工作可以离线进行。这样大大缩短了生产的准备时间，因此应用数控机床十分有利于产品的升级换代和新产品的开发。

### 4. 加工精度高、质量稳定

数控机床是按预先编制好的加工程序进行工作的，加工过程中无须人的参与或调整，因此不受操作工人的技术水平或情绪的影响，加工精度稳定。另外，数控机床可以通过采用在线自动补偿（实时补偿）技术来消除或减少热变形、力变形和刀具磨损的影响，使加工精度的一致性得到保证。这在传统机床上则是无法做到的，因此采用数控加工技术可以提高零件的加工精度和产品质量。

### 5. 生产效率高

数控机床的加工效率一般比普通机床高2~3倍，尤其在加工复杂零件时，生产率可提高十几倍甚至几十倍。一方面是因为其自动化程度高，具有自动换刀和其他辅助操作自动化等功能，而且工序集中，在一次装夹中能完成较多表面的加工，省去了划线、多次装夹、检测等工序；另一方面是加工中可采用较大的切削用量，有效地减少了加工中的切削工时。数控机床在配有适当的刀库、工件毛坯库、上下料装置和多种传感器的条件下，不仅具有全自动的加工功能，而且具有对加工过程进行自动监控、监测、报警及修正误差等功能。因此数控机床可以实现白班有人看管和做好各种准备工作后，二、三班则可以在无人看管的条件下进行24小时乃至72小时的连续加工。这不仅改善了劳动条件，解决了晚上和节假日连续工作的问题，也大大提高了劳动生产率、设备利用率，缩短了生产周期，增加了企业的经济效益。

### 6. 易于建立计算机通信网络

由于数控机床是使用数字信号，易于与计算机辅助设计和制造系统联机，形成计算机辅助设计和制造与数控机床紧密结合的一体化系统。另外，数控机床通过因特网、内联网、外联网现在已可实现远程故障诊断及维修，已初步具备远程控制和调度，进行异地分散网络化生产的可能，从而为今后进一步实现制造过程网络化、智能化提供了必备的基础条件。

当然，数控机床在某些方面也有不足之处，这就是数控机床价格昂贵，加工成本高，技术复杂，对加工和编成要求较高，加工中难以调整，维修困难等。

## 1.1.3 数控加工技术的主要应用对象

数控加工是一种可编程的柔性加工方法，但其设备费用相对较高，故目前数控加工主要应用于加工零件形状比较复杂、精度要求较高，以及产品更换频繁、生产周期要求短的场合。具体地说，下面这些类型的零件最适宜于数控加工：

1. 形状复杂、加工精度要求高或用数字方法定义的复杂曲线、曲面轮廓。
2. 公差带小、互换性高、要求精度复制的零件。
3. 用通用机床加工时，要求设计制造复杂的专用工装或需很长调整时间的零件。
4. 价值高的零件。
5. 小批量生产的零件。
6. 钻、镗、铰、攻螺纹及铣削加工联合进行的零件。

由于现代工业生产的需要，目前应用数控机床进行加工的部分典型行业及典型复杂零件如下：

1. 电器、塑料制造业和汽车制造业等——模具型面。
2. 航空航天工业——高压泵体、导弹仓、喷气叶片、框架、机翼、大梁等。
3. 造船业——螺旋桨。
4. 动力工业——叶片、叶轮、机座、壳体等。
5. 机床工具业——箱体、盘轴类零件，凸轮、非圆齿轮、复杂形状刀具与工具。
6. 兵器工业——炮架件体、瞄准陀螺仪壳体、恒速器壳体。

## 1.2 数控机床的特点

数控机床是采用数字技术对机床的加工过程进行自动控制的一类机床，如图 1-2 所示。



图 1-2 数控机床

数控机床具有如下特点：

1. 加工对象改型的适用性强

利用数控机床加工改型零件，只需要重新编制程序就能实现对零件的加工。因此，数控机床可以快速地加工一种零件转变为加工另外一种零件，这就为单件、小批量以及试制新产品提供了极大的便利。它不仅缩短了生产准备周期，而且节省了大量工艺装备费用。

## 1. 加工精度高

数控机床是以数字形式给出指令进行加工的，由于目前数控装置的脉冲当量一般达到了 0.001 mm，而进给传动链的反向间隙与丝杠螺距误差等均可由数控装置进行补偿，因此，数控机床能达到比较高的加工精度和质量稳定性。

## 2. 生产效率高

零件加工所需要的时间包括在线加工时间和辅助时间两部分。数控机床能够有效地减少这两部分时间，因而加工生产率比一般机床高得多。

## 3. 自动化程度高

数控机床对零件的加工是按事先编好的程序自动完成的，操作者除了操作面板、装卸工件、关键工序的中间测量以及观察机床的运行之外，其他的机床动作都是自动连续完成。

## 4. 良好的经济效益

在单件、小批量生产情况下利用数控机床加工零件，可以节省工艺装备费用、辅助生产工时、生产管理费用及降低废品率等，因此能获得良好的经济效益。

## 5. 有利于生产管理的现代化

利用数控机床加工零件，能够准确地计算零件的加工工时，并有效地简化了检验和工夹具、半成品的管理工作。

## 1.3 数控机床的发展趋势

新一代数控系统技术水平大大提高，大大促进了数控机床性能的提高。如图 1-3 所示为一高性能数控机床。当前，世界数控技术及其装备发展趋势主要体现在以下几个方面。

1. 高速、高效率
2. 高精度化
3. 高可靠性化
4. 模块化、专业化与个性化
5. 高柔性化
6. 复合化
7. 出现新一代数控加工工艺与装备



图 1-3 万能加工中心

## 第二章 数控机床加工分析

随着工业技术的飞速发展,机器的使用要求越来越高,一些重要零件,如航空航天等精密零件需要达到很高的尺寸精度和较好的表面质量,否则不仅达不到理想的功用,有时可能造成重大事故。因而表面质量问题和误差问题越来越受到各方面的重视。要想获得较好的表面质量和较高的加工精度,必须找出影响其的原因。

### 2.1 表面粗糙度分析

随着工业技术的飞速发展,机器的使用要求越来越高,一些重要零件在高压、高速、高温等高要求条件下工作,表面层的任何缺陷,不仅直接影响零件的工作性能,而且还可能引起应力集中、应力腐蚀等现象,将进一步加速零件的失效,这一切都与加工表面质量有很大关系。因而表面质量问题越来越受到各方面的重视。

影响表面粗糙度的因素的原因主要有以下几个方面:

#### 1. 切削加工影响表面粗糙度的因素

在加工表面留下了切削层残留面积,其形状是刀具几何形状的复映。减小进给量 $v_f$ 、主偏角、副偏角以及增大刀尖圆弧半径,均可减小残留面积的高度。此外,适当增大刀具的前角以减小切削时的塑性变形程度,合理选择润滑液和提高刀具刃磨质量以减小切削时的塑性变形和抑制刀瘤、鳞刺的生成,也是减小表面粗糙度值的有效措施。

#### 2. 工件材料的性质

加工塑性材料时,由刀具对金属的挤压产生了塑性变形,加之刀具迫使切屑与工件分离的撕裂作用,使表面粗糙度值加大。工件材料韧性愈好,金属的塑性变形愈大,加工表面就愈粗糙。加工脆性材料时,其切屑呈碎粒状,由于切屑的崩碎而在加工表面留下许多麻点,使表面粗糙。

#### 3. 切削用量

以较高的切削速度切削塑性材料,减小进给量可以提高表面光洁度。

#### 4. 磨削加工影响表面粗糙度的因素

像切削加工时表面粗糙度的形成过程一样,磨削加工表面粗糙度的形成也是由几何因素和表面金属的塑性变形来决定的。影响磨削表面粗糙的主要因素有:(1)砂轮的粒度;(2)砂轮的硬度;(3)砂轮的修整;(4)磨削速度;(5)磨削径向进给量与光磨次数;(6)工件圆周进给速度与轴向进给量;(7)冷却润滑液。

### 2.2 工艺系统集合误差分析

由机床、夹具、刀具和工件组成的机械加工工艺系统(简称工艺系统)会有各种各样的误差产生,这些误差在各种不同的具体工作条件下都会以各种不同的方式(或扩大、或缩小)反映为工件的加工误差。工艺系统的原始误差主要有工艺系统的几何误差、定位误差、工艺系统的受力变形引起的加工误差、工艺系统的受热变形引起的加工误差、工件内应力重新分布引起的变形以及原理误差、调整误差、测量误差等。

## 2.2.1 机床的几何误差

加工中刀具相对于工件的成形运动一般都是通过机床完成的，因此，工件的加工精度在很大程度上取决于机床的精度。机床制造误差对工件加工精度影响较大的有：主轴回转误差、导轨误差和传动链误差。机床的磨损将使机床工作精度下降。

### 1. 主轴回转误差

机床主轴是装夹工件或刀具的基准，并将运动和动力传给工件或刀具，主轴回转误差将直接影响被加工工件的精度。

主轴回转误差是指主轴各瞬间的实际回转轴线相对其平均回转轴线的变动量。它可分解为径向圆跳动、轴向窜动和角度摆动三种基本形式。

产生主轴径向回转误差的主要原因有：主轴几段轴颈的同轴度误差、轴承本身的各种误差、轴承之间的同轴度误差、主轴绕度等。但它们对主轴径向回转精度的影响大小随加工方式的不同而不同。

产生轴向窜动的主要原因是主轴轴肩端面 and 轴承承载端面对主轴回转轴线有垂直度误差。不同的加工方法，主轴回转误差所引起的加工误差也不同。在车床上加工外圆和内孔时，主轴径向回转误差可以引起工件的圆度和圆柱度误差，但对加工工件端面则无直接影响。主轴轴向回转误差对加工外圆和内孔的影响不大，但对所加工端面的垂直度及平面度则有较大的影响。在车螺纹时，主轴向回转误差可使被加工螺纹的导程产生周期性误差。

适当提高主轴及箱体的制造精度，选用高精度的轴承，提高主轴部件的装配精度，对高速主轴部件进行平衡，对滚动轴承进行预紧等，均可提高机床主轴的回转精度。

### 2. 导轨误差

导轨是机床上确定各机床部件相对位置关系的基准，也是机床运动的基准。车床导轨的精度要求主要有以下三个方面：在水平面内的直线度；在垂直面内的直线度；前后导轨的平行度(扭曲)。

除了导轨本身的制造误差外，导轨的不均匀磨损和安装质量，也使造成导轨误差的重要因素。导轨磨损是机床精度下降的主要原因之一。

### 3. 传动链误差

传动链误差是指传动链始末两端传动元件间相对运动的误差。一般用传动链末端元件的转角误差来衡量。

## 2.2.2 刀具的几何误差

任何刀具在切削过程中，都不可避免地要产生磨损，并由此引起工件尺寸和形状地改变。正确地选用刀具材料和选用新型耐磨地刀具材料，合理地选用刀具几何参数和切削用量，正确地刃磨刀具，正确地采用冷却液等，均可有效地减少刀具地尺寸磨损。必要时还可采用补偿装置对刀具尺寸磨损进行自动补偿。

总而言之，提高加工精度的途径如下：

减小原始误差；转移原始误差；均分原始误差；均化原始误差；误差补偿。

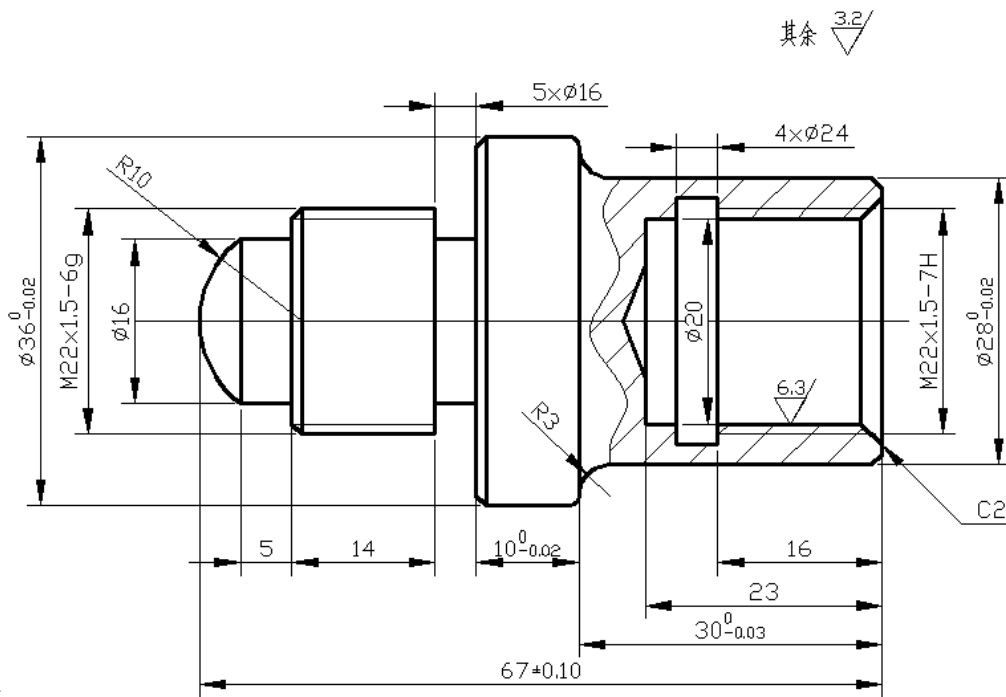
### 第三章 螺纹连接轴零件的数控加工准备

螺纹连接轴是组成机械的重要零件，也是机械加工中常见的典型零件之一。主要用来支承传动零部件，传递扭矩和承受载荷。螺纹连接轴零件是旋转体零件，其长度大于直径，一般由同心轴的外圆柱面、圆锥面、内孔和螺纹及相应的端面所组成。根据结构形状的不同，轴类零件可分为光轴、阶梯轴、空心轴和曲轴等。

本章以一典型螺纹连接轴零件为例，重点从工艺、切削参数选择等方面分析螺纹连接轴零件的编程过程。

#### 3.1 零件图样分析

本章所研究零件图如图 3-1 所示：



技术要求  
未注倒角 C1

图 3-1 螺纹连接轴件

此零件为典型的螺纹连接轴零件，需要加工的内容包括：端面、孔、内外圆表面、内外退刀槽、内外螺纹等。外表面粗糙度要求为  $3.2 \mu m$ ，孔的表面粗糙度为  $6.3 \mu m$  有尺寸公差要求，未注倒角为 C1。

#### 3.2 加工方案的确定

加工方案的确定主要包括：零件材料和毛坯的选择、加工方法的确定、机床的选择、刀具的选择、夹具的选择、切削参数的选择等。

装  
订  
线

正确的制定加工方案，不仅可以高效率的完成加工任务，合理的使用设备，而且还会减少不必要的浪费，为企业带来经济效益。

## 3.2.1 材料和毛坯的选择

材料和毛坯的选用要符合零件的力学性能要求，同时也要考虑经济合理性，在满足使用性能要求下，尽可能的降低制造成本。

### 1. 材料的选择

轴类零件应根据不同的工作条件和使用要求选用不同的材料并采用不同的热处理规范（如调质、正火、淬火等），以获得一定的强度、韧性和耐磨性。轴类零件材料的选取，主要根据轴的强度、刚度、耐磨性以及制造工艺性而决定，力求经济合理。

常用的轴类零件材料有 35、45、50 优质碳素钢，以 45 钢应用最为广泛，它价格便宜经过调质（或正火）后，可得到较好的切削性能，而且能获得较高的强度和韧性等综合机械性能，淬火后表面硬度可达 45~52HRC。对于受载荷较小或不太重要的轴也可用 Q235、Q255 等普通碳素钢。对于受力较大，轴向尺寸、重量受限制或者某些有特殊要求的可采用合金钢，如 40Cr 合金钢可用于中等精度，转速较高的工作场合，该材料经调质处理后具有较好的综合力学性能；轴承钢 GCr15 和弹簧钢 65Mn，经调质和表面高频淬火后，表面硬度可达 50~58HRC，并具有较高的耐疲劳性能和较好的耐磨性能，可制造较高精度和工作条件较差的情况工作的轴；若是在高速、重载条件下工作的轴类零件，选用 20Cr、20CrMnTi、20Mn2B 等低碳钢或 38CrMoAlA 渗碳钢，这些钢经渗碳、淬火或渗氮处理后，不仅有很高的表面硬度，而且其心部强度也大大提高，因此具有良好的耐磨性、抗冲击韧性和耐疲劳强度的性能。

球墨铸铁、高强度铸铁由于铸造性能好，且具有减振性能，常在制造外形结构复杂的轴中采用。特别是我国研制的稀土—镁球墨铸铁，抗冲击韧性好，同时还具有减摩、吸振，对应力集中敏感性小等优点，已被应用于制造汽车、拖拉机、机床上的重要轴类零件。

图 3-1 所示零件，为一联接件，受中等载荷作用，精度要求中等，在满足力学性能前提下，考虑经济效益可以选择 45 钢。

### 2. 毛坯的选择

轴类零件的毛坯常见的有型材（圆棒料）和锻件。大型的，外形结构复杂的轴也可采用铸件，如内燃机中的曲轴，一般均采用铸件毛坯。各种毛坯如图 3-2 所示。

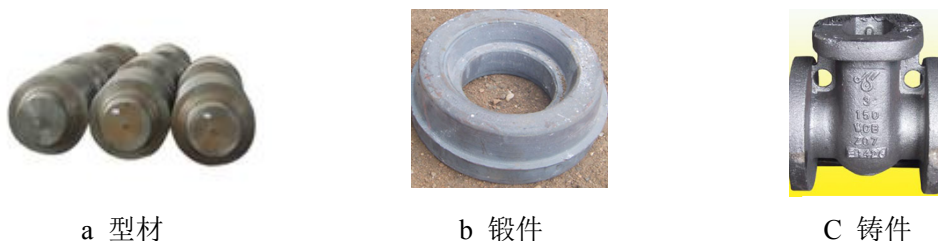


图 3-2 轴类零件毛坯样品

型材毛坯分热轧或冷拉棒料，均适合于光滑轴或直径相差不大的阶梯轴。

锻件毛坯经加热锻打后，金属内部纤维组织沿表面分布，因而有较高的抗拉、抗弯及抗扭转强度，一般用于重要的轴。

这样既节约材料又减少机械加工的工作量，还可改善机械性能。根据生产规模的不同，毛坯的锻造方式有自由锻和模锻两种。中小批生产多采用自由锻，大批大量生产时采用模锻。

图 3-1 所示零件，力学性能要求不是很高，且各段阶梯直径相差不大，可以选择棒料毛坯。零件最大尺寸为  $\Phi 36 \times 67$ ，可选择  $\Phi 40 \times 70$  的毛坯。

### 3.2.2 加工方法的选择

#### 1. 外圆表面的加工方案

轴类、套类和盘类零件是具有外圆表面的典型零件。外圆表面常用的机械加工方法有车削、磨削和各种光整加工方法。车削加工是外圆表面最经济有效的加工方法，但就其经济精度来说，一般适于作为外圆表面粗加工和半精加工方法；磨削加工是外圆表面主要精加工方法，特别适用于各种高硬度和淬火后的零件精加工；光整加工是精加工后进行的超精密加工方法（如滚压、抛光、研磨等），适用于某些精度和表面质量要求很高的零件。

由于各种加工方法所能达到的经济加工精度、表面粗糙度、生产率和生产成本各不相同，因此必须根据具体情况，选用合理的加工方法，从而加工出满足零件图纸上要求的合格零件。外圆表面各种加工方案和经济加工精度见表 3-1。

表 3-1 常用外圆表面的加工路线

序号	加工路线	加工精度	Ra 值/ $\mu\text{m}$	适用范围
1	粗车-半精车-精车	IT7~IT8	0.8~1.6	适用于淬火钢以外的各种金属
2	粗车-半精车-粗磨-精磨	IT6~IT7	0.1~0.4	用于淬火钢和未淬火钢，但不宜加工有色金属
3	粗车-半精车-精车-金刚石车	IT5~IT6	0.025~0.4	主要用于加工有色金属加工
4	粗车-半精车-粗磨-精磨-精密加工(或光整加工)	IT5 以上	0.008~0.025	极高精度的外圆加工

图 3-1 所示零件，选用材料为 45 钢，外圆表面粗糙度为  $3.2 \mu\text{m}$ ，表面加工可选择如下加工方案：粗车—半精车—精车。

#### 2. 孔的加工方案

根据孔的精度等级和表面粗糙度的不同，孔的加工方法可根据表 3-2 选择。

装

订

线

表 3-2 常用的孔加工方案

加工方案	经济精度等级	表面粗糙度 Ra(μm)	适用范围
钻	IT11~IT12	12.5	加工未淬火钢及铸铁的实心毛坯,也可用于加工有色金属,孔径小于15~20mm
钻→铰	IT9	1.6~3.2	
钻→铰→精铰	IT7~IT8	0.8~1.6	
钻→扩	IT10~IT11	6.3~12.5	同上,但是孔径大于15~20mm
钻→扩→铰	IT8~IT9	1.6~3.2	
钻→扩→粗铰→精铰	IT7	0.8~1.6	
钻→扩→机铰→手铰	IT6~IT7	0.2~0.4	
钻→扩→拉	IT7~IT9	0.1~1.6	大批大量生产(精度由拉刀的精度而定)
粗镗(或扩孔)	IT11~IT12	6.3~12.5	除淬火钢外各种材料,毛坯有铸出孔或锻出孔
粗镗(粗扩)→半精镗(精扩)	IT8~IT9	1.6~3.2	
粗镗(扩)→半精镗(精扩)→精镗(铰)	IT7~IT8	0.8~1.6	
粗镗(扩)→半精镗(精扩)→精镗(铰)→浮动镗刀精镗	IT6~IT7	0.2~0.4	
粗镗(扩)→半精镗→磨孔	IT7~IT8	0.2~0.8	
粗镗(扩)→半精镗→粗磨→精磨	IT6~T7	0.1~0.2	主要用于淬火钢,也可用于未淬火钢,但不宜用于有色金属

图 3-1 所示零件的孔径为 20mm,表面粗糙度为 6.3 μm,加工可选择如下加工方案:钻孔—扩孔。

### 3.2.3 机床的选择

轴套类、盘类零件的加工选择车床加工较为方便经济。对于数控车床和普通车床的选择,可按照如下原则:

1. 普通车削 适用于各种批量的轴类零件外圆加工,应用十分广泛。单件小批量常采用卧式车床完成车削加工;中批、大批生产则采用自动、半自动车床和专用车床完成车削加工。如图 3-3a 所示。

2. 数控车削 适用于单件小批和中批生产。近年来应用愈来愈普遍,其主要优点为柔性好,更换加工零件时设备调整和准备时间短;加工时辅助时间少,可通过优化切削参数和适应控制等提高效率;加工质量好,专用工夹具少,相应生产准备成本低;机床操作技术要求低,不受操作工人的技能、视觉、精神、体力等因素的影响。如图 3-3b 所示。对于轴类零件,具有以下特征适宜选用数控车削:

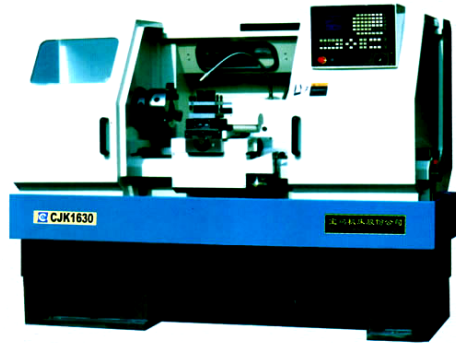
- 1) 结构或形状复杂,普通加工操作难度大,工时长,加工效率低的零件。
- 2) 加工精度一致性要求较高的零件

切削条件多变的零件，如零件由于形状特点需要切槽，车孔，车螺纹等，加工中要多次改变切削用量。

- 3) 批量不大，但每批品种多变并有一定复杂程度的零件。



3-3a 普通卧式车床



3-3b 数控卧式车床

综上所述，对于图 3-1 所示零件的加工可以选用数控车床来完成。可选较常用的 FANUC 0I 标准卧式数控车床。

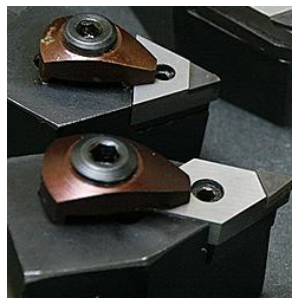
## 3.2.4 选择刀具

### 1. 车刀类型的选择

车刀按结构分类，有整体式、焊接式、机夹式和可转位式四种形式，如图 3-4 所示。



a 焊接式刀头



b 可转位式刀头



c 机夹式刀头

图 3-4 常用车刀形式

它们的特点和用途见表 3-3。

**表 3-3 车刀结构类型、特点和用途**

名称	特点	适用场合
整体式	用整体高速钢制造, 刃口可磨得锋利	小型车床或车有色金属
焊接式	焊接硬质合金刀片, 结构紧凑, 使用灵活	各类车刀
机夹式	避免焊接产生裂纹、应力等缺陷, 刀杆利用率高, 刀片可集中刃磨	外圆、端面、镗孔、切断、螺纹车刀等
可转位式	避免焊接刀缺点, 刀片可快速换位, 断屑稳定可使用涂层刀片	大中型车床、数控机床、自动线加工外圆、端面、镗孔等

对于图 3-1 所示零件, 使用数控车床加工, 综合考虑可选用可转位式车刀。

### 1. 车刀材料的选择

常用的车刀材料有高速钢和硬质合金。它们的特点及应用场合如下:

#### 1) 高速钢 (High Speed Steel, HSS)

高速钢是一种含钨 (W)、钼 (MO)、铬 (Cr)、钒 (V) 等合金元素较多的工具钢, 它具有较好的力学性能和良好的工艺性, 可以承受较大的切削力和冲击。高速钢一般分为如下三种:

- a) 普通高速钢 不适于高速和硬材料切削。
- b) 高性能高速钢 添加 Co、Al 等合金元素, 提高耐热性、耐磨性, 热稳定性高, 可用于制造出口钻头、铰刀、铣刀等。
- c) 粉末冶金高速钢 用于加工超高强度钢、不锈钢、钛合金等难加工材料; 用于制造大型拉刀和齿轮刀具, 特别是切削时受冲击载荷的刀具效果更好。

#### 2) 硬质合金 (Cemented Carbide)

硬质合金是由硬度和熔点很高的碳化物和金属相通过粉末冶金工艺制成的。切削效率是高速钢刀具的 5~10 倍。硬质合金按照化学成分和使用性能分为四类:

- a) WC+Co 类 (YG): 主要用于加工铸铁及有色金属与非金属材料及加工中有冲击载荷的表面。Co 含量高, 韧性好, 适合粗加工; 含 Co 量少用于精加工。
- b) TiC+WC+Co 类 (YT): 主要用于加工以钢为代表的塑性材料。含 TiC 量多, 含 Co 量少, 耐磨性好, 适合精加工; 含 TiC 量少, 含 Co 量多, 承受冲击性能好, 适合粗加工。
- c) 钨钛钽 (铌) 钴类 (YW): 添加 TaC 或 NbC, 提高高温硬度、强度、耐磨性。用于加工难切削材料和断续切削。常用牌号: YW1、YW2。
- d) 碳化钛基类 (YN): TiC+Ni+Mo, 硬度高、抗粘接、抗月牙洼磨损和抗氧化能力强。用于合金钢、工具钢、淬火钢的连续精加工。牌号: YN05、YN10。

综上所述, 对于 45 钢轴类零件的加工, 硬度塑性适中, 为避免粘刀和粗精加工刀具磨损严重而造成精度不够等因素, 可选择 YT 类硬质合金刀具。

### 2. 车刀几何角度的选择

车刀几何角度的选择主要包括前角、主偏角、刃倾角等的选择。选择合适的车刀角度, 有利于更好的保证加工质量。

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/606243225213010135>

装

订

线