第一章　机加工工艺认知

1、机械加工行业的危险源及其防护

电、蒸汽、压缩空气、钢屑、行车、叉车、重物、光、热等

头　　帽子〔平安帽、工作帽〕

眼睛眼镜〔护目镜、防护镜〕

身体　　工作服----三紧〔袖口、领口、下摆〕

脚　　劳保鞋

2、平安用电

熟悉现场用电设施、开关〔闸刀〕位置及时检查发现电线老化、电线裸漏情况

不私拉乱接电线不触碰带电设施及其运转设备

发生触电事故及时切断电源后救治伤员人走灯灭、断电

原理高压线、电线杆、配电室等设施专业人员处置

3、机械加工的根本知识

3.1 生产过程

生产技术准备过程—调查、研发、技术鉴定、先期筹划、人机料法环信息分析等

生产工艺过程—形状、尺寸、相对位置、性质等改变

辅助生产过程—保证工艺过程顺利进行的必要活动如装备制造、能源供给、设备维修等

生产效劳过程—采购、运输、包装、保管、销售等

3.2 工艺过程

工序—一个人或一组人　在一个工作地〔或设备〕对同一个〔或几个〕工件连续完成的哪一局部工艺过程安装+工位〔一次安装,相对移动〕+工步〔加 工部位、刀具不变〕--走刀--一次、屡次

工艺规程—机械加工工艺过程卡—控制方案-P10

机械加工工艺卡〔工序卡〕--作业指导书P11

这只是一种，各厂家有不同格式，了解即可

3.3 生产纲领及生产类型

方案期内—应该生产的产品产量和进度方案

N=Q×n×(1+a%) ×(1+b%)

N—生产纲领Q—年生产量〔台/年〕n—每台产品件数〔件/台〕a%--备品百分数—10%—20%易损程度b%--废品百分数---0.02%--10%不同工艺方法

生产类型— 决定生产规模和工艺装备P13

单件生产、小批量— 通用设备手工-批量生产—专用设备　生产线— 自动

大量生产— 自动线— 完全互换

3.4 工艺装备

金属切削机床—车、铣、刨、磨、钻、镗、拉----数控组合—车铣、车钻、镗铣等 GB/T15375--2008

〔△〕〇〔〇〕 △△△ 〔×△)〔□〕/〔□)〔-□〕

分类号—1 、2 、3 。。。

类代号—C 、X 、B 、M 、Z 、T 、L 。。。

特性代号—G 、M 、Z 、B 、K 、F 。。。

组代号—0 、1 、2 、3. 。。。

系代号—1 、2 、3. 。。。不同类别含义不同

主参数-- △△--即 1、2、3.。。。

依据折算系数 1、1/10、1/100，一般钻床为 1，中小车床为 1/10。

主轴数—1、2、3.。。。

重大改良顺序—A、B、C 。。。其他特性企业代号 CA6140MG1432A

第二章 轴类零件加工工艺制订及加工

1、分析轴的结构特点、技术要求

结构：光轴、半轴、阶梯轴、花键轴、十字轴、曲轴、凸轮轴等

长度大于直径的回转体

一般—台肩、键槽、轴颈、孔

技术要求：尺寸精度、形状精度〔圆度、圆柱度、平面度〕、位置精度〔平行度、对称度、同轴度、跳动〕外表粗糙度。

2.1 材料选择

钢轴—高碳钢50CrVA、65Mn—调质、外表高频

中碳钢45#、40Cr、42CrMo调质、外表高频

低碳钢18CrMnTi、20CrMnTi—渗碳淬火

铁轴—球墨铸铁QT500、QT600

国内外广泛采用高碳C70、中碳C38等非调质钢

2.2 毛坯分类

棒材—选择棒材圆钢直接加工—单件、小批量

锻造毛坯—根据生产类型确定锻造毛坯—要求较高—批量、大量生产。

铸造毛坯—低负荷—批量、大批量

2.3 定位基准

设计基准—设计的相对位置基准

工序基准：在工序图中确定加工外表位置的基准

定位基准〔粗、精〕：工件在机床或夹具确定位置的基准

测量基准：测量加工外表所相对位置基准

装配基准：装配中零件相对位置的基准

原那么：

先确定精基准，后确定粗基准

基准重合—以设计基准为定位基准-减少定位误差

基准统一—各工序采用同一基准—减少基准转换误差

互为基准—加工与定位互为基准

自为基准—加工面自身为定位基准

粗基准—加工与量平均、装夹方便、精基准、不重复

六点定位原那么：物体六自由度X、 、Y、 、Z、

完全定位—六点自由度限制

过定位—一个/多个自由度被两个以上支撑点限制

欠定位—一个/多个自由度未限制

轴类定位：卡盘、顶尖

盘类定位：端面+孔、孔、外圆+端面

箱体类定位：一面+双销〔一园+一菱形〕、双端面+一销

定位基准简图：

3.1 加工方法

外圆外表常用加工方法：

车削加工：经济高效—粗加工、半精加工；

磨削加工：精加工—淬炽热处理后；

光整加工：超精密加工—滚压、抛光、研磨。

花键/键槽加工：花键铣/铣床---立铣、卧铣、花键铣、齿轮铣、

孔加工：立式钻床、摇臂钻床，钻孔、铰孔、攻螺纹、锪平面—钻模板应用。

热处理：正火、退火〔高碳钢〕、调质，毛坯处理，提高加工性能，消除应力。

渗碳淬火、外表高频淬火，半精加工后，精加工之前。

3.1.1 车削加工：工件和刀具相对运动—切削运动—合成运动速度**Ve=Vc**〔主运动—切削速度〕**+Vf**〔进给运动—进给速度〕〔矢量〕

主运动—机床主轴的回转运动—带开工件运动

1) 切削速度Vc=л d n / 1000(m/min)**л=3.14…**

d刀具切削刃与工件接触任意一点的直径mm**n**主运动转速r/min

进给运动—— 刀具相对工件的移动

2) 进给速度Vf=n f /1000(m/min)**f**进给量：刀具在进给方向相对工件的移动速度〔mm/r)

3)切削深度a (吃刀量〕=〔d1+d2)/2

每一次进给过程，已加工外表到待加工外表之间的距离〔mm)

d1已加工外表直径〔mm)d2待加工外表直径〔mm)加工余量=a×进给次数〔走刀次数〕

Vc、Vf〔f〕、a 统称切削三要素。

4〕常用的车削方案

粗车〔荒车〕IT12—IT13半精车IT10—11精车IT7—IT9精细车IT6—IT7

方案选择主要根据产品设计要求的精度，以最经济的加工方法确定。

车螺纹：n=1200/p(螺距或导程〕-k(平安系数80〕Vf=n*f

3.1.2 铣削加工：半圆键槽一般采用立式/卧式铣床，刀具〔棒铣刀〕旋转；花键一般采用花键铣床。

1)切削速度**Vc=л d n / 1000**(m/min)

d棒铣刀直径(mm);**n**主轴转速(r/min)

2)进给速度**Vf** 工作台移动速度(mm/r或者mm/行程)

3〕切削深度 a=H〔键槽深度〕/走刀次数。

3.1.3 钻削加工：

1)切削速度**Vc=л d n / 1000**(m/min)

d钻头直径(mm);**n**主轴转速(r/min)

2)进给速度**Vf** 工作台移动速度(mm/r)

3〕切削深度a= **d** /2。

3.1.4 磨削加工：

主运动：砂轮高速旋转，工件相对转动。

砂轮相对工件同时进行轴向或径向进给运动；

深度为余量/ 进给次数。

3.1.5 热处理加工

加工前处理：

中低碳钢：正火〔850℃〕、调质〔850 ℃ 淬火，回火520℃

高碳钢：退火〔650 ℃〕，改变加工性能，消除内应力或加工应力；

半精加工后，精加工前：

低碳钢：渗碳淬火〔920 ℃ 渗碳，840 ℃ 淬火，600 ℃回火〕；

中高碳钢：中频感应外表淬火〔860 ℃〕

3.2 工艺路线或流程

毛坯、材料、热处理要求一般在产品设计图纸中已经明确。根本路线或根本流程如下：

粗加工—检验--〔热处理—退火、正火去应力〕--检验--半精加工—检验----铣削加工〔去毛刺〕---检验----钻孔〔倒棱〕—检验----热处理〔淬火〕--检验----精加工〔去剩磁〕--〔平衡〕—检验----超精密加工〔外表处理—镀铬、镀锌、氮化等〕--检验—防锈、包装、运输、入库

加工顺序安排原那么：

1)基准先行，即先加工被选为精基准的加工面，再以其定位加工其他；

2)先粗后精，即先粗加工，后精加工；

3〕先主后次；

4〕先面后孔；

5〕工序集中：一次装夹，尽可能多完成加工面；

6〕工序分散：流水线、自动线便于布置和大量单一化生产。

3.3 工艺路线或流程实例

图2-2 减速器输出轴

毛坯：棒材材料：40Cr热处理：调质、去应力

工艺路线〔流程〕如下：

05下料〔检验长度255+3、直径Φ60 〕

10 车大端端面，打中心孔B4 、车Φ55外圆至Φ56

15 车小端端面，打中心孔B4 〔检验长度255 〕

20 粗车各外圆〔检验长度、直径〕

25 调质热处理〔检验硬度、金相组织〕

30 研中心孔B4

35 半精车一端外圆、倒角

40 半精车另一端外圆、倒角

45 检验长度、直径

50 铣两键槽〔检验键槽尺寸14\16 和位置尺寸，去毛刺〕

55 钻孔、攻螺纹2-M8 〔检验螺纹、位置，去毛刺〕

60 研中心孔B4

65 磨一端外圆

70 磨另一端外圆

75 检验外圆尺寸、台阶长度

80 防锈、包装、运输、入库

16/17 个过程，轴类加工的标准过程后续确定轴类加工的作业标准

4.1 设备选择要求

依据所生产产品的形状、尺寸选择相应的规格型号设备

设备大，大马拉小车—浪费；小，超负荷运转，易损。

设备精度满足产品技术要求；

自动化程度/专用化程度与生产纲领/生产类型相适用。大批大量—专用/自动化；中小批量—通用、柔性〔包括夹具〕

短期使用与长远开展相结合，柔性生产是趋势。

4.2 机床夹具

在机床上用于装夹工件，使工件定位，保证工件相对于设备、刀具有正确的位置，能够夹紧工件的装置。

使用范围分：通用〔或可调〕、专用、组合、成组；

安装机床分：车夹具、钻夹具、铣夹具。。。

夹紧力方式：手动、气动、液压、电动、电磁、真空

一般组成：连接元件、定位元件、夹紧元件、对刀元件、导向元件、夹具体及其他元件或装置组成。

常见的机床夹具：三爪、四爪、花盘、双顶尖〔中心架、跟刀架)、心轴

4.3.1 车床刀具

外圆车刀----主偏角90°、75 °、60 °、45 °

螺纹车刀切断刀内孔车刀车槽刀

车刀的根本构成：

前刀面— 切屑流过的外表

主后刀面— 与工件过度外表相对并相互作用的外表；

副后刀面— 与加工外表相对并相互作用的外表；

主切削刃：前刀面与主后刀面交线，主要完成切削工作

副切削刃：前刀面与副后刀面交线，配合主切削刃完成切削工作，并最终形成已加工外表。

刀尖：主切削刃与副切削刃相连接的刀刃，直线段或圆弧段。

刀体或刀柄：承载刀头并安装在设备上。

车刀安装刀尖高度低于工件中心高度 ；

底平面：刀体安装底面。

切削平面Ps ：通过主切削刃并垂直于底平面的平面；

基面Pr ：通过主切削刃并平行于底平面的平面；

正交平面Po ：同时垂直于底平面、切削平面Ps 、基面Pr 的平面。

车床刀具

前角γ：在正交平面内Po，前刀面与基面之间的夹角，即前刀面的倾斜程度，前刀面在基面以下为正，刀具锋利，易崩刃；前刀面在基面以上为负，刀具钝，抗冲击，切削力大。

前角γ大，那么切屑变形小，切削力小，但易崩刃。

工件硬度低，前角γ越大，精车大于粗车；

粗车/荒车或者工件硬度高，前角γ越小，也可为负数。

P65　　表2-16　　一般10-20 ° .

后角 a：在正交平面内Po ，主后刀面与切削平面之间的夹角，

即后刀面的倾斜程度。一般为正。

后角 a 主要影响后刀面与已加工外表的摩擦。后角 a 大，锋利，

摩擦小，刀刃强度低。

工件软，那么后角可大；工件硬，那么后角可小。一般5-10°

P66　　表2-17　　一般5-10 ° 。

主偏角Kr:在基面内，测量的主切削刃在基面上的投影与进给运动方向的夹角，正。

主偏角小刀头强度高，粗加工、硬加工取小；10-30 ° ；

45 ° 、60 ° 、75 ° 、90 ° 、93 ° 等。

负偏角K :在基面内，测量的副切削刃在基面上的投影与进给运动反方向的夹角，正。

与加工外表粗糙度有关，尽可能小，可增加修光刃

刃倾角λs：在切削平面Ps内，测量的主切削刃与基面之间的夹角，当主切削刃为水平时λs=0；刀尖为主切削刃上最低点时

λs＜0，钝；刀尖为主切削刃上最高点时λs＞ 0，锋利。

与刀头强度和切屑排出方向有关，软、精加工正；硬、粗加工负。-5---10 ° 。

刀具材料一般指切削局部的材料。直接影响加工效率、刀具寿命以及加工本钱。与工件材料以及加工工艺参数关联。

材料种类：工具钢----碳素工具钢、合金工具钢、高速钢

高速钢（风钢）：含合金元素较多的工具钢，具有良好的热稳定性和较高的强度、硬度、韧性和耐磨性

钨W、钼Mo、铬Cr、钒V，常用W18Cr4V

耐高温达600℃，硬度48HRC(63HRC--70HRC),一般工件的硬度：热前30HRC以下,正火30HRC-38HRC,调质32HRC-42HRC,渗碳淬火55HRC--64HRC。

车刀、钻头、中心钻、铣刀等

硬质合金类:难熔的金属碳化物和金属黏结剂经粉末冶金方法制成。硬度可达78HRC--82HRC,热硬性能可达800℃--1000℃，但是脆性大，抗弯和抗冲击性能差，不如高速钢。

一般有：**钨钴类WC+Co—合金代号YG,**适合于粗加工或铸件的加工。

钨钛钴类WC+TiC+Co--合金代号YT,适合于钢件或韧性好的材料。

钨钛钽（铌）钴类WC+TiC+TaC(Nb)+Co—冶金代号TW,适合于硬加工。高锰钢、淬火钢等。

碳化钛基类WC+TiC+Ni+Mo—冶金代号YN,适合于高速、精加工，抗冲击性能差。

车刀刀头、钻头刀头、铣刀片等。

陶瓷刀具:由硬度和熔点很高的AI2O3、Si3N4等氧化物、氮化物、金属碳化物、氧化物等添加剂，经过粉末冶金工艺制粉、压制、烧结而成。耐热性能好1200，摩擦系数低，切削力小，脆性大、抗冲击性能差，适合于高速精细加工硬材料。

金刚石刀具：属于碳的同素异构体，具有极高的硬度。天然、人造聚晶、复合聚晶，切削锋利，耐热差、强度低、脆性大。适合于超精细和镜面加工。

立方氮化硼刀具CBN

：由六方氮化硼高温高压下合成，硬度高，热稳定性好，强度和韧性差，适合于高硬度淬火钢等。

4.4 量具、检具

长度测量：合尺、直尺、卡钳、游标卡尺、长度样板、千分尺。

高度测量：直角尺、高度规、高度尺、游标卡尺。

直径测量：游标卡尺、外径千分尺、内径千分尺、卡规、塞规。

位置测量：检测平台+高度规+游标卡尺等，V支架、方箱，专用检具。

4.5 工位器具

工件转运、交接、储存、交付过程防止磕碰、变形等专用器具。

运输器具有保证可靠，平安。定量、定型、标准化。

轴类零件：立式--孔状　　卧式--V型

一般用木材、塑料、有色金属做防护隔层。

齿轮类零件：立式--立柱　　卧式--V型+隔板

箱体类：托盘+防护隔板。

5、确定工序尺寸及切削用量、时间定额的计算

5.1、概念

加工余量：加工过程所切去金属层的厚度。

--总余量：从毛坯--成品，一个加工面所切除金属的厚度总和，毛坯余量。---设计毛坯尺寸与产品图纸设计尺寸之差。

工序余量 Z：一个加工面在一个工序过程中所切除的金属层厚度。由于加工有误差，因此工序余量是个变动值。

包容面和被包容面：孔与轴的根本特征表现为包容和被包容的关系,即孔为包容面,轴为被包容面。

包容面工序尺寸公差取“加”，即 D〔0，+△〕，大。

包容面工序余量的根本尺寸 Z=本序根本尺寸-上序根本尺寸。

被包容面工序尺寸公差取“减”，即 d〔-△，0〕。

被包容面工序余量的根本尺寸 Z=上序根本尺寸-本序根本尺寸。

设最小工序余量为 Zmin,最大工序余量为 Zmax,上道工序的尺寸公差为 Ta,本道工序的尺寸公差为 Tb,那么 Z=Zmin+Ta;Zmax=Z+Tb=Zmin+Ta+Tb。

尺寸链：相互联系且按照一定顺序排列的封闭尺寸组合。

特性：**封闭性**，即一个封闭环和假设干组成环构成的封闭图形；

关联性：各环相互关联；

传递性：

假设一个组成环变动，其他不变时封闭环同向变动那么为增环，系数为+1；

假设一个组成环变动，其他不变时封闭环反向变动那么为减环，系数为-1；

同向即组成环增加封闭环增加，组成环减少封闭环减少；

反向即组成环增加封闭环减少，组成环减少封闭环增加。

组成环：构成尺寸链中的每一个关联尺寸为一个组成环。

封闭环：一般为无法直接加工活直接测量的设计尺寸。

工时定额 T：在一定生产条件下，生产一件产品或完成一道工序所需消耗的时间。

单间时间定额 T0：完成一个产品的一道工序的时间。

根本时间 T1：直接切除工序余量所消耗的时间〔包括切入 5-10mm、切出 3-8mm 时间〕；

休息和生理时间 T2：恢复体力或生理需要的时间〔2%-4%〕；

准备和终结时间 T3：熟悉文件、领料、领取工艺装备、调整机床等；拆卸归还工艺装备，送交产品等(T3=Σt/n--班产量〕；

布置工作时间 T4：保证加工顺利完成所进行的场地清理〔铁屑〕、润滑设备、准备工具等〔2%-7%〕。

辅助时间 T5：装卸工件、开停设备等。

T0=T1+T2+T3+T4+T5

5.2、影响加工余量的因素

1）前道工序的外表质量--外表粗糙度、外表缺陷--气孔、砂眼、刀痕、裂纹等。

2）前道工序的尺寸公差。

3）前道工序的形位公差--形状--圆度、平面度；位置--位置度、同轴度等。

4）本道工序的安装误差--夹紧变形、定位误差、设备精度等。

5）后续工序的关联性。

单件生产、小批量生产，一般工序余量大一点，加工余量大，那么增加劳动强度、降低生产效率、增加材料、刀具的消耗，本钱增加；批量生产尽可能减少加工余量，但是减少余量容易因外表缺陷等造成加工废品；

粗加工--1-4mm，结构限制的粗加工可能大 10mm 左右。

精加工--0.2-0.5mm.

5.3、尺寸链的计算

尺寸链计算就是计算封闭环与组成环的根本尺寸、公差及其极限偏差之间的关系。

设：封闭环 Ao、Aomax、Aomin；△Aos、△Aox；

增　环 Ai、Aimax、Aimin；△Ais、△Aix；

减　环 Aj、Ajmax、Ajmin；△Ajs、△Ajx；

Ao=ΣAi-ΣAj

Aomax=ΣAimax-ΣAjmin

Aomin=ΣAimin-ΣAjmax

△Aos=Σ△Ais-Σ△Ajx

△Aox=Σ△Aix-Σ△Ajs

封闭环公差 TAo=△Aos-△Aox

5.4、切削用量的选择

硬质合金外圆车刀切削速度参考表：

工件材料	热处理状态		A=2-6	A=6-10
		Vc(m/min)	Vc(m/min)	Vc(m/min)
低碳、易切钢	热轧	140-180	100-120	70-90
中碳钢	热轧	130-160	90-110	60-80
	调质	100-130	70-90	50-70
合金工具钢	热轧	100-130	70-90	50-70
	调质	80-110	50-70	40-60
	退火	90-120	60-80	50-70
灰铸铁	HB<190	90-120	60-80	50-70
	HB=190-225	80-110	50-70	40-60
高锰钢		10-20		
铜合金		200-250	120-180	90-120
铝合金		300-600	200-400	150-200
铸铝合金		100-180	80-150	60-100

车螺纹 n≤1200/p(螺距或导程) -k(平安系数--80)

硬质合金外圆车刀进给量参考表：

工件材料	刀体尺寸	工件直径	切削深度 a〔mm〕				
			≤3	3-5	5-8	8-12	>12
			进给量 f〔mm/r)				
碳素结构钢、合金结构钢、耐热钢	16*25	20					
		40					
		60					
		100					
		400					
	20*3025*25	20					
		40					

		60					
		100					
		400					
铸铁、铜合金	16*25	40					
		60					
		100					
		400					
	20*3025*25	40					
		60					
		100					
		400		1.2-1。6			

按照外表粗糙度要求选择进给量参考表：

工件材料	外表粗糙度 Ra(μm)	切削速度 Vc	刀尖半径 r〔mm〕		
			0.5〔12*12〕	1.0〔30*30〕	2.0〔30*45〕
			进给量 f(mm/r)		
灰铁、青铜、铝合金	>5-10	不限			
碳钢、合金钢	>5-10	<50			
		>50			
		<50			
		>50			
		<50			
		50-100			
		>100			

根据以上参考值选择 Vc 和 Vf 或 f,然后计算主轴转速 n,再依据设备转速表确定实际转速 n，根据实际转速 n 和选择的 f 计算实际 Vc、Vf 和 a。

5.5、工时定额的计算

T0=T1+T2+T3+T4+T5

根本时间 T1：直接切除工序余量所消耗的时间〔包括切入 5-10mm、切出 3-8mm 时间〕；

即 T1=(〔工序长度+切入距离+切出距离〕÷Vf)÷n /60 (h)

其他时间可以查出或设定，然后计算出单件工时定额。

6.1、工艺过程筹划〔编制〕--标准过程

机械加工工艺过程卡　　编号*******												
产品编号			**材料**						**共　页**		**第　页**	
产品名称			**毛坯**						**备　注**			
工序编号	**工序名称**	**加工内容**	**切削用量**			**装备编号名称**				**技术等级**	**工时定额**	
			N	**f**	**a**	**夹具**	**刀具**	**量具**	**工具**		**准结**	**工时**

标记	处数	更改文件号	签字	日期	标记	处数	更改文件号	签字	日期	设计	审核	标准化	批准

6.2、工序文件编制--作业标准制定--作业指导书编制

机加工工序卡 文件编号 ***													
产品编号		工序号		车间生产线									
产品名称		工序名称		班产量				共 页		第 页			
工序简图：				设备型号		设备名称		资产编号		装夹件数			
				夹具编号		夹具名称		工具编号		工具名称			
				检具编号		检具名称		切削液		工序工时			
										准终		单件	
工步号	工步内容			工艺装备			主轴转速	切削速度Vc	进给量f	切削深度a	进给次数	工步工时	
												机动	辅助
										设计	审核	标准化	会签	批准
标记	处数	更改号	签字	日期	标记	处数	更改号	签字	日期					

从人机料法环时间因素对每一个过程的每一步进行详细描述，形成作业指导书。

汇总每一个过程的工时定额，形本钱产品的工时定额表。

6.4、编制材料定额

汇总每个产品的材料定额，形本钱车间、生产线的材料定额表。

6.5、编制消耗定额

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/626204200032010122