

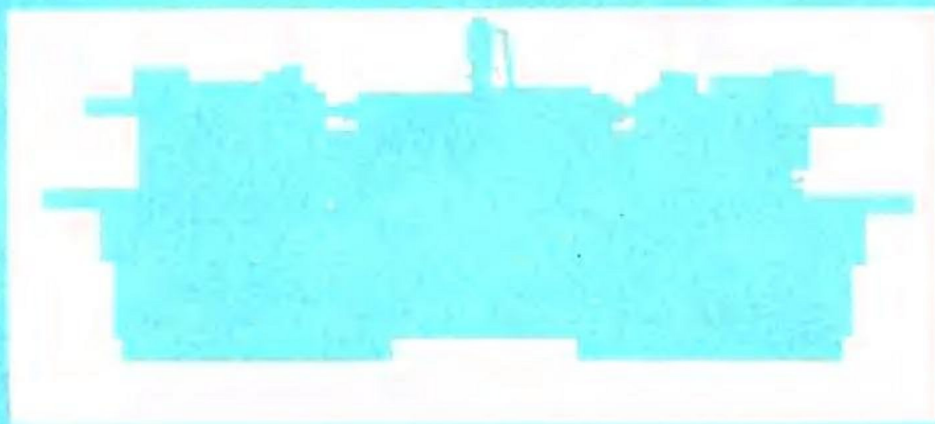


机械制造工艺
金属切削机床

设计指导

主编 李 洪

副主编 蔡群礼 张庆云 张彦才



东北工学院出版社

内 容 提 要

本《指导》是《机械制造工艺学》和《机床设计》教材的配套用书。全书共二篇三个附录。第一篇机械制造工艺设计：设计程序和方法、零件分析与毛坯选择、工艺路线的拟定、工艺计算和夹具设计等五章及思考题。第二篇机床设计：设计程序和方法、总体设计、主传动设计、动力计算和结构设计等五章及思考题。附录1附录2为工艺和机床设计所必需的标准资料。附录3为工艺和机床设计实例。

本《指导》主要供高等工科院校机械制造与设备专业的师生进行课程设计和毕业设计使用，也可供有关人员参考。

机械制造工艺 金属切削机床 设计指导

主编 李 洪 副主编 蔡群礼 张庆云 张彦才

东北工学院出版社出版
(沈阳市·南湖)

东北工学院出版社发行
58068部队印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：19.375 插页：5 字数：465千字
1989年3月第1版

1989年3月第1次印刷

印数：1~15,000

责任编辑：崔华林 责任校对：蔡群礼 张庆云

ISBN 7-81006-155-0/TH·21 定价：6.50元

前 言

随着机械工业技术的迅速发展，新标准、新材料、新结构、新设备、新工艺等不断出现，为适应广大学生设计的需要，由金杯汽车股份有限公司沈阳汽车工业学院、沈阳二轻职工大学、辽宁省广播电视大学、沈阳市广播电视大学、沈阳大学、沈阳工业大学、东北工学院联合编写了《机械制造工艺、金属切削机床设计指导》。

本《指导》按照工艺和机床的实际设计程序精选内容、组织编写。选用最新标准、资料、公式和数据，采用了标准的和统一的名词术语、符号，贯彻了法定计量单位。加强了结构设计和工艺性介绍，并对设计中常出现的缺陷及应注意的问题作了必要的阐述。编入了设计实例、参考图、思考题及常用的、必需的标准资料，以利于设计顺利进行。

沈阳二轻职工大学、金杯汽车股份有限公司沈阳汽车工业学院对本“指导”的编写出版工作给予大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

参加本《指导》编写的人员有：金杯汽车股份有限公司沈阳汽车工业学院刘英杰、邱德俊，沈阳二轻职工大学许授、李荣发，沈阳工业大学宫兴楨，辽宁省广播电视大学李继斌，沈阳市广播电视大学曲中谦、张彦才，沈阳大学刘裕先，东北工学院张庆云、蔡群礼、李洪。

水平所限、本书中难免存在缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 者

1988.11.

1 篇 机械制造工艺设计

| | |
|------------------------------|------|
| 1 章 概 述 | (1) |
| 1. 机械制造工艺设计的目的..... | (1) |
| 2. 机械制造工艺设计的选题..... | (1) |
| 3. 机械制造工艺设计的工作量..... | (2) |
| 4. 机械制造工艺设计的步骤与方法..... | (2) |
| 2 章 零件的分析与毛坯的选择 | (4) |
| 1. 生产类型的确定..... | (4) |
| 2. 零件的工艺分析..... | (5) |
| 3. 毛坯的选择..... | (7) |
| 3 章 零件工艺路线的拟定 | (10) |
| 1. 表面加工方法和加工方案的选择..... | (10) |
| 2. 定位基准的选择..... | (12) |
| 3. 零件各表面加工顺序的确定..... | (12) |
| 4. 机床及工艺装备的选择..... | (13) |
| 4 章 工艺计算 | (15) |
| 1. 机械加工余量的计算与确定..... | (15) |
| 2. 工序尺寸及公差计算..... | (16) |
| 3. 切削用量的选择..... | (17) |
| 4. 工时定额..... | (27) |
| 5. 工艺过程的技术经济分析..... | (41) |
| 5 章 机床夹具设计 | (44) |
| 1. 夹具设计的基本要求..... | (44) |
| 2. 夹具的设计方法和步骤..... | (44) |
| 3. 工件在夹具中的定位..... | (45) |
| 4. 工件的夹紧..... | (51) |
| 5. 夹具的对定..... | (57) |
| 6. 夹具总图上尺寸、公差配合和技术条件的标注..... | (57) |
| 机械制造工艺设计思考题 | (58) |

2 篇 金属切削机床设计

| | |
|-------------------------------|-------|
| 1 章 概 述 | (60) |
| 1. 机床设计的目的..... | (60) |
| 2. 机床设计的选题..... | (60) |
| 3. 机床设计的程序..... | (61) |
| 4. 机床设计的工作量..... | (61) |
| 5. 机床设计的要求..... | (62) |
| 2 章 机床总体方案设计 | (64) |
| 1. 工艺分析..... | (64) |
| 2. 机床总体布局..... | (64) |
| 3. 机床的艺术造型..... | (65) |
| 4. 机床操纵部位的布局..... | (67) |
| 5. 机床的总联系尺寸图..... | (68) |
| 6. 机床的技术参数拟定..... | (68) |
| 3 章 机床主传动系统的运动设计 | (74) |
| 1. 初拟传动方案..... | (74) |
| 2. 传动结构式和结构网的选择..... | (74) |
| 3. 绘制转速图..... | (75) |
| 4. 普通 V 带型号及带轮直径的确定..... | (77) |
| 5. 初估轴径..... | (77) |
| 6. 初估齿轮模数..... | (77) |
| 7. 确定齿轮齿数..... | (77) |
| 8. 验算主轴转速误差..... | (80) |
| 9. 绘制传动系统图..... | (80) |
| 4 章 机床主传动系统的动力计算 | (82) |
| 1. 绘制装配草图和传动件验算..... | (82) |
| 2. 普通 V 带传动的计算..... | (82) |
| 3. 传动轴的计算..... | (91) |
| 4. 齿轮模数的计算..... | (96) |
| 5. 滚动轴承的验算..... | (107) |
| 6. 片式摩擦离合器的选择和计算..... | (111) |

| | |
|---------------------------------|-------|
| 5 章 主轴变速箱结构设计 | (114) |
| 1. 设计方法 | (114) |
| 2. 装配图设计 | (115) |
| 3. 操纵机构设计 | (132) |
| 4. 润滑与密封设计 | (134) |
| 5. 外观图及箱体结构设计 | (137) |
| 6. 装配图中零件号的编排及尺寸标注 | (141) |
| 7. 卧式升降台铣床主轴变速箱设计主要特点 | (142) |
| | |
| 机床设计思考题 | (145) |
| | |
| 附录 1 机械制造工艺设计部分 | (147) |
| 1. 毛坯的机械加工余量 | (147) |
| 2. 工序的机械加工余量及公差 | (156) |
| 3. 各种加工方法的经济精度 | (164) |
| 4. 常用加工设备的性能及参数 | (172) |
| 5. 切削用量 | (176) |
| | |
| 附录 2 金属切削机床设计部分 | (206) |
| 1. 表面粗糙度、砂轮越程槽 | (206) |
| 2. 齿轮精度等级、中心距公差、图样、空刀槽 | (208) |
| 3. 矩形花键 | (216) |
| 4. 主轴端部结构 | (218) |
| 5. 3182100、2268100型轴承、滚动轴承配合与选择 | (231) |
| 6. 调整螺母和螺纹保证载荷 | (235) |
| 7. 操作件 | (238) |
| 8. 法兰盘 | (243) |
| 9. 油标、油塞、柱塞泵 | (252) |
| 10. 电动机 | (254) |
| 11. 导轨 | (256) |
| | |
| 附录 3 设计实例 | (260) |
| 机械制造工艺设计实例 | (260) |
| 金属切削机床设计实例 | (290) |
| 主要参考文献 | (306) |

1 篇 机械制造工艺设计

1 章 概 述

1. 机械制造工艺设计的目的

机械制造工艺设计包括课程设计和毕业设计。前者是在学完机械制造工艺学和生产实习之后进行；后者是学完全部大学课程之后进行。两者都是实践性教学环节，在深广度上有不同的要求，应由任教单位和老师具体确定。总的目的都是使学生受到工程师的基本训练。

通过工艺设计应使学生在下述各方面得到锻炼：

(1) 能综合运用机械制造工艺及夹具课和所学过的其他课程的基本理论与基本方法，正确地分析和解决一个零件在加工过程中的定位、夹紧以及工艺路线合理拟订等问题，从而保证零件制造的质量、生产率和经济性。

(2) 通过工艺装备的设计，培养学生的结构设计和计算、绘图能力。

(3) 通过毕业实习及设计全过程，使学生学会调查研究、收集中外技术资料的方法。

(4) 正确地熟练地运用有关的手册、图表资料及技术参考书。

(5) 培养独立、创新、严谨和求实的精神与作风。

2. 机械制造工艺设计的选题

机械制造工艺设计的内容取决于题目的选择。在选择设计题目时要考虑到教学综合训练、工作量适中、有一定的先进性及实用可行的原则。一般有以下三种类型：

(1) 制订某零件的机械加工工艺流程及其工艺装备设计。

所选零件最好是当前正在生产的产品，具有中等复杂程度，工序数目大约15道左右。生产规模可定为中批或大批生产。

(2) 非标准专用机械设备设计

这类题目一般是针对关键件的关键工序或新建工程所需设备的设计，使学生在技术改造中做出贡献。此类题目一般偏重结构设计，为了不削弱工艺设计要求，应注意加强工艺方案和工艺分析的锻炼。

(3) 工艺试验研究

少数优秀学生在毕业设计时可给予这类题目，进行科学研究的初步训练。但要注意可行性及工作量适中，在有限时间内得出阶段性成果。

3. 机械制造工艺设计的工作量

机械制造工艺设计工作量由学校和教师决定，参考如下：

(1) 毕业设计 (10周以上)

绘制零件图、毛坯图、零件机械加工综合工艺卡片、夹具装配图（即总图）、检具图及刀具图等折合图 A0 图纸 4 张以上。

编写设计说明书一份，大约15000字。

(2) 课程设计 (3~4周)

绘制零件图、毛坯图、零件机械加工综合工艺卡片、夹具总图及检具图等折合 A0 图纸 2~2.5张。

编写设计说明书一份，大约8000字左右。

4. 机械制造工艺设计的步骤与方法

学生在接到设计任务书后，应细读本《机械制造工艺设计指导》，了解工艺设计的目的、内容、要求及其步骤与方法。在教师指导下拟定设计工作进度计划。

机械制造工艺设计步骤与方法如下：

(1) 调查研究和收集资料、酝酿设计方案

此项工作主要通过实习来完成。实习既是设计的准备，也是设计的开始。实习要做到深入、细致。全面收集以下原始资料并要有所分析。

- 1) 零件工作图及其产品装配图；
- 2) 有关的技术标准及手册、书刊等资料；
- 3) 现场的生产条件（机床、工装、毛坯、生产状况及问题等）；
- 4) 国内外有关的先进工艺、结构及发展动向。

在调查研究中要结合设计题目广泛征求意见，多提问题，多设想方案。认真做好笔记，写出报告。

(2) 分析研究零件图及其产品装配图，并绘制零件工作图。

要根据生产类型及现场条件对零件图进行结构工艺性及技术条件、图纸完整性等分析，必要时提出修改意见。

(3) 选择毛坯种类及其制造方法或按标准确定型材规格。确定毛坯总余量，画毛坯图。

(4) 选择定位基准。

(5) 拟定工艺路线（即工序加工方法、工序顺序与数目）。

(6) 确定各工序间加工余量、工序尺寸及公差。

(7) 选择各工序所用的机床、刀具、夹具、量具及其它辅具，提出工装设计任务书。

(8) 计算切削用量及估算工时定额。必要时对不同工艺方案进行经济分析。

(9) 填写综合机械加工工艺卡片（参见表1.1—1）。

(10) 工艺装备设计 (详见第 5 章)

(11) 编写设计说明书

对设计说明书的要求是层次分明、文字通顺、字迹工整、内容准确无误。可参考本书实例。

表1.1—1

| ×××学校 班 | | 零件号 | 材 料 | | 编 制 | | (日期) | | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------------|------------------|------------------|--------|---------------------------------|--------|--------|------------------|------------------------|------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|----------|----------|----------|--|
| 机械加工工艺流程综合卡片 | | 零件名称 | 毛坯质量 | | 指 导 | | (日期) | | | | | | | | | | |
| | | 生产类型 | 毛坯种类 | | 审 核 | | (日期) | | | | | | | | | | |
| 工 序 | 安 装 (工 位) 步 | 工 序 说 明 | 工 序 简 图 | 机 床 | 夹 具 或 辅 助 工 具 | 刀 具 | 量 具 | 走 刀 次 数 | 走 刀 长 度 mm | 切 削 深 度 mm | 进 给 量 mm/r | 主 轴 转 速 r/min | 切 削 速 度 m/s | 工时定额min | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 基本 时间 | 辅助 时间 | 单件 时间 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

注：质量俗称重量单位kg。

2 章 零件的分析与毛坯的选择

1. 生产类型的确定

1.1 生产纲领与生产节拍

生产纲领：包括备品和废品在内的产品（或零件）的年产量。

零件的生产纲领可按下式计算：

$$N = Q \cdot n(1 + \alpha\%)(1 + \beta\%) \quad (1.2-1)$$

式中：

Q —— 产品的年产量（台/年）

n —— 每台产品中该零件的数量（件/台）

$\alpha\%$ —— 备品的百分率

$\beta\%$ —— 废品的百分率

生产节拍：在大量生产中，生产连续两个产品之间的时间间隔称为节拍。即：

$$\tau = \frac{T}{N} \text{ (min)} \quad (1.2-2)$$

式中：

τ —— 节拍时间。

T —— 年时基数。一班生产 $T = 2350\text{h}$ 。

二班生产 $T = 4600\text{h}$ 。

N —— T 时间内生产出来的产品数量。

1.2 生产类型的确定

生产类型的确定，主要根据产品的复杂程度及生产纲领的大小。表1.2—1 所列生产类型与生产纲领的关系，可供确定生产类型时参考。

表1.2—1 生产类型和生产纲领的关系

| 生产类型 | 同类零件的年产量，件 | | |
|------|-----------------|-------------------|----------------|
| | 重型(零件重大于2000kg) | 中型(零件重100~2000kg) | 轻型(零件重小于100kg) |
| 单件生产 | <5 | <20 | <100 |
| 小批生产 | 5~100 | 20~200 | 100~500 |
| 中批生产 | 100~300 | 200~500 | 500~5000 |
| 大批生产 | 300~1000 | 500~5000 | 5000~5000 |
| 大量生产 | >1000 | >5000 | >50000 |

生产类型不同、产品的制造工艺方法、所用的设备和工艺装备以及生产的组织均不相同。各种生产类型的工艺特征见表1.2—2

表1.2—2 各种生产类型的工艺特征

| 特点 | 单 件 生 产 | 成 批 生 产 | 大 量 生 产 |
|--------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|
| 毛坯的制造方法及加工余量 | 铸件用木模手工造型；锻件用自由锻。毛坯精度低，加工余量大 | 部分铸件用金属模；部分锻件用模锻。毛坯精度中等，加工余量中等 | 铸件广泛采用金属模机器造型；锻件广泛采用模锻，以及其它高生产率的毛坯制造方法。毛坯精度高，加工余量小 |
| 机床设备及其布置形式 | 采用通用机床。机床按类别和规格大小采用“机群式”排列布置 | 采用部分通用机床和部分高生产率机床。机床按加工零件类别分段排列布置 | 广泛采用高生产率的专用机床及自动机床。机床设备按流水线形式排列布置 |
| 夹具 | 多用标准附件，很少采用专用夹具，靠划线及试切法达到尺寸精度 | 广泛采用夹具，部分靠划线法达到加工精度 | 广泛采用高生产率夹具，靠夹具及调整法达到加工精度 |
| 刀具与量具 | 采用通用刀具与万能量具 | 较多采用专用刀具又专用量具 | 广泛采用高生产刀具和量具 |
| 对工人的要求 | 需要技术熟练的工人 | 需要一定技术熟练程度的工人 | 对操作工人的技术要求较低，对调整工人的技术要求较高 |
| 工艺文件 | 有简单的工艺路线卡 | 有工艺规程，对关键零件有详细的工艺规程 | 有详细的工艺文件 |

2. 零件的工艺分析

零件的工艺分析，就是通过对零件图纸的分析研究，判断该零件的结构和技术要求是否合理，是否符合工艺性要求。对不合理的部分提出修改意见，以便保证能用经济合理的方法制造出符合质量要求的零件。

2.1 审查零件图纸

- (1) 零件图的视图、尺寸、公差和技术要求是否齐全和正确；
- (2) 零件图所规定的加工要求是否合理，如要求过高，应提出修改意见；
- (3) 零件图所采用的材料是否恰当，材料选择不当，可能使工艺过程安排发生问题。

2.2 零件的结构工艺性分析

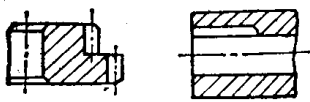
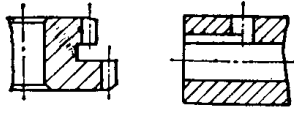
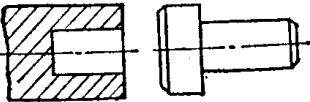
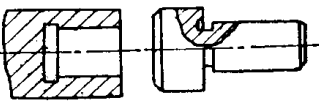
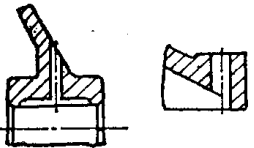
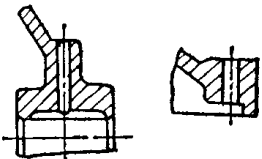
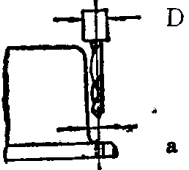
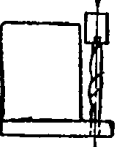
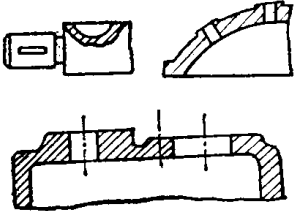
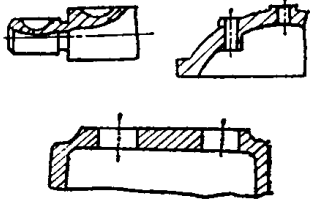
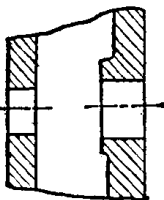
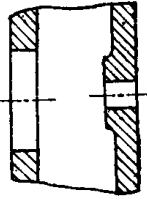
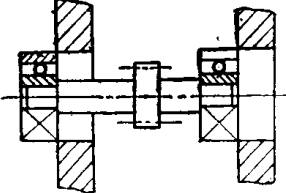
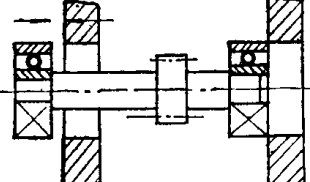
所谓“结构工艺性良好”，是指所设计的零件在保证使用性能的前提下，能用生产率高、劳动量小、材料消耗少和生产成本低的加工方法制造出来。

分析零件结构工艺性时，应考虑两个原则：

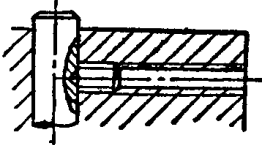
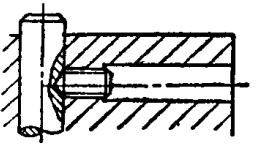
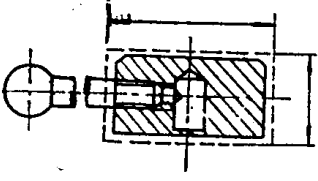
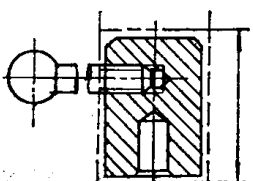

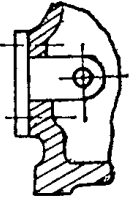

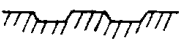
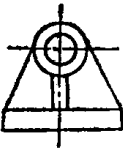
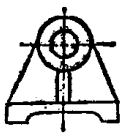
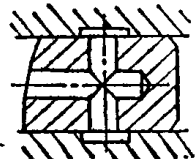
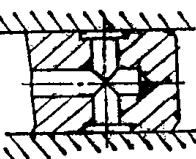
- (1) 必须根据生产规模和生产条件出发来评定。
- (2) 必须全面综合考虑毛坯制造、机械加工、热处理和装配总劳动量的节约问题，不能只考虑一个方面。

分析零件结构工艺性的例子见表1.2—3。

表1.2—3 零件结构工艺性的例子

| 改进前 | 改进后 | 说明 |
|---|---|--|
|  |  | <p>齿轮、螺纹、键槽加工都必须有退刀槽、否则引起刀具损坏</p> |
|  |  | <p>盲孔和阶梯轴磨削时。若无退刀槽，不能磨出清角，影响配合及砂轮磨损</p> |
|  |  | <p>钻孔时钻头的切入和切出口应为平面，否则钻头将因径向受力不均而易折断</p> |
|  |  | <p>钻头无法达到加工位置，应使尺寸 $a > \frac{D}{2}$</p> |
|  |  | <p>键槽，销孔尽量布置在同一方向上，孔口凸台高度应为同一平面，加工时只需一次安装和一次对刀</p> |
|  |  | <p>箱体内壁凸台不应过大，便于刮削</p> |
|  |  | <p>便于装配</p> |

(续)

| 改进前 | 改进后 | 说明 |
|---|---|--|
|  |  | 减少很深的螺纹孔加工 |
|  |  | 改进结构, 采用轧制型材, 减小直径, 节省材料 (因 $V = \pi d^2 \times h$) |
|  |  | 箱体类零件的外表面比内表面容易加工, 应以外部连接表面代替内部连接表面 |
|  |  | 三个凸台表面, 可在一次走刀加工完毕 |
|  |  | 减少加工面 |
|  |  | 阀孔内割槽改为阀芯上切槽, 外圆加工比内孔加工方便, 槽间距也易于保证 |

3. 毛坯的选择

正确的选择毛坯, 具有重大的经济技术意义。毛坯的材料、制造方法和制造精度对工件的加工过程、加工劳动量、材料利用率和工件成本都有很大影响。

3.1 毛坯的种类

(1) 铸件 适用于做形状复杂的零件毛坯。

(2) 锻件 适用于强度要求较高，形状比较简单的零件毛坯。

(3) 冲压件 适用于中小尺寸的板料零件，一般可不再经过切削加工，用于成批大量生产。

(4) 型材 热轧型材的尺寸较大，精度低，用于做一般零件的毛坯。拉制型材的尺寸较小精度较高，用于制造中小型零件。

(5) 工程塑料 各种不同的塑料，可分别用来制造轴承、齿轮、螺钉、螺母、填料和衬套皮带轮等机械零件。具有重量轻、化学稳定性好、电气绝缘性好、有优良的耐磨性和自润滑性并有与钢相近的强度。是具有广阔前途的机械工程材料。

3.2 毛坯选择的依据

(1) 生产纲领的大小

当零件生产纲领较大时，应采用精度与生产率都比较高的毛坯制造方法。以便减少材料消耗和机械加工费用。当零件产量较小时，应选用精度和生产率较低的毛坯制造方法。如自由锻造锻件和手工造型铸件等。

(2) 零件材料及对材料组织和性能的要求

例如，材料为铸铁与青铜的零件，一般应选择铸件毛坯，重要的钢质零件，为保证良好的机械性能，不论结构形状简单或复杂，均不宜直接选取轧制型材，而应选用锻件毛坯。

(3) 零件的结构形状及外形尺寸

台阶直径相差不大的阶梯轴，可直接选取圆棒料（机械性能无特殊要求）；直径相差较大时，为减少材料消耗和机械加工劳动量，则宜选择锻件毛坯。一些非旋转体的板条形钢质零件，多为锻件。尺寸大的零件，目前只能选取毛坯精度和生产率都比较低的自由锻造和砂型铸造；而中小型零件，则可选用模锻、精锻、熔模铸造及压力铸造等先进的毛坯制造方法。

(4) 现有生产条件

选择毛坯时，要考虑毛坯制造的实际水平、生产能力、设备情况及外协的可能性和经济性。

3.3 毛坯图的绘制

毛坯总余量确定以后，便可绘制毛坯图。图1.2—1 为模锻齿轮毛坯图，其表示方法如下

(1) 实线表示毛坯表面轮廓，以双点划线表示经切削加工后的表面，在剖面图上用交叉线表示加工余量。

(2) 毛坯图上的尺寸值包括加工余量在内。可在毛坯图上注出成品尺寸（基本尺寸）但应加括号。如($\phi 300$)。

(3) 在毛坯图上可用符号表示出机械加工工序的基准。

- (4) 在毛坯图上注有零件检验的主要尺寸及其公差，次要尺寸可不标注公差。
(5) 在毛坯图上注有材料规格及必要的技术条件。

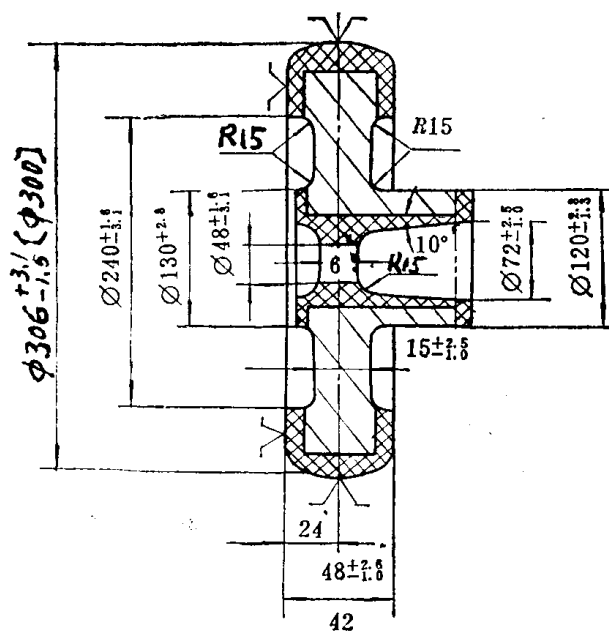


图1.2—1 模锻齿轮毛坯图

3 章 零件工艺路线的拟定

拟定零件加工工艺路线，是零件加工的总体方案设计，是制定工艺规程中的关键性工作。拟定工艺路线所涉及的问题主要是选择定位基准、选择各表面加工方法、安排加工顺序和组合工序，以及选择各序所用的机床和工艺装备等。对比较复杂的零件，应多设想几种工艺方案，进行分析比较后，从中选择一个比较经济合理的加工方案。

1. 表面加工方法和加工方案的选择

1.1 表面加工方法选择的依据

(1) 首先要根据每个加工表面的技术要求，确定加工方法及分几次加工。各种加工方法所能达到的经济精度和表面粗糙度见附表1.3—1至表1.3—15。

(2) 要考虑工件材料的性质。例如：淬火钢必须用磨削的方法加工，而有色金属一般采用金刚镗或高速精车的方法进行精加工，不宜磨削。

(3) 要考虑生产类型，即要考虑生产率和经济性的问题。在大批大量生产中可采用高效专用设备和专用工艺装备。在单件小批生产中采用一般的加工方法，使用万能机床和通用工艺装备。

(4) 要结合现场条件。如设备精度状况，设备负荷情况，以及工人技术操作水平等。

1.2 外圆表面的加工方案（见表1.3—1）；

1.3 孔的加工方案（见表1.3—2）；

1.4 平面的加工方案（见表1.3—3）。

表1.3—1 外圆表面加工方案表

| 加工方案 | 经济精度 | 表面粗糙度 Ra μm | 适用范围 |
|---------------------------|--------|---------------------------|----------------------------|
| 粗车 | IT11以下 | 12.5 | 适用于淬火钢以外的各种金属 |
| 粗车-半精车 | IT8~10 | 6.3~3.2 | |
| 粗车-半精车-精车 | IT7~8 | 1.6~0.8 | |
| 粗车-半精车-精车-滚压（或抛光） | IT7~8 | 0.2~0.025 | |
| 粗车-半精车-磨削 | IT7~8 | 0.8~0.4 | 主要用于淬火钢，也可用于未淬火钢，但不宜加工有色金属 |
| 粗车-半精车-粗磨-精磨 | IT6~7 | 0.4~0.1 | |
| 粗车-半精车-粗磨-精磨-超精加工（或轮式超精磨） | IT5 | 0.1~R _z 0.1 | |
| 粗车-半精车-精车-金钢石车 | IT6~7 | 0.4~0.025 | 主要用于要求较高的有色金属加工 |
| 粗车-半精车-粗磨-精磨-超精磨或镜面磨 | IT5 | 0.025~R _z 0.05 | 极高精度的外圆加工 |
| 粗车-半精车-粗磨-精磨-研磨 | IT5 | 0.1~R _z 0.05 | |

表1.3—2

孔加工方案

| 加工方案 | 经济精度 | 表面粗糙度 Ra μm | 适用范围 |
|---------------------------------------|---------|----------------|--|
| 钻 | IT11~12 | 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(但表面粗糙度稍粗糙。孔径小于15~20mm) |
| 钻-铰 | IT9 | 3.2~1.6 | |
| 钻-铰-精铰 | IT7~8 | 1.6~0.8 | |
| 钻-扩 | IT10~11 | 12.5~6.3 | 同上,但孔径大于15~20mm |
| 钻-扩-铰 | IT8~9 | 3.2~1.6 | |
| 钻-扩-粗铰-精铰 | IT7 | 1.6~0.8 | |
| 钻-扩-机铰-手铰 | IT6~7 | 0.4~0.1 | |
| 钻-扩-拉 | IT7~9 | 1.6~0.1 | 大批大量生产(精度由拉刀的精度而定) |
| 粗镗(或扩孔) | IT11~12 | 12.5~6.3 | 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) | IT8~9 | 3.2~1.6 | |
| 粗镗(扩)-半精镗(精扩)-精镗(铰) | IT7~8 | 1.6~0.8 | |
| 粗镗(扩)-半精镗(精扩)-精镗-浮动镗刀精镗 | IT6~7 | 0.8~0.4 | |
| 粗镗(扩)-半精镗-磨孔 | IT7~8 | 0.8~0.2 | 主要用于淬火钢也可用于未淬火钢但不宜用于有色金属 |
| 粗镗(扩)-半精镗-粗镗-精磨 | IT6~7 | 0.2~0.1 | |
| 粗镗-半精镗-精镗-金钢镗 | IT6~7 | 0.4~0.05 | 主要用于精度要求高的有色金属加工 |
| 钻-(扩)-粗铰-精铰-珩磨; 钻-(扩)-拉-珩磨; 半粗镗-精镗-珩磨 | IT6~7 | 0.2~0.025 | 精度要求很高的孔 |
| 以研磨代替上述方案中的珩磨 | IT6级以上 | | |

表1.3—3

平面加工方案

| 加工方案 | 经济精度 | 表面粗糙度 Ra μm | 适用范围 |
|-----------------------|-------|-------------------------|------------------------------|
| 粗车-半精车 | IT9 | 6.3~3.2 | 端面 |
| 粗车-半精车-精车 | IT7~8 | 1.6~0.8 | |
| 粗车-半精车-磨削 | IT8~9 | 0.8~0.2 | |
| 粗刨(或粗铣)-精刨(或精铣) | IT8~9 | 6.3~1.6 | 一般不淬硬平面(端铣表面粗糙度较细) |
| 粗刨(或粗铣)-精刨(或精铣)-刮研 | IT6~7 | 0.8~0.1 | 精度要求较高的不淬硬平面; 批量较大时宜采用宽刃精刨方案 |
| 以宽刃刨削代替上述方案刮研 | IT7 | 0.8~0.2 | |
| 粗刨(或粗铣)-精刨(或精铣)-磨削 | IT7 | 0.8~0.2 | 精度要求高的淬硬平面或不淬硬平面 |
| 粗刨(或粗铣)-精刨(或精铣)-粗磨-精磨 | IT6~7 | 0.4~0.02 | |
| 粗铣-拉 | IT7~9 | 0.8~0.2 | 大量生产,较小的平面(精度视拉刀精度而定) |
| 粗铣-精铣-磨削-研磨 | IT6以上 | 0.1~R _z 0.05 | 高精度平面 |