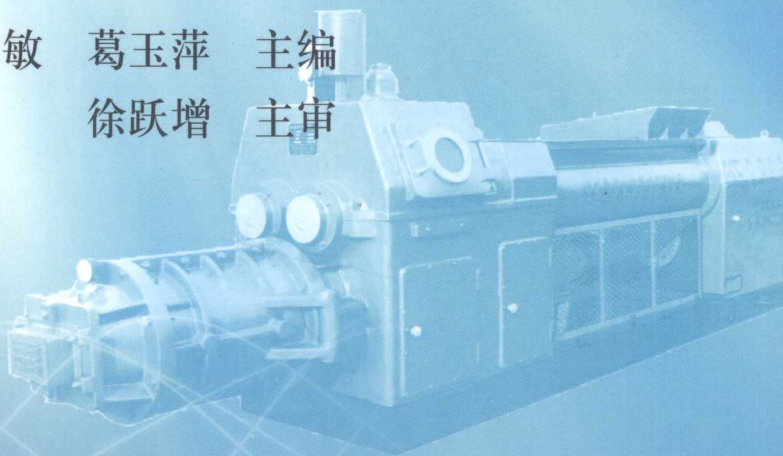


高职高专机电类专业统编教材  
全国水利水电高职教研会组编

JIXIE ZHIZAO JISHU  
KECHENG SHEJI ZHIDAO

# 机械制造技术 课程设计指导

李永敏 葛玉萍 主编  
徐跃增 主审



黄河水利出版社

## 内 容 提 要

本书是高职高专机电类专业统编教材,是根据全国水利水电高职教研会制定的《机械制造技术课程设计指导》课程教学大纲编写完成的。本书共分5章,主要内容包括机械制造技术课程设计综述、机械加工工艺规程设计与案例、零件专用机床夹具设计与案例、机床夹具公差和技术要求、机械制造技术课程设计题目选编。

本书可供高职高专机电一体化、数控技术、机械制造与自动化、模具制造、机械制造与设备等专业的学生进行机械制造工艺与机床夹具课程设计和毕业设计时使用,也可供有关工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术课程设计指导/李永敏,葛玉萍主编. —郑州:黄河水利出版社,2009.3

高职高专机电类专业统编教材

ISBN 978-7-80734-361-5

I. 机… II. ①李… ②葛… III. 机械制造工艺-课程设计-高等学校:技术学校-教学参考资料 IV. TH16-41

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第019024号

组稿编辑:王路平 电话:0371-66022212 E-mail:hhsllwlp@126.com  
简 群 66026749 w\_jq001@126.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南地质彩色印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:10.75

字数:250千字

印数:1—3100

版次:2009年3月第1版

印次:2009年3月第1次印刷

定价:20.00元

# 前 言

本书是根据《国务院关于大力发展职业教育的决定》,教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》、《关于加强高职高专教育人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等文件精神,以及由全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划,报水利部批准,由全国水利水电高职教研会组织编写的机电类全国统编教材。

机械制造技术课程是机械制造技术教学中的一个重要环节,它是学生综合运用所学知识的一次实践锻炼。目的是培养学生初步具备工艺设计及工装设备设计的能力,为今后走上机械制造的生产岗位打下良好基础。

编写本书时以实用为导向,所选案例均来自生产实际,实用性强,适合高等职业教育的特点。

本书共分 5 章。第 1 章为机械制造技术课程设计综述;第 2 章为机械加工工艺规程设计与案例;第 3 章为零件专用机床夹具设计与案例;第 4 章为机床夹具公差和技术要求;第 5 章为机械制造技术课程设计题目选编。

本书由山东水利职业学院李永敏、黄河水利职业技术学院葛玉萍、山东水利职业学院赵黎编写。本书由李永敏、葛玉萍担任主编,李永敏负责统稿,由赵黎担任副主编。全书由浙江同济科技职业学院徐跃增担任主审。

本书可供高职高专机电一体化、数控技术、机械制造与自动化、模具制造、机械制造与设备等专业的学生进行机械制造工艺与机床夹具课程设计和毕业设计时使用,也可供有关工程技术人员参考。

由于编者水平所限,错误和不当之处在所难免,恳请读者不吝指正。

编 者

2008 年 10 月

# 目 录

前 言	
第 1 章 机械制造技术课程设计综述	(1)
§ 1.1 课程设计的目的、要求与内容	(1)
§ 1.2 设计方法和步骤	(2)
第 2 章 机械加工工艺规程设计与案例	(9)
§ 2.1 机械加工工艺规程设计	(9)
§ 2.2 东风-12 卡车倒挡拨叉零件的工艺设计	(18)
§ 2.3 解放牌汽车传动轴万向节滑动叉零件的工艺设计	(25)
§ 2.4 犁刀变速箱箱体零件的工艺设计	(42)
§ 2.5 某齿轮零件的工艺设计	(57)
第 3 章 零件专用机床夹具设计与案例	(76)
§ 3.1 专用夹具设计	(76)
§ 3.2 拨叉零件专用机床夹具设计	(82)
§ 3.3 托架零件专用铣床夹具设计	(95)
第 4 章 机床夹具公差和技术要求	(101)
§ 4.1 制定夹具公差和技术要求的主要依据和基本原则	(101)
§ 4.2 夹具各组成元件相互位置精度和相关尺寸的制订	(102)
§ 4.3 夹具公差与配合的选择	(106)
§ 4.4 各类机床夹具公差和技术要求的制订	(106)
§ 4.5 夹具零件的公差和技术要求	(115)
§ 4.6 夹具制造和使用说明	(118)
第 5 章 机械制造技术课程设计题目选编	(119)
附表 1	(124)
附表 2	(132)
附表 3	(140)
附表 4	(154)
参考文献	(164)

# 第 1 章 机械制造技术课程设计综述

## § 1.1 课程设计的目的、要求与内容

### 1.1.1 课程设计的目的

机械制造技术课程设计是在学完机械制造工艺、金属切削原理与刀具、机床夹具设计等课程内容,并进行了生产实习的基础上进行的一个教学实践环节。它要求学生全面地综合运用本课程及其先修课程的理论和实践知识进行工艺及结构的设计,也为以后搞好毕业设计及顶岗实习提供了一次预备训练。其目的在于:

(1)培养学生运用机械制造工艺学及有关课程(工程材料与热处理、机械设计、互换性与测量技术、金属切削机床、金属切削原理与刀具等)的知识,结合生产实践中学到的知识,独立地分析和解决工艺问题,初步具备设计一个中等复杂程度的工艺规程的能力。

(2)能根据被加工零件的技术要求,运用夹具设计的基本原理和方法,学会拟订夹具设计方案,完成夹具结构设计,初步具备设计出高效、省力、经济合理并能保证加工质量的专用夹具的能力。

(3)培养学生熟悉并运用有关手册、标准、图表等技术资料的能力。

(4)进一步培养学生识图、制图、运算和编写技术文件等的基本技能。

### 1.1.2 课程设计的 requirements 与内容

#### 1.1.2.1 课程设计要求

设计要求编制一个中等复杂程度零件的机械加工工艺规程,按教师的指定设计其中一道工序的专用夹具,并撰写设计说明书。学生应在教师的指导下,认真、有计划地按时完成设计任务。学生必须以负责的态度对待自己所作的技术决定、数据和计算结果,注意理论与实践的结合,以期使整个设计在技术上是先进的,在经济上是合理的,在生产中是可行的。

机械制造技术课程设计题目一律定为:××零件的机械加工工艺规程制订及×××工序专用夹具设计。

生产类型为中批或大批生产。

设计具体要求包括:

零件图	1 张
毛坯图	1 张
机械加工工艺卡片(或工艺过程卡片和工序卡片)	1 套
夹具总装图	1 张

夹具主要零件图	1 张
课程设计计算说明书	1 份

### 1.1.2.2 课程设计内容

本课程设计要求编制一个中等复杂程度零件的工艺流程,设计(或选型)其中重要工序(或难加工程序)的夹具,并撰写设计说明书。

具体内容如下:

- (1) 确定生产类型,对零件进行工艺分析;
- (2) 确定毛坯种类及制造方法,绘制毛坯图(零件—毛坯合图);
- (3) 拟定零件的机械加工工艺流程,选择各工序加工设备及工艺装备(刀具、夹具、量具和辅具);
- (4) 确定工序尺寸及公差,各工序切削用量,计算某一关键工序的工时定额,画出工序简图;
- (5) 填写工艺文件,包括工艺过程卡片(或工艺卡片)、工序卡片(也可按指导老师的要求只填写部分主要工序的工序卡片);
- (6) 设计某一工序的夹具,绘制夹具装配图和主要零件图 1~2 张;
- (7) 撰写设计计算说明书。

## § 1.2 设计方法和步骤

### 1.2.1 工艺设计的方法

#### 1.2.1.1 分析研究零件图和实物,进行工艺审查

零件图样、生产纲领、每日班次和生产条件是课程设计的主要原始资料,由这些资料确定了生产类型和生产组织形式之后,即可开始拟定工艺流程。

- (1) 熟悉零件图,了解零件性能、用途、工作条件及所在部件(或整机)中的作用。
- (2) 了解零件材料,合理选择毛坯种类和制造方法,确定切削用量及加工方法。
- (3) 分析零件图上各项技术要求制定的依据,确定主要加工表面和次要表面,找出关键技术问题。
- (4) 分析零件的结构工艺性要从选材是否得当,尺寸标注和技术要求是否合理,零件的结构是否便于安装和加工,零件的结构能否适应生产类型和具体的生产条件,是否便于采用先进的、高效率的工艺方法等方面进行分析,不合理处可提出修改意见。

#### 1.2.1.2 选择毛坯制造方式,画毛坯图

- (1) 毛坯的制造方式及毛坯精度,主要取决于生产类型、零件结构、形状、尺寸及材料等因素。
- (2) 确定总余量及余量公差:可查阅有关的机械加工工艺手册,用查表法确定各表面的总余量及余量公差,也可用算法确定。
- (3) 绘制毛坯图。在总余量已确定的基础上画毛坯图。在经简化了次要细节的零件图的主要视图上,将已确定的加工余量叠加在各相应的被加工表面上,即得到毛坯轮廓。

为表达清楚某些内部结构,可画必要的剖视、剖面。用双点画线画出简化了的零件图,用粗实线绘出毛坯形状。同时,应在图上标注出毛坯尺寸、公差、技术要求、毛坯制造的分模面、圆角半径和拔模斜度等。应注明一些特殊工艺余块,例如热处理工艺夹头、机械试验和金相试验用试棒、机械加工用的工艺夹头等的位置。对于图上无法或不便表示的条件,应以技术要求的形式写明。

### 1.2.1.3 拟定工艺路线

在对零件进行分析的基础上,制定零件的工艺路线。对于比较复杂的零件,可以先考虑几个加工方案,经分析比较后,再从中选出较合理的加工方案。

(1)选择定位基准。根据零件结构特点、技术要求及毛坯的具体情况,按照粗、精基准的选择原则来确定各工序合理的定位基准。当定位基准与设计基准不重合时,需要对它的工序尺寸和定位误差进行必要的分析和计算。

(2)决定各表面加工方法,划分加工阶段。根据各表面的加工要求,选定最终的加工方法,再由此向前确定各准备工序的加工方法。决定表面加工方法时还应对照每种加工方法所能达到的经济加工精度,先主要表面,后次要表面。最后根据零件的工艺分析、毛坯状态和选定的加工方法,看一看应采用哪些热处理;是否需划分成粗加工、半精加工、精加工等几个阶段。

(3)工序集中与分散。一般情况下,单件小批生产只能工序集中,而大批量生产则可以集中,也可以分散。各表面加工方法确定之后,应考虑哪些表面的加工适合在一道工序中完成,哪些则应分散在不同工序为好,从而初步确定零件加工工艺过程中的工序总数及内容。从发展角度来看,当前一般采用工序集中原则来组织生产。

(4)初拟加工工艺路线。加工顺序的安排一般应按“先粗后精,先面后孔,先主后次,基面先行”的原则进行,热处理工序按段穿插,检验工序按需要来安排。

(5)工艺装备的选择。总的原则是根据生产类型与加工要求,使所选择的工艺装备既能保证加工质量,又经济合理。中批生产条件下,通常采用通用机床加专用工、夹具;大批生产条件下,多采用高效专用机床、组合机床流水线、自动线与随行夹具。

(6)填写工艺过程卡片。选定工艺装备后,看是否要对先前初拟的工艺路线进行修改。修改确定后,可填写机械加工工艺过程卡片。

### 1.2.1.4 机械加工工序设计

(1)确定加工余量。毛坯余量在画毛坯图时确定。这里主要是确定工序余量。确定工序余量的方法有三种:计算法、经验估算法和查表法。

计算法是根据一定的试验资料和计算公式,对影响加工余量的各项因素统一加以考虑的。常用公式为:最小工序余量应满足下式:

用于对称余量时:

$$2Z_{\min} \geq 2(H_a + S_a) + T_a + 2|P_a + \varepsilon_b| \quad (1-1)$$

用于单边余量时:

$$Z_{\min} \geq H_a + S_a + T_a + |P_a + \varepsilon_b| \quad (1-2)$$

式中  $H_a$ ——上工序所形成的表面粗糙度;

$S_a$ ——上工序所形成的缺陷层深度;

$T_a$ ——上工序的尺寸公差;

$P_a$ ——上工序造成的空间误差;

$\varepsilon_b$ ——本工序的安装误差。

按上述公式计算出来的最小余量是最经济合理的,但需积累比较全面、系统的资料,所以设计者要根据各种手册查出这些数据。

在生产实践中常采用经验估算法。此种方法要求有一定的生产实践经验,而其值的大小也往往根据各厂的习惯以及设备情况而定,故在课程设计中一般不采用。

查表法是常用的方法。这种方法是根据大量的试验和生产中的经验汇编的数据制成表格而进行选用的,同时还要根据使用时的具体条件进行修正。

(2)确定工序尺寸及公差。计算工序尺寸和标注公差是制订工艺规程的主要工作之一。工序尺寸公差一般按经济加工精度确定。而工序尺寸的确定有两种情况:一种情况是当定位基准(或工序基准)与设计基准重合时,可采用“层层剥皮”的方法,即将余量一层层叠加到被加工表面上,可以清楚地看出每道工序的工序尺寸,再按每种加工方法的经济加工精度公差按“人体原则”标注在对应的工序尺寸上;另一种情况是当定位基准(或工序基准)与设计基准不重合,即加工基准多次变换时,应按尺寸链原理来计算确定工序尺寸和公差,并校核余量层是否满足加工要求。

(3)确定各工序的切削用量。合理的切削用量是科学管理生产、获得较高技术经济指标的重要前提之一。切削用量选择不当会使工序加工时间增多,设备利用率下降,工具消耗增加,从而增加产品成本。

选择切削用量的一般原则是在保证加工质量的前提下,在规定的刀具耐用度条件下,使机动时间少、生产率高。为此,应合理地选择刀具材料及刀具的几何参数。在选择切削用量时,首先确定背吃刀量(粗加工时尽可能等于工序余量);其次根据表面粗糙度要求选择较大的进给量;最后,根据切削速度与耐用度或机床功率之间的关系,用计算或查表方法求出相应的切削速度(精加工则主要依据表面质量的要求)。

(4)制定时间定额。主要是确定工序的机加工时间,亦可包括辅助时间、技术服务时间、自然需要时间及每批零件的准备终结时间等。

(5)填写机械加工工序卡片。将以上已确定的内容,按工序卡所要求的项目填写工序卡。工序卡是指导生产的纪律性文件,填写时字迹应端正,表达要清楚。

工序卡中工序简图的要求:①简图应按比例缩小,用尽量少的视图表达。简图也可以只画出与加工部位有关的局部视图,除加工面、定位面、夹紧面、主要轮廓面外,其余线条均可省略,以必须、明了为度。②被加工表面用粗实线表示,其余均用细实线。③应表明本工序的工序尺寸、公差及粗糙度要求。④定位、夹紧表面应以 JB/T 5601—91 规定的符号表明。

### 1.2.2 机械零件专用机床夹具设计

要求学生设计一套给定零件专用夹具。夹具的设计项目可根据加工的需要,由学生本人提出并经指导教师同意后确定。原则上所设计的夹具应具有中等以上的复杂程度。

夹具设计应根据零件工艺设计中所规定的原则和要求来进行,如工序名称、加工技术



要求、机床型号、前后工序关系、定位基准、夹紧部位、同时加工零件数等。

### 1.2.2.1 零件专用夹具设计的步骤

#### 1. 明确设计任务,收集研究原始资料

在接到夹具设计任务书后,首先要仔细阅读加工件的零件图和与之有关的部件装配图,了解零件的作用、结构特点和技术要求;其次要认真研究加工件的工艺规程,充分了解本工序的加工内容和加工要求,了解本工序使用的机床和刀具,研究分析夹具设计任务书上所选用的定位基准和工序尺寸。

#### 2. 拟定夹具结构方案,绘制夹具草图

拟定夹具的结构方案时,主要解决如下问题:

- (1) 确定工件的定位方式,设计定位装置。
- (2) 确定工件的夹紧方案,设计夹紧装置。
- (3) 确定对刀或引导方式,选择或设计对刀装置或导向元件。
- (4) 确定其他元件或装置的结构形式,如定位键、分度装置等。
- (5) 确定夹具的总体结构及夹具在机床上的安装方式。在确定夹具结构方案的过程中,应提出几种不同的方案,画出草图,经比较分析,选取最佳方案。

#### 3. 绘制夹具总图

夹具总图绘制比例除特殊情况外,一般均应按1:1绘制,以使所设计夹具有良好的直观性。总图上的主视图,应选取与操作者正对的位置。

绘制夹具装配图可按如下顺序进行:用双点画线画出工件的外形轮廓和定位面、加工面;画出定位元件和导向元件;按夹紧状态画出夹紧装置;画出其他元件或机构;画出夹具体,把上述各组成部分联结成一体,形成完整的夹具。在夹具装配图中,被加工工件视为透明体。

#### 4. 确定并标注有关尺寸和夹具技术要求

夹具总图上应标注轮廓尺寸,必要的装配尺寸、检验尺寸及其公差;标注主要元件、装置之间的相互位置精度要求等。当加工的技术要求较高时,应进行工序精度分析。

#### 5. 绘制夹具零件图

夹具中的非标准零件都必须绘制零件图。在确定这些零件的尺寸、公差或技术要求时,应注意使其满足夹具总图的要求。

### 1.2.2.2 夹具总图技术要求的制订

#### 1. 夹具总图上应标注的尺寸与公差

在夹具总图上标注尺寸和技术要求的目的是为了便于绘制零件图、装配和检验。应有选择地标注以下内容:

- (1) 夹具的外形轮廓尺寸。
- (2) 与夹具定位元件、导向元件以及夹具安装基面有关的配合尺寸、位置尺寸及公差。
- (3) 夹具定位元件与工件的配合尺寸。
- (4) 夹具导向元件与刀具的配合尺寸。
- (5) 夹具与机床的联结尺寸及配合尺寸。

(6)其他主要配合尺寸。

## 2. 形状、位置要求

(1)定位元件间的位置精度要求。

(2)定位元件与夹具安装面之间的相互位置精度要求。

(3)定位元件与对刀导向元件之间的相互位置精度要求。

(4)导向元件之间的相互位置精度要求。

(5)定位元件或导向元件对夹具找正基面的位置精度要求。

(6)与保证夹具装配精度有关的或与检验方法有关的特殊的技术要求。

夹具的有关尺寸公差和形位公差通常取工件相应公差的  $1/5 \sim 1/2$ 。当工序尺寸未注公差时,夹具公差取为  $\pm 0.1 \text{ mm}$ (或  $\pm 10'$ ),或根据具体情况确定;当加工表面未提出位置精度要求时,夹具上相应的公差一般不超过  $(0.02 \sim 0.05)/100 \text{ mm}$ 。

在具体选用时,要结合生产类型、工件的加工精度等因素综合考虑。对于生产批量较大、夹具结构较复杂,而加工精度要求又较高的情况,夹具公差值可取得小些。这样,虽然夹具制造较困难,成本较高,但可以延长夹具的寿命,并可靠保证工件的加工精度,因此是经济合理的。对于批量不大的生产,则在保证加工精度的前提下,可使夹具的公差取得大些,以便于制造。另外,为便于保证工件的加工精度,在确定夹具的距离尺寸偏差时,一般应采用双向对称分布,基本尺寸应为工件相应尺寸的平均值。

与工件的加工精度要求无直接联系的夹具公差如定位元件与夹具体、导向元件与衬套、镗套与镗杆的配合等,一般可根据元件在夹具中的功用凭经验或根据公差配合国家标准来确定。设计时,具体可参阅《机床夹具设计手册》等资料。

### 1.2.2.3 精度分析

进行加工精度分析可以帮助我们了解所设计的夹具在加工过程中产生误差的原因,以便探索控制各项误差的途径,为制定、验证、修改夹具技术要求提供依据。

用夹具装夹工件进行机械加工时,工艺系统中影响工件加工精度的因素有:定位误差  $\Delta D$ 、对刀(引导)误差  $\Delta T$ 、夹具在机床上的安装误差  $\Delta A$  和加工引起的加工误差  $\Delta G$ 。上述各项误差均导致刀具相对工件的位置不准确,而形成总的加工误差  $\Sigma \Delta$ 。以上各项误差应满足误差不等式:

$$\Sigma \Delta = \Delta D + \Delta A + \Delta T + \Delta G \leq T_k$$

式中  $T_k$ ——工件的工序尺寸公差。

### 1.2.3 编写设计计算说明书

学生在完成课程设计的各项工作之后,应将所做过的工作进行一次说明和总结,即编写课程设计说明书。

学生要通过编写说明书,概括地介绍课程设计的全貌,全面叙述设计中各部分的重要内容,要论证设计的合理性,应对自己提出的几个方案进行比较论证;对各主要计算环节要仔细写明。

对数据和公式的来源要予注明,以便别人审查核对,正文中应按顺序在引用参考文献处的文字右上角用[ ]标明,[ ]中的序号应与“参考文献”中序号一致,正文之后则应刊出

参考文献。

说明书的编写应力求系统性,条理清楚,应有必要的简图和表格,使用 A4(B5)纸打印出来(或认真填写到设计计算说明书专用纸上),并要装订成册。

说明书包括如下内容:

(1)封面。

(2)任务书。

(3)内容摘要及关键词。

(4)工艺规程的设计。①原始资料、生产条件。②零件的功用、结构特点、结构工艺性,主要加工表面和主要技术要求的分析。③确定生产类型。④毛坯的选择与毛坯图的绘制及说明。⑤制订工艺路线(粗、精基准的选择的说明,各表面加工方法的确定,加工阶段的划分,工序集中与工序分散的考虑,工序顺序的安排,加工设备与工艺装备的选择,不同方案分析比较等)。⑥加工余量、工序尺寸和公差确定。⑦切削用量的确定及工时定额的计算。

(5)工艺规程文件(机械加工的工艺过程卡及工序卡片)。

(6)专用夹具的设计。①对专用工艺装备进行设计分析,并提出设计任务书。②专用夹具的设计,包括夹具的功用;不同设计方案分析比较和确定设计方案;定位分析与定位误差计算;夹具工作原理或动作原理、结构示意图;夹紧力计算与强度校核;夹具使用说明、特点及有待改进处。

(7)参考文献书目。

(8)附件目录(将正规打印的零件图、毛坯图、机械加工工艺过程卡及工序卡、专用夹具装配图、零件图按附件目录装订成册)。

(9)结语(总结)。

#### 1.2.4 课程设计成绩评定

机械加工工艺过程卡及工序卡填写、专用夹具设计完成后由指导教师对学生的课程设计成绩进行评定。由学生阐述自己完成的设计,然后由老师提问,学生回答,根据平时学生的设计情况,完成的内容,对课题的工艺分析深入程度,工艺文件图的数量和图面的质量,独立工作能力,考勤、纪律及答辩表现进行综合衡量,给出课程设计成绩。

课程设计成绩定为:优、良、中、及格和不及格。

#### 1.2.5 课程设计进度安排

学生应对课程设计进度作适当安排,内容见表 1-1。

表 1-1 课程设计进度表

序号	内容	所用时间(天)
1	明确任务,分析零件图	0.5
2	零件的工艺分析,制订工艺路线,绘制毛坯图及工艺过程卡片	1.5
3	余量、切削用量、工序尺寸、机械工时等的计算和查表,填写工序卡片	2

续表 1-1

序号	内容	所用时间(天)
4	编写工装设计任务书	1
5	拟定夹具方案,绘制原理图及草图	1
6	绘制夹具总图及零件图	2.5
7	编写课程设计计算说明书	1
8	设计成果收集上交与成绩评定	0.5
	合计	10

## 第2章 机械加工工艺规程设计与案例

### § 2.1 机械加工工艺规程设计

#### 2.1.1 工艺规程设计的基本要求

机械加工工艺规程是指导生产的重要技术文件,是一切有关的生产人员应严格执行认真贯彻的纪律性文件。制订机械加工工艺规程应满足以下基本要求:

(1) 保证零件的加工质量,可靠地达到产品图纸所提出的全部技术条件,并尽量提高生产率和降低消耗。

(2) 尽量降低工人的劳动强度,使其有良好的工作条件。

(3) 在充分利用现有生产条件的基础上,采用国内外先进工艺技术。

(4) 工艺规程应正确、完整、统一、清晰。

(5) 工艺规程应规范、标准,其幅面、格式与填写方法以及所用的术语、符号、代号等应符合相应标准的规定。

(6) 工艺规程中的计量单位应全部使用法定计量单位。

#### 2.1.2 工艺规程设计的原始资料

零件图、生产纲领、每日班次和生产条件是工艺规程设计的主要原始资料,由这些资料确定了生产类型和生产组织形式之后,即可开始拟订工艺规程。

在制订机械加工工艺规程时,应具备下列原始资料:

(1) 产品的整套装配图和零件图;

(2) 产品的验收质量标准;

(3) 产品的生产纲领;

(4) 现有的生产条件(设计条件);

(5) 有关工艺标准、设备和工艺装备资料;

(6) 国内外同类产品的生产技术发展情况。

#### 2.1.3 工艺规程设计的内容及步骤

##### 2.1.3.1 对零件(实物)进行工艺分析,画零件图

学生应首先对零件图和装配图进行工艺分析,着重了解以下内容:

(1) 零件的性能、功用、工作条件;

(2) 零件的材料和热处理要求;

(3) 零件的确切形状和结构特点;

(4) 零件的主要加工表面、主要技术要求和关键的技术问题；

(5) 零件的结构工艺性,要从选材是否得当,尺寸标注和技术要求是否合理,加工的难易程度,成本高低,是否便于采用先进的、高效率的工艺方法等方面进行分析,对不合理之处可提出修改意见。

绘制零件图的过程也是分析和认识零件的过程,零件图应按机械制图国家标准精心绘制。除特殊情况经指导教师同意外,均按 1:1 比例绘出,零件图的标题栏统一采用标准格式。

### 2.1.3.2 根据生产纲领(生产类型),确定工艺的基本特征

生产类型不同,零件和产品的制造工艺、所用设备及工艺装备、对工人的技术要求、采取的技术措施和达到的技术经济效果也会不同。

### 2.1.3.3 确定毛坯类型和制造方法,画毛坯图

(1) 零件毛坯的类型对零件的机械加工工艺流程、材料消耗、加工劳动量等影响很大,故正确选择毛坯种类与制造方法非常重要。机械零件常用的毛坯类型见图 2-1;各类毛坯的特点及其应用范围见表 2-1。

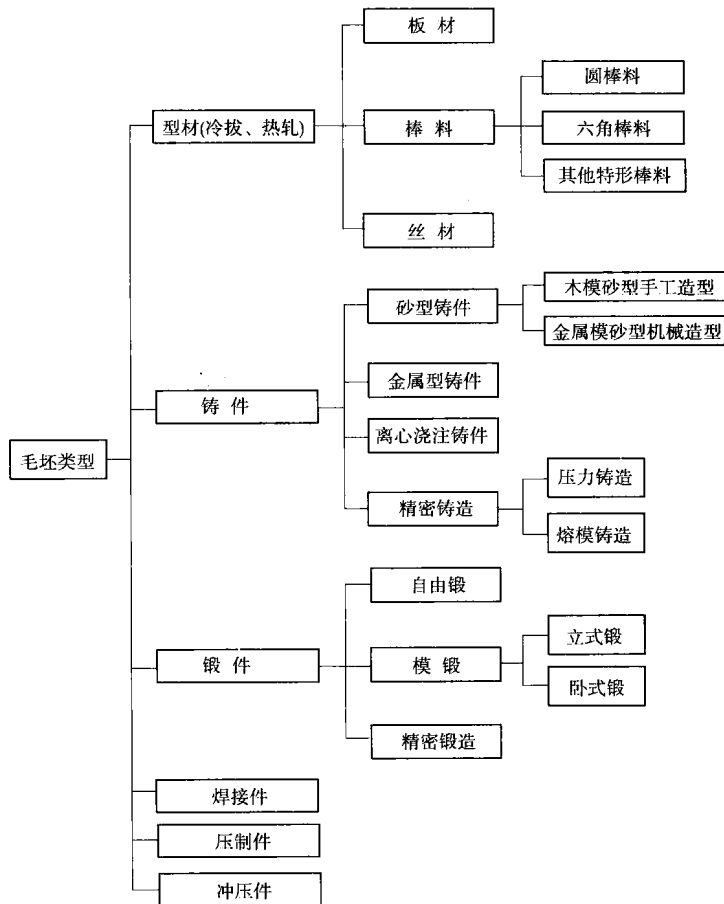


图 2-1 毛坯类型

表 2-1 各类毛坯的特点及其应用范围

毛坯种类	制造精度(IT)	加工余量	原材料	工件尺寸	工件形状	适用生产类型	生产成本
型材		大	各种材料	大型	简单	各种类型	低
焊接件		一般	钢材	大、中型	较复杂	单件	低
砂型铸造	13 以上	大	以铸铁、青铜为主	各种尺寸	复杂	各种类型	较低
自由锻造	13 以下	大	以钢材为主	各种尺寸	较简单	单件小批	较低
普通模锻	11 ~ 15	一般	钢、锻铝、铜等	中、小型	一般	中批、大批量	一般
钢模铸造	10 ~ 12	较小	以铸铝为主	中、小型	较复杂	中批、大批量	一般
精密锻造	8 ~ 11	较小	钢材、锻铝等	小型	较复杂	大批量	较高
压力铸造	8 ~ 11	小	铸铁、铸钢、青铜	中、小型	复杂	中批、大批量	较高
熔模铸造	7 ~ 10	很小	铸铁、铸钢、青铜	小型为主	复杂	中批、大批量	高

(2) 根据生产类型、零件结构、形状、尺寸、材料等选择毛坯制造方式, 确定毛坯的精度。此时, 若零件毛坯选用型材, 则应确定其名称、规格; 如为铸件, 则应确定分型面、浇冒口的位置; 若为锻件, 则应确定锻造方式及分模面等。

(3) 查阅有关的机械加工工艺手册, 用查表法和计算法确定各表面的总余量及余量公差。

(4) 绘制毛坯图(见图 2-2), 步骤如下:

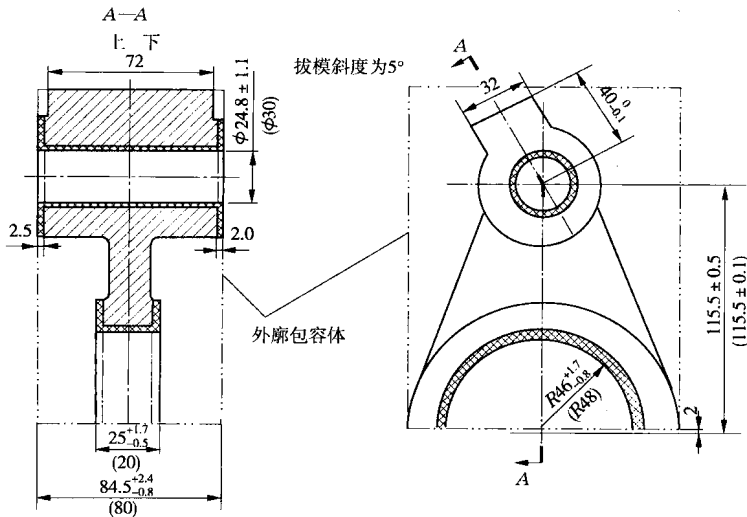


图 2-2 毛坯图

先用粗实线画出经过简化了次要细节的零件图的主要视图, 将已确定的加工余量叠加在各相应被加工表面上, 即得到毛坯轮廓, 用双点画线表示。比例为 1:1。

和一般零件图一样, 为表达清楚某些内部结构, 可画出必要的剖视、断面图。对于由实体上加工出来的槽和孔, 可不必这样表达。

在图上标出毛坯主要尺寸及公差,标出加工余量的名义尺寸。

标明毛坯技术要求,如毛坯精度、热处理及硬度、圆角尺寸、拔模斜度、表面质量要求(气孔、缩孔、夹砂)等。

#### 2.1.3.4 拟订零件的机械加工工艺路线

零件的机械加工过程是工艺规程设计的中心问题。要以“优质、高产、低消耗”为宗旨,设计时应拟出2~3个方案,经全面分析对比,选择一个较合理的方案。

(1)选择定位基准。正确地选择定位基准是设计工艺过程的一项重要内容,也是保证零件加工精度的关键。

定位基准分为精基准、粗基准和辅助基准。在最初的加工工序中,只能用毛坯上未经加工的表面作为定位基准(粗基准)。在后续工序中,则使用已加工表面作为定位基准(精基准)。在制定工艺规程时,总是先考虑选择怎样的精基准以保证达到精度要求并把各个表面加工出来,然后再考虑选择合适的粗基准把精基准面加工出来。另外,为了使工件便于装夹和易于获得所需加工精度,可在工件上某部位作一辅助基准,用以定位。

应从零件的整个加工工艺过程的全局出发,在分析零件的结构特点、设计基准和技术要求的基础上,根据粗、精基准的选择原则,合理选择定位基准。

(2)确定各个加工表面的加工方案。确定工件各加工表面的加工方案是拟定工艺路线的重要问题。主要依据零件各加工表面的技术要求来确定,同时还要综合考虑到生产类型、零件的结构形状和加工表面的尺寸、工厂现有的设备情况、工件材质和毛坯情况等。

在明确了各主要加工表面的技术要求后,即可据此选择能保证该要求的最终加工方法,然后确定前面一系列准备工序的加工方法和顺序,再选定各次要表面的加工方法。

在确定各加工表面的加工方法和加工次数时,可参阅有关工艺设计手册中的资料,选择时应考虑工厂的具体条件等因素:

应选择相应的能获得经济加工精度的加工方法。例如,公差为IT7级和表面粗糙度 $R_a$ 为 $0.4\ \mu\text{m}$ 的外圆表面,若用车削,采取一定的工艺措施是可以达到精度要求的,但就不如采用磨削经济。

所选择的加工方法要能保证加工表面的几何形状和相互位置精度要求,例如,加工直径为 $\phi 200\ \text{mm}$ 的外圆表面,其圆度公差为 $0.006\ \text{mm}$ ,这时应采用磨削加工,因为在普通车床上一般只能达到 $0.02\ \text{mm}$ 的圆度公差。

所选加工方法要与工件材料的加工性能相适应。例如,淬火钢应采用磨削加工而有有色金属则磨削困难,一般采用金刚镗或高速精密车削的方法进行精加工。

所选加工方法要与生产类型相适应。

所选加工方法要与本厂现有生产条件(或设计条件)相适应。

(3)划分加工阶段,安排加工顺序。对于精度和表面质量要求较高的零件,应将机粗精加工分开进行,一般将整个工艺过程划分为粗加工阶段、半精加工阶段、精加工阶段和光整加工阶段。

安排加工顺序,应包括切削加工、热处理工序,以及检验、表面处理、去毛刺等辅助工序的安排。

机械加工顺序安排一般为:先粗后精、先面后孔、先主后次、基面先行,热处理按段穿



插,检验按需安排。

(4)确定工序集中和分散倾向。安排完加工顺序之后,就可将各加工表面的每一次加工,按不同的加工阶段和先后的顺序组合成若干个工序。组合时可采用工序分散或工序集中的原则。

工序集中和分散各有特点,应根据生产纲领、技术要求、现场的生产条件(设计条件)和产品的发展情况来综合考虑。从发展角度来看,当前一般宜按工序集中原则来考虑。

(5)初拟加工工艺路线,根据前面已分析和确定的各方面问题,可初步拟订2~3个较完整、合理的该零件的加工工艺路线。

### 2.1.3.5 选择各工序所用的机床、夹具、刀具、量具和辅具

#### 1. 机床的选择

零件的加工精度和生产率在很大程度上是由使用的机床所决定的。要根据已确定的工艺基本特征,结合零件的结构和质量要求,选择出既能保证加工质量,又经济合理的机床和工艺装备。这时应认真查阅有关手册或实地调查,应将选定的机床或工艺装备的有关参数记录下来,如机床型号、规格、工作台宽、T形槽尺寸,刀具形式、规格、与机床连接关系,夹具、专用刀具设计要求,与机床的连接方式等,为后面填写工艺卡片和夹具(刀具、量具)设计做好必要准备,免得届时重复查阅。机床设备的选择应遵循以下原则:

- (1)机床的加工尺寸范围应与工件外形轮廓尺寸相适应;
- (2)机床的精度应与工序精度要求相适应;
- (3)机床的生产率与工件的生产类型相适应;
- (4)机床的选择应与现有设备条件相适应。

工艺装备的设计与选择应考虑以下因素:

- (1)产品的生产纲领、生产类型及生产组织结构;
- (2)产品的通用化程度及其寿命周期;
- (3)工艺规程的特点;
- (4)现有设备负荷的均衡情况和通用工艺装备的应用程度;
- (5)成组技术的应用;
- (6)安全技术要求;

(7)满足工艺装备设计的经济性原则,即在保证产品质量和生产效率的条件下,用完成工艺过程所需工艺装备的费用作为选择分析的基础,对不同方案进行比较,使工艺装备的制造费用及其使用维护费用最低。

#### 2. 夹具的选择

夹具的选择要与工件的生产类型相适应,单件小批生产,应尽量选择通用夹具,如三爪自定心卡盘、平口虎钳、转台等。大批量生产时,应采用高效的专用夹具,如气、液传动的专用夹具。在推行计算机辅助制造、成组技术等新工艺时,应采用成组夹具、可调夹具、组合夹具,所选夹具的精度应与工件的加工精度相适应。

#### 3. 刀具的选择

刀具的选择主要取决于各工序的加工方法、工件材料、加工精度、所用机床的性能、生产率及经济性等。选择时主要确定刀具的材料、型号、主要切削参数等。