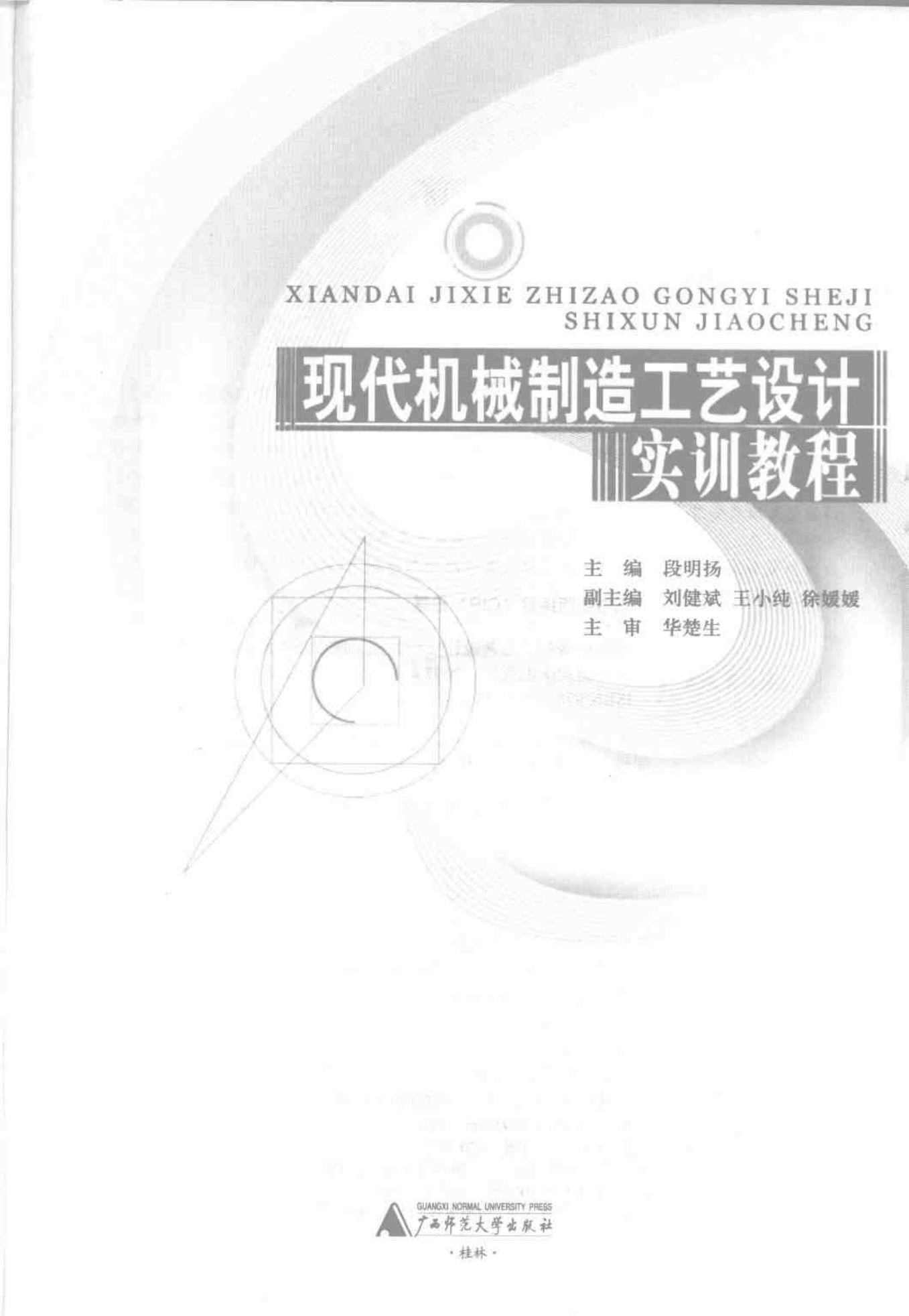


XIANDAI JIXIE ZHIZAO GONGYI SHEJI  
SHIXUN JIAOCHENG

# 现代机械制造工艺设计 实训教程

主 编 段明扬  
副主编 刘健斌 王小纯 徐媛媛  
主 审 华楚生



XIANDAI JIXIE ZHIZAO GONGYI SHEJI  
SHIXUN JIAOCHENG

# 现代机械制造工艺设计 实训教程

主 编 段明扬  
副主编 刘健斌 王小纯 徐媛媛  
主 审 华楚生

图书在版编目 (CIP) 数据

现代机械制造工艺设计实训教程 / 段明扬主编. — 桂林:  
广西师范大学出版社, 2007.4  
ISBN 978-7-5633-6542-5

I. 现… II. 段… III. 机械制造工艺—课程设计—高等  
学校—教材 IV. TH16-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 048069 号

广西师范大学出版社出版发行

( 广西桂林市中华路 22 号 邮政编码: 541001 )  
( 网址: <http://www.bbtpress.com> )

出版人: 肖启明

全国新华书店经销

广西民族语文印刷厂印刷

( 广西南宁市望州路 251 号 邮政编码: 530001 )

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印张: 6.5 字数: 120 千字

2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷

印数: 0 001 ~ 1 100 册 定价: 15.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

# 前 言

《现代机械制造工艺设计实训教程》是一门为适应宽口径机械类专业培养模式的需要而创建的新课程。新课程设置的目的是为宽口径新专业的学生巩固和加深现代机械制造工艺设计方面最基本的应用知识基础,培养学生解决现代实际工艺设计问题的能力。

为了指导学生进行“现代机械制造工艺设计”实训,使学生能正确地掌握实训的目的、内容、要求,设计进度,设计方法及步骤等,我们编写了这本《现代机械制造工艺设计实训教程》,供机械工程及其自动化专业及近机类专业的本科、专科、高职的学生使用。

为便于学生做好设计实训,本教程详细地分析介绍了“常规机械制造工艺规程及机床夹具设计”实例和“数控工艺规程设计”实例,供学生在进行设计实训时参考。

本书还提供了40个零件图样,供教师在为学生布置设计实训任务时选用。

全书由段明扬任主编,刘健斌、王小纯、徐媛媛任副主编,由华楚生任主审。

本教材在编写过程中得到各级部门和领导及部分教师的帮助和支持,谨表衷心感谢!

本教材不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2007年1月

## 内容简介

本书是为了指导机械工程及其自动化专业及近机类专业的学生进行“现代机械制造工艺设计”实训而编写的。书中介绍了设计实训的目的、内容、要求、设计进度、设计方法及步骤等。

本书详细地分析介绍了“常规机械制造工艺规程及机床夹具设计”实例和“数控工艺规程设计”实例,供学生在进行设计实训时参考。书中还提供了40个零件图样,供教师在给学生布置设计实训任务时选用。

本书可供机械工程及其自动化专业及近机类专业的本科、专科、高职的学生作教材使用,也可供有关工程技术人员参考。

# 目 录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 第一章 设计实训的目的及实训内容和要求 .....       | 1  |
| 一、设计的目的 .....                   | 1  |
| 二、设计的内容和要求 .....                | 1  |
| 第二章 常规工艺规程及机床夹具设计实例 .....       | 4  |
| 一、计算生产纲领,确定生产类型 .....           | 4  |
| 二、零件分析 .....                    | 4  |
| 三、确定毛坯的制造方法,初步确定毛坯的形状 .....     | 6  |
| 四、工艺规程设计 .....                  | 6  |
| 五、夹具设计 .....                    | 25 |
| 第三章 数控工艺规程设计实例 .....            | 46 |
| 一、确定生产类型——中批量生产 .....           | 46 |
| 二、零件分析 .....                    | 46 |
| 三、确定毛坯的制造方法,设计、绘毛坯图 .....       | 46 |
| 四、工艺规程设计 .....                  | 47 |
| 第四章 现代制造工艺规程及工艺装备设计题目零件选编 ..... | 55 |

# 第一章 设计实训的目的及实训内容和要求

## 一、设计的目的

现代机械制造工艺设计是宽口径机械类专业学生在学完了《机械制造技术基础》、《数控技术》、《数控机床》、《现代制造设计方法》等技术基础和专业课理论之后进行的一个实践教学环节。其目的是巩固和加深理论教学内容,培养学生综合运用所学理论,解决现代实际工艺设计问题的能力。通过工艺规程及工艺装备的设计实训,学生应:

1. 掌握零件机械加工工艺规程设计并具备数控编程的能力;
2. 掌握加工方法并具备机床、刀具及切削用量等的选择应用能力;
3. 掌握机床专用夹具等工艺装备的设计技能;
4. 学会使用、查阅各种设计资料、手册和国家标准等,以及学会绘制工序图、夹具总装图和零件图并标注必要的技术条件等。

## 二、设计的内容和要求

### 1. 熟悉零件,绘制零件图和零件三维图

对设计题目的零件进行工艺分析,熟悉之后,按机械制图国家标准仔细绘制,一般按 1:1 比例绘制出零件图一张和零件三维图一张。

此项内容应占教学计划时间的 9%(工艺设计总学时数一般为 3~4 周)。

### 2. 设计、绘制毛坯图

主要根据生产批量的大小,结合零件的复杂程度、加工表面及非加工表面的技术要求等几方面综合考虑,正确选择毛坯的制造方法,查阅手册确定各加工表面的毛坯加工余量(即各加工表面的加工总余量)及毛坯尺寸与公差之后,设计绘制出毛坯图。毛坯图上要求毛坯轮廓用粗实线绘制,零件的实体尺寸用双点画线绘制,比例取 1:1。同时应在毛坯图上标出毛坯的尺寸、公差、技术要求、毛坯制造的分模面、圆角半径和起模斜度等。

此项内容应占教学计划时间的 7%。

### 3. 设计零件机械加工工艺规程,填写工艺过程卡和工序卡(或数控加工程序单、数控加工工序卡等)

计算生产纲领,确定生产类型;选择定位基准;选择零件各加工表面的加工方法(加工方案);进行工序组合(划分工序),制订出零件的工艺路线(制订出 2~3 个工艺路线方案进行分析比较,从中选择或修订出一个比较合理的工艺路线);选择各工序所使用的机床设备、夹具和各工步所使用的刀具和量具;确定机械加工余量及工序(或工步)尺寸与公差(均采用查表修正法直接从手册中查出各加工表面的机械加工余量);确定切削用量(一般采用查表修正法)和基本时间;填写工艺过程卡和工序片或编制数控加工程序及填写数控加工程序单、数控加工工序卡等。

此项内容应占教学计划时间的 30%~40%。



#### 4. 设计指定的专用夹具,绘制夹具总装配图和主要零件图

根据设计题目加工的需要,由学生本人提出并经指导教师同意确定设计 1~2 套专用夹具,所设计的夹具应具有中等以上的复杂程度。一般按 1:1 的比例画出夹具总装配图一张和主要零件(一般为夹具体)图一张。

此项内容应占教学计划时间的 20%~30%。

#### 5. 编写工艺设计说明书

学生在完成上述全部工作之后,应将前述工作依先后顺序编写设计说明书一份。要求语言简练、文字通顺、格式规范,以十六开纸大小打印,并单独装订成册(约 25 页)。

说明书应有封面(写明××大学课程设计说明书、设计题目、设计者专业班级、设计者、指导教师等,可参考表 1-1 设计任务书格式)、内页[应包括:(按下列顺序排列)教师下达的设计任务书、目录、序言(主要简要说明本工艺设计的目的、体会感想等)、正文、参考文献等]。

此项内容应占教学计划时间的 14%。

把零件图、零件三维图、毛坯图、夹具总装配图和主要零件图(按标准要求折叠好),工艺过程卡和工序片(或数控加工工序卡等),单独装订成册的设计说明书等一起装入资料袋中,并在资料袋上写明设计题目、设计者专业班级、设计者、指导老师以及袋装内容份数等。

#### 6. 教师下达给学生的设计任务书格式、内容如表 1-1 所示

表 1-1 教师下达给学生的设计任务书

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <div>××大学<br/>课程设计任务书</div> |    |
| 题目:设计                       | 零件 |
| <u>的机械加工工艺规程及工艺</u>         |    |
| <u>装备(年产量      件)</u>       |    |
| 院系、专业班级名称: _____            |    |
| 学 生 姓 名 _____               |    |
| 指 导 教 师 _____               |    |
| 教 研 室 主 任 _____             |    |
| 院长(系主任) _____               |    |
| 年   月   日                   |    |

**设计工作量:**

1. 分析零件技术要求, 绘制零件图和零件三维图及毛坯图;
2. 设计零件机械加工工艺规程, 填写工艺文件(工艺过程卡和工序卡);
3. 设计零件机械加工工艺装备(夹具), 绘制夹具总图及一个主要零件的零件图;
4. 编写设计说明书。

**主要参考资料:**

1. 段明扬主编. 现代机械制造工艺设计实训教程. 桂林: 广西师范大学出版社, 2007
2. 段明扬主编. 现代制造工艺设计方法. 桂林: 广西师范大学出版社, 2007
3. 李益民主编. 机械制造工艺设计简明手册. 北京: 机械工业出版社, 2003
4. 艾兴等编. 切削用量简明手册. 北京: 机械工业出版社, 2002
5. 东北重型机械学院等编. 机床夹具设计手册. 上海: 上海科学技术出版社, 1990

## 第二章 常规工艺规程及机床夹具设计实例

设计题目:设计汽车万向节滑动叉零件的机械加工工艺规程及其机床夹具(汽车年产量4000辆)。万向节滑动叉零件图见图2-1。

### 一、计算生产纲领,确定生产类型

设计题目给定的零件是汽车底盘传动轴上的万向节滑动叉,该汽车年产量为4000辆,设其备品率 $\alpha$ 为4%,机械加工废品率 $\beta$ 为1%,则该零件的年生产纲领为:

$$N = Qn(1 + \alpha + \beta) = 4000 \times 1 \times (1 + 4\% + 1\%) = 4200(\text{件/年})$$

万向节滑动叉的年产量为4200件,根据生产类型与生产纲领的关系可知该产品为大批生产。

### 二、零件分析

#### 1. 零件的作用

题目所给定的零件是解放牌汽车底盘传动轴上的万向节滑动叉(见图2-1),它位于传动轴的端部。主要作用:一是传递扭矩,使汽车获得前进的动力;二是当汽车后桥钢板弹簧处在不同的状态时,由本零件可以调整传动轴的长短及其位置。零件的两个叉头部位上各有一个 $\phi 39^{+0.027}_{-0.010}$ mm的孔,用以安装滚针轴承并与十字轴相连,起万向联轴节的作用。与 $\phi 65$ mm外圆同轴的 $\phi 50$ mm花键孔与传动轴端部的花键轴相配合,作传递动力之用。

#### 2. 零件的工艺分析

万向节滑动叉共有两组加工表面,它们之间有一定的位置要求。现分述如下:

##### (1) 以 $\phi 39$ mm孔为中心的加工表面

这一组加工表面包括:两个 $\phi 39^{+0.027}_{-0.010}$ mm的孔及其倒角,距离尺寸为 $\phi 118^{+0.07}_{-0.07}$ mm的与两个孔 $\phi 39^{+0.027}_{-0.010}$ mm轴线相垂直的两个外端平面,以及在两外端平面上的四个M8螺孔。其中,主要加工表面为 $\phi 39^{+0.027}_{-0.010}$ mm的两个孔。

##### (2) 以 $\phi 50$ mm花键孔为中心的加工表面

这一组加工表面包括: $\phi 50^{+0.039}_{-0.010}$ mm十六个方齿花键孔, $\phi 55$ mm阶梯孔,以及 $\phi 65$ mm的外圆表面和M60 $\times$ 1mm的外螺纹表面。

这两组加工表面之间有着一定的位置要求,主要是:

- ① $\phi 50^{+0.039}_{-0.010}$ mm花键孔与 $\phi 39^{+0.027}_{-0.010}$ mm二孔中心连线的垂直度公差为100:0.2;
- ② $\phi 39$ mm二孔外端面对 $\phi 39$ mm孔轴线垂直度公差为0.1mm;
- ③ $\phi 50^{+0.039}_{-0.010}$ mm花键槽宽中心线与 $\phi 39$ mm二孔中心连线偏转角公差为2°。

由以上分析可知,对于这两组加工表面而言,可以先加工其中一组表面,然后借助专用夹具加工另一组表面,并且保证它们的位置精度要求。

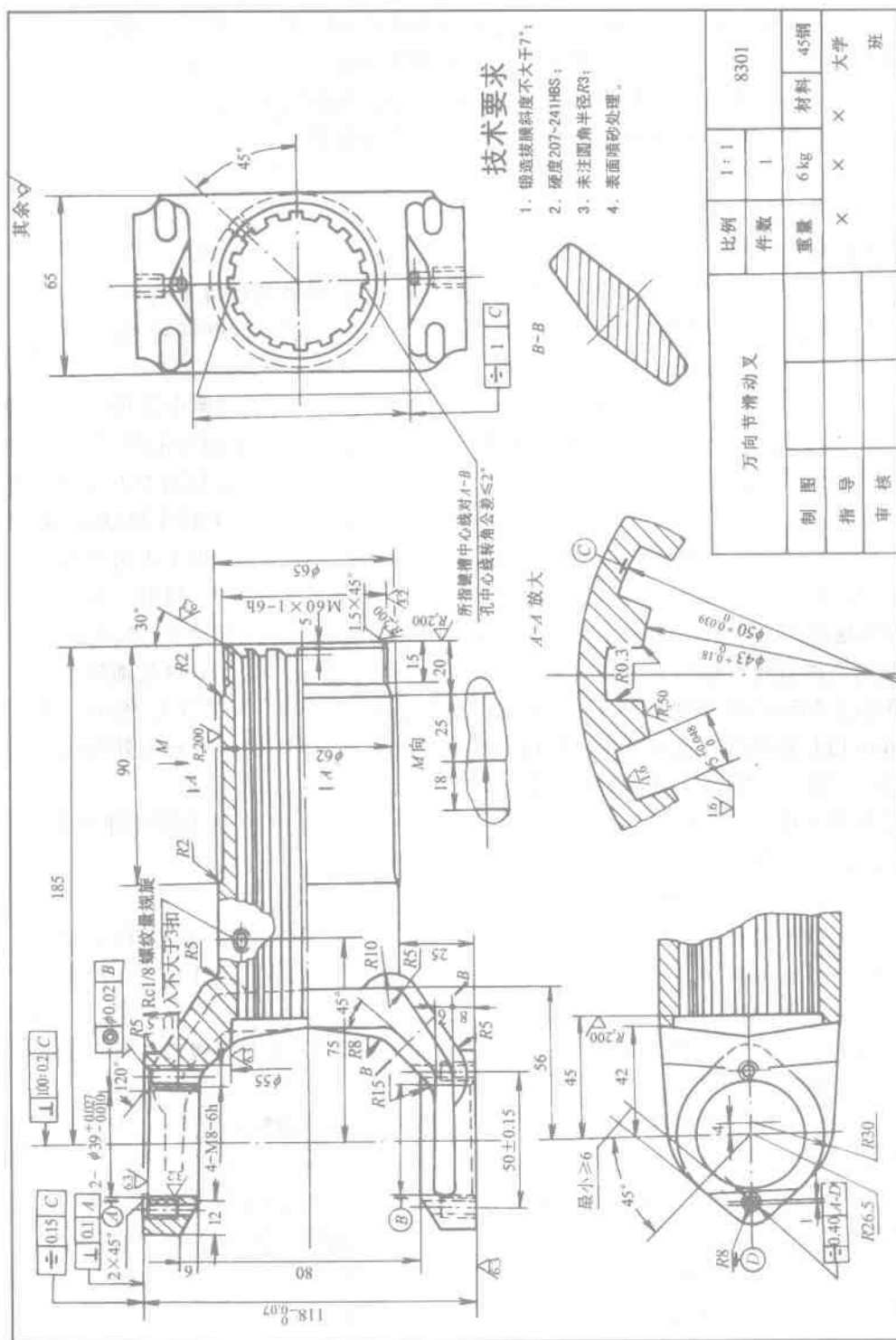


图 2-1 万向节滑动叉零件图

### 三、确定毛坯的制造方法,初步确定毛坯的形状

零件材料为 45 钢。考虑到汽车在运行中要经常加速及正、反向行驶,零件在工作过程中则经常承受交变载荷及冲击性载荷,因此应该选用锻件,使金属纤维尽量不被切断,以保证零件工作的可靠性。由于零件年产量为 4200 件,已达大批生产的水平,而且零件的轮廓尺寸不大,故可采用模锻成型。这从提高生产率,保证加工精度上考虑,也是应该的。

零件形状并不复杂,因此毛坯形状可以与零件的形状尽量接近,各内孔不锻出。

毛坯尺寸通过确定加工余量后决定,那时再设计、绘制毛坯图。

### 四、工艺规程设计

#### 1. 定位基准的选择

定位基准的选择是工艺规程设计中的重要工作之一。定位基准选择得正确与合理,可以使加工质量得到保证,生产率得以提高。否则,加工过程中会问题百出,更有甚者,还会造成零件大批报废,使生产无法正常进行。

(1)粗基准的选择 对于一般的轴类零件而言,以外圆作为粗基准是完全合理的。但对本零件来说,如果以  $\phi 65\text{mm}$  外圆(或  $\phi 62\text{mm}$  毛坯)表面作基准(夹持长为四点定位)则可能造成这一组内外圆柱表面与零件的叉部外形不对称。按照“保证不加工表面与加工表面相互精度原则”的粗基准选择原则(即当零件有不加工表面时,应以这些不加工表面作粗基准;若零件有若干个不加工表面时,则应以与加工表面要求相互位置精度较高的不加工表面作为粗基准),现选取叉部两个  $\phi 39_{-0.010}^{+0.027}\text{mm}$  孔的不加工外轮廓圆柱表面作为粗基准,利用一组共两个短 V 形块支承这两个  $\phi 39_{-0.010}^{+0.027}\text{mm}$  的外轮廓圆柱表面作主要定位面,以消除  $\bar{x}$ 、 $\bar{y}$ 、 $\bar{z}$  四个自由度(建立的空间直角坐标系为: $\phi 65\text{mm}$  外圆轴线方向为  $x$  轴,两  $\phi 39\text{mm}$  内孔轴线方向为  $z$  轴,同时垂直于  $\phi 65\text{mm}$  外圆轴线和  $\phi 39\text{mm}$  内孔轴线方向为  $y$  轴,坐标原点为  $\phi 65\text{mm}$  外圆轴线与  $\phi 39\text{mm}$  内孔轴线的交点),再用一对自动定心的窄口卡爪,夹持在  $\phi 65\text{mm}$  外圆柱面上(夹持短),用以消除  $\bar{x}$ 、 $\bar{z}$  两个自由度,达到完全定位。

(2)精基准的选择 主要应考虑基准重合的问题。当设计基准与工序基准不重合时,应该进行尺寸换算,这在以后还要专门计算,此处不再重复。

#### 2. 零件表面加工方法的选择

本零件的加工面有外圆、内孔、端面、花键、内外螺纹等,材料为 45 钢。参考《机械制造工艺设计简明手册》(以下简称《工艺手册》)表 1.4-6、表 1.4-7、表 1.4-8、表 1.4-14、表 1.4-17 等,其加工方法选择如下:

(1) $\phi 62\text{mm}$  外圆面 为未注公差尺寸,根据 GB1800-79 规定其公差等级按 IT13;表面粗糙度为  $R_{\text{a}}200\mu\text{m}$  相当于  $R_{\text{a}}50\mu\text{m}$ ,只需进行粗车(表 1.4-6)。

(2) $M60\times 1-6\text{n}$  外螺纹 普通螺纹,精度等级为中等级,表面粗糙度为  $R_{\text{a}}3.2\mu\text{m}$ ,需进行粗、精车削(表 1.4-6、表 1.4-14、表 1.4-17)。

(3) $M60\times 1-6\text{hmm}$  端面 端面至  $\phi 39\text{mm}$  孔轴线长度为  $185\text{mm}$ ,为未注公差尺寸,按 IT12 级;表面粗糙度为  $R_{\text{a}}200\mu\text{m}$ , (相当于  $R_{\text{a}}50\mu\text{m}$ ),只需进行粗车(表 1.4-8)。

(4) $\phi 43_{-0.016}^{+0.016}\text{mm}$  花键底孔 公差等级为 IT11;表面粗糙度为  $R_{\text{a}}50\mu\text{m}$  (相当于  $R_{\text{a}}12.5\mu\text{m}$ ),毛坯为实心,未冲出孔。采用钻孔→(扩)钻孔→扩孔(表 1.4-7)。

(5) $\phi 55\text{mm}$  沉头孔 为未注公差尺寸,按 IT12 级;表面粗糙度为  $R_{\text{a}}6.3\mu\text{m}$ ,在加工  $\phi 43\text{mm}$  花键底孔之后,镗(扩) $\phi 55\text{mm}$  沉头孔即达要求(表 1.4-7)。

(6)花键孔( $16-\phi 50^{+0.039}_{-0.010}\text{mm} \times \phi 43^{+0.16}_{-0.048}\text{mm} \times \phi 50^{+0.048}_{-0.010}\text{mm}$ ) 要求花键孔为外径定心,表面粗糙度为  $R_a 1.6\mu\text{m}$ ,故采用拉削加工(表 1.4-17)。

(7) $\phi 39^{+0.027}_{-0.010}\text{mm}$  两孔(叉部) 公差等级介于 IT7~IT8;表面粗糙度为  $R_a 3.2\mu\text{m}$ ,毛坯为实心,未冲出孔。采用钻孔→(扩)钻孔→扩孔→半粗镗→精镗(表 1.4-7)。

(8) $\phi 39^{+0.027}_{-0.010}\text{mm}$  两孔外端面 两孔外端面之间长度尺寸为  $118^{0}_{-0.07}\text{mm}$ ,公差等级介于 IT8~IT9;表面粗糙度为  $R_a 6.3\mu\text{m}$ 。采用粗铣→精铣加工方法或粗铣→磨削(表 1.4-8)。

(9)M8-6hmm 四个螺纹(叉部) 精度等级为中等级;表面粗糙度为  $R_a 6.3\mu\text{m}$ 。采用钻底孔→攻螺纹(表 1.4-17)。

(10)Rc1/8(Z1/8")锥螺纹孔 普通锥螺纹。采用钻底孔→攻螺纹(表 1.4-17)。

(11)三处倒角 M60×1-6h 外螺纹外径处的  $1.5 \times 45^\circ$ 倒角,表面粗糙度为  $R_a 200\mu\text{m}$ (相当于  $R_a 50\mu\text{m}$ ),只需粗车即可(表 1.4-6); $\phi 43\text{mm}$  花键底孔处的  $5 \times 60^\circ$ 倒角,表面粗糙度为  $R_a 6.3\mu\text{m}$ ,只需粗车即可(表 1.4-6);M8-6hmm 四个螺纹底孔处的  $2.5 \times 45^\circ$ 倒角,表面粗糙度为  $R_a 50\mu\text{m}$ (相当于  $R_a 12.5\mu\text{m}$ ),只需铰钻即可(表 1.4-7)。

### 3. 制订工艺路线

制订工艺路线的出发点,应当使零件的加工精度(尺寸精度、形状精度、位置精度)和表面质量等技术要求能得到合理的保证。在生产纲领已确定为大批生产的条件下,可以考虑采用通用机床配以专用工夹具,并尽量使工序集中来提高生产率。除此以外,还应当考虑经济效益,以便使生产成本尽量下降。

#### (1)工艺路线方案一

工序 I 车外圆  $\phi 62\text{mm}$ ,  $\phi 60\text{mm}$ ,车螺纹 M60×1mm。

工序 II 两次钻孔并扩钻花键底孔  $\phi 43\text{mm}$ ,铰沉头孔  $\phi 55\text{mm}$ 。

工序 III 倒角  $5 \times 30^\circ$ 。

工序 IV 钻 Rc1/8 底孔。

工序 V 拉花键孔。

工序 VI 粗铣  $\phi 39\text{mm}$  二孔外端面。

工序 VII 精铣  $\phi 39\text{mm}$  二孔外端面。

工序 VIII 钻、扩、粗铰、精铰两个  $\phi 39\text{mm}$  孔至图样尺寸并铰倒角  $2 \times 45^\circ$ 。

工序 IX 钻 M8mm 底孔  $\phi 6.7\text{mm}$ ,倒角  $120^\circ$ 。

工序 X 攻螺纹 M8mm, Rc1/8。

工序 XI 冲箭头。

工序 XII 检查。

#### (2)工艺路线方案二

工序 I 粗铣  $\phi 39\text{mm}$  二孔外端面。

工序 II 精铣  $\phi 39\text{mm}$  二孔外端面。

工序 III 钻  $\phi 39\text{mm}$  二孔(不到尺寸)。

工序 IV 镗  $\phi 39\text{mm}$  二孔(不到尺寸)。

工序 V 精镗  $\phi 39\text{mm}$  二孔,倒角  $2 \times 45^\circ$ 。

工序 VI 车外圆  $\phi 62\text{mm}$ ,  $\phi 60\text{mm}$ ,车螺纹 M60×1mm。

工序 VII 钻、镗孔  $\phi 43\text{mm}$ ,并铰沉头孔  $\phi 55\text{mm}$ 。

工序 VIII 倒角  $5 \times 30^\circ$ 。

工序 IX 钻 Rc1/8 底孔。

工序 X 拉花键孔。

工序 XI 钻 M8mm 螺纹的底孔  $\phi 6.7\text{mm}$  孔,倒角  $120^\circ$ 。

工序 XII 攻螺纹 M8mm, Rc1/8。

工序 XIII 冲箭头。

工序 XIV 检查。

### (3) 工艺方案的比较与分析

上述两个工艺方案的特点在于:方案一是先加工以花键孔为中心的一组表面,然后以此为基准加工  $\phi 39\text{mm}$  孔;而方案二则与方案一相反,先加工  $\phi 39\text{mm}$  孔,然后再以此二孔为基准加工花键孔及其外表面。两相比较可以看出,先加工花键孔后再以花键孔定位加工  $\phi 39\text{mm}$  二孔,这时的位置精度较易保证,并且定位及装夹等都比较方便。但方案一中的工序 VIII 虽然代替了方案二中的工序 III、IV、V,减少了装夹次数,但在一道工序中要完成这么多工作,除了选用专门设计的组合机床(但在成批生产时,在能保证加工精度的情况下,应尽量不选用专用组合机床)外,只能选用转塔车床,利用转塔头进行加工。而转塔车床目前大多适用于粗加工,用来在此处加工  $\phi 39\text{mm}$  二孔是不合适的,因此决定将方案二中的工序 III、IV、V 移入方案一,改为两道工序加工。具体工艺过程如下:

工序 I 车外圆  $\phi 62\text{mm}$ ,  $\phi 60\text{mm}$ , 车螺纹 M60 $\times$ 1mm。粗基准的选择如前所述。

工序 II 两次钻孔并扩钻花键底孔  $\phi 43\text{mm}$ , 镗沉头孔  $\phi 55\text{mm}$ , 以  $\phi 62\text{mm}$  外圆为定位基准。

工序 III 倒角  $5\times 30^\circ$ 。

工序 IV 钻 Rc1/8 锥螺纹底孔。

工序 V 拉花键孔。

工序 VI 粗铣  $\phi 39\text{mm}$  二孔外端面,以花键孔及其端面为基准。

工序 VII 精铣  $\phi 39\text{mm}$  二孔外端面。

工序 VIII 钻孔两次并扩孔  $\phi 39\text{mm}$ 。

工序 IX 半精镗并精镗  $\phi 39\text{mm}$  二孔,倒角  $2\times 45^\circ$ , 工序 VII、VIII、IX 的定位基准均与工序 VI 相同。

工序 X 钻 M8mm 螺纹底孔,倒角  $120^\circ$ 。

工序 XI 攻螺纹 M8mm, Rc1/8。

工序 XII 冲箭头。

工序 XIII 检查。

以上加工方案大致看来还是合理的。但通过仔细考虑零件的技术要求以及可能采取的加工手段之后,就会发现仍有问题,主要表现在  $\phi 39\text{mm}$  两个孔及其端面加工要求上。图样规定:  $\phi 39\text{mm}$  二孔中心线应与  $\phi 55\text{mm}$  花键孔垂直,垂直度公差为  $100:0.2$ ;  $\phi 39\text{mm}$  二孔与其外端面垂直,垂直度公差为  $0.1\text{mm}$ 。由此可以看出:因为  $\phi 39\text{mm}$  二孔的中心线要求与  $\phi 55\text{mm}$  花键孔中心线相垂直,因此,加工及测量  $\phi 39\text{mm}$  孔时应以花键孔为基准。这样做,能保证设计基准与工艺基准相重合。在上述工艺路线制订中也是这样做了的。同理,  $\phi 39\text{mm}$  二孔与其外端面的垂直度( $0.1\text{mm}$ )的技术要求在加工与测量时也应遵循上述原则。但在已制订的工艺路线中却没有这样做:  $\phi 39\text{mm}$  孔加工时,以  $\phi 55\text{mm}$  花键孔定位(这是正确的);而  $\phi 39\text{mm}$  孔的外端面加工时,也是以  $\phi 55\text{mm}$  花键孔定位。这样做,从装夹上看似乎比较方便,

但却违反了基准重合的原则,造成了不必要的基准不重合误差。具体来说,当 $\phi 39\text{mm}$ 二孔的外端面以花键孔为基准加工时,如果两上端面与花键孔中心线已保证绝对平行的话(这是很难的),那么由于 $\phi 39\text{mm}$ 二孔中心线与花键孔仍有 $100:0.2$ 的垂直度公差,则 $\phi 39\text{mm}$ 孔与其外端端面的垂直度误差就会很大,甚至会造成超差而报废。这就是由于基准不重合而造成的恶果。为了解决这个问题,原有的加工路线仍可大致保持不变,只是在 $\phi 39\text{mm}$ 二孔加工完了以后,再增加一道工序:以 $\phi 39\text{mm}$ 孔为基准,磨 $\phi 39\text{mm}$ 二孔外端面。这样做,可以修正由于基准不重合造成的加工误差,同时也保留了原有的加工路线中装夹较方便的特点。因此,最后的加工路线确定如下:

工序 I 车端面及外圆 $\phi 62\text{mm}$ , $\phi 60\text{mm}$ ,并车螺纹 $M60\times 1\text{mm}$ 。以两个叉耳外轮廓(限制 4 点)及 $\phi 65\text{mm}$ 外圆(限制 2 点)为粗基准定位,选用 C620-1 卧式车床并加专用夹具。

工序 II 钻、扩花键底孔 $\phi 43\text{mm}$ ,并镗沉头孔 $\phi 55\text{mm}$ 。以 $\phi 62\text{mm}$ 外圆(限制 4 点)及 $M60\times 1\text{mm}$ 端面(限制 1 点)为基准定位,选用 C365L 转塔车床。

工序 III  $\phi 43\text{mm}$ 花键底孔 $5\times 30^\circ$ 倒角。以 $\phi 62\text{mm}$ 外圆(限制 4 点)及 $\phi 55\text{mm}$ 沉头孔端面(限制 1 点)为基准定位,选用 C620-1 车床加专用夹具。

工序 IV 钻锥螺纹 $Rc1/8$ 底孔 $\phi 8.8\text{mm}$ 。选用 Z525 立式钻床及专用钻模。这里安排钻 $Rc1/8$ 底孔主要是为了下道工序拉花键孔时为消除回转自由度而设置的一个定位基准。本工序以 $\phi 43\text{mm}$ 花键底孔(限制 4 点)及 $M60\times 1\text{mm}$ 端面定位(限制 1 点),并利用叉部外轮廓消除一个回转自由度。

工序 V 中检。

工序 VI 拉花键孔。利用 $\phi 43\text{mm}$ 花键底孔(限制 4 点)、 $\phi 55\text{mm}$ 沉头孔端面(限制 1 点)及 $Rc1/8$ 锥螺纹 $\phi 8.8\text{mm}$ 底孔(限制 1 点)定位,选用 L6120 卧式拉床加工。

工序 VII 粗铣 $\phi 39\text{mm}$ 二孔外端面。以花键孔(限制 5 点)及 $M60\times 1\text{mm}$ 端面(限制 1 点)定位,选用 X63 卧式铣床加工。

工序 VIII 钻、扩 $\phi 39\text{mm}$ 二孔及倒角。以花键孔(限制 5 点)及 $M60\times 1\text{mm}$ 端面(限制 1 点)定位,选用 Z535 立式钻床加工。

工序 IX 半精、精镗 $\phi 39\text{mm}$ 二孔。选用 T740 型卧式金刚镗床及专用夹具加工,以花键孔(限制 5 点)及 $M60\times 1\text{mm}$ 端面(限制 1 点)定位。

工序 X 磨 $\phi 39\text{mm}$ 二孔外端面,保证尺寸 $118^{+0.07}_{-0.07}\text{mm}$ 。以 $\phi 39\text{mm}$ 孔(限制 4 点)及花键底孔(限制 2 点)定位,选用 M7130 平面磨床及专用夹具加工。

工序 XI 钻叉部四个 $M8\text{mm}$ 螺纹底孔并倒角 $120^\circ$ 。选用 Z525 立式钻床及专用夹具加工,以花键底孔(限制 4 点)及 $\phi 39\text{mm}$ 孔(限制 2 点)定位。

工序 XII 攻螺纹 $4-M8\text{mm}$ 及 $Rc1/8$ 。以花键底孔(限制 4 点)及 $\phi 39\text{mm}$ 孔(限制 2 点)定位,选用 Z525 立式钻床及专用夹具加工。

工序 XIII 冲箭头。用油压机加工。以花键孔(限制 5 点)及 $M60\times 1\text{mm}$ 端面(限制 1 点)定位。

工序 XIV 终检。

以上工艺过程详见表 2-2 和表 2-3 的“机械加工工艺过程卡片”和“机械加工程序卡片”。

#### 4. 确定机械加工余量、工序尺寸及毛坯尺寸,设计、绘制毛坯图

(1) 确定毛坯余量(机械加工总余量)、毛坯尺寸及其公差,设计、绘制毛坯图

钢质模锻件的机械加工余量根据 JB3834-85 和 JB3835-85 来确定。确定时,根据零件重

量来初步估算零件毛坯锻件的重量,加工表面的加工精度,形状复杂系数,由《工艺手册》表 2.2-25 查得除孔以外各内外表面的加工总余量(毛坯余量)。孔的加工总余量由表 2.2-24 查得。表 2.2-24、表 2.2-25 中的余量值为单边余量。

本零件“万向节滑动叉”材料为 45 钢,硬度 207~241HBS,毛坯重量估算约为 6kg,生产类型为大批生产,采用在锻锤上合模模锻毛坯,锻件材质系数为  $M_1$ (表 2.2-11)。

①外圆表面( $\phi 62\text{mm}$  及  $M60 \times 1\text{mm}$ )毛坯余量 加工表面形状比较简单,取锻件形状复杂系数为  $S_1$ ;由锻件重量为 6kg,加工精度为  $F_1$ (加工表面未经磨削或  $R_a \geq 1.6\mu\text{m}$ ,为  $F_1$ ;加工表面经磨削或  $R_a < 1.6\mu\text{m}$ ,为  $F_2$ ),形状复杂系数为  $S_1$ ,查《工艺手册》表 2.2-25 得直径余量  $2Z=4\sim 5\text{mm}$ ;但是  $\phi 62\text{mm}$  表面为自由尺寸公差,且表面粗糙度的  $R_{a200\mu\text{m}}$ ,只要求粗加工,因而,为简化模锻毛坯的外形,直接取毛坯直径为  $\phi 65\text{mm}$ ,此时  $\phi 62\text{mm}$  外圆的直径余量为  $2Z=3\text{mm}$ ,已能满足粗车加工要求,而  $M60 \times 1\text{mm}$  的外圆直径余量为  $2Z=5\text{mm}$ ( $M60 \times 1\text{mm}$  螺纹需粗车和半精车)。另查表 2.2-13 得  $\phi 65\text{mm}$  直径公差为  $^{+1.5}_{-0.7}\text{mm}$ ,即毛坯尺寸为  $\phi 65^{+1.5}_{-0.7}\text{mm}$ 。

② $M60 \times 1\text{mm}$  端面毛坯余量 由毛坯重 6kg、加工精度  $F_1$ 、形状复杂系数为  $S_1$ 、材质系数为  $M_1$ 、长度方向尺寸  $>185\text{mm}$ ,查《工艺手册》表 2.5-25 得单边余量为  $Z=2\sim 2.5\text{mm}$ ,由于只需粗车,取  $Z=2\text{mm}$  即可;另查表 2.2-13 得长度方向尺寸公差为  $^{+2}_{-1}\text{mm}$ ,即长度方向毛坯尺寸为  $187^{+2}_{-1}\text{mm}$ 。

③ $\phi 39^{+0.027}_{-0.010}\text{mm}$  两孔外端面的毛坯余量 由毛坯重为 6kg、加工精度为  $F_2$ (加工表面经磨削,为  $F_2$ )、形状复杂系数为  $S_3$ 、材质系数为  $M_1$ 、长度方向尺寸  $>120\text{mm}$ ,查《工艺手册》表 2.2-25 得单边余量  $Z=2\sim 3\text{mm}$ ,取  $Z=2\text{mm}$ ;另查表 2.2-14 得长度方向尺寸公差为  $^{+1.5}_{-0.7}\text{mm}$ ,即长度方向毛坯尺寸为  $122^{+1.5}_{-0.7}\text{mm}$ 。

④ $\phi 39^{+0.027}_{-0.010}\text{mm}$  两孔和花键孔及 M8-6h 四个螺纹孔、 $\text{Re}1/8(\text{Z}1/8'')$  锥螺纹孔的毛坯均为实心,未冲出孔。

最后,设计、绘制的万向节滑动叉的锻件毛坯图如图 2-2 所示。

## (2) 确定工序余量、工序尺寸及其公差

确定工序(或工步)尺寸的一般方法是,由加工表面的最后工序(或工步)往前推算,最后工序(工步)的工序(或工步)尺寸按零件图样的要求标注。当无基准转换时,同一表面多次加工的工序(或工步)尺寸只与工序(或工步)的加工余量有关。当基准不重合时,工序(或工步)尺寸应用工艺尺寸链解算。

前面根据有关资料已查出本零件各加工表面的加工总余量(即毛坯余量),应将加工总余量分配给各工序(或工步)加工余量,然后由后往前计算工序(或工步)尺寸。

本零件各加工表面的加工方法(即加工工艺路线)已在前面根据有关资料确定。本零件的各加工表面的各工序(或工步)的加工余量除粗加工工序(或工步)的加工余量之外,其余工序(或工步)的加工余量可根据《工艺手册》表 2.3-9、表 2.3-12、表 2.3-20、表 2.3-21 等确定,粗加工工序(或工步)的加工余量不是由表中查出确定,而为加工总余量(毛坯余量)减去其余(后续)工序(或工步)各加工余量之和。

本零件各加工表面的工序(或工步)的经济精度、表面粗糙度的确定,除最后工序(或工步)是按零件图样要求确定外,其余工序(或工步)主要是根据《工艺手册》表 1.4-6、表 1.4-7、表 1.4-8 及参考表 1.4-9~表 1.4-23 等来确定公差等级(即 IT)和表面粗糙度。公差等级确定后,查《工艺手册》表 1.4-24 得出公差值,然后按“人体”原则标注上下偏差。

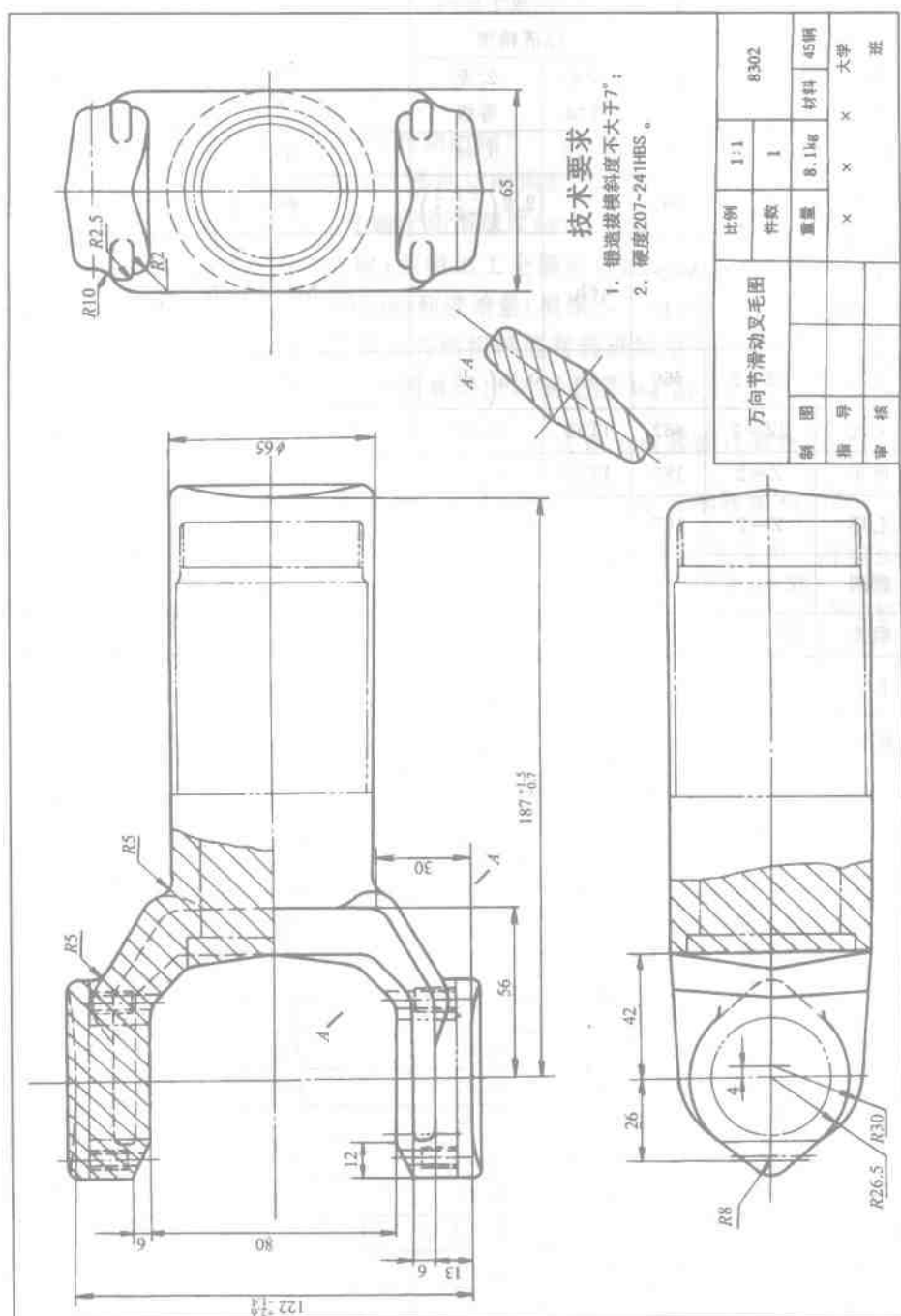


图 2-2 万向节滑动叉毛图

