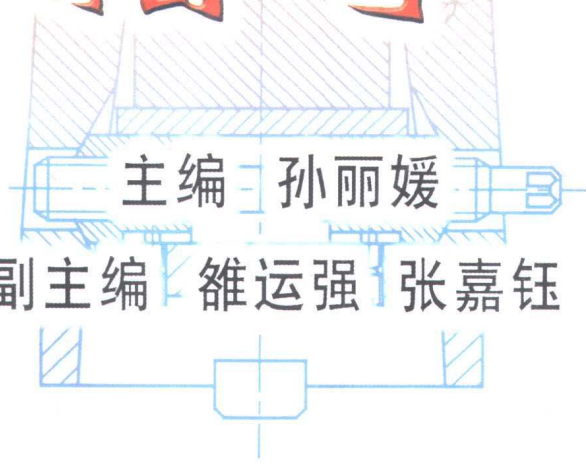


机械制造工艺 及专用夹具

设计 指导

主编 孙丽媛

副主编 雒运强 张嘉钰



冶金工业出版社

机械制造工艺及专用 夹具设计指导

主 编 孙丽媛

副主编 雒运强 张嘉钰

参 编 王秀玲 邓 飞 齐铁力

冶金工业出版社

2002

内 容 简 介

本书以设计机械零件的机械加工工艺规程和专用夹具为重点,以介绍设计方法为宗旨,为学生进行课程设计提供了详细的设计指导、设计范例及工艺设计资料,简明、实用。

本书共分5章,第1章为机械制造工艺学课程设计的指导;第2章为机械制造工艺规程与专用夹具设计的基本要求、内容和步骤;第3章为机床夹具公差和技术要求的制订;第4章为常用的一些工艺标准资料及应用;第5章选编了一些机械制造工艺学课程设计的题目。

本书可供机械制造专业的学生进行机械制造工艺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

机械制造工艺及专用夹具设计指导/孙丽媛主编 —北京:冶金工业出版社,2002 12

ISBN 7-5024-3139-X

I 机… II 孙… III 机械制造工艺—高等学校—教学参考资料 IV TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 086949 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 王秋芬 美术编辑 王耀忠 责任校对 符燕蓉 责任印制 李玉山

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2002 年 12 月第 1 版,2002 年 12 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16;8 75 印张;208 千字 132 页,1-5000 册

14.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

为了指导学生做好机械制造工艺与专用夹具设计,使同学们能够正确掌握设计的基本要求、内容、方法、步骤和进度等,我们根据教学需要和生产实际要求,结合我们多年的教学和工作实践,编写了这本《机械制造工艺及专用夹具设计指导》。

全书采用国家法定计量单位,采用国家和机械行业的现行标准,为了节省篇幅,有的标准仅摘录了其中常用部分。

本书共分5章,第1章为机械制造工艺学课程设计的指导;第2章为机械制造工艺规程与专用夹具设计的基本要求、内容和步骤;第3章为机床夹具公差和技术要求的制订;第4章为常用的一些工艺标准资料及应用;第5章选编了一些机械制造工艺学课程设计的题目。

本书的不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2002年9月

目 录

1 机械制造工艺学课程设计指导	(1)
1.1 课程设计指导.....	(1)
1.1.1 设计的目的和要求.....	(1)
1.1.2 设计的内容和步骤.....	(2)
1.1.3 设计的要点和注意事项.....	(2)
1.1.4 设计说明书的编写.....	(4)
1.1.5 进度与时间安排.....	(5)
1.1.6 设计成绩的考核.....	(5)
1.2 课程设计实例.....	(5)
1.2.1 零件的分析.....	(8)
1.2.2 工艺规程的设计.....	(8)
1.2.3 专用夹具设计.....	(23)
2 机械制造工艺规程与专用夹具设计	(39)
2.1 机械加工工艺规程设计.....	(39)
2.1.1 设计工艺规程的基本要求.....	(39)
2.1.2 设计工艺规程的原始资料.....	(39)
2.1.3 设计工艺规程的内容及步骤.....	(39)
2.2 专用夹具设计.....	(48)
2.2.1 设计夹具的基本要求.....	(48)
2.2.2 设计夹具的依据.....	(48)
2.2.3 设计夹具的程序与内容.....	(49)
2.2.4 夹具设计中常易出现的错误.....	(54)
3 机床夹具公差和技术要求的制订	(58)
3.1 制订夹具公差和技术要求的主要依据和基本原则.....	(58)
3.1.1 主要依据.....	(58)
3.1.2 基本原则.....	(58)
3.2 夹具各组成元件间的相互位置精度和相关尺寸公差的制订.....	(59)
3.2.1 直接与工件的工序尺寸公差和技术要求有关的夹具尺寸 公差和技术要求.....	(59)
3.2.2 与工件工序尺寸无关的夹具公差和技术要求.....	(62)

3.3	夹具公差与配合的选择	(62)
3.3.1	夹具常用的配合种类和公差等级	(62)
3.3.2	夹具常用元件的配合实例	(62)
3.4	各类机床夹具公差和技术要求的制订	(65)
3.4.1	车、磨床夹具公差和技术要求的制订	(65)
3.4.2	铣、刨床夹具公差和技术要求的制订	(69)
3.4.3	钻、镗床夹具公差和技术要求的制订	(73)
3.5	夹具零件的公差和技术要求	(80)
3.5.1	夹具标准零件及部件的技术要求	(80)
3.5.2	夹具专用零件公差和技术要求	(81)
3.6	夹具制造和使用说明	(84)
3.6.1	制造说明	(84)
3.6.2	使用说明	(84)
4	常用工艺标准资料及其应用	(85)
4.1	机械加工定位、夹紧符号(JB/T5601—91)	(85)
4.1.1	各类符号	(85)
4.1.2	各类符号的画法	(88)
4.1.3	定位、夹紧符号及装置符号的使用	(89)
4.1.4	各种符号标注示例	(89)
4.1.5	举例	(93)
4.2	工艺规程格式和专用工艺装备设计图样及文件格式	(93)
4.2.1	常用工艺规程格式(JB/Z187.3—88)	(93)
4.2.2	专用工艺装备设计图样及文件格式(JB/Z187.5—88)	(93)
5	机械制造工艺学课程设计题目选编	(104)
	参考文献	(132)

1 机械制造工艺学课程设计指导

1.1 课程设计指导

1.1.1 设计的目的和要求

1.1.1.1 目的

机械制造工艺课程设计是在全部学完机械制造工艺学及机床夹具设计课程,并进行了生产实习的基础上进行的一个教学环节。它要求学生全面地综合运用本课程及其有关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进行一次预备训练。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零件的工艺规程的能力。

(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基本技能。

1.1.1.2 要求

本次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。

机械制造工艺学课程设计题目一律定为:××零件的机械加工工艺规程制订及×××工序专用夹具的设计。

生产类型为中批或大批生产。

设计的具体要求包括:

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	若干张
课程设计说明书	1 份

1.1.2 设计的内容和步骤

本设计的主要内容和步骤大致如下：

- (1) 确定生产类型(一般为中批或大批生产),对零件进行工艺分析,画零件图。
- (2) 确定毛坯种类及制造方法,绘制毛坯图(零件-毛坯合图)。
- (3) 拟订零件的机械加工工艺过程,选择各工序的加工设备和工艺装备(刀具、夹具、量具、辅具),确定各工序加工余量和工序尺寸,计算各工序的切削用量和工时定额,进行技术经济分析。
- (4) 填写工艺文件:工艺过程卡片(或工艺卡片)、工序卡片。
- (5) 设计指定工序的专用夹具,绘制装配总图和主要零件图 1~3 张。
- (6) 撰写设计说明书。

1.1.3 设计的要点和注意事项

1.1.3.1 对工艺规程的基本要求

基本的要求是优质、高产、低消耗。首先是保证零件的加工质量,要在此前提下,提高生产效率,降低消耗,以取得较好的经济效益和社会效益。

1.1.3.2 毛坯图的绘制

- (1) 用双点划线画出简化了的零件图。
- (2) 粗实线绘出毛坯形状。
- (3) 将毛坯的尺寸和极限偏差标注在尺寸线的上方。
- (4) 应注明一些特殊余块。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。
- (5) 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。例如,图上未注明的圆角半径和模锻斜度;锻件热处理及其硬度;表面质量要求(允许表面凹坑、折叠和裂纹等缺陷的位置及深度,残余飞边的宽度等);特殊实验(拉力试验、冲击试验、碳化物偏析试验等)要求;锻件试块的留放位置或增加试验用锻件的数量;其他要求(如上下模允许的错型值、同轴度、轴线的直线度和重量要求等等)。

毛坯图的示例见图 1-1 和图 1-2。

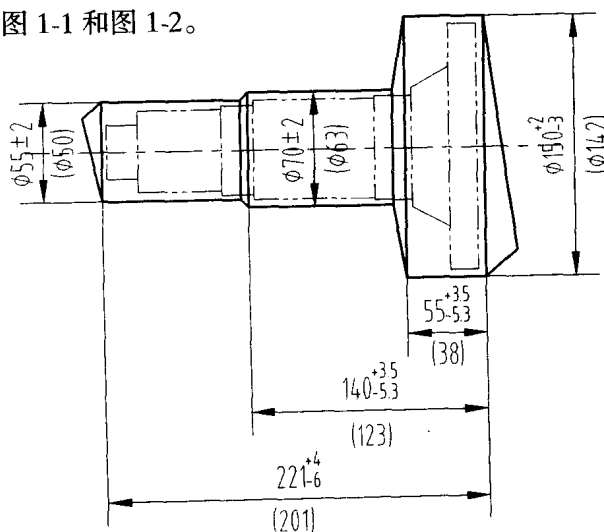
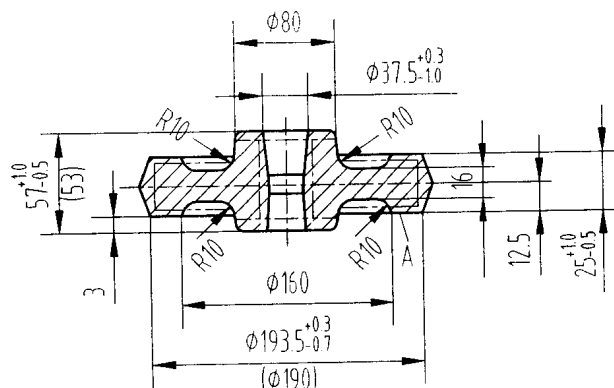


图 1-1 轴的自由锻件图



技术要求

1. 未注出的模锻斜度为 5°
2. 热处理: 正火 HB156~207
3. 毛刺不大于 1mm
4. 表面缺陷深度: 非加工面不大于 0.5mm;
加工面不大于实际余量的 1/2
5. 下平面 A 的平面度公差 0.8mm
6. 上下模的错差不大于 1mm

图 1-2 齿轮的模锻件图

1.1.3.3 关于工艺路线的拟订

在选择加工方法、安排加工顺序时,要考虑和注意以下事项:

(1) 表面成形。应首先加工出精基准面,再尽量以统一的精基准定位加工其余表面,并要考虑到各种工艺手段最适合加工什么表面。

(2) 保证质量。应注意到在各种加工方案中保证尺寸精度、形状精度和表面相互位置精度的能力;是否要粗精分开,加工阶段应如何划分;怎样保证工件无夹压变形;怎样减少热变形;采用怎样的热处理手段以改善加工条件、消除应力和稳定尺寸;如何减小误差复映;对某些相互位置精度要求极高的表面,可考虑采用互为基准反复加工的办法等。

(3) 减小消耗,降低成本。要注意发挥工厂原有的优势和潜力,充分利用现有的生产条件和设备;尽量缩短工艺准备时间并迅速投产,避免贵重稀缺材料的使用和消耗。

(4) 提高生产率。在现有通用设备的基础上考虑成批生产的工艺时,工序宜分散,并配备足够的专用工艺装备;当采用高效机床、专用机床或数控机床时,工序宜集中以提高生产效率,保证质量。应尽可能减少工件在车间内和车间间的流动,必要时考虑引进先进、高效的工艺技术。

(5) 工艺方案的对比取舍。为保证质量的可靠性,应对比各方案的生产率和经济性(注意在什么情况下主要对比不同方案的工艺成本,在什么情况下主要对比不同方案的投资回收期)。最后综合对比结果,选择最优方案。

1.1.3.4 关于机床和工艺装备的确定

(1) 在选择加工方法的同时,还要考虑选用合适的机床、夹具、刀具和量具,两者不能截然分开。

(2) 所选择的机床、夹具、刀具和量具的型号、规格、精度,应与零件尺寸大小、精度、生产规模和工厂的具体条件相适应。

(3) 在课程设计中,专用夹具、专用刀具和专用量具,统一采用以下代号编号方法:

D——刀具 J——夹具 L——量具
C——车床 X——铣床 Z——钻床
B——刨床 T——镗床 M——磨床

专用工艺装备编号示例如下：

CJ—01 车床专用夹具 1 号

ZD—02 钻床专用刀具 2 号

TL—01 镗床专用量具 1 号

1.1.3.5 关于工艺文件的填写

(1) 零件简图的绘制。在机械加工工艺卡片上要求绘制零件简图,在其上应标注主要的加工尺寸;各加工表面可用拉丁字母或阿拉伯数字标明,如图形过大,允许另用纸绘图附在工艺卡片上。

(2) 工序简图的画法。在机械加工工序卡片上要求绘出工序简图。对工序简图的具体要求是:

仅绘出本工序完成后的形状;根据零件加工情况可选某向视图、剖视图或局部视图,力求简明;图上工件的位置应是加工时的工作位置,允许不按比例绘制;本工序的加工表面用粗实线表示,非加工面用细实线表示;只标注本工序加工面的尺寸精度、形状精度、相互位置精度、表面粗糙度和有关技术要求;定位和夹紧应用定位夹紧元件及装置符号标出,或与定位夹紧符号混合标注;大而复杂的零件允许另用纸绘出,附在工序卡片后面(标注见第四章)。

(3) 卡片的填写。卡片的填写应符合以下基本要求:

内容要简要、明确;术语正确、字迹工整;所用符号、计量单位等应符合有关标准;“设备”栏一般填写设备的型号、名称,必要时还应填写设备编号;“工艺装备”栏内的刀、夹、量、辅具,其中属专用的,按专用名称(编号)填写;属标准的,填写名称、规格和精度(编号)。

1.1.4 设计说明书的编写

课程设计说明书是整个设计的重要组成部分。编写设计说明书也是对学生撰写技术性总结和文件能力的一次锻炼。

设计说明书应将设计成果、设计意图和立论根据用文、图的方式系统地表达出赖。因此,内容的重点是对各方案进行全面分析、论证(包括质量、生产率和经济性三个方面),充分表达设计者在设计中考虑问题的出发点和最后决策的依据。此外,还应有各种工艺计算和说明。

具体内容应包括:

- (1) 零件的功用、结构特点、设计基准、主要加工表面、主要技术要求和技术关键;
- (2) 设计条件;
- (3) 选择毛坯的说明;
- (4) 选择工艺基准的说明;
- (5) 各工艺方案的分析、对比与取舍;
- (6) 确定机床和工艺装备的说明;
- (7) 工艺尺寸的计算,加工余量的确定;
- (8) 确定切削用量、单件时间和切削液的说明;
- (9) 专用夹具设计方案的确定;
- (10) 夹紧力的计算;
- (11) 定位精度分析;

- (12) 强度校核;
- (13) 其他需要说明的问题。

注意事项:

- (1) 说明书应边设计边编写,分段完成,最后综合。不要完全集中在设计后期完成,以节省时间,避免错误。
- (2) 说明书中应附有必要的简图和表格。
- (3) 所引用的公式、数据应注明来源。
- (4) 计算部分应有必要的计算过程。
- (5) 说明书应力求文字通顺、语言简明、字迹工整、图字清晰。
- (6) 说明书封面采用统一印发的格式。内芯用 16 开纸,四周边加框线,书写后装订成册。

1.1.5 进度与时间安排

按照教学计划,本课程设计时间为 2~4 周,其进度及时间大致分配如下:

- (1) 明确生产类型,熟悉零件及各种资料,对零件进行工艺分析,画零件图,约占 8%;
- (2) 工艺设计(画毛坯图,拟订工艺路线,选择机床和工艺装备,填写工艺过程卡片)约占 8%;
- (3) 工序设计(确定加工余量、工序尺寸、切削用量、时间定额,填写工序卡片)约占 20%;
- (4) 夹具设计(完成草图、总图、零件图)约占 45%;
- (5) 撰写说明书约占 15%;
- (6) 答辩约占 4%。

1.1.6 设计成绩的考核

学生在完成上述全部设计任务后,图样和说明书经指导教师审查签字后,在规定日期进行答辩(或质疑)。根据设计的工艺文件、图样和说明书质量,答辩时回答问题的情况,以及平时的工作态度、独立工作能力等诸方面表现,来综合评定学生的成绩。设计成绩分优、良、中、差、及格和不及格。

1.2 课程设计实例

为了便于学生做好课程设计,本节列举了课程设计实例。实例收录了学生实际完成的设计作业,包括设计说明书、工艺卡片及全部设计图样,供同学们参考。同时希望同学们不要拘泥于实例中的一些形式及内容,而应在老师的指导下,结合自己的题目,做出有自己特色的设计。

机 械 制 造 工 艺 学

课程设计说明书

题目：设计“万向节滑动叉”零件的机械加工工艺流程及工艺装备(年产量为 4000 件)

设计人_____

指导教师_____

××××大学
××教研室

年 月 日

××××大学

机械制造工艺学课程设计任务书

题目：设计“万向节滑动叉”零件的机械加工工艺规程及工艺装备(年产量为 4000 件)

- 内容：
- | | |
|--------------|-----|
| (1) 零件图 | 1 张 |
| (2) 毛坯图 | 1 张 |
| (3) 机械加工工艺卡片 | 1 套 |
| (4) 夹具总装图 | 1 张 |
| (5) 夹具零件图 | 1 张 |
| (6) 课程设计说明书 | 1 份 |

班级_____

学生_____

指导教师_____

教研室主任_____

年 月 日

设计说明

本次设计是在我们学完了大学的全部基础课、技术基础课以及大部分专业课之后进行的。这是我们在进行毕业设计之前对所学各课程的一次深入的综合性的总复习,也是一次理论联系实际训练。因此,它在我们四年的大学生活中占有重要的地位。

就我个人而言,我希望能通过这次课程设计对自己未来将从事的工作进行一次适应性训练,从中锻炼自己分析问题、解决问题的能力,为今后参加祖国的现代化建设打下一个良好的基础。

由于能力所限,设计尚有许多不足之处,恳请各位老师给予指教。

1.2.1 零件的分析

1.2.1.1 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(见附图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有两个 $\phi 39^{+0.027}_{-0.010}$ 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。零件 $\phi 65$ mm 外圆内为 $\phi 50$ mm 花键孔与传动轴端部的花键轴相配合,用于传递动力之用。

1.2.1.2 零件的工艺分析

万向节滑动叉共有两组加工表面,它们相互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,尺寸为 $118_{-0.07}$ mm 的与两个孔 $\phi 39^{+0.027}_{-0.010}$ mm 相垂直的平面,还有在平面上的四个 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: $\phi 50^{+0.039}_0$ mm 十六齿方齿花键孔, $\phi 55$ mm 阶梯孔,以及 $\phi 65$ mm 的外圆表面和 M60 \times 1 mm 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:

$\phi 50^{+0.039}_0$ mm 花键孔与 $\phi 39^{+0.027}_{-0.010}$ mm 二孔中心联线的垂直度公差为 100:0.2;

$\phi 39$ mm 二孔外端面对 $\phi 39$ mm 孔垂直度公差为 0.1 mm;

$\phi 50^{+0.039}_0$ mm 花键槽宽中心线与 $\phi 39$ mm 中心线偏转角度公差为 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,然后借助于专用夹具加工另一组表面,并且保证它们之间的位置精度要求。

1.2.2 工艺规程的设计

1.2.2.1 确定毛坯的制造形式

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,以使金属纤维尽量不被切断,保证零件工作可靠。由于零件年产量为 4000 件,已达到大批生产的水平,而且零件的轮廓尺寸不大,故可采用模锻成型。这对提高生产率、保证加工质量也是有利的。

1.2.2.2 基准的选择

(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 $\phi 62\text{mm}$ 外圆)表面作基准(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。按照有关粗基准的选择原则(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对位置精度较高的不加工表面作为粗基准),现选取叉部两个 $\phi 39_{-0.016}^{+0.027}\text{mm}$ 孔的不加工外轮廓表面作为粗基准,利用一组共两个短 V 形块支承这两个 $\phi 39_{-0.016}^{+0.027}\text{mm}$ 的外轮廓作主要定位面,以消除 \vec{X} \vec{Y} 四个自由度;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,用以消除 \vec{Z} 两个自由度,达到完全定位。

(2) 精基准的选择。精基准的选择主要应该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。

1.2.2.3 制订工艺路线

由于生产类型为大批生产,故采用万能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,还应降低生产成本。

(1) 工艺路线方案一:

- 工序 1: 车外圆 $\phi 62\text{mm}$, $\phi 60\text{mm}$, 车螺纹 $M60 \times 1\text{mm}$
- 工序 2: 两次钻孔并扩钻花键底孔 $\phi 43\text{mm}$, 镗沉头孔 $\phi 55\text{mm}$
- 工序 3: 倒角 $5 \times 30^\circ$
- 工序 4: 钻 $Rc1/8$ 底孔
- 工序 5: 拉花键孔
- 工序 6: 粗铣 $\phi 39\text{mm}$ 二孔端面
- 工序 7: 精铣 $\phi 39\text{mm}$ 二孔端面
- 工序 8: 钻、扩、粗铣、精铣两个 $\phi 39\text{mm}$ 孔至图样尺寸并镗倒角 $2 \times 45^\circ$
- 工序 9: 钻 $M8\text{mm}$ 底孔 $\phi 6.7\text{mm}$, 倒角 120°
- 工序 10: 攻螺纹 $M8\text{mm}$, $Rc1/8$
- 工序 11: 冲箭头
- 工序 12: 终检

(2) 工艺路线方案二:

- 工序 1: 粗铣 $\phi 39\text{mm}$ 二孔端面
- 工序 2: 精铣 $\phi 39\text{mm}$ 二孔端面
- 工序 3: 钻 $\phi 39\text{mm}$ 二孔(不到尺寸)
- 工序 4: 镗 $\phi 39\text{mm}$ 二孔(不到尺寸)
- 工序 5: 精镗 $\phi 39\text{mm}$ 二孔, 倒角 $2 \times 45^\circ$
- 工序 6: 车外圆 $\phi 62\text{mm}$, $\phi 60\text{mm}$, 车螺纹 $M60 \times 1\text{mm}$
- 工序 7: 钻、镗孔 $\phi 43\text{mm}$, 并镗沉头孔 $\phi 55\text{mm}$
- 工序 8: 倒角 $5 \times 30^\circ$
- 工序 9: 钻 $Rc1/8$ 底孔
- 工序 10: 拉花键孔
- 工序 11: 钻 $M8\text{mm}$ 底孔 $\phi 6.7\text{mm}$, 倒角 120°
- 工序 12: 攻螺纹 $M8\text{mm}$, $Rc1/8$
- 工序 13: 冲箭头

工序 14：终检

(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,然后以此为基面加工 $\phi 39\text{mm}$ 二孔;而方案二则与其相反,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。经比较可见,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,并且定位及装夹都较方便。但方案一中的工序 8 虽然代替了方案二中的工序 3、4、5,减少了装夹次数,但工序内容太多,不设计组合机床也只能选用转塔车床,而转塔车床大多用于粗加工,用来加工 $\phi 39\text{mm}$ 二孔不合适。故决定将方案二中的工序 3、4、5 移入方案一,改为两道工序。具体工艺过程如下:

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

工序 2: 两次钻孔并扩钻花键底孔 $\phi 43\text{mm}$, 镗沉头孔 $\phi 55\text{mm}$, 以 $\phi 62\text{mm}$ 外圆定位

工序 3: 倒角 $5 \times 30^\circ$

工序 4: 钻 $Rc1/8$ 锥螺纹底孔

工序 5: 拉花键孔

工序 6: 粗铣 $\phi 39\text{mm}$ 二孔端面,以花键孔及其端面为基准

工序 7: 精铣 $\phi 39\text{mm}$ 二孔端面

工序 8: 钻孔两次并扩孔 $\phi 39\text{mm}$

工序 9: 精镗并细镗 $\phi 39\text{mm}$ 二孔,倒角 $2 \times 45^\circ$ (工序 7、8、9 的定位均与工序 6 相同)

工序 10: 钻 $M8\text{mm}$ 螺纹底孔,倒角 120°

工序 11: 攻螺纹 $M8\text{mm}$, $Rc1/8$

工序 12: 冲箭头

工序 13: 终检

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,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 $100:0.2$; $\phi 39\text{mm}$ 二孔与其外端面应垂直,垂直度公差为 0.1mm 。由此可见,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。在上述工艺路线中也是这样拟订的。同理, $\phi 39\text{mm}$ 二孔与其外端面的垂直度 (0.1mm) 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: 加工 $\phi 39\text{mm}$ 孔时,以 $\phi 55\text{mm}$ 花键孔定位(这是正确的);而加工 $\phi 39\text{mm}$ 孔的外端面时,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原则,产生了基准不重合误差。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,如果两个端面与花键孔中心线已保证绝对平行的话(这是不可能的),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 $\phi 39\text{mm}$ 孔与其外端面的垂直度误差会很大,甚至会超差而报废。这就是基准不重合而造成的结果。为了解决这个问题,原有的加工路线可仍大致保持不变,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,同时也照顾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 1：车端面及外圆 $\phi 62\text{mm}$ 、 $\phi 60\text{mm}$ ，并车螺纹 $M60 \times 1\text{mm}$ 。以两个叉耳外轮廓及 $\phi 65\text{mm}$ 外圆为粗基准，选用 C620-1 卧式车床和专用夹具。

工序 2：钻、扩花键底孔 $\phi 43\text{mm}$ ，并铰沉头孔 $\phi 55\text{mm}$ 。以 $\phi 62\text{mm}$ 外圆为基准，选用 C365L 转塔车床。

工序 3：内花键孔 $5 \times 30^\circ$ 倒角。选用 C620-1 车床和专用夹具。

工序 4：钻锥螺纹 $Rc1/8$ 底孔。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。本工序以花键内底孔定位，并利用叉部外轮廓消除回转自由度。

工序 5：拉花键孔。利用花键内底孔、 $\phi 55\text{mm}$ 端面及 $Rc1/8$ 锥螺纹底孔定位，选用 L6120 卧式拉床加工。

工序 6：粗铣 $\phi 39\text{mm}$ 二孔端面，以花键孔定位，选用 X63 卧式铣床加工。

工序 7：钻、扩 $\phi 39\text{mm}$ 二孔及倒角。以花键孔及端面定位，选用 Z535 立式钻床加工。

工序 8：精、细镗 $\phi 39\text{mm}$ 二孔。选用 T740 型卧式金刚镗床及专用夹具加工，以花键内孔及其端面定位。

工序 9：磨 $\phi 39\text{mm}$ 二孔端面，保证尺寸 $118_{-0.07}^0\text{mm}$ ，以 $\phi 39\text{mm}$ 孔及花键孔定位，选用 M7130 平面磨床及专用夹具。

工序 10：钻叉部四个 $M8\text{mm}$ 螺纹底孔并倒角。选用 Z525 立式钻床及专用夹具，以花键孔及 $\phi 39\text{mm}$ 孔定位。

工序 11：攻螺纹 $4 - M8\text{mm}$ 及 $Rc1/8$ 。

工序 12：冲箭头。

工序 13：终检。

以上工艺过程详见机械加工工艺过程卡片和机械加工工序卡片。

1.2.2.4 机械加工余量、工序尺寸及毛坯尺寸的确定

“万向节滑动叉”零件材料为 45 钢，硬度 HBS 为 207~241，毛坯重量约为 6kg，生产类型为大批生产，采用在锻锤上合模模锻毛坯。

根据上述原始资料及加工工艺，分别确定各加工表面的机械加工余量、工序尺寸及毛坯尺寸如下：

(1) 外圆表面 ($\phi 62\text{mm}$ 及 $M60 \times 1\text{mm}$)。考虑其加工长度为 90mm，与其联结的非加工外圆表面直径为 $\phi 65\text{mm}$ ，为简化模锻毛坯的外形，现直接取其外圆表面直径为 $\phi 65\text{mm}$ 。 $\phi 62\text{mm}$ 表面为自由尺寸公差，表面粗糙度值要求为 $R_z 200\mu\text{m}$ ，只要求粗加工，此时直径余量 $2Z = 3\text{mm}$ 已能满足加工要求。

(2) 外圆表面沿轴线长度方向的加工余量及公差 ($M60 \times 1\text{mm}$ 端面)。查《机械制造工艺设计简明手册》(以下简称《工艺手册》)表 2.2-14，其中锻件重量为 6kg，锻件复杂形状系数为 S_1 ，锻件材质系数取 M_1 ，锻件轮廓尺寸(长度方向) $> 180 \sim 315\text{mm}$ ，故长度方向偏差为 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

长度方向的余量查《工艺手册》表 2.2~2.5，其余量值规定为 2.0~2.5mm，现取 2.0mm。

(3) 两内孔 $\phi 39_{-0.010}^{+0.027}\text{mm}$ (叉部)。毛坯为实心，不冲孔。两内孔精度要求介于 IT7~IT8 之间，参照《工艺手册》表 2.3-9 及表 2.3-12 确定工序尺寸及余量为：

钻孔： $\phi 25\text{mm}$