

高等职业教育机械制造与自动化专业规划教材  
国家示范性高职院校建设项目成果

# 异形件制造

■ 陈晓英 主编

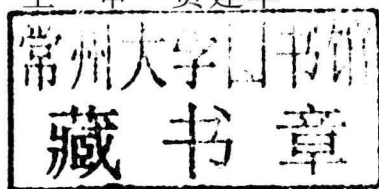
 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



高等职业教育机械制造与自动化专业规划教材  
国家示范性高职院校建设项目成果

# 异形件制造

主 编 陈晓英  
副主编 林畅江  
参 编 安雨青 谭印书  
主 审 贾建华



机械工业出版社

本书是国家示范性高职院校重点建设专业——机械制造与自动化专业的核心教材之一。

本书以异形件的制造项目为载体,按照异形件实际工艺实施的流程编排内容。全书共六个项目,主要内容包括:异形件的机械加工工艺过程设计、异形件加工设备及工装的选择、异形件机械加工工艺文件的编制、专用夹具的设计、异形件加工质量控制和异形件制造的生产计划管理。

本书适用于高等职业院校机械制造与自动化专业,也可作为高等职业院校相关专业及企业培训用教学参考书,并可供有关工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

异形件制造/陈晓英主编. —北京:机械工业出版社, 2011. 8

高等职业教育机械制造与自动化专业规划教材. 国家示范性高职院校建设项目成果

ISBN 978-7-111-34627-2

I. ①异… II. ①陈… III. ①机械元件-制造-高等职业教育-教材  
IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第131238号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王海峰 于奇慧 责任编辑:王海峰 于奇慧 周璐婷

版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:路恩中 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2011年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·12.5印张·307千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-34627-2

定价:24.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

# 序

2006年，教育部启动了以重点专业建设为主要任务的国家示范性高等职业院校建设计划，目的是通过示范建设，全面推进高等职业教育的专业建设水平，探索并形成中国的高职教育特色。专业建设改革的主要内容是人才培养模式改革、课程体系构建、课程建设与教学模式改革。其中，人才培养模式是指导性的原则，人才培养方案与课程体系是实施性的支撑，课程建设与教学模式改革是基础性的保障，其根本的出发点是提高技能型人才的培养质量。

工艺在振兴装备制造业中起着基础性作用，浙江省的一些中小制造企业由于工艺管理不善、工艺纪律松弛、工艺技术相对落后，制约了企业的快速发展。鉴于此，浙江机电职业技术学院机械制造与自动化专业构建了“夯实机械基础、强化工艺实施、启迪创新思维、注重技能训练”的能力递进专业课程体系，为浙江省中小企业培养未来的生产一线“机械制造工艺师”。

示范建设过程中，在浙江省机械工业联合会的行业专家和杭州前进齿轮箱集团有限公司、浙江杭叉工程机械股份有限公司、浙江联强数控机床股份有限公司等制造业企业技术专家的参与指导下，机械制造与自动化专业将工艺实施能力确定为专业人才培养的核心能力；同时，学院在浙江省人力资源与社会保障厅的支持下，开发了浙江省机械制造工艺师职业标准。通过工艺师职业岗位典型工作任务分析，设计了传动轴制造、主轴制造、箱体制造、异形件制造四门核心课程，将工艺师职业标准内容通过学、练、做一体化的项目模块课程加以实施。

四门核心课程通过对原机械制造工艺、现代加工设备、切削原理与刀具、机床夹具设计等课程的知识内容进行分解与组合，以传动轴→主轴→箱体→异形件四类零件的制造过程为载体，按照图样分析过程、工艺分析过程、工艺方案制订过程、主要工装设计过程、生产组织、产品质量检验与分析处理过程的工艺实施流程整合教学内容。但反映的典型工艺技术各有侧重，加工工艺由易到难，专业知识由浅入深；课程的部分教学外移至企业进行，同时开展企业实践。学生要了解传动轴等四类零件的整个生产流程，独立完成传动轴的加工和其他零件如主轴等若干精加工工序，对所编制工艺文件进行验证和修改，将教学与实际零件的加工过程相融合，从而提高工艺实施能力。

四门核心课程遵循能力培养的递进规律，通过每个零件制造的工艺流程循环和各类零件的学习内容循环，由浅入深、由简到繁地培养学生的工艺实施能力。该学习过程有效地改变了学生由于一门课程不合格而造成的评价考核问题，

通过多次循环不断强化和巩固学生的知识和能力。

为了较好地解决知识系统化与教学实施项目化的形式冲突，机械制造与自动化专业在课程教学内容组织过程中，将以往以学科化课程为核心的教学内容组织形式改为以项目为导向的教学内容组织形式，即将相关课程内容按工艺实施工作过程的知识目标、技能目标划分成若干个教学模块。如将工艺规程编制过程中的刀具应用内容分解为：金属切削原理、刀具基础、车刀选择与应用、铣刀选择与应用、孔加工刀具选择与应用等；再将各课程教学模块根据每个加工零件的项目知识目标、技能目标及实践训练项目教学要求进行组合，构建项目课程教学内容。在实施项目化的过程中，结合具体零件分别将图样分析、工艺分析、刀具及夹具技术与应用、技术测量等按教学模块组织教学，一个具体零件结束后再进行下一个零件的项目教学，构成了一种纵、横配合的“坐标系”活页教材。每一模块均按零件工艺实施工作过程编写教学内容，形成纵向的项目形式教材，当需要进行系统知识学习时，可按横向技术方向将各项目中的相关活页组合，形成如金属切削机床、切削原理与刀具、机械制造工艺、夹具设计等知识系统化形式的教材，最终形成纵贯的传动轴、主轴、箱体、异形件四个项目的行动导向课程教学体系与横切的若干相对系统的学科知识体系。

四门核心课程以零件制造项目为载体，以工艺实施流程为线索，实现了课程教学内容的解构和重构，在实施项目教学过程的同时也保证了知识的系统化。希望能在高职的改革大潮中，形成一定的专业特色。

屠 立

# 前 言

为深化高等职业教育教学改革,探索工学交替、任务驱动、项目导向、顶岗实习等有利于增强学生岗位职业能力的教学模式,加强高职院校学生实践能力和职业技能的培养,浙江机电职业技术学院机械制造与自动化专业作为国家示范性高职院校重点建设专业,与行业、企业专家合作,构建了以机械制造工艺实施为主线的课程体系。本书是专业核心课程教材之一。

本书以培养机械制造工艺师能力为目标,与《传动轴制造》、《主轴制造》、《箱体制造》三本教材对原有机械制造工艺、机床设备、金属切削刀具及夹具应用技术等课程知识内容进行解构与重构,构成了全新的机械制造技术系列教材,充分体现了高等职业教育的特点。

本书具有以下主要特点:

1. 全书内容充分体现了项目课程的设计思想。本书以异形件制造项目为载体,以完成异形件加工的工作过程来驱动,通过选自企业实际生产的 CL6140 车床拨叉零件,按企业制造拨叉的整个工艺过程组织内容,以培养学生完整、合理地编制异形件零件机械加工工艺流程、设计专用夹具、组织小批量生产、进行质量检测与质量分析的应用能力。

2. 内容编排形式以项目课程原理为依据。本书按照异形件制造工艺及实施流程依次排列项目,循序渐进;在项目基础上进一步划分模块,体现内容的连续性和完整性,便于学生对异形件制造知识的掌握与应用。

3. 突出对学生综合职业能力的训练。书中每个项目首先明确教学目标,每个模块再按照教学目标、案例分析、相关知识以及针对性练习编写,既易懂、易学,又符合生产实际。理论知识和技能要求紧紧围绕异形件制造工作过程完成的需要来选取,同时又充分考虑了高等职业教育对理论知识学习的需要,融合了机械制造工艺师职业资格对知识、技能和素质的要求。

4. 体现了“新知识、新技术、新方法”等内容。本书将异形件制造过程中的新技术、新工艺和新方法及时纳入,以贴近企业实际需要和机械制造行业的发展。

本书分六个项目,项目一由浙江联强数控机床股份有限公司谭印书工程师编写;项目二由杭州弈科机电有限公司安雨青高级工程师编写;项目三、项目四由浙江机电职业技术学院陈晓英副教授编写;项目五、项目六由浙江机电职业技术学院林畅江副教授编写。

本书由浙江机电职业技术学院陈晓英副教授任主编,浙江机电职业技术学院林畅江副教授任副主编,浙江机电职业技术学院贾建华副教授任主审。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免有误漏欠妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

序

前言

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 项目一 异形件的机械加工工艺流程设计 .....    | 1   |
| 模块 1 异形件图样的分析 .....         | 1   |
| 模块 2 异形件毛坯的确定 .....         | 4   |
| 模块 3 异形件机械加工工艺流程的设计 .....   | 6   |
| 项目二 异形件机械加工设备与工艺装备的选择 ..... | 18  |
| 模块 1 异形件机械加工设备的选择 .....     | 18  |
| 模块 2 异形件机械加工工艺装备的选择 .....   | 33  |
| 项目三 异形件机械加工工艺文件的编制 .....    | 42  |
| 模块 1 异形件机械加工工艺文件的具体编制 ..... | 42  |
| 模块 2 计算机辅助设计异形件机械加工工序 ..... | 54  |
| 项目四 专用夹具的设计 .....           | 84  |
| 模块 1 钻夹具设计 .....            | 84  |
| 模块 2 铣夹具设计 .....            | 127 |
| 模块 3 车床专用夹具设计 .....         | 141 |
| 项目五 异形件加工质量控制 .....         | 148 |
| 项目六 异形件制造的生产计划管理 .....      | 178 |
| 参考文献 .....                  | 193 |

# 项目一 异形件的机械加工工艺过程设计

## 【项目内容】

本项目以浙江联强机床厂 CL6140 车床的拨叉零件作为典型异形件进行异形件的机械加工工艺过程设计。

按机械加工工艺过程设计的方法、步骤，将项目分为三个工作任务模块：模块 1 异形件的图样分析、模块 2 异形件毛坯的确定、模块 3 异形件机械加工工艺过程的设计。

## 【教学目标】

最终目标：会设计异形件的机械加工工艺过程。

促成目标：

- 1) 能进行异形件的图样分析。
- 2) 能确定异形件毛坯。
- 3) 会选择异形件平面的加工方法。
- 4) 会编制异形件的机械加工工艺过程卡。

## 模块 1 异形件图样的分析

### 一、教学目标

最终目标：会对异形件机械加工工艺过程的设计依据进行分析。

促成目标：

- 1) 能读懂异形件零件图。
- 2) 能掌握异形件工艺特性。
- 3) 能进行异形件的结构工艺性分析、技术要求分析。

### 二、案例分析

**案例精选** 根据图 1-1 所示 CL6140-20029 拨叉零件图给出的相关信息，分析该零件机械加工工艺过程的设计依据。

图 1-2 所示为 CL6140-20029 拨叉零件的三维图。

#### 1. 零件图分析的内容

在制订零件机械加工工艺过程时，首先应对零件机械加工工艺过程的设计依据进行分析，以便能够确保在一定的生产条件下，以最高的生产效率、最低的生产成本，可靠地加工出符合图样要求的零件。而在工艺过程设计依据的分析中，零件图的分析又是一项极为重要的工作。通过对零件图的分析，可以在拟定工艺规程时有针对性地采取适当的工艺措施以保证产品的加工质量。

零件图的分析内容包括零件的结构工艺性分析和技术要求分析。以下以 CL6140-20029



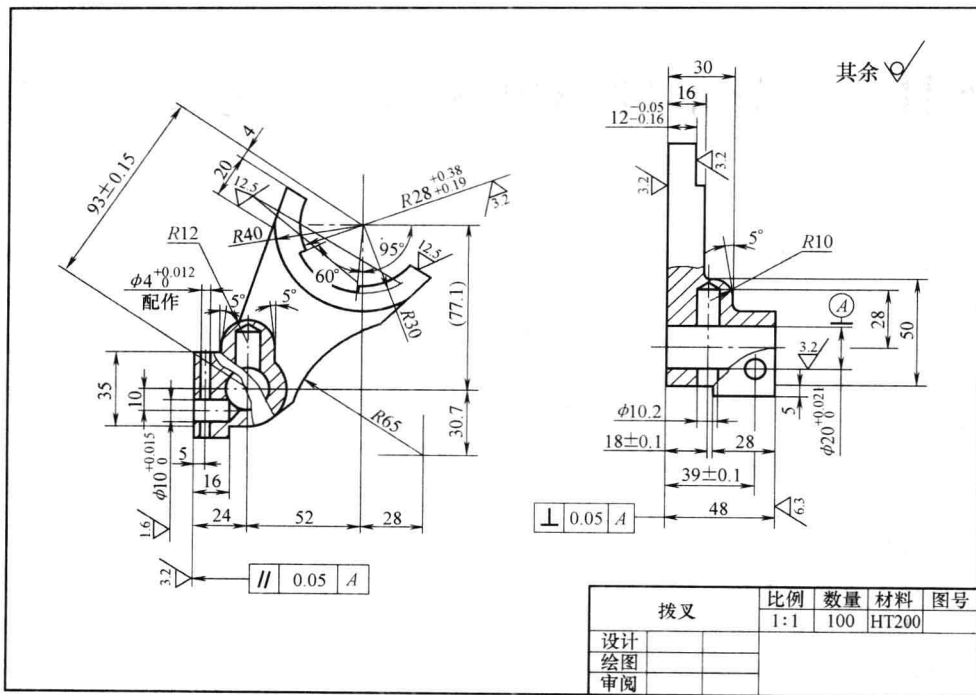


图 1-1 CL6140-20029 拨叉零件图

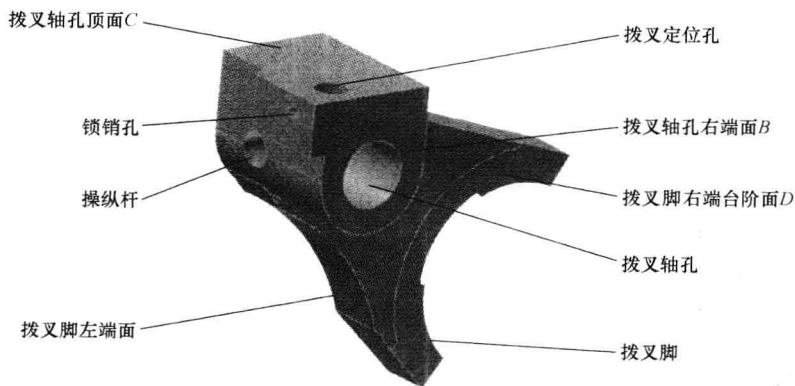


图 1-2 CL6140-20029 拨叉三维图

拨叉零件图为例进行分析。

## 2. CL6140-20029 拨叉零件的结构工艺性分析

CL6140-20029 拨叉用于车床主轴变速机构中。由图 1-3 拨叉的装配简图知，该零件是以  $\phi 20H7 (+0.021/0)$  孔套在拨叉轴上，并用滚珠在弹簧作用下卡入拨叉轴定位孔上，实现拨叉准确的轴向定位。拨叉脚卡在双联齿轮的槽中，变速操纵机构通过拨叉头部的  $\phi 10H7 (+0.015/0)$  孔中安装的操纵手柄带动拨叉在拨叉轴上移动，拨叉脚拨动双联齿轮在花键轴上滑动，就可实现主轴的变速功能，从而实现车床主轴的变速。由于拨叉在换挡位时要承受一定的弯曲应力和冲击载荷的作用，因此要求其具有一定的强度、刚度和韧性，以适应拨叉的工作条件的要求。

由零件图可知,该零件形状较为复杂,结构一般,但刚性差、易变形,给定位、夹紧、机械加工带来较大困难,在设计工艺规程时应予以重视。零件的主要工作表面为拨叉脚两端面、拨叉轴孔( $\phi 20H7$ 孔)、操纵杆孔( $\phi 10H7$ )和锁销孔( $\phi 4\text{mm}$ 孔)。

拨叉轴孔两端面和叉脚两端面均要求切削加工,并在轴向方向上均高于或低于相邻表面,这样既减少了加工面积,又提高了换挡时叉脚端面的接触刚度。 $\phi 20H7$ 孔、 $\phi 10H7$ 孔、 $\phi 4\text{mm}$ 锁销孔、 $\phi 10.2\text{mm}$ 孔的端面均为平面,可以防止加工过程中钻头钻偏,以保证孔的加工精度。其余表面加工精度均较低,不需要高精度的机床加工,通过普通铣床、车床的粗精加工就可以达到图样加工要求;而主要工作表面虽然加工精度相对较高,但也可以在正常的生产条件下,采用较经济的方法保质保量地加工出来。由此可见,该零件的结构工艺性较好。

### 3. CL6140-20029 拨叉零件的技术要求分析

(1) 拨叉轴孔 为实现换挡、变速的功能,其拨叉轴孔 $\phi 20H7$ 孔与拨叉轴有配合要求,因此加工精度要求较高,表面粗糙度 $Ra$ 值为 $3.2\mu\text{m}$ 。

(2) 拨叉定位孔 为保证拨叉在拨叉轴上有准确的位置,改换挡位准确,拨叉采用滚珠定位,拨叉定位孔的孔径为 $\phi 10.2\text{mm}$ ,孔深为 $50\text{mm}$ ,表面粗糙度 $Ra$ 值为 $12.5\mu\text{m}$ ,加工精度一般。

(3) 拨叉脚端面 拨叉脚两端面与被拨动齿轮端面接触,与 $\phi 20H7$ 孔轴线有垂直度要求。其厚度为 $12d11$  ( $\begin{smallmatrix} -0.05 \\ -0.16 \end{smallmatrix}$ ),两端面的表面粗糙度 $Ra$ 值为 $3.2\mu\text{m}$ 。

(4) 拨叉口 拨叉口为圆弧面,技术要求为直径 $\phi 56B11$  ( $\begin{smallmatrix} +0.038 \\ +0.019 \end{smallmatrix}$ ),表面粗糙度 $Ra$ 值为 $3.2\mu\text{m}$ ,圆弧面轴线中心与拨叉轴孔轴线的距离为 $(93 \pm 0.15)\text{mm}$ 。

(5) 操纵杆孔 操纵杆孔直径为 $\phi 10H7$ ,与拨叉轴孔轴线的距离为 $10\text{mm}$ ,与拨叉轴孔端面的距离为 $(39 \pm 0.1)\text{mm}$ ,孔深 $16\text{mm}$ ,表面粗糙度 $Ra$ 值为 $6.3\mu\text{m}$ 。

(6) 锁销孔 锁销孔 $\phi 4\text{mm}$ 为配作。

综上所述,该拨叉零件的各项技术要求制订合理,符合该零件在车床主轴箱中的功用。

## 三、相关知识

### 1. 异形件的类型及功用

异形件通常指结构形状复杂而不规则的零件,其种类繁多,如叉架类、连杆类等。图1-4所示为叉架类异形件。常见的有机器上操纵机构的零件,如拨叉、摇臂、杠杆等及发动机的曲轴连杆,机器上的轴承支座等。其作用是通过它们的摆动、移动、支承,来实

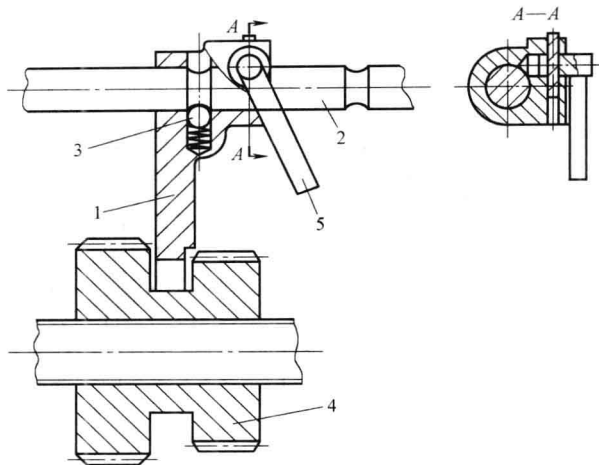


图 1-3 拨叉的装配简图

1—拨叉 2—拨叉轴 3—滚珠  
4—双联齿轮 5—操纵杆

现机构的各种不同的功能，如离合器的开合、快慢挡的速度变换、气门的开关、轴承的支承等。

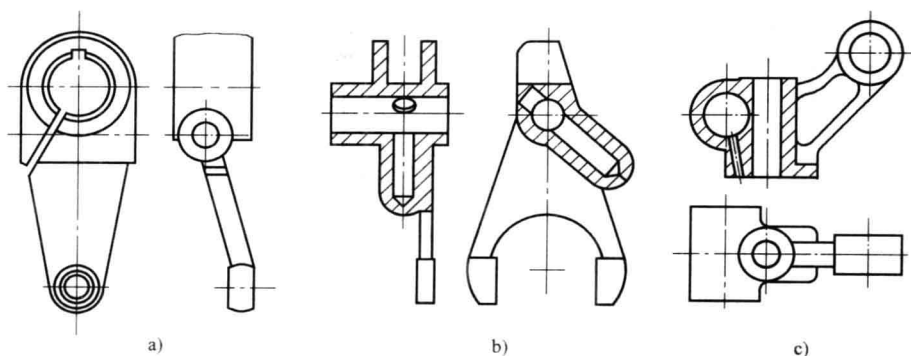


图 1-4 叉架类异形件

a) 摇臂 b) 拨叉 c) 摇臂架

## 2. 异形件的工艺特点

一般叉架类零件的工作表面杆身细长，刚性较差，易变形。大多数叉架类零件的装配基准为孔，其加工精度要求较高。

## 四、思考与练习

1. 叉架类零件的功用与结构特点是什么？
2. 异形件的工艺特性与技术要求是什么？
3. 制订工艺规程必须具备哪些原始资料？

# 模块 2 异形件毛坯的确定

## 一、教学目标

最终目标：会确定异形件毛坯。

促成目标：

- 1) 会确定异形件的毛坯类型。
- 2) 会确定异形件毛坯的制造方法及精度。

## 二、案例分析

**案例精选** 图 1-1 为 CL6140-20029 拨叉零件图，生产纲领为 200 件/年。确定该拨叉的毛坯类型、制造方法及其制造精度，并绘制毛坯图。

确定零件毛坯的基本任务是确定毛坯的类型、制造方法及其制造精度。

### 1. 确定毛坯的类型及制造方法

在选择毛坯时，应根据零件的技术要求、结构特点、材料、生产纲领等方面的要求，合理地确定毛坯的类型和制造方法。

因 CL6140-20029 拨叉零件的材料为 HT200，所以其毛坯的类型应确定为铸件。由于零

件为轻型零件且生产纲领为 200 件/年，故零件的生产为小批量生产，毛坯的铸造可选择金属模砂型普通铸造方法。

## 2. 毛坯精度的确定

CL6140-20029 拨叉采用金属模砂型铸造，根据金属模砂型铸造的工艺特点、生产批量等，确定铸件的尺寸公差等级为 CT11，加工余量等级按 CT11 - RMA - H 确定。

## 3. 绘制毛坯余量简图

拨叉毛坯余量简图如图 1-5 所示。

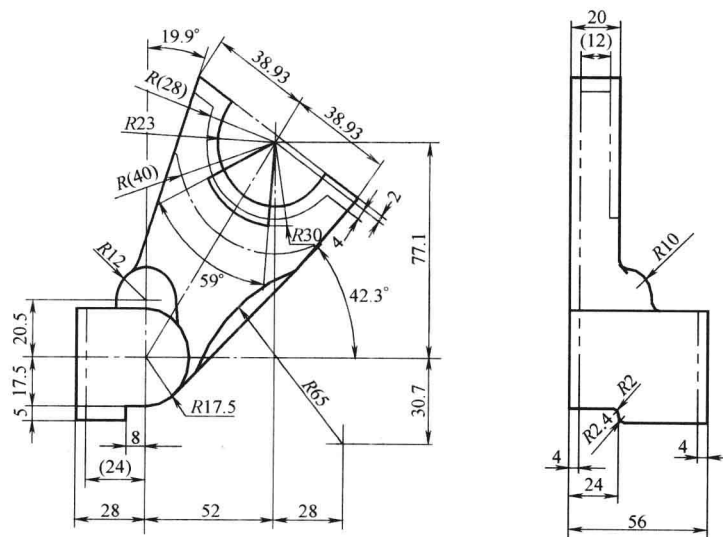


图 1-5 CL6140-20029 拨叉毛坯图

## 三、相关知识

### 1. 异形件毛坯类型的选择

异形件常用的材料为 20 钢、30 钢、灰铸铁或可锻铸铁、有色金属等材料。近来，采用球墨铸铁代替钢材，大大降低了材料消耗和毛坯制造成本。

选择异形件的毛坯类型时，要综合考虑零件的材料、功用、结构形状和尺寸大小、生产纲领和现场生产条件等方面因素。

### 2. 异形件毛坯制造方法的确定

在单件小批量生产时，采用焊接成形、自由锻造或木模铸造；在大批量生产时，采用模锻或金属模铸造。具有半圆孔的异形件，可将其毛坯两件连在一起铸造，也可单件铸造。

## 四、思考与练习

1. 异形件常用的毛坯类型有哪些？
2. 在选择毛坯制造方法时，主要应考虑哪些因素？
3. 试确定图 1-6 所示三孔连杆的毛坯类型、毛坯制造方法及制造精度。该零件为大批量生产。

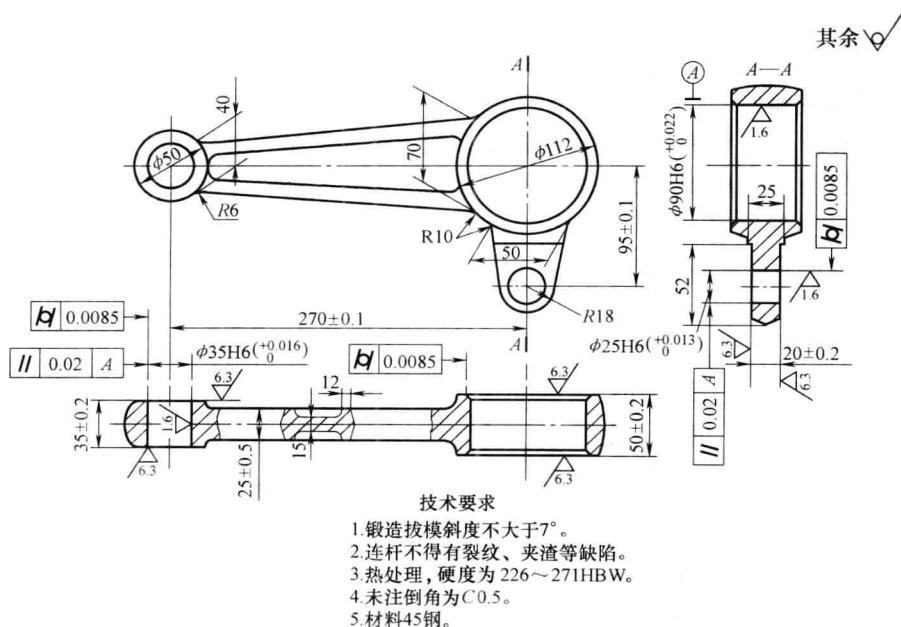


图 1-6 三孔连杆零件图

## 模块 3 异形件机械加工工艺过程的设计

### 一、教学目标

最终目标：会设计异形件的机械加工工艺过程。

促成目标：

- 1) 能合理选择定位基准。
- 2) 熟悉平面的铣削、刨削、磨削加工的特点。
- 3) 能合理选择异形件各表面的加工方法。
- 4) 能拟定较合理的异形件加工工艺路线，编制异形件加工工艺过程卡。

### 二、案例分析

**案例精选** 设计 CL6140-20029 拨叉的机械加工工艺过程。零件图如图 1-1 所示，材料为 HT200，毛坯类型为铸件，生产类型为小批量生产。

设计零件机械加工工艺过程即为拟定工艺路线，是制订工艺规程的关键环节，其主要内容是：合理地选择定位基准；确定各加工表面的加工方案；合理地安排零件加工工序顺序，确定工序的集中与分散。

#### 1. 定位基准的选择

拟定工艺路线的第一步是选择定位基准。为使所选的定位基准能保证整个机械加工工艺过程顺利进行，通常应先考虑如何选择精基准来加工各个表面，然后考虑如何选择粗基准把作为精基准的表面先加工出来。

(1) 精基准的选择 精基准的选择首先应该遵循“基准重合”这一精基准选择原则。

根据 CL6140-20029 拨叉零件图的技术要求和装配要求分析, 拨叉轴孔  $\phi 20H7$  是其余加工表面的设计基准, 且在装配中为装配基准, 其尺寸精度、表面粗糙度要求较高, 为保证主要表面间的相互位置精度要求, 应选择拨叉轴孔  $\phi 20H7$  为精基准, 这样符合基准重合原则。

选用拨叉脚左端面 A 为精基准, 因为该拨叉在轴向方向上的尺寸多以拨叉脚的左端面 A 作为设计基准, 所以选其作为精基准同样是遵循了“基准重合”的原则。另外, 由于拨叉件壁薄, 刚性较差, 受力易为产生弯曲变形, 为了避免在机械加工过程中产生夹紧变形, 选用拨叉脚左端面为精基准作主要定位基面, 可使定位稳定可靠, 操作简单方便。

(2) 粗基准的选择 作为粗基准的表面应平整, 没有飞边、毛刺或其他表面缺陷。本例选择拨叉轴孔  $\phi 20H7$  的外圆面和拨叉头右端面作为粗基准。采用  $\phi 20H7$  不加工的外圆面定位加工内孔, 可保证孔的壁厚均匀; 采用拨叉头右端面作为粗基准加工左端面, 可为后续工序准备好基准。

## 2. 表面加工方案的确定

选择表面的加工方法应以零件图上的技术要求为依据, 主要包括各加工表面的尺寸精度、形状精度和表面粗糙度, 并综合考虑各个方面工艺因素的影响。

异形件的加工表面主要有平面、孔。这里主要分析平面加工方法和平面加工方案的确定。

(1) 确定平面加工方案时应考虑的因素 平面加工方法有车、铣、刨、磨、拉等。刨削和铣削常用作平面的粗加工和半精加工, 而磨削则用作平面的精加工。此外, 平面还有刮研、研磨、超精加工、抛光等光整加工方法。

在选择平面加工方法时, 应根据零件的形状、尺寸、材料、技术要求、生产类型及工厂现有设备情况, 同时还要充分考虑到机床的经济加工精度, 以最大可能地降低生产成本。

表 1-1 给出了平面加工方法和加工方案能达到的经济精度和经济粗糙度, 依据此表可经济、合理地确定平面加工方案。

表 1-1 平面加工方案

| 序号 | 加工方法                   | 经济精度<br>(公差等级表示) | 经济粗糙度<br>$Ra/\mu m$ | 适用范围                         |
|----|------------------------|------------------|---------------------|------------------------------|
| 1  | 粗车                     | IT13 ~ IT11      | 50 ~ 12.5           | 端面                           |
| 2  | 粗车一半精车                 | IT10 ~ IT8       | 6.3 ~ 3.2           |                              |
| 3  | 粗车一半精车—精车              | IT8 ~ IT7        | 1.6 ~ 0.8           |                              |
| 4  | 粗车一半精车—磨削              | IT8 ~ IT6        | 0.8 ~ 0.2           |                              |
| 5  | 粗刨 (或粗铣)               | IT13 ~ IT11      | 25 ~ 6.3            | 一般不淬硬平面 (端铣表面粗糙度 $Ra$ 值较小)   |
| 6  | 粗刨 (或粗铣) —精刨 (或精铣)     | IT10 ~ IT8       | 6.3 ~ 1.6           |                              |
| 7  | 粗刨 (或粗铣) —精刨 (或精铣) —刮研 | IT7 ~ IT6        | 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 |
| 8  | 以宽刃精刨代替 7 中的刮研         | IT7              | 0.8 ~ 0.2           |                              |

(续)

| 序号 | 加工方法                  | 经济精度<br>(公差等级表示) | 经济粗糙度<br>$Ra/\mu\text{m}$  | 适用范围                   |
|----|-----------------------|------------------|----------------------------|------------------------|
| 9  | 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       |
| 10 | 粗刨(或粗铣)—精刨(或精铣)—粗磨—精磨 | IT7~IT6          | 0.4~0.025                  |                        |
| 11 | 粗铣—拉                  | IT9~IT7          | 0.8~0.2                    | 大批量生产,较小的平面(精度视拉刀精度而定) |
| 12 | 粗铣—精铣—磨削—研磨           | IT5以上            | 0.1~0.006<br>(或 $Rz0.05$ ) | 高精度平面                  |

(2) CL6140-20029 拨叉平面加工方案的分析 异形件外形不规则,在考虑其加工装夹时的方便性、加工效率、成本等问题时,其同一加工平面往往有多种加工方法可选,以下是对卧式车床 CL6140-20029 拨叉零件平面加工方案的分析。

CL6140-20029 拨叉零件的加工平面有:拨叉脚左端面 A、拨叉脚右端台阶面 D、拨叉轴孔右端面 B、拨叉轴孔顶面 C(操纵孔端面),拨叉脚顶面。

对于加工拨叉脚左端面 A,从加工效率考虑,可以选择铣削加工,但考虑到受工件外形的影响,在铣床上工件装夹不便,而且拨叉轴孔与端面 A 有垂直度要求,故选择车削加工,拨叉轴孔加工也在同一道工序车削,加工时可采用单动卡盘夹紧拨叉头右端外轮廓。

加工拨叉轴孔右端面 B 的设计基准为拨叉脚左端面 A 和拨叉轴孔,故可以与加工拨叉脚左端面 A 同一工序进行车削加工,且以拨叉脚左端面 A 和拨叉轴孔定位,装夹很方便。

拨叉脚顶面因加工面积小且加工精度要求不高,并考虑企业现有设备,故选择刨削加工。

对于拨叉脚右端台阶面 D,采用专用夹具两件同时安装,两工件台阶面 D 组成环状圆平面,两工件拨叉脚内侧圆弧组成圆柱面,故选用车削加工即可满足加工精度要求,又可大大提高生产效率。

拨叉轴孔顶面 C 选用铣削加工。

拨叉零件各表面加工方案见表 1-2。

表 1-2 拨叉零件各表面加工方案

| 加工表面                         | 尺寸公差等级 | 表面粗糙度<br>$Ra/\mu\text{m}$ | 加工方案   | 备注 |
|------------------------------|--------|---------------------------|--------|----|
| 拨叉脚左端面 A                     | IT13   | 3.2                       | 粗车—半精车 |    |
| 拨叉脚右端台阶面 D                   | IT13   | 3.2                       | 粗车—半精车 |    |
| 拨叉轴孔右端面 B                    | IT11   | 3.2                       | 粗车—半精车 |    |
| 拨叉脚顶面                        |        | 12.5                      | 刨      |    |
| 拨叉轴孔顶面 C                     |        | 3.2                       | 粗铣—半精铣 |    |
| $\phi 20\text{H7}$ 孔         | IT7    | 3.2                       | 钻—扩—铰  |    |
| $\phi 10\text{H7}$ 孔         | IT7    | 6.3                       | 钻—铰    |    |
| $\phi 10.2\text{mm}$ 孔       |        | 12.5                      | 钻      |    |
| 拨叉脚内侧圆弧孔 $\phi 56\text{B}11$ | IT11   | 3.2                       | 粗车—精车  |    |
| $\phi 4\text{mm}$ 锁销孔        |        |                           | 钻—铰    | 配作 |

### 3. 加工工序的安排

(1) 加工阶段的划分 若异形件加工质量要求较高, 可将加工阶段划分成粗加工、半精加工和精加工几个阶段。若加工精度要求不高, 则可将加工阶段划分成粗加工、半精加工两个阶段。

对于拨叉零件, 在粗加工阶段首先将精基准(拨叉脚左端面 A 和拨叉轴孔)准备好, 使后续工序都可采用精基准定位加工, 保证其他加工表面的精度要求; 然后粗车拨叉轴孔右端面, 粗车拨叉脚两端面。在半精加工阶段, 完成拨叉脚两端面的精车加工和操纵杆孔  $\phi 10H7$  的钻、铰加工。

(2) 工序的集中与分散 本例按工序集中原则安排拨叉的加工工序。该拨叉的生产类型为小批生产, 可以采用通用型机床配以专用工夹具, 以提高生产率; 而且运用工序集中原则可使工件的装夹次数少, 不但可缩短辅助时间, 而且在一次装夹中可加工许多表面, 有利于保证各加工表面之间的相对位置精度要求。

#### (3) 工序顺序的安排

##### 1) 机械加工工序安排

- ① 遵循“先基准后其他”原则, 首先加工精基准拨叉脚左端面和拨叉轴孔  $\phi 20H7$  孔。
- ② 遵循“先粗后精”原则, 先安排粗加工工序, 后安排精加工工序。
- ③ 遵循“先主后次”原则, 先加工主要表面——拨叉脚左端面、拨叉轴孔  $\phi 20H7$  孔和拨叉脚右端面, 后加工次要表面——操纵孔端面、操纵孔等。
- ④ 遵循“先面后孔”原则, 先加工拨叉脚左端面, 再加工拨叉轴孔  $\phi 20H7$  孔; 先铣操纵孔端面, 再钻、铰操纵杆孔  $\phi 10H7$ 。

2) 热处理工序安排。本案工件材料为铸铁, 在毛坯铸造后需进行退火处理, 以消除铸造内应力, 改善材料的金属组织和机械加工性能。

3) 辅助工序安排。大多数异形件结构形状不规则, 刚性又差, 加工过程和运输过程中易发生变形, 影响各表面之间的相互位置精度, 甚至可能使某些工序加工余量不够。为此, 在毛坯铸造后及主要工序加工之前要安排校正整形工序。校正整形工序在专用辅具上进行。本案例工件刚性尚可且各表面位置精度要求不高, 故可不安排校正整形工序。

### 4. 加工工艺路线的拟定

经以上工艺过程分析, 本案例工件的加工工艺路线拟定见表 1-3。

表 1-3 拨叉加工工艺路线

| 工序号 | 工序内容                                   |
|-----|--|
| 1   | 铸造                                     |
| 2   | 人工时效                                   |
| 3   | 涂漆                                     |
| 4   | 划线: 拨叉轴孔 $\phi 20H7$ 中心线               |
| 5   | 车削拨叉脚左端面, 钻、铰拨叉轴孔 $\phi 20H7$          |
| 6   | 车削拨叉轴孔右端面 B                            |
| 7   | 刨削拨叉脚顶面                                |
| 8   | 车削拨叉脚右端面 R40mm 台阶面、拨叉脚圆弧面 $\phi 56B11$ |
| 9   | 铣拨叉轴孔顶面 C                              |
| 10  | 钻 $\phi 10.2\text{mm}$ 孔               |
| 11  | 钻、铰 $\phi 10H7$ 孔                      |
| 12  | 检验                                     |
| 13  | 入库                                     |



### 三、相关知识

常用的平面加工方法有车、铣、刨、磨、拉等。以下介绍各种平面加工方法的工艺特点。

#### (一) 铣削加工

##### 1. 铣削加工的工艺范围

铣削是平面加工中应用最普遍的一种方法，是用多刃回转体刀具在铣床上对平面、沟槽、弧形面、螺旋槽、齿轮、凸轮和特形面进行加工的一种切削加工方法。不同坐标方向运动的配合联动和不同形状刀具的配合，可以实现不同类型表面的加工。图 1-7 所示为铣削加

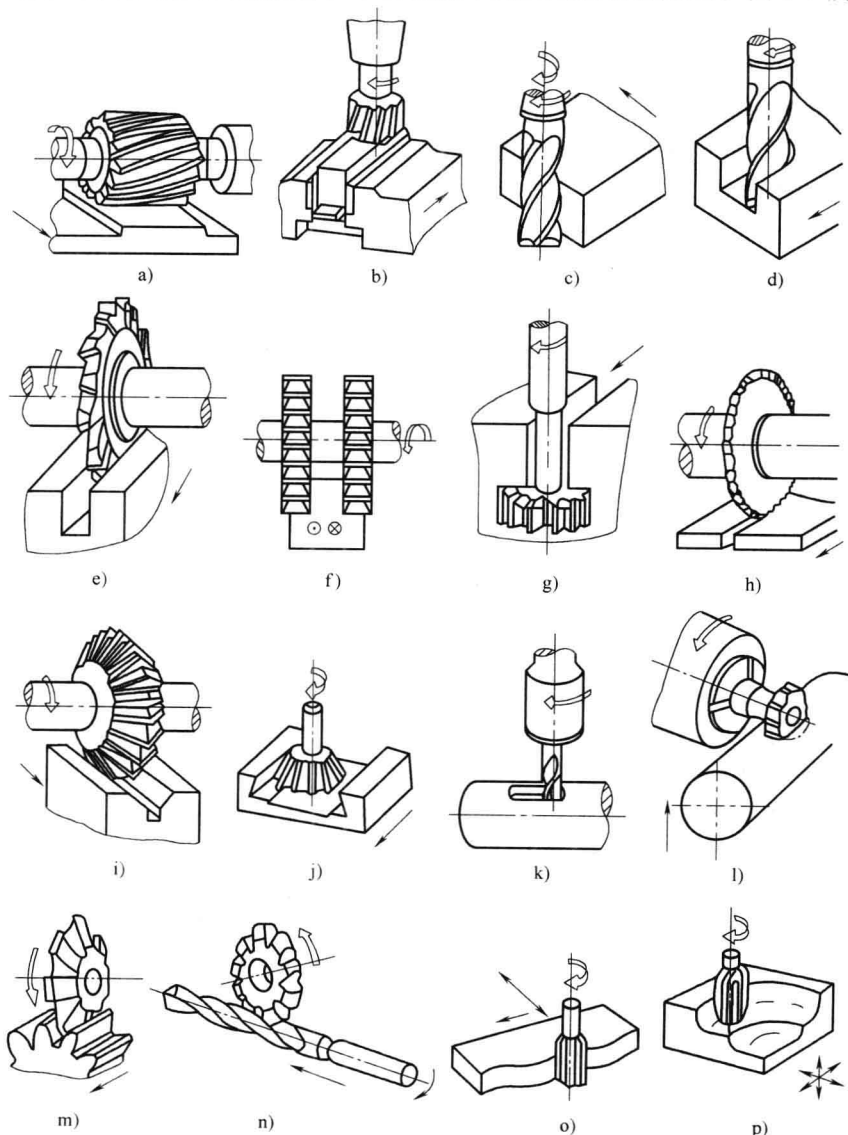


图 1-7 铣削加工应用范围

a)、b)、c) 铣平面 d)、e) 铣沟槽 f) 铣台阶 g) 铣 T 形槽 h) 铣窄槽 i)、j) 铣角  
k)、l) 铣键槽 m) 铣齿形 n) 铣螺旋槽 o) 铣曲面 p) 铣立体曲面