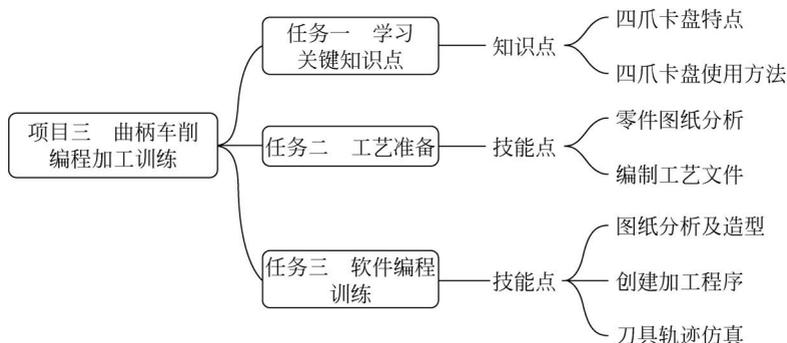


# 项目三 曲柄车削编程加工训练

## ➤ 思维导图



## ➤ 学习目标

### 知识目标

- (1) 了解轴类零件加工精度,合理安排加工工艺。
- (2) 将理论联系实际,灵活运用知识解决问题。

### 能力目标

- (1) 能够独立确定加工工艺路线,并正确填写工艺文件。
- (2) 能够正确判断工件工序是否合理。
- (3) 能够根据零件结构特点和精度,合理选用合适的加工方法和加工方案。

### 素养目标

- (1) 培养学生的科学探究精神和态度。
- (2) 培养学生的工程意识。
- (3) 培养学生的团队合作能力。

曲柄类零件广泛地应用于生产和生活中,主要由阶梯轴部分和偏心轴部分构成。偏心轴部分用于做变心运动。

## ➤ 任务引入

根据曲柄零件图(见图 3-1)要求,制定加工工艺、编写数控加工程序,并完成曲柄零件的加工。该零件毛坯材料为 45 钢,要求表面光整。

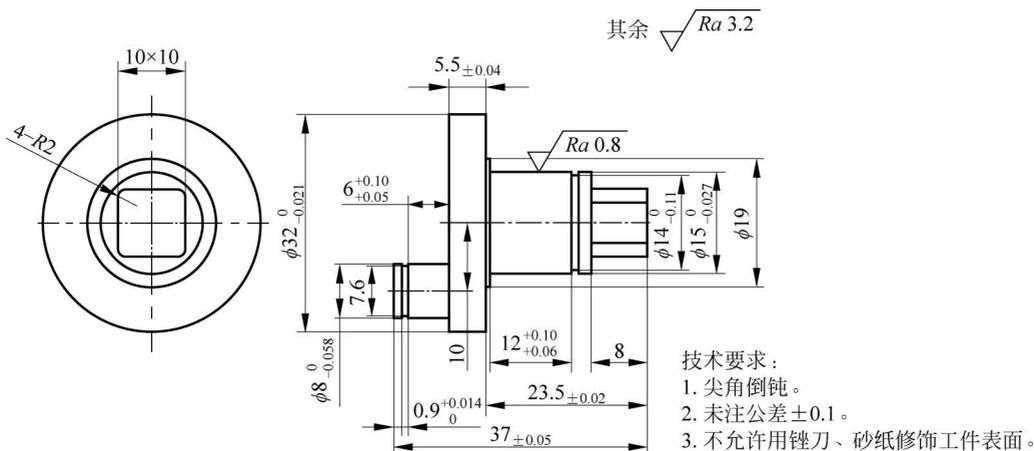


图 3-1 曲柄零件图

## 任务一 学习关键知识点

### 3.1 四爪卡盘简介

#### 3.1.1 介绍

四爪单动卡盘的全称是机床用手动四爪单动卡盘,是由 1 个盘体、4 个丝杆、1 副卡爪组成的。在工作时是用 4 个丝杠分别带动四爪,因此,常见的四爪单动卡盘没有自动定心的功能。

随着人们对工作效率的要求越来越高,液压卡盘逐渐取代手动卡盘,得到了广泛应用。为满足不同工件的加工要求,如矩形面、圆柱毛坏面等一些不规则形面的工件,以及一些夹持面与加工面存在偏心的工件,通常需要采用四爪液压卡盘。纵观国内、外液压卡盘生产厂家生产的四爪液压卡盘,其结构均为一个油缸驱动 4 个卡爪同时夹紧,工件中心很难与主轴回转中心同轴,每次夹持中心的调整都需通过卡爪来实现,很不方便。即使调整得比较精确,但由于工件自身夹持面的偏差,根据三点定心的原理,仍旧不能实现四点同圆,因此,在 4 个卡爪中三爪夹紧后,第 4 爪为虚夹。当切削力较大时,夹持力可能不够,造成工件报废甚至发生事故,这些制约了四爪液压卡盘的应用。

四爪自定心卡盘的全称是机床用手动四爪自定心卡盘,是由 1 个盘体、4 个小伞齿、1 副卡爪组成的。4 个小伞齿和盘丝啮合,盘丝的背面有平面螺纹结构,卡爪等分安装在平面螺纹上。当用扳手扳动小伞齿时,盘丝便转动,它背面的平面螺纹就使卡爪同时向中心靠近或退出。因为盘丝上的平面矩形螺纹的螺距相等,所以四爪运动距离相等,有自动定心的作用。

四爪自定心卡盘的卡爪有两种:整体爪与分离爪。整体爪是基爪和顶爪为一体的卡爪,1 副整体爪分为 4 个正爪,4 个反爪;而 1 副分离爪只有 4 个卡爪,每个卡爪都是由基爪与顶爪构成的,通过顶爪的变换,达到正爪和反爪的功用。此外,还可根据用户要求提供软

卡爪,经随机配车(磨)后可获得较高定心精度,满足夹持要求。

四爪单动卡盘的卡爪只有一种整体爪。一副卡爪可单独移动,适用于夹持偏心零件和不规则形状零件。

### 3.1.2 适用范围

#### 1. 四爪自定心卡盘

功能:四爪同步移动适用于夹持四方形零件,也适用于轴类、盘类零件。

适用机床及附件:普通车床、经济型数控车床、磨床、铣床、钻床及机床附件——分度头回转台等。

#### 2. 四爪单动卡盘

功能:每一个卡爪都可单独移动适用于夹持偏心零件和不规则形状零件。

适用机床及附件:普通车床、经济型数控车床、磨床、铣床、钻床及机床附件——分度头回转台等。

### 3.1.3 用途

车床附件,用以夹持圆形或方形、矩形工件,进行切削加工。四爪卡盘的四爪不能联动,需分别扳动,故还能用来夹持单边、不对中心的零件。

## 3.2 车削偏心零件的加工方法

### 3.2.1 利用三爪卡盘装夹

#### 1. 车削方法

对于图 3-2(a)所示的长度较短的偏心工件,可以在三爪卡盘上进行车削。先把偏心工件中的非偏心部分的外圆车好,随后在卡盘任意一个卡爪与工件接触面之间,垫上一块预先选好厚度的垫片,经校正母线与偏心距,并把工件夹紧后,即可车削。

在一般情况下,垫片厚度可用近似公式计算

$$x = 1.5e (\text{偏心距})$$

若想计算得更精确一些,则需在近似公式中代入偏心距修正值  $k$  来计算和调整垫片厚度,则近似公式为

$$x = 1.5e + k$$

$$k \approx 1.5\Delta e$$

$$\Delta e = e - e_{\text{测}}$$

式中:  $e$ ——工件偏心距;

$k$ ——偏心距修正值,其正负按实测结果确定;

$\Delta e$ ——试切后实测偏心距误差;

$e_{\text{测}}$ ——在试切后,实测偏心距。

#### 2. 偏心工件的测量、检查

在工件调整校正母线和偏心距时,主要是采用带有磁力表座的百分表在车床上进行校

正,如图 3-2(b)所示,直至符合要求后方可进行车削。待工件加工完成后,为确定偏心距是否符合要求,还需进行最后检查。检查方法是把工件放入 V 形铁中,用百分表在偏心圆处测量,缓慢转动工件,观察其跳动量。

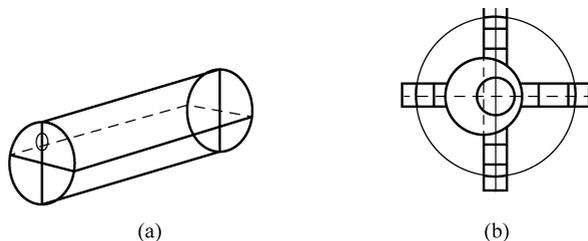


图 3-2 三爪卡盘调偏心  
(a) 偏心工件外形; (b) 车床校正偏心

### 3.2.2 利用四爪单动卡盘装夹

找正步骤具体如下。

(1) 把划好线的工件装在四爪单动卡盘上。在装夹时,先调节卡盘的两爪,使其呈不对称位置,另两爪呈对称位置,工件偏心圆线在卡盘中央,如图 3-3(a)所示。

(2) 在床面上放好小平板和划针盘,针尖对准偏心圆线,校正偏心圆。然后把针尖对准外圆水平线,如图 3-3(b)所示,自左至右检查水平线是否水平。把工件转动  $90^\circ$ ,用同样的方法检查另一条水平线,然后紧固卡脚和复查工件装夹情况。

(3) 在工件校准后,把四爪再拧紧一遍,即可进行车削。在初车削时,进给量要小,车削深度要浅,等工件车圆后切削用量可以适当增加,否则会损坏车刀或使工件移位,如图 3-3(a)所示。

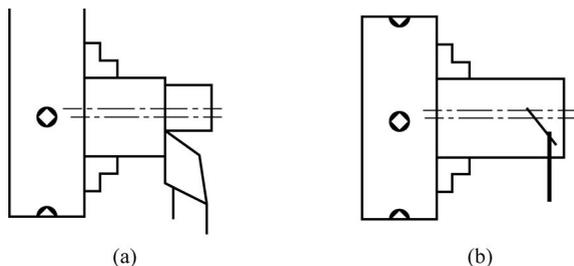


图 3-3 四爪单动卡盘调偏心

上述两种方法都是比较常用的加工方法,但是都存在缺点:装夹比较麻烦、不容易校正、容易产生误差,而且不适合批量生产。针对上述缺点,设计了一种专门用于批量生产的偏心夹具,并已投入生产,达到了一定的效果。

### 3.2.3 偏心轮车夹具

偏心轮车夹具主要用于批量生产偏心零件,图 3-4 所示为该夹具零件图。

在装夹时打表校正  $\phi 60$  的内孔,保证零件形状、位置、公差的要求。装夹方法为夹具的左端装夹工件,通过百分表校正,右端装夹在三爪自定心卡盘上。

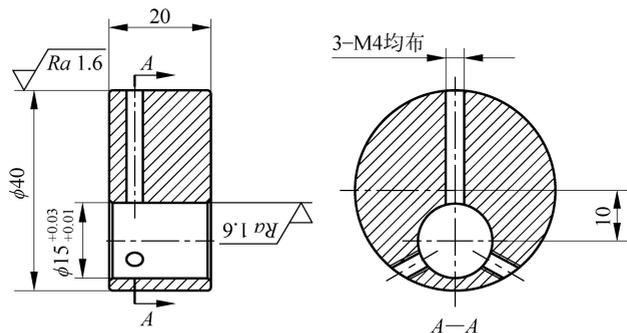


图 3-4 偏心轮车夹具零件图

## 任务二 工艺准备

### 3.3 零件图分析

根据零件的使用要求,选择 45 钢作为曲柄零件的毛坯材料,毛坯下料尺寸定为  $\phi 35 \times 40$ 。在加工时,以  $\phi 35$  毛坯外圆作为粗基准,粗、精加工右侧端面、 $\phi 14$  和  $\phi 15$  圆柱表面至要求尺寸,切槽,然后掉头,四爪装夹  $\phi 15$  外圆处(装夹时注意做好保护,以防表面夹伤),加工零件左端  $\phi 8$  偏心轴至要求尺寸,切槽。

**注意:** 在车削右侧  $\phi 32$  外圆时,车削长度要足够。另外,在装夹毛坯时,应注意棒料伸出的长度,以免刀具与卡盘发生碰撞。

### 3.4 工艺设计

根据零件图分析,确定工艺过程,如表 3-1 所示。

表 3-1 工艺过程卡片

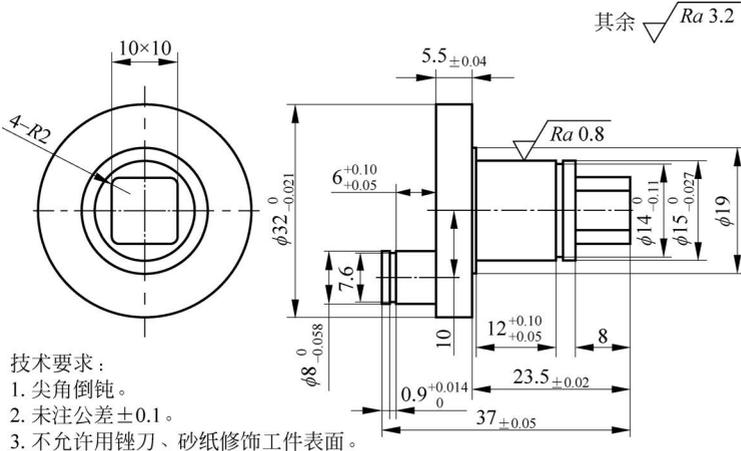
机械加工 工艺过程卡片		产品型号	XSB	零部件序号	XSB-03		第 1 页
		产品名称	吸水泵	零部件名称	曲柄		共 1 页
材料牌号	C45	毛坯规格	$\phi 35 \times 40$	毛坯质量	kg	数量	1
工序号	工序名	工序内容	工段	工艺装备	工时/min		
					准结	单件	
5	备料	按 $\phi 35 \times 40$ 尺寸备料	外购	锯床			
10	车加工	以 $\phi 35$ 毛坯外圆作为粗基准,精加工 $\phi 15$ 和 $\phi 32$ 外圆及端面	车	车床 千分尺	100	20	
15	车加工	切卡簧槽		车床 游标卡尺		10	
20	车加工	以 $\phi 32$ 外圆为精基准反向装夹,调偏心距		车床		20	

续表

工序号	工序名	工序内容	工段	工艺装备	工时/min	
					准结	单件
25	车加工	精加工 $\phi 8$ 外圆及端面		车床 千分尺		20
30	车加工	切卡簧槽		车床 游标卡尺		10
35	清理	清理工件,锐角倒钝	钳			5
40	检验	检验工件尺寸	检			5

本训练任务针对第 10~第 30 工序车削加工,进行工序设计,制订工序卡片,如表 3-2 所示。

表 3-2 车削加工工序卡片

机械加工工序卡片	产品型号	XSB	产品型号	XSB-03	第 1 页		
	产品名称	吸水泵	产品名称	曲柄	共 1 页		
 <p>技术要求: 1. 尖角倒钝。 2. 未注公差<math>\pm 0.1</math>。 3. 不允许用锉刀、砂纸修饰工件表面。</p>	工序号	10~30					
	工序名	车加工					
	材料	C45					
	设备	数控车床					
	设备型号	CK6150e					
	夹具	四爪卡盘					
	量具	千分尺					
		游标卡尺 千分尺					
	准结工时	90min					
	单件工时	80min					
工步	工步内容	刀具	S/ (r/min)	F/ (mm/r)	$a_p$ / mm	工步工时/min	
1	工件安装						5
2	粗加工 $\phi 32$ 、 $\phi 15$ 外圆表面、倒角及端面,精加工余量为 0.2mm	外圆粗车刀	1200	0.2	1.5	15	
3	精加工 $\phi 32$ 、 $\phi 15$ 外圆表面、倒角及端面	外圆精车刀	1500	0.1	0.2	10	
4	切槽加工,切卡簧槽	切槽刀	600	0.1		5	
5	反向装夹,调偏心距						20
6	粗加工 $\phi 8$ 外圆及端面	外圆粗车刀	1200	0.2	1.5	15	
7	精加工 $\phi 8$ 外圆及端面	外圆精车刀	1500	0.2	0.2	5	
8	拆卸、清理工件						5

## 任务三 软件编程训练

### 3.5 编程练习

#### 3.5.1 零件造型

零件造型如图 3-5 所示。

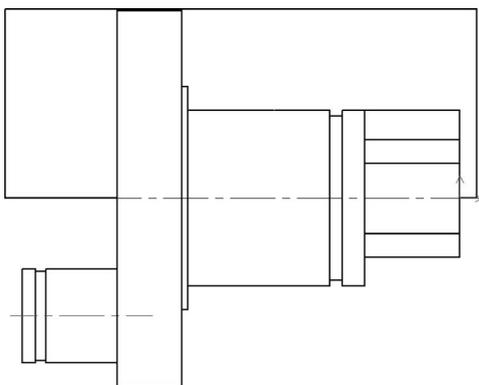


图 3-5 零件造型

#### 3.5.2 加工刀具轨迹

加工刀具轨迹如图 3-6 和图 3-7 所示。

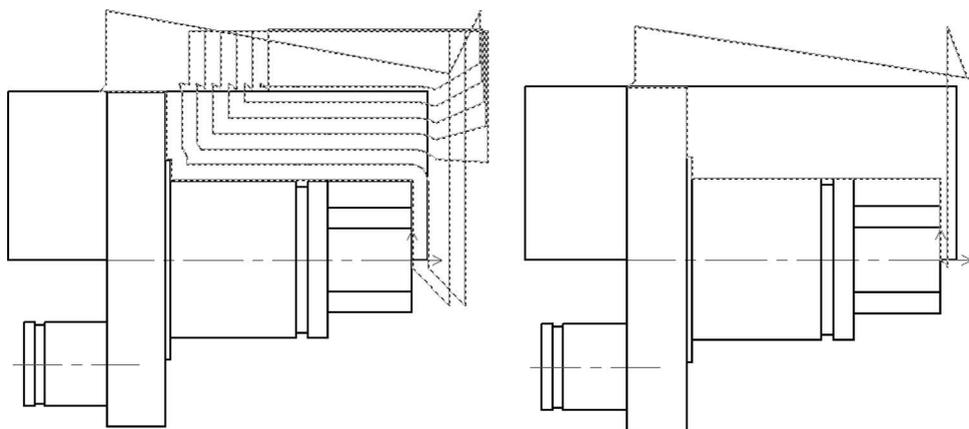


图 3-6 端面、外圆加工刀具轨迹

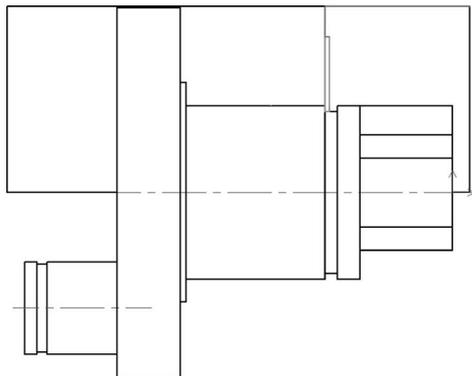


图 3-7 卡簧槽切槽刀具轨迹

### 3.5.3 反向装夹调偏心后造型及加工刀具轨迹

反向装夹调偏心后造型如图 3-8 所示,其外圆和端面加工刀具轨迹如图 3-9 所示,卡簧槽切槽刀具轨迹如图 3-10 所示。

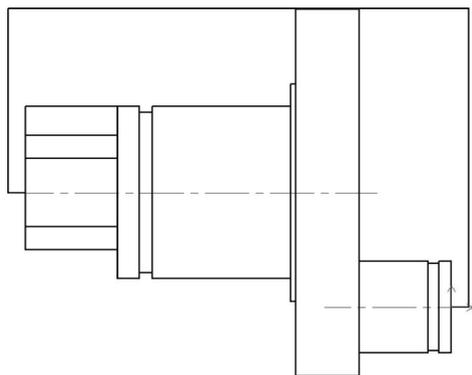


图 3-8 反向装夹调偏心后造型

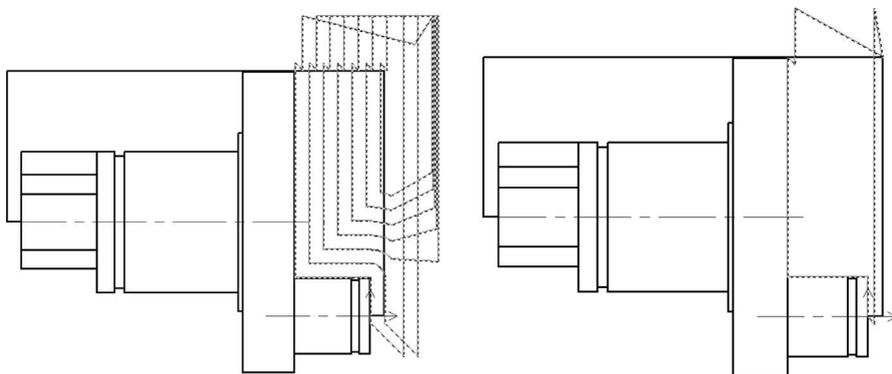


图 3-9 反向装夹外圆、端面加工刀具轨迹

**注意:** 此曲柄零件存在外四方形状,目前车床不能加工,须上加工中心进行铣削加工,故在车床加工时留有加工余量。

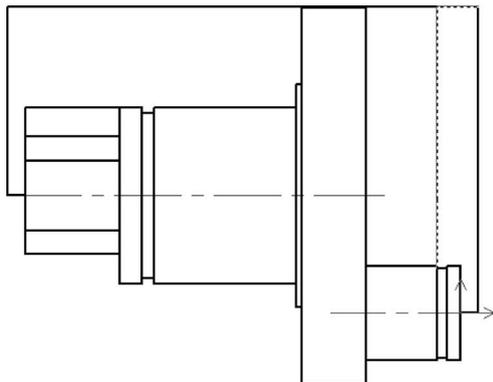


图 3-10 反向装夹卡簧槽切槽刀具轨迹

## 项目总结

曲柄作为数控车床的典型加工零件,在生产和生活中应用广泛。根据设备情况和精度的要求,其加工工艺也存在一些差别。编程人员及操作人员需要结合加工条件,合理制定加工工艺,以提高零件的加工精度和生产效率。

## 课后习题

### 1. 填空题

- (1) 四爪单动卡盘全称是机床用手动四爪单动卡盘,是由 1 个 \_\_\_\_\_、4 个 \_\_\_\_\_、1 副 \_\_\_\_\_ 组成的。
- (2) 四爪自定心卡盘的卡爪分为两种: \_\_\_\_\_ 与 \_\_\_\_\_。
- (3) 四爪单动卡盘适用于夹持 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 零件。
- (4) 加工偏心圆中垫片厚度的近似公式为: \_\_\_\_\_。
- (5) 偏心轮车夹具主要是用于 \_\_\_\_\_。

### 2. 判断题

- (1) 四爪液压卡盘应用中当切削力较大时,夹持力可能不够,造成废品甚至发生事故,制约四爪液压卡盘的应用。 ( )
- (2) 四爪自定心卡盘适用于夹持四方、四方形零件,也适用于轴类、盘类零件。 ( )
- (3) 偏心圆加工垫片厚度的近似公式中  $e$  表示偏心距修正值。 ( )
- (4) 偏心工件的检测方法是把工件放入 V 形铁中,用百分表在偏心圆处测量,缓慢转动工件,观察其跳动量。 ( )
- (5) 鉴于常用四爪夹具在加工偏心圆时装夹麻烦,容易产生误差,偏心夹具很好地解决了这些问题,且适用于批量生产。 ( )

### 3. 选择题

- (1) 车床上的三爪卡盘和铣床上的平口钳属于( )。

- A. 通用夹具      B. 专用夹具      C. 组合夹具      D. 随行夹具
- (2) 组合夹具不适用于( )生产。
- A. 单件小批量      B. 位置精度高的工件  
C. 大批量      D. 新产品试制
- (3) 四爪单动卡盘与四爪自定心卡盘在构成上的区别是( )。
- A. 盘体      B. 夹紧装置      C. 活动卡爪      D. 驱动装置
- (4) 在偏心工件的测量中,利用四爪单动卡盘装夹找正步骤共( )部分。
- A. 1      B. 2      C. 3      D. 4
- (5) 以下不属于偏心轮夹具的优点是( )。
- A. 装夹比较麻烦      B. 容易找正  
C. 精度较高      D. 适用于批量生产

#### 4. 简答题

(1) 简述偏心零件的车削加工方法。

(2) 简述如何加工  $11 \times 11$  的四方形。

(3) 实操学习四爪卡盘调偏心距。

(4) 根据图 3-11 所示的曲柄零件图的要求,预习制造工程师软件的内容。

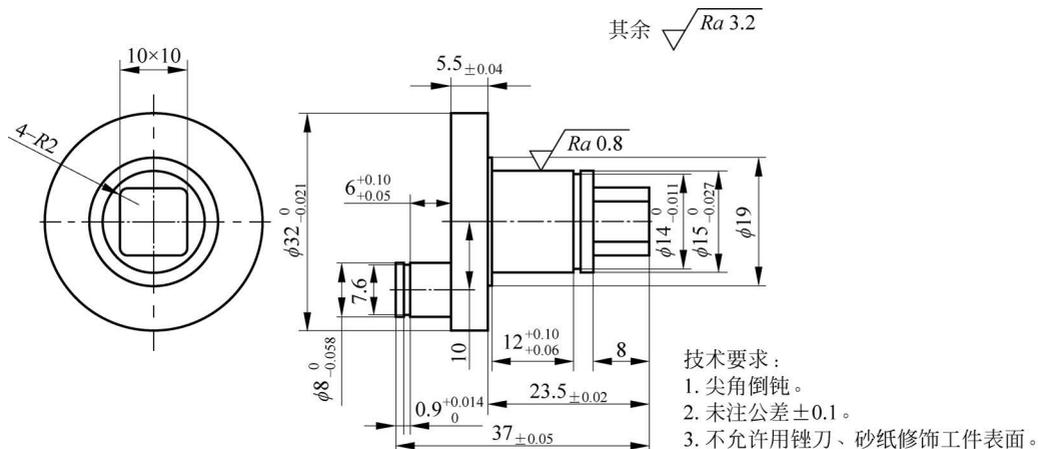


图 3-11 题 4 图

自我学习检测评分表如表 3-3 所示。

表 3-3 自我学习检测评分表

项目	目标要求	分值	评分细则	得分	备注
学习关键 知识点	(1) 了解偏心轴车削工艺 (2) 掌握偏心轴车削加工方法 (3) 学会用基础知识解决复杂轴类零件加工的问题	20	理解与掌握		
工艺准备	(1) 能够正确识读零件图 (2) 能够独立确定加工工艺路线,并正确填写工艺文件 (3) 能够根据工序加工工艺,编写正确的加工程序	30	理解与掌握		
编程训练	(1) 能够完成复杂零件的加工编程 (2) 熟练使用加工坐标系变换指令 (3) 合理配置机床加工参数	50	(1) 理解与掌握 (2) 操作流程		



思政小课堂