

杠杆零件加工工艺编制及钻模设计

目录

1	设计目的	2
2	设计内容要求	2
3	设计步骤	3
3.1	审查零件图	3
3.2	分析零件图	3
3.2.1	检查零件图完整性与正确性	3
3.2.2	零件的技术要求分析	3
3.2.3	零件的材料分析	4
3.3	零件的结构工艺性分析	4
3.4	拟定机械加工工艺路线	4
3.4.1	选择毛坯种类和绘制毛坯图	4
3.4.2	拟定机械加工工艺路线	5
3.4.3	机械加工余量、工序尺寸及公差确定	6
3.4.4	确定工时定额	6
3.5	杠杆零件机械加工工艺过程卡片制定	8
3.6	选择或设计机床和工艺装备	9
4	设计与工艺规程相适应的专用机床夹具	10
4.1	钻床夹具设计要点	10
4.2	定位方案	10
4.3	导向装置	10
4.4	夹紧机构	10
4.5	其它装置	10

目 录	2
4.6 设计夹具体	11
5 图纸绘制	12

第 1 章 设计目的

培养分析和解决生产工艺问题的能力。初步掌握机械加工工艺规程及工艺装备设计的基本方法。

- 运用有关课程知识，结合生产实习中学到的实践知识，独立地分析和解决加工工艺的相关问题。
- 根据被加工零件的技术要求，运用机床夹具设计的基本原理和方法，学会拟定夹具设计方案，完成夹具结构设计，提高结构设计的能力。
- 熟悉并应用有关手册、规范、图册、图标等技术资料的能力。
- 进一步培养识图、制图、运算及编写技术文件等基本技能。

第 2 章 设计内容要求

1. 零件图分析
2. 确定毛坯种类
3. 编制零件机械加工工艺流程、填写工艺流程卡
4. 设计指定工序专用夹具
 - 被加工零件工序图
 - 加工示意图
 - 机床联系尺寸图
 - 生产率计算卡
 - 专用及夹具设计
 - 撰写设计说明书

第 3 章 设计步骤

3.1 审查零件图

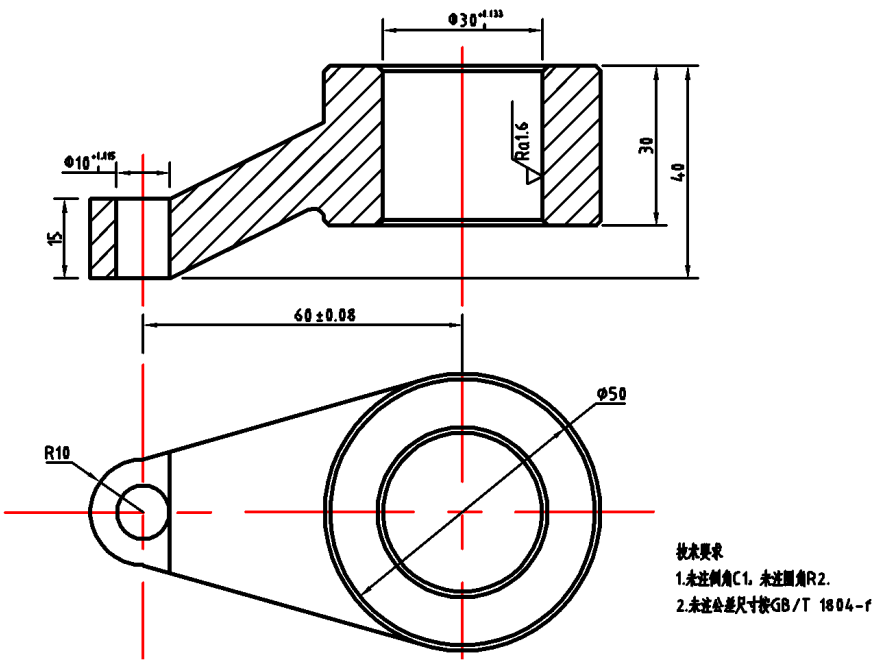


图 3-1: 杠杆零件图

3.2 分析零件图

3.2.1 检查零件图完整性与正确性

材料：HT200、批量 N=1000 件、钻模设计： $\phi 10_0^{+0.015}mm$ 孔
已知零件材料为灰铸铁，耐磨性与耐热性均较好，需要进行人工时效处理。
零件外表面未标注不用去除材料符号。
零件未注明倒角均为 C1，圆角均为 R2。且公差尺寸等级为 f 级。
零件需保证被加工 $\phi 10$ 孔公差等级为 IT₇； $\phi 30$ 孔公差等级为 IT₈，表面粗糙度为 1.6。
两孔中心距 $60 \pm 0.08mm$ 。

3.2.2 零件的技术要求分析

加工表面尺寸精度：

- 以大孔上表面尺寸为基准，需加工得到高度为 30mm 的大头孔与 15mm 的小头孔，且大小头孔底部的高度差为 10mm 。
- 大小头孔中心距要求较高： $60 \pm 0.08\text{mm}$ 。
- 需要保证大小头外部轮廓 f 级精度要求。
- 大头孔内表面粗糙度 $Ra < 1.6\mu\text{m}$ 。

3.2.3 零件的材料分析

零件需要批量生产，且有尺寸精度与表面粗糙度要求。故选择铸造。

本课题杠杆零件材料规定为 HT200 灰铸铁，且有成批生产需求。

因小头孔径 $\phi 10$ 不满足金属型铸造最小孔径尺寸，所以选择后期加工；大头孔径 $\phi 30$ 满足，所以可以在铸造过程中直接开孔，再后续加工。

本零件连接处有圆角，满足金属型铸造的铸造圆角最小半径 2mm ，故可在铸造时将圆角铸出。

要保证铸件的精度与性能，需要在铸造完成后进行人工时效处理。

3.3 零件的结构工艺性分析

采用铸造，使毛坯本身表面有较好的光洁度与精度，大致能满足 f 级精度要求，不需要过多的针对毛坯形状进行机械加工。

杆件两头的连接杆倾斜，大小头不在同一平面，需要以大头顶部作为尺寸基准，对小头形状进行调整，以便满足后续加工。

大孔公差需要达到 8 级精度与 6 级表面光洁度，故采用钻-扩-铰的加工流程。

小孔需按照与大孔中心距位置尺寸进行定位开孔，采用钻-粗铰-精铰的加工流程。因为小孔要求的精度更高，最好是采用钻-半精镗-细镗。也能很好保证小孔轴线不歪斜。

在进行孔加工时，需要加工出圆形倒角。

3.4 拟定机械加工工艺路线

3.4.1 选择毛坯种类和绘制毛坯图

毛坯材料为灰铸铁，采用铸造加工，人工时效处理，大头部分开有 $\phi 25$ 的孔并有铸造倒角。

毛坯加工余量去除：上端面去除 1mm 并作为基准，去除下端面 1mm 余量，以满足精度的要求。大孔需从 $\phi 25$ 加工至 $\phi 30$ ，小孔需加工至 $\phi 10$ ，需要满足各自的加工精度。

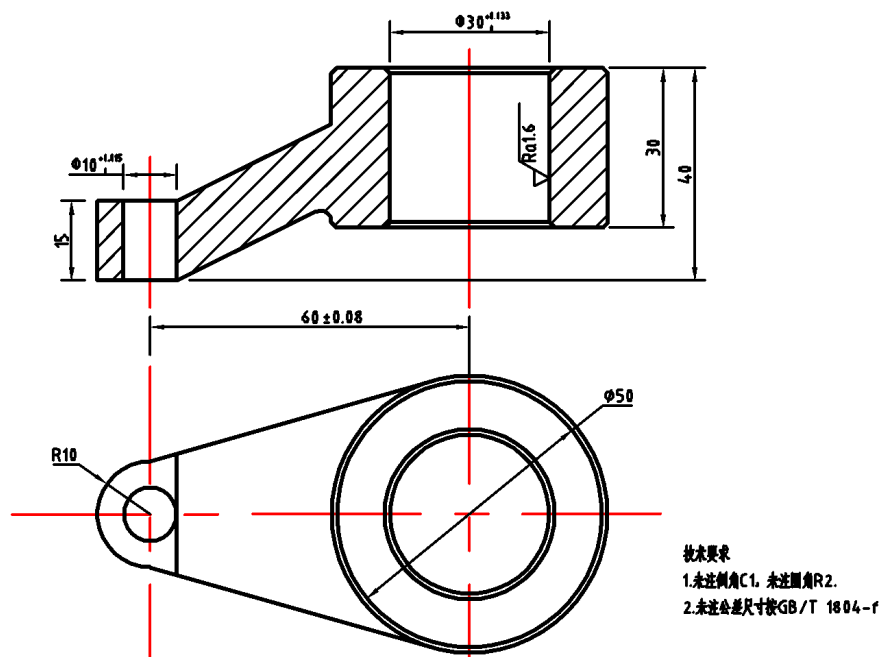


图 3-2: 毛坯图

3.4.2 拟定机械加工工艺路线

连杆的尺寸精度、加工表面形状精度以及位置精度的要求都比较高。

需要加工的表面有：大小孔及其两端面。大头扩孔后钻小头孔、并扩小头孔，满足尺寸精度，最后铰大孔、再铰小孔。

根据连杆结构特点及机械加工要求，各表面加工顺序为：毛坯外表面与大小头端面；粗、半精加工大头孔（基准孔）；粗、半精加工小孔；精加工大头；精加工小孔。

综上所述，制定出批量生产杠杆零件的加工工艺路线：

- 铸造与人工时效处理
- 粗铣两端面
- 大头圆孔钻孔
- 大头圆孔扩孔
- 大头圆孔铰孔
- 直径尺寸与中间检测
- 钻小头圆孔
- 粗铰小头圆孔
- 精铰小头圆孔

- 清洗
- 最后检验

3.4.3 机械加工余量、工序尺寸及公差确定

工序名称	精度	工序余量	工序尺寸及公差
大头端面粗铣	IT10	1mm	$30 \pm 0.1mm$
小头端面粗铣	IT10	1mm	$15 \pm 0.1mm$

表 3-1: 端面铣削工序尺寸及公差确定

工序名称	直径	精度	工序余量	工序尺寸及公差
钻	28	IT12	3mm	$\phi 28_0^{+0.21}$
扩	29.8	IT10	1.8mm	$\phi 29.8_0^{+0.084}$
铰	30	IT8	0.2mm	$\phi 30_0^{+0.033}$

表 3-2: 大头孔两端面及内圆孔的工序尺寸及公差的确定

工序名称	直径	精度	工序余量	工序尺寸及公差
钻	9.8	IT12	9.8mm	$\phi 9.8_0^{+0.15}$
粗铰	9.96	IT10	0.16mm	$\phi 9.96_0^{+0.058}$
精校	10	IT7	0.04mm	$\phi 10_0^{+0.015}$

表 3-3: 小头孔两端面及内圆孔的工序尺寸及公差的确定

3.4.4 确定工时定额

工序 3、4: 钻、扩大头孔, 钻至 $\phi 28$, 扩至 $\phi 29.8$, 选用机床: Z535 型立式钻床。

1) 钻孔 $\phi 28_0^{+0.21}mm$

确定钻 $\phi 28$ 孔时的进给量 f : 经查表, 钻头直径为 $> \phi 25 \sim 30$, 灰铸铁硬度 $\leq 200HBS$, 那么 $0.9mm/r \leq f \leq 1.1mm/r$ 。由于本零件在加工 $\phi 28$ 孔时, 需要后续精加工, 故进给量 f 应乘以系数 0.5, 则选取 $f = 0.5mm/r$ 。

确定钻 $\phi 28$ 孔时的切削速度: 根据手册可查得 $v_c = 15m/min$, 所以

$$n_s = \frac{1000v_c}{\pi d_\omega} = \frac{1000 \times 15}{28\pi} = 170.5r/min$$

(1)

经查表, 选取 $n_\omega = 195r/min$ 。

所以实际切削速度为:

$$v = \frac{\pi d_{\omega} n_{\omega}}{1000} = \frac{28 \times 195\pi}{1000} = 17.2m/min \quad (2)$$

计算出切削工时为

$$t_1 = \frac{l + l_1 + l_2}{n_{\omega} f} = \frac{30 + 3.5 + 3}{0.5 \times 17.2} = 4.2min \quad (3)$$

其中孔深 $l = 30$, 切入 $l_1 = 3.5mm$, 切出 $l = 3mm$ 。

2) 扩孔至 $\phi 29.8_0^{+0.084}$

使用 $\phi 29.8$ 的钻头对 $\phi 28$ 的孔进行扩钻。根据手册规定, 扩钻的切削用量可根据钻孔的切削用量进行选取

$$f = (1.1 \sim 1.3)f = (1.1 \sim 1.3) \times 1 \times 0.5 = 0.55 \sim 0.65 \quad (4)$$

根据钻床说明书, 取 $f = 0.57mm/r$, $n_{\omega} = 195r/min$ 。

故实际切削速度为 $v = 18.3m/min$ 。计算出切削工时为 $t_2 = 0.4min$, 其中孔深 $l = 30mm$, 切入 $l_1 = 2.9mm$, 切出 $l = 3mm$ 。

综上所述, 完成本道工序所需时间为 4.6 分钟。

工序 6、7: 钻、铰小头孔, 钻至 9.8, 铰至 9.96, 选用机床: Z535 型立式机床。

1) 钻孔至 $\phi 9.8_0^{+0.15}$

确定钻 $\phi 9.8$ 孔时的进给量 f : 经查表, 钻头直径为 $> \phi 8 \sim 10$, 灰铸铁硬度 $\leq 200HBS$, 那么 $0.47mm/r \leq f \leq 0.57mm/r$, 且后续为精确孔, 故系数为 0.5, 因此选取 $f = 0.25mm/r$ 。

确定钻孔时切削速度: $v_c = 16m/min$, 所以 $n_s = 519.7r/min$, 查表选取 $n_{\omega} = 530r/min$ 。

实际切削速度为: $v = 16.3m/min$, 计算出切削工时为 $t_3 = 0.18min$ 。

2) 铰孔至 $\phi 9.96_0^{+0.058}$

确定铰 $\phi 9.96$ 孔的进给量 f : 经查表, 铰刀直径为 $> 5 \sim 10$, 用于精铰孔前的粗铰通孔, 取最大进给量, 故 $f = 1.3mm/r$ 。

确定铰刀切削速度: $v_c = 5m/min$, 所以 $n_s = 159.8r/min$, 经查表选取 $n_{\omega} = 195r/min$ 。

实际切削速度为: $v = 6.1m/min$, 计算出切削工时为 $t_4 = 0.1min$ 。

综上所述, 完成本工序所需时间为 0.28 分钟。

3.5 杠杆零件机械加工工艺过程卡片制定

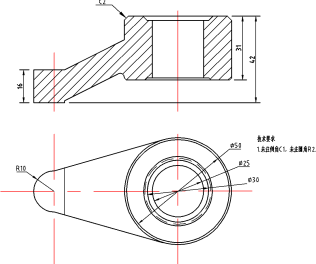
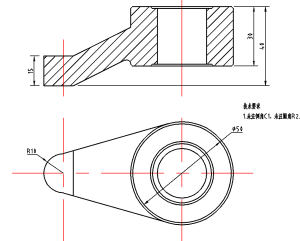
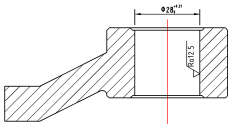
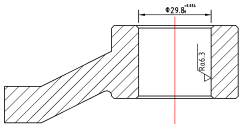
机械加工工艺过程 综合卡片			零件名称		材料
			杠杆零件		HT200
序号	工序名称	技术条件 及检查要求	工序简图	设备	夹具
1	铸造	铸造毛坯 并进行 人工时效处理			
2	粗铣 两端面	铣削大头上端面 为 30 ± 0.1 小头下端面 为 15 ± 0.1		双面铣 专用机床	铣 夹具
3	大头 圆孔 钻孔	钻至 $\phi 28$		Z535 型 立式钻床	钻 夹具
4	大头 圆孔 扩孔	扩至 $\phi 29.8$		Z535 型 立式钻床	钻 夹具

表 3-4: 工艺过程卡片

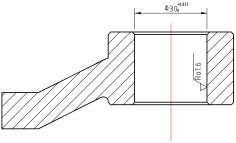
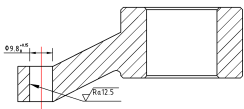
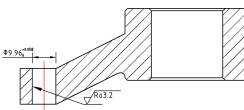
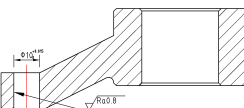
5	大头 圆孔 铰孔	铰至 $\phi 30$		Z535 型 立式钻床	钻 夹具
6	检测	尺寸检测： (1) 30 ± 0.1 (2) 15 ± 0.1 (3) $R10/\phi 20 \pm 0.1$ (4) $\phi 50 \pm 0.1$ (5) $30^{+0.033}_0$		游标卡尺	
7	小头 钻孔	钻至 $\phi 9.8$		Z535 型 立式钻床	专用 夹具
8	小头 圆孔 粗铰	铰至 $\phi 9.96$		Z535 型 立式钻床	专用 夹具
9	小头 圆孔 精铰	铰至 $\phi 10$		Z535 型 立式钻床	专用 夹具
10	清洗	洗去残余切屑			
11	检验	按图纸技术要求 进行全面检验	大孔 $\phi 30^{+0.033}_0$ 小孔 $\phi 10^{+0.015}_0$ 中心距 60 ± 0.08	检验台	通用量具、 位置偏差检验 夹具

表 3-5: 工艺过程卡片续

3.6 选择或设计机床和工艺装备

外表面与端面加工在铣床上完成。
孔加工在钻床上进行钻、扩、铰加工。
为满足批量生产，降低生产难度，设计一夹具与钻套。满足小孔加工的精度要求。

第 4 章 设计与工艺规程相适应的专用机床夹具

4.1 钻床夹具设计要点

钻床夹具大都有刀具导向装置即钻套，钻套安装在钻模板上，故习惯把钻床夹具称为钻模板。从结构上可分为固定式、回转式、翻转式、盖板式和滑柱式钻模。设计钻模时，首先需要根据工件的形状尺寸、质量、加工要求和批量来选择钻模的结构类型。

本零件需要以加工 $\phi 10$ 孔设计钻模夹具。

4.2 定位方案

本工序加工要求保证的位置精度主要是中心距尺寸 $60 \pm 0.08mm$ 。根据基准重合原则，选用 $\phi 30$ 孔为主要定位基准。定位元件选择长定位销（限制 4 个自由度）加小端面（限制 1 个自由度），和一个活动 V 形块。，实现完全定位。对于工序尺寸 $60 \pm 0.08mm$ 而言，定位基准与工序基准重合 $\Delta_{jb} = 0$ ；由于定位副制造误差引起的定位误差 $\Delta_{jw} = 0.066$ 。该方案定位误差小于该工序制造公差 $\frac{1}{3}$ ，故定位方案可行。

4.3 导向装置

本工序小头孔 $\phi 10_0^{+0.015}$ 加工精度要求较高，采用一次装夹完成钻、粗铰、精铰 4 个工步的加工，故此夹具选用快换钻套作为导向元件，相应机床采用快换夹头。钻套高度 $H = 1.5D = 1.5 \times 10 = 15mm$ ，排屑空间 $h = d = 10mm$ 。

4.4 夹紧机构

针对成批生产的工艺特征，此夹具选用螺旋夹紧机构夹压工件，在定位销上直接做出一段螺杆，装夹工件时，先将工件定位孔装入带有螺母的定位销上（螺母最大径向尺寸小于定位孔直径），接着向右移动 V 形块使之与工件小头外圆相靠，实现定位；然后在工件与螺母之间插上开口垫圈，拧紧螺母压紧工件。

4.5 其它装置

为了减小加工时的工件变形，保证加工时工艺系统的刚度，在靠近工件的加工部位增加辅助支承。设计活动 V 形块的矩形导向和螺杆驱动装置。

4.6 设计夹具体

夹具体需要将上述有机联系起来，形成一个整体。考虑夹具与机床的连接，因为是在立式机床上使用，夹具安装在工作台上直接用钻套找正并用压板固定，故只需要在夹具体上留出压板压紧的位置即可，不需要专门的夹具与机床的定位连接元件。钻模板、矩形导轨和夹具体一起用四根螺栓固连，再用 2 根销子定位。夹具体上表面与其它元件接触的部位均做成等高的凸台以减少加工面积，夹具体底面设计成周边接触的形式以改善接触状况、提高安装的稳定性。

第 5 章 图纸绘制

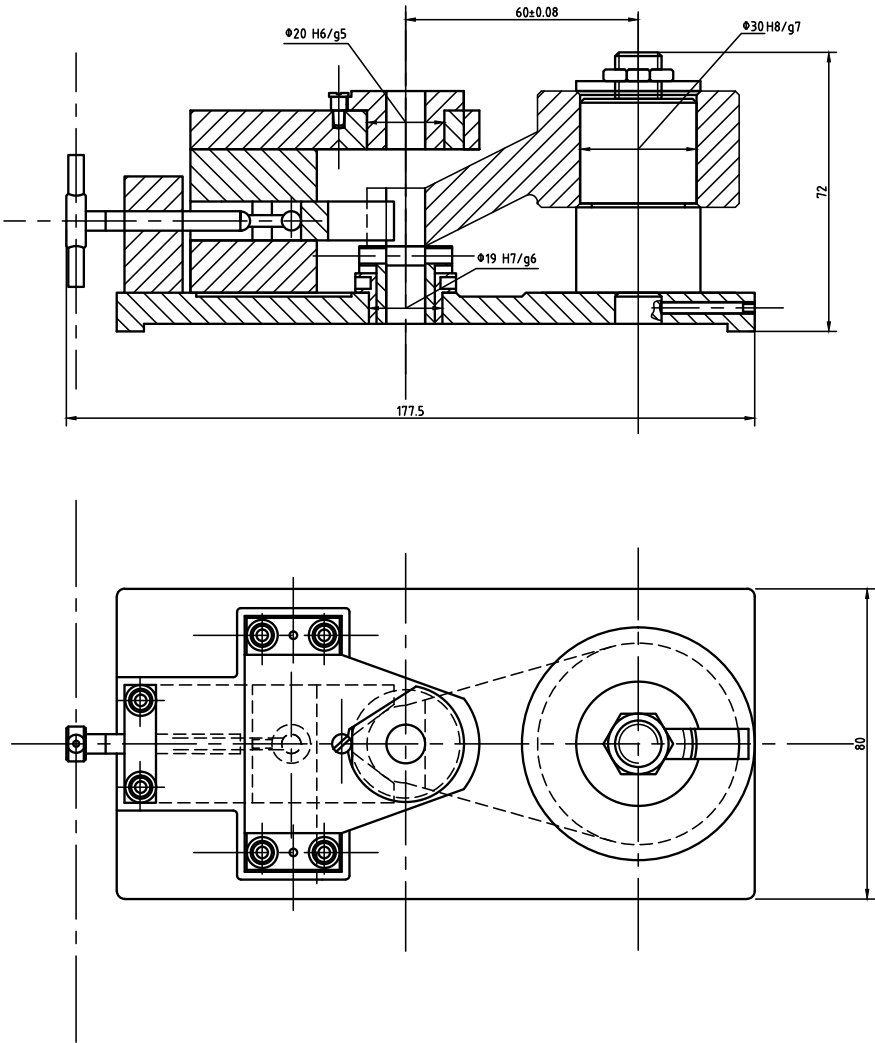


图 5-1: 装配简图