



南京农业大学工学院

课程设计报告

课程名称：机械制造工艺学

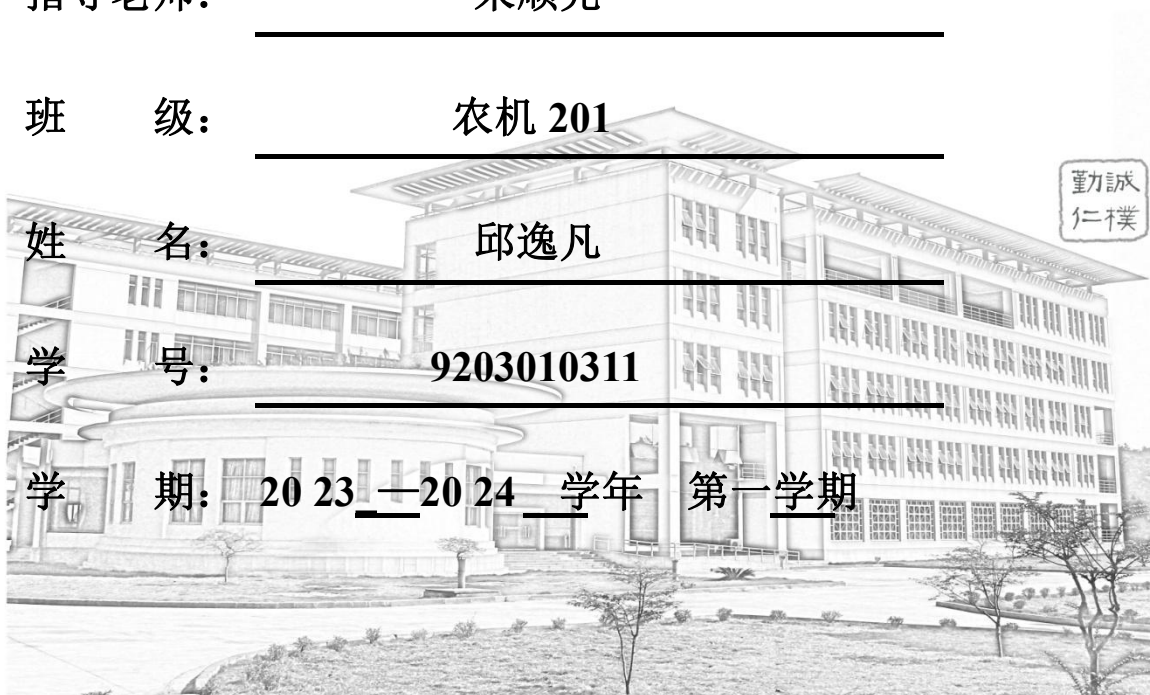
指导老师：朱顺先

班 级：农机 201

姓 名：邱逸凡

学 号：9203010311

学 期：20 23 — 20 24 学年 第一学期



南京农业大学工学院教务处印

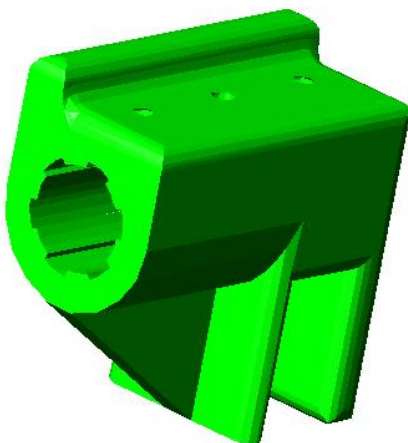
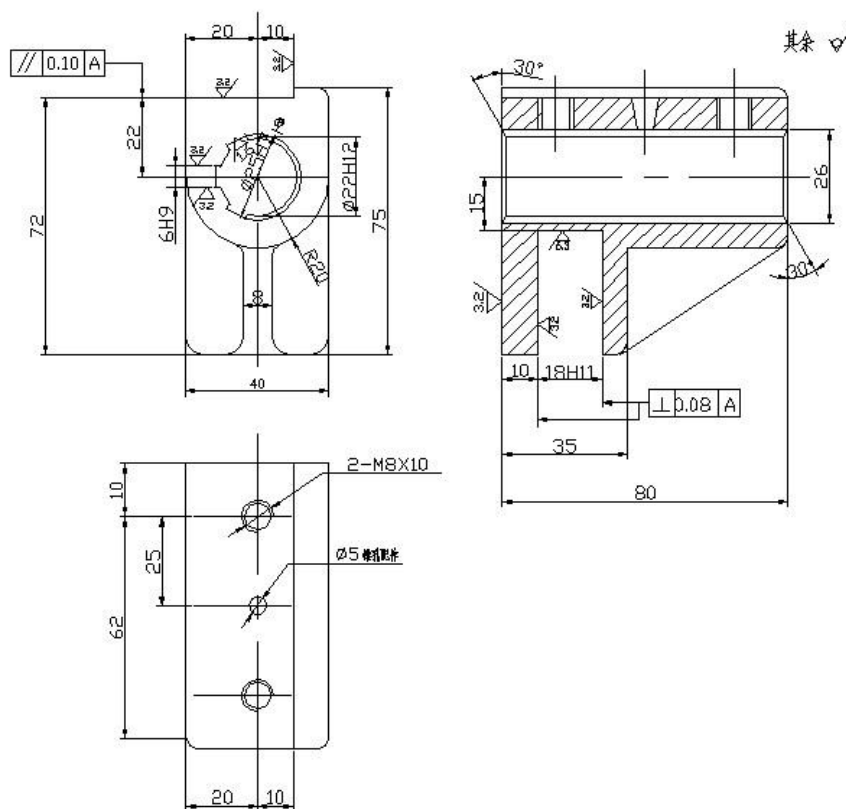
目 录

目 录	2
第 1 章 零件的工艺性分析	3
1.1 零件的作用	3
1.2 零件的工艺分析	4
第 2 章 工艺规程设计	4
2.1 确定毛坯的制造形成	4
3.2 基准的选择	5
3.3 制定工艺路线	5
3.4 机械加工余量、工序尺寸及毛坯尺寸的确定	6
3.5 确定切削用量及基本工时	7
第 3 章 铣槽夹具专用夹具设计	18
3.1 问题的提出	18
3.2 夹具设计	18
3.2.1 定位基准的选定	18
3.2.2 夹紧力分析	18
3.2.3 定位误差的分析	19
3.3 夹具设计及操作	19

第 1 章 零件的工艺性分析

1.1 零件的作用

题目给定的零件是 CA6140 拨叉（见附图 1）它位于车床变速机构中，主要起换挡，使主轴回转运动按照工作者的要求进行工作。获得所需要的速度和扭矩宽度为 30mm 的面槽精度要求很高，因为在拨叉拨动滑移齿轮时如果槽的尺寸精度不够或间隙很大时，滑移齿轮得不到高的位置精度，所以宽度为 30mm 的面槽和滑移齿轮的配合精度要求很高。



1.2 零件的工艺分析

分析零件图可知，该拨叉形状、结构比较简单，通过铸造毛坯可得到基本形状，减少了工序加工，又节约了材料。除了拨叉上表面外，其余加工表面精度低，不需要高度机床加工，可通过铣削、钻床等车床的粗加工就可以达到要求；而主要工作表面——拨叉上表面加工精度虽然较高，但也可以在正常的生产条件下，采用经济的方法保质保量的加工出来。由此可见，该零件工艺性较好。CA6140 拨叉共有三组加工表面。

(1) 零件两端面，可以后端面加工精度高，可以先以后端面为粗基准加工右端面，再以前端面为精基准加工左端面；

(2) 以花键中心线为基准的加工面：这一组面包括 $\phi 25H7$ 的六齿方花键孔、 $\phi 22H12$ 的花键底孔、两端的 2×150 倒角和距花键中心线为 22mm 的上顶面；

(3) 以工件右端面为基准的 $18H11mm$ 的槽、上顶面的 $2-M8$ 通孔和 $\phi 5$ 锥孔。

经上述分析可知，对于后两组加工表面，可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。

第 2 章 工艺规程设计

2.1 确定毛坯的制造形成

(1) 选择毛坯

零件材料为 HT200，灰铸铁生产工艺简单，铸造性能良好，考虑到零件加工表面少，精度要求不高，有强肋，且工作条件不差，既没有变载荷，又属间歇性工作，故选用金属型铸件，以满足不加工表面的粗糙度要求及生产要求。

零件的形状简单，因此毛坯形状需要与零件形状尽量接近，又因内花键较小，因此不可直接铸出。

(2) 确定毛坯尺寸公差和机械加工余量

1. 公差等级

由拨叉的功能和技术要求，确定该零件的公差等级为 IT10

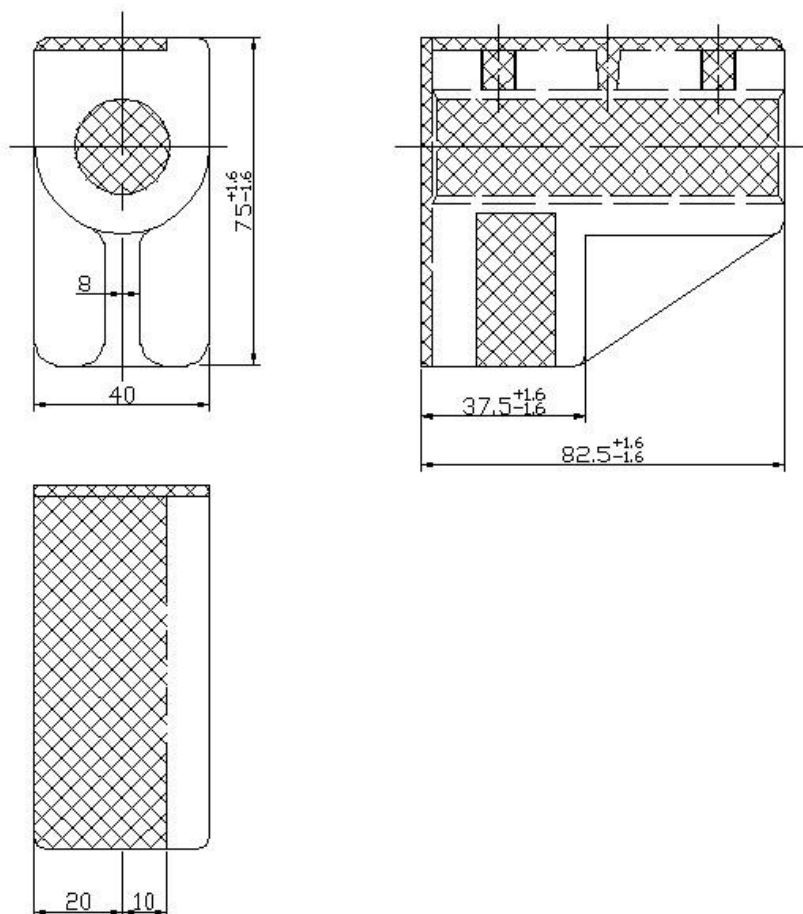
2. 零件表面粗糙度

由零件图可知，该拨叉各加工表面粗糙度 R_a 均大于等于 $1.6\mu m$

3. 机械加工余量

由铸件铸造类型为金属铸造，因此加工余量等级选用 F

机械加工余量为 3



3.2 基准的选择

基准的选择是工艺规程设计中的重要工作之一，基准的选择的正确与合理，可以使加工质量得到保证，生产率得到提高，否则，加工工艺过程中将会出现很多问题，使生产无法进行。

(1) 粗基准的选择 因为要保证花键到中心线垂直于右端面，所以 $\Phi 40$ 的外圆表面为粗基准。

(2) 精基准的选择 为保证定位基准和工序基准重合，加工 2—M8、 $\Phi 5$ 锥孔、18H11 槽以零件的左端面和花键的中心线为精基准，铣上顶面以花键中心线为精基准。

3.3 制定工艺路线

制定工艺路线的出发点，应当是使零件的几何形状、尺寸精度及位置精度等技术要

求能得到合理的保证。在生产纲领已确定为中批生产的条件下,可以考虑采用通用机床配以专用夹具,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果,以便使生产成本尽量下降。

工序 10: 铸造

工序 20: 时效处理, 去应力

工序 30: 粗、精铣左端面;

工序 40: 钻、扩花键底孔 $\Phi 22H12$;

工序 50: 倒角 $1.5 \times 15^\circ$;

工序 60: 拉内花键 $\Phi 25H7$;

工序 70: 粗、精铣上顶面;

工序 80:; 粗、精铣 $18H11$ 底槽

工序 90: 钻 2—M8 通孔

工序 100:; 攻螺纹空, 钻 $\Phi 5$ 锥孔;

工序 110: 检验

3.4 机械加工余量、工序尺寸及毛坯尺寸的确定

“CA6140 拨叉 (编号 831003)” 零件材料为 HT200, 毛坯重量约为 0.84kg。生产类型为中批量生产。采用铸造毛坯。

根据上述原始资料加工工艺, 分别确定各个加工表面的机械加工余量、工序尺寸以及毛坯尺寸如下:

1、左端面加工余量

后端面有 $3 \pm 0.8\text{mm}$ 的加工余量, 足以把铸铁的硬质表面层切除。后端面粗铣一次、精铣一次。粗铣加工余量 2.8mm、工序经济精度等级 IT11、公差值 0.22mm。精铣加工余量 0.2mm、工序经济精度等级 IT7、公差值 0.035mm、表面粗糙度 $Ra3.2\mu\text{m}$ 、工序基本尺寸 80mm。

2、矩形花键底孔

要求以花键外径定心, 故先钻中心孔。再扩最后拉削内孔尺寸为 $\Phi 22H12$ (见零件图)。参照《金属机械加工工艺人员手册》表 3—59 确定孔加工余量的分配:

钻孔 $\Phi 20\text{mm}$ 。工序经济加工精度等级 IT11、公差值 0.13mm;

扩孔 $\Phi 22H12\text{mm}$ 、工序经济加工精度等级 IT10、公差值 0.084mm、粗糙度 $Ra6.3\mu\text{m}$;

拉内花键，花键孔以外径定心，拉削时加工余量参照《金属机械加工工艺人员手册》取 $2Z=1\text{mm}$ 。

3、18H11 底槽的加工余量

槽底面粗铣余量为 35mm。槽侧面的铣削余量为 17.9mm、工序经济精度等级为 IT12、公差值 0.25mm、槽底面表面粗糙度 $Ra6.3\mu\text{m}$ 。精铣的加工余量为侧面余量 0.1mm、工序经济精度等级为 IT9、公差值为 0.021mm、侧面粗糙度为 $Ra3.2\mu\text{m}$ 。

4、上顶面的加工余量

此工序为两个工步：①、粗铣上顶面 ②、精铣上顶面

粗铣加工余量为 2.8mm、工序经济加工精度等级为 IT11、公差值 0.22mm；

精铣加工余量为 0.2mm、工序经济加工精度等级为 IT7、公差值 0.035mm、表面粗糙度 $Ra3.2\mu\text{m}$ 。

3.5 确定切削用量及基本工时

工序 10: 以 $\Phi 40$ 外圆为基准，粗、精铣后端面。

1、加工条件：

工件材料：HT200， $\sigma_b = 0.16GP_a$ $HB = 190 \sim 241HBS$ ，铸造。

加工要求：粗、精铣后端面，尺寸保证 80mm。

机床：X51型立式铣床

刀具材料：镶齿铣刀

2. 计算切削用量：

工步 1：粗铣

背吃刀量为 $a_p = 2.8\text{mm}$

进给量的确定：机床的功率 5~10Kw，工件夹具系统的刚度为中等条件，按《切削用量简明手册》中表 3.3 选取该工序的每齿进给量为 $f_z = 0.2\text{mm}/z$ 。

铣削速度：参考《机械制造技术基础毕业设计指导教程》得，选用镶齿铣刀，其中

在 $d/z = 80/10$ 的条件下选取。铣削速度为 $v = 40\text{m}/\text{min}$ 。有公式 $n = \frac{1000v}{\pi d}$ 可以得到：

$$n = \frac{1000 \times 40}{\pi \times 80} = 159.15(r/\text{min})$$

由于手册中的 X51 型立式铣床的主轴转速为 $n = 160(r/min)$ ，所以，实际铣削速度为：

$$v = \frac{n \prod d}{1000} = \frac{160 \times 3.14 \times 80}{1000} = 40.19(m/min)$$

基本时间 t ：根据面铣刀平面（对称铣削、主偏角 $k_r = 90^\circ$ ）的基本时间计算公式：

$$t = \frac{l + l_1 + l_2}{f_{mz}}$$

。其中， $l = 75mm$ ， $l_2 = 1 \sim 3mm$ ，取 $l_2 = 2mm$ ， $a_e = 40mm$ 。则有：

$$l_1 = 0.5(d - \sqrt{d^2 - a_e^2}) + (1 \sim 3) = 0.5(80 - \sqrt{80^2 - 40^2}) + 2 = 7.36mm$$

$$f_{mz} = f \times n = f_z \times z \times n = 0.2 \times 10 \times 160 = 320mm/min$$

$$t = \frac{(l + l_1 + l_2)}{f_{mz}} = \frac{(75 + 7.36 + 2)}{320} = 0.264min \approx 15.82s$$

工步 2：精铣

背吃刀量的确定 $a_p = 0.2mm$ 。

进给量的确定：由《切削用量简明手册》中表 3.3，按表面粗糙度为 $R_a = 3.2um$ 的条件选取，该工序的每转进给量为 $f = 0.8mm/r$ 。

铣削速度的计算：根据其他有关资料确定，按镶齿铣刀， $\frac{d}{z} = 80/10$ ， $f = 0.08mm/z$ 的条件选取，铣削速度 v 为 $v = 57.6mm/min$ 。由公式 $n = \frac{1000r}{\prod d}$ 可以求得铣刀转速 $n = 229.3r/min$ 。参照《机械制造技术基础毕业设计指导教程》中 4-15 的 X51 立式铣床的主轴转速，选取转速为 $n = 210r/min$ 。再将此转速代入上面公式。可以求得：

$$v = \frac{n \prod d}{1000} = 52.78mm/min$$

基本时间的确定：根据《机械制造技术基础毕业设计指导教程》中表 5-43 中面铣刀铣平面（对称铣削、主偏角 $k_r = 90^\circ$ ）的基本时间公式 $t = \frac{(l + l_1 + l_2)}{f_{mz}}$ ，可以求得该工序的基本时间，其中 $l = 75mm$ ， $l_2 = 1 \sim 3mm$ ，取 $l_2 = 2mm$ ， $a_e = 40mm$ ， $l_1 = 7.36mm$ ，得：

$$f_{mz} = f \times n = 0.8mm/r \times 210r/min = 168mm/min$$

$$t = \frac{(l + l_1 + l_2)}{f_{mz}} = \frac{(75 + 2 + 7.36)}{168} = 0.502 \text{ min} \approx 30.13s$$

工序 20：以 $\Phi 40\text{mm}$ 外圆为基准钻、扩花键底孔 $\Phi 22\text{H}12\text{mm}$

1、加工条件：

工件材料：HT200， $\sigma_b = 0.16GP_a$ $HB = 190 \sim 241HBS$ ，铸造。

加工要求：钻花键底孔，尺寸保证 20mm。

机床：Z525型立式钻床

刀具材料：高速钢直柄麻花钻 $\Phi 20\text{mm}$ 、扩孔钻 $\Phi 22\text{mm}$

计算切削用量：

工步 1：钻 $\Phi 20\text{mm}$ 花键底孔

背吃刀量： $a_p = 20\text{mm}$

进给量的确定：选取该工步的每齿进给量 $f = 0.3\text{mm}/r$ 。

切削用量的计算：因为该工件的材料为 HT200，所以选取切削速度为 $v = 22\text{m}/\text{min}$ 。

由式 $n = \frac{1000v}{\prod d}$ 可以求得：

$$n = \frac{1000 \times 22}{\prod \times 20} = 350.32r/\text{min}$$

参照《机械制造技术基础毕业设计指导教程》中表 4-9 所列的 Z525型立式钻床 的

主 轴 转 速 。 先 取 $n = 392r/\text{min}$ ， 再 将 n 代 入 $n = \frac{1000v}{\prod d}$ 中， 得 到：

$$v = \frac{392 \times \prod \times 20}{1000} = 24.6\text{m}/\text{min}$$

基本时间 t：

其中 $l = 80\text{mm}$ ， $l_1 = \frac{D}{2} \cot k_r + (1 \sim 2) = 10 \times 1.66 + 1 = 12.66\text{mm}$ ， $l_2 = 1 \sim 4\text{mm}$ ，取

$l_2 = 2\text{mm}$ 。所以基本时间 t 为：

$$t = \frac{(l + l_1 + l_2)}{f \times n} = \frac{80 + 12.66 + 2}{0.3 \times 392} = 0.24 \text{ min} \approx 14.48s$$

工步 2：扩 $\Phi 20\text{mm}$ 花键底孔至 $\Phi 22\text{H}12\text{mm}$

背吃刀量确定 $a_p = 1\text{mm}$ 。

进给量的确定：由《切削用量简明手册》中表 2.10 的资料，选取该工件的没转进给量 $f = 1.1\text{mm}/r$ 。

切削速度的确定：根据相关资料，确定： $v = 0.4v_{\text{钻}} = 0.1 \times 22 = 8.8\text{m}/\text{min}$

由公式 $n = \frac{1000v}{\pi d}$ 。可以得到： $n = 1000 \times \frac{8.8}{22\pi} = 127.4\text{r}/\text{min}$

按机床选取 $n = 140\text{r}/\text{min}$ ，得到切削速度 $v = \frac{n\pi d}{1000} = 9.67\text{m}/\text{min}$

基本时间 t ：

其中 $l = 80\text{mm}$ ， $l_1 = \frac{D}{2} \cot k_r + (1 \sim 2) = 1 \times 1.66 + 1 = 3.66\text{mm}$ ，

$l_2 = 1 \sim 4\text{mm}$ 取 $l_2 = 2\text{mm}$ 。所以基本时间 t 为：

$$t = \frac{(l + l_1 + l_2)}{f \times n} = \frac{80 + 3.66 + 2}{1.1 \times 140} = 0.56\text{min} \approx 33.4\text{s}$$

工序 30：以 $\Phi 40\text{mm}$ 外圆为基准，倒角 $1.5 \times 15^\circ$

加工条件

工件材料：HT200， $\sigma_b = 0.16GPa$ $HB = 190 \sim 241\text{HBS}$ ，铸造。

加工要求：倒角 $1.5 \times 15^\circ$

机床：C3163-1车床

刀具材料：专用刀具。

此工步使用到专用刀具与手动进给。

检验机床功率 按《切削用量简明手册》表 1.24

可以查出 当 $\sigma_b = 160 \sim 241\text{HBS}$

工艺过程详见加工工序卡片

$a_p \leq 2.8\text{mm}$ $f \leq 0.6\text{mm}/r$

$$v_c \leq 41m/min \quad P_c = 3.4kw$$

按 C3163-1 车床说明书 主电机功率 $P = 11Kw$

可见 P_c 比 P 小得多所以机床功率足够所用切削用量符合要求

钻削功率检验按《切削用量简明手册》表 2.21

$$\text{当 } d_o = 21mm \quad f = 0.64mm$$

查得转矩 $M = 61.8n \cdot m$

《切削用量简明手册》表由表 2.32 得功率公式

$$P_c = \frac{M_c V_c}{30d_o} = \frac{61.8 \times 17}{30 \times 21} = 1.67Kw$$

按 C3163-1 车床说明书 主电机功率 $P = 11Kw$

可见 P_c 比 P 小得多，所以机床功率足够，所用切削用量符合要求。

工序 40：拉内花键 $\Phi 25H7$

1、加工条件：

工件材料：HT200，铸件；

加工要求：花键底孔粗糙度 $Ra6.3 \mu m$ ，键槽侧面粗糙度 $Ra3.2 \mu m$ ，键槽底面粗糙度 $Ra1.6 \mu m$ ，键槽尺寸 6mm，偏差代号 H9；

刀具：高速钢拉刀；④切削液：乳化液；

机床：拉床。

①确定齿升量：根据有关手册，确定拉花键孔时花键拉刀的单面齿升量为 0.06mm；

②切削速度：查有《切削简明手册》有切削速度为 0.06m/s (3.6m/min)；

③切削工时： $t = Z_b l \eta k / 1000 v f z Z$

式中： Z_b 单面余量 1.5mm (由 $\Phi 22mm$ 拉削到 $\Phi 25mm$)；

l 拉削表面长度，80mm；

η 考虑校准部分的长度系数，取 1.2；

k 考虑机床返回行程系数，取 1.4；

v 拉削速度 (m/min)；

fz 拉刀单面齿升;
Z 拉刀同时工作齿数, $Z=1/p$;
P 拉刀齿距。

$$P = (1.25 \sim 1.9)\sqrt{l} \quad \text{所以} \quad P = (1.25 \sim 1.9)\sqrt{80} = 12\text{mm}$$

因为拉刀同时工作齿数 $z=1/p=80/12 \approx 7$ 所以其本工时 $T_m=1.5 \times 80 \times 1.2 \times 1.4/1000 \times 3.6 \times 0.06 \times 7=0.13\text{min}=7.8\text{s}$ 。

工序 50: 粗、精铣 18H11 底槽

加工条件

工件材料: HT200, $\sigma_b = 0.16GPa$ $HB = 190 \sim 241HBS$, 铸造。

加工要求: 以花键中心线为基准粗、精铣 18H11 底槽、底面表面粗糙度 $R_a = 6.3\mu m$ 、侧面表面粗糙度 $R_a = 3.2\mu m$ 。

机床: 立式升降台铣床 (X52K)

刀具材料: 根据《实用机械加工工艺师手册》表 21-5 选用高速钢镶齿三面刃铣刀。外径 160mm, 内径 40mm, 刀宽粗铣 16mm, 精铣 18mm, 齿数为 24 齿。

工步 1、粗铣 16 槽

铣削深度 a_p : $a_p = 33\text{mm}$

每齿进给量 a_f : 查《机械加工工艺手册》表 2.4-75, 得 $a_f = 0.2 \sim 0.3\text{mm}/z$, 取 $a_f = 0.2\text{mm}/z$ 。

铣削速度 V : 查《机械加工工艺师手册》表 30-33, 得 $V = 14\text{m}/\text{min}$

机床主轴转速 n :

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \times 14}{3.14 \times 160} \approx 27.9\text{r}/\text{min}$$

查《机械加工工艺手册》表 3.1-74 取 $n = 30\text{r}/\text{min}$

实际切削速度 v :
$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \times 160 \times 30}{1000 \times 60} \approx 0.25\text{m}/\text{s}$$

进给量 V_f : $V_f = a_f Zn = 0.2 \times 24 \times 30 / 60 = 2.4 \text{ mm/s}$

工作台每分进给量 f_m : $f_m = V_f = 2.4 \text{ mm/s} = 144 \text{ mm/min}$

被切削层长度 l : 由毛坯尺寸可知 $l = 40 \text{ mm}$

刀具切入长度 l_1 :

$$l_1 = 0.5D + (1 \sim 2)$$

$$= 81 \text{ mm}$$

刀具切出长度 l_2 : 取 $l_2 = 2 \text{ mm}$

走刀次数 1 次

机动时间 t_{j1} :
$$t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{40 + 81 + 2}{144} \approx 0.85 \text{ min}$$

工步 2、精铣 18 槽

切削深度 a_p : $a_p = 35 \text{ mm}$

根据《机械加工工艺手册》表 2.4-76 查得: 进给量 $a_f = 0.05 \text{ mm/z}$, 查《机械加工工艺手册》表 2.4-82 得切削速度 $V = 23 \text{ m/min}$,

机床主轴转速 n :

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \times 23}{3.14 \times 160} \approx 45.8 \text{ r/min}$$

查《机械加工工艺手册》表 3.1-74 取 $n = 47.5 \text{ r/min}$

实际切削速度 v :
$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \times 160 \times 47.5}{1000 \times 60} \approx 0.40 \text{ m/s}$$

进给量 V_f : $V_f = a_f Zn = 0.05 \times 24 \times 47.5 / 60 = 0.95 \text{ mm/s}$

工作台每分进给量 f_m : $f_m = V_f = 0.18 \text{ mm/s} = 57 \text{ mm/min}$

被切削层长度 l : 由毛坯尺寸可知 $l = 40 \text{ mm}$,

刀具切入长度 l_1 :

$$l_1 = 0.5D + (1 \sim 2)$$

$$= 81 \text{ mm}$$

刀具切出长度 l_2 ：取 $l_2 = 2mm$

走刀次数为 1

机动时间 t_{j1} ：
$$t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{40 + 81 + 2}{57} \approx 1.52 \text{ min}$$

本工序机动时间 $t_j = t_{j1} + t_{j2} = 0.85 + 1.52 = 2.37 \text{ min}$

工序 60：粗、精铣上顶面

机床：立式升降台铣床 X5012

刀具：根据《实用机械加工工艺手册》表 10-231，选用高速钢错齿三面刃铣刀，规格为： $D = 160mm, d = 40mm, L = 32mm$ ，齿数为 12 齿。

工步 1、粗铣上端面

铣削深度 a_p ： $a_p = 2mm$

每齿进给量 a_f ：查《机械加工工艺手册》表 2.4-75， $a_f = 0.15 \sim 0.25 mm/z$ ，取 $a_f = 0.20 mm/z$ 。

铣削速度 V ：查《实用机械加工工艺师手册》表 11-94，得 $V = 15 \sim 20 m/min = 0.25 \sim 0.33 m/s$ ，取 $V = 0.3 m/s$

机床主轴转速 n ：

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \times 0.3 \times 60}{3.14 \times 160} \approx 35.83 r/min$$

查《机械加工工艺手册》表 3.1-74 取 $n = 37.5 r/min$

实际切削速度 v ：
$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \times 160 \times 37.5}{1000 \times 60} \approx 0.31 m/s$$

进给量 V_f ： $V_f = a_f Z n = 0.2 \times 12 \times 37.5 / 60 = 1.5 mm/s$

工作台每分进给量 f_m ： $f_m = V_f = 1.5 mm/s = 90 mm/min$

被切削层长度 l ：由毛坯尺寸可知 $l = 80mm$

刀具切入长度 l_1 ：

$$l_1 = 0.5D + (1 \sim 2)$$

$$= 82\text{mm}$$

刀具切出长度 l_2 : 取 $l_2 = 2\text{mm}$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j1}: t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{80 + 82 + 2}{90} \approx 1.82 \text{ min}$$

工步 2、精铣上端面

$$\text{切削深度 } a_p: a_p = 1\text{mm}$$

根据《实用机械加工工艺师手册》表 11-91 查得: 每齿进给量 $a_f = 0.01 \sim 0.02\text{mm/z}$,

取 $a_f = 0.02\text{mm/z}$, 根据《实用机械加工工艺师手册》表 11-94

查得切削速度 $V = 18\text{m/min}$

机床主轴转速 n :

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \times 18}{3.14 \times 160} \approx 33.1\text{r/min},$$

按照《机械加工工艺手册》表 3.1-74 取 $n = 37.5\text{r/min}$

$$\text{实际切削速度 } v: v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \times 160 \times 37.5}{1000 \times 60} \approx 0.31\text{m/s}$$

$$\text{进给量 } V_f: V_f = a_f Z n = 0.02 \times 12 \times 37.5 / 60 = 1.5\text{mm/s}$$

$$\text{工作台每分进给量 } f_m: f_m = V_f = 1.39\text{mm/s} = 83.6\text{mm/min}$$

被切削层长度 l : 由毛坯尺寸可知 $l = 20\text{mm}$,

刀具切入长度 l_1 :

$$l_1 = 0.5D + (1 \sim 2)$$

$$= 81\text{mm}$$

刀具切出长度 l_2 : 取 $l_2 = 2\text{mm}$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j1}: t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{20 + 81 + 2}{83.6} \approx 1.23 \text{ min}$$

本工序机动时间 $t_j = t_{j1} + t_{j2} = 1.82 + 1.23 = 3.05 \text{ min}$

工序 70: 钻 $M8$ 孔并攻丝

机床: 摇臂钻床 Z3025

刀具: 根据参照《机械加工工艺手册》表 4.3-9 硬质合金锥柄麻花钻头。

工序 1、钻孔 $\phi 6.7$

钻孔前铸件为实心, 根据上文所的加工余量先钻孔到 $\phi 6.7 \text{ mm}$ 再攻丝, 所以 $D = 6.7 \text{ mm}$ 。

钻削深度 a_p : $a_p = 9.5 \text{ mm}$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-38, 取 $f = 0.33 \text{ mm/r}$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-41, 取 $V = 0.41 \text{ m/s}$

机床主轴转速 n , 有:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \times 0.41 \times 60}{3.14 \times 6.7} \approx 1169.3 \text{ r/min},$$

按照《机械加工工艺手册》表 3.1-31 取 $n = 1600 \text{ r/min}$

所以实际切削速度 v :
$$v = \frac{\pi dn}{1000} = \frac{3.14 \times 6.7 \times 1600}{1000 \times 60} \approx 0.56 \text{ m/s}$$

切削工时

被切削层长度 l : $l = 42 \text{ mm}$

刀具切入长度 l_1 :

$$l_1 = \frac{D}{2} \text{ctg} k_r + (1 \sim 2) = \frac{6.7}{2} \text{ctg} 120^\circ + 1 = 2.89 \text{ mm} \approx 3 \text{ mm}$$

刀具切出长度 l_2 : $l_2 = 1 \sim 4 \text{ mm}$ 取 $l_2 = 2 \text{ mm}$

走刀次数为 1, 钻孔数为 2 个

机动时间 t_{j1} :
$$t_{j1} = \frac{L}{fn} \times 2 = \frac{42 + 3 + 2}{0.33 \times 1600} \times 2 \approx 0.5 \text{ min}$$

工序 2、攻 2-M8 螺纹通孔

刀具: 钎钢机动丝锥

进给量 f : 查《机械加工工艺手册》表 1.8-1 得所加工螺纹孔螺距 $p = 1.25 \text{ mm}$,

因此进给量 $f = 1.25 \text{ mm/r}$

切削速度 V ：参照《机械加工工艺手册》表 2.4-105，取 $V = 0.133 \text{ m/s} = 7.98 \text{ m/min}$

机床主轴转速 n ：
$$n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 7.98}{3.14 \times 8} \approx 317.68 \text{ r/min}$$
，取 $n = 350 \text{ r/min}$

丝锥回转转速 $n_{\text{回}}$ ：取 $n_{\text{回}} = 350 \text{ r/min}$

实际切削速度 V' ：
$$V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 8 \times 350}{1000 \times 60} \approx 0.15 \text{ m/s}$$

被切削层长度 l ： $l = 9.5 \text{ mm}$

刀具切入长度 l_1 ： $l_1 = (1 \sim 3)f = 3 \times 1.25 = 3.75 \text{ mm}$

刀具切出长度 l_2 ： $l_2 = (2 \sim 3)f = 3 \times 1.25 = 3.75 \text{ mm}$ ，加工数为 2

机 动 时 间 t_{j2} ：

$$t_{j2} = \left(\frac{l + l_1 + l_2}{fn} + \frac{l + l_1 + l_2}{fn_{\text{回}}} \right) \times 2 = \left(\frac{9.5 + 3.75 + 3.75}{1.5 \times 350} + \frac{9.5 + 3.75 + 3.75}{1.5 \times 350} \right) \times 2 \approx 0.13 \text{ min}$$

本工序机动时间 t_j ： $t_j = t_{j1} + t_{j2} = 0.5 + 0.13 = 0.63 \text{ min}$ 。

第3章 铣槽夹具专用夹具设计

为了提高劳动生产率，保证加工质量，降低劳动强度，需要设计专用夹具。经分析决定设计铣槽专用夹具。

3.1 问题的提出

本夹具主要用于铣槽，以保证进度要求。因此，在本工序加工时，主要考虑如何提高生产率，降低劳动强度，提高加工质量。

3.2 夹具设计

3.2.1 定位基准的选定

由零件图可知，其设计基准为花键孔中心线和工件的右加工表面（A）为定位基准。因此选用工件以加工右端面（A）和花键心轴的中心线为主定位基准。

3.2.2 夹紧力分析

1、夹紧力方向的确定

由快速螺旋压板机构夹紧工件，所以可以判定工件的受力方向是水平方向。

2、夹紧力作用点的选择

夹紧力的作用点应该在端面上，这样可以保证工件不会产生较大的变形。

3、夹紧力大小的确定

由《指导手册》表 10-1 常见的夹紧方式所需夹紧力，可以得出其夹紧力 $F_J = \frac{2M_c l \eta}{d_2 l \tan(\alpha + \varphi)}$ ，因为在完成本工序时，铣槽所需的切削余量和切削速度最快，所用的力也最大，所以夹紧力满足铣槽时所需要的力，剩余的其他加工时的夹紧也必定满足要求。

铣槽加工切削力：

由《切削用量简明手册》表 2-32 铣槽时轴向力、扭矩及功率的计算公式：

$$F_F = C_F d_0^{Z_F} f^{Y_F} K_r; \quad M_c = C_M d_0^{Z_M} f^{Y_M} K_r$$

其中， $C_F=420$ ； $Z_F=1.0$ ； $Y_F=0.8$ ； $C_M=0.206$ ； $Z_M=2.0$ ； $Y_M=0.8$ ； $K_r=0.94$ ；

$$\text{则，} F_F = C_F d_0^{Z_F} f^{Y_F} K_r = 420 \times 7^{1.0} \times 0.36^{0.8} \times 0.94 = 1220 N$$

$$M_c = C_M d_0^{Z_M} f^{Y_M} K_r = 0.206 \times 7^{2.0} \times 0.36^{0.8} \times 0.94 = 4.19 N \cdot mm$$

铣槽加工夹紧力：

查《机械设计手册》表 1-7，传动效率 $\eta = 0.96$ ；

由普通螺纹基本尺寸表（GB/T 196-2003）查得螺纹中径 $d_2 = 10.863mm$ ；

由《机械设计》查得，螺纹升角 $\alpha = \arctan \frac{nP}{\pi d_2} = \arctan \frac{1 \times 1.75}{3.14 \times 10.863} = 2.94^\circ$ ；

螺纹摩擦角 $\varphi = \arctan \frac{f}{\cos \beta} = \arctan \frac{0.12}{\cos 30^\circ} = 7.89^\circ$

则夹紧力 $F_j = \frac{2M_c l_1 \eta}{d_2 l \tan(\alpha + \varphi)} = \frac{2 \times 4.19 \times 55 \times 0.96}{10.863 \times 40 \times \tan(2.94^\circ + 7.89^\circ)} = 6.22N$

3.2.3 定位误差的分析

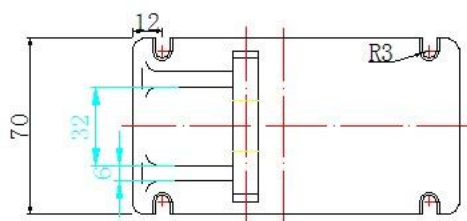
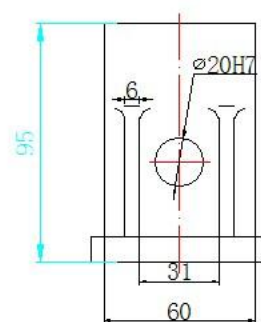
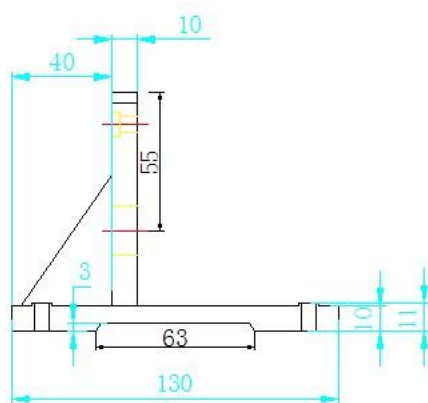
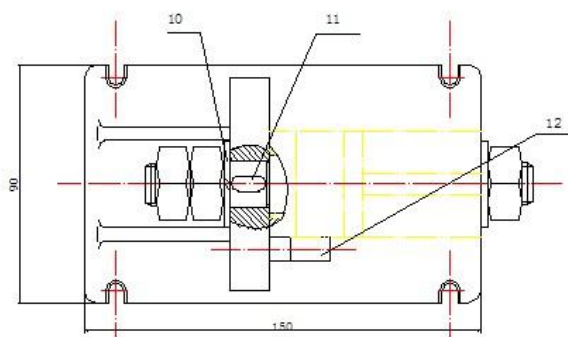
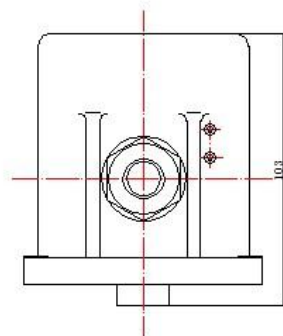
由于槽的轴向尺寸的设计基准与定位基准重合，故轴向尺寸无基准不重合度误差。径向尺寸无极限偏差、形状和位置公差，故径向尺寸无基准不重合度误差。即不必考虑定位误差，只需保证夹具的花键心轴的制造精度和安装精度。

3.3 夹具设计及操作

如前所述，在设计夹具时，应该注意提高劳动率。为此，在螺母夹紧时采用开口垫圈，以便装卸，夹具体底面上的一对定位键可使整个夹具在机床工作台上正确的安装位置，以利于铣削加工。结果，本夹具总体的感觉还比较紧凑。

夹具上装有对刀块装置，可使夹具在加工一批零件之前很好的对刀（与塞尺配合使用）；同时，夹具体底面上的一对定位键可使整个夹具在机床工作台上有一正确的安装位置，以有利于铣削加工。

铣床夹具的装配图及夹具体零件图分别见附图3 附图4。



1. 操作不致有吵眼。
2. 壳体构造图见图 4-13。
3. 壳体尺寸公差按 IT7 级。
4. 壳体部位公差按公差等级 IT7 级。