

1. 绪论

机械设计与制造工装夹具的设计是我们四年来所学知识的掌握，理论与实践相结合，培养综合运用专业知识，我们去他们的工作打下良好的基础。机械加工工艺是规定产品或零件机械加工工艺过程 and 操作方法，是指导生产的重要的技术性文件。它直接关系到质量，生产的产品及其加工产品的经济效益，，横向尺寸，生产规模和所要解决的技术问题的方法和途径的水平是由加工过程中的体现，因此工艺规程的编制的好坏是生产该产品的质量的重要保证的重要依据。在制备过程中应确保其合理性，科学，完善

而机床夹具是为了确保产品的质量的同时提高生产的效率、改善人民的生活强度、下降生产成本而在机床上用以装夹工件的一种装配，它的作用是让工件的机床或刀具会 upi 个很好的位置，使它在加工过程中保持某个位置不会发生改变。它们的研究对机械工业有着很重要的意义，因此在大批量生产中，常采用专用夹具。

对于拨叉加工工艺及夹具设计的主要任务是：

- (1) 一个技术法规叉零件加工完成；
- (2) 完成镗孔、铣槽、钻孔三个专用夹具的设计。

经过对拨叉零件的第一次分析，搞清楚零件的主要特点，加工的主要的步骤难度，重要对某些加工面和加工粗、精基准，拨叉加工工艺规程的流程；关于专用夹具的设计步骤，主要分析零件的加工工艺，选取定位基准，然后再根据切销力的大小、批量生产情况来选取夹紧方式，从而设计专用夹具。

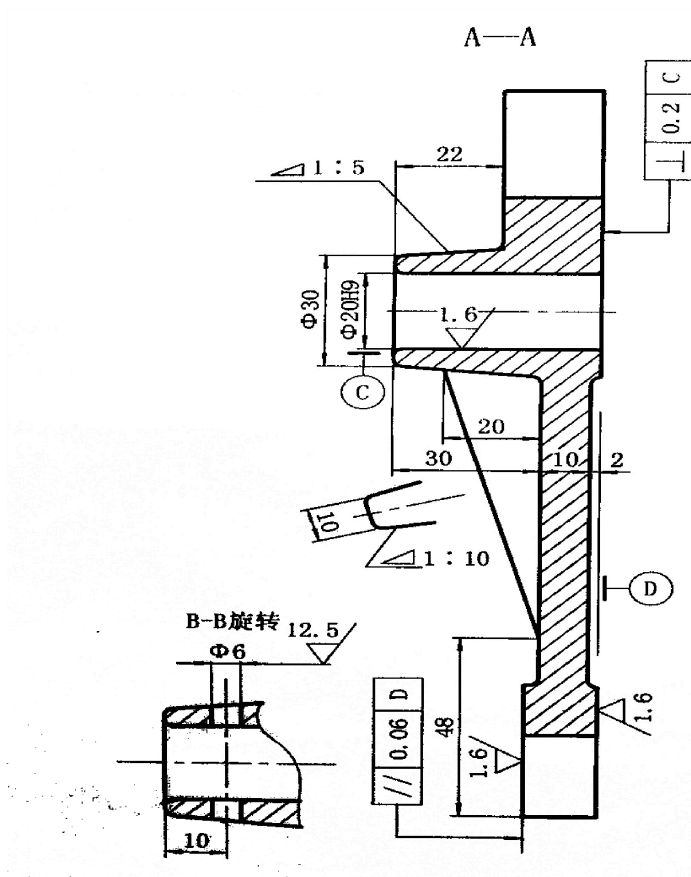


图 2.1 拨叉零件图

此零件需要加工七个加工表面：分别为拨叉底面、大头孔上平面、大头孔下平面、小头孔上平面、小头孔下平面、小头孔左端面、小头孔右端面；小头孔端 $20.5^{+0.3}_0$ 的槽加工以及大头孔的铣断加工。

- (1) 以面为主有：①叉底厚，精细加工，表面粗糙度的要求 $Ra = 1.6$ ；
- ② 大头孔端面的粗、精铣加工，其粗糙度要求是 $Ra = 1.6$ 。
- (2) 加工孔有：① $\phi 44$ 的大孔粗精镗加工，其表面粗糙度为 $Ra = 6.3$ ；
- ② $\phi 20H9$ 的小头孔钻、扩和铰加工，其表面粗糙度要求
- $Ra = 1.6$ ；
- ③ $\phi 6$ 的小孔钻加工， $\phi 6$ 小孔表面粗糙度要求 $Ra = 12.5$ 。
- (3) 小头孔端 $20.5_{0}^{+0.3}$ 槽的加工，凹槽表面粗糙度的要求是两个槽 $Ra = 1.6$ ，槽的底部和表面粗糙度 $Ra = 6.3$ 。
- (4) 最后为大头孔的铣断加工，要求断口粗糙度 $Ra = 6.3$ 。

锻造叉毛坯选择, 因为生产率很高, 因此可以避免对方。。单边余量一般, 精细结构, 能承受更大的压力, 占地面积小, 生产。因其年产量是 5000 件, 由[3]表 2.1~3 可知是中批量生产

3 工艺规程设计

3.1 加工工艺过程

这里最主要是加工由表面是平面、孔和槽。一般来说，平面的加工一般来说比孔加工更加的简单，加工精度要求也比较低。所以，拨叉的加工过程中的主要是保证孔的尺寸精度及位置精度和槽的各尺寸精度。

3.2 确定各表面加工方案

一个好东西设计必须达到要求，还应有个好的机械加工工艺性，找到一个简单的加工方法，需要保证质量也要使加工的劳动量最小。设计和工艺是分不开，。工艺师要考虑如何从工艺上保证设计的要求。

在这个过程中我们设计了一个拨叉，应选择符合要求的加工设备和方法的平面孔槽的加工精度。应该考虑经济因数和加工精度以及加工效率这三个方面，。在满足各种要求下在去选择生产率的要求，一般选择价钱便宜的机床。

3.2.1 影响加工方法的因素

(1)需要考虑的加工精度和表面质量表面的要求，根据加工表面的技术要求，加工方法和几种处理选择。

(2)根据类型选择的生产，批量生产可以专用高效设备。处理如，柴油机连杆小端孔，在小批量生产，钻井，膨胀，铰链的加工方法；而在大批量生产时采用拉削加工。

(3)我们应该考虑的是自然，等材料的加工硬化钢必须由磨削或电加工；有色金属由于砂轮堵塞，一般由微调，高速铣削加工等。。

根据技术的第一个零件主要表面的加工方法选择的最终要求选择一般的处理方法。再选择前面各工序的加工方法，最后选用精度，制备粗车半精车————粗磨硬化。。

3.2.2 加工方案的选择

(1) 由参考文献[3]表 2.1~12 可以确定，平面的加工方案为：粗铣——精铣（ $IT7 \sim IT9$ ），粗糙度为 $R_a 6.3 \sim 0.8$ ，一般不淬硬的平面，精铣的粗糙度可以较小。

(2) 由参考文献[3]表 2.1~11 确定， $\phi 44$ 孔的表面粗糙度要求为 6.3，则选择孔的加工方案序为：粗镗——精镗。

(3) 小头孔 $\phi 20H9$ 加工方法：

添加空白不能直接锻造出洞，才可以锻造出一个小洞，使后处理为中心，而表面粗糙度的要求 $Ra = 1.6$ ，所以加工方法的选择——传播——钻铰

(4) $\phi 6$ 孔加工方法：

孔的表面粗糙度一般不高，是 $Ra = 12.5$ ，可以直接采取钻孔的加工方法。

(5) 小头端面槽 $20.5^{+0.3}_0$ 的加工方法是：

由于沟槽的表面粗糙度要求较高的双方，为 $Ra = 1.6$ ，所以我们使用了粗加工——精铣。

3.3 确定定位基准

3.3.1 粗基准的选择

粗基准选择应当满足以下要求：

(1) 为了厚度，均匀的壁面形状，不对称的夹紧等。

(2) 为了保证该面有足够的加工余量应该保证加工余量小的为粗基准。

(3) 它应该有可能选择表面光滑，明亮，干净，面积为粗基准的足够大，以保证定位准确和可靠的夹紧。表面不浇冒口，毛刺，毛刺作为粗基准，在必要的时候，由早期的处理。

从拨叉零件图分析可知，主要是选择加工拨叉底面的装夹定位面为其加工粗基准。

3.3.1 精基准选择的原则

(1) 基准的叠加原理。(2) 基准统一原则，(3) 互为基准的原则。此外，我们应该选择高精度的工件。较大尺寸的表面作为精基准，以确保稳定和可靠的定位。在去考虑工件怎么去装夹，并用什么方法去加工、还可以使用夹具的设计等。

3.4 工艺路线的拟订

对于中批量生产的零件，一般总是首先加工出统一的基准。第一个过程是一个统一的基础处理叉。具体安排在第一孔和表面粗，精加工叉底部大孔上。

随后的安排应遵循的粗、细、表面分离的原则的第一孔后。

3.4.1 工序的合理组合

(1) 工序分散原则

(2) 工序集中原则。

在操作完成后，工件清洁。清洗是在 $80 \sim 90^\circ\text{C}$ 的含 $0.4\% \sim 1.1\%$ 苏打及 $0.25\% \sim 0.5\%$ 亚硝酸钠溶液中进行的。用压缩空气吹洗后。确保内部的杂质，剩余部分铁屑，毛刺，砂不超过 200mg 。

3.4.2 工序的集中与分散

(1) 工序集中的特点

(2) 工序分散的特点

但需要的设备和工人数量，大，长流程生产区，复杂的生产管理。加工要求和工厂的实际情况来决定的原则综合分析。

由于现代计算机控制机床和加工中心的出现，使过程更加突出，甚至在单件小批量生产过程中可以不用花费太多的时间在生产准备中，从而可取的良好经济效果。

3.4.3 加工阶段的划分

(1) 粗加工阶段

粗加工可用于功率大，刚性好，精度低的机床，切削用量的选择过大，为了提高劳动生产率，粗加工，切削力，切削热，所需夹紧力，在工件的变形和应力，因此加工的精度相对较低，粗糙度就会变大。一般粗加工的公差等级为 IT11~IT12。粗糙度为 Ra80~100 μm 。

(2) 半精加工阶段

半精加工阶段最主要还是完成一些次要面的加工并且为后面的精加工做准备。半精加工的公差等级为 IT9~IT10。表面粗糙度为 Ra10~1.25 μm 。

(3) 精加工阶段

精加工阶段最主要是把最后的剩余量给整理好,是为了防止给零件的精度和各个零件的粗糙度，能够达到图纸的要求，精加工一般都在程序的最后面这样可以防止工件表面的损伤而且容易加工。由于不同的热加工性能，并在粗加工中的一些安排，和一些必须插入粗精加工之间。

加工的划分不一定要按部就班没有相对的绝对。在现实生活中，刚度，精度不高或低的体积，和重件运输卡的。必须清楚地分阶段指的是整个过程的关注，不能区分处理的表面或一个过程的性质。例如，工艺基准的定位精度，在粗加工阶段必须准确的处理，在整理阶段可以安排钻孔粗加工小空。

3.4.4 加工工艺路线方案的比较

因为考虑到经济成本的问题，必须要拿出不同的方案，这里提供 2 个工艺路线见下表：

表 3.1 加工工艺路线方案比较表

工序号	方案 I		方案 II	
	工序内容	定位基准	工序内容	定位基准
010	粗铣平面 E、F	平面和 $\phi 20H9$ 孔	粗、精铣 E 平面	平面和 $\phi 20H9$ 孔
020	精铣平面 E、F	平面和 $\phi 20H9$ 孔	粗、精铣 F 平面	平面和 $\phi 20H9$ 孔
030	钻、扩、铰： $\phi 20H9$ 孔	底面和侧面	钻、扩、铰： $\phi 20H9$ 孔	底面和侧面

景德镇陶瓷学院科技艺术学院本科生毕业设计（论文）

040	粗镗 $\phi 44$ 孔	底面和 $\phi 20$ 孔	粗、精镗 $\phi 44$ 孔	底面和 $\phi 20$ 孔
050	精镗 $\phi 44$ 孔	底面、 $\phi 20$ 孔和 $\phi 44$ 孔	粗、精铣 $20.5^{+0.3}_0$ 槽	底面、 $\phi 20$ 孔和 $\phi 44$ 孔
060	粗铣 $20.5^{+0.3}_0$ 槽	底面、 $\phi 20$ 孔和 $\phi 44$ 孔	钻： $\phi 6$ 孔	底面、 $\phi 20$ 孔和 $\phi 44$ 孔
070	精铣 $20.5^{+0.3}_0$ 槽	底面和 $\phi 20$ 孔	铣断	底面和 $\phi 20$ 孔
080	钻： $\phi 6$ 孔		检验	
090	铣断	底面和 $\phi 20$ 孔		

加工工艺路线方案的论证：

(1) 从前两步工序可以看出：方案 II 把粗、精加工都安排在一个工序中，以便装夹、安装工件。

(2) 看起来镗孔，铣削过程的计划，粗的背后，在两个不同的过程完成，项目 II 的一个步骤，这不仅有利于工件的安装，在专用夹具的设计还可以减少安装次数。方案 2 的过程更为集中，如粗，精加工安排在一个过程中，工件夹紧，以适应。从以上分析：工艺路线方案 II 方案合理，经济。具体过程如下表所示：

表 3.2 加工工艺过程表

工序号	工 种	工作内容	说 明
010	锻 造	模锻	铸件毛坯尺寸： 长：195.6mm 宽：68mm 高：45.2mm 孔： $\phi 41$
020	热处理	退火	
030	铣	粗、精铣 E 平面	工件用专用夹具装夹； 双立轴圆工作台铣床 (X52K)

040	铣	粗、精铣 F 平面	工件用专用夹具装夹； 双立轴圆工作台铣床 (X52K)
050	钻、扩、 铰	将 $\phi 20H9$ 钻到直径 $d=17mm$ 再 将 $\phi 17$ 扩大孔到 $\phi 19.7$ 最后加工成需 要的尺寸 $\phi 20H9$	工件采用专用夹具装 夹，机床选用摇臂钻床（ Z3025）
060	粗、精镗	粗、精镗孔 $\phi 44$	工件用专用夹具装夹； 立式铣镗床（T68）
070	粗、精铣	粗、精铣 $20.5_{-0}^{+0.3}$ 槽	与工件夹具；双轴旋转 台铣床(X52K)
080	钻	钻 $\phi 6$ 到要求尺寸	工件用专用夹具装夹； 摇臂钻床(Z3025)
090	铣断	将大头孔 $\phi 44$ 铣断	
100	检验		
110	入库	清洗，涂防锈油	

3.5 拨叉的偏差，加工余量，工序尺寸及毛坯尺寸的确定

锻造叉 45 钢锻件，材料为 45，批量生产的生产型，锻坯。

3.5.1 毛坯的结构工艺要求

拨叉为锻造件，对毛坯的结构工艺性有一定要求：

(1) 对表面的加工要求有一定的要求

(2) 为了以后的工件容易完成，要金属容易满膛和减少工序，所以应力要求低并且简单、平直的对称，千万不能使之间的距离加大。

(3) 避免孔或多孔结构的模锻件结构。

(4) 模锻件的整体结构应力求简单。

(5) 保证前后步骤一样

(6) 便于装夹、加工和检查。

在确定毛坯时，要考虑经济性。虽然毛坯的形状尺寸与零件接近，可以减少加工余量，提高材料的利用率，降低加工成本，但这样可能导致毛坯制造困难，需要采用昂贵的毛坯制造设备，增加毛坯的制造成本。形状及尺寸确定后，必要时可据此绘出毛坯图。

3.5.2 拨叉的偏差计算

(1) 拨叉底平面和大头孔上平面的偏差及加工余量计算

粗加工：参照表 11 ~ 19 [4]。对于价值的剩余量的规定 $2.0 \sim 2.5mm$ ，现取 $2.2mm$ 。
查[3]可知其粗铣时精度等级为 IT12，粗铣平面时厚度偏差取 $-0.21mm$

铣削：参照表 2.3 ~ [3] 59，剩余的量的定义是 $1.0mm$ 。

锻造毛坯的基本尺寸为 $42 + 2.2 + 1.0 = 45.2mm$ ，又由参考文献[4]表 11~19 可得铸件尺寸公差为 $^{+1.4}_{-0.6}$ 。

毛坯的名义尺寸为： $42 + 2.2 + 1.0 = 45.2mm$

毛坯最小尺寸为： $45.2 - 0.6 = 44.6mm$

毛坯最大尺寸为： $45.2 + 1.4 = 46.6mm$

粗铣后最大尺寸为： $42 + 1.0 = 43mm$

粗铣后最小尺寸为： $42 - 0.21 = 41.79mm$

细磨的大小和绘图的大小相同，并确保 15d8 尺寸精度。

(2) 大小头孔的偏差及加工余量计算

参考参考[3]表 2.2 ~ 2, 2.2 ~ 25, 2.3 ~ 13 和参考[15]表 1 ~ 8，检查：：
孔 $\phi 20H9$ ：

钻孔的精度等级： $IT = 12$ ，表面粗糙度 $Ra = 12.5um$ ，尺寸偏差是 $0.21mm$ 。

扩孔的精度等级： $IT = 10$ ，表面粗糙度 $Ra = 3.2um$ ，尺寸偏差是 $0.084mm$ 。

铰孔的精度等级： $IT = 8$ ，表面粗糙度 $Ra = 1.6um$ ，尺寸偏差是 $0.043mm$ 。

孔 $\phi 44$

粗镗孔的精度等级： $IT = 13$ ，表面粗糙度 $Ra = 12.5um$ ，尺寸偏差是 $0.39mm$ 。

精镗孔的精度等级： $IT = 8$ ，表面粗糙度 $Ra = 1.6um$ ，尺寸偏差是 $0.039mm$ 。

根据工艺要求，小头孔加工成钻，扩，铰三个过程，与大头孔粗镗加工完成，这两个过程，下面的工序余量：

钻 $\phi 20H9$ 孔

参照参考文献[3]表 2.3~47，表 2.3~48。确定工序尺寸及加工余量为：

加工该孔的工艺是：钻——扩——铰

钻孔： $\phi 17$

扩孔： $\phi 19.7$ $2Z = 2.7mm$ （Z 为单边余量）

铰孔： $\phi 20$ $2Z = 0.3mm$ （Z 为单边余量）

镗孔 $\phi 44$

加工该孔的工艺是：粗镗——精镗

粗镗： $\phi 43.2$ 孔， $2Z = 2.2mm$ ；

精镗： $\phi 44$ 孔， $2Z = 0.8mm$ ；

锻件毛坯孔的基本尺寸分别为 ϕ ： $44 - 2.2 - 0.8 = 41mm$

(3). 粗、精铣 $20.5^{+0.3}_0$ 槽

参考参考[1]表 21 ~ 5，双侧粗加工余量的 $2Z = 2.0$ 槽，槽的加工余量为 $1.0mm$ 深度，再由参照参考[1]表 21 ~ 5 的工具选择的极限偏差参考：粗加工为 $^{+0.110}_0$ ，精加工为 $^{+0.013}_0$ 。

槽两边毛坯名义尺寸为： $20.5 - 2 = 18.5mm$

槽两边毛坯最大尺寸为： $18.5 + 0.110 = 18.5.110mm$

槽两边毛坯最小尺寸为： $18.5 - 0 = 18.50mm$

粗铣两边工序尺寸为： $18.5^{+0.110}_0$

粗铣槽底工序尺寸为： 27

精铣两边工序尺寸为： $20.5^{+0.013}_0$ ，已达到其加工要求： $20.5^{+0.3}_0$ 。

3.6 确定切削用量及基本工时（机动时间）

工序 1：粗、精铣 E 平面。

机床：卧式铣床 X6012

刀具：硬质合金可转位端铣刀（面铣刀），材料：YT15， $D = 100mm$ ，齿数 $Z = 5$ ，此为粗齿铣刀。

因其单边余量： $Z = 2.2mm$

所以铣削深度 a_p ： $a_p = 2.2mm$

精铣该平面的单边余量： $Z = 1.0mm$

铣削深度 a_p ： $a_p = 1.0mm$

每齿进给量 a_f ：根据参考文献[3]表 2.4~73，取 $a_f = 0.15mm/Z$ ；根据参考文献[3]表 2.4~81，取铣削速度 $V = 2.8m/s$

景德镇陶瓷学院科技艺术学院本科生毕业设计（论文）

每齿进给量 a_f ：根据参考文献[3]表 2.4~73，取 $a_f = 0.18\text{mm}/Z$ 根据参考文献[3]表 2.4~81，取铣削速度 $V = 2.47\text{m/s}$

机床主轴转速 n ：

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \times 2.47 \times 60}{3.14 \times 100} \approx 471.97\text{r/min}$$

按照参考文献[3]表 3.1~74，取 $n = 475\text{r/min}$

实际铣削速度 v ：

$$v = \frac{\pi dn}{1000} = \frac{3.14 \times 100 \times 475}{1000 \times 60} \approx 2.49\text{m/s}$$

进给量 V_f ： $V_f = a_f Zn = 0.18 \times 5 \times 475 / 60 \approx 7.12\text{mm/s}$

工作台每分进给量 f_m ： $f_m = V_f = 7.12\text{mm/s} = 427.5\text{mm/min}$

a_e ：根据参考文献[3]表 2.4~81，取 $a_e = 60\text{mm}$

切削工时

被切削层长度 l ：由毛坯尺寸可知 $l = 141\text{mm}$ ， $l' = 68\text{mm}$

刀具切入长度 l_1 ：

$$\begin{aligned} l_1 &= 0.5(D - \sqrt{D^2 - a_e^2}) + (1 \sim 3) \\ &= 0.5(100 - \sqrt{100^2 - 60^2}) + (1 \sim 3) = 12\text{mm} \end{aligned}$$

刀具切出长度 l_2 ：取 $l_2 = 2\text{mm}$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j1} : t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{141 + 12 + 2}{427.5} \approx 0.36\text{min}$$

$$\text{机动时间 } t_{j1}' : t_{j1}' = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{68 + 12 + 2}{427.5} \approx 0.19\text{min}$$

所以该工序总机动时间 $t_j = t_{j1} + t_{j1}' = 0.55\text{min}$

工序 2：粗、精铣 F 面。

机床：卧式铣床 X6012

刀具：硬质合金可转位铣刀（刀），材料：YT15， $D = 100\text{mm}$ ，齿数 8，这是一个细齿铣刀。因其单边余量： $Z = 2.2\text{mm}$

所以铣削深度 a_p ： $a_p = 2.2\text{mm}$

完成铣平面边余量： $Z=1.0$ 铣削深度 a_p ： $a_p=1.0mm$

每齿进给量 a_f ：根据参考文献[3]表 2.4~73，取 $a_f=0.18mm/Z$ 根据参考文献[3]

表 2.4~81，取铣削速度 $V=2.47m/s$

每齿进给量 a_f ：根据参考文献[3]表 2.4~73，取 $a_f=0.15mm/Z$ ：根据参考文献[3]

表 2.4~81，取铣削速度 $V=2.8m/s$

机床主轴转速 n ：

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \times 2.8 \times 60}{3.14 \times 100} \approx 535r/min$$

按照参考文献[3]表 3.1~31，取 $n=600r/min$

$$\text{实际铣削速度 } v: v = \frac{\pi dn}{1000} = \frac{3.14 \times 100 \times 600}{1000 \times 60} = 3.14m/s$$

进给量 V_f ： $V_f = a_f Z n = 0.15 \times 8 \times 600 / 60 = 12mm/s$

工作台每分进给量 f_m ： $f_m = V_f = 12mm/s = 720mm/min$

被切削层长度 l ：由毛坯尺寸可知 $l=141mm$ ， $l'=68mm$

刀具切入长度 l_1 ：精铣时 $l_1=D=100mm$

刀具切出长度 l_2 ：取 $l_2=2mm$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j2}: t_{j2} = \frac{l+l_1+l_2}{f_m} = \frac{141+100+2}{720} \approx 0.34min$$

$$\text{机动时间 } t_{j2}': t_{j2}' = \frac{l+l_1+l_2}{f_m} = \frac{68+100+2}{720} \approx 0.24min$$

所以该工序总机动时间 $t_j = t_{j2} + t_{j2}' = 0.58min$

工序 3：钻、扩、铰 $\phi 20H9$ 孔。

机床：立式钻床 Z525

刀具：根据参照参考文献[3]表 4.3~9 选高速钢锥柄麻花钻头。

(1) 钻孔 $\phi 20H9$

钻孔 $\phi 20H9$ 时先采取的是钻 $\phi 17$ 孔，再扩到 $\phi 19.7$ ，所以 $D=17mm$ 。

切削深度 a_p ： $a_p=8.5mm$

进给量 f ：根据参考文献[3]表 2.4~38，取 $f=0.33mm/r$ 。

切削速度 V ：参照参考文献[3]表 2.4~41，取 $V = 0.48m/s$ 。

机床主轴转速 n ：

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \times 0.48 \times 60}{3.14 \times 17} \approx 539.53r/min,$$

按照参考文献[3]表 3.1~31，取 $n = 630r/min$

$$\text{所以实际切削速度 } v: v = \frac{\pi dn}{1000} = \frac{3.14 \times 17 \times 630}{1000 \times 60} \approx 0.56m/s$$

切削工时

被切削层长度 l ： $l = 42mm$

刀具切入长度 l_1 ：

$$l_1 = \frac{D}{2} \text{ctg}k_r + (1 \sim 2) = \frac{17}{2} \text{ctg}120^\circ + 1 = 5.9mm \approx 6mm$$

刀具切出长度 l_2 ： $l_2 = 1 \sim 4mm$ 取 $l_2 = 3mm$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j1}: t_{j1} = \frac{L}{fn} = \frac{42 + 6 + 3}{0.33 \times 630} \approx 0.25min$$

(2) 扩孔 $\phi 20H9$

刀具：根据参考文献[3]表 4.3~31 选择硬质合金锥柄麻花扩孔钻头。

片型号：E403

因钻孔 $\phi 20H9$ 时先采取的是先钻到 $\phi 17$ 孔再扩到 $\phi 19.7$ ，所以 $D = 19.7mm$ ， $d_1 = 17$

$$\text{切削深度 } a_p: a_p = 1.35mm$$

进给量 f ：根据参考文献[3]表 2.4~52，取 $f = 0.6mm/r$ 。

切削速度 V ：参照参考文献[3]表 2.4~53，取 $V = 0.44m/s$ 。

机床主轴转速 n ：

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 0.44 \times 60}{3.14 \times 19.7} \approx 426.78r/min$$

按照参考文献[3]表 3.1~31，取 $n = 500r/min$

$$\text{所以实际切削速度 } v: v = \frac{\pi dn}{1000} = \frac{3.14 \times 19.7 \times 500}{1000 \times 60} \approx 0.52m/s$$

切削工时

被切削层长度 l ： $l = 42mm$

刀具切入长度 l_1 有：

$$l_1 = \frac{D-d_1}{2} \text{ctg} k_r + (1 \sim 2) = \frac{19.7-17}{2} \text{ctg} 120^\circ + 2 = 2.86 \text{mm} \approx 3 \text{mm}$$

刀具切出长度 l_2 ： $l_2 = 1 \sim 4 \text{mm}$ ， 取 $l_2 = 3 \text{mm}$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j2} : t_{j2} = \frac{L}{fn} = \frac{42+3+3}{0.6 \times 500} \approx 0.16 \text{min}$$

(3) 铰孔 $\phi 20H9$

刀具：根据参考文献[3]表 4.3~54，选择硬质合金锥柄机用铰刀。

切削深度 a_p ： $a_p = 0.15 \text{mm}$ ， 且 $D = 20 \text{mm}$ 。

进给量 f ：根据参考文献[3]表 2.4~58， $f = 1.0 \sim 2.0 \text{mm/r}$ 取 $f = 2.0 \text{mm/r}$ 。

切削速度 V ：参照参考文献[3]表 2.4~60，取 $V = 0.32 \text{m/s}$ 。

机床主轴转速 n ：

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \times 0.32 \times 60}{3.14 \times 20} \approx 305.73 \text{r/min}$$

按照参考文献[3]表 3.1~31 取 $n = 315 \text{r/min}$

$$\text{实际切削速度 } v : v = \frac{\pi Dn}{1000} = \frac{3.14 \times 20 \times 600}{1000 \times 60} \approx 0.63 \text{m/s}$$

切削工时

被切削层长度 l ： $l = 42 \text{mm}$

刀具切入长度 l_1 ，

$$l_1 = \frac{D-d_0}{2} \text{ctg} k_r + (1 \sim 2) = \frac{20-19.7}{2} \text{ctg} 120^\circ + 2 \approx 2.09 \text{mm}$$

刀具切出长度 l_2 ： $l_2 = 1 \sim 4 \text{mm}$ 取 $l_2 = 3 \text{mm}$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j3} : t_{j3} = \frac{L}{nf} = \frac{42+2.09+3}{2 \times 315} \approx 0.07 \text{min}$$

该工序的加工机动时间的总和是 t_j ： $t_j = 0.25 + 0.16 + 0.07 = 0.48 \text{min}$

工序 4：粗、精镗 $\phi 44$ 孔。

机床：卧式金刚镗床 T740K

刀具：硬质合金镗刀，镗刀材料：YT5

(1) 粗镗 $\phi 44$ 孔

单边余量 $Z=1.1\text{mm}$ ，一次镗去全部余量 $a_p=1.1\text{mm}$ ，毛坯孔径 $d_0=41\text{mm}$ 。

进给量 f ：根据参考文献[3]表 2.4~66，刀杆伸出长度取 200mm ，切削深度为 1.1mm 。

因此确定进给量 $f=0.2\text{mm}/r$ 。

切削速度 V ：参照参考文献[3]表 2.4~45，取 $V=2.0\text{m}/s=120\text{m}/\text{min}$ 。

机床主轴转速 n ：

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \times 120}{3.14 \times 43.2} \approx 912.11 r/\text{min},$$

按照参考文献[3]表 3.1~41，取 $n=1000r/\text{min}$

$$\text{实际切削速度 } v: v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3.14 \times 43.2 \times 1000}{1000 \times 60} \approx 2.24 \text{m}/s$$

工作台每分钟进给量 f_m ： $f_m = f n = 0.2 \times 1000 = 200\text{mm}/\text{min}$

被切削层长度 l ： $l=15\text{mm}$

$$\text{刀具切入长度 } l_1: l_1 = \frac{a_p}{\text{tg} k_r} + (2 \sim 3) = \frac{2.2}{\text{tg} 30^\circ} + 2 \approx 3.27 \text{mm}$$

刀具切出长度 l_2 ： $l_2 = 3 \sim 5\text{mm}$ 取 $l_2 = 4\text{mm}$

行程次数 i ： $i=1$

$$\text{机动时间 } t_{j1}: t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{15 + 3.27 + 4}{200} \times 1 \approx 0.11 \text{min}$$

(2) 精镗 $\phi 44$ 孔

粗加工后单边余量 $Z=0.4\text{mm}$ ，一次镗去全部余量， $a_p=0.4\text{mm}$ ，精镗后孔径 $d=44\text{mm}$

进给量 f ：根据参考文献[3]表 2.4~66，刀杆伸出长度取 200mm ，切削深度为 0.4mm 。因此确定进给量 $f=0.15\text{mm}/r$

切削速度 V ：参照参考文献[3]表 2.4~45，取 $V=2.1\text{m}/s=126\text{m}/\text{min}$

机床主轴转速 n ：

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \times 126}{3.14 \times 44} \approx 948.17 r/\text{min},$$

按照参考文献[3]表 3.14—41，取 $n=1000r/\text{min}$

$$\text{实际切削速度 } v: v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3.14 \times 44 \times 1000}{1000 \times 60} \approx 2.64 \text{m}/s$$

工作台每分钟进给量 f_m : $f_m = fn = 0.15 \times 1000 = 150 \text{ mm/min}$

被切削层长度 l : $l = 15 \text{ mm}$

刀具切入长度 l_1 : $l_1 = \frac{a_p}{\text{tg} k_r} + (2 \sim 3) = \frac{0.8}{\text{tg} 30^\circ} + 2 \approx 3.5 \text{ mm}$

刀具切出长度 l_2 : $l_2 = 3 \sim 5 \text{ mm}$ 取 $l_2 = 4 \text{ mm}$

行程次数 i : $i = 1$

机动时间 t_{j2} : $t_{j2} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{15 + 3.5 + 4}{217.5} \times 1 \approx 0.104 \text{ min}$

所以该工序总机动工时 $t_j = 0.11 + 0.15 = 0.26 \text{ min}$

工序 5: 粗、精铣 $20.5^{+0.3}_0$ 槽。

机床: 双立轴圆工作台铣床 X52K

刀具: 错齿三面刃铣刀

(1) 粗铣 18.5 槽

切削深度 a_p : $a_p = 9.5 \text{ mm}$

根据参考文献[3]表 2.4-76 查得: 进给量 $a_f = 0.06 \text{ mm/z}$, 根据参考文献[1]表 30-32

查得切削速度 $V = 24 \text{ m/min}$ 。

机床主轴转速 n :

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \times 24}{3.14 \times 125} \approx 62.1 \text{ r/min},$$

按照参考文献[3]表 3.1~74, 取 $n = 75 \text{ r/min}$

实际切削速度 v : $v = \frac{\pi dn}{1000} = \frac{3.14 \times 125 \times 75}{1000 \times 60} \approx 0.50 \text{ m/s}$

进给量 V_f : $V_f = a_f Zn = 0.06 \times 18 \times 75 / 60 = 1.35 \text{ mm/s}$

工作台每分进给量 f_m : $f_m = V_f = 1.35 \text{ mm/s} = 81 \text{ mm/min}$

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 :

$$\begin{aligned} l_1 &= 0.5D + (1 \sim 2) \\ &= 63 \text{ mm} \end{aligned}$$

刀具切出长度 l_2 : 取 $l_2 = 2 \text{ mm}$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j1}: t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{20 + 63 + 2}{81} \approx 1.05 \text{ min}$$

(2) 精铣 20.5 槽

$$\text{切削深度 } a_p: a_p = 2.0 \text{ mm}$$

根据参考文献[3]表 2.4-76 查得: 进给量 $a_f = 0.08 \text{ mm/z}$, 根据参考文献[1]表 30-32

查得切削速度 $V = 23 \text{ m/min}$,

机床主轴转速 n :

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

按照参考文献[3]表 3.1~74, 取 $n = 47.5 \text{ r/min}$ 。

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

$$\text{进给量 } V_f: V_f = a_f Z n = 0.08 \times 22 \times 47.5 / 60 = 1.39 \text{ mm/s}$$

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

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

$$\text{机动时间 } t_{j2}: t_{j2} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{20 + 81 + 2}{83.6} \approx 1.23 \text{ min}$$

$$\text{本工序机动时间: } t_j = t_{j1} + t_{j2} = 1.05 + 1.23 = 2.28 \text{ min}$$

工序 6: 钻 $\phi 6$ 孔

机床: 台式钻床 Z4006A

刀具: 根据参照参考文献[3]表 4.3~9, 选硬质合金锥柄麻花钻头

$$\text{切削深度 } a_p: a_p = 3 \text{ mm}$$

根据参考文献[3]表 2.4-39 查得: 进给量 $f = 0.22 \text{ mm/r}$, 切削速度 $V = 0.36 \text{ m/s}$ 。

机床主轴转速 n :

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \times 0.36 \times 60}{3.14 \times 6} \approx 1147 r / \min ,$$

按照参考文献[3]表 3.1~31, 取 $n = 1600 r / \min$ 。

$$\text{实际切削速度 } v: v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 \times 6 \times 1600}{1000 \times 60} \approx 0.50 m / s$$

切削工时

被切削层长度 l : $l = 30 mm$

$$\text{刀具切入长度 } l_1: l_1 = \frac{D}{2} \text{ctg} k_r + (1 \sim 2) = \frac{6}{2} \text{ctg} 120^\circ + 2 \approx 4 mm$$

刀具切出长度 l_2 : $l_2 = 1 \sim 4 mm$ 取 $l_2 = 3 mm$ 。

$$\text{加工基本时间 } t_j: t_j = \frac{L + l_1 + l_2}{f \cdot n} = \frac{30 + 4 + 3}{0.22 \times 1600} = 0.11 \min$$

工序 5: 铣断

机床: 双立轴圆工作台铣床 X52K

刀具: 根据参照参考文献[1]表 21~7, 选细齿锯片铣刀

切削深度 a_p : $a_p = 4 mm$

根据参考文献[3]表 2.4-76 查得: 进给量 $a_f = 0.03 mm / z$, 根据参考文献[1]表 30-23

查得切削速度 $V = 55 m / \min$ 。

机床主轴转速 n :

$$n = \frac{1000V}{\pi d} = \frac{1000 \times 55}{3.14 \times 125} \approx 140.12 r / \min ,$$

按照参考文献取 $n = 150 r / \min$ 。

$$\text{实际切削速度 } v: v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3.14 \times 125 \times 150}{1000 \times 60} \approx 0.98 m / s$$

进给量 V_f : $V_f = a_f Z n = 0.03 \times 48 \times 150 / 60 = 3.6 mm / s$

工作台每分进给量 f_m : $f_m = V_f = 3.6 mm / s = 216 mm / \min$

被切削层长度 l : 由毛坯尺寸可知 $l = 68 mm$,

刀具切入长度 l_1 :

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

$$= 63 mm$$

刀具切出长度 l_2 ：取 $l_2 = 2mm$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_j: t_j = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{68 + 63 + 2}{216} \approx 0.616 \text{ min}$$

3.7 时间定额计算及生产安排

根据设计要求，对 5000 件年产量。一年以 240 个工作日计算，每天的产量应不低于 21 件。设每天的产量为 21 件。再以每天 8 小时工作时间计算，则每个工件的生产时间应不大于 22.8min。

参照参考文献[3]表 2.5~2，机械加工单件（生产类型：中批以上）时间定额公式为：

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) + t_{zz} / N \quad (\text{大量生产时 } t_{zz} / N \approx 0)$$

因此在大批量生产时单件时间定额计算公式为：

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%)$$

其中： t_d —单件时间定额 t_j —基本时间（机动时间）

t_f —辅助时间，一个过程的每一件必须及时进行的各种辅助动作的消费，包括装卸时间和辅助时间步

k —布置工作地、休息和生理需要时间占操作时间的百分比值

(1) 粗、精铣 E、F 面

粗加工机动时间 t_j ： $t_{j\text{粗}} = 0.55 \text{ min}$

精加工机动时间 t_j ： $t_{j\text{精}} = 0.58 \text{ min}$

辅助时间 t_f ：参照参考文献[3]表 2.5~45，以辅助时间为 0.41min。由于在生产线上装卸工件时间很短，所以取装卸工件时间为 1min，

$$\text{则 } t_f = 0.41 + 1 = 1.41 \text{ min}$$

k ：根据参考文献[3]表 2.5~48， $k = 13$

单间时间定额 t_d 有：

$$t_{d\text{粗}} = (t_{j\text{粗}} + t_f)(1 + k\%) = (0.55 + 1.41)(1 + 13\%) \approx 2.21 \text{ min} < 22.8 \text{ min}$$

$$t_{d\text{精}} = (t_{j\text{精}} + t_f)(1 + k\%) = (0.58 + 1.41)(1 + 13\%) \approx 2.25 \text{ min} < 22.8 \text{ min}$$

所以我们应该布置两个粗，精机可以完成两个程序，满足生产要求。

(2) 钻、扩、铰 $\phi 20H9$ 孔

机动时间 t_j : $t_j = 0.25 + 0.16 + 0.07 = 0.48 \text{ min}$

辅助时间 t_f : 参照参考文献[3]表 2.5~41, 取工步辅助时间为 1.775 min 。由于在生产线上装卸工件时间很短, 所以取装卸工件时间为 1 min ,

则 $t_f = 1.775 + 1 = 1.775 \text{ min}$

k : 根据参考文献[3]表 2.5~43, $k = 12.14$

单间时间定额 t_d :

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.48 + 1.775)(1 + 12.14\%) \approx 2.04 \text{ min} < 22.8 \text{ min}$$

因此应布置一台机床即可完成本工序的加工, 达到生产要求

(3) 粗、精镗 $\phi 44$ 孔

粗镗 $\phi 43.7$ 孔: 机动时间 t_j : $t_{j\text{粗}} = 0.11 \text{ min}$

辅助时间 t_f : 参照参考文献[3]表 2.5~37, 取辅助时间为 0.81 min 。由于在生产线上装卸工件时间很短, 所以取装卸工件时间为 3 min ,

则 $t_f = 0.81 + 3 = 3.81 \text{ min}$

k : 根据参考文献[3]表 2.5~39, $k = 14.83$ 。

单间时间定额 t_d 有:

$$t_d = (t_{j\text{粗}} + t_f)(1 + k\%) = (0.11 + 3.81)(1 + 14.83\%) \approx 4.50 \text{ min} < 22.8 \text{ min}$$

精镗 $\phi 43.9$ 孔到要求尺: 机动时间 t_j : $t_{j\text{精}} = 0.104 \text{ min}$

辅助时间 t_f : 参照参考文献[3]表 2.5~37, 取工步辅助时间为 0.81 min 。由于在生产线上装卸工件时间很短, 所以取装卸工件时间为 3 min ,

则 $t_f = 0.81 + 3 = 3.81 \text{ min}$

k : 根据参考文献[3]表 2.5~39, $k = 14.83$ 。

单间时间定额:

$$t_d = (t_{j\text{精}} + t_f)(1 + k\%) = (0.104 + 3.81)(1 + 14.83\%) \approx 4.49 \text{ min} < 22.8 \text{ min}$$

(4) 粗、精铣 $20.5^{+0.3}_0$ 槽

加工机动时间 t_j : $t_j = 2.28 \text{ min}$

辅助时间 t_f : 参照参考文献[3]表 2.5~45, 取工步辅助时间为 0.41 min 。由于在生产线上装卸工件时间很短, 所以取装卸工件时间为 1 min ,

则 $t_f = 0.41 + 1 = 1.41 \text{ min}$

k ：根据参考文献[3]表 2.5~48， $k=13$ 。

单间时间定额 t_d 有：

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (2.28 + 1.41)(1 + 13\%) \approx 4.17 \text{ min} < 22.8 \text{ min}$$

(5) 钻 $\phi 6$ 孔

机动时间 t_j ： $t_j = 0.11 \text{ min}$

辅助时间 t_f ：参照参考文献[3]表 2.5~41，取工步辅助时间为1.775min。由于在生产线上装卸工件时间很短，所以取装卸工件时间为1min，

则 $t_f = 1.775 + 1 = 1.775 \text{ min}$

k ：根据参考文献[3]表 2.5~43， $k=12.14$ 。

单间时间定额 t_d ，由式（1.11）有：

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.11 + 1.775)(1 + 12.14\%) \approx 2.11 \text{ min} < 22.8 \text{ min}$$

(6) 铣断

加工机动时间 t_j ： $t_j = 0.616 \text{ min}$

辅助时间 t_f ：参照参考文献[3]表 2.5~45，取工步辅助时间为0.41min。由于在生产线上装卸工件时间很短，所以取装卸工件时间为1min

则 $t_f = 0.41 + 1 = 1.41 \text{ min}$

k ：根据参考文献[3]表 2.5~48， $k=13$ 。

单间时间定额 t_d 有：

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.616 + 1.41)(1 + 13\%) \approx 2.29 \text{ min} < 22.8 \text{ min}$$

4 镗孔夹具设计

4.1 研究原始质料

夹具主要用于加工 $\phi 44$ 孔孔，考虑劳动生产率最主要的生产率

4.2 定位、夹紧方案的选择

零件图显示：在孔底面加工，粗，精铣，钻，扩孔，扩孔。因此，定位、夹紧方案有：

方案 I：选择我的底面，工艺孔和大圆端定位，即侧，短圆柱销、V 型块定位，在夹孔头围卡环套的设计。

方案二：一个叉底施，销轴位于挡销和定位工艺孔的大孔端，夹紧方式与芯轴上的紧固螺母

方案三：选择一二销定位方法，采用短圆柱销孔的过程，和一个止动销位于大孔端的夹持方法，操作简单，通用性强的移动压板夹紧。

与上述三个方案的比较分析：V 型块定位方案的定位和夹紧方式，扩大设计，安装，和工件是不容易的。心轴夹紧，定位方案二是不正确的，也是不处理，以及定位和夹紧的应该分开，因为夹持损伤位置。仅通过该方案符合要求的比较分析，轴孔加工的尺寸公差，为定位基准的小孔模式选择的设计，以保证尺寸公差。。

4.3 切削力及夹紧力的计算

镗刀材料：YT5（硬质合金镗刀）

刀具的几何参数： $K_{\text{粗}} = 60^\circ$ $K_{\text{精}} = 90^\circ$ $\gamma_o = 10^\circ$ $\lambda_s = 0^\circ$ $\alpha_o = 80^\circ$

由参考文献[5]查表1-2-3可得：

圆周切削分力公式： $F_c = 2943 a_p f^{0.75} v_c^{-0.15} K_p$

式中 $a_p = 0.4 \text{ mm}$ $f = 0.15 \text{ mm/r}$

$$K_p = K_{mp} K_{k\gamma p} K_{\gamma op} K_{\lambda sp} K_{rp}$$

查[5]表1-2-4得： $K_{mp} = (\frac{\sigma b}{736})^n$ 查[5]表1-2-5 取 $\sigma b = 0.6$ $n = 0.75$

由表1-2-6可得参数： $K_{k\gamma p} = 0.94$ $K_{\gamma op} = 1.0$ $K_{\lambda sp} = 1.0$ $K_{rp} = 1.0$

即： $F_c = 764.8(N)$

同理：径向切削分力公式： $F_p = 2383 a_p^{0.9} f^{0.75} v_c^{-0.3} K_p$

式中参数： $K_{k\gamma p} = 0.77$ $K_{\gamma op} = 1.0$ $K_{\lambda sp} = 1.0$ $K_{rp} = 1.0$

即： $F_p = 327.74(N)$

轴向切削分力公式： $F_f = 3326a_p f^{0.5} v_c^{-0.4} K_p$

式中参数： $K_{kp} = 1.11$ $K_{\gamma op} = 1.0$ $K_{\lambda sp} = 1.0$ $K_{rp} = 1.0$

即： $F_f = 605.48(N)$

$$W_K = K \cdot F$$

安全系数 K 可按下式计算有::

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$$

式中： $K_0 \sim K_6$ 为各种因素的安全系数，查参考文献 [5] 表 1-2-1 可得：

$$K_C = 1.2 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.3 \times 1.0 \times 1.0 = 1.56$$

$$K_P = 1.2 \times 1.2 \times 1.05 \times 1.2 \times 1.3 \times 1.0 \times 1.0 = 2.36$$

$$K_f = 1.2 \times 1.2 \times 1.0 \times 1.2 \times 1.3 \times 1.0 \times 1.0 = 2.25$$

所以有： $W_K = K_C \cdot F_C = 1193.08(N)$

$$W_K = K_P \cdot F_P = 766.37(N)$$

$$W_K = K_f \cdot F_f = 1359.90(N)$$

螺旋夹紧时产生的夹紧力按以下公式计算有：

$$W_0 = \frac{QL}{\gamma' \tan \varphi_1 + \gamma_z \tan(\alpha + \varphi_2)}$$

式中参数由参考文献 [5] 可查得：

$$\gamma' = 6.22 \quad r_z = 2.76 \quad \varphi_1 = 90^\circ \quad \varphi_2 = 9^\circ 50' \quad \alpha = 2^\circ 29'$$

其中： $L = 33(mm)$ $Q = 80(N)$

螺旋夹紧力： $W_0 = 4748.2(N)$

受力简图如下：

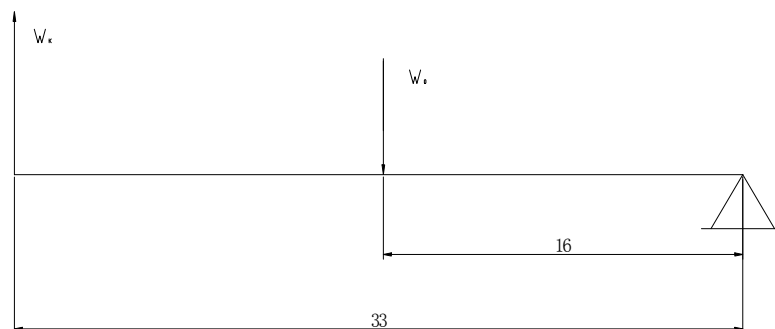


图 4.1 移动压板受力简图

由表1-2-26得：原动力计算公式 $W_0 = W_K \cdot \frac{L}{l} \cdot \frac{1}{\eta_0}$

$$\text{即： } W_K' = \frac{W_0 L \eta_0}{l} = \frac{4748.2 \times 33 \times 0.98}{17} \approx 9032.75(N)$$

由上述计算易得： $W_K' \gg W_K$

由于上面算出可以采用手动螺旋夹紧机构。

4.4 误差分析与计算

在一个平面和一个定位销定位夹具，以保证孔的轴线之间的尺寸公差要求。为了满足生产工艺的要求，尺寸公差必须使程序错误的总和等于或小于所需的过程。由[5]和[6]可得：

(1) 定位误差：

当短圆柱销以任意边接触时

$$\Delta_{D \cdot W} = \delta_D + \delta_d + \Delta_{\min}$$

当短圆柱销以固定边接触时

$$\Delta_{D \cdot W} = \frac{\delta_D + \delta_d}{2}$$

式中 Δ_{\min} 为定位孔与定位销间的最小间隙

通过分析可得：

$$\delta_D = 0.052mm$$

$$\delta_d = 0.011mm$$

$$\Delta_{\min} = 0mm$$

因此：当短圆柱销以任意边接触时

$$\Delta_{D \cdot W} = 0.063mm$$

(2) 夹紧误差： $\Delta_{j \cdot j} = (y_{\max} - y_{\min}) \cos \alpha$

其中接触变形位移值：

$$\Delta_y = [(k_{RaZ} R_{aZ} + K_{HB} \cdot HB) + c_1] \frac{N_z^n}{9.81 S^m} = 0.014mm$$

$$\Delta_{j \cdot j} = \Delta_y \cos \alpha = 0.013mm$$

(3) 磨损造成的加工误差: $\Delta_{j \cdot M}$ 通常不超过 $0.005mm$

(4) 夹具相对刀具位置误差: $\Delta_{D \cdot A}$ 取 $0.01mm$

误差总和: $\Delta_j + \Delta_w = 0.096mm < 0.5mm$

从以上的分析表明, 夹具的设计能够满足加工精度的要求。

4.5 零、部件的设计与选用

4.5.1 定位销选用

表 4.1 定位销参数

d	H	D		D_1	h	h_1	b	d_1	C	C_1
		公称尺寸	允差							
14~ 18	16	15	~ 0.011	22	5	1	4	M12	4	1

d	H	D		D_1	h	h_1	b	b_1	C	C_1
		公称尺寸	允差							
3~6	8	6	+0.023 +0.015	12	7	1	2	1	2	0.4

4.5.2 夹紧装置的选用

该夹紧装置选用移动压板, 其参数如下表:

表 4.3 移动压板参数

公称直径	L	B	H	l	b	b_1	d	K
6	45	20	8	19	6.6	7	M6	5

4.6 夹具设计及操作的简要说明

如前所述, 工件既可以使用心轴夹紧, 定位, 还可设计圆形环钳, 但由于心轴夹紧可能破坏其位置时, 不要选择模式, 和圆套设计是不容易的, 取工件不要使用, 为了提高生产率, 通过分析比较仔细的计划, 手动夹紧 (螺旋夹紧机构)。这种夹持机构具有结构简

单的优点，夹紧可靠，通用性强，广泛应用于机床。为了防止这种现象，定位销。为了根据情况调整。

5 铣槽夹具设计

5.1 研究原始质料

夹具主要用于粗，精铣 20.5 槽，在弄这个的时候最主要是技术问题找准定位基准。同时，应考虑如何提高劳动生产率和降低劳动强度。

5.2 定位基准的选择

零件图表明：在槽底面之前，处理较粗，细磨，钻孔，扩孔，铰孔加工，粗，精镗床。因此，定位、夹紧方案有：

方案 I：在底平面、 $\phi 20H9$ 工艺孔和大头孔定位，和定位和夹紧应分开，因为夹持损伤位置。仅通过该方案满足要求的比较分析，轴孔加工的尺寸公差为 H7/f6。

方案 2：选择一二销定位方法，短圆柱销孔的加工，通过柱销定位，夹紧方法操作简单，通用性强的移动压板夹紧与上述两个方案的比较分析：心轴夹紧，在方案中定位我是不正确的，心轴段不被处理，和定位和夹紧应分开，因为夹持损伤位置。仅通过该方案满足要求的比较分析，轴孔加工的尺寸公差为 H7/f6，选择小的孔和定位大头孔，以保证尺寸公差。

铣槽上的平行度要求双方的孔中心线对称槽。为了在定位误差范围满足要求，定位一二销，结构中的定位是简单易操作的。一面即为拨叉底平面；两销为 $\phi 20H9$ 的短圆柱销和 $\phi 44$ 的菱形销。

5.3 切削力及夹紧分析计算

刀具：错齿三面刃铣刀（硬质合金）

刀具有关几何参数： $\gamma_0 = 15^\circ$ $\alpha_0 = \text{顶刃} 10^\circ$ $\alpha_n = \text{侧刃} 6^\circ$ $\beta = 10^\circ \sim 15^\circ$ $K'_r = 30'$

$D = 40\text{mm}$ $d = 160\text{mm}$ $L = 20.5\text{mm}$ $Z = 22$ $a_f = 0.08\text{mm}/z$ $a_p = 2.0\text{mm}$

由参考文献[5]表 1~2~9 可得铣削切削力的计算公式：

$$F = 2335 a_p^{0.9} f_z^{0.80} D^{-1.1} B^{1.1} z n^{-0.1}$$

$$\text{有： } F = 2335 \times 2.0^{0.90} \times 0.08^{0.80} \times 28^{-1.1} \times 20.5^{1.1} \times 22 \times 2.4^{-0.1} = 836.24(N)$$

$$W_K = K \cdot F$$

安全系数 K 可按下式计算：

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$$

式中： $K_0 \sim K_6$ 为各种因素的安全系数，查参考文献[5]1~2~1 可知其公式参数：

$$K_1 = 1.0, K_2 = 1.0, K_3 = 1.0,$$

$$K_4 = 1.3, K_5 = 1.0, K_6 = 1.0.$$

由此可得： $K = 1.2 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.3 \times 1.0 \times 1.0 = 1.56$

所以 $W_K = K \cdot F = 836.24 \times 1.56 = 1304.53(N)$

这样可以直接选用手动螺旋夹紧机构。

检查参考[5] 1 ~ 2 ~ 26 移动形式钢板螺钉的夹紧力夹紧是由下面的公式计算：产生

的夹紧力夹紧螺钉按下列公式时： $W_0 = \frac{QL}{\gamma' \lg \varphi_1 + \gamma_z \lg(\alpha + \varphi_2)}$

在参考文献[5]可以检查参数： $\gamma' = 6.22$ $r_z = 2.76$ $\varphi_1 = 90^\circ$ $\varphi_2 = 9^\circ 50'$

$\alpha = 2^\circ 29'$

其中： $L = 33(mm)$ $Q = 80(N)$

螺旋夹紧力： $W_0 = 4748.2(N)$

夹紧螺丝钳体，螺栓通过弧压块压紧工件的应力分布图，如 2. 1。

由表1-2-26得：原动力计算公式 $W_0 = W_K \cdot \frac{L}{l} \cdot \frac{1}{\eta_0}$

即： $W_K' = \frac{W_0 L \eta_0}{l} = \frac{4748.2 \times 33 \times 0.98}{17} \approx 9032.75(N)$

由上述计算易得： $W_K' \gg W_K$

这样可以直接选用手动螺旋夹紧机构。

5.4 误差分析与计算

该夹具以一面两销定位，两定位销孔尺寸公差为 $135_{-0.5}^{+0}$ 。为了满足工序的加工要求，必须使工序中误差总和等于或小于该工序所规定的尺寸公差。

$$\Delta_j + \Delta_w \leq \delta_g$$

与机床夹具有关的加工误差 Δ_j ，一般可用下式表示：

$$\Delta_j = \Delta_{W \bullet Z} + \Delta_{D \bullet A} + \Delta_{D \bullet W} + \Delta_{j \bullet j} + \Delta_{j \bullet M}$$

由参考文献[5]可得：

(1) 两定位销的定位误差：

$$\Delta_{D \bullet W} = \delta_{D_1} + \delta_{d_1} + \Delta_{1min}$$

$$\Delta_{J \bullet W} = \arctg \frac{\delta_{D_1} + \delta_{d_1} + \Delta_{1min} + \delta_{D_2} + \delta_{d_2} + \Delta_{2min}}{2L}$$

其中：

$$\delta_{D1} = 0.052mm, \quad \delta_{D2} = 0mm$$

$$\delta_{d1} = 0.011mm, \quad \delta_{d2} = 0.023mm$$

$$\Delta_{1min} = 0mm, \quad \Delta_{2min} = 0.034mm$$

且：L=135mm，得

$$\Delta_{D \bullet W} = 0.063mm$$

$$\Delta_{J \bullet W} = 0.0032mm$$

$$(2) \text{ 夹紧误差： } \Delta_{j \bullet j} = (y_{\max} - y_{\min}) \cos \alpha$$

其中接触变形位移值：

$$\Delta_y = (k_{RaZ} R_{aZ} + \frac{k_{HB}}{HB} + c_1) (\frac{N_Z}{19.62l})^n$$

查[5]表 1~2~15 有 $K_{RaZ} = 0.004, K_{HB} = -0.0016, C_1 = 0.412, n = 0.7$ 。

$$\Delta_{j \bullet j} = \Delta_y \cos \alpha = 0.0028mm$$

$$(3) \text{ 磨损造成的加工误差： } \Delta_{j \bullet M} \text{ 通常不超过 } 0.005mm$$

$$(4) \text{ 夹具相对刀具位置误差： } \Delta_{D \bullet A} \text{ 取 } 0.01mm$$

$$\text{误差总和： } \Delta_j + \Delta_w = 0.085mm < 0.3mm$$

从以上的分析表明，夹具的设计能够满足加工精度的要求。。

5.5 零、部件的设计与选用

5.5.1 定位销选用

表 5.1 定位销

d	H	D		D_1	h	h_1	b	d_1	C	C_1
		公称尺寸	允差							
14~18	16	15	~0.011	22	5	1	4	M12	4	1

表 5.2 定位棱销

d	H	d		L	h	h_1	b	b_1	C	C_1
		公称尺寸	允差							
40~	20	22	+0.034	65	5	3	8	1	6	1.5

50			~ 0.023							
----	--	--	------------	--	--	--	--	--	--	--

5.5.2 夹紧装置的选用

该夹紧装置选用移动压板，其参数如表 5.3：

表 5.3 移动压板

公称直径	L	B	H	l	b	b ₁	d	K
6	45	20	8	19	6.6	7	M6	5

5.5.3 定向键与对刀装置设计

方向键置于夹具的纵向槽的底面，两个一般的使用。的布局尽可能远的距离。是通过铣床跟定向键在和 T 形槽的配合，让夹具的定位元件到那个方向能正确到，可以优先完成，定向键的作用就是可承受铣削时产生的扭转力矩，可减轻夹紧夹具的螺栓的负荷，加强夹具在加工中的稳固性。

根据 GB2207—80 定向键结构如图所示：

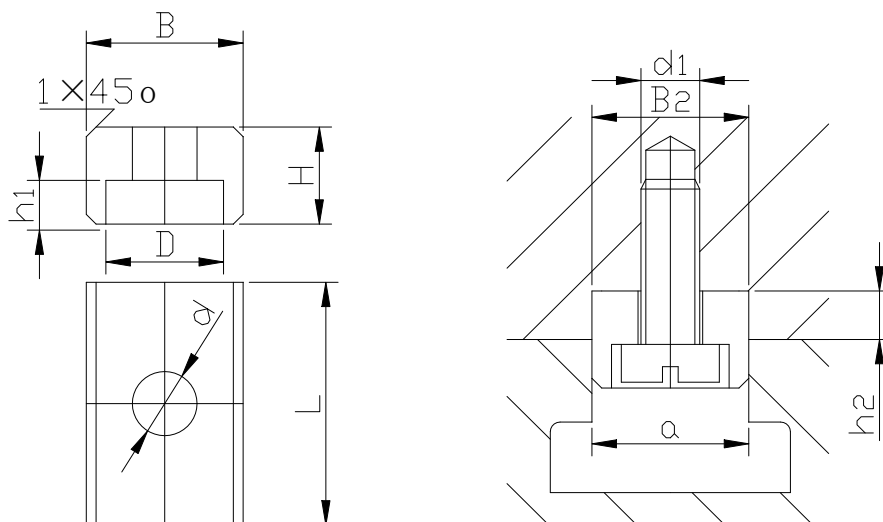


图 5.1 夹具体槽形与螺钉

根据 T 形槽的宽度 a=18mm 定向键的结构尺寸如表 5.4：

表 5.4 定向键

B			L	H	h	D	h_1	夹具体槽形尺寸		
								B_2		h_2
公称尺寸	允差 d	允差 d_4						公称尺寸	允差 D	
18	\sim 0.012	\sim 0.035	25	12	4	12	4.5	18	+0.019	5

对刀装置由对刀块和塞尺组成，用来确定刀具与夹具的相对位置。

由于程序完成换档拨叉槽的铣削加工，所以侧装式刀座。根据 GB2243—80 侧装对刀块的结构和尺寸如图 5.2 所示：

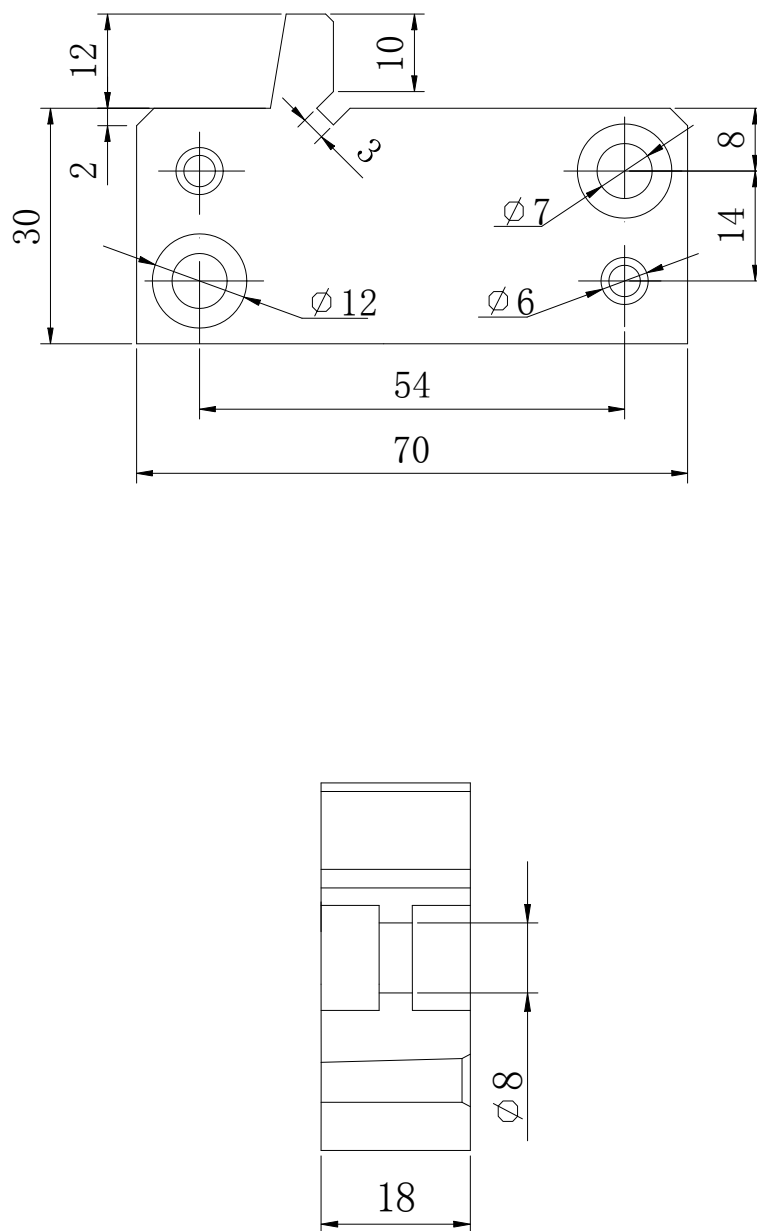


图 5.2 侧装对刀块

塞尺选用平塞尺，其结构如图 5.3 所示：

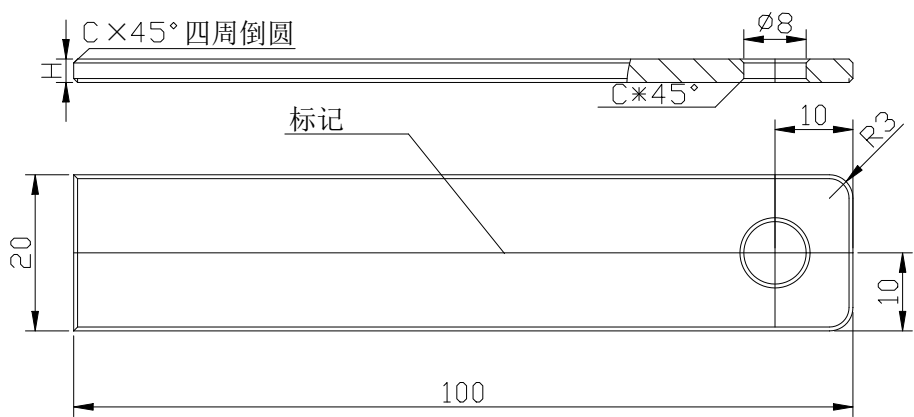


图 5.3 平塞尺

塞尺尺寸参数如表 5.5:

表 5.5 塞尺

公称尺寸 H	允差 d	C
3	~0.006	0.25

5.6 夹具设计及操作的简要说明

如前所述，应注意提高生产率，但手动夹紧的夹具设计，夹紧和松开工件费时费力。由于该工件体积小，经过方案的认真分析和比较，选用了手动夹紧方式（螺旋夹紧机构这种夹持机构具有结构简单的优点，夹紧可靠，通用性强，广泛应用于机床。为了防止这种现象，定位销。为了根据情况调整。

6 钻孔夹具设计

6.1 研究原始质料

本夹具主要用来钻孔的圆周表面粗糙度，来满足加工要求。为了保证技术要求，最关键的是找到定位基准。同时，应考虑如何提高劳动生产率和降低劳动强度。

6.2 定位基准的选择

零件图表明：在槽底面之前，处理较粗，细磨，钻孔，扩孔，铰孔加工，粗，精镗床。因此，定位、夹紧方案有：

方案 I：选底平面、 $\phi 20H9$ 工艺孔和大头孔定位，即一面、心轴和菱形销定位，夹紧方式选用螺母在心轴上夹紧。该心轴需要在上面钻孔，以便刀具能加工工件上的小孔。

方案 2：选择一二销定位方法，短圆柱销孔的加工，通过柱销定位，夹紧方法操作简单，通用性强的移动压板夹紧。与上述两个方案的比较分析：心轴夹紧，在方案中定位我是不正确的，香港段不被处理，和定位和夹紧应分开，因为夹持损伤位置。心轴上的开孔也不利于排销。

仅通过该方案满足要求的比较分析，轴孔加工的尺寸公差的孔，选择小的孔和定位大头孔，以保证尺寸公差。图形处理的孔没有位置公差的要求，所以我们为定位基准设计的底面和两个孔钻的模式选择，以满足加工要求。底部和 5 自由度的两个定位孔限制工件的定位。

6.3 切削力及夹紧力的计算

钻该孔时选用：台式钻床 Z4006A，刀具用高速钢刀具。

由参考文献[5]查表 1-2-7 可得：

切削力公式： $F_f = 667D^{1.2}f^{0.7}K_p$

式中 $D = 6mm$ $f = 0.22mm/r$

查表 1-2-8 得： $K_p = \left(\frac{\sigma_b}{736}\right)^{0.75}$

其中： $\sigma_b = 0.6$ $K_p = 0.0048$

即： $F_f = 955.08(N)$

实际所需夹紧力：通过参考[5]表 1-2-12 得：

$$W_K = \frac{F \times K}{\mu_1 + \mu_2}$$

有： $\mu_1 = 0.7, \mu_2 = 0.16$

安全系数 K 可按下式计算有：

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$$

式中： $K_0 \sim K_6$ 为各种因素的安全系数，见参考文献[5]表1-2-1 可得：

$$K = 1.2 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.3 \times 1.0 \times 1.0 = 1.56$$

所以 $W_K = K \cdot F_f = 955.08 \times 1.56 = 1489.92(N)$

算出实际夹紧力很小没有达到那么大，为了简单方便方决定选用手动螺旋夹紧机构。

取 $K = 1.56$ ， $\mu_1 = 0.7$ ， $\mu_2 = 0.16$

查参考文献[5]1~2~26 可知移动形式压板螺旋夹紧时产生的夹紧力按以下公式计算：

$$W_0 = \frac{QL}{\gamma' \tan \varphi_1 + \gamma_z \tan(\alpha + \varphi_2)}$$

式中参数由参考文献[5]可查得：

$$\gamma' = 6.22 \quad r_z = 2.76 \quad \varphi_1 = 90^\circ \quad \varphi_2 = 9^\circ 50' \quad \alpha = 2^\circ 29'$$

其中： $L = 33(mm)$ $Q = 80(N)$

螺旋夹紧力： $W_0 = 4748.2(N)$

由上述计算易得： $W_0 \gg W_K$

因此采用该夹紧机构工作是可靠的。

6. 4 误差分析与计算

在底部的两个孔夹具，定位基准，要求保证被加工孔的表面粗糙度和 12.5。该孔次性加工即可满足要求。

由参考文献[5]可得：

(1) 两定位销的定位误差： $\Delta_{D,W} = \delta_{D_1} + \delta_{d_1} + \Delta_{1\min}$

$$\Delta_{J,W} = \arctg \frac{\delta_{D_1} + \delta_{d_1} + \Delta_{1\min} + \delta_{D_2} + \delta_{d_2} + \Delta_{2\min}}{2L}$$

其中：

$$\delta_{D_1} = 0.052mm, \quad \delta_{D_2} = 0mm$$

$$\delta_{d_1} = 0.011mm, \quad \delta_{d_2} = 0.023mm$$

$$\Delta_{1\min} = 0mm, \quad \Delta_{2\min} = 0.034mm$$

且：L=135mm，得

$$\Delta_{D \bullet W} = 0.063mm$$

$$\Delta_{J \bullet W} = 0.0032mm$$

(2) 夹紧误差： $\Delta_{j \bullet j} = (y_{\max} - y_{\min}) \cos \alpha$

其中接触变形位移值：

$$\Delta_y = (k_{RaZ} R_{aZ} + \frac{k_{HB}}{HB} + c_1) (\frac{N_Z}{19.62l})^n$$

查[5]表 1~2~15 有 $K_{RaZ} = 0.004, K_{HB} = -0.0016, C_1 = 0.412, n = 0.7$ 。

$$\Delta_{j \bullet j} = \Delta_y \cos \alpha = 0.0028mm$$

(3) 磨损造成的加工误差： $\Delta_{j \bullet M}$ 通常不超过 0.005mm

(4) 夹具相对刀具位置误差： $\Delta_{D \bullet A}$ 取 0.01mm

误差总和： $\Delta_j + \Delta_w = 0.085mm$

6.5 零、部件的设计与选用

6.5.1 定位销选用

表 6.1 可换定位销

d	H	D		D_1	h	h_1	b	d_1	C	C_1
		公称尺寸	允差							
14~18	16	15	~0.011	22	5	1	4	M12	4	1
d	H	d		L	h	h_1	b	b_1	C	C_1
		公称尺寸	允差							
40~50	20	22	+0.034 ~0.023	65	5	3	8	1	6	1.5

6.5.2 夹紧装置的选用

该夹紧装置选用移动压板，其参数如表 6.3：

表 6.3 移动压板

公称直径	L	B	H	l	b	b ₁	d	K
6	45	20	8	19	6.6	7	M6	5

6.5.3 钻套、衬套、钻模板设计与选用

工艺孔的加工只需钻切削就能满足加工要求。故选用可换钻套（其结构如下图所示）以减少更换钻套的辅助时间。

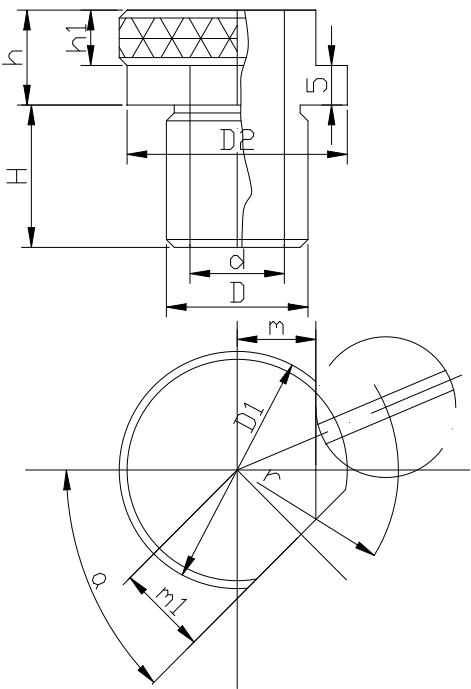


图 6.1 可换钻套

较工艺孔钻套结构参数如下表 6.4:

表 6.4 钻套

d	H	D		D ₁	D ₂	h	h ₁	m	C	r	α
		公称尺寸	允差								
6	12	12	+0.018 +0.007	22	18	10	4	9	0.5	18	0.5

衬套选用固定衬套其结构如图所示:

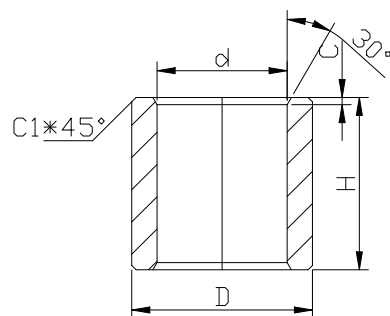


图 6.2 固定衬套

其结构参数如下表 6.5:

表 6.5 固定衬套

d		H	D		C	C ₁
公称尺寸	允差		公称尺寸	允差		
12	+0.034 +0.016	12	18	+0.023 +0.012	0.5	2

钻孔模板使用固定钻模板，用 4 个沉头螺钉和 2 锥销定位夹具。

6. 6 夹具设计及操作的简要说明

加工钻孔夹具。在底部平面工件的定位基准，两个孔，实现完全定位在定位环。采用手动螺旋压板机构夹紧工件。该夹紧机构操作简单、夹紧可靠。

7 结 论

通过这次毕业设计，使我对零件制造过程、加工工艺和夹具设计都有了更进一步的认识，也加深了对大学四年中所学基础知识的学习和理解。在具体的设计过程中，必须考虑各方面的问题，在理论设计的正确性，在实践中往往有各种问题。我们要考虑到很多东西。比如机构是否合理的运用在实际中机构又有什么用等等一些问题，而不是在纸上谈兵的那种效果要从实际出发去考虑。

在本设计中，这个问题考虑加工困难，材料，成本，零，部件都选择操作简单，通用性强的标准，从目前的以最低的成本达到最先进的加工。也发现不好的地方：对于镗孔夹具在刀具要退出的时候没有多大注意有可能划伤工件表面，孔和定位垂直表可以上升和下降，因此，在工具，使定位台连同工件孔一起长大，以免划伤。但考虑到成本，不使用这个方法。因此，专用镗有待提高。希望这次设计对自己以后会有帮助。

致谢

在本文中，我去图书馆查找资料，搜集互联网上的信息，在精心准备后，在刘老师的指导下最终把文件放下来，感谢所有帮助同学和朋友，我的写作过程，最后再次感谢我的老师刘建成，他一丝不苟的严谨和一丝不苟的作风一直是我工作在一个模型研究，他循循善诱的教导和不坚持一种思维模式给了我无尽的灵感，请接受我最诚挚的感激在这里。在设计的过程中，我意识到，无论做什么，都要做一个个人都开始和结束，试图把每一个细节，都符合要求，充分发挥自己的想象力和创造力。

参考文献

- [1] 杨叔子, 机械加工工艺师手册[M], 北京: 机械工业出版社, 2004。
- [2] 上海金属切削技术协会, 金属切削手册[M], 上海: 上海科学技术出版社, 2004。
- [3] 李洪, 机械加工工艺手册[M], 北京: 机械工业出版社, 1990。
- [4] 方昆凡, 公差与配合手册[M], 北京: 机械工业出版社, 1999。
- [5] 王光斗, 王春福, 机床夹具设计手册[M], 上海科学技术出版社, 2000。
- [6] 东北重型机械学院等, 机床夹具设计手册[M], 上海: 上海科学技术出版社, 1979。
- [7] 吴宗泽, 机械设计实用手册[M], 北京: 化学工业出版社, 2000。
- [8] 刘文剑, 曹天河, 赵维, 夹具工程师手册[M], 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1987。
- [9] 上海金属切削技术协会, 金属切削手册[M], 上海: 上海科学技术出版社, 1984。
- [10] 周永强, 高等学校毕业设计指导[M], 北京: 中国建材工业出版社, 2002。
- [11] 黄如林, 切削加工简明实用手册[M], 北京: 化学工业出版社, 2004。
- [12] 余光国, 马俊, 张兴发, 机床夹具设计[M], 重庆: 重庆大学出版社, 1995。
- [13] 东北重型机械学院, 洛阳农业机械学院, 长春汽车厂工人大学, 机床夹具设计手册[M], 上海: 上海科学技术出版社, 1980。
- [14] 李庆寿, 机械制造工艺装备设计适用手册[M], 银川: 宁夏人民出版社, 1991。
- [15] 廖念钊, 莫雨松, 李硕根, 互换性与技术测量[M], 中国计量出版社, 2000: 9~19。
- [16] 乐兑谦, 金属切削刀具, 机械工业出版社, 2005: 4~17。
- [17] 王先逵, 机械机械制造工艺学, 机械工业出版社, 2006。
- [18] Machine Tools N.chernor 1984.
- [19] Machine Tool Metalworking John L.Feirer 1973.
- [20] Handbook of Machine Tools Manfred weck 1984 .