

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

毕业设计(论文)

题 目：汽车变速箱加工工艺及夹具设计

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

摘要

本设计是汽车变速箱箱体零件的加工工艺流程及一些工序的专用夹具设计。汽车变速箱箱体零件的主要加工表面是平面及孔系。一般来说，保证平面的加工精度要比保证孔系的加工精度容易。因此，本设计遵循先面后孔的原则。并将孔与平面的加工明确划分成粗加工和精加工阶段以保证孔系加工精度。基准选择以变速箱箱体的输入轴和输出轴的支承孔作为粗基准，以顶面与两个工艺孔作为精基准。主要加工工序安排是先以支承孔系定位加工出顶平面，再以顶平面与支承孔系定位加工出工艺孔。在后续工序中除个别工序外均用顶平面和工艺孔定位加工其他孔系与平面。支承孔系的加工采用的是坐标法镗孔。整个加工过程均选用组合机床。夹具选用专用夹具，夹紧方式多选用气动夹紧，夹紧可靠，机构可以不必自锁。因此生产效率较高。适用于大批量、流水线上加工。能够满足设计要求。

关键词：变速箱；加工工艺；专用夹具

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

Abstract

The design is about the special-purpose clamping apparatus of the machining technology process and some working procedures of the car gearbox parts. The main machining surface of the car gearbox parts is the plane and a series of hole. Generally speaking, to guarantee the working accuracy of the plane is easier than to guarantee the hole's. So the design follows the principle of plane first and hole second. And in order to guarantee the working accuracy of the series of hole, the machining of the hole and the plane is clearly divided into rough machining stage and finish machining stage. The supporting hole of the input bearing and output bearing is as the rough datum. And the top area and two technological holes are as the finish datum. The main process of

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

machining technology is that first, the series of supporting hole fix and machine the top plane, and then the top plane and the series of supporting hole fix and machine technological hole. In the follow-up working procedure, all working procedures except several special ones fix and machine other series of hole and plane by using the top plane and technological hole. The machining way of the series of supporting hole is to bore hole by coordinate. The combination machine tool and special-purpose clamping apparatus are used in the whole machining process. The clamping way is to clamp by pneumatic and is very helpful. The instruction does not have to lock by itself. So the product efficiency is high. It is applicable for mass working and machining in assembly line. It can meet the design requirements.

Key words: Gearbox; machining technology; special-purpose clamping apparatus

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

目 录

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

第一章 汽车变速箱加工工艺规程设计	(1)
1.1 零件的分析	(1)
1.1.1 零件的作用.....	(1)
1.1.2 零件的工艺分析.....	(1)
1.2 变速箱箱体加工的主要问题和工艺过程设计所应采取的相应措施	(2)
1.2.1 孔和平面的加工顺序.....	(2)
1.2.2 孔系加工方案选择.....	(2)
1.3 变速箱箱体加工定位基准的选择.....	(5)
1.3.1 粗基准的选择.....	(5)
1.3.2 精基准的选择.....	(5)
1.4 变速箱箱体加工主要工序安排.....	(5)
1.5 机械加工余量、工序尺寸及毛坯尺寸的确定.....	(7)
1.6 确定切削用量及基本工时（机动时间）.....	(12)
1.7 时间定额计算及生产安排.....	(33)
附表 1：机械加工工艺规程综合卡片.....	(41)
第二章 专用夹具设计.....	(47)
2.1 加工工艺孔夹具设计	(47)
2.1.1 定位基准的选择	(47)
2.1.2 切削力的计算与夹紧力分析.....	(47)
2.1.3 夹紧元件及动力装置确定.....	(48)
2.1.4 钻套、衬套、钻模板及夹具体设计.....	(49)
2.1.5 夹具精度分析.....	(51)
2.1.6 夹具设计及操作的简要说明.....	(52)
2.2 粗铣前后端面夹具设计	(53)
2.2.1 定位基准的选择	(53)
2.2.2 定位元件的设计	(53)

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

2.2.3 定位误差分析.....	(55)
2.2.4 铣削力与夹紧力计算.....	(55)
2.2.5 定向键与对刀装置设计.....	(56)
2.2.6 夹紧装置及夹具体设计.....	(57)
2.2.7 夹具设计及操作的简要说明.....	(59)
结束语.....	(59)
参考文献.....	(60)
致 谢.....	(61)
附件 1：毕业设计(论文)任务书.....	(62)
附件 2：毕业设计(论文)指导教师评语.....	(64)
附件 3：毕业设计(论文)评阅人评语.....	(65)
附件 4：毕业设计(论文)答辩小组评语.....	(66)
外国文献翻译.....	(67)

第一章 汽车变速箱加工工艺规程设计

1.1 零件的分析

1.1.1 零件的作用

题目给出的零件是汽车变速箱箱体。变速箱箱体的主要作用是支承各传动轴，保证各轴之间的中心距及平行度，并保证变速箱部件与发动机正确安装。因此汽车变速箱箱体零件的加工质量，不但直接影响汽车变速箱的装配精度和运动精度，而且还会影响汽车的工作精度、使用性能和寿命。汽车变速箱主要是实现汽车的变速，改变汽车的运动速度。汽车变速箱箱体零件的顶面用以安装变速箱盖，前后端面支承孔 $f120mm$ 、 $f80mm$ 用以安装传动轴，实现其变速功能。

1.1.2 零件的工艺分析

由汽车变速箱箱体零件图可知。汽车变速箱箱体是一个薄壁壳体零件，它的

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

外表面上有五个平面需要进行加工。支承孔系在前后端面上。此外各表面上还需加工一系列螺纹孔。因此可将其分为三组加工表面。它们相互间有一定的位置要求。现分析如下：

(1) 以顶面为主要加工表面的加工面。这一组加工表面包括：顶面的铣削加工； $8 \times M10-6H$ 的螺孔加工； $2 \times f12^{+0.027} mm$ 的工艺孔加工。其中顶面有表面粗糙度要求为 $Ra6.3 \mu m$ ，8 个螺孔均有位置度要求为 $f0.3 mm$ ，2 个工艺孔也有位置度要求为 $f0.1 mm$ 。

(2) 以 $f120^{+0.03} mm$ 、 $f80^{+0.013} mm$ 、 $f100^{+0.035} mm$ 的支承孔为主要加工表面的加工面。这一组加工表面包括：2 个 $f120^{+0.03} mm$ 、2 个 $f80^{+0.013} mm$ 和 1 个 $f100^{+0.035} mm$ 的孔；尺寸为 $365 \pm 0.025 mm$ 的与 $2 \times f120^{+0.03} mm$ 、 $2 \times f80^{+0.013} mm$ 的 4 个孔轴线相垂直的前后端面；前后端面上的 3 个 $M14-6H$ 、16 个 $M10-6H$ 的螺孔，以及 4 个 $f15 mm$ 、2 个 $f8 mm$ 的孔；还有另外两个在同一中心线上与两端面相垂直的 $f30_{-0.015}^{+0.020} mm$ 的倒车齿轮轴孔及其内端面和两个 $M10-6H$ 的螺孔。其中前后端面有表面粗糙度要求为 $Ra6.3 \mu m$ ，3 个 $M14-6H$ 、16 个 $M10-6H$ 的螺孔，4 个 $f15 mm$ 、2 个 $f8 mm$ 的孔均有位置度要求为 $f0.3 mm$ ，两倒车齿轮轴孔内端面有尺寸要求为 $90_{0}^{+0.46} mm$ 及表面粗糙度要求为 $Ra3.2 \mu m$ 。

(3) 以两侧窗口面为主要加工平面的加工面。这一组加工表面包括：尺寸为 $160_{-0.1}^0 mm$ 和 $104_{-0.1}^0 mm$ 的两侧窗口面；与两侧窗口面相垂直的 12 个 $M10-6H$ 的螺孔；与两侧面成 60° 角的尺寸为 $1''$ 的锥管螺纹孔（加油孔）。其中两侧窗口

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

面有表面粗糙度要求为 $Ra6.3mm$, 12 个螺孔均有位置度要求为 $f0.3mm$ 。

1.2 变速箱箱体加工的主要问题和工艺过程设计所应采取的相应措施

由以上分析可知。该箱体零件的主要加工表面是平面及孔系。一般来说，保证平面的加工精度要比保证孔系的加工精度容易。因此，对于变速箱箱体来说，加工过程中的主要问题是保证孔的尺寸精度及位置精度，处理好孔和平面之间的相互关系。

由于汽车变速箱的生产量很大。怎样满足生产率要求也是变速箱加工过程中的主要考虑因素。

1.2.1 孔和平面的加工顺序

箱体类零件的加工应遵循先面后孔的原则：即先加工箱体上的基准平面，以基准平面定位加工其他平面。然后再加工孔系。变速箱箱体的加工自然应遵循这个原则。这是因为平面的面积大，用平面定位可以确保定位可靠夹紧牢固，因而容易保证孔的加工精度。其次，先加工平面可以先切去铸件表面的凹凸不平。为提高孔的加工精度创造条件，便于对刀及调整，也有利于保护刀具。

变速箱箱体零件的加工工艺应遵循粗精加工分开的原则，将孔与平面的加工明确划分成粗加工和精加工阶段以保证孔系加工精度。

1.2.2 孔系加工方案选择

变速箱箱体孔系加工方案，应选择能够满足孔系加工精度要求的加工方法及设备。除了从加工精度和加工效率两方面考虑以外，也要适当考虑经济因素。在满足精度要求及生产率的条件下，应选择价格最底的机床。

根据汽车变速箱箱体零件图所示的变速箱箱体的精度要求和生产率要求，当前应选用在组合机床上用镗模法镗孔较为适宜。

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

(1) 用镗模法镗孔

在大批量生产中,汽车变速箱箱体孔系加工一般都在组合镗床上采用镗模法进行加工。镗模夹具是按照工件孔系的加工要求设计制造的。当镗刀杆通过镗套的引导进行镗孔时,镗模的精度就直接保证了关键孔系的精度。

采用镗模可以大大地提高工艺系统的刚度和抗振性。因此,可以用几把刀同时加工。所以生产效率很高。但镗模结构复杂、制造难度大、成本较高,且由于镗模的制造和装配误差、镗模在机床上的安装误差、镗杆和镗套的磨损等原因。用镗模加工孔系所能获得的加工精度也受到一定限制。

(2) 用坐标法镗孔

在现代生产中,不仅要求产品的生产率高,而且要求能够实现大批量、多品种以及产品更新换代所需要的时间短等要求。镗模法由于镗模生产成本高,生产周期长,不大能适应这种要求,而坐标法镗孔却能适应这种要求。此外,在采用镗模法镗孔时,镗模板的加工也需要采用坐标法镗孔。

用坐标法镗孔,需要将箱体孔系尺寸及公差换算成直角坐标系中的尺寸及公差,然后选用能够在直角坐标系中作精密运动的机床进行镗孔。

零件图所示变速箱箱体孔系尺寸换算如下:

如下图所示为三个支承孔中心线所构成的坐标尺寸关系。其中:

$|OA| = 150.28 \pm 0.05mm$, $|OB| = 133.35 \pm 0.05mm$, $|AB| = 91.02 \pm 0.05mm$ 。设加

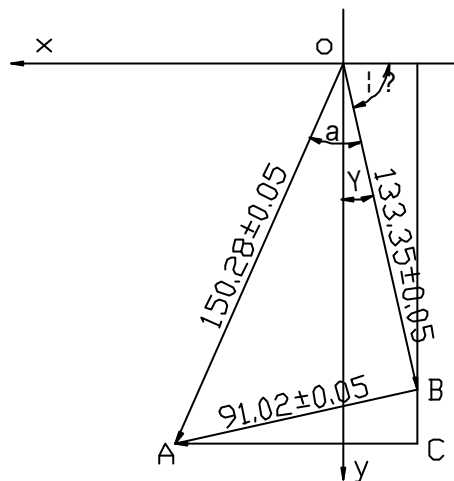
工时坐标系为 xOy 且 $x_{OB} = 30mm$ 现在要计算 y_{OB} 、 x_{OA} 及 y_{OA} 。

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭



由图可知：
$$y_{OB} = \sqrt{133.35^2 - 30^2} = 129.93mm$$

$$\cos b = 30 / |OB| = 30 / 133.35 = 0.22497$$

$$\therefore b = 76.999^\circ$$

$$g = 90^\circ - b = 13.001^\circ$$

根据余弦定理：

$$\cos a = \frac{|OA|^2 + |OB|^2 - |AB|^2}{2|OA||OB|} = \frac{150.28^2 + 133.35^2 - 91.02^2}{2 \times 150.28 \times 133.35} \approx 0.8004$$

$$\therefore a = 36.827^\circ$$

根据几何关系可得：
$$x_{OA} = |OA| \sin(a - g) = 60.707mm$$

$$y_{OA} = |OA| \cos(a - g) = 137.473mm$$

孔系中心的直角坐标尺寸算出来后。还需要进一步确定各组成环的公差。组成环的公差分配方法有多种，现以等公差分配法为例子说明各组成环公差的求解

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

方法。

已知： $|CA| = 60.707 + 30 = 90.707mm$

$$|CB| = y_{OA} - y_{OB} = 137.473 - 129.932 = 7.541mm$$

$$|AB| = 78.084mm$$

$$\text{因 } |AC|^2 + |CB|^2 = |AB|^2$$

两边微分后得：

$$2|AC| \cdot d|AC| + 2|CB| \cdot d|CB| = 2|AB| \cdot d|AB|$$

若 $d|AC| = d|CB| = e$ ，则有

$$e = \frac{d|AB| \cdot |AB|}{|AC| |CB|} = \frac{\pm 0.05 \times 91.02}{90.707 \times 7.541} = \pm 0.0067$$

$|AC|$ 与 x_{OA} 和 x_{OB} 构成尺寸链，其中 $|AC|$ 为尺寸链的封闭环。按等公差分配原则， x_{OA} 及 x_{OB} 的公差各取 $e/2 = \pm 0.034mm$ 。

$|CB|$ 与 y_{OA} 及 y_{OB} 构成另一个尺寸链，且 $|CB|$ 为尺寸链的封闭环。按前述方法可得 y_{OA} 及 y_{OB} 的尺寸公差各为 $e/2 = \pm 0.034mm$ 。

最终求得的变速箱箱体孔系在直角坐标中的尺寸及公差为：

$$x_{OA} = 60.707 \pm 0.0034mm$$

$$y_{OA} = 137.473 \pm 0.0034mm$$

$$x_{OB} = 30 \pm 0.0034mm$$

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$y_{OB} = 129.93 \pm 0.0034mm$$

1.3 变速箱箱体加工定位基准的选择

1.3.1 粗基准的选择

粗基准选择应当满足以下要求：

- (1) 保证各重要支承孔的加工余量均匀；
- (2) 保证装入箱体的零件与箱壁有一定的间隙。

为了满足上述要求，应选择变速箱的主要支承孔作为主要基准。即以变速箱箱体的输入轴和输出轴的支承孔作为粗基准。也就是以前后端面上距顶平面最近的孔作为主要基准以限制工件的四个自由度，再以另一个主要支承孔定位限制第五个自由度。由于是以孔作为粗基准加工精基准面。因此，以后再精基准定位加工主要支承孔时，孔加工余量一定是均匀的。由于孔的位置与箱壁的位置是同一型芯铸出的。因此，孔的余量均匀也就间接保证了孔与箱壁的相对位置。

1.3.2 精基准的选择

从保证箱体孔与孔、孔与平面、平面与平面之间的位置。精基准的选择应能保证变速箱箱体在整个加工过程中基本上都能用统一的基准定位。从变速箱箱体零件图分析可知，它的顶平面与各主要支承孔平行而且占有的面积较大，适于作精基准使用。但用一个平面定位仅仅能限制工件的三个自由度，如果使用典型的一面两孔定位方法，则可以满足整个加工过程中基本上都采用统一的基准定位的要求。至于前后端面，虽然它是变速箱箱体的装配基准，但因为它与变速箱箱体的主要支承孔系垂直。如果用来作精基准加工孔系，在定位、夹紧以及夹具结构设计方面都有一定的困难，所以不予采用。

1.4 变速箱箱体加工主要工序安排

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

对于大批量生产的零件，一般总是首先加工出统一的基准。变速箱箱体加工的第一个工序也就是加工统一的基准。具体安排是先以孔定位粗、精加工顶平面。第二个工序是加工定位用的两个工艺孔。由于顶平面加工完成后一直到变速箱箱体加工完成为止，除了个别工序外，都要用作定位基准。因此，顶面上的螺孔也应在加工两工艺孔的工序中同时加工出来。

后续工序安排应当遵循粗精分开和先面后孔的原则。先粗加工平面，再粗加工孔系。螺纹底孔在多轴组合钻床上钻出，因切削力较大，也应该在粗加工阶段完成。对于变速箱箱体，需要精加工的是支承孔前后端面。按上述原则亦应先精加工平面再加工孔系，但在实际生产中这样安排不易于保证孔和端面相互垂直。因此，实际采用的工艺方案是先精加工支承孔系，然后以支承孔用可胀心轴定位来加工端面，这样容易保证零件图纸上规定的端面全跳动公差要求。各螺纹孔的攻丝，由于切削力较小，可以安排在粗、精加工阶段中分散进行。

加工工序完成以后，将工件清洗干净。清洗是在 $80-90^{\circ}\text{C}$ 的含 $0.4\%—1.1\%$ 苏打及 $0.25\%—0.5\%$ 亚硝酸钠溶液中进行的。清洗后用压缩空气吹干净。保证零件内部杂质、铁屑、毛刺、砂粒等的残留量不大于 200mg 。

根据以上分析过程，现将汽车变速箱箱体加工工艺路线确定如下：

工序 1：粗、精铣顶面。以两个 $f120\text{mm}$ 的支承孔和一个 $f80\text{mm}$ 的支承孔为粗基准。选用立轴圆工作台铣床，和专用夹具。

工序 2：钻顶面孔、铰工艺孔。以两个 $f120\text{mm}$ 的支承孔和前端面为基准。选用专用组合钻床和专用夹具。

工序 3：粗铣前后端面。以顶面和两工艺孔为基准。选用专用组合铣床和专用夹具。

工序 4：粗铣两侧面及凸台。以顶面和两工艺孔为基准。选用专用组合铣床和专用夹具。

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

工序 5：粗镗前后端面支承孔。以顶面和两工艺孔为基准。选用专用组合镗床和专用夹具。

工序 6：检验。

工序 7：半精铣前后端面。以顶面和两工艺孔为基准。选用专用组合铣床和专用夹具。

工序 8：钻倒车齿轮轴孔，钻前后端面上孔。以顶面和两工艺孔为基准。选用专用组合钻床和专用夹具。

工序 9：铣倒车齿轮轴孔内端面，钻加油孔。以顶面和两工艺孔为基准。选用专用组合铣床和专用夹具。

工序 10：钻两侧面孔。以顶面和两工艺孔为基准。选用专用组合钻床和专用夹具。

工序 11：精镗支承孔。以顶面和两工艺孔为基准。选用专用组合镗床和专用夹具。

工序 12：攻 1" 锥螺纹孔。以顶面和两工艺孔为基准。选用专用组合攻丝机和专用夹具。

工序 13：前后端面孔攻丝。以顶面和两工艺孔为基准。选用专用组合攻丝机和专用夹具。

工序 14：两侧窗口面上螺孔攻丝。以顶面和两工艺孔为基准。选用专用组合攻丝机和专用夹具。

工序 15：顶面螺孔攻丝。以顶面和两工艺孔为基准。选用专用组合攻丝机和专用夹具。

工序 16：中间检验。

工序 17：精铣两侧面。以顶面和两工艺孔为基准。选用专用组合铣床和专用夹具。

工序 18：精铣前后端面。以两个 $f120mm$ 支承孔和一个工艺孔为基准。选用专用组合铣床和专用夹具。

工序 19：清洗。选用清洗机清洗。

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

工序 20：终检。

以上工艺过程详见机械加工工艺过程综合卡片（附表 1）。

1.5 机械加工余量、工序尺寸及毛坯尺寸的确定

“汽车变速箱箱体”零件材料采用灰铸铁制造。变速箱材料为 HT150，硬度 HB 为 170—241，生产类型为大批量生产，采用铸造毛坯。

(1) 顶面的加工余量。（计算顶面与 $f120^{+0.03}mm$ 支承孔轴线尺寸 $100 \pm 0.12mm$ ）

根据工序要求，顶面加工分粗、精铣加工。各工步余量如下：

粗铣：参照《机械加工工艺手册第 1 卷》表 3.2-23。其余量值规定为 $2.7 \sim 3.4mm$ ，现取 $3.0mm$ 。表 3.2-27 粗铣平面时厚度偏差取 $-0.28mm$ 。

精铣：参照《机械加工工艺手册》表 2.3-59，其余量值规定为 $1.5mm$ 。

铸造毛坯的基本尺寸为 $100 + 3.5 + 1.5 = 105mm$ 。根据《机械加工工艺手册》表 2.3-11,铸件尺寸公差等级选用 CT7,再查表 2.3-9 可得铸件尺寸公差为 $1.2mm$ 。

∴ 毛坯的名义尺寸为： $100 + 3.5 + 1.5 = 105mm$

毛坯最小尺寸为： $105 - 0.6 = 104.4mm$

毛坯最大尺寸为： $105 + 0.6 = 105.6mm$

粗铣后最大尺寸为： $100 + 1.5 = 101.5mm$

粗铣后最小尺寸为： $101.5 - 0.28 = 101.22mm$

精铣后尺寸与零件图尺寸相同，即 $100 \pm 0.12mm$ 。

(2) 两工艺孔 $f12^{+0.027}mm$ 。

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

毛坯为实心，不冲孔。两孔精度要求为 IT8，表面粗糙度要求为 6.3mm 。参照《机械加工工艺手册》表 2.3-47，表 2.3-48。确定工序尺寸及加工余量为：

钻孔： $f11\text{mm}$

扩孔： $f11.85\text{mm}$ $2Z = 0.85\text{mm}$ (Z 为单边余量)

铰孔： $f12H8$ $2Z = 0.15\text{mm}$

(3) 顶面 8 螺孔 $M10-6H$

毛坯为实心，不冲孔。参照《机械加工工艺手册》表 2.3-71，现确定其工序尺寸及加工余量为：

钻孔： $f8.5\text{mm}$

攻丝： $M10-6H$

(4) 前后端面加工余量。(计算长度为 $365 \pm 0.025\text{mm}$)

根据工艺要求，前后端面分为粗铣、半精铣、半精铣、精铣加工。各工序余量如下：

粗铣：参照《机械加工工艺手册第 1 卷》表 3.2-23，其加工余量规定为 $2.7 \sim 3.5\text{mm}$ ，现取 3.0mm 。

半精铣：参照《机械加工工艺手册第 1 卷》，其加工余量值取为 2.5mm 。

精铣：参照《机械加工工艺手册》，其加工余量取为 0.5mm 。

铸件毛坯的基本尺寸为 $365 + 0.5 + 2.5 + 3 = 371\text{mm}$ ，根据《机械加工工艺手册》表 2.3-11，铸件尺寸公差等级选用 CT7。再查表 2.3-9 可得铸件尺寸公差为 1.6mm 。

∴ 毛坯的名义尺寸为： $365 + 0.5 + 2.5 + 3 = 371\text{mm}$

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

毛坯最小尺寸为： $371 - 0.8 = 370.2mm$

毛坯最大尺寸为： $371 + 0.8 = 371.8mm$

粗铣前后端面工序尺寸定为 $368 \pm 0.25mm$

半精铣前后端面工序尺寸定为 $365.5 \pm 0.25mm$

精铣前后端面后尺寸与零件图尺寸相同，即 $365 \pm 0.23mm$

(5) 前后端面上 16 螺孔 $M10 - 6H$ ，3 螺孔 $M14 - 6H$ ，4 孔 $f15mm$ ，倒车
齿轮轴孔 $2 \times f30_0^{+0.21}mm$ 加工余量。

毛坯为实心，不冲孔。参照《机械加工工艺手册》表 2.3-71，现确定螺孔加工余量为：

16 螺孔 $M10 - 6H$

钻孔： $f8.5mm$

攻丝： $M10 - 6H$

3 螺孔 $M14 - 6H$

钻孔： $f11.9mm$

攻丝： $M14 - 6H$

4 - $f15mm$ 孔，参照《机械加工工艺人员手册》表 5-58，确定工序尺寸为：

钻孔： $f15mm$

倒车齿轮轴孔 $2 \times f30_0^{+0.21}mm$ ，参照《机械加工余量与公差手册》表 4-23 确定工序尺寸及余量为：

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

钻孔：	$f15mm$	
钻孔：	$f28mm$	$2Z = 13mm$
扩孔：	$f29.8mm$	$2Z = 1.8mm$
铰孔：	$f30H8$	$2Z = 0.2mm$

(6) 前后端面支承孔 $f120^{+0.03}mm$, $f80^{+0.013}mm$, $f100^{+0.035}mm$ 。

根据工序要求，前后端面支承孔的加工分为粗镗、精镗两个工序完成，各工序余量如下：

粗镗： $f120^{+0.03}mm$ 孔，参照《机械加工工艺手册》表 2.3-48,其余量值为 $2mm$ ；

$f80^{+0.013}mm$ 孔，参照《机械加工工艺手册》表 2.3-48,其余量值为 $2mm$ ；

$f100^{+0.035}mm$ 孔，参照《机械加工工艺手册》表 2.3-48,其余量值为 $2mm$ 。

精镗： $f120^{+0.03}mm$ 孔，参照《机械加工工艺手册》表 2.3-48,其余量值为 $1mm$ ；

$f80^{+0.013}mm$ 孔，参照《机械加工工艺手册》表 2.3-48,其余量值为 $1mm$ ；

$f100^{+0.035}mm$ 孔，参照《机械加工工艺手册》表 2.3-48,其余量值为 $1mm$ 。

铸件毛坯的基本尺寸分别为：

$f120^{+0.03}mm$ 孔毛坯基本尺寸为 $f120 - 2 - 1 = f117mm$ ；

$f80^{+0.013}mm$ 孔毛坯基本尺寸为 $f80 - 2 - 1 = f77mm$ ；

$f100^{+0.035}mm$ 孔毛坯基本尺寸为 $f100 - 2 - 1 = f97mm$ 。

根据《机械加工工艺手册》表 2.3-11，铸件尺寸公差等级选用 CT7，再查表

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780
注：样稿，论文不完整，勿抄袭

2.3-9 可得铸件尺寸公差分别为： $1.2mm$ 、 $1.1mm$ 、 $1.1mm$ 。

∴ $f120^{+0.03}mm$ 孔毛坯名义尺寸为 $f120 - 2 - 1 = f117mm$ ；

毛坯最大尺寸为 $f117 + 0.6 = 117.6mm$ ；

毛坯最小尺寸为 $f117 - 0.6 = 116.4mm$ ；

粗镗工序尺寸为 $f119_{+0.10}^{+0.17}mm$ ；

精镗后尺寸与零件图尺寸相同，即 $f120^{+0.03}mm$ 。

$f80^{+0.013}mm$ 孔毛坯名义尺寸为 $f80 - 2 - 1 = f77mm$ ；

毛坯最大尺寸为 $f77 + 0.55 = 77.55mm$ ；

毛坯最小尺寸为 $f77 - 0.55 = 76.45mm$ ；

粗镗工序尺寸为 $f79_{+0.10}^{+0.17}mm$ ；

精镗后尺寸与零件图尺寸相同，即 $f80^{+0.013}mm$ 。

$f100^{+0.035}mm$ 孔毛坯名义尺寸为 $f100 - 2 - 1 = f97mm$ ；

毛坯最大尺寸为 $f97 + 0.55 = 97.55mm$ ；

毛坯最小尺寸为 $f97 - 0.55 = 96.45mm$ ；

粗镗工序尺寸为 $f99_{+0.10}^{+0.17}mm$ ；

精镗后尺寸与零件图尺寸相同，即 $f100^{+0.035}mm$ 。

(7) 两侧面及凸台加工余量。(两侧面计算长度分别为：侧面到支承孔

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$f80^{+0.013}mm$ 轴线尺寸 $160_{-0.1}^0mm$ 和 $104_{-0.1}^0mm$ 。凸台计算长度为：凸台到定位孔轴

线尺寸 $20_{+0.60}^{+0.90}mm$)

由工序要求，两侧面需进行粗、精铣加工。各工序余量如下：

粗铣：参照《机械加工工艺手册第 1 卷》表 3.2-23，其余量值为 $2.0 \sim 2.7mm$ ，现取其为 $2.5mm$ 。表 3.2-27，粗铣平面时厚度偏差取 $-0.22mm$ 。

精铣：参照《机械加工工艺手册》表 2.3-59，其余量值规定为 $1.5mm$ 。

铸件毛坯的基本尺寸分别为： $160 + 2.5 + 1.5 = 164mm$ ，

$104 + 2.5 + 1.5 = 108mm$ 。

根据《机械加工工艺手册》表 2.3-11，铸件尺寸公差等级选用 CT7，再查表 2.3-9 可得铸件尺寸公差分别为 $1.4mm$ 和 $1.2mm$ 。

则两侧面毛坯名义尺寸分别为： $106 + 2.5 + 1.5 = 164mm$

$104 + 2.5 + 1.5 = 108mm$

毛坯最小尺寸分别为： $164 - 0.7 = 163.3mm$ $108 - 0.6 = 107.4mm$

毛坯最大尺寸分别为： $164 + 0.7 = 164.7mm$ $108 + 0.6 = 108.6mm$

粗铣后最大尺寸分别为： $160 + 1.5 = 161.5mm$ $104 + 1.5 = 105.5mm$

粗铣后最小尺寸分别为： $161.5 - 0.22 = 161.28mm$ $105.5 - 0.22 = 105.28mm$

精铣后尺寸与零件图尺寸相同，即 $160_{-0.1}^0mm$ 和 $104_{-0.1}^0mm$ 。

由工序要求可知，凸台只需进行粗铣加工。其工序余量如下：

参照《机械加工工艺手册第 1 卷》表 3.2-23，其余量规定为 $1.0 \sim 1.5mm$ ，现取其为 $1.5mm$ 。

铸件毛坯的基本尺寸 $20 + 1.5 = 21.5mm$ 。根据《机械加工工艺手册》表 2.3-11，铸件尺寸公差等级选用 CT7，再查表 2.3-9 可得铸件尺寸公差为 $0.82mm$ 。

则凸台毛坯名义尺寸为： $20 + 1.5 = 21.5mm$

毛坯最小尺寸为： $21.5 - 0.41 = 21.09mm$

毛坯最大尺寸为： $21.5 + 0.41 = 21.91mm$

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

粗铣后尺寸与零件图尺寸相同，即 $20^{+0.90}_{+0.60} mm$ 。

(8) 两侧面螺孔加工余量

毛坯为实心，不冲孔。参照《机械加工工艺手册》表 2.3-71,现确定螺孔加工余量为：

钻孔： $f8.5mm$

攻丝： $M10-6H$

(9) 倒车齿轮轴孔内端面加工余量（计算长度 $90^{+0.46}_0 mm$ ）

根据《机械加工工艺手册》表 2.2-25，只需进行粗铣加工即能达到所需表面粗糙度要求 $3.2mm$ 及尺寸精度要求。因此倒车齿轮轴孔内端面只进行粗铣加工。

参照《机械加工工艺手册第 1 卷》表 3.2-23，其余量值规定为 $1.5 \sim 2.0mm$ ，现取 $1.5mm$ 。

铸件毛坯的基本尺寸为 $90 - 1.5 \times 2 = 87mm$ 。根据《机械加工工艺手册》表 2.3-11，铸件尺寸公差等级选用 CT7，再查表 2.3-9 可得铸件尺寸公差为 $1.1mm$ 。

∴ 毛坯名义尺寸为： $90 - 1.5 \times 2 = 87mm$

毛坯最小尺寸为： $87 - 0.55 \times 2 = 85.9mm$

毛坯最大尺寸为： $87 + 0.55 \times 2 = 88.1mm$

粗铣后尺寸与零件图尺寸相同，即 $90^{+0.46}_0 mm$ 。

(10) 加油孔加工余量

毛坯为实心，不冲孔。参照《机械加工工艺手册》表 2.3-71，现确定其余量为：

钻孔： $f28.5mm$

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

扩孔： $f30.5mm$ $2Z = 2mm$

攻丝： $1''$ 锥管螺纹孔

1.6 确定切削用量及基本工时（机动时间）

工序 1：粗、精铣顶面

机床：双立轴圆工作台铣床 X701

刀具：硬质合金端铣刀（面铣刀） $d_w = 400mm$ 齿数 $Z = 14$

(1) 粗铣

铣削深度 a_p ： $a_p = 3mm$

每齿进给量 a_f ：根据《机械加工工艺手册》表 2.4-73，取 $a_f = 0.25mm/Z$

铣削速度 V ：参照《机械加工工艺手册》表 2.4-81，取 $V = 4m/s$

机床主轴转速 n ： $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 4 \times 60}{3.14 \times 400} \approx 191r/min$ ，取 $n = 200r/min$

实际铣削速度 V' ： $V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 400 \times 200}{1000 \times 60} \approx 4.19m/s$

进给量 V_f ： $V_f = a_f Z n = 0.25 \times 14 \times 200 / 60 \approx 11.67mm/s$

工作台每分进给量 f_m ： $f_m = V_f = 11.67mm/s = 700.2mm/min$

a_e ：根据《机械加工工艺手册》表 2.4-81, $a_e = 240mm$

被切削层长度 l ：由毛坯尺寸可知 $l = 341mm$

刀具切入长度 l_1 ： $l_1 = 0.5(D - \sqrt{D^2 - a_e^2}) + (1 \sim 3) = 42mm$

刀具切出长度 l_2 ：取 $l_2 = 2mm$

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j1} : t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{341 + 42 + 2}{700.2} \approx 0.55 \text{ min}$$

(2) 精铣

$$\text{铣削深度 } a_p : a_p = 1.5 \text{ mm}$$

每齿进给量 a_f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-73 , 取 $a_f = 0.15 \text{ mm/Z}$

铣削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-81 , 取 $V = 6 \text{ m/s}$

$$\text{机床主轴转速 } n : n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 6 \times 60}{3.14 \times 400} \approx 288 \text{ r/min} , \text{ 取 } n = 300 \text{ r/min}$$

$$\text{实际铣削速度 } V' : V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 400 \times 300}{1000 \times 60} \approx 6.28 \text{ m/s}$$

$$\text{进给量 } V_f : V_f = a_f Z n = 0.15 \times 14 \times 300 / 60 = 10.5 \text{ mm/s}$$

$$\text{工作台每分进给量 } f_m : f_m = V_f = 10.5 \text{ mm/s} = 630 \text{ mm/min}$$

被切削层长度 l : 由毛坯尺寸可知 $l = 341 \text{ mm}$

刀具切入长度 l_1 : 精铣时 $l_1 = D = 400 \text{ mm}$

刀具切出长度 l_2 : 取 $l_2 = 2 \text{ mm}$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j2} : t_{j2} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{341 + 400 + 2}{630} \approx 1.18 \text{ min}$$

$$\therefore \text{本工序机动时间 } t_j = t_{j1} + t_{j2} = 0.55 + 1.18 = 1.73 \text{ min}$$

工序 2 : 钻顶面孔、铰定位孔

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

机床：组合钻床

刀具：麻花钻、扩孔钻、铰刀

(1) 钻顶面 8 螺孔 M10-6H

切削深度 a_p : $a_p = 4.25\text{mm}$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-39 , 取 $f = 0.25\text{mm/r}$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-41 , 取 $V = 0.43\text{m/s}$

机床主轴转速 n : $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 0.43 \times 60}{3.14 \times 8.5} \approx 967\text{r/min}$, 取 $n = 800\text{r/min}$

实际切削速度 V' : $V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 8.5 \times 800}{1000 \times 60} \approx 0.36\text{m/s}$

被切削层长度 l : $l = 20\text{mm}$

刀具切入长度 l_1 : $l_1 = \frac{D}{2} \text{ctg}k_r + (1 \sim 2) = \frac{8.5}{2} \text{ctg}120^\circ + 2 \approx 4.5\text{mm}$

刀具切出长度 l_2 : $l_2 = 0$

走刀次数为 1

机动时间 t_j : $t_j = \frac{l + l_1 + l_2}{fn} = \frac{20 + 4.5}{0.25 \times 800} \approx 0.12\text{min}$

(2) 定位孔的钻、扩、铰

钻定位孔

切削深度 a_p : $a_p = 5.5\text{mm}$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-39 , 取 $f = 0.25\text{mm/r}$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-41 , 取 $V = 0.45\text{m/s}$

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$\text{机床主轴转速 } n : n = \frac{1000V}{pd_0} = \frac{1000 \times 0.45 \times 60}{3.14 \times 11} \approx 782 r / \min, \text{取 } n = 500 r / \min$$

$$\text{实际切削速度 } V' : V' = \frac{pd_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 11 \times 500}{1000 \times 60} \approx 0.29 m / s$$

$$\text{被切削层长度 } l : l = 20 mm$$

$$\text{刀具切入长度 } l_1 : l_1 = \frac{D}{2} ctgk_r + (1 \sim 2) = \frac{11}{2} ctg120^\circ + 2 \approx 5.2 mm$$

$$\text{刀具切出长度 } l_2 : l_2 = 0$$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j1} : t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{fn} = \frac{20 + 5.2}{0.25 \times 500} \approx 0.20 \text{ min}$$

扩定位孔

$$\text{切削深度 } a_p : a_p = 0.425 mm$$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-52, 扩盲孔 $f = 0.3 \sim 0.6 mm / r$

取 $f = 0.6 mm / r$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-53, 取 $V = 0.3 m / s$

$$\text{机床主轴转速 } n : n = \frac{1000V}{pd_0} = \frac{1000 \times 0.3 \times 60}{3.14 \times 11.85} \approx 484 r / \min, \text{取 } n = 500 r / \min$$

$$\text{实际切削速度 } V' : V' = \frac{pd_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 11.85 \times 500}{1000 \times 60} \approx 0.31 m / s$$

$$\text{被切削层长度 } l : l = 20 mm$$

$$\text{刀具切入长度 } l_1 : l_1 = \frac{D - d_0}{2} ctgk_r + (1 \sim 2) = \frac{11.85 - 11}{2} ctg120^\circ + 2 \approx 2.25 mm$$

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

刀具切出长度 l_2 : $l_2 = 0$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j2} : t_{j2} = \frac{l+l_1+l_2}{fn} = \frac{20+2.25}{0.6 \times 500} \approx 0.08 \text{ min}$$

铰定位孔

切削深度 a_p : $a_p = 0.075 \text{ mm}$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-58 , $f = 1.5 \sim 3.0 \text{ mm/r}$ 取

$$f = 1.5 \text{ mm/r}$$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-60 , 取 $V = 0.17 \text{ m/s}$

$$\text{机床主轴转速 } n : n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 0.17 \times 60}{3.14 \times 12} \approx 271 \text{ r/min} , \text{取 } n = 300 \text{ r/min}$$

$$\text{实际切削速度 } V' : V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 12 \times 300}{1000 \times 60} \approx 0.19 \text{ m/s}$$

被切削层长度 l : $l = 20 \text{ mm}$

$$\text{刀具切入长度 } l_1 : l_1 = \frac{D-d_0}{2} \text{ctg}k_r + (1 \sim 2) = \frac{12-11.85}{2} \text{ctg}120^\circ + 2 \approx 2.04 \text{ mm}$$

刀具切出长度 l_2 : $l_2 = 0$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j3} : t_{j3} = \frac{l+l_1+l_2}{fn} = \frac{20+2.04}{1.5 \times 300} \approx 0.05 \text{ min}$$

定位孔加工机动时间 t_j : $t_j = t_{j1} + t_{j2} + t_{j3} = 0.20 + 0.08 + 0.05 = 0.33 \text{ min}$

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

因为定位孔加工时间 > 钻顶面螺孔加工时间

∴ 本工序机动时间 $t_j = 0.33 \text{ min}$

工序 3：粗铣前后端面

机床：组合铣床

刀具：硬质合金端铣刀（面铣刀） $d_w = 400 \text{ mm}$ 齿数 $Z = 14$

铣削深度 a_p ： $a_p = 3 \text{ mm}$

每齿进给量 a_f ：根据《机械加工工艺手册》表 2.4-73，取 $a_f = 0.25 \text{ mm/Z}$

铣削速度 V ：参照《机械加工工艺手册》表 2.4-81，取 $V = 4 \text{ m/s}$

机床主轴转速 n ： $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 4 \times 60}{3.14 \times 400} \approx 191 \text{ r/min}$ ，取 $n = 200 \text{ r/min}$

实际铣削速度 V' ： $V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 400 \times 200}{1000 \times 60} \approx 4.19 \text{ m/s}$

进给量 V_f ： $V_f = a_f Z n = 0.25 \times 14 \times 200 / 60 \approx 11.67 \text{ mm/s}$

工作台每分进给量 f_m ： $f_m = V_f = 11.67 \text{ mm/s} = 700.2 \text{ mm/min}$

a_e ：根据《机械加工工艺手册》表 2.4-81， $a_e = 240 \text{ mm}$

被切削层长度 l ：由毛坯尺寸可知 $l = 329 \text{ mm}$

刀具切入长度 l_1 ： $l_1 = 0.5(D - \sqrt{D^2 - a_e^2}) + (1 \sim 3) = 42 \text{ mm}$

刀具切出长度 l_2 ：取 $l_2 = 2 \text{ mm}$

走刀次数为 1

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$\text{机动时间 } t_j : t_j = \frac{l+l_1+l_2}{f_m} = \frac{329+42+2}{700.2} \approx 0.53 \text{ min}$$

工序 4：粗铣两侧面及凸台

机床：组合铣床

刀具：硬质合金端铣刀 YG8，硬质合金立铣刀 YT15

(1) 粗铣两侧面

铣刀直径 $d_w = 320 \text{ mm}$ ，齿数 $Z = 12$

铣削深度 $a_p : a_p = 3 \text{ mm}$

每齿进给量 a_f ：根据《机械加工工艺手册》表 2.4-73，取 $a_f = 0.25 \text{ mm/Z}$

铣削速度 V ：参照《机械加工工艺手册》表 2.4-81，取 $V = 3 \text{ m/s}$

$$\text{机床主轴转速 } n : n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 3 \times 60}{3.14 \times 320} \approx 179 \text{ r/min}，\text{取 } n = 150 \text{ r/min}$$

$$\text{实际铣削速度 } V' : V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 320 \times 150}{1000 \times 60} \approx 2.51 \text{ m/s}$$

$$\text{进给量 } V_f : V_f = a_f Z n = 0.25 \times 12 \times 150 / 60 = 7.5 \text{ mm/s}$$

$$\text{工作台每分进给量 } f_m : f_m = V_f = 7.5 \text{ mm/s} = 450 \text{ mm/min}$$

a_e ：根据《机械加工工艺手册》表 2.4-81, $a_e = 192 \text{ mm}$

被切削层长度 l ：由毛坯尺寸可知 $l = 140 \text{ mm}$

$$\text{刀具切入长度 } l_1 : l_1 = 0.5(D - \sqrt{D^2 - a_e^2}) + (1 \sim 3) = 34 \text{ mm}$$

刀具切出长度 l_2 ：取 $l_2 = 2 \text{ mm}$

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j1} : t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{140 + 34 + 2}{450} \approx 0.39 \text{ min}$$

(2) 粗铣凸台

铣刀直径 $d_w = 50\text{mm}$, 齿数 $Z = 6$

铣削深度 $a_p : a_p = 3\text{mm}$

每齿进给量 a_f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-77 , 取 $a_f = 0.22\text{mm}/Z$

铣削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-88 , 取 $V = 0.33\text{m}/s$

$$\text{机床主轴转速 } n : n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 0.33 \times 60}{3.14 \times 50} \approx 126\text{r}/\text{min} , \text{取 } n = 150\text{r}/\text{min}$$

$$\text{实际铣削速度 } V' : V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 50 \times 150}{1000 \times 60} \approx 0.39\text{m}/s$$

$$\text{进给量 } V_f : V_f = a_f Z n = 0.2 \times 6 \times 150 / 60 = 3\text{mm}/s$$

$$\text{工作台每分进给量 } f_m : f_m = V_f = 3\text{mm}/s = 180\text{mm}/\text{min}$$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j2} : t_{j2} = \frac{\pi D_0}{f_m} = \frac{3.14 \times 26}{180} \approx 0.46 \text{ min} \quad (\text{其中 } D_0 = 26\text{mm})$$

因为 : $t_{j2} > t_{j1}$

\therefore 本工序机动时间 $t_j : t_j = t_{j2} = 0.46 \text{ min}$

工序 5 : 粗镗前后端面支承孔

机床 : 组合镗床

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

刀具：高速钢刀具 $W_{18}C_{r4}V$

(1) 粗镗 $f80^{+0.013}mm$ 孔

切削深度 a_p : $a_p = 2mm$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-66 , 刀杆伸出长度取 $200mm$,

切削深度为 $2mm$ 。因此确定进给量 $f = 0.6mm/r$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-66 , 取 $V = 0.25m/s = 15m/min$

机床主轴转速 n : $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 15}{3.14 \times 79} \approx 60.5r/min$, 取 $n = 60r/min$

实际切削速度 V' : $V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 79 \times 60}{1000 \times 60} \approx 0.25m/s$

工作台每分钟进给量 f_m : $f_m = fn = 0.6 \times 60 = 36mm/min$

被切削层长度 l : $l = 19mm$

刀具切入长度 l_1 : $l_1 = \frac{a_p}{\operatorname{tg}k_r} + (2 \sim 3) = \frac{2}{\operatorname{tg}30^\circ} + 2 \approx 5.4mm$

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

行程次数 i : $i = 1$

机动时间 t_{j1} : $t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{19 + 5.4 + 4}{36} \times 1 \approx 0.79min$

(2) 粗镗 $f120^{+0.03}mm$ 孔

切削深度 a_p : $a_p = 2mm$

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

进给量 f ：根据《机械加工工艺手册》表 2.4-66，刀杆伸出长度取 200mm ，

切削深度为 2mm 。因此确定进给量 $f = 0.7\text{mm}/r$

切削速度 V ：参照《机械加工工艺手册》表 2.4-66，取 $V = 0.3\text{m}/s = 18\text{m}/\text{min}$

机床主轴转速 n ：
$$n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 18}{3.14 \times 119} \approx 48.2\text{r}/\text{min}$$
，取 $n = 40\text{r}/\text{min}$

实际切削速度 V' ：
$$V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 119 \times 40}{1000 \times 60} \approx 0.25\text{m}/s$$

工作台每分钟进给量 f_m ： $f_m = fn = 0.7 \times 40 = 28\text{mm}/\text{min}$

被切削层长度 l ： $l = 19\text{mm}$

刀具切入长度 l_1 ：
$$l_1 = \frac{a_p}{\text{tg}k_r} + (2 \sim 3) = \frac{2}{\text{tg}30^\circ} + 2 \approx 5.4\text{mm}$$

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

行程次数 i ： $i = 1$

机动时间 t_{j2} ：
$$t_{j2} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{19 + 5.4 + 3}{28} \times 1 \approx 0.97\text{min}$$

(3) 粗镗 $f100^{+0.035}\text{mm}$ 孔

切削深度 a_p ： $a_p = 2\text{mm}$

进给量 f ：由于 $f100^{+0.035}\text{mm}$ 与 $f80^{+0.013}\text{mm}$ 孔同轴，因此取 $f = 0.6\text{mm}/r$

机床主轴转速 n ：由于 $f100^{+0.035}\text{mm}$ 与 $f80^{+0.013}\text{mm}$ 孔同轴，因此 $n = 60\text{r}/\text{min}$

实际切削速度 V' ：
$$V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 99 \times 60}{1000 \times 60} \approx 0.31\text{m}/s$$

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780
注：样稿，论文不完整，勿抄袭

工作台每分钟进给量 f_m : $f_m = fn = 0.6 \times 60 = 36\text{mm}/\text{min}$

被切削层长度 l : $l = 4\text{mm}$

行程次数 i : $i = 1$

机动时间 t_{j3} : 由于 $f100^{+0.035}\text{mm}$ 与 $f80^{+0.013}\text{mm}$ 孔同轴，应在相同的时间内完成加工，因此 $t_{j3} = t_{j1} = 0.79\text{min}$

由于 $t_{j2} > t_{j1} = t_{j3}$

\therefore 本工序机动时间 t_j : $t_j = t_{j2} = 0.97\text{min}$

工序 7 : 半精铣前后端面

机床 : 组合铣床

刀具 : 硬质合金端铣刀 (面铣刀) $d_w = 400\text{mm}$ 齿数 $Z = 14$

铣削深度 a_p : $a_p = 2.5\text{mm}$

每齿进给量 a_f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-73，取 $a_f = 0.2\text{mm}/Z$

铣削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-81，取 $V = 5\text{m}/s$

机床主轴转速 n : $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 5 \times 60}{3.14 \times 400} \approx 239\text{r}/\text{min}$ ，取 $n = 250\text{r}/\text{min}$

实际铣削速度 V' : $V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 400 \times 250}{1000 \times 60} \approx 5.23\text{m}/s$

进给量 V_f : $V_f = a_f Zn = 0.2 \times 14 \times 250 / 60 \approx 11.67\text{mm}/s$

工作台每分进给量 f_m : $f_m = V_f = 11.67\text{mm}/s = 700.2\text{mm}/\text{min}$

由工序 5 可知 : $l = 329\text{mm}$ $l_1 = 42\text{mm}$ $l_2 = 2\text{mm}$

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_j : t_j = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{329 + 42 + 2}{700.2} \approx 0.53 \text{ min}$$

工序 8：钻倒车齿轮轴孔、钻前后端面上孔

机床：组合钻床

刀具：麻花钻

(1) 钻倒车齿轮轴孔

钻孔 $f15\text{mm}$

$$\text{切削深度 } a_p : a_p = 7.5\text{mm}$$

进给量 f ：根据《机械加工工艺手册》表 2.4-39，取 $f = 0.30\text{mm/r}$

切削速度 V ：参照《机械加工工艺手册》表 2.4-41，取 $V = 0.37\text{m/s}$

$$\text{机床主轴转速 } n : n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 0.37 \times 60}{3.14 \times 15} \approx 471\text{r/min} , \text{取 } n = 500\text{r/min}$$

$$\text{实际切削速度 } V' : V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 15 \times 500}{1000 \times 60} \approx 0.39\text{m/s}$$

被切削层长度 l ： $l = 43.8\text{mm}$

$$\text{刀具切入长度 } l_1 : l_1 = \frac{D}{2} \text{ctg}k_r + (1 \sim 2) = \frac{15}{2} \text{ctg}120^\circ + 2 \approx 6.33\text{mm}$$

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

$$\text{机动时间 } t_{j1} : t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{fn} = \frac{43.8 + 6.33 + 3}{0.3 \times 500} \approx 0.35 \text{ min}$$

钻孔 $f28\text{mm}$

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

切削深度 a_p : $a_p = 6.5mm$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-52 , 取 $f = 1.2mm/r$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-53 , 取 $V = 0.5m/s$

机床主轴转速 n : $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 0.5 \times 60}{3.14 \times 28} \approx 341r/min$, 取 $n = 350r/min$

实际切削速度 V' : $V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 28 \times 350}{1000 \times 60} \approx 0.5m/s$

被切削层长度 l : $l = 43.8mm$

刀具切入长度 l_1 : $l_1 = \frac{D - d_0}{2} \text{ctg}k_r + (1 \sim 2) = \frac{28 - 15}{2} \text{ctg}120^\circ + 2 \approx 5.75mm$

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

走刀次数为 1

机动时间 t_{j2} : $t_{j2} = \frac{l + l_1 + l_2}{fn} = \frac{43.8 + 5.75 + 3}{1.2 \times 500} \approx 0.13min$

扩孔 $f29.8mm$

切削深度 a_p : $a_p = 0.9mm$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-52 , 取 $f = 1.3mm/r$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-53 , 取 $V = 0.7m/s$

机床主轴转速 n : $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 0.7 \times 60}{3.14 \times 29.8} \approx 449r/min$, 取 $n = 500r/min$

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$\text{实际切削速度 } V' : V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 29.8 \times 500}{1000 \times 60} \approx 0.78 \text{ m/s}$$

$$\text{被切削层长度 } l : l = 43.8 \text{ mm}$$

$$\text{刀具切入长度 } l_1 : l_1 = \frac{D - d_0}{2} \text{ctg}k_r + (1 \sim 2) = \frac{29.8 - 28}{2} \text{ctg}120^\circ + 2 \approx 2.52 \text{ mm}$$

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

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j3} : t_{j3} = \frac{l + l_1 + l_2}{fn} = \frac{43.8 + 2.52 + 3}{1.3 \times 500} \approx 0.08 \text{ min}$$

铰孔 $f30H8$

$$\text{切削深度 } a_p : a_p = 0.1 \text{ mm}$$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-58, $f = 2.0 \sim 4.0 \text{ mm/r}$ 取

$$f = 3.0 \text{ mm/r}$$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-60, 取 $V = 0.13 \text{ m/s}$

$$\text{机床主轴转速 } n : n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 0.13 \times 60}{3.14 \times 30} \approx 83 \text{ r/min} , \text{ 取 } n = 80 \text{ r/min}$$

$$\text{实际切削速度 } V' : V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 30 \times 80}{1000 \times 60} \approx 0.13 \text{ m/s}$$

$$\text{被切削层长度 } l : l = 43.8 \text{ mm}$$

$$\text{刀具切入长度 } l_1 : l_1 = \frac{D - d_0}{2} \text{ctg}k_r + (1 \sim 2) = \frac{30 - 29.8}{2} \text{ctg}120^\circ + 2 \approx 2.06 \text{ mm}$$

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

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

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j4} : t_{j4} = \frac{l + l_1 + l_2}{nf} = \frac{43.8 + 2.06 + 3}{3 \times 80} \approx 0.20 \text{ min}$$

倒车齿轮轴孔加工机动时间 t_j :

$$t_j = t_{j1} + t_{j2} + t_{j3} + t_{j4} = 0.35 + 0.13 + 0.08 + 0.20 = 0.76 \text{ min}$$

(2) 钻 M10-6H 螺孔

切削深度 a_p : $a_p = 4.25mm$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-39 , 取 $f = 0.25mm/r$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-41 , 取 $V = 0.43m/s$

$$\text{机床主轴转速 } n : n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 0.43 \times 60}{3.14 \times 8.5} \approx 967r/min , \text{取 } n = 800r/min$$

$$\text{实际切削速度 } V' : V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 8.5 \times 800}{1000 \times 60} \approx 0.36m/s$$

被切削层长度 l : $l = 17mm$

$$\text{刀具切入长度 } l_1 : l_1 = \frac{D}{2} \text{ctg}k_r + (1 \sim 2) = \frac{8.5}{2} \text{ctg}120^\circ + 2 \approx 4.5mm$$

刀具切出长度 l_2 : $l_2 = 0$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_j : t_j = \frac{l + l_1 + l_2}{fn} = \frac{17 + 4.5}{0.25 \times 800} \approx 0.11 \text{ min}$$

(3) 钻 4-f15mm 孔

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

切削深度 a_p : $a_p = 7.5mm$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-39 , 取 $f = 0.35mm/r$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-41 , 取 $V = 0.47m/s$

机床主轴转速 n : $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 0.47 \times 60}{3.14 \times 15} \approx 599r/min$, 取 $n = 600r/min$

实际切削速度 V' : $V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 15 \times 600}{1000 \times 60} \approx 0.48m/s$

被切削层长度 l : $l = 22mm$

刀具切入长度 l_1 : $l_1 = \frac{D}{2} \text{ctg}k_r + (1 \sim 2) = \frac{15}{2} \text{ctg}120^\circ + 2 \approx 6.33mm$

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

走刀次数为 1

机动时间 t_j : $t_j = \frac{l + l_1 + l_2}{fn} = \frac{22 + 6.33 + 3}{0.35 \times 600} \approx 0.15min$

(4) 钻 M14-6H 螺孔

切削深度 a_p : $a_p = 5.95mm$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-39 , 取 $f = 0.25mm/r$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-41 , 取 $V = 0.45m/s$

机床主轴转速 n : $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 0.45 \times 60}{3.14 \times 11.9} \approx 723r/min$, 取 $n = 700r/min$

实际切削速度 V' : $V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 11.9 \times 700}{1000 \times 60} \approx 0.44m/s$

被切削层长度 l : $l = 17mm$

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$\text{刀具切入长度 } l_1 : l_1 = \frac{D}{2} \text{ctg}k_r + (1 \sim 2) = \frac{11.9}{2} \text{ctg}120^\circ + 2 \approx 5.5\text{mm}$$

$$\text{刀具切出长度 } l_2 : l_2 = 0$$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_j : t_j = \frac{l + l_1 + l_2}{fn} = \frac{17 + 5.5}{0.25 \times 700} \approx 0.13 \text{ min}$$

由以上计算过程可知：本工序机动时间 $t_j = 0.76 \text{ min}$

工序 9：铣倒车齿轮轴孔内端面、钻加油孔

(1) 铣倒车齿轮轴孔内端面

刀具：硬质合金端铣刀 $d_w = 80\text{mm}$ 齿数 $Z = 10$

铣削深度 $a_p : a_p = 1.5\text{mm}$

每齿进给量 a_f ：根据《机械加工工艺手册》表 2.4-73，取 $a_f = 0.3\text{mm}/Z$

铣削速度 V ：参照《机械加工工艺手册》表 2.4-82，取 $V = 0.6\text{m}/s$

$$\text{机床主轴转速 } n : n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 0.6 \times 60}{3.14 \times 80} \approx 143\text{r}/\text{min} , \text{取 } n = 150\text{r}/\text{min}$$

$$\text{实际铣削速度 } V' : V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 80 \times 150}{1000 \times 60} \approx 0.63\text{m}/s$$

$$\text{进给量 } V_f : V_f = a_f Zn = 0.3 \times 10 \times 150 / 60 \approx 7.5\text{mm}/s$$

$$\text{工作台每分进给量 } f_m : f_m = V_f = 7.5\text{mm}/s = 450\text{mm}/\text{min}$$

a_e ：根据《机械加工工艺手册》表 2.4-81,及毛坯尺寸得 $a_e = 40\text{mm}$

被切削层长度 l ：由毛坯尺寸可知 $l = 30\text{mm}$

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

刀具切入长度 l_1 : $l_1 = 0.5(D - \sqrt{D^2 - a_e^2}) + (1 \sim 3) \approx 36.6mm$

刀具切出长度 l_2 : 取 $l_2 = 2mm$

走刀次数为 1

机动时间 t_{j1} : $t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{40 + 36.6 + 2}{450} \approx 0.15min$

(1) 钻加油孔

刀具：麻花钻、扩孔钻

钻 $\phi 28.5mm$ 孔

切削深度 a_p : $a_p = 14.25mm$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-39, 取 $f = 0.45mm/r$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-41, 取 $V = 0.48m/s$

机床主轴转速 n : $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 0.48 \times 60}{3.14 \times 28.5} \approx 322r/min$, 取 $n = 300r/min$

实际切削速度 V' : $V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 28.5 \times 300}{1000 \times 60} \approx 0.45m/s$

被切削层长度 l : $l = 10mm$

刀具切入长度 l_1 : $l_1 = \frac{D}{2} \text{ctg}k_r + (1 \sim 2) = \frac{28.5}{2} \text{ctg}120^\circ + 2 \approx 10.2mm$

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

走刀次数为 1

机动时间 t'_j : $t'_j = \frac{l + l_1 + l_2}{fn} = \frac{10 + 102 + 3}{0.45 \times 7300} \approx 0.17min$

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

扩 $f30.5mm$ 孔

切削深度 a_p : $a_p = 0.1mm$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-52 , 取 $f = 1.2mm/r$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-53 , 取 $V = 0.25m/s$

机床主轴转速 n : $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 0.25 \times 60}{3.14 \times 30.5} \approx 157r/min$, 取 $n = 150r/min$

实际切削速度 V' : $V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 30.5 \times 150}{1000 \times 60} \approx 0.24m/s$

被切削层长度 l : $l = 10mm$

刀具切入长度 l_1 : $l_1 = \frac{D - d_0}{2} ctgk_r + (1 \sim 2) = \frac{30.5 - 28.5}{2} ctg120^\circ + 2 \approx 2.58mm$

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

走刀次数为 1

机动时间 t_j'' : $t_j'' = \frac{l + l_1 + l_2}{fn} = \frac{10 + 2.58 + 3}{1.2 \times 150} \approx 0.09min$

\therefore 加工加油孔机动时间 t_{j2} : $t_{j2} = t_j' + t_j'' = 0.17 + 0.09 = 0.26min$

由于 $t_{j2} > t_{j1}$

\therefore 本工序机动时间 $t_j = t_{j2} = 0.26min$

工序 10 : 钻两侧面孔 (M10-6H 螺孔)

机床 : 组合钻床

刀具 : 麻花钻

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

切削深度 a_p : $a_p = 4.25\text{mm}$

进给量 f : 根据《机械加工工艺手册》表 2.4-39 , 取 $f = 0.25\text{mm/r}$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-41 , 取 $V = 0.43\text{m/s}$

机床主轴转速 n : $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 0.43 \times 60}{3.14 \times 8.5} \approx 967\text{r/min}$, 取 $n = 800\text{r/min}$

实际切削速度 V' : $V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 8.5 \times 800}{1000 \times 60} \approx 0.36\text{m/s}$

被切削层长度 l : $l = 30\text{mm}$

刀具切入长度 l_1 : $l_1 = \frac{D}{2} \text{ctg}k_r + (1 \sim 2) = \frac{8.5}{2} \text{ctg}120^\circ + 2 \approx 4.5\text{mm}$

刀具切出长度 l_2 : $l_2 = 0$

走刀次数为 1

机动时间 t_j : $t_j = \frac{l + l_1 + l_2}{fn} = \frac{30 + 4.5}{0.25 \times 800} \approx 0.17\text{min}$

工序 11 : 精镗前后端面支承孔

机床 : 组合镗床

刀具 : 高速钢刀具 $W_{18}C_{r4}V$

(1) 精镗 $f80^{+0.013}\text{mm}$ 孔

切削深度 a_p : $a_p = 1\text{mm}$

进给量 f : 根据切削深度 $a_p = 1\text{mm}$, 再参照《机械加工工艺手册》表 2.4-66。

因此确定进给量 $f = 0.4\text{mm/r}$

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-66 , 取 $V = 0.35m/s = 21m/min$

机床主轴转速 n : $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 21}{3.14 \times 80} \approx 83.6r/min$, 取 $n = 84r/min$

实际切削速度 V' : $V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 80 \times 84}{1000 \times 60} \approx 0.35m/s$

工作台每分钟进给量 f_m : $f_m = fn = 0.4 \times 84 = 33.6mm/min$

被切削层长度 l : $l = 19mm$

刀具切入长度 l_1 : $l_1 = \frac{a_p}{\operatorname{tg} k_r} + (2 \sim 3) = \frac{2}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 2 \approx 5.4mm$

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

行程次数 i : $i = 1$

机动时间 t_{j1} : $t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{19 + 5.4 + 4}{33.6} \times 1 \approx 0.85min$

(2) 精镗 $\phi 120^{+0.03}mm$ 孔

切削深度 a_p : $a_p = 2mm$

进给量 f : 根据切削深度 $a_p = 1mm$, 再参照《机械加工工艺手册》表 2.4-66。

因此确定进给量 $f = 0.5mm/r$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-66 , 取 $V = 0.4m/s = 24m/min$

机床主轴转速 n : $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 24}{3.14 \times 120} \approx 63.7r/min$, 取 $n = 64r/min$

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$\text{实际切削速度 } V' : V' = \frac{pd_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 120 \times 64}{1000 \times 60} \approx 0.4 \text{ m/s}$$

$$\text{工作台每分钟进给量 } f_m : f_m = fn = 0.5 \times 64 = 32 \text{ mm/min}$$

$$\text{被切削层长度 } l : l = 19 \text{ mm}$$

$$\text{刀具切入长度 } l_1 : l_1 = \frac{a_p}{\text{tg}k_r} + (2 \sim 3) = \frac{2}{\text{tg}30^\circ} + 2 \approx 5.4 \text{ mm}$$

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

$$\text{行程次数 } i : i = 1$$

$$\text{切削深度 } a_p : a_p = 1 \text{ mm} \text{ 机动时 } t_{j2} : t_{j2} = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{19 + 5.4 + 3}{32} \times 1 \approx 0.86 \text{ min}$$

(3) 精镗 $f100^{+0.035} \text{ mm}$ 孔

$$\text{进给量 } f : \text{由于 } f100^{+0.035} \text{ mm 与 } f80^{+0.013} \text{ mm 孔同轴, 因此取 } f = 0.4 \text{ mm/r}$$

$$\text{机床主轴转速 } n : \text{由于 } f100^{+0.035} \text{ mm 与 } f80^{+0.013} \text{ mm 孔同轴, 因此 } n = 84 \text{ r/min}$$

$$\text{实际切削速度 } V' : V' = \frac{pd_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 100 \times 84}{1000 \times 60} \approx 0.44 \text{ m/s}$$

$$\text{工作台每分钟进给量 } f_m : f_m = fn = 0.4 \times 84 = 33.6 \text{ mm/min}$$

$$\text{被切削层长度 } l : l = 4 \text{ mm}$$

$$\text{行程次数 } i : i = 1$$

$$\text{机动时间 } t_{j3} : \text{由于 } f100^{+0.035} \text{ mm 与 } f80^{+0.013} \text{ mm 孔同轴, 应在相同的时间内完}$$

成加工, 因此 $t_{j3} = t_{j1} = 0.85 \text{ min}$

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

由于 $t_{j2} > t_{j1} = t_{j3}$

∴ 本工序机动时间 t_j : $t_j = t_{j2} = 0.86 \text{ min}$

工序 12：攻 1" 锥管螺纹孔

机床：组合攻丝机

刀具：高速钢机动丝锥

进给量 f ：由于其螺距 $p = 2 \text{ mm}$ ，因此进给量 $f = 2 \text{ mm/r}$

切削速度 V ：参照《机械加工工艺手册》表 2.4-105，取 $V = 0.5 \text{ m/s} = 30 \text{ m/min}$

机床主轴转速 n : $n = \frac{1000V}{pd_0} = \frac{1000 \times 30}{3.14 \times 32.5} \approx 294 \text{ r/min}$ ，取 $n = 250 \text{ r/min}$

丝锥回转转速 n_0 ：取 $n_n = 250 \text{ r/min}$

实际切削速度 V' : $V' = \frac{pd_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 32.5 \times 250}{1000 \times 60} \approx 0.43 \text{ m/s}$

被切削层长度 l : $l = 10 \text{ mm}$

刀具切入长度 l_1 : $l_1 = (1 \sim 3)f = 3 \times 2 = 6 \text{ mm}$

刀具切出长度 l_2 : $l_2 = (2 \sim 3)f = 3 \times 2 = 6 \text{ mm}$

走刀次数为 1

机动时间 t_j : $t_j = \frac{l + l_1 + l_2}{fn} + \frac{l + l_1 + l_2}{fn_0} = \frac{10 + 6 + 6}{2 \times 250} + \frac{10 + 6 + 6}{2 \times 250} \approx 0.1 \text{ min}$

工序 13：前后端面螺孔攻丝

机床：组合攻丝机

刀具：钒钢机动丝锥

(1) M10-6H 螺孔攻丝

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

进给量 f ：由于其螺距 $p = 1.5\text{mm}$ ，因此进给量 $f = 1.5\text{mm}/r$

切削速度 V ：参照《机械加工工艺手册》表 2.4-105，取
 $V = 0.148\text{m}/s = 8.88\text{m}/\text{min}$

机床主轴转速 n ：
$$n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 8.88}{3.14 \times 10} \approx 283\text{r}/\text{min}$$
，取 $n = 250\text{r}/\text{min}$

丝锥回转转速 n_0 ：取 $n_n = 250\text{r}/\text{min}$

实际切削速度 V' ：
$$V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 10 \times 250}{1000 \times 60} \approx 0.13\text{m}/s$$

被切削层长度 l ： $l = 15\text{mm}$

刀具切入长度 l_1 ： $l_1 = (1 \sim 3)f = 3 \times 1.5 = 4.5\text{mm}$

刀具切出长度 l_2 ： $l_2 = 0$ （盲孔）

机动时间 t_{j1} ：
$$t_{j1} = \frac{l + l_1 + l_2}{fn} + \frac{l + l_1 + l_2}{f n_0} = \frac{15 + 4.5}{1.5 \times 250} + \frac{15 + 4.5}{1.5 \times 250} \approx 0.11\text{min}$$

(2) M14-6H 螺孔攻丝

进给量 f ：由于其螺距 $p = 1.5\text{mm}$ ，因此进给量 $f = 1.5\text{mm}/r$

切削速度 V ：参照《机械加工工艺手册》表 2.4-105，取 $V = 0.2\text{m}/s = 12\text{m}/\text{min}$

机床主轴转速 n ：
$$n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 12}{3.14 \times 14} \approx 273\text{r}/\text{min}$$
，取 $n = 250\text{r}/\text{min}$

丝锥回转转速 n_0 ：取 $n_n = 250\text{r}/\text{min}$

实际切削速度 V' ：
$$V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 14 \times 250}{1000 \times 60} \approx 0.18\text{m}/s$$

被切削层长度 l ： $l = 15\text{mm}$

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

刀具切入长度 l_1 : $l_1 = (1 \sim 3)f = 3 \times 1.5 = 4.5mm$

刀具切出长度 l_2 : $l_2 = 0$ (盲孔)

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_{j2} : t_{j2} = \frac{l+l_1+l_2}{fn} + \frac{l+l_1+l_2}{fn_0} = \frac{15+4.5}{1.5 \times 250} + \frac{15+4.5}{1.5 \times 250} \approx 0.11\text{min}$$

\therefore 本工序机动时间 t_j : $t_j = t_{j1} = t_{j2} = 0.11\text{min}$

工序 14 : 两侧窗口面上螺孔攻丝

机床 : 组合攻丝机

刀具 : 钒钢机动丝锥

进给量 f : 由于其螺距 $p = 1.5mm$, 因此进给量 $f = 1.5mm/r$

切削速度 V : 参照《机械加工工艺手册》表 2.4-105, 取
 $V = 0.148m/s = 8.88m/min$

$$\text{机床主轴转速 } n : n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 8.88}{3.14 \times 10} \approx 283r/min, \text{ 取 } n = 250r/min$$

丝锥回转转速 n_0 : 取 $n_0 = 250r/min$

$$\text{实际切削速度 } V' : V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 10 \times 250}{1000 \times 60} \approx 0.13m/s$$

由工序 4 可知 : $l = 30mm$ $l_1 = 4.5mm$ $l_2 = 0$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_j : t_j = \frac{l+l_1+l_2}{fn} + \frac{l+l_1+l_2}{fn_0} = \frac{30+4.5}{1.5 \times 250} + \frac{30+4.5}{1.5 \times 250} \approx 0.18\text{min}$$

工序 15 : 顶面螺孔攻丝

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

机床：组合攻丝机

刀具：钨钢机动丝锥

进给量 f ：由于其螺距 $p = 1.5\text{mm}$ ，因此进给量 $f = 1.5\text{mm}/r$

切削速度 V ：参照《机械加工工艺手册》表 2.4-105，取
 $V = 0.148\text{m}/s = 8.88\text{m}/\text{min}$

机床主轴转速 n ： $n = \frac{1000V}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 8.88}{3.14 \times 10} \approx 283\text{r}/\text{min}$ ，取 $n = 250\text{r}/\text{min}$

丝锥回转转速 n_0 ：取 $n_0 = 250\text{r}/\text{min}$

实际切削速度 V' ： $V' = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 10 \times 250}{1000 \times 60} \approx 0.13\text{m}/s$

由工序 2 可知： $l = 20\text{mm}$ $l_1 = 4.5\text{mm}$ $l_2 = 0$

走刀次数为 1

机动时间 t_j ： $t_j = \frac{l + l_1 + l_2}{fn} + \frac{l + l_1 + l_2}{fn_0} = \frac{20 + 4.5}{1.5 \times 250} + \frac{20 + 4.5}{1.5 \times 250} \approx 0.13\text{min}$

工序 17：精铣两侧面

机床：组合铣床

刀具：硬质合金端铣刀 YG8 $d_w = 320\text{mm}$ ，齿数 $Z = 12$

铣削深度 a_p ： $a_p = 1.5\text{mm}$

每齿进给量 a_f ：根据《机械加工工艺手册》表 2.4-73，取 $a_f = 0.15\text{mm}/Z$

铣削速度 V ：参照《机械加工工艺手册》表 2.4-81，取 $V = 3.5\text{m}/s$

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$\text{机床主轴转速 } n : n = \frac{1000V}{pd_0} = \frac{1000 \times 3.5 \times 60}{3.14 \times 320} \approx 209 r/\text{min} , \text{取 } n = 200 r/\text{min}$$

$$\text{实际铣削速度 } V' : V' = \frac{pd_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 320 \times 200}{1000 \times 60} \approx 3.35 m/s$$

$$\text{进给量 } V_f : V_f = a_f Z n = 0.15 \times 12 \times 200 / 60 = 6 mm/s$$

$$\text{工作台每分进给量 } f_m : f_m = V_f = 6 mm/s = 360 mm/\text{min}$$

$$\text{刀具切入长度 } l_1 : \text{精铣时 } l_1 = D = 320 mm$$

$$\text{由工序 3 可知 : } l = 140 mm \quad l_2 = 2 mm$$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_j : t_j = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{140 + 320 + 2}{360} \approx 1.28 \text{ min}$$

工序 18：精铣前后端面

机床：组合铣床

$$\text{刀具：硬质合金端铣刀（面铣刀） } d_w = 400 mm \quad \text{齿数 } Z = 14$$

$$\text{铣削深度 } a_p : a_p = 0.5 mm$$

每齿进给量 a_f ：根据《机械加工工艺手册》表 2.4-73，取 $a_f = 0.15 mm/Z$

铣削速度 V ：参照《机械加工工艺手册》表 2.4-81，取 $V = 6 m/s$

$$\text{机床主轴转速 } n : n = \frac{1000V}{pd_0} = \frac{1000 \times 6 \times 60}{3.14 \times 400} \approx 287 r/\text{min} , \text{取 } n = 300 r/\text{min}$$

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$\text{实际铣削速度 } V' : V' = \frac{pd_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 400 \times 300}{1000 \times 60} \approx 6.28 \text{ m/s}$$

$$\text{进给量 } V_f : V_f = a_f Z n = 0.15 \times 14 \times 300 / 60 \approx 10.5 \text{ mm/s}$$

$$\text{工作台每分进给量 } f_m : f_m = V_f = 10.5 \text{ mm/s} = 630 \text{ mm/min}$$

$$\text{刀具切入长度 } l_1 : \text{精铣时 } l_1 = D = 400 \text{ mm}$$

$$\text{由工序 5 可知： } l = 329 \text{ mm} \quad l_2 = 2 \text{ mm}$$

走刀次数为 1

$$\text{机动时间 } t_j : t_j = \frac{l + l_1 + l_2}{f_m} = \frac{329 + 400 + 2}{630} \approx 1.16 \text{ min}$$

1.7 时间定额计算及生产安排

根据设计任务要求，该汽车变速箱的年产量为 10 万件。一年以 240 个工作日计算，每天的产量应不低于 417 件。设每天的产量为 420 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 1.14min。

参照《机械加工工艺手册》表 2.5-2，机械加工单件（生产类型：中批以上）时间定额的计算公式为：

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

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）

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

t_f —辅助时间。用于某工序加工每个工件时都要进行的各种辅助动

作所消耗的时间，包括装卸工件时间和有关工步辅助时间

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

工序 1：粗、精铣顶面

机动时间 t_j ： $t_j = 1.73 \text{ min}$

辅助时间 t_f ：参照《机械加工工艺手册》表 2.5-43，取工步辅助时间为 0.15 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 0.1 min。则 $t_f = 0.15 + 0.1 = 0.25 \text{ min}$

k ：根据《机械加工工艺手册》表 2.5-48， $k = 13$

单间时间定额 t_d ：

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (1.73 + 0.25)(1 + 13\%) \approx 2.24 \text{ min} > 1.14 \text{ min}$$

因此应布置两台机床同时完成本工序的加工。当布置两台机床时，

$$t_d' = \frac{t_d}{2} = \frac{2.24}{2} = 1.12 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

即能满足生产要求

工序 2：钻顶面孔、铰定位孔

机动时间 t_j ： $t_j = 0.33 \text{ min}$

辅助时间 t_f ：参照《机械加工工艺手册》表 2.5-41，取工步辅助时间为 0.44 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 0.1 min。则 $t_f = 0.44 + 0.1 = 0.54 \text{ min}$

k ：根据《机械加工工艺手册》表 2.5-43， $k = 12.14$

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

单间时间定额 t_d :

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.33 + 0.54)(1 + 12.14\%) \approx 0.98 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

因此布置一台机床即能满足生产要求。

工序 3：粗铣两侧面及凸台

机动时间 t_j : $t_j = 0.46 \text{ min}$

辅助时间 t_f : 参照《机械加工工艺手册》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 0.1 min。则 $t_f = 0.41 + 0.1 = 0.51 \text{ min}$

k : 根据《机械加工工艺手册》表 2.5-48， $k = 13$

单间时间定额 t_d :

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.46 + 0.51)(1 + 13\%) \approx 1.10 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

因此布置一台机床即能满足生产要求。

工序 4：钻两侧面孔

机动时间 t_j : $t_j = 0.17 \text{ min}$

辅助时间 t_f : 参照《机械加工工艺手册》表 2.5-41，取工步辅助时间为 0.44 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 0.1 min。则 $t_f = 0.44 + 0.1 = 0.54 \text{ min}$

k : 根据《机械加工工艺手册》表 2.5-43， $k = 12.14$

单间时间定额 t_d :

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.17 + 0.54)(1 + 12.14\%) \approx 0.80 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

因此布置一台机床即能满足生产要求。

工序 5：粗铣前后端面

机动时间 t_j ： $t_j = 0.53 \text{ min}$

辅助时间 t_f ：参照《机械加工工艺手册》表 2.5-45，取工步辅助时间为 0.31min。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 0.1min。则 $t_f = 0.31 + 0.1 = 0.41 \text{ min}$

k ：根据《机械加工工艺手册》表 2.5-48， $k = 13$

单间时间定额 t_d ：

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.53 + 0.41)(1 + 13\%) \approx 1.06 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

因此布置一台机床即能满足生产要求。

工序 6：半精铣前后端面

机动时间 t_j ： $t_j = 0.53 \text{ min}$

辅助时间 t_f ：参照《机械加工工艺手册》表 2.5-45，取工步辅助时间为 0.31min。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 0.1min。则 $t_f = 0.31 + 0.1 = 0.41 \text{ min}$

k ：根据《机械加工工艺手册》表 2.5-48， $k = 13$

单间时间定额 t_d ：

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.53 + 0.41)(1 + 13\%) \approx 1.06 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

因此布置一台机床即能满足生产要求。

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

工序 7：钻倒车齿轮轴孔、钻前后端面上孔

机动时间 t_j : $t_j = 0.76 \text{ min}$

辅助时间 t_f : 参照《机械加工工艺手册》表 2.5-41，取工步辅助时间为 0.44 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 0.1 min。则 $t_f = 0.44 + 0.1 = 0.54 \text{ min}$

k : 根据《机械加工工艺手册》表 2.5-43， $k = 12.14$

单间时间定额 t_d :

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.76 + 0.54)(1 + 12.14\%) \approx 1.46 \text{ min} > 1.14 \text{ min}$$

因此应布置两台机床同时完成本工序的加工。当布置两台机床时，

$$t_d' = \frac{t_d}{2} = \frac{1.46}{2} = 0.73 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

即能满足生产要求

工序 8：铣倒车齿轮轴孔内端面、钻加油孔

由于钻加油孔机动时间与辅助时间均大于铣倒车齿轮轴孔内端面所用的时间，因此应以钻加油孔所用时间计算单件时间定额。

机动时间 t_j : $t_j = 0.26 \text{ min}$

辅助时间 t_f : 参照《机械加工工艺手册》表 2.5-41，取工步辅助时间为 0.44 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 0.1 min。则 $t_f = 0.44 + 0.1 = 0.54 \text{ min}$

k : 根据《机械加工工艺手册》表 2.5-43， $k = 12.14$

单间时间定额 t_d :

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.26 + 0.54)(1 + 12.14\%) \approx 0.90 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

因此布置一台机床即能满足生产要求。

工序 9：粗镗前后端面支承孔

机动时间 t_j ： $t_j = 0.97 \text{ min}$

辅助时间 t_f ：参照《机械加工工艺手册》表 2.5-37，取工步辅助时间为 0.80 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 0.15 min。

$$\text{则 } t_f = 0.80 + 0.15 = 0.95 \text{ min}$$

k ：根据《机械加工工艺手册》表 2.5-39， $k = 14.83$

单间时间定额 t_d ：

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.97 + 0.95)(1 + 14.83\%) \approx 2.20 \text{ min} > 1.14 \text{ min}$$

因此应布置两台机床同时完成本工序的加工。当布置两台机床时，

$$t_d' = \frac{t_d}{2} = \frac{2.20}{2} = 1.10 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

即能满足生产要求

工序 10：攻 1" 锥管螺纹孔

机动时间 t_j ： $t_j = 0.1 \text{ min}$

辅助时间 t_f ：参照钻孔辅助时间，取装卸工件辅助时间为 0.1 min，工步辅助时间为 0.4 min。则 $t_f = 0.4 + 0.1 = 0.5 \text{ min}$

k ：参照钻孔 k 值，取 $k = 12.14$

单间时间定额 t_d ：

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.1 + 0.5)(1 + 12.14\%) \approx 0.67 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

因此布置一台机床即能满足生产要求。

工序 11：精镗支承孔

$$\text{机动时间 } t_j : t_j = 0.86 \text{ min}$$

辅助时间 t_f ：参照《机械加工工艺手册》表 2.5-37，取工步辅助时间为 0.80 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 0.15 min。

$$\text{则 } t_f = 0.80 + 0.15 = 0.95 \text{ min}$$

k ：根据《机械加工工艺手册》表 2.5-39， $k = 14.83$

单间时间定额 t_d ：

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.86 + 0.95)(1 + 14.83\%) \approx 2.09 \text{ min} > 1.14 \text{ min}$$

因此应布置两台机床同时完成本工序的加工。当布置两台机床时，

$$t_d' = \frac{t_d}{2} = \frac{2.09}{2} \approx 1.05 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

即能满足生产要求

工序 12：前后端面螺纹孔攻丝

$$\text{机动时间 } t_j : t_j = 0.11 \text{ min}$$

辅助时间 t_f ：参照钻孔辅助时间，取装卸工件辅助时间为 0.1 min，工步辅助时间为 0.4 min。则 $t_f = 0.4 + 0.1 = 0.5 \text{ min}$

k ：参照钻孔 k 值，取 $k = 12.14$

单间时间定额 t_d ：

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.11 + 0.5)(1 + 12.14\%) \approx 0.68 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

因此布置一台机床即能满足生产要求。

工序 14：精铣前后端面

机动时间 t_j ： $t_j = 1.16 \text{ min}$

辅助时间 t_f ：参照《机械加工工艺手册》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 0.1min。

$$\text{则 } t_f = 0.41 + 0.1 = 0.51 \text{ min}$$

k ：根据《机械加工工艺手册》表 2.5-48， $k = 13$

单间时间定额 t_d ：

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (1.16 + 0.51)(1 + 13\%) \approx 1.89 \text{ min} > 1.14 \text{ min}$$

因此应布置两台机床同时完成本工序的加工。当布置两台机床时，

$$t_d' = \frac{t_d}{2} = \frac{1.89}{2} \approx 0.95 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

即能满足生产要求

工序 15：精铣两侧面

机动时间 t_j ： $t_j = 1.28 \text{ min}$

辅助时间 t_f ：参照《机械加工工艺手册》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 0.1min。

$$\text{则 } t_f = 0.41 + 0.1 = 0.51 \text{ min}$$

k ：根据《机械加工工艺手册》表 2.5-48， $k = 13$

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

单间时间定额 t_d :

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (1.28 + 0.51)(1 + 13\%) \approx 2.02 \text{ min} > 1.14 \text{ min}$$

因此应布置两台机床同时完成本工序的加工。当布置两台机床时，

$$t_d' = \frac{t_d}{2} = \frac{2.02}{2} = 1.01 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

即能满足生产要求

工序 16：两侧窗口面上螺纹攻丝

机动时间 t_j : $t_j = 0.18 \text{ min}$

辅助时间 t_f : 参照钻孔辅助时间，取装卸工件辅助时间为 0.1 min ，工步辅

助时间为 0.4 min 。则 $t_f = 0.4 + 0.1 = 0.5 \text{ min}$

k : 参照钻孔 k 值，取 $k = 12.14$

单间时间定额 t_d :

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.18 + 0.5)(1 + 12.14\%) \approx 0.76 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

因此布置一台机床即能满足生产要求。

工序 17：顶面螺纹孔攻丝

机动时间 t_j : $t_j = 0.13 \text{ min}$

辅助时间 t_f : 参照钻孔辅助时间，取装卸工件辅助时间为 0.1 min ，工步辅

助时间为 0.4 min 。则 $t_f = 0.4 + 0.1 = 0.5 \text{ min}$

k : 参照钻孔 k 值，取 $k = 12.14$

单间时间定额 t_d :

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$t_d = (t_j + t_f)(1 + k\%) = (0.13 + 0.5)(1 + 12.14\%) \approx 0.71 \text{ min} < 1.14 \text{ min}$$

因此布置一台机床即能满足生产要求。

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

第二章 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。在加工汽车变速箱箱体零件时，需要设计专用夹具。

根据任务要求中的设计内容，需要设计加工工艺孔夹具及铣前后端面夹具各一套。其中加工工艺孔的夹具将用于组合钻床，刀具分别为两把麻花钻、扩孔钻、铰刀对工件上的两个工艺孔同时进行加工。铣端面夹具将用于组合铣床，

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

刀具为两把硬质合金端铣刀 YG8 对变速箱箱体的前后两个端面同时进行加工。

2.1 加工工艺孔夹具设计

本夹具主要用来钻、扩、铰两个工艺孔 $f12mm$ 。这两个工艺孔均有尺寸精度要求为 $+0.027mm$ ，表面粗糙度要求，表面粗糙度为 $6.2\mu m$ ，与顶面垂直。

并用于以后各面各孔加工中的定位。其加工质量直接影响以后各工序的加工精度。本道工序为汽车变速箱体加工的第二道工序，加工到本道工序时只完成了顶面的粗、精铣。因此再本道工序加工时主要应考虑如何保证其尺寸精度要求和表面粗糙度要求，以及如何提高劳动生产率，降低劳动强度。

2.1.1 定位基准的选择

由零件图可知，两工艺孔位于零件顶面上，其有尺寸精度要求和表面粗糙度要求并应与顶面垂直。为了保证所钻、铰的孔与顶面垂直并保证两工艺孔能在后续的孔系加工工序中使各重要支承孔的加工余量均匀。根据基准重合、基准统一原则。在选择两工艺孔的加工定位基准时，应尽量选择上一道工序即粗、精铣顶面工序的定位基准，以及设计基准作为其定位基准。因此加工工艺孔的定位基准应选择顶面作为主要定位基面以限制工件的三个自由度，以两个同轴的主要支承孔 $f120mm$ 限制工件的两个自由度，在用工件的一个端面作为辅助定位限制工件的另一个自由度。

为了提高加工效率，根据工序要求用两把刀具对两个 $f12mm$ 工艺孔同时进行加工。同时为了缩短辅助时间，准备采用气动夹紧方式夹紧。

2.1.2 切削力的计算与夹紧力分析

由于本道工序主要完成工艺孔的钻、扩、铰加工，而钻削力远远大于扩和

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

较的切削力。因此切削力应以钻削力为准。由《切削手册》得：

$$\text{钻削力} \quad F = 26Df^{0.8}HB^{0.6}$$

$$\text{钻削力矩} \quad T = 10D^{1.9}f^{0.8}HB_{0.6}$$

式中： $D = 12\text{mm}$

$$HB = HB_{\max} - \frac{1}{3}(HB_{\max} - HB_{\min}) = 255 - \frac{1}{3}(255 - 187) = 232$$

$$f = 0.15\text{mm} \cdot r^{-1}$$

$$\therefore F = 26 \times 12 \times 0.15^{0.8} \times 232^{0.6} = 1802.5\text{N}$$

$$T = 10 \times 12^{1.9} \times 0.15^{0.8} \times 232^{0.6} = 6488.8\text{N} \cdot \text{mm}$$

$$\text{当用两把刀具同时钻削时：} \quad F' = 2F = 2 \times 1802.5 = 2605\text{N}$$

$$T' = 2T = 2 \times 6488.8 = 12977.6\text{N} \cdot \text{mm}$$

本道工序加工工艺孔时，工件变速箱箱体放在两 V 形块上。依靠上面的活动钻模板下降夹紧工件，夹紧力方向与钻削力方向相同。因此进行夹紧立计算无太大意义。只需连接两 V 形块的杠杆及固定杠杆的销钉强度、刚度适当即能满足加工要求。

2.1.3 夹紧元件及动力装置确定

由于汽车变速箱的生产量很大，采用手动夹紧的夹具虽然结构简单，在生产中的应用也比较广泛。但因人力有限，夹紧受到限制。另外在大批量生产中靠人力频繁的夹紧也十分劳累且生产率低。因此本道工序夹具的夹紧动力装置采用气动夹紧。采用气动夹紧，原始夹紧力可以连续作用，夹紧可靠，机构可以不必自锁。

本道工序夹具的夹紧元件选用两短锥销、活柱钻模板。两短锥销分别在单活塞回转式气缸的活塞及心轴推动下进入工件支承孔 $\phi 120\text{mm}$ 中，从水平方向

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

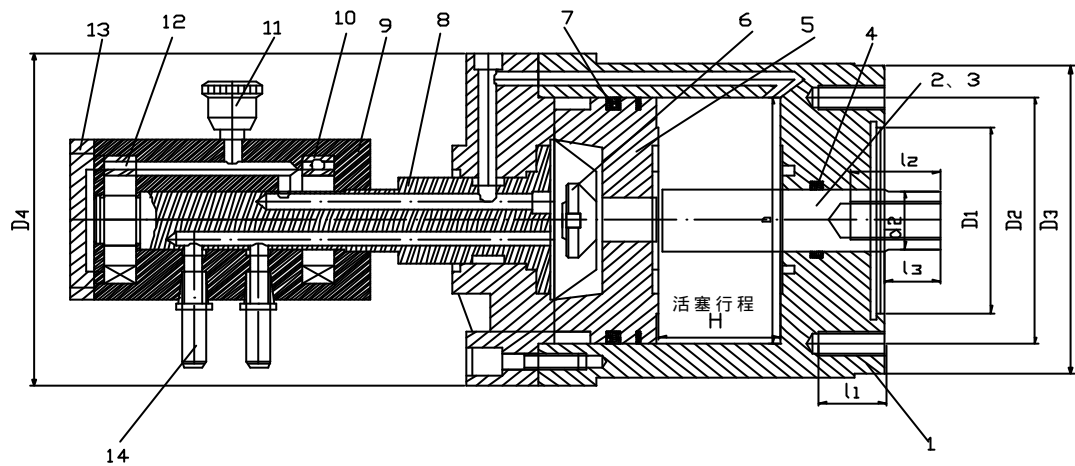
QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

夹紧工件。但工件仍可绕气缸心轴中心转动。活柱钻模板由气缸带动下降夹紧工件。

单活塞回转气缸结构图如下：



- 1—缸体 2—活塞杆 3—垫片 4—密封圈 5—活塞
 6—垫圈 7—密封圈 8—导气轴 9—导气套 10—止推轴承
 11—油环 12—滚针轴承 13—压盖 14—管接头

其主要结构参数如下：

D	H		P (公斤力)		D ₁		D ₂
					公称尺寸	公差	
100	35		310		75	+0.030	100
D ₃	D ₄	d ₁	d ₂	l ₁	l ₂	l ₃	n
125	135	M10	M16	2	30	3	4

订做机械设计
 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)
 QQ 1003471643
 或 QQ 2419131780

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

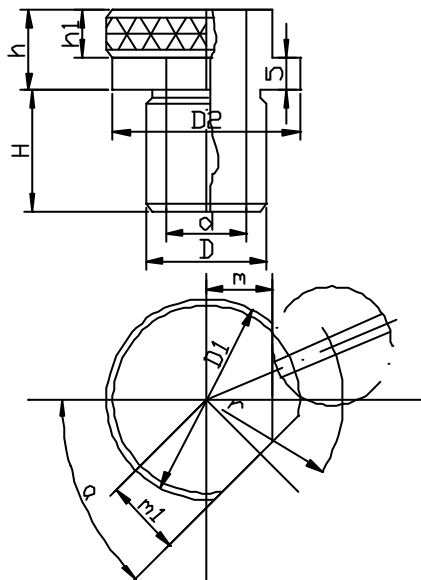
QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

2.1.4 钻套、衬套、钻模板及夹具体设计

工艺孔的加工需钻、扩、铰三次切削才能满足加工要求。故选用快换钻套（其结构如下图所示）以减少更换钻套的辅助时间。根据工艺要求：工艺孔 $f12^{+0.027}mm$ 分钻、扩、铰三个工步完成加工。即先用 $f10mm$ 的麻花钻钻孔，根据 GB1141—84 的规定钻头上偏差为零，故钻套孔径为 $f11F8mm$ 即 $f11^{+0.034}_{+0.016}mm$ 。再用 $f11.85mm$ 标准扩孔钻扩孔，根据 GB1141—84 的规定 $f11.85mm$ 扩孔钻的尺寸为 $f11.85^0_{-0.027}mm$ ，故钻套尺寸为 $f11.85F7mm$ 即 $f11.85^{-0.034}_{+0.016}mm$ 。最后用 $f12mm$ 的标准铰刀铰孔，根据 GB1141—84 的规定标准铰刀尺寸为 $f12^{+0.015}_{+0.008}mm$ ，故钻套孔径尺寸为 $f12^{+0.039}_{+0.021}mm$ 。



图：快换钻套

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

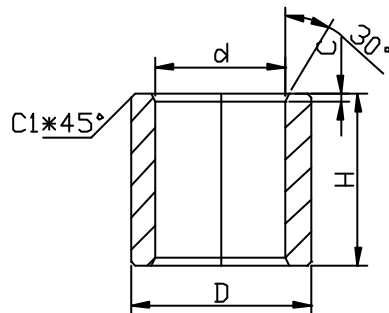
或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

铰工艺孔钻套结构参数如下表：

d	H	D		D_1	D_2	h	h_1	m	m_1	r	a
		公称尺寸	允差								
12	18	18	+0.023 +0.012	30	28	12	7	10	11.5	20.5	45°

衬套选用固定衬套其结构如图所示：



其结构参数如下表：

d		H	D		C	C_1
公称尺寸	允差		公称尺寸	允差		
18	+0.018 0	24	25	+0.039 +0.025	1	0.6

钻模板选用悬挂式钻模板，在本夹具中选用的是气动滑柱式钻模板。利用夹具体内安装气缸，使滑柱带动升降板上升或下降由于气缸始终作用故不需要自锁机构。

夹具体的设计主要考虑零件的形状及将上述各主要元件联成一个整体。这

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

些主要元件设计好后即可画出夹具的设计装配草图。整个夹具的结构见夹具装配图 2 所示。

2.1.5 夹具精度分析

利用夹具在机床上加工时，机床、夹具、工件、刀具等形成一个封闭的加工系统。它们之间相互联系，最后形成工件和刀具之间的正确位置关系。因此在夹具设计中，当结构方案确定后，应对所设计的夹具进行精度分析和误差计算。

由工序简图可知，本道工序由于工序基准与加工基准重合，又采用顶面为主要定位基面，故定位误差 Δd_w 很小可以忽略不计。本道工序加工中主要保证两工艺孔尺寸 $f12^{+0.027}mm$ 及位置度公差 $0.1mm$ 及表面粗糙度 $6.3mm$ 。本道工序最后采用精铰加工，选用 GB1141—84 铰刀，直径为 $f12^{+0.015}_{+0.008}mm$ ，并采用钻套，铰刀导套孔径为 $d = f12^{+0.039}_{+0.021}mm$ ，外径为 $D = 18^{+0.023}_{+0.012}mm$ 同轴度公差为 $f0.005mm$ 。固定衬套采用孔径为 $f18^{+0.034}_{+0.016}mm$ ，同轴度公差为 $f0.005mm$ 。

该工艺孔的位置度应用的是最大实体要求。即要求：(1) 各孔的实际轮廓受最大实体实效边界的控制即受直径为 $f12 - f0.1 = f11.9mm$ 的理想圆柱面的控制。(2) 各孔的体外作用尺寸不能小于最大实体实效尺寸 $f12mm$ 。(3) 当各孔的实际轮廓偏离其最大实体状态，即其直径偏离最大实体尺寸 $f12mm$ 时可将偏离量补偿给位置度公差。(4) 如各孔的实际轮廓处于最小实体状态即其实际直径为 $f12.027mm$ 时，相对于最大实体尺寸 $f12mm$ 的偏离量为 $f0.027mm$ ，此时轴线的位置度误差可达到其最大值 $f0.1 + f0.027 = f0.127mm$ 。即孔的位置度

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

公差最小值为 $f0.1mm$ 。

工艺孔的尺寸 $f12^{+0.027}mm$ ，由选用的铰刀尺寸 $f12^{+0.015}_{+0.008}mm$ 满足。

工艺孔的表面粗糙度 $6.3mm$ ，由本工序所选用的加工工步钻、扩、铰满足。

影响两工艺孔位置度的因素有（如下图所示）：

- (1) 钻模板上两个装衬套孔的尺寸公差： $\Delta_1 = 0.005mm$
- (2) 两衬套的同轴度公差： $\Delta_2 = 0.005mm$
- (3) 衬套与钻套配合的最大间隙： $\Delta_3 = 18.034 - 18.012 = 0.022mm$
- (4) 钻套的同轴度公差： $\Delta_4 = 0.005mm$
- (5) 钻套与铰刀配合的最大间隙： $\Delta_5 = 12.039 - 12.008 = 0.031mm$

$$2\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta d_w^2} = 2 \times 0.039 = 0.078mm < 0.1mm$$

所以能满足加工要求。

2.1.6 夹具设计及操作的简要说明

钻铰工艺孔的夹具如夹具装配图 2 所示。装卸工件时，将小车拉出到支架 01 上，小车带有四个滚轮 04，可沿两条圆柱导轨灵活移动。工件装上后卡在三个斜块 24 中间。将小车连同工件推入夹具中时，螺钉 23 起限位作用。小车由滑柱 08 及弹簧 21 支承，夹紧工件时，小车可以压缩弹簧而自动下降。由于本工序在顶面钻铰孔，除了顶面已经加工以外，其余表面均尚未加工，为了保证所钻铰的孔与顶面垂直并保证两工艺孔能在后续的孔系加工工序中使各主要支承孔的加工余量均匀，所以钻铰孔工序的定位选择顶面作为主要定位基面以限制工件的三个自由度，以两个同轴的主要支承孔限制工件的两个自由度，再用工件端面限制一个自由度。本夹具采用活柱钻模板向下运动夹紧工件，钻模板

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

装在四根滑柱 10 和 22 上，两根对角安装的滑柱 10 与气缸活塞相连，滑柱下移时，既可夹紧工件，操作时，先接通气缸使气缸活塞及心轴推动两个短锥销进入工件孔中，从水平方向夹紧工件。由于夹紧缸由弹簧 18 支承并安装在滑柱上，当活柱钻模板下降夹紧工件时，锥销连同气缸可以和工件一起下降。心轴装在滚针轴承及推力轴承上，即使水平方向已夹紧工件，但工件仍可绕心轴的中心转动。当滑柱 10、22 下降时，钻模板、工件也一起下降并迫使小车下降，工件则压在两个浮动 V 形块 06 上，两浮动 V 形块 06 通过杠杆 07 的转动而实现自位。加工完后，滑柱升起，由弹簧 21 将小车和工件托起，拉出小车即可卸下工件。

2.2 粗铣前后端面夹具设计

本夹具主要用来粗铣汽车变速箱箱体前后端面。由加工本道工序的工序简图可知。粗铣前后端面时，前后端面有尺寸要求 $368 \pm 0.25mm$ ，前后端面与工艺孔轴线分别有尺寸要求 $55^{+0.65}_{+0.35}mm$ 。以及前后端面均有表面粗糙度要求 Rz50。本道工序仅是对前后端面进行粗加工。因此在本道工序加工时，主要应考虑提高劳动生产率，降低劳动强度。同时应保证加工尺寸精度和表面质量。

2.2.1 定位基准的选择

在进行前后端面粗铣加工工序时，顶面已经精铣，两工艺孔已经加工出。因此工件选用顶面与两工艺孔作为定位基面。选择顶面作为定位基面限制了工件的三个自由度，而两工艺孔作为定位基面，分别限制了工件的一个和两个自由度。即两个工艺孔作为定位基面共限制了工件的三个自由度。即一面两孔定位。工件以一面两孔定位时，夹具上的定位元件是：一面两销。其中一面为支承板，两销为一短圆柱销和一削边销。

为了提高加工效率，现决定用两把铣刀对汽车变速箱箱体的前后端面同时进行粗铣加工。同时为了缩短辅助时间准备采用气动夹紧。

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780
注：样稿，论文不完整，勿抄袭

2.2.2 定位元件的设计

本工序选用的定位基准为一面两孔定位，所以相应的夹具上的定位元件应是一面两销。因此进行定位元件的设计主要是对短圆柱销和短削边销进行设计。

由加工工艺孔工序简图可计算出两工艺孔中心距 L_g 。

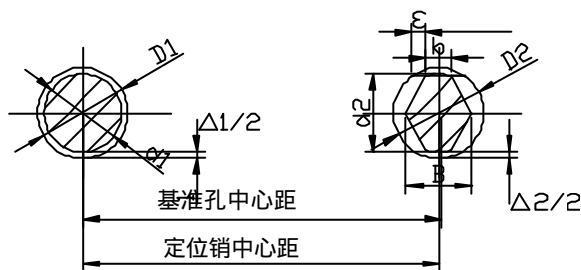
$$L_g = \sqrt{257^2 + 110^2} = 279.55mm$$

由于两工艺孔有位置度公差，所以其尺寸公差为 $d_{Lg} = \frac{1}{3} \times 0.1 = 0.03mm$

所以两工艺孔的中心距为 $279.55 \pm 0.03mm$ ，而两工艺孔尺寸为

$\phi 12^{+0.027} mm$ 。

根据《机床夹具设计手册》削边销与圆柱销的设计计算过程如下：



(1) 确定两定位销中心距尺寸 L_x 及其偏差 d_{Lx}

$$L_x = L_g = 279.55mm$$

$$d_{Lx} = \left(\frac{1}{5} \sim \frac{1}{3}\right) d_{Lg} = \frac{1}{3} \times 0.03 = 0.01mm$$

(2) 确定圆柱销直径 d_1 及其公差 d_{d1}

$$d_1 = D_1 = 12mm \quad (D_1 \text{—基准孔最小直径})$$

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780
注：样稿，论文不完整，勿抄袭

d_{d1} 取 f7

所以圆柱销尺寸为 $12_{-0.034}^{-0.016} mm$

(3) 削边销的宽度 b 和 B (由《机床夹具设计手册》)

$$b = 4mm \quad B = D_2 - 2 = 10mm$$

(4) 削边销与基准孔的最小配合间隙 Δ_2

$$\Delta_2 = \frac{2b(d_{Lx} + d_{Lg} - \frac{\Delta_1}{2})}{D_2}$$

其中： D_2 —基准孔最小直径 Δ_1 —圆柱销与基准孔的配合间隙

$$\therefore \Delta_2 = \frac{2 \times 4 \times (0.01 + 0.03 - \frac{0.027}{2})}{12} = 0.018mm$$

(5) 削边销直径 d_2 及其公差

$$d_2 = D_2 - \Delta_2 = 12 - 0.018 = 11.982mm$$

按定位销一般经济制造精度，其直径公差带为 $h6$ ，则削边销的定位圆柱部分定位直径尺寸为 $f11.982_{-0.009}^0 mm$ 。

(6) 补偿值 e

$$e = d_{Lg} + d_{Lx} - \frac{1}{2} \Delta_{1min} = 0.03 + 0.01 - 0.008 = 0.032mm$$

2.2.3 定位误差分析

本夹具选用的定位元件为一面两销定位。其定位误差主要为：

(1) 移动时基准位移误差 $\Delta_{j.y}$

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780
注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$\begin{aligned}\Delta_{j,y} &= \Delta d_1 + \Delta D_1 + X_{1\min} \\ &= 0.009 + 0.027 + 0.016 \\ &= 0.052\text{mm}\end{aligned}$$

(2)、转角误差

$$tg\Delta q = \frac{\Delta d_1 + \Delta D_1 + X_{1\min} + \Delta d_2 + \Delta D_2 + X_{2\min}}{2L}$$

其中： $X_{2\min} = 2(d_{Lx} + d_{Lg} - \frac{X_{1\min}}{2})$

$$\therefore tg\Delta q = \frac{0.018 + 0.027 + 0.016 + 0.009 + 0.027 + 0.064}{2 \times 279.55} = 0.000288$$

$$\therefore q = 0.0165^\circ$$

2.2.4 铣削力与夹紧力计算

根据《机械加工工艺手册》可查得：

铣削力计算公式为

圆周分力 $F_z = 9.81 \times 54.5 a_p^{0.9} a_f^{0.74} a_e^{1.0} Z d_0^{-1.0} k_{Fz}$

查表可得： $d_0 = 320\text{mm}$ $Z = 12$ $a_e = 192\text{mm}$ $a_f = 0.2\text{mm}/z$

$$a_p = 3\text{mm} \quad k_{Fz} = 1.06$$

代入得 $F_z = 9.81 \times 54.5 \times 3^{0.9} \times 0.2^{0.74} \times 192 \times 12 \times 320^{-1.0} \times 1.06$
 $= 3333.34\text{N}$

查表可得铣削水平分力、垂直分力、轴向分力与圆周分力的比值为：

$$F_L / F_E = 0.8 \quad F_V / F_E = 0.6 \quad F_x / F_E = 0.53$$

$$\therefore F_L = 0.8 F_E = 0.8 \times 3333.34 = 2666.7\text{N}$$

$$F_V = 0.6 F_E = 0.6 \times 3333.34 = 2000.0\text{N}$$

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$F_x = 0.53F_L = 0.53 \times 3333.34 = 1766.7N$$

当用两把铣刀同时加工时铣削水平分力 $F'_L = 2F_L = 2 \times 2666.7 = 5333.4N$

铣削加工产生的水平分力应由夹紧力产生的摩擦力平衡。

$$\text{即： } F'_L = F \cdot m \quad (m=0.3 \text{查表可得})$$

$$\therefore F = \frac{F'_L}{m} = \frac{5333.4}{0.3} = 17778N$$

计算出的理论夹紧力 F 再乘以安全系数 k 既为实际所需夹紧力 F'

$$\text{即： } F' = kF \quad \text{取 } k=2$$

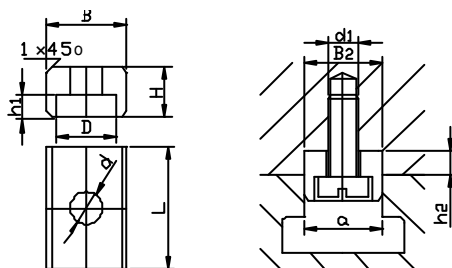
$$\therefore F' = 2 \times 17778 = 35556N$$

2.2.5 定向键与对刀装置设计

定向键安装在夹具底面的纵向槽中，一般使用两个。其距离尽可能布置的远些。通过定向键与铣床工作台 T 形槽的配合，使夹具上定位元件的工作表面对于工作台的送进方向具有正确的位置。定向键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：

夹具体槽形与螺钉



根据 T 形槽的宽度 $a=16mm$ 定向键的结构尺寸如下：

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

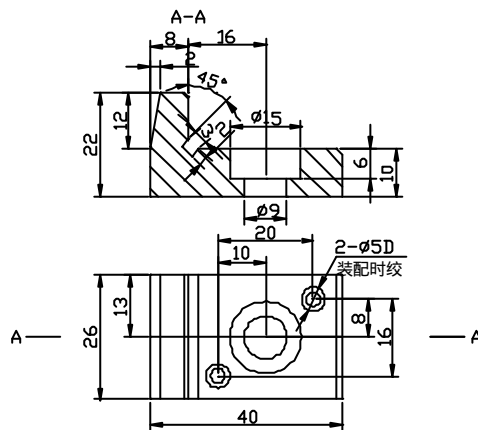
或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

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	
16	-0.012	-0.035	25	10	4	12	4.5	16	+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。

由于本道工序是完成汽车变速箱箱体前后端面的粗铣加工，所以选用直角对刀块。根据 GB2243—80 直角对刀块的结构和尺寸如图所示：



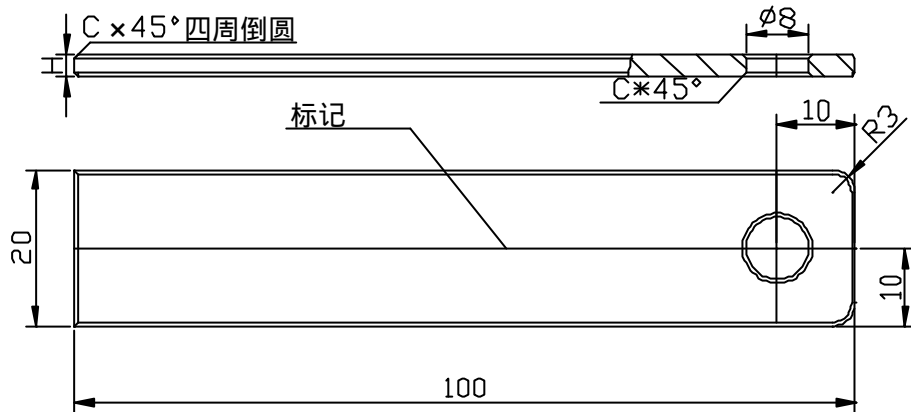
塞尺选用平塞尺，其结构如图所示：

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭



塞尺尺寸为：

公称尺寸 H	允差 d	C
3	-0.006	0.25

2.2.6 夹紧装置及夹具体设计

为了提高生产效率，缩短加工中的辅助时间。因此夹紧装置采用气动夹紧装置。工件在夹具上安装好后，气缸活塞带动压块从上往下移动夹紧工件。

根据所需要的夹紧力 $F' = 35556N$ ，来计算气缸缸筒内径 D_0 。

$$\text{气缸活塞杆推力 } Q = \frac{pD_0^2}{4} Ph$$

其中：P—压缩空气单位压力（取 $P=6$ 公斤力/厘米²）

h —效率（取 $h = 0.9$ ）

$$Q = F' = 3555.6 \text{ 公斤力}$$

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

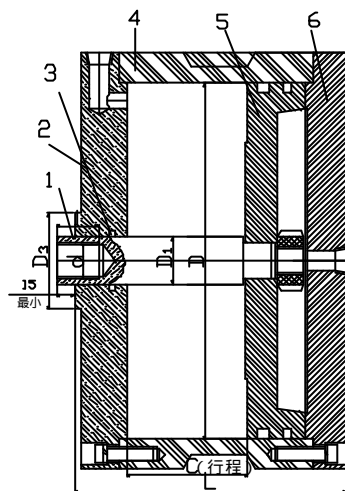
注：样稿，论文不完整，勿抄袭

$$\therefore D_0^2 = \frac{4Q}{pPh} = \frac{4 \times 3555.6}{3.14 \times 6 \times 0.9} = 838.8 \text{ 厘米}^2$$

$$D_0 = 28.96 \text{ 厘米}$$

$$\text{取 } D_0 = 30 \text{ 厘米} = 300 \text{ mm}$$

因此气缸选用管接式法兰气缸，其结构如下图所示：



- | | | |
|-------|------|-------|
| 1—活塞杆 | 2—前盖 | 3—密封圈 |
| 4—缸筒 | 5—活塞 | 6—后盖 |

其主要结构参数如下表：

D	C	D ₁	D ₂		D ₃	D ₄	D
			公称尺寸	公差			
300	$\frac{40}{100}$	40	80	-0.060	190	350	M30×1.5

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务

(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

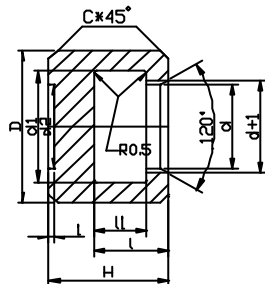
QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

d_1 英寸	d_2		$L \approx$	l	l_1	a
	公称尺寸	孔数				
Z1/2"	M16	4	230	35	25	22°30'

压块选用结构如图所示：



主要结构尺寸如下表：

d	D	H	d ₁	d ₂	l	l ₁	C
M24	36	28	26	20	17.5	12.5	2

夹具体的设计主要考虑零件的形状及将上述各主要元件联成一个整体。这些主要元件设计好后即可画出夹具的设计装配草图。整个夹具的结构夹具装配图 3 所示。

2.2.7 夹具设计及操作的简要说明

本夹具用于汽车变速箱箱体前后端面的粗铣。夹具的定位采用一面两销，定位可靠，定位误差较小。其夹紧采用的是气动夹紧，夹紧简单、快速、可靠。有利于提高生产率。工件用吊环在夹具体上安装好后，压块在气缸活塞的推动下向下移动夹紧工件。当工件加工完成后，压块随即在气缸活塞的作用下松开

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

工件，即可取下工件。由于本夹具用于变速箱体端面的粗加工，对其进行精度分析无太大意义。所以就略去对其的精度分析。

参考文献

- [1] 许晓暘，专用机床设备设计，重庆：重庆大学出版社，2003。
- [2] 孙已德，机床夹具图册，北京：机械工业出版社，1984。
- [3] 贵州工学院机械制造工艺教研室，机床夹具结构图册，贵阳：贵州任命出版社，1983。
- [4] 机械工程基础与通用标准实用丛书编委会，形状和位置公差，北京：中国计划出版社，2004。
- [5] 淘济贤等，机床夹具设计，北京：机械工业出版社，1986。

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务 (有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

- [6] 储凯等，机械工程材料，重庆：重庆大学出版社，1998。
- [7] 廖念钊等，互换性与技术测量，北京：中国计量出版社，2000。
- [8] 狄瑞坤等，机械制造工程，杭州：浙江大学出版社，2001。
- [9] 贺光谊等，画法几何及机械制图，重庆：重庆大学出版社，1994。
- [10] 丁骏一，典型零件制造工艺，北京：机械工业出版社，1989。
- [11] 孙丽媛，机械制造工艺及专用夹具设计指导，北京：冶金工业出版社，2002。
- [12] 东北重型机械学院等，机床夹具设计手册，上海：上海科学技术出版社，1979。
- [13] 孟少龙，机械加工工艺手册第1卷，北京：机械工业出版社，1991。
- [14] 《金属机械加工工艺人员手册》修订组，金属机械加工工艺人员手册，上海：上海科学技术出版社，1979。
- [15] 李洪，机械加工工艺手册，北京：机械工业出版社，1990。
- [16] 马贤智，机械加工余量与公差手册，北京：中国标准出版社，1994。
- [17] 上海金属切削技术协会，金属切削手册，上海：上海科学技术出版社，1984。
- [18] 周永强，高等学校毕业设计指导，北京：中国建材工业出版社，2002。

致 谢

订做机械设计
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)
QQ 1003471643
或 QQ 2419131780

机械设计服务
(有图纸 CAD 和 WORD 论文)

QQ 1003471643

或 QQ 2419131780

注：样稿，论文不完整，勿抄袭

首先，我要感谢我的毕业设计指导老师陈广凌老师、张彦博老师。在毕业设计中，他们给予了我学术和指导性的意见。我万分的感谢他们给我的宝贵的指导意见和鼓励。

同时，我深深感谢姚必强老师、张敬东老师、乔水明老师、李泽容老师、周汝忠老师、党玉春老师、卢宗彪老师、张勇老师、翟秀云老师等。在他们的课堂上，我受益匪浅，得到了不少对我论文有帮助的知识和想法。

我也非常感谢我的父母。在学习和生活上，他们一直都很支持我，使我能全身心地投入到学习中。

最后，很感谢阅读这篇毕业设计（论文）的人们。感谢你们抽出宝贵的时间来阅读这篇毕业设计（论文）。