

目 录

1.1 现代机械制造工艺概述.....	3
1.2 机械制造工艺的发展趋势.....	3
1.2.1 采用模拟技术，优化工艺设计.....	3
1.2.2 成形精度向少无余量方向发展.....	3
1.2.3 成形质量向“零缺陷”方向发展.....	3
1.2.4 机械加工向超精密、超高速方向发展.....	4
1.2.5 采用自动化技术，实现工艺过程的优化控制.....	4
2 零件的分析.....	5
2.1 零件的作用.....	5
2.2 零件的材料.....	7
2.3 零件的工艺性分析.....	7
2.4 零件的三维视图.....	8
3 工艺规程设计.....	12
3.1 制定零件工艺规程的原则和技术要求.....	12
3.1.1 工艺要求.....	12
3.1.2 技术依据.....	13
3.2 生产类型的确定.....	13
3.3 确定毛坯的制造形式.....	13
3.4 制定工艺路线.....	14
3.5 机械加工余量、工艺尺寸及毛坯尺寸的确定.....	19
3.6 确定切削用量及基本工时.....	21
4 夹具设计.....	32
4.1 夹具及其作用.....	32
4.4 夹具的发展趋势.....	33
4.5 机床夹具的工作原理及分类与组成.....	34
4.5.1 夹具工作原理的要点：.....	34
4.5.2 夹具的分类与组成.....	34
4.6 对夹具体设计的基本要求.....	35
4.7 问题的提出.....	36
4.8 夹具设计.....	36
4.8.1 钻床夹具设计.....	36
4.8.2 铣床夹具设计.....	38
小 结.....	41
参考文献.....	42
致 谢.....	43

绪论

机械制造及自动化专业毕业设计是在我们学完大学的全部课程之后进行的,是对我们运用理论知识与实践相结合的一次全面考验。并检验我们四年来所学的效果,进一步巩固所学的知识,培养我们运用各种资料和分析问题,解决问题的实际工作能力。这是我们在走向社会工作之前对所学各课程的最后一次深入和综合性的总复习,也是一次理论联系实际的训练,因此,它在我们的大学生活中占有重要的地位。

本次毕业设计的题目是左曲柄工艺规程及夹具设计,左曲柄是某牌号摩托车GJ156FM1 发动机配气机构上的零件,左曲柄是曲柄连杆的左边曲柄,在结构上主要要与液针轴承,正时齿轮,连杆,及向心球轴承相连,成为曲柄连杆与排气门,活塞组合相连,曲柄连杆机构是内燃机实现工作循环,完成能量转换的传动机构,用来传递力和改变运动方式。工作中,曲柄连杆机构在作功行程中把活塞的往复运动转变成曲轴的旋转运动,对外输出动力,而在其他三个行程中,即进气、压缩、排气行程中又把曲轴的旋转运动转变成活塞的往复直线运动。总的来说曲柄连杆机构是发动机借以产生并传递动力的机构。通过它把燃料燃烧后发出的热能转变为机械能。两端带堵的中空摇臂轴是通过气门摇臂轴支座固定于气缸盖上,两摇臂间装有弹簧,防止摇臂左右移动。机油从气门摇臂轴支座的油道经摇臂轴内腔和摇臂中的油道流向摇臂两端进行润滑。左曲柄上的链轮随曲轴旋转,通过链条带动凸轮轴链轮旋转。凸轮轴的旋转,使气门摇臂上下摆动,控制进、排气门按时开闭。本设计内容包括气门摇臂轴支座工艺规程及夹具设计时必需的毛坯选择、加工余量确定、切削刀具、机床选择及机动时间计算机等方面资料,同时对制定机械加工工艺规程的方法也做了适当的论述。理论上分析,此工艺过程和夹具是切实可行的。此工艺规程能够确保零件图上的各尺寸精度,表面相互位置精度,表面粗糙度和各项技术要求,并且还具有较好的经济性。本设计所选资料注意到贯彻最新国家标准及部颁标准。

就我个人而言,我希望能通过这次毕业设计对自己未来将从的工作进行一次适应性训练,从中锻炼自己分析问题、解决问题的能力。

由于我的水平有限,设计中难免有不足之处,希望各位老师给与指教,使我能够在今后的工作加以改进,并提高自己。在设计过程中罗老师不辞辛苦的指导和帮助,使我较为顺利地完成了此次毕业设计,在此表示衷心的感谢!

1 现代机械制造工艺

1.1 现代机械制造工艺概述

机械制造工艺是各种机械的制造方法和过程的总称。其研究对象是机械产品的制造工艺，包括零件加工和装配两方面。工艺是使各种原材料、半成品成为产品的方法和过程，是生产中最活跃的因素，落实在由工件、刀具、机床、夹具所构成的工艺系统中，和生产实际联系十分紧密。

1.2 机械制造工艺的发展趋势

1.2.1 采用模拟技术，优化工艺设计

成形、改性与加工是机械制造工艺的主要工序，是将原材料（主要是金属材料）制造加工成毛坯或零部件的过程。这些工艺过程特别是热加工过程是极其复杂的高温、动态、瞬时过程，其间发生一系列复杂的物理、化学、冶金变化，这些变化不仅不能直接观察，间接测试也十分困难，因而多年来，热加工工艺设计只能凭“经验”。近年来，应用计算机技术及现代测试技术形成的热加工工艺模拟及优化设计技术风靡全球，成为热加工各个学科最为热门的研究热点和跨世纪的技术前沿。

应用模拟技术，可以虚拟显示材料热加工（铸造、锻压、焊接、热处理、注塑等）的工艺过程，预测工艺结果（组织性能质量），并通过不同参数比较以优化工艺设计，确保大件一次制造成功；确保成批件一次试模成功。

模拟技术同样已开始应用于机械加工、特种加工及装配过程，并已向拟实制造成形的方向发展，成为分散网络化制造、数字化制造及制造全球化的技术基础。

1.2.2 成形精度向少无余量方向发展

毛坯和零件的成形是机械制造的第一道工序。金属毛坯和零件的成形一般有铸造、锻造、冲压、焊接和轧材下料五类方法。随着毛坯精密成形工艺的发展，零件成形的型成形的形状尺寸精度正从近净成形（Near Net Shape Forming）向净成形（Net Shape Forming）即近无余量成形方向发展。“毛坯”与“零件”的界限越来越小。有的毛坯成形后，已接近或达到零件的最终形状和尺寸，磨削后即可装配。主要方法有多种形式的精铸、精锻、精冲、冷温挤压、精密焊接及切割。如在汽车生产中，“接近零余量的敏捷及精密冲压系统”及“智能电阻焊系统”正在研究开发中。

1.2.3 成形质量向“零缺陷”方向发展

毛坯和零件成形质量高低的一另一指标是缺陷的多少、大小和危害程度。由于热加工过程十分复杂，因素多变，所以很难避免缺陷的产生。近年来热加工界提出了“向

近无“缺陷”方向发展”的目标,这个“缺陷”是指不致引起早期失效的临界缺陷概念。采取的主要措施有:采用先进工艺,净化熔融金属薄板,增大合金组织的致密度,为得到健全的铸件、锻件奠定基础;采用模拟技术,优化工艺设计,实现一次成形及试模成功;加强工艺过程监控及无损检测,及时发现超标零件;通过零件安全可靠性研究及评估,确定临界缺陷量值等。

1.2.4 机械加工向超精密、超高速方向发展

超精密加工技术目前已进入纳米加工时代,加工精度达 $0.025\mu\text{m}$,表面粗糙度达 $0.0045\mu\text{m}$ 。精切削加工技术由目前的红处波段向加工可见光波段或不可见紫外线和 X 射线波段趋近;超精加工机床向多功能模块化方向发展;超精加工材料由金属扩大到非金属。

目前超高速切削铝合金的切削已超过 1600m/min ;铸铁为 1500m/min ;超高速切削已成为解决一些难加工材料加工问题的一条途径。

1.2.5 采用自动化技术,实现工艺过程的优化控制

微电子、计算机、自动化技术与工艺设备相结合,形成了从单机到系统,从刚性到柔性,从简单到复杂等不同档次的多种自动化成形加工技术,使工艺过程控制方式发生质的变化,其发展历程及趋势为:

①应用集成电路、可编程序控制器、微机等新型控制元件、装置实现工艺设备的单机、生产线或系统的自动化控制。

②应用新型传感、无损检测、理化检验及计算机、微电子技术,实时测量并监控工艺过程的温度、压力、形状、尺寸、位移、应力、应变、振动、声、像、电、磁及合金与气体的成分、组织结构等参数,实现在线测量、测试技术的电子化、数字化、计算机及工艺参数的闭环控制,进而实现自适应控制。

③将计算机辅助工艺编程(CAPP)、数控、CAD/CAM、机器人、自动化搬运仓储、管理信息系统(MIS)等自动化单元技术综合用于工艺设计、加工及物流过程,形成不同档次的柔性自动化系统;数控加工、加工中心(MC)、柔性制造单元(FMC)、柔性制造岛(FMI)、柔性制造系统(FMS)和柔性生产线(FTL),及至形成计算机集成制造系统(CIMS)和智能制造系统(IMS)。

1.2.6 采用清洁能源及原材料、实现清洁生产

机械加工过程产生大量废水、废渣、废气、噪声、振动、热辐射等,劳动条件繁重危险,已不适应当代清洁生产的要求。近年来清洁生产成为加工过程的一个新的目标,除搞好三废治理外,重在从源头抓起,杜绝污染的产生。其途径之一为:一是采

用清洁能源,如用电加热代替燃煤加热锻坯,用电熔化代替焦炭冲天炉熔化铁液;二是采用清洁的工艺材料开发新的工艺方法,如在锻造生产中采用非石墨型润滑材料,在砂型铸造中采用非煤粉型砂;三是采用新结构,减少设备的噪声和振动。如在铸造生产中,噪声极大的震击式造型机已被射压、静压造型机所取代。在模锻生产中,噪声大且耗能多的模锻锤,已逐渐被电液传动的曲柄热模锻压力机、高能螺旋压力机所取代。在清洁生产基础上,满足产品从设计、生产到使用乃至回收和废弃处理的整个周期都符合特定的环境要求的“绿色制造”将成为 21 世纪制造业的重要特征。

1.2.7 加工与设计之间的界限逐渐淡化,并趋向集成及一体化。

CAD/CAM、FMS、CIMS、并行工程、快速原型等先进制造技术及哲理的出现,使加工与设计之间的界限逐渐淡化,并走向一体化。同时冷热加工之间,加工过程、检测过程、物流过程、装配过程之间的界限亦趋向淡化,消失,而集成于统一的制造系统之中。

2 零件的分析

2.1 零件的作用

题目所给定的左曲柄工艺规程及夹具设计,左曲柄是某牌号摩托车 GJ156FM1 发动机配气机构上的零件,左曲柄是曲柄连杆的左边曲柄,在结构上主要要与液针轴承,正时齿轮,连杆,及向心球轴承相连,成为曲柄连杆与排气门,活塞组合相连,其主要的功能是:两端带堵的中空摇臂轴是通过气门摇臂轴支座固定于气缸盖上,两摇臂间装有弹簧,防止摇臂左右移动。机油从气门摇臂轴支座的油道经摇臂轴内腔和摇臂中的油道流向摇臂两端进行润滑。左曲柄上的链轮随曲轴旋转,通过链条带动凸轮轴链轮旋转。凸轮轴的旋转,使气门摇臂上下摆动,控制进、排气门按时开闭。

同时我们可以从左曲柄在发动机装备的位置,以及和右曲柄的连接我们可以了解以上我叙述的一些的关于左曲柄的作用。

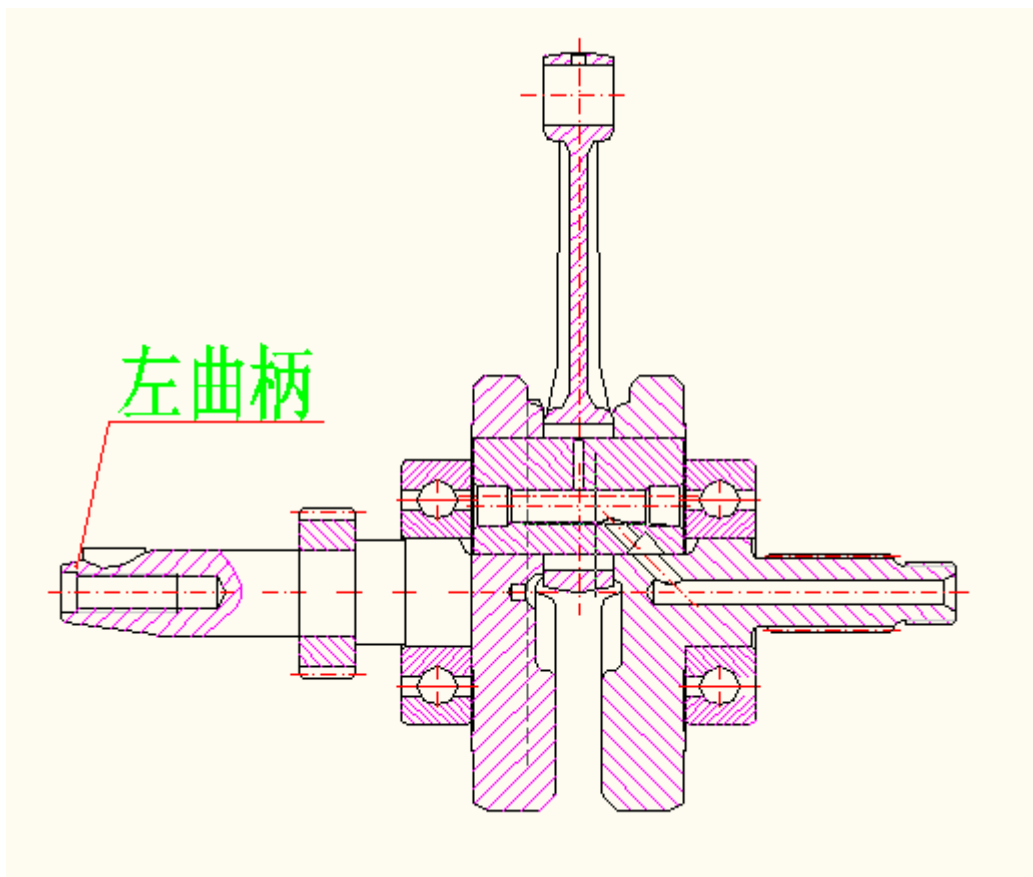


图 1 曲柄连杆图

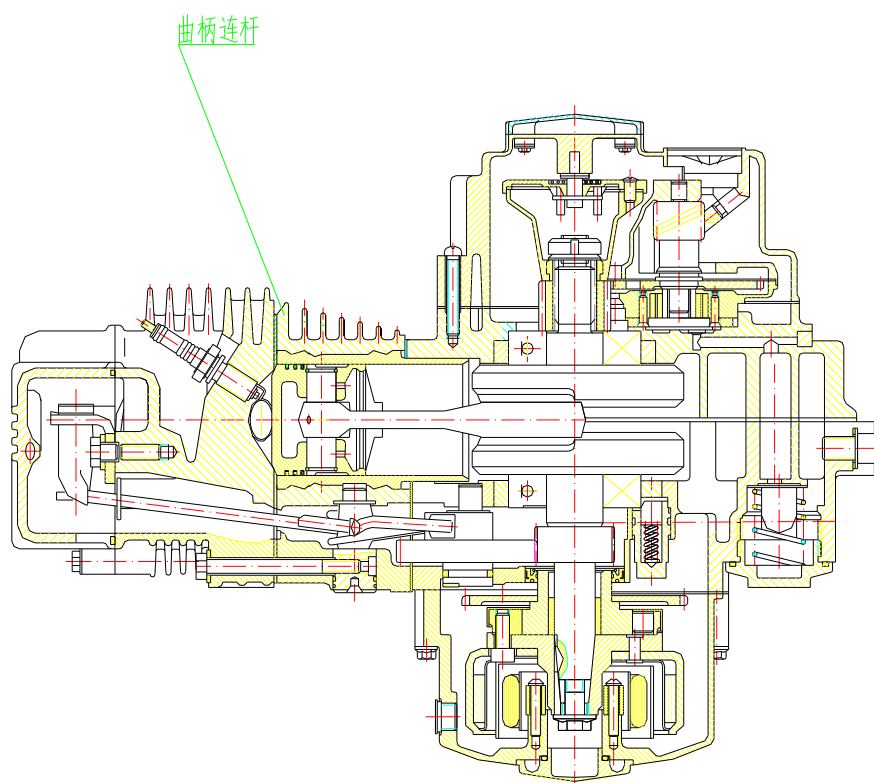


图 2 为发动机装备图

2.2 零件的材料

左曲柄的材料选用 45 号钢, 属于优质中碳调质钢, 钢中的杂质元素较少, 含硫及磷量 W_s, W_p 一般均 $\leq 0.04\%$, 而 45 号钢为最常用的中碳调质钢, 综合性能良好, 淬透性低, 水淬时易产生裂纹, 小型件宜采用调质处理, 大型件宜采用正火处理。因此多用于制造高强度的运动件。其主要的力学功能如下表 1:

表 1

推荐热处理 /℃			试样 毛坯尺寸 /mm	力 学 性 能					交货状态硬度 HBS10/3000	
				σ_b	σ_s ($\sigma_{0.2}$)	δ_5	ψ	A_{kl}	未热 处理	退火钢
正 火	淬 火	回 火		/MPa		/%		/J		
≥					≤					
850	840	600	25	600	355	16	40	39	229	197
正火或正火 + 回火			≤ 100	570 ~ 710	295	14	38	29	170 ~ 207	
			> 100 ~ 250	550 ~ 690	280	13	35	24		
			> 250 ~ 500	550 ~ 690	260	12	32	24		
调 质			≤ 16	700 ~ 850	500	14	30	31	—	
			> 16 ~ 40	650 ~ 800	430	16	35	31	—	
			> 40 ~ 100	630 ~ 780	370	17	40	31	207 ~ 302	
			> 100 ~ 250	590 ~ 740	345	18	35	31	197 ~ 286	
			> 250 ~ 500	590 ~ 740	345	17	—	—	187 ~ 255	

2.3 零件的工艺性分析

2.3.1 结构分析

- 1) 该曲柄的结构较特殊, 相对来说较复杂, 其具有轴的一般结构形式, 所以其加工工艺过程具有一定的特殊性。
- 2) 由于零件结构较复杂, 所以要同时设计好适用的专用夹具。
- 3) 零件在多向都要求对称, 加工时应该注意, 在加工时要同时考虑到总体尺寸和单

边边精度。

- 4) 主要加工的面有轴和一导油孔以及它们的端面，键槽及底面精度要求较高，特别注意的是零件要求的高频的区域，在加工的时候应该特别注意不要有刮花以及压伤，烧伤之类的。

2.3.2 加工表面的技术要求分析

左曲柄共有三组加工表面，它们之间有一定的位置要求。现分述如下：

1. 以 $\Phi 27^{+0.21}_0$ mm 的轴为中心加工两端面加工表面包括：零件的两端面，以及凹台各端面，槽的加工。

2. 以 $\Phi 112$ mm 及 $\Phi 10.5$ mm 的两断面的顶针孔为中心的加工各外圆及外圆表面，车锥面，以及加工 $\Phi 30^{+0.080}_{-0.100}$ mm 的孔。

3、以 $\Phi 30^{+0.080}_{-0.100}$ mm 的孔为中心加工表面，以及铣键。

这三组加工表面之间存着一定的位置要求，主要是：

(1)、以 $\Phi 27^{+0.21}_0$ mm 的轴与轴中心线的跳动公差为 <0.020 mm。

(2)、 $\Phi 30^{+0.080}_{-0.100}$ mm 与轴与轴中心线的圆跳动公差以及平行度都为 0.004 mm。

(3)、铣键与轴与轴中心线以及 $\Phi 30^{+0.080}_{-0.100}$ mm 的对称度公差分别为 0.05 mm 与 0.10 mm。

4、由以上分析可知，对于这三组加工表面而言，可以先加工其中以辅助的轴线顶针孔为中心的加工外圆表面，然后借助通用或专用夹具加工另两组表面，并且保证它们之间的位置精度要求，以达到最后的加工要求。

2.4 零件的三维视图

为了能够直观的表达零件的结构，能够达到一目了然的效果，能够让我们很清晰的去理解零件的加工过程中的注意问题，我运用了三维制图软件 PRO/e 对零件进行三维图样的绘制。

在课余的业余时间我自学了三维制图软件 PRO/e，并能够熟练的去绘制一些三维立体图，所以在这次毕业设计中我就运用我在这方面的特长，绘制了左曲柄的三维图。来直观的表达零件的一些客观的内部情况，让零件的表达更清晰，让我所做的工艺路线，以及夹具的定位有更深认识，和帮助作用。

下面我就用一些图片的形式来陈述绘制左曲柄三维图样的一些过程。

图 3 PRO/e 层树图 (1)

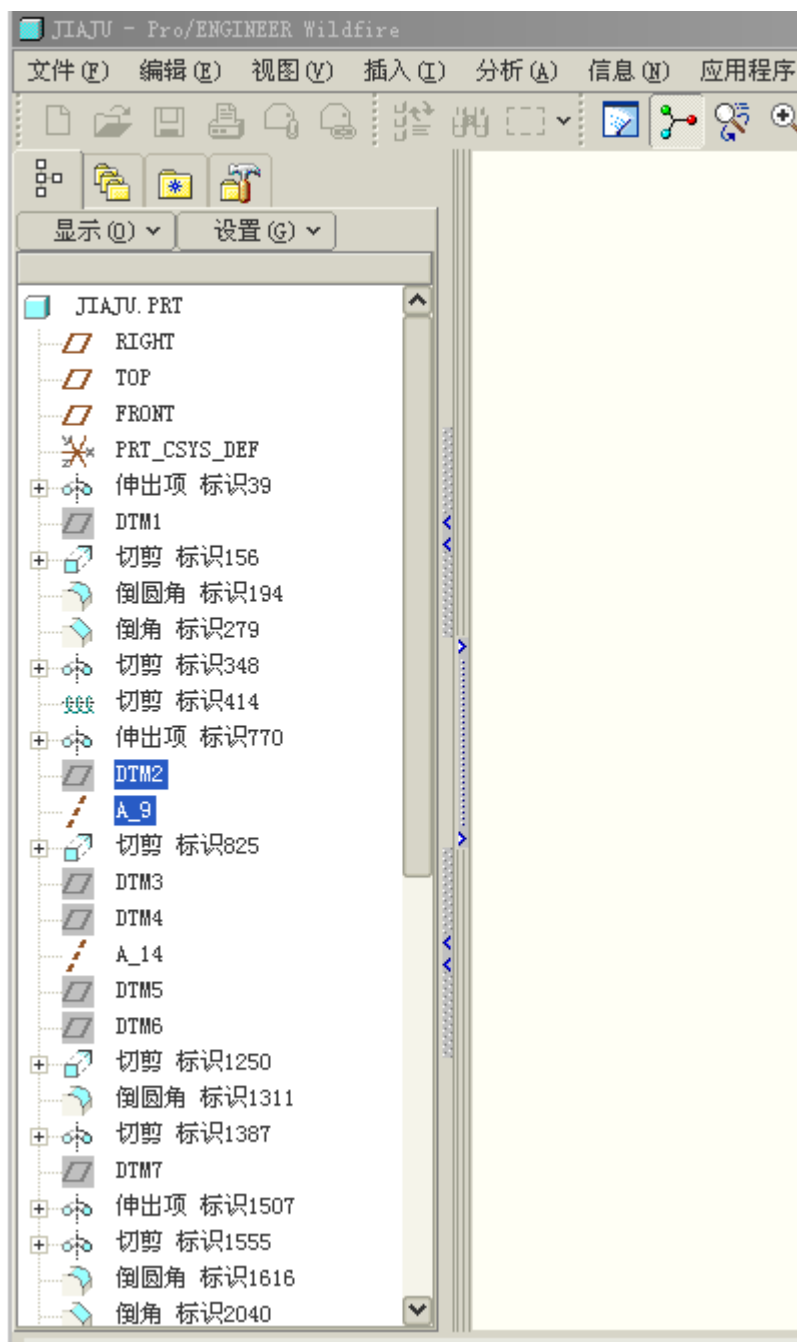


图 4 PRE/e 层树图 (2)

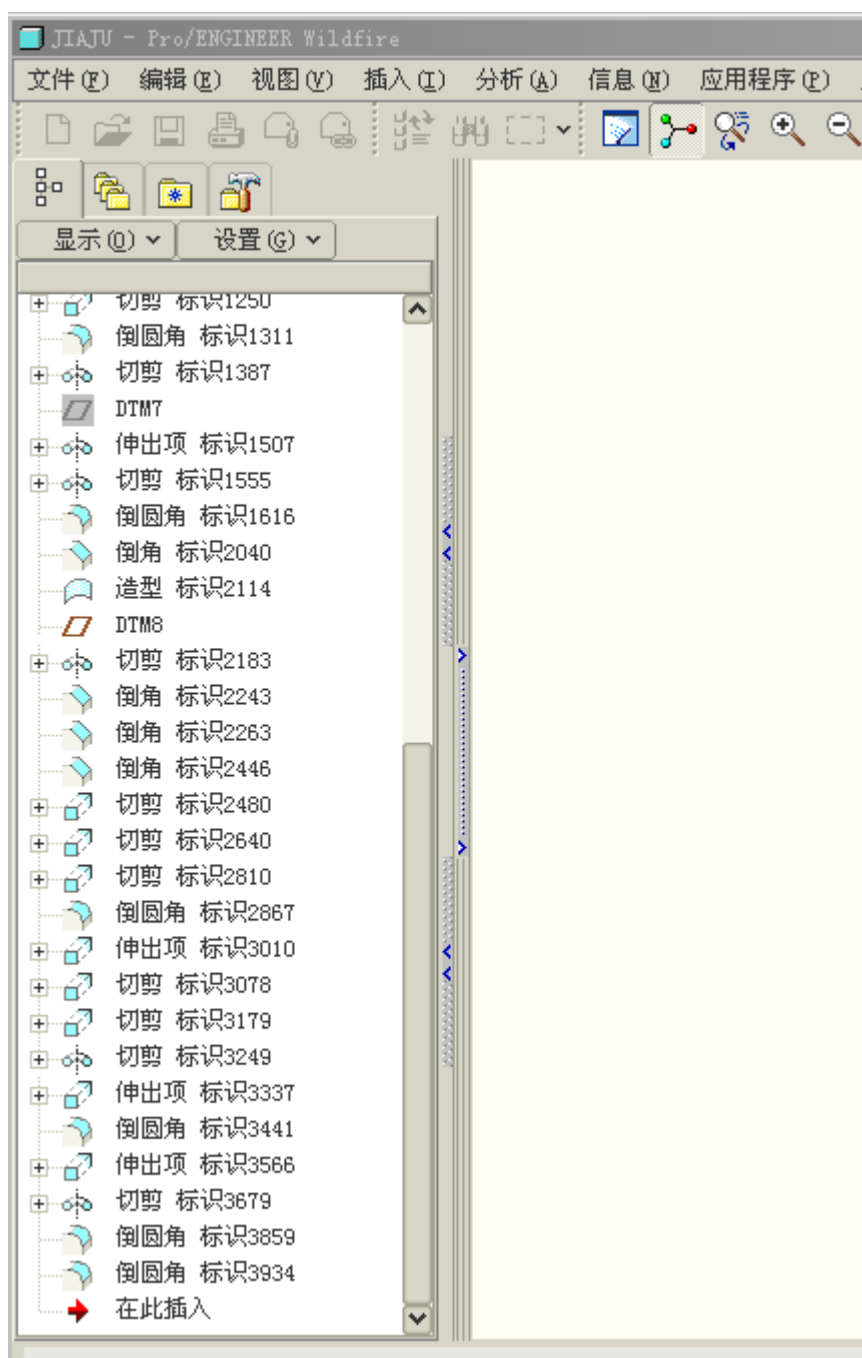
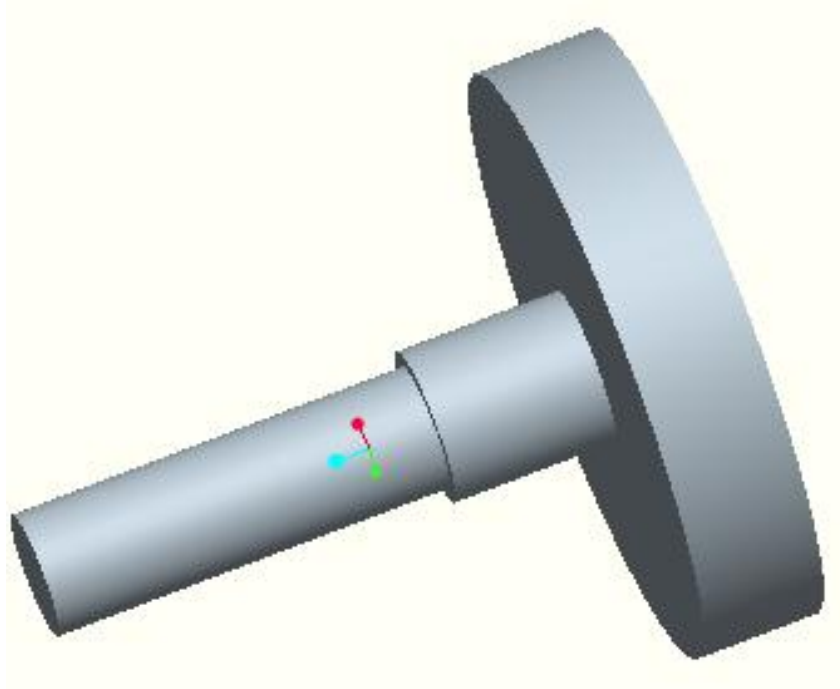
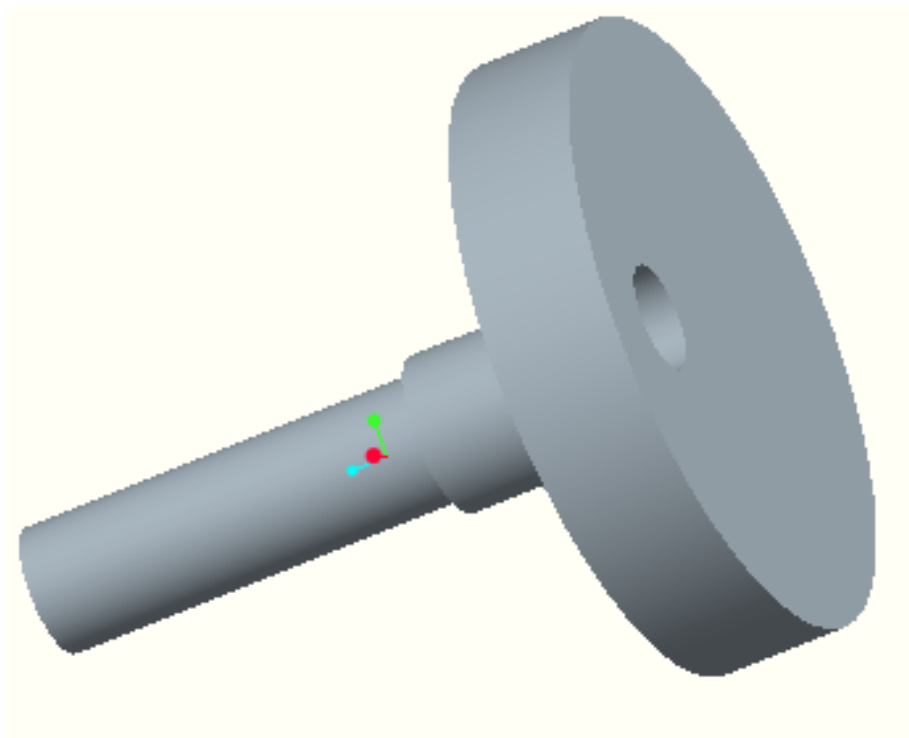


图 (3) 和图 (4) 就是运用 PRO/e 软件对左曲柄三维图的绘制的全部层树结构。

图（5）左曲柄毛胚图

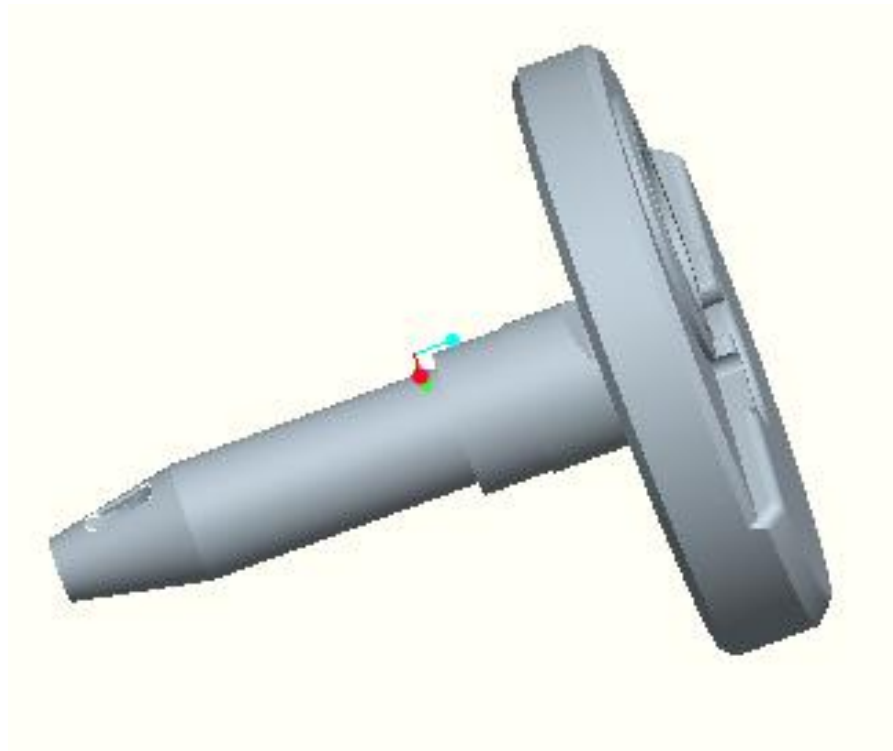


图（6）



图（6）为钻拨杆孔的三维图面

图（7）



图（7）为左曲柄的加工完成的三维图形

3 工艺规程设计

3.1 制定零件工艺规程的原则和技术要求

3.1.1 工艺要求

制定零件机械加工工艺过程是生产技术准备工作的一个重要组成部分。一个零件可以采用不同的工艺过程制造出来，但正确与合理的工艺过程应满足以下基本要求：

1. 编制工艺规程应以保证零件加工质量，达到设计图纸规定的各项技术要求为前提。
2. 在保证加工质量的基础上，应使工艺过程有较高的生产效率和较低的成本。
3. 应充分考虑和利用现有生产条件，尽可能作到均衡生产。
4. 尽量减轻工人劳动强度，保证安全生产，创造良好、文明劳动条件。

5. 积极采用先进技术和工艺，力争减少材料和能源消耗，并应符合环境保护要求。

3.1.2 技术依据

1). 产品的全套装配图及零件图。

2). 产品的验收质量标准。

3). 产品的生产纲领及生产类型。

4). 零件毛坯图及毛坯生产情况。零件毛坯图通常由毛坯车间技术人员设计。机械加工工艺人员应研究毛坯图并了解毛坯的生产情况，如了解毛坯的余量、结构工艺性、铸件的分型面和浇冒口位置、模锻件的出模斜度和飞边位置等，以便正确选择零件加工时的装夹部位和装夹方法，合理确定工艺过程。

5). 本厂（车间）的生产条件。应全面了解工厂（车间）设备的种类、规格和精度状况，工人的技术水平，现有的刀、夹、量具规格，以及专用设备、工艺装备的设计制造能力，等等。

6). 各种有关手册、标准等技术资料。

7). 国内外先进工艺及生产技术的发展与应用情况。

3.2 生产类型的确定

计算零件生产纲领的公式：

$$N=Q \cdot n (1+\alpha\%) (1+\beta\%)$$

其中： $Q=5000$ 辆/年（产品的年产量）

$n=1$ 件/辆（每辆汽车该零件的数量）

$\alpha=4$ （零件的备品率）

$\beta=1$ （零件的废品率）

则 $N=5000 \times 1 \times (1+4\%) \times (1+1\%)=5252$ （件）

根据生产纲领确定该零件为成批生产。

3.3 确定毛坯的制造形式

零件材料为 45 号优质中碳钢，由于零件年产量为中批量生产水平，故可采用铸造生产方法。这从提高生产率、保证加工精度上考虑。

铸件毛坯具有以下特点：

1. 生产设备和工艺简单，价格低廉，在制造上有广泛应用。

2 中碳钢，有一定的韧性及塑性，强度和硬度都较高，切削性能优越，焊接性尚好，铸造性能教好。

3.4 制定工艺路线

3.4.1 加工方法的选择

零件各表面及工方法的选择，不但影响加工质量，而且也要影响生产率和成本。同一表面的加工可以有不同的加工方法，这取决于表面形状，尺寸，精度，粗糙度及零件的整体构型等因素。

3.4.2 基准的选择

基面选择是工艺规程设计中的重要工作之一。基面选择行正确合理，可以使加工质量得到保证，生产率得以提高。否则，加工工艺过程中会问题百出，更有甚者，还会造成零件大批报废，使生产无法正常进行。

3.4.2.1 粗基准的选择

1、粗基准选择一般应遵循以下原则：

(1) 保证相互位置要求原则

如果首先要求保证工件上加工面与不加工面的相互位置要求，则应以不加工面作为粗基准。

(2) 余量均匀分配原则

如果首先要求保证工件某重要表面加工余量均匀时，应选择该表面的毛坯面作为粗基准。

选择粗基准时还要考虑以下两点：

(1) 便于工件装夹原则

要求选用的粗基准面尽可能平整、光洁，且有足够大的尺寸，不允许有锻造飞边、铸造浇、冒口或其它缺陷。也不宜选用铸造分型面作粗基准。

(2) 粗基准一般不得重复使用原则

因为粗基准本身是毛坯表面，精度和粗糙度均较差，如果在两次装卡中重复使用同一粗基准，就会造成两次加工出的表面之间出现较大的位置误差。

2、对左曲柄定位基准的分析

a) 确定基准时除了考虑满足有关的基准选择原则外, 还要考虑怎样实现所选择和基准, 确定各工序的定位及夹紧方式, 夹压(装置)位置和夹紧作用方向。

b) 要考虑定位精度要求, 当工序基准与工序基准不重合时, 要进行工序尺寸换算, 分析定位误差, 故选 $\Phi 27^{+0.21}_0 \text{ mm}$ 的毛坯外圆为粗基准面加工两端面, 再选两端面的中心孔为半精加工, 精加工的基准

主视图:①底面精度, 故应先以毛坯外圆为粗基准, 粗铣两端面。

②其次以两端面的中心孔为基准, 粗铣外圆表面及外圆, 锥面。

③再以外圆为基准, 粗铣端面的凹台端面。

④再以两端面的中心孔为基准, 钻孔 $\Phi 29 \text{ mm}$ 。

⑤以两端面的中心孔以及 $\Phi 29 \text{ mm}$ 的孔为基准, 粗铣键槽。

⑥以轴为精加工基准加工两端面, 及各凹台端面。

⑦再以两端面为精加工基准, 来加工轴!

⑧由于内孔中心线与轴的中心线平行, 则应以端面中心线为基准对孔进行钻、扩、铰, 其中应换钻头, 以达到相应的精度。

⑨以孔中心线与轴的中心线为精加工的基准, 加工键槽, 以达到相应的精度。

注意:倒角与钻、扩、铰同时进行, 即为同一个工序。

3.4.2.2 精基准的选择

选择精基准的两条主要原则

(1) 基准重合原则

应尽量选择加工表面的设计基准作为精基准, 即谓“基准重合”原则。这样可避免由于基准不重合而产生的定位误差。在对加工面位置尺寸和位置关系有决定性影响的工序中, 特别是当位置公差要求较严时, 一般不应违反这一原则。否则, 将由于存在基准不重合误差, 而增大加工难度。

(2) 统一基准原则

当工件以某一表面作精基准定位, 可以方便地加工大多数(或全部)其余表面时, 应尽早地将这个基准面加工出来, 并达到一定精度, 以后大多数(或全部)工序均以它为精基准进行加工。

(3) “互为基准”原则

对某些位置精度要求高的表面, 可以采用互为基准、反复加工的方法来保证其位置精度, 这就是“互为基准”的原则。

(4) “自为基准”的原则

对一些精度要求很高的表面，在精密加工时，为了保证加工精度，要求加工余量小而且均匀，这时可以已经精加工过的表面自身作为定位基准，这就是“自为基准”的原则。

(5) 便于装夹原则

所选择的精基准，尤其是主要定位面，应有足够大的面积和精度，以保证定位准确、可靠。同时还应使夹紧机构简单、操作方便。

在这里主要应该考虑基准重合的问题。当设计基准与工序基准不重合时，应该进行尺寸换算，这在以后还要专门计算，此处不再重复。

3.4.3. 制定工艺路线

制订工艺路线的出发点，应当是零件的几何形状，尺寸精度及位置精度等技术要求能得到合理的保证。在生产纲领已确定为中批量生产的条件下，可以考虑采用专用夹具，并尽量使工序集中来提高生产率，除此以外，还应当考虑经济效果，以便使生产成本尽量下降。根据零件的结构形状和技术要求，现初步制定两种工艺路线方案：

3.4.3.1 工艺路线方案一

- 工序 0 毛坯（正火热处理）
- 工序 05 铣两端面
- 工序 10 打对顶针
- 工序 15 钻拨杆孔
- 工序 20 车外圆 保证尺寸 $\phi 24\text{mm}$ $\phi 29\text{mm}$ $\phi 30\text{mm}$ $\phi 114\text{mm}$ 15
- 工序 25 切 31° 曲轴销 并倒角
- 工序 30 半精车外圆 保证尺寸 $\phi 22.2\text{mm}$ $\phi 27.2\text{mm}$ $\phi 28.2\text{mm}$ $\phi 112.4\text{mm}$
- 工序 35 车锥面
- 工序 40 半精车车锥面
- 工序 45 光端面 保证尺寸 128mm
- 工序 50 铣凹台
- 工序 55 铣凹台端面，及倒角。保证尺寸 $\phi 39\text{mm}$ 厚度 19mm
- 工序 60 倒角以及铣凹台端面 20 的角
- 工序 65 钻孔 保证尺寸 $\phi 28\text{mm}$

工序 70	镗内孔 保证尺寸 $\phi 29.6\text{mm}$
工序 75	铣键槽, 保证尺寸 $\phi 25\text{mm}$
工序 80	车螺纹
工序 85	中检 去毛刺
工序 90	热处理
工序 95	精磨两端面及凹台断面 保证尺寸要求及表面与位置公差要求
工序 100	精磨外圆, 保证尺寸要求及表面与位置公差要求
工序 105	磨内孔 保证尺寸要求及表面与位置公差要求
工序 110	精铣键 保证尺寸要求及表面与位置公差要求
工序 115	高频处理
工序 120	终检, 及去毛刺
工序 125	油封入库

3.4.3.2 工艺路线方案二

工序 0	毛坯 (正火热处理)
工序 05	铣两端面
工序 10	打对顶针
工序 15	钻拨杆孔
工序 20	车锥面
工序 25	车外圆 保证尺寸 $\phi 24\text{mm}$ $\phi 29\text{mm}$ $\phi 30\text{mm}$ $\phi 114\text{mm}$
工序 30	车外圆 保证尺寸 $\phi 23\text{mm}$ $\phi 28\text{mm}$ $\phi 29\text{mm}$ $\phi 113\text{mm}$
工序 35	切 31° 曲轴销 并倒角
工序 40	车孔 保证尺寸 $\phi 29\text{mm}$
工序 45	半精车外圆 保证尺寸 $\phi 22.2\text{mm}$ $\phi 27.2\text{mm}$ $\phi 28.2\text{mm}$ $\phi 112.4\text{mm}$
工序 50	光端面 保证尺寸 128mm
工序 55	铣凹台
工序 60	铣凹台端面, 及倒角。保证尺寸 $\phi 39\text{mm}$ 厚度 19mm
工序 65	铣凹台端面 20° 的角
工序 70	倒角
工序 75	车螺纹
工序 80	镗内孔 保证尺寸 $\phi 29.6\text{mm}$
工序 85	铣槽 保证尺寸 $\phi 25\text{mm}$

工序 90	中检
工序 95	热处理
工序 100	精磨两端面及凹台断面 保证尺寸要求及表面与位置公差要求
工序 105	精磨外圆 保证尺寸要求及表面与位置公差要求
工序 110	精磨键 保证尺寸要求及表面与位置公差要求
工序 115	精磨内圆 保证尺寸要求及表面与位置公差要求
工序 120	高频处理
工序 125	终检

3.4.3.3 工艺方案的比较与分析

工艺路线方案一是按工序集中的原则组织生产，每个工序工作量较大，工件装夹次数少，加工精度高，加工要求不高，适合中批量生产。而且在与工艺路线方案二相比，在工序的安排上有不同，工序 20 车锥面 工序 75 车螺纹 工序 105 精磨键 钻孔 保证尺寸 $\phi 28\text{mm}$ 的调变对零件加工工艺有所改变，方案二把工序 20 车锥面安排在对外圆的加工之前，这样会影响对外圆的加工长度尺寸有影响，把工序 75 车螺纹提前也是有影响的，以为两端面的螺纹都与键槽有一定的位置要求，先加工则无法保证，把工序 105 精磨键的提前，之是不科学的，因为键槽的定位要靠凹台的内孔来定位，则应该 工序 100 精磨内圆之后。

同时工艺路线方案二是按工序分散的原则组织生产，每个工序工作量较小，工件装夹次数多，特别是加工精度较方案一要低很多，不适合中批量生产。

经比较具体工艺过程如下：

工序 0	毛坯（正火热处理）
工序 05	铣两端面
工序 10	打对顶针
工序 15	钻拨杆孔
工序 20	车外圆 保证尺寸 $\phi 24\text{mm}$ $\phi 29\text{mm}$ $\phi 30\text{mm}$ $\phi 114\text{mm}$ 15
工序 25	切 31° 曲轴销 并倒角
工序 30	半精车外圆 保证尺寸 $\phi 22.2\text{mm}$ $\phi 27.2\text{mm}$ $\phi 28.2\text{mm}$ $\phi 112.4\text{mm}$
工序 35	车锥面
工序 40	半精车车锥面
工序 45	光端面 保证尺寸 128mm
工序 50	铣凹台

工序 55	铣凹台端面，及倒角。保证尺寸 $\phi 39\text{mm}$ 厚度 19mm
工序 60	倒角以及铣凹台端面 20° 的角
工序 65	钻孔 保证尺寸 $\phi 28\text{mm}$
工序 70	镗内孔 保证尺寸 $\phi 29.6\text{mm}$
工序 75	铣键槽，保证尺寸 $\phi 25\text{mm}$
工序 80	车螺纹
工序 85	中检 去毛刺
工序 90	热处理
工序 95	精磨两端面及凹台断面 保证尺寸要求及表面与位置公差要求
工序 100	精磨外圆，保证尺寸要求及表面与位置公差要求
工序 105	磨内孔 保证尺寸要求及表面与位置公差要求
工序 110	精铣键 保证尺寸要求及表面与位置公差要求
工序 115	高频处理
工序 120	终检，及去毛刺
工序 125	油封入库

以上工艺过程详见附表 1 “机械加工工艺过程综合卡片”。

3.5 机械加工余量、工艺尺寸及毛坯尺寸的确定

左曲柄的材料为 45 号钢，生产类型为中批量生产工艺，毛坯采用铸造生产方法。铸造用采用金属模机械工业砂型，精度等级达到 (CT) 8—9，毛坯公差 $1\text{—}3\text{mm}$ ，加工余量等级为 G。由参考文献 [2] 查表 13—1。

根据上述原始资料及加工工艺，分别确定各加工表面的机械加工余量，工序尺寸及毛坯尺寸好如下：

(1) 铣 $\phi 112\text{mm}$ 的端面，以及外圆 $\phi 112\text{mm}$ 的外圆，厚度 21.5mm 。毛坯精度等级为 9 级，由参考文献 [2] 查表 2.2—4，加工余量为 3mm 。

(2)、内孔 $\Phi 30_{-0.100}^{-0.080}\text{mm}$

毛坯为实心，不冲出孔。内孔精度为 8—10，由参考文献 [2] 查表 2.3—9。

钻孔： $\phi 28\text{mm}$

扩孔： $\phi 29.8\text{mm}$ $Z=1.8\text{mm}$

铰孔： $\Phi 30_{-0.100}^{-0.080}\text{mm}$ $Z=0.2\text{mm}$

(3)、外圆 $\phi 22_{0.007}^{-0.002}\text{mm}$

毛胚：25mm 外圆

粗加工： 22.8mm $Z=2.6\text{mm}$

精加工： $22_{-0.007}^{-} {}_{-0.002}^{-}\text{mm}$ $Z=0.2\text{mm}$

(4)、外圆 $\phi 22_{+0.004}^{+0.005}\text{mm}$

毛胚：25mm

粗加工： 22.8mm $Z=2.6\text{mm}$

精加工： $22_{+0.004}^{+0.005}\text{mm}$ $Z=0.2\text{mm}$

(4)、键槽 $25.4_{-0.2}^{+0.6}\text{mm}$

粗加工： 25mm

精加工： $25.4_{-0.2}^{+0.6}\text{mm}$ $Z=0.4\text{mm}$

由参考文献 [2] 查表 1.4—8 加工余量等级介入 8 ~10 级，表 2.2-4。

毛坯尺寸

铸造件尺寸	零件尺寸	单加工余量
$\phi 30\text{mm}$	$\phi 27_0^{+0.21}$	上 2mm 下 1mm
$\phi 30\text{mm}$	$\phi 28_{-0.004}^{+0.01}$	上 1mm 下 1mm
23mm	21.5 ± 0.13	1.5mm
23mm	$18.45_{-0.043}^0$	4.55mm
116mm	$112_{-0.4}^0$	2mm

尺寸允许偏差

铸造尺寸	偏差
$\phi 27_0^{+0.21}$	± 0.5
$\phi 28_{-0.004}^{+0.01}$	± 0.5
21.5 ± 0.13	± 0.3
$18.45_{-0.043}^0$	± 0.3
$112_{-0.4}^0$	± 0.3

由参考文献 [13] 查表 5—6

3.6 确定切削用量及基本工时

工序 05 铣两端面 (需粗铣-半精铣)

一、粗铣

1、选择刀具

决定每齿进给量 f_z 根据参考文献 [10] 表 3.5。 $f_z = 0.38 \sim 0.45\text{mm}$ 取 $f_z = 0.17\text{mm}$

2、切削速度:参考有关手册,确定 $v=97\text{ m/min}$,采用不对称铣.

3、修正系数 $k_{cw}=0.83$, $k_{wv}=0.7 \sim 0.8$, $k_0=0.8$, $k_v=0.8$

$$u_c = 97 \times 0.83 \times 0.7 \times 0.8 = 45.09\text{m/min}$$

采用硬质合金端铣刀, $d_0 = 160\text{mm}$, 齿数 $z=8$ 。则

$$n_s = \frac{1000 v}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 45.09}{3.14 \times 160} = 89.7 (\text{r/min})$$

根据 X62 卧式铣床说明书, 根据机床使用说明书选择取 $n_c = 75\text{r/min}$, 因此实际切削速度为

$$v_c = \frac{3.14 \times 160 \times 75}{1000} = 37.68 (\text{m/min})$$

当 $n_c = 75\text{r/min}$ 时, 工作台的每分钟进给量 f_m 应为

$$f_m = f_{zn} = 0.4 \times 8 \times 75 \text{ r/min} = 240 (\text{r/min})$$

查机床说明书, 选 $f_m = 235 \text{ r/min}$

计算基本工时

$$t_m = \frac{l}{v_f}$$

式中: t_m — 基本工时

v_f — 每分钟进给量

则切削工时:

$$t_m = \frac{l}{vf} = 2.57 \text{ min}$$

二、半精铣

1、决定每齿进给量 f_z 根据参考文献 [10] 表 3.5。

$$f_z = 0.5 \sim 1.0 \text{ mm} \text{ 取 } f_z = 1.0 \text{ mm}$$

2、切削速度:参考有关手册,确定 $v=158 \text{ m/min}$,采用不对称铣.

修正系数 $k_{cw}=0.83$, $k_{wv}=0.7 \sim 0.8$, $k_0=0.8$, $k_v=0.8$

$$u_c = 158 \times 0.83 \times 0.8 \times 0.8 \times 0.8 = 67.14 \text{ m/min}$$

采用硬质合金套式面铣刀, $d_0=160 \text{ mm}$, 齿数 $z=8$ 。则

$$n_s = \frac{1000 \times 67.14}{3.14 \times 160} = 118 \text{ (r/min)}$$

根据 X63 卧式铣床说明书,根据机床使用说明书选择取 $n_c=115 \text{ r/min}$,因此实际切削速度为

$$v_c = \frac{3.14 \times 160 \times 115}{1000} = 57.78 \text{ (m/min)}$$

当 $n_c=47.5 \text{ r/min}$ 时,工作台的每分钟进给量 f_m 应为

$$f_m = f_{zn} = 1.0 \times 8 \times 47.5 \text{ r/min} = 380 \text{ (r/min)}$$

查机床说明书,选 $f_m=375 \text{ r/min}$

计算切削工时:

$$t_m = \frac{l}{v_f} = 0.21 \text{ min、}$$

注:铣另一端的时候同样计算。

工序 15 车外圆 保证尺寸 $\phi 23 \text{ mm}$ $\phi 28 \text{ mm}$ $\phi 29 \text{ mm}$ $\phi 113 \text{ mm}$

车 $\phi 23 \text{ mm}$ 的外圆时

- 1) 切削深度,单边余量 $z=1 \text{ mm}$,可一次切除。
- 2) 进给量,根据《切削手册》表 1.4 选用 $f=0.5 \text{ mm/r}$
- 3) 计算切削速度,见《切削手册》表 1.27

$$\begin{aligned}
 U_c &= \frac{C_u}{T^m a_p^{a_o} f^{u_o} v^{k_v}} \\
 &= \frac{242}{60^{0.2} \times 1.5^{0.15} \times 0.5^{0.35} \times 1.44 \times 0.8 \times 0.81 \times 0.97} \\
 &= 116 \text{ m/min}
 \end{aligned}$$

4) 确定主轴的转速

$$n_s = \frac{1000 v}{\pi d_o} = \frac{1000 \times 45.09}{3.14 \times 160} = 568 \text{ r/min}$$

按机床选取 $n=600 \text{ r/min}$

所以实际切削速度为
$$U = \frac{\pi d_o n}{1000} = \frac{3.14 \times 125 \times 150}{1000} = 122 \text{ r/min}$$

5)、校验机床功率 根据表达式 3.24 当硬度 $\text{HBS} \leq 208 \sim 248 \text{HBS}$, $a_e \leq 42 \text{ mm}$, $a_p \leq 3.3 \text{ mm}$, $d_o=125 \text{ mm}$, $z=12$, $v_f=300 \text{ mm/min}$, 近似为

$$P_{cc} = 1.3 \text{ kw}$$

根据 x52k 立式铣床说明书, 机床主轴允许的功率为

$$P_{cm} = 0.75 \times 7.5 = 5.6 \text{ kw}$$

故 $P_{cc} < P_{cm}$, 因此选择的切削用量可以采用, 即 $a_p=2 \text{ mm}$, $v_f=116 \text{ mm/min}$, $n=600 \text{ r/min}$, $v_c=122 \text{ m/min}$, $f_z=0.15 \text{ mm/z}$ 。

6)、计算基本工时

$$T = \frac{l + l_1 + l_2}{nf}$$

其中 $l=90$ $l_1=0.4$ $l_2=0$

$$T = \frac{90 + 0.4}{600 \times 0.5} = 0.31 \text{ min}$$

注意, 车 $\phi 28 \text{ mm}$ $\phi 29 \text{ mm}$ $\phi 113 \text{ mm}$ 用同样的方法。

工序 20 粗铣 $\Phi 24 \text{ mm}$ 上端面

1、选择刀具

1)、采用标准 YG6 硬质合金端铣刀 $d_1=100 \text{ mm}$, 故齿数 $z=10$ 。

2)、铣刀几何形状由参考文献[10]查表 3.2: 由于硬度 $\text{HBS} > 150 \text{ HBS}$, 故选择 $k_r=60^\circ$,

$$k_{r\epsilon}=30^\circ, k_{r'}=2^\circ, a_o=8^\circ, a_{o'}=10^\circ, \lambda_s=-15^\circ, \gamma_o=+5^\circ。$$

2、选择切削余量

1)、决定铣削深度 a_p 由于加工余量不大, 故可在一次走刀完, 则 $a_p=h=2.5\text{mm}$

2)、决定每齿进给量 f_z 根据表 3.5, 当使用 YG6, 铣床功率为 7.5kw, 由参考文献 [2] (表 4.2—35, x52k 立式铣床说明书) 时,

$$f_z=0.14\sim 0.24\text{mm/z} \quad \text{取 } f_z=0.15\text{mm/z}$$

3)、选择铣刀磨钝标准及刀具寿命 根据表 3.7, 粗加工铣刀刀齿后刀面最大磨损为 2mm。由于刀具直径 $d_o=100\text{mm}$, 故刀具寿命 $T=180\text{min}$ (表达式 3.8)

4)、决定切削速度 v_c 和每分钟进给量 v_f 切削速度 v_c 可根据表达式 3.27 中公式计算, 也可直接由表中查出。

根据表 3.16, 当 $d_o=100\text{mm}$, $z=10$, $a_p\leq 3.5\text{mm}$, $f_z\leq 0.15$ 时,

$$v_t=86\text{m/min}, n_t=275\text{r/min}, v_{ft}=432\text{mm/min}。$$

各修正系数: $k_{MV}=k_{Mn}=k_{MV}=0.89$

$$k_{sv}=k_{sn}=k_{sv}=0.8$$

$$\text{故 } v_c = v_t \cdot k_v = 86 \times 0.89 \times 0.8 = 61.232\text{m/min}$$

$$n = n_t \cdot k_n = 275 \times 0.89 \times 0.8 = 195.8\text{r/min}$$

$$v_f = v_{ft} \cdot k_{vt} = 432 \times 0.89 \times 0.8 = 307.584\text{mm/min}$$

根据 x52k 立式铣床说明书, 选择

$$n_c=190\text{r/min}, \quad v_{fs}=300\text{ mm/min}$$

因此实际切削速度和每齿进给量为

$$v_c = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 100 \times 190}{1000} = 59.66\text{ m/min}$$

$$f_{zc} = \frac{v_{fc}}{n_c z} = \frac{300}{190 \times 10} = 1.58\text{mm/z}$$

式中: v_f — 每分钟进给量

Z — 齿数

n_c — 转速

5)、校验机床功率 根据表达式 3.24 当硬度 $\text{HBS} \leq 208 \sim 248\text{HBS}$, $a_e \leq 42\text{mm}$, $a_p \leq 2.7\text{mm}$, $d_o=100\text{mm}$, $z=10$, $v_f=300\text{mm/min}$, 近似为

$$p_{cc}=1.4KW$$

根据 x52k 立式铣床说明书, 机床主轴允许的功率为

$$p_{cM}=0.75 \times 7.5=5.6KW$$

故 $p_{cc} < p_{cM}$, 因此选择的切削用量可以采用, 即 $a_p=2.5mm$, $v_f=300 \text{ mm/min}$, $n=190r/min$, $v_c=59.66 \text{ m/min}$, $f_z=0.15mm/z$ 。

6)、计算基本工时

$$t_m = \frac{l}{v_f}$$

式中: t_m — 基本工时

v_f — 每分钟进给量

式中, $L=l+y+\Delta$, $l=24mm$ 。根据表 3.26, 对称安装铣刀, 入切量及超切量 $y+\Delta=7mm$, 则 $L=(40+7)mm=47mm$, 故

$$t_m = \frac{47}{300} = 0.157min$$

工序 45 铣凹台 保证尺寸 18.7mm

1、选择切削余量

1)、决定铣削深度 a_p 由于需要精加工, 粗铣加工余量为 1mm, 由参考文献 [2] (表 2.3—21), 加工余量不大, 故可在一次走刀完, 则

$$a_p=h=3mm$$

2)、决定每齿进给量 f_z 。参考表 3.5, 当使用 YG6, 铣床功率为 7.5kw, 由参考文献 [2] (表 4.2—35, x52k 立式铣床说明书),

$$\text{取 } f_z=0.15mm/z$$

3)、选择铣刀磨钝标准及刀具寿命 根据表 3.7, 精加工铣刀刀齿后刀面最大磨损为 2mm。由于刀具直径 $d_o=125mm$, 故刀具寿命 $T=180min$ (表达式 3.8)。

4)、决定切削速度 v_c 和每分钟进给量 v_f 切削速度 v_c 可根据表达式 3.27 中公式计算, 也可直接由表中查出。

根据表 3.16, 当 $d_o=125mm$, $z=12$, $a_p \leq 1.5mm$, $f_z \leq 3.5$ 时,

$$v_t=98m/min, n_t=250r/min, v_{ft}=471mm/min。$$

各修正系数: $k_{MV}=k_{Mn}=k_{MV}=0.89$

$$k_{sv}=k_{sn}=k_{sv}=0.8$$

故 $v_c = v_t k_v = 98 \times 0.89 \times 0.8 = 69.776m/min$

$$n = n_t k_n = 250 \times 0.89 \times 0.8 = 178r/min$$

$$v_f = v_{ft} k_{vt} = 471 \times 0.89 \times 0.8 = 335.352mm/min$$

根据 x52k 立式铣床说明书, 选择

$$n_c=150\text{r/min}, \quad v_{fs}=300 \text{ mm/min}$$

因此实际切削速度和每齿进给量为

$$v_c = \frac{\pi d_0 n}{1000} = \frac{3.14 \times 125 \times 150}{1000} = 58.875 \text{ m/min}$$

$$f_{zc} = \frac{v_{fc}}{n_c z} = \frac{300}{150 \times 12} = 0.17 \text{ mm/z}$$

5)、校验机床功率 根据表达式 3.24 当 $HB \leq 208 \sim 248\text{HBS}$, $a_e \leq 42\text{mm}$, $a_p \leq 1.2\text{mm}$, $d_0=125\text{mm}$, $z=12$, $v_f=300 \text{ mm/min}$, 近似为

$$p_{cc}=1.0\text{kw}$$

根据 x52k 立式铣床说明书, 机床主轴允许的功率为

$$p_{cM}=0.75 \times 7.5=5.6\text{kw}$$

故 $p_{cc} < p_{cM}$, 因此选择的切削用量可以采用, 即 $a_p=3\text{mm}$,

$$v_f=300\text{mm/min}, \quad n=235\text{r/min}, \quad v_c=58.875 \text{ m/min}, \quad f_z=0.17\text{mm/z}。$$

6)、计算基本工时

$$t_m = \frac{l}{v_f}$$

式中, $L=l+y+\Delta$, $l=24\text{mm}$ 。根据表 3.26, 对称安装铣刀, 入切量及超切量 $y+\Delta=7\text{mm}$, 则 $L=(40+7) \text{ mm}=47\text{mm}$, 故

$$t_m = \frac{47}{300} = 0.157\text{min}$$

工序 50 钻、扩、铰 $\Phi 30_{-0.100}^{-0.080}\text{mm}$ 倒角 $0.5 \times 45^\circ$

一、钻 $\Phi 28\text{mm}$

1、确定进给量 f 时: 根据参考文献 [10] 表 2.7, $d_0=\Phi 28\text{mm}$ 时, $f=0.43 \sim 0.53\text{mm/r}$ 。根据 Z35 摇臂钻床说明书, 现取 $f=0.40\text{mm/r}$

1、 切削速度: 根据参考文献 [10] 表 2.15 及参考文献 [13] 表 10—70。查得切削速度: $v=29.5 \sim 31.2\text{m/min}$ 取 $v=30\text{m/min}$ 。

$$\frac{1000 v}{\pi d_0} = \frac{1000 \times 30}{3.14 \times 28}$$

所以 $n_s = \frac{341.2}{1} = 341.2 \text{ r/min}$

根据机床使用说明书，取 $n = 350 \text{ r/min}$ ，故实际切削速度为

$$v = \frac{\pi d_o n}{1000} = \frac{3.14 \times 28 \times 350}{1000} = 30.77 \text{ (r/min)}$$

计算切削工时：

$$t_m = \frac{l}{v_f} = \frac{30}{212} = 0.14 \text{ min}$$

二、扩 $\Phi 29.8 \text{ mm}$

1、选择钻头

选择专用高速钢麻花扩孔钻头，其直径 $d_o = \Phi 29.8 \text{ mm}$

2、确定进给量 f 时：根据参考文献 [10] 表 2.10，当灰铸铁的硬度 $\text{HBS} > 220 \text{ HBS}$ ， $d_o = \Phi 29.8 \text{ mm}$ 时， $f = (0.6 \sim 0.7) \times 0.7 \text{ mm/r} = 0.42 \sim 0.49 \text{ mm/r}$ 。

根据 Z35 摇臂钻床说明书，现取 $f = 0.40 \text{ mm/r}$ ，

机床主轴转速：取 $n = 170 \text{ r/min}$

$$\text{实际切削速度为：} v = \frac{3.14 \times 170 \times 29.8}{1000} = 15.90 \text{ r/min}$$

计算切削工时：

$$t_m = \frac{30}{68} = 0.44 \text{ min}$$

三、铰 $\Phi 30_{-0.100}^{-0.080} \text{ mm}$

1、选择钻头

选择专用高速钢麻花扩孔钻头，其直径 $d_o = \Phi 30 \text{ mm}$ 。

2、确定进给量 f 时：根据参考文献 [10] 表 2.11， $d_o = \Phi 30 \text{ mm}$ 时， $f = (0.9 \sim 1.4) \text{ mm/r}$ 。

根据 Z35 摇臂钻床说明书，现取 $f = 1.0 \text{ mm/r}$ ，

机床主轴转速：取 $n = 132 \text{ r/min}$

$$\text{实际切削速度为：} v = \frac{\pi d_o n}{1000} = \frac{3.14 \times 30 \times 132}{1000} = 12.43 \text{ r/min}$$

计算切削工时：

$$t_m = \frac{l}{v_f} = \frac{30}{132} = 0.23 \text{ min}$$

四、倒角 $0.5 \times 45^\circ$

采用 90° 铰钻。

为了缩短辅助时间，取倒角时的主轴转速与铰孔时相同：

$$n=132r/mm$$

手动进给。

工序 80 铣槽 本工序采用计算法确定切削用量。

加工条件

工件材料 45 号钢，铸造毛坯正火处理，硬度 $HRC=20 \sim 28$ ，金属模机械砂型。

1、选择刀具

1)、铣刀直径的大小直接影响切削力、扭矩、切削速度和刀具材料的消耗，不能任意选取，由参考文献 [10] 查表 1.2, 选择 YG6 硬质合金端铣刀。

由参考文献 [10] 查表 3.1 可作为初步参考。铣削深度 $a_p \leq 4mm$ ，铣削宽度 $a_e \leq 90mm$ ，铣刀直径 $d_0=80mm$ 。根据具体情况选，采用标准硬质合金端铣刀 $d_0=125mm$ ，故齿数 $z=12$ 。

2)、铣刀几何形状参考文献 [10] 查表 3.2: 由于 $HB > 150$ ，故选择 $k_r=60^\circ$ ， $k_{r\epsilon}=30^\circ$ ， $k_{r\epsilon'}=2^\circ$ ， $a_o=8^\circ$ ， $a_{o'}=10^\circ$ ， $\lambda_s=-15^\circ$ ， $\gamma_o=+5^\circ$ 。

计算切削用量

粗铣：

2、选择切削余量

1)、决定铣削深度 a_p 由于需要精加工，粗铣加工余量为 2，加工余量不大，故可在一次走刀完，则

$$a_p=h=2mm$$

2)、决定每齿进给量 f_z 。根据表 3.5，当使用 YG6，铣床功率为 7.5kw 由参考文献 [2] (表 4.2—35，x52k 立式铣床说明书) 时，

$$f_z=0.14 \sim 0.24mm/z \quad \text{取 } f_z=0.15mm/z$$

3)、选择铣刀磨钝标准及刀具寿命 根据表 3.7, 粗加工铣刀刀齿后刀面最大磨损为 2mm。由于刀具直径 $d_0=125mm$ ，故刀具寿命 $T=180min$ (表达式 3.8)

4)、决定切削速度 v_c 和每分钟进给量 v_f 可根据表达式 3.27 中公式计算，也可直接由表中查出。

根据表 3.16, 当 $d_o=125\text{mm}$, $z=10$, $a_p \leq 3.5\text{mm}$, $f_z \leq 3.5$ 时,

$v_t=86\text{m/min}$, $n_t=220\text{r/min}$, $v_{ft}=415\text{mm/min}$ 。

各修正系数: $k_{MV}=k_{Mn}=k_{MV}=0.89$

$k_{sv}=k_{sn}=k_{sv}=0.8$

故 $v_c = v_t \quad k_v=86 \times 0.89 \times 0.8=61.232\text{m/min}$

$n = n_t \quad k_n=220 \times 0.89 \times 0.8=156.64\text{r/min}$

$v_f = v_{ft} \quad k_{vt}=415 \times 0.89 \times 0.8=295.48\text{mm/min}$

根据 x52k 立式铣床说明书, 选择

$n_c=150\text{r/min}$, $v_{fs}=300 \text{ mm/min}$

因此实际切削速度和每齿进给量为

$$v_c = \frac{\pi d_o n}{1000} = \frac{3.14 \times 125 \times 150}{1000} = 58.875 \text{ m/min}$$

式中: v_c — 切削速度

$$f_{zc} = \frac{v_{fc}}{n_c z} = \frac{300}{150 \times 12} = 0.17 \text{ mm/z}$$

式中: v_f — 每分钟进给量

Z — 齿数

n_c — 转速

5)、校验机床功率 根据表达式 3.24 当硬度 $\text{HBS} \leq 208 \sim 248\text{HBS}$, $a_e \leq 42\text{mm}$, $a_p \leq 3.3\text{mm}$, $d_o=125\text{mm}$, $z=12$, $v_f=300\text{mm/min}$, 近似为

$$P_{cc} = 1.3 \text{ kw}$$

根据 x52k 立式铣床说明书, 机床主轴允许的功率为

$$P_{cm} = 0.75 \times 7.5 = 5.6 \text{ kw}$$

故 $P_{cc} < P_{cm}$, 因此选择的切削用量可以采用, 即 $a_p=3\text{mm}$, $v_f=300 \text{ mm/min}$, $n=190\text{r/min}$, $v_c=58.875 \text{ m/min}$, $f_z=0.17\text{mm/z}$ 。

6)、计算基本工时

$$t_m \frac{L}{v_f}$$

式中: t_m — 基本工时

v_f — 每分钟进给量

式中, $L=l+y+\Delta$, $l=24\text{mm}$ 。根据表 3.26, 对称安装铣刀, 入切量及超切量 $y+\Delta=7\text{mm}$, 则 $L=(40+7) \text{ mm}=47\text{mm}$, 故

$$\frac{L}{v_f}$$

$$t_m = \frac{47}{300} = 0.157 \text{min}$$

式中: t_m — 基本工时
 v_f — 每分钟进给量

工序 80 车螺纹 M10×1.25 与螺钉

1 切削速度计算, 见《切削用量手册》, 刀具寿命 T=60min 采用高速钢螺纹刀, 规定粗车螺纹时 $a_p=0.17$, 走刀次数 $i=4$, 精车螺纹时 $a_p=0.08$, 走刀次数 $i=2$

$$U_c = \frac{C_u}{T^m a_p^x t_1^{y_0} v_0}$$

其中 $C_u=11.8$ $m=0.11$ $x_v=0.70$ $y_0=0.3$
 螺距 $t_1=1.25$

$$K_m=1.11 \quad K_v=0.75$$

所以粗车

$$U_c = \frac{11.8}{60^{0.11} \times 0.17^{0.7} \times 1.25^{0.8}} \times 1.11 \times 0.75 = 22.57 \text{ (m/min)}$$

则精车

$$U_c = \frac{11.8}{60^{0.11} \times 0.08^{0.7} \times 1.25^{0.8}} \times 1.11 \times 0.75 = 38.5 \text{ (m/min)}$$

2) 确定主轴切削速度

粗车螺纹时

$$n_1 = \frac{1000 v}{\pi d_o} = \frac{1000 \times 22.57}{3.14 \times 60} = 119.79 \text{ (r/min)}$$

按机床说明书取

$$n=96 \text{ r/min}$$

则实际切削速度

$$U=18 \text{ m/min}$$

精挑螺纹时

$$n_2 = \frac{1000 v}{\pi d_o} = \frac{1000 \times 38.5}{3.14 \times 60} = 204.1 \text{ (r/min)}$$

按机床说明书取

$$n = 184 \text{ r/min}$$

实际切削速度

$$U = 34 \text{ m/min}$$

3) 切削工时 取切入长度 $l_1 = 30 \text{ mm}$

粗车螺纹时

$$t_1 = \frac{l + l_1}{nf} \cdot i = \frac{15 + 30}{96 \times 1} \times 4 = 1.875 \text{ min}$$

精车螺纹时

$$t_2 = \frac{l + l_1}{nf} \cdot i = \frac{15 + 30}{195 \times 1} \times 2 = 0.46 \text{ min}$$

4 夹具设计

4.1 夹具及其作用

夹具是一种装夹工件的工艺装备，它虽然是机床的附加装置，但它在生产中却起着很大的作用，且应用广泛。它广泛地应用于机械制造过程的切削加工、热处理、装配、焊接和检测等工艺过程中。夹具是机械加工不可缺少的部件，机床夹具是在机床上用以装夹工件的一种装置，其作用是使工件相对与机床或刀具具有一个正确的位置，并在加工过程中保持这个位置不变。在现代生产中，机床夹具是一种不可缺少的工艺装备，它直接影响着工件加工的精度、劳动生产率和产品的制造成本等。

4.2 机床专用夹具的功用：

4.2.1 保证加工质量

机床夹具的首要任务是保证加工精度，特别是保证被加工工件的加工与定位面之间以及被加工表面相互之间的位置精度。

4.2.2 提高生产率，降低成本

使用夹具后可减少划线、找正等辅助时间，且易于实现多件、多工位加工。

4.2.3 扩大机床工艺范围，改变或扩大机床用途

在机床上使用夹具可使加工变得方便，并可扩大机床工艺范围。

4.2.4 减轻工人劳动强度，保证生产安全。

夹具是机械加工不可缺少的部件，在机床技术向高速、高效、精密、复合、智能、环保方向发展的带动下，夹具技术正朝着高精、高效、模块、组合、通用、经济方向发展。

4.3 夹具体设计应符合的要求

在加工过程中，夹具体要承受工件重力、夹紧力、切削力、惯性力和振动力的作用，所以夹具体更应具有足够的强度、刚度和抗振性，以保证工件的加工精度。对于大型精密夹具，由于刚度不足引起的变形和残余应力产生的变形，应予以足够的重视。

- 1) 夹具体的结构形式一般由机床的有关参数和加工方式而定。
- 2) 有一定的精度和良好的结构工艺性。
- 3) 足够的强度和刚度。
- 4) 在机床工作台上安装的夹具，应使其重心尽量低，夹具体的高度尺寸要小。
- 5) 夹具体的结构应简单、紧凑，尺寸要稳定，残余应力要小。

- 6) 要有适当的容屑空间和良好的排屑性能。
- 7) 要有较好的外观。
- 8) 在夹具体适当部分用钢印打出夹具编号，以便于工装的管理。

4.4 夹具的发展趋势

由于市场需求的变化多端及机电产品的竞争日益激烈，产品更新换代的周期短，多品种、中小批量生产的比例在提高。为了适应现代化机械工业向高、精、尖方向发展的需要，现代机床夹具也必须与时俱进，传统的生产技术准备工作和传统的夹具结构已不适应新的生产特点，其发展方向主要表现为“五化”。

4.4.1 精密化

由于机械产品加工精度日益提高，高精度机床大量涌现，势必要求机床夹具也相应精密。随着机床加工精度的提高，为了降低定位误差，提高加工精度，对夹具的制造精度要求更高。高精度夹具的定位孔距精度高达 $\pm 5 \mu\text{m}$ ，夹具支承面的垂直度达到 $0.01\text{mm}/300\text{mm}$ ，平行度高达 $0.01\text{mm}/500\text{mm}$ 。诚然，为了适应不同行业的需求和经济性，夹具有不同的型号，以及不同档次的精度标准供选择。

4.4.2 高效自动化

为了实现机械加工过程自动化，以改善劳动条件，缩短停开机时间，提高生产率，降低加工成本，不仅是生产流水线、自动线的需要，而且对多品种、中小批量生产同样可考虑采用合适的高效自动化夹具，以获得良好的效益。

4.4.3 可调化、组合化

当前机床夹具发展的两个主要方面，一是要把专门用于某一特定工序的专用夹具，扩大其应用范围，是能用于同一类零件的加工，并实现快速调整；二是要改变专用夹具当工件或工艺一有修改就得报废的问题，使夹具能重复利用，实行组合柔性化原则，用少数元件能满足多种需要。特别是随着数控机床等的大量出现，如何使用可调化或组合化夹具来适应这类机床的需要，成为当前机床夹具又一重要发展方向。

4.4.4 标准化

完善的标准化，不仅指现有夹具零部件（包括毛坯及半成品）的标准，而且应有各种类型夹具结构的标准（如通用可调夹具标准、自动线夹具标准、组合夹具标准等）。同时应对专用夹具零部件，实行统一的标准化、系列化，以便使有一部分零部件，能在各类夹具实现通用化。无疑这“三化”是夹具发展的基础工作，有此基础，就有可能组织夹具零件、传动装置甚至整套夹具的专业化定点生产，使原来单件生产的夹具，转变为专业化生产，以保证质量，降低成本，缩短生产周期。

4.4.5 通用化、经济化

夹具的通用性直接影响其经济性。采用模块、组合式的夹具系统，一次性投资比较大，只有夹具系统的可重组性、可重构性及可扩展性功能强，应用范围广，通用性好，夹具利用率高，收回投资快，才能体现出经济性好。

4.5 机床夹具的工作原理及分类与组成

4.5.1 夹具工作原理的要点：

使工件在夹具中占有正确的加工位置。这是通过工件各定位面与夹具的相应定位元件的定位工作面(定位元件上起定位作用的表面)接触、配合或对准来实现的。

夹具对于机床应先保证有准确的相对位置，而夹具结构又保证定位元件的定位工作面对夹具与机床相连接的表面之间的相对准确位置，这就保证了夹具定位工作面对机床切削运动形成表面的准确几何位置，也就达到了工件加工面对定位基准的相互位置精度要求。

使刀具相对有关的定位元件的定位工作面调整到准确位置，这就保证了刀具在工件上加工出的表面对工件定位基准的位置尺寸。

4.5.2. 夹具的分类与组成

4.5.2.1. 夹具的分类：机床夹具的种类繁多，可以从不同的角度对机床夹具进行分类。常用的分类方法有以下几种。

1) 按夹具的使用特点分类

根据夹具在不同生产类型中的通用特性，机床夹具可分为通用夹具、专用夹具、可调夹具、组合夹具和拼装夹具五大类。

A 通用夹具——已经标准化的可加工一定范围内不同工件的夹具，称为通用夹具，其结构、尺寸已规格化，而且具有一定通用性，如三爪自定心卡盘、机床平口虎钳、四爪单动卡盘等。这类夹具适应性强，可用于装夹一定形状和尺寸范围内的各种工作。这些夹具已作为机床附件由专门工厂制造供应，只需选购即可。其缺点是夹具的精度不高，生产率也较低，且较难装夹形状复杂的工件，故一般适用于单件小批量生产中。

B 专用夹具——专为某一工件的某道工序设计制造的夹具，称为专用夹具。在产品相对稳定、批量较大的生产中，采用各种专用夹具，可获得较高的生产率和加工精度。专用夹具的设计周期较长、投资较大。专用夹具一般在批量生产中使用。除大批大量生产之外，中小批量生产中也需要采用一些专用夹具，但在结构设计时要进行具体的技术经济分析。

C 可调夹具——某些元件可调整，以适应多种工件加工的夹具，称为可调夹具。可调夹具是针对通用夹具和专用夹具的缺陷而发展起来的一类新型夹具。对不同类型和尺寸的工件，只需调整或更换原来夹具上的个别定位元件和夹紧元件便可使用。它一般又可分为通用可调夹具和成组夹具两种。前者的通用范围比通用夹具更大；后者则是一种专用可调夹具，它按成组原理设计并能加工一组相似的工件，故在多品种、中、小批量生产中使用有较好的经济效果。

D 组合夹具——采用标准的组合元件、部件，专为某一工件的某道工序组装的夹具，称为组合夹具。组合夹具是一种模块化的夹具。标准的模块化元件具有较高精度和耐磨性，可组装成各种夹具。夹具用毕可拆卸，清洗后留待组装新的夹具。由于使用组合夹具可缩短生产准备周期，元件能重复多次使用，并具有减少专用夹具数量等优点，因此组合夹具在单件、中、小批量多品种生产和数控加工中，是一种较经济的夹具。

E 拼装夹具——用专门的标准化、系列化的拼装零部件拼装而成的夹具，称为拼装夹具。它具有组合夹具的优点，但比组合夹具精度、功能高、结构紧凑。它的基础板和夹紧部件中常带有小型液压缸。此类夹具更适合在数控机床上使用。

4.5.2.2 按使用机床分类

夹具按使用机床不同，可分为车床夹具、铣床夹具、镗床夹具、齿轮机床夹具、数控机床夹具、自动机床夹具、自动线随行夹具以及其他机床夹具等。

4.6 对夹具体设计的基本要求

- 1) 夹具应满足零件加工工序的精度要求。
- 2) 夹具应达到加工生产率的要求。
- 3) 夹具的操作要方便、安全。
- 4) 能保证夹具一定的使用寿命和较低的夹具制造成本。
- 5) 要适当提高夹具元件的通用化和标准化程度。
- 6) 具有良好的结构工艺性，以便于夹具的制造、使用和维护经过与指导老师协商，决定设计工序 60 钻孔 保证尺寸 $\phi 28\text{mm}$ 的钻床夹具和工序 70 铣键槽，保证尺寸 $\phi 25\text{mm}$ 的铣床夹具。第 60 道工序夹具将用于 Z3025 摇臂钻床，刀具为高速钢麻花钻头，第 70 道工序夹具将用于 X63 卧式铣床刀具为硬质合金套式面铣刀，对工件的键槽进行加工。在这里主要对铣床夹具和钻床夹具进行分析如下：

4.7 问题的提出

1、工序 70 铣键槽，保证尺寸 $\phi 25\text{mm}$ 的铣床夹具主要功用是来铣键槽，主要应考虑如何保证加工，以及对工件的定位来确定键槽的表面粗糙度，尺寸公差以及个位置公差。

2、工序 60 钻孔 保证尺寸 $\phi 30_{-0.100}^{-0.080}\text{mm}$ 的钻床夹具主要用来钻 $\phi 30_{-0.100}^{-0.080}\text{mm}$ 的孔，这个孔对底端面两端面有一定的技术要求。加工本道工序时，端面已加工，在本工序加工时，主要应考虑如何保证与轴的平行度，以及圆度和同轴度。

4.8 夹具设计

4.8.1 钻床夹具设计

钻床夹具是用钻套引导刀具进行加工的，所以简称为钻模。钻模有利于保证被加工孔对其定位基准和各孔之间的尺寸精度和位置精度，并可显著提高劳动生产率。

钻床夹具的主要特点是都有一个安装钻套的钻模板。钻套和钻模板是钻床夹具的特殊元件。钻套装配在钻模板或夹具体上，其作用是确定被加工孔的位置和引导刀具加工。

钻模板是供安装钻套用的，应有一定的强度和刚度，以防止变形而影响钻套的位置和引导精度。

为减少夹具底面与机床工作台的接触面积，使夹具放置平稳，一般都在相对钻头送进方向的夹具体上设置四个支脚。

4.8.1.1 钻床夹具定位基准的选择

在研究和分析工件定位问题时，定位基准的选择是一个关键问题。定位基准就是在加工中用作定位的基准。一般说来，工件的定位基准一旦被选定，则工件的定位方案也基本上被确定。定位方案是否合理，直接关系到工件的加工精度能否保证。

由零件图可知， $\phi 30_{-0.100}^{-0.080}\text{mm}$ 的孔对轴的平行度和圆度，同轴度有很高的要求，其设计基准为底端面。为了使定位误差减小，应该以底端面和 $\phi 22\text{mm}$ 定位，选择专用夹具。

4.8.1.2 钻床夹具切削力及夹紧力计算

夹紧力的大小，对于保证定位稳定、夹紧可靠，确定夹紧装置的结构尺寸，都有着密切的关系。夹紧力的大小要适当。夹紧力过小则夹紧不牢靠，在加工过程中工件可能发生位移而破坏定位，其结果轻则影响加工质量，重则造成工件报废甚至发生

安全事故。夹紧力过大会使工件变形，也会对加工质量不利。

理论上，夹紧力的大小应与作用在工件上的其它力（力矩）相平衡；而实际上，夹紧力的大小还与工艺系统的刚度、夹紧机构的传递效率等因素有关，计算是很复杂的。因此，实际设计中常采用估算法、类比法和试验法确定所需的夹紧力。

以下是根据零件加工要求设计的铣床夹具切削力及夹紧力的计算：

$$F_f = C_F d_0^{z_F} f^{y_F} k_F = 420 \times 12.5 \times 0.48 \times 1.11 = 2797.2 \text{ (N)}$$

$$C_F = 420, z_F = 1.0, y_F = 0.8, q_f = 1.0, d_0 = 125 \text{ mm}, f_z = 0.4 \text{ mm}, z = 8, k_f = 1.11$$

当钻削时， $F_{\text{实}} = F/2 = 1398.6 \text{ (N)}$

在计算切削力时，必须把安全系数考虑在内。安全系数 $K = K_1 K_2 K_3 K_4$ 。

$$\therefore f' = K F_H = 1.5 \times 1.1 \times 1.1 \times 1.1 \times 1398.6 = 2792.3 \text{ (N)}$$

其中： K_1 为基本安全系数 1.5；

K_2 为加工性质系数 1.1；

K_3 为刀具钝化系数 1.1；

K_4 为断续切削系数 1.1。

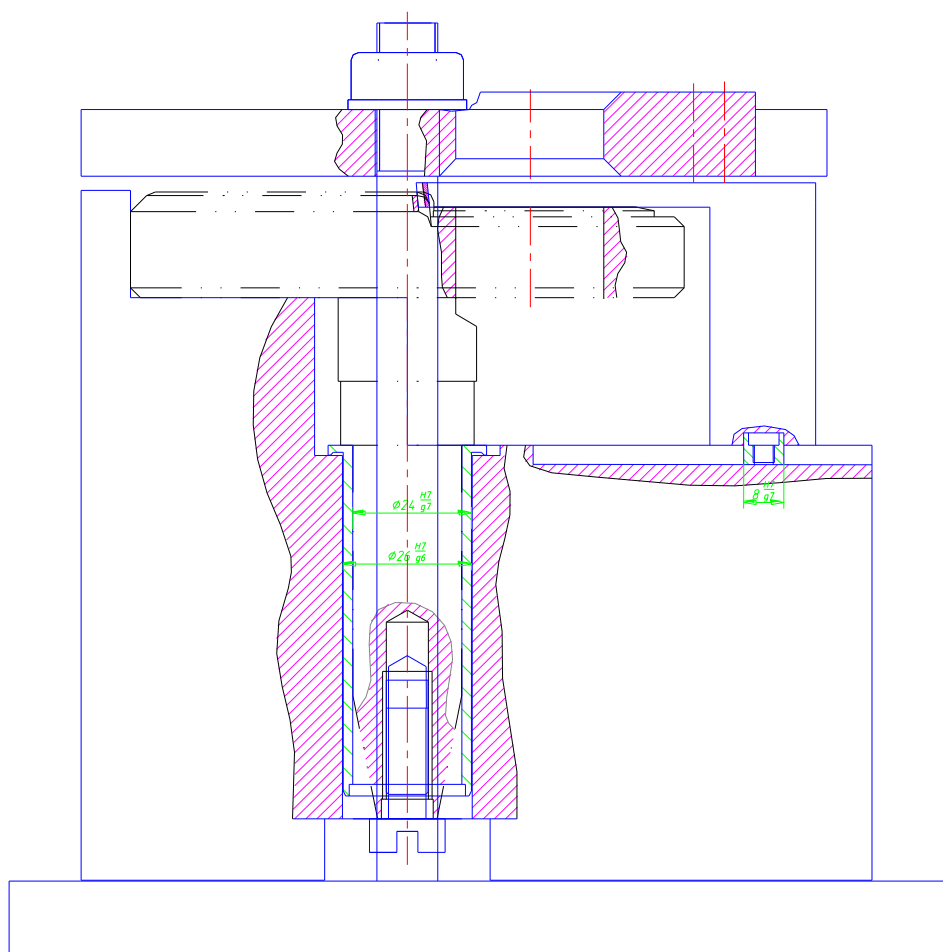
选用 M12mm。当螺纹直径为 12mm，手柄长度为 140mm，作用力为 70N 时，其夹紧力为 $N_{\text{螺}} = 5380 \text{ N}$ 。

此时 $N_{\text{螺}}$ 已大于所需的 2792.3N 的夹紧力，故本夹具可安全工作。

4.8.1.3 钻床夹具设计及操作的简要说明

如前所述，在设计夹具时，应该注意提高劳动生产率。为此，应首先着眼于机动夹紧而不采用手动夹紧。因为这是提高劳动生产率的重要途径。钻床夹具的主要特点是都有一个安装钻套的钻模板。钻套和钻模板是钻床夹具的特殊元件。钻套装配在钻模板或夹具体上，其作用是确定被加工孔的位置和引导刀具加工。

钻床夹具中使用可换钻套，当工件为单一钻孔工序的大批量生产时，为便于更换磨损的钻套，选用可换钻套。当钻套磨损后，可卸下螺钉，更换新的钻套。螺钉能防止加工时钻套的转动，或退刀时随刀具自行拔出的装配图及具体零件图分别见图纸



钻床专用夹具图

4.8.2 铣床夹具设计

铣床夹具与其它机床夹具的不同之处在于：它是通过定位键在机床上定位，用对刀装置决定铣刀相对于夹具的位置。

（1）铣床夹具的安装 铣床夹具在铣床工作台上的安装位置，直接影响被加工表面的位置精度，因而在设计时必须考虑其安装方法，一般是在夹具底座下面装两个定位键。定位键的结构尺寸已标准化，应按铣床工作台的 T 形槽尺寸选定，它和夹具底座以及工作台 T 形槽的配合为 H7/g7、H7/g7。两定位键的距离应力求最大，以利提高安装精度。

（2）铣床夹具的对刀装置 铣床夹具在工作台上安装好了以后，还要调整铣刀对夹具的相对位置，以便于进行定距加工。为了使刀具与工件被加工表面的相对位置

能迅速而正确地对准，在夹具上可以采用对刀装置。对刀装置是由对刀块和塞尺等组成，其结构尺寸已标准化。各种对刀块的结构，可以根据工件的具体加工要求进行选择。

由于铣削时切削力较大，振动也大，夹具体应有足够的强度和刚度，还应尽可能降低夹具的重心，工件待加工表面应尽可能靠近工作台，以提高夹具的稳定性，通常夹具体的高宽比 $H/B \leq 1 \sim 1.25$ 为宜。

4.8.2.1 铣床夹具定位基准的选择

在研究和分析工件定位问题时，定位基准的选择是一个关键问题。定位基准就是在加工中用作定位的基准。一般说来，工件的定位基准一旦被选定，则工件的定位方案也基本上被确定。定位方案是否合理，直接关系到工件的加工精度能否保证。根据零件的实际情况，选取 $\Phi 22\text{mm}$ 外圆和 $\Phi 30_{-0.100}^{-0.080}\text{mm}$ 孔定位，主要应考虑如何保证两端面的表面粗糙度，尺寸公差。

4.8.2.2 铣床夹具切削力及夹紧力的计算

夹紧力的大小，对于保证定位稳定、夹紧可靠，确定夹紧装置的结构尺寸，都有着密切的关系。夹紧力的大小要适当。夹紧力过小则夹紧不牢靠，在加工过程中工件可能发生位移而破坏定位，其结果轻则影响加工质量，重则造成工件报废甚至发生安全事故。夹紧力过大会使工件变形，也会对加工质量不利。

理论上，夹紧力的大小应与作用在工件上的其它力（力矩）相平衡；而实际上，夹紧力的大小还与工艺系统的刚度、夹紧机构的传递效率等因素有关，计算是很复杂的。因此，实际设计中常采用估算法、类比法和试验法确定所需的夹紧力。

以下是根据零件加工要求设计的铣床夹具切削力及夹紧力的计算：

$$F = C_f a_p^{x_f} a_e^{y_f} z / d_0^{q_f} n^{w_f} = 54.5 \times 1.44 \times 12.58 \times 8 / 160 = 49.36 \text{ (N)}$$

其中：

$$C_f = 54.5, x_f = 0.9, y_f = 0.74, u_f = 1.0, w_f = 0, q_f = 1.0, d_0 = 160\text{mm}, f_z = 0.4\text{mm}, a_e = 1.5\text{mm}, z = 8$$

$$\text{当用两把刀铣削时, } F_{\text{实}} = 2F = 98.72 \text{ (N)}$$

$$\text{水平分力: } F_H = 1.1 F_{\text{实}} = 108.59 \text{ (N)}$$

$$\text{垂直分力: } F_v = 0.3 F_{\text{实}} = 29.6 \text{ (N)}$$

在计算切削力时，必须把安全系数考虑在内。安全系数 $K = K_1 K_2 K_3 K_4$ 。

$$\therefore f' = K F_H = 1.5 \times 1.1 \times 1.1 \times 1.1 \times 108.59 = 216.8 \text{ (N)}$$

其中： K_1 为基本安全系数 1.5；

K_2 为加工性质系数 1.1;

K_3 为刀具钝化系数 1.1;

K_4 为断续切削系数 1.1。

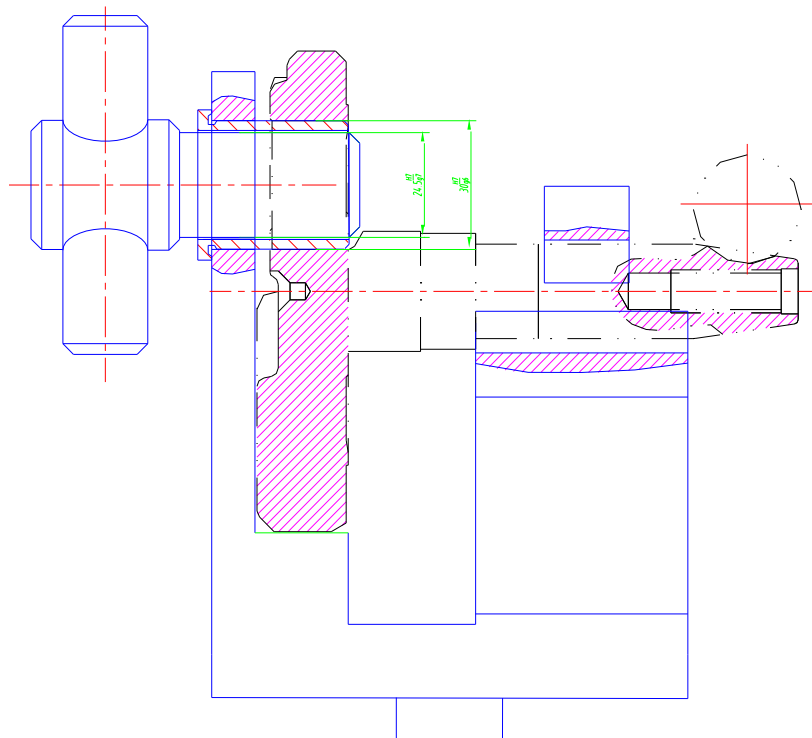
选用 M12mm。当螺纹直径为 12mm，手柄长度为 140mm，作用力为 70N 时，其夹紧力为 $N_{\text{螺}}=5380\text{N}$ 。

此时 $N_{\text{螺}}$ 已大于所需的 216.8N 的夹紧力，故本夹具可安全工作。

4.8.2.3 铣床夹具设计及操作的简要说明

如前所述，在设计夹具时，应该注意提高劳动生产率。为此，应首先着眼于机动夹紧而不采用手动夹紧。因为这是提高劳动生产率的重要途径。本道工序的铣床夹具就选择了气动夹紧方式。本工序由于是粗加工，切削力较大，为了夹紧工件，势必要增大气缸直径，而这样将使整个夹具过于庞大。因此，应首先设法降低切削力。目前采取的措施有三：一是提高毛坯的制造精度，使最大切削深度降低，以降低切削力；二是选择一种比较理想的斜楔夹紧机构，尽量增加该夹紧机构的扩力比；三是在可能的情况下，适当提高压缩空气的工作压力（由 0.4MPa 增至 0.5MPa），以增加气缸推力。结果，本夹具总的感觉还比较紧凑。

铣床夹具的装配图及具体零件图分别见图纸。



铣床专用夹具

小 结

毕业设计是对毕业生大学所学专业知识的一次广而深的复习和总结,是对毕业生的一次考核。通过对气门摇臂轴支座工艺工装的设计,让我对以往所学的基础理论、专业知识和基本技能进行了一次较为全面的训练,培养了我严谨的科学态度、独立分析和解决问题的能力以及勇于创新的精神。

在老师的精心指导下,此次毕业设计顺利地完成了。通过毕业设计再次把所学的专业知识用于实践当中,可以说这次设计就是对我所学的专业知识的一大检阅,也是一个查漏补缺的过程;同时让我初步地掌握了零件工艺规程及夹具设计,懂得了如何把计算机知识用于所学的专业;学会查阅和运用技术资料。当然在这个过程中遇到的困难和挫折也是不少的,主要来源于专业知识还不够,实践经验还欠缺等,但是我可以把此次设计作为我的起点,加强专业学习,加强实践不断地去丰富经验。

因此,尽管这次设计不能算是成功之作,但是它给我带来的收获是巨大的,影响是深远的。所以在今后的学习和工作中要敢于实践,不断吸收经验教训,要敢于向难点挑战,必需要一丝不苟的工作作风,为我们的机械制造事业发展作出不懈的努力。

在设计与论文编写过程中,由于学生水平有限,其中难免会有一些缺点和不足,恳请老师及同学批评指正。

参考文献

- [1] . 王先逵, 机械制造工艺学. 北京:机械工业出版社, 1997. 10
- [2] . 孟少农, 机械加工工艺手册. 北京:机械工业出版社, 1991
- [3] . 陈宏均, 典型零件机械加工生产实例. 北京:机械工业出版社, 2005. 1
- [4] . 刘友才, 机床夹具设计. 北京:机械工业出版社, 1991. 5
- [5] . Boye WE. Jigs and Fixture. America. SME, 1982
- [6] . 哈尔滨工业大学, 上海工业大学主编. 机械夹具设计. 上海: 上海科学技术出版社, 1983
- [7] . 东北重型机械学院, 洛阳工学院, 第一汽车制造厂职工大学编. 机械夹具设计手册. 上海: 上海科学技术出版社, 1990
- [8] . 机械工程手册 电机工程手册 编辑委员会. 机械工程手册 第 9 卷. 北京: 机械工业出版社, 1982
- [9] . 李益民主编. 机械制造工艺设计简明手册. 北京: 机械工业出版社, 2004
- [10] . 艾 兴, 肖诗纲主编. 切削用量手册. 北京: 机械工业出版社, 2003
- [11] . 吴孟红主编. 工装通用件手册. 南昌: 南昌飞机制造公司出版, 1984
- [12] . 张福润 严晓光 《机械制造工艺学》. 武汉: 华中科技大学出版社, 2004
- [13] . 王福瑞等 金属机械加工工艺人员手册. 北京: 机械工业出版社, 2005. 1

致 谢

两个多月的毕业设计就要结束了。在这段时间里，我学到了很多东西。尤其在罗海泉老师的指导下完成了这一系列的过程，让我受益匪浅。这次设计是检验我四年来所学知识和应用能力的一面镜子，在这次设计过程中，暴露了我不少知识方面的欠缺点，同时也争强了我改正它们的信心，为以后的工作打下了良好的基础。在次，我衷心地感谢在这次设计中给我帮助的老师 and 同学们，特别是罗海泉老师，另外，由于自己能力所限，设计中存在不少问题，希望老师予以指正。