

+独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除文中已经标明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到，本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：

日期： 年 月 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权学校可以将本学位论文的全部或部分内 容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

本论文属于 保密，在____年解密后适用本授权书。
 不保密。

(请在以上方框内打“√”)

学位论文作者签名：

日期： 年 月 日

指导教师签名：

日期： 年 月 日

摘 要

本毕业设计的课题是康明斯发动机飞轮壳的加工工艺及其夹具设计，关键的工作任务有两个：一是飞轮壳零件加工工艺规程的设计；二是飞轮壳零件的工装夹具的设计。对于发动机飞轮壳工艺设计时，首先要做的是对零件进行结构和加工工艺的分析，做了第一步分析以后，根据飞轮壳的生产纲领，材料及其加工要求等来确定毛坯到底应该以什么样的方式来制造，另外就是基准选择和工艺路线的制定，最后进行机床和刀具的选择，加工余量、工序尺寸及切削用量等计算与确定。第二篇夹具设计中，设计了一套车端面、内孔的夹具，首先是定位基准的选择，根据各自工序的不同特点来进行定位基准的选择，其次进行切削力及夹紧力的计算，最后进行误差分析。

关键字：飞轮壳 康明斯 工艺规程 定位 工装夹具

Abstract

The graduate design issue is the process of Cummins Engine flywheel housing and fixture design, two key tasks: First, the flywheel housing parts process planning design; flywheel housing parts fixture design. For the process design of the engine flywheel housing, the first thing to do is structure and process analysis of the parts, the first step, according to the flywheel housing production program, materials and their processing requirements to determine the rough in the end should be what kind of approach to manufacturing, the other is the calculation of the reference selection and formulation of the process route, the final choice of machines and tools, allowance, step size and cutting OK. The second fixture design, the design of a car face the inner hole of the jig, the first is the choice of the positioning reference, according to the different characteristics of the respective step to the choice of positioning reference, followed by the calculation of the cutting force and the clamping force, Finally, error analysis.

Keywords: Flywheel housing Cummins Positioning Locate Fixture

目录

摘 要.....	(1)
Abstract.....	(2)
1.绪 论	
1.1 本课题的来源、目的及意义.....	(5)
1.2 国内外概况、预测.....	(6)
2.零件分析	
2.1 飞轮壳的结构工艺性分析.....	(8)
2.2 飞轮壳加工方案设计.....	(8)
2.3 飞轮壳的加工特点	(9)
2.4 飞轮壳的技术要求分析.....	(9)
3.工艺规程设计	
3.1 确定生产纲领和生产类型.....	(11)
3.2 确定毛坯制造形式.....	(11)
3.3 制定工艺路线.....	(11)
4.机械加工余量、工序尺寸、及毛坯尺寸的确定	
4.1 确定加工余量.....	(17)
4.2 确定工序尺寸.....	(17)
5.切削用量及工时的计算	
工序一粗车端面、内孔.....	(21)
工序二粗铣顶面.....	(22)
工序三钻、扩、铰定位孔.....	(27)
工序四半精车内孔、端面.....	(30)
工序五精车内孔、止口、端面.....	(35)
工序六粗铣悬挂面.....	(39)
工序七精铣顶面.....	(43)
工序八精铣悬挂面.....	(44)
工序九粗镗油封孔、油封孔下台、马达孔.....	(47)
工序十半精镗油封孔、油封孔下台、马达孔.....	(50)
工序十一精镗 $\Phi 160\text{mm}$ 油封孔下台、精镗马达孔	(53)
工序十二扩、铰 $\Phi 29.6$ 孔.....	(55)
工序十三钻 6- $\Phi 13.5$ 孔	(57)
工序十四钻、攻 3-M10 螺纹和钻、攻 2-M8 螺纹.....	(58)

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

工序十五钻、攻 8-M12 螺纹.....	(62)
工序十六钻 $\Phi 23.3$ 孔、攻管螺纹.....	(64)
工序十七钻、攻 M18 螺纹孔.....	(65)
工序十八钻、攻 12-M10 螺纹底孔.....	(68)
6. 夹具设计	
6.1 夹具的设计.....	(70)
6.2 零件的定位分析和基准选择.....	(70)
6.3 零件的夹紧分析.....	(71)
6.4 零件的夹紧力和夹紧力计算.....	(71)
6.5 定位误差分析.....	(73)
总 结	(74)
致 谢	(75)
参考文献	(76)

1 绪论

1.1 课题来源、目的、意义

1.1.1 课题的来源

本课题将针对东风汽车有限公司商用车发动厂制造车间实际的发动机飞轮壳加工工艺及其夹具设计。

1.1.2 本课题研究目的

本课题基于飞轮壳的汽车零部件产品的开发需要，对康明斯飞轮壳进行了研究：

(1) 结合零件的结构特点，合理安排各道工序的加工余量，反推毛坯的各尺寸，以达到节约成本、提高加工效率的目的。

(2) 分析零件结构特点，合理安排各道工序的顺序，在达到零件的精度要求的前提下，最大限度的减轻工人的劳动强度，节约成本、提高加工效率。

(3) 如何根据工艺加工要求，设计一套工装（刀具、夹具）。

1.1.3 本课题研究的意义

中国加入世贸组织以后，汽车零部件的进口平均关税将降到 10%，配额将逐步减少，国产化率的鼓励措施将取消，多年来一直受关税和国产化双重保护的国内众多汽车零部件企业将面临巨大的挑战。汽车零部件企业属于传统的大批大量生产类型企业，讲究的是规模效益，但随着市场竞争的不断深化，顾客的需求不断变化，其生产方式也在向着多品种、中小批量生产方式转化，汽车零部件企业要实现跨越性的发展，不仅需要在提高产品质量、不遗余力地采用新工艺、新技术，不断进行产品创新等方面下功夫，还要不断的更新观念，优化生产组织方式，积极主动地应对市场不断变化的需求，降低成本、提高效益，以保持市场上的竞争优势。

全球采购在带给我们挑战的同时也带来了机遇，国际上一些著名的汽车、发动机制造商纷纷把目光瞄向中国，他们需要在中国找到质量好、成本低的产品，以实现他们的成本削减计划，应对挑战。

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

以飞轮壳产品为例,从2003年开始,象康明斯、道依茨、卡特彼勒、水星等一些公司已经开始在中国开始寻找供应商,他们在中国都设有专门的办事机构负责供应商的评价、培训。目前国内生产飞轮壳的专业厂不是很多,甚至有些发动机厂自己生产飞轮壳,每家厂的产能都没有超过30万件/年。市场的分散就造成资源的分散,无法形成规模效益,也就没法在装备上、制造水平进行投入,新工艺、新方法得不到应用,所以产品质量与上述公司的要求普遍有一定的距离。为此,谁能快速提升产能、水平、质量,谁就能占领国际市场,形成良性循环。

对飞轮壳产品而言,在进行新的工艺设计时,必须在遵循工艺设计的基本原则基础上,充分借鉴国外的先进工艺方法,运用高速加工技术、成组技术等先进方法,认识现有工艺中存在的工序分散、设备效率低、夹具多、非有效工时长、质量靠工人个人技术保证等重要缺陷,通过对原有的方法进行优化,最终设计一套能消除夹紧变形,减少无效工时,高质量、低成本的工艺方法。

工艺设计是工艺规划的前提和基础,是连接产品设计和生产制造的重要纽带。产品的制造可以采用几种工艺方案,零件加工也可以采用不同设备、不同的加工方法、不同的工艺方案。同样一个产品,使用不同的工艺方法进行加工,就会产生不同的质量、不同的成本。所以,效率高、质量好、成本低是衡量工艺设计好坏的重要标准。

1.2 国内外概况、预测和文献综述

在学校图书馆,网上和网上图书库上搜索关于发动机飞轮壳的国内外现状和发展,发现很少关于这方面的资料。据说,可能是因为这里面涉及到重要技术的问题,大部分都会被保密。但通过在网上查找的资料发现在发动机飞轮壳加工工艺方面有新的研究方法,比如柔性自动化技术在发动机飞轮壳工艺方面的应用,通过对发动机飞轮壳的加工工艺特点的分析并结合工厂生产实际,对飞轮壳的加工工艺进行了系统的研究,依据现代自动化制造系统的规划、设计和运行原理对三种飞轮壳的机械加工柔性生产线进行了规划设计,规划出了一条由六台卧式加工中心组成的柔性生产线设计方案,整个柔性加工线设备利用率高、生产能力稳定、可靠性好,解决了企业生产中的飞轮壳加工的瓶颈问题,适合创新公司未来发展的需要。

我国汽车工业早已成为国际大汽车制造商竞争的舞台,新型车的开发速度越来越快,产品将以多品种,中小批量的生产规模为主。随着中国加入WTO,中国的零部件加工企业将面临严峻的“全球采购”竞争压力。对于国内历史较老的零部件企业想要在新形势

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

下生存、参与市场竞争，必须应用数控技术提高现有的工艺制造水平。在新产品加工工艺上的选择，这些企业必须放弃由传统的专用组合机、通用设备组成生产线的方案，采用先进的数控技术：对飞轮等盘类零件采用数控机床，飞轮壳等壳类零件采用立式加工中心。

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

由于考虑到成本经济性等情况,对飞轮壳产品而言,在进行新的工艺设计时,必须在遵循工艺设计的基本原则基础上,充分借鉴国外的先进工艺方法,运用高速加工技术、成组技术等先进方法,认识现有工艺中存在的工序分散、设备效率低、夹具多、非有效工时长、质量靠工人个人技术保证等重要缺陷,通过对原有的方法进行优化,最终设计一套能消除夹紧变形,减少无效工时,高质量、低成本的工艺方法。

2. 零件分析

2.1 飞轮壳的结构工艺性分析

飞轮壳的主要作用是联接发动机与变速器，当联接方式变化时，同型号的发动机可以搭载在不同的汽车上，满足需求。同一系列飞轮壳与发动机联接面尺寸基本相同，与离合器连接面则不同，但具有相同的功能孔。飞轮壳是盘类零件，外形尺寸大是其突出的结构特点，直径最大达 480mm, 高 150mm。飞轮壳的毛坯材料基本是铸铁，其另一个结构特点是壁厚不均匀，一般壁厚为 6-8mm，壁厚最薄处只有 5mm，壁厚最大处却达 40mm。顶面（与发动机联接）和端面（与离合器联接）的面积较大，铸造时容易变形，而且不易控制变形量，所以两个面上的连接孔必须进行机械加工。

2.2 飞轮壳加工方案设计

对薄壁壳体类零件的加工，由于工件容易变形，且面与孔之间、孔与孔之间、面与面之间经常有尺寸关联要求，所以如何选择定位基准，如何安排工艺顺序就非常关键，所以加工中通常应注意以下几个问题：

2.2.1 基准的选择

通常选与发动机结合面和该平面上相距尽可能远的两个孔，采用一面两销的定位方式。当毛坯铸造精度很高，且外形变化不明显时，可以以毛坯面做定位基准，在一次装夹中完成全部或大部分工序的加工。

2.2.2 粗、精加工的划分

由于工件在粗加工后会显著引起变形时，所以常将平面和孔的加工交替进行，在这些表面都粗加工以后，再精加工基准面及其它表面及面上各孔。

(1) 粗加工阶段

通常先用端面定位，粗铣顶面，然后再以粗铣后的顶面为基准，粗铣端面及其他表面，去除毛坯余量。

(2) 半精加工阶段

通常安排一些半精加工工序，将精度和光洁度要求中等的一些表面加工完成，而对于要求高的表面进行半精加工，为以后的精加工做好准备。

(3)精加工阶段

通常首先完成定位基准面(顶面)的精铣及面上两销孔的精加工,并以此为精基准完成对精度和光洁度要求高的表面及孔的加工。

2.2.3 次要表面及孔的加工

如螺纹孔,可以在精加工主要表面后进行,一方面加工时对工件变形影响不大,同时废品率也降低。另一方面如果主要表面出废品后,这些表面就不必再加工了,从而也不会浪费工时。但是,如果小表面的加工很容易碰伤主要表面时,就应该把表面的加工放在主要表面的精加工之前。

2.2.4 热处理的安排

有些飞轮壳有热处理的要求。为了消除内应力,需要进行人工时效,所以通常将热处理放在粗加工之后,半精加工之前。又如为了提高工件的表面硬度,需进行淬火,就要安排在半精加工之后,精加工之前。

2.2.5 辅助工序的安排

如检验,在零件全部加工完毕后、各加工阶段结束时、关键工序前后,都要适当安排。其他辅助工序还有清洗、去飞刺、表面处理、气密试验、包装等,也应按其要求排入工艺过程。

2.3 飞轮壳的加工特点

飞轮壳加工首先解决的问题是顶面的平面度。若顶面的平面度不好,则在加工端面的过程中将产生定位误差,在后续的工序加工中也会产生误差,出现测量基准与定位基准不统一的问题。即使测量与定位基准统一,也会发生零件合格与否的误判;其次是轴孔的加工。如何保证相互之间位置精度是此工序的关键;另外,对连接用螺栓孔的加工也很关键。

2.4 飞轮壳的技术要求分析

为了保证飞轮壳在工作过程中有良好的稳定性和密封性,在其重要表面和孔上均有详尽的技术要求。

首先,两个定位孔是关键。在加工完两个定位孔后的很多工序的定位都要用到这两个定位孔。对其的尺寸精度要求较高,孔径精度达到了H7级,位置精度达到了IT8。对其的粗糙度要求也很高,达到了Ra1.6。

其次马达孔 $\Phi 88.9$ 和离合器结合孔 $\Phi 447.7$ 也都达到了H7级。在制定加工方案时要分析机械加工手册上提供的途径,保证粗糙度和尺寸精度都达到要求的精度。

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

最后，端面和顶面在制定工艺路线时要经常被作为定位基准面，其中顶面对端面有平面度要求。因此，应选择合适的方法加工 $\Phi 446.5$ 孔。其他面孔的加工也要达到其技术要求。

3 工艺规程设计

3.1 生产纲领和生产类型的确定

生产纲领 $N=Qn(1+\beta)(1+\alpha)$

N ——零件的年产量

Q ——产品年产量

n ——每台产品中该零件的件数

α ——备品百分率

β ——废品百分率

$N=50000 \times 1 \times (1+1\%) \times (1+6\%) = 53530$ 件/年

由《机械制造工艺学》表 1-1 可知零件的生产类型为大批生产

3.2 确定毛坯制造形式

零件材料为 HT250，质量约为 45kg。它承载着变速器的质量，起着动力传递支点的作用。考虑到零件为薄壁类零件，宜变形，且结构复杂，因此应该选用壳膜铸件，以使零件的复杂机构以及精度要求得以保证。该零件的年产量为 50000 件，已达大批生产的水平。最后确定毛坯的具体技术要求为：

1. 硬度 187-241HBS
2. 毛坯表面不允许有气孔和砂眼存在
3. 铸件拔模斜度不大于 3°
4. 热处理后时效处理

3.3 制定工艺路线

3.3.1 制定工艺路线注意事项

制定的工艺路线应使零件的几何形状、尺寸精度及位置精度等技术要求得到保证。在生产纲领以确定为大批生产的条件下，可以考虑采用万能型机床配以专用夹具，并尽量使工序集中来提高生产率。

拟订工艺路线是制定工艺规程过程中重要的一步。工艺方案制定的优劣，不仅关系到工件的加工质量和加工效率，而且关系到工人的劳动强度，车间面积，设备投资，生产成本等问题。在制定工艺路线时，要从以下几个方面考虑。

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

本零件加工精度要求很高,最高的粗糙度要求为 $Ra=1.6\mu m$,因此将整个工艺过程划分为粗加工、半精加工、精加工阶段。

工作各表面的加工顺序,一般按照下述原则安排:先粗后精,先基准后其它,先主后次,先面后孔。根据上述原则,作为精基准的顶面和端面安排在工艺过程开始时加工。精基准面加工好后,接着对精度要求高的主要表面进行粗加工和半精加工,并穿插进行一些次要表面的加工,然后进行各表面的精加工。要求高的主要表面的精加工一般安排在最后进行,这样可避免已加工表面在运输过程中碰伤,有利于保证加工精度。

为了改善工件材料的机械性能和切削性能,在加工过程中常常需要安排热处理工序。采用何种热处理工序以及如何安排热处理工序在工艺过程中的位置,要根据热处理的目的决定。

3.3.2 工艺方案的分析与比较

(一) 工艺路线一

1. 粗车端面
2. 粗车 $\Phi 446.5$ 内孔表面
3. 钻、扩、粗铰、精铰两个定为孔 $\Phi 18$ 至图样尺寸
4. 粗铣、精铣顶面
5. 半精车、精车 $\Phi 446.5$ 内孔表面
6. 精车止口
7. 半精车、精车端面
8. 粗镗马达孔
9. 粗镗油封孔、油封孔下台
10. 半精镗马达孔
11. 半精镗油封孔、半精镗油封孔下台
12. 精镗马达孔
13. 精镗油封孔、精镗油封孔下台
14. 粗铣悬挂面
15. 精铣悬挂面
16. 扩、铰孔 $\Phi 29.6$
17. 钻 6- $\Phi 13.5$
18. 钻马达孔 3-M10 螺纹底孔

19. 攻马达孔 3-M10 螺纹
20. 钻 2-M8 螺纹底孔
21. 攻 2-M8 螺纹
22. 钻悬挂面 8-M12 螺纹底孔
23. 攻悬挂面 8-M12 螺纹
24. 钻孔 $\Phi 23.3$
25. 攻 $\Phi 23.3$ 孔 Z3/4 寸管螺纹
26. 钻 M18 螺纹底孔
27. 攻 M18 螺纹
28. 镗 M18 螺纹孔平面
29. 钻 12-M10 螺纹底孔
30. 攻 12-M10 螺纹
31. 倒角、去毛刺
32. 检验

(二) 工艺路线二

1. 粗车端面
2. 粗车 $\Phi 446.5$ 内孔表面
3. 粗铣顶面
4. 半精车 $\Phi 446.5$ 内孔表面
5. 半精车端面
6. 钻、扩、粗铰、精铰两个定为孔 $\Phi 18$ 至图样尺寸
7. 精车 $\Phi 446.5$ 内孔表面
8. 精车止口
9. 精车端面
10. 粗铣悬挂面
11. 精铣顶面
12. 精铣悬挂面
13. 粗镗油封孔下台
14. 粗镗油封孔
15. 粗镗马达孔

16. 半精镗油封孔
17. 半精镗油封孔下台
18. 半精镗马达孔
19. 精镗油封孔下台
20. 精镗马达孔
21. 扩孔 $\Phi 29.6$
22. 粗铰孔 $\Phi 29.6$
23. 钻 6- $\Phi 13.5$
24. 钻 3-M10 螺纹孔
25. 攻 3-M10 螺纹
26. 钻 2-M8 螺纹孔
27. 攻 2-M8 螺纹
28. 钻 8-M12 螺纹底孔
29. 攻 8-M12 螺纹
30. 钻 $\Phi 23.3$
31. 攻 Z3/4 管螺纹
32. 钻 M18 螺纹底孔
33. 铰 M18 螺纹孔平面
34. 钻 12-M10 螺纹底孔
35. 攻 12-M10 螺纹
36. 倒角、去毛刺
37. 检验

3.3.3 工艺方案的比较与分析

上述两个工艺方案的特点在于：在路线一中首先加工出了端面 and $\Phi 446.5$ 孔，以其为定位再加工顶面一侧的面和孔，再以 $\Phi 446.5$ 孔和顶面为定位加工端面方向上的面和孔，这样互为定位反复加工容易得到较高的精度，而且把两个定位孔的加工放在了靠前的工序中，便于以后工序的加工。但在前面加工面的很多工序中把粗、精加工放在了一个工序里

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

，这样虽然可以减少装夹次数、节省时间提高了生产率，但在粗加工过程中，由于加工余量大，工件容易产生振动，从而影响了定位精度，这样也就直接影响了加工质量。另外，飞轮壳属于薄壁类零件在粗加工时容易产生变形，而材料变形的恢复又是需要时间的，所以应该在粗加工后把工件放置一段时间。因此，最好把粗、精加工分开。另外，加工面和加工孔的工序混在了一起，违背了先面后孔的原则。

在线路二中，很好的遵从了先面后孔的原则，另外把很好的划分了粗加工阶段，半精加工阶段和精加工阶段。这样有利于保证加工质量，便于使用机床，便于安排热处理工序。同时粗加工各表面后可以及早的发现毛坯的缺陷，即使报废和补修，以免继续进行加工而浪费了工时和制造费用。精加工安排在最后可保护精加工后的表面不受损伤或少受损伤。但在这两个加工路线中都出现了工序过多、加工繁琐的问题，这样会使工件反复的被拆卸安装，这样加工精度不容易保证，另外使辅助时间增多降低了生产率，增高了生产成本。因此应尽量在一次装夹中加工尽可能多的面和孔，提高生产率。

综上所述，最后的加工路线确定如下表 3.1:

表 3.1 飞轮壳加工路线

工序号	工步号	工位内容	定位基准	机床
一	1.	粗铣顶面	端面、 $\Phi 446.5$ 孔	床身式万能铣床 X715
二	1.	粗车端面	顶面、油封孔	立式车床 EQ0301
	2.	粗车孔 $\Phi 446.5$		
三	1.	钻定位孔	端面、 $\Phi 446.5$ 孔	立式钻床 Z525
	2.	扩定位孔		
	3.	粗铰定位孔		
	4.	精铰定位孔		
四	1.	半精车孔 $\Phi 446.5$	顶面、定位孔	立式数控车床 CK516
	2.	半精车端面		
五	1.	精车孔 $\Phi 446.5$	顶面、定位孔	立式数控车床 CK516
	2.	精车止口		
	3.	精车端面		
六	1.	粗铣悬挂面(马达孔端)	端面、定位孔	万能铣床 X63W
	2.	粗铣悬挂面(孔 $\Phi 29.6$ 端)		
七	1.	精铣顶面	端面、定位孔	床身式万能铣床 X715
八	1.	精铣悬挂面(马达孔端)	端面、定位孔	万能铣床 X63W
	2.	精铣悬挂面(孔 $\Phi 29.6$ 端)		
九	1.	粗镗油封孔下台	端面、定位孔	卧式镗床 T68
	2.	粗镗油封孔		
	3.	粗镗马达孔		
十	1.	半精镗油封孔	端面、定位孔	卧式镗床 T68

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

	2.	半精镗油封孔下台		
	3.	半精镗马达孔		
十一	1.	精镗油封孔下台	端面、定位孔	卧式镗床 T68
	2.	精镗马达孔		
十二	1.	扩孔 $\Phi 29.6$	端面、定位孔	立式钻床 Z535

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

	2.	粗铰孔 $\Phi 29.6$		
十三	1.	钻孔 6- $\Phi 13.5$	端面、定位孔	摇臂钻床 Z3025
十四	1.	钻 3-M10 底孔	端面、定位孔	立式钻床 Z525
	2.	攻 3-M10 螺纹		
	3.	钻 2-M8 底孔		
	4.	攻 2-M8 螺纹		
十五	1.	钻 8-M12 底孔	端面、定位孔	摇臂钻床 Z3050
	2.	攻 8-M12 螺纹		
十六	1.	钻孔 $\Phi 23.3$	端面、定位孔	摇臂钻床 Z3050
	2.	攻 Z3/4 寸管螺纹		
十七	1.	钻 M18 底孔 $\Phi 16.5$	端面、定位孔	摇臂钻床 Z3050
	2.	攻 M18 螺纹		
	3.	铰平螺纹孔		
十八	1.	钻 12-M10 底孔	端面、定位孔	摇臂钻床 Z3050
	2.	攻 12-M10 螺纹		
十九	1.	倒角、去毛刺		
二十	1.	检验		

4 机械加工余量、工序尺寸、及毛坯尺寸的确定

4.1 加工余量的确定

工序尺寸的公差按各种加工方法的经济精度确定，并规定在零件的“入体”方向，即对于被包容面工序尺寸公差都取上偏差为零，即加工后的基本尺寸等于最大极限尺寸；对于包容面工序尺寸公差都取下偏差为零，即加工后的基本尺寸等于最小极限尺寸。孔距工序尺寸公差，一般按对称偏差标注。毛坯尺寸公差可取对称公差也可为非对称公差。

对于工序余量，目前一般采用经验估计的方法，或按照技术手册等资料推荐的数据为基础，并结合生产的实际情况确定其加工余量的数值。对于一些精加工工序，有一最合适的加工余量范围。加工余量过大，会使精加工时工时过大，甚至达不到精加工的目的；加工余量过小会使工件的某些部位加工不出来。此外，精加工的余量不均匀，还会影响加工精度。所以对于精加工工序余量的大小和均匀性必须予以保证。

4.2 工序尺寸的确定

对于简单的工序尺寸，在决定了各工序的余量和其能达到的经济精度后，就可以计算各工序尺寸及其公差，其计算方法为“逆推法”，即由最后一步工序开始逐步向前推。

对于本零件，采用逆推法确定各工序尺寸如下表 4.1-4.10：

表 4.1 端面工序尺寸确定

工序名称	工序间余量 /mm	经济精度	工序间尺寸 /mm	尺寸、公差 /mm	表面粗糙度 Ra/um
精车	0.2	IT7	150	150 ± 0.010	1.6
半精车	0.8	IT9	$150+0.2=150.2$	150.2 ± 0.025	6.3
粗车	3	IT10	$150.2+0.8=151$	151 ± 0.040	12.5
铸件	4	CT10	$151+3=154$		

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

表 4.2 $\text{O}446.5\text{H}7$ 内孔工序尺寸确定

工序名称	工序间余量 /mm	经济精度	工序间尺寸 /mm	尺寸、公差 /mm	表面粗糙度 Ra/ μm
精车	0.4	IT7	446.5	$\text{O}446.5_{0}^{+0.063}$	1.6
半精车	1.6	IT9	$446.5-0.4=446.1$	$\text{O}446.1_{0}^{+0.155}$	6.3
粗车	9	IT11	$446.1-1.6=444.5$	$\text{O}444.5_{0}^{+0.40}$	12.5
铸件	11		$444.5-9=435.5$		

表 4.3 顶面工序尺寸确定

工序名称	工序间余量 /mm	经济精度	工序间尺寸 /mm	尺寸、公差 /mm	表面粗糙度 Ra/ μm
精铣	0.8	IT9	150	150 ± 0.025	1.6
粗铣	2.2	IT11	$150+0.8=150.8$	150.8 ± 0.063	6.3
铸件	3		$150.8+2.2=153$		

表 4.4 $\text{O}18\text{H}7$ 定位孔工序尺寸确定

工序名称	工序间余量 /mm	经济精度	工序间尺寸 /mm	尺寸、公差 /mm	表面粗糙度 Ra/ μm
精铰	0.06	IT7	18	$\text{O}18_{0}^{+0.018}$	1.6
粗铰	0.08	IT8	$18-0.06=17.94$	$\text{O}17.94_{0}^{+0.027}$	3.2
扩	0.86	IT10	$17.94-0.08=17.86$	$\text{O}17.86_{0}^{+0.07}$	6.3
钻	$\text{O}17$	IT12	$17.86-0.86=17$	$\text{O}17_{0}^{+0.18}$	12.5

表 4.5 悬挂面(马达孔端)工序尺寸确定

工序名称	工序间余量 /mm	经济精度	工序间尺寸 /mm	尺寸、公差 /mm	表面粗糙度 Ra/ μm
精铣	1	IT9	371	371 ± 0.035	3.2
粗铣	2	IT11	$371+1=372$	372 ± 0.090	6.3
铸件	3		$372+2=374$		

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

表 4.6 悬挂面（孔 $\varnothing 29.6$ 端）工序尺寸确定

工序名称	工序间余量 /mm	经济精度	工序间尺寸 /mm	尺寸、公差 /mm	表面粗糙度 Ra/ μm
精铣	0.5	IT9	101	101 ± 0.022	3.2
粗铣	2	IT11	$101+0.5=101.5$	101.5 ± 0.055	6.3
铸件	2.5		$101.5+2=103.5$		

表 4.7 马达孔工序尺寸确定

工序名称	工序间余量 /mm	经济精度	工序间尺寸 /mm	尺寸、公差 /mm	表面粗糙度 Ra/ μm
精镗	0.2	IT8	88.9	$\varnothing 88.9_0^{+0.054}$	1.6
半精镗	0.8	IT10	$88.9-0.2=88.7$	$\varnothing 88.7_0^{+0.14}$	6.3
粗镗	4	IT11	$88.7-0.8=87.9$	$\varnothing 87.9_0^{+0.22}$	12.5
铸件	5		$87.9-4=83.9$		

表 4.8 油封孔下台工序尺寸确定

工序名称	工序间余量 /mm	经济精度	工序间尺寸 /mm	尺寸、公差 /mm	表面粗糙度 Ra/ μm
精镗	0.8	IT8	167.8	$\varnothing 167.8_0^{+0.063}$	1.6
半精镗	2	IT9	$167.8-0.8=167$	$\varnothing 167_0^{+0.10}$	3.2
粗镗	10	IT11	$167-2=165$	$\varnothing 165_0^{+0.25}$	6.3
铸件	12.8		$165-10=155$		

表 4.9 油封孔工序尺寸确定

工序名称	工序间余量 /mm	经济精度	工序间尺寸 /mm	尺寸、公差 /mm	表面粗糙度 Ra/ μm
半精镗	1	IT9	160	$\varnothing 160_0^{+0.10}$	3.2
粗镗	4	IT12	$160-1=159$	$\varnothing 159_0^{+0.4}$	6.3
铸件	5		$159-4=155$		

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

表 4.10 $\varnothing 29.6$ 孔工序尺寸确定

工序名称	工序间余量 /mm	经济精度	工序间尺寸 /mm	尺寸、公差 /mm	表面粗糙度 Ra/ μm
铰	0.2	IT8	29.6	$\varnothing 29.6_0^{+0.033}$	3.2
扩	1.8	IT10	$29.6-0.2=29.4$	$\varnothing 29.4_0^{+0.084}$	6.3
铸件	2		$29.4-1.8=27.6$		

5 切削用量及工时的计算

工序一：粗铣顶面

1. 加工材料：HT250, 硬度：190HBS

加工要求—用端铣刀铣削，加工余量 $h=2.2\text{mm}$

机床：X715

2. 选择刀具

(1) 根据《切削用量简明手册》表 3.2，选择硬质合金铣刀，查表 3.1，由于上平面宽度为 $a_e=340\text{mm}$ ，铣削深度小于 6mm ，铣削宽度大于 300 ，铣刀直径选用 400mm ，由于采用标准硬质合金端铣刀，查表 3.16，齿数 $z=18$ 。

(2) 铣刀几何形状查《切削用量简明手册》表 3.2，由于灰铸铁小于 200HBS ，故选择主偏角 $k_r=45^\circ$ ，过度刃倾角 $k_{r'}=20^\circ$ ，副偏角 $k_r'=1^\circ$ ，后角 $\alpha_o=8^\circ$ ，端铣刀副后角 $\alpha_e'=9^\circ$ ，刀齿斜角 $\lambda_s=-20^\circ$ ，前角 $\gamma_o=+5^\circ$

3. 确定顶面粗铣的切削用量

(1) 确定切削深度 a_p 由于粗加工余量为 2.2mm ，则可分一次走刀完成，故

$$a_p=157-154.8=2.2\text{mm}$$

(2) 确定每齿进给量 a_f 根据 X715 数控铣床的功率为 11KW ，YG6 硬质合金端面铣刀加工铸铁查《切削用量简明手册》表 3.5 每齿进给量 $a_f=(0.18\sim 0.28)\text{mm}/z$ ，但由于采用不对称铣，主偏角也选取较小应取大值 $a_f=0.28\text{mm}/z$

(3) 选择铣刀磨损标准及耐用度 查《切削用量简明手册》表 3.7 当硬质合金端面铣刀加工铸铁材料时，铣后端面的最大磨损为 1.5mm ，刀具直径 $d_o=400\text{mm}$ ，耐用度 $T=420\text{min}$ （表 3.16）

(4) 确定切削速度 v_c 和每分钟进给量 v_f 根据《切削用量简明手册》表 3.27 中公式计算：

$$v = \frac{C_v d^{q_v}}{T^m a_p^{x_v} f_z^{y_v} a_e^{u_v} z^{p_v}} k_v$$

查表可知： $C_v=245$ ， $q_v=0.2$ ， $x_v=0.15$ ， $y_v=0.35$ ， $\mu_v=0.2$ ， $p_v=0$ ， $m=0.32$ ， $T=420\text{min}$
 $a_p=2.2\text{mm}$ ， $a_f=0.28\text{mm}/z$ ， $a_e=340\text{mm}$ ， $z=18$ ， $d_o=d=400\text{mm}$ ， $k_v=1.0$

$$v=245 \times 400^{0.2} / 420^{0.32} \times 2.2^{0.15} \times 0.28^{0.35} \times 340^{0.2} \times 18^0 \text{ m}/\text{min}=50.8\text{m}/\text{min}$$

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

$$n=(1000v/\Pi d) r/\min=1000 \times 50.8/3.14 \times 400=40.4 r/\min$$

取 $n=45 r/\min$

则实际切削速度和每分钟进给量 $v=\Pi dn/1000=3.14 \times 400 \times 45/1000 m/\min$
 $=56.5m/\min$

$$f_{mz}=\alpha_f \times n \times z=0.28 \times 45 \times 28m/\min=352.8mm/\min$$

(5) 校核机床功率 查表 3.28 中公式计算

$$F_v=C_F a_p^{x_F} \times f_z^{y_F} \times a_e^{u_F} \times z \times k_{Fc} / d_o^{q_F} n^{w_F}$$

查表可得: $C_F=54.5$, $x_F=0.9$, $y_F=0.74$, $u_F=1.0$, $w_F=0$, $q_F=1.0$, $a_p=2.2mm$, $f_z=0.28$
 mm/z , $a_e=340$, $Z=28$, $d_o=d=400mm$, $k_{Fc}=1.0$

$$F_c=54.5 \times 2.2 \times 0.9 \times 0.28 \times 0.74 \times 340 \times 1.0 \times 28 \times 1.0/400 \times 1.0 \times$$
$$450=1028.1N$$

由 $v=\Pi dn/1000=0.94m/s$ 则:

$$P_c=1028.1 \times 0.94/1000kw=0.97kw$$

X715 数控铣床的功率是 7.5kw, 故所选切削用量可用, 因此, 所确定的切削用量参数如下:

$$\alpha_p=2.2mm, \quad \alpha_f=0.28 mm/z, \quad f_{mz}=352.8mm/\min, \quad n=45 r/\min, \quad v=56.5m/\min$$

4. 基本时间

查《机械制造工艺设计简明手册》表 6.2—7 可知:

$$T_j=1+l_1+l_2/f_{mz}, \quad \text{其中 } l_1=0.5d-[c_o \times (d-c_o)]^{0.5+(1 \sim 3)} \quad c_o=(0.03 \sim 0.05)$$
$$d, \quad l_1=3 \sim 5mm, \quad l_1=0.5d-[c_o \times (d-c_o)]^{0.5+(1 \sim 3)}=200-[16$$
$$(400-16)]^{0.5+2}=123.6mm, \quad \text{取 } l_2=4mm$$

故 $T_j=\{(340+123.6+4)/352.8\}min=1.3min$

工序二：粗车端面、粗车 $\Phi 446.5$ 内孔

工位一：粗车端面

1. 加工材料: HT250, 硬度: 190HBS

工件尺寸: $D=480mm$, $d=435mm$ 的圆环面;

加工要求: 用端面车刀车削, 加工余量 $h=3.0mm$

机床: 立式车床 EQ0301

2. 选择刀具

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

(1) 根据《切削用量简明手册》表 1.2, 选择 YG6 硬质合金端面车刀。

(2) 根据表 1.1, 由于 EQ0301 车床中心高度为 270mm, 故选刀杆尺寸 $B \times H=20\text{mm} \times 30\text{mm}$, 刀片厚度为 7mm。

(3) 车刀几何形状查《切削用量简明手册》表 1.3, 由于灰铸铁小于 200HBS, 故选择前角 $\gamma_o=+10^\circ$, 后角 $\alpha_o=7^\circ$, 主偏角 $k_r=90^\circ$, 副偏角 $k_r'=10^\circ$, 刃倾角 $\lambda_s=-10^\circ$, $\gamma_{oi}=-10^\circ$, $b_{\gamma 1}=0.4\text{mm}$ 。

3. 确定切削用量

(1) 确定切削深度 a_p 由于粗加工余量仅为 3mm 可在一次走刀内完成, 故

$$a_p=154.8-151.8=3\text{mm}$$

(2) 确定进给量 f 根据《切削用量简明手册》表 1.4, 在粗车灰铸铁、刀杆尺寸为 $20\text{mm} \times 30\text{mm}$, $a_p \leq 3\text{mm}$, 以及工件直径为 100~600 时

$$f=0.9 \sim 1.8\text{mm/r}$$

按 EQ0301 立式车床说明书选择

$$f=1.35\text{mm/r}$$

确定的进给量尚需要满足车床进给机构强度的要求, 故需进行检验。

根据 EQ0301 立式车床说明书, 其进给机构允许的进给力 $F_{\max}=3530\text{N}$ 。

根据《切削用量简明手册》表 1.23, 当灰铸铁的硬度 HBS 为 170~212, $a_p \leq 3.8\text{mm}$, $f \leq 1.8\text{mm/r}$, $k_r=45^\circ$ 时, 进给力 $F_f=1620\text{N}$ 。

切削时 F_f 的修正系数为 $k_{ro}F_f=1.0$, $k_{\lambda s}F_f=0.75$, $k_{kr}F_f=1.17$ (见表 1.29-2), 故实际进给力为:

$$F_f=1620 \times 1.0 \times 0.75 \times 1.17=1421\text{N}$$

由于切削时的进给力小于车床进给机构允许的进给力, 故选 $f=1.35\text{mm/r}$ 的进给量可用。

(3) 选择车刀磨钝标准及寿命 根据表 1.9, 车刀后刀面最大磨损量取为 0.8mm, 车刀寿命为 $T=60\text{min}$ 。

(4) 确定切削速度 v_c 切削速度 v_c 可根据《切削用量简明手册》表 1.27 公式计算

$$v_c = \frac{C_v}{T^m a_p^{x_v} f^{y_v}} k_v$$

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

根据《切削用量简明手册》表 1.28 切削速度的修正系数为 $k_{tv}=1.0$, $k_{krv}=0.73$, $k_{sv}=0.8$, $k_{Tv}=1.0$, $k_{kv}=1.04$, $k_{Mv}=1.0$, 式中 $k_v=k_{Mv}k_{tv} k_{krv} k_{sv} k_{Tv} k_{kv}=0.61$
故

$$V_c = \frac{158}{60^{0.2} \times 3^{0.15} \times 1.35^{0.4}} \times 0.61 = 97 \text{m/min}$$

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 97}{\pi \times 45} = 64 \text{r/min}$$

按 EQ0301 车床说明书, 选择 $n_c=63 \text{r/min}$, $v_c=97 \text{m/min}$ 。

(5) 校验机床功率 机床的功率根据表 1.29 公式计算:

$$P_c = \frac{F_c v_c}{6 \times 10^4}$$

式中 P_c 可由表 1.19 查出, 当铸铁硬度 HBS 为 160~245, $f \leq 1.5 \text{mm/r}$, $\alpha_p \leq 3.4 \text{mm}$ 时 $F_c=4120 \text{N}$ 。切削力 F_c 的修正系数为 $k_{roF_c}=1.0$, $k_{krF_c}=0.89$ (见表 1.29-2), $F_c=4120 \times 0.89=3667 \text{N}$, 故

$$P_c = \frac{3667 \times 97}{6 \times 10^4} \text{kW} = 5.93 \text{kW}$$

根据 EQ0301 车床说明书, 当 $n_c=63 \text{r/min}$ 时, 车床主轴允许功率 $P_E=11 \text{kW}$, 因为 $P_c < P_E$, 故所选的切削用量可在 EQ0301 车床上进行。

最后决定的切削用量为:

$$\alpha_p = 3 \text{mm}, f = 1.35 \text{mm/r}, n = 63 \text{r/min}, v_c = 97 \text{m/min}。$$

4. 计算基本工时, 《机械制造工艺设计简明手册》表 6.2-1

$$t_m = \frac{L}{nf}$$

式中 $L = \frac{d-d_1}{2} + l_1 + l_2 + l_3$, $d=480 \text{mm}$, $d_1=435.5 \text{mm}$, $l_1=3 \text{mm}$, $l_2=0$, 根据表 6.2-2, $l_3=6 \text{mm}$, 故

$$t_m = \frac{12.25 + 3 + 0 + 6}{63 \times 1.35} = 0.25 \text{min}$$

工位二：粗车 $\Phi 444.5$ 内孔

1. 加工材料: HT250, 硬度: 190HBS

工件尺寸: $\Phi=446.5 \text{mm}$ 的圆孔表面;

加工要求: 用内圆车刀车削, 加工余量 $h=9.0 \text{mm}$

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

机床：立式车床 EQ0301

2. 选择刀具

(1) 根据《切削用量简明手册》表 1.2，选择 YG6 硬质合金外圆车刀。

(2) 根据表 1.1，由于 EQ0301 车床中心高度为 270mm，故选刀杆尺寸 $B \times H = 20\text{mm} \times 30\text{mm}$ ，刀片厚度为 7mm。

(3) 车刀几何形状查《切削用量简明手册》表 1.3，由于灰铸铁小于 200HBS，故选择前角 $\gamma_o = +10^\circ$ ，后角 $\alpha_o = 7^\circ$ ，主偏角 $k_r = 45^\circ$ ，副偏角 $k_r' = 15^\circ$ ，刃倾角 $\lambda_s = -10^\circ$ ， $\gamma_{o1} = -10^\circ$ ， $b_{\gamma 1} = 0.2\text{mm}$ 。

3. 确定切削用量

(1) 确定切削深度 a_p 由于粗加工余量为 9mm 可在一次走刀内完成，故

$$a_p = \frac{444.5 - 435.5}{2} = 4.5\text{mm}$$

(2) 确定进给量 f 根据《切削用量简明手册》表 1.4，在粗车灰铸铁、刀杆尺寸为 $20\text{mm} \times 30\text{mm}$ ， a_p : 3~5mm，以及工件直径为 100~600 时

$$f = 1.2 \sim 1.6\text{mm/r}$$

按 EQ0301 立式车床说明书选择

$$f = 1.4\text{mm/r}$$

确定的进给量尚需要满足车床进给机构强度的要求，故需进行检验。

根据 EQ0301 立式车床说明书，其进给机构允许的进给力 $F_{\max} = 3530\text{N}$ 。根据《切削用量简明手册》表 1.23，当灰铸铁的硬度 HBS 为 170~212， $a_p \leq 4.8\text{mm}$ ， $f \leq 1.8\text{mm/r}$ ， $k_r = 45^\circ$ 时，进给力 $F_f = 2310\text{N}$ 。

切削时 F_f 的修正系数为 $k_{r0}F_f = 1.0$ ， $k_{\lambda_s}F_f = 0.75$ ， $k_{k_r}F_f = 1.0$ （见表 1.29-2），故实际进给力为：

$$F_f = 1620 \times 1.0 \times 0.75 \times 1.0 = 1215\text{N}$$

由于切削时的进给力小于车床进给机构允许的进给力，故选 $f = 1.4\text{mm/r}$ 的进给量可用。

(3) 选择车刀磨钝标准及寿命 根据表 1.9，车刀后刀面最大磨损量取为 0.8mm，车刀寿命为 $T = 60\text{min}$ 。

(4) 确定切削速度 v_c 切削速度 v_c 可根据《切削用量简明手册》表 1.27 公式计算

$$V_c = \frac{C_v}{T^m a_p^{x_v} f^{y_v}} k_v$$

根据《切削用量简明手册》表 1.28 切削速度的修正系数为 $k_{tv}=1.0$, $k_{krv}=1.0$, $k_{sv}=0.8$, $k_{Tv}=1.0$, $k_{kv}=1.0$, $k_{Mv}=1.0$, 式中 $k_v=k_{Mv}k_{tv} k_{krv} k_{sv} k_{Tv} k_{kv}=0.8$, 故:

$$V_c = \frac{158}{60^{0.2} \times 4.5^{0.15} \times 1.4^{0.4}} \times 0.8 = 88 \text{m/min}$$

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 88}{\pi \times 435.5} = 64 \text{r/min}$$

按 EQ0301 车床说明书, 选择 $n_c=63 \text{r/min}$, $v_c=88 \text{m/min}$ 。

(5) 校验机床功率 机床的功率根据表 1.29 公式计算:

$$P_c = \frac{F_c v_c}{6 \times 10^4}$$

式中 P_c 可由表 1.19 查出, 当铸铁硬度 HBS 为 160~245, $f < 1.5 \text{mm/r}$, $a_p < 4.5 \text{mm}$, 时 $F_c=5880 \text{N}$ 。切削力 F_c 的修正系数为 $k_{r0}F_c=1.0$, $k_{kr}F_c=1.0$ (见表 1.29-2), $F_c=5880 \times 1.0=5880 \text{N}$, 故

$$P_c = \frac{5880 \times 88}{6 \times 10^4} \text{kW} = 8.6 \text{kW}$$

根据 EQ0301 车床说明书, 当 $n_c=63 \text{r/min}$ 时, 车床主轴允许功率 $P_E=11 \text{kW}$, 因为 $P_c < P_E$, 故所选的切削用量可在 EQ0301 车床上进行。

最后决定的切削用量为:

$$a_p=9 \text{mm}, f=1.4 \text{mm/r}, n=63 \text{r/min}, v_c=88 \text{m/min}。$$

4. 计算基本工时, 《机械制造工艺设计简明手册》表 6.2-1

$$t_m = \frac{L}{nf} = \frac{l+l_1+l_2+l_3}{f \cdot n}$$

式中 $l=36 \text{mm}$, $l_1=3 \text{mm}$, $l_2=0$, 根据表 6.2-2 $l_3=4 \text{mm}$, 故

$$t_m = \frac{36+3+0+4}{63 \times 1.4} = 0.49 \text{min}$$

工序三：钻、扩、粗铰、精铰两个 $\Phi 18$ 定位孔

加工材料—HT250, 硬度: 190HBS

工艺要求—孔径 $d=18 \text{mm}$, 通孔

工位一：钻两个 $\Phi 17$ 孔

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

机床—Z525

1. 选择钻头

选择高速钢直柄麻花钻头，其直径为 $d_0=17\text{mm}$ ；查《切削用量简明手册》表 2.2 可知 HBS=190 时，钻头几何形状为： $\alpha_0=12^\circ$ ， $\beta=25^\circ$ ， $2\Phi=120^\circ$ ， $\psi=50^\circ$

2. 确定切削用量

(1) 确定进给量 f 根据《切削用量简明手册》表 2.7，当加工灰铸铁、材料硬度为 190HBS、钻头直径 $d_0=17\text{mm}$ 时，查得 $f=(0.7\sim 0.86)\text{mm/r}$ ，孔深与孔径比 $l/d=30/17=1.76$ ，孔深修正系数 $k_{lf}=0.75$ ，故修正后 $f=(0.7\sim 0.86)\times 0.75\text{mm/r}=(0.53\sim 0.65)\text{mm/r}$ 根据《切削用量简明手册》表 2.15，取 $f=0.53\text{mm/r}$

查《切削用量简明手册》表 2.8 可知钻头强度所允许的进给量 $f'=1.53\text{mm/r}$ ，通过查《机械制造工艺设计简明手册》表 4.2-14 机床进给机构所允的轴向力 $F_{\max}=8829\text{N}$ ，而允许的进给量

$$f'=0.1\sim 0.81\text{mm/r}$$

对所选择的进给量 f 在 f' 与 f'' 之间，故适用

(2) 确定切削速度 v ，轴向力 F_f 转矩 T_c 以及切削功率 P_c 。根据《切削用量简明手册》表 2.30 和表 2.32 中公式计算：

$$V_c=C_v d_0^{z_v} k_v / T_m a_p^{x_v} f^{y_v} \quad F_f=C_F d_0^{Z_F} f^{Y_F} k_F \quad M_c=C_M d_0^{z_M} f^{y_M} k_M \quad P_c=M_c v_c / 30 d_0$$

查《切削用量简明手册》表 2.30 $C_v=6.6$ ， $z_v=0.4$ ， $x_v=0$ ， $y_v=0.5$ ， $m=0.2$ ， $a_p=8.5\text{mm}$ ， $C_F=420$ ， $Z_F=1.0$ ， $y_F=0.8$ ， $C_M=0.206$ ， $z_M=2.0$ ， $y_M=0.8$ ， $k_v=1.0$ ， $k_F=1.0$ ， $k_M=1.0$ ， $d=d_0=17$ ， $T=20\text{min}$ (表 2.12)

$$V_c=C_v d_0^{z_v} k_v / T_m a_p^{x_v} f^{y_v}=6.6 \times 17^{0.4} \times 1.0 / 20^{0.2} \times 8.5^0 \times 0.53^{0.5}=15.5\text{m/min}$$

$$F_f=C_F d_0^{Z_F} f^{Y_F} k_F=420 \times 17^{1.0} \times 0.53^{0.8} \times 1.0\text{N}=4296\text{N}$$

$$M_c=C_M d_0^{z_M} f^{y_M} k_M=0.206 \times 17^{2.0} \times 0.53^{0.8} \times 1.0\text{N/m}=35.8\text{N/m}$$

$$P_c=M_c v_c / 30 d_0=35.8 \times 15.5 / 30 \times 17=1.09\text{kw}$$

由于实际加工条件与上述所给的条件不完全相同，故应其进行修正，表 2.31-2 切削速度修正系数 $k_{Mv}=1.0$ ， $k_{lv}=1.0$ 故实际切削速度和主轴转速

$V_c=15.5 \times 1.0 \times 1.0\text{m/min}=15.5\text{m/min}$ ， $n=1000 \times 15.5 / \Pi \times 17=290\text{r/min}$ ，查《机械制造工艺简明手册》表 4.2-14 可知 $n=272\text{r/min}$

(3) 校核功率 切削功率 $P_c=1.09\text{kw}$ ，根据机床技术资料：机床有效功率 p_E 大于

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

P_c ，故所选切削用量可用，因此，所确定的切削用量参数如下：

$d_o=17\text{mm}$ ， $a_p=8.5\text{mm}$ ， $f=0.53\text{ mm/r}$ ， $n=272\text{r/min}$ ， $v=15.5\text{m/min.}$ ， $F_c=4296\text{N}$ ， $M_c=35.8\text{N/m}$ ， $P_c=1.09\text{kW}$

3.基本时间

查《机械制造工艺设计简明手册》钻削机动计算公式表 6.2—5 可知：

$$T_j=L/fn=1+l_1+l_2/fn \quad \text{其中 } l_1=D\cot k_r/2+(1\sim 2), l_2=0$$

$$l_1=17\times\cot 60^\circ/2+(1\sim 2)=5.9\sim 6.9, \text{ 取 } l_1=3$$

$$T_j=L/fn=1+l_1+l_2/fn=(30+6+0)/0.53\times 272\text{min}=0.25\text{ min}$$

工位二：扩两个 $\Phi 17.86$ 孔

1.选择刀具

选择高速钢扩孔钻头；查《切削用量简明手册》表 2.5 可知 HBS=190 时，钻头几何形状为： $\gamma_o=6^\circ$ ， $\alpha_o=8^\circ$ ， $k_r=45^\circ$ ， $k_{re}=30^\circ$ ， $\beta=10^\circ$ ， $b_{al}=1\text{mm}$

2.确定切削用量

(1) 确定进给量 f 根据《切削用量简明手册》表 2.10，当加工灰铸铁、材料硬度为 190HBS、钻头直径 $\Phi=17.85\text{mm}$ 时，查得 $f=(0.9\sim 1.1)\text{ mm/r}$ ，孔深与孔径比 $l/d=30/17=1.76$ ，孔深修正系数 $k_{lf}=0.75$ ，故修正后 $f=(0.9\sim 1.1)\times 0.75\text{mm/r}=(0.68\sim 0.82)\text{ mm/r}$ ，取 $f=0.68\text{ mm/r}$

查《切削用量简明手册》表 2.8 可知钻头强度所允许的进给量 $f'=1.60\text{mm/r}$ ，通过查《机械制造工艺设计简明手册》表 4.2-14 机床进给机构所允的轴向力 $F_{\max}=8829\text{N}$ ，而允许的进给量

$$f''=0.1\sim 0.81\text{mm/r}$$

对所选择的进给量 f 在 f' 与 f'' 之间，故适用

(2) 确定切削速度 v ，轴向力 F_f 转矩 T_c 以及切削功率 P_c 根据《切削用量简明手册》表 2.30 和表 2.32 中公式计算：

$$V_c=C_v d_o^{z_v} k_v / T^m a_p^x v^y \quad F_f=C_F d_o^{Z_F} f^Y k_F \quad M_c=C_M d_o^{z_M} f^y k_M \quad P_c=M_c v_c / 30 d_o$$

查《切削用量简明手册》表 2.30 $C_v=18.6$ ， $z_v=0.3$ ， $x_v=0.2$ ， $y_v=0.5$ ， $m=0.3$ ， $a_p=0.43\text{mm}$ ，表 2.32 $C_F=420$ ， $Z_F=1.0$ ， $y_F=0.8$ ， $C_M=0.206$ ， $z_M=2.0$ ， $y_M=0.8$ ， $k_v=1.0$ ， $k_F=1.0$ ， $k_M=1.0$ ， $d=d_o=17.85$ ， $T=30\text{min}$ (表 2.12)

$$V_c=C_v d_o^{z_v} k_v / T^m a_p^x v^y = 18.6 \times 17.85^{0.3} \times 1.0 / 30^{0.3} \times 0.43^{0.2} \times 0.68^{0.5} = 22.9\text{m/min}$$

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

$$F_f = C_{Fd} d_o^{Z_F} f^Y F_{k_F} = 420 \times 17.85^{1.0} \times 0.43^{0.8} \times 1.0 \text{ N} = 3816 \text{ N}$$

$$M_c = C_{Md} d_o^{Z_M} f^Y k_M = 0.206 \times 17.85^{2.0} \times 0.43^{0.8} \times 1.0 \text{ N/m} = 33.4 \text{ N/m}$$

$$P_c = M_c v_c / 30 d_o = 33.4 \times 22.9 / 30 \times 17.85 = 1.43 \text{ kW}$$

由于实际加工条件与上述所给的条件不完全相同, 故应其进修正, 表 2.31-2 切削速度修正系数 $k_{MV}=1.0$, $k_{IV}=1.0$ 故实际切削速度和主轴转速

$V_c = 22.9 \times 1.0 \times 1.0 \text{ m/min} = 22.9 \text{ m/min}$, $n = 1000 \times 22.9 / \pi \times 17.85 = 408 \text{ r/min}$, 查《机械制造工艺简明手册》表 4.2-14 可知 $n = 392 \text{ r/min}$

(3) 校核功率 切削功率 $P_c = 1.43 \text{ kW}$, 根据机床技术资料: 机床有效功率 p_E 大于 P_c , 故所选切削用量可用, 因此, 所确定的切削用量参数如下:

$d_o = 17.85 \text{ mm}$, $a_p = 0.43 \text{ mm}$, $f = 0.68 \text{ mm/r}$, $n = 392 \text{ r/min}$, $v = 22.9 \text{ m/min}$, $F_f = 3816 \text{ N}$, $M_c = 33.4 \text{ N/m}$, $P_c = 1.43 \text{ kW}$

3.基本时间

查《机械制造工艺设计简明手册》钻削机动计算公式表 6.2—5 可知:

$$T_j = L / f n = l + l_1 + l_2 / f n \quad \text{其中 } l_1 = D \cot k_r / 2 + (1 \sim 2), \quad l_2 = 0$$

$$l_1 = 17.85 \times \cot 60^\circ / 2 + (1 \sim 2) = 6.2 \sim 7.2, \quad \text{取 } l_1 = 3$$

$$T_j = L / f n = l + l_1 + l_2 / f n = (30 + 7 + 0) / 0.68 \times 392 \text{ min} = 0.14 \text{ min}$$

工位三: 粗铰两个 $\Phi 17.94$ 孔

1.选择刀具

选择高速钢铰刀, 铰刀的参数见表 2.6 $\gamma_o = 0^\circ$, $\alpha_o = 8^\circ$, $\alpha_1 = 20^\circ$, $k_r = 5^\circ$, $\beta = 7^\circ$ 。

2. (1) 确定进给量 f 查《切削用量简明手册》表 2.11 可知 $f = 0.5 \sim 2.0 \text{ mm/r}$, 结合《机械制造工艺简明手册》Z525 立式钻床表 4.2-16 取 $f = 0.81 \text{ mm/r}$

(2) 确定切削速度 v 及转速 n 根据《切削用量简明手册》表 2.24 取 $v = 10 \text{ m/min}$, 由于实际加工条件与上述所给的条件不完全相同, 故应其进行修正, 表 2.31-3 切削速度修正系数 $k_{MV}=1.0$, $k_{apv} = 1.0$ 故实际切削速度和主轴转速

$$V_c = 10 \times 1.0 \times 1.0 \text{ m/min} = 10 \text{ m/min}, \quad n = 1000 \times 10 / 3.14 \times 17.94 \text{ r/min} = 177 \text{ r/min}$$

查《机械制造工艺简明手册》表 4.2-15 可知 $n = 195 \text{ r/min}$

所确定的切削用量参数如下:

$$V_c = 10 \text{ m/min}, \quad n = 195 \text{ r/min}, \quad f = 0.81 \text{ mm/r}, \quad d_o = 17.94 \text{ mm}$$

3.基本时间

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

查《机械制造工艺设计简明手册》钻削机动计算公式表 6.2—5 可知:

$$T_j=L/fn=l+l_1+l_2/fn \quad \text{其中 } l_1=(D-d_0)\cot k_r/2+(1\sim 2), l_2=0$$

$$l_1=(17.94-17.85)\times \cot 60^\circ/2+(1\sim 2)=1.03\sim 2.03, \text{ 取 } l_1=2$$

$$T_j=L/fn=l+l_1+l_2/fn=(30+2+0)/0.81\times 195\text{min}=0.2\text{ min}$$

工位四: 精铰两个 $\Phi 18$ 孔

1. 选择刀具

选择高速钢铰刀, 直径为 $\Phi 18$, 铰刀的参数见表 2.6 $\gamma_0=0^\circ$, $\alpha_0=6^\circ$, $\alpha_1=15^\circ$, $k_r=5^\circ$, $\beta=7^\circ$ 。

2. (1) 确定进给量 f 查《切削用量简明手册》表 2.11 可知 $f=0.5\sim 2.0\text{mm/r}$, 结合《机械制造工艺简明手册》Z525 立式钻床表 4.2-16 取 $f=0.81\text{ mm/r}$

(2) 确定切削速度 v 及转速 n 根据《切削用量简明手册》表 2.24 取 $v=14\text{m/min}$, 由于实际加工条件与上述所给的条件不完全相同, 故应对其进行修正, 表 2.31-3 切削速度修正系数 $k_{MV}=1.0$, $k_{apv}=1.0$ 故实际切削速度和主轴转速

$$V_c=14\times 1.0\times 1.0\text{ m/min}=14\text{ m/min}, n=1000\times 14/3.14\times 18\text{r/min}=248\text{ r/min}$$

查《机械制造工艺简明手册》表 4.2-15 可知 $n=272\text{ r/min}$, 所确定的切削用量参数如下:

$$V_c=14\text{ m/min}, n=272\text{ r/min}, f=0.81\text{ mm/r}, d_0=18\text{mm}$$

3. 基本时间

查《机械制造工艺设计简明手册》钻削机动计算公式表 6.2—5 可知:

$$T_j=L/fn=l+l_1+l_2/fn \quad \text{其中 } l_1=(D-d_0)\cot k_r/2+(1\sim 2), l_2=0$$

$$l_1=(18-17.94)\times \cot 60^\circ/2+(1\sim 2)=1.02\sim 2.02, \text{ 取 } l_1=2$$

$$T_j=L/fn=l+l_1+l_2/fn=(30+2+0)/0.81\times 272\text{min}=0.15\text{ min}$$

工序四: 半精车 $\Phi 446.5$ 内孔、半精车端面

工位一: 半精车 $\Phi 446.1$ 内孔

1. 加工材料: HT250, 硬度: 190HBS

工件尺寸: $D=444.5\text{mm}$ 内孔;

加工要求: 用内孔车刀车削, 加工余量 $h=1.6\text{mm}$

机床: CK516

2. 选择刀具

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

(1) 根据《切削用量简明手册》表 1.2, 选择 YG6 硬质合金内圆车刀。

(2) 根据数控车床 CK516 车床说明书, 刀具截面尺寸为 32×32mm, 由《机械加工工艺师手册》表 3.1-70, 刀片厚度为 7mm。

(3) 车刀几何形状查《切削用量简明手册》表 1.3, 由于灰铸铁小于 200HBS, 故选择前角 $\gamma_o=+10^\circ$, 后角 $\alpha_o=7^\circ$, 主偏角 $k_r=30^\circ$, 副偏角 $k_r'=5^\circ$, 刃倾角 $\lambda_s=0^\circ$, $\gamma_{oi}=-10^\circ$, $b_{\gamma i}=0.1\text{mm}$ 。

3. 确定切削用量

(1) 确定切削深度 α_p 由于半精加工余量仅为 1.6mm 可在一次走刀内完成, 故

$$\alpha_p = \frac{446.1 - 444.5}{2} = 0.8\text{mm}$$

(2) 确定进给量 f 根据《切削用量简明手册》表 1.6, 在半精车灰铸铁, $r_\epsilon=1.0$ 时

$$f=0.4\sim 0.5\text{mm/r}$$

按 CK516 数控车床说明书选择

$$f=0.4\text{mm/r}$$

确定的进给量尚需要满足车床进给机构强度的要求, 故需进行检验。

根据 CK516 数控车床说明书, 其进给机构允许的进给力 $F_{\max}=10\text{kN}$ 。

根据《切削用量简明手册》表 1.23, 当灰铸铁的硬度 HBS 为 170~212, $\alpha_p \leq 2.8\text{mm}$, $f \leq 0.48\text{mm/r}$, $k_r=45^\circ$ 时, 进给力 $F_f=600\text{N}$ 。

切削时 F_f 的修正系数为 $k_{r0}F_f=1.0$, $k_{\lambda s}F_f=1.0$, $k_{kr}F_f=0.78$ (见表 1.29-2), 故实际进给力为:

$$F_f=600 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.78=468\text{N}$$

由于切削时的进给力远远小于车床进给机构允许的进给力, 故选 $f=0.4\text{mm/r}$ 的进给量可用。

(3) 选择车刀磨钝标准及寿命 根据表 1.9, 车刀后刀面最大磨损量取为 0.6mm, 车刀寿命为 $T=30\text{min}$ 。

(4) 确定切削速度 v_c 切削速度 v_c 可根据《切削用量简明手册》表 1.27 公式计算

$$v_c = \frac{C_v}{T^m a_p^{x_v} f^{y_v}} k_v$$

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

根据《切削用量简明手册》表 1.28 切削速度的修正系数为 $k_{tv}=1.0$, $k_{krv}=1.20$, $k_{sv}=0.8$, $k_{Tv}=1.15$, $k_{kv}=1.0$, $k_{Mv}=1.0$, 表 1.27 $C_v=189.8$, $x_v=0.15$, $y_v=0.2$, $m=0.20$, 式中 $k_v=k_{Mv}k_{tv}k_{krv}k_{sv}k_{Tv}k_{kv}=1.1$

故

$$V_c = \frac{189.8}{30^{0.2} \times 0.8^{0.15} \times 0.4^{0.2}} \times 1.1 = 131 \text{m/min}$$

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 131}{\pi \times 444.5} = 93.8 \text{r/min}$$

按 CK516 车床说明书, 选择 $n_c=100\text{r/min}$, $v_c=131\text{m/min}$ 。

(5) 校验机床功率 机床的功率根据表 1.29 公式计算:

$$P_c = \frac{F_c v_c}{6 \times 10^4}$$

式中 P_c 可由表 1.19 查出, 当铸铁硬度 HBS 为 160~245, $f \leq 0.47\text{mm/r}$, $\alpha_p \leq 2.0\text{mm}$ 时 $F_c=900\text{N}$ 。切削力 F_c 的修正系数为 $k_{ro}F_c=1.0$, $k_{kr}F_c=1.08$ (见表 1.29-2), $F_c=900 \times 1.08=972\text{N}$, 故

$$P_c = \frac{972 \times 131}{6 \times 10^4} \text{kW} = 2.12 \text{kW}$$

根据 CK516 车床说明书, 当 $n_c=100\text{r/min}$ 时, 车床主轴允许功率 $P_E=9\text{kW}$, 因为 $P_c < P_E$, 故所选的切削用量可在 CK516 车床上进行。

最后决定的切削用量为:

$$\alpha_p=0.8\text{mm}, f=0.4\text{mm/r}, n=100\text{r/min}, v_c=131\text{m/min}。$$

4. 计算基本工时 《机械制造工艺设计简明手册》表 6.2-1

$$t_m = \frac{L}{nf} = \frac{l+l_1+l_2+l_3}{f \cdot n}$$

式中 $l=36\text{mm}$, $l_1=3\text{mm}$, $l_2=0$, 根据表 6.2-2, $l_3=4\text{mm}$, 故

$$t_m = \frac{36+3+0+4}{0.4 \times 100} = 1.1 \text{min}$$

工位二：半精车端面

1. 加工材料: HT250, 硬度: 190HBS

工件尺寸: $D=480\text{mm}$, $D_2=447.7\text{mm}$ 的圆环面;

加工要求: 用端面车刀车削, 加工余量 $h=0.8\text{mm}$

机床: CK516

2.选择刀具

(1) 根据《切削用量简明手册》表 1.2, 选择 YG6 硬质合金端面车刀。

(2) 根据数控车床 CK516 车床说明书, 刀具截面尺寸为 32×32mm, 由《机械加工工艺师手册》表 3.1-70, 刀片厚度为 7mm。

(3) 车刀几何形状查《切削用量简明手册》表 1.3, 由于灰铸铁小于 200HBS, 故选择前角 $\gamma_o=+10^\circ$, 后角 $\alpha_o=7^\circ$, 主偏角 $k_r=30^\circ$, 副偏角 $k_r'=5^\circ$, 刃倾角 $\lambda_s=0^\circ$, $\gamma_{o1}=-10^\circ$, $b_{\gamma 1}=0.1\text{mm}$ 。

3.确定切削用量

(1) 确定切削深度 a_p 由于半精加工余量仅为 0.8mm 可在一次走刀内完成, 故:

$$a_p=151.8-151\text{mm}=0.8\text{mm}$$

(2) 确定进给量 f 根据《切削用量简明手册》表 1.6, 在半精车灰铸铁, $r_e=1.0$ 时

$$f=0.4\sim 0.5\text{mm/r}$$

按 CK516 数控车床说明书选择

$$f=0.4\text{mm/r}$$

确定的进给量尚需要满足车床进给机构强度的要求, 故需进行检验。

根据 CK516 数控车床说明书, 其进给机构允许的进给力 $F_{\max}=10\text{kN}$ 。

根据《切削用量简明手册》表 1.23, 当灰铸铁的硬度 HBS 为 170~212, $a_p\leq 2.8\text{mm}$, $f\leq 0.48\text{mm/r}$, $k_r=45^\circ$ 时, 进给力 $F_f=600\text{N}$ 。

切削时 F_f 的修正系数为 $k_{r0}F_f=1.0$, $k_{\lambda_s}F_f=1.0$, $k_{k_r}F_f=0.78$ (见表 1.29-2), 故实际进给力为:

$$F_f=600\times 1.0\times 1.0\times 0.78=468\text{N}$$

由于切削时的进给力远远小于车床进给机构允许的进给力, 故选 $f=0.4\text{mm/r}$ 的进给量可用。

(3) 选择车刀磨钝标准及寿命 根据表 1.9, 车刀后刀面最大磨损量取为 0.6mm, 车刀寿命为 $T=30\text{min}$ 。

(4) 确定切削速度 v_c 切削速度 v_c 可根据《切削用量简明手册》表 1.27 公式计算

$$V_c = \frac{C_v}{T^m a_p^{x_v} f^{y_v}} k_v$$

湖北汽车工业学院毕业(设计)论文

根据《切削用量简明手册》表 1.28 切削速度的修正系数为 $k_{TV}=1.0$, $k_{krV}=1.20$, $k_{sv}=0.8$, $k_{TV}=1.15$, $k_{kv}=1.04$, $k_{Mv}=1.0$, 表 1.27 $C_v=189.8$, $x_v=0.15$, $y_v=0.2$, $m=0.20$, 式中 $k_v=k_{Mv}k_{TV}k_{krv}k_{sv}k_{TV}k_{kv}=1.15$, 故:

$$V_c = \frac{189.8}{30^{0.2} \times 0.8^{0.15} \times 0.4^{0.2}} \times 1.15 = 137 \text{m/min}$$

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 137}{\pi \times 480} = 90.9 \text{r/min}$$

按 CK516 车床说明书, 选择 $n_c=100 \text{r/min}$, $v_c=137 \text{m/min}$ 。

(5) 校验机床功率 机床的功率根据表 1.29 公式计算:

$$P_c = \frac{F_c v_c}{6 \times 10^4}$$

式中 P_c 可由表 1.19 查出, 当铸铁硬度 HBS 为 160 ~ 245, $f \leq 0.47 \text{mm/r}$, $\alpha_p \leq 2.0 \text{mm}$, 时 $F_c=900 \text{N}$ 。切削力 F_c 的修正系数为 $k_{r0}F_c=1.0$, $k_{kr}F_c=1.08$ (见表 1.29-2), $F_c=900 \times 1.08=972 \text{N}$, 故

$$P_c = \frac{972 \times 137}{6 \times 10^4} \text{kW} = 2.22 \text{kW}$$

根据 CK516 车床说明书, 当 $n_c=100 \text{r/min}$ 时, 车床主轴允许功率 $P_E=9 \text{kW}$, 因为 $P_c < P_E$, 故所选的切削用量可在 CK516 车床上进行。

最后决定的切削用量为:

$$\alpha_p=0.8 \text{mm}, f=0.4 \text{mm/r}, n=100 \text{r/min}, v_c=137 \text{m/min}。$$

4. 计算基本工时《机械制造工艺设计简明手册》表 6.2-1

$$t_m = \frac{L}{nf}$$

式中 $L = \frac{d-d_1}{2} + l_1 + l_2 + l_3$, $d=480 \text{mm}$, $d_1=447.7 \text{mm}$, $l_1=3 \text{mm}$, $l_2=0$, 根据表 6.2-2 $l_3=6 \text{mm}$, 故

$$t_m = \frac{16.15 + 3 + 0 + 6}{100 \times 0.4} = 0.63 \text{min}$$

工序五：精车 $\Phi 446.5$ 内孔、精车止口、精车端面

工位一：精车 $\Phi 446.5$ 内孔

1. 加工材料：HT250, 硬度：190HBS

工件尺寸：D=446.1mm 内孔；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/627133000010006115>