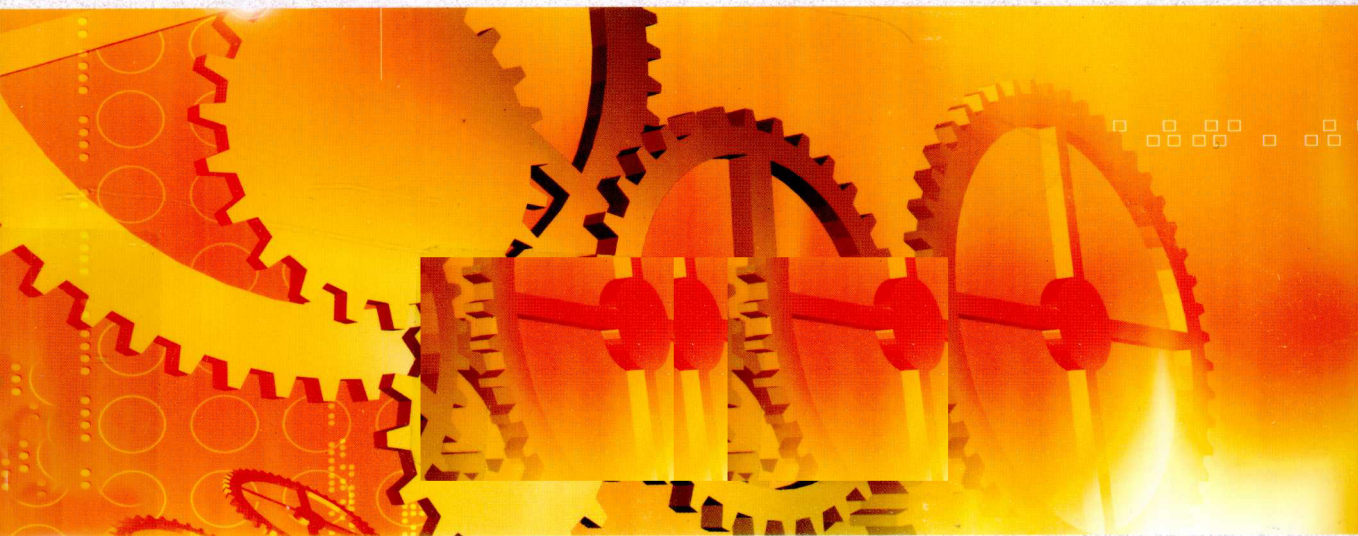


机械制造工艺 设计指南

JIXIE ZHIZAO GONGYI
SHEJI ZHINAN

于大国 著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

机械制造工艺设计指南

于大国 著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

全书共五章:第一章概述,介绍工艺设计的要求、步骤、内容和工艺设计常用手册目录。第二章离合齿轮工艺设计,结合实例说明毛坯、加工路线、切削用量和夹具的设计方法。第三章不同种类零件工艺指导,介绍轴类零件、盘套类零件、箱体类零件、拨叉、连杆、活塞的工艺。第四章不同种类零件工艺提示,给出部分零件工艺过程。第五章工艺设计零件分类精选。

本书可供机械制造工程技术人员参考,也可供高等院校本科、专科、电大、职大等机械类专业或其他相近、相关专业师生阅读,还可作为机械制造工艺学课程配套教材或课外作业、课程设计、毕业设计的重要参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺设计指南 / 于大国著. —北京:国防工业出版社, 2010. 8

ISBN 978-7-118-07064-4

I. ①机... II. ①于... III. ①机械制造工艺—指南
IV. ①TH16—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 159257 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 8 $\frac{3}{4}$ 字数 205 千字

2010 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 26.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

机械制造工艺学教材版本很多,但其内容大同小异。作为教材一个共同的特点是理论性强,比较抽象。本书与一般工艺学教材不同,其特点是内容很具体,抽象理论少。

阐述零件工艺,如果提供所有工序卡,则书页过多,如果只提供工艺过程卡则不便于读者阅读理解。因此,本书第三章作了灵活的安排,既提供了重要的工艺信息,又使书的篇幅大大减少。

本书与现有机械制造工艺学课程设计指导书不同,后者一般仅有一个实例,而本书对不同种类零件的工艺分别作了介绍,信息量大。本书自成体系,与现有任意一本工艺学书籍相同相似之处不到30%。在众多机械类教材和著作中,就写作构思、总体布局和内容精选而言,与本书比较接近的书,目前还没有。

本书不能取代工艺学教材,但笔者坚信本书作用不可低估。第一,由于通俗易懂,读者可以轻松地将本书读完,从而有所收获。第二,众所周知,抽象的内容难理解,具体的内容易理解,本书具体实例多,读者使用本书能更好地掌握工艺理论。第三,本书所介绍的零件工艺,容易引起读者的兴趣,易为读者所接受。

本书可供机械制造工程技术人员参考,也可供高等院校本科、专科、电大、职大等机械类专业或其他相近、相关专业师生阅读,还可作为机械制造工艺学课程配套教材或课外作业、课程设计、毕业设计的重要参考资料。

王彪教授、武文革教授、辛志杰教授、姚平喜老师、张静丽老师、赵春红老师、马清艳老师、方群玲老师给予了作者关心和鼓励,部分学生也给予作者不少关心帮助,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

作 者
2010年6月

目 录

第一章 概述	1
第一节 工艺设计的要求	1
第二节 工艺设计的步骤与内容	1
第三节 工艺设计常用手册目录	4
第二章 离合齿轮工艺设计	5
第一节 零件的工艺分析及生产类型的确定	5
第二节 选择毛坯、确定毛坯尺寸、设计毛坯图	6
第三节 加工方法的选择及工艺路线的制定	9
第四节 工序设计	10
第五节 切削用量及基本时间的确定	14
第六节 夹具设计	23
第七节 工艺过程卡和工序卡	27
第三章 不同种类零件工艺指导	37
第一节 轴类零件工艺指导	37
第二节 盘套类零件工艺指导	52
第三节 箱体类零件工艺指导	63
第四节 拨叉工艺指导	72
第五节 连杆工艺指导	78
第六节 活塞工艺指导	89
第四章 不同种类零件工艺提示	95
第一节 轴类零件工艺提示	95
第二节 盘套类零件工艺提示	101
第三节 箱体类零件工艺提示	107
第四节 拨叉工艺提示	112
第五节 齿轮工艺提示	115
第六节 丝杠工艺提示	121
第五章 工艺设计零件分类精选	125
参考文献	135

第一章 概述

第一节 工艺设计的要求

机械制造工艺设计要正确解决零件定位、夹紧、工艺路线安排和工艺尺寸确定等问题,保证零件的加工质量。

零件图样、生产纲领、每日班次和生产条件是工艺设计的主要原始资料,工艺设计依据上述资料,需要完成的主要内容有:

- ① 绘制毛坯图;
- ② 编制机械加工工艺过程卡片和机械加工工序卡片;
- ③ 绘制专用夹具装配图和夹具零件图;
- ④ 必要时编写设计说明书。

第二节 工艺设计的步骤与内容

一、分析研究被加工零件

首先对被加工零件进行结构分析和工艺分析,主要包括:

(1) 弄清零件的结构形状,明白哪些表面需要加工,哪些是主要加工表面,分析各加工表面的形状、尺寸精度、表面粗糙度以及设计基准等。

(2) 明确零件在整个机器上的作用及工作条件。

(3) 明确零件的材质、热处理及零件图上的技术要求。

(4) 分析零件结构的工艺性,对各个加工表面制造的难易程度做到心中有数。

零件图上如有遗漏、错误、工艺性差或不符合标准的地方,应提出修改意见。

二、确定生产类型和工艺特征

根据产品大小和零件的年产量,明确生产类型是单件小批量生产、中批生产,还是大批量生产。参见本章第三节所列手册[1]生产纲领与生产类型部分。

根据生产类型和生产条件,确定工艺的基本特征,如:工序是集中还是分散、是否采用专用机床或数控机床、是否需要用新工艺或特种工艺等。

三、选择毛坯种类及制造方法,确定毛坯的尺寸,绘制毛坯图

毛坯分为铸件、锻件、焊接件和型材等,毛坯的选择应该以生产批量的大小、零件的复杂程

度、加工表面及非加工表面的技术要求等几方面综合考虑。正确地选择毛坯的制造方式,可以使整个工艺过程更加经济合理,故应谨慎对待,其工作步骤为:

① 根据生产类型、零件结构、形状、尺寸和材料等选择毛坯;②确定各加工表面的总余量(毛坯余量)及毛坯尺寸公差;③绘制毛坯图。参见第三节手册[1]毛坯的选择等内容。

四、选择加工方法,拟订工艺路线

对于比较复杂的零件,可以先考虑几个加工方案,分析比较后,从中选出比较合理的加工方案,需完成以下工作。

1. 选择定位基准

根据零件结构特点、技术要求及毛坯的具体情况,按照粗、精基准的原则来确定各工序合理的定位基准,当某工序的定位基准与设计基准不相符时,需对它的工序尺寸进行换算。定位基准选择对保证加工精度和确定加工顺序都有重要影响。零件上的定位基准、夹紧部位和加工面三者要互相协调、全面考虑。相关内容可参见2009年出版,王先逵主编的机械制造工艺学工艺路线制定部分,或其他工艺手册,如本章第三节手册[1]定位基准的选择。

2. 选择表面加工方法

切削加工方法有车、钻、镗、铣、刨、磨和拉等多种,根据各表面的加工要求,先选定最终的加工方法,再由此确定各前续工序的加工方法。决定表面加工方法时还应考虑每种加工方法所能达到的经济加工精度和表面粗糙度,相关内容可参见王先逵主编的机械制造工艺学工艺路线制定中加工方法内容,或其他工艺手册,如本章第三节手册[1]零件表面加工方法部分。

3. 安排加工顺序、划分加工阶段、制订工艺路线

机械加工顺序的安排一般是:先粗后精,先面后孔,先主后次,基面先行,热处理按段穿插,检验按需安排。还需考虑工序的集中与分散等问题。

五、进行工序设计和工艺计算

1. 选择机床及工艺装备

机床是加工装备,工艺装备包括刀具、夹具和量具等,选择的原则是根据生产类型与加工要求,使所选择的机床及工艺装备既能保证加工质量又经济合理。中批生产条件下,通常采用通用机床加专用工具、夹具;大批大量生产条件下,多采用高效专用机床、组合机床流水线、自动线与随行夹具。

应认真查阅工艺手册或实地调查,将选定的机床或工装的有关参数记录下来,如机床型号、规格、工作台宽和T型槽尺寸;刀具形式、规格与机床连接关系;夹具、专用刀具设计要求与机床连接方式等,为后面填写工艺卡片和夹具设计做好准备。

2. 确定加工余量和工序尺寸

根据工艺路线的安排,要求逐道工序逐个表面地确定加工余量。其工序间的尺寸公差,按经济精度确定。一个表面的总加工余量,则为该表面各工序间加工余量之和。相关内容可参见王先逵主编的机械制造工艺学加工余量部分,或其他工艺手册相关部分。

3. 选择各工序切削用量

在单件小批生产中,常不具体规定切削用量,而是由操作工人根据具体情况自己确定,以简

化工艺文件。在成批大量生产中,则应科学地、严格地选择切削用量,以充分发挥高效率设备的潜力和作用。

在机床、刀具和加工余量已确定的基础上,可由切削用量手册中查得各工序的切削用量,也可用公式计算工序的切削用量。

4. 确定时间定额

可查阅工艺手册确定各工序的单件时间定额,也可采用算法确定。

六、画工序简图,填写工艺文件

工艺文件的格式、内容、要求及工序简图的画法等问题详见王先逵主编的机械制造工艺学工艺规程设计部分和本书第二章。

七、设计专用夹具

夹具设计是工艺装备设计的一项重要工作,是工艺系统中最活跃的因素。

首先应做好设计准备工作,收集原始资料,分析研究工序图,明确设计任务。专用夹具设计应根据零件工艺设计中相应工序所规定的内容和要求来进行,如工序名称、加工技术要求、机床型号、前后工序关系、定位基准、夹紧部位和同时加工零件数等。

夹具设计可分为拟定方案、绘制装配图、绘制专用零件图三个阶段。参见王光逵主编的机械制造工艺学和本章第三节手册[6]。绘制装配图的具体步骤如下:

1. 布置图面

选择适当比例(尽可能1:1),在图纸上用双点划线绘出被加工件各个视图的轮廓线及其主要表面(如定位基面、夹紧表面和本工序的加工表面等),各视图之间要留有足够空间,以便绘制夹具元件、标注尺寸和引出件号。

2. 设计定位元件

根据选好的定位基准确定出定位元件的类型、尺寸、空间位置及详细结构,并将其绘制在相应的视图上(按接触或配合的状态)。

3. 设计导向、对刀元件

在分析加工方法及工件被加工表面的基础上,确定出用于保证刀具和夹具相应位置的对刀元件类型(钻床夹具用导套、铣床夹具用对刀块)、结构和空间位置,并将其绘制在相应的位置上。

4. 设计夹紧元件

夹紧装置的结构与空间位置的选择取决于工件形状、工件在加工中的受力情况以及对夹具的生产率和经济性等要求,其复杂程度应与生产类型相适应。注意使用快卸结构。

5. 设计其他元件和装置

如定位夹紧元件的配套装置、辅助支撑和分度转位装置等。

6. 设计夹具体

通过夹具体将定位元件、对刀元件、夹紧元件和其他元件等所有装置连接成一个整体。夹具体还用于保证夹具相对于机床的正确位置,铣夹具要有定位键,车夹具注意与主轴连接的结构设计,钻夹具注意钻模板的结构设计。

7. 画工序图

在装配图适当的位置画上缩小比例的工序图,以便于审核、制造和检验者在阅读时对照。

8. 标注

在装配图上标注尺寸、引出件号、确定技术条件及编制零件明细表。装配图标题栏及零件明细表格式应规范,符合机械制图标准。

夹具装配图绘制完成后,绘制相应的专用零件图。

八、编写设计说明书

必要时编写设计说明书。这是对工艺设计工作的总结,有助于吸取经验教训,同时也能发现设计工作中存在的问题。

说明书应概括地介绍设计全貌,对设计中的各部分内容应作重点说明、分析论证及必要的计算。要求系统性好,条理清楚,图文并茂,充分表达自己的见解。文内公式、图表和数据等出处应注明参考文献的序号。

说明书可包括的内容如下:

- (1) 目录。
- (2) 设计任务书。
- (3) 序言。
- (4) 对零件的工艺分析,包括零件的作用、结构特点、结构工艺性和主要表面的技术要求分析等。

(5) 工艺设计与计算。

①毛坯选择与毛坯图说明;②工艺路线的确定;粗、精基准的选择,各表面加工方法的确定,工序集中与分散的考虑,工序顺序安排的原则,加工设备与工艺装备的选择,不同方案的分析比较;③加工余量、切削用量和工时定额的确定,说明数据来源与依据;④工序尺寸与公差确定。

(6) 夹具设计。

①设计思想与不同方案对比;②定位分析与定位误差计算;③对刀及导引装置设计;④夹紧机构设计与夹紧力计算;⑤夹具操作说明。

(7) 参考文献(文献前排列序号,以便正文引用)。

第三节 工艺设计常用手册目录

工艺手册包括加工方法、毛坯、加工余量、机床、刀具、量具、工时等资料,常用的有:

- [1] 李益民. 机械制造工艺设计简明手册. 北京:机械工业出版社.
- [2] 孟少农. 机械加工工艺手册. 北京:机械工业出版社.
- [3] 陈家芳. 实用金属切削加工工艺手册. 上海:上海科学技术出版社.
- [4] 艾兴,肖诗纲. 切削用量简明手册. 北京:机械工业出版社.
- [5] 王绍俊. 机械制造工艺设计手册. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社.
- [6] 王光斗,王春福. 机床夹具设计手册. 上海:上海科学技术出版社.

第二章 离合齿轮工艺设计

第一节 零件的工艺分析及生产类型的确定

一、零件的作用

零件是 CA6140 车床主轴箱中运动输入 I 轴上的一个离合齿轮(图 2-1),它位于轴的右端,用于接通或断开主轴的反转传动路线。该零件的 $\phi 68K7$ mm 孔与两个滚动轴承的外圈相配合, $\phi 71$ mm 沟槽为弹簧挡圈卡槽, $\phi 94$ mm 孔容纳其他零件,通过 4 个 16 mm 槽口控制齿轮转动, 6×1.5 mm 沟槽和 4 - $\phi 5$ mm 孔用于通入冷却润滑油。

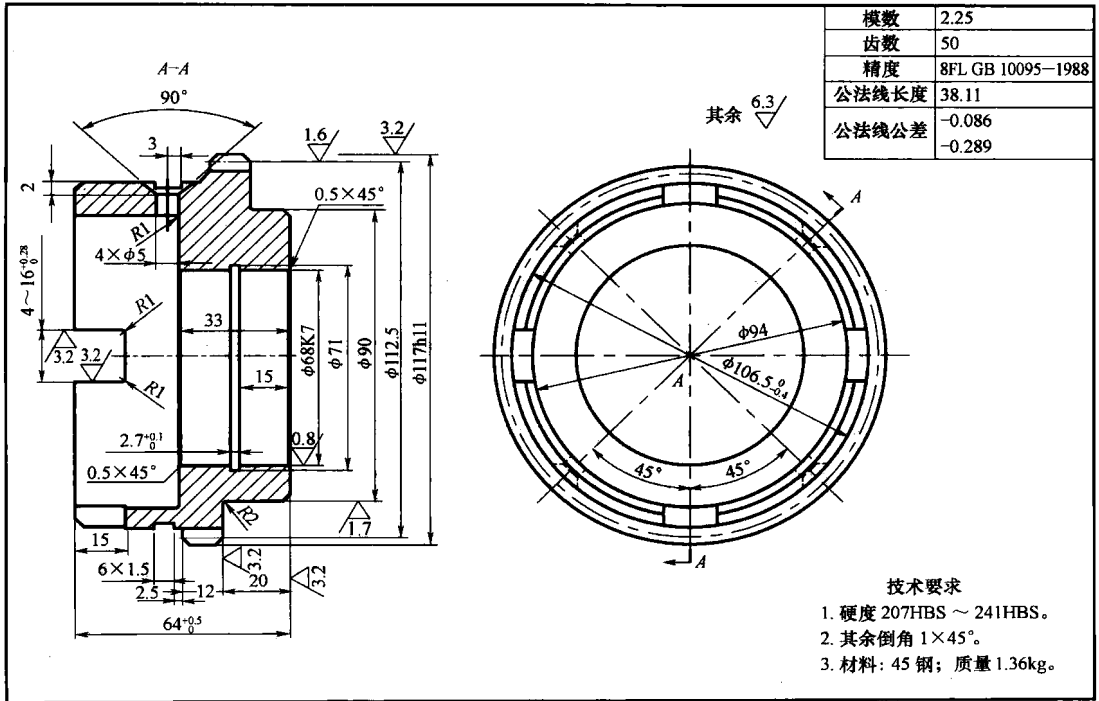


图 2-1 离合齿轮零件图

二、零件的工艺分析

零件的视图正确、完整,尺寸、公差及技术要求齐全。但基准孔 $\phi 68K7$ mm 要求 $Ra0.8 \mu\text{m}$ 有些偏高。一般 8 级精度的齿轮,其基准孔要求 $Ra1.6 \mu\text{m}$ 即可。

该零件属盘套类回转体零件,它的所有表面均需切削加工,各表面的加工精度和表面粗糙

度都不难获得。4个16mm槽口相对 $\phi 68K7$ mm孔的轴线互成 90° 垂直分布,其径向设计基准是 $\phi 68K7$ mm孔的轴线,轴向设计基准是 $\phi 90$ mm外圆柱的右端平面。4- $\phi 5$ mm孔在 6×1.5 mm沟槽内,孔中心线距沟槽一侧面的距离为3mm,由于加工时不能选用沟槽的侧面为定位基准,要精确地保证上述要求则比较困难,但这些小孔为油孔,位置要求不高,只要钻到沟槽之内接通油路即可,加工不成问题。应该说,这个零件的工艺性较好。

三、零件的生产类型

零件年产量 $Q = 2000$ 台/年, $n = 1$ 件/台;结合生产实际,备用率 α 和废品率 β 分别取为10%和1%。代入公式得该零件的生产纲领

$$N = Qn(1 + 10\%)(1 + 1\%) = 2000 \times 1 \times (1 + 10\%) \times (1 + 1\%) = 2222 \text{ 件/年}$$

零件是机床上的齿轮,质量为1.36kg,属轻型零件,生产类型为中批生产。

第二节 选择毛坯、确定毛坯尺寸、设计毛坯图

一、选择毛坯

该零件材料为45钢。考虑到车床在车削螺纹工作中经常要正、反向旋转,该零件在工作过程中经常承受交变载荷及冲击性载荷,因此应该选用锻件,使金属纤维尽量不被切断,保证零件工作可靠。由于零件年产量为2222件,属批量生产,而且零件的轮廓尺寸不大,可采用模锻成形。从提高生产率和保证加工精度上考虑也是应该的。

二、锻件机械加工余量、毛坯尺寸和公差的相关因素

钢质模锻件的公差及机械加工余量按GB/T12362—2003确定。要确定毛坯的尺寸公差及机械加工余量,应先确定如下各项因素。

- (1) 锻件公差等级。由该零件的功用和技术要求,确定其锻件公差为普通级。
- (2) 锻件质量 m_f 。根据零件成品质量1.36kg,估算 $m_f = 2.2$ kg。
- (3) 锻件形状复杂系数 S 。

该锻件为圆形,假设其最大直径为 $\phi 121$ mm,长68mm,可计算出锻件外轮廓包容体质量 m_N :

$$m_N = \frac{\pi}{4} \times 121^2 \times 68 \times 7.85 \times 10^{-6} = 6.138 \text{ kg}$$

由

$$S = \frac{m_f}{m_N}$$

得

$$S = \frac{2.2}{6.138} = 0.358$$

查第一章第三节所列工艺手册[1]中锻件形状复杂系数 S 分级表,由于0.358介于0.32和0.63之间,得到该零件的形状复杂系数 S 属 S_2 级。

(4) 锻件材质系数 M 。由于该零件材料为45钢,是碳的质量分数小于0.65%的碳素钢,查第一章第三节所列手册[1]可知该锻件的材质系数属 M_1 级。

(5) 零件表面粗糙度。由零件图知,除 $\phi 68K7$ mm 孔为 $Ra0.8\mu\text{m}$ 以外,其余各加工表面为 $Ra \geq 1.6\mu\text{m}$ 。

三、确定锻件机械加工余量

根据锻件质量、零件表面粗糙度和形状复杂系数查阅第一章第三节所列手册[1]相关内容,可查得锻件单边余量在厚度方向为 $1.7\text{mm} \sim 2.2\text{mm}$,水平方向亦为 $1.7\text{mm} \sim 2.2\text{mm}$,即锻件各外径的单面余量为 $1.7\text{mm} \sim 2.2\text{mm}$,各轴向尺寸的单面余量亦为 $1.7\text{mm} \sim 2.2\text{mm}$ 。锻件中心两孔的单面余量按表查得为 2.5mm 。

四、确定锻件毛坯尺寸

上面查得的加工余量适用于机械加工表面粗糙度 $Ra \geq 1.6\mu\text{m}$ 。 $Ra < 1.6\mu\text{m}$ 的表面,余量要适当增大。

分析本零件,除 $\phi 68K7$ mm 孔为 $Ra0.8\mu\text{m}$ 以外,其余各加工表面为 $Ra \geq 1.6\mu\text{m}$,因此这些表面的毛坯尺寸只需将零件的尺寸加上所查得的余量值即可(由于有的表面只需粗加工,这时可取所查数据中的小值。当表面需经粗加工和半精加工时,可取其较大值)。 $\phi 68K7$ mm 孔需精加工达到 $Ra0.8\mu\text{m}$,参考磨孔余量(见第一章第三节所列工艺手册相关内容)确定精镗孔单面余量为 0.5mm 。

综上所述,确定毛坯尺寸见表 2-1。

表 2-1 离合齿轮毛坯(锻件)尺寸

单位:mm

零件尺寸	单面加工余量	锻件尺寸	零件尺寸	单面加工余量	锻件尺寸
$\phi 117h11$	2	$\phi 121$	64	2 及 1.7	67.7
$\phi 106.50$	1.75	$\phi 110$	20	2 及 2	20
$\phi 90$	2	$\phi 94$	12	2 及 1.7	15.7
$\phi 94$	2.5	$\phi 89$	$\phi 94$ 孔深 31	1.7 及 1.7	31
$\phi 68K7$	3	$\phi 62$			

五、确定锻件毛坯尺寸公差

锻件毛坯尺寸公差根据锻件质量、材质系数和形状复杂系数从第一章第三节所列手册[1]模锻偏差相关内容中查得。本零件毛坯尺寸允许偏差见表 2-2。

表 2-2 离合齿轮毛坯(锻件)尺寸允许偏差

单位:mm

锻件尺寸	偏差	锻件尺寸	偏差
$\phi 121$	+1.7	$\phi 62(\phi 54)$	+0.6
	-0.8		-1.4
$\phi 110$	+1.5	20	± 0.9
	-0.7	31	± 1.0
$\phi 94$	+1.5	15.7	+1.2
	-0.7		-0.4
$\phi 89$	+0.7	67.7	+1.7
	-1.5		-0.5

六、设计毛坯图

1. 确定圆角半径

锻件的内外圆角半径查阅第一章第三节所列手册[1]锻件圆角半径表相关内容可确定。本锻件各部分的 $H/B < 2$, 故按表中第一行公式。为简化起见, 本锻件的内、外圆角半径分别取相同数值, 以台阶高度 $H = 16 \sim 25$ 进行确定。结果如下:

外圆角半径 $r = 6$

内圆角半径 $R = 3$

以上所取的圆角半径数值能保证各表面的加工余量。

2. 确定模锻斜度

本锻件由于上、下模膛深度不相等, 模锻斜度应以模膛较深的一侧计算。

$$\frac{L}{B} = \frac{110}{110} = 1, \frac{H}{B} = \frac{32}{110} = 0.291$$

查阅第一章第三节所列手册[1]相关内容可确定外模锻斜度 $\alpha = 5^\circ$, 内模锻斜度加大, 取 $\beta = 7^\circ$ 。

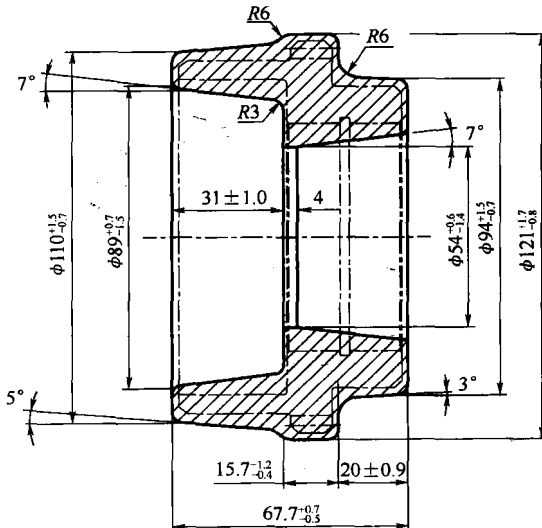
3. 确定分模位置

由于毛坯是 $H < D$ 的圆盘类锻件, 应采取轴向分模, 这样可冲内孔, 使材料利用率得到提高。为了便于起模及便于发现上、下模在模锻过程中错移, 选择最大直径即齿轮处的对称平面为分模面, 分模线为直线, 属平直分模线。

4. 确定毛坯的热处理方式

钢质齿轮毛坯经锻造后应安排正火, 以消除残余的锻造应力, 使不均匀的金相组织通过重新结晶而得到细化、均匀的组织, 从而改善加工性。

图 2-2 所示为本零件的毛坯图。



技术要求

1. 正火, 硬度 207HBS ~ 241HBS。
2. 未注圆角 R2.5。
3. 外模锻斜度 5° 。

材料: 45 钢
质量: 2.2kg

图 2-2 离合齿轮毛坯图

第三节 加工方法的选择及工艺路线的制定

一、定位基准的选择

本零件是带孔的盘状齿轮,孔是设计基准(亦是装配基准和测量基准),为避免由于基准不重合而产生的误差,应选孔为定位基准,即遵循“基准重合”的原则。具体而言,即选 $\phi 68K7\text{mm}$ 孔及一端面作为精基准。

由于本齿轮全部表面都需加工,而孔作为精基准应先进行加工,因此应选外圆及一端面为粗基准。最大外圆上有分模面,表面不平整、有飞边等缺陷,定位不可靠,故不能选为粗基准。

二、零件表面加工方法的选择

本零件的加工面有外圆、内孔、端面、齿面、槽及小孔等,材料为45钢。以公差等级和表面粗糙度要求,查阅工艺手册中零件表面加工方法、加工经济精度与表面粗糙度相关内容,其加工方法选择如下。

(1) $\phi 90\text{mm}$ 外圆面。为未注公差尺寸,根据GB1800—79规定其公差等级按IT14,表面粗糙度为 $Ra3.2\mu\text{m}$,需进行粗车和半精车。

(2) 齿圈外圆面。公差等级为IT11,表面粗糙度为 $Ra3.2\mu\text{m}$,需粗车和半精车。

(3) $\phi 106.5_{-0.4}^0\text{mm}$ 外圆面。公差等级为IT12,表面粗糙度为 $Ra6.3\mu\text{m}$,粗车即可。

(4) $\phi 68K7\text{mm}$ 内孔。公差等级为IT7,表面粗糙度为 $Ra0.8\mu\text{m}$,毛坯孔已锻出,为未淬火热钢,加工方法可采取粗镗、半精镗之后用精镗、拉孔或磨孔都能满足加工要求。由于拉孔适用于大批量生产,磨孔适用于单件小批量生产,故本零件宜采用粗镗、半精镗和精镗。

(5) $\phi 94\text{mm}$ 内孔。为未注公差尺寸,公差等级按IT14,表面粗糙度为 $Ra6.3\mu\text{m}$,毛坯孔已锻出,只需粗镗即可。

(6) 端面。本零件的端面为回转体端面,尺寸精度要求不高,表面粗糙度为 $Ra3.2\mu\text{m}$ 及 $Ra6.3\mu\text{m}$ 两种要求。要求 $Ra3.2\mu\text{m}$ 的端面可粗车和半精车,要求 $Ra6.3\mu\text{m}$ 的端面,经粗车即可。

(7) 齿面。齿轮模数为2.25,齿数为50,精度8FL,表面粗糙度为 $Ra1.6\mu\text{m}$,采用A级单头滚刀滚齿即能达到要求。

(8) 槽。槽宽和槽深的公差等级分别为IT13和IT14,表面粗糙度分别为 $Ra3.2\mu\text{m}$ 和 $Ra6.3\mu\text{m}$,需采用三面刃铣刀,粗铣、半精铣。

(9) $\phi 5\text{mm}$ 小孔。采用复合钻头一次钻出即可。

三、制订工艺路线

齿轮的加工工艺路线一般是先进行齿坯的加工,再进行齿面加工。齿坯加工包括各圆柱表面及端面的加工。按照先加工基准面及先粗后精的原则,该零件加工可按下述工艺路线进行。

工序I:以 $\phi 106.5\text{mm}$ 处外圆及端面定位,粗车另一端面,粗车外圆 $\phi 90\text{mm}$ 及台阶面,粗车外圆 $\phi 117\text{mm}$,粗镗孔 $\phi 68\text{mm}$ 。

工序Ⅱ：以粗车后的 $\phi 90\text{mm}$ 外圆及端面定位，粗车另一端面，粗车外圆 $\phi 106_{-0.4}^0\text{mm}$ 及台阶面，车 $6\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ 沟槽，粗镗 $\phi 94\text{mm}$ 孔，倒角。

工序Ⅲ：以粗车后的 $\phi 106_{-0.4}^0\text{mm}$ 外圆及端面定位，半精车另一端面，半精车外圆 $\phi 90\text{mm}$ 及台阶面，半精车外圆 $\phi 117\text{mm}$ ，半精镗 $\phi 68\text{mm}$ 孔，倒角。

加工齿面是以孔 $\phi 68\text{K}7\text{mm}$ 为定位基准，为了更好地保证它们之间的位置精度，齿面加工之前，先精镗孔。

工序Ⅳ：以 $\phi 90\text{mm}$ 外圆及端面定位，精镗 $\phi 68\text{K}7\text{mm}$ 孔，镗孔内的沟槽，倒角。

工序Ⅴ：以 $\phi 68\text{K}7\text{mm}$ 孔及端面定位，滚齿。

4个沟槽与4个小孔为次要表面，加工应安排在最后。考虑定位方便，应该先铣槽后钻孔。

工序Ⅵ：以 $\phi 68\text{K}7\text{mm}$ 孔及端面定位，粗铣4个槽。

工序Ⅶ：以 $\phi 68\text{K}7\text{mm}$ 孔、端面及粗铣后的一个槽定位，半精铣4个槽。

工序Ⅷ：以 $\phi 68\text{K}7\text{mm}$ 孔、端面及一个槽定位，钻4个小孔。

工序Ⅸ：钳工去毛刺。

工序Ⅹ：终检。

第四节 工序设计

一、选择加工设备与工艺装备

1) 选择机床

根据不同的工序选择机床，相关内容参考第一章第三节所列工艺手册中常用金属切削机床的技术参数部分。

(1) 工序Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ是粗车和半精车。各工序的工步数不多，成批生产不要求很高的生产率，故选用卧式车床就能满足要求。本零件外廓尺寸不大，精度要求不是很高，选用最常用的C620-1型卧式车床即可。

(2) 工序Ⅳ为精镗孔。由于加工的零件外廓尺寸不大，又是回转体，宜在车床上镗孔。由于要求的精度较高，表面粗糙度值较小，需选用较精密的车床才能满足要求，因此选用C616A型卧式车床。

(3) 工序Ⅴ滚齿。从加工要求及尺寸大小考虑，选Y3150型滚齿机较合适。

(4) 工序Ⅵ和Ⅶ是用三面刃铣刀粗铣及半精铣槽，应选卧式铣床。考虑本零件属成批生产，所选机床使用范围较广为宜，选常用的X62型铣床能满足加工要求。

(5) 工序Ⅷ钻4个 $\phi 5\text{mm}$ 的小孔，可采用专用的分度夹具在立式钻床上加工，故选Z525型立式钻床。

2) 选择夹具

本零件除粗铣、半精铣槽和钻小孔工序需要专用夹具外，其他各工序使用通用夹具即可。前4道车床工序用三爪自定心卡盘，滚齿工序用心轴。

3) 选择刀具

根据不同的工序选择刀具，相关内容查阅第一章第三节所列工艺手册中金属切削刀具部分。

(1) 在车床上加工的工序,一般都选用硬质合金车刀和镗刀。加工钢质零件采用 YT 类硬质合金,粗加工用 YT5,半精车用 YT15,精加工用 YT30。为提高生产率及经济性,应选用可转位车刀(GB 5343.1—1985, GB 5343.2—1985)。切槽刀宜选用高速钢。

(2) 关于滚齿,查阅第一章第三节所列工艺手册中齿轮加工的经济精度部分,采用 A 级单头滚刀能达到 8 级精度。滚刀选择可查阅第一章第三节所列工艺手册中齿轮滚刀部分,这里选模数为 2.25mm 的 II 型 A 级精度滚刀(GB6083—1985)。

(3) 铣刀选镶齿三面刃铣刀(JB/T 7953—1999)。零件要求铣切深度为 15mm,查阅第一章第三节所列工艺手册中铣刀直径选择部分,可知铣刀的直径应为 100mm~160mm。因此所选铣刀:半精铣工序铣刀直径 $d=125\text{mm}$,宽 $L=16\text{mm}$,孔径 $D=32\text{mm}$,齿数 $z=20$;粗铣由于留有双面余量 3mm(参见李益民.机械制造工艺设计简明手册.北京.机械工业出版社,凹槽加工余量),槽宽加工到 13mm,该标准铣刀无此宽度需特殊订制,铣刀规格为 $d=125\text{mm}$, $L=13\text{mm}$, $D=32\text{mm}$, $z=20$ 。

(4) 钻 $\phi 5\text{mm}$ 小孔,由于带有 90° 的倒角,可采用复合钻一次钻出。

4) 选择量具

本零件属成批生产,一般情况下尽量采用通用量具。根据零件表面的精度要求、尺寸和形状特点,查阅第一章第三节所列工艺手册中常用量具部分,选择如下:

(1) 选择各外圆加工面的量具。本零件各外圆加工面的量具见表 2-3。

表 2-3 外圆加工面所用量具

单位:mm

工序	加工面尺寸	尺寸公差	量具
I	$\phi 118.5$	0.54	读数值 0.02、测量范围 0~150 游标卡尺
	$\phi 91.5$	0.87	
II	$\phi 106.5$	0.4	
III	$\phi 90$	0.87	读数值 0.05、测量范围 0~150 游标卡尺
	$\phi 117$	0.22	读数值 0.01、测量范围 100~125 外径千分尺

加工 $\phi 91.5\text{mm}$ 外圆面可用分度值 0.05mm 的游标卡尺进行测量,但由于与加工 $\phi 118.5\text{mm}$ 外圆面是在同一工序中进行,故用表中所列的一种量具即可。

(2) 选择加工孔用量具。 $\phi 68\text{K7mm}$ 孔径粗镗、半精镗、精镗 3 次加工。粗镗至 $\phi 65^{+0.19}_0\text{mm}$,半精镗 $\phi 67^{+0.09}_0\text{mm}$ 。

① 粗镗孔 $\phi 65^{+0.19}_0\text{mm}$,公差等级为 IT11,根据第一章第三节工艺设计手册中量具部分资料,选读数值 0.01mm、测量范围 50mm~125mm 的内径千分尺即可。

② 半精镗孔 $\phi 67^{+0.09}_0\text{mm}$,公差等级约为 IT9,根据第一章第三节工艺设计手册中量具部分资料,可选读数值 0.01mm、测量范围 50mm~100mm 的内径百分表。

③ 精镗 $\phi 68\text{K7mm}$ 孔,由于精度要求高,加工时每个工件都需进行测量,宜选用极限量规。根据第一章第三节工艺手册中量具部分资料,确定孔径可选三牙锁紧式圆柱塞规(GB/T6322—1986)。

(3) 选择加工轴向尺寸所用量具。加工轴向尺寸所用量具见表 2-4。

表 2-4 加工轴向尺寸所用量具

单位: mm

工序	尺寸及公差	量具
I	$66.4 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.34 \end{smallmatrix}$	读数值 0.02、测量范围 0~150 游标卡尺
	$20 \begin{smallmatrix} +0.21 \\ 0 \end{smallmatrix}$	
II	$64.7 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.34 \end{smallmatrix}$	
	$32 \begin{smallmatrix} +0.25 \\ 0 \end{smallmatrix}$	
	$31 \begin{smallmatrix} +0.52 \\ 0 \end{smallmatrix}$	
III	$20 \begin{smallmatrix} +0.08 \\ 0 \end{smallmatrix}$	
	$64 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.1 \end{smallmatrix}$	读数值 0.01、测量范围 50~75 外径千分尺

(4) 选择加工槽所用量具。槽经粗铣、半精铣两次加工。槽宽及槽深的尺寸公差的等级为:粗铣时均为 IT14;半精铣时,槽宽为 IT13,槽深为 IT14,均可选用读数值为 0.02mm、测量范围 0mm~150mm 的游标卡尺进行测量。

(5) 选择滚齿工序所用量具。滚齿工序在加工时测量公法线长度即可。根据第一章第三节工艺手册中量具部分资料可选分度值为 0.01mm、测量范围 25mm~50mm 的公法线千分尺 (GB/T1217—1986)。

二、确定工序尺寸

1) 确定圆柱面的工序尺寸

圆柱表面多次加工的工序尺寸与加工余量有关。前面已确定各圆柱面的总加工余量(毛坯余量),应将毛坯余量分为各工序加工余量,然后由后往前计算工序尺寸。中间工序尺寸的公差按加工方法的经济精度确定。

本零件各圆柱表面的工序加工余量、工序尺寸、公差和表面粗糙度见表 2-5。

表 2-5 圆柱表面的工序加工余量、工序尺寸、公差和表面粗糙度 单位: mm

加工表面	工序双边余量			工序尺寸公差			表面粗糙度/ μm		
	粗	半精	精	粗	半精	精	粗	半精	精
$\phi 117\text{h}11$ 外圆	2.5	1.5	—	$\phi 118.5 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.54 \end{smallmatrix}$	$\phi 117 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.22 \end{smallmatrix}$	—	Ra6.3	Ra3.2	
$\phi 106.5 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.4 \end{smallmatrix}$ 外圆	3.5	—	—	$\phi 106.5 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.4 \end{smallmatrix}$	—	—	Ra6.3		
$\phi 90$ 外圆	2.5	1.5		$\phi 91.5$	$\phi 90$	—	Ra6.3	Ra3.2	
$\phi 94$ 孔	5			$\phi 94$			Ra6.3		
$\phi 68\text{K}7$ 孔	3	2	1	$\phi 65 \begin{smallmatrix} +0.19 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\phi 67 \begin{smallmatrix} +0.074 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\phi 68 \begin{smallmatrix} +0.009 \\ -0.021 \end{smallmatrix}$	Ra6.3	Ra1.6	Ra0.8

2) 确定轴向工序尺寸

本零件各工序的轴向尺寸如图 2-3 所示。

(1) 确定各加工表面的工序加工余量。本零件各端面的工序加工余量见表 2-6。