



从校园到职场

(机械加工工艺师专业技能入门与精通)

机械加工工艺 规程设计

崔长华 左会峰 崔雷 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



从校园到职场

机械加工工艺师专业技能入门与精通

机械加工工艺规程设计

崔长华 左会峰 崔 雷 编著

ISBN 978-7-111-30280-2

中国工业出版社
(机械工业出版社)
ISBN 978-7-111-30280-2

II. 机…

中国工业出版社

机械工业出版社

机械工业出版社

机械工业出版社

机械工业出版社

机械工业出版社

机械工业出版社

机械工业出版社

机械工业出版社



机械工业出版社

本书内容主要包括两大部分：一部分是机械加工工艺规程设计的基础知识和基本理论；另一部分则是说明如何编制工艺规程，主要是以螺纹、轴类、齿轮、盘类、排气阀与缸套等零件以及丝锥与滚刀、剖分式减速器箱体和零部件装配的工艺规程编制为例进行说明。书中第二章主要介绍的是作者一项填补了面尺寸链及空间尺寸链计算方面空白的研究成果，同时还介绍了有助于正确而快捷地查找尺寸链关系的一种有效工具——工序尺寸网络。

本书力求理论联系实际，以使其易于理解和应用。本书可供机械制造专业的学生以及从事机械加工工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工工艺规程设计/崔长华等编著. —北京：机械工业出版社，2009.6

(从校园到职场. 机械加工工艺师专业技能入门与精通)
ISBN 978-7-111-26586-3

I. 机… II. 崔… III. 机械加工—工艺 IV. TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 038041 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：李万宇 责任编辑：庞 晖 版式设计：张世琴
责任校对：姜 婷 封面设计：鞠 杨 责任印制：李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2009 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm · 13.25 印张 · 2 插页 · 254 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-26586-3

定价：27.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：(010)68326294

购书热线电话：(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：(010)88379732

封面无防伪标均为盗版

前 言

机械加工工艺规程是指导被加工零件工艺过程的主要技术文件。因此,机械加工工艺规程设计的任务,就是要制订出既能保证加工质量又能保证安全高效的工艺规程。由于零件的工艺过程往往会涉及许多部门和各种不同的技术领域,所以工艺规程所包括的内容也就非常广泛。

为了完成一个零件(特别是复杂零件)工艺规程的制订,必然要作大量的技术工作,但其中主要的、起主导作用的只有两个:一是拟订工艺过程,二是计算工序尺寸。本书第一、三、四章是围绕着如何拟订工艺过程这个问题编写的。从纵向看,任何一个被加工表面,一般都要按照“由粗到精”的原则进行加工,所以工艺过程必须分阶段进行,如果从横向来分析各不同被加工表面的加工顺序,那么其加工次序则应按照基准重合原则进行安排,具体地说,就是要“基准先行”。当由一个尺寸相联系的两表面不能互为基准时,则应先加工适合作为定位基准的那个表面。对于那些没有直接尺寸联系的各表面的加工次序,则应按安全、高效的原则进行安排。至于在各阶段内每道工序内容的多少,则应根据具体情况,按工序集中或工序分散的原则进行分配。书中第二章“工艺尺寸链”专门用于解决工艺规程设计中的第二个主要问题——工艺尺寸计算。该章介绍了尺寸链计算公式、工序尺寸网络,以及利用该网络查找尺寸链关系等问题。

其余各章以第二章的工艺尺寸链为基础,介绍了多种类型零件工艺规程编制过程以及重要刀具、主要零部件和装配工艺规程实例,并且在对各零件的轴向工序尺寸的分析中,都按照尺寸链原理进行了计算,以供读者参考。

由于作者水平所限,书中难免会有疏漏、不妥之处,甚至会出现缺点或错误,希望读者批评指正。

编者

2009. 2

目 录

前言

第一章 工艺过程与工艺规程 1

第一节 机械加工工艺过程的组成 ... 1

第二节 工序类型与工艺过程的阶段 4

第三节 工序集中与工序分散 6

第四节 加工余量 7

第五节 生产纲领和生产类型 10

第六节 工艺过程的技术经济分析 ... 12

第七节 工艺规程 16

第二章 工艺尺寸链 18

第一节 尺寸链的基本概念 18

第二节 尺寸链计算公式 20

第三节 工序尺寸网络及工艺尺寸链的建立 24

第四节 尺寸链计算公式应用举例 ... 36

第三章 基准重合原则与工艺基准选择 45

第一节 基准及其分类 45

第二节 基准重合原则 48

第三节 工艺基准选择 50

第四节 定位与夹紧 59

第四章 制订机械加工工艺规程的步骤和方法 66

第一节 机械加工工艺规程在生产过程中的作用 66

第二节 制订工艺规程的一般步骤及所依据的技术资料 66

第三节 分析零件图 68

第四节 选择毛坯 70

第五节 拟订工艺过程、选择设备及工艺装备 72

第六节 确定切削用量及工时定额 ... 77

第七节 计算机辅助工艺规程设计简介 78

第五章 螺纹零件工艺规程编制 82

第一节 双头螺柱工艺规程编制 82

第二节 气缸体螺柱工艺规程编制 ... 86

第六章 轴类零件工艺规程编制 97

第一节 联动导杆工艺规程编制 97

第二节 传动轴工艺规程编制 106

第七章 齿轮零件工艺规程编制 119

第一节 双联齿轮工艺规程编制 ... 119

第二节 法兰盘内齿轮工艺规程编制 129

第八章 盘类零件工艺规程编制 141

第一节 飞轮工艺规程编制 141

第二节 导向叶轮工艺规程编制 ... 148

第九章 排气阀与气缸套工艺规程编制 162

第一节 排气阀工艺规程编制 162

第二节 气缸套工艺规程编制 173

第十章 丝锥与滚刀工艺规程 ... 186

第十一章 剖分式减速器箱体工艺规程 190

第十二章 装配工艺规程编制及实例 194

参考文献 205

第一章 工艺过程与工艺规程

第一节 机械加工工艺过程的组成

凡是改变原材料或半成品的状态，使之具有新的形状、尺寸和性质的过程被称为工艺过程。通过对毛坯进行机械加工，使毛坯逐步变为成品的过程则被称为机械加工工艺过程。

机械加工工艺过程是由一个或若干个依次进行的工序组成的，而工序又可分为工步和走刀。

一、工序

工序是在一个工作地点，由一个或一组工人对一个或同时对几个零件连续完成的那一部分工艺过程。工序是零件机械加工工艺过程的基本单元，同时也是制定劳动定额和安排生产计划的基本单元。一个生产单位所需要的工人的数量、工人的类型，以及他们所应具备的技术水平等也都是按照工序的要求确定的。

在判定工序时应当注意两点：一是工作地点是否变动，二是加工的过程是否连续。对于某一部分工艺过程而言，只有它的工作地点不变、加工过程连续这两个条件都具备时，这个工艺过程才能算是一道工序。例如，在一台车床上先对一个零件车外圆，接着车端面，然后卸下，再改成对其他零件进行同样的加工，直至整批零件加工完为止。那么这个零件的车外圆和车端面属于一道工序。如果换一个方式对该零件进行加工，比如，先对一个零件车外圆，而后依次对其他零件进行同样的车外圆加工，直到整批零件加工完为止。然后再回过头来对该批零件进行车端面加工。在这种情况下，零件的车外圆和车端面就是两道工序了。

二、工步

工步是工序的一部分。一道工序可以只有一个工步，也可以包含若干个工步。如果在某一时间内，加工表面、加工刀具、机床的转速和进给量都不变，那么在这个时间内所进行的工艺过程称为一个工步。

图 1-1 所示为在卧式车床上进行的包括钻孔、车孔等内容的一道工序。此工序由若干个工步组成：第一个工步为车端面 1，第二个工步为钻孔 2，第三个工步为车孔 3，第四个工步为车槽 4。

在自动机床上加工零件时，经常用几把不同的刀具分别同时加工几个表面，于是就构成复合工步(见图 1-2)。采用复合工步的好处是能够节约机动时间，提

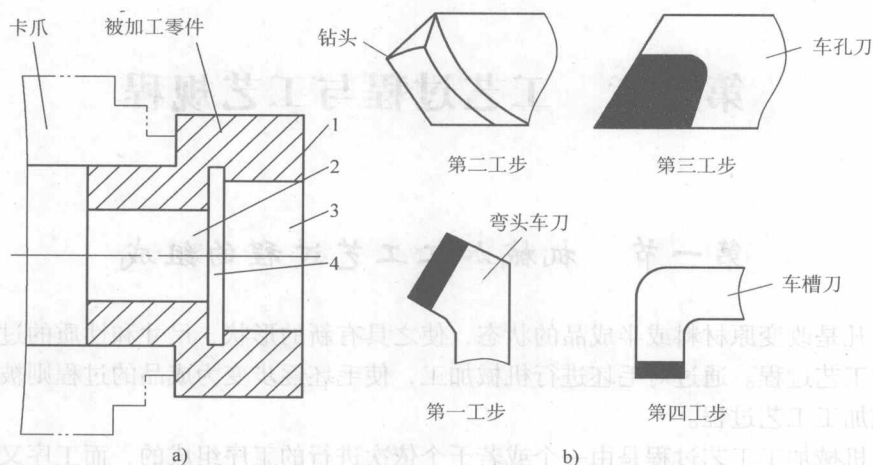


图 1-1 工艺过程的工步

a) 工步示意图 b) 工步用刀

高劳动生产率。

被加工表面、所用的刀具以及切削用量(转速与进给量)是构成工步的三个要素。如果其中任何一个要素发生了变化,那就变成了另外一个工步。比如在卧式车床上加工零件,如果用同一把刀具、以相同的切削用量在加工完零件的外圆后,又加工了零件的端面,那么车外圆和车端面应当是两个工步,因为被加工表面改变了。但是,也有一些特殊情况,例如

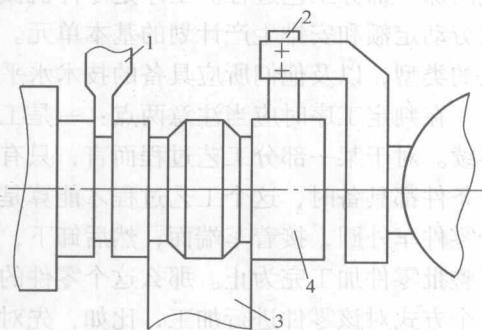


图 1-2 在自动机床上几把刀具同时切削

1、2、3—车刀 4—被加工零件

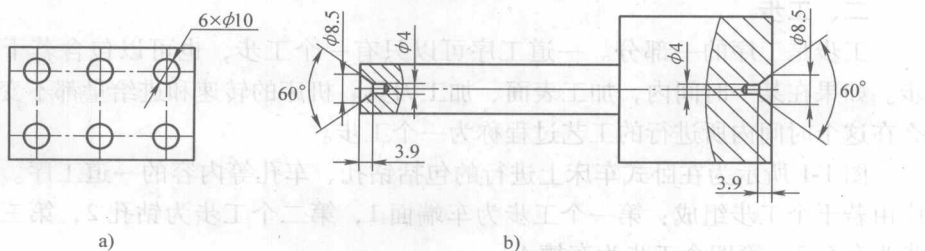


图 1-3 相同的加工表面可作为一个工步

a) 在钻床上依次钻六个通孔 b) 在中心孔钻床上同时钻两端中心孔

某个被加工零件进行了一次安装,在其不同的部位同时或连续完成的几个完全相同的加工过程,也应看作是一个工步。图 1-3a 所示零件上的六个通孔,是在钻床上连续钻出的,所以应将钻削六个通孔的全过程看作是一个工步。图 1-3b 所示零件两端的中心孔,是在双面中心钻床上同时钻出的,因此也应当把钻两端中心孔的过程作为一个工步。

三、走刀

走刀是工步的一部分。如果在一个工步内,因余量较大而不能一次切完,则应分几次切除,每切一次就是一次走刀。一个工步可以只有一次走刀,也可以有几次走刀。

四、安装

就安装通常的含义而言,是指被加工零件在夹具或机床上先占据正确的几何位置,然后通过夹紧将其固定下来的过程。但在这里安装指的是在零件的一次定位与夹紧之后所完成的那一部分工艺过程。也就是说,在这里安装的含义被引申了。

图 1-4 所示为卧式车床上在一道工序中将毛坯加工成成品零件的过程。其中图 1-4c 为第一次安装;图 1-4d 为第二次安装。在第一次安装中加工出表面 1、2 和 3;在第二次安装中加工出表面 4、5 和 6。可以看出,零件的第二次安装将该道工序的工艺过程分成了前后两部分。在这种情况下,就可以用“安装”一词作为被加工零件在该安装中所完成的这部分工艺过程的简称。

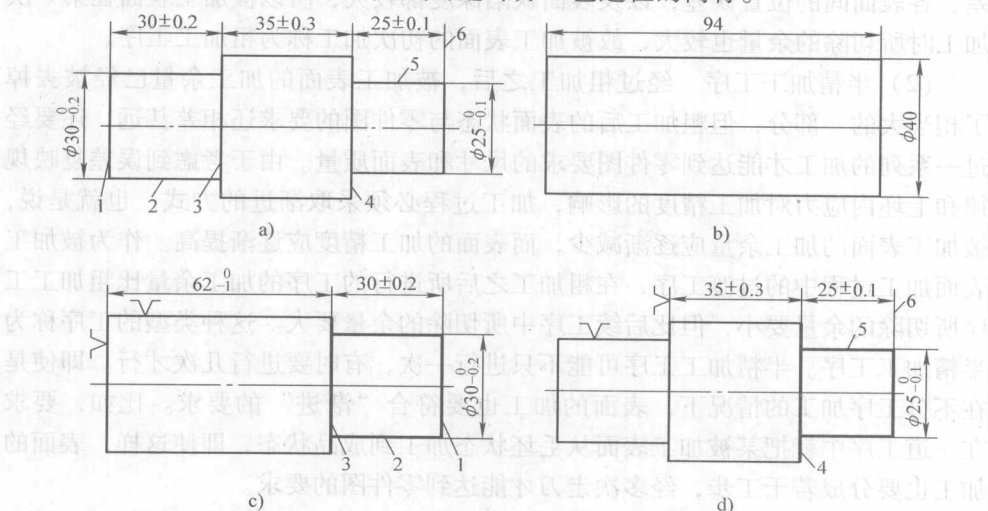


图 1-4 零件在一道工序中的两次安装

a) 零件图 b) 毛坯图 c) 第一次安装

d) 第二次安装

五、工位

被加工零件在机床上的一次安装中,由于换位会先后在不同的几个位置上进行加工,所以每一个加工位置称为一个工位。例如在多轴自动机床上,自动机床的轴座每隔一定时间就转动一定的角度,被加工零件也随之被带到一个新的工位进行加工,加工结束之后再转到下一个工位,直至完成一个循环。在通用机床上也可以进行多工位加工,在这种情况下,可以采用各种通用回转工作台、专用回转夹具或移位夹具,以实现被加工零件的位置变化。以上所说的是通常意义上的工位,而在分析某一工序的工艺过程并引入“工位”这个术语时,工位的含义就被引申了。这里所说的工位已经不是零件被加工时的位置,而是指在这个位置上所完成的一部分工艺过程。

第二节 工序类型与工艺过程的阶段

一、工序类型

把毛坯变为成品零件,在多数情况下都要经过若干道加工工序。由于每道工序在工艺过程中所起的作用不同,因而就有了不同类型的加工工序。

(1) 粗加工工序 在每一道机械加工工序中,总要从零件的被加工表面上切除一层金属,这些被切除的金属称为加工余量。由于毛坯的尺寸误差、形状误差、各表面间的位置误差,以及表面缺陷深度都较大,所以被加工表面在第一次加工时所切除的余量也较大,故被加工表面的初次加工称为粗加工工序。

(2) 半精加工工序 经过粗加工之后,被加工表面的加工余量已经被去掉了相当大的一部分,但粗加工后的表面状态与零件图的要求还相差甚远,还要经过一系列的加工才能达到零件图要求的尺寸和表面质量。由于考虑到误差复映规律和毛坯内应力对加工精度的影响,加工过程必须采取渐进的方式,也就是说,被加工表面的加工余量应逐渐减少,而表面的加工精度应逐渐提高。作为被加工表面加工过程中的过渡工序,在粗加工之后所进行的工序的加工余量比粗加工工序所切除的余量要小,但比后续工序中所切除的余量要大。这种类型的工序称为半精加工工序。半精加工工序可能不只进行一次,有时要进行几次才行。即使是在不分工序加工的情况下,表面的加工也要符合“渐进”的要求。比如,要求在一道工序中就把某被加工表面从毛坯状态加工到成品状态,即使这样,表面的加工也要分成若干工步,经多次走刀才能达到零件图的要求。

(3) 精加工工序 精加工工序的目的可以是完成该表面的最终加工,也可以是为该表面进行以后更精密的加工作准备。因此,精加工工序的重点已经不是如何去除余量,而是在于如何达到零件图规定的尺寸精度和表面质量。

(4) 光整加工工序 在光整加工工序中所切除的加工余量很少,而要达到

的加工精度很高。光整加工工序有时是为了满足被加工表面的某种特殊要求才进行的。例如气缸套的珩磨以及零件的装饰性抛光等。

在分析工序类型时可以看到,同样的工序可以有不同的名称,例如:粗加工工序也叫去皮粗加工工序;半精加工工序又叫中间粗加工工序;精加工工序还叫细加工工序或最后加工工序等。但不管如何称呼,所遵循的规律都是一致的,即前面工序去除的余量大,而所得到的加工精度低;越是后面的工序去除的余量越小,而得到的加工精度却越高。

二、工艺过程的阶段

基于保证加工精度的考虑,常把表面的加工工序由粗到精分成若干阶段。实际上,对于任何被加工表面来说,其工序的安排也都是按由粗到精的顺序进行的。于是,就有了不同被加工表面而具有同等精度的一组工序,却有可能作相对的集中并依次进行加工。这种加工精度大致相同的工序,就构成了被加工零件工艺过程的阶段。

工艺过程阶段的基础是组成该阶段的全部工序。因此,工艺过程阶段的性质要由组成该阶段工序的性质决定。于是在该阶段中,占大多数的工序的类型就确定了该阶段的名称。也就是说,如果组成某工艺过程阶段的工序多数是粗加工工序,那么被加工零件的该工艺过程阶段的名称就叫零件的粗加工阶段;同样,如果组成某工艺过程阶段的工序多数是精加工工序,那么该工艺过程阶段的名称就叫精加工阶段。

应当指出,工艺过程的阶段与阶段之间并没有严格的界限,只有一个大致的范围。在被加工零件的同一个工艺过程阶段中,可能存在着不同的工序类型。例如,在零件的粗加工阶段,有些精度较低的被加工表面可能在作最后的加工;或者在粗加工阶段中,对有些表面要作精确的加工,为的是要用它在以后的工序中作定位基准。相反的情况也有,就是在半精加工阶段中对某个表面进行粗加工。这是因为虽然有的被加工表面精度较低,但在粗加工阶段还不具备加工它的条件,因此不得不放在半精加工阶段甚至是精加工阶段加工。

一个表面必须分成几道工序加工和零件的整个工艺过程必须分成阶段的原因,除了基于保证加工精度的考虑外,还有一个重要的原因,就是在工艺过程分成工序和阶段后,就可以为不同的工序选择其适合的设备和加工方法,从而提高生产率、降低生产成本。例如,由于在粗加工工序中所要切除的余量大,且被加工表面要求的加工精度不高,因此可以放在功率大而精度低的机床上加工,这样既可以充分发挥大功率机床的优势(即在一次走刀中切除大的余量),又可以防止夹紧时所需的大的夹紧力对被加工零件的最终加工精度产生影响。因为即使是在夹紧力的作用下,被加工零件产生了某些变形,而这些变形也会在以后的加工中逐渐消除。对于精加工工序来说,所要切除的余量小,那么就可以选择功率稍

小而精度较高的机床,在这样的条件下,夹紧力不大,那么被加工零件所产生的变形也就不显著。这种分工序加工的效果,一方面可以充分发挥不同类型机床各自的优势,另一方面对保护机床的精度也是有益的。因为大的切削力会加剧机床运动件的磨损,以至于降低机床的精度。

从降低生产成本的角度来看,分工序加工也是必要的。例如,在卧式车床上加工图 1-5 所示的小轴(毛坯为圆棒料,成批生产)时,可以在一道工序中完成包括螺纹在内的所有表面的加工;也可以只加工除螺纹之外的其他表面,而把螺纹放到滚丝机床上滚压(如果生产车间具备这样的生产条件)。由于在卧式车床上车螺纹的生产率低,而且为保证精度,对工人的技术水平要求也高;而在滚丝机床上滚压螺纹的生产率高(其生产率要比车刀车螺纹的高十几倍),而且螺纹的精度也很容易保证。若比较这两种加工方案的加工成本,一般来说,分工序加工的成本会比在车床上不分工序加工的成本要低。

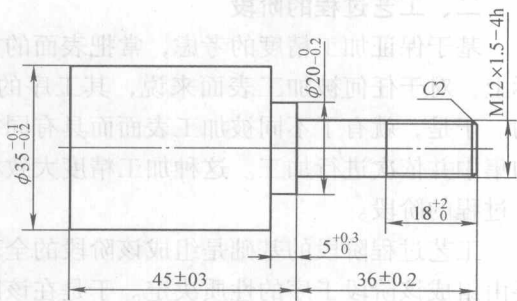


图 1-5 小轴

另外,工艺过程中的热处理也会把工艺过程自然而然地分成阶段。为了使被加工零件获得需要的力学性能,必须对零件进行适当的热处理。如果热处理后零件的硬度不是很高,且能用切削刀具进行加工,因此为了避免淬不透的危险,应把热处理放在粗加工阶段之后、半精加工阶段之前进行。如果被加工零件的热处理是提高其硬度为目的,那么热处理后零件的硬度高而不能再切削刀具进行加工,因此在这种条件下,热处理应放在精加工之前,半精加工之后。由上述可知,热处理工序的存在,把工艺过程分成阶段将是必然的。

第三节 工序集中与工序分散

工艺过程的拟订在于确定其工序的内容与顺序,而工序的集中与分散所涉及的正是工序内容如何安排的问题。工序集中倾向于把零件的加工工作尽可能地集中在少数工序中;而工序分散则倾向于简化工序内容,增加工序数量。在拟订新的工艺过程或在改变已有的工艺过程时,是采用工序集中的原则,还是采用工序分散的原则呢?要以能否保证加工质量和降低生产成本这两个标准来判断。

一、工序集中

在工艺过程中,工序的相对集中可以产生以下的效果:

1) 随着工序集中程度的提高,被加工零件的安装次数减少了。减少安装次数对于大型零件尤为重要,因为大型零件的移动或换位比较困难,甚至需要在起重设备的参与下才能实现。大型零件的重新安装往往要伴随着费力、费工的检查与调整,因此,减少安装次数也就是减少了生产辅助时间。

2) 为利用高生产率的机床和高生产率的加工方法创造了条件。例如,可以采用高生产率的多轴自动机床、各种组合机床、多工位半自动机床等。

3) 工序的集中使工序的数量减少,相应地也就减少了所需的夹具,因而可以减少投资,减少生产准备时间。

4) 工序的集中可使相关表面放在一次安装中加工,这是保证各被加工表面间具有高的位置精度的最好方法。

二、工序分散

对于工序集中与工序分散,不能说这个好或者那个好,这要由所处的具体条件决定。例如,大批生产这种情况,可以因为其批量大而采用工序相对分散的方式组织流水生产线;也可以基于其批量大而采用具有高技术含量、高生产率的工艺设备使其工序集中。在适当的条件下,工序分散有以下优点:

1) 工序分散后,分配在一道工序中的被加工面数量减少,从而简化了机床的调整,降低了对操作工人的技术要求。

2) 如果工序的分散达到了在一道工序内只有一个工步的程度,就可以为其选择最合理的切削用量,而合理的切削用量对提高刀具耐用度、提高生产效率和获得好的表面质量是有利的,同时也为用定距装刀的方式进行加工创造了条件。在定距装刀的方式下进行加工,只需在工作开始时调整好刀具的位置,而无需对每一个被加工零件进行试削和测量就能获得规定的工序尺寸,从而节省了辅助时间。

3) 适当的工序分散有利于保证零件的加工精度和充分发挥各类机床的特长。

工序集中与工序分散是一个问题的两个方面,集中到什么程度(或分散到什么程度)要根据具体的生产条件来定。例如,在为流水生产线制订工序时,工序的集中程度要使工序的时间定额等于规定的零件生产节拍,只有这样才能适应连续流水生产的需要。

第四节 加工余量

一、总余量及工序余量

在零件的加工过程中,为了使被加工表面获得规定的质量和尺寸精度,必须从该表面上切去一层金属,这一层金属被称为该表面的加工余量。此时所保持的

零件尺寸称为工序尺寸。加工余量分为总余量及工序余量。如果余量指的是从某被加工表面的毛坯状态开始,到该表面加工完毕为止的整个加工过程中所除去的金属层厚度,这种余量称为表面的总余量。总余量可以在一道工序中切除,也可以在几道工序中分别切除。在加工过程中,一个零件的同一个表面可能要经过多次加工,因此,这个表面的总余量是在一系列的工序中被除去的。在每道工序中所除去的那部分余量称为工序余量。由此可知,被加工表面的总余量的计算,可以归结为该表面加工过程中工序余量的计算。工序尺寸公差带一般都规定为“入体”(指向材料体内)方向。对于被包容面(如轴),工序尺寸公差带都取上偏差为零,即加工后的基本尺寸与其最大极限尺寸相等;对于包容面(如孔),工序尺寸公差带都取下偏差为零,即加工后的基本尺寸与其最小极限尺寸相等。当被加工面为圆柱面(轴或孔)时,加工余量按双边分布(见图 1-6a、b);当被加工面为平面时,加工余量按单边分布(见图 1-6c)。

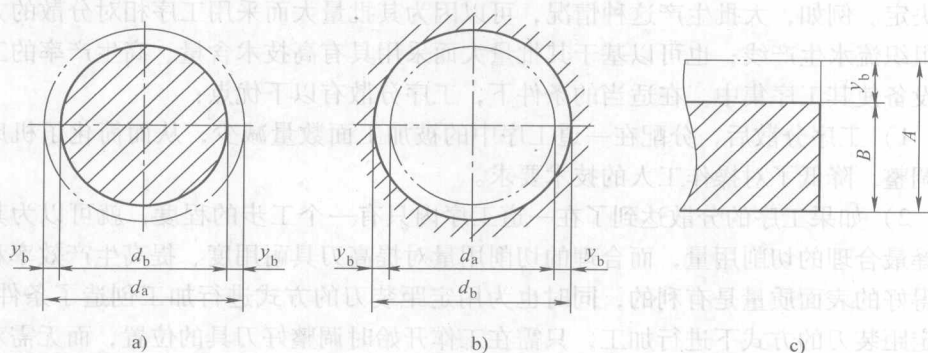


图 1-6 加工余量的分布

a) 轴类零件余量的分布 b) 孔类零件余量的分布 c) 平面余量的分布

d_a —加工前直径尺寸 d_b —加工后直径尺寸 y_b —加工余量

A —加工前零件高度 B —加工后零件高度

由于被加工面的两个相邻加工工序中的工序尺寸均有一定的变化范围,因此余量有基本余量、最大余量及最小余量之分。

二、加工余量的组成

在进行机械加工时,如何选取余量数值是一个很重要的问题。余量太大会使材料、刀具、动力以及加工工时的消耗增加,零件的生产成本提高,经济效益下降,所以零件的加工余量要尽可能的小。但若余量过小则不能消除前一道工序的加工痕迹,达不到规定的表面质量指标。为了正确地确定必须的加工余量,应首先找出影响加工余量大小的因素。这些因素包括:

- 1) 前道工序在被加工表面上形成的表面粗糙度 R_y (见图 1-7)。
- 2) 前道工序在被加工表面上产生的破坏层 T (见图 1-7)。零件加工后,因

在加工过程中有塑性变形及温度变化,使表面层在物理-力学性能、金相组织等方面与基体金属不同,这一层称为表面破坏层。

3) 本工序前已在被加工表面上形成的形状误差 Δ 。属于此类误差的有轴线的直线度、表面的平面度等。图 1-8 所示为一根弯曲的轴,其轴线有直线度误差 Δ ,若要弥补该直线度误差对加工余量的影响,需要使轴的直径增加 2Δ 才行。

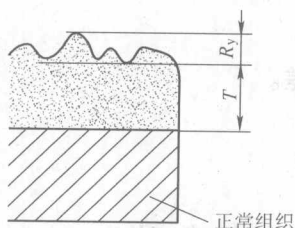


图 1-7 表面粗糙度和表面破坏层

R_y —表面粗糙度^① T —表面破坏层

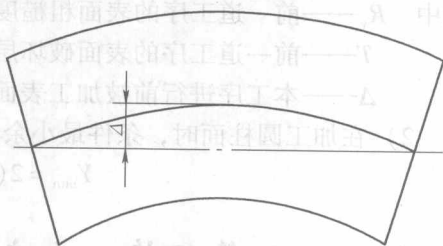


图 1-8 轴线弯曲对加工余量的影响

4) 上工序的尺寸误差以及上工序的工序基准与本工序的工序基准之间的基准不重合误差的总和。虽然影响加工余量的是工序尺寸的实际误差以及基准不重合的实际误差,但这些实际误差的数值并不知道,所以要用各自的公差代替。图 1-9 所示的情况是一种基准不重合现象。轴线 $O-O$ 是上一道工序的工序尺寸 ϕA 的工序基准;轴线 O_1-O_1 是本工序之工序尺寸 ϕB 的工序基准; e 是基准重合度误差。若要弥补基准不重合对加工余量的影响,被加工表面的直径应增加 $2e$ 。把偏心作为基准不重合误差处理,有利于在复杂的情况下,用尺寸链原理计算加工余量。

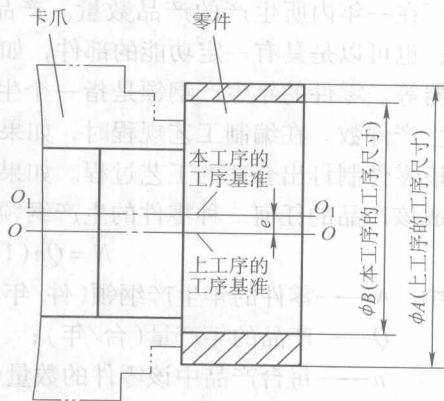


图 1-9 基准不重合对加工余量的影响

由上述可知,可以把被加工表面必须的加工余量分成两部分,一部分是为弥补表面粗糙度、表面破坏层和表面形状误差而设置的余量,另一部分是为弥补工序尺寸公差和基准间的尺寸公差而设置的余量。可以把前一部分余量称为条件最小余量。之所以如此称呼,是因为被加工表面的余量不能比这再小了,如果再小则前道工序的加工痕迹就不能去除干净,所以是最小余量;另外,如果想在这样

① 该粗糙度在新的国标中已经无定义,请读者酌情使用。

小的余量条件下加工出合格的工序尺寸和表面质量是有条件的,其条件是上道工序的工序尺寸没有误差,基准之间也没有尺寸误差。

对于不同的加工对象,条件最小余量要用不同的方法计算:

1) 在加工平面时,条件最小余量为

$$Y_{\min} = R_y + T + \Delta$$

式中 R_y ——前一道工序的表面粗糙度;

T ——前一道工序的表面破坏层;

Δ ——本工序进行前被加工表面的形状误差。

2) 在加工圆柱面时,条件最小余量为

$$Y_{\min} = 2(R_y + T + \Delta)$$

第五节 生产纲领和生产类型

一、生产纲领

生产纲领可分为产品的生产纲领与零件的生产纲领。产品的年生产纲领是指工厂在一年内所生产的产品数量。产品可以是整机,如拖拉机、汽车、摩托车等;也可以是具有一定功能的部件,如农用柴油发动机、摩托车发动机、齿轮减速器等。零件的年生产纲领是指一个生产单位(车间或工段)在一年内某种零件的生产件数。在编制工艺规程时,如果不知道被加工零件的生产纲领,就不可能为该零件制订出合适的工艺过程。如果知道了某产品的生产纲领,就可以计算出组成该产品的任何一种零件的生产纲领。零件的生产纲领可按式计算:

$$N = Qn(1+a)(1+b)$$

式中 N ——零件的年生产纲领(件/年);

Q ——产品的年产量(台/年);

n ——每台产品中该零件的数量(件/台);

a ——零件的备品率(%);

b ——零件的废品率(%)。

二、生产类型

生产纲领的大小及其时间上的稳定性是组织不同生产类型的决定因素。换句话说,生产类型取决于生产同种零件的设备负荷的固定程度。根据上述条件,生产类型可分为单件生产、成批生产及大量生产三种基本类型。单件生产的专业化程度最低,而大量生产的专业化程度最高。在单件生产中,由于所生产的相同的零件数量少,加工时间短,所以会不断地改变生产对象;在成批生产中,所生产的相同的零件数量较多,需要的生产时间较长,但设备的负荷仍然不满,也需要周期性地改变生产对象;在大量生产中,需要生产的相同零件的数量很多,要用

一台或几台相同的设备对一种零件进行长期不间断地加工才能满足需要,因而设备所担负的任务很固定。不同的生产类型具有不同的特点。

(1) 单件生产 单件生产的特点是:从事单件生产的单位(车间或工段)所生产的零件的品种很多,而相同零件的数量很少。采用的是通用机床,这类机床可以加工多种零件的不同工序,加工范围较广;由于设备的万能性,就保证了生产的灵活性,能很快地适应各种不同零件的制造要求。设备的布置按机床种类及规格大小采用“机群式”排列。毛坯的制造方法及来源具有很大的随机性,毛坯的品种多、精度低、加工余量大。一般不采用专用的夹具、刀具和量具,而大多采用标准的机床附件,例如:车床上的四爪单动卡盘、花盘;铣床上的回转工作台、万能分度头等。采用的量具一般都是标准的游标卡尺、齿厚游标卡尺、外径千分尺以及正弦规等。保证产品精度的方法多是修配加工和配作加工。在单件生产中,工序往往采用集中的方式,这使得在一道工序中所加工的表面形状多样化,设备的调整难度增加,因而要求工人必须有较高的技术水平。所用的工艺文件简单,甚至只是在零件图的背面写一下工艺过程而已。机械加工厂的工具车间以及大型矿山设备生产厂,一般是按单件生产的原则组织的。

(2) 成批生产 成批生产的特点在于生产的零件品种较多,各种零件是分批周期性地重复生产。因此,在成批生产条件下,零件是按批加工的。在加工完一批某种零件后,重新调整机床,使之用于加工另外一批其他零件。由于在成批生产中加工对象要周期性地改变,而且有的周期长,有的周期短,所以是部分采用通用机床,部分采用高生产率的机床。所加工的零件按工艺过程的相似性分类,机床则按加工零件的类别分工段排列。这样就保证了该类大部分零件在转变工序时所经过的路程最短。为了减少辅助时间,大部分工序将采用专用夹具、刀具和量具。对工人技术水平的要求相对较低,但工艺文件则比较详细。成批生产是机械制造业中应用最广泛的主要生产类型。制造机床、发动机、水泵等产品的工厂,都是按照成批生产的原则进行生产的。

(3) 大量生产 大量生产的特点在于工段中每台机床只固定进行一道工序。因此,大量生产某零件的工段,完全只从事该零件的加工。在大量生产中,广泛采用高生产率的专用夹具、刀具和量具。设备按工艺过程的顺序排列,每一台设备只完成一道固定的工序。在设备的排列顺序中,不仅包括机械加工设备,同时也包括工艺过程所必需的其他设备,如热处理装置、检验性试验设备、洗涤机和油漆装置等。在大量生产中,所生产的零件应当具有互换性。互换性原理是组织现代大量生产的基础,采用互换法就可以在不同的时间里、不同的工作地点上、相互无关地加工零件。而在专门的装配车间内,零件不需任何修配,就能装配成机器。在大量生产的条件下,所用的毛坯都具有精度高、加工余量小的特点。这是因为大量生产时,所需要的每种零件的数量都很多,即便是采用了比较昂贵的

毛坯制造方法,分摊到每件毛坯上的费用也并不多,因而在经济上是可行的。从另一方面来看,用于大量生产的各种机械设备也要求毛坯必须有高的精度。这是因为随着自动化程度的提高,在生产过程中人的参与减少了,而专用工艺装备的作用增强了,但专用工艺装备对毛坯公差的适应能力差,因而必须采用高精度的毛坯。比如最常见的自动机床上的弹簧卡头,如果毛坯的尺寸大了就放不进去,毛坯的尺寸小了则夹不紧。其他的专用夹具也和它类似。在大量生产条件下,工艺文件比较详细。工序集中的程度,应使工序时间定额符合生产节拍。大量生产的最完善的形式是连续流水线。连续流水线的特点是:流水线的所有工作上的工序时间均相同,并等于规定的零件出产节律。虽然在组织大量生产时要花费一笔很大的初建资金,但其经济效益却大大优于单件和成批生产。

大的生产纲领是促成组织大量生产类型的决定因素,但不是惟一因素。除了生产纲领必须足够大之外,生产纲领还必须稳定。因为要建新的生产线需要购置或制造专用机床、专用工艺装备,以及把非机械加工工序的设备安排在生产线上。进行这些工作需要大批资金,而这些资金要分摊到利用所建生产线制造出的每个零件上,出产的零件数量越多,分摊到每个零件上的费用就越少。因此,生产纲领越稳定,经济效益就越好。

在同一个工厂内,甚至在同一个机械加工车间内,各个工段也可能是不同的生产类型。某些工段是大量生产,而另一些工段却是成批生产或单件生产。

第六节 工艺过程的技术经济分析

任何一个工艺过程的最终目的,都是以最少的劳动、材料及其他生产费用的消耗,制造出质量合格的零件和产品。能保证零件技术要求的工艺方案可以有很多种,利用不同的加工方法、不同的机床和不同的工艺装备都可以达到工序的技术目的,但其经济效益却可能不同。为了选出技术上比较先进、经济效益又好的方案,就需要进行技术经济分析,即从技术和经济两个方面,对所拟订的几个工艺方案进行分析、对比,从而选出技术经济效果较好的方案。

一、时间定额

时间定额是指在一定的生产条件下,为完成工序所规定的时间。在机械加工中,为完成一个零件的一道工序所规定的时间称为单件时间定额,用 T_p 表示。时间定额是核算成本、安排生产计划的基础资料,也是新建工厂时确定设备和人员数量的依据。

一道工序的单件时间定额(T_p)由以下几部分组成:

(1) 机动时间 t_m (min/件) 机动时间是在机床上对被加工零件实施切削所用的时间,也包括刀具的切入和退出时间。