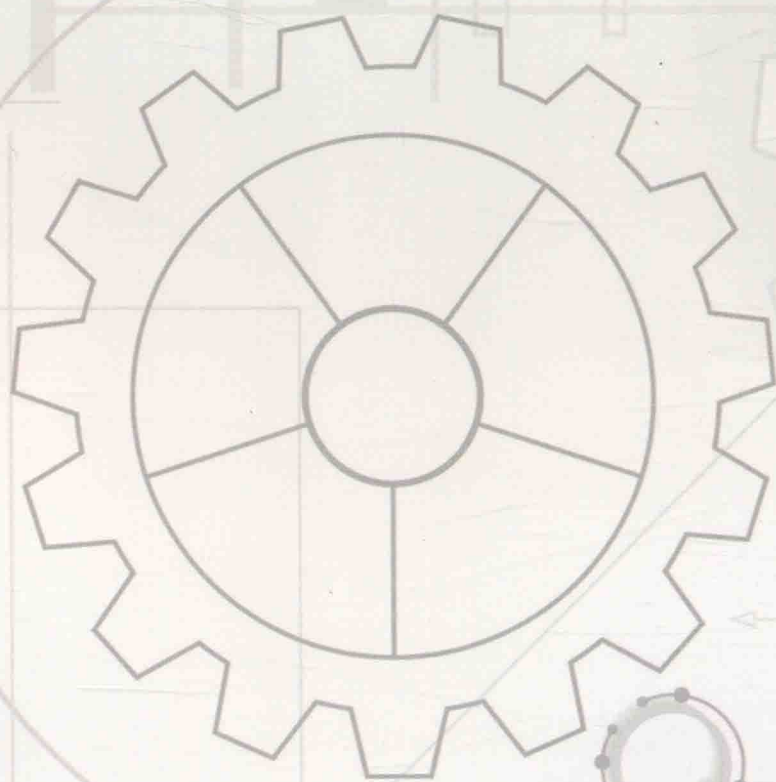


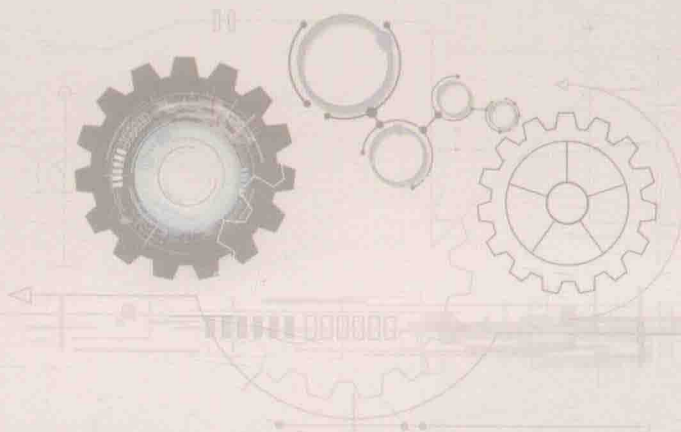
现代制造工艺及精密加工技术的应用研究

董克权 张金铮 著



延边大学出版社

责任编辑：朴莲顺
封面设计：延大兴业



ISBN 978-7-5688-7251-5



9 787568 872515 >

定价：56.00元

现代制造工艺及精密 加工技术的应用研究

董克权 张金铮 著

延边大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代制造工艺及精密加工技术的应用研究 / 董克权,
张金铮著. — 延吉: 延边大学出版社, 2019.6

ISBN 978-7-5688-7251-5

I. ①现… II. ①董… ②张… III. ①机械制造工艺
—研究②精密切削—研究 IV. ①TH16②TG506.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 137266 号

现代制造工艺及精密加工技术的应用研究

著 者: 董克权 张金铮

责任编辑: 朴莲顺

封面设计: 延大兴业

出版发行: 延边大学出版社

社 址: 吉林省延吉市公园路 977 号 邮 编: 133002

网 址: <http://www.ydcbs.com> E-mail: ydcbs@ydcbs.com

电 话: 0433-2732435 传 真: 0433-2732434

制 作: 山东延大兴业文化传媒有限责任公司

印 刷: 天津雅泽印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 7.25

字 数: 171 千字

版 次: 2020 年 6 月第 1 版

印 次: 2020 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5688-7251-5

定价: 56.00 元

前 言

制造是人类最主要的生产活动之一。它指人类按照需求,运用主观掌握的知识和技能,应用可利用的设备和工具,采用有效的方法,将原材料转化为有使用价值的物质产品并投放市场的全过程。制造业是对原材料进行加工或再加工以及对零部件装配的工业的总称,是国民经济的支柱产业。

机械制造工业是国民经济的装备部,在国民经济中具有十分重要的地位和作用。无论是传统产业还是新兴产业,都离不开机械设备。机械制造工业的规模和水平是反映国民经济实力和科学技术水平的标志。世界各国都把机械制造工业作为振兴和发展国民经济的战略和重点之一。

随着生产和科学技术的发展,许多工业部门,尤其是国防、航天、电子等工业,要求产品向高精度、高速度、大功率、耐高温、耐高压、小型化等方向发展。产品零件所使用的材料越来越难加工,形状和结构越来越复杂,要求的精度越来越高,表面粗糙度越来越低。常用的传统加工方法已不能满足其需要,于是人们便创造和发展了一些用于精密加工和特种加工的方法。

现代科学技术的飞速发展,以及社会需求的多样性和变化性,要求机械制造必须突破原有的生产组织模式,使产品的制造适应日益变化的市场需求和激烈的市场竞争。计算机技术、数控技术、控制论及系统工程与制造技术的结合,推动现代制造技术的产生,形成了现代机械制造系统。而机械制造系统的自动化给现代机械制造带来了一系列的好处。

快速原型制造又称为快速出样件技术或快速成型法,是 20 世纪 80 年代中后期发展起来的一种新技术。与传统去除材料的加工方法不同,它采用逐层制作的方法,对快速响应市场、缩短产品开发周期、降低开发费用具有极其重要的研究意义。本书在对快速原型技术理论进行分析的基础上,阐述了快速原型技术在快速产品开发、模具制造、医学、工程测试、功能测试及艺术品制造等方面的应用。

全书共 7 章,第 1 章主要介绍机械制造工艺基本概念、基准、尺寸链、时间定额、机械加工的经济性;第 2 章主要对精密加工方法、电化学加工、电火花加工及线切割、激光与超声波加工技术、电子束与离子束加工技术进行介绍;第 3 章研究了加工精度的获得方法及影响加工精度的因素;第 4 章对金属切削过程、刀具的磨损与耐用度、切削用量的选择进行了探讨;第 5 章对成组技术、柔性制造系统、计算机集成制造系统进行了研究;第 6 章对快速原型技术的工艺方法 and 应用等进行了系统阐释;第 7 章对虚拟制造技术、精密和超精密加工技术、纳米加工技术进行了阐述。

由于时间仓促,加之水平有限,书中内容安排与语言表述可能还存在缺点或错误,恳请读者和同行批评指正,以便再版时修订。

目 录

第 1 章 现代机械制造概述	1
1.1 机械制造工艺基本概念	1
1.2 基准	18
1.3 尺寸链	20
1.4 时间定额	26
1.5 机械加工的经济性	27
第 2 章 精密与特种加工技术研究	30
2.1 精密加工方法	30
2.2 电化学加工	35
2.3 电火花加工及线切割	39
2.4 激光与超声波加工技术	46
2.5 电子束与离子束加工技术	51
第 3 章 机械加工精度研究	56
3.1 概述	56
3.2 加工精度的获得方法	58
3.3 工艺系统的几何误差对加工精度的影响	60
3.4 工艺系统受力变形对加工精度的影响	65
3.5 工艺系统热变形对加工精度的影响	71
3.6 工件内应力引起的加工误差	75
3.7 提高加工精度的工艺措施	78
第 4 章 金属的切削工艺技术研究	84
4.1 金属切削过程介绍	84
4.2 刀具的磨损与耐用度	104
参考文献	109

第 1 章 现代机械制造概述

机械制造工艺是指采用各种机制，使用合适的生产器具加工或处理原材料、半成品，最终使之转换为机械产品的方法和过程。与机械制造工艺学有联系的行业有很多种，如通用机械，机床与工具，矿山、工程机械，冶金、轧制机械，发电设备，石油、天然气与化工机械，汽车与交通运输机械，等等。机械制造工艺的发展不仅要依赖生产力的发展，还要进行试验研究，通过科学的方法对工艺问题进行分析、研究与解决，使工艺水平得以提升。机械制造工艺的发展也促进了刀、夹、辅和量具等工艺设备的革新与发展。本章主要阐述机械制造过程中的基本概念、基准、尺寸链、时间定额、机械加工的机械性等。

1.1 机械制造工艺基本概念

1.1.1 生产过程和工艺过程

1.1.1.1 生产过程

把原材料或者半成品加工成成品的操作流程就是产品的生产过程。工厂进行产品生产的流程主要包括以下几个阶段：

- (1) 毛坯制造。毛坯的生产要在锻压和铸造车间进行。
- (2) 零件加工。加工零件要在机械加工、冲压、焊接、热处理和表面处理车间进行。
- (3) 零件装配。在装配车间把零件组装成产品。
- (4) 检验试车。在试验台上测试和检验产品的各项性能。

生产产品的过程是非常烦琐的，除了包括直接作用于生产对象的工作（也就是工艺过程）以外，还涵盖制订生产计划、编制工艺规程等生产准备工作，以及维修设备、提供并输送原材料和半成品、生产中的统计与核算等生产辅助工作。

1.1.1.2 工艺过程

1. 工艺过程的概念

在生产产品的多个阶段中,占据最重要位置的是工艺过程。通过实施加工工艺把原材料或者半成品直接加工成成品的过程就叫作工艺过程。例如焊接、冲压、热处理与表面处理、装配等。

采用机械加工工艺一步一步地改变毛坯的特性、大小与形状,让其成为合格零件的整个过程叫作机械加工工艺过程。在机械产品生产的过程中,机械加工的劳动约占总劳动量的60%,同时机械加工也是目前获取高精度和复杂构形的零件的重要加工方式。

2. 工艺过程的组成

(1) 工序。工序是指在一个工作场所,一个或者几个工人对工件不间断进行生产的过程。工序是工艺流程中的基本组成部分,也是生产加工的基本单元。界定工序的依据主要有两条:第一,看在加工过程中,工作地点是否改变了;第二,看工作是否是连续的。例如,有一批轴套需要钻孔和扩孔,如果这批轴套是在同一台钻床上先钻孔再扩孔连续完成的,那么这批轴套的钻孔和扩孔加工就属于同一工序;如果将这批轴套依次先进行钻孔,然后再依次进行扩孔,虽然这也在同一台钻床上完成的,但由于每个轴套的钻孔和扩孔不是连续进行的,所以钻孔和扩孔应视为两个不同的工序。

(2) 安装。在一道工序中若要多次装夹工件,那么在每次装夹操作以后进行的工序操作就叫安装。一个工序可能要进行一次安装,也可能要进行多次安装。例如,在表1-1中的工序1中,完成一次装夹后,还需要进行3次调头装夹才可以完成所有工序内容,所以这个工序需要进行安装的总次数为4。表1-1中的工序2是指在装夹一次条件下完成所有工序内容,所以这个工序只需要1次安装。

表 1-1 工序和安装

工序号	安装号	工序内容	设备
1	1	车小端面,对小端面钻中心孔,粗车小端外圆,对小端倒角	车床
	2	车大端面,对大端面钻中心孔,粗车大端外圆,对大端倒角	
	3	精车大端外圆	
	4	精车小端外圆	
2	1	铣键槽,手工去毛刺	铣床

应尽可能减少安装次数,多一次装夹就多一次产生安装误差的可能,同时也增加了装卸辅助时间。

(3) 工步。工步指的是在一道工序中,在3个要素均不改变的情况下所完成的工艺过程,这3个要素是加工表面、切削用量和切削刀具。工步是工序的基本组成部分。例如,车一根轴上安装了三把车刀,第一把端面车刀—车端面,第二把外圆车刀—车外圆,第三把切断车刀—切断,那么这里就包括三个工步。为了提高生产效率,在实际生产加工过程

中,工人师傅在对几个表面进行同步加工时,通常使用多把刀具,这种情况下的工步就叫作复合工步。在工艺过程中,复合工步通常被认为是一个工步。

复合工步在工艺过程中的应用范围是非常广泛的。例如,图1-1是在龙门刨床上,用多刀刀架在互异高度上安装4把刨刀以实现刨削加工的复合工步;图1-2是在钻床上通过复合钻头加工钻孔与扩孔的复合工步;图1-3是在铣刀组合的情况下,在铣床上通过铣削对几个平面进行加工的复合工步。不难看出,使用复合工步能够使生产率得到提高。

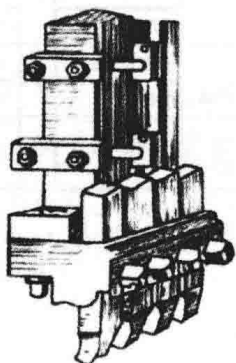


图 1-1 刨平面复合工步

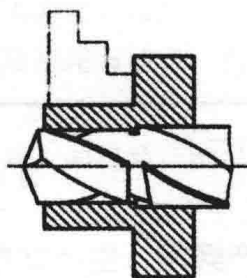


图 1-2 钻孔、扩孔复合工步

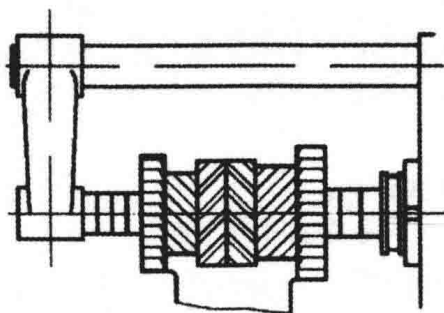


图 1-3 组合铣刀铣平面复合工步

多工位加工中的每一个工位可能包括了普通加工的一个工序,也可能只包括一个工步。但由于整个加工过程既没有改变工作地点和操作者,又是连续加工,所以称整个加工为一个工序,每个工位相当于一个工步。

(4) 走刀。当被加工表面在一个工步中产生极大的切削余量时,切削时往往要分多次进行,每切削一次,就是一次走刀。一个工步里有一次或多次走刀。当金属层非常厚重时,要在一次走刀下切完是无法实现的,解决的方法是进行多次走刀,走刀次数也就是行程次数。螺钉机械加工工艺如图1-4所示。其中在工序I车中,车螺纹外径 D 这1个工步就需3次走刀;车螺纹这1个工步需6次走刀。在工序III铣中,铣六方复合工步需3次走刀。

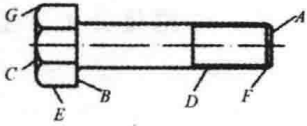
	工序	安 装	工 步	工 位	走 刀
	I 车	1 (三爪自定心卡盘)	①车端面A	1	1
			②车外圆E		1
			③车螺纹外径D		3
			④车端面B		1
			⑤倒角F		1
			⑥车螺纹		6
			⑦切断		1
	II 车	1 (三爪自定心卡盘)	①车端面C	1	1
			②倒角G		1
	III 车	1 (旋转夹具)	①铣六方 (复合工步)	3	3

图 1-4 螺钉机械加工工艺

1.1.2 生产纲领、生产批量与生产类型

1.1.2.1 生产纲领

生产纲领往往指的是一年内生产产品的数量。生产纲领、生产类型和生产工艺三者之间存在着非常紧密的联系。生产纲领不相同，生产规模也就不相同，工艺过程的特点也相应而异。

零件的生产纲领通常按下式计算：

$$N=Qn(1+\alpha)(1+\beta)$$

式中 N 为零件的生产纲领（件/年）；Q 为产品的年产量（台/年）；n 为每件产品中，该零件的数量（件/台）；α 为备品率（%）；β 为废品率（%）。

对工艺规程进行设计或修改，生产纲领是其重要根据，同时也是车间（或工段）设计的基础文件。

明确了生产纲领以后，还要视工段和车间的具体状况对生产批量进行确定。

1.1.2.2 生产批量

在规定的时间内，一次性投入或者制造出的同一件产品或者零件的个数就叫作生产批量。通常情况下，资金周转的速度、加工零件与调整成本、销售与装配的储备量是决定生产批量多少的主要因素。零件生产批量通常使用以下公式进行计算，即

$$n=\frac{NA}{F}$$

式中 n 为每批中的零件数量； N 为年生产纲领规定的零件数量，也就是年产量； A 为零件应该储备的天数； F 为一年中工作日天数。

1.1.2.3 生产类型

生产类型是企业（或车间、工段、班组、工作地）生产专业化程度的分类。

工厂的生产方式、规模取决于工厂或产品的生产纲领。

生产类型通常包括以下 3 类，即单件生产、成批生产和大量生产。

1. 单件生产

单—地或少量地生产大小、结构不一样的产品并且无重复、较少重复生产的生产方式就叫作单件生产。属于单件生产的产品有很多种，如大型船用柴油机、汽轮机、重型机器的制造和新产品的试制等。

采用单件生产的工厂大都是生产种类不同并且数量较少的产品，所以在生产组织上的灵活性比较大。

2. 成批生产

成批次地制造相同的产品，并按一定的周期交替重复进行。批量指的就是每一批生产的同一产品或工件的数目。以批量的多少为依据，可将成批生产划分成大批量生产、中批量生产和小批量生产 3 种类型。大批量生产与多量生产非常相似，其生产数量大且类型固定；小批量生产与单件生产相似，其生产数量小但产品类型比较多；位于大批量生产与小批量生产中间则是中批量生产的显著特征。

3. 大量生产

当有很大数量的产品需要生产时，在每台机床或者设备上持续反复地进行某一个工序的生产方式就称为大量生产。如汽车、汽车内燃机、内燃机上某些零件及附件的专业化生产等，均采用这种大量生产方式。

大量生产方式大多需要使用专用机床，根据流水的方式进行组织生产，适合使用自动化技术。

生产量与生产类型之间的关系及其工艺特点，见表 1-2。

通常条件下，生产的类型不一样，工艺过程设计的具体标准也就不一样。当进行单件生产时，往往仅进行单一工艺路线的制定，在大量或成批生产时，则要详细地对其工艺规程进行设计。

表 1-2 生产量、生产类型与工艺特点

生产类型		单件生产	成批生产			大量生产
			小批	中批	大批	
生产量	重型机械	<5	5~100	100~300	300~1 000	>1 000
	中型机械	<20	20~200	200~500	500~5 000	>5 000
	轻型机械	<100	100~500	500~5 000	5 000~50 000	>50 000
工艺特点	毛坯特点	用木模手工造型及自由锻，毛坯精度低，加工余量大	用金属模造型及模锻，部分采用精铸、碾压与空心锻造等先进方法，毛坯精度及加工余量中等			广泛采用机器造型及精铸、碾压与精锻等先进方法，毛坯精度高，加工余量小
	机床设备	通用机床，部分采用数控机床及加工中心	通用机床，部分采用专用机床、组合机床及柔性制造单元			广泛采用专用机床及自动机床
	设备布置形式	按机群式布置	按零件类别分工段排列			按流水线或自动生产线排列
	工艺装备	采用标准附件、通用夹具、刀具与量具	采用通用夹具，并广泛采用专用夹具、刀具和量具			广泛采用专用夹具、刀具和量具，并采用自动检测技术
	生产率	较低，可通过使用数控技术进行提高	中等			高
	成本	较高	中等			低

1. 1. 3 机械加工工艺规程的制定

1. 1. 3. 1 工艺规程的内容与作用

1. 工艺规程的内容

将工艺过程的实施方法等按照一定的格式通过文件（或表格）的形式记录下来，这就是工艺规程。在生产准备工作中，工艺规程的制定具有非常重要的作用。工艺规程的规定对生产组织，对产品经济性、质量和劳动生产率的提升具有十分重要的意义。同时，工艺规程也是开展所有生产准备工作和生产辅助工作的根据。只有严格实施工艺规程，才能建立起正常的生产秩序。工艺规程是一切与生产有关人员都必须严格遵守并执行的纪律性文件。机械加工工艺规程涵盖的主要内容有工件加工工艺路线及所经过的车间和工段、所有工序的内容及使用的机床与工艺装备、工件的检验项目及检验方法、切削用量、工时定额及工人技术等级等。

2. 工艺规程的作用

机械制造工艺规程的作用主要包括以下几点。

(1) 工艺规程是指导生产的主要技术文件

合理的工艺规程是在工艺理论与必要的工艺试验的基础上制定的,是理论和实践的结合,是一个部门或企业技术水平的体现。依据工艺规程组织生产,不仅能够使产品的质量得到保障,还可以确保较高的生产效率与经济效益。在生产过程中,通常要严格地实施已经规定的工艺规程,但工艺规程也并非不可改变的,工艺人员在不断概括工人的改革与创新、迅速地学习国内外先进技术的基础上,可以按规定的程序改进并完善现行工艺,以确保更好地对生产进行指导。

(2) 工艺规程是生产组织和管理工作的基本依据

在进行生产管理时,产品投入生产以前的毛坯与原材料的提供、通用工艺设备的配置、机械负荷的调试与修整、专用工艺装备的设计与生产、编制作业计划、安排劳动力等,均是以工艺规程为基础的。

(3) 工艺规程是新建或扩建工厂或车间的基本资料

在对工厂或者车间进行创建或扩建时,生产所需的机床和其他设备的数量、类型和规格,车间的大小,工人的工种、等级及数目等内容,唯有在工艺规程与生产纲领制定好的基础上才可以正确地确定下来。

1.1.3.2 机械加工工艺规程的制定

1. 制定工艺规程的原则

制定工艺规程所要遵循的基本原则是在确保产品质量的基础上,力求最好的经济效益。也就是在一定的生产条件下,以最低的成本、最少的劳动消耗和最快的速度制造出与图样要求相符的零件。与此同时,还要注意以下几方面的问题。

(1) 技术上的先进性

在制定工艺规程时,应对现有的设备进行合理的利用,要明确该行业国内外工艺技术的发展情况,通过必要的工艺试验,合理地利用先进工艺与工艺设备。

(2) 经济上的合理性

在一定的生产环境下,可供挑选的工艺方案可能会有很多种,要进行互相对比与核算,挑选出最合理的方案,保证产品的能源、材料消耗和生产成本最低。

(3) 有良好的劳动条件

在制定工艺规程时,应确保在操作时有良好、安全的工作环境。在制定工艺方案的过程中,要优先采用机械化、自动化的措施,以减轻工人的体力劳动。

2. 制定工艺规程的原始资料

在制定工艺规程时,通常需要具备以下的原始资料:

(1) 产品的装配图和零件图。

(2) 产品验收的质量标准。

(3) 产品的生产纲领（年产量）。

(4) 毛坯资料。

(5) 现场的生产条件。包括生产车间面积，加工设备的种类、规格、型号，现场起重能力，工装制造能力，工人的操作技术水平和操作习惯特点，质量控制和检测手段等。

(6) 国内外同类产品工艺技术的参考资料。

(7) 有关的工艺手册及图册。

3. 制定工艺规程的步骤

(1) 了解工艺规程制定实施的生产环境，明确生产零件的类型和纲领，认识零件的结构工艺性。

(2) 确定毛坯，包括毛坯类型的选择以及生产方法的选择。

(3) 拟定工艺路线，这是制定工艺规程的主要步骤。

(4) 确定所有工序的加工余量、计算工序尺寸及其公差。

(5) 确定所有主要工序的技术要求及检验方法。

(6) 确定所有工序的切削用量与时间定额。

(7) 分析技术经济，挑选出最好的方案。

(8) 填写工艺文件。

1.1.3.3 制定机械加工工艺规程的主要问题

1. 零件的工艺分析

在符合使用需求的条件下，设计生产的零件制造的可行性与经济性叫作零件的结构工艺性。它通常涵盖零件所有制造过程的工艺性，如零件结构的铸造、锻造、热处理、切削加工等。显而易见，零件结构工艺性牵涉的范围非常广，并具备综合性的特点，分析时一定要周密、全面。在制定机械加工工艺规程时，分析零件的切削加工工艺性具有十分重要的意义。

在不一样的生产条件、类型下，相同结构的零件的制造经济性与可行性也不相同。例如，双联斜齿轮的结构如图1-5所示，两个齿圈间的轴向距离极小，因此对小齿圈进行加工时不应该使用滚齿，只能利用插齿来进行。又因为插斜齿需专用螺旋导轨，因此其结构工艺性非常差。如果工厂可以用电子束焊首先将两个齿圈进行滚切，然后把它们焊为一个整体，其结构工艺性就会比较好，而且还可以使齿轮之间的轴向距离缩短。如此看来，有必要通过具体的生产类型与生产条件对结构工艺性进行分析。从上述分析也可知道，只有熟悉制造工艺，有一定的实践经验，并且熟练掌握工艺理

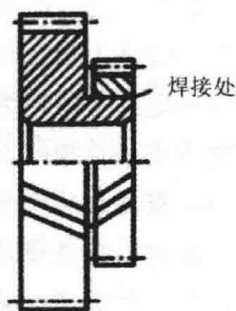


图 1-5 双联斜齿轮的结构

论,才能分析零件结构工艺性。

2. 毛坯的选择

毛坯的大小和形状与成品零件越相似,也就是说毛坯的精度越高,零件机械加工的劳动量就会越小,耗损的材料也就越少,机械加工的生产效率越会提升,且会缩减费用,但制造毛坯的费用会提高。因此,要综合考量机械加工与毛坯制造两方面的因素来确定毛坯,从而收到最好的成效。

选择毛坯的类型及其制造方法是确定毛坯的主要内容。毛坯有很多类型,具体有铸件、锻件、冲压件、焊接件、板材等。确定毛坯时要注意以下问题:

(1) 零件的材料及其机械性能。当对零件的材料进行选择与确认以后,大体上也就确定了毛坯的类型。比如,当材料是钢材,而且要求的力学性能较高时,可以选择锻件;当有力学性能要求很低时,可以选用铸钢或者型材。

(2) 零件的形状和尺寸。毛坯的形状种类非常繁杂,因此往往使用铸造的手段来确定毛坯。严禁使用砂型铸造薄壁零件,但其可用于制造大尺寸的铸件,毛坯中的小型零件可以用更先进的方法进行铸造。对于一般用途的经常使用的钢质阶梯轴零件,若每个台阶相差的直径比较小,宜选用棒料;反之,则选用锻件。大尺寸的零件,由于受到设备的影响,自由锻是最佳的方法;模锻适用于中小型的零件;若钢质零件的形状比较复杂,那么自由锻是不合适的。

(3) 生产类型。大量生产要用高精度与高生产率的方法生产毛坯,通过缩减材料的耗损量、机械加工的成本以弥补生产毛坯的昂贵成本。举例如下,铸件应该选用精密铸造或者金属模机器造型;锻件的方法有冷轧、模锻等;自由锻或木模手工造型则适用于单件小批量生产。

(4) 生产条件。一定要根据具体的生产条件对毛坯进行确定,如现场生产毛坯的实际能力与水平、外协的可能性等。若条件允许,要主动地号召并调动地区进行专业化生产,整体进行毛坯的供给。

(5) 要全方位地探讨新技术、新工艺与新材料采用的可能性。如应用于机械中的精铸、精锻、冷轧、冷挤压等加工方法也在慢慢地延伸。这些方法被采用后,能够使机械加工量极大地减少,甚至没有必要再实施机械加工,其经济成效十分明显。

3. 定位基准的选择

(1) 基准

用于明确生产对象各几何要素之间的几何关系所凭借的那些点、线、面就叫作基准。依据基准的作用,可以将基准分为两大类,即设计基准和工艺基准。

设计基准。设计人员在进行零件设计的过程中,要明确标注尺寸(或角度)的起始位置,其依据标准是零件在装配结构中的装配关系和零件本身结构要素之间的相互位置关系。总的说来,设计图样上所使用的基准就是设计基准,如图1-6所示,在该阶梯轴中,端面1与中心线2就是设计基准。

工艺基准。工艺基准指的是零件加工时所采用的基准。以工艺基准的作用为依据，能够把工艺基准分类为定位基准、测量基准和装配基准。

①定位基准，是指在对工件进行加工时起定位作用的基准。它是确定零件大小的直接标准，对其做进一步的划分，又可分为精基准和粗基准两类。

a. 精基准。经过机械加工的定位基准叫作精基准。

b. 粗基准。没有经过机械加工的定位基准叫作粗基准。在进行机械加工时，粗基准总是第一道机械加工工序所采用的定位基准。

另外，为了满足机械加工工艺的需求而专门设计的定位基准叫作附加基准。例如，常用顶尖孔定位进行轴类零件的加工，顶尖孔就是专门为机械加工工艺而设计的附加基准。

②测量基准，是指在加工时或者加工完成以后测量工件的形状、位置与尺寸误差所采取的基准。

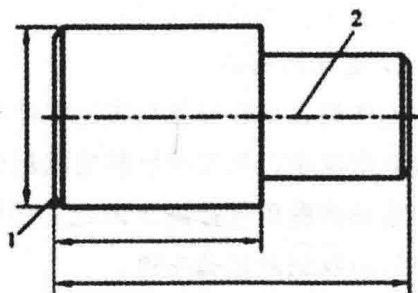
③装配基准，是指在进行零件装配时，在产品中为了决定零部件的相对位置所采取的基准。

(2) 定位基准的选择

定位基准选择的一般原则如下：

①挑选尺寸最大的表面当作安装面（限制 3 个自由度），将距离最长的表面作为导向面（限制 2 个自由度），将尺寸最小的表面当作支承面（限制 1 个自由度）。如图 1-7 所示，在该零件中，要求所加工的孔与端面 M 垂直。显而易见，用 N_1 面进行定位时，加工精度比较高。

②首先考虑保证空间位置精度，然后考虑保证尺寸精度。因为在加工中保证空间位置精度比保证尺寸精度要困难得多。如图 1-8 所示，在该主轴箱零件中，其主轴孔轴线距离 M 面的长度为 z ，距离 N 面的长度为 x 。因为主轴孔穿通箱体的前后壁，且要求与 M 面、 N 面平行，所以要把 M 面当作安装面，对 $\widehat{Z}$ 、 $\widehat{X}$ 、 $\widehat{Y}$ 这 3 个自由度进行限制，把 N 面当作导向面，对 $\widehat{X}$ 和 $\widehat{Z}$ 这 2 个自由度进行限制。为了确保这些空间位置的准确性， M 面与 N 面的加工精度一定要非常高。



1—端面；2—中心线

图 1-6 设计基准举例

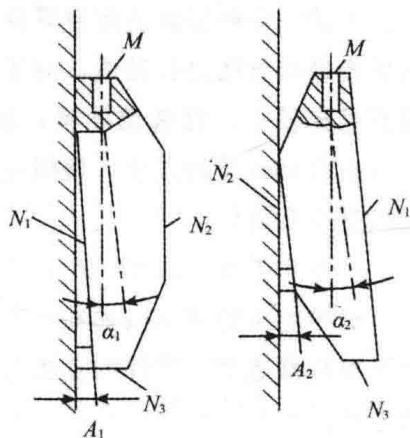


图 1-7 选最长距离的面为导向面

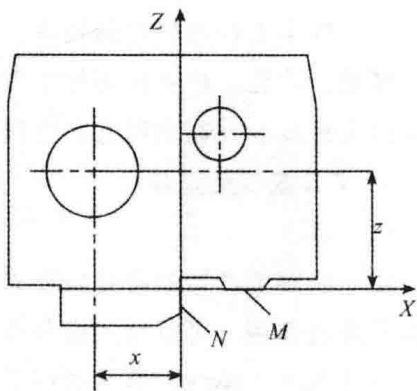


图 1-8 空间位置精度的保证

③要尽可能地把零件的主要表面选为定位基准。因为其他表面的确定主要取决于主要表面位置,也即主要设计基准。如图1-8所示,在该主轴箱零件中,主要表面是M面和N面,许多表面位置的确定均取决于这两个表面。

④选定的定位基准要便于夹紧,在加工时可靠稳定。

粗基准的选择原则如下:

对粗基准进行选择要保证非加工面与加工面之间的位置精度,对所有加工的余量进行合理的分配,并将其作为接下来的工序的定位基准。粗基准的选择原则如下:

①选加工余量小的面做粗基准,以保证各加工面都有足够的加工余量。

②选重要表面为粗基准,以保证重要表面的加工余量均匀。

图1-9为床身零件加工时的粗基准选择。若如图(a)选床腿面为粗基准,毛坯尺寸的误差会导致床身导轨面的余量不均匀,一方面增加整个加工余量,另一方面加工后导轨面各处的硬度也可能不均匀;若如图(b)选床身导轨面为粗基准,以床腿面为精基准加工导轨面时,将使导轨面的余量均匀。

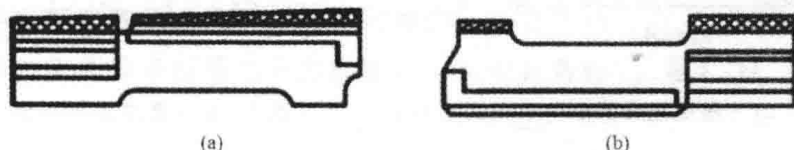


图1-9 床身零件加工时的粗基准选择

③将不进行加工的表面作为粗基准,以使不加工表面与加工表面之间的相对位置要求得到满足,同时能够在一次安装下加工出更多的表面。图1-10所示的零件加工就是一个实例。

④应选平整、光洁、面积较大的表面作粗基准,以避免一些缺陷,如锻造飞边和铸造浇冒口、分型面、毛刺等,以确保可以准确定位,夹紧可靠。

⑤粗基准一般只能使用一次。因为粗基准为非加工面,易导致定位基准位移误差大,如重复使用,将造成较大的定位误差,无法满足加工要求。因此,在制定工艺规程时,精基准通常是第一道工序与第二道工序共同的目标。

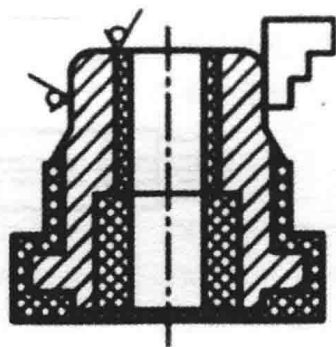


图1-10 选不加工表面为粗基准

选择精基准的原则主要体现在以下方面:

①基准重合原则。将设计基准当作定位基准就叫作基准重合。这样做可减小由于基准不重合导致的误差。例如,图1-11为主轴箱体零件,主轴孔轴线在垂直方向的尺寸 B_2 的设计基准是箱底面。加工主轴孔时,若将箱底面作为定位基准,则可直接保证尺寸 B_2 的精确度,避免因基准不重合而产生的误差。有些制造厂考虑到主轴由三个支承组成,内壁上也有孔,为了提高镗杆的刚性并保证三个孔的同轴度,在夹具上设计了三个镗模板,