

高职高专教育机电类规划教材

机械制造技术

李 华 主编

ANXIAO SHIYONG

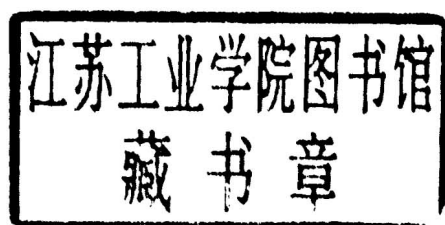


机械工业出版社

高职高专教育机电类规划教材

机 械 制 造 技 术

主 编	李 华		
副主编	沙 杰	李焕峰	黄荣杰
参 编	陈永秋	马国亮	曹秋霞
	刘战术	刘楠藩	卢志文
	韩莉莉	刘书敏	
主 审	于骏一		



机 械 工 业 出 版 社

本书内容分为五篇,共二十章。第一篇为总论,介绍机械制造过程和工艺系统基本理论;第二篇为机械加工方法与装备,介绍车、铣、钻与镗、磨、齿形等加工方法与装备;第三篇为机械制造工艺设计,介绍尺寸链、加工误差、表面质量与工艺规程设计;第四篇为典型零件加工工艺,介绍轴、箱体与齿轮加工工艺;第五篇为现代制造技术简介。全书以常规制造技术为主体,在掌握概念与原理的同时,突出技术应用,适应专业教学改革的要求。

本书可供高等职业技术院校及高等专科学校机械制造、模具设计与制造、机电一体化等机械类专业学生使用,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术/李华主编. —北京:机械工业出版社, 2000.8

高职高专教育机电类规划教材

ISBN 7-111-05561-6

I. 机… II. 李… III. 机械制造工艺-高等教育:技术教育-教材
IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 02361 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:钱飒飒 王霄飞 版式设计:冉晓华 责任校对:韩 晶

封面设计:姚 毅 责任印制:何全君

三河市宏达印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000 年 8 月第 1 版第 2 次印刷

787mm×1092mm $1/_{16}$ ·36.75 印张·903 千字

6 001—9 000 册

定价:45.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

前 言

本书是根据高等职业技术学院机械制造专业教学基本要求,结合参编学校多年来专业教学改革的实践并吸取兄弟院校专业教学改革的成功经验,在机械工业出版社教材编辑室的指导和支持下编写的,是配合专业教学改革的系列教材之一。

本书可作为高等职业技术学院机械制造类专业的主干专业课教材,适用于机械制造工艺及设备、模具设计与制造、机电一体化等专业的专业课教学,也可用于其他机械类的专业基础课教学,还可作为职工大学、职业大学等的有关专业教材,并可供从事机械制造专业的工程技术人员参考。

本书以突出专科教育特色,以增强应用性和加强能力与素质培养为指导,根据工程实践对制造技术知识与能力的要求和学科自身规律,突破传统专业教材的框框,建立了新的教学内容体系。全书共包括五部分:第一部分是机械制造过程和工艺系统的基本理论。介绍机械制造过程、加工表面成形和工艺系统的组成及有关基本概念和理论。第二部分介绍常用基本加工方法的特点、应用和相应的装备。第三部分以质量控制为出发点,介绍机械制造工艺设计基本理论与方法。第四部分介绍典型零件加工工艺。最后一部分简介现代制造技术。本书内容包括了机械制造专业原来的“机械工艺学”、“机床夹具设计”、“金属切削机床概念”和“金属切削原理与刀具”四门课程的有关内容。在编写时以常规制造技术介绍为主,注意反映机械制造技术共性的基础,注意了知识的综合与应用。书中每一篇的内容都是前面各篇内容的综合与应用。本书同时注意贯彻最新国家标准,内容翔实,简明扼要。

本书由郑州工业高等专科学校李华副教授任主编,沙杰、李焕峰、黄荣杰任副主编。参加编写的有:李华(绪论,第一篇第二、三章,第四篇第一章,附录)、沙杰(第三篇第三、五章,第五篇第一章)、李焕峰(第二篇第四章,第五篇第二章)、刘楠岿(第二篇第二章)、刘战术(第二篇第一、五章)、刘书敏(第三篇第二章1、2、4、5、6节)、韩莉莉(第二篇第六章,第四篇第三章)、陈永秋(第一篇第三章第4节,第三篇第一章、第二章第3节,第四章第6节)、马国亮(第一篇第一章,第三篇第四章1~2、4~7节、第四篇第二章)、曹秋霞(第一篇第四章)、卢志文(第二篇第三章)、黄荣杰(第三篇第二章7、8节,第四章第3节)。

全书由吉林工业大学于骏一教授主审。郑州轻工业学院邹景超副教授、郑州工业大学沈沛如教授、郑州工业高等专科学校王明初副教授参加了审稿会,并认真地审阅了书稿,对教材的体系和内容提出了许多宝贵意见。在此谨向他们表示衷心感谢。

高等职业技术学院的专业教学改革是一项长期而又艰苦的工作,目前仍处于探索阶段。如果本书的出版能对专业教学改革工作起一点作用,那将是我们最大的欣慰。但由于我们水平有限,编写时间又较紧迫,书中难免有不少欠妥之处,恳请各兄弟院校师生和读者批评指正。

编 者

目 录

前言
绪论

第一篇 总 论

第一章 机械制造过程	3	第三节 工件	39
第一节 生产过程与工艺过程	3	第四节 夹具	41
第二节 生产纲领与生产类型	5	第四章 金属切削过程基本	
第三节 机械装配生产类型及特点	7	规律及应用	54
第二章 机械加工表面成形	9	第一节 金属切削过程	54
第一节 工件表面的成形方法	9	第二节 切削力	60
第二节 机械加工所需的运动	12	第三节 切削热与切削温度	71
第三节 切削用量及切削层参数	14	第四节 刀具磨损与刀具耐用度	74
第三章 机械加工工艺系统的组成	17	第五节 切屑的控制	82
第一节 金属切削机床	17	第六节 材料的切削加工性	89
第二节 金属切削刀具	25	第七节 切削液	94

第二篇 机械加工方法与装备

第一章 车削加工	101	第四章 磨削加工	212
第一节 车床	102	第一节 砂轮	212
第二节 车刀	129	第二节 磨削过程	218
第三节 车床夹具	142	第三节 先进磨削方法	224
第二章 铣削加工	145	第四节 磨床	226
第一节 铣削原理	146	第五章 齿形加工	241
第二节 铣床	152	第一节 齿形加工方法	241
第三节 铣刀	156	第二节 齿轮加工机床	253
第四节 铣床夹具	166	第三节 齿轮滚刀	268
第三章 钻削与镗削加工	175	第四节 插齿刀	274
第一节 钻削与铰削	175	第六章 其它加工方法	276
第二节 镗削与镗刀	190	第一节 拉削加工	276
第三节 镗床	194	第二节 刨插加工	283
第四节 钻床夹具	198	第三节 螺纹加工	286
第五节 镗床夹具	207	第四节 金属少无切削加工	290

第三篇 机械制造工艺规程设计

第一章 尺寸链	295	第二节 工艺尺寸链	297
第一节 概述	295	第三节 装配尺寸链	304

第二章 机械加工误差	306	其影响因素	363
第一节 概述	306	第四章 机械加工工艺规程设计	375
第二节 工艺系统的几何误差	307	第一节 机械加工工艺规程设计方法	375
第三节 定位误差	311	第二节 机械加工工艺规程设计的 准备工作	376
第四节 工艺系统受力变形引起的 误差	323	第三节 工艺路线的拟定	386
第五节 工艺系统热变形引起的误差	331	第四节 加工余量的确定	405
第六节 工件内应力所引起的加工 误差	337	第五节 工艺过程的技术经济分析	408
第七节 机械加工误差综合分析 方法及举例	340	第六节 机械装配精度	413
第八节 提高加工精度的工艺措施	351	第七节 装配工艺规程设计	425
第三章 机械加工表面质量	357	第五章 专用夹具设计	432
第一节 概述	357	第一节 专用夹具设计步骤	432
第二节 加工表面几何特征的形成及其影 响因素	359	第二节 夹具总图上技术要求的制订	433
第三节 加工表面力学物理性能的变化及		第三节 夹紧力的确定	434
		第四节 夹紧机构	436
		第五节 专用夹具设计示例	450
第四篇 典型零件加工工艺			
第一章 轴类零件加工	457	第三节 箱体的孔系加工	478
第一节 概述	457	第四节 箱体孔系加工精度分析	481
第二节 轴类零件加工工艺分析	458	第五节 箱体的检验	486
第三节 轴类零件外圆表面加工	464	第三章 圆柱齿轮加工	489
第四节 轴类零件检验	466	第一节 概述	489
第二章 箱体零件加工	468	第二节 圆柱齿轮加工工艺分析	491
第一节 概述	468	第三节 滚齿加工误差分析	496
第二节 箱体加工工艺过程分析	472		
第五篇 现代制造技术			
第一章 精密加工与特种加工	503	第二节 计算机辅助工艺规程设计	538
第一节 概述	503	第三节 数控加工	541
第二节 常用精密机械加工方法	506	第四节 柔性制造系统 (FMS) 和计算机集成 制造系统 (CIMS)	552
第三节 精密元件加工	512	附录	556
第四节 常用特种加工方法	525	参考文献	578
第二章 机械制造自动化	531		
第一节 成组技术	531		

绪 论

机械制造技术是以制造一定质量的产品为目标,研究如何以最少的消耗、最低的成本和最高的效率进行机械产品制造的综合性技术。机械制造业作为国民经济的基础产业,不仅对提高人民的生活水平起着重要的作用,而且对科学技术的发展,尤其是现代高新技术的发展起着重要的推动作用。当前,衡量一个国家科技发展的程度,是以它能为世界提供多少可造福于人类的产品为主要依据的,而产品只有通过制造过程才能完成。因此,制造技术是经济发展的支撑。在未来的竞争中,谁掌握先进的制造技术,谁就拥有控制市场的主动权。

科学技术研究包括基础研究、应用研究、产品开发设计和制造技术开发四个阶段。机械技术亦是如此,机械科技成果要转化为生产力也必须经过上述几个阶段。机械制造技术是机械科技成果转化为生产力的关键环节。在美国上述的四个阶段所投入的人力和资金的比例为1:5:20:300。在未来的十几年内,机械制造技术的发展将会更加迅速。

计算机技术的发展,促使常规机械制造技术与精密检测技术、数控技术等相互结合,向着高精度、高柔性和自动化的方向发展,使生产效率和质量大幅度地提高。

精密与超精密加工是机械制造技术发展的主要方向之一。一方面,对产品质量要求的提高,促使加工精度由微米级向亚微米级和纳米级发展。在21世纪的高科技领域中,纳米级精度的零件将是必不可少的。另一方面,超精密加工技术是高利润的技术,掌握一项超精密加工技术,就能在可自行定价的高利润畅销品国内外市场上占据一席之地。精密与超精密加工技术已成为一个国家制造技术水平的重要标志之一。目前数控机床的重复定位精度已达到 $0.5\mu\text{m}$,主轴的径向跳动和轴向窜动已分别达到低于 $0.5\mu\text{m}$ 和 $0.2\mu\text{m}$ 的水平。

柔性化和自动化是机械制造技术发展的又一个方向。计算机技术在机床中的应用,使计算机数控(CNC)机床、加工中心、柔性制造系统(FMS)等在机械制造中的应用比例正迅速增加。在1997年举办的中国国际机床工具博览会(CIMT'97)上,数控机床的比例已达70%以上。这些变化使机械制造过程柔性化,适应了生产类型由大批大量生产向多品种小批量生产的变化和加快产品更新换代,缩短生产周期的要求。与这一发展相适应,机床、工具、材料、工艺等各个技术领域都有了相应的发展,如模块化组合的数控设备,专用工具品种的增加,新技术、新材料、新工艺的应用等。

高速高效是机械制造技术发展的另一趋势。机床结构设计与制造水平的提高和新型刀具材料的应用,使切削加工效率大为提高。目前数控车床的主轴转速已达到 5000r/min 。80年代末期,国外已普遍采用磨削速度为 $40\text{m/s}\sim 60\text{m/s}$ 的磨床,市场上出现了磨削速度为 $80\text{m/s}\sim 120\text{m/s}$ 的磨床,实验室内的磨削速度已达到 230m/s 。1996年在日本举行的第17届国际机床展览会上,有的加工中心的主轴转速已达到 $20000\text{r/min}\sim 30000\text{r/min}$,进给速度达到 10m/min 。

经过建国以来40多年的发展,我国机械制造业已具有了相当的实力。“八五”期间,我国机械工业努力开发新产品,积极研究推广现代制造技术。仅1993年,全国开发的机床新品种中,数控机床就占70%以上,先后研制开发成功了THK4610精密加工中心、XKA2120 $\times$

60 型 CNC 重型龙门镗铣床、XH715GY 五轴五联动立式加工中心、五面体立式加工中心等一批具有 80 年代中后期国际先进水平的新产品。FMS 得到了进一步推广应用。这些成就为我国机械工业适应现代技术发展,提高制造技术水平,加快产品结构调整,适应市场经济发展的要求奠定了基础。

但是我们也应看到,我国的机械制造技术与国际先进水平相比还有很大差距。到 1993 年底,我国机床数控化率仅有 3.74%,而先进发达国家已达到 70%以上。引进技术吸收缓慢,国产化周期长,科技成果商品化进程慢,产品质量不稳定,规模经济效益不明显等问题普遍存在。这些问题的主要原因在于机械制造技术水平的落后。如直线滚动导轨和滚珠丝杠质量不稳定,工具性能和寿命不高,严重影响了我国机械产品的质量。因此,大力发展制造技术是当前机械工业的当务之急。

金属切削加工是机械制造技术的主体,占机械制造总工作量的 50%以上,零件的最终加工大都需要用刀具(或磨轮)通过切削加工来完成。现代制造技术及先进设备的作用发挥都依赖于切削加工技术与工具的应用。以切削加工为主要内容的机械制造技术是机械制造类专业的主干专业技术理论。

零件加工过程的主体是表面的成形过程。这一过程的每一环节都是由机床、刀具、工件和夹具这一工艺系统按照要求而完成的;对于不同的零件表面,加工方法不同,相应的工艺系统组成也不同;同一个零件的全部加工过程就是由一个个特定的工艺系统按一定的顺序完成的。因此,加工过程涉及到金属切削原理、金属切削刀具、金属切削机床、机械制造工艺及夹具等理论。这几方面内容在以往的教学是各自独立的几门课程。按照这种教育模式,各门课之间缺乏有机联系,相关内容又多次重复,占用学时多,既不利于应用性专业技术人才的培养,也不利于新技术教学内容的补充。

本教材基于上述考虑,以增强应用能力培养为目的,总结参编单位多年教改实践的经验编写而成。本书以常规制造技术为主体,以表面成形理论引入工艺系统组成的基本知识;以加工方法为主线,介绍各种加工方法及相应的工艺系统组成;以质量控制为出发点,介绍工艺规程设计理论;以典型零件为对象介绍前面几篇内容和方法的综合应用;最后简介现代制造技术的有关内容。由此形成了本教材的新体系。

通过本课程的学习,应掌握机械制造技术的基本理论的基本方法;与实践教学环节相结合,初步形成正确地运用制造技术于工程实际的能力;学会根据不同的要求正确地选择加工方法、制订工艺规程、保证加工质量;学会分析机械制造过程中的技术问题和设计专用工艺装备的方法。此外还要初步了解现代制造技术的知识。

机械制造技术是经过无数优秀科技工作者和生产实践者的艰苦努力才取得今天这样的成就的。这一技术仍在不断的发展中,仍有许多问题等待有志于这一技术领域的科技工作者去不懈地探索。以科学的态度、理论联系实际的风气,将现代科技成果与传统机械制造技术相结合去发展机械制造技术,创造明天的辉煌,是每个专业技术工作者的奋斗目标。

第一篇 总 论

第一章 机械制造过程

机械产品的制造是包含产品设计、生产、经销、用户服务、信息反馈和设计改进等环节和过程的一个系统。其中产品的生产是机械制造过程的核心，是机械产品由设计向产品转化的过程。产品的加工、装配等环节在这一过程中完成，因此这一过程将直接影响产品的质量。机械制造技术正是以研究这一过程中的技术问题为主要内容的。本章重点介绍机械产品生产过程中的一些基本概念。

第一节 生产过程与工艺过程

一、生产过程

在制造机械产品时，把原材料转变为成品的各有关劳动过程的总和，称为生产过程。它包括下列内容：

- 1) 原材料、半成品的运输和保管。
- 2) 生产和技术准备工作，如工艺、工装的设计、制造以及生产组织工作等。
- 3) 毛坯制造，如铸造、锻造、焊接和钣金冲压等。
- 4) 零件的机械加工、热处理等工作。
- 5) 部件和产品的装配、调整工作。
- 6) 产品检验。
- 7) 产品的涂装和保管。

在现代工业生产组织中，一部机器的生产往往是由许多工厂以专业化生产的方式合作完成的。如汽车制造厂就要利用许多其他工厂的产品来完成整车的生产。这时，某工厂所用的原材料、半成品或部件，却是另一工厂的产品。采用专业化生产有利于零部件的标准化、通用化和产品系列化，从而能有效地保证质量并提高生产率、降低成本。

二、工艺过程

在生产过程中，毛坯的制造、零件的机械加工与热处理、产品的装配等工作将直接改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使之成为成品或半成品，这一过程称为工艺过程。工艺过程是生产过程的主体。其中机械加工的过程称为机械加工工艺过程；产品装配的过程称为装配工艺过程。本节研究机械加工工艺过程，装配工艺过程将在第二节介绍。

在机械加工工艺过程中，针对零件的结构特点和技术要求，要采用不同的加工方法和装备，按照一定的顺序依次进行才能完成由毛坯到零件的转变过程。因此机械加工工艺过程是由一个个顺序排列的加工方法即工序组成的。工序又由安装、工位、工步和进给组成。

(1) 工序 一个或一组工人, 在一个工作地对一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程, 称为工序。划分工序的依据是工作地是否变化和工作是否连续。如图 1.1-1 所示的阶梯轴, 在生产批量较小时, 其工艺过程如表 1.1-1 所示。

在上述阶梯轴工艺过程中, 根据工作地点和连续完成的工艺过程内容不同划分了六个工序。其中工序 1 和工序 2 虽工作地点相同, 但工艺内容不连续 (工序 2 是在该批工件工序 1 的内容都完成后才进行的), 因此是两道工序。

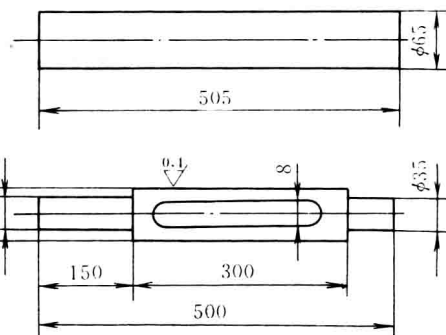


图 1.1-1 阶梯轴零件图

(2) 安装 在加工前, 确定工件在机床上或夹具上占有正确位置的过程称为定位。保持工件定位后的位置在加工过程中不变的操作称为夹紧。这两者合称为装夹。工件经过一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。表 1.1-1 中, 工序 1 要经过两次安装, 工序 2 也要经过两次安装才能完成。

表 1.1-1 生产批量小时阶梯轴工艺过程

工序编号	工 序 内 容	工作地点
1	(1) 车端面、倒角、钻中心孔 (2) 调头, 车端面、倒角、钻中心孔	卧式车床
2	(1) 车 $\phi 60h6$ 外圆, 留磨量 车 $\phi 35mm$ 外圆 (2) 调头, 车左端 $\phi 35mm$ 外圆	卧式车床
3	铣键槽	铣床
4	磨 $\phi 60h6$ 外圆	外圆磨床
5	去毛刺	钳工台
6	检验	检验台

(3) 工位 为了减少工件装夹次数, 避免装夹误差, 加工中常采用回转工作台或移动夹具, 使工件在一次装夹中, 分几个不同位置进行加工。例如, 在大批量生产中, 阶梯轴加工工序 1 的两次安装可以合并为一次。经过一次装夹, 在铣端面钻中心孔机床上完成 (图 1.1-2)。在图 1.1-2 中, 端面铣削和中心孔钻削在两个位置上完成, 就是两个工位。

(4) 工步 在加工表面 (或装配时的连接面) 和加工 (或装配) 工具不变的情况下, 所连接完成的那一部分工序内容, 移为工步。表 1.1-1 中, 工序 1 的每次安装中都有车端面、倒角、钻中心孔三个工步。多刀或多个相同的表面同时加工, 也可看作一个工步, 称复

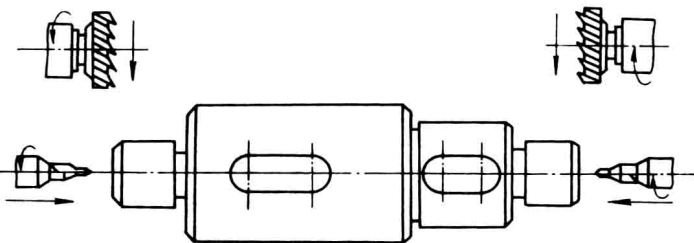


图 1.1-2 铣端面钻中心孔

合工步。

(5) 进给 在每一工步内,若被加工表面需切除的余量较大,可分几次切削,每次切削称为一次进给。

第二节 生产纲领与生产类型

不同的机械产品,其结构、技术要求不同,机械加工工艺也不相同。但它们也有共同的特征,这些特征决定于企业的生产类型。同一种产品,在不同生产类型的企业中,其工艺会有很大差异,企业的生产类型决定于其生产纲领。在市场经济体制下,企业的生产类型对企业的生产组织方式,尤其是经济效益有着直接的影响。

一、生产纲领

生产纲领是指企业在计划期内应生产的产品产量。计划期通常定为1年,所以生产纲领也称年产量。零件的生产纲领要计入备品和废品的数量,计算式如下

$$N = Qn(1 + \alpha)(1 + \beta) \quad (1.1-1)$$

式中 N ——零件的年产量,单位为件/年;

Q ——产品年产量,单位为台/年;

n ——每台产品中该零件数量,单位为件/台;

α ——备品百分率;

β ——废品的百分率。

二、生产类型

生产类型是指企业(或车间、工段、班组等)生产专业化程度的分类。一般分为大量生产、成批生产和单件生产三大类。

1. 单件生产

单件生产是指产品品种多,而每一品种的结构、尺寸不同,且产量很少,各个工作地点的加工对象经常改变,且很少重复的生产类型。例如重型机械、专用设备制造和新产品试制等都属于单件生产。

2. 大量生产

大量生产是指产品数量很大,大多数工作地点长期地按一定节拍进行某一零件的某一工序的加工。例如:汽车、拖拉机、自行车等的生产。

3. 成批生产

成批生产是指一年中分批轮流地制造几种不同的产品,每种产品均有一定的数量,工作地点的加工对象周期性地重复。例如,机床、电机等的生产。

按成批生产中每一批产品数量(即批量)不同,成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产三种。在工艺过程上,小批生产与单件生产相似,大批生产与大量生产相似,常合称为单件小批生产、大批大量生产。

在一个企业中,生产纲领决定了生产类型,但不同的产品大小和结构复杂程度对生产类型也有影响。在同一个企业中,甚至同一个车间内,会存在不同的生产类型。表1.1-2是不同类型的产品生产类型与生产纲领的关系。表1.1-3是不同机械产品的零件质量型别。

随着科学技术的发展和生产技术的进步,产品更新换代周期越来越短,品种规格不断增

多，多品种小批量的生产类型将会越来越多。

表 1. 1-2 生产类型和生产纲领等的关系

生产类型	生产纲领（单位为台/年或件/年）			工作地每月担负的工序数 （单位为工序数/月）
	小型机械或轻型零件	中型机械或中型零件	重型机械或重型零件	
单件生产	≤100	≤10	≤5	不作规定
小批生产	>100~500	>10~150	>5~100	>20~40
中批生产	>500~5000	>150~500	>100~300	>10~20
大批生产	>5000~50000	>500~5000	>300~1000	>1~10
大量生产	>50000	>5000	>1000	1

注：小型机械、中型机械和重型机械可分别以缝纫机、机床（或柴油机）和轧钢机为代表。

表 1. 1-3 不同机械产品的零件质量型别 (kg)

机械产品类别	零 件 的 质 量		
	轻型零件	中型零件	重型零件
电子机械	≤4	>4~30	>30
机床	≤15	>15~50	>50
重型机械	≤100	>100~2000	>2000

三、工艺特征

生产类型不同，产品的制造工艺、工装设备、技术措施、经济效果等也不相同。其工艺特征如表 1. 1-4 所示。机械制造技术就是根据不同生产类型的要求和被加工零件的结构及技术要求选择合理的加工方法、确定合理的加工工艺，以保证加工质量、提高生产率、降低加工成本的一门综合技术学科。

表 1. 1-4 各种生产类型的工艺特征

工艺特征	生 产 类 型		
	单件小批	中 批	大批大量
零件的互换性	用修配法，钳工修配，缺乏互换性	大部分具有互换性。装配精度要求高时，灵活应用分组装配法和调整法，同时还保留某些修配法	具有广泛的互换性。少数装配精度较高处，采用分组装配法和调整法
毛坯的制造方法与加工余量	木模手工造型或自由锻造。毛坯精度低，加工余量大	部分采用金属模铸造或模锻。毛坯精度和加工余量中等	广泛采用金属模机器造型、模锻或其他高效方法。毛坯精度高，加工余量小
机床设备及其布置形式	通用机床。按机床类别采用机群式布置	部分通用机床和高效机床。按工件类别分工段排列设备	广泛采用高效专用机床及自动机床。按流水线和自动线排列设备
工艺装备	大多采用通用夹具、标准附件、通用刀具和万能量具。靠划线和试切法达到精度要求	广泛采用夹具，部分靠找正装夹，达到精度要求。较多采用专用刀具和量具	广泛采用专用高效夹具、复合刀具、专用量具或自动检验装置。靠调整法达到精度要求

(续)

工艺特征	生 产 类 型		
	单件小批	中 批	大批大量
对工人技术要求	需技术水平较高的工人	需一定技术水平的工人	对调整工的技术水平要求高, 对操作工的技术水平要求较低
工艺文件	有工艺过程卡, 关键工序要工序卡	有工艺过程卡, 关键零件要工序卡	有工艺过程卡和工序卡, 关键工序要调整卡和检验卡
成本	较高	中等	较低

第三节 机械装配生产类型及特点

一、装配的概念

按规定的技术要求, 将零件或部件进行配合和连接, 使之成为成品或半成品的工艺过程称为装配。将若干个零件组合起来成为组件, 称为组装; 把组件组合起来形成部件, 称为部装; 把部件按一定要求组合成机械产品, 称为总装。组装、部装和总装统称为装配。

装配是机械产品生产过程的最后一个阶段, 它包括装配、调整、检验等工作。机械产品的质量除与零件的加工质量有关外, 在很大程度上与装配质量有关。在某些情况下, 装配是决定产品质量的决定性因素。随着机械加工技术的进步, 机械装配在机械制造生产过程中的比重日益增大。只有尽快提高装配工艺技术水平, 才能适应机械工业形势发展, 达到高质量、高效率 and 低成本的要求。

二、装配工作的基本内容

1. 清洗

进入装配的零部件, 必须进行清洗。这一工作对于保证装配配合质量, 提高产品使用寿命有着重要的意义。对于机器的关键部件, 如轴承、密封、精密偶件等, 更为重要。通过清洗可以去除零件表面的油污及杂质, 根据不同的情况, 可以采取擦洗、浸洗、喷洗、超声清洗等不同的方法。

2. 连接

连接是装配工作的主要内容之一, 包括可拆卸连接和不可拆卸连接两种。可拆卸连接常用的有螺纹连接、键连接和销连接, 不可拆卸连接常用的有焊接、铆接和过盈连接等。

3. 校正

校正工作是对机械产品中相关零部件的相互位置进行找正、找平及调整的工作, 多用于产品总装和大型机械的基体件装配。例如车床总装中床头箱主轴中心与尾座套筒中心的等高校正等。

4. 调整

调整是机械装配过程中对相关零部件相互位置所进行的具体调节工作以及为保证运动零部件的运动精度而对运动副间隙进行的调节工作。

5. 配作

配作是指配钻、配铰、配刮、配磨等工作。通过配作可以有效地提高运动副运动精度、接

触结合面的接触精度和刚度，保证连接精度和定位精度，在零件加工精度难以满足产品精度要求时，配作是有效的途径之一。配作通常与校正和调整结合进行。

6. 平衡

对高速回转的机械，为防止振动，需对回转部分进行平衡。生产中使用的有静平衡和动平衡两种方法。对大直径小长度零件可采用静平衡，对长度较大的零件则要采用动平衡法。

7. 验收

验收是在机械产品装配完成后，按一定的标准、采用一定的方法，对机械产品进行规定内容的检验。通过检验可以确定产品是否达到设计要求的技术指标。

除上述内容外，涂装等也属于装配工作内容。

三、装配的生产类型及特点

机械产品的装配生产类型按生产批量不同可分为大批大量生产、成批生产、单件小批生产三种。生产类型不同决定了装配工作在组织形式、装配方法、工艺工装等方面的不同。表 1.1-5 是各种生产类型的装配工作特点。

表 1.1-5 各种生产类型的装配工艺特征

装配工艺特征	生 产 类 型		
	单件小批生产	中 批 生 产	大批大量生产
产品特点	产品经常变换，很少重复生产	产品周期重复	产品固定不变，经常重复
组织形式	采用固定式装配或固定流水装配	重型产品采用固定流水装配，批量较大时，采用流水装配，多品种平行投产时采用变节拍流水装配	多采用流水装配线和自动装配线，有间歇移动、连续移动和变节拍移动等方式
装配方法	常用修配法，互换法比例较少	优先采用互换法，装配精度要求高时，灵活应用调整法和修配法（环数多时）以及分组法（环数少时）	优先采用完全互换法，装配精度要求高时，环数少用分组法；环数多用调整法
工艺过程	工艺灵活掌握，也可适当调整工序	适合批量大小，尽量使生产均衡	工艺过程划分很细，力求达到高度均衡性
设备及工艺装备	一般为通用设备及工艺装备	较多采用通用设备及工艺装备，部分是高效的工艺装备	宜采用专用、高效设备及工艺装备，易于实现机械化和自动化
手工操作量和对工人技术水平的要求	手工操作比重大，需要技术熟练的工人	手工操作比重较大，需要有一定熟练程度的技术工人	手工操作比重小，对操作工技术要求较低
工艺文件	仅有装配工艺过程卡	有装配工艺过程卡，复杂产品要有装配工序卡	有装配工艺过程卡和工序卡
应用实例	重型机械、重型机床、汽轮机和大型内燃机等	机床、机车车辆等	汽车、拖拉机、内燃机、滚动轴承、手表和缝纫机等

第二章 机械加工表面成形

第一节 工件表面的成形方法

机械制造过程是工艺设计要求实现的过程。在这一过程中，针对不同的要求可以采用不同的加工方法，如铸造、锻造、焊接、机械加工、热处理等。就机械加工而言，是根据具体的设计要求选用相应的切削加工方法，但从原理上讲，都是在机床上通过刀具与工件的相对运动，从工件毛坯上切除多余金属，使之形成符合要求的形状、尺寸的表面的过程。因此，机械加工过程实质上是工件表面的成形过程。不同类型的表面所采用的成形方法也不相同。

一、工件表面的构成

机械零件的表面形状千变万化，但大都是由几种常见的表面组合而成的。这些表面包括平面、圆柱面、圆锥面、球面、螺旋面、圆环面以及成形曲面等，如图 1.2-1 所示。由这些表面可以组成各种类型的零件。图 1.2-2 是几种常见的零件类型。

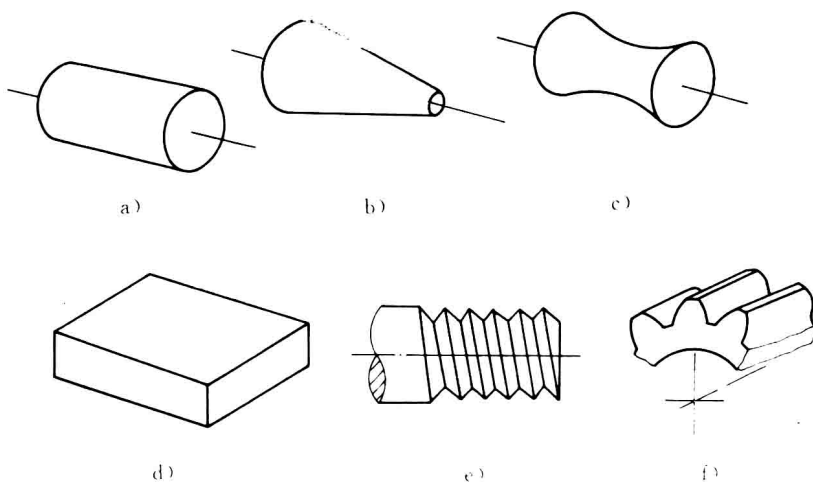


图 1.2-1 常见表面类型

a) 圆柱面 b) 圆锥面 c) 回转双曲面 d) 平面 e) 螺旋面 f) 成形曲面

二、工件表面的成形

零件上的各种常见表面都可以由一条线（称为母线）沿另一条线（称为导线）运动而形成。这类表面称之为线性表面。图 1.2-1 中，平面由一条直线（母线）沿另一条直线（导线）运动而成；圆柱面由一条直线（母线）沿一个圆（导线）运动而成；螺旋面由一条折线（母线）沿一条螺旋线（导线）运动而成；齿轮表面由渐开线（母线）沿直线（导线）运动而成。这些形成工件上各种表面的母线和导线统称为发生线。母线和导线的相对位置不同，所形成

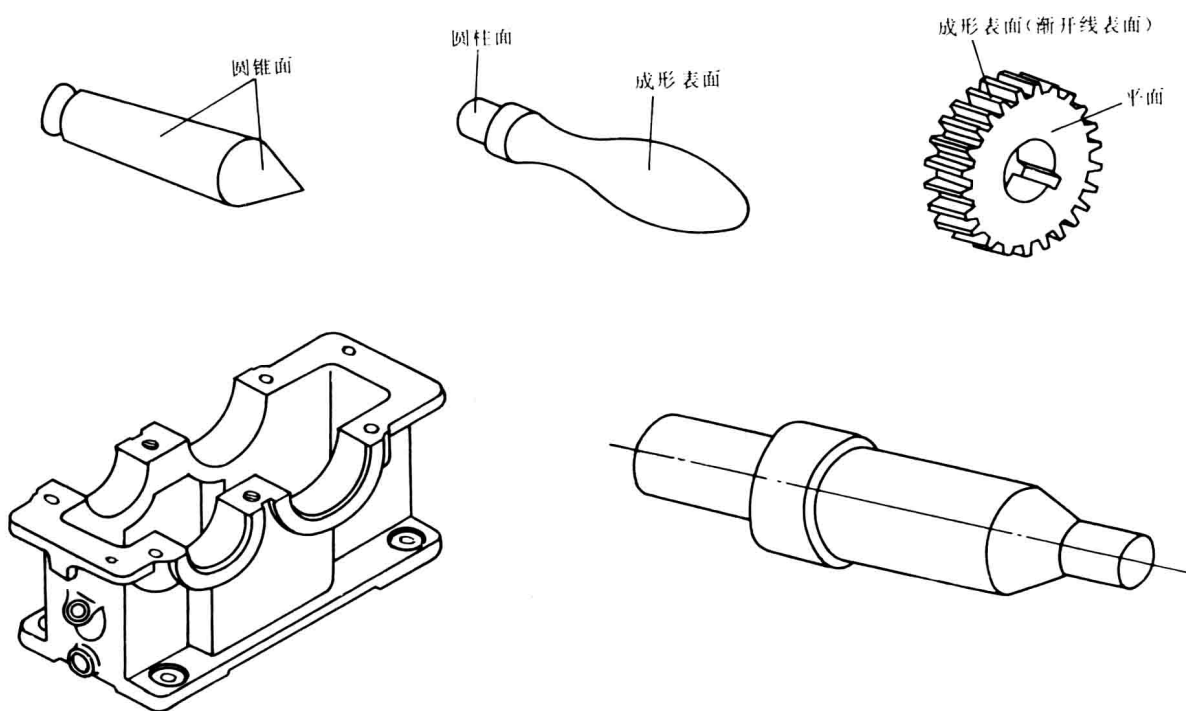


图 1.2-2 常见零件类型

的表面也不同。图 1.2-1 中，直线母线和圆导线相对位置的改变，就分别形成了圆柱面、圆锥面和回转双曲面。

图 1.2-1 所示的各种表面中，有些表面（如平面、圆柱面等）其母线和导线可以互换，称为可逆表面；有些表面（如圆锥面、螺旋面等）其母线和导线不能互换，称为不可逆表面。

三、发生线的形成方法

发生线是形成工件表面的几何要素。机械加工中，发生线是由工件与刀具之间的相对运动和刀具切削刃的形状共同实现的。相同的表面，切削刃的形状不同，工件和刀具之间的相对运动也不相同，这是形成各种加工方法的基础。形成发生线的方法可归纳为如下四种。

1. 轨迹法

轨迹法指的是刀具切削刃与工件表面之间为近似点接触，发生线是通过刀具与工件之间的相对运动，由刀具刀尖的运动轨迹来实现的。如图 1.2-3 所示，工件的回转运动和车刀刀尖的直线运动相组合，实现了圆锥面所需的直母线和圆导线；刀具沿靠模的曲线运动和工件的回转运动形成了加工回转曲面所需的曲线母线和圆导线；平面刨削时，工件和刨刀的直线运动分别实现平面所需的直母线和直导线。

2. 成形法

成形法是指刀具切削刃与工件表面之间为线接触，切削刃的形状与形成工件表面的一条发生线完全相同，另一条发生线由刀具与工件的相对运动来实现。如图 1.2-4 所示，车曲面时，使车刀切削刃形状与工件表面的母线相同，由工件的回转运动实现圆导线；车螺纹时，车刀

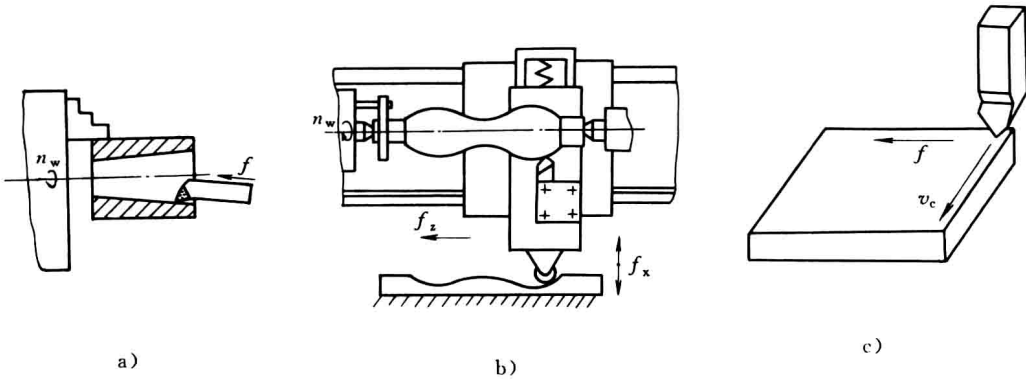


图 1.2-3 轨迹法

切削刃与螺纹的母线形状相同，而车刀相对于工件的螺旋线运动形成螺纹的导线；刨成形曲面时，刨刀切削刃形状与工件曲面的母线相同，刨刀的直线运动实现直导线。

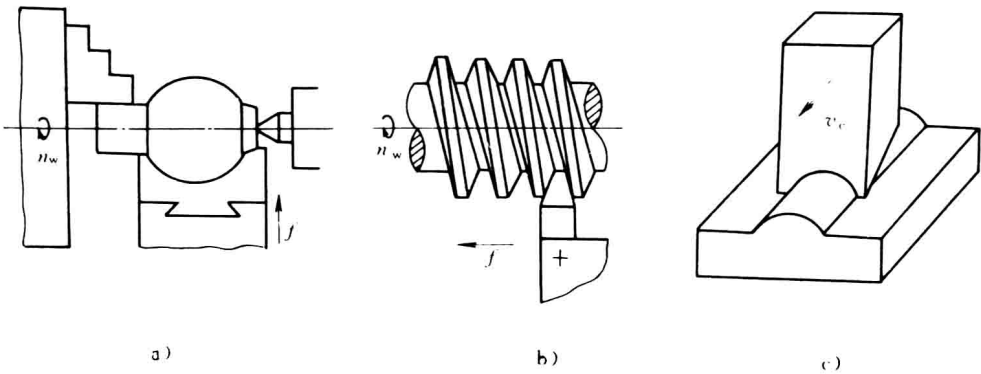


图 1.2-4 成形法

3. 展成法

展成法是指对各种齿形表面进行加工时，刀具的切削刃与工件表面之间为线接触，但切削刃形状不同于齿形表面的形状，刀具与工件之间作展成运动（或称啮合运动），齿形表面的母线是切削刃各瞬时位置的包络线。如图 1.2-5 所示，刀具的切削刃是被加工齿形的共轭曲

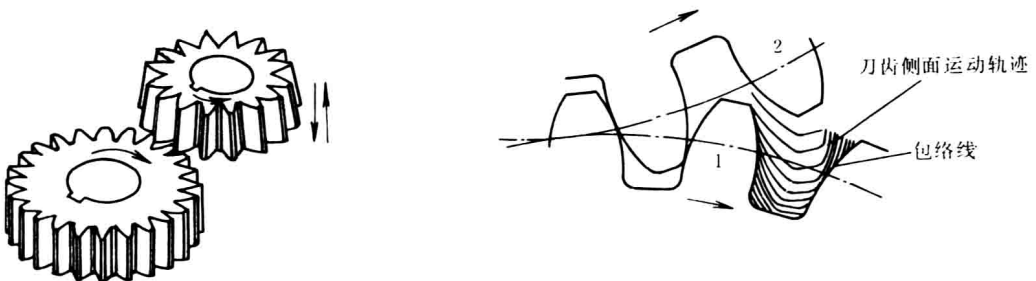


图 1.2-5 展成法

1—被切齿轮 2—插齿刀