



机电类**新技师**培养规划教材

机械制造工艺

JIXIE ZHIZAO GONGYI

中国机械工业教育协会

全国职业培训教学工作指导委员会
机电专业委员会

组编

杨殿英 主编

赠送电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



机电类新技师培养规划教材

机械制造工艺

中国机械工业教育协会

全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会 组编

杨殿英 主编



机械工业出版社

本教材是根据中国机械工业教育协会、全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组织制定的技师教学计划和教学大纲编写的。主要内容包
括：机械加工工艺规程的制订，机床夹具设计，常见金属切削机床与刀具，典型零件加工，机械加工精度，机械加工表面质量，装配工艺规程的制订。

本教材的教学计划和大纲是依据《国家职业标准》中对技师的要求制定的，内容立足岗位，以必需、够用为度，符合职业教育的特点和规律。本教材配有教学计划和大纲、电子教案。可供高级技校、技师学院、高等职业院校等教育培训机构使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造工艺/杨殿英主编. —北京:机械工业出版社,
2009.9

机电类新技师培养规划教材
ISBN 978 - 7 - 111 - 27697 - 5

I. 机… II. 杨… III. 机械制造工艺 - 技术培训 - 教材
IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 117833 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:王英杰 王晓洁 责任编辑:王晓洁

责任校对:申春香 封面设计:王伟光

责任印制:杨曦

唐山丰电印务有限公司印刷

2009年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·11.75印张·285千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 27697 - 5

定价:23.00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) 88379761

封面无防伪标均为盗版

机电类新技师培养规划教材 编审委员会

主任	郝广发	季连海						
副主任	刘亚琴	徐彤	周学奎	何阳春	林爱平	李长江	付志达	
	李晓庆	刘大力	张跃英	董桂桥				
委员	于正明	王军	王德	王兆山	王英杰	付志达	冯小平	
	李涛	李全利	许炳鑫	张正明	杨君伟	何月秋	何秉戌	
	周冠生	孟广斌	赵杰士	郝晶卉	贾恒旦	徐卫东	凌爱林	
	奚蒙	章振周	梁文侠	喻勋良	曾燕燕			
策划组	王英杰	徐彤	何月秋	荆宏智				
本书主编	杨殿英							
本书参编	李红娟	张淑英	王爱丽	刘洪静				
本书主审	徐卫东							

前 言

随着全球知识经济的快速发展，我国工业化建设也呈现迅猛发展之势，因而技术工人十分缺乏。为了顺应形势的发展要求，我国出台了一系列大力发展职业教育的政策：劳动和社会保障部颁布了最新《国家职业标准》，继续实行职业准入制度，并将国家职业资格由三级（初、中、高）改为五级（初、中、高、技师、高级技师），对技术工人的工作内容、技能要求和相关知识进行了重新界定。教育部根据国务院“大力开展职业教育”的精神进行了职业教育的改革，高职学院、中职学校相应地改制、扩招，以培养更多的技术工人。

经过几年的努力，技术工人在数量上的矛盾一定程度上得到缓解，但在结构比例上的矛盾凸显出来。高级工、技师、高级技师等高技能人才在技术工人中的比重远远低于发达国家，而且他们年龄普遍偏大，文化程度偏低，学习高新技能比较困难。为打破这一局面，加快数量充足、结构合理、素质优良的技术技能型、复合技能型和知识技能型高技能人才的培养，劳动和社会保障部提出的“新技师培养带动计划”，即在完成“3年50万”新技师培养计划的基础上，力争“十一五”期间在全国培养技师和高级技师190万名，培养高级技工700万名，使我国从“世界制造业大国”逐步转变为“世界制造业强国”。为此，劳动和社会保障部决定：除在企业中培养和评聘技师外，要探索出一条在技师学院中培养技师的道路来。中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会经研究决定，制定机电行业的技师培养方案。

在上述原则的指导下，中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组织30多所高级技校、技师学院和企业培训中心等单位，经过广泛的调研论证，决定首批选定五个工种（职业）——模具工、机修钳工、电气维修工、焊工、数控机床操作工作为在技师学院培养技师的试点。对学制、培养目标、教学原则、专业设置、课程设置、学时安排、教学计划、教学大纲、教材定位、编写方式等，参照《国家职业标准》中相关工种对技师和高级技师的要求，结合各校、各地区企业的实际，历经三年的充分论证，完成了教学计划和教学大纲的制定和审定工作，并明确了教材编写的思想。

使用本套“机电类新技师培养规划教材”在技师学院培养技师，招收的学员必须符合的条件是：已取得高级职业资格（国家职业资格三级）的高级技校的毕业生，或具有高级职业资格证书的本职业或相近职业的人员。本套教材的编写充分体现“教、学、做”合一的职教办学原则，其特点如下：

（1）教材内容新，贴合岗位实际，满足职业鉴定要求。当今国际经济大格局的进程加快了各类型企业的先进加工技术、先进设备和新材料的使用，作为技师必须适应这种要求，教材中也相应增加了新知识、新技术、新工艺、新设备等方面的内容。另外，教材的内容以《国家职业标准》中对技师和高级技师的知识技能要求为基础，设置的实训项目或实例从岗

位的实际需要出发,是生产实践中的综合性、典型性的技术问题,既最大限度地体现学以致用目的,又满足学生毕业考工取得职业资格证书的需要。

(2) 针对每个工种(职业),均编写一本《相关工种技能训练》。随着全球化进程的加快,我国的生产力发展水平和职业资格体系应与国际相适应,因此,技师应该是具有高超操作技能的复合型人才。例如,模具工技师不应仅是模具工方面的行家里手,还应懂得车、铣、数控、磨、刨、镗和线切割、电火花等加工,以适应现代制造业的发展趋势,故此《相关工种技能训练(模具工)》中,就包含上述内容。其他工种与此类似。

(3) 理论和技能有机结合。劳动和社会保障部颁布的“新技师培养带动计划”中明确指出“建立校企合作培养高技能人才”的制度,现在许多技师学院从企业中聘请具有丰富实践经验的工程技术人员作为技能课教师,各专题理论与实践融合在一起的编写方式,更适于这种教学制度。

(4) 单独编写了两本公共课教材——《实用数学》和《应用文写作》。新时代对技师的要求不仅是技术技能型人才,还应是知识技能型甚至是复合技能型的高技能人才,有一定的数学理论基础和写作能力是新技师必备的素质。《实用数学》运用微积分知识分析解决生产中的实际问题,少推理,重应用;《应用文写作》除介绍、普通事务文书、经济文书、法律文书、日常事务文书的写法外,还教授科技文书的写法,其中科技论文的写法对于技师论文的写作会有很大裨益。

(5) 绝大部分书配有电子教案。电子教案包括教学计划、教学大纲、每章的培训目标、内容简介、重点难点,教师上课的板书,本章小结、配套习题及答案等。

(6) 练习题是国家题库及各地鉴定考题的综合归纳和提升。

本套教材的编写得到了各技师学院、高级技工学校领导的高度重视和大力支持,编写人员都是职业教育教学一线的优秀教师,保障了这套教材的质量。在此,对为这套教材出版给予帮助和支持的所有学校、领导、老师表示衷心的感谢!

本书由杨殿英统稿并任主编,李红娟、张淑英、王爱丽、刘洪静参加编写,徐卫东任主审。

由于编写时间和编者水平所限,书中难免存在不足或错误,敬请广大读者不吝赐教!

**中国机械工业教育协会
全国职业培训教学工作指导委员会
机电专业委员会**

目 录

前言		
绪论	1	
第一章 机械加工工艺规程的制订	2	
第一节 机械加工工艺过程	2	
一、机械加工工艺过程的基本概念	2	
二、机械加工工艺过程的组成	2	
第二节 制订机械加工工艺规程的原则、原始资料及步骤	4	
一、制订工艺规程的原则	4	
二、制订工艺规程的原始资料	4	
三、制订工艺规程的步骤	4	
第三节 零件图的分析	5	
一、零件的结构分析	5	
二、零件技术要求的分析	5	
第四节 毛坯的选择	6	
一、毛坯种类的选择	6	
二、毛坯形状与尺寸的确定	7	
第五节 定位基准的选择	7	
一、基准的概念及其分类	7	
二、定位基准的选择原则	8	
第六节 工艺路线的拟订	10	
一、表面加工方法的选择	10	
二、零件各表面加工顺序的确定	11	
第七节 加工余量的确定	13	
一、加工余量的概念	13	
二、影响加工余量的因素	14	
第八节 工序尺寸和公差确定	16	
一、各工序加工余量的确定	16	
二、各工序基本尺寸的确定	17	
三、各工序尺寸公差的确定	17	
四、加工余量和工序尺寸分布图的绘制	17	
第九节 工艺尺寸链	17	
一、工艺尺寸链的概念	18	
二、工艺尺寸链的基本计算公式	19	
三、工艺尺寸链的解算	20	
第十节 机床及工艺装备的选择	24	
一、机床的选择	24	
二、工艺装备的选择	24	
第十一节 工艺过程的技术经济分析	25	
一、提高劳动生产率的工艺途径	25	
二、工艺成本及其组成	28	
三、工艺方案经济性的评比方法	29	
第十二节 提高劳动生产率的途径	30	
一、时间定额	30	
二、提高机械加工生产率的主要途径	31	
复习思考题	34	
第二章 机床夹具设计	35	
第一节 概述	35	
一、机床夹具的概念	35	
二、机床夹具的作用	36	
第二节 工件在夹具中的定位	36	
一、工件在夹具中的定位原理	36	
二、定位方法和定位元件的选用	38	
三、完全定位和不完全定位	43	
四、欠定位和过定位	44	
五、定位刚性和定位稳定性	46	
第三节 工件在夹具中的定位误差	47	
一、定位误差的产生	47	
二、定位误差的分析与计算	48	
第四节 工件的夹紧	51	
一、夹紧装置的基本要求	51	
二、基本夹紧机构	52	
第五节 夹具的其他元件及装置	53	
一、组合夹具	53	
二、拼装专用夹具	57	
第六节 专用夹具的设计方法	57	
一、设计前的准备工作	58	
二、确认夹具的结构方案	58	
三、绘制夹具图样	58	
复习思考题	59	
第三章 常见金属切削机床与刀具	60	
第一节 金属切削机床的分类与型号	60	
一、机床的分类	60	
二、机床的型号	61	

第二节 车床与车刀	64	第五章 机械加工精度	116
一、车床	64	第一节 概述	116
二、CA6140 型卧式车床	65	一、原始误差及其分类	116
三、立式车床	66	二、加工原理误差	117
四、车削的工艺特点	67	第二节 工艺系统几何误差及其对加工精度的影响	118
五、车刀	67	一、机床的几何误差	118
第三节 钻床及孔加工刀具	69	二、调整误差	123
一、钻床	69	三、刀具、夹具的制造误差及工件的定位误差	124
二、钻削的工艺特点	70	四、工艺系统的磨损误差	125
三、孔加工刀具	71	第三节 工艺系统受力变形及其对加工精度的影响	126
第四节 镗床	76	一、工艺系统刚度分析	126
一、卧式镗床	76	二、工艺系统受力变形对加工精度的影响	129
二、坐标镗床	77	第四节 工艺系统热变形及其对加工精度的影响	135
三、镗削的工艺特点	78	一、工艺系统的热源及热平衡	135
第五节 铣床及铣刀	78	二、机床热变形对加工精度的影响	136
一、铣床	78	三、减少机床热变形对加工精度影响的措施	136
二、铣削的工艺特点	80	四、工件热变形对加工精度的影响	139
三、铣刀	81	五、刀具热变形对加工精度的影响	140
第六节 磨床	82	第五节 工件内应力及其对加工精度的影响	141
一、磨床的功能和类型	82	一、内应力的概念	141
二、外圆磨床	83	二、内应力产生的原因及所引起的加工误差	141
三、内圆磨床	84	三、减少或消除内应力的措施	142
四、平面磨床	84	第六节 保证加工精度的工艺措施	143
五、磨削的工艺特点	84	一、直接减小和消除原始误差法	143
第七节 齿轮加工机床及切齿刀具	86	二、误差补偿法	143
一、齿轮加工机床	86	三、误差分组法	145
二、切齿刀具	90	四、误差转移法	145
复习思考题	91	五、就地加工法	145
第四章 典型零件加工	93	六、误差平均法	146
第一节 轴类零件加工	93	复习思考题	146
一、概述	93	第六章 机械加工表面质量	148
二、轴类零件的主要技术要求	94	第一节 概述	148
三、轴类零件的加工路线	94	一、表面质量的基本概念	148
四、主轴加工工艺过程及分析	95	二、表面质量对产品使用性能的影响	148
第二节 箱体零件加工	100	第二节 影响表面粗糙度的因素	149
一、概述	100		
二、箱体的主要技术要求	101		
三、主轴箱体加工工艺过程及分析	103		
第三节 圆柱齿轮加工	108		
一、概述	108		
二、圆柱齿轮的技术要求	109		
三、圆柱齿轮加工工艺过程及分析	110		
复习思考题	114		

一、切削加工中影响表面粗糙度的因素	149	第二节 保证装配精度的工艺方法	156
二、磨削加工中影响表面粗糙度的因素	150	一、互换法	156
第三节 影响表面物理力学性能的因素	150	二、选配法	156
一、加工表面的冷作硬化	150	三、修配法	158
二、加工表面的金相组织变化	151	四、调整法	159
三、加工表面层的残余应力	152	第三节 装配尺寸链	162
第四节 控制加工表面质量的途径	153	一、装配尺寸链的基本概念	162
一、控制磨削参数	153	二、装配尺寸链的分类	163
二、终加工工序采用超精加工、珩磨等光整加工方法	154	三、装配尺寸链的分析	163
三、采用喷丸、滚压、辗光等强化工艺	154	四、装配尺寸链的计算方法及计算公式	165
复习思考题	154	五、装配尺寸链的解算实例	168
第七章 装配工艺规程的制订	155	第四节 装配工艺规程的制订方法	172
第一节 装配精度的概念	155	一、制订装配工艺规程的原则	173
一、距离精度	155	二、制订装配工艺规程的原始资料	173
二、相互位置精度	155	三、制订装配工艺规程的步骤	173
三、机器各部分的运动精度	155	四、装配单元系统图	174
		复习思考题	175
		参考文献	176

绪 论

机械制造业是制造各种机械设备和工具的工业，肩负着为国民经济各部门提供各种机械设备和为人民生活提供耐用消费品的重要任务，在国民经济发展中具有非常重要的地位，是国民经济的重要基础和支柱产业。机械制造业的发展规模和水平决定了国民经济各部门所采用装备的先进程度，所以机械制造业的技术水平和发展规模是衡量一个国家科技水平和经济实力的重要标志。

我国的机械制造业经过近 60 年的发展，逐步形成了门类基本齐全，具有相当规模的工业体系。随着我国的改革开放和科学技术的飞速发展，为我国的机械制造业提供了空前的发展机遇和条件。在重视自主研发高技术产品的同时，大量引进国外的先进技术，推动企业加速走依靠科技进步，加快技术改造，产品更新换代的道路。数控机床（CNC）、柔性制造系统（FMS）、计算机集成制造系统（CIMS）等的应用在保证产品质量的同时，还实现了生产过程的自动化、智能化、集约化，提高了劳动生产率，降低了生产成本，并改善了劳动条件。

随着科学技术的发展，对产品的精度提出了越来越高的要求。一些传统的加工方法已经不能适应高精度和高表面质量的要求，促使机械加工技术向精密加工和超精密加工的方向发展。同时出现了利用声能、光能、电能和化学能加工金属的特种加工技术。新的刀具材料的开发与应用使得高速切削、强力切削成为可能，从而大大提高了切削加工效率。

我国的机械制造工业虽然取得了很大的成绩，但与工业发达国家相比，在设计方法、工艺水平、管理水平、能源消耗、劳动生产率等方面还存在较大差距。因此，要研究、开发新的加工工艺和装备，在引进和消化国外先进技术的同时，加强产品制造技术的自主开发与创新，努力赶超世界先进水平。

本课程是机械类相关专业的一门重要专业课。主要内容包括：机械加工工艺流程的制订、机床夹具设计、常见金属切削机床与刀具、典型零件加工、机械加工精度、机械加工表面质量、装配工艺流程的制订等内容。通过本课程的学习，可以使学生具有分析和解决生产中一般的工艺技术问题的能力。

本课程具有涉及面广、实践性强、灵活性大的特点，特别是机械制造过程是一个复杂的过程，尤其是传统的工艺制造方法还需要依赖操作人员个人的经验和技能。所以在学习本课程时要特别注意理论与实践相结合，灵活运用所学知识解决生产中的实际问题，综合考虑产品质量、生产率、经济性三方面的相互关系，做到具体问题具体分析。同时还要关注新装备、新工艺、新技术的应用，促进我国机械制造业的振兴与发展。

第一章 机械加工工艺规程的制订

本章应知

1. 机械加工工艺规程的作用。
2. 毛坯的选择方法。
3. 基准的概念及定位基准的选择方法。
4. 影响加工余量的因素。

本章应会

1. 制订机械加工工艺规程的原则、方法和步骤。
2. 拟订工艺路线的原则，加工余量、工序尺寸、公差的确定和计算。
3. 工艺过程的技术经济分析。

第一节 机械加工工艺过程

一、机械加工工艺过程的基本概念

生产过程是指原材料到成品之间各个相互关联的劳动过程的总和。对于机械生产而言，它包括：原材料的运输和保存、生产的准备工作、毛坯的制造、零件的机械加工与热处理、产品的装配、调试以及涂装和包装等。

机器的生产过程一般都比较复杂，为了便于组织生产和提高劳动生产率，现代机械制造的发展趋势是组织专业化生产。即一种产品的生产不是由一个工厂完成的，而是由许多工厂联合起来共同完成的。例如：汽车厂生产的汽车，其中轮胎、仪表、电器、发动机以及其他许多零部件都是在另外的工厂生产的。一个工厂按一定的顺序将原材料制成产品，这些过程的总和即为该厂的生产过程。产品按专业化组织生产后，工厂的生产过程就比较简单，有利于零部件的通用化、标准化，从而在保证质量的前提下，提高生产率和降低成本。

机器的生产过程中，有一部分过程是与原材料变为成品直接有关的，如毛坯制造、机械加工、热处理和装配等，称为工艺过程。采用机械加工方法，按一定顺序，直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量，使之成为成品的过程称为机械加工工艺过程。把机械加工工艺过程的内容，用表格的形式规定下来，就是机械加工工艺规程。

二、机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程是由一个或若干个顺序排列的工序组成的，毛坯依次通过这些工序变为成品。

1. 工序

工序是工艺过程的基本单元，也是生产计划的基本单元。

一个（或一组）工人在一个固定的工作地点，对一个（或同时对几个）工件所连续完成的那部分工艺过程，称为工序。如图 1-1 所示的台阶轴，其加工工

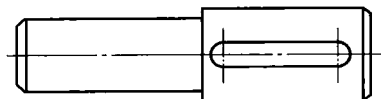


图 1-1 台阶轴简图

艺过程见表 1-1。

表 1-1 台阶轴加工工艺过程

工序编号	工序内容	设备
1	铣端面、钻顶尖孔	铣端面、钻顶尖孔机床
2	车大外圆及倒角	车床
3	车小外圆及倒角	车床
4	铣键槽	铣床
5	去毛刺	钳工台

2. 工步与进给

工步是在加工表面、切削刀具以及切削用量中的转速与进给量都不变的条件下所连续完成的那部分工艺过程。

在一个工序内，往往需要采用不同的刀具和切削用量对不同的表面进行加工，所以一个工序可包括几个工步，也可以只包括一个工步。例如：表 1-1 的工序 2 中，包括有车大外圆和倒角两个工步；而工序 4 中，就只包括铣键槽一个工步。

构成工步的任一因素（加工表面、刀具或切削用量）改变后，一般即变为另一工步。但是对于那些在一次安装中连续进行的若干相同的工步，为简化工序内容，通常看做一个工步。例如：对于图 1-2 所示零件上 4 个 $\phi 15\text{mm}$ 孔的钻削，可写成一个工步——钻 $4 \times \phi 15\text{mm}$ 孔。

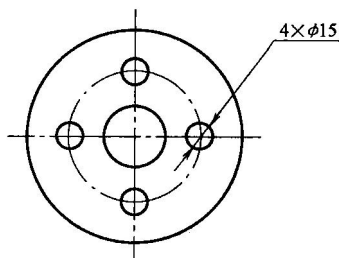


图 1-2 包括 4 个相同表面加工的工步

为了提高生产率，用几把刀同时加工几个表面的工步，称为复合工步。在工艺文件上，复合工步应视为一个工步。

在一个工步中，如果要切去的金属层很厚，需要分几次切削，则每进行一次切削就是一次进给。一个工步可包括一次或几次进给。

3. 安装与工位

工件在机床（或夹具）上正确地定位并予以夹紧的过程称为安装。在一个工序内可能需要一次或几次安装。工件加工中应尽量减少安装次数，否则会增加安装误差，而且还增加了安装工件的辅助时间。

为了减少工件的安装次数，常采用各种回转工作台、回转夹具，使工件在一次安装中先后处于几个不同的加工位置。工件在一次安装后，在机床上所占的每一个加工位置称为工位。如图 1-3 所示，在铣床上加工具有台阶面的工件，当铣完工件的台阶面 I 以后，不卸下工件，而仅将夹具回转 180° ，使 II 面进入加工位置。此工序包括两个工位。

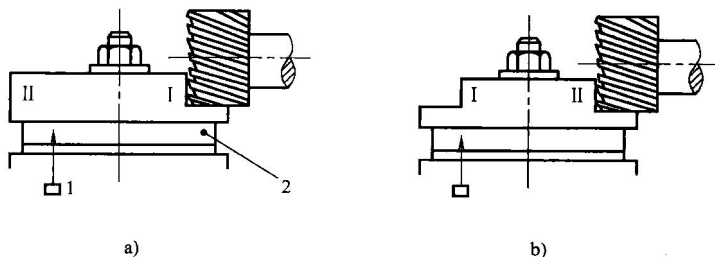


图 1-3 一次安装两个工位

a) 第一个工位 b) 第二个工位

1—定位销 2—夹具回转部分

第二节 制订机械加工工艺规程的原则、原始资料及步骤

工艺规程是反映比较合理工艺过程的技术文件。它一般应包括下述内容：工件的加工工艺路线、所经过的车间和工段、各工序的内容和所用的机床和工艺装备、应检查的项目和方法、切削用量、工时定额及工人技术等级等。

一、制订工艺规程的原则

制订工艺规程的原则是：根据一定的生产条件和生产规模，保证在人力、物力付出最少的情况下，可靠地加工出符合图样要求的零件。在制订工艺规程时，应注意以下问题：

1. 技术上的先进性

在制订工艺规程时，要了解国内外本行业工艺技术的发展情况，通过必要的工艺试验，采用合理的先进工艺和工艺装备。

2. 经济上的合理性

在一定的生产条件下，可能会出现几个保证工件技术要求的工艺方案。此时应全面考虑，并通过核算和评比，选择经济上最合理的工艺方案。

3. 有良好的劳动条件

制订工艺规程时，一定要注意保证工人有良好而安全的劳动条件。设法将工人从某些繁重的体力劳动中解放出来。

二、制订工艺规程的原始资料

制订工艺规程前应具备必要的原始资料。这些原始资料主要包括：

1) 零件图和产品的全套装配图。

2) 产品验收的质量标准。

3) 产品的生产纲领。

4) 毛坯资料。毛坯资料包括各种毛坯制造方法的技术经济特征、各种钢材型材的品种和规格、毛坯图等。

5) 现场的生产条件及国内外工艺技术的发展情况。

6) 有关的工艺手册及图册。

三、制订工艺规程的步骤

有了上述的原始材料即可开始制订工艺规程，其步骤如下：

1) 分析零件图和产品装配图。

2) 计算年生产纲领，确定生产类型。

3) 对零件进行工艺分析。

4) 确定毛坯的种类、形状、尺寸和精度。

5) 选择定位基准和加工方法，拟订工艺路线和划分工序。

6) 进行工序设计，其内容包括确定工序尺寸及公差、选择机床和工艺装备、计算切削用量和时间定额以及确定工人技术等级。

7) 确定各主要工序的技术要求及检验方法。

8) 填写工艺文件。

第三节 零件图的分析

零件图是制订工艺规程最基本的原始资料，在着手制订工艺规程时，必须首先认真分析研究，深入了解零件的功用、结构特点，各表面的精度和表面粗糙度要求，各主要表面间的尺寸联系以及零件的材料和热处理要求等。分析工作通常主要包括零件的结构分析和零件技术要求的分析两个方面。

一、零件的结构分析

对于机械零件的结构，根据不同的使用要求，常被设计成各种各样的形状和尺寸。但是，从形体上分析，各零件都是由一些基本的表面和特形表面组成的。基本表面有内外圆柱表面、圆锥表面及平面等；特形表面有螺旋面、渐开线齿形表面及其他一些成形表面等。

在分析零件的结构时，不仅要注意零件的各个构成表面，而且还要注意这些表面的不同组合。正是这些不同的组合，才形成零件结构上的特点。在机械制造业中，通常按照零件加工工艺过程的相似性分类，对于结构形状异常复杂的各种零件，大体可分为轴套类零件、轮盘类零件、叉架类零件以及箱体类零件等。

在研究零件结构时，还需对零件的结构工艺性进行分析。结构工艺性问题比较复杂，它涉及毛坯制造、机械加工及装配各个方面。图 1-4 给出有关零件结构工艺性改进的实例。实际工作中，必须根据具体的加工条件，通过实践不断地对产品结构的工艺性进行改进。

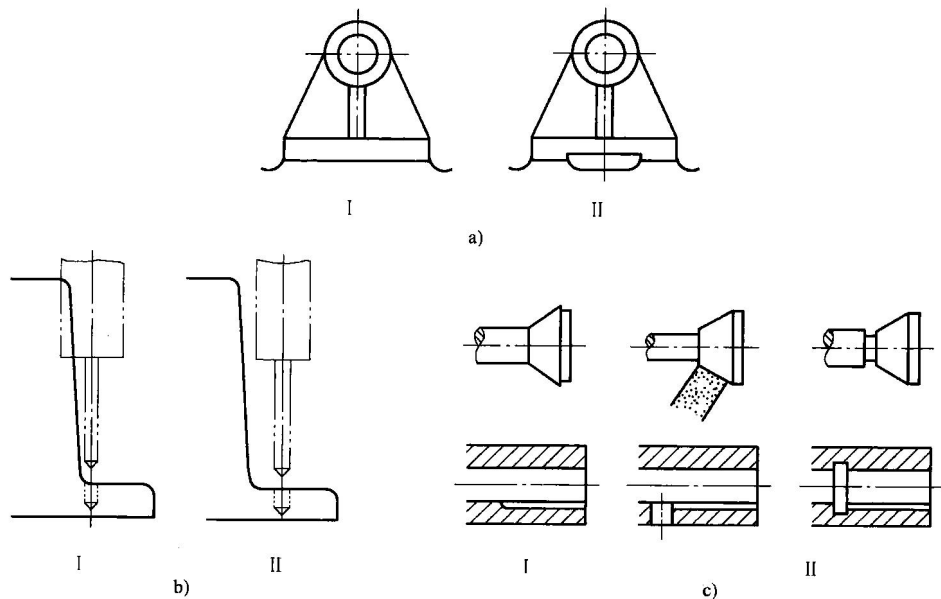


图 1-4 零件结构工艺性改进实例

a) 减少加工表面积 b) 使刀具易于接近加工面 c) 各种退刀结构

I—改进前 II—改进后

二、零件技术要求的分析

零件的技术要求包括以下三个方面：

- 1) 加工表面的尺寸精度、形状精度及表面质量。
- 2) 各加工表面之间的相互位置精度。
- 3) 热处理要求及其他要求, 如动平衡、配重切削等。

根据零件结构特点, 在认真分析了零件主要表面的技术要求之后, 对零件加工工艺即可有一个初步的了解。

首先, 根据零件主要表面的精度及表面质量的要求, 可初步确定为达到这些要求所需的最后加工方法以及相应的中间工序和粗加工工序所需要的加工方法。例如: 对于尺寸不大、公差等级为 IT7、表面粗糙度 R_a 值为 $0.8\mu\text{m}$ 的内孔, 最后加工采取精铰, 则精铰孔前通常需要经过钻孔、扩孔和粗铰孔等加工。

加工表面之间相互位置要求, 包括表面之间的距离尺寸关系和相互位置关系。认真分析零件图上的尺寸标注及主要表面的位置精度, 即可初步确定各加工表面的加工顺序。

零件的热处理要求, 影响着加工方法和加工余量的选择, 而且对零件加工工艺路线的安排也有着一定的影响。例如: 要求渗碳淬火的零件, 热处理后会产生一定的变形, 为此工艺上要安排精加工(多为磨削方法)工序, 因而须留有适当的工序余量。

第四节 毛坯的选择

毛坯的选择包括选择毛坯的种类和确定毛坯的制造方法两个方面。常用的毛坯种类有铸件、锻件、型材、焊接件等。一般说来, 当设计人员设计零件并选好材料后, 也就大致确定了毛坯的种类。如: 铸铁材料毛坯均为铸件, 钢材料毛坯一般为铸件或型材。毛坯的制造方法很多, 概括起来说, 毛坯的制造方法越先进, 毛坯精度越高, 其形状和尺寸越接近于成品零件, 就会使机械加工的劳动量大为减少, 材料的消耗也低, 使机械加工成本也相应降低; 但毛坯的制造费用却因采用了先进的设备而提高。因此, 在选择毛坯时应当综合考虑各方面的因素, 以求获得最佳的效果。

一、毛坯种类的选择

确定毛坯时主要应考虑下述因素:

1) 零件的材料及其力学性能。零件的材料大致确定了毛坯的种类。例如: 铸铁的零件是用铸件毛坯; 钢质的零件当零件形状不复杂而力学性能要求不太高时则用棒料, 当形状复杂而力学性能要求也不高时用铸钢件毛坯, 当力学性能要求高时则选用锻件毛坯。

2) 零件的结构形状及外形尺寸。例如: 常见的各种台阶轴, 若台阶直径相差不太大时可用棒料, 若相差较大则可采用铸件毛坯; 形状复杂的钢质零件不可用自由锻; 薄壁零件不可用砂型铸造毛坯; 大型零件一般用自由锻毛坯和砂型铸造毛坯; 中小型零件, 则可选用模锻及各种特种铸造的毛坯。

3) 生产纲领的大小。生产纲领大时, 应采用精度和生产率都较高的毛坯制造方法; 生产纲领较小时, 应选择精度和生产率较低的毛坯制造方法, 如自由锻件和手工造型锻件等。

4) 毛坯车间现有的生产条件和生产发展的情况。确定毛坯时必须结合现有的生产条件, 否则是不现实的。但是也要考虑到毛坯车间近期的发展情况, 而采用较先进的毛坯制造方法。

二、毛坯形状与尺寸的确定

现代机械制造的发展趋势之一，是通过毛坯精化使毛坯的形状和尺寸尽量与零件相接近，以减少机械加工劳动量，力求实现少、无屑加工。但是，由于现有毛坯制造工艺技术的限制，加之产品零件的精度和表面质量的要求也越来越高，所以毛坯上某些表面仍需留有一定的加工余量，以便通过机械加工来达到零件的质量要求。毛坯制造尺寸和零件尺寸的差值称为毛坯加工余量，毛坯制造尺寸的公差称为毛坯公差。毛坯加工余量及公差同毛坯的制造方法有关，生产中可参照有关工艺手册。

毛坯加工余量确定后，再确定毛坯的形状和尺寸，除了将毛坯的加工余量附加在零件相应的加工表面上之外，还要考虑毛坯制造、机械加工以及热处理等许多工艺因素的影响。

第五节 定位基准的选择

为实现工件在机床上加工时的定位，必须选择工件上一个或几个合适的表面，使其与夹具上的定位元件或机床工作台的工作面保持一定的相互位置关系。这就涉及定位基准的选择问题，定位基准选择得合理与否，不仅影响零件加工的位置精度，而且对零件各表面的加工顺序也有很大的影响。因此，定位基准的选择是制订机械加工工艺规程中一个十分重要的问题。本节首先介绍一些有关基准的基本概念，然后再侧重讨论关于定位基准的选择问题。

一、基准的概念及其分类

机械零件表面间的相互位置包括两方面的要求；一是表面的距离尺寸精度，二是表面间的相互位置精度（如同轴度、平行度、垂直度等）。研究零件表面间的相互位置关系是离不开基准的，不明确基准就无法确定表面的位置。基准是根据产品或零件的功用以及结构和工艺上的要求，用以确定产品或零件上其他点、线、面的位置所依据的点、线、面。

根据基准的功用不同，基准可分为设计基准和工艺基准两大类。

1. 设计基准

设计基准是在零件图上用以确定其他点、线面位置的基准。例如：图 1-5a 所示的钻套零件，轴线是各外圆表面和内孔的设计基准；端面 A 是端面 B、C 的设计基准；内孔表面 D 的轴线是 $\phi 40h6$ 外圆表面径向圆跳动和端面 B 端面圆跳动的设计基准。

2. 工艺基准

工艺基准是零件加工和装配过程中所使用的基准。根据用途不同，工艺基准可以分为定位基准、测量基准、装配基准和工序基准。

(1) 定位基准 加工时，工件定位所用的基准。例如：图 1-5a 所示的钻套套在心轴上磨削 $\phi 40h6$ 外圆表面时，则内孔即定位基准；又如图 1-5b 所示的支承块，用底面 G、左侧面 A 和夹具中定位元件相接触时磨削 B、C 表面，以保证相应的平行度公差要求，则底面 G、左侧面 A 是定位基准。

(2) 测量基准 工件加工时或加工完毕测量已加工表面尺寸及位置的基准。例如：图 1-5a 所示钻套，当以内孔为基准（套在检验棒上）检验 $\phi 40h6$ 外圆的径向圆跳动和端面 B 的端面圆跳动时，则内孔是测量基准。

(3) 装配基准 装配时用来确定零件或部件在机器中的位置所使用的基准。例如：图 1-5a 所示钻套的 $\phi 40h6$ 外圆及端面 B 和图 1-5b 所示支承块的底面 G 即是装配基准。

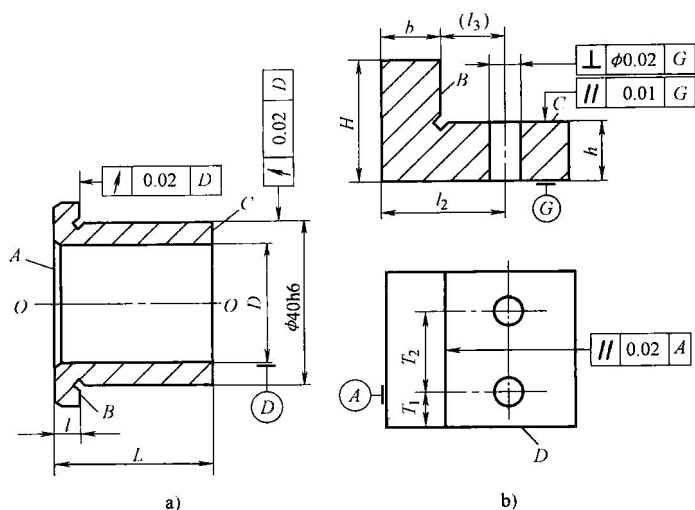


图 1-5 零件的位置精度示例

a) 钻套 b) 支承块

(4) 工序基准 在工艺文件上用来标定加工表面位置的基准。例如：图 1-5b 所示的支承块，两个孔在水平位置方向的尺寸 l_2 ，设计基准为左侧面 A。钻孔时如果从工艺上考虑，需要按 l_3 加工，则 B 面是工序基准，加工尺寸 l_3 叫做工序尺寸。

作为工艺基准的线或点，总是由具体的表面来体现，该表面称为基准面。例如：上述钻套的轴线并不具体存在，而是通过内孔表面来体现的，所以钻套的内孔表面是定位基准面、测量基准面。因此选择定位基准的问题就是恰当地选择定位基准面的问题。

二、定位基准的选择原则

在最初的工序中，只能用毛坯上未经加工的表面作为定位基准，这种基准称为粗基准。经过加工的面所构成的定位基准称为精基准。在制订零件的工艺规程时，应先考虑选用哪个表面作为加工时的精基准，可使整个机械加工工艺过程能顺利地进行，然后考虑怎样选择粗基准可以把精基准的各基准面加工出来。

1. 精基准的选择

选择精基准时，主要考虑两个问题：一是如何保证加工精度，二是工件安装是否方便、可靠。可参考下面的原则，综合分析比较，从而选定一种最合理的方案。

1) 应尽量选择零件上的设计基准作为精基准。这样做可避免因基准不重合而引起的定位误差。这就是通常所讲的“基准重合”原则。

例如：图 1-6 所示的车床主轴箱，尺寸 $H_1 = (205 \pm 0.1)$ mm 为设计要求的车床中心高，即主轴箱底面 D 至主轴支承孔高度尺寸，设计基准是底面 D。

在单件小批量生产中，镗主轴的支承孔时，常以底面作定位基准，直接保证尺寸 H_1 。这时的设计基准与定位基准重合，影响加工精度的只有与镗孔工序有关的加工误差，因此只要把此误差控制在

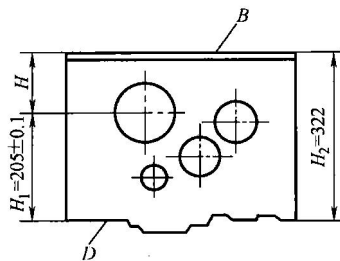


图 1-6 车床主轴箱