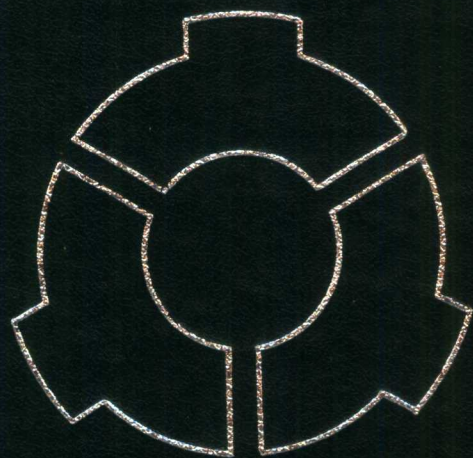


机械加工工艺设计实用手册



主 编 张耀宸

副主编 马占永

机械工业出版社

机械加工工艺设计实用手册

主 编 张耀宸

副主编 马占永

航空工业出版社

1993

(京)新登字161号

内 容 提 要

本手册是在前已出版的《机械加工工艺设计手册》的基础上,根据新形势的需要和读者的要求,重新调整结构、选择内容撰写而成。主要突出了内容新全、实用性强、应用面广的特点。

全书内容包括:工艺过程设计概论,设计资料选择,常用标准,常用材料,工艺路线制订,毛坯选择与设计,热处理与表面保护,工序设计方法,机械加工检测,常用结构要素的数字计算,金属切削机床与附件,金属切削的基本原理、加工方法、切削用量,刀具、夹具,数控加工与计算机辅助制造,有关的管理知识等。全书采用文字提示与图表并举的方法,对上述内容的常用数表、技术参数、技术标准等均作了精选与编排,是一本综合性的工具书。

本手册可供工矿企业(包括乡镇企业)、研究单位从事机械加工工艺与设计工作的技术人员和技术工人作为日常工具书,又可供大学、中专、技工学校机械类专业的师生作为辅助教材或参考书,对整个机械行业和与机械设计、工艺工作有关的军用、民用部门的工程技术人员都有参考作用。

机械加工工艺设计实用手册

主编 张耀宸 副主编 马占永

责任编辑 郑灿英 郭京祥

航空工业出版社出版发行
(北京市安定门外小关东里14号)

—邮政编码: 100029—

全国各地新华书店经售

北京地质印刷厂印刷

1993年12月第1版 1993年12月第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 98.5

印数: 1—3200 字数: 3329千字

ISBN 7-80046-604-3/TH·023

定价:(精装) 92.00元

《机械加工工艺设计实用手册》

编审委员会名单

一、审定组

主任：刘 文

主 审：陈宝珍

委 员：姜节浩 庞廷琦 沈复中 宋作舟

唐梓荣 罗鸿涛 王春阳

二、编制组

主 编：张耀宸

副主编：马占永

编 委：张耀宸 马占永 徐阿玲 苑淑英

甘立伟 李俊刚

前 言

工艺技术是制造工程中一个很重要的组成部分。一项高新技术的设计只有通过先进的工艺技术才能转变为现实的产品,转化为生产力。因此,工艺技术应先于设计而又应与之同步发展,这在当前高技术日益飞速发展的今天,就更是如此。

随着我国改革开放的不断深化,高新技术日新月异,如计算机辅助设计、辅助制造、辅助分析(CAD/CAM/CAE),计算机群控(DNC),计算机辅助管理(CAM),多坐标数控加工,特别是计算机集成化制造(CIM)等先进技术的出现,产品精确度要求提高以及新材料、新设备、新技术的不断应用,都对工艺技术,特别是对航空航天工艺和机械加工部门及其工艺人员提出了许多更高更新的要求。与此同时,为适应新工艺、新技术的发展,有关部门近年来又陆续颁布或重新制订了许多技术标准和规范。为此,广大工艺人员都迫切需要一本既包括工艺设计基本理论与基础知识,又能反映当前新工艺、新技术、新材料、新设备与新标准,具有参考价值 and 指导作用的、内容全新的工具书,以利于提高工艺设计技术水平和工作效率。正是为适应这一客观需要,在原航空航天工业部有关领导和航空工业出版社的支持下,历时三年,经过调查研究、拟定大纲、细化编写、审查定稿等阶段,最终编纂完成了本手册。

本手册的内容选择,既考虑了航空航天技术的工艺设计特点和要求,又在坚持通用性、实用性和先进性的原则下,充分兼顾了一般机械加工行业的实际需要。全书共分五篇十七章,全面涉及工艺设计基础知识,工艺路线与工序的设计,金属切削与加工方法的选择、计算,数控加工与计算机辅助制造,加工自动化与现代新型生产组织和管理等内容。在取材中,增强了通用设计资料与常用标准和加工中的数学计算的篇幅;适当加强和充实了锻、铸、热处理等热加工和数控刀具、数控夹具、CAD/CAM等各种新工艺与声、光、电各种新型检测方法的内容,以求工艺设计人员增强冷、热加工间的联系,满足其对新技术领域的了解与需求。此外,还在生产组织与现代管理方法上也作了一定介绍。

本手册在使用技术标准上强调采用最新国家标准或航空工业标准,同时也采用通用的冶标和机标等。为使新旧标准作对比,一般都附有新旧标准的对照表。全书采用的计量单位统一采用中华人民共和国法定计量单位。

本手册既适用于从事机械加工工艺设计人员,又可供各类高校、大中专和各种机械类专业的师生参考。

本手册由张耀宸教授主编,马占永高级工程师任副主编,参加撰稿和编写工作的还有:徐阿玲、苑淑英、甘立伟、李俊刚、柯明扬等同志。感谢庄军、倪伟英和李淑梅为本书图表所做的工作。

在手册编写过程中,以原航空航天工业部生产调度司刘文司长为主任、陈宝珍为主审的编审委员会,组织同行专家对本手册的编写大纲、文稿反复多次进行了审查,为保证本手册的质量和特色起了关键性作用,在此特致谢意。原航空航天工业部生产调度司、北京航空航天大学、第三〇一研究所、中国航空工业规划设计院、第三〇〇厂、第五五〇厂、第五四二厂、第二三二厂、第五〇三厂、第一二五厂以及航空工业出版社等单位,都给予了大力支持和帮助,在本手册出版之际,谨向他们表示衷心地感谢。

由于编者水平有限,资料搜集不全,在内容选取以及结构编排等方面定会有不妥欠当之处,衷心期望得到读者的批评与建议,以便日后修订、更正与补充。

编 者
1993年9月

目 录

第一篇 工艺设计基础	
第一章 工艺过程设计概论 (1)	
§ 1-1 工艺过程的组成..... (1)	
§ 1-2 设计工艺过程的基本要求及主要的技术依据..... (2)	
一、设计工艺过程的基本要求..... (2)	
二、零件图及技术条件..... (2)	
三、生产类型..... (2)	
四、生产条件..... (3)	
§ 1-3 工艺过程的设计方法..... (3)	
一、航空、航天与精密机械产品的特点..... (3)	
二、设计工艺过程的步骤..... (4)	
§ 1-4 提高质量、生产率和经济性的措施..... (4)	
一、设计工艺性..... (4)	
二、提高加工质量的途径..... (5)	
三、提高劳动生产率的途径..... (6)	
四、计算机技术的应用..... (7)	
第二章 设计资料的选择 (8)	
§ 2-1 法定计量单位..... (8)	
一、常用法定计量单位及符号..... (8)	
二、常用法定计量单位的换算..... (10)	
三、常用法定计量单位的应用..... (12)	
§ 2-2 公、英制尺寸换算..... (15)	
一、常用公、英制尺寸的换算..... (15)	
二、常用公、英制尺寸换算的应用..... (18)	
§ 2-3 优先数及优先数系..... (22)	
一、常用优先数及优先数系..... (22)	
二、常用优先数及优先数系的应用..... (24)	
§ 2-4 常用几何体的计算公式..... (25)	
一、常用几何图形的面积计算公式..... (25)	
二、常用几何体的表面积和体积计算公式..... (26)	
三、圆周等分的计算..... (28)	
四、常用三角计算..... (30)	
五、正方形与等六边形对边与对角长度换算..... (31)	
§ 2-5 标准尺寸..... (32)	
§ 2-6 锥度与角度系列..... (34)	
§ 2-7 棱体的角度与斜度系列..... (36)	
§ 2-8 数值修约的规则..... (37)	
一、术语..... (37)	
二、确定修约位数的表达方式..... (37)	
三、进舍规则..... (37)	
四、不许连续修约..... (38)	
五、0.5单位修约与0.2单位修约..... (39)	
§ 2-9 零件结构要素..... (39)	
一、中心孔..... (39)	
二、零件倒圆与倒角..... (41)	
三、球面半径..... (42)	
四、圆形零件自由表面过渡圆角半径和静配合连接轴用倒角..... (42)	
五、T形槽..... (43)	
六、砂轮越程槽..... (44)	
七、插齿空刀槽..... (46)	
附录 常用标准代号..... (46)	
一、常用国内部门标准代号..... (46)	
二、常用国外国家标准代号及专业标准代号..... (47)	
三、常用国外公司标准代号..... (47)	
四、常用基础标准..... (50)	
五、常用工艺标准..... (52)	
六、机械加工工时定额标准..... (53)	
第三章 常用标准 (54)	
§ 3-1 公差与配合及其应用..... (54)	
一、公差与配合..... (54)	
二、未注公差尺寸的极限偏差..... (68)	
三、公差与配合的选择..... (68)	
四、孔公差带和轴公差带的新、旧国标对照..... (71)	
五、一般公差..... (72)	

§ 3-2 形位公差及其应用..... (78)	四、铸铁与铸钢.....(329)
一、形状和位置公差..... (78)	§ 4-3 有色金属材料.....(335)
二、未注形位公差的规定..... (83)	一、有色金属材料的种类与牌号.....(335)
三、形位公差的选择..... (85)	二、铝及铝合金.....(339)
四、形位公差新、旧国标对照..... (88)	三、镁及镁合金.....(350)
§ 3-3 表面粗糙度..... (92)	四、铜及铜合金.....(354)
一、表面粗糙度代(符)号..... (92)	五、钛及钛合金.....(363)
二、评定表面粗糙度的参数及其数值系列..... (93)	六、硬质合金.....(367)
三、表面粗糙度与表面光洁度新、旧标准评定参数值对照..... (94)	§ 4-4 常用其他材料.....(374)
四、表面粗糙度数值的选择..... (97)	一、工程塑料.....(374)
五、一般表面粗糙度.....(101)	二、复合材料.....(380)
§ 3-4 螺纹.....(102)	三、橡胶材料.....(380)
一、螺纹的种类、特点和应用.....(102)	§ 4-5 金属材料国内外牌号对照.....(391)
二、普通螺纹.....(104)	一、结构钢、不锈钢、工具钢和耐热钢国内外牌号对照.....(391)
三、MJ 螺纹.....(112)	二、高温合金国内外牌号对照.....(396)
四、锥螺纹.....(126)	三、钛合金国内外牌号对照.....(397)
五、管螺纹.....(131)	四、硬质合金国内外牌号对照.....(398)
六、过盈螺纹.....(135)	
七、修理用过盈螺纹.....(146)	
§ 3-5 键与花键.....(152)	
一、键联结.....(152)	
二、花键.....(165)	
§ 3-6 齿轮.....(178)	
一、齿轮的种类、特点及应用.....(178)	
二、渐开线圆柱齿轮.....(178)	
三、锥齿轮.....(200)	
§ 3-7 机械制图.....(231)	
一、图样画法.....(231)	
二、装配图中零部件序号及其编排方法.....(237)	
三、轴测图.....(238)	
四、尺寸注法.....(240)	
五、中心孔表示法.....(248)	
第四章 常用材料.....(250)	
§ 4-1 材料的主要性能指标及检测方法.....(250)	
一、金属材料.....(250)	
二、非金属材料.....(253)	
§ 4-2 黑色金属材料.....(257)	
一、钢铁产品牌号表示方法.....(257)	
二、结构钢.....(261)	
三、不锈钢、耐热钢和高温合金.....(287)	
	第二篇 工艺路线设计
	第五章 工艺路线设计的内容与方法.....(401)
	§ 5-1 工艺路线设计的内容.....(401)
	一、产品图的分析.....(401)
	二、主要表面加工方法的选择.....(401)
	三、阶段划分与工序的集中分散.....(401)
	四、机械加工工序的顺序.....(403)
	五、热处理与表面保护工序.....(403)
	六、辅助工序的内容和安排.....(403)
	§ 5-2 加工方案的制订.....(404)
	一、主要表面加工方法的选择.....(404)
	二、零件表面加工方案的选择.....(414)
	§ 5-3 基准选择.....(416)
	一、基准类别——设计基准与工艺基准.....(416)
	二、定位基准的选择.....(417)
	三、工序基准的选择.....(424)
	第六章 毛坯的选择与设计.....(426)
	§ 6-1 锻造毛坯的选择与设计.....(426)
	一、航空锻件的特点及其设计任务.....(426)
	二、锤和压力机上模锻件的设计.....(430)
	三、平锻机上模锻件的设计.....(429)
	四、航空锻件试制定型与质量检验.....(490)
	五、锻件毛坯图的绘制.....(493)

§ 6-2 铸造毛坯的选择与设计.....(497)	一、不锈钢的热处理.....(569)
一、航空铸件的特点及其设计任务.....(497)	二、耐热钢和热强钢的热处理.....(575)
二、铸件的结构设计.....(502)	三、高温合金的热处理.....(577)
三、铸件的尺寸公差及加工余量.....(513)	§ 7-5 有色金属热处理.....(584)
四、航空铸件的试制定型与质量检 验.....(521)	一、铝及铝合金的热处理.....(584)
五、铸造毛坯图.....(521)	二、镁合金的热处理.....(586)
§ 6-3 常用金属型材的尺寸与允许 偏差.....(522)	三、钛及钛合金的热处理.....(587)
一、热轧圆钢与方钢.....(522)	四、铜及铜合金的热处理.....(589)
二、锻制圆钢与方钢.....(525)	§ 7-6 可控气氛热处理与真空热处 理.....(590)
三、热轧六角钢和八角钢坯材.....(527)	一、概述.....(590)
四、冷拉圆钢坯材.....(528)	二、可控气氛(少氧化无氧化)热 处理.....(590)
五、冷拉方钢坯材.....(530)	三、真空热处理.....(593)
六、冷拉六角钢型材.....(532)	§ 7-7 形变热处理.....(594)
七、优质铝及铝合金挤压棒材.....(533)	一、形变热处理的方法、效果和用 途.....(594)
八、镁合金挤压棒材.....(535)	二、几种材料的形变热处理.....(595)
九、铜及铜合金棒材坯料.....(538)	§ 7-8 热处理检验.....(597)
十、钛及钛合金棒材.....(539)	一、热处理的技术要求和检验项目.....(597)
十一、普通螺纹滚制前的毛坯直径 与公差.....(541)	二、检验类别.....(598)
十二、MJ螺纹滚制前毛坯直径尺 寸与公差.....(545)	三、硬度检验.....(599)
第七章 热处理与表面保护.....(548)	§ 7-9 电镀与化学转化膜.....(601)
§ 7-1 常用钢的热处理.....(548)	一、金属镀层及化学处理的表示方 法.....(601)
一、概述.....(548)	二、电镀件设计的工艺性.....(603)
二、常用钢预先热处理方法、目的 和应用.....(549)	三、常用电镀方法的镀层特性与应 用范围.....(604)
三、常用结构钢最终热处理方法、 目的和应用.....(551)	四、电镀合金.....(609)
四、冷处理与人工时效.....(557)	五、电镀在工艺过程中应用时应注 意的问题.....(610)
§ 7-2 钢的化学热处理.....(558)	六、化学转化膜.....(612)
一、概述.....(558)	§ 7-10 特种涂镀.....(617)
二、各种常用化学热处理方法的特 点和应用.....(558)	一、金属刷镀(金属涂镀).....(617)
三、常用钢化学热处理的深度和硬 度.....(565)	二、真空镀膜.....(618)
§ 7-3 常用钢零件热处理在工艺路 线中的安排.....(566)	三、热喷涂.....(621)
一、概述.....(566)	§ 7-11 工序间清洗与防锈.....(623)
二、结构钢零件热处理工序的安排.....(567)	一、一般规定.....(623)
三、工具钢零件热处理工序的安排.....(569)	二、常用洗涤剂的组成、适用范围 和技术要求.....(624)
§ 7-4 不锈钢、耐热钢与高温合金 的热处理.....(569)	三、常用防锈材料、适用范围和技 术要求.....(624)

第三篇 工序设计

第八章 机床工序设计的基本内容和方法···(627)

§ 8-1 设备和工艺装备的选择···(627)

一、机床的选择···(627)

二、夹具的选择···(628)

三、切削工具的选择···(628)

四、量具的选择···(628)

§ 8-2 加工余量的确定···(628)

一、总加工余量和工序加工余量···(628)

二、影响加工余量的因素···(629)

三、确定工序余量的方法···(631)

§ 8-3 工序尺寸的计算···(631)

一、工序尺寸的确定···(631)

二、工艺尺寸的换算···(632)

三、尺寸图表···(636)

§ 8-4 切削用量与时间定额···(640)

一、切削用量···(640)

二、时间定额···(641)

§ 8-5 工艺文件···(642)

§ 8-6 机械加工工序余量及公差的

参考数据···(643)

一、标准工艺尺寸···(643)

二、轴类零件采用轧制材料时的机械加工余量···(644)

三、加工外圆柱表面的工序间加工余量及公差···(646)

四、孔的加工余量···(649)

五、端面的加工余量及公差···(653)

六、平面的加工余量···(654)

七、有色金属及其合金的机械加工余量···(657)

八、切除渗碳层的加工余量···(661)

九、齿轮和花键精加工余量···(663)

十、其他···(665)

十一、加工余量确定示例···(668)

第九章 机械加工中的检验与测试···(670)

§ 9-1 基本概念···(670)

§ 9-2 几何尺寸的计量总论···(670)

一、计量器具和测量方法的分类···(670)

二、计量器具的基本度量指标···(671)

三、计量器具的选择原则···(672)

§ 9-3 常用量具及量仪···(674)

一、量块···(674)

二、线纹尺···(677)

三、极限量规···(679)

四、常用游标量具···(691)

五、测微螺旋副类量具···(695)

六、表类量具和比较仪···(700)

七、精密量仪···(704)

八、小尺寸测量量具···(715)

九、角度量具···(716)

十、其他量具···(722)

十一、形状和位置误差的检验···(733)

十二、表面粗糙度的检验···(733)

十三、齿轮量具、量仪的主要技术数据···(738)

§ 9-4 无损检验···(740)

一、无损检验···(740)

二、其他检验方法···(750)

第十章 机械加工中常用结构要素的数

学计算···(753)

§ 10-1 V形槽加工与测量中的计算···(753)

§ 10-2 燕尾结构的尺寸计算···(754)

§ 10-3 螺纹测量中的计算···(757)

一、圆柱螺纹的几何参数···(757)

二、螺纹测量中的计算···(758)

§ 10-4 花键测量中的计算···(765)

一、渐开线花键(或齿轮)测量中的计算···(765)

二、三角形花键齿形测量中的计算···(767)

三、矩形花键外齿等分性测量中的计算···(768)

§ 10-5 齿轮测量中的计算···(769)

一、渐开线直齿圆柱齿轮测量用尺寸计算···(769)

二、斜齿圆柱齿轮测量用尺寸计算···(773)

三、锥齿轮测量用尺寸计算···(773)

四、普通圆柱蜗杆传动···(780)

§ 10-6 其他测量中的计算···(787)

一、圆锥角度测量···(787)

二、中心角测量中的计算···(792)

三、平面角测量中的计算···(794)

四、交点尺寸测量中的计算···(795)

五、相关尺寸的测量与计算公式···(801)

六、圆弧半径的测量与计算公式···(802)

§ 10-7 点的平面坐标旋转及在工 艺计算中的应用	(803)	§ 11-5 数字程序控制机床简介	(896)
一、点的平面坐标旋转计算公式	(803)	一、数控机床的特点及应用	(896)
二、点的平面坐标旋转计算公式的 应用	(805)	二、数控机床的组成	(896)
三、工艺孔的应用及其计算	(807)	三、数控机床的分类与选用	(899)
四、坐标旋转后的合成误差计算	(809)	四、数控机床的自动换刀装置	(902)
§ 10-8 空间角度计算	(813)	五、部分数控系统主要指标	(909)
一、直角坐标中空间点坐标旋转后 的计算公式	(813)	§ 11-6 金属切削机床常用附件	(924)
二、空间直线的角度计算	(818)	一、顶尖和顶尖套	(924)
第十一章 金属切削机床及机床附件	(828)	二、拨盘和鸡心夹头	(928)
§ 11-1 金属切削机床的分类与型号 的编制方法	(828)	三、虎钳	(930)
一、机床的分类	(828)	四、回转工作台	(931)
二、金属切削机床型号编制方法	(828)	五、分度头	(935)
§ 11-2 常用金属切削机床技术性 能	(841)	六、万能铣头、立铣头、插头	(940)
一、车床	(841)	七、数控自定心中心架	(944)
二、钻床	(851)	八、数控电动自动转塔刀架	(944)
三、镗床	(854)	九、刀具夹头	(946)
四、磨床	(857)	十、锥柄工具用衬套、莫氏圆锥	(952)
五、齿轮加工机床	(864)	十一、吸盘	(953)
六、螺纹加工机床	(872)	十二、过渡盘	(954)
七、铣床	(875)	第十二章 金属切削刀具	(957)
八、拉床	(878)	§ 12-1 刀具的基本知识	(957)
§ 11-3 组合机床	(880)	一、刀具切削部分的定义	(957)
一、组合机床的特点	(880)	二、刀具几何角度的功用、选择原 则及合理几何参数参考值	(962)
二、组合机床的组成	(881)	§ 12-2 车刀	(968)
三、组合机床的分类	(881)	一、常用车削方式及刀具类型	(968)
四、组合机床通用部件的分类和标 准	(884)	二、车刀的结构型式	(968)
五、组合机床的选用原则	(885)	三、各类车刀切削部分的几何形状 及有关参数	(1004)
§ 11-4 金属切削机床工作精度	(886)	四、成形车刀	(1007)
一、车床工作精度	(886)	§ 12-3 钻头	(1010)
二、钻床工作精度	(887)	一、麻花钻的结构和几何参数	(1010)
三、镗床工作精度	(888)	二、通用麻花钻的参考尺寸和几何 参数(参考件)	(1012)
四、磨床工作精度	(888)	三、钻头的磨钝标准及耐用度	(1018)
五、齿轮机床工作精度	(891)	四、钻头规格标准	(1019)
六、螺纹机床工作精度	(893)	五、麻花钻几何形状的改进	(1032)
七、铣床工作精度	(893)	§ 12-4 扩孔钻和铰钻	(1034)
八、插床工作精度	(894)	一、扩孔钻和铰钻及其特点	(1034)
九、拉床工作精度	(895)	二、扩孔钻的几何参数	(1035)
十、组合机床的加工精度	(895)	三、扩孔钻的磨钝标准及耐用度	(1036)
		四、扩孔钻和铰钻规格	(1036)
		§ 12-5 铰刀	(1044)
		一、铰刀的结构和几何参数	(1045)

二、铰刀的磨钝标准及耐用度..... (1046)	§ 13-2 机床夹具的分类与选用 (1188)
三、标准铰刀..... (1046)	一、机床夹具的分类..... (1188)
§ 12-6 孔加工复合刀具 (1065)	二、各类机床夹具的选用..... (1189)
§ 12-7 铣刀 (1067)	§ 13-3 各种专用夹具的特点与应 用 (1189)
一、铣刀的种类和用途..... (1067)	一、车床(和圆磨床)专用夹具..... (1189)
二、铣刀的结构和几何参数..... (1068)	二、铣床类专用夹具..... (1198)
三、标准铣刀..... (1070)	三、钻床类专用夹具..... (1200)
§ 12-8 拉刀 (1101)	四、随行夹具..... (1203)
一、拉削的特点及使用范围..... (1101)	§ 13-4 多用途机床夹具的特点 (1205)
二、拉刀的结构和几何参数..... (1102)	一、机床夹具的发展和多用途夹具 的类别..... (1205)
三、标准拉刀..... (1105)	二、通用可调整夹具..... (1206)
四、拉刀的紧固部分..... (1113)	三、成组夹具..... (1212)
五、拉刀柄部型式和尺寸..... (1113)	四、组合夹具与拼拆夹具..... (1220)
§ 12-9 螺纹刀具 (1117)	§ 13-5 数控加工用夹具 (1223)
一、螺纹刀具的种类及用途..... (1117)	一、数控加工用夹具的选用方法与 设计..... (1223)
二、标准螺纹刀具..... (1119)	二、各类数控夹具的典型结构..... (1224)
§ 12-10 齿轮刀具..... (1138)	三、数控加工中更换工件的装置..... (1240)
一、齿轮刀具的种类及用途..... (1138)	
二、标准齿轮刀具..... (1141)	
§ 12-11 磨具..... (1156)	
一、常见的磨削方式..... (1156)	
二、磨具的标注方法..... (1157)	
三、磨具的分类、应用及尺寸..... (1157)	
四、磨具的选择..... (1164)	
§ 12-12 涂层刀具..... (1172)	
§ 12-13 数控刀具及其工具系统简 介..... (1174)	
一、数控刀具的类型及其要求..... (1174)	
二、数控工具系统..... (1176)	
三、数控工具识别系统..... (1180)	
四、刀具磨损、破损及加工尺寸监 控系统..... (1180)	
五、刀具管理技术..... (1182)	
六、国内外数控刀具发展概况及趋 势..... (1183)	
第十三章 机床夹具..... (1185)	
§ 13-1 机床夹具的作用和选择定 位基准及夹紧面时应注意 的问题 (1185)	
一、机床夹具的作用..... (1185)	
二、机床夹具的组成及各部分的作 用..... (1186)	
三、选择定位基准及夹紧面时应注 意的问题..... (1186)	
	第四篇 金属切削的基本原理、方 法与切削用量
	第十四章 金属切削的基本原理..... (1251)
	§ 14-1 金属切削过程的基本规律 ... (1252)
	一、金属切削过程..... (1252)
	二、切削过程中的金属变形规律..... (1253)
	三、积屑瘤..... (1254)
	四、切屑变形程度及变化规律..... (1255)
	五、切屑类型及断屑措施..... (1257)
	§ 14-2 切削力 (1258)
	一、切削力的来源及其影响..... (1258)
	二、切削合力、分力及切削功率..... (1259)
	三、影响切削力的因素..... (1260)
	§ 14-3 切削热及切削温度 (1263)
	一、切削热的产生和传出..... (1263)
	二、切削温度..... (1265)
	三、影响切削温度的主要因素..... (1266)
	§ 14-4 刀具磨损及耐用度 (1269)
	一、刀具的磨损和破损..... (1269)
	二、刀具耐用度及其与切削速度的 关系..... (1272)
	§ 14-5 工件材料的切削加工性 (1274)
	一、切削加工性的基本概念与标志

方法..... (1274)	§ 15-5 复合材料的切削加工 (1421)
二、影响材料加工性的因素..... (1275)	一、复合材料的特性..... (1421)
三、难加工材料的切削加工性..... (1276)	二、纤维增强复合材料的切削特点... (1421)
§ 14-6 切削和磨削加工的表面质量 ... (1279)	三、可加工陶瓷的切削..... (1427)
一、表面质量(表面完整性)的基 本概念..... (1279)	四、国外切削一些可加工陶瓷和复 合材料的部分数据..... (1430)
二、影响切削加工表面粗糙度的因 素及改善措施..... (1280)	§ 15-6 特种加工方法及其应用 (1434)
三、切削加工的表面硬化和残余应 力及其影响因素..... (1281)	一、概述..... (1434)
四、磨削加工的特点及表面质量..... (1284)	二、电火花加工..... (1435)
§ 14-7 切削液 (1290)	三、电解加工和电解磨削..... (1456)
一、切削液的作用..... (1290)	四、超声波加工..... (1473)
二、切削液的分类及添加剂..... (1291)	五、激光加工..... (1476)
三、切削液的选用..... (1294)	六、电子束加工和离子束加工..... (1480)
第十五章 切削用量与加工方法..... (1297)	七、其他特种加工..... (1485)
§ 15-1 切削用量的选择原则 (1297)	第五篇 加工自动化及管理
一、切削用量的选择原则和制约条 件..... (1297)	第十六章 数控加工与计算机辅助制造... (1494)
二、切削用量三要素的选择..... (1298)	§ 16-1 数控加工 (1494)
§ 15-2 加工常用材料的切削用量 ... (1299)	一、概述..... (1494)
一、车削的切削力、功率和切削用 量..... (1299)	二、数控加工程序编制..... (1495)
二、镗内孔的切削用量..... (1317)	§ 16-2 计算机辅助制造 (1522)
三、钻削、扩孔和铰孔..... (1319)	一、计算机机床控制..... (1523)
四、铣削特点、铣削力、功率和切 削用量..... (1335)	二、计算机辅助制造系统..... (1524)
五、拉削特点和拉削用量..... (1341)	三、柔性制造系统..... (1525)
六、磨削..... (1347)	四、计算机集成制造系统与无人化 制造系统..... (1527)
七、高速磨削和缓进给磨削..... (1361)	五、成组技术..... (1527)
§ 15-3 难切削金属材料的切削加 工 (1363)	六、计算机辅助工艺过程设计..... (1533)
一、高锰钢、高强度钢和恒弹合金 3J33的切削..... (1363)	第十七章 有关管理的知识..... (1538)
二、不锈钢的切削..... (1372)	§ 17-1 质量管理 (1538)
三、高温合金的切削..... (1380)	一、质量概念与特点..... (1538)
四、钛合金切削..... (1392)	二、质量保证体系..... (1538)
§ 15-4 精密加工和光整加工 (1405)	三、研制过程的质量管理..... (1540)
一、精密加工的概念和基本条件..... (1405)	四、生产过程的质量管理..... (1540)
二、精密车削..... (1405)	五、外购件和外协件的质量管理..... (1542)
三、精密磨削..... (1409)	六、使用过程的质量管理..... (1542)
四、低应力磨削..... (1413)	七、质量成本管理..... (1543)
五、珩磨..... (1415)	八、质量控制统计图表..... (1546)
六、研磨..... (1418)	§ 17-2 标准化 (1549)
	一、标准分类..... (1549)
	二、标准体系..... (1550)
	三、标准化原理..... (1551)
	四、标准化管理全过程..... (1552)

五、企业标准化..... (1554)	五、安全生产和劳动保护..... (1559)
§ 17-3 生产管理..... (1555)	§ 17-4 工艺管理 (1560)
一、生产系统..... (1555)	一、基本概念..... (1560)
二、生产过程系统..... (1556)	二、产品工艺性分析与审查..... (1560)
三、生产类型..... (1557)	三、工艺规程设计程序..... (1561)
四、工作研究..... (1557)	

第一篇 工艺设计基础

第一章 工艺过程设计概论

机械制造工业是国民经济的重要组成部分,担负着为国民经济各部门提供技术装备的任务,是技术进步的重要基础。

当前,科学技术飞速发展,高新技术不断涌现,这对机械制造工业提出了更新、更高的技术要求。现代机械制造技术发展的特点一般有:

1. 高、新技术产品要求高效、稳定、安全可靠,所以要求生产高新技术产品的技术装备与工艺具有更高的质量。因此,要求机械制造工艺大大提高其技术水平;
2. 高、新技术广泛应用于国民经济的各个部门,因此,要求机械制造技术能适应高新技术产品多样性的各种要求;
3. 高、新技术的综合性强、涉及的科学技术领域广,因此,要求机械制造技术能形成现代跨学科的综合应用技术;
4. 高、新技术产品的质量和功能的变化愈来愈快,更新周期短,这就要求机械制造技术能有快速适应的能力。

高、新技术的上述要求,影响着机械制造技术的发展方向,目前,超高温、超高压、超精密、高速、高真空、极低温等等条件下的新工艺技术相继出现,并正在飞速发展。

随着科学技术的发展,特别是计算方法和计算机技术的迅速发展,大大地推动了机械制造工艺技术的进步。

数控加工(NC)、计算机数字控制(CNC、MNC)、直接数字控制(DNC)、自适应控制(AC)等系统的推广和使用,更促进了机械制造工艺的发展。近年来发展起来的柔性制造单元(FMC)和柔性制造系统(FMS),使多品种、中小批生产实现了加工自动化,大大促进了制造技术自动化的进程。

目前,计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)的结合,为进一步发展计算机综合制造系统(CIMS)创造了条件,并进一步向生产全盘自动化,即无人化制造系统(UMS)的方向发展。

§ 1-1 工艺过程的组成

工厂的生产过程是将原材料或半成品转变为成品所进行的全部过程。在生产过程中,与改变原材料或半成品直接有关的工艺过程占有重要的地位。其中,用机械加工方法逐步改变毛坯的状态(形状、尺寸和表面质量)的机械加工工艺过程,有着十分重要的作用,是获得复杂构形和高精度零件的主要技术手段。

先进的工艺过程的采用,对发展机械制造的技术水平有着非常重大的关系。工艺过程的设计,在生产准备工作中起着决定性的作用,生产中的各种生产准备工作和生产辅助工作,都以规定的工艺过程为依据。同时,按照规定的工艺过程组织生产,对保证产品的质量、生产率和经济性有十分重要的意义。只有执行规定的工艺过程,才能建立起正常的生产秩序。因此,设计正确合理的工艺过程,是一项十分重要的工作。

机械加工工艺过程是由一系列工序组成的,毛坯依次通过这些工序被加工成成品。

在一个工作地点上,对一个工件(或一组工件)进行加工所进行的连续工作,称工序。工序是工艺过程的基本组成部分,在组织计划工作中,是基本单元。

工序又可划分为工步。在被加工表面、切削工具和机床的工作用量(转速和进给量)均保持不变的条件下所进行的工作,称工步。为了提高生产率,有时采用几个切削工具同时加工几个表面,则称为复合工步。

一个工步又可分为几次走刀进行。在一个工步中，切削工具从被加工表面上每切去一层金属所进行的工作，称走刀。

在完成一个工序时，常需要进行许多基本工作（切削）和辅助工作（装卸工件、开动机床、测量工件等），在辅助工作中，工件的安装十分重要。使工件在机床上占据应有的位置，并夹紧使之固定在这个位置上，称安装。在一个工序中，可以用一次安装或几次安装来进行加工。多次安装，不但会降低加工质量，而且还要花费很多装夹时间。

工件在一次装夹后，在机床上所占有的各个位置，称工位。当工件必须在不同的位置加工时，常利用夹具来改变其位置以获得多个工位。

§ 1-2 设计工艺过程的基本要求及主要的技术依据

一、设计工艺过程的基本要求

设计零件的机械加工工艺过程，是生产技术准备工作的一个重要组成部分。制造一个零件可以采用各种不同的工艺过程，正确与合理的工艺过程，应满足以下基本要求：

1. 保证产品的质量符合设计图提出的全部技术要求；
2. 保证符合要求的劳动生产率；
3. 保证经济的合理性。

质量、生产率和经济性，是制定工艺过程所必须满足的技术和经济要求。另外，在设计工艺过程时，必须特别重视改善劳动条件，保障生产安全。

新技术和新工艺的发展，如毛坯的精化，特种工艺技术和超精工艺技术的发展，以及计算机技术的应用等，都对产品的质量和生产周期有很大的影响。随着技术的发展，工艺过程设计也应不断地优化，以便能全面保证质量、生产率和经济性的要求，并保证产品质量的稳定。

零件机械加工的工艺过程，取决于零件的要求、产量的大小和现场的生产条件。所以，在设计工艺过程时，需对这些主要技术依据进行分析。

二、零件图及技术条件

零件图及其技术条件，是制造对象的技术要求。在零件图上应包括：

- (1) 构形 有必要的投影、剖视或剖面等，必须使零件定形。另外，还应有确定构形大小的全部尺寸；
- (2) 技术要求 有关尺寸、形状和位置关系允许的偏差，表面粗糙度以及某些特殊的技术要求（如平衡、音频和重量等）；
- (3) 材料 有关材料的牌号、毛坯类型、热处理方法及检验等级、材料的无损探伤和表面保护要求等。

另外，所有不能用图形或符号表示的要求或说明，一般可用文字写在图纸或文件上。

在设计工艺过程时，应对零件图进行详细的工艺分析，以便掌握工艺关键从而采取必要的工艺措施。

三、生产类型

工艺过程必须根据给定的生产量的大小来设计。产品产量及劳动量的大小，是影响生产类型的主要因素。一般生产可分三种类型：单件生产、成批生产和大量生产。

1. 单件生产

这种生产的特点是产品的品种多、产量小（一件、几件或几十件），而且不再重复（或不定期重复）生产。

由于这种类型的产量小，所以通常采用通用的设备及工艺装备。对于形状比较复杂的工件，一般采用数控机床和加工中心机床等。

2. 成批生产

这种生产类型的特点是产品分批地进行生产,按一定时期交替地重复。因批量的不同,成批生产可分为大批生产、中批生产和小批生产三种。大批生产的产品品种有限而产量较大,所以常采用接近于大量生产的方式进行,而小批生产则产品的品种繁多而产量不大,其生产方式接近于单件生产。

成批生产一般采用通用设备及部分专用设备,并广泛地采用专用工艺装备。同时也采用柔性制造单元及系统。

3. 大量生产

这种生产类型的特点是产品的产量大,大多数设备经常重复进行某一工件的一个工序的加工。

大量生产常采用专用设备和专用工艺装备。广泛地采用高效的专用机床、组合机床、自动机床与自动生产线。

因生产类型的不同,工艺过程设计的详细程度也有所不同。单件生产时,一般只设计工艺路线,在成批和大量生产时,才详细设计工艺过程。

近年来,计算机技术的迅速发展,先进的设备及技术——多坐标数控机床、加工中心机床以及成组技术、柔性制造技术、集成制造系统等的发展,对各种生产类型的工艺特点,将发生新的变化。

四、生产条件

设计工艺过程,一定要符合现有的生产条件。要充分发挥现场的技术手段和技术力量的潜力,以提高产品的质量和生产率。

在生产中,机床设备的改装具有十分重大的技术和经济意义。另外,也应该考虑在现有的生产情况下采用先进工艺和先进技术,以提高制造水平。

§ 1-3 工艺过程的设计方法

一、航空、航天与精密机械产品的特点

在机械工业中,特别是航空、航天和其他精密机械产品,由于产品要求有很高的质量、效能和可靠性,因此在构造上的特点一般有下列几个方面:

- (1) 零件的表面及整体构形复杂、壁薄、刚度低;
- (2) 零件的制造质量要求高,技术要求(精度、粗糙度)以及特种技术条件等要求十分严格;
- (3) 使用材料的品种多,其中包括很多优质和难加工材料,并广泛地进行热处理和表面处理。

由于零件在构造上有上述这些要求,因此在工艺上常采用下述工艺措施来保证生产中的质量、生产率和经济性的要求。

- (1) 合理地选择加工方法,以保证经济地获得精度高、构形复杂的表面;
- (2) 将工艺过程划分为几个阶段进行加工,以逐步保证低刚度、高精度的技术要求;
- (3) 根据集中或分散的原则,合理地将各表面的加工组合成若干工序,以保证位置精度和提高生产率;
- (4) 合理地选择工艺基准,以利于保证位置精度的要求;
- (5) 正确地安排热处理工序及其位置,以保证获得规定的机械性能,同时有利于改善材料的加工性和减小变形对精度的影响;

(6) 合理安排各类辅助工序,使工艺过程顺利地执行和保证其特殊的技术要求。

设计工艺过程,就是要设计工序的内容、数目和顺序。一般先进行总体布局,即进行工艺路线设计,然后,再对工序进行详细设计。

工艺过程是一个复杂的过程,是一种系统。为使工艺过程成为一个最优系统,必须从制造过程的整体及工艺过程和工序的相互关联之中去分析和设计。

因此,在设计机械加工工艺过程时,应对组成产品的各种零件进行相似性分析,以便找出最优化的生

产组织形式。还要对各零件和组件整个工艺过程的全部工序的工艺尺寸系统、定位基准系统、工序时间、工序成本等等因素进行分析,以便找出各工序在质量、生产率和经济性方面的相互联系。从而确定最佳的加工路线和最优化的加工方式。

二、设计工艺过程的步骤

1. 确定生产类型及组织形式

根据年产量及零件结构与工艺的复杂程度确定生产类型,然后根据生产类型来确定零件机械加工的生产组织形式。采用成组技术组织生产时,零件组的产量会加大。

2. 零件图的工艺分析

零件图是制造零件的主要技术依据,应对其构形、技术要求和材料进行仔细的工艺分析。特别是对主要表面及重要的技术要求及其保证方法、位置尺寸的标注等应作重点分析,以掌握在加工过程中的工艺关键问题。

3. 确定毛坯

毛坯的种类及其质量对机械加工有着密切的关系。提高毛坯质量、减少机械加工劳动量,可大大提高材料的利用率、降低机械加工的成本。因此,需根据产量和毛坯车间的现场生产条件来加以综合解决。

4. 设计工艺路线

工艺路线设计是设计工艺过程的关键性步骤,常需要进行方案的论证、对比与分析,其内容包括:

- (1) 选择各表面的最后加工方法以及该方法的准备工序;
- (2) 依据过程的阶段和工序集中与分散原则的分析,进行工序组合;
- (3) 设计工艺基准(工序(原始)、定位和测量基准)系统,以确定工序的顺序安排;
- (4) 选择热处理工序及其位置安排;
- (5) 安排辅助工序。

5. 工序详细设计

在工艺路线确定后,可进行工序内容的设计,其内容包括:

- (1) 选择加工用的设备及工艺装备;
- (2) 确定加工余量;
- (3) 计算全部工序尺寸及偏差;
- (4) 选择合理的切削用量与润滑冷却液。

在设计工序时,对某些复杂的重点工序,有时需要设计工序的调整卡。

6. 计算工时定额

工时定额可按生产实践的统计资料来确定,也可以用规定的切削用量进行计算。

7. 填写工艺文件

另外,在设计工艺过程时,可能有几种方案均可保证质量。在这些可行的方案中,为找出经济性最好的工艺方案,常需要进行技术经济分析。

§ 1-4 提高质量、生产率和经济性的措施

在制造过程中,质量、生产率和经济性是互有联系、互相影响的。在整个生产系统中,应从设计、制造、组织和管理几方面来采取措施,以提高产品的质量、缩短生产周期和降低生产成本,并及时调节生产、更新产品。

一、设计工艺性

产品的设计工艺性是指产品的设计是否能够或便于制造,以及是否能高效而又经济地生产。因为,设计工艺性对制造有很大的影响,所以,在设计工艺过程时,需先对设计工艺性进行分析。

1. 改善设计工艺性的基本方向