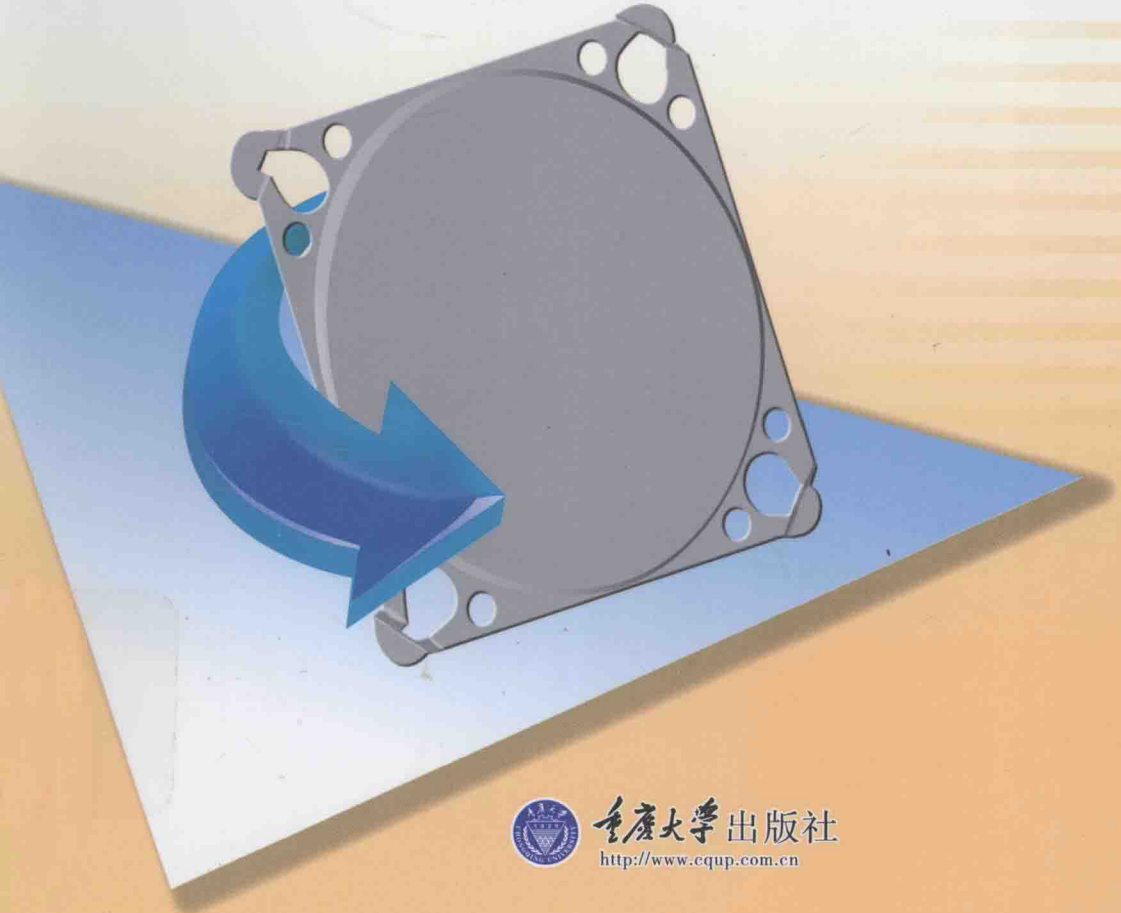
高职模具专业系列规划教材

MUJU ZHIZAO GONGYI

模具制造工艺

主　编　游德健　罗　俊
副主编　冯　勇　尤士淳
主　审　王敏杰　宋满仓



重庆大学出版社
http://www.cqup.com.cn

封面设计：象设计 程 晨

1. 冲压工艺及模具——设计与实践
2. 塑料成型工艺及模具——设计与实践
3. 压铸成型技术及模具——设计与实践
4. 模具制造工艺
5. 模具数控加工

MUJU ZHIZAO GONGYI

ISBN 978-7-5624-7110-3
9 787562 471103 >
定价：33.00元

模具制造工艺

主　编　游德健　罗　俊
副主编　冯　勇　尤士淳
主　审　王敏杰　宋满仓

重庆大学出版社

内 容 提 要

全书共分6章，主要介绍机械加工工艺规程的编制、成组工艺及模具零件加工、机械加工精度、特种加工工艺、模具工作零件的其他成型方法及模具装配工艺。各章均附有习题与思考，在内容上注重实用性和理论与实际相结合，内容简明，通俗易懂。

本书是高等职业技术学院模具设计与制造专业的教学用书，也可供普通专科院校模具设计与制造专业师生及有关工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造工艺/游德健，罗俊主编. —重庆：重庆大学出版社，2013.1
高职模具专业系列规划教材
ISBN 978-7-5624-7110-3

Ⅰ.①模… Ⅱ.①游…②罗… Ⅲ.①模具—制造—生产工艺—高等职业教育—教材 Ⅳ.①TG760.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 294853 号

模具制造工艺

主　编　游德健　罗　俊
副主编　冯　勇　尤士淳
主　审　王敏杰　宋满仓
策划编辑：曾显跃
责任编辑：李定群　高鸿宽　　版式设计：曾显跃
责任校对：刘　真　　责任印制：赵　晟

*

重庆大学出版社出版发行
出版人：邓晓益
社址：重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号
邮编：401331
电话：(023) 88617183　88617185(中小学)
传真：(023) 88617186　88617166
网址：http://www.cqup.com.cn
邮箱：fxk@cqup.com.cn (营销中心)
全国新华书店经销
重庆科情印务有限公司印刷

*

开本：787×1092　1/16　印张：17.5　字数：437千
2013 年 1 月第 1 版　2013 年 1 月第 1 次印刷
印数：1—3 000
ISBN 978-7-5624-7110-3　定价：33.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题，本社负责调换
版权所有，请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书，违者必究

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

高职模具专业系列规划教材

领导小组

组　　长　武兵书

执行组长　赵青陵

组　　员　（按姓氏笔画为序）

王　冲　刘德普　邹　强　周　杰

洪　奕　赵　勇　郝福春　黄国顺

曾令维　彭　宁　廖宏谊　谭绍华

序

模具是制造业中零部件精密成型的重要工艺装备，使用模具批量生产制件具有高生产效率、高一致性，具有较高的精度和复杂程度，且节能节材，因此广泛应用于机械、电子、汽车、信息、轻工、建材、医疗器械，以及航空航天、军工、交通、生物、能源等制造领域。模具工业是产品制造业产业升级和技术进步的重要保障，其水平已经成为衡量一个国家制造业水平的重要标志，也是一个国家的工业产品保持国际竞争力的重要保证之一。

现代模具工业的产业关联度高，技术、资金、人才密集，模具生产过程集精密制造、计算机技术、智能控制和绿色制造为一体，既是高新技术载体，又是高新技术产品，是高端装备制造业的重要组成部分。模具工业在为我国经济发展、国防现代化和高端技术服务中起到了十分重要的支撑作用，为我国经济运行中的节能降耗、建设资源节约型社会作出了重要贡献。

我国模具工业受到各级政府扶持和制造业快速发展的拉动，技术水平和产业规模都有了极大提高，不仅在模具类型和模具数量方面基本满足了我国制造业发展对模具的需求，近10年来还形成了批量出口的能力，因此可以毫不夸张地说，我国已是世界模具制造大国，但我们也必须清醒地认识到，我国模具工业的综合水平与工业发达国家相比，仍有10～15年的差距，主要表现在模具设计制造技术的研发和模具企业信息化建设和应用水平上。这种“大而不强”的局面，需要我国模具行业百万员工发扬艰苦奋斗的传统，开拓创新、推动转型升级，争取早日实现世界模具强国的夙愿。

我国模具工业的振兴发展和由大转强，人才是关键。培养和造就一支包括工程技术人员、技术工人和管理人员在内的高素质的员工队伍，是我国模具行业所面临的一个重要而艰巨的任务，需要教育部门、模具行业和模具企业协调配合、共同努力，利用各自的优势和资源，开展以提高技能和知识更新为重点的继续教育培训工作，加大对技能人才在岗培训和

继续教育力度，努力建设模具技能培训网络和技能鉴定体系，加快培养一大批结构合理、素质优良的技术技能型、复合技能型、知识技能型的模具专门人才，包括高级人才和优秀企业家队伍，逐步形成与我国模具行业发展相适应的、比例结构合理的人才格局。

大力发展模具专业职业教育是解决模具行业人才需求的重要途径。模具行业要加强与职业院校的联系和合作，积极参与和指导模具专业职业教育，鼓励、引导优秀的青年人才进入模具行业，为我国模具工业的健康和可持续发展培养后备力量。同时，模具行业要按照国家的要求，提高指导和服务职业教育的意识、能力和水平，切实发挥行业指导在职业教育中的作用。

当前，我国职业院校使用的模具专业教材大多还沿用20世纪的版本，已不能全面反映世界模具技术和我国模具工业快速发展的实际，因此难以适应我国模具产业结构调整和升级对模具人才培养的要求。重庆模协按照《国家中长期教育改革和发展规划纲要》提出的“建立健全政府主导、行业指导、企业参与的办学机制”要求，根据当前模具行业发展状况对职业教育教材的需要，组织职教界专家和企业一线的工程技术人员编写了这套行业教材，并根据国内模具行业专家审定中提出的意见进行多次修稿，最终出版。相信这套教材的编辑出版会对提高我国模具专业职业教育水平起到积极作用。

此为序，与矢志我国模具事业之青年才俊们共勉。

中国模具工业协会常务副会长兼秘书长

2012年7月

前言

“模具制造工艺”是模具设计与制造专业学生的必修课，同时也是一门知识性、技能性和实践性很强的课程。

本书根据全国机械职业技术教育“模具设计与制造”专业教学指导委员会审定的指导性教学计划和“模具制造工艺学”教学大纲编写，是高等职业技术学院“模具设计与制造”专业的教学用书，同时可供高等专科院校和模具设计、制造工程技术人员使用。

本书主要讲述制订模具制造工艺规程的基础知识；应用成组工艺对模具零件进行分类（销杆轴类、环套类、板块类、模具工作零件、其他零件类等）；各类零件的加工工艺、表面加工方法及工艺特点；模具装配的基本知识和装配工艺。模具工作零件的加工，根据圆形、非圆形凸模、凹模、型孔和型腔的工艺特点，讲述了模具工作零件的机械加工、特种加工和模具工作零件的其他成型方法。特种加工以电火花加工和数控线切割为重点。

为了突出高等职业技术教育的特点，本书着重强调知识应用性和实践能力的培养，即在基本理论的论述中，注重基本概念和原理的具体应用，由浅入深、由易到难、循序渐进。注重新工艺、新技术和新材料的应用，熟悉模具的加工工艺及装配工艺，并不断提高模具制造的工艺技术水平和解决模具制造中的一般技术问题的能力。

本书由重庆工业职业技术学院副教授游德健、企业工程技术人员罗俊任主编，重庆工业职业技术学院讲师尤士淳、工程师冯勇任副主编，参与编写的还有彭光宇、金大钟。全书由大连理工大学教授王敏杰、宋满仓主审。

在本书编写过程中，感谢重庆市模具协会给予了我们大力的支持和帮助，也感谢各位到会专家提出的宝贵意见和建议。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不足，恳请读者批评指正。

编　者

2012 年 9 月

目录

第 1 章　机械加工工艺规程的编制 …… 1
1.1　概述 …… 1
1.2　零件的工艺分析 …… 8
1.3　毛坯的选择 …… 11
1.4　定位基准的选择 …… 13
1.5　工艺路线的拟订 …… 21
1.6　加工余量的确定 …… 28
1.7　工序尺寸及其公差的确定 …… 32
1.8　机床与工艺装备的选择 …… 40
1.9　切削用量与时间定额 …… 41
习题与思考 …… 45

第 2 章　成组工艺及模具零件的加工 …… 48
2.1　模具的构成 …… 48
2.2　销、杆、轴类零件加工工艺 …… 63
2.3　环套类零件加工工艺 …… 74
2.4　板块类零件加工工艺 …… 84
2.5　模具工作零件加工工艺 …… 92
习题与思考 …… 140

第 3 章　机械加工精度 …… 142
3.1　概述 …… 142
3.2　工艺系统的几何误差 …… 143
3.3　工艺系统的受力变形对加工精度的影响 …… 149
3.4　工艺系统的热变形对加工精度的影响 …… 158
3.5　机械加工的表面质量 …… 163
习题与思考 …… 168

第 4 章　特种加工 …… 170
4.1　电火花加工 …… 170

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

4.2 电火花线切割加工 …… 186
4.3 其他特种加工 …… 195
习题与思考 …… 202

第5章 模具工作零件的其他成型方法 …… 203
5.1 挤压成型 …… 203
5.2 铸造成型 …… 211
习题与思考 …… 219

第6章 模具装配工艺 …… 220
6.1 概述 …… 220
6.2 模具装配尺寸链 …… 221
6.3 保证装配精度的方法 …… 223
6.4 冲裁模的装配 …… 229
6.5 弯曲模和拉深模的装配特点 …… 250
6.6 塑料模的装配 …… 254
习题与思考 …… 268

参考文献 …… 269

第 1 章
机械加工工艺规程的编制

1.1 概 述

1.1.1 生产过程和工艺工程

(1)生产过程

制造机械(包括模具)时,由原材料到成品之间各个相互关联的劳动总和,称为生产过程。其中包括:

①生产前的技术准备工作。

②原材料的采购、运输、保存。

③毛坯的制造。

④毛坯的加工过程和热处理。

⑤零件装配成机械产品(模具)。

⑥检验及试车(试模)。

⑦油漆和包装。

产品的生产过程内容较多,在现代生产中,一种产品的生产过程,往往是由许多工厂联合起来共同完成的。其目的是便于生产组织和管理,便于组织专业化生产和提高劳动生产效率。

工厂的生产过程,可按车间分为若干车间生产过程。某一车间所用的原材料(半成品),可能是另一车间的成品,而它的成品,可能又是其他车间的原材料(半成品)。例如,铸工车间、锻工车间的成品,是机械加工车间的原材料(半成品),机械加工车间的成品,又是装配车间的原材料(半成品)。

(2)工艺工程

在产品生产过程中,直接改变毛坯的形状、尺寸和材料的性能,使之成为产品零件的过程,称为工艺工程;若采用机械加工方法来完成上述过程,则称为机械加工工艺过程。

1.1.2 机械加工工艺过程的组成

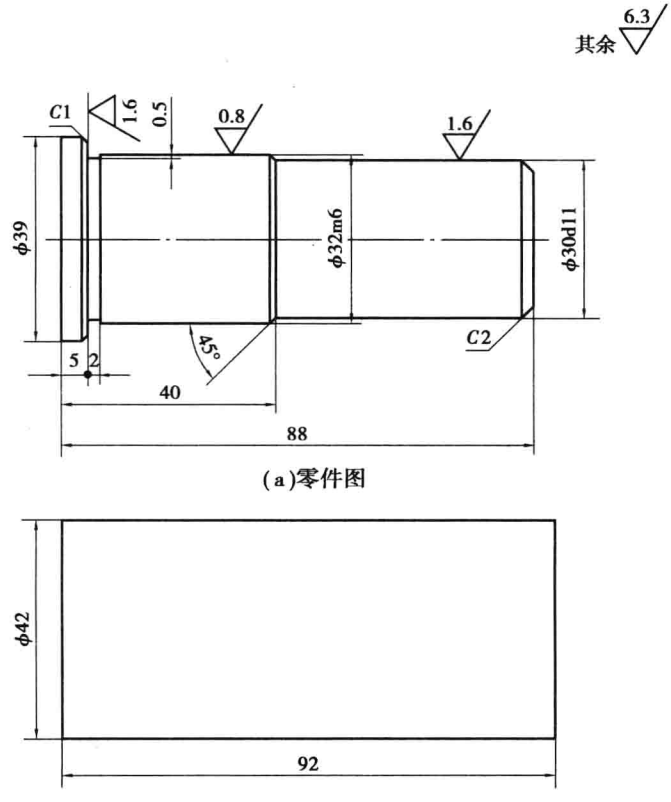
机械加工工艺过程是由一个或若干个按顺序排列的工序组成，毛坯依次经过这些工序而变为成品。

(1)工序

一个(或一组)工人，在一个固定的工作地点(如机床或钳台等)对一个工件或同时对几个工件进行加工，所连续完成的那一部分工艺过程。

划分工序的主要依据是工作地点是否变动、工作是否连续，其中任何一个因素发生了变化，则应另外划分一道工序。工序是组成工艺过程的基本单元，又是生产计划和成本核算的基本单元。

如图1.1所示压入式模柄，其工序的划分和机械加工工艺过程，见表1.1。它可划分为4道工序。如果把工序2和工序3合并在一起(在同一台车床，工作连续进行)，该零件的机械加工工艺过程，就变为了3道工序。



(a)零件图

(b)毛坯图

图1.1 压入式模柄

(2)安装

工件在加工之前，应使其在机床上(或夹具中)处于一个正确的位置并将其夹紧。工件具有正确位置及夹紧的过程称为装夹。工件经一次装夹后完成的那一部分工序称为安装。在

一道工序中，有时需要多次安装工件。见表 1.1 中的工序 2，车第一端面、钻中心孔需要一次安装。调头车另一端面、钻中心孔需要第二次安装。多一次安装，就多一次安装误差，同时还要增加装卸工件的辅助时间，因此，在工序中应尽量减少工件的安装次数。

表 1.1　模柄的工艺工程

工序编号	工序内容	设　备
1	下料 ϕ42 × 92 mm	锯床
2	车辆端面、钻中心孔	车床
3	车外圆各部（ϕ32m6 留磨削余量）、车槽并倒角	车床
4	磨 ϕ32 m6 外圆	外圆磨床

(3) 工位

为了完成一定的工序内容，一次安装工件后，工件与夹具或设备的可动部分一起，相对于刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置称为工位。在生产过程中，为了减少工件的安装次数，常采用多工位机床和多工位夹具，完成零件的不同部位的加工。如图 1.2 所示，利用万能分度头，一次安装，可依次完成凸模 4 个槽的铣削加工。实现了一次安装 4 个工位。

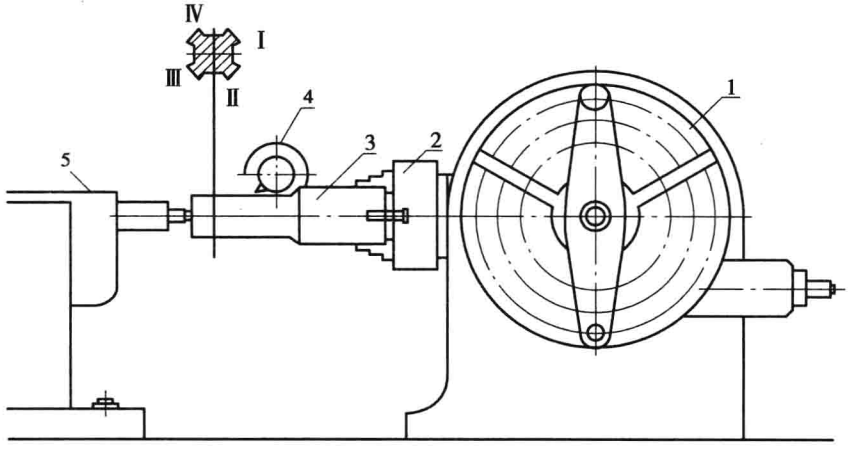


图 1.2　多工位加工凸模槽

1—分度头；2—三爪自动定心卡盘；3—工件；4—铣刀；5—尾座

(4) 工步

为了便于分析和描述工序内容，有必要把工序划分为工步。工步是在加工表面、加工工具和切削用量中的切削速度和进给量都保持不变的情况下，所连续完成的那一部分工序。加工表面、加工工具、切削速度和进给量其中任何一个要素发生了变化就是另一个工步。一个工序可包含几个工步，也可能只有一个工步。见表 1.1 中工序 2，可划分成 4 个工步（车端面、钻中心孔、车另一端面、钻中心孔）。

如果几个加工表面完全相同，所用的刀具和切削用量都不变，在工艺文件应将其填写为一个工步。如图 1.3 所示零件，对 4 个 ϕ10 mm 的孔连续进行钻削加工，在工序中可写成一个工步，钻 4-ϕ10 mm 孔。

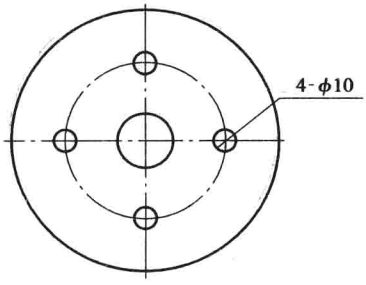


图 1.3　钻 4 个相同孔的工步

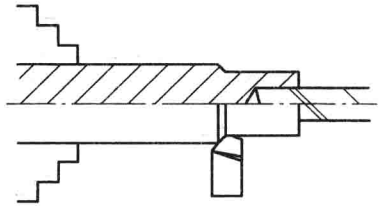


图 1.4　多刀加工

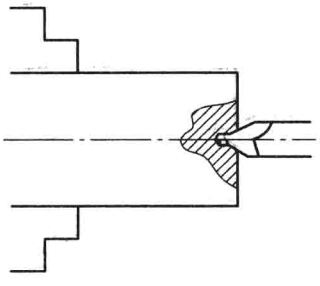


图 1.5　钻孔、锪锥面的复合工步

为了提高生产率，用几把刀具或者用复合刀具，同时加工同一工件上的几个表面，称为复合工步。在工艺文件上，复合工步应视为一个工步。如图 1.4 所示为用钻头和车刀同时加工内孔和外圆的复合工步。如图 1.5 所示为用复合中心钻钻孔、锪锥面的复合工步。

(5)进给

有些工步，由于需要切除的余量较大或其他原因，需要对同一表面进行多次切削，刀具从被加工表面每切下一层金属层即称为一次进给。因此，一个工步可能只有一次进给，也可能要几次进给。

1.1.3　生产纲领和生产类型

(1)生产纲领

企业在计划期内生产的产品量(年产量)和进度计划称为生产纲领。

某种零件的年产量可计算为

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

式中　N——零件的年产量，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；

$\alpha\%$—— 零件的备品率；

$\beta\%$—— 零件的废品率。

(2)生产类型

根据生产纲领的大小和零件质量，生产类型可划分为以下 3 种类型：单件生产、成批生产和大量生产。见表 1.2，按零件年产量划分的生产类型，供确定生产类型参考。

1)单件生产

单件生产的基本特点是产品的数量不多，但品种繁多，每种产品仅生产一件或数件，各个工作地的加工对象经常改变，而且很少重复生产。例如，重型机械产品的制造、新产品的试制等多属于这种生产类型。一般工厂的工具车间所进行的专用夹具、刀具、量具和模具的生产也多属于单件或小批生产。

表1.2　生产类型和生产纲领的关系

生产类型		同类零件的年产量/件		
		轻型零件（零件质量<100 kg）	中型零件（零件质量100~2 000 kg）	重型零件（零件质量>2 000 kg）
单件生产		<100	<10	<5
成批生产	小批	100~500	10~200	5~100
	中批	500~5 000	200~500	100~300
	大批	5 000~50 000	500~5 000	300~1 000
大量生产		>50 000	>5 000	>1 000

2）成批生产

成批生产的基本特点是产品是成批制造，而且是周期性的重复某种产品的生产。例如，机床制造、机车制造等多属于成批生产。一次投入或生产的同一产品（或零件）的数量称为生产批量。按照批量的大小和生产周期的长短，成批生产又分为小批生产、中批生产和大批生产。小批生产在工艺方面接近单件生产，二者常常相提并论。中批生产的工艺特点介于单件生产和大量生产之间。大批生产在工艺方面接近大量生产。

3）大量生产

大量生产的基本特点是产品品种单一而固定，同一产品产量很大，大多数工作地长期进行一个零件某道工序的加工，生产具有严格的节奏性。例如，汽车、轴承及其他标准件制造，通常是以大量生产的方式进行的。

生产类型不同，生产的组织形式、生产管理、设备及工艺装备的选用、毛坯的制造、操作工人的技术要求等均有所不同，故制订工艺规程必须与生产类型相适应。各种生产类型的工艺特征见表1.3。

表1.3　各种生产类型的工艺特征

特点 \ 类型	单件生产	成批生产	大量生产
加工对象	经常改变	周期性改变	固定不变
毛坯的制造方法及加工余量	铸件用木模、手工造型；锻件用自由锻造。毛坯精度低，加工余量大	部分铸件用金属模造型，部分锻件采用模锻。毛坯精度中等，加工余量中等	铸件广泛采用金属模机器造型。锻件广泛采用模锻以及其他高生产率的毛坯制造方法。毛坯精度高，加工余量小
机床设备及其布置形式	采用通用机床。机床按类别和规格大小，采用“机群式”排列布置	采用部分通用机床和部分高生产率的专用机床。机床设备按加工零件类别分“工段”排列布置	广泛采用高生产率的专用机床及自动机床。按流水线或自动线形式排列布置

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com