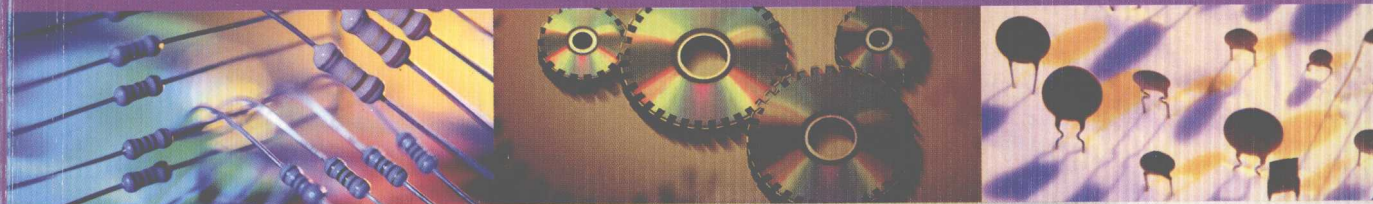




新世纪高等职业教育机电类课程教材

机械制造工艺与工装

(第二版)



主 编 何七荣



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



中国轻工业出版社 中国轻工业集团有限公司 中国轻工业信息中心

机械制造工艺与工装

（第二版）

主 编 王 伟

中国轻工业出版社

新世纪高等职业教育机电类课程教材

机械制造工艺与工装

(第二版)

主编 何七荣

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺与工装/何七荣主编. —2 版. —北京:高等教育出版社, 2007. 4

ISBN 978 - 7 - 04 - 021418 - 5

I. 机… II. 何… III. ①机械制造工艺-高等学校-教材②机械加工-工艺装备-高等学校-教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 052156 号

策划编辑 孙鸣雷 责任编辑 李瑞芳 封面设计 吴 昊 责任印制 潘文瑞

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		021 - 56964871
邮政编码	100011	免费咨询	800 - 810 - 0598
总 机	010 - 58581000	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	021 - 56965341		http://www.hep.com.cn
			http://www.hepsh.com
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
排 版	南京理工出版信息技术有限公司		http://www.landaco.com.cn
印 刷	丹阳市兴华印刷厂	畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787 × 1092 1/16	版 次	2003 年 7 月第 1 版
印 张	19.75		2007 年 4 月第 2 版
字 数	460 000	印 次	2007 年 4 月第 1 次
		定 价	26.50 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 21418 - 00

出版说明

高等教育出版社组织编写的“新世纪高职高专教改项目成果教材”自出版以来,以其适应高等职业教育人才培养模式的基本特征,以应用为主旨、以就业为导向的教学内容体系等特点,受到了广大高等职业院校师生的一致好评。

为了进一步贯彻落实《中华人民共和国职业教育法》和《中华人民共和国劳动法》,适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,2005年10月28日,国务院发布了《国务院关于大力发展职业教育的决定》(以下简称《决定》),明确了今后一个时期职业教育改革与发展的指导思想、目标任务和政策措施。11月7日至8日,国务院召开了全国职业教育工作会议,深入学习贯彻党的十六届五中全会精神,全面落实科学发展观,动员和部署实施《决定》。会议强调,要把发展职业教育作为经济社会发展的重要基础和教育工作的战略重点;以服务社会主义现代化建设为宗旨,培养数以亿计的高素质劳动者和数以千万计的高技能专门人才;坚持以就业为导向,深化职业教育教学改革;依靠行业企业发展职业教育,推动职业院校与企业的密切结合;严格实行就业准入制度,完善职业资格证书制度。

为了贯彻落实《决定》和全国职业教育工作会议精神,也为了适应我国近几年高等职业教育快速发展的需要,促进教学内容、教学体系的更新,我社在2005年底启动了对“新世纪高职高专教改项目成果教材”的修订再版工作。新版系列教材坚持以“就业”为导向的原则,选取实际工作中存在的设备工具、操作方式,讲解在实际岗位工作时实际需要的知识和能力,适应高等职业教育培养学生的“就业能力”的需要;与国家技能鉴定等就业准入制度结合,注重从实际工作场合选取有代表性的实例,突出学生实际操作能力的培养。

新版系列教材出版后,我们还将不定期地举行相关课程的研讨与培训活动,并邀请一些相关行业的优秀企业共同探讨人才培养目标、人才培养模式以及专业设置、课程改革,为各院校提供一个加强校企合作、交流的互动平台。

“新世纪高等职业教育机电类课程教材”适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校机电类专业使用。

高等教育出版社

2006年6月

前 言

随着科学技术和现代工业的飞速发展,为生产第一线培养高级技术应用型人才的高等职业教育的教育教学改革不断深入。

本书在第一版的基础上,从工作岗位群的知识结构和现代制造业精细管理的需要出发,对内容与结构进行了必要的修改。

本书以培养学生实践能力、分析问题的方法和创新精神为核心,以加强技术应用、注重实践为原则,着眼岗位群综合能力,将生产现场的管理知识,机械加工工艺过程基本知识、基本理论和机床夹具基本知识有机结合起来,形成机械产品制造过程及质量分析过程的内容体系。本书主要包括生产现场组织与管理、机械制造工艺的基本知识、机床夹具设计基础知识、轴类零件加工、箱体类零件加工、连杆类零件加工、圆柱齿轮加工、机械加工精度和表面质量分析、机械装配工艺知识、机械零件的特种加工方法、冲压与塑料成形技术、先进制造技术等内容。在第一版基础上重点增加了加工质量分析控制、典型零件工艺(连杆)、先进加工技术等内容,突出了时代特点和实践性。

本书有以下几个特点:

1. 突出技术的应用和生产过程。本书着眼于制造过程生产现场岗位知识和岗位技能的培训。

2. 突出工程实践的综合性。本书在典型零件工艺分析中从不同角度重点分析了常见的几种典型零件的工艺特点,使学生的实践知识和综合分析能力得到全面训练。

3. 突出新时代要求及新知识引入。本书简要介绍了机械制造的一些新技术和新工艺,生产管理和质量管理的基本要求和方法。有助于学生掌握新的知识,以符合时代要求。

4. 突出教学规律的运用。本书有针对性地考虑了教学过程中的难点、重点和知识的层次性,知识涵盖面广、容量大、实践性强、直观性强,既便于教学,也便于学生自学。

本书内容丰富,既包含机械制造专业的“机械制造工艺学”和“机床夹具设计”两门课程的主要内容,又包括“冷冲模设计”和生产现场管理、质量管理等有关知识。

全书共分十一章。第一、二章介绍生产过程的基本概念和组织管理知识;第三章介绍制定工艺规程的基本知识和基本原则;第四章介绍机床夹具设计基本知识;第五、六章介绍零件加工质量分析的基本知识;第七章介绍三类典型工件的工艺;第八章介绍机械装配基础知识;第九、十一章介绍特种加工方法和机械制造新技术;第十章介绍冷冲压技术。

本教材教学时数为80~100学时,各章节学时分配见下表(仅供参考)。

前 言

章 次	学时数	章 次	学时数
绪 论	1	第七章	14
第一章	3	第八章	14
第二章	2	第九章	2
第三章	16	第十章	2
第四章	18	第十一章	6
第五章	10	机 动	4
第六章	6	总 计	100

本书由九江职业技术学院何七荣教授担任主编,四川职业技术学院黄杰东担任副主编。前言,绪论,第一、三章由何七荣编写,第七章由鄂州职业大学金捷编写,第八、九章由四川职业技术学院黄杰东编写,第二章由九江职业技术学院周巍编写,第五章由武汉船舶职业技术学院蒋幸幸编写,第十章由九江职业技术学院刘晓红编写,第六、十一章由九江职业技术学院徐宁编写,第四章由九江职业技术学院徐宁、刘晓红编写。全书由何七荣教授统稿,九江职业技术学院李殷亚主审。在书稿、图稿编辑整理过程中,徐宁做了大量工作在此一并表示衷心感谢。

限于编者水平,加之编写和修改中时间仓促,书中难免会有错误,敬请广大老师、读者批评指正。

何七荣

2006 年 12 月

目 录

绪论	1
第一章 生产过程的基本概念	3
第一节 生产过程和工艺过程	3
第二节 生产纲领和生产类型	6
第三节 机械加工的经济精度	8
复习思考题	9
第二章 生产过程的组织与控制	10
第一节 生产过程组织的形式	10
第二节 生产现场管理	18
第三节 质量控制与 ISO9000 基本精神	22
复习思考题	26
第三章 制订工艺规程基本知识	27
第一节 概述	27
第二节 零件的工艺分析	34
第三节 零件精度获得的方法	37
第四节 毛坯的选择	39
第五节 定位基准及其选择	41
第六节 工艺路线的拟定	47
第七节 工序设计	54
第八节 提高机械加工生产率的工艺途径	69
复习思考题	72
第四章 机床夹具设计基础	75
第一节 概述	75
第二节 工件在夹具中的定位	77
第三节 定位方式与定位元件	84
第四节 定位误差分析	92
第五节 工件的夹紧	99
第六节 典型夹具应用实例	106
复习思考题	119

第五章 机械加工精度	122
第一节 概述	122
第二节 工艺系统的制造误差和磨损	123
第三节 工艺系统的受力变形	128
第四节 工艺系统的热变形	133
第五节 加工过程中的其他原始误差	136
第六节 加工误差的统计分析	139
第七节 提高加工精度的工艺措施	148
复习思考题	150
第六章 机械加工表面质量	153
第一节 基本概念	153
第二节 加工表面几何特性的形成及其影响因素	156
第三节 加工表面物理力学性能的变化及其影响因素	159
第四节 机械加工中的振动	166
复习思考题	172
第七章 典型零件加工工艺	173
第一节 轴类零件加工工艺	173
第二节 箱体类零件加工工艺	184
第三节 连杆加工工艺	197
第四节 圆柱齿轮加工工艺	205
复习思考题	220
第八章 机械装配工艺基础	222
第一节 概述	222
第二节 机械产品的装配精度	226
第三节 装配尺寸链	227
第四节 保证产品装配精度的方法	233
第五节 装配方法的选择	240
第六节 装配工艺规程的制订	242
复习思考题	249
第九章 零件的特种加工方法	251
第一节 概述	251
第二节 电火花加工	252
第三节 激光加工	257

第四节 电解加工与电解磨削.....	259
第五节 超声波加工.....	261
复习思考题.....	263
 第十章 冷冲压技术.....	264
第一节 冷冲压设备.....	264
第二节 冷冲压技术.....	269
复习思考题.....	277
 第十一章 先进制造技术简介.....	278
第一节 概述.....	278
第二节 先进制造哲理、先进管理技术与先进生产模式	281
第三节 先进制造工程技术.....	294
第四节 先进制造工艺.....	299
复习思考题.....	303
 参考文献.....	304

绪 论

随着经济的发展和科学技术的进步,制造技术在现代工业中的地位越来越重要。机械制造工艺与夹具是机械制造技术的重要内容和核心技术,精密加工、自动化加工、高速加工等先进制造技术就是以制造工艺和夹具内容为基础的。

机械制造的过程是将原材料经过工艺系统中的各种加工方法变成机械产品的过程。机械制造工艺和工装课程就是以制造过程为主线,介绍零件制造的方法和技术,是包括零件机械加工与装配以及机床夹具设计为基本内容的一门应用技术综合课程。本课程的任务是向学生讲解保证加工零件符合技术要求的工艺系统和影响加工质量的各种工艺因素,以及提高加工质量、生产率和降低成本的工艺措施。

一、本课程的特点

1. 综合性强 本课程综合了机电类专业及相关专业基础课的知识。内容涵盖面广,覆盖了传统机械制造工艺、特种加工技术、现代制造技术、冷冲压技术等内容。因此在教学过程中应注意内容的综合。

2. 实践性强 本课程的理论学习与机械制造过程中的工艺实践关系非常密切,有些学生在学习过程中掌握不了要领,在实际工作中常常力不从心。一方面是因为对本课程的重要性理解不深,没有在实践中理解课程中的核心内容;另一方面在学习工艺知识过程中没有生产实践的感性认识,因此在课程教学过程中,学生应进行相关内容的生产实习,之后还应该进行一周以上的含有工艺过程和夹具设计内容的课程设计。

3. 创新意识强 尽管机械制造工艺知识是千百万机械加工生产第一线的广大工人、技术人员对机械加工实践的高度概括与总结,但是机械制造内容与现有生产现场诸要素联系非常密切,任何生产条件变化都会影响工艺过程相应变化,因此生产过程中的创新意识会直接影响工艺过程的进一步优化,同时,在教学过程中,也应组织实施开展创新意识教育,培养学生的创新思维和开拓意识。

二、课程的基本要求和学习重点

第一章 了解生产过程的基本概念、了解生产类型与工艺过程的关系,熟练掌握机械加工过程中的有关概念,如工序、工步等。

第二章 了解生产过程组织与管理的基本知识和方法,进一步树立生产现场的实践意识、动态意识和质量意识。

第三章 掌握制定工艺规程的原则、步骤,牢固掌握制定工艺规程的几个核心问题,如定位基准选择、加工余量确定、工序路线拟定、工序尺寸及公差确定等。了解机械加工生产率和经济性的基本知识,如时间定额及其确定方法等。

第四章 掌握定位原理、定位误差分析计算、夹紧力确定,并熟悉典型夹具结构。

第五章 掌握机械加工精度和加工误差的概念,加工误差的来源和获得加工精度的方法。学会分析加工过程中产生加工误差的各种因素,掌握加工误差的统计分析法和单因素分析法,掌握提高加工精度的主要途径。建议在教学过程中组织学生进行讨论。

第六章 掌握零件加工表面质量基本概念,了解表面质量对产品性能影响规律,掌握提高表面质量的工艺途径。

第七章 通过主轴、床头箱、连杆、圆柱齿轮工艺过程及工艺分析,掌握相关类型典型零件工艺及分析方法。建议任课教师根据课时和学生需要组织学生讨论相关轴(例如丝杠、曲轴、凸轮轴等),箱体等零件的工艺过程和质量分析方法,培训学生的科学思维能力和习惯。

第八章 掌握装配的基本概念和基本内容,深刻理解装配精度与零件加工精度的关系及掌握保证装配精度的方法。学会根据生产情况选择装配方法。

第九章 了解各种特种加工方法的原理及应用场合,建议以学生自学为主。

第十章 了解冷冲压技术的基本含义,了解其设备,掌握冷冲模设计的基本内容。

第十一章 了解制造技术发展历程、含义,先进制造技术形成、特征和发展趋势;了解先进制造技术的基本内容。建议组织学生做一次行业调研的综合专业实践活动。

第一章 生产过程的基本概念

第一节 生产过程和工艺过程

一、生产过程和生产系统

1. 生产过程

工业产品的生产过程是指由原材料到成品之间的各个相互联系的劳动过程的总和。这些过程包括：

- (1) 生产技术准备过程 包括产品投产前的市场调查分析,产品研制,技术鉴定等。
- (2) 生产工艺过程 包括毛坯制造,零件加工,部件和产品装配、调试、油漆和包装等。
- (3) 辅助生产过程 为基本生产过程能正常进行所必经的辅助过程,包括工艺装备的设计制造、能源供应、设备维修等。
- (4) 生产服务过程 包括原材料采购运输、保管、供应及产品包装、销售等。

由于市场全球化、需求多样化以及新产品开发周期越来越短,随着信息技术的发展,企业间采用动态联盟,实现异地协同设计与制造的生产模式是目前制造业发展的重要趋势。

2. 生产系统

(1) 系统的概念 任何事物都是由数个相互作用和相互依赖的部分组成并具有特定功能的有机整体,这个整体就是“系统”。

(2) 机械加工工艺系统 机械加工工艺系统由金属切削机床、刀具、夹具和工件 4 个要素组成,它们彼此关联、互相影响。该系统的整体目的是在特定的生产条件下,适应环境的要求,在保证机械加工工序质量的前提下,采用合理的工艺过程,降低该工序的加工成本。

(3) 机械制造系统 在工艺系统基础上以整个机械加工车间为整体的更高一级的系统,该系统的整体目的就是使该车间能最有效地全面完成全部零件的机械加工任务。

(4) 生产系统 以整个机械制造厂为整体,为了最有效地经营,获得最高经济效益,一方面把原材料供应、毛坯制造、机械加工、热处理、装配、检验与试车、油漆、包装、运输、保管等因素作为基本物质因素来考虑;另一方面把技术情报、经营管理、劳动力调配、资源和能源利用、环境保护、市场动态、经营政策、社会问题和国际因素等信息作为影响系统效果更重要的要素来考虑。

由此可知,生产系统是包括制造系统的更高一级的系统。

二、工艺过程和工艺规程

在生产过程中,那些与由原材料转变为产品直接相关的过程称为工艺过程。它包括毛坯制造、零件加工、热处理、质量检验和机器装配等。而为保证工艺过程正常进行所需要的刀具、夹具制造,机床调整维修等则属于辅助过程。在工艺过程中,以机械加工方法按一定顺序逐步地改变毛坯形状、尺寸、相对位置和性能等,直至成为合格零件的那部分过程称为机械加工工艺过程。本课程的内容主要是研究机械加工工艺过程中的一系列问题。

技术人员根据产品数量、设备条件和工人素质等情况,确定采用的工艺过程,并将有关内容写成工艺文件,这种文件就称为工艺规程。

三、机械加工工艺过程的组成

为了便于工艺规程的编制、执行和生产组织管理,需要把工艺过程划分为不同层次的单元。它们是工序、安装、工位、工步和工作行程。其中工序是工艺过程中的基本单元。零件的机械加工工艺过程由若干个工序组成。每一个工序可能包含一个或几个安装,每一个安装可能包含一个或几个工位,每一个工位可能包含一个或几个工步,每一个工步可能包含一个或几个工作行程。

1. 工序

一个或一组工人,在一个工作地或一台机床上对一个或同时对几个工件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点是否变化和工作过程是否连续。例如,在车床上加工一批轴,既可以对每一根轴连续地进行粗加工和精加工,也可以先对整批轴进行粗加工,然后再依次对它们进行精加工。在第一种情形下,加工只包括一个工序;而在第二种情形下,由于加工过程的连续性中断,虽然加工是在同一台机床上进行的,但却成为两个工序。

2. 安装

在机械加工工序中,使工件在机床上或在夹具中占据某一正确位置并被夹紧的过程,称为装夹。有时,工件在机床上需经过多次装夹才能完成一个工序的工作内容。安装是指工件经过一次装夹后所完成的那部分工序内容。例如,在车床上加工轴,先从一端加工出部分表面,然后调头再加工另一端,这时的工序内容就包括两个安装。

3. 工位

工件相对于机床或刀具每占据一个加工位置所完成的那部分工序内容,称为工位。为了减少因多次装夹而带来的装夹误差和时间损失,常采用各种回转工作台、回转夹具或移动夹具,使工件在一次装夹中,先后处于几个不同的位置进行加工。如图 1-1 所示是在一台三工位回转工作台机床上加工轴承盖螺钉孔的示意图。操作者在上下料工位 I 处装上工件,当该工件依次通过钻孔工位 II、扩孔工位 III 后,即可在一次装夹后把 4 个阶梯孔在两个位置加工完毕。这样,既减

少了装夹次数,又因各工位的加工与装卸是同时进行的,从而节约安装时间,使生产率可以大大提高。

4. 工步

在加工表面不变,加工工具不变的条件下,所连续完成的那一部分工序内容称为工步。为了提高生产率,用几把刀具同时加工几个加工表面的工步,称为复合工步,也可以看做一个工步,例如,组合钻床加工多孔箱体孔。

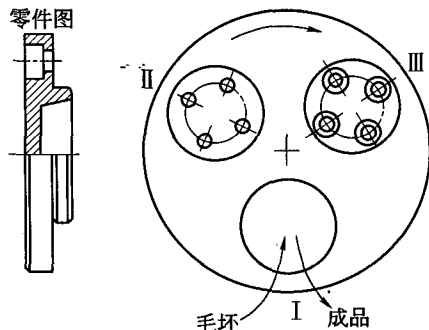


图 1-1 轴承盖螺钉孔的三工位加工

5. 工作行程

有些工步由于加工余量较大或其他原因,需要同一把刀具以同一切削用量对同一表面进行多次切削。在切削速度和进给量不变的前提下,刀具完成一次进给运动称为一个工作行程。如图 1-2 所示是一个带半封闭键槽阶梯轴两种生产类型的工艺过程实例,从中可看出各自的工序、安装、工位、工步、工作行程之间的关系。

零件图

单件生产工艺过程

成批生产工艺过程

三工位铣端面打中心孔机床

工序	安装	工位	工步	工作行程
I 车各部成形	I	1	1	1
		2	1	
	II	1	1	1
		2	1	
	III	1	1	2
		2	1	
IV	I	1	2	
		2	1	
		3	1	
II 铣槽	I	1	1	1

工序	安装	工位	工步	工作行程
I 铣端面打中心孔		1. 装卸	1	1
		2. 铣端面	1	1
		3. 钻中心孔	1	1
II 车	I	1	1	2
		2	1	
III 车	I	1	1	2
		2	1	
		3	1	
IV 铣槽	I	1	1	1

第二节 生产纲领和生产类型

一、生产纲领

机械产品结构和技术要求不同,其加工工艺也显然不同,同一产品如果生产的批量不同,其工艺也会有很大区别,因而研究加工技术必须分析产品的生产批量。

1. 产品生产纲领

产品生产纲领是企业计划在计划期内应生产的产品产量。计划期一般定为一年,所以有时称为年产量。

2. 零件生产纲领

零件生产纲领是企业依据产品生产纲领在计划期内生产的零件数量。

零件生产纲领与产品生产纲领的关系为

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

式中: N ——零件的生产纲领(件);

Q ——产品的生产纲领(台);

n ——每台产品中生产该零件的数量(件/台);

α ——备品的百分率;

β ——废品的百分率。

当 α 、 β 均很小时,上式可近似为

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

通常,工厂并不是把全年产量一次投入车间生产,而是根据产品生产周期、销售和库存量以及车间生产均衡情况,分批投入生产车间。每批投入生产的零件数叫做批量。

二、生产类型

生产类型是企业生产专业化程度的分类。根据产品的尺寸大小和特征、产品生产纲领、批量及投入生产的连续性,可分为三种生产类型:大量生产、成批生产和单件生产。

1. 大量生产

连续地大量生产同一种产品,一般每台生产设备都固定地完成某种零件的某一工序的加工,例如汽车、拖拉机、轴承、缝纫机、彩电、自行车等的制造就属于这一生产类型。

2. 成批生产

一年中分批轮流地制造若干不同产品,每种产品都有一定的数量,生产呈周期性重复。按批量大小及产品特征,成批生产又分为小批生产、中批生产及大批生产三种。对小批生产来说,零件虽按批量投产,但批量不稳定,生产连续性不明显,其工艺过程及生产组织类似于单件生产。中批生产系指产品品种规格有限,而且生产有一定周期性的情况,例如通用机床、纺织机械等产品的生产。大批生产系指产品品种较为稳定,零件投产批量大,其中主要零件是连续性生产的情况。例如液压元件、水泵等产品的生产。大批生产的工艺特点和生产组织与大量生产相类似。

3. 单件生产

产品品种多而很少重复,同一种零件数量很少的生产类型。例如重型机器、大型船舶的制造等。

由于小批生产与单件生产工艺特点及生产组织形式相似,大批生产与大量生产工艺特点及生产组织形式相似,所以实际生产类型分为单件小批生产、中批生产及大批大量生产。

在一个企业里,生产类型一般取决于生产纲领、产品尺寸大小及复杂程度。它们之间的大致关系见表 1-1。

表 1-1 生产类型与生产纲领的关系

生产类型	重型机械产品	中型机械产品	小型机械产品
单件生产	<5	<20	<100
小批生产	5~100	20~200	100~500
中批生产	—	200~500	500~5 000
大批生产	—	500~5 000	5 000~50 000
大量生产	—	>5 000	>50 000

注:重型、中型、小型机械产品可分别以轧钢机、柴油机和缝纫机为代表。

生产类型还可利用成批性系数 K_c 来划分。成批性系数是指在同一工作地(或机床上)完成的不同工序数。

当 $K_c = 1 \sim 3$ 时为大量生产; $K_c = 3 \sim 5$ 时为大批生产; $K_c = 5 \sim 20$ 时为中批生产; $K_c > 20$ 时为单件小批生产。

不同的生产类型具有不同的工艺特点,即毛坯种类、机床及工艺装备,采取的技术措施、达到的技术经济效果平均不一样。各种生产类型的工艺特点见表 1-2。

表 1-2 各种生产类型的工艺特点

工艺特点	单件、小批生产	中批生产	大批、大量生产
零件互换性	钳工试配	普遍应用互换性,同时保留某些试配	全部互换,某些精度较高的配合用配磨、配研、选择装配保证