

高等学校试用教材

仪器制造工艺学

(修订本)

上海机械学院 端木时夏 主编

GAO DENG XUE
XIAO TIAO CAI

机械工业出版社

高等学校试用教材

仪器制造工艺学

(修订本)

上海机械学院 端木时夏 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章



机械工业出版社

本书系根据1981年出版的高校试用教材《仪器制造工艺学》经各校多次使用后,并经讨论修订的大纲编写而成。书中保持了原书注重加强基础,讲清物理概念等特点;增加了仪器制造工艺过程设计,劳动生产率与经济性和少无切削加工等章节;引入了机械制造生产系统、工艺系统尺寸链等新概念。使课程体系更为完整,内容更为新颖并反映仪器制造工艺的特点。内容精炼,篇幅紧凑。

本书除了作为精密仪器专业统编教材外,还可供光仪、计时、陀螺等各仪器类专业和精密机械类专业选用和有关科技人员参考。

仪 器 制 造 工 艺 学

(修 订 本)

上海机械学院 端木时夏 主编

*

责任编辑:贡克勤 版式设计:胡金瑛
责任印制:王国光 责任校对:熊天荣

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $19 \frac{1}{2}$ · 字数 470 千字

1981年4月北京第一版

1989年6月北京第二版·1989年6月北京第七次印刷

印数 28,051—30,550 · 定价: 3.90 元

*

ISBN 7-111-01460-X/TH · 253 (课)

前 言

本书是在1981年由机械工业出版社出版的高等学校试用教材《仪器制造工艺学》基础上,经过各校几年试用后,于1984年4月召开全国高校《仪器制造工艺学》教学经验及教学大纲讨论会上所重新制订的精密仪器专业《仪器制造工艺学》教学大纲编写而成的。这次编写的内容,除保持原书注意加强基础,讲清物理概念等特点外,还充实了仪器制造工艺过程设计、劳动生产率与经济性、生产系统、工艺尺寸链、组合夹具、小孔精密加工、小模数齿轮加工、特种型面加工、少无切屑加工、计算机辅助制造和计算机辅助工艺规程编制等内容。由于编写时注意了内容上的精选并避免繁琐的叙述,使该书在篇幅上反较原书有大幅度的压缩,符合教材编写应“少而精”的要求。编写时有关工艺名词术语、机械制图、尺寸链、公差、表面粗糙度等已全部参照了新颁布的国家标准。

本书由上海机械学院端木时夏教授主编并编写第一章,第三章和第四章。张奇生副教授编写绪论和第二章。冯乾永编写第五章,第六章(其中少无屑加工部分由徐享钧副教授编写)、第七章、第八章。由合肥工业大学安成祥教授主审,余华芳参加了审稿工作。

本书除作精仪专业统编教材外,还适于光仪、计时、陀螺等仪器类专业和精密机械类专业采用,亦可供有关科技人员参考。

在本教材编写大纲讨论会和编审会上,陕西机械学院吴鸿洋,南京工学院郑志达,河北工学院刁法正,华侨大学郭廷森,哈尔滨工业大学胡炯泉、赵维绥,上海交通大学邹桂根,成都科技大学吴再鸣,天津大学侯文郁,上海大学工学院袁珊宝,上海机械学院王延芳等同志提出了宝贵的意见,在此谨致谢意。

由于我们水平有限,书中难免存在缺点和错误,欢迎读者批评指正。

编 者 1987年12月

目 录

绪论	1
第一章 仪器制造工艺过程设计	3
§ 1-1 仪器制造工艺过程的基本概念	3
一、生产过程和生产系统	3
二、工艺过程	5
三、工艺过程的组成	5
四、生产类型	6
§ 1-2 制订工艺规程的原则	8
§ 1-3 工艺规程设计的内容和步骤	8
§ 1-4 工艺路线的确定	9
§ 1-5 基准选择	12
一、基准的概念	12
二、定位基准的选择	13
§ 1-6 工艺尺寸链	16
一、尺寸链的基本概念	16
二、尺寸链计算的基本公式	19
三、工艺尺寸链的分析和解算	22
四、工艺系统尺寸链	26
§ 1-7 毛坯选择、加工余量和工序尺寸的确定	30
一、毛坯选择	30
二、加工余量的确定	31
三、工序尺寸的确定	33
§ 1-8 工艺文件	34
§ 1-9 工艺过程典型化与成组工艺	36
第二章 夹具设计基础	39
§ 2-1 概述	39
一、夹具的概念	39
二、机床夹具的分类	39
三、机床夹具的作用	39
四、机床夹具的组成	40
五、仪器制造中夹具设计的要求	41
§ 2-2 工件的定位及定位元件	42
一、定位的概念	42
二、工件定位原理	42
三、工件的定位方法及定位元件	45
§ 2-3 工件的夹紧及夹紧装置	62

一、夹紧装置的作用及其基本要求	62
二、夹紧力的选择与确定	63
三、夹紧装置的组成与分类	64
四、简单夹紧装置	65
五、组合夹紧装置	74
六、机动夹紧装置	75
§ 2-4 引导元件、分度装置及夹具本体	77
一、引导元件	77
二、分度装置	80
三、夹具本体	84
§ 2-5 夹具设计方法及夹具实例分析	86
一、夹具设计方法	86
二、夹具实例分析	88
§ 2-6 组合夹具	91
一、组合夹具的工作原理及特点	91
二、组合夹具的元件	93
三、组合夹具的组装	95
第三章 机械加工精度	96
§ 3-1 基本概念	96
一、加工精度的含义	96
二、物理互换性的概念	96
三、获得尺寸精度的方法	97
§ 3-2 影响机械加工精度的工艺因素	98
一、方法误差	98
二、机床、刀具、夹具的制造误差及磨损	98
三、工艺系统受力影响而引起的误差	101
四、工艺系统受温度影响而引起的误差	105
五、工件内应力的重新分布而引起的误差	112
六、工件的安装误差、加工调整误差和测量误差	112
§ 3-3 加工误差分析	114
一、加工误差的性质及误差合成	114
二、用统计方法分析加工精度	115
三、机械加工的经济精度	123
§ 3-4 机械加工的表面质量	125
一、表面质量对零件使用性能的影响	125
二、影响表面质量的工艺因素与改善表面质量的工艺措施	127
三、工艺系统的振动	130
第四章 劳动生产率与经济性	134
§ 4-1 劳动生产率	134
一、劳动生产率的含义	134
二、工时定额	134
三、提高劳动生产率的途径	135

四、采用先进技术或先进工艺	136
§ 4-2 经济性	136
一、生产成本的组成	137
二、评定工艺方案经济性的方法	137
§ 4-3 工艺过程自动化	138
一、数字控制NC(Numerical Control)	138
二、适应控制AC(Adaptive Control)	139
三、计算机辅助制造CAM(Computer Aided Manufacturing)系统	141
四、计算机辅助工艺规程编制CAPP(Computer Aided Process Planing)	145
第五章 精密机械加工	148
§ 5-1 外圆面精密加工	148
一、精密车削	148
二、磨削	149
三、镜面磨削	151
四、光整加工	152
五、外圆柱面加工工艺方案比较	155
六、精密主轴加工	155
§ 5-2 孔面精密加工	158
一、精铰	158
二、拉削	158
三、精镗	159
四、磨削	159
五、光整加工	160
六、孔面加工工艺方案比较	163
七、小孔精密加工	164
八、薄壁套筒的孔面加工	165
九、孔系加工	165
§ 5-3 平面精密加工	167
一、细刨	167
二、磨削	167
三、研磨	169
四、刮研	170
五、平面加工工艺方案比较	170
六、导轨加工	171
§ 5-4 螺纹加工	172
一、概述	172
二、螺纹的精密车削	173
三、螺纹的磨削和研磨	184
四、精密丝杠的加工	190
§ 5-5 齿形面加工	191
一、概述	191
二、齿形面的精密加工	192

三、齿形面的光整加工	197
四、精密蜗轮副(蜗杆、蜗轮)的加工	204
§ 5-6 特种型面的加工	211
一、精密球面的加工方法	211
二、精密盘形凸轮的加工方法	216
第六章 特种加工与少无切屑加工	220
§ 6-1 电加工	220
一、电化学加工	220
二、电腐蚀加工	222
三、电子束加工	223
四、离子束加工	224
§ 6-2 超声机械加工	225
一、超声机械加工的原理	225
二、超声机械加工的特点和使用范围	226
§ 6-3 激光加工	226
一、激光打孔	226
二、激光切割	227
§ 6-4 刻划	227
一、机械刻划	228
二、机械—化学法刻划	229
三、照相—腐蚀法刻划	231
四、真空镀铬法刻划	232
五、光刻	234
§ 6-5 少无切屑加工	237
一、塑料零件的压制	237
二、冷冲压	246
§ 6-6 表面覆盖	261
一、金属覆盖层	261
二、化学覆盖层	263
三、油漆覆盖层	264
四、塑料粉末喷涂覆盖层	264
第七章 装配与调整	268
§ 7-1 概述	268
一、装配工艺过程的内容和要求	268
二、装配精度与零件加工精度的关系	268
§ 7-2 装配尺寸链与装配方法	270
一、完全互换法(即极大极小法或称极值法)	271
二、不完全互换法(概率法或称统计法)	275
三、分组互换法(即分组装配法)	282
四、修配法	282
五、调整法	283
§ 7-3 仪器装配中的连接	284

§ 7-4 精密仪器装配的一般步骤	285
一、精密仪器装配的生产类型及其特点	285
二、装配工艺规程的制订	285
第八章 结构工艺性	290
§ 8-1 概述	290
一、结构工艺性的定义	290
二、结构工艺性的指标	290
三、提高结构工艺性的一般原则	292
§ 8-2 零件的结构工艺性	292
一、材料选择并减少消耗	292
二、减轻零件重量	292
三、毛坯的选择	294
四、零件机械加工的结构工艺性	295
五、零件结构的热处理工艺性	298
§ 8-3 仪器的结构工艺性	299
一、选择合适的装配精度	299
二、选择合理的零件联接方法	300
三、选择合适的零件数目	300
参考文献	301

绪 论

一、仪器制造工艺学的任务与重要性

仪器制造工艺学与一般的机械制造工艺学一样，是随着社会的大生产而产生的。但仪器制造工艺学又有其许多特点，是机械制造工艺学所不能概括的，据此，仪器制造工艺学应完成下列主要任务：

① 首先应使学生掌握各种不同几何形状、不同材料性能、不同精度要求的零件加工方法和检验方法，以及由零件装配成部件和整台仪器的装配工艺。但仅仅掌握各种方法是不够的，因为同样一个零件，可由各种不同的加工方法来完成。所以还应使学生能分析比较各种方法的特点，根据零件的产量及具体生产条件，选择最合适的加工方法和工艺过程。要注意运用新的技术以保证更有效地提高生产率，降低生产成本。

② 必须保证仪器零件的加工精度和表面质量要求。很多仪器要求零件的尺寸、几何形状及各部分相互位置的精度常常以微米来表示。往往由于需要获得最小的摩擦、高的耐磨性及防蚀能力，因而对表面质量提出了极高的要求。

③ 培养学生具有能够详细考虑仪器的结构工艺性的能力。在设计同一个仪器时，可以有各种不同的结构方案，应使学生能选择一个在具体生产条件下获得最高的生产率，最低的生产成本而又符合精度要求的方案。

设计者的任务是设计出能保证符合使用要求的仪器，而工艺人员则根据所设计的仪器结构，制订工艺规程并进行生产技术准备工作。仪器制造工艺学是研究仪器的生产工艺过程的一门科学，它是培养工艺人员的主要专业课程。但是设计与制造之间具有密切的关系，设计者在考虑仪器的使用要求的同时，也必须充分考虑到生产工艺问题，因此设计者也必须掌握仪器制造中的各种工艺知识及其理论基础。所以仪器制造工艺学也是培养设计人材的一门必不可少的专业基础课程。

二、仪器制造业的特点、现状与发展趋势

仪器制造工业虽已有不短的历史，然而仪器制造工艺学作为一门学科来研究，这还是近代的事情。仪器作为工业的“眼睛”，它是探测、度量、记录、控制以及计算生产过程中各项参数的工具，一个国家的生产技术和科学研究水平，可以由使用仪器的数量和质量来衡量。因此也可以由仪器制造业的发展水平来衡量。仪器制造业的特点有：

- ① 仪器品种名目繁多，且作用要求各不相同；
- ② 零件尺寸小而形状复杂；
- ③ 精度要求高；
- ④ 使用条件复杂，所用材料品种很多；
- ⑤ 仪器生产分散，专业化和协作化程度较低；
- ⑥ 装配工作量所占比重很大。

所有这些特点都使得仪器的制造方法非常广泛，甚至比较复杂而特殊。并且它将紧密地随着仪器的发展而在不断发展。因此在学习时不能满足于目前的书本知识，而要随时注意仪

器制造业发展的新动向。例如，微小尺寸和复杂形状的加工方法，加工超高精度和细微表面粗糙度的特殊工艺，耐高温、高压、高强度材料的处理方法等等。

三、本课程的目的、内容和学习方法

仪器制造工艺学是一门由生产实践中总结出来又应用到生产中去解决实际问题，并经过生产实践反复验证和不断充实提高的学科。因此本课程的内容不仅包括各种加工方法（工艺）的实质、特点和应用范围，而且也包括对某些问题的理论分析。首先是加工精度问题，它是仪器最基本的要求。本课程的内容虽然不包括工艺设备的操作技术，但在学习本课程的过程中，应当随时和有关生产实践结合起来，理论联系实际，巩固提高。

第一章 仪器制造工艺过程设计

§ 1-1 仪器制造工艺过程的基本概念

一、生产过程和生产系统

1. 生产过程

生产过程是指产品由原材料转变为成品的全过程。它包括原材料的输送和贮存, 生产技术的准备工作, 毛坯的制造, 零件的加工, 部件和产品的装配、检验、试车、油漆和包装等。不仅不同的产品有各自的生产过程, 同一产品在不同的生产条件和生产环境下, 为实现生产的最佳化, 则应用系统工程的观点, 拟订其生产过程。

在现代生产中, 某一产品的生产, 为了有利于零、部件的标准化和组织专业化生产, 往往由许多工厂联合完成。从而能在保证质量的前提下, 提高劳动生产率和降低产品成本。

一个工厂的生产过程, 可细分为各个车间的生产过程。某车间的成品, 往往又供应其他车间作为“原材料”使用。例如铸造和锻造车间的成品(铸件和锻件), 就是机械加工车间的“原材料”; 而机械加工车间的成品, 又是装配车间的“原材料”。

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部分组成并具有特定功能的有机整体, 这个整体就是系统。

在同一个系统中, 至少要由两个要素组合而成, 而且这些要素相互联系、相互作用并有其整体的目的性, 还能适应其所处环境变化的能力。这就是说, 一个系统必须具备的四个属性是: 集合性、相关性、目的性和环境适应性。

整体思想是系统概念的核心, 研究系统问题时, 必须首先明确整体的目的性。不能将各要素脱离整体去研究, 而是一切都必须围绕整体目的的实现最佳化来处理。

(2) 机械加工工艺系统 机械加工工艺系统是由机床、刀具、夹具和工件四个要素组成的统一体。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和产量的前提下, 采用最佳的加工方案, 最大限度地降低该工序的加工成本。

随着电子计算机和自动控制技术的发展, 使机械加工领域出现了数字控制和适应控制等新型的机械加工方法。要实现系统最佳化(如图 1-1 所示), 不能只考虑坯料由上工序输入本工序并经过存贮、机械加工和检测, 然后作为本工序加工完成的零件, 输出给下一个工序这一“物质”的流程(称之为“物质

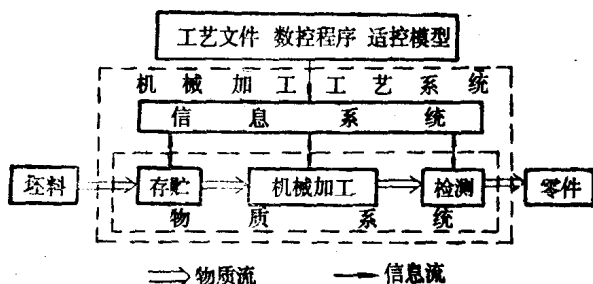


图 1-1

流”), 还必须充分重视并合理编制包括工艺文件、数控程序和适控模型等控制着物质系统

有效工作的流程（称之为“信息流”）。

在系统中不仅要看到“物质”的一面，还必须重视“信息”的一面，这是系统工程的另一重要特点。

如果以一个零件的全部机械加工过程作为高一级的系统来分析，那么该系统的各要素就是组成工艺过程的各工序。必须全面考虑，合理安排组成该零件机械加工工艺过程各工序的有关工艺参数，才能实现整体零件机械加工的最佳化。

对于一个机械制造厂来说，除机械加工外，还有铸造、锻压、焊接、热处理和装配等工艺，各种工艺都可以组成各自的工艺系统。

（3）机械制造系统
如果进一步以整个机械加工车间为更高一级的系统来考虑问题，则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加工任务。

图 1-2 表示机械制造系统各组成部分之间的相互关系。

在机械制造系统外部，将工件毛坯、刀具、夹具、量具和其他辅助物料（例如：润滑油、冷却液和擦布等）作为“原材料”输入机械制造系统，经过存贮、运输、加工、检验等环节，最后作为机械加工车间的“成品”输出，形成机械加工车间的物质流。至于根据加工任务、加工顺序、加工方法、物流要求等所确定的计划、调度和管理等则属于“信息”的范畴而形成信息流。此外，能量的消耗及其流程则被称为“能量流”。

（4）生产系统 如果以整个机械制造厂为整体，为了最有效地经营，获得最高的经济

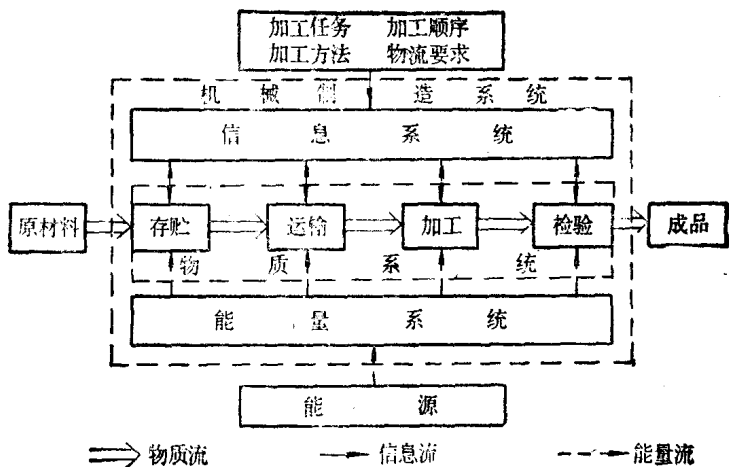


图 1-2

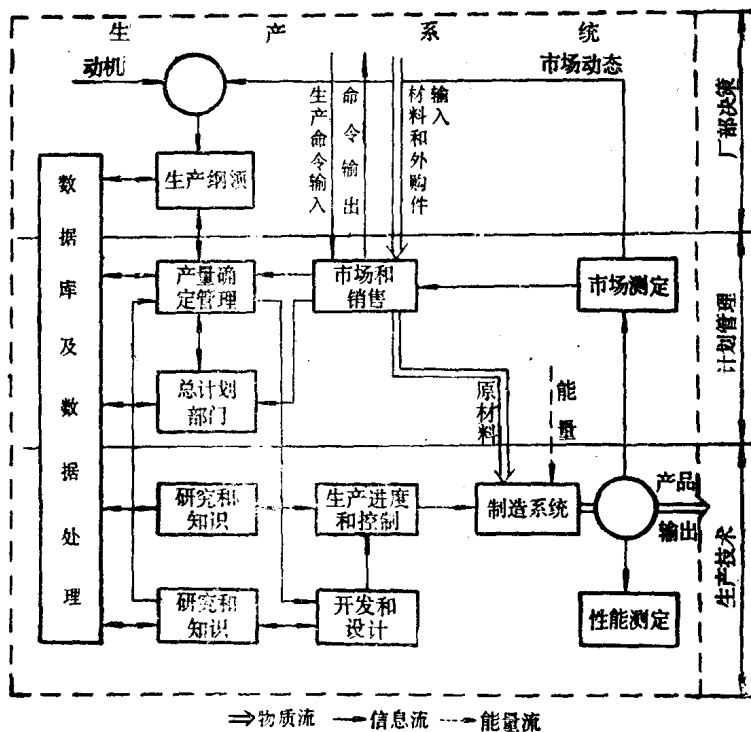


图 1-3

效益,就不仅要把原材料、毛坯制造、机械加工、热处理、装配、油漆、试车、包装、运输和保管等属于“物质”范畴的因素作为要素来考虑;而且还必须把技术情报、经营管理、劳动力调配、资源和能源利用、市场动态、经济政策等和经济相关连的信息;以至于对社会观念、人们的心理和素质变化、家庭变化、世界形势、环境保护和政策法令等非经济信息作为影响系统效果的更重要的要素来考虑。

由此可见,生产系统是包容制造系统在内的更高一级的系统。而制造系统则是生产系统下属子系统中的主要部分。

图 1-3 为整个工厂的生产系统图。图中上部“上部决策”表示厂部领导人根据国家或上级下达的生产任务,工厂决策部门的动机,资源和能源的实际情况,有关环境保护条例;市场动态并参考数据库中的有关信息情报资料,制定工厂总的生产纲领。然后,计划管理部门根据生产纲领、市场销售和订货情况、技术部门和数据库提供的有关信息情报确定各种产品的产量,制定全厂的生产计划。接着各生产技术部门(机械加工、各个热加工部门和装配等)的技术人员根据各个产品的产量,运用各自的知识和才能,参考数据库中的有关技术情报资料,作好各项生产技术准备工作(产品设计、新产品开发和工艺准备等)。

最后,各生产车间(制造系统)对原材料进行加工、装配、油漆、包装直至输出产品投入市场满足用户需要,这就是一个机械制造厂的生产系统中的总流程。

二、工艺过程

在各车间的生产过程中,不仅包括直接改变工件形状、尺寸、位置和性质等的主要过程,还包括运输、保管、磨刀、设备维修等辅助过程。

生产过程中,按一定顺序逐渐改变生产对象的形状(铸造、锻造等)、尺寸(机械加工)、相对位置(装配)和性质(热处理)使其成为成品或半成品的这部分主要过程称之为工艺过程。因此,工艺过程又具体地包括铸造、锻造、冲压、焊接、机械加工、热处理、电镀、装配等工艺过程。本课程内容主要是研究机械加工工艺过程中的一系列问题。

零件依次通过的全部加工过程称为工艺路线或工艺流程,工艺路线是制定工艺过程和进行车间分工的重要依据。

可以通过不同的工艺过程来达到工件最后的加工要求,技术人员根据工件产量、设备条件和工人技术情况等,规定产品或零部件制造工艺过程和操作方法等的工艺文件称工艺规程。

工艺规程既经制定,有关人员就必须严格执行,如果经过工艺试验,需要修改工艺文件时,必须经过一定的审批手续。

制定工艺规程的传统方法是技术人员根据自己的知识和经验,参考有关技术资料并集思广益来确定。随着电子计算机技术广泛地引入机械制造领域,目前国内、外愈来愈多地采用计算机来辅助编制工艺规程。它使繁琐、落后的工艺规程编制工作实现最佳化、系统化和现代化,这是一个值得我们进一步研究和推广的新领域。

三、工艺过程的组成

要编制工艺规程,首先要了解工艺过程的组成。

工序 一个或一组工人,在一个工作地对同一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程。

工序是工艺过程的基本组成部分。例如对图 1-4 所示工件,在成批生产时可划分成下列

四道工序来完成。

工序 1：两端打中心孔。

工序 2：粗车 A 、 B 、 C 段外圆。安装 1——粗车 A 、 B 段外圆；安装 2——粗车 C 段外圆。

工序 3：精车 A 、 B 、 C 段外圆（要和粗车不在同一台车床上加工，或一批工件全部粗车后再进行精车，才能成为一个独立工序）。安装 1——精车 A 、 B 段外圆；安装 2——精车 C 段外圆。

工序 4：铣 D 、 E 平面（工件在一次安装下，利用分度头转 180° 来加工第二个平面）。

工位 1——铣平面 D ；工位 2——铣平面 E 。

由此可见，有时在同一个工序中有多次安装或包括几个工位。

安装 工件（或装配单元）经一次装夹后所完成的那一部分工序。

工位 为了完成一定的工序部分，一次装夹工件后，工件（或装配单元）与夹具或设备的可动部分一起相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置。

工序 4 中以分度头转位代替安装，不仅节省辅助时间，还能减少由于二次安装造成的误差。

工步 在加工表面（或装配时的连接表面）和加工（或装配）工具不变的情况下，所连续完成的那一部分工序。

例如工序 2 中车削 A 、 B 、 C 三段为三个工步。

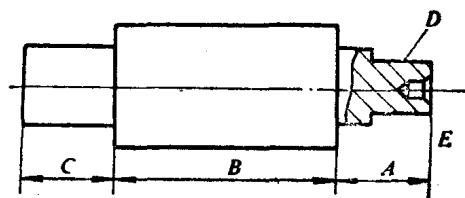


图 1-4

如果 A 、 B 、 C 三段粗、精加工在同一台车床上连续完成，工作步骤是：先用粗加工车刀依次车出 A 、 B 两段，然后转动方刀架改用精车刀依次精车 A 、 B 两段，再调头，用同样方法粗、精车 C 段。这样粗、精车就成为同一工序下的六个工步。

走刀 在一个工步中，有时金属层要分几次去除，则每切去一层金属称为一次走刀。

例如当 A 段直径比 B 段小得多时，则工步 2 粗车 A 段时要分两次走刀完成。多次走刀在外圆磨削时经常应用。

动作 指操作者或机床的每个单元动作。

例如一次走刀中有开车，趋近刀具，试切，测量，走刀，停车，退刀……等动作。

编制工艺规程时，应根据生产规模的大小来决定需要把工艺过程分析到什么程度。例如小规模生产时只要订到工序；而大规模流水线连续生产时，为了使每一道工序的时间尽量相等，以实现有节奏地生产，这时往往要分析到每个动作，严格控制每一工序的时间。

四、生产类型

生产规模是影响工艺规程的重要因素。根据生产规模的大小，可以分为三种生产类型。

1. 单件、小批生产

每一产品只做一个或数个。一个工作地要进行多种工件和许多工序加工。

在这种生产类型下，大多采用万能机床（一般的车、铣、刨、钻、磨等机床）和通用工夹具（例如三爪卡盘、四爪卡盘、虎钳、分度头等）加工。同类机床往往成群排列，对操作者的技术要求较高。

专用仪器、大型仪器的生产和新仪器试制往往属于这种生产类型。

2. 成批生产

产品周期地成批投入生产。一个工作地顺序分批地完成不同工件的一些工序。

在这种生产类型下，亦大多采用万能机床，但工夹具比单件、小批生产更为专用，机械化程度较高。

3. 大批、大量生产

产品连续不断地生产出来。每一工作地用重复的工序制造产品（大量生产），或以同样方式按期分批更换产品（大批生产）。

在这种生产类型下，往往采用较多的专用工夹具，有时还要采用专门设计和制造的高效专用设备（非标准设备），各个方面都要求有较高的机械化和自动化程度，设备可由技术较低的工人来操作，但是在每次更换刀具和调整机床时则需要技术较高的调整工来进行。

各种生产类型工艺过程的特点如表 1-1 所示。

表 1-1 各种生产类型工艺过程的特点

特 点	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
零件互换性	配对制造，无互换性，广泛用钳工修配	普遍具有互换性，保留某些试配	全部互换，某些高精度配合件采用分组选择装配，配磨或配研
毛坯制造与加工余量	木模手工造型或自由锻造，毛坯精度低，加工余量大	部分用金属模或模锻，毛坯精度及加工余量中等	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
机床设备及布置	通用设备，按机群式布置	通用机床及部分高效专用机床，按零件类别分阶段排列	广泛采用高效专用机床及自动机床，按流水线排列或采用自动线
夹具	多用通用夹具，极少用专用夹具，由划线试切法保证尺寸	专用夹具，部分靠划线保证尺寸	广泛采用高效夹具，靠夹具及定程法保证尺寸
刀具与量具	采用通用刀具及万能量具	较多采用专用刀具及量具	广泛采用高效专用刀具及量具
对工人技术要求	熟练	中等熟练	对操作工人一般要求，对调整工人技术要求高
工艺规程	只编制简单的工艺过程卡	有较详细的工艺规程，对关键零件有详细的工序卡片	详细编制工艺规程及各种工艺文件
生产率	低	中	高
成本	高	中	低
发展趋势	箱体类复杂零件采用加工中心加工	采用成组技术，由数控机床或柔性制造系统等进行加工	在计算机控制的自动化制造系统中加工，并可能实现在线故障诊断、自动报警和加工误差自动补偿

尽管采用高效的专用机床和自动机，按流水线排列或采用自动线进行生产，可以大大的提高生产率。但是这些传统的“单机”和“线”，都具有很大的“刚性”（即专用性），只在

大批、大量生产时才能取得良好的经济效益。

据统计,机械工业中80%左右的产品属于单件、小批和成批生产。即使大批、大量生产的产品,随着科学技术的飞速发展,经常要被功能更完善、效率更高的新产品所替代。因此,上述传统的大批、大量生产适用的自动化和专用化装备,就不能适应“多品种、少批量”生产自动化和产品不断更新的需要。

随着电子计算机(特别是微型电子计算机)的迅猛发展,使其在机械加工领域中获得愈来愈广泛的应用(例如从“单机”的数字控制机床到成“群”的柔性制造系统),为机械产品多品种、少批量生产的“柔性”自动化开拓了广阔的前景。在当前,如何充分并合理地将微电子技术运用到机械制造领域中来,是我们机械行业迎接“新的技术革命”的主要对策之一。

§ 1-2 制订工艺规程的原则

产品在正式投产前,要进行充分的工艺准备工作,其内容包括:制订工艺规程,设计和制造专用夹具、刀具和量具,编制检验规程和其他必要的技术规范 and 说明书。

制订工艺规程是工艺准备工作中的首项工作,同时亦是最重要的工作。制订工艺规程的基本原则是:保证以最低的成本,最高的利润率或最高的效率来达到工件工作图上的全部尺寸和技术要求。这个原则包括以下三方面的要求:

(1) 质量要求 对整台机器来说,是指机器的使用性能是否满足要求。使用性能包括:工作效率,精度保持性,使用寿命,操作时的安全性、宜人性(降低噪音、油污飞溅、尘土飘扬、水气蒸发等),能源和资源消耗(原材料、切削液和水等)等,它具有广泛的含义。

对仪器零件的机械加工来说,是指能否全面满足零件图纸上的质量(包括加工精度和表面质量)要求。

(2) 生产率要求 在保证零件的加工质量要求的前提下,如何以较少的工时,完成零件的加工。

(3) 经济性要求 在保证质量和完成生产任务的先决条件下,如何使生产成本最低,利润率(单位时间的利润)最高。

§ 1-3 工艺规程设计的内容和步骤

制订工艺规程前应具备下列原始资料:

(1) 零件的工作图及必要的装配图。

(2) 零件的生产纲领和投产批量要求。

(3) 部门及工厂的生产条件 如设备情况,刀、夹、量具规格,工人技术水平等。制订工艺规程时还应充分采用先进设备和技术。

(4) 毛坯生产和供应条件。

工艺规程设计的内容及其步骤如下:

1. 分析产品的装配图和零件图并进行工艺审查