

高等学校教学参考书

GAODENG XUEXIAO JIAOXUE CANKAOSHU

机械制造工艺学

华中工学院机械制造工艺教研室



机械工业出版社

高等学校教学参考书



机械制造工艺学

华中工学院机械制造工艺教研室



机械工业出版社

本书以华中工学院編“机器制造工艺学”(中国工业出版社1961年版)为藍本,并根据机械制造工艺及設备专业教材編审委员会1963年4月制訂的教学大綱重新編写的,編写过程中,力求贯彻“少而精”和結合我国生产实际,在內容上,作了較多精简,但在主要內容則作了适当补充。

本书可作为高等工业学校机械制造专业教学参考书和有关科技人員参考。

机械制造工艺学

华中工学院机械制造工艺教研室

*

第一机械工业部教材編审委员会編輯(北京复兴門外三里河第一机械工业部)

机械工业出版社出版(北京苏州胡同141号)

(北京市书刊出版业营业許可証出字第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·各地新华书店經售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印張 19¹/₈·插頁 1·字数 443 千字

1965年11月北京第一版·1965年11月北京第一次印刷

印数 00,001—15,000·定价(科五)2.20元

*

統一书号: K15033·4022

序

本书系以我室所编“机器制造工艺学”（中国工业出版社 1961 年版）为蓝本，根据机械制造工艺及设备专业教材编审委员会 1963 年 4 月北京会议所制定的“机械制造工艺学教学大纲”修订而成。修订过程中，力求贯彻“少而精”和结合我国生产实际，在内容上作了较多的精简，但对某些主要内容，则作了适当的补充。

修订本原稿由教材编审委员会于 1964 年 8 月在北京召开复审小组会议进行审查。会议期间，交流了各校一年来执行新教学大纲的经验，对原稿的具体内容进行了比较深入细致的讨论，并提出了许多宝贵意见。我们根据这些意见，又进行了一次全面的修改。

本书共分四篇，第一篇为机械制造工艺学基础，阐述有关机械制造工艺的基本问题；第二篇为零件典型表面加工工艺；第三篇为典型零件加工工艺过程；第四篇为机械装配工艺。

本书承浙江大学高承煜、山东工学院王建琨、北京机械学院吴亢等同志审阅原稿，我们在此谨致谢意。

华中工学院机械制造工艺教研室

1965 年 3 月

目 次

序

绪论 1

第一篇 机械制造工艺学基础

第一章 机械制造工艺过程概述 4

§ 1-1 生产过程和工艺过程 4

§ 1-2 工艺过程的组成 5

§ 1-3 生产类型 6

§ 1-4 机械制造工艺过程的基本要求 7

第二章 零件在机床上加工时的安装 8

§ 2-1 概述 8

§ 2-2 基面的选择 10

第三章 机械加工的精度 15

§ 3-1 基本概念 15

§ 3-2 获得规定的加工精度的方法 17

§ 3-3 影响加工精度的因素 19

§ 3-4 理论误差 19

§ 3-5 机床的制造误差和磨损 20

§ 3-6 夹具的制造误差和磨损 22

§ 3-7 刀具的制造误差和磨损 22

§ 3-8 工件的安装误差 24

§ 3-9 工艺系统的弹性变形 26

§ 3-10 工艺系统的热变形 38

§ 3-11 工件内应力(残余应力)的重新分布 43

§ 3-12 度量误差 45

§ 3-13 调整误差 45

§ 3-14 加工精度的统计分析法 46

§ 3-15 工艺系统的调整 53

§ 3-16 加工误差的总和 57

§ 3-17 机械加工的经济精度 57

第四章 机械加工的表面质量 59

§ 4-1 概述 59

§ 4-2 表面质量对零件使用性能的影响 60

§ 4-3 机械加工过程中影响表面质量的因素及其控制方法 63

§ 4-4 机械加工过程中的振动 68

第五章 提高劳动生产率的工艺途径 73

§ 5-1 提高工艺过程劳动生产率的途径 73

§ 5-2 时间定额 76

§ 5-3 提高机械加工工序劳动生产率的工艺措施 78

§ 5-4 多台机床看管和工艺过程自动化	88
第六章 工艺过程的技术经济分析	90
§ 6-1 技术经济分析的目的和意义	90
§ 6-2 工艺成本的組成及計算	91
§ 6-3 工艺过程方案的比較方法	95
第七章 机械加工工艺规程的制定	96
§ 7-1 制定工艺规程的意义和作用	96
§ 7-2 制定工艺规程的方法、步驟及所需的原始資料	97
§ 7-3 工艺路綫的拟定	99
§ 7-4 工艺过程典型化和成組加工	103
§ 7-5 加工余量的确定	105
§ 7-6 工艺尺寸的計算	108
§ 7-7 工艺文件	109
第二篇 零件典型表面加工工艺	
引言	116
第八章 外圓加工工艺	119
§ 8-1 概述	119
§ 8-2 各类零件的外圓加工工艺方案	121
§ 8-3 外圓加工的誤差分析	125
§ 8-4 外圓表面的光整加工	134
第九章 孔加工工艺	137
§ 9-1 概述	137
§ 9-2 各类零件的孔加工工艺方案	138
§ 9-3 钻和鉸孔的加工质量問題	142
§ 9-4 鏢孔加工精度和生产率問題的分析	145
§ 9-5 內圓磨削的特点和应用范围	150
§ 9-6 孔珩磨的加工精度和生产率問題的分析	151
§ 9-7 深孔的加工	154
§ 9-8 孔系加工	156
第十章 平面加工工艺	160
§ 10-1 概述	160
§ 10-2 平面的刨削、銑削和磨削加工中的质量問題	161
§ 10-3 精密平面的制造及測量	164
第十一章 成形表面加工工艺	166
§ 11-1 概述	166
§ 11-2 各类成形表面加工方法的工艺特点和选择应用	167
§ 11-3 样板和靠模的加工	173
第十二章 螺紋加工工艺	177
§ 12-1 螺紋的分类和技术要求	177
§ 12-2 螺紋的基本加工方法	178
§ 12-3 精密傳动絲杠的加工	182
§ 12-4 絲杠精車工序的誤差分析	185
§ 12-5 精密絲杠的測量	191

第十三章	齿形加工工艺	193
§ 13-1	齿轮的工艺分类和技术要求	193
§ 13-2	齿形加工时定位基面的选择和安装	195
§ 13-3	齿形加工方法	197
§ 13-4	圆柱齿轮制造工艺过程方案的选择	216
第十四章	蜗杆、蜗轮加工工艺	219
§ 14-1	蜗杆、蜗轮的分类及其技术要求	219
§ 14-2	各类蜗杆的加工	221
§ 14-3	蜗轮的加工	223
§ 14-4	提高蜗轮加工精度的方法	228
第十五章	六角车床, 自动及半自动车床上的加工工艺	232
§ 15-1	在六角车床上的加工	232
§ 15-2	自动车床与半自动车床上的加工	235

第三篇 典型零件加工工艺过程

第十六章	机床箱体的加工	242
§ 16-1	概述	242
§ 16-2	机床箱体零件工艺过程的综合分析	244
§ 16-3	车床床头箱体加工工艺过程中主要工序的分析	249
§ 16-4	箱体零件的检查	254
第十七章	连杆加工工艺	255
§ 17-1	连杆的基本结构	256
§ 17-2	连杆机械加工的主要技术要求	257
§ 17-3	连杆的典型工艺过程概述	257
§ 17-4	关于连杆的定位基面与夹紧方法的分析	260
§ 17-5	连杆的检验	264

第四篇 机械装配工艺

第十八章	装配工艺基础	265
§ 18-1	基本概念	265
§ 18-2	装配尺寸链	267
§ 18-3	装配方法	272
§ 18-4	装配方法的选择	278
第十九章	典型部件的装配	281
§ 19-1	螺纹联接的装配	281
§ 19-2	过盈联接的装配	283
§ 19-3	滚动轴承的安装	287
§ 19-4	圆柱齿轮传动的装配	289
§ 19-5	蜗杆传动的装配	292
第二十章	装配工艺规程的制定	294
§ 20-1	装配工艺规程的内容及原始资料	294
§ 20-2	制定装配工艺规程的原则、步骤和方法	295
§ 20-3	提高装配工艺过程生产率的途径	296
§ 20-4	制定 C618 车床尾座装配工艺规程的实例	298

緒 論

机械制造业为国民经济中各部门提供机械装备。随着国民经济和国防建设中各项事业的发展，需要机械制造业供应的产品品种和数量日益增多，同时对产品质量的要求也越来越高。因此就要求机械制造业更加迅速地发展，以满足社会主义经济建设全面持续跃进的需要。

解放后，我国机械制造业，在党的三面红旗和“自力更生、奋发图强”方针指导下，不仅根本改变了旧中国工业落后的面貌，而且建成了一系列的现代化大企业，其中发展较早的有机床与工具制造、汽车拖拉机制造、重型机械制造和轴承制造等，近年来，精密机械和精密仪器的制造也有了重大的发展。由于这些大型现代化企业的建立，使我国机械制造业向世界先进的技术水平迈进了一大步。

我国机械制造业以短短的十余年时间，走过了资本主义国家数十年工业发展的道路：从修配到自行设计制造，从单个产品的设计制造到成套设备的供应。目前我国机械制造业已经能够为农用化肥工业、纺织工业、石油冶炼工业、国防工业等提供成套的设备，对巩固国防、支援农业、解决吃穿用等问题作出了重大的贡献。

制造高（高温、高压、高速）、大（大型）、精（精密）、尖（尖端）产品的能力，通常作为代表国家机械制造业技术水平的标志。我国工人阶级以无比的革命热情、大胆创造的精神和严格的科学态度制造成功了一系列的精密和大型设备，如精密机床和大型锻压设备等。尤其是在1962年制造成功了一万二千万吨锻造水压机，是我国机械制造业史上一项伟大的创举。

我国机械工业产品的自给率在1959年就已经达到80%以上。目前一般的机械设备在数量上已经能够基本满足国内的需要，但是在产品的品种和质量性能方面还有待于进一步地提高。因此，当前机械工业面临的任务就是要提高质量，增加品种，降低成本，提高劳动生产率。

不论是在发展新产品或者进行老产品生产的时候，除了充分发挥人的主观能动作用之外，工艺和材料往往成为生产过程中的主要技术关键。关于机械制造业中的材料问题，将由其他的专门学科讨论；而机械制造业工艺学就是以机械制造业中的工艺问题为研究对象的一门技术学科。由于生产中的工艺问题的牵涉面极为广泛，因此机械制造业工艺学一般只讨论“冷加工”方面的工艺问题，即有关机械加工和装配的工艺问题。

机械制造业中的主要问题一般可以从质量、生产率和经济性等三个方面来考察。

机械制造业主要的发展趋势之一，是不断地提高产品的制造质量。产品的制造质量又取决于关键零件、部件的加工和装配的质量，例如，影响金属切削机床精度的关键零件主要是齿轮、轴承、丝杠和导轨等，对于精密机床制造来说，这些零件的加工误差一般需要控制在几个微米到零点几微米之内。因此，寻求提高加工质量的新的工艺方法，以及研究机械加工（切削、磨削）过程中各种工艺因素对加工质量影响的规律，就成为机械制造业

工艺中的中心问题，这类问题，一般需要通过大量的科学实验和生产实践加以解决。

机械制造工艺另外一个重要的发展趋势是不断地提高劳动生产率。即采用高效率的工艺方法和装备，实现机械制造工艺过程的机械化和自动化。1959年开展了以机械化、半机械化、自动化、半自动化为中心的技术革新和技术革命运动，对我国机械制造劳动生产率和工艺水平的提高，产生了极为深远的影响。实践证明，实现生产自动化后的经济效果与所采用的制造工艺是否先进合理，有密切的关系。因此工艺革新和生产技术的改进就成为实现生产过程自动化的前提条件。目前对提高单件小批生产中的劳动生产率问题，引起了普遍的重视，其中牵涉到工艺改革的问题更多。

机械制造工艺中应用新的物理和化学技术代替一般的机械加工方法，也逐渐成为重要的发展趋势之一。这些新技术主要是电火花加工、电腐蚀加工、超声波加工、莱塞加工、电化学加工等等。应用新技术的目的，有时是为了提高生产率，有时因为不采用新技术则加工就不可能进行（例如加工特细的孔，用难加工材料制造机械零件等）。应用无屑加工（冷挤压）方法，不仅可以节约原材料而且使生产率大为提高。

机械制造工艺中的经济性是与质量、生产率有密切联系的一个综合性的问题。在给定的生产对象和技术要求的条件下，选择什么工艺方法和什么工艺设备来生产，就需要通过经济分析或经济论证加以确定。为了提高产品的制造质量或者提高劳动生产率而实行某种新的工艺措施时，也必需考察最后获得的经济效果。

质量、生产率和经济性三者具有辩证关系，在解决某一具体的工艺技术问题时，需要全面地加以考虑。

在考察工艺技术问题时，还需要密切注意结合我国情况，关心工人群众的发明创造，贯彻勤俭办事业的精神。例如我国工人创造的“蚂蚁啃骨头”的方法，以小型简单设备成功地解决了化肥设备中的大型零件加工问题。在我国中小工厂中经常出现这类“以小干大”和利用普通精度的机床加工出精、尖产品的事例，在政治上和经济上都产生了重大的影响。

机械制造工艺学是机械制造工艺及设备专业的主要专业课程之一，学习本课程的目的主要有两方面：

1. 使学生掌握机械制造工艺的基本理论知识；掌握机械加工和装配工艺规程制定的原则、步骤和方法；
2. 使学生对具体工艺问题能够进行综合分析，并提出改进质量、提高生产率和降低成本的工艺途径。

本课程共分四部分：1)机械制造工艺学基础，阐述机械加工中的精度、表面质量和生产率问题，以及工艺规程制定的原理、步骤和方法；2)零件典型表面加工工艺，主要讨论各种表面主要加工方法的工艺特点，并结合第一部分的基本理论对这些加工方法进行较深入的分析；3)机械装配工艺，包括装配精度分析、装配方法及制定装配工艺规程等问题；4)典型零件的加工工艺过程。以典型零件作为示例，阐明如何运用前面讲过的基本理论和方法在具体条件下对整个零件加工工艺过程进行分析。

党的教育方针和贯彻“少而精”、“理论联系实际”原则给我们指出了方向。为了把这

门课程学到手，学完后能具备对一般工艺问题作全面分析的能力，并能灵活运用，就要有正确的学习方法。一般说来，应做到下面几点：

1. 这门课程的特点是与生产实际的关系极为密切，必须特别注意活学活用。应掌握对具体问题进行具体分析的方法，不应背诵条文或追求繁琐的理论推导。

2. 认真地进行实践性的教学环节，注意独立思考。

3. 重视理论学习与生产劳动相结合，培养劳动观点，并获得一定的实际操作锻炼。

4. 对当前国内外生产发展的情况应有一定的了解，关心我国社会主义建设中工人群众的创造发明和科学技术研究成果，不断地丰富所学的知识。

第一篇 机械制造工艺学基础

第一章 机械制造工艺过程概述

§ 1-1 生产过程和工艺过程

(一) 生产过程

制造机械时，由原材料到成品之间各个相互关联的劳动过程的总和，称为生产过程。

其中包括：

1. 原材料的运输保存，
2. 生产的准备工作，
3. 毛坯制造，
4. 毛坯经机械加工而成为零件，
5. 零件装配成机械，
6. 检验及试车，
7. 机器的油漆和包装。

现在，一部机器的生产过程，往往是由许多工厂联合起来完成的。由若干个工厂共同完成一部机器的生产过程，除了较经济之外，还能使各个工厂按其生产不同的产品而专业化起来。例如：冶金工厂，铸工厂，专门制造紧固零件（螺钉、螺母等）的工厂，专门制造化油器的工厂和电机制造厂等。长春第一汽车制造厂在生产中就要利用许多其他工厂的成品（玻璃、电气设备、轮胎、仪表等），来完成整个汽车的生产过程。此时，某工厂所用的原材料（或半成品），却是其他工厂的成品。

工厂的生产过程，又可按车间分为若干车间的生产过程。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，又可能是其他车间的原材料（半成品）。例如机械加工车间的原材料是铸工车间或锻工车间的成品，而机械加工车间的成品又是装配车间的原材料（半成品）。

综上所述，我们可以归纳成下面的定义：

工厂（或车间）的生产过程，是指该工厂（或车间）直接把进厂（或车间）的原材料和半成品变为成品的各个劳动过程的总和。

(二) 工艺过程

如果我们分析一下机械加工车间的生产过程，便知道机械加工车间的生产过程不仅包括零件在机床上的加工，而且还包括生产的各项准备工作、质量检查、运输、仓库保管等等。其中直接改变毛坯的形状、尺寸和材料性能，使之变为成品的这个过程，是该车间生产过程的主要部分，我们称之为工艺过程。将工艺过程中的各项内容，写成文件，就是工艺规程。

同样，装配车间中将零件装配成机械的这个过程，是该车间生产过程的主要部分，也

称为工艺过程。为了区别起见，我们把机械加工车间的工艺过程称为**机械加工**工艺过程，装配车间的工艺过程称为**装配**工艺过程。

§ 1-2 工艺过程的组成

机械加工工艺过程是由一系列的工序组合而成的，毛坯依次地通过这些工序而变为成品。

工序 一个（或一组）工人在一个工作地点，所连续完成一个（或同时几个）零件工艺过程中的某一部分，称为工序。一个零件，往往是经过若干个工序而制成成品的。例如图 1-1 所示之轴（技术条件没有表示出来），若其外圆表面需加工到 2 级精度，则它的工艺过程共包括五个工序，如下表 1-1。

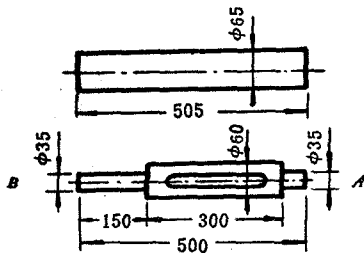


图1-1 阶梯轴。

表 1-1

工序编号	工序名称	工作地点
1	打顶尖孔	顶尖孔机床
2	车外圆	车床
3	铣键槽	铣床
4	磨外圆	磨床
5	去毛刺	钳工台

工序是工艺过程的基本组成部分，并且是生产计划的基本单元。

在同一道工序中，零件在加工位置上，可能只装夹一次，也可能装夹几次，应尽量减少装夹次数。因为多一次装夹，就多一次误差，而且增加装卸工件的辅助时间。因此，常采用不须重新卸装工件而能改变其加工表面的夹具（各种回转夹具）。

工位 一次装夹后，工件在机床上所占的每一个位置（每一位置有一相应的加工表面），称为工位。如图 1-2，在铣床上加工一具有台阶面的工件，当铣完工件的台阶面 I 以后，不卸下工件而仅将夹具旋转 180°，使 II 面进入加工的位置。此工序包括两个工位。

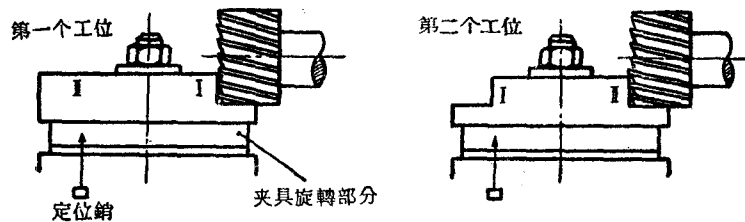


图1-2 一次安装两个工位。

采用多工位加工，可以减少装夹次数。

工步 工序又可分成工步。当加工表面、切削工具和切削用量中的转速与送进均保持不变时的那部分工序，称为工步。一道工序中包括一个或若干个工步。

图 1-3 所示工件上孔 2 及台肩 3 的加工是一道工序，在钻床上进行。这道工序共由三

个工步组成：1. 钻孔 2，2. 扩孔 2，3. 镗台肩 3。

普通车床的方刀架以及六角车床的转塔或迴轮等每转位一次后的加工，均算作一个工步。

由钻孔 2 转入扩孔 2 时，刀具及切削用量改变了，因此应为另一工步，由扩孔 2 转入镗台肩 3 时，刀具、加工表面及切削用量都改变了，所以又是另一个工步。

如果几个加工表面完全相同，所用的刀具及切削用量亦不变，则在工艺规程上是把它们当作一个工步看待。如图 1-4，在工件上钻四个 $\phi 15$ 毫米的孔，用一个钻头顺次进行加工，则钻削全部孔的这部分工序，算作一个工步。

为了提高生产率，把几个待加工表面用几把刀具同时进行加工，这种工步称为**复合工步**。复合工步在工艺规程中也写为一个工步。

分工步的作用是便于计算加工时间。

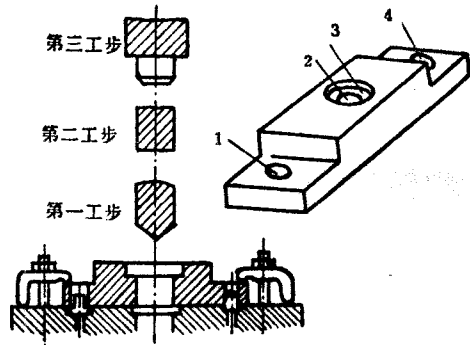


图1-3 包括三个工步的工序。

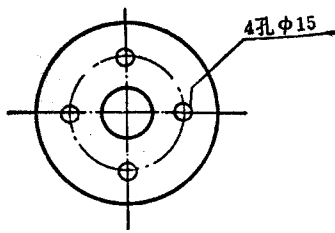


图1-4 包括四个相同加工表面的工步。

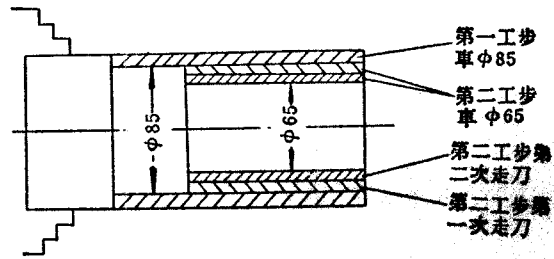


图1-5 以棒料制造阶梯轴。

走刀 当加工表面、刀具和切削用量中的转速与送进均保持不变时，切去一层金属的过程，称为一次走刀。一个工步可包括一次或数次走刀。若所需切去的金属层很厚不能一次切完，则可分几次切削，每一次切削就是一次走刀。如图 1-5 所示。

动作 所谓动作，通常是一些辅助的手工作动，例如开车、停车、进刀、退刀、装夹工件和卸下工件……等，这些动作并不记录在工艺规程中，但工时测定员必须按照这些项目去观察工人的详细劳动过程，以制定标准定额。

§1-3 生产类型

根据生产规模大小的不同，可以分成三种不同的生产类型：

(1) **单件生产** 单个地制造不同结构和尺寸的产品，并且很少重复，甚至完全不重复的生产，称为单件生产。例如重型机器制造厂的生产通常是属于单件生产。

(2) **成批生产** 成批地制造相同的零件的生产，称为成批生产。每批所制造的相同零件的数量，称为批量。批量是根据零件年产量及一年中所分成的批数而计算出来的，一年究竟应分成几批，要根据各种零件的具体情况决定。

按照批量的大小和产品的特征，成批生产又可分为小批生产、中批生产及大批生产等三种。小批生产在工艺方面接近于单件生产，中批生产介于单件生产和大量生产之间，大批生产在工艺方面接近于大量生产。

(3) 大量生产 当一种产品的制造数量很庞大，大多数工作地点经常是重复地进行一种零件的某一工序，具有严格的节奏性，这种生产称为大量生产。例如汽车制造厂的生产通常是属于大量生产。

〔生产类型不同，无论在生产组织、生产管理、车间布置、毛坯、设备、工具、加工方法和工人的熟练程度等各方面的要求均有所不同。所以设计工艺规程时，必须与生产类型相适应，以取得最大的经济效果。〕

各种不同生产类型的工艺特点见表 1-2。

表 1-2

	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
1	事先不决定是否重复生产	周期地成批生产	长时间内不断地生产某种零件
2	机床上加工各种零件，它们的变换沒有一定的規律	机床上周期地变换零件	机床上不断地加工同样的零件
3	万能设备，按划线工作，非常必要时才采用夹具和特种工具	万能设备和部分专用高效率设备，广泛使用夹具和特种工具，部分采用划线工作	广泛使用专用高效率设备，有自动装置的复杂夹具和特种工具，夹具是有机地与机床相联系的，不需划线
4	用试切法工作	在调整好的机床上工作，有时也用试切法	使用调整好的自动化程度高的机床自动线
5	通常很少采用互换性原则，广泛采用钳工修配工作	普遍应用互换性，同时也保留某些修配工作	完全互换，只在某些情况下允许选择配合，不允许有修配工作
6	需要技术熟练的工人	需要各种熟练程度的工人	需要熟练程度较低的工人（当有调整工……等时）
7	毛坯制造采用木模造型和自由锻造	毛坯制造部分采用金属模及模锻法	毛坯制造采用金属模机器造型、模锻法、压力铸造及其他制造毛坯的特种方法
8	按照类型和尺寸，机群式布置机床	布置机床时，要照顾到运输线的方向	按照工艺过程的进程布置机床
9	通常按照最简单的形式（过程卡片）編訂工艺规程	編訂工艺卡片，重要的工序有工序卡片和工序图	詳細地編訂工艺规程

§1-4 机械制造工艺过程的基本要求

无论是零件的机械加工工艺过程，还是机械的装配工艺过程，均必须保证三个方面的基本要求：质量、生产率和经济性。

机械的质量要求愈高，则工艺过程愈复杂；在一定的设备条件下，劳动生产率也愈低，制造成本愈高。

机械的质量愈高，则使用可靠性愈高、使用寿命愈长。就使用方面说，其经济效果高。

机械的质量要求，由设计师根据机械的使用要求，结合制造技术的可能性和经济合理性来制定。对于机械制造工艺来说，机械的质量就体现在装配精度、加工精度和加工表面

质量等方面的技术要求上。工艺师的任务，在于保证规定的技术要求，最大限度地提高生产率和经济性。保证质量是最基本的，往往是生产中的关键。当质量不符合要求时，提高生产率和经济性的问题就没有任何意义。

提高生产率和提高经济性，二者有时是互相矛盾的。因为高生产率设备的价格比普通设备高，采用了先进的高生产率设备，提高了生产率，但制造成本也随之增高。

生产率和经济性有时又是互相统一的。例如当产品数量增加时，高生产率的设备得到充分利用，此时，不但提高了生产率，制造成本也随之降低。

由此可见，生产率和经济性的问题是与生产规模密切联系的，设备的生产率应与生产规模相适应。随着科学技术的发展，生产率会迅速不断地提高，制造成本会不断地降低。因为使用了高生产率的设备，劳动生产率随之提高，制造产品所必需的工时减少，使人们的劳动变得更为有效，而单位产品的制造成本降低。

我们在设计工艺规程时，应该根据生产类型和现有设备，在保证质量的前提下选择最经济合理的方案。例如，某一零件的平面加工工序，可以在铣床上进行，也可以在刨床上进行，二者均能达到规定的技术要求。此时，我们应该分析比较二者的经济效果而后决定。

在某种特殊情况下，例如，战争时期的国防工业，其生产率占首要地位，因而制造成本问题就降为次要的地位了。

总之，我们必须正确认识保证质量、提高生产率和经济效果三者之间的关系，综合地全面分析实际问题。

第二章 零件在机床上加工时的安装

§2-1 概 述

(一) 定位、夹紧和安装

在机床上加工零件时，必须首先确定被加工零件（工件）在机床上应当占有的某一正确位置，这就叫做定位。工件定位之后，为了使它在切削力或其他力的作用下，始终保持其正确的位置，必须将它夹牢和压紧，这就叫做夹紧。使工件定位并将它夹紧这一整个过程，称为安装。

(二) 安装方法

零件在各种不同的生产条件下加工时，可能有各种不同的安装方法，大致可归纳为以下三种：

(1) 直接找正安装

用此法安装工件时，工人先利用划针、角尺、千分表或凭眼力来找正工件在机床上的位置，然后将工件夹紧。

图 2-1 所示为在车床上加工法兰盘时，用找正法进行安装。先用划针检查法兰盘的端面 1 和外圆 2，使之分别与主轴旋转中心垂直和同心。若位置不

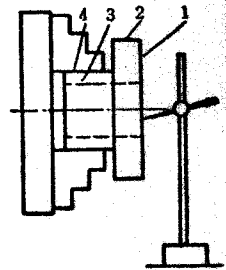


图2-1 找正法安装。

正，则用木锤或铜锤敲正。找正之后，扳紧卡爪，将法兰盘夹紧。

在铣床和刨床上加工时，也常采用这种安装方式。

找正安装的精度，完全决定于工人的经验、技术水平及所应用的工具。此外，找正工件所费的时间很长，有时甚至比用于加工的时间还多。因此，这种安装方法是不完善的，一般只适用于单件小批生产中形状简单的零件。但若对工件的定位精度要求很高，例如允许的定位误差小于 $0.01\sim 0.005$ 毫米时，即使采用特制的夹具，由于夹具本身的制造误差和调整误差，已不能保证精度要求，则只好用精密量具进行找正安装。

(2) 按划线找正安装

预先根据图纸在毛坯上将待加工表面的轮廓线划出，然后用划针按照所划的线校正工件在机床上的位置并夹紧。这种安装方法称为按划线安装。

此法适用于单件小批生产中形状较复杂的铸件及尺寸和重量均很大的铸件和锻件。

单件小批生产中，形状复杂的铸件的精度不高，偏差较大。利用划线安装，能保证工件各待加工面上都有足够的加工余量；还能使不需加工的表面在与其相关的表面加工之后，彼此的相互位置不致有太大的偏差。

很大很重的铸件或锻件，通常是小批或单件生产，使用专用夹具是不经济的，甚至因为工件太大太重而不可能。为了使工件的安装较为迅速而可靠，就有必要按划线安装。此外，按划线安装重型零件，可以预先通过划线检查毛坯上各待加工面是否有足够的加工余量，避免在加工过程中因工件某个表面加工余量不够而报废。

应当指出，对于复杂的工件，往往在加工过程中还得安排几道划线工序，因为有些表面和轴心线的划线工作，要等到另一些表面加工以后才能进行。

按划线安装，实质上也是一种找正安装，不过是按划线找正而已。虽然比直接找正安装的操作要容易些，但同样也存在一些缺点。

首先，增加了划线工序，需要技术水平高的划线工，而且划线和按划线找正要费很多时间。因此生产率低，成本较高。

其次，安装精度也不高。按划线安装的经济精度一般为 $0.2\sim 0.5$ 毫米。因为划线时很难避免在毛坯上进行度量的误差、线条的误差（线条本身有一定的宽度）、冲中心眼的误差、按划线找正时的观察误差等等。这些误差累积起来，就使这种安装方法的精度较低。

(3) 工件在夹具或机床工作台上安装

如果夹具是根据工件加工过程中某一工序的具体情况设计的，就可以按加工要求布置夹具的定位元件和夹紧装置。此时，可以迅速而可靠地保证工件对于机床和刀具的正确的相对位置，无需进行找正。

图 2-2 所示为用夹具安装连杆在铣床上铣止口的情形。3 是夹具体。如图将连杆装在夹具上，插上开口垫圈 10，拧螺钉 8 使连杆与定位元件 1、2 及 4 紧密接触，然后旋紧螺帽

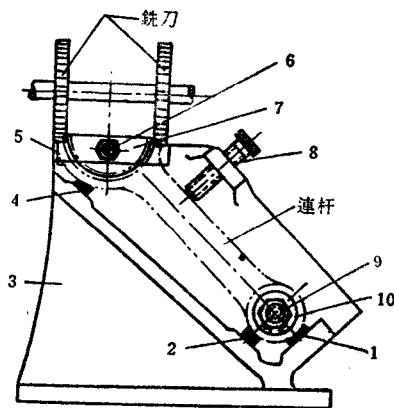


图2-2 铣连杆止口夹具。

6及9，通过压板7及开口垫圈10将连杆压牢，即可按照对刀块5铣出连杆上的止口。铣完后松开螺帽6和9及螺钉8，取出开口垫圈2，即可将连杆卸下。

用夹具安装是一种简单方便而且定位精度较高的方法。有时，工件在机床工作台上安装，进行平面刨削、铣削或磨削，只要求被加工面和底面平行，这种情形也无需进行找正。

§2-2 基面的选择

为了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。那么究竟应该选择工件上的哪些表面来定位呢？下面我们就来讨论这个问题。

首先明确几个概念。

基准 根据产品的功用来决定零件上一个被研究的面、线或点的位置所依据的一些面、线或点，称为基准。

根据基准的不同作用，可以将基准分为两大类，即设计基准和工艺基准。

设计基准 在零件图上确定某一面、线或点的位置所依据的基准。如图2-3中平面2、3及孔4的上下位置是根据平面1决定的，故平面1是平面2、3及孔4的设计基准。孔5的上下位置是根据孔4的中心线（在投影图上是一点）决定的，故孔4的中心线是孔5的设计基准。

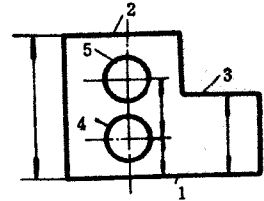


图2-3 零件的基准。

工艺基准 在加工零件和装配机器时所采用的基准。按其用途不同，又可分为定位基准、度量基准和装配基准三种。

定位基准 工件在机床上加工时定位所用的基准，称为定位基准。

度量基准 检验已加工表面的位置时所依据的基准，称为度量基准。一般都应该用设计基准作为度量基准，但有时用设计基准作度量基准则度量不方便，甚至不可能，在这种情况下不得不改用其它表面作为度量基准。

装配基准 在装配时，用来确定零件或部件在产品中的位置所依据的基准，称为装配基准。

如图2-4所示的齿轮，切齿时以孔和端面安装在心轴上，以保证切出的齿圈与端面垂直，与孔的中心线同心。此端面和孔中心线即是切齿时的定位基准。

加工好的齿轮，装在心轴上检验齿圈相对于内孔中心线的径向跳动，此时的中心线是度量基准。

装配齿轮时，以齿轮的孔套在轴颈上，所以齿轮的孔的中心线就是装配基准。

基面 如上所述，作为基准的面、线或点，在工件上不一定具体存在，而常是由某些具体的表面体现出来的，这些表面就是基面。例如，切齿时以齿轮的孔中心线作为定位基准，检验齿圈的径向跳动时是以孔中心线作为度量基准的。但孔中心线并不具体存在，而是由孔体现出来的。在此情况下，齿轮的孔就是切齿时的定位基面和检验时的度量基面。

所以，在制定零件的机械加工工艺流程时定位基准的选择问题，实际上就是定位基面的选择问题。