

内燃机制造工艺学

天津大学李厚生 编



中国农业机械出版社

高等院校试用教材

内 燃 机 制 造 工 艺 学

天津大学李厚生 编

中国农业机械出版社

本书较系统地阐述了内燃机制造工艺的基本理论和知识，着重介绍尺寸链的应用、结构工艺性、夹具设计、机械加工工艺规程的制定、加工误差分析及特种加工工艺等内容，结合内燃机实例进行分析或计算。

本书供高等院校内燃机专业作为试用教材，也可供内燃机制造厂的设计和工艺等部门、科研单位以及维修、使用等单位的技术人员参考。

内燃机制造工艺学

天津大学李厚生 编

*

中国农业机械出版社出版
沈阳市第二印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
新华书店经售

*

787×1092 16开 24印张 587千字
1981年3月北京第一版·1981年3月沈阳第一次印刷
印数：0,001—8,500 定价 2.50元
统一书号：15216·048

前 言

本教材是根据一九七八年四月第一机械工业部天津高等学校对口专业座谈会的要求,并按同年六月一机部在天津召开的内燃机制造工艺学教材编写大纲审定会所制订的编写大纲编写而成。在加强基础理论的同时,充实了提高设计能力的有关内容,对某些重点章节并结合实例进行分析和计算。内容侧重于大批量生产的中、小型内燃机制造工艺,反映了国内外的生产实际和先进水平。采用国际单位制。具有系统性,体现循序渐进,方便自学。通过学习,使学生逐步掌握内燃机设计和制造所需具备的工艺理论和工艺知识。

全书共分十章,讲授时间约需72学时。鉴于内燃机专业的范围较广,各校的培养目标和专业侧重点也有区别,教材要有较大的适应性,同时为了提高学生的自学能力,便于在实习、进修中作为参考,本教材的深度和广度可能稍大一些。在使用时,各校可根据需要对某些章节有重点地选择讲授。

本教材由天津大学内燃机教研室李厚生同志编写。由华中工学院樊震同志主审,参加审稿的有华中工学院黄贤斌、龚本正及葛云生同志,在此谨致以衷心的感谢。此外,在编写过程中,承天津大学曾庆福同志和长春第一汽车制造厂朱开梅同志热忱帮助,谨此表示深切感谢。

由于水平所限,编写也较仓促,不妥之处,恳切希望教师及读者予以批评指正。

一九八〇年四月

目 录

前 言

第一章 机械制造过程概述	1
§ 1-1 生产过程和工艺过程	1
§ 1-2 机械加工工艺过程	1
一、工序	1
二、安装	2
三、工位	2
四、工步	4
五、走刀	4
§ 1-3 生产类型及工艺特点	4
一、单件生产	4
二、大量生产	4
三、成批生产	4
§ 1-4 工件的安装方式	6
§ 1-5 基准的概念及分类	8
一、设计基准	8
二、工艺基准	9
§ 1-6 工件的六点定位原则	11
一、概述	11
二、定位方式对自由度的限制	12
三、限制自由度实例	16
四、欠定位与超定位	19
第二章 机械加工精度	22
§ 2-1 概述	22
一、加工精度的基本概念	22
二、获得加工精度的方法	22
§ 2-2 影响加工精度的工艺因素	23
一、加工原理误差	23
二、机床、刀具及夹具的制造误差与磨损	23
三、工件的安装误差	27
四、工艺系统的受力变形	31
五、工艺系统的热变形	35
六、工件内应力的影响	39
七、度量误差和调整误差	41
§ 2-3 加工精度的统计分析法	42
一、加工误差的分类	42
二、加工质量的统计分析法	42

§ 2-4 经济加工精度	49
第三章 表面质量	51
§ 3-1 表面质量的概念	51
一、工件表面的几何形状	51
二、工件表面层的物理机械性能	52
§ 3-2 表面不平度的形成	52
一、形成表面不平度的基本原因	52
二、影响表面光洁度的工艺因素	54
§ 3-3 表层金属物理机械性能的变化	57
一、表层金属物理机械性能变化的原因	57
二、影响表层金属物理机械性能的工艺因素	58
§ 3-4 表面质量对零件使用性能的影响	60
一、对零件耐磨性的影响	60
二、对零件疲劳强度的影响	62
三、对零件抗腐蚀性的影响	63
四、对零件配合性质的影响	63
§ 3-5 表面光洁度的选择	64
第四章 尺寸链的原理及其应用	67
§ 4-1 尺寸链的基本概念	67
一、尺寸链的概念与组成	67
二、尺寸链计算的基本公式	70
§ 4-2 应用装配尺寸链保证装配精度的几种方法	77
一、完全互换法	77
二、分组互换法	88
三、调整法	90
四、修配法	95
§ 4-3 工艺尺寸链的应用	100
一、加工余量与工序尺寸	100
二、工艺尺寸的换算	106
三、用尺寸图表法计算工序余量、工序尺寸和公差	111
四、校验设计尺寸标注的合理性	119
第五章 典型表面的加工方法	124
§ 5-1 外圆面的加工	124
一、基准面的加工	124
二、外圆面的车削	125
三、外圆面的磨削	128
四、外圆面的光整加工	134
§ 5-2 孔加工	135
一、钻孔	136
二、扩孔	137
三、铰孔	138
四、镗孔	139
五、拉孔	143

六、用丝锥加工螺纹孔	143
七、珩磨孔	146
八、孔系的加工	148
§ 5-3 平面的加工	150
一、铣平面	150
二、拉平面	153
三、磨平面	154
四、平面的光整加工	156
§ 5-4 特种加工工艺	156
一、表面的冷压加工	156
二、电加工	162
第六章 机床夹具	168
§ 6-1 机床夹具的基本概念	168
一、机床夹具的组成	168
二、机床夹具的作用	170
三、机床夹具的分类	171
四、机床夹具设计工作简介	172
§ 6-2 工件的定位和定位元件	174
一、工件的定位精度	174
二、定位元件	178
三、工件的双孔定位	185
四、一般定位形式的定位误差示例	192
五、夹具对机床、刀具对夹具的定位	194
六、工件加工允差的分配	196
七、定位方案的设计步骤及示例	197
§ 6-3 工件的夹紧和夹紧机构	199
一、夹紧机构的组成及工作要求	199
二、夹紧力的选择	200
三、夹紧机构	203
§ 6-4 辅助支承和夹具体	218
一、辅助支承	218
二、夹具体	219
§ 6-5 钻镗类机床夹具及铣床夹具	220
一、钻镗类机床夹具	220
二、铣床夹具	227
§ 6-6 夹具总图及夹具零件图的绘制	229
一、夹具总图的绘制	230
二、夹具零件图的绘制	233
§ 6-7 组合夹具	234
一、组合夹具的元件	235
二、组合夹具的组装实例	237
第七章 内燃机的结构工艺性	238
§ 7-1 铸件的结构工艺性	238

一、铸件的外形	238
二、铸件的内腔	240
三、铸件的结构斜度	242
四、铸件的壁厚	243
五、铸件的壁与壁的连接及加强筋	244
§ 7-2 锻件的结构工艺性	246
§ 7-3 零件结构的机械加工工艺性	248
一、正确标注尺寸、公差、表面光洁度及技术条件	248
二、零件结构与生产率的提高	250
三、零件结构要便于加工	252
四、减少切削加工量	255
五、加强零件的刚性	256
§ 7-4 零、部件的装配工艺性	256
一、分为独立的装配单元	256
二、装配基面的确定	257
三、减少装配时的切削加工量	257
四、要便于装配和拆卸	257
第八章 机械加工工艺规程的制定	260
§ 8-1 机械加工工艺规程	260
一、概述	260
二、工艺规程的作用和制定原则	260
三、制定工艺规程所需的原始资料和程序	262
§ 8-2 零件图纸的工艺分析	264
一、零件图纸的审查	264
二、零件加工工艺分析	266
三、零件的结构工艺性分析	267
§ 8-3 毛坯的选择和毛坯图	267
一、选定毛坯制造方法及提出制造要求	267
二、毛坯制造方法的改进和毛坯精度的提高	269
三、毛坯图	271
§ 8-4 工艺路线的制定	272
一、表面加工方法的选择	272
二、基准的选择	277
三、工序的集中与分散	284
四、加工阶段的划分	285
五、加工顺序的确定	286
六、切削用量的选择	291
§ 8-5 机床及工艺装备的选择	293
一、选择机床及工艺装备的原则	293
二、组合机床及其自动线的概念	294
三、数控机床的概念	300
§ 8-6 工艺规程典型化和成组工艺的概念	304
一、工艺规程典型化	304

二、成组工艺的概念	305
§ 8-7 生产率和时间定额	307
第九章 内燃机典型零件的制造	310
§ 9-1 连杆的制造	310
一、连杆的主要技术要求	310
二、连杆的毛坯	311
三、连杆的机械加工工艺过程	312
四、连杆的主要工序	320
§ 9-2 曲轴的制造	327
一、曲轴的主要技术要求	327
二、曲轴的毛坯	329
三、曲轴的机械加工工艺过程	330
四、曲轴的主要工序	336
五、曲轴的机械加工工艺的发展动向	343
§ 9-3 机体的制造	344
一、机体的主要技术要求	344
二、机体的毛坯	345
三、机体的机械加工工艺过程	347
四、机体的主要工序	352
第十章 内燃机的装配和出厂试验	356
§ 10-1 装配的基本概念	356
一、概述	356
二、装配的组织形式和生产类型	357
§ 10-2 内燃机的装配	360
一、装配间隙与装配扭矩	360
二、配合件的选配	363
三、零件的清洗	364
四、装配检验	365
五、装配示例	366
§ 10-3 内燃机的出厂试验	370
一、概述	370
二、出厂试验的规定	371
三、出厂试验示例	372

第一章 机械制造过程概述

§ 1-1 生产过程和工艺过程

内燃机是由许多零件、组件及部件装配而成的，它的生产过程是一个复杂的过程。例如，首先把各种原材料如生铁和轧制的钢材等，在铸造、锻压等车间制成零件的毛坯，然后送到机械加工、热处理等车间进行加工和处理，再把加工好的零件（或半成品）送到装配车间装成一台内燃机，最后经过磨合、调整、试验等，在达到规定的性能指标后正式出厂。除去上述直接的生产部门外，工厂中还必须有生产准备和为生产服务的辅助部门，如原材料及半成品的供应、质量检查和准备，生产工具的制造、管理和准备，设备的维修以及刀具的刃磨等。所以生产过程就是将原材料或半成品制成产品的全部过程。

此外，一台内燃机通常不可能由一个工厂全部自制。如果是由一个工厂完成的话，这个工厂将是非常庞大的，而且经济效果不好。实际上，总有些半成品是由其它一些工厂进行协作生产。由于有这样的分工，各个工厂就可走专业化生产的道路，这有利于组织多品种生产、提高产品质量、提高劳动生产率及降低成本。这意味着，某工厂所用的半成品就是其它一些工厂的产品。例如内燃机制造厂（主机厂）就要利用许多其它工厂（协作厂）的产品，如火花塞、化油器、喷油泵、喷油器、轴瓦、活塞、活塞环以及各种仪表等，而它所生产的内燃机又可能成为某些工厂（如造船厂、工程机械厂、机车制造厂、汽车厂、拖拉机厂等）的半成品。所以，一个内燃机制造厂的全部生产过程是主机厂和专业化协作厂的生产过程的总和。

在全部生产过程中，占主导地位的是直接改变工件的形状、尺寸及其材料性能而最终成为零件及将零件、组件及部件装配成内燃机的部分生产过程。这样的部分生产过程称为工艺过程，包括铸造、锻造、焊接、冲压、热处理、机械加工和装配工艺过程等（此外还有辅助工艺过程，如质量检验、毛坯清理等）。

机械加工工艺过程是利用机械加工方法使毛坯逐步改变形状和尺寸而成为合格零件的全部过程（此外还包括改变材料性能的工艺过程，如滚压、喷丸处理及其它使用机械方法的强化工艺）。机械加工工艺过程在内燃机生产中占着较大的比重，其中绝大部分是应用金属切削机床进行加工。

装配工艺过程是把零件、组件及部件按一定的技术要求装配成合格产品的过程。

内燃机制造工艺学主要是研究内燃机零件的机械加工工艺过程和装配工艺过程的一门科学。

§ 1-2 机械加工工艺过程

机械加工工艺过程常用的术语主要说明如下：

一、工序

零件的机械加工工艺过程一般是由若干个按一定顺序排列的工序组成的。工序是工艺过

程的基本组成部分。为什么要划分为若干工序呢？一方面由于零件具有许多不同形状和不同精度的表面，而这些表面（甚至同一个表面）的加工往往不是一台机床所能完全胜任的；另一方面划分工序可以提高生产率和降低制造成本。

实际上，工序是一个（或几个）工件在一台机床上（或一个工作地点）所连续完成的工艺过程的一部分。应当说明，有些工序往往不是在机床上而是在钳工台或其它设备上进行的，装配工序更是如此，所以这些工序是按工作地点来布置。

图1-1所示是螺纹柱销的零件图，其机械加工工艺过程见图1-2。

在一台普通车床上，如图1-2中a)所示，将工件安装在机床上，对工件进行b)、c)、d)、e)、f)工步的加工；然后如图中g)所示，将工件倒头，再安装在机床上，对工件进行h)、i)、j)、k)、l)工步的加工。这样，整个工艺过程便只包括在一个工序内。如果按上述完成f)工步的加工后，改为在另一台机床上将工件倒头，在g)的安装情况下直到完成l)工步的加工为止，这样的工艺过程便包括两个工序。一个工序包括的内容可能很复杂，也可能很简单，可能自动化程度很高，也可能只是简单的手工操作（例如手工去毛刺）。但只要改变了机床（或工作地点），就算是改变了工序。

工件是按工序由一台机床送到另一台机床顺序地进行加工。因此，工序不仅说明加工的阶段性规律，同时还是组织生产和管理生产的主要依据。

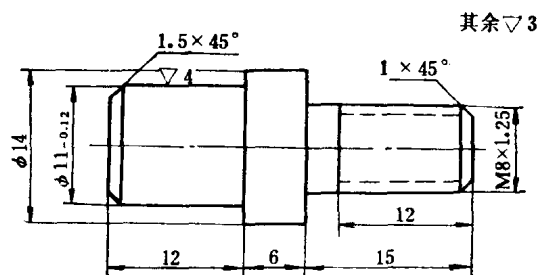


图1-1 螺纹柱销零件图

工序可分为安装、工位、工步、走刀等。

二、安装

安装是工件在机床上装夹一次所完成的工序中的一部分。

在一个工序内可以包括一次或几次安装。图1-2中在一台车床上加工的情况，表明了一个工序中包括a)、g)两次安装。

应该注意，在每一个工序中，安装次数应尽量减少，以免影响加工精度和增加辅助时间。

三、工位

当应用转位（或移位）加工的机床或转位加工的夹具进行加工时，在一次安装中，工件（或刀具）相对于机床有几个不同的位置。在每一个工作位置上所完成的工序中的一部分，称为工位。

在六角车床及自动机床上，转塔刀架每转一个位置，变换了刀具和加工表面，即为一个工位；在多轴自动机床或带有回转工作台的组合机床上，工件每转一个位置，则是一个工位；在钻床或铣床上应用回转夹具加工，回转夹具每转一个位置，也是一个工位。总之，工位

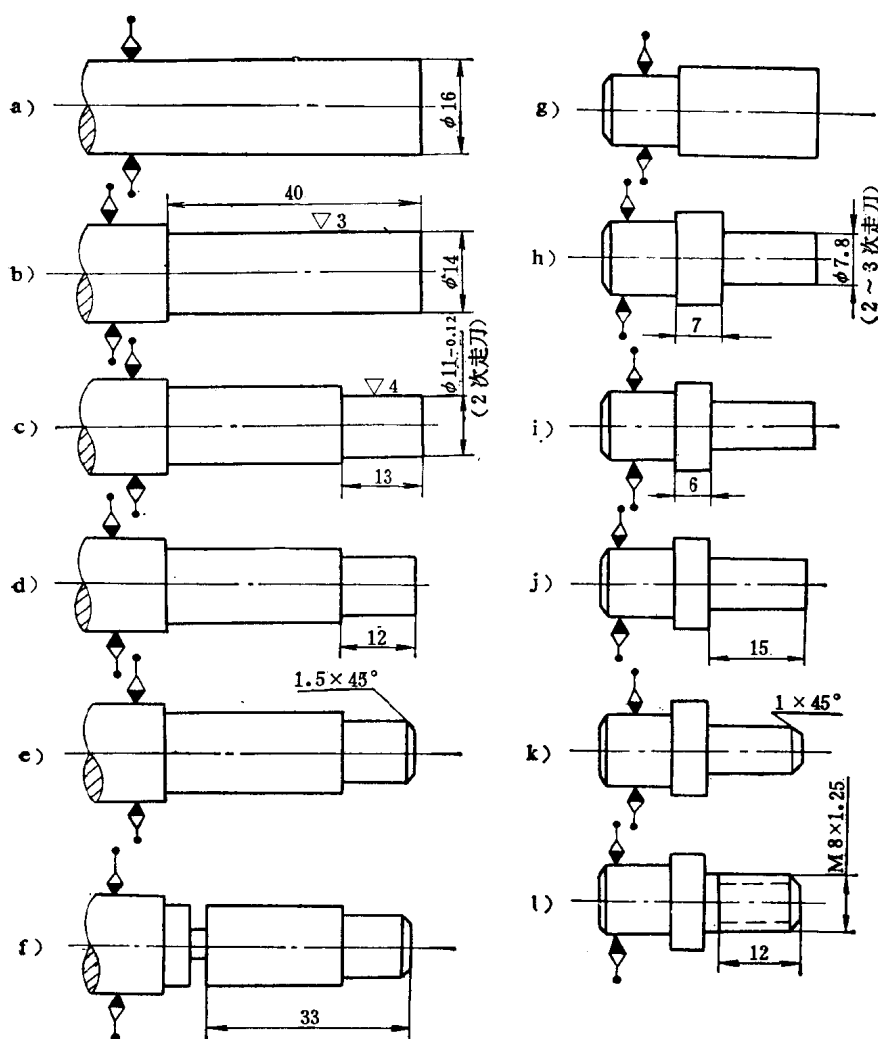


图1-2 螺纹柱销机械加工工艺过程示意图

(↓表示定位夹紧)

是工序的组成部分,是用来区分复杂工序的不同工作位置。

例如,在组合机床上加工2级精度的孔(图1-3),通常是在六工位的回转工作台上加工。每个工位安装一个工件,与各工位相对应的钻、扩、铰等刀具则安装在多轴头上,定时作出进给和退刀运动。因此,除第一工位用来装卸工件以外,同时有五个工件加工。对一个工件来说,在一个工位上加工完毕,工作台转位,再进行下一个工位的加工,这样经过六个工位(回转一圈)以后,加工完成。六个工位的工作依次是安装、预钻孔、钻孔、扩孔、粗铰及精铰。

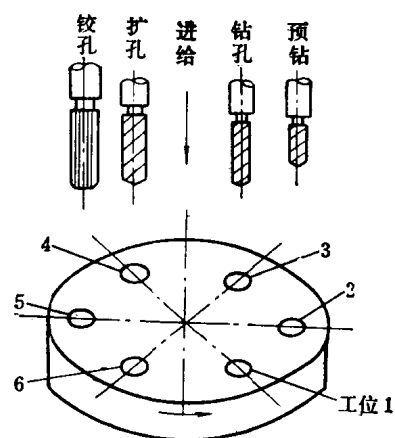


图1-3 在六工位回转工作台式组合机床上进行加工

四、工步

一次安装中，在不变动工件的加工表面、切削刀具和切削用量（不包括切削深度）的情况下所完成的工序中的一部分，称为工步。如果其中有一个（或2~3个）因素发生变化，就算是另一个工步。

在图1-2中，按a)安装时有b)、c)、d)、e)、f)五个工步；按g)安装时则有h)、i)、j)、k)、l)五个工步。

有时为了提高生产率而把工步合并，采用复合工步。如图1-4所示，在六角车床上用前刀架进行横向运动来切端面2、4及用六角刀架车外圆1、3和镗孔5，即为复合工步的例子。

五、走刀

在一个工步中，如果余量较大，可分几次把余量切掉。刀具对工件进行一次切去一层金属的相对运动，称为走刀。

在图1-2中，工步b)、d)、e)、f)、i)、j)、k)、l)均是一次走刀，而工步c)、h)又细分为2~3次切削用量相同的走刀（如每次走刀的切削用量不同，则每次走刀即为一个工步）。

由此可见，工位、工步、走刀都是为了说明一个复杂工序中各种工作的顺序而细分的。

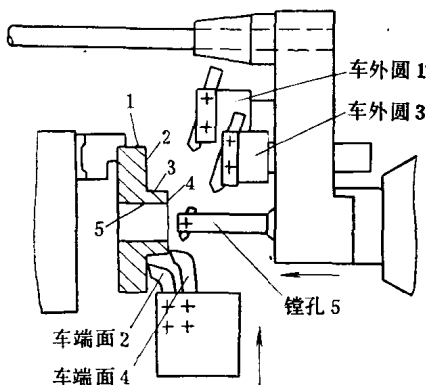


图1-4 复合工步示例

§ 1-3 生产类型及工艺特点

工厂每年需要生产的产品数量（即年产量），称为生产纲领。工厂的生产纲领不同，决定了工厂的生产规模和生产方式。生产方式可分为三种主要类型，即是单件生产、大量生产和成批生产。这些类型各有不同的工艺特点，见表1-1。

一、单件生产

单个或少量地制造不同结构和尺寸的产品而不重复或较少重复制造的，称为单件生产。例如大型船用内燃机或大型固定式内燃机的制造，很多都属于单件生产。

单件生产的工厂，由于需要制造不同类型的产品，而产品的数量又很少，所以在生产上应有较大的灵活性。

二、大量生产

产品数量很多，在每台机床或设备上只是经常重复做某种工件的某一个工序，这种生产称为大量生产。例如，制造汽车和拖拉机的发动机的工厂、内燃机某些零件及附件的专业化生产厂等。

大量生产一般是生产率高而制造成本低。专用机床使用较多。机床按着零件工艺过程的顺序排列，即按流水的生产方式进行。此外，大量生产适合采用自动线。

三、成批生产

产品按批量制造，而且往往每隔一定时间又重复进行生产，称为成批生产。例如，中型内燃机及机床的制造等。成批生产的工厂，一般是按零件的结构和工艺特点划分类型，相同类型的零件在同一个车间进行生产，其工艺过程和所用机床是同一种类型的。因此，某种零件制出一批以后，机床、工艺装备等就要重新调整，以便加工另一种零件。

表1-1 三种生产类型的工艺特点

生产类型 工艺特点	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
1. 产品品种及数量	产品品种多, 数量很少, 不重复或很少重复生产	产品品种较多, 数量多, 周期地成批投入生产	产品品种少, 数量很多, 每台机床经常用于一种零件的一个工序的加工
2. 毛坯制造方法	木模手工造型及自由锻造	部分采用金属模及锻模, 可以选用先进的毛坯制造方法	广泛采用金属模机器造型、模锻或压铸等毛坯制造方法
3. 互换性原则的采用	尽量互换, 部分采用钳工修配	广泛采用互换性原则, 不得已时采用钳工修配	广泛采用互换性原则
4. 机床设备及其调整	基本上是通用机床, 个别采用专用机床, 工件用试切法加工	通用机床及部分采用高生产率的机床和专用机床, 较少采用试切法加工, 工件一般在调整好的机床上加工	广泛采用高生产率的机床和专用机床, 如自动机床、半自动机床、组合机床及其自动线等。工件在调整好的机床上加工
5. 夹具	通用夹具或划线安装	广泛采用专用夹具和通用夹具, 个别划线安装	高生产率的专用夹具
6. 刀具及量具	一般刀具和标准量具	专用的和标准的刀具和量具	高生产率的专用刀具和专用量具
7. 对工人技术水平的要求	需要技术熟练的工人	需要具有一定熟练程度的工人	操作工人的技术要求一般, 对调整工要求技术熟练
8. 机床布置方式	按照机床类型(车床、铣床等)和规格的不同, 采取机群式布置	按照零件类别划分车间, 机床考虑按同类零件的工艺过程顺序排列	按照各零件的工艺过程顺序布置流水生产线
9. 编制工艺规程的要求	一般只编制简单的工艺过程卡片	一般只编制工艺过程卡片, 重点工序编制工序调整卡片	工艺文件详细, 每道工序都编制工序调整卡片

如果产品的品种较多, 而产量不大, 这种成批生产称为小批生产, 其生产组织形式及工艺特点接近于单件生产。如果品种不多, 而产量很大, 则称为大批生产, 也就是接近于大量生产。介于两者之间是中批生产。应该指出, 在一个工厂内, 甚至在同一个车间内, 也可能同时存在不同的生产类型, 例如有些零件是成批生产的, 另外一些零件却是大量生产。制造大型内燃机的工厂是单件生产性质的, 但是有大量的零件按成批生产甚至大量生产的方式去制造。因此, 要确定一个工厂究竟是属于何种生产类型, 必须根据其中占主要地位的生产情况来决定。中、小型内燃机的制造厂通常是成批生产和大量生产, 船用及固定式的大型内燃机的制造厂大多数是单件生产。

在批量较大的成批生产中，也应尽量采用流水生产线，可将结构、尺寸和加工相近的零件，即工艺过程相似的零件，组织在同一条生产线上进行轮番生产，以便解决多种零件或多品种的加工问题。可变（可调）的流水线或可调的自动线都能提高生产线的负荷率，这是企业技术改造的一个方向。

在单件生产中，如果较多地采用专用机床、专用工艺装备等是不合理的，而在大量生产中较多地采用通用机床、通用工艺装备等也是不合理的。因此，在一般情况下，生产类型是按照零件或产品的生产纲领和特征来划分。

§ 1-4 工件的安装方式

工件在切削加工以前，必须先放在机床夹具上（或直接放在机床上），使它相对于机床和刀具具有一个正确的位置，这个过程称为定位。工件确定了位置以后，还不能进行加工，因为加工过程中所产生的各种力（如切削力、离心力等）会使工件偏离已定好的位置。为了使它在加工过程中保持正确的位置，还必须把它压紧夹牢，这个过程称为夹紧。工件从定位到夹紧的整个过程称为安装。定位和夹紧有时是同时进行的。

工件安装好以后，就决定了工件与刀具运动轨迹的相对位置，从而决定工件的加工表面的形状和加工表面与其它表面之间的相对位置。安装是否正确会影响工件表面的尺寸精度、形状精度和加工表面与其它表面之间的位置精度等。工件装卸是否方便和迅速也是确定夹具的复杂程度的一个因素。因此，工件的安装是一个非常重要的问题。

工件在机床上加工时，在不同的生产条件下安装方法是不同的。按照工件定位的方法来分，有直接找正安装、划线找正安装及使用专用夹具安装三种方式。

如图 1-5 所示的偏心环毛坯，在车床上加工与外圆 A 同心的孔 C 及 D ，安装时必须设法使 A 轴线与车床主轴轴线重合。可以采用三种不同的安装方式。

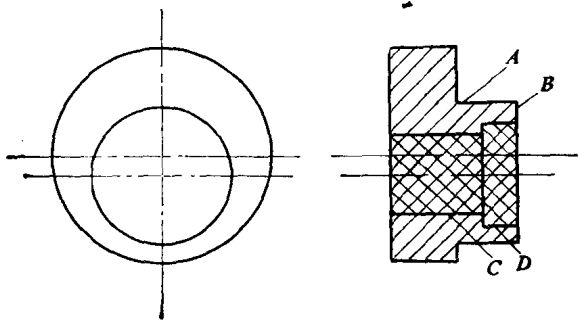


图1-5 偏心环毛坯

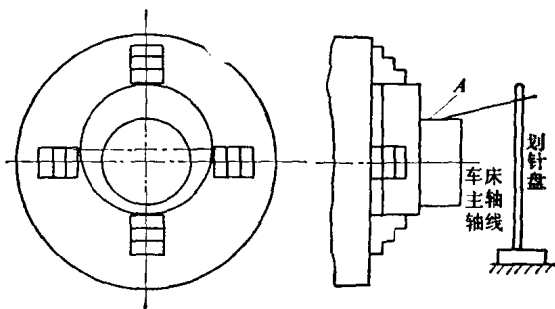


图1-6 直接找正安装

如图 1-6 所示，车床夹具为通用四爪卡盘，将工件轻夹在某一个位置上，然后用划针盘找正工件外圆面 A ，证实 A 确与车床主轴同心后，夹紧工件。这种方法是用工件的表面 (A) 作为找正定位的根据，故称直接找正安装。

如图 1-7 所示，车床夹具为通用四爪卡盘。先在工件端面 B 划出一个与外圆 A 同心的圆 F 。安装工件时，用卡盘将工件轻夹在某一个位置上，然后用划线盘找正圆 F ，证实 F 确与车床主轴同心后，夹紧工件。这种方法是用工件上的划线作为找正定位的根据，故称划线找正。

安装。

如图 1-8 所示, 车床夹具为专用夹具 (示意图)。此夹具具有两个相对于车床主轴轴线可以径向等距离同步移动的 V 形块 (自动定心结构)。在安装工件时, 两个 V 形块向中心移动, 使两个 V 形槽与工件的外圆 A 接触并夹紧。由于夹具是专为加工此工件该道工序设计制造的, 两个 V 形块夹紧工件时, 能使工件自动定心, 可保证 A 与车床主轴同心。这种方法称为使用专用夹具安装。

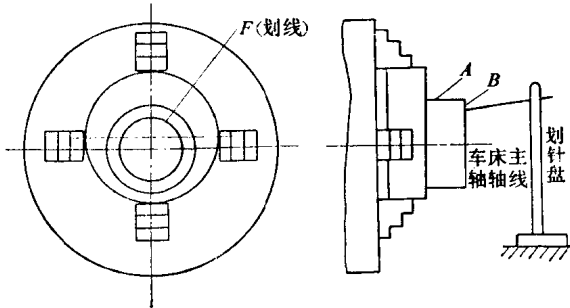


图1-7 划线找正安装

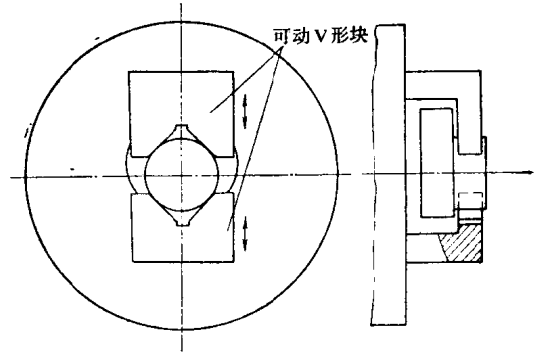


图1-8 使用专用夹具安装

这三种安装方式的工艺特点是:

1. 直接找正安装: 如上例所述, 这是根据工件上某些表面用工具 (划线盘、千分表等) 或用肉眼来找正工件的位置。它的安装精度取决于工人的经验及所采用的找正工具。在一般情况下, 安装精度为 0.1~0.5 毫米 (但有丰富经验的工人采用比较精确的千分表时, 可达 0.01 毫米或更小)。因此, 它存在下列缺点:

- (1) 要求操作者工作细心和技术较熟练。
- (2) 找正工件位置所需时间长, 往往比加工时间还长。
- (3) 工件要有可供找正的表面。

但是由于这种安装方式无需专用夹具, 在单件、小批生产或修理、试制车间等采用较多。此外, 在对工件的安装精度要求很高 (例如 0.01~0.005 毫米或更小) 而采用专用夹具不能予以保证时, 用精密量具来直接找正是适宜的。

2. 划线找正安装: 如上例所述, 安装时根据在工件上划好的线采用划针找正工件的位置。

这种安装方式存在下列缺点:

- (1) 增加划线工序, 而且要由技术较熟练的工人来划线, 划线工时较多。
- (2) 划线会产生度量误差, 线条具有一定的宽度, 冲中心眼也会有误差, 再加上找正时也要产生线里线外的误差。这些误差积累起来就造成安装精度较低 (一般为 0.2~0.5 毫米)。

- (3) 安装需要较多的时间, 可能比加工时间还长, 还要由技术较熟练的工人来操作。

因此, 在大批、大量生产中不采用。即使在单件、小批生产中, 如果可用直接找正安装, 最好也不采用划线找正安装。

但是在单件、小批生产中或在生产大型件时, 在采用专用夹具较为昂贵而又无直接找正安装的表面的情况下, 则应采用划线找正安装。虽有条件使用专用夹具, 但毛坯制造误差很

大、表面粗糙或是工件结构复杂（如机体、曲轴箱等），以致使用专用夹具安装不能保证加工面的余量或余量不均匀以及不能保证工件的加工面与不加工面之间的位置精度，也应采用划线找正安装。

复杂工件的划线，往往不能一次完成，而必须分为两次或多次进行，因为有时要在某些表面加工以后才能划线。

3. 使用专用夹具安装：如上例所述，工件安装在专用夹具上，由于采用了专用的定位元件和夹紧装置，能够保证工件和刀具之间的相对位置正确。

在成批、大量生产中，为了提高生产率、保证加工质量、减轻劳动强度以及可能由技术水平较低的工人来加工技术要求较高的工件，从而降低生产费用，所以使用专用夹具。同时，在单件、小批生产中，往往由于某些零件的精度要求较高，不使用夹具就不容易保证质量，也要使用专用夹具。

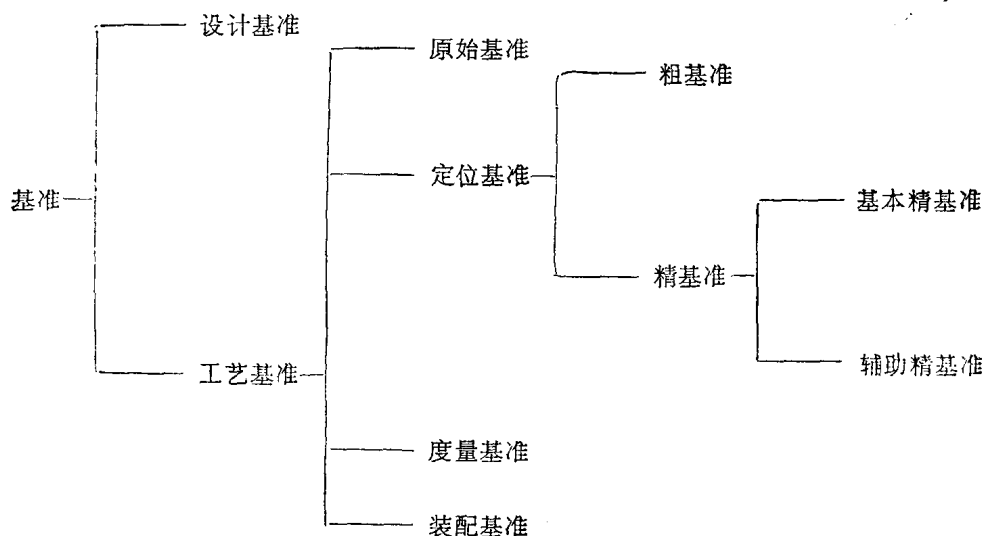
§ 1-5 基准的概念及分类

零件的每个表面的加工准确度是由表面本身的准确度和表面相对于其它表面的位置准确度得出的。

基准是在确定零件或部件上某些面、线或点的位置准确度时作为依据的面、线或点。这些作为依据的面、线、点是在零件上或在部件的某个零件上。如果要计算和度量某些面、线、点的位置尺寸，基准就是计算和度量的起点和依据。

在机械加工过程中，按不同的要求选择哪些面、线、点作为基准是直接影响工件表面之间相互位置精度的主要因素之一。基准的选择在制定零件工艺过程中占有重要的地位。

基准的分类如下：



一、设计基准

设计基准是零件图上的一个面、线或点，据以标定其它的面、线或点的位置。

设计人员从零件在产品中的工作条件和性能要求出发，在零件图上用位置尺寸或相互位