

高等学校理工科规划教材

内燃机制造工艺教程

许 锋 满长忠 编著

大连理工大学出版社

© 许锋 满长忠 2006

图书在版编目(CIP)数据

内燃机制造工艺教程 / 许锋, 满长忠编著. —大连: 大连理工大学出版社, 2006. 3

ISBN 7-5611-3114-3

I. 内… II. ①许… ②满… III. 内燃机—制造—高等学校—教材
IV. TK406

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 007559 号

大连理工大学出版社出版

地址: 大连市软件园路 80 号 邮政编码: 116023

发行: 0411-84708842 邮购: 0411-84703636 传真: 0411-84701466

E-mail: dutp@dutp.cn URL: <http://www.dutp.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 185mm×260mm 印张: 14.5 字数: 353 千字

印数: 1~2 000

2006 年 3 月第 1 版

2006 年 3 月第 1 次印刷

责任编辑: 范业婷

责任校对: 杨帆

封面设计: 宋蕾

定 价: 28.00 元

前 言

长期以来,内燃机作为机车、汽车、船舶及其他相关机械设备的重要组成部分之一,在生产及制造领域得到了广泛的应用。目前,随着我国对机械设备在环保、节能等方面要求的不断提高,各种新技术、新材料、新工艺等已在机械制造业广泛应用,内燃机制造技术及其工艺也相应得到了很大的发展。与此同时,对从事内燃机相关专业的教学、科研人员及其从业人员也提出了更高的要求。为了适应技术的发展和进步,作者结合多年的教学科研经验编写了本书。

“内燃机制造工艺”是内燃机专业的必修课程,也是机械制造、汽车制造等相关专业的选修课程,具有很强的专业性和实践性。本教材结合当前的行业动态,理论联系实际,系统详实地阐述了内燃机制造的相关工艺。通过对本课程的学习,可以激发学生的创新思维,提高学生的专业技能,使之达到机械工程师、工艺师的基本训练要求,从而适应 21 世纪现代社会对复合型人才的需求。

本教材具有以下特色:

(1)重点叙述了机械加工精度和表面质量,详细分析了影响加工质量的各种因素和提高加工质量所采取的工艺措施,还简要介绍了保证加工质量的精密加工的原理和方法。

(2)精练地阐述了制定机械加工工艺规程的方法、步骤。针对内燃机几种典型零件的加工工艺过程进行了详细的编制。为保证工艺正确,书中列举了工序尺寸的确定和加

工尺寸链计算的例题。

(3)结合车用内燃机的装配特点,对装配工艺基础、装配尺寸链的计算和装配工艺规程的制定,进行了全面的论述。

(4)为保证加工质量,书中专门阐述了机床夹具的设计方法和步骤;为使制造工艺在内容上更加完整,书中对数控机床、计算机控制、柔性制造系统及现代机械制造系统做了明晰的介绍。

此外,每章配有思考题与习题,以便于读者加深对内容的理解。附录中收集了有关数据图表 25 个,供读者计算和编制工艺规程时参阅。

本书由大连理工大学内燃机研究所许锋教授编著,满长忠高级工程师参加了第 3~6 章的部分编写工作。感谢机械工程学院王小华教授精心审阅了全书的内容,感谢卢杰持教授、谷仁喜高级工程师对本书的热心指导。

本书的编写过程中参考了许多院校及研究所等编写的文献资料,在此也一并致谢。

由于本书涉及内容较多,编者水平有限,错误及不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编著者

2006 年 2 月

目 录

第 1 章 内燃机制造工艺基础

- 1.1 生产过程与工艺过程 /1
 - 1.1.1 生产过程 /1
 - 1.1.2 工艺过程 /2
- 1.2 机械加工工艺过程的组成 /2
 - 1.2.1 工 序 /2
 - 1.2.2 安 装 /3
 - 1.2.3 工 位 /4
 - 1.2.4 工 步 /4
 - 1.2.5 走 刀 /4
- 1.3 生产性质、生产纲领及生产类型 /4
 - 1.3.1 生产性质 /4
 - 1.3.2 生产纲领 /5
 - 1.3.3 生产类型 /5
- 1.4 工件安装 /6
 - 1.4.1 工件安装内容 /6
 - 1.4.2 工件安装基准 /7
- 1.5 工件定位 /9
 - 1.5.1 自由度 /9
 - 1.5.2 六点定位原理 /9
 - 1.5.3 工件必须限制的自由度 /10
- 思考题与习题 /12

第 2 章 机械加工质量

- 2.1 加工精度与加工误差 /14
 - 2.1.1 加工精度与加工误差的概念 /14
 - 2.1.2 加工精度的内容 /14
 - 2.1.3 获得加工精度的方法 /15
- 2.2 引起加工误差的因素 /16
 - 2.2.1 误差分类 /16
 - 2.2.2 各种误差对加工精度的影响 /17
 - 2.2.3 保证工件加工精度的方法 /30

- 2.3 机械加工表面质量 /39
 - 2.3.1 表面质量的概念 /39
 - 2.3.2 影响表面质量的因素 /41
 - 2.3.3 表面质量对零件使用性能的影响 /46
- 2.4 保证机械加工质量的新技术 /49
 - 2.4.1 提高尺寸精度的精密加工方法 /49
 - 2.4.2 表面强化工艺 /50
 - 2.4.3 工艺装备方面的新技术 /52
- 思考题与习题 /53

第 3 章 机械加工工艺规程的制定

- 3.1 机械加工工艺规程基础 /55
 - 3.1.1 机械加工工艺规程概念和作用 /55
 - 3.1.2 工艺文件的形式 /55
 - 3.1.3 编制工艺规程的步骤 /58
- 3.2 结构工艺分析 /59
 - 3.2.1 零件图纸的工艺分析 /59
 - 3.2.2 毛坯的工艺分析 /59
 - 3.2.3 机械加工的工艺分析 /60
- 3.3 工艺路线的拟定 /60
 - 3.3.1 定位基准的选择 /60
 - 3.3.2 表面加工方法的选择 /62
 - 3.3.3 安排加工顺序 /64
 - 3.3.4 工序的集中与分散 /66
- 3.4 工序尺寸的确定 /67
 - 3.4.1 加工余量的概念 /67
 - 3.4.2 工序余量及公差的确 定 /69
- 3.5 加工工艺尺寸链 /72
 - 3.5.1 工艺尺寸链的定义和组成 /72
 - 3.5.2 工艺尺寸链的计算 /73
- 思考题与习题 /77

第4章 机床夹具设计原理

- 4.1 机床夹具的基本概念 /80
 - 4.1.1 机床夹具的定义和组成 /80
 - 4.1.2 机床夹具的作用 /81
 - 4.1.3 机床夹具的分类及工件的加工误差 /81
 - 4.2 定位误差、定位元件及定位方式 /82
 - 4.2.1 以工件上的平面定位 /83
 - 4.2.2 以工件上的外圆柱面或圆锥面定位 /87
 - 4.2.3 以工件上的内孔定位 /90
 - 4.2.4 以工件上的两孔一面定位 /93
 - 4.3 工件的夹紧及夹紧机构 /94
 - 4.3.1 工件的夹紧 /94
 - 4.3.2 夹紧机构 /96
 - 4.4 各类机床的夹具及其设计 /106
 - 4.4.1 机床常用夹具 /106
 - 4.4.2 夹具设计步骤 /111
- 思考题与习题 /112

第5章 机电一体化与现代机械制造技术

- 5.1 机电一体化技术 /114
 - 5.1.1 通用机床 /114
 - 5.1.2 组合机床 /116
 - 5.1.3 数控机床 /119
 - 5.1.4 常规机器人与智能机器人 /121
 - 5.2 成组技术 /123
 - 5.2.1 成组技术基本概念 /123
 - 5.2.2 零件分类编码系统及编码 /123
 - 5.2.3 成组加工工艺规程编制 /127
 - 5.3 计算机辅助编制工艺规程 /130
 - 5.3.1 CAPP 的基本概念 /130
 - 5.3.2 CAPP 系统的工作原理 /131
 - 5.4 现代先进机械制造技术 /133
 - 5.4.1 计算机辅助设计/计算机辅助制造系统 /133
 - 5.4.2 计算机集成制造系统 /135
 - 5.4.3 柔性制造系统 /137
 - 5.5 特种加工与快速成型技术 /138
 - 5.5.1 特种加工技术 /138
 - 5.5.2 快速成型技术 /143
- 思考题与习题 /146

第6章 内燃机典型零件加工工艺

- 6.1 铸、锻及热处理工艺 /147
 - 6.1.1 铸造工艺 /147
 - 6.1.2 锻造工艺 /148
 - 6.1.3 热处理工艺 /148
 - 6.2 连杆加工工艺 /149
 - 6.2.1 连杆的结构特点及其材料 /149
 - 6.2.2 连杆加工的技术要求 /150
 - 6.2.3 连杆加工分析与工艺过程 /151
 - 6.3 曲轴加工工艺 /156
 - 6.3.1 曲轴的结构特点及其材料 /156
 - 6.3.2 曲轴加工的技术要求 /157
 - 6.3.3 曲轴加工分析与工艺过程 /159
 - 6.4 活塞加工工艺 /162
 - 6.4.1 活塞的结构特点及其材料 /162
 - 6.4.2 活塞加工的技术要求 /164
 - 6.4.3 活塞加工分析与工艺过程 /165
 - 6.5 气缸体加工工艺 /169
 - 6.5.1 气缸体的结构特点及其材料 /169
 - 6.5.2 气缸体加工的技术要求 /169
 - 6.5.3 气缸体加工分析与工艺过程 /171
 - 6.6 喷油泵柱塞偶件加工工艺 /176
 - 6.6.1 柱塞偶件的结构特点及其材料 /176
 - 6.6.2 柱塞偶件加工的技术要求 /176
 - 6.6.3 柱塞偶件加工分析与工艺过程 /177
 - 6.6.4 柱塞偶件的检验 /179
- 思考题与习题 /180

第7章 装配工艺

- 7.1 装配工艺基础 /181
 - 7.1.1 装配质量 /181
 - 7.1.2 装配工艺 /181
 - 7.1.3 装配的组织形式 /182
 - 7.1.4 装配精度 /183
 - 7.1.5 装配方法 /183
- 7.2 装配尺寸链 /185
 - 7.2.1 装配尺寸链的基本概念 /185
 - 7.2.2 装配尺寸链的计算 /185
- 7.3 装配工艺规程的制定 /192
 - 7.3.1 制定装配工艺规程的基本原则 /192
 - 7.3.2 装配工艺过程 /193
 - 7.3.3 装配工作中比较重要的几项内容 /194

7.4 CA6110-1B 型内燃机装配与试验 /195

7.4.1 内燃机性能特点 /195

7.4.2 内燃机结构 /197

7.4.3 装配工艺路线的拟定 /200

7.4.4 内燃机试验 /206

思考题与习题 /207

附 录

附表 1 标级公差数值 /208

附表 2 新、旧国标公差等级与数精度等级对照 /208

附表 3 公差等级的应用说明 /209

附表 4 公差等级与加工方法的关系 /210

附表 5 外圆柱表面加工的经济精度 /210

附表 6 孔加工的经济精度 /211

附表 7 平面加工的经济精度 /212

附表 8 各种加工方法所能达到的表面粗糙度值 /213

附表 9 表面粗糙度等级及代号(GB1031—68) /214

附表 10 光轴类和多台阶轴类的机械加工余量及公差 /214

附表 11 铸铁件的机械加工余量 /215

附表 12 铸铁件尺寸偏差 /215

附表 13 铸钢件的机械加工余量 /216

附表 14 铸钢件尺寸偏差 /216

附表 15 方轴类和台阶长方形类锻件的机械加工余量及公差 /217

附表 16 凸肩齿轮及凸肩法兰类锻件的机械加工余量及公差 /217

附表 17 环类锻件的机械加工余量及公差 /218

附表 18 轴粗车外圆后,精车外圆的加工余量 /218

附表 19 轴磨削的加工余量 /219

附表 20 按照孔公差 H7 加工的工序间尺寸 /220

附表 21 磨孔的加工余量 /221

附表 22 金刚石刀细镗孔余量 /222

附表 23 组合机床加工孔的工序余量 /222

附表 24 平面精加工余量 /223

附表 25 平面研磨余量 /223

参考文献 /224

第 1 章 内燃机制造工艺基础

进入 21 世纪,内燃机采用新型燃烧系统、电控燃油高压喷射、废气涡轮增压中冷、排气再循环及排气净化后处理装置等新技术,使其性能和排放指标达到了新的水平,成为高效率、低污染的动力机械。内燃机关系到能源与环保两大课题,内燃机工业在国民经济中已占有举足轻重的地位,同时,也为内燃机制造业带来了机遇和挑战。开发新产品、提高制造工艺水平、降低生产成本及改善用户服务是当今内燃机制造业竞争的焦点。

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和装配工艺的一门科学。

1.1 生产过程与工艺过程

1.1.1 生产过程

1. 生产过程的概念

内燃机的生产过程是指将原材料转变为成品的全部劳动过程。内燃机的结构复杂,零部件的数量较多,通常为大批量生产,涉及多种技术。

2. 生产过程的组成

生产过程包括原材料的运输及保管,生产准备工作,毛坯的制造,零件的机械加工和热处理,部件的装配和机器的总成,产品的检验和试车以及成品的油漆和包装等。其中把由原材料变为成品直接有关的过程称为生产过程的主要过程,间接有关的过程称为生产过程的辅助过程。

3. 生产系统工程

生产系统是指一个具有输入与输出的所有生产活动的总和,它的基层单位是工厂。工厂的生产过程又可分为若干个车间的生产过程。某个车间所用的原材料(或半成品)可能是另一车间的成品。

现代化生产中,一台内燃机的生产过程,往往由许多工厂分工协作完成。如油泵油嘴、轴瓦、活塞、增压器等零部件,分别是由各专业厂生产的,这样分工有利于专业化生产,提高产品质量和劳动生产率,降低生产成本。

生产过程中各个组成环节、生产工艺、加工计划和管理工作的,应作为一个系统工程来进行科学地全面管理,只有如此,才能提高产品质量,减少消耗,得到良好的经济效益和促进产品更新。借助于电子计算机进行分析和控制是当前的一门新兴学科。

4. 机械制造系统

机械制造系统是生产系统中的主要部分之一,通常由物质子系统、信息子系统和能量子系统三部分组成。

负责物料存储、运输、加工、检验的各单元可总称为物质子系统;进行加工任务、顺序、方

法、管理指令等信息存储处理和交换的有关软硬件资源称为信息子系统;进行能量传递、转换的有关元件称为能量子系统。

1.1.2 工艺过程

1. 工艺过程的概念

工艺过程是生产过程的最主要过程。是按一定顺序逐步改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等,使其成为成品或半成品的过程。它是生产对象自身发生变化的过程。

2. 工艺过程的种类

(1) 毛坯制造工艺过程

如采用铸造、锻造、焊接和冲压等,主要改变原材料的形状特征。

(2) 机械加工工艺过程

是使用各种设备和刀具将毛坯加工成零件的工艺过程,主要改变工件的形状和尺寸。

(3) 热处理工艺过程

主要是改变材料的物理、化学和机械性能。

(4) 装配工艺过程

是将加工好的零件,按一定的技术要求装配成产品的工艺过程,主要改变零部件之间的相互位置。

1.2 机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程由若干个按顺序排列的工序组成。而工序又可细分为安装、工位、工步和走刀。

1.2.1 工 序

工序是工艺过程的基本单元。它是由一个或一组工人,在一个工作地点或一台机床,对同一个或同时对几个工件所连续完成的那部分工艺过程。划分工序的标志是工作地点(设备)、操作工人和加工对象是否改变以及工作是否连续。工作地点变化即构成另一工序。

【例 1-1】 成批生产阶梯轴如图 1-1 所示,其工艺过程有两种方案,见表 1-1。

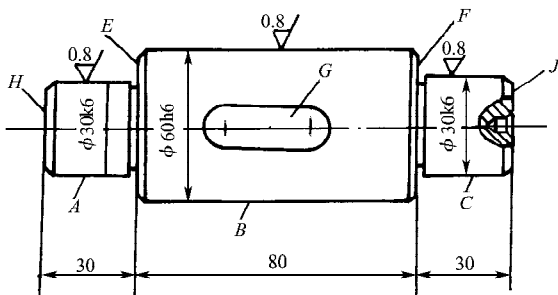


图 1-1 阶梯轴简图

方案 I 中工序 1 包括两次安装,首先车工件的一端,然后调头再车这个工件的另一端,所以作为一道工序。

表 1-1 阶梯轴的两种工艺过程方案

方 案	工 序 号	工 序	安 装 或 工 位	工 步	走 刀	工 作 地
I	1	车	安装(1) (夹 A 端)	1)车外圆 B、C 2)车台肩 F,切槽 3)车端面 J 4)倒角 5)打中心孔	走刀二次	车床 三爪卡盘
			安装(2) (调头)	1)车外圆 A 2)车台肩 E,切槽 3)车端面 H 4)倒角 5)打中心孔		车床 三爪卡盘
	2	铣		铣键槽 G		铣床
	3	磨		磨外圆 A、B、C		外圆磨床
II	1	铣		1)铣端面 H、J 2)打两端中心孔		铣端面打中心孔 机床
	2	车		1)车外圆 B、C 2)车台肩 F,切槽 3)倒角	复合工步	车床 用中心孔定位
	3	车		1)车外圆 A 2)车台肩 E,切槽 3)倒角		车床 用中心孔定位
	4	铣		铣键槽 G		铣床
	5	磨		磨外圆 A、B、C		外圆磨床 用中心孔定位

1.2.2 安 装

工件加工前在机床上(或夹具中)进行定位和夹紧的过程称为安装。

在同一道工序中,工件可能装夹一次或者几次。工件经过一次装夹后所完成的那部分工序称为一次安装。如果再调头装夹,就是该工序的第二次安装。同一道工序可以多次安装,图 1-2 示出了同一工序的两次安装。由于多次安装存在装夹误差及影响生产率,因此应尽量减少安装次数。

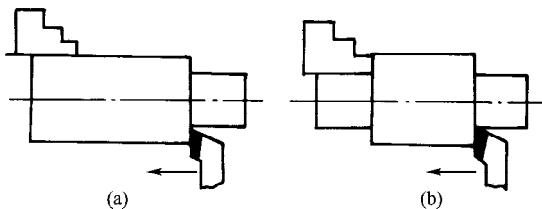


图 1-2 加工阶梯轴的同一道工序中的两次安装

1.2.3 工 位

工件在一次安装后,夹具或机床的可动部分相对于刀具或机床的固定部位所占据的每一位置,称为工位。主要工位都有相应的刀具和加工表面。一次安装后,工件先后占据几个位置,就是几个工位。图 1-3 就是一次安装后,借助回转夹具进行钻、扩、铰孔的四工位加工简图。

1.2.4 工 步

一次安装中,在加工表面和切削刀具不变的情况下,连续完成的那一部分工序,称为工步。例如,表 1-1 方案 I 的工序 1,在一次安装中,车外圆 B 与车端面 J 是两个工步。又如,在同一工序中,连续在工件上钻 4 个 $\phi 15$ mm 的孔,为一个工步。

为了提高生产效率,同时用几把刀具对几个待加工表面加工,这被看做一个工步,称为复合工步。例如,如图 1-4 所示,用三把刀具同时车活塞的三道环槽,就是复合工步。

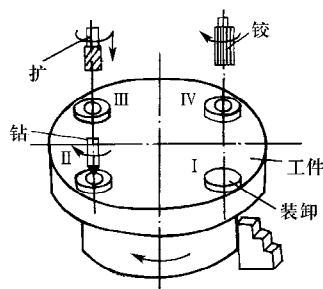


图 1-3 四工位加工简图

1.2.5 走 刀

在一个工步中,当加工余量很大时,在刀具、切速、切削量不变的情况下,分几次切削,每切削一次就称为一次走刀。如图 1-5 所示。

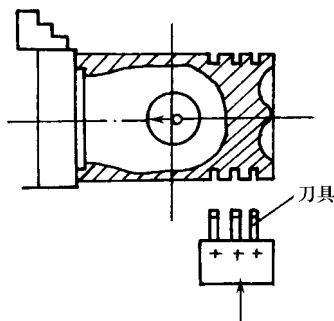


图 1-4 复合工步

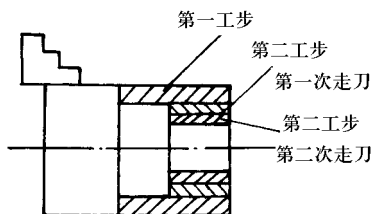


图 1-5 走刀

1.3 生产性质、生产纲领及生产类型

1.3.1 生产性质

生产性质包括产品试制、试生产和正式生产。

(1) 产品试制是生产出少量样机,其目的是为了验证新产品的性能和可靠性,常采用通用机床和标准工装加工。

(2) 试生产是小批生产,目的是为了验证生产准备中的工艺设计、设备及工装的完善程度。此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

(3)正式生产是大量生产,按生产计划、工艺条件进行的正规生产。

1.3.2 生产纲领

生产纲领是企业在计划期内(一般是一年)应当生产的产品产量。应计入备品和废品的数量。

年生产纲领用式(1-1)计算:

$$N=Qn(1+a\%)(1+b\%)$$

(1-1)

式中 N ——零件的年生产纲领,件/年;
 Q ——产品的年产量,台/年;
 n ——每台产品中所含加工零件的数量,件/台;
 $a\%$ ——备品的百分率,一般取 $3\%\sim 5\%$;
 $b\%$ ——废品的百分率,一般取 $1\%\sim 3\%$ 。

1.3.3 生产类型

1. 生产类型的概念

生产类型是企业生产专业化程度的分类。根据生产纲领及产品的结构特点,可将产品的生产分为三种类型,即单件生产,成批生产和大量生产。

(1)单件生产是指产品品种多,而每个品种数量很少(10 件以下),工作地点和加工件经常变动;

(2)成批生产(小批、中批、大批)是指产品品种不多,而产量较多(5000 件以下),工作地点和加工件进行周期性地轮换;

(3)大量生产是指产品品种单一或为几种系列化的产品,生产量很大(万件以上),工作地点和加工件固定不变。

2. 各生产类型的工艺特征

表 1-2 列出了三种生产类型工艺特征的比较,从表中可以看出不同的生产类型具有不同的工艺特征。

表 1-2		不同生产类型的工艺特征					
项目	毛坯制造	零件互换性	机床及布置	夹具	工具量具	工艺文件	工人技术水平
单件生产	木模手工造型 自由锻造	配对制造 修配法装配	万能机床 机群式布置	划线加工 试切法	标准刀具 万能量具	简单 工序卡	高
成批生产	部分金属模 模锻	大部分互换 装配	部分数控机床 成组流水线	划线加工 采用夹具	高效刀具 及量具	较详细 工序卡	一般
大量生产	金属模造型 模锻	全部零件互换 分组选择装配	组合专用机床 自动生产线	高生产率夹具 调整法、自控法	复合刀具 成形刀具	工序卡	调整技术要求高

1.4 工件安装

1.4.1 工件安装内容

1. 定位

加工工件时,必须使工件在机床上或夹具中有一个正确的位置,只有处在这一位置上进行加工,才能保证加工表面对其他相关表面的位置精度。确定工件在机床上或夹具中占有正确位置的过程,称为定位。

2. 夹紧

工件定位后将其固定,使其在加工过程中始终保持定位位置不变的操作,称为夹紧。

3. 安装(装夹)

工件在机床上或夹具中从定位到夹紧的整个过程,称为安装。正确的安装是保证工件加工精度的重要条件。

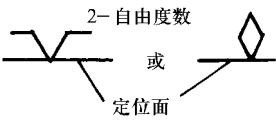
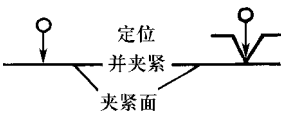
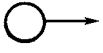
定位和夹紧是安装工件先后完成的两个动作,是两个不同的概念,定位不等于夹紧。定位和夹紧具有不同的功能,定位是使工件占有正确的位置;夹紧是使工件保持定位的位置不变,它并不起定位作用,一般是先定位后夹紧。

从定位到夹紧的过程可分别进行,如四爪卡盘;也可同时进行,如三爪卡盘。

4. 机械加工工艺中的定位、夹紧符号(JB/Z174—82)

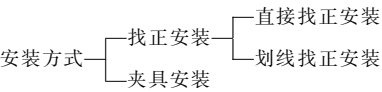
表 1-3 中列出了常用的定位、夹紧符号。

表 1-3 机械加工工艺中的定位、夹紧符号(JB/Z174—82)

定位、夹紧	符号	定位、夹紧	符号
定位		夹紧	
V 形铁		固定顶尖	
圆柱心轴		弹性心轴	
三爪卡盘		四爪卡盘	

5. 工件的安装方式

根据生产批量、加工精度及工件的形状的不同分为找正安装和夹具安装。分类如下:



(1)直接找正安装

是根据工件某些表面,利用划针、百分表或目测来找正工件的位置。图 1-6 所示的偏心毛坯要在车床上加工外圆,表面 A 与内孔 D 同轴。用直接找正法安装,先将工件以较小的夹紧力装在四爪卡盘的某一位置上,然后用划针盘找正工件外圆表面 A,使其轴线与车床主轴回转轴线同轴,然后将工件夹紧。这种方法是用工件的表面 A 作为找正安装的依据。其工艺特点是安装精度不高,一般误差在 0.1~0.5 mm;费时、生产效率低,一般只适用单件小批、形状简单的工件。对安装精度要求很高,采用专用夹具又不能保证时,则只能用精密量具进行直接找正。

(2)划线找正安装

是根据加工的要求,预先在工件上划好线,然后用划针、百分表按划线找正工件位置的方法。图 1-7 所示,安装工件之前,先在端面 B 上划出一个与外圆 A 同轴的圆 F,安装工件时用四爪卡盘轻夹在某一位置上,然后用划针找正圆 F 作为找正安装的依据。这种方法的工艺特点是增加一道划线工序,安装精度比直接找正低,一般误差在 0.2~0.5 mm;比直接找正需要的时间短,适合小批、形状复杂的工件。

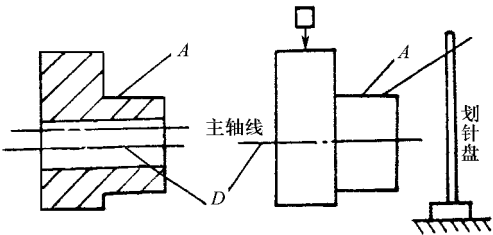


图 1-6 直接找正安装

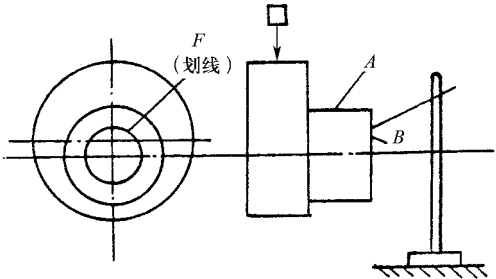


图 1-7 划线找正安装

(3)夹具安装

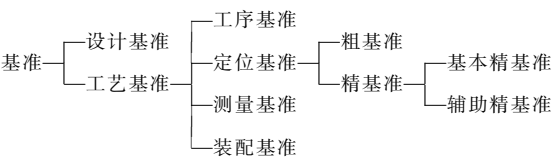
根据工件某一加工工序的要求,夹具上有专用的定位与夹紧元件,不需找正就能使工件正确而迅速地安装在夹具中,保证工件对机床和刀具有正确的相对位置。夹具安装是一种效率高、安装精度高的方法,广泛用于成批生产。如专用车床双 V 形块自动定心夹具的不找正安装等。

1.4.2 工件安装基准

1. 基准的概念

基准是零件设计或加工度量时位置尺寸的起始处,是用来决定零件上各有关表面相互位置所依据的几何要素。有基准点、基准线和基准面之分。

2. 基准的分类



3. 设计基准

设计图上所采用的基准,即零件图上用来确定位置尺寸的几何要素,称为设计基准。在

设计图上常标注形位公差,其精度应根据零件的功能要求来确定。

图 1-8(a)所示曲轴的 A 面与 B、D 及 E 面互为设计基准,轴线 OO 与 $O'O'$ 互为设计基准;图 1-8(b)所示连杆,就尺寸 L 而言,大小头孔轴线互为设计基准。

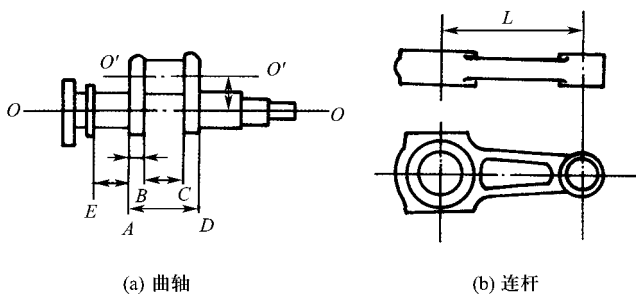


图 1-8 设计基准简图

4. 工艺基准

在加工过程中所采用的基准,称为工艺基准。按照用途不同可分为工序基准、定位基准、测量基准和装配基准等。

(1) 工序基准

在工序图上用来确定本工序所加工表面加工后的尺寸、形状、位置的基准,称为工序基准,它是工序尺寸、位置公差标注的起始点。图 1-9 为法兰盘车削的工序简图。端面 A 为端面 B 的工序基准,通过尺寸 L 及平行度公差与基准 A 相联系。外圆 ϕd 的工序基准是轴线。联系被加工表面与工序基准的尺寸,是这道工序应直接得到的尺寸,称为工序尺寸。工序尺寸是有方向的,由工序基准指向被加工表面。

零件加工时,应尽量使工序基准与设计基准重合。在用调整法加工时,工序基准应与定位基准重合;在用试切法加工时,工序基准应与测量基准重合。

(2) 定位基准

在加工中用做定位的基准,即安装时,使工件在机床上或夹具中占有正确位置所采用的基准,称为定位基准。体现定位基准的表面称为定位基准面。图 1-10 为镗活塞销孔的定位简图,基准为底平面 B、止口面 C 及销孔的轴线 E,一般情况下,定位基准应与设计基准和工序基准相重合,否则将产生基准不重合误差。

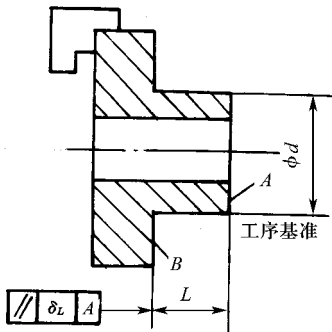


图 1-9 车削法兰盘工序简图

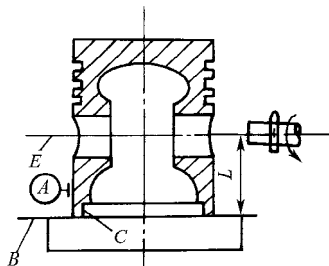


图 1-10 镗活塞销孔的定位简图

用未加工过的毛坯面作为第一道工序的定位基准面,称为粗基准;用已加工过的表面作为定位基准面,称为精基准。只加工时用,装配时不用的基准,称为辅助精基准;定位基准与

装配基准一致,称为基本精基准。如齿轮的内孔就是基本精基准。

工件在找正安装时,用来校正工件在机床上位置的几何要素,一般称为校验基准。实质上属于定位基准。

(3)测量基准

测量时采用的基准,即用来确定被测量尺寸、形状和位置的基准,称为测量基准。尽可能用设计基准作为测量基准。图 1-11 中外圆素线 C 是 A 面的测量基准。

(4)装配基准

在装配时,用来确定零件或部件在产品中的相对位置所采用的基准,称为装配基准。图 1-12 中的齿轮装配在轴上,装配基准是齿轮孔 B 及端面 A。

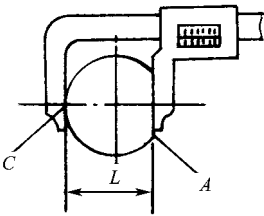


图 1-11 测量基准

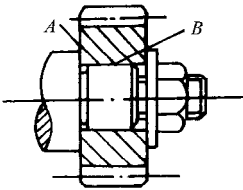


图 1-12 装配基准

1.5 工件定位

1.5.1 自由度

一个工件在空间可能具有的运动,称为自由度(不定度)。设工件是一个平行六面体(看成自由刚体),放在空间直角坐标系中,如图 1-13 所示。其空间位置的变化共有 6 种独立的运动,即沿 3 个坐标轴方向的移动,分别用 $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}$ 来表示;和绕 3 个坐标轴方向的转动,分别用 $\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}$ 表示。

1.5.2 六点定位原理

工件进行定位时,如果用定位元件限制了它的 6 个自由度,则该工件在空间的位置就完全确定了,这就是六点定位原理。

定位就是对工件采取的约束措施,这里所说的约束由各种定位元件构成,约束点就是支承钉。

- 在 xOy 平面上,支承钉 1,限制自由度 $\vec{z}$,
- 支承钉 2,限制自由度 $\hat{x}$,
- 支承钉 3,限制自由度 $\hat{y}$,
- 在 yOz 平面上,支承钉 4,限制自由度 $\vec{x}$,
- 支承钉 5,限制自由度 $\hat{z}$,
- 在 xOz 平面上,支承钉 6,限制自由度 $\vec{y}$ 。

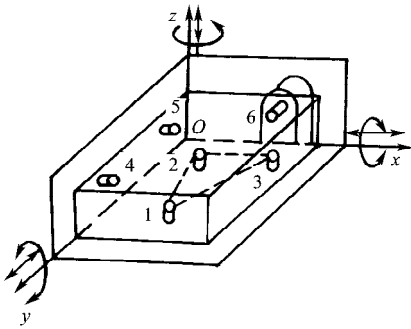


图 1-13 工件在空间的六点定位

1.5.3 工件必须限制的自由度

1. 每个支承点只相应约束一个自由度,如图 1-13 所示。

(1) 3 个点支承 1、2 和 3,用一个不在一条直线上的三个圆柱销或一个大平面来代替,限制 $\vec{z}, \vec{x}, \vec{y}$ 三个自由度;

(2) 2 个点支承 4 和 5,用两个圆柱销或一个长而窄的平面来代替,限制 $\vec{x}$ 和 $\vec{z}$ 两个自由度;

(3) 1 个支承点 6,用一个圆柱销或一个小平面代替一个点的作用,只限制一个自由度 $\vec{y}$ 。

2. 限制就是定位,6 个自由度的正、反两个方向都受到限制,但定位不等于夹紧。

3. 正常定位情况下,需要限制的自由度分为两种:

(1) 第一种自由度

影响加工要求(尺寸精度或位置精度)而需要限制的自由度。

① 在 3 个坐标方向有尺寸和位置精度要求,最多 6 个自由度(全定位)。

【例 1-2】 镗连杆大头孔,如图 1-14 所示。

本工序要求:a. 保持两孔距为 $L+\delta_L$;b. 保持端面对大头孔轴线 A 垂直度 δ_p ;c. 小头孔 ϕE 轴线与杆身轴线 B 的位置度和垂直度。即 3 个坐标方向上有尺寸精度和位置精度要求。

首先,使工件端面与 xOy 坐标平面重合(用支承板),相当于 3 个支承点,限制工件 $\vec{z}, \vec{x}, \vec{y}$ 3 个自由度,保证孔的轴线与端面垂直;其次,在小头孔内设置一短圆柱销,限制工件 2 个自由度 $\vec{x}, \vec{y}$,当以销轴线为基准调整镗杆轴线位置时,就能保证两孔中心距 $L+\delta_L$;最后,在大头侧面设置一个挡销,相当于 1 个支承点,限制工件的最后一个自由度 $\vec{z}$,保证小头孔轴线与杆身轴线的位置度。则限制了工件 6 个自由度,实现了全定位。

用符号 $\nabla_3, \nabla_2, \nabla_1$ 表示定位,其尖端指向工件定位基准面,数字表示限制的自由度数目。

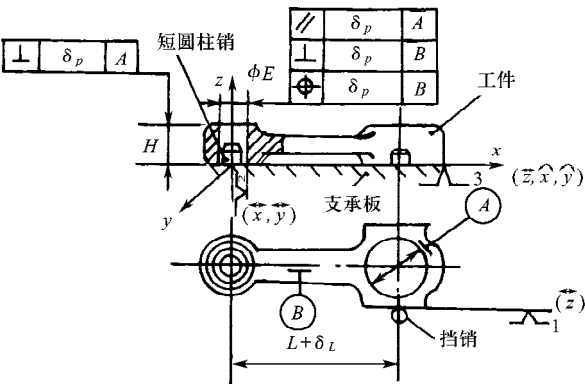


图 1-14 镗连杆大头孔

② 在 2 个坐标方向有尺寸和位置精度要求,可限制 5 个自由度。

【例 1-3】 铣平板的通槽,见图 1-15 所示。

本工序要求:a. 保持距离 $L+\delta_L$,且与 B 面平行;b. 上平面对下平面 A 平行,在两个方