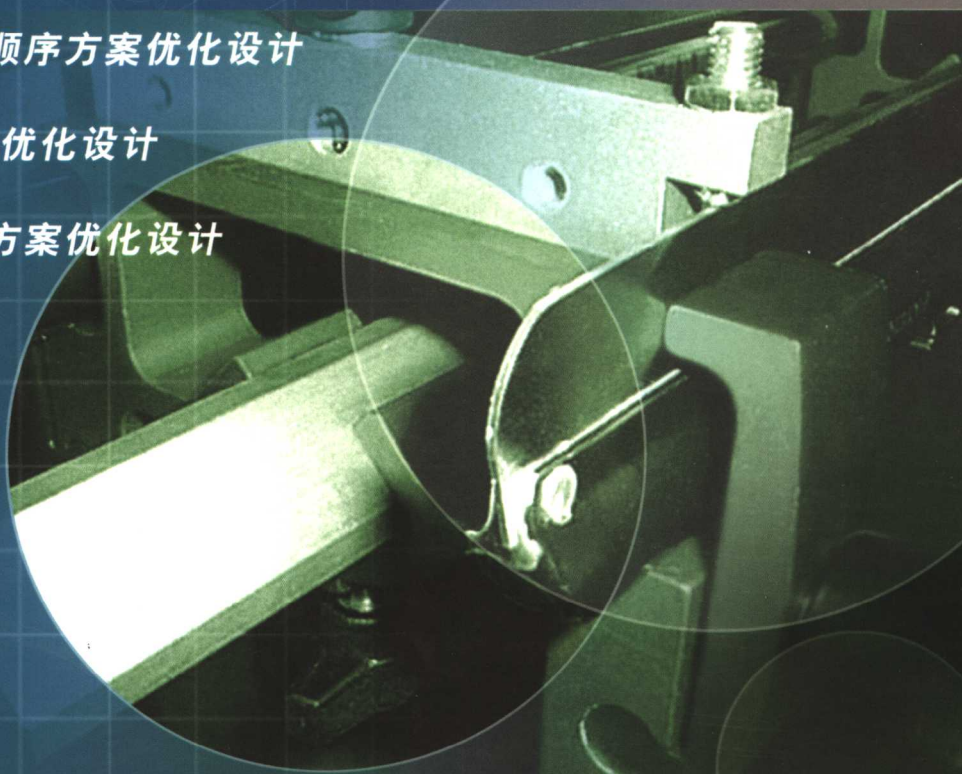


机床夹具的 现代设计方法

秦国华 张卫红 著

- 工件装夹误差机理分析
- 夹紧顺序方案优化设计
- 定位方案优化设计
- 夹紧方案优化设计



航空工业出版社

机床夹具的现代设计方法

秦国华 张卫红 著

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

本书从数学建模和试验测试的角度系统地研究了工件装夹误差的产生机理、分析方法和工件装夹方案的优化设计技术,包括定位正确性、准确性,工件稳定性,夹紧合理性,夹紧顺序合理性模型及其算法等分析方法,以及定位方案优化设计、夹紧方案优化设计、夹紧顺序方案优化设计模型及其算法等设计方法。

本书精心选择了典型的实用案例,详细地说明了机床夹具的现代设计方法的应用过程,体现了理论与实践相结合的原则。既可供夹具和工艺设计人员学习和参考,也可作为高等院校相关专业硕士研究生的专业课教材,以及供其他专业的师生参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

机床夹具的现代设计方法 / 秦国华, 张卫红著. —北京: 航空工业出版社, 2006. 11
ISBN 7-80183-845-9

I. 机... II. ① 秦...② 张... III. 机床夹具—设计
IV. TG750.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 121916 号

机床夹具的现代设计方法 Jichuang Jiaju de Xiandai Sheji Fangfa

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010-64919539 010-64978486

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2006 年 11 月第 1 版

2006 年 11 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 10

字数: 256 千字

印数: 1—2000

定价: 20.00 元

序

制造技术是各行各业发展的基础和关键,而在制造技术中,机床夹具又是一种不可或缺的工艺装备,它直接影响着产品的加工精度、劳动生产率和制造成本,因此机床夹具设计在企业的产品设计和制造以及生产技术准备中占有极其重要的地位。

机床夹具设计是一项重要而复杂的技术工作。在传统的人工夹具设计方法中,装夹点的布局构思、装夹元件的结构选择、装夹元件的尺寸确定、夹具的组装等方面都由设计人员完成,需要较多的人力和较长的设计周期,并且依赖设计人员的丰富经验。随着计算机技术在制造领域中的广泛应用,利用计算机代替人工进行夹具设计,同时融入特征技术、成组技术、人工智能等先进制造技术而形成了新的夹具设计方法——计算机辅助夹具设计。

以往,开发计算机辅助夹具设计系统的关键是从夹具设计人员的经验中收集和表达诸如装夹点的布局构思等方面的知识。然而,要充分表达好其中的所有知识不是不可能就是不现实。本书利用理论分析与数学建模技术相结合的方法,结合刚体运动学、接触力学、弹性力学、数学建模技术、优化技术等,详细而又系统地提出了机床夹具的现代设计方法。改变了一般工艺中夹具设计的经验性方法,突破了以往开发计算机辅助夹具设计系统的局限性,揭示了实现夹具设计过程的关键问题。

该方法是一种全新的方法,包括定位正确性分析模型、定位准确性分析模型、定位方案优化设计模型、工件稳定性分析模型、夹紧合理性分析模型、夹紧方案优化设计模型、夹紧顺序合理性分析模型、夹紧顺序优化设计模型及其相应算法等内容,丰富和发展了计算机辅助夹具设计的基础理论。对推动制造技术进步、提高产品制造精度和制造水平、满足当前航空航天制造业中越来越高的要求将会起到一定作用。

本书在撰写和出版过程中,吴竹溪副教授参与了图形绘制和文字校核等工作。文中如有疏漏不当或错误之处,敬请广大专家和读者不吝指教。

作 者

2006年8月1日

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 引言	(1)
一、找正装夹法	(1)
二、夹具装夹法	(2)
第二节 夹具结构	(2)
一、类型	(2)
二、组成	(8)
三、设计原则	(9)
第三节 计算机辅助夹具设计	(10)
一、设计步骤	(10)
二、设计方法	(11)
第四节 小结	(14)
第二章 基本概念	(16)
第一节 引言	(16)
第二节 基准	(16)
一、设计基准	(16)
二、测量基准	(16)
三、装配基准	(17)
四、工序基准	(17)
五、定位基准	(17)
六、调刀基准	(18)
第三节 误差与偏差	(18)
一、误差	(18)
二、偏差	(18)
三、上偏差与下偏差	(19)
四、公差	(19)
五、优先数和优先数系	(19)
第四节 尺寸公差	(20)
一、公差等级	(22)
二、公差单位	(23)

第五节 形位公差	(24)
一、平行度、垂直度、倾斜度的公差	(25)
二、同轴度、对称度、跳动的公差	(26)
三、直线度、平面度的公差	(27)
四、圆度、圆柱度的公差	(28)
第六节 小结	(29)
 第三章 定位正确性建模与分析	(30)
第一节 引言	(30)
第二节 定位原理数学建模	(31)
第三节 模型的求解	(32)
一、坐标转换矩阵的确定	(32)
二、定位雅可比矩阵的确定	(34)
三、算法	(35)
第四节 定位正确性的判据	(35)
第五节 定位正确性分析	(38)
一、验证定位元件数目的合理性	(38)
二、验证定位元件布局的合理性	(40)
第六节 小结	(43)
 第四章 定位准确性分析与定位方案的优化设计	(44)
第一节 引言	(44)
第二节 定位源误差	(45)
第三节 定位方案数学建模	(46)
第四节 定位误差数学建模	(50)
一、线性尺寸定位误差建模	(50)
二、角向尺寸定位误差建模	(52)
第五节 定位方案优化设计建模	(53)
第六节 定位方案的分析与设计	(55)
一、V形块的定位准确性分析	(55)
二、一面两孔的定位准确性分析	(59)
三、双圆柱定位方案的优化设计	(62)
四、一面两孔定位方案的优化设计	(69)
第七节 小结	(70)
 第五章 工件稳定性建模与分析	(71)
第一节 引言	(71)

第二节 工件稳定性建模	(72)
一、装夹元件模型	(72)
二、工件静态平衡约束	(74)
三、摩擦锥约束	(77)
四、稳定性模型	(77)
第三节 模型的求解	(78)
一、线性规划技术	(78)
二、力闭合模型的求解	(79)
三、力的可行性模型的求解	(83)
第四节 稳定性分析	(85)
一、力闭合分析	(85)
二、无摩擦状态下力的可行性分析	(86)
三、有摩擦状态下力的可行性分析	(88)
第五节 小结	(90)
 第六章 夹紧方案的夹紧合理性分析与优化设计	(91)
第一节 引言	(91)
第二节 局部变形	(93)
一、装夹元件变形	(93)
二、接触变形	(95)
三、局部变形	(98)
第三节 工件位置偏移	(99)
一、静力平衡关系	(99)
二、摩擦锥的线性近似	(100)
三、接触力与局部变形的关系	(101)
四、局部变形与工件位置偏移的关系	(102)
五、求解技术	(104)
第四节 工件变形	(105)
第五节 夹紧合理性数学建模	(106)
第六节 夹紧方案的优化设计建模	(106)
一、强刚度工件的夹紧方案优化设计建模	(106)
二、弱刚度工件的夹紧方案优化设计建模	(109)
第七节 夹紧方案的分析与设计	(110)
一、接触力分析	(110)
二、夹紧合理性分析	(113)
三、夹紧力大小的优化设计	(115)
四、弱刚度工件的装夹方案的优化设计	(116)

第八节 小结	(118)
第七章 夹紧顺序建模分析与优化设计	(119)
第一节 引言	(119)
第二节 接触力模型	(120)
第三节 强刚度工件的夹紧顺序分析模型的建立	(123)
一、静力平衡条件	(123)
二、摩擦锥约束	(125)
三、各夹紧步骤中接触力的确定	(126)
第四节 弱刚度工件的夹紧顺序分析模型的建立	(128)
第五节 夹紧顺序优化模型的建立	(129)
一、强刚度工件的夹紧顺序优化建模	(129)
二、弱刚度工件的夹紧顺序优化建模	(131)
第六节 夹紧顺序合理性分析与优化设计	(131)
一、多重夹紧方案的接触力分析	(131)
二、强刚度工件的夹紧顺序优化设计	(133)
三、弱刚度工件的夹紧顺序优化设计	(140)
第七节 小结	(146)
参考文献	(147)

第一章 绪 论

第一节 引 言

无论是在传统制造业还是现代柔性制造系统中,为了保证加工表面相对其他表面的尺寸和位置精度,加工前所面临的问题首先是如何将工件装好、夹牢。

把工件装好,就是要使得工件相对于刀具及切削成形运动(这种成形运动通常由机床提供)占有准确的位置,才可能保证加工表面达到所规定的各项技术要求。这就是所谓的定位。

把工件夹牢,就是指在已经确定好的位置上将工件可靠地压紧夹牢,以防止在加工过程中工件因受到重力、切削力等外力作用而发生不应有的位移而破坏定位。在夹具设计的术语中称为夹紧。

由此可见,工件的装夹就是在机床上对工件进行定位和夹紧。在机床上对工件进行加工时,根据工件的加工精度要求和加工批量的不同,通常可采用找正装夹和夹具装夹两种方法。

一、找正装夹法

找正装夹法是以工件的有关表面或划线作为找正依据,利用指示表(如千分表、百分表等)或划针确定工件的正确位置,然后再将工件夹紧,进行加工。

如图1-1所示,在轴套零件上钻径向孔 ϕd 。若工件件数不多,可采用划线找正装夹。先划出 ϕd 孔中心的 L 尺寸线,然后将工件装入机用虎钳夹紧。使虎钳连同工件在钻床上对着钻头移动,找出该孔距线上的最高点位置。找正准确后,开动机床进行加工。

找正装夹能较好地适应工序或加工对象的变换,夹具结构简单。但是,这种方法生产率低,劳动强度大,加工精度低。图1-1中尺寸 L 的误差较大, ϕd 孔轴线相对于轴套的对称平面的位置精度较差。找正装夹法多用于单件、小批生产。

随着生产的发展,对产品的数量和质量的要求日益提高,推动了夹具结构的发展。人们创造了新的工艺装置和装夹方法,能够直接装夹工件而无需找正。这种新的工艺装置和相应的装夹方法就是机床夹具和夹具装夹法。

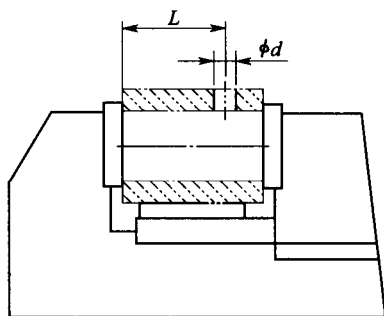


图1-1 在虎钳上按划线找正装夹

二、夹具装夹法

夹具装夹法是将工件直接装入夹具中，依靠定位基准表面与夹具的定位元件相接触而获得正确的位置，然后利用夹紧元件将工件牢牢地压紧。

图1-2是加工轴套零件上径向孔 ϕd 的钻床夹具。工件5以内孔及其端面作为定位基准，与夹具上定位销4保持接触，使工件得到定位。定位销4右端的通孔作为钻头越程和排屑之用。拧紧螺母3，通过开口垫圈2将工件夹紧。钻套1用来引导钻头，以防钻头偏斜。钻套轴线与定位销轴肩端面之间保持尺寸 L ，从而确定了工件与钻头之间的正确位置。

由于夹具定位元件与机床的运动和刀具的相对位置可以事先调整，因此利用夹具装夹方法加工一批零件时不必逐个找正，省时方便，且有很高的重复精度，能保证工件的加工要求。因采用夹具需要一定的生产成本和准备周期，故广泛用于成批、大量生产中。

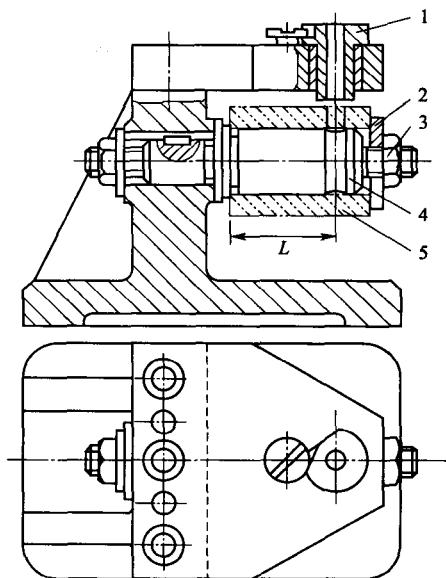


图1-2 轴套零件钻床夹具

第二节 夹具结构

夹具是工艺装备的主要组成部分。夹具设计在制造系统中占据着极其重要的地位，它直接影响零件的加工质量、生产效率和制造成本，因而夹具被认为是工艺过程中最活跃的因素之一，制造业中非常重视对夹具的研究。

一、类型

随着工件结构和尺寸参数、加工精度以及生产方式的不同，机床夹具的结构、种类和通用化程度也就有所不同。

1. 通用夹具

在用找正方式装夹工件时，常常采用虎钳、三爪卡盘、四爪卡盘等工艺装备，如图1-3所示。这类工艺装备一般已经标准化，并作为机床附件供应给用户。由于它们都是用来装夹工件的，故属于夹具范畴，并且称为通用夹具。

通用夹具主要用于单件小批量生产。利用这类夹具装夹工件往往很费时间，并且操作复杂，生产效率低下，尤其是在装夹形状复杂或加工精度要求高的工件。对于大批或大量的生产方式，利用通用夹具装夹工件在经济上是不可行的。

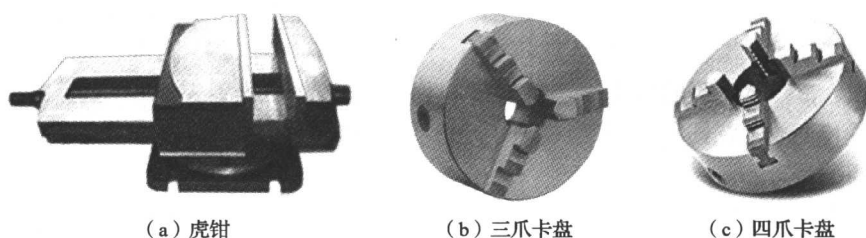


图 1-3 通用夹具

2. 专用夹具

根据大批大量生产的性质, 将工艺过程分为许多简单的工序在不同的机床上进行, 并用连续的工件传输流水线连接在一起, 这就是基于工序分散原则的工艺过程。专用夹具就是针对一种工件的每一道工序而专门设计制造的工艺装备。图 1-4 所示为在扇形工件上加工 3 个径向孔的钻床夹具。该扇形工件以其内孔、断面以及侧面为基准, 在转轴 4 和挡销 11 上定位。利用螺母 2 和开口垫圈 3 将工件压紧在分度盘 8 上。当钻好一个孔后要变换工位时, 可用手柄 10 松开分度盘, 再拔出分度销 1, 然后转动分度盘到下一个工位, 再插入分度销 1, 用手柄 10 将分度盘锁紧, 加工下一个径向孔。采用开口垫圈 3 的目的, 就是为了便于工件的快速装卸。

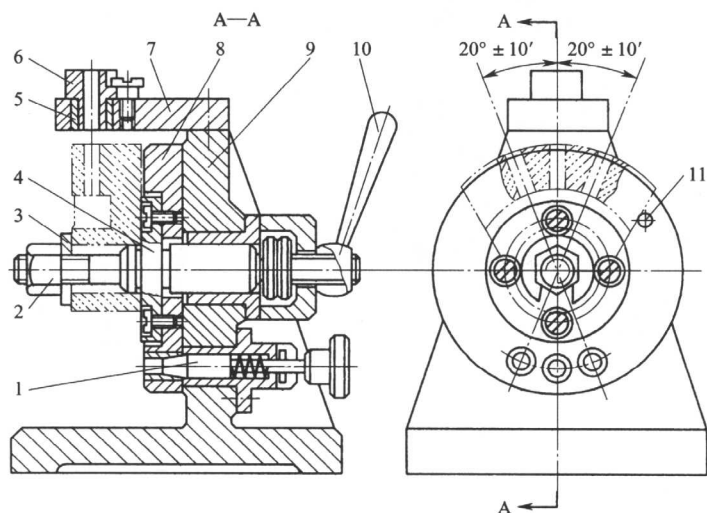


图 1-4 钻床夹具

由此可见, 由于不需要考虑通用性, 专用夹具既可以设计得结构紧凑、操作方便, 还可以采用各种省力机构或动力装置, 因此专用夹具可以保证较高的加工精度和生产效率。然而, 专用夹具的设计制造周期较长。据统计, 根据我国机械工业的现有水平, 产品的生产准备周期一般占产品整个研制周期的 50% ~ 70%, 工艺装备的设计制造周期占产品生产准备周期的 50% ~ 70%, 而夹具设计制造又占工艺装备设计制造周期的 70% ~ 80%。因此, 专用夹具设计制造周期极大地影响了新产品的研制周期。另一方面, 当产品变更时, 专用夹具往往无法再使用而“报废”。因此这类夹具适用于产品固定的大批大量生产中。

随着科学技术的进步和生产的发展, 国民经济各部门要求现代制造业不断地提供良好的产品质量和研制新的产品品种, 以满足国民经济持续发展和人民生活不断提高的需要, 从而

促使制造业的生产方式发生了显著的变化, 介于大批大量生产和单件小批量生产之间的多品种中小批量生产日益增多。特别是近年来, 计算机数控 (CNC) 机床、加工中心 (MC)、柔性制造系统 (FMS) 等的应用, 制造业中单靠专用夹具和通用夹具已不能满足生产需要, 于是出现了介于通用夹具和专用夹具之间的一系列创新性的夹具形式。

3. 可调夹具

可调夹具是针对通用夹具和专用夹具的缺陷而发展起来的一类新型夹具。对不同类型和尺寸的工件, 只需调整或更换原来夹具上的个别定位元件和夹具元件便可使用。可调夹具一般又分为通用可调夹具和成组夹具两种。前者的通用范围比通用夹具更大; 后者则是一种专用可调夹具, 按照成组原理设计, 并且能加工一族结构相似的工件, 故在多品种、中小批量生产中使用有较好的经济效益。

图 1-5 (a) 所示为通用可调三爪卡盘, 螺杆 1 与气压装置连接, 螺母 2 中的弹簧制动销 3 可防止螺杆在卡盘工作过程中松动。螺杆 1 经套筒 4、杠杆 5、卡爪座 6、卡爪 7 将工件定心夹紧。活塞回程时卡爪 7 经卡爪座 6 沿套筒 4 的斜面退出, 将工件松开。图 1-5 (b)、图 1-5 (c)、图 1-5 (d) 所示的卡爪分别用于装夹台阶外圆、小直径工件和大直径工件。

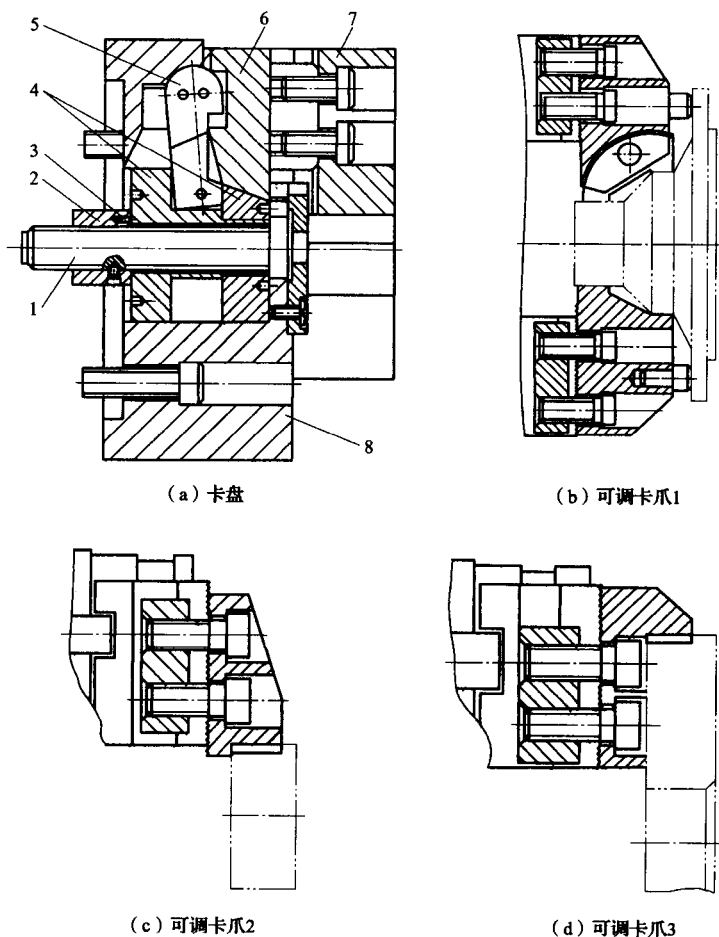


图 1-5 通用可调三爪卡盘

成组夹具在结构上由基础部分和调整部分组成。基础部分是成组夹具的通用部分, 在使用中固定不变。可调部分则在更换工件时, 只需对该部分进行调整或更换元件, 即可进行新的加工。图 1-6 (a) 所示为一可调钻模, 用于加工一族图 1-6 (b) 所示的套类工件上的径向孔, 零件 3 以内孔及端面在定位元件 2 上定位, 利用手柄 1、开口垫圈 4 和螺母 5 夹紧。其中, 定位元件 2 是夹具的可调部分, 其余元件构成夹具的基础部分。

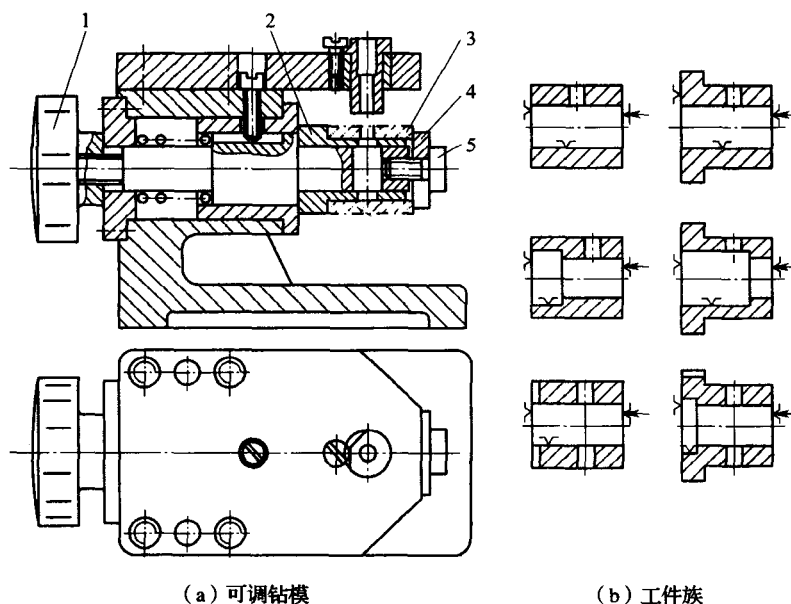


图 1-6 套内工件族及其可调钻模

4. 组合夹具

组合夹具是一种标准化、系列化和通用化程度较高的机床夹具。它是由一套预先制造好的不同形状、不同规格、不同尺寸、具有完全互换性和高耐磨性、高精度的标准元件及其合件, 根据不同工件的加工要求组装而成的夹具。夹具使用完毕后, 可将夹具拆开、擦洗并归档保存, 以备再次组装重复使用。组合夹具把专用夹具从“设计→制造→使用→报废”的单向过程改变为“组装→使用→拆卸→再组装→再使用→再拆卸”的循环过程。但它与专用夹具相比, 结构和体积较大, 重量较重, 刚性较差。

组合夹具一般分为槽系和孔系两种系统。槽系组合夹具在生产制造中已经发展和使用了 50 多年, 通过基座上相互垂直和平行的 T 形槽实现对工件的准确定位。而孔系组合夹具主要是通过基座上的定位孔实现对夹具元件的精确定位和紧固作用, 如图 1-7 所示。

5. 拼装夹具

拼装夹具是一种模块化夹具, 通常由基础件和其他模块元件组成, 主要用于数控加工中, 有时也用于普通机床中。

所谓模块化是指将同一功能的单元, 设计成具有不同用途或性能的, 且可以相互交换使用的模块, 以满足加工需要的一种方法。同一功能单元中的模块, 是一组具有同一功能和相

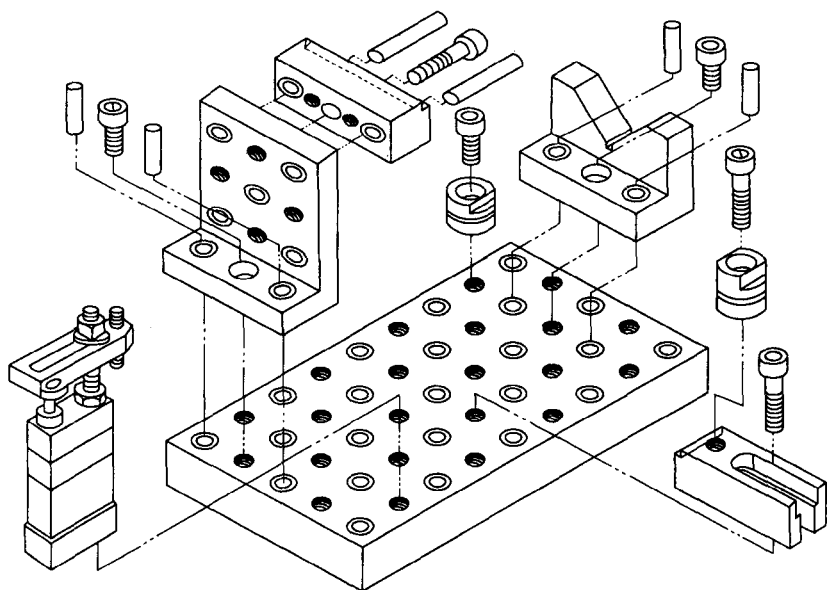


图 1-7 孔系组合夹具

同连接要素的元件，也包括能增加夹具功能的小单元。

拼装夹具与组合夹具之间有许多共同点：它们都具有方形、矩形和圆形基础件，在基础件表面上有网络孔系。两种不同夹具的不同点是组合夹具的通用性好，标准化程度高；而拼装夹具则为非标准的，一般是为本企业产品工件的加工需要而设计的。产品品种不同或加工方式不同的企业，所使用的模块结构会有较大差别。

图 1-8 所示为一种模块化钻模，主要由基础板 7、滑柱式钻模板 1 和模块 4、5、6 等组成。基础板 7 上有网络孔系 c 和螺孔 d ，在其平面 e 和侧面 a 、 b 上可拼装模块元件。图中所配置的 V 形模块 6 和板形模块 4 的作用是使工件定位。按照被加工孔的位置要求用方形模块 5 可调整模块 4 的轴向位置。可换钻套 3 和可换钻模板 2 按工件的加工需要加以更换调整。

6. 相变式夹具

利用材料物理性质从液相到固相，再变回液相，相变的机制一般是热效应或电磁感应。所用材料有铋基低熔点合金，聚丙烯腈类高分子聚合物等。相变机制必须易于控制，相变材料必须对工件和人无害。这类夹具通常都有一个充满相变材料的容器，当材料为液相时将工件埋入液体中，然后改变条件（如升温或降温），在

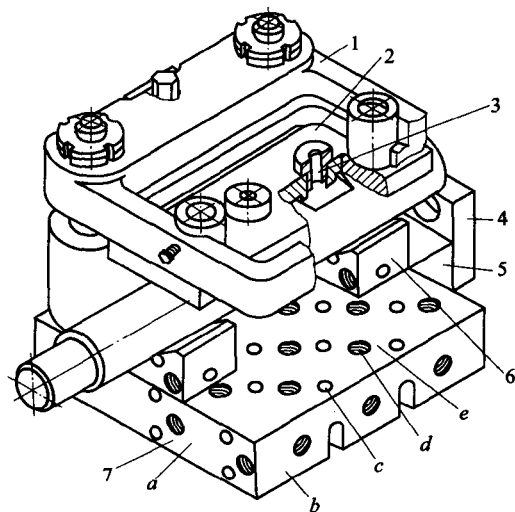


图 1-8 模块化钻模

液相变成固相时，将零件装夹并固定，然后进行加工。加工结束后再将材料恢复成液相，就可将工件取出。由于升降温容易引起工件的热变形而影响精度，因此，现在正在研究用电场或磁场控制相变材料。图 1-9 为用叶片曲面定位加工叶片根部榫头的封装块式柔性夹具。图中先将叶片用相变材料在模具中安装并固化，然后从模具中取出工件封装块，将封装块安装在夹具中加工叶片根部榫头，最后再通过此材料相变后，取出加工完毕的叶片。

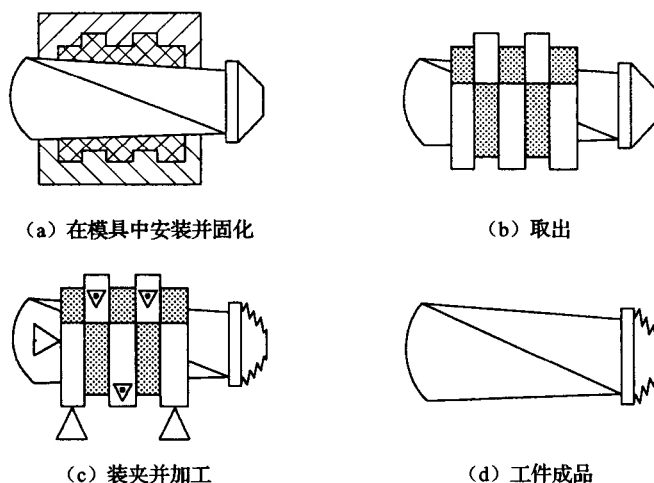


图 1-9 封装块式相变材料夹具

为了避免热致相变的负面效果，又研究出伪相变材料，这是用颗粒流态床来模拟相变材料的双相性质。其基本原理来自真空密封袋装咖啡。图 1-10 为流态床式夹具，床中布满细小金属颗粒 1，床底有一多孔板 3，板下为进气口。床中放入标准夹具元件 2 和 5，元件埋在颗粒中，当关闭进气口时，由于重力，颗粒形成块状固体，并辅以液压板 4 压紧，有如夯实。将工件 6 定位夹紧后就可加工工件，加工后打开进气口，压缩空气进入并松开液压板，颗粒恢复成松散状就可取出工件。此类夹具，目前只能用于曲面定位或加工力轻微的精加工等少数情况，许多问题尚待研究。

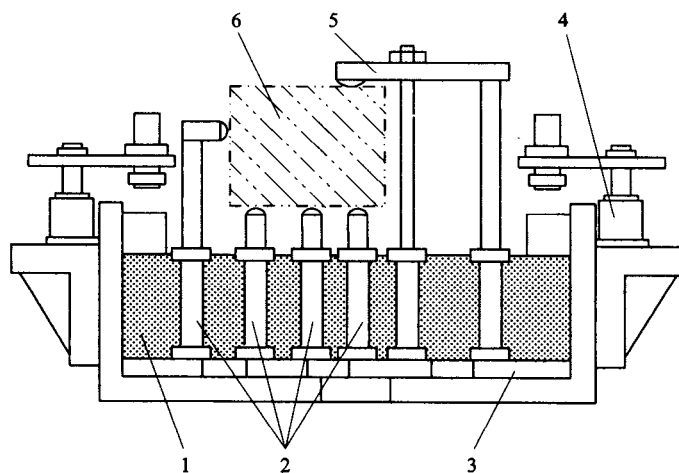


图 1-10 流态床式夹具

7. 适应性夹具

适应性夹具是指夹紧元件能自动适应工件形状的夹具，是一种被动式的装置，当夹紧时能改变形状以适应工件的变化。图 1-11 为带有多叶片的虎钳，一个钳口是固定的，另一个钳口由穿在转轴上的多叶片组成，当其他运动受限制时，叶片可绕转轴自由转动以适应工件形状。

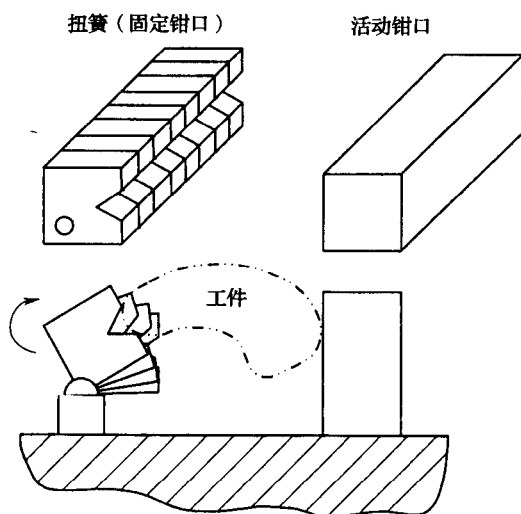


图 1-11 多叶适应性虎钳

二、组成

在具体分析和设计夹具时，需要将整个夹具分成几个既相互独立又彼此联系的组成部分，以便逐个进行分析和研究。

由上述可知，尽管机床夹具各式各样、互不相同，但可以从不同的夹具结构类型中概括出一般夹具所普遍共有的结构组成部分，并进而获得一般的夹具分析与设计方法。

1. 定位元件

定位元件的作用旨在确定工件在夹具中的位置，从而实现工件在夹具中的定位，如图 1-4 中的元件 4 和元件 11。

2. 夹紧元件

夹紧元件的作用是提供夹紧力，将工件夹牢压紧在定位元件上，保证工件在定位时所占据的位置在加工过程中不因受力而产生移动和转动，同时防止或减少振动，如图 1-4 中的元件 2 和元件 3。

3. 夹具体

夹具体是夹具的基体骨架，通过它将夹具所有元件连接起来而构成一个整体，如图 1-4 中的元件 9。常用的夹具体有铸件结构、锻造结构、焊接结构，形状有回转体形和底座形等多种。

4. 引导装置

引导装置用来引导或确定刀具与工件被加工表面之间的正确位置，如图 1-4 中的元件 5、元件 6 与元件 7。事实上，引导装置的作用就是实现刀具在夹具中的定位。

5. 其他装置

为了满足夹具的特殊功能要求,各种夹具还要设计其他的元件和装置,如分度装置、定向键等。

比如,工件在一次装夹中,每加工完一个表面之后,通过夹具上可动部分连同工件一起转过一定的角度或移动一定的距离,以改变加工表面的位置,实现上述要求的装置称为分度装置。分度装置的作用是使工件在夹具中的间接定位和夹紧,即工件在分度装置上定位和夹紧,而分度装置则在夹具中定位和夹紧。

定向键也称为定位键,安装在夹具底面的纵向槽中,一般用两个,安装在一条直线上,用螺钉紧固在夹具体上。定向键的作用则是实现夹具在机床上的定位。

三、设计原则

综上所述,定位与夹紧是夹具中两种最为基本的功能,而其他功能只是定位与夹紧功能的延伸。因此,定位方案与夹紧方案是整个夹具设计的基础,其设计应遵循高精、高效、经济的原则。

1. 定位方案的设计原则

定位方案由一个或多个定位元件组成,因此,分析和设计定位方案的基本过程,一般可分为下列4个方面:

- (1) 定位元件的数目;
- (2) 定位元件的位置(或称布局)及其公差分配;
- (3) 定位元件的尺寸及其公差分配;
- (4) 定位元件的形状与材料。

夹具设计的任务就是在一定精度范围内将工件定位。理解工件自由度约束情况和估算定位误差是设计定位方案的基础。根据夹具设计原则,对工件的定位有两个方面的要求:

- (1) 正确定位——定位方案必须合理地约束工件的自由度,使工件获得相对于刀具的正确加工位置;
- (2) 准确定位——定位方案必须保证工件准确定位于夹具中,所产生的定位误差尽量小。

2. 夹紧方案的设计原则

夹紧方案的设计包括夹紧机构的选择、夹紧力的确定。而夹紧机构由夹紧元件、传力机构和动力装置组成,动力装置提供外力,经过传力机构改变大小,最终通过夹紧元件改变方向,对工件施加一定的夹紧力。因此,在分析和设计夹紧方案时,应从5个方面入手:

- (1) 夹紧力的方向;
- (2) 夹紧力的大小;
- (3) 夹紧力的作用点;
- (4) 夹紧力的作用顺序;
- (5) 夹紧元件的结构或其组合(即夹紧机构)。

从夹紧机构方面来看,对工件在机床上加工时间较长的单件小批生产来说,广泛使用手动夹紧机构较好;在大批大量生产中,由于工件在机床上更换频繁,广泛采用联动夹紧、快