

全国机械类职业岗位
技能培训系列教材

数控加工中心 操作工基本技能

刘欣欣 主编



NLIC2970819101

与生产岗位对接
提升技能



全国机械类职业岗位技能培训系列教材

数控加工中心操作工

基本技能

主 编 刘欣欣

副主编 赵冬辉 李玉青

参 编 李文彦 姜志光 马红军

程福顺

主 审 胡松涛



NLIC2970819101



机械工业出版社

本书主要介绍了数控加工中心操作的基本知识与技能。全书共7个单元,内容包括专业基础知识、数控加工中心加工基础、数控加工中心加工工艺、数控加工中心编程基础、常用准备功能、数控加工中心操作基础和典型零件加工技术。内容安排上注重实用技术与必要基础知识的统一、应用思路与技巧的统一,文字简练,图文并茂。

本书可作为中等职业学校数控专业教学用书和相应岗位中、高级职业技能培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

数控加工中心操作工基本技能/刘欣欣主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 6

全国机械类职业岗位技能培训系列教材

ISBN 978-7-111-38829-6

I. ①数… II. ①刘… III. ①数控机床加工中心—操作—技术培训—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 129714 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:汪光灿 责任编辑:汪光灿 王莉娜

版式设计:霍永明 责任校对:张媛

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 9 印张 · 206 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-38829-6

定价: 20.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前

言

随着国内数控机床用量的增加,企业亟须一大批熟悉数控加工工艺,能够熟练掌握现代数控机床编程、操作和维护的应用型技能人才。为了适应我国职业技术教育发展及应用型技能人才的培养需要,编者经过反复实践和总结,编写了这本书。

数控加工中心是在数控铣床基础上发展起来的一种带有自备刀库和自动换刀装置的数控机床,其操作和编程与数控铣床有很多相似之处,但是也有其特点。本书在理论知识的选择上,以识图为基础,辅以公差配合及机械加工基本知识;在数控加工中心加工工艺方面,侧重制订加工工艺的原则与方法;在数控编程方面,首先说明程序编制的一般方法和过程,然后详细讲解了常用指令的使用方法,并结合实例,力求做到浅显易懂;在基本操作方面,详细介绍了数控机床的对刀等基本操作方法,针对典型的数控加工中心加工零件,结合实例,制订具体加工工艺和操作规程,并给出参考程序,使读者不仅能够学习到足够的理论知识,并能结合实际,掌握一些实践技巧。

本书在内容安排上注重实用技术与必要的基础知识的统一、应用思路与技巧的统一,文字简练,图文并茂,通过知识讲解及大量的实例练习,可使读者迅速掌握数控加工中心加工中最实用的技术内容。

本书由刘欣欣主编,赵冬辉、李玉青任副主编,李又李、姜志光、马红军、程福顺参与编写,胡松涛主审。在编写过程中参阅了国内同行的相关文献、资料和教材,得到许多专家和同行的支持与帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

前言	
单元一 专业基础知识	1
第一节 制图的基础知识	1
第二节 公差与配合	3
第三节 机械加工基础知识	10
单元二 数控加工中心加工基础	12
第一节 数控加工中心概述	12
第二节 数控加工中心加工常用 刀具与工具	13
单元三 数控加工中心加工工艺	19
第一节 数控加工中心加工工艺 概述	19
第二节 零件的工艺性分析	21
第三节 进给路线的确定	22
第四节 装夹方案的确定	26
第五节 切削用量的选择	27
单元四 数控加工中心编程基础	30
第一节 程序编制的内容与方法	30
第二节 数控加工中心的坐标系统	31
第三节 编程基础知识	33
单元五 常用准备功能	36
第一节 与工件坐标系有关的指令	36
第二节 直线运动类指令	38
第三节 与圆弧运动有关的指令	40
第四节 刀具半径补偿功能	46
第五节 刀具长度补偿功能	51
第六节 固定循环指令	57
第七节 与参考点有关的指令及换 刀指令	67
第八节 子程序与可编程镜像、比 例功能	72
单元六 数控加工中心操作基础	81
第一节 数控加工中心安全操作 规程	81
第二节 熟悉数控加工中心的操 作面板	84
第三节 数控加工中心的一般操 作方法	88
第四节 数控加工中心的对刀方法	90
单元七 典型零件加工技术	94
第一节 外轮廓加工技术	94
第二节 内轮廓加工技术	100
第三节 沟槽加工技术	106
第四节 孔系加工技术	111
第五节 双面加工技术	117
第六节 综合练习	128
附录 G 代码一览表	136
参考文献	137

1

单元一

专业基础知识



学习目标

1. 掌握基本的制图知识，能够看懂加工图样。
2. 能够理解公差与配合及其相关的概念，并据此对零件图所示零件的加工难易程度做出初步判断。
3. 掌握与数控加工有关的基础知识，为制订数控加工工艺打下基础。

第一节 制图的基础知识

一、投影基础

1. 投影法的基本概念

在生活中，投影现象随处可见。日光或灯光照射下的物体会在地面或墙面上留下影子，这是常见的投影现象。人们根据生产活动的需要，经过科学的抽象，总结出物体、影子之间的几何关系，逐步形成了投影法。

所谓投影法，就是投射射线通过物体向选定的面投射，并在该面上得到图形的方法。根据投影法所得到的图形称为投影。投影法中，得到投影的面称为投影面。如图 1-1 所示，在光源 S 的照射下，薄板 ABC 在投影面 P 上的投影为三角形 abc ，直线 SAa 、 SBb 、 SCc 为投射射线。

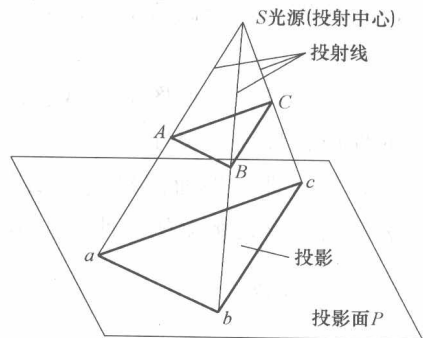


图 1-1 中心投影法

2. 投影法的分类

根据投射射线是否汇交于一点，投影法可分为两大类，即中心投影法和平行投影法。

(1) 中心投影法 投射射线汇交于一点的投影法称为中心投影法。



图 1-1 所示为中心投影法。采用中心投影法绘制的图形具有较强的立体感，因而在建筑工程的外形设计中经常使用，但如果改变物体和光源的距离，则物体投影的大小也将发生变化。由于它不能反映物体的真实形状和大小，因此在机械图样中较少使用。

(2) 平行投影法 投射射线互相平行的投影法称为平行投影法。

根据投射射线是否垂直于投影面，平行投影法又可分为斜投影法和正投影法。

1) 斜投影法。投射射线与投影面相互倾斜的平行投影法。根据斜投影法所得到的图形称为斜投影或斜投影图，如图 1-2a 所示。

2) 正投影法。投射射线与投影面相互垂直的平行投影法。根据正投影法所得到的图形称为正投影或正投影图，也可简称为投影，如图 1-2b 所示。

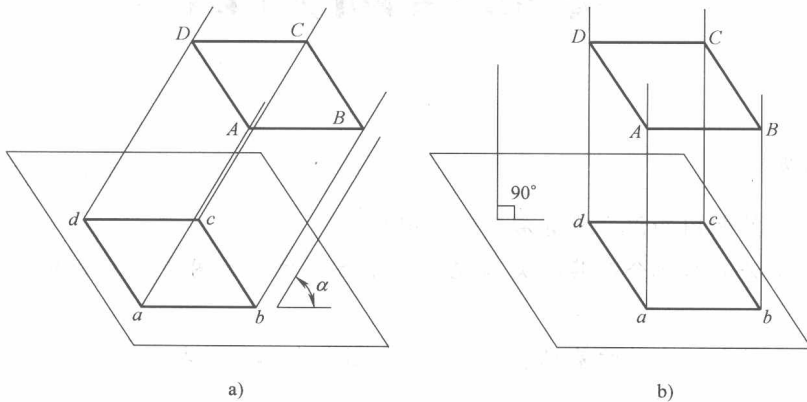


图 1-2 平行投影法

a) 斜投影法 b) 正投影法

当平面图形平行于投影面时，无论怎样改变平面图形与投影面间的距离，得到的投影的形状和大小均不会发生变化，即采用正投影法得到的投影图能完整地反映物体的真实形状和大小，不仅方便度量，而且作图简便。因此，绘制机械图样主要采用正投影法。

3. 正投影的基本性质

(1) 显实性 平面图形（或直线）与投影面平行时，其投影反映实形（或实长）的性质，称为显实性。

(2) 积聚性 平面图形（或直线）与投影面垂直时，其投影积聚为一条直线（或一个点）的性质，称为积聚性。

(3) 类似性 平面图形（或直线）与投影面倾斜时，其投影变小（或变短），但投影的形状与原来形状相类似的性质，称为类似性。

二、零件图

零件图是表示零件结构、大小及技术要求的图样。在生产过程中，根据零件图做生产前的准备工作，然后按零件图的内容进行加工制造和检验。零件图是组织生产的重要技术文件。

1. 零件图的内容



一张完整的零件图应包含以下基本内容。

(1) 图形 用一组图形将零件各部分的结构和形状正确、完整、清晰地表达出来。

(2) 尺寸 用一组尺寸将制造零件所需的全部尺寸正确、完整、清晰、合理地标注出来。

(3) 技术要求 用规定的代号、数字、字母或另加文字注释, 简明、准确地给出零件在制造、检验和使用时应达到的各项技术指标。

(4) 标题栏 这是由名称及代号区、签名区、更改区和其他区组成的栏目, 具体内容应按规定详尽填写, 一般应写明单位名称、图样名称、图样代号、材料、比例以及设计、审核、工艺、批准人员签名和时间(年、月、日)等。

2. 零件图的尺寸标注

尺寸是图样中的重要内容之一, 是制造零件的直接依据。

(1) 尺寸标注的基本规则

1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据, 与图形的大小及绘图的准确性无关。

2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸以毫米(mm)为单位时, 不需标注单位符号(或名称), 若采用其他单位, 则需要注明相应的单位符号。

3) 机件的每一尺寸一般只标注一次。

(2) 尺寸的组成

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三部分组成。

3. 看零件图

看零件图的要求是: 了解零件的名称、所用材料和它在机器或部件中的作用, 通过分析视图、尺寸和技术要求, 想象出零件中各组成部分的结构形状和相对位置, 从而在头脑中建立起一个完整的、具体的零件形象, 并对其复杂程度、要求高低和制作方法做到心中有数, 以便设计加工过程。

(1) 看图的方法 基本方法是形体分析法和线面分析法。

(2) 看图的步骤

1) 读标题栏。了解零件的名称、材料、画图比例等。

2) 纵览全图, 弄清视图之间的关系。

3) 详看视图, 想象形状。

4) 分析尺寸和技术要求。

5) 综合归纳。

第二节 公差与配合

一、互换性与公差

互换性是指同一规格的一批零件中, 任取一件, 不需要作任何挑选或附加加工, 就能装



配在整机上，并满足使用性能要求的特性。遵循互换性原则生产，不仅能提高生产率，而且能有效地保证产品质量，降低生产成本，所以互换性是机器和仪器制造中的重要生产原则。

零件的尺寸需要经过加工后才能获得，但是由于在加工过程中会受到各种因素的影响，不可能把零件加工成理论上准确的尺寸。即使是同一个工人，在同一台机器上对规格相同的同一批零件进行加工，也很难得到完全一样的尺寸。零件的实际尺寸和理论上的绝对准确尺寸之差称为加工误差。加工误差的存在会影响零件的互换性，所以加工误差控制在公差范围内才为合格品，否则为不合格品。

所谓公差就是指零件的尺寸、形状、方向、跳动、位置关系及表面粗糙度参数值允许变动的范围。零件的精度是由公差来体现的，合格件的误差大小由公差控制。公差值的大小已经标准化。公差被用来限制误差。

公差主要分为以下几种。

- (1) 尺寸公差
- (2) 形状公差
- (3) 位置公差
- (4) 方向公差
- (5) 跳动公差
- (6) 表面粗糙度

对同一尺寸来说，公差值大就是允许的加工误差大，加工容易，零件的制造成本低；公差值小就是允许的加工误差小，精度高，加工困难，零件的制造成本高。所以，零件的公差值大小与零件的加工难易程度密切相关，直接影响产品成本的高低。

二、基本术语及定义

(1) 孔 通常指工件的圆柱形内表面，也包括非圆柱形内表面（由两个平行平面或切面形成的包容面），如图 1-3 所示。其特点是：加工过程中零件实体材料变少，而孔的尺寸由小变大；装配后是包容面。

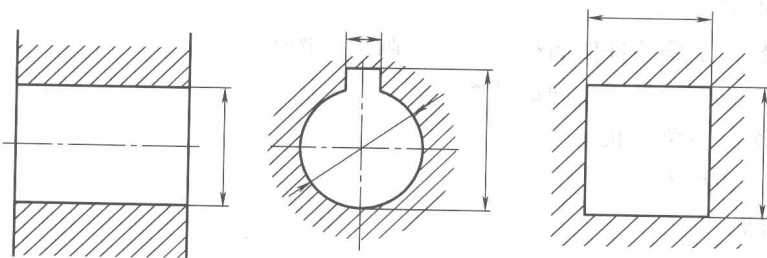


图 1-3 孔

(2) 轴 通常指工件的圆柱形外表面，也包括非圆柱形外表面（由两个平行平面或切面形成的被包容面），如图 1-4 所示。其特点是：加工过程中零件实体材料变少，而轴的尺寸由大变小；装配后是被包容面。

(3) 尺寸 以特定单位表示线性尺寸的数值。它由数字和长度单位组成，包括直径、

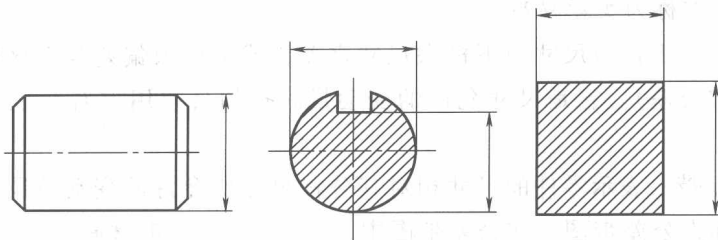


图 1-4 轴

半径、长度、宽度、高度、厚度及中心距等，但不包括用角度单位表示的角度尺寸。国标中规定：在机械工程中，一般均采用毫米（mm）作为尺寸的特定单位。图样上标注的尺寸，凡是采用特定计量单位的，均不用标出单位，只标注数值，如：一个孔的直径是 80mm，标注时只标注“ $\phi 80$ ”即可。

(4) 公称尺寸 通过它应用上、下极限偏差可算出极限尺寸的数值。公称尺寸可以是整数也可以是小数。零件的公称尺寸是设计时给定的。

(5) 实际尺寸 通过测量获得的某一孔、轴的尺寸。由于测量有误差存在，零件的实际尺寸并不是零件尺寸的真实值。从理论上讲，尺寸的真实值是难以得到的，但随着量具精度的提高，测量尺寸就越来越接近零件的实际尺寸。孔的实际尺寸用“ D_a ”表示，轴的实际尺寸用“ d_a ”表示。

(6) 极限尺寸 一个孔或轴允许的尺寸的两个界限值。实际尺寸应位于其中，也可达到极限尺寸。两个极限尺寸中，较大的一个称为上极限尺寸，较小的一个称为下极限尺寸。

(7) 偏差 某一尺寸（实际尺寸、极限尺寸等）减去其公称尺寸所得的代数差称为尺寸偏差，简称偏差。上极限尺寸减去其公称尺寸所得的代数差称为上极限偏差。孔的上极限偏差用“ES”表示，轴的上极限偏差用“es”表示，如图 1-5 所示。下极限尺寸减去其公称尺寸所得的代数差称为下极限偏差。孔的下极限偏差用“EI”表示，轴的下极限偏差用“ei”表示，如图 1-5 所示。上极限偏差与下极限偏差统称为极限偏差。实际尺寸减去其公

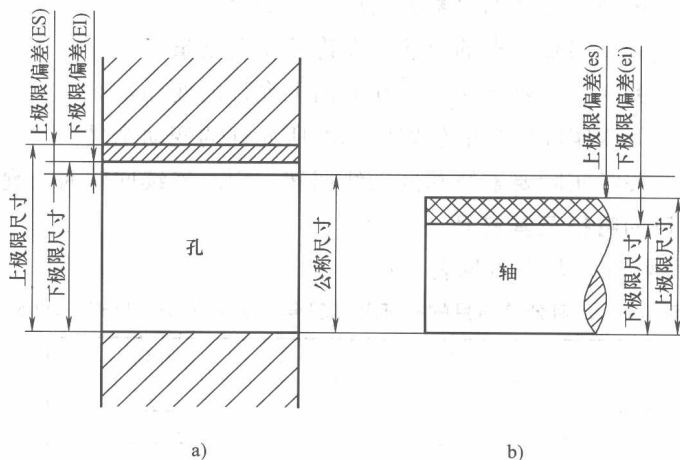


图 1-5 尺寸与偏差



称尺寸所得的代数差称为实际偏差。

(8) 尺寸公差 上极限尺寸与下极限尺寸之差，或上极限偏差与下极限偏差之差，称为尺寸公差（简称公差）。它是尺寸允许的变动量。孔的公差用“ T_h ”表示，轴的公差用“ T_s ”表示。

(9) 尺寸公差带 表示零件的尺寸相对其公称尺寸所允许的变动范围称为公差带。用图表示的公差带称为公差带图。在公差带图中，零线是确定基本偏差的一条基准线，极限偏差位于零线上方，表示偏差为正；极限偏差位于零件下方，表示偏差为负；当极限偏差与零线重合时，表示偏差为零。上、下极限偏差之间的宽度表示公差带的大小，即公差值。公差带图如图 1-6 所示，包括公差带的大小和公差带位置两个部分。公差带的大小由标准公差确定，公差带的位置由基本偏差确定。

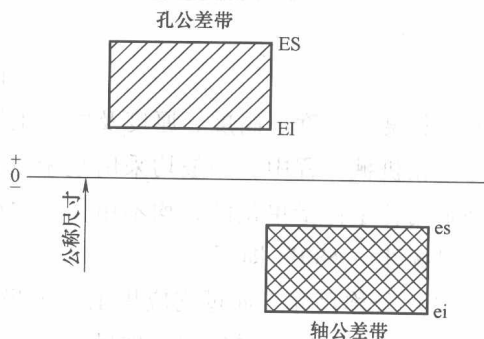


图 1-6 公差带图

(10) 标准公差 在极限与配合之中，标准公差是由国家标准规定的确定公差带大小的任意公差。“IT”是标准公差的代号，阿拉伯数字表示其公差等级。标准公差等级依次为 IT01、IT0、IT1…IT18 共 20 级，其中 IT01 公差等级最高（公差值最小）。

三、形状和位置公差

1. 基本术语及定义

(1) 要素 指零件上的特征部分——点、线或面。这些要素可以是实际存在的，也可以是由实际要素取得的轴线或中心平面。

(2) 被测要素 给出形状或位置公差的要素。

(3) 基准要素 用来确定被测要素方向或位置的要素。

(4) 形状公差 单一实际要素的形状所允许的变动全量。

(5) 方向公差 关联实际要素对基准在方向上允许的变动量。

(6) 位置公差 关联实际要素的位置对基准所允许的变动全量。

(7) 跳动公差 关联实际要素绕基准轴线回转一周或连续回转时所允许的最大跳动量。

2. 几何公差项目的特征及其符号

几何公差项目的特征及其符号见表 1-1。

表 1-1 几何公差项目的特征及其符号（摘自 GB/T 1182—2008）

公差项目	几何特征	符号	有无基准要求
形状公差	直线度	—	无
	平面度		无



(续)

公差项目	几何特征	符号	有无基准要求
形状公差	圆度		无
	圆柱度		无
	线轮廓度		无
	面轮廓度		无
方向公差	平行度		有
	垂直度		有
	倾斜度		有
	线轮廓度		有
	面轮廓度		有
位置公差	位置度		有或无
	同心度 (用于中心点)		有
	同轴度 (用于轴线)		有
	对称度		有
	线轮廓度		有
	面轮廓度		有
跳动公差	圆跳动		有
	全跳动		有

3. 几何公差的标注

(1) 公差框格 几何公差要求在矩形方框中给出, 该方框由两格或多格组成, 框格中的内容从左到右按公差特性符号、公差值、基准要素或基准体系的次序填写, 其基本形式及其框格、符号、数字规格等如图 1-7 所示。

(2) 被测要素 用带箭头的指引线将框格与被测要素相连接。

(3) 公差带

(4) 基准

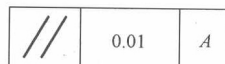


图 1-7 几何公差框格

四、表面粗糙度

表面粗糙度是指加工表面上所具有的较小间距和峰谷所组成的微观几何形状特性。表面粗糙度对机械零件的配合性质、耐磨性、工作精度和耐蚀性有着密切关系, 影响机械零件的



使用性能，还影响机器的工作可靠性和使用寿命。

1. 基本术语及定义

- (1) 表面轮廓 平面与实际表面相交所得的轮廓称为表面轮廓。
- (2) 取样长度 用于判别被评定轮廓的不规则特性的一段基准线的长度。
- (3) 评定长度 用于判别被评定轮廓所必需的一段长度。
- (4) 中线 具有几何轮廓形状并划分轮廓的基准线。

2. 表面粗糙度的评定参数

表面粗糙度的主要评定参数有轮廓的算术平均偏差 R_a 和轮廓的最大高度 R_z 。

(1) 轮廓的算术平均偏差 R_a 在一个取样长度内，纵坐标值的绝对值的算术平均值称为评定轮廓的算术平均偏差。这个参数比较直观，易理解，并能充分反映表面微观几何形状高度方面的特性，测量方法比较简便，是普遍采用的评定指标。

(2) 轮廓的最大高度 R_z 在一个取样长度内，最大轮廓峰高和最大轮廓谷深之间的高度称为轮廓的最大高度。这个参数不如 R_a 值能准确反映几何特征，但可对某些不允许出现较大的加工痕迹的零件表面和小零件表面的质量加以控制。

3. 表面粗糙度的标注

国家标准规定的表面粗糙度符号、代号及其意义见表 1-2。

表 1-2 表面粗糙度符号、代号及其意义

符号与代号		意义及说明
符 号		基本符号，表示表面可用任何方法获得。当不加注粗糙度参数值或有关说明时，仅适用于简化代号标注
		基本符号加一短画，表示表面是用去除材料的方法获得的
		基本符号加一小圆，表示表面是用不去除材料的方法获得的
		在三种类别符号的长边上均可加一横线，用于标注有关参数和说明
		在上述三种类别符号的长边上均可加一小圆，表示所有表面具有相同的粗糙度值要求
代 号		用任何方法获得的表面粗糙度， R_a 值的上限为 $3.2\mu\text{m}$
		用去除材料的方法获得的表面粗糙度， R_a 值的上限为 $3.2\mu\text{m}$
		用不去除材料的方法获得的表面粗糙度， R_a 值的上限为 $3.2\mu\text{m}$
		用去除材料的方法获得的表面粗糙度， R_a 值的上限为 $3.2\mu\text{m}$ ，下限为 $1.6\mu\text{m}$
		评定参数为 R_y 、 R_z 时，需在数值前注写该参数的类别代号

五、配合

公称尺寸相同时，相互结合的孔和轴公差带之间的关系称为配合。

1. 配合类型

由于孔和轴的实际尺寸不同，装配后可能产生“间隙”或“过盈”。间隙是指孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为正；过盈是指孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为负。根据孔、轴之间形成间隙或过盈的情况，可将配合分为三类。

(1) 间隙配合 具有间隙（包括最小间隙为零）的配合称为间隙配合。此时，孔的公差带在轴的公差带之上，如图 1-8a 所示。间隙配合主要用于孔和轴之间的活动连接。

(2) 过盈配合 具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合称为过盈配合。此时，孔的公差带在轴的公差带之下，如图 1-8b 所示。过盈配合主要用于孔和轴之间的紧固连接，它不允许两者间有相对运动。

(3) 过渡配合 可能具有间隙，也可能具有过盈的配合称为过渡配合。在过渡配合中，究竟是出现间隙还是过盈，只有通过孔和轴实际尺寸的比较或试装才能知道。此时，孔的公差带与轴的公差带相互交叠，如图 1-8c 所示。过渡配合主要用于孔和轴之间的定位连接。

2. 配合制度

国家标准规定有基孔制和基轴制两种配合制度。

(1) 基孔制配合 基本偏差为一定的孔的公差带，与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度，称为基孔制配合。在基孔制配合中作为基准的孔称为基准孔，它的基本偏差为下极限偏差，其值为零。

(2) 基轴制配合 基本偏差为一定的轴的公差带，与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度，称为基轴制配合。在基轴制配合中作为基准的轴称为基准轴，它的基本偏差为上极限偏差，其值为零。

3. 配合代号的识别

识图时的顺序：公称尺寸、基准制、几级公差和几级公差相配合。

在配合代号中分子是 H 的就是基孔制，例如 $\phi 18H7/g6$ 、 $\phi 40H8/f8$ ；在配合代号中分母是 h 的就是基轴制，例如 $\phi 18G7/h6$ 、 $\phi 40U7/h6$ 。如果在配合代号中分子是 H，分母是 h，此种配合有三种解释：①基孔制；②基轴制；③基准件配合；例如 $\phi 18H7/h6$ 。此

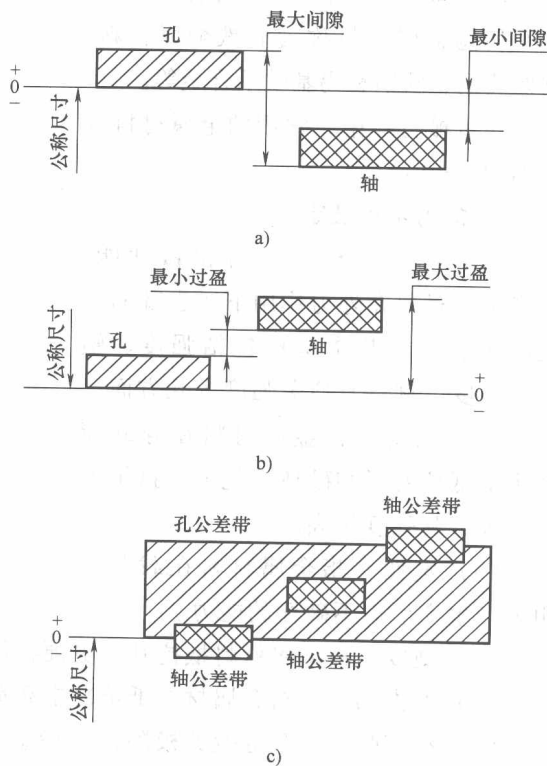


图 1-8 配合公差带图解

a) 间隙配合 b) 过盈配合 c) 过渡配合



外，在配合代号中，分子不是 H，分母也不是 h，这是一种无基准件的配合，称为无基准件配合，例如 $\phi 30M7/f6$ 。

第三节 机械加工基础知识

一、金属材料

金属是指具有特殊的光泽、良好的导电性、导热性、一定的强度和塑性的物质，例如铁、铜、钨等。在所有应用的材料中，凡是由金属元素或以金属元素为主而形成的、并具有一般金属特性的材料通称为金属材料。

1. 金属材料的分类

通常把金属材料分为钢铁材料和非铁金属材料。

(1) 钢铁材料 以铁、锰、铬或以它们为主而形成的具有金属特性的物质称为钢铁材料，例如碳素钢、合金钢和铸铁等。

(2) 非铁金属材料 除钢铁材料以外的其他金属材料称为非铁金属材料，例如黄铜、硬铝和锡基轴承合金等。

在机械行业中，常用的金属材料分类如图 1-9 所示。

2. 常用术语及定义

(1) 力学性能 旧称机械性能，是指金属材料在外力作用下所表现的抵抗能力。它的基本指标包括强度、塑性、硬度、韧性及疲劳强度等几方面。

(2) 强度 指金属材料在静载荷作用下抵抗变形和破坏的能力。抵抗能力越大，其强度越高。

(3) 塑性 指金属材料在载荷作用下产生变形而不破坏的能力。

(4) 硬度 指金属材料抵抗其他更硬物体压入基表面的能力。

(5) 冲击韧性 指金属材料抵抗冲击载荷作用而不破坏的能力。

(6) 疲劳强度 又称疲劳极限，是指金属材料在无限多次交变载荷作用下而不断裂的最大应力。

(7) 可加工性 指金属材料使用某种切削方法以获得优良工件的可能性，也指金属材料经过加工而成为合乎要求的工件的难易程度。可加工性好的金属材料，在加工时刀具的磨

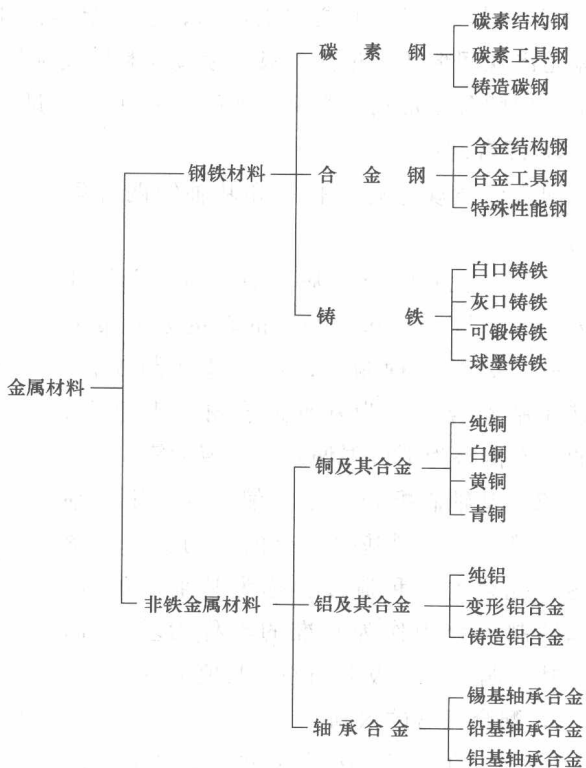


图 1-9 金属材料分类框图



损小，切削用量大，加工的表面质量也比较好。

二、工件的安装与夹具

1. 定位与安装

在加工中，首先要将工件安放在机床工作台上或夹具中，使其和刀具之间有相对的位置，该过程称为定位。工件定位后，还要将工件固定下来，使其在加工过程中保持定位位置不变，该过程称为夹紧。工件从定位到夹紧的整个过程称为安装。正确安装后，机床、夹具、刀具和工件之间才能保持正确的相互位置关系，才能加工出合格的零件。

2. 夹具

在机械加工过程中，为了保证加工精度，固定工件使之占有确定位置以接受加工或检测的工艺装备统称为机床夹具，简称夹具。

夹具一般由定位元件、夹紧装置、连接元件、对刀或导向元件、夹具体以及其他装置或元件组成。这些组成部分既相互独立又相互联系。

3. 机床夹具在机械加工中的作用

- 1) 保证加工精度。
- 2) 提高生产率、降低成本。
- 3) 扩大机床工艺范围。
- 4) 减轻工人的劳动强度。

三、切削用量三要素

切削用量三要素包括切削速度 v_c 、进给量 f 或进给速度 v_f 和背吃刀量 a_p 。在加工过程中，要根据不同的工件材料、刀具材料和其他技术经济因素来选择合适的切削用量。

(1) 切削速度 v_c 切削刃选定点相对于工件的主运动的瞬时速度，其计算公式为

$$v_c = \pi d_w n / 1000 \quad (1-1)$$

式中 v_c ——切削速度 (m/s)；

d_w ——工件待加工表面直径 (mm)；

n ——主轴转速 (r/s)。

在计算时应以最大的切削速度为准，如车削时以待加工表面直径的数值进行计算（此处速度高，刀具磨损快）。

(2) 进给量 f 工件或刀具每转一周时，刀具在进给运动方向上相对工件的位移量。

(3) 进给速度 v_f 切削刃上选定点相对工件的进给运动的瞬时速度，即

$$v_f = fn \quad (1-2)$$

式中 v_f ——进给速度 (mm/s)；

n ——主轴转速 (r/s)。

(4) 背吃刀量 a_p 在与主运动和进给运动方向相垂直的方向上度量的已加工表面与待加工表面之间的距离，又称切削深度，即每次进给刀具切入工件的深度。

2

单元二

数控加工中心加工基础



学习目标

1. 了解与数控加工有关的基础知识，对数控加工中心及其加工特点有初步认识。
2. 掌握数控加工中心加工中常用刀具和常用工具的特点，并能在加工中进行合理选用。

第一节 数控加工中心概述

一、数控加工中心简介

数控加工中心是指配有刀库和自动换刀装置，在一次装夹工件后可实现多工序或全部工序加工的数控机床。

因为数控加工中心带有自备刀库和自动换刀装置，能把铣削、镗削、钻削、攻螺纹等功能集中在一台设备上，同时这种数控机床一般都具有多种辅助功能，比如各种加工的固定循环、刀具半径和长度补偿、刀具破损报警、刀具寿命管理、过载保护、丝杠螺距误差补偿、丝杠间隙补偿、故障自诊断、工件与加工过程显示、工件在线检测和加工自动补偿、切削力控制或切削功率控制、直接数控接口的提供等，这些辅助功能使数控加工中心的自动化水平、效率及精度得到提高，因此它是一种功能较全、加工精度较高的数控机床。

二、数控加工中心的功能

数控加工中心是从数控机床发展而来的，但它的制造工艺与传统工艺以及普通数控加工有较大区别，其自动化程度的不断提高和工具系统的发展使其工艺范围扩展，且更大程度地实现了工件一次装夹后的多表面、多工位连续加工。

按功能不同，可将数控加工中心分为立式数控加工中心、卧式数控加工中心和复合式数控加工中心等。

- (1) 立式数控加工中心 其主轴与机床工作台垂直，工件装夹方便，加工时便于观察，