

新农村建设丛书
农村富余劳动力转移培训教材

数控加工中心操作工实用技术

刘欣欣 主编

吉林出版集团有限责任公司
吉林科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数控加工中心操作工实用技术/刘欣欣主编.

—长春: 吉林出版集团有限责任公司, 2008. 8

(新农村建设丛书. 农村富余劳动力转移培训教材)

ISBN 978-7-80762-576-6

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 135992 号

数控加工中心操作工实用技术

主编 刘欣欣

出版发行 吉林出版集团有限责任公司 吉林科学技术出版社

印刷 长春市东文印刷厂

2008 年 10 月第 1 版

2008 年 10 月第 1 次印刷

开本 850×1168mm 1/32

印张 6.125 字数 150 千

ISBN 978-7-80762-576-6

定价 9.50 元

社址 长春市人民大街 4646 号

邮编 130021

电话 0431-85661172

传真 0431-85618721

电子邮箱 xnc 408@163.com

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

《新农村建设丛书》编委会

主 任	韩长赋				
副 主 任	荀凤栖	陈晓光	王守臣		
委 员	车秀兰	冯晓波	冯 晨	冯 巍	
	申奉澈	孙文杰	朱克民	朱 彤	
	朴昌旭	闫 平	闫玉清	吴文昌	
	宋亚峰	张永田	张伟汉	李元才	
	李守田	李殿富	李耀民	杨福合	
	郅 正	周殿富	岳德荣	林 君	
	苑大光	姜凤国	胡宪武	赵吉光	
	阚国志	徐安凯	栾立明	秦贵信	
	贾 涛	高香兰	崔永刚	崔永泉	
	葛会清	韩文瑜	靳锋云	臧忠生	
责任编辑	司荣科	祖 航			
封面设计	创意广告				
总 策 划	刘 野	成与华			
策 划	齐 郁	司荣科	孙中立	李俊强	

农村富余劳动力转移培训教材编委会

主 任：滕少峰

副主任：孙海军 徐 伟

编 委：郎一民 刘欣欣 李玉青 段 准

刘敬慧 李兆松 曲 昕 苏 华

彭 敏 周立侠

数控加工中心操作工实用技术

主 编 刘欣欣

副主编 李又李

编 者 孔祥明 刘 洁 郁柏丽 赵冬辉

出版说明

《新农村建设丛书》是一套针对“农家书屋”、“阳光工程”、“春风工程”专门编写的丛书，是吉林出版集团组织多家科研院所及千余位农业专家和涉农学科学者，倾力打造的精品工程。

本丛书共分五辑，每辑 100 册，每册介绍一个专题。第一辑为农村科技致富系列；第二辑为 12316 专家热线解答系列；第三辑为普通初中绿色证书教育暨初级职业技术教育教材系列；第四辑为农村富余劳动力向非农产业转移培训教材系列；第五辑为新农村建设综合系列。

丛书内容编写突出科学性、实用性和通俗性，开本、装帧、定价强调适合农村特点，做到让农民买得起，看得懂，用得上。希望本书能够成为一套社会主义新农村建设的指导用书，成为一套指导农民增产增收、脱贫致富、提高自身文化素质、更新观念的学习资料，成为农民的良好益友。

目 录

第一章 零件识图的基本知识	1
第一节 投影基础	1
第二节 零件图	3
第三节 公差	5
第二章 数控加工中心加工基础及加工工艺	14
第一节 数控加工中心概述	14
第二节 数控加工中心的坐标系	15
第三节 数控加工中心加工工艺	18
第三章 数控加工中心编程基础	33
第一节 编程基础知识	33
第二节 与工件坐标系有关的指令	37
第三节 直线运动类指令	40
第四节 与圆弧运动有关指令	44
第五节 刀具半径补偿功能	54
第六节 刀具长度补偿功能	61
第七节 固定循环指令	72
第八节 子程序与可编程镜像、比例功能	86
第四章 实训基础及训练	98
课题一 数控加工中心操作基础	98
课题二 外轮廓加工技术	119
课题三 内轮廓加工技术	128
课题四 沟槽加工技术	138

课题五 孔系加工技术	146
课题六 双面加工技术	155
课题七 综合练习	172
附录	183
参考书目	185

第一章 零件识图的基本知识

第一节 投影基础

一、投影法的基本概念

1. 投影法的概念 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，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，就是投射光线通过物体，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 为投影线。

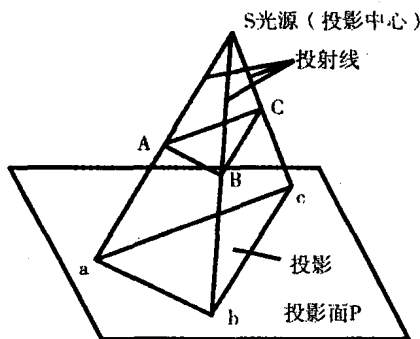


图 1-1 中心投影法

2. 投影法的分类 根据投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 投射线汇交于一点的投影法称为中心投影法。

如图 1-1 所示即为中心投影法。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 投影线互相平行的投影法称为平行投影法。

根据投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 1-2 (a) 所示。

②正投影法 投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 1-2 (b) 所示。

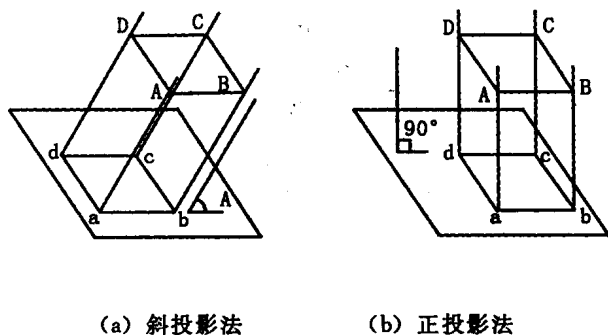


图 1-2 平行投影法

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。

二、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。

第二节 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、检验。零件图是组织生产的重要技术文件。

一、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。

二、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 mm（毫米）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。

三、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。

第三节 公差

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。所谓公差就是指零件的尺寸、几何形状、几何位置关系及表面粗糙度参数值允许变动的范围。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：尺寸公差、形状公差、位置公差、表面粗糙度公差。

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。

一、极限与配合

在同一批相同的零件中任取一个，不需要修配便可以装到机器上并能满足使用要求的性质，称为互换性。为使零件具有互换性，必须保证零件的尺寸、表面粗糙度、几何形状及零件上有关要素的相互位置等技术要求的一致性。就尺寸而言，互换性要求尺寸的一致性，并不是要求零件都准确地加工成一个指定的尺寸，而是使加工的零件尺寸限定在一个合理的范围内变动。

1. 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小，而孔的尺寸由小变大；装配后是包容面。

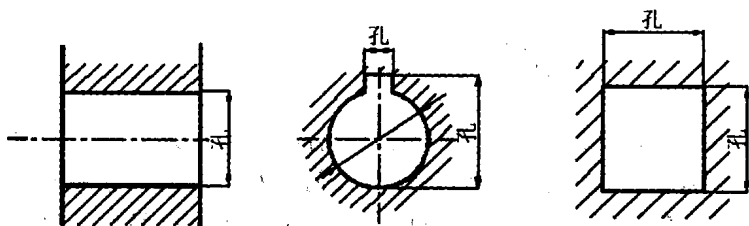


图 1-3 孔

(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。

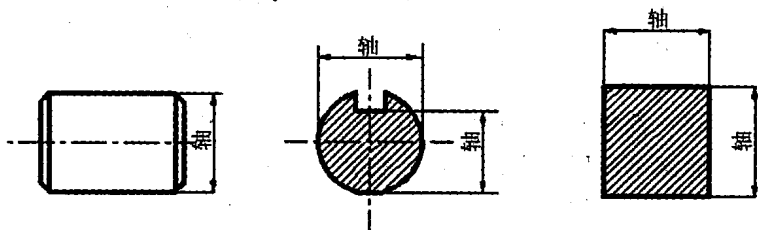


图 1-4 轴

(3) 尺寸 以特定单位表示线性尺寸值的数值。它由数字和长度单位组成，包括直径、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) 基本尺寸 通过它应用上、下偏差可算出极限尺寸的数值。基本尺寸可以是整数也可以是小数，零件的基本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“ L_h ”表示，轴的实际尺寸用“ L_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，较大的一个称为最大极限尺寸，较小的一个称为最小极限尺寸。

(7) 偏差 某一尺寸（实际尺寸、极限尺寸等）减去其基本尺寸所得的代数差称为尺寸偏差，简称偏差。最大极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为上偏差。孔的上偏差用“ES”表示，轴的上偏差用“es”表示，如图 1-5 (a) 所示；最小极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为下偏差。孔的下偏差用“EI”表示，轴的下偏差用“ei”表示，如图 1-5 (b) 所示。上偏差与下偏差统称为极限偏差。实际尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。

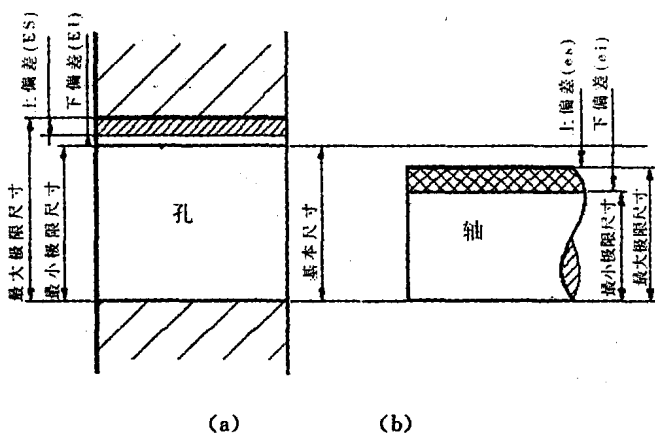


图 1-5 尺寸与偏差

(8) 尺寸公差 最大极限尺寸与最小极限尺寸之差，或上偏差与下偏差之差，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基本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；极限偏差位于零线下方，表示偏差为负；当极限偏差与零线重合时，表示偏差为零。上、下偏差之间的宽度表示公差带的大小，即公差值。公差带如图 1-6 所示，公差带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。

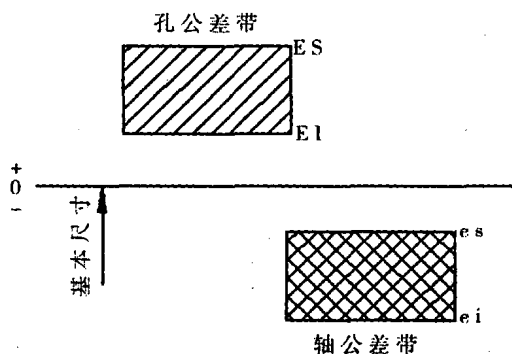


图 1-6 公差带图

(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。标准公差等级依次分 IT01、IT0、IT1 至 IT18 共 20 级，其中 IT01 公差等级最高（公差值最小）。

2. 配合 基本尺寸相同时，相互结合的孔和轴公差带之间的关系称为配合。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 1-7a 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 1-7b 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 1-7c 所示。过渡配合主要用于孔和轴之间的定位连接。

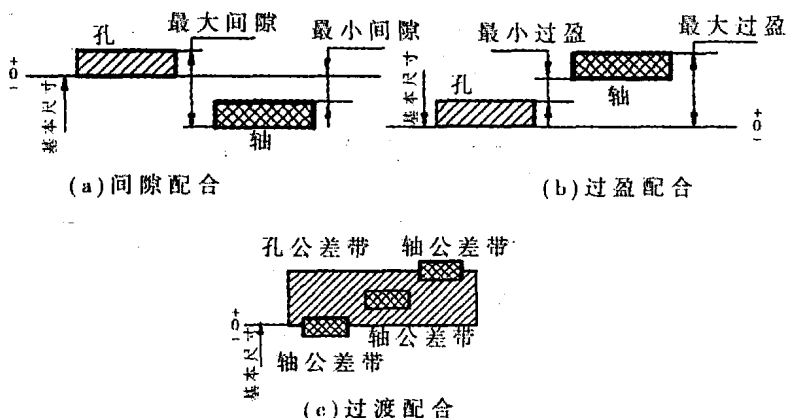


图 1-7 配合公差带图解

3. 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, 它的基本偏差为上偏差, 其值为零。

二、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) 位置公差 关联实际要素的位置对基准所允许的变动全量。

2. 形位公差特征项目的规定符号 形位公差的分类、项目及符号见表 1-1。

表 1-1 形位公差的分类、项目及符号

公差		特征项目	符号	有或无基准要求
形状		直线度	—	无
		平面度	□	无
		圆度	○	无
		圆柱度	⊙	无
形状或位置	轮廓	线轮廓度	⌒	有或无
		面轮廓度	⌒	有或无