

普通中等专业教育机电类规划教材

机械加工基础

咸阳机器制造学校 马幼祥 主编



本书是根据机械部机械制造专业中专教学指导委员会制订的机械加工基础课程教学大纲编写的规划教材。其内容分别为：机械加工基本知识与常用量具，金属切削的基本知识，工件装夹，车削、铣削、刨削、磨削加工，其它加工方法简介以及零件机械加工工艺。为便于教学，各章均有复习思考题。

本书根据教学实习的需要，详细介绍主要工种的加工方法，介绍了机械加工人员应具备的金属切削基本知识，公差配合与常用量具的基本知识及轴、套、支架类零件的机械加工工艺过程。本书为中专机制专业教材。也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工基础/马幼祥主编. - 北京：机械工业出版社，1995.5 (2000.5 重印)

普通中等专业教育机电类规划教材

ISBN 7-111-04889-X

I. 机… II. 马… III. 金属切削-中等专业教育-教材 IV. TG5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 55871 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：赵爱宁 版式设计：王 颖 责任校对：申春香

封面设计：肖 晴 责任印制：路 琳

成都新华印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 2 月第 1 版第 7 次印刷

787mm × 1092mm $1/16$ 16.5 印张 401 千字

44 001 - 49 000 册

定价：21.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

序 言

《机械制造工艺学》《机床夹具设计》《金属切削机床》《金属切削原理与刀具》《液压传动》《公差配合与技术测量》《机械加工基础》《机床电气控制技术》《计算机应用基础》《数控机床及其应用》《冷冲模设计》《机械设备维修工艺学》等 12 种教材,系机械工业部中等专业学校机械制造专业教学指导委员会组织编写的第四轮中等专业教育机电类规划教材。本轮教材是在机械工业部教育司领导下和机械工业出版社教材编辑室的直接指导下编写而成的。

机械制造专业教学指导委员会为组织本轮教材的编写做了以下各项准备工作:根据机械工业部教育司下达的“关于制(修)订机械工业中等专业学校教学计划的原则和规定”,指导委员会从 1992 年 11 月到 1994 年 7 月,先后四次对机械制造专业教学计划进行制订修改;1993 年 4 月,指导委员会分别组织各门课程骨干教师参加“教学计划”、“教学大纲”的研讨,并于同年 8 月扩大至由 37 所学校 49 名科主任以上代表参加的扩大会议,对“大纲”、“计划”进行了广泛讨论,因而教学计划和各课大纲反映和总结了各校教改的经验和成果,反映了各地区对机械制造专业的共同要求;为了把好教材质量关,指导委员会对各课程的编审人员进行严格遴选,从各校推荐名单中选出学术水平高并具有一定教材编写经验的教师参加本轮教材的编审工作。

为适应市场经济的需要,根据机械制造专业的教改精神,本轮教材在“必需”、“够用”的前提下,保证了机械制造专业中专生有关知识的基本要求,其内容既体现了实用性,又体现了灵活性和先进性。根据每周实行五天工作制的具体情况,对教材内容作了进一步调整,每门课程的知识含量规定了上、下限;教材中除基本要求以外,还编入带“*”的内容,供各校选用;因而教材的适用范围较大,除供初中四年制中专应用以外,也可供初中三年制和高中两年制中专应用,还可供有关高等职业学校应用。热忱欢迎有关学校选用,并提出宝贵意见。

在本轮教材的编写中,得到了有关部门和学校的大力支持,在此表示衷心感谢。

机械工业部中等专业学校
机械制造专业教学指导委员会
1995 年 5 月

前 言

本书是根据机械部机械制造专业中专教学指导委员会制订的教学计划，增设《机械加工基础》课程的基本要求以及中专校教学实习的实践需要而编写的。本书共分九章，内容包括机械加工基本知识 with 常用量具，金属切削的基本知识，工件装夹，车削、铣削、刨削、磨削加工，其它加工方法简介以及零件机械加工工艺。

本书由咸阳机器制造学校马幼祥主编，参加编写的有马幼祥（第一、四、九章），西安仪表工业学校吴诗德（第二、三章），山东机械工业学校赵志超（第五、六章），福建机电学校范光松（第七、八章）。

本书由北京市工业学校副教授林从滋主审，赵志修、王庚新、董宏骏、郭奕棣、张征祥、倪森寿、井延平、贺致锁等同志参加了审稿，对本书提出了许多宝贵意见和建议，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中错误与不妥之处在所难免，望读者予以批评指正。

编者

1995年5月

目 录

序言	
前言	
绪论	1
一、零件的种类及表面的形成	1
二、切削加工及其分类	2
三、本课程的性质与任务	2
第一章 基本知识与常用量具	3
第一节 零件图样及技术要求	3
一、零件图样的基本内容	3
二、公差与配合	3
三、形状和位置公差的基本概念	7
四、表面粗糙度	12
第二节 常用量具	14
一、钢直尺	15
二、游标卡尺	15
三、千分尺	18
四、百分表	20
五、90°角尺	23
六、万能角度尺	23
七、塞规与卡规	25
第三节 常用金属材料	26
一、常用金属材料的力学性能*	26
二、常用金属材料的牌号、性能和用途	26
三、有色金属	31
复习思考题	34
第二章 金属切削的基本知识	36
第一节 金属切削过程的基本概念	36
一、切削运动和切削表面	36
二、切削用量	36
三、切削层参数	38
第二节 车刀切削部分的几何参数	38
一、车刀的组成	38
二、确定车刀几何角度的辅助平面	40
三、车刀的几何角度	40
四、车刀的刃磨与几何角度的测量	42
第三节 刀具材料	46
一、刀具切削部分材料的性能要求	46
二、常用刀具材料的性能及应用	47
第四节 金属切削过程的物理现象	49
一、切屑的形成	49
二、积屑瘤	53
三、切削力	54
四、切削热	56
第五节 刀具的磨损与刀具耐用度	59
一、刀具的磨损	59
二、刀具磨损限度与刀具耐用度	60
第六节 刀具几何角度与切削用量选择	61
一、刀具几何角度的合理选择	61
二、切削用量的合理选择	68
复习思考题	73
第三章 工件装夹	76
第一节 设计基准与定位基准	76
一、设计基础	76
二、定位基准	76
三、定位基准的选择	76
第二节 定位与夹紧	78
一、定位与六点定位原理	78
二、工件的装夹方法	82
三、工件夹紧应注意的问题	84
复习思考题	86
第四章 车削加工	89
第一节 车床概述	89
一、车床型号及其组成	90
二、卧式车床 C6132 的主要参数	91
三、卧式车床 C6132 的运动	92
四、其它常用车床简介	92
第二节 C6132 卧式车床传动系统	94
一、机床传动系统的基本知识	94
二、C6132 车床传动系统	95
三、卧式车床的调整	98
四、车床日常维护及安全使用	99
第三节 车削加工方法	99
一、工件在车床上的装夹	100

二、常用车刀的种类与应用	111	第二节 砂轮	199
三、车外圆和台阶	115	一、砂轮的特性及其选择	199
四、孔的车削	123	二、砂轮的形状与尺寸	202
五、车端面、车槽和切断	129	三、砂轮的使用和修整	203
六、车锥面	132	四、金刚石砂轮	203
七、车成形面	137	第三节 磨削方法	204
八、螺纹车削	138	一、外圆表面磨削	204
九、滚花	145	二、内孔磨削	208
复习思考题	145	三、平面磨削	210
第五章 铣削加工	148	复习思考题	212
第一节 铣床概述	148	第八章 其它加工方法简介	213
一、铣床的组成	148	第一节 钻削加工	213
二、铣床的运动	150	一、钻床	213
三、常见铣床的种类与型号的含义	152	二、钻床加工方法	215
第二节 铣削方法	154	第二节 镗削加工	221
一、铣刀的种类与选用	154	一、镗床的种类及组成	221
二、铣刀的装夹	157	二、镗床的运动	222
三、铣削方式	158	三、镗削加工的基本方法	223
四、铣削用量的选择	160	第三节 齿轮加工	227
五、常见铣削方法	164	一、滚齿加工	227
复习思考题	179	二、插齿加工	231
第六章 刨削加工	181	复习思考题	234
第一节 刨床概述	181	第九章 零件机械加工工艺	235
一、牛头刨床的组成	181	第一节 制定机械加工工艺的基本知识	235
二、刨床的运动	183	一、机械加工工艺过程	235
三、B6050 型牛头刨床的调整	185	二、机械加工工艺过程的组成	235
四、常见刨床种类与型号的含义	185	第二节 零件机械加工工艺的制定	236
第二节 刨削加工特点	187	一、制定零件机械加工工艺的意义	236
一、工件的装夹	187	二、制定零件加工工艺的要求	236
二、刨刀的装夹	189	三、制定零件加工工艺的步骤	236
三、刨削加工特点	191	第三节 零件机械加工工艺实例	244
复习思考题	194	一、传动轴机械加工工艺实例	244
第七章 磨削加工	195	二、轴承套机械加工工艺实例	250
第一节 磨床概述	196	三、支架机械加工工艺实例	252
一、磨床的种类及其工作	196	复习思考题	255
二、磨床的运动	197	参考文献	256

绪 论

一、零件的种类及表面的形成

机器或机械装置，都是由许多零件组合装配而成的。组成机械设备的零件大小不一，形状各异，其中最常见零件有三类：轴类零件，如机床主轴、传动轴、齿轮轴、螺栓等；盘类零件，如齿轮、端盖、挡环、法兰盘、套筒等；支架箱体类零件，如机床主轴箱和支架等。

各种机械零件上常见的表面有以下几种（见图 0-1）：

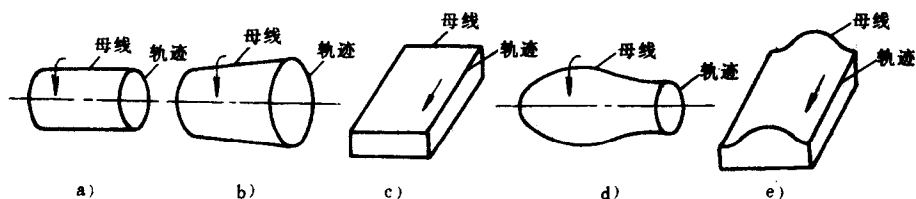


图 0-1 表面的形成

a) 圆柱面 b) 圆锥面 c) 平面 d)、e) 成形面

圆柱面——以直线为母线，以与它相垂直的平面上的圆为轨迹作旋转运动所形成的表面（图 0-1a）。

圆锥面——以与某一轴线相交成一定角度的直线为母线，以圆为轨迹作旋转运动所形成的表面（图 0-1b）。

平面——以直线为母线，以另一直线为轨迹作平移运动所形成的表面（图 0-1c）。

成形面——以曲线为母线，以圆为轨迹作旋转运动或以直线为轨迹作平移运动所形成的表面（图 0-1d 和 e）。

此外，根据使用或制造上的要求，零件上还有各种沟槽。沟槽实际上是由平面或曲面所组成的，常用沟槽的断面形状如图 0-2 所示。

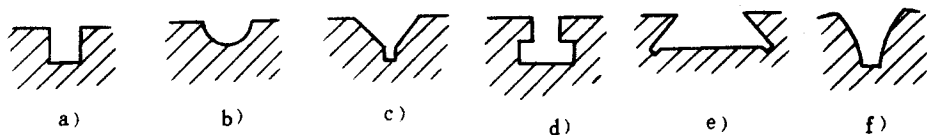


图 0-2 常用沟槽的断面形状

a) 直槽 b) 圆弧槽 c) V形槽 d) T形槽 e) 燕尾槽 f) 特形槽

上述各种表面，可用相应的加工方法来获得。加工零件，就是要按一定的顺序，合理地加工出各个表面。

二、切削加工及其分类

任何机械或部件都由许多零件按照一定的设计要求制造和装配而成。机械制造过程一般是：

金属材料→（经铸造、锻压或焊接）→毛坯→（经机械加工和热处理）→零件→（经装配）→机器或机械装置。

切削加工是用切削工具从毛坯（如锻件、铸件、条料或板料）上切去多余的材料，使零件的几何形状、尺寸以及表面粗糙度等方面均符合图样要求。切削加工主要用于金属的加工，如各种碳钢、铸铁和有色金属等，也可用于某些非金属材料的加工，如工程塑料、合成橡胶等。

切削加工分为钳工和机械加工两大部分。钳工一般是由工人手持工具对工件进行切削加工的，机械加工是由工人操作机床进行切削加工的。切削加工按其所用切削工具的类型又可分为刀具切削加工和磨料切削加工。刀具切削加工的主要方式有车削、钻削、镗削、铣削、刨削等；磨料切削加工的方式有磨削、珩磨、研磨、超精加工等。

三、本课程的性质与任务

本课程是学生在教学实习期间开设的一门具有专业性质的课程，介绍机械加工基本知识。本课程的主要任务是充分利用学生下厂（车间）教学实习期间，早期接触本专业的基本知识，明确实习目的与任务，增强专业意识；加强理论与实践的结合，以本专业的基本理论知识指导教学实习的实践活动。在培养操作技能的同时，熟悉机械加工的基本规律，更好地掌握主要工种的加工方法和实质；加强实践技能的教学，为后面学习专业基础课程和专业课程打下初步基础。

通过本课程的学习，使学生达到下列基本要求：

1) 初步熟悉公差与配合的概念，尺寸公差、形位公差及表面粗糙度在图样中的标注以及机械加工中常用量具的读数原理与使用方法。

2) 熟悉常见机床的组成及运动，主要工种所使用的机床加工零件的方法及其加工质量问题的初步分析。熟悉金属切削过程及基本规律、刀具几何角度、切削用量的基本选择方法。

3) 熟悉工件定位、夹紧的基本原理，了解工艺过程概念及其组成，了解简单的轴、套、支架零件工艺卡的制定。

本课程的特点：一是针对学生在教学实习中要求懂得的基本知识为依据而设置的，它为后继专业课打基础；二是实践性强，教学过程应与教学实习紧密配合，按教学实习进度完成教学内容；三是理论教学内容面广，深度浅，通俗易懂。

第一章 基本知识与常用量具

第一节 零件图样及技术要求

零件是组成机器或部件的基本单元。要生产合格的机器或部件，必须首先制造出合格的零件；然而，零件又是根据零件图样来进行制造和检验的，如果零件图样有错，就会影响零件乃至机器的制造质量。可见，零件图样是直接指导制造和检验零件的重要技术文件。它必须完整、正确、清晰地表达零件的形状结构、尺寸大小和制造要求，以符合生产的需要。

一、零件图样的基本内容

一张完整的零件图样，应包括下列内容：

1) 一组表达零件形状的图形。以必要的视图、剖视、剖面及其它规定的画法，正确、完整、清晰地表达零件各部分结构的内外形状。如图 1-1 所示，主轴就用了一个局部剖视的主视图，两个剖面图(一个是 $B-B$ 剖面图，另一个是 $C-C$ 剖面图)及一个局部放大图。

2) 一套正确、完整、清晰、合理的尺寸，能满足零件制造和检验的全部需要。

3) 必要的技术要求。通过符号标注或文字说明，表达出制造、检验和装配过程中应达到的一些技术要求，如尺寸公差、形状和位置公差、表面粗糙度值以及热处理和表面处理要求等。

4) 填写完整的标题栏，其中应包括零件名称、图号、数量、材料、图样的比例以及图样的责任者签字等内容。

二、公差与配合

相同的零件或部件，不需作任何挑选或附加修配，就能装配在机器上并达到其技术性能要求的性质，叫互换性。零件或部件具有互换性，对简化产品设计、缩短生产周期、提高劳动生产率，降低产品成本、方便使用及维修，都有其十分重要的意义。

为了实现零件的互换性，我国制定了公差与配合等方面的标准，产品制造必须遵守这些标准。下面对这些标准最基本的内容作一些介绍。

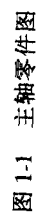
有关公差与配合的一些基本概念结合图 1-2 说明如下。

(1) 基本尺寸 设计给定的尺寸 ($\phi 80\text{mm}$)。一般图样上标注的尺寸都指的是基本尺寸。

(2) 实际尺寸 通过测量所得的尺寸。由于存在测量误差，故实际尺寸并非尺寸的真值。

(3) 极限尺寸 允许尺寸变化的两个界限值。两界限值中较大的一个尺寸叫最大极限尺寸，较小的一个尺寸叫最小极限尺寸，如图中孔的最大极限尺寸为 $\phi 80.046\text{mm}$ ，最小极限尺寸为 $\phi 80\text{mm}$ 。

零件制造后的实际尺寸在最大极限尺寸与最小极限尺寸之间才是合格的。



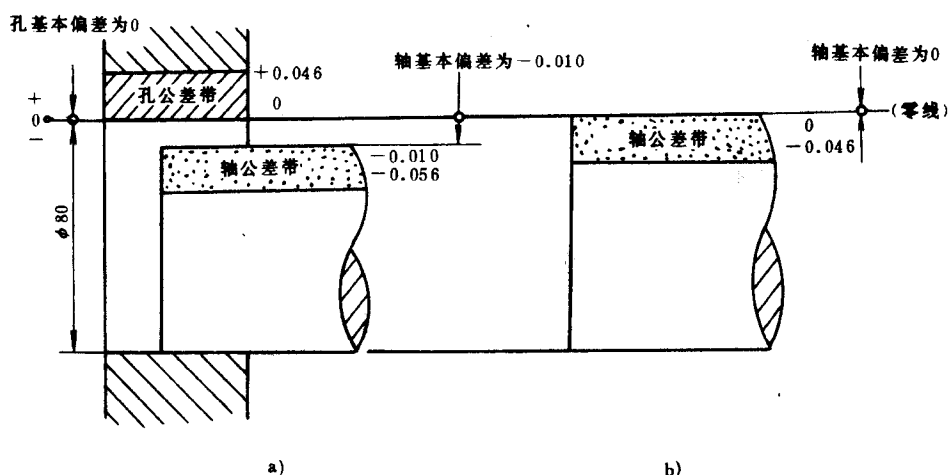


图 1-2 孔与轴的公差示例

孔与轴的基本尺寸均为 $\phi 80\text{mm}$ ，公差等级为 IT8

a) 孔：基本偏差为 0 (代号为 H) 轴：基本偏差为 -0.01 (代号为 g)

b) 孔：基本偏差为 0 (代号为 H) 轴：基本偏差为 0 (代号为 h)

(4) 尺寸偏差 某一尺寸减去基本尺寸所得的代数差。最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差叫上偏差 ($\phi 80.046\text{mm} - \phi 80\text{mm} = +0.046\text{mm}$)。最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差叫下偏差 ($\phi 80\text{mm} - \phi 80\text{mm} = 0$)。

零件尺寸实际偏差处于上、下偏差之间，即为合格。

(5) 尺寸公差 (简称公差) 允许尺寸的变动量。公差等于最大极限尺寸减去最小极限尺寸的绝对值 ($\phi 80.046\text{mm} - \phi 80\text{mm} = 0.046\text{mm}$) 或者等于上偏差减去下偏差的绝对值 ($0.046\text{mm} - 0 = 0.046\text{mm}$)。

(6) 尺寸公差带“公差带”是限制尺寸变动的区域。在公差带图中，它是由代表上、下偏差的两直线所限定的一个区域，如图 1-2 所示。

(7) 标准公差 国家标准规定的用以确定公差带大小的任一公差。标准公差是以表格形式列出的系列数值，是由基本尺寸和公差等级两个因素确定的。

公差等级是指用以确定尺寸精确程度的等级。国标规定有 20 个等级，它们是 IT01、IT0、IT1、……、IT18。IT 表示标准公差，公差等级的代号用阿拉伯数字表示，其中 IT01 级精度最高，IT18 级精度最低。

(8) 基本偏差 用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差，一般为靠近零线的那个偏差称为基本偏差。

国标对孔、轴规定了 28 个基本偏差。基本偏差用拉丁字母表示，大写的为孔，小写的为轴。图 1-3 所示为基本偏差系列，基本偏差是以表格形式列出系列数值。

(9) 配合 配合指基本尺寸相同的，相互结合的孔与轴公差带之间的关系。一般分为三类：间隙配合、过盈配合和过渡配合。间隙配合是具有间隙的配合，此时孔的公差带在轴的公差带之上。过盈配合是具有过盈的配合，此时孔的公差带在轴的公差带之下。过渡配合是可能具有间隙或过盈的配合，此时孔的公差带与轴的公差带相互交叠 (图 1-4)。

(10) 基准制配合 国标规定采用两种不同方法获得孔与轴的三种配合，称为两种配合制度：基孔制和基轴制 (如图 1-4 所示)。

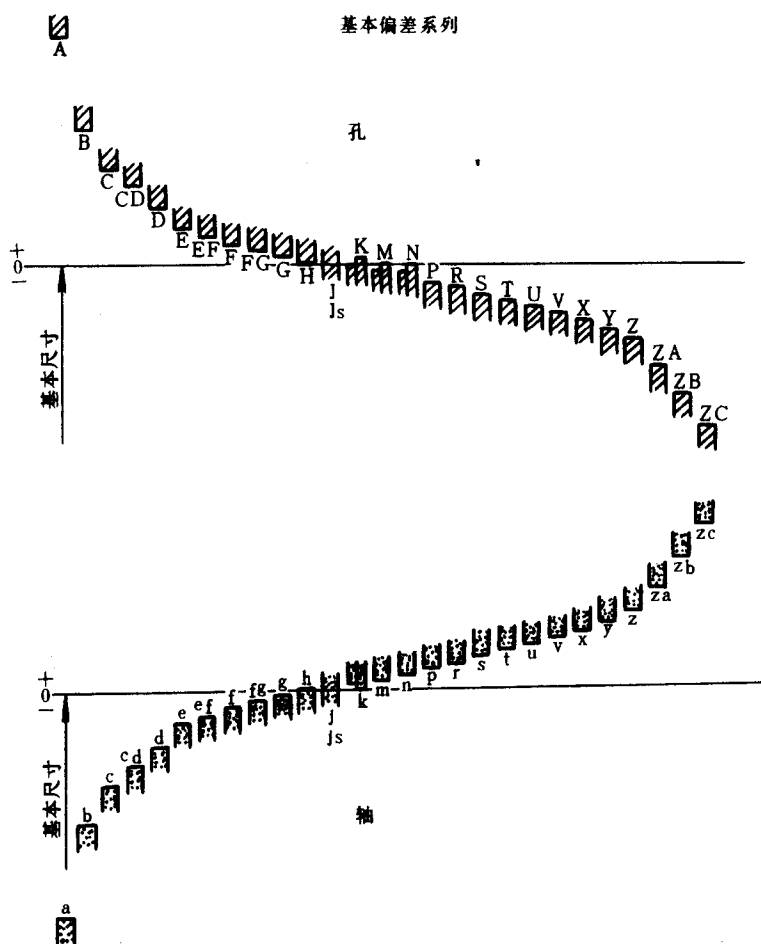


图 1-3 基本偏差系列

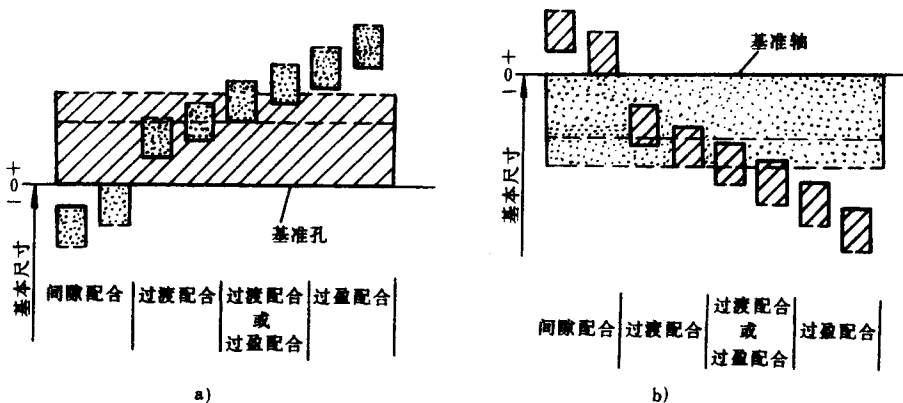


图 1-4 基孔制和基轴制

a) 基孔制 b) 基轴制

基孔制：基本偏差一定的孔的公差带，与不同基本偏差轴的公差带形成各种配合性质的一种制度。国标规定基孔制的孔为基准孔，基本偏差代号为“H”，其下偏差为零。

基轴制：基本偏差一定的轴的公差带，与不同基本偏差孔的公差带形成各种配合性质的一种制度。国标规定基轴制的轴为基准轴，基本偏差代号为“h”，其上偏差等于零。

国标规定，一般情况下优先采用基孔制配合，这样可以减少定值刀具的数量。

(11) 公差与配合的标注 孔、轴公差带代号由基本偏差代号与标准公差等级代号组成，并用一样大小的字母书写，如 H7、H8、h6、f6 等。公差带在图样上有三种标注形式：第一种是在基本尺寸后直接标注极限偏差，如 $\phi 12 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.034 \end{smallmatrix} \text{mm}$ ；第二种是在基本尺寸后直接写公差带代号，如 $\phi 12\text{f7}$ ；第三种是在基本尺寸后同时标注公差带代号和极限偏差，如 $\phi 12\text{f7} \begin{smallmatrix} (-0.016) \\ (-0.034) \end{smallmatrix}$ 。

对有配合要求的尺寸，应在基本尺寸后标注配合代号。配合代号由孔与轴公差带代号所组成，分子表示孔的公差带代号，分母表示轴的公差带代号，如 $\phi 70 \frac{\text{H8}}{\text{f7}}$ 。

图样上标注的公差与配合代号的含义，见表 1-1。

表 1-1 公差与配合代号的含义

序号	实例	表 示 含 义
1	$\phi 20\text{D7}$	基本尺寸 $\phi 20\text{mm}$ ，公差等级 7 级，基本偏差代号是 D 的基轴制间隙配合的孔
2	$\phi 30\text{H5}$	①基本尺寸 $\phi 30\text{mm}$ ，公差等级 5 级，基孔制的基准孔
		②基本尺寸 $\phi 30\text{mm}$ ，公差等级 5 级，基本偏差是 H 的基轴制间隙配合的孔
3	$\phi 40\text{T3}$	基本尺寸 $\phi 40\text{mm}$ ，公差等级 3 级，基本偏差是 T 的基轴制过盈配合的孔
4	$\phi 60\text{u7}$	基本尺寸 $\phi 50\text{mm}$ ，公差等级 7 级，基本偏差是 u 的基孔制过盈配合的轴
5	$\phi 30\text{js6}$	基本尺寸 $\phi 30\text{mm}$ ，公差等级 6 级，基本偏差是 js 的基孔制过渡配合的轴
6	$\phi 40\text{h7}$	①基本尺寸 $\phi 40\text{mm}$ ，公差等级 7 级，基轴制的基准轴
		②基本尺寸 $\phi 40\text{mm}$ ，公差等级 7 级，基本偏差是 h 的基孔制间隙配合的轴
7	$\phi 20 \frac{\text{H6}}{\text{h5}}$	①基本尺寸 $\phi 20\text{mm}$ ，基孔制，孔公差等级 6 级，轴公差等级 5 级，基本偏差孔是 H，轴是 h 的间隙配合
		②基本尺寸 $\phi 20\text{mm}$ ，基轴制，孔公差等级 6 级，轴公差等级 5 级，基本偏差孔是 H，轴是 h 的间隙配合
		③基本尺寸 $\phi 20\text{mm}$ ，公差等级孔是 6 级，轴是 5 级，基准件间隙配合
8	$\phi 50 \frac{\text{H7}}{\text{p6}}$	基本尺寸 $\phi 50\text{mm}$ ，基孔制，公差等级孔是 7 级，轴是 6 级，基本偏差轴是 p 的过渡配合
9	$\phi 60 \frac{\text{K8}}{\text{h7}}$	基本尺寸 $\phi 60\text{mm}$ ，基轴制，公差等级孔是 8 级，轴是 7 级，基本偏差孔是 K 的过渡配合

三、形状和位置公差的基本概念

1. 形状和位置精度

形状精度是指零件加工后，表面或其它几何要素的准确程度。如将图 1-5b 中的圆柱加工成图 1-5c 的形状，按尺寸精度来检验则处处都是 $\phi 11.994\text{mm}$ ，说明尺寸是合格的，但将它与图 1-5a 的孔相配合，却装不进去。按理说，既然尺寸合格，就应该能装入孔中，为什么装不进去呢？经检验分析是因圆柱弯曲所致。这说明零件尺寸精度虽然合格，但由于形状精度不合格而影响了零件质量。因此，仅仅对零件提出尺寸公差要求是不够的，还必须有形状上的精度要求，即应对零件提出“形状公差”要求，如图 1-5d 所示。

位置精度是指零件加工后，各表面之间或者各几何要素之间相互位置的准确程度。例如，图 1-6a 中的阶梯孔和图 1-6b 中的阶梯轴，假如阶梯轴加工后成为如图 1-6c 所示的形

状, 按尺寸精度检验是合格的, 但这个阶梯轴却装不进图 1-6a 所示的阶梯孔中。经检验发现两段轴的轴线不在一条线上, 即“不同轴”, 偏移了 0.5mm, 所以装不进去。由此可见, 此轴仅保证尺寸精度和形状精度是不够的, 还应保证其“位置”精度的要求, 即对两段轴还应提出相互的位置精度(同轴度)要求。位置公差如图 1-6d 所示。

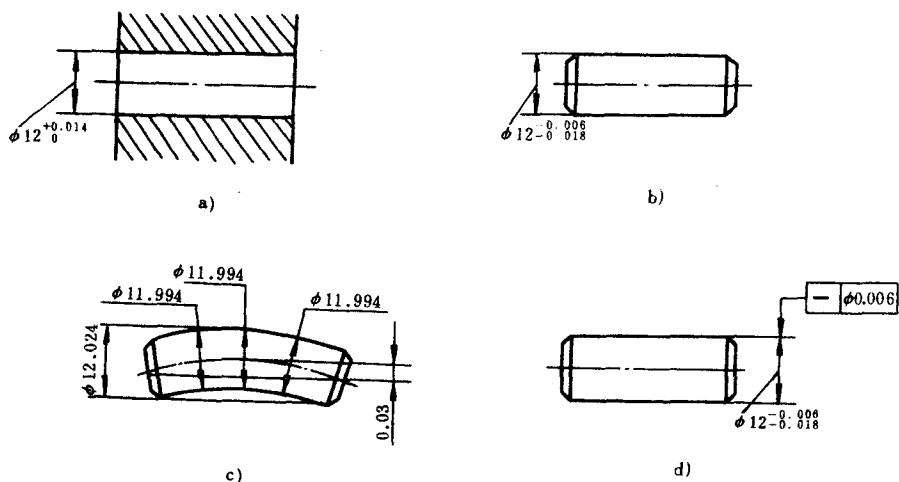


图 1-5 形状精度

a) 孔公差实例 b) 圆柱公差实例 c) 形状误差实例 d) 形状公差标注

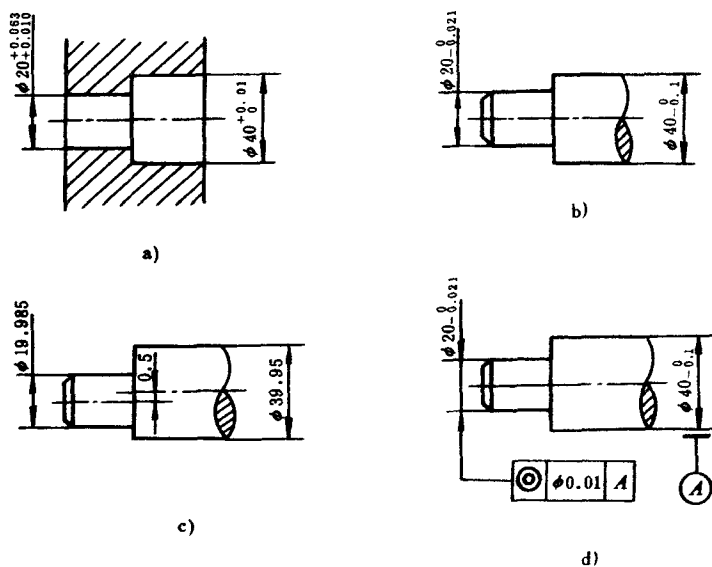


图 1-6 位置精度

a) 同轴孔实例 b) 阶梯轴实例 c) 阶梯轴误差 d) 同轴度实例

2. 形位公差的项目和符号

GB1182—80 规定, 形位公差共分 14 项, 各项目的名称和符号如表 1-2 所列。

表 1-2 形状、位置公差项目和符号

分 类	项 目	符 号	分 类	项 目	符 号
形状公差	直 线 度		定向公差	平 行 度	
	平 面 度			垂 直 度	
	圆 度			倾 斜 度	
	圆 柱 度		定位公差	同 轴 度	
	线轮廓度			对 称 度	
	面轮廓度			位 置 度	
			跳动公差	圆 跳 动	
				全 跳 动	

3. 常用形位公差及标注方法

在技术图样中，形位公差是用代号标注的，其代号包括有关项目的符号、形位公差框格和指引线、形位公差数值和基准符号。形位公差框格分成两格或多格，在图样中应水平地或垂直地绘制，其线型为细实线。形位公差框格内从左到右填写，第一格填写形位公差项目的符号，第二格填写公差数值和有关符号，第三格和以后各格填写基准代号的字母和有关符号。

当实际的形位误差小于形位公差时，即为合格。

国标中规定了6项形状公差及8项位置公差。常用的有直线度、平面度、圆度与圆柱度4项形状公差以及平行度、垂直度、同轴度与圆跳动4项位置公差，下面分别予以讨论。

(1) 直线度 直线度是指被测直线偏离其理想形状的程度。直线度公差是被测直线对于理想直线的允许变动量，其标注如图1-7a所示。在平面上给定方向的直线度公差带是在该方向上距离为公差值（如0.02mm）的两平行直线之间的区域（图1-7b）。图1-7c为直线度误差的一种测量方法，将刀口形直尺沿给定方向与被测平面接触，测得的缝隙即为此平面在该素线方向上的直线度误差。

(2) 平面度 平面度是指被测平面偏离其理想形状的程度。平面度公差是被测平面相对于理想平面的允许变动量，其标注如图1-8a所示。平面度公差带是距离为公差值（如0.05mm）的两平行平面之间的区域（图1-8b）。图1-8c为小型零件平面度误差的一种近似测量方法。将刀口形直尺与被测平面接触，在各个方向检测，其中最大缝隙的数值，即近似为平面度误差。

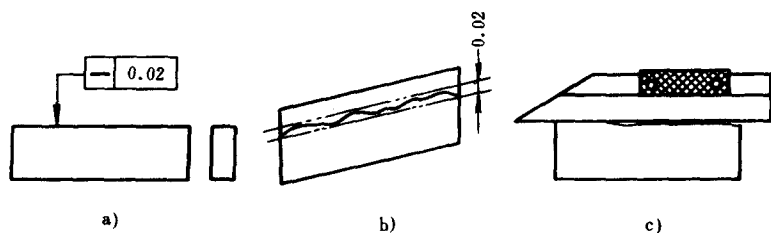


图 1-7 直线度的标注、公差带及测量方法

a) 标注 b) 公差带 c) 测量方法

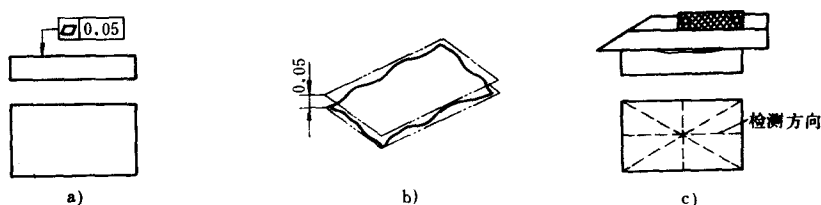


图 1-8 平面度的标注、公差带及测量方法

a) 标注 b) 公差带 c) 测量方法

(3) 圆度 圆度是指被测圆柱面或圆锥面在正截面内的实际轮廓偏离其理想形状的程度。圆度公差是被测圆相对于理想圆的允许变动量，其标注如图 1-9a 所示。圆度公差带是在同一正截面上半径差为公差值（如 0.02mm）的两同心圆之间的区域（图 1-9b）。图 1-9c 为圆度仪检测圆度误差的方法。将被测零件放置在圆度仪上，调整零件的轴线，使其与圆度仪的回转轴同轴，测量头每转一周，即可确定该测量截面的圆度误差。测量若干个截面，其中最大的误差值即为被测圆柱面的圆度误差。

(4) 圆柱度 圆柱度公差是被测圆柱面相对于理想圆柱面的允许变动量，其标注如图 1-10a 所示。圆柱度公差带是半径为公差值（如 0.03mm）的两同轴圆柱面之间的区域（图 1-10b）。圆柱度误差的检测方法与圆度误差基本相同，不同的是测量头在无径向偏移的情况下，要检测若干个横截面，以确定圆柱度误差。

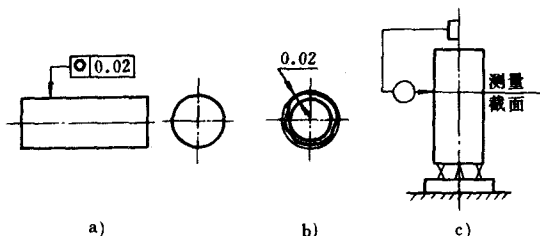


图 1-9 圆度的标注、公差带及测量方法

a) 标注 b) 公差带 c) 测量方法

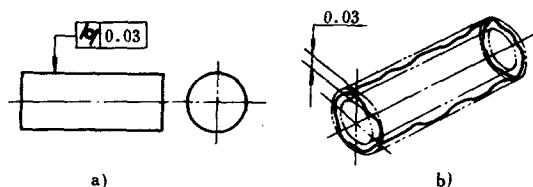


图 1-10 圆柱度的标注及公差带

a) 标注 b) 公差带

(5) 平行度 平行度是指零件上被测要素（线或面）相对于基准平行方向所偏离的程度。平行度公差的标注如图 1-11a 所示。当给定一个方向时，平行度公差带是距离为公差值（如 0.04mm）且平行于基准面（或线）之间的区域（图 1-11b）。图 1-11c 为平行度误差

差的一种检测方法。将被测零件放在检验平板上,移动百分表,在被测表面上按规定测量线进行测量,百分表最大与最小读数之差值,即为平行度误差。

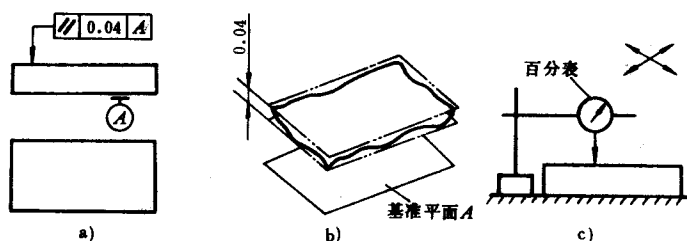


图 1-11 平行度的标注、公差带及检测方法

a) 标注 b) 公差带 c) 检测方法

(6) 垂直度 垂直度是指零件上被测要素(线或面)相对于基准垂直方向所偏离的程度。垂直度公差标注如图 1-12a 所示。当给定一个方向时,垂直度公差带是距离为公差值(如 0.03mm)且垂直于基准面(或线)的两平行平面(或线)之间的区域(图 1-12b)。图 1-12c 为垂直度误差的一种检测方法。将 90°角尺宽边贴靠基准平面 A,测量被测平面与 90°角尺窄边之间的缝隙,方法同直线度误差的测量,则最大缝隙即为垂直度误差。

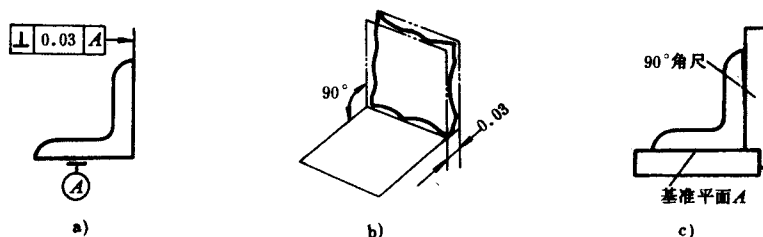


图 1-12 垂直度的标注、公差带及检测方法

a) 标注 b) 公差带 c) 检测方法

(7) 同轴度 同轴度是指零件上被测轴线相对于基准轴线的偏离程度。同轴度公差标注如图 1-13a 所示。同轴度公差带是以公差带值(如 0.05mm)为直径且与基准轴线同轴的圆柱面内的区域(图 1-13b)。图 1-13c 为同轴度误差的一种检测方法,将基准线 A、B 的轮廓表面的中间截面放置在两等高的刃口状 V 形架上。首先在轴向测量,取上下两个百分表在垂直于基准轴线的正截面上所测得的各对应点的读数值 $|M_a - M_b|$,作为在该截面上的同轴度误差;再转动零件,按上述方法测若干个截面,取各截面测得的读数差中的最大值(绝对值)作为该零件的同轴度误差。

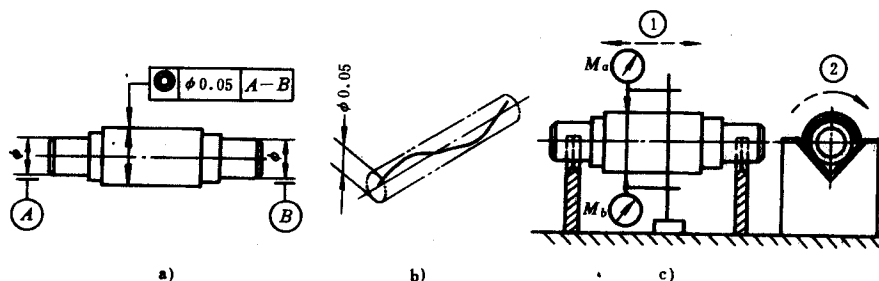


图 1-13 同轴度的标注、公差带及检测方法

a) 标注 b) 公差带 c) 检测方法