



技能型人才培养用书

国家职业资格培训教材

机械基础 (初级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编

李培根 主编



依据 **劳动和社会保障部**

制定的《国家职业标准》要求编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



技能型人才培养用书
国家职业资格培训教材

机械基础(初级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编
李培根 主编



机械工业出版社

本书是“国家职业资格培训教材”中的基础课教材之一，是根据《国家职业标准》中机械加工、钳加工、修理等职业对初级工共同的基本知识要求，按照岗位培训需要的原则编写的。

本书的主要内容有：公差与配合、形状和位置公差、表面粗糙度、金属材料与热处理、机械传动基础知识、金属切削知识和常用刀具、常用量具、常用夹具等。本书每章均附有复习思考题，书末附有与之配套的试题库和答案，以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书主要用作企业培训部门、职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的教材，也可作为技校、中职、各种短训班的教学用书。

图书在版编目（CIP）数据

机械基础（初级）/李培根主编. —北京：机械工业出版社，2005.1
国家职业资格培训教材
ISBN 7-111-16186-6

I. 机… II. 李… III. 机械学—职业技能鉴定—教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2005）第 013778 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：黄养成 版式设计：霍永明 责任校对：王欣
封面设计：饶薇 责任印制：石冉
三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行
2005 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷
880mm×1230mm A5·8.875 印张·261 千字
0001—5000 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）68326294
封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材

编审委员会

主 任	于 珍			
副 主 任	郝广发	李 奇	洪子英	
委 员	(按姓氏笔画排序)			
	王 蕾	王兆金	王英杰	王昌庚
	田力飞	刘云龙	刘书芳	刘亚琴 (常务)
	朱 华	沈卫平	汤化胜	李春明
	李家柱	李晓明	李超群 (常务)	
	李培根	李援英	吴茂林	何月秋 (常务)
	张安宁	张吉国	张凯良	陈业彪
	周新模	郑 骏	杨仁江	杨君伟
	杨柳青	卓 炜	周立雪	周庆轩
	施 斌	荆宏智 (常务)	柳吉荣	
	徐 彤	(常务)	黄志良	潘 茵
	潘宝权	戴 勇		
顾 问	吴关昌			
策 划	李超群	荆宏智	何月秋	
本书主编	李培根			
本书参编	王吉林	胡雅育	刘 秦	陈新昌
本书主审	朱燕青			
本书参审	陈 锴			

序

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的“国家职业资格培训教材”。

进入21世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占3.5%，与发达国家40%的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年50万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。那么，开展职业培训的重要基础是什么呢？

众所周知，“教材是人们终身教育和职业生涯的重要学习工具”。顾名思义，作为职业培训的重要基础，职业培训教材当之无愧！编写出版优秀的职业培训教材，就等于为技能培训提供了一把开启就业之门的金钥匙，搭建了一座高技能人才培养的阶梯。

加快发展我国制造业，作为制造业龙头的机械行业责无旁贷。技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训工
作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”、“八五”、“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149种，“机械工人操作技能培训教材”85种，“机械工人职业技能培训教材”66种，“机械工业技

师考评培训教材”22种,以及配套的习题集、试题库和各种辅导性教材约800种,基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强,覆盖面广,层次齐备,成龙配套等特点,受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来,我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》,其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定,将国家职业资格分为5个等级:初级(5级)、中级(4级)、高级(3级)、技师(2级)、高级技师(1级)。为与新的《国家职业标准》配套,更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要,我们精心策划编写了这套“国家职业资格培训教材”。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的,为满足各级培训考工部门和广大读者的需要,这次共编写了38个职业159种教材。在职业选择上,除机电行业通用职业外,还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师(含高级技师)四本教材,各等级合理衔接、步步提升,为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要,对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》、《机械基础》、《电工常识》、《电工基础》、《建筑装饰识图》等15种公共基础教材。

在编写原则上,依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需要,我们对模具、制冷、电梯等社会需求量大又已单独培训和考核的职业,从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要,在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题,书末有与之配套的试题库和答案,以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷,同时还根据需求为7种教材配制了VCD光盘。

增加教材的可读性、提升教材的品质是我们策划这套教材的又一亮点。为便于培训、鉴定、考工部门在有限的时间内把最需要的知识和技能传授给学员，同时也便于学员抓住重点，提高学习效率，对需要掌握的重点、难点、考点和知识鉴定点加有旁白提示并采用双色印刷。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性，我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的 200 多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套教材在编写过程中力求突出“新”字，做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”；增强实用性，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材，也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助，在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！

教材中难免存在不足之处，诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教，提出批评指正。我们真诚希望与您携手，共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

目 录

M U L U

序

第一章 公差与配合	1
第一节 基本概念	1
第二节 公差与配合标准简介	2
第三节 公差与配合的标注	23
复习思考题	26
第二章 形状和位置公差	27
第一节 基本概念	27
第二节 形位公差各项目的意义	29
第三节 形位公差的标注	47
第四节 公差原则	52
复习思考题	55
第三章 表面粗糙度	56
第一节 基本概念	56
第二节 表面粗糙度的术语及评定参数	57
第三节 表面粗糙度的标注	60
复习思考题	67
第四章 金属材料与热处理	68
第一节 金属材料的性能	68
第二节 铁碳合金	73
第三节 碳素钢	78
第四节 钢的热处理	81
第五节 合金钢	90

第六节 铸铁	97
第七节 非铁金属材料	101
复习思考题	106
第五章 机械传动基础知识	109
第一节 机械传动的概念	109
第二节 带传动	112
第三节 链传动	115
第四节 齿轮传动	118
第五节 螺旋传动	121
第六节 液压传动	125
复习思考题	128
第六章 金属切削知识和常用刀具	129
第一节 金属切削概述	129
第二节 刀具的材料	134
第三节 刀具的几何参数及其对切削性能的影响	142
第四节 常用刀具	154
复习思考题	174
第七章 常用量具	176
第一节 长度和平面角的单位	176
第二节 游标卡尺	178
第三节 千分尺	187
第四节 百分表	195
第五节 角度尺	204
复习思考题	210
第八章 常用夹具	212
第一节 基本的定位与夹紧方法	212
第二节 机用平口虎钳	220
第三节 顶尖和卡盘	221

第四节 分度头和回转工作台	224
第五节 钻夹头	227
第六节 磁性吸盘	230
复习思考题	231
试题库	232
一、判断题 试题 (232) 答案 (260)	
二、选择题 试题 (242) 答案 (261)	
三、计算题 试题 (253) 答案 (261)	
四、简答题 试题 (254) 答案 (263)	
五、作图题 试题 (257) 答案 (272)	

第一章

公差与配合



培训学习目标 了解零、部件的互换性及加工误差的概念，熟悉公差与配合标准及在零件图和装配图上的标注方法。

第一节 基本概念

一、互换性的概念

在现代化生产中，组成机器的零件是按专业化、协作化组织生产的。为了保证机器的顺利安装，这些按专业化、协作化组织生产出来的零部件都必须具有互换性，不仅要保证在装配过程中使零件在不经任何挑选和修配的情况下能顺利地装入，还要保证机器在以后的使用过程中，一旦某零件发生损坏，便可用相同规格的零件调换，以满足使用要求。

所谓互换性就是指相同规格的零件或部件，任取其中一件，不需作任何挑选、修配，就能进行装配，并能满足机械产品使用性能要求的一种特性。

互换性是机械产品的基本技术经济原则，按互换性原则进行生产，给产品的制造和维修都带来了很大的方便，对于零、部件的制造可以专业化分工，采用高效率的自动线、流水线生产方式，可以使传统的生产系统向数字控制（NC）、计算机辅助设计与制造



(CAD/CAM)、柔性生产系统 (FMS)、自动化生产系统 (CIMS) 逐步过渡。

2

二、加工误差及公差

要使零件具有互换性,就必须保证零件几何参数的准确性。但在实际生产过程中,由于设备精度,刀具的磨损,测量误差,以及工人的操作水平等因素的影响,相同规格零件的几何参数不可能绝对准确、一致。我们把零件加工后几何参数(尺寸、形状和位置)所产生的差异称为加工误差。而要使零件具有互换性,就必须允许零件的几何参数有一个变动量,也就是允许加工误差有一个范围,这个允许的变动量称为公差。它包括尺寸公差、形状公差、位置公差。

不同的两个零件装配在一起,例如,相同尺寸的轴与孔的装配,有的要求松一点,有的要求紧一点,这种松紧程度的要求就是一种配合关系。公差与配合是相互联系的。

第二节 公差与配合标准简介

一、基本术语及定义

1. 尺寸

以特定单位表示线性尺寸的数值称为尺寸。它由特定数字和长度单位组成,包括直径、半径、宽度和中心距等,但不包括用角度表示的角度量。

2. 基本尺寸

通过它应用上下偏差可算出极限尺寸的尺寸(一般指设计尺寸)称为基本尺寸,一般由设计人员根据零件使用要求,通过计算或结构等方面的考虑,并按标准圆整后确定。

3. 实际尺寸

通过测量后获得的某一孔、轴的尺寸称为实际尺寸。在测量过程中总有测量误差存在,因此实际尺寸并不一定是尺寸的真值。另



外, 由于零件的形状误差等影响, 不同部位的实际尺寸也不一定相等, 见图 1-1。

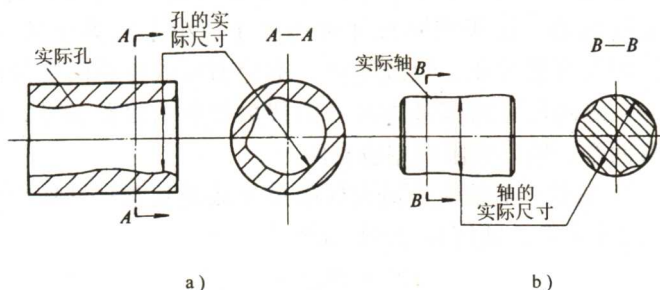


图 1-1 孔、轴的实际尺寸示意图

4. 极限尺寸

一个孔或轴允许的尺寸的两个极端称为极限尺寸。实际尺寸应位于其中, 也可达到极限尺寸。零件在生产加工过程中, 由于各种因素的影响, 即使是同一个操作者, 在同一台设备上也无法使所加工的各零件的实际尺寸完全一致, 总是存在误差。因此, 设计人员就必须规定实际尺寸的变动范围。这个允许变动范围的两个界限值就称为极限尺寸。其中较大的尺寸称为最大极限尺寸, 较小的尺寸称为最小极限尺寸, 零件任一位置的实际尺寸都应在这两个极限尺寸所限制的尺寸范围内, 即实际尺寸小于或等于最大极限尺寸。大于或等于最小极限尺寸的零件方为合格。否则, 为不合格。在图 1-2 中, 孔的最大极限尺寸是 $\phi 30.021\text{mm}$, 最小极限尺寸是 $\phi 30\text{mm}$, 轴的最大极限尺寸是 $\phi 29.98\text{mm}$, 最小极限尺寸是 $\phi 29.967\text{mm}$ 。如果加工出的孔的实际尺寸是 $\phi 30\text{mm}$, 轴的实际尺寸是 $\phi 29.97\text{mm}$, 则零件合格。

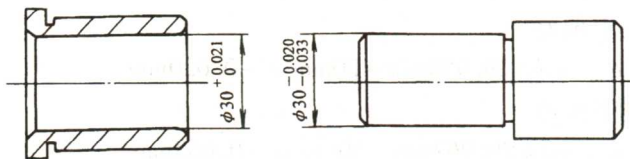


图 1-2 孔、轴的基本尺寸和极限尺寸



5. 尺寸偏差

某一尺寸（实际尺寸或极限尺寸）减其基本尺寸所得到的代数差称为尺寸偏差（简称偏差）。实际尺寸减其基本尺寸所得到的代数差称为实际偏差。由于实际尺寸可能大于、小于或等于基本尺寸，因此实际偏差可能为正、负或零值，不论书写或计算时均须标注正号或负号。极限尺寸减其基本尺寸的代数差称为极限偏差，由于极限尺寸有两个，所以极限偏差也有两个。

（1）上偏差 上偏差是最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。孔用 ES 表示，轴用 es 表示。即

$$ES = D_{\max} - D$$

$$es = d_{\max} - d$$

式中 $D_{\max}$ ——孔的最大极限尺寸（mm）；

D ——孔的基本尺寸（mm）；

$d_{\max}$ ——轴的最大极限尺寸（mm）；

d ——轴的基本尺寸（mm）。

（2）下偏差 下偏差是最小极限尺寸减其基本尺寸所得到的代数差。孔用 EI 表示，轴用 ei 表示。即

$$EI = D_{\min} - D$$

$$ei = d_{\min} - d$$

式中 $D_{\min}$ ——孔的最小极限尺寸（mm）；

$d_{\min}$ ——轴的最小极限尺寸（mm）。

用上述两个算式可算出图 1-2 零件孔、轴的上下两个偏差。

孔的上偏差

$$ES = D_{\max} - D = 30.021\text{mm} - 30\text{mm} = +0.021\text{mm}$$

孔的下偏差

$$EI = D_{\min} - D = 30.00\text{mm} - 30\text{mm} = 0$$

轴的上偏差

$$es = d_{\max} - d = 29.980\text{mm} - 30\text{mm} = -0.020\text{mm}$$

轴的下偏差

$$ei = d_{\min} - d = 29.967\text{mm} - 30\text{mm} = -0.033\text{mm}$$

零件的实际偏差只要在两个极限偏差范围内，该零件就是合格



品。在实际生产中,零件图样上通常不标注零件的极限尺寸,只标注基本尺寸和上下偏差。

在图 1-2 中,导套孔尺寸可写成 $\phi 30^{+0.021}_0$ mm,轴可写成 $\phi 30^{-0.020}_{-0.033}$ mm,国家标准规定“0”不可省略,偏差值前面的正负号也不可省略或遗漏。

6. 尺寸公差

尺寸公差是最大极限尺寸减最小极限尺寸之差或上偏差减下偏差之差,它是允许尺寸的变动量。(简称公差)。公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之差的值,也等于上偏差与下偏差之差的值。孔的公差用 T_h 表示;轴的公差用 T_s 表示。如孔的尺寸为 $\phi 30^{+0.021}_0$ mm,其公差为

$$T_h = 30.021\text{mm} - 30\text{mm} = 0.021\text{mm}$$

$$\text{或} \quad T_h = +0.021\text{mm} - 0 = 0.021\text{mm}$$

又如轴的尺寸为 $\phi 30^{-0.020}_{-0.033}$ mm,其公差为

$$T_s = 29.980\text{mm} - 29.967\text{mm} = 0.013\text{mm}$$

$$\text{或} \quad T_s = -0.020\text{mm} - (-0.033\text{mm}) = 0.013\text{mm}$$

公差值是一个没有符号的绝对值,也不可能为零。必须注意的是:公差和偏差是两个不同的概念,千万不能将两者混为一谈。

为了说明上述一系列有关公差的基本概念,图 1-3 所示,可用公差配合示意图来表示基本尺寸、极限尺寸、尺寸偏差、尺寸公差之间的关系。

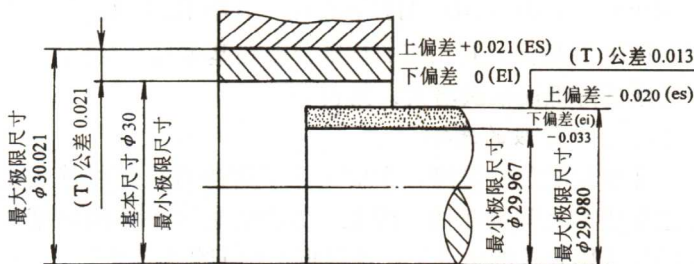


图 1-3 公差配合示意图

7. 公差带图

图 1-3 所示的公差配合示意图的画法比较繁琐,而且公差与基



本尺寸的大小悬殊,不便于用同一比例在图样上表示,为了简化起见,在实用中仅画出孔、轴的公差带。公差带是指零件的尺寸对其基本尺寸所允许变动的范围,用图所表示的公差带,称为公差带图,如图 1-4 所示。

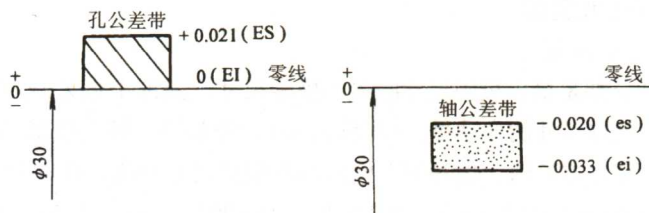


图 1-4 孔、轴公差带图

二、标准公差和基本偏差

1. 标准公差和标准公差等级

在国家标准中用表格列出的,用以确定公差带大小的任一公差称为标准公差。标准公差的数值是按一定公式计算出来的,代号是 IT。实际工作中,标准公差用查表法确定。

标准公差的大小与标准公差等级有关,标准公差等级是确定尺寸精确程度的等级,同一公差等级对所有基本尺寸的一组公差被认为具有同等精确程度。国家标准将标准公差等级分为 20 级,各级标准公差的代号为 IT01、IT0、IT1 至 IT18,其中 IT01 级最高,其余依次下降,IT18 级最低。其相应的标准公差在基本尺寸相同的条件下,随公差等级的降低而依次增大,见表 1-1。

2. 标准公差等级的选择

合理选择标准公差等级,主要是为了解决机械零件使用要求与制造工艺及成本之间的矛盾。因此,选择标准公差等级的基本原则是,在满足使用要求的条件下,选择低的标准公差等级。

标准公差等级一般用类比法选择,也就是参照生产实践的经验,进行比较选择。表 1-2 为各种加工方法可能达到的等级;表 1-3 为标准公差等级的主要应用范围。



表 1-1 尺寸小于等于500mm的标准公差数值

基本 尺寸		公差等级																		
		μm									mm									
IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	
≤3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.0	1.4
>3~6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.2	1.8
>6~10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.5	2.2
>10~18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.8	2.7
>18~30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.1	3.3
>30~50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.5	3.9
>50~80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.0	4.6
>80~120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.5	5.4
>120~180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.0	6.3
>180~250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.6	7.2
>250~315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.2	8.1
>315~400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.7	8.9
>400~500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.3	9.7

注：1mm 以下无 IT14 ~ IT18。