



高技能人才培训教程

钳工

QIAN GONG

强瑞鑫○主编

GAOJINENG RENCAI PEIXUN JIAOCHENG



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



上架指导：工业技术 / 机械工程 / 机械加工

◎ 封面设计 / 电脑制作：陈沛

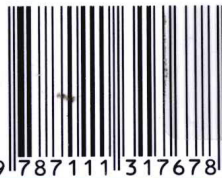
地址：北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心：(010)88361066
销售一部：(010)68326294
销售二部：(010)88379649
读者服务部：(010)68993821

邮政编码：100037
网络服务
门户网：<http://www.cmpbook.com>
教材网：<http://www.cmpedu.com>
封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-31767-8

定价：58.00元

ISBN 978-7-111-31767-8



9 787111 317678 >

高技能人才培训教程

钳 工

蒋丽庆 顾致祥 邹其良 强瑞鑫 主 编
蔡 涌 参 编

机 械 工 业 出 版 社

本书根据《国家职业标准》，针对钳工中高级工、技师和高级技师的培养方针，深入浅出地介绍了与钳工相关的新知识、新技能。介绍材料、工艺、设备、方法、技术等内容时结合企业生产实际案例，充分体现先进性、实用性。本书主要内容有：机械基础与零件测绘、编制机械加工工艺规程、液压气动控制技术、机械零件修复技术、机械设备的安装与维修、现代测量技术。读者通过学习本书，能提高理论和技能两方面的水平，使得在实际工作中分析问题、解决问题更加全面、细致。

本教材适用于钳工（机修钳工、装配钳工）从业者。可作为钳工高级、技师、高级技师职业技能培训教材和职业技能鉴定参考教材。本教材也可作为机加工类职业技能培训参考教材、高职院校机械类专业参考教材。

图书在版编目（CIP）数据

钳工/强瑞鑫主编. —北京：机械工业出版社，2010.9

高技能人才培养教程

ISBN 978-7-111-31767-8

I. ①钳… II. ①强… III. ①钳工—技术培训—教材

IV. ①TG9

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 173219 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：邓振飞 责任编辑：许文超

版式设计：霍永明 责任校对：陈延翔

封面设计：陈 沛 责任印制：杨 曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2011 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·30 印张·744 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111- 31767-8

定价：58.00 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

读者服务部：(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前言

国家中长期人才发展规划纲要对高技能人才队伍的发展提出如下目标：适应走新型工业化道路和产业结构优化升级的要求，以提升职业素质和职业技能为核心，以技师和高级技师为主力，形成一支门类齐全、技艺精湛的高技能人才队伍。

钳工的职业技能和工作范围涵盖了装备制造、信息、生物技术、新材料、航空航天、海洋、生态环境保护、能源资源、现代交通运输、农业科技等国民经济重点领域，钳工高技能人才更是各行业急需紧缺的专业人才。随着我国科学技术的进步、产业结构调整以及社会主义市场经济的不断发展，各种新兴职业不断涌现，作为传统职业的钳工，其理论知识和技术技能也越来越多地融入了当代新知识、新技术、新设备、新工艺、新材料的内容。为了顺应时代的发展，优化劳动力素质，机械工业出版社组织编写了本套高技能人才必读教材。

本教材突出了适应职业技能培训的特色，以职业需求为依据，以钳工高技能人才（高级工、技师、高级技师）为对象，采用分模块单元的模式编写。各模块均以工作实例为导入点，引入相关的知识点和技能点。按照基础理论为专业理论服务、理论知识为操作技能服务的原则，理论知识不求全，不求深，不求系统，以够用为度。每个实例都对相关的技能点按先后顺序作出明确的叙述，以便学员进行反复操练。本教材确立“以能力为本”的指导思想，旨在提高学员的学习能力、分析能力、动手能力、应变能力、重点提高学员处理生产现场技术问题的能力。

本教材共分6个模块：模块1为“机械基础与零件测绘”，主要介绍机械零件测绘的技能；模块2为“编制机械加工工艺规程”，重点介绍机械设备的装配工艺及工艺编制方法；模块3为“液压气动控制技术”，介绍了常用的和先进的液压、气动元件的工作原理和结构，从液压、气动系统的分析和维修为主要内容；模块4为“机械零件修复技术”，介绍了机械零件的修复技术和修理方法；模块5为“机械设备的安装与维修”，重点介绍机械加工设备的维修方法；模块6为“现代测量技术”介绍了现代测量设备及其操作方法。

本教材模块1由蒋丽庆编写；模块2由邹其良编写；模块3由强瑞鑫编写；模块4、5由顾致祥编写；模块6由蔡涌编写。全书由强瑞鑫担任主编。

限于编者水平及编写时间仓促，书中错误和缺点在所难免，恳请读者批评指正。

目 录

前言

模块 1 机械基础与零件测绘	1
1.1 基础标准与零件测绘基本知识	1
1.2 平面连杆机构	20
1.3 凸轮机构	27
1.4 轴毂联接和轴轴联接	31
1.5 渐开线直齿圆柱齿轮传动	40
1.6 渐开线斜齿圆柱齿轮传动	48
1.7 蜗杆传动和轮系	54
1.8 螺纹联接和螺旋传动	62
1.9 普通 V 带传动	68
1.10 轴	73
1.11 滑动轴承和滚动轴承	80
1.12 箱体零件	87
复习思考题	92
模块 2 编制机械加工工艺规程	93
2.1 编制轴齿轮机械加工工艺规程	93
2.2 编制蜗轮减速箱体机械加工工艺 规程	105
2.3 编制外啮合齿轮泵装配工艺规程	118
2.4 编制内圆磨具装配工艺规程	124
2.5 编制上置式蜗杆减速器装配工艺 规程	136
2.6 编制 T68 镗床主轴部件装配工艺 规程	144
2.7 编制镗夹具装配工艺规程	152
复习思考题	160
模块 3 液压气动控制技术	162
3.1 液压动力滑台液压系统	162
3.2 液压压力机液压系统	172
3.3 插装阀造型机液压系统	177
3.4 电液比例阀控制步进炉液压系统	190
3.5 电液伺服阀控制轧机压下装置液压 系统	197
3.6 液压设备安装、调试、使用及常见 故障排除	204
3.7 插销分送机构气动系统	218
3.8 集装压实机气动系统	237
3.9 气动控制真空吸附机械手搬运系统	261
3.10 气压传动系统的安装、调试及常见 故障排除	269
复习思考题	278
模块 4 机械零件修复技术	279
4.1 焊接修复技术	279
4.2 热喷涂和喷焊技术	284
4.3 电镀修复技术	294
4.4 电刷镀修复技术	298
4.5 粘接与表面粘涂修复技术	307
4.6 表面强化技术	315
4.7 金属扣合技术	320
4.8 机械零件修复技术的选择	323
4.9 典型零部件的修复	326
复习思考题	337
模块 5 机械设备的安装与维修	339
5.1 机械设备安装	339
5.2 机械设备维修	348
5.3 卧式车床修理	361
5.4 普通铣床修理	373
5.5 数控机床修理	382
5.6 万能外圆磨床修理	399
5.7 机械设备修理精度检验	407
5.8 机床试验	410
复习思考题	412
模块 6 现代测量技术	414
6.1 现代测量技术的发展概况和趋势	414
6.2 激光多普勒测量仪	417
6.3 三坐标测量机	434
6.4 FARO 便携式测量臂、激光跟踪仪	463
6.5 光学测量投影仪	466
6.6 万能工具显微镜	468
复习思考题	474
参考文献	475

模块 1 机械基础与零件测绘

1.1 基础标准与零件测绘基本知识

1.1.1 视图选择和表达

1.1.1.1 制图基本规定

(1) 图样基本幅面 绘制图样时应按标准规定的基本幅面,并画出边框和标题栏。图纸基本幅面分五种,代号为 A0、A1、A2、A3 和 A4,本课程常用幅面为 A3 和 A4,幅面尺寸分别为 $297\text{mm} \times 420\text{mm}$ 和 $210\text{mm} \times 297\text{mm}$ 。

(2) 标明采用的比例 图中图形与其实物相应要素的线性尺寸的比值称为比例,标准规定原值比例为 $1:1$,在可能条件下尽量采用 $1:1$ 的比例,采用的比例应在标题栏中标明。无论采用何种比例,在图样中标注尺寸时,必须按零件的实际尺寸标注,与图形大小无关。

1.1.1.2 基本视图及各类视图的简介和选择

(1) 基本表达方法 零件的外部形状用基本视图和辅助视图表达,零件的内部结构形状和某些断面形状则用剖视图、断面图来表达。

(2) 基本视图配置和表达方法 基本视图按投影关系分为主视图、左视图、右视图、俯视图、仰视图和后视图六个,如图 1-1 所示。基本视图用于表达零件的外部形状,按规定位置配置各视图时,不需附加任何标注。

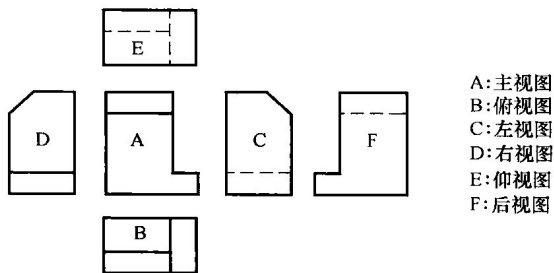


图 1-1 基本视图

(3) 向视图表达方法 向视图是自由配置的视图,表达方法是在向视图上方标注大写拉丁字母,在相应视图的附近用箭头指明投射方向,并标注相同的字母。向视图示例如图 1-2a 所示。

(4) 局部视图表达方法 局部视图是常用的辅助视图,用于表达机件的局部外形。局部视图按基本视图形式配置时,不需附加任何标注。局部视图也可按向视图形式配置,此时视图上方需标注大写拉丁字母,在相应视图的附近用箭头指明投射方向,并标注相同的字母。局部视图示例如图 1-2b 所示。

(5) 剖视图类别和表达方法 剖视图分为全剖视图、半剖视图和局部剖视图三类。全剖视图用于表达机件的整个内形;半剖视图用于表达机件有中间平面的外形和内形,以对称线分界;局部剖视图用于表达机件的局部内形并保留局部外形。剖视图示例如图 1-2c 所示。

(6) 断面图表达方法 断面图主要用于表达机件局部结构的断面形状,断面图示例如图 1-2d 所示。

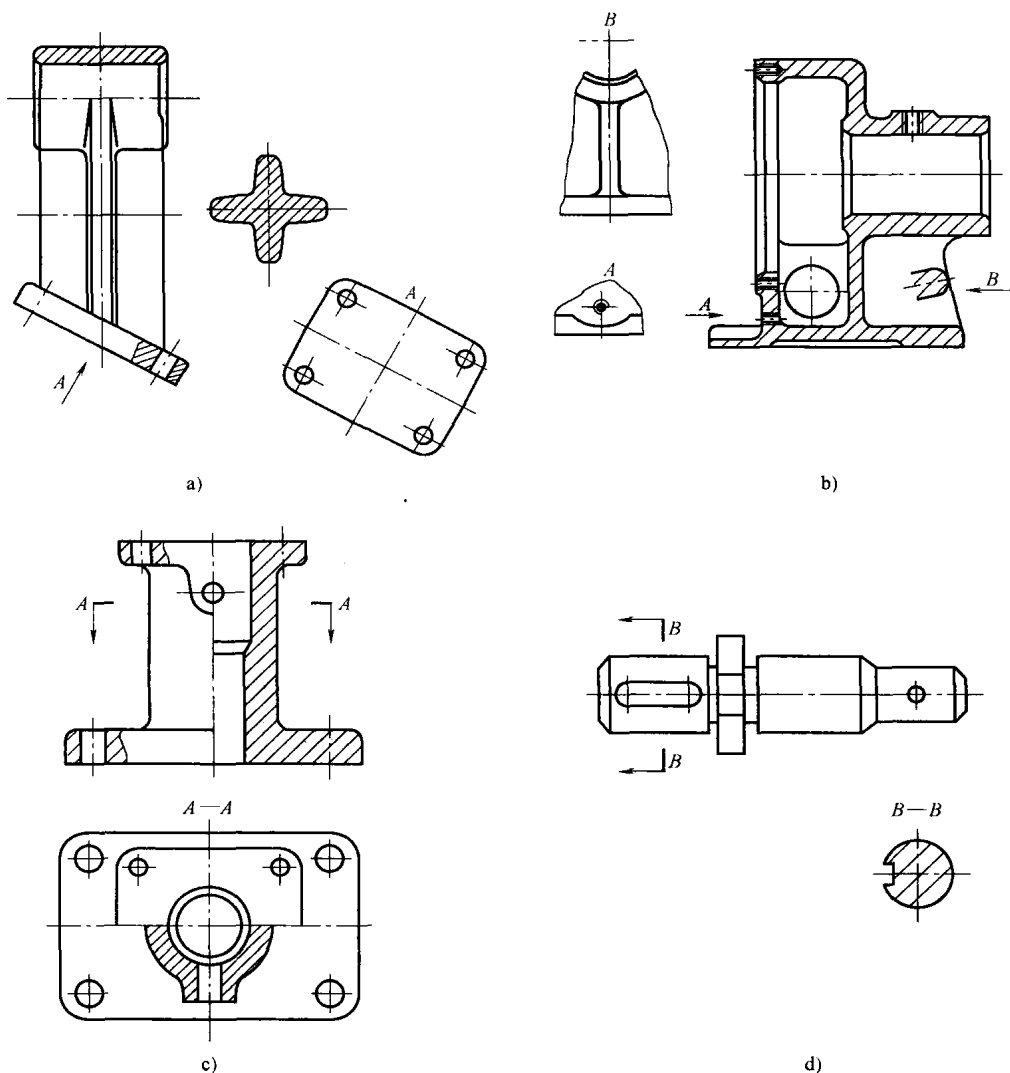


图 1-2 视图示例

a) 向视图 b) 局部视图 c) 剖视图 d) 断面图

1.1.1.3 零件图样的尺寸标注及实例

(1) 总体尺寸标注 尺寸标注时应将各基本形体的定形尺寸、定位尺寸尽量集中，以方便看图时寻找尺寸。标注时一般先外后内、先大后小，总长、总宽、总高尺寸要标注齐全。

(2) 尺寸标注清晰 为了使标注的尺寸清晰，尺寸数字尽量标在视图之外，避免尺寸线、轮廓线和尺寸数字相交，应将剖视图上的内外尺寸分开标注。

(3) 典型尺寸标注 对称尺寸应对称标注，同类结构的尺寸只标注一次；要避免从虚线上引出尺寸界线标注尺寸；平行平列尺寸，应使小尺寸靠近视图，大尺寸远离视图，依次排列，以免尺寸线互相交错，如图 1-3 所示。

(4) 细部结构 对图上的倒角、圆角、退刀槽、砂轮越程槽、键槽、中心孔等已标准化的结构尺寸，应查阅有关标准或资料后再进行标注。

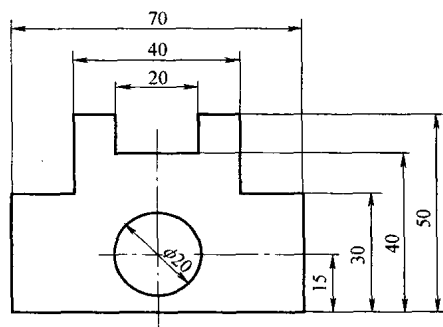


图 1-3 尺寸标注实例

1.1.2 尺寸公差选择和标注

1.1.2.1 尺寸公差与配合标准简介

(1) 尺寸误差和公差 零件实际尺寸和理论尺寸之间的差别，称为尺寸误差。误差越小，精度越高。尺寸误差直接决定两零件结合的配合性质，要使零件具有互换性，必须将其尺寸误差控制在允许变动的范围之内。这个允许尺寸变动的范围，就叫做尺寸公差。

(2) 尺寸公差带 公差带由公差带大小和公差带位置两个要素组成，公差带的大小取决于标准公差，公差带的位置则由基本偏差确定。

(3) 标准公差系列 极限与配合标准中将标准公差分为 20 个公差等级，每级的公差数值大小各不相同，用以确定加工的难易程度或精确程度。标准公差用 IT 表示，公差等级的代号用阿拉伯数字表示，各公差等级的标准公差由 IT 和阿拉伯数字组成。公差等级从 IT01、IT0、IT1、IT2、…、IT17、IT18 依次排列，公差数值依次增大，精度逐级降低。

本课程常用的标准公差数值（基本尺寸小于 250mm；公差等级 IT4 至 IT12）见表 1-1 标准公差数值表。

表 1-1 标准公差数值表

基本尺寸/mm		公差等级								
		IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12
大于	至	/μm								
—	3	3	4	6	10	14	25	40	60	100
3	6	4	5	8	12	18	30	48	75	120
6	10	4	6	9	15	22	36	58	90	150
10	18	5	8	11	18	27	43	70	110	180
18	30	6	9	13	21	33	52	84	130	210
30	50	7	11	16	25	39	62	100	160	250
50	80	8	13	19	30	46	74	120	190	300
80	120	10	15	22	35	54	87	140	220	350
120	180	12	18	25	40	63	100	160	250	400
180	250	14	20	29	46	72	115	185	290	460

(4) 基本偏差系列 基本偏差是用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差，一般指靠近零线的那个偏差。基本偏差系列的代号用拉丁字母（一个或两个）及其顺序来表示，如图 1-4 所示。其中孔用大写字母表示，轴用小写字母表示，单字母各 21 个，双字母各 7 个，孔和轴各有 28 个基本偏差。

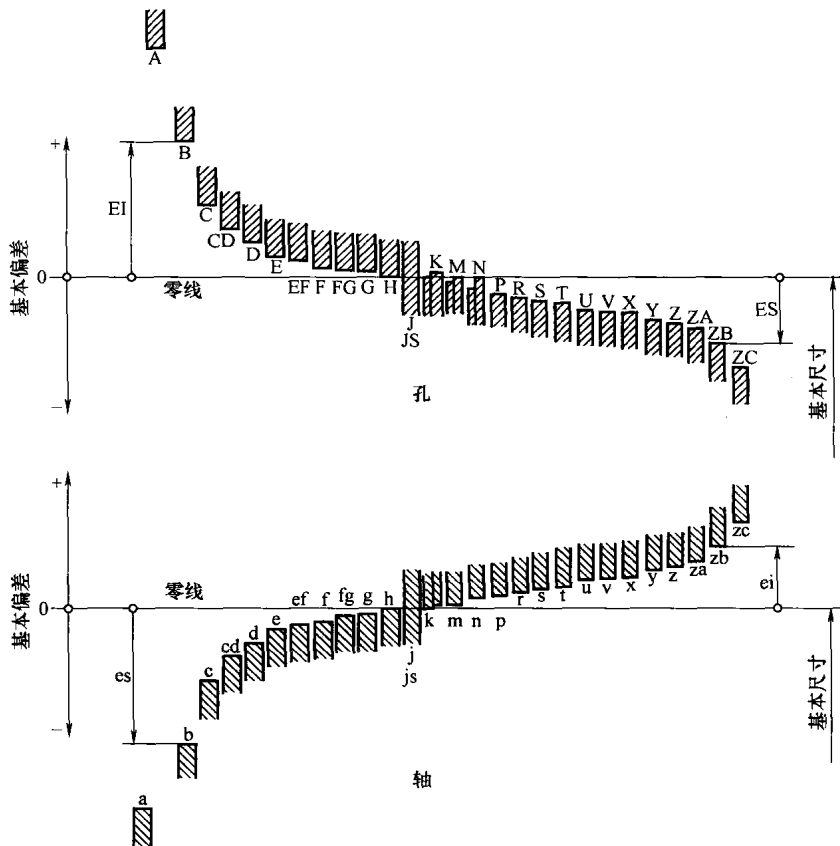


图 1-4 基本偏差系列

(5) 公差带代号 公差带代号由基本偏差字母和公差等级数字组成，其示例如图 1-5 所示。

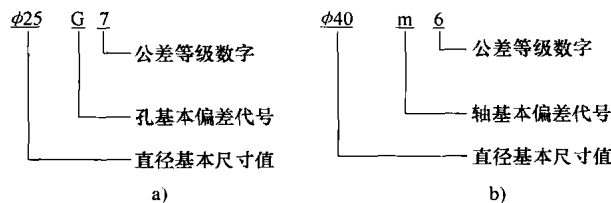


图 1-5 公差带代号示例

a) 孔公差带代号 b) 轴公差带代号

(6) 公差带代号表示方法 公差带代号可用三种形式表示，图 1-5 的公差带代号也可表示为另两种形式：

$\phi 25G7$

$\phi 25G7 \begin{pmatrix} +0.028 \\ +0.007 \end{pmatrix}$

$\phi 25 \begin{matrix} +0.028 \\ +0.007 \end{matrix}$

$\phi 40m6$

$\phi 40m6 \begin{pmatrix} +0.025 \\ +0.009 \end{pmatrix}$

$\phi 40 \begin{pmatrix} +0.025 \\ +0.009 \end{pmatrix}$

(7) 一般、常用和优先公差带 国家标准提供的标准公差和基本偏差，可以组合得到大量不同大小和位置的公差带。为减少刀具、量具的规格数量，国标规定了一般公差带、常用公差带和优先公差带。孔的一般、常用和优先公差带如图 1-6 所示；轴的一般、常用和优先公差带如图 1-7 所示。方框中的公差带为常用公差带，圆圈中的公差带为优先公差带。根据使用要求在选用公差带时先优先、再常用、后一般。

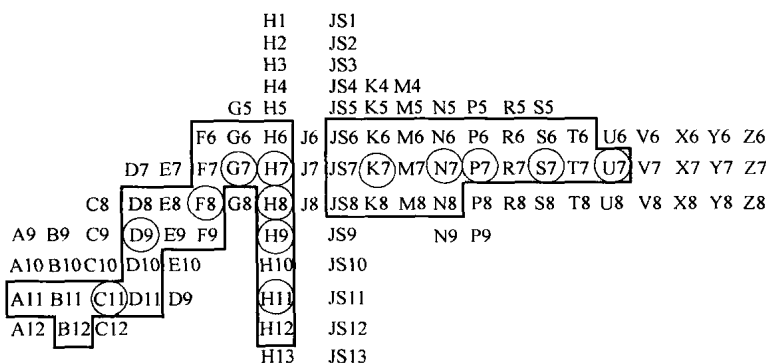


图 1-6 孔的一般、常用和优先公差带

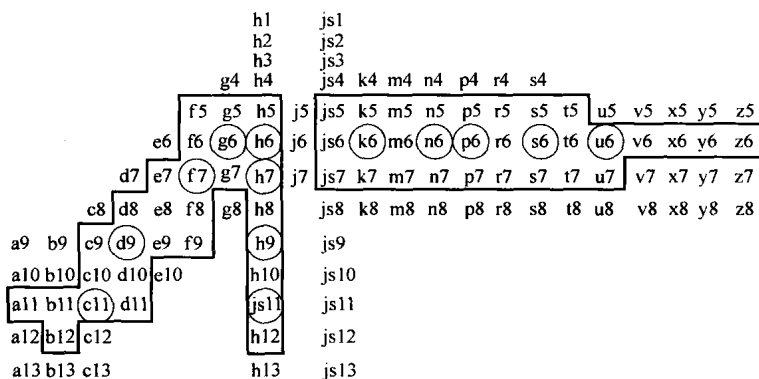


图 1-7 轴的一般、常用和优先公差带

1.1.2.2 尺寸公差与配合的选择原则

(1) 基准制的选用 国标规定孔与轴的配合可采用两种制度，即基孔制和基轴制，并规定优先采用基孔制。基孔制中的孔称为基准孔，国标规定基准孔的下偏差为零，其基本偏差代号为 H；基轴制中的轴称为基准轴，国标规定基准轴的上偏差为零，其基本偏差代号为 h。基准孔和基准轴分别与其他轴和孔形成不同的配合，非基准孔和非基准轴按配合类别来选择。

(2) 公差等级的选用 一般公差等级根据公差等级的应用范围和零件加工的经济精度来选用，各种加工方法与公差等级的关系见表 1-2。可根据被测零件表面的加工纹理、精度高低等判断其加工方法，再分析使用要求，按表 1-2 确定公差等级。

表 1-2 加工方法与公差等级的关系

加工方法	公差等级 (IT)										
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
珩磨											
圆磨											
平磨											
拉削											
铰孔											
车											
镗											
铣											
刨											
钻											
冲压											
铸造											

(3) 配合的选择 基准制和公差等级确定后，配合种类的选择实质上就是选择非基准孔或非基准轴的基本偏差代号。被测零件基本偏差代号如不选择 H 或 h，则就要根据配合性质确定其基本偏差代号。

配合的性质取决于间隙或过盈的大小，基本尺寸相同的孔和轴的配合可分为三大类别：具有间隙（包括最小间隙等于零）的配合称为间隙配合；具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合称为过盈配合；可能具有间隙或过盈的配合称为过渡配合。基准孔（基准轴）与基本偏差 a~h 的轴（A~H 的孔）组成间隙配合，间隙从大变小至零；基准孔（基准轴）与基本偏差 js、k、m、n 的轴（JS、K、M、N 的孔）大部分组成过渡配合，间隙从大变小、过盈从小变大；基准孔（基准轴）与基本偏差 p~zc 的轴（P~ZC 的孔）大部分组成过盈配合，过盈从小变大。可根据被测零件的用途以及该配合部位的特征，如运动、静止、装拆等选择非基准孔或非基准轴的基本偏差代号。

基本偏差代号和公差等级选择完成后组成公差带，确定公差带时尽可能选取图 1-6 和图 1-7 所示的一般、常用和优先公差带。本课程常用的部分孔、轴极限偏差数值（基本尺寸小于 250；公差等级大于 IT5、小于 IT12）见表 1-3，轴的极限偏差表和表 1-4 孔的极限偏差表。

表 1-3 轴的极限偏差表 (单位: μm)

基本尺寸/mm		公 差 带								
		a				d				
大 于	至	9	10	11	12	7	8	9	10	11
—	3	-270	-270	-270	-270	-20	-20	-20	-20	-20
		-295	-310	-330	-370	-30	-34	-45	-60	-80
3	6	-270	-270	-270	-270	-30	-30	-30	-30	-30
		-300	-318	-345	-390	-42	-48	-60	-78	-105
6	10	-280	-280	-280	-280	-40	-40	-40	-40	-40
		-316	-338	-370	-430	-55	-62	-76	-98	-130

(续)

基本尺寸/mm		公 差 带									
		a					d				
大	于	至	9	10	11	12	7	8	9	10	11
10		14	−290	−290	−290	−290	−50	−50	−50	−50	−50
14		18	−333	−360	−400	−470	−68	−77	−93	−120	−160
18		24	−300	−300	−300	−300	−65	−65	−65	−65	−65
24		30	−352	−384	−430	−510	−86	−98	−117	−149	−195
30		40	−310 −372	−310 −410	−310 −470	−310 −560	−80 −105	−80 −119	−80 −142	−80 −180	−80 −240
40		50	−320 −382	−320 −420	−320 −480	−320 −570					
50		65	−340 −414	−340 −460	−340 −530	−340 −640	−100 −130	−100 −146	−100 −174	−100 −220	−100 −290
65		80	−360 −434	−360 −480	−360 −550	−360 −660					
80		100	−380 −167	−380 −520	−380 −600	−380 −730	−120 −155	−120 −174	−120 −207	−120 −260	−120 −340
100		120	−410 −497	−410 −550	−410 −630	−410 −760					

基本尺寸/mm		公 差 带								
		f				g				
大	于	至	6	7	8	9	5	6	7	8
—	3	—6	—6	—6	—6	—2	—2	—2	—2	—2
		—12	—16	—20	—31	—6	—8	—12	—16	—16
3	6	—10	—10	—10	—10	—4	—4	—4	—4	—4
		—18	—22	—28	—40	—9	—12	—16	—22	—22
6	10	—13	—13	—13	—13	—5	—5	—5	—5	—5
		—22	—28	—35	—49	—11	—14	—20	—27	—27
10	14	—16	—16	—16	—16	—6	—6	—6	—6	—6
14	18	—27	—34	—43	—59	—14	—17	—24	—33	—33
18	24	—20	—20	—20	—20	—7	—7	—7	—7	—7
24	30	—33	—41	—53	—72	—16	—20	—28	—40	—40
30	40	—25	—25	—25	—25	—9	—9	—9	—9	—9
40	50	—41	—50	—64	—87	—20	—25	—34	—48	—48
50	65	—30	—30	—30	—30	—10	—10	—10	—10	—10
65	80	—49	—60	—76	—104	—23	—29	—40	—56	—56
80	100	—36	—36	—36	—36	—12	—12	—12	—12	—12
100	120	—58	—71	—90	—123	—27	—34	—47	—66	—66
120	140	—43 —68	—43	—43	—43	—43	—14	—14	—14	—14
140	160		—83	—106	—143	—32	—39	—54	—77	—77
160	180									

(续)

基本尺寸/mm		公 差 带							
		f				g			
大 于	至	6	7	8	9	5	6	7	8
180	200	-50 -79	-50 -96	-50 -122	-50 -165	-15 -35	-15 -44	-15 -61	-15 -87
200	225								
225	250								

基本尺寸/mm		公 差 带							
		h							
大 于	至	5	6	7	8	9	10	11	12
—	3	0 -4	0 -6	0 -10	0 -14	0 -25	0 -40	0 -60	0 -100
		3	6	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	0 -48
6	10	0 -6	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	0 -58	0 -90	0 -150
10	14	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	0 -70	0 -110	0 -180
14	18								
18	24	0 -9	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	0 -84	0 -130	0 -210
24	30	0 -11	0 -16	0 -25	0 -39	0 -62	0 -100	0 -160	0 -250
30	40								
40	50	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	0 -120	0 -190	0 -300
50	65	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	0 -140	0 -220	0 -350
65	80								
80	100	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	0 -160	0 -250	0 -400
100	120	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	0 -185	0 -290	0 -460
120	140								
140	160								
160	180								
180	200								
200	225								
225	250								

基本尺寸/mm		公 差 带							
		k				m			
大 于	至	5	6	7	8	5	6	7	8
—	3	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+16 +2
		3	6	+6 +1	+9 +1	+13 +1	+18 0	+9 +4	+12 +4

(续)

基本尺寸/mm		公差带							
		k				m			
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8
6	10	+7 +1	+10 +1	+16 +1	+22 0	+12 +6	+15 +6	+21 +6	+28 +6
10	14	+9	+12	+19	+27	+15	+18	+25	+34
14	18	+1	+1	+1	0	+7	+7	+7	+7
18	24	+11	+15	+23	+33	+17	+21	+29	+41
24	30	+2	+2	+2	0	+8	+8	+8	+8
30	40	+13	+18	+27	+39	+20	+25	+34	+43
40	50	+2	+2	+2	0	+9	+9	+9	+9
50	65	+15	+21	+32	+46	+24	+30	+41	+57
65	80	+2	+2	+2	0	+11	+11	+11	+11
80	100	+18	+25	+38	+54	+28	+35	+48	+67
100	120	+3	+3	+3	0	+13	+13	+13	+13
120	140	+21	+28	+43	+63	+33	+40	+55	+78
140	160	+3	+3	+3	0	+15	+15	+15	+15
160	180								
180	200	+24	+33	+50	+72	+37	+46	+63	+89
200	225	+4	+4	+4	0	+17	+17	+17	+17
225	250								

表 1-4 孔的极限偏差表 (单位: μm)

基本尺寸 /mm		公差带															
		H								K				M			
大于	至	5	6	7	8	9	10	11	12	5	6	7	8	5	6	7	8
—	3	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+100 0	0 -4	0 -6	0 -10	0 -14	-2 -6	-2 -8	-2 -12	-2 -16
3	6	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+120 0	0 -5	+2 -6	+3 -9	+5 -13	-3 -8	-1 -9	0 -12	+2 -16
6	10	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+150 0	+1 -5	+2 -7	+5 -10	+6 -16	-4 -10	-3 -12	0 -15	+1 -21
10	14	+8	+11	+18	+27	+43	+70	+110	+180	+2	+2	+6	+8	-4	-4	0	+2
14	18	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-9	-12	-19	-12	-15	-18	-25
18	24	+9	+13	+21	+33	+52	+84	+130	+210	+1	+2	+6	+10	-5	-4	0	+4
24	30	0	0	0	0	0	0	0	0	-8	-11	-15	-23	-14	-17	-21	-29
30	40	+11	+16	+25	+39	+62	+100	+160	+250	+2	+3	+7	+12	-5	-4	0	+5
40	50	0	0	0	0	0	0	0	0	-9	-13	-18	-27	-16	-20	-25	-34

(续)

基本尺寸 /mm		公差带															
		H								K				M			
大于	至	5	6	7	8	9	10	11	12	5	6	7	8	5	6	7	8
50	65	+13	+19	+30	+46	+74	+120	+190	+300	+3	+4	+9	+14	-6	-5	0	+5
65	80	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	-15	-21	-32	-19	-24	-30	-41
80	100	+15	+22	+35	+54	+87	+140	+220	+350	+2	+4	+10	+16	-8	-6	0	+6
100	120	0	0	0	0	0	0	0	0	-13	-18	-25	-38	-23	-28	-35	-48
120	140	+18	+25	+40	+63	+100	+160	+250	+400	+3	+4	+12	+20	-9	-8	0	+8
140	160																
160	180																
180	200	+20	+29	+46	+72	+115	+185	+290	+460	+2	+5	+13	+22	-11	-8	0	+9
200	225																
225	250																

1.1.2.3 尺寸公差标注实例

尺寸公差标注实例如图 1-8 所示。

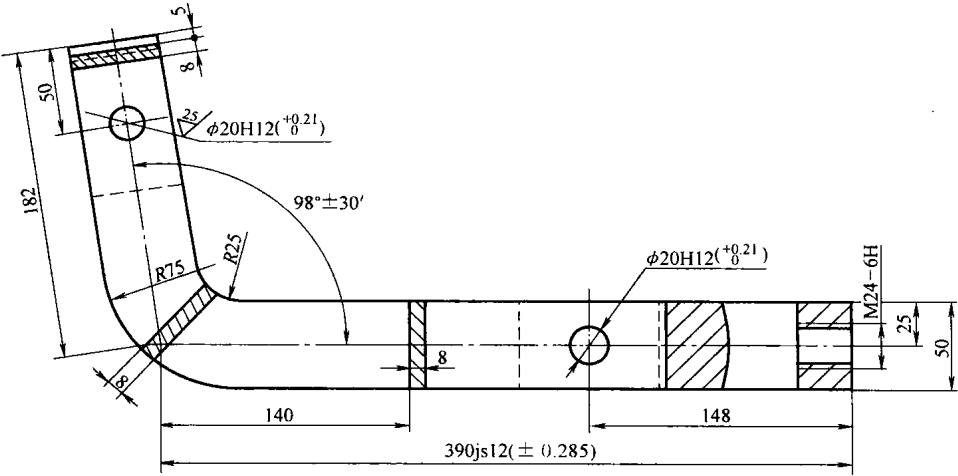


图 1-8 尺寸公差标注实例

1.1.3 几何公差选择和标注

1.1.3.1 几何公差标准简介

(1) 几何要素及误差 构成零件几何特征的点、线、面统称为要素，要素的几何特征表现在具有一定的形状和位置关系。形状是指一个要素本身所处的状态，位置是指两个或几个要素之间所形成的方位关系。由于加工误差，制造出来的零件上各要素的形状和位置关系会发生误差。允许几何误差变动的全量，称为几何公差。

(2) 几何公差特征项目及符号 几何公差分为形状公差、方向公差、位置公差和跳动公