



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

GAOZHI GAOZHUAN JIXIE
XILIE GUIHUA JIAOCAI
高职高专机械系列规划教材

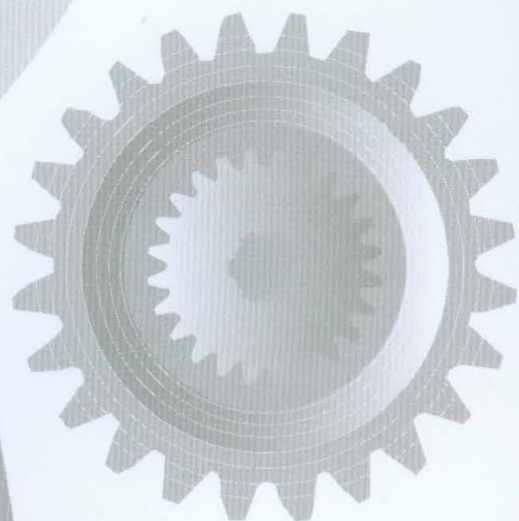
JIXIE

机械测量 (第二版)

Jixie Celiang

◎主 编 阎 红

◎副主编 王 翔 敬正彪
王英丽



重庆大学出版社



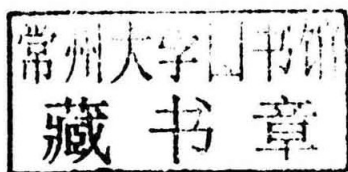
“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

机械测量

(第二版)

主 编 阎 红

副主编 王 翔 敬正彪 王英丽



重庆大学出版社

内容提要

本书是高职高专院校机电类各专业的重要专业基础课教材。全书共分8个项目,其主要内容包括工件外圆和长度测量、内孔和中心高测量、光滑极限量规、几何公差检测、表面粗糙度与测量、普通螺纹结合的公差与检测、零件综合测量及齿轮油泵综合测绘等。

本书可供高职高专院校机械类各专业使用,也可供机械行业的工程技术人员、检验人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械测量 / 阎红主编. -- 2版. -- 重庆:重庆大学出版社, 2018.6

高职高专机械系列规划教材

ISBN 978-7-5624-8118-8

I. ①机… II. ①阎… III. ①技术测量—高等职业教育—教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 094876 号

机械测量

(第二版)

主 编 阎 红

副主编 王 翔 敬正彪 王英丽

策划编辑:曾显跃

责任编辑:李定群 高鸿宽 版式设计:曾显跃

责任校对:谢 芳 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787mm × 1092mm 1/16 印张:12.25 字数:314 千 插页:8 开 1 页

2018 年 6 月第 2 版 2018 年 6 月第 2 次印刷

印数:2 001—4 000

ISBN 978-7-5624-8118-8 定价:30.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

第二版 前言

“机械测量”是高职高专院校机电类各专业的重要专业基础课。自2014年6月出版以来得到广大读者的厚爱。近4年来,在分析研究国内外同类教材优缺点和当前本学科科学技术、标准水平发展的现状及水平的基础上,结合当前学生学习该学科知识的实际需要,进一步适应学科建设和教学的不断发展,我们对本书内容进行了修改和补充,作为第二版重新出版。第二版在保持第一版的体系和主线的基础上,除对部分文字进行全面修订外,对内容也作了相应的充实和调整,使教材内容与时俱进,更好地为读者服务。具体体现在:

1. 加强基础,突出实践应用,结构层次分明,适用面广,既可用于重型机械设备大尺寸,又可用于精密仪器的小尺寸。

2. 教材中全部使用各类国标中的最新国家标准内容代替旧国标内容,使学生更好掌握公差与配合理论的新进展。

3. 研究、建立、完善教材“教、学、做”一条龙系列体系,使教师教学和学生学更方便、更有效。

本书的特点是:以企业的真实产品为载体,引入必需的理论知识,把理论知识与生产实践有机地结合起来,与企业技术人员共同开发《机械测量》特色教材。本书通过任务驱动的项目化学习,使学生获得机械典型零件的几何量公差制度知识,掌握通用量具的测量技能,培养具有零件测量和产品检测的专业技能,养成“一丝不苟、精益求精”的职业素养。

本书共分8个项目,每个项目的内容均以测量技能训练为主线,按照提出测量任务、介绍公差知识测量方案确定到得出测量结果及评价的顺序,完全参照企业真实测量环境、机械零件、图纸、检测设备等来设置测量项目。同时,围绕培养技术含量较高的生产第一线实用型和技术应用型专业技术人员的目标,按照“做中学学中做、教学做为一体”,推行

理实一体化的模式,将公差理论知识全面融入 8 大测量项目中。测量操作遵循从简单到复杂、被测零件精度从低级到高级、测量任务从单一到综合进行设计,并且突显机械专业发展的最新成果。

本书改版由天津职业大学阎红担任主编,天津职业大学王翔、王英丽和成都工业技术学院敬正彪担任副主编。阎红负责项目 1、项目 2 和项目 3 的编写,王英丽负责项目 4 的编写,王翔负责项目 5 的编写,王程负责项目 6 的编写,天津市飞特达过滤器设备有限公司总工程师杨俊法负责项目 7 的编写,成都工业职业技术学院敬正彪负责项目 8 的编写。全书由阎红教授负责统稿。

限于编者的水平,书中难免存在不足和疏漏,恳请广大读者批评指正。

编 者
2018 年 3 月

前言

“机械测量”是高职高专院校机电类各专业的重要职业基础课。本书的特点是:以企业的真实产品为载体,引入必需的理论知识,把理论知识与生产实践有机地结合起来,与企业技术人员共同开发《机械测量》特色教材。本书通过任务驱动的项目化学习,使学生获得机械典型零件的几何量公差制度知识,掌握通用量具的测量技能,培养具有零件测量和产品检测的专业技能,养成“一丝不苟、精益求精”的职业素养。本书共分8个项目,每个项目的内容均以测量技能训练为主线,按照提出测量任务、介绍公差知识、测量方案确定到得出测量结果及评价的顺序,完全参照企业真实测量环境、机械零件、图纸、检测设备等来设置测量项目。同时,围绕培养技术含量较高的生产第一线实用型和技术应用型专业技术人员的目标,按照“做中学、学中做、教学做为一体”,推行理实一体化的模式,将公差理论知识全面融入8大测量项目中。测量操作遵循从简单到复杂、被测零件精度从低级到高级、测量任务从单一到综合进行设计,并且突显机械专业发展的最新成果。

全书由天津职业大学阎红担任主编,负责项目1、项目2和项目3的编著;天津职业大学张云秀和王程担任副主编,分别负责项目4和项目5、项目6的编著;天津市飞特达过滤器设备有限公司总工程师杨俊法负责项目7的编著;天津市威马科技有限公司副总经理伍珠良负责项目8的编著。全书由阎红教授负责统稿。同时,感谢天津职业大学邹吉权老师和杜玉雪老师给本书提供的一些帮助。

限于编著者的水平,书中难免存在不足和错误,恳请广大读者批评指正。

编 者

2014年6月

目 录

项目 1	外圆和长度测量	1
1.1	给定检测任务	1
1.2	问题的提出	1
1.3	工件外圆和长度尺寸的认识	2
1.4	工件外圆和长度测量	11
1.5	习题	25
项目 2	内孔和中心高测量	27
2.1	给定检测任务	27
2.2	问题的提出	28
2.3	配合的认识	28
2.4	内孔和泵体中心高测量	47
2.5	习题	54
项目 3	光滑极限量规	56
3.1	给定检测任务	56
3.2	问题的提出	56
3.3	光滑极限量规检测器具	57
3.4	量规设计	60
3.5	习题	65
项目 4	几何公差检测	66
4.1	给出检测任务	66
4.2	问题的提出	67
4.3	对几何公差预备认识	67
4.4	几何公差与公差带特征	75
4.5	误差评定	86
4.6	几何公差与尺寸公差的相关性要求	88
4.7	几何公差的选择	94
4.8	几何公差的检测原则	99
4.9	几何误差的测量	101
4.10	习题	106

项目 5 表面粗糙度与测量	109
5.1 给定检测任务	109
5.2 问题的提出	110
5.3 表面粗糙度的认识	110
5.4 表面粗糙度的评定参数	111
5.5 表面特征代号及标注	116
5.6 表面粗糙度数值的选择	123
5.7 表面粗糙度的测量	125
5.8 习题	128
项目 6 普通螺纹结合的公差与检测	130
6.1 给定检测任务	130
6.2 问题的提出	131
6.3 普通螺纹公差与配合相关知识	131
6.4 普通螺纹的检测	145
6.5 习题	151
项目 7 零件综合测量	152
7.1 给定检测任务	152
7.2 零件综合测量	155
项目 8 齿轮油泵综合测绘	173
8.1 给定测绘任务	173
8.2 齿轮油泵工作原理及结构分析	175
8.3 齿轮油泵测绘步骤	176
8.4 零件图附注	177
8.5 注意事项	178
习题参考答案	179
项目 1	179
项目 2	180
项目 3	181
项目 4	181
项目 5	183
项目 6	184
参考文献	185

项目 1

外圆和长度测量

1.1 给定检测任务

外圆和长度测量给定的检测任务如图 1.1 和图 1.2 所示。

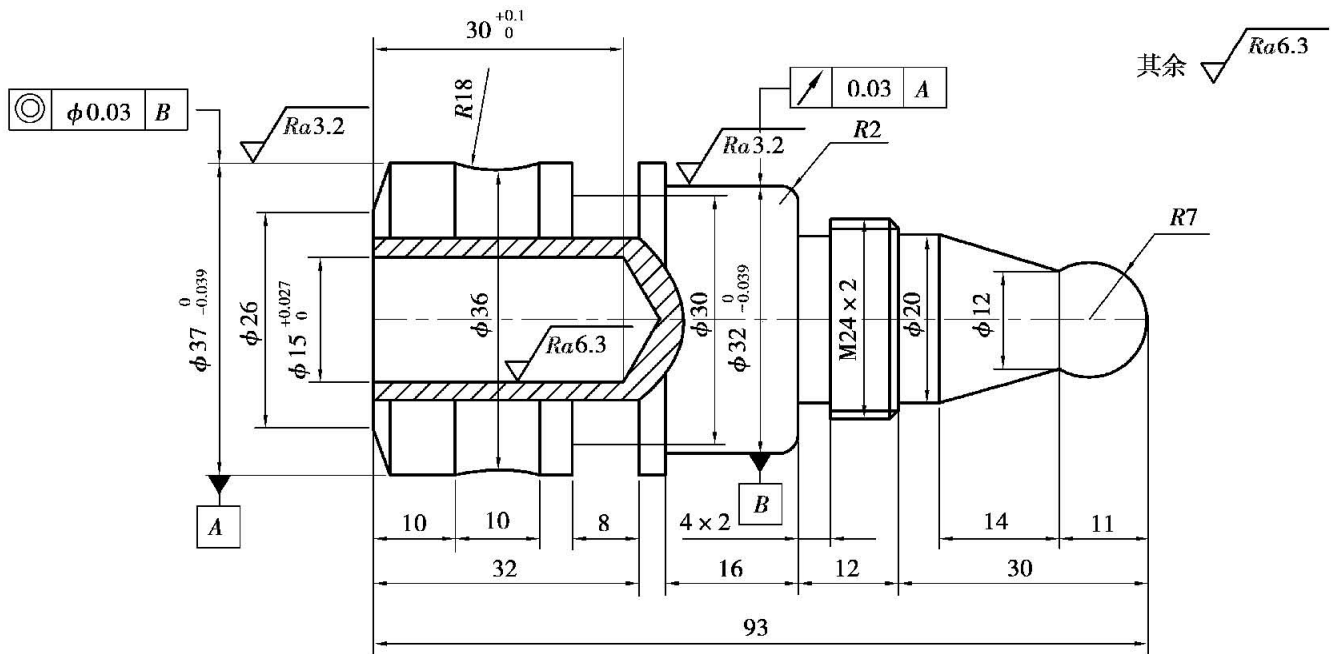


图 1.1 检测零件图

1.2 问题的提出

如图 1.1 所示为一个轴类零件,其中有 $\phi 37 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.039 \end{smallmatrix}$ 、 $\phi 32 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.039 \end{smallmatrix}$ 、 $\phi 15 \begin{smallmatrix} +0.027 \\ 0 \end{smallmatrix}$ 、 $30 \begin{smallmatrix} +0.1 \\ 0 \end{smallmatrix}$ 等标注;如图 1.2 所示为一个套筒零件,其中有 $\phi 30 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.21 \end{smallmatrix}$ 、 $\phi 20 \begin{smallmatrix} +0.21 \\ 0 \end{smallmatrix}$ 、30 等标注。请同学们从以下 5 个方面进行学习:

- ①分析图纸,明确精度要求。

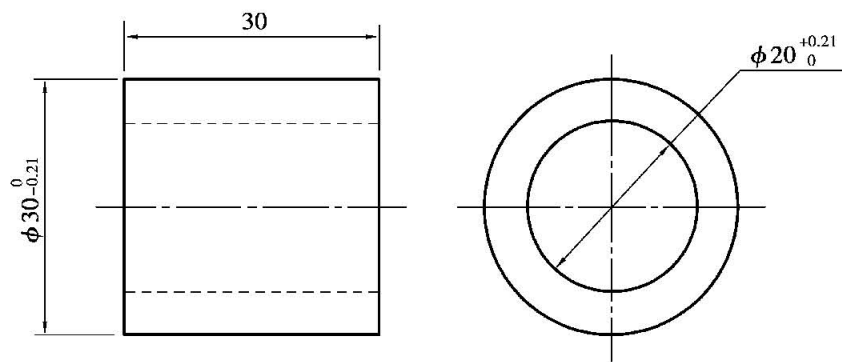


图 1.2 套筒

- ②查阅相关国家计量标准,理解 $\phi 37_{-0.039}^0$ 、 $\phi 32_{-0.039}^0$ 、 $\phi 15_{+0.027}^0$ 、 $30_{+0.1}^0$ 、 $\phi 30_{-0.21}^0$ 、 $\phi 20_{+0.21}^0$ 、30 等的标注含义。
- ③选择计量器具,确定测量方案。
- ④对计量器具进行保养与维护。
- ⑤填写检测报告,处理相关数据。

1.3 工件外圆和长度尺寸的认识

1.3.1 尺寸基本术语

(1) 公称尺寸

公称尺寸是由图样规范确定的理想形状要素的尺寸。它是根据零件的强度、刚度、结构和工艺性等要求确定的。设计时,应尽量采用标准尺寸,以减少加工所用刀具、量具的规格。公称尺寸的代号:按习惯孔用“ D ”表示,轴用“ d ”表示。

(2) 实际尺寸

实际尺寸是零件加工后通过测量获得的尺寸。它由接近实际(组成)要素所限定的工件实际表面组成要素部分。由于存在测量误差,因此,实际(组成)要素并非尺寸的真值。同时,由于形状误差等影响,零件同一表面不同部位的实际尺寸往往是不等的。实际尺寸的代号:孔用“ D_a ”表示,轴用“ d_a ”表示。

(3) 极限尺寸

极限尺寸是尺寸要素允许的尺寸的两个极端。尺寸要素允许的最大尺寸称为上极限尺寸,尺寸要素允许的最小尺寸称为下极限尺寸。极限尺寸可大于、小于或等于公称尺寸。合格零件的实际尺寸应在两极限尺寸之间。极限尺寸的代号:孔用 D_{max} 、 D_{min} 表示,轴用 d_{max} 、 d_{min} 表示。

1.3.2 公差偏差基本术语

(1) 尺寸偏差

某一尺寸减其公称尺寸所得的代数差,称为尺寸偏差,简称偏差。
实际尺寸减其公称尺寸所得的代数差,称为实际偏差。极限尺寸减其公称尺寸所得的代

数差,称为极限偏差。极限偏差包括上极限偏差和下极限偏差两种。

上极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差,称为上极限偏差。孔的上极限偏差以代号 ES 表示,轴的上极限偏差以代号 es 表示。上极限偏差以公式表示为

$$\begin{aligned} ES &= D_{\max} - D \\ es &= d_{\max} - d \end{aligned}$$

下极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差,称为下极限偏差。孔的下极限偏差以代号 EI 表示,轴的下极限偏差以代号 ei 表示。下极限偏差以公式表示为

$$\begin{aligned} EI &= D_{\min} - D \\ ei &= d_{\min} - d \end{aligned}$$

为方便起见,通常在图样上标注极限偏差而不标注极限尺寸。

偏差可以为正、负或零值。当极限尺寸大于、小于或等于公称尺寸时,其极限偏差便分别为正、负或零值。

(2) 尺寸公差

允许尺寸的变动量,称为尺寸公差,简称公差。尺寸公差以代号“*T*”表示。

公差等于上极限尺寸与下极限尺寸的代数差,也等于上极限偏差与下极限偏差的代数差。孔公差:

$$T_h = |D_{\max} - D_{\min}| = |ES - EI|$$

轴公差:

$$T_s = |d_{\max} - d_{\min}| = |es - ei|$$

由上述可知,公差总为正值。

关于尺寸、公差与偏差的概念可用如图 1.3 所示的公差与配合示意图表示。

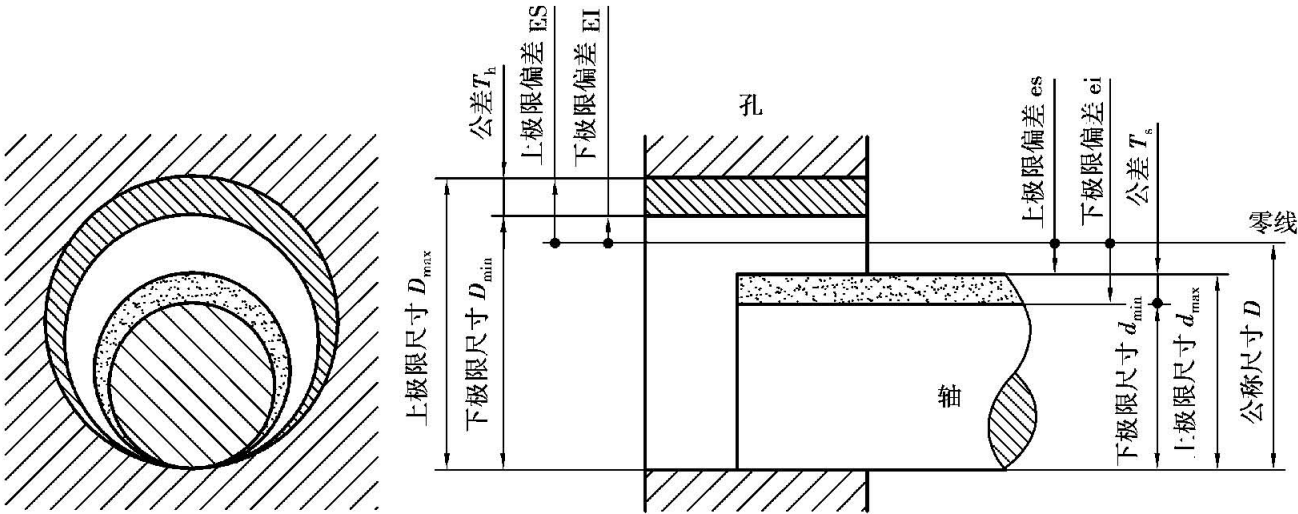


图 1.3 公差与配合示意图

例 1.1 计算如图 1.4 所示中孔、轴的极限尺寸和公差。

解 孔、轴公称尺寸:

$$D = d = 30 \text{ mm}$$

孔的上极限偏差:

$$ES = +0.041 \text{ mm}$$

孔的下极限偏差:

$$EI = +0.020 \text{ mm}$$

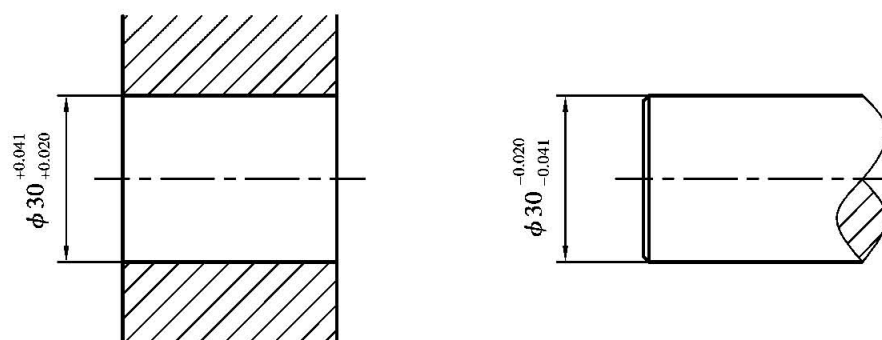


图 1.4 例题 1.1 图

孔的上极限尺寸:

$$\begin{aligned} D_{\max} &= D + ES \\ &= 30 \text{ mm} + 0.041 \text{ mm} \\ &= 30.041 \text{ mm} \end{aligned}$$

孔的下极限尺寸:

$$\begin{aligned} D_{\min} &= D + EI \\ &= 30 \text{ mm} + 0.020 \text{ mm} \\ &= 30.020 \text{ mm} \end{aligned}$$

孔公差:

$$\begin{aligned} T_h &= | ES - EI | \\ &= | 0.041 - 0.020 | \text{ mm} \\ &= 0.021 \text{ mm} \end{aligned}$$

轴的上极限偏差:

$$es = -0.020 \text{ mm}$$

轴的下极限偏差:

$$ei = -0.041 \text{ mm}$$

轴的上极限尺寸:

$$\begin{aligned} d_{\max} &= d + es \\ &= 30 \text{ mm} + (-0.020) \text{ mm} \\ &= 29.980 \text{ mm} \end{aligned}$$

轴的下极限尺寸:

$$\begin{aligned} d_{\min} &= d + ei \\ &= 30 \text{ mm} + (-0.041) \text{ mm} \\ &= 29.959 \text{ mm} \end{aligned}$$

轴公差:

$$\begin{aligned} T_s &= | es - ei | \\ &= | -0.020 - (-0.041) | \text{ mm} \\ &= 0.021 \text{ mm} \end{aligned}$$

(3) 公差带

在分析公差与配合时,通常需要作图,但因公差数值与尺寸数值相差甚远,不便于同一比

例,因此在作图时,只画出放大的孔和轴的公差图形,这种图形称为公差带图,也称公差与配合图解。

如图 1.4 所示的公差与配合示意图可作成如图 1.5 所示的公差与配合图解。在作图时,先画一条横坐标代表公称尺寸的界线,作为确定偏差的基准线,称为零线;再按给定比例画两条平行于零线的直线,代表上极限偏差和下极限偏差。这两条直线所限定的区域称为公差带,线间距离即为公差。正偏差位于零线之上,负偏差位于零线之下。在零线处注出公称尺寸,在公差带的边界线旁注出极限偏差值,单位用 μm 或 mm 皆可。

公差带由“公差带大小”和“公差带位置”两个要素组成。

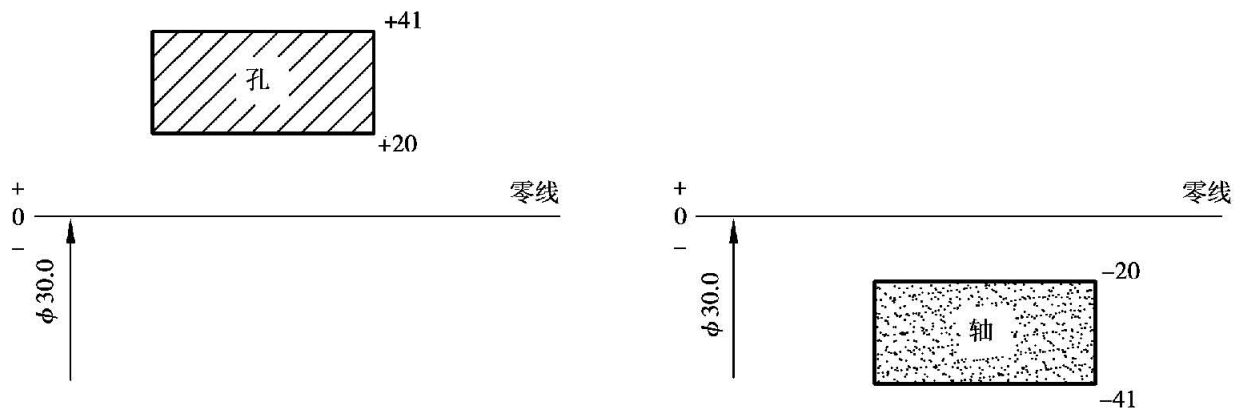


图 1.5 公差带图

1.3.3 孔、轴的公差与国家标准

公差与配合国家标准是确定光滑圆柱体零件或长度尺寸公差与配合的依据,也适用于其他光滑表面和相应结合尺寸的公差与配合,如花键外径等的配合。它的基本结构是由“标准公差系列”和“基本偏差系列”组成的,前者确定公差带的大小,后者确定公差带的位置。两者结合构成不同的孔、轴公差带,而孔、轴公差带之间的不同相互位置又组成不同松紧程度的配合。同时,在此基础上,规定了一定数量的孔、轴公差带及具有一定间隙或过盈的配合,以满足零件的互换性要求和各种使用要求。

(1) 标准公差系列

在产品几何技术规范极限与配合 GB/T 1800.1—2009 中所列出的,用以确定公差带大小的任一公差,称为标准公差,用 IT 表示。标准公差是依据公称尺寸和公差等级确定的。

1) 标准公差因子

机械零件尺寸的加工误差,与加工方法及零件公称尺寸大小有关,通过对完工后零件尺寸的检测,经统计分析表明,尺寸误差与加工方法和零件公称尺寸的关系如图 1.6 所示的曲线。

生产实践表明,相同工艺条件,尺寸大的零件其加工误差也大。公差是用以限制误差的,故对同一精度

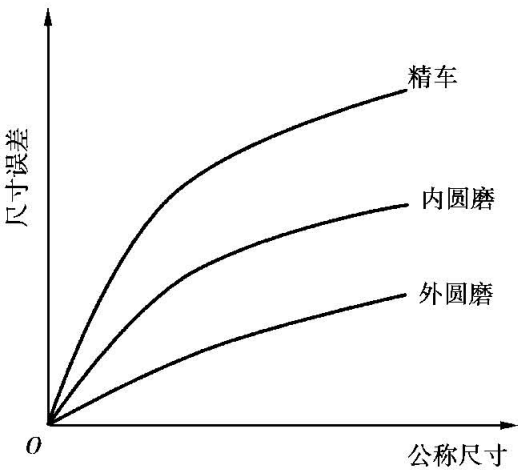


图 1.6 尺寸误差与公称尺寸的关系

概念来说,公称尺寸大,公差相应也大。因此,不能单从公差大小来判断工件尺寸精度的高低。例如,一根轴的直径为 $\phi 25\text{ mm}$,公差为 $33\text{ }\mu\text{m}$,另一根轴直径为 $\phi 150\text{ mm}$,公差为 $40\text{ }\mu\text{m}$,虽然后者比前者公差大,但因公称尺寸不同,后者的精度比前者高。因此,不能简单地仅从公差大小判断其尺寸精度的高低,而需采用一合理的计算单位——标准公差因子。

标准公差因子是计算标准公差的基本单位,是制订标准公差系列的基础。标准公差因子与公称尺寸之间成一定的函数关系。

根据大量试验结果与统计分析得知,对于不大于 500 mm 的工件尺寸,用各种加工方法所得的误差(少数高精度除外),都是按公称尺寸的立方根抛物线关系变化的。因此,公差与公称尺寸也应按立方根抛物线关系变化较合适。另外考虑到温度对测量误差的影响,对公称尺寸不大于 500 mm 的标准公差因子 i 采用以下计算公式,即

$$i = 0.45 \sqrt[3]{D} + 0.001D \tag{1.1}$$

式中 D ——公称尺寸,mm。

式(1.1)中,第1项主要反映加工误差,第2项用以补偿由于测量偏离标准温度(国家标准规定标准温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$)时以及量规产生变形等引起的测量误差。当公称尺寸较小时,第2项影响很小;反之,则影响较大。如公称尺寸为 $400\sim 500\text{ mm}$ 时,它占标准公差因子全量的 $13\%\sim 14\%$ 。

2) 标准公差等级

为了将公差数值标准化,以减少量具和刀具的规格,同时又能满足各种机器所需的不同精度要求,国家标准 GB/T 1800.1—2009 将公差值划分为 01,0,1,⋯,18 等 20 个公差等级,其相应的标准公差代号为 IT01,IT0,IT1,IT2,⋯,IT18,其中,01 级精度最高,18 级精度最低。IT18—IT5 以标准公差等级系数 a 的大小作为分级的唯一指标,它可用来表示工件制造精度的高低。如前述直径为 $\phi 25\text{ mm}$ 、公差为 $33\text{ }\mu\text{m}$ 和直径为 $\phi 150\text{ mm}$ 、公差为 $40\text{ }\mu\text{m}$ 的两根轴,可计算得出前者的标准公差等级系数 a 为 25,后者为 16,故前者虽然公差值小,但标准公差等级为 8 级;后者公差虽大,但其标准公差等级却为 7 级。标准等级系数 a 采用优先数系 R5(详见表 1.1)系列。

表 1.1 公称尺寸小于或等于 500 mm 时 IT5 至 IT18 的公差

标准公差等级	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
公差数值/ μm	$7i$	$10i$	$16i$	$25i$	$40i$	$64i$	$100i$	$160i$	$250i$	$400i$	$640i$	$1\ 000i$	$1\ 600i$	$2\ 500i$

3) 标准公差数值的计算

公称尺寸 $\leq 500\text{ mm}$ 时,IT18—IT5 的公差采用标准公差等级系数与标准公差因子乘积来确定。

表 1.1 中 i 为公差单位,其系数 a 为公差等级系数,它按 R5 优先数系递增。

对 IT01、IT0、IT1 的 3 个高等级,考虑到在高精度测量中,测量误差常是误差的主要成分,故计算公差时采用线性关系式,见表 1.2。

表 1.2 公称尺寸小于或等于 500 mm 时 IT01 至 IT1 的公差

标准公差等级	IT01	IT0	IT1
公差值/ μm	$0.3 + 0.008D$	$0.5 + 0.012D$	$0.8 + 0.020D$

IT2 至 IT4 级的公差在 IT1 和 IT5 之间,呈几何级数分布,见表 1.3。

表 1.3 公称尺寸小于或等于 500 mm 时 IT2 至 IT4 的公差

标准公差等级	IT2	IT3	IT4
公差值/ μm	$(IT1) \left(\frac{IT5}{IT1} \right)^{\frac{1}{4}}$	$(IT1) \left(\frac{IT5}{IT1} \right)^{\frac{1}{2}}$	$(IT1) \left(\frac{IT5}{IT1} \right)^{\frac{3}{4}}$

由此可知,各标准公差等级的公差值有严格的规律性,这可便于向高低等级延伸或插入中间级。例如,延伸 $IT19 = IT18 \times 1.6$,或插入中间级 $IT5.5 = \sqrt{IT5 \times IT6}$,以满足特殊需要。

4) 尺寸分段

按照标准公差值计算式,在每一标准公差等级中,不同的公称尺寸会有不同的公差数值,这将会使公差数值表格非常庞大,既不适用,也无必要。为了减少公差值的数目,统一公差值,简化表格,便于应用,国家标准对公称尺寸进行了分段。尺寸分段后,对同一尺寸分段内所有公称尺寸,在公差等级相同情况下,规定相同的标准公差(见表 1.4)。

考虑到有些配合对尺寸变化很敏感,国家标准中又将 10 ~ 3 150 mm 配合的各尺寸分段,再细分为 2 ~ 3 个中间段(见基本偏差数值表 1.5)。

尺寸分段后,计算标准公差因子或公差值时,采用分段首尾两尺寸的几何平均值作为计算直径代入,并将计算结果圆整后得出标准公差值。

由表 1.4 可知,标准公差等级相同,公称尺寸相同或在同一尺寸分段内孔公差和轴公差是相等的。

表 1.4 标准公差数值(摘自 GB/T 1800.1—2009)

公称尺寸 /mm		公差等级																			
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm												mm							
—	3	0.30	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	3.0
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

续表

公称 尺寸 /mm		公差等级																			
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm												mm							
120	180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	460	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	485	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

(2) 基本偏差系列

1) 基本偏差的概念

基本偏差是用以确定公差带相对于零线位置的上极限偏差或下极限偏差,一般为靠近零线的那个极限偏差。当整个公差带位于零线上方时,基本偏差为下极限偏差;反之,则为上极限偏差。

为了在满足机器中各种配合性质需要的前提下,减少配合种类,以利互换,必须把孔和轴的公差带位置标准化。标准规定了孔和轴各 28 种公差带位置,分别由 28 个基本偏差来确定。基本偏差代号用拉丁字母及其顺序表示,大写表示孔,小写表示轴。单写字母 21 个,双写字母 7 个,在 26 个字母中,i、L、O、Q、W(i、l、o、q、w)未用,以避免混淆。如图 1.7 所示,其中,H(或 h)的基本偏差等于零;而 JS(或 js)为对称于零线分布,其上下极限偏差为 $\pm IT/2$;J(或 j)的公差带也跨零线两侧,但不对称。

由图 1.7 可知,基本偏差仅决定了公差带的一个极限偏差,另一个极限偏差则由公差等级决定。当公差带在零线上方时,基本偏差是孔或轴的下极限偏差(EI 或 ei)。另一极限偏差即孔或轴的上极限偏差(ES 或 es),由下式决定为

$$ES = EI + IT$$

$$es = ei + IT$$

当公差带在零线下方时,基本偏差为孔或轴的上极限偏差(ES 或 es)。另一极限偏差即孔或轴的下极限偏差(EI 或 ei),由下式决定为

$$EI = ES - IT$$

$$ei = es - IT$$

因此,通常基本偏差与公差等级无关,而另一极限偏差才与公差等级有关。

2) 基本偏差的构成规律

当尺寸在 500 mm 范围内时,可根据理论分析结合经验和统计结果得到轴的基本偏差计算式,并据此确定轴的基本偏差,然后再按一定换算原则确定孔的基本偏差。

① 轴的基本偏差

轴的基本偏差计算式在国家标准中已有规定,其中,a—h 用于间隙配合,基本偏差的绝对值恰为配合后的最小间隙要求,故以最小间隙考虑;j—n 主要用于过渡配合(m、n 在少数情况下出现过盈配合),其间隙和过盈都不很大,以保证孔、轴配合时能较好地对中或定心,拆卸也不困难,其基本偏差按统计方法和经验数据来确定;p—zc 主要用于过盈配合(p、r 在少数情况

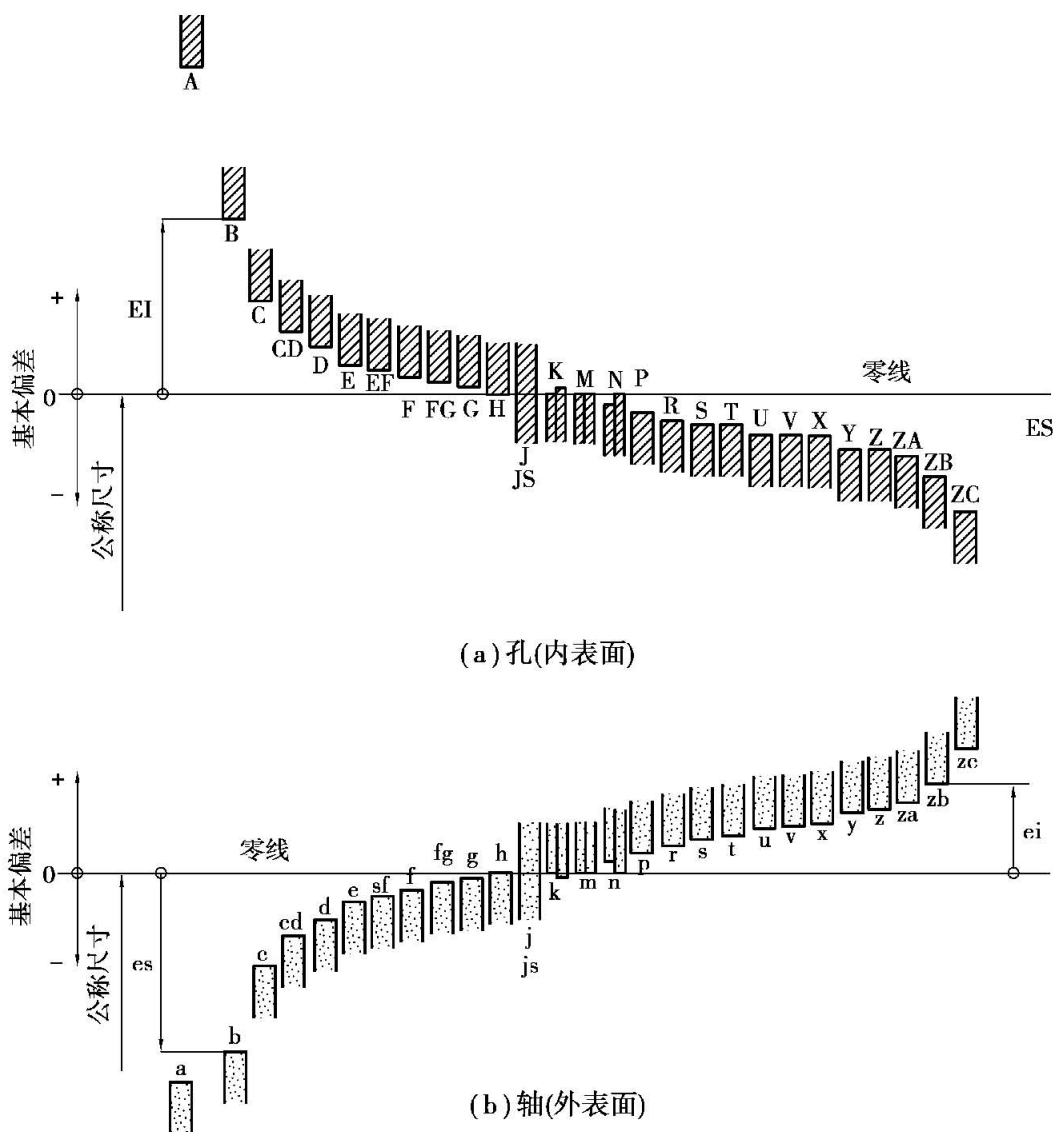


图 1.7 基本偏差系列

下出现过盈配合),其基本偏差的确定是按过盈配合的使用要求,以最小过盈考虑,使与一定等级的基准孔形成过盈配合,且大多以 H7 为基础。如 p 与 H7 配合时,要求有 0 ~ 5 μm 的最小过盈值,故其基本偏差计算式为 $ei = IT7 + (0 \sim 5) \mu m$,而 p 与 H8 配合,实际上成为过渡配合。轴的基本偏差值见表 1.5。

②孔的基本偏差

基孔制和基轴制是两种并行等效的配合基准制,故两者中由同名基本偏差代号表示非基准件组成的同名配合,在孔、轴公差等级分别相同的条件下,如 H9/d9 与 D9/h9、H7/m6 与 M7/h6、H6/t5 与 T6/h5 等,其配合性质对应相同。因此,孔的基本偏差可由轴的基本偏差换算得到。

孔的基本偏差由同一字母代号轴的基本偏差换算时采用以下两种换算规则:

A. 通用规则:

同一代号表示的孔、轴基本偏差的绝对值相等而符号相反。适用于通用规则换算的孔有所有公差等级的 A—H;标准公差大于 IT8(不包括 IT8)的 K、M、N;标准公差大于 IT7(不包括 IT7)的 P—ZC。

对于 A—H,其基本偏差为下极限偏差 EI,其换算为

$$EI = -es$$