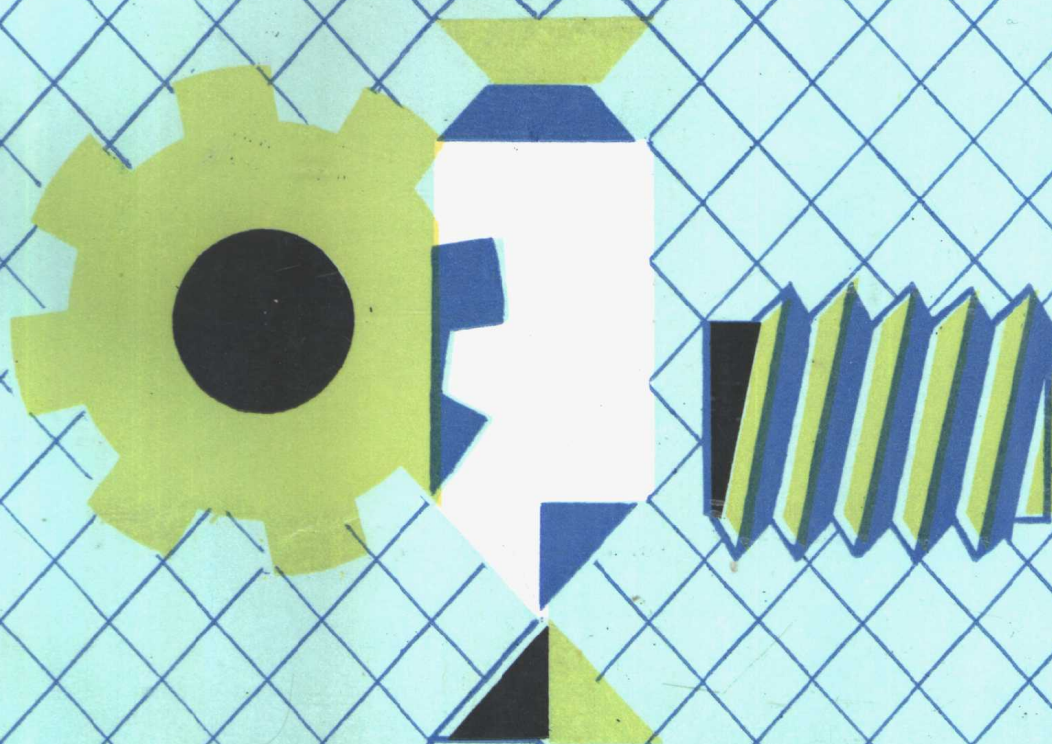


国家技术监督局国家标准统一宣贯教材

机械基础国家标准 宣贯教材

国家技术监督局标准化司 组编



中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械基础国家标准宣贯教材/国家技术监督局标准化司. —北京: 中国计量出版社,
1996. 9

ISBN 7-5026-0894-X

I. 机… I. 国… II. 机械工程-国家标准-中国—学习参考资料 IV. TH-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 13262 号

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

河北省永清县第一胶印厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787×1092 毫米 16 开本 印张 37.5 字数 913 千字

1997 年 5 月第 1 版 1997 年 5 月第 1 次印刷

*

印数 1—5,000 定价: 50.00 元

本书编委会名单

主 编：李忠海

副主编：朱一文 刘同占

编 委：(以姓氏笔画为序)

马林聪	王东宝	朱桂初	刘巽尔
刘瑞清	李凤文	汪 恺	张灵光
张纪真	余骏武	谷晓宇	殷明汉
袁华南	戴 红		

撰稿人：(以姓氏笔画为序)

于 源	王欣玲	刘巽尔	汪 恺
张纪真	孟宪培	强 毅	詹昭平

统稿人：张纪真 刘巽尔 汪 恺

序

标准化是一项综合性的技术基础工作，是推行科学管理、推动企业技术进步和提高企业管理水平的重要手段。机械基础标准又是机械行业的重要基础标准。机械工业为了实现两个根本性转变，适应市场经济的需要，在“九五”期间，提出打好产品质量翻身、组织结构优化和开发能力提高的“三大战役”。打好“三大战役”，标准化工作是基础。因而，加强标准化工作、提高标准水平、全面贯彻实施标准是当前机械工业标准化工作的重要任务。

我国的机械基础标准，自70年代以来，经过标准化技术人员的深入研究和广大的企、事业单位的认真贯彻执行，使各类机械产品的质量和设计、制造、检测水平有了相当程度的提高，取得了良好的经济效益，为加快机械行业的发展和技术交流与合作提供了必要的技术保证。

近几年来，科学技术的进步对产品质量要求不断提高，国际、国内标准化科学研究工作也取得了长足发展，相对而言，原有的基础标准在很大程度上已不能满足发展的需要。因此，在“认真贯彻执行积极采用国际和国外先进标准”方针的指导下，我们对各项机械基础标准有计划的按照等同或等效采用国际标准的原则进行了全面的制订和修订，对原标准作了较大幅度的补充和更新，其技术内容更加合理、完善，更加适应技术进步和国民经济发展的要求。

目前，我国机械行业的工程技术人员队伍正处在新老交替的阶段，在第九个五年计划刚刚开始和国有企业深化改革之际，为了增强机械产品在国际、国内市场的竞争能力，机械工业的发展必须转变到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。因此，对机械行业的各类工程技术人员和工人进行一次广泛的机械基础国家标准的教育与培训已成为当前一项十分重要和迫切的任务。这项工作对于目前蓬勃发展、并在国民经济中发挥越来越重要作用的乡镇企业，就更为必要了。

为此，国家技术监督局组织有关专家编写了《机械基础国家标准宣贯教材》。教材包括了“极限与配合”、“形状和位置公差”、“表面粗

糙度”、“螺纹”、“轴伸、键和花键”、“渐开线圆柱齿轮精度”、“技术制图”和“图样和技术文件”等八个方面的134项现行国家标准。本教材是按照讲清原理、便于自学、指导应用的原则进行编写的。所以，强调了基本概念的解释和对标准实际应用的指导。因此，结合本宣贯教材的学习，将有助于正确掌握和运用有关标准，发挥标准的技术指导作用。

该《机械基础国家标准宣贯教材》是自70年代末期以来，国家技术监督局组织全面宣贯机械基础标准以后的又一次为全面正确地贯彻实施机械基础国家标准提供的全新的技术资料。希望它能对从事机械产品设计、制造、检测的广大工程技术人员，教学、科研人员和技术工人的实际工作有所帮助，并望在实践过程中对教材及有关标准的不足之处提出批评与建议。

国家技术监督局副局长



1997年5月

责任编辑:陈小林 许宇凌

封面设计:齐洪海

内 容 提 要

本书为国家技术监督局指定的机械基础国家标准宣贯教材。该书对涉及面最广的通用、重型、矿山、机床、轻工、纺织、石油、化工、冶金、煤炭、电工等机械行业均需采用的基础标准:尺寸公差,形状和位置公差,表面粗糙度,螺纹,轴伸、键和花键,渐开线圆柱齿轮精度,技术制图,图样和技术文件等 8 类 134 项标准的基本概念、规定内容、检测方法、应用要点及新旧标准的对应关系等进行了系统的介绍。其中包括近期完成制、修订并已上报待批的新标准 20 余项。本书内容丰富、全面,叙述通俗、正确,重点突出,深入浅出,适用于各厂矿、企业的设计、工艺、检测、标准化等技术人员阅读,还可供大专院校有关专业师生参考。

目 录

第一章 尺寸公差	(1)
第一节 概述	(1)
一、尺寸公差与尺寸误差	(1)
二、误差与精度	(1)
三、有关尺寸公差国家标准的概况	(2)
第二节 圆柱公差与配合	(3)
一、极限与配合 基础 (GB 1800)	(3)
二、尺寸至 500mm 孔、轴公差带与配合 (GB 1801—79)	(24)
三、尺寸大于 500 至 3 150mm 常用孔、轴公差带 (GB 1802—79)	(33)
四、尺寸至 18mm 孔、轴公差带 (GB 1803—79)	(35)
五、一般公差 线性尺寸的未注公差 (GB/T 1804—92)	(36)
第三节 光滑工件尺寸的检验	(38)
一、光滑极限量规 (GB 1957—81)	(38)
二、用普通计量器具检验 (GB/T 3177—1996)	(45)
第四节 圆锥与角度公差	(53)
一、锥度与锥角系列 (GB 157—89)	(53)
二、圆锥公差 (GB 11334—89)	(57)
三、圆锥配合 (GB 12360—90)	(61)
四、棱体的角度与斜度系列 (GB 4096—83)	(65)
五、未注公差角度的极限偏差 (GB 11335—89)	(67)
第二章 形状和位置公差	(69)
第一节 概述	(69)
一、形状和位置误差	(69)
二、形位公差和公差带	(70)
三、评定形位误差的原则——最小条件	(72)
四、形位公差标准化概况	(74)
第二节 形位公差的符号及标注 (GB/T 1182—1996)	(75)
一、形位公差的分类及符号	(75)
二、框格标注法	(77)
三、简化标注	(84)
四、今后不再允许出现的标注方法	(85)
第三节 形位公差定义及公差带解释 (GB/T 1182—1996)	(86)
一、形状公差的定义及公差带解释	(86)
二、位置公差的定义及公差带解释	(91)

第四节 形位公差的相关要求 (GB/T 16671—1996)	(106)
一、基本概念	(106)
二、相关要求的规定及示例	(110)
第五节 形位公差值 (GB/T 1184—1996)	(121)
一、形位公差未注公差值	(121)
二、形位公差注出公差值	(124)
第六节 形位误差的检测 (GB 1958—80)	(131)
一、基本规定	(132)
二、检测原则	(132)
三、各类要素的体现或建立	(134)
四、检测方法示例	(141)
第三章 表面粗糙度	(176)
第一节 概述	(176)
第二节 基本概念	(179)
一、表面与轮廓	(179)
二、基准与基准制	(181)
三、参数	(183)
第三节 表面粗糙度参数值	(186)
一、表面粗糙度的评定参数及选用原则	(186)
二、评定参数的数值系列	(187)
三、表面粗糙度应用示例	(189)
四、新旧标准对比	(192)
第四节 代号及标注	(193)
一、表面粗糙度的符号与代号	(193)
二、各参数的标注方法	(195)
三、极限值和最大值、最小值的标注	(196)
四、表面加工纹理方向符号及标注	(197)
五、取样长度的标注	(198)
六、加工余量及工艺方法的标注	(198)
七、图样上的标注方法及示例	(199)
八、图样上的简化标注	(203)
九、标注实例	(204)
第五节 木制件表面粗糙度参数及其数值	(209)
一、评定参数	(210)
二、参数值系列	(211)
附录 表面粗糙度比较样块	(215)
一、铸造表面粗糙度比较样块 (GB 6060.1—85)	(215)
二、机械加工表面粗糙度比较样块 (GB 6060.2—85)	(218)
三、电火花加工、抛光加工、抛(喷)丸、喷砂加工表面粗糙度比较样块 (GB 6060.3—85、GB6060.4—88、GB6060.5—88)	(221)
四、木制件表面粗糙度比较样块 (GB/T 14495—93)	(223)
第四章 螺纹	(226)

第一节 概述	(226)
一、螺纹标准化及其分类	(226)
二、螺纹国家标准概况	(226)
第二节 螺纹的通用术语	(230)
一、术语标准的主要内容	(231)
二、术语中的几个重要概念	(238)
第三节 普通螺纹	(241)
一、普通螺纹 基本牙型 (GB 192—81)	(241)
二、普通螺纹 直径与螺距系列 (GB 193—81)	(242)
三、普通螺纹 基本尺寸 (GB 196—81)	(245)
四、普通螺纹 公差与配合 (GB 197—81)	(248)
五、普通螺纹 偏差表 (GB 2516—81)	(262)
六、螺纹的验收	(272)
第四节 过渡配合螺纹 (GB/T1167—1996)	(274)
一、过渡配合螺纹的牙型和尺寸	(274)
二、过渡配合螺纹的公差带及其组合	(274)
三、过渡配合螺纹的标记	(276)
四、标准附录中的辅助锁紧结构	(277)
五、新标准的使用说明	(278)
第五节 梯形螺纹	(278)
一、梯形螺纹的适用范围	(278)
二、梯形螺纹 牙型 (GB 5796.1—86)	(279)
三、梯形螺纹 直径与螺距系列 (GB 5796.2—86)	(281)
四、梯形螺纹 基本尺寸 (GB 5796.3—86)	(284)
五、梯形螺纹 公差 (GB 5796.4—86)	(287)
六、梯形螺纹 极限尺寸的计算示例	(296)
第六节 管螺纹	(297)
一、管螺纹的分类与应用场合	(297)
二、管螺纹术语及基本概念	(298)
三、用螺纹密封的管螺纹 (GB 7306—87)	(299)
四、非螺纹密封的管螺纹 (GB 7307—87)	(304)
五、60°圆锥管螺纹 (GB/T 12716—91)	(308)
六、管螺纹新、旧代号的对应关系	(313)
第五章 轴伸、键和花键	(314)
第一节 轴伸	(314)
一、概述	(314)
二、圆柱形轴伸 (GB 1569—90)	(315)
三、圆锥形轴伸 (GB 1570—90)	(315)
四、轴伸标准的选用	(322)
第二节 键联结	(325)
一、概述	(325)
二、普通平键和导向平键	(326)
三、薄型平键	(333)

四、半圆键	(336)
五、楔键	(338)
第三节 花键	(345)
一、概述	(345)
二、花键 基本术语 (GB/T 15758—1995)	(346)
三、矩形花键 (GB 1144—87)	(352)
四、渐开线花键 (GB/T 3478.1—1995、GB/T 3478.5—1995)	(362)
第六章 渐开线圆柱齿轮精度	(393)
第一节 概述	(393)
一、齿轮传动的特点	(393)
二、齿轮精度标准的发展概况	(394)
三、齿轮精度标准的结构	(397)
四、齿轮常用几何要素及误差、公差、极限偏差代号	(397)
第二节 模数	(400)
一、齿轮模数的概念	(400)
二、GB 1357—87 渐开线圆柱齿轮 模数	(401)
第三节 基本齿廓	(402)
一、基本齿廓的概念	(402)
二、GB 1356—88 渐开线圆柱齿轮 基本齿廓	(403)
第四节 GB 10095—88 渐开线圆柱齿轮精度	(403)
一、标准的适用范围	(404)
二、精度指标和误差项目的代号	(406)
三、齿轮的误差及公差	(408)
四、齿轮副的误差及公差	(416)
五、精度等级及公差组	(420)
六、齿轮和齿轮副的检验与公差	(425)
七、侧隙的计算与选用	(429)
八、齿坯要求	(436)
九、图样标注	(438)
十、图样上应注明的尺寸数据	(439)
第七章 技术制图	(442)
第一节 概述	(442)
第二节 基本规定	(442)
一、图纸幅面与格式 (GB/T 14689—93)	(442)
二、比例 (GB/T 14690—93)	(444)
三、字体 (GB /T 14691—93)	(445)
四、图线 (GB 4457.4—84)	(448)
五、剖面符号 (GB 4457.5—84)	(449)
第三节 图样画法	(451)
一、图样画法 (GB 4458.1—84)	(451)
二、装配图序号及编排方法 (GB 4458.2—84)	(456)
第四节 尺寸与公差注法	(457)
一、尺寸注法 (GB 4458.4—84)	(457)

二、尺寸公差与配合注法 (GB 4458.5—84)	(463)
三、圆锥尺寸与公差注法 (GB/T 15754—1995)	(465)
第五节 常用件与结构要素的画法和注法	(471)
一、螺纹及螺纹紧固件表示法 (GB/T 4459.1—1995)	(471)
二、齿轮表示法 (GB 4459.2—84)	(479)
三、花键表示法 (GB 4459.3—84)	(485)
四、弹簧表示法 (GB 4459.4—84)	(487)
五、中心孔表示法 (GB 4459.5—84)	(493)
六、滚动轴承表示法 (GB 4458.1—84 附录 A)	(494)
第六节 常用图形符号及表示法	(497)
一、金属结构件表示法 (GB 4656—84)	(497)
二、焊缝符号及其表示法 (GB 324—88、GB 12212—90)	(503)
第八章 图样和技术文件	(525)
第一节 图样	(525)
一、图样的类别与含义 (ZB/T J 01035.1—90)	(525)
二、产品图样的一般要求 (ZB/T J 01035.2—90)	(526)
三、产品图样的格式 (GB 10609.1~2—89, ZB/T J 01035.3—90)	(529)
第二节 设计文件	(535)
一、设计文件的类别及完整性 (ZB/T J 01035.5—90)	(535)
二、明细表、汇总表与目录 (ZB/T J 01035.3—90)	(536)
三、几项设计文件的内容与编制要求	(539)
第三节 工艺文件	(558)
一、工艺文件的分类与完整性 (JB/Z 187.2—88)	(558)
二、工艺规程 (JB/Z 338.5—88)	(560)
三、管理用工艺文件 (JB/Z 187.4—88)	(570)
第四节 图样与技术文件的更改 (ZB/T J 01035.6—90, JB/Z 338.8—88)	(581)
一、更改原则	(581)
二、更改权限	(581)
三、更改程序与更改方法	(584)

第一章 尺 寸 公 差

第一节 概 述

一、尺寸公差与尺寸误差

由于任何一种加工方法都不可能把工件做得绝对准确，所以，一批完工工件的尺寸之间就一定存在着不同程度的差异。也就是说，在相同的加工条件下，一批完工工件的尺寸是各不相同的。通常，我们把一批工件的尺寸变动称为尺寸误差。制造技术水平的提高，可以减小一批完工工件的尺寸变动，即减小尺寸误差，但永远不可能消除尺寸误差。因此，误差是必然存在的。误差的存在是事物的客观规律性的表现。

从满足产品使用性能要求来看，也不要求一批相同规格零件的尺寸完全相同，而是根据使用要求的高低，允许有不同程度的差异。换言之，为满足产品使用性能要求，允许完工工件尺寸有所差异，即允许存在尺寸误差。一批工件允许的尺寸误差称为尺寸公差。

因此，有必要也有可能在设计图样上规定零件的尺寸公差。

规定公差的主要根据是产品使用性能的要求。精度要求较高的产品和重要尺寸，应该规定较小的公差，精度要求较低的产品和不重要的尺寸，可以规定较大的公差。同时，还应考虑生产的经济性，因为公差越小，加工越困难，生产成本就越高。所以，在设计图样上规定公差的原则是在保证满足产品使用性能要求的前提下，给出尽可能大的公差，以满足经济性的要求。

二、误差与精度

如前所述，在尺寸范畴内，误差定义为一批工件的尺寸变动，它表示加工条件所能达到的尺寸的精密程度，或称加工精度。尺寸变动越大，即加工误差越大，或称加工精度越低；反之，尺寸变动越小，即加工误差越小，或称加工精度越高。因此，尺寸的精度是对一批工件而言的。单个工件是不能定义其尺寸精度（或尺寸误差）的。

在尺寸范畴内还有一个概念就是偏差，它是工件尺寸对规定尺寸的差值。通常取工件的基本尺寸作为定义偏差的规定尺寸，尺寸偏差就是工件的尺寸对其基本尺寸的差值。因此，尺寸偏差是对单个工件的尺寸进行定义的。不同的工件具有不同的尺寸，因而也具有不同的尺寸偏差。

例如，在磨床上加工一批轴，共 50 件。以各轴测得的尺寸进行分组统计列于表 1—1，并作统计图如图 1—1 所示。由图表可见，这批轴的尺寸变动范围为 7.955~7.985mm。也就是说这种加工方法可以达到的加工精度为 0.03mm ($=7.985-7.955$)。各组工件的尺寸偏差是

不相同的。以第2组为例，其中间尺寸为7.960mm，而基本尺寸为8mm，则该组工件的尺寸偏差为 $7.960-8=-0.04\text{mm}$ 。如果在同样条件下，适当改变磨轮与工件的相对位置，则工件的尺寸偏差将产生相应的变化（增大或减小），而尺寸误差基本不变。

所以，尺寸误差是一批工件的分散程度，而尺寸偏差则是单个工件的尺寸对规定尺寸的偏离。

表 1—1 工件尺寸统计表

组号 i	尺寸范围 (mm)	各组尺寸的中值 (mm)	件数 n_i	频率 n_i/N (%)
1	$>7.9525 \sim 7.9575$	7.955	3	6
2	$>7.9575 \sim 7.9625$	7.960	6	12
3	$>7.9625 \sim 7.9675$	7.965	11	22
4	$>7.9675 \sim 7.9725$	7.970	14	28
5	$>7.9725 \sim 7.9775$	7.975	10	20
6	$>7.9775 \sim 7.9825$	7.980	4	8
7	$>7.9825 \sim 7.9875$	7.985	2	4

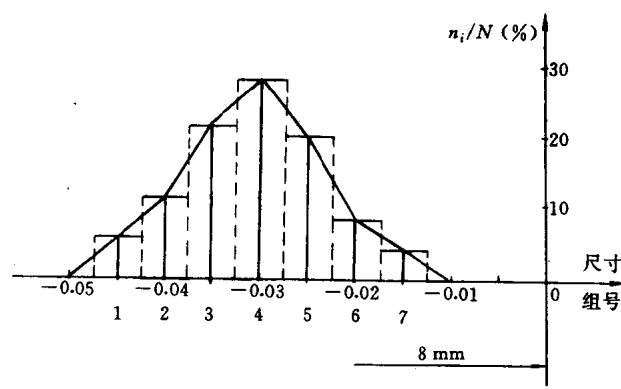


图 1—1 工件尺寸统计图

应该注意，在不同的研究范畴内，误差的定义往往是不同的。例如，形状误差是工件被测要素的实际形状对理想形状的变动，位置误差是工件被测要素的实际位置对理想位置的变动。关于形状和位置误差的概念将在第二章中详细讨论。此外，在对测量过程的研究中，测量误差通常定义为测得值对真值之差，即测得值对被测量的真实大小的偏离。

三、有关尺寸公差国家标准的概况

我国自1959年起开始制订以原苏联标准(ГОСТ)为基础的公差与配合国家标准。1979年后，随着国家经济形势的发展与变化，标准化工作逐步与国际标准(ISO)相接轨，标准体系发生了极大的变化，同时也取得了可喜的进展。10余年来，先后制(修)订了《极限与配合》(公差与配合)(GB 1800~1804)、《光滑极限量规》(GB 1957)、《光滑工件尺寸的检验》(GB 3177)、《过盈配合的计算和选用》(GB 5371)，以及与之相配套的指导性技术文件：《配制配合》(JB/Z 144)、《GB 3177—82〈光滑工件尺寸的检验〉使用指南》(JB/Z 181)和《统计尺寸公差》(JB/Z 304)。在此基础上，又进一步制订了《铸件尺寸公差》(GB 6414)和

《尺寸链 计算方法》(GB 5847)等。最近,又按等同采用的原则,将GB 1804修订为推荐标准《一般公差 线性尺寸的未注公差》(GB/T 1804)和部分代替GB 1800—79的《极限与配合 基础 第1部分:词汇》(GB/T 1800.1—1996)及《光滑工件尺寸的检验》(GB/T 3177—1996)。

在圆锥和角度方面,有《锥度与锥角系列》(GB 157)、《圆锥公差》(GB 11334)、《圆锥配合》(GB 12360)、《棱体的角度与斜度系列》(GB 4096)和《未注公差角度的极限偏差》(GB 11335)等。

总之,我国目前已初步建立并形成了与国际标准相适应的基础公差标准体系,可以满足经济发展和对外交流的需要。

第二节 圆柱公差与配合

圆柱公差与配合的国家标准,原定名为《公差与配合》(GB 1800~1804—79)。现为与国际标准接轨,将名称改为《极限与配合》。并把原GB 1800—79在《极限与配合 基础》(GB/T 1800.1—1996)的总标题下分为三个部分:

GB/T 1800.1《极限与配合 基础 第1部分:词汇》;

GB/T 1800.2《极限与配合 基础 第2部分:公差、偏差和配合的基本规定》;

GB/T 1800.3《极限与配合 基础 第3部分:标准公差和基本偏差数值表》。

现已完成的GB/T 1800.1《极限与配合 基础 第1部分:词汇》在生效之日起,同时代替GB 1800—79中的“术语及定义”部分。

一、极限与配合 基础 (GB 1800)

1. 词汇 (GB/T 1800)

在国家标准《极限与配合 基础 第1部分:词汇》(GB/T 1800.1—1996)中,规定了有关尺寸、偏差、公差、配合的各基本术语和定义。

(1) 有关尺寸的术语

① 尺寸

尺寸是以特定单位表示线性尺寸值的数值。

广义地说,尺寸还可以包括以角度单位表示角度尺寸的数值。

② 孔和轴

孔:通常指工件的圆柱形内表面,也包括非圆柱形内表面(由两平行平面或切面形成的包容面)。

轴:通常指工件的圆柱形外表面,也包括非圆柱形外表面(由两平行平面或切面形成的被包容面)。

由此可见,孔、轴具有广泛的含义。不仅表示通常理解的概念,即圆柱形的内、外表面,而且也包括由两平行平面或切面形成的包容面和被包容面。例如,在图1—2所示的各表面中,由 D_1 、 D_2 、 D_3 和 D_4 各尺寸确定的各组平行平面或切面所形成的包容面都称为孔;由 d_1 、 d_2 、 d_3 和 d_4 各尺寸确定的圆柱形外表面和各组平行平面或切面所形成的被包容面都称为轴。因

而, 孔、轴分别具有包容和被包容的功能。

如果两平行平面或切面既不能形成包容面, 也不能形成被包容面, 那么它们既不是孔, 也不是轴, 例如图 1—2 中由 L_1 、 L_2 和 L_3 各尺寸确定的各组平行平面或切面。

③基本尺寸

基本尺寸是用来与上、下偏差计算出最大、最小极限尺寸的尺寸。孔的基本尺寸用 D 表示, 轴的基本尺寸用 d 表示。

基本尺寸可以在设计中根据强度、刚度、运动、工艺、结构、造型等不同要求来确定。

基本尺寸可以是一个整数或一个小数值, 例如 32, 15, 8.75, 0.5, ……等等。

基本尺寸表示尺寸的基本大小, 它不是加工要求的尺寸。

④实际尺寸

实际尺寸是通过测量获得的某一孔、轴的尺寸。孔的实际尺寸以 D_a 表示, 轴的实际尺寸以 d_a 表示。

由于测量误差的存在, 所以, 实际尺寸不一定是被测尺寸的真值。又由于测量误差具有随机性, 所以多次测量同一尺寸所得的实际尺寸可能是不相同的。此外, 由于被测工件形状误差的存在, 测量器具与被测工件接触状态的不同, 其测量结果也是不同的。我们把任何两相对点之间测得的尺寸, 即一个孔或轴的任意横截面中的任一距离, 称为“局部实际尺寸”(或“实际局部尺寸”)。除非特别指明, 通常所谓实际尺寸均指局部实际尺寸, 即用两点法测得的尺寸。

⑤极限尺寸

极限尺寸是一个孔或轴允许的尺寸变化的两个极端值。孔或轴允许的最大尺寸称为最大极限尺寸, 孔或轴允许的最小尺寸称为最小极限尺寸。孔的最大和最小极限尺寸分别以 $D_{\max}$ 和 $D_{\min}$ 表示; 轴的最大和最小极限尺寸分别以 $d_{\max}$ 和 $d_{\min}$ 表示。

设计中规定极限尺寸是为了限制工件尺寸的变动, 以满足预定的使用要求。完工工件尺寸的合格条件是任一局部实际尺寸均不超出最大和最小极限尺寸, 即

对于孔 $D_{\max} \geq D_a \geq D_{\min}$

对于轴 $d_{\max} \geq d_a \geq d_{\min}$

⑥最大实体状态和最大实体尺寸

孔或轴具有允许的材料量为最多时的状态称为最大实体状态 (MMC)。在最大实体状态下的极限尺寸, 称为最大实体尺寸 (MMS) 或最大实体极限 (MML)。它是孔的最小极限尺寸 ($D_{\min}$) 和轴的最大极限尺寸 ($d_{\max}$) 的统称。

⑦最小实体状态和最小实体尺寸

孔或轴具有允许的材料量为最少时的状态称为最小实体状态 (LMC)。在最小实体状态下的极限尺寸, 称为最小实体尺寸 (LMS) 或最小实体极限 (LML)。它是孔的最大极限尺寸 ($D_{\max}$) 和轴的最小极限尺寸 ($d_{\min}$) 的统称。

最大实体状态是对装配最不利的状态, 即可能获得最紧的装配结果的状态, 它也是工件强度最高的状态; 最小实体状态是对装配最有利的状态, 即可能获得最松的装配结果的状态, 它也是工件强度最低的状态。

最大和最小实体状态都是设计规定的合格工件的材料量的两个极限状态 (图 1—3)。

(2) 有关偏差与公差术语

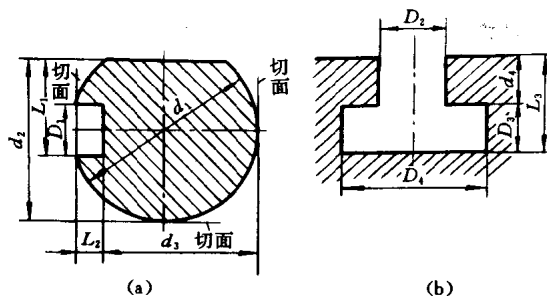


图 1—2 孔和轴

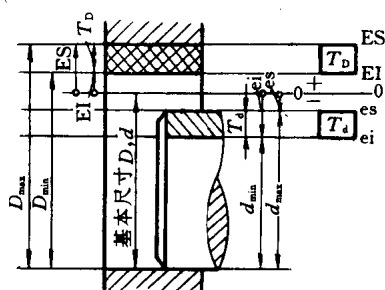


图 1—3 最大实体状态和最小实体状态

①偏差

某一尺寸（实际尺寸、极限尺寸，等等）减其基本尺寸所得的代数差称为偏差。偏差可以为正、负或零。

偏差可以分为实际偏差和极限偏差。

实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。孔的实际偏差以 E_a 表示，轴的实际偏差以 e_a 表示，即

$$E_a = D_a - D$$

$$e_a = d_a - D$$

极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为极限偏差。

最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差。孔的上偏差以 ES 表示；轴的上偏差以 es 表示，即

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

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

最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差。孔的下偏差以 EI 表示；轴的下偏差以 ei 表示，即

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

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

工件尺寸合格性的条件也可以用偏差表示如下：

对于孔 $ES \geq E_a \geq EI$ ；对于轴 $es \geq e_a \geq ei$

极限偏差与极限尺寸的关系如图 1—4 所示。

②尺寸公差（简称公差）

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，称为尺寸公差，简称公差。公差是允许尺寸的变动量。孔的公差以 T_D 表示，轴的公差以 T_d 表示，即

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$$

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$$

公差和极限偏差既有区别，又有联系。它们都是由设计规定的。公差表示对一批工件的尺寸均匀程度的要求，即其尺寸的允许变动范围。它是工件尺寸精度的指标，但不能根据公差来逐一判断工件尺寸的合格性。极限偏差表示工件尺寸允许变动的极限值，它原则上与工件尺寸精度无关，但上、下偏差之差（公差）又与精度有关。极限偏差是判断工件尺寸是否合格的依据。

③公差带

在公差带图解中,由代表上偏差和下偏差,或最大极限尺寸和最小极限尺寸的两条直线所限定的区域,称为公差带(或尺寸公差带)。

以基本尺寸为零线(零偏差线),用适当的比例画出两极限偏差,以表示尺寸允许变动的界限及范围,称为公差带图(尺寸公差带图)。

通常,公差带图的零线水平安置,且取定零线以上为正偏差,零线以下为负偏差。偏差数值多以微米(μm)为单位进行标注。

公差带的大小取决于公差数值的大小,公差带相对于零线的位置取决于极限偏差的大小。大小相同而位置不同的公差带,它们对工件的精度要求相同,而对尺寸大小的要求不同。必须既给定公差数值以确定公差带大小,又给定一个极限偏差(上偏差或下偏差)以确定公差带位置,才能完整地描述一个公差带,表达对工件尺寸的设计要求。

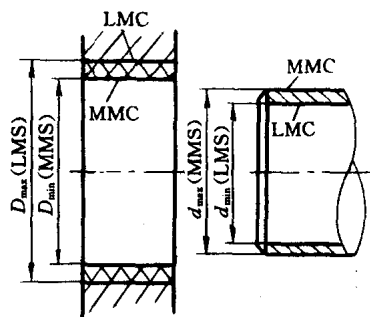


图 1-4 极限尺寸、公差与偏差

极限尺寸、公差与偏差的关系如图 1-4 所示。

(3) 有关配合的术语

①间隙与过盈

孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得之差为正时,此差值称为间隙。

孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得之差为负时,此差值称为过盈。

因此,过盈就是负间隙,间隙也就是负过盈。

间隙以 S 表示,过盈以 δ 表示。

孔的实际尺寸 D_a 减去相配合的轴的实际尺寸 d_a , 称为实际间隙 S_a 或实际过盈 δ_a , 即

$$S_a (-\delta_a) = D_a - d_a$$

设计给定了相互配合的孔、轴的极限尺寸(或极限偏差)以后,也就相应地确定了间隙或过盈允许变动的界限,亦称为极限间隙或极限过盈。

极限间隙有最大间隙 $S_{\max}$ 和最小间隙 $S_{\min}$;

极限过盈有最大过盈 $\delta_{\max}$ 和最小过盈 $\delta_{\min}$ 。

它们与相配孔、轴的极限尺寸或极限偏差的关系为:

$$S_{\max} (-\delta_{\min}) = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$S_{\min} (-\delta_{\max}) = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

②配合

基本尺寸相同的相互结合的孔和轴公差带之间的关系称为配合。

根据相互结合的孔、轴公差带不同的相对位置关系,可以把配合分成三类:

a. 间隙配合

保证具有间隙(包括最小间隙等于零)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 1-5 所示。

由图 1-5 可见,当孔的公差带在轴的公差带之上时, $D_{\min} \geq d_{\max}$ 或 $EI \geq es$, 则形成间隙配合。表示对间隙配合松紧程度要求的特征值是最大间隙 $S_{\max}$ 和最小间隙 $S_{\min}$ 。有时也用平均间隙 S_{av} , 它是最大间隙与最小间隙的平均值, 即

$$S_{av} = (S_{\max} + S_{\min}) / 2$$