



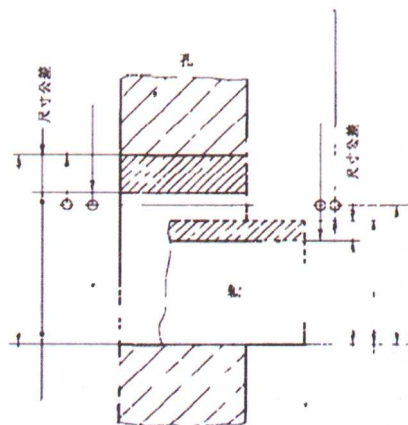
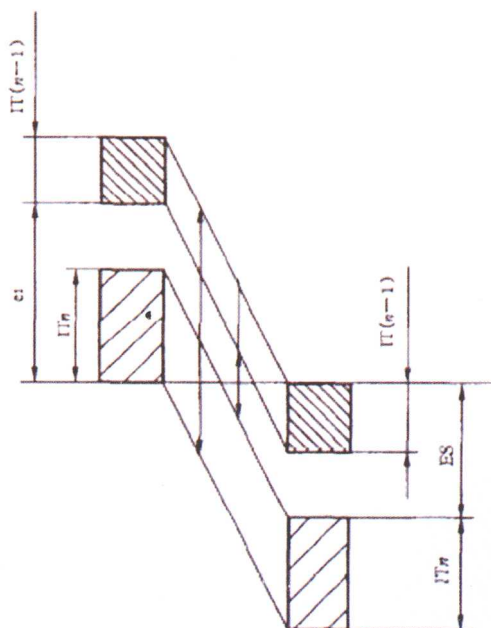
中国职业教育和职业培训协会教材类一等奖

中等职业技术学校机械类专业通用教材

公差配合 与技术测量

曾秀云 主编
梁文远 参编
张可安 主审

第2版



奉献最新标准
免费电子教案
配习题集及答案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

GONGCHA PEIHE YU JISHU CELIANG

本书是根据教育部职业教育与成人教育司及人力资源和社会保障部颁发的有关“公差配合与技术测量”方面的教学计划和教学大纲,结合中等职业技术学校实际教学改革的特点编写而成的。

本书2007年的第1版就及时编入了2006年国家最新的表面粗糙度标准,且因为编写的形式和内容的取材非常适合中职学生的学习而备受各中职学校及社会培训机构的好评。此次修订的第2版又及时编入了9个2008~2009版最新的极限与配合和几何公差的标准,堪称这类教材的领跑者。主要内容包括极限与配合、几何公差、公差原则、表面粗糙度、技术测量的基本知识、常用的计量器具及光滑工件尺寸的检测等。

本书可供中等职业技术学校机械类和近机类专业使用,也可作为高、中级技能人才培训教材和机械工人自学用书。

本书配有《公差配合与技术测量习题集》,同时配有电子教案和习题集答案。电子教案和习题集答案可在<http://www.cmpedu.com>或<http://www.cmpbook.com>网站免费下载,电话咨询请拨打(010)88379405。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与技术测量/曾秀云主编. —2版. —北京:机械工业出版社,2010.7

中等职业技术学校机械类专业通用教材

ISBN 978-7-111-31254-3

I. ①公… II. ①曾… III. ①公差-配合-专业学校-教材②技术测量-专业学校-教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第130855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:何月秋 责任编辑:庞晖 责任校对:任秀丽

封面设计:马精明 责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2010年8月第2版·第1次印刷

184mm×260mm·10.75印张·259千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-31254-3

定价:19.80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

第2版前言

《公差配合与技术测量》是中、高等工科职业院校、机械专业和机电一体化专业课程体系中一门重要的技术基础课。它在教学中起着联系基础课及其他技术基础课与专业课的桥梁作用，也起着联系设计类课程与制造工艺课程的纽带作用。它紧紧围绕机械产品零部件的制造误差和公差及其关系，研究零部件的设计、制造精度与技术测量方法。

《公差配合与技术测量》自2007年出版三年以来不断重印，已经发行了30000多册，在高职、中专、中技等职业院校，以及社会培训机构中发挥了重要作用，受到了广大师生的欢迎和好评，在2007年广东职业培训协会举办的科研成果评审中荣获教材类“三等奖”；在2008年人力资源和社会保障部中国职工和职业培训协会举办的科研成果评审中荣获教材类“一等奖”。

随着科技的迅猛发展和时代的不断进步，国际标准和国家标准在不断地更新和修订，本书2007年的第1版就及时编入了2006年国家最新的表面粗糙度标准，且因为编写形式和内容的取材非常适合中职学生的学习而备受各中职学校及社会培训机构的好评。此次修订的第2版又及时编入了9个2008~2009版最新的极限与配合和几何公差的标准，堪称这类教材的领跑者。

为了落实“教育部关于以就业为导向深化职业教育的若干意见”，也为了保证本教材的先进性，按照人力资源和社会保障部《国家职业标准》的要求，新版教材在广泛征求用书单位和广大读者意见的基础上进行了适当的修订和进一步的完善。本教材第2版主要突出以下特色：

(1) 在原书总体结构不变的前提下，保持前一版的特色和风格，全面贯彻最新的国际标准体系和国家标准体系——产品几何技术规范(Geometrical Product Specification and Verification, 简称GPS)几何技术标准体系，立足职业学校师生和企业的实际需求，对全书的内容进行了全面修订，全面地阐述了相关的GPS概念和标准体系。

(2) 对新旧国标最主要的不同点进行了说明，以方便学生和企业工人对新旧国家标准进行区别和学习，满足了从旧国家标准到新国家标准的学习过渡需求。

(3) 吸收和借鉴了各地学校教学改革的经验，坚持少而精的原则，突出重点，深浅适度，在表述上更加通俗、新颖。

本次修订工作得到了广州机电技师学院张可安院长的大力支持。而且张院长亲自担任主审，认真负责地审订了书稿并提出了许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢！

尽管我们在教材的特色建设方面做出了许多的努力，但因编者水平有限，书中难免存在疏漏和不当之处，恳请各教学单位和读者多提宝贵意见和建议！

本书配套有《公差配合与技术测量习题集》，同时配有电子教案和习题集答案。电子教案和习题集答案可在<http://www.cmpedu.com> 或 <http://www.cmpbook.com> 网站免费下载，电话咨询请拨打(010) 88379405。

第1版前言

本教材是根据教育部职业技术教育司机械类通用工种教学计划及部分专业课程教学大纲审定会审定的公差配合与技术测量教学大纲，结合全国职业教育机械专业教学计划的要求、目的和特点，本着职业教育教材改革的精神编写的。

《公差配合与技术测量》是一门实践性较强的专业基础课，技术含量较高。

本教材主要具有以下特色：

(1) 选材范围 选材采用最新的国家标准、行业标准和国际标准等。

(2) 叙述形式 本教材力求以最少的篇幅，使用通俗易懂的语言，深入浅出地说明术语、定义和公式。

(3) 适用性 本教材学习目标明确，教学内容符合职业标准及企业生产的实际需要，归纳总结性好，适用于培养实用型人才。

(4) 衔接性 与企业培训和其他类型教育相沟通，与国家职业资格证书体系相衔接。

(5) 实践性 着眼于理论联系实际，注重实践教学环节，加强了生产实习教学和技能训练，实现教学与生产结合。

全书共分四章，建议课时分配如下（供参考使用）：

章 序	课 程 内 容	课 时
	绪论	1
第一章	尺寸公差与配合	15
第二章	形状和位置公差	18
第三章	表面粗糙度	6
第四章	技术测量	12
	机动	4
	合计	56

与教材配套的有相应的习题集和电子教案。习题集另册出版，电子教案可在 <http://www.cmpbook.com> 和 <http://www.cmpedu.com> 网站免费下载。

本教材主要适用于技校、中专、各种短训班机械加工、修理等职业的专业基础知识教学。

由于编写时间仓促，书中缺点和错误在所难免，诚挚希望使用本书的教师和广大读者批评指正，以便修改完善。

编 者

目 录

第 2 版前言	
第 1 版前言	
绪论	1
复习思考题	3
第一章 尺寸公差与配合	4
第一节 基本术语及其定义	5
第二节 标准公差系列	13
第三节 基本偏差系列	16
第四节 基准制	24
第五节 公差带与配合的选用	30
本章小结	35
复习思考题	37
第二章 几何公差	39
第一节 概述	39
第二节 几何公差和公差带	45
第三节 几何公差的标注	55
第四节 公差原则	60
第五节 几何公差的定义和 解释	67
本章小结	91
复习思考题	92
第三章 表面粗糙度	96
第一节 表面粗糙度概述	96
第二节 表面粗糙度的评定	98
第三节 表面粗糙度符号、代号及 标注	104
第四节 表面粗糙度的应用及 检测	111
本章小结	113
复习思考题	114
第四章 技术测量	115
第一节 技术测量的基础知识	115
第二节 常用长度计量器具	119
第三节 常用角度计量器具	128
第四节 光滑工件尺寸的检测	134
本章小结	142
复习思考题	143
附录	146
附录 A 轴的极限偏差	146
附录 B 孔的极限偏差	155
参考文献	163

绪 论

一、互换性概述

1. 互换性的含义

制成的同一规格的一批零（部）件，不需作任何挑选、调整或辅助加工（如钳工修理），就能进行装配，并能满足机械产品的使用性能要求的一种特性，称为互换性。具有这种特性的零（部）件称为具有互换性的零部件。能够保证零（部）件互换性的生产，称为遵循互换性原则的生产。

在日常生活中，有大量现象涉及到互换性。例如，手中的圆珠笔的笔芯没水了，买一支相同的笔芯装上就行了；杯盖不小心打烂了，买个相同规格的杯盖盖上就行了；冰箱、电视机、洗衣机等小家电中的零部件，若有损坏，只需换一个新的即可正常使用。

2. 互换性的种类

按其程度和范围的不同可分为完全互换性（又称绝对互换性）与不完全互换性（又称有限互换性）。

若零件在装配或更换时，不需选择、调整与修配，就能满足零件的使用性能要求，其互换性就称为完全互换性。当装配精度要求较高，且加工困难时，可采用不完全互换性。所谓不完全互换性，就是在装配前允许有附加的选择，装配时允许有附加的调整但不允许修配，装配后能满足预期的使用要求。

分组装配法即属典型的不完全互换性。当机器上某些部位的装配精度要求很高时，可将零件的制造公差适当放大，使之便于加工，加工后，零件按提取组成要素的局部尺寸大小分成若干组，使每组零件之间的提取组成要素的局部尺寸差别减小，装配时则按相应组进行（例如，大孔与大轴相配，小孔与小轴相配）。这种分组装配法，既可保证装配精度和使用要求，又能解决加工困难，降低成本。此时，仅组内零件可以互换，组与组之间不可互换。

在实际生产中一般都广泛应用完全互换性，而不完全互换只用于部件或机构在制造厂内部的装配，至于厂外协作，即使产量不大，一般也采用完全互换。

3. 互换性的技术经济意义

互换性是现代化生产中一项重要的技术经济原则，互换性原则广泛用于机械制造中的产品设计、零（部）件的加工和装配、机器的使用和维修等各个方面。

（1）在设计方面 按照互换性要求设计产品，选用最适合互换性的标准零部件、通用件，使设计、计算、制图等工作大为简化，且便于用计算机进行辅助设计，缩短设计周期，这对发展系列产品十分重要。

（2）在制造方面 按互换性原则组织生产，各个工件可分散加工，实现专业化协调生产，便于用计算机辅助制造，以提高产品质量和生产率，降低成本。

（3）在装配方面 由于零（部）件具有互换性，可提高装配质量，缩短装配周期，便于实现装配自动化，提高装配生产率。

（4）在使用维修方面 由于具有互换性，若零（部）件坏了，可方便地用备用件替换，

这样不但缩短了维修时间，而且保证了维修质量，还提高了机器的利用率和延长机器的使用寿命。

二、加工误差和公差

要使零件具有互换性，就必须保证零件几何参数的准确性。但是，零件在加工过程中总是存在误差的，而且，这些误差可能会影响到零件的使用性能。如何解决这个问题呢？实践证明，只要将这些误差控制在一定范围内，即按“公差”来制造，就能满足零件使用功能要求，也就是说仍可以保证零件的互换性要求。公差是指零件的几何参数允许的变动全量，它主要包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。

三、公差标准和标准化

1. 公差标准

既然要用公差来控制几何量误差，就必须确定公差的大小和零件几何参数的相关要求，即必须制定公差标准。公差标准是一项技术标准，要实现互换性，就要严格按照统一的技术标准进行设计、制造、装配、检验等。因为现代制造生产规模大、分工细、协作多、互换性要求高，因此必须严格按技术标准协调各个生产环节，才能使分散、局部的生产部门和生产环节保持技术统一，使之成为一个有机的生产系统，以实现互换性生产。

技术标准作为设计、科研、制造、检验和工程技术、技术设备、产品等的依据，种类繁多，一般为基础标准、方法标准、产品标准、安全卫生与环保标准等。本课程所介绍的公差配合标准等都属基础标准。

2. 标准化

标准化是指在制定标准、组织实施标准和对标准实施进行监督的社会活动的全过程，是一项重要的技术措施。各国经济发展的过程表明，标准化是实现和组织现代化生产的重要手段之一，也是反映现代化水平的重要标志之一。同时，它又是联系科研、生产、物流、使用等方面的纽带，是社会合理化的技术基础，还是发展经贸、提高产品在国际市场竞争能力的技术保证。此外，在制造业中，标准化是实现互换性生产的基础和前提。随着科学技术和经济的发展，我国标准化工作的水平日益提高，在发展产品种类、组织现代化生产、提高产品质量、确保互换性、实现专业化协作生产、加强企业科学管理和产品售后服务等方面发挥了积极作用，推动了技术、经济和社会的发展。

总之，标准化直接影响科技、生产、贸易、管理、环境保护、安全卫生等许多方面，必须坚持贯彻执行标准，不断提高标准化水平。

四、本课程的性质和任务

1. 本课程的性质

《公差配合与技术测量》是中等职业技术学校机械类专业的一门技术基础课。它较全面地讲述了机械加工中有关尺寸公差、几何公差、表面粗糙度等国家标准和测量的基本知识。本课程的设置，是为了给专业课和生产实习打下必要的基础。

2. 本课程的任务

通过本课程的学习，应使学生熟练掌握公差与配合的基本术语和基本方法；熟悉几何公差代号和表面粗糙度代号及标注的含义；掌握常用量具量仪的结构和使用方法；合理地解决产品使用要求与制造工艺之间的矛盾，并能根据不同零件选用适当的计量器具进行测量。

复习思考题

1. 什么叫互换性？按互换性原则组织生产有什么技术经济意义？
2. 互换性有哪些种类？试比较它们的异同点。
3. 互换性是否只适用于大批量生产？
4. 什么叫标准化？试述它在现代化生产中的意义。
5. 本课程的性质和学习任务是什么？

第一章 尺寸公差与配合

学习目标：掌握尺寸公差与配合的基本术语及定义；了解基本偏差系列和标准公差系列；熟悉公差与配合的标注知识。

“公差与配合”是一项应用广泛的重要基础标准，几乎涉及国民经济的各个部门，在机械工业中具有非常重要的作用。目前世界各国广泛采用的公差与配合的标准是国际公差制，它是由国际标准化组织（ISO）在总结世界各国公差与配合标准的基础上发展并建立起来的一种较完整、科学的新型极限与配合制体系，其基本结构由“极限与配合”和“测量与检验”两大部分构成。

我国最早采用的极限与配合的国家标准是 GB159 ~ 174—1959 《公差与配合》，由国家科委正式颁布于 1959 年。该标准发布后，在生产中得到广泛的应用，对我国国民经济的发展，特别是对机械工业的发展起到了重要的作用。但是在进入 20 世纪 70 年代后，随着机械工业的迅速发展，特别是我国与世界各国的技术、经济交流日益频繁，此标准存在精度等级偏低、配合种类较少、大尺寸标准不符合生产实际及其规律差等缺点，已明显不适合生产技术发展的要求和实际需要。为此我国开始采用国际公差制，以 ISO/R 286: 1962 等国际标准为依据，结合我国的具体情况，对该标准进行了修订，于 1979 年批准颁布了公差与配合的新版国家标准 GB1800 ~ 1804—1979。

进入 20 世纪 90 年代后，由于科学技术的飞跃发展，产品的精度不断提高，国际技术和经济的交流更进一步向深度和广度发展。为了适应新形势发展的需求，使公差与配合的国家标准能更好地与国际标准接轨，我国先后对 1979 年颁发的公差与配合的国家标准进行了较大幅度的修订，此次修订同时考虑到了国际标准的修订。修订后的这些标准在 20 世纪 90 年代起到了巨大作用。

时代的不断进步，科学技术也更加迅猛发展。步入 21 世纪以来，新的时代对 20 世纪 90 年代后的国际标准和国家标准提出了新的和更高的要求。负责公差的三个国际标准化组织的技术委员会（ISO/TC）（ISO/TC 3 “极限与配合”、ISO/TC 57 “表面特征及其计量学”和 ISO/TC 10/SC 5 “尺寸和公差的表示法”）由于各自工作的独立性，造成各技术委员会之间的工作出现了重复、空缺和不足，同时产生了术语定义的矛盾、基本规范的差别以及综合要求的差异，使得产品几何标准之间出现了众多不衔接和矛盾之处。1993 年，成立了 ISO/TC 3-10-57/JHG “联合协调工作组”，对三个委员会所属范围的尺寸和几何特征领域内的标准化工作进行了协调和调整，提出了 GPS 的概念，并决定根据一个总体规划建立 GPS 标准结构。1995 年 TC 3 颁布了 ISO/TR 14638 “GPS 总体规划（Masterplan）”，正式提出了 GPS 概念和标准体系的矩阵模型。1996 年 ISO/TMB “技术管理局”采纳了联合协调工作组（JHG）的建议，撤销了 TC 3、TC 10/SC 5 和 TC 57 三个技术委员会，将其合并，成立了 ISO/TC 213，其工作任务是根据 ISO/TR 14638 “GPS 总体规划（Masterplan）”，负责建立一个完整的 GPS 国际标准体系。

ISO/TC 213 经过近 10 年对 GPS 标准体系的研究, 建立了一个完整的 GPS 国际标准体系。所谓的产品几何技术规范 (Geometrical Product Specification and Verification, 简称 GPS), 就是针对所有几何产品建立的一个几何技术标准体系, 它覆盖了从宏观到微观的产品几何特征, 涉及产品开发、设计、制造、验收、使用以及维修、报废等整个生命周期的全过程。它由涉及产品几何特征及其特征量的诸多技术标准组成, 包括工件尺寸、几何形状和位置以及表面形貌等方面的标准。考虑到我国国情, 以及为与国际标准接轨, 国家标准修改采用了最新修订的国际标准, 在此就以修订后的最新国家标准对其基本内容进行介绍。

第一节 基本术语及其定义

一、尺寸公差与配合

1. 尺寸公差与配合的国家标准

1) GB/T 1800.1—2009《产品几何技术规范 (GPS) 极限与配合 第 1 部分: 公差、偏差和配合的基础》(代替 GB/T 1800.1—1997《极限与配合 基础 第 1 部分: 词汇》、GB/T 1800.2—1998《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—1998《极限与配合 基础 第 3 部分: 标准公差与基本偏差数值表》)。

2) GB/T 1800.2—2009《产品几何技术规范 (GPS) 极限与配合 第 2 部分: 标准公差等级和孔、轴极限偏差表》(代替 GB/T 1800.4—1998《极限与配合 标准公差等级和孔、轴的极限偏差表》)。

3) GB/T 1801—2009《产品几何技术规范 (GPS) 极限与配合 公差带和配合的选择》(代替 GB/T 1801—1999《极限与配合 公差带与配合的选择》)。

4) GB/T 1803—2003《极限与配合 尺寸至 18mm 孔、轴公差带》。

5) GB/T 1804—2000《一般公差 未注公差的线性角度尺寸的公差》。

2. 新国家标准主要修改的内容

1) 标准名称增加引导要素: 产品几何技术规范 (GPS)。

2) 基本术语的改变: “基本尺寸”改为“公称尺寸”, “上(下)偏差”改为“上(下)极限偏差”, “最大(小)极限尺寸”改为“上(下)极限尺寸”, 用“实际(组成)要素”代替“实际尺寸”, “提取组成要素的局部尺寸”代替“局部实际尺寸”。

3) 基本术语的增加: “尺寸要素”、“实际(组成)要素”、“提取组成要素”、“拟合组成要素”、“提取圆柱面的局部尺寸”、“两平行提取表面的局部尺寸”。

二、孔和轴的术语及其定义

习惯上孔和轴是指圆柱形的内、外表面, 但国家标准中, 孔和轴的定义更为广泛。

1. 孔

(1) 孔的定义 通常是指工件的圆柱形内尺寸要素, 也包括非圆柱形内尺寸要素(由两平行平面或切面形成的包容面), 如图 1-1 所示。

(2) 孔的特点

1) 零件装配后, 孔为包容面。

2) 在加工过程中, 孔的尺寸由小变大。

2. 轴

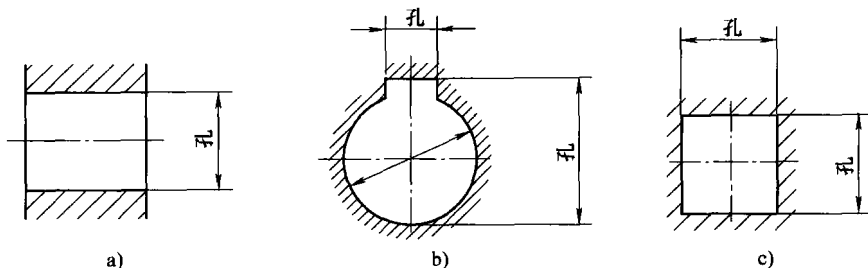


图 1-1 孔

(1) 轴的定义 通常指工件的圆柱形外尺寸要素，也包括非圆柱形外尺寸要素（由两平行平面或切面形成的被包容面），如图 1-2 所示。

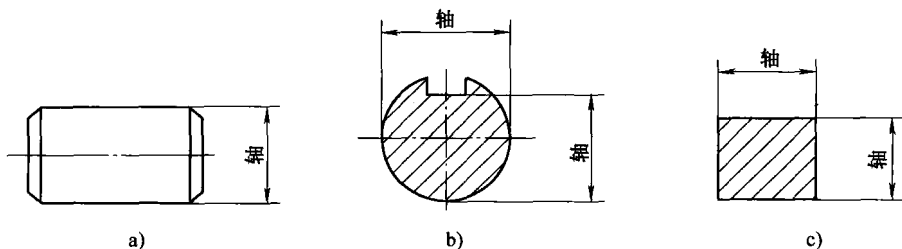


图 1-2 轴

(2) 轴的特点

- 1) 零件装配后，轴为被包容面。
- 2) 在加工过程中，轴的尺寸由大变小。

三、要素的基本术语和定义

1. 尺寸要素

尺寸要素是由一定大小的线性尺寸或角度尺寸确定的几何形状。尺寸要素可以是圆柱形、球形、两平行对应面、圆锥形或楔形。

2. 公称组成要素

公称组成要素是由技术制图或其他方法确定的理论正确组成要素，如图 1-3a 所示。

3. 实际（组成）要素

实际（组成）要素即由接近实际（组成）要素所限定的工件实际表面的组成要素部分，如图 1-3b 所示。

4. 提取组成要素

提取组成要素是按规定方法，由实际（组成）要素提取有限数目的点所形成的实际（组成）要素的近似替代，如图 1-3c 所示。该替代（的方法）由要素所要求的功能确定。每个实际（组成）要素可以有几个这种替代。

5. 拟合组成要素

拟合组成要素是按规定的方法由提取组成要素形成的，并具有理想形状的组成要素，如图 1-3d 所示。

有关几何要素问题在第二章第一节还将进一步阐述。

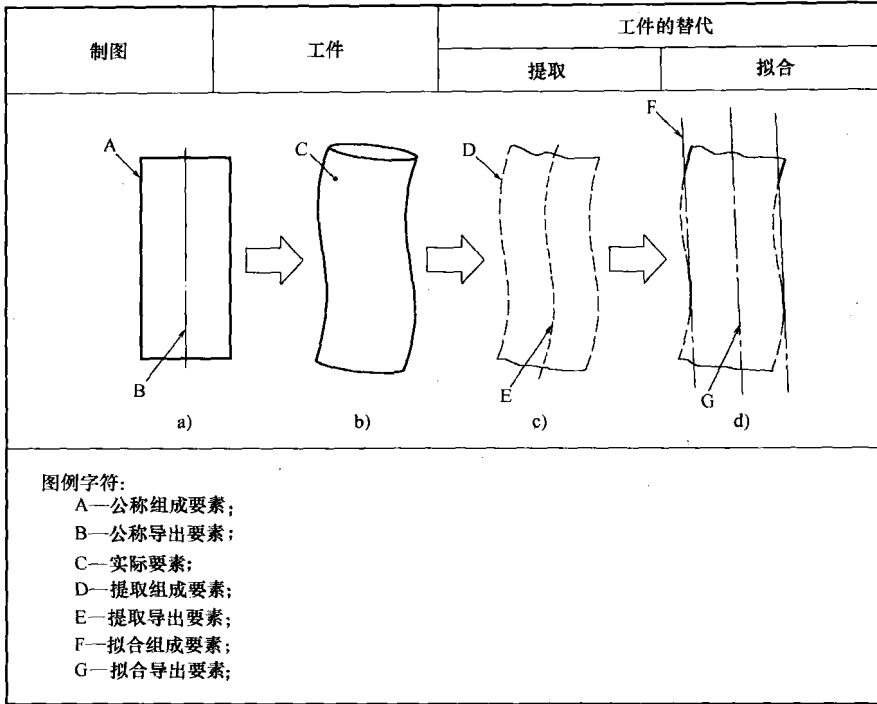


图 1-3 几何要素定义之间的相互关系

四、尺寸术语及其定义

1. 尺寸的定义

尺寸是指用特定单位表示线性尺寸值的数值。

2. 尺寸的组成

尺寸由数值和特定单位两部分组成，如 30mm（毫米）、60 μ m（微米）等。国标中规定，在机械加工中，通常均以 mm 作为尺寸的特定单位，如以此为小时，可省略单位的标注，仅标注数值。采用其他单位时，则必须在数值后注写单位。

3. 尺寸的范围

尺寸范围包括直径、半径、宽度、深度、高度和中心距等。

4. 常见的尺寸

(1) 公称尺寸 (D, d) 是指由图样规范确定的理想形状要素的尺寸，如图 1-4 所示。孔的公称尺寸用“ D ”表示；轴的公称尺寸用“ d ”表示（标准规定：大写字母表示孔的有关代号，小写字母表示轴的有关代号，下同）。

1) 通过公称尺寸应用上、下极限偏差可算出极限尺寸。公称尺寸由设计给定，设计时可根据零件的使用要求，通过计算、试验或类比的方法确定。为了减少定值刀具（如钻头、铰刀等）、量具（如量块等）、型材和零件尺寸的规格，国家标准已将尺寸标准化。因此公称尺寸应

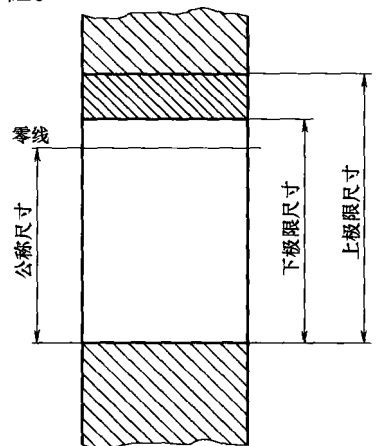


图 1-4 公称尺寸、上极限尺寸和下极限尺寸

尽量选取标准尺寸。

2) 公称尺寸可以是一个整数或一个小数, 例如 32、15、8、75、0.5、…。

(2) 局部尺寸

1) 提取组成要素的局部尺寸 (简称提取要素的局部尺寸) 是指一切提取组成要素上两对应点之间的距离。

2) 提取圆柱面的局部直径是指要素两对应点之间的距离, 其中两对应点之间的连线通过拟合圆圆心, 横截面垂直于提取表面得到的拟合圆柱面的轴线。

3) 两平行提取表面的局部尺寸是指两平行对应提取表面上两对应点之间的距离。其中, 所有对应点的连线均垂直于拟合中心面, 拟合中心面是由两平行提取表面得到的两拟合平行平面的中心平面 (两拟合平行平面之间的距离可能与公称距离不同)。

(3) 极限尺寸 是指尺寸要素允许的尺寸的两个极端。提取组成要素的局部尺寸应位于其中, 也可达到极限尺寸。

极限尺寸分为上极限尺寸和下极限尺寸, 尺寸要素允许的最大尺寸称为上极限尺寸, 孔和轴的上极限尺寸的代号分别为 D_{\max} 、 d_{\max} ; 尺寸要素允许的最小尺寸称为下极限尺寸, 孔和轴的下极限尺寸的代号分别为 D_{\min} 、 d_{\min} , 如图 1-4 所示。

合格零件的实际 (组成) 要素应在极限尺寸之间。

在机械加工中, 由于各种误差的存在, 要把同一规格的零件加工成同一尺寸是不可能的, 而且从使用角度看, 也没有必要。所以, 极限尺寸是为了满足实际需要和便于加工来确定的。

五、偏差的术语及其定义

1. 尺寸偏差 (简称偏差)

尺寸偏差是指某一尺寸减其公称尺寸所得的代数差。

由于某一尺寸可以大于、等于或小于公称尺寸, 所以偏差可以为正值、负值或零, 在计算和使用中一定要注意偏差的正、负号, 不能遗漏。

2. 极限偏差

极限偏差是指极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差。

由于极限尺寸有上极限尺寸和下极限尺寸之分, 因此极限偏差分为上极限偏差和下极限偏差。

(1) 上极限偏差 是指上极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差, 代号为 ES (孔)、es (轴), 如图 1-5 所示。

计算公式 $ES = D_{\max} - D$

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

(2) 下极限偏差 是指下极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差, 代号为 EI (孔)、ei (轴), 如图 1-5 所示。

计算公式: $EI = D_{\min} - D$

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

合格零件的实际偏差应在上、下极限偏差之间。

国家标准规定: 在图样和技术文件上标注极限偏差数值时, 上极限偏差标在基本尺寸的右上角, 下极限偏差标在基本尺寸的右下角。特别要注意的是当上、下极限偏差为零值时, 必须在相应的位置上标注“0”, 而不能省略。如 $\phi 80D9 \left(\begin{smallmatrix} +0.174 \\ +0.100 \end{smallmatrix} \right)$, $\phi 30H7 \left(\begin{smallmatrix} +0.021 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$,

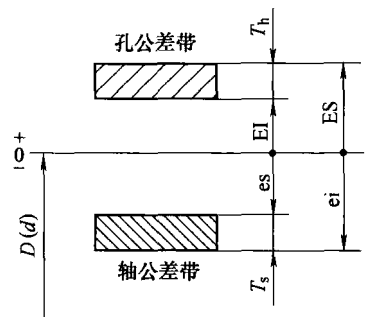


图 1-5 公差带图解

$\phi 30_{-0.010}^{+0.030}$ mm。当上、下极限偏差数值相等而符号相反时，可简化标注，如 $\phi 50 \pm 0.008$ mm。

例 1-1 加工某孔 $\phi 60_{-0.010}^{+0.030}$ mm 和轴 $\phi 60_{+0.030}^{+0.060}$ mm，试求极限偏差、公称尺寸、极限尺寸。

解 $\phi 60_{-0.010}^{+0.030}$ mm 的孔：

$$ES = +0.030 \text{ mm}$$

$$EI = -0.010 \text{ mm}$$

$$D = 60 \text{ mm}$$

$$D_{\max} = D + ES = 60 \text{ mm} + 0.030 \text{ mm} \\ = 60.030 \text{ mm}$$

$$D_{\min} = D + EI = 60 \text{ mm} + (-0.010 \text{ mm}) \\ = 59.990 \text{ mm}$$

$\phi 60_{+0.030}^{+0.060}$ mm 的轴：

$$es = +0.060 \text{ mm}$$

$$ei = +0.030 \text{ mm}$$

$$d = 60 \text{ mm}$$

$$d_{\max} = d + es = 60 \text{ mm} + 0.060 \text{ mm} \\ = 60.060 \text{ mm}$$

$$d_{\min} = d + ei = 60 \text{ mm} + 0.030 \text{ mm} \\ = 60.030 \text{ mm}$$

六、尺寸公差 (T) 术语及其定义

1. 尺寸公差 (简称公差)

(1) 公差的定义 是指上极限尺寸减下极限尺寸之差，或上极限偏差减下极限偏差之差，代号为“T”。它是允许尺寸的变动量，如图 1-6 所示。

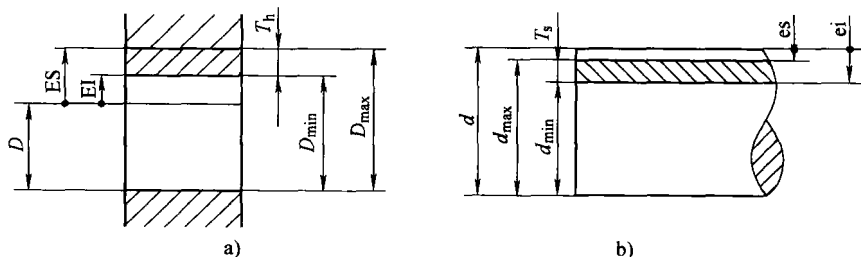


图 1-6 公差

a) 孔的公差 b) 轴的公差

(2) 公差计算 由于合格零件的实际 (组成) 要素只能在上极限尺寸与下极限尺寸之间的范围内变动，而变动仅涉及到大小，因此用绝对值定义，所以公差等于上极限尺寸与下极限尺寸或上极限偏差与下极限偏差之代数差的绝对值。孔和轴的公差分别以 T_h 和 T_s 表示，则其计算公式为

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

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

例 1-2 求孔 $\phi 60_{+0.100}^{+0.220}$ mm 的尺寸公差。

解 $D_{\max} = D + ES = 60 \text{ mm} + 0.220 \text{ mm} = 60.220 \text{ mm}$

$$D_{\min} = D + EI = 60 \text{ mm} + 0.100 \text{ mm} = 60.100 \text{ mm}$$

$$T_h = |D_{\max} - D_{\min}| = |60.220 \text{ mm} - 60.100 \text{ mm}| = 0.120 \text{ mm}$$

或

$$T_h = |ES - EI| = |+0.220 \text{ mm} - 0.100 \text{ mm}| = 0.120 \text{ mm}$$

例 1-3 求轴 $\phi 120_{-0.015}^{+0.020}$ mm 的尺寸公差。

解 $d_{\max} = d + es = 120 \text{ mm} + 0.020 \text{ mm} = 120.020 \text{ mm}$

$$d_{\min} = d + ei = 120 \text{ mm} + (-0.015 \text{ mm}) = 119.985 \text{ mm}$$

$$T_s = |d_{\max} - d_{\min}| = |120.020 \text{ mm} - 119.985 \text{ mm}| = 0.035 \text{ mm}$$

或

$$T_s = |es - ei| = | +0.020\text{mm} - (-0.015\text{mm}) | = 0.035\text{mm}$$

(3) 公差与偏差的区别

1) 概念不同: 偏差是相对于公称尺寸偏离大小的数值。极限偏差是用于限制实际偏差的变动范围; 而公差是表示极限尺寸变动范围大小的数值。

2) 数值不同: 公差是用绝对值来定义的, 没有正、负, 因此在公差值的前面不能标出“+”号或“-”号; 而偏差是代数差, 可以是正值、负值或零, 偏差值前面的“+”号或“-”号一定要标出。

3) 作用不同: 极限偏差表示了公差带的确切位置, 可反映零件的配合性质, 即松紧程度; 而公差仅表示公差带的大小, 反映零件的配合精度。公差值越大, 加工就越容易, 反之加工就越困难。

2. 公差带图解

(1) 公差带图解的定义 由于公差和偏差的数值比公称尺寸的数值小得多, 不能用同一比例表示, 因此可只将公差值按规定放大画出, 这种图称为极限与配合图解, 也称公差带图解, 如图 1-5 所示。

(2) 零线 是指在极限与配合图解中, 表示公称尺寸的一条直线。以零线为基准确定偏差和公差。通常, 零线沿水平方向绘制, 在零线正对左端标上“0” (表示零偏差) 和“+”“-”号, 在其左下方画上带单向箭头的尺寸线, 并在尺寸线上标上公称尺寸值。正偏差位于零线上方, 负偏差位于零线下方, 如图 1-5 所示。

(3) 公差带

1) 公差带的定义 公差带是指在公差带图解中, 由代表上极限偏差和下极限偏差或上极限尺寸和下极限尺寸的两条直线所限定的一个区域。

2) 公差带的确定要素 公差带的确定要素是公差带大小和公差带位置。公差带大小指公差带沿垂直零线方向的宽度, 由标准公差确定; 公差带位置指相对零线的位置, 由基本偏差确定。

3) 轴、孔的公差带画法 为了区别, 一般在同一图中, 孔和轴的公差带的剖面线方向应该相反, 且疏密程度不同, 如图 1-5 所示。

(4) 公差带图解的示例

例 1-4 画出轴 $\phi 80e7$ ($\begin{smallmatrix} -0.060 \\ -0.090 \end{smallmatrix}$) 和孔 $\phi 80H7$ ($\begin{smallmatrix} +0.030 \\ 0 \end{smallmatrix}$) 的公差带图解。

解 1) 作零线、标注“0”“+”“-”, 然后在零线左下方画上带单向箭头的尺寸线, 标上公称尺寸 $\phi 80$ 。

2) 选择合适比例, 画出孔轴公差带, 标注极限偏差值, 如图 1-7 所示。

3. 极限制

是指经标准化的公差与偏差制度。为了使公差带标准化, GB/T 1800 规定的极限制中的公差与偏差, 即后面所要介绍的标准公差系列及基本偏差系列。

七、配合的术语及定义

1. 配合

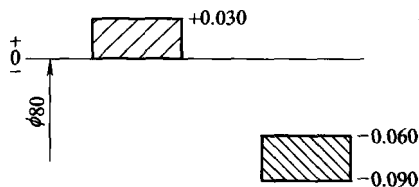


图 1-7 例 1-4 公差带图解

配合是指公称尺寸相同的、相互结合的孔和轴的公差带之间的关系。通常用配合这一概念反映零件装配后的松紧程度。

2. 间隙与过盈

(1) 间隙 孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为正时称为间隙，代号为 X ，数值前应标“+”号。间隙的存在是孔和轴配合后能产生相对运动的基本条件。

(2) 过盈 孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为负时称为过盈，代号为 Y ，数值前应标“-”号。过盈的存在是为了使配合零件位置固定或传递载荷。

3. 配合性质

(1) 间隙配合

1) 间隙配合的定义：间隙配合是指具有间隙（包括最小间隙等于零）的配合。

2) 间隙配合的特点：

- ①孔的公差带在轴的公差带之上，如图 1-8 所示。
- ②孔的提取组成要素的局部尺寸总是大于或等于轴的提取组成要素的局部尺寸。
- ③孔、轴配合时存在间隙，允许孔、轴有相对的运动。

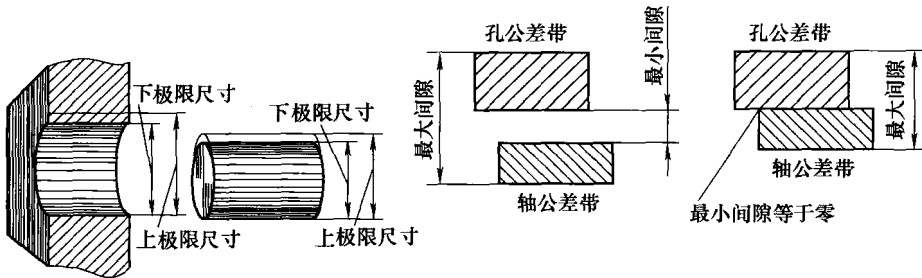


图 1-8 间隙配合

3) 间隙配合的极限情况：由于孔、轴的实际（组成）要素允许在其公差带内变动，因此配合的间隙是变动的。当孔为上极限尺寸而与其相配的轴为下极限尺寸时，配合处于最松状态，此时的间隙称为最大间隙，代号为 X_{\max} 。当孔为下极限尺寸而与其相配的轴为上极限尺寸时，配合处于最紧状态，此时的间隙称为最小间隙，代号为 X_{\min} 。最大间隙与最小间隙统称为极限间隙，它们表示间隙配合中允许实际间隙变动的两个界限值，在正常的生产中出现的机会是很少的。

最大间隙与最小间隙的计算公式为

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = (D + ES) - (d + ei) = ES - ei$$

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = (D + EI) - (d + es) = EI - es$$

例 1-5 试确定例 1-4 中配合的极限间隙。

解 $X_{\max} = ES - ei = +0.030\text{mm} - (-0.090\text{mm}) = +0.120\text{mm}$

$X_{\min} = EI - es = 0 - (-0.060\text{mm}) = +0.060\text{mm}$

(2) 过盈配合

1) 过盈配合的定义：过盈配合是指具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合。

2) 过盈配合的特点：

- ①孔的公差带在轴的公差带之下，如图 1-9 所示。
- ②孔的提取组成要素的局部尺寸总是小于或等于轴的提取组成要素的局部尺寸。

③孔、轴配合时存在过盈，不允许孔、轴有相对的转动(主要用于传递一定转矩的条件)。

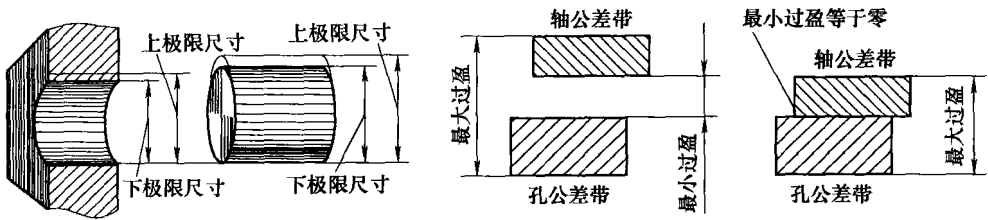


图 1-9 过盈配合

3) 过盈配合的极限情况：由于孔、轴的实际(组成)要素允许在其公差带内变动，因而其配合的过盈是变动的。当孔为下极限尺寸而与其相配的轴为上极限尺寸时，配合处于最紧状态，此时的过盈称为最大过盈，代号为 Y_{\max} 。当孔为上极限尺寸而与其相配的轴为下极限尺寸时，配合处于最松状态，此时的过盈称为最小过盈，代号为 Y_{\min} 。最大过盈与最小过盈统称为极限过盈，它们表示过盈配合中允许过盈变动的两个界限值，在正常的生产中出现的机会也是很少的。

最大过盈与最小过盈的计算公式

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = (D + EI) - (d + es) = EI - es$$

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = (D + ES) - (d + ei) = ES - ei$$

例 1-6 有一孔 $\phi 60^{+0.030}_0 \text{mm}$ 与一轴 $\phi 60^{+0.062}_{+0.032} \text{mm}$ 为过盈配合，试求极限过盈。

解 $Y_{\max} = EI - es = 0 - (+0.062 \text{mm}) = -0.062 \text{mm}$

$$Y_{\min} = ES - ei = +0.030 \text{mm} - (+0.032 \text{mm}) = -0.002 \text{mm}$$

(3) 过渡配合

1) 过渡配合的定义：过渡配合是指可能具有间隙或过盈的配合。

2) 过渡配合的特点：

①孔的公差带与轴的公差带相互交叠，如图 1-10 所示。

②孔的提取组成要素的局部尺寸可能大于或小于轴的提取组成要素的局部尺寸。

③孔、轴配合时，可能存在间隙，也可能存在过盈。

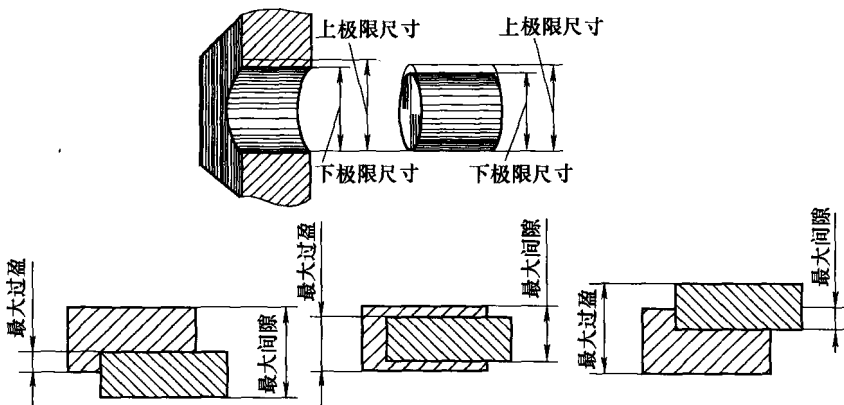


图 1-10 过渡配合

3) 过渡配合的极限情况：同样，孔、轴的实际(组成)要素是允许在其公差带内变动的。当孔的尺寸大于轴的尺寸时，具有间隙。当孔为上极限尺寸，而轴为下极限尺寸时，配