



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

极限配合与技术测量

(机械加工技术专业)

马丽霞 主编



机械工业出版社

1-43

98

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

极限配合与技术测量

(机械加工技术专业)

主 编 马丽霞
参 编 李荣芬 张武荣
 赵世友
责任主审 罗圣国
审 稿 王吉生 刘北英



机械工业出版社

本书是中等职业教育国家规划教材，是根据机械加工技术专业教学改革整体方案及《极限配合与技术测量》教学大纲的基本要求编写的。

本书的主要任务是，使学生具备机械加工高素质劳动者和中、初级专门人才所必备的极限与配合的基本知识，几何量测量的基本理论，检测产品的基本技能。主要内容包括极限与配合、表面粗糙度、形状和位置公差、花键公差、螺纹公差、齿轮公差等最新国家标准以及技术测量的基础知识。本书是机械加工技术专业与机械类专业的国家规划教材，可供初中后三、四年制的中等职业学校机械类专业应用，亦可供从事机械制造的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

极限配合与技术测量/马丽霞主编. —北京: 机械工业出版社, 2002.7
中等职业教育国家规划教材·机械加工技术专业
ISBN 7-111-10228-2

I. 极… II. 马… III. ①公差: 配合—专业学校—教材②技术测量—
专业学校—教材 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 033927 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:汪光灿 郑丹 常燕宾 版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:姚毅 责任印制:闫焱

北京中加印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 2 月第 1 版·第 3 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·8.25 印张·197 千字

定价: 10.00 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) 68993821、58379646

封面无防伪标均为盗版

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 10 月

前 言

《极限配合与技术测量》是根据机械加工技术专业教学改革整体方案和教学大纲要求，由机械职业教育机械制造专业教学指导委员会组织编审的国家规划教材，是机械加工技术专业与机械类专业的主干课程教材。

本教材在编写中力求体现当前职教改革精神，注重学生的实践能力和创新精神培养，具有以下特点：

先进性 注重反映最新国家标准与先进的测量器具及测量方法。

实用性 理论浅化、设计淡化、语言简明、通俗易懂。加强基本知识、基本技能的培养，重点介绍常用几何参数公差解释、标注与查表及几何参数测量的基础知识、常用测量器具的使用、维护与保养。加强实验与实训环节，突出学生的综合职业能力的培养。

本教材适用于3、4年制中等职业学校机械类专业学生选用，也可供工程技术人员和技术工人参考。

本书共八章。第一章 绪论（互换性的概念）；第二章 极限与配合；第三章 技术测量基础；第四章 形状公差和位置公差及其误差的检测；第五章 表面粗糙度；第六章 平键、花键联结的公差与检测；第七章 普通螺纹结合的公差与检测；第八章 直齿圆柱齿轮的公差与检测。

第一、二、四章及实验由河北机电学校马丽霞编写；第三、五章由河北机电学校李荣芬编写；第六、七、八章由沈阳市机电工业学校张武荣、赵世友编写。由马丽霞任主编、由西安仪表工业学校张远平任主审。

参加审稿的有王明耀高级讲师、张兆隆高级讲师、王增春高级讲师、马全胜高级讲师、华坚副教授、吴国华高级讲师、周宏甫副教授、张普礼副教授、权月华高级讲师、刘淑敏高级讲师、彭跃湘副教授、高文龙主任等，并提出了许多好的建议，谨此表示衷心感谢！

限于编者水平，书中错误和缺点在所难免，恳请读者提出宝贵意见，以便修改。

编 者

2001年12月

目 录

中等职业教育国家规划教材出版说明

前 言

第一章 绪论	1
第一节 互换性概述	1
第二节 互换性生产的实现	2
第三节 课程的地位、性质和任务	2
习题	3
第二章 极限与配合	4
第一节 极限与配合的词汇	4
第二节 极限与配合的基本内容	11
第三节 极限与配合的应用	22
习题	28
第三章 技术测量基础	29
第一节 长度基准和尺寸传递	29
第二节 测量方法的分类及特点	31
第三节 计量器具的分类及其技术指标	31
第四节 孔、轴尺寸与锥度、角度的检测	32
第五节 测量误差基本知识	40
第六节 计量器具的维护与保养	43
习题	44
第四章 形状公差和位置公差及其误差的检测	45
第一节 概述	45
第二节 形状公差与形状误差的检测	50
第三节 位置公差与位置误差的检测	58
第四节 线轮廓度与面轮廓度	66
第五节 公差原则简介*	68
习题	71
第五章 表面粗糙度	73
第一节 概述	73
第二节 表面粗糙度的评定	73

第三节 表面粗糙度的标注	75
第四节 表面粗糙度的检测	78
习题	79
第六章 平键、花键联结的公差与检测	80
第一节 平键联结的公差与检测	80
第二节 矩形花键联结的公差与检测	82
习题	86
第七章 普通螺纹结合的公差与检测	87
第一节 概述	87
第二节 螺纹几何参数误差对互换性的影响	88
第三节 普通螺纹的公差与配合	90
第四节 普通螺纹的检测	97
习题	100
第八章 直齿圆柱齿轮的公差与检测	101
第一节 概述	101
第二节 齿轮误差的评定指标及检测	103
第三节 齿轮副误差的评定指标及检测	110
第四节 渐开线圆柱齿轮精度标准及应用	111
习题	119
实验	120
实验一 线性尺寸测量	120
实验二 形状和位置误差测量	120
实验三 表面粗糙度检测	120
实验四 角度锥度测量	121
实验五 螺纹测量	121
实验六 圆柱齿轮测量	121
参考文献	123

第一章 绪 论

第一节 互换性概述

一、互换性的基本概念

现代化工业生产是专业化的协作生产，即用分散加工，集中装配的方法来保证产品质量、提高生产率和降低成本的。例如，在汽车制造业中，汽车上的成千上万个零（部）件是由上百家工厂分工协作进行专业化生产的，汽车制造厂只负责生产若干主要零件。最后，集中到汽车厂进行部装和总装。由此可知，实现专业化协作生产的重要条件是所生产的零（部）件必须具有互换性。

（一）互换性的含义

在机械工业中，互换性是指相同规格的零（部）件，装配或更换时，不经挑选、调整或附加加工，就能进行装配，并且满足预定的使用性能。

零（部）件的互换性应包括其几何参数、力学性能和理化性能等方面的互换性。本课程主要研究几何参数的互换性。

（二）互换性的种类

按互换的程度可分为完全互换性与不完全互换性

1. 完全互换性

若零（部）件在装配或更换时，不经挑选、调整或修配，装配后能满足预定的使用性能。这样的零（部）件具有完全互换性。

2. 不完全互换性

若零（部）件在装配或更换时，允许有附加选择或附加调整，但不允许修配，装配后能满足预定的使用性能，这样的零（部）件具有不完全互换性。例如，当装配精度要求很高时，采用完全互换性，将使零件的制造公差很小，加工难度加大，成本高，甚至无法加工。为此，生产中可适当地放大零件的制造公差，以便加工。在装配前，根据相配零件实际尺寸的大小分成若干对应组，使对应组内尺寸差别较小，对应组零件进行装配，大孔配大轴，小孔配小轴。这样，既解决了加工困难，又保证了装配精度，这种仅限于组内零件的互换称为不完全互换性。

二、互换性的作用

从设计上看，由于采用具有互换性的标准件、通用件，可使设计工作简化，设计周期缩短，并便于计算机辅助设计。

从制造上看，互换性是组织专业化协作生产的重要基础。可以分散加工，集中装配。有利于使用现代化的工艺装备，有利于利用流水线和自动线等先进的生产方式，有利于产品质量和生产率的提高，有利于生产成本的下降。

从装配上看，由于装配时不需附加加工和修配，减轻了工人的劳动强度，缩短了劳动周

期。并且可以采用流水作业的装配方式，大幅度地提高生产率。

从使用上看，由于零（部）件具有互换性，生产中各种设备的零（部）件及人们日常使用的拖拉机、自行车等零（部）件损坏后，可在最短时间内用备件加以替换，很快地恢复其使用功能。减少了修理时间及费用，从而提高了设备的利用率，延长了它们的使用性能。

综上所述，互换性是现代化生产基本的技术经济原则，在机器的制造与使用中具有很重要的作用。

第二节 互换性生产的实现

一、几何参数误差

具有互换性的零（部）件，其几何参数一定要做得绝对准确吗？从加工角度上看是不可能的。因为在零件的加工过程中，无论设备的精度和操作者的技术水平多高，几何参数绝对准确一致的零件是加工不出来的，加工误差是客观存在的。从使用要求上也是没有必要的。

几何参数误差是零件加工后的实际几何参数相对其理想几何参数的偏离量。包括尺寸误差、形状误差、位置误差及表面粗糙度。

二、几何参数公差

几何参数误差对零件的使用性能和互换性是有一定影响的。实践证明，只要把零件的几何参数误差控制在一定的范围之内，零件的使用性能和互换性就能得到保证。

几何参数公差是零件几何参数允许的变动量。它包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。公差是限制误差的，以保证互换性的实现。因此，建立各种几何参数的公差标准，是实现零件误差的控制和实现零（部）件互换性的基础。

三、标准化

在现代化生产中，标准化是一项重要的技术措施。因为一种机械产品的制造过程往往涉及到许多部门和企业，甚至还要进行国际间协作。为了适应生产上各部门与企业间在技术上相互协调的要求，必须有一个共同的技术标准。

标准化是指制订标准与贯彻标准的全过程。标准即技术上的法规。标准经主管部门颁布生效后，具有一定的法律效应，不得擅自修改或拒不执行。我国标准分为国家标准、部颁标准、地方标准和企业标准。标准化水平的高低体现了一个国家现代化的程度。

四、技术测量

在机械制造中加工与测量是相互依存的，有了先进的公差标准，还要有相应的技术测量措施，零件的使用功能和互换性才能得到保证。

技术测量的目的，不仅仅是判断零件是否合格，还要根据测量的结果，分析产生废品的原因，以便设法减少废品。

第三节 课程的地位、性质和任务

本课程是机械加工技术专业的一门主干课程，是机械类各专业的一门必修课。

本课程的主要任务是：使学生具备机械加工高素质操作者所应具备的机械零件的几何精度及极限与配合的基本知识；几何参数测量的基本理论；检测产品的基本技能，为学生毕业

后胜任岗位工作，增强适应职业变化能力和继续学习打下一定的基础。

通过本课程的教学，学生应达到下列基本要求：

一、知识目标

1. 掌握极限与配合、形位公差、表面粗糙度的基本概念与基本规定；
2. 掌握技术测量的基本概念、基本规定；
3. 掌握技术测量的基本知识；
4. 了解常用测量器具的种类、应用范围及检测方法；
5. 了解与本课程有关的技术政策法规。

二、能力目标

1. 具有与本课程有关的识图、标注、执行国家标准、使用技术资料和测量器具的能力；
2. 具有正确选用现场计量器具检测产品的基本技能及分析零件质量的初步能力；
3. 具有运用计算机获取、处理和表达与本课程有关的技术信息的初步能力；
4. 初步具有严谨的工作作风和创新精神。

习 题

- 1-1 什么是互换性？并举例说明。
- 1-2 简述互换性在机械制造业中的重要意义。
- 1-3 分析标准化的意义。

第二章 极限与配合

现代化的机械工业，要求机器零件具有互换性，但并不是要求零件都准确的加工成某一指定尺寸，而是给定一个尺寸变动范围。对于相互结合的零件，这个范围既要保证相互结合的尺寸之间形成一定的关系，以满足不同的使用要求，又要在制造时经济合理，这样就形成了“极限与配合”的概念。由此可见，“极限”用于协调机器零件使用要求与制造经济性之间的矛盾，“配合”则是反映相互结合零件间的相互关系。

《极限与配合》标准是机械制造中的基础标准，共有 6 个标准组成。

GB/T1800.1—1997 《极限与配合 基础 第 1 部分：词汇》

GB/T1800.2—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/T1800.3—1998 《极限与配合 基础 第 3 部分：标准公差和基本偏差数值表》

GB/T1800.4—1999 《极限与配合 标准公差等级和孔、轴的极限偏差表》

GB/T1801—1999 《极限与配合 公差带和配合的选择》

GB/T1804—2000 《一般公差 线性尺寸的未注公差》。

第一节 极限与配合的词汇

一、轴和孔

1. 轴

主要是指工件圆柱形的外表面，也包括其它由单一尺寸确定的非圆柱形的外表面部分。

2. 孔

主要是指工件圆柱形的内表面，也包括其它由单一尺寸确定的非圆柱形的内表面部分。

标准中定义的轴、孔是广义的。从加工工艺上讲，随着刀具的逐渐切削，轴的尺寸不断减少，而孔的尺寸不断加大。从装配上来讲，轴是被包容面，孔是包容面。例如，圆柱轴的直径、键宽、键高等尺寸都是轴尺寸；圆柱孔的直径、键槽宽尺寸都是孔尺寸。如图 2-1 所示。

二、有关尺寸的术语与定义

1. 尺寸

尺寸是指以特定单位表示线性尺寸值的数值。

尺寸表示长度的大小，由数字和长度单位组成，包括直径、长度、宽度、高度、厚度以及中心

距等（不包括角度）。图样上标注尺寸时常以 mm 为单位，这时，只标数字，省去单位。当采用其它单位时，必须标注单位。

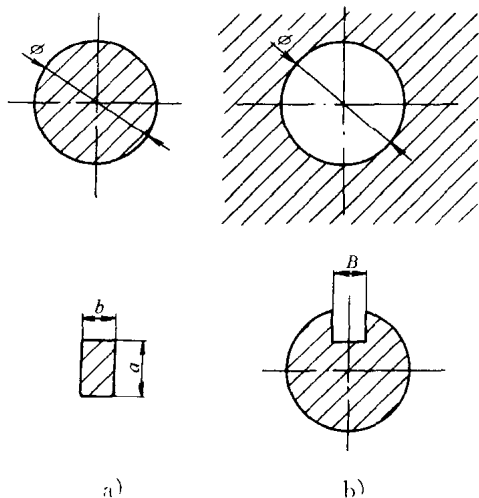


图 2-1 轴与孔

2. 基本尺寸 (D 、 d)

基本尺寸是根据使用要求，通过强度、刚度等方面的计算或结构的需要而确定的，通过它应用上、下偏差可算出极限尺寸。它可以是一个整数或一个小数，例如 32、25、8.75、0.5。通常大写字母表示孔，小写字母表示轴。

3. 实际尺寸 (D_a 、 d_a)

通过测量获得的尺寸称为实际尺寸。

实际尺寸用两点法测量。由于测量误差是客观存在的，所以实际尺寸不是尺寸真值。测量误差的允许范围见有关“检验”方面的国家标准。

由于几何形状误差是客观存在的，工件的同一表面的不同部位的实际尺寸往往也是不等的，如图 2-2 所示。

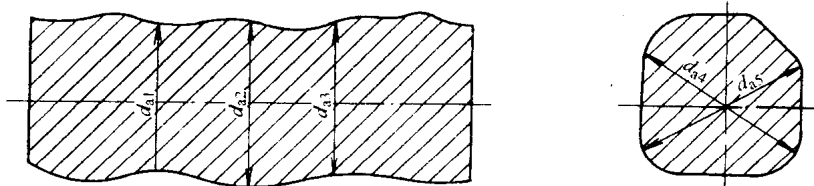


图 2-2 实际尺寸

4. 极限尺寸

极限尺寸是一个孔或轴允许的尺寸的两个极端。

孔或轴允许的最大尺寸称为最大极限尺寸 (D_{\max} 、 d_{\max})；孔或轴允许的最小尺寸称为最小极限尺寸 (D_{\min} 、 d_{\min})。

极限尺寸是根据设计要求以基本尺寸为基础给定的，是用来控制实际尺寸变动范围的，实际尺寸如果小于或等于最大极限尺寸，大于或等于最小极限尺寸，则零件合格，如图 2-3 所示。

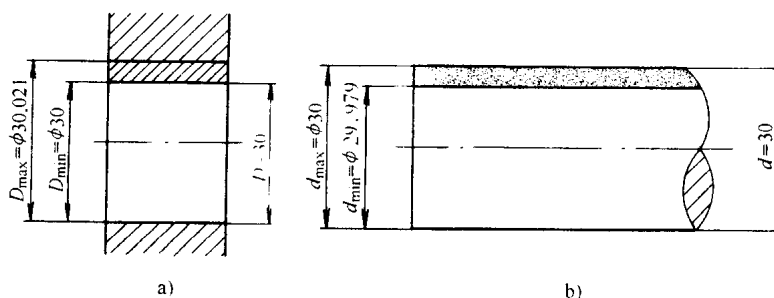


图 2-3 极限尺寸

a) 孔 b) 轴

图中 孔的基本尺寸 $D = \phi 30\text{mm}$

孔的最小极限尺寸 $D_{\min} = \phi 30\text{mm}$

孔的最大极限尺寸 $D_{\max} = \phi 30.021\text{mm}$

轴的基本尺寸 $d = \phi 30\text{mm}$

轴的最小极限尺寸 $d_{\min} = \phi 29.979\text{mm}$

轴的最大极限尺寸 $d_{\max} = \phi 30\text{mm}$

三、有关偏差、公差的技术与定义

(一) 偏差

偏差是某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差。偏差可能是正、负或零，书写或标注时正、负号或零都要标注。

1. 实际偏差

实际偏差是实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差。实际尺寸可能大于、小于或等于基本尺寸，因此，实际偏差可能是正、负或零。

2. 极限偏差

极限偏差是极限尺寸减去基本尺寸所得的代数差，如图 2-4 所示。

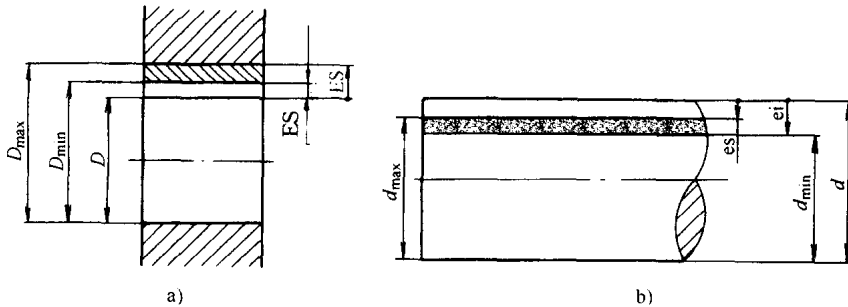


图 2-4 基本尺寸、极限尺寸与极限偏差

a) 孔 b) 轴

1) 上偏差 (ES、es) 最大极限尺寸减去基本尺寸所得的代数差。

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

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

2) 下偏差 (EI、ei) 最小极限尺寸减去基本尺寸所得的代数差。

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

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

在图样上或技术文件中标注极限偏差时，上偏差标在基本尺寸右上角，下偏差标在右下角，如 $\phi 30_{-0.041}^{+0.020}$ ；为了使标注保持严密性，要标注正、负号，即使上（下）偏差是零，也要进行标注，如 $\phi 30_{-0.021}^0$ ；如果上下偏差数值相等，正负相反时，标注可简化，如 $\phi 30 \pm 0.0065$

例 2-1 有一基本尺寸为 $\phi 30\text{mm}$ 的孔，最大极限尺寸为 $\phi 30.028\text{mm}$ ，最小极限尺寸为 $\phi 30.007\text{mm}$ ，如图 2-5 所示，求孔的上、下偏差。

$$\begin{aligned} \text{解：} ES &= D_{\max} - D = (\phi 30.028 - \phi 30) \text{ mm} \\ &= +0.028\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EI &= D_{\min} - D = (\phi 30.007 - \phi 30) \text{ mm} \\ &= +0.007\text{mm} \end{aligned}$$

例 2-2 有一基本尺寸为 $\phi 50\text{mm}$ 的轴，最大极限尺寸为 $\phi 49.975\text{mm}$ ，最小极限尺寸为 $\phi 49.936\text{mm}$ ，如图 2-6 所示，求轴的上下偏差。

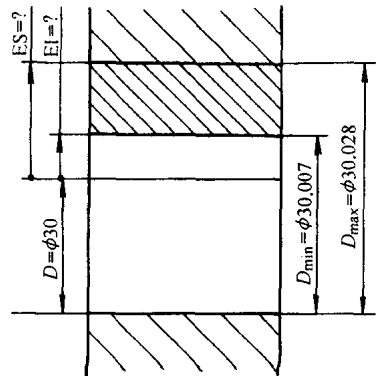


图 2-5 孔的极限偏差的计算

$$\begin{aligned} \text{解: } es &= d_{\max} - d = (\phi 49.975 - \phi 50) \text{ mm} \\ &= -0.025 \text{ mm} \\ ei &= d_{\min} - d = (\phi 49.936 - \phi 50) \text{ mm} \\ &= -0.064 \text{ mm} \end{aligned}$$

极限偏差是用来控制实际偏差的，合格的零件实际偏差应位于极限偏差之内。在实际中常用孔、轴的基本尺寸和极限偏差计算其极限尺寸，计算公式如下：

$$D_{\max} = D + ES \quad D_{\min} = D + EI$$

$$d_{\max} = d + es \quad d_{\min} = d + ei$$

例 2-3 求标注为 $\phi 30 \begin{smallmatrix} 0.020 \\ -0.041 \end{smallmatrix}$ 孔的最大、最小极限尺寸。

$$\begin{aligned} \text{解: } D_{\max} &= D + ES = [\phi 30 + (-0.020)] \text{ mm} = \phi 29.980 \text{ mm} \\ D_{\min} &= D + EI = [\phi 30 + (-0.041)] \text{ mm} = \phi 29.959 \text{ mm} \end{aligned}$$

(二) 尺寸公差 (简称公差)

1. 公差 (T_h 、 T_s)

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。它是尺寸的允许变动量。

公差是控制误差的，加工误差是不可避免的，显然公差应该大于零 (负公差、零公差没有意义)。因此，在公差值前不标 +、- 号，这点与偏差相反。公式如下：

$$\text{孔的公差 } T_h = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$$

$$\text{轴的公差 } T_s = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$$

例 2-4 求标注为 $\phi 50 \begin{smallmatrix} 0.025 \\ -0.064 \end{smallmatrix}$ 轴的公差。

$$\begin{aligned} \text{解: } T_s &= es - ei = [(-0.025) - (-0.064)] \text{ mm} = 0.039 \text{ mm} \\ \text{或 } T_s &= d_{\max} - d_{\min} = (\phi 49.975 - \phi 49.936) \text{ mm} = 0.039 \text{ mm} \end{aligned}$$

从使用角度和加工的角度考虑，基本尺寸相同，公差值越大，工件精度越低，越容易加工。反之，工件精度越高，越难加工。

2. 公差带图

极限配合的主要术语及其相互关系可以用图示的方法来表示，如图 2-7 所示为一对相互结合的孔、轴极限与配合的示意图。

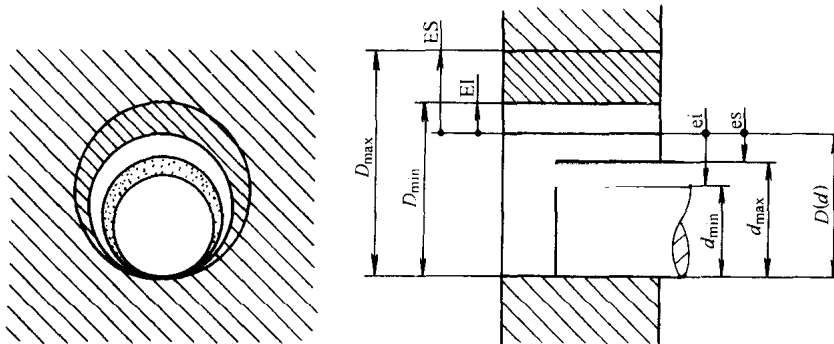


图 2-7 极限配合示意图

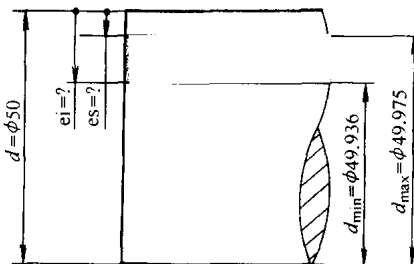


图 2-6 轴的极限偏差的计算

在实用中为了简化起见,常不画出孔和轴的全部,而只画出孔、轴公差带来分析问题,这就是极限与配合的图解,简称公差带图。为了区分孔、轴公差带,孔的公差带为剖面线,轴的公差带涂黑,并标出其上下偏差,如图 2-8 所示。

1) 绘制公差带图 首先画出一条水平的零线(零线是代表基本尺寸并确定偏差位置的一条直线,即零偏差线),在其左端标上“0、+、-”号,在零线的左下方画带箭头的尺寸线,并标出基本尺寸。正偏差位于零线的上方,负偏差位于零线的下方,偏差为零时与零线重合。根据上偏差和下偏差的大小,按适当的比例画出平行于零线的两条直线,公差带沿零线方向的长度可适当选取。

例 2-5 作标注为 $\phi 25_{-0.033}^{-0.020}$ 的轴和 $\phi 25_{+0}^{+0.021}$ 的孔的公差带图。

解: 按绘制公差带图步骤作出已知孔、轴的公差带图,如图 2-9 所示。

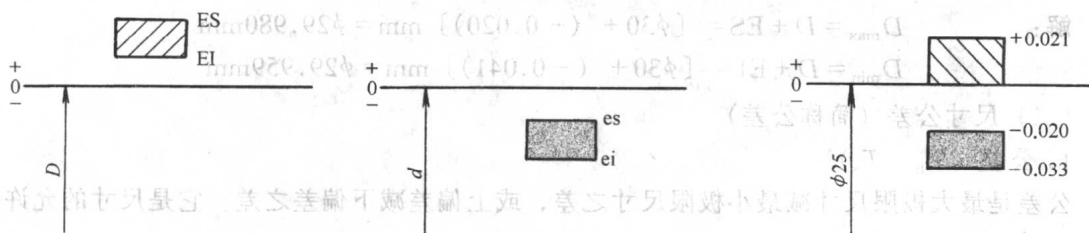


图 2-8 公差带图解

图 2-9 公差带图

2) 公差带 公差带是指在公差带图解中,由代表上偏差和下偏差或最大极限尺寸和最小极限尺寸两条直线所限定的一个区域。

3) 公差带的组成 公差带包括大小、位置两个因素。其中,公差带的大小由公差值决定;位置由基本偏差决定。基本偏差通常是靠近零线的那个极限偏差。

四、有关配合的术语与定义

(一) 配合

1. 配合

配合是指基本尺寸相同的相互结合的孔和轴公差带之间的关系。

定义说明相配合的孔和轴必须基本尺寸相同,而相互结合的孔和轴公差带之间的不同关系决定了孔和轴配合的松紧程度,也决定了孔和轴的配合性质。

2. 间隙与过盈

孔的尺寸减去相配轴的尺寸之差为正,则表示间隙;之差为负,则表示过盈。例如:代数差为 $+10\mu\text{m}$,表示间隙量为 $10\mu\text{m}$;代数差为 $-10\mu\text{m}$,表示过盈量为 $10\mu\text{m}$ 。

(二) 配合的种类

1. 间隙配合

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 2-10 所示。

由于孔、轴的实际尺寸允许在各自的公差带内变动,所以孔、轴配合的间隙也是变动的。当孔为最大极限尺寸而轴为最小极限尺寸时,装配后的孔、轴为最松的配合状态,称为最大间隙 X_{\max} ;当孔为最小极限尺寸而轴为最大极限尺寸时,装配后的孔、轴为最紧的配合状态,称为最小间隙 X_{\min} ,如图 2-10 所示。

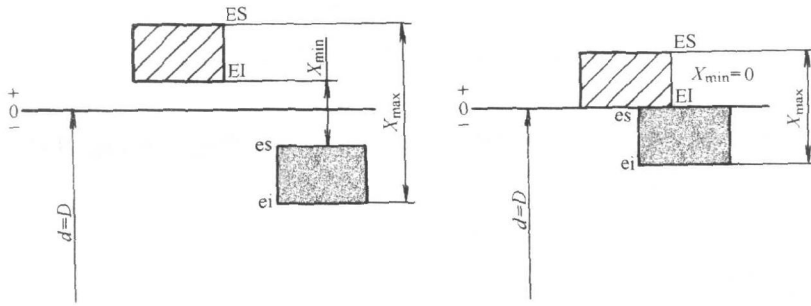


图 2-10 间隙配合

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

2. 过盈配合

具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合称为过盈配合。此时，孔的公差带在轴的公差带之下。与间隙配合一样，在过盈配合中，孔、轴配合的最松状态是最小过盈 Y_{\min} ；最紧的配合状态是最大过盈 Y_{\max} ，如图 2-11 所示。

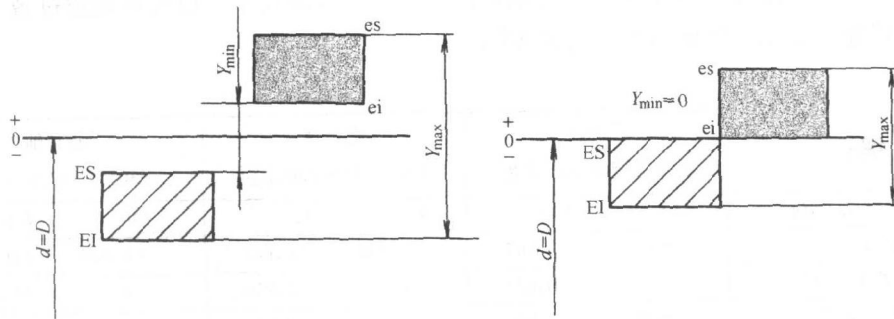


图 2-11 过盈配合

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

3. 过渡配合

可能具有间隙或过盈的配合称为过渡配合。此时，孔的公差带与轴的公差带交叠。同理，在过渡配合中，孔、轴配合的最松状态是最大间隙 X_{\max} ；最紧的配合状态是最大过盈 Y_{\max} ，如图 2-12 所示。

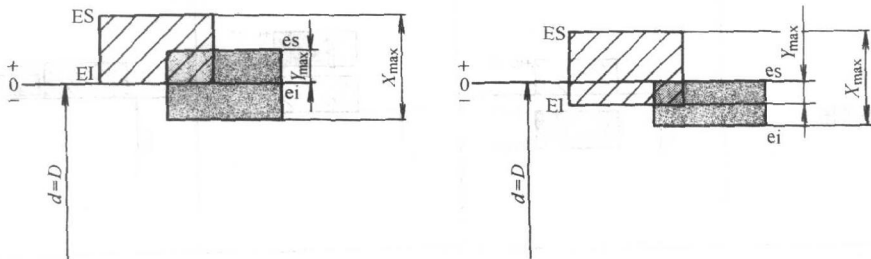


图 2-12 过渡配合

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

(三) 配合公差 (T_f)

组成配合的孔、轴公差之和称为配合公差。它是允许间隙或过盈的变动量。

$$\left. \begin{aligned} \text{在间隙配合中 } T_f &= |X_{\max} - X_{\min}| \\ \text{在过盈配合中 } T_f &= |Y_{\min} - Y_{\max}| \\ \text{在过渡配合中 } T_f &= |X_{\max} - Y_{\max}| \end{aligned} \right\} = T_h + T_s$$

配合公差的大小反映了配合精度的高低，对一具体的配合，配合公差越大，配合时形成的间隙或过盈的变化量就越大，配合后松紧变化程度就越大，配合精度就越低。反之，配合精度高。因此，要想提高配合精度，就要减小孔、轴的尺寸公差。

例 2-6 三对相配合的孔、轴尺寸标注分别为：

1) 孔 $\phi 30^{+0.025}_0$ mm 轴 $\phi 30^{-0.009}_{-0.025}$ mm

2) 孔 $\phi 30^{+0.025}_0$ mm 轴 $\phi 30^{+0.042}_{+0.026}$ mm

3) 孔 $\phi 30^{+0.025}_0$ mm 轴 $\phi 30^{+0.018}_{+0.002}$ mm

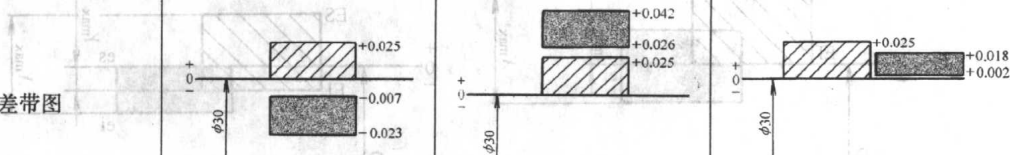
分别求出每对配合的基本尺寸、极限偏差、公差、极限尺寸、极限间隙或过盈、配合公差，指出其配合类别，并画出尺寸公差带图。

(mm)

解：

	孔和轴 $\phi 30^{+0.025}_0$ 和 $\phi 30^{-0.009}_{-0.025}$		孔和轴 $\phi 30^{+0.025}_0$ 和 $\phi 30^{+0.042}_{+0.026}$		孔和轴 $\phi 30^{+0.025}_0$ 和 $\phi 30^{+0.018}_{+0.002}$	
基本尺寸 $D (d)$	$\phi 30$	$\phi 30$	$\phi 30$	$\phi 30$	$\phi 30$	$\phi 30$
上偏差 ES (es)	+0.025	-0.007	+0.025	+0.042	+0.025	+0.018
下偏差 EI (ei)	0	-0.023	0	+0.026	0	+0.002
公差 $T_h (T_s)$	0.025	0.016	0.025	0.016	0.025	0.016
最大极限尺寸 $D_{\max} (d_{\max})$	$\phi 30.025$	$\phi 29.993$	$\phi 30.025$	$\phi 30.042$	$\phi 30.025$	$\phi 30.018$
最小极限尺寸 $D_{\min} (d_{\min})$	$\phi 30$	$\phi 29.977$	$\phi 30$	$\phi 30.026$	$\phi 30$	$\phi 30.002$
最大间隙 X_{\max}	+0.050				+0.023	
最小间隙 X_{\min}	+0.007					
最大过盈 Y_{\max}			-0.042		-0.018	
最小过盈 Y_{\min}			-0.001			
配合公差 T_f	0.041		0.041		0.041	
配合类别	间隙配合		过盈配合		过渡配合	

公差带图



第二节 极限与配合的基本内容

一、基准制

如前所述，变更孔、轴公差带位置可以组成不同性质的配合，但为了简化起见，无需将孔、轴公差带同时变动，只要固定一个，变更另一个，便可满足不同使用性能要求的配合。因此，国标对孔、轴公差带之间的相互位置关系，规定了两种基准制，即基孔制与基轴制。

1. 基孔制

基本偏差为一定的孔的公差带，与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度，称为基孔制。如图 2-13 所示。

基孔制配合中的孔是基准件，称为基准孔，其代号为 H，它的基本偏差为下偏差，其数值为零，公差带在零线的上方。

2. 基轴制

基本偏差为一定的轴的公差带，与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度，称为基轴制。如图 2-14 所示。

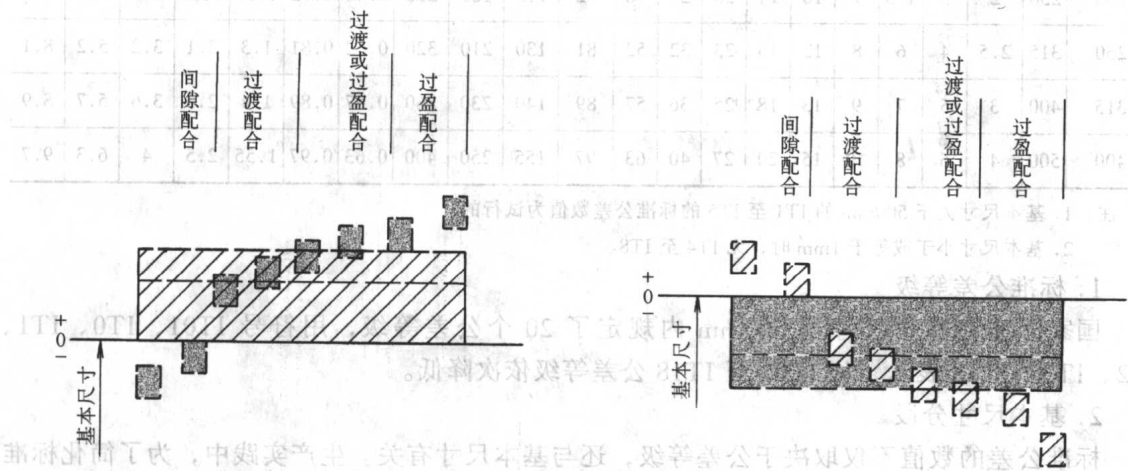


图 2-13 基孔制

图 2-14 基轴制

基轴制配合中的轴是基准件，称为基准轴，其代号为 h，它的基本偏差为上偏差，其数值为零，公差带在零线的下方。

二、标准公差系列

为了实现零（部）件的互换性和满足各种使用要求，公差值必须标准化。

标准公差是本标准极限与配合制中所规定的任一公差，见表 2-1 所示。公差值的大小与公差等级和基本尺寸有关。

表 2-1 标准公差数值 (GB/T 1800.3—1998)

基本尺寸	标准公差等级																				
	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	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1	1.4