



互换性与技术测量 习题与学习指导

Huhuanxing yu Jishu Celiang
Xiti yu Xuexi Zhidao

◎主 编 冯 昊 王桂娟

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

互换性与技术测量 习题与学习指导

主 编 冯 昊 王桂娟

副主编 刘战涛 刘 琼 张怀英

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书总体分为三个层次：知识回顾 + 强化训练；综合训练和自测题（6套）。紧密结合知识点内容，知识归纳层次明晰，突出知识掌握等级；每章内容讲解中穿插相应的例题解析，以便将知识融会贯通；书后配有大量习题，且每套自测题附有答案及详细讲解。

本书适用于广大机械制造类专业的学生。

版权专有 侵权必究

图书在版编目（CIP）数据

互换性与技术测量习题与学习指导 / 冯昊，王桂娟主编. —北京：北京理工大学出版社，2014.6

ISBN 978 - 7 - 5640 - 9366 - 2

I. ①互… II. ①冯…②王… III. ①零部件 - 互换性 - 高等学校 - 教学参考资料②零部件 - 测量技术 - 高等学校 - 教学参考资料 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 123437 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 11

字 数 / 223 千字

版 次 / 2014 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

定 价 / 32.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题，本社负责调换

前 言

本书总体分为三个层次：

1. 知识回顾+强化训练——将全部内容以简明扼要的方式层层归纳，并将知识划分为“了解”、“识记”和“应用”三个等级，其中★代表需要学生简单了解的内容，★★代表需要学生熟识记忆的内容，★★★则代表学生必须灵活掌握和实践应用的内容；在每章内容讲解中穿插相应的例题解析，以便将知识融会贯通；待学生完全掌握各章节的学习内容后，配合强化训练巩固和加强对知识点的理解。

2. 综合训练——以大量的练习为主，目的是使学生在综合性质的训练中更加灵活地将知识融会贯通，并且了解到学习过程中的欠缺和不足。

3. 自测题——书后配有6套自测试题，作为学生进行自我验收的工具。每套自测题后附有答案及详解，并提及相应考核知识点。

编者在编写过程中参阅了大量国内外同行的专著、教材、文献资料等，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免出现疏漏和错误，敬请各位读者批评指正。

编 者

目 录

第0章 绪论	(1)
【知识回顾】	(1)
【强化训练】	(4)
第1章 极限与配合	(6)
【知识回顾】	(6)
【强化训练】	(20)
第2章 技术测量基础	(23)
【知识回顾】	(23)
【强化训练】	(32)
第3章 形状和位置公差	(34)
【知识回顾】	(34)
【强化训练】	(44)
第4章 表面粗糙度	(46)
【知识回顾】	(46)
【强化训练】	(50)
第5章 光滑极限量规	(52)
【知识回顾】	(52)
【强化训练】	(55)
第6章 常用结合件的互换性	(57)
【知识回顾】	(57)
【强化训练】	(61)

第7章 渐开线圆柱齿轮传动的互换性	(63)
【知识回顾】	(63)
【强化训练】	(67)
第8章 尺寸链	(69)
【知识回顾】	(69)
【强化训练】	(74)
综合训练	(76)
自测题	(83)
附录1 强化训练答案	(108)
附录2 综合训练答案	(124)
附录3 自测题答案及讲解	(129)
参考文献	(168)



第 0 章

绪 论

知识回顾

0.1 互换性概述

★★1. 互换性的定义

互换性指机械产品中同一规格的一批零件或部件，任取其中一件，不需作任何挑选、调整或辅助加工，并能保证满足机械产品的使用性能要求的一种特性。

互换性表现在产品零、部件装配过程的三个阶段：装配前，不需挑选；装配时，不经修配或调整；装配后满足预定的使用要求。

举例 1：

如电灯泡、自行车、手表、缝纫机上的零件、一批规格为 M10 - 6H 的螺母与 M10 - 6h 螺栓的自由旋合。

例 0 - 1 判断“满足不需要挑选、不经修配或调整便可进行装配这个条件即可判定为互换性。”

答：(×)

分析：互换性应同时具备两个条件：一是不需要挑选、不经修配或调整便可进行装配；二是装配后满足预定的使用要求。仅有第一点是不完整的。

例 0 - 2 判断“互换性对产品的设计、制造、使用和维修等各方面都带来极大方便，所以它只适用于大批量生产。”

答：(×)

分析：由于互换性对产品的设计、制造、使用和维修等各方面都带来极大方便，所以，它不仅适用于大批量生产，也适用于单件小批量生产，是现代制造业中普遍遵守的原则。

★★2. 互换性的分类

(1) 按互换性的程度, 互换性分为完全互换 (完全符合含义) 和不完全互换 (装配时需要分组或调整)。

① 完全互换 (绝对互换)。零件在装配或更换时, 不需选择或辅助加工 (修配) 的互换性。

举例 2:

日常生活中使用的电灯泡。

② 不完全互换 (有限互换)。当机器上某部位精度愈高, 相配零件精度要求就愈高, 加工困难, 制造成本高, 为此, 生产中往往把零件的精度适当降低, 以便于制造, 然后再根据实测尺寸的大小, 将制成的相配零件分成若干组, 使每组内的尺寸差别比较小, 最后, 再把相应的零件进行装配。

举例 3:

大孔组零件与大轴组零件装配; 小孔组零件与小轴组零件装配。

并不是互换的程度越高越好, 而是应该在保证质量的前提下, 获得较好的经济效益, 所以当精度要求越高, 制造较困难时, 应考虑采用不完全互换, 并注意, 一般不完全互换适用于本厂内部而不宜用于场际协作。

(2) 对标准部件或机构来说, 互换性分为外互换和内互换。

① 外互换: 指部件或结构与其装配间的互换性。

举例 4:

滚动轴承内圈内径与轴的配合, 外圈外径与轴承孔的配合。

② 内互换: 指部件或结构内部组成零件间的互换性。

举例 5:

滚动轴承的外圈内滚道、内圈外滚道与滚动体的装配。

★★3. 互换性的作用

(1) 在设计方面, 有利于最大限度采用标准件、通用件和标准件, 大大简化绘图和计算工作, 缩短设计周期, 便于计算机辅助设计 (CAD)。

(2) 在制造方面, 有利于组织专业化生产, 采用先进工艺和高效率的专用设备, 提高生产效率。

(3) 在使用、维修方面, 可以减少机器的维修时间和费用, 保证机器能连续持久地运转, 提高了机器的使用寿命。

★★4. 公差的概念

公差: 指零件几何参数允许的变动量。包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。

特点: 公差用来控制加工中的误差, 确定零件的加工精度, 以保证互换性的实现。

★★5. 检测的概念

检测包含检验与测量。

(1) 检验：指确定零件的几何参数是否在规定的极限范围内，并判断其是否合格。

(2) 测量：是将被测量与作为计量单位的标准量进行比较，以确定被测量的具体数值的过程。

★★6. 加工误差的概念与分类

尺寸误差是可以随制造技术水平的提高而减少的，但不可能消除尺寸误差。

加工误差可分为尺寸误差、形状误差、位置误差和表面粗糙度误差。

(1) 尺寸误差：指一批工件的尺寸变动，即加工后零件的实际尺寸和理想尺寸之差，如直径误差、孔距误差等。

(2) 形状误差：指加工后零件的实际表面形状相对于其理想形状的差异（或离散程度），如圆度误差、直线误差等。

(3) 位置误差：指加工后零件的表面、轴线或对称平面之间的相互位置相对于其理想位置的差异（或偏离程度），如同轴度误差、位置度误差等。

(4) 表面粗糙度误差：指加工后零件表面上具有较小间距和峰谷所形成的微观几何形状误差。

0.2 标准化概述

★★1. 标准的概念

标准是指在一定范围内获得的最佳秩序，对活动或其结果规定共同的和重复使用的规则、导则或特性的文件。

标准一般是指技术标准。

★★2. 技术标准的概念

技术标准是对产品和工程建设质量、规格及检验方面所作的技术规定。

★★3. 提高对标准和标准化重要性的认识

我国的技术标准分为国家标准（GB）、部门标准（专业标准，如JB）、地方标准、企业标准四个等级，国家标准和行业标准又分为强制性和推荐性两大类。

标准是科学技术和生产经验的结晶，代表现今的生产力，对推动科技发展和人类进步具有重大意义，所以，推荐性标准仍然需要认真贯彻执行。

特点：标准与标准化是实现互换性的前提条件。

例0-3 判断下列说法是否正确。

企业标准比国家标准层次低，在标准要求上可稍低于国家标准。

答：(×)

分析：我国按照标准的使用范围分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准，并不

是按照标准的层次划分,在标准要求上是一样的。

★4. 互换性、公差、测量技术和标准化之间的关系

给零、部件规定合理的公差,正确进行检测,是实现互换性的必要条件。而要做到这两点,需要有统一的标准作为共同遵守的准则和依据,所以,标准化是实现互换性的前提。学习内容就是掌握有关标准的主要规定,正确选用公差,了解几何量常用的检测方法,并具有一定的实际操作能力。

★5. GB/T 321—1980《优先数和优先数系》的有关规定

优先数系是一种十进制的几何级数。我国标准 GB/T 321—1980 与国际标准 ISO 推荐系列符号 R5、R10、R20、R40、R80 系列,前四项为基本系列,R80 为补充系列。同时,也允许采用派生系列,借助表格,应能写出各系列的优先数,并在实际工作中优先采用这些数,使参数的选择一开始就纳入标准化的轨道。

其公比为:

R5 系列: $q_5 \approx 1.6$; R10 系列: $q_{10} \approx 1.25$;

R20 系列: $q_{20} \approx 1.12$; R40 系列: $q_{40} \approx 1.06$; R80 系列: $q_{80} \approx 1.03$

例 0-4 下列三列数据属于哪种系列?公比是多少?

(1) 电动机转速有(单位为 r/min): 375、750、1 500、3 000、...

(2) 摇臂钻床的主参数(最大钻孔直径,单位为 mm)有: 25、40、63、80、100、125、.....

(3) 国家标准规定的从 IT6 级开始的公差等级系数为: 10、16、25、40、64、100、.....

解: (1) 是派生系列(倍数系列) R40/12。

(2) 是混合系列。前面三项为 R5 系列,后面为 R10 系列。

(3) 是 R5 系列。

强化训练

0-1 填空题

(1) 按互换的范围,可以将互换性分为_____和_____。对于标准部件和非标机

构来讲,互换性又可分为_____和_____。

(2) 20 ~ 100 瓦数系列的日光灯,该系列的符号为_____。

(3) 我国标准按颁发级别分为_____、_____和_____。

0-2 选择题

(1) 螺纹公差的等级自 3 级起,其公差等级系数为 0.50, 0.63, 1.00, 1.25, 1.60, 2.00, 它们属于()优先数的系列。

A. R5 B. R10 C. R20 D. R40

(2) R5 数系的公比为 $\sqrt[5]{10} \approx 1.6$, 每逢 5 项, 数值增大到 () 倍。

A. 2.5 倍 B. 5 倍 C. 10 倍 D. 20 倍

(3) 设首项为 100, 按 R10 系列确定后 5 项优先数为 ()。

A. 106, 112, 118, 125, 132

B. 112, 125, 140, 160, 180

C. 125, 160, 200, 250, 315

D. 160, 250, 400, 630, 1 000

0-3 简答题

(1) 互换性可以分成哪两类? 试述它们各自的特点。

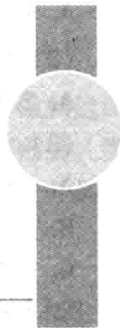
(2) 为什么技术测量是实现互换性的重要手段?

(3) 公差、检测、标准化与互换性有何关系?

(4) 设计零件而绘制图样时, 几何量的互换性用什么保证? 其特点是什么?

第 1 章

极限与配合



知识回顾

1.1 基本术语及其定义

★★1. 尺寸术语及其定义

(1) 尺寸 尺寸指用特定单位表示线性长度的数值。也就是表示长度的大小，包括直径、长度、宽度、高度、厚度以及中心距、圆角半径等。由数字和长度（如：mm）单位组成，不包括角度尺寸。

尺寸有基本尺寸、实际尺寸、极限尺寸等。

(2) 孔、轴尺寸 孔通常指工件的圆柱形内表面，也包括非圆柱形内表面（由两个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（由两个平行平面或切面形成的被包容面）。

(3) 基本尺寸 (D, d) 基本尺寸指根据使用要求，经过强度、刚度计算和结构设计而确定的，且按优先数系列选取的尺寸。也就是设计时确定的，并在图样上标注的，用来确定偏差位置的起始尺寸。

基本尺寸应是标准尺寸，它是理论值。

(4) 极限尺寸 极限尺寸指允许尺寸变化的两个界限值。孔或轴所允许尺寸的两个界限值。其中较大的称为最大极限尺寸，较小的称为最小极限尺寸。

① 最大极限尺寸。孔或轴允许的最大尺寸， $D_{\max}$ 、 $d_{\max}$ 。

② 最小极限尺寸。孔或轴允许的最小尺寸， $D_{\min}$ 、 $d_{\min}$ 。

极限尺寸是根据设计要求确定的，其目的是限制实际尺寸的变动范围。即实际尺寸必须

在两个极限尺寸之间。

极限尺寸可以大于、等于或小于基本尺寸。

(5) 实际尺寸 (D_a, d_a) 实际尺寸指通过测量获得的尺寸 (有误差存在)。且由于零件存在形状误差, 所以, 同一表面不同部位的实际尺寸不一定相同。

实际尺寸非理论值。

例 1-1 如何区分基本尺寸、极限尺寸、实际尺寸?

答: 基本尺寸是设计时通过计算或试验确定并经过圆整后得到的。它只表示尺寸的基本大小, 并不是对完工后零件实际尺寸的要求, 不能将它理解成“理想尺寸”, 不能认为零件的实际尺寸越接近基本尺寸越好。

最大、最小极限尺寸也是设计时确定的, 它是根据使用要求, 用来限制尺寸的变化范围。

实际尺寸是测量得到的, 不能直接从图样上看出。由于测量不可避免有误差, 故实际尺寸一般不是真值。由于有形状误差, 零件各部位的实际尺寸一般是不同的, 称为局部实际尺寸。

零件实际尺寸是否合格, 一般是看它是否在最大、最小极限之间, 而不是看它相对于基本尺寸偏离的大小。

★★2. 尺寸偏差 (偏差) 的定义

尺寸偏差指某一尺寸减去基本尺寸所得的代数差, 简称偏差。

尺寸偏差有极限偏差和实际偏差。

(1) 极限偏差: 当极限尺寸减去基本尺寸所得的代数差。

上偏差与下偏差统称为极限偏差 (可为正、负或零值)。

① 上偏差 = 最大极限尺寸 - 基本尺寸

$$\text{孔的上偏差 } ES: \quad ES = D_{\max} - D \quad (1-1)$$

$$\text{轴的上偏差 } es: \quad es = d_{\max} - d \quad (1-2)$$

② 下偏差 = 最小极限尺寸 - 基本尺寸

$$\text{孔的下偏差 } EI: \quad EI = D_{\min} - D \quad (1-3)$$

$$\text{轴的下偏差 } ei: \quad ei = d_{\min} - d \quad (1-4)$$

举例 1:

轴 $\phi 56h6(-0.019)$ 尺寸上偏差为 0, 下偏差为 -0.019。轴承位 $\phi 55k6(+0.021/+0.002)$ 尺寸上偏差为 +0.021, 下偏差为 +0.002。

注意: 极限偏差冠以符号, 若将上偏差 $es = +0.021$ 写成 $es = 0.021$ 是错误的。

(2) 实际偏差: 指实际尺寸减去基本尺寸所得的代数差。

孔的偏差用 E_a 表示; 轴的偏差用 e_a 表示。

例 1-2 简述尺寸偏差、实际偏差、上偏差、下偏差、极限偏差、基本偏差的区别与联系?

答：尺寸偏差是笼统讲某一尺寸减去基本尺寸的差，当“某一尺寸”为实际尺寸时，就是实际偏差；当“某一尺寸”为最大极限尺寸时，就是上偏差（ ES, es ）；当“某一尺寸”为最小极限尺寸时，就是下偏差（ EI, ei ）。上、下偏差总称极限偏差。

实际偏差与实际尺寸、极限偏差与极限尺寸具有相同的性质。实际偏差在上、下偏差之间，尺寸就是合格的。

基本偏差是上、下偏差中的一个，一般是指接近基本尺寸的那个极限偏差。

偏差都是代数值，可以为正、为负或者为零。

★★3. 尺寸公差（公差）的定义

尺寸公差指允许实际尺寸变动的量，简称公差。

$$\text{公差} = | \text{最大极限尺寸} - \text{最小极限尺寸} | = | \text{上偏差} - \text{下偏差} |$$

孔的公差用 T_h 表示：

$$T_h = | D_{\max} - D_{\min} | = | ES - EI | \quad (1-5)$$

轴的公差用 T_s 表示：

$$T_s = | d_{\max} - d_{\min} | = | es - ei | \quad (1-6)$$

公差表示一个变动的范围，所以公差数值前不能冠以符号。偏差可为正负值；公差恒为正值。

举例 2：

轴 $\phi 56h6(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.019 \end{smallmatrix})$ ，尺寸公差 $T_h = 0.019 \text{ mm}$ 。

★4. 极限与配合图解（公差带图）

为了直观地表达极限与配合之间的关系，用公差带图解来表达。

公差带图解由零线（基本尺寸）和公差带两部分组成。

（1）零线（基本尺寸） 零线指在公差带图解中，表示基本尺寸的一条直线，以其为基准确定偏差和公差。简言之，是确定偏差位置的一条基准直线。

通常，正偏差位于零线上方，负偏差位于零线的下方。

（2）公差带 公差带指在公差带图解中，由代表上偏差和下偏差或最大极限尺寸和最小极限尺寸的两条之间所限制的区域。

简言之，由代表上、下偏差的两平行直线所限定的区域。

（3）确定公差带的要素 在国家标准中，公差带图包括了“公差带大小”（由标准公差确定）和“公差带位置”（由基本偏差确定），如图 1-1 所示。

公差带大小是指上、下偏差线

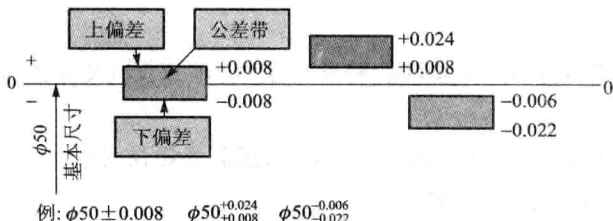


图 1-1 公差带图解

或两个极限尺寸线之间的宽度，由标准公差确定。

公差带位置是指公差带相对零线的位置，由基本偏差确定。

★★5. 标准公差的定义

标准公差是国家标准在《极限与配合》中所规定的任一公差，是确定公差带的大小，即公差。

★★6. 基本偏差的定义

基本偏差是国家标准在《极限与配合》中，确定公差带相对零线位置的那个极限偏差。用以确定公差带相对于零线的位置，它可以是上偏差或下偏差，一般为靠近零线的那个极限偏差，如图1-2所示。

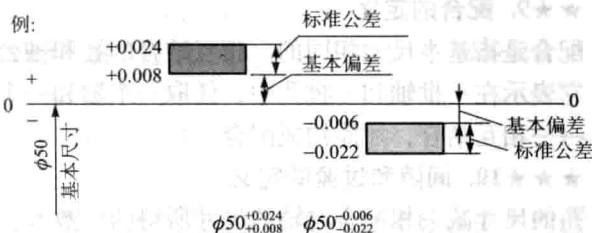


图1-2 基本偏差图例

★7. 公差与极限偏差的比较

公差与极限偏差也是一对既有区别又有联系的概念，见表1-1。

表1-1 极限偏差与公差

项 目		极 限 偏 差	公 差
区 别	1	反映对基本尺寸的偏离要求，用以限制实际偏差	反映尺寸分布一致性的要求，用以限制尺寸误差
	2	决定加工零件时，刀具相对于工件的位置，与加工难度无关	反映对制造精度的要求，体现了加工的难易程度
	3	在公差带图中决定公差带的位置	决定公差带的大小
	4	影响配合的松紧程度	影响配合松紧程度的一致性
	5	可以用来判断零件尺寸的合格性	不能用来判断零件尺寸的合格性
	6	可正、可负或零	没有符号的绝对值，不能为0
联系		它们都是设计时给定的，而且尺寸公差 = 上偏差 - 下偏差	

★8. 轴和孔的概念

(1) 孔 孔指工件的圆柱形内表面，包括非圆柱形内表面（由二平行平面或切面形成的包容面）。

狭义的孔指工件的圆柱形内表面，孔为包容面。

广义的孔指由单一尺寸确定的内表面。

(2) 轴 轴指工件的圆柱形外表面，包括非圆柱形外表面（由二平行平面或切面形成的被包容面）。

狭义的轴指工件的圆柱形外表面,轴为被包容面。

广义的轴指由单一尺寸确定的外表面。

举例 3:

如键由单一尺寸——宽度 b 尺寸确定的两平行平面组成外表面,轴是被包容面。

★★9. 配合的定义

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。

它表示在一批轴和一批孔中,任取一个轴和一个孔的结合。也就是说,只有一批轴与一批孔——相互结合,才能构成配合。

★★★10. 间隙和过盈的定义

孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的代数差。

此差值为正值称为间隙,用 X 表示;

此差值为负值称为过盈,用 Y 表示。

例 1-3 间隙或过盈的数值都是指全值范围,孔的尺寸减去轴的尺寸的代数差若为正,称为过盈,过盈量越大,配合得越紧。

答: (×)

分析: 孔的尺寸减去轴的尺寸的代数差若为正,称为间隙;若为负称为过盈。此处所说的正、负号不要与一般的正负数混淆,此处仅为区别是间隙还是过盈,过盈量“负”的越多,绝对值越大,表明配合得越紧。间隙或过盈的数值都是指全值范围(如圆柱形零件是指直径范围而不是半径)。

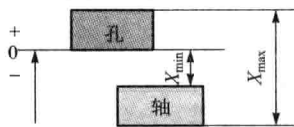


图 1-3 间隙配合

★★★11. 配合的种类

配合的种类有间隙配合、过盈配合和过渡配合。

(1) 间隙配合 间隙配合指具有间隙(包括最小间隙为零)的配合,此时,轴公差带在孔公差带的下方。而孔、轴配合的间隙是变动的,如图 1-3 所示。

① 当孔的最大极限尺寸 $D_{\max}$, 配合轴的最小极限尺寸 $d_{\min}$, 装配后形成最大间隙 $X_{\max}$ 。

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (1-7)$$

② 当孔的最小极限尺寸 $D_{\min}$, 配合轴的最大极限尺寸 $d_{\max}$, 装配后形成最小间隙 $X_{\min}$ 。

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (1-8)$$

$X_{\max}$ 和 $X_{\min}$ 统称为极限间隙。

③ 而在实际生产中,平均间隙更能体现其配合性质。最大间隙与最小间隙的平均值为平均间隙 X_{av} 。

$$X_{av} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2} \quad (1-9)$$

(2) 过盈配合 过盈配合指具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合。如图 1-4 所示。

① 当孔的最小极限尺寸 $D_{\min}$ ，配合轴的最大极限尺寸 $d_{\max}$ 时，装配后形成最大过盈 $Y_{\max}$ 。

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (1-10)$$

② 当孔的最大极限尺寸 $D_{\max}$ ，配合轴的最小极限尺寸 $d_{\min}$ 时，装配后形成最小过盈 $Y_{\min}$ 。

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (1-11)$$

$Y_{\max}$ 和 $Y_{\min}$ 统称为极限间隙。

③ 在实际生产中，平均过盈更能体现其配合性质。最大过盈与最小过盈的平均值为平均过盈 Y_{av} 。

$$Y_{av} = \frac{Y_{\max} + Y_{\min}}{2} \quad (1-12)$$

例 1-4 简述间隙与过盈配合的区别？

答：孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的代数差。

此差值若为正时称为间隙配合（X），孔的公差带在轴的公差带之上；

此差值若为负时称为过盈配合（Y），孔的公差带在轴的公差带之下。

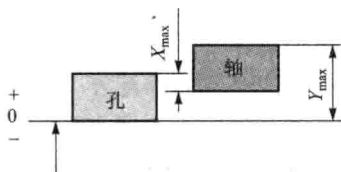


图 1-5 过渡配合

(3) 过渡配合 过渡配合是指可能具有间隙或过盈的配合，孔与轴的公差带相互重叠。如图 1-5 所示。

① 当孔的最大极限尺寸 $D_{\max}$ ，配合轴的最小极限尺寸 $d_{\min}$ 时，装配后形成最大间隙 $X_{\max}$ 。

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (1-13)$$

② 当孔的最小极限尺寸 $D_{\min}$ ，配合轴的最大极限尺寸 $d_{\max}$ 时，装配后形成最大过盈 $Y_{\max}$ 。

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (1-14)$$

③ 在实际生产中，体现配合性质的可能是平均间隙，也可能是平均过盈。平均间隙或过盈等于最大间隙与最大过盈的平均值。

$$X_{av}(Y_{av}) = \frac{X_{\max} + Y_{\max}}{2} \quad (1-15)$$

结果为正值是平均间隙，为负值是平均过盈。

注意：极限间隙或过盈反映配合松紧程度。

极限间隙或极限过盈出现的概率：产生极限间隙或极限过盈是配合松紧的两个极限状态。在实际配合中，任取一个轴和一个孔结合，出现极限间隙（或极限过盈）的可能性较小，而出现平均间隙（或平均过盈）的概率较高。