

21世纪全国高职高专汽车系列技能型规划教材



汽车机械基础项目化教学标准教程

主 编 傅华娟
主 审 李 彦



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专汽车系列技能型规划教材

汽车机械基础项目化教学标准教程

主 编	傅华娟			
副主编	陈福贞	任萍丽	顾惠斌	
参 编	张红党	蒋 侃	王 峰	
主 审	李 彦			



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书精选汽车机械基础理论和基本知识,突出实用性、新颖性,结合汽车典型实例,引导学生在“做”中“学”,按照“以行业需求为导向、以能力为本位、以学生为中心”的原则,紧跟当今汽车技术的发展,并且注意了理论的系统性和各部分相对的独立性。

本书共分为6篇:互换性与技术测量、力学分析、汽车机构分析、轴系零部件、汽车工程材料、液压传动。内容分为15个项目:尺寸公差与配合,几何公差,表面粗糙度;静力分析,承载能力分析;机构的组成及汽车常用机构,机械传动;轴,轴承,联轴器与离合器,联接;金属材料的性能,黑色金属,有色金属与非金属材料;液压传动。

本书适合作为高职高专院校汽车运用与维修专业的技术基础课教材,也可作为相关专业的培训班教材,以及汽车从业人员的技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车机械基础项目化教学标准教程/傅华娟主编. —北京:北京大学出版社,2010.10

(21世纪全国高职高专汽车系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-17821-8

I. ①汽… II. ①傅… III. ①汽车-机械学-高等学校:技术学校-教材 IV. ①U463

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第186662号

书 名:汽车机械基础项目化教学标准教程

著作责任者:傅华娟 主编

策 划 编 辑:赖 青 张永见

责 任 编 辑:李娉婷

标 准 书 号:ISBN 978-7-301-17821-8/U·0040

出 版 者:北京大学出版社

地 址:北京市海淀区成府路205号 100871

网 址:<http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话:邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱:pup_6@163.com

印 刷 者:河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者:北京大学出版社

经 销 者:新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 22.5印张 525千字

2010年10月第1版 2010年10月第1次印刷

定 价:38.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024

电子邮箱:fd@pup.pku.edu.cn

前 言

我国汽车产业的快速发展，急需大量的汽车技术应用型人才，汽车机械基础是汽车类各专业的必修专业基础课之一，对学生的专业技能的发展非常重要。本书是以教育部教高[2006] 16号文件《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》为指导，遵循“以全面素质为基础，以能力为本位，以企业需求为基本依据，以职业能力为导向”的原则，进行了一些教学改革和探索实践后而编写的。

本书紧密结合汽车运用与维修领域的职业需求，以职业能力为导向，以技能训练为中心，以提高学习者的职业实践能力和职业素养为宗旨，倡导以学生为本位的教育培训理念。以“必需、够用”为度，结构紧凑，内容精练，语言简洁，图文并茂，突出工学结合特色，注重职业工作岗位的要求，特别强化了学生职业能力的提高和综合素质的培养。在每个项目中，提供了学习目标，并做到以工程实际任务或案例引领课程内容，满足学生就业岗位（群）的需求。

本书共分为6篇：互换性与技术测量、力学分析、汽车机构分析、轴系零部件、汽车工程材料、液压传动。内容分为15个项目：尺寸公差与配合，几何公差，表面粗糙度；静力分析，承载能力分析；机构的组成及汽车常用机构，机械传动；轴，轴承，联轴器与离合器，联接；金属材料的性能，黑色金属，有色金属与非金属材料；液压传动。

本书有着广泛的适用性，主要面向高职高专院校，适合作为汽车运用与维修类专业的技术基础课教材，也可作为机电、模具、近机类专业技术基础课参考教材，也适用于继续教育教学，以及作为汽车从业人员的技术参考书。

本书由傅华娟任主编，陈福贞、任萍丽、顾惠斌任副主编，李彦任主审。编写成员及分工：傅华娟编写项目1~3，并对全书进行统稿、审改；陈福贞编写项目6、7；任萍丽编写项目4、5；顾惠斌编写项目8~10；张红党编写项目11、12；蒋侃编写项目13、14；王峰编写项目15。

由于编者水平所限，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2010年8月

目 录

第一篇 互换性与技术测量	1	4.3 平面力系的简化与合成	76
项目 1 尺寸公差与配合	2	4.4 平面力系的平衡	80
1.1 互换性及其作用	3	4.5 物系的平衡	81
1.2 公差与配合的基本术语及定义	4	4.6 摩擦	82
1.3 公差与配合标准	12	思考与练习	83
1.4 国标规定的公差带与配合	21	项目 5 承载能力分析	87
1.5 尺寸公差与配合的选用	25	5.1 基本认知	88
1.6 测量技术基础	30	5.2 轴向拉伸与压缩	91
思考与练习	34	5.3 剪切和挤压	100
项目 2 几何公差	36	5.4 扭转	101
2.1 概述	37	5.5 平面弯曲	106
2.2 形状公差与形状误差	40	5.6 组合变形时的强度计算	111
2.3 方向公差与公差带	46	5.7 疲劳	114
2.4 位置公差与公差带	48	思考与练习	117
2.5 跳动公差与公差带	51	第三篇 汽车机构分析	121
2.6 方向、位置、跳动误差及其评定	53	项目 6 机构的组成及汽车常用机构 ...	122
2.7 方向、位置、跳动误差测量方法及应用举例	55	6.1 平面机构的组成	123
2.8 未注几何公差的规定	57	6.2 平面连杆机构	130
思考与练习	58	6.3 凸轮机构	137
项目 3 表面粗糙度	60	思考与练习	143
3.1 基本认知	61	项目 7 机械传动	146
3.2 表面粗糙度选用与标注	62	7.1 带传动	147
思考与练习	66	7.2 齿轮传动	155
第二篇 力学分析	69	7.3 其他齿轮传动简介	167
项目 4 静力分析	70	7.4 轮系	174
4.1 基本认知	71	思考与练习	182
4.2 受力分析与受力图	73	第四篇 轴系零部件	185
		项目 8 轴	186
		8.1 轴的分类	187



8.2 轴的材料	188	项目 13 黑色金属	250
8.3 轴的结构设计	189	13.1 金属及合金的构造与结晶	251
8.4 轴的失效形式	194	13.2 铁碳合金相图	256
思考与练习	194	13.3 碳素钢	258
项目 9 轴承	195	13.4 合金钢	261
9.1 滑动轴承	196	13.5 铸铁	265
9.2 滚动轴承	206	13.6 钢的热处理	269
9.3 滑动轴承与滚动轴承的比较	213	思考与练习	274
思考与练习	214	项目 14 有色金属与非金属材料	276
项目 10 联轴器与离合器	215	14.1 有色金属及其合金	277
10.1 联轴器的功用与种类	216	14.2 非金属材料	284
10.2 离合器的功用与种类	220	14.3 零件的失效	288
思考与练习	223	思考与练习	291
项目 11 联接	224	第六篇 液压传动	293
11.1 基本认识	225	项目 15 液压传动	294
11.2 键联接	225	15.1 液压传动的基本知识	295
11.3 销联接	229	15.2 液压基本元件	298
11.4 螺纹联接	230	15.3 液压辅助元件	325
11.5 汽车上常用联接实例	235	15.4 液压基本回路	329
思考与练习	236	15.5 汽车典型液压回路结构与 原理分析	336
第五篇 汽车工程材料	239	思考与练习	340
项目 12 金属材料的性能	241	附录 A 常用液压元件图形符号 (摘自 GB/T 786.1— 1993)	342
12.1 金属材料的力学性能	242	参考文献	349
12.2 金属材料的工艺性能	246		
思考与练习	248		

第一篇

互换性与技术测量

互换性是机械产品设计和制造的重要原则，在生产实践中，由于存在加工误差和测量误差，因此零件不可能准确地制成指定的尺寸。对零件的加工误差及其控制范围所制定的技术标准，称为“公差与配合”标准，它是实现互换性的基础。本篇重点介绍互换性的概念、尺寸公差与配合、几何公差、粗糙度。

通过本篇的学习，使学生具备极限、配合与技术测量方面的基本知识，为后面从事专业课程学习和工作打下一定的基础。

项目 1

尺寸公差与配合



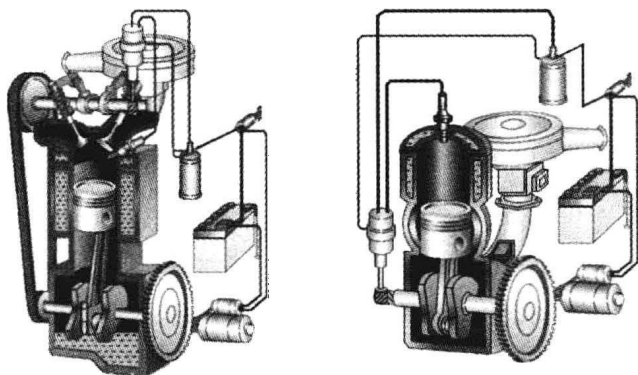
学习目标

1. 了解互换性的意义和作用。
2. 掌握尺寸、偏差和公差的基本概念。
3. 掌握公差带图解、公差代号及配合代号的含义。
4. 熟悉配合的基本概念。
5. 熟悉汽车上常用尺寸公差与配合的选用。
6. 掌握汽车配件常用的测量工具的使用方法。

项目导读

从第一辆汽车进入人们的视野,到21世纪形形色色的汽车奔驰于城市、乡村、原野之中,汽车工业的发展取得了巨大的成就。拆开一辆汽车,内部复杂的结构设计、种类繁多的零部件的组合让人眼花缭乱。但是正是通过这些零部件的连接与配合,通过彼此力的作用,才能让汽车在发动机的驱动下奔驰。

我们做这样一个假设,如果其中一个零件的尺寸超出其极限范围,会出现什么样的后果呢?答案是,肯定会导致汽车零部件运转之时的不顺畅,甚至会丧失其基本功能,从而导致汽车的运行不顺畅或导致严重的故障。那么,繁多的汽车零部件如何进行专业化生产,如何实现互换性?在设计和维修时是如何保证其尺寸?尺寸公差与配合的选用又是如何?本项目的学习将会让大家了解其中的原理。



引例图 单缸发动机示意图

1.1 互换性及其作用

互换性是指同规格一批产品(包括零件、部件、构件)在尺寸、功能上能够彼此互相替换的功能。

在日常生活中有大量的现象涉及互换性。例如,自行车、汽车、拖拉机、机床等的某个零件若损坏了,可按相同规格购买一个装上,并且在更换与装配后,能很好地满足使用要求。

现代机械制造业产品除少数单件生产外,都要求零件、部件具有互换性。要使零件间具有互换性,不必要也不可能使零件质量参数的实际值完全相同,只要将它们的差异控制在一定的范围内,即应按“公差”来制造。公差是指允许实际质量参数值的变动量。

特别提示

互换性应同时具备两个条件:一是不需挑选、不经修理就能进行装配;二是装配以后能满足使用要求。

互换性是机械产品设计和制造的重要原则。按互换性原则组织生产的重要目标,是获得产品功能与经济效益的综合最佳效应。互换性是实现生产分工、协作的必要条件,它不仅使专业化生产成为可能,有效提高生产率、保证产品质量、降低生产成本,而且能大大地缩短设计、制造周期。在当今市场竞争日趋激烈、科学技术迅猛发展、产品更新周期越来越短



的时代,互换性对于提高产品的竞争能力,从而获得更大的经济效益,具有重要的作用。

要实现互换性,则要求设计、制造、检验等工作按照统一的标准进行。为了适应各部门的协调和各生产环节的衔接,必须有统一的标准,才能使分散的、局部的生产部门和生产环节保持必要的技术统一,使之成为一个有机的整体,以实现互换性生产。

在机械制造业中,标准化是实现互换性生产、组织专业化生产的前提条件;是提高产品质量、降低产品成本和提高产品竞争能力的重要保证。同时,标准化作为科学管理的手段,可以获得显著的经济效益。

1.2 公差与配合的基本术语及定义

在生产实践中,由于存在加工误差和测量误差,因此零件不可能准确地制成指定的尺寸。对零件的加工误差及其控制范围所制定的技术标准,称为“公差与配合”标准,它是实现互换性的基础,并是一项涉及面最广、最重要的基础标准。为了正确理解和应用公差与配合,必须弄清公差与配合的基本术语及定义。

1.2.1 孔和轴

在公差与配合标准中,孔和轴这两个术语有其特定含义,它关系到公差与配合标准的应用范围。

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

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

从装配关系来讲,孔是包容面,在它之内没有材料;轴是被包容面,在它之外没有材料。在公差与配合标准中,孔、轴的概念是广义的,而且是由单一主要尺寸构成。

图 1-1 中的 d_1 、 d_2 、 d_3 均为轴, D_1 为孔。在图 1-2 中,滑块槽宽 D_2 、 D_3 、 D_4 为孔,而滑块槽厚度 d_4 为轴。(注:一般用大写字母代表孔,小写字母代表轴)

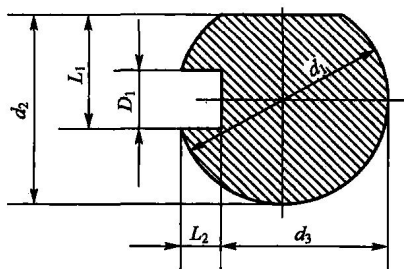


图 1-1 孔和轴定义示意图

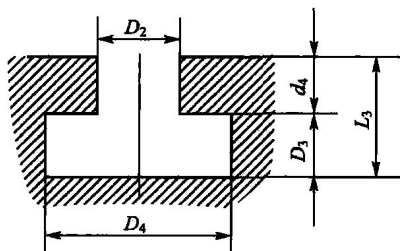


图 1-2 孔和轴定义示意图

1.2.2 尺寸的术语及定义

1. 尺寸

用特定单位表示线性尺寸值的数值称为尺寸。由定义可知尺寸由数值和特定单位两部分组成,如 300mm、50cm 等。在机械制图中,图样上的尺寸通常以 mm 为单位,如以此为

单位时,可省略单位的标注,仅标注数值;采用其他单位时,则必须在数值后注明单位。

特别提示

为避免混淆,将角度量称为角度尺寸,而通常所讲尺寸均指长度尺寸。

2. 公称尺寸

由图样规范确定的理想形状要素的尺寸称为公称尺寸。孔的公称尺寸用“ D ”表示,轴的公称尺寸用“ d ”表示。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公称尺寸。图样上所标注的尺寸,通常都是公称尺寸。它是计算极限尺寸和极限偏差的起始尺寸。

特别提示

孔、轴配合时的公称尺寸相同。

3. 实际尺寸

实际尺寸是通过测量得到的尺寸。孔以“ D_a ”表示,轴以“ d_a ”表示。由于存在测量误差,所以实际尺寸并非尺寸的真值。例如:测得轴的轴颈尺寸为29.975mm,测量的误差为 ± 0.001 mm,则实际尺寸的真值在 (29.975 ± 0.001) mm范围内。真值是客观存在的,但又是不知道的,因此只能以测量获得的尺寸作为实际尺寸。

4. 极限尺寸

尺寸要素允许的尺寸的两个极端,称为极限尺寸,也就是指允许尺寸变化的两个极限值。孔或轴尺寸要素允许的最大尺寸称为上极限尺寸,孔以“ $D_{\max}$ ”、轴以“ $d_{\max}$ ”表示;孔或轴尺寸要素允许的最小尺寸称为下极限尺寸,孔以“ $D_{\min}$ ”、轴以“ $d_{\min}$ ”表示。极限尺寸是以公称尺寸为基数来确定的。

在机械加工中,由于机床、刀具、量具等各种因素而形成加工误差的存在,要把同一规格的零件加工成同一尺寸是不可能的。从使用的角度来讲,也没有必要将同一规格的零件都加工成同一尺寸,只须将零件的实际尺寸控制在一个范围内,就能满足使用要求。这个范围由上述两个极限尺寸确定。

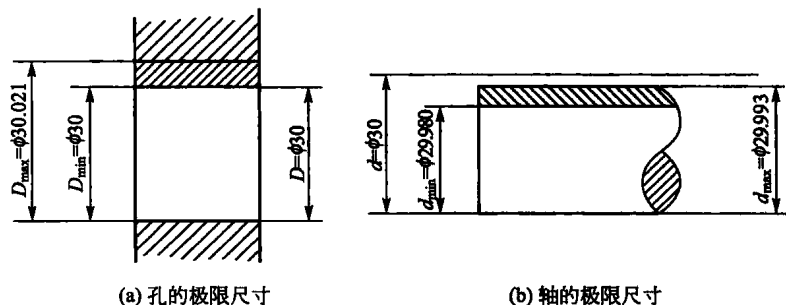


图 1-3 极限尺寸

如图 1-3 所示。

孔的公称尺寸 $D=30$ mm

孔的上极限尺寸 $D_{\max}=30.021$ mm



孔的下极限尺寸 $D_{\min}=30\text{mm}$

轴的公称尺寸 $d=30\text{mm}$

轴的上极限尺寸 $d_{\max}=29.993\text{mm}$

轴的下极限尺寸 $d_{\min}=29.980\text{mm}$

要注意的是公称尺寸和极限尺寸都是设计时给定的,公称尺寸可以在极限尺寸所确定的范围内,也可以在极限尺寸所确定的范围外。如上图孔的公称尺寸等于孔的下极限尺寸,在两极限尺寸所确定的范围内;而轴的公称尺寸大于轴的上极限尺寸,在两极限尺寸所确定的范围外。当不考虑几何误差的影响时,加工后的零件获得的实际尺寸若在两极限尺寸所确定的范围之内,则零件合格,否则零件不合格。

5. 作用尺寸

在配合面全长上,与实际孔内接的最大理想轴的尺寸,称为孔的作用尺寸;与实际轴外接的最小理想孔的尺寸,称为轴的作用尺寸。作用尺寸是实际尺寸和形状误差的综合结果,如图 1-4 所示。

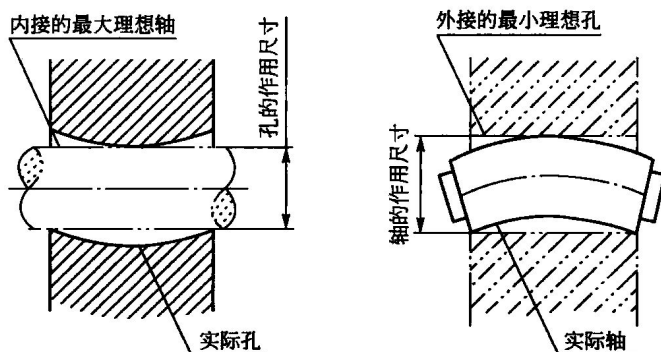


图 1-4 孔或轴的作用尺寸

6. 实体状态和实体尺寸

孔、轴的极限尺寸除按其尺寸大小特征分为上、下极限尺寸外,还可按工件实体的大小,即所占有材料的多少为特征分类。

最大实体状态(MMC)和最大实体尺寸(MMS):孔和轴在尺寸公差范围内,具有材料量最多时的状态,称为最大实体状态,在此状态下的极限尺寸称为最大实体尺寸。最大实体尺寸是 $D_{\min}$ 与 $d_{\max}$ 的统称。

最小实体状态(LMC)和最小实体尺寸(LMS):孔和轴在尺寸公差范围内,具有材料量最少时的状态,称为最小实体状态,在此状态下的极限尺寸称为最小实体尺寸。最小实体尺寸是 $D_{\max}$ 与 $d_{\min}$ 的统称。

1.2.3 尺寸偏差、公差及公差带

1. 尺寸偏差(简称偏差)

偏差是指某一尺寸减其公称尺寸所得的代数差。

(1) **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。上极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差称为上极限偏差,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、轴的上极限偏差分别以 ES 和 es 表示, 孔、轴的下极限偏差分别以 EI 和 ei 表示, 即

$$ES = D_{\max} - D \quad es = d_{\max} - d \quad (1-1a)$$

$$EI = D_{\min} - D \quad ei = d_{\min} - d \quad (1-1b)$$

(2) 实际偏差: 实际偏差是指实际尺寸减其公称尺寸所得的代数差。孔、轴的实际偏差分别以 E_a 和 e_a 表示。工件尺寸合格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 $es \geq e_a \geq ei$

应该注意, 偏差可以为正、负或零值。合格零件的实际偏差应在上、下极限偏差之间。

例 1.1 轴颈直径的公称尺寸为 $\phi 60\text{mm}$, 上极限尺寸为 $\phi 60.018\text{mm}$, 下极限尺寸为 $\phi 59.988\text{mm}$ (见图 1-5), 求轴颈直径的上、下极限偏差。

解: 由式(1-1)可知轴的上、下极限偏差为

$$es = d_{\max} - d = 60.018\text{mm} - 60\text{mm} = 0.018\text{mm}$$

$$ei = d_{\min} - d = 59.988\text{mm} - 60\text{mm} = -0.012\text{mm}$$

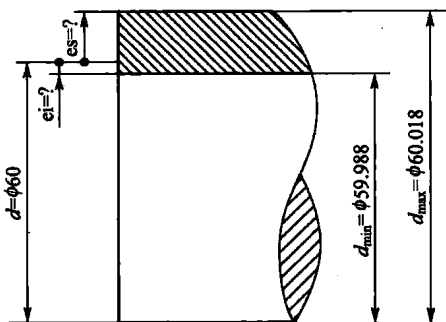


图 1-5 轴的上、下极限偏差计算示例

2. 尺寸公差

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, 称为尺寸公差(简称公差), 它是允许尺寸的变动量。公差是设计时, 根据零件要求的精度并考虑加工时的经济性, 对尺寸的变动范围给定的允许值。由于合格零件的尺寸只能在上极限尺寸与下极限尺寸之间的范围内变动, 而变动只涉及到大小, 因此尺寸公差是一个没有符号的绝对值。孔和轴的公差分别以 T_h 和 T_s 表示, 则其表达式为

$$T_h = D_{\max} - D_{\min} \quad (1-2a)$$

$$T_s = d_{\max} - d_{\min} \quad (1-2b)$$

由式(1-1)可得

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

代入式(1-2a)中可得

$$T_h = D_{\max} - D_{\min} = (D + ES) - (D + EI) \quad (1-3a)$$

$$T_h = ES - EI$$

同理可推导出:

$$T_s = es - ei \quad (1-3b)$$

以上两式说明: 公差又等于上极限偏差与下极限偏差代数差的绝对值。

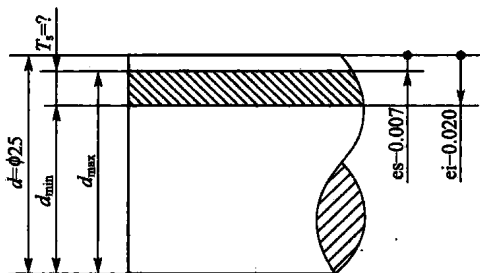


图 1-6 轴的尺寸公差计算示例

从以上叙述可以看出, 尺寸公差是用绝对值来定义的, 没有正负的含义, 因此在公差值的前面不能标出“+”或“-”; 同时因加工误差不可避免, 即零件的实际尺寸总是变动的, 所以公差不能取零值。这两点与偏差是不同的。

从加工的角度看, 公称尺寸相同的零件, 公差值越大, 加工就越容易, 反之加工就越困难。

例 1.2 求轴 $\phi 25_{-0.020}^{+0.007}$ 的尺寸公差(见图 1-6)。



解：利用式(1-1)进行计算得

$$d_{\max} = d + es = 25\text{mm} + (-0.007)\text{mm} = 24.993\text{mm}$$

$$d_{\min} = d + ei = 25\text{mm} + (-0.020)\text{mm} = 24.980\text{mm}$$

$$T_s = d_{\max} - d_{\min} = 24.993 - 24.980\text{mm} = 0.013\text{mm}$$

利用式(1-3b)进行计算得

$$T_s = es - ei = (-0.007) - (-0.020)\text{mm} = 0.013\text{mm}$$

讨论

求公差的大小可以采用极限尺寸和极限偏差两种方法，哪一种简单？

3. 公差带图、零线、尺寸公差带

为了清晰地表示上述各量及其相互关系，一般采用公差与配合图解，在图中将公差和极限偏差部分放大，如图1-7所示。从图中可以直观地看出公称尺寸、极限尺寸、极限偏差和公差之间的关系。由于公差及偏差的数值与公称尺寸数值相比要小得多，不使用同一比例表示，所以在实际应用中，为了简化，只画出放大的孔、轴公差带来分析问题，这种方法称为公差带图解。图1-8就是图1-7的公差带图。

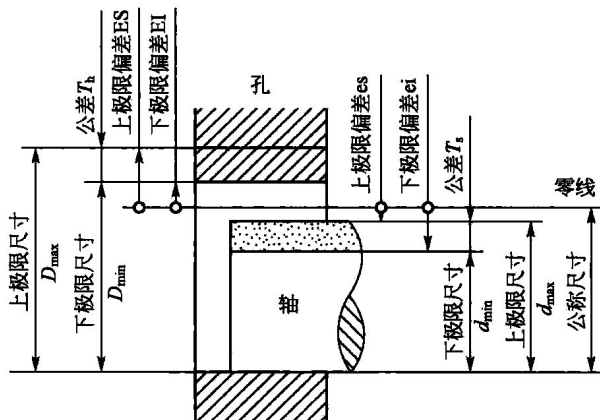


图 1-7 极限与配合图解

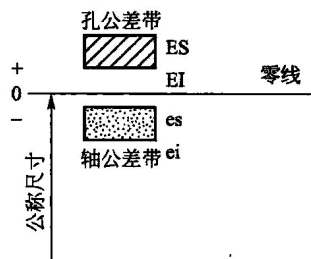


图 1-8 公差带图

1) 零线

在公差与配合图解中，表示公称尺寸的一条直线，以其为基准确定偏差称为零偏差线，即零线。正偏差位于零线上方，负偏差位于零线下方。

2) 尺寸公差带

在公差带图解中，由代表上极限偏差和下极限偏差的两条直线所限定的一个区域称为尺寸公差带，简称公差带。尺寸公差带的大小取决于公差的大小；公差带相对于零线的位置取决于极限偏差的大小。只有既给定公差大小，又给定一个极限偏差(上极限偏差或下极限偏差)，才能完整地描述一个公差带。

3) 基本偏差

基本偏差是用来确定公差相对零线位置的上极限偏差或下极限偏差，一般指靠近零线的那个极限偏差，如图1-8所示。当公差带位于零线上方时，其基本偏差为下极限偏差；位于零线下方时，其基本偏差为上极限偏差；当公差带对称于零线时，两者皆可。

1.2.4 配合

1. 配合

公称尺寸相同的，并且相互结合的孔和轴的公差带之间的关系称为配合。由于配合是指一批孔、轴的装配关系，而不是指单个孔与轴的装配关系，所以用公差带关系来反映配合比较确切。装配后的松紧程度即装配的性质，取决于相互配合的孔和轴公差带之间的关系。

2. 间隙与过盈

孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的代数差，此差值为正时是间隙，一般用“X”表示；为负时是过盈，一般用“Y”表示。间隙数值前应标有“+”号；过盈数值前应标有“-”号。在孔和轴的配合中，间隙的存在是配合后能产生相对运动的基本条件，而过盈的存在是使配合零件位置固定或传递载荷，如图1-9所示。

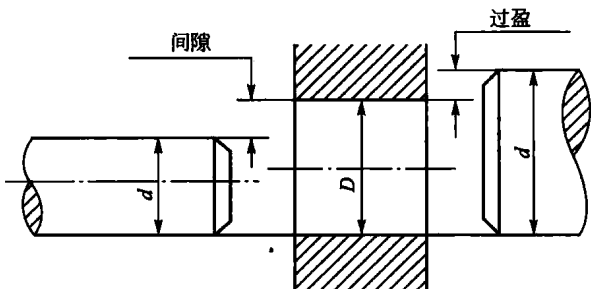


图 1-9 间隙或过盈

3. 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。某一规格的一批孔和某一规格的一批轴(孔、轴的公称尺寸相同)，任选其中的一对孔、轴，则孔的尺寸总是大于或等于轴的尺寸，其代数差为正值或零，则这批孔与这批轴的配合为间隙配合。当其代数差为零时，则是间隙配合中的一种形式——零间隙。间隙配合时，孔的公差带在轴的公差带之上，如图1-10所示。

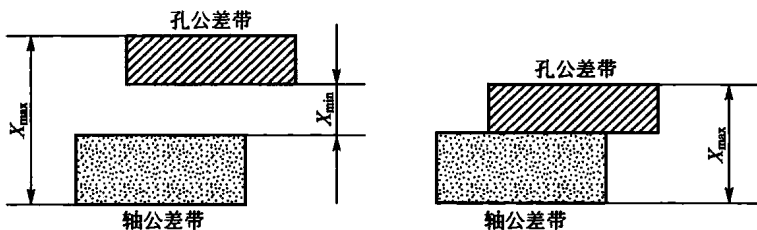


图 1-10 间隙配合

由于孔、轴的实际尺寸允许在其公差带内变动，因而其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，用“ $X_{\max}$ ”表示。在间隙配合中，最大间隙等于孔的上极限尺寸与轴的下极限尺寸之差。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，用“ $X_{\min}$ ”表示。在间隙配合中，最小间隙等于孔的下极限尺寸与轴的上极限尺寸之差。由图可知：

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

间隙配合主要用于孔、轴间的活动联接。间隙的作用在于储藏润滑油，补偿温度引起的变



化, 补偿弹性变形及制造与安装误差等。间隙的大小影响孔、轴相对运动的活动程度。

4. 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。某一规格的一批孔和某一规格的一批轴(两者公称尺寸相同), 任取其中一对孔、轴, 则孔的尺寸总是小于或等于轴的尺寸, 其代数差为负值或零, 则这批孔与这批轴的配合为过盈配合。当其代数差为零时, 则是过盈配合中的一种形式——零过盈。过盈配合时, 孔的公差带在轴的公差带之下, 如图 1-11 所示。

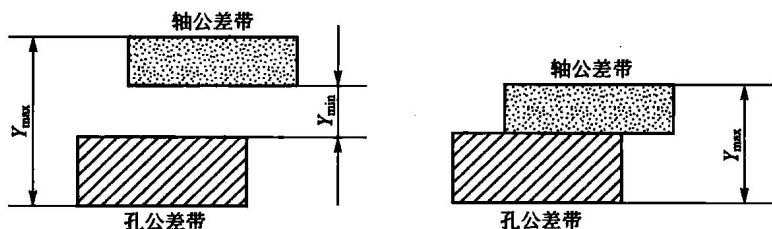


图 1-11 过盈配合

同样, 由于孔、轴的实际尺寸是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, 用“ $Y_{\max}$ ”表示。在过盈配合中, 最大过盈等于孔的下极限尺寸与轴的上极限尺寸之差。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, 用“ $Y_{\min}$ ”表示。在过盈配合中, 最小过盈等于孔的上极限尺寸与轴的下极限尺寸之差。由图可知

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

过盈配合用于孔、轴间的紧密联接, 不允许两者有相对运动。

5. 过渡配合

可能具有间隙或过盈的配合称为过渡配合。某一规格的一批孔和某一规格的一批轴(两者公称尺寸相同), 任取其中一对孔、轴, 则孔的尺寸可能大于、也可能小于或等于轴的尺寸, 其代数差可能为正值, 也可能为负值或零, 则这批孔与这批轴的配合为过渡配合。可以说过渡配合是介于间隙配合与过盈配合之间的一种配合。过渡配合时, 孔的公差带与轴的公差带相互交叠, 其极限值为最大间隙 $X_{\max}$ 和最大过盈 $Y_{\max}$, 如图 1-12 所示。

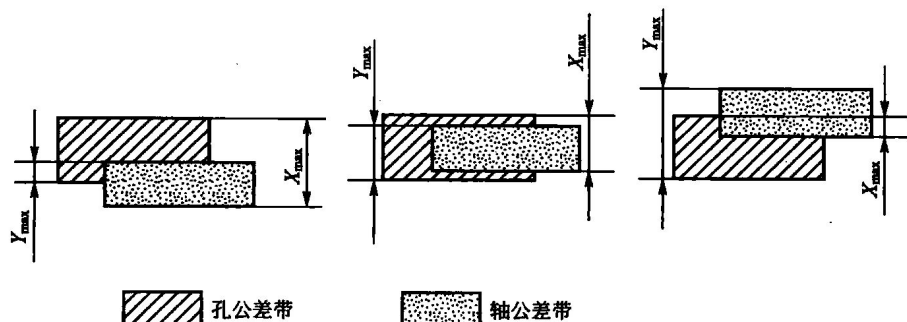


图 1-12 过渡配合

由图可知

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

过渡配合主要用于孔、轴的定位联接。标准中规定的过渡配合的间隙或过盈一般较小,因此可以保证结合零件具有很好的同轴度,并且便于拆卸和装配。

6. 配合公差 T_f

允许间隙或过盈的变动量。对间隙配合 $T_f = X_{\max} - X_{\min}$; 对过盈配合 $T_f = Y_{\min} - Y_{\max}$; 对过渡配合 $T_f = X_{\max} - Y_{\max}$ 。

当公称尺寸一定时,配合公差 T_f 表示配合的精确程度,反映了设计使用要求;而孔公差带 T_H 和轴公差带 T_S 则分别表示孔、轴加工的精确程度,反映了工艺制造要求,加工的难易程度。通过关系式 $T_f = T_H + T_S$, 将这两方面的要求联系在一起。若使用要求或设计要求提高,即 T_f 减小,则 $T_H + T_S$ 也要减小,则加工更困难,成本也相应增加。因此,这个关系正好说明公差的实质:反映机器使用要求与制造要求的矛盾,或设计与工艺的矛盾。

7. 配合公差带

配合公差带的大小,表示配合的精度。对间隙配合为最大间隙与最小间隙之间的公差带;对过盈配合为最大过盈与最小过盈之间的公差带;对过渡配合为最大间隙与最大过盈之间的公差带。

可用配合公差带图来直观地表达配合性质。在配合公差带图中,横坐标为零线,表示间隙或过盈为零;零线上方的纵坐标为正值,代表间隙 X , 零线下方的纵坐标为负值,代表过盈 Y 。配合公差带两端的坐标值,代表极限间隙或极限过盈,它反映了配合的松紧程度;上、下两端间的距离为配合公差 T_f , 它反映配合的松紧变化程度,如图 1-13 所示。

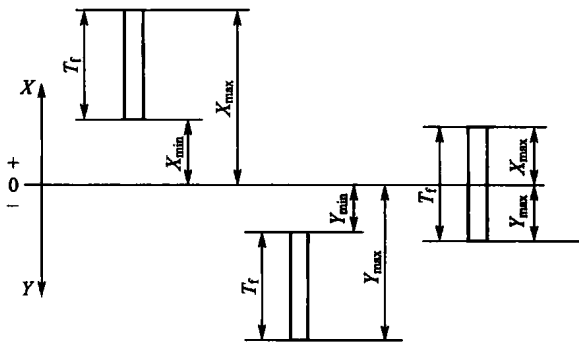


图 1-13 配合公差带图

1.2.5 基准制

所谓基准制,即以两个相配合零件中的一个为基准件,并选定标准公差带,然后按使用要求的最小间隙或最小过盈,确定非基准件公差带位置,从而形成各种配合的一种制度。

1. 基孔制

它是基本偏差为一定的孔公差带,与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度,如图 1-14(a)所示。基孔制中配合的孔,称为基准孔,它是配合的基准件。标准规定,基准孔的基本偏差(下极限偏差)为零,即 $EI=0$, 而上极限偏差为正值,即公差带在零线上侧。

基孔制中配合的轴为非基准件,如图 1-14(a)所示。当轴的基本偏差为上极限偏差且为负值或零值时,是间隙配合;基本偏差为下极限偏差且为正值时,若孔与轴公差带相交叠为过渡配合,相错开为过盈配合。另外,在图 1-14(a)中,轴的另一极限偏差用一条虚