

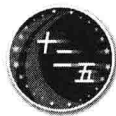


高等职业教育机械类专业“十二五”规划教材

公差配合与技术测量

张慧云 曾艳玲 主 编
鲁淑叶 主 审





高等职业教育机械类专业“十二五”规划教材

公差配合与技术测量

主 编 张慧云 曾艳玲

副主编 赵 权 杨 辉

参 编 熊 隽 魏海生

邹学汪 邓 陶

主 审 鲁淑叶

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内容简介

本书是高等职业教育机械类专业“十二五”规划教材。全书体现了工学结合的高职教育人才培养理念,强调“实用为主,必需和够用为度”的原则,在知识与结构上有所创新,不仅符合高职学生的认知特点,而且紧密联系一线生产实际,真正体现学以致用。

本书共分9章,包括绪论,光滑圆柱体结合的极限与配合,测量技术基础,几何公差及其误差的检测,表面粗糙度,光滑极限量规设计,滚动轴承的公差与配合,螺纹、键、花键、圆锥结合的公差,圆柱齿轮传动的公差及测量。本书内容简明扼要,理论联系实际,各章均包含了授课、解题所需的公差表格,以配合教学。每章均附有小结及练习题,以供学生参考和练习。

本书适合作为高等职业院校机械、材料等相关专业的教材,也可供电大、职大机械类相关专业的学生使用,还可供从事机械设计与制造、标准化、计量测试等工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与技术测量 / 张慧云, 曾艳玲主编. —北京:

中国铁道出版社, 2012. 9

高等职业教育机械类专业“十二五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 113 - 14907 - 9

I. ①公… II. ①张… ②曾… III. ①公差 - 配合 -

高等职业教育 - 教材②技术测量 - 高等职业教育 - 教材

IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 169596 号

书 名: 公差配合与技术测量

作 者: 张慧云 曾艳玲 主编

策 划: 吴 飞

读者热线: 400 - 668 - 0820

责任编辑: 吴 飞

编辑助理: 赵文婕

封面设计: 付 巍

封面制作: 刘 颖

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 河北新华第二印刷有限责任公司

版 次: 2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 12.5 字数: 304 千

印 数: 1 ~ 3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-14907-9

定 价: 26.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010)63550836

打击盗版举报电话:(010)63549504

“公差配合与技术测量”是高等职业院校机械类各专业的重要技术基础课,它与“机械设计基础”、“机械制造基础”等课程有着密切的联系,其内容紧紧围绕机械产品零部件的制造和公差及其关系,研究零部件的设计、制造精度与技术测量方法。

本书是按照高等职业教育的培养目标要求,由从事高职教育教学工作多年、具有丰富教学经验的教师编写。在编写过程中,力求内容精练、重点突出、易记易懂,着重于各种公差标准的实际应用性。

本书共分9章,包括绪论,光滑圆柱体结合的极限与配合,测量技术基础,几何公差及其误差的检测,表面粗糙度,光滑极限量规设计,滚动轴承的公差与配合,螺纹、键、花键、圆锥结合的公差,圆柱齿轮传动的公差及测量。

本书由张慧云、曾艳玲担任主编,由赵权、杨辉担任副主编,参编人员包括熊隽、魏海生、邹学汪、邓陶。具体编写分工:魏海生编写第1章;曾艳玲编写第2、3章,并负责统稿工作;张慧云编写第4、8、9章;邓陶编写第5章;邹学汪编写第6章;熊隽编写第7章;赵权、杨辉参与了部分章节内容的编写工作。全书由鲁淑叶担任主审。

本书在编写中引用了部分标准和技术文献资料,在此,对有关单位和专家一并表示衷心的感谢。

本书适合作为高等职业院校机械、材料等相关专业的教材,也可供电大、职大机械类相关专业的学生使用,还可供从事机械设计与制造、标准化、计量测试等工作的工程技术人员参考阅读。

由于编者水平有限,书中的疏漏和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2012年6月

第1章 绪论	1
1.1 课程的性质、目的和任务.....	1
1.2 互换性	2
1.3 加工误差与公差	3
1.4 标准化与标准	3
1.5 优先数与优先数系	4
本章小结.....	7
练习题.....	7
第2章 光滑圆柱体结合的极限与配合	8
2.1 极限与配合的基本术语和定义	8
2.2 极限与配合国家标准.....	14
2.3 国家标准中规定的公差带与配合.....	26
2.4 线性尺寸的一般公差.....	29
2.5 常用尺寸段极限与配合选用.....	30
本章小结	36
练习题	36
第3章 测量技术基础	38
3.1 概述.....	38
3.2 长度基准与量值传递.....	39
3.3 计量器具与测量方法.....	42
3.4 常用长度量具的基本结构与原理.....	45
3.5 新技术在长度测量中的应用.....	49
3.6 测量误差和数据处理.....	52
3.7 光滑工件尺寸的检验.....	59
本章小结	65
练习题	66
第4章 几何公差及其误差的检测	67
4.1 概述.....	67
4.2 几何公差带.....	72
4.3 几何误差的检测.....	83
4.4 公差原则与公差要求.....	89
4.5 几何公差的选择	100
本章小结.....	104
练习题.....	105



第 5 章 表面粗糙度	107
5.1 概述	107
5.2 表面粗糙度的评定	108
5.3 表面粗糙度的标注	112
5.4 表面粗糙度的选择	117
5.5 表面粗糙度的测量	120
本章小结	122
练习题	122
第 6 章 光滑极限量规设计	124
6.1 概述	124
6.2 量规尺寸公差带	126
6.3 工作量规设计	127
本章小结	132
练习题	132
第 7 章 滚动轴承的公差与配合	133
7.1 滚动轴承的精度等级及其应用	133
7.2 轴和外壳孔与滚动轴承的配合	135
本章小结	139
练习题	139
第 8 章 螺纹、键、花键、圆锥结合的公差	140
8.1 螺纹结合的公差配合及检测	140
8.2 键和花键结合的公差配合及检测	151
8.3 圆锥的公差配合及检测	159
本章小结	167
练习题	168
第 9 章 圆柱齿轮传动的公差及测量	169
9.1 圆柱齿轮传动的要求	169
9.2 齿轮加工误差简述	170
9.3 圆柱齿轮的误差项目及检测	171
9.4 渐开线圆柱齿轮精度标准及其应用	186
本章小结	193
练习题	193
参考文献	194

第1章 绪论

1.1 学习目标

1. 明确本课程的性质、目的和任务。
2. 掌握互换性的概念,了解互换性的分类及作用。
3. 熟悉加工误差、公差的含义。
4. 了解标准和标准化的含义,熟悉优先数和优先数系的特点。

1.1 课程的性质、目的和任务

1.1.1 本课程的性质

“公差配合与技术测量”是机械类专业的一门极其重要的核心专业基础课程。课程包含了公差配合和技术测量两个范畴,是从基础课学习过渡到专业课的桥梁。课程以国家的公差标准为理论技术支撑,研究对象是零部件几何参数的互换性。本课程的特点是术语定义、符号、代号、图形、表格多;公式推导少,经验数据和定性解释多;内容涉及面广,各章节之间的系统性和连贯性不强。

公差部分主要讲授互换性原理和有关标准化规定,零件的几何量精度及其相互配合的基本知识和几何量检测的基本技术。它所涉及的理论和技术能在机械设计、制造和检验过程中,得到最广泛的应用。

1.1.2 本课程的目的

依据专业人才培养目标赋予课程的教学任务,围绕几何量公差与技术测量的两大主线整合相关教学内容,使学生掌握互换性原理和有关机械零件的公差、配合、检测的基本原理及有关公差标准的主要内容和主要规定;初步学会和掌握零件的精度设计内容和方法;能够查用公差表格,能够正确标注图样,了解各种典型零件的测量方法。培养学生根据公差要求合理选择计量器具、熟练操作计量器具、正确测量各种参数及分析误差来源的综合实践能力。了解光学量仪的使用方法和检测原理。

1.1.3 本课程的任务

从互换性原理的角度出发,始终围绕着误差与公差来研究如何解决使用与制造之间的矛盾,而解决这一矛盾的方法是合理确定公差值和采用适当的技术测量手段。

1.2 互换性

在日常生活中,经常会遇到这样的情况,家里灯泡坏了,买一只相同规格的换上就能使用;机器、汽车、拖拉机、自行车、缝纫机上的零件坏了,只要换上相同型号的零件就能正常运转,不必要考虑生产厂家。之所以这样方便,是因为这些零(部)件都是按照互换性的要求生产的,都具备相互替换的特性。

1.2.1 互换性的含义

在机械工业中,互换性是指在同一规格的一批零件或部件中,任取其一,不需任何挑选调整或附加修配(例如钳工修理)就能进行装配,并能保证满足机械产品的使用性能要求的一种特性。零部件的互换性包括几何参数(尺寸、形状、位置等)、力学性能和物理化学性能等方面的互换性,本课程只研究几何参数的互换性。

1.2.2 互换性的种类

互换性分为外互换和内互换。对于标准部件来说,标准部件与其相配件间的互换性称为外互换;标准部件内部各零件间的互换性称为内互换。例如滚动轴承,其外环外径与机座孔,内环内径与轴颈的配合为外互换;外环、内环滚道直径与滚动体间的配合为内互换。

互换性按互换程度又可分为完全互换和不完全(或有限)互换。零件在装配时不需选配或辅助加工即可装成具有规定功能的机器的称为完全互换;需要选配或辅助加工才能装成具有规定功能的机器的称为不完全互换。在机械装配时,当机器装配精度要求很高时,如果采用完全互换会使零件公差太小,造成加工困难,成本增加。这时应采用不完全互换,将零件的制造公差放大,并利用不同的装配方法将相配件按尺寸大小分为若干组,然后按组相配,即大孔和大轴相配,小孔和小轴相配。同组内的各零件能实现完全互换,组际间则不能互换。例如滚动轴承,为了用户方便,外互换零件应实现完全互换。为了制造方便和降低成本,内互换零件应采用不完全互换。

互换性按互换目的又有装配互换和功能互换之分。规定几何参数公差达到装配要求的互换称为装配互换;既规定几何参数公差,又规定机械物理性能参数公差达到使用要求的互换称为功能互换。上述的外互换和内互换、完全互换和不完全互换皆属装配互换。装配互换目的在于保证产品精度,功能互换目的在于保证产品质量。

1.2.3 互换性的作用

1. 在设计方面的作用

由于采用互换原则设计和生产标准零部件,可以简化绘图、计算等工作,缩短设计周期,便于用计算机进行辅助设计。

2. 在制造方面的作用

互换性是提高生产水平和进行文明生产的有力手段。装配时,不需要辅助加工和修配,故能减轻装配工人的劳动强度,缩短装配周期,并且可使装配工人按流水作业的方式进行工作,便于进行自动装配,从而大大提高生产效率。加工时,由于规定有公差,同一部机器上的各种零部件可以同时加工。用量大的标准件还可以由专门车间及工厂单独生产。这样就可以采用

高效率的专用设备,或者采用计算机辅助加工,以提高产量和质量,降低成本。

3. 在使用方面的作用

例如,人们经常使用的自行车和手表的零件,生产中使用的各种设备的零件等,当它们损坏以后,修理人员很快就可以用同样规格的零件换上,恢复自行车和手表的功能。而在某些情况下,互换性所起的作用还很难用价值来衡量。例如,在战场上,要立即排除武器装备的故障,继续战斗,这时主要零部件的互换性是绝对必要的。

综上所述,互换性是现代化生产基本的技术经济原则,具有提高生产率,有利于专业化大生产,缩短维修时间,降低生产成本等特点,因此,在机器的制造与使用中发挥着重要作用。

1.3 加工误差与公差

1.3.1 加工误差

加工零件时,任何一种加工方法都不可能把工件加工的绝对准确。在加工过程中,由于机床、夹具、刀具、工件组成的工艺系统存在的诸多误差和其他因素的影响带来的加工误差,致使一批完工工件的实际几何参数存在着差异。实际上,即使在相同的加工条件下,一批完工工件的几何参数也各不相同。通常,一批工件的尺寸变动称为尺寸误差。随着制造技术水平的提高,加工时,可以减小尺寸误差,但永远不可能消除尺寸误差。

加工误差可分为以下几种:

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

(2) 形状误差。形状误差是指零件加工后实际表面形状对理想表面形状的变动量或偏离程度。例如直线度、平面度、圆度、圆柱度等。

(3) 位置误差。位置误差是指加工后零件的实际表面、轴线或对称平面之间的相互位置相对于其理想位置的变动量或偏离程度。例如垂直度、对称度等。

(4) 表面粗糙度。表面粗糙度是指零件加工表面具有的较小间距和微小峰谷所形成的微观几何形状误差。

1.3.2 公差

公差是指零件的尺寸、几何形状和相互位置误差允许变动的范围,用以限制加工误差。公差是由设计人员根据产品的使用性能要求给定的,它反映了一批工件对制造精度及经济性的要求,并体现了加工的难易程度,公差越小,加工越困难,生产成本越高。对于机械制造来说,建立各种几何参数公差标准的目的是为了确定产品的几何参数,使其变动量控制一定的误差范围之内,以便达到互换或配合的要求。

1.4 标准化与标准

1.4.1 标准化和标准的含义

在实行互换性生产过程中,要求分散的工厂、车间等局部的生产部门和生产环节之间在技



技术上保证一定的协调统一,形成一个有机的整体。而标准化正式实现这一要求的一项重要技术保证。

1. 标准化

国家标准《标准化工作指南 第1部分:标准化和相关活动的通用词汇》(GB/T 20000.1—2002)中对标准化作出了定义:为了在一定范围内获得最佳秩序,对现实问题或潜在问题制定共同使用和重复使用的规则的活动的过程,即制定、发布及实施标准的过程,称为标准化。标准化的重要意义是改进产品、过程和服务的适用性,防止贸易壁垒,促进技术合作。

2. 标准

标准是标准化的主要体现形式。国家标准《标准化工作指南 第1部分:标准化和相关活动的通用词汇》(GB/T 20000.1—2002)中对标准作出了定义:为了在一定范围内获得最佳秩序,经协商一致制定并由公认机构批准,共同使用的和重复使用的一种规范性文件。标准宜以科学、技术的综合成果为基础,以促进最佳共同效益为目的来协调制定。在执行过程中,要根据实际使用情况,不断进行修订和更新。

1.4.2 标准的分类

标准的制定和类型按使用范围划分有国际标准、区域标准、国家标准、专业标准、地方标准、企业标准;按内容划分有基础标准(一般包括名词术语、符号、代号、机械制图、公差与配合等)、产品标准、辅助产品标准(工具、模具、量具、夹具等)、原材料标准、方法标准(包括工艺要求、过程、要素、工艺说明等);按成熟程度划分有法定标准、推荐标准、试行标准、标准草案。《中华人民共和国标准化法》将我国标准分为国家标准(GB)、行业标准、地方标准、企业标准(QB)四级。

1.4.3 标准的制定

国际标准由国际标准化组织(ISO)理事会审查,ISO理事会接纳国际标准并由中央秘书处颁布;国家标准在中国由国务院标准化行政主管部门制定,行业标准由国务院有关行政主管部门制定,企业生产的产品没有国家标准和行业标准的,应当制定企业标准,作为组织生产的依据,并报有关部门备案。法律对标准的制定另有规定,依照法律的规定执行。制定标准应当有利于合理利用国家资源,推广科学技术成果,提高经济效益,保障安全和人民身体健康,保护消费者的利益,保护环境,有利于产品的通用互换及标准的协调配套等。

1.5 优先数与优先数系

工程上各种技术参数的简化、协调和统一是标准化的一项重要内容。在产品设计和制订技术标准时,涉及很多技术参数,这些技术参数在生产各环节中往往不是孤立的。当选定一个数值作为某种产品的参数指标后,这个数值就会按一定的规律向一切相关的制品、材料等有关参数指标传播扩散。例如,动力机械的功率和转速数值确定后,不仅会传播到有关机器的相应参数上,而且必然会传播到其本身的轴、轴承、键、齿轮、联轴器等一整套零部件的尺寸和材料特性参数上,传播到加工和检验这些零部件的刀具、量具、夹具及专用机床的相应参数上;螺栓的直径确定后,不仅会传播到螺母的内径上,也会传播到加工这些螺纹的刀具上,传播到检测这些螺纹的量具及装配它们的工具上。这些技术参数的传播,在

生产实际中是极为普遍的现象。而工程技术上的参数数值,即使只有很小的差别,经过多次传播以后,也会造成尺寸规格的繁多杂乱。如果随意取值,势必给组织生产、协作配套和设备维修带来很大困难。因此,在生产中,为了满足用户各种各样的需求,同一种产品的同一参数就要从大到小取不同的值,从而形成不同规格的产品系列,系列确定的是否合理,与所取的数值如何分级直接相关。

优先数系由一些十进制等比数列构成。所谓十进,即等比数列中包括 1、10、100、 $\cdots$ 、0.1、0.01、0.001、 $\cdots$ 、 10^{-n} 这些数。按 1-10、10-100、 $\cdots$ 和 1-0.1、0.1-0.01、 $\cdots$ 划分区间,称为十进段。公比为 $q_r = \sqrt[r]{10}$, r 为每个十进段内的项数。国家标准《优先数和优先数系》(GB/T 321—2005) 与国际标准 ISO 3、ISO 17、ISO 497 采用的优先数系相同,规定的 r 值有 5、10、20、40、80 五种,分别采用国际代号 R5、R10、R20、R40、R80 表示。五种优先数系的公比如下:

$$\text{R5 系列: } q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.60$$

$$\text{R10 系列: } q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$$

$$\text{R20 系列: } q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$$

$$\text{R40 系列: } q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$$

$$\text{R80 系列: } q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.03$$

其中,优先数系中的每一个数(项值)即为优先数。每个优先数系可从 1 开始,可向大于 1 和小于 1 两边无限延伸,每个十进区间各有 r 个优先数。优先数系的应用范围很广,适用于各种尺寸、参数的系列化和质量指标的分级,对保证各种工业产品品种、规格的合理简化分档和协调具有重大的意义。选用基本系列时,应遵循先疏后密的原则,优先选用公比大的系列,以免规格太多。

由于优先数系的五个数列都是无理数,工程技术上不便直接适应,实际应用时均采用理论公比经圆整后的近似值。根据圆整的精确程度可分为计算值和常用值。计算值是对理论值取五位有效数字的近似值,作参数系列的精确计算时可以代替理论值;常用值是经常使用的优先数,取有效数字。优先数系基本系列如表 1-1 所示。

优先数系的应用实例很多,几何公差、表面粗糙度等都采用优先数系。优先数和优先数系是一种科学的数值制度,也是国际上统一的数值分级制度,它不仅适用于标准的制订,也适用于标准制订前的规划、设计,从而把产品品种的发展一开始就引向科学的标准化轨道,因此,优先数系是国际上统一的一个重要的基础标准。

表 1-1 优先数系基本系列

基本系列(常用值)				序号	理 论 值		基本系列和计算值 间的相对误差/%
R5	R10	R20	R40		对数尾数	计数值	
1.00	1.00	1.00	1.00	0	000	1.000 0	0
			1.06	1	025	1.059 3	+0.07
		1.12	1.12	2	050	1.122 0	-0.18
			1.18	3	075	1.188 5	-0.71

续表

基本系列(常用值)				序号	理 论 值		基本系列和计算值 间的相对误差/%
R5	R10	R20	R40		对数尾数	计数值	
1.60	1.25	1.25	1.25	4	100	1.258 9	-0.71
			1.32	5	125	1.333 5	-1.01
		1.40	1.40	6	150	1.412 5	-0.88
			1.50	7	175	1.496 2	+0.25
	1.60	1.60	1.60	8	200	1.584 9	+0.95
			1.70	9	225	1.678 8	+1.26
		1.80	1.80	10	250	1.778 3	+1.22
			1.90	11	275	1.883 6	+0.87
		2.00	2.00	12	300	1.995 3	+0.24
			2.12	13	325	2.113 5	+0.31
			2.24	14	350	2.238 7	+0.06
			2.36	15	375	2.371 4	-0.48
2.50	2.50	2.50	2.50	16	400	2.511 9	-0.47
			2.65	17	425	2.660 7	-0.40
		2.80	2.80	18	450	2.818 4	-0.65
			3.00	19	475	2.985 4	+0.49
	3.15	3.15	3.15	20	500	3.162 3	-0.39
			3.35	21	525	3.349 7	+0.01
			3.55	22	550	3.548 1	+0.05
			3.75	23	575	3.758 4	-0.22
4.00	4.00	4.00	4.00	24	600	3.981 1	+0.47
			4.25	25	625	4.217 0	+0.78
		4.50	4.50	26	650	4.466 8	+0.74
			4.75	27	675	4.731 5	+0.39
	5.00	5.00	5.00	28	700	5.011 9	-0.24
			5.30	29	725	5.308 8	-0.17
		5.60	5.60	30	750	5.623 4	-0.42
			6.00	31	775	5.956 6	+0.73
6.30	6.30	6.30	6.30	32	800	6.390 6	-0.15
			6.70	33	825	6.683 4	+0.25
		7.10	7.10	34	850	7.079 5	+0.29
			7.50	35	875	7.498 9	+0.01

续表

基本系列(常用值)				序号	理 论 值		基本系列和计算值 间的相对误差/%
R5	R10	R20	R40		对数尾数	计数值	
	8.00	8.00	8.00	36	900	7.943 3	+0.71
			8.50	37	925	8.414 0	+1.02
		9.00	9.00	38	950	8.912 5	+0.98
			9.50	39	975	9.440 6	+0.63
10.00	10.00	10.00	10.00	40	000	10.000 0	0

本章小结

1. “公差配合与技术测量”是机械类专业重要的核心专业基础课程。主要讲授互换性原理和有关标准化规定;零件的几何量精度及其相互配合的基本知识和几何量检测的基本技术。

2. 互换性是指在同一规格的一批零件或部件中,任取其一,不需任何挑选调整或附加修配就能进行装配,并能保证满足机械产品的使用性能要求的一种特性。根据互换零件是否是标准件分为外互换和内互换。按互换程度又可分为完全互换和不完全互换。互换性可以提高生产率,有利于专业化大生产,缩短维修时间,降低生产成本。

3. 在加工过程中,由于机床、夹具、刀具、工件组成的工艺系统存在的诸多误差和其他因素的影响带来的加工误差,致使一批完工工件的实际几何参数存在着差异。加工误差可以减小,但永远不可能消除。

4. 公差是指零件的尺寸、几何形状和相互位置误差允许变动的范围,用以限制加工误差。公差是由设计人员根据产品的使用性能要求给定,它反映了一批工件对制造精度及经济性的要求,并体现了加工难易程度。

5. 为了在一定范围内获得最佳秩序,对现实问题或潜在问题制定共同使用和重复使用的规则的活动,即制定、发布及实施标准的过程,称为标准化。标准化可以改进产品、过程和服务的适用性,防止贸易壁垒,促进技术合作。标准是标准化的主要体现形式。标准按使用范围划分有国际标准、区域标准、国家标准、专业标准、地方标准、企业标准;按内容划分有基础标准、产品标准、辅助产品标准、原材料标准、方法标准;按成熟程度划分有法定标准、推荐标准、试行标准、标准草案。

6. 优先数系由一些十进制等比数列构成。其公比为 $q_r = \sqrt[r]{10}$, r 为每个十进段内的项数。国家标准采用的优先数系有 R5、R10、R20、R40、R80 五种。其中,优先数系中的每一个数(项值)即为优先数。

练习题

1-1 互换性的含义和作用是什么?完全互换和不完全互换的区别在哪?请举出两项采用了互换性的应用实例。

1-2 加工误差和公差的含义是什么?它们之间有哪些联系?

1-3 标准化的含义是什么?标准的有哪些类别?我国的技术标准分为哪几类?

1-4 什么是优先数系和优先数?确定优先数系的意义何在?试写出 R10 系列 250~3 150 的优先数系。

第2章

光滑圆柱体结合的极限与配合

学习目标

1. 掌握有关尺寸、偏差及配合的基本概念及定义。
2. 熟练掌握公差带图的绘制,并能进行公差类别的判定。
3. 了解公差与配合国家标准的组成与特点。
4. 掌握公差与配合的选用。

2.1 极限与配合的基本术语和定义

光滑圆柱体结合是机械产品广泛采用的一种结合形式,通常指孔与轴的结合。为使加工后的孔与轴能满足互换性要求,必须在结构设计中统一其公称尺寸,在尺寸精度设计中采用极限与配合标准。因此,圆柱体结合的极限与配合标准是一项最基本、最重要的标准。

2.1.1 孔和轴

1. 孔

孔主要指工件圆柱形的内表面,也包括其他由单一尺寸确定的非圆柱形的内表面部分(由两平行平面或切面形成的包容面)。

2. 轴

轴主要指工件的圆柱形外表面,也包括其他由单一尺寸确定的非圆柱外表面部分(由两平行平面或切面形成的被包容面)。

从工艺上看,随着工件表面材料的去除,孔的尺寸不断加大,轴的尺寸不断减小,而且在测量方法上,孔与轴的尺寸也有所不同。

在公差与配合标准中,孔是包容面,轴是被包容面,孔与轴都是由单一的主要尺寸的构成,例如,圆柱形的直径、轴的键槽宽和键的键宽等,如图2-1所示。

孔和轴具有广泛的含义,不仅表示通常的概念,即圆柱体的内、外表面,而且也表示由两平行平面或切面形成的包容面和被包容面。由此可见,除孔、轴以外,类似键联结的极限与配合也可直接应用公差与配合国家标准。

2.1.2 尺寸、公称尺寸、实际尺寸、极限尺寸

1. 尺寸

用特定单位表示长度值的数字称为尺寸。一般是指两点之间的距离,例如,直径、宽度、高

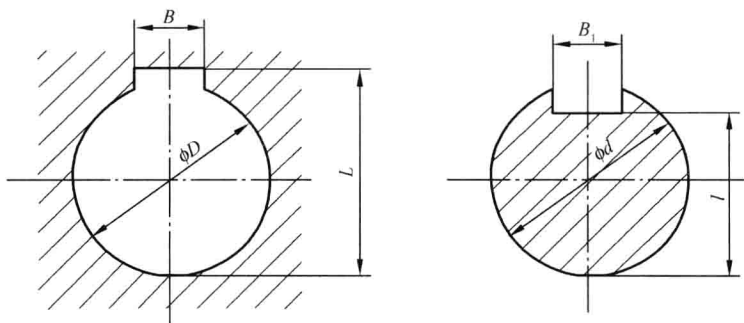


图 2-1 孔和轴

度和中心距等。在机械制造中常用毫米(mm)作为特定单位。在图样上或标注尺寸时,通常只写数字不写单位。

2. 公称尺寸

设计给定的尺寸(孔 D , 轴 d)称为公称尺寸(见 GB/T 1801—2009, 取代 GB/T 1801—199 中的“基本尺寸”)。通常有配合关系的孔和轴的公称尺寸相同。

公称尺寸是在设计中根据运动、强度、结构等要求经计算、化整后确定的。公称尺寸应尽量按照标准尺寸系列选取,它是尺寸精度设计中用来确定极限尺寸和偏差的一个基准,并不是实际加工要求得到的尺寸。

3. 实际尺寸

通过测量所得的尺寸(D_a, d_a)称为实际尺寸。但由于加工误差的存在,即使在同一零件上,测量的部位不同、方向不同,其实际尺寸也往往不相等,况且测量时还存在着测量误差,所以实际尺寸并非真值。

4. 极限尺寸

允许尺寸变化的两个极限值,基本极限值较大者称为上极限尺寸($D_{\max}, d_{\max}$),基本极限值较小者称为下极限尺寸($D_{\min}, d_{\min}$),如图 2-2 所示。GB/T 1801—2009 中,“上极限尺寸”和“下极限尺寸”取代 GB/T 1801—1999 中的“最大极限尺寸”和“最小极限尺寸”。

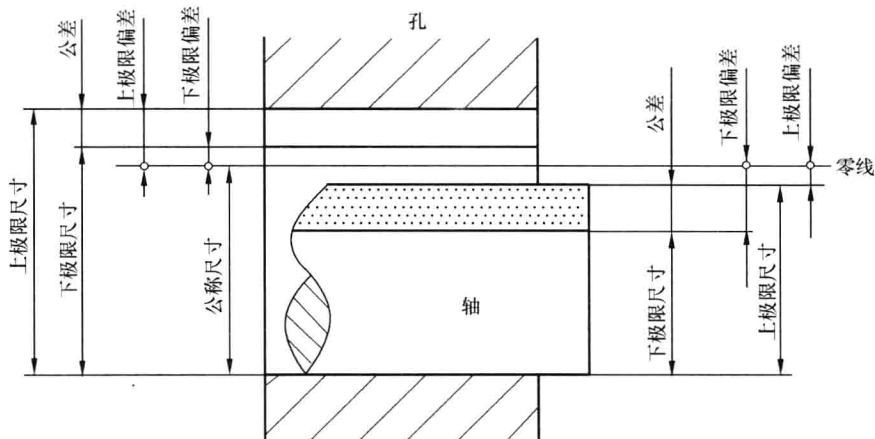


图 2-2 极限与配合示意图



极限尺寸是在设计中确定公称尺寸的同时,考虑加工经济性并满足某种使用要求而确定的。

2.1.3 尺寸偏差和公差

1. 尺寸偏差

尺寸偏差(简称偏差)为某一尺寸减去其公称尺寸所得的代数差。偏差分为实际偏差和极限偏差两种。

(1) 实际偏差。实际尺寸减去其公称尺寸所得的代数差,以公式表示如下:

$$\text{孔的实际偏差} \quad E_a = D_a - D$$

$$\text{轴的实际偏差} \quad e_a = d_a - d$$

(2) 极限偏差。极限尺寸减去其公称尺寸所得的代数差。其中上极限尺寸与公称尺寸之差称为上极限偏差(ES, es),下极限尺寸与公称尺寸之差称为下极限偏差(EI, ei),如图 2-2 所示。GB/T 1801—2009 中,“上极限偏差”和“下极限偏差”取代 GB/T 1801—1999 中的“上偏差”和“下偏差”。以公式表示如下:

$$\text{孔的上极限偏差:} \quad ES = D_{\max} - D$$

$$\text{轴的上极限偏差:} \quad es = d_{\max} - d$$

$$\text{孔的下极限偏差:} \quad EI = D_{\min} - D$$

$$\text{轴的下极限偏差:} \quad ei = d_{\min} - d$$

注意:偏差为代数值得,可能为正值、负值或零。极限偏差用于控制实际偏差。完工后零件尺寸的合格条件常用偏差关系表示:

$$\text{孔合格的条件:} \quad EI \leq E_a \leq ES$$

$$\text{轴合格的条件:} \quad ei \leq e_a \leq es$$

2. 尺寸公差 T

尺寸公差(简称公差)是上极限尺寸与下极限尺寸代数差的绝对值,或者是上极限偏差与下极限偏差代数差的绝对值,如图 2-2 所示。用公式表示如下:

$$\text{孔的公差:} \quad T_h(\text{孔的公差}) = |D_{\max} - D_{\min}| = |ES - EI|$$

$$\text{轴的公差:} \quad T_s(\text{轴的公差}) = |d_{\max} - d_{\min}| = |es - ei|$$

必须指出:公差与偏差是两种不同的概念。从工艺上讲,公差大小决定了允许尺寸变动范围的大小。若公差值大,则允许尺寸变动范围大,因而要求加工精度低;相反,若公差值小,则允许尺寸变动范围小,因而要求加工精度高。而极限偏差表示每个零件尺寸允许变动的极限值,是判断零件尺寸是否合格的依据。从作用上看,极限偏差用于控制实际偏差,影响配合的松紧,而公差则影响配合的精度。

2.1.4 零线和公差带图解

前述有关尺寸、极限偏差及公差是利用图 2-2 所示极限与配合示意图进行分析的,可见公差的数值比公称尺寸的数值小得多,不能用同一比例画在一张示意图上,故采用简明的极限与配合图解(简称公差带图)来表示,如图 2-3 所示。

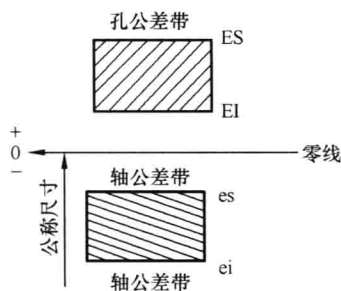


图 2-3 公差带图

1. 零线

在公差带图中,确定偏差的一条基准直线称为零线。通常以零线表示公称尺寸,偏差由此零线算起,零线以上为正偏差,零线以下为负偏差。

2. 尺寸公差带

在公差带图中,由代表上、下极限偏差的两条直线所限定的区域称为尺寸公差带(简称公差带)。公差带在垂直零线方向的宽度代表公差值,上线表示上极限偏差,下线表示下极限偏差。公差带沿零线方向长度可适当选取。在图2-3中所示公差带图中,尺寸单位为毫米(mm),偏差及公差的单位也可用微米(μm)表示,单位省略不写。

2.1.5 配合和配合公差

1. 配合

配合是指公称尺寸相同的相互结合的孔与轴公差带之间的关系。

用孔的尺寸减去与其相配合的轴的尺寸所得的代数差,当此值为正时称为间隙,此值为负时称为过盈。

根据零件间的要求,国家标准将配合分为间隙配合、过盈配合和过渡配合三类。

(1) 间隙配合。孔的公差带在轴的公差带之上,具有间隙的配合(包括最小间隙为零的配合),称为间隙配合,如图2-4所示。

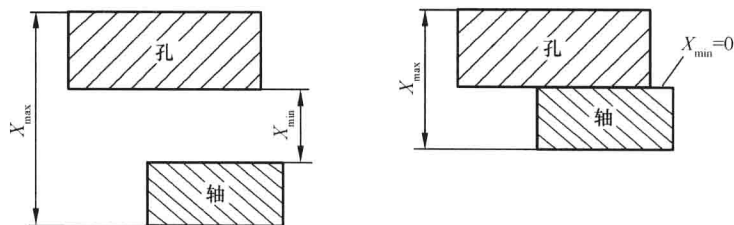


图2-4 间隙配合

间隙配合的性质用最大间隙 $X_{\max}$ 、最小间隙 $X_{\min}$ 和平均间隙 X_{av} 表示。计算公式如下:

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

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

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

(2) 过盈配合。孔的公差带在轴的公差带之下,具有过盈的配合(包括最小过盈为零的配合),称为过盈配合,如图2-5所示。

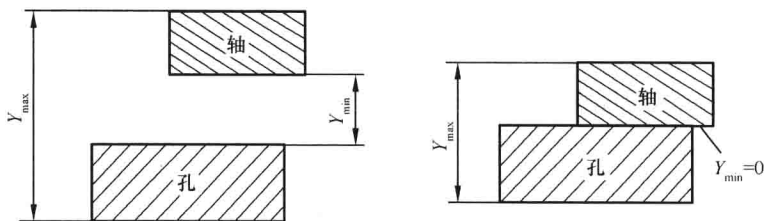


图2-5 过盈配合