



普通高等教育“十二五”规划教材

公差配合 与技术测量

吴爽 李健 等编



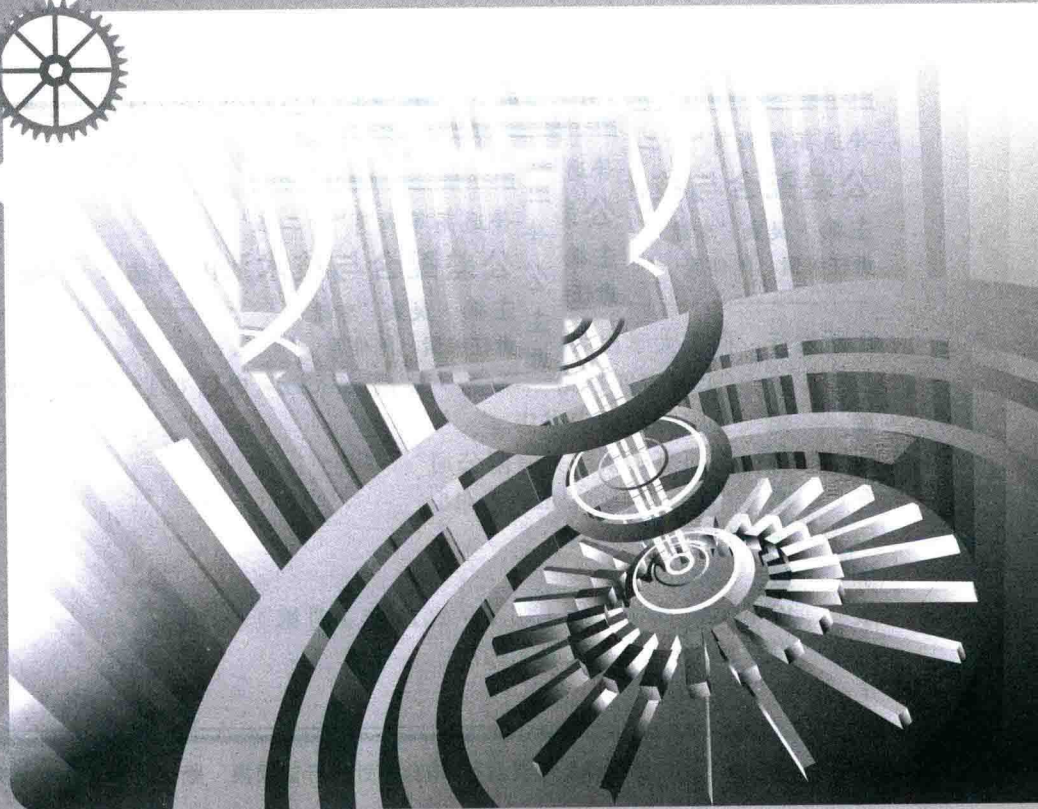
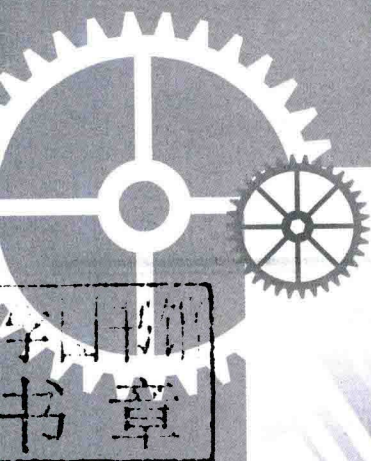
同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS



普通高等教育“十二五”规划

公差配合 与技术测量

吴爽 李健 等 编



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书依据国家最新公差标准编写,主要内容包括:公差配合课程介绍,尺寸公差及检测,技术测量基础、形位公差及检测,表面粗糙度及检测,圆柱螺纹公差及检测,滚动轴承的互换性,平键、花键联接的公差及检测,圆锥的公差及检测,尺寸链,渐开线圆柱齿轮的公差及测量、综合检测实训等。本书适用于机械类各专业师生在教学中使用,也可作为继续教育院校机械类各专业的教材,以及供从事机械设计、机械制造、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 / 吴爽, 李健主编. —上海: 同济大学出版社, 2016. 1
ISBN 978-7-5608-6197-5

I. ①公… II. ①吴… ②李… III. ①公差—配合—高等学校—教材②技术测量—高等学校—教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 023926 号

普通高等教育“十二五”规划教材

公差配合与技术测量

主 编 吴爽 李健

责任编辑 陈佳蔚

责任校对 徐春莲

封面设计 李志伟

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(上海市四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 三河市海新印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 14.5

字 数 356000

版 次 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-6197-5

定 价 32.80 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

编审委员会

主 编 吴 爽（沈阳职业技术学院）
李 健（沈阳特种设备检测研究院）
副主编 袁 博（武汉城市职业学院）

前 言

“公差配合与技术测量”是机械类专业学生必修的重要技术基础课。本书从实用性、可操作性和先进性的角度出发,以少而精为原则,针对学生在机械加工过程中如何看懂图纸和如何检测工件为目标,以掌握检测工件实际操作技能为准绳而编写。

“公差配合与技术测量”课程的主要知识点是学习和研究互换性,围绕零件的制造误差和公差概念及其使用要求之间的关系,隔离解决生产成本、产品质量与效益之间的矛盾。零件制造精确是机械产品的基础。因为每一台机器都是由成百上千个零件构成的,如果其中某一个零件精度达不到要求,就必然会影响到产品的质量和生产企业的声誉。

本书的主要内容包括:公差配合课程介绍,尺寸公差及检测,技术测量基础形状和位置公差及检测,表面粗糙度及检测,圆柱螺纹公差及检测,滚动轴承的互换性,平键、花键联接的公差及检测,圆锥的公差及检测,尺寸链,渐开线圆柱齿轮的公差及测量,综合检测实训等。学好本课程的方法,重要的是理论联系实际,做到学以致用,才能收到良好的效果。

本书的出版得到了同仁们的支持并得出了宝贵的意见,在此表示诚挚的感谢!

由于编者水平有限,书中如有错误,恳请广大读者批评指正,并不断改进。

编 者

2015 年 11 月

Contents

目

录

◆模块一 公差配合课程介绍	1
知识点一 互换性	1
知识点二 几何公差与技术测量	2
知识点三 互换性与标准化	5
思考与习题	7
◆模块二 尺寸公差及检测	8
知识点一 尺寸公差基本术语	9
知识点二 配合基本术语	11
知识点三 标准公差系列	13
知识点四 基本偏差系列	16
知识点五 常用尺寸公差带与未注公差	26
知识点六 极限配合的选用	29
知识点七 尺寸误差测量器具	35
知识点八 尺寸误差测量案例	46
思考与习题	50
◆模块三 技术测量基础	52
知识点一 技术测量基本知识	52
知识点二 测量方法与测量器具分类	57
知识点三 新技术在长度计量中的应用	60
知识点四 测量误差	64
思考与习题	67
◆模块四 形状和位置公差及检测	68
知识点一 形位公差简介	68
知识点二 形状公差及检测	75
知识点三 轮廓度公差及检测	85
知识点四 位置公差及检测	90
知识点五 公差原则(选学)	110
知识点六 形位误差检测案例	120
思考与习题	123
◆模块五 表面粗糙度及检测	126
知识点一 表面粗糙度介绍	127
知识点二 表面粗糙度的评定参数	128
知识点三 表面粗糙度的标注	132

知识点四 表面粗糙度的检测	137
知识点五 表面粗糙度误差测量案例	140
思考与习题	144
◆模块六 圆柱螺纹公差及检测	146
知识点一 螺纹公差配合介绍	146
知识点二 普通螺纹的公差与配合	148
知识点三 普通螺纹的检测	152
思考与习题	158
◆模块七 滚动轴承的互换性	159
知识点 滚动轴承的公差配合	159
思考与习题	167
◆模块八 平键、花键联接的公差及检测	168
知识点一 平键联接	168
知识点二 矩形花键联结的公差与配合	171
思考与习题	176
◆模块九 圆锥的公差及检测	177
知识点一 圆锥公差配合简介	177
知识点二 圆锥公差	180
知识点三 圆锥配合	183
知识点四 锥度与锥角的测量	186
思考与习题	189
◆模块十 尺寸链	190
知识点一 尺寸链的基本概念	190
知识点二 用完全互换性法计算尺寸链	193
知识点三 用大数互换法计算尺寸链	197
思考与习题	199
◆模块十一 渐开线圆柱齿轮的公差及测量	200
知识点一 概述	200
知识点二 齿轮的评定指标及其测量	202
知识点三 齿轮副的评定指标	210
知识点四 渐开线圆柱齿轮精度标准及其应用	211
思考与习题	219
◆模块十二 综合检测实训	220
◆参考文献	222

【学习目标】

1. 掌握有关互换性含义；
2. 掌握加工误差与公差的区别；
3. 了解学习本门课程的目的及知识点。

知识点一 互换性

一、互换性基本知识

互换性,是指在同一规格的若干个零件或部件中任取一件,不需作任何挑选、修配或调整,就能装配到机器或仪器上,并能满足机器或仪器的使用性能的特性。或者说,同一规格的零部件,按规定的要求分别制造,能彼此相互替换并能保证使用要求的特性。

例如,规格相同的任何一个灯头和灯泡,无论它们产自哪个企业,只要产品合格,都可以相互装配,电路开关合上,灯泡一定会发光。同理,自行车、电视机、汽车等家用电器的零件损坏,也可以快速更换一个同样规格的新零件,并且在更换后,自行车可以继续骑行、电视有画面并有伴音、汽车发动后就可上路。日常生活之所以这样方便,是因为日常用品、家用电器、交通工具的零配件都具有互换性。

现代机器的生产应该是互换性生产,它符合现代化大工业的发展条件。以我们常用的电脑为例,电脑由主机、显示器、鼠标和键盘等多个部件组成,这些部件由不同的厂家生产,而这些部件可以组装成符合国家行业标准的台式电脑;又如电视机和汽车生产,它们各自都有成千上万个零件,由若干个省、几十家企业生产制造,而总装厂仅生产部分零部件。在自动生产线上将各企业的合格零件装配成部件,再由部件迅速总装成符合国家标准的电视机或汽车,从而使年产量几十万台甚至几百万台成为可能,而这种现代化大工业的生产使得产品质量更高,产品的价格更为低廉。消费者在现代化进程中得到了实惠,同时也注意到互换性的生产和维修给社会各个层面带来了极大的方便,推动了社会的发展。

由于电视机或汽车要在生产线上装配,要求各个企业在制造零部件时必须符合国家的统一技术标准。这种跨地区、跨行业,大型国有企业和民营企业不同的设备条件,工人的技术水平也不尽相同,但加工出来的零件可以不经选择、修配或调整,就能装配成合格的产品,说明了零件的加工是按规定的精度要求制造的。

如何使工件具有互换性? 设加工一批零件的实际参数(尺寸、形状、位置等几何参数及硬度、塑性、强度等其他物理参数)的数值都为理论值,即这批零件完全相同。装配时,任取其中一件,配合的效果都是相同的。但是,要获得这种绝对准确和完全相同的产品在

实际生产中是根本不可能的,而且也没有必要。现代加工业可以制造出精确度很高的工件,但仍然会有误差(尽管加工误差相当小)。而另一方面从机器设备的使用和互换性生产要求来看,只要制成的零件实际参数值变动在控制的范围内,保证零件几何参数充分近似即可。所以要使产品具有互换性,就必须按照技术标准的规定来制造,而控制几何参数的技术规定就称为“公差”(公差即为实际参数值所允许的最大变动量)。

二、互换性在生产制造中的作用

1. 使用过程

由于工件具有互换性,因而在它磨损到极限或损坏后,可以很方便地用备件来替换。在使用过程中,可以缩短维修时间和节约费用,提高修理质量,延长产品的使用寿命,从而提高了机器的使用价值。

2. 生产制造

按照互换性原则组织加工,实现专业化协调生产,便于计算机辅助制造(CAM),以提高产品质量和生产效率,同时降低生产成本。

3. 装配过程

因为零部件具有互换性,可以提高装配质量,缩短装配时间,所以便于实现现代化的大工业自动化,提高装配效率。

4. 产品设计

由于标准零部件是采用互换性原则设计和生产的,因而可以简化绘图、计算等工作,缩短设计周期,加速产品的更新换代,且便于计算机辅助设计(CAD)。

综上所述,在机械制造中,遵循互换性原则,不仅能保证又多又快地生产,而且能保证产品质量和降低生产成本。所以,互换性是在机械制造中贯彻“多快好省”方针的技术措施。

三、互换性分类

按照零部件互换程度的不同,互换可分为完全互换和不完全互换。

1. 完全互换

零件在装配或更换时,不需要辅助加工与修配,也不需要选择。一般标准件有螺钉、螺母、滚动轴承、齿轮等。

2. 不完全互换

有些机器的零件精度要求很高,按完全互换法加工困难,生产成本高,此时可将工件的尺寸公差放大,装配前,先进行测量,然后分组进行装配,以保证使用要求。

知识点二 几何公差与技术测量

一、几何参数误差与公差

1. 几何参数误差

零件在机械加工时,由于“机床—工具—辅具”工艺系统的误差、刀具的磨损、机床的振动等因素的影响,使得工件在加工后总会产生一些误差。即使是同一个工人,在同一台

机器上对同一批规格相同的零件进行加工,也很难得到和理论上完全一样的尺寸。这就是加工误差。

加工误差,是指零件的实际几何参数与理论上的绝对准确的几何参数之差。就几何量来讲,可分为尺寸误差、几何形状误差、相互位置误差和表面粗糙度。

(1)尺寸误差。是指零件在加工后实际尺寸与理想尺寸之间的差值。零件的尺寸要求如图 1-1(a)所示,但经过加工,它的 $d_{a1}, d_{a2}, d_{a3}, d_{a4}, d_{a5}$ 的实际尺寸各有不同,有的在极限尺寸范围内,个别的则超出了极限尺寸,即为尺寸误差。

(2)几何形状误差。由于机床、刀具的几何形状误差及其相对运动的不协调,使光滑圆柱的表面在加工中产生了误差。如图 1-1(b)所示,产生了素线的不直(d_{a1}, d_{a2}, d_{a3} 的直径尺寸大小不一),即为直线度误差;因为光滑圆柱的横截面理论上都是理想的几何圆,而加工后实际形状变成一个误差圆,如图 1-1(c)所示(d_{a4}, d_{a5} 的横剖面尺寸不同),出现了圆度误差。以上统称为几何形状误差。

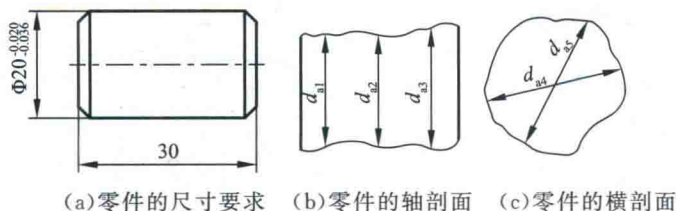


图 1-1 几何形状误差

(3)相互位置误差。如图 1-2 所示,在车削台阶轴时,由于其结构的特点,需要先加工大尺寸一端,然后再调头车削小直径一端。如果操作者调整轴线不仔细,加工后该零件会产生台阶轴的轴线错位,从而会出现同轴度误差,造成零件的实际位置与理想位置的偏离。

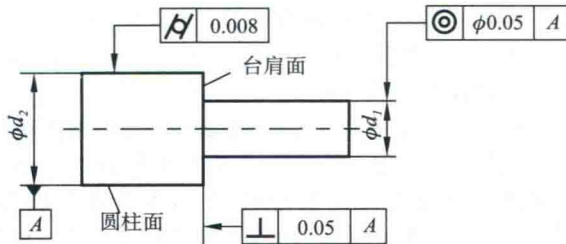


图 1-2 相互位置误差

(4)表面粗糙度(微观的几何形状误差)。加工后刀具在工件表面留下刀具痕迹,即使经过精细加工,目视很光亮的表面,经过放大观察,也可很清楚地看到工件表面的凸峰和凹谷,使工件表面粗糙不平。

加工误差在机械制造中是不可避免的,只要将工件的加工误差(尺寸、形状、位置和表面粗糙度)都控制在公差范围内就为合格品,如图 1-3 所示。

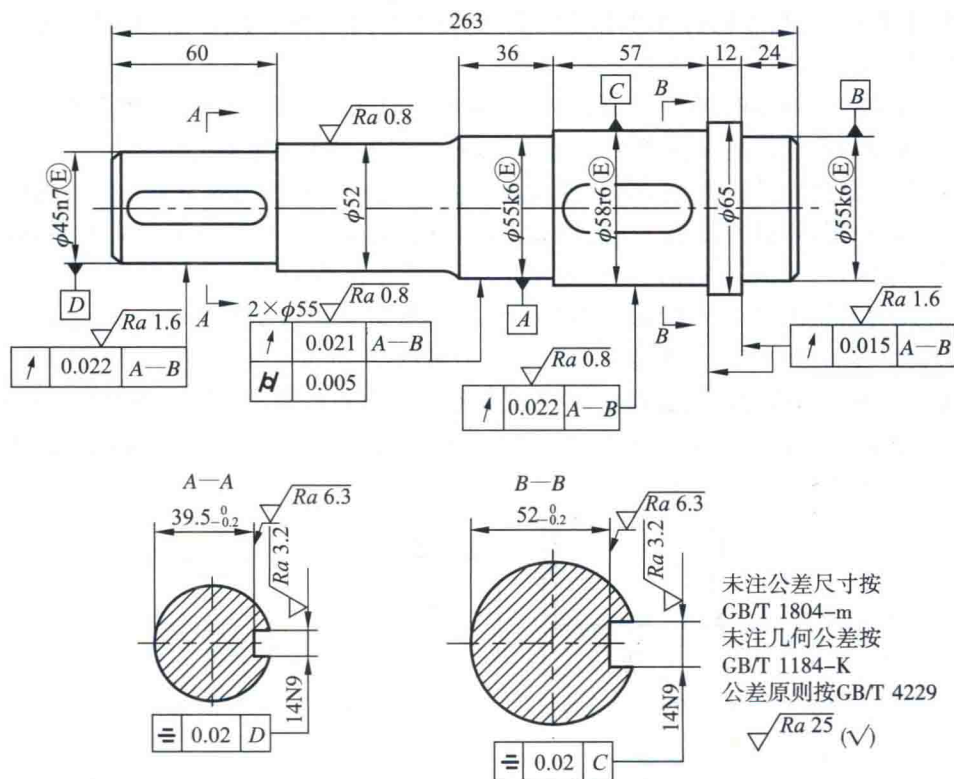


图 1-3 减速器输出轴的尺寸、形位、表面粗糙度的公差要求

图 1-3 中表示了输出轴的尺寸、形位、表面粗糙度的公差要求,即在加工过程中各要素不能超出所规定的极限值,否则该零件为不合格产品。例如,A—A 剖面,键槽宽度的尺寸只能在 11.957~12 mm,对称度要控制在 0.02 mm 之内,键槽两侧面的表面粗糙度不允许超过 0.003 2 mm,同时键槽底部的另一尺寸只能在 39.3~39.5 mm,只有这四个要求都达到时,此剖面才可被认为是合格的。

一般情况,工件都会有上述四个基本的公差要求(有的零件图纸也许没有标注尺寸和形位公差,此时,应该按国家标准的未注尺寸公差来理解和执行),这也正是本书中最重要的、需要重点掌握的基础性国家标准。在机械加工中,由于各种误差的存在,一般认为公差是误差的最大允许值,即零件几何参数允许的尺寸变动量就是公差。因此,误差是在加工过程中产生的,而公差则是由设计人员确定的。

2. 公差

零件的实际几何参数近似理想几何参数的程度称为零件的几何精度,包括尺寸精度、形状精度、位置精度等。精度和误差是相对立的概念,精度越高,误差越小。零件的精度是由公差来体现的,合格零件的误差大小由公差控制。公差由设计者给定,并且已经标准化。

所谓公差,就是零件的尺寸、几何形状、几何位置关系及表面粗糙度参数值允许变动的范围。公差是用来限制误差的。

零件加工后的误差值若在公差范围之内,则为合格件;若超出公差范围,则为不合格件。所以,公差也是允许的最大误差。

二、技术测量

技术测量是实现互换性的技术保证,如果仅有与国际接轨的公差标准,而缺乏相应的技术测量措施,实现互换性生产是不可能的。

测量中首先要统一计量单位。新中国成立之前我国长度单位采用市尺,1955 年成立了国家计量局,1959 年统一了全国计量制度,正式确定采用公制(米制)作为我国基本计量制度。1977 年颁布了计量管理条例。1984 年颁布了国家法定计量单位。1985 年颁布了国家计量法。

伴随着长度基准的发展,计量器具也在不断改进。1850 年美国制成游标卡尺以后,1927 年德国制成了小型工具显微镜,从此几何量的测量随着工业化的进程而飞速发展。

目前,我国工业正在日新月异地发展,计量测试仪器的制造工业也发展得越来越快。长度计量仪器的测量精度已由毫米级提高到微米级,甚至达到纳米级。测量空间已由二维空间发展到三维空间。测量的尺寸小至微米级,大到米级。测量的自动化程度也越来越高,已由人工读数测量结果发展到自动定位、测量,计算机数据处理,自动显示并打印测量结果。

知识点三 互换性与标准化

一、标准

公差标准在工业革命中起过非常重要的作用,随着机械制造业的不断发展,要求企业内部有统一的技术标准,以扩大互换性生产规模和控制机器备件供应。早在 20 世纪初,英国一家生产剪羊毛机器的公司——纽瓦尔(Newall)于 1902 年颁布了全世界第一个公差与配合标准(极限表),从而使生产成本大幅度下降。同时,产品质量不断提高,在市场上挤跨了其他同类公司,在这一领域鹤立鸡群。这个过程中,极限表起了举足轻重的作用。

1924 年,英国在全世界最早颁布了国家标准 B. S 164—1924,美国、德国、法国等也紧随其后颁布了各自国家的国家标准,指导着各国的制造业的发展。1929 年苏联也颁布了《公差与配合》标准。在此阶段,西方国家的工业化不断进步,生产也快速发展,同时国际间的交流也日益广泛。1926 年成立了国际标准化协会(ISA),1940 年正式颁布了国际《公差与配合》标准,第二次世界大战后的 1947 年将 ISA 更名为 ISO(国际标准化组织)。

1959 年我国正式颁布了第一个国家标准《公差与配合》(GB 159~174—59),此标准完全依赖 1929 年苏联的国家标准,并指导了我国 20 年的工业生产。

随着我国经济建设的快速发展,旧国标已不能适应现代大工业互换性生产的要求,因此,1979 年原国家标准局统一布署,有计划、有步骤地对旧的基础标准进行了两次修订。一次是 20 世纪 80 年代初期,修订的标准有:《公差与配合》(GB 1800~1804—79)、《形状与位置公差》(GB 1182~1184—80)、《表面粗糙度》(GB 1031—83);另一次是 20 世纪 90 年代中期,修订的标准有:《极限与配合》(GB/T 1800.1—1997,GB/T 1800.4—1999 等)、《形状和位置公差》(GB/T 1182—1996 等)和《表面粗糙度》(GB/T 1031—1995 等)多项国家标准。

2009 年国家颁布了新标准:

《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》(GB/T 1800.1—2009)(代替 GB/T 1800.1—1997、GB/T 1800.2—1998 和 GB/T 1800.3—1998);

《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》(GB/T 1800.2—2009)(代替 GB/T 1800.4—1999);

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

《产品几何技术规范(GPS)几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注》(GB/T 1182—2008)新标准宣贯,重点讲解新旧标准间的变化(代替 GB/T 1182—1996);

《公差原则》(GB/T 4249—2009)新标准宣贯(代替 GB/T 4249—1996);

《产品几何技术规范(GPS)几何公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》(GB/

T 16671—2009)新标准宣贯(代替 GB/T 16671—1996);

《产品几何技术规范(GPS)几何公差 基准和基准体系》(GB/T 17851—2009)(代替 1999);

《产品几何技术规范(GPS)形状和位置公差检测规定》(GB/T 1958—2004)(代替 1980);

《形状和位置公差未注公差值》(GB/T 1184—1996)。

这些新国家标准(简称新国标)的颁布,正在对我国的机械制造业起着越来越大的作用。

二、标准化

现代化生产的特点是品种多、规模大、分工细、协作多,为使社会生产有序地进行,必须通过标准化使产品规格简化,使分散的、局部的生产环节相互协调和统一。

几何量的公差与检测也应纳入标准化的轨道。

根据产品的使用性能要求和制造的可能性,既要加工方便又要经济合理,就必须规定几何量误差的变动范围,也就是规定合适的公差作为加工产品的依据,公差值的大小就是根据上述的基本原则进行制定和选取的。为了实现互换性,必须对公差值进行标准化,不能各行其是。标准化是实现互换性生产的重要技术措施。例如,一种机械产品的制造,往往涉及许多部门和企业,如果没有制订和执行统一的公差标准,是不可能实现互换性生产的。对零件的加工误差及其控制范围所制订的技术标准称为“极限与配合、形状与位置公差”等标准,它是实现互换性的基础。

为什么要用新国标代替旧国标?因为新国标采用最新的国际标准制,国际标准制的概念更加明确,结构更加严密,规律性也更强。另外,最新的国际标准制有利于国际间的技术交流。随着机电产品的出口越来越多,现代工业化建设不断完善,技术引进和援外日益增多,采用国际标准制就显得十分重要。

三、优先数与优先数系

产品无论在设计、制造,还是在使用中,其规格,如零件尺寸,原材料尺寸,公差,承载能力及所使用设备、刀具、测量器具的尺寸等性能与几何参数都要用数值表示。而产品的数值具有扩散传播性,例如,复印机的规格与复印纸的尺寸有关,复印纸的尺寸,则取决于书刊、杂志的尺寸,复印机的尺寸又影响造纸机械、包装机械等的尺寸。又如,某一尺寸的螺栓会扩散传播到螺母尺寸,制造螺栓的刀具(丝锥、扳牙等)尺寸,检验螺栓的量具(螺纹千分尺、三针直径)的尺寸,安装刀具的工具、工件螺母的尺寸等。由此可见,产品技术参数的数值不能任意选取,否则会造成产品规格繁杂,直接影响互换性生产、产品的质量以及产品的成本。

生产实践证明,对于产品技术参数合理分档、分级,对产品技术参数进行简化,协调统一,必须按照科学、统一的数值标准,即优先数与优先数系。它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入科学的标准化轨道。因此优先数系是国际上统一的一个重要的基础标准。

优先数系由一些十进制等比数列构成,其代号为 R(R 是优先数系创始人 Renard 的缩写),相应的公比代号为 Rr。r 代表 5,10,20,40 等数值,其对应关系如下:

(R5 系列)

$$R5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.6$$

$$R10 = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$$

$$R20 = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$$

$$R40 = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$$

一般优先选择 R5 系列,其次为 R10 系列、R20 系列等,其具体数值见表 1-1。

表 1-1 标准公差计算数值表(摘自 GB/T 1800.3—1998)

R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40		
1.00	1.00	1.00	1.00	2.50	2.50	2.24	2.24	6.30	6.30	6.30	6.30		
			1.06				2.36						5.30
			1.12				2.50						5.60
			1.18				2.65						6.00
	1.25	1.25	1.25		2.80	2.80		6.30	6.30	6.30	6.30		
			1.32			3.00			6.70				
			1.40		3.15	3.15		7.10	7.10				
			1.50			3.35			7.50				
		1.60	1.60	1.60			3.55		8.00	8.00	8.00		
				1.70			3.75			8.50			
	1.80		4.00	4.00	4.00	4.00		9.00	9.00				
	1.90				4.25			9.50					
2.00	2.00			4.50	4.50	10.00	10.00	10.00	10.00				
			2.12			4.75							

四、课程性质与学习目标

“公差配合与技术测量”是机械类专业及相关专业的一门重要的技术基础课,在教学中起着联系基础课和专业课的桥梁作用,同时也是联系机械类基础课与机械制造工艺类课程的纽带。

各种公差的标准化属于标准化范畴,而技术测量是属于计量学范畴,它们是两个独立的系统。而本课程正是将公差标准与计量技术有机地结合在一起的学科。

“公差配合与技术测量”是从加工的角度研究误差,从设计的科学性去探讨公差。众所周知,科学技术越发达,对机械产品的精度要求越高,对互换性的要求也越高,机械加工就越困难,这就必须处理好产品的使用要求与制造工艺之间的矛盾,处理好公差选择的合理性与加工出现误差的必然性之间的矛盾。因此,随着机械工业的高速发展,我国制造大国的地位越来越明显,本课程的重要性也越来越突出。

学习本课程的基本要求如下:

- (1)掌握互换性原理的基础知识;
- (2)了解各种公差标准和基本内容并掌握其特点;
- (3)学会根据产品的功能要求,选择合理的公差并能正确地标注到图样上;
- (4)掌握一般几何参数测量的基础知识;
- (5)了解各种典型零件的测量方法,学会使用常用的计量器具。

思考与习题

- 1-1 什么是互换性? 互换性分几类? 如何定义?
- 1-2 什么是加工误差? 加工误差分几种?
- 1-3 最早的公差标准是在哪个国家颁布的?
- 1-4 几何量误差有几类?
- 1-5 试述标准化与技术测量之间的关系。

【检测任务】

检测图 2-1 中长度 125 ± 0.1 、外径 $\phi 40_{-0.039}^0$ 和 $\phi 60_{-0.033}^0$ 、内径 $\phi 28_{+0.033}^0$ 的合格性。

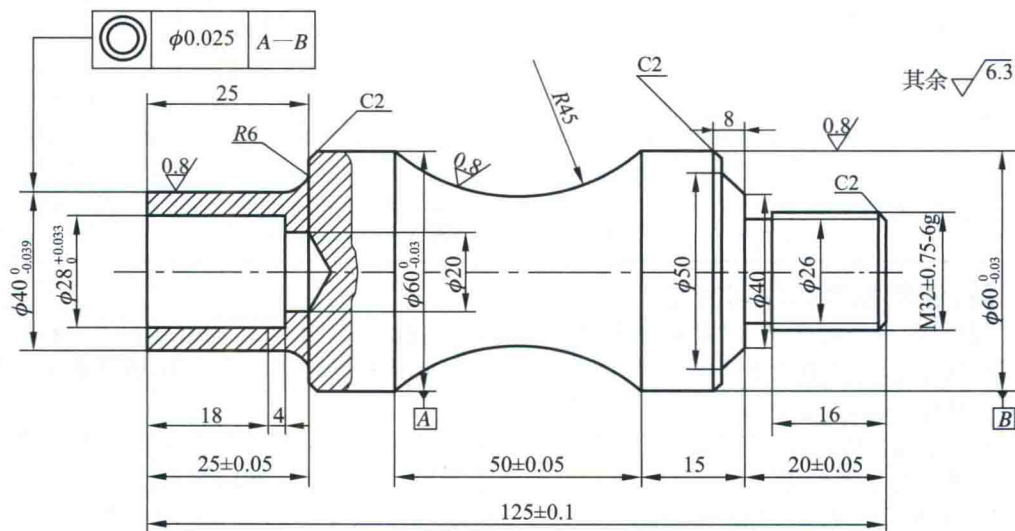


图 2-1 检测零件图

【知识目标】

1. 掌握公差配合的基本知识；
2. 熟悉公差带图的绘制；
3. 尺寸偏差在图上的标注与查表；
4. 掌握配合标准、标注和配合选用。

【技能目标】

1. 掌握游标卡尺的结构及使用；
2. 掌握千分尺的结构及使用；
3. 掌握机械比较仪/光学比较仪的结构及使用；
4. 掌握内径百分表的结构及使用方法。

知识点一 尺寸公差基本术语

一、孔与轴 (hole and shaft)

孔,通常指工件的圆柱形内尺寸要素,也包括非圆柱形的内尺寸要素(由两个平行平面或切面形成的包容面),用大写字母表示,如图 2-2 中的 B, D, L, B_1, L_1 。

轴,是指工件的圆柱形外尺寸要素,也包括非圆柱形的外尺寸要素(由两平行平面或切面而形成的被包容面),用小写字母表示,如图 2-2 中的 d, l, l_1 。

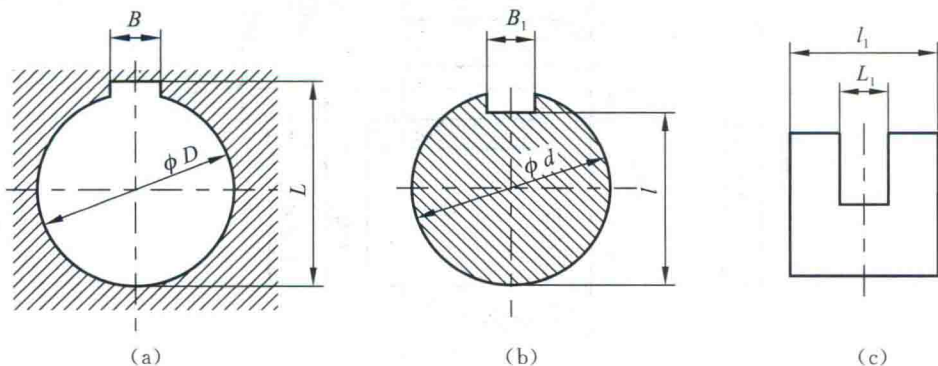


图 2-2 孔与轴

孔(或轴)的含义是广义的,其特性是:孔为包容面(尺寸之间无材料),在加工过程中,尺寸越加工越大。而轴是被包容面(尺寸之间有材料),尺寸越加工越小。

采用广义孔和轴的目的,是为了确定工件的尺寸极限和相互的配合关系,同时也就拓展了“极限与配合”的应用范围。它不仅应用于圆柱内、外表面的结合,也可以用于非圆柱内、外表面的配合。例如,单键与键槽的配合;花键结合中内、外花键的大径、小径及键与键槽的配合等。

二、尺寸要素 (features of size)

由一定大小的线性尺寸或角度尺寸确定的几何形状,通常用 mm 表示(一般不必注出),如单位为其他,则必须标出单位。

三、公称尺寸 (nominal size)

由图样规范确定的理想形状要素的尺寸,用 D 和 d 表示(大写字母表示孔,小写字母表示轴)。它是根据产品的使用要求、零件的刚度要求等,计算或通过实验的方法而确定的(以前版本公称尺寸即为尺寸)。

四、实际(组成)要素 (real (integral) size)

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,即通过测量得到的尺寸(D_a, d_a),并非尺寸的真值(以前版本实际(组成)要素称为实际尺寸)。

五、极限尺寸 (limits of size)

极限尺寸是指尺寸要素允许的尺寸的两个极端。

尺寸要素允许的最大尺寸称为上极限尺寸(以前版本中,上极限尺寸称为最大极限尺寸)($D_{\max}, d_{\max}$);尺寸要素允许的最小尺寸称为下极限尺寸(以前版本中,下极限尺寸称为最小极限尺寸)($D_{\min}, d_{\min}$),实际要素应位于其中,如图 2-3 所示。合格零件的实际要素应该是 $D_{\min} \leq D_a \leq D_{\max}, d_{\min} \leq d_a \leq d_{\max}$,如图 2-3 所示。

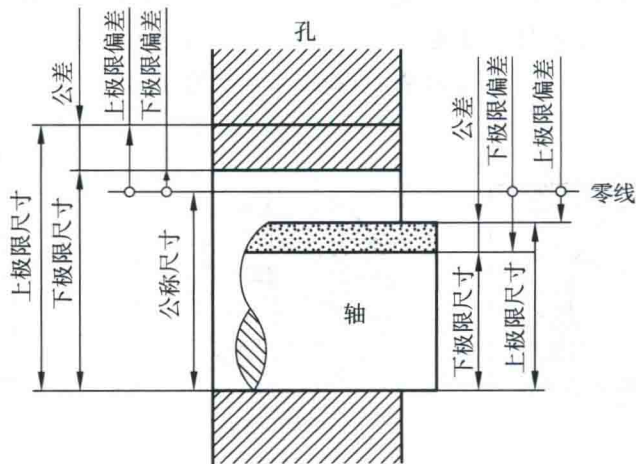


图 2-3 极限与配合示意图

六、极限偏差 (limit deviations)

极限偏差是指某尺寸减其公称尺寸的代数差,包括上极限偏差和下极限偏差。

上极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差称为上极限偏差(简称上偏差),用 ES, es 表示;下极限尺寸减其公称尺寸所得的代数差称为下极限偏差(简称下偏差),用 EI, ei 表示。其大写字母表示孔,小写字母表示轴。用公式表示如下。

$$\begin{cases} \text{孔: } ES = D_{\max} - D, EI = D_{\min} - D, E_a = D_a - D \\ \text{轴: } es = d_{\max} - d, ei = d_{\min} - d, e_a = d_a - d \end{cases} \quad (2-1)$$

式中, E_a, e_a 分别为孔和轴的实际偏差。

注意:标注和计算偏差时极限偏差前面必须加注“+”或“-”号(零除外)。

七、基本偏差 (fundamental deviation)

在 GB/T 1800.1—2009 极限配合制中,确定公差带相对零线位置的那个极限偏差。它可以是上极限偏差或下极限偏差,一般为靠近零线的那个偏差。

八、标准公差 (standard tolerance)

尺寸公差是指允许尺寸的变动量,如图 2-3 所示。标准公差、极限尺寸、极限偏差之间的关系如下。

$$\begin{cases} \text{孔: } T_h = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI \\ \text{轴: } T_s = d_{\max} - d_{\min} = es - ei \end{cases} \quad (2-2)$$

注意:公差与偏差是两个不同的概念。公差表示制造精度的要求,反映加工的难易程