

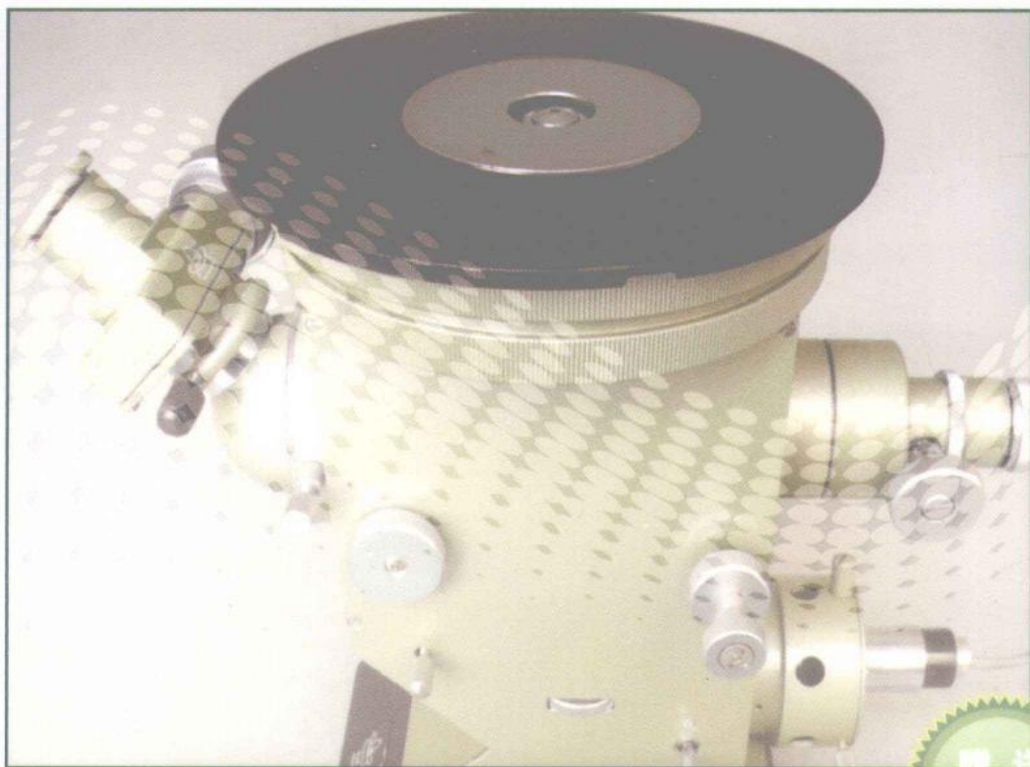


高职高专机械设计与制造专业规划教材

互换性与零件几何量检测

HUHUANXING YU LINGJIAN JIHELIANG JIANCE

朱超 段玲 主编
胡照海 副主编
李登万 主审



赠送
电子课件

本书特色

- ❖ 校企合作，内容新颖实用，体现工学结合。
- ❖ 教材框架符合认知规律，便于实现理论与实践一体化教学。
- ❖ 紧跟技术发展动态，拓宽学生视野。
- ❖ 网站配备立体化教学资源，方便读者学习交流。

清华大学出版社

高职高专机械设计与制造专业规划教材

互换性与零件几何量检测

朱 超 段 玲 主 编

胡照海 副主编

李登万 主 审

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以机械制造业工厂现场零件的几何量检测为主线,比较全面地介绍了几何量互换性、孔轴和圆锥的极限与配合、形位公差、表面粗糙度、普通圆柱螺纹公差、渐开线圆柱齿轮公差的基本知识;系统地设计了大量源于工厂检测实际零件的孔轴尺寸检测、形位误差检测、表面粗糙度检测、角度与锥度检测、螺纹检测、齿轮检测的实例;另外,还简要介绍了几何量检测新技术。

本书采用最新国家标准,既注重基本知识的讲解和标准的应用,又突出了尺寸、形位误差、表面粗糙度、圆锥、螺纹、齿轮的检测能力的培养;设计了大量的检测实训项目,便于开展理论与实践一体化教学。本书既可作为高职院校机械类各专业的教学用书,也可供机械行业工程技术人员及计量、检验人员参考。本书通过网络(<http://jld.scetc.net/index/index1.asp>)提供相关检测视频、Flash 动画、行业标准、电子教案、课堂设计、考试系统、在线问答等立体化教学资源,可供教师授课和学生学习时进行参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

互换性与零件几何量检测/朱超,段玲主编;胡照海副主编;李登万主审. —北京:清华大学出版社, 2009.8

(高职高专机械设计与制造专业规划教材)

ISBN 978-7-302-20705-4

I. 互… II. ①朱… ②段… ③胡… ④李… III. ①零部件—互换性—高等学校:技术学校—教材②零部件—几何量—检测—高等学校:技术学校—教材 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 133523 号

责任编辑:孙兴芳

装帧设计:杨玉兰

责任校对:李凤茹

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:21.25 字 数:510 千字

版 次:2009 年 8 月第 1 版 印 次:2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:31.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:032436-01

前 言

随着世界制造中心不断向我国转移，国际合作越来越多，推动我国有关互换性、公差与配合的标准也逐步与国际接轨。为了促进新国标的推广和应用和帮助机械类各专业学生掌握互换性、公差与配合的基础知识及生产现场零件几何量检测的基本技能，并结合《数控加工岗位职业标准》(该标准已通过由四川省经济委员会和中国机械工业联合会组织的专家评审鉴定)和国家级示范专业的培养目标和教学质量要求，我们组织具有丰富教学经验的教师和具有丰富实践经验的企业工程技术人员共同编写了本书。本书具有以下特点。

1. 校企合作编审，内容新颖实用，体现工学结合

本书在编审过程中特别注重学校与企业的沟通与合作，由教学经验丰富的专业教师和工厂计量检测部门的高级工程师共同担任主编，组织校内教师和工厂技术人员开展专题研讨会，认真分析、研究当前制造业中生产现场工程技术人员常用公差知识和必备的检测技能，结合专业的培养目标和教学质量要求，形成编写提纲，并分头负责编写。书中所涉及的标准和专用名词全部来自国家和行业的最新标准，反映了国内外本行业的最新动态，紧跟行业技术发展方向。实训内容基于工厂实际的检测案例，实训就是工作，就是完成一个个真实的检测任务，让学生通过“工作”进行学习，真正体现工学结合。

2. 教材框架符合认知规律，便于实现理论与实践一体化教学

本书主要章节都是以一个案例引入基本知识，然后是具体的实训内容。主要章节均设计了几个检测实训项目，每个检测项目按照“任务”、“资讯”、“计划”、“检测实施”、“检查要点”、“评价要点”的顺序进行编排，便于实现理论与实践一体化教学；这些检测项目都是从企业的具体工作中提炼优化的，学生只要完成了这些检测实训项目，基本就可以胜任工厂现场的几何量检测工作。每章还针对实训中易犯的普遍性错误，增加了“实践中常见问题解析”，同时为了扩大学生的知识面，每章最后还安排了“拓展知识”，可供教师根据学时多少、专业差异和学生掌握的情况有选择地安排教学。

3. 紧跟技术发展动态，拓宽学生视野

本书最后一章——“几何量检测新技术简介”由国家重大技术装备几何量计量站第一检测室的专家编写，介绍了目前国内外先进的几何量检测方法，而且配有检测实例的图片，可以开阔学生的视野，拓宽工作思路，提升后续工作能力。

4. 网站配备立体化教学资源，方便读者学习交流

在《零件几何量检测》2008 年国家级精品课程网站(<http://jd.scetc.net/index/index1.asp>)上，提供了相关检测视频、Flash 动画、行业标准、电子教案、课堂设计、考试系统、在线



问答等教学资源,方便读者学习与交流。

本书由朱超、段玲任主编,胡照海任副主编。全书共分7章,内容包括绪论、孔轴结合的极限与配合及其尺寸检测、形位公差与形位误差的检测、表面粗糙度及其检测、圆锥的极限与配合及角度与锥度的检测、普通圆柱螺纹的公差及其检测、渐开线圆柱齿轮传动的互换性及其检测、几何量检测新技术简介。具体编写分工为:四川工程职业技术学院朱超编写绪论、第1章和第3章;胡照海编写第2章和第4章;邱红编写第5章;中国二重集团公司段玲编写第6章和第7章。全书由朱超负责统稿,由四川工程职业技术学院李登万教授任主审。

本书在图稿方面得到了四川工程职业技术学院邱霜玲、乔毅两位老师的大力支持,特此对本书出版给予支持帮助的单位和个人表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 0 章 绪论..... 1	
0.1 课程简介..... 1	
0.2 互换性概述..... 1	
0.2.1 互换性的含义..... 1	
0.2.2 互换性的分类..... 2	
0.2.3 互换性的技术经济意义..... 2	
0.3 零件的加工误差和公差..... 3	
0.3.1 机械加工误差..... 3	
0.3.2 几何量公差..... 3	
0.4 标准化与标准..... 4	
0.4.1 标准化和标准的含义..... 4	
0.4.2 标准的分类和分级..... 4	
0.4.3 优先数和优先数系..... 5	
第 1 章 孔、轴结合的极限与配合 及其尺寸检测..... 8	
1.1 阶梯轴长度、直径和键槽深度的 检测..... 9	1.3.1 阶梯轴长度、直径和键槽 深度的检测..... 39
1.2 基础知识..... 10	1.3.2 用内径百分表测量孔径..... 48
1.2.1 极限与配合的基本术语和 定义..... 10	1.3.3 用机械比较仪(或者立式 光学计)测量轴径..... 55
1.2.2 极限与配合国家标准..... 14	1.4 拓展实训..... 58
1.2.3 配合和配合公差..... 22	1.5 实践中常见问题解析..... 60
1.2.4 线性尺寸的一般公差—— 未注公差..... 26	1.6 拓展知识..... 60
1.2.5 计量器具与测量方法简介..... 27	1.6.1 基准制配合..... 60
1.2.6 车间条件下孔、轴尺寸的 检测..... 30	1.6.2 国标规定的公差带与 配合..... 61
1.2.7 零件、计量器具的清洁和 防锈处理..... 39	1.6.3 极限与配合的选用..... 64
1.3 孔、轴尺寸检测实训..... 39	1.6.4 测量误差及数据处理..... 73
	1.6.5 计量器具的检定..... 81
	1.6.6 计量器具的维护和保养..... 81
	本章小结..... 82
	思考与练习..... 82
第 2 章 形位公差与形位误差的检测..... 86	
2.1 齿轮轴形状和位置误差的检测..... 87	
2.2 基础知识..... 88	
2.2.1 概述..... 88	
2.2.2 形位公差..... 95	
2.2.3 形状误差的检测原则..... 108	
2.2.4 形状误差的评定..... 110	
2.2.5 位置误差的评定..... 113	
2.3 形位误差检测实训..... 115	
2.3.1 用框式水平仪测平板直线度 误差..... 115	
2.3.2 用三点法测平板的平面度 误差..... 123	



2.3.3 用两点法、三点法测圆度 误差.....	127
2.3.4 用指示表检测键槽对称度 误差.....	133
2.3.5 用偏摆检测仪测轴的径向和 端面圆跳动.....	135
2.4 拓展实训.....	139
2.5 实践中常见问题解析.....	140
2.6 拓展知识.....	141
2.6.1 公差原则.....	141
2.6.2 形状和位置公差的选择.....	147
本章小结.....	156
思考与练习.....	156
第3章 表面粗糙度及其检测	162
3.1 用粗糙度样块检测轴套表面 粗糙度.....	163
3.2 基础知识.....	164
3.2.1 概述.....	164
3.2.2 表面粗糙度的评定.....	165
3.2.3 表面粗糙度的选择.....	171
3.2.4 表面粗糙度的图形符号 及其标注.....	175
3.3 表面粗糙度检测实训.....	181
3.3.1 比较法测量轴套的表面 粗糙度.....	182
3.3.2 用手持式粗糙度仪测量 表面粗糙度.....	183
3.4 拓展实训.....	187
3.5 实践中常见问题解析.....	188
3.6 拓展知识.....	188
3.6.1 光切法测表面粗糙度简介.....	188
3.6.2 干涉法测表面粗糙度简介.....	190
3.6.3 GB/T 131—1993 中表面 粗糙度代号及其标注简介.....	192
3.7 本章小结.....	195
思考与练习.....	195

第4章 圆锥的极限与配合及角度 与锥度的检测	199
4.1 用正弦规检测锥度偏差的说明.....	200
4.2 基础知识.....	200
4.2.1 概述.....	200
4.2.2 圆锥几何参数偏差对 圆锥互换性的影响.....	204
4.2.3 圆锥公差.....	205
4.3 角度和锥度检测实训.....	212
4.3.1 用万能角度尺测角度.....	212
4.3.2 用正弦规测圆锥塞规的 锥度偏差.....	215
4.4 拓展实训.....	218
4.5 实践中常见问题解析.....	219
4.6 采用比较法测量角度和锥度.....	219
本章小结.....	220
思考与练习.....	220
第5章 普通圆柱螺纹的公差 及其检测	222
5.1 用螺纹千分尺检测单一中径的 检测说明.....	223
5.2 基础知识.....	223
5.2.1 螺纹的分类及普通螺纹的 主要参数.....	223
5.2.2 螺纹几何参数对互换性的 影响.....	228
5.2.3 普通螺纹的公差与配合.....	232
5.3 螺纹的检测实训.....	241
5.3.1 用螺纹千分尺检测外螺纹 单一中径.....	241
5.3.2 用三针法检测螺纹单一 中径.....	244
5.3.3 用工具显微镜测量螺纹塞规 主要参数.....	250
5.4 拓展实训.....	257
5.5 实践中常见问题解析.....	258

5.6 拓展知识.....	259	6.3.3 用齿轮径向跳动测量仪(或偏摆 检查仪)测齿轮径向跳动	299
5.6.1 螺纹的综合检验.....	259	6.4 拓展实训	302
本章小结.....	262	6.5 实践中常见问题解析.....	302
思考与练习.....	262	6.6 拓展知识	302
第6章 渐开线圆柱齿轮传动的 互换性及其检测	264	6.6.1 渐开线圆柱齿轮副的精度.....	302
6.1 用齿距仪测齿距偏差的说明	265	6.6.2 齿厚的测量	308
6.2 基础知识.....	265	6.6.3 公法线长度的测量.....	309
6.2.1 齿轮的使用要求及误差 来源.....	265	思考与练习	309
6.2.2 现行国家齿轮标准简介	269	第7章 几何量检测新技术简介	312
6.2.3 渐开线圆柱齿轮轮齿同侧 齿面偏差.....	269	7.1 激光干涉仪	312
6.2.4 渐开线圆柱齿轮径向综合 偏差与径向跳动	274	7.2 小角度测量仪器	315
6.2.5 渐开线圆柱齿轮的精度 结构.....	275	7.2.1 光电自准直仪	315
6.3 渐开线圆柱齿轮检测实训	287	7.2.2 垂直度检查仪	316
6.3.1 用齿距仪或万能测齿仪 测齿距偏差.....	287	7.3 螺纹综合扫描测量机.....	316
6.3.2 用渐开线检查仪测齿廓 偏差.....	295	7.4 大尺寸及形位误差测量设备.....	316
		7.4.1 二维测量设备	317
		7.4.2 三维测量设备	318
		7.5 传动件测量设备	325
		附录 关于对实训评价的建议	327

第0章 绪 论

0.1 课程简介

几何量检测是机械类从业人员必备的基本技能，而公差配合和量具的知识则是进行几何量检测的基础。本书围绕“检测任务——必需的公差(或极限偏差)、误差(或偏差)、检测方法与计量器具知识——决策与计划——亲自动手完成检测任务——检查与评估”这条主线，重点介绍尺寸公差、形位公差、表面粗糙度以及圆锥、螺纹、圆柱齿轮等典型零件的特殊公差知识和相关误差(偏差)的检测方法与计量器具的知识；系统设计了相关的检测任务。通过学习这些知识和完成检测任务，学生基本可以掌握生产一线几何量检测的基本技能。学生在学习本课程之前，应具有一定的理论知识和初步的生产知识，能识读一般的机械图样。学生学完本课程后，应初步达到下列要求。

- (1) 建立互换性的基本概念，熟悉有关公差配合的基本术语和定义。
- (2) 了解各种几何参数和典型零件的有关公差标准的基本内容和主要规定。
- (3) 能正确识读、标注常用的公差配合要求和典型零件的公差要求，并能准确查用有关表格。
- (4) 掌握几何量检测的基本知识，会正确选择和使用生产现场的常用计量器具，能完成生产现场一般零件和典型零件几何量的检测任务。

0.2 互换性概述

0.2.1 互换性的含义

在日常生活中，人们经常会遇到使用可以相互替换的零、部件的情况，比如自行车上某个零件坏了，我们只要到维修店更换一个同样规格的零件即可。这里就体现了一个在产品设计、制造、维修中广泛使用的原则——互换性。

零、部件的互换性是指在同一规格的一批零、部件中，可以不经选择、调整或修配，任取一件就能装配在机器上，并能达到规定的使用性能要求。零、部件具有的这种性质称为互换性。

互换性是广泛用于产品设计、制造、维修的重要原则。我们把能够保证产品具有互换性的生产，称为遵守互换性原则的生产。

0.2.2 互换性的分类

互换性按其互换程度可分为完全互换与不完全互换。

1. 完全互换性

完全互换是指一批零、部件在装配前不需要进行选择,装配时也不需要修配和调整,装配后即可满足预定的使用要求,这种互换性称为完全互换性。

2. 不完全互换性

当装配精度要求很高时,若采用完全互换将使零件的尺寸公差很小,加工困难,成本高,甚至无法加工。这时可以采用不完全互换法进行生产,将其制造公差适当放大,以便于加工。在完工后,再对零件进行测量并按实际尺寸大小分组,按组进行装配。这种仅是组内零件可以互换,组与组之间不可互换,叫做分组互换法。分组互换既可保证装配精度与使用要求,又降低了生产成本。

在机器装配时,允许用补充机械加工或钳工修刮的方法来获得所需的精度,称为修配法。如普通车床尾架部件中的垫板,其厚度需在装配时再进行修磨,以满足头尾架顶尖等高的要求。

在装配时,用调整的方法,改变某零件在机器中的尺寸和位置,以满足其功能要求,称为调整法。如机床导轨中的镶条,装配时可沿导轨移动方向调整其位置,以满足间隙要求。

分组互换法、修配法和调整法都属于不完全互换性。不完全互换只限于部件或机构在制造厂内装配时使用。对厂际协作,往往要求完全互换。具体究竟采用哪种方式为宜,要由产品精度、产品复杂程度、生产规模、设备条件及技术水平等一系列因素决定。

一般大量生产和成批生产,如汽车厂、拖拉机厂大都采用完全互换法生产。精度要求高的行业,如轴承工业,常采用分组装配,即不完全互换法生产。而小批和单件生产,如矿山、冶金等重型机器业,则常采用修配法或调整法生产。

0.2.3 互换性的技术经济意义

互换性原则被广泛采用,它不仅能对生产过程产生影响,而且对产品的设计、使用、维修等各个方面都能带来很大的方便。

就设计而言,由于采用具有可互换的标准件、通用件,可使设计工作简化,缩短设计周期,并便于进行计算机辅助设计。

就制造而言,因零件具有互换性,故可以采用分散加工、集中装配。这样有利于组织专业化协作生产,有利于使用现代化的工艺装备,组织流水线和自动线等先进的生产方式。装配时,不需辅助加工和修配,既可减轻工人的劳动强度,又可缩短装配周期。从而既保证了产品质量,又可以提高劳动生产率和降低成本。

就使用、维修而言,当机器的零件突然损坏或按计划需要定期更换时,可在最短时间内以备用件加以替换,从而提高了机器的利用率并延长了机器的使用寿命。

综上所述,互换性对保证产品质量,缩短设计周期,提高制造和维修的效率具有重要的技术经济意义。互换性不仅在大批量生产中被广泛采用,而且随着现代生产逐步向多品种、小批量的综合生产系统方向转变,互换性也为小批生产,甚至单件生产所采用。但是应当指出,互换性原则不是在任何情况下都适用的,有时零件只能采用单配才能制成或才符合经济原则,例如,发动机的气阀与阀座是成对研磨而制成的。然而,即使在这种情况下,不可避免地还是要采用具有互换性的刀具、量具等工艺装备。因此,互换性仍是必须遵循的基本的技术经济原则。

0.3 零件的加工误差和公差

0.3.1 机械加工误差

加工精度是指机械加工后,零件几何参数(尺寸、几何要素的形状和相互间的位置、轮廓的微观不平度等)的实际值与设计的理想值相一致的程度。

加工误差是指零件实际几何参数对其设计理想值的偏离程度,加工误差越小,加工精度就越高。

机械加工误差主要有以下几类。

(1) 尺寸误差:指零件加工后的实际尺寸对理想尺寸的偏离程度。理想尺寸一般指图样上标注的最大、最小两极限尺寸的平均值。

(2) 形状误差:指加工后零件的实际表面形状相对其理想形状的差异(或偏离程度),如圆度、直线度等。

(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其理想位置的差异(或偏离程度),如同轴度、位置度等。

(4) 表面微观不平度:指加工后的零件表面上由较小间距和峰谷所组成的微观几何形状误差。零件表面微观不平度用表面粗糙度的评定参数值来表示。

加工误差是由工艺系统的诸多误差因素造成的。如加工方法的原理误差,工件装夹定位误差,夹具、刀具的制造误差与磨损,机床的制造、安装误差与磨损,切削过程中的受力、受热变形和摩擦振动,还有毛坯的几何误差及加工中的测量误差等。

0.3.2 几何量公差

为了控制加工误差,满足零件的功能要求,设计者需通过零件图样,提出相应的加工精度要求,这些要求是用几何量公差的标注形式给出的。

几何量公差就是实际几何参数值所允许的变动量。

相对于各类加工误差,几何量公差分为尺寸公差、形状公差、位置公差和表面粗糙度允许值及典型零件特殊几何参数的公差等。

0.4 标准化与标准

0.4.1 标准化和标准的含义

在实行互换性生产的过程中,要求各分散的工厂、车间等局部生产部门和生产环节之间必须在技术上保持一定的统一性。而标准化正是实现这一要求的一项重要技术保证。

1. 标准化的含义

国家标准《标准化和有关领域的通用术语第1部分:基本术语》(GB/T 3935.1—1996)中规定,标准化的定义为:“为在一定的范围内获得最佳秩序,对实际的或潜在的问题制定共同的和重复的使用规则的活动。”实际上,标准化就是指在经济、技术、科学以及管理等社会实践中,对重复性的事物(如产品、零件、部件)和概念(如术语、规则、方法、代号、量值),在一定范围内通过简化、优选和协调,作出统一的规定,经审批后颁布、实施,以获得最佳秩序和社会效益的全部活动过程。

2. 标准的含义

标准化的主要体现形式是标准。国家标准 GB/T 3935.1—1996 中规定,标准的定义为:“为在一定的范围内获得最佳秩序,对活动或结果规定的共同的和重复使用的规则、导则或特性文件。”标准是以科学、技术和经验的综合成果为基础,以促进最佳社会效益为目的,经有关方面协商一致而制定,由主管机构批准,以特定的形式发布,作为共同遵守的准则和依据。

0.4.2 标准的分类和分级

1. 标准的分类

标准的范围广泛,种类繁多,涉及人类生活的方方面面。

按性质不同,标准可分为技术标准、生产组织标准和经济管理标准三类。按适用程度不同,标准可分为基础标准和一般标准两类。本课程研究的公差与配合、表面粗糙度、术语、计量单位、优先数系等标准属于基础标准。

涉及人身安全、健康、卫生及环境保护等的标准属于强制性标准,其代号为“GB”。强制性标准颁布后,必须严格执行。其余标准属于推荐性标准,其代号为“GB/T”。

2. 标准的分级

按制定的范围不同,标准可分为国际标准、国家标准、地方标准、行业标准和企业标准五个级别。在国际范围内制定的标准称为国际标准,用“ISO”、“IEC”等表示。在全国范围内统一制定的标准称为国家标准,用“GB”表示。对于没有国家标准而又需要在某个行业范围内统一的技术要求,可制定行业标准,如机械标准(JB)等;对于既没有国家标准又没有行业标准而又需要在某个范围内统一的技术要求,可制定地方标准或企业标准,

分别用“DB”、“QB”表示。

世界各国的经济发展过程表明,标准化是实现现代化的一个重要手段,标准化也是联系科研、设计、生产和使用的纽带,是发展贸易、提高产品在国际市场上竞争力的技术保证。加入 WTO 以后,为加强和扩大我国与国际先进工业国家的技术交流和国际贸易,我国对标准化工作更加重视,不断以国际标准为基础,制定新的标准,并逐步向国际标准靠拢。

0.4.3 优先数和优先数系

在产品的设计或生产过程中,各种参数的简化、协调和统一,是标准化的一项重要工作内容。

在进行机械产品设计时,需要确定许多技术参数。当选定一个数值作为某产品的参数指标后,这个数值就会按照一定的规律向一切相关的制品、材料等的有关参数指标传播扩散。

例如,螺栓的尺寸确定后,就将影响螺母、丝锥、板牙等的尺寸进一步传递给加工螺栓孔的钻头的尺寸,这种技术参数的传播,在实际生产中非常普遍,并且跨越行业和部门的界限。如果没有一个统一的标准,必然会导致各种参数的规格繁多杂乱,以至给组织生产、协作配套及使用、维修等带来很大的困难。因此,各种技术参数的制定,必须从全局出发、协调一致。

优先数系是国际上统一的数值分级制度,是一种无量纲的分级数系,适用于各种量值的分级,是对各种技术参数的数值进行协调、简化和统一的一种科学的数值标准。GB/T 321—2005《优先数和优先数系》就是其中的一个重要标准。在确定机械产品的技术参数时,应尽可能地选用该标准中的数值。

GB/T 321—2005 规定了 5 个不同公比的十进制近似等比数列,作为优先数系。各数列分别用 R5、R10、R20、R40 和 R80 表示,依次称为 R5 系列、R10 系列、R20 系列、R40 系列和 R80 系列,前 4 个系列是基本系列、常用系列;R80 系列为补充系列,仅在参数分级很细或者基本系列中的优先数不能适应实际情况时才可考虑采用。它们的公比分别是:

R5 系列 公比为 $q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.6$

R10 系列 公比为 $q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$

R20 系列 公比为 $q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$

R40 系列 公比为 $q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$

R80 系列 公比为 $q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.03$

可见,优先数系的五个数列的公比都是无理数,不便于实际应用,因此在实际工程应用中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,在作参数系列的精确计算时可以代替理论值。常用值即经常使用的通常所称的优先数,取三位有效数字。优先数基本系列如表 0-1 所示。



表 0.1 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	计算值	
1.00	1.00	1.00	1.00	0	000	1.0000	0
			1.06	1	025	1.0593	-0.07
		1.12	1.12	2	050	1.1220	-0.18
			1.18	3	075	1.1885	-0.71
	1.25	1.25	1.25	4	100	1.2589	-0.71
			1.32	5	125	1.3335	-1.01
		1.40	1.40	6	150	1.4125	-0.88
			1.50	7	175	1.4962	-0.25
1.60	1.60	1.60	1.60	8	200	1.5849	+0.95
			1.70	9	225	1.6788	+1.26
		1.80	1.80	10	250	1.7783	+1.22
			1.90	11	275	1.8836	-0.87
	2.00	2.00	2.00	12	300	1.9953	+0.24
			2.12	13	325	2.1135	+0.31
		2.24	2.24	14	350	2.2387	+0.06
			2.36	15	375	2.3714	-0.48
2.50	2.50	2.50	2.50	16	400	2.5119	-0.47
			2.65	17	425	2.6607	-0.40
		2.80	2.80	18	450	2.8184	-0.65
			3.00	19	475	2.9854	-0.49
	3.15	3.15	3.15	20	500	3.1623	-0.39
			3.35	21	525	3.3497	-0.01
		3.55	3.55	22	550	3.5481	-0.05
			3.75	23	575	3.7584	-0.22
4.00	4.00	4.00	4.00	24	600	3.9811	+0.47
			4.25	25	625	4.2170	+0.78
		4.50	4.50	26	650	4.4668	+0.74
			4.75	27	675	4.7315	+0.39
	5.00	5.00	5.00	28	700	5.0119	-0.24
			5.30	29	725	5.3088	-0.17
		5.60	5.60	30	750	5.6234	-0.42
			6.00	31	775	5.9566	+0.73
6.30	6.30	6.30	6.30	32	800	6.3096	-0.15
			6.70	33	825	6.6834	-0.25

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	计算值	
		7.10	7.10	34	850	7.0795	-0.29
			7.50	35	875	7.4989	-0.01
	8.00	8.00	8.00	36	900	7.9433	-0.71
			8.50	37	925	8.4140	-1.02
		9.00	9.00	38	950	8.9125	-0.98
			9.50	39	975	9.4406	-0.63
10.00	10.00	10.00	10.00	40	000	10.0000	0



第1章 孔、轴结合的极限与配合 及其尺寸检测

学习要点

- 掌握极限与配合的基本术语和定义：孔和轴、尺寸、基本尺寸、实际尺寸、极限尺寸、尺寸偏差与公差、零线和公差带图。
- 掌握极限与配合国家标准的主要内容：标准公差系列、基本偏差系列、配合、间隙、过盈、间隙配合、过渡配合、过盈配合、配合公差、未注公差。
- 掌握计量器具与测量方法的主要内容：计量器具的主要技术指标、测量方法的分类。
- 掌握车间条件下孔、轴尺寸检测的主要内容：测量误差和测量不确定度、误收和误废、验收极限和安全裕度、计量器具的选择。
- 掌握游标卡尺的结构和使用方法。
- 掌握外径千分尺的结构和使用方法。
- 掌握百分表和内径百分表的结构和使用方法。
- 掌握机械式比较仪的结构和使用方法。
- (拓展)了解光滑极限量规检验孔、轴的主要内容：量规的外形结构与功能、量规的分类、极限尺寸判断原则及其对量规的要求、使用量规的注意事项。
- (拓展)了解基准制、公差带与配合的主要内容：基孔制，基轴制，常用尺寸段孔、轴公差带，常用尺寸段孔、轴公差配合。
- (拓展)了解极限与配合选用的主要内容：基准制的选用、公差等级的选用、配合的选择。

技能目标

- 能正确使用游标卡尺检测一般精度零件的长度、直径、沟槽深度、台阶深度；会校对游标卡尺的零位，能准确读数；能判断被测尺寸合格性。
- 能正确使用外径千分尺检测中等精度零件的长度、直径；会校对外径千分尺的零位，能正确确定修正值，能准确读数并判断被测尺寸的合格性；会利用测力装置控制测量力。
- 能正确校对内径百分表的零位，能正确使用内径百分表检测孔径，能准确读数并判断合格性。
- 能正确校对机械式比较仪(或立式光学计)的零位，能正确使用机械式比较仪(或立式光学计)检测轴径，能准确读数并判断合格性。

项目案例导入

- 项目任务——用游标卡尺检测图 1.1 所示零件的长度尺寸和键槽深度以及没有公差要求的直径；用外径千分尺检测 $\phi 25$ 的直径。

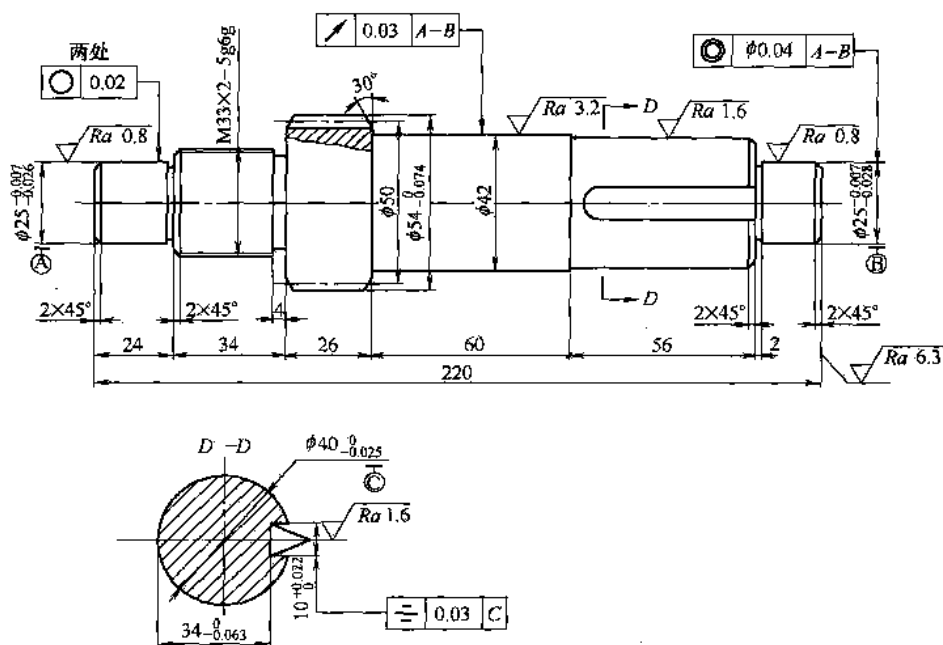


图 1.1 阶梯轴

引导问题

- (1) 仔细阅读图 1.1, 分析零件的尺寸要求。
- (2) 回忆以前在什么场合使用过哪些量具?
- (3) 根据以前积累的知识回答什么是尺寸? 什么是尺寸公差? 什么是尺寸偏差?
- (4) 以前使用过游标卡尺吗? 请概略说明如何使用游标卡尺。
- (5) 以前使用过外径千分尺吗? 请概略说明如何使用外径千分尺。

1.1 阶梯轴长度、直径和键槽深度的检测

1. 项目目的

通过完成对阶梯轴长度、直径和键槽深度的检测这一任务, 掌握游标卡尺和外径千分尺的结构及其使用方法, 会利用游标卡尺和外径千分尺完成其他同等难易程度零件的检测。

2. 项目条件

准备用于学生检测实训的阶梯轴工件若干(根据学生人数确定, 要求每个工件对应的人数不超过 3 人, 学生人数较多时建议分组进行); 具备与工件数对应的游标卡尺、外径千分