

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

极限配合与技术测量 学习与实验指导

(机械加工技术专业)

主编 李荣芬 马丽霞



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

极限配合与技术测量

学习与实验指导

(机械加工技术专业)

主编 李荣芬 马丽霞



高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材沈学勤、李世维主编《极限配合与技术测量》的配套教材。

本书主要内容包括学习指导、实验指导两部分。学习指导部分主要把教材各章节进行了归纳,提出了教学要求和重点、难点,并附有若干习题。实验指导部分讲述了线性尺寸测量、形位误差测量、表面粗糙度测量、锥度和角度的测量、螺纹测量、圆柱齿轮测量等6部分共20个实验,介绍了常用计量器具的结构、原理及使用方法。

本书可供中等职业学校机械类各专业教学使用,也可作为机械行业技术工人岗位培训和职业技能鉴定培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

极限配合与技术测量学习与实验指导/李荣芬,马丽霞
主编. —北京:高等教育出版社,2004.7
中等职业学校机械加工技术专业用
ISBN 7-04-014943-5

I. 极... II. ①李... ②马... III. ①公差:配合-专业学校-教学参考资料②技术测量-专业学校-教学参考资料 IV. TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第034662号

策划编辑 王瑞丽 责任编辑 陈大力 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 张岚 责任校对 康晓燕 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京印刷一厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 9
字 数 210 000

版 次 2004年7月第1版
印 次 2004年7月第1次印刷
定 价 15.80元(附盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

前 言

本书是中等职业教育国家规划教材沈学勤、李世维主编《极限配合与技术测量》的配套教材。在编写中遵循原书理论教学以应用为主,实验、实训教学以技能训练为主的原则,注意与教材的紧密联系,内容尽可能做到够用、实用,表述上力求通俗易懂。

极限配合与技术测量是一门实践性强、应用广、技术知识含量较高的机械类专业的主干课程。为了使学生更好地学好这门课程,本书重点介绍了以下内容:

1. 概述 对全书内容进行了综合讲述和分析。

2. 学习指导 主要对教材各章的基本内容作了进一步地讲解和归纳,并提出了教学要求和学习重点,每章均附有若干习题,其目的在于帮助学生深入理解和掌握课程的主要内容。书后有参考答案。

3. 实验指导 讲述了线性尺寸测量、形位误差测量、表面粗糙度测量、锥度和角度测量、螺紋测量以及圆柱齿轮测量等 20 个实验项目,介绍了常用计量器具的结构、原理、使用方法及数据处理等,并附有相应的实验报告供参考使用。其目的在于培养学生检测产品的基本技能,为学生毕业后胜任岗位工作,增强适应职业变化能力和继续学习打下一定的基础。

4. 综合训练 通过完成相应的综合练习题,达到深入了解课程内容,系统巩固全书概念,同时提高学生运用所学知识分析问题、解决问题的综合能力。

本书由李荣芬、马丽霞主编。第一部分概述、第三部分实验指导由李荣芬编写;第二部分学习指导、第四部分综合训练由马丽霞编写。

本书综合训练的图纸由梁玉春老师提供。王增春老师对本书的编写提供了大量的帮助。赵国增老师对全书进行了审阅,并提出了许多宝贵的意见。在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,难免有错、漏之处,敬请读者批评指正。

编 者

2003 年 12 月 23 日

目 录

| | | |
|--------|------------------------|-----|
| 第一部分 | 概述 | 1 |
| 第二部分 | 极限配合与技术测量学习指导 | 7 |
| 第 1 章 | 概述 | 9 |
| 第 2 章 | 极限与配合 | 11 |
| 第 3 章 | 技术测量基础 | 16 |
| 第 4 章 | 形状公差和位置公差及其误差的检测 | 22 |
| 第 5 章 | 表面粗糙度 | 27 |
| 第 6 章 | 技术测量 | 31 |
| 第三部分 | 极限配合与技术测量实验指导 | 37 |
| 第 1 章 | 线性尺寸测量 | 39 |
| 第 2 章 | 形状和位置误差的测量 | 50 |
| 第 3 章 | 表面粗糙度的测量 | 62 |
| 第 4 章 | 锥度和角度的测量 | 67 |
| 第 5 章 | 螺纹测量 | 69 |
| 第 6 章 | 圆柱齿轮测量 | 76 |
| 实验报告 | | 87 |
| 第四部分 | 综合训练 | 127 |
| 习题参考答案 | | 134 |
| 参考文献 | | 136 |

第一部分 概 述

一、课程的性质与特点

极限配合与技术测量是机械类各专业的一门主干课程,从内容结构上讲,它由极限配合和技术测量两部分组成,极限配合属标准化范畴,是促进生产技术进步、提高产品质量和劳动生产率的保证。技术测量属计量学范畴,是实施标准和质量监督的手段。这两部分内容既有一定联系,又自成体系,本课程是将两者有机地结合在一起的一门技术基础课。它涉及机械设计、机械制造、质量控制、生产组织和管理等多方面知识。本课程具有概念多、规定多、名词术语多以及符号代号多等特点。因此,学习本课程应重视对基本术语、概念的学习,并深入理解和分析各概念之间的区别与联系。

《极限配合与技术测量》共有6章,建议课时分配如下:

| | | | | | 学时 |
|-----|-------------|----|-------|----|-------|
| 章序 | 课程内容 | 讲课 | 实训 | 机动 | 合计 |
| 第1章 | 概述 | 2 | | | 2 |
| 第2章 | 孔、轴尺寸的极限与配合 | 8 | | | 8 |
| 第3章 | 技术测量基础 | 6 | | | 6 |
| 第4章 | 形状和位置公差 | 10 | 4 | | 14 |
| 第5章 | 表面粗糙度 | 2 | 2 | | 4 |
| 第6章 | 技术测量 | 12 | | | 12 |
| 实验 | | | 8 | | 8 |
| | 机动 | | | 6 | 6 |
| | 综合实践 | | 1周 | | 1周 |
| 合计 | | 40 | 14+1周 | 6 | 60+1周 |

二、内容介绍

第二部分 学习指导

第1章 概述

1. 互换性

互换性的概念;互换性的意义;互换性的作用;互换性与设计、制造、使用各方面的关系。

2. 误差和公差

加工误差是零件的实际尺寸和理论尺寸的差值。加工误差是客观存在的,所有误差都将影响零件的互换性。公差是零件几何参数允许的变动量,它包括尺寸公差、形状和位置公差等。公差是用来限制误差的,以保证互换性的实现。

3. 极限与配合标准

标准是标准化的核心,常说的标准是指技术标准。技术标准是为产品和工程的技术质量、规

格及检验方法等方面所作的技术规定,在一定范围内作为共同遵守的技术准则。

4. 技术测量

技术测量是保证极限与配合标准得以贯彻实施的技术措施,是实现互换性生产的必要条件。技术测量的对象主要是指长度、角度、形位误差和表面粗糙度等。

第2章 极限与配合

1. 极限与配合的词汇 孔和轴、尺寸、基本尺寸、实际尺寸、局部实际尺寸、极限尺寸。偏差、上偏差、下偏差、极限偏差、实际偏差。尺寸公差、尺寸公差带、尺寸公差带图。配合、间隙配合、过盈配合、过渡配合。

2. 标准公差系列:标准公差;尺寸分段。

3. 基本偏差系列:基本偏差;基本偏差代号;基本偏差表。

4. 公差带代号:孔轴的公差带组成;孔、轴公差带中另一极限偏差的确定;配合公差带代号及其标注方法。

5. 基准制:基孔制;基轴制。

6. 极限与配合代号的识别:极限与配合代号的含义;配合性质的识别。

7. 极限与配合应用简介:公差等级的选用;基准制的选用;常用尺寸段的极限与配合的应用;配合种类的选择;极限与配合应用实例。

8. 未注公差的线性和角度尺寸的公差:未注公差尺寸的适用范围;一般公差的公差等级和极限偏差数值;一般公差的图样表示方法。

第3章 技术测量基础

1. 测量的概念、对测量工作的基本要求、长度单位、测量器具的分类、测量方法的分类、测量器具的基本度量指标;计量器具的选择原则;量块的基本知识;常用长度量具如线纹尺、卡钳、游标量具、螺旋测微量具、百分表等。

2. 角度测量的常用器具,如万能角度尺,正弦规。

3. 测量误差的概念,测量误差的种类,测量误差的处理及测量结果的表示方法。

第4章 形状和位置公差及其误差的检测

1. 形位公差的符号:形位公差特征项目符号;形位公差的框格和指引线;形位公差的数值和有关符号;基准。

2. 形位公差的标注方法:被测要素的标注;基准要素的标注;形位公差数值的标注;形位公差有关附加符号的标注;形位公差的识读。

3. 形位公差的基本概念:零件的要素;要素的分类;零件几何误差的概念;形位公差带;理论正确尺寸。

4. 公差原则:独立原则;相关要求。

5. 形位公差带的定义与标注:形位公差带的类型;形位公差带定义、标注和解释示例。

6. 形位公差的检测原则:与理想要素比较的原则;测量坐标值原则;测量特征参数原则;测量跳动原则;控制实效边界原则。

7. 形位公差的解释。

第5章 表面粗糙度

1. 概述:表面粗糙度基本术语;表面粗糙度的评定参数。

2. 表面粗糙度对机器零件功能的影响:对配合性质的影响;对摩擦、磨损的影响;对腐蚀性的影响;对疲劳强度的影响。

3. 表面粗糙度的标注:表面粗糙度符号;表面粗糙度代号;表面粗糙度标注示例。

4. 常用加工方法达到的表面粗糙度。

5. 表面粗糙度的选择。

第6章 技术测量

1. 光滑极限量规:量规工作部分形式;量规的主要技术要求。

2. 平键、花键连接的公差和检测:键连接;平键连接的公差与配合;平键的测量;花键连接;花键的检验;矩形花键连接的公差与配合。

3. 普通螺纹的连接公差和检验:螺纹的种类及主要几何参数;螺纹的几何误差对螺纹互换性的影响;普通螺纹的公差与配合;螺纹的检验。

4. 渐开线圆柱齿轮的公差和检验:对圆柱齿轮传动的要求;齿轮的加工误差及齿轮公差组合;齿轮副的安装误差及公差;渐开线圆柱齿轮精度;齿轮测量。

第三部分 实验指导

实验是配合理论教学的重要环节,其目的除要求学生获得几何量测量技术的直接知识并使之与书本知识相联系外,还要使学生熟悉有关几何量测量的基础知识和常用计量器具的结构、制造原理和使用方法,以训练学生掌握操作技巧和科学思维的方法,培养学生的科学精神与动手能力。

实验指导是根据“极限配合与测量技术教学大纲”的要求编写的,主要有尺寸测量、形位误差测量、表面粗糙度测量、锥度与角度测量、螺纹测量以及齿轮测量等方面的内容。编写时,根据大多数学校仪器设备的实际情况,介绍了测量的基本知识、计量器具的工作原理和测量方法,根据不同专业的教学要求和具体设备条件,选做书中的部分实验,或另补充一些示范实验。

第四部分 综合训练

计划学时一周通过完成相应的综合练习题,达到深入理解课程内容,系统巩固全书概念,同时提高学生运用所学知识分析问题、解决问题的综合能力。

三、课程的教学需要和任务

极限配合与技术测量是机械类各专业的一门技术基础课,其主要任务是通过讲课、作业、实验等教学环节使学生了解极限与配合的基本概念;了解互换性生产与标准化工作在生产实践中的重要性;掌握基础标准的主要内容及应用方法;了解几何量测量的常用基本工具的原理、结构和使用方法,并对测量误差的基本概念和计算方法有所了解。

本课程是一门与生产实践联系极为密切的课程,因此要重视实验和作业两个实践性教学环节。实验课是培养科学实验能力的重要手段,通过实验教学使学生了解几何量测量的基本知识和方法,初步具备使用和调整常用测量器具的能力,培养学生的基本技能和动手能力,使学生具备机械加工高素质操作者所必需素质。并为学生毕业后胜任岗位工作、增强适应职业变化能力和继续学习打下一定的基础。

作业(包括综合练习)是巩固概念、训练技巧、深入理解课程内容的重要手段,同时还可以巩固有关极限与配合标准的理论和概念。

通过本课程的教学,学生应达到下列基本要求:

1. 建立机械零件几何精度互换性与标准化的基本概念。
2. 掌握有关极限与配合标准的基本内容、基本规定,会正确查用有关表格,对图样上常见的极限与配合能正确标注和解释。
3. 掌握技术测量的基本知识,了解常用测量器具的种类、工作原理、基本结构和使用方法。
4. 了解测量误差的基本概念,各类误差的来源及处理办法;对测量结果会作数据处理,并会分析零件的可用性。
5. 了解与本课程有关的技术政策和法规。

通过本课程学习,学生应具备以下能力:

1. 具有与本课程有关的识图、标注、执行国家标准、使用技术资料的能力;
2. 具有正确选用现场计量器具检测产品的基本技能及分析零件质量的初步能力;
3. 具有运用计算机获取、处理和表达与本课程有关的技术信息的初步能力;
4. 具有严谨的工作作风和良好的科学精神与品德。

第二部分 极限配合与技术 测量学习指导

第1章 概述

一、学习要求

1. 了解互换性的含义；
2. 初步了解加工误差与公差的概念；
3. 了解技术测量的基本概念

二、重点与难点

1. 互换性

零部件的互换性包括力学性能、理化性能和几何参数的互换性,本课程主要研究零部件几何参数的互换性。

生产中将若干个零部件进行装配,就组成了诸如汽车、自行车、机床等各种机械产品。互换性体现在机械产品的装配过程中。零部件装配前不需挑选;装配时不需调整和修配;装配后满足预定的使用性能。

按互换性的程度不同可分为完全互换性和不完全互换性。

符合装配时不挑选、不修配、不调整,保证装配成整机后能够正常工作,这样的零部件具有完全互换性。

装配过程中允许有附加调整或附加选择,但不允许有修配的零部件具有不完全互换性。例如:有100对型号相同的孔、轴要进行组装,可以预先对孔、轴的直径尺寸进行测量,按尺寸大小进行分组,大孔配大轴,小孔配小轴。这100对孔、轴在装配过程中进行了测量挑选,但是组内装配不用选择,因此,这种装配方法称为不完全互换性。

互换性是现代化生产的基本技术经济原则。互换性原则的广泛应用,给产品设计、制造、维修和使用等方面带来了极大的经济效益,而设计使用要求的不断提高,又促进了互换性原则的进一步发展。

2. 几何参数误差与几何参数公差

具有互换性的零部件,其几何参数一定要做得绝对准确吗?这从加工角度上讲是不可能的。因为在零件的加工过程中,无论设备的精度和操作者的技术水平多高,几何参数绝对准确的零件是加工不出来的,加工误差是客观存在的。从满足使用要求上考虑也是没有必要的。

几何参数误差是零件加工后的实际几何参数相对其理想几何参数的偏离量,包括尺寸误差、形状误差、位置误差及表面粗糙度。

几何参数误差对零件的使用性能和互换性会有一定影响。实践证明,只要把零件的几何参数误差控制在一定的范围之内,零件的使用性能和互换性就能得到保证。

零件几何参数允许的变动量称为几何参数公差,简称公差。它包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。公差是控制误差的。

3. 极限与配合标准

在现代化生产中,标准化是一项重要的技术措施。一种机械产品的制造过程往往涉及许多部门和企业,甚至还要进行国际间协作。为了适应生产上各部门与企业和技术上相互协调的要求,必须有一个共同的技术标准,即极限与配合标准。

标准化是指制订标准与贯彻标准的全过程。标准即技术上的法规。标准颁布生效后,具有一定的法律性,不得擅自修改或拒不执行。

4. 技术测量

采用适当的工艺手段制造出来的产品,还需经检验合格,才能最终实现互换的要求,所以技术测量是实现互换性生产的技术保证。计量工作的范围较广,它包括长度计量、温度计量、电磁计量等。这里只讨论长度计量(即几何计量),其中包括长度、角度、几何形状、相互位置和表面粗糙度等的测量。而就其内容来讲,主要涉及机械零件的测量技术和测量器具问题,习惯上将其称为技术测量。

在机械制造业中,加工与测量是相互依存的。精密的加工靠精密的测量来保证,而精密加工又是精密测量的物质保证,因此说机械制造业水平的提高与测量技术的不断发展是密切相连的。例如:有了千分尺,使加工精度提高到 0.01 mm ;有了测微比较仪,使加工精度提高到 0.001 mm ;激光磁栅等先进测试手段的出现,使加工精度达了 $0.01\text{ }\mu\text{m}$ 的水平。随着科技的发展,数字显示、计算机又进入了测量技术领域。新技术的应用减少了人为因素的影响,提高了读数精度与可靠性。

随着生产和科学技术的发展,对几何参数的检测精度和检测效率提出了越来越高的要求。要进行检测,还必须从计量上保证长度计量单位的统一,国家制定了严格的量值传递系统及采用的相应测量方法和测量工具,以保证必要的检测精度。

在计量工作管理方面,1955年我国成立了国家计量局。1959年统一了全国计量制度,正式确定在长度方面采用米制为计量单位。1977年颁布了计量管理条例。1984年颁布了法定计量单位。1985年颁布了计量法。

三、习题

1. 简述互换性的含义。
2. 说明互换性在机械制造中的意义。
3. 了解技术测量在机械制造中的重要性。

第 2 章 极限与配合

一、学习要求

1. 掌握基本尺寸、极限尺寸、实际尺寸的区别与联系；
2. 掌握公差与误差,公差与极限偏差的区别和联系；
3. 掌握极限尺寸与极限盈、隙的计算；
4. 会在图纸上正确标注极限与配合代号；
5. 会熟练查取极限与配合的各种表格以及各种尺寸与极限盈隙的计算。

二、重点与难点

(一) 极限与配合词汇

1. 有关尺寸的概念

(1) 基本尺寸 基本尺寸是零件尺寸的基本大小,是在设计中根据使用要求通过强度、刚度等方面的计算或结构的需要确定,并通过圆整后得到的尺寸。基本尺寸表示零件尺寸的基本大小,也就是说,基本尺寸不能理解为理想尺寸,例如:标注为 $\phi 30_{-0.041}^{0.020}$ 的轴,此零件的基本尺寸是 $\phi 30$,不能认为完工后的尺寸越接近基本尺寸越好。当对加工后的一个零件的实际尺寸进行测量,并且直径实际尺寸恰好为 $\phi 30$ 时,其实际尺寸比要求的尺寸大了,显然不合格。

(2) 实际尺寸 实际尺寸是测量人员对完工的零件进行测量得到的尺寸,但它并不一定是被测尺寸的真值。由于测量误差的客观存在,同一个人使用同一测量器具对同一个零件的同一部位分别测量几次,其测量出来的实际尺寸是个随机变量。由于形状误差的存在,零件不同部位的实际尺寸也不同。例如:等直径的一根轴,可以对其一个部位分别测 3 次,也可以对不同部位分别测 3 次,从测量结果可以证明实际尺寸是个变值。

因此,在实际加工中,对零件进行测量时,一般要测量 3 次,取其平均值作为实际尺寸,这样可以减少测量误差,提高测量精度。

(3) 最大、最小极限尺寸 最大、最小极限尺寸是控制实际尺寸的,也就是说,实际尺寸小于(或等于)最大极限尺寸,大于(或等于)最小极限尺寸时,零件合格。

基本尺寸、最大最小极限尺寸是设计给定的尺寸;实际尺寸是对完工后的零件测量得到的尺寸。为了计算方便引入了偏差、公差的概念。实际偏差与实际尺寸有关,极限偏差与极限尺寸有关。它们之间的关系是:极限偏差控制实际偏差,公差控制误差。

合格的零件可以用下列不同的方式来描述:

$$\begin{aligned} & \text{最大极限尺寸} \geq \text{实际尺寸} \geq \text{最小极限尺寸} \\ & \text{上偏差} \geq \text{实际偏差} \geq \text{下偏差} \\ & \text{公差} \geq \text{误差} \end{aligned}$$

2. 配合