

全国中等职业技术学校机械类专业

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO JIXIELEI ZHUANYE

公差配合与技术测量基础课教学参考书

与《公差配合与技术测量基础》(第二版)配套



中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校机械类专业

公差配合与技术测量基础课 教学参考书

与《公差配合与技术测量基础》(第二版)配套

胡荆生 主编

中国劳动社会保障出版社

版权所有

翻印必究

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与技术测量基础课教学参考书/胡荆生编.
—北京:中国劳动社会保障出版社,2001
ISBN 7-5045-2959-1

I. 公…

II. 胡…

III. ①公差—专业学校—教学参考资料 ②配合—专业学校—教学参考资料 ③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(2001)第 032033 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

河北省泊头市第二印刷厂印刷 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 32 开本 7 印张 155 千字
2001 年 6 月第 1 版 2001 年 6 月第 1 次印刷

印数: 3000 册

定价: 14.00 元

读者服务部电话: 64929211

发行部电话: 64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

简 介

本书是全国中等职业技术学校机械类专业通用教材《公差配合与技术测量基础》(第二版)的配套用书。本书根据教材的结构顺序编写,各章均按照教材分析、教学要求、课时分配、教学建议等部分进行叙述。

本书由胡荆生、胡瑞华、许建华编写,胡荆生主编。

绪 论

一、教材分析

作为一部教材的好绪论，它应该简明扼要地说明本课程的知识在科学研究或实际生产中的作用；概括地指出为完成这个作用而必须具备的最基本的教学内容；明确地提出本课程的特点或者是教材内容结构上的特点以及教学过程中应遵循的基本原则。为较好地完成以上任务，本绪论主要讲解了以下几个方面的问题。一为互换性的概述，二为几何量的误差，三为公差标准和标准化，四为几何量的测量，五为本课程的性质和任务。

在互换性的概述中教材首先指出了互换性是现代化生产的一个重要技术经济原则，互换性原则具有广泛的应用。教材中讲解了互换性的广义的定义和在机械制造业中的定义。机械工业中互换性的对象是指“同一规格的一批零件或部件”，它与互换性的广义上的定义中的“一种产品”有着对应的关系。给出了互换性的定义后，教材中又以使用较多的两个标准件——螺母和轴承为例，说明了互换性的实际意义。由于学生初学教材时缺乏机械制造方面的专业知识；因而对互换性定义的理解有一定的难度，教材中又以日常生活中的例子，如自行车的前轴和辐条，日光灯的启辉器等讲解互换性的意义，有利于学生对互换性定义的理解。绪论中还指出零（部）件互换性的内容较为广泛，本课程主要对零

(部)件的几何参数的互换性加以论述。

互换性按其程度和范围的不同可分为完全互换性和不完全互换性。绪论中以简明的语言讲解了完全互换性和不完全互换性的定义,说明了各自的特点及区别,介绍了两种互换性的使用场合。教材中还以分组装配法为例讲述了不完全互换性的应用特点和作用。

在互换性的概述中还从设计、加工、装配、使用和维护等方面分析了互换性的作用,最后得出结论:互换性原则是组织现代化生产极为重要的技术经济原则。

要保证零件具有互换性,就必须保证零件几何参数的准确性,但几何参数的误差在加工中是不可避免的,因而我们所能保证的准确性只是相对的准确性。绪论在讲完互换性的概念后紧接着提出了几何量的误差问题。在几何量的误差中着重阐明了以下几点。一是由于诸多因素,在机械制造中几何量的误差是不可避免的。二是必须将几何量的误差控制在一定的范围内,才能保证零件满足使用功能的要求,才能保证互换性的实现。三是为控制几何量的误差提出了公差的概念。绪论中指出几何参数的公差就是零件几何参数允许的变动量,它包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。而对以上公差的讲解正是本课程最重要、最基本的内容。

既然是利用几何参数的公差来控制几何量的误差,则必须确定几何量公差的大小及对零件几何参数的相关要求,也就是提出了公差标准和标准化的问题,这就是绪论中的第三点。绪论中指出公差标准是一种技术标准,同时指明技术标准按对象的特征可分为基础标准、产品标准、方法标准、安全和环境保护标准等。本课程所讲的极限与配合标准、形位公差标准、表面粗糙度标准等就是属于基础标准的范畴,它

具有极强的通用性。绪论中还强调技术标准是规范技术要求的法规，正因为如此，技术标准的建立必须以科学技术和实践经验作为依据，标准的制定和颁发应经过充分的协商以保持统一。同时还应根据生产的发展和客观情况的变化不断修订和完善标准。本教材中讲到的几项标准就是根据国内生产水平的不断发展，充分汲取国际标准的长处不断进行修订和完善而达到现在的水平的。绪论中还归纳出以制定标准和贯彻标准为主要内容的全部活动过程称为标准化。并强调指出在现代化生产中，标准化是一项重要的技术措施。并在最后总结出：标准是保证互换性的基础，标准化是实现互换性生产的基础。

必须将零件的几何量误差控制在公差范围内，才能保证零件的互换性。但如何确定零件的误差是否控制在公差的范围呢？这就需要对零件的几何参数进行测量，因而在绪论的第四点讲了几何量的测量的问题。绪论中指出对零件的测量是保证互换性生产的一个重要手段，并且还进一步强调指出，测量的目的不仅在于对加工完的零件判断合格性，而且还要根据测量的结果，分析影响产品质量的原因，不断改进工艺，从而提高产品质量，提高生产效率和降低生产成本。绪论中还指出为了保证测量精度还必须保证长度计量单位的统一和长度量值传递的准确。为了保证这一点必须健全计量管理的各项法规，建立各级计量机构。

绪论的最后提出了本课程的性质和任务，在此处指出公差配合与技术测量基础课是中等职业技术学校机械类冷加工专业的一门专业基础课，它的教学目的是为专业工艺课程的教学和生产实习教学打下必要的基础。在绪论中指出了本课程的教学目的与要求。绪论的最后指出了本课程与相邻课程

的关系，强调了必须将本课程的学习与专业工艺课的学习以及生产实习有机地结合起来。

二、教学要求

1. 了解互换性的概念及互换性在机械制造中的重要作用。
2. 了解互换性的分类，各类互换性的特点及其应用场合。
3. 了解几何量误差的概念及特点，了解几何量测量的作用及保证测量正确性的措施。
4. 明确公差标准是保证互换性的基础；标准化是实现互换性生产的基础。
5. 明确本课程的性质和任务。

三、课时分配

总计 2 学时，具体分配如下表。

教 学 内 容	学时数
一、互换性的概述	1
二、几何量的误差，三、公差标准和标准化，四、几何量的测量	0.5
五、本课程的性质和任务	0.5

四、教学建议

好的教材绪论必须要明确地提出本课程教学的作用，扼要地说明本课程的主要内容及特点，简要地提出本课程的教学要求及教学过程中要注意的基本原则。绪论中在讲解本课程教学的作用时是按如下的思路进行的。绪论的开头就指出

了互换性是现代化生产的一个重要技术经济原则，现代化的机械生产必须遵循互换性的原则，而且随着生产水平的提高，互换性原则的应用越来越广泛，对互换性的要求也越来越高。要保证互换性的实现，则必须保证零件加工的精度。而在零件的加工过程中，几何量的误差不可避免，因而要保证互换性则必须控制几何量的误差，而几何量的误差是用几何量的公差来控制的，几何量的公差（包括尺寸公差、形位公差和表面粗糙度等）正是本课程最基本最重要的内容。要知道零件的几何量的误差是否控制在几何量的公差范围内，则必须对零件进行测量，而测量的基本知识和计量器具的使用方法也是本课程的重要内容之一。因而学好了本课程，了解了有关公差标准的基本知识及其应用，掌握了测量的基本技能，就能在今后的生产实践中较好地保证零件的加工精度，有利于互换性的实现。以上的这个思路贯穿于整个绪论之中，成为绪论中的一条主脉，因而在讲课中应抓住并突出这条主脉，才能更好地体现出本课程教学的作用。

有关互换性的内容是本绪论中的一个重点内容，也是教学中的一个难点内容。

在互换性的概述中，首先提出了互换性的定义，其中有广义上的定义和机械制造业中的定义，讲解时要注意将两种定义对应起来讲解，要注意说明机械制造业互换性定义中的“同一规格的一批零件或部件”即是广义上的定义中所说“一种产品”。同时在讲解机械制造业中的互换性的定义时，要注意强调“不需作任何挑选，调整或辅助加工”，这是保证互换性的前提。在教材中还举例说明了互换性的定义，有机械结构中的例子，也有日常生活中的例子，由于学生对机械结构不很熟悉，因而可将重点放在日常生活中的举

例的讲解。日常生活中，互换性的例子很多，教材中举出了两个，教师在讲解时还可选取更多、更合理的例子进行讲解。如钟表的修配，由于采用了统一的机芯，因而其零部件具有很强的互换性；洗衣机的水封是一个易磨损件，如漏水则需要更换，因而也需要有较强的互换性等。

在讲解互换性的种类时，一定要讲清两种互换性各自的特点，特别是要讲清不完全互换性的特点和使用场合。前面所讲的互换性的定义实质上是完全互换性的定义，完全互换性又称为绝对互换性。所谓“绝对”就是指“无条件的”，也就是在定义中所指出的“不作任何选择，不需调整或修配。”由于绝对互换性不需使用条件，因而在生产中得到广泛应用。不完全互换性又称为有限互换性，所谓“有限”就是指“有条件的”，此条件就是指“装配前允许有附加的选择，装配时允许有附加的调整但不允许修配”。绪论中指出完全互换性与不完全互换性的划分是按其程度和范围的不同而划分的，从“程度”上来讲完全互换性的程度要深，不完全互换性的程度要浅；从“范围”上来讲完全互换性互换的范围要大一些，不完全互换性的范围要小一些。

对不完全互换性的特点和应用的理 解是绪论教学中的一个难点。就“互换”这一点来讲，不完全互换性的互换性要差一些，也就是说其程度和范围要低一些。但就应用上来讲不完全互换性一般用在机器上某些部位装配精度要求很高时的场合。这两点学生在理解时易于产生矛盾，因而教师在讲解时一定要注意此点。绪论中是用分组装配法的讲解来说明这一矛盾的，采用分组装配法既保证了装配精度的高要求，又降低了加工要求的难度。教材中指出柴油机喷油器柱塞的装配就可采用分组装配法，现具体说明如下，供教师讲解时

参考。柱塞与孔的装配采用 $\phi 16H6/g5$ ，此时孔为 $\phi 16H6$ ($^{+0.011}_0$)、轴为 $\phi 16g5$ ($^{-0.006}_{-0.014}$)，其配合公差为 0.019 mm，最大间隙为 +0.025 mm，最小间隙为 +0.006 mm。孔的公差为 0.011 mm，轴的公差为 0.008 mm。可以看出由于装配精度的要求比较高，因而加工精度的要求也比较高。采用分组装配法以后，可以将孔、轴的公差分别增大 0.008 mm，此时孔为 $\phi 16^{+0.019}_0$ ，轴为 $\phi 16^{+0.002}_{-0.014}$ 。加工时按此上、下偏差进行加工，可以减小加工的难度。加工完后进行测量，按实际测得的尺寸将孔和轴分别分为两组，孔为 $\phi 16^{+0.011}_0$ 和 $\phi 16^{+0.019}_{+0.011}$ ，轴为 $\phi 16^{-0.006}_{-0.014}$ 和 $\phi 16^{+0.002}_{-0.006}$ 。第一组孔和第一组轴配合，其配合的最大间隙为 $X_{\max} = +0.011 - (-0.014) = +0.025$ mm，最小间隙为 $X_{\min} = 0 - (-0.006) = +0.006$ mm。第二组孔与第二组轴配合，其配合的最大间隙为 $X_{\max} = +0.019 - (-0.006) = +0.025$ mm，最小间隙为 $X_{\min} = +0.011 - (+0.002) = +0.009$ mm。由以上可以看出这两组配合均能满足最大间隙为 +0.025 mm，最小间隙为 +0.006 mm 的装配要求。当然以上是仅从理论上进行的分析，实际生产中，由于工艺上的诸多因素，情况要复杂些。由于学生还未学习“极限与配合”的术语及定义，因而对以上知识难以理解，教师在讲解时应该酌情把握好讲解的难易程度，但一定要注意突出“分组装配法属典型的不完全互换性，它可以在满足很高的装配精度要求的同时，降低零件加工的难度。”

绪论主要从三个方面讲了互换性的技术经济意义即互换性在机械制造业中的作用，这三个方面分别为设计方面、加工和装配方面以及使用和维修方面。教师讲解时主要从这

三个方面入手进行讲解，要适当地举一些学生易于理解的实例进行讲解。绪论中指出“随着数控技术和计算机技术的发展，机械制造业由传统的生产方式向现代化的生产方式转化，在多品种小批量的生产中，互换性的应用也越来越广泛，对互换性的要求将越来越高。”对此点可作如下解释。在传统的生产方式中为保证互换性，一般采用专用的夹具，定值的刀具和量具。在单件、小批量和多品种的生产中如采用以上工艺装备将极大地增加生产成本，因而在此种生产中，互换性的应用相对较少。在现代化的生产方式中，随着机械制造业中数控机床的广泛使用，在变换产品时，不需更换工艺装备，只需更换数控机床的操作程序，就能保证较高的加工精度，实现互换性生产。因而在多品种，小批量的生产中，互换性的使用越来越广泛。

几何量的误差及几何量的测量基本上按教材中的内容进行讲解。在讲解几何量的误差时要注意突出两点，一是几何量误差的不可避免性；二是利用几何参数的公差控制几何量的误差，从而保证互换性的实现。讲解几何量的测量时要突出测量的目的，一是判断零件几何量的合格性；二是通过测量结果分析零件的几何量不合格的原因。

在讲解公差标准和标准化时要注意讲清两个概念之间的区别与联系。要明确地指出：标准是规范技术要求的法规，是国家用文字形式颁发的有关的法规条文。标准化是指以制定标准和贯彻标准为主要内容的全部活动过程。本课程中所涉及到的公差标准均属于技术标准中的基础标准。本课程的教学也可以说是标准化的内容之一，因为此教学是以宣讲和贯彻标准为目的的。

绪论中的第五点即本课程的性质和任务也是教学中的一

个重点。此处文字虽然不多，但教师在讲解时可多结合实际进行讲解。在讲解本课程学习的要求时，可结合章节的目录进行说明，较为细致地讲清这些要求的作用。在讲解时要突出本课程与其他专业基础课（如机械基础、机械制图等）的联系，以引发学生学习本课程及其他有关课程的兴趣。通过实习生产中的产品将本课程的内容与实习教学有机地结合起来，使学生能更深刻地领会本课程知识的学习对实际生产的作用。建议在讲解此点内容时，可利用一张中等复杂程度的零件图。通过此图可以讲解各种技术要求（主要为尺寸公差、形位公差及表面粗糙度等）在图样上的标注及其作用。通过对零件功能和表达方式的分析，体现出本课程与相邻课程的联系。当然由于此时学生的专业知识还比较欠缺，因而在讲解时要注意对深度和难度的把握。

第一章 光滑圆柱形结合的极限与配合

一、教材分析

光滑圆柱形结合是机械制造中使用得最多的一种结合形式，几乎在任何机械结构中均不能缺少，其结合的精度，对机器的使用性能和产品质量有极大的影响。国家颁发的《极限与配合》标准也正是为此种结合形式所规定的技术标准，因而此标准也是一项应用广泛的重要基础标准。本章较为详细地介绍了《极限与配合》标准的基本内容及本标准应用的主要原则，因此本章的内容是本课程教学中的重要内容之一。

本章的开始简单地叙述了光滑圆柱形结合的《极限与配合》标准的沿革。《极限与配合》标准的建立、健全和发展大致可分为三个阶段。一是 1959 年国家颁发的第一套标准，其标准号为 GB 159~174—59，称为《公差与配合》国家标准。由于当时在国际上我国和前苏联的密切关系以及资本主义国家对我国的经济封锁，因而这套标准基本上属于 OCT 制（前苏联）标准体系。进入 20 世纪 70 年代后，由于我国生产技术水平的发展，此套标准的要求显而易见偏低。另外由于资本主义国家对我国的经济封锁已被打破，我国与世界各国，特别是与发达国家的技术、经济交流日益频繁，此套

标准已不适合需要。为此我国开始采用国际公差制度,以 ISO/R 286—1962 等国际标准为依据,结合我国的具体情况,制定了新的国家标准,其标准号为 GB 1800~1804—79,此标准仍称为《公差与配合》标准,并且此标准与国际标准仍存在较大的差距。进入 20 世纪 90 年代后,随着我国改革开放的不断深入,我国的对外贸易进一步扩大,技术和经济的交流进一步加强。我国加入 WTO 组织的日期日益临近,为适应这一形势必须使我国的国家标准能更好地与国际标准接轨。同时国际标准《极限与配合制》也在 20 世纪 80 年代作了较大幅度的修订。综合以上原因,我国先后对 1979 年颁布的《公差与配合》国家标准也进行了较大幅度的修订。为与国际标准保持一致,修改后的标准称为《极限与配合》国家标准。我国的第一套标准执行了 20 年,第二套标准从 1979 年开始也执行了近 20 年,第三套《极限与配合》的标准,其主要部分的修订工作从 1997 年开始到 1999 年完成,现已进入全面实施。

本章的教学内容主要是以《极限与配合》国家标准的基本内容为依据来安排的,但由于教材编写的目的与标准制定的目的不同,因而教材内容的顺序与标准内容的顺序不可能完全一致。教材的内容要能体现知识的各个环节之间的相互联系,在内容的安排上要更能体现由浅入深、循序渐进的原则,这样才更利于教师的教学与学生的理解接受。下面按节对本章的教材内容进行分析。

§1—1 基本术语及其定义

本节是以国家标准 GB/T 1800.1—1997《极限与配合 基础 第 1 部分:词汇》为依据来进行编排的。考虑到在教学的过程中要突出由浅入深、循序渐进的原则,并充分考

考虑到各个知识点之间的联系，因而在基本术语讲解顺序的安排上与标准中的术语顺序有些不同。

在讲解术语的定义时，教材中首先依据国家标准给出严格的定义，然后再采用比较通俗的语言进行讲解，同时尽量举出实例，以利于学生接受。

教材中首先讲叙了尺寸的术语和定义。在此部分内容中首先按标准给出了尺寸的定义，说明了线性尺寸的常用单位（主要指公差与配合标准中常用的单位），并强调指出尺寸应由两部分组成，即数字和特定单位。在讲述了总的尺寸的定义后，又给出了三种尺寸的定义，即基本尺寸、实际尺寸和极限尺寸。在讲解基本尺寸时，首先按标准给出了定义，并给出了基本尺寸在公差与配合中的代号，而且特别指明基本尺寸是由设计给定。教材中还讲解了基本尺寸的标准化。并以车床主轴箱中间轴装配图和零件图为例说明了基本尺寸在图样中的标注问题。讲解实际尺寸时，在给出了实际尺寸的定义后，指出了实际尺寸由于是通过测量获得的，因而并非零件尺寸的真值，并且由于形状误差，同一光滑圆柱面上各部分的实际尺寸往往不尽相等。教材在讲述了极限尺寸的定义后，说明了极限尺寸的两种情况：最大极限尺寸和最小极限尺寸。教材中还简单地介绍了极限尺寸的作用以及极限尺寸和基本尺寸的关系。教材中还举出一具体图例说明以上关系。

其次在讲解了尺寸的术语和定义后，又介绍了公差与偏差的术语及其定义。首先讲了偏差的定义，指出偏差即某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差，由于尺寸有多种，因而偏差也有多种。教材中介绍了极限偏差和实际偏差，而极限偏差中又有上偏差和下偏差之分，并分别给出了孔和轴的上、

下偏差的计算公式。教材中强调由于偏差是用代数差来定义的，因而偏差可为正值、负值或零值，并且指出合格零件的实际偏差应在上偏差和下偏差之间。教材中还介绍了极限偏差在图样上和技术文件中的标注规定，并举例讲解了怎样利用公式计算孔或轴的上、下偏差。在讲解尺寸公差时，首先按标准给出了尺寸公差的定义，并指出尺寸公差是用绝对值定义的，因而它是一个没有符号的数而且其值不可能为零。教材中还给出了孔和轴的尺寸公差的代号及计算公式，即 $T_h = |D_{\max} - D_{\min}|$ ， $T_s = |d_{\max} - d_{\min}|$ 或 $T_h = |ES - EI|$ ， $T_s = |es - ei|$ ，并分别举例讲解了孔和轴的尺寸公差计算方法。为了更清晰、方便地表达基本尺寸，极限尺寸，极限偏差和公差之间的关系以及孔和轴的配合关系，我们采用了尺寸公差带图解。为了更好地讲解公差带图解，教材中介绍了零线和公差带的定义。先按标准给出了零线和公差带的定义，然后简单介绍了零线和公差带的画法要点，最后举一具体实例讲解公差带图的作图方法，并特别指明偏差单位的标注问题。教材中还介绍了极限制的概念，这是 GB/T 1800.1—1997 中提出的一个新的术语。

提出极限尺寸、极限偏差和公差的目的都是为了控制零件的实际尺寸和实际偏差从而保证孔和轴的配合性质。因此在讲解了以上的术语及其定义后，教材又介绍了配合的术语及其定义。在此部分内容中术语的排列顺序与 GB/T 1800.1—1997 不同，主要是考虑便于教师讲解。教材中首先给出了孔和轴的定义，由于广义的孔和轴的定义比较难以理解，因而以具体图形为例说明了哪些是孔，哪些是轴。并介绍了两种简单实用的判断方法，一是从装配关系上看，二是从加工过程中分析。紧接着介绍了配合的定义，并指出从定义中可