




全国中等职业技术学校机械类专业

# 极限配合与技术测量基础课教学参考书

与《极限配合与技术测量基础（第三版）》配套使用



 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

# 极限配合与技术测量 基础课教学参考书

与《极限配合与技术测量基础（第三版）》配套使用

中国劳动社会保障出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

极限配合与技术测量基础课教学参考书/杨昌义主编. —北京:  
中国劳动社会保障出版社, 2007

全国中等职业技术学校机械类专业

ISBN 978-7-5045-6328-6

I. 极… II. 杨… 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(2007)第 139126 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

\*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销  
850毫米×1168毫米 32开本 3.75印张 93千字

2007年9月第1版 2007年9月第1次印刷

定价:10.00元(本书附光盘)

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64927085

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64954652

# 目 录

绪论	( 1 )
一、教材分析	( 1 )
二、教学要求	( 3 )
三、课时分配	( 3 )
四、教学建议	( 3 )
第一章 光滑圆柱形结合的极限与配合	( 5 )
一、教材分析	( 5 )
二、教学要求	( 11 )
三、课时分配	( 12 )
四、教学建议	( 13 )
第二章 技术测量的基本知识及常用计量器具	( 19 )
一、教材分析	( 19 )
二、教学要求	( 28 )
三、课时分配	( 29 )
四、教学建议	( 29 )

第三章 形状和位置公差	( 37 )
一、教材分析	( 37 )
二、教学要求	( 45 )
三、课时分配	( 46 )
四、教学建议	( 46 )
第四章 表面粗糙度	( 54 )
一、教材分析	( 54 )
二、教学要求	( 57 )
三、课时分配	( 58 )
四、教学建议	( 58 )
第五章 螺纹结合的公差与检测	( 61 )
一、教材分析	( 61 )
二、教学要求	( 65 )
三、课时分配	( 66 )
四、教学建议	( 66 )
习题册答案	( 71 )

# 绪 论

## 一、教材分析

绪论是全书的开篇，通过对互换性的讲解，引出全书的内容。绪论主要讲解了以下两方面的问题：一为互换性的概述，二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。对机械工业中互换性定义的讲解是以常见的两个标准件——螺母和轴承为例来说明的。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，如自行车的内外胎、电池等讲解互换性的意义，有助于学生对互换性定义的理解。新的国家标准将互换性扩展到更广泛的领域，在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。本教材只讨论机械产品中零（部）件的互换性问题。

在互换性的概述中还从产品设计、零件加工和产品装配、机器的使用和维修等各个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的一个重要技术经济原则。

要保证零件具有互换性，就必须要保证零件的几何参数的准确性，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。三是为了控制几何量误差，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。本课程所讲的极限与配合标准、形位公差标准、表面粗糙度标准等属于技术基础标准，它具有极强的通用性，是保证互换性的基础。

必须将零件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内呢？这就需要对零件的几何参数进行测量。对零件的测量是保证互换性生产的一个重要手段，并且测量的目的不仅在于对加工完成零件判断合格性，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。

绪论的最后指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。并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. 理解互换性的概念；了解互换性在机械制造中的重要作用。
2. 了解几何量误差的概念；了解规定几何量公差和制定公差标准的目的；了解几何量测量的作用。
3. 明确本课程的性质和任务。

## 三、课时分配

2学时。

## 四、教学建议

绪论通过对互换性概念的介绍，引出了几何量的误差、公差及测量的概念，从而引出了本课程的内容。

绪论最后提出了本课程的性质和任务，指出了本课程的教学目的与要求及学习方法。

1. 在讲解互换性的概念时，可先举学生在日常生活中常见的例子如更换电池、灯泡、自行车上的辐条、轮胎、脚踏、螺母等，分析以上例子，得出互换性定义的要点：

- (1) 同一规格的零件或部件；
- (2) 装配时不作任何挑选、调整或辅助加工；
- (3) 装配后满足使用性能要求。

2. 从互换性概念入手，联系生产、生活实际，引导学生理



解互换性的技术经济意义即互换性在机械制造中的作用。

3. 在讲解几何量的误差、公差和测量时，可出示一张中等复杂程度的零件图及零件实物（如阶梯轴），简要讲解零件的功能和尺寸公差、形位公差、表面粗糙度要求及基本检测要求等，使学生充分认识学习本课程和实际生产的关系，激发学生的学习兴趣。

4. 有条件时，可组织学生参观典型机械产品加工和装配过程或观看录像，增加学生的感性认识。

# 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，因此本章内容是本课程教学中的重要内容之一。

本章的教学内容是以《极限与配合》国家标准的基本内容为依据的，教材内容分为三部分：基本术语及其定义；极限与配合标准的基本规定；公差带与配合的选用。本章的重点是基本术语及其定义和极限与配合标准的基本规定。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，并充分考虑到各个知识点之间的联系，在基本术语顺序的安排上与标准中术语顺序有些不同。

在讲解术语及其定义时，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分析、讲解，同时尽量举出实例，有些结合图例或表格说明，以利于加深学生对术语及其定义的理解、并使学生能把学到的知识应用于实际生产。

教材中首先介绍了孔和轴的定义。由于广义的孔和轴的定义比较难理解，因而以具体图形为例说明了哪些是孔，哪些是轴，并介绍了孔和轴的区别。从装配关系上看，孔和轴形成包容与被包容的关系，凡包容面统称为孔，被包容面统称为轴。

其次介绍了尺寸的术语及其定义。在此部分内容中首先按标准给出了尺寸的定义，说明了长度尺寸的常用单位（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，即数值和特定单位。在讲述了总的尺寸定义后，又讲解了三种尺寸，即基本尺寸、实际尺寸和极限尺寸。在讲解基本尺寸时，教材中没有按国标给出定义，只讲述了基本尺寸由设计给定，基本尺寸是如何确定的。并以孔、轴的零件图为例说明了基本尺寸在图样中标注问题。讲解实际尺寸时，在给出了实际尺寸的定义后，指出由于存在加工误差，同一光滑圆柱面上不同位置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及极限尺寸与基本尺寸之间的关系，并举出具体图例来说明。最后指出零件加工后的合格实际尺寸，应介于两极限尺寸之间，并特别提示学生注意零件尺寸合格与否与基本尺寸无直接关系。

在讲解了尺寸的术语及其定义后，又介绍了偏差和公差的术语及其定义。首先给出了偏差的定义，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。用特别提示强调由于偏差是用代数差来定义的，因而，偏差可以为正值、负值或零值，其符号不能遗漏。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，并举例来说明。然后指明合格零件的实际偏差应在规定的上、下偏差之间。并以特别提示强调判断尺寸合格的方法有两种：零件的实际尺寸应在规定的两极限尺寸之间或实际偏差应在规定的上、下偏差之间。最后举例讲解了上、下偏差和极限尺寸的计算及尺寸合格性的判断。在讲解尺寸公差时，首先按标准给出了尺寸公差的定义，并以特别提示强调尺寸公差与偏差的区别：公差值以绝对值定义，因而它是一个没有符号的数而且其值不能为零。教材中还给出了孔和轴的尺寸公差代号及计算公式，即  $T_h = |D_{\max} - D_{\min}|$ ， $T_s = |d_{\max} - d_{\min}|$ ， $T_h = |ES - EI|$ ， $T_s = |es - ei|$ ，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，教材采用了尺寸公差带图解。为了更好地讲解公差带图解，教材介绍了零线和公差带的定义。先按标准给出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，最后举一具体实例按步骤讲解公差带图的作图方法，并特别指明作图时的比例和偏差单位的标注问题。

提出极限尺寸，极限偏差和公差的目的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。首先给出了配合的定义，并指出从定义中可以看出相互配合的孔和轴其基本尺寸应该是相同的，配合的性质取决于相配的孔和轴公差带之间的关系。在讲解三类配合之前，先讲了间隙与过盈的定义及其代号，然后再分别讲述了间隙配合、过盈配合和过渡配合的定义及其特点。在讲解间隙配合和过盈配合时叙述了最大间隙、最小间隙及最大过盈、最小过盈的定义，并指明这些是间隙或过盈配合的极限状态。教材中还给出了极限盈隙的计算公式即  $X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$ ， $X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$ ， $Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$ ， $Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$ 。并分别举例讲解了三类

配合的极限盈隙的计算方法。由于配合是以相互结合的孔和轴的公差带之间的关系来定义的，因此教材中特别指明三类配合的孔、轴的公差带在公差带图解中的位置关系。即间隙配合中孔公差带在轴公差带之上；过盈配合中孔公差带在轴公差带之下；过渡配合中孔公差带与轴公差带相互交叠。教材在特别提示中对比了三种配合的特点，还介绍了根据图样上标注的极限偏差来判断配合性质的方法，以帮助学生掌握相关知识点。本节的最后讲述了配合公差定义，并根据定义给出了两种配合公差的计算公式，一为无论什么配合均有  $T_f = T_h + T_s$ ；二为间隙配合时  $T_f = |X_{\max} - X_{\min}|$ ，过盈配合时  $T_f = |Y_{\min} - Y_{\max}|$ ，过渡配合时  $T_f = |X_{\max} - Y_{\max}|$ 。然后在特别提示中还强调指出，配合公差也是用绝对值定义的，没有正、负的含义，其值也不可能为零。并指出配合公差的大小并不反映配合的松紧程度，它只反映了配合精度的高低，取决于相配合的孔和轴的加工精度。

## § 1—2 极限与配合标准的基本规定

本节是以下列标准中的基本内容为依据来进行编写的，即 GB/T 1800.1—1997 中的部分内容；GB/T 1800.2—1998 中的主要内容；GB/T 1800.3—1998 中的主要内容；GB/T 1800.4—1999 的部分内容；GB/T 1801—1999 的部分内容以及 GB/T 1804—1992 的部分内容。

教材首先给出了标准公差的定义，然后说明其相关的规定。标准公差系列是由若干标准公差组成的，GB/T 1800.3—1998 中将标准公差系列以表格的形式列出，称为标准公差数值表，即教材中的表 1—1。标准公差的数值由两个因素确定，即标准公差等级和基本尺寸分段。这一点也可以从表 1—1 中的横行和竖列中看出。标准公差共设置了 20 个公差等级，它们依次为 IT01, IT0, IT1, IT2…IT18，其中 IT01 精度最高，其余依次降低，IT18 精度最低。教材用图表形式指出在基本尺寸相同的条件下，标准公差

值随公差等级的降低而增大。教材中还用特别提示强调公差等级是划分尺寸精确程度高低的标志，并举例说明。最后还简要阐述了基本尺寸分段的理由，举例说明了不能只以公差数值的大小来判断零件精度的高低，而应以公差等级作为判断的依据。

在讲述了标准公差系列后，接着讲了基本偏差系列。首先给出了基本偏差的定义，指出基本偏差一般为靠近零线的那个偏差，即绝对值小的那个偏差。一个尺寸公差带只能规定上、下偏差中的一个为基本偏差。当两极限偏差绝对值相等时，可任选其一。接着说明国标中关于基本偏差的规定，孔和轴的各 28 个基本偏差代号，它们采用对应的大、小写的拉丁字母表示。详细讲解了基本偏差系列中的两个基本内容：一是基本偏差系列图，二是基本偏差数值表。基本偏差系列图是将孔或轴同一基本尺寸不同基本偏差代号的公差带（要注意公差带是一端开口的）画在同一公差带图上。教材中讲解了基本偏差系列图的共性与个性。共性是孔和轴同字母的基本偏差相对零线呈对称分布，即所谓的“倒影”关系。个性主要讲了两点，一是代号 JS 和 js 形成的公差带，在各公差等级中对称于零线；二是少数代号的基本偏差随公差等级的不同，其数值会出现不同的情况。附录中的基本偏差数值表中给出了不同基本尺寸段、不同基本偏差代号的基本偏差数值。

在讲解标准公差系列和基本偏差系列后，就可以讲解公差带代号。教材中指出公差带代号由基本偏差代号和公差等级数字组成，并讲解了公差带代号在图样上标注的几种形式。接着讲解了 GB/T 1801—1999 中所规定的基本尺寸至 500 mm 的孔、轴的优先、常用和一般用途公差带，并论述了设置优先、常用和一般用途公差带的理由。

公差带是由代表上偏差和下偏差的两条直线所限定的一个区域，基本偏差是上偏差或下偏差中的一个，那么另一个极限偏差如何确定呢？教材中给出了确定另一极限偏差的公式，即对于孔： $EI=ES-IT$  或  $ES=EI+IT$ ；对于轴： $ei=es-IT$  或  $es=$

$ei+IT$ ，且举例说明查表确定基本偏差和标准公差数值以及计算另一极限偏差数值的方法。由于用此方法来查表及计算过于麻烦，教材中紧接着给出了用极限偏差表来确定孔和轴的两个极限偏差数值的综合例子，说明已知孔和轴的基本尺寸、公差带代号，查表确定极限偏差，计算极限尺寸、尺寸公差，画公差带图解，求配合的极限间隙或极限过盈及配合公差的方法。

在讲解配合的相关标准时，教材首先依据标准简要地解释了提出配合制的理由。紧接着讲述了基孔制配合和基轴制配合的定义，并利用图形说明在基孔制配合中是如何改变轴的基本偏差而得到不同种类的配合，而基轴制配合中是如何改变孔的基本偏差而得到不同种类的配合的。教材中还指出：孔和轴之间可能形成的不同配合不仅与它们的基本偏差有关，而且与它们的公差等级有关。教材中还介绍了混合配合的概念，即相互配合的孔和轴中没有基准件。然后讲解了配合代号是由相配的孔和轴的公差带代号组成，并介绍了 GB/T 1801—1999 中规定的基孔制的 59 种常用配合，13 种优先配合；基轴制的 47 种常用配合，13 种优先配合。还强调指出基孔制或基轴制的优先、常用配合是轴或孔的优先、常用公差带与基准孔或基准轴组成的配合，配合的选用顺序是：先优先配合，再常用配合。

本节的最后简要地介绍了一般公差以及温度条件的规定。教材中以标准 GB/T 1804—1992《一般公差 线性尺寸的未注公差》为依据讲解了一般公差的概念，采用一般公差的好处，一般公差的适用范围，一般公差的公差等级与数值以及一般公差在图样和技术文件中的表示方法。标准 GB/T 1800.2—1998 中指出“本极限与配合制规定的尺寸基准温度是  $20^{\circ}\text{C}$ ”。教材中说明了规定温度条件的原因以及规定的含义。

### § 1—3 公差带与配合的选用

在机械制造中合理地选择公差带与配合是一个较为复杂的问题。

题，它涉及机械制造中的设计理论知识、机械加工和装配中的工艺知识。公差带与配合的选择就是公差等级、配合制和配合种类的选择，这三个方面的选择往往相互交错、有机地联系在一起。但为了学生的理解和接受，教材中分别对各个方面的选择原则进行了讲述。

公差等级选用的原则是：在满足使用要求的条件下尽量选取低的公差等级。采用此原则的目的是为了更好地协调机器零件的使用性能、制造工艺和加工成本之间的关系。教材中指出公差等级的选用主要采用类比法，并给出了表 1—7 公差等级的应用范围、表 1—8 公差等级的主要应用实例、表 1—9 各种加工方法与公差等级的关系，以作为实际生产中进行类比法选择的依据。

配合制的选择原则是：在一般情况下优先采用基孔制，其次采用基轴制；如有特殊需要，允许采用混合配合。教材中阐述了优先采用基孔制的理由，举例说明了在特殊情况下采用基轴制的优点，并举例说明了混合制的应用场合。

配合的选用方法有三种，即计算法、类比法和试验法，在一般情况下通常采用类比法。教材中叙述了类比法的大致步骤，即先确定配合类别，再初步确定配合代号，最后进行调整来确定所选用配合。教材中还给出了配合类别选择的基本原则，尺寸至 500 mm 常用和优先间隙、过渡、过盈配合的特征及应用，供选择时参考。

## 二、教学要求

1. 理解孔和轴的概念。
2. 理解和掌握有关尺寸（基本尺寸、实际尺寸、极限尺寸）的概念及其关系。
3. 理解和掌握尺寸偏差、公差的概念及其与极限尺寸的关系。



关系。

4. 理解和掌握尺寸公差带及其画法。

5. 理解配合的概念；能根据孔轴公差带位置或极限偏差确定配合的种类；掌握配合间隙和过盈的计算。

6. 理解标准公差和基本偏差；掌握标准公差数值表和基本偏差数值表的查表方法。

7. 理解尺寸公差带代号；能根据基本尺寸和公差带代号使用两表（标准公差数值表和基本偏差表）确定极限偏差；掌握极限偏差表的查表方法。

8. 理解基孔制配合和基轴制配合的特点；理解配合代号。

9. 了解线性尺寸的一般公差。

10. 了解公差带与配合的选用原则和方法。

### 三、课时分配

教 学 内 容	学时数
§ 1—1 基本术语及其定义 一、二	2
§ 1—1 基本术语及其定义 三	2
§ 1—1 基本术语及其定义 四 1、2、3 (1) (2)	2
§ 1—1 基本术语及其定义 四 3 (3)、4	2
§ 1—2 极限与配合标准的基本规定 一、二	2
§ 1—2 极限与配合标准的基本规定 三、四 1、2	2
§ 1—2 极限与配合标准的基本规定 四 3、五 1	2
§ 1—2 极限与配合标准的基本规定 五 2、3、六、七	2
§ 1—3 公差带与配合的选用	2