# 《互换性与技术测量》课程教学大纲

|  |  |
| --- | --- |
| 课程名称：互换性与技术测量 | 课程代码：MEAU3007 |
| 英文名称：Interchangeability & Technical Measurement | |
| 课程性质：专业选修课程 | 学分/学时：2学分/36学时 |
| 开课学期：第5学期 |  |
| 适用专业：机械工程及机械电子工程 | |
| 先修课程：机械制图、金工实习、机械原理、机械制造技术(或同时)、机械设计(或同时) | |
| 后续课程：机械设计课程设计或同时进行 | |
| 开课单位：机电工程学院 | 课程负责人： |
| 大纲执笔人：朱朝晖 | 大纲审核人： |

## 一、课程性质和教学目标（在人才培养中的地位与性质及主要内容，指明学生需掌握知识与能力及其应达到的水平）

**课程性质：**互换性与技术测量是机械类各专业的一门专业选修课程，是联系设计类课程与制造类课程的纽带。本课程从精度的角度研究机械，涉及机械产品及零件的设计、制造、维修、质量控制等综合问题，通过课程的学习使学生具有对机械产品及其零件进行精度设计的初步能力，培养学生综合运用机械专业知识解决实际工程中精度问题的能力。

**教学目标：**互换性与技术测量是讲授公差与配合以及测量的基本概念与方法、相关国家标准和国际标准、典型机械零部件的公差与配合及其检测方法的一门专业课程。本课程的主要内容包括：互换性与标准化的概念、测量技术基础、孔轴的极限与配合、几何公差、表面粗糙度、光滑工件尺寸检验和光滑极限量规设计、典型机械零件公差与配合的选用等。通过课程的学习让学生形成标准化工程设计思想，使学生获得有关互换性与测量技术方面的基本知识和技能，并具有对机械产品及其零件进行精度设计的初步能力，同时为后续课程设计和毕业设计打下一定的基础。

本课程的具体教学目标如下：

1. 掌握互换性的基本概念，熟悉本课程所介绍的互换性标准。掌握互换性的基本术语并能熟练绘制公差带图。熟悉极限与配合、几何公差、表面粗糙度、典型机械零件公差与配合等国家标准的基本内容，培养学生通过查阅、阅读相关工程设计手册、技术标准并能正确理解图样标注含义的能力。
2. 掌握公差与配合的选用。培养学生能够根据使用要求和工艺条件合理选择公差与配合，能正确进行图样标注，培养学生初步具有精度设计的能力。
3. 熟悉技术测量的基本测量原理与方法。培养学生具有技术测量的基本知识，具有初步的测量操作技能，能够正确地选择和使用常用量仪并能够准确采集和处理实验数据。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 毕业要求 | 指标点 | 课程目标 | 对应关系说明 |
| 毕业要求1：  设计/开发解决方案 | 1-2能将掌握的制图、电工电子学、力学、机械原理、材料科学等专业基础知识，用于解决机械加工、制造等工程实际问题 | 教学目标1 | 熟练绘制公差带图 |
| 教学目标2 | 尺寸公差的正确标注 |
| 教学目标3 | 几何公差的正确标注 |
| 教学目标4 | 表面粗糙度正确标注 |
| 教学目标5 | 螺纹公差的正确标注 |
| 毕业要求2：  问题分析 | 2-1能运用数理和工程知识进行机械专业领域复杂工程问题中的内涵识别与理解分析 | 教学目标1 | 随机误差的特性和数据处理 |
| 教学目标2 | 会查、会用标准公差数值表和孔、轴基本偏差数值表求极限盈隙，熟悉优先与常用配合 |
| 教学目标3 | 确定验收极限并选择测量器具 |
| 毕业要求3：  设计/开发解决方案 | 3-2 能针对智能装备、机械加工等需求独立提出设计方案和工艺方案，并论证其正确性 | 教学目标1 | 掌握用计算法选择极限与配合的方法 |
| 教学目标2 | 基准制、公差等级和配合类型的选用 |
| 教学目标3 | 形位公差的选择 |
| 教学目标4 | 光滑极限量规设计 |
| 教学目标5 | 普通螺纹的公差与配合的选择 |
| 毕业要求5：使用现代工具 | 5-2 能熟练使用机械类仪器和设备检测机械装备和机械加工的关键参数 | 教学目标1 | 计量器具和测量方法的分类 |
| 教学目标2 | 形位误差的评定及检测 |
| 毕业要求6：工程与社会： | 6-1 了解机械工程领域相关的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规 | 教学目标1 | 标准与标准化的概念，互换性与标准化的关系 |
| 毕业要求8：职业规范： | 8-3 了解机械工程师的职业性质和责任，具有良好的职业素质，在工程实践中遵守职业道德和规范，具有法律意识 | 教学目标1 | 计量、长度基准与量值传递系统 |

## 二、课程教学内容及学时分配（含课程教学、自学、作业、讨论等内容和要求，指明重点内容和难点内容。重点内容：★；难点内容：∆）

1. **绪论（1学时）（支撑教学目标1）**
   1. 课程概述
   2. 互换性的含义、意义、种类
   3. 公差与误差
   4. 标准与标准化
   5. 优先数与优先数系

* **目标及要求：**

1. 本课程的教学内容、课程特点和学习方法；
2. 掌握互换性的含义、意义、种类，公差与误差的概念及区别★；
3. 标准与标准化的概念，互换性与标准化、几何量测量之间的关系；
4. 优先数系及其特点。

* **讨论内容：**

根据零部件互换形式和程度不同分为完全互换和不完全互换，适用于哪些场合

* **作业内容：**

工程中的优先数和优先数系；加工误差的分类。

* **自学拓展：**

学生自行查找一些本专业国家标准（可网络下载），留意国家标准的书写规范，思考术语与定义的重要性及标准的重要性。

1. **测量技术基础（3学时）（支撑教学目标1）**
   1. 测量的基本概念
   2. 长度基准与量值传递系统
   3. 计量器具和测量方法的分类
   4. 测量误差与数据处理

* **目标及要求：**

1. 熟悉量块精度的分等和分级，能进行量块尺寸组合★；
2. 熟悉测量误差的分类及处理原则；
3. 掌握随机误差的特性和主要参数，能进行直接测量列的数据处理★∆；
4. 熟悉计量器具的分类和主要技术指标、测量方法的分类；
5. 了解长度基准与量值传递系统擎的结构；

* **讨论内容：**

根据测量过程讨论测量误差的主要来源。

* **作业内容：**

量块按等与按级使用的不同之处；几何量检测的目的。

* **自学拓展：**

受学时的限制，间接测量列的数据处理自学。

1. **孔、轴的极限与配合（8学时）（支撑教学目标1、2）**
   1. 极限与配合的基本术语及定义；
   2. 公差与配合的标准化；
   3. 公差与配合的选用

* **目标及要求：**

1. 掌握尺寸偏差、公差、配合的术语及定义★；
2. 掌握公差带图的画法★；
3. 会查会用标准公差数值表和孔、轴基本偏差数值表求极限盈隙，熟悉优先、常用配合；
4. 掌握用计算法选择极限与配合的方法★∆。

* **讨论内容：**

间隙配合、过渡配合、过盈配合各适用于什么场合

* **作业内容：**

1. 强化用计算法选择极限与配合；
2. 强化基准制、公差等级和配合类型的选用原则。

* **自学拓展：**

查阅《机械设计手册》，根据相关案例分析思考基准制、公差等级和配合类型的选用原因。

1. **几何公差（10学时）（支撑教学目标1）**
   1. 几何要素分类；
   2. 形位公差项目及符号及形位公差的标注方法；
   3. 形位公差带的特点；
   4. 公差原则；
   5. 形位公差数值及形位公差的选择；
   6. 形位误差的评定与检测原则

* **目标及要求：**

1. 熟练掌握形位公差项目及符号★；
2. 能按国标的规定标注形位公差；
3. 掌握各类形位公差公差带的特点★∆；
4. 熟悉公差原则的含义与作用∆
5. 了解形位误差的评定及检测∆。

* **讨论内容：**

结合最小条件和最小包容区域，讨论形位误差的最小包容区域与形位公差带有何区别与联系。

* **作业内容：**

强化形状和位置公差的标注；

强化包容要求与最大实体要求合格条件。

* **自学拓展：**

结合最大实体要求，学习如何判断位置度的合格性。

1. **表面粗糙度（2学时）（支撑教学目标1）**
   1. 表面粗糙度的概念及对零件使用性能的影响，
   2. 表面粗糙度的评定；
   3. 表面粗糙度的选择；
   4. 表面粗糙度图样标注。

* **目标及要求：**

1. 了解表面粗糙度概念及对零件性能的影响；
2. 熟悉评定长度、基准线、间距特性参数、形状特性参数概念；
3. 掌握R轮廓高度评定参数★
4. 能正确标注表面粗糙度★。

* **讨论内容：**

结合尺寸公差与形位公差模块的学习，综合理解加工误差中各种误差的作用。

* **作业内容：**

强化表面粗糙度的标注。

1. **光滑工件检验和光滑极限量规设计（2学时）（支撑教学目标1）**
   1. 光滑工件尺寸检验
   2. 光滑极限量规设计

* **目标及要求：**

1. 掌握安全裕度的概念，能够确定验收极限并选择测量器具★；
2. 了解光滑极限量规的作用和分类；
3. 熟悉光滑极限量规的设计原理、量规公差带的布置，能计算量规工作尺寸∆。

* **讨论内容：**

结合随机误差的特点，讨论尺寸呈正态分布和偏态分布，其验收极限为何不同；包容要求与泰勒原则的区别。

* **作业内容：**

强化安全裕度、验收极限和测量器具分度值的选择；

计算工作量规的工作尺寸。

* **自学拓展：**

结合最大实体要求，自学了解位置量规的设计。

1. **滚动轴承的公差与配合（2学时）（支撑教学目标1）**
   1. 滚动轴承的精度等级；
   2. 滚动轴承内径与外径的公差带及其特点；
   3. 滚动轴承与轴和壳体孔的配合及其选择。

* **目标及要求：**

1. 了解滚动轴承的公差等级；
2. 掌握滚动轴承内径、外径公差带特点★；
3. 能判断套圈负荷的性质和选择轴颈和外壳孔的公差带。

* **讨论内容：**

滚动轴承的公差配合与一般孔轴公差配合的不同。

* **作业内容：**

滚动轴承承受载荷的类型与选择配合的关系。

1. **键和花键的公差（2学时）（支撑教学目标1）**
   1. 单键联接的配合
   2. 矩形花键结合的互换性

* **目标及要求：**

1. 了解单键联接的主要几何参数及公差，单键联接的配合种类及标注；
2. 了解花键联接的种类，矩形花键联接的配合种类及应用，矩形花键联接的标注。

* **作业内容：**

强化单键联接的配合制度；

强化矩形花键联接的定心方式。

1. **普通螺纹公差（3学时）（支撑教学目标1）**
   1. 螺纹几何要素误差对螺纹互换性的影响；
   2. 螺纹中径及其合格条件；
   3. 普通螺纹的公差与配合；
   4. 了解普通螺纹的测量。

* **目标及要求：**

1. 了解螺纹几何要素误差对螺纹互换性的影响；
2. 掌握螺纹中径合格的判断条件★；
3. 掌握普通螺纹的公差与配合的选择、标注★∆。

* **讨论内容：**

结合螺纹中径、单一中径和作用中径的概念，讨论三者的区别与联系。

* **作业内容：**

强化普通螺纹极限偏差的计算和公差带图的绘制；

螺纹中径合格的判断。

* **自学拓展：**

受学时的限制，丝杠螺纹的公差自学。

1. **圆柱齿轮传动公差与检测（3学时）（支撑教学目标1）**
   1. 齿轮传动的使用要求与加工误差的来源
   2. 齿轮副的评定指标

* **目标及要求：**

1. 熟悉齿轮传动的使用要求，了解齿轮加工误差的来源；
2. 熟悉单个齿轮误差评定指标★∆；
3. 了解齿轮副的误差评定指标
4. 熟悉齿轮精度标注★。

* **自学拓展：**

受学时的限制，齿轮副的误差评定自学。

* **作业内容：**

通过实际案例强化齿轮精度标注。

## 三、教学方法

本课程所涉及的教学内容概念多、术语多、符号多、技术标准多、原则规定多，学习过程中需要空间想象力，需要将知识点与制造工艺有机融合。在教学方法上，根据具体教学内容，综合运用课堂讲授和演示、课堂讨论、案例分析、课堂练习、发现学习法和自学指导法，通过引入问题进行启发式教学，通过课堂互动拓展专业视野，通过案例解析提高专业知识的综合运用能力，使学生更加明确教学内容的知识体系，引导学生主动学习，激发内在学习动机，提高课堂的积极性。在目前的教学条件基础上，利用机械基础实验，强化所学知识的理解和运用，培养学生具有初步的测量操作技能和初步进行零件精度设计的能力。

结合具体教学内容，本课程所采用的教学方法说明如下：

1. **绪论、测量技术基础模块。**该模块教学内容的原理性比较强，涉及测量的基本概念和测量误差与数据处理较难理解，联系统计学概率论、计量学相关知识，在教学中采用**讲授法、拓展法、举例教学法**相结合，将抽象问题具体化。在讲授系统误差与随机误差时，采用**举例教学法**说明系统误差与随机误差区别与联系，使学生能够从专业知识的理论学习拓展至实际生产中质量管理知识层面。
2. **孔、轴的极限与配合模块。**该模块是本课程第一个重点模块，教学内容涉及互换性的较多术语与基本概念、涉及标准公差、基本偏差数值表格的准确查阅、极限盈隙的计算、公差与配合的选择。对于基本概念、查表与极限盈隙计算，在教学中主要采用**讲授法**配以课堂提问、课后习题，通过反复练习强化学生对基本概念、术语的巩固，同时熟练掌握盈隙的计算。对于公差与配合的选择的教学模块，需要学生具备综合应用机械制图、制造工艺知识，这部分内容对学生有较大难度，故而在采用**讲授法**讲解公差等级、配合类型、基准制的选择原则基础上，使用**举例教学法**综合分析实际工作中机械零件公差与配合的选择，并通过举例强调实践中可能需要考虑到的温度、受力、配合长度等其它因素，为了让学生更好地理解公差与配合的选择对动态零件的影响，利用多媒体动画**演示**机构的运动方式，从而使学生对工况条件下零件的公差与配合的选用有全面的认识，培养学生的综合利用机械专业知识的能力，引导学生进行初步的零件精度设计。
3. **几何公差。**该模块是本课程第二个重点同时也是难点，模块教学内容涉及较多术语、符号，形位公差带的方位形状需要靠学生空间想象力，对于缺乏实际经验的学生尤其是先期制图基础较差的学生而言，内容抽象，学生不容易想明白。教学中可采用**讲授法、讨论法、举例法、拓展法、项目教学法等**多种方法相结合。在讲授各形位公差的特点时注重启发学生理解公差带的形状、是否有基准，同时可以采用**项目教学法**对形状、方向、位置、跳动公差分项讲解。由于形位公差项目多，讲解到中段时大部分学生脑力开始进入混乱思维，对于学生不易掌握的有无基准问题，圆度、圆柱度和径向跳动的区别与联系，垂直度与端面圆跳动的区别与联系，直线度与平面度区别与联系等等问题，教学中可采用**讨论法**试探出学生思维的难点，根据学生的困境找出突破口，通过**举例法**明确知识要点。在形位公差项目的选用上可采用**举例法、拓展法**延伸学生的思维空间，并提高综合考虑形位公差项目的能力。教学先期对形位公差引导会直接影响学生对公差原则的理解，同时公差原则的学习对先期形位公差的理解会有促进作用，可利用**练习法、讨论法**安排学生课后做足相应的习题巩固该模块知识。此外，利用机械试验课程解决学生的动手操作能力。
4. **表面粗糙度、光滑工件尺寸检验和光滑极限量规设计模块。**表面粗糙度模块是较容易掌握的重点内容，而光滑工件尺寸检验和光滑极限量规设计是较难掌握的非重点模块。这两部分内容的学习均基于前面两模块的基础知识，教学中主要采用**讲授法、讨论法和自学指导法**相结合。组织教学内容时，在用讲授法讲解表面粗糙度的标注时应考虑将前方的尺寸公差标注和形位公差标注内容纳入综合能力训练，并采用**讨论法**使学生辨析不同零件的尺寸精度、形位精度、表面粗糙度的不同使用需求**，**从而理解尺寸公差、形位公差、表面粗糙度对于机械零件的作用。采用**讲授法**与**讨论法**结合的方式有助于学生理解安全裕度的作用、光滑极限量规的分类，让学生想明白新的量规应该给操作工使用。教学中采用**讲授法**讲解光滑极限量规设计模块，需要清楚安全裕度、最大实体尺寸的概念、明确量规的种类从而才能确定边界尺寸，这部分知识与公差原则模块有关联，学生掌握有难度，课堂教学效果不一定能满足要求，需要通过课后作业和**自学指导法**相结合实现教学目标。
5. **滚动轴承的公差与配合、键和花键的公差、普通螺纹公差、圆柱齿轮公差与检测模块。**教学内容设计典型机械零件的公差与配合、公差的标注、单项及综合项目的检测。滚动轴承、键和花键、普通螺纹、圆柱齿轮的公差均有相应国家标准文件规定，包括测量方法也有相应标准文件，因此采用**讲授法**解读标准文件是主要的方式。

## 四、考核及成绩评定方式

**考核方式**：闭卷笔试，期中考试，作业、课堂考勤及课堂互动

**成绩评定方式**：笔试成绩70%，期中考试20%，平时成绩（作业+考勤+课堂互动） 10%

## 五、教材及参考书目

**教材：**

韩进宏，互换性与技术测量，机械工业出版社，2004年7月。

**参考书目：**

1. 魏斯亮等，互换性与技术测量，北京理工大学出版社，2007。
2. 傅成昌等，公差与配合问答，机械工业出版社，2002。
3. 傅成昌等，形位公差应用技术问答，机械工业出版社，2009。
4. 国家标准，GB/T 1182-2008 形状位置公差通则、定义、符号和图样表示法
5. 国家标准，GB/T 16671-2009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。
6. 才家刚，图解常用量具的使用方法和测量实例，机械工业出版社，2007。