

第 1 章 互换性、标准与标准化

学习要求:

- 1、掌握互换性的基本概念;
- 2、了解互换性的分类和作用;
- 3、了解互换性标准的发展;
- 4、了解测量技术的发展概况;
- 5、了解优先数和优先数系的概念。

重难点分析:

- 1、互换性的概念、意义;
- 2、互换性的条件及与标准化的关系;
- 3、优先数和优先数系的正确应用。

学习要点:

1、零部件的互换性包括几何量（尺寸、形状、位置和表面粗糙度轮廓等）、力学性能（强度、硬度）、化学性能、物理性能等方面。互换性又常分为满足装配要求的几何参数互换性和满足使用要求的功能互换性。前者为可装配性，后者为装配后满足特定功能要求的特性。本课程仅讨论几何量（几何参数）的互换性。

2、零部件的几何参数互换性可以总结为：装配前，不需要选择；装配中，不需要修配；装配后，可以满足预定的使用要求。

3、在不同的场合，零部件互换性的形式和程度有所不同。因此，互换性可分为完全互换性和不完全互换性两类。不完全互换性又可以分为分组互换、调整互换、修配互换等。

4、对标准部件或机构来说，互换性又可以分为内互换性和外互换性。部件或机构内部组成零件之间的互换性称为内互换性；部件或机构与其相配合的零件间的互换性称为外互换性。

5、互换性是现代工业化大生产的基础，不只是大批量生产的要求，即使是小排量，甚至是单件生产，也可按互换性原则组织生产。因为互换的要求不仅仅是对生产过程产生影响，它已涉及产品的使用、维护、保养等各个领域。

6、设计产品和制定产品标准时，需要和数值打交道。优先数系是工程设计和工业生产中常用的一种数值制度，在确定产品参数系列和参数分级中应用广泛。

第 2 章 极限与配合标准

学习要求:

- 1、掌握极限与配合的基本概念;
- 2、掌握公差、基本偏差的相关标准内容;
- 3、了解公差带图的绘制方法;
- 4、掌握公差与配合的选用原则。

重点:

- 1、极限与配合的基本概念;
- 2、公差与配合的选择。

难点:

公差与配合的选择。

学习要点:

1、本章的概念较多,但这是工程技术人员在图纸上的语言,必须准确理解。这可以通过公差带图来理解。一类与实际零件有关,如实际尺寸、局部实际尺寸、实际偏差;一类是由设计给定的,如最大极限尺寸、最小极限尺寸、最大实体尺寸和最小实体尺寸、配合类别等。

2、课程的学习应从实用的角度出发,教材很多地方关注标准制定的细节,如标准公差和基本偏差的确定、通用规则和特殊规则等。学习时可以跳过这些环节,第三节的学习重点在于掌握如何查表,特别是对 $<IT8$ 的P~ZC和 $<IT9$ 的J、K、M、N等基本偏差的查表,要注意在查到的基本偏差基础上加上按公差等级查到的 Δ 值。

3、基本尺寸是在设计中根据强度、刚度、运动、工艺、结构等各种使用条件确定并经圆整后得到的尺寸。它反映零件尺寸的大小,不表示对完工零件实际尺寸的要求,不能认为完工零件的实际尺寸愈接近基本尺寸愈好。

4、最大、最小极限尺寸是孔、轴允许变化的界限值。基本尺寸和最大、最小极限尺寸是由设计规定的,而实际尺寸则是对实际零件定义的。极限尺寸用于控制实际尺寸。

5、为了计算方便,引入偏差的概念。偏差是某一尺寸减基本尺寸所得的代数差,故实际偏差对应实际尺寸,极限偏差对应极限尺寸。尺寸公差是允许尺寸的变动量。要注意尺寸公差和偏差(极限偏差)的区别和联系。从数值上看,公差是一个无符号的绝

对值，而偏差是代数值。从工艺上看，公差的大小表示对一批零件尺寸允许的差异范围，体现了对生产工艺的要求，反映了制造精度，即零件加工的难以程度。而极限偏差的大小表示对每个零件尺寸偏差大小允许变动的界限，是判断零件尺寸合格与否的依据。从作用上看，极限偏差控制实际偏差，影响配合的松紧；而公差则影响配合的精度。

6、孔轴公差带图是理解和应用各有关术语和定义的重要工具。尺寸公差带有 2 个特性：公差带的大小和位置，分别由标准公差和基本偏差确定。标准公差与尺寸大小及加工难以程度有关，基本偏差与基本尺寸和使用要求（配合的松紧）有关，除了孔的部分基本偏差外，一般和公差等级无关。

7、配合表示基本尺寸相同的相互结合的孔、轴公差带之间的关系，不能把实际孔、轴装配以后的松紧情况称为配合。区别配合种类的根据不是实际孔、轴之间具有间隙还是过盈，而是图纸上规定的孔、轴公差带之间的关系。配合是由设计给定的，而不是由实际孔、轴的尺寸确定的。

8、国家标准推荐了优先选用、常用、一般用途公差带，也推荐了优先选用和常用的配合，使用时要优先按国家标准进行选择。一般情况下，应优先选用基孔制。

9、极限与配合的选择包括基准制、公差等级和配合（基本偏差）的选择，在采用基准制的情况下,实质上是选择孔和轴的公差等级和孔或轴的基本偏差，选择的原则是在满足使用要强的前提下，尽可能保证加工的经济性。本章介绍了一些选用的基本原则、方法。对大尺寸孔、轴的配合，要掌握其特点。大尺寸受温度误差和测量误差的影响更为显著，大尺寸的孔和轴往往采用同级配合。选择极限与配合时要考虑温度和装配变形对配合间隙或过盈的影响。

10、一般公差是车间正常的条件下可以保证的公差，一般不用作判断零件合格与否的依据。

第3章 形状和位置公差

学习要求:

- 1、了解几何公差的基本概念;
- 2、了解几何公差项目及其标注;
- 3、掌握几何公差带及其特点;
- 4、掌握评定几何误差的最小条件;
- 5、初步了解几何误差的测量与评定方法;
- 6、掌握公差原则的涵义。

重点:

- 1、几何公差的标注;
- 2、几何误差的评定与检测;
- 3、公差原则。

难点:

- 1、几何公差的标注与几何公差带;
- 2、几何误差的评定与检测;
- 3、公差原则。

学习要点:

1、首先,本章讲述的标准已由 GB/T1182-1996《形状和位置公差 通则定义符号和图样表示法》修改为 GB/T1182-2008《产品几何技术规范(GPS)几何公差 形状、方向和跳动公差标注》,2008 版标准和 1996 版标准比,其主要变化如下:

1) “形状和位置公差”改为“几何公差”,分为形状公差、方向公差、位置公差、跳动公差。线轮廓度、面轮廓度既可以是形状公差,也可以是方向公差和位置公差,具体视图纸标注而定。

2) 与 1996 版标准比较,与要素有关的术语的变化:

- a) “测得要素”改为“提取要素”;
- b) “被测实际要素”改为“被测提取要素”;
- c) “理想要素”改为“拟合要素”;
- d) “实际轴线”改为“提取中心线”;

- e) “实际中心面”改为“提取中心面”；
- f) “轮廓要素”改为“组成要素”；
- g) “中心要素”改为“导出要素”；
- h) “形位公差”改为“几何公差”
- i) “形位误差”改为“几何误差”。

3) 注意 2008 版新标准在基准符号标注时的新特点及基准标注时的新规定。

在使用教材时，要注意以上术语、基准符号的变化。

2、要素的层次分为公称要素（理想要素）、实际要素、提取要素、导出要素、拟合要素。

3、几何公差带有形状、大小、方向和位置四个因素，从形状看有：圆内的区域、两同心圆之间的区域、两同轴圆柱面之间的区域、两等距曲线之间的区域、两平行直线之间的区域、圆柱面内的区域、两等距曲面之间的区域、两平行平面之间的区域、球内的区域等。对形状公差带来说，其方向和位置一般是浮动的，对方向公差带来说，公差带的方向是确定的，位置是浮动的，对位置公差带来说，其方向和位置一般是确定的。但对跳动公差带来说，其方向和位置也是确定的。

4、形状误差的评定要符合最小条件，其评定的关键是找到符合最小条件的拟合要素。

5、直线度公差带的形式有三种：给定平面内、给定方向（给定一个方向和相互垂直的两个方向）、任意方向的直线度，其公差带分别是两平行直线间区域、两平行平面间区域、圆柱面内区域。

对给定平面内的直线度误差，应该注意的是：

1) 采用水平仪、自准直仪等角度测量仪器测量直线度时，应对原始测量值进行累加后，才能作误差曲线图；

2) 如所有测量结果均为相对于同一基准的坐标值，则不应当进行累加，应直接作误差曲线图；

3) 拟合直线可以作很多条，应尽量找出符合最小条件的拟合直线；评定的关键是确定拟合直线。两端点连线法是首末两点连线作拟合直线，包容区域是平行于两端点连线且与被测直线外接的两平行直线间区域。最小区域法是过两低点（或两高点）作拟合直线，包容区域是一条直线过两低点（或两高点），另一直线过高点（或低点）且平行

于两低点（或两高点）连线。包容区域应包容所有点，并和实际直线（亦即误差曲线）外接；

4) 量取包容区域宽度时应按“坐标方向不变”的原则量取，本例为沿 Y 轴方向量取。给定一个方向、给定两个方向、任意方向的直线度误差评定有所不同，可采取向某一个平面投影后进行评定的近似方法。

6、平面度公差带是距离为公差值的两平行平面间区域。平面度误差的评定有最小区域法、三远点法、对角线法。尽量采用最小区域法评定，根据被测面测得的实际数据，确定采用三角形准则（三高点一低点、三低点一高点）、交叉准则、直线准则中的哪种准则。根据选定的准则，确定需要转化为相等的特征数据点。对平面进行旋转和平移不影响平面度评定结果，按基面转换原理进行基面旋转时，首先要根据转换要求确定旋转量 Q 。当特征数据点的坐标转换成相等后，即可计算出被测平面的平面度误差。需要注意的是经过旋转后，原始数据的高点、低点不一定还是高、低点。

7、公差原则是比较难的内容，独立原则比较简单。相关要求的首要区别是边界不同。

第 4 章 表面粗糙度标准

学习要求:

- 1、了解表面粗糙度对零件功能的影响;
- 2、了解表面粗糙度的国家标准;
- 3、掌握表面粗糙度的几个主要参数和术语的定义;
- 4、掌握零件表面粗糙度参数值的选择原则;
- 5、了解表面粗糙度的几种常用测量方法。

重点:

表面粗糙度的主要参数和术语。

难点:

- 1、表面粗糙度参数值的选择;
- 2、三种滤波器 λ_s 、 λ_c 、 λ_f 的作用和区别;
- 3、P 参数、W 参数、R 参数的区别。

学习要点:

1、零件表面实际轮廓包括宏观和微观几何形状误差,这些几何误差由表面粗糙度轮廓、表面波度、宏观形状误差等构成,它们叠加在同一表面上。表面粗糙度属于几何形状误差。

2、轮廓滤波器是把轮廓分成长波和短波成分的滤波器。 λ_s 滤波器是确定存在于表面上的粗糙度与比它更短的波的成分相交界限的滤波器。 λ_c 滤波器是确定粗糙度与波纹度的成分相交界限的滤波器。 λ_f 滤波器是确定存在与表面上的波纹度与比它更长的成分相交界限的滤波器。在测量粗糙度、波纹度、原始轮廓时使用三种滤波器,它们的传输特性相同,截止波长不同。

3、表面轮廓分原始轮廓、波纹度轮廓、粗糙度轮廓。原始轮廓是应用短波长滤波器 λ_s 之后的总的轮廓,粗糙度轮廓是对原始轮廓 λ_c 滤波器,抑制长波长成分以后形成的轮廓,这是故意修正的轮廓,波纹度轮廓是对原始轮廓连续应用 λ_f 和 λ_c 滤波器以后形成的轮廓,也是故意修正的轮廓。GB/T3505-2000 对这三种轮廓规定了 3 类参数,即 P 参数、W 参数、R 参数。注意 GB/T3505-2000 和 GB/T3505-1983 的区别。

4、表面粗糙度对机械零件的使用有较大影响，其表面粗糙度轮廓参数及参数值的选用除根据具体要求满足选择原则外，还应注意所选择的表面粗糙度参数和轮廓的尺寸公差、几何公差的比例关系，并不是越小越好。

5、表面粗糙度的测量方法常用的是比较法、光切法、光波干涉法、针描法、印泥法等。

第 9 章 渐开线圆柱齿轮传动公差

学习要求：

- 1、了解渐开线圆柱齿轮传动的精度要求；
- 2、以滚齿为例，了解齿轮误差产生的原因及误差特性；
- 3、了解圆柱齿轮传动精度的评定指标；
- 4、掌握渐开线圆柱齿轮传动精度的设计的基本方法；
- 5、了解齿轮误差的测量方法。

重点：

齿轮的精度指标。

难点：

各项齿轮精度的术语及定义。

学习要点：

1、齿轮传动的要求可以归纳为传递运动的准确性、传动的平稳性、载荷分布的均匀性、传动侧隙，它们是确定齿轮和齿轮副公差项目和等级的依据，故应对这四项要求予以正确理解。

2、单个齿轮是几何形状较复杂的标准化机械零件，其加工误差与切齿加工方法有关，因加工方法不同，其误差规律不同。

3、渐开线圆柱齿轮标准规定了齿轮精度等级和齿轮各精度指标的精度。齿轮精度分为 0~12 级，其中 0 级精度最高，12 级精度最低。对径向综合公差和一齿径向综合公差仅规定了 4~12 级。齿轮的精度指标的公差值或极限偏差一般按分度圆直径、模数及齿轮精度等级确定。

第 10 章 尺寸链计算方法

学习要求:

- 1、了解尺寸链的定义及特点;
- 2、了解尺寸链的基本属于及分类;
- 3、掌握尺寸链的计算方法;

重点和难点:

尺寸链的计算方法。

学习要点:

1、在机器装配或零件加工过程中,由相互连接的尺寸组成的封闭尺寸组,称为尺寸链。封闭环是加工或装配过程中最后自然形成的那个尺寸,其实际尺寸收到尺寸链中其他尺寸的影响。

2、按应用情况,尺寸链分为零件尺寸链、工艺尺寸链、装配尺寸链。

3、计算尺寸链的目的在于正确地确定有关尺寸的公差和极限偏差。已知封闭环的公差与极限偏差,计算组成环的公差与极限偏差称为反计算。已知各组成环的公差及极限偏差,计算封闭环的公差与极限偏差,称为正计算。正确地进行尺寸链的计算,必须先查明组成尺寸链的各个环节,绘出尺寸链图。

4、完全互换法计算尺寸链是以极限尺寸为基础,按此方法计算出的尺寸来加工工件各组成环的尺寸,则无需进行挑选或修配就能将工件装配到机器上,且能达到封闭环的功能要求。