

# 第 1 章 绪 论

## 学习目标:

理解零部件的互换性概念；掌握误差、公差、检测的关系；理解标准化与优先数的概念；明确公差、检测及标准化是保证互换性生产得以实现的条件，是本章的重点内容。

## 1.1 互换性的概念

### 1. 互换性的概念及意义

现代机械产品的零部件是按专业化、协作化组织生产的，要保证机械产品的顺利安装及使用，这些专业化、协作化组织生产出来的零部件都必须具有互换性。在机械制造业中，互换性是指同一规格的零部件，任取其一，不须做任何挑选、调整或修配，就能进行装配，并能满足机械产品的使用性能要求的一种特性。

在使用方面，零部件实现了互换性，可以以旧换新，便于维修，延长机械产品的使用寿命；在制造方面，有利于组织大规模专业化生产，使用专用设备和 CAM 技术；在设计方面，按照互换性的要求设计，有利于最大限度地采用标准件和通用件，使设计、计算、制图等工作大为简化，缩短设计周期，便于产品更新换代和 CAD 技术的应用。

### 2. 互换性的种类

互换性按互换的范围，可以分为广义互换性和狭义互换性。

(1) 广义互换性。是指零部件在各种性能方面都具有互换性，如零部件的几何参数、力学性能、理化性能、热变形、绝缘性等，也称为功能互换。

(2) 狭义互换性。是指零部件仅满足几何参数方面的要求，如尺寸、形状、位置及表面粗糙度等，又称为几何参数互换。

本课程只研究几何参数方面的互换性。

互换性按程度可分为完全互换性（绝对互换性）和不完全互换性（有限互换性）两种。若一批零部件在装配时，不需要挑选、调整和修配，装配后即能满足使用要求，则这些零部件属于完全互换，如螺栓、螺母、圆柱销、滚动轴承等，完全互换性简称互换性。当装配精度要求较高时，采用完全互换将使零件制造精度要求提高，加工困难，成本增高，这时可适当降低零件的制造精度，使之便于加工。零部件加工完完毕后，采用分组装配法，即通过测量将零件按实际尺寸大小分为若干组，使各组内零件间实际尺寸的差别减小，按对应组进行装配。此时，仅同一组内零件具有互换性，组与组之间不能互换，属于不完全互换。装配时须进行挑选或调整才能满足使用要求的零部件，如活塞、活塞环、活塞销、连杆、轴承、凸轮轴衬套等也属于不完全互换。一般情况下，不

完全互换性只用于部件或机构制造厂的内部装配，而厂外协作，即使产量不大，往往也要求完全互换性。

对于标准部件，其互换性还可分为内互换和外互换。组成标准部件的零件的互换称为内互换；标准部件与其他零部件的互换称为外互换。例如，滚动轴承的外圈内滚道、内圈外滚道与滚动体的互换为内互换；外圈外径、内圈内径以及轴承宽度与其相配的机壳孔、轴颈和轴承端盖的互换为外互换。

凡装配时需要附加修配的，则该零件不具有互换性。

## 1.2 加工误差与公差

欲使零件具有互换性，就必须保证零件几何参数的准确性。但是零件在实际加工过程中，由于机床精度、计量器具精度、操作人员技术水平及生产环境等诸多因素的影响，使其加工后的几何参数会不可避免地偏离设计的理想要求而产生差异。我们把零件加工后几何参数（尺寸、形状和位置）所产生的差异称为加工误差。虽然零件的加工误差可能影响到零件的使用性能，但实际上，只要将其控制在一定的范围内变动，仍能满足使用功能要求，即可以保证互换性要求。则这个允许零件几何参数的变动量就是公差。公差包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。误差是在加工过程中产生的，而公差是设计人员给定的。确定公差的原则是在满足产品使用性能的前提下，取尽可能大的公差。工件的误差在公差范围内，为合格件；超出了公差范围，则为不合格件。

加工完后的零件是否满足公差要求，要通过检测加以判断。检测包括检验与测量。几何量的检验是指确定零件的几何参数是否在规定的极限范围内，并作出合格性判断，而不必得出被测量的具体数值；测量是将被测量与作为计量单位的标准量进行比较，以确定被测量的具体数值的过程。检测不仅用来评定产品质量，而且用于分析产生不合格品的原因，以便及时调整生产流程，监督工艺过程，预防废品产生。

综上所述，合理确定公差与正确进行检测，是保证产品质量、实现互换性生产的两个不可少的条件和手段。

## 1.3 标准化与优先数

### 1. 标准与标准化

现代生产的特点是品种多、规模大、分工细、协作多。为了实现互换性生产，必须采用一种手段，使各个分散的、局部的生产部门和生产环节之间保持必要的技术统一，以形成一个统一的整体。标准与标准化正是建立这种关系的主要途径和手段。实现标准化是互换性生产的基础。

标准是由一定的权威组织对从事生产、建设及商品流通等工作中重复出现的共同的技术语言和技术事项等方面规定的作为共同遵守的准则和依据。

标准化是指标准的制定、发布和贯彻实施的全部活动过程，是组织现代化生产的重要手段，是国家现代化水平的重要标志之一。现代化程度越高，对标准化的要求也越高。

按标准的性质，标准可分为技术标准、工作标准和管理标准。标准大多是指技术标准，它是为产品和工程的技术质量、规格及其检验方法等方面所做的技术规定。

按标准化对象的特性，标准可分为基础标准、产品标准、方法标准、安全标准、卫生与环境保护标准等。基础标准是指在一定范围内作为其他标准的基础并普遍使用、具有广泛指导意义的标准，如《极限与配合》、《形状和位置公差》等标准。

按不同的颁布级别，我国标准分为国家标准（GB）、行业标准（如机械标准 JB）、地方标准（DB）、企业标准（QB）。从世界范围看，还有国际标准（如 ISO）和区域性标准（如欧共体标准 EN、美国标准 ANST、德国标准 DIN 等）。

国家标准和行业标准又分为强制性标准和推荐性标准两大类。少量的有关人身安全、健康、卫生及环境保护之类的标准属于强制性标准，国家将用法律、行政和经济等手段来维护强制性标准的实施。而大量的标准（80%以上）属于推荐性标准，推荐性标准的代号为 GB/T。推荐性标准也应积极执行，因为标准是科学技术的结晶，是实践经验的总结，它代表了先进的生产方式。

近年来，我国陆续修订了自己的标准，修订的原则是在立足我国实际情况的基础上向 ISO 靠拢，以利于加强我国在国际上的技术交流和产品互换。

## 2. 优先数和优先数系

工程上各种技术参数的简化、协调和统一是标准化的一项重要内容。

任何一种机械产品，总是有它自己的一系列技术参数。这些参数往往不是孤立的，同时还与相关的其他产品有关。例如，螺栓的尺寸一旦确定，将会影响螺母的尺寸、丝锥板牙的尺寸、螺栓孔的尺寸以及加工螺栓孔钻头的尺寸等。因此，产品的各种技术参数不能随便确定，否则会出现产品、刀具、量具和夹具等的规格品种恶性膨胀的混乱局面，给生产组织、协调配套及使用维护带来极大的不便。

为使产品的参数选择能遵守统一的规律，使参数选择一开始就纳入标准化轨道，必须对各种技术参数的数值做出统一的规定。国家标准《优先数和优先数系》（GB/T321—1980）就是其中最重要的一个标准。

优先数系中的任一个数值均称为优先数。优先数系是国际上统一的数值分级制度，是一种无量纲的分级数系，它由公比为  $\sqrt[5]{10} \approx 1.60$ 、 $\sqrt[4]{10} \approx 1.25$ 、 $\sqrt[3]{10} \approx 1.12$ 、 $\sqrt[2]{10} \approx 1.06$ 、 $\sqrt[10]{10} \approx 1.03$ ，分别用 R5、R10、R20、R40、R80 表示，其中前 4 个为基本系列，R80 为补充系列，仅用于分级很细的特殊场合。

按公比计算得到的优先数的理论值，除 10 的整数次幂外，都是无理数，工程技术上不便直接应用，实际应用的都是经过圆整后的近似值。根据圆整的精确程度，可分为：

(1) 计算值。取 5 位有效数字，供精确计算用。

(2) 常用值。即经常使用的通常所称的优先数，取 3 位有效数字。

表 1-1 中列出了 1~10 范围内基本系列的常用值和计算值。如将表中所列优先数乘以 10, 100, …, 或乘以 0.1, 0.01, …, 即可得到大于 10 或小于 1 的优先数。

表 1-1 优先数系基本系列的常用值

| R5   | R10  | R20  | R40  | R5    | R10   | R20  | R40  | R5   | R10  | R20  | R40  |      |      |      |       |       |       |      |
|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|
| 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.50  | 2.50  | 2.50 | 2.24 | 6.30 | 6.30 | 6.30 | 5.00 |      |      |      |       |       |       |      |
|      |      | 1.06 | 2.36 |       |       |      | 5.00 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |      |
|      |      | 1.12 | 2.50 |       |       |      | 5.60 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |      |
|      |      | 1.18 | 2.65 |       |       |      | 6.00 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |      |
|      | 1.25 | 1.25 | 2.80 |       |       |      | 2.80 |      |      |      | 6.30 |      |      |      |       |       |       |      |
|      |      | 1.32 | 3.00 |       |       |      | 6.70 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |      |
|      |      | 1.40 | 3.15 |       |       |      | 3.15 |      |      |      | 7.10 |      |      |      |       |       |       |      |
|      | 1.60 | 1.60 | 1.60 |       |       |      | 1.60 |      |      |      | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 3.55 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 8.00 |
|      |      |      | 1.70 |       |       |      | 3.75 |      |      |      |      |      |      | 8.00 |       |       |       |      |
|      |      |      | 1.80 |       |       |      | 4.00 |      |      |      |      |      |      | 9.00 |       |       |       |      |
| 1.90 |      |      | 4.25 | 10.00 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |      |
| 2.00 |      | 2.00 | 4.50 | 4.50  | 10.00 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |      |
|      |      | 2.12 | 4.75 | 10.00 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |      |

选用基本系列时，应遵守先疏后密的规则，即按 R5、R10、R20、R40 的顺序选用；当基本系列不能满足要求时，可选用派生系列，如在 R10 系列中每隔两项取一值得到 R10/3 系列，如 1.00、2.00、4.00、8.00，…即是常用的倍数系列。

国家标准规定的优先数系分档合理，疏密均匀，简单易记，便于使用。常见的量值，如长度、直径、转速及功率等的分级，基本上都按优先数系进行。本课程所涉及的有关标准中，诸如尺寸分段、公差分级及表面粗糙度的参数系列等，也采用优先数系。

## 本章小结

要实现互换性生产，就要使零件的几何量误差控制在一定范围内，为此须确定允许零件几何参数的变动量即公差。为保证加工完后的零件符合公差要求，要进行正确的检测。合理确定公差与正确进行检测，是保证产品质量、实现互换性生产的两个必不可少的条件和手段。

在现代化生产中，为使独立的、分散的部门和企业之间保持必要的技术统一，使相互联系的生产过程形成一个有机的整体，以达到实现互换性生产的目的，首先必须建立对那些在生产技术活动中最基本的具有广泛指导意义的标准。由于高质量产品与公差的密切关系，所以，先进的公差标准是实现互换性的基础，即必须建立公差与配合标准、形位公差标准、表面粗糙度标准等。现代化程度越高，对标准化的要求也越高。

有关互换性、公差、检测及标准的概念贯穿全书，是本章应掌握的重点内容。

## 习 题 1

### 一、判断题（正确的打√，错误的打×）

- 1.1 不经挑选和修配就能相互替换、装配的零件，就是具有互换性的零件。（ ）
- 1.2 完全互换性的装配效率一定高于不完全互换性。（ ）
- 1.3 为了实现互换性，零件的公差应规定得越小越好。（ ）

- 1.4 国家标准中，强制性标准是一定要执行的，而推荐性标准执行与否则无所谓。（ ）
- 1.5 企业标准比国家标准层次低，在标准要求上可稍低于国家标准。（ ）
- 1.6 厂外协作件要求不完全互换生产。（ ）
- 1.7 装配时需要调整的零部件属于不完全互换。（ ）
- 1.8 优先数系包括基本系列和补充系列，而派生系列一定是倍数系列。（ ）

## 二、单选题

- 1.9 具有互换性的零件应是（ ）。
- A. 相同规格的零件      B. 不同规格的零件      C. 形状和尺寸完全相同的零件
- 1.10 优先数系是（ ）。
- A. 等差数列      B. 等比数列      C. 任意排列的好加工的数列
- 1.11 属于国家标准的代号是（ ）。
- A. GB/T321—1980      B. JB179—1983      C. ISO      D. QB

## 三、综合题

- 1.12 试述互换性的含义及作用。互换性的分类如何？
- 1.13 按标准颁布的级别分类，我国标准有哪几种？
- 1.14 公差、检测、标准化与互换性有何关系？
- 1.15 为什么要制定《优先数和优先数系》的国家标准？优先数系是一种什么数列？它有何特点？有哪些优先数的基本系列？什么是优先数的派生系列？
- 1.16 试写出下列基本系列和派生系列中自1以后4~5个优先数的常用值：R5、R10/2、R10/3。
- 1.17 下面两列数据属于哪种系列？公比为多少？
- (1) 螺纹公差的等级系数为 0.50, 0.63, 0.80, 1.00, 1.25, 1.60, 2.00, 单位为 $\mu\text{m}$ 。
- (2) 表面粗糙度  $R_a$  的基本系列为 0.012, 0.025, 0.050, 0.100, 0.200, ..., 单位为 $\mu\text{m}$ 。