



一、绪论

互换性及标准化的基本含义



课题内容

基本要求：了解互换性的意义、标准化的概念、机械精度设计的基本原则、主要方法、本课程的研究对象、任务及要求。

重点内容：掌握互换性和标准化的概念，本课程的研究对象、任务及要求。

难点内容：机械精度设计的基本原则及主要方法。



互换性的概念

概念：同一规格的一批零部件，任取其一，不经任何挑选和修配就能装在机器上，并能满足其使用功能要求的特性叫做**互换性**。

- 举例：机器上的螺钉、灯泡，自行车、缝纫机、钟表上的零部件。机械制造业中的互换性通常包括几何参数和力学性能的互换性的互换，本课程仅讨论**几何参数的互换性**。



互换性的分类

- **分类**：互换性按其互换程度分为完全互换和不完全互换；按互换参数范围分为几何参数互换（狭义）和功能互换（广义）；按结构分为内互换和外互换。
- **应用**：零部件厂际协作应采用完全互换，部件或构件在同一厂制造和装配时，可采用不完全互换。完全互换性应用于中等精度、批量生产；不完全互换性应用于高精度或超高精度、小批量或单件生产。内互换指部件内部组成件之间的互换；外互换指部件与相配合零件之间的互换。



完全互换性与不完全互换性

完全互换性是指一批规格相同的零部件在装配时，不需要作任何挑选、调整或修配，在几何参数上具有互相替换的性能。

概率互换（大数互换性）属于不完全互换性，这种互换性是以一定置信水平为依据，例如置信水平为**95%、99%**等，使加工好的规格相同的大多数零部件不需任何挑选、调整、修配等辅助处理，在几何参数上就具有彼此互相替换的性能。

不完全互换性是指规格相同的零部件加工完以后，在装配（或更换）前需要挑选、调整或修配等辅助处理，在几何参数上才具有互相替换的性能。



互换性的意义

- **设计方面**：可以最大限度地采用标准件、通用件和标准部件，大大简化了绘图和计算工作，缩短了设计周期，并有利于计算机辅助设计和产品的多样化。
- **制造方面**：有利于组织专业化流水线生产，能提高产量，便于采用先进工艺和高效率的专用设备，有利于计算机辅助制造，及实现加工过程和装配过程机械化、自动化，降低产品成本。
- **使用维修、管理方面**：减少了机器的使用和维修的时间和费用，提高了机器的使用价值。减少了备件储备，提高了分工协作程度，节约了管理费用。

实现互换性的条件之一——公差

要使具有互换性的产品几何参数完全一致，是不可能，也是不必要的。在此情况下，要使同种产品具有互换性，只能使其几何参数、功能参数充分近似，把几何参数的变动量控制在“一定的范围”。其近似程度可按产品质量要求的不同而不同。

- 允许零件几何参数的变动范围称为公差。包括尺寸公差、形状公差和位置公差，用于控制加工误差，确保互换性。
- 现代化生产的特点是品种多、规模大、分工细和协作多。设计者不能任意规定公差数值，而应科学、合理选用标准的公差数值。



不完全互换性的实现

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很高，难于加工，成本增高。这时，可以根据生产批量、精度要求、结构特点等具体条件，或者采用分组互换法，或者采用调整互换法，或者采用修配互换法，这样做既可保证装配精度和使用要求，又能适当地放宽加工公差，减小零件加工难度，降低成本。

[返回](#)



实现互换性的条件之二——检测

- 产品是否满足公差要求，要靠技术测量即检测来判断。无检测，互换则无可能。
- 检测包括检验和测量。检验指确定零件参数是否在规定的范围内，并作出合格与否的判断，不必得出具体数值。
- 测量是被测的量与标准量比较并确定具体数值的过程。
- 产品质量与检测精度至关重要。检测必须保证计量单位统一，规定严格的量值传递系统和统一的测量方法。这一切都是实现互换性的条件。



检测的意义

- 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，及时调整生产，监督工艺过程，预防废品产生。
- 检测是机械制造的“眼睛”。产品质量的提高，除设计和加工精度的提高外，往往更有赖于检测精度的提高。
- 所以，合理地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。



标准的概念

- 标准是对重复性事物和概念所作的统一规定，它以**科学、技术和实践经验的综合**成果为基础，经有关方面协商一致，由**主管机构批准**，以**特定形式**发布，作为共同遵守的准则和依据。
- 标准的范围极广，种类繁多，涉及到人类生活的各个方面。本课程研究的公差标准、检测器具和方法标准，大多属于**国家基础标准**。



标准的分类

- 标准按不同的级别颁发。我国标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。
- 对需要在全国范围内统一的技术要求，应当制定**国家标准**，代号为**GB**，对没有国家标准而又需要在全国某个行业范围内统一的技术要求，可制定**行业标准**，如机械标准（**JB**）等；对没有国家标准和行业标准而又需要在某个范围内统一的技术要求，可制定**地方标准或企业标准**，它们的代号分别用**DB**、**QB**表示。**企业标准要高于国家标准**。



国际标准化组织（ISO）

- 在国际上，为了促进世界各国在技术上的统一，成立了国际标准化组织（简称**ISO**）和国际电工委员会（简称**IEC**），由这两个组织负责制定和颁发国际标准。我国于**1978**年恢复参加**ISO**组织后。陆续修订了自己的标准。
- 修订的原则是，在立足我国生产实际的基础上向**ISO**靠拢，以利于加强我国在国际上的技术交流和产品互换。



标准化

标准化是指**标准的制订、发布和贯彻实施的全部活动过程**，包括从调查标准化对象开始，经试验、分析和综合归纳，进而制订和贯彻标准，以后还要修订标准等等。标准化是以标准的形式体现的，也是一个不断循环、不断提高的过程。没有标准就没有标准化，没有标准化，标准的存在就失去意义。

- **意义**：标准化是组织现代化生产的重要手段，是实现互换性的必要前提，是国家现代化水平的重要标志之一，是衡量国家科技水平的尺度之一。它对人类进步和科学技术发展起着巨大的推动作用。



优先数和优先数系作用

在机械设计中，常常需要确定很多参数，而这些参数往往不是孤立的，**具有扩散性**，一旦选定，这个数值就会按照一定规律，向一切有关的参数传播。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的钻头的尺寸等。由于数值如此不断关联、不断传播，所以，机械产品中的各种技术参数不能随意确定。

- 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作出统一规定，**以得到简化、协调的目的**。《优先数和优先数系》国家标准（GB321—80）就是其中最最重要的一个标准，要求工业产品技术参数尽可能采用它。

优先数和优先数系

GB321—80中规定以十进制等比数列构成优先数系，并规定了五个系列，它们分别用系列符号R5、R10、R20、R40和R80表示，其中前四个系列作为基本系列，R80为补充系列，仅用于分级很细的特殊场合。各系列的公比为 $10^{1/r}$ ；

R5的公比： $q_5 \approx 1.60$ ； R10的公比： $q_{10} \approx 1.25$ ；

R20的公比： $q_{20} \approx 1.12$ ； R40的公比： $q_{40} \approx 1.06$

R80的公比： $q_{80} \approx 1.03$ 。

优先数理论值，除10的整数幂外都是无理数，常用值取圆整后的三位有效数字，计算值取五位有效数字（精确计算）。



派生系列和复合系列

- **派生系列**: 按一定项差P取值构成的系列, 其公比为 $10^{P/r}$ 。常用的有R10/3系列, 公比为2; R20/2系列, 公比为1.25; R5/2系列, 公比为2.5; R5/3系列, 公比为4;
- **复合系列**: 习惯用数列, 是由若干个公比不同的数列的几段复合而成。如灯泡: 10W, 15W, 25W, 40W, 60W, 80W, 100W, 前4个型号为R5系列, 后面型号为R10系列圆整而成。



优先数和优先数系的应用

- 国家标准规定的优先数系分档合理，疏密均匀，有广泛的适用性，简单易记，便于使用。常见的产品几何参数、性能参数、质量指标等量值的分级，如长度、直径、转速及功率等，基本上都是按一定的优先数系进行的。
- 本课程所涉及的有关标准里，诸如尺寸分段、公差分级及表面粗糙度的参数系列等，基本上采用优先数系。（见书中P5表1-1）
- 选用时应遵循“先疏后密”的原则，先基本系列，后派生系列和复合系列。



优先数系的表示方法

- $R10(1.25 \cdots \cdots)$ 表示以1.25为下限的R10系列;
- $R20(\cdots \cdots 45)$ 表示以45为上限的R20系列;
- $R40(75, \cdots \cdots 300)$ 表示以75为下限和300为上限的R40系列;
- $R10/3(\cdots \cdots 8 \cdots \cdots)$ 表示含有项值8并向两端无限延伸的R10/3系列.

机械精度设计概述

一般来说，在机械产品的设计过程中，需要进行以下三方面的分析计算：

- （1）运动分析与计算。根据机器或机构应实现的运动，由运动学原理，确定机器或机构的合理的传动系统，选择合适的机构或元件，以保证实现预定的动作，满足机器或机构的运动方面的要求。
- （2）强度的分析与计算。根据强度、刚度等方面的要求，决定各个零件的合理的基本尺寸，进行合理的结构设计，使其在工作时能承受规定的负荷，达到强度和刚度方面的要求。
- （3）几何精度的分析与计算。零件基本尺寸确定后，还需要进行精度计算，以决定产品各个部件的装配精度以及零件的几何参数和公差。
- 本书主要讨论的是几何精度的分析与计算。

精度设计原则

互换性原则：机械零件几何参数的互换性是指同种零件在几何参数方面能够彼此互相替换的性能。

- **经济性原则**：工艺性、合理的精度要求、合理选材、合理的调整环节、提高寿命。
- **匹配性原则**：根据机器或位置中各部分各环节对机械精度影响程度的不同，对各部分各环节提出不同的精度要求和恰当的精度分配，做到恰到好处，这就是精度匹配原则。
- **最优化原则**：探求并确定各组成零、部件精度处于最佳协调时的集合体。例如探求并确定先进工艺，优质材料等。



本课程的研究对象及任务

- 本课程是机械类及相关专业的一门重要的技术基础课，从“精度”和“误差”两方面去分析研究机械零件及机构的几何参数，**学完本课程后应达到如下要求：**
- 掌握互换性和标准化的基本概念；
- 了解本课程所介绍的各个公差标准和基本内容，掌握其特点和应用原则；
- **学会根据机器和零件的功能要求，选用合适的公差与配合**，即进行精度设计，并能正确地标注到图样上；
- 掌握**一般几何参数测量的基础知识**；
- **了解各种典型零件的测量方法**，学会使用常用的计量器具。



作业

- 1-1; 1-3; 1-4。
- 判断下列数据属于哪种系列? 公比为多少? (1) 某机床主轴转速为: 50、63、80、100、125、...; 单位r/min.
- (2) 表面粗糙度的基本系列为: 0.012、0.025、0.050、0.100、0.20、...; 单位为mm.