



普通高等院校机械类“十二五”规划教材



互换性与技术测量

Interchangeability and Technological Measurement

王晓方 张福 马春峰 刘敏 编著



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

普通高等院校机械类“十二五”规划教材

互换性与技术测量

王晓方 张 福 马春峰 刘 敏 编著



中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

互换性与技术测量/王晓方等编著. —北京: 中国轻工业出版社, 2015. 3

普通高等院校机械类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5184-0347-9

I. ①互… II. ①王… III. ①零部件-互换性-高等学校-教材②零部件-技术测量-高等学校-教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 012293 号

责任编辑: 王 淳 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 宋振全 责任校对: 吴大鹏 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京君升印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2015 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 16.75

字 数: 380 千字

书 号: ISBN 978-7-5184-0347-9 定价: 36.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

140306J1X101ZBW

前 言

互换性与技术测量是高等院校机械类各专业学生必修的一门重要的技术基础课。随着教育改革的深入,教学内容需要调整与更新,教学方法需要进一步改变。特别是该课程涉及标准化领域和计量学领域,更应将最新的国家标准和先进的检测技术及时地传授给读者。同时,针对创新型人才培养的需要,引入模块化结构体系。采用任务引入方式,调动学生学习的积极性和主动性,充分体现以学生为主体,教师为主导,实现以学生为中心的教学方法。

本书作者都是长期工作在教学和科研第一线的教师和工程技术人员。本书有如下主要特点:

(1) 内容最新 本书依据最新的国家标准编著,除极少数国家标准目前仍沿用 20 世纪 90 年代的外,全部采用了 2000 年以后的新国标。同时,尽可能体现机械工业最新的科技成果和先进的检测技术,真正实现了标准最新、内容最新。

(2) 结构新颖 引入模块化结构体系,将本书分成若干个模块,模块中设置项目,项目中设置任务。根据各模块的具体内容,提出明确的教学实施方案与培养目标;结合不同的教学任务,采用任务引入的方式,激发学生对问题的思考和探究,调动学生学习的积极性和主动性。

(3) 取舍适当 在内容的取舍上做到基础理论知识以必需、够用为度,力求简单、实用。实现了为读者从事机电产品设计、制造,进行零部件几何精度设计和技术检测等方面打下一定的基础。

(4) 强化应用 注重培养学生分析问题和解决问题的能力,突出创新型、应用型、实用型人才培养需要。

本书内容包括:互换性与技术测量的基本概念;几何量测量技术基础;孔、轴尺寸公差与配合;几何公差与检测;表面粗糙度与检测;光滑工件尺寸检验与光滑极限量规设计;滚动轴承的公差与配合;圆锥的公差与配合;键和花键的公差与检测;螺纹公差与检测;圆柱齿轮公差与检测共 11 个模块。

参加本书编著的人员是:沈阳工学院张福教授(模块 2、模块 3)、沈阳工学院马春峰副教授(模块 4)、黑龙江兵器工业职工大学华安分校刘敏副教授(模块 1、模块 5)、沈阳工学院王晓方教授(模块 6、模块 7、模块 8、模块 9、模块 10、模块 11)。本书由王晓方教授制定编著大纲并统稿审核。本书在编著过程中得到了沈阳工学院史安娜教授、赵艳红教授等的大力支持和帮助,在此表示诚挚的感谢。

本书可作为普通高等院校、高等职业技术学院、成人高等教育等层次的机电类或相关

专业的教学用书，也可供从事生产、科研工作的工程技术人员参考。

由于作者水平所限，再加上新国标、新结构的体现，书中难免存在一些缺点和错误，敬请广大读者批评指正。

本教材可提供教学课件，联系方式：wxfmed@sohu.com

作 者
2015 年 1 月

目 录

模块1 互换性与技术测量的基本概念	1
项目 1.1 互换性与公差的基本概念	1
思考与训练	3
项目 1.2 标准化与优先数系	3
思考与训练	7
项目 1.3 几何量检测的重要性及其发展	7
思考与训练	8
模块2 几何量测量技术基础	9
项目 2.1 测量过程与计量单位基准	9
思考与训练	13
项目 2.2 计量仪器和测量方法分类	14
思考与训练	17
项目 2.3 测量误差及各类测量误差的处理	17
思考与训练	28
模块3 孔、轴尺寸公差与配合	29
项目 3.1 尺寸公差与配合的术语及定义	29
思考与训练	35
项目 3.2 公差与配合的标准化	35
思考与训练	49
项目 3.3 公差与配合的选用及大尺寸、小尺寸公差与配合简介	49
思考与训练	58
模块4 几何公差与检测	59
项目 4.1 几何要素及几何公差概念	60
思考与训练	66
项目 4.2 几何公差的标注	66
思考与训练	73
项目 4.3 几何公差带特点分析	75
思考与训练	93
项目 4.4 公差原则	94
思考与训练	111
项目 4.5 几何公差的标准化与选用	113

思考与训练..... 120

项目 4.6 几何误差的评定与检测原则 121

思考与训练..... 126

模块 5 表面粗糙度与检测 127

项目 5.1 表面粗糙度及其对零件使用性能的影响 127

思考与训练..... 134

项目 5.2 表面粗糙度的选择、标注与检测 134

思考与训练..... 145

模块 6 光滑工件尺寸检验与光滑极限量规设计 147

项目 6.1 光滑工件尺寸检验 147

思考与训练..... 155

项目 6.2 光滑极限量规设计 155

思考与训练..... 160

模块 7 滚动轴承的公差与配合 161

项目 7.1 滚动轴承的分类及公差特点 161

思考与训练..... 164

项目 7.2 滚动轴承配合件公差及选用 164

思考与训练..... 171

模块 8 圆锥的公差与配合 172

项目 8.1 圆锥配合的种类、基本参数及几何参数误差对配合的影响 172

思考与训练..... 176

项目 8.2 圆锥的公差与配合 176

思考与训练..... 182

模块 9 键和花键的公差与检测 183

项目 9.1 单键结合的互换性 183

思考与训练..... 187

项目 9.2 矩形花键结合的互换性 187

思考与训练..... 193

模块 10 螺纹公差与检测 194

项目 10.1 螺纹的种类及几何参数偏差对互换性的影响 194

思考与训练..... 203

项目 10.2 普通螺纹的公差配合与检测 203

思考与训练..... 210

项目 10.3 梯形丝杠副与滚珠丝杠副的公差	210
思考与训练	219
模块 11 圆柱齿轮公差与检测	220
项目 11.1 齿轮的使用要求及加工误差分类	220
思考与训练	223
项目 11.2 单个齿轮的评定参数及其检测	223
思考与训练	238
项目 11.3 齿轮的整体误差及齿轮副的安装误差与检测	238
思考与训练	244
项目 11.4 渐开线圆柱齿轮精度标准	244
思考与训练	256
主要参考文献	258

模块1 互换性与技术测量的基本概念

教学实施方案与培养目标

- [教学实施方案]** 通过任务引入,结合轴承和灯管等生产生活中实际应用,明确教学任务,采用设问、提问、分组讨论等教学方式,调动学生学习的主动性和自觉性;通过教师有重点的课堂讲授,采用多媒体教学、互动式教学和案例教学等教学方法,结合动画演示,加深学生对课程内容的理解,提高学习效率和效果。
- [知识目标]**
1. 掌握互换性与公差的基本概念;
 2. 了解互换性的种类、作用、标准的种类及优先数系与优先数的含义与特点;
 3. 掌握几何量检测的含义及其重要性;
 4. 了解我国几何量检测方面的发展历程。
- [能力目标]**
1. 掌握标准和标准化的含义及两者的联系与区别;
 2. 掌握优先数系的选用规则。
- [教学重点]**
1. 互换性与公差的基本概念;
 2. 标准和标准化的含义及两者的联系与区别。
- [教学难点]** 优先数系与优先数的含义与特点。
- [考核与评价]** 主要考核学生掌握互换性与公差的含义、分类和作用,标准和标准化的含义等重点内容程度。通过学生回答问题情况、分组讨论情况、教学互动情况、听课状态、完成思考与训练情况等综合评价学生的学习成绩。
- [建议学时]** 1~2 学时

项目1.1 互换性与公差的基本概念

在现代制造业生产中,一般要求产品的零部件具有互换性。而为了保证零部件的互换性,就必须用公差来控制零部件的加工精度。

项目引入: 互换性在日常生活中随处可见。例如,灯泡坏了可以换个新的,自行车的轴承等零件坏了也可以换个新的等,这些更换后完全能满足使用要求。那么,互换性的含义究竟是什么?互换性有哪几种类型?互换性的作用有哪些?

- 项目分析:**
1. 掌握互换性与公差的基本概念;
 2. 了解互换性的种类和互换性的作用。

相关知识:

(1) 互换性的含义

广义上说,互换性是指一种产品、过程或服务能够代替另一产品、过程或服务,且能

满足同样要求的能力。

在制造业生产中，经常要求产品的零部件具有互换性。这些产品或机器一般由许多零部件组成，而这些零部件是由不同的工厂和车间制成的。零部件的互换性就是指，在装配时从制成的同一规格的零部件中任意取一件，不需任何挑选或修配，就能与其他零部件安装在一起组成一台机器，并且能达到规定的使用功能要求。这是因为合格的产品和零部件具有在材料性能、几何尺寸、使用功能上彼此互相替换的性能。零部件的互换性就是：同一规格零部件按规定的技术要求制造，在使用时能够彼此相互替换，而效果相同的性能。

（2）公差的概念

零件在加工过程中，由于各种因素（加工工艺、机床、刀具、温度等）的影响，零件的尺寸、形状和表面粗糙度等几何量难以做到理想状态，总是有或大或小的误差。从零件的使用功能看，没有必要要求零件几何量制造得绝对准确，只要求零件几何量在某一规定的范围内变动，即可满足要求。我们把这个允许几何量变动的范围叫做几何量公差，简称公差。

为了保证零件的互换性，必须用公差来控制零件的加工误差。由于零件在加工时不可避免会产生误差，因此要使零件具有互换性，就应把完工的零件误差控制在规定的公差范围内。设计者的任务就是在设计时按标准规定正确地确定公差，并把它们在图样上明确地表示出来。为获得最佳的经济效益，在满足使用功能要求的前提下，公差值应尽量规定的大一些。

（3）互换性的作用

1) 在设计方面 能最大限度地使用标准件，简化绘图和计算等工作，使设计周期变短，有利于产品更新换代和 CAD 技术的应用。

2) 在制造方面 有利于组织专业化生产，使用专用设备和 CAM 技术，降低零部件生产成本，保证加工精度。

3) 在使用和维修方面 可以及时更换那些已经磨损或损坏的零部件，对于某些易损件可以提供备用件，提高机器的寿命和使用价值。

互换性在提高产品质量和产品可靠性、提高经济效益等方面均具有重大意义。互换性原则已成为现代制造业中一个普遍遵守的原则。但是互换性原则也不是任何情况下都适用，有时只有采取单个配制才符合经济原则，这时零件虽不能互换，但也有公差和检测的要求。

（4）互换性的种类

从广义上讲，零部件的互换性应包括几何量、力学性能和理化性能等方面的互换性。本课程仅讨论零部件几何量的互换性，即几何量方面的公差和检测问题。

按不同场合对于零部件互换的形式和程度的不同要求，互换性可以分为完全互换性和不完全互换性两类。

完全互换性简称互换性，是以零部件装配或更换时不需要挑选或修配为条件。零件加工后只要符合设计要求，它们就具有完全互换性。

不完全互换性也称有限互换性，是指零部件装配时允许有附加条件的选择或调整。对于不完全互换性可以采用分组装配法、调整法等来实现。

对标准部件或机构来讲，互换性又可分为内互换性和外互换性。内互换性是指部件或

机构内部组成零件间的互换性；外互换性是指部件或机构与其相配合件间的互换性。例如：滚动轴承内、外圈滚道直径与滚动体（滚珠或滚柱）直径间的配合为内互换性；滚动轴承内圈内径与传动轴的配合、滚动轴承外圈外径与壳体孔的配合为外互换性。

思考与训练

1. 什么叫互换性？为什么说互换性已成为现代机械制造业中一个普遍遵守的原则？列举互换性在生产中的一些应用实例。

2. 按互换程度来分，互换性可分为哪两类？它们有何区别？各适用于什么场合？

3. 互换性有什么作用？

4. 何为几何量公差？公差的确定原则是什么？

项目 1.2 标准化与优先数系

标准和标准化是联系生产各部门、各环节的重要手段，为使分散、局部的生产部门和生产环节成为一个有机的整体，实现互换性生产，必须实行标准化；优先数系是国际上通用的标准化数系，在一切标准化领域中应尽可能采用优先数系，以达到对各种技术参数协调、简化和统一的目的。

任务 1.2.1 标准与标准化的基本概念

任务引入：为了实现互换性生产和高效的生产组织活动，必须贯彻执行标准。标准和标准化是两个不同的概念，两者有何联系和区别？标准的种类和发展历程是什么？

任务分析：1. 掌握标准和标准化的含义及两者的联系与区别；

2. 了解标准的种类和标准的发展历程。

相关知识：

（1）标准与标准化的概念

现代制造业生产的特点是规模大、分工细、协作单位多、互换性要求高。为了适应生产中各部门的协调和各生产环节的衔接，必须有一种手段，使分散的、局部的生产部门和生产环节保持必要的统一，成为一个有机的整体，以实现互换性生产。标准与标准化正是联系这种关系的主要途径和手段。因此，实行标准化是互换性生产的基础和保证。

1) 标准 标准是指为了在一定的范围内获得最佳秩序，对活动或其结果规定共同的和重复使用的规则、导则或特性的文件。标准对于改进产品质量，缩短产品设计周期，开发新产品和协作配套，提高社会效益，发展社会主义市场经济和对外贸易等具有很重要的意义。

2) 标准化 标准化是社会生产的重要手段，是联系设计、生产和使用方面的纽带，是科学管理的重要组成部分。标准化对于改进产品、过程和服务的适用性，防止贸易壁垒，促进技术合作方面具有特别重要的意义。

标准化工作包括制定标准、发布标准、组织实施标准和对标准的实施进行监督的全部活动过程。这个过程是从探索标准化对象开始，经调查、实验和分析，进而起草、制定和贯彻标准，而后修订标准。因此，标准化是一个不断循环而又不断提高其水平的过程。

(2) 标准分类

1) 按标准的使用范围 我国将标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。国家标准就是需要在全国范围内统一的技术要求。

行业标准就是对没有国家标准，而又需要在全国某行业范围内统一的技术要求。但有了国家标准后，该项行业标准即行废止。

地方标准就是对没有国家标准和行业标准，而又需要在省、自治区、直辖市范围内统一的工业产品的安全、卫生等要求。但在公布相应的国家标准或行业标准后，该地方标准应即行废止。

企业标准就是对企业生产的产品，在没有国家标准和行业标准的情况下，制定作为组织生产的依据。对于已有国家标准或行业标准的，企业也可以制定严于国家标准或行业标准的企业标准，在企业内部使用。

2) 按标准的作用范围 将标准分为国际标准、区域标准、国家标准、地方标准和试行标准。

国际标准、区域标准、国家标准、地方标准分别是由国际标准化组织、区域标准化组织、国家标准机构、在国家的某个区域所通过并发布的标准。

试行标准是由某个标准化机构临时采用并公开发布的文件。

3) 按标准化对象的特征 将标准分为基础标准、产品标准、方法标准和安全、卫生与环境保护标准等。

基础标准是指在一定范围内作为标准的基础并普遍使用，具有广泛指导意义的标准，如极限与配合标准、几何公差标准、渐开线圆柱齿轮精度标准等。基础标准是以标准化共性要求和前提条件为对象的标准，是为了保证产品的结构功能和制造质量而制定的，一般工程技术人员必须采用的通用性标准，也是制定其他标准时可依据的标准。本书所涉及的标准就是基础标准。

4) 按标准的性质 标准又可分为技术标准、工作标准和管理标准。

技术标准指根据生产技术活动的经验和总结，作为技术上共同遵守的法规而制定的。

(3) 标准化的发展历程

标准化在人类开始创造工具时就已出现。标准化是社会生产劳动的产物。标准化在近代工业兴起和发展的过程中显得重要起来。早在 19 世纪，标准化在国防、造船、铁路运输等行业中的应用十分突出。到 20 世纪初，一些国家相继成立了全国性的标准化组织机构，推进了本国的标准化事业。后来由于生产的发展，国际交流越来越频繁，因而出现了地区性和国际性的标准化组织。1926 年成立了国际标准化协会（简称 ISA），1947 年重建国际标准化协会并改名为国际标准化组织（简称 ISO）。如今，这个世界上最大的标准化组织已成为联合国甲级咨询机构。ISO9000 系列标准的颁发，使世界各国的质量管理及质量保证的原则、方法和程序，都统一在国际标准的基础之上。

我国标准化是在 1949 年新中国成立后得到重视并发展。1958 年发布第一批 120 项国家标准。从 1959 年开始，陆续制定并发布了公差与配合、形状和位置公差、公差原则、表面粗糙度、光滑极限量规、渐开线圆柱齿轮精度、极限与配合等多项公差标准。我国在 1978 年恢复为 ISO 成员国，承担 ISO 技术委员会秘书处工作和国际标准草案起草工作。从 1979 年开始，我国制定并发布了以国际标准为基础制定的新的公差标准。从 1992 年开

始，我国又发布了以国际标准为基础进行修订的/T 类新公差标准。1988 年全国人大常委会通过并由国家主席发布了《中华人民共和国标准化法》。1993 年全国人大常委会通过并由国家主席发布了《中华人民共和国产品质量法》。我国公差标准化的水平在我国社会主义现代化建设过程中不断发展提高，对我国经济的发展做出了很大的贡献。

任务 1.2.2 优先数与优先数系

任务引入：优先数系是工程设计和工业生产中常用的一种数值制度。优先数系以其广泛的适用性，成为国际上通用的标准化数系。优先数系有什么特点？优先数系与优先数有何关系？

- 任务分析：**1. 了解优先数系与优先数的含义与特点；
2. 掌握优先数系的选用规则。

相关知识：

(1) 优先数系及其公比

国家标准 GB/T 321—2005《优先数和优先数系》规定十进制等比数列为优先数系，并规定了五个系列，分别用系列符号 R5、R10、R20、R40 和 R80 表示，称为 Rr 系列。其中前四个系列是常用的基本系列，而 R80 则作为补充系列，仅用于分级很细的特殊场合。

优先数与优先数系是 19 世纪末（1877 年），由法国人查尔斯·雷诺（Charles Renard）首先提出的。当时载人升空的气球所使用的绳索尺寸由设计者随意规定，多达 425 种。雷诺根据单位长度不同直径绳索的重量级数来确定绳索的尺寸，按几何公比递增，每进 5 项使项值增大 10 倍，把绳索规格减少到 17 种，并在此基础上产生了优先数系的系列。后人为了纪念雷诺将优先数系称为 Rr 数系。基本系列 R5、R10、R20、R40 的 1~10 常用值见下表。

优先数系基本系列常用值（摘自 GB/T 321—2005）

基本系列	1 ~ 10 的常用值										
R5	1.00	1.60		2.50		4.00		6.30		10.00	
R10	1.00	1.25	1.60	2.00	2.50	3.15	4.00	5.00	6.30	8.00	10.00
R20	1.00	1.12	1.25	1.40	1.60	1.80	2.00	2.24	2.50	2.80	
	3.15	3.55	4.00	4.50	5.00	5.60	6.30	7.10	8.00	9.00	10.00
R40	1.00	1.06	1.12	1.18	1.25	1.32	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80
	1.90	2.00	2.12	2.24	2.36	2.50	2.65	2.80	3.00	3.15	3.35
	3.55	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00	5.30	5.60	6.00	6.30
	6.70	7.10	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00			

优先数系是十进制等比数列，其中包含 10 的所有整数幂（…，0.01，0.1，1，10，100，…）。只要知道一个十进段内的优先数值，其他十进段内的数值就可由小数点的前后移位得到。优先数系中的数值可方便地向两端延伸，由表中的数值，使小数点前后移位，便可以得到所有小于 1 和大于 10 的任意优先数。

优先数系的公比为 $q_r = \sqrt[r]{10}$ 。优先数在同一系列中，每隔 r 个数，其值增加 10 倍。由上表可以看出，基本系列 R5、R10、R20、R40 的公比分别为： $q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.60$ 、 $q_{10} =$

$\sqrt[10]{10} \approx 1.25$ 、 $q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$ 、 $q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$ 。另外补充系列 R80 的公比为： $q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.03$ 。

(2) 优先数与优先数系的特点

优先数系中的任何一个项值均称为优先数。优先数的理论值为 $(\sqrt[10]{10})^{N_r}$ 。其中 N_r 是任意整数。按照此式计算得到的优先数的理论值，除 10 的整数幂外，大多为无理数，工程技术中不宜直接使用。而实际应用的数值都是经过化整处理后的近似值，根据取值的有效数字位数，优先数的近似值可以分为：计算值（取 5 位有效数字，供精确计算用）；常用值（即优先值，取 3 位有效数字，是经常使用的）；化整值（是将常用值作化整处理后所得的数值，一般取 2 位有效数字）。

优先数系主要有以下特点：

1) 任意相邻两项间的相对差近似不变（按理论值则相对差为恒定值）。如 R5 系列约为 60%，R10 系列约为 25%，R20 系列约为 12%，R40 系列约为 6%，R80 系列约为 3%。由上表可以明显地看出这一点。

2) 任意两项的理论值经计算后仍为一个优先数的理论值。计算包括任意两项理论值的积或商，任意一项理论值的正、负整数乘方等。

3) 优先数系具有相关性。优先数系的相关性表现为：在上一级优先数系中隔项取值，就得到下一系列的优先数系；反之，在下一系列中插入比例中项，就得到上一系列。如在 R40 系列中隔项取值，就得到 R20 系列，在 R10 系列中隔项取值，就得到 R5 系列；在 R5 系列中插入比例中项，就得 R10 系列，在 R20 系列中插入比例中项，就得 R40 系列。这种相关性也可以说成：R5 系列中的项值包含在 R10 系列中，R10 系列中的项值包含在 R20 系列中，R20 系列中的项值包含在 R40 系列中，R40 系列中的项值包含在 R80 系列中。

(3) 优先数系的派生系列

为使优先数系具有更宽广的适应性，可以从基本系列中，每逢 p 项留取一个优先数，生成新的派生系列，以符号 Rr/p 表示。派生系列的公比为

$$q_{r/p} = q_r^p = (\sqrt[10]{10})^p = 10^{p/r}$$

如派生系列 R10/3，就是从基本系列 R10 中，自 1 以后每逢 3 项留取一个优先数而组成的，即 1.00，2.00，4.00，8.00，16.0，32.0，64.0，…。

(4) 优先数系的选用规则

优先数系的应用很广泛，它适用于各种尺寸、参数的系列化和质量指标的分级，对保证各种工业产品的品种、规格、系列的合理化分档和协调配套具有十分重要的意义。

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，注意应优先采用公比较大和延伸项含有项值 1 的派生系列；根据经济性和需要量等不同条件，还可分段选用最合适的系列，以复合系列的形式来组成最佳系列。

由于优先数系中包含有各种不同公比的系列，因而可以满足各种较密和较疏的分级要求。工程技术人员应在一切标准化领域中尽可能地采用优先数系，以达到对各种技术参数协调、简化和统一的目的，促进国民经济更快、更好地发展。

思考与训练

1. 什么叫标准和标准化？它们与互换性有何关系？
2. 按标准颁布的级别来分，我国的标准有哪几种？
3. 什么叫优先数系和优先数？
4. 代号“GB321—2005”和“ISO”各表示什么含义？
5. 下面两列数据属于哪种系列？公比为多少？
 - (1) 主轴转速为 200, 250, 315, 400, 500, 630..., 单位为 r/min。
 - (2) 表面粗糙度 R_a 的基本系列为 0.012, 0.025, 0.050, 0.100, 0.20, ..., 单位为 μm 。

项目 1.3 几何量检测的重要性及其发展

几何量检测是实现互换性生产必不可少的重要环节。检测的目的除了可以确定零件合格与否外，更重要的是可以根据检测的结果，分析产生废品的原因，设法减少和防止废品。

项目引入：几何量检测是实现互换性生产必不可少的重要措施。只有按照公差标准和检测技术要求，对零部件的几何量进行检测，才能保证零部件在几何量方面的互换性。几何量检测的含义和重要性有哪些？

- 项目分析：**
1. 掌握几何量检测的含义及其重要性；
 2. 了解我国几何量检测方面的发展历程。

相关知识：

(1) 几何量检测的含义及其重要性

由于零部件的加工误差不可避免，因此必须采用先进的公差标准，对构成零部件的几何量规定合理的公差，以实现零部件的互换性。然而，不采用适当的检测措施，规定的公差也就形同虚设，不能发挥作用。因此，应按照公差标准和检测技术要求对零部件的几何量进行检测。只接受几何量合格者，才能保证零部件在几何量方面的互换性。检测是测量与检验的总称。测量是将被测量与作为测量单位的标准量进行比较，从而确定被测量的检测过程，测量的结果能够获得具体的数值；而检验则是判断零件是否合格而不需要测出具体数值。

在几何量检测过程中将不可避免地产生或大或小的测量误差。这将导致两种误判：一是把不合格品误认为合格品而给予接受——误收；二是把合格品误认为废品而给予报废——误废。这是测量误差表现在检测方面的矛盾，需要从保证产品质量和经济性两方面综合考虑，合理地解决。

检测的目的不仅仅在于判断工件合格与否，还有积极的一面，这就是根据检测的结果，分析产生废品的原因，以便提前采取措施，设法减少和防止废品。

(2) 我国在几何量检测方面的发展历程

在我国悠久的历史上，很早就有关于几何量检测的记载。在秦朝就已经统一了度量衡制度，西汉已有了铜制卡尺。但长期的封建统治，使得科学技术未能进一步发展，检测技

术和计量器具一直处于落后的状态，直到 1949 年新中国成立后才扭转了这种局面。

1959 年国务院发布了《关于统一计量制度的命令》，1977 年国务院发布了《中华人民共和国计量管理条例》，1984 年国务院发布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》，1985 年全国人大常委会通过并由国家主席发布了《中华人民共和国计量法》。这些对于我国采用国际米制作为长度计量单位，健全各级计量机构和长度量值传递系统，保证全国计量单位统一和量值准确可靠，促进我国社会主义现代化建设和科学技术的发展具有特别重要的意义。

在建立和加强我国计量制度的同时，我国的计量器具制造业也有了较大的发展。现在已有许多量仪厂和量具刃具厂，生产了许多品种的计量仪器用于几何量检测，如万能测长仪、万能工具显微镜、万能渐开线检查仪等。此外，还能制造一些世界水平的量仪，如激光光电比长仪、激光丝杠动态检查仪、光栅式齿轮整体误差测量仪、碘稳频 612 激光器、无导轨大长度测量仪等。

思考与训练

1. 何为检测？何为检验？何为测量？
2. 检测的目的有哪些？
3. 何为误废？何为误收？

模块2 几何量测量技术基础

教学实施方案与培养目标

- [教学实施方案]** 通过任务引入,结合量块、典型的测量仪器及测量数据处理等生产中实际应用,明确教学任务;采用设问、提问、分组讨论等教学方式,调动学生学习的主动性和自觉性;通过教师有重点的课堂讲授,采用多媒体教学、互动式教学和案例教学等教学方法,结合动画演示,加深学生对课程内容的理解,提高学习效率和教学效果。
- [知识目标]**
1. 掌握测量过程的四个要素及测量方法分类和应用特点;
 2. 了解量块分类、特点、计量单位基准与量值传递;
 3. 掌握计量仪器的分类、应用特点及计量器具的基本技术性能指标;
 4. 了解测量误差的概念、来源、分类及测量精度的概念、分类;
 5. 了解等精度测量列及间接测量列的数据处理步骤和方法。
- [能力目标]**
1. 掌握长度量块的特点和使用方法;
 2. 掌握随机误差、系统误差、粗大误差、直接测量列的数据处理步骤和方法。
- [教学重点]**
1. 长度量块的特点和使用方法;
 2. 直接测量列的数据处理步骤和方法。
- [教学难点]** 随机误差、系统误差、粗大误差的处理方法。
- [考核与评价]** 主要考核学生掌握测量方法分类和应用特点、计量仪器的应用特点、长度量块的使用方法、直接测量列的数据处理步骤和方法等重点内容的程度。通过学生回答问题情况、分组讨论情况、教学互动情况、听课状态、完成思考与训练情况等综合评价学生的学习成绩。
- [建议学时]** 4~6 学时

项目 2.1 测量过程与计量单位基准

任何一个测量过程都必须有明确的被测对象和确定的计量单位,还要有与被测对象相适应的测量方法,而且测量结果还要达到所要求的测量精度。计量单位一般分为长度计量单位和角度计量单位两类。

任务 2.1.1 测量过程、计量单位基准与量值传递

任务引入: 在机械制造、电子、汽车、航空航天等领域,获得已加工零部件的几何参数一般采用技术测量的方法得到。测量过程应包含哪些内容? 计量单位采用的基准是什么?