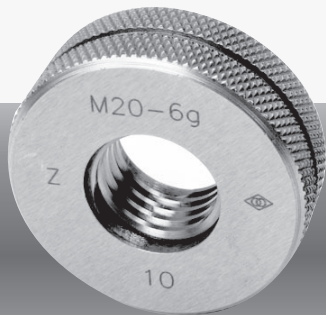
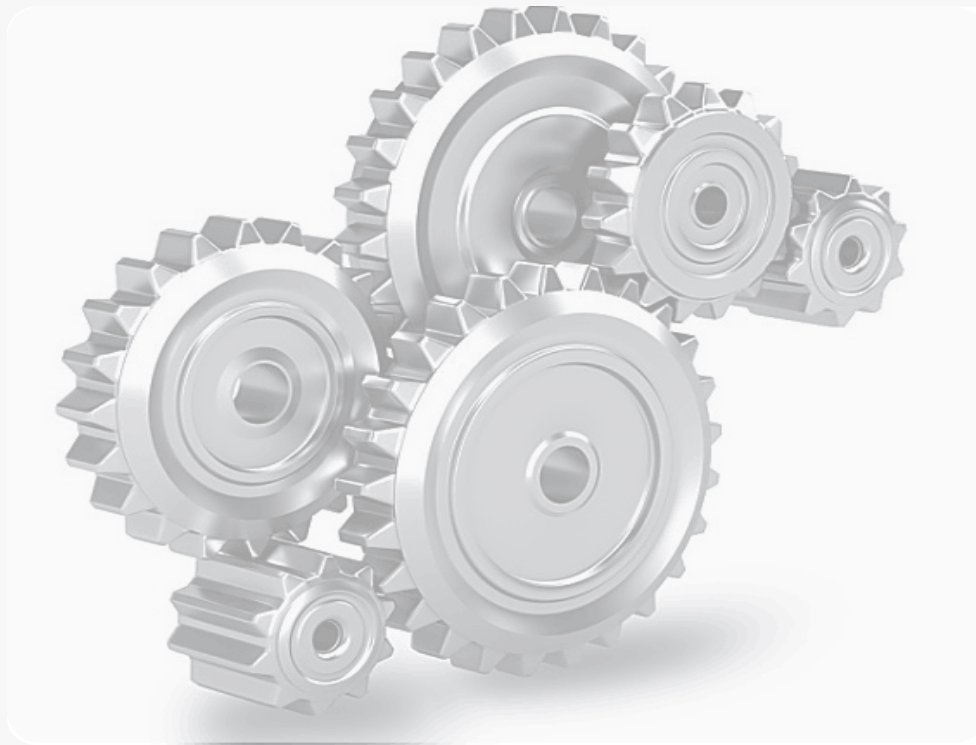




中等职业教育创新教材

“互联网+”创新型教材



极限配合与 技术测量

刘国辉 刘长志 曲杰 主编
汪强 副主编

汕头大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

极限配合与技术测量/刘国辉,刘长志,曲杰主编

.—汕头:汕头大学出版社,2017.8(2021.7重印)

ISBN 978-7-5658-3159-1

I. ①极… II. ①刘… ②刘… ③曲… III. ①公差—
配合—中等专业学校—教材②技术测量—中等专业学校—
教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 195817 号

极限配合与技术测量

JIXIAN PEIHE YU JISHU CELIANG

主 编:刘国辉 刘长志 曲 杰

责任编辑:邹 峰

责任技编:黄东生

封面设计:易 帅

出版发行:汕头大学出版社

广东省汕头市大学路 243 号汕头大学校园内 邮政编码:515063

电 话:0754-82904613

印 刷:河北砾柠印刷有限责任公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:13

字 数:277 千字

版 次:2017 年 8 月第 1 版

印 次:2021 年 7 月第 2 次印刷

定 价:33.00 元

ISBN 978-7-5658-3159-1

版权所有,翻版必究

如发现印装质量问题,请与承印厂联系退换

内 容 简 介

本书是依据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》的指导思想,参考教育部最新颁布的中等职业学校《极限配合与技术测量》教学大纲和现行的有关国家标准编写而成的。

本书共分为6个项目,主要内容包括概述、光滑圆柱形结合的极限与配合、技术测量的基本知识及常用计量器具、几何公差及其检测、表面粗糙度、螺纹结合的公差与检测。与本书配套的多媒体资源库提供了大量微课视频,让学生边听边学,实现随时随地自主学习。

本书可作为中等职业学校机电类专业的教材,也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书,还可供工程技术人员参考阅读。

前言

本书是依据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》的指导思想,参考教育部最新颁布的中等职业学校《极限配合与技术测量》教学大纲和现行的有关国家标准编写而成的。本书可作为中等职业教育机电一体化、数控技术应用、机械制造、模具设计与制造以及汽车设计与制造等专业的技术基础课教材。本书包含了极限配合与技术测量两方面的内容,与机械设计、机械制造及其质量控制密切相关,是联系设计类课程和制造工艺类课程的纽带,是从基础课向专业课过渡的桥梁。

随着中等职业教育的蓬勃发展和高等职业教学改革的不断深入,中等职业人才的培养模式、课程体系和教学内容等也应满足相关改革的要求,本书正是在汲取近几年中等职业教学实践中成功经验的基础上编写而成。由于目前教学课时的普遍压缩,因此在本书的编写过程中,力求基本概念清楚准确,整体内容精练。全书内容共分为6个项目,包括概述、光滑圆柱形结合的极限与配合、技术测量的基本知识及常用计量器具、几何公差及其检测、表面粗糙度、螺纹结合的公差与检测。

本书的编写特点主要体现在以下6个方面。

(1)实用性。根据中等职业教育的特点,突出知识的实用性。在内容编写上采用任务驱动的方式,坚持“以应用为目的,以必需、够用为度”的原则。

(2)实践性。教材中编写了大量的实训实验内容,以巩固理论知识的实际应用能力,适应了当前中等职业教学改革的需要。

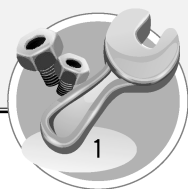
(3)通俗性。内容安排上采取重点突出、少而精、深入浅出,语言浅显易懂,更加有利于教学。

(4)新颖性。每个项目开头均设置了【学习目标】【本章概述】和【项目习题】,以便指导教学和引导学生思考,使学生及时巩固所学知识,培养其分析和解决问题的能力。

(5)先进性。本书中的名词、术语、牌号均采用国际单位制及最新的国家标准。

(6)前沿性。书中穿插大量微课(视频)二维码,帮助学生更直观地学习教学重点、难点,实现随时随地的自主学习。同时,12个在线测试二维码附在每章内容最后,学生可随时扫码进行在线测试,了解自己的学习情况。

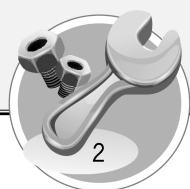
本教材建议课时分配如下。



内 容	建议学时	内 容	建议学时
概 述	4	几何公差及其检测	12
光滑圆柱形结合的极限与配合	6	表面粗糙度	8
技术测量的基本知识及常用计量器具	12	螺纹结合的公差与检测	12
总 计		54	

由于编写水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大专家、读者给予批评和指正。

编 者



目 录

CONTENTS

项目一	概述	1
	任务一 互换性概述	1
	任务二 几何量的误差、公差与测量	3
	任务三 标准与标准化	4
	任务四 优先数与优先数系	5
	任务五 本课程的性质	7
项目二	光滑圆柱形结合的极限与配合	9
	任务一 基本术语及定义	9
	任务二 极限与配合标准的基本规定	22
	任务三 公差带与配合的选用	35
项目三	技术测量的基本知识及常用计量器具	43
	任务一 技术测量概述	43
	任务二 测量长度的常用量具	50
	任务三 常用机械式量仪	64
	任务四 测量角度的常用量具	71
	任务五 其他计量器具简介	76
	任务六 光滑极限量规	81
	任务七 计量器具的选择	85
	任务八 计量器具的维护和保养	86
项目四	几何公差及其检测	89
	任务一 几何公差概述	89

任务二	几何公差的标注方法	96
任务三	几何公差及公差带	102
任务四	公差原则	119
任务五	几何误差的评定及检测	128
项目五	表面粗糙度	139
任务一	表面粗糙度概述	139
任务二	表面粗糙度的评定标准	141
任务三	表面粗糙度的符号及其标注	143
任务四	表面粗糙度的选用及检测	145
项目六	螺纹结合的公差与检测	151
任务一	螺纹概述	151
任务二	普通螺纹几何参数对螺纹互换性的影响	156
任务三	普通螺纹的公差与配合	158
任务四	螺纹的检测	170
附录	175
附表 1	轴的基本偏差数值	175
附表 2	孔的基本偏差数值	177
附表 3	轴的极限偏差 (摘自 GB/T 1800.2—2009)	179
附表 4	孔的极限偏差 (摘自 GB/T 1800.2—2009)	188
附表 5	普通螺纹偏差表 (摘自 GB/T 2516—2003)	196
参考文献	200

项目一

概述

学习目标：掌握互换性的概念、分类及作用；

掌握误差和公差的概念与几何量的测量方法；

了解标准和标准化的概念及标准的分类和级别；

了解优先数和优先数系的概念；

了解本课程的性质，为接下来的课程学习打下基础。

本章概述：本章主要介绍互换性的概念，几何量的误差、公差及测量，标准与标准化的概念及标准化与互换性生产的关系，优先数与优先数系等。

任务一 互换性概述

一、互换性的概念

互换性是指同一规格的一批产品在尺寸、功能上能够具有彼此相互替换的功能。机械制造业中的互换性是指对同一规格的一批零件或部件任取其一，不需作任何挑选、调整或附加修配（如钳工修配）就能进行装配，并且具有满足机械产品使用性能要求的一种特性。这样的一批零件或部件，称为具有互换性的零件或部件。互换性原则是产品设计的最基本原则。

例如，一批螺纹标记为 M10—6H 的螺母，如果都能与 M10—6g 的螺栓自由旋合，并且满足设计的连接可靠性要求，则这批螺母就具有互换性。

又如，车床的主轴轴承，磨损到一定程度后影响车床的使用，在这种情况下，我们换上一个相同代号的新轴承，主轴就能恢复原来的精度且满足使用性能的要求，这里的轴承作为一个部件而具有互换性。

零件或部件的互换性既包括几何参数（如零件的尺寸、形状、位置精度和表面粗糙度等）的互换性，又包括物理、机械性能参数（如强度、硬度和刚度等）的互换性。本书仅对几何参数的互换性加以论述。

二、互换性的分类

互换性的分类方法有两种。

★ 微视频



互换性概述



第一种是按互换性的程度分,可分为完全互换性(也称绝对互换)和不完全互换性(也称有限互换)。完全互换性是指当零件在装配或更换时,不需做任何选择、调整、辅助加工或修配,就能满足预期的使用要求。不完全互换性是指零件在装配前允许有附加的选择,待加工完后,稍加筛选、修配,即能满足互换性要求。

第二种是按互换性的部位分,可分为外互换和内互换。外互换是指同规格部件或机构的外形尺寸的互换。内互换是指组成部件或机构的内部零件几何参数的互换。例如,滚动轴承的外圈外径与机座孔、内圈内径与轴颈的配合为外互换;内、外圈滚道的直径与滚动体直径的配合为内互换。

若装配精度高,采用完全互换性要求零件的制造公差很小,从而造成加工困难,这样制造成本也显著增加。这时,可将零件的制造公差放大,以便于加工。对加工后的零件,通过测量将零件按其实际尺寸的大小分成若干组,使各组内零件间实际尺寸的差别变小,再按对应组进行装配,这样既保证了预定的装配精度,又解决了零件加工困难的问题,也不会过多地增加制造成本。这种组内零件具有互换性,而组与组之间零件不具备互换性,属于不完全互换。例如,滚动轴承是标准化部件,其外圈外径与机座孔直径的配合尺寸以及内圈内径与轴颈直径的配合尺寸均采用完全互换;而内、外圈滚道的直径与滚动体直径的配合尺寸,因其装配精度要求很高,采用的是不完全互换性。

一般来讲,不完全互换性只用于部件或机构制造厂内部的装配;而厂际协作,则往往采用完全互换。

三、互换性的作用

互换性广泛用于机械制造的产品设计、零件的制造和装配、机器的使用和维修各个领域。

在设计方面,按互换性原则进行设计可以简化设计过程,缩短设计周期,并有利于应用计算机辅助设计。互换性原则对于发展系列产品、促进产品结构性能的不断改进、使产品不断更新换代、满足日新月异的市场需求,具有重大作用。

在制造方面,当零件具有互换性时,可采用分散加工,这样能促使高效率的生产,便于组织社会化大生产协作,进行专门化生产。由于产品单一、分工精细,可采用专用设备提高劳动生产率。

在装配方面,当零件具有互换性时,可采用集中装配,这样可大幅度地提高装配效率,也为实现装配过程的机械化和自动化创造条件,从而可减轻装配工人的劳动强度,进一步提高劳动生产率。

在使用和维修方面,互换性有其不可取代的作用。当零部件磨损或损坏时,可快速维修或更换,从而缩短维修时间,提高机器的利用率,并延长机器的使用寿命,保证机器工作的连续性和持久性。

总之,遵循互换性原则进行设计、制造、装配、使用和维修,可大大降低产品成本,提高生产率,降低劳动强度,也为标准化、系列化、通用化奠定基础。因此,互换性原则是机械制造



业中的重要生产原则和有效技术措施。

任务二 几何量的误差、公差与测量

一、几何量的误差和公差

要保证零件具有互换性,就必须保证零件几何参数的准确性(即加工精度)。在零件的加工过程中,由于机床精度、计量器具精度、操作人员技术水平以及生产环境等诸多因素的影响,其加工后得到的几何参数会不可避免地偏离设计时的理想要求而产生误差,这样的误差称为零件的几何量误差。几何量误差主要包括尺寸误差、形状误差、位置误差和表面微观形状误差(表面粗糙度)等。

虽然零件上的几何量误差可能会影响零件的使用功能和互换性,但实践证明,只要将这些误差控制在一定的范围内,即将零件几何量实际值的变动限制在一定范围内,保证同一规格的零件彼此充分近似,则零件的使用功能和互换性都能得到保证。因此,为了限制几何量误差,提出了公差的概念。

几何量的公差是指工件尺寸、几何形状和相互位置参数允许存在的变动范围,它包括尺寸公差和几何公差等。工件的误差在公差内,为合格件;超出公差,为不合格件。只有将零件的误差控制在相应的公差内,才能保证互换性。误差是在加工过程中产生的,而公差则是由设计人员给定的。

二、几何量的测量

实践证明,要保证零件的使用功能和互换性,不仅要对产品各零部件的几何量规定合理的公差,还要有相应的测量措施。只有通过测量,才能判断零件的几何量误差是否控制在公差内。因此,测量是生产中不可缺少的技术手段,是实现互换性生产的技术保证。

测量的目的,不仅在于判断零件是否合格,还要依据测量的结果,分析产生不合格的原因,及时采取必要的工艺措施,提高加工精度,减少不合格产品,提高合格率,从而降低生产成本和提高生产率。

几何量测量在我国具有悠久的历史。早在秦朝,就已统一了度量制度。但由于我国历史上长期的封建统治,科学技术未能得到发展,测量技术和计量器具处于落后状态,直到新中国成立后才扭转这种局面。1959年国务院发布《关于统一计量制度的命令》,正式确定采用国际米制作为我国的基本长度计量单位。1977年国务院发布《中华人民共和国计量管理条例》,健全各级计量机构和长度量值传递系统,保证全国计量单位的统一。1984年发布《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》,在全国范围内统一实行以国际单位制为基础的法定计量单位。1985年颁布了计量法。这样,在国家、省市、企业各级计量机构的管理下,我国的长度计量单位基本得到统一,尺寸的准确传递也得以实现。与此同时,我国的计



量仪器也有较大的发展,不仅能生产较多品种的计量仪器,而且计量仪器的精度也得到很大的提高,有些甚至达到世界领先水平。

任务三 标准与标准化

一、标准与标准化的概念

要实现互换性,则要求设计、制造、检验等工作按照统一标准进行。在国家标准《标准化工作指南 第1部分:标准化和相关活动的通用术语》(GB/T 20000.1—2014)中,把“标准”定义为“为了在一定的范围内获得最佳秩序,经协商一致制定并由公认机构批准,共同使用的和重复使用的一种规范性文件”。

“标准”属于一种“规定”,它的制定是以科学、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。“标准化”的定义是“为了在一定范围内获得最佳秩序,对现实问题或潜在问题制定共同使用或重复使用的条款的活动”。标准化主要包括编制、发布和实施标准的过程。由此可见,制定“标准”是“标准化”中的一项工作。

二、标准的分类与级别

1. 标准的分类

根据标准化对象的特征的不同,标准可分为基础标准、产品标准、方法标准、卫生标准、安全与环境保护标准等。其中,以标准化共性要求和前提条件为对象的标准称为基础标准,如计量单位、术语、符号、优先数系、机械制图、极限与配合、零件结构要素等。这类标准具有最一般的共性,因而是通用性最强的标准。本课程主要涉及的就是此类标准,如极限与配合标准、几何公差标准、表面粗糙度标准等。

2. 标准的级别

目前我国标准分为四级,即国家标准、专业标准(部委标准)、地方标准和企业标准。

(1)国家标准。由国家标准化主管部门审批颁布,对全国经济技术发展有重大意义,必须在全国范围内统一执行的标准称为国家标准,国家标准分为强制性国标(GB)和推荐性国标(GB/T)。例如,代号 GB/T 9439—2010 中 GB/T 代表推荐性国家标准,9439 代表标准编号,2010 代表标准颁布的年代。

(2)专业标准。由专业(或部委)标准化部门批准发布,在专业范围内统一执行的标准称为专业标准(又称部委标准)。

(3)地方标准。由地方标准化主管部门审批颁发的标准称为地方标准。通常是在没有国家标准或国家标准不能满足需要的情况下,依据某地区的特殊情况发布的仅在该地区范



围内统一执行的标准。

(4)企业标准。在企业内部所制定颁发的标准称为企业标准,用代号 QB 表示。

从世界范围看,还有国际标准和区域标准。国际标准是指由国际标准化组织和国际电工委员会等国际组织颁发的标准。区域标准是指世界某一区域标准化团体颁发的标准或采用的技术规范。

一般来说,国家标准、专业标准和企业标准为强制执行的标准,且专业标准和企业标准不得与国家标准相抵触,企业标准不得与专业标准相抵触。而国际标准为推荐和指导性标准,不能强迫执行。但由于国际标准的先进性和通用性,以及国际相互技术交流的需要,世界各国纷纷修订自己的国家标准,以便向国际标准靠拢。

三、标准化与互换性生产的关系

标准化是实现互换性的前提。现代化生产的特点是规模大、分工细、协作多,为适应生产中各个单位、部门之间的协调和衔接,必然通过“标准”使分散的、局部的生产部门和生产环节保持必要的统一。因此,标准化是保证互换性生产的手段,而互换性又为标准化及其进一步发展提供条件。可以说,如果不要求互换性,就不需要进行标准化。

四、标准化的作用

从作用上讲,标准化的影响是多方面的。世界各国的经济发展过程表明,标准化是组织现代化大生产的重要手段,是实现专业化协作生产的必要前提,是科学管理的重要组成部分。标准化同时是联系科研、设计、生产和使用等方面的纽带,是使整个社会经济合理化的技术基础。

标准化也是发展贸易、提高产品在国际市场上竞争能力的技术保证。现代化的程度越高,对标准化的要求也越高。实施标准化,对于加速发展国民经济,提高产品和工程建设质量,提高劳动生产率,加强环境保护和安全卫生以及改善人民生活等都有重要的作用。

任务四 优先数与优先数系

在产品设计中,需要确定许多技术参数。即使同一类产品的同一技术参数,也需要不同的取值,以形成不同规格的产品系列,来满足不同情况下的使用要求。产品系列的确定是否合理,与技术参数的数值如何选择密切相关。当选定一个数值作为某产品的参数指标时,这个数值就会按一定的规律,向一切有关材料和制品的相应指标传播。例如,若螺纹孔的直径尺寸确定,则其相应的攻丝前钻孔用的钻头直径、加工螺纹所用的丝锥尺寸以及检验该螺纹孔所用的螺纹塞规尺寸等也随之确定下来,这种情况称为数值的传播。因此,为了既能满足用户对产品的多种需要,又能简化生产,节约原材料,降低成本,必须对产品的技术参数进行合理的简化和统一。优先数和优先数系正是进行这种简化和统一的一种科学的数值制度。



国家标准《优先数和优先数系》(GB/T 321—2005)规定的优先数系是指由公比为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 和 $\sqrt[80]{10}$ ，且项值中含有10的整数幂的常用圆整值。各数列分别用符号R5、R10、R20、R40和R80表示，称为R5、R10、R20、R40和R80系列。其中，前4个系列为常用的基本系列，而R80则作为补偿系列。前4个系列的公比分别为

$$\text{R5 系列的公比 } q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.5849 \approx 1.60$$

$$\text{R10 系列的公比 } q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.2589 \approx 1.25$$

$$\text{R20 系列的公比 } q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.1220 \approx 1.12$$

$$\text{R40 系列的公比 } q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.0593 \approx 1.06$$

优先数系中的任何一个项值均为优先数，其值如表1-1所示。从表1-1可以发现，R5系列的项值包含在R10系列中，R10系列的项值包含在R20系列之中，R20系列的项值包含在R40系列之中。此外，为了使优先数系有更大的适应性，可从基本系列中每隔几项选取一个优先数，组成一个新的系列，这种新的系列称为派生系列。例如，派生系列 $R_{\frac{10}{2}}$ 就是从基本系列R10中每隔一项取出一个优先数组成的，当首项为1时， $R_{\frac{10}{2}}$ 系列为1.00, 1.60, 2.50, 4.00, 6.30, 10.00, …

采用等比数列作为优先数系可使相邻两个优先数的相对差相同，且运算方便，简单易记。选用基本系列时，应遵守先疏后密的规则，即应当按照R5、R10、R20、R40的顺序，优先采用公比较大的基本系列，以免规格过多。

表 1-1 优先数系的基本系列(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	2.24	2.24	6.30	6.30	5.00	5.00
		1.06				2.36				5.30	
		1.12	1.12			2.50	2.50			5.60	5.60
		1.18				2.65				6.00	
	1.25	1.25	2.80			2.80	6.30			6.30	
	1.32		3.00				6.70				
	1.40	1.40	3.15			3.15	7.10			7.10	
	1.50		3.35				7.50				
	1.60	1.60	3.55			3.55	8.00			8.00	
	1.70		3.75				8.50				
1.60	1.60	1.60	1.60	4.00	4.00	4.00	4.00	10.00	10.00	8.00	8.00
		1.70				4.25				9.00	9.00
		1.80	1.80			4.50	4.50			10.00	10.00
		1.90				4.75				10.00	
	2.00	2.00									
	2.12										



任务五 本课程的性质

本课程比较全面地讲述了机械加工中有关尺寸公差、几何公差、表面粗糙度、螺纹公差及技术测量等方面的基础知识。在教学计划中,本课程是联系设计类课程和机械制造工艺类课程的纽带,是从基础课向专业课过渡的桥梁。

在学习本课程前,应具有一定的机械原理和机械制图方面的知识和初步的生产实践知识。学习本课程时,应将本课程的学习与机械工艺类课程的学习及生产实习结合起来,相互促进,进一步理解和掌握本课程的内容。

学习完本课程后,应达到如下基本要求。

- (1)掌握互换性和标准化的基本概念及有关的基本术语和定义;
- (2)掌握几何量公差的内容、特点及测量;
- (3)掌握公差与配合方面的基本计算方法;
- (4)掌握几何量公差代号的标注和识读;
- (5)理解常用量具的读数原理和使用方法。

项目习题

1. 什么是互换性? 完全互换性和不完全互换性有什么区别?
2. 简述互换性原则的技术和经济意义。
3. 几何量的误差包括哪些内容? 产生几何量误差的主要因素有哪些?
4. 什么是标准? 什么是标准化? 标准化的作用是什么?
5. 如何理解标准化和互换性生产的关系?
6. 什么是优先数系? 基本系列有哪些?

★ 测试题



选择题

★ 测试题



判断题



