



国家级职业教育规划教材  
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校机械设计制造类专业

# 公差配合与技术测量

# GN<sub>H</sub>

Jixie Sheji Zhizao Lei Zhuanye

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

Gaodengzhiye Jishuyuanxiao



中国劳动社会保障出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

公差配合与技术测量/乔元信主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2006.7

国家级职业教育规划教材 高等职业技术学院机械设计制造类专业

ISBN 7-5045-5738-2

I. 公… II. 乔… III. ①公差-配合-高等学校:技术学校-教材 ②技术测量-高等学校:技术学校-教材 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 068485 号

**中国劳动社会保障出版社出版发行**

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

\*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 11.75印张 284千字

2006年7月第1版 2006年7月第1次印刷

定价:20.00元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64911344

# 前 言

为了贯彻落实全国职业教育工作会议精神，切实解决目前机械设计制造类专业（包括数控技术、模具设计与制造）教材不能满足高等职业技术学院教学改革和培养高等技术应用型人才需要的问题，劳动和社会保障部教材办公室组织一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业一线专家，在充分调研的基础上，共同研究、制订机械设计制造类专业培养计划和教学大纲，并编写了相关课程的教材，共有 40 余种。

在教材的编写过程中，我们贯彻了以下编写原则：

一是充分汲取高等职业技术学院在探索培养高等技术应用型人才方面取得的成功经验和教学成果，从职业（岗位）分析入手，构建培养计划，确定相关课程的教学目标；二是以国家职业标准为依据，使内容分别涵盖数控车工、数控铣工、加工中心操作工、车工、工具钳工、制图员等国家职业标准的相关要求；三是贯彻先进的教学理念，以技能训练为主线、相关知识为支撑，较好地处理了理论教学与技能训练的关系，切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想；四是突出教材的先进性，较多地编入新技术、新设备、新材料、新工艺的内容，以期缩短学校教育与企业需要的距离，更好地满足企业用人的需要；五是以实际案例为切入点，并尽量采用以图代文的编写形式，降低学习难度，提高学生的学习兴趣。

在上述教材的编写过程中，得到有关省市教育部门、劳动和社会保障部门以及一些高等职业技术学院的大力支持，教材的诸位主编、参编、主审等做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2005 年 6 月

## 内 容 简 介

本书为国家级职业教育规划教材。

本书根据高等职业技术学院教学计划和教学大纲，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。主要包括：概论、极限配合及尺寸检测、检测形位误差、检测表面粗糙度以及其他常用零件的检测等。

本书为高等职业技术学院机械设计制造类专业教材，也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校机械设计制造类专业教材，或作为自学用书。

本书由乔元信主编，王公安副主编，孟庆祥、王文显、刘风军参加编写，由王生宁、陈志毅审稿。

# 目 录

## 《国家级职业教育规划教材》 CONTENTS

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>模块一 概论</b> .....         | 1  |
| 任务 1 认识互换性及公差 .....         | 1  |
| 任务 2 了解标准化和几何量检测 .....      | 5  |
| 任务 3 了解本课程 .....            | 9  |
| 思考与练习 .....                 | 10 |
| <b>模块二 极限配合及尺寸检测</b> .....  | 11 |
| 任务 1 认识孔、轴的尺寸 .....         | 12 |
| 任务 2 使用游标卡尺 .....           | 15 |
| 任务 3 识读偏差 .....             | 21 |
| 任务 4 使用千分尺 .....            | 24 |
| 任务 5 认识尺寸公差 .....           | 28 |
| 任务 6 认识基本偏差 .....           | 35 |
| 任务 7 认识配合 .....             | 40 |
| 任务 8 识读和选用公差带及配合 .....      | 48 |
| 任务 9 确定验收极限 .....           | 53 |
| 思考与练习 .....                 | 57 |
| <b>模块三 检测形位误差</b> .....     | 59 |
| 任务 1 认识检测形位误差的常用量具和量仪 ..... | 60 |
| 任务 2 识读形状公差的标注 .....        | 65 |
| 任务 3 检测直线度误差 .....          | 75 |
| 任务 4 检测平面度误差 .....          | 79 |
| 任务 5 检测圆度和圆柱度误差 .....       | 81 |
| 任务 6 检测线轮廓度和面轮廓度误差 .....    | 86 |

|                                               |            |
|-----------------------------------------------|------------|
| 任务 7 识读位置公差标注 .....                           | 88         |
| 任务 8 检测平行度误差 .....                            | 96         |
| 任务 9 检测垂直度误差和倾斜度误差 .....                      | 101        |
| 任务 10 检测位置度、同轴度和对称度误差 .....                   | 108        |
| 任务 11 检测跳动位置误差 .....                          | 113        |
| 思考与练习 .....                                   | 119        |
| <b>模块四 检测表面粗糙度 .....</b>                      | <b>122</b> |
| 任务 1 识读表面粗糙度代号 .....                          | 123        |
| 任务 2 标注表面粗糙度代号 .....                          | 129        |
| 任务 3 选用与检测表面粗糙度 .....                         | 134        |
| 思考与练习 .....                                   | 139        |
| <b>模块五 其他常用零件的检测 .....</b>                    | <b>140</b> |
| 任务 1 检测圆锥角度或锥度 .....                          | 140        |
| 任务 2 检测普通螺纹 .....                             | 152        |
| 任务 3 检测梯形螺纹 .....                             | 162        |
| 任务 4 检测圆柱齿轮 .....                             | 170        |
| 思考与练习 .....                                   | 177        |
| <b>附表 1 孔的基本偏差数值 (GB/T 1800.3—1998) .....</b> | <b>178</b> |
| <b>附表 2 轴的基本偏差数值 (GB/T 1800.3—1998) .....</b> | <b>180</b> |

# 模块一

## 概 论

### 任务 1 认识互换性及公差

#### 知识点

- ◎互换性的概念；
- ◎公差的概念。

#### 一、任务描述及分析

互换性是什么？当我们去参观工厂的装配车间时，仔细观察就会发现，工人师傅在装配时，对同一规格的一批零件或部件，不经任何挑选、调整或辅助加工，任取其一进行装配，就能满足机械产品的设计使用性能要求。我们会问，这是为什么？这是因为零（部）件具有互换性。例如，摩托车是现代生活中的交通工具之一。摩托车的零部件大约有几千个，而这些零部件是由分布在全国甚至全世界的上百家专业零部件生产厂加工的，然后汇集到摩托车厂的装配自动生产线上（见图 1—1），几分钟就能装配完一辆摩托车。不难想象，如果不能从制成的同一规格的零件或部件中任取一件，直接装到摩托车上，高效率地装配摩托车是无法实现的。

当我们继续参观工厂的加工车间时，就会发现，工人师傅在按图样要求加工工件。图样上，对零部件的尺寸、形状、位置和表面微观形状等几何参数都提出了要求。这些要求，就是我们常说的“公差”。

#### 二、相关知识

零件几何参数包括尺寸大小、几何形状、相互位置、表面粗糙度、角度和锥度等。





图 1—1 摩托车装配自动生产线

### 三、任务实施

#### 1. 互换性的定义

制成的同一规格的一批零件（或部件），不需作任何挑选、调整或辅助加工（如钳工修配）就能进行装配，并能满足机器规定的使用功能要求的特性，称为互换性。

互换性在工业及日常生活中到处都能遇到。例如，机器上丢了一个螺钉，可以按相同的规格装上一个；灯泡坏了，可以换个新的；缝纫机、钟表的零部件磨损了，换上相同规格新的零部件，即能满足使用要求。如图 1—2 所示的自行车，如果脚踏已经损坏，则任取一个相同规格新的脚踏（见图 1—3a），用手拧上后（见图 1—3b），再用扳手紧固，同样可以满足使用要求。图 1—4 所示的偏心销和飞轮也是自行车上经常更换的具有互换性的易损件。



图 1—2 自行车



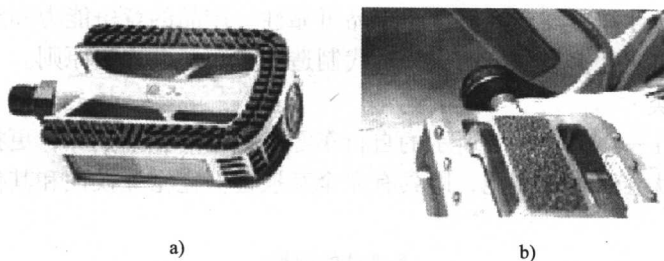


图 1—3 自行车上的脚踏及安装

a) 脚踏 b) 安装脚踏

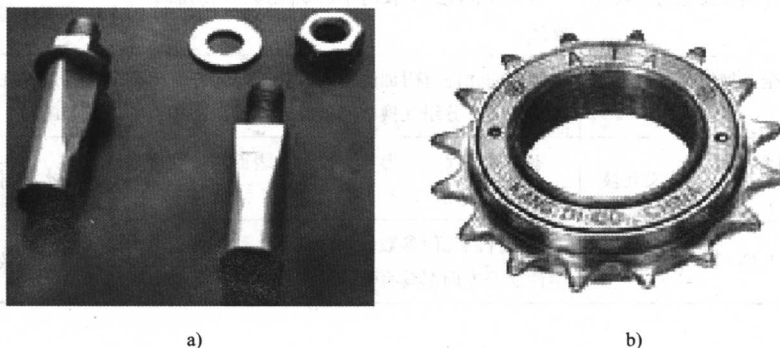


图 1—4 自行车上常见的易损件

a) 偏心销 b) 飞轮

## 2. 互换性的作用

分析具有互换性的摩托车和自行车零部件，可以看出互换性的作用主要体现在以下 3 个方面：

(1) 在设计方面 能最大限度地使用标准件，如图 1—5 所示的自行车车轴上的螺母 1、垫圈 2 等就是标准件。它可以简化绘图和计算的工作量，缩短设计周期，并有利于产品更新换代和计算机辅助设计 (CAD) 技术的应用。

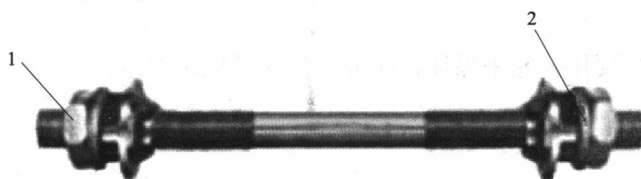


图 1—5 自行车前轴

1—螺母 2—垫圈

(2) 在制造方面 有利于组织专业化生产，使用专用设备和计算机辅助制造 (CAM) 技术；有利于装配过程的机械化、自动化，实现高效率的装配。

(3) 在使用和维修方面 便于及时更换已经磨损或损坏了的零部件，减少机器的维修时间和费用，提高设备的使用效率和使用价值，如分布在城乡各处的自行车维修点皆可对自行车配件进行更换，极大地方便了自行车用户。

综上所述,互换性在提高产品质量、产品可靠性、产品的竞争能力和经济效益等方面均具有重大意义,目前,互换性原则已成为现代制造业中普遍遵守的原则。

### 3. 互换性的种类

如图 1—3、图 1—4 和图 1—5 所示的自行车零部件已磨损或损坏,更换规格代号相同的另一配件,自行车就会恢复其性能,即具有完全互换性。完全互换性和其他互换性的具体内容,见表 1—1。

表 1—1

互换性的种类

| 分类根据     | 种类             |      | 互换条件 (或互换内容)                              | 应用场合           |
|----------|----------------|------|-------------------------------------------|----------------|
| 按互换程度来分  | 完全互换性又称为无限互换性  |      | 零部件装配或更换时不需要挑选、辅助加工与修配                    | 零部件需厂际间协作时     |
|          | 不完全互换性又称为有限互换性 |      | 装配前允许有附加的挑选,装配时允许有附加的调整 (有分组互换法和修配、调整法两种) | 零部件在同一个厂制造或装配时 |
| 按互换的范围来分 | 几何参数互换         | 狭义互换 | 零部件的尺寸、形状、位置及表面粗糙度等参数具有互换性                | 是本教材研究的范围      |
|          | 功能互换           | 广义互换 | 零部件的几何参数、物理性能、化学性能及力学性能等方面都具有互换性          | 不是本教材研究的范围     |

### 4. 公差

由于机床加工精度、操作者的技能水平和生产环境等各种因素的影响,被加工工件的几何参数难以做到理想状态;即使同一个人,使用同一台机床加工,也很难做得一模一样,总有或大或小的加工误差。加工误差是指实际几何参数对其设计理想值的偏离程度。

事实上,把同一规格的一批零件的几何参数做得完全一致是不可能的,也是不必要的。在机器的使用过程中,人们发现,只要控制其零部件的各种参数值,在规定的范围内,就能满足机器的使用功能要求 (也就保证了零部件的互换性),这正是我们下面要学习的内容。

为了控制工件的尺寸、形状、位置和表面微观形状等几何参数的误差。我们把几何参数允许变动的范围称为公差,它包括尺寸公差、形状公差、位置公差和表面粗糙度,各种表示方法如图 1—6 所示。

可以看出,互换性要用公差来保证,而公差是为了控制误差。

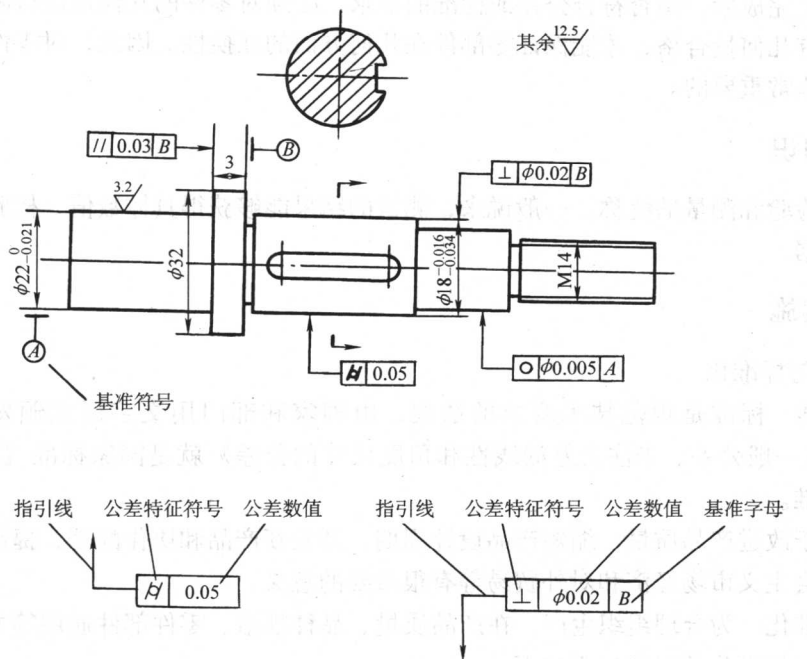


图 1—6 台阶轴

## 随堂训练

1. 日常生活中，互换性的例子随处可见，你能列举几个吗？
2. 具有互换性的零件，其几何参数是否必须制成绝对一致？
3. 几何参数变动的范围可否称为公差？

## 任务 2 了解标准化和几何量检测

### 知识点

- ◎ 标准与标准化；
- ◎ 几何量检测。

### 一、任务描述及分析

现代制造业，其特点是规模大（产品批量大和零部件品种多）、分工细、协作单位多、零件互换性要求高。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。标准与标准化正是实现这种要求的主要途径和手段。

零件加工完成后,是否符合公差或标准的要求,必须对零件的几何量进行测量和检验才能得知。只有几何量合格,才能保证零部件在几何方面的互换性。因此,对零件的几何量进行检测,是非常重要的。

## 二、相关知识

检测是检验和测量的统称。一般说来,测量的结果能够获得具体数值,检验的结果是判断合格的依据。

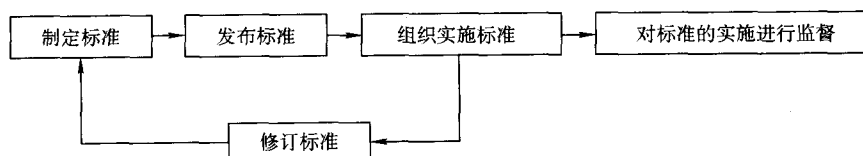
## 三、任务实施

### 1. 标准与标准化

(1) 标准 标准是规范技术要求的法规,由国家和部门用文字形式颁发。如:GB/T 1804—2000《一般公差、未注公差的线性和角度尺寸的公差》就是国家标准《极限与配合》中的一项标准。

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,提高社会经济效益,发展社会主义市场经济和对外贸易等有很重要的意义。

(2) 标准化 为合理组织生产,在产品质量、品种规格、零件部件通用等方面规定统一的技术标准。标准化的工作过程如下:



标准化是社会化生产的重要手段,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,防止贸易壁垒,促进技术合作方面具有特别重要的意义。标准化是实行互换性生产的基础。

### 2. 国际化的发展历程

1902年英国伦敦以生产剪羊毛机为主的纽瓦尔(Newall)公司编制出版的极限表,是世界上最早的极限与配合标准。

20世纪30年代前后,各工业国家相继颁布了公差与配合标准,德国标准(DIN)最早采用了基孔制和基轴制,提出了公差单位的概念,将精度等级和配合分开,并规定了20℃为标准温度。

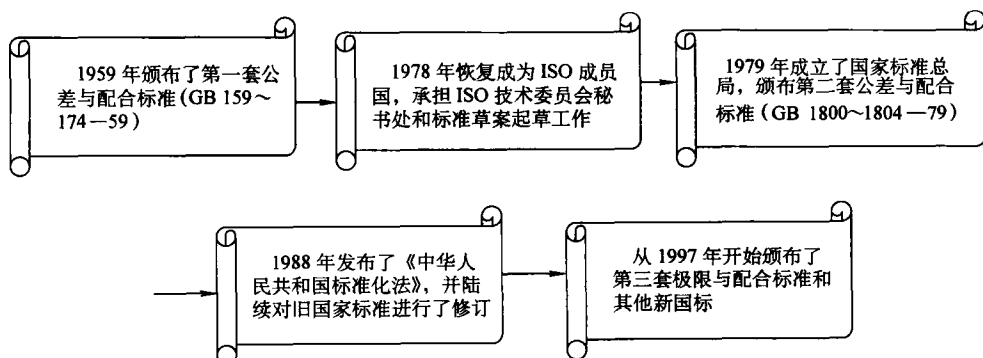
1926年国际标准化协会(ISA)成立,1935年颁布了国际公差制ISA的草案,第二次世界大战以后,于1947年重建国际标准化组织(ISO),1962年颁布ISO/R 286—1962极限与配合制,1969年ISO理事会决定10月14日为“世界标准日”。

目前,ISO是世界上最大的国际性标准化机构,到2004年底已制定了约20 000个国际标准。

### 3. 我国标准化的发展历程

我国的标准化是在新中国成立后得到重视并吸收了一些国家在公差标准方面的经验发展

起来的。我国标准化的发展历程为：



我国积极采用国际标准和国外先进标准, 并将逐步建成与国际标准水平相当、适合我国国情、技术先进的国家标准体系, 来迎接世界制造业逐步向中国转移的新形势。

由于零部件的加工误差不可避免, 决定了必须采用先进的公差标准, 对零部件的几何量规定合理的公差, 用以实现零部件的互换性。若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。

#### 4. 几何量检测的重要性

几何量检测是组织互换性生产必不可少的重要措施。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。只有几何量合格, 才能保证零部件在几何方面的互换性。

检测是检验和测量的统称。测量的结果能够获得具体的数值, 如用游标卡尺测量工件, 如图 1—7a 所示; 而检验的结果则只能判断合格与否, 却不能获得具体数值, 如用卡规检验工件, 如图 1—7b 所示。

必须注意到, 在检测过程中又会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予以接受——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, 就是根据检测的结果, 分析产生废品的原因, 以便设法减少和防止废品。

#### 5. 我国在几何量检测方面的发展历程

我国历史上关于几何量检测的记载: 商朝时期已有象牙制成的尺, 秦朝统一了度量衡, 西汉末出现了铜制卡尺。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。

国务院于 1959 年发布了《关于统一计量制度的命令》, 1977 年发布了《中华人民共和国计量管理条例》, 1984 年又发布了《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, 保证全国计量单位统一和量制的准确可靠, 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

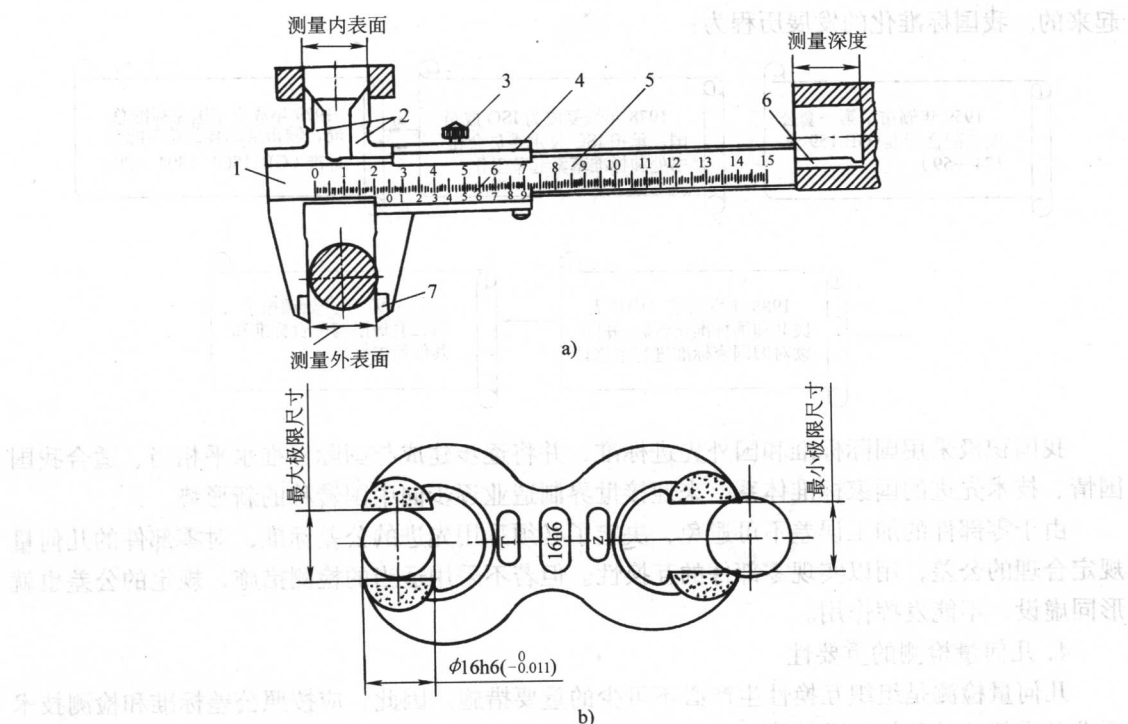


图 1—7 检测工件

a) 用游标卡尺测量 b) 用卡规检验

1—尺身 2—内测量爪 3—紧固螺钉 4—尺框 5—游标 6—深度尺 7—外测量爪

多量具量仪厂，生产的多种计量仪器用于几何量检测，如万能测长仪、万能工具显微镜（见图 1—8）、万能渐开线检查仪、三坐标测量机（见图 1—9）等。目前，我国生产的激光光电比长仪、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已跨入世界先进行列。

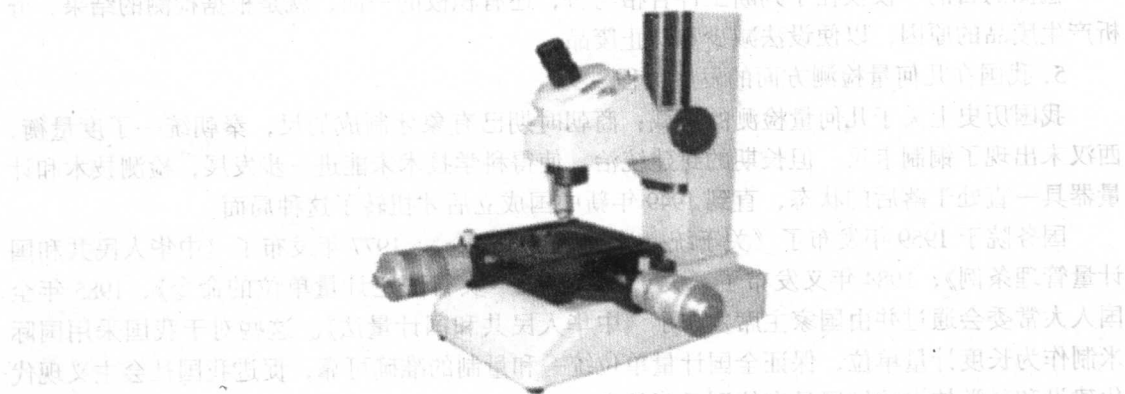


图 1—8 万能工具显微镜

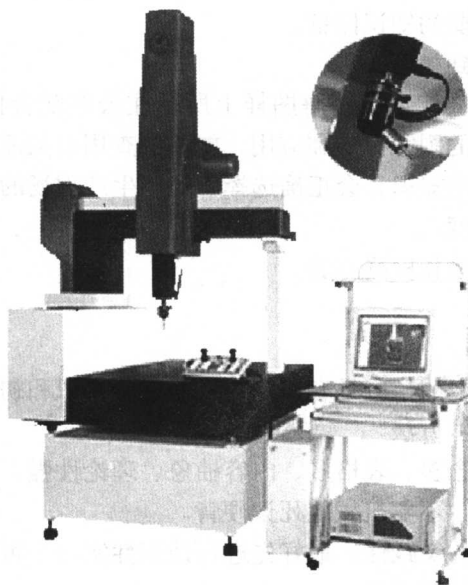


图 1—9 三坐标测量机

### 随堂训练

1. 何谓标准与标准化?
2. 何谓检测? 试分别举出测量和检测工件的实例。
3. 试简述标准、公差、检测技术和互换性的关系。

## 任务 3 了解本课程

### 知识点

◎课程的性质、内容和任务。

### 一、任务描述及分析

#### 1. 课程的性质和内容

《公差配合与技术测量》是高等职业院校机械类各专业的一门重要技术基础课,是联系其他技术基础课和专业课的纽带,是从基础课学习过渡到专业课学习的桥梁。

本课程主要内容包括:概论、极限配合与尺寸检测、检测形位公差、检测表面粗糙度以及检测其他常用零件。

#### 2. 课程的任务和要求

本课程的主要任务:通过对本课程的学习,使学生获得机械类高级技能人才必须具备的公差与检测方面的基本知识和技能。为学生学习专业课及生产实习打好基础,同时也为学生



进行技术设计和创新提供必要的知识储备。

学完本课程应使学生达到如下要求：

- (1) 了解互换性的知识，能正确理解图样上所标注公差配合代号的含义；掌握极限配合、形位公差和表面粗糙度的国家标准和应用，能熟练查用有关表格。
- (2) 掌握测量技术的基本知识，会正确选择、使用生产现场的常用量具、量仪检测工件尺寸、形位误差和表面粗糙度。
- (3) 熟悉常用零件的公差和检测方法。

## 二、任务实施

- (1) 学生在学习本课程之前，应具有一定的专业理论知识和初步的生产实践知识，能读简单图样，并了解图样的标注方法。
- (2) 本课程的特点是概念多、表格多、内容抽象、理论性强。在学习的过程中，要在正确理解的基础上，熟记要点，不要机械地死记硬背。
- (3) 检测技术具有较强的实践性。最好先进行认识性实习，再学习检测知识，最后在生产或实习工厂进行现场检测技能练习。
- (4) 充分发挥技能课的优势，利用技能训练中所获得的感性知识来促进本课程的学习，同时将所学理论知识运用到专业课和技能课中去，进一步加深理解和掌握本课程的内容。

## 思考与练习

1. 举例说明互换性原则在现代制造业中的意义。
2. 完全互换性与不完全互换性有何区别？并举例说明各自的应用场合。
3. 具有互换性的零件，其几何参数必须制成绝对准确和一致吗？举例说明。
4. 试述标准化、公差、检测技术和互换性的关系。

## 模块二

### 极限配合及尺寸检测

图 2—1a 所示为机床润滑系统的齿轮油泵，通过齿轮轴 2 的旋转，并在大气压力作用下，把润滑油输送到各油路中。图 2—1b 所示为齿轮油泵的装配图， $(40 \pm 0.02)$  mm 体现了主动齿轮轴 2 与从动轴 3 间的中心距尺寸； $85_{-0.34}^{+0.12}$  mm 体现了齿轮轴 2 与泵体底座间的高度尺寸。而代号  $\phi 18H7/f7$  体现了齿轮轴 2 与泵体 1 内孔间及从动轮 4 与从动轴 3 间孔与轴的配合状态。掌握极限配合的专业基础知识和相关的国家标准是本模块的主要任务。

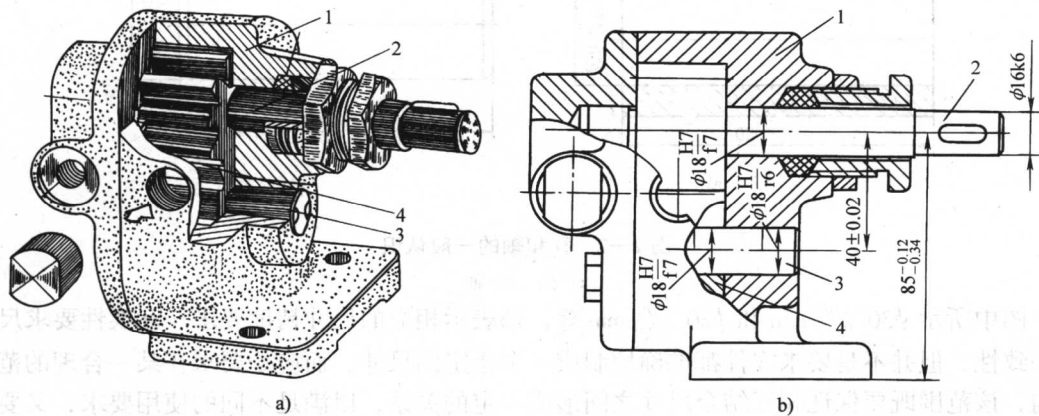


图 2—1 机床润滑系统的齿轮油泵

a) 齿轮油泵 b) 装配图

1—泵体 2—齿轮轴 3—从动轴 4—从动轮