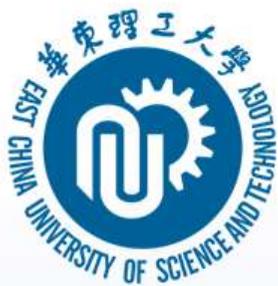




# 《工程基本制造技能训练》 ——测量

工程训练中心  
2020年





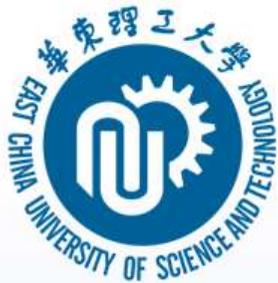
# 《工程基本制造技能训练》—测量

## 主要内容

测量技术简介

测量基本概念

测量安全规程



# 一、测量技术简介

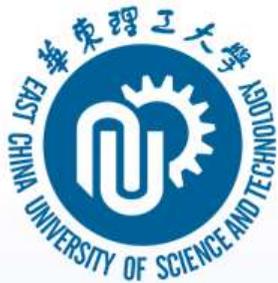
## 1、测量意义与发展

**科学始于测量,没有测量,便没有精密的科学。**

**——门捷列夫**

**信息技术包括测量技术、计算机技术和通信技术,测量技术是信息技术的关键和基础。**

**——钱学森**



# 一、测量技术简介

## 1.1 测量意义与发展

现代精密测量技术是一门集光学、电子、传感器、图像、制造及计算机技术为一体的综合性交叉学科，涉及广泛的学科领域，它的发展需要众多相关学科的支持。

现代测量技术的发展趋势：

精密化

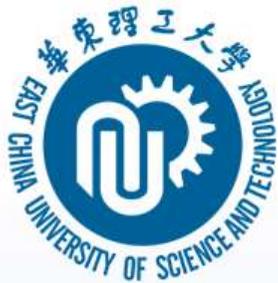
自动化

智能化

集成化

非接触化

多功能化

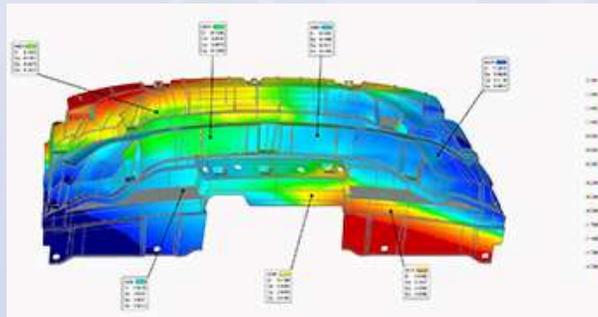


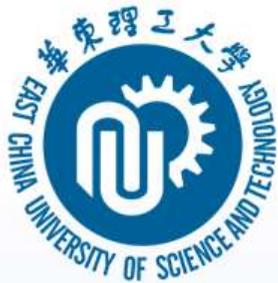
# 一、测量技术简介

## 1.2国内外先进测量技术举例：

### ①非接触测量：

非接触测量是以光电、电磁等技术为基础，在不接触被测物体表面的情况下，得到物体表面参数信息的测量方法。典型的非接触测量方法如激光三角法、电涡流法、超声测量法、机器视觉测量等等。





# 一、测量技术简介

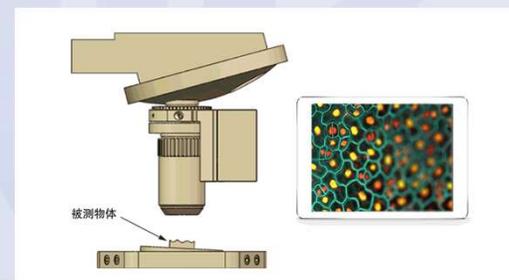
## 1.2国内外先进测量技术举例：

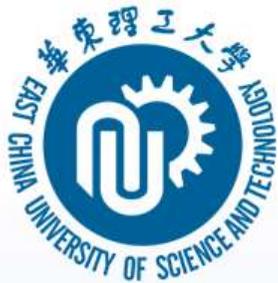
### ②微/纳米级精密测量技术：

微/纳米技术研究和探测物质结构的功能尺寸与分辨能力达到微米至纳米级尺度，使人类在改造自然方面深入到原子、分子级的纳米层次。

### ③显微镜测量技术：

主要利用各类高精密显微镜进行精密测量，比如起步较早的扫描探针显微镜，它具有极高的空间分辨率，广泛应用于表面科学、材料科学和生命科学等研究领域，在一定程度上推动了纳米技术的产生和发展。





# 一、测量技术简介

## 1.2国内外先进测量技术举例：

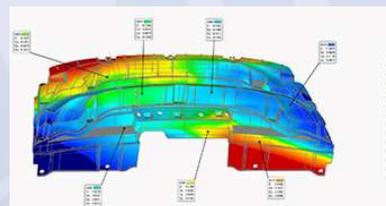
### ④光学干涉显微镜测量

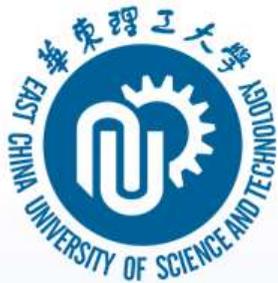
是目前比较常用也是发展较为完善的一种测量手段。光学干涉显微镜测量技术，包括外差干涉测量技术、超短波长干涉测量技术、基于F-P（Ferry-Perot）标准的测量技术等，随着新技术、新方法的利用亦具有纳米级测量精度。

### ⑤图像识别与传感器技术：

图像识别测量过程包括：

- (1) 图像信息的获取；
- (2) 图像信息的加工处理，特征提取；
- (3) 判断分类。



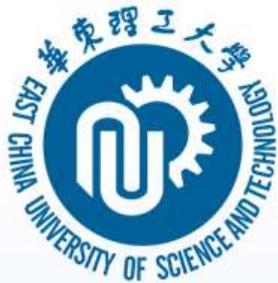


# 一、测量技术简介

## 1.2国内外先进测量技术举例：

### ⑥ CCD传感器技术

非接触电荷耦合器件CCD是近年来发展很快的一种图像信息传感器。它具有自扫描、光电灵敏度高、几何尺寸精确及敏感单元尺寸小等优点。随着集成度的不断提高、结构改善及材料质量的提高，它已日益广泛地应用于工业非接触图像识别测量系统中。在对物体三维轮廓尺寸进行检测时，采用软件或硬件的方法，如解调法、多项式插值函数法及概率统计法等，测量系统分辨率可达微米级。也有将CCD应用于测量半导体材料表面应力的研究。



# 一、测量技术简介

## 1.2国内外先进测量技术举例：

### 三坐标测量机：

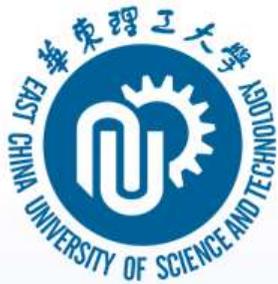
三坐标测量机即三次元，它是指在一个六面体的空间范围内，能够表现几何形状、长度及圆周分度等测量能力的仪器，又称为三坐标测量仪或三坐标量床。三坐标测量仪可定义为“一种具有可作三个方向移动的**探测器**，可在三个相互垂直的导轨上移动，此探测器以接触或非接触等方式传送讯号，三个轴的位移测量系统(如光学尺)经数据处理器或计算机等计算出工件的各点坐标(X、Y、Z)及各项功能测量的仪器”。三坐标测量仪的测量功能应包括尺寸精度、定位精度、几何精度及轮廓精度等。

#### 组成结构：

- 1、主机机械系统（X、Y、Z三轴或其它）；
- 2、测头系统；
- 3、电气控制硬件系统；
- 4、数据处理软件系统（测量软件）；

三坐标测量机在现代设计制造流程中的应用逆向工程定义：将实物转变为CAD模型相关的数字化技术，几何模型重建技术和产品制造技术的总称。





## 二、测量基本概念

### 2.1 常见术语：

有关测量常见的几个术语：

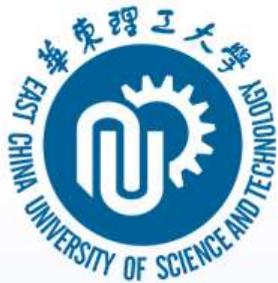
**测量：**是以确定量值为目的的一组操作，也就是为确定被测对象的量值而进行的实验过程。

**测试：**是指具有试验性质的测量。也可理解为试验和测量的全过程。

**检验：**是判断被测物理量是否合格，通常不一定要要求测出具体值。因此检验也可理解为不要求知道具体值的测量。检验的主要对象是工件（通常用量规）。

**检定：**为评定计量器具是否符合法定要求所进行的全部工作，它包括检查、加标记和出具检定证书。检定的主要对象是计量器具。

**比对：**在规定的条件下，对相同不确定度等级的同类基推、标准或工作用计量器具之间的量值进行比较的过程。



## 二、测量基本概念

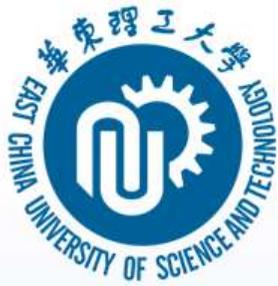
### 2.2 测量的概念

在机械制造中，测量主要是研究对零件和设备几何参数进行测量和检验。

所谓测量，就是将被测的量（如长度、角度、表面粗糙度等）与具有计量单位的标准进行比较，从而确定被测量的量值。用公式表示为：

$$L = Eq$$

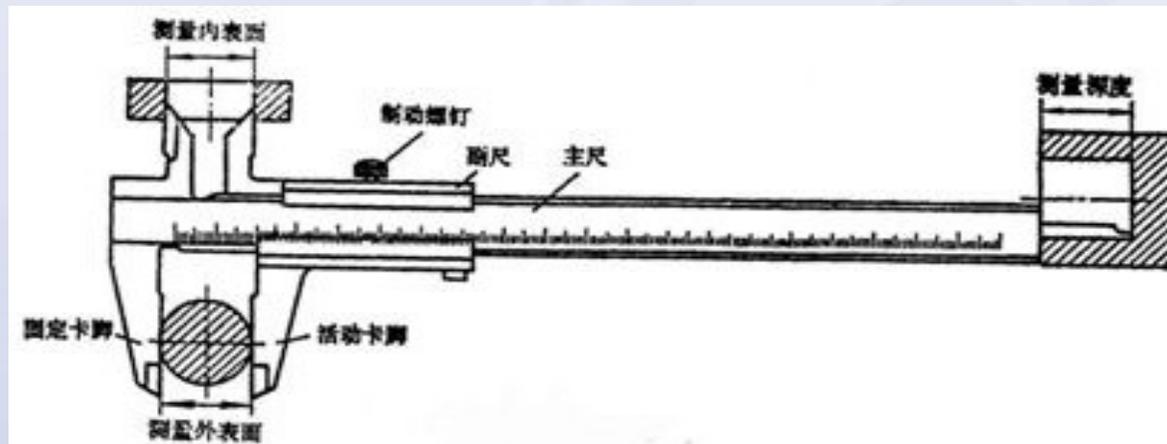
式中： L——被测值；  
q——比值；  
E——计量单位。

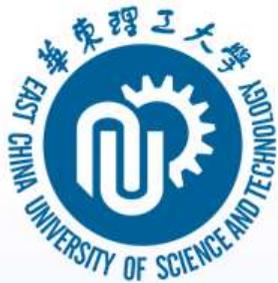


## 二、测量基本概念

例：

用游标卡尺对一轴颈的测量就是将被测量对象（轴的直径）用特定测量方法（游标卡尺）与长度单位（mm）相比较。若其比值为30.52，准确度为 $\pm 0.03\text{mm}$ ，则测量结果可表达为 $(30.52 \pm 0.03)\text{mm}$



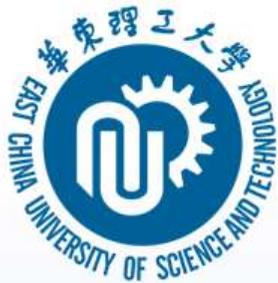


## 二、测量基本概念

### 2.3 测量

测量因素包括：

- 被测对象
- 计量单位
- 测量方法（含测量器具）
- 测量精度



## 二、测量基本概念

### 2.3 测量

①**被测对象**—在几何量的测量中，被测对象是指长度、角度、表面粗糙度和形位误差等。本课程研究的被测对象是几何量，包括长度、角度、表面粗糙度、形状和位置误差以及螺纹、齿轮的几何参数等。

②**计量单位**—用以度量同类物理量量值的标准量。

我国法定计量单位对长度和角度单位做了规定：

计量单位（公制）中，长度计量的基本单位是米（m）；角度单位用度（°）、分（′）、秒（″）。另有一种常用单位是英制（码、英寸）

**长度：**

基本单位：米（m）

常用单位：

毫米（mm）

微米（ $\mu\text{m}$ ）

纳米（nm）

**角度：**

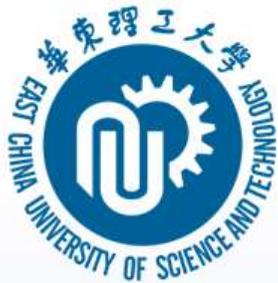
基本单位：弧度（rad）

常用单位：

度（°）

分（′）

秒（″）



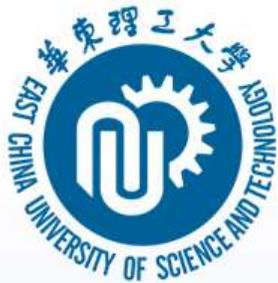
## 二、测量基本概念

### 2.3.1 测量方法

测量方法是根据一定的测量原理，在实施测量过程中对测量原理的运用及其实际操作。

广义地说，测量方法可以理解为**测量原理**、**测量器具**和**测量条件**（环境和操作者）的总和。

在实施测量过程中，应该根据被测对象的特点（如材料硬度、外形尺寸、生产批量、制造精度、测量目的等）和被测参数的定义来拟定测量方案、选择测量器具和规定测量条件，合理地获得可靠的测量结果。



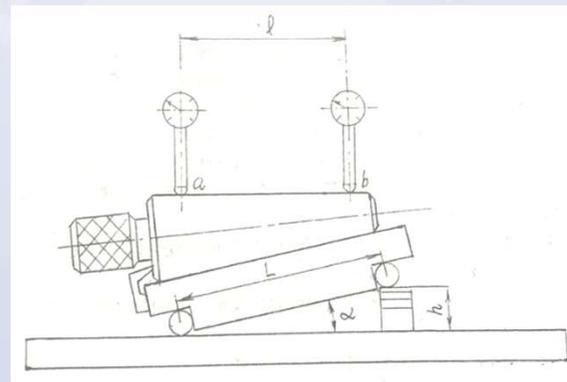
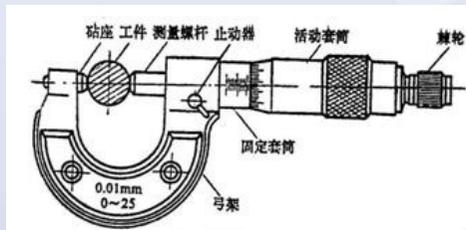
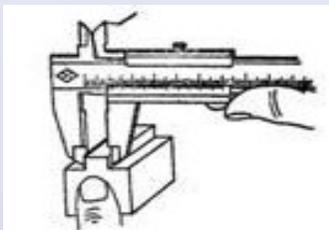
## 二、测量基本概念

### 2.3.1 测量方法

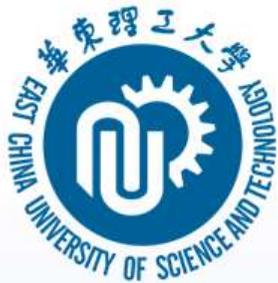
①按是否直接测量被测参数可分为直接测量和间接测量。

**直接测量** 从测量器具上获得的读数即为被测量大小。即  $y = x$ 。如用游标卡尺、千分尺测量轴径。

**间接测量** 先测出实测量，然后按相应的函数关系换算。



测量时，将正弦尺放在平板上，在其中的一个圆柱下，垫一块规组，使得正弦尺的工作平面与检验平板表面组成被测量件锥体的公称锥角 ( $\alpha$ )



## 二、测量基本概念

### 2.3.1 测量方法

②按计量器具的读数是否直接表示被测尺寸分为绝对测量和相对测量。

**绝对测量：**仪器读数即为被测量的完整值。

如游标卡测量

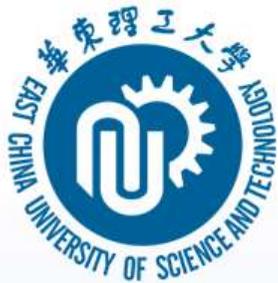
**相对测量**仪器读数为被测量相对于标准量的偏差

例如机械比较仪、光学比较仪

③按被测表面与计量器具的测量头是否接触可分为接触测量和非接触测量。

**接触测量：**计量器具的测头与被测表面接触

**非接触测量：**测头不与被测表面接触



## 二、测量基本概念

### 2.3.1 测量方法

④按零件上同时被测的参数多少可分为单项测量和综合测量。

**单项测量**：对工件上的各被测量进行独立测量

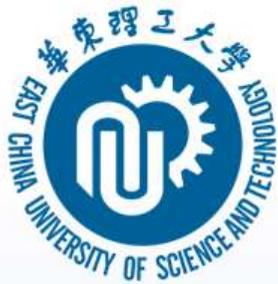
**综合测量**：检测零件几个参数的综合效应

⑤按技术测量在加工过程中所引起的作用可分为主动测量和被动测量。

**主动测量** 在加工过程中进行的测量。其测量结果直接用来控制零件的加工过程

**被动测量** 加工完成后进行的测量。其结果仅用于发现并剔除废品，所以被动测量又称消极测量。

⑥按被测零件在测量过程中所处的状态可分为静态和动态测量。



## 二、测量基本概念

### 2.3.2 测量器具分类

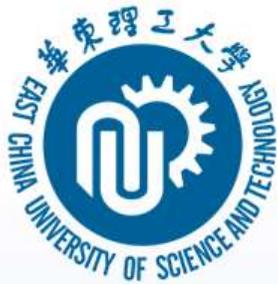
计量器具的分类

#### ①按用途分类

(1) **标准计量器具** 是指测量时体现标准量的测量器具。通常用来校对和调整其他计量器具，或作为标准与被测几何量进行比较。如线尺、量块、多面棱体等。

(2) **通用计量器具** 是指测量时体现标准量的测量器具。通常用来校对和调整其他计量器具，或作为标准与被测几何量进行比较。如线尺、量块、多面棱体等。

(3) **专用计量器具** 是指用于专门测量某种或某个特定几何量的计量器具。如量规，圆度仪，基节仪等。

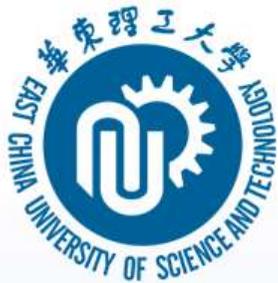


## 二、测量基本概念

### 2.3.2 测量器具分类

#### ②按结构和工作原理分类：

- 1) **机械式计量器具** 是指通过机械结构实现对被测量的感受、传递和放大的计量器具。如机械式比较仪，百分表等。
- 2) **光学式计量器具** 是指用光学方法实现对被测量的转换和放大的计量器具。如光学比较仪、投影仪和工具显微镜等。
- 3) **气动式计量器具** 是指靠压缩空气通过气动系统时的状态（流量或压力）变化来实现对被测量的转换的计量器具。如水柱式和浮标式气动量仪等。
- 4) **电动式计量器具** 是指将被测量通过传感器变为电量，再经变换而获得读数的计量器具。如电动轮廓仪和电感测微仪等。
- 5) **光电式计量器具** 指利用光学方法放大或瞄准，通过光电元件再转换为电量进行检测，以实现几何量的测量的计量器具。如光电显微镜、光电测长仪等。

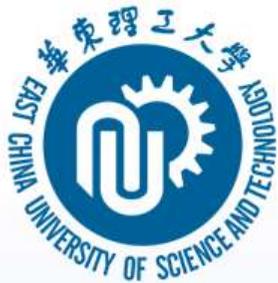


## 二、测量基本概念

### 2.3.3 测量条件

测量条件是指测量时零件和测量器具所处的环境，如温度、湿度、振动和灰尘等。测量时基准温度为 $20^{\circ}\text{C}$ 。一般计量室的温度是控制在 $20 \pm (2 \sim 0.5)^{\circ}\text{C}$ ，精密计量室的温度控制在 $20 \pm (0.05 \sim 0.03)^{\circ}\text{C}$ ，同时还要尽可能使被测量零件与计量器具在相同温度下进行测量，计量室的相对湿度应 $50\% \sim 60\%$ 为适宜，还应远离振动源，减少热源，清洁度更高等。

。



## 二、测量基本概念

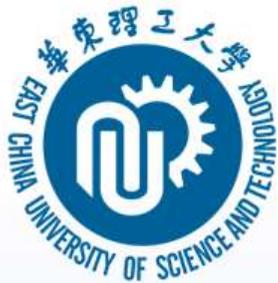
### 2.3.4 测量精度

**测量精度**是指测量结果与真值的一致程度，它体现了测量结果的可靠性。

测量精度表示测量结果与真值的一致程度。不考虑测量精度而得到的测量结果是没有任何意义的。

**真值**的定义为：当某量能被完善地确定并能排除所有测量上的缺陷时，通过测量所得到的量值。

由于测量会受到许多因素的影响，其过程总是不完善的，即任何测量都不可能没有误差。因此对于每一个测量值都应给出相应的测量误差范围，说明其可信度。



## 二、测量基本概念

### 2.3.5 测量误差

#### 测量误差的概念

不管我们使用多么精确的测量器具，采用多么可靠的测量方法，都不可避免地会产生一些误差。

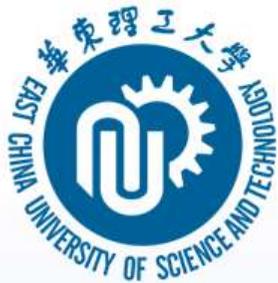
#### ① 测量误差的分类：

根据测量误差的性质和特点，可分为：

- 系统误差
- 随机误差
- 粗大误差

#### ② 误差来源

- 测量器具
- 测量方法
- 测量环境
- 测量人员



## 三、测量安全规程

### 安全 (Safety First)



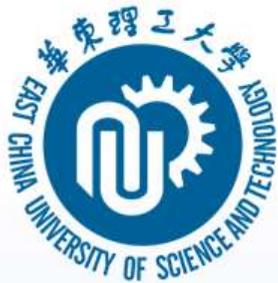
#### 特别提示:

##### 一、安全规程

- 1、训练现场严禁打闹嬉戏
- 2、除了保护好人身安全之外，也要保护好测量设备与器具。

##### 二、实训须知

- 1、学生训练前必须穿戴好工作服，应服从指导教师安排，不得擅自启用设备仪器。
- 2、必须严格遵守中心的作息时间和请假制度，不得旷课、迟到或早退。
- 3、实验完毕，认真清理周围环境卫生，经指导教师同意后方可离开

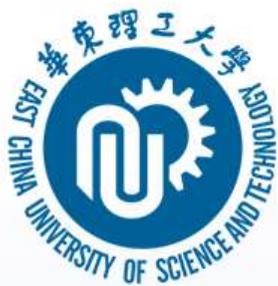


## 三、测量安全规程

### 安全 (Safety First)

#### 精密测量实训安全技术规则

- 一 进入实习场地务必按要求穿戴齐全防护用品，长发者须戴工作帽并将发髻挽入帽内。
- 二 实验室用的测量工具要放在指定的位置，排列整齐，并妥善保管，如有损坏或遗失应及时报告指导教师。
- 三 实验室所用的零件、量具应轻拿轻放，以免损坏。
- 四 操作设备仪器时必须听从指导教师的指导，按照设备操作规程进行操作。
- 五 利用正弦尺检验锥体锥度时，需佩戴手套使用量块。
- 六 采用带架千分表测量直线度误差时注意调节千分表高度，使得示数在量程范围之内，并注意保护千分表测头。
- 七 不得擅自装拆仪器设备。
- 八 每天实验室结束后，应按规定做好整理工作和实验室场所的清洁卫生工作。



谢谢!

