

# 初·绪论

互换性：

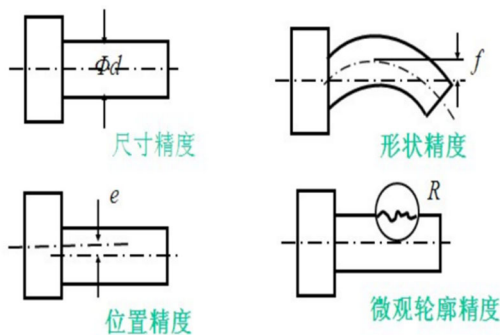
同一规格的一批零件或部件中, 任取一件, 不需经过任何选择、修配或调整就能装配在整机上, 并满足使用性能的要求

公差是允许误差的变动量

第一章 极限与配合：尺寸精度

第三章 几何精度：形状、位置精度

第四章 表面粗糙度：微观轮廓精度



- 1) 填空题和选择题 30分
- 2) 判断对错题 30分
- 3) 尺寸公差计算、分析 10分
- 4) 形状、位置公差标注、改错题 20分
- 5) 测量误差和数据处理分析题 5分
- 6) 公差原则分析题 5分

1. 工艺等价原则！

1. 过渡配合，轴上偏差在上

1. 公差等级越高==精度越高

1. 配合性质相同

4、将下列基孔(轴)制配合，改换成配合性质相同的基轴(孔)制配合，并查表1-8、表1-10和表1-11，确定改换后的极限偏差。

- |                             |               |   |
|-----------------------------|---------------|---|
| (1) $\phi 60 \frac{H9}{d9}$ | $\rightarrow$ | $\phi 60 \frac{D9(+0.174)}{h9(-0.074)}$ |
| (2) $\phi 50 \frac{K7}{h6}$ | $\rightarrow$ | $\phi 50 \frac{H7(+0.025)}{k6(-0.018)}$ |
| (3) $\phi 25 \frac{H8}{f7}$ | $\rightarrow$ | $\phi 25 \frac{F8(+0.053)}{h7(-0.021)}$ |
| (4) $\phi 30 \frac{S7}{h6}$ | $\rightarrow$ | $\phi 30 \frac{H7(+0.021)}{s6(+0.048)}$ |
| (5) $\phi 80 \frac{H7}{u6}$ | $\rightarrow$ | $\phi 80 \frac{U7(-0.091)}{h6(-0.019)}$ |
| (6) $\phi 18 \frac{H6}{m5}$ | $\rightarrow$ | $\phi 18 \frac{M6(-0.004)}{h5(-0.008)}$ |

1. 加工难易程度--公差等级高低

1. 公差、偏差、公差带

— WJ Kong

2. 分辨力、分辨率、精度

3. 对称度公差

4. 表面粗糙度单位  $\mu\text{m}$

5. 验收极限与安全裕度

6. 尺寸精度与旋转精度

尺寸公差计算、分析 10'

几何公差标注+几何公差改错 20'

测量误差和数据处理分析 5'

# 第一章 极限与配合

## 1. 何为孔？何为轴？

基本尺寸  $D/d$  (公称尺寸、设计尺寸):  $+\phi$

实际尺寸, 实际偏差

极限尺寸: 上极限尺寸, 下极限尺寸

尺寸偏差: 上极限偏差  $ES$ 、 $es$ , 下极限偏差  $EI$ 、 $ei$

尺寸公差:  $T_{H/h}$  (孔-hole),  $T_{S/s}$  (轴-shaft)

基本偏差 (位置-28):  $H/h$  ( $EI/es=0$ ),  $JS/js$

标准公差 (大小-20):  $IT01$ 、 $IT0$ 、 $IT1$ 、.....

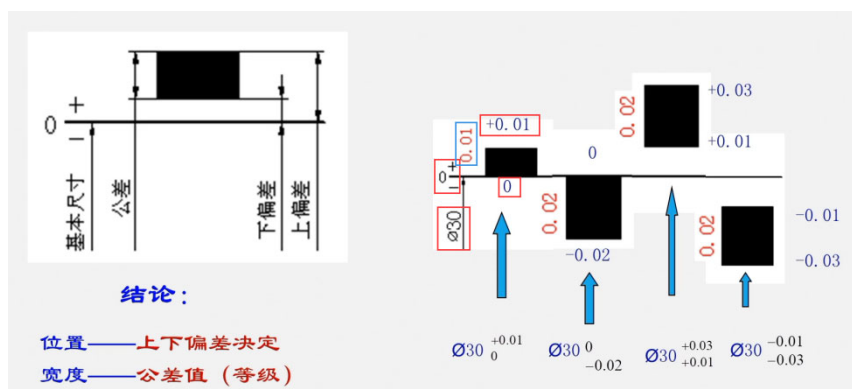
配合公差: 反映配合时的松紧变化程度

## 2. 查表确定 (注: 表格对应的单位)

标准公差 ( $ITX \rightarrow T$ ) 基本偏差 ( $A/a \dots \rightarrow E/e$ )

流程: 公称尺寸  $\rightarrow$  基本偏差  $\rightarrow$  上/下偏差  $\rightarrow$  标准公差  $\rightarrow$  公差带大小  $\rightarrow$  下/上偏差  $\rightarrow$  画公差带图

## 3. 尺寸公差带图 (剖面线、零线)



#### 4. 轴、孔配合 (---H | J---N | P---)、特点

间隙配合 ( $<-h$ )

$$\text{最大间隙 } X_{\max} = ES - ei$$

$$\text{最小间隙 } X_{\min} = EI - es$$

$$\text{配合公差 } T_f = X_{\max} - X_{\min} \quad (T_H + T_s)$$

$$\text{平均间隙 } X_{av} = (X_{\max} + X_{\min}) / 2$$

过盈配合 ( $j-n$ )

$$\text{最大过盈 } Y_{\max} = EI - es$$

$$\text{最小过盈 } Y_{\min} = ES - ei$$

$$\text{配合公差 } T_f = Y_{\min} - Y_{\max} \quad (T_H + T_s)$$

$$\text{平均过盈 } Y_{av} = (Y_{\max} + Y_{\min}) / 2$$

过渡配合 ( $p->$ )

$$\text{最大间隙 } X_{\max} = ES - ei$$

$$\text{最大过盈 } Y_{\max} = EI - es$$

$$\text{配合公差 } T_f = X_{\max} - Y_{\max} \quad (T_H + T_s)$$

$$\text{平均过盈 } X_{av} = (X_{\max} + Y_{\max}) / 2$$

配合 (1+1)、配合尺寸、间隙、过盈、轴孔的公差代号、  
轴孔的配合代号、配合公差的概念

## 5. 轴孔配合的选择

选用配合的方法\*3

基准值-标准公差-配合种类（基本偏差）

孔比轴精度低一级！（工艺等价原则）

标准公差：机器精度，配合公差带选择（IT8、500mm）

### 1) 满足使用要求原则 ——常用机器精度等级

- |            |            |            |
|------------|------------|------------|
| (1) 特高精密配合 | 检测仪器、仪表、量具 | $\leq$ IT5 |
| (2) 高精密配合  | 加工母机、机床设备  | 轴IT5 孔IT6  |
| (3) 一般精密配合 | 中小减速器、电机等  | 轴IT6 孔IT7  |
| (4) 中等精密配合 | 大、重型机械等    | IT8        |
| (5) 低精密配合  | 传统农业机械等    | $>$ IT8    |

配合的适用条件：拆卸、扭矩、相对运动、定位

（过渡配合：孔、轴无相对运动）

1. 基准值选择：一般无特殊要求，选择基孔制（确定孔的基本偏差）
2. 标准公差等级确定：计算得  $T_f$ ，计算平均分配原则，确定公差等级范围，查表确定孔和轴的公差等级，满足  $T_s + T_h \leq T_f$   
（轴 $<$ IT8, 孔比轴精度低一级，轴 $\geq$ IT8，孔与轴同级，以此查表）
3. 确定配合种类：确定轴的基本偏差为上偏差还是下偏差
4. 确定轴的基本偏差：计算轴上/下偏差值，查表确定基本偏差代号
5. 验算：根据孔/轴的上下偏差，计算最大/小 间隙/过盈

— *WJ Kong*

## 第二章 长度测量基础

### 1. 测量的基本概念

测量（以确定量值为目的的操作，测量值=被测量值/计量单位）、技术测量、测量要素（4点具体）

### 2. 尺寸传递

量块（精度：高→低 级：K 0 1 2 3；等：1 2 3 4 5）

级（制造误差） 等（检定误差） 按等使用精度高

累计不超过四块，从最小尾数开始

### 3. 测量误差

定义：测得量值与被测量的参考量值

绝对误差、相对误差

测量误差的来源

系统误差（2，修正），随机误差，粗大误差（剔除）

系统 / 随机误差——正确度、精密度、准确度

### 4. 数据处理

对称性、单峰性、有界性、抵偿性

随机误差、标准（偏）差、残余误差

（0.6826，0.9544，0.9973，0.99936）

系统误差的发现（2）和处理方法（4）

粗大误差的处理： $\leq 10$ ，不剔除

定值系统误差-算术平均值-残余误差（验证残差和为0）-

变值系统误差-实验标准差-（多次测量算术平均值的标准

差  $x_L = \bar{x} \pm 3\sigma$ ）-粗大误差-测量极限误差-测量结果

**等精度测量**是指在测量条件不变的情况下，对某一被测几何量进行的连续多次测量。直接测量列的数据处理步骤：

(1) 消除测量列中存在的系统误差；

(2) 计算算术平均值、残差和单次测量值的标准偏差；

(3) 剔除粗大误差，并重复直到剔除完全；

(4) 计算消除系统误差和剔除粗大误差后的测量列的算术平均值、标准偏差和测量极限误差；

(5) 最后，在此基础上确定测量结果。

函数误差传递：

## 2. 函数系统误差的计算

若各实测几何量 $x_i$ 的测得值中存在系统误差 $\Delta x_i$ ，则被测几何量 $y$ 也存在着系统误差 $\Delta y$ 。

$$\Delta y = \sum_{i=1}^m \frac{\partial F}{\partial x_i} \Delta x_i$$

间接测量中系统误差的计算公式

系统误差传递

函数的测量极限误差的计算公式：

$$\delta_{\lim(y)} = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^m \left( \frac{\partial F}{\partial x_i} \right)^2 \delta_{\lim(x_i)}^2}$$

随机误差传递

## 4. 间接测量列的数据处理步骤

➤ 确定被测几何量与各个拟实测几何量的函数关系及其表达式；

➤ 然后把各个实测几何量的测得值代入该表达式，求出被测几何量量值；

➤ 分别计算被测几何量的系统误差 $\Delta y$ 和测量极限误差

$\delta_{\lim(y)}$ ；

➤ 在此基础上确定测量结果：

$$y_e = (y - \Delta y) \pm \delta_{\lim(y)}$$

## 第三章 几何公差检测

1. 形位误差、几何公差（允许变动量）、公差带、几何公差带（限制实际被测要素的变动区域）

尺寸公差、形状公差、定向公差、定位公差

2. 几何要素-点、线、面要素

A. 组成/轮廓要素(可触) 导出/中心要素(不可触)

B. 理想要素（无误差）、实际要素

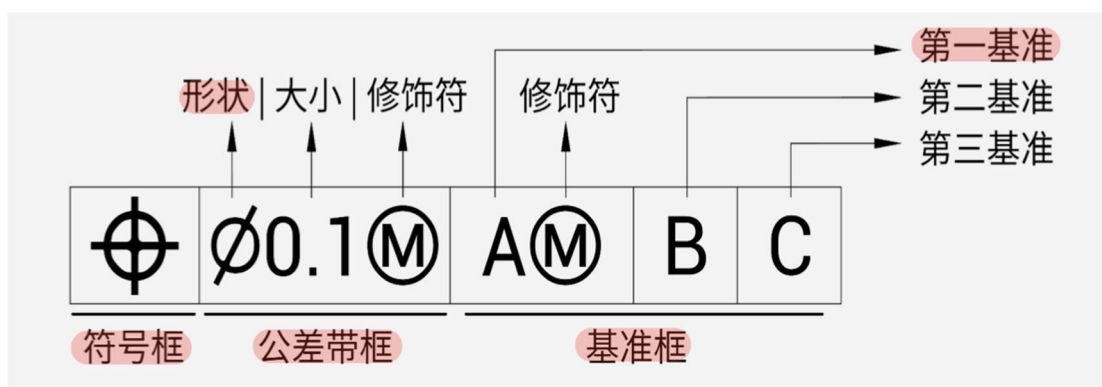
C. 被测要素、基准要素（确定被测要素方向/位置）

D. 单一要素、关联要素

3. 被测要素标注方法

箭头指向轮廓线、延长线、尺寸线

4. 几何公差框格



5. 基准要素标注方法

表面轮廓线、延长线、尺寸界线、几何公差框格

中心/导出要素不能直接标在线/面上，标注在对称尺寸线

A-B (A-B 公共基准), A B C, CZ

6. 形状公差值 < 方向公差值 < 位置公差值





## 第四章 表面粗糙度

1. 表面粗糙度（微观）、波度（表面波纹度）、形位精度（宏观）、尺寸精度、表面轮廓
2. 取样长度、评定长度、标准长度、轮廓的算术平均偏差  $R_a$ 、轮廓的最大高度  $R_z$

测得的  $R_a$  值越大，则表面越粗糙。 $R_a$  能客观地反映表面微观几何形状误差，不宜用做过于粗糙或太光滑的表面的评定参数。

3. 表面粗糙度的标注

## 第五章 光滑极限量规

1. 验收极限和安全裕度
2. 塞规（通规 T（全形、全形形状）-最大实体尺寸、止规 Z（非全形、局部尺寸）-最小实体尺寸），卡规
3. 工作量规的制造公差 T，位置要素 Z，公差带图

## 第六章 滚动轴承

1. 滚动轴承的组成、滚动轴承的精度分类（向心 06542、推力 0654），选用小过盈配合/过渡配合，看平均尺寸
2. 滚动轴承内外径公差、公差带的特点：上偏差=0、下偏差为负。精度高-公差带比较窄。外圈基轴制，内圈基孔制。
3. 滚动轴承只存公差带图画法、公差代号的标记