

# 项目：形状公差





**教学要求：** 掌握形状公差项目

**教学重点：** 直线度，平面度，圆度

**教学难点：** 直线度，平面度，圆度的测量

**教学用具：** 课本、绘图工具、PPT 课件、Flash 课件

**学生用具：** 作业本、绘图铅笔、三角尺一副、橡皮、小刀、原子笔等。

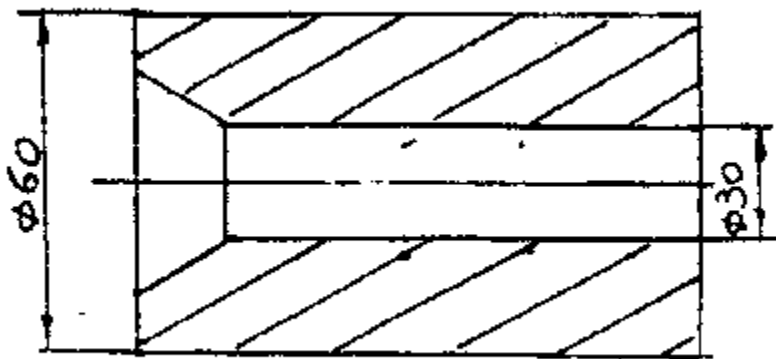




# 复习

## 标注:

$\Phi 30$  内孔轴线对  $\Phi 60$  圆柱轴线的同轴度公差  $0.05\text{mm}$  ;  
右端面对  $\Phi 30$  轴线的垂直度公差为  $0.05\text{mm}$  ;  
左端面对右端面的平行度公差为  $0.05\text{mm}$  ;  
内锥面对  $\Phi 30$  轴线的斜向圆跳动公差为  $0.01\text{mm}$  ;  
内锥面的圆度公差为  $0.006\text{mm}$  ;  
内锥面素线的直线度公差为  $0.006\text{mm}$  。

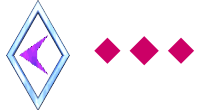




**形状公差** 是指单一实际要素的形状所允许的变动全量。

**形状公差带** 是限制单一实际被测要素变动的区域，零件实际要素在该区域内为合格。

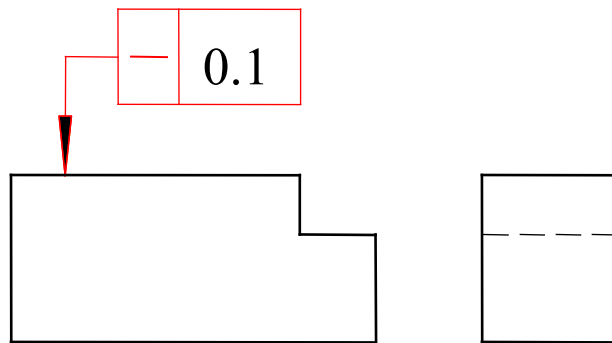
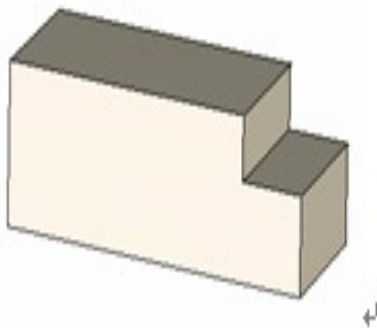
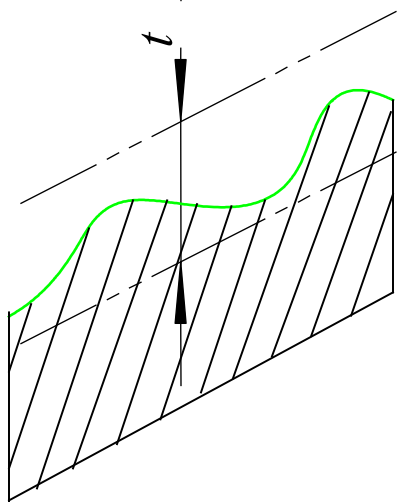




# 形状公差的各项目

1、直线度 ---- 被测实际要素对其理想直线的允许变动全量，用来控制圆柱体的素线，轴线，平面与平面的交线误差。其被测要素是直线要素。

1) 在给定平面内

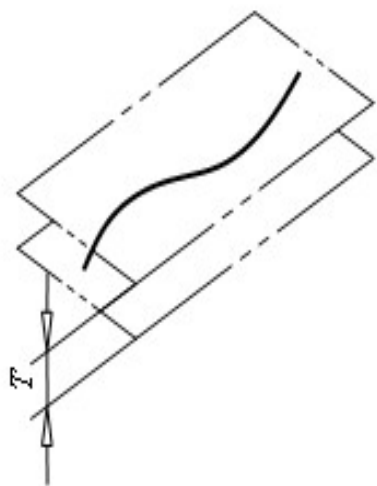




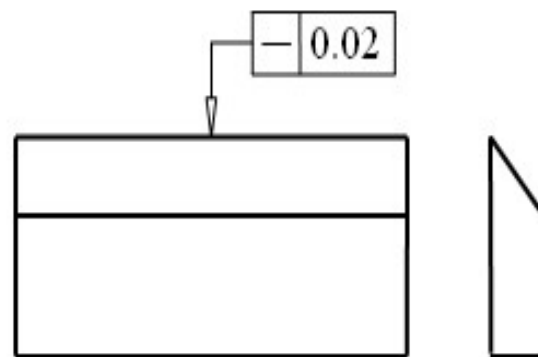
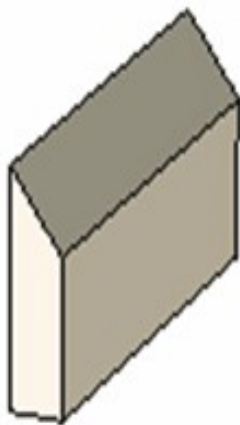
## 2) 在给定方向上

公差带定义：其公差带是距离为公差值  $t$  的两平行平面之间的区域。

棱线必须位于箭头所指方向距离为公差值  $0.02\text{mm}$  的两平行平面内。



公差带



标注

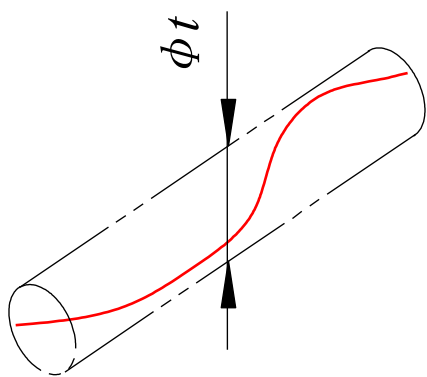




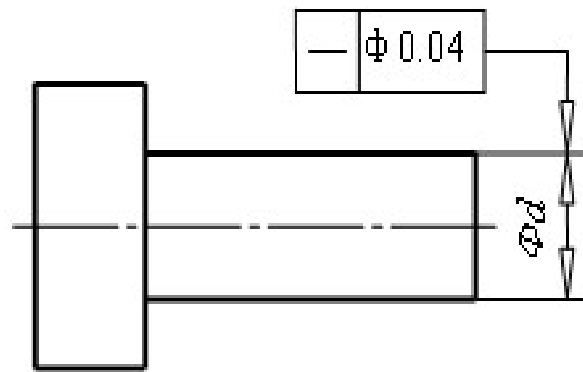
### 3) 在任意方向上

公差带定义：任意方向上的直线度在公差值前加注“ $\phi$ ”，公差带是直径为公差值  $t$  的圆柱面内的区域。

被测圆柱体  $\phi d$  的轴线必须位于直径为公差值  $0.04\text{mm}$  的圆柱面内。



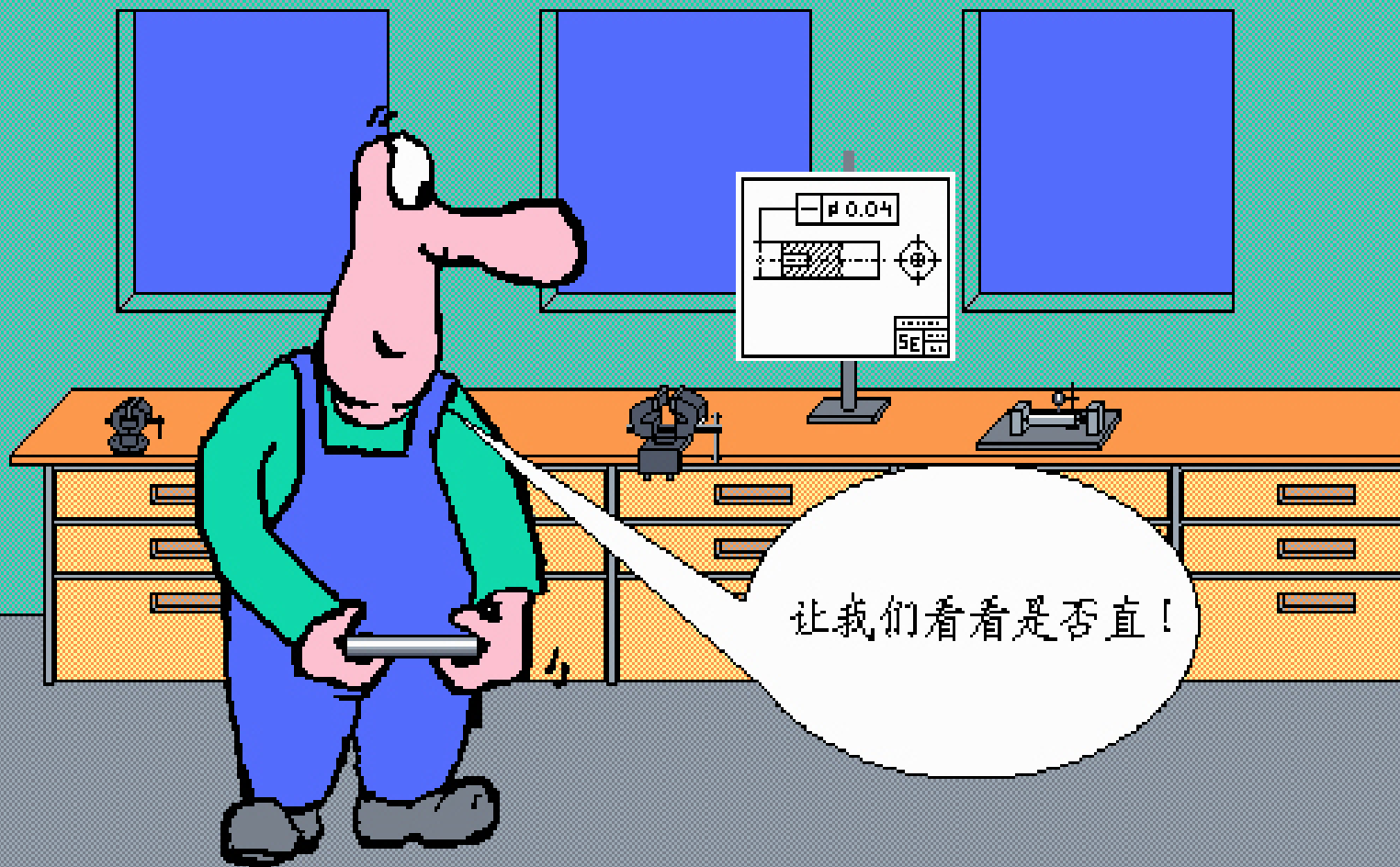
公差带



标注



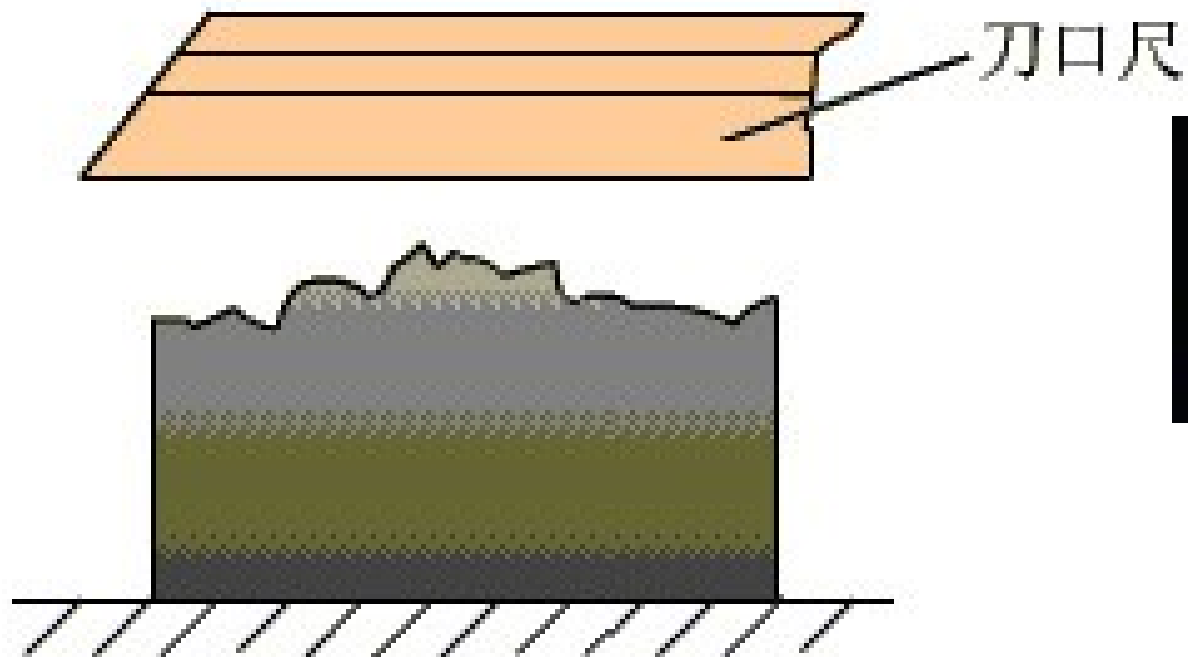
# 直线度检测



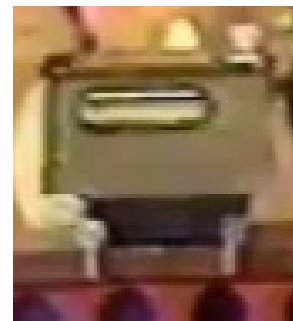
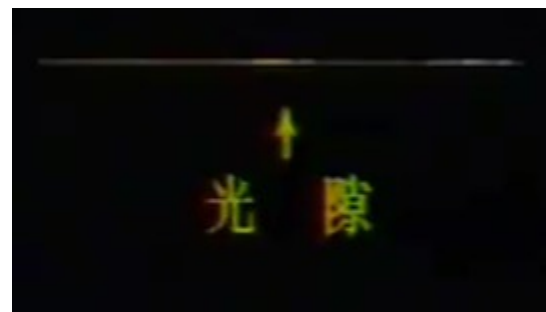


## 4) 直线度的检测

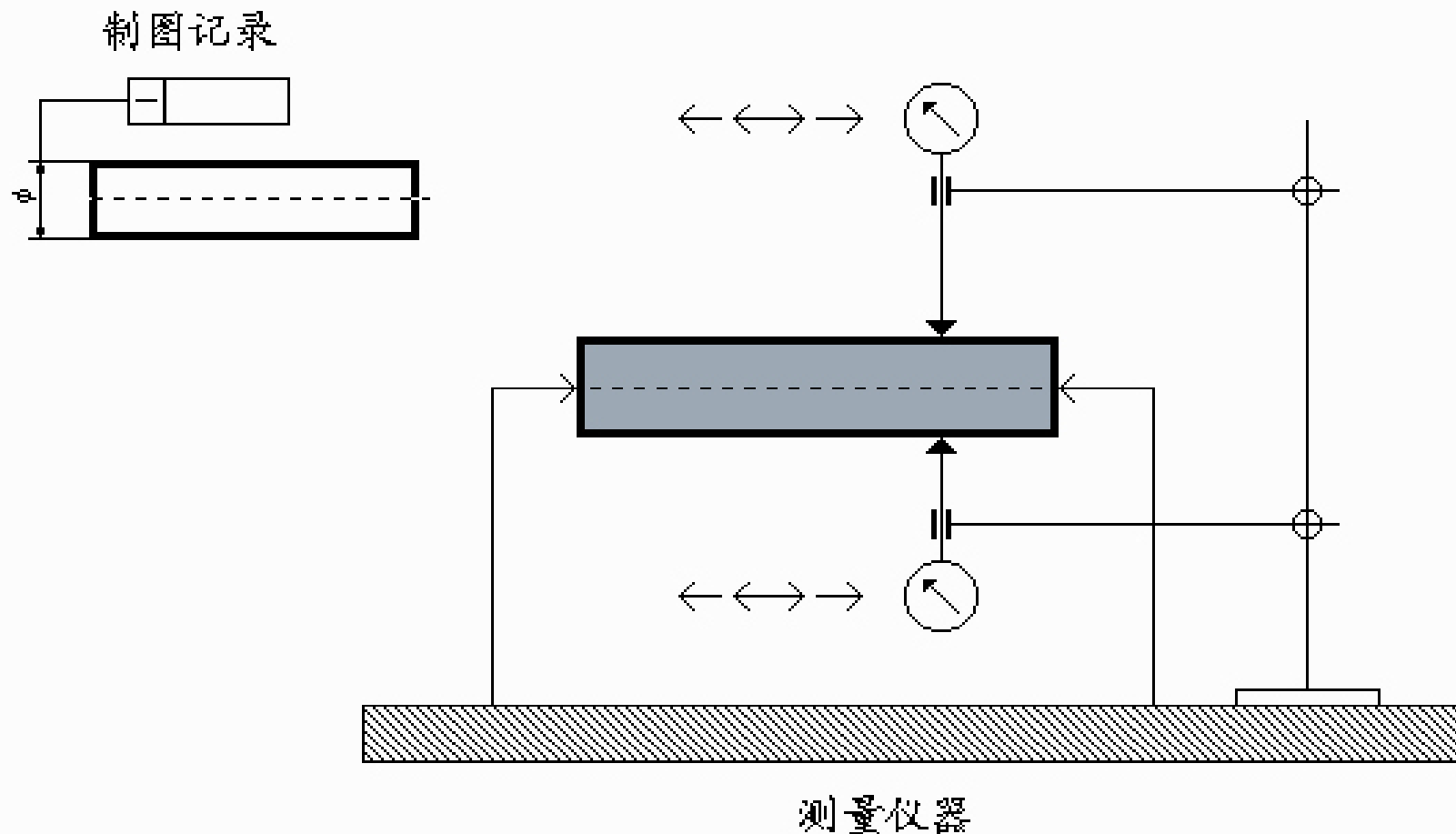
### (1) 小零件用刀口尺测量

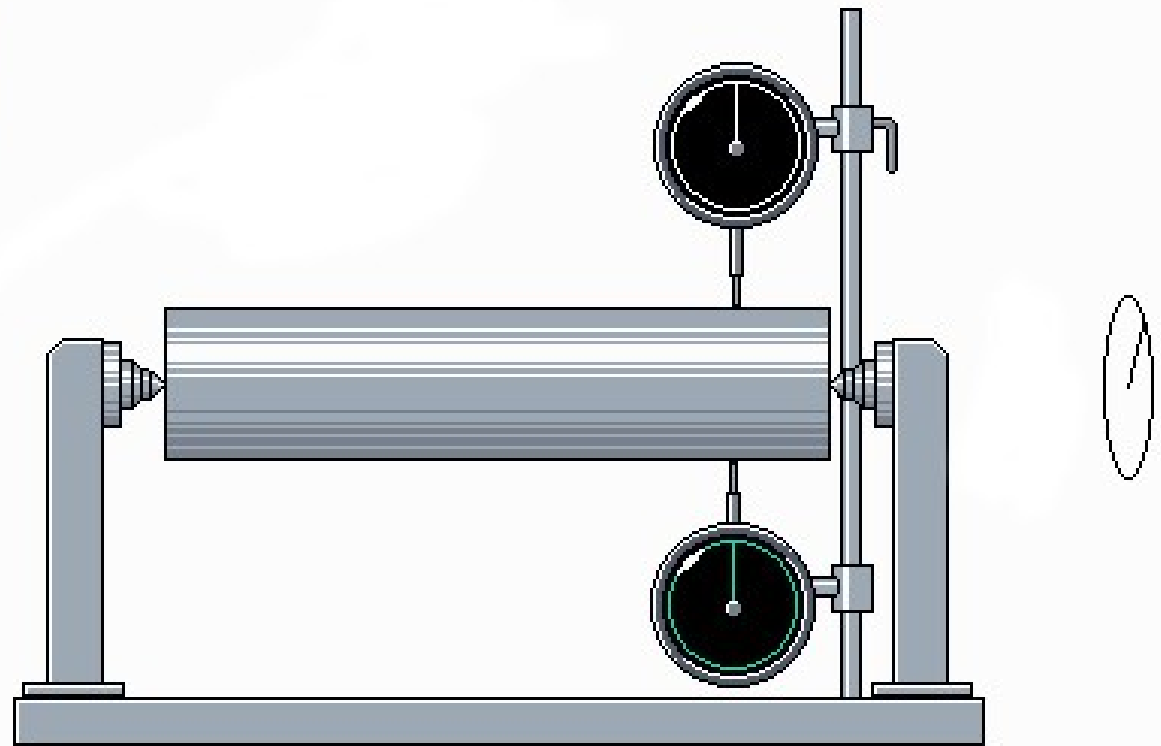
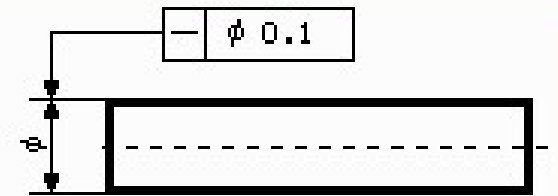
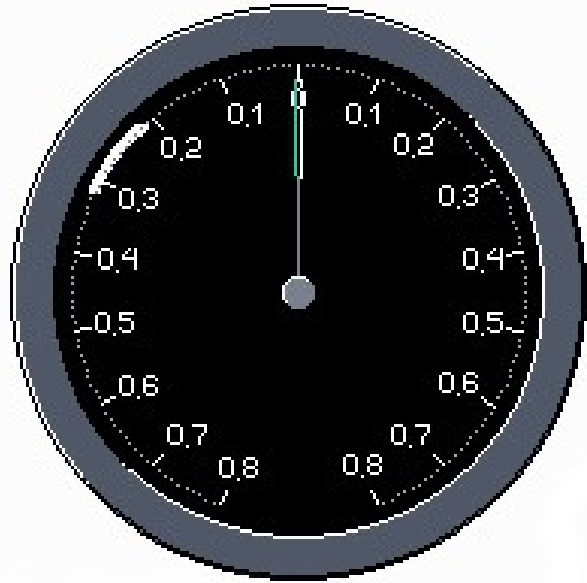
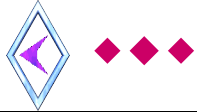


用仪器读出间隙的大小。



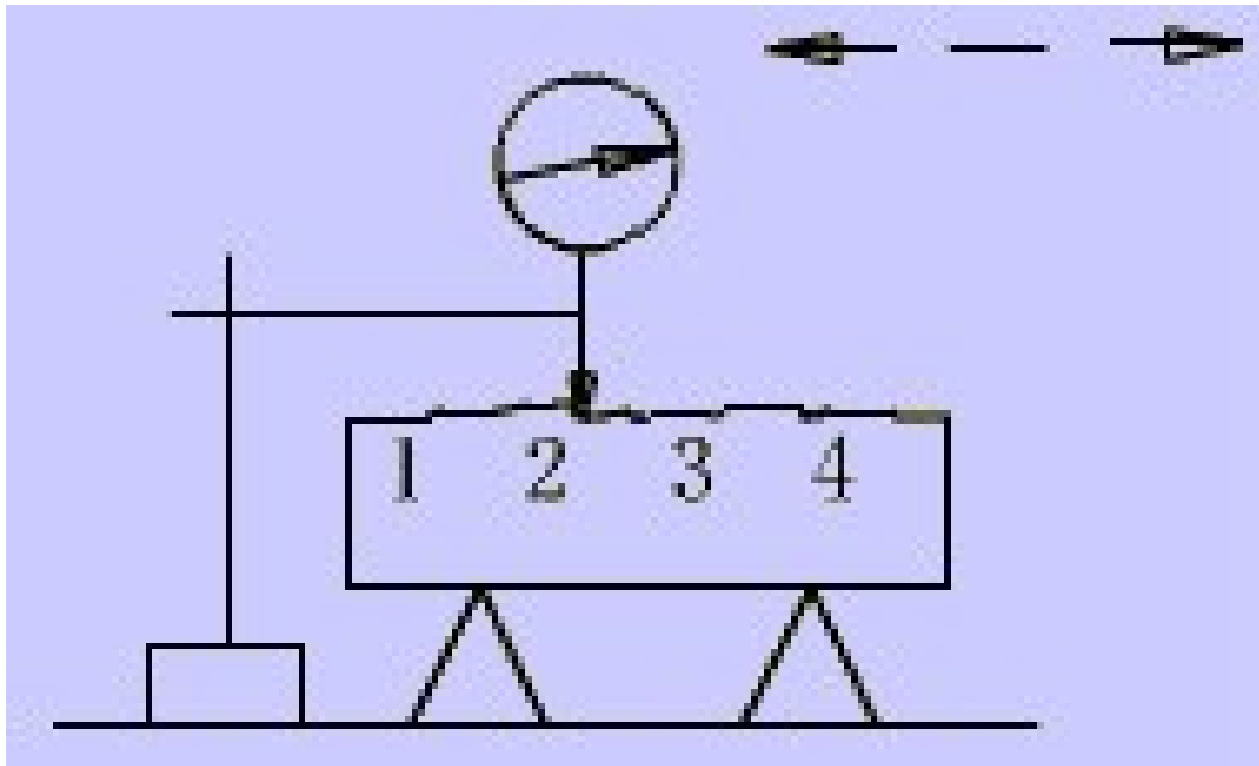
# 直线度检测示意图







## 2) 对低精度中等尺寸的零件，用水平仪测量(打表法)



将被测零件支承在平板上，调整支架使被测直线的两端基本等高。然后沿平板移动表架，等距测量被测要素上的各点。

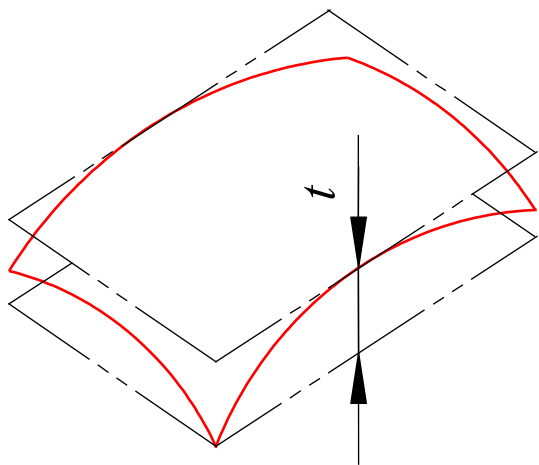
缺点：测量精度与平板精度有关，被测件不易过大。



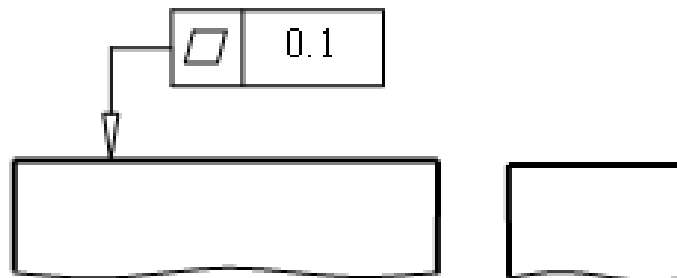
## 2. 平面度

其被测要素是平面要素。公差带定义：平面度公差带是距离为公差值  $t$  的两平行平面之间的区域。

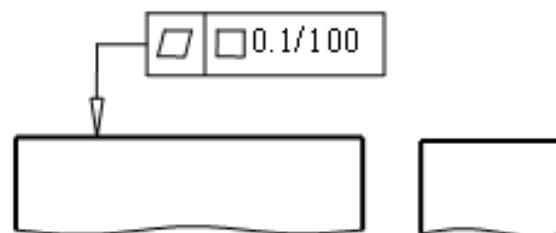
被测表面必须位于距离为公差值 0.1 的两平行平面内。

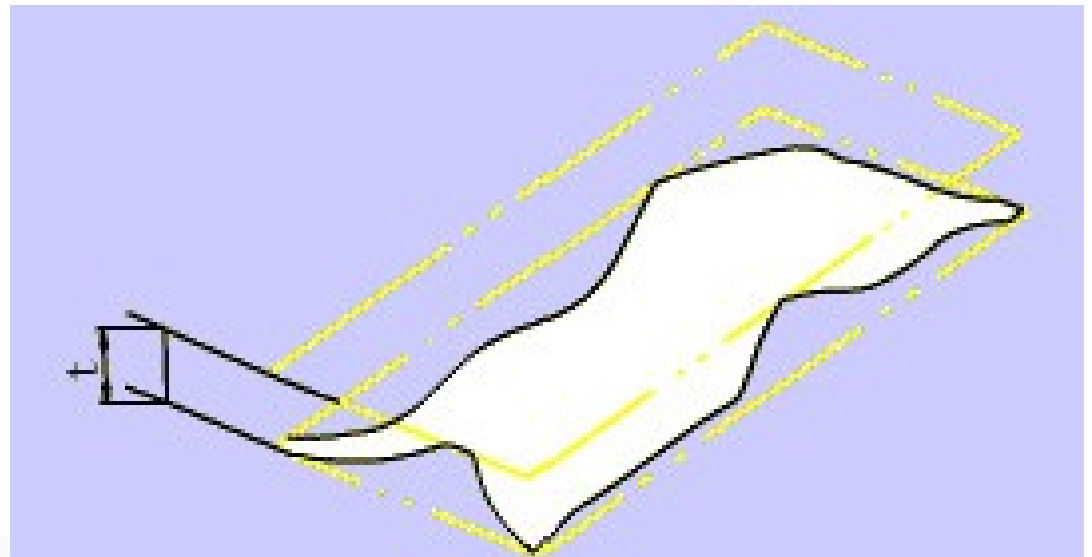
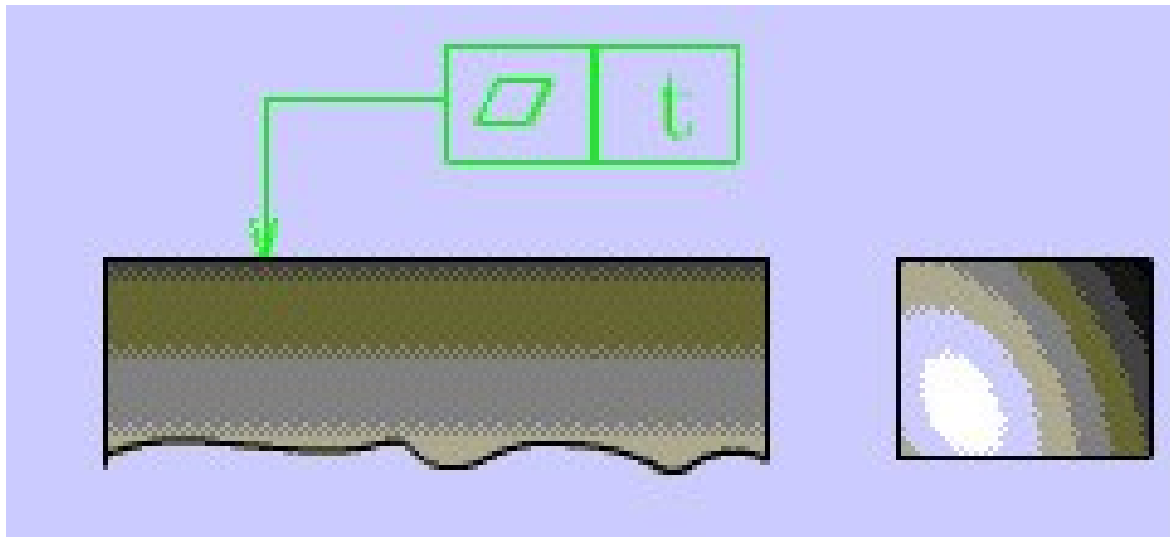


公差带



标注





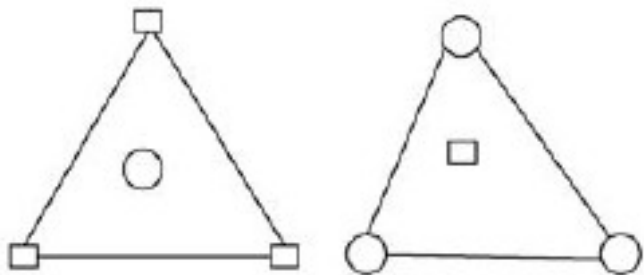


平面度测量 (1) 平晶, (2) 带指示表的表架测量法。

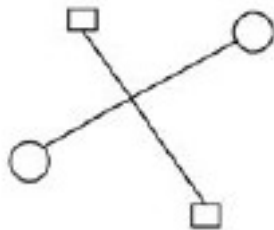




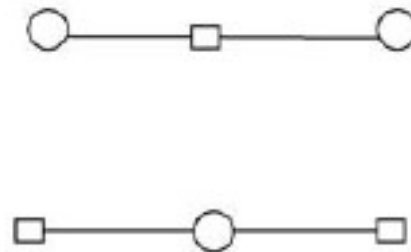
## 平面度测量



(a) 三角形准则



(b) 交叉准则

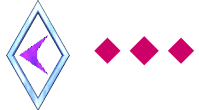


(c) 直线准则

两个平行平面之间的区域即为最小包容区域，

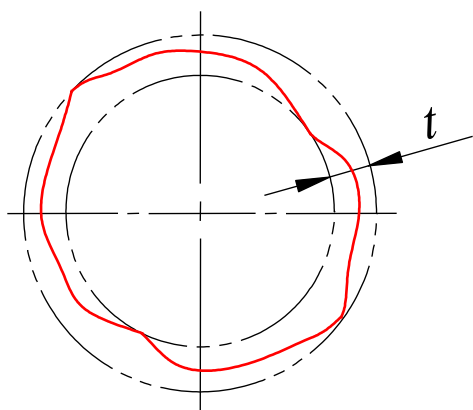
其距离则为平面度  $f$



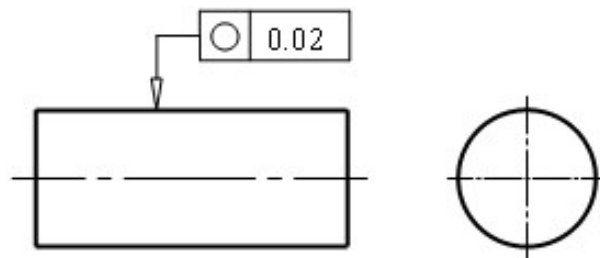
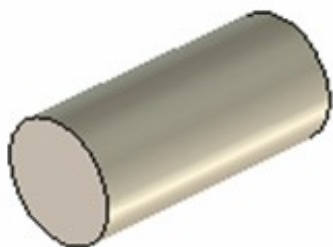


### 3. 圆度

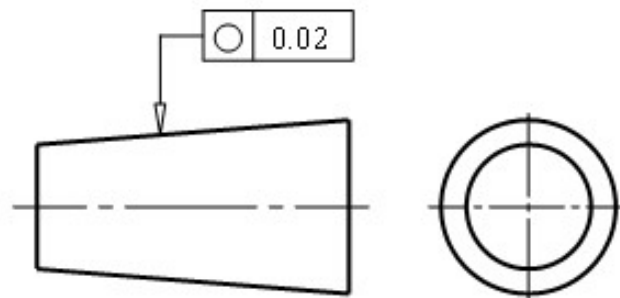
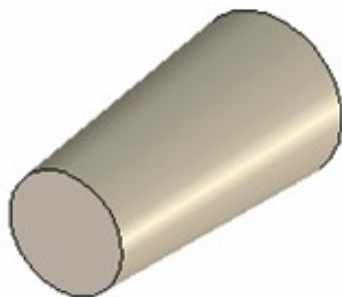
公差带：在垂直于轴线的任一正截面上，该圆必须位于半径差为公差值  $0.02\text{mm}$  的两同心圆之间。



公差带

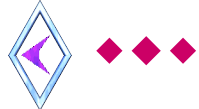


标注 1



标注 2





## 圆度的测量

### 四极点法

#### 3) 圆度误差值的评定

圆度误差值用最小包容区域法来评定。如图 4.45 所示，由两个同心圆包容实际被测圆时，实际被测圆上至少有四个极点内、外相间地与这两个同心圆接触，则这两个同心圆之间的区域即为最小包容区域，该区域的宽度  $f$  即这两个同心圆的半径差就是符合定义的圆度误差值。

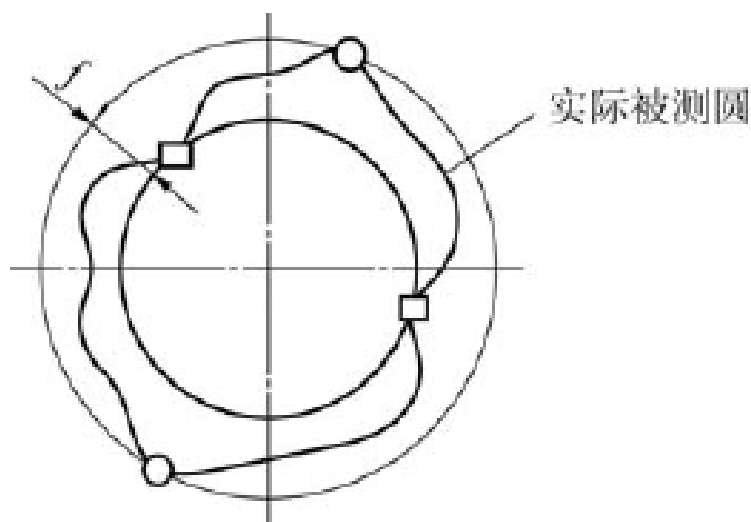


图 4.45 圆度误差最小包容区域判别准则

圆度误差值还可以用最小二乘法、最小外接圆法或最大内接圆法来评定。



## 圆度的测量

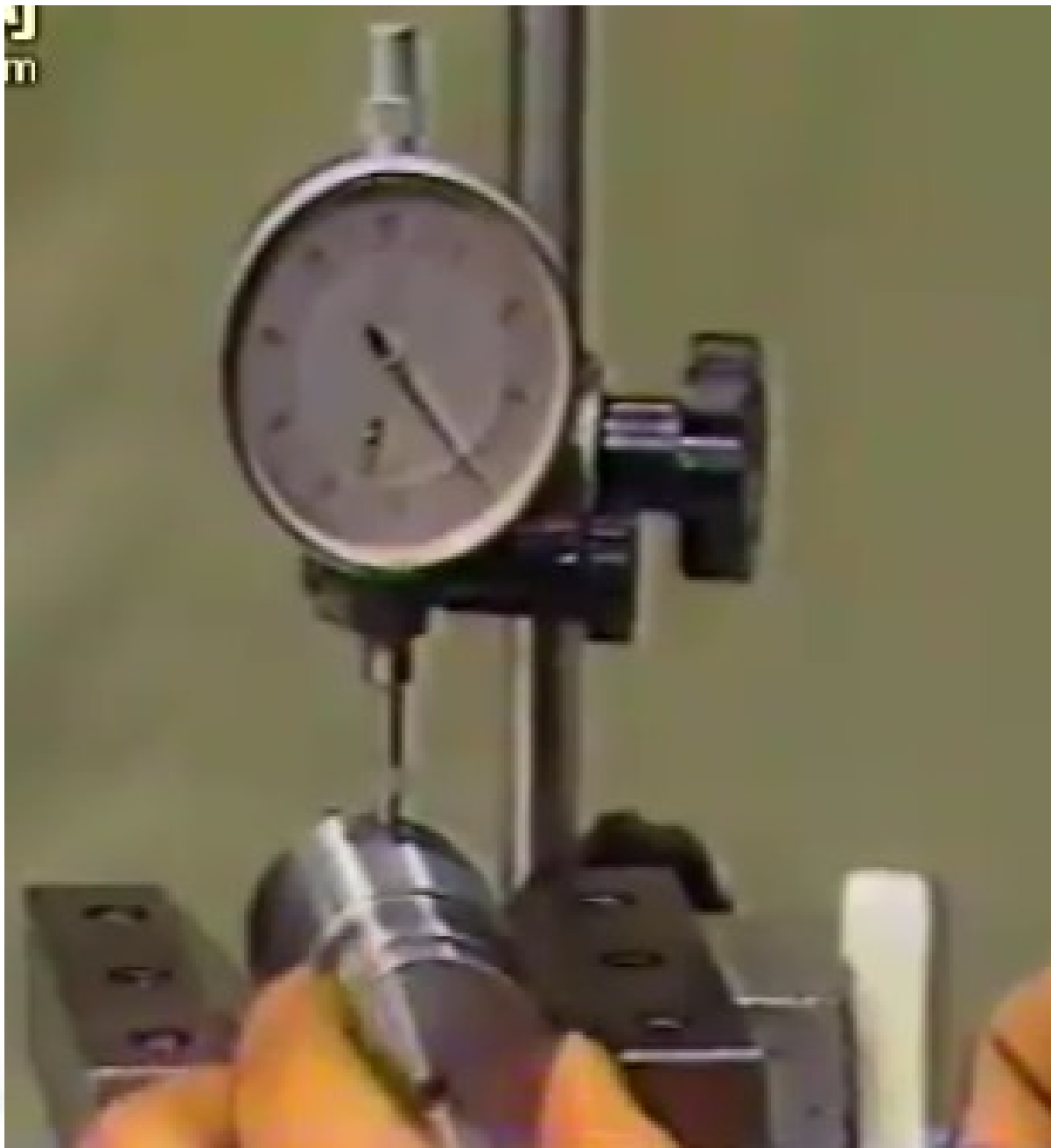
### 三点法

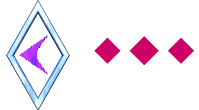
三点法测量圆度误差  $f$  的计算公式

式中： $f = F / K_n$

$F$  — 百分表最大与最小  
读数差

$K_n$  — 校正系数

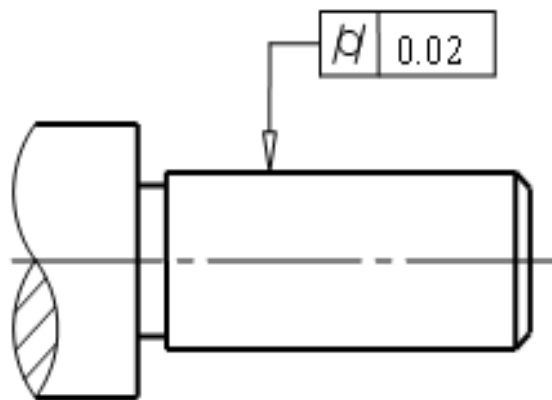
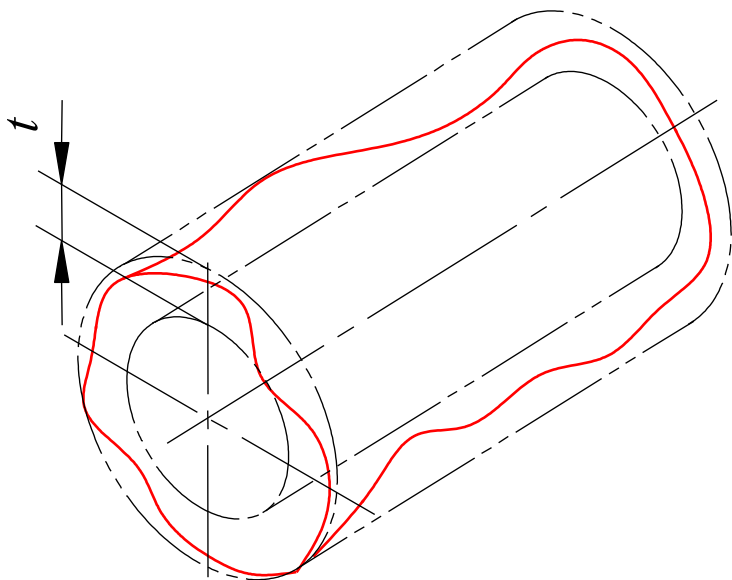




## 4. 圆柱度

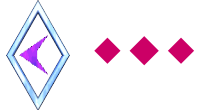
圆柱度公差用于限制圆柱面的形状误差，对圆柱面的形状精度提出要求。

公差带：被测圆柱面必须位于半径差为公差值 0.02 的两同轴圆柱面之间。

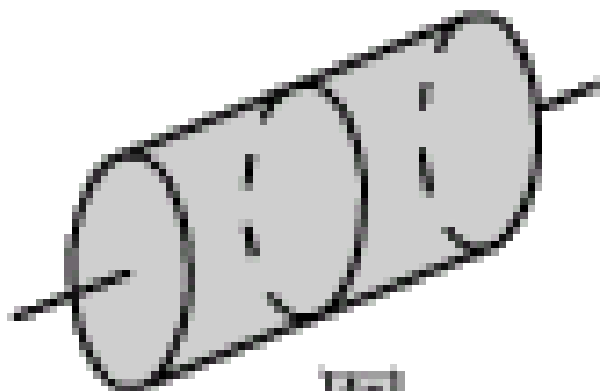
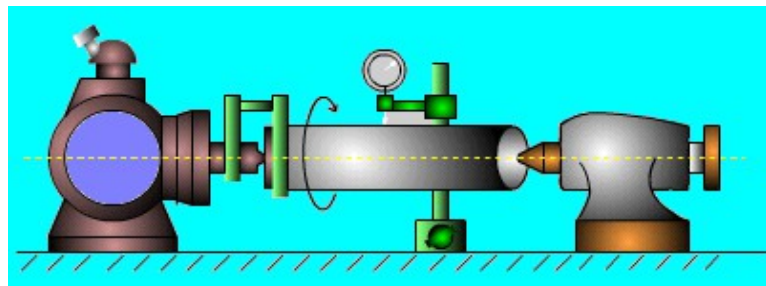


公差带

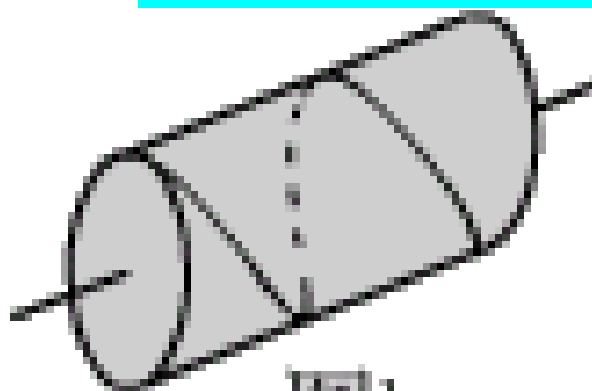
标注



# 测量

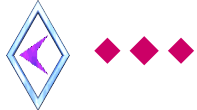


图a



图b

- 用于圆柱度误差的测量仪器必须同时具有精密的回转运动和直线运动。测量时，测头可沿零件的若干个正截面运动（如图a），测头也可作直线运动（如图b）。



## 误差评定

- 目前按最小条件评定圆柱度误差的方法在企业中应用不普遍，一般用最小二乘法进行评定。



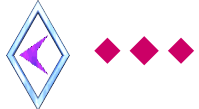


## 5、轮廓度公差与公差带

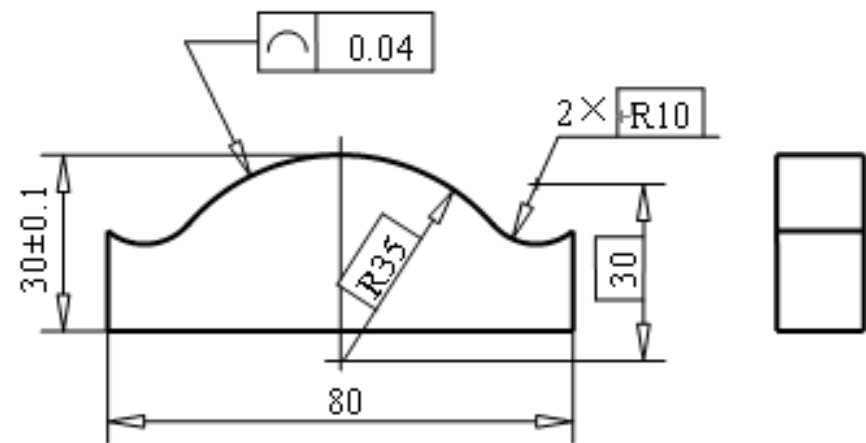
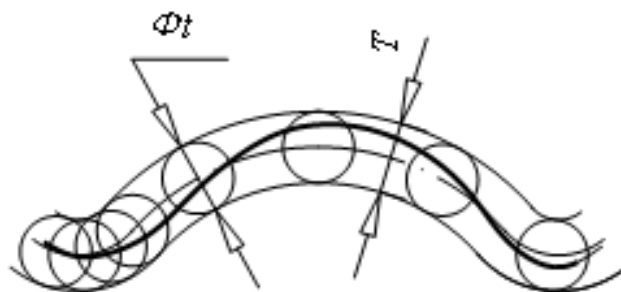
理论正确尺寸——是用以确定被测要素的理想形状、方向、位置的尺寸。它仅表达设计时对被测要素的理想要求，故该尺寸不附带公差，标注时应围以框格，而该要素的形状、方向和位置误差则由给定的形位公差来控制。

公差带定义：线轮廓度公差带是包络一系列直径为公差值  $t$  的圆的两包络线之间的区域，诸圆圆心应位于理想轮廓线上。如下图。

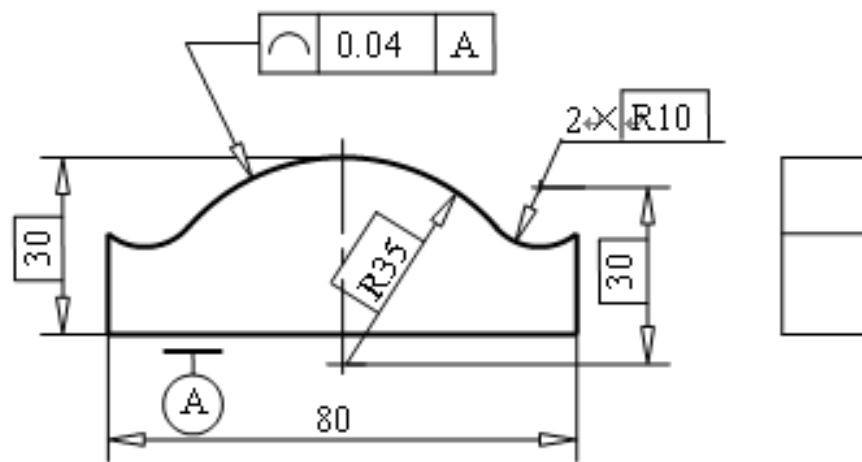




## 线轮廓度公差：



无基准要求



有基准要求


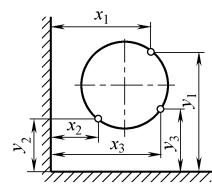
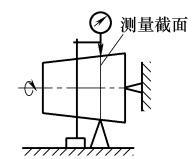
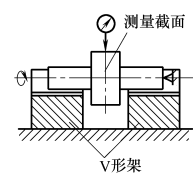
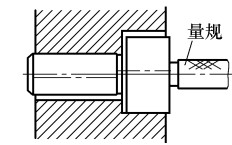


表 1-3-11 直线度和平面度公差常用等级的应用举例

公差等级	应用举例
5	1 级平板, 2 级宽平尺, 平面磨床的纵导轨、垂直导轨、立柱导轨及工作台, 液压龙门刨床和六角车床床身导轨, 柴油机进气、排气阀门导杆
6	普通机床导轨面, 如卧式车床、龙门刨床、滚齿机、自动车床等的床身导轨、立柱导轨, 柴油机壳体
7	2 级平板, 机床主轴箱, 摇臂钻床底座和工作台, 镗床工作台, 液压泵盖, 减速器壳体结合面
8	机床传动箱体, 交换齿轮箱体, 车床溜板箱体, 柴油机气缸体, 连杆分离面, 缸盖结合面, 汽车发动机缸盖、曲轴箱结合面, 液压管件和法兰连接面
9	3 级平板, 自动车床床身底面, 摩托车轴箱体, 汽车变速器壳体, 手动机械的支承面

表 1-3-12 圆度和圆柱度公差常用等级的应用举例

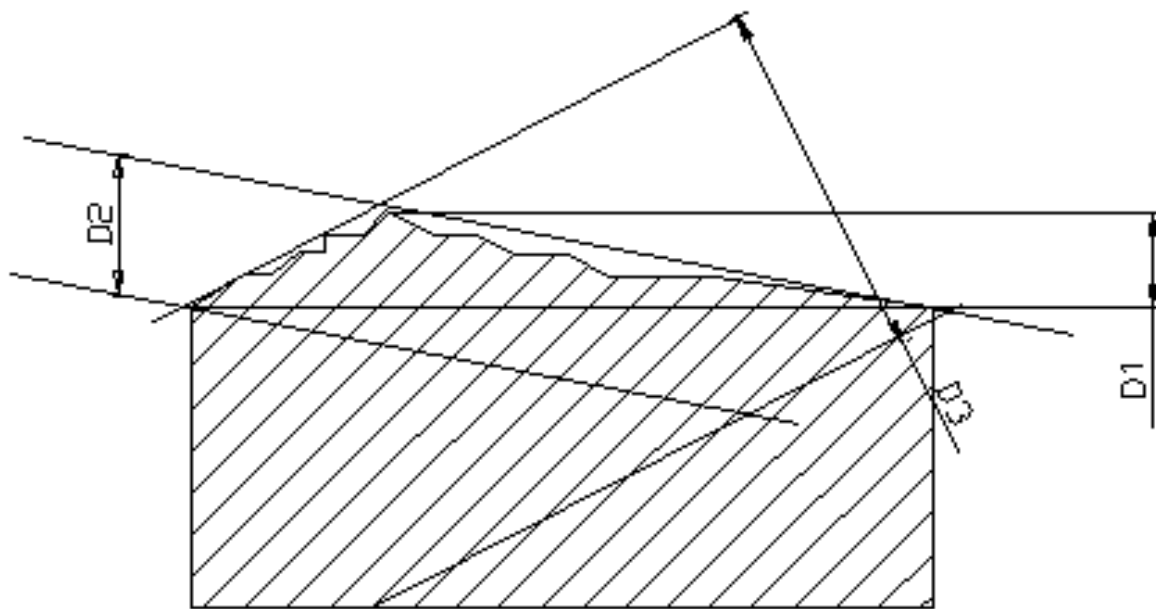
公差等级	应用举例
5	一般计量仪器主轴、测杆外圆柱面, 陀螺仪轴颈, 一般机床主轴轴颈及主轴轴承孔, 柴油机、汽油机活塞、活塞销、与 6 级滚动轴承配合的轴颈
6	仪表端盖外圆柱面, 一般机床主轴及箱体孔, 泵、压缩机的活塞、气缸、汽车发动机凸轮轴, 减速器轴颈, 高速船用柴油机、拖拉机曲轴主轴颈, 与 6 级滚动轴承配合的外壳孔, 与 0 级滚动轴承配合的轴颈

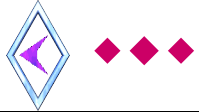
检测原则名称	说明	示例
与拟合要素比较原则	将被测提取要素与其拟合要素相比较，量值由直接法或间接法获得 拟合要素用模拟方法获得	
测量坐标值原则	测量被测提取要素的坐标值(如直角坐标值、极坐标值、圆柱面坐标值)，并经过数据处理获得形位误差值	
测量特征参数原则	测量被测提取要素上具有代表性的参数(即特征参数)来表示形位误差值	
测量跳动原则	被测提取要素绕基准轴线回转过程中，沿给定方向测量其对某参考点或线的变动量。 变动量是指指示计最大与最小示值之差	
控制实效边界原则	检验被测提取要素是否超过实效边界，以判断合格与否	



## 一、形状误差的评定

评定形状误差时，必须正确确定理想要素的位置，使被测实际要素的误差值最小。理想要素的位置有无穷多，如下图所示：





使被测实际要素对其理想要素的最大变动量为最小（简称为**最小条件**）。

----- 这是评定形状误差的基本原则。

使形状误差值为最小的误差评定方法称**最小条件法或最小区域法**，按此法得到的形状误差值是唯一的。

若不同评定方法的结果有争议时，应以最小条件法的评定结果仲裁。





## 直线度

水平仪测量法 (取点)

例：测点

0 1 2 3 4

读数 ( $\mu\text{m}$ )

0 -5 -2 +1 -3 +6 -3

解：画误差曲线

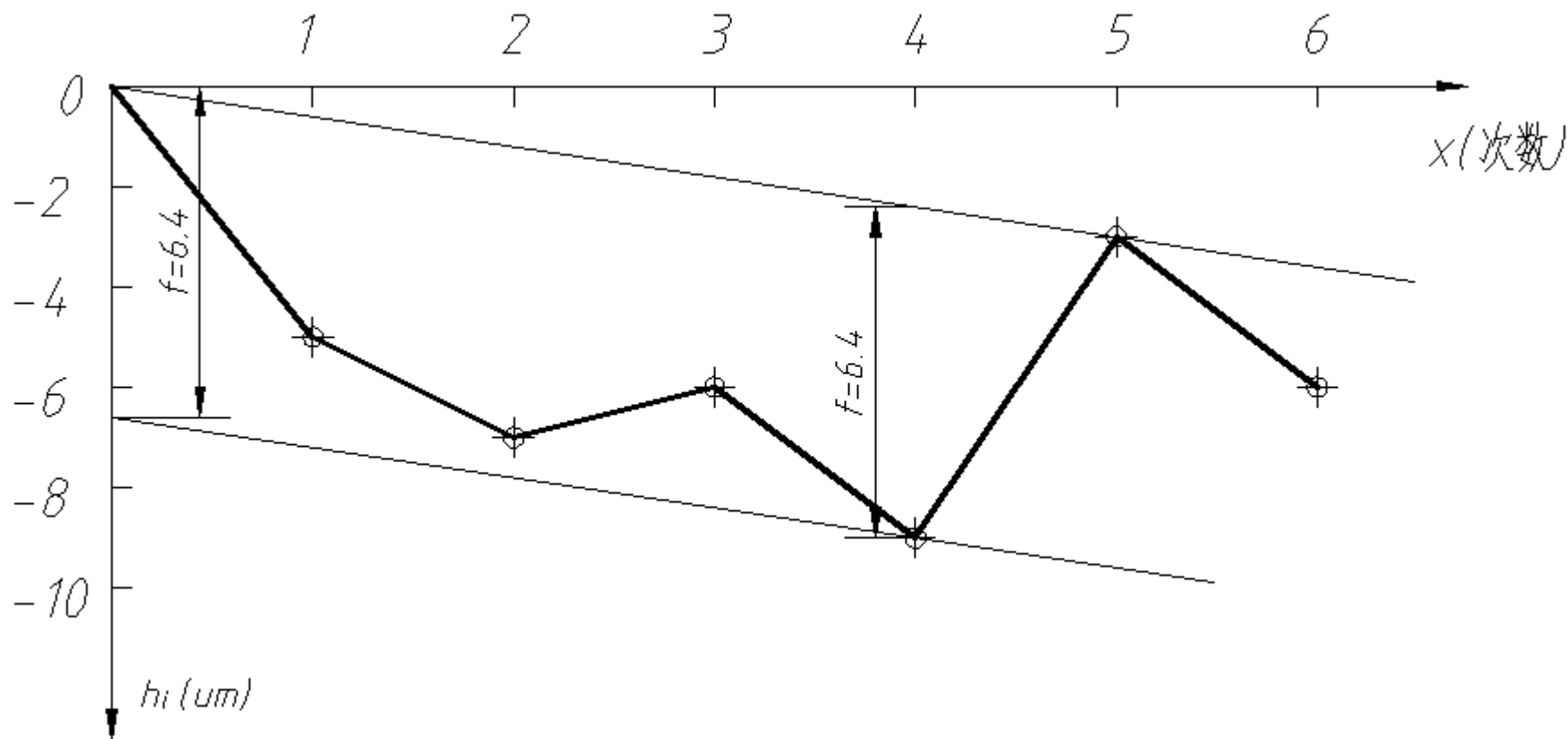
-- 先计算误差数据表

序号 $i$	0	1	2	3	4	5	6
读数 $a_i(\mu\text{m})$	0	-5	-2	+1	-3	+6	-3
累积值 $h_i=h_{i-1}+a_i$	0	-5	-7	-6	-9	-3	-6



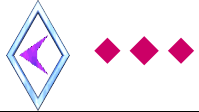


解：画误差曲线



(1) 图解法：直接在图上量取， $f=6.4$ ，即为**直线度误差**！





解：(2) 计算法

过原点的第 1 直线方程式为  $y=a+bx$ ；它过  $(0,0)$  和  $(5,-3)$  两点，代入得  $a=0, b=-3/5$ 。即方程式为  $y=-3/5x$ 。

而包容线和另一条与第一条平行，即为  $y=a-3/5x$ ；它过  $(4,-9)$  点，代入，得  $a=-6.6$ 。

而直线度误差值就等于  $a$ ，即  $f=6.6$

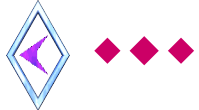




课堂习题：测点

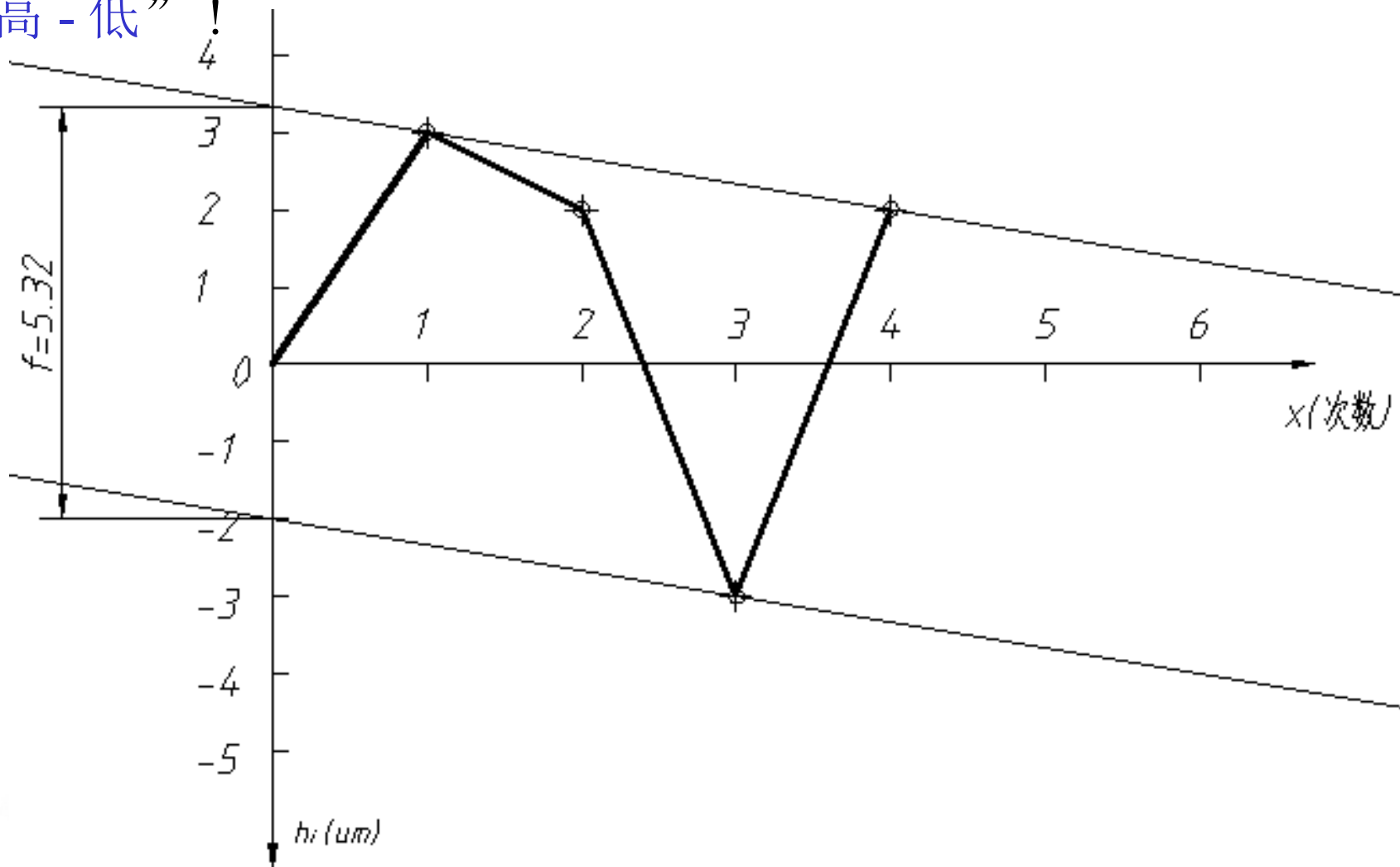
	0	1	2	3	4
读数 ( $\mu\text{m}$ )	0	3	-1	-4	6





注意：

画平行时，选三个接触点，原则为“高-低-高”或“低-高-低”！





---

# The End

小结:

