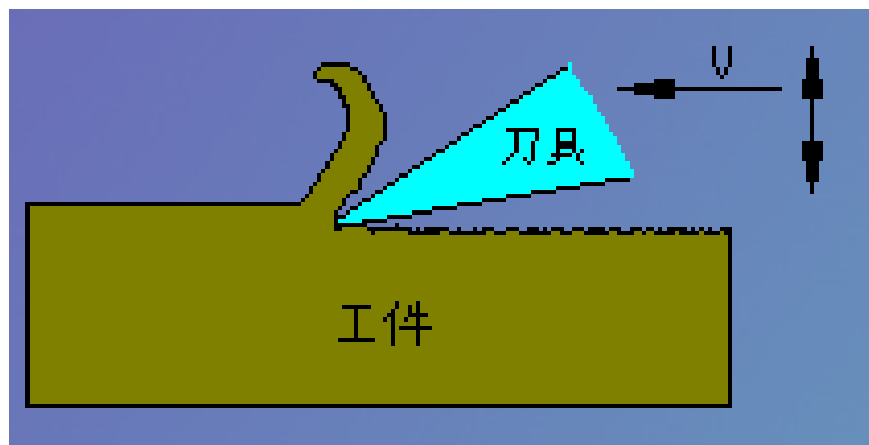


# 表面粗糙度与微观表面质量

## 1、产生的原因及定义：



由于切削过程中的：

刀痕

切屑分离时的塑性变形

刀具和被加工表面间的摩擦

工艺系统中的高频振动等。



加工表面上留下的凸凹不平的痕迹，这些痕迹是由许多微小的凸峰和凹谷组成的，其微小峰谷的高低以及细密程度构成的微观几何形状特性称为表面粗糙度。

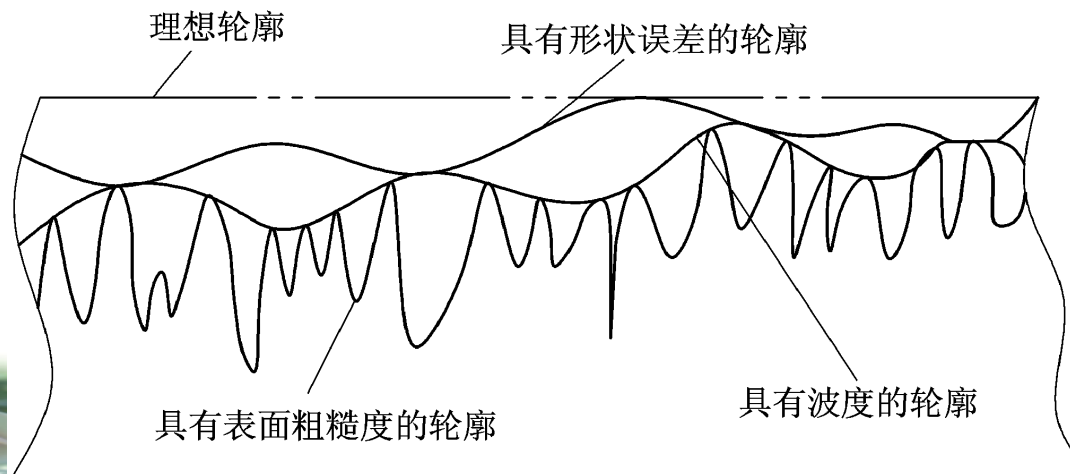
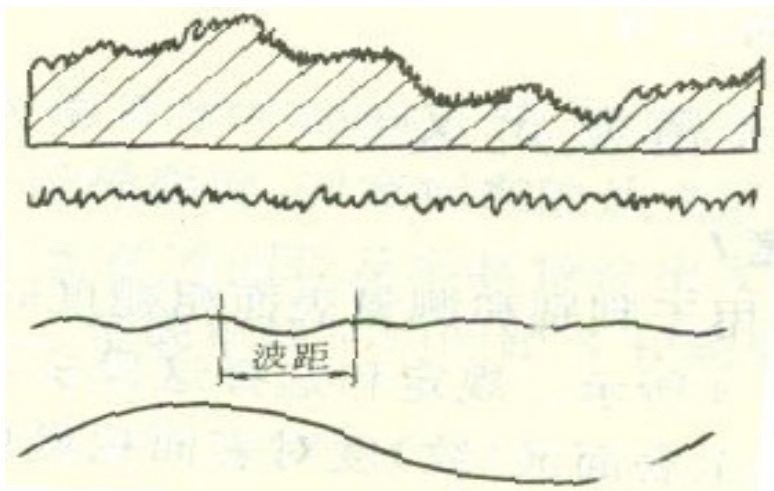




表面粗糙度，形状误差和表面波度的划分：

按相邻两波峰或两波谷的波距来划分，波距大于 10 mm 的属于形状误差；

波距小于 1mm 的属于表面粗糙度；波距介于 1 ~ 10 mm 之间的属于表面波度。 ◆



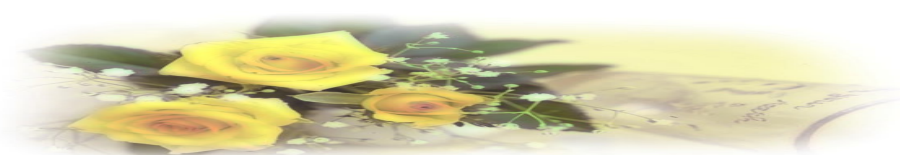


## 表面粗糙度对互换性的影响◆

表面粗糙度对零件表面许多功能都有影响。其主要表现在以下几个方面：◆

### 1. 配合性质◆

对于有配合要求的零件表面，由于相对运动会导致微小的波峰磨损，从而影响配合性质。○◆

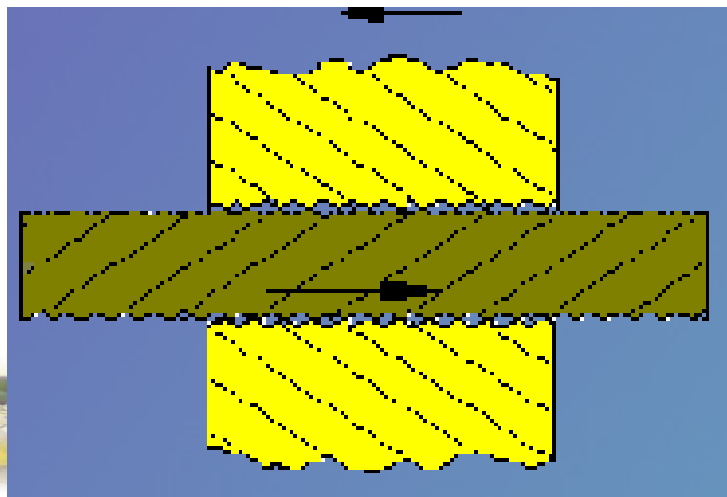




间隙配合：零件粗糙表面的波峰会很快磨去，导致间隙增大，影响原有的配合功能。 ◆

过盈配合：在装配零件时会将波峰挤平填入波谷，使实际有效过盈量减小，降低了联结强度。

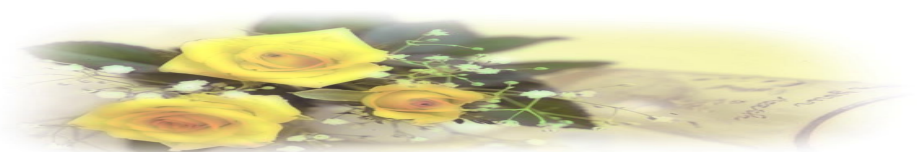
◆ 过渡配合：零件会在使用和拆装过程中发生磨损，使配合变松，降低了定位和导向的精度。





## 2. 耐磨性◆

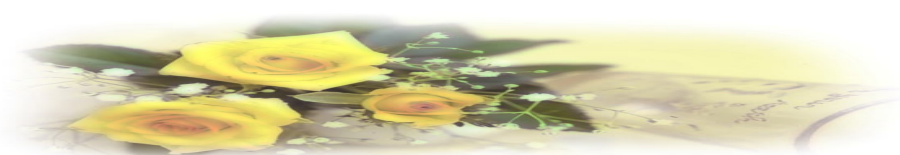
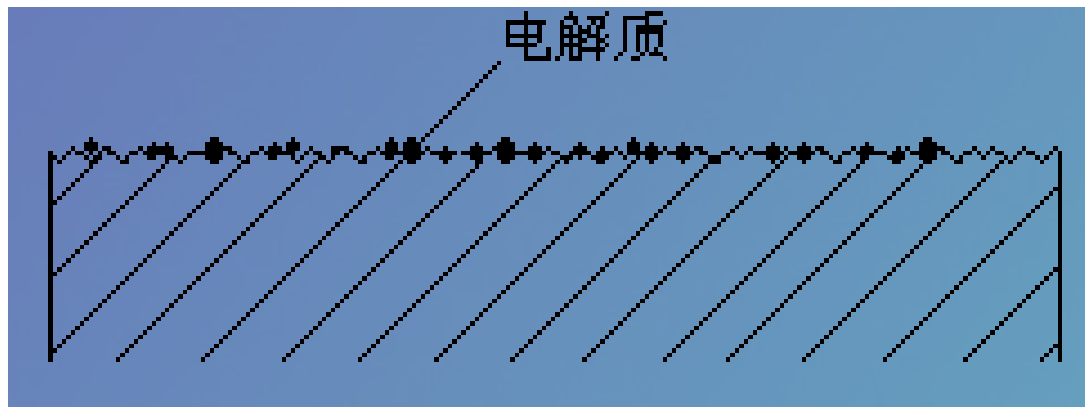
相互接触的表面由于存在微观几何形状误差，只能在轮廓峰顶处接触，实际有效接触面积减小，导致单位面积上压力增大，表面磨损加剧；但过于光滑（即表面粗糙度值过小）的零件表面，由于金属分子间的吸附作用，接触表面的润滑油被挤掉形成干摩擦，也会使摩擦系数增大而加剧磨损。 ◆





### 3. 耐腐蚀性◆

由于腐蚀性气体或液体容易积存在波谷底部，腐蚀作用便从波谷向金属零件内部深入，造成锈蚀，因此零件表面越粗糙，波谷越深，腐蚀越严重。 ◆

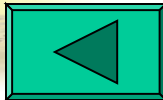
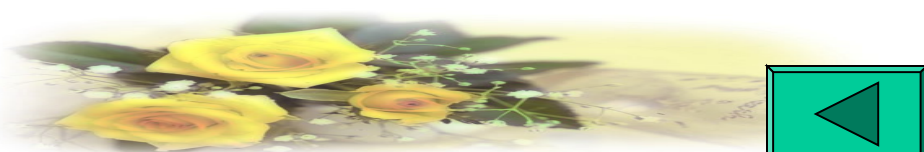




## 4. 抗疲劳强度◆

零件粗糙表面的波谷处，在交变载荷、重载荷作用下易引起应力集中，使抗疲劳强度降低。 ◆

此外，表面粗糙度对接触刚度、结合面的密封性、零件的外观、零件表面导电性等都有影响。因此为保证零件的使用性能和互换性，在设计零件几何精度时必须提出合理的表面粗糙度要求。 ◆





# 国家标准的演变

表面光洁度

1983 年称表面粗糙度

GB1031-68

GB131-74

GB 3505-83 术语定义及参数

GB 1031-83 参数及其数值

GB 131-83 表面粗糙代号及其注法

GB/T3505 -2000

GB/T1031-1995

GB/T131-1993

- GB6060.1-85 表面粗糙度比较样块 铸造表面；
- GB6060.2-85 表面粗糙度比较样块 磨、车、镗、铣、插及刨加工表面；
- GB 6060.3-86 表面粗糙度比较样块 电火花加工表面；
- GB 6060.4-87 表面粗糙度比较样块 抛光加工表面；
- BG6060.5-88 表面粗糙度比较样块 (喷)丸、喷砂加工表面；
- GB6061-85 轮廓法测量表面粗糙度的仪器 - 术语；
- GB6062-85 轮廓法触针式表面粗糙度测量仪—轮廓记录仪及中级制轮廓计；
- GB10610—89 触针式仪器测量表面粗糙度的规则和方法；
- GB/T12472—2003 木制件表面粗糙度参数及其数值





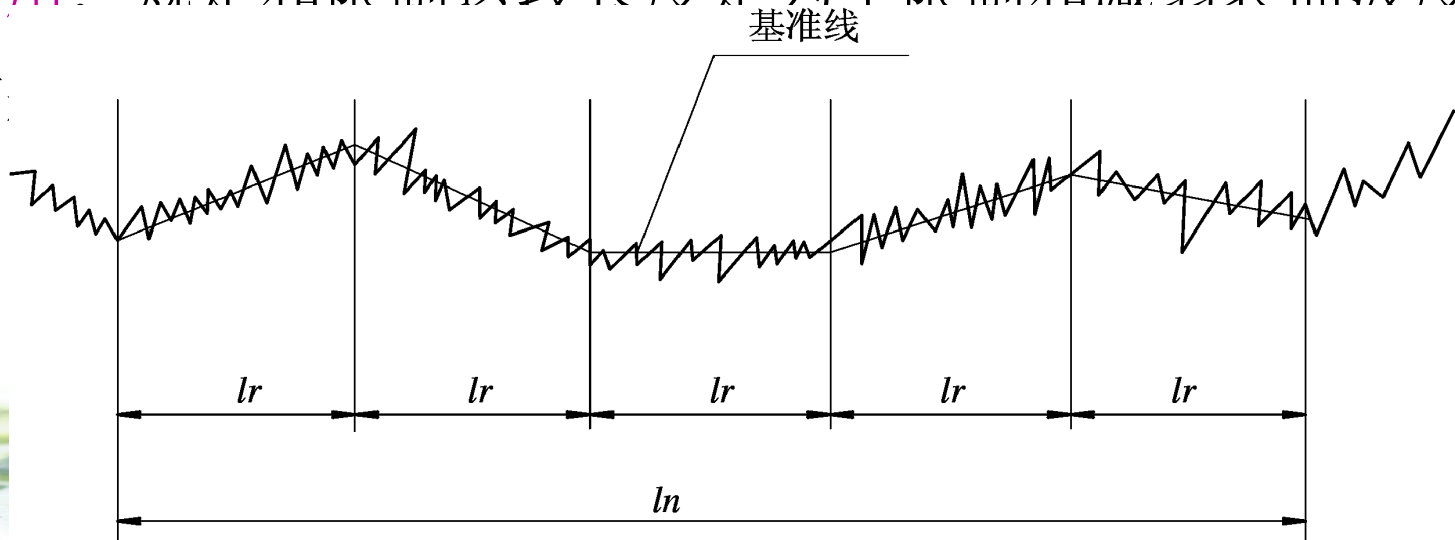
### 1. 取样长度 ( $l_r$ ) ◆

取样长度是用于判别被评定轮廓的不规则特征的  $x$  轴方向上的长度，即具有表面粗糙度特征的一段基准线长度。

◆**取法：**  $x$  轴的方向与轮廓总的走向一致，一般应包括 5 个以上的波峰和波谷，

◆**作用：** 规定和限制这段长度是为了限制和减弱表面波度对

表面



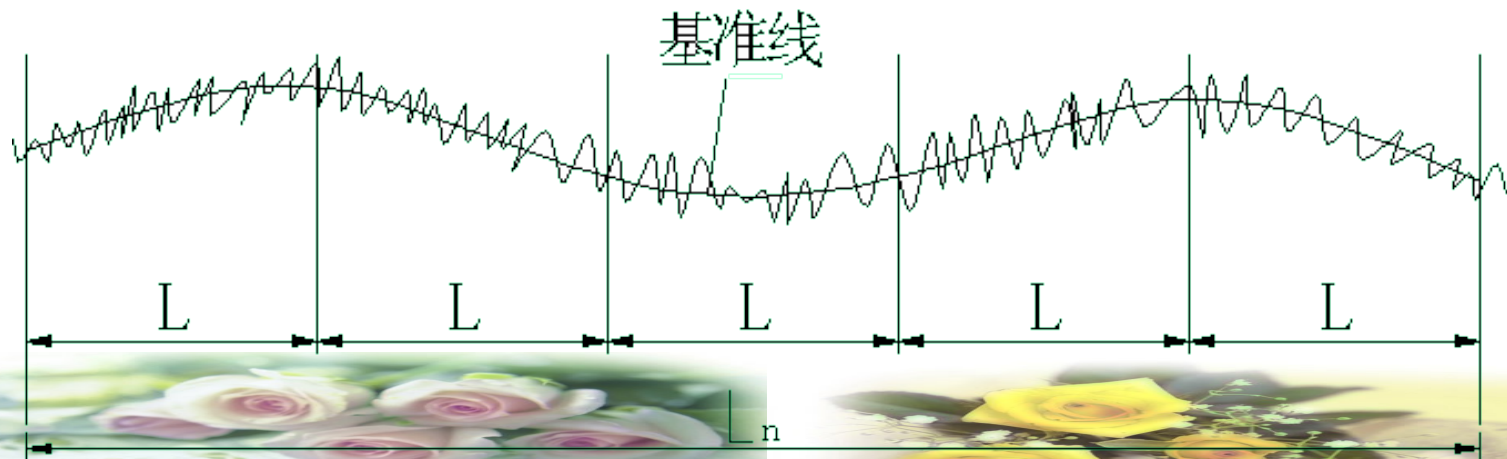


## 2. 评定长度 ( $l_n$ ) ◆

评定长度是用于判别被评定轮廓的  $x$  轴方向上的长度。它可包括一个或几个取样长度。

➤作用：反映加工表面的不均匀性。

➤取法：一般取  $l_n = 5lr$ 。若被测表面比较均匀，可选  $l_n < 5lr$ ；若被测表面均匀性差或测量精度要求高，可选  $l_n > 5lr$ 。





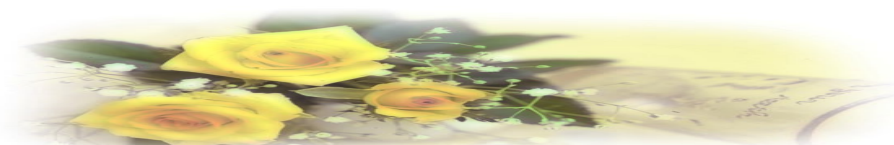
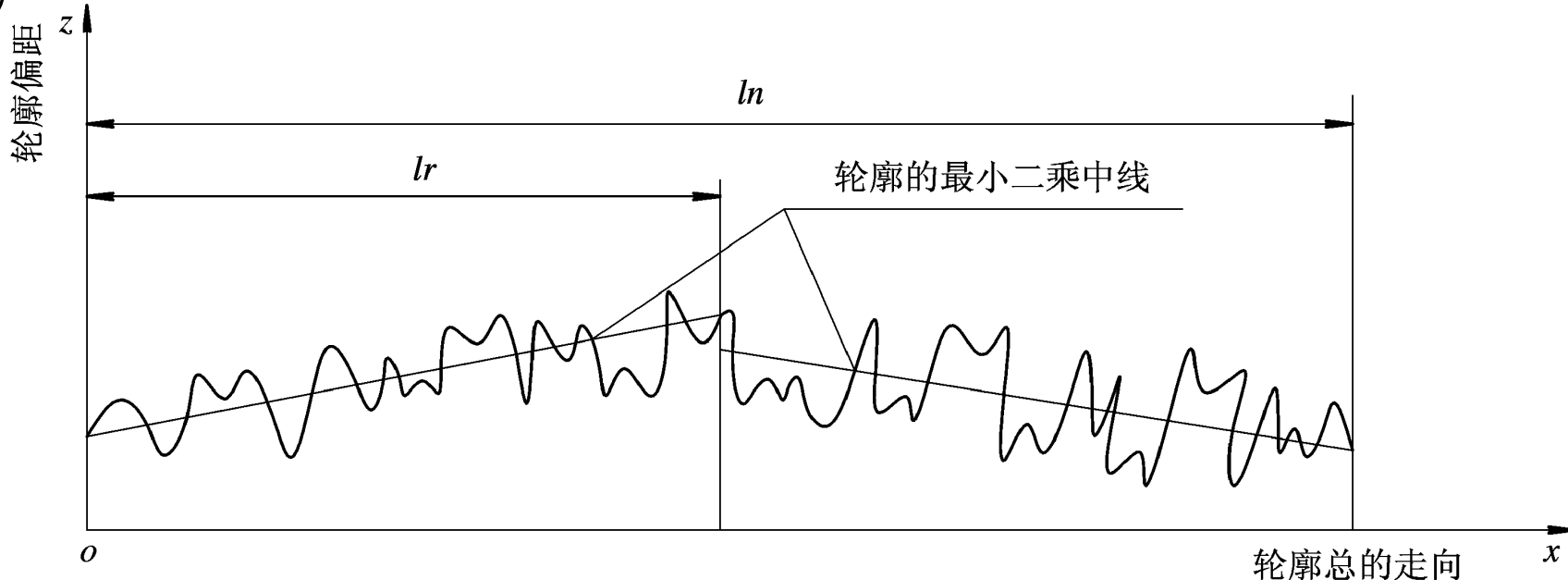
### 3. 轮廓中线 (基准线) ◆

轮廓中线是具有几何轮廓形状并划分轮廓的基准线。它有轮廓的最小二乘中线和轮廓的算术平均中线两种。

#### 1) 轮廓的最小二乘中线 ( $m$ ) ◆

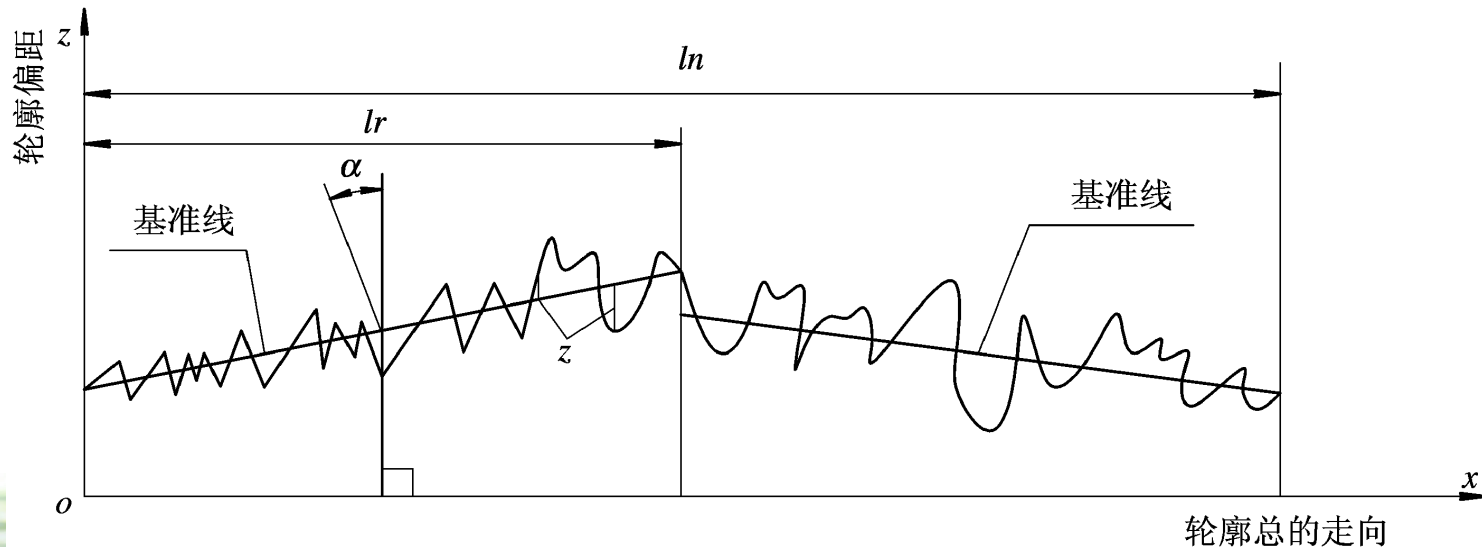
轮廓的最小二乘中线是指在取样长度内，使轮廓线上各点轮廓偏距  $z_i$  的平方和最小的线，即  $\int_0^{l_n} z_i^2 dx$  )，如图

所示





轮廓偏距  $z$  是指测量方向上，轮廓线上的点与基准线之间的距离。对实际轮廓来说，基准线和评定长度内轮廓总的走向之间的夹角  $\alpha$  是很小的，故可认为轮廓偏距是垂直于基准线的。轮廓偏距有正、负之分：在基准线以上，轮廓线和基准线所包围的部分是材料的实体部分，这部分的  $z$  值为正；反之为负。





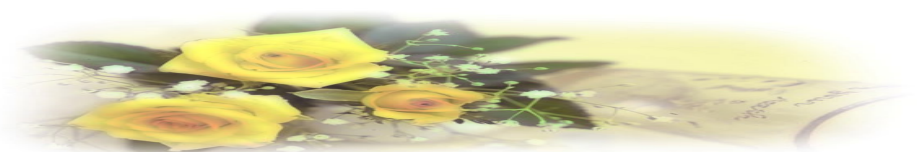
## 2) 轮廓的算术平均中线◆

轮廓的算术平均中线是指在取样长度内划分实际轮廓为上、下两部分，且使两部分面积相等的基准线，如图 3.5 所示，用公式表示为

$$\rightarrow \sum_{i=1}^n F_i = \sum_{i=1}^n F'_i$$

式中： $F_i$ ——轮廓峰面积；◆

■  $F'_i$  ——轮廓谷面积。◆



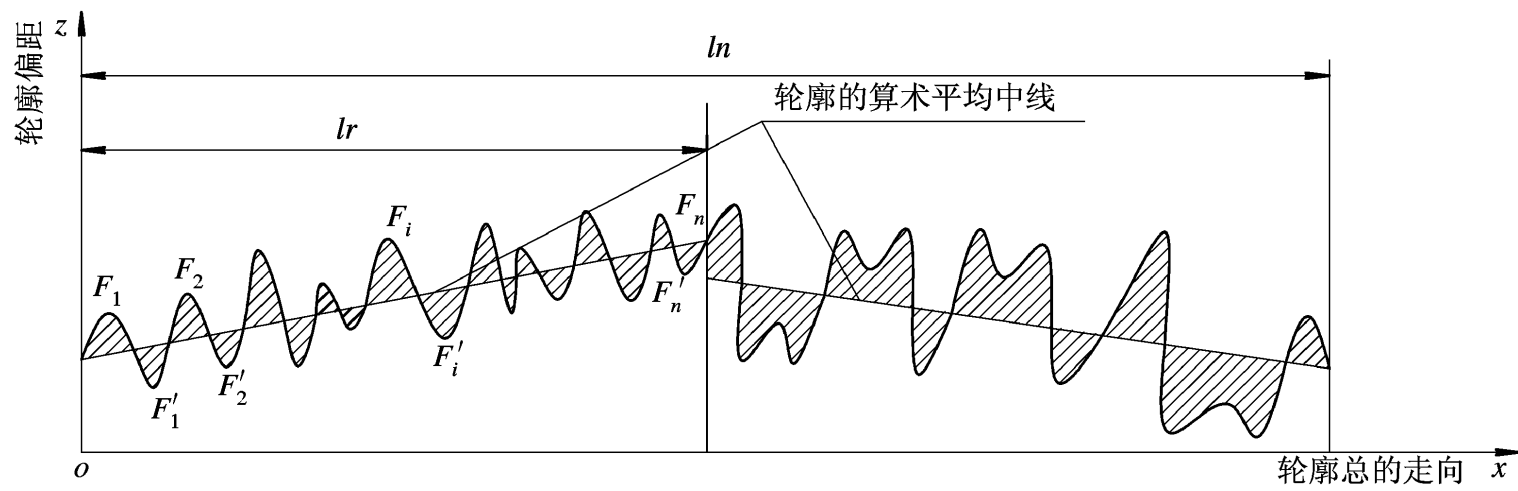
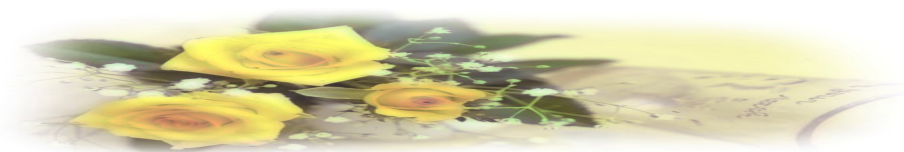
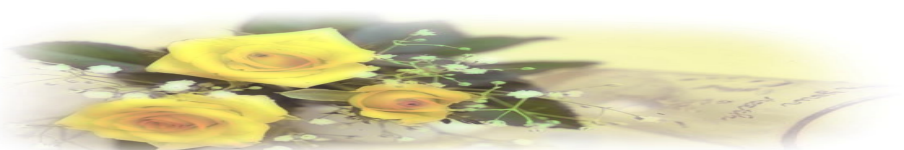


图 3.5 轮廓的算术平均中线





最小二乘中线从理论上讲是理想的、惟一的基准线，但在轮廓图形上确定最小二乘中线的位置比较困难，因此只用于精确测量。轮廓算术平均中线与最小二乘中线差别很小，通常用图解法或目测法就可以确定，故实际应用中常用轮廓的算术平均中线代替最小二乘中线。当轮廓很不规则时，轮廓的算术平均中线不是惟一的。 ◆



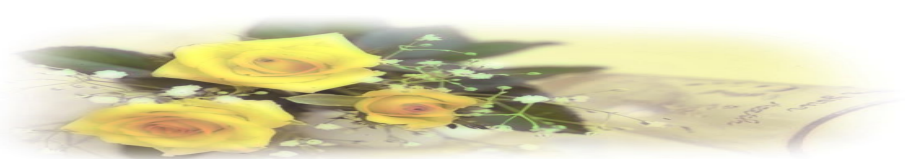
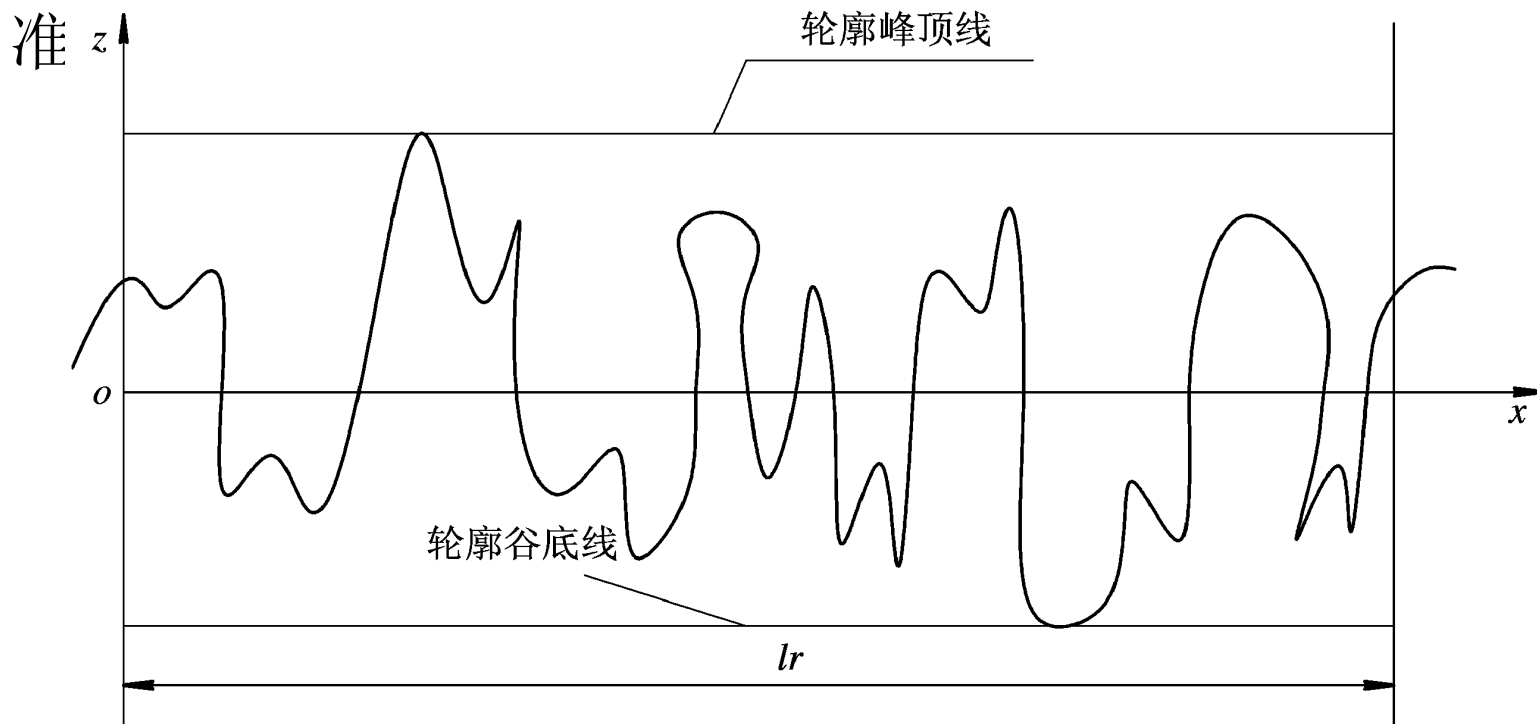


#### 4. 轮廓峰顶线◆

轮廓峰顶线是指在取样长度内，平行于基准线并通过轮廓最高点的线。

#### 5. 轮廓谷底线◆

轮廓谷底线是指在取样长度内，平行于基准线







## 表面粗糙度评定参数◆

### 1. 幅度参数◆

#### 1) 轮廓算术平均偏差 ( $R_a$ ) ◆

轮廓算术平均偏差是指在一个取样长度内，轮廓偏距  $z(x)$  绝对值的算术平均值，如图 3.6 所示

，用公式表示为  $\rightarrow \rightarrow$

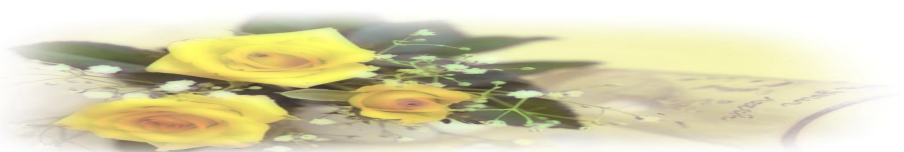
$$R_a = \frac{1}{l_r} \int_0^{l_r} |z(x)| dx \quad (3-3)$$

$\rightarrow \rightarrow$   
或近似为

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |z_i| \quad (3-3)$$

式中： $z$ ——轮廓偏距； ◆

■  $z_i$ ——第  $i$  点轮廓偏距 ( $i=1, 2, 3, \dots$ )。 ◆



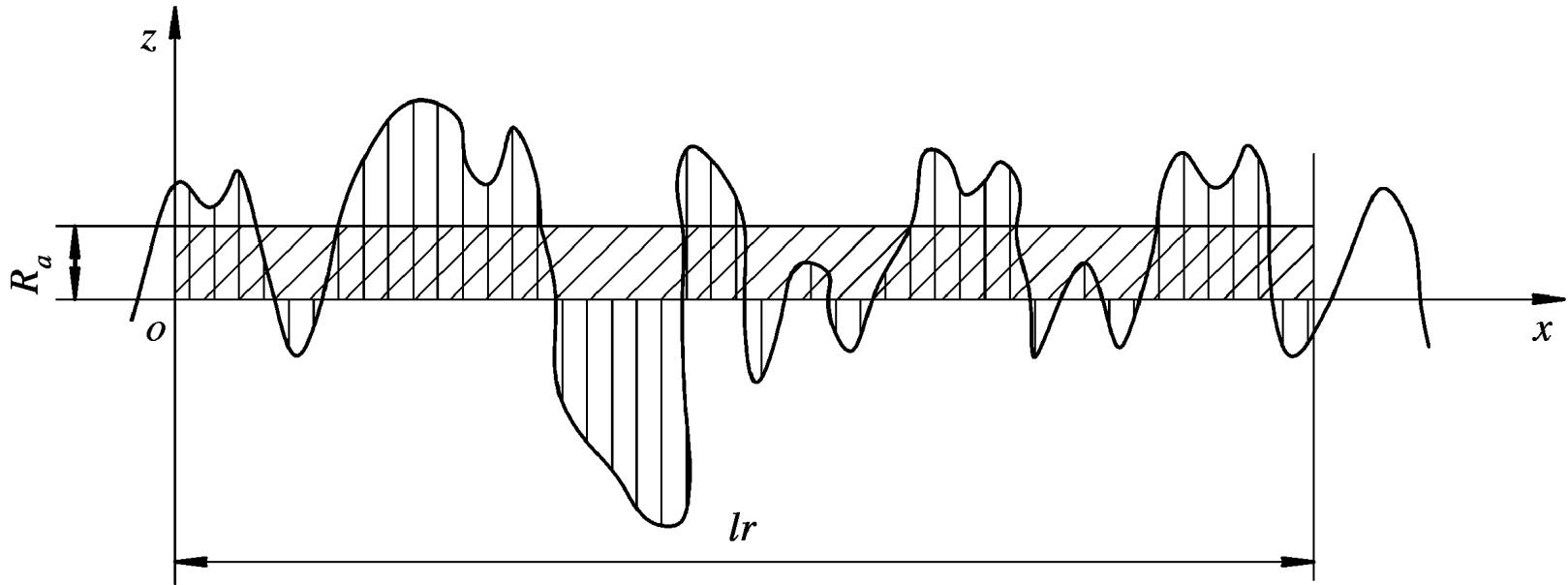
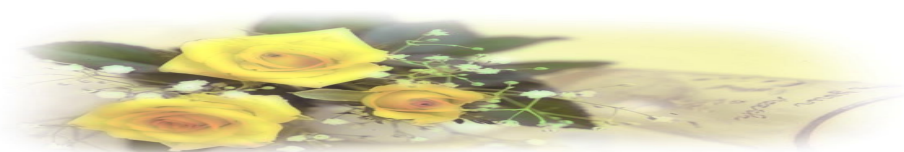


图 3.6 轮廓算术平均偏差

测得的  $R_a$  越大，则表面越粗糙。 $R_a$  能客观反映表面微观几何形状误差，但因受到计量器具功能的限制，不宜用作过于粗糙或太过光滑表面的评定参数。





## 2) 轮廓最大高度 ( $R_z$ ) ◆

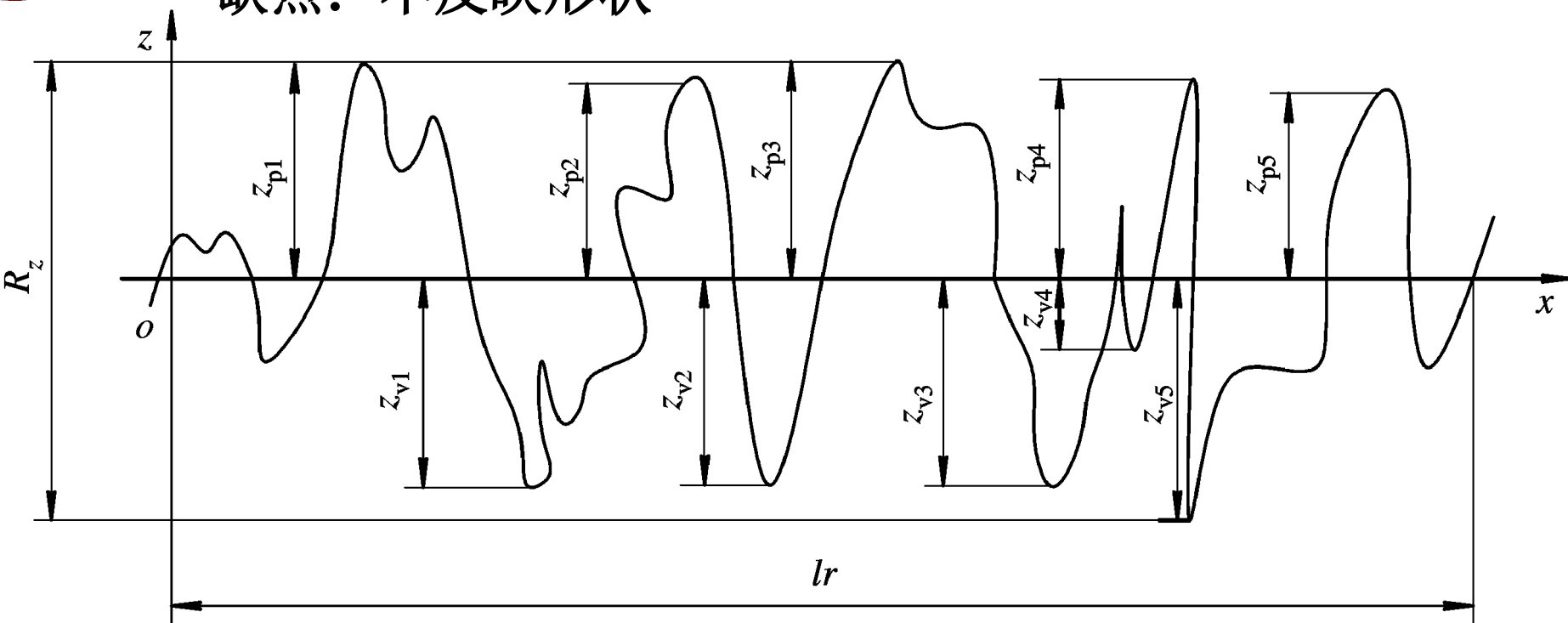
轮廓最大高度是指在取样长度内，轮廓峰顶线与轮廓

谷底线之间的距离。 ○◆

### • 特点

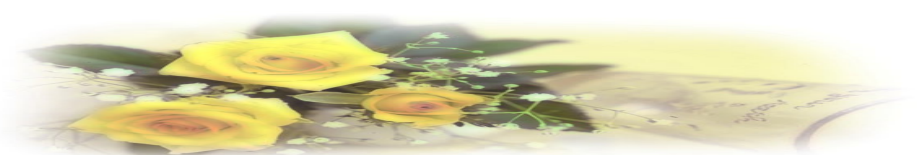
优点：简单、直观

缺点：不反映形状





幅度参数（ $R_a$ ， $R_z$ ）是标准规定必须标注的参数，故又称为基本参数，在常用值范围内（ $R_a$ 为 $0.025\sim 6.3\mu\text{m}$ ， $R_z$ 为 $0.1\sim 25\mu\text{m}$ ）应优先选用 $R_a$ 。 $R_z$ 用于粗糙度要求特别高或特别低，测量部位小、峰谷小或有疲劳强度要求的零件表面。





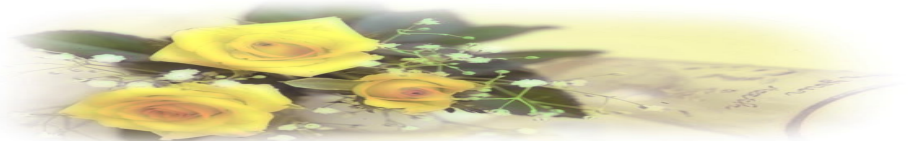
## 2) . 间距参数◆

轮廓单元的平均宽度 ( $RS_m$ )：在取样长度内，轮廓单元宽度  $X_s$  的平均值，用公式表示为 ○

$$\begin{aligned} \rightarrow\rightarrow & RS_m = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_{si} & (3-5) \\ \rightarrow\rightarrow & \end{aligned}$$

式中， $X_{si}$ ——第  $i$  个轮廓微观不平度的间距。◆

轮廓单元是指轮廓峰和轮廓谷的组合宽度。轮廓单元宽度  $X_s$  是指  $x$  轴线与轮廓单元相交线段的长度，如图 3.8 所示。



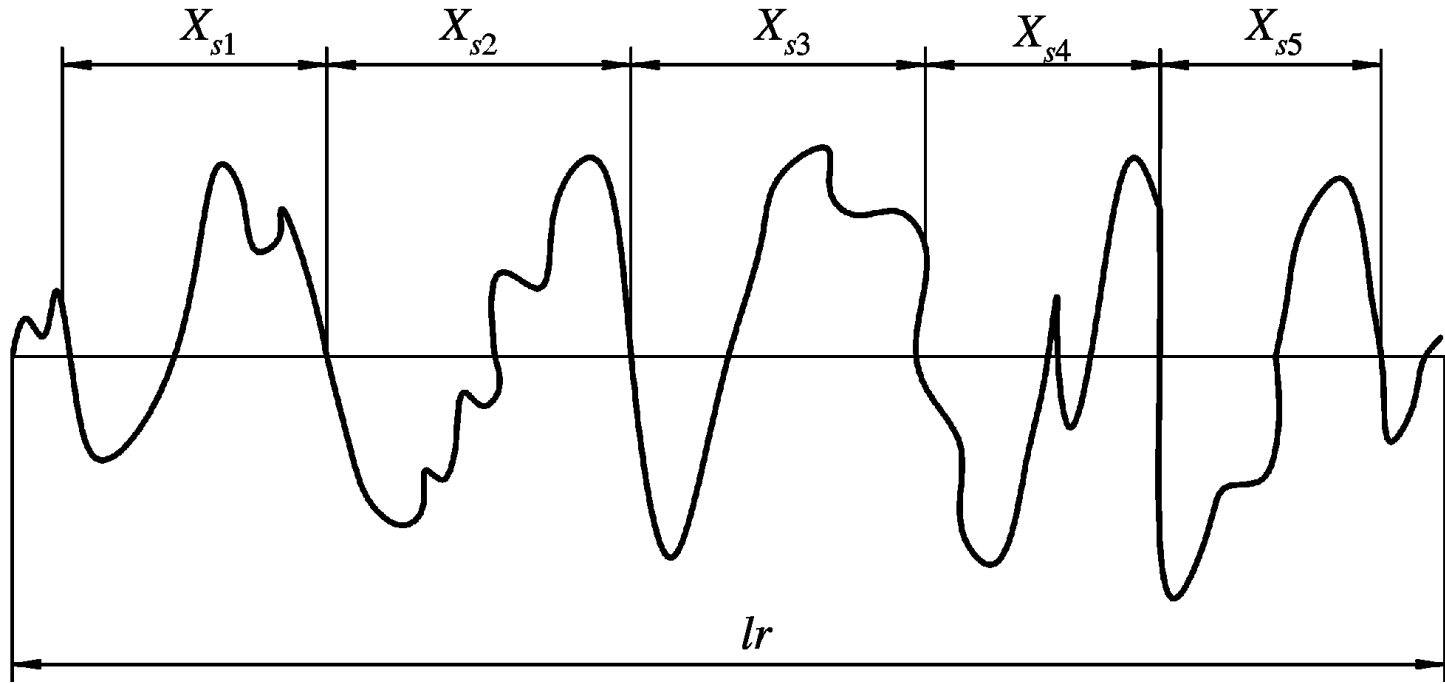
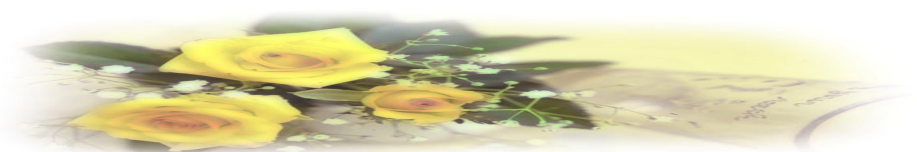


图 3.8 轮廓单元宽度

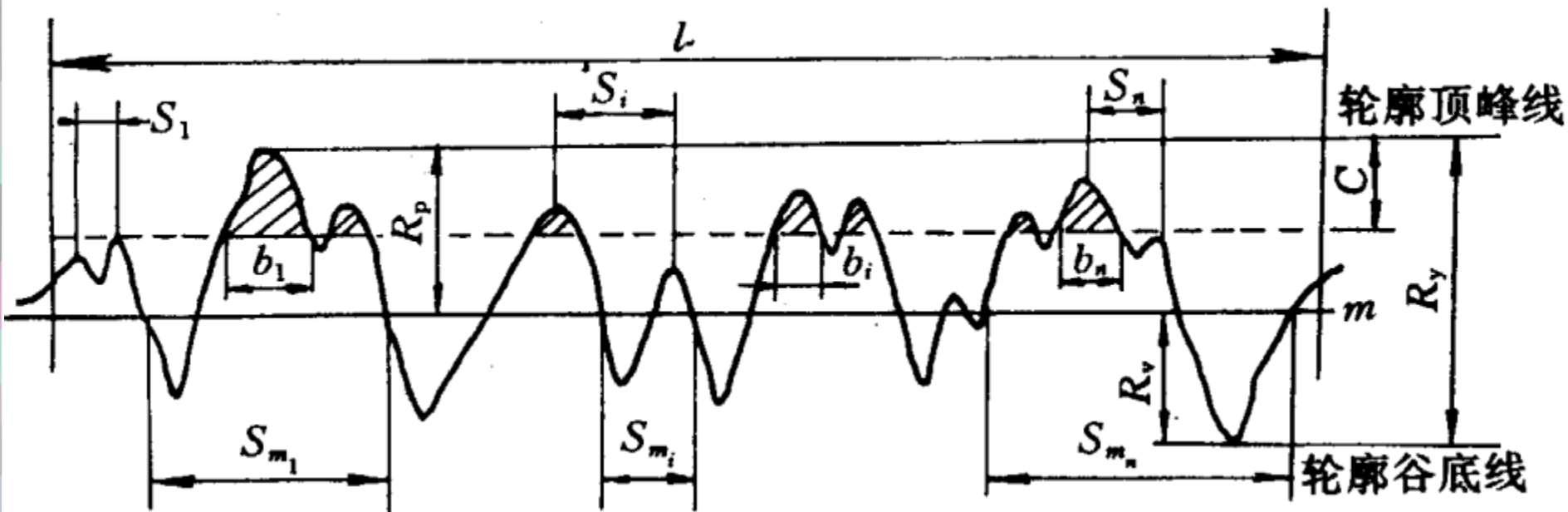




### 3. 轮廓支撑长度率（形状特性参数）◆

轮廓支承长度率（ $Rmr(c)$ ）：在给定水平位置  $c$  上，轮廓的实体材料长度  $Ml(c)$  与评定长度  $ln$  的比率，用公式表示为

$$\rightarrow\rightarrow Rmr(c) = \frac{Ml(c)}{ln} = \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{ln} \quad (3-6)$$





轮廓的实体材料长度  $MI(c)$ , 是指评定长度内, 一平行于  $x$  轴的直线从峰顶线向下移一水平截距  $c$  时, 与轮廓相截所得各段截线长度  $b_i$  之和。



■  $Rmr(c)$  值是对应于不同水平截距  $c$  而给出的。水平截距  $c$  是从峰顶线开始计算的, 它可用  $\mu\text{m}$  或  $R_z$  的百分数表示。如图 3.10 所示, 给出  $Rmr(c)$  参数时, 必须同时给出轮廓水平截距  $c$  值。

支撑长度率曲线对于反映表面耐磨性具有显著功效, 从中可以直观看出支撑长度的变化趋势。



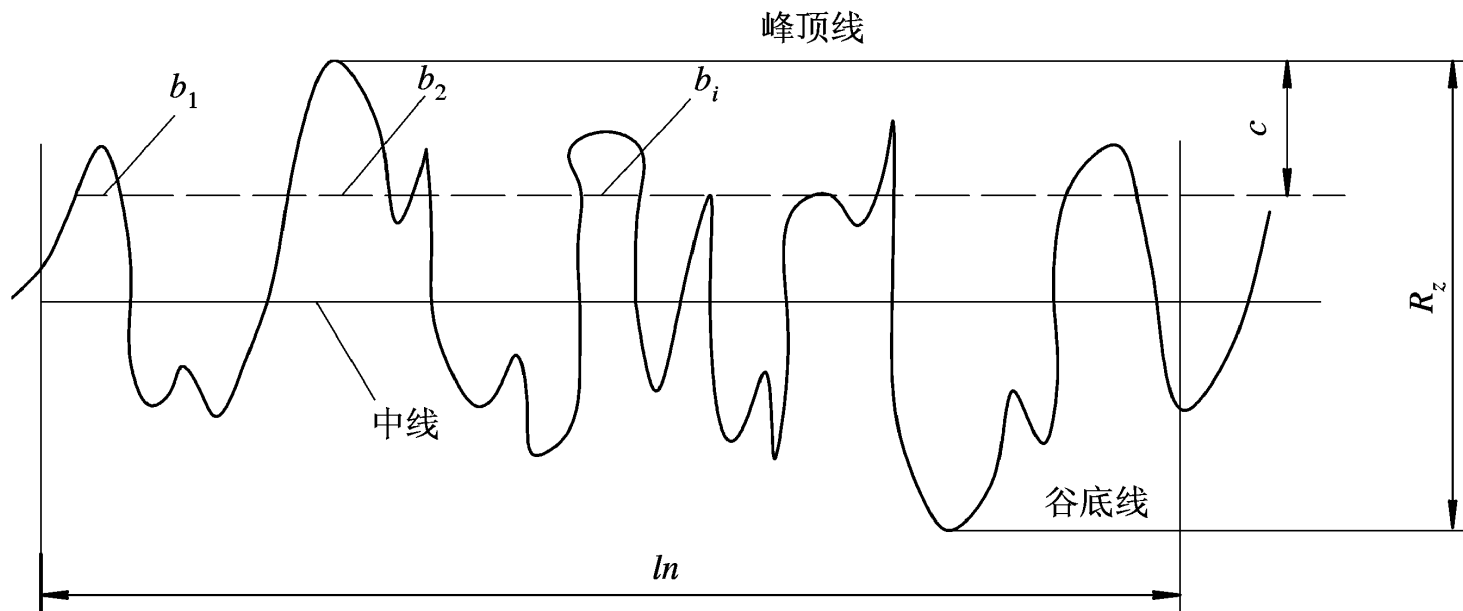
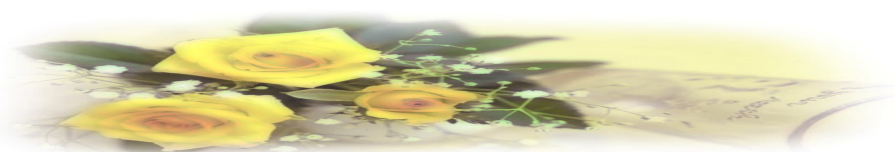
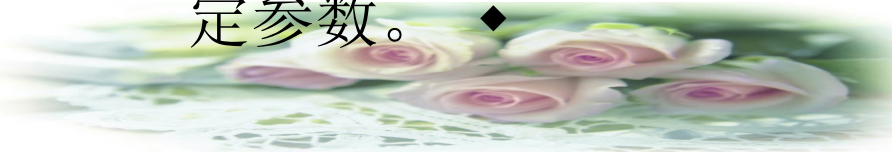


图 3.10 轮廓支承长度

国家标准 GB/T 1031—1995 规定，幅度参数是基本评定参数，而间距和形状特性参数为附加评定参数。



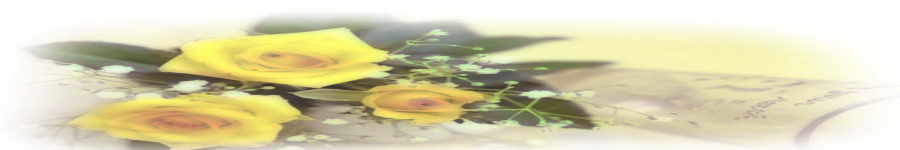


## 3.2.4 表面粗糙度的标注

国家标准 GB/T 131—1993 对表面粗糙度的符号、代号及其标注做了规定。

### 1 表面粗糙度的基本符号◆

表面粗糙度的基本符号是由两条不等长且与被标注表面投影轮廓线成  $60^\circ$ ，左、右倾斜的细实线组成的。





图样上所标注的表面粗糙度符号、代号是该表面完工后的要求。有关表面粗糙度的各项规定应按功能要求给定。若仅需加工（采用去除材料的方法或不去除材料的方法）但对表面粗糙度的其他规定没有要求时，允许只注表面粗糙度符号，如表所示。 ◆

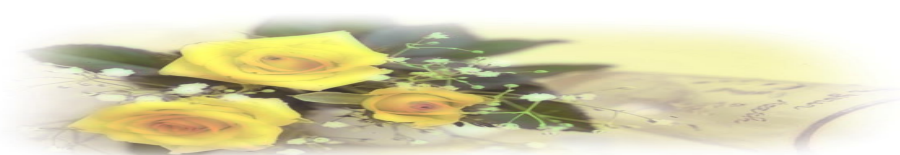





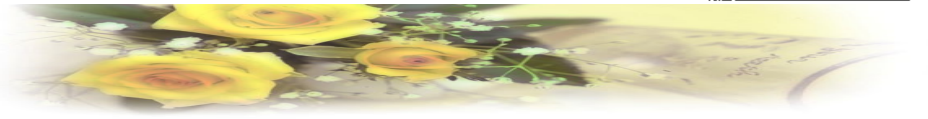




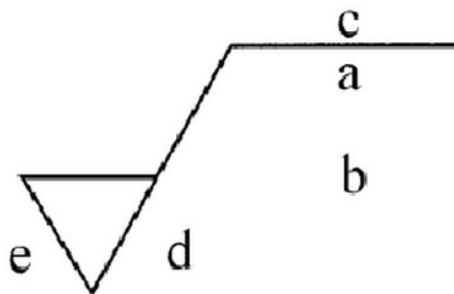
表 5-1 表面粗糙度的符号 (摘自 GB/T 131—1993)

符 号	说 明
	基本符号, 表示表面可用任何方法获得, 当不加注粗糙度参数值或有关说明(例如, 表面处理、局部热处理状况等)时, 仅适用于简化代号标注
	基本符号加一横线, 表示表面是用去除材料的方法获得的, 例如, 车、铣、钻、磨、剪切、抛光、腐蚀、电火花加工等
	基本符号加一小圆, 表示表面是用不去除材料的方法获得的, 例如, 铸、锻、冲压变形、热轧、粉末冶金等, 或者是用于保持原供应状况的表面(包括保持上道工序的状况)
	在上述三个符号的长边上均可加一横线, 用于标注有关参数和说明
	在上述三个符号上均可加一小圆, 表示所有表面具有相同的表面粗糙度要求





### 表面粗糙度的代号及其标注◆



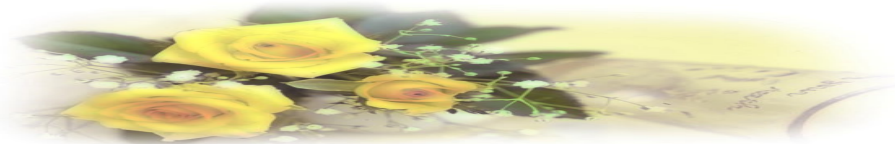
a — 第一个表面粗糙度要求（传输带 / 取样长度 参数代号 数值）

b — 第二个表面粗糙度要求（传输带 / 取样长度 参数代号 数值）

c — 加工方法（车、铣、磨、涂镀等）

d — 表面纹理和方向

e — 加工余量





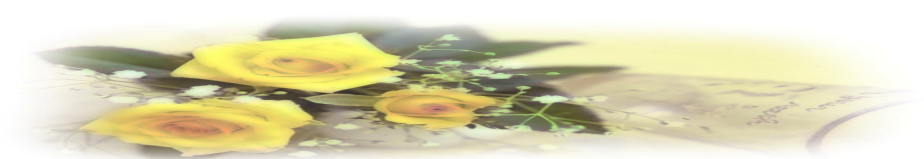
铣

	Ra	0.8
	Rz1	3.2

0,008-0,8 / Ra 3,1

-0,8 / Ra3 3,1

0,0025-0,1 / / Rx 0,2





## 1. 幅度参数的标注◆

表面粗糙度幅度参数的标注及其意义示例见表

4.10。当选用  $R_a$  时，只需在代号中标出其参数，参数数值前可不标参数代号；当选用  $R_z$  时，参数和参数值均应标出。

## 2. 间距、形状特征参数的标注◆

若需要标注  $RSm$ 、 $Rmr(c)$  值时，将其符号注在长边的横线下，数值写在代号的后面。

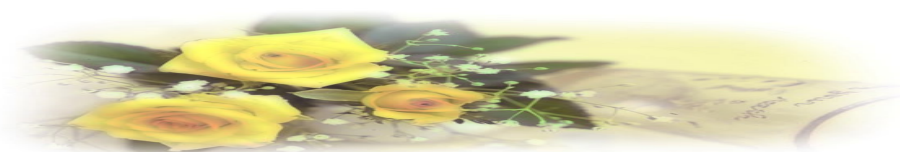
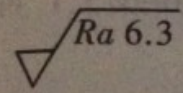
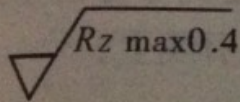
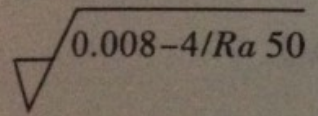
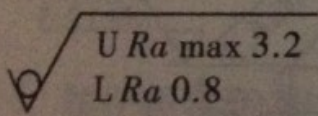
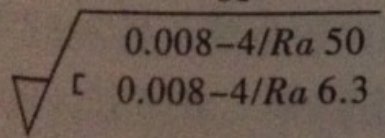
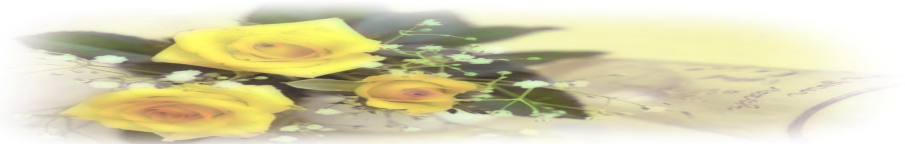




表 4.10 表面粗糙度标注参数的代号和意义

符号	含义
	表示用去除材料，单向上限值，默认传输带，R 轮廓，粗糙度上限值为 $6.3 \mu\text{m}$ “16%规则”默认，评定长度为 5 个取样长度（默认）。
	表示用去除材料，单向上限值，默认传输带，R 轮廓，粗糙度最大高度的最大值为 $0.4 \mu\text{m}$ ，评定长度为 5 个取样长度（默认），“最大规则”。
	表示用去除材料，单向上限值，传输带 $0.008\text{mm}-4 \text{mm}$ ，R 轮廓，算数平均偏差 $3.2 \mu\text{m}$ ，评定长度为 5 个取样长度（默认），“16%规则”默认。
	表示用不去除材料，双向极限值，默认传输带，R 轮廓，上限值：算数平均偏差 $3.2 \mu\text{m}$ ，评定长度为 5 个取样长度（默认），“最大规则”下限值：算数平均偏差 $0.8 \mu\text{m}$ ，评定长度为 5 个取样长度（默认），“16%规则”默认。
	用铣削方式加工获得的表面粗糙度，Ra 双向极限值的上限值为 $50 \mu\text{m}$ ，下限值为 $6.3 \mu\text{m}$ （均为默认 16%规则），两个传输带为 $0.008-4 \text{mm}$ ，默认的评定长度为 $5 \times 4 = 20 \text{mm}$ ，表面纹理呈近似同心圆与表面中心相关，加工方法为铣削。

注：表面粗糙度参数的“上限值”（或“下限值”）和“最大值”（或“最小值”）的含义是不同的。“上限值”（或“下限值”）表示表面粗糙度参数的所有实测值中允许 16% 测得值超过规定值；“最大值”（或“最小值”）表示所有实测值不得超过规定值。







### 3. 其他要求表面粗糙度的标注◆

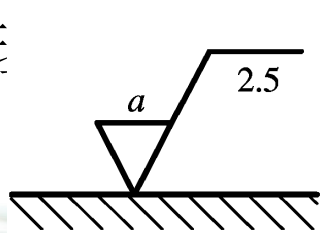
取样长度和评定长度应标注在符号长边的横线下面，如按国家标准推荐值选取，在图样上可省略标注取样长度值，否则按图（a）所示标注取样长度 2.5。

若某表面粗糙度要求按指定加工方法获得，可用文字标注，如图（b）所示。◆

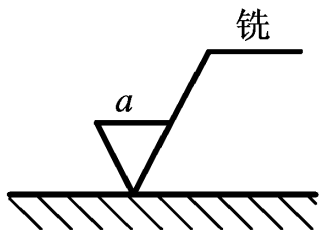
若需标注加工余量，可在规定之处加注余量值，如图（c）◆

若需控制表面加工纹理方向时，可在规定之处加注纹理方向符号，如图（d）所示。国家标准规定了常见的加工纹

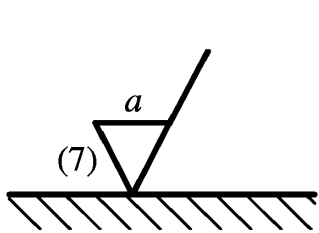
理



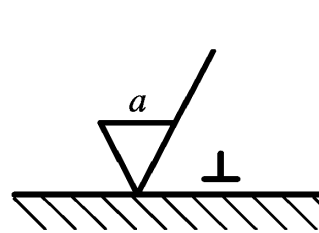
(a)



(b)



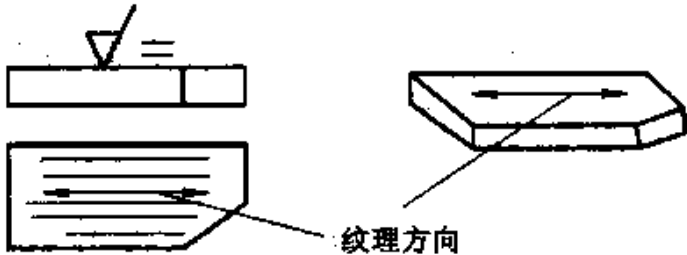
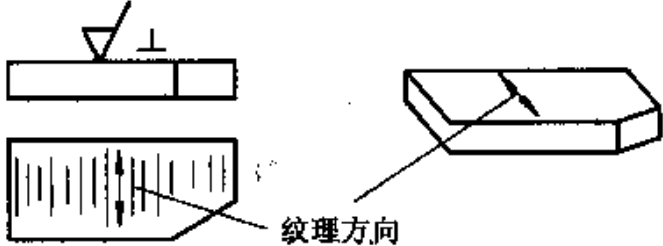
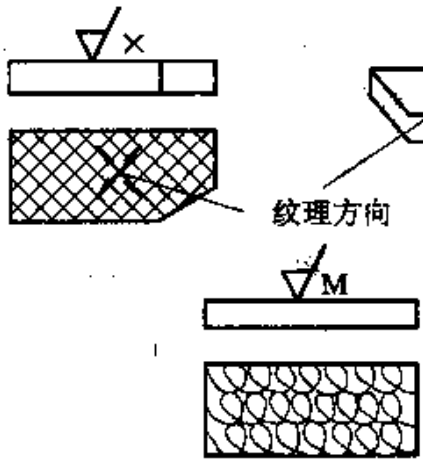
(c)



(d)



表 5-4 常见的加工纹理方向符号(摘自 GB/T 131—1993)

符号	说 明	示 意 图
=	纹理平行于标注代号的视图的投影面	
⊥	纹理垂直于标注代号的视图的投影面	
× M	纹理呈两相交的方向 纹理呈多方向	

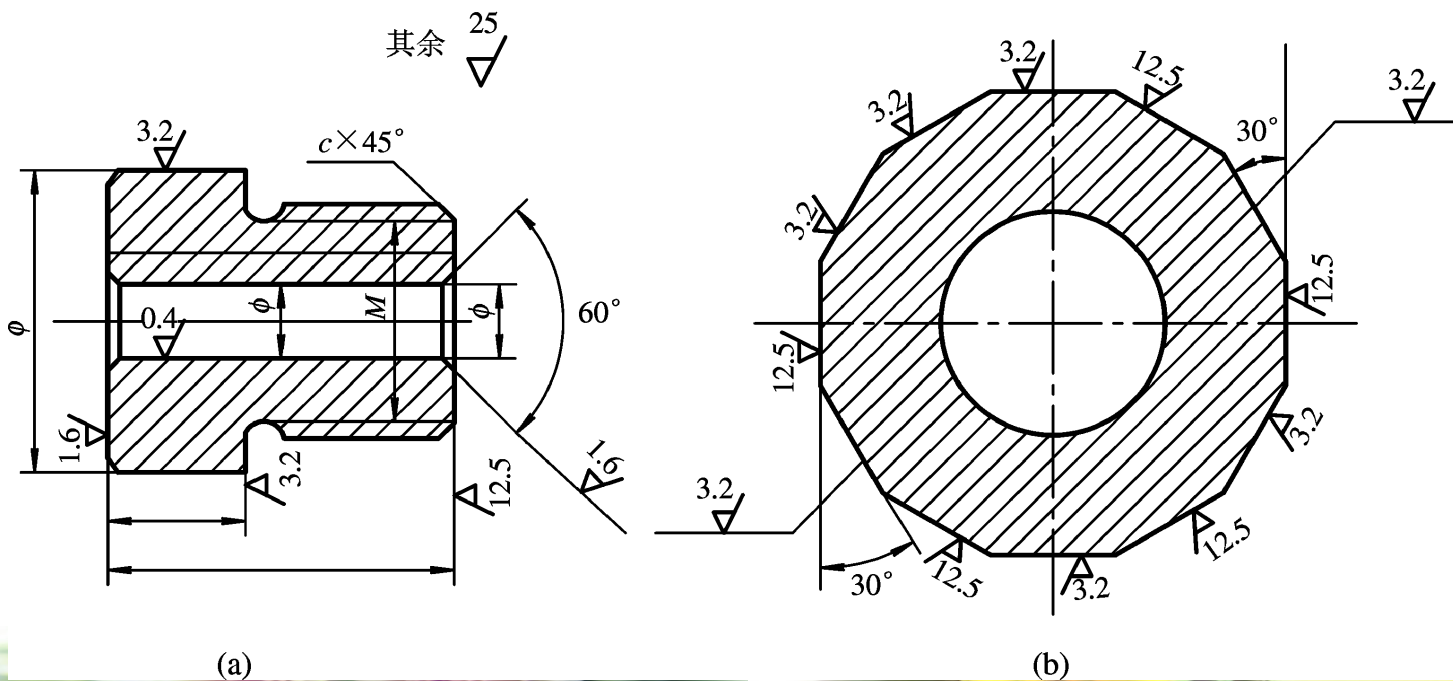


<p>×</p>	<p>纹理呈两相交的方向</p>	
<p>M</p>	<p>纹理呈多方向</p>	
<p>C</p>	<p>纹理呈近似同心圆</p>	
<p>R</p>	<p>纹理呈近似放射形</p>	
<p>P</p>	<p>纹理无方向或呈凸起的细粒状</p>	



### 表面粗糙度在图样上的标注◆

表面粗糙度符号、代号一般标注在可见轮廓线、尺寸界线、引出线或它们的延长线上。符号的尖端必须从材料外指向表面，如图所示。◆

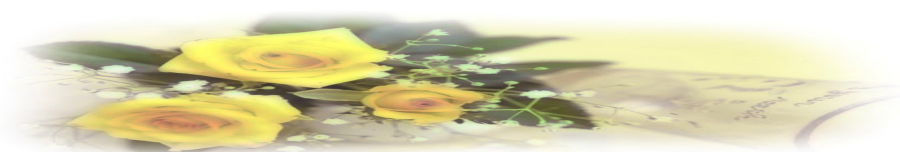




### 3.2.3 表面粗糙度的选择

#### 表面粗糙度评定参数的选择◆

表面粗糙度评定参数中， $R_a$ 、 $R_z$  两个幅度参数为基本参数， $RSm$ 、 $Rmr(c)$  为两个附加参数。这些参数分别从不同角度反映了零件的表面特征，但都存在着不同程度的不完整性。因此，在选用时要根据零件的功能要求、材料性能、结构特点及测量条件等情况适当选择一个或几个评定参数。◆

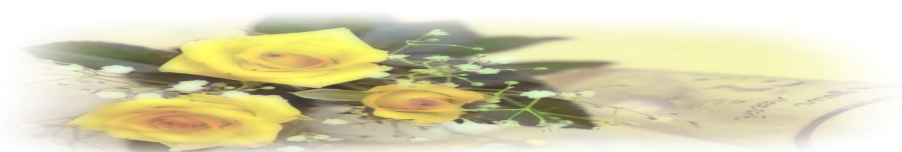




(1) 如无特殊要求，一般仅选用幅度参数。 ◆

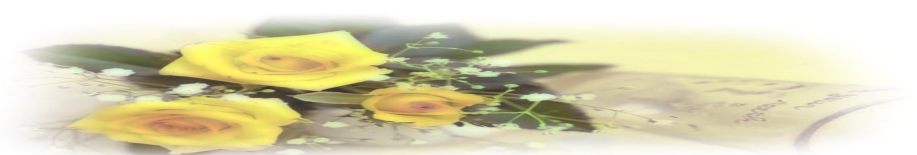
① 在  $R_a = 0.025 \sim 6.3 \mu\text{m}$  范围内，优先选用  $R_a$ ，因为在该范围内用轮廓仪能很方便地测出  $R_a$  的实际值。在  $R_a > 6.3 \mu\text{m}$  和  $R_a < 0.025 \mu\text{m}$  范围内，即表面过于粗糙或太光时，用光切显微镜和干涉显微镜测很方便，多采用  $R_z$ 。 ◆

② 当表面不允许出现较深加工痕迹，防止应力过于集中，要求保证零件的抗疲劳强度和密封性时，需选  $R_z$ 。





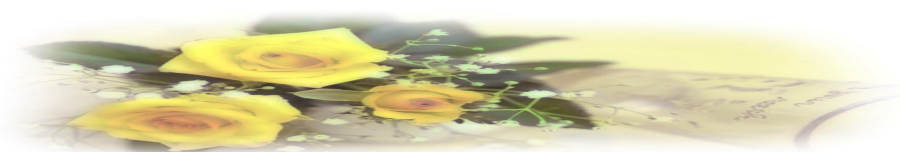
(2) 附加参数一般不单独使用，对有特殊要求的少数零件的重要表面（如要求喷涂均匀、涂层有较好的附着性和光泽表面），需要控制  $R_{sm}$  数值；对于有较高支撑刚度和耐磨性的表面，应规定  $R_{mr}(c)$  参数。





## 表面粗糙度评定参数值的选择◆

表面粗糙度评定参数值的选择，不但与零件的使用性能有关，还与零件的制造及经济性有关。其选用的原则为：在满足零件表面功能的前提下，评定参数的允许值尽可能大（除  $Rmr(c)$  外），以减小加工难度，降低生产成本。



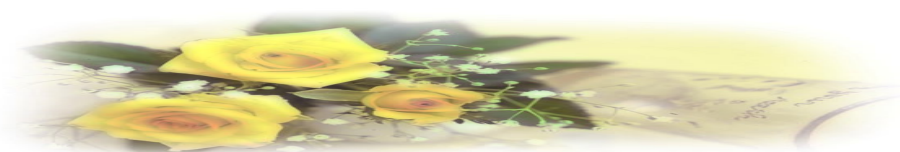




## 1. 选择方法◆

(1) 计算法：根据零件的功能要求，计算所评定参数的要求值，然后按标准规定选择适当的理论值。 ◆

(2) 试验法：根据零件的功能要求及工作环境条件，选用某些表面粗糙度参数的允许值进行试验，根据试验结果，得到合理的表面粗糙度参数值。

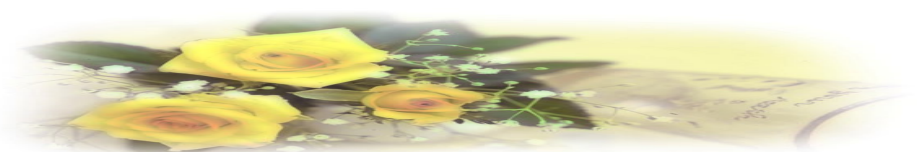




(3) 类比法：选择一些经过实验证明的表面粗糙度合理的数值，经过分析，确定所设计零件表面粗糙度有关参数的允许值。 ◆

目前用计算法精确计算零件表面的参数值还比较困难，而一般零件用试验法来确定表面粗糙度参数值成本昂贵，所以，具体设计时，多采用类比法确定零件表面的评定参数值。

◆





## 2. 类比法选择的一般原则◆

(1) 在同一零件上工作表面比非工作表面粗糙度值小。

(2) 摩擦表面比非摩擦表面、滚动摩擦表面比滑动摩擦表面的表面粗糙度值小。 ◆

(3) 运动速度高、单位面积压力大、受交变载荷的零件表面，以及最易产生应力集中的部位（如沟槽、圆角、台肩等），表面粗糙度值均应小些。 ◆

(4) 配合要求高的表面，表面粗糙度值应小些。具体选择可参看表 3.8。 ◆

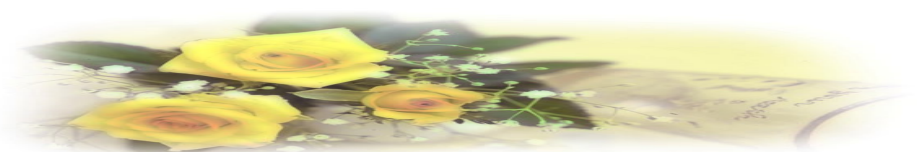
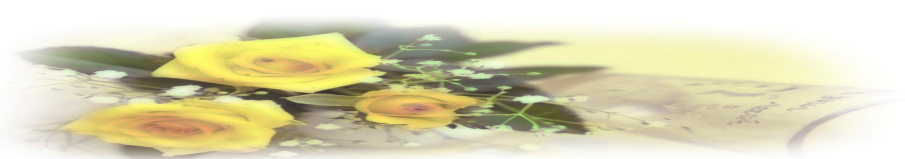




表 5-5 表面粗糙度与配合间隙或过盈的关系

 $\mu\text{m}$ 

间隙或过盈量	表面粗糙度 $R_z$	
	轴	孔
$\leq 2.5$	0.10~0.20	0.20~0.40
$> 2.5 \sim 4$	0.20~0.40	0.40~0.80
$> 4 \sim 6.5$		0.80~1.60
$> 6.5 \sim 10$	0.40~0.80	1.6~3.2
$> 10 \sim 16$	0.80~1.60	
$> 16 \sim 25$		
$> 25 \sim 40$	1.6~3.2	3.2~6.3

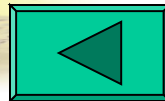
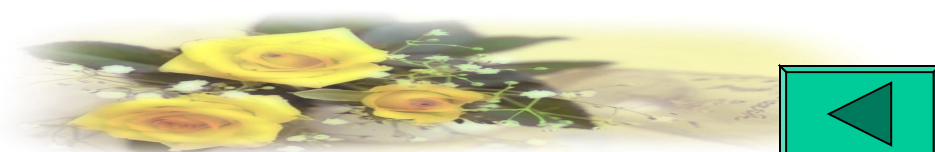




(5) 对防腐性能、密封性能要求高的表面，表面粗糙度值应小些。 ◆

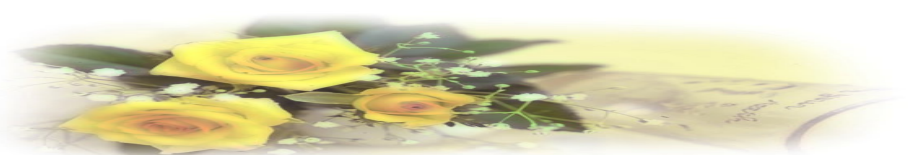
(6) 配合零件表面的粗糙度与尺寸公差、形位公差应协调。一般应符合： $\text{尺寸公差} > \text{形位公差} > \text{表面粗糙度}$ 。一般情况下，尺寸公差值越小，表面粗糙度值应越小；同一公差等级，小尺寸比大尺寸、轴比孔的表面粗糙度值应小些。

(7) 还需考虑其它一些因素和要求，表 3.7 为应用举例，可供参考。



### 3.3 表面粗糙度的测量

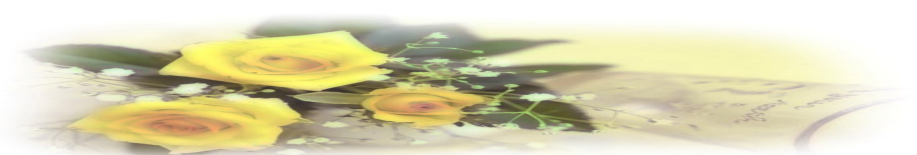
常用的表面粗糙度的测量方法有比较法、光切法、光波干涉法和针描法。这些方法基本上用于测量表面粗糙度的幅度参数。





## 1. 比较法◆

比较法是将被测零件表面与粗糙度样板直接进行比较的一种测量方法。它可以通过视觉、触觉或借助放大镜、比较显微镜，估计出表面粗糙度的值。这种方法多用于车间，评定一些表面粗糙度参数值较大的表面。精度较差，只能做定性分析比较。





## 2. 光切法◆

光切法是利用光切原理，即光的反射原理测量表面粗糙度的一种方法。常用的仪器是光切显微镜（双管显微镜），该仪器适宜测量车、铣、刨或其他类似加工方法所加工的零件平面或外圆表面。光切法主要用来测量粗糙度参数  $R_z$  的值，其测量范围为  $0.8 \sim 50 \mu\text{m}$  。 ◆

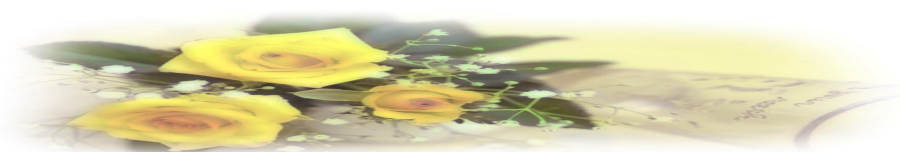
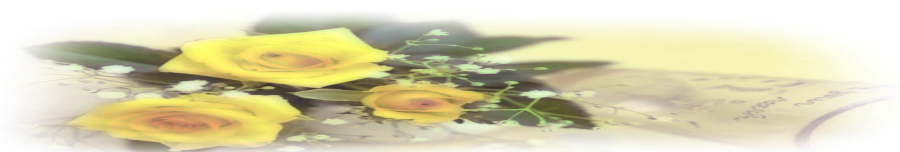




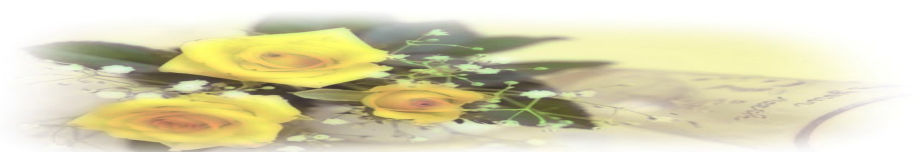


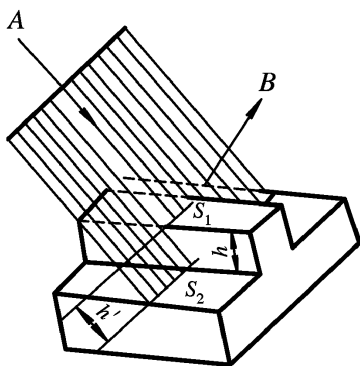
图 5-14 ( a ) 表示被测表面为阶梯面，其阶梯高度为  $h$  。由光源发出的光线经狭缝后形成一个光带，此光带与被测表面以夹角为  $45^\circ$  的方向  $A$  与被测表面相截，被测表面的轮廓影像沿  $B$  向反射后可由显微镜中观察得到图 5-14 ( b ) 。其光路系统如图 5-14 ( c ) 所示，光源 1 通过聚光镜 2、狭缝 3 和物镜 5，以  $45^\circ$  角的方向投射到工件表面 4 上，形成一窄细光带。光带边缘的形状，即光束与工件表面的交线，也就是工件



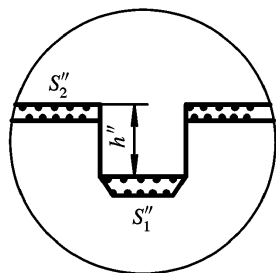


在  $45^\circ$  截面上的轮廓形状，此轮廓曲线的波峰在  $S_1$  点反射，波谷在  $S_2$  点反射，通过物镜 5，分别成像在分划板  $S_6$  上的  $S''_1$  和  $S''_2$  点，其峰、谷影像高度差为  $h''$ 。由仪器的测微装置可读出此值，按定义测出评定参数  $R_z$  的数值。 ◆

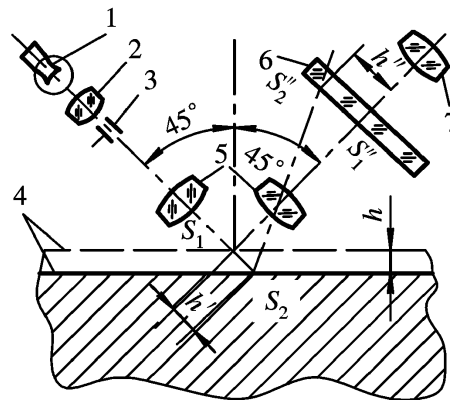




(a)



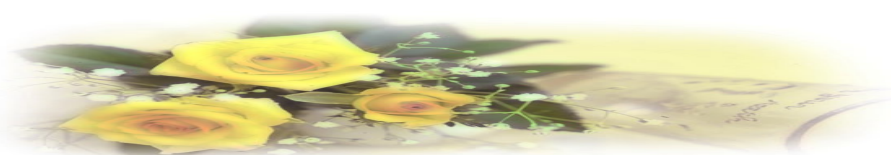
(b)



(c)

- 1—光源;
- 2—聚光镜;
- 3—狭缝;
- 4—被测表面;
- 5—物镜;
- 6—分划板;
- 7—目镜

图 5-14 光切显微镜工作原理图

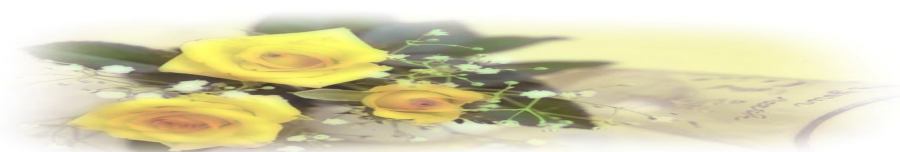


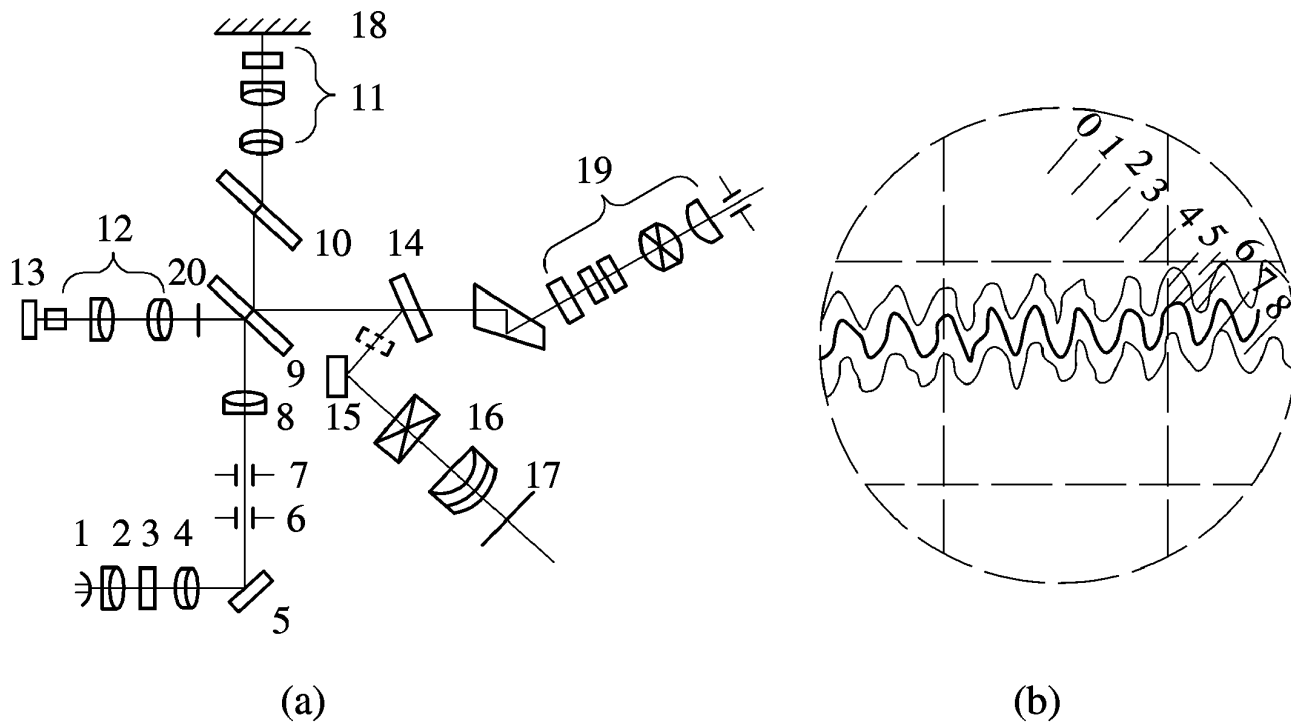


### 3. 光波干涉法◆

光波干涉法是利用光波的干涉原理测量表面粗糙度的方法。常用的仪器是干涉显微镜，适宜用来测量粗糙度参数  $R_z$ ，测量范围为  $0.05 \sim 0.8 \mu\text{m}$ 。◆

干涉显微镜基本光路系统如图 5-15 (a) 所示。由光源 1 发出的光线经平面镜 5 反射向上，至分光镜 9 后分成两束。一束向上射至被测表面 18 返回，另一束向左射至参考镜 13 返回。此两束光线会合后形成一组干涉条纹。干涉条纹的相对弯曲程度反映被测表面微观不平度的状况，如图 5-15 (b) 所示。仪器的测微装置可按定义测出相应的评定参数  $R_z$  值。○◆





1—光源；2、4、8、16—聚光镜；3、20—滤色片；5、15—平面镜；  
 6—可变光栏；7—视物光栏；9—分光镜；10—补偿板；11、12—物镜；  
 13—参考镜；14—遮光板；17—照相机；18—被测表面；19—目镜

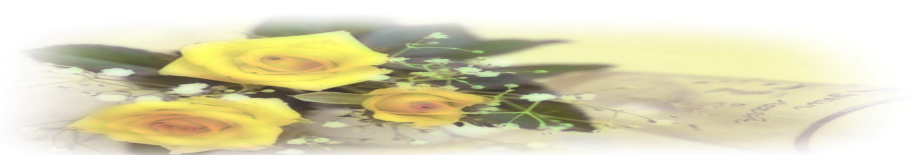
图 5-15 光波干涉法测量原理图





## 4. 针描法◆

针描法是利用仪器的触针在被测表面上轻轻划过，被测表面的微观不平度将使触针作垂直方向的位移，再通过传感器将位移量转换成电量，经信号放大后送入计算机，在显示器上显示出被测表面粗糙度的评定参数值。也可由记录器绘制出被测表面轮廓的误差图形。 ◆

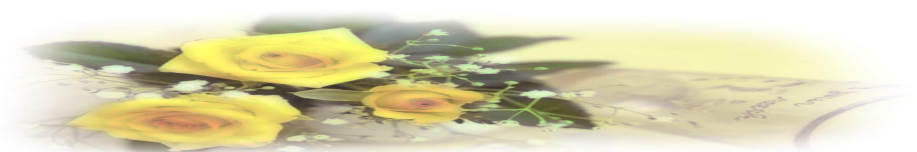




按针描法原理设计制造的表面粗糙度测量仪器通常称为轮廓仪。根据转换原理的不同，可以有电感式轮廓仪、电容式轮廓仪、电压式轮廓仪等。轮廓仪可测  $R_a$ 、 $R_z$ 、 $RSm$  及  $Rmr(c)$  等多个参数。 ◆

除上述轮廓仪外，还有光学触针轮廓仪，它适用于非接触测量，以防止划伤零件表面。这种仪器通常直接显示  $R_a$  值，其测量范围为  $0.025 \sim 6.3 \mu m$ 。

◆





附表 5 - 1  $R_a$  的数值 (GB/T 1031—1995)

$\mu\text{m}$

$R_a$	0.012	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8
	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100

附表 5 - 2  $R_z$  的数值 (GB/T 1031—1995)

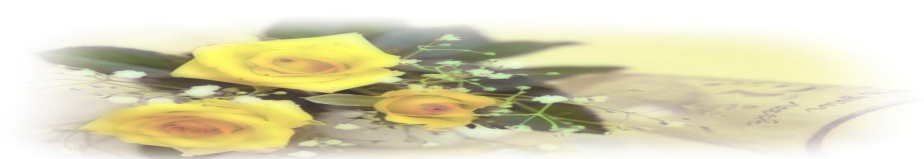
$\mu\text{m}$

$R_z$	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8
	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50
	100	200	400	800	1600	

附表 5 - 3  $RSm$  的数值 (GB/T 1031—1995)

mm

$RSm$	0.006	0.0125	0.025	0.050	0.1	0.20
	0.4	0.80	1.6	3.2	6.3	12.5







附表 5-4  $Rmr(c)$  (%) 的数值 ( GB/T 1031—1995 )

$Rmr(c)$	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90
----------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

注：选用支承长度率时，必须同时给出轮廓水平截距  $c$  的数值。  $c$  值多用  $R_z$  的百分数表示，其系列有 5%、 10%、 15%、 20%、 25%、 30%、 40%、 50%、 60%、 70%、 80%、 90%。

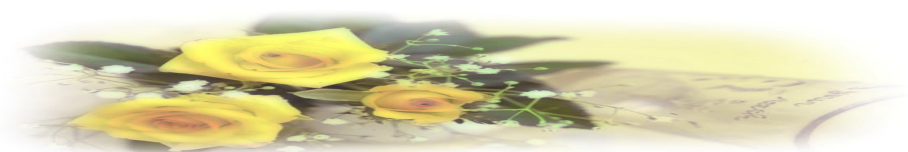
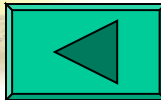
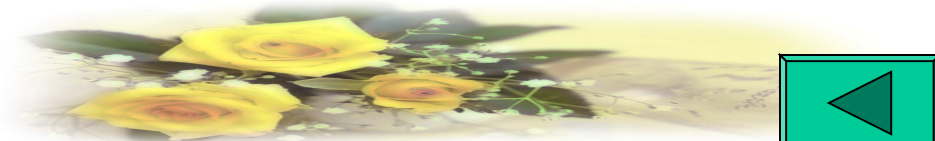




表 5-5 表面粗糙度与配合间隙或过盈的关系

 $\mu\text{m}$ 

间隙或过盈量	表面粗糙度 $R_z$	
	轴	孔
$\leq 2.5$	0.10~0.20	0.20~0.40
$> 2.5 \sim 4$	0.20~0.40	0.40~0.80
$> 4 \sim 6.5$		0.80~1.60
$> 6.5 \sim 10$	0.40~0.80	1.6~3.2
$> 10 \sim 16$	0.80~1.60	
$> 16 \sim 25$		
$> 25 \sim 40$	1.6~3.2	3.2~6.3



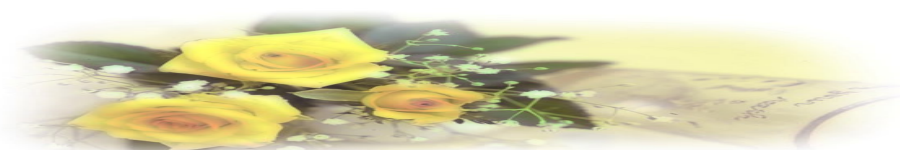


## 思考题与习题

5-1 表面粗糙度属于什么几何形状误差？对零件使用性能有哪些影响？◆

5-2 什么是取样长度和评定长度？规定取样长度和评定长度有何意义？两者有什么关系？◆

5-3 表面粗糙度的图样标注中，什么情况下要注出最大值、最小值？什么情况下注出评定参数的上限值、下限值？在图样上如何标注？◆





5-4 在一般情况下,  $\phi 45H7$  和  $\phi 8H7$ ,  $\phi 45H7$  和  $\phi 45H6$  相比, 哪个应选用较小的表面粗糙度值? ◆

5-5 表面粗糙度常用测量方法有哪几种? 各适宜测量哪些参数?

