

前 言

本标准是根据国际标准 ISO 4287:1997《产品几何技术规范(GPS) 表面结构:轮廓法 术语、定义和表面结构参数》(1997年版)对 GB/T 3505—1983《表面粗糙度 术语 表面及其参数》进行修订的,在技术内容上与 ISO 4287:1997 等效,编写规则上与之等同。该标准的修订,在很大程度上对原 GB/T 3505—1983 进行了重新编写和组织。在 GB/T 3505—1983 中只将表面粗糙度轮廓及其参数定义为表面结构特性的唯一组成部分,给出了术语及定义。而在本标准中,对粗糙度轮廓、波纹度轮廓、原始轮廓及其参数均下了定义,扩大了该标准的适用范围。

本标准从实施之日起,同时代替 GB/T 3505—1983。

本标准的附录 A 是标准的附录,附录 B、附录 C 和附录 D 是提示的附录。

本标准由国家机械工业局提出。

本标准由全国产品尺寸和几何技术规范标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:机械科学研究院、中国计量科学研究院、哈尔滨理工大学、时代集团公司。

本标准主要起草人:王欣玲、毛起广、陈捷、王忠滨。

ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是一个世界范围的国际级标准化组织(ISO 成员)的联合会,国际标准的制定工作由 ISO 各技术委员会进行。每个成员组织,对某一主题的技术委员会感兴趣,就有权参加该委员会工作,其他与 ISO 协作的政府间或非政府间的国际组织也可以参加工作。ISO 与 IEC(国际电工委员会)在所有有关电工技术标准化的内容上进行密切合作。

由技术委员会提出的国际标准草案散发给各成员组织,由各成员组织投票表决,至少需要 75% 的赞成票才能作为国际标准公布。

ISO 4287 国际标准是由 ISO/TC 57《表面特征及其计量学》、ISO/TC 3《极限和配合》、ISO/TC 10/SC 5《尺寸和公差的表示法》技术委员会共同制订的。

ISO 4287 的这个新版本取消和代替了 ISO 4287-1:1984。ISO 4287-1:1984 的修订版在很大程度上对原版重新编写和重新组织,与 ISO 11562 和 ISO 3274 口径一致,对波纹度轮廓、原始轮廓及其参数下了定义。

附录 A 是这一国际标准的附录。附录 B、附录 C 和附录 D 是提示性的附录。

中华人民共和国国家标准

产品几何技术规范
表面结构 轮廓法
表面结构的术语、定义及参数

GB/T 3505—2000
eqv ISO 4287:1997

代替 GB/T 3505—1983

Geometrical Product Specifications (GPS)—Surface texture:
Profile method—Terms, definitions and surface texture parameters

1 范围

本标准规定了用轮廓法确定表面结构(粗糙度、波纹度和原始轮廓)的术语、定义和参数。
本标准适用于技术标准和文件以及科技出版物等。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 10610—1998 产品几何技术规范 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和程序

3 术语定义

3.1 一般术语

3.1.1 轮廓滤波器 profile filter

把轮廓分成长波和短波成分的滤波器。

注:在测量粗糙度、波纹度和原始轮廓的仪器中使用三种滤波器(见图1)。它们的传输特性相同,截止波长不同。

3.1.1.1 λ_s 滤波器 λ_s profile filter

确定存在于表面上的粗糙度与比它更短的波的成分之间相交界限的滤波器(见图1)。

3.1.1.2 λ_c 滤波器 λ_c profile filter

确定粗糙度与波纹度成分之间相交界限的滤波器(见图1)。

3.1.1.3 λ_f 滤波器 λ_f profile filter

确定存在于表面上的波纹度与比它更长的波的成分之间相交界限的滤波器(见图1)。

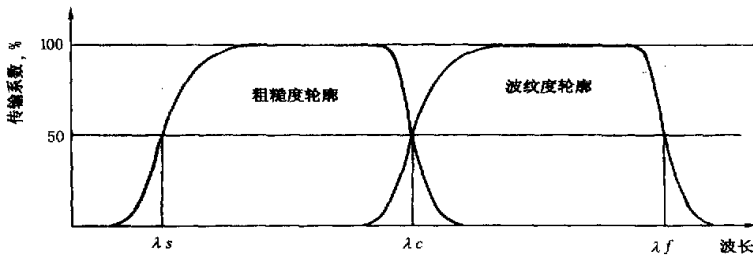


图1 粗糙度和波纹度轮廓的传输特性

国家质量技术监督局 2000-07-24 批准

2000-12-01 实施

3.1.2 坐标系 coordinate system

确定表面结构参数的坐标体系。

注：通常采用一个直角坐标体系，其轴线形成一右旋笛卡尔坐标系， X 轴与中线方向一致， Y 轴也处于实际表面上，而 Z 轴则在从材料到周围介质的外延方向上。

3.1.3 实际表面 real surface

物体与周围介质分离的表面。

3.1.4 表面轮廓 surface profile

平面与实际表面相交所得的轮廓(见图2)。

注：实际上，通常采用一条名义上与实际表面平行和在一个适当方向的法线来选择一平面。

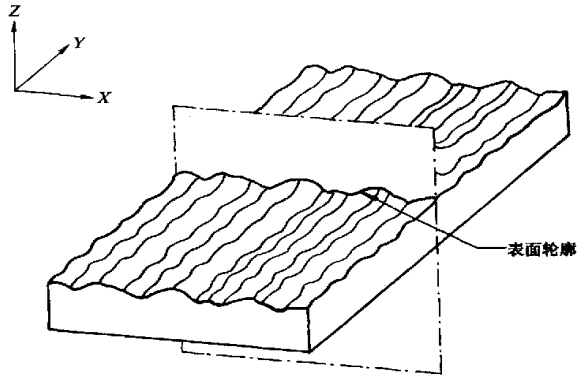


图2 表面轮廓

3.1.5 原始轮廓 primary profile

在应用短波长滤波器 λ_s 之后的总的轮廓。

注：原始轮廓是评定原始轮廓参数的基础。

3.1.6 粗糙度轮廓 roughness profile

粗糙度轮廓是对原始轮廓采用 λ_c 滤波器抑制长波成分以后形成的轮廓。这是故意修正的轮廓(见图1)。

注

1 粗糙度轮廓的传输频带是由 λ_s 和 λ_c 轮廓滤波器来限定的。

2 粗糙度轮廓是评定粗糙度轮廓参数的基础。

3 λ_c 和 λ_s 之间的关系本标准不做规定。

3.1.7 波纹度轮廓 waviness profile

波纹度轮廓是对原始轮廓连续应用 λ_f 和 λ_c 两个滤波器以后形成的轮廓。采用 λ_f 滤波器抑制长波成分，而采用 λ_c 滤波器抑制短波成分。这是故意修正的轮廓。

注

1 在运用分离波纹度轮廓的 λ_f 滤波器以前，应首选通过最小二乘法的最佳拟合从总轮廓中提取标称的形状。对于圆的标称形式，建议将半径也包含在最小二乘的优化计算中，而不是保持固定的标称值。这个分离波纹度轮廓的过程限定了理想的波纹度运算操作。

2 波纹度轮廓的传输频带是由 λ_f 和 λ_c 轮廓滤波器来限定的。

3 波纹度轮廓是评定波纹度轮廓参数的基础。

3.1.8 中线 Mean lines

具有几何轮廓形状并划分轮廓的基准线。

- 3.1.8.1 粗糙度轮廓中线 mean line for the roughness profile
用轮廓滤波器 λ_c 抑制了长波轮廓成分相对应的中线。
- 3.1.8.2 波纹度轮廓中线 mean line for the waviness profile
用轮廓滤波器 λ_f 抑制了长波轮廓成分相对应的中线。
- 3.1.8.3 原始轮廓中线 mean line for the primary profile
用标称形式的线穿过原始轮廓,按最小二乘法拟合所确定的中线。
- 3.1.9 取样长度 sampling length l_p, l_r, l_w
用于判别被评定轮廓的不规则特征的 X 轴向上的长度。
注:评定长度粗糙度和波纹度轮廓的取样长度 l_r 和 l_w 在数值上分别与轮廓滤波器 λ_c 和 λ_f 的标志波长相等。原始轮廓的取样长度 l_p 则与评定长度相等。
- 3.1.10 评定长度 evaluation length l_n
用于判别被评定轮廓的 X 轴方向上的长度。
注:评定长度包含一个或几个取样长度。
- 3.2 几何参数的术语
- 3.2.1 P-参数 P-parameter
从原始轮廓上计算所得的参数。
- 3.2.2 R-参数 R-parameter
从粗糙度轮廓上计算所得的参数。
- 3.2.3 W-参数 W-parameter
从波纹度轮廓上计算所得的参数。
注:在第 4 章中定义的参数可从任何轮廓中算得,参数符号中的第一个大写字母表示被评定轮廓的类型。例如: R_a 是从粗糙度轮廓中算得,而 P_t 是从原始轮廓中算得。
- 3.2.4 轮廓峰 profile peak
连接(轮廓和 X-轴)两相邻交点向外(从材料到周围介质)的轮廓部分。
- 3.2.5 轮廓谷 profile valley
连接两相邻交点向内(从周围介质到材料)的轮廓部分。
- 3.2.6 高度和间距判别力 height and/or spacing discrimination
应计入被评定轮廓的轮廓峰和轮廓谷的最小高度和最小间距。
注:轮廓峰和轮廓谷的最小高度通常用 P_z, R_z, W_z 或任一振幅参数的百分率来表示,最小间距则以取样长度的百分率给出。
- 3.2.7 轮廓单元 profile element
轮廓峰和轮廓谷的组合(见图 3)。
注:在取样长度始端或末端的评定轮廓的向外部分和向内部分看做是一个轮廓峰或一个轮廓谷。当在若干个连续的取样长度上确定若干个轮廓单元时,在每一个取样长度的始端或末端评定的峰和谷仅在每个取样长度的始端计入一次。

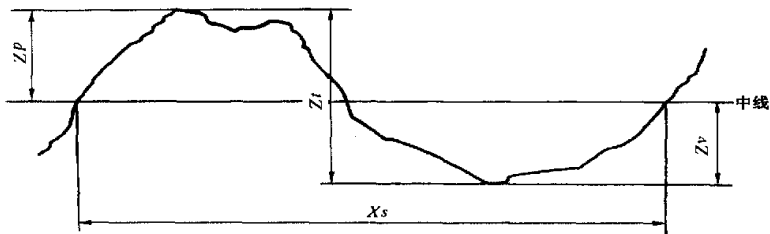


图 3 轮廓单元

- 3.2.8 纵坐标值 ordinate value $Z(x)$

被评定轮廓在任一位置距 X 轴的高度。

注：若纵坐标位于 X 轴下方，该高度被视作负值，反之则为正值。

3.2.9 局部斜率 local slope $\frac{Xp}{Zp}$

评定轮廓在某一位置 x_i 的斜率(见图 4)。

注

1 局部斜率和这些参数 $P\Delta q$ 、 $R\Delta q$ 、 $W\Delta q$ 的数值主要视纵坐标间距 ΔX 而定。

2 计算局部斜率的公式之一

$$\frac{dZ_i}{dx} = \frac{1}{60\Delta X}(Z_{i+3} - 9Z_{i+2} + 45Z_{i+1} - 45Z_{i-1} + 9Z_{i-2} - Z_{i-3})$$

式中 Z_i 为第 i 个轮廓点的高度， ΔX 为相邻两轮廓点之间距。

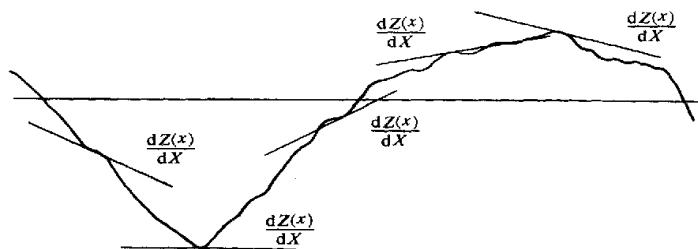


图 4 局部轮廓

3.2.10 轮廓峰高 profile peak height Zp

轮廓最高点距 X 轴线的距离(见图 3)。

3.2.11 轮廓谷深 profile valley depth Zv

X 轴线与轮廓谷最低点之间的距离(见图 3)。

3.2.12 轮廓单元的高度 profile element height Zt

一个轮廓单元的峰高和谷深之和(见图 3)。

3.2.13 轮廓单元的宽度 profile element width Xs

X 轴线与轮廓单元相交线段的长度(见图 3)。

3.2.14 在水平位置 c 上轮廓的实体材料长度 material length of profile at the level c $MI(c)$

在一个给定水平位置 c 上用一条平行于 X 轴的线与轮廓单元相截所获得的各段截线长度之和(见图 5)。

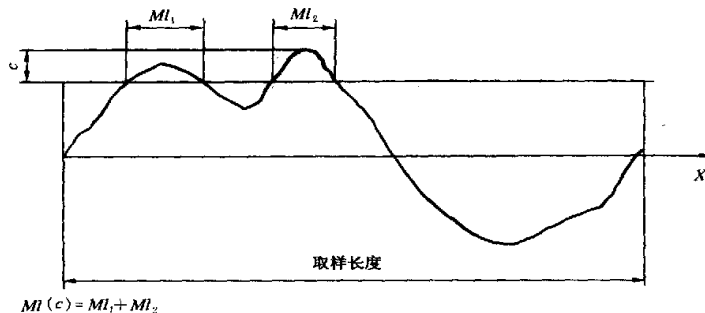


图 5 实体材料长度

4 表面轮廓参数定义

4.1 幅度参数(峰和谷)

4.1.1 最大轮廓峰高 maximum profile peak height P_p, R_p, W_p

在一个取样长度内,最大的轮廓峰高 Z_p (见图 6)。

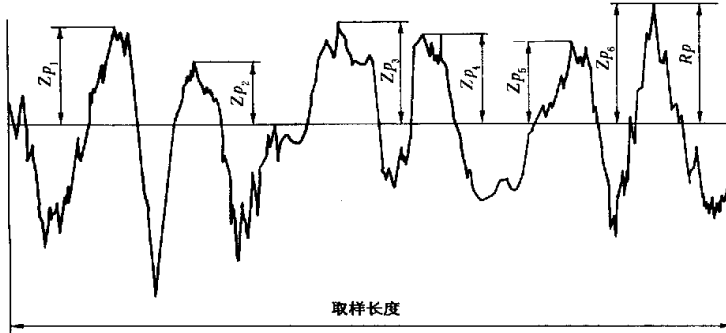


图 6 最大轮廓峰高(以一个粗糙度轮廓为例)

4.1.2 最大轮廓谷深 maximum profile valley depth P_v, R_v, W_v

在一个取样长度内最大的轮廓谷深 Z_v (见图 7)。

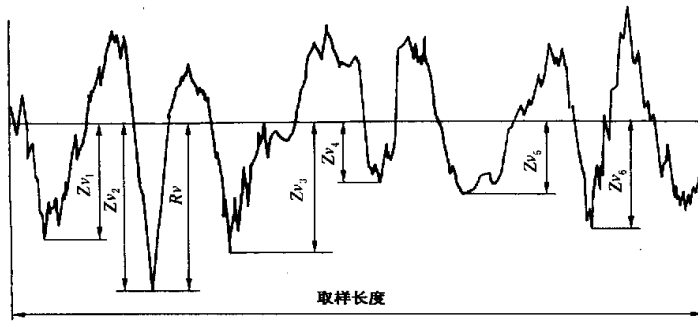


图 7 最大轮廓谷深(以一个粗糙度轮廓为例)

4.1.3 轮廓的最大高度 maximum height of profile P_z, R_z, W_z

在一个取样长度内,最大轮廓峰高 Z_p 和最大轮廓谷深 Z_v 之和的高度(见图 8)。

注:在 GB/T 3505—1983 中, R_z 符号曾用于指示“不平度的十点高度”。在使用中的一些表面粗糙度测量仪器大多是测量以前的 R_z 参数,因此,当采用现行的技术文件和图样时必须小心慎重,因为用不同类型的仪器按不同的规定计算所取得结果之间的差别并不都是非常微小而可忽略。

4.1.4 轮廓单元的平均线高度 mean height of profile elements P_c, R_c, W_c

在一个取样长度内轮廓单元高度 Z_t 的平均值(见图 9)。

$$P_c, R_c, W_c = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Z_t$$

注:对参数 P_c, R_c, W_c 需要辨别高度和间距,除非另有要求,省略标注的高度分辨率应分别按 P_z, R_z, W_z 的 10% 选取。省略标注的间距分辨率应按取样长度的 1% 选取。上述两个条件都应满足。

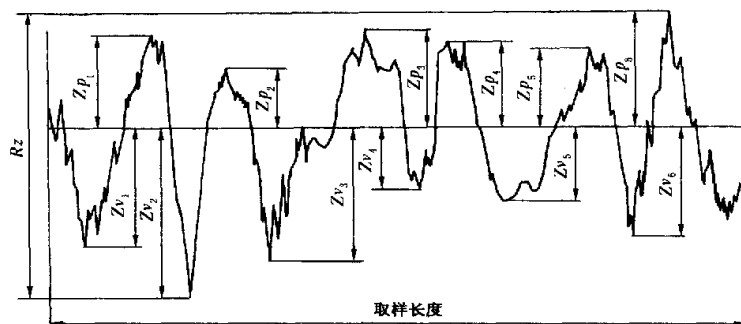


图 8 轮廓的最大高度(以粗糙度轮廓为例)

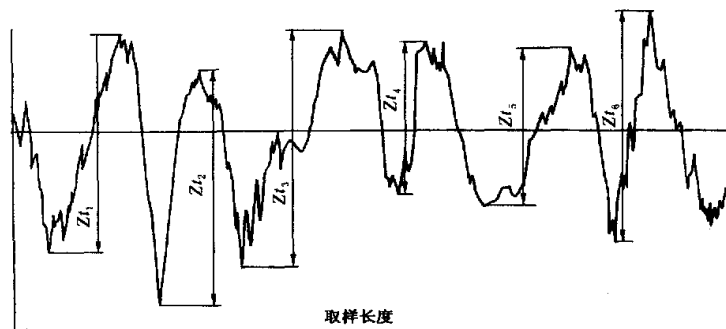


图 9 轮廓单元的高度(以粗糙度轮廓为例)

4.1.5 轮廓的总高度 total height of profile P_t, R_t, W_t

在评定长度内最大轮廓峰高 Z_p 和最大轮廓谷深 Z_v 之和。

注

1 由于 P_t, R_t, W_t 是根据评定长度而不是在取样长度上定义的, 以下关系对任何轮廓来讲都成立:

$$P_t \geq P_z, R_t \geq R_z, W_t \geq W_z$$

2 在未规定的情况下, P_z 和 P_t 是相等的, 此时建议采用 P_t 。

4.2 幅度参数(纵坐标平均值)

4.2.1 评定轮廓的算术平均偏差 arithmetical mean deviation of the assessed profile P_a, R_a, W_a

在一个取样长度内纵坐标值 $Z(x)$ 绝对值的算术平均值。

$$P_a, R_a, W_a = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx$$

依据不同的情况, 式中 $l = l_p, l_r$ 或 l_w 。

4.2.2 评定轮廓的均方根偏差 root mean square deviation of the assessed profile P_q, R_q, W_q

在一个取样长度内纵坐标值 $Z(x)$ 的均方根值。

$$P_q, R_q, W_q = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l Z^2(x) dx}$$

依据不同情况, 式中 $l = l_p, l_r$ 或 l_w 。

4.2.3 评定轮廓的偏斜度 skewness of the assessed profile P_{sk}, R_{sk}, W_{sk}

在一个取样长度内纵坐标值 $Z(x)$ 三次方的平均值分别与 Pq 、 Rq 和 Wq 的三次方的比值。

$$Rsk = \frac{1}{Rq^3} \left[\frac{1}{lr} \int_0^{lr} Z^3(x) dx \right]$$

注

- 1 以上公式定义了 Rsk ，用类似的方式定义 Psk 和 Wsk 。
- 2 Psk 、 Rsk 和 Wsk 是纵坐标值概率密度函数的不对称性的测定。
- 3 这些参数受离散的峰或离散的谷的影响很大。

4.2.4 评定轮廓的陡度 kurtosis of the assessed profile Pku 、 Rku 、 Wku

在取样长度内纵坐标值 $Z(x)$ 四次方的平均值分别与 Pq 、 Rq 或 Wq 的四次方的比值。

$$Rku = \frac{1}{Rq^4} \left[\frac{1}{lr} \int_0^{lr} Z^4(x) dx \right]$$

注

- 1 上式定义了 Rku ，用类似方式定义 Pku 和 Wku 。
- 2 Pku 、 Rku 和 Wku 是纵坐标值概率密度函数锐度的测定。

4.3 间距参数

4.3.1 轮廓单元的平均宽度 mean width of the profile elements PSm 、 RSm 、 WSm

在一个取样长度内轮廓单元宽度 Xs 的平均值(见图 10)。

$$PSm, RSm, WSm = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Xs_i$$

注：对参数 PSm 、 RSm 、 WSm 需要辨别高度和间距。若未另外规定，省略标注的高度分辨力分别为 Pz 、 Rz 、 Wz 的 10%，省略标注的间距分辨力为取样长度的 1%。上述两个条件都应满足。

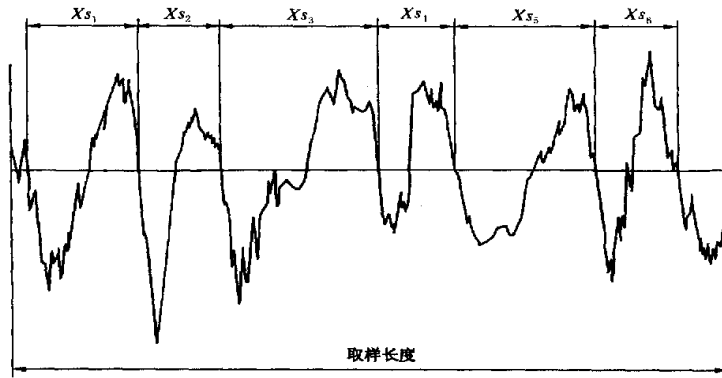


图 10 轮廓单元的宽度

4.4 混合参数

4.4.1 评定轮廓的均方根斜率 root mean square slope of the assessed profile $P\Delta q$ 、 $R\Delta q$ 、 $W\Delta q$

在取样长度内纵坐标斜率 dZ/dX 的均方根值。

4.5 曲线和相关参数

所有曲线和相关参数均依据评定长度而不是在取样长度上来定义，因为这样可提供更稳定的曲线和相关参数。

4.5.1 轮廓的支承长度率 material ratio of the profile $Pmr(c)$ 、 $Rmr(c)$ 、 $Wmr(c)$

在给定水平位置 C 上轮廓的实体材料长度 $Ml(c)$ 与评定长度的比率。

$$Pmr(c), Rmr(c), Wmr(c) = \frac{Ml(c)}{ln}$$

4.5.2 轮廓的支承长度率曲线 material ratio curve of the profile (Abbott Firestone curve)
表示轮廓支承率随水平位置而变的关系曲线(见图 11)。

注:这个曲线可理解为在一个评定长度内,各个坐标值 $Z(x)$ 采样累积的分布概率函数。

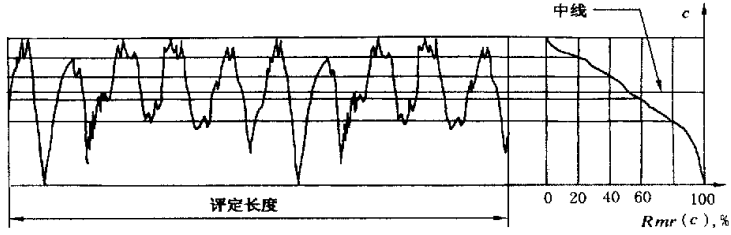


图 11 支承比率曲线

4.5.3 轮廓截面高度差 profile section height difference $P\delta_c, R\delta_c, W\delta_c$

给定支承比率的两个水平截面之间的垂直距离。
 $R\delta_c = C(Rmr1) - C(Rmr2) \quad (Rmr1 < Rmr2)$

注:以上公式定义了 $R\delta_c$, 用类似方式定义 $P\delta_c$ 和 $W\delta_c$ 。

4.5.4 相对支承比率 relative material ratio Pmr, Rmr, Wmr

在一个轮廓水平截面 $R\delta_c$ 确定的,与起始零位 $C0$ 相关的支承比率(见图 12)。

$$Pmr, Rmr, Wmr = Pmr, Rmr, Wmr(C1)$$

式中:

$$C1 = C0 - R\delta_c \text{ (或 } P\delta_c \text{ 或 } W\delta_c)$$

$$C0 = C(Pmr0, Rmr0, Wmr0)$$

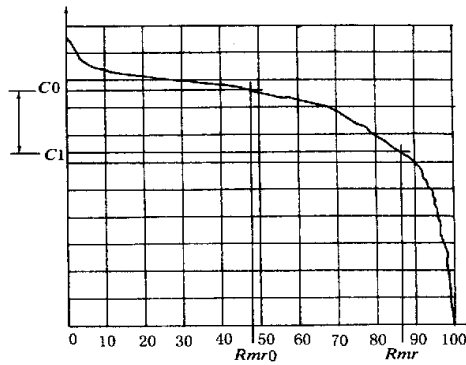


图 12 轮廓水平截面的幅度差

4.5.5 轮廓幅度分布曲线 profile height amplitude curve

在评定长度内纵坐标值 $Z(x)$ 采样的概率密度函数(见图 13)。

注:有关轮廓幅度分布曲线的各个参数见 4.2 条。

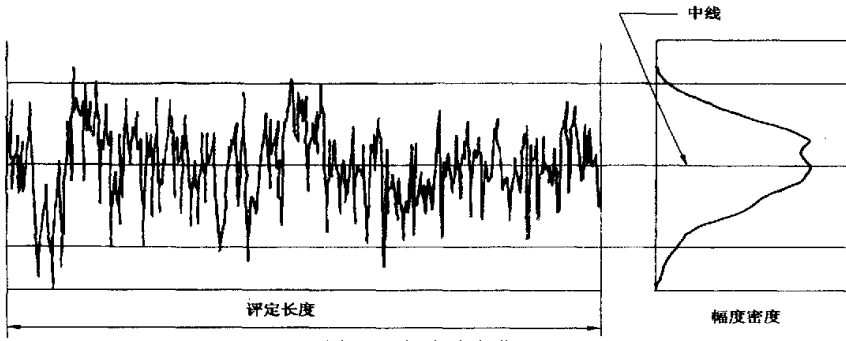


图 13 幅度分布曲线

附录 A
 (标准的附录)
 计算机上字母符号的应用与正文等效

为便于计算机上字母符号的应用,推荐表 A1 与正文等效。

表 A1

参数	与正文等效
$P\Delta q$	Pdq
$R\Delta q$	Rdq
$W\Delta q$	Wdq
$P\delta c$	Pdc
$R\delta c$	Rdc
$W\delta c$	Wdc
λ_s	Ls
λ_c	Lc
λ_f	Lf

附录 B
 (提示的附录)
 表面评定的流程图

如图 B1 所示。

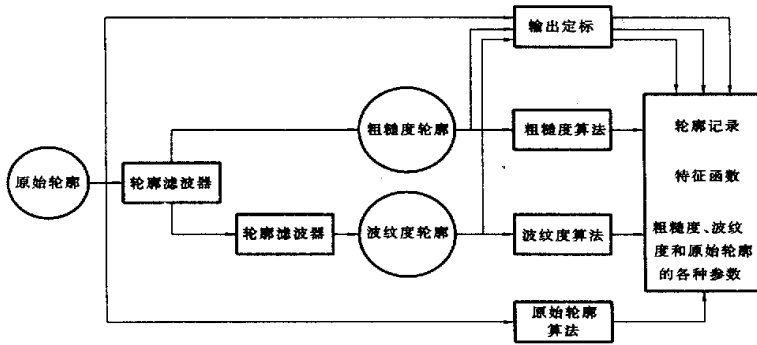


图 B1

附录 C

(提示的附录)

本标准与 GB/T 3505—1983 之间基本术语与参数符号的比较

表 C1 基本术语

本标准条款	本标准基本术语	1983 版本	本标准
3.1.9	取样长度	l	$l_p, l_w, l_r^{1)}$
3.1.10	评定长度	l_n	l_n
3.2.8	纵坐标值	y	$Z(x)$
3.2.9	局部斜率	—	$\frac{dZ}{dX}$
3.2.10	轮廓峰高	y_p	Z_p
3.2.11	轮廓谷深	y_v	Z_v
3.2.12	轮廓单元的高度	—	Z_t
3.2.13	轮廓单元的宽度	—	X_s
3.2.14	在水平位置 c 上轮廓的实体材料长度	η_b	$MI(c)$

1) 给定的三种不同的轮廓的取样长度。

表 C2 表面结构的参数

本标准	参数、本标准	1983 版本	本标准	在测量范围内	
				评定长度 l_n	取样长度 ¹⁾
4.1.1	最大轮廓峰高	R_p	$Rp^{2)}$		✓
4.1.2	最大轮廓谷深	R_m	$Rv^{2)}$		✓
4.1.3	轮廓的最大高度	R_y	$Rz^{2)}$		✓
4.1.4	轮廓单元的平均线高度	R_c	$Rc^{2)}$		✓
4.1.5	轮廓的总高度	—	$Rt^{2)}$	✓	
4.2.1	评定轮廓的算术平均偏差	R_a	$Ra^{2)}$		✓
4.2.2	评定轮廓的均方根偏差	R_q	$Rq^{2)}$		✓
4.2.3	评定轮廓的偏斜度	S_k	$Rsk^{2)}$		✓
4.2.4	评定轮廓的陡度	—	$Rku^{2)}$		✓
4.3.1	轮廓单元的平均宽度	S_m	$RSm^{2)}$		✓
4.4.1	评定轮廓的均方根斜率	Δ_q	$R\Delta q^{2)}$		
4.5.1	轮廓的支承长度率	—	$Rmr(c)^{2)}$	✓	
4.5.3	轮廓截面高度	—	$R\delta c^{2)}$	✓	
4.5.4	相对支承比率	t_p	$Rmr^{2)}$	✓	
—	十点高度	R_z	—		

1) 表中取样长度是 l_r, l_w 和 l_p , 分别对应于 R, W 和 P 参数。
2) 在规定的三个轮廓参数中, 表中只列出了粗糙度轮廓参数。例如: 三个参数为 Pa (原始轮廓)、 Ra (粗糙度轮廓)、 Wa (波纹度轮廓)。
3) 表 C2 中 ✓ 符号, 表示在测量范围内, 现采用的评定长度和取样长度。

附录 D

(提示的附录)

在产品几何技术规范体系中的关系

D1 在产品几何技术规范体系中的位置

本标准是一项通用的产品几何技术规范标准,它在总的产品几何技术规范体系中有关粗糙度轮廓、波纹度轮廓和原始轮廓标准链的第二链环起作用,见表 D1。

D2 有关的国家标准

表 D1 中指示的那些环节的标准是相关的国家标准。

表 D1 综合的产品几何技术规范模式

链环号	1	2	3	4	5	6
要素的几何特性	产品文件表 ——代码	公差定义—— 理论定义和参 数值	实际要素的定 义——特性或 参数	工件偏差的评 定——与公差 极限比较	测量器具要求	校准要求—— 测量标准器
1	尺寸					
2	距离					
3	半径					
4	角度(以度为单 位)					
5	与基准无关的 线的形状					
6	与基准有关的 线的形状					
7	与基准无关的 面的形状					
8	与基准有关的 面的形状					
9	方向					
10	位置					
11	圆跳动					
12	全跳动					
13	基准轮廓					
14	粗糙度轮廓		✓			
15	波纹度轮廓		✓			
16	原始轮廓		✓			
17	表面缺陷					
18	棱边					