

中华人民共和国国家标准

GB/T 3505—2009/ISO 4287:1997
代替 GB/T 3505—2000

产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 术语、定义及表面结构参数

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

(ISO 4287:1997, IDT)

2009-03-16 发布

2009-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 4287:1997《产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 术语、定义及表面结构参数》(英文版)。

本标准代替 GB/T 3505—2000《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》。与 GB/T 3505—2000 相比,主要变化如下:

- 删除了国际标准的前言和引言;
- 按照 GB/T 1.1—2000 标准化工作导则 第 1 部分:标准的结构和编写规则的要求,对 GB/T 3505—2000 的编写格式进行了修改,例如标准的封面和首页等;
- 对 GB/T 3505—2000 标准名称进行了修改,与新的标准体系取得一致;
- 增加了 2 项规范性引用文件;
- 对文中部分术语名称进行了统一性修改,将原文中的“水平位置 c ”改为“截面高度 c ”,将“轮廓单元的平均线高度”改为“轮廓单元的平均高度”等;
- GB/T 3505—2000 的 3.2.9 条,局部斜率的计算公式 $\left(\frac{Xp}{Zp}\right)$ 改为 $\frac{dz}{dx}$ 。

本标准的附录 A 是规范性附录,附录 B、附录 C 和附录 D 是资料性附录。本标准在 GPS 体系中的位置在附录 D 中说明。

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(SAC/TC 240)提出并归口。

本标准起草单位:中机生产力促进中心、哈尔滨量具刃具集团有限责任公司、中国计量科学研究院、北京市计量检测科学研究院。

本标准主要起草人:王欣玲、郎岩梅、高思田、吴迅、王忠滨、陈景玉。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 3505—1983、GB/T 3505—2000。

产品几何技术规范(GPS)

表面结构 轮廓法

术语、定义及表面结构参数

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 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 6062—2009 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 接触(触针)式仪器的标称特性(ISO 3274:1996, IDT)

GB/T 10610—2009 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方法(ISO 4288:1997, IDT)

GB/T 18777—2002 产品几何量技术规范 表面结构 轮廓法 相位修正滤波器的计量特性(eqv ISO 11562:1996)

GB/Z 20308—2006 产品几何技术规范(GPS)总体规划(ISO/TR 14638:1995, MOD)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

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)。它们都具有 GB/T 18777 规定的相同的传输特性,但截止波长不同。

3.1.1.1

λ_s 轮廓滤波器 λ_s profile filter

确定存在于表面上的粗糙度与比它更短的的成分之间相交界限的滤波器(见图1)。

3.1.1.2

λ_c 轮廓滤波器 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 轮廓滤波器 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)。

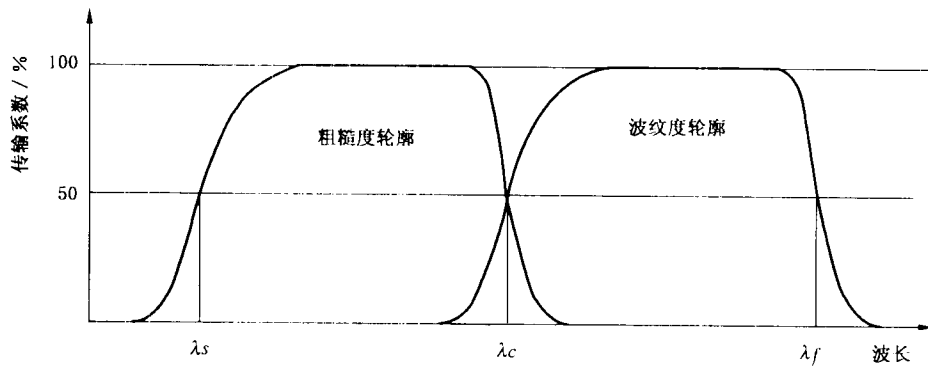


图 1 粗糙度和波纹度轮廓的传输特性

3.1.2

坐标系 coordinate system

定义表面结构参数的坐标体系。

注：通常采用一个直角坐标体系，其轴线形成一个右旋笛卡尔坐标系，X轴与中线方向一致，Y轴也处于实际表面中，而Z轴则在从材料到周围介质的外延方向上。本标准的参数和术语都是在此坐标系中定义的。

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

一个指定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，并在一个适当方向上的法线来选择一个平面。

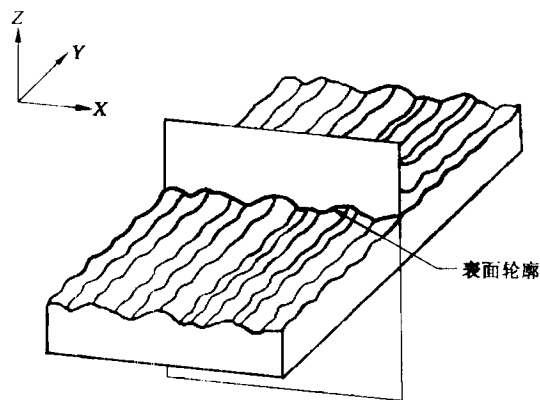


图 2 表面轮廓

3.1.5

原始轮廓 primary profile

通过 λ_s 轮廓滤波器后的总轮廓。

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 轮廓滤波器抑制长波成分以后形成的轮廓，是经过人为修正的轮廓(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(参见 GB/T 18777-2002 中 2.6 和 3.2)。

注 2：粗糙度轮廓是评定粗糙度轮廓参数的基础。

注 3： λ_c 和 λ_s 之间的关系本标准不作规定，参见 GB/T 6062—2009 中 4.4。

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 两个轮廓滤波器以后形成的轮廓。采用 λ_f 轮廓滤波器抑制长波成分,而采用 λ_c 轮廓滤波器抑制短波成分。这是经过人为修正的轮廓。

注1:在用 λ_f 轮廓滤波器分离波纹度轮廓以前,应首先用最小二乘法的最佳拟合从总轮廓中提取标称的形状,并将形状成分从总轮廓中去除。对于标称形状为圆形的轮廓,建议在最小二乘的优化计算中考虑实际半径的影响,而不要采用固定的标称值。这个分离波纹度轮廓的过程定义了理想的波纹度操作算子。

注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(参见 GB/T 18777—2002 中 2.6 和 3.2)。

注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 λ_c 轮廓滤波器所抑制的长波轮廓成分对应的中线(参见 GB/T 18777—2002 中 3.2)。

3.1.8.2

波纹度轮廓中线 mean line for the waviness profile

用 λ_f 轮廓滤波器所抑制的长波轮廓成分对应的中线(参见 GB/T 18777—2002 中 3.2)。

3.1.8.3

原始轮廓中线 mean line for the primary profile

在原始轮廓上按照标称形状用最小二乘法拟合确定的中线。

3.1.9

取样长度 sampling length l_p 、 l_r 、 l_w

在 X 轴方向判别被评定轮廓不规则特征的长度。

注:评定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 λ_c 和 λ_f 轮廓滤波器的截止波长相等。原始轮廓的取样长度 l_p 等于评定长度。

3.1.10

评定长度 evaluation length l_n

用于评定被评定轮廓的 X 轴方向上的长度。

注:评定长度包含一个或几个取样长度。

评定长度的缺省值参见 GB/T 10610—2009 中 4.4。GB/T 10610 未给出波纹度参数的评定长度。

3.2 几何参数术语

3.2.1

P 参数 P-parameter

在原始轮廓上计算所得的参数。

3.2.2

R 参数 R-parameter

在粗糙度轮廓上计算所得的参数。

3.2.3

W 参数 W-parameter

在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的,而 P_t 是从原始轮廓中算得的。

3.2.4

轮廓峰 profile peak

被评定轮廓上连接轮廓与 X 轴两相邻交点的向外(从材料到周围介质)的轮廓部分。

3.2.5

轮廓谷 profile valley

被评定轮廓上连接轮廓与 X 轴两相邻交点的向内(从周围介质到材料)的轮廓部分。

3.2.6

高度和/或间距分辨力 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 或任一幅度参数的百分率来表示,最小间距则以取样长度的百分率表示。

3.2.7

轮廓单元 profile element

轮廓峰和相邻轮廓谷的组合(见图 3)。

注:在取样长度始端或末端的被评定轮廓的向外部分或向内部分应看作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。

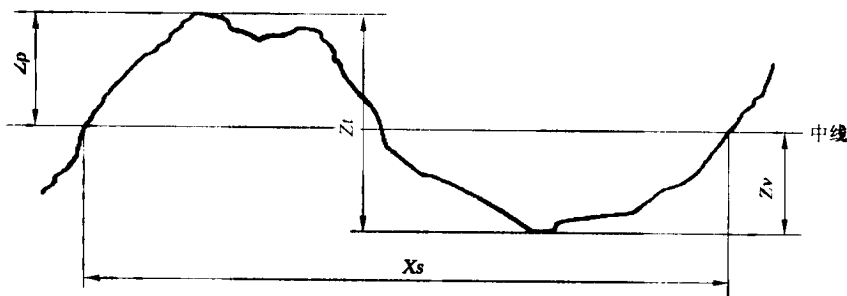


图 3 轮廓单元

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:若纵坐标值位于 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 $\frac{dZ}{dX}$

评定轮廓在某一位置 x_i 的斜率(见图 4)。

注 1:局部斜率和参数 $P_{\Delta q}$ 、 $R_{\Delta q}$ 、 $W_{\Delta q}$ 的数值主要视坐标间距 ΔX 而定。

注 2:计算局部斜率的公式之一

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

计算局部斜率时,应使用 GB/T 6062—2009 中规定的采样间距和滤波器,式中 Z_i 为第 i 个轮廓点的高度, ΔX 为相邻两轮廓点之间的水平间距。

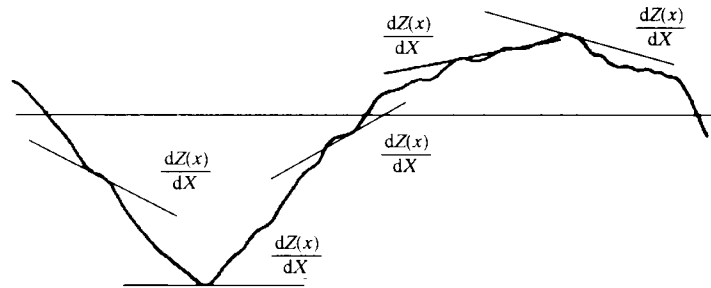


图 4 局部轮廓

3.2.10

轮廓峰高 profile peak height Z_p

轮廓峰的最高点距 X 轴的距离(见图 3)。

3.2.11

轮廓谷深 profile valley depth Z_v

轮廓谷的最低点距 X 轴的距离(见图 3)。

3.2.12

轮廓单元高度 profile element height Z_t

一个轮廓单元的轮廓峰高与轮廓谷深之和(见图 3)。

3.2.13

轮廓单元宽度 profile element width X_s

一个轮廓单元与 X 轴相交线段的长度(见图 3)。

3.2.14

在水平截面高度 c 上轮廓的实体材料长度 material length of profile at the level c $MI(c)$

在一个给定水平截面高度 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)。

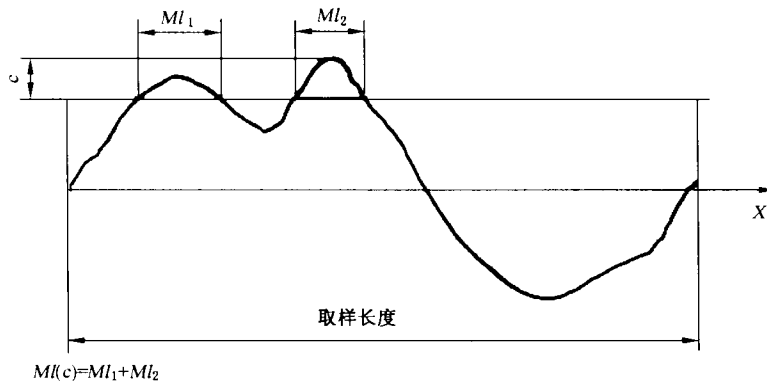


图 5 实体材料长度

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)。

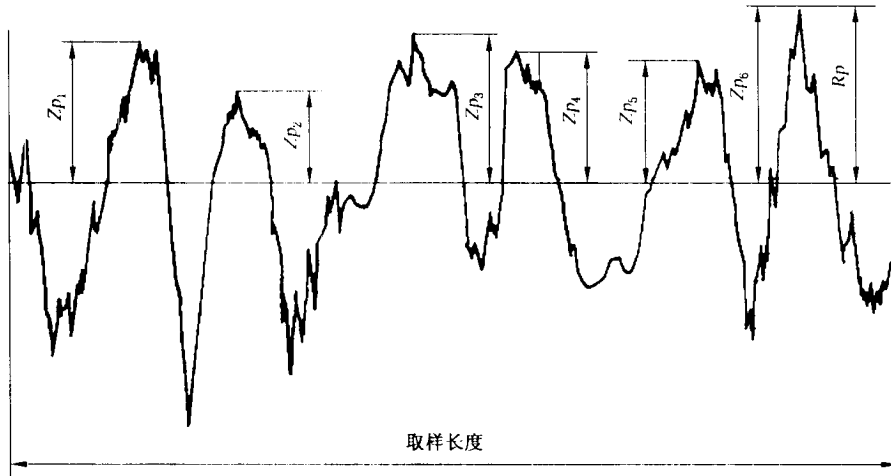


图 6 最大轮廓峰高(以粗糙度轮廓为例)

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)。

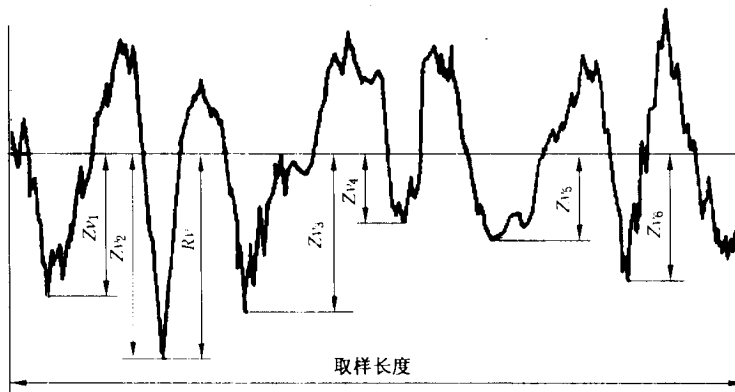


图 7 最大轮廓谷深(以粗糙度轮廓为例)

4.1.3

轮廓最大高度 maximum height of profile P_z, R_z, W_z

在一个取样长度内,最大轮廓峰高与最大轮廓谷深之和(见图 8)。

注:在 GB/T 3505—1983 中, R_z 符号曾用于表示“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测量的是本标准的旧版本规定的 R_z 参数。因此,当使用现行的技术文件和图样时必须注意这一点,因为用不同类型的仪器按不同的定义计算所得到的结果,其差别并不都是非常微小而可忽略。

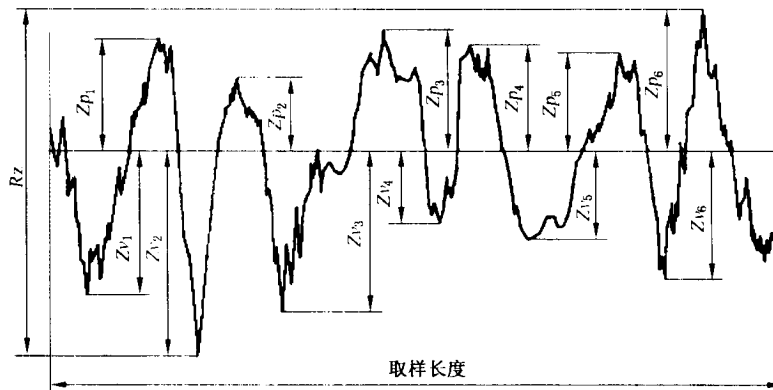


图 8 轮廓最大高度(以粗糙度轮廓为例)

4.1.4

轮廓单元的平均高度 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)。

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

注：在计算参数 P_c, R_c, W_c 时，需要判断轮廓单元的高度和间距。若无特殊规定，缺省的高度分辨力应分别按 P_z, R_z, W_z 的 10% 选取。缺省的间距分辨力应按取样长度的 1% 选取。上述两个条件都应满足。

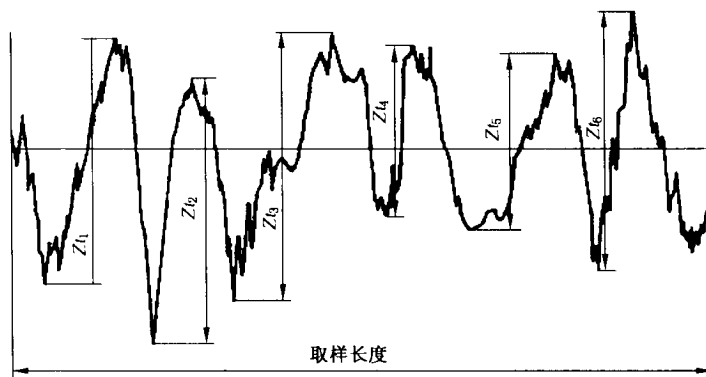


图 9 轮廓单元的高度(以粗糙度轮廓为例)

4.1.5

轮廓总高度 total height of profile P_t, R_t, W_t

在评定长度内最大轮廓峰高与最大轮廓谷深之和。

注 1：由于 P_t, R_t, W_t 是在评定长度上而不是在取样长度上定义的，以下关系对任何轮廓都成立：

$$P_t \geq P_z; R_t \geq R_z; W_t \geq W_z.$$

注 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 P_q, R_q 或 W_q 的三次方的比值。

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

注1: 以上公式定义了 R_{sk} 用类似的方式定义 P_{sk} 和 W_{sk} 。

注2: P_{sk} 、 R_{sk} 和 W_{sk} 是纵坐标值概率密度函数的不对称性的测定。

注3: 这些参数受独立的峰或独立的谷的影响很大。

4.2.4

评定轮廓的陡度 kurtosis of the assessed profile P_{ku} 、 R_{ku} 、 W_{ku}

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。

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

注1: 上式定义了 R_{ku} ，用类似方式定义 P_{ku} 和 W_{ku} 。

注2: P_{ku} 、 R_{ku} 和 W_{ku} 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 P_{sm} 、 R_{sm} 、 W_{sm}

在一个取样长度内轮廓单元宽度 X_s 的平均值(见图10)。

$$P_{sm}、R_{sm}、W_{sm} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_{s_i}$$

注: 在计算参数 P_{sm} 、 R_{sm} 、 W_{sm} 时, 需要判断轮廓单元的高度和间距。若无特殊规定, 缺省的高度分辨率应分别按 P_z 、 R_z 、 W_z 的 10% 选取。缺省的水平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。

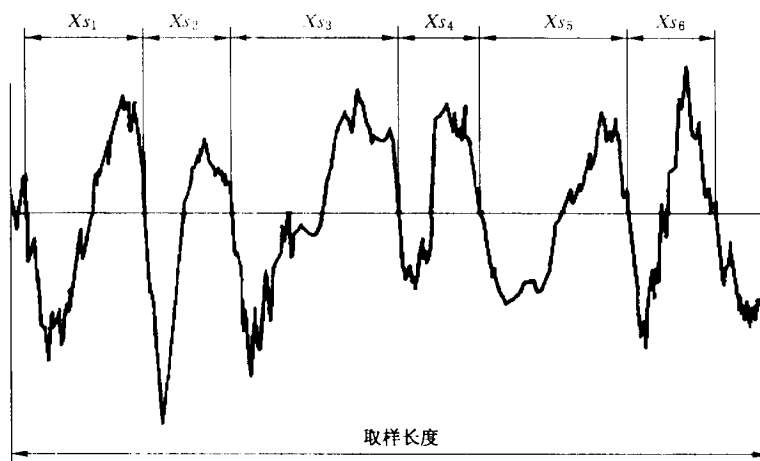


图10 轮廓单元的宽度

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在评定长度上而不是在取样长度上定义, 因为这样可提供更稳定的曲线和相关参数。

4.5.1

轮廓支承长度率 material ratio of the profile $P_{mr}(c)$ 、 $R_{mr}(c)$ 、 $W_{mr}(c)$

在给定水平截面高度 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截面高度 c 变化关系的曲线(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。

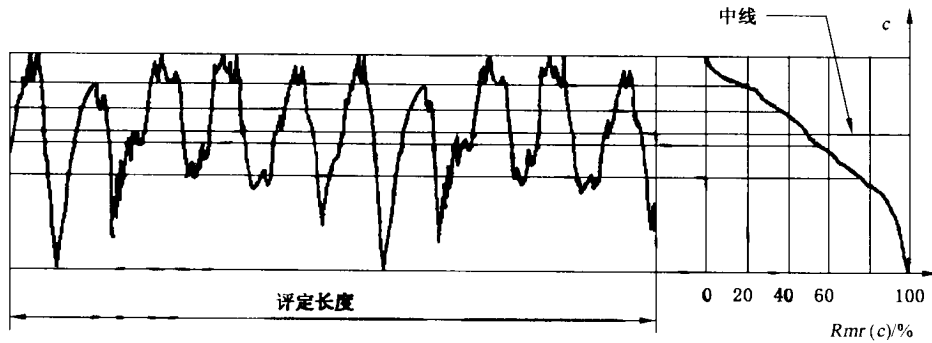


图 11 支承长度率曲线

4.5.3

轮廓水平截面高度差 profile section height difference $P\delta c, R\delta c, W\delta c$

给定支承率 Rmr_1 的两个水平截面之间的垂直距离。

$$R\delta c = c(Rmr_1) - c(Rmr_2) \quad (Rmr_1 < Rmr_2)$$

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

相对支承长度率 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 c_0 相关的支承长度率(见图 12)。

$$Pmr, Rmr, Wmr = Pmr, Rmr, Wmr(c_1)$$

式中：

$$c_1 = c_0 - R\delta c \quad (\text{或 } P\delta c \text{ 或 } W\delta c)$$

$$c_0 = c(Pmr_0, Rmr_0, Wmr_0)$$

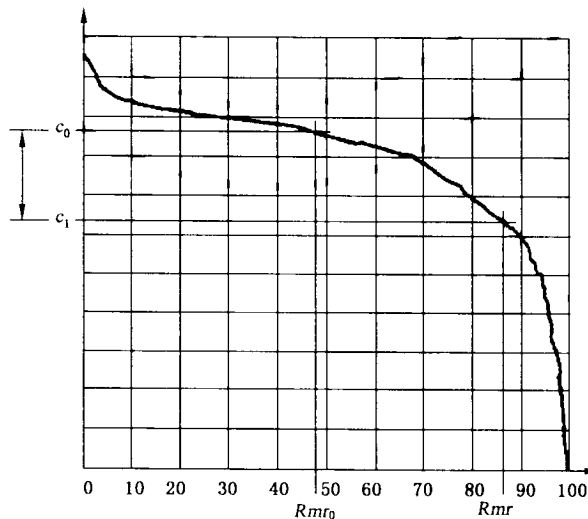


图 12 轮廓水平截面高度差

4.5.5

轮廓幅度分布曲线 profile height amplitude curve

在评定长度内纵坐标 $Z(x)$ 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。

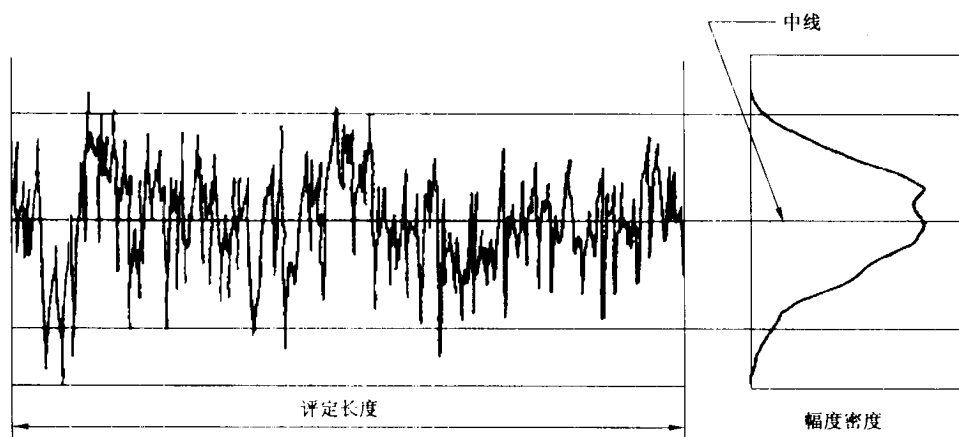


图 13 幅度分布曲线

附录 A

(规范性附录)

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 A.1 与正文等效。

表 A.1

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	L_s
λ_c	L_c
λ_f	L_f

附录 B
(资料性附录)
表面评定的流程图

表面评定的流程图, 参见图 B.1 所示。

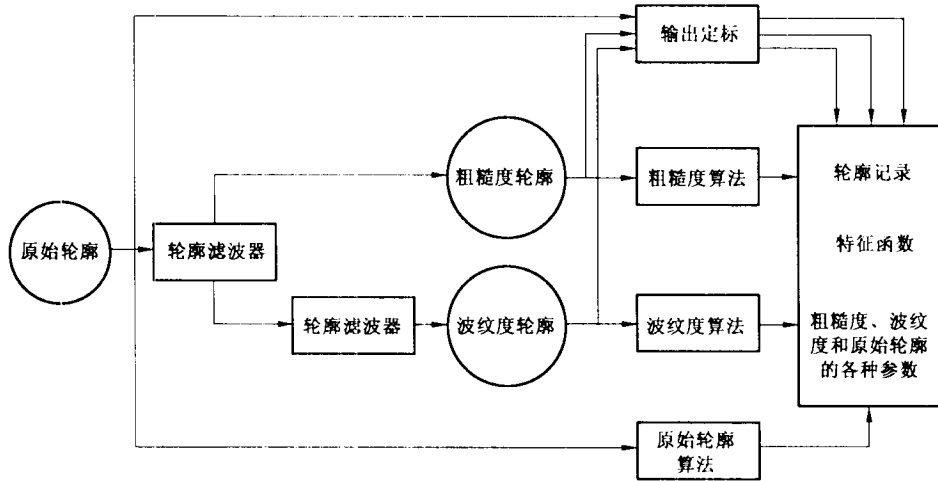


图 B.1 表面评定的流程图

附录 C

(资料性附录)

本标准与 GB/T 3505—1983 之间基本术语与参数符号的比较

本标准与 GB/T 3505—1983 之间基本术语与参数符号的比较参见表 C.1 和表 C.2。

表 C.1 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^a
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	轮廓单元高度		Z_t
3.2.13	轮廓单元宽度		X_s
3.2.14	在水平截面高度 c 位置上轮廓的实体材料长度	η_p	$MI(c)$

^a 给定的三种不同轮廓的取样长度。

表 C.2 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 ^a
4.1.1	最大轮廓峰高	R_p	R_p^b		√
4.1.2	最大轮廓谷深	R_m	R_v^b		√
4.1.3	轮廓最大高度	R_y	R_z^b		√
4.1.4	轮廓单元的平均高度	R_c	R_c^b		√
4.1.5	轮廓总高度	—	R_t^b	√	
4.2.1	评定轮廓的算术平均偏差	R_a	R_a^b		√
4.2.2	评定轮廓的均方根偏差	R_q	R_q^b		√
4.2.3	评定轮廓的偏斜度	S_k	R_{sk}^b		√
4.2.4	评定轮廓的陡度	—	R_{ku}^b		√
4.3.1	轮廓单元的平均宽度	S_m	R_{sm}^b		√
4.4.1	评定轮廓的均方根斜率	Δ_q	$R\Delta_q^b$		
4.5.1	轮廓支承长度率	—	$Rmr(c)^b$	√	
4.5.3	轮廓水平截面高度	—	$R\delta_c^b$	√	
4.5.4	相对支承长度率	t_p	Rmr^b	√	
—	十点高度	R_z	—		

注：√符号表示在测量范围内，现采用的评定长度和取样长度。

^a 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。 $l_p = l_n$ 。

^b 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：三个参数分别为： P_a (原始轮廓)、 R_a (粗糙度轮廓)、 W_a (波纹度轮廓)。

附录 D
(资料性附录)
在 GPS 矩阵模型中的位置

GPS 矩阵的全部详情参见 GB/Z 20308—2006。

D.1 本标准的信息及其应用

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。

D.2 在 GPS 矩阵模型中的位置

本标准是 GPS 通用标准,它影响 GPS 通用标准矩阵中粗糙度轮廓、波纹度和原始轮廓标准链的链环 2,如图 D.1 所述。

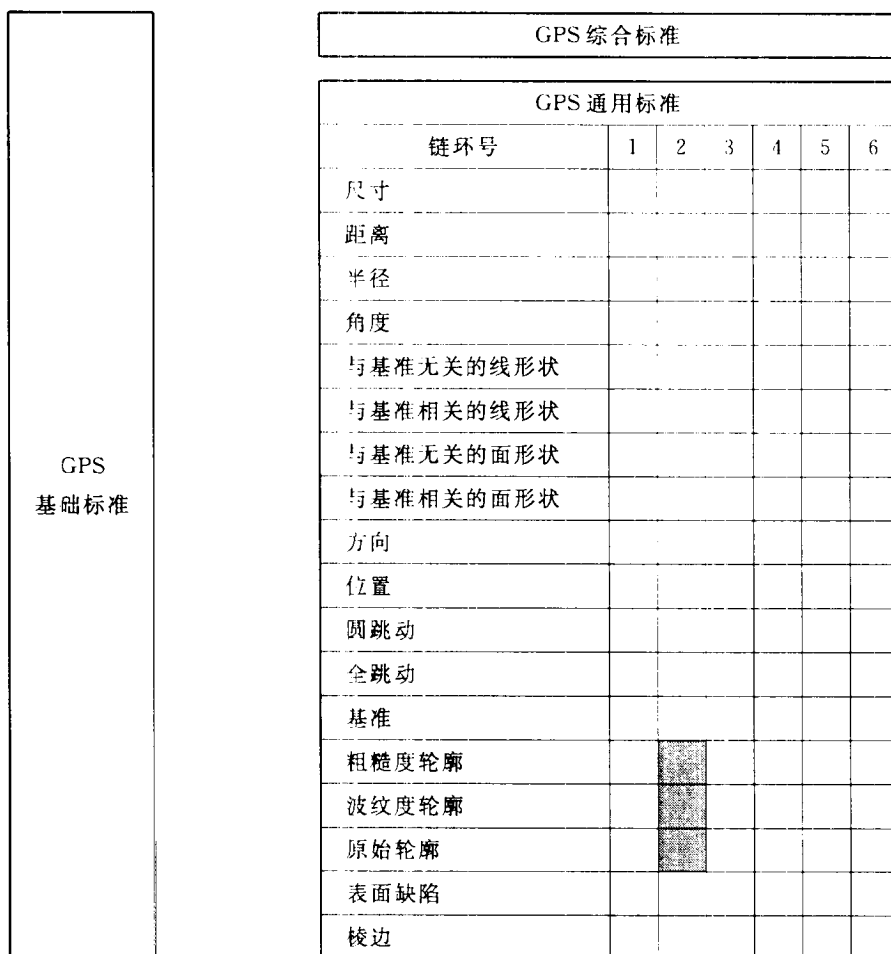


图 D.1 在 GPS 矩阵模型中的位置

D.3 相关的标准

相关的标准为图 D.1 所示标准链涉及的标准。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
产 品 几 何 技 术 规 范 (GPS)
表 面 结 构 轮 廓 法
术 语、定 义 及 表 面 结 构 参 数
GB/T 3505 2009/ISO 4287:1997

*

中 国 标 准 出 版 社 出 版 发 行
北 京 复 兴 门 外 三 里 河 北 街 16 号
邮 政 编 码：100045

网 址 www.spc.net.cn

电 话：68523946 68517548

中 国 标 准 出 版 社 秦 皇 岛 印 刷 厂 印 刷
各 地 新 华 书 店 经 销

*

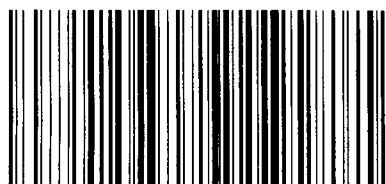
开 本 880×1230 1/16 印 张 1.25 字 数 27 千 字
2009 年 6 月 第 一 版 2009 年 6 月 第 一 次 印 刷

*

书 号：155066·1-37061 定 价 21.00 元

如 有 印 装 差 错 由 本 社 发 行 中 心 调 换
版 权 专 有 侵 权 必 究

举 报 电 话：(010)68533533



GB/T 3505-2009