



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 24637.4—2020

---

## 产品几何技术规范(GPS) 通用概念 第4部分:几何特征的GPS偏差量化

Geometrical product specifications (GPS)—General concepts—  
Part 4: Geometrical characteristics for quantifying GPS deviations

(ISO 17450-4:2017, MOD)

2020-04-29 发布

2020-11-01 实施

---

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
产品几何技术规范(GPS) 通用概念  
第 4 部分:几何特征的 GPS 偏差量化  
GB/T 24637.4—2020

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: [www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

服务热线: 400-168-0010

2020 年 4 月第一版

\*

书号: 155066 • 1-64700

版权专有 侵权必究

## 前 言

GB/T 24637《产品几何技术规范(GPS) 通用概念》分为4个部分:

- 第1部分:几何规范和检验的模型;
- 第2部分:基本原则、规范、操作集和不确定度;
- 第3部分:被测要素;
- 第4部分:几何特征的GPS偏差量化。

本部分为GB/T 24637的第4部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用ISO 17450-4:2017《产品几何技术规范(GPS) 通用概念 第4部分:几何特征的GPS偏差量化》。

本部分与ISO 17450-4:2017相比存在技术性差异。相应技术性差异及其原因如下:

- 关于规范性引用文件,本部分做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的情况集中反映在第2章“规范性引用文件”中,具体调整如下:

- 用修改采用国际标准的GB/T 38761代替ISO 25378。

本部分由全国产品几何技术规范标准化技术委员会(SAC/TC 240)提出并归口。

本部分起草单位:杭州长庚测量技术有限公司、中机生产力促进中心、北京时代之峰科技有限公司、上海市计量测试技术研究院、郑州大学。

本部分主要起草人:郑鹏、明翠新、赵军、郝建国、朱悦、张瑞、张波。

库七七 [www.kq9w.com](http://www.kq9w.com) 提供下载

# 产品几何技术规范(GPS) 通用概念

## 第4部分:几何特征的GPS偏差量化

### 1 范围

GB/T 24637 的本部分给出了单个 GPS 特征的 GPS 偏差量化规则。

本部分适用于量化表示几何特征的 GPS 偏差。

注: GPS 偏差可以是局部的,也可以是全局的。由局部 GPS 偏差定义的 GPS 特征是一个参数,该参数通过量化函数(见表 1)将局部偏差集转换为一个全局特征。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 38761 产品几何技术规范(GPS) 特征和条件 定义(GB/T 38761—2020,ISO 25378:2011,MOD)

### 3 术语和定义

GB/T 38761 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**局部几何偏差 local geometrical deviation**

$d(P), d(P)_{A_n}$

输入要素上的一点“P”到参考要素上的点的局部距离值,该局部距离值有正负之分。

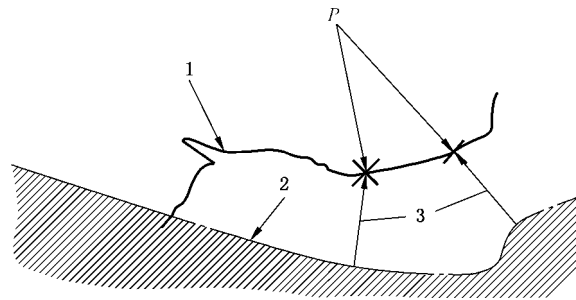
注 1:  $d(P)$  定义了输入要素任意点(P)的任意局部几何偏差。

注 2: 局部几何偏差  $d(P)_{A_n}$  可以被定义在一个隶属于参考要素的  $n$  维参考空间  $A_n$  上。

注 3: 输入要素的任一点都存在局部几何偏差(见图 1)。每个局部几何偏差可以在参考空间  $A_n$  中用参考要素对应的点及局部几何偏差对应的坐标来表示。

注 4: 局部几何偏差能够在参考空间  $A_n$  用变动曲线上的点坐标来表示。

注 5: 当偏差要素与参考要素相交时,局部几何偏差等于零。



说明:

- 1 —— 偏差要素(输入要素);
- 2 —— 参考要素;
- 3 —— 局部几何偏差;
- $P$  —— 输入要素上的点。

图 1 局部几何偏差

### 3.2

#### 参考空间 reference space

$A_n$

由  $n$  个曲线坐标轴定义的空间,这些曲线坐标轴隶属于一个参考要素,基于参考要素定义了输入要素上每个点的局部偏差。

注:对于参考线  $n$  等于 1,对于参考面  $n$  等于 2。

#### 3.2.1

##### 面参考空间 areal reference space

$A_2$

当参考要素为面时的参考空间(3.2)。

注:参考空间是一个二维尺寸参考要素。

#### 3.2.2

##### 线参考空间 linear reference space

$A_1$

当参考要素为直线时的参考空间(3.2)。

注:参考空间是一个一维尺寸参考要素。

#### 3.2.3

##### 双向参考空间 two-directional reference space

具有相同的线参考要素并且对于参考要素上任意一点  $P$  的矢量都正交的两个线参考空间(3.2.2)的组合。

### 3.3

#### 量化函数 quantifying function

用完整的局部偏差集合量化一个几何特征的数学函数。

注:量化函数可以是一个统计函数(见表 1)。

### 3.4

#### 统计特征 rank-order characteristic

由一组局部几何偏差用数学方法定义出的几何特征。

注:统计特征是由量化函数定义的。表 1 给出几种统计特征的公式。

## 3.4.1

**最大值 maximum**

一组局部几何偏差的特征最大值。

注：见表 1。

## 3.4.2

**最小值 minimum**

一组局部几何偏差的特征最小值。

注：见表 1。

## 3.4.3

**均值 average**

一组局部几何偏差的特征平均值。

注：见表 1。

## 3.4.4

**中位值 median**

一组局部几何偏差的特征中位值。

注 1：中位值把局部几何偏差总体分成相等的两部分（各 50%）。根据总体分布的不同，中位值和均值可能相同也可能不同。

注 2：见表 1。

## 3.4.5

**中值 mid-range**

最大值(3.4.1)与最小值(3.4.2)的特征平均值。

注：见表 1。

## 3.4.6

**范围 range**

最大值(3.4.1)与最小值(3.4.2)的特征差值。

注：见表 1。

## 3.4.7

**最大绝对偏差 maximum absolute deviation**

最大值(3.4.1)和最小值(3.4.2)的绝对值的特征最大值。

注：见表 1。

## 4 几何特征

## 4.1 概述

几类几何特征，如 GB/T 38761 中的定义，如下：

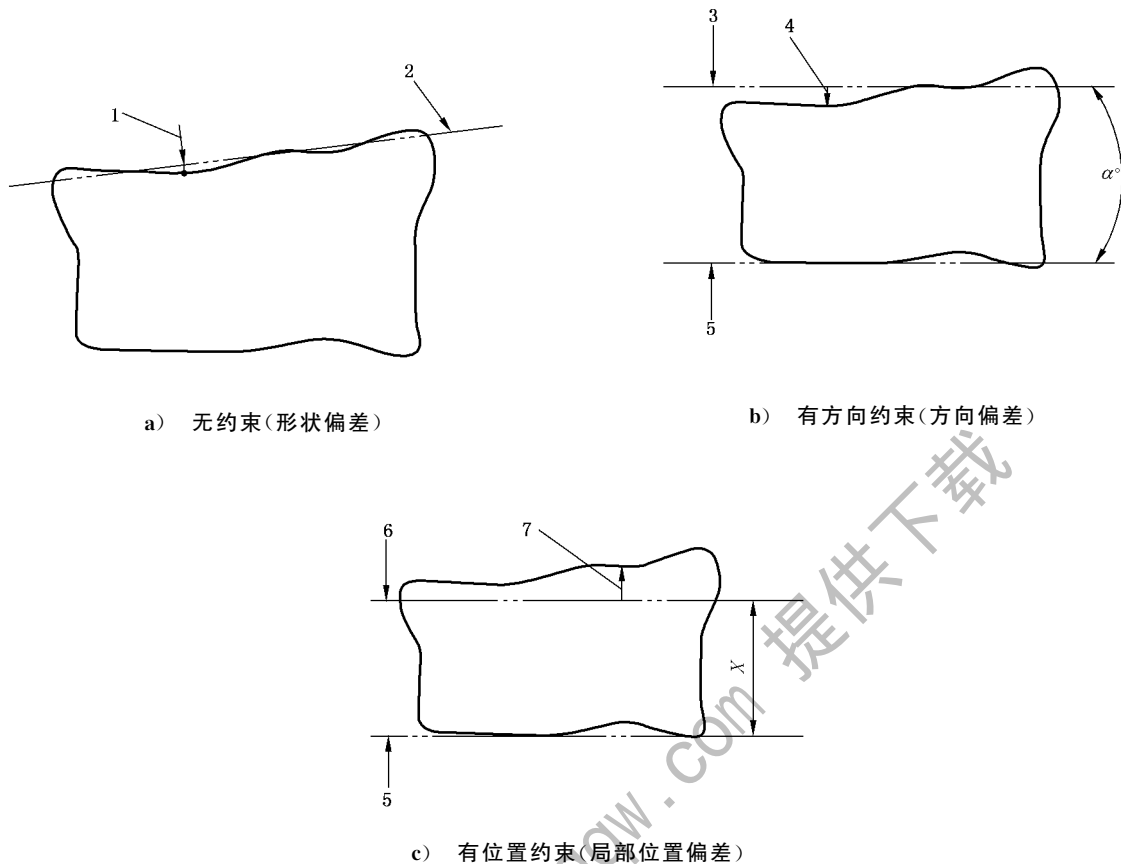
——本质特征：尺寸、形状或表面结构特征；

——方位特征：位置、方向和跳动特征。

对于一个几何特征而言，输入要素的拟合要素是其参考要素（见图 2）。

注 1：参考要素是拟合要素。更多信息可参见 GB/T 17851。

注 2：假定参考要素上所需范围的点都满足与输入要素中相应点的对应。在某些情况下需要参考要素的数学扩展，本文件中并未给出此扩展的规则，具体参见 GPS 特征的相关标准。



说明:

- 1——局部几何形状偏差;
- 2——与基准体系无关的参考要素;
- 3——参考要素,与基准体系方向约束有关( $\alpha^\circ$ );
- 4——局部几何方向偏差;
- 5——基准;
- 6——参考要素,与基准体系位置约束有关( $X\text{ mm}$ );
- 7——局部几何位置偏差。

图2 相同输入要素在不同约束下的参考要素的示例

评估本质特征(尺寸、形状或表面结构特征)的参考要素,是与基准体系无关的。

评估方位特征的参考要素,是与基准体系有关的(定义方向或位置约束)。

参考要素可以是:

- 完全约束的,即所有非冗余的自由度都是约束的;
- 部分约束的,即不是所有非冗余自由度都有约束。

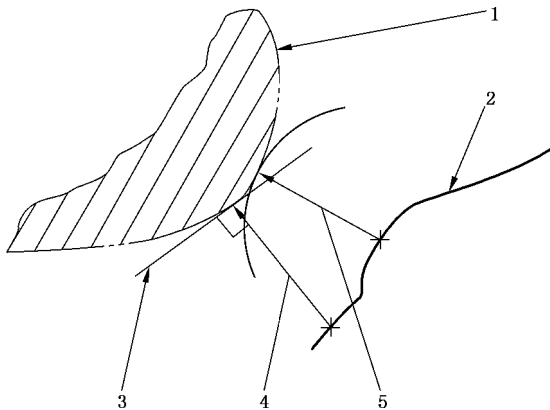
对于形状、方向、位置或跳动等几何特征,参考要素的形状缺省为被测要素的公称形状。当被测要素的公称形状属于棱柱或复杂恒定类,那么其定义与公称长度有关。为了定义基于参考要素的任意偏差,有必要给出参考要素的无约束定义。与公称形状相比,参考要素的延伸缺省定义为公称形状曲度的延续。

#### 4.2 几何特征的类型

局部几何偏差是建立几何特征的基本元素。



通常把远离材料的方向作为正方向。  
缺省定义为从被测要素上一点到参考要素的最小距离(见图 3)。



说明:

- 1——参考要素;
- 2——被测要素;
- 3——1 的局部切平面;
- 4——2 到 1 的法向距离;
- 5——最小距离(缺省情况)。

注: 局部几何偏差由输入要素中的任意一点定义,但对于参考要素,这并不是必需的。最小距离的集合和法向距离的集合不必相同。

图 3 法向距离和最小距离的区别

缺省时,局部评定未指定方向,局部几何偏差定义为输入要素的点  $P$  与参考要素之间的最小距离[局部偏差的方向未预先定义见图 4a)];否则,局部几何偏差为输入要素规定方向的最小距离[见图 4b)]。

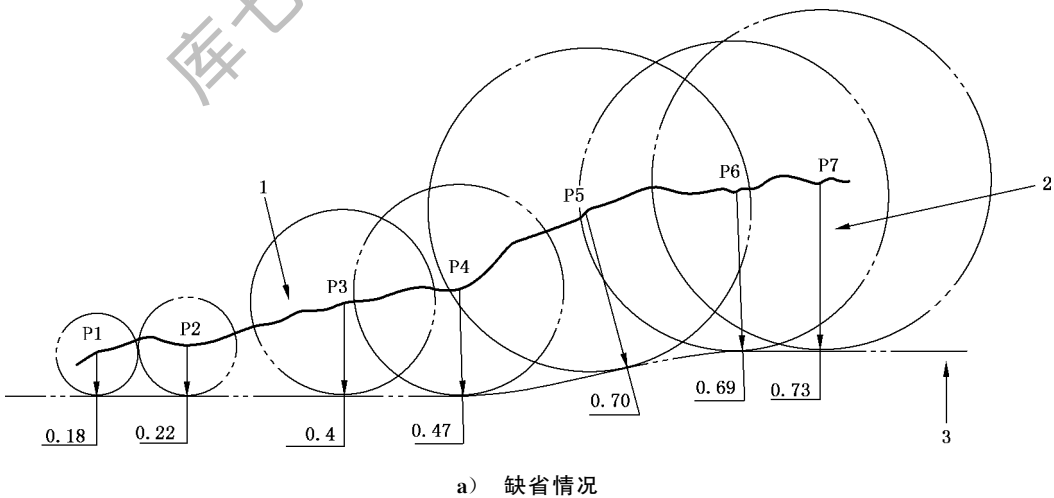
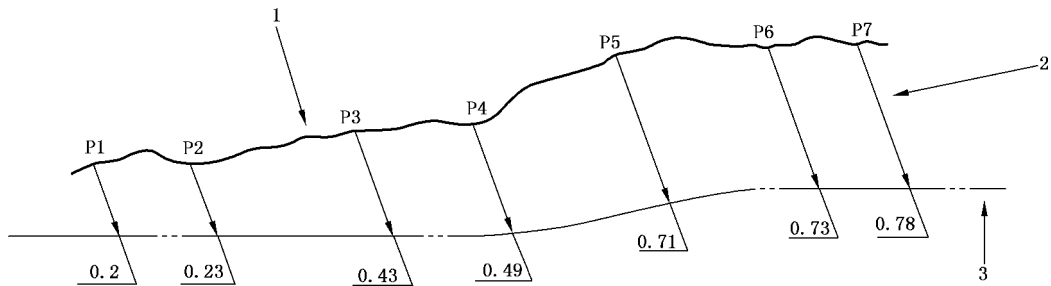


图 4 不同类型局部几何偏差的图例



b) 有特定方向的情况

说明:

- 1——实际要素;
- 2——局部几何偏差;
- 3——参考要素。

图 4 (续)

输入要素可以是一个提取要素、滤波要素或有约束的拟合要素。

如果输入要素是一个完整的线,那么该几何特征是线几何特征。如果输入要素是完整的曲面,那么该几何特征是面几何特征。

如果输入要素是:

- 一个导出面,那么参考空间是面参考空间;
- 一个完整曲面上的一条线,那么参考空间是一个线参考空间;
- 空间中一条导出线,那么参考空间是双向参考空间;
- 一个导出点,那么参考空间是线参考空间;
- 一个组成点,那么参考空间是线或面参考空间。

示例:当输入要素是一个圆柱的导出线(中线),该面参考空间是圆柱形空间。

任何几何特征都是用局部几何偏差集合的量化函数(见表 1 的示例)建立的。

每个量化函数都是建立于:

- a) 局部几何偏差的变动曲线;
- b) 支承率变动曲线;
- c) 幅值分布变动曲线。

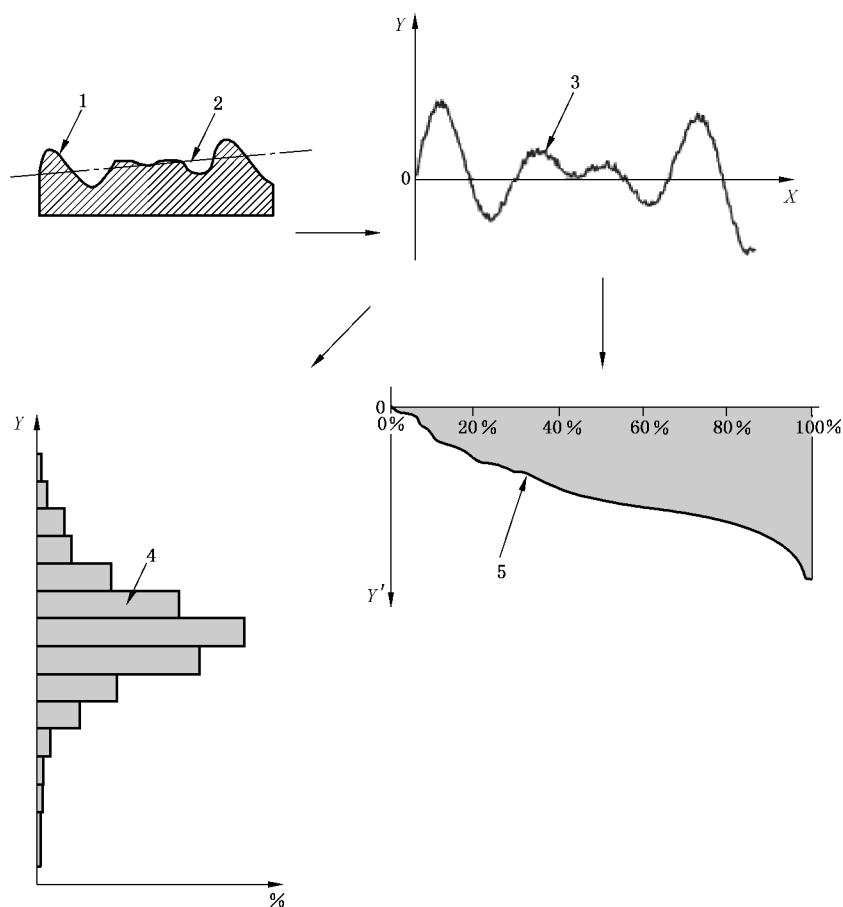
在参考空间  $A_n$  中定义了一个局部坐标系,局部几何偏差的变动曲线是在参考空间(线或面的)中的局部几何偏差集合(局部坐标值)。该曲线可以绘制在一个直接显示局部坐标值的参考空间里(见图 5)。

注 1: 由于局部几何偏差是由输入要素的任意点定义的,所以参考空间中任何坐标有三种可能:无附加的局部几何偏差、有一个附加的局部几何偏差和有多个附加的局部几何偏差(当输入要素比参考要素更加局部平滑时)。

支承率曲线是局部几何偏差变动曲线的转换。支承率的定义是任意介于最小值和最大值之间的几何特征的实体百分比。

注 2: 支承率曲线可以理解为在参考空间的累计概率函数。

幅值分布变动曲线是局部几何偏差变动曲线的一种变形。幅值分布变动曲线是用支承率曲线的一种派生定义的,其表示了在一个局部偏差等级是定值的参考空间里的概率。



说明：

1 —— 提取组成要素；

2 —— 参考要素；

3 —— 局部几何偏差变动曲线；

4 —— 幅值分布变动曲线；

5 —— 支承率变动曲线；

X —— 坐标系横坐标；

Y —— 局部几何偏差的幅值。

图 5 变动曲线建立过程图示

几何特征由一个量化函数定义,这个量化函数是一种数学算子。表 1 中给出的量化函数用在了局部几何偏差变动曲线上(见 GB/T 38761)。

当几何特征是由支承率或幅值分布变动曲线得到时,也可定义其他数学算子。

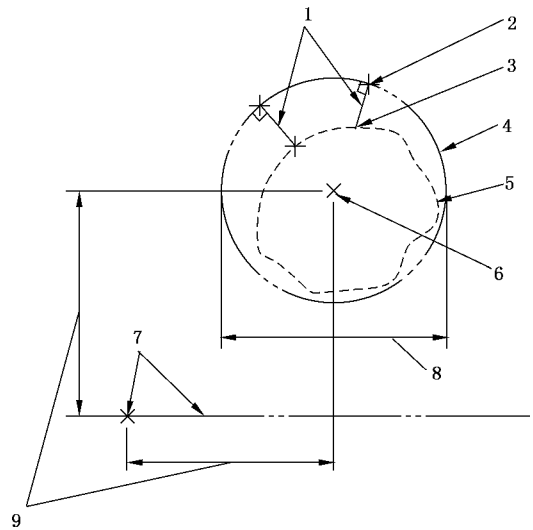
注 3：在提取(组成或导出)要素附近的任意位置,数学算子可以被用于几何要素的某一部分。数学算子可以先被用于参考空间的一个方向,然后再用于其他方向,或者直接用于参考空间的两个方向。这个过程可以不断重复直到该几何特征变成一个全局特征。

表 1 在局部几何偏差变动曲线上定义的量化函数

量化函数的名称	统计算子	量化函数的数学描述 <sup>a</sup>	
		连续模型中 $[d(P)_{A_n}]$	离散模型中 <sup>b</sup> $[d(P)=d_i]$
最大值	有	$\max[d(P)_{A_n}]$	$\max[d(P)]$
最小值	有	$\min[d(P)_{A_n}]$	$\min[d(P)]$
最大绝对偏差	有	$\max\{ \max[d(P)_{A_n}] ;  \min[d(P)_{A_n}] \}$	$\max\{ \max[d(P)] ;  \min[d(P)] \}$
中位值	有	$d(P)_{50\%}=d_{50\%}$	$\tilde{d}$
范围	有	$\max[d(P)_{A_n}]-\min[d(P)_{A_n}]$	$\max[d(P)]-\min[d(P)]$
中值	有	$\frac{1}{2}\{\max[d(P)_{A_n}]+\min[d(P)_{A_n}]\}$	$\frac{1}{2}\{\max[d(P)]+\min[d(P)]\}$
峰高	有	$ \max[d(P)_{A_n}] $	$ \max[d(P)] $
谷深	有	$ \min[d(P)_{A_n}] $	$ \min[d(P)] $
双倍最大偏差 <sup>c</sup>	有	$2 \cdot \max\{ \min[d(P)_{A_n}] ;  \max[d(P)_{A_n}] \}$	$2 \cdot \max\{ \min[d(P)] ;  \max[d(P)] \}$
均值	无	$\frac{1}{\int_{A_n} dA_n} \cdot \int_{A_n} d(P)_{A_n} \cdot dA_n$	$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$
标准偏差	无	$\sigma = \sqrt{\frac{1}{\int_{A_n} dA_n} \cdot \int_{A_n} (d^2(P)_{A_n} - \mu)^2 \cdot dA_n}$	$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot (d_i - \bar{d})^2}{(\sum_{i=1}^n w_i) - 1}}$
惯性矩	无	$\sqrt{(\mu - \tau)^2 + \sigma^2}$ <sup>d</sup>	$\sqrt{(\bar{d} - \tau)^2 + s^2}$ <sup>d</sup>
平均绝对值	无	$\frac{1}{\int_{A_n} dA_n} \cdot \int_{A_n}  d(P)_{A_n}  \cdot dA_n$	$ \bar{d}  = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot  d_i }{\sum_{i=1}^n w_i}$
偏态	无	$\frac{1}{\sigma^3} \left[ \frac{1}{\int_{A_n} dA_n} \cdot \int_{A_n} (d^3(P)_{A_n} - \mu^3) \cdot dA_n \right]$	$\gamma_1 = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \times \sum_{i=1}^n w_i \cdot \left( \frac{d_i - \bar{d}}{s} \right)^3$
峰态	无	$\frac{1}{\sigma^4} \left[ \frac{1}{\int_{A_n} dA_n} \cdot \int_{A_n} (d^4(P)_{A_n} - \mu^4) \cdot dA_n \right]$	$\beta_2 = \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \times \sum_{i=1}^n \left( \frac{d_i - \bar{d}}{s} \right)^4 - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$
<p><sup>a</sup> 详细信息,参见 GB/T 3358.1。</p> <p><sup>b</sup> <math>n</math> 个提取点,每个都有一个权重 <math>w_i</math>。当被测要素的提取点是均匀分布时这些提取点的权重取 1。</p> <p><sup>c</sup> 当建立参考要素使用最小最大准则(无实体约束的切比雪夫准则)时,从离散模型中用“双倍最大偏差”公式和“范围”公式得到的结果相同。</p> <p><sup>d</sup> 对于几何规范来说,目标值 <math>\tau</math> 被认为等于 0。</p>			

在几何规范中,表 1 中的量化函数被用来定义几何特征。

图 6 所示为局部几何偏差集合,它们由提取组合要素和参考要素之间的带符号距离值定义。所示局部几何偏差集合是一个位于基准体系中的确定尺寸的圆,这些局部距离构成了变动曲线。

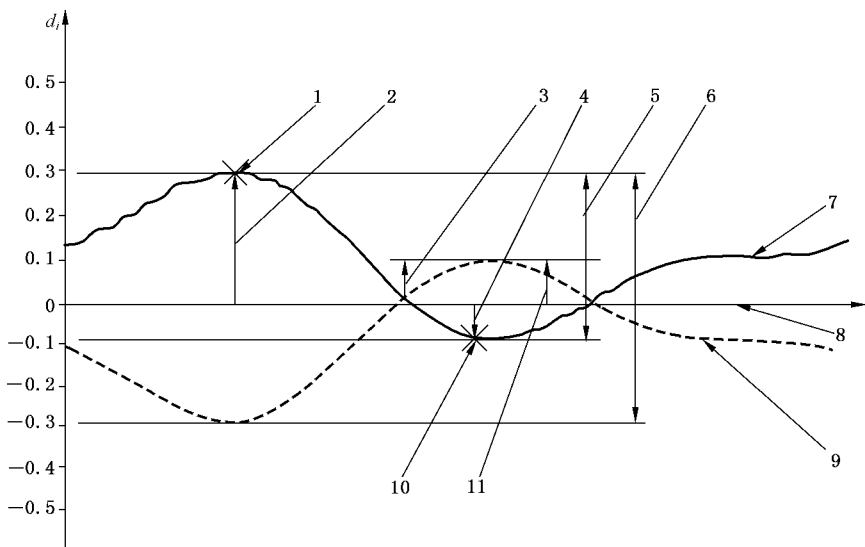


说明:

- 1——标注符号局部几何偏差的示例;
- 2——基于 3,由 3 和 2 之间的最小距离定义的 4 上的点;
- 3——5 上的点;
- 4——参考要素,本例中是一个圆;
- 5——提取组成线,基本被测要素;
- 6——由 7 定位的 4 的位置要素;
- 7——基准体系(由一个平面和一条直线组成);
- 8——4 的指定尺寸;
- 9——定位参考要素 4 的指定距离。

图 6 由一个确定位置和尺寸的参考圆建立局部几何偏差的示例

图 7 所示为一条变动曲线,该曲线解释了表 1 中用来定义几何特征的量化函数。



说明：

- 1 —— 7 的峰值点；
- 2 —— 变动曲线的“最大”函数值，根据峰高函数得到该值为：0.286 8；
- 3 —— 变动曲线的“谷深”函数值：0.087 7；
- 4 —— 变动曲线的“最小”函数值：-0.087 7；
- 5 —— 变动曲线的“范围”函数值：0.374 5；
- 6 —— 变动曲线的“双倍最大偏差”函数值：0.573 6；
- 7 —— 局部几何偏差的变动曲线；
- 8 —— 局部几何偏差“0”值坐标轴；
- 9 —— 虚线是 7 关于参考线 8 的对称曲线；
- 10 —— 7 的谷底点；
- 11 —— 变动曲线的“中值”函数值：0.099 6（中位值和均值函数得到的结果分别为 0.971 8 和 0.099 6）；

$d_i$  —— 局部几何偏差的幅值。

图 7 在变动曲线上表示量化函数值的示例

附录 A  
(资料性附录)  
与 GPS 矩阵模型的关系

A.1 概述

关于 GPS 矩阵模型的完整细则,参见 GB/T 20308。  
GB/T 20308 中的 GPS 矩阵模型对 GPS 体系进行了综述,本部分是该体系的一部分。除非另有说明,GB/T 4249 给出的 GPS 基本规则适用于本部分,GB/T 18779.1 给出的缺省规则适用于按照本部分制定的规范。

A.2 关于标准及其使用的信息

本部分给出了建立 GPS 特征的一般规则。

A.3 在 GPS 矩阵模型中的位置

本部分是一项 GPS 通用标准。本部分给出的规则和原则适用于 GPS 矩阵中所有标有实心点(•)的部分。见表 A.1。

表 A.1 GPS 标准矩阵模型

	链环						
	A	B	C	D	E	F	G
	符号和标注	要素要求	要素特征	符合与不符合	测量	测量设备	校准
尺寸			•		•		
距离			•		•		
形状			•		•		
方向			•		•		
位置			•		•		
跳动			•		•		
轮廓表面结构			•		•		
区域表面结构			•		•		
表面缺陷			•		•		

A.4 相关的标准

表 A.1 所示标准链涉及的标准为相关的标准。

参 考 文 献

[1] GB/T 3358.1 统计学 词汇及符号 第1部分:一般统计术语与用于概率的术语

[2] GB/T 4249 产品几何技术规范(GPS) 基本原理 概念、原理与规则

[3] GB/T 17851 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 基准和基准体系

[4] GB/T 18779.1 产品几何量技术规范(GPS) 工件与测量设备的测量检验 第1部分 按规范检验合格或不合格的判定规则

[5] GB/T 20308 产品几何技术规范(GPS) 矩阵模型

[6] GB/T 24637.1 产品几何技术规范(GPS) 通用概念 第1部分:几何规范和检验的模型

[7] GB/T 24637.2 产品几何技术规范(GPS) 通用概念 第2部分:基本原则、规范、操作集和不确定度

[8] GB/T 24637.3 产品几何技术规范(GPS) 通用概念 第3部分:被测要素

---

