



中华人民共和国国家标准

GB/T 38616—2020

纳米定位与扫描平台术语

Terminology for nano positioning and scanning stage

2020-04-28 发布

2020-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 通用术语 1

3 检测术语 2

索引..... 7



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国电子测量仪器标准化技术委员会(SAC/TC 153)提出并归口。

本标准起草单位:沈阳建筑大学、三英精控(天津)仪器设备有限公司、广东工业大学、中国计量科学研究院、苏州昊通仪器科技有限公司、沈阳理工大学。

本标准主要起草人:须颖、戴敬、安冬、邵萌、施玉书、贾静、戴超、文杰、王贺。



纳米定位与扫描平台术语

1 范围

本标准界定了纳米定位与扫描平台(以下简称平台)的术语定义。
本标准适用于纳米定位与扫描平台产品参数的定义。

2 通用术语

2.1

压电陶瓷驱动器 piezo actuator
利用纵向压电效应将电能转化为机械能的陶瓷元件。

2.2

柔性铰链机构 flexure hinge mechanism
利用材料弹性形变产生位移的一种特殊运动副,具有无机械摩擦、运动灵敏度高、位移分辨力高等特点,常用于平台传动导向机构。

注:根据横截面切口形状可以将柔性铰链分为:直角型、椭圆形、过渡圆角型以及正圆形等,如图 1 所示。

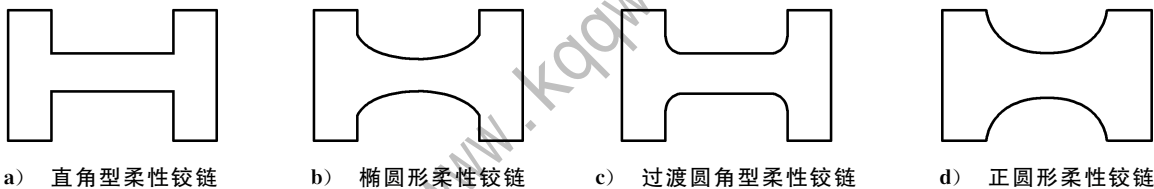


图 1 按横截面切口形状分类的柔性铰链

2.3

纳米定位与扫描平台 nano positioning and scanning stage
基于压电陶瓷驱动器和柔性铰链机构的具有纳米量级定位和扫描功能的平台。

2.4

平台材料 stage material
用于制造平台主体机械结构的物质。

2.5

平台尺寸 stage size
表征平台外部轮廓的几何量。

注:通常以毫米(mm)为单位。

2.6

平台运动维度 stage degree of freedom
独立的平台运动空间坐标方向的数目。

注:可分为一维、二维、……、六维平台。

2.7

速度稳定性 speed stability
扫描过程中平台保持恒定速度的能力。

2.8

负载能力 allowable load

正常工作情况下,平台载物面中心处允许负载的最大载荷。

注:通常以克(g)为单位。

2.9

平台稳定性 stage stability

平台运行中位置与位移精度的稳定性。

2.10

有效带宽 effective bandwidth

输出信号幅值衰减到输入信号幅值 3 dB 时对应的频率。

注:又称-3 dB 带宽。

2.11

静态刚度 static stiffness

静态载荷下平台抵抗变形的能力,用平台在静态载荷作用下的形变程度来衡量。

注:通常以牛每微米(N/ μm)为单位。

2.12

谐振频率 resonant frequency

引起平台发生谐振的一阶固有频率。

2.13

开环控制 open loop control

控制器与平台之间只有顺向作用而没有反馈的控制。

2.14

闭环控制 closed loop control

反馈控制 feedback control

控制器与平台之间既有顺向作用又有反馈的控制。

3 检测术语

3.1

轴向行程 axial range

平台轴向运动的最大直线行程。

注:分为开环行程和闭环行程,通常以微米(μm)为单位。

3.2

目标位置 target position

平台运动部件按编程指令要达到的位置。

3.3

实际位置 actual position

平台运动部件按编程指令运动到目标位置时,所测得平台的实际到达位置。

3.4

位置偏差 position deviation

平台运动部件到达的实际位置与目标位置之差,见式(1)。

$$X_{ij} = P_{ij} - P_i \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

X_{ij} ——平台第 j 次到达第 i 个目标位置的位置偏差；

P_{ij} ——平台第 j 次向第 i 个目标位置移动时的实际位置测量值；

P_i ——沿运动轴线选择的目标位置中的第 i 个特定位置。

注： $i=1,2,\dots,m$ ； $j=1,2,\dots,n$ ； m 和 n 为大于或等于 1 的正整数。

3.5

单向测量值 unidirectional measurement value

平台以相同的方向沿轴线趋近某目标位置的一系列实际测量数值。

注：例如 $P_{ij} \uparrow$ 或 $P_{ij} \downarrow$ ，符号 \uparrow 表示从平台定义的正方向趋近所得的数值，符号 \downarrow 表示从平台定义的负方向趋近所得的数值。

3.6

双向测量值 bidirectional measurement value

平台从正负两个方向沿轴线趋近某目标位置的一系列实际测量数值。

3.7

准确度 accuracy

平台运动过程中，实际位移与目标位移的一致程度。

3.8

某一位置的单向平均测量值 mean value of an unidirectionally measured position

由 n 次单向趋近某一位置 P_i 所得的实际位置测量值的算术平均值，见式(2)和式(3)。

$$\bar{P}_i \uparrow = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{ij} \uparrow \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\bar{P}_i \uparrow$ ——从平台定义的正方向趋近所得的某一位置的单向平均测量值；

$P_{ij} \uparrow$ ——从平台定义的正方向趋近所得的实际位置测量值；

n ——测量次数。

$$\bar{P}_i \downarrow = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{ij} \downarrow \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\bar{P}_i \downarrow$ ——从平台定义的负方向趋近所得的某一位置的单向平均测量值；

$P_{ij} \downarrow$ ——从平台定义的负方向趋近所得的实际位置测量值；

n ——测量次数。

3.9

单向重复定位精度 unidirectional positioning repeatability

在相同测量条件下，对平台同一目标位置进行连续 n 次单向重复定位所得实际测量值与平均测量值之间的一致程度，见式(4)和式(5)。

$$R_i \uparrow = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (P_{ij} \uparrow - \bar{P}_i \uparrow)^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$R_i \uparrow$ ——从平台定义的正方向趋近所得的某一位置的单向重复定位精度；

$P_{ij} \uparrow$ ——从平台定义的正方向趋近所得的某一位置的实际位置测量值；

$\bar{P}_i \uparrow$ ——从平台定义的正方向趋近所得的某一位置的单向平均测量值；

n ——测量次数。

$$R_i \downarrow = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (P_{ij} \downarrow - \bar{P}_i \downarrow)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$R_i \downarrow$ ——从平台定义的负方向趋近所得的某一位置的单向重复定位精度;

$P_{ij} \downarrow$ ——从平台定义的负方向趋近所得的某一位置的实际位置测量值;

$\bar{P}_i \downarrow$ ——从平台定义的负方向趋近所得的某一位置的单向平均测量值;

n ——测量次数。

3.10

某一位置的双向平均测量值 mean value of bidirectionally measured position

由两个方向趋近某一位置 P_i 所得的单向平均测量值 $\bar{P}_i \uparrow$ 和 $\bar{P}_i \downarrow$ 的算术平均值,见式(6)。

$$\bar{P}_i = \frac{\bar{P}_i \uparrow + \bar{P}_i \downarrow}{2} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

\bar{P}_i ——某一位置的双向平均测量值;

$\bar{P}_i \uparrow$ ——从平台定义的正方向趋近所得的某一位置的单向平均测量值;

$\bar{P}_i \downarrow$ ——从平台定义的负方向趋近所得的某一位置的单向平均测量值。

3.11

双向重复定位精度 bidirectional positioning repeatability

在相同测量条件下,对平台同一目标位置进行连续 n 次双向重复定位所得实际测量值与平均测量值之间的一致程度,见式(7)。

$$R_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (P_{ij} - \bar{P}_i)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

R_i ——某一位置的双向重复定位精度;

P_{ij} ——实际位置;

\bar{P}_i ——某一位置的双向平均测量值;

n ——测量次数。

3.12

反向差值 reversal deviation

从正负两个方向趋近某一目标位置时两单向平均测量值之差,见式(8)。

$$B_i = \bar{P}_i \uparrow - \bar{P}_i \downarrow \dots\dots\dots (8)$$

式中:

B_i ——某一位置的反向差值;

$\bar{P}_i \uparrow$ ——从平台定义的正方向趋近所得的某一位置的单向平均测量值;

$\bar{P}_i \downarrow$ ——从平台定义的负方向趋近所得的某一位置的单向平均测量值。

3.13

轴向反向差值 axial reversal deviation

沿轴向的各目标位置的反向差值的绝对值中的最大值,见式(9)。

$$B = \max(|B_i|) \dots\dots\dots (9)$$

式中:

B ——轴向反向差值;

B_i ——某一位置的反向差值。

3.14

迟滞误差 hysteresis error

在全行程下,轴向反向差值与轴向行程的百分比,见式(10)。

$$\delta_H = \frac{B}{T} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中:

δ_H ——迟滞误差;

B ——轴向反向差值;

T ——轴向行程。

3.15

线性度 linearity

在行程范围内,平台实际位置偏离其拟合直线相应位置的程度。

注:表示为最大偏差与行程的百分比。

3.16

位移分辨率 positioning resolution

在有效带宽下,平台沿轴向位移噪声的均方根(RMS)值。

注:平台的位移分辨率与系统工作频带宽度相关,分为开环位移分辨率和闭环位移分辨率。通常以纳米(nm)为单位。

3.17

角摆偏差 angular deviation

平台在轴向运动过程中的偏摆角 $\delta\phi_i$ 、俯仰角 $\delta\theta_i$ 和滚转角 $\delta\gamma_i$ 的最大值。

注:以 x 轴为运动轴的情况下,按照右手定则角摆偏差示意图如图 2 所示。

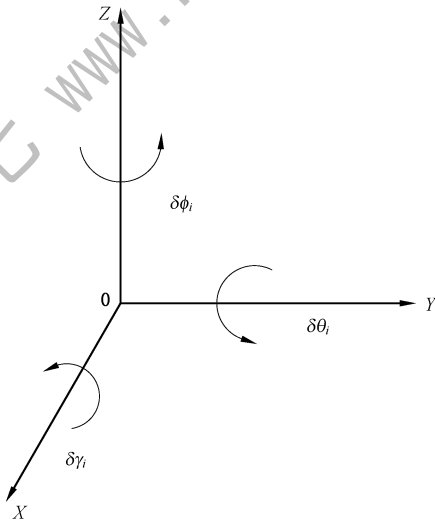


图 2 角摆偏差示意图

3.18

直线度 straightness

在行程范围内,平台在轴向运动过程中偏离运动轴线的程度。

3.19

平面度 flatness

在行程范围内,平台在平面运动过程中偏离运动平面的程度。

3.20

正交误差 orthogonality error

平台两正交运动轴 $X'Y'$ 实际运动轨迹的正交程度,用 $X'Y'$ 夹角 α 与 90° 之间的角度偏差表示。如图 3 所示。

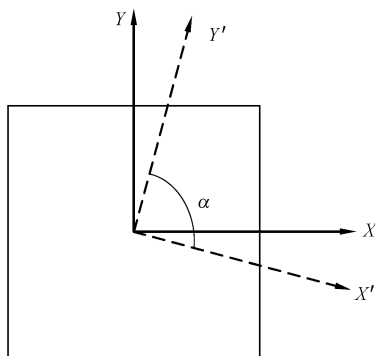


图 3 平台正交误差示意图

3.21

阶跃响应稳定时间 settling time

平台定位运动时从零开始到进入目标位置稳态误差值为 2% 的误差带时所需要的时间。

注：典型阶跃响应稳定时间示意图如图 4 所示。

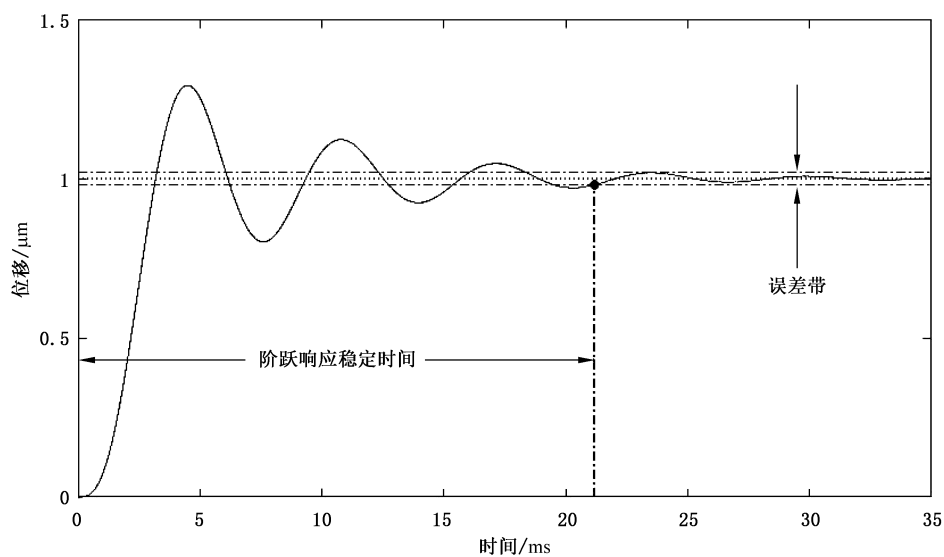


图 4 典型阶跃响应曲线示意图

索 引

汉语拼音索引

B	
闭环控制	2.14
C	
迟滞误差	3.14
D	
单向测量值	3.5
单向重复定位精度	3.9
F	
反馈控制	2.14
反向差值	3.12
负载能力	2.8
J	
角摆偏差	3.17
阶跃响应稳定时间	3.21
静态刚度	2.11
K	
开环控制	2.13
M	
某一位置的单向平均测量值	3.8
某一位置的双向平均测量值	3.10
目标位置	3.2
N	
纳米定位与扫描平台	2.3
P	
平面度	3.19

平台材料	2.4
平台尺寸	2.5
平台稳定性	2.9
平台运动维度	2.6
R	
柔性铰链机构	2.2
S	
实际位置	3.3
双向测量值	3.6
双向重复定位精度	3.11
速度稳定性	2.7
W	
位移分辨率	3.16
位置偏差	3.4
X	
线性度	3.15
谐振频率	2.12
Y	
压电陶瓷驱动器	2.1
有效带宽	2.10
Z	
正交误差	3.20
直线度	3.18
轴向反向差值	3.13
轴向行程	3.1
准确度	3.7

英文对应词索引

A

accuracy	3.7
actual position	3.3
allowable load	2.8
angular deviation	3.17
axial range	3.1
axial reversal deviation	3.13

B

bidirectional measurement value	3.6
bidirectional positioning repeatability	3.11

C

closed loop control	2.14
---------------------------	------

E

effective bandwidth	2.10
---------------------------	------

F

feedback control	2.14
flatness	3.19
flexure hinge mechanism	2.2

H

hysteresis error	3.14
------------------------	------

L

linearity	3.15
-----------------	------

M

mean value of an unidirectionally measured position	3.8
mean value of bidirectionally measured position	3.10

N

nano positioning and scanning stage	2.3
---	-----

O

open loop control	2.13
orthogonality error	3.20

P

piezo actuator 2.1

position deviation 3.4

positioning resolution 3.16

R

resonant frequency 2.12

reversal deviation 3.12

S

settling time 3.21

speed stability 2.7

stage degree of freedom 2.6

stage material 2.4

stage size 2.5

stage stability 2.9

static stiffness 2.11

straightness 3.18

T

target position 3.2

U

unidirectional measurement value 3.5

unidirectional positioning repeatability 3.9
