



## 技术信息

### 敞开式直线光栅尺：持续稳定的测量值和详细的精度数据

敞开式直线光栅尺广泛用于测量值精度要求极高的应用中。例如半导体行业的生产和测量设备、PCB电路板组装机以及测量机。为确保直线光栅尺在整个生命周期中保持持续的高精度，海德汉开发了信号处理ASIC HSP 1.0，将它应用于增量式位置测量的敞开式直线光栅尺。

这款ASIC芯片几乎能完全补偿干扰造成的信号幅值波动。也就是说能显著提高信号稳定性，有效抵消测量基准或扫描掩膜污染的影响。以此保证持续稳定的测量信号几乎不受细分精度或更大噪音因素的影响。

对于敞开式直线光栅尺，海德汉开始引入全新的精度数据。这些数据让设计工程师在为应用选用适当光栅尺时拥有更详细的信息。除精度外，还能拥有以下数据：

- 短间隔宽度上的光栅精度
- 细分精度
- 位置信号噪声



LIDA 400

LIF 400

LIP 6000

图1：配HSP 1.0 ASIC的敞开式直线光栅尺

# 稳定测量值保证的更高可靠性

## 调节照明保持稳定的高质量信号

海德汉编码器无需额外的稳定化处理措施，就可以提供稳定的扫描信号。然而，测量基准和扫描掩膜的污染对扫描信号有不利的影响。根据应用情况，由于污染随时间而加重，迟早将导致信号质量问题。

### 高可靠性的高质量测量信号

海德汉HSP 1.0信号处理ASIC芯片持续监测扫描信号。如果测量基准或扫描掩膜被污染将导致信号变化，HSP 1.0几乎能完全补偿这种变化。

这款智能化的ASIC芯片用于确保扫描信号持续保持高质量和长期稳定。在正常工作条件下，细分误差和位置信号噪音将不因污染而增大。

### 持续稳定的信号

因此，配HSP 1.0信号处理ASIC芯片的敞开式光栅尺在位置测量中的整个测量范围上提供**极稳定的信号**—无论行程中是否存在被污染的部位。信号幅值几乎始终保持在 $1 V_{pp}$ 不变（图3）。即使污染不断加重，污染情况极为恶化而超出ASIC的控制范围时，也不会导致信号的突然失效。相反，信号幅值只是缓慢衰减。

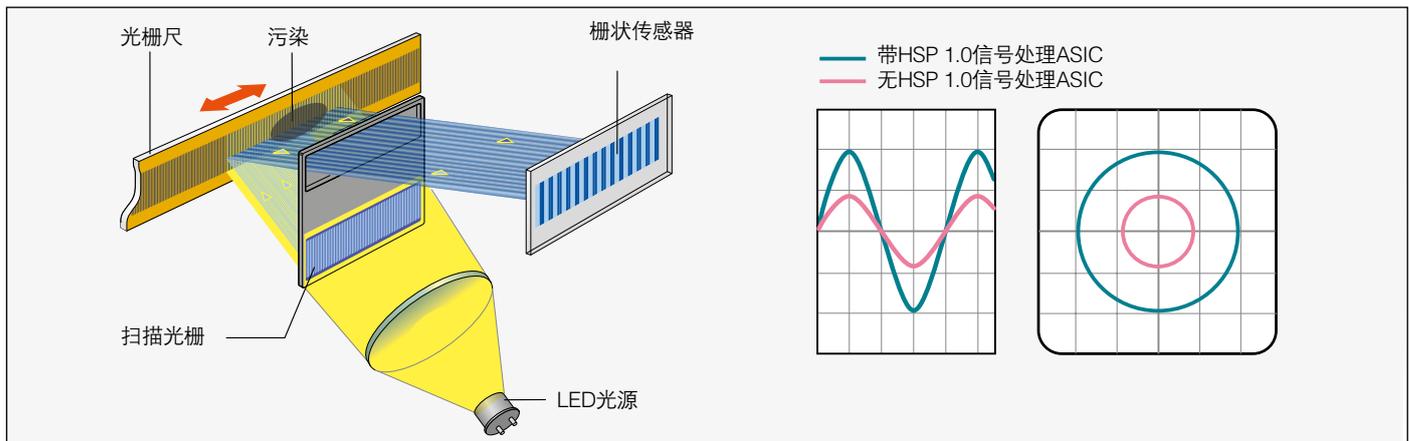


图2：大扫描窗的单场扫描—本例为LIDA 400—配海德汉HSP 1.0信号处理ASIC芯片确保持续高质量的扫描信号，包括测量基准和扫描掩膜被污染时。

### 对噪音因素没有影响

如果信号幅值衰减，HSP 1.0将加大LED电流重新调整信号幅值。伴随着LED亮度的提高几乎不会导致扫描信号的噪音因素的恶化，包括信号稳定化干预严重时—这与信号传输路径上对信号进行放大的方式完全不同，放大信号通常导致噪音因素的加重。

### 污染实际上不影响细分误差

然而，HSP 1.0信号处理ASIC的作用不仅仅是稳定信号幅值。它还确保信号在被污染时保持原始和理想的波形不变。当测量基准和扫描掩膜被污染时，这样能确保细分误差的极小化。

### 无污染时不需要信号稳定化处理

除其它优点外，海德汉敞开式直线光栅尺采用大面积栅状感光传感器输出稳定的扫描信号。能确保干扰对信号扫描的整体影响极小。信号稳定化不需要快速或激烈地响应，为稳定的扫描信号提供最佳条件。如果测量基准或扫描掩膜没有污染，例如仔细安装后，信号稳定化甚至根本无需工作。

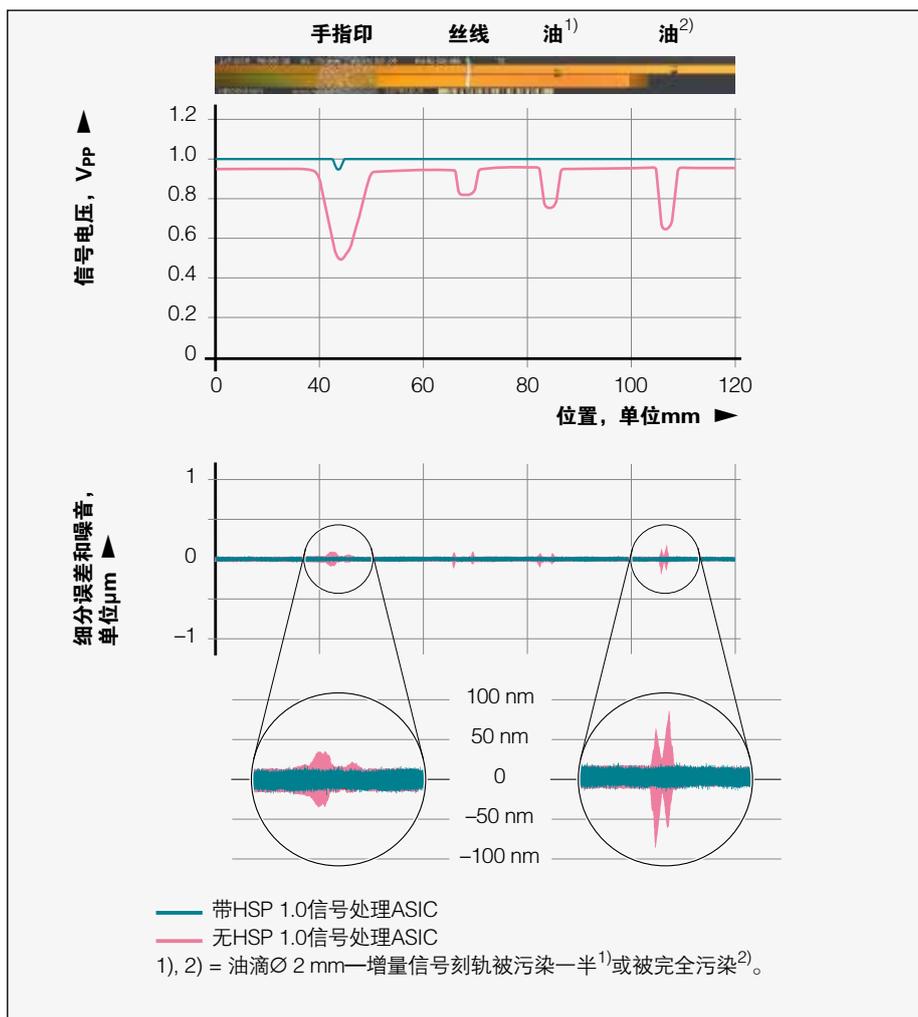


图3：污染的测量基准与相应的信号幅值，传统扫描方式与用HSP 1.0信号处理ASIC芯片扫描方式的比较

# 详细的精度数据

## 准确的信息促进更好地选型

海德汉现在提供更详细的敞开式直线光栅尺精度数据。以前，各光栅尺的具体误差比较笼统地用精度等级和单信号周期内位置误差表示。未来，用户将能看到以下更详细的信息：

- 测量基准的精度
- 细分精度
- 位置信号噪声

将精度数据分为测量基准精度、细分精度和位置信号噪音可让设计工程师能更准确地预测具体应用中的可获得精度。方便他们根据相应应用的要求更好和更方便地选择最适合的光栅尺。

### 测量基准的精度

测量基准精度主要取决于

- 光栅和栅距定义的一致性，
- 光栅在其基体的位置较直，
- 光栅基体的稳定性。

测量基准的精度由**未补偿的基线误差最大值**表示。在理想条件下，用大批量生产的读数头测量位置误差的方式确定该精度。测量点位于信号周期数的整数倍处，因此没有细分误差的影响（图4）。

精度等级a决定最大一米范围内基线误差的上限。对于特殊编码器，还提供测量基准上**确定间隔宽度上的基线误差**信息。例如除精度等级 $\pm 1 \mu\text{m}$ 外，现在为用户提供5 mm间隔宽度上编码器可获得的精度为 $\leq \pm 0.125 \mu\text{m}$ （表1，LIP 281型）。

### 细分精度

细分精度主要受以下因素影响

- 信号周期大小，
- 光栅和栅距定义的一致性，
- 扫描掩膜成型质量，
- 传感器特性，及
- 信号处理质量。

细分精度由大批量生产的测量基准确定，并用细分误差的最大典型值u表示（图5）。带模拟接口的编码器用海德汉电子电路（例如EIB 741）测试。这个最大值不包括位置信号噪音，它标注在技术参数中。

细分误差在非常慢的运动速度和重复测量中有影响。此外，它增大电机电流，因此导致电机温度升高。

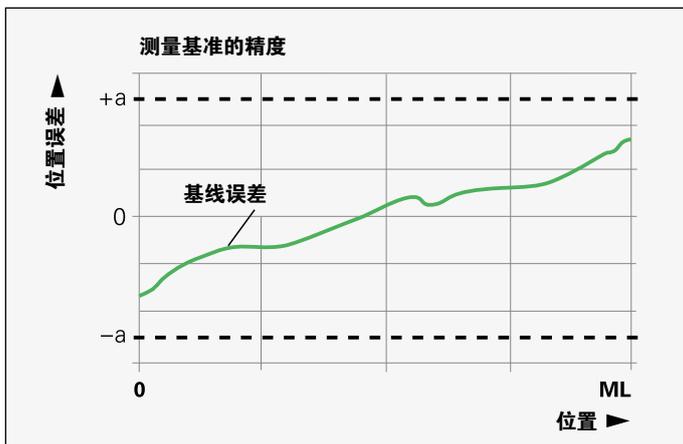


图4

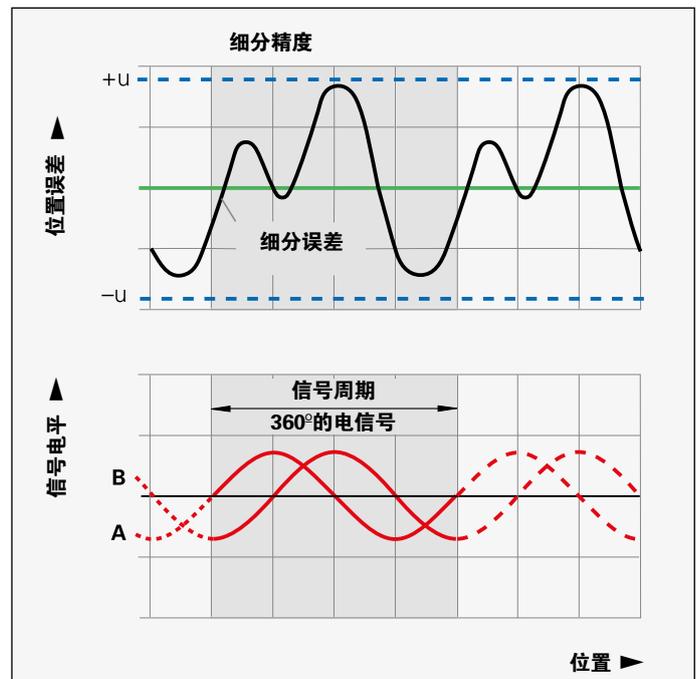


图5

### 位置信号噪声

位置信号噪声表示随机情况导致的**不可预测的位置误差**。位置值以一定频率分布围绕预期值分为多组。

位置信号噪声取决于位置值形成所需的信号处理带宽。在一定时间内确定它，并用特定产品的RMS值表示。

位置信号噪声主要影响测量结果的重复性和编码器的重复精度。在速度控制环中，位置信号噪声影响低速运动时的平稳性。

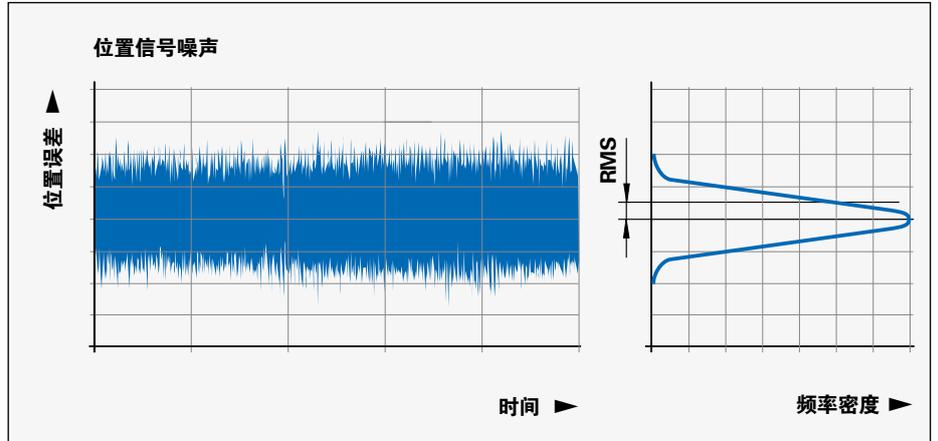


图6

表1

	基线误差		细分误差	信号周期	测量长度	接口	型号
	精度等级	间隔宽度					
<b>LIP</b> 超高精度	$\pm 0.5 \mu\text{m}$	$\leq \pm 0.075 \mu\text{m}/5 \text{mm}$	$\pm 0.01 \text{nm}$	$0.128 \mu\text{m}$	70 mm至270 mm	$\square$ TTL $\sim 1 V_{PP}$	<b>LIP 372</b> <b>LIP 382</b>
	$\pm 1 \mu\text{m}$ $\pm 3 \mu\text{m}$	$\leq \pm 0.125 \mu\text{m}/5 \text{mm}$	$\pm 1 \text{nm}$	$0.512 \mu\text{m}$	20 mm至3040 mm	$\sim 1 V_{PP}$	<b>LIP 281</b>
	$\pm 0.5 \mu\text{m}$ $\pm 1 \mu\text{m}$	$\leq \pm 0.175 \mu\text{m}/5 \text{mm}$	$\pm 7 \text{nm}$	$2 \mu\text{m}$	70 mm至420 mm	$\square$ TTL $\sim 1 V_{PP}$	<b>LIP 471</b> <b>LIP 481</b>
	$\pm 1 \mu\text{m}$	$\leq \pm 0.175 \mu\text{m}/5 \text{mm}$	$\pm 12 \text{nm}$	$4 \mu\text{m}$	70 mm至1440 mm	$\square$ TTL $\sim 1 V_{PP}$	<b>LIP 571</b> <b>LIP 581</b>
<b>LIF</b> 高精度	$\pm 1 \mu\text{m}$ $\pm 3 \mu\text{m}$	$\leq \pm 0.225 \mu\text{m}/5 \text{mm}$	$\pm 12 \text{nm}$	$4 \mu\text{m}$	70 mm至1020 mm	$\square$ TTL $\sim 1 V_{PP}$	<b>LIF 471</b> <b>LIF 481</b>
	$\pm 1 \mu\text{m}$ $\pm 3 \mu\text{m}$ $\pm 5 \mu\text{m}$	$\leq \pm 0.275 \mu\text{m}/10 \text{mm}$	$\pm 45 \text{nm}$	$20 \mu\text{m}$	240 mm至3040 mm	$\square$ TTL	<b>LIDA 473</b>
$\sim 1 V_{PP}$						<b>LIDA 483</b>	

# 详细的精度数据 数据获取和记录

海德汉对生产的每一只敞式直线光栅尺都进行质量检测并出具证书。对于所有高精度敞式直线光栅尺，带测量曲线和详细测量记录的质量检测证（图7）记录测量结果。所有其它敞式直线光栅尺都提供质量检测证，确认相应的编码器或光栅尺都在要求的限值范围内。

## 单间隔宽度精度的测量

精度等级是指在最大1 m长度或对于较短直线光栅尺为整个测量长度上的精度，它代

表系统最低精度，而单间隔宽度精度直接提供小间隔范围内实际可获得的测量值精度。

要表述单间隔宽度的精度，海德汉首先定义精度表述的间隔宽度。例如，LIP 201间隔宽度为5 mm。对该光栅尺在整个定义的测量长度、所选间隔宽度的极小测量步距上进行连续测量。最后，评估每一个测量步距的整个被测间隔宽度范围内未补偿的基线误差。最差值，也即全部被测间隔上最大基线误差测量值被定义为最大值  $\pm F_1$ 。

图8表示所选测量步距举例。所选间隔宽度内的基线误差在第二测量步距上达到其最大值。将它记录在报告中作为测量基准的精度。

## 定义单间隔宽度精度的优点

对于许多应用，整个测量范围的精度不是最关键的，最关键的反而是极小测量范围内的精度。例如PCB电路板组装机，测量路径上的最后几毫米决定安装步骤的精度高低。在这些应用中，用户从确定的间隔宽度精度中可以获得比精度等级更精确的信息。



图7

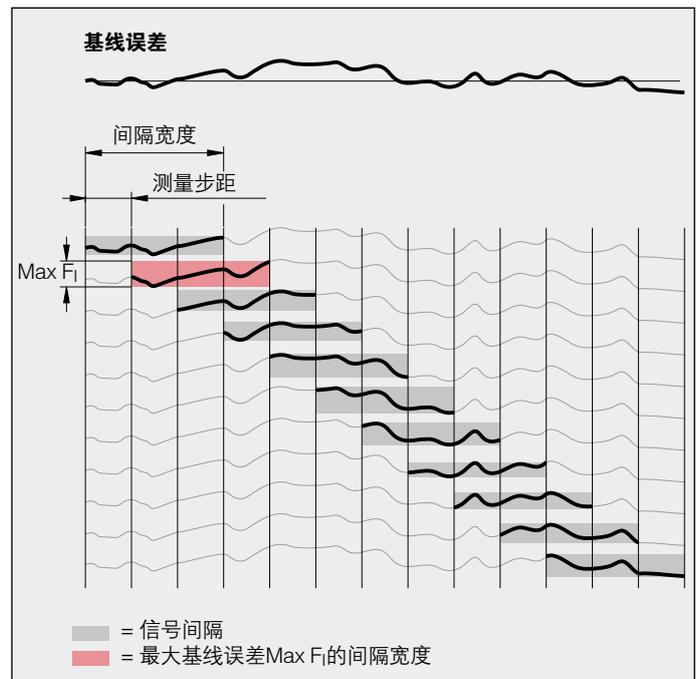


图8：单间隔宽度精度的确定



图9：对于每一只敞开放式直线光栅尺的光栅尺带，海德汉用特殊的测量机确定定义的间隔宽度上的基线误差。



图10：每一只敞开放式直线光栅尺的细分偏差都在特殊测量机上用读数头进行测量。

# 敞开式直线光栅尺

海德汉公司的敞开式直线光栅尺是半导体和自动化系统所需高速、高精设备的最佳选择。尽管机械结构是敞开式的，但它抗污染能力强，长期稳定性好和安装速度快和安装方便。



LIF 400



LIP 6000



LIDA 400

## HEIDENHAIN

约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司

北京市顺义区天竺空港工业区A区

天纬三街6号 (101312)

☎ 010-80420000

☎ 010-80420010

Email: sales@heidenhain.com.cn

[www.heidenhain.com.cn](http://www.heidenhain.com.cn)

### 更多信息:

- 样本: 敞开式直线光栅尺

