



HEIDENHAIN



敞开式直线光栅尺

2012年3月

敞开式直线光栅尺

直线光栅尺测量直线轴位置过程期间没有任何其它机械传动件。因此，它能消除以下潜在误差源：

- 滚珠丝杠温度特性导致的定位误差
- 反向误差
- 滚珠丝杠螺距误差导致的运动特性误差

因此，直线光栅尺已成为**高精度定位**和**高速加工**不可或缺的必备条件。

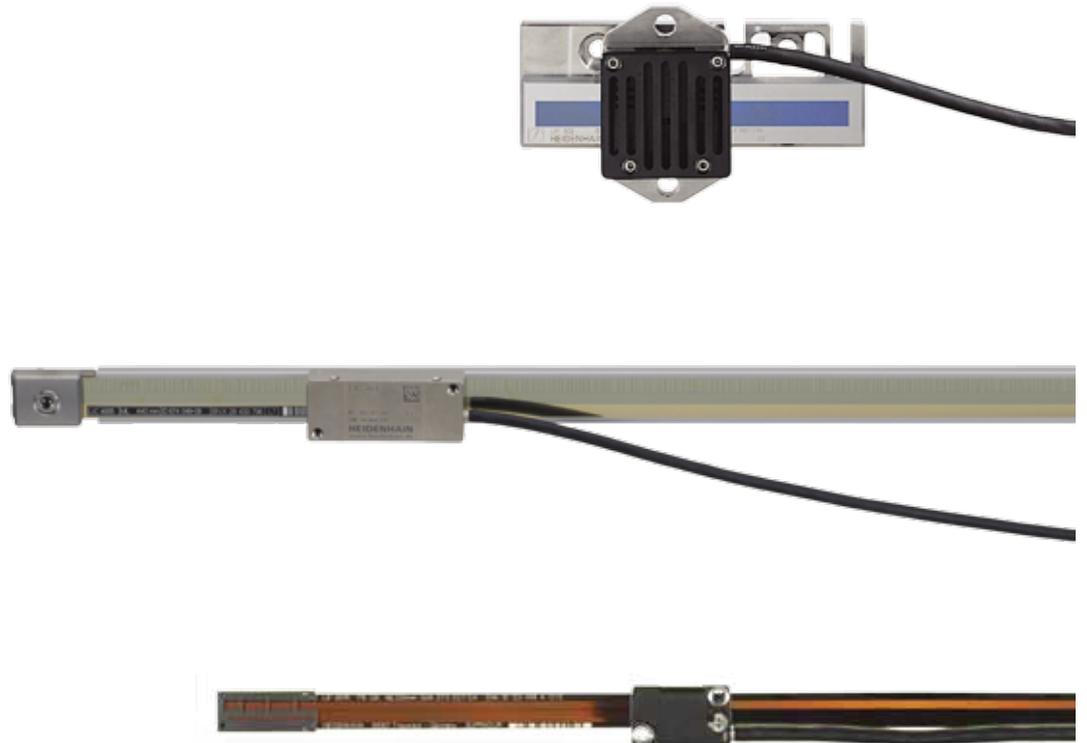
敞开式直线光栅尺设计用于需要高精度测量的机床和系统。典型应用包括：

- 半导体工业的测量和生产设备
- PCB电路板组装机
- 超精密机床，例如加工光学元件的金刚石刀具，加工磁盘端面车床和加工铁氧体元件的磨床
- 高精度机床
- 测量机和比较仪，测量显微镜和其它精密测量设备
- 直接驱动

机械结构

敞开式直线光栅尺包括光栅尺或钢带光栅尺和读数头，光栅尺和读数头间无机械接触。

敞开式直线光栅尺的长光栅直接固定在安装面上。安装面的平面度直接影响直线光栅尺精度。



以下产品信息

- 高质量扫描绝对式角度编码器
- 带内置轴承角度编码器
- 无内置轴承角度编码器
- 模块式磁栅编码器
- 旋转编码器
- 伺服驱动用编码器
- NC数控机床用直线光栅尺
- 接口电子电路
- 海德汉数控系统

欢迎索取，或访问

www.heidenhain.com.cn

本样本是以前样本的替代版，所有以前版本均不再有效。
订购海德汉公司的产品仅以订购时有效的样本为准。

产品遵循的标准（ISO，EN等），请见样本中的标注。

目录

概要		
	敞开式直线光栅尺	2
	选型指南	4
技术特点		
	测量原理	6
	测量精度	10
	可靠性	12
	机械结构类型和安装	14
	一般机械信息	17
技术参数		
用于绝对位置测量	LIC 4015	18
	LIC 4017	20
	LIC 4019	22
高精度	LIP 372, LIP 382	24
	LIP 281	26
	LIP 471, LIP 481	28
	LIP 571, LIP 581	30
	LIF 471, LIF 481	32
高速运动	LIDA 473, LIDA 483	34
	LIDA 475, LIDA 485	36
	LIDA 477, LIDA 487	38
	LIDA 479, LIDA 489	40
	LIDA 277, LIDA 287	42
	LIDA 279, LIDA 289	44
二维坐标测量	PP 281 R	46
电气连接		
	接口	48
	连接件和电缆	57
	一般电气技术参数	60
	海德汉测量和测试设备	64
	接口电子电路	66

选型指南

绝对式位置测量

LIC 敞开式直线光栅尺用于测量高速运动的行程达27 m内的绝对位置。其尺寸和安装方式与LIDA 400相同。

超高精度

LIP 敞开式直线光栅尺的特点是测量步距非常小、精度和重复精度非常高。扫描方式为干涉扫描，测量基准为DIADUR相位光栅（LIP 281：OPTODUR相位光栅）。

高精度

LIF 敞开式直线光栅尺的测量基准是SUPRADUR玻璃基体光栅，用干涉扫描方法。特点是精度和重复精度高，安装简单，有限位开关和回零轨。特殊型号的LIF 481 V可用于 10^{-7} bar的真空环境中（参见其单独“产品信息”）。

运动速度快

LIDA 敞开式直线光栅尺特别适用于运动速度达10 m/s的高速运动应用，支持多种安装方式，安装简单。根据相应应用要求，METALLUR光栅的基体可为钢带，玻璃或玻璃陶瓷。也可有限位开关。

二维光栅尺

PP 双坐标编码器的测量基准是一个平面DIADUR相位光栅，干涉扫描方式。用于测量平面中位置。

	基体和安装方式	热膨胀系数 α_{therm}	精度等级
绝对式位置测量			
LIC 用于绝对位置测量	钢带光栅尺穿入在铝壳中并预紧	与安装面相同	$\pm 5 \mu\text{m}$
	钢带光栅尺穿入在铝壳中并固定	$\approx 10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	$\pm 15 \mu\text{m}$ $\pm 5 \mu\text{m}^{(2)}$
	钢带光栅尺，嵌入在安装面中	$\approx 10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	$\pm 15 \mu\text{m}$ $\pm 5 \mu\text{m}^{(2)}$
增量式直线光栅尺			
LIP 超高精度	Zerodur玻璃陶瓷基体，嵌入在螺栓固定在不胀的钢基座上	$\approx 0 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	$\pm 0.5 \mu\text{m}^{(3)}$
	Zerodur玻璃陶瓷光栅尺带固定架	$\approx 0 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	$\pm 3 \mu\text{m}$ $\pm 1 \mu\text{m}$
	Zerodur玻璃陶瓷或玻璃基体光栅带固定架	$\approx 0 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 或 $\approx 8 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	$\pm 1 \mu\text{m}$ $\pm 0.5 \mu\text{m}^{(3)}$
	玻璃光栅尺，安装架固定	$\approx 8 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	$\pm 1 \mu\text{m}$
LIF 高精度	Zerodur玻璃陶瓷或玻璃基体光栅尺，通过PRECIMET背胶固定	$\approx 0 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 或 $\approx 8 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	$\pm 3 \mu\text{m}$
LIDA 用于高速运动和大测量长度	玻璃或玻璃陶瓷光栅尺，嵌入在安装面中	$\approx 0 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 或 $\approx 8 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	$\pm 5 \mu\text{m}^{(3)}$
	钢带光栅尺穿入在铝壳中并预紧	与安装面相同	$\pm 5 \mu\text{m}$
	钢带光栅尺穿入在铝壳中并固定	$\approx 10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	$\pm 15 \mu\text{m}$ $\pm 5 \mu\text{m}^{(2)}$
	钢带光栅尺，嵌入在安装面中	$\approx 10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	$\pm 15 \mu\text{m}$ $\pm 5 \mu\text{m}^{(2)}$
	钢带光栅尺穿入在铝壳中并固定	$\approx 10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	$\pm 30 \mu\text{m}$
	钢带光栅尺，嵌入在安装面中	$\approx 10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	$\pm 30 \mu\text{m}$
PP 二维坐标测量	玻璃格栅板，全表面固定	$\approx 8 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$	$\pm 2 \mu\text{m}$

¹⁾ 正弦信号周期。它是单信号周期内误差的决定性因素（参见测量精度）。

单信号周期 位置误差 典型值	信号周期 ¹⁾	测量长度	接口	型号	页
$\pm 0.08 \mu\text{m}$	-	140 mm至 27040 mm	EnDat 2.2/22	LIC 4015	18
$\pm 0.08 \mu\text{m}$	-	240 mm至 6040 mm	EnDat 2.2/22	LIC 4017	20
$\pm 0.08 \mu\text{m}$	-	70 mm至 1020 mm	EnDat 2.2/22	LIC 4019	22
$\pm 0.001 \mu\text{m}$	0.128 μm	70 mm至 270 mm	\square TTL $\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	LIP 372 LIP 382	24
$\pm 0.001 \mu\text{m}$	0.512 μm	20 mm至 3040 mm	$\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	LIP 281	26
$\pm 0.02 \mu\text{m}$	2 μm	70 mm至 420 mm	\square TTL $\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	LIP 471 LIP 481	28
$\pm 0.04 \mu\text{m}$	4 μm	70 mm至 1440 mm	\square TTL $\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	LIP 571 LIP 581	30
$\pm 0.04 \mu\text{m}$	4 μm	70 mm至 1020 mm	\square TTL $\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	LIF 471 LIF 481	32
$\pm 0.2 \mu\text{m}$	20 μm	240 mm至 3040 mm	\square TTL $\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	LIDA 473 LIDA 483	34
$\pm 0.2 \mu\text{m}$	20 μm	140 mm至 30040 mm	\square TTL $\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	LIDA 475 LIDA 485	36
$\pm 0.2 \mu\text{m}$	20 μm	240 mm至 6040 mm	\square TTL $\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	LIDA 477 LIDA 487	38
$\pm 0.2 \mu\text{m}$	20 μm	至6000 mm ⁴⁾	\square TTL $\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	LIDA 479 LIDA 489	40
$\pm 2 \mu\text{m}$	200 μm	至10000 mm ⁴⁾	\square TTL $\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	LIDA 277 LIDA 287	42
$\pm 2 \mu\text{m}$	200 μm	至10000 mm ⁴⁾	\square TTL $\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	LIDA 279 LIDA 289	44
$\pm 0.04 \mu\text{m}$	4 μm	测量范围 68 x 68 mm ⁴⁾	$\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	PP 281	46

²⁾ 在信号处理电子电路中进行线性误差补偿后

³⁾ 可根据需要提供更高精度等级

⁴⁾ 可根据需要提供其它测量长度/范围



LIC 4015



LIC 4017



LIP 382



LIP 281



LIP 581



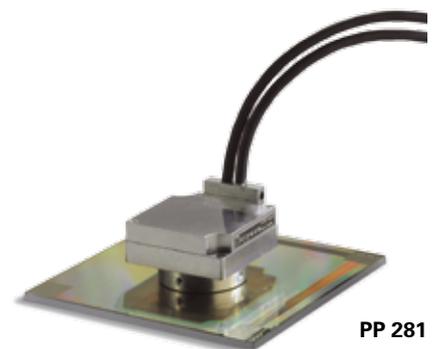
LIF 481



LIDA 489



LIDA 287



PP 281

测量原理

测量基准

海德汉公司的光学扫描型光栅尺或编码器的测量基准都是周期刻线 - 光栅。

这些光栅刻在玻璃或钢材基体上。大长度测量用的光栅尺基体为钢带。

海德汉公司用特别开发的光刻工艺制造精密光栅。

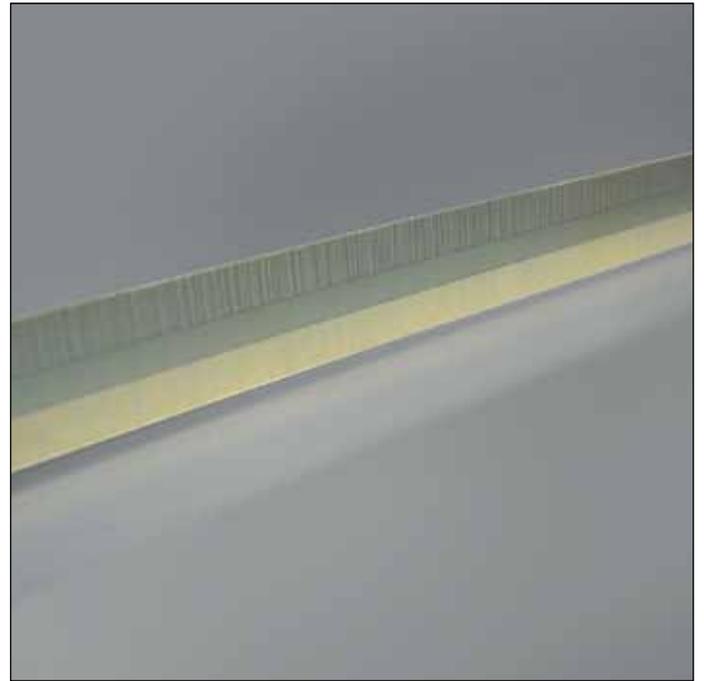
- AURODUR: 在镀金钢带上蚀刻线条, 典型栅距 $40\ \mu\text{m}$
- METALLUR: 抗污染的镀金层金属线, 典型栅距 $20\ \mu\text{m}$
- DIADUR: 玻璃基体的超硬铬线 (典型栅距 $20\ \mu\text{m}$) 或玻璃基体的三维铬线格栅 (典型栅距 $8\ \mu\text{m}$)
- SUPRADUR相位光栅: 光学三维平面格栅线条, 超强抗污能力, 典型栅距不超过 $8\ \mu\text{m}$
- OPTODUR相位光栅: 光学三维平面格栅线条, 超高反光性能, 典型栅距不超过 $2\ \mu\text{m}$

这种方法除了能刻制栅距非常小的光栅外, 而且它刻制的光栅线条边缘清晰、均匀。再加上光电扫描法, 这些边缘清晰的刻线是输出高质量信号的关键。

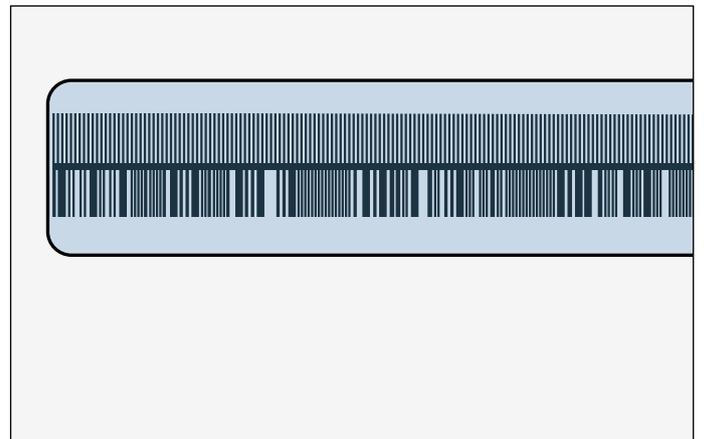
母版光栅采用海德汉公司定制的精密切线机制造。

绝对测量法

绝对测量法是指编码器通电时就可立即得到位置值并随时供后续信号处理设备读取。无需移动轴执行参考点回零操作。绝对位置信息来自**光栅码盘**, 它由一系列绝对码组成。单独的增量刻轨信号用于细分处理后得到位置值, 同时也能生成供选用的增量信号 (与接口类型有关)。



绝对式直线光栅尺的光栅



图示为带附加增量刻轨绝对式编码光栅尺 (图示为LC 401x)

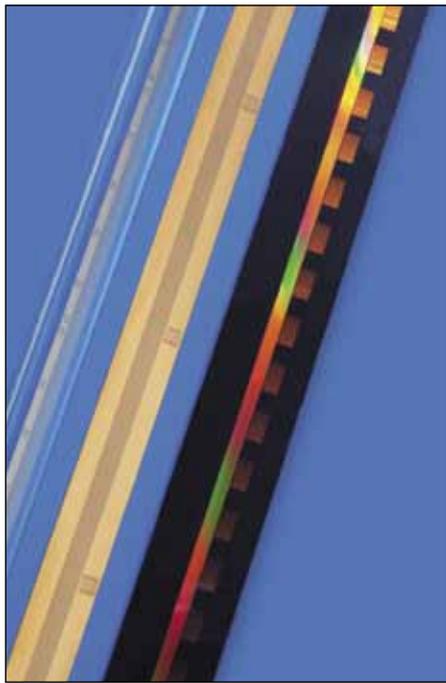
增量测量法

增量测量法的光栅由周期性刻线组成。位置信息通过**计算**自某个原点开始的增量数（测量步距数）获得。由于必须用绝对参考点确定位置值，因此光栅尺上还刻有一个**参考点**。参考点确定的光栅尺绝对位置值可以精确到一个测量步距。必须通过扫描参考点建立绝对基准点或确定上次选择的原点。

有时，这需要机床运动行程达到测量范围的较大部分。为加快和简化“参考点回零”操作，许多光栅尺刻有**距离编码参考点**，这些参考点彼此相距数学算法确定的距离。移过两个相邻参考点后（一般只需运动数毫米）（见表），后续电子设备就能找到绝对参考点位置。

凡型号后有字母“C”的编码器为距离编码参考点（例如LIP 581C）。

距离编码参考点的**绝对参考点**位置用两个参考点间信号周期数和以下公式计算：



增量式直线光栅尺的光栅

$$P_1 = (\text{abs } B - \text{sgn } B - 1) \times \frac{N}{2} + (\text{sgn } B - \text{sgn } D) \times \frac{\text{abs } M_{RR}}{2}$$

其中：

$$B = 2 \times M_{RR} - N$$

其中：

P_1 = 信号周期为单位的第一个移过的参考点位置

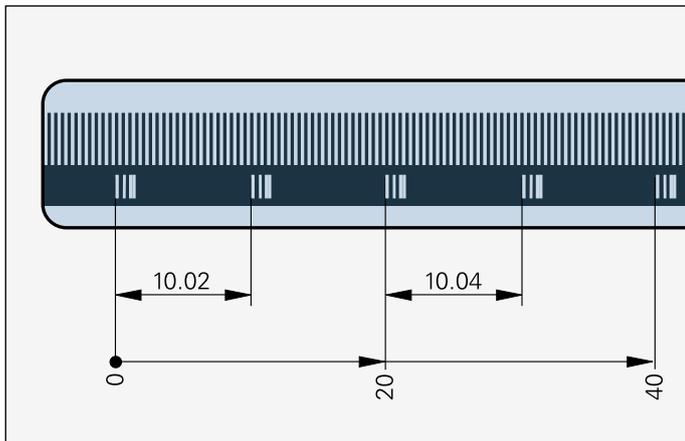
N = 两个固定参考点间用信号周期数表示的名义增量值（见下表）

abs = 绝对值

D = 运动方向（+1或-1）。读数头向右运动（正确安装时）等于+1。

sgn = 代数符号（“+1”或“-1”）

M_{RR} = 移过的两个参考点间的信号周期数



图示为距离编码参考点的增量式光栅（图示为LIP 5x1C）

	信号周期	信号周期为单位的 名义增量数 N	最大运动距离
LIP 5x1C	4 μm	5000	20 mm
LIDA 4x3C	20 μm	1000	20 mm

光电扫描

大多数海德汉公司光栅尺或编码器都用光电扫描原理。对测量基准的光电扫描为非接触扫描，因此无磨损。这种光电扫描方法能检测到非常细的线条，通常不超过几微米宽，而且能生成信号周期很小的输出信号。

测量基准的栅距越小，光电扫描的衍射现象越严重。海德汉公司的直线光栅尺采用两种扫描原理：

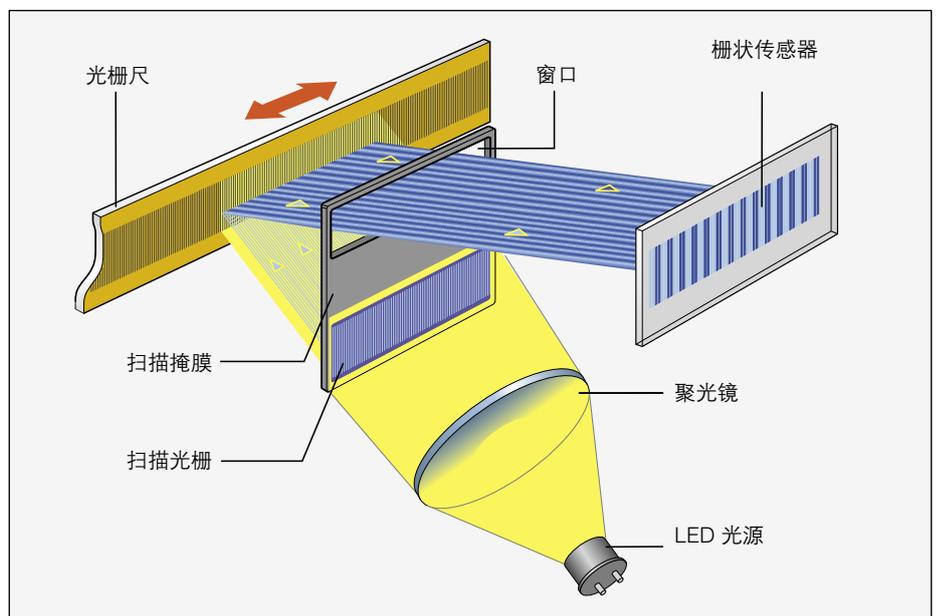
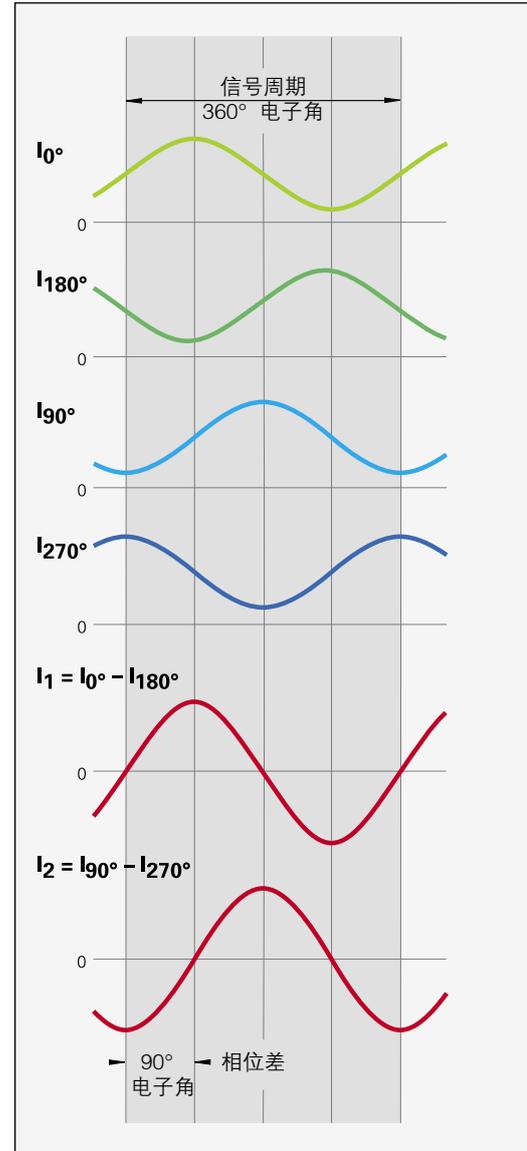
- **成像扫描原理**用于10 μm至200 μm的栅距。
- **干涉扫描原理**用于4 μm甚至更小栅距的光栅。

成像扫描原理

简单地说成像扫描原理是用透射光生成信号：两个具有相同或相近栅距的光栅尺光栅和扫描光栅彼此相对运动。扫描掩膜的基体是透明的，而作为测量基准的光栅尺可以是透明的也可以是反射的。

当平行光穿过一个光栅时，在一定距离处形成明/暗区。具有相同或相近栅距的扫描光栅就在这个位置处。当两个光栅相对运动时，穿过光栅尺的光得到调制。如果狭缝对齐，则光线穿过。如果一个光栅的刻线与另一个光栅的狭缝对齐，光线无法通过。光电池将这些光强变化转化成电信号。特殊结构的扫描掩膜将光强调制为近正弦输出信号。栅距越小，扫描光栅和光栅尺间的间距越小，公差越严。如果成像扫描编码器的栅距为10 μm或更大，编码器的安装公差相对宽松。

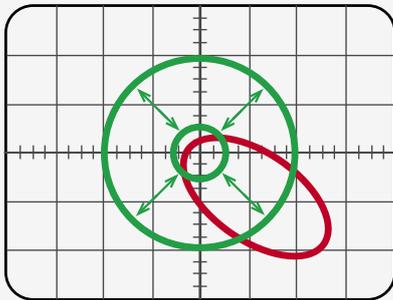
LIC和LIDA系列直线光栅尺为成像扫描。



基于成像扫描原理的钢带光栅尺的光电扫描和单场扫描 (LIDA 400)

传感器生成四路近正弦电流信号 (I_{0° , I_{90° , I_{180° 和 I_{270°), 相互间的相位差为 90° 电子角。这些扫描信号开始时并不对称于零线。因此, 将光电池接入差分电路, 生成两路相位差 90° 的输出信号 I_1 和 I_2 , 它们对称于零线。

示波器的X/Y坐标显示信号形成了里萨约图。理想输出信号显示为中心圆。偏离正圆形状和位置的误差为单信号周期位置误差 (参见测量精度), 因此它直接影响测量结果。圆的大小对应于输出信号幅值, 它可在一定限度内变化, 不影响测量精度。



输出信号XY图

干涉扫描原理

干涉扫描原理是利用精细光栅的衍射和干涉形成位移的测量信号。

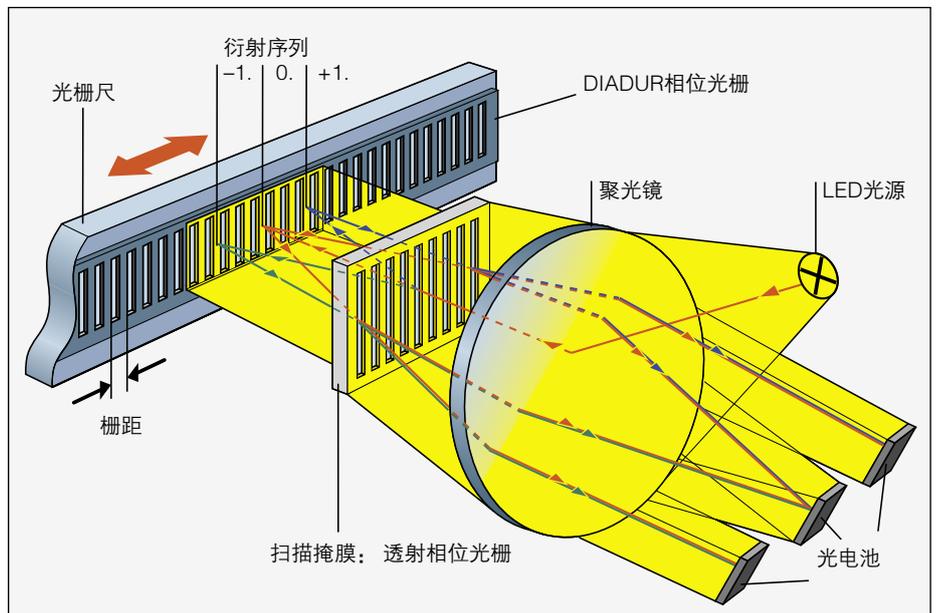
阶梯状光栅用作测量基准: 高度 $0.2 \mu\text{m}$ 的反光线刻在平反光面中。光栅尺前方是扫描掩膜, 其栅距与光栅尺栅距相同, 是透射相位光栅。

光束穿过扫描掩膜时, 被衍射为光强近似的 -1 、 0 和 $+1$ 三束光。被光栅尺衍射的光波中, 反射光的最强衍射光光束为 $+1$ 和 -1 。这两束光在扫描掩膜的相位光栅处再次相遇, 又一次被衍射和干涉。它也形成三束光, 并以不同的角度离开扫描掩膜。光电池将这些交变的光强信号转化成电信号。

扫描掩膜与光栅尺的相对运动使第一级的衍射光产生相位移: 当光栅移过一个栅距时, 前一级的 $+1$ 衍射光在正方向上移过一个光波波长, -1 衍射光在负方向上移过一个光波波长。由于这两个光波在离开扫描光栅时将发生干涉, 光波将彼此相对移动两个光波波长。也就是说, 相对移动一个栅距可以得到两个信号周期。

干涉光栅尺的栅距一般为 $8 \mu\text{m}$ 、 $4 \mu\text{m}$ 甚至更小。其扫描信号基本没有高次谐波, 能进行高倍频细分。因此, 这些光栅尺适用于高分辨率和高精度应用。尽管如此, 其相对宽松的公差使它可用于许多应用。

LIP和LIF系列直线光栅尺和**PP系列**二维编码器用干涉扫描原理。



单场干涉扫描原理的光电扫描

测量精度

直线测量精度主要由以下因素决定

- 光栅质量
- 扫描质量,
- 信号处理电路质量,
- 光栅尺相对读数头的方向误差。

需要明确区分两种不同精度，一个是大量程上的（例如全量程）的位置测量误差，另一个是单信号周期内的位置测量误差。

测量长度上的位置误差

敞开式直线光栅尺精度用精度等级表示，其定义为：

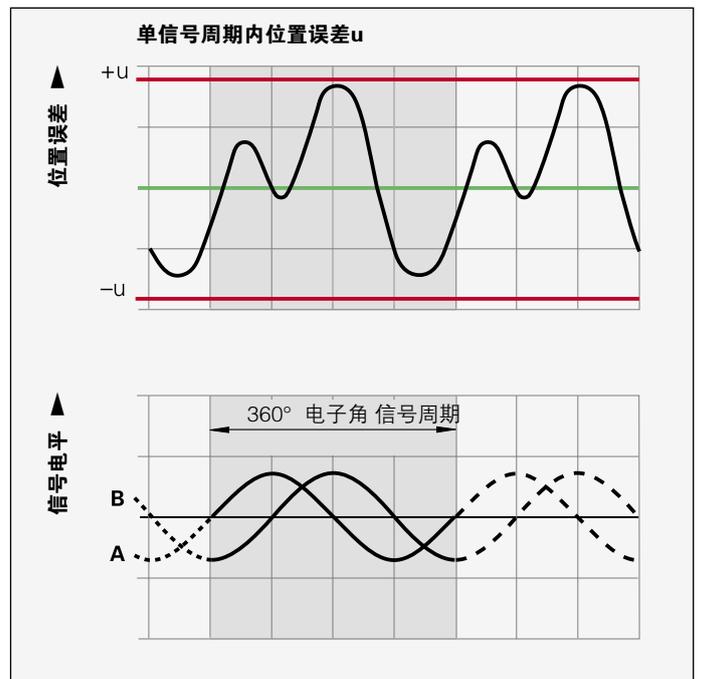
在任何最长不超过1米的测量长度上总误差F（相对其误差平均值）的极值不超过精度等级 $\pm a$ 。

对敞开式直线光栅尺，以上定义的精度等级只适用于长光栅。因此，它称为光栅尺精度。

单信号周期内位置误差

单信号周期内的位置误差取决于扫描质量和光栅尺或编码器单信号周期大小。海德汉公司的敞开式直线光栅尺在整个测量长度的任何位置处都优于一个信号周期的 $\pm 1\%$ 。

信号周期越小，单信号周期内的位置误差也越小。
这对定位运动精度和慢速运动以及轴转动运动期间的速度控制非常重要。



	扫描信号的信号周期	单信号周期内的典型位置误差 u
LIP 3x2	0.128 μm	$\pm 0.001 \mu\text{m}$
LIP 281	0.512 μm	$\pm 0.001 \mu\text{m}$
LIP 4x1	2 μm	$\pm 0.02 \mu\text{m}$
LIP 5x1 LIF, PP	4 μm	$\pm 0.04 \mu\text{m}$
LIC 40xx	-	$\pm 0.08 \mu\text{m}$
LIDA 4xx	20 μm	$\pm 0.2 \mu\text{m}$
LIDA 2xx	200 μm	$\pm 2 \mu\text{m}$

Hersteller-Prüfzertifikat
DIN 55 350-18-4.2.2

Dieser Maßstab wurde unter den strengen HEIDENHAIN-Qualitätsnormen hergestellt und geprüft. Die Positionsabweichung liegt bei einer Bezugstemperatur von 20 °C innerhalb der Genauigkeitsklasse $\pm 1,0 \mu\text{m}$.

Kalibriernormale:	Kalibrierzeichen:
Jod-stablierter He-Ne Laser	40151 PTB 11
Wasser-Tripelpunktzelle	61 PTB 10
Gallium-Schmelzpunktzelle	62 PTB 10
Barometer	6277 DKD-K-02301 10-06
Luftfeuchtemessgerät	05294 DKD-K-00305 10-06

Relative Luftfeuchtigkeit: max. 50 %

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
Postfach 12 00 · D-95202 Schweinfurt
Tel. 036 639 31-0 · Fax 036 639 50 91

Manufacturer's Inspection Certificate
DIN 55 350-18-4.2.2

This scale has been manufactured and inspected in accordance with the stringent quality standards of HEIDENHAIN. The position error at a reference temperature of 20 °C lies within the accuracy grade $\pm 1.0 \mu\text{m}$.

Calibration standards:	Calibration reference:
Iodine-stabilized He-Ne Laser	40151 PTB 11
Water triple point cell	61 PTB 10
Gallium melting point cell	62 PTB 10
Pressure gauge	6277 DKD-K-02301 10-06
Hygrometer	05294 DKD-K-00305 10-06

Relative humidity: max. 50 %

Prüfer/Inspected by
HAUSER / 16.12.2011

所有海德汉公司的直线光栅尺在发货前全部进行精度和功能检验。

精度检定在两个运动方向上执行。精心选择的测量位置数能确保准确确定大测量范围误差和单信号周期内的位置误差。

每个直线光栅尺均有**制造商检验合格证**，证明它符合系统精度要求。**检定标准**符合国家或国际公认标准要求，能确保满足EN ISO 9001的可追溯性要求。

海德汉LIP和PP系列光栅尺的**检定记录图**记录了整个测量范围的位置误差。还提供检定测量中的测量步距和测量不确定性数据。

温度范围

检查直线光栅尺的**标准温度**为20 ° C。检定记录图中的系统精度仅对该温度有效。

工作温度范围是指直线光栅尺能够正常工作的环境温度范围。

而-20° C至+70° C的**存放温度范围**适用于该设备在包装状态下。

如果直线光栅尺安装质量差将对测量精度的方向误差产生严重影响。为保证阿贝误差尽可能小，光栅尺或光栅尺尺盒应安装在机床滑座的工作台高度处。必须确保安装面平行于导轨。

Messprotokoll

Die Messkurve zeigt Mittelwerte der Positionsabweichungen aus Vor- und Rückwärtsmessung.

Positionsabweichung F des Maßstabs:

$$F = \text{Pos}_{M1} - \text{Pos}_{M2}$$

(Pos_{M1} = Messposition des Vergleichsnormals, Pos_{M2} = Messposition des Maßstabs)

Messschritt: 1000 µm

Beginn der Messlänge bei Messposition: 0 mm

Erster Referenzimpuls bei Messposition: 335 mm

Unsicherheit der Messung:
 $U_{95\%} = 0,040 \mu\text{m} + 0,400 \cdot 10^{-6} \cdot L$
(L = Länge des Messintervalls)

Calibration chart

The error curve shows mean values of the position errors from measurements in forward and backward direction.

Position error F of the scale:

$$F = \text{Pos}_{M1} - \text{Pos}_{M2}$$

(Pos_{M1} = measured position of the comparator standard, Pos_{M2} = measured position of the scale)

Measuring step: 1000 µm

Beginning of measuring length at measured position: 0 mm

First reference pulse at measured position: 335 mm

Uncertainty of measurement:
 $U_{95\%} = 0,040 \mu\text{m} + 0,400 \cdot 10^{-6} \cdot L$
(L = measuring interval length)



可靠性

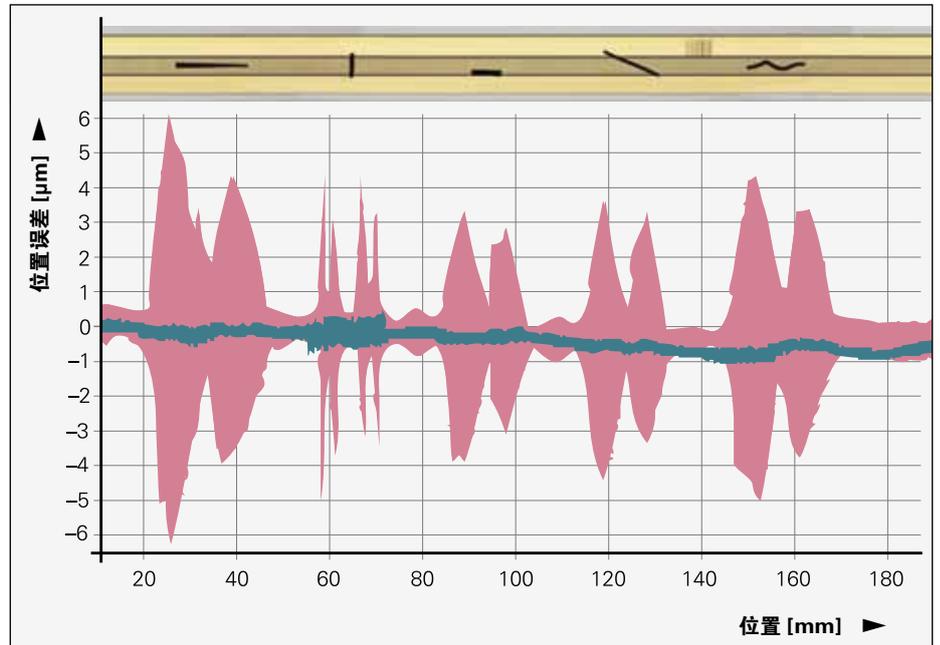
海德汉公司的敞开式直线光栅尺特别适用于高速和精密机床。尽管机械结构是敞开式的，但它抗污染能力强，长期稳定性好和安装速度快和安装方便。



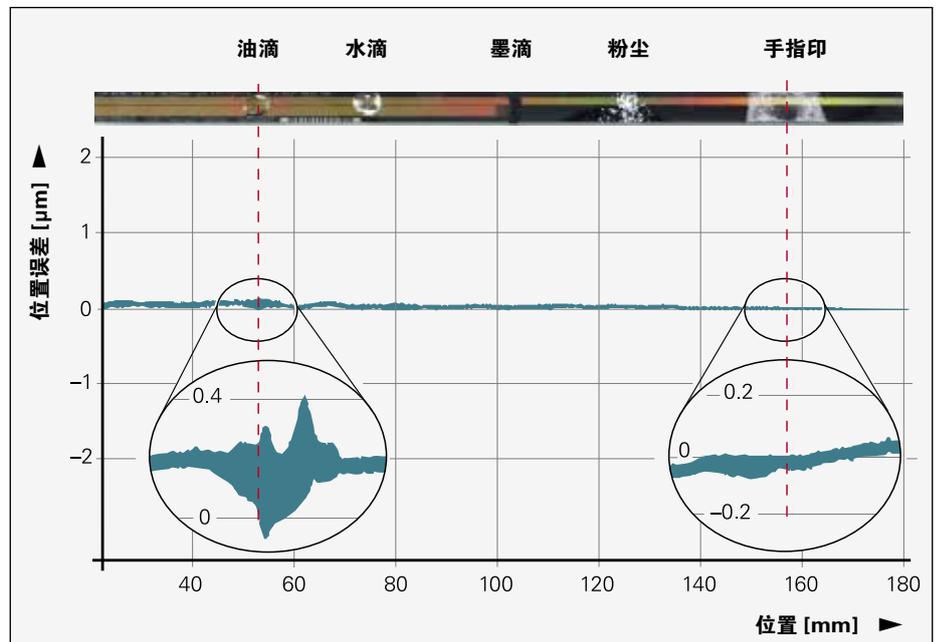
抗污染能力强

高质量的光栅和扫描方式是直线光栅尺高精度和可靠工作的保证。海德汉公司的敞开式直线光栅尺用**单场扫描**原理。只需一个扫描场生成扫描信号。与四场扫描不同，单场扫描光栅尺上的局部污染（例如安装时的手指印或导轨油的油滴污染）影响信号分量光强，因此等量影响扫描信号。输出信号幅值虽有变化，但无偏移和无相位变化。这些信号仍可进行高倍频细分使信号周期误差保持很小。

此外，**大面积扫描场**还能降低对污染的敏感性。这常常可以避免光栅尺失效。特别是LIDA 400和LIF 400系列光栅尺，相对其栅距，其扫描面积非常大，达 14.5 mm^2 。即使有3 mm以内的打印机墨滴，印刷电路板粉尘，水滴或油滴，这些编码器仍然可以输出高质量信号。位置误差远远低于光栅尺精度等级对应的误差值。



四场扫描（红色）和单场扫描（绿色）污染影响情况



污染对LIF 400的影响

坚固耐磨的光栅尺

敞开式直线光栅尺的自身特点是其测量基准的抗污染能力较低。为此，海德汉公司采用独特工艺生产非常坚固耐磨的光栅。

DIADUR工艺是将硬铬线刻在玻璃或钢基体上。

OPTODUR和SUPRADUR工艺是在主反射层上加一层透光层。超细、坚硬的镀铬层形成三维光学相位光栅。采用成像扫描原理的METALLUR光栅的结构也非常类似。在反光的金层上覆盖薄薄一层玻璃。在该层的铬线只有数纳米深，半透明和起减振作用。实践证明OPTODUR-

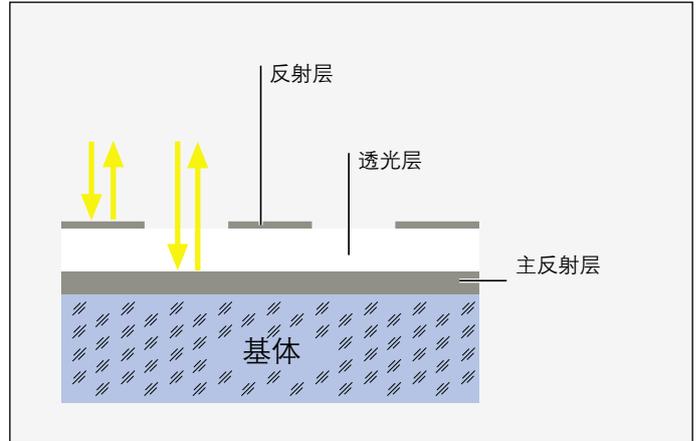
，SUPRADUR或METALLUR工艺生产的测量基准抗污能力非常强，由于其刻线高度小，灰尘、污物或水滴难以留在其表面上，使这种测量基准的抗污染能力非常出众。

面向应用的安装公差

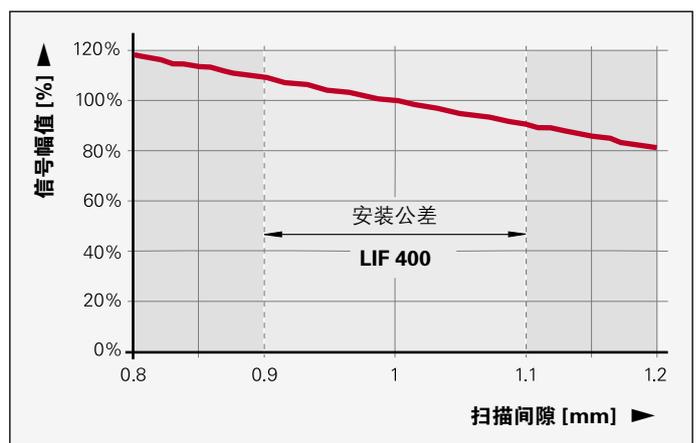
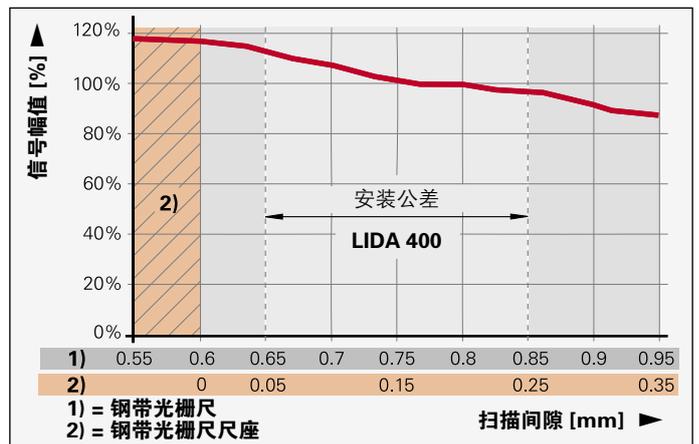
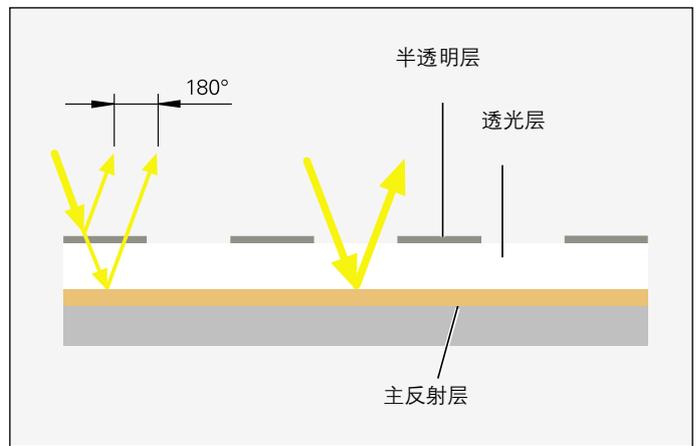
信号周期越小一般也要求光栅尺和扫描光栅间的安装公差越小。这是光栅的衍射作用造成的。只要间隙变化 ± 0.1 mm，信号将衰减50%。但由于在光栅尺中采用了干涉扫描原理和创新的扫描掩膜技术以及成像扫描原理，即使很小的信号周期也能允许较大安装公差。

海德汉公司的敞开式直线光栅尺的安装误差只对输出信号有轻微影响。特别是光栅尺与读数头间要求的公差（扫描间隙）对信号幅值影响极小。这是为什么海德汉公司的敞开式直线光栅尺具有高可靠性的原因。通过这两幅图可看出LIDA 400和LIF 400系列光栅尺扫描间隙与信号幅值间关系。

OPTODUR
SUPRADUR



METALLUR



机械结构类型和安装

直线光栅尺

敞开式直线光栅尺包括两部分：读数头和光栅尺或钢带光栅尺。它们的相互位置只由机床导轨确定。因此，机床必须满足以下要求：

- 机床导轨结构必须使编码器的安装位置能满足扫描间隙的**公差**要求（参见技术参数）。
- 光栅尺安装面必须满足**平面度**要求。
- 为方便调整读数头相对光栅尺位置，必须用**安装架**固定。

光栅尺版本

海德汉公司为适应不同应用环境和精度要求提供多个光栅尺系列产品。

LIP 3x2

高精度LIP 300系列光栅尺采用Zerodur光栅基体，它嵌入在钢座的热应力中性面中。钢座用螺栓固定在安装面中。柔性固定元件使光栅尺具有可重复的温度特性。

LIP 281

LIP 4x1

LIP 5x1

Zerodur光栅或玻璃基体用安装架固定在安装面中并用硅胶固定。热中性点用环氧树脂固定。

LIP 281的辅件

固定架（6个）	ID 683609-01
热膨胀固定点的固定架	ID 638611-01
环氧胶	ID 734360-01

LIP 4xx/LIP 5xx的辅件

固定架	ID 270711-04
硅胶	ID 200417-02
环氧胶	ID 200409-01

LIF 4x1

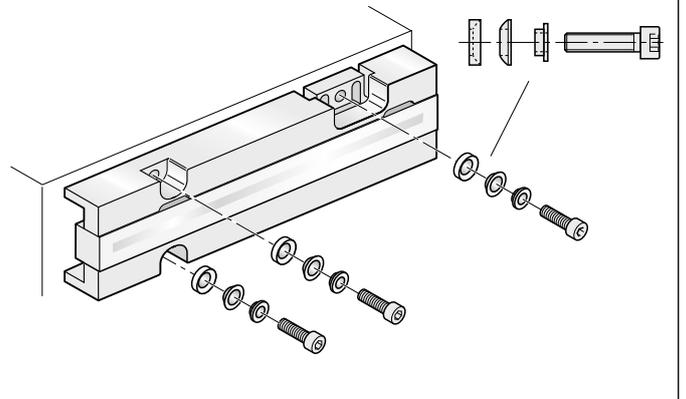
LIDA 4x3

玻璃光栅尺尺座用PRECIMET背胶直接固定在安装面中并用碾子碾压均匀。

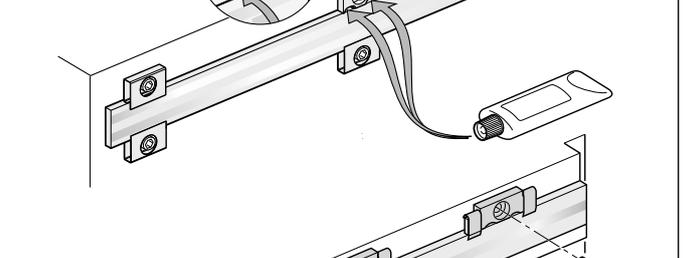
辅件

碾子	ID 276885-01
----	--------------

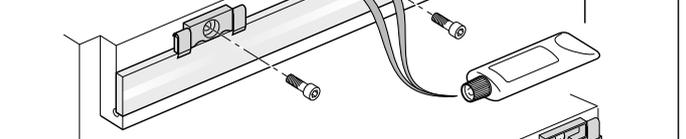
LIP 302直线光栅尺



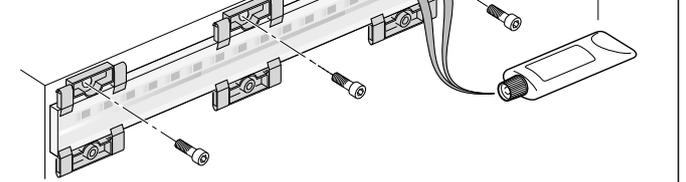
LIP 200直线光栅尺



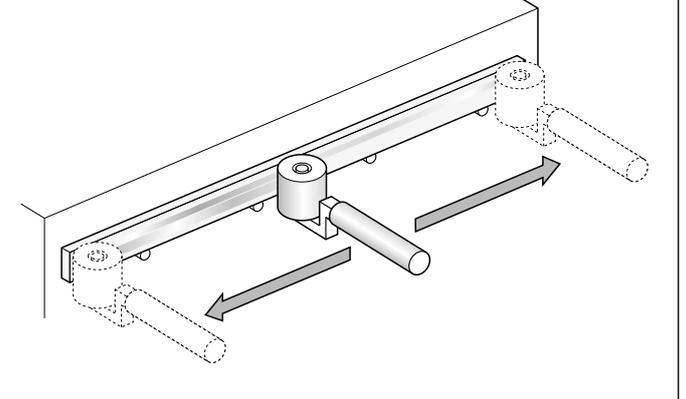
LIP 401直线光栅尺



LIP 501直线光栅尺



LIF 401直线光栅尺



LIC 4015
LIDA 4x5

LIC 4015和LIDA 4x5系列直线光栅尺特别适用于大测量长度应用。多段尺座用螺栓或PRECIMET背胶固定在安装面中。然后，将单体钢带光栅尺带拉入尺座中，用**确定的方式张紧并将其两端固定**在机床床身处。因此，LIC 40x5和LIDA 4x5光栅尺与安装面温度特性相同。

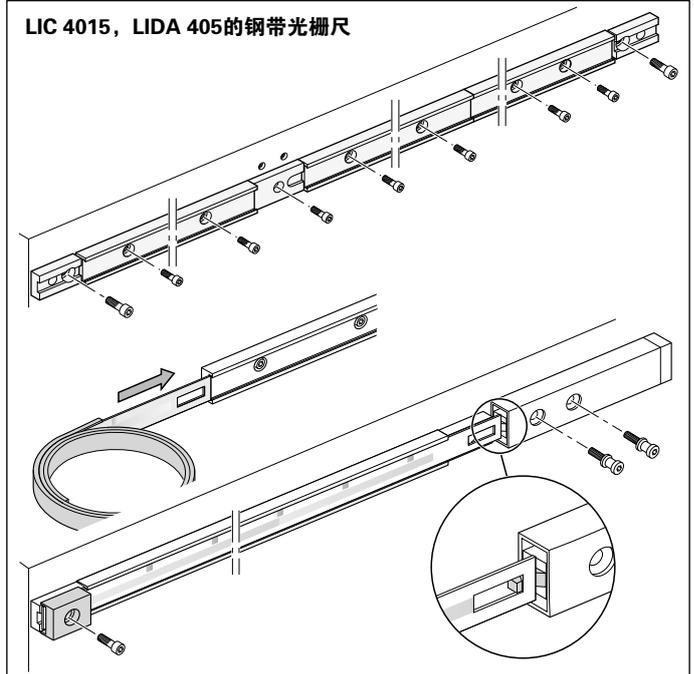
LIC 4017
LIDA 2x7
LIDA 4x7

LIC 4017，LIDA 2x7和LIDA 4x7系列直线光栅尺也设计用于大测量长度应用。多段光栅尺尺座用PRECIMET背胶固定在安装面中，将单体钢带光栅尺拉入尺座中并在**中点位置固定**在机床床身处。这种安装方式允许光栅尺的两端自由膨胀，确保具有可定义的温度特性。

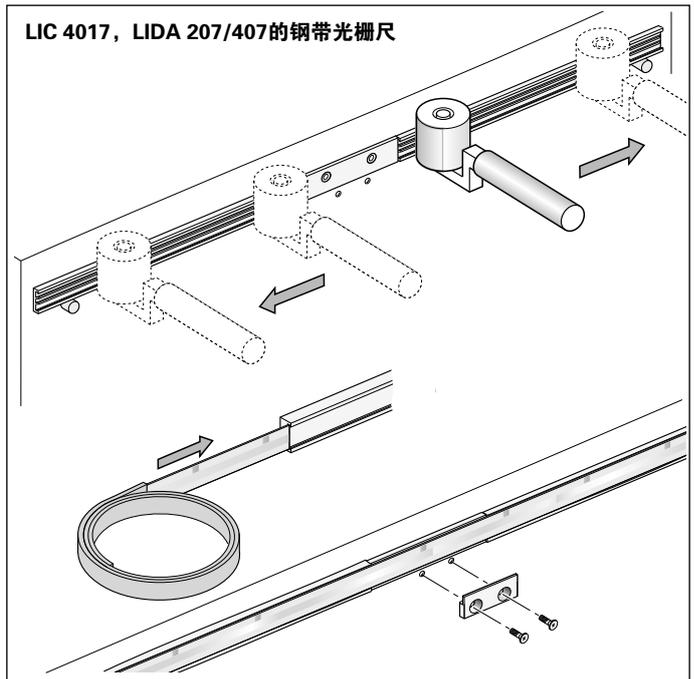
辅件，LIC 4017，LIDA 4x7
安装辅件 ID 373990-01



安装辅件 (LIC
4017, LIDA 4x7)



LIC 4015, LIDA 405的钢带光栅尺

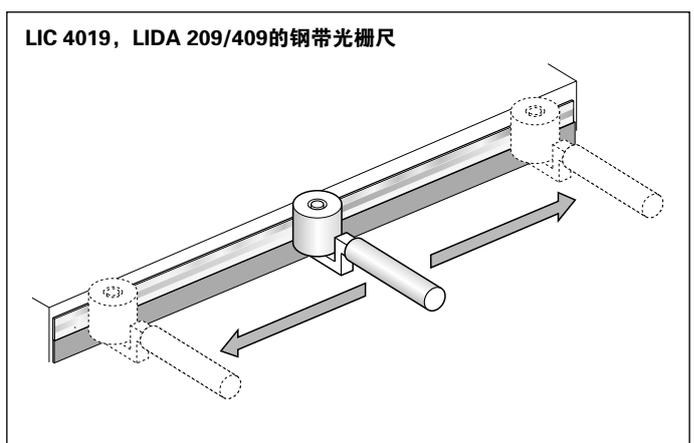


LIC 4017, LIDA 207/407的钢带光栅尺

LIC 4019
LIDA 2x9
LIDA 4x9

钢带光栅尺用PRECIMET背胶直接固定在安装面中并用碾子碾压均匀。0.3 mm高的凸棱或对正轨用于水平对正钢带。

辅件，用于通过PRECIMET固定的光栅尺
碾子 ID 276885-01



LIC 4019, LIDA 209/409的钢带光栅尺

机械结构类型和安装 读数头

由于敞开式直线光栅尺将安装在机床上，安装后必须进行精确调整。这项调整将决定光栅尺最终精度。因此，建议设计机床时尽可能易于和便于进行这些调整和确保结构稳定。

例如，为准确调整读数头与光栅尺间的相对位置，必须允许沿五个自由度的调整（见图）。由于调整范围很小，通常安装角架上的长圆孔就能满足要求。

安装LIP 281

LIP 281从背面或从上端安装在一个平面处（例如固定架）。这些平面的接触部位应能最好地传递热量。安装件的材质需具有良好导热性。

安装LIP/LIF系列

读数头上有一个对中短柱，它允许在角架的孔中转动使读数头平行于光栅尺。

安装LIC/LIDA系列

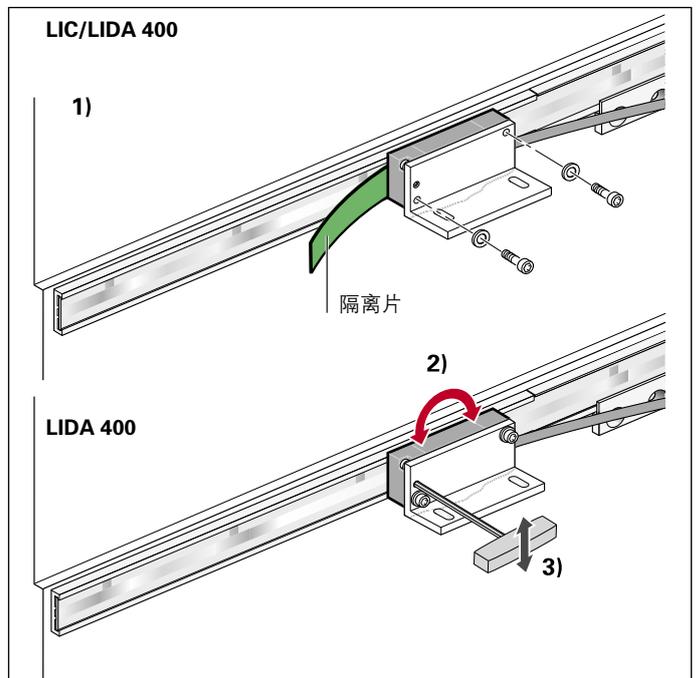
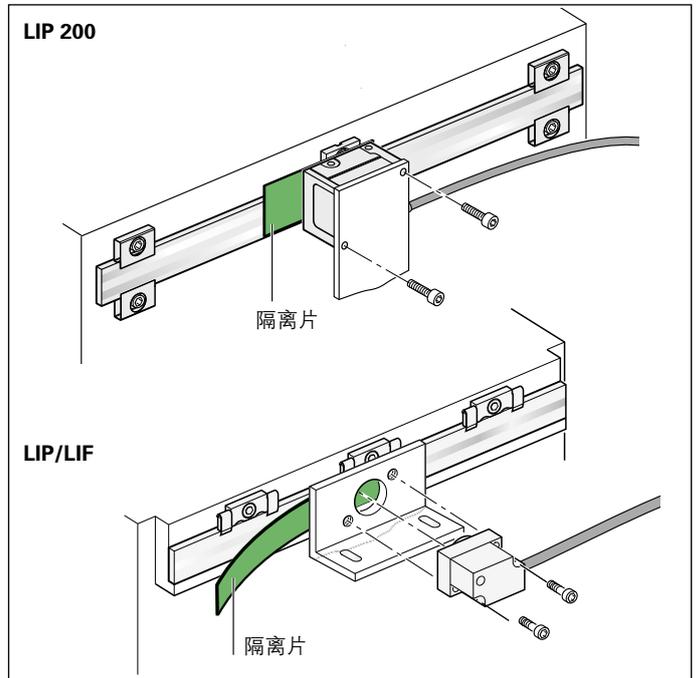
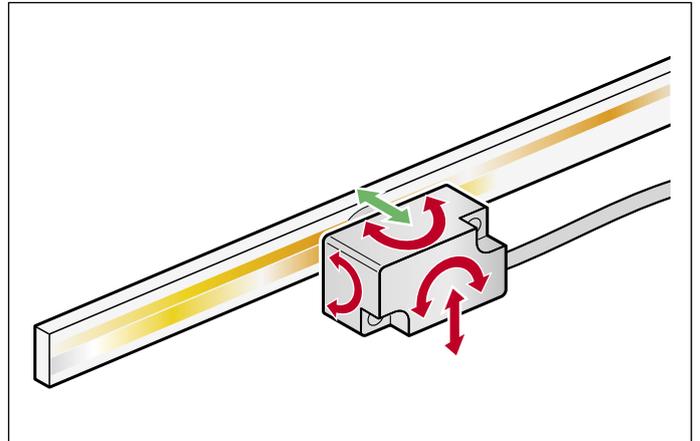
读数头有三种安装方式（参见“尺寸”）。用隔离片可以快速设置读数头与光栅尺或钢带光栅尺间间隙。方便从后方用固定架固定读数头。借助安装辅件通过安装架的孔可以精确地调整读数头。

调整

如果用隔离片调整光栅尺与读数头间的间隙，调整非常容易。

对LIC和LIP 281，用PWM 20调整和测试工具可以很快速和容易地调整扫描信号。对所有其他敞开式直线光栅尺，通过轻微转动读数头调整增量信号和参考点信号（对LIDA 400，可借助工具）。

为方便调整，海德汉公司提供相应测量和测试设备（参见海德汉测量设备）。



一般机械信息

安装

为简化电缆布线，通常将读数头用螺栓固定在机床静止部件上，光栅尺安装在机床运动部件上。

必须认真考虑直线光栅尺的**安装位置**，确保达到最佳精度和最长使用寿命。

- 直线光栅尺需安装在尽可能接近加工面位置，确保阿贝误差最小。
- 为保证工作正常，不允许直线光栅尺承受持续的强烈振动载荷；为此，尽可能将直线光栅尺安装在机床刚性最好的零件上。直线光栅尺不允许安装在空心零件或适配件处。
- 尽可能将直线光栅尺安装在远离热源的地方，避免温度影响。

温度范围

工作温度范围是指能保证直线光栅尺技术参数中的性能参数要求的环境温度范围。

而-20° C至70° C的**存放温度范围**适用于该设备在包装中状态。

温度特性

直线光栅尺的温度特性是机床加工精度的关键因素。通常，直线光栅尺的温度特性需与工件或被测对象一致。温度变化时，直线光栅尺的膨胀或收缩特性必须确定和可重复。

海德汉公司的直线光栅尺基体热膨胀系数不完全一样（参见技术参数）。因此，用户可以选择最适合其应用所需温度特性的直线光栅尺。

防护等级（EN 60529）

LIP、LIF和PP系列敞开放式直线光栅尺的读数头防护等级为IP 50，其中LIDA和LIC读数头的防护等级为IP 40。光栅尺无需特别防护。如果应用环境可能有污染，需采取防护措施。

加速度

直线光栅尺在安装和工作时会受到不同类型的加速度作用。

- 所示的**振动**最大值是指55至2000 Hz的频率（EN 60068-2-6）。只要加速度超过允许值就可能造成编码器损坏，例如由于应用条件和安装引起的共振。**必须对整个系统进行综合测试。**
- **冲击和振动的**最大允许加速度值（半正弦冲击）是指11 ms，LIC为6 ms（EN 60068-2-27）。

不允许任何情况时用锤子或类似工具进行敲击调整和定位编码器。

易损耗件

海德汉公司的编码器适用于长期工作。不需要预防性维护。根据应用场合和操作方式，海德汉公司编码器的部分零件将被磨损。其中特别是频繁弯曲的电缆。

另外还有内置轴承的编码器中轴承，旋转编码器和角度编码器的密封圈和直线光栅尺的密封条。

系统测试

海德汉公司的编码器常被集成到大型系统中。无论编码器具有怎样的技术参数，如果被应用在这样系统中，必须对**整个系统进行综合测试**。

样本中给出的技术参数仅适用于特定编码器，而非整个系统。如果将任何编码器用于非其设计要求或非其目标用途的场合，其风险由用户承担。

如果用于安全性要求很高的场合，系统通电后，必须校验编码器的位置值是否正确。

安装

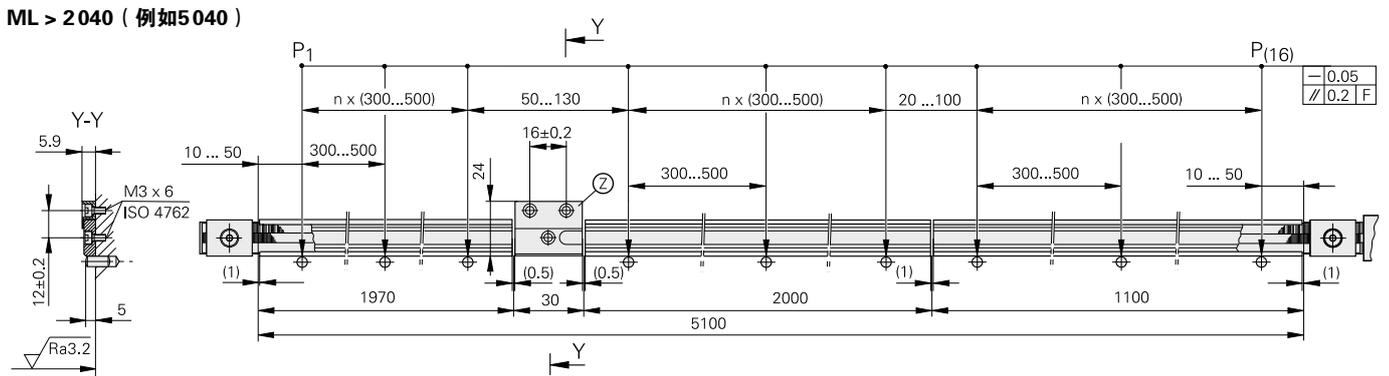
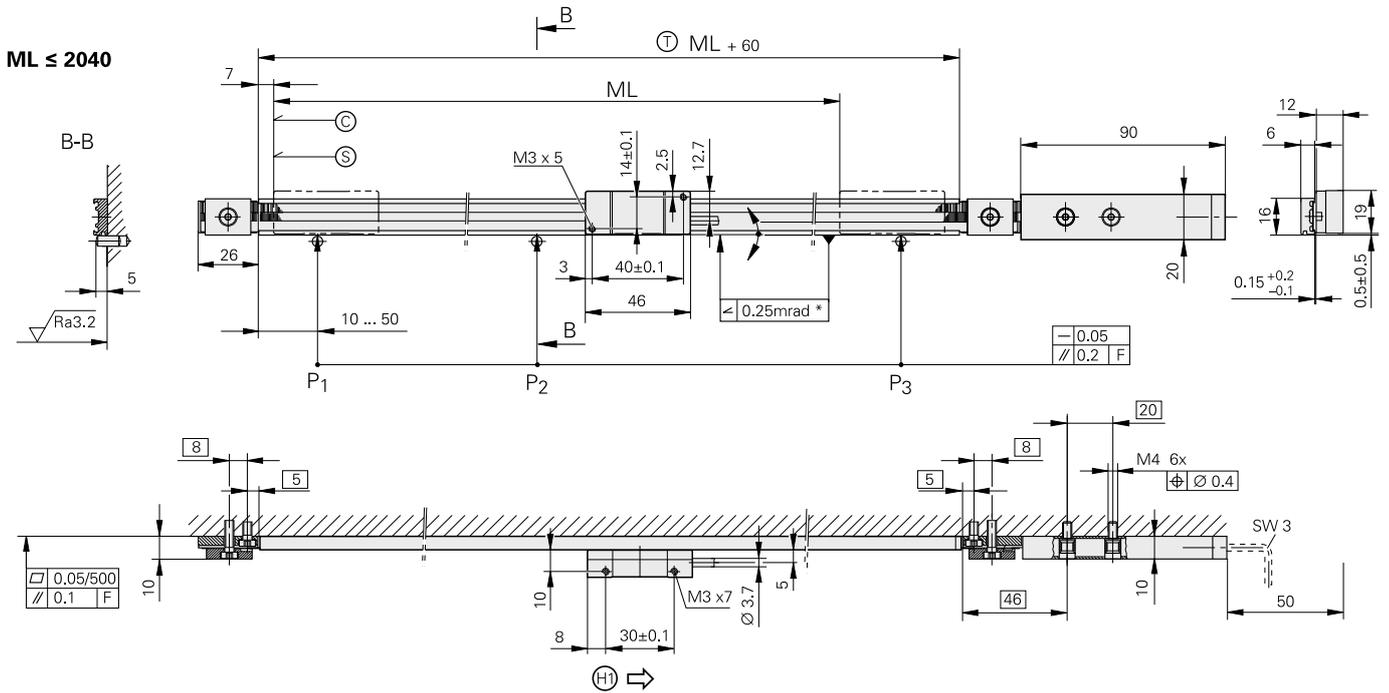
安装步骤和安装中必须确保的尺寸只以随包装提供的安装手册为准。因此，本样本中的安装信息仅供参考，不具约束力，不构成合同条款。

DIADUR、SUPRADUR、METALLUR和OPTODUR是德国Traunreut的DR. JOHANNES HEIDENHAIN公司的注册商标。Zerodur和ROBAX是德国Mainz的Schott-Glaswerke的注册商标。

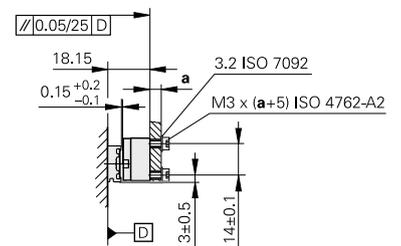
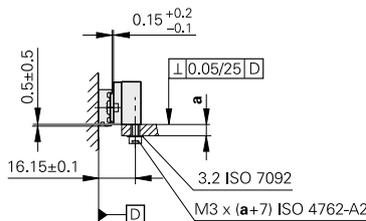
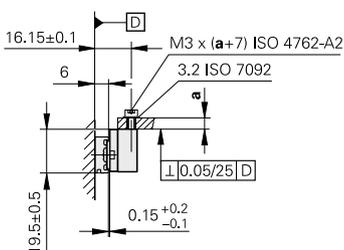
LIC 4015

绝对式直线光栅尺，最大测量长度27 m

- 测量步距可达0.001 μm (1 nm)
- 钢带光栅尺穿入在铝壳中并预紧



多种读数头安装方式



mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ±0.2 mm

- F = 机床导轨
- P = 对正测量点
- * = 工作期间的最大变化
- ⊙ = 测量长度 (ML) 起点
- ⊙ = 编码起始值: 100 mm
- ⊙ = 尺座长度
- ⊙ = 3040 mm以上测量长度的隔离片
- ⊙ = 输出信号为接口描述情况时的读数头运动方向



技术参数	LIC 4015
测量基准 线性膨胀系数	METALLUR绝对位置编码轨的钢带光栅尺 取决于安装面
精度等级	$\pm 5 \mu\text{m}$
测量长度 ML* 单位mm	140 240 340 440 540 640 740 840 940 1040 1140 1240 1340 1440 1540 1640 1740 1840 1940 2040 用单段钢带光栅尺和各个尺座构成的测量长度最大可达27 040 mm
绝对位置值	EnDat 2.2
订购标识	EnDat 22
分辨率	$0.001 \mu\text{m}$ (1 nm)
计算时间 t_{cal}	$\leq 6 \mu\text{s}$
电源	3.6至14 V DC
功耗 ¹⁾ (max.)	14 V时: $\leq 1000 \text{ mW}$ 3.6 V时: $\leq 800 \text{ mW}$
电流消耗 (典型值)	5 V时: 110 mA
电气连接* 电缆长度	1 m或3 m电缆, 带8针的M12接头 (针式) $\leq 50 \text{ m}$ (海德汉电缆)
运动速度	$\leq 480 \text{ m/min}$
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 6 ms	$\leq 500 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 1000 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)
工作温度	0°C 至 70°C
防护等级 EN 60529	IP 40
重量 读数头 钢带光栅尺 零部件 光栅尺尺座 连接电缆 连接	16 g (无连接电缆) 31 g/m $80 \text{ g} + n^2) \times 27 \text{ g}$ 187 g/m 20 g/m 32 g

* 请订购时选择

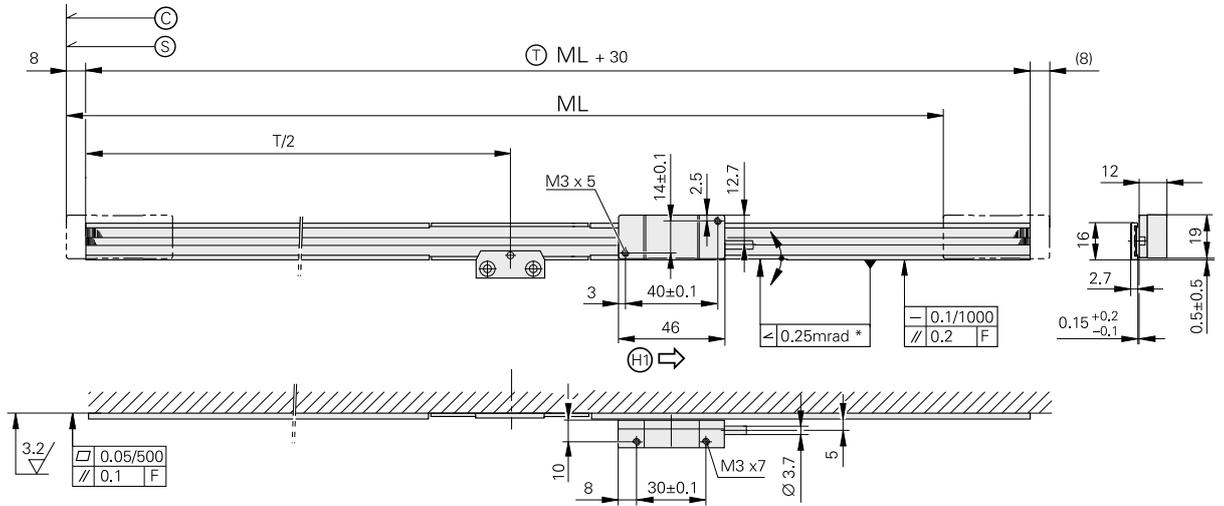
¹⁾ 参见一般电气信息

²⁾ ML 3 140至5040 mm的 $n = 1$; ML 5 140至7040 mm的 $n = 2$; 等

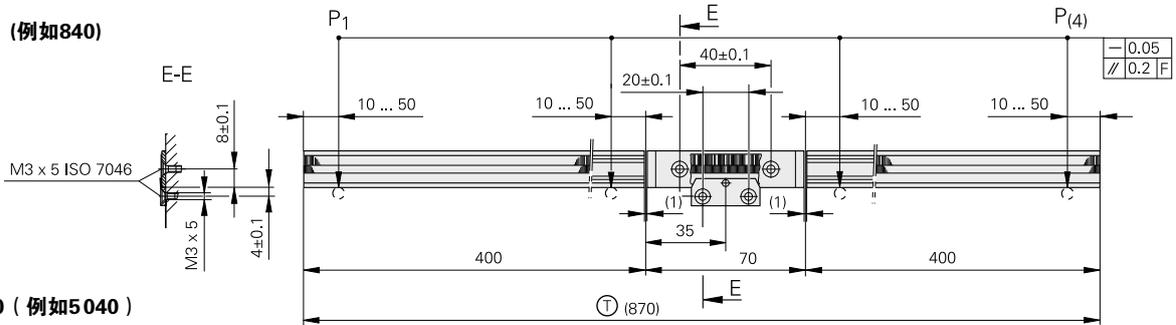
LIC 4017

绝对式直线光栅尺，最大测量长度6 m

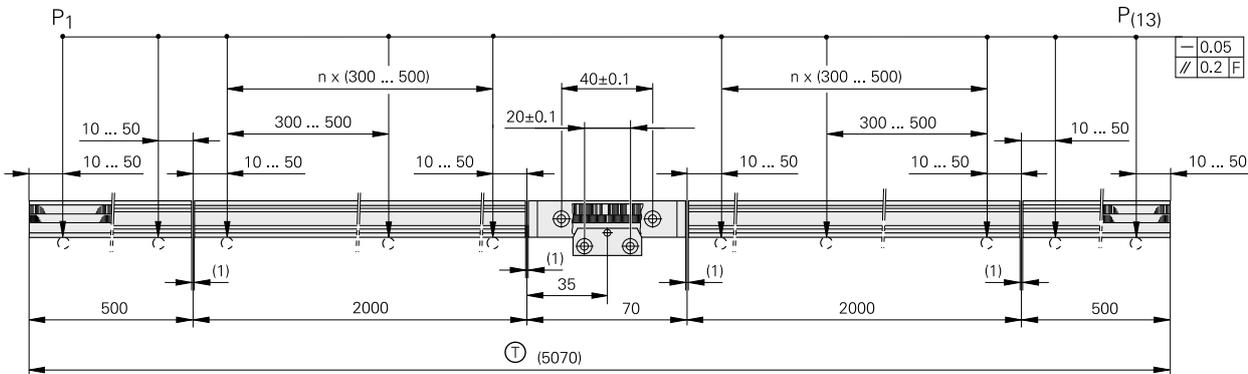
- 测量步距可达0.001 μm (1 nm)
- 钢带光栅尺穿入在铝壳中并中间固定



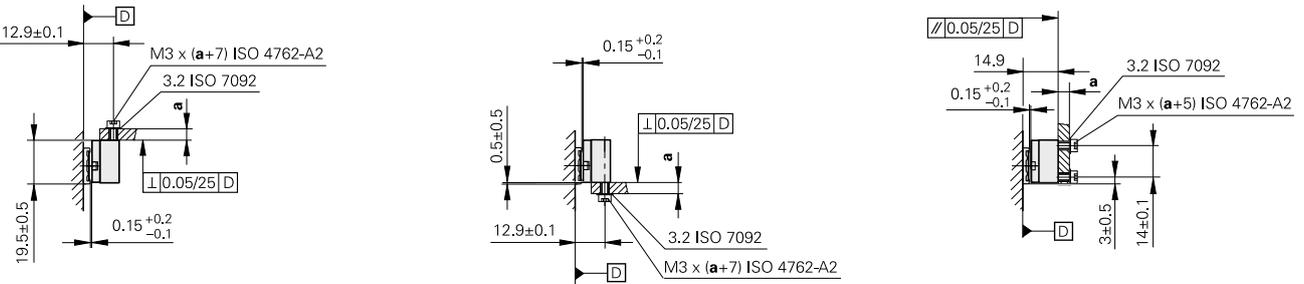
(例如840)



ML > 2040 (例如5040)



多种读数头安装方式



mm



Tolerancing ISO 8015
ISO 2768 - m H
< 6 mm: ±0.2 mm

- F = 机床导轨
- P = 对正测量点
- * = 工作期间的最大变化
- ⊙ = 测量长度 (ML) 起点
- ⊙ = 编码起始值: 100 mm

- ⊙ = 尺座长度
- ⊙ = 3040以上测量长度的隔离片
- ⊙ = 输出信号为接口描述情况时的读数头运动方向



技术参数	LIC 4017
测量基准 线性膨胀系数	METALLUR绝对位置编码轨的钢带光栅尺 $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
精度等级	$\pm 15 \mu\text{m}$ 或信号处理电路中进行线性长度误差补偿后 $5 \mu\text{m}$
测量长度 ML* 单位mm	240 440 640 840 1040 1240 1440 1640 1840 2040 2240 2440 2640 2840 3040 3240 3440 3640 3840 4040 4240 4440 4640 4840 5040 5240 5440 5640 5840 6040
绝对位置值	EnDat 2.2
订购标识	EnDat 22
分辨率	$0.001 \mu\text{m}$ (1 nm)
计算时间 t_{cal}	$\leq 6 \mu\text{s}$
电源	3.6至14 V DC
功耗 ¹⁾ (max.)	14 V时: $\leq 1000 \text{ mW}$ 3.6 V时: $\leq 800 \text{ mW}$
电流消耗 (典型值)	5 V时: 110 mA
电气连接* 电缆长度	1 m或3 m电缆, 带8针的M12接头 (针式) $\leq 50 \text{ m}$ (海德汉电缆)
运动速度	$\leq 480 \text{ m/min}$
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 6 ms	$\leq 500 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 1000 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)
工作温度	0°C 至 70°C
防护等级 EN 60529	IP 40
重量 读数头 钢带光栅尺 零部件 光栅尺尺座 连接电缆 连接	16 g (无连接电缆) 31 g/m 20 g 68 g/m 20 g/m 32 g

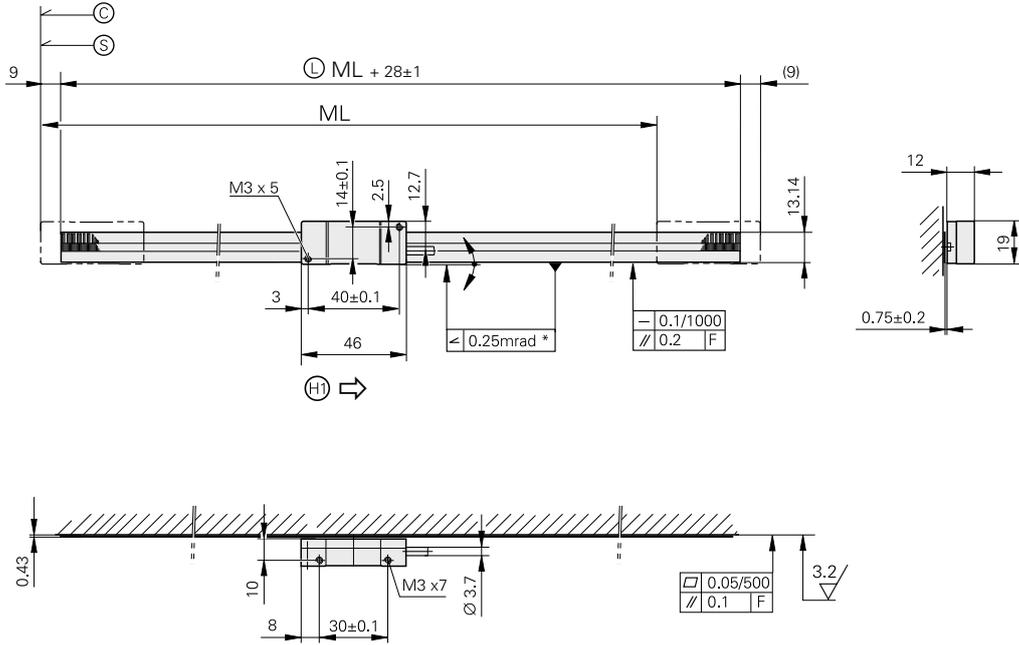
* 请订购时选择

¹⁾ 参见一般电气信息

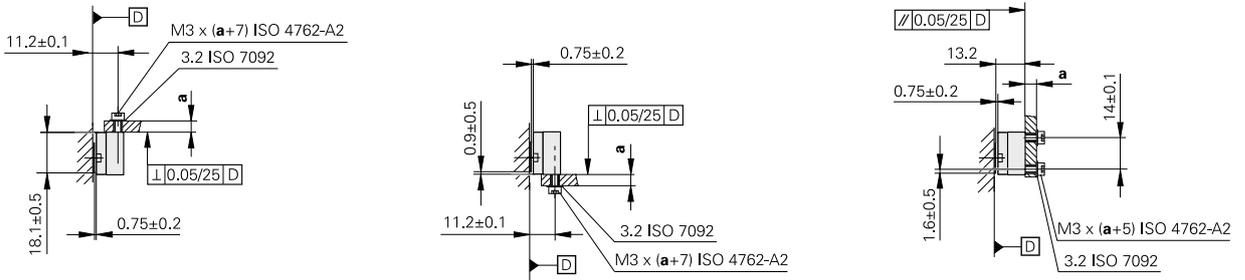
LIC 4019

绝对式直线光栅尺，最大测量长度1 m

- 测量步距可达 $0.001\ \mu\text{m}$ (1 nm)
- 钢带光栅尺粘贴在安装面中



多种读数头安装方式



mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ± 0.2 mm

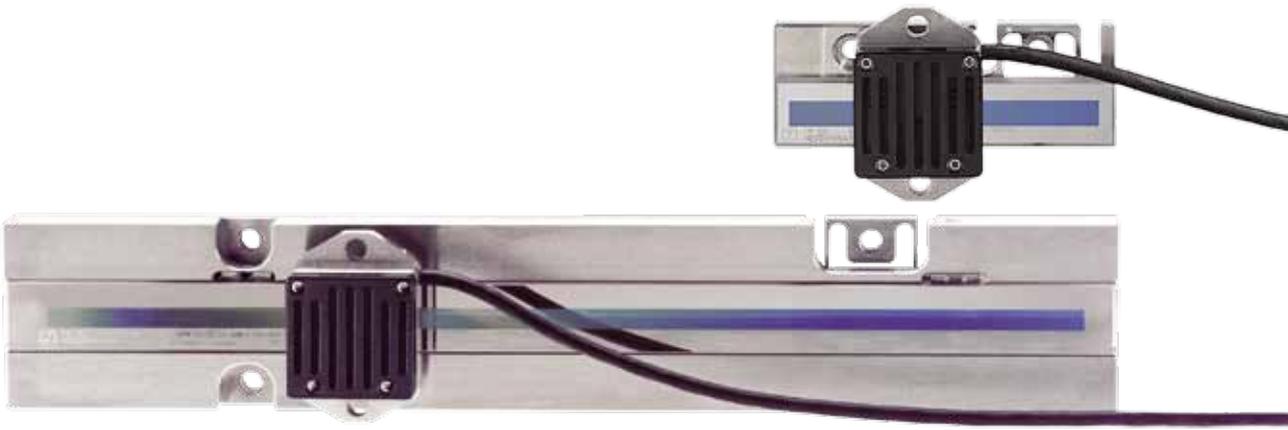
- F = 机床导轨
- * = 工作期间的最大变化
- ⊙ = 编码起始值: 100 mm
- ⊙ = 测量长度 (ML) 起点
- ⊙ = 钢带光栅尺长度
- ⊙ = 输出信号为接口描述情况时的读数头运动方向



技术参数	LIC 4019
测量基准 线性膨胀系数	METALLUR绝对位置编码轨的钢带光栅尺 $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
精度等级	$\pm 15 \mu\text{m}$ 或信号处理电路中进行线性长度误差补偿后 $5 \mu\text{m}$
测量长度 ML* 单位mm	70 120 170 220 270 320 370 420 520 620 720 820 920 1020
绝对位置值	EnDat 2.2
订购标识	EnDat 22
分辨率	$0.001 \mu\text{m}$ (1 nm)
计算时间 t_{cal}	$\leq 6 \mu\text{s}$
电源	3.6至14 V DC
功耗 ¹⁾ (max.)	14 V时: $\leq 1000 \text{ mW}$ 3.6 V时: $\leq 800 \text{ mW}$
电流消耗 (典型值)	5 V时: 110 mA
电气连接* 电缆长度	1 m或3 m电缆, 带8针的M12接头 (针式) $\leq 50 \text{ m}$ (海德汉电缆)
运动速度	$\leq 480 \text{ m/min}$
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 6 ms	$\leq 500 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 1000 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)
工作温度	0°C 至 70°C
防护等级 EN 60529	IP 40
重量 读数头 钢带光栅尺 连接电缆 连接	16 g (无连接电缆) 31 g/m 20 g/m 32 g

* 请订购时选择

¹⁾ 参见一般电气信息



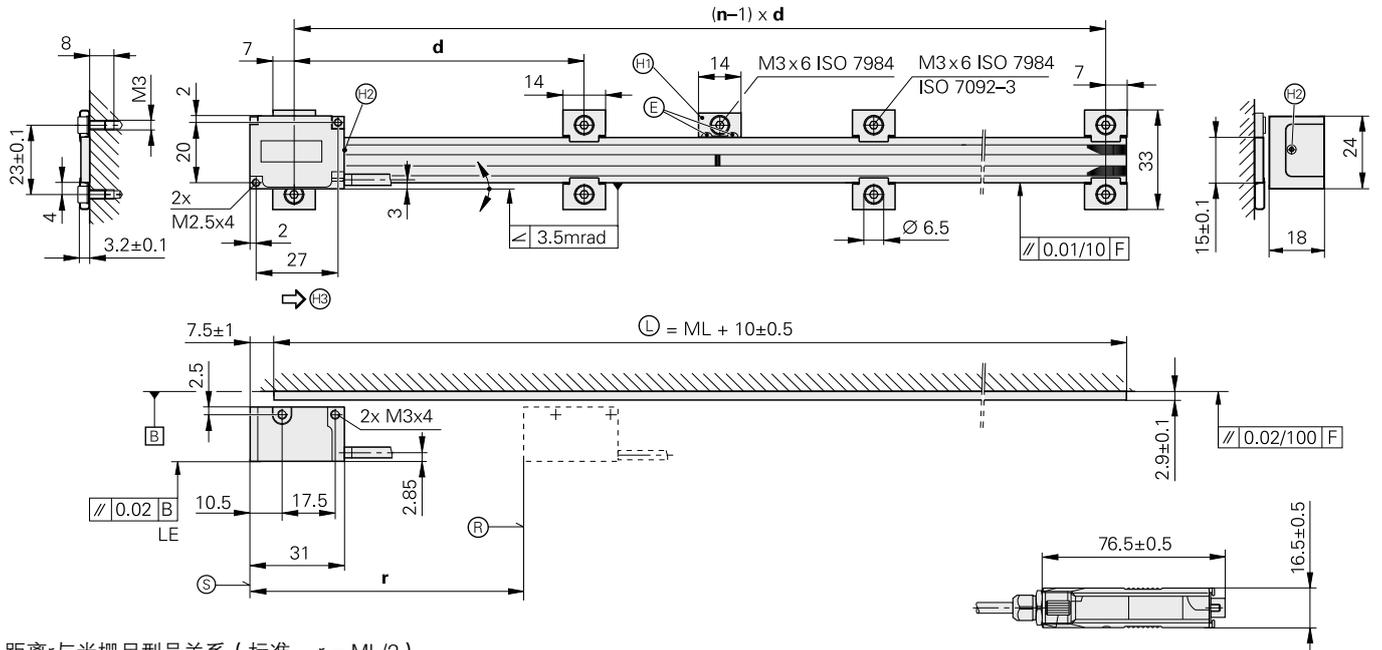
技术参数	LIP 382	LIP 372		
测量基准 线性膨胀系数	Zerodur玻璃陶瓷基体的DIADUR相位光栅 $\alpha_{\text{therm}} \approx (0 \pm 0.1) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$			
精度等级	$\pm 0.5 \mu\text{m}$ (可按需提供更高精度等级)			
测量长度 ML* 单位mm	70	120	150	170 220 270
参考点	无			
增量信号	$\sim 1 V_{\text{PP}}$	\square TTL		
栅距	0.512 μm			
内部细分倍数 信号周期	- 0.128 μm	32倍 0.004 μm		
截止频率 - 3 dB	$\geq 1 \text{ MHz}$	-		
扫描频率* 边缘间距 a	-	$\leq 98 \text{ kHz}$ $\geq 0.055 \mu\text{s}$	$\leq 49 \text{ kHz}$ $\geq 0.130 \mu\text{s}$	$\leq 24.5 \text{ kHz}$ $\geq 0.280 \mu\text{s}$
运动速度	$\leq 7.6 \text{ m/min}$	$\leq 0.75 \text{ m/min}$	$\leq 0.38 \text{ m/min}$	$\leq 0.19 \text{ m/min}$
电源 电流消耗	5 V DC $\pm 5\%$ < 190 mA	5 V DC $\pm 5\%$ < 250 mA (无负载)		
电气连接 电缆长度	0.5 m电缆, 连接接口电子设备 (APE), 连接APE的独立适配电缆 (1 m/3 m/6 m/9 m) 参见“接口说明”, 但 $\leq 30 \text{ m}$ (海德汉电缆)			
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 11 ms	$\leq 4 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 50 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)			
工作温度	0° C至40° C			
重量 读数头 接口电子电路 光栅尺 连接电缆	150 g 100 g ML 70 mm: 260 g, ML $\geq 150 \text{ mm}$: 700 g 38 g/m			

* 请订购时选择

LIP 281

增量式直线光栅尺，精度高和重复精度高

- 测量步距可达0.001 μm (1 nm) 或更小
- 用于高速运动和大测量长度
- 测量基准用固定架固定



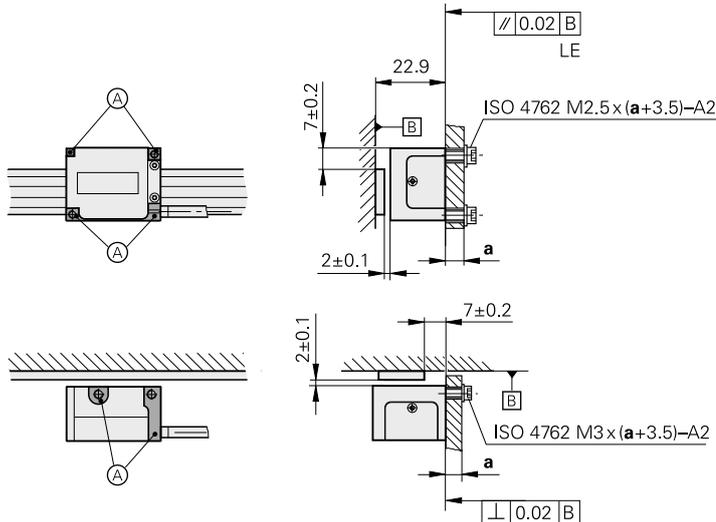
距离r与光栅尺型号关系 (标准: $r = ML/2$)
固定架对数量 (两端用固定架固定)

ML	n
ML ≤ 70	2
70 < ML ≤ 100	3
100 < ML ≤ 200	4
...	...

固定架间距离d:

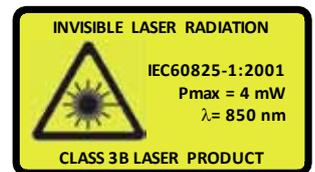
$$d = \frac{ML - 4}{n - 1}$$

多种读数头安装方式



mm
Tolerancing ISO 8015
ISO 2768 - m H
< 6 mm: ±0.2 mm

- F = 机床导轨
- ⊕ = 参考点位置
- ⊙ = 光栅尺长度
- ⊖ = 测量长度 (ML) 起点
- ⊗ = 按照安装说明粘接固定
- ⊙ = 安装面
- ⊕ = 硬性粘结剂的安装件, 确保热中性点
- ⊕ = 螺栓头最大伸出量0.5 mm
- ⊕ = 输出信号为接口描述情况时的读数头运动方向





技术参数		LIP 281												
测量基准 线性膨胀系数	Zerodur玻璃陶瓷基体的OPTODUR相位光栅尺 $\alpha_{\text{therm}} \approx (0 \pm 0.1) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$													
精度等级*	$\pm 1 \mu\text{m}$					$\pm 3 \mu\text{m}$ (可按需提供更高精度等级)								
测量长度 ML* 单位 mm	20	30	50	70	120	370	420	470	520	570	620	670	720	770
	170	220	270	320		820	870	920	970	1020	1140	1240	1340	1440
						1540	1640	1840	2040	2240	2440	2640	2840	3040
参考点	1个在测量长度的中点位置处													
增量信号	$\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$													
栅距	2.048 μm													
信号周期	0.512 μm													
截止频率 - 3 dB	$\geq 3 \text{ MHz}$													
运动速度	$\leq 90 \text{ m/min}$ (如需更高可提供)													
激光级别	3B													
电源 电流消耗	5 V DC $\pm 5\%$ < 390 mA													
电气连接* 电缆长度	0.5 m, 1 m, 2 m或3 m电缆带D-sub接头 (15针) 接口电子电路在接头中 参见“接口说明”, 但 $\leq 30 \text{ m}$ (海德汉电缆)													
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 11 ms	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (IEC 60068-2-6) $\leq 400 \text{ m/s}^2$ (IEC 60068-2-27)													
工作温度	0° C至50° C													
存放温度	-20° C至70° C (包装中)													
重量 读数头 接头 光栅尺 连接电缆	59 g 140 g 0.11 g/mm, 全长 22 g/m													

* 请订购时选择



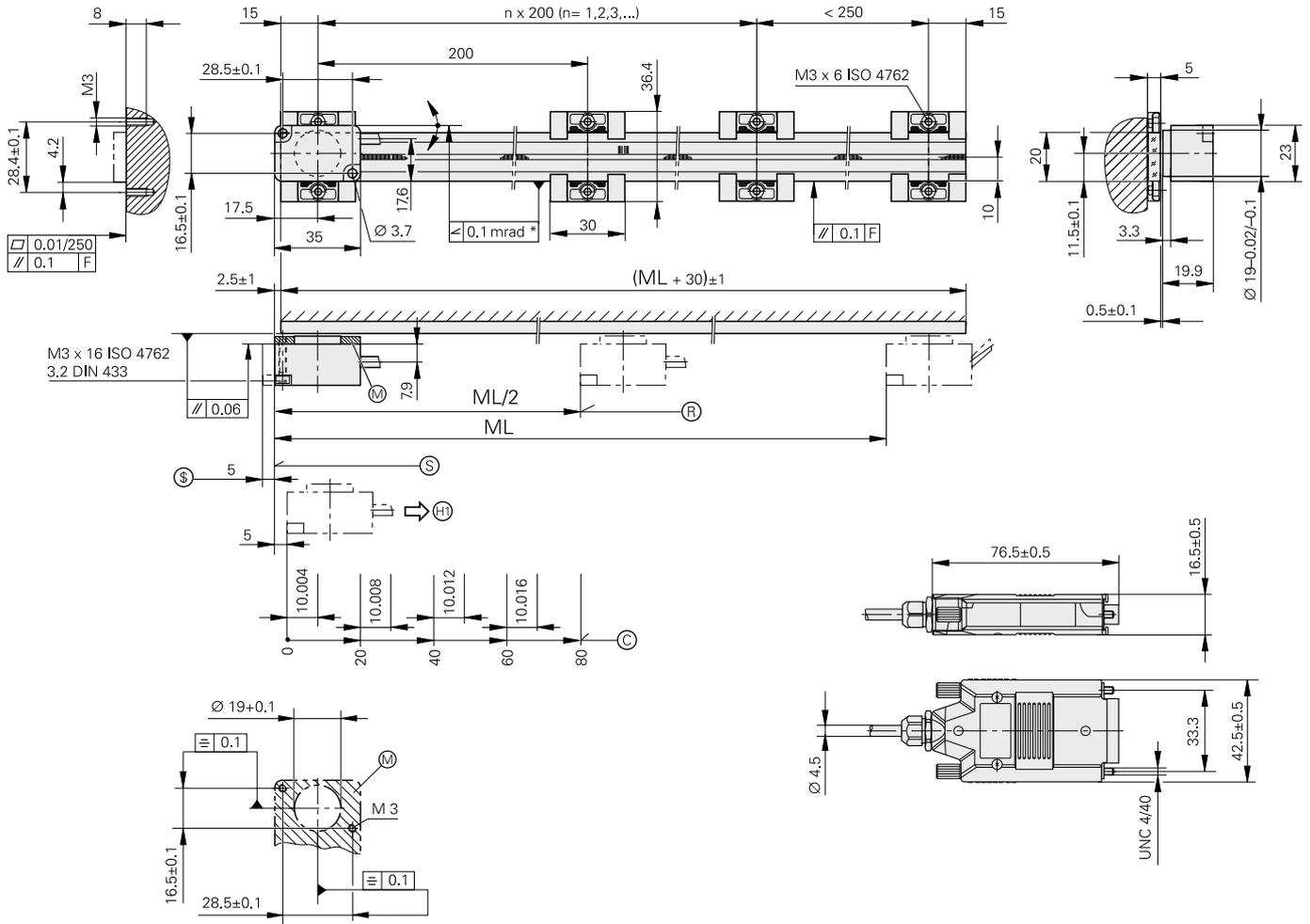
技术参数	LIP 481	LIP 471						
测量基准* 线性膨胀系数	Zerodur玻璃陶瓷或玻璃基体上DIADUR相位光栅 $\alpha_{\text{therm}} \approx (0 \pm 0.1) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (Zerodur玻璃陶瓷) $\alpha_{\text{therm}} \approx 8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (玻璃)							
精度等级*	$\pm 1 \mu\text{m}$, $\pm 0.5 \mu\text{m}$ (可按需提供更高精度等级)							
测量长度 ML* 单位mm	70	120	170	220	270	320	370	420
参考点* LIP 4x1R LIP 4x1A	1个在测量长度的中点位置处 无							
增量信号	$\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	\square TTL						
栅距	4 μm							
内部细分倍数* 信号周期	– 2 μm	5–fold 0.4 μm			10–fold 0.2 μm			
截止频率 – 3 dB	$\geq 300 \text{ kHz}$	–						
扫描频率* 边缘间距 a	–	$\leq 200 \text{ kHz}$ $\geq 0.220 \mu\text{s}$	$\leq 100 \text{ kHz}$ $\geq 0.465 \mu\text{s}$	$\leq 50 \text{ kHz}$ $\geq 0.950 \mu\text{s}$	$\leq 100 \text{ kHz}$ $\geq 0.220 \mu\text{s}$	$\leq 50 \text{ kHz}$ $\geq 0.465 \mu\text{s}$	$\leq 25 \text{ kHz}$ $\geq 0.950 \mu\text{s}$	
运动速度	$\leq 36 \text{ m/min}$	$\leq 24 \text{ m/min}$	$\leq 12 \text{ m/min}$	$\leq 6 \text{ m/min}$	$\leq 12 \text{ m/min}$	$\leq 6 \text{ m/min}$	$\leq 3 \text{ m/min}$	
电源 电流消耗	5 V DC \pm 5% < 190 mA	5 V DC \pm 5% < 200 mA (无负载)						
电气连接* 电缆长度	0.5 m, 1m, 2 m或3 m电缆带D–sub接头 (15针) ; 接口电子设备在接头内 参见“接口说明”, 但 $\leq 30 \text{ m}$ (海德汉电缆)							
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 11 ms	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 500 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)							
工作温度	0° C至40° C							
重量 读数头 光栅尺 连接电缆 接头	LIP 4x1A: 25 g, LIP 4x1R: 50 g (均无电缆) 5.6 g + 0.2 g/mm测量长度 38 g/m 140 g							

* 请订购时选择

LIP 571, LIP 581

超高精度增量式直线光栅尺

- 测量步距1 μm至0.01 μm
- 测量基准用固定架固定



mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ±0.2 mm

- * = 工作期间的最大变化
- F = 机床导轨
- Ⓜ = LIP 5x1R参考点位置
- ⓐ = LIP 5x1C参考点位置
- ⓑ = 测量长度 (ML) 起点
- ⓓ = 允许超行程
- ⓔ = 读数头安装面
- ⓕ = 输出信号为接口描述情况时的读数头运动方向



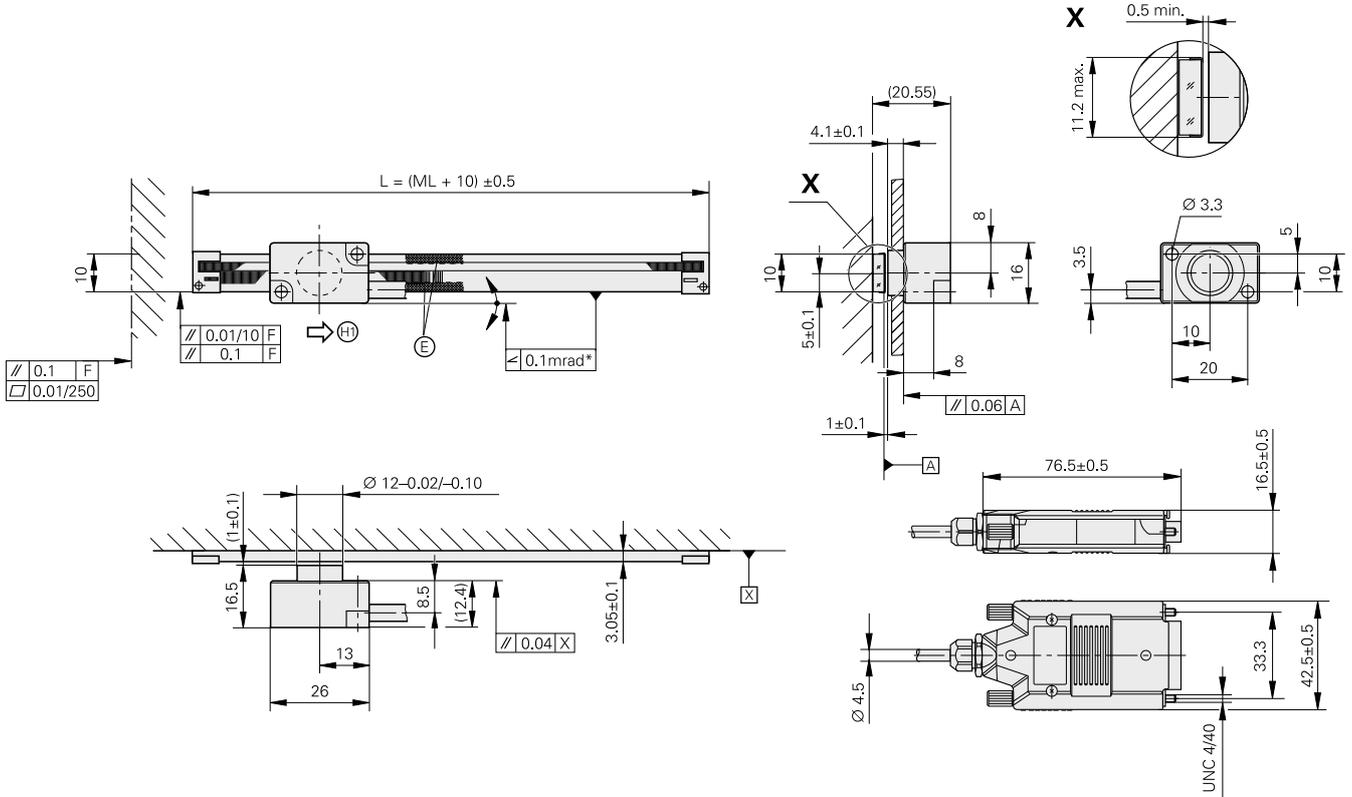
技术参数	LIP 581	LIP 571											
测量基准 线性膨胀系数	玻璃基体的DIADUR相位光栅 $\alpha_{\text{therm}} \approx 8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$												
精度等级*	$\pm 1 \mu\text{m}$												
测量长度 ML* 单位mm	70 720	120 770	170 820	220 870	270 920	320 970	370 1020	420 1240	470 1440	520	570	620	670
参考点*	LIP 5x1R LIP 5x1C	1个在测量长度的中点位置处 距离编码											
增量信号	 1 V _{PP}												
栅距	8 μm												
内部细分倍数* 信号周期	– 4 μm	5倍 0.8 μm			10倍 0.4 μm								
截止频率 – 3 dB	$\geq 300 \text{ kHz}$		–										
扫描频率* 边缘间距 a	–	$\leq 200 \text{ kHz}$ $\geq 0.220 \mu\text{s}$	$\leq 100 \text{ kHz}$ $\geq 0.465 \mu\text{s}$	$\leq 50 \text{ kHz}$ $\geq 0.950 \mu\text{s}$	$\leq 100 \text{ kHz}$ $\geq 0.220 \mu\text{s}$	$\leq 50 \text{ kHz}$ $\geq 0.465 \mu\text{s}$	$\leq 25 \text{ kHz}$ $\geq 0.950 \mu\text{s}$						
运动速度	$\leq 72 \text{ m/min}$	$\leq 48 \text{ m/min}$	$\leq 24 \text{ m/min}$	$\leq 12 \text{ m/min}$	$\leq 24 \text{ m/min}$	$\leq 12 \text{ m/min}$	$\leq 6 \text{ m/min}$						
电源 电流消耗	5 V DC \pm 5% < 175 mA		5 V DC \pm 5% < 175 mA (无负载)										
电气连接* 电缆长度	0.5 m, 1m, 2 m或3 m电缆带D-sub接头 (15针); 接口电子设备在接头内 参见“接口说明”, 但 $\leq 30 \text{ m}$ (海德汉电缆)												
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 11 ms	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 500 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)												
工作温度	0° C至50° C												
重量 读数头 光栅尺 连接电缆 接头	25 g (无连接电缆) 7.5 g + 0.25 g/mm测量长度 38 g/m 140 g												

* 请订购时选择

LIF 471, LIF 481

安装简单的增量式直线光栅尺

- 测量步距1 μm至0.01 μm
- 用限位开关和零位轨检测位置
- 玻璃光栅尺，背胶固定



mm



Tolerancing ISO 8015
ISO 2768 - m H
< 6 mm: ±0.2 mm

- * = 工作期间的最大变化
- F = 机床导轨
- ML = 测量长度
- ⊕ = 用于ML < 170的环氧胶
- ⊖ = 输出信号为接口描述情况时的读数头运动方向



技术参数	LIF 481	LIF 471											
测量基准* 线性膨胀系数	Zerodur玻璃陶瓷或玻璃基体的SUPRADUR相位光栅 $\alpha_{\text{therm}} \approx (0 \pm 0.1) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (Zerodur玻璃陶瓷) $\alpha_{\text{therm}} \approx 8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (玻璃)												
精度等级	± 3 μm												
测量长度 ML* 单位mm	70 720	120 770	170 820	220 870	270 920	320 970	370 1020	420	470	520	570	620	670
参考点	1个在测量长度的中点位置处												
增量信号	~ 1 V _{PP}	□TTL											
栅距	8 μm												
内部细分倍数* 信号周期	– 4 μm	5倍 0.8 μm	10倍 0.4 μm	20倍 0.2 μm	50倍 0.08 μm	100倍 0.04 μm							
截止频率	–3dB –6dB	≥ 300 kHz ≥ 420 kHz	–										
扫描频率*	–	≤ 500 kHz ≤ 250 kHz ≤ 125 kHz	≤ 250 kHz ≤ 125 kHz ≤ 62.5 kHz	≤ 250 kHz ≤ 125 kHz ≤ 62.5 kHz	≤ 100 kHz ≤ 50 kHz ≤ 25 kHz	≤ 50 kHz ≤ 25 kHz ≤ 12.5 kHz							
边缘间距 a ¹⁾	–	≥ 0.080 μs ≥ 0.175 μs ≥ 0.370 μs	≥ 0.080 μs ≥ 0.175 μs ≥ 0.370 μs	≥ 0.040 μs ≥ 0.080 μs ≥ 0.175 μs	≥ 0.040 μs ≥ 0.080 μs ≥ 0.175 μs	≥ 0.040 μs ≥ 0.080 μs ≥ 0.175 μs							
运动速度 ¹⁾	≤ 72 m/min ≤ 100 m/min	≤ 120 m/min ≤ 60 m/min ≤ 30 m/min	≤ 60 m/min ≤ 30 m/min ≤ 15 m/min	≤ 60 m/min ≤ 30 m/min ≤ 15 m/min	≤ 24 m/min ≤ 12 m/min ≤ 6 m/min	≤ 12 m/min ≤ 6 m/min ≤ 3 m/min							
位置检测	回零信号和限位信号，TTL输出信号（无线驱动器）												
电源 电流消耗	5 V DC ± 5% < 175 mA	5 V DC ± 5% < 180 mA（无负载）											
电气连接* 电缆长度	0.5 m, 1m, 2 m或3 m电缆带D-sub接头（15针）；接口电子设备在接头内 参见“接口说明”，但 增量式：≤ 30 m；零位，限位：≤ 10 m；（海德汉电缆）												
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 11 ms	≤ 200 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 500 m/s ² (EN 60068-2-27)												
工作温度	0° C至50° C												
重量	读数头	Zerodur玻璃陶瓷光栅尺：25 g 玻璃光栅尺：9 g （均无电缆）											
	光栅尺	0.8 g + 0.08 g/mm测量长度											
	连接电缆	38 g/m											
	接头	140 g											

* 请订购时注明 ¹⁾ 相应截止频率或扫描频率时



技术参数		LIDA 483	LIDA 473			
测量基准 线性膨胀系数*		玻璃陶瓷或玻璃基体的METALLUR光栅 $\alpha_{\text{therm}} \approx 8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (玻璃) $\alpha_{\text{therm}} \approx 0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (ROBAX玻璃陶瓷) $\alpha_{\text{therm}} = (0 \pm 0.1) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (Zerodur玻璃陶瓷)				
精度等级*		$\pm 5 \mu\text{m}$, $\pm 3 \mu\text{m}$				
测量长度 ML* 单位mm		240 340 440 640 840 1040 1240 1440 1640 1840 2040 2240 2440 2640 2840 3040 (ROBAX玻璃陶瓷, 最大至ML 1640)				
参考点*	LIDA 4x3 LIDA 4x3C	1个在测量长度的中点位置处 距离编码				
增量信号		$\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	□LITTL			
栅距		20 μm				
内部细分倍数* 信号周期		- 20 μm	5倍 4 μm	10倍 2 μm	50倍 0.4 μm	100倍 0.2 μm
截止频率 - 3 dB		$\geq 400 \text{ kHz}$				
扫描频率*		-	$\leq 400 \text{ kHz}$ $\leq 200 \text{ kHz}$ $\leq 100 \text{ kHz}$ $\leq 50 \text{ kHz}$	$\leq 200 \text{ kHz}$ $\leq 100 \text{ kHz}$ $\leq 50 \text{ kHz}$ $\leq 25 \text{ kHz}$	$\leq 50 \text{ kHz}$ $\leq 25 \text{ kHz}$ $\leq 12.5 \text{ kHz}$	$\leq 25 \text{ kHz}$ $\leq 12.5 \text{ kHz}$ $\leq 6.25 \text{ kHz}$
边缘间距 a ¹⁾		-	$\geq 0.100 \mu\text{s}$ $\geq 0.220 \mu\text{s}$ $\geq 0.465 \mu\text{s}$ $\geq 0.950 \mu\text{s}$	$\geq 0.100 \mu\text{s}$ $\geq 0.220 \mu\text{s}$ $\geq 0.465 \mu\text{s}$ $\geq 0.950 \mu\text{s}$	$\geq 0.080 \mu\text{s}$ $\geq 0.175 \mu\text{s}$ $\geq 0.370 \mu\text{s}$	$\geq 0.080 \mu\text{s}$ $\geq 0.175 \mu\text{s}$ $\geq 0.370 \mu\text{s}$
运动速度 ¹⁾		$\leq 480 \text{ m/min}$	$\leq 480 \text{ m/min}$ $\leq 240 \text{ m/min}$ $\leq 120 \text{ m/min}$ $\leq 60 \text{ m/min}$	$\leq 240 \text{ m/min}$ $\leq 120 \text{ m/min}$ $\leq 60 \text{ m/min}$ $\leq 30 \text{ m/min}$	$\leq 60 \text{ m/min}$ $\leq 30 \text{ m/min}$ $\leq 15 \text{ m/min}$	$\leq 30 \text{ m/min}$ $\leq 15 \text{ m/min}$ $\leq 7.5 \text{ m/min}$
限位开关		L1/L2带两个不同磁铁; 输出信号: TTL (无线路驱动器)				
电源 电流消耗		5 V DC $\pm 5\%$ < 100 mA	5 V DC $\pm 5\%$ < 170 mA (无负载)		5 V DC $\pm 5\%$ < 255 mA (无负载)	
电气连接 电缆长度		3 m电缆带D-sub接头 (15针); LIDA 473的接口电子电路在接头中 参见“接口说明”, 但限位: $\leq 20 \text{ m}$ (海德汉电缆)				
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 11 ms		$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 500 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)				
工作温度		0° C至50° C				
重量 读数头 光栅尺 连接电缆 接头		20 g (无连接电缆) 3 g + 0.1 g/mm测量长度 22 g/m LIDA 483: 32 g, LIDA 473: 140 g				

* 请订购时注明

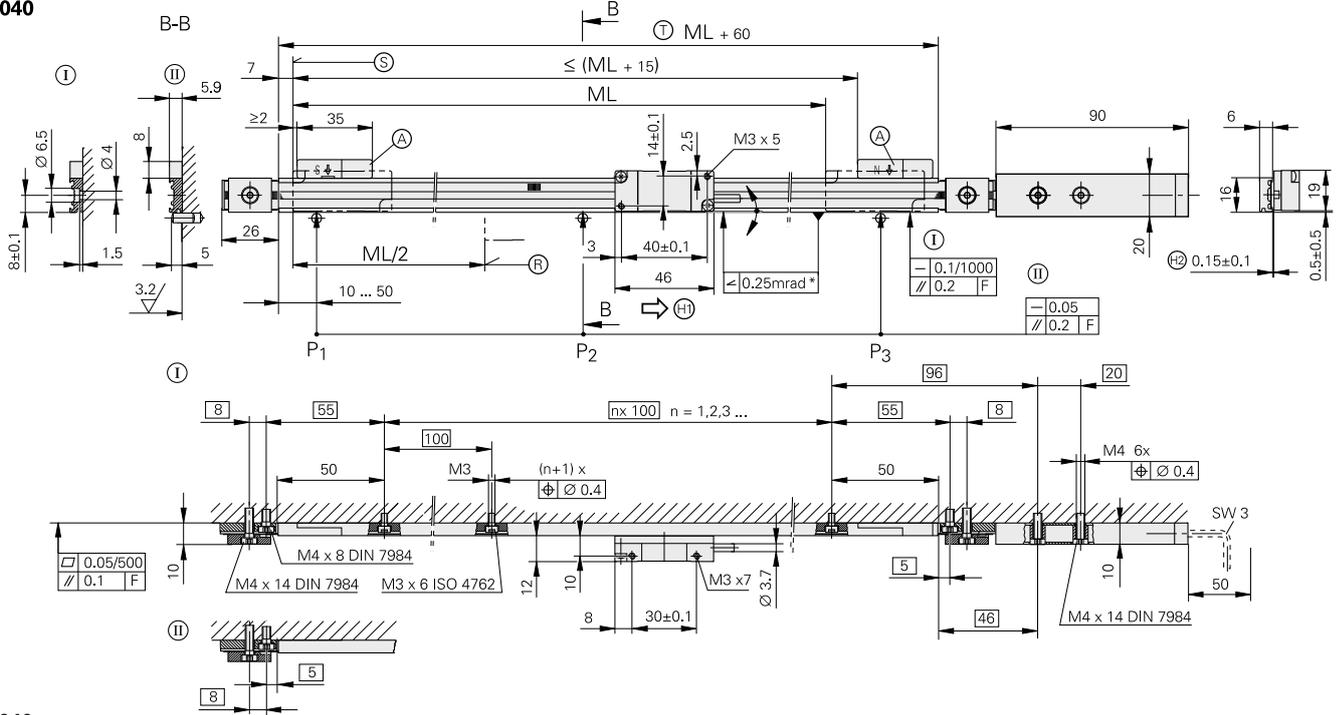
¹⁾ 相应截止频率或扫描频率时

LIDA 475, LIDA 485

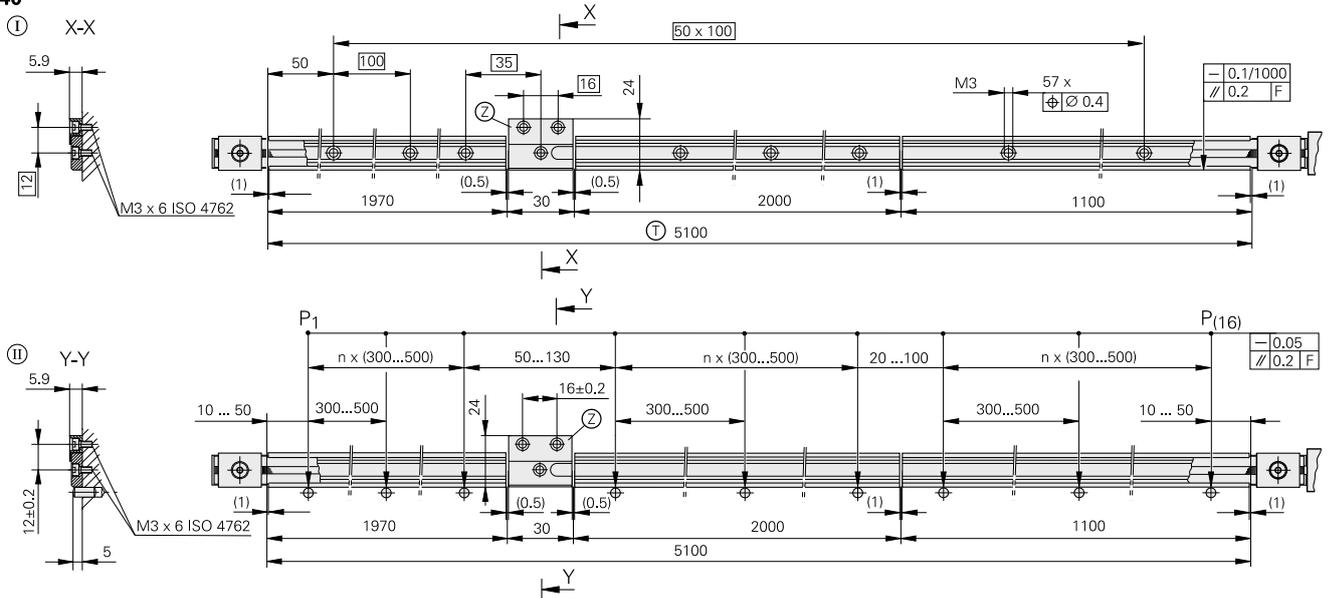
增量式直线光栅尺，最大至测量长度30 m

- 测量步距1 μm至0.05 μm
- 限位开关
- 钢带光栅尺穿入在铝壳中并预紧

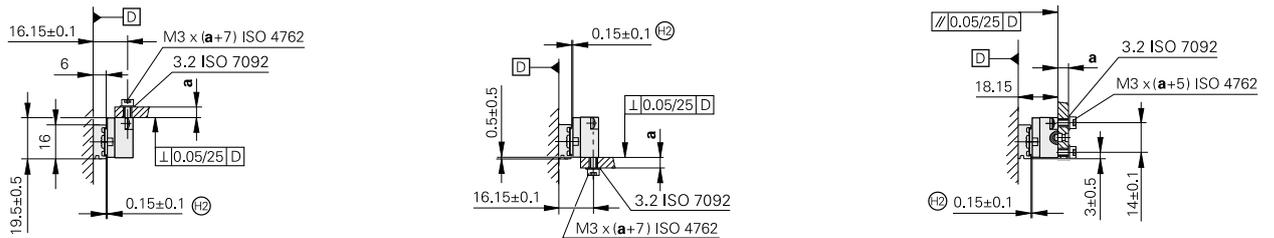
ML ≤ 2040



ML > 2040



多种读数头安装方式



mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ±0.2 mm

- ⊙ = 尺带基座用螺栓固定
- ⊙ = 尺带基座用PRECIMET背胶固定
- * = 工作期间的最大变化
- F = 机床导轨
- P = 对正测量点
- ⊙ = 参考点位置
- ⊙ = 测量长度 (ML) 起点
- ⊙ = 限位开关选择磁铁

- ⊙ = 尺座长度
- ⊙ = 3040 mm以上测量长度的隔离片
- ⊙ = 输出信号为接口描述情况时的读数头运动方向
- ⊙ = 调整和设置点



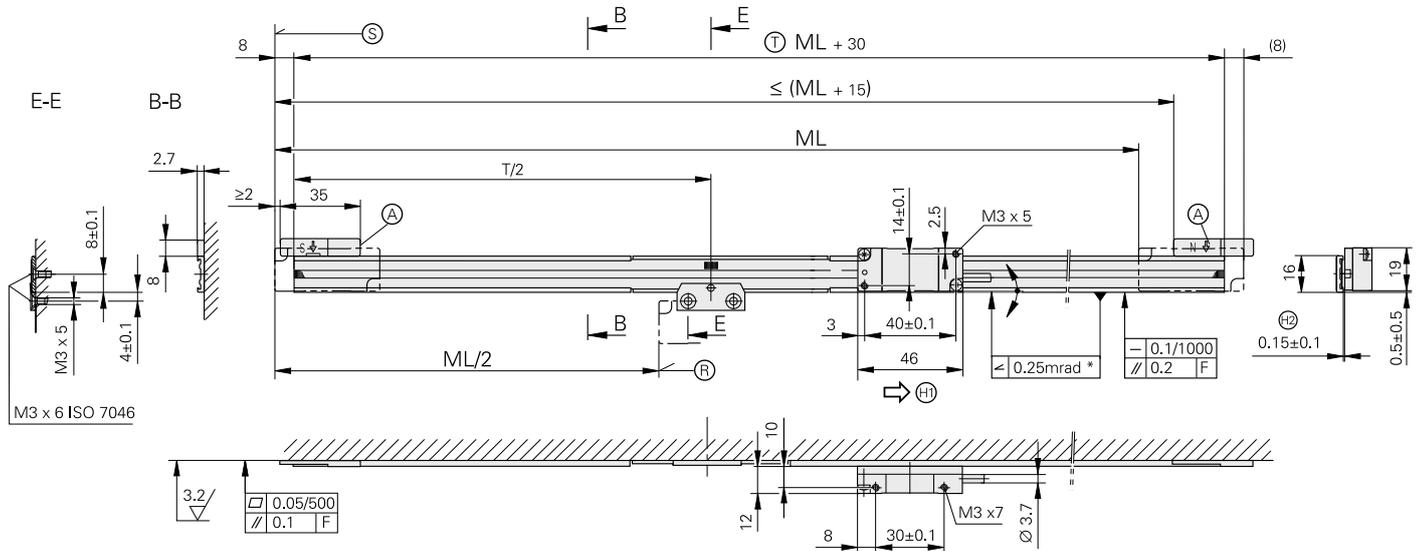
技术参数	LIDA 485	LIDA 475			
测量基准 线性膨胀系数	METALLUR光栅的钢带光栅尺 取决于安装面				
精度等级	± 5 μm				
测量长度 ML* 单位mm	140 240 340 440 540 640 740 840 940 1040 1140 1240 1340 1440 1540 1640 1740 1840 1940 2040				
	用单段钢带光栅尺和各个尺座构成的测量长度最大可达30040 mm				
参考点	1个在测量长度的中点位置处				
增量信号	~ 1 V _{PP}	□TTL			
栅距	20 μm				
内部细分倍数* 信号周期	- 20 μm	5倍 4 μm	10倍 2 μm	50倍 0.4 μm	100倍 0.2 μm
截止频率 - 3 dB	≥ 400 kHz	-			
扫描频率*	-	≤ 400 kHz ≤ 200 kHz ≤ 100 kHz ≤ 50 kHz	≤ 200 kHz ≤ 100 kHz ≤ 50 kHz ≤ 25 kHz	≤ 50 kHz ≤ 25 kHz ≤ 12.5 kHz	≤ 25 kHz ≤ 12.5 kHz ≤ 6.25 kHz
边缘间距 a ¹⁾	-	≥ 0.100 μs ≥ 0.220 μs ≥ 0.465 μs ≥ 0.950 μs	≥ 0.100 μs ≥ 0.220 μs ≥ 0.465 μs ≥ 0.950 μs	≥ 0.080 μs ≥ 0.175 μs ≥ 0.370 μs	≥ 0.080 μs ≥ 0.175 μs ≥ 0.370 μs
运动速度 ¹⁾	≤ 480 m/min	≤ 480 m/min ≤ 240 m/min ≤ 120 m/min ≤ 60 m/min	≤ 240 m/min ≤ 120 m/min ≤ 60 m/min ≤ 30 m/min	≤ 60 m/min ≤ 30 m/min ≤ 15 m/min	≤ 30 m/min ≤ 15 m/min ≤ 7.5 m/min
限位开关	L1/L2带两个不同磁铁；输出信号：TTL（无线路驱动器）				
电源 电流消耗	5 V DC ± 5% < 100 mA	5 V DC ± 5% < 170 mA（无负载）		5 V DC ± 5% < 255 mA（无负载）	
电气连接 电缆长度	3 m电缆带D-sub接头（15针）；LIDA 475的接口电子电路在接头中 参见“接口说明”，但限位：≤ 20 m（海德汉电缆）				
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 11 ms	≤ 200 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 500 m/s ² (EN 60068-2-27)				
工作温度	0° C至50° C				
重量 读数头 光栅尺 连接电缆 接头	20 g（无连接电缆） 115 g + 0.25 g/mm测量长度 22 g/m LIDA 485: 32 g, LIDA 475: 140 g				

* 请订购时注明 ¹⁾ 相应截止频率或扫描频率时

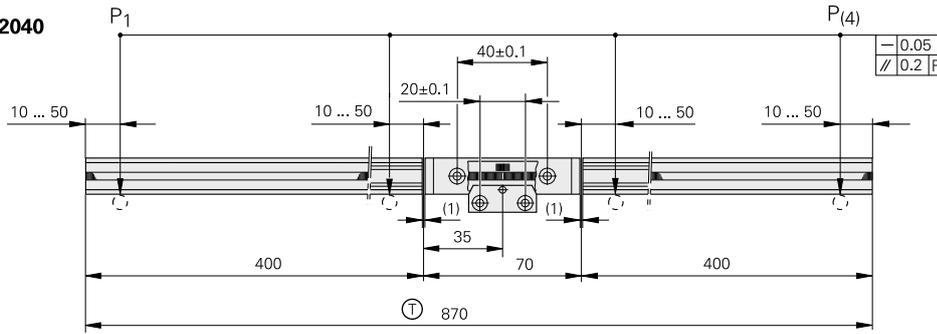
LIDA 477, LIDA 487

增量式直线光栅尺，最大测量范围至6 m

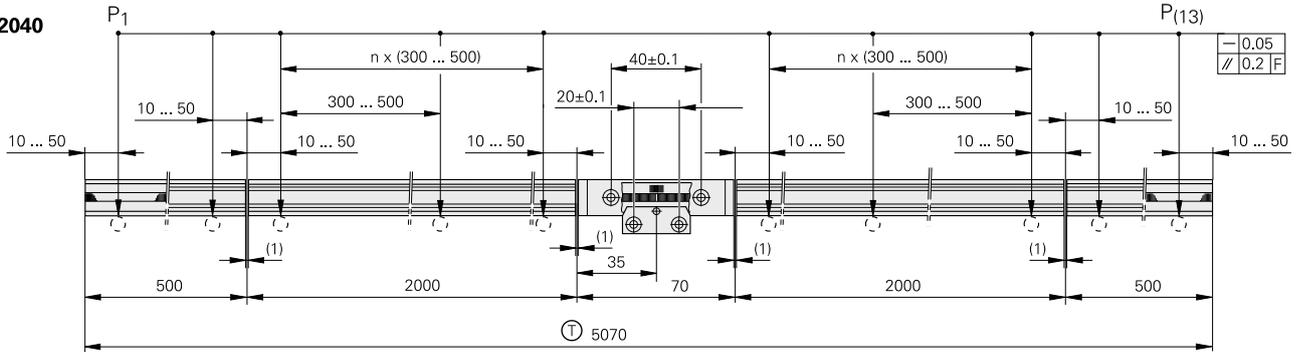
- 测量步距1 μm至0.05 μm
- 限位开关
- 钢带光栅尺穿入在粘性铝壳中并中间固定



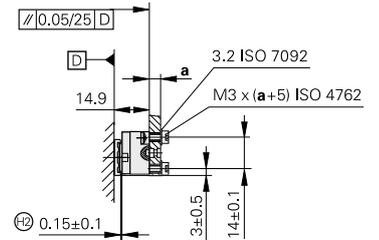
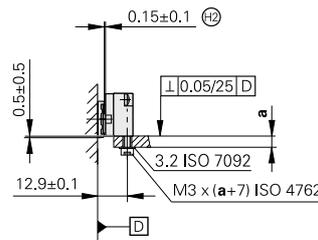
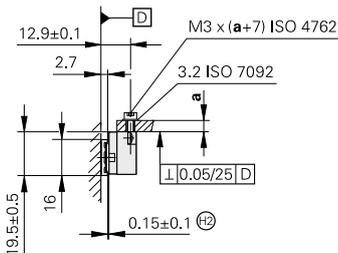
ML ≤ 2040



ML > 2040



多种读数头安装方式



mm



Tolerancing ISO 8015
ISO 2768 - m H
< 6 mm: ±0.2 mm

- * = 工作期间的最大变化
- F = 机床导轨
- P = 对正测量点
- ⊕ = 参考点位置
- ⊙ = 测量长度 (ML) 起点
- ⊗ = 限位开关选择磁铁
- ⊖ = 尺座长度

- ⊕ = 输出信号为接口描述情况时的读数头运动方向
- ⊗ = 调整和设置点



技术参数	LIDA 487	LIDA 477												
测量基准 线性膨胀系数	METALLUR光栅的钢带光栅尺 $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$													
精度等级	$\pm 15 \mu\text{m}$ 或信号处理电路中进行线性长度误差补偿后 $5 \mu\text{m}$													
测量长度 ML* 单位mm	240 3040 5840	440 3240 6040	640 3440	840 3640	1040 3840	1240 4040	1440 4240	1640 4440	1840 4640	2040 4840	2240 5040	2440 5240	2640 5440	2840 5640
参考点	1个在测量长度的中点位置处													
增量信号	$\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	TTL												
栅距	20 μm													
内部细分倍数* 信号周期	– 20 μm	5倍 4 μm	10倍 2 μm	50倍 0.4 μm	100倍 0.2 μm									
截止频率 – 3 dB	$\geq 400 \text{ kHz}$	–												
扫描频率*	–	$\leq 400 \text{ kHz}$ $\leq 200 \text{ kHz}$ $\leq 100 \text{ kHz}$ $\leq 50 \text{ kHz}$	$\leq 200 \text{ kHz}$ $\leq 100 \text{ kHz}$ $\leq 50 \text{ kHz}$ $\leq 25 \text{ kHz}$	$\leq 50 \text{ kHz}$ $\leq 25 \text{ kHz}$ $\leq 12.5 \text{ kHz}$	$\leq 25 \text{ kHz}$ $\leq 12.5 \text{ kHz}$ $\leq 6.25 \text{ kHz}$									
边缘间距 a ¹⁾	–	$\geq 0.100 \mu\text{s}$ $\geq 0.220 \mu\text{s}$ $\geq 0.465 \mu\text{s}$ $\geq 0.950 \mu\text{s}$	$\geq 0.100 \mu\text{s}$ $\geq 0.220 \mu\text{s}$ $\geq 0.465 \mu\text{s}$ $\geq 0.950 \mu\text{s}$	$\geq 0.080 \mu\text{s}$ $\geq 0.175 \mu\text{s}$ $\geq 0.370 \mu\text{s}$	$\geq 0.080 \mu\text{s}$ $\geq 0.175 \mu\text{s}$ $\geq 0.370 \mu\text{s}$									
运动速度 ¹⁾	$\leq 480 \text{ m/min}$	$\leq 480 \text{ m/min}$ $\leq 240 \text{ m/min}$ $\leq 120 \text{ m/min}$ $\leq 60 \text{ m/min}$	$\leq 240 \text{ m/min}$ $\leq 120 \text{ m/min}$ $\leq 60 \text{ m/min}$ $\leq 30 \text{ m/min}$	$\leq 60 \text{ m/min}$ $\leq 30 \text{ m/min}$ $\leq 15 \text{ m/min}$	$\leq 30 \text{ m/min}$ $\leq 15 \text{ m/min}$ $\leq 7.5 \text{ m/min}$									
限位开关	L1/L2带两个不同磁铁；输出信号：TTL（无线路驱动器）													
电源 电流消耗	5 V DC $\pm 5\%$ < 100 mA	5 V DC $\pm 5\%$ < 170 mA（无负载）		5 V DC $\pm 5\%$ < 255 mA（无负载）										
电气连接 电缆长度	3 m电缆带D-sub接头（15针）；LIDA 477的接口电子电路在接头中 参见“接口说明”，但限位： $\leq 20 \text{ m}$ （海德汉电缆）													
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 11 ms	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 500 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)													
工作温度	0° C至50° C													
重量 读数头 光栅尺 连接电缆 接头	20 g（无连接电缆） 25 g + 0.1 g/mm测量长度 22 g/m LIDA 487: 32 g, LIDA 477: 140 g													

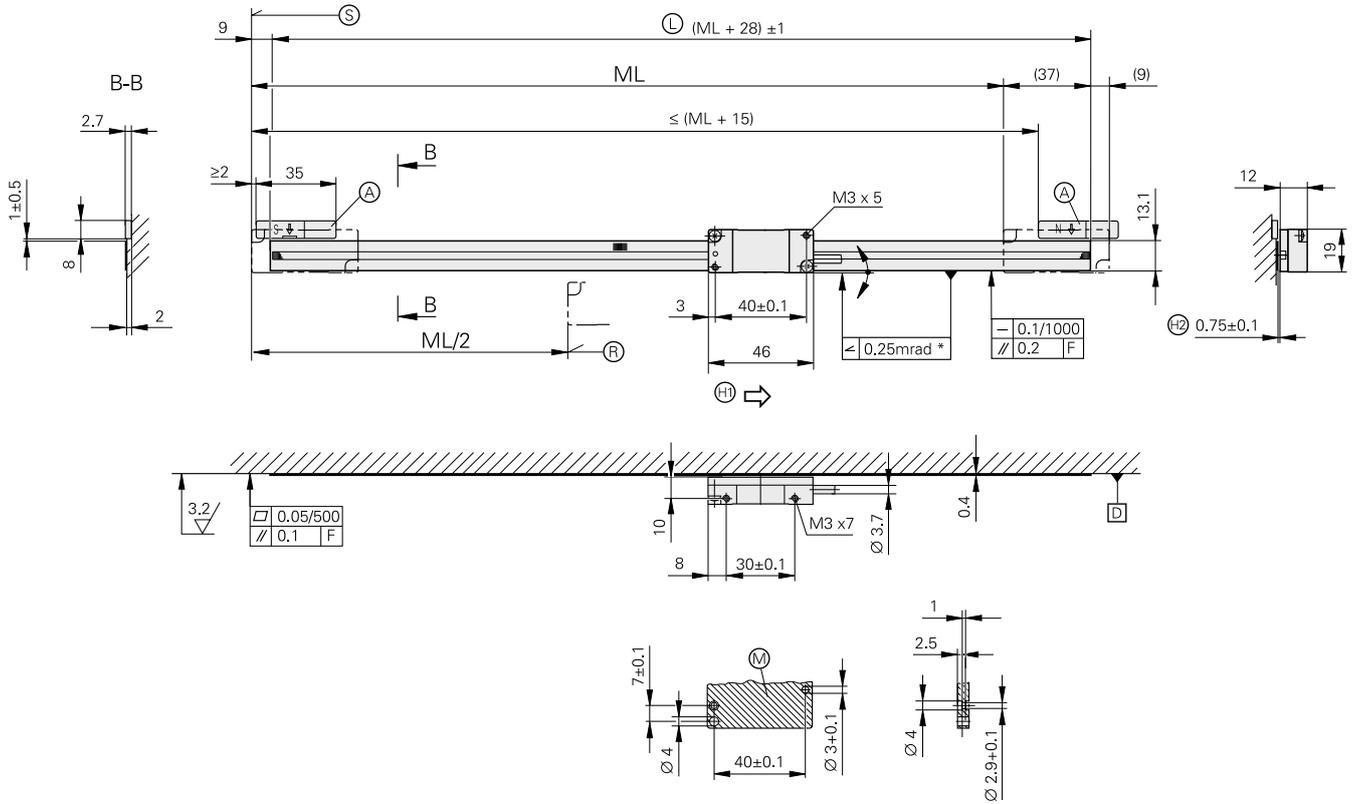
* 请订购时注明

¹⁾ 相应截止频率或扫描频率时

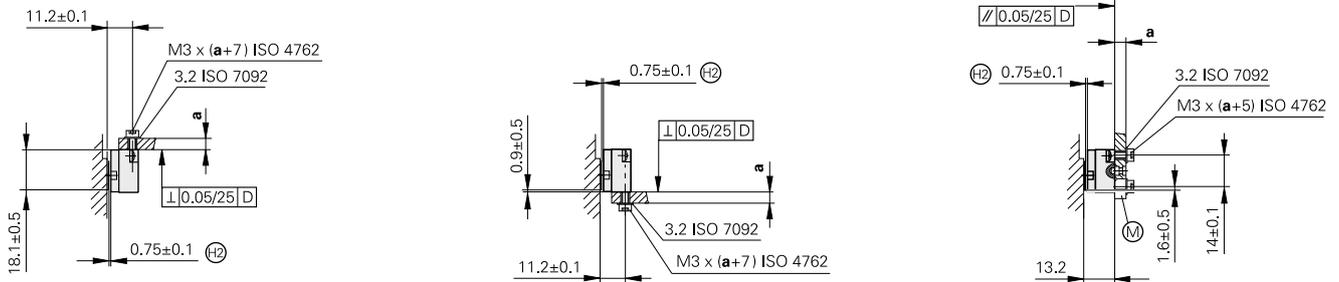
LIDA 479, LIDA 489

增量式直线光栅尺，最大测量范围至6 m

- 测量步距1 μm至0.05 μm
- 限位开关
- 钢带光栅尺粘贴在安装面中



多种读数头安装方式



mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: ±0.2 mm

- F = 机床导轨
- * = 工作期间的最大变化
- Ⓜ = 参考点位置
- Ⓢ = 测量长度 (ML) 起点
- ⓐ = 限位开关选择磁铁
- Ⓤ = 钢带光栅尺长度

- Ⓜ = 读数头安装面
- Ⓢ = 输出信号为接口描述情况时的读数头运动方向
- ⓐ = 调整和设置点



技术参数	LIDA 489	LIDA 479												
测量基准 线性膨胀系数	METALLUR光栅的钢带光栅尺 $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$													
精度等级	$\pm 15 \mu\text{m}$ 或信号处理电路中进行线性长度误差补偿后 $5 \mu\text{m}$													
测量长度 ML* 单位mm	70	120	170	220	270	320	370	420	520	620	720	820	920	1020
参考点	1个在测量长度的中点位置处													
增量信号	$\sim 1 V_{\text{PP}}$	\square TTL												
栅距	20 μm													
内部细分倍数* 信号周期	- 20 μm	5倍 4 μm	10倍 2 μm	50倍 0.4 μm	100倍 0.2 μm									
截止频率 - 3 dB	$\geq 400 \text{ kHz}$	-												
扫描频率*	-	$\leq 400 \text{ kHz}$ $\leq 200 \text{ kHz}$ $\leq 100 \text{ kHz}$ $\leq 50 \text{ kHz}$	$\leq 200 \text{ kHz}$ $\leq 100 \text{ kHz}$ $\leq 50 \text{ kHz}$ $\leq 25 \text{ kHz}$	$\leq 50 \text{ kHz}$ $\leq 25 \text{ kHz}$ $\leq 12.5 \text{ kHz}$	$\leq 25 \text{ kHz}$ $\leq 12.5 \text{ kHz}$ $\leq 6.25 \text{ kHz}$									
边缘间距 a ¹⁾	-	$\geq 0.100 \mu\text{s}$ $\geq 0.220 \mu\text{s}$ $\geq 0.465 \mu\text{s}$ $\geq 0.950 \mu\text{s}$	$\geq 0.100 \mu\text{s}$ $\geq 0.220 \mu\text{s}$ $\geq 0.465 \mu\text{s}$ $\geq 0.950 \mu\text{s}$	$\geq 0.080 \mu\text{s}$ $\geq 0.175 \mu\text{s}$ $\geq 0.370 \mu\text{s}$	$\geq 0.080 \mu\text{s}$ $\geq 0.175 \mu\text{s}$ $\geq 0.370 \mu\text{s}$									
运动速度 ¹⁾	$\leq 480 \text{ m/min}$	$\leq 480 \text{ m/min}$ $\leq 240 \text{ m/min}$ $\leq 120 \text{ m/min}$ $\leq 60 \text{ m/min}$	$\leq 240 \text{ m/min}$ $\leq 120 \text{ m/min}$ $\leq 60 \text{ m/min}$ $\leq 30 \text{ m/min}$	$\leq 60 \text{ m/min}$ $\leq 30 \text{ m/min}$ $\leq 15 \text{ m/min}$	$\leq 30 \text{ m/min}$ $\leq 15 \text{ m/min}$ $\leq 7.5 \text{ m/min}$									
限位开关	L1/L2带两个不同磁铁；输出信号：TTL（无线路驱动器）													
电源 电流消耗	5 V DC $\pm 5\%$ < 100 mA	5 V DC $\pm 5\%$ < 170 mA（无负载）		5 V DC $\pm 5\%$ < 255 mA（无负载）										
电气连接 电缆长度	3 m电缆带D-sub接头（15针）；LIDA 479的接口电子电路在接头中 参见“接口说明”，但限位： $\leq 20 \text{ m}$ （海德汉电缆）													
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 11 ms	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 500 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)													
工作温度	0° C至50° C													
重量 读数头 钢带光栅尺 连接电缆 接头	20 g（无连接电缆） 31 g/m 22 g/m LIDA 489: 32 g, LIDA 479: 140 g													

* 请订购时注明

¹⁾ 相应截止频率或扫描频率时



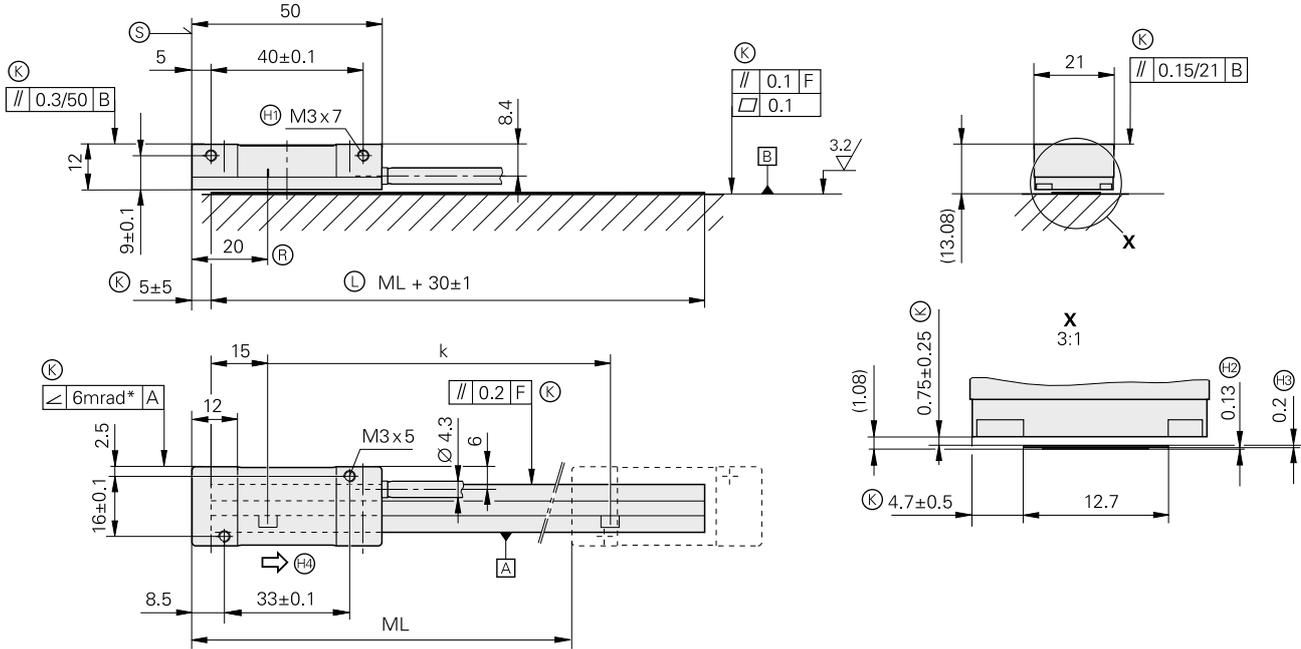
技术参数	LIDA 287	LIDA 277		
测量基准 线性膨胀系数	光栅尺钢带 $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$			
精度等级	$\pm 30 \mu\text{m}$			
光栅尺卷裁剪的钢带光栅尺*	3 m, 5 m, 10 m			
参考点	每100 mm可选			
增量信号	$\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	\square TTL		
栅距	200 μm			
内部细分倍数* 信号周期	– 200 μm	10倍 20 μm	50倍 4 μm	100倍 2 μm
截止频率 扫描频率 边缘间距 a	$\geq 50 \text{ kHz}$ – –	– $\leq 50 \text{ kHz}$ $\geq 0.465 \mu\text{s}$	– $\leq 25 \text{ kHz}$ $\geq 0.175 \mu\text{s}$	– $\leq 12.5 \text{ kHz}$ $\geq 0.175 \mu\text{s}$
运动速度	$\leq 600 \text{ m/min}$		$\leq 300 \text{ m/min}$	$\leq 150 \text{ m/min}$
电源 电流消耗	5 V DC $\pm 5\%$ < 110 mA	5 V DC $\pm 5\%$ < 140 mA (无负载)		
电气连接* 电缆长度	1 m或3 m电缆带D-sub接头 (15针) 参见“接口说明”，但 $\leq 30 \text{ m}$ (海德汉电缆)			
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 11 ms	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 500 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)			
工作温度	0° C至50° C			
重量 读数头 钢带光栅尺 钢带光栅尺尺座 连接电缆 接头	20 g (无连接电缆) 20 g/m 70 g/m 30 g/m 32 g			

* 请订购时选择

LIDA 279, LIDA 289

支持大安装公差的增量式直线光栅尺

- 测量步距 $0.5\ \mu\text{m}$
- 自由裁剪钢带光栅尺
- 钢带光栅尺粘贴在安装面中



mm

 Tolerancing ISO 8015
 ISO 2768 - m H
 < 6 mm: $\pm 0.2\ \text{mm}$

- * = 工作期间的最大变化
- F = 机床导轨
- Ⓚ = 需要的配合尺寸
- Ⓜ = 参考点
- Ⓛ = 钢带光栅尺长度
- Ⓢ = 测量长度 (ML) 起点

- Ⓢ = 两端螺纹
- Ⓜ = 背胶
- Ⓛ = 光栅尺钢带
- Ⓢ = 输出信号为接口描述情况时的读数头运动方向

参考点:

k = 所选参考点距测量长度起点的任何位置 (取决于光栅尺长度)



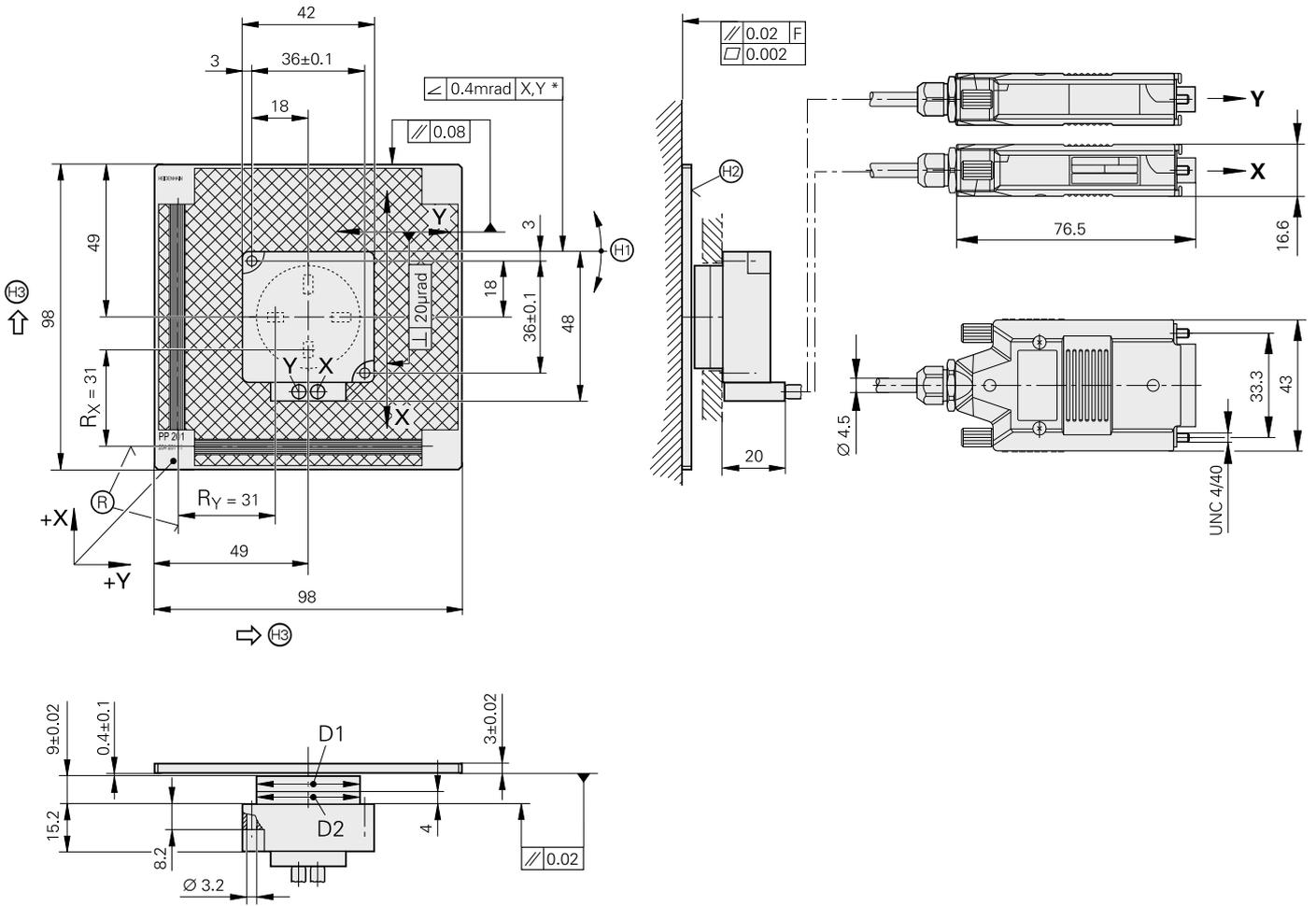
技术参数	LIDA 289	LIDA 279		
测量基准 线性膨胀系数	光栅尺钢带 $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$			
精度等级	$\pm 30 \mu\text{m}$			
光栅尺卷裁剪的钢带光栅尺*	3 m, 5 m, 10 m			
参考点	每100 mm可选			
增量信号	$\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$	\square TTL		
栅距	200 μm			
内部细分倍数* 信号周期	– 200 μm	10倍 20 μm	50倍 4 μm	100倍 2 μm
截止频率 扫描频率 边缘间距 a	$\geq 50 \text{ kHz}$ – –	– $\leq 50 \text{ kHz}$ $\geq 0.465 \mu\text{s}$	– $\leq 25 \text{ kHz}$ $\geq 0.175 \mu\text{s}$	– $\leq 12.5 \text{ kHz}$ $\geq 0.175 \mu\text{s}$
运动速度	$\leq 600 \text{ m/min}$		$\leq 300 \text{ m/min}$	$\leq 150 \text{ m/min}$
电源 电流消耗	5 V DC $\pm 5\%$ < 110 mA	5 V DC $\pm 5\%$ < 140 mA (无负载)		
电气连接* 电缆长度	1 m或3 m电缆带D-sub接头 (15针) 参见“接口说明”，但 $\leq 30 \text{ m}$ (海德汉电缆)			
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 11 ms	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 500 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)			
工作温度	0° C至50° C			
重量 读数头 钢带光栅尺 连接电缆 接头	20 g (无连接电缆) 20 g/m 30 g/m 32 g			

* 请订购时选择

PP 281 R

二维增量式编码器

测量步距1 μm至0.05 μm



mm



Tolerancing ISO 8015

ISO 2768 - m H

< 6 mm: ±0.2 mm

* = 工作期间的最大变化

F = 机床导轨

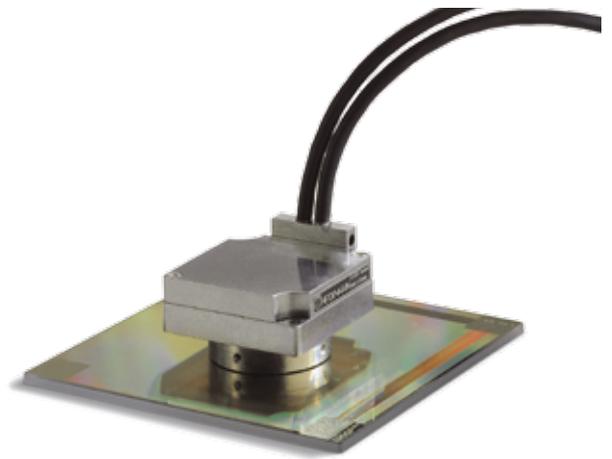
⊕ = 图中为相对中心位置的参考点位置

⊖ = 安装时的调整

⊙ = 光栅端

⊙ = 输出信号为接口描述情况时的读数头运动方向

D1	D2
∅ 32.9 -0.2	∅ 33 -0.02/-0.10



技术参数	PP 281 R
测量基准 线性膨胀系数	玻璃基体二维TITANID相位光栅 $\alpha_{\text{therm}} \approx 8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
精度等级	$\pm 2 \mu\text{m}$
测量范围	68 x 68 mm, 可根据需要提供其它测量范围
参考点 ¹⁾	每轴1个参考点, 位于测量长度起点位置后的3 mm处
增量信号	$\sim 1 \text{ V}_{\text{PP}}$
栅距	8 μm
信号周期	4 μm
截止频率 - 3 dB	$\geq 300 \text{ kHz}$
运动速度	$\leq 72 \text{ m/min}$
电源 电流消耗	5 V DC $\pm 5\%$ <185 mA, 每轴
电气连接 电缆长度	0.5 m电缆带D-sub接头 (15针); 接口电子电路在接头中 参见“接口说明”, 但 $\leq 30 \text{ m}$ (海德汉电缆)
振动 55 Hz至2000 Hz 冲击 11 ms	$\leq 80 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 100 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)
工作温度	0° C至50° C
重量 读数头 二维栅格板 连接电缆 接头	170 g (无连接电缆) 75 g 37 g/m 140 g

¹⁾ 参考点K、L的零点宽度取决于接口技术参数 (见安装说明)

接口

增量信号 $\sim 1 V_{PP}$

$\sim 1 V_{PP}$ 输出信号的海德汉编码器的电压信号支持高倍频细分。

正弦**增量信号**A和B的典型幅值为 $1 V_{PP}$ ，相位差为 90° 电子角。图示的输出信号顺序 - 信号B滞后A - 适用于图示运动方向。

参考点信号R的有效分量G约为 $0.5 V$ 。在参考点两旁，输出信号最多可减小 $1.7 V$ 至静电平H。这个电平不应带动后续电路动作。因此，即使信号电平低，信号峰值也可达到幅值G。

信号幅值数据适用于编码器的供电质量符合技术参数中要求。它是用差分测量法在相应输出电路的终端电阻为 120 ohm 时测得的。信号幅值随频率的提高而衰减。**截止频率**代表保持原信号幅值一定百分比的扫描频率：

- $-3 \text{ dB} \triangleq$ 信号幅值的70 %
- $-6 \text{ dB} \triangleq$ 信号幅值的50 %

信号说明中的数据适用于不超过截止频率 -3 dB 的20%的运动。

细分/分辨率/测量步距

$1 V_{PP}$ 接口的输出信号通常在后续电子电路中进行细分，以达到足够高分辨率。对于**速度控制**，细分倍数通常高于1000，以便在低速时也能得到有效速度信息。

用于**位置测量**的推荐测量步距见技术参数。对于特殊应用，可选其它分辨率。

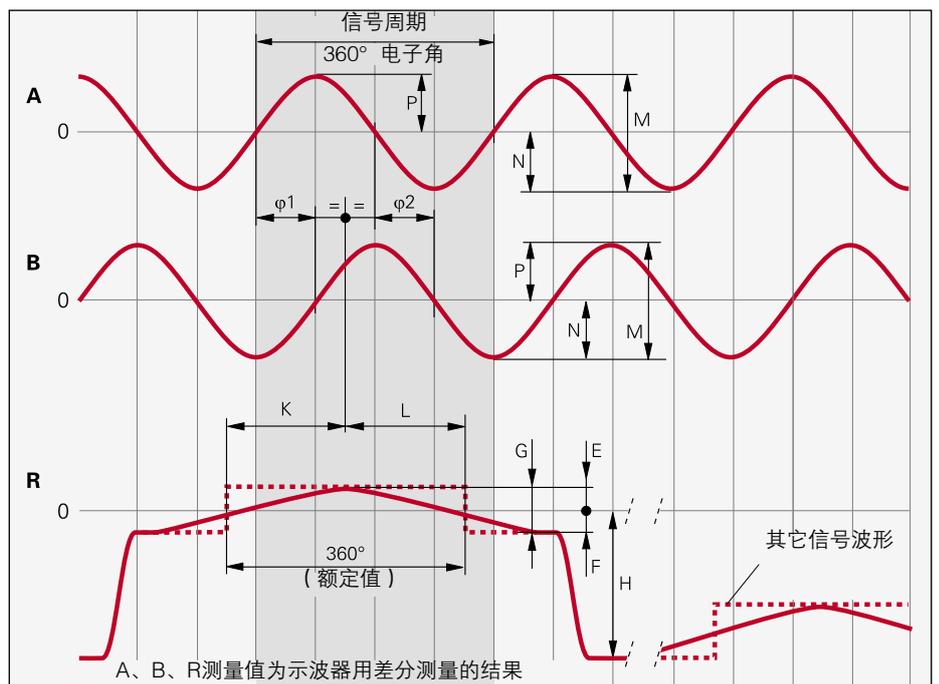
短路稳定性

如果短时间短路一路输出信号至 $0 V$ 或 U_P (不包括 $U_{Pmin}=3.6 V$ 编码器)，不会造成光栅尺或编码器失效，但工作时不允许短路。

短路发生在	20° C	125° C
一路输出	< 3 min	< 1 min
全部输出	< 20 s	< 5 s

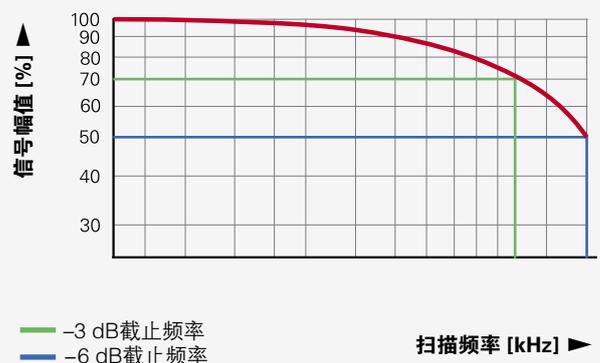
接口	正弦电压信号 $\sim 1 V_{PP}$
增量信号	2个近正弦信号A和B 信号幅值 M: 0.6 至 $1.2 V_{PP}$; 典型值 $1 V_{PP}$ 对称偏差 $IP - NI/2M$: ≤ 0.065 幅值比 M_A/M_B : 0.8 至 1.25 相位角 $ \varphi_1 + \varphi_2 /2$: $90^\circ \pm 10^\circ$ 电子角
参考点信号	1个或多个信号峰值R 有效分量G: $\geq 0.2 V$ 静电平H: $\leq 1.7 V$ 切换阈值E, F: 0.04 至 $0.68 V$ 零点宽度K, L: $180^\circ \pm 90^\circ$ 电子角
连接电缆	海德汉屏蔽电缆 PUR $[4(2 \times 0.14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0.5 \text{ mm}^2)]$ 最长 150 m ，分布电容为 90 pF/m 时 6 ns/m
电缆长度 传输时间	

这些值用于确定后续电子电路规格。有关编码器公差范围，参见技术参数部分。无内置轴承编码器：首次工作期间建议用更小公差（参见安装说明）。



截止频率

典型信号幅值与扫描频率关系曲线



监测增量信号

以下阈值推荐用于监测信号电平M:

下阈值: 0.30 V_{PP}

上阈值: 1.35 V_{PP}

后续电子电路的输入电路

规格

运算放大器, 例如MC 34074

$Z_0 = 120 \Omega$

$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ 和 $C_1 = 100 \text{ pF}$

$R_2 = 34.8 \text{ k}\Omega$ 和 $C_2 = 10 \text{ pF}$

$U_B = \pm 15 \text{ V}$

U_1 约 U_0

-3 dB的电路截止频率

约 450 kHz

约 50 kHz 带 $C_1 = 1000 \text{ pF}$

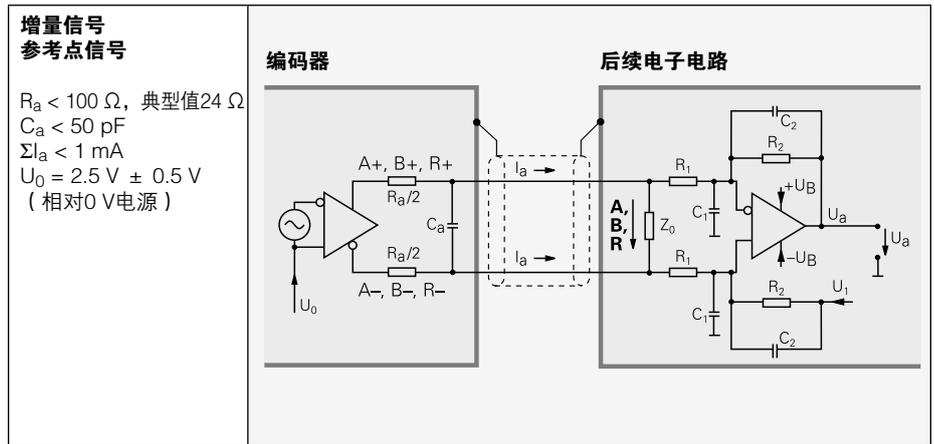
和 $C_2 = 82 \text{ pF}$

调整后的50 kHz电路的带宽较小, 但有利于提高电路的抗噪能力。

电路输出信号

$U_a = 3.48 \text{ V}_{PP}$ 典型值

增益3.48



高信号频率的后续电子系统的输入电路

对高信号频率的编码器 (例如LIP 281), 需特殊输入电路。

规格

运算放大器, 例如AD 8138

$Z_0 = 130 \Omega$

$R_1 = 681 \Omega$

$R_2 = 1 \text{ k}\Omega$

$R_3 = 464 \Omega$

$C_0 = 15 \text{ pF}$

$C_1 = 10 \text{ pF}$

$+U_B = 5 \text{ V}$

$-U_B = 0 \text{ V}$ or -5 V

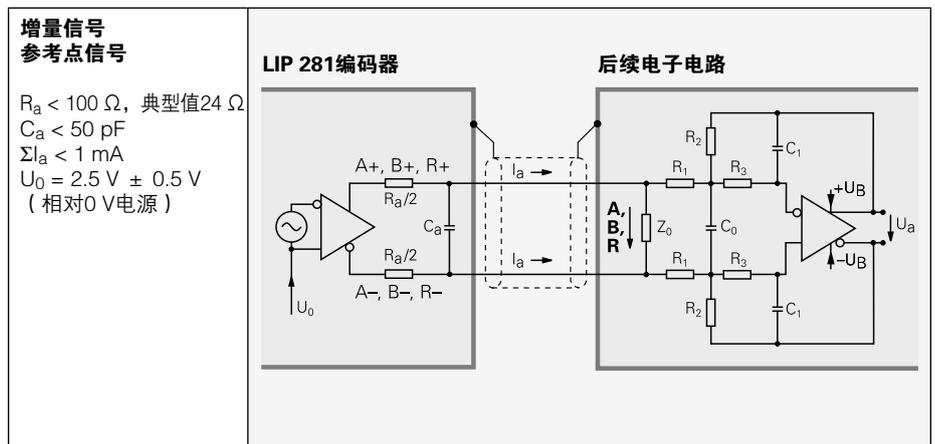
-3 dB的电路截止频率

约 10 MHz

电路输出信号

$U_a = 1.47 \text{ V}_{PP}$ 典型值

增益1.47



接口

增量信号 \square TTL

\square TTL输出信号的海德汉编码器自带正弦扫描信号的数字化电子电路，分为带和不带细分电路两大类。

增量信号用相位差为90°电子角的系列方波脉冲信号 U_{a1} 和 U_{a2} 进行传输。**参考点信号**包括一个或多个参考脉冲 U_{a0} ，它由增量信号触发。此外，内置电子电路还生成其**反相信号** $\overline{U_{a1}}$ 、 $\overline{U_{a2}}$ 和 $\overline{U_{a0}}$ ，实现无噪声信号传输。图示的输出信号顺序 - 信号 U_{a2} 滞后 U_{a1} - 适用于图示运动方向。

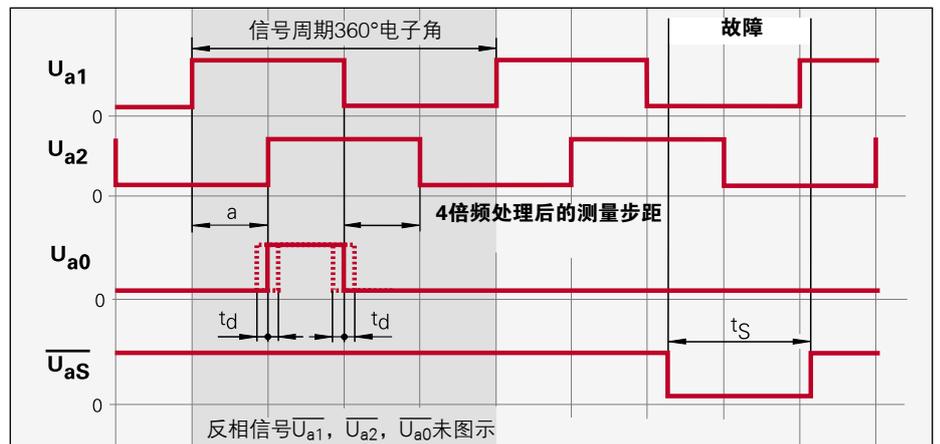
故障监测信号 $\overline{U_{aS}}$ 代表故障状态，如电源断线或光源失效等。用于自动化生产中的机床停机为目的。

增量信号 U_{a1} 和 U_{a2} 的两个相邻沿间的距离通过1倍频、2倍频或4倍频处理后得到一个**测量步距**。

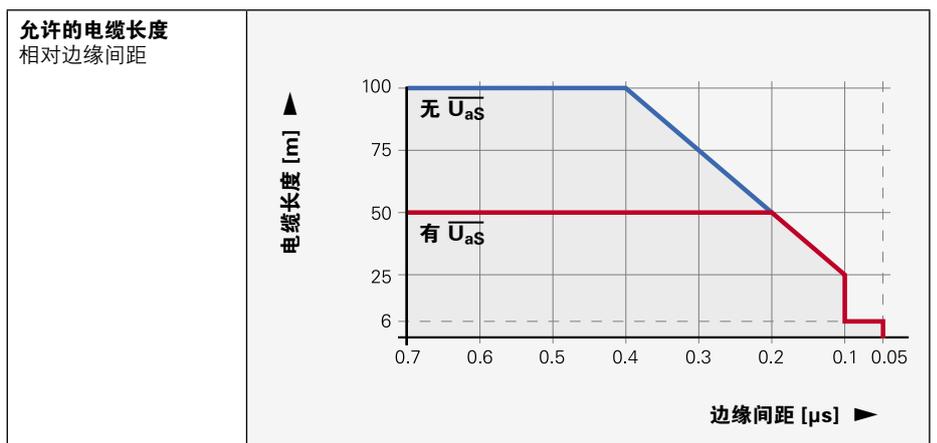
后续电子电路必须能检测到方波脉冲的每个沿。技术参数中的最小**边沿间距** a 为图示输入电路使用1 m长的电缆并且其测量值为在差分信号线路接收电路的输出端值。信号在电缆中的传输时间差随电缆长度增长将缩短边缘间距，每米电缆将缩短0.2 ns。为防止计数误差，后续电子电路必须能够处理90%以上的边缘间距信号。

禁止超过最大允许的**转速**或**运动速度**。

接口	方波信号 \square TTL
增量信号	2路方波信号 U_{a1} 、 U_{a2} 和其反相信号 $\overline{U_{a1}}$ 、 $\overline{U_{a2}}$
参考点信号 脉冲宽度 延迟时间	1路或多路TTL方波脉冲 U_{a0} 及其反相脉冲 $\overline{U_{a0}}$ 90°电子角（可根据需要提供其它脉冲宽度）；LS 323：非门信号 $t_{d1} \leq 50 \text{ ns}$
故障检测信号 脉冲宽度	1个TTL方波脉冲 $\overline{U_{aS}}$ 故障时：低电平（可选： U_{a1}/U_{a2} 高阻抗） 正常时：高电平 $t_s \geq 20 \text{ ms}$
信号幅值	符合EIA标准RS-422的差分线路驱动器 $U_H \geq 2.5 \text{ V}$ ， $-I_H = 20 \text{ mA}$ 时 ERN 1x23: 10 mA $U_L \leq 0.5 \text{ V}$ ， $I_L = 20 \text{ mA}$ 时 ERN 1x23: 10 mA
允许负载	$Z_0 \geq 100 \Omega$ 相关输出量间 $ I_L \leq 20 \text{ mA}$ 每路输出信号的最大负载（ERN 1x23: 10 mA） $C_{load} \leq 1000 \text{ pF}$ 相对0 V 输出端有对0 V地的短路保护
切换时间 (10%至90%)	$t_r / t_f \leq 30 \text{ ns}$ （典型值10 ns） 1 m电缆和推荐的输入电路
连接电缆 电缆长度 传输时间	海德汉屏蔽电缆 PUR $[4(2 \times 0.14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0.5 \text{ mm}^2)]$ 最长100 m ($\overline{U_{aS}}$ 最长50 m)，分布电容为90 pF/m 6 ns/m



TTL方波信号传给后续电子电路所允许的**电缆长度**取决于边沿间距 a 值。最大允许长度为100 m或故障检测信号为50 m。其前提条件是必须保证编码器端的供电质量（参见技术参数）。可以用传感器线测量编码器端电压，并根据需要用自动系统（远程传感器电源）进行补偿。



后续电子电路的输入电路

规格

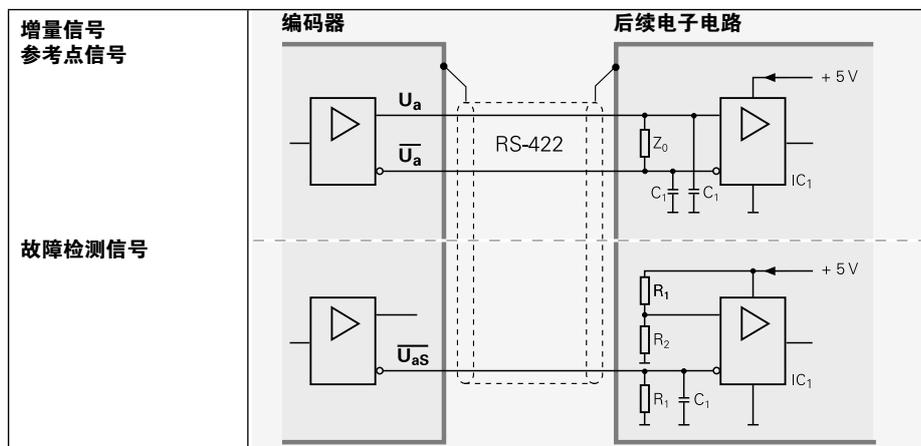
IC₁ = 推荐的差分接收器
 DS 26 C 32 AT
 仅限 a > 0.1 μs:
 AM 26 LS 32
 MC 3486
 SN 75 ALS 193

R₁ = 4.7 kΩ

R₂ = 1.8 kΩ

Z₀ = 120 Ω

C₁ = 220 pF (用于改善抗噪性能)

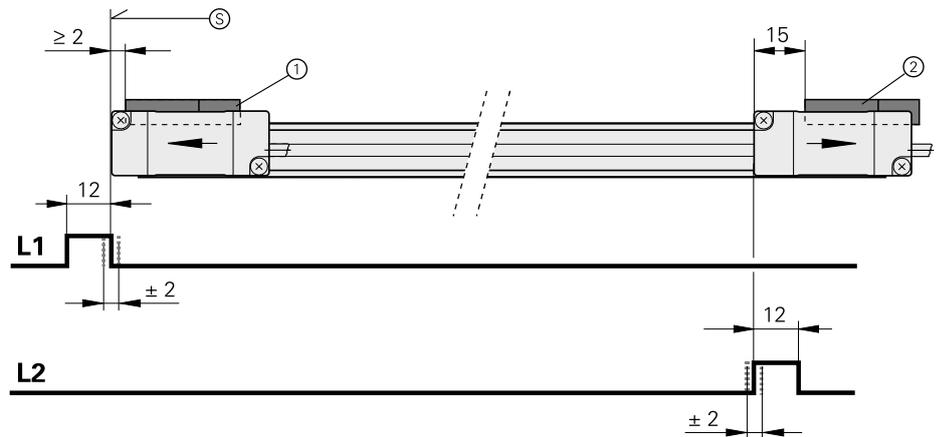


接口

限位开关

LIDA 400系列光栅尺有两个限位开关，用于检测行程终点位置和方便形成回零轨。限位开关用不同的粘性磁块区分左右极限位置。磁块可一字排列成形回零轨。限位开关信号通过独立电缆传送，因此可以直接使用。电缆直径很小，只有3.7 mm，最大限度减小机床运动部件受力。

	LIDA 47x	LIDA 48x
输出信号	每个限位开关L1和L2各一个TTL方波脉冲信号，“高电平有效”	
信号幅值	推挽级的TTL（例如74HCT 1G 08）	集电极电路输出TTL信号，负载电阻10 kΩ，电压5 V
允许负载	$I_{aL} \leq 4 \text{ mA}$ $I_{aH} \leq 4 \text{ mA}$	
切换时间 (10%至90%)	上升时间: $t_+ \leq 50 \text{ ns}$ 下降时间: $t_- \leq 50 \text{ ns}$ 用3 m电缆和推荐的输入电路测量	$t_+ \leq 10 \mu\text{s}$ $t_- \leq 3 \mu\text{s}$ 用3 m电缆和推荐的输入电路测量
允许的电缆长度	Max. 20 m	



L1/L2 = 限位开关1和2的输出信号
开关公差: $\pm 2 \text{ mm}$

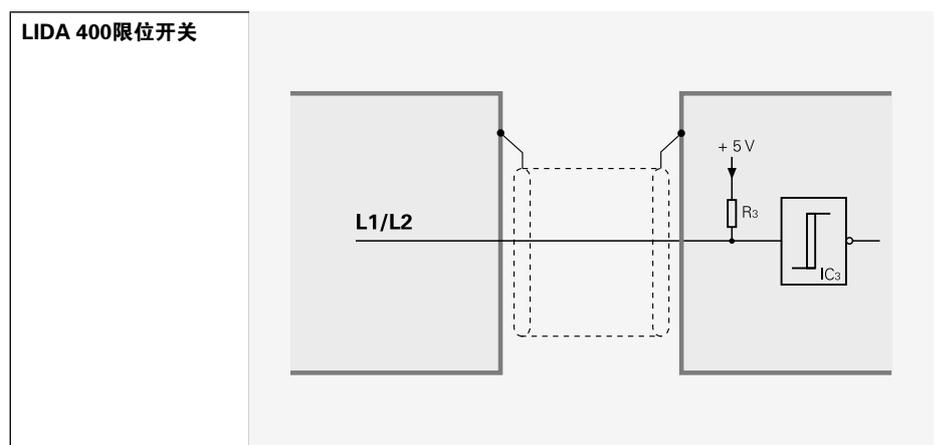
Ⓢ = 测量长度 (ML) 起点
① = 限位开关1磁块N
② = 限位开关2磁块S

推荐的后续电子设备输入电路

规格

IC₃ 例如74AC14

R₃ = 1.5 kΩ

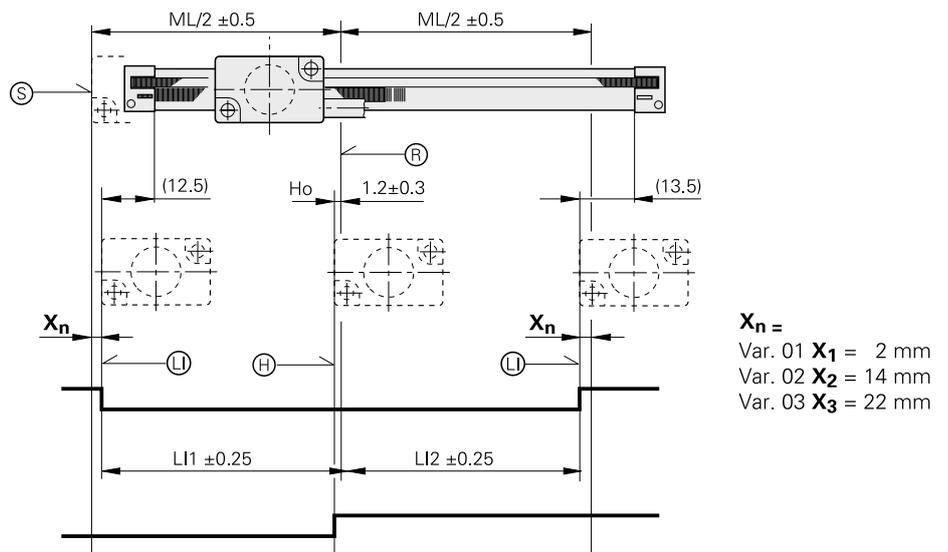


位置检测

LIF 4x1系列直线光栅尺不仅有增量光栅还有回零轨和用于终点位置检测的限位开关。

信号通过独立电缆H和L用TTL电平传送，因此可以直接使用。电缆直径很小，只有4.5 mm，最大限度减小机床运动部件受力。

LIF 4x1	
输出信号	回零轨H和限位开关L各一个TTL脉冲信号
信号幅值	TTL $U_H \geq 3.8 \text{ V}$, $-I_H = 8 \text{ mA}$ 时 $U_L \leq 0.45 \text{ V}$, $I_L = 8 \text{ mA}$ 时
允许负载	$R \geq 680 \ \Omega$ $ I_L \leq 8 \text{ mA}$
允许的电缆长度	Max. 10 m



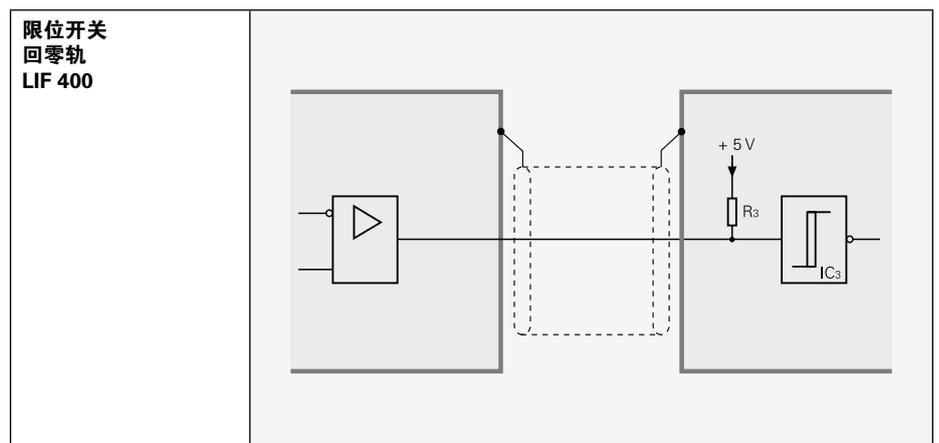
- ⊕ = 参考点位置
- Ⓢ = 测量长度 (ML) 起点
- Ⓛ = 限位点, 可调
- Ⓜ = 回零轨开关
- Ho = 回零触发点

推荐的后续电子设备输入电路

规格

IC₃ 例如74AC14

R₃ = 4.7 kΩ



接口

绝对位置值



EnDat信号接口是一种用于编码器的**双向**数字接口。它传输**位置值**，也传输或更新保存在编码器中的信息或保存新信息。由于采用**串行数据传输方式**，它只需要**四条信号线**。数据传输保持与后续电子电路时钟信号**同步**。传输的数据类型（位置值、参数或诊断信息等）通过后续电子电路发至编码器的模式指令选择。有些功能只用于EnDat 2.2模式指令。

更多信息，参见EnDat技术信息或访问 www.endat.de。

传输**位置值**时可带也可不带附加信息（例如位置值2，温度传感器，诊断，限位信号）。

EnDat 2.2接口除在闭环中读取位置值外，还读取附加信息和执行功能。

参数保存在多个存储区中，例如：

- 编码器的信息
- OEM信息（例如电机的“电子标签”）
- 工作参数（原点平移，指令等）
- 工作状态（报警或提示信息）

EnDat接口的**监测和诊断功能**用于详细检查编码器。

- 出错信息
- 提示
- 基于有效数字的在线诊断（EnDat 2.2）

增量信号

EnDat编码器可带或不带增量信号。EnDat 21和EnDat 22编码器的内部分辨率很高。因此不需要处理增量信号。

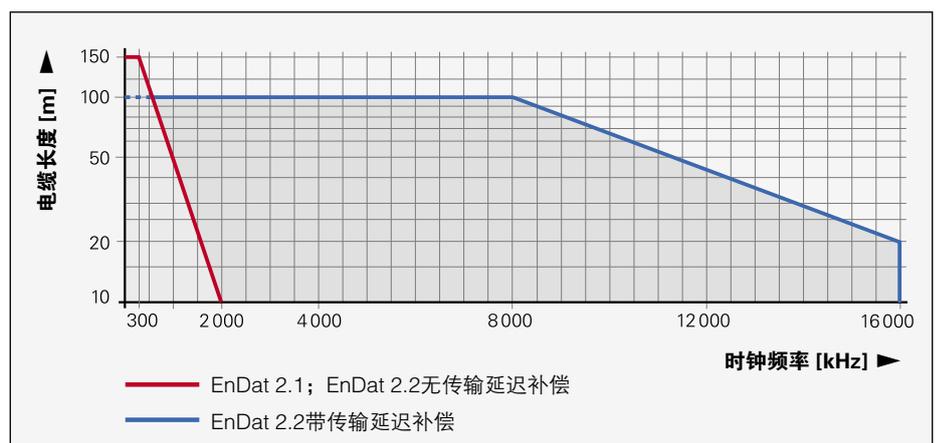
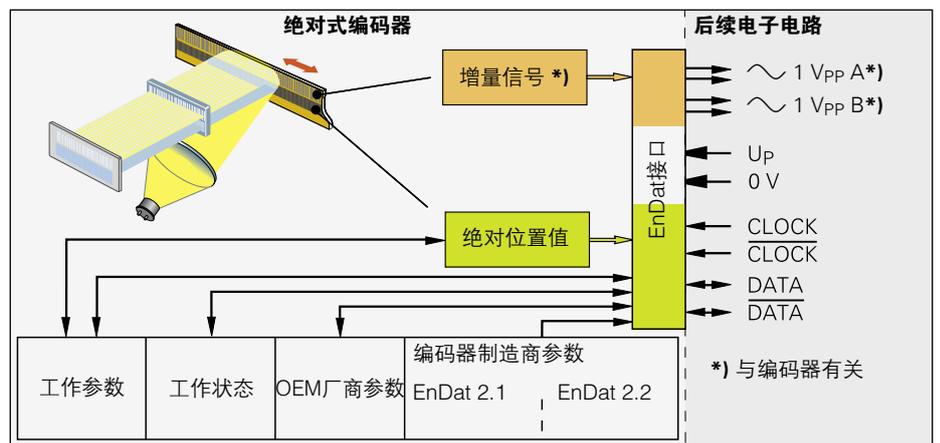
时钟频率与电缆长度关系

时钟频率与电缆长度（最长150 m）有关，在**100 kHz**与**2 MHz**之间。如果在后续电子电路中对传输延时进行补偿，时钟频率可提高到**16 MHz**，最大电缆长度可达100 m（其它值，参见技术参数）。

接口	EnDat串行双向
数据传输	绝对位置值、参数和附加信息
数据输入	差分线路接收器，符合EIA的RS 485标准对CLOCK， $\overline{\text{CLOCK}}$ ，DATA和 $\overline{\text{DATA}}$ 信号要求。
数据输出	差分线路驱动器，符合EIA的RS 485标准对DATA和 $\overline{\text{DATA}}$ 信号要求。
位置值	沿箭头方向运动为增加（参见编码器的“规格”）
增量信号	$\sim 1 V_{PP}$ （参见增量信号 $1 V_{PP}$ ），与所用单元有关

订购标识	指令集	增量信号	电源
EnDat 01	EnDat 2.1 或EnDat 2.2	有	参见编码器技术参数
EnDat 21		无	
EnDat 02	EnDat 2.2	有	宽电压范围 3.6至5.25 V DC 14 V DC
EnDat 22	EnDat 2.2	无	

EnDat接口版本（黑体字代表标准版）



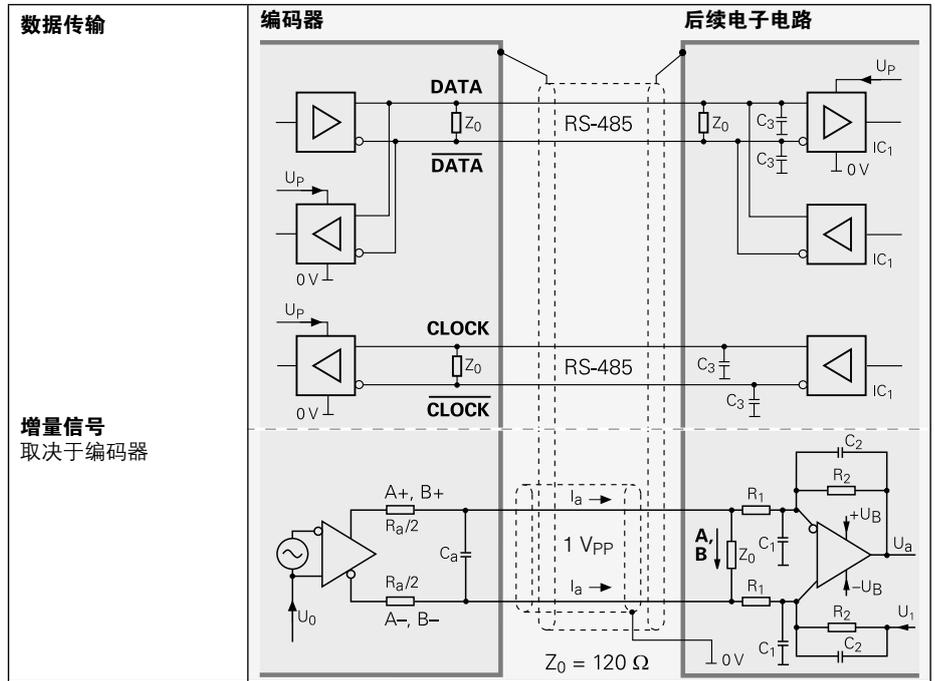
后续电子电路的输入电路

规格

$IC_1 = \text{RS 485 差分线路接收器和驱动器}$

$C_3 = 330 \text{ pF}$

$Z_0 = 120 \Omega$



接口

针脚编号 1 V_{PP}, TTL, EnDat

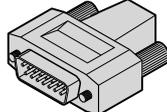
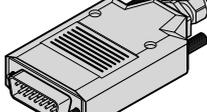
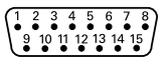
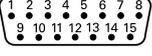
12针海德汉连接器					12针海德汉接头							
												
												
	电源				增量信号						其它信号	
	12	2	10	11	5	6	8	1	3	4	7	9
	U _P	传感器 5 V	0 V	传感器 0 V	U _{a1}	\overline{U}_{a1}	U _{a2}	\overline{U}_{a2}	U _{a0}	\overline{U}_{a0}	\overline{U}_{aS}	1)
					A+	A-	B+	B-	R+	R-	L1 ²⁾	L2 ²⁾
	棕色/绿色	蓝色	白色/绿色	白色	棕色	绿色	灰色	粉色	红色	黑色	紫色	黄色

屏蔽层接外壳；U_P = 电源电压

传感器：传感器线在编码器内与相应电源线相连。
禁止使用空针脚或空线。

¹⁾转换TTL/11 μA_{PP}给PWT

²⁾仅限LIDA 48x；颜色只适用于连接电缆

15针D-sub接头					15针D-sub接头带接口电子电路									
														
														
	电源				增量信号						其它信号			
	4	12	2	10	1	9	3	11	14	7	13	8	6	15
	U _P	传感器 5 V	0 V	传感器 0 V	U _{a1}	\overline{U}_{a1}	U _{a2}	\overline{U}_{a2}	U _{a0}	\overline{U}_{a0}	\overline{U}_{aS}	L1 ²⁾ H ³⁾	L2 ²⁾ L ³⁾	1)
					A+	A-	B+	B-	R+	R-	空			空
	棕色/绿色	蓝色	白色/绿色	白色	棕色	绿色	灰色	粉色	红色	黑色	紫色	绿色/黑色	黄色/黑色	黄色

屏蔽层接外壳；U_P = 电源电压

传感器：传感器线在编码器内与相应电源线相连。
禁止使用空针脚或空线。

¹⁾转换TTL/11 μA_{PP}给PWT（不适用于LIDA 27x）

²⁾仅限LIDA 4xx；颜色只适用于连接电缆

³⁾仅限LIF 481

8针连接器, M12								
								
								
	电源				绝对位置值			
	8	2	5	1	3	4	7	6
EnDat	U _P	传感器 U _P	0 V	传感器 0 V	DATA	\overline{DATA}	CLOCK	\overline{CLOCK}
	棕色/绿色	蓝色	白色/绿色	白色	灰色	粉色	紫色	黄色

电缆屏蔽层接外壳；U_P = 电源电压

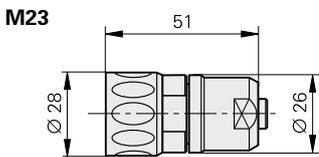
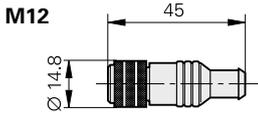
传感器：传感器线在编码器内与相应电源线相连。
禁止使用空针脚或空线！

连接件和电缆

一般信息

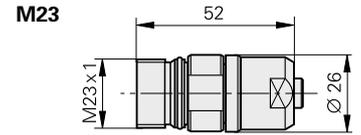
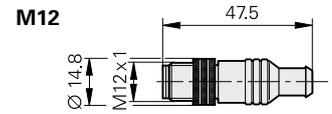
接头 (绝缘): 带锁母的连接件。有针式或孔式触点。

图符

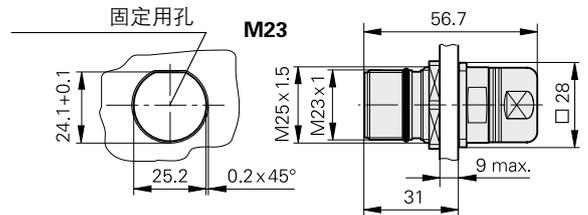


连接器 (绝缘): 用外螺纹连接的连接件, 有针式和孔式两种触点。

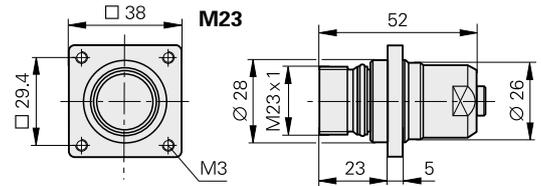
图符



中心紧固的安装式连接器

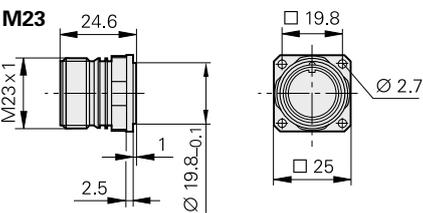
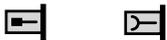


带法兰的安装式连接器



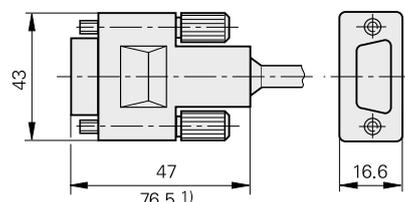
法兰座: 永久固定在编码器或外壳处, 带外螺纹 (类似连接器), 有针式或孔式两种触点。

图符



D-sub接头: 连接海德汉数控系统、计数卡和IK绝对值计数卡。

图符



1) 接口电子电路在接头中

接头的引脚编号方向与连接器或法兰座的方向相反, 包括连接元件为

针式或



孔式触点



法兰座和M23安装式连接器辅件

钟形密封圈

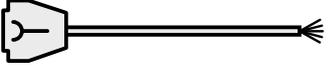
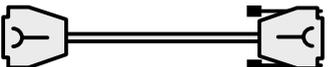
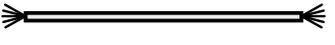
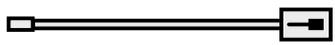
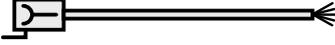
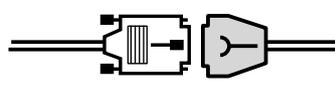
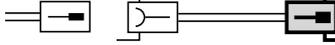
ID 266526-01

带螺纹金属防尘盖

ID 219926-01

连接后, 接头的**防护等级**为IP 67 (D-sub接头为IP 50, EN 60529)。未连接时, 无防护能力。

连接电缆 1 V_{PP}, TTL

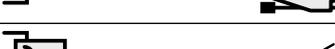
		LIP/LIF/LIDA 无限位或回零信号		LIF 400/LIDA 400 有限位或回零信号	
PUR连接电缆 [6(2 x AWG28) + (4 x 0.14 mm ²)]					
PUR连接电缆 [4(2 x 0.14 mm ²) + (4 x 0.5 mm ²) + 2 x (2 x 0.14 mm ²)]					
PUR连接电缆 [6(2 x 0.19 mm ²)]					
PUR连接电缆 [4(2 x 0.14 mm ²) + (4 x 0.5 mm ²)]		Ø 8 mm	Ø 6 mm ¹⁾	Ø 8 mm	Ø 6 mm ¹⁾
全套带D-sub接头 (孔式) 和M23接头 (针式)		331693-xx	355215-xx	-	-
带一个D-sub接头 (孔式)		332433-xx	355209-xx	354411-xx	355398-xx
全套带D-sub接头 (孔式和针式)		335074-xx	355186-xx	354379-xx	355397-xx
全套带D-sub接头 (孔式) IK 220针脚编号		335077-xx	349687-xx	-	-
仅电缆		244957-01	291639-01	354341-01	355241-01
LIP 3x2适配电缆 M23连接器 (针式)		-	310128-xx	-	-
LIP 3x2适配电缆 D-sub接头, 用于IK 220的针脚编号		298429-xx	-	-	-
LIP 3x2适配电缆, 无接头		-	310131-xx	-	-
全套带M23接头 (孔式) 和M23接头 (针式)		298399-xx	-	-	-
带有一个M23接头 (孔式)		309777-xx	-	-	-
连接电缆接头与编码器电缆接头		电缆	Ø 6 mm 至 Ø 8 mm	315650-14	
连接电缆接头与编码器电缆配合件	M23接头 (孔式) 	电缆	Ø 8 mm	291697-05	
M23接头, 连接后续电子电路	M23接头 (针式) 	电缆	Ø 8 mm Ø 6 mm	291697-08 291697-07	
M23法兰座, 用于安装在后续电子设备上	M23法兰座 (孔式) 				315892-08
适配接头 ~ 1 V_{PP}/11 µA_{PP} 用于将1 V _{PP} 信号转成11 µA _{PP} ; 12针M23接头 (孔式) 和9针M23接头 (针式)					364914-01

¹⁾ 电缆长度, Ø 6 mm: max. 9 m

连接电缆EnDat

8芯
M12

EnDat无增量信号

PUR连接电缆 [4 × 2 × 0.09 mm ²]			
PUR连接电缆 [(4 × 0.14 mm ²) + (4 × 0.34 mm ²)]		Ø 6 mm	Ø 3.7 mm
全套 带接头（孔式）和连接器（针式）		368330-xx	801142-xx ¹⁾
全套 带接头（孔式）和D-sub接头（孔式），连接IK 220		533627-xx	-
全套 带接头（孔式）和D-sub接头（针式），连接IK 215/PWM 20		524599-xx	801129-xx ¹⁾
带 一个 接头（孔式）		634265-xx	-

¹⁾ 最大电缆长度6 m

一般电气信息

电源

只能将海德汉公司的编码器连接至PELV系统供电的后续电子电路（EN 50178）。如果用于安全应用，还需有过流和过压保护。

如果需海德汉编码器按照IEC 61010-1要求工作，需用符合IEC 61010-1:2001，9.3节或IEC 60950-1:2005，2.5节要求的有限流或限功率的二级电路供电或UL1310中要求的2类二级电路供电。

编码器需要用**直流稳压后的电压 U_P** 供电。有关电源要求和电流消耗，参见相应技术参数。直流电压最大允许波动量为：

- 高频干扰
 $U_{PP} < 250 \text{ mV}$, $dU/dt > 5 \text{ V}/\mu\text{s}$
- 低频基波干扰
 $U_{PP} < 100 \text{ mV}$

所述值为在光栅尺或编码器端的测量值，即测量值无电缆影响。可以用编码器的**传感器线**监测和调整电压。如果没有可调电源，可将传感器线作为额外电源线，使电压压降减小一半。

电压压降的计算公式为：

$$\Delta U = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1.05 \cdot L_C \cdot I}{56 \cdot A_P}$$

其中

- ΔU : 电压压降，单位V
- 1.05: 双绞线长度系数
- L_C : 电缆长度，单位m
- I : 电流消耗，单位mA
- A_P : 电源线截面积，单位 mm^2

计算编码器功率需求时需考虑编码器得到的实际电压。该电压为后续电子电路的供电电压 U_P 减去编码器的压降。宽电压范围的编码器必须在考虑了非线性电流消耗因素后计算电源线的电压压降（参见下页）。

如果电压压降已知，可计算编码器和后续电子电路的所有参数，例如：编码器端电压，编码器电流消耗和功率消耗以及后续电子电路提供的功率。

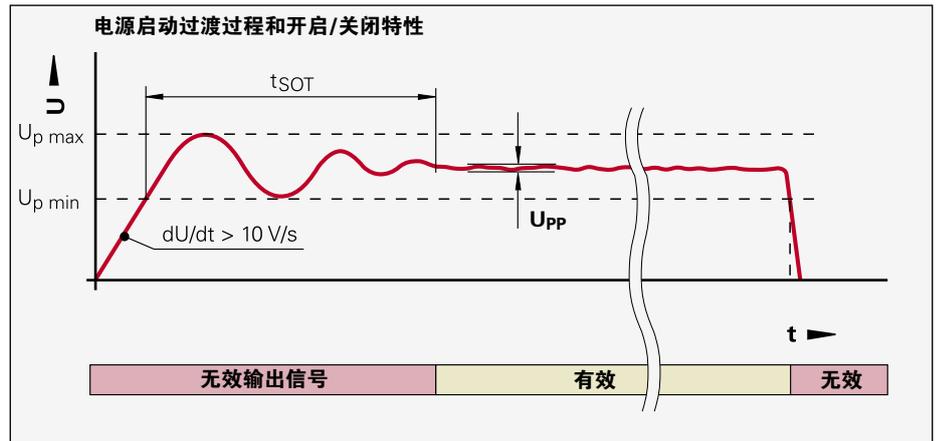
编码器开启/关闭特性

开机时间 $t_{SOT} = 1.3 \text{ s}$ （PROFIBUS-DP为2 s）后，输出信号有效（见图）。在 t_{SOT} 时间内，最高信号电平不高于5.5 V（HTL信号编码器不高于 U_{Pmax} ）。如果细分电路在编码器或电源之间，也必须考虑细分电子单元的开启和关闭特性。关闭电源时，或供电电压低于 U_{min} 时，输出信号也无效。重新启动期间，电源接通前的信号电平必须保持低于1 V的时间达 t_{SOT} 。这些数据仅适用于样本中的编码器，不适用于客户特定的接口。

有新功能和更高性能的编码器可能需要更长的开机时间（长于 t_{SOT} ）。如果您负责开发后续电子电路，请与海德汉公司联系。

绝缘

编码器外壳与内部电路绝缘。
额定浪涌电压：500 V
（VDE 0110第1部分过压类别II，2级污染的推荐值）



电缆	电源线截面积, A_P			
	1 V _{PP} /TTL/HTL	11 μ A _{PP}	EnDat/SSI 17针	EnDat ⁽⁵⁾ 8针
Ø 3.7 mm	0.05 mm ²	-	-	0.09 mm ²
Ø 4.3 mm	0.24 mm ²	-	-	-
Ø 4.5 mm EPG	0.05 mm ²	-	0.05 mm ²	0.09 mm ²
Ø 4.5 mm Ø 5.1 mm	0.14/0.09 ⁽²⁾ mm ² 0.05 ^(2), 3) mm ²	0.05 mm ²	0.05/0.14 ⁽⁶⁾ mm ²	0.14 mm ²
Ø 5.5 mm PVC	0.1 mm ²	-	-	-
Ø 6 mm Ø 10 mm ⁽¹⁾	0.19/0.14 ^(2), 4) mm ²	-	0.08/0.19 ⁽⁶⁾ mm ²	0.34 mm ²
Ø 8 mm Ø 14 mm ⁽¹⁾	0.5 mm ²	1 mm ²	0.5 mm ²	1 mm ²

1) 金属外皮
4) LIDA 400

2) 旋转编码器
5) 包括发那科，三菱

3) 长度计
6) RCN, LC的适配电缆

宽电压范围的编码器

宽电压范围的编码器的电流消耗与供电电压不是线性关系。但是，功率消耗为线性关系（参见电流和功率消耗图）。最小和最大供电电压时的最大功率消耗值，参见**技术参数**。以下情况时，功率消耗最大（最坏情况）：

- 推荐的接收器电路
- 电缆长度1 m
- 老化因素和温度影响
- 编码器的时钟频率和周期时间选择合理

提供5 V供电的编码器空载（只有供电电压）时的典型电流消耗。

在考虑电源线压降情况下，编码器的实际功率消耗和后续电子电路所需输出功率用4步测量：

步骤1：电源线电阻

电源线电阻值（适配电缆和编码器电缆）用下面公式计算：

$$R_L = 2 \cdot \frac{1.05 \cdot L_C}{56 \cdot A_P}$$

步骤2：电源线压降系数计算

$$b = -R_L \cdot \frac{P_{E_{max}} - P_{E_{min}}}{U_{E_{max}} - U_{E_{min}}} - U_P$$

$$c = P_{E_{min}} \cdot R_L + \frac{P_{E_{max}} - P_{E_{min}}}{U_{E_{max}} - U_{E_{min}}} \cdot R_L \cdot (U_P - U_{E_{min}})$$

步骤3：基于系数b和c的电压压降

$$\Delta U = -0.5 \cdot (b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot c})$$

其中：

- $U_{E_{max}}$ 、 $U_{E_{min}}$ ：编码器的最小或最大供电电压，单位V
- $P_{E_{min}}$ 、 $P_{E_{max}}$ ：最小或最大供电电压的相应最大功率消耗，单位W
- U_P ：后续电子电路供电电压，单位V

步骤4：后续电子电路和编码器参数

编码器端电压：
 $U_E = U_P - \Delta U$

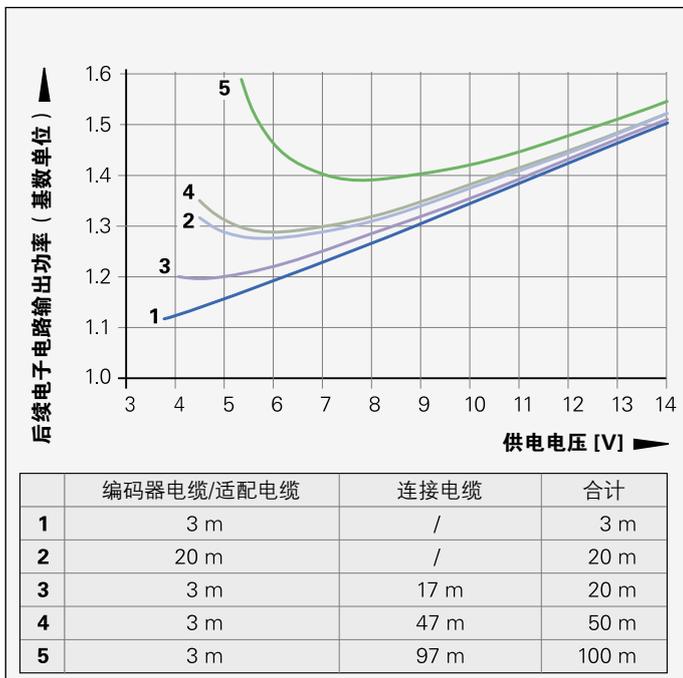
编码器的电流需求：
 $I_E = \Delta U / R_L$

编码器功率消耗：
 $P_E = U_E \cdot I_E$

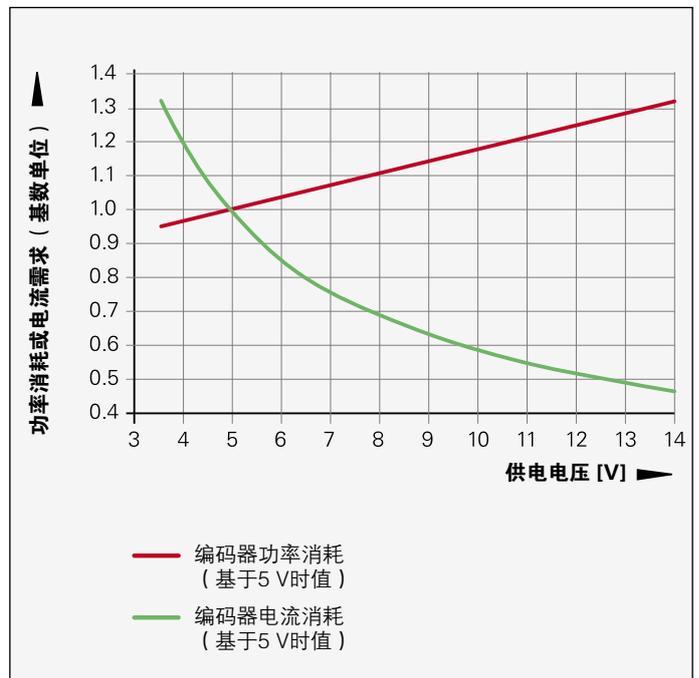
后续电子电路输出功率：
 $P_S = U_P \cdot I_E$

- R_L ：电缆电阻（双向），单位ohms
- ΔU ：电缆电压压降，单位V
- 1.05：双绞线长度系数
- L_C ：电缆长度，单位m
- A_P ：电源线截面积，单位 mm^2

电缆长度对后续电子电路输出功率的影响（举例值）



电流和功率消耗与供电电压关系（举例值）



电气允许的轴速/运动速度

编码器最大允许的轴速或编码器运动速度取决于

- **机械**允许轴速/运动速度（如技术参数中有要求）和
- **电气**允许轴速/运动速度。

正弦输出信号的编码器的电气允许轴速/运动速度由-3 dB/-6 dB截止频率或后续电子电路的允许输入频率决定。

方波信号编码器的电气允许轴速/运动速度取决于

- 编码器的最高扫描/输出频率 f_{\max} 和
- 后续电子电路最小允许边缘间距 a 。

角度或旋转编码器

$$n_{\max} = \frac{f_{\max}}{z} \cdot 60 \cdot 10^3$$

直线光栅尺

$$v_{\max} = f_{\max} \cdot SP \cdot 60 \cdot 10^{-3}$$

其中：

- n_{\max} : 电气允许转速，单位 min^{-1}
- v_{\max} : 电气允许的运动速度，单位 m/min
- f_{\max} : 编码器的最高扫描/输出频率或后续电子电路输入频率，单位 kHz
- z : 角度或旋转编码器每 360° 的线数
- SP : 直线光栅尺信号周期，单位 μm

电缆

如用于安全应用，需使用海德汉公司的电缆和接头。

版本

几乎所有海德汉公司编码器的电缆和所有适配器以及连接电缆的外层材料都是**聚氨酯（PUR电缆）**。大多数电机内适配电缆和少数编码器电缆的保护层材料是**特殊橡胶（EPG）**。许多电机内的适配电缆在网套内是**TPE电线（特殊热塑料）**。独立编码器电缆是**聚氯乙烯（PVC）**外皮。这种电缆在样本中用EPG，TPE或PVC标识。

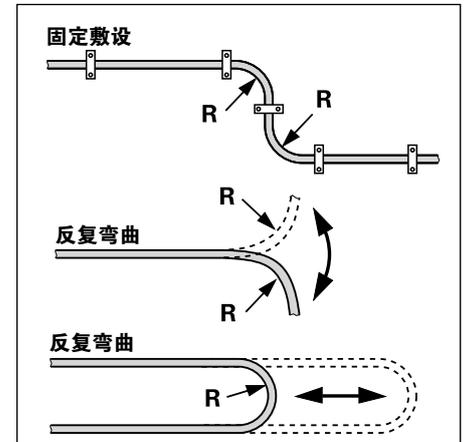
耐久性

PUR电缆的耐油性能符合**VDE 0472**（803部分/B型检测），耐水性能和耐菌性能符合**VDE 0282**（10部分）要求。这种电缆不含PVC和硅酮，符合UL安全标准。**UL认证标识**“AWM STYLE 20963 80 ° C 30 V E63216”在电缆处。

EPG电缆的耐油性能符合**VDE 0472**（803部分/B型检测）和耐水性能符合**VDE 0282**（10部分）要求。不含硅酮和卤素。与PUR电缆相比，EPG电缆仅有一定耐液体性能和耐反复弯曲以及连续扭曲性能。

PVC电缆耐油。UL认证标识“AWM E64638 STYLE20789 105C VW-1SC NIKKO”在电缆处。

带网套的**TPE电线**耐油且非常柔软



温度范围

	固定敷设	反复弯曲
PUR	-40至 80 ° C	-10至80° C
EPG TPE	-40至120° C	-
PVC	-20至 90° C	-10至90° C

最高温度不允许超过 100°C ，但此时PUR电缆的耐水和耐微生物性能将降低。如需帮助，请与海德汉德国总部联系。

长度

技术参数中的**电缆长度**仅适用于海德汉电缆和推荐的后续电子电路输入电路。

电缆	弯曲半径R	
	固定敷设	反复弯曲
Ø 3.7 mm	≥ 8 mm	≥ 40 mm
Ø 4.3 mm	≥ 10 mm	≥ 50 mm
Ø 4.5 mm EPG	≥ 18 mm	-
Ø 4.5 mm Ø 5.1 mm Ø 5.5 mm PVC	≥ 10 mm	≥ 50 mm
Ø 6 mm Ø 10 mm ¹⁾	≥ 20 mm ≥ 35 mm	≥ 75 mm ≥ 75 mm
Ø 8 mm Ø 14 mm ¹⁾	≥ 40 mm ≥ 100 mm	≥ 100 mm ≥ 100 mm

¹⁾ 金属外皮

信号无噪声传输

电磁兼容性/CE相符性

如果安装正确和使用海德汉公司的连接电缆及电缆组件，海德汉公司的编码器符合电磁兼容性标准2004/108/EC以下方面的规定：

• 抗噪性能，EN 61000-6-2:

特别是：

- 静电放电 EN 61000-4-2
- 电磁场 EN 61000-4-3
- 冲击 EN 61000-4-4
- 浪涌 EN 61000-4-5
- 传导干扰 EN 61000-4-6
- 电源频率磁场 EN 61000-4-8
- 脉冲磁场 EN 61000-4-9

• 抗干扰性能，EN 61000-6-4:

特别是：

- 工业、科研和医疗设备（ISM） EN 55011
- 用于信息技术设备 EN 55022

测量信号传输 - 抗电气噪声性能

噪声电压主要由容性或感性传导引起。电气噪声可由信号线和输入输出接线端子引入到系统中。

可能的噪声源包括：

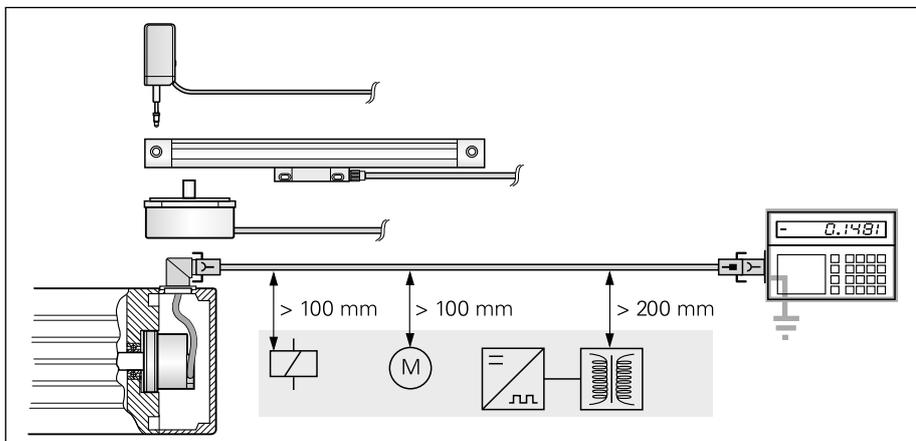
- 变压器，制动器和电动机的强磁场
- 继电器，接触器和电磁阀
- 高频设备，脉冲装置和来自开关类电源的杂散磁场
- 交流电源线和上述装置的供电电源线

电气噪声防护

必须采取以下措施确保系统无干扰地工作。

- 只能用海德汉公司原厂电缆。注意电源线的电压压降。
- 使用带金属外壳的连接件（例如接头或连接盒）。使这些连接件只连接编码器的信号线和电源线。如果应用要求这些连接件还必须连接其它信号，必须采取相应措施确保电气安全和符合电磁兼容性要求。
- 必须使光栅尺或编码器、连接件和信号处理电子装置的外壳连接电缆屏蔽线。必须确保屏蔽层全表面接触（360°）。如果编码器有一个以上电气接头，参见相应产品文档。

- 如果电缆有多层屏蔽，内层屏蔽必须与外层屏蔽独立连接。内层屏蔽连接至信号处理电子电路的0 V。严禁内层屏蔽与外层屏蔽连接在一起，包括编码器端和电缆端。
- 根据安装说明，将屏蔽层连接防护地。
- 避免屏蔽层（例如接头壳）与其它金属面接触。安装电缆时必须注意这点。
- 严禁将信号电缆直接安装在干扰源附近（感性器件，例如接触器，电机，变频器，电磁线圈等）。
 - 必须将干扰源与信号电缆进行充分退藕，使其在空间中相隔100 mm或将电缆置于金属管中形成接地隔离区。
 - 与开关类电源中的电感至少相距200 mm。
- 如果需要在整个系统中补偿电流，必须提供单独的等电位连接导线。屏蔽层无等电位导线作用。
- 位置编码器只能用PELV系统供电（**EN 50178**）。提供与低阻抗的高频接地（**EN 60204-1中EMC部分**）。
- 11 μApp接口编码器：加长电缆只能用海德汉电缆，ID 244955-01。全长：max. 30 m。



距干扰源的最小距离

海德汉测量和测试设备

PWM 9是通用测量仪，用于检验和调整海德汉增量式编码器。其扩展模块可检查多种类型的编码器信号。测量值显示在LCD屏幕上。软键操作方便简单。



	PWM 9
输入	扩展模块（接口电路版），11 μ App; 1 V _{PP} , TTL, HTL, EnDat*/SSI*/换向信号 *不显示位置值或参数
功能	<ul style="list-style-type: none"> • 测量信号幅值，电流消耗，工作电压，扫描频率 • 图形显示增量信号（幅值，相位角和占空比）及参考点信号（宽度和位置） • 符号化显示参考点，故障检测信号，计数方向 • 通用计数器，细分倍数从1倍到1024倍可选 • 支持调整，用于敞开式光栅尺
输出	<ul style="list-style-type: none"> • 将输入信号提供给后续电子电路 • 连接示波器的BNC插座
电源	10至30 V DC，最大15 W
尺寸	150 mm x 205 mm x 96 mm

PWT是一个易用的海德汉增量式编码器调整工具。它的小LCD窗口用条形图显示信号相对其公差带情况。



	PWT 10	PWT 17	PWT 18
编码器输入	~ 11 μ App	□ TTL	~ 1 V _{PP}
功能	测量信号幅值 波形公差 参考点信号的幅值和位置		
电源	通过电源单元供电（已含）		
尺寸	114 mm x 64 mm x 29 mm		

APS 27编码器诊断工具是确定TTL接口信号的LIDA 27x系列直线光栅尺安装公差的必备工具。检测时，可将LIDA 27x通过PS 27检测接头连接后续电子设备，或直接用于PG 27测试仪。

增量信号和参考脉冲的绿色LED指示灯分别显示安装是否正确。如果显示红色，必须重新检查安装情况。



	APS 27
编码器	LIDA 277, LIDA 279
功能	TTL信号的正常/非正常检测（增量信号和参考脉冲）
电源	后续电子设备或电源单元（随产品提供）
零部件	PS 27检测接头 PG 27检测仪 PG 27的电源单元（110至240 V，包括适配插头） 保护膜

SA 27适配接头用于获取LIP 372的APE输出的正弦扫描信号。它的外接头通过标准测量电缆可方便地连接示波器。

	SA 27
编码器	LIP 372
功能	连接示波器的测点
电源	编码器供电
尺寸	约 30 mm x 30 mm

PWM 20相位角测量仪以及相应的ATS调试和检测软件用于诊断和调整海德汉编码器。



	PWM 20
编码器输入	<ul style="list-style-type: none"> • EnDat 2.1或EnDat 2.2 (绝对值有/无增量信号) • DRIVE-CLiQ • 发那科串口 • 三菱高速串口 • SSI
接口	USB 2.0
电源	100至240 V AC或24 V DC
尺寸	258 mm 154 mm 55 mm

	ATS
语言	可选英语或德语
功能	<ul style="list-style-type: none"> • 位置显示 • 连接对话 • 诊断 • 安装向导, EBI/ECI/EQI, LIP 200, LIC 4000 • 其它功能 (如果编码器支持) • 存储器内容
系统要求	计算机 (双核处理器; > 2 GHz) 内存 > 1 GB Windows XP, Vista, 7 (32 bit); 100 MB以上可用硬盘空间

接口电子电路

海德汉公司的接口电子电路用于将编码器信号调整为可连接后续电子电路接口。如果后续电子电路不能直接处理海德汉编码器的输出信号，或如果需要细分信号时需使用接口电子电路。

接口电子电路输入信号

海德汉公司的接口电子电路用于连接1 V_{PP}（电压信号）或11 μA_{PP}（电流信号）正弦信号的编码器。串行接口EnDat或SSI的编码器也能连接多种接口电子电路。

接口电子电路输出信号

接口电子电路支持以下后续电子电路接口：

- TTL系列方波脉冲
- EnDat 2.2
- DRIVE-CLiQ
- 发那科串口
- 三菱高速串口
- PCI总线
- 以太网
- PROFIBUS

细分正弦输入信号

除信号转换外，正弦信号还能在接口电子电路中进行细分。通过细分得到更小测量步距，提高定位精度和控制质量。

形成位置值

有些接口电子电路还内置计数功能。建立上个参考点后，绝对位置值将在过参考点时被确定并输出给后续电子电路。

测量值存储器

带测量值存储器的接口电子电路对测量值缓存和保存：

IK 220: 共8 192个测量值

EIB 741: 每路输入250 000个测量值

盒式



台式



接头式



连接版本



顶盖安装轨式



输出		输入		结构 - 防护等级	插补 ¹⁾ 或细分	型号
接口	数量	接口	数量			
□ TTL	1	~ 1 V _{PP}	1	盒式 - IP 65	5/10倍	IBV 101
					20/25/50/100倍	IBV 102
					无细分	IBV 600
					25/50/100/200/400倍	IBV 660 B
				接头式 - IP 40	5/10/20/25/50/100倍	APE 371
				连接版本 - IP 00	5/10倍	IDP 181
		20/25/50/100倍	IDP 182			
		~ 11 μA _{PP}	1	盒式 - IP 65	1	5/10倍
20/25/50/100倍	EXE 102					
无细分功能/5倍	EXE 602 E					
25/50/100/200/400倍	EXE 660 B					
连接版本 - IP 00	5倍	IDP 101				
□ TTL/ ~ 1 V _{PP} 可调	2	~ 1 V _{PP}	1	盒式 - IP 65	2倍	IBV 6072
					5/10倍	IBV 6172
EnDat 2.2	1	~ 1 V _{PP}	1	盒式 - IP 65	≤ 16384倍细分	EIB 192
				接头式 - IP 40	≤ 16384倍细分	EIB 392
DRIVE-CLiQ	1	EnDat 2.2	1	盒式 - IP 65	-	EIB 2391 S
发那科串口	1	~ 1 V _{PP}	1	盒式 - IP 65	≤ 16384倍细分	EIB 192 F
				接头式 - IP 40	≤ 16384倍细分	EIB 392 F
三菱高速串口	1	~ 1 V _{PP}	1	盒式 - IP 65	≤ 16384倍细分	EIB 192 M
				接头式 - IP 40	≤ 16384倍细分	EIB 392 M
PCI总线	1	~ 1 V _{PP} ~ 11 μA _{PP} EnDat 2.1/01 SSI 可调	2	连接版本 - IP 00	≤ 4096倍细分	IK 220
以太网	1	~ 1 V _{PP} EnDat 2.1 EnDat 2.2 如需要~ 11 μA _{PP} 可提供 软件可调	4	台式 - IP 40	≤ 4096倍细分	EIB 741
PROFIBUS DP	1	EnDat	1	顶盖安装轨式	-	PROFIBUS 网关

1) 可切换

约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司

地址：北京市顺义区天竺空港工业区 A 区天纬三街 6 号

邮编：101312

电话：010-80420000

传真：010-80420010

Email: sales@heidenhain.com.cn

上海办事处

地址：上海市徐汇区淮海中路 1010 号
嘉华中心 1701 室

邮编：200031

电话：021-64263131

传真：010-80420191 021-62370833

Email: shanghai@heidenhain.com.cn

广州办事处

地址：广东省广州市天河区天河路 208 号
粤海天河城大厦 3004B 室

邮编：510620

电话：020-38390046

传真：010-80480533

Email: guangzhou@heidenhain.com.cn

哈尔滨办事处

地址：黑龙江省哈尔滨市南岗区
长江路 99-9 号辰能大厦 1308 室

邮编：150090

电话：0451-82876392

传真：010-80480536 0451-82876393

Email: harbin@heidenhain.com.cn

沈阳办事处

地址：沈阳市沈河区惠工街 10 号
卓越大厦 706 室

邮编：110013

电话：024-22812890

传真：010-80420193 024-22812892

Email: shenyang@heidenhain.com.cn

西安办事处

地址：陕西省西安市长安北路 91 号
富城国际大厦 907 室

邮编：710061

电话：029-87882030

传真：010-80420192

Email: xian@heidenhain.com.cn

武汉办事处

地址：湖北省武汉市武昌区中南路 7 号
中商广场写字楼 A 座 2017 室

邮编：430071

电话：027-59805275

传真：010-80420197

Email: wuhan@heidenhain.com.cn

成都办事处

地址：四川省成都市人民南路一段 86 号
城市之心 19 楼 F 座

邮编：610016

电话：028-86202155

传真：010-80480534

Email: chengdu@heidenhain.com.cn

宁波办事处

地址：浙江省宁波市江东区惊驾路 565 号
中信泰富 B 座 204 室

邮编：315040

电话：0574-27660891/27660892

传真：010-80480535

Email: ningbo@heidenhain.com.cn

公司网址：www.heidenhain.com.cn

海德汉有限公司

地址：香港九龙观塘开源道 49 号

创贸广场 2007-2010 室

Unit 2007-2010, 20/F, Apec Plaza,

49 Hoi Yuen Road, Kwun Tong, Kowloon,

Hong Kong

电话：00852-27591920/86

86-13632176247

传真：00852-27591961

Email: sales@heidenhain.com.hk

